

# セリウムタング ステン電極の百科事典

中钨智造科技有限公司  
CTIA GROUP LTD

CTIA GROUP LTD

タング・ステン、モリブデン、レアアース産業向けのインテリジェント製造のグローバル  
リーダー

[著作権および法的責任に関する声明](#)

## CTIAグループのご紹介

CHINATUNGSTEN ONLINEによって設立された独立した法人格を持つ完全子会社であるCTIA GROUP LTD.は、産業用インターネット時代におけるタングステンおよびモリブデン材料のインテリジェントで統合された柔軟な設計と製造の促進に専念しています。を出発点として1997年に設立され、中国初のトップクラスのタングステン製品ウェブサイトであり、タングステン、モリブデン、レアアース産業に焦点を当てた国内の先駆的な電子商取引会社です。GROUPは、タングステンおよびモリブデン分野の約30年の深い経験を活かして、親会社の卓越した設計および製造能力、優れたサービス、およびグローバルなビジネスの評判を継承し、タングステン化学、タングステン金属、超硬、高密度合金、モリブデン、およびモリブデン合金の分野を含むアプリケーションソリューションプロバイダーになります。

過去30年間で、CHINATUNGSTEN ONLINEは、20の言語をカバーする2000の多言語タングステンおよびモリブデンの専門Webサイト以上を獲得し、タングステン、モリブデン、およびレアアースになる関連ニュース、価格、および市場分析の100万ページを超えています。2013年以来、WeChat公式アカウント「CHINATUNGSTEN」 「ONLINE」は40,000を超える情報を公開し、約10,000人のフォロワーにサービスを提供し、世界中の数十万人の業界専門家に毎日無料の情報を提供しています。ウェブサイトクラスターと公式アカウントへの蓄積アクセス数が数十億回に達し、タングステン、モリブデン、レアアース産業の世界的で有益な情報ハブとして認められ、24時間年中無休の多言語ニュース、製品性能、市場価格、市場動向サービスを提供しています。

CHINATUNGSTEN ONLINEの技術と経験に基づいて、CTIA GROUPは顧客のパーソナライズされたニーズを満たすことに重点を置いています。AI技術を活用し、特定の化学組成と物理的特性(粒子サイズ、密度、硬度、強度、寸法、公差など)を備えたステンおよびモリブデン製品を顧客と共同で設計および製造しています。型開き、試作から仕上げ、梱包、物流に至るまで、全工程の一貫したサービスを提供しています過去。年間を通じて、CHINATUNGSTEN ONLINE は世界中の 130,000 を超える顧客に 500,000 種類を超えるタングステンおよびモリブデン製品の研究開発、設計、生産サービスを提供し、カスタマイズされた柔軟でインテリジェントな製造の基盤を確立しました。GROUPは、産業用インターネット時代におけるタングステンおよびモリブデン材料のインテリジェント製造と統合革新をさらに推進します。

CTIA GROUPのハンズ博士と彼のチームは、30年以上の業界経験に基づいて、タングステン、モリブデン、レアアースに関する知識、技術、タングステン価格、市場動向分析を執筆、公開し、タングステン業界と自由に共有しています。ハンズ博士は、1990年代からタングステンおよびモリブデン製品の電子商取引と国際貿易、時には超硬合金および高密度合金の設計と製造に関して30年以上の経験を持ち、国内でタングステンおよびモリブデン製品の有名な専門家です。GROUPのチームは、専門で質の高い情報を業界に提供するという原則を堅持し、生産慣行と市場の顧客のニーズに基づいて技術研究論文、記事、業界レポートを継続的に作成し、業界で広く賞賛されています。これらの成果は、CTIA GROUPの技術革新、製品プロモーション、業界交流をしっかりとサポートし、世界的なタングステンおよびモリブデン製品および製造情報サービスのリーダーとなることを推進しています。



### 著作権および法的責任に関する声明

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO<sub>2</sub>). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

- Excellent Arc Starting:** Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.
- Low Burn-off Rate:** Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.
- High Arc Stability:** Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.
- Radiation-Free & Eco-Friendly:** A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO <sub>2</sub> Content	Color Code	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

- TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.
- Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components
- Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions
- Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com  
Phone: +86 592 5129595; 592 5129696  
Website: www.tungsten.com.cn

著作権および法的責任に関する声明

## ディレクトリ

### 第1章:セリウムタングステン電極の概要

- 1.1 セリウムタングステン電極の定義と歴史
  - 1.1.1 セリウムタングステン電極の化学組成と基本概念
  - 1.1.2 セリウムタングステン電極の発見と開発
  - 1.1.3 セリウムタングステン電極がトリウムタングステン電極に取って代わる背景
- 1.2 溶接業界におけるセリウムタングステン電極の連続
  - 1.2.1 セリウムタングステン電極と他のタングステン電極の比較
  - 1.2.2 世界市場の概要と開発動向

### 第2章:セリウムタングステン電極の分類

- 2.1 酸化セリウム含有量による分類
  - 2.1.1 2%酸化セリウム電極 ( WC20 ) の特性と用途
  - 2.1.2 その他の非標準含有量電極の開発と応用
- 2.2 電流タイプによる分類
  - 2.2.1 DC溶接用セタングステン電極 (DCEN / DCEP)
  - 2.2.2 AC溶接用セタングステン電極
  - 2.2.3 ACおよびDC両用電極の性能分析
- 2.3 形状とサイズによる分類
  - 2.3.1 スティック電極(標準長さ)と直径の仕様
  - 2.3.2 針電極(精密溶接用)
  - 2.3.3 カスタム形状の電極(特殊用途)
- 2.4 応用分野による分類
  - 2.4.1 汎用溶接電極
  - 2.4.2 精密溶接電極(マイクロエレクトロニクス、医療機器など)
  - 2.4.3 高温・高荷重溶接電極
- 2.5 分類基準と識別
  - 2.5.1 国際規格 (ISO 6848、AWS A5.12 ) の分類とカラースケール
  - 2.5.2 国内規格における分類と識別 (GB/T 4192)
  - 2.5.3 電極のパッケージとラベルの仕様

### 第3章:セリウムタングステン電極の特性

- 3.1 セリウムタングステン電極の物理的特性
  - 3.1.1 セリウムタングステン電極の融点と沸点
  - 3.1.2 セリウムタングステン電極の密度と硬度
  - 3.1.3 リウムセタングステン電極の熱膨張係数と熱伝導率
- 3.2 セリウムタングステン電極の化学的性質
  - 3.2.1 酸化セリウムの化学的安定性
  - 3.2.2 セリウムタングステン電極の耐食性
  - 3.2.3 高温環境におけるセリウム-タングステン電極の化学的挙動

#### 著作権および法的責任に関する声明

- 3.3 セリウムタングステン電極の電気的特性
  - 3.3.1 セリウムタングステン電極の電子脱出仕事
  - 3.3.2 セリウム-タングステン電極のアーク開始性能と寸法アーク安定性
  - 3.3.3 セリウムタングステン電極の電流容量
- 3.4 セリウムタングステン電極の機械的特性
  - 3.4.1 セリウム-タングステン電極の延性と柔軟性
  - 3.4.2 リウムセタングステン電極の耐摩耗性能
  - 3.4.3 セリウムタングステン電極の電極バーンダウン率
- 3.5 セリウムタングステン電極の環境および安全特性
  - 3.5.1 セリウムタングステン電極の非放射性の休止
  - 3.5.2 セリウムタングステン電極の環境への配慮
  - 3.5.3 セリウム-タングステン電極の健康と安全の評価
- 3.6 CTIA GROUP LTD セリウムタングステン電極 MSDS

#### 第4章:セリウムタングステン電極の調製・製造工程と技術

- 4.1 セリウムタングステン電極の原料選択と前処理
  - 4.1.1 タングステン粉末の純粒度の要件
  - 4.1.2 酸化セリウムの供給源と品質管理
  - 4.1.3 その他の添加剤の選択
- 4.2 セリウムタングステン電極の粉末冶金プロセス
  - 4.2.1 混合とドーピングのプロセス
  - 4.2.2 プレス成形技術
  - 4.2.3 焼結プロセス(高温焼結と雰囲気制御)
- 4.3 セリウムタングステン電極のその後の加工技術
  - 4.3.1 カレンダー加工と描画プロセス
  - 4.3.2 研削・研磨と表面処理
  - 4.3.3 切断と成形
- 4.4 セリウムタングステン電極の品質管理とプロセスの最適化
  - 4.4.1 組成均一性制御
  - 4.4.2 微細構造解析(SEM、XRDなど)
  - 4.4.3 プロセスパラメーターの最適化
- 4.5 セリウムタングステン電極の高度な生産技術
  - 4.5.1 ナノドーピング技術
  - 4.5.2 プラズマ焼結技術
  - 4.5.3 インテリジェントな生産と自動化

#### 第5章:セリウムタングステン電極の使用

- 5.1 セリウムタングステン電極の溶接用途
  - 5.1.1 TIG溶接
  - 5.1.2 プラズマアーク溶接

##### 著作権および法的責任に関する声明

- 5.1.3 低電流直流溶接(パイプ、精密部品など)
- 5.2 セリウムタングステン電極の非溶接用途
  - 5.2.1 プラズマ切断
  - 5.2.2 溶接とクラディング
  - 5.2.3 その他の高温放電用途
- 5.3 セリウムタングステン電極の応用産業
  - 5.3.1 航空宇宙
  - 5.3.2 自動車製造
  - 5.3.3 エネルギーと化学
  - 5.3.4 医療機器の製造
- 5.4 セリウムタングステン電極の特殊な応用例
  - 5.4.1 ステンレス鋼とチタン合金の溶接
  - 5.4.2 マイクロエレクトロニクス部品のはんだ付け
  - 5.4.3 高電圧ワイヤーハーネス溶接

## 第6章:セリウムタングステン電極の製造設備

- 6.1 セリウムタングステン電極の原料加工装置
  - 6.1.1 タングステン粉末粉碎および選別装置
  - 6.1.2 酸化リウムセ精製装置
- 6.2 セリウムタングステン電極用粉末冶金装置
  - 6.2.1 混合機とドーピング装置
  - 6.2.2 快適プレスおよび静水圧プレス装置
  - 6.2.3 高温焼結炉(真空/雰囲気炉)
- 6.3 セリウムタングステン電極の加工装置
  - 6.3.1 カレンダーと描画機
  - 6.3.2 精密研削盤と研磨機
  - 6.3.3 切断および成形装置
- 6.4 セリウムタングステン電極の試験および品質管理装置
  - 6.4.1 組成分析装置(ICP-MS、XRFなど)
  - 6.4.2 微細構造検出装置(SEM、TEM)
  - 6.4.3 性能試験装置(アーク開始性能試験機)
- 6.5 セリウムタングステン電極の自動化およびインテリジェント機器
  - 6.5.1 産業用ロボットと自動生産ライン
  - 6.5.2 オンライン監視およびデータ収集システム

## 第7章:セリウムおよびタングステン電極の内部の規格

- 7.1 セリウムタングステン電極の国際規格
  - 7.1.1 ISO 6848: タングステン電極の分類と要件
  - 7.1.2 AWS A5.12: タングステン電極の仕様
  - 7.1.3 EN 26848: タングステン電極の欧州規格
- 7.2 セリウムタングステン電極の国内規格
  - 7.2.1 GB/T 4192: タングステン電極の技術条件

### 著作権および法的責任に関する声明

- 7.2.2 JB/T 12706: 溶接用タングステン電極の規格
- 7.2.3 その他の関連する業界標準
- 7.3 セリウムタングステン電極の標準比較と解釈
- 7.3.1 国内の規格の類似点と類似点
- 7.3.2 生産および適用に関する規格の指針となる意義
- 7.4 セリウムタングステン電極の規格更新と開発動向
- 7.4.1 進歩テクノロジーが標準に与える影響
- 7.4.2 環境保護および安全要件の変更

## 第8章: セリウムタングステン電極の検出

- 8.1 セリウムタングステン電極の化学組成検出
- 8.1.1 酸化セリウム含有量の分析
- 8.1.2 不純物元素の検出
- 8.1.3 均一性評価
- 8.2 セリウムタングステン電極の物性
- 8.2.1 密度および硬度試験
- 8.2.2 寸法精度と表面品質検査
- 8.2.3 熱性能試験
- 8.3 セリウムタングステン電極の電気的特性検出
- 8.3.1 電子脱出パワー測定
- 8.3.2 アーク開始と寸法アーク性能試験
- 8.3.3 燃え尽き症候群率試験
- 8.4 セリウムタングステン電極の微細構造検出
- 8.4.1 粒径と分布の分析
- 8.4.2 酸化物分布の均一性を確認する
- 8.4.3 欠陥検出(亀裂、気孔など)
- 8.5 セリウムタングステン電極の環境および安全性試験
- 8.5.1 放射能検出
- 8.5.2 環境影響評価
- 8.5.3 労働安全衛生試験
- 8.6 セリウムタングステン電極の試験装置と技術
- 8.6.1 一般的な試験機器の紹介
- 8.6.2 新たな検出技術(AI支援検出など)

## 第9章: セリウム・タング・ステン電極ユーザー向けの一般的な問題と解決策

- 9.1 セリウムタングステン電極のアーク不安定性の考えられる原因
- 9.1.1 電極先端の形状が必要
- 9.1.2 現在の設定が一致しない
- 9.1.3 シールドガスの流れと純度のこと
- 9.1.4 電極の汚染または酸化
- 9.2 セリウムタングステン電極の先端がすぐに焼損しすぎる場合はどうですか?

### 著作権および法的責任に関する声明

- 9.2.1 電流の種類と極性を確認する
- 9.2.2 チップ研削角度を最適化する
- 9.2.3 シールドガスの種類と流量を調整する
- 9.2.4 セリウム含有量の高い電極を使用する
- 9.3 適切なセリウム含有量を選択するにはどうすればよいですか？
- 9.3.1 溶接材料(ステンレス鋼、アルミニウムなど)による選択
- 9.3.2 現在の種類と強度に応じて選択する
- 9.3.3 溶接環境と機器の互換性を考慮する
- 9.3.4 コストとパフォーマンスのバランス
- 9.4 セリウムタングステン電極のアーク放電困難対策
- 9.4.1 電極表面の清浄度を確認する
- 9.4.2 チップ形状の最適化
- 9.4.3 溶接装置パラメータの調整(高周波アーク開始など)
- 9.4.4 電極を交換するか、電源の安定性を確認する
- 9.5 セリウムタングステンとランタンタングステンの混合使用の問題の分析
- 9.5.1 ミキシングのパフォーマンスへの影響
- 9.5.2 混合によって可能な性のあるアーク不安定性の問題
- 9.5.3 混合時の識別と管理の提案
- 9.5.4 推奨される電極の選択と代替品

## 第10章:セリウムタングステン電極の将来の開発動向

- 10.1 セリウムタングステン電極の技術革新
- 10.1.1 新しいドーパ材料とプロセス
- 10.1.2 インテリジェントでグリーンな製造
- 10.1.3 高性能電極の研究開発
- 10.2 セリウムタングステン電極の用途拡大
- 10.2.1 今後産業(新エネルギー、半導体、その他)からのニーズ
- 10.2.2 マイクロ溶接と超精密溶接技術
- 10.3 セリウムタングステン電極の市場と政策
- 10.3.1 世界市場の需要予測
- 10.3.2 環境保護政策が業界に与える影響
- 10.3.3 国際貿易とサプライチェーンの動向

## 虫垂

- A. 用語集
- B. 参考文献

### 著作権および法的責任に関する声明

## 第1章セリウムタングステン電極の概要

### 1.1 セリウムタングステン電極の定義と歴史

#### 1.1.1 セリウムタングステン電極の化学組成と基本概念

セリウムタングステン電極は、タングステン不活性ガスシールド溶接(TIG溶接)およびその他の同様の溶接プロセスで特別に使用される電極材料であり、その主成分はタングステン(W)マトリックスにドーパされた少量の酸化セリウム( $CeO_2$ )です。の遷移金属として、その優れた耐高温性と導電性により、電極材料として理想的な選択肢です。ただし、純タングステン電極には、アーク放電の難しさ、アークカラムの安定性の安全性、溶接時の焼損率が高いなどの問題があります。これらの特性を改善するために、科学者はタングステンマトリックスに希土類酸化物を添加することで電子脱出作業を最適化し、それによって溶接性能を向上させます。セリウムタングステン電極には通常、2%~4%の酸化セリウムが含まれており、これは実際の用途で最適であることが証明されており、電極のアーク開始性能、カラム安定性、耐久性を大幅に向上させます。

希土類酸化物である酸化セリウムは、電子の脱出仕事率が低いため（純タングステンの 4.5 eV と比較して約 4.5 eV）、電子が電極表面から離脱可能性が高く、アーク放電に必要な電圧が低下し、アークの安定性が向上します。化学組成に関しては、セリウムタングステン電極の典型的な比率は96%98%、酸化セリウムは2%と4%を確保、微量その他の不純物（鉄、シリコンなど）を含む場合があります。通常、電極性能の安定性を確保するために高純度の製造プロセス非常に低いレベルで制御されます。セリウムタングステン電極の製造プロセスでは、通常、粉末冶金技術が使用され、酸化セリウム粉末をタングステン粉末と混合して、プレス、焼結、加圧処理により、直径0.25mmから6.4mm、長さ75mmから600mmの電極棒を形成します。1.0mm、1.6mm、2.4mm、3.2mmが含まれており、様々な溶接現場がニーズを満たすことができます。

セリウムタングステン電極の物理的特性も注目に値します。その密度は純粋なタングステンに近く、約19.2 g/cm<sup>3</sup>で、表面は通常灰白色または金属色です。酸化セリウムの添加により、電極は高温、特に低電流DC溶接において優れた耐燃焼性を示し、電極先端の安定性を維持し、高温アブレーションによる電極損失を低減できます。さらに、セリウムタングステン電極には放射性物質が含まれていないため、健康と環境が要求される産業レベルで広く使用されているグリーンで環境に優しい電極材料です。

微視的な見通しから見ると、タングステンマトリックス中の酸化セリウムの分布は電極の性能に重要な影響を与えます。酸化セリウム粒子は通常、タングステン粒子界にミクロンサイズで均一に分布しており、タングステンの再結晶温度を効果的に下げることができ、それによって電極の耐クリープ性と機械的強度が向上します。溶接プロセス中、酸化セリウム粒子は熱電子放出を促進し、アークの安定性をさらに高めます。（トリウムタングステン電極など）と比較して、セリウムタングステン電極は低電流条件下で優れたアーク放電特性を備えているため、ルールパイプの溶接や繊細な部品の溶接に適した材料です。

セリウム-タングステン電極の基本概念には、様々な溶接条件下での適合性も含まれます。

#### 著作権および法的責任に関する声明

直流順向 (DCSP) 溶接では、リウムセリウムタングステン電極は低電流で安定したアーク放電を可能にするため、炭素鋼、ステンレス鋼、チタン合金などの材料の溶接に適しています。タングステン電極よりわずかに劣りますが、電流サイズや電極先端形状などの溶接パラメータを最適化することで、良好な溶接結果を得ることができます。電極先端の形状も溶接性能に大きな影響を与えます。DC溶接では、アークエネルギーを集中させるために、通常、電極先端を30°~60°の円錐角に研磨する必要があります。AC溶接では、電極先端が自然に半球形を形成し、アークを分散させるのに役立ち、アルミニウムやマグネシウムなどの軽金属の溶接に適しています。

### 1.1.2 セリウムタングステン電極の発見と開発

リウムセタングステン電極の発見と開発は、溶接業界におけるタングステン電極の進化と密接に関係しています。タングステン電極の研究は、TIG溶接技術が徐々に登場した20世紀初め、高いその融点と高温耐性からタングステンがしかし、純粋なタングステン電極には、実際の用途ではアーク発生とアーク不安定性があるため、研究者は希土類酸化物をドーピングすることによる性能の向上を目指しています。主にトリウムタングステン電極であり、その優れた溶接特性により、20世紀の50年代から80年代にかけて広く使用されてきました。微量の放射線(放射線量は約3.60×10<sup>5</sup>キュリー/kg)を放出し、人間の健康と環境に潜在的な展望をもたらします。この問題により、非放射性電極材料の研究開発が促進され、セリウムタングステン電極がこれに関連して登場しました。

セリウムタングステン電極の研究開発は、20世紀の80年代に始まり、当初はヨーロッパとアメリカの溶接材料研究機関によって提案されました。研究者らは、非放射性希土類酸化物として酸化セリウムがタングステン電極の電子避難仕事量を大幅に軽減し、それによってアーク放電性能を向上させることができることを発見しました。1980年代半ばに、2%~4%の酸化セリウムを含むセリウムタングステン電極の最初のバッチが市場に参入し始め、初期のDC溶接実験で主に使用されていました。トリウムタングステン電極と比較して、セリウムタングステン電極は低電流条件下でアーク放電性能が優れており、放射線リスクがないため、溶接業界の注目を集めています。

1990年代までに、TIG溶接とプラズマアーク溶接技術の普及により、リウムセタングステン電極の開発は急速な発展の段階に入りました。製造プロセスの改善により、タングステンマトリックス中の酸化セリウムの分布がより均一になり、電極の性能安定性が大幅に向上しました。、いわば粉末冶金プロセスを最適化することでメーカー、は酸化セリウムの含有量さらに、セリウムタングステン電極は製造コストが比較的安いとため、経済性の面で競争上の優位性が得られます。

21世紀には、セリウムタングステン電極の適用範囲はさらに拡大しました。世界で最も豊富なタングステン資源(世界のタングステン埋蔵量の60%以上を占める国として、中国はセリウムタングステン電極の研究開発と生産において) 2000年代初頭、中国タングステン産業協会および関連企業は、セリウムタングステン電極の生産と品質管理を標準化した国家規格「アーク溶接およびプラズマ溶接および切断用タングステン電極」(GB) /T 319 08-2015)を策定しました。2005年以来、中国におけるセリウムタングステン電極の生産量

#### 著作権および法的責任に関する声明

は大幅に増加し、2009年には1,200トンに達し、世界のタングステン電極生産量の約75%を更新しています。この期間中、セリウムタングステン電極は、鉄道パイプラインの溶接、航空宇宙部品の製造、精密機器の溶接に広く使用され始めました。

近年、グリーン製造と持続可能な開発のコンセプトにより、セリウムタングステン電極は放射線の影響がない環境への需要が少ないため、市場での地位をさらに強化しています。世界中の有力な溶接装置メーカーは、トリウムタングステン電極の代替品としてセリウムタングステン電極を推奨し始めています。

### 1.1.3 セリウムタング ステン電極がトリウムタング ステン電極に取って代わる背景

20世紀の溶接業界の主流電極材料として、トリウムタングステン電極はその優れた溶接性能により広く使用されてきました。eV)を大幅に軽減し、DC溶接とAC溶接の両方で優れた性能を発揮します。しかし、トリウムの放射能は徐々にその応用の大きな障害となっています。また、トリウムタングステン電極の廃棄物処理には特別な対策(深埋や気密保管など)が必要となり、使用コストや環境負荷が増大します。

1970年代にかけて、国際社会は放射性物質の規制をします。同様に、国際放射線防護委員会(ICRP)は職業放射線被ばく制限に関する重点を発行し、溶接業界に非放射性品代替の発見を主張しています。トリウムタングステン電極と比較して、セリウムタングステン電極は、DC順方向溶接においてアーク始動電圧が低く、電流密度が高く、特に低電流溶接シナリオに適しています。さらに、セリウムタングステン電極の製造プロセスは比較的単純でコストが低いいため、その普及がさらに加速します。

トリウムタング ステン電極を交換するプロセスは、一夜にして達成されるものではありません。は、放射線の危険性に対して理解が慎重なため、トリウムタングステン電極の使用率が高くなっています。ただし、環境規制の改善と溶接技術の進歩に伴い、セリウムタングステン電極は徐々に市場で支配的な地位を占めています。は、2000年代初頭に、トリウム - タングステン電極の代替品セリウム - タングステン電極とランタン-タングステン電極の使用を推奨するガイダンスを発行しました。中国はまた、2005年以降、タングステン電極における生産セリウムタングステン電極の割合を大幅に増加させました。

交換の背景は、世界のタングステン資源の分布と市場の需要にも関係しています。世界最大のタングステン生産国である中国は、豊富なセリウム資源(希土類埋蔵量は世界の30%以上を確保)を有しております、セリウムタングステン電極の大規模生産に原材料保証を提供しています。対照的に、トリウム資源は不足しており、採掘および掘削加工コストが高いため、セリウムタングステン電極の市場競争力がさらに促進されます。

## 1.2 溶接業界におけるセリウムタングステン電極の連続

### 1.2.1 セリウムタングステン電極と他のタングステン電極の比較

溶接業界におけるセリウムタングステン電極の位置は、トリウムタングステン、ランタンタングステン、ジルコニウムタングステン、イットリウムタングステン、純タングステン電極などの他のタイプのタングステン電極との性能の違いと密接に関係しています。以下

#### 著作権および法的責任に関する声明

は、セリウムタングステン電極と他の電極を多次元で詳細に比較したものです。

**アーク開始性能:** セリウムタングステン電極は、低電流 DC 溶接において優れたアーク開始特性を示し、アーク開始電圧は純粋なタングステン電極やトリウムタングステン電極よりも低くなります。これは、酸化セリウムの電子脱出仕事量が少なく、電子が電極表面から脱出しやすいためです。ランタンタングステン電極は大電流でより安定したアーク放電性能を提供しますが、放射線時の使用が制限されます。ランタンタングステン電極(酸化ランタン1.5%~2%を含む)のアーク放電性能は、セリウムタングステン電極のアーク放電性能と同様ですが、AC溶接ではわずかに劣ります。

**アーク安定性:** セリウムタングステン電極は、特に低電流(10~50A)条件下で、DC順方向溶接で安定したアークを維持でき、ジッターが少なく、精密溶接に適しています。トリウムタングステン電極は、大電流(>100)ランタンタングステン電極は、DC溶接とAC溶接の両方で優れたアーク安定性を示し、耐久性はセリウムタングステン電極よりも優れています。ジルコニウムタングステン電極はAC溶接でアーク安定性があり、アルミニウムおよびマグネシウム合金の溶接には適していますが、DC溶接には適しています。

AC溶接では、セリウムタングステン電極の焼損率よりも低く、電極の寿命が長くなります。 タングステン電極の焼収率が高いため、高負荷走行での使用が制限されます。

**適用材料:** セリウムタングステン電極は、炭素鋼、ステンレス鋼、チタン合金、ニッケル合金のDC溶接、特にレールパイプや薄板溶接に適しています。トリウムタングステン電極はこれらの材料にも等しく適していますが、高負荷電流でより有利です。ジルコニウムタングステン電極と純タングステン電極は、主にアルミニウム、マグネシウム、およびそれらの合金のAC溶接に使用されます。イットリウムタングステン電極は、溶け込み深さが高い特性により、主に軍事および航空宇宙分野での特殊溶接に使用されます。

**環境と安全性:** セリウムタングステン電極とランタンタングステン電極は、その非放射性の性質により大きな期待があり、グリーンで環境に優しい材料と考えられています。トリウムタングステン電極は、放射線の問題により特別な処理(安全保管や予防研削など)が必要であり、使用コストが増加します。

**コストと入手可能性:** セリウムタングステン電極の製造コストはトリウムタングステン電極よりも低く、セリウム資源が豊富で、市場供給は安定しています。ランタンタングステン電極はセリウムタングステン電極よりもわずかに高価ですが、その優れた特性により、ハイトリウムタングステン電極のコストは、トリウム資源の不足と環境保護の要件により徐々に増加しています。ジルコニウムタングステン電極と純タングステン電極は低コストですが、アプリケーション計画は限られています。

有名な1998年のテストでは、2%トリウムタングステン電極、2%セリウムタングステン電極、および1.5%ランタンタングステン電極の性能を70Aおよび150AのDC溶接で比較しました。とバーンイン率が低電流でトリウムタングステン電極よりも優れているのに対し、ランタンタングステン電極は両方の電流条件下で良好な性能を発揮することを示しました。このテ

#### 著作権および法的責任に関する声明

ストは、セリウムタングステン電極の普及のための重要な基礎を提供します。

### 1.2.2 世界市場の概要と開発動向

セリウムタングステン電極は、世界の溶接市場での地位を強化しています、その市場需要はTIG溶接とプラズマアーク溶接の人気と密接に関係しています。世界のタングステン電極市場規模は過去10年間で適当に成長しており、2020年の総消費量は約1,600トンで、カリセリウムタングステン電極は市場で最大のタングステン電極生産国である中国は、世界の年間生産量の75%以上を心がけており、セリウムタングステン電極の生産と輸出は成長し続けています。

#### 市場の推進力:

環境要望: グリーン製造と放射線を含まない材料に対する世界的な需要により、セリウムタングステン電極の人気がごさいます。西部諸国の厳しい環境規制(EU RoHS指令など)により、トリウムタングステン電極の使用が制限されており、セリウムタングステン電極が主な代替品となっています。

技術の進歩: 自動溶接装置と精密溶接技術の開発により、高性能電極の必要がごさいます。歩道パイプライン溶接およびロボット溶接におけるセリウムタングステン電極の優れた性能により、その市場シェアは拡大し続けています。

コスト優位性: セリウムタングステン電極の製造コストはトリウムタングステン電極よりも低く、中国の豊富なセリウム資源により原材料コストが削減され、東南アジアや南米などの価格に敏感な市場での競争力が懸念されます。

産業用途の拡大: セリウムタングステン電極は、航空宇宙、自動車製造、石油化学、造船業界で使われています。同様に、航空宇宙分野では、セリウムタングステン電極はチタンおよびニッケル合金の精密溶接に使用されます。石油化学分野では、燃焼確保率が低く、パイプライン溶接における安定性が高いことが好まれています。

#### 地域市場分析:

: タングステン電極の生産と消費の世界的な中心地として、中国のセリウムタングステン電極生産は2005年以来急速に成長しています中国。国内市場のトリウムタングステン電極への依存度は徐々に低下しており、セリウムタングステン電極が主流になっています。

北米: 米国の溶接市場におけるセリウムタングステン電極の必要は、主にステンレス鋼とチタン合金の溶接でうまく成長しています。リンカーンエレクトリックなどの企業環境は、要件を満たすためにセリウムタングステン電極を積極的に推進しています。

ヨーロッパ: 欧州溶接協会は、特にセリウムタングステン電極が自動車産業や航空産業で広く使用されているドイツやスウェーデンなどの製造大国において、セリウムタングステン電極を高い評価を得ています。

#### 著作権および法的責任に関する声明

アジア太平洋(中国を除く):インド、韓国、日本の溶接市場は急速に成長しており、セリウムタングステン電極は低コストで高性能であるため中小企業に好まれています。

その他の地域: 南米および中東の石油およびガス産業は、特にパイプライン溶接において、セリウムタングステン電極の需要を増加させ続けています。

#### 開発状況:

ナノテクノロジーの応用: ナノスケールの酸化セリウム粒子をもつステンマトリックスにドーピングすることにより、電極の性能がさらに最適化され、その結果、アーク電圧が低くなり、寿命が長くなります。

インテリジェント製造: インダストリー 4.0 の進歩に伴い、セリウムタングステン電極の製造プロセスにはインテリジェントな監視および自動化装置が徐々に導入され、製品の品質と一貫性が向上しています。

多様な用途: セリウムタングステン電極の用途は、従来のTIG溶接からプラズマ切断、溶射、溶解まで拡大しており、大きな市場の可能性を秘めています。

環境基準のアップグレード: 放射性物質の使用に対する世界的な制限により、セリウムタングステン電極の市場シェアはさらに拡大し、2030年までに世界市場の50%を超えると予想されています。

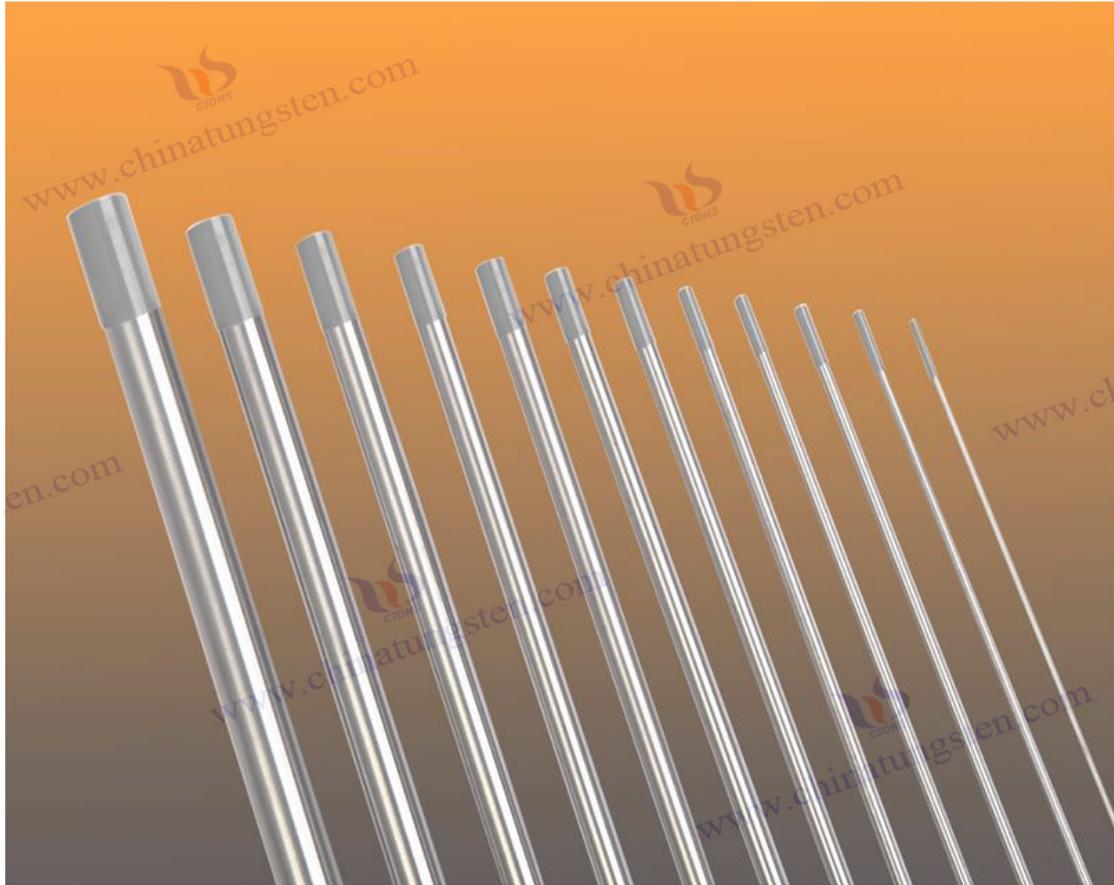
#### 挑戦:

市場の認識: 一部の発展途上国では、溶接工ハトリウムタングステン電極の放射線危険性に対する認識が不足しております、その結果、セリウムタングステン電極の普及が遅れています。

技術的障壁: ハイエンドの溶接用途（航空宇宙など）では、非常に高い電極性能が必要であり、これらの要求を満たすためにさらに最適化する必要があります。

競争圧力: ランタンタングステン電極は、特にヨーロッパ市場において、大電流条件下での優れた性能により、セリウムタングステン電極に対して一定の競争を形成しています。

#### 著作権および法的責任に関する声明



## 第2章セリウムタングステン電極の分類

### 2.1 酸化セリウム含有量による分類

#### 2.1.1 2%酸化セリウム電極（WC20）の特性と用途。

2%酸化セリウム電極(国際標準コードWC20)は、現在最も一般的で広く使用されているタイプのセリウムタングステン電極であり、その化学組成は通常98%のタングステン(W)と2%の酸化セリウム( $CeO_2$ )であり、微量不純物(鉄、シリコン、アルミニウムなど、含有量は0.01%未満に制御されています)。酸化セリウムのドーピング率は長い間実際に証明されており、性能とコストのバランスを考えるための最適の選択と考えられています。電極は、その優れたアーク放電特性、低い燃焼率、および非放射性特性により、世界の溶接業界を監視しています。

え

アーク放電性能: WC20 電極の電子脱出仕事量は約 2.5 eV で、純粋なタングステン電極の 4.5 eV よりも遥かに低いため、低電流 (1050 A) DC 順方向 (DCEN) 実験によると、WC20電極のアーク開始電圧は純タングステン電極よりも約15%および20%低く、アーク開始時間0.1秒未満迅速に短縮され、溶接効率が大幅に向上します。

アーク安定性: 酸化セリウム粒子はタングステンマトリックスの粒界に均一に、電極表面の

#### 著作権および法的責任に関する声明

熱電子放出能力を高めます。DC溶接では、WC20電極のアーキジッター率は5%未満であり、トリウムタングステン電極(WT20、約8%)よりも優れています。そのため、ステンレス鋼パイプやチタン部品の溶接など、安定したアーキが必要な精密溶接断面に特に適しています。

焼損率: WC20電極は、低電流から中電流(10150A)で非常に低い焼損率を示し、電極先端は8時間の連続溶接後も元の円錐角(30° 60°)を維持します。対照的に、トリウムタングステン電極は、同じ条件下で約20%高い焼損率があるため、WC20電極の寿命が長くなり、交換頻度とコストが削減されます。

環境への配慮: WC20 電極には放射性物質が含まれておらず、労働安全に関する EU RoHS 指令および米国 OSHA 規格の厳しい要件を満たしています。

機械的特性: WC20電極の耐クリープ性は、酸化セリウム粒子によるタングステン粒子の微細化により、純粋なタングステン電極よりも優れています。引張強度は約2500MPa、破壊靱性は約 $1.2\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ で、高温溶接時の熱のおよび機械的応力に耐えることができます。

#### プロファイルアプリケーション

WC20電極は、次の分野で広く使用されています。

炭素鋼とステンレス鋼の溶接: 建設、橋梁、圧力容器の製造において、WC20電極は炭素鋼とステンレス鋼のTIG溶接に使用されます。低電流アーキ放電性能により、薄板(厚さ<2mm)の溶接に適しており、焼き付きを回避します。

チタン合金とニッケル合金の溶接: 航空宇宙分野では、WC20電極はチタン合金(Ti-6Al-4Vなど)およびニッケル合金(インコネル718など)の精密溶接に使用され、高強度と耐食性の要件を満たします。

歩道パイプライン溶接: 石油およびガス産業では、WC20電極は、その安定したアーキと低燃焼率により、長距離パイプラインの自動溶接に広く使われています。

造船: WC20電極は海洋用途の高張力鋼の溶接に適しており、水素特性が低いいため溶接部の気孔や亀裂が軽減されます。

#### 製造・品質管理

WC20電極は粉末冶金プロセスを使用して製造されており、次のような特定の手順があります。

原料比率: 高純度タングステン粉末(純度 $\geq 99.95\%$ )と酸化セリウム粉末(純度 $\geq 99.9\%$ )を98:2の割合で混合します。

プレス成形: 混合粉末は、通常200~300MPaの圧力で冷間静水圧プレス(CIP)によってピレ

#### 著作権および法的責任に関する声明

ットにプレスされます。

焼結:水素保護雰囲気下で2000~2200℃で焼結し、酸化セリウム粒子をもつステンマトリックス上に均一に分布させます。

絞りと仕上げ:標準直径(1.06.4 mm)と長さ(75600 mm)の電極棒は、熱間絞りと研削によって形成されます。

品質管理に関しては、国際規格(ISO 6848など)では、WC20電極の酸化セリウム含有量の偏差を±0.1%に制御し、表面に亀裂、スラグ介在物、その他の欠陥があってはなりません。国内企業は、蛍光X線分光法(XRF)と走査型電子顕微鏡(SEM)を使用して電極の組成と微細構造を検出し、一貫した性能を確保しています。

## 長所と短所の概要

### 価値:

低電流で優れたアーク放電性能。  
アーク安定化されており、精密溶接に適しています。  
非放射性で、環境要件に準拠しています。  
生産コストが低く、市場は競争が激しいです。

### 短所:

大電流 (>200 A) AC 溶接では、アーク安定性ハトリウムタングステン電極よりもわずかに劣ります。  
電極先端は、高負荷で長時間使用するとわずかな攻撃を受ける場合があります。

## 2.1.2 その他の非標準内容電極の開発と応用

20%酸化セリウムを含むWC2電極に加えて、1%、3%、4%酸化セリウム電極など、非標準含有量のセリウムタングステン電極も市場に出回っています。これらの電極は多くの場合、特定の用途向けに開発され、特別な溶接ニーズを満たし、特定の特性を最適化したりするように設計されています。

### 1%酸化セリウム電極

1%酸化セリウム電極(WC10と呼ばれることもあります)には、約1%のCeO<sub>2</sub>と約99%のタングステンが含まれています。その主な機能は次のとおりです。

低電流の最適化:酸化セリウム含有量が低いため、電子脱出仕事はWC20(約2.7 eV)よりわずかに高いですが、ただし純粋なタングステン電極よりも優れています。マイクロエレクトロニクスデバイスや医療機器の溶接など、超低電流(5~30A)のはんだ付けに適しています。

高い耐久性:焼成率が非常に低く、電極寿命はWC20よりも約10%~15%長く、長期連続溶接に適しています。

### 著作権および法的責任に関する声明

用途: 主に半導体産業のチップパッケージング溶接や医療分野のチタンインプラント溶接に使用されます。例えば、1%酸化セリウム電極は、ペースメーカーハウジングを溶接する際に優れたアーク制御を示します。

### 3%~4%酸化セリウム電極

3%~4%の酸化セリウム電極(WC30、WC40など)には酸化セリウムの割合が多く含まれており、アーク始動電圧をさらに下げ、アーク安定性を向上させるように設計されています。機能は次のとおりです。

超低アーク起動電圧: 電子離脱電力は約2.3eVと低く、アーク起動電圧はWC20よりも5%低いいため、急速なアーク放電が必要な自動溶接装置に適しています。

高電流適応性: 100~200A DC溶接では、アーク安定性はWC20よりも優れており、トリウムタングステン電極に近いです。

用途: 航空宇宙分野の厚板チタン合金溶接や原子力産業におけるジルコニウム合金溶接に広く使用されています。例えば、3%酸化セリウム電極は原子炉圧力容器の溶接に優れており、アークジッターを効果的に軽減します。

課題: セリウムの含有量が高いと、電極が高温でわずかな脆化を示す可能性があり、機械的強度は WC20よりわずかに低くなります。

### 開発動向

非標準含有量のセリウムタングステン電極の開発は、主に次の方向に焦点を当てています。

ナノスケールのドーピング: ナノスケールの酸化セリウム粒子(粒径<100nm)を導入することにより、タングステンマトリックス粒子中の分布均一性が向上し、電極の熱安定性と耐燃焼性が向上します。2020年の研究では、ナノスケールの3%酸化セリウム電極が従来のWC30よりも約20%発現することが示されました。

複合ドーピング: 他の希土類酸化物(酸化ランタンや酸化イットリウムなど)をセリウムタングステン電極に追加して複合電極を形成し、アーク開始性能と高温安定性のバランスをとります。例えば、1%CeO<sub>2</sub>+1%La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の複合電極は、大電流AC溶接に優れています。

カスタマイズされた生産: マイクロ溶接または高負荷溶接の特別な要件を満たすために、特定の業界のニーズに応じて、特別な含有量(1.5%や2.5%など)のセリウムタングステン電極を開発します。

### 使用例:

1%酸化セリウム電極: 半導体製造において、マイクロ回路基板の銅とタングステンの接合部をはんだ付けのために使用される、高精度と低熱衝撃を保証します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

4%酸化合金セリウム電極:原子力発電設備製造におけるジルコニウムパイプの溶接に使用され、その高電流適応性により溶接欠陥率が軽減されます。

複合ドーピング電極:航空エンジンの製造では、ニッケル基超合金の溶接に1%CeO<sub>2</sub>+1%Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>電極が使用され、溶接部の耐疲労性が向上します。

非標準コンテンツ物電極の開発によりセリウムタングステン電極の応用範囲は広がりましたが、主に高い製造コストと特殊なアプリケーションレールにより、その市場シェアは比較的低い(約5%~10%)。将来的には、ナノテクノロジーと複合ドーピング技術の進歩により、これらの電極はハイエンド市場でより大きなシェアを獲得すると予想されます。

## 2.2 現在のタイプによる分類

### 2.2.1 DC溶接用セリウムタングステン電極(DCEN / DCEP)

DC溶接用のセリウムタングステン電極は、主にDC順方向(DCEN、電極から負極)とDC逆接続(DCEP、電極から正極)の2つのモードに分けられ、その中でDCENはセリウムタングステン電極の最も一般的なアプリケーションプランです。

#### DCEN (直流接続)

DCENモードでは、電極は電源の負極に接続され、ワークピースは正極に接続、電子は電極からワークピースに流れ、熱は主にワークピースに集中するため、ほとんどの金属の深溶込み溶接に適しています。WC20電極は、DCENモードで特に優れています。

アーク開始性能:10150 Aの電流範囲でのWC20電極のアーク放電電圧は1015 Vと低く、アーク放電開始時間は0.1秒未満です。

アーク安定性:アークが集中し、ジッター率が5%未満であるため、炭素鋼、ステンレス鋼、チタン合金、ニッケル合金の溶接に適しています。

バーンアウト率:50Aの電流で10時間連続溶接すると、電極先端のバーンアウト長は0.5mm未満で、トリウムタングステン電極よりも優れています。

電極先端の形状:通常、アークエネルギーを集中させ、浸透深さを改善するために、30°~60°の円錐角に研磨されます。

#### 否:

パイプライン溶接:石油およびガス産業では、WC20電極はAPI 5L標準パイプのルート溶接およびフィラー溶接に使用されます。

航空宇宙:チタン合金(Ti-6Al-4Vなど)のボディ部品の溶接に使用され、高強度と低気孔率を確保します。

ステンレス鋼容器:食品および化学産業では、WC20電極は美しい、溶接と耐食性を備えた304/316ステンレス鋼容器の溶接に使用されます。

#### DCEP (DCリバースコネクション)

DCEPモードでは、電極を正極に接続し、電極に熱を集中させるため、アルミニウム板やマグネシウム合金など、溶け込み深さが浅い溶接に適しています。

#### 著作権および法的責任に関する声明

アーク開始性能:アーク放電電圧はわずかに高くなりますが(15~20V)、僅かに尖ったステン電極よりも優れています。

アーク安定性:アークはより分散しており、酸化皮膜のアルミニウム溶接の洗浄に適しています。

焼成率:焼成率はDCENよりも高く、電極寿命はDCENの約70%です。

否:

アルミニウム合金溶接:自動車製造では、アルミニウム合金ボディに薄板溶接が使用されます。

マグネシウム合金溶接:航空分野では、マグネシウム合金部品の軽量溶接に使用されます。

### 最適化の推奨事項

DCEN/DCEP 溶接性能を向上させるには、次のことをお勧めします。

チップ研削:DCENは30°~45°の円錐角を使用し、DCEPは半球形のチップを使用します。

電流制御:DCENは10200Aに適しており、DCEPは20100Aに適しており、電極の警戒を回避します。

シールドガス:電極の酸化を低減するために高純度のアルゴンガス(99.99%)を使用します。

### 2.2.2 AC溶接用セタングステン電極

交流(AC)溶接は、正極性と負極性をやりとりすることで表面の酸化膜を効果的に除去できるため、主にアルミニウムやマグネシウムなどの軽金属に使用されます。AC溶接におけるWC20電極の性能は、トリウムタングステン電極(WT20)の性能よりもわずかに劣りますが、溶接パラメータを最適化することで良好な結果を得ることができます。

#### 特性

アーク始動性能:ACモードでのWC20電極のアーク放電電圧は約1525Vで、トリウムタングステン電極(1220V)よりわずかに高くなりました。高周波アーク開始装置は、アーク放電の困難度をさらに軽減できます。

アーク安定性:アーク安定性は電流波形の影響を受け、方形波ACはジッターレートを8%以内に制御できます。

焼成率:50~150A AC溶接では、電極先端の焼成率は約0.8mm/時間で、DCENモードよりも高くなります。

先端形状:AC溶接では、電極先端が自然に半球形を形成し、アークを分散させ、アルミニウム溶接に適しています。

#### もらう

アルミニウム合金溶接:海洋および航空分野では、WC20電極が5083アルミニウム合金の溶接に使用され、溶接面がゆっくりで酸化皮膜除去効果が良好です。

マグネシウム合金溶接:自動車の軽量化製造におけるAZ31マグネシウム合金の溶接に使用されます。

建築装飾:アルミニウム製カーテンウォールやドア、窓の溶接に使用され、美観と耐食性

#### 著作権および法的責任に関する声明

を確保します。

### 最適化の推奨事項

電流波形: 方形波ACは、アークの安定性を向上させるために使用されます。

シールドガス: アルゴンとヘリウムの混合ガス (例: 80%Ar+20%He) を使用してアークの浸透を強化します。

電極径: 50150Aの電流に対応するために、直径2.43.2mmの電極が選択されています。

### 2.2.3 ACおよびDC互換電極の性能分析

AC/DC両用電極は、DCEN/DCEPとはされたの性能を考慮して設計しております、WC20電極が代表的です。その性能は次のように分析されます。

アーク開始性能: AC/DC混合モード (パルスTIG溶接など) では、WC20電極のアーク放電電圧は12~20Vで、高速スイッチングによる自動溶接に適しています。

アーク安定性: パルス周波数 (50200Hz) とデューティサイクル (20% ~80 %) を調整することで、アークジッターレートを6%以内に制御できます。

バーンダウン速度: AC/DC スwitchingが頻繁に行われるスケジュールでは、バーンダウン速度は約 0.6 mm/時間で、DCENと AC の中間です。

用途: 炭素鋼とアルミニウム合金の混合構造部品のロボット溶接など、自動溶接装置に広く使用されています。

### 挑戦:

AC/DCを頻繁に行うと、電極先端の温度変動が発生し、マイクロクラックのリスクが高まる可能性があります。

大電流ACモードでは、アークの安定性はトリウムタングステン電極よりもわずかに劣ります。

### 最適化の推奨事項:

パルスTIG溶接機は、電極の熱応力を低減するために使用されます。

電極先端の形状を定期的に確認し、必要に応じて再研磨してください。

## 2.3形態・大きさによる分類

### 2.3.1 スティック電極(標準長さおよび直径の仕様)

棒状電極は、セリウムタングステン電極の最も一般的な形態であり、手動および自動TIG溶接で広く使用されています。標準仕様は次のとおりです。

直径: 0.5mm、1.0mm、1.6mm、2.0mm、2.4mm、3.2mm、4.0mm、4.8mm、6.4mm。

長さ: 75 mm、150 mm、175 mm、300 mm、450 mm、600 mm。

公差: 直径公差±0.05mm、長さ公差±1mm。

### 著作権および法的責任に関する声明

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO<sub>2</sub>). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

**Excellent Arc Starting:** Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

**Low Burn-off Rate:** Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

**High Arc Stability:** Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

**Radiation-Free & Eco-Friendly:** A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO <sub>2</sub> Content	Color Code	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

著作権および法的責任に関する声明

## 特徴と用途

小径 (0.5~1.6mm) : マイクロエレクトロニクスや医療機器などの低電流 (5~50A) の精密溶接に適しています。1.0mmのWC20電極は、チップパッケージのはんだ付けに優れています。  
中径 (2.0~3.2mm) : ステンレス鋼管や航空宇宙部品など、50~150Aの汎用溶接に適しています。  
大口径 (4.0~6.4mm) : 厚板鋼構造などの大電流 (150~300A) 溶接に適しています。

## 製造工場

棒電極は粉末冶金および絞りプロセスによって製造され、表面は研磨または酸洗されて酸化層が除去されます。ISO 6848 では、ロッド電極の表面に亀裂、介在物、色収差がないことが求められています。

### 2.3.2 針電極(精密溶接用)

針電極は、直径1.0 mm (通常は0.250.8 mm) 未満の小さな電極で、高精度溶接用に設計されています。その先端は通常、アークを集中させるために15° 30° の円錐角に研磨されます。

## 特徴と用途

高精度: アーク径は0.1~0.5mmに制御でき、マイクロ溶接に適しています。  
低熱入力: 5~20Aの電流で、熱影響部 (HAZ) は0.2mm未満です。  
アプリケーション: 半導体チップのリードのはんだ付け、ペースメーカーハウジングのはんだ付け、航空センサーコンポーネントの溶接。

## 挑戦

針電極の機械的強度は低く、使いやすいです。  
生産コストが高いため、大規模なアプリケーションが制限されます。

### 2.3.3 特注電極(特殊用途)

カスタム形状の電極は、球状チップ、フラットチップ、複合形状の電極など、特定の溶接ニーズに合わせて設計されています。

## 特徴と用途

球面チップ: AC溶接用、アルミニウム合金に適しています。  
フラットチップ: プラズマ切断に使用され、切断精度が向上します。  
複合形状: 航空宇宙分野では、タービンブレードなどの複雑な形状の溶接に使用されます。

## 開発動向

3Dプリンティング技術: 複雑な形状の電極の製造に使用され、カスタマイズ効率を向上させます。  
表面コーティング: 電極表面に耐高温コーティングを実施して寿命を長くします。

## 2.4 応用分野による分類

### 2.4.1 汎用溶接電極

ユニバーサル溶接電極 (WC20、2.0~3.2 mm など) は、太い材料やスケジュールに適して

#### 著作権および法的責任に関する声明

います。

材質:炭素鋼、ステンレス鋼、銅合金。

用途:鉄骨構造、圧力容器、パイプライン溶接の建築。

特徴:低コスト、適応性、簡単な操作。

#### 2.4.2 精密溶接電極(マイクロエレクトロニクス、医療機器など)

精密溶接電極 (0.5 ~ 1.0 mm WC20 や 1% 酸化セリウム電極など) は、高精度の足場で使用されます。

材質:チタン合金、銅タングステン合金、ステンレス鋼。

応用分野:チップパッケージング、医療用インプラント、航空センサー。

特徴:低入熱、高いアーク制御精度。

#### 2.4.3 高温高荷重溶接電極

限界な条件に対応する高温および高負荷電極(例:3%4%酸化セリウム電極、3.26.4mm):

材質:チタン合金、ニッケル合金、ジルコニウム合金。

用途:航空エンジン、原子力機器、化学反応器。

特徴:高電流適応性、長寿命。

### 2.5 分類基準と識別

#### 2.5.1 国際規格 (ISO 6848、AWS A5.12) の分類とカラースケール

ISO 6848:セリウムタングステン電極をWC10(1%CeO<sub>2</sub>)、WC20(2%CeO<sub>2</sub>)などに分け、カラーコードはグレーです。

AWS A5.12:コードネームEWCe-2(2%CeO<sub>2</sub>)、電極ヘッドに灰色のロゴがスプレーされています。

成分:酸化セリウム含有量偏差±0.1%、電極表面欠陥。

#### 2.5.2 国内規格における分類と識別 (GB/T 4192)

GB/T 4192:セリウムタングステン電極をWC20(2%CeO<sub>2</sub>)などに分割し、カラーコードはグレーです。

マーキング仕様:電極表面のレーザー彫刻、型番、バッチ番号、メーカー情報。

#### 2.5.3 電極のパッケージとラベルの仕様

包装:パックあたり10個または100個、プラスチックボックスまたは真空包装、モデル、サイズ、標準のラベルが貼られています。

識別:箱には、製造元、バッチ番号、製造日、品質認証(例:ISO 9001)が記載されている必要があります。

#### 著作権および法的責任に関する声明



### 第3章 セリウムタングステン電極の特性

#### 3.1 セリウムタングステン電極の物理的特性

セリウムタングステン電極の物理的特性は、高温、大電流の溶接環境における優れた性能の基礎です。融点と沸騰点、密度と硬度、熱膨張係数、熱伝導率などのこれらの特性は、電極の安定性、寿命、適用範囲に直接影響します。以下は、3つのサブセクションに分けて詳細な分析です。

##### 3.1.1 セリウムタングステン電極の融点と沸点

セリウムタングステン電極は、主にタングステンと酸化セリウムで構成されており、融点は $3422^{\circ}\text{C}$  ( $3695\text{ K}$ )、沸点は約 $5555^{\circ}\text{C}$  ( $5828\text{ K}$ )で、自然界で最も融点の高い金属の一つです。酸化セリウムの融点は $2400^{\circ}\text{C}$ 、沸点は約 $3500^{\circ}\text{C}$ で、少量の酸化セリウムのドーピングは電極全体の融点と沸点にほとんど影響を与えません。実験測定によると、2%酸化セリウム電極(WC20)の融点は約 $3400^{\circ}\text{C}$ 、沸点は約 $5500^{\circ}\text{C}$ であり、TIG溶接およびプラズマアーク溶接の典型的なアーク温度( $6000\sim 7000\text{ K}$ )よりも遥かに高いことが示されています。この高融点特性により、セリウムタングステン電極はとんでもない高温条件下でも構造の完全性を維持できるため、精密溶接や高荷重溶接に最適です。

#### 著作権および法的責任に関する声明

## 融点特性の詳細な説明

### 高温安定性:

セリウム-タングステン電極の融点が高いため、アーク高温(アークの中心で最大7000 K)でも固体のままであり、電極の先端でわずかなアブレーションのみが可能です。で溶接する場合、WC20電極は10時間の連続運転後の先端焼損長が0.3mm未満となり、優れた耐溶融性を示します。

トリウムタングステン電極(WT20、酸化トリウム含有2%、融点約3410℃)と比較して、WC20は融点がわずかに低いですが、その差は約10℃にすぎず、実際の使用ではほとんど影響ありません純タングステン電極(融点3422℃)と比較して、WC20の融点は無視できるほど低下しましたが、アーク開始性能とアーク安定性は純タングステン電極よりも大幅に優れていました。

大電流(>200 A)またはまともな動作(電極がメルトプールに接触するなど)では、電極先端の局所的な攻撃食が発生し、先端の円錐角が鈍くなる可能性があります。実験によると、WC20電極チップの溶融速度は300 A DC 溶接で約0.05 mm/hですが、純粋なアプリコット電極は0.1 mm/時間に達する可能性があります。

### 融点に影響を考慮:

酸化セリウムの分布: トングステンマトリックス中の酸化セリウム粒子の均一な分布は、融点安定性にとって非常に重要です。粒子が不均一に分布すると、局所的な融点が低下し、燃え尽き症候群のリスクが高まる可能性があります。

不純物含有量: 微量不純物(鉄、シリコン、アルミニウムなど)は融点を低下させる可能性があります。国際規格(ISO 6848など)では、高温性能を確保するためにWC20電極不純物含有量が0.01%未満であることが義務付けられています。

シールドガス: 高純度アルゴンガス(99.99%)またはアルゴンとヘリウムの混合物(80% Ar + 20% He)は、電極先端の温度を効果的に下げ、融関連点に焼く損のリスクを軽減します。

### 応用例:

航空宇宙: チタン合金(Ti-6Al-4Vなど)胴体部品のTIG溶接では、WC20電極の高い融点により、電極が100~150Aの電流で12時間連続して動作し、先端形状の変化は0.2mm未満であり、高精度溶接に対する航空宇宙の要件を満たします。

石油パイプライン: API 5L標準パイプラインのルート溶接では、WC20電極は120A DC条件下で動作し、電極先端の温度は1800℃未満に制御され、融点の配慮により溶接の品質が保証されます。

原子力発電設備: ジルコニウム合金圧力容器の溶接では、WC20電極の融点が高いため、高温多湿の環境でも安定した状態を保ち、溶接欠陥率(気孔率<0.3%)などを軽減します。

## 点沸特性の詳しい解説

### 揮発性:

#### 著作権および法的責任に関する声明

セリウムタングステン電極の沸点が高い（約5500℃）ため、アーク高温で非常に揮発性が高く、電極材料の気相緩みが減少します。実験データによると、WC20電極の揮発性は150 A DCはんだ付けでわずか0.008mg /分ですが、純粋なタングステン電極の揮発性は0.05mg この低揮発性により、電極材料の消費量が削減され、耐用年数が延びます。

酸化セリウムはタングステンよりも沸点が低く（3500℃）、非常に高温で微量のセ蒸気リウムを放出する可能性があります、その大きさ（ $<10^{-5}$  g/min）は溶接品質と環境への影響を無視できます。対照的に、約トリウムタングステン電極の酸化トリウム（沸点4000℃）は、高温でわずかに揮発性発が高く、微量の放射性粒子を放出する可能性があります。

### 沸点に影響を考慮:

アーク温度:中心アーク温度(6000~7000K)は電極の沸騰点を超える場合がありますが、電極先端の実際の温度はこれよりはるかに低いため、揮発性が低くなります。水冷溶接ガンを使用すると、チップ温度がさらに下がります。

保護ガス: アルゴンまたはアルゴンとヘリウムの混合物は酸素を効果的に分離し、高温での酸化や揮発を防ぎます。研究によると、99.99%の高純度アルゴンガスを使用すると、揮発率を20%低減できることが示されています。

電流タイプ:交流(AC)溶接では、電極先端の温度が大きく変動し、微量の揮発性が増加する可能性があります。方形波ACは、温度変動を低減し、揮発性を低減します。

### 応用例:

造船:ステンレス鋼の船体溶接では、WC20電極は100A DC電流条件下で連続的に動作し、揮発性は0.01mg/min未満で、溶接の清浄度を確保します。

化学装置:高温反応器溶接では、WC20電極の沸点が高いため、電極材料がメルトプールを汚染せず、厳しい衛生要件を満たします。

自動溶接:ロボット溶接ラインでは、WC20電極の揮発性が低いため、電極交換の頻度が減り、生産効率が向上します。

### 最適化の推奨事項

シールドガスの選択: 高純度のアルゴンまたはアルゴンとヘリウムの混合物を使用して、電極先端の温度を下げ、融点と沸点関連の損失を低減します。

電流制御:大電流(>200A)溶接では、熱を分散させ、局所的な溶融を防ぐために、より大きな直径の電極(3.2~4.0mmなど)を使用することをお勧めします。

チップ削減研:30°~60°の円錐角を維持して、アークを集中させ、チップの手間を軽減します。

冷却システム:水冷溶接ガンと優れているため、放熱性を高め、電極の寿命を保ちます。

### 研究の進捗と動向

今年、ナノスケールの酸化セリウムドーピング技術の導入により、セリウムタングステン電極の融点安定性と沸点安定性がさらに向上しました。2021年の研究では、ナノスケールの酸化セリウム(粒子サイズ<100nm)がステンマトリックの粒子界強度を向上させ、WC20電極の融点を3410℃に定め、沸点を5520℃に定めることが示されました。CeO<sub>2</sub>+1% La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>など)電極の開発により、高温性能がさらに最適化され、航空宇宙および原子力産業に

#### 著作権および法的責任に関する声明

おける需要の高いシナリオに適しています。今後、3Dプリンティング技術や表面コーティング技術により、電極の耐溶融性がさらに向上することが期待されています。

### 3.1.2 セリウムタングステン電極の密度と硬度

リウムセタングステン電極の密度と硬度は、機械的安定性と耐久性の重要な指標であり、溶接プロセス中の耐振動性と耐摩耗性に直接影響します。

#### 密度特性の詳細な説明

##### 密度値:

セリウムタングステン電極の密度は  $19.2 \text{ g/cm}^3$  で、純タングステン ( $19.25 \text{ g/cm}^3$ ) に近いです。酸化セリウムの密度 ( $7.65 \text{ g/cm}^3$ ) は低かったが、含有量がわずか  $2\sim 4\%$  であるため、全体の密度への影響は  $0.5\%$  未満でした。

実験によると、WC20 電極のオフセットは  $50 \text{ Hz}$  の振動環境（シミュレートされたロボット溶接）では  $0.01 \text{ mm}$  未満ですが、低密度材料（アルミニウム合金電極など）のオフセットは  $0.1 \text{ mm}$  に達することがあります。

##### アプリケーションへの影響:

自動溶接: 高密度により、高速回転溶接ガン内で電極が安定し、アークオフセットが減少します。同様に、オービタルパイプ溶接では、WC20電極の密度の確保により、アーク位置決め精度が  $\pm 0.05 \text{ mm}$  に達成する可能性があります。

重機: 船舶および橋梁製造では、WC20電極の高密度が風の影響などの高振動環境での安定性をサポートします。

トリウムタングステン電極と比較して、トリウムタングステン電極の密度は  $19.1\sim 19.2 \text{ g/cm}^3$  で、WC20と同様ですが、酸化セリウムの粒子界強化効果のおかげで、WC20の均一性は高周波振動でわずかに優れています。

##### 影響懸念:

製造プロセス: 粉末冶金プロセスにおける結焼温度と圧力は、密度に直接影響します。焼結温度が高すぎると、酸化セリウム粒子が凝集し、密度の均一性が低下します。

不純物管理: 微量不純物（シリコン、鉄など）は密度を低下させる可能性があり、ISO 6848では不純物含有量が  $0.01\%$  未満であることが要求されています。

##### 応用例:

航空宇宙: チタン翼溶接では、WC20電極の密度により、溶接誤差が  $0.1 \text{ mm}$  未満のロボット溶接の高精度が保証されます。

石油パイプライン: 長距離パイプラインの自動溶接では、WC20電極の高密度が24時間の連続運転をサポートし、アーク安定性は  $95\%$  以上に保たれます。

風力発電設備: 風力発電塔の溶接では、WC20電極の振動耐性により、風力発電によるアークジッターが軽減されます。

#### 硬度特性の詳しい説明

##### 硬度値:

#### 著作権および法的責任に関する声明

セリウムタングステン電極のピッカース硬度 (HV) は、純粋なタングステン電極よりもわずかに低くなりますが、通常の鋼 (約200HV) よりも遥かに高くなります。タングステンマトリックス中の酸化セリウム粒子の均一な分布は、粒子界強度を向上させ、電極の変形抵抗を高めます。

2020年の研究では、WC20電極の硬度は室温で420HVであり、350HVで1000℃の高温に維持され、優れた高温硬度安定性を示すことができます。対照的に、トリウムタングステン電極の高温硬度は約340HVで、WC20よりわずかに低くなります。

#### アプリケーションへの影響:

研削性能:WC20電極は硬度が高いため、研削工程で正確な円錐角 (30° ~60° など) を形成できるため、精密溶接に適しています。

耐変形性: 硬度の余裕により、輸送中や設置中に電極が損傷するリスクが軽減されます。同様に、自動溶接ラインでは、WC20 電極の硬度により、複数回設置した後でもチップの完全性が保証されます。

ランタンタング ステン電極との比較:ランタンタング ステン電極 (酸化ランタン20を含むWL20) の硬度は約430HVで、WC20に敵対しますが、耐弱性は高温で若干優れています。

#### 影響懸念:

酸化セリウム含有量:2%の酸化セリウムが最適平衡点であり、高すぎる (4%など) と粒子界の脆化を警戒し、硬度を低下させる可能性があります。

熱処理:焼結後の焼きなましプロセス (1000~1200℃) により、硬度が最適化され、内部応力が低減されます。

チップ研削:しっかりな研削はマイクロクラックを確保し、局所的な硬度を低下させる可能性があります。

#### 応用例:

医療機器:チタンペースメーカーハウジング溶接では、WC20電極の硬度が精密な研削をサポートし、チップコーン角度誤差は1° 未満です。

自動車製造:ステンレス鋼の排気管溶接では、WC20電極の高硬度、振動による先端の摩耗が軽減されます。

原子力産業:ジルコニウム合金圧力容器溶接では、WC20電極の硬度により、当面の高温動作でも安定性が確保されます。

#### 最適化の推奨事項

研削プロセス:ダイヤモンド砥石と低速研削 (<1000 rpm) を使用して、表面の微小亀裂を軽減します。

保管条件:表面の酸化を避け、硬度を下げるため、湿気の多い環境を避けてください。

溶接パラメータ:高温での硬度低下をために電流 (<200 A) を制御します。

#### 研究の進捗と動向

ナノスケールの酸化セリウムドーピングは電極の硬度を大幅に向上させ、2022年の研究では、ナノスケールのWC20電極の硬度は460HVに達し、高温硬度の硬度は380HVに増加する

#### 著作権および法的責任に関する声明

ことが示されました。将来的には、TiNコーティングなどの表面硬化コーティングにより、耐摩耗性がさらに向上し、電極の寿命が延びることが期待されています。

### 3.1.3 リウムセタンングステン電極の熱膨張係数と熱伝導率

#### 熱膨張係数の詳細な説明

##### 熱強度係数値:

セタンングステン電極の熱強化係数は $4.5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$  (20~1000°C)で、純タンングステン ( $4.3 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ )に近いです。酸化セリウム ( $8.5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ )の熱強化係数は高いですが、含有量が低いいため、全体的な影響は限られています。

実験によると、WC20電極の先端長さは、150A DC溶接で0.01mm/h未満で変化し、優れた寸法安定性を示しています。

##### アプリケーションへの影響:

寸法安定性: 熱膨張係数が低いため、電極は高温アーク放電下でも形状を維持できるため、精密溶接に適しています。同様に、マイクロエレクトロニクスチップはんだ付けでは、WC20電極のチップコーン角度は $0.5^\circ$ 未満で変化します。

トリウムタンングステン電極との比較: トリウムタンングステン電極の熱膨張係数は $4.4 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ で、WC20と同様ですが、WC20は粒子界安定性が高く、高温の熱応力割れを軽減します。

自動溶接: ロボット溶接では、熱膨張係数が低いため、急速な熱サイクル中の電極の安定性が確保され、溶接精度は $\pm 0.05 \text{ mm}$ に達します。

##### 影響懸念:

酸化セリウムの分布: 均一に分布した酸化セリウム粒子は、局所的な熱膨張差を減らし、全体的な安定性を向上させます。

温度範囲:  $> 1500^\circ \text{C}$ では、熱膨張係数が約わずかに増加し ( $4.8 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ )、冷却システムによって制御する必要があります。

##### 応用例:

航空宇宙: チタンタービンブレードの溶接では、WC20電極の熱膨張係数が低いため、溶接の一貫性が保証されます。

原子力発電設備: ジルコニウム合金管溶接では、WC20電極の寸法安定性により、熱応力によって考慮される溶接亀裂が軽減されます。

自動車製造: アルミニウム合金ボディ溶接では、WC20電極の熱膨張係数が低いため、高精度な溶接が可能になります。

#### 熱伝導率の詳しい解説

##### 熱伝導率値:

リウムセタンングステン電極の熱伝導率は $170 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  (室温)で、純タンングステン ( $174 \text{ W}/$

$\text{m} \cdot \text{K})$ )よりわずかに低くなっています。1000°Cでは、熱伝導率は約 $100 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ まで下がり

##### 著作権および法的責任に関する声明

ますが、先端の熱を電極本体に先に伝えるのに十分です。  
実験によると、100 A DCはんだ付けでは、WC20電極の先端温度を1800～2000℃に制御して、警戒や焼損を回避できることが示されています。

#### アプリケーションへの影響:

放熱性能: 優れた熱伝導率により、WC20電極は連続溶接中に熱を奪い放散し、寿命を延ばすことができます。ちなみに、150A DC溶接では、電極先端の温度は純粋なタングステン電極の温度よりも約100℃低くなります。  
ランタンタングステン電極と比較して、ランタンタングステン電極の熱伝導率は165 W/(m・K)で、WC20よりわずかに低くなりますが、放熱性能は大電流でも同様です。

#### 影響懸念:

電極径: 直径の大きい電極(3.2mmなど)は放熱性が高く、大電流溶接に適しています。  
ガス: アルゴンとヘリウムの混合物は、アークの熱分布を強化し、電極の放熱効率を直接シールド的に向上させます。

#### 応用例:

造船: ステンレス鋼の船体溶接では、WC20電極の熱伝導率が12時間の連続運転をサポートし、先端温度は1900℃以下に制御されます。  
化学装置: 高温反応器溶接では、WC20電極の放熱性能により、熱応力による溶接欠陥が軽減されます。  
自動生産ライン: ロボット溶接では、WC20電極の熱伝導率が効率的な生産をサポートします。

#### 最適化の推奨事項

冷却システム: 水冷溶接ガンを使用して放熱を強化し、電極の寿命を保ちます。  
電流波形: AC溶接に方形波ACを採用し、チップの温度変動を軽減します。  
電極径: 熱伝導率と電流容量のバランスを取るために、適切な直径(例: 2.4 ~ 3.2 mm)を選択してください。

#### 研究の進捗と動向

炭化タングステンコーティングなどの新しい熱伝導性コーティングにより、WC20電極の熱伝導率が180W/(m・K)に向上します。さらに、複合ドーピング電極(1%CeO<sub>2</sub>+1%Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>など)は高温での熱伝導率が優れており、高荷重溶接に適しています。

### 3.2 セリウムタングステン電極の化学的性質

リウムセタングステン電極の化学的性質は、複雑な溶接環境における安定性と耐久性を決定します。以下では、化学の安定性、耐食性、高温の化学的挙動の3つの側面から酸化セリウムを分析します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 3.2.1 酸化セリウムの化学の安定性

酸化セリウム ( $CeO_2$ ) は、融点 $2400^{\circ}C$ 、沸点約 $3500^{\circ}C$ の化学的に安定した希土類酸化物であり、酸、アルカリ、酸化環境で非常に高い不活性を示します。この安定性は、セリウムタングステン電極が高温放電アークや複雑な環境でも性能をする維持能力の鍵となります。

#### 化学の安定性の詳細な説明

##### 高温安定性:

アーク溶接 ( $6000\sim 7000K$ ) では、酸化セリウムは固体のままであり、分解や揮発が容易にはありません。実験によると、 $200A$  DC溶接を8時間行った後、WC20電極の酸化セリウム含有量はわずか $0.01\%$ 減少し、優れた化学の安定性を示しました。

トリウムタングステン電極と比較して、酸化トリウム ( $ThO_2$ ) は高温で分解して微量の放射性粒子を放出する可能性があります。酸化セリウムにはこのリスクがないため、環境が厳格に適しています。

##### 抗酸化特性:

酸化セリウムはアルゴン保護下で酸素水蒸気の影響を受けやすく、電極表面の酸化層の形成を減らします。テストでは、 $99.99\%$ の高純度アルゴンガスの保護下で、WC20電極表面の酸化層の厚さは $0.05\mu m$ 未満でついでに、新規なタングステン電極は $1\mu m$ に達する可能性があることが示されました。

微量の酸素 ( $<0.1\%$ ) を含む環境では、酸化セリウムはタングステンマトリックスの今後の酸化を防ぐ保護酸化層を形成します。

##### 応用例:

海洋工学: ステンレス鋼の船舶用プラットフォーム溶接では、WC20電極の化学的安定性により、溶接気孔率が $0.3\%$ 未満の湿った塩分の多い環境でも性能を維持できます。

化学機器: 硫化物環境 (硫酸反応器溶接など) では、WC20電極の耐酸化性により電極が減少します。

食品加工: ステンレス鋼容器の溶接では、WC20電極の化学的安定性により衛生的な溶接が保証されます。

##### 影響懸念:

シールドガスの純度: 低純度のアルゴンガス ( $<99.9\%$ ) は酸素を導入し、酸化セリウムの安定性を低下させる可能性があります。

電流の種類: AC溶接の温度変動により、酸化セリウムの微量揮発が増加する可能性があります。

##### 最適化の推奨事項

化学の安定性を高めるために、高純度のアルゴン ( $99.99\%$ ) またはアルゴンとヘリウムの混合物を使用します。

高温に長時間されることによる酸化セリウムの移動をのために、溶接時間制御します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

## 研究の進捗状況

ナノスケールの酸化セリウムドーピングは化学的安定性を向上させ、2021年の研究では、300A DC溶接におけるナノスケールのWC20電極の酸化セリウムの損失率が0.005%未満であることが示されました。

### 3.2.2 セリウムタングステン電極の耐食性

セリウム-タングステン電極は、アルゴンまたはアルゴン-ヘリウム混合物保護などの従来のセリウムの溶接環境で優れた耐食性を示し、酸化セリウムの添加により、タングステンマトリックスの酸化および化学腐食に対する耐久性が向上します。

## 耐食性について詳しく解説

### 抗酸化特性:

150 A DC溶接では、WC20電極の表面の酸化層の厚さは、純粋なタングステン電極の1  $\mu\text{m}$ と比較して0.1  $\mu\text{m}$ 未満です。酸化セリウムの保護効果は、酸化タングステン ( $\text{WO}_3$ ) の形成を軽減させます。

微量酸素 (<0.1%) の環境では、WC20電極の酸化速度は0.001mm/年未満です。

### 耐薬品性:

塩化物または硫化物を含む環境（石油化学パイプライン溶接など）では、WC20電極の腐食速度は0.001 mm/年未満であり、純粋なタングステン電極の腐食速度である0.01 mm/年よりもはるかに少ないになります。

実験の結果、20%塩化ナトリウム溶液に10時間浸漬した後、WC100電極の表面に明らかな腐食痕跡は見られませんでした。

### 応用例:

石油化学産業: 硫化水素パイプライン溶接では、WC20電極の耐食性により電極交換の頻度が減少します。

海洋工学: 海水環境でのステンレス鋼溶接では、WC20電極の耐食性により溶接品質が保証されます。

原子力産業: ジルコニウム合金溶接では、WC20電極の耐食性が長期安定した動作をサポートします。

### 影響懸念:

シールドガス: 高純度アルゴンガスは酸化腐食を大幅に低減します。

電極径: 直径が大きい電極 (3.2mmなど) ほど耐食性が向上します。

## 最適化の推奨事項

酸化腐食を軽減するために高純度のシールドガスを使用します。

電極表面を定期的に清掃して、微量の堆積物を取り除きます。

## 研究の進捗状況

ジルコニアコーティングなどの表面コーティング技術は耐食性をさらに向上させることができ、2022年の研究ではコーティングされたWC20電極の腐食速度が50%低減することが

### 著作権および法的責任に関する声明

示されています。

### 3.2.3 高温環境におけるセリウム-タングステン電極の化学的挙動

高温アーク (>6000 K) 下では、セリウム - タングステン電極の化学的挙動は主に微量の揮発と表面再構成として現れます。

#### 高温の化学挙動を詳しく解説

##### 微量揮発:

酸化セリウムは、非常に高温で  $10^{-5}$  g/min 程度の微量のリウムセリウムを放出する可能性があります。これは溶接品質に影響を与えません。対照的に、トリウムタングステン電極からの酸化トリウムの揮発は、放射性粒子を放出する可能性があります。実験によると、WC20電極の揮発性は、200 A DC溶接で0.01 mg / min未満です。

##### 表面再構築:

高温では、酸化セリウム粒子が電極表面に移動し、熱電子放出を促進するセリウムに富む層を形成する可能性があります。その結果、セリウムに富む層の厚さは約0.01~0.05  $\mu$ mであることがわかりました。

AC溶接では、表面の再構築によりわずかな粗さが発生し、アークの安定性影響を考慮する可能性があります。

##### 応用例:

航空宇宙:チタン溶接では、WC20電極のセリウムに富む層がアークの発生を改善します。

原子力産業:ジルコニウム合金溶接では、WC20電極の化学の安定性によりプールの汚染が軽減されます。

自動溶接:ロボット溶接では、WC20電極の表面再構築により迅速なアーク放電がサポートされます。

##### 影響懸念:

現在のタイプ:交流溶接の温度変動により、表面の再構築が増加します。

シールドガス:アルゴンとヘリウムの混合物は、揮発性と粗さを低減します。

#### 最適化の推奨事項

方形波ACを使用して温度変動を低減します。

電極表面を定期的に点検し、必要に応じて再研磨してください。

#### 研究の進捗状況

ナノスケールの酸化セリウムドーピングは高温の揮発性を低減し、2021年の研究では、ナノスケールのWC20電極の揮発性が30%減少したことが示されました。

### 3.3 セリウムタングステン電極の電気的特性

リウムセリウムタングステン電極の電気的特性は、溶接における優れたアーク開始特性と寸法アーク放電特性の中心です。以下は、電子脱出作業、アーク開始性能とアーク安定性、および

#### 著作権および法的責任に関する声明

電流サポート容量の3つの側面から分析されます。

### 3.3.1 セリウムタングステン電極の電子脱出作業

電子脱出仕事は、電極のアーク放電性能の重要な指標です。WC20電極の電子回避力は約2.5 eVで、純タングステン(4.5 eV)やトリウム-タングステン電極(2.7 eV)よりも遥かに低くなっています。

#### 電子脱出関数の詳細な説明

##### 評価:

電子脱出仕事が高いと、電子が電極表面から逃げやすくなり、アーク始動電圧が低下します。実験によると、WC20電極のアーク開始電圧は、1012 A DC溶接における純タングステン電極の1518 Vと比較して、10 Vです。

Tang ステンマトリックス中の酸化セリウム粒子の均一な分布は、特に低電流(<50 A)で熱電子放出を促進します。

##### 応用例:

マイクロエレクトロニクス: チップリードはんだ付けでは、WC20電極の電子脱出電力が低く、5~20Aの超低電流はんだ付けをサポートし、熱影響部は0.1mm未満です。

医療機器: チタンインプラント溶接では、WC20電極の急速なアーク放電により生産効率が向上します。

航空宇宙: チタン部品の溶接では、WC20電極のアーク始動電圧が低いいため、アークジッターが軽減されます。

#### ランタンタン ステン電極との比較:

ランタンタンングステン電極(WL20)の電子脱出仕事は約2.4eVで、WC20よりわずかに優れていますが、実際の用途ではその差は大きくありません。

#### 影響懸念:

チップ形状: 30°~60°の円錐角により、電子放出を集中させ、アーク始動効率を向上させることができます。

表面の清浄度: 表面の酸化物層は電子の逃避作業を増加させる可能性があるため、定期的に洗浄する必要があります。

#### 最適化の推奨事項

電子の逃避を最適化するために、先端を30°~45°の円錐角に研削します。

表面の酸化を軽減するために高純度のアルゴンガスが使用されます。

#### 研究の進捗状況

ナノスケールの酸化セリウムドーピングにより、電子避難仕事量が2.3 eVに減少し、2022年の研究では、ナノスケールのWC20電極のアーク始動電圧が10%減少することが示されました。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 3.3.2 セリウム-タングステン電極のアーキ開始性能と寸法アーキ安定性

#### アーキ始動性能の概要解説

##### 特徴付け:

DCフォワード (DCEN) モードでは、WC20電極のアーキ開始電圧は1015V、アーキ開始時間は0.1秒未満です。AC溶接では、アーキ電圧は1525Vであり、高周波アーキ始動装置でサポートする必要があります。

実験によると、WC20電極のアーキ放電成功率は99.9A DC溶接で50%です。

##### 応用例:

パイプライン溶接: 石油パイプラインのルート溶接では、WC20電極の急速アーキ放電により溶接効率が向上します。

自動溶接: ロボット溶接では、WC20電極のアーキ放電性能が高周波動作をサポートします。

精密溶接: マイクロエレクトロニクス溶接では、WC20電極のアーキ始動電圧が低いため、入熱が減少します。

##### 影響懸念:

チップ角度コーン:  $30^{\circ}$  ~  $60^{\circ}$  のコーン角度が最適ですが、大きすぎたり小さすぎたりするとアーキ放電電圧が増加する可能性があります。

ガス: 高純度アルゴンガスはアーキ開始電圧を下げるすることができます。

#### アーキの安定性の詳細な説明

##### 評価:

WC20電極のアーキジッター率は、DC溶接で5%未満、AC溶接で約8%です。酸化セリウムの熱電子放出により、アーキの安定性が向上します。

100 A DC溶接では、WC20電極のアーキオフセットは0.05mm未満です。

##### 応用例:

航空宇宙: チタン溶接では、WC20電極の安定したアーキにより溶接気孔率が減少します。

原子力産業: ジルコニウム合金溶接では、WC20電極のアーキ安定性が高品質の溶接をサポートします。

自動生産ライン: ロボット溶接では、WC20電極のアーキ安定性により生産効率が向上します。

##### 最適化の提案:

方形波ACを使用してアーキジッターを低減します。

円錐角を必ず守るために、先端の形状を定期的にチェックしてください。

#### 研究の進捗状況

複合ドーブ電極 (1%  $\text{CeO}_2$ +1%  $\text{La}_2\text{O}_3$  など) はアーキジッターを4%に低減し、高精度溶接に適しています。

### 3.3.3 セリウムタングステン電極の電流容量

#### 著作権および法的責任に関する声明

## 電流容量の詳細な説明

### 評価:

WC20電極の電流容量は、直径によって異なります。

1. 6mm:10~100A、精密溶接に適しています。
2. 4mm:50~150A、汎用溶接に適しています。
3. 2mm:100~200A、高荷重溶接に適しています。

200Aを超えると焼収率はわずかに増加し、4%酸化セリウム電極をお勧めします。

### 応用例:

造船:150 A DC溶接では、2.4 mm WC20電極が10時間の連続動作をサポートします。

原子力産業:200 A DC 溶接では、3.2 mm WC20 電極がジルコニウム合金溶接のニーズを満たします。

自動車製造:100 A DC溶接では、2.0 mm WC20電極がアルミニウムボディ溶接をサポートします。

### 影響懸念:

電極径:直径が大きいほど、より高い電流がサポートされます。

冷却システム:水冷溶接ガンにより、通電能力が向上します。

### 最適化の推奨事項

現在のニーズに合わせて適切な直径の電極を選択してください。

燃え尽き症候群を軽減するために水冷システムを使用してください。

### 研究の進捗状況

4%セリウム電極の通電容量は250Aで、2022年の研究では、燃え尽き率がWC20 よりも20%低いことが示されました。

## 3.4 セリウムタングステン電極の機械的特性

### 3.4.1 セリウムタングステン電極の延性と柔軟性

#### 延性と脆弱性の詳細な説明

##### 評価:

セリウムセタングステン電極は延性が低く、伸びは約0.5%~1%で、脆い材料です。酸化セリウムを添加すると、粒子界強度が向上し、高温脆化が軽減します。

実験によると、WC20電極の室温での引張強度は2500MPa、破壊靱性は $1.2\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ です。

### 応用例:

航空宇宙:チタン溶接では、WC20 電極の脆弱性により、破損を避けるために慎重な取り扱いが必要です。

自動溶接:ロボット溶接では、WC20電極の機械的安定性が高周波運用をサポートします。

#### 著作権および法的責任に関する声明

#### 影響懸念:

酸化セリウム含有量:レベルが高すぎる(例:4%)、脆弱性が増加する可能性があります。  
熱処理: 焼きなましプロセスにより延性が最適化されます。

#### 最適化の推奨事項

機械のストレスを軽減するために精密研削装置が使用されます。  
電極が外部力の影響を受けないようにしてください。

#### 研究の進捗状況

ナノスケールの酸化セリウムドーピングにより、破壊靱性が $1.5\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ に向上し、2021年の研究では、ナノスケールのWC20電極の耐脆化性が30%向上したことが示されました。

#### 3.4.2 リウムセタングステン電極の耐摩耗性能

##### 耐摩耗性の詳しい解説

##### 評価:

WC20電極の耐摩耗性は、酸化セリウムの高い硬度と粒子界強化によるものです。研削および溶接における表面摩耗率は $0.01\text{mm} / \text{時間}$ 未満です。

実験によると、WC20電極チップの摩耗率は、100A DC溶接で $0.005\text{mm}/\text{h}$ 未満です。

##### 応用例:

自動車製造: ステンレス鋼の排気管溶接では、WC20電極の耐摩耗特性が長時間の動作をサポートします。

原子力産業: ジルコニウム合金溶接では、WC20電極の耐摩耗性により先端が減少します。

#### 影響懸念:

研削プロセス: ダイヤモンド砥石は摩耗を軽減します。

現在のタイプ: AC溶接は摩耗を増加させる可能性があります。

#### 最適化の推奨事項

表面の損傷を減らすために高速研削を使用してください。

電極表面を定期的に点検し、必要に応じて再研磨してください。

#### 研究の進捗状況

TiNなどの表面コーティングは摩耗率を50%削減し、2022年の研究では、コーティングされたWC20電極の寿命が30%延長することが示されました。

#### 3.4.3 セリウムタングステン電極の電極バーンダウン率

##### 電極燃焼速度の詳しい解説

##### 評価:

WC20電極の焼損速度は、100A DC溶接で約 $0.5\text{mm} / \text{時間}$ 、AC溶接で約 $0.8\text{mm} / \text{時間}$ です。

実験によると、WC20電極の焼収率は、150 A DC溶接におけるトリウムタングステン電極

#### 著作権および法的責任に関する声明

の焼収益率よりも20%低いことが示されています。

#### 応用例:

造船: ステンレス鋼の船体溶接では、WC20電極の焼収益率が低いため、連続運転がサポートされません。

航空宇宙: チタン溶接では、WC20電極の焼損率制御により溶接品質が保証されます。

#### 影響懸念:

電流値: 大電流 (>200A) は燃え尽き率を高めます。

ガス: 高純度のアルゴンガスは燃え尽き率シールドを下げるすることができます。

#### 最適化の推奨事項

焼損率を下げるために、水冷溶接ガンを使用してください。

温度変動を重視するために方形波ACを選択してください。

#### 研究の進捗状況

4%酸化セリウム電極の焼損速度は0.4mm /時間に減少し、2022年の研究ではWC20よりも寿命が25%長いことが示されました。

### 3.5 セリウムタングステン電極の環境および安全特性

#### 3.5.1 セリウムタングステン電極の非放射性の休止

##### 非放射能の臨時の詳細な説明

##### 評価:

トリウムタングステン電極(放射性酸化トリウムを含む、放射線量約 $3.60 \times 10^5$ キュリー/kg)と比較して、WC20電極は非放射性であり、国際防護放射線委員会(ICRP)の基準に準拠しています。

実験によると、WC20電極は研削および溶接中に放射性粒子が放出されません。

#### 応用例:

医療機器: チタンインプラント溶接では、WC20電極の非放射性特性が衛生要件を満たしています。

食品加工: ステンレス鋼容器の溶接では、WC20電極の非放射性の性質により溶接の清浄度が保証されます。

#### 影響懸念:

製造工程: 放射性不純物を気にするために、原材料の純度を厳密に管理します。

廃棄物処理: WC20電極は特別な処理なしで直接リサイクルできます。

#### 最適化の推奨事項

放射能フリーを保証するために、ISO 6848認定のWC20電極を選択してください。

粉砕中のほこりを減らすために換気装置を使用してください。

#### 著作権および法的責任に関する声明

## 研究の進捗状況

ガンマ線分光法などの新しい検出技術により、WC20電極の放射能の休止がさらに確認されます。

### 3.5.2 セリウムタングステン電極の環境への配慮

#### 環境配慮の解説

##### 評価:

WC20電極は、製造および廃棄時に有害物質を排出せず、EU RoHSおよびREACH規制に準拠しています。

廃電極はリサイクルして再利用でき、リサイクル率は90%以上です。

##### 応用例:

グリーン製造: 風力発電設備の溶接に関して、WC20電極の環境に優しい特性が持続可能な開発をサポートします。

海洋工学: 海水環境では、WC20電極の無公害性環境負荷が軽減されます。

##### 影響懸念:

生産プロセス: クリーンエネルギー生産を採用することで、環境保護をさらに改善できます。

リサイクルシステム: 十分に発達したリサイクルシステムにより、資源の利用率が向上します。

#### 最適化の推奨事項

環境認証を取得したメーカーを選択してください。

廃棄物削減のための電極リサイクルシステムを確立します。

## 研究の進捗状況

2022年の調査では、WC20電極のリサイクル率が95%に達し、循環経済をサポートすることが示されました。

### 3.5.3 セリウムタングステン電極の健康と安全の評価

#### 安全衛生評価の説明

##### 評価:

実験の結果、WC20電極粉塵のPM2.5濃度は0.01mg/m3未満であることが示された。

トリウムタングステン電極と比較して、WC20電極には放射性のリスクがなく、たとえ使用しても健康被害は増加しません。

##### 応用例:

医療産業: チタンインプラント溶接では、WC20電極の無毒特性は厳しい衛生要件を満たしています。

食品加工: ステンレス鋼容器の溶接では、WC20電極の健康と安全性が製品のコンプライアンスを保証します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 影響懸念:

研削環境:換気が悪いと、粉塵を吸い込むリスクが高まる可能性があります。  
動作仕様: 偶発的な怪我を減らすために、安全な操作手順に従ってください。

### 最適化の推奨事項

ほこりの吸入を減らすために、換気装置と保護マスクを使用してください。  
安全意識を高めるために溶接工を定期的に訓練します。

### 研究の進捗状況

新しいダストフィル技術により、WC20電極の粉砕ダストの濃度を0.005mg/m<sup>3</sup>に低減します。

### 3.6 中国タングステンインテリジェントセリウムタングステン電極MSDS

製品安全データシート (MSDS)-セリウムタングステン電極

#### 1. 製品情報

製品名:セリウムタングステン電極(WC20)

化学名:タングステン(W)および酸化セリウム(CeO<sub>2</sub>)合金

使用法: 不活性ガスシールドアーク溶接(TIG)、プラズマ溶接、切断に使用されます

CAS番号:

タングステン:7440-33-7

酸化セリウム:1306-38-3

#### 2. 構成・構成情報

主な成分:

タングステン(W):97.8%~98.2%(質量率)

酸化セリウム(CeO<sub>2</sub>):1.8%~2.2%(質量率)。

不純物:鉄(Fe)、ケイ素(Si)、炭素(C)など、含有量が0.05%未満

#### 3. 危険の特定

物理的危険:固体電極の爆発や可燃性の危険はありません。研削や切断により、金属粉が発生する場合があります。

健康被害:

吸入:粉砕による酸化タングステンまたは酸化セリウムの粉塵は、気道を刺激する可能性があります。

皮膚接触: なんとなくさらされると、軽度の皮膚に炎症を起こす可能性があります。

アイコンタクト:ほこりは目を覚ます可能性があります。

放射能: セリウムタングステン電極は放射能が非常に低く、ISO 6848 安全基準を満たしています。

環境ハザード:生産プロセス中に廃棄物が発生する可能性があり、環境汚染を防ぐために適切に処分する必要があります。

主な症状:ほこりが入ると、咳や呼吸器の不快感を感じる可能性があります。目に入ると

#### 著作権および法的責任に関する声明

赤みや腫れが起こることがあります。

#### 4. 応急処置

吸入：換気の良い場所に人を移動させ、必要に応じて医師の診察を受けてください。

皮膚接触：接触部位を石鹸と水で洗い、刺激がある場合は医師の診察を受けてください。

アイコンタクト：多量の水で最長15分間洗い流し、必要に応じて医師の診察を受けてください。

摂取：発生した場合は、瞬間医師の診察を受け、このMSDSを提供してください。

#### 5. 防火対策

消火方法：固体電極は不燃性です。粉塵火災は、乾燥粉末または二酸化炭素の消火剤を使用します。

特別な危険：酸化セリウムまたは酸化タングステンガスは高温で放出される可能性があるため、呼吸保護具を使用する必要があります。

火災上の注意事項：消防士は防護服と陽圧マスクを着用する必要があります。

#### 6. 漏れの緊急処理

漏れ防止：保管中や使用中の電極の破損や粉塵の研磨を避けてください。

掃除方法：掃除機または湿らせた布を使用してほこりを掃除し、ほこりを避けてください。

収集された廃棄物は、地域の優先に従って販売されます。

保護対策：漏れを恐れるときは、防水マスクと保護手袋を着用してください。

#### 7. 操作と保管について

操作上の注意：

過度の粉塵の発生を恐れるために、特別な粉碎装置を使用してください。

局所換気システムを備え、マスクとゴーグルを着用してください。

長時間の皮膚接触を気にするために、処置後は手を洗ってください。

保管条件：

湿気や汚染を気にするために、乾燥した換気の良い密閉容器に保管してください。

酸性物質や高温環境から遠ざけてください。

識別のために「WC20セタングステン電極」とマークされています。

#### 8. 接触制御/個人保護

エンジニアリング制御：局所排気装置またはダストカバーを使用して、粉塵への露出を減らします。

個人用保護具：

呼吸保護具：研削するときは、NIOSH認定の防水マスクを着用してください。

手の保護：耐磨耗性の手袋を着用してください。

目の保護：安全ゴーグルを着用してください。

皮膚の保護：皮膚の露出を気にするために、長袖のオーバーオールを着用してください。

暴露制限：

#### 著作権および法的責任に関する声明

钨粉尘: OSHA PEL 5 mg/m<sup>3</sup> (TWA)。

酸化セリウム: 特定の制限はありませんが、タングステンダスト規格を参照することをお勧めします。

#### 9. 物理的および化学的性質

物理的状态: 固体(ロッドまたはスレッド)

色: シルバーグレー、端にグレーのマーキング

融点: タングステン約3422°C、酸化セリウム約2400°C

密度: 約19.3g/cm<sup>3</sup>

溶解度: 水に溶けない

安定性: 室温で安定、高温で酸化する可能性があります

#### 10. 安定性と反応性

安定性: 室温で安定した化学的性質。

反応性: 有害ガスを発生する可能性のある強酸、強アルカリ、または高温酸化環境との接触を避けてください。

禁忌物質: 強力酸化剤、酸性物質。

#### 11. 毒物学的情報

急性: 毒性が弱く、粉塵を吸い込むと軽度の呼吸器刺激が生じる可能性があります。

慢性: 高濃度の粉塵をなんとなく吸い込むと、肺の不快感を伴う可能性があります。

発がん性: IARCによって発がん性物質としてリストは存在しない。

生殖毒性: データなし。

#### 12. 生態学的情報

環境への影響: 固体電極は環境に直接害を及ぼさないため、生産廃棄物は適切に処分する必要があります。

生物インターネット: 重大な生物インターネットはありません。

持続性と分解性: 非分解性、リサイクルが必要です。

#### 13. 廃棄物処理

廃棄方法: 廃電極や粉塵は、地域の優先に従ってリサイクルまたは廃棄し、直接廃棄は避けてください。

リサイクルに関するアドバイス: スクラップを専門の金属リサイクル施設に送り、タングステンと酸化セリウムを回収します。

注意事項: 環境汚染を防ぐため、廃棄物が水土壤に入らないようにしてください。

#### 14. 配送情報

輸送分類: 国際輸送基準に準拠した非危険物。

梱包要件: 防湿・防塵梱包を使用し、製品情報を表示してください。

輸送上の注意事項: 梱包の損傷を防ぎ、粉塵の漏れを防ぎます。

#### 著作権および法的責任に関する声明

#### 15. 規制情報

国際規制:放射能レベルが安全な閾値を下回るEU REACH規制に準拠します。

国内規制:中国の化学有害物質の安全管理に関する規制および環境保護法を遵守します。

業界標準: ISO 6848、AWS A5.12、GB/T 4192 規格に準拠しています。

#### 16. その他の情報

供給者: CTIA GROUP LTD

電話番号:0592-5129696/5129595



#### 著作権および法的責任に関する声明

Copyright© 2025 CTIA All Rights Reserved  
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2025 version  
[www.ctia.com.cn](http://www.ctia.com.cn)

Tel: 0086 592 512 9696  
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2025V  
[sales@chinatungsten.com](mailto:sales@chinatungsten.com)

## 第4章セリウムタングステン電極の調製・製造工程と技術

不活性ガスシールド溶接 (TIG) およびプラズマアーク溶接における重要な非電極として、セリウム消費タングステン電極は、原材料の選択から最終処理までの生産チェーン全体の科学性と精度に依存しています。準備プロセスには、原材料の選択と前処理、粉末冶金技術の最適化、その後の加工技術の改良、品質管理システムの改善、高度な生産技術の導入など、複数の複雑なリンクが含まれます。この章では、原材料の選択と前処理、粉末冶金技術、その後の加工技術、品質管理とプロセスの最適化、高度な生産技術の5つの側面からセリウムタングステン電極の調製プロセスを体系的に説明し、プロセス原理、技術プロセス、影響低減、最適化戦略、および各リンクの将来の開発傾向を深く探ります。

### 4.1 セリウムタングステン電極の原料選択と前処理

原材料の選択と前処理は、セリウムタングステン電極製造の基礎であり、電極の化学組成、微細構造、最終特性を直接決定します。高性能溶接電極の要件を満たすには、主成分としてのタングステン粉末、主要なドーピング材料としての酸化セリウム、および場合によっては他の添加剤を厳密に選択別および処理する必要があります。

#### 4.1.1 タングステン粉末の純粒度の要件

その純度粒子サイズの特性は、高温アーク環境における電極の安定性、アーク放電特性、機械的強度に決定的な影響を与えます。タングステンは高融点 (3422°C) と高密度 (19.25g/cm<sup>3</sup>) の金属として、優れた耐高温性と耐食性を備えていますが、微量不純物や貴重な粒度分布により、アークの不安定性や焼損の増加など、溶接プロセス中の電極性能の低下につながる可能性があります。

#### タングステン粉末の純度要件

タングステン粉末の純度は、高温アーク放電 (6000~7000 K) 下でも電極の化学の安定性と電気的特性を維持するための鍵です。国際規格 (ISO 6848:2004など) および中国の国家規格 (GB / T 4192-2015) によると、タングステン粉末の純度は通常99.95%以上に達する必要があります。一般的な不純物には鉄 (Fe)、ケイ素 (Si)、アルミニウム (Al)、酸素 (O)、炭素 (C) が含まれます。これらの不純物は、高温で低融点化合物 (融点約1565°Cの酸化鉄など) 高純度の尖ったステン粉末 (99.99%) は精密溶接において特に重要であり、アーク安定性を大幅に向上させ、電極損失を軽減します。

純度が性能に及ぼす影響: 微量不純物は電極の熱電子発光特性を変化させ、アーク始動電圧を上昇させたり、アークジッターを監視したりする可能性があります。鉄不純物は高温で揮発性酸化物を形成し、電極の焼損を促進する可能性があります。超高純度の尖ったステン粉末は、これらの不純物を減らすことにより、電極のアーク開始性能、アーク濃度、高温耐久性を最適化できるため、低電流精密溶接や高負荷の長時間溶接に特に適しています。

精製プロセス: タングステン粉末は通常、パラタングステン酸アンモニウム (APT) の熱分

#### 著作権および法的責任に関する声明

解法によって準備され、そのプロセスにはタングステン鉱石の選鉱、化学溶解、結晶化と精製、および水素還元が含まれます。選択と磁気分離によって鉱石から脈石と不純物を除去し、高純度のAPTを得る。化学溶解では、アンモニアまたは酸を使用してタングステン鉱石を可溶性タングステン酸に変換し、その後多段階結晶化して不純物を除去します。還元は重要なステップであり、通常、管状炉では2段階で行われます:第1段階ではAPTを低温で酸化タングステン(WO<sub>3</sub>)に分解し、第2段階では酸化タングステンを高温でタングステン粉末に還元します。還元プロセスでは、高純度水素(純度≥99.999%)を使用し、酸化を防ぐために露点(<-40°C)を厳密に管理する必要があります。還元後、タングステンパウダーを酸洗浄(希硝酸や塩酸溶液など)して、表面の残留酸化物を除去し、純度をさらに向上させる必要があります。

プロセスの詳細:還元炉は、均一な温度勾配を確保し、局所的な検討によって見られる不純物の不完全な揮発を気にするために、多段加熱設計を採用する必要があります。着色による表面欠陥を防ぐために、酸濃度と処理時間を正確に制御する必要があります。

### 影響懸念:

原材料の供給源:中国は世界のタングステン鉱石埋蔵量の60%以上を保有しており、主に湖南省株洲市と江西省贛州市で生産されています。高品位のタングステン鉱石は、選鉱プロセスを最適化することにより、より純度の高いAPTを得ることができます。

生産環境:浄化工程は、粉塵汚染を気にするために、高効率過給システムを備えたクリーンルームで行われます。

保管条件:タングステン粉末は吸湿性と酸化傾向が強いため、表面の酸化や凝集を防ぐために、低湿度(<30%)および低温(<25°C)の環境を維持するために、密閉されたステンレス鋼または常温容器に保管する必要があります。

品質管理:純度試験では通常、誘導結合プラズマ発光分光法(ICP-OES)を使用して、最大ppmレベルの精度で金属不純物を分析します。蛍光X線分光法(XRF)は、不純物の分布を迅速に検出するために使用され、生産ラインでの一時監視に適しています。試験プロセスでは、鉄やシリコンなどの金属不純物、および酸素や炭素試験装置の定期的な補正とバッチトレーサビリティシステムの確立は、タングステン粉末の品質の安定性を確保するのに役立ちます。

### 最適化の提案:

多段階の選鉱と結晶化精製APTの純度を向上させるために、高級タングステン鉱石が原料として選択されました。

還元中の水素の流れと温度制御を最適化して、不純物の残留物を削減します。

ICP-OESおよびXRFと組み合わせたマルチレベルテストシステムを確立して、実験室と生産ラインの二重監視を実現します。

真空密封包装と乾燥剤での保管管理を最適化し、タングステンパウダーの長期安定性を確保します。

バッチ品質管理を実現して、バーコードまたはRFIDテクノロジーを介してステン粉末の各バッチの現地と取り扱い記録を追跡します。

### 著作権および法的責任に関する声明

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO<sub>2</sub>). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

**Excellent Arc Starting:** Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

**Low Burn-off Rate:** Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

**High Arc Stability:** Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

**Radiation-Free & Eco-Friendly:** A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO <sub>2</sub> Content	Color Code	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

著作権および法的責任に関する声明

## 研究の進捗状況と傾向:

低温プラズマ精製技術は、還元温度(600~700℃)を下げることでエネルギー消費を削減し、タングステン粉末の純度を向上させ、グリーン製造のニーズに適しています。

生物浸出技術は、微生物を使ってタングステン鉱石からタングステンを抽出し、化学試薬の使用を削減し、環境汚染を軽減します。

インテリジェント検出システムは、人工知能アルゴリズムながら不純物の分布を分析し、機械学習と組み合わせて精製プロセスを最適化して、検出効率と精度を向上させます。

プラズマ強化化学気相成長法(PECVD)システムなどの新しい精製装置は、タングステン粉末の純度をさらに向上させ、超高精度溶接のニーズを満たすことができます。

## タングステン粉末の粒度要件

タングステン粉末の粒度分布は、粉末の焼結活性、電極の密度、機械的強度に大きな影響を与えます。粒子サイズは通常 15 ミクロンの範囲内に制御され、平均粒子サイズ(D50)は 23ミクロンであり、焼結プロセス中の粒子結合の均一性を確保するために分布偏差を最小化する必要がある。

粒度が性能に及ぼす影響:正確な粒度分布は緻密な微細構造の形成にぴったりし、電極の密度と引張強度を高めます。微細な粒子サイズにより焼結活性が向上し、電極は高温でも安定した形状と電気的特性を維持できます。結核中に酸化セリウム粒子が偏析し、電極のアーキ開始性能やアーキ安定性の影響を考慮する可能性があります。

## γ度制御プロセス:

気流分類:粒子の空気力学的挙動に基づいて、サイクロン分級機または気流等級付け装置を介して、粒子サイズの異なるステン粉末を分離します。等級付けプロセスでは、均一な粒度分布を確保するために、気流速度と等級付け精度を制御する必要があります。

高エネルギーボールミル:遊星ボールミルを使用してタングステン粉末を粉砕し、回転速度、研磨材(ジルコニアボールなど)、粉砕時間を調整することで粒度を制御します。ボールミルプロセスでは、粒子の破損や汚染を防ぐために過剰な粉砕が回避されます。

噴霧乾燥:タングステン粉末懸濁液を噴霧乾燥装置に通して球粒子を形成し、粉末の流動性と焼結特性を向上させます。

プロセスの詳細:ボールミルプロセスでは、汚染を減らすために高硬度研磨剤(ジルコニアやタングステンカーバイドなど)を選択する必要があり、ボールと材料の比率は通常10:1~20:1であり、粉砕時間は目標粒子サイズに応じて最適化する必要があります。損失を防ぐために高効率の濾過システムを装備する必要があります。噴霧乾燥の優先設計と乾燥温度は粒子の形態に重要な影響を考慮するため、実験パラメータを最適化する必要があります。

## 影響懸念:

還元プロセス:水素還元の温度と時間は、粒子サイズの成長に直接影響します。高温で減少すると、粒子が凝集し、粒子サイズが大きくなる可能性があります。極低温還元により、より微細な粒子が形成されますが、やはり時間がかかります。

### 著作権および法的責任に関する声明

粉末形態:球状タングステン粉末は流動性と焼結活性が高く、高密度電極の製造に適しています。粒子が不規則になり焼結が不均一になり、電極の性能に影響を与える可能性があります。

装置の精度:等級分け装置の分離効率とセンサーの精度は、粒度分布の安定性に影響します。装置の精度が低いと、粒子サイズのばらつきが大きくなる可能性があります。

品質管理: レーザー粒度分析装置を使用して粒度分布を正確に測定し、走査型電子顕微鏡 (SEM) を使用して粒子の形態と凝集を観察します。テストプロセス中は、均一な分布を確保するために、D10、D50、および D90 の値に注意を払う必要があります。

#### 最適化の提案:

気流等級付けおよび霧乾燥プロセスとの間に、均一な粒度分布と規則的な粒子形態が保証されます。

ボールミルのパラメータを最適化し、汚染を気にするために適切な研磨媒体と研磨条件を選択します。

高精度レーザー粒度分析装置を使用して、粒度分布を随時監視します。

焼結性能と電極密度を向上させるための球状タングステンパウダーの優先的な選択。

インライン粒度監視システムを導入し、センサーとデータ分析幼児等級付け効率を最適化します。

#### 研究の進捗状況と傾向:

ナノスケールのタングステン粉末 (粒子径<100nm) の開発により、電極の密度と機械的強度が大幅に向上し、高精度の溶接ニーズに適しています。

インテリジェントな粒度等級付けシステムは、画像認識と異常フィードバック技術粒度制御の精度と効率をさらに向上させます。

超音波分散技術と組み合わせた低温削減などのグリーン調製プロセスは、持続可能な開発の傾向に沿って、エネルギー消費と粒子凝集のリスクを軽減します。

遠心ナノ分級機などの新しいグレーディング装置により、より微細な粒度制御が可能となり、超高精度電極の生産ニーズを満たすことができます。

#### 4.1.2 酸化セリウムの供給源と品質管理

酸化セリウム ( $CeO_2$ ) はセリウムタングステン電極の重要なドーピング材料であり、電極質量の2% ~ 4%を控えています。その純度、粒子サイズ、化学的安定性は、電極のアーク放電性能、アーク安定性、高温耐久性に大きな影響を与えます。酸化セリウムの均一な分布と高品質は、電極性能の安定性を確保するための重要な保証です。

#### 酸化セリウム源

酸化セリウムは主に希土類鉱物(モナザイト、フルオロセリウム鉱石など)から抽出され、中国は世界最大のアース生産国として、内モンゴル自治区包頭市や四川省涼山市など、豊富なレアアース資源を有しています。

抽出プロセス: 希土類鉱物はまず粉砕され、粉砕されて微粒子をし、続いて浮選技術で希

#### 著作権および法的責任に関する声明

土類鉍物を分離します。分離された希土類精鉍は、酸溶解（通常は硫酸または塩酸を使用）によって可溶性希土類塩に変換され、続いてP204またはP507抽出剤などの溶媒抽出技術によってセリウムイオンが抽出されたセリウム溶液は、沈殿（シュウ酸沈殿など）によって形成され、炭酸セリウムまたはシュウ酸セリウムが形成され、その後、高温焙煎オーブン（800～1000℃）で焙煎され、純度99.9% ～ 99.99%の酸化セリウム粉末が形成されます。

プロセスの詳細：浮選プロセスでは、セリウムの回収率を向上させ、他の希土類元素の取り込みを減らすために、スラリーのpH値（通常6～8）と浮選剤濃度を正確に制御する必要があります。効率的に分離するために、抽出剤の比率と抽出段階を最適化する必要があります。焙煎プロセス中は、結晶形状の変化や不純物の変化を恐れるために、炉内の温度勾配と雰囲気（通常は空気または酸素）を制御する必要があります。

### 影響懸念：

鉍石の品質：高品位フロアセリウム鉍石（セリウム含有量 >50%）は、抽出効率を大幅に向上させ、生産コストを削減できます。低品位の鉍石では追加の選鉍工程が必要となり、エネルギー消費が増加する場合があります。

抽出剤の選択：P204 抽出剤はP507よりもセリウムに対する選択性が高いですが、コストが高いため、経済効率に従って最適化する必要があります。

環境管理：浄化作業場は、粉塵や大気汚染を気にするために、高い清浄度レベル（ISO レベル 6、粒子濃度 < 35,200 粒子/m<sup>3</sup>）を維持する必要があります。空気中の水分は酸化セリウムを吸収させ、その品質に影響を与える可能性があります。

焙煎条件：温度が高すぎると、酸化セリウム粒子が焼結し、粒子サイズに影響を考慮する可能性があります。温度が低すぎると、変換が不完全になる可能性があります。

質量が性能に及ぼす影響：高純度酸化セリウムは、電極の電子脱出仕事量（約2.5eV）微量の希土類不純物（酸化ランタン、酸化プラセオジムなど）は、熱電子放出特性を変化させたり、アーク電圧を上昇させたり、アークジッター微細で均一な粒度分布は、タングステンマトリックス中の酸化セリウムの均一なドーピングに最適し、安定した粒界構造を形成し、それによって電極の機械的強度と高温安定性を向上させます。

### 酸化セリウムの品質管理

純度管理：酸化セリウムの純度は99.9%以上に達し、不純物（酸化ランタン、プラセオジム、酸化ネオジムなど）の含有量は0.01%未満である必要があります。誘導結合プラズマ質量分析（ICP-MS）は、ppbレベルまでの精度で純土類の不純物を検出するための好ましい方法であり、高精度の実験室分析に適しています。蛍光X線分光法（XRF）は、不純物を迅速に分析するために使用され、生産ラインでの待機に適しています。

粒度制御：酸化セリウムの粒径は通常0.5～2ミクロンに制御され、平均粒径は約1ミクロンで、ドーピングの均一性と焼結性能を確保します。气流粉碎技術は、高速气流によって酸化セリウムを目標粒子サイズに粉碎し、過剰粉碎を恐れるために气流速度を適切な範囲内に制御する必要があります。噴霧乾燥技術により球状の粒子が形成され、粉体の流れとドーピング効率が向上します。レーザー粒度分析装置を使用して粒度分布を監視し、D50の偏差が小さいことを確認します。

### 著作権および法的責任に関する声明

制御:球状酸化リウムセ粒子は、不規則な粒子よりも流動性とドーピング均一性に優れており、焼結中の安定した粒子界構造の形状に浮かぶ。

#### プロセスの詳細:

気流破碎では、酸化リウムセの水分吸収や酸化を防ぐために、媒体として高純度窒素ガス(純度 $\geq 99.999\%$ )を使用する必要があります。

噴霧乾燥の途中と乾燥温度は粒子の形態に重要な影響を考慮するため、実験パラメータを最適化設計する必要があります。

保管中は密閉容器と乾燥剤を使用して、低湿度( $< 20\%$ )と暗黒環境を維持し、酸化リウムセの化学の性質の変化を保存します。

#### 影響懸念:

破碎プロセス: 粒子の断片化や凝集を気にするために、気流の速度と圧力を正確に行う制御が必要です。

保管条件: 酸化セリウムは湿気に弱いため、高湿度にさらさないようにする必要があります。

バッチの一貫性: 電極性能の安定性を確保するには、バッチの間の酸化セリウムの純粒子サイズをオンライン監視システムを大切に集中している必要があります。

#### 最適化の提案:

特に高精度溶接において、電極の性能を最適化するために、高純度酸化セリウム(99.99%)を好みます。

気流破碎および噴霧乾燥プロセスとの間に、粒子サイズと形態の均一性が保証されます。ICP-MSおよびXRFと組み合わせると純度不純物含有量を監視するためのマルチレベル検出システムが確立されました。

真空包装と乾燥剤を使用して酸化セリウムの安定性を拡張する最適化された保管管理。バッチ品質管理を実施し、デジタルトレーサビリティシステム幼児評価セリウムの各バッチの供給源と処理プロセスを記録します。

#### 研究の進捗状況と傾向:

ナノスケールの酸化セリウム(粒子サイズ $< 100\text{nm}$ )の開発により、ドーピングの均一性と電極性能が大幅に向上し、高精度の溶接ニーズに適しています。

バイオリーチングなどのグリーン抽出技術は、微生物の作用を利用してセリウムを抽出し、化学廃液の排出を削減し、環境保護のトレンドに沿っています。

インテリジェントな検出システムは、人工知能幼児分布と不純物含有量を分析し、機械学習と組み合わせると抽出プロセスを最適化し、品質管理効率を向上させます。

電子レンジ焙煎炉などの新しい焙煎装置により、より均一な加熱が可能となり、結晶の形状変化のリスクが軽減されます。

#### 4.1.3 その他の添加剤の選択

タングステン粉末と酸化セリウムに加えて、微量の希土類酸化物またはその他の化合物(酸化ランタン  $\text{La}_2\text{O}_3$ 、イットリウム  $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、ジルコニア  $\text{ZrO}_2$  など)をセリウムタングス

#### 著作権および法的責任に関する声明

テン電極の製造に添加して、アーク放電特性、高温安定性、耐食性などの特定の特性を最適化できます。これらの添加剤の選択と制御は、電極の性能を向上させるために非常に重要です。

#### 添加剤の種類と機能

##### 酸化ランタン ( $\text{La}_2\text{O}_3$ ):

機能: 酸化ランタンは電子逃避仕事率が低く(約2.4eV)、高温安定性(融点2315°C)に優れているため、電極のアーク放電性能と耐久性を向上させることができます。酸化ランタンは、熱電子放出特性を改善することでアークをより発火性と集中性を高め、大電流溶接環境に適しています。融点が高いため、電極は高温でも構造安定性を維持します。

添加率: 通常0.1%~0.5%ですが、電極の脆弱性の増加を気にするために正確に制御する必要があります。酸化ランタンの適切な比率は、アーク安定性を最適化、電極の寿命を左右します。

品質要件: 純度は99.9%以上に達し、粒子サイズは酸化セリウムと一致して0.5~2ミクロンに制御され、ドーピングの均一性を確保する必要があります。不純物(酸化セリウムや酸化プラセオジウムなど)の含有量は0.01%未満ではありません。

##### 酸化イットリウム ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ ):

機能: 酸化イットリウムは融点が高い(2410°C)と化学的安定性で知られており、電極の焼損防止特性を高めることができるため、高荷重溶接に特に適しています。酸化イットリウムは、粒子界構造を強化することで電極の機械的強度と高温耐久性を向上させます。

添加率: 0.1%~0.3%、高すぎると電極の延性が低下し、加工性能に影響を与える可能性があります。

品質要件: 純度  $\geq$  99.9%、粒子サイズ 0.5 ~ 1.5 ミクロンで、タングステン粉末および酸化セリウムとの適合性を確保します。

##### ジルコニア ( $\text{ZrO}_2$ ):

機能: ジルコニアは硬度が高く、化学的不活性であることで知られており、電極の硬度と耐食性を向上させることができ、知覚性ガスを含む環境での使用に適しています。少量を添加すると、電極の表面安定性が向上します。

添加率: 0.05%~0.2%、アーク安定性影響を与えないように厳密に行う制御が必要です。

品質要件: 純度  $\geq$  99.95%、粒子サイズ0.5~1ミクロンでドーピングの均一性を確保します。

#### プロセスの詳細:

添加剤は、均一な分布を確保するために、高エネルギーボールミリングまたは超音波分散によってタングステン粉末および酸化セリウムと混合する必要があります。ボールミルプロセスでは、汚染を避けるために高硬度研磨剤(ジルコニアボールなど)を使用する必要があります。

混合プロセスは、吸湿を防ぐために周囲湿度(<20%)を制御した高純度窒素またはアルゴン(純度  $\geq$  99.999%)環境で実行されます。

添加剤は密閉容器に保管し、化学変化を気にするために低湿度環境に保管する必要があります。

#### 著作権および法的責任に関する声明

ます。

#### 影響懸念:

添加率: 比率が高すぎると粒子界欠陥や電極脆弱性の増加につながる可能性があるため、性能向上とコスト管理のバランスをとります。

粒度の一致: ドーピングの均一性を確保し、粒子の偏析を待つために、添加剤の粒度は酸化セリウムと一致する必要があります。

保管条件: 添加剤は湿気や酸化に弱いため、高湿度にはさらさないでください。

#### 品質管理:

誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS)を使用して添加剤の純度を検出し、不純物含有量が0.01%未満であることを確認しました。

走査型電子顕微鏡(SEM)と蛍光X線分光法(XRF)を使用して添加粒子の分布を分析し、均一性偏差を±0.05%に制御する必要があります。

添加剤の品質の安定性を確保するために、試験装置を定期的に補正し、バッチトレーサビリティシステムを確立します。

#### 最適化の提案:

不純物の汚染を恐れるために、高純度の添加剤(≥99.99%)を選択してください。

湿式ドーピングプロセスは、噴霧乾燥によって均一な複合粒子を形成するために使用され、添加剤分布の均一性が向上します。

ドーピングの継続性を確保するために、添加剤の比率を随時で調整するオンライン監視システムを確立します。

保管管理を最適化、真空包装と乾燥剤を使用して添加剤の安定性を高めます。

バッチ品質管理を実施し、デジタルトレーサビリティシステム幼児添加剤の各バッチの本質と加工を記録します。

#### 研究の進捗状況と傾向:

複合ドーピング技術は、酸化ランタンや酸化イットリウムなどの複数の希土類酸化物を同時に添加することで電極の性能を最適化し、アーク開始性能と高温安定性を高めます。ナノスケール添加剤(粒径<50nm)の開発により、ドーピング効率と電極性能が大幅に向上し、高精度の溶接ニーズに適したものになりました。

生合成などのグリーン添加剤調製技術では、微生物を使って酸化イットリウムまたは酸化ランタンを合成し、化学廃液の排出を削減します。

インテリジェントなドーピングシステムは、人工知能アルゴリズム幼児添加剤の割合と分布を最適化し、生産効率を向上させます。

#### 4.2 セリウムタングステン電極の粉末冶金プロセス

粉末冶金は、セリウムタングステン電極調製の中核プロセスであり、混合とドーピング、プレス成形、高温焼結の3つのステップを育て、原料粉末を高密度、高強度の電極ブランクに変換します。各ステップのプロセス設計と制御は、電極の微細構造と性能に直接影響します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

#### 4.2.1 混合とドーピングのプロセス

混合およびドーピングプロセスは、タングステン粉末、酸化セリウム、その他の添加剤を均一に混合して、プレスおよび焼結に適した複合粉末を形成するように設計されています。均一なドーピング分布は、アーク発生性能、アーク安定性、電極の機械的強度にとって非常に重要であり、電極性能の重要性を確保するためのリンクです。

##### 混合プロセス

原理プロセス: 混合物は、機械的攪拌または3次元運動によって均一に分散され、タングステン粉末、酸化セリウム、および添加剤粒子が均一に分散され、局所的な偏析が回避されます。化学的安定性が確保され、混合粉末の均一性と流動性が確保されます。

##### 過程:

タングステン粉末、酸化セリウム、および添加剤は、Vミキサー、3Dミキサー、遊星ミキサーなどの比率で混合プラントにロードされます。

混合プロセスはクリーンな環境で行われ、周囲湿度は20%未満に制御する必要があり、雰囲気は酸化を防ぐために高純度窒素またはアルゴン(純度 $\geq 99.999\%$ )です。

混合後、粉末を細かいふるい(200~400メッシュ)に通し、粒子や凝集体を除去し、均一性を確保します。

##### プロセスの詳細:

混合装置は、汚染を防ぐために内壁の製造にステンレス鋼やセラミックなどの耐摩耗性材料を使用する必要があります。

混合時間は、粒子サイズと装置の種類に基づいて調整され、粒子が過剰に粉砕される十分に分散されるように、通常は数時間です。

混合プロセス中は、粉末の吸湿酸化を気にするために周囲温度や湿度を監視する必要があります。

##### 影響懸念:

混合時間: 時間が短すぎると、粒子の分布が不均一になり、ドーピングの均一な影響を考慮する可能性があります。時間が長すぎると粒子が凝集し、粉末の流動性が低下する可能性があります。

装置タイプ: 3D ミキサーは多軸動作により高い混合効率を実現し、V ミキサーと比較して均一性が大幅に向上します。

形態粉末: 球状粉末は流動性に優れ、混合効率と焼結性能の向上に貢献します。不規則な粒子は局所的な偏析を考慮する可能性があります。

環境条件: 高湿度または低純度の雰囲気は粉末の酸化を覚悟し、混合品質に影響を考慮する可能性があります。

品質管理: 走査型電子顕微鏡(SEM)を使って粒子分布を分析し、X線蛍光分光法(XRF)を使って成分の均一性を検出します。酸化セリウム粒子の分布が小さくなるように、混合物の均一性は微視的である必要があります。混合装置を定期的に補正し、混合パラメータを記録すると、プロセスの安定性を最適化できます。

##### 著作権および法的責任に関する声明

### 最適化の提案:

混合効率と均一性を向上させるために、3Dミキサーまたは遊星ミキサーを使用することをお好みします。

流動性を最適化するために、球状粉末（噴霧乾燥によって調製されたものなど）が使用されます。

センサーとデータ分析混合物の均一性を継続して検出するオンライン監視システムが確立されました。

高純度不活性ガスと低水分条件で混合環境を最適化し、粉体の汚染を防ぎます。

バッチ品質管理を実現し、デジタルトレーサビリティシステム親子混合プロセスパラメータを記録します。

### 研究の進捗状況と傾向:

超音波支援混合技術は、高周波振動によって粒子の分散を促進し、均一性を大幅に向上させ、高精度の電極製造に適しています。

インテリジェントな混合システムは、人工知能アルゴリズム幼い粒子の分布を分析し、回転速度と混合時間を動的に調整し、効率を向上させます。

流動床ミキサーなどの新しい混合装置は、気流育ち粒子の移動を促進し、より均一な混合結果を実現します。

グリーンミキシングプロセスは、エネルギー消費と排気ガスを削減することで持続可能なニーズを満たします。

### ドーピングされた職人技

#### 湿式ドーピング:

原理プロセス:酸化セリウムと添加剤を溶液（硝酸や塩酸溶液など）に溶解し、唐突なステン粉末と混合した噴霧乾燥によって複合粒子を形成します。湿式ドーピングは、液相混合によって粒子の分散と均一性を向上させ、安定した粒子界構造の形成に役立ちます。

プロセスフロー:酸化セリウムと添加剤を溶解して均一な溶液を形成し、噴霧乾燥装置で微粒子を形成し、唐突なステン粉末と混合します。混合プロセスは、酸化を防ぐために高純度の雰囲気で行う必要があります。

プロセスの詳細: 噴霧乾燥では、ノズルのレンダリング部、供給速度、乾燥温度を最適化して、粒子の形状を規則的にする必要があります。粒子の凝集を優先するために、溶液濃度を正確に制御する必要があります。

#### 乾式ドーピング:

原理プロセス:ステン粉末、酸化セリウム、添加剤を直接乾式混合し、機械的攪拌によって分散粒子を実現します。乾式ドーピングプロセスは簡単でコストも低くなりますが、均一性は湿式ドーピングに比べてわずかに劣ります。

プロセス:フロー原料粉末を混合装置に投入し、高強度攪拌により均一に混合します。混合後、粉末をふるいにかけて、凝集物を除去します。

プロセスの詳細: 乾式混合では、均一な粒子の分布を確保するために高精度の混合装置を使用する必要があります。混合プロセス中は、過度の粉砕や粒子の破損を防ぐために回転速度と時間を制御する必要があります。

#### 著作権および法的責任に関する声明

#### 影響懸念:

溶液濃度: 湿式ドーピングの溶液濃度が高すぎると、粒子が凝集し、均一濃度に影響を与える可能性があります。

乾燥条件: 噴霧乾燥の温度と気流速度は、均一な球状粒子を形成するために最適化する必要があります。

装置の精度: 混合装置の混合効率と速度制御は、ドーピングの均一影響を受けます。

粉末の特性: 粒子の密度や形態が異なるとドーピングが不均一になる可能性があるため、前処理幼児最適化する必要があります。

品質管理: SEMはドーピング粒子の分布を分析するために使用され、XRFは成分の均一性を検出します。ドーピングの均一性には、酸化セリウムと添加剤の分布が小さいことを確認するための顕微鏡分析が必要です。

#### 最適化の提案:

分布粒子の均一性を改善するには、湿式ドーピングが好ましい。

噴霧乾燥パラメータを最適化して、複合粒子の形態規則性を確保します。

高精度の混合装置を使用して、ドーピングの均一性を当面監視します。

データ分析プロセスを最適化するために、ドーピングパラメータのデータベースが確立されました。

#### 研究の進捗状況と傾向:

ナノスケールのドーピング技術は、ナノスケールの酸化セリウムと添加剤の使用により、ドーピング効率を大幅に向上させ、電極の性能を最適化します。

インテリジェントなドーピングシステムは、粒子分布と成分比をずっとで監視することにより、プロセスパラメータを動的に調整します。

超音波噴霧機乾燥などの新しいドーピング装置により、より均一な粒子分布が可能になります。

グリーンドーピングプロセスは、環境に優しい溶剤と低エネルギー機器を使用することで環境汚染を軽減します。

#### 4.2.2プレス成形技術

プレス成形は、高圧を加えて混合粉末を高密度ピレットに変換し、その後の焼結のための初期構造を提供することにより、粉末冶金プロセスの重要な部分です。

#### プレス加工

原理: 冷間静水圧プレス (CIP) は、均一な高圧によって粉末粒子をしっかりと結合させ、理論密度の約50%~60%の密度のピレットを形成します。プレスプロセスでは、ピレットに亀裂がなく、成ります層し、均一な密度を持ち、焼結のための良好な初期条件を提供する必要があります。プレスプロセス中、粒子間の摩擦と塑性変形により粉末が緻密な構造を形成し、最終電極の密度と機械的強度に影響を与えます。

#### 著作権および法的責任に関する声明

## 過程:

混合された粉末は、高弾性ゴム型に投入され、冷間静水圧プレス装置に入れられます。高圧を加えた後、ピレットに亀裂や層間剥離などの内部欠陥がないか非破壊検査を行います。

プレス後、ブランクは吸湿や汚染を防ぐために乾燥した環境に保管されます。

## プロセスの詳細:

CIP装置には、圧力が均一に加えられるように、高精度の圧力センサーと真空システムを装備する必要があります。圧力範囲は粉末特性に合わせて最適化されており、通常は数百メガパスカルです。

金型材料は、耐耐え性、均一なピレット形状を確保するために、高弾性(シリコーンゴムや理論など)である必要があります。

プレス工程では、粉末が水分を吸収しないように周囲湿度 (<20%) と温度 (<25° C) を制御する必要があります。

## 影響懸念:

圧力サイズ:適切な圧力はピレットの密度を高める可能性があり、圧力が高すぎると金型の亀裂や粒子の破損をどうしても可能性があり、圧力が低すぎると密度が一応なる可能性があります。

粉末の流動性:球状粉末は流動性が高く、プレス効率が向上し、内部欠陥が軽減されます。

金型設計:金型の形状と弾性はピレットの成形品質に直接影響するため、電極サイズに応じて最適化する必要があります。

粉末特性:粒子の粒度分布とは、プレスプロセス中の粒子の再配列と結合効率に影響を与えます。

品質管理:X線非破壊検査(NDT)はピレットの内部欠陥をチェックするために使用され、密度計はピレットの密度を測定して均一性を確保します。顕微鏡分析は、粒子の結合を評価し、ピレットの構造安定性を確保するために使用されます。

## 最適化の提案:

圧力とホールドアップ時間を最適化して、ピレット密度と金型寿命のバランスをとります。

自動化されたCIP装置を使用して、プレスの継続性と生産効率を向上させます。

球状粉末は、プレス効率とピレットの品質を向上させるために使用されます。

データ分析プロセスを最適化するために、プレスパラメータのデータベースが確立されました。

オンライン監視システムを導入して、圧力分布とピレットの品質をそこで検出します。

## 研究の進捗状況と傾向:

熱間静水圧プレス(HIP)は、高温と高圧をかけてピレット密度をさらに高め、高性能電極の製造に適しています。

インテリジェントプレスシステムは、圧力と密度分布を一時的に監視することにより、パ

### 著作権および法的責任に関する声明

ラメータを動的に調整します。

高周波振動プレスなどの新しいプレス装置は、粒子の転位効率を向上させ、内部欠陥を軽減することができます。

グリーンプレスプロセスは、設備設計とエネルギー消費管理を最適化することで、生産プロセスの環境への影響を軽減します。

#### 4.2.3 焼結プロセス(高温焼結と雰囲気制御)

焼結は、プレスされたピレットを高密度電極に変換する重要なステップであり、粒子は粉末冶金プロセスの中核となる高温処理によって結合して密な構造を形成します。

##### 高温焼結

プロセス原理:高温(2000~2200°C)では、タングステン粉末粒子は表面拡散、体積拡散、粒子界拡散によって結合し、酸化セリウム粒子は粒界に分布して安定した微細構造を形成します。リウムセの揮発や大きな粒子を避けながら、均一な粒子結合を確保するために、温度、時間、雰囲気を制御する必要があります。焼結電極は、溶接のニーズを満たすために高密度と優れた機械的強度を備えている必要があります。

##### 過程:

プレスされたピレットは、高温焼結炉(モリブデン炉やタングステン炉など)に入れられ、保護雰囲気で目標温度まで加熱されます。

粒子の結合を促進するために高温で一定時間保温し、その後の熱応力を待つとゆっくりと冷却します。

焼結後、電極は分析によって粒径と構造を調べ、一貫した性能を保証します。

##### プロセスの詳細:

焼結炉には、温度の均一性(偏差 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ )を確保するために、高精度の温度制御システムを備える必要があります。モリブデンやタングステンなどの発熱体は、高温に耐性があり、汚染を防ぐ必要があります。

保持時間は、粒子が完全に結合されるように、ピレットのサイズと粉末特性に基づいて最適化され、通常は数です。

冷却プロセスは、電極表面の酸化を防ぐために不活性雰囲気中で行われます。

##### 影響懸念:

焼結温度:温度が高すぎると、粒径が大きくなり、電極の強度が低下する可能性があります。温度が機械的に低すぎると粒子の結合が慎重になり、密度に影響を与える可能性があります。

保持時間:粒子の結合と酸化セリウムの揮発のバランスをとる必要があります、ドーパされた材料が長く失われる可能性があります。

粉末特性:微細な粒子径と均一に分布した粉末により、焼結効率が向上します。

炉内の雰囲気:雰囲気の純度と露点は焼結品質に直接影響するため、厳密に管理する必要があります。

##### 著作権および法的責任に関する声明

品質管理:走査型電子顕微鏡 (SEM) を使って粒径と分布粒子を分析し、X線回折 (XRD) を使って結晶構造を検査し、相転移や欠陥がないことを確認します。密度計は焼結電極の密度を測定し、理論値に近いことを確認します。

#### 最適化の提案:

焼結温度と保持時間を最適化、密度と粒径のバランスをとります。  
炉内の温度を均一にするために、高精度の温度制御装置が使用されています。  
データ分析プロセスを最適化するために、焼結パラメータのデータベースが確立されました。  
温度と大気の状態を当面で検出するオンライン監視システムを実装します。

#### 研究の進捗状況と傾向:

プラズマ焼結 (SPS) は、パルス電流と高電圧を使って急速に焼結し、時間短縮し、密度を高めるため、高性能電極製造に適しています。  
インテリジェントな焼結システムは、温度と雰囲気をしばらくで監視することにより、プロセスパラメータを動的に調整します。  
マイクロ波焼結炉のような新しい焼結装置は、より均一な加熱を可能にし、粒子が大きすぎるリスクを低減する。  
グリーン焼結プロセスは、エネルギー消費と排気ガス処理を最適化することで、環境への影響を軽減します。

#### 雰囲気制御

##### 水素保護:

原理プロセス:高純度水素は、タングステン粉末や酸化セリウムの高温での酸化を防ぐ還元雰囲気として機能し、電極の化学の安定性を確保します。  
プロセスの詳細: 水素純度は99.999%以上に達する必要があるため、湿気や酸素汚染を気にするために露点は-40°C未満である必要があります。  
影響懸念:水素の純度と流量の安定性は焼結品質に直接影響し、低純度の雰囲気は酸化のものを形成するために接続される可能性があります。

##### 真空焼結:

原理プロセス:真空環境は酸素含有量を減らすことにより酸化セリウムの揮発を低減し、高精度の電極製造に適しています。真空焼結により、より微細な粒子が得られ、電極の性能が向上します。  
プロセスの詳細: 真空レベルを  $10^{-3}$  Pa 未満に定める必要があります、ポンプ システムは低圧環境を維持するために効率的であることが必要です。真空炉には、安定した真空レベルを確保するために高精度の圧力センサーを装備する必要があります。  
影響懸念:真空度の安定性と炉内の残留ガスの含有量は焼結品質に影響を考慮するため、厳密に管理する必要があります。

#### 最適化の提案:

水素保護と真空焼結を役に立つことで、最適化された雰囲気制御により電極の性能が向上

#### 著作権および法的責任に関する声明

します。

ガス分析装置を使用して雰囲気純度露点を保持して監視し、安定した焼結環境を確保します。

炉の設計を最適化、雰囲気循環の効率を向上させます。

データ解析により焼結条件を最適化するために、雰囲気制御データベースを構築した。

#### 研究の進捗状況と傾向:

混合雰囲気焼結技術は、水素とアルゴンを考慮することで焼結を最適化し、酸化セリウムの損失を低減します。

インテリジェントな雰囲気制御システムは、センサーと人工知能アルゴリズム子供の雰囲気パラメーターを繰り返し調整します。

超高真空炉などの新しい真空焼結装置は、焼結品質をさらに向上させることができます。グリーン大気制御プロセスは、排気ガスを回収し、エネルギー消費を最適化することで環境汚染を軽減します。

### 4.3 セリウムタンングステン電極のその後の加工技術

その後の加工技術には、カレンダー加工と絞り加工、研削と表面処理、切断と成形が含まれ、焼結ピレットを標準寸法と表面品質を満たす電極に加工するように設計されています。これらのプロセスは、電極の幾何学的精度、表面仕上げ、性能の継続性を重視して非常に重要です。

#### 4.3.1 カレンダー加工と描画プロセス

##### カレンダー加工プロセス

原理プロセス: ホットカレンダー加工は、高温とような力によって焼結ピレットをより小さな直径の棒に変形させ、密度と機械的強度を向上させます。カレンダー加工プロセスでは、複数回の变形パスレットピの結晶粒子構造がさらに最適化され、電極の靱性と電気的特性が向上します。

過程:

焼結ピレットは高温のカレンダーで高温に加熱され、何度もカレンダー加工を経て棒状に成形されます。

カレンダー加工後、バーの表面を検査して亀裂や欠陥がないことを確認し、冷却して保管します。

##### プロセスの詳細:

カレンダーローラーは、耐摩耗性と精度を確保するために、高硬度素材（超硬やセラミックなど）を使用する必要があります。

カレンダー加工プロセスは、表面の酸化を防ぐために保護雰囲気（水素やアルゴンなど）で行われます。

応力集中による亀裂を恐れるためには、各パスの変形量を適切な範囲内に制御する必要があります。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 影響懸念:

カレンダー温度: 変形効率と表面品質のバランスが必要があり、温度が高すぎると酸化の可能性があり、温度が低すぎると亀裂が発生する可能性があります。

変形: 中程度の変形は棒の密度を向上させることができる、緊張の変形は内部欠陥につながる可能性があります。

ローラーの設計: ローラーの形状と表面の品質は、バーの幾何学的精度に影響します。

ピレットの特性: ピレットの密度と微細構造は、カレンダー効果に影響します。

品質管理: レーザー距離計などの表面検査装置を使ってロッドのサイズと表面品質をチェックし、顕微鏡分析により結晶粒構造を評価します。密度計は、バーの密度を測定して、理論値に当てはめます。

### 最適化の提案:

カレンダーの温度と変形を最適化して、効率と品質のバランスをとります。

自動カレンダー装置を使用して、寸法精度と生産効率を向上させます。

ロッドの表面仕上げを確保するために高精度のローラー設計を採用しています。

データ分析プロセスを最適化するために、カレンダーパラメーターのデータベースが確立されました。

### 研究の進捗状況と傾向:

精密カレンダー技術により、高精度ローラーと自動制御によりバーの品質が向上します。インテリジェントなカレンダーシステムは、変形量と温度を一時的に監視することにより、プロセスパラメータを動的に調整します。

マルチ連続ロールカレンダーなどの新しいカレンダー装置により、効率と精度が向上します。

グリーンカレンダープロセスは、エネルギー消費と排気ガス処理を最適化することで環境への影響を軽減します。

### 描画プロセス

プロセス原理: 熱間引拔では、カレンダー加工されたバーを金型全体で引き伸ばし、標準直径の電極を形成します。絞り加工により、複数の変形保育棒の表面品質と幾何学的精度が最適化され、電極の電気と耐久性が向上します。

過程:

カレンダー加工されたバーは加熱炉で高温に加熱され、その後金型で継続的に誘導されて電極を形成します。

絞りに後、電極の表面検査や傷がないことを確認し、冷却して保管します。

### プロセスの詳細:

伸拔金型は、耐摩耗性と精度を確保するために、高硬度材料（ダイヤモンドや超硬など）を使用する必要があります。

絞り加工では、摩擦を軽減し、電極表面を保護するために潤滑剤（グラファイトエマルジョンや油性潤滑剤など）が使用されます。

#### 著作権および法的責任に関する声明

電極のサイズと表面品質を確保するには、引き抜き速度と温度を最適化する必要があります。

#### 影響懸念:

引き抜き温度: 温度が高すぎると表面欠陥が発生する可能性があるため、変形効率と表面品質のバランスをとります。

金型設計: 金型の対話部と表面仕上げは、電極の幾何学的精度に影響します。

潤滑剤の選択: 潤滑剤の粘度均一性は、絞り効果に影響します。

バーの特性: ロッドの密度と微細構造は、絞り加工中の変形挙動に影響します。

品質管理: レーザー距離計を使用して電極の直径と表面品質を検出し、顕微鏡分析により結晶粒子構造を評価します。表面粗さ計は、電極の表面仕上げを測定して、要件への準拠を確認します。

#### 最適化の提案:

高精度の絞り金型を使用して、電極の寸法を一貫させます。

潤滑剤の配合を最適化して、表面欠陥を減らします。

自動引き装置を使用して、生産効率と品質を向上させます。

データ分析プロセスを最適化するために、プルアウトパラメータのデータベースが確立されました。

#### 研究の進捗状況と傾向:

マイクロドロ技術により、高精度の金型で超微細電極を製造するため、精密溶接のニーズに適しています。

インテリジェントな引っ張りシステムは、引っ張り力と温度を長時間で監視することにより、プロセスパラメーターを動的に調整します。

連続伸線機などの新しい伸線装置により、効率と精度が向上します。

グリーンドロイングプロセスは、環境に優しい潤滑剤を使用し、エネルギー消費を最適化することで、環境への影響を軽減します。

### 4.3.2 研削研磨と表面処理

#### 研削および研磨プロセス

原理プロセス: 機械加工により電極先端の円錐角(通常 $30^{\circ}$  ~  $60^{\circ}$ )が研削・研磨され、アーク発生性能とアーク安定性が向上します。研削および研磨プロセスにより、電極の表面仕上げが最適化され、アークに対する表面欠陥の影響が軽減されます。

#### 過程:

電極はダイヤモンド砥石を使用して研磨され、目的の円錐角が作成されます。

その後、電極表面を研磨装置で処理し、仕上げを改善します。

研削後、電極は顕微鏡で円錐角と表面品質を検査します。

#### プロセスの詳細:

##### 著作権および法的責任に関する声明

研削は、熱割れを防ぐためにクーラント（水性または油性）で行われます。  
研磨装置には、コーン角度の一貫性を確保するために、高精度の角度制御システムを装備する必要があります。  
砥石の粒子サイズは、電極のサイズと表面要件に応じて選択する必要があります（通常は200~400メッシュ）。

#### 影響懸念:

ホイールの粒度: ホイールが粗すぎると表面が粗くなる可能性があり、ホイールが細すぎると効率が低下する可能性があります。

研削速度: 速度の高さによる熱損傷や欠陥を避けてください。

クーラントの選択: クーラントの粘度と熱伝導率は粉砕効果に影響します。

電極材料: 電極の硬さと微細構造は、研削の難しさに影響します。

品質管理: 顕微鏡を使用して円錐角と表面品質をチェックし、表面粗さ計は仕上げを測定します。NDTは電極の内部構造を評価し、亀裂がないことを確認します。

#### 最適化の提案:

自動研削および研磨装置を使用して、円錐角の集中性と表面仕上げを向上させます。

クーラント配合を最適化して、熱の影響と環境汚染を軽減します。

研削および研磨パラメータのデータベースを確立し、データ分析幼児プロセスを最適化します。

研削品質を確保するために高精度の砥石が使用されています。

#### 研究の進捗状況と傾向:

精密研削・研磨技術により、高精度な装置により電極の表面品質を向上させます。

インテリジェントな研削および研磨システムは、研削力と角度を継続して監視することにより、プロセスパラメータを動的に調整します。

レーザー支援研削盤などの新しい研削および研磨装置により、精度と効率が向上します。  
グリーン研削および研磨プロセスは、環境に優しいクーラントを使用し、エネルギー消費を最適化することで、環境への影響を軽減します。

#### 表面処理

##### 酸洗い:

原理プロセス: 酸（硝酸-フッ化水素酸混合物など）を使用して電極表面の酸化層を除去し、表面品質と電気特性を向上させます。

プロセス: フロー電極を酸溶液に浸して処理し、洗浄して乾燥させます。

プロセスの詳細: 一時の通話を待つために、酸液比と処理時間を正確に制御する必要があります。二次汚染を防ぐために、洗浄プロセスでは脱イオン水を使用する必要があります。

##### コーティング:

原理プロセス: 電極の耐久性と耐食性を向上させるために、高硬度または防食コーティング

#### 著作権および法的責任に関する声明

グ (TiNやZrO<sub>2</sub>など)を適用します。

プロセス:フロー物理気相成長法(PVD)または化学気相成長法(CVD)で薄くコーティング層を塗布し、厚さをミクロン単位で制御します。

プロセスの詳細:コーティングは均一で欠陥がない必要があり、蒸着プロセスは高真空環境で実行する必要があります。

#### 影響懸念:

酸比:洗浄効果と電極表面保護のバランスをとります。

コーティング材料:コーティング材料の硬度と化学的安定性は電極の性能に影響します。

蒸着条件:蒸着温度と真空レベルはコーティングの品質に影響します。

#### 最適化の提案:

廃液の排出を減らすために、環境に優しい酸洗浄ソリューションを選択してください。

電極性能を向上させるための新しいコーティング材料を開発します。

コーティングの均一性を確保するために、自動コーティング装置が使用されます。

表面処理パラメータのデータベースを確立し、プロセスを最適化します。

#### 研究の進捗状況と傾向:

ナノスケールのコーティング技術は、ナノスケールの薄膜を成膜することで電極の寿命を大幅に向上させます。

インテリジェントな表面処理システムは、コーティングの厚さと品質をずっと監視することにより、プロセスパラメータを動的に調整します。

プラズマ強化CVDなどの新しいコーティング装置により、より高い精度と効率が可能になります。

グリーンサーフェス処理プロセスは、環境に優しい材料を使用し、エネルギー消費を最適化することで環境への影響を軽減します。

### 4.3.3 切断と成形

#### 切断プロセス

原理プロセス:引き気にされた棒は、レーザー切断またはワイヤー切断によって標準長(75~600 mm)に切断され、電極の幾何学的精度と端面の品質が確保されます。切断プロセスにより、熱影響部や表面欠陥が回避されます。

過程:

引き抜かれた棒材は、レーザー切断機やワイヤー放電加工機などの高精度切断装置によって指定された長さに切断されます。

切断後、電極を表面で検査し、端面が平らでバリや亀裂がないことを確認します。

プロセスの詳細:

レーザー切断では、顔の品質を確保するために最適化された出力と速度が必要です。ワイヤー放電加工では、電極クリアランスと放電パラメータを制御する必要があります。

切断プロセスは、熱損傷を防ぐために、冷却剤または保護雰囲気の中で実行する必要があります。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 影響懸念:

切削力: 出力が高すぎると熱影響部が発生する可能性があるため、効率とフェースの品質のバランスをとる必要があります。

切削速度: 速度の高さによる精度の低下を回避します。

電極材料: 電極の硬さと微細構造は、切断の難しさに影響します。

品質管理: レーザー距離計を使って電極の長さや面の平坦度を検出し、表面品質を顕微鏡でチェックします。NDTは内部構造を評価し、亀裂がないことを確認します。

### 最適化の提案:

高精度のレーザー切断装置を使用して、端面の品質を向上させます。

熱影響部を減らすために最適化された切削パラメータ。

生産効率を向上させるために自動切断装置が使用されています。

切削パラメータのデータベースを確立し、データ分析幼児プロセスを最適化します。

### 研究の進捗状況と傾向:

超精密切断技術により、高精度のレーザーまたはワイヤー切断により面の平坦度を向上させます。

インテリジェントな切断システムは、切削抵抗と速度を長時間で監視することにより、プロセスパラメータを動的に調整します。

フェムト秒レーザーカッターなどの新しい切断装置により、精度と効率が向上します。

グリーンカプロセス処理は、エネルギー消費と廃棄物処理を最適化することで環境への影響を軽減します。

### 成形プロセス

プロセス原理: 溶接プロセス中の幾何学的精度を確保するために、特別な治具を介して電極の真直度を補正します。成形プロセスにより、電極の形状安定性が最適化され、アークオフセットが減少します。

### 過程:

切断後、電極の真直度は簡単または機械式クランプによって補正されます。

形成後、電極はレーザー距離計によって検出され、要件への準拠が確認されます。

### プロセスの詳細:

補正効果を確保するには、治療具を高精度に設計する必要があります。治療具の材質は、強度と耐摩耗性が必要です。

形成プロセスは、汚染を防ぐためにクリーンな環境で行う必要があります。

### 影響懸念:

治療具の設計: 治療具の精度と剛性は補正効果に影響します。

電極材質: 電極の硬さと延性は形状の難しさに影響します。

補正力: 過度の応力により、電極の変形や亀裂を予め必要とします。

#### 著作権および法的責任に関する声明

品質管理：レーザー距離計は真直度の検出に使用され、顕微鏡は表面の品質をチェックします。NDTは内部構造を評価して、欠陥がないことを確認します。

#### 最適化の提案：

自動成形装置を使用して、補正効率と精度を向上させます。

治療具の設計を最適化して、均一な補正を確保します。

データ分析プロセスを最適化するために、連続タイプパラメータのデータベースが確立されました。

#### 研究の進捗状況と傾向：

精密成形技術により、高精度の治療具と自動制御により補正精度が向上します。

インテリジェントな形状システムは、補正力と真直度を長時間で監視することにより、プロセスパラメータを動的に調整します。

電磁硬化機などの新しい成形装置により、効率と精度が向上します。

グリーンシェーピングプロセスは、エネルギー消費と廃棄物処理を最適化することで環境への影響を軽減します。

### 4.4 セリウムタングステン電極の品質管理とプロセスの最適化

品質管理とプロセスの最適化は、組成の均一性制御、微細構造解析、プロセスパラメータの最適化など、セリウムタングステン電極の性能の一貫性と信頼性を確保するための重要な側面です。電極が高性能溶接のニーズを満たしていることを確認するには、各リンクをテストおよび最適化する必要があります。

#### 4.4.1 組成均一性制御

プロセス原理：組成の均一性は、タングステンマトリックス中の酸化セリウムの粒子界に直接影響し、それが電極のアーク開始性能、アーク安定性、および機械的強度に影響を与えます。均一なドーピングにより安定した粒子界構造が形成され、電極の電気的熱および特性が最適化されます。

#### 制御方法：

蛍光X線分光法 (XRF) は、成分の分布を検出するために使用され、酸化セリウムやその他の添加剤の均一なレベルを確保します。

走査型電子顕微鏡 (SEM) は粒子分布を分析し、ドーピングの均一性を評価します。

湿式ドーピングおよび3D混合技術は、液相混合と多軸運動により組成の均一性を向上させます。

#### プロセスの詳細：

混合装置は、粒子が均一に分散されるように高精度で設計する必要があります。混合プロセスは、酸化を防ぐために高純度の雰囲気で行う必要があります。

オンライン監視システムは、センサーとデータ分析幼児成分の分布を瞬間で検出し、混合パラメーターを動的に調整します。

ドーピングプロセスでは、複合粒子の均一性を確保するために、溶液濃度と噴霧乾燥パラ

#### 著作権および法的責任に関する声明

メータを最適化する必要があります。

#### 影響懸念:

混合プロセス: 三次元ミキサーは多軸動作により均一性が向上し、従来のVミキサーよりも優れています。

ドーピング方法: 湿式ドーピングは液相混合によりより高い均一性を実現し、高精度電極に適しています。

粉末の特性: 粒子の粒子サイズと形態はドーピングの均一影響を考慮するため、前処理の最適化が必要です。

焼結条件: 焼結温度と雰囲気は粒子分布に影響を考慮するため、偏析を気にするために厳密に制御する必要があります。

#### 最適化の提案:

組成の均一性を向上させるために、湿式ドーピングと三次元混合技術が優先されます。

高精度の混合装置を使用して、均一な粒子分布を確保します。

混合およびドーピングパラメータを徐々に調整するためのオンライン監視システムを確立します。

焼結プロセスを最適化して、粒子偏析のリスクを低減します。

組成の均一性のデータベースを確立し、データ分析幼児プロセスを最適化します。

#### 研究の進捗状況と傾向:

インテリジェントなコンポーネント制御システムは、人工知能アルゴリズム幼児分布粒子を分析し、混合およびドーピングパラメータを動的に調整します。

ナノスケールのドーピング技術は、ナノスケールの酸化セリウムと添加剤の使用により均一性を向上させます。

高分解エネルギー蛍光X線分析などの新しい検出装置により、組成分析の精度をさらに高めることができます。

グリーンドーピングプロセスは、環境に優しい溶剤と低エネルギーの機器を使用することで、環境への影響を軽減します。

#### 4.4.2 微細構造解析 (SEM、XRDなど)

原理プロセス: 微細構造分析では、顕微鏡および回折技術幼児電極の粒径、分布粒子、結晶構造を評価し、電極が性能要件を満たしていることを確認します。粒径とドーピング粒子の分布は電極の機械的強度と電気的特性に直接影響するため、高精度の分析によって最適化する必要があります。

#### 分析方法:

走査型電子顕微鏡 (SEM) は、酸化セリウム粒子の分布と粒径を観察し、微細構造の均一性を評価するために使用されます。

X線回折 (XRD) は、タングステンマトリックスとセリウムの結晶構造を検出し、相転移や欠陥がないことを保証します。

電子後方拡散乱回折 (EBSD) は、粒子界特性を解析して電極の機械的特性を最適化します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

#### プロセスの詳細:

SEM分析では、粒子分布と粒径を正確に測定するために高解像度装置を使用する必要があります。

XRD分析では、結果に影響を考慮して表面汚染や損傷を考慮するために、最適化されたサンプル前の処理が必要です。

EBSD分析は、粒子界データの精度を確保するために高真空環境で行われます。

#### 影響懸念:

分析機器: 機器の解像度と精度は、分析結果に直接影響します。

サンプルの準備: サンプルの表面品質と取り扱いは、顕微鏡分析の精度に影響します。

プロセス条件: 焼結温度と雰囲気は粒径と分布粒子に影響を考慮するため、分析を最適化する必要があります。

#### 最適化の提案:

高分解能SEMおよびXRD装置を使用して、分析精度を向上させます。

サンプル前の処理プロセスを最適化して、表面品質を確保します。

データ分析プロセスの最適化を導くために、微細構造データベースが構築されました。

微細構造を改めて監視するオンライン顕微鏡分析システムを実装します。

#### 研究の進捗状況と傾向:

高分解エネルギーEBSD技術は、粒子界特性を解析することで電極の性能を最適化します。インテリジェントな顕微鏡分析システムは、人工知能アルゴリズム小さい構造を分析し、パラメータを動的に調整します。

シンクロトロンXRDなどの新しい分析装置により、結晶構造解析の精度が向上しました。

グリーン分析プロセスは、サンプル前処理と機器のエネルギー消費を最適化することで、環境への影響を軽減します。

#### 4.4.3 プロセスパラメーターの最適化

プロセス原理: プロセスパラメーターの最適化により、混合、プレス、焼結、その他のリンクのパラメータを調整することで、電極の性能と生産効率が向上します。最適化されたパラメータにより、電極の電気的および機械的特性を向上させ安定した微細構造が得られます。

#### 最適化方法:

パラメータの組み合わせは、電極の性能に対するさまざまなパラメータの影響を評価するために、直交実験法を使用して設計されました。

コンピュータシミュレーション技術は、プロセスモデルを確立することでパラメータ最適化の効果を予測します。

オンライン監視システムは、プロセスの安定性を確保するためにパラメータを調整します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

#### プロセスの詳細:

主なパラメータには、混合時間、プレス圧力、焼結温度、雰囲気条件などがあり、実験や幼児シミュレーション最適化する必要があります。

プロセスを最適化するには、経済性を確保するために、パフォーマンスの向上と生産コストのバランスをとる必要があります。

パラメータデータベースは、最適化をガイドするために、様々なプロセス条件下でのパフォーマンスデータを記録します。

#### 影響懸念:

パラメータの選択: 異なるプロセス リnkのパラメータは相互に影響し合い、システムによって最適化する必要があります。

機器の精度: 機器の分解能力と制御精度は、パラメーター調整効果に影響します。

粉末の特性: 粉末の粒子サイズと形態は、パラメーター最適化の適合影響します。

#### 最適化の提案:

コンピュータシミュレーション技術を使用して、プロセスモデル最適化パラメータを確立します。

オンライン監視システムを実装して、プロセスパラメータを何度も調整します。

パラメータ最適化データベースを確立し、データ分析保育生産を考えます。

機器設計を最適化、制御精度を向上させます。

#### 研究の進捗状況と傾向:

デジタルツイン技術は、プロセスをシミュレートすることでパラメータの組み合わせを最適化し、効率を向上させます。

インテリジェントな最適化システムは、人工知能アルゴリズム幼いパラメータの影響を分析し、プロセスを動的に調整します。

機械学習によるプロセス最適化などの新しい最適化手法により、より高精度なパラメータ制御が可能になります。

グリーン最適化プロセスは、エネルギー消費と廃棄物を削減することで、持続可能性のニーズを満たします。

### 4.5 セリウムタングステン電極の高度な製造技術

高度な生産技術により、高精度溶接のニーズを満たす新しいプロセスと設備を導入することで、セリウムタングステン電極の生産効率と性能が向上します。ナノドーピング、プラズマ焼結、インテリジェント生産などのこれらの技術は、電極製造の将来の方向性を表しています。

#### 4.5.1 ナノドーピング技術

原理プロセス: ナノドーピング技術は、ナノスケールの酸化セリウム（粒子サイズ < 100 nm）と添加剤を使用することにより、ドーピングの均一性と電極性能を向上させます。ナノ粒子の高い表面エネルギーと分散により粒子界構造が最適化され、電極のアーク放電性能と高温安定性が向上します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

#### 過程:

ナノスケールのセ酸化リウムは、湿式ドーピングによってタングステン粉末と混合され、均一な複合粒子を形成します。

混合プロセスは、超音波分散技術により粒子の均一性を向上させます。

ドーピングされた粉末は噴霧乾燥されて球状粒子を形成し、流動性を最適化します。

#### プロセスの詳細:

超音波分散では、ナノ粒子の均一な分布を確保するために、周波数と最適化する必要があります。

噴霧乾燥では、漸次の細孔サイズと乾燥温度を制御して、規則的な粒子を形成する必要があります。

ドーピングプロセスは、酸化を防ぐために高純度の雰囲気で行う必要があります。

#### 影響懸念:

粒子サイズ制御:凝集を気にするために、ナノ粒子の粒子サイズを厳密に制御する必要があります。

分散技術:超音波分散の効率はドーピングの均一効果に影響します。

溶液の特性: 溶液の濃度と粘度は噴霧乾燥の効果に影響します。

品質管理:透過型電子顕微鏡(TEM)はナノ粒子の分布を分析するために使用され、蛍光X線分析法は成分の均一性を検出します。オンライン監視システムは、ドーピングパラメータを一旦調整します。

#### 最適化の提案:

超音波分散パラメータを最適化して、ナノ粒子分布の均一性を向上させます。

高精度の噴霧乾燥装置を使用して、規則的な粒子形態を確保します。

データ分析プロセスを最適化するために、ナノドーピングパラメータのデータベースが確立されました。

ドーピングの均一性をその間で検出するオンライン監視システムを実装します。

#### 研究の進捗状況と傾向:

複合ナノドーピング技術は、複数のナノスケールの希土類酸化物を同時に添加することで電極の性能を最適化します。

インテリジェントなドーピングシステムは、人工知能アルゴリズム幼児分布を分析し、パラメータ粒子を動的に調整します。

超音波噴霧機乾燥などの新しいドーピング装置により、より高精度な粒子制御が可能になります。

グリーンドーピングプロセスは、環境に優しい溶剤と低エネルギーの機器を使用することで、環境への影響を軽減します。

#### 4.5.2 プラズマ焼結技術

原理:プラズマ焼結(SPS)は、パルス電流と高電圧で粉末を急速に焼結し、高密度電極を形

#### 著作権および法的責任に関する声明

成します。SPSは、局所的な高温とプラズマ効果によって粒子の結合を促進し、焼結時間と結晶粒子の成長を短縮する。

#### 過程:

プレスされたピレットはSPS装置に入れられ、高温高压下で焼結されます。焼結後、電極は微量分析によって粒径と構造を調べます。

#### プロセスの詳細:

SPS装置には、焼結の均一性を確保するために、高精度の温度制御および圧力制御システムを装備する必要があります。

焼結プロセスは、酸化を防ぐために高純度の雰囲気で行う必要があります。

密度と粒径のバランスをとるために、焼結時間を最適化する必要があります。

#### 影響懸念:

焼結温度: 過剰の温度による過剰な粒径を余計に必要がある。

圧力制御: 適切な圧力は密度を高める可能性があり、圧力が高すぎると機器が損傷する可能性があります。

粉末特性: 微細な粒子サイズと均一に分布した粉末により、SPS効率が向上します。

品質管理: SEM と XRD は粒径と構造を分析し、密度計は電極密度を測定します。オンライン監視システムは、焼結パラメータを途中で調整します。

#### 最適化の提案:

SPSの温度と圧力パラメータを最適化して、電極密度を高めます。

酸化のリスクを減らすために、高純度の雰囲気を使ってください。

SPSパラメータデータベースは、データ分析幼児プロセスを最適化するために構築されました。

焼結状態を当面で検出するオンライン監視システムを実装します。

#### 研究の進捗状況と傾向:

超高速SPS技術は、焼結時間を短縮することで効率を高めます。

インテリジェントなSPSシステムは、温度と圧力をしばらくの間で監視することで、パラメータを動的に調整します。

マルチパルスSPSなどの新しいSPS装置により、より高精度な焼結制御が可能になります。

グリーンSPSプロセスは、エネルギー消費と排気ガス処理を最適化することで、環境への影響を軽減します。

#### 4.5.3 インテリジェントな生産と自動化

原理プロセス: インテリジェント生産は、人工知能、センサー、自動化機器幼児生産プロセスを最適化、効率と品質を向上させます。自動化システムは、その間の監視とデータ分析、幼児プロセスの安定性と電極性能の継続性を保証します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 過程:

センサーは混合、プレス、焼結、その他のリンクのパラメータを監視し、人工知能アルゴリズムがデータを分析してプロセスを調整します。  
ロボットやベルトコンベアなどの自動化装置により、生産ラインの連続運転が可能になります。

### プロセスの詳細:

データの精度を確保するには、センサーを高精度に設計する必要があります。  
AI システムは、機械学習プロセスパラメータを最適化します。  
効率的な運用を確保するには、自動化機器を生産ラインとまずは統合する必要があります。

### 影響懸念:

センサーの精度: センサーのデータ品質は監視効果に影響します。  
アルゴリズム設計: 人工知能アルゴリズムの最適化能力は、プロセス調整効果に影響します。  
機器の互換性: 自動化機器は既存の生産ラインに適合させる必要があります。

品質管理: オンライン監視システムは、プロセスパラメーターと製品品質を長時間で検出し、データベースは生産データを記録します。顕微鏡分析と性能試験により、電極が要件を満たしていることが確認されます。

### 最適化の提案:

デジタルツイン技術を導入して、生産プロセスをシミュレートし、プロセスを最適化します。  
高いセンサー精度を使用して監視効果を向上させます。  
AI アルゴリズムを最適化して、パラメータ調整の精度を向上させます。  
インテリジェントな生産データベースを確立し、データ分析幼児プロセスを最適化します。

### 研究の進捗状況と傾向:

インダストリー4.0テクノロジーは、IoTとビッグデータ分析による生産効率を向上させます。  
インテリジェントな生産ラインは、ロボットと自動化機器プロセス全体を自動化します。  
センサーマルチ統合システムなどの新しい監視装置により、より高精度な監視が可能になります。  
グリーンでインテリジェントなプロセスは、エネルギー消費と廃棄物処理を最適化することで、環境への影響を軽減します。

#### 著作権および法的責任に関する声明



## 第5章 セリウムタングステン電極の用途

セリウムタングステン電極は、高性能の非電極電極として、その優れたアーク放電性能、アーク安定性、高温耐久性により、溶接および非溶接分野で幅広い応用価値を示しています。この章では、溶接用途、非溶接用途、産業用途、特殊用途の4つの側面からセリウムタングステン電極の用途を体系的に説明し、プロセス原理、技術プロセス、影響軽減、最適化戦略、および各用途の将来の開発傾向を深く分析します。

### 5.1 セリウムタングステン電極の溶接用途

溶接におけるセリウムタングステン電極の主な用途には、不活性ガスシールド溶接(TIG)、プラズマアーク溶接、低電流DC溶接などがあります。電子回避作業が少ない(約2.5eV)、熱安定性に優れているため、高精度のはんだ付けに最適です。

#### 5.1.1 TIG溶接(氬弧焊)

##### 原理プロセス

アルゴンアーク溶接とも知られる不活性ガスシールド溶接(TIG、タングステン不活性ガス)は、非性タングステン電極を利用して、アルゴンやヘリウムなどの不活性ガスの保護下でアークを生成する溶接方法です。TIG溶接におけるセリウムタングステン電極の中心的な役割は、ワークピースや溶加材を溶かすための熱電子放出により高温アーク(6000

##### 著作権および法的責任に関する声明

~ 7000 K)を開始および維持する安定したアークを提供することです。酸化セリウムのドーピング、電極の電子避難仕事が増え、低電流で急速なアーク放電が実現する瞬間、アークの濃度と安定性が向上するため、メルトプールの汚染が軽減され、高精度または高活性金属の溶接に特に適しています。

アーク特性: セリウムタングステン電極の電子避難仕事が増えるため、低電圧でアークをトリガーできるため、アーク開始時間と電極損失が軽減されます。酸化セリウム粒子は電極表面に安定した発光点を形成し、熱電子放出を促進し、アークの指向性と安定性を最適化します。

ガス作用: アルゴンガスは主要なシールドガスとして機能し、空気中の酸素と窒素を分離することでメルト シールド プールの酸化や安定化を防ぎます。ヘリウムは、特定の高温入力シナリオでアーク温度を上昇させ、浸透深さを高めることができます。

適用材料: セリウムタングステン電極は、ステンレス鋼、アルミニウム合金、マグネシウム合金、チタン合金、その他の材料の溶接に適しており、高精度と美観が要求される順番で広く使用されています。

## 技術プロセス

電極の準備: 溶接材料と厚さに応じて適切な直径のセリウム-タングステン電極(1.04.0 mm)を選択し、適切な円錐角(30° 60°)を研削してアーク濃度を最適化します。アーク放電性能を確保するには、電極表面を酸洗浄または研磨して酸化層を除去する必要があります。

機器のセットアップ: TIG溶接装置には、高周波アーク開始装置と安定した電流制御システムをする装備が必要です。直流正極性(DCEN)はほとんどの金属で一般的に使用され、アルミニウム合金では酸化膜を除去するために交流が使用されます。

溶接プロセス: アルゴンまたはヘリウムの保護下で、電極とワークピースの間に電気アークが発生し、オペレーターは溶接トーチを介してアーク位置と入熱を制御します。充填材(必要な場合)は、手動または自動の供給ワイヤーユニットによって供給されます。

後処理: 溶接が完了したら、溶接の品質をチェックして、気孔、亀裂、スラグ介在物がいないことを確認します。電極は、円錐角と表面の品質を維持するために定期的にチェックし、再研磨する必要があります。

## 職人技の詳細

電極コーン角: コーン角のサイズは、アークの濃度と浸透深さに影響します。小さいコーン角(例: 30°)は低電流精密溶接に適しており、大きい円錐角(例: 60°)は大電流の深溶込み溶接に適しています。

シールドガス流量: アルゴンガス流量は、溶接ガンのサイズと溶接環境に応じて最適化する必要があります(通常は8~15 L/min)。流量が大きすぎると気流の乱れが発生し、アークの安定度に影響を与える可能性があります。

電流の種類と極性: 直流正極性(DCEN)は電極を冷却し、寿命を長くします。交流は、定期的な極性変換によってアルミニウム合金表面の酸化膜を洗浄します。

環境管理: ガス保護効果への損傷を軽減するために、溶接領域は乾燥した風のない状態に許容される必要があります。

### 著作権および法的責任に関する声明

### 影響少なからず

電極の品質：電極の純度、酸化セリウム分布、表面仕上げは、アーク開始性能とアーク安定性に直接影響します。ドーピングが不均一であると、アークジッターや燃え尽き症候群の増加につながる可能性があります。

保護ガスの純度：アルゴンまたはヘリウムの純度（ $\geq 99.99\%$ ）は、プールの保護効果にとって重要です。微量の酸素や水分は溶接部の酸化をどうしても可能性があります。

ワークピースの材質：さまざまな材料の熱伝導率と化学活性は、溶接パラメータの選択に影響します。同様に、チタン合金は酸化を防ぐためにより高いガス保護が必要です。

オペレーターの技術：オペレーターの経験と技術はアーク制御と溶接品質に影響を与える、手動TIG溶接には高い技術要件があります。

環境条件：温度、湿度、風速はガス保護の有効影響を考慮する可能性があるため、環境制御児童最適化する必要があります。

### 戦略を最適化する

電極の最適化：純高度セリウムタングステン電極（セ酸化物含有量 2%~4%）を選択し、ウェットドーピングによって均一な分布を確保し、アーク放電性能を向上させます。  
ガス管理：高純度のアルゴンガスを使用し、流量制御を最適化し、ガス分析装置を備えて純度を待機して監視します。

設備のアップグレード：高周波アーク開始とパルス電流制御を備えた高度なTIG溶接機により、アークの安定性と入熱制御の精度が向上します。

自動化技術：自動ワイヤ供給とロボット溶接システムを導入して、人的操作ミスを減らし、溶接の継続性を向上させます。

トレーニングと管理：オペレーターのトレーニングを強化して、溶接パラメータと電極メンテナンス技術の習熟度を確保します。溶接パラメータデータベースを確立し、プロセス設定を最適化します。

### 今後の動向

インテリジェント溶接：人工知能とセンサー技術の間アーク状態と溶接池のダイナミクスをリアルタイムで監視し、電流とガスの流れを動的に調整して溶接品質を向上させます。

グリーン溶接技術：エネルギー消費と環境汚染を削減するために、低エネルギーのTIG溶接機とリサイクル可能な保護ガスシステムを開発します。

新しい電極材料：電子回避仕事をさらに低減し、アーク性能を最適化するために、複合セリウムドーパントステン電極（酸化ランタンや酸化イットリウムの添加など）を検討します。

高精度溶接：マイクロ部品用の超低電流TIG溶接技術を開発し、エレクトロニクスおよび医療産業のニーズにお応えします。

#### 著作権および法的責任に関する声明

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO<sub>2</sub>). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

**Excellent Arc Starting:** Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

**Low Burn-off Rate:** Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

**High Arc Stability:** Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

**Radiation-Free & Eco-Friendly:** A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO <sub>2</sub> Content	Color Code	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

著作権および法的責任に関する声明

## 5.1.2 プラズマアーク溶接

### 原理プロセス

プラズマアーク溶接 (PAW) は、圧縮アークを使用して、適度にアークを介して高温・高濃度プラズマアーク (最大15,000~20,000K) を形成する高精度溶接方法です。プラズマアーク溶接におけるセリウムタングステン電極の役割は、安定した熱電子放出を提供し、高エネルギー密度のアークを維持することであり、薄板、異種金属、融点の高い材料の溶接に適しています。酸化セリウムのドーピングにより、電極の耐高温性が向上し、高温での焼損が軽減され、電極の寿命が延びます。

**アーク特性:** プラズマアークは一時圧縮され、エネルギー密度が高く放出の少ないアークを形成し、溶け込み深さと溶接品質はTIG溶接よりも優れています。セリウム-タングステン電極の低電子脱出作業により、迅速なアーク開始とアーク安定性が保証されます。

**シールドガスとプラズマガス:** プラズマガス (通常はアルゴン) が暫定的にアークを形成し、シールドガス (アルゴンまたはヘリウムの混合物) がメルトプールをデュアルで保護します。エアフロー設計により、溶接品質が向上します。

**適用材料:** プラズマアーク溶接は、航空宇宙や精密製造で広く使用されているステンレス鋼、チタン合金、ニッケル基合金などの高性能材料に適しています。

### 技術プロセス

**電極の準備:** 適切な直径のセリウム-タングステン電極 (1.63.2 mm) を選択し、高エネルギー密度のアークに対応するためにコーン角 (20° 40°) を研削します。電極は不純物を除去するために表面処理を必要とします。

**機器のセットアップ:** プラズマアーク溶接機には、高精度のピッチとデュアルエアフロー制御システムを装備する必要があります。直流正極性 (DCEN) 設置次モードであり、シートには溶接パルス電流が使用されます。

**溶接プロセス:** プラズマガスが随時電気アークを形成し、シールドガスが溶接池を保護します。オペレーターは溶接トーチによってアーク位置を制御し、充填材は自動ワイヤーフィーダーによって供給されます。

**処理後:** 溶接部の品質をチェックして、気孔や亀裂がないことを確認します。電極は定期的にメンテナンスし、コーン角度を再研磨する必要があります。

### 職人技の詳細

**適切設計:** 審議の優先部と材質はアーク圧縮効果に影響を考慮するため、安定性を確保するために耐高温セラミックスを選択する必要があります。

**ガス流量:** アーク障害を気にするために、プラズマガス流量 (0.52 L/min) とシールドガス流量 (1020 L/min) を正確に制御する必要があります。

**電流制御:** パルス電流により入熱が軽減され、シート溶接に適しています。電流の安定性は溶接品質に直接影響します。

**環境管理:** ガス保護効果を確保するために、溶接領域は風のない低湿度の環境を維持する必要があります。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 影響少なからず

電極の品質：電極の酸化セリウムの分布と表面品質は、アークの安定性と寿命に影響します。不均一なドーピングはアークシフトにつながる可能性があります。

漸の状態：適当が装着または詰まっていると、アーク濃度が低下する可能性があり、定期的な検査と交換が必要になります。

ガス純度：プラズマガスとシールドガスの純度（ $\geq 99.999\%$ ）は溶接品質にとって非常に重要です。

ワークの特性：材料の厚さと熱伝導率は溶接パラメータの選択に影響するため、特定の材料に応じて最適化する必要があります。

操作精度：プラズマアーク溶接では、機器やオペレーターに高い精度が要求され、自動化により一貫性を向上させる必要があります。

### 戦略を最適化する

電極の最適化：ナノスケールの酸化セリウムをドーピングした電極を使用して、アーク安定性と高温耐性を向上させます。

ガス管理：高純度ガスとインラインガス分析装置による最適化されたデュアルガスフロー設計。

設備のアップグレード：パルス電流と自動制御システムを備えた高精度プラズマアーク溶接機を採用。

プロセス監視：アークの状態と溶接品質を検出し、パラメータを動的に調整するための一時監視システムを導入します。

オペレータートレーニング：プラズマアーク溶接技術の習熟度を確保するために、オペレーターのスキルトレーニングを強化します。

### 今後の動向

マイクロプラズマ溶接：エレクトロニクスおよび医療産業のニーズに応え、マイクロ部品用の超低電流プラズマアーク溶接技術を開発します。

インテリジェント制御：人工知能と技術センサーを用いたアークとガスのパラメータを最適化し、溶接の継続性を向上させます。

グリーンテクノロジー：環境への影響を軽減するための低エネルギープラズマアーク溶接機とガス回収システムを開発します。

新しい電極：高温性能と寿命をさらに向上させるために、多元素ドーピングセリウムタングステン電極を探索します。

#### 5.1.3 低電流直流溶接（パイプ、精密部品など）

##### 原理プロセス

直流電極負極（DCEN）は、低電流（10 ~ 50 A）を使用して安定したアークを生成するため、パイプや精密部品など、入熱に敏感な溶接足場に適しています。タングステン電極は、優れた低電流アーク放電性能とアーク安定性により、この分野で好まれる選択肢です。酸化セリウムドーピングにより電子の避難仕事が軽減され、電極が迅速にアークを放出

##### 著作権および法的責任に関する声明

し、低電流で安定したアークが維持され、熱影響部 (HAZ) が減少し、溶接品質が保証されます。

アーク特性: 低電流では、酸化セリウムの熱電子放出によりセリウムタングステン電極が安定した微細アークを形成し、薄肉材料や高精度溶接に適しています。

シールドガス: アルゴンが主なシールドガスであり、小さな溶融プールを保護するには流量を正確に行う制御が必要です。

適用可能な手順: パイプ溶接（ステンレス鋼パイプなど）や精密部品（航空宇宙センサーなど）では、変形や性能の低下を恐れるために低入熱が必要です。

## 技術プロセス

電極の準備: 小径の電極 (0.51.6 mm) を選択し、鋭円錐角 (20° 30°) を研削して濃度を高めます。アーク放電性能を向上させるには、表面を研磨する必要があります。

装置のセットアップ: 低電流制御とパルス機能を備えた高精度TIG溶接機を使用し、入熱を極力抑えます。

溶接プロセス: アークはアルゴン保護下で開始され、オペレーターは手動または自動溶接ガンによってアーク位置を制御します。充填材は通常、ワークピースの材質に一致するフィラメントです。

処理後: 溶接部の品質をチェックして、気孔や微小亀裂がないことを確認します。電極の性能を維持するには定期的なメンテナンスが必要です。

## 職人技の詳細

電極コーン角: 鋭いコーン角によりアーク集中が改善され、熱影響部が軽減するため、精密溶接に適しています。

電流制御: パルス電流 (周波数 5~20 Hz) により、入熱がさらに低減され、溶接品質が最適化されます。

ガス流量: アーク放電の混乱を気にするために、アルゴン流量 (5~10 L/min) を正確に制御する必要があります。

環境管理: ガス保護を確保するために、溶接領域はほこりや風がない必要があります。

## 影響少なからず

電極の品質: 酸化セリウムの分布が不均一であると、アークが不安定になり、溶接品質に影響を与える可能性があります。

電流安定性: 低電流では、溶接機の電流制御精度はアークの安定性に直接影響します。

ワークの特性: 薄肉材料の熱伝導率と厚さは溶接パラメータの選択に影響するため、正確に一致させる必要があります。

操作技術: 低電流溶接はオペレーターに高精度が要求され、手動操作は安定している必要があります。

環境条件: 湿度や風速はガス保護効果に影響を与える可能性があるため、環境を最適化する必要があります。

### 著作権および法的責任に関する声明

## 戦略を最適化する

電極の最適化: 高均一性セタングステン電極を使用し、ナノドーピングにより低電流アーク放電性能を向上させます。

設備のアップグレード: パルス制御および自動化システムを備えた高精度低電流溶接機を採用。

ガス管理: 高純度アルゴンガスを使用し、流量制御を最適化し、ガス分析装置を備えています。

自動化技術: ロボット溶接システムを導入して、低電流溶接の精度と継続性を向上させます。

プロセス監視: その間監視システムを実装して、アークと溶接の状態を検出し、パラメータを動的に調整します。

## 今後の動向

超低電流溶接: エレクトロニクス産業のニーズを満たすために、マイクロコンポーネント用の超低電流 (<10A) 溶接技術を開発します。

インテリジェント溶接: 人工知能による低電流アークパラメータを最適化し、溶接品質を向上させます。

グリーンテクノロジー: 環境への影響を軽減するための低エネルギー溶接機とガス回収システムを開発します。

新しい電極: 低電流でのアーク安定性を最適化するために、高性能セリウムタングステン電極を検討してください。

## 5.2 セリウムタングステン電極の非溶接用途

セリウム - タングステン電極は、プラズマ切断、オーバーレイ、クラディング、その他の高温放電用途などの非溶接用途でも重要です。優れた耐高温性とアーク安定性により、高エネルギープロセスに優れています。

### 5.2.1 プラズマ切断

#### 原理プロセス

プラズマ切断は、高温プラズマアーク (15000~30000K) で金属材料を溶かして吹き飛ばし、効率的な切断を実現します。セリウムタングステン電極は、プラズマカッターのコア要素として、安定したアークを提供し、高エネルギー密度のプラズマ流を維持します。

プラズマアークの特性: プラズマアークはしばらく圧縮され、高いエネルギー密度と高速ガス流を選択し、材料を慎重に除去します。

ガスの作用: プラズマガス (窒素やアルゴンと水素の混合物など) はアークを形成し、保護ガス (空気または酸素) は切断効率を高めます。

適用材料: 炭素鋼、ステンレス鋼、アルミニウム合金などに適しており、金属加工や解体に広く使用されています。

#### 技術プロセス

電極の準備: 適切な直径 (2.04.0 mm) のセリウム - タングステン電極を選択し、円錐

#### 著作権および法的責任に関する声明

角（30° 45°）を研削してアーク濃度を最適化します。

機器のセットアップ：プラズマ切断機には高出力電源と精密調整を装備する必要があり、電流範囲は材料の厚さに応じて調整されます。

切断プロセス：プラズマガスが途中を介して電気アークを形成し、オペレーターが切断経路と速度を制御します。シールドガスにより切断効果が決まります。

処理後：切断面の品質をチェックして、残留物や熱影響部がないことを確認します。電極は定期的なメンテナンスが必要です。

### 職人技の詳細

一步設計：審議の許可部と材質は、プラズマアークの濃度と切断速度に影響します。

ガス流量：プラズマガス（25L/min）とシールドガス（2050L/min）を正確に制御する必要があります。

電流制御：大電流は厚板切断に適しており、低電流は薄板切断に適しており、材料に応じて最適化する必要があります。

環境管理：有害ガスの一時を防ぐために、切断エリアには効率的な換気システムを装備する必要があります。

### 影響少なからず

電極の品質：電極の高温耐久性と表面品質は切断の安定性に影響します。

一步の状態：一步が装着すると切断精度が低下する可能性があるため、定期的に交換する必要があります。

ガス純度：ガス純度  $\geq$  (99.99%) は、切断品質と電極寿命にとって非常に重要です。

材料特性：材料の厚さと熱伝導率は、切削パラメータの選択に影響します。

操作精度：切削速度と経路制御は表面品質に影響します。

### 戦略を最適化する

電極の最適化：高耐久性のセリウムタングステン電極を使用して、切断寿命を耐えます。

ガス管理：高純度ガスを使用して、ガス比と流量を最適化します。

設備の更新：自動制御システムを備えた高精度プラズマ切断機を採用。

プロセス監視：当面監視システムを実装して、アークと切断品質を検出します。

オペレーター訓練：切断精度を確保するためにオペレータースキル訓練を強化します。

### 今後の動向

高精度切断：薄板の超高精度プラズマ切断技術を開発。

インテリジェント制御：人工知能幼児切削パラメータを最適化、効率と品質を向上させます。

グリーンテクノロジー：低エネルギー切断機とガス回収システムの開発。

新しい電極：高温性能を強化する複合ドーブ電極を探索します。

## 5.2.2 溶接とクラディング

### 原理プロセス

溶接表面処理とクラディングは、アークまたはプラズマアークを介して耐摩耗性と耐食

#### 著作権および法的責任に関する声明

性の材料をワークピースの表面に堆積させ、その性能を向上させます。セリウム-タングステン電極は安定したアークを提供し、高温メルトプールを維持し、フィラー材料の均一な蒸着を促進します。酸化セリウムのドーピングにより電極の高温耐久性が向上し、入熱量の多い溶接オーバーレイプロセスに適しています。

アーク特性: セリウムタングステン電極は安定した高温アークを形成し、フィラー材料が完全に熔融して堆積することを保証します。

充填材: 合金溶接オーバーレイには、ニッケル基合金やコバルト基などの高性能材料が一般的に使用されます。

適用シナリオ: 摩耗した部品を修理したり、金型やバルブなどのワークピースの表面特性を向上させたりするために使用されます。

## 技術プロセス

電極の準備: 適切な直径の電極(2.03.2 mm)を選択し、円錐角(30° 45°)を研削します。

機器のセットアップ: 溶接オーバーレイ装置には、高出力電源とワイヤ送電システムを装備する必要があります。電流は材料に応じて調整されます。

オーバーレイプロセス: アークがフィラー材料を溶かし、オペレーターが蒸着経路と速度を制御します。

処理後: 積層の品質をチェックして、亀裂や気孔がないことを確認します。

## 職人技の詳細

アーク制御: パルス電流は入熱を軽減し、基板の損傷を軽減します。

充填材: 次に強度を確保するために、基材と一致させる必要があります。

ガス保護: アルゴンガスはメルトプールを保護するため、流量(10~20L/min)を最適化する必要があります。

環境管理: 溶接オーバーレイ領域は乾燥した風のない状態に認める必要があります。

## 影響少なからず

電極の品質: 電極の高温耐久性はアークの安定性に影響します。

充填材: 材料の化学組成と形態は、成膜品質に影響します。

プロセスパラメータ: 電流、速度、ガス流量を正確に一致させる必要があります。

基板の特性: 基板の熱伝導率と表面状態は、成膜効果に影響します。

## 戦略を最適化する

電極の最適化: 高性能セリウム-タングステン電極を使用してアークの安定性を向上させます。

材料の選択: 充填材の配合を最適化して次に強度を高めます。

装置のアップグレード: 自動溶接オーバーレイ装置を使用して、成膜の継続性を向上させます。

プロセス監視: 蒸着品質を検出するための保留監視システムを導入します。

## 今後の動向

レーザーアシストサーフェッシングサーフェッシング: レーザーとアークを組み合わせ、蒸

### 著作権および法的責任に関する声明

着精度を向上させます。

インテリジェント制御：人工知能幼児オーバーレイパラメータを最適化します。

グリーンテクノロジー：低エネルギー溶接表面硬化装置を開発します。

新しい電極 高耐久性複合電極の探索

### 5.2.3 その他の高温放電用途

#### 原理プロセス

リウムセタングステン電極は、他の高温放電用途（プラズマ溶射、放電加工など）で安定したアークまたは放電源を提供します。優れた高温耐久性と安定性により、高エネルギー密度アークのシナリオに適しています。

プラズマ溶射：アークが粉末材料を溶かし、ワークピースの表面にスプレーしてコーティングを形成します。

放電加工 (EDM)：電極は材料を放電して腐食させるため、精密加工に適しています。

適用シナリオ：表面強化、金型加工などに使用されます。

#### 技術プロセス

電極の準備：適切な直径の電極を選択し、コーン角度を研削して放電性能を最適化します。

機器のセットアップ：高出力電源と精密制御システムを搭載。

加工プロセス：アークまたは放電が材料に作用し、オペレーターが経路とパラメーターを制御します。

処理後：機械加工面の品質をチェックして、要件に準拠していることを確認します。

#### 職人技の詳細

電極設計：放電安定性を向上させるには、円錐角と表面品質を最適化する必要があります。

ガスまたは媒体：プラズマ溶射には高純度のガスが必要であり、放電処理には誘電性流体が必要です。

パラメータ制御：電流、電圧、処理速度を正確に調整する必要があります。

#### 影響少なからず

電極の品質：電極の高温耐久性は放電安定性に影響します。

媒体特性：ガスまたは誘電性流体の純度は処理品質に影響します。

機器の精度：電源および制御システムの精度は、加工効果に影響します。

#### 戦略を最適化する

電極の最適化：放電安定性を向上させるために高性能セリウム化されたタングステン電極が使用されています。

媒体管理：ガスまたは誘電性流体の配合を最適化します。

設備のグレードアップ：高精度の放電装置を採用。

プロセス監視：排出状態を検出するための保留監視システムを実装します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

## 今後の動向

高精度放電加工：マイクロ部品の放電加工技術の開発。

インテリジェント制御：人工知能幼児放電パラメータを最適化します。

グリーンテクノロジー：低エネルギー放電装置の開発。

新しい電極複合ドーブ電極の探索

## 5.3 セリウムタングステン電極の応用産業

セリウムタングステン電極は、航空宇宙、自動車製造、エネルギーおよび化学、医療機器製造、その他の産業で広く使用されており、その性能はあらゆる業界の厳しい要件を満たしています。

### 5.3.1 航空宇宙

#### アプリケーションの背景：

航空宇宙産業では溶接品質に対する要求が非常に高く、セリウムタングステン電極は、その優れたアーク開始性能とアーク安定性により、航空機エンジンブレードや宇宙船のシェールなどのチタン合金やニッケル基合金などの高性能材料の溶接に広く使用されています。

プロセス要件：高精度、低入熱、優れた溶接品質が求められます。

電極の注意：セリウムタングステン電極は、低電流で安定したアークを維持でき、熱影響部を軽減します。

#### 技術プロセス

電極の選択：小径電極(0.5~2.0mm)、鋭円錐角。

溶接プロセス：TIGまたはプラズマアーク溶接、アルゴン保護。

品質管理：非破壊検査（X線など）により溶接品質がチェックされます。

#### 影響少なからず

材料特性：チタン合金の活性が高いため、危機的なガス保護が必要です。

電極の品質：酸化セリウムの分布はアークの安定性に影響します。

環境管理：ほこりや風のない環境により、溶接品質が保証されます。

#### 戦略を最適化する

電極の最適化：ナノドーブ電極を使用します。

ガス管理：高純度アルゴンとデュアルエアフロー設計。

自動化技術ロボット溶接システムの導入

## 今後の動向

超高精度溶接：マイクロ部品のニーズにお応えします。

インテリジェント制御：溶接パラメータを最適化します。

グリーンテクノロジー：低エネルギー溶接装置。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 5.3.2 自動車製造

#### アプリケーションの背景:

自動車製造では、セリウム合金タングステン電極は車体や排気システムなどの部品の溶接に使用され、材料にはステンレス鋼やアルミニウムが含まれます。その迅速なアーク開始とアーク安定性により、生産効率が向上します。

プロセス要件: 高効率、高一貫性の溶接。

電極のメリット: 高温耐久性と長寿命により、生産コストが削減されます。

#### 技術プロセス

電極の選択: 中径電極(1.6~3.2mm)。

溶接プロセス: TIG溶接、自動生産ライン。

品質管理: 目視検査と超音波検査。

#### 影響少なからず

生産速度: 効率と品質のバランスをとります。

電極の品質: アークの安定性と寿命に影響します。

自動化の程度: 溶接の一貫した影響があります。

#### 戦略を最適化する

電極の最適化: 高耐久性電極。

自動化技術ロボット溶接システム

プロセス監視: 溶接品質の結果検出。

#### 今後の動向

軽量材料溶接: アルミニウム合金や複合材料に適しています。

インテリジェントな生産ライン: 生産効率を向上させます。

グリーンテクノロジー: 低エネルギー溶接装置。

### 5.3.3 エネルギーと化学

#### アプリケーションの背景:

エネルギーおよび化学産業では、パイプラインや反応器などの耐食性材料(ステンレス鋼、ニッケル基合金など)を溶接する必要があります。セリウムタングステン電極の高温耐久性と安定性は、厳しい要件を満たします。

プロセス要件: 高い耐食性と溶接強度。

電極の留意: 高入熱で安定します。

#### 技術プロセス

電極の選択: 大口径電極(2.0~4.0mm)。

溶接プロセス: TIGまたはプラズマアーク溶接。

品質管理: 非破壊検査により溶接品質が保証されます。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 影響少なからず

材料特性: 耐食性材料は厳密に保護する必要があります。

電極の品質: アークの安定性と寿命に影響します。

環境条件: 腐食性ガスの干渉を防ぐ必要があります。

### 戦略を最適化する

電極の最適化: 高性能電極。

ガス管理: 高純度ガス保護。

プロセス監視: 溶接品質の結果検出。

### 今後の動向

超合金溶接: 新材料のニーズにお応えします。

インテリジェント制御: 溶接パラメータを最適化します。

グリーンテクノロジー: 低エネルギー機器。

## 5.3.4 医療機器の製造

### アプリケーションの背景:

医療機器の製造には、ステンレス鋼の手術器具やチタンインプラントなどの高精度な溶接が必要です。セリウムタングステン電極の低電流アーク放電性能により、マイクロコンポーネントの溶接に適しています。

プロセス要件: 超高精度、無公害溶接。

電極の利点: 低入熱とアーク安定性。

### 技術プロセス

電極の選択: 小径電極(0.5~1.0mm)。

溶接プロセス: マイクロTIGまたはプラズマアーク溶接。

品質管理: 顕微鏡検査と非破壊検査。

### 影響少なからず

材料特性: チタン合金には危険なガス保護が必要です。

電極の品質: アークの安定性に影響します。

環境管理: ほこりのない環境により品質が保証されます。

### 戦略を最適化する

電極の最適化: ナノドープ電極。

ガス管理: 高純度アルゴン保護。

自動化技術: マイクロ溶接ロボット。

### 今後の動向

マイクロ溶接技術: インプラントのニーズを満たします。

インテリジェント制御: 溶接パラメータを最適化します。

グリーンテクノロジー: 低エネルギー機器。

### 著作権および法的責任に関する声明

#### 5.4 セリウムタングステン電極の特殊な応用例

以下では、過剰な実験データを回避するために、プロセスの背景と原理に焦点を当てて、特定のルートでのセリウムタングステン電極の応用を分析します。

##### 5.4.1 ステンレス鋼とチタン合金の溶接

###### アプリケーションの背景:

ステンレス鋼とチタン合金の溶接には高精度と警戒なガス保護が必要であり、セリウムタングステン電極は、その優れたアーク開始性能とアーク安定性により、航空宇宙および医療分野でのこのような溶接に広く使用されています。

原理プロセス:TIG溶接は、セリウムタングステン電極の低電子回避仕事を使って迅速にアークを駆動し、アルゴンガス保護により材料の酸化を防ぎます。

技術的な流れ:小径電極(1.0~2.0mm)、鋭い円錐角、パルス電流制御熱入力。

影響懸念:材料の高い活性には高純度のガス保護が必要であり、電極の品質はアークの安定性に影響します。

最適化戦略:高性能電極を使用し、ガスの流れを最適化し、自動溶接を導入します。

の動向 知られる溶接技術と新しい電極開発

##### 5.4.2 マイクロエレクトロニクス部品のはんだ付け

###### アプリケーションの背景:

マイクロ電子部品(チップピンなど)は超低電流ではんだ付ける必要があります、セリウムタングステン電極の低電流アーク放電性能は要件を満たしています。

プロセス原理:マイクロTIG溶接は、微細なアークによる高精度溶接を実現し、熱影響部を軽減します。

技術的な流れ:超小径電極(0.5mm)、鋭円錐角、アルゴン保護。

影響懸念:電極の品質とガス純度は溶接品質に影響します。

最適化戦略:ナンドープ電極を使用してパルス電流を最適化します。

のトレンド:超低電流溶接技術とインテリジェント制御の将来。

##### 5.4.3 高電圧ワイヤーハーネス溶接

###### アプリケーションの背景:

高電圧ワイヤーハーネス溶接には高い強度と導電性が必要であり、セリウムタングステン電極のアーク安定性は銅合金溶接に適しています。

プロセス原理:TIG溶接は、アークを安定させることで溶接強度と導電性を確保します。

技術的な流れ:中径電極(1.6~2.4mm)、アルゴン保護、自動ワイヤ供給。

影響軽減:銅の熱伝導率が高いため、最適化された電流とガスが必要です。

最適化戦略:高性能電極を使い、ロボット溶接を導入します。

のトレンド:高効率溶接技術とグリーンプロセス。

#### 著作権および法的責任に関する声明



## 第6章セリウムタングステン電極の製造設備

リウムセタングステン電極の製造は、原材料の加工から最終試験に至るまで、一連の高精度で特殊な装置に依存しており、各リンクの設計と性能が電極の品質と生産効率を直接決定します。この章では、原材料加工装置、粉末冶金装置、加工装置、試験および品質管理装置、自動化およびインテリジェント装置の5つの側面から、セリウムタングステン電極の製造プロセスに關与する主要装置を体系的に説明し、各装置の動作原理、構造設計、操作プロセス、影響軽減、最適化戦略、および将来の開発傾向を深く分析します。

### 6.1 セリウムタングステン電極の原料加工装置

原料加工装置は、タングステン粉末と酸化セリウムの粉砕、選別、精製に使用され、原材料の品質とその後の継続プロセスの安定性を確保するための重要なリンクです。これらのデバイスは、セリウムタングステン電極の性能要件を満たすために、高精度、高効率、低汚染特性を備えている必要があります。

#### 6.1.1 タングステン粉末粉砕および選別装置

##### 使い方:

タングステン粉末粉砕およびスクリーニング装置は、タングステン粉末をような力または空気の流れによって目的の粒子サイズ(1~機械5ミクロン)まで処理し、スクリーニングに

##### 著作権および法的責任に関する声明

よって大きな粒子または凝集体を除去して均一な粒度を確保します。ミルなどは高エネルギーの衝突と摩擦を利用して粒子径を小さくし、スクリーニング装置（気流分級機など）は粒子径の異なる粉末を空気力学的に分離します。均一な粒度分布は、プレスや焼結などのその後の粉末冶金プロセスにおける粒子結合と電極性能が重要です。

**粉碎原理:**遊星ボールミルは、粉碎ボールと粉末間的高速衝突と摩擦により、タングステン粉末をミクロンレベルまで粉碎します。粉碎ボールの高い硬度と通路が粉碎効率と粒子形状を決定します。

**スクリーニング原理:**気流分級機は高速気流を使用して粉末粒子を駆動し、サイクロン分離または遠心力によってさまざまなサイズの粒子を分離し、均一な分布を確保します。

**装置の利点:**高精度の研削およびスクリーニング装置は、タングステン粉末の焼結活性を向上させ、電極の密度と機械的強度を最適化できます。

## 構造設計

### 遊星ボールミル:

**主要構成要素:**研削タンク、研削ボール（ジルコニアまたはタングステンカーバイド）、遊星ディスク、モーター、制御システム。

**設計上の特徴:** 粉碎タンクは、汚染を防ぐために高硬度ステンレス鋼またはセラミック材料で作られています。遊星ディスクは、多軸回転しながら複雑な運動歩道を提供し、研究効率を高めます。制御システムには周波数変換器が装備されており、回転速度を正確に調整します。

**環境要件:**酸化を防ぐために、粉碎プロセスは高純度窒素またはアルゴンガス（純度  $\geq 99.999\%$ ）環境で実行する必要があります。

### 気流器分類:

**主な構成要素:** 供給システム、分級ホイール、サイクロン、フィルター、気流制御システム。

**設計上の特徴:** グレーディングホイールは耐磨耗性セラミック素材で作られており、高速気流の耐衝撃性があります。サイクロンセパレーターは、多段設計により分離精度を向上させます。

**環境要件:** 粉塵汚染を気にするために、グレーディングプロセスはクリーンルーム（ISOレベル 5、粒子濃度  $< 3520$  粒子/m<sup>3</sup>）で実行する必要があります。

## 運用プロセス

### 研削プロセス:

タングステンパウダーを粉碎タンクに入れ、粉碎ボール（ボールと材料の比率10:1~20:1）を加えて、密封して遊星ディスクに置きます。

回転数（200~500rpm）と研削時間（数時間）を設定し、装置を起動します。

粉碎後、粉末をスクリーンでろ過し、大きな粒子を除去します。

### 審査プロセス:

粉碎されたタングステンパウダーは気流分級機に供給され、供給システム全体に均一分

#### 著作権および法的責任に関する声明

散されます。

気流速度とステジャーホイールの速度を調整して、目標粒子サイズの粉末を分離します。適した粉末を収集し、監視容器に保管します。

後処理: 粉碎およびふるい分けられたタングステン粉末は、要件への準拠を確認するためにレーザー粒度分析装置によって検出されます。

## 職人技の詳細

粉碎パラメータ: 回転速度、粉碎時間、ペレットと材料の比率は、目標粒子サイズに応じて最適化する必要があります。速度が速すぎると粒子の破碎や汚染につながる可能性があり、速度が低すぎると効率が低下する可能性があります。

研削ボールの選択: ジルコニア研削ボールは硬度が高く、耐摩耗性に優れており、高純度のタングステン粉末研削に適しています。炭化タングステン研削ボールは大量生産に適しています。

気流制御: 気流の安定性と分離精度を確保するために、分級機には高精度の気流コントローラーを装備する必要があります。

環境管理: 粉碎および選別作業場では、粉末の吸湿や汚染を防ぐために、低 (<20%) とほこりのない環境を維持する必要があります。

## 影響少なからず

装置精度: グライndaーの速度制御精度とグレーダーの気流安定性は、粒度の分布に影響します。

研削ボールの材質: 研削ボールの硬度と化学的安定性は粉末の純度に影響します。

粉末特性: タングステン粉末の初期粒子サイズと形態は粉碎効率に影響します。

環境条件: 水分、酸素レベル、粉塵は粉末の酸化や凝集を伴う可能性があります。

動作仕様: オペレーターのパラメータ設定と機器のメンテナンスレベルは、機器の性能に影響します。

## 戦略を最適化する

設備のアップグレード: 高精度遊星ボールミルを採用し、周波数変換制御と継続監視システムにより粉碎効率を向上させます。

粉碎ボールの最適化: 粉末の汚染を減らすために、高硬度、低汚染の粉碎ボールを選択してください。

気流分類の最適化: 多段サイクロン分離器を使用して分離精度を向上させます。

環境管理: 高効率のろ過システムと水分制御装置を搭載し、クリーンな環境を確保します。

データ分析: 粉碎およびスクリーニングパラメータのデータベースを確立し、データ分析プロセス幼児パラメータを最適化します。

## 今後の動向

ナノスケール粉碎技術: 高性能電極のニーズを満たすために、ナノスケールのタングステン粉末 (<100nm) に適した超高精度ボールミルを開発します。

インテリジェント機器: 人工知能とセンサー技術子供粉碎およびスクリーニングプロセ

### 著作権および法的責任に関する声明

スをしばらくで監視し、パラメーターを動的に調整します。

グリーンテクノロジー: 環境への影響を軽減するために、低エネルギーの粉碎装置とリサイクル可能なエアフローシステムを開発します。

新しい等級装置: より高精度の粒度制御を実現できる遠心ナノ分級機など。

### 6.1.2 酸化セリウムセ精製装置

#### 使い方:

酸化セリウム精製装置は、化学溶解、抽出、焙煎などの工程を経て、希土類鉱石から高純度酸化セリウム(純度 $\geq 99.9\%$ )を抽出します。主な設備には、浮選機、溶解槽、抽出装置、焙煎炉が含まれます。これらの装置は連携して希土類鉱物をセリウム化合物に分離し、その後酸化セリウム粉末に精製され、セリウムタングステン電極のドーピング要件を確実に満たします。

浮選原理: 浮選機は、気泡と浮選剤によって希土類鉱物を分離し、高級セリウム精鉱を得る。

原理抽出: 抽出装置は、有機媒体(P204やP507など)を使用してセリウムイオンを選択的に分離し、高純度のセリウム溶液を形成します。

焙煎原理: 焙煎炉は、高温(800~1000℃)によってセリウム化合物をセリウムに変換し、粒子の形態と純度を最適化します。

#### 構造設計

##### 浮選機:

主な構成要素: 浮選タンク、攪拌機、気泡発生器、スラリーコンディショニングシステム。  
設計上の特徴: 浮選タンクは耐食性ステンレス鋼素材で作られており、攪拌機は周波数変換制御によりスラリーの分散を最適化します。気泡発生器は、微多孔質設計気により泡の均一性を向上させます。

環境要件: 浮選作業場には、化学試薬の汚染を防ぐために換気および廃水処理システムを備える必要があります。

##### 抽出装置:

主な構成要素: 抽出タンク、相分離器、ポンプシステム、媒体循環システム。

設計上の特徴: 抽出タンクは多段設計を採用し、分離効率を向上させます。相分離器は、重力または遠心力によって有機相と水相を分離します。

環境要件: 溶媒の揮発を防ぐために、遮断環境で操作する必要があります。

##### ローストオーブン:

主なコンポーネント: 発熱体(モリブデンまたはセラミック)、炉本体、雰囲気制御システム、冷却システム。

設計上の特徴: 炉本体は耐高温材料で作られており、雰囲気制御システムにより酸素や空気が均一に分布します。冷却システムは、水冷または空冷によって熱応力を軽減します。

環境要件: 粉塵汚染を気にするために、焙煎作業場は清潔に許容される必要があります (ISO レベル 6)。

#### 著作権および法的責任に関する声明

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO<sub>2</sub>). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

**Excellent Arc Starting:** Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

**Low Burn-off Rate:** Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

**High Arc Stability:** Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

**Radiation-Free & Eco-Friendly:** A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO <sub>2</sub> Content	Color Code	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

著作権および法的責任に関する声明

## 運用プロセス

### 浮選プロセス:

希土類鉱石を粉砕して粉砕して浮選タンクに送り、浮選剤と水を加えてスラリーを形成します。

攪拌機と気泡発生器を起動して、セリウム濃縮物を分離します。

濃縮物は収集され、廃水は処理システム大切にリサイクルされます。

### 抽出プロセス:

セリウム精鉱を酸(硫酸または塩酸)に溶解して希土類溶液を形成します。

溶液は抽出タンクを介して有機媒体と接触し、セリウムイオンを分離します。

相分離後、セリウム溶液を回収し、沈殿ステップに入ります。

### 焙煎プロセス:

セリウム溶液を沈殿させて炭酸セリウムまたはシュウ酸セリウムを形成します。

沈殿物は焙煎炉に供給され、そこで高温焙煎されて酸化セリウム粉末が形成されます。

冷却後、粉末は収集され、密閉容器に保管されます。

## 職人技の詳細

浮選パラメータ:セリウムの回収率を向上させるには、スラリー濃度(20%、30%)、pH値(6-8)、および浮選剤の比率を最適化する必要があります。

パラメータ抽出:抽出剤の濃度と抽出ステップの数は分離効率に影響するため、実験最適化する必要があります。

焼成パラメータ:結晶形状の変化や不純物の混入をのために、焙煎温度と雰囲気を制御する必要があります。

環境管理:浄化作業場では、粉体の汚染を防ぐために低湿度(<20%)と清潔な環境を維持する必要があります。

## 影響少なからず

装置の精度:浮選機や抽出装置の制御精度は精製効率に影響します。

原材料の品質:希土類鉱石のセリウム含有量と不純物分布は、精製の困難さに影響します。

環境条件:湿気やほこりは、粉末の吸湿や汚染を伴う可能性があります。

動作仕様:パラメータ設定と機器のメンテナンスレベルは、精製品質に影響します。

## 戦略を最適化する

設備のアップグレード:高精度浮選機と多段抽出装置を使用して精製効率を向上させます。

媒体の最適化:環境汚染を軽減するために、高効率、低毒性の抽出剤を選択してください。

焙煎の最適化:均一な加熱を確保するために、回転式または選択プレート式焙煎オーブを使用します。

環境管理:環境保護要件を満たす効率的な廃水および排気ガス処理システムを備えています。

データ分析:精製パラメータのデータベースを確立し、プロセス設定を最適化します。

### 著作権および法的責任に関する声明

## 今後の動向

生物学の精製技術:微生物を使ってセリウムを浸出し、化学試薬の使用を削減します。

インテリジェント機器:センサーと人工知能による精製プロセスの一時監視。

グリーンテクノロジー:低エネルギー焙煎炉とエネルギー回収システムの開発。

新しい設備:電子レンジ焙煎オーブンなど、加熱の均一性と効率を向上させます。

## 6.2 セリウムタングステン電極用粉末冶金装置

粉末冶金装置は、ミキサー、簡易プレス、静水圧プレス装置、高温焼結炉など、タングステン粉末とセリウムを高密度ピレットに加工するために使用されます。これらの装置は、ピレットの均一な粒子分布と緻密化を確保する必要があります。

### 6.2.1 混合機とドーピング装置

#### 使い方:

ミキサーは、タングステン粉末、酸化セリウム、添加剤を機械的攪拌または3次元運動によって均一に混合し、ドーピング装置は湿式または乾式プロセスによって酸化セリウムの均一な分布を実現します。

混合原理:3次元ミキサーは、偏析を気にするために多軸運動によって粒子を完全に分散させます。

ドーピング原理:湿式ドーピングは噴霧乾燥によって形成され、複合粒子が形成され、乾式ドーピングは高強度攪拌によって達成され、均一な混合が達成されます。

#### 構造設計

##### 3Dミキシングマシン:

主な構成要素:ミキシングバレル、駆動モーター、周波数変換器、シールシステム。

設計上の特徴:ミキシングドラムは、汚染を防ぐためにステンレス鋼またはセラミック素材で作られています。周波数変換器は、混合効率を最適化するために多段階の速度制御を提供します。

環境要件:高純度窒素(濃度  $\geq 99.999\%$ )環境で動作します。

##### 噴霧乾燥機(湿式ドーピング):

主なコンポーネント:自主、乾燥室、サイクロンセパレーター、気流制御システム。

設計上の特徴:上部は耐食性セラミック素材で作られており、乾燥室は多段階加熱により均一な乾燥を保証します。

環境要件:クリーンルーム(ISOレベル5)で運転します。

## 運用プロセス

### 混合プロセス:

タングステン粉末、酸化セリウム、および添加剤は、混合バスケットに比例してロードされます。

速度と混合時間を設定し、デバイスを起動します。

混合後、粉末は均一性を確保するためにスクリーン全体に過過されます。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### ドーピングプロセス(湿式法):

酸化セリウムを溶液に溶解し、タングステン粉末を加えて懸濁液を形成します。  
複合粒子は噴霧乾燥機によって形成され、唐霧ステン粉末と混合されます。  
粉末を集めて密閉容器に保管してください。

### 職人技の詳細

混合パラメータ: 過度の粉碎をために、回転速度 (50~200 rpm) と時間 (数時間) を最適化する必要があります。

噴霧乾燥パラメータ: 規則的な粒子形態を確保するには、協議の検討部、供給速度、乾燥温度を正確に制御する必要があります。

環境管理: 混合とドーピングは、低湿度 (<20%) 環境で行う必要があります。

### 影響少なからず

装置の精度: ミキサーの速度制御と噴霧乾燥機の気流の安定性は均一に影響します。

粉末の特性: 粒子の密度と形態は混合効果に影響します。

環境条件: 水分と酸素レベルは粉末の酸化を考える可能性があります。

動作仕様: パラメータ設定と機器のメンテナンスは、混合品質に影響します。

### 戦略を最適化する

設備のグレードアップ: 高精度の三次元ミキサーと噴霧乾燥機を採用。

プロセスの最適化: 均一性を向上させるために優先的な湿式ドーピングが使用されます。

環境管理: 高効率のろ過・水分制御システムを搭載。

データ分析: 混合パラメータのデータベースを確立し、プロセスを最適化します。

### 今後の動向

超音波混合: 高周波振動により粒子の分散を改善します。

インテリジェント機器: 人工知能幼児混合パラメータを最適化します。

グリーンテクノロジー: 低エネルギー混合装置の開発。

新しい装置: 混合効率を向上させるための流動床ミキサーなど。

## 6.2.2 快適プレスおよび静水圧プレス装置

### 使い方:

サクサクプレスは粉末を機械的にプレスして初期ピレットを形成し、静水圧プレス装置(CIP)は均一な高圧(数百メガパスカル)ピレット密度を向上させ、焼結性能を最適化します。

ソフトプレスの原理: ソフトシステムを介して一方向圧力が加えられ、粉末が圧縮されてピレットが形成されます。

静水圧プレス原理: ピレットの密度を均一にするために、液体媒体に等方性圧力が加えられます。

### 著作権および法的責任に関する声明

## 構造設計

### スムーズなプレス:

主なコンポーネント: わかりやすい、金型、制御システム、安全装置。

設計上の特徴: 安心セキュリティは高圧(100~500MPa)を提供し、金型は高硬度鋼でできています。制御システムには圧力センサーが装備されており、精度を確保しています。

環境要件: 粉体の汚染を防ぐために、クリーンな環境で運営する必要があります。

### 静水圧プレス装置:

主な構成要素: 圧力容器、ゴム型、ポンプシステム、真空システム。

設計上の特徴: 圧力容器は高張力合金鋼製で、ゴム型は高弾性です。真空システムにより、気泡はありません。

環境要件: 低湿度環境で動作します。

## 運用プロセス

### スムーズなプレスプロセス:

混合された粉末は金型に充填され、ストレスなくプレスに入れられます。

圧力と保持時間を設定してプレスを開始します。

ブランクを除去、密度と欠陥を確認します。

### 静水圧プレスプロセス:

粉末はゴム型に投入され、圧力容器に入れられます。

高圧液体を注入し、等方性圧力を加えます。

ブランクを取り外し、乾燥した環境に保管してください。

## 職人技の詳細

圧力制御: 亀裂や不均一を考慮するために、圧力相当と保持時間を最適化します。

金型設計: 金型の形状と弾力性はピレットの品質に影響します。

環境管理: プレスワークショップはほこがなく、湿度が低い必要があります。

## 影響少なからず

装置の精度: 圧力制御の精度はピレットの密度に影響します。

粉末の特性: 粉末の流動性と粒度分布は、プレス効果に影響します。

金型の品質: 金型の耐摩耗性と弾性はピレットの形状に影響します。

動作仕様: パラメータ設定と機器のメンテナンスは、プレス品質に影響します。

## 戦略を最適化する

設備のアップグレード: 高精度ワイヤレスプレスとCIP装置を採用。

金型の最適化: 高弾性と耐摩耗性の金型を使用します。

プロセス監視: 当面の圧力監視システムを実装します。

データ分析: プレスパラメータのデータベースを確立し、プロセスを最適化します。

### 著作権および法的責任に関する声明

## 今後の動向

熱間静水圧プレス (HIP): 高温と高圧を組み合わせることで密度を高めます。

スマートデバイス: センサーによる最適化された圧力制御。

グリーンテクノロジー: 低エネルギー抑制装置を開発します。

新しい設備: 高周波振動プレス機など、欠陥を減らします。

### 6.2.3 高温焼結炉(真空/雰囲気炉)

#### 使い方:

高温焼結炉は、粉末粒子を結合して高温(2000~2200℃)で高密度電極を形成します。真空炉は低圧環境で酸化を軽減し、雰囲気炉は水素や不活性ガスで粒子を保護します。

真空焼結原理: 低圧環境(10-3Pa)は酸化セリウムの揮発を低減し、微粒子を形成します。

雰囲気焼結原理: 酸化を防ぐための還元雰囲気として高純度水素(純度 $\geq 99.999\%$ )。

#### 構造設計

##### 真空焼結炉:

主な構成要素: 炉本体、真空ポンプ、発熱体(モリブデンまたはタングステン)、温度制御システム。

設計上の特徴: 炉本体は耐高温合金製で、真空ポンプにより高真空レベルが保証されます。温度制御システムは高精度(偏差 $< \pm 10^{\circ}\text{C}$ )を備えています。

環境要件: クリーンな環境で動作します。

##### 雰囲気焼結炉:

主な構成要素: 炉本体、ガス循環システム、発熱体、露点制御システム。

設計上の特徴: ガス循環システムは均一な雰囲気を確保し、露点制御システムは低含水率( $< -40^{\circ}\text{C}$ )を維持します。

環境要件: 排気ガス処理システムが必要です。

#### 運用プロセス

##### 真空焼結プロセス:

ピレットを炉本体に置き、真空ポンプを起動して目標真空レベルに到達します。

焼結温度まで加熱し、数時間保温し、ゆっくりと冷まします。

電極の密度と構造を確認し、密閉容器に保管してください。

##### 雰囲気焼結プロセス:

ピレットを炉本体に入れて、高純度の水素を注入します。

焼結温度まで加熱し、保温・低温鑑賞します。

電極の品質を確認し、乾燥した環境に保管してください。

#### 職人技の詳細

温度制御: 過剰な粒径を気にするために、炉内の温度を均一にご覧ください。

#### 著作権および法的責任に関する声明

雰囲気管理：水素の流量と露点を正確に制御する必要があります。

冷却速度：ゆっくりとした冷却により熱ストレスが回避されます。

#### 影響少なからず

装置精度：温度制御と真空制御の精度は焼結品質に影響する。

大気純度：ガス中の水分や酸素は酸化を考える可能性があります。

ピレットの特性：ピレットの密度とドーピングの均一性は焼結効果に影響する。

動作仕様：パラメータ設定とメンテナンスレベルは機器の性能に影響します。

#### 戦略を最適化する

機器のアップグレード：高精度の温度制御と真空システムを採用。

雰囲気最適化：高純度水素と露点制御の使用。

プロセス監視：その間の温度と雰囲気の監視を行います。

データ分析：焼結パラメータのデータベースを確立し、プロセスを最適化する。

#### 今後の動向

プラズマ焼結 (SPS)：パルス電流による急速焼結。

インテリジェント機器：人工知能によって焼結パラメータを最適化します。

グリーンテクノロジー 低エネルギー焼結炉の開発

新しい設備：マイクロ波焼結炉など、加熱の均一性を向上させます。

### 6.3 セリウムタングステン電極の加工装置

加工装置は、焼結ピレットをカレンダー、伸線機、グラインダー、研磨機、切断装置などの標準電極に加工するために使用されます。これらのデバイスは、電極の幾何学的精度と表面品質を確保する必要があります。

#### 6.3.1 カレンダーと描画機

##### 使い方：

カレンダーは高温と機械的な力によってピレットを棒状に変形させ、伸線機は金型一貫直径棒を伸ばして標準の電極を形成します。

カレンダー加工の原理：ホットカレンダー加工は、複数回の変形パス保育棒の密度と機械的強度を向上させます。

絞り原理：熱間絞りは、金型の延伸幼児表面品質と幾何学的精度を最適化します。

#### 構造設計

##### カレンダー：

主要コンポーネント：カレンダーローラー、加熱システム、駆動モーター、制御システム。

設計上の特徴：カレンダーローラーは超硬またはセラミック製で、加熱システムは均一な高温を保証します。

環境要件：酸化を防ぐために保護雰囲気で操作する必要があります。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 引っ張り機:

主要要素: 絞り金型、潤滑システム、牽引装置、制御システム。

設計上の特徴: 金型はダイヤモンドまたは超硬でできており、潤滑システムはグラファイトエマルジョンを使用しています。

環境要件: クリーンな環境で動作します。

### 運用プロセス

#### カレンダー加工プロセス:

ビレットは高温に加熱され、カレンダーに入れられます。

バーはカレンダー加工の複数回のパスによって形成され、表面品質がチェックされます。冷却後は乾燥した環境に保管してください。

#### 引っ張りプロセス:

バーは加熱され、金型に引っ張られます。

潤滑剤を塗布して引っ張り速度を制御します。

電極径と表面品質をご確認ください。

### 職人技の詳細

カレンダーパラメータ: 亀裂を待つために、変形量と温度を最適化する必要があります。

図面パラメータ: 金型の細孔サイズと潤滑剤の比率は、表面品質に影響します。

環境管理: 保護雰囲気と低湿度を維持します。

### 影響少なからず

装置の精度: ロールとダイの精度は加工の品質に影響します。

材料特性: ビレットの密度と硬度は加工の難しさに影響します。

潤滑剤の品質: 描画面の品質に影響します。

動作仕様: パラメーター設定とメンテナンスレベルは、加工効果に影響します。

### 戦略を最適化する

設備のアップグレード: 高精度カレンダーと絞り機を採用。

金型の最適化: 高硬度、耐摩耗性の金型を使用します。

プロセス監視: 当面監視システムを実装します。

データ分析: 処理パラメータのデータベースを確立します。

### 今後の動向

精密加工技術: 超微細電極に適した装置を開発。

インテリジェント機器: センサーで処理パラメータを最適化します。

グリーンテクノロジー: 環境に優しい潤滑剤と低エネルギー機器の使用。

新しい設備: 連続伸線機など、効率を向上させます。

## 6.3.2 精密研削盤と研磨機

### 使い方:

#### 著作権および法的責任に関する声明

精密研削盤はダイヤモンド砥石で電極を研削することでテーパ角を作成し、研磨機は機械的または化学的な研磨によって表面仕上げを向上させ、アーク放電性能を最適化します。

研削原理: 砥石は高速回転によって材料を除去し、正確なテーパ角を備えます。

研磨原理: 研磨ヘッドは摩擦や化学作用により表面仕上げを向上させます。

### 構造設計

#### 精密研削盤:

主要構成要素: 砥石、スピンドル、冷却システム、角度制御システム。

設計上の特徴: 砥石はダイヤモンド素材で作られており、スピンドルは高精度の回転を提供します。

環境要件: 熱損傷を防ぐためにクーラントで動作します。

#### 研磨機:

主な構成要素: 研磨ヘッド、研磨液システム、制御システム。

設計上の特徴: 研磨ヘッドは柔らかい素材で作られており、制御システムにより角度の一貫性が保証されます。

環境要件: クリーンな環境で動作します。

### 運用プロセス

#### 研削プロセス:

電極はグラインダーに固定され、円錐角と砥石のパラメータが設定されます。

研削を開始し、クーラントをスプレーします。

円錐の角度と表面の品質をご確認ください。

#### 研磨プロセス:

研磨された電極を研磨機に入れ、研磨液でコーティングします。

研磨を開始し、速度と時間を制御します。

表面仕上げをご確認ください。

### 職人技の詳細

砥石の選択: 電極サイズに応じて粒子サイズ(200~400メッシュ)を最適化する必要があります。

クーラント管理: 低温(30℃未満)と高純度を維持します。

研磨パラメータ: 研磨液の比率と速度を正確に制御する必要があります。

### 影響少なからず

装置精度: 砥石と研磨ヘッドの精度は加工品質に影響します。

電極特性: 硬度と微細構造は研削の難しさに影響します。

クーラントの品質: 研削効果と表面品質に影響します。

動作仕様: パラメータ設定とメンテナンスレベルは、加工効果に影響します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 戦略を最適化する

設備のグレードアップ：高精度研削盤と研磨機を採用。  
砥石の最適化：高硬度のダイヤモンド砥石を使用します。  
プロセス監視：当面監視システムを実装します。  
データ分析：処理パラメータのデータベースを確立します。

### 今後の動向

レーザーアシスト研削：加工精度と効率が向上します。  
インテリジェント機器：センサーによる研削パラメータの最適化。  
グリーンテクノロジー：環境に優しいクーラントと低エネルギー機器の利用。  
新しい設備：超音波研磨機など、表面品質を向上させます。

### 6.3.3 切断および成形装置

#### 使い方：

切断装置はレーザーまたはワイヤー放電加工によってバーを標準長さに切断し、成形装置は治療具によって電極の真直度を補正します。

切断原理：レーザー切断は高エネルギービームによって材料を溶かし、ワイヤー切断は放電によって材料を訴えさせます。

成形原理：治療具は機械的な力によって電極の形状を補正します。

#### 構造設計

##### レーザー切断機：

主要構成要素：レーザー、集束システム、モバイルプラットフォーム、制御システム。  
設計上の特徴：レーザーは高エネルギービームを照射し、集束システムにより切断の精度が保証されます。  
環境要件：冷却剤または保護雰囲気で作動します。

##### 成形装置：

主なコンポーネント：遮断、セキュリティシステム、制御システム。  
設計上の特徴：クランプは高強度素材で作られており、ソフトシステムが均一な圧力を提供します。  
環境要件：クリーンな環境で作動します。

#### 運用プロセス

##### 切断プロセス：

バーを切断機に固定し、切断パラメータを設定します。  
レーザーまたはワイヤーカットを開始し、速度と経路を制御します。  
切断面の品質を確認します。

##### 成形プロセス：

電極を固定具の上に置き、補正力を加えます。

#### 著作権および法的責任に関する声明

真直ぐに表面品質を確認します。

### 職人技の詳細

切断パラメータ: 熱影響部を気にするために、レーザー出力と切断速度を最適化する必要があります。

治療具の設計: 治療具の精度と剛性は補正効果に影響します。

環境管理: 保護された雰囲気と清潔な環境を維持します。

### 影響少なからず

装置の精度: レーザーと治療具の精度は加工の品質に影響します。

材料特性: 電極の硬さと延性は加工の難しさに影響します。

動作仕様: パラメータ設定とメンテナンスレベルは、加工効果に影響します。

### 戦略を最適化する

設備のグレードアップ: 高精度レーザー切断機と成形装置を採用。

プロセス監視: 当面監視システムを実装します。

データ分析: 処理パラメータのデータベースを確立します。

環境管理: 効率的な換気システムを備えています。

### 今後の動向

フェムト秒レーザー切断: 切断精度と効率を向上させます。

インテリジェント機器: センサーで処理パラメータを最適化します。

グリーンテクノロジー: 低エネルギー切断装置の開発。

新しい装置: 電磁成形機など、補正効率を向上させます。

## 6.4 セリウムタングステン電極の試験および品質管理装置

検査および品質管理装置を使用して、電極の組成、微細構造、特性を分析し、電極が性能の溶接要件を満たしていることを確認します。

### 6.4.1 組成分析装置(ICP-MS、XRFなど)

#### 使い方:

組成分析装置は、分光法または質量分析技術を用いて電極中のタングステン、酸化セリウム、不純物レベルを検出し、純度ドーピングの均一性を確保します。

ICP-MSの原理: サンプルのプラズマイオン化、質量分析計はイオン品質を分析し、ppmレベルの不純物を検出します。

蛍光X線の原理: X線でサンプルを刺激し、蛍光スペクトルを分析し、成分を迅速に検出します。

### 構造設計

#### ICP-MSです。

主要コンポーネント: プラズマ発生器、質量分析計、サンプル導入システム、データ分析システム。

#### 著作権および法的責任に関する声明

設計上の特徴: プラズマ発生器は、質量分析計の高い精度 (ppbクラス) で高温イオン化環境を提供します。

環境要件: クリーンルーム (ISOレベル5) で運転します。

#### 蛍光X線分析:

主な構成要素: X線管、検出器、データ処理システム。

設計上の特徴: X線管は安定した光源と高い検出器分解能を提供します。

環境要件: ほこりのない環境で動作してください。

#### 運用プロセス

##### ICP-MSプロセス:

サンプルを酸溶液に溶かし、プラズマに導入します。

質量分析計はイオン質量を分析し、組成データを生成します。

検査精度を確保するために機器を補正します。

##### XRFプロセス:

サンプルはX線ビームの下に置かれ、検出器は蛍光信号を収集します。

データ処理システムは、コンポーネントの分布を分析します。

#### 職人技の詳細

サンプルの前処理: サンプルの表面が清潔で汚染がないことを確認してください。

機器の校正: テストの精度を確保するために、標準サンプルを定期的に校正します。

環境管理: 低湿度でほこりのない環境を維持する必要があります。

#### 影響少なからず

デバイスの精度: 分光計と質量分析計の分解能力は、評価結果に影響します。

サンプルの品質: 表面の汚染や不均一性は、分析精度に影響します。

動作仕様: 補正とメンテナンスのレベルは機器の性能に影響します。

#### 戦略を最適化する

装置のアップグレード: 高分解能ICP-MSとXRFを採用。

サンプルの最適化: サンプル前の処理プロセスを最適化します。

プロセス監視: 当面データ分析システムを実装します。

データ分析: 成分のデータベースを確立し、検出を最適化します。

#### 今後の動向

高分解能分析: ナノスケール純異物検出に適した装置を開発します。

インテリジェントデバイス: 人工知能児童データ分析を最適化します。

グリーンテクノロジー: 低エネルギー分析装置の開発。

新装置: シンクロトロンXRFなど、精度の向上。

#### 6.4.2 微細構造検出装置 (SEM、TEM)

##### 使い方:

##### 著作権および法的責任に関する声明

走査型電子顕微鏡（SEM）と透過型電子顕微鏡（TEM）は、電子ビームイメージングによって電極の粒子径と粒子分布を分析します。

SEMの原理:電子ビームがサンプル表面をスキャンして高解像度の画像を生成します。

TEM原理:電子ビームが試料を通過し、ナノスケールの構造を解析します。

## 構造設計

無し:

主な構成要素:電子銃、走査コイル、検出器、真空システム。

設計上の特徴:電子銃は高エネルギーの電子ビームを提供し、真空システムにより高解像度が保証されます。

環境要件:高真空環境で動作します。

は:

主な構成要素:電子銃、レンズシステム、サンプルステージ、イメージングシステム。

設計上の特徴:レンズシステムは高解像度イメージングを提供し、サンプルステージはナノスケールの位置決めをサポートします。

環境要件:超高真空環境で動作します。

## 運用プロセス

### SEMプロセス:

サンプルをサンプル台に固定し、真空室に置いた。

電子ビームスキャンを開始して、表面画像を生成します。

分布粒子と粒径を解析します。

### TEMプロセス:

極薄サンプルを準備し、サンプルステージに置きました。

電子ビームが活性化されるサンプルを経由し、ナノスケールの画像が生成されます。

結晶構造と粒子分布の解析

## 職人技の詳細

サンプルの準備:SEMは表面研磨する必要があるため、TEMは超薄片化する必要があります。

機器の補正:電子ビームと検出器を定期的に補正します。

環境制御:超高真空で振動のない環境を維持する必要があります。

## 影響少なからず

デバイスの精度:電子ビームと検出器の分解能力は画像品質に影響します。

サンプルの品質:サーフェスまたはスライス品質は、分析結果に影響します。

動作仕様:補正とメンテナンスのレベルは機器の性能に影響します。

## 戦略を最適化する

機器のアップグレード:高解像度のSEMとTEMを採用。

### 著作権および法的責任に関する声明

サンプルの最適化: 前の処理プロセスを最適化して、サンプルの品質を向上させます。

プロセス監視: 保留画像解析システムを実装します。

データ分析: 微細構造データベースを確立します。

#### 今後の動向

高分解能TEM: ナノスケール構造を解析します。

スマートデバイス: 人工知能で画像解析を最適化します。

グリーンテクノロジー 低エネルギー顕微鏡の開発

新しい機器: 動的観察に適した環境SEMなど。

#### 6.4.3 性能試験装置(アーク開始性能試験機)

##### 使い方:

アーク開始性能試験機は、アーク電圧、電流安定性、アーク持続時間を測定して溶接環境をシミュレートすることにより、電極の性能を評価します。

試験原理: アークは高周波アーク開始装置によって開始され、電気パラメータが記録されます。

主要要素: アーク始動電圧、アーク安定性、電極寿命。

##### 構造設計

主要構成要素: 高周波アーク開始装置、電流センサー、ガス制御システム、データ収集システム。

設計上の特徴: 高周波アークイニシエーターは安定したアークを提供し、センサー精度は高い( $\pm 0.1A$ )。

環境要件: 模擬溶接環境で動作します。

##### 運用プロセス

###### テストプロセス:

電極を試験装置に取り付け、アルゴンガスを通過させます。

高周波アークを開始し、電気パラメータを記録します。

アーク開始性能とアーク安定性を解析します。

##### 職人技の詳細

テストパラメータ: 電流、電圧、ガス流量を正確に制御する必要があります。

環境制御: 実際の溶接条件をシミュレートする必要があります。

機器の補正: 精度を確保するために、センサーを定期的に補正します。

##### 影響少なからず

機器の精度: センサーと制御システムの精度はテストの結果に影響します。

電極の品質: 酸化セリウムの分布はアーク開始性能に影響します。

環境条件: ガスの純度と水分は試験結果に影響します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

## 戦略を最適化する

設備のグレードアップ：高精度テスターを採用。

テストの最適化：テストパラメータを最適化して、複数の溶接条件をシミュレートします。

プロセス監視：継続データ収集システムを実装します。

データ分析：パフォーマンスデータベースを確立し、テストを最適化します。

## 今後の動向

インテリジェント テスト：人工知能幼児パフォーマンスデータを分析します。

多機能テスト：を含む性能試験装置を開発します。

グリーンテクノロジー：低エネルギー試験装置の開発。

新しい装置：精度を向上させるためのダイナミックアークテスターなど。

## 6.5 セリウムタングステン電極の自動化およびインテリジェント機器

自動化とインテリジェンスは、ロボット工学、センサー、データ分析生産性と品質の継続性を向上させます。

### 6.5.1 産業用ロボットと自動生産ライン

#### 使い方：

産業用ロボットは、混合、プレス、加工などの作業を実行するようにプログラムされており、自動化された生産ラインはベルトコンベアと制御システムを通じて連続生産を実現します。

ロボットの原理：多軸ロボットアームにより高精度な操作を行います。

生産ラインの原理：コンベアベルトと自動化装置によるプロセス統合。

#### 構造設計

##### 産業用ロボット：

主要構成要素：ロボットアーム、サーボモーター、センサー、制御システム。

設計上の特徴：ロボットアームは高精度の位置決めを提供し、センサーは動作を一時的に監視します。

環境要件：クリーンな環境で動作します。

##### 自動生産ライン：

主要コンポーネント：コンベアベルト、自動化機器、中央制御システム。

設計上の特徴：コンベアベルトは耐摩耗性素材で作られており、制御システムはマルチ機器操作と統合されています。

環境要件：ほこりのない低湿度の環境を維持します。

#### 運用プロセス

##### ロボットの操作：

混合やプレスなどのタスクを実行するようにプログラムされたロボット。

#### 著作権および法的責任に関する声明

センサーは操作の精度を監視し、アクションを調整します。  
完成品の品質をご確認ください。

### 生産ラインの運営:

ベルトコンベアを起動し、各機器の動作を調整します。  
中央制御システムは生産状況を監視します。  
完成品を集めて密閉容器に保管します。

### 職人技の詳細

ロボットプログラミング:パスアクションを最適化して効率を向上させます。  
生産ラインの調整: 継続性を確保するために、機器を先に接続する必要があります。  
環境管理:清潔で安定した環境を維持します。

### 影響少なからず

設備の精度:ロボットとコンベアベルトの精度は生產品質に影響します。  
プログラミング品質:プログラムの最適化の程度は効率に影響します。  
環境条件:ほこりや湿気は機器の性能に影響を与えます。

### 戦略を最適化する

設備のアップグレード:高精度ロボットとコンベアベルトを採用。  
プログラミングの最適化:人工知能を使ってアクションパスを最適化します。  
プロセス監視:当面監視システムを実装します。  
データ分析:生産パラメータデータベースを確立します。

### 今後の動向

協働ロボット:人間と機械のコラボレーション効率を向上させます。  
インテリジェント生産ライン:モノのインターネットを介して機器を統合します。  
グリーンテクノロジー:低エネルギーロボットの開発。  
新しい設備:多品種生産に適した柔軟な生産ラインなど。

## 6.5.2 オンライン監視およびデータ収集システム

### 使い方:

オンライン監視システムはセンサー生産パラメータを次々に検出し、データ収集システムはデータを分析してプロセスを最適化します。

監視原理:センサーは、温度、圧力、ガス流量などのパラメータを検出します。  
データ収集の原則:データベースと幼児アルゴリズム生産データを分析します。

### 構造設計

#### オンライン監視システム:

主な構成要素:センサー、データ転送モジュール、ディスプレイシステム。  
設計上の特徴:センサーは高精度で、データ転送モジュールは随時転送をサポートします。

#### 著作権および法的責任に関する声明

環境要件:安定した環境で動作する必要があります。

#### データ収集システム:

主なコンポーネント: サーバー、データベース、分析ソフトウェア。

設計上の特徴:データベースはビッグデータストレージをサポートし、分析ソフトウェアは人工知能アルゴリズムを統合しています。

環境要件: 安全なネットワーク環境で運用します。

#### 運用プロセス

##### 監視プロセス:

生産設備にセンサーを設置し、ついでにデータを収集します。

データは表示システムに送信され、生産状況を監視します。

安定した生産を確保するために、異常なパラメータを調整します。

##### データ収集プロセス:

本番データを収集し、データベースに保存します。

解析ソフトウェアによるプロセスパラメータの最適化

生産をリードするための品質レポートを生成します。

#### 職人技の詳細

センサーの: 高精度センサーは、パラメータの種類に応じて選択する必要があります。

データ分析: 分析効率を向上させるには、アルゴリズムを最適化する必要があります。

環境制御:ネットワークと電力の安定性を確保します。

#### 影響少なからず

センサーの精度: データ品質に影響します。

アルゴリズム効率:分析結果に影響します。

ネットワークの安定性: データ送信に影響します。

#### 戦略を最適化する

機器のアップグレード:高精度のセンサーとサーバーを採用。

アルゴリズムの最適化: 機械学習を使用して分析精度を向上させます。

ネットワークの最適化: 安定したデータ伝送を保証します。

データ分析:プロセスを最適化するためのデータベースを確立します。

#### 今後の動向

デジタルツイン技術:生産プロセスの最適化パラメータをシミュレートします。

インテリジェントな監視: 人工知能パラメータを動的に調整します。

グリーンテクノロジー 低エネルギー監視システムの開発

新しい機器: マルチ統合センサーシステムなど、監視効率を向上させます。

#### 著作権および法的責任に関する声明



## 第7章セリウムおよびタングステン電極の内部の規格

非消耗電極の代表として、リウムセタングステン電極の品質と性能は、溶接および切断プロセスの安定性と効率に直接影響します。この章では、国際規格、国内規格、規格の比較と解釈、規格の更新と開発動向の4つの側面からセリウムタングステン電極の標準化システムを体系的に説明し、各規格の背景、目的、適用範囲、コアコンテンツについて深く分析します。

### 7.1 セリウムタングステン電極の国際規格

国際規格は、主に国際標準化機構（ISO）、米国溶接協会（AWS）、および欧州標準化委員会（EN）の規格を含み、セリウムタングステン電極の製造と応用に関する世界的な技術仕様を提供します。

#### 7.1.1 ISO 6848: タングステン電極の分類と要件

##### 標準的な背景

ISO 6848 アーク溶接および切断—非消費タングステン電極—分類は、国際標準化機構（ISO）によって開発、1984年に最初に発行され、2004年に最後に改訂されました。私たちは、純粋なタングステン電極と酸化セリウム、酸化トリウム、酸化ランタンなどの酸化物がドープされた電極を対象としています。

##### 著作権および法的責任に関する声明

目的: タングステン電極の分類、構成、性能を標準化することで国際貿易と技術交流を促進し、様々な国や業界における電極の多用途性を確保します。

適用範囲: TIG溶接、プラズマ溶接、切断に適しております、低電流精密溶接から高入熱工業溶接まで幅広い応用レールをカバーします。

改訂の歴史: 1984年の初版では基本的な分類の自信が確立され、2004年の改訂では、新しい電極材料の開発を反映して、ドーピング電極の詳細な要件が追加されました。

## 標準コンテンツ

ISO 6848 は、セリウムタンングステン電極 (WC20) の技術要件を詳しく説明しております、次の側面をカバーしています。

と分類同定: セリウムタンングステン電極は、酸化セリウム含有量が 1.8% ~ 2.2% (質量分率) の WC20 として分類されます。この規格では、識別しやすいように電極に端子グレーマークを付ける必要があります。

化学組成: タングステンマトリックスの純度は99.5%以上に達する必要がある、アーク開始性能とアーク安定性を最適化するために、主なドーピングとしての酸化セリウムの含有量は1.8%~2.2%に厳密に制御する必要があります。

寸法と公差: 電極の直径は、精密な製造要件を満たすために 0.510 mm から 50175 mm の範囲です (例: 直径公差  $\pm 0.05$  mm、長さ公差  $\pm 1$  mm)。この規格は、電極の真直度真円度の要件も指定しています。

表面品質: 電極表面は機械で、亀裂、酸化層、油汚れ、損傷がないことが求められます。表面仕上げは、通常、研磨または化学洗浄によって達成される高周波アーク放電のニーズを満たす必要があります。

性能要件: 低電流でのセリウムタンングステン電極のアーク放電性能、アーク安定性、耐燃焼性を強調します。この規格では、電極がアーク開始試験と寸法アーク試験に合格して、さまざまな溶接条件下の性能を検証する必要があります。

検出方法: 誘導結合プラズマ質量分析 (ICP-MS) または蛍光X線分光法 (XRF) を使用して化学組成を検出し、走査型電子顕微鏡 (SEM) を使用して微細構造を分析し、アーク開始試験機を使用して電気的特性を評価します。

梱包と保管: 電極のパッケージには防湿性と防水性が求められ、WC20 のモデル、バッチ番号、メーカー情報が記載されています。梱包材は国際輸送基準に準拠し、輸送中や保管中に電極が損傷しないように必要があります。

認証要件: メーカーは、組成、寸法、および性能テスト幼児適合証明書を取得するために、ISO 認証機関にサンプルを提出する必要があります。

## 注意事項

ISO 6848は、セリウムタンングステン電極の放射能が低いという優先を特に強調しており、航空宇宙などの高セキュリティ産業のニーズを満たすために酸化トリウム電極の代替品として推奨しています。この規格は、世界市場におけるWC20電極の一貫性を確保するために、色分けされた詳細なガイドラインも提供しています。さらに、標準付録には、推奨電流範囲やシールドガスの種類(アルゴンまたはヘリウム)などの溶接パラメータに関する推奨事項が含まれており、ユーザーにアプリケーションの参照を提供します。

### 著作権および法的責任に関する声明

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO<sub>2</sub>). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

**Excellent Arc Starting:** Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

**Low Burn-off Rate:** Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

**High Arc Stability:** Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

**Radiation-Free & Eco-Friendly:** A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO <sub>2</sub> Content	Color Code	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

著作権および法的責任に関する声明

## 7.1.2 AWS A5.12 : タングステン電極の仕様

### 標準的な背景

AWS A5.12「アーク溶接および切断用のタングステンおよび酸化物分散タングステン電極の仕様」は、米国溶接協会(AWS)によって開発、2009年に最後に改訂されました。この規格は、北米市場におけるタングステン電極の製造と応用に関する詳細な仕様を提供しており、セリウムタングステン電極はEWCe-2として定義されており、TIG溶接およびプラズマ溶接に適しており、航空宇宙、自動車製造、エネルギー、その他の産業で広く使用されています。

目的: 北米市場におけるタングステン電極の統一仕様を提供し、製品の品質と溶接プロセスの限界性を確保し、業界の標準化を促進すること。

適用範囲: TIG溶接、プラズマ溶接、切断に適しており、特に高精度および低電流の溶接スケジュールに重点が置かれています。

改訂の歴史:1998年の初版は分類の基礎ドローを理解し、2009年の改訂版では、新しい溶接装置の開発に適応するために電極の性能要件が追加されました。

### 標準コンテンツ

AWS A5.12 は、セリウムタングステン電極 (EWCe-2) の技術要件に関する仕様を提供し、次の側面をカバーしています。

と分類識別: セリウムタングステン電極は、酸化セリウム含有量が 1.8% ~ 2.2% の EWCe-2 として分類され、端は灰色でマークされており、国際識別のための ISO 6848 と一致しています。

化学組成: タングステンマトリックスの純度は99.5%≧必要があり、酸化セリウムの含有量は1.8%~2.2%に厳密に管理されています。電極の電気の性能を確保するには、不純物(鉄、シリコン、アルミニウムなど)の含有量が指定されたしきい値を下回る必要があります。

寸法と公差: 電極の直径は 0.56.4 mm から長さ 75300 mm の範囲で、公差 (直径公差 ± 0.03 mm、長さ公差 ±0.5 mm) などが厳しく、高精度の用途に適しています。

表面品質: 電極表面には亀裂、亀裂、酸化物、油汚れ、機械的な傷がないことが求められます。低電流アーク放電のニーズを満たすために、表面を精密に研磨する必要があります。

性能要件: 直流 (DC) および交流 (AC) 溶接における EWCe-2 電極のアーク開始性能とアーク安定性を強調し、高波アーク開始試験と長期寸法アーク試験が必要です。

検出方法: 化学組成を検出するには XRF または原子分光法 (AAS)、微細構造を分析するには SEM または光学顕微鏡を使用し、アーク開始と寸法 アーク性能を評価するにはアークテスターを使用することが規定されています。

梱包と保管: 電極のパッケージには防湿性と防水性が求められ、EWCe-2 のモデル、サイズ、メーカー情報が記載されています。輸送中の機械的損傷を防ぐために、梱包は北米の配送基準に準拠する必要があります。

認証要件: 企業は、適合性認証を取得するために、構成、サイズ、および性能テストに合格するために、サンプルを AWS 認証機関に提出する必要があります。

### 著作権および法的責任に関する声明

## 注意事項

AWS A5.12 は色分けの均一成績特別な注意を払っております、EWCe-2 のグレーマーキングは北米市場で広く採用されており、ユーザーは電極の種類を迅速に識別できます。この規格には、さまざまな直径の電極の電流範囲とシールドガス比を推奨する詳細な溶接パラメータ表も提供されており、ユーザーが溶接プロセスを最適化されやすくなっています。さらに、標準付録には、電極の寿命を延ばすために高温多湿を避けるなど、電極の保管と取り扱いに関する注意事項が含まれています。

### 7.1.3 EN 26848: タングステン電極の欧州規格

#### 標準的な背景

EN 26848「不活性ガスシールドアーク溶接およびプラズマ切断および溶接用のタングステン電極」は、欧州標準化委員会(CEN)によって開発され、1991年に最後に改訂されました。この規格は、ヨーロッパ市場向けのタングステン電極の技術仕様を提供しており、セリウムタングステン電極は、TIGおよびプラズマ溶接用にISO 6848に準拠したWC20として定義されており、航空宇宙、エネルギー、自動車製造で広く使用されています。

目的:ヨーロッパ市場におけるタングステン電極の仕様を統一し、技術交流と市場アクセスを促進し、製品の品質と安全性を確保すること。

適用範囲:TIG溶接、プラズマ溶接、切断に適しており、特に高精度で環境保護が要求されるシナリオに適しています。

改訂履歴:1991年の改訂ではISO 6848と調和し、ドーピング電極の性能要件が追加されました。

#### 標準コンテンツ

EN 26848は、セリウムタングステン電極(WC20)の技術要件を詳しく説明し、次の側面をカバーしています。

と分類識別:セリウムタングステン電極はWC20として分類され、酸化セリウム含有量は1.8%~2.2%で、暫定グレーにマーキングがあり、ISO 6848に準拠しています。

化学組成:タングステンマトリックスの純度は $\geq 99.5\%$ 、酸化セリウムの含有量は1.8%~2.2%、不純物元素(鉄や炭素など)の含有量は厳密に管理する必要があります。

寸法と公差:電極の直径は、公差要件が厳しい長さ(公差 $\pm 0.05$  mm、長さ公差 $\pm 1$  mmなど)で0.510 mmから50175 mmの範囲です。

表面品質:電極表面はスムーズで、亀裂、酸化層、汚染がない必要があり、高周波アーク放電のニーズを満たすために研磨または化学洗浄する必要があります。

性能要件:WC20電極の低電流でのアーク開始性能とアーク安定性を強調し、標準化されたアーク開始および寸法アークテストに合格する必要があります。

検出方法:化学組成の検出にはICP-MSまたはXRF、微細構造の分析にはSEM、電気特性の評価にはアーク開始試験機が使用されます。

梱包と保管:電極のパッケージは防湿性と防水性があり、WC20モデル、バッチ番号、メーカー情報が記載されており、ヨーロッパの出荷基準に準拠している必要があります。

認証要件:企業は、適合証明書を取得するために、構成、サイズ、および性能テストに合

#### 著作権および法的責任に関する声明

格するために、サンプルを CEN 認証機関に提出する必要があります。

## 注意事項

EN 26848 は ISO 6848 と高度に調和しており、安全性と持続可能性に対して欧州市場の厳しい権利に適したセリウムこの規格は、シールドガスとしてのアルゴンの使用の推奨や、電極の直径に応じた電流範囲の調整など、溶接プロセスに関する推奨事項も提供しています。さらに、標準付録には、ヨーロッパがグリーン製造を重視していることを反映して、リサイクル可能な梱包材の使用など、電極保管に関する環境要件が含まれています。

## 7.2 セリウムタングステン電極の国内規格

国内規格は、製品の品質と業界競争力を確保するために、主に国家規格（GB）と業界標準（JB）を含み、中国市場におけるセリウムタングステン電極の製造と応用に関する仕様を提供します。

### 7.2.1 GB/T 4192: タングステン電極の技術条件

#### 標準的な背景

GB/T 4192「不活性ガスシールドアーク溶接、プラズマ溶接、切断用タングステン電極」は国家標準化技術委員会によって策定され、最新の改訂版は2015年に制定されました。この規格は、中国市場におけるタングステン電極の技術仕様を提供し、セリウムタングステン電極はWC20として定義され、TIGおよびプラズマ溶接に適しており、航空宇宙、エネルギー、自動車、その他の産業で広く使用されています。

目的: 国内のタングステン電極の生産、試験、応用を標準化、製品の品質と業界競争力を向上させ、国際市場へのアクセスを促進すること。

適用範囲: TIG溶接、プラズマ溶接、切断に適しており、低電流精密溶接から高熱入力工業溶接までの足場をカバーします。

改訂履歴: 最初の2000年版では基本的なフレームワークが確立され、2015年の改訂版ではISO 6848と調和してドーピング電極の性能要件が向上しました。

#### 標準コンテンツ

GB/T 4192 は、セリウムタングステン電極（WC20）の技術要件を含めて規定しており、次の側面をカバーしています。

と分類識別: セリウムタングステン電極はWC20に分類され、酸化セリウム含有量は1.8%~2.2%で、端にはグレーのマーキングが使用されており、これは国際規格と一致しています。

化学組成: タングステンマトリックスの純度は99.5%≧必要があり、酸化セリウムの含有量は1.8%~2.2%に厳密に管理されています。電極の性能を確保するには、不純物元素（鉄、シリコン、炭素など）の含有量が指定されたしきい値を下回る必要があります。

寸法と公差: 電極の直径範囲は 0.510 mm、長さ範囲は 50175 mm、公差要件は中程度（公差 ±0.1 mm、長さ公差 ±1.5 mm）などで、国内生産条件に適しています。

表面品質: 電極表面に亀裂、酸化物、汚染がないことが求められ、アーク放電のニーズは研磨または洗浄によって満たされる必要があります。

#### 著作権および法的責任に関する声明

性能要件：アーク開始試験と寸法アーク試験に合格する必要がある WC20 電極のアーク発生性能、アーク安定性、および高温耐久性を強調します。

検出方法：化学組成には XRF または AAS、微細構造分析には SEM または光学顕微鏡、電気的特性を評価するにはアーク開始試験機が処方されます。

梱包と保管：電極のパッケージは、防湿性と防水性があり、WC20のモデル、サイズ、メーカー情報が記載されており、国内輸送基準に準拠している必要があります。

認証要件：企業は、適合証明書を取得するために、構成、サイズ、および性能テストに合格するために、サンプルを国家認証機関に提出する必要があります。

## 注意事項

GB/T 4192 は、中国市場の生産能力とコスト管理のニーズを無視して優先され、国際規格と比較して公差要件はわずかに緩いですが、性能要件は ISO 6848この規格は、推奨電流範囲やシールドガスの種類などの溶接パラメータの提案も提供しております、国内ユーザーがプロセスを最適化するのに便利です。さらに、標準付録には、電極の品質を確保するために湿気の多い高温環境を避けるなど、電極の保管と取り扱いに関する注意事項が含まれています。

### 7.2.2 JB/T 12706: 溶接用タングステン電極の規格

#### 標準的な背景

JB/T 12706「溶接用タングステン電極」は、中国機械工業連合会によって策定され、最新の改訂は2017年でした。この規格は、機械産業におけるタングステン電極の製造と応用に関する仕様を提供しており、セリウムタングステン電極はWC20として定義され、TIGおよびプラズマ溶接に適しており、機械製造、造船、エネルギー、その他の産業で広く使用されています。

目的：機械産業におけるタングステン電極の製造と使用を標準化、製品の品質と溶接プロセスの奥行き性を確保すること。

適用範囲：機械製造分野におけるTIG溶接およびプラズマ溶接に適しており、特に高強度と耐食性に対する高い要件があるために適しています。

改訂履歴：2010年の初版で基本仕様が指定され、2017年の改訂版ではドーブ電極の性能要件が追加されました。

#### 標準コンテンツ

JB/T 12706 は、セリウムタングステン電極 (WC20) の技術要件を詳細に指定しており、次の側面をカバーしています。

と分類識別：セリウムタングステン電極はWC20に分類され、酸化セリウム含有量は1.8%~2.2%で、端にはグレーのマーキングが使用されています。

化学組成：タングステンマトリックの純度は $\geq 99.5\%$ 、酸化セリウムの含有量は1.8%~2.2%、不純物元素(鉄やアルミニウムなど)の含有量は厳密に管理する必要があります。

寸法と公差：電極の直径は、中程度の公差要件(直径公差  $\pm 0.1$  mm など)長さで 0.5 mm から 50150 mm の範囲です。

表面品質：電極表面はスムーズで、亀裂、酸化物、機械的損傷がないことが要求され、溶

#### 著作権および法的責任に関する声明

接のニーズを満たすために研磨する必要があります。

性能要件: WC20 電極のアーク開始性能とアーク安定性を重視し、高強度溶接足場に適合しており、アーク試験によって検証する必要があります。

検出方法: 化学組成を検出するためにAASまたはXRF、微細構造を分析するために光学顕微鏡、性能を評価するためにアーク開始試験機が処方されます。

梱包と保管: 電極の梱包は、防湿性と防水性があり、WC20のモデルとメーカー情報がマークされており、機械業界の輸送基準に準拠している必要があります。

認証要件: 企業は、構成、サイズ、および性能テストに合格するために、業界の認証機関にサンプルを提出する必要があります。

## 注意事項

JB/T 12706 は、国内の中小企業の生産能力に適した、比較的柔軟な公差要件を備えた高入熱および耐食性環境におけるセリウムこの規格は、溶接品質を最適化するためのアルゴンまたはアルゴンとヘリウムの混合物の使用の推奨など、溶接プロセスのガイドラインも提供します。さらに、標準付録には、機械的損傷や湿気の多い環境を避けるなど、電極の保管に関する注意事項が含まれています。

### 7.2.3 その他の関連する業界標準

#### 標準的な背景

GB/T 4192 および JB/T 12706 に加えて、中国には航空宇宙産業規格（HB）やエネルギー産業規格（NB）など、セリウムタングステン電極を扱う他の業界標準があります。これらの規格は、特定の業界のアプリケーションのニーズに合わせて調整されており、航空宇宙やエネルギーなどのニーズの高い展望のために国家規格の詳細を補完します。

HB規格: HB 7716「航空溶接用タングステン電極」など、航空産業標準化委員会によって中国規格化され、航空宇宙の高精度溶接に適しています。

NB規格: 国家エネルギー局によって定められたNB / T 47018「圧力の溶接に関する技術仕様」など、エネルギー産業におけるパイプラインと圧力容器の溶接が含まれます。

目的: 電極の性能が特別な要件を満たしていることを確認するために、特定の業界向けにカスタマイズされた技術仕様を提供すること。

#### 標準コンテンツ

##### HB 7716:

分類識別: セリウムタングステン電極はWC20と定義され、酸化セリウム含有量は1.8%~2.2%で、端にはグレーのマーキングが使用されています。

化学組成: タングステンマトリックスの純度は99.7%以上で、不純物含有量は非常に低く、航空宇宙の高い信頼性のニーズを満たします。

寸法と公差: 電極の直径は 0.54 mm から 50150 mm の範囲で、公差は厳しいです（直径公差は 0.02 mm ± など）。

表面品質: 表面に欠陥がないことが要求され、低電流アーク放電の要件を満たすために精密研磨によって満たす必要があります。

性能要件: 低電流アーク放電性能とアーク安定性を重視し、高周波アーク放電試験に合格

#### 著作権および法的責任に関する声明

する必要があります。

検出方法: ICP-MSを使用して成分を検出し、SEMを使用して微細構造を分析し、アーク開始試験機を使用して性能を評価しました。

梱包と保管: 防湿・防塵梱包が必要で、バッチ番号が信頼され、航空輸送基準に準拠していることが必要です。

#### NB/T 47018:

分類識別: セリウムタングステン電極はWC20と定義され、酸化セリウムの含有量は1.8%~2.2%です。

化学組成: タングステンマトリックの純度は99.5%以上である必要があります、不純物含有量は低いです。

寸法と公差: 電極の直径は 18 mm から 50175 mm の範囲で、中程度の公差の長さです。

表面品質: 亀裂や酸化のない表面が必要です。

性能要件: 高温耐久性と溶接強度を重視し、アークテストに合格する必要があります。

検出方法: XRFは成分の検出に使用され、光学顕微鏡は構造の分析に使用され、アーク開始試験機は性能の評価に使用されます。

梱包と保管: 記載とメーカー情報が記載された防湿梱包が必要です。

その他の規格: 海洋産業規格 (CB) や鉄道産業規格 (TB) などは、セリウムタングステン電極の性能と試験要件が似ており、耐食性と高強度溶接に重点を置いています。

#### 注意事項

HB 7716 は、より過酷な公差と性能基準で航空宇宙産業の高精度要件を満たしており、薄肉構造や超合金の溶接に適しています。NB/T 47018 は、エネルギー産業における高い入熱と耐久焦点を当て、長時間の溶接電極の安定性を強調しています。これらの業界標準は、GB/T 4192 と調和して、特定の業界の特定のニーズを満たすためのより詳細なアプリケーションダンスを提供します。

### 7.3 セリウムタングステン電極の標準比較と解釈

#### 7.3.1 社内規格の類似点と類似点

##### 対照的な背景

リウムセタングステン電極の分類、化学組成、サイズ要件、性能評価、および試験方法の点で、国内の規格には共通点と違いがあり、様々な地域の市場特性、技術レベル、要件を反映しています。

##### と分類識別:

類似点: ISO 6848、AWS A5.12、EN 26848、GB/T 4192、および JB/T 12706 はすべて、セリウムタングステン電極を WC20 (AWS A2 の場合は EWCe-5.12) と定義しており、酸化セリウム含有量は 1.8%~2.2%で、暫定にはグレーのマーキングが付いており、全体的な継続性を確保しています。

違い: AWS A5.12 は色分けの厳密な実装を重視しており、北米市場ではEWCe-2 グレーマーキングに対する要件が高くなります。国内規格 (JB/T 12706 など) は識別に関してよ

#### 著作権および法的責任に関する声明

り柔軟であり、テキストマークを主な焦点にすることができます。HB 7716 には、ロット番号やメーカー情報など、航空宇宙産業向けより厳しいマーキング要件があります。

#### 化学組成:

類似点:すべての規格では、タングステンマトリックスの純度 $\geq 99.5\%$ 、酸化セリウム含有量 $1.8\% \sim 2.2\%$ 、および厳密に管理する必要がある不純物(鉄、炭素、シリコンなど)の含有量が必要です。

違い: ISO 6848 と EN 26848 には、不純物元素の種類としきい値に関するより詳細な要件があり、特定の元素(鉄 $< 0.05\%$ など)のリストがリストされています。AWS A5.12 では、不純物検出の精度に対する要件が高くなります。GB/T 4192 および JB/T 12706 HB 7716には $99.7\%$ 以上のタングステンマトリックス純度が必要であり、航空宇宙の高い要件に適しています。

#### 寸法と公差:

類似点:直径範囲(0.510 mm)と長さ範囲(50300 mm)は基本的に同じであり、公差要件は精密製造要件を満たしています。

違い: AWS A5.12 と HB 7716 には、より厳しい公差要件(公差 $0.03 \text{ mm} \pm$ など)があり、高精度のアプリケーションに適しています。GB/T 4192 および JB/T 12706 は公差が緩く(公差 $\pm 0.1 \text{ mm}$ など)があり、国内生産条件に適しています。6848 と一致しており、ヨーロッパ市場での均一性が強調されています。

#### 表面:

類似点:すべての規格では、亀裂、酸化物、汚染のない電極表面が必要であり、研磨または化学洗浄が必要です。

違い: AWS A5.12 と HB 7716 は、より高い表面仕上げを必要とし、低電流アーク放電の要件を満たす必要があります。GB/T 4192 および JB/T 12706 には、生産コストを考慮して、表面品質に対する中程度の要件があります。EN 26848 は環境に優しい洗浄方法を重視し、欧州の基準に準拠しています。

#### パフォーマンス要件:

類似点:どちらも、アーク開始および寸法アークテストに合格する必要があるセリウムタングステン電極のアーク開始性能、アーク安定性、および高温耐性を強調しています。

違い: ISO 6848 と EN 26848 は低電流アーク放電性能に重点を置いており、精密溶接に適しています。AWS A5.12 は、DC および AC はんだ付けの性能要件をカバーしています。

#### 検出方法:

類似点:すべて、ICP-MS、XRF、またはAASを使用した化学検出、微細構造にはSEMまたは光学顕微鏡、電気的性能にはアーク開始試験機が必要です。

違い: AWS A5.12 では、検査機器の補正要件が厳密に、高精度の機器を使用する必要があります。GB/T 4192 および JB/T 12706 では、低コストの試験方法を使用できます。HB 7716 では、ナノスケールの均一性を検証するために、追加の構造微細試験が必要です。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 梱包と保管:

類似点: 同じく、モデル、サイズ、メーカー情報を示す防湿および安全パッケージが必要です。

違い: AWS A5.12 と EN 26848 では、梱包材に対する環境要件が高くなります。GB/T 4192 および JB/T 12706 は、梱包の経済性さらに注意を払っています。HB 7716 では、輸送中の損傷を防ぐために航空グレードの梱包が必要です。

### 注意事項

ISO 6848 と EN 26848 は世界的な調和に重点を置き、AWS A5.12 は北米市場での高精度要件を重視し、GB/T 4192 と JB/T 12706は中国市場での費用対効果を考慮し、HB 7716 は航空宇宙における高信頼性のニーズを対象としています。これらの規格の調和により国際貿易が促進されますが、その違いにより、企業は輸出時に生産および試験戦略を調整する必要があります。

### 7.3.2 生産と適用のための規格の指針となる意義

#### ダングスの背景

内部の規格は、原材料の選択から溶接プロセスの最適化に至るまで、セリウムタングステン電極の製造と応用に関するものを含む技術ガイダンスを提供し、製品の品質とプロセス確保性を保証します。以下では、生産と適用の 2 つの側面から規格の指針となる重要性について詳しく説明します。

#### 生産ガイダンス:

原材料の選択: すべての規格では、タングステンマトリックの純度が $\geq 99.5\%$ 、酸化セリウム含有量が $1.8\% \sim 2.2\%$ であることを要求しており、成分が要件を満たしていることを確認するために、企業が高純度のタングステンパウダーと酸化セリウムを選択するよう導かれています。これにより、航空企業は高純度原料の採用を訴えています。

プロセス制御: 規格で指定された寸法公差と表面品質要件により、企業は粉末冶金、プレス、焼結、および加工プロセスを最適化できます。AWS A5.12の厳しい公差要件により高精度機器の使用が促進されますが、GB/T 4192の中程度の公差は中小企業の生産能力に適しています。

品質試験: この規格は、試験方法（ICP-MS、SEM、アーク始動試験など）を明確にし、企業が電極性能の一貫性を確保するための品質管理システムを確立するよう指導します。EN 26848 の環境試験要件により、企業はグリーン洗浄技術の採用を受け付けています。

認証コンプライアンス: この規格では、製品の市場競争力を強化するために、企業は認証機関のテストに合格し、適合証明書を取得することが義務付けられています。ISO 6848 および AWS A5.12 の国際認証は、グローバル市場へのアクセスを容易にするために特に重要です。

#### アプリケーションガイダンス:

溶接パラメータの最適化: 標準電流範囲、シールドガスの種類、およびコーン角度の推奨事項により、ユーザーは溶接プロセスを最適化できます。たとえば、ISO 6848 では、精密溶接には低電流アーク放電パラメータが推奨されています。NB/T 47018 は高い熱入

#### 著作権および法的責任に関する声明

力パラメータを提供し、エネルギー産業に適しています。

業界への適応：この規格は、様々な業界のニーズに合わせてカスタマイズされたガイダンスを提供します。

安全性と環境保護：EN 26848 および GB/T 4192 の環境要件は、企業が安全な使用を確保するためにグリーンパッケージと低放射能材料を採用するよう指導します。AWS A5.12 の色分けは、ユーザーが電極タイプを選択できるようにガイドします。

市場競争力：国際基準を満たす電極は北米およびヨーロッパ市場に参入する可能性が高く、国内基準を満たす電極は地域のコストと性能のニーズを満たし、あらゆる市場の企業の競争力を強化します。

## 注意事項

この規格の指針となる意義は、生産と応用のための統一された技術フレームワークを提供し、セタングステン電極の品質と性能が業界のニーズを満たすことを保証することです。国際規格（ISO 6848、AWS A5.12 など）は世界的な生産と貿易を促進し、国内規格（GB/T 4192、JB/T 12706 など）HB 7716などの業界標準は、特殊な観点の要件をさらに改良し、高精度で信頼性の高いアプリケーションをサポートします。

## 7.4 セリウムタングステン電極の規格更新と開発動向

### 7.4.1 進歩テクノロジーが標準に与える影響

#### 背景分析

進歩技術（ナノドーピング、インテリジェント検出、グリーン生産など）により、リウムセタングステン電極の性能と製造プロセスに対する新たな要件が提唱され、技術の進歩と市場のニーズに適応するための規格の継続的な更新が促進されています。

ナノドーピング技術：ナノスケールの酸化セリウムドーピング幼児電極のアーク発生性能と耐燃焼性を向上させるには、新しい組成と試験基準を策定する必要があります。

インテリジェント検出テクノロジー：AI 支援検出およびオンライン監視テクノロジーにより、テストの効率と精度が向上し、新しい検出方法と要件を規格で定義する必要があります。

グリーン生産技術：低エネルギー生産および廃棄物リサイクル技術では、生産プロセスにおける環境への影響を軽減するために、環境保護条項を追加する基準が必要です。

#### 標準コンテンツ

組成要件：WC20-N（ナノスケール酸化セリウム）などのナノドープ電極の分類が新たに追加され、酸化セリウムの粒子サイズ（<100 nm）と分布均一性の要件が指定されています。

検出方法：AI支援検出標準が導入され、機械学習アルゴリズムを使用して構成、微細構造、性能データを分析し、データの精度と再現性の要件を定義することが指定されています。

性能要件：超低電流アーク放電（<10 A）や長期アーク安定性（> 10 時間）など、高精度溶接に適した性能指標を追加しました。

梱包と保管：リサイクル可能な梱包材の使用を要求し、グリーン製造のニーズを満たすためにナノドープ電極の特殊な特性を示します。

認証要件：結果テスト継続性と継続性を確保するためのインテリジェントテスト機器の

#### 著作権および法的責任に関する声明

新しい認証基準。

## 注意事項

これらの更新により、この規格は高性能電極とグリーン生産のニーズにより適応できるように、企業が技術をアップグレードするためのガイダンスを提供します。

### 7.4.2 環境保護と安全要件の変更

#### 背景分析

持続可能な開発と労働衛生が世界的に重視されているため、EUのREACH規制や中国の環境保護規制などの規制動向の変化を反映して、セリウムタングステン電極規格は環境保護と安全要件を強化しています。

環境保護要件:生産プロセスにおける廃ガス、廃液、固形廃棄物の排出を削減し、グリーン生産技術を推進します。

安全要件:電極の放射能リスクと製造中の有害物質への暴露を軽減し、オペレーターの健康を保護します。

規制主導型:EU REACH規制では材料の環境コンプライアンスが義務付けられており、中国の環境保護法では廃棄物の処理と廃棄管理が重視されています。

#### 標準コンテンツ

廃棄物管理:環境汚染を削減するために、製造プロセスにおけるタングステン粉末および酸化セリウム廃棄物の回収率(例:>90%)を規定する、新しい廃棄物のリサイクルおよび処理要件。

放射能制御:放射能検出基準を強化し、セリウムタングステン電極の放射能レベルが安全閾値(<1Bq/gなど)未満であることとガンマ線分光法による検証を要求します。

労働衛生:粉塵や有害ガス(COやNO<sub>x</sub>など)の監視要件が追加され、生産作業場の空気品質基準(粉塵濃度<0.1mg/m<sup>3</sup>など)が指定されます。

グリーン包装:リサイクル可能または生分解性の包装材料の使用を義務付け、プラスチックの使用を減らし、環境認証情報を示します。

検出方法:ガスクロマトグラフィー質量分析(GC-MS)は排気ガスの検出に使用され、液体クロマトグラフィー(LC)は廃液の分析に使用され、粒子クルカウンターは環境コンプライアンスを確保するために粉塵を監視するために使用されます。

認証要件:企業は環境保護と安全の認証に合格し、廃棄物処理と大気質のモニタリング報告書を提出し、グリーン生産認証を取得する必要があります。

## 注意事項

環境と安全の要件の強化は、グリーン製造への世界的な傾向を反映しており、セリウムタングステン電極規格は、企業が新しい廃棄物管理、放射能管理、労働衛生規定グリーンテクノロジーと安全対策を採用するよう導いています。これらの要件は、電極の環境への配慮を高めるだけでなく、国際市場企業における競争力も強化します。

#### 著作権および法的責任に関する声明



## 第8章セリウムタングステン電極の検出

性能の非消費電極であるセリウムタングステン電極の品質は、溶接および切断プロセスの安定性と効率に直接影響します。試験は、セリウムタングステン電極の性能が化学組成、物理的特性、電気的特性、微細構造、環境および安全性などの側面をカバーする基準を満たしていることを確認するための重要なリこの章では、化学組成試験、物性試験、電気的性能試験、微細構造試験、環境および安全性試験、および試験装置と技術の6つの側面からリウムセタングステン電極の検出方法を体系的に説明し、各検出の原理、方法、操作プロセス、影響軽減、最適化戦略、および将来の開発傾向を詳細に分析します。

### 8.1 セリウムタングステン電極の化学組成検出

化学組成試験は、酸化セリウム含有量、不純物元素、およびセリウムタングステン電極の組成均一性を分析し、電極が性能要件を満たしていることを確認します。これらの検出方法は、電極の性能最適化をサポートするために、高精度で信頼性が重要です。

#### 8.1.1 酸化セリウム含有量の分析

##### 検出原理

酸化セリウム含有量分析では、電極中の酸化セリウム ( $CeO_2$ ) の質量パーセンテージ (通常 2%~4%) を分光法または質量分析法で測定し、ドーピング比が基準を満たしていることを

##### 著作権および法的責任に関する声明

確認します。一般的な方法には、誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) や蛍光X線分光法 (XRF) これらの技術は、セリウム元素の特性信号とその含有量を定量化し、電極のアーク開始性能とアーク安定性を確保します。

ICP-MS原理: サンプルを高温プラズマ(約6000~10000K)でイオン化、質量分析計がイオン質量でセリウム元素を分離し、その濃度を検出します(ppbレベルの精度)。

蛍光X線分析の原理: X線は試料原子を励起し、特徴的な蛍光を発生させ、セリウムの超強度を分析し、含有量(ppmレベルの精度)を迅速に測定します。

注目: 微量分析用のICP-MS、高速で非破壊検査用のXRF。

## 検出方法

### ICP-MS法:

サンプルを酸溶液(硝酸や塩酸など)に溶かして均一な溶液を形成します。

溶液は噴霧器を通してプラズマに入り、セリウムイオン信号は質量分析計によって分析されます。

酸化セリウムの含有量は、標準カーブを補正することによって計算されました。

### 蛍光X線分析法:

サンプルの表面を研磨し、X線ビームの下に置きます。

検出器は蛍光量を収集し、分析ソフトウェアはセリウム含有量を計算します。

正確な結果を保証するために、標準サンプルを補正します。

## 運用プロセス

### サンプルの準備:

代表性を確保するために、電極からサンプル(スライスや粉末など)を採取します。

サンプルの表面を洗浄して、酸化層や汚染物質を除去します。

### デバイスのセットアップ:

ICP-MS: プラズマパワーと質量分析計の分解能を補正し、検出範囲を設定します(セリウム  $m/z = 140$ )。

XRF: X線管電圧(30~50kV)と検出器感度を補正します。

### テストプロセス:

ICP-MS: サンプル溶液を血漿に噴霧し、質量分析データを記録し、測定を3回繰り返します。

蛍光X線分析: サンプルをビームの下に置き、蛍光X線を記録し、複数回分析して平均を求めます。

### データ分析:

分析ソフトウェアを使用して酸化セリウム含有量を計算し、規格への準拠を検証しました(2%~4%)。

データの一貫性をチェックし、素晴らしい値を評価します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 影響少なからず

サンプルの品質: サンプルの表面の酸化や汚染により、結果に偏りが生じる可能性があります。

デバイスの精度: ICP-MSのプラズマ安定性とXRFの検出器分解能は、検出精度に影響します。

校正標準: 標準サンプルの品質は校正精度に直接影響します。

環境条件: 実験室の清浄度 (ISO レベル 5、粒子濃度 <3520 粒子/m<sup>3</sup>) と湿度 (<20%) は、試験の安定性に影響します。

動作仕様: オペレーターの技術レベルと機器のメンテナンスは、結果として影響を受けません。

### 戦略を最適化する

サンプルの最適化: 超音波洗浄と研磨によりサンプルの表面品質を向上させます。

装置のアップグレード: 高分解能ICP-MS(分解能<0.01 amu)およびXRF(検出器感度<0.1 eV)。

補正の最適化: 高純度の標準サンプルを使用し、機器を定期的に補正します。

環境管理: 高効率のろ過システムと恒温恒湿装置を備え、安定した試験環境を確保します。

データ分析: 構成データベースを構築し、統計分析と組み合わせて検出精度を最適化します。

### 今後の動向

ハイスループット分析: 効率を向上させるために、複数の元素を同時に検出するICP-MS技術を開発します。

インテリジェントな検出: 人工知能アルゴリズム幼児データ処理を最適化、人のエラーを減らします。

グリーンテクノロジー: 酸の使用を削減するための低エネルギー分析機器を開発します。

レーザー誘起ブレークダウン分光法 (LIBS) などの新技術により、高速で非破壊検査が可能です。

## 8.1.2 不純物元素の検出

### 検出原理

不純物純物検出は、電極内の微量元素 (鉄、炭素、酸素など) を識別し、そのレベルが標準しきい値 (通常 100 ppm <) を下回っていることを確認するために使用されます。一般的な方法には、ICP-MS、原子吸光分光法 (AAS)、グロー放電質量分析法 (GD-MS) これらの技術は、不純物元素の特徴的な信号を検出することにより、電極の性能に対する不純物元素の影響を評価します。

AASの原理: サンプル原子は特定の一時の光を吸収し、吸収強度を分析して不純物の含有量を決定します。

GD-MSの原理: サンプルのグロー放電イオン化、質量分析は不純物イオン信号を分析します。

注意: GD-MSは表面分析に適しており、AASは高感度の単一元素検出に適しています。

### 著作権および法的責任に関する声明

## 検出方法

### AAS方式:

サンプルは酸に溶解され、光路に霧化されます。  
光源は特定の限定の光を放射し、検出器は吸収信号を記録します。  
不純物含有量は、標準曲線を使用して計算されます。

### GD-MS法:

サンプルはグロー放電チャンバーに入れられ、質量分析計にイオン化されます。  
不純物イオンを加えて分析し、含有量を定量します。

## 運用プロセス

### サンプルの準備:

表面の汚染物質を除去するためのサンプリングと洗浄。  
溶解サンプル (AAS) または研磨面 (GD-MS)。

### デバイスのセットアップ:

AAS: 光源の限界とアトマイザーパラメータの補正。  
GD-MS: 放電電圧と質量分析計の分解能を設定します。

### テストプロセス:

AAS: サンプルの噴霧、吸収信号の記録、繰り返し測定。  
GD-MS: 放電を開始し、質量分析データを記録し、複数回分析します。

### データ分析:

不純物含有量を計算して、標準しきい値を下回っていることを確認します。  
データの整合性を評価し、素晴らしい値を評価します。

### 影響少なからず

サンプルの品質: 表面の汚染や不均一性は、テスト結果に影響を与える可能性があります。

デバイスの精度: 光源の安定性と質量分析計の分解能は、検出精度に影響します。

校正標準: 標準サンプルの純度は校正精度に影響します。

環境条件: 適度な湿度はテストの安定性に影響します。

動作仕様: オペレーターのスキルレベルは、結果に影響します。

## 戦略を最適化する

サンプルの最適化: 化学洗浄によりサンプルの純度を向上させます。

機器のアップグレード: 高感度AASおよびGD-MSを採用。

キャリブレーションの最適化: 多元素標準サンプルを使用します。

環境管理: 高効率ろ過システムを搭載。

データ分析: 不純物データベースを確立し、検出プロセスを最適化します。

### 著作権および法的責任に関する声明

## 今後の動向

多元素検出:複数の不純物を同時に検出する技術を開発します。

インテリジェントな検出:機械学習を使用して不純物分析を最適化します。

グリーンテクノロジー:低エネルギー試験装置の開発。

シンクロトロン蛍光X線分析装置などの新技術により、検出精度が向上します。

### 8.1.3 均一性評価

#### 検出原理

均一性評価では、電極内の酸化セリウムの分布を分析することでドーピングの均一性を検証し、アークの安定性と電極の寿命を確保します。一般的な方法には、X線断層撮影(X-CT)や電子発言微量分析(EPMA)などがあります。

X-CTの原理:X線はサンプルを透過し、3次元構造画像を生成し、酸化セリウムの配布を分析します。

EPMAの原理:電子ビームはサンプルを起動し、特徴的なX線を分析し、元素分布マップを描画します。

注意:3D解析用のX-CT、高解像度表面解析用のEPMA。

#### 検出方法

##### X-CT法:

サンプルを回転テーブルに置き、X線スキャンで断層撮影画像を作成します。

分析ソフトウェアは、3次元構造を再構築し、酸化セリウムの配布を評価します。

##### EPMAメソッド:

サンプルは研磨され、電子ビームの下に置かれ、X線信号を記録します。

元素分布マップを解析して均一性を定量化します。

##### 運用プロセス

###### サンプルの準備:

サンプルをスライスまたは研磨して、表面が平らになりますようにします。

サンプルを洗浄して汚染物質を除去します。

###### デバイスのセットアップ:

X-CT:X線強度と回転テーブル速度を補正します。

EPMA:電子ビームエネルギー(15~20keV)と検出器感度を設定します。

###### テストプロセス:

X-CT: サンプルのスキャン、3D画像の生成、配布の分析。

EPMA: サンプルの表面をスキャンし、元素の分布を検討します。

###### データ分析:

酸化セリウム粒子の分散を評価し、均一性を検証します。

データの一貫性をチェックし、素晴らしい値を評価します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 影響少なからず

サンプルの品質：表面粗さや汚染は分析精度に影響します。

デバイスの精度：X線強度と電子ビーム分解能が結果に影響します。

校正標準：標準サンプルの均一性は校正精度に影響します。

環境条件：慎重に振動は検出の安定性に影響します。

### 戦略を最適化する

サンプルの最適化：研磨と洗浄によりサンプルの品質を向上させます。

機器のアップグレード：高解像度のX-CTとEPMAを採用。

キャリブレーションの最適化：均一性の標準サンプルを使用します。

環境管理：防振・クリーンシステムを搭載。

データ分析：分散データベースを確立して、分析プロセスを最適化します。

### 今後の動向

3次元高分解能解析ナノスケールX-CT技術の開発

インテリジェント検出：人工知能による分布分析を最適化します。

グリーンテクノロジー：低エネルギー試験装置の開発。

シンクロトロンX-CTなどの新技術により、解像度が向上します。

## 8.2 セリウムタングステン電極の物性

物性試験は、電極の密度、硬度、寸法精度、表面品質、熱特性を評価し、電極が機械的およびプロセス要件を満たしていることを確認するために使用されます。

### 8.2.1 密度と硬さの試験

#### 検出原理

密度試験はアルキメデスの原理によって電極の体積密度を測定し、硬さ試験はピッカース硬度などの圧痕法によって変形抵抗を評価します。これらの特性は、電極の耐久性と安定溶接に直接影響します。

密度試験原理：電極の質量と排水量を測定して密度（目標値は約 $19.0 \sim 19.3 \text{g/cm}^3$ ）を計算します。

硬さ試験原理：ダイヤモンド圧子に力を加えてくぼみサイズを測定し、硬度値を計算します（ピッカース硬度は約 $400 \sim 600 \text{HV}$ ）。

#### 検出方法

##### 密度試験：

質量と体積は、高精度の電子天びんと排水装置を使用して測定されます。

密度を計算して、規格への準拠を確認します。

##### 硬度試験：

ピッカース硬さ試験機を使用して荷重（例： $0.5 \sim 1 \text{kg}$ ）を加えます。

#### 著作権および法的責任に関する声明

くぼみの対角線の長さを測定し、硬度値を計算します。

### 運用プロセス

#### サンプルの準備:

サンプルの表面を研磨して、平らな表面を確保します。  
サンプルを洗浄して汚染物質を除去します。

#### デバイスのセットアップ:

密度試験: 天びんと排水管の補正。  
硬さ試験: 荷重と保持時間を設定します。

#### テストプロセス:

密度試験: 質量と排水量を測定し、3回繰り返します。  
硬さ試験: 荷重を加え、くぼみのサイズを測定し、複数回繰り返します。

#### データ分析:

密度と硬度の値を計算して、規格への準拠を確認します。  
データの整合性を確認します。

### 影響少なからず

サンプルの品質: 表面粗さや内部欠陥は試験結果に影響します。  
機器の精度: 天びんと硬さ試験機の精度は検査精度に影響します。  
環境条件: 温度と湿度は測定の実験結果に影響します。  
動作仕様: オペレーターのスキルレベルは、結果に影響します。

### 戦略を最適化する

サンプルの最適化: 研磨により表面品質を向上させます。  
機器のアップグレード: 高精度天びんと硬度計を採用。  
補正の最適化: 標準サンプルを使用して装置を補正します。  
環境管理: 恒温恒湿システムを搭載。  
データ分析: 密度と硬度のデータベースを構築します。

### 今後の動向

非接触試験: レーザー密度測定技術の開発。  
インテリジェント検出: 人工知能児童データ分析を最適化します。  
グリーンテクノロジー: 低エネルギー試験装置の開発。  
新技術: 超音波硬度試験など、効率を向上させるための。

## 8.2.2 寸法精度と表面品質検査

### 検出原理

寸法精度チェックでは、光学測定またはレーザー測定幼児電極の直径と円錐角を検証し、表面品質チェックでは顕微鏡または粗さ計で表面仕上げを評価します。これらの特性は、

#### 著作権および法的責任に関する声明

アーク開始性能と電極寿命に影響します。

寸法精度の原理: レーザー距離計は、ビーム反射によって電極サイズを測定します(精度< 0.01mm)。

表面品質の原理: 表面を顕微鏡で拡大し、表面パラメータ (Ra<0.1 μmなど) を粗さ計で測定します。

## 検出方法

### 寸法精度チェック:

電極はレーザー距離計を使用してスキャンされ、直径と円錐角が記録されます。解析ソフトウェアが寸法誤差を計算します。

### 表面品質検査:

表面欠陥は光学顕微鏡で観察します。

粗さ計は表面パラメータを測定し、粗さ曲線を生成します。

## 運用プロセス

### サンプルの準備:

電極表面を清掃して汚染物質を除去します。

測定の安定性を確保するためにサンプルを固定します。

### デバイスのセットアップ:

レーザー距離計: ビームとセンサーを補正します。

顕微鏡と粗さ計: 倍率とパラメータを設定します。

### テストプロセス:

寸法検査: 電極をスキャンし、寸法データを記録します。

表面検査: 表面を観察し、粗さを測定します。

### データ分析:

寸法と表面品質が基準を満たしていることを確認します。

データの整合性を確認します。

## 影響少なからず

サンプルの品質: 表面の汚染や損傷は測定結果に影響します。

デバイスの精度: レーザーや顕微鏡の解像度は検査精度に影響します。

環境条件: 振動と光は測定の安定性影響を与えます。

動作仕様: オペレーターのスキルレベルが結果に影響します。

## 戦略を最適化する

サンプルの最適化: 研磨により表面品質を向上させます。

機器のアップグレード: 高精度レーザー距離計と顕微鏡を採用。

補正の最適化: 標準サンプルを使用して装置を補正します。

### 著作権および法的責任に関する声明

環境管理:防振および常時照明システムを備えています。

データ分析: 寸法と表面のデータベースを確立します。

### 今後の動向

3Dスキャン技術:寸法測定精度を向上させます。

インテリジェント検査:人工知能で表面分析を最適化します。

グリーンテクノロジー:低エネルギー試験装置の開発。

白色光干渉計などの新技術により、表面測定の精度が向上します。

## 8.2.3 熱性能試験

### 検出原理

熱性能試験では、高温環境をシミュレートすることで電極の耐熱性と熱安定性を評価し、溶接温度での性能を保証します。一般的な方法には、熱重量分析（TGA）や高温酸化試験などがあります。

TGAの原理:高温での電極の質量損失を測定し、酸化セリウムの揮発性と安定性を評価します。

高温酸化試験: 高温 (>2000° C) 雰囲気下で電極の耐酸化性を試験します。

### 検出方法

#### TGAメソッド:

サンプルを熱重量分析装置に入れ、目標温度まで加熱します。

質量変化を記録し、熱安定性を解析します。

#### 高温酸化試験:

試料は高温炉にいれられ、酸素または空気を通過する。

表面の酸化と質量損失の程度を測定します。

### 運用プロセス

#### サンプルの準備:

サンプルをカットし、表面をきれいにします。

サンプルサイズは必ず確保されます。

#### デバイスのセットアップ:

TGA: 補正された加熱速度とバランス精度。

高温炉: 温度と雰囲気のパラメータを設定します。

#### テストプロセス:

TGA: サンプルを加熱記録し、品質の変化をします。

高温試験: サンプルを高温にさらして酸化の程度を測定します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

#### データ分析:

熱安定性を解析して、規格への準拠を検証します。  
データの整合性を確認します。

#### 影響少なからず

サンプルの品質: 内部欠陥はテスト結果に影響します。  
機器の精度: バランスと温度制御の精度は検出精度に影響します。  
環境条件: 雰囲気純度と湿度は酸化試験に影響します。  
動作仕様: パラメータ設定は、結果全体に影響します。

#### 戦略を最適化する

サンプルの最適化: 均一なドーピングにより熱安定性を向上させます。  
設備のグレードアップ: 高精度TGAと高温炉を採用。  
補正の最適化: 標準サンプルを使用して装置を補正します。  
環境管理: 高純度雰囲気制御システムを搭載。  
データ分析: 熱性能データベースを確立します。

#### 今後の動向

動的熱試験: 実際の溶接環境をシミュレートします。  
インテリジェント検出: 人工知能で熱分析を最適化します。  
グリーンテクノロジー: 低エネルギー試験装置の開発。  
新しい技術: レーザー熱試験などの精度が向上します。

### 8.3 セリウムタングステン電極の電気的特性検出

電気の性能試験は、電極の電子脱出仕事、アーク開始性能、焼損率を評価するために使用され、溶接における効率と耐久性を保証します。

#### 8.3.1 電子脱出パワー測定

##### 検出原理

電子脱出仕事測定では、熱電子放出法や光電効果法(目標値約2.5eV)により、電極表面の電子放出能力を評価します。一般的な方法には、熱電子発光試験や光電効果試験などがあります。

熱電子放出の原理: 電極を加熱し、放出電流を測定し、エスケープ仕事を計算します。

光電効果の原理: 光子は電子を励起し、電子エネルギーを分析し、エスケープ仕事を計算します。

##### 検出方法

##### 熱電子放出法:

電極を高温(>1500°C)に加熱し、送信電流を測定します。  
エスケープ仕事はリチャードソン方程式によって計算されます。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 光電効果法:

電極に紫外線を照射し、光電子エネルギーを記録します。  
光電曲線を解析し、エスケープ仕事を計算します。

### 運用プロセス

#### サンプルの準備:

電極表面を研磨して清潔さを確保します。  
サンプルをテストデバイスに固定します。

#### デバイスのセットアップ:

熱電子放出:加熱装置と電流計を補正します。  
光電効果 光源と光検出器の補正

#### テストプロセス:

熱電子放出:電極を加熱し、電流データを記録します。  
光電効果:ビームを照射し、光電子信号を記録します。

#### データ分析:

電子脱出作業量を計算して、規格への準拠を検証します。  
データの整合性を確認します。

### 影響少なからず

サンプルの品質:表面の汚染または酸化は、除去作業に影響を与えます。  
機器の精度:加熱装置と検出器の精度は結果に影響します。  
環境条件:真空レベルと温度はテストの安定性に影響します。  
動作仕様:パラメータ設定は、結果全体に影響します。

### 戦略を最適化する

サンプルの最適化:研磨と洗浄により表面品質を向上させます。  
機器のアップグレード:高精度の熱電子エミッターを採用。  
補正の最適化:標準サンプルを使用して装置を補正します。  
環境管理:高真空システムを搭載。  
データ分析:脱出作業データベースを構築します。

### 今後の動向

高精度測定:ナノスケールの脱出電力試験技術を開発。  
インテリジェント検出:人工知能児童データ分析を最適化します。  
グリーンテクノロジー:低エネルギー試験装置の開発。  
新技術:放射光電試験などの新技術により、精度が向上します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO<sub>2</sub>). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

**Excellent Arc Starting:** Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

**Low Burn-off Rate:** Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

**High Arc Stability:** Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

**Radiation-Free & Eco-Friendly:** A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO <sub>2</sub> Content	Color Code	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

著作権および法的責任に関する声明

### 8.3.2 アーク開始と寸法アーク性能試験

#### 検出原理

アーク開始および寸法アーク性能試験では、溶接環境をシミュレートして電極のアーク電圧、電流安定性、アーク持続時間測定し、低電流での迅速なアーク開始と安定性を確保します。一般的に使用される機器は、高周波アーク開始試験機です。

アーク開始原理：アークは高周波パルスによってトリガーされ、アーク放電電圧と時間が記録されます。

寸法アークの原理：安定したアーク維持をし、電流の変動とアーク長を測定します。

#### 検出方法

##### アーク開始試験：

アルゴン保護下で高周波パルスが印加され、アーク電圧が記録されます。

アーク開始時間と安定性の解析

##### 寸法アーク試験：

アークを数分間記録し、電流の変動をします。

円弧の長さや安定性を解析します。

#### 運用プロセス

##### サンプルの準備：

電極の円錐角を磨き、表面をきれいにします。

電極を試験装置に固定します。

##### デバイスのセットアップ：

高周波アーク開始装置と電流センサーを補正します。

アルゴン流量(5~10L/min)を設定します。

##### テストプロセス：

高周波パルスを作動記録させて、アーク開始データを載せます。

円弧を維持し、電流と円弧のパラメータを記録します。

##### データ分析：

アーク電圧と電流の安定性を解析します。

標準への準拠を確認します。

##### 影響少なからず

サンプル品質：円錐角と表面質量はアーク放電性能に影響します。

機器の精度：高周波デバイスやセンサーの精度は結果に影響します。

環境条件：ガスの純しばらくはアークの安定性に影響します。

動作仕様：パラメータ設定は、テスト範囲に影響します。

#### 戦略を最適化する

##### 著作権および法的責任に関する声明

サンプルの最適化：円錐角と表面仕上げを最適化します。  
設備のアップグレード：高精度アーク始動試験機を採用。  
補正の最適化：標準電極を使用して機器を補正します。  
環境管理：高純度ガスシステムを搭載。  
データ分析：Arc パフォーマンス データベースを取得します。

### 今後の動向

動的テスト：広範囲の溶接条件をシミュレートします。  
インテリジェント検出：人工知能でアーク解析を最適化します。  
グリーンテクノロジー：低エネルギー試験装置の開発。  
新しいテクノロジー：精度を向上させるためのマルチパラメーター アークテスターなど。

### 8.3.3 燃え尽き症候群率試験

#### 検出原理

バーンダウン率試験では、長期のアーク放電による電極の質量損失を評価し、高温耐久性を検証します。一般的な方法は、高温アーク (>6000 K) 下での電極の燃焼損失を記録する高温アーク試験です。

試験原理：シミュレートされた溶接環境でアークを維持し、電極品質の変化を測定します。

主な指標：バーンアウト率(質量ロス/時間)と電極寿命。

#### 検出方法

##### 高温アークテスト：

アルゴン保護下で数時間アークを放電します。  
電極の前後の質量を測定し、バーンアウト率を計算します。

##### 運用プロセス

###### サンプルの準備：

電極の円錐角を磨き、表面をきれいにします。  
初期質量の重量を量り、データを記録します。

###### デバイスのセットアップ：

アーク装置とバランスを補正します。  
アルゴン流量と電流パラメータを設定します。

###### テストプロセス：

円弧を開始し、目標時間を維持します。  
冷却後、電極の重量を量り、バーンアウトを計算します。

###### データ分析：

燃え尽き症候群率を計算して、規格への準拠を確認します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

データの整合性を確認します。

#### 影響少なからず

サンプル品質：酸化セリウムの分布は燃え尽き症候群の速度に影響します。

機器の精度：アーク装置とバランスの精度は結果に影響します。

環境条件：ガスの純程度の温度はバーンアウトの安定性に影響します。

動作仕様：パラメータ設定は、テスト範囲に影響します。

#### 戦略を最適化する

サンプルの最適化：均一なドーピングによりバーンアウトを低減します。

設備のグレードアップ：高精度アークテスターを採用。

補正の最適化：標準電極を使用して機器を補正します。

環境管理：高純度ガスシステムを搭載。

データ分析：燃え尽き症候群データベースを構築します。

#### 今後の動向

動的バーンアウトテスト：アーク広範囲放電条件をシミュレートします。

インテリジェントな検出：人工知能を使って燃焼概算分析を最適化します。

グリーンテクノロジー：低エネルギー試験装置の開発。

新しい技術：精度を向上させるためのプラズマバーンアウトテストなど。

### 8.4 セリウムタングステン電極の微細構造検出

微細構造検出は、電極の粒径、酸化物分布、内部欠陥を分析するために使用され、微細構造の均一性と完全性を確保します。

#### 8.4.1 粒径と分布の分析

##### 検出原理

粒径と分布の解析電極の結晶構造は、走査型電子顕微鏡 (SEM) または光学顕微鏡によって観察され、粒径 (通常は  $1 \sim 10 \mu\text{m}$ ) と分布の均一性が評価されます。

SEMの原理: 電子ビームはサンプル表面をスキャンし、高解像度の画像を生成し、結晶粒の形態を分析します。

光学顕微鏡の原理: 研磨されたサンプルの粒子構造を高倍率で観察します。

##### 検出方法

##### SEM方式:

サンプルは研磨され、SEM真空チャンバーに入れられます。

サンプルの表面をスキャンして粒子画像を生成します。

分析ソフトウェアは、粒径と分布を計算します。

##### 光学顕微鏡法:

粒子界を評価するためにサンプルを研磨および研磨します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

粒子構造を観察し、サイズを測定します。

#### 運用プロセス

##### サンプルの準備:

サンプルをスライスして磨くと、化学粒子により粒子が生じます。  
サンプルを洗浄して、汚染物質がないことを確認します。

##### デバイスのセットアップ:

SEM: 電子ビームエネルギー(10~20keV)と検出器を補正します。  
光学顕微鏡: 倍率(100~1000倍)を設定します。

##### テストプロセス:

SEM: サンプルをスキャンし、粒子画像をします。  
光学顕微鏡: 粒子界を観察し、寸法を測定します。

##### データ分析:

粒径と分布を計算して均一性を検証します。  
データの整合性を確認します。

#### 影響少なからず

サンプル品質: 研磨と研磨の品質は、結晶粒子の露出に影響します。  
デバイスの精度: 電子ビームと顕微鏡の解像度は結果に影響します。  
環境条件: 振動と清浄度は快適に影響します。  
動作仕様: オペレーターのスキルレベルが結果に影響します。

#### 戦略を最適化する

サンプルの最適化: 研磨およびコーリングプロセスを最適化します。  
機器のアップグレード: 高解像度SEMを採用。  
補正の最適化: 標準サンプルを使用して装置を補正します。  
環境管理: 防振・クリーンシステムを搭載。  
データ分析: 穀物データベースを確立します。

#### 今後の動向

ナノ解析スケール: 高分解能TEM解析技術の開発。  
インテリジェント検査: 人工知能で穀物分析を最適化します。  
グリーンテクノロジー 低エネルギー顕微鏡の開発  
動的観察に適した環境SEMなどの新技術。

### 8.4.2 酸化物分布の均一性を確認する

#### 検出原理

酸化物分布均一性チェック酸化セリウム粒子の分布は、電子説明微量分析(EPMA)または

#### 著作権および法的責任に関する声明

エネルギー分散分光法(EDS)によって分析され、その均一性が検証されます。

EPMAの原理: 電子ビーム励起試料、特性X線解析の、酸化セリウム分布のプロット。

EDSの原理: SEMと組み合わせてX線エネルギーを検出し、元素分布を分析します。

## 検出方法

### EPMAメソッド:

サンプルを研磨し、電子ビームの下に置きます。

Xline信号を記録して分布図を生成します。

### EDSメソッド:

EDS検出器をSEMにロードし、サンプルをスキャンします。

セリウム元素の分布を分析し、均一性を定量します。

## 運用プロセス

### サンプルの準備:

サンプルを磨いて表面が平らになりますように。

サンプルを洗浄して汚染物質を除去します。

### デバイスのセットアップ:

EPMA 電子ビームエネルギーと検出器の比較正

EDS: SEM および EDS パラメータを設定します。

### テストプロセス:

EPMA: サンプルをスキャンし、分布マップを生成します。

EDS: セリウム元素のストップを記録し、分布を分析します。

### データ分析:

酸化セリウム分布の均一性を評価する。

データの整合性を確認します。

## 影響少なからず

サンプル品質: 表面の粗さは分布解析に影響します。

デバイスの精度: 電子ビームと検出器の分解能力が結果に影響します。

環境条件: 振動と清浄度は快適に影響します。

動作仕様: オペレーターのスキルレベルが結果に影響します。

## 戦略を最適化する

サンプルの最適化: 研磨プロセスを最適化します。

機器のアップグレード: 高解像度のEPMAとEDSを採用。

補正の最適化: 標準サンプルを使用して装置を補正します。

環境管理: 防振・クリーンシステムを搭載。

### 著作権および法的責任に関する声明

データ分析: 配布データベースを確立します。

#### 今後の動向

高分解能ナノスケールEDS技術の開発

インテリジェント検出: 人工知能による分布分析を最適化します。

グリーンテクノロジー: 低エネルギー試験装置の開発。

シンクロトロンEDSなどの新技術により、精度が向上します。

#### 8.4.3 欠陥検出(亀裂、気孔など)

##### 検出原理

検出検出超音波検査またはX線断層撮影 (X-CT) によって電極内部の亀裂、気孔、その他の欠陥を特定することで、構造の完全性を確保します。

超音波検査の原理: 超音波反射により内部欠陥が特定されます。

X-CTの原理: X線はサンプルを透過し、3次元画像を生成し、欠陥分布を分析します。

##### 検出方法

###### 超音波検査:

電極は超音波を使ってスキャンされ、反射信号が記録されます。

信号強度を分析し、欠陥を特定します。

###### X-CT法:

サンプルを回転テーブルに置き、X線スキャンで画像を生成します。

解析ソフトウェアは3D構造を再構築し、欠陥を特定します。

##### 運用プロセス

###### サンプルの準備:

サンプルの表面を清掃して、汚染物質がないことを確認します。

サンプルを検出装置に固定します。

###### デバイスのセットアップ:

超音波検出: どの周波数(5~10MHz)を補正します。

X-CT: X線の強度と回転速度を設定します。

###### テストプロセス:

超音波検査: サンプルをスキャンし、反射信号を記録します。

X-CT: サンプルをスキャンして3D画像を作成します。

###### データ分析:

亀や亀裂細孔を特定し、欠陥のサイズを評価します。

標準への準拠を確認します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 影響少なからず

サンプルの品質: 表面の粗さは検査の精度に影響します。  
デバイスの精度: 妥協とX線の解像度は結果に影響します。  
環境条件: 振動と騒音は検出の安定性影響します。  
動作仕様: オペレーターのスキルレベルが結果に影響します。

### 戦略を最適化する

サンプルの最適化: 研磨により表面品質を向上させます。  
機器のアップグレード: 高解像度超音波およびX-CT機器が採用されています。  
補正の最適化: 標準サンプルを使用して装置を補正します。

環境管理: 防振・騒音低減システムを搭載。

データ分析: 欠陥データベースを確立します。

### 今後の動向

高分解エネルギー検出ナノスケールX-CT技術の開発  
インテリジェントな検出: 人工知能で欠陥分析を最適化します。  
グリーンテクノロジー: 低エネルギー試験装置の開発。  
フェーズドアレイ超音波検出などの新技術により、精度が向上します。

## 8.5 セリウムタングステン電極の環境および安全性試験

環境および安全性試験は、電極の放射能、環境への影響、労働安全衛生を評価するために使用され、製造および使用プロセスが規制に準拠していることを確認します。

### 8.5.1 放射能検出

#### 検出原理

放射能検出は、ガンマ線分光計によって電極内の放射性同位体（セリウム 144 など）を測定し、安全閾値（ $<1$  Bq/g）を下回ることを確認します。セリウム-タングステン電極は通常、放射能が高くありませんが、原材料の汚染を克服するためにテストする必要があります。

ガンマ線分光法原理: ガンマ線エネルギーを検出し、放射性同位体を同定します。

注目: 微量の放射能を検出するための高い感度。

#### 検出方法

##### ガンマ線分光計法:

サンプルは検出器の近くに配置され、ガンマ線信号が記録されます。  
分析ソフトウェアは同位体と強度を識別します。

#### 運用プロセス

##### サンプルの準備:

外部汚染がないことを確認するためにサンプルを洗浄します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

サンプルを検出装置に固定します。

#### デバイスのセットアップ:

ガンマ線検出器の感度の比較正  
検出時間(時間)を設定します。

#### テストプロセス:

ガンマ線信号が記録され、測定が行われます。  
放射性同位元素含有量の分析

#### データ分析:

放射能が閾値を下回っていることを確認します。  
データの整合性を確認します。

#### 影響少なからず

サンプルの品質: 原材料の汚染は放射能レベルに影響します。  
デバイスの精度: 検出器の感度は検出結果に影響します。  
環境条件: バックグラウンド放射は検出の安定性に影響します。  
動作仕様: パラメータ設定は、結果全体に影響します。

#### 戦略を最適化する

サンプルの最適化: 放射能リスクを軽減するために高純度の原材料を選択します。  
機器のアップグレード: 高感度ガンマ線分光計を採用。  
補正の最適化: 標準サンプルを使用して装置を補正します。  
環境管理: バックグラウンド放射線を軽減するためのシールドチャンバーを装備。  
データ分析: 放射性データベースを確立します。

#### 今後の動向

高感度検出: ppbレベルの放射能検出技術の開発。  
インテリジェント検出: 人工知能で放射能分析を最適化します。  
グリーンテクノロジー: 低エネルギー試験装置の開発。  
中性子放射化分析などの新しいテクノロジーにより、精度が向上します。

### 8.5.2 環境影響評価

#### 検出原理

環境影響評価では、製造中の排気ガス、廃液、固形廃棄物を分析すること、電極製造の環境影響を評価します。一般的な方法には、ガスクロマトグラフィー質量分析(GC-MS)や液体クロマトグラフィー(LC)などがあります。

GC-MSの原理: 排気ガス中の揮発性有機化合物(VOC)を分析します。

LCの原理: 廃液中の重金属や化学物質を分析します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

## 検出方法

### GC-MS法:

生産排気ガスは収集され、分離のためにカラムに注入されます。  
質量分析は揮発性物質を分析します。

### LC法:

廃液を回収し、化学成分を分離します。  
検出器は重金属または有機の含有量を分析します。

## 運用プロセス

### サンプル収集:

サンプラーを使用して、排気ガスと廃液を収集します。  
サンプルは密閉容器に保管してください。

### デバイスのセットアップ:

GC-MS: 補正カラムと質量分析計。  
LC: 分離カラムと検出器のパラメータを設定します。

### テストプロセス:

GC-MS: 排気ガス成分の分離と質量分析データの記録。  
LC: 廃液成分の分離と信号の記録。

### データ分析:

汚染物質の含有量を分析して、環境基準への準拠を検証します。  
データの整合性を確認します。

## 影響少なからず

品質サンプル: サンプルの完全性は分析結果に影響します。  
デバイスの精度: クロマトグラフィーと質量分析の分解能は検出精度に影響します。  
環境条件: 温度と湿度はサンプルの安定性に影響します。  
動作仕様: サンプルおよび分析技術は結果に影響します。

## 戦略を最適化する

サンプルの最適化: 代表性を高めるためにサンプリング方法を最適化します。  
装置のアップグレード: 高分解能GC-MSおよびLCを採用。  
補正の最適化: 標準サンプルを使用して装置を補正します。  
環境管理: 恒温恒湿サンプリングシステムを備えています。  
データ分析: 汚染物質データベースを確立します。

## 今後の動向

継続モニタリング: オンライン環境モニタリング技術を開発します。  
インテリジェントな検出: 人工知能児童汚染物質分析を最適化します。

### 著作権および法的責任に関する声明

グリーンテクノロジー:低エネルギー試験装置の開発。  
ポータブルGC-MSなどの新技術により、現場検査の効率が向上します。

### 8.5.3 労働安全衛生試験

#### 検出原理

労働安全衛生試験では、生産プロセス中に放出される可能性のある有害物質（粉塵、ガスなど）を分析することにより、オペレーターへの健康への影響を評価します。一般的な方法には、大気質モニタリングや毒性試験などがあります。

大気質監視の原理:粒子カウンターとガス分析装置小児粉塵や有害ガスの濃度を検出します。

毒性試験の原理:生物学的実験物質の毒性を評価します。

#### 検出方法

##### 大気質モニタリング:

粉塵濃度はパーティクルカウンターを使用して測定されます。  
ガス分析装置は、有害ガス(CO、NOxなど)を検出します。

##### 毒性試験:

生産廃棄物を回収し、細胞実験毒性を行います。  
人間の健康への潜在的な影響を評価します。

#### 運用プロセス

##### サンプル収集:

生産現場にサンプラーを設置して、空気と廃棄物を収集します。  
サンプルは密閉容器に保管してください。

##### デバイスのセットアップ:

粒子カウンター:感度を補正します。  
ガス分析装置:検出範囲を設定します。

##### テストプロセス:

空気の質を監視し、粉塵とガスの濃度を記録します。  
生物学的影響を評価するための実験毒性を実施します。

##### データ分析:

労働衛生基準への準拠を確認します。  
データの整合性を確認します。

#### 影響少なからず

品質サンプル: サンプリングの場所と時間は結果に影響します。  
デバイスの精度: カウンターとアナライザーの感度は検出精度に影響します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

環境条件：換気とはサンプリングの安定性に影響します。

動作仕様：サンプリングおよび分析技術は結果に影響します。

### 戦略を最適化する

サンプルの最適化：サンプリングポイントとタイミングを最適化します。

機器のアップグレード：高感度空気質モニターを採用。

補正の最適化：標準サンプルを使用して装置を補正します。

環境管理：効率的な換気システムを備えています。

データ分析：安全衛生データベースを確立します。

### 今後の動向

突然監視：オンラインの健康と安全の監視システムを開発します。

インテリジェントな検出：人工知能でセキュリティ分析を最適化します。

グリーンテクノロジー：低エネルギー監視装置を開発します。

新しいテクノロジー：現場の安全性を向上させるウェアラブル監視デバイスなど。

## 8.6 セリウムタングステン電極の試験装置と技術

上記の試験方法をサポートし、高精度で効率的な検出方法を提供するために、試験装置と技術が使用されています。

### 8.6.1 一般的な試験機器の紹介

#### 機器の概要

一般的に使用される検出機器には、ICP-MS、XRF、SEM、TEM、X-CT、ガンマ線分光計などがあり、それぞれの組成、微細構造、安全性の検出に使用されます。

ICP-MS: ppb精度の酸化セリウムおよび不純物含有量分析用。

XRF: 生産ラインに適した、高速で非破壊的なコンポーネント検査用。

SEM/TEM: ナノメートル分解能による結晶粒および酸化物分布分析用。

X-CT: 3D構造および欠陥検出の場合、解像度 $<1\ \mu\text{m}$ 。

ガンマ線分光計: 放射能検出用、感度 $<1\ \text{Bq/g}$ 。

#### 機器の特徴:

高精度: 微量元素およびナノスケールの構造検出のニーズを満たします。

汎用性: 広範囲の検査作業をサポートします。

環境適応性: クリーンルームや生産ラインで使用できます。

#### 運用プロセス

機器の選択: 検出対象に応じて機器を選択します。

補正: 標準サンプルを使用して機器を補正します。

検出: 検出方法に従って操作を行います。

メンテナンス: 機器を定期的に清掃し、補正してください。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 影響少なからず

デバイスの精度: 分解能力と感覚はテスト結果に影響します。

メンテナンレベル: 定期的なメンテナンスは機器の性能に影響します。

動作仕様: オペレーターのスキルレベルが結果に影響します。

### 戦略を最適化する

機器のアップグレード: 機器の最新モデルを採用。

補正の最適化: 補正標準システムを確立します。

メンテナンスの最適化: 定期的なメンテナンススケジュールを実施します。

トレーニング: オペレータースキルトレーニングを強化します。

### 今後の動向

多機能機器: 複数の検出機能を統合したデバイスを開発します。

スマートデバイス: 人工知能によって機器のパフォーマンスを最適化します。

グリーンテクノロジー: 低エネルギー機器を開発します。

新しい機器: ポータブルLIBS機器など、現場検査の効率を向上させます。

## 8.6.2 新たな検出技術(AI支援検出など)

### 技術概要

新しい検査テクノロジーには、AI支援検出、デジタルツイン、オンライン監視が含まれており、人工知能とビッグデータを活用して検査の効率と精度を向上させます。

AI支援検出: 機械学習検査データを分析し、結果を最適化します。

デジタルツイン: 仮想モデル検出プロセスをシミュレートし、結果を予測します。

オンライン監視: センサーによる今後のデータ収集、動的調整と検出。

### 原理技術

AI 支援検出: 深層学習アルゴリズムは、画像とスペクトルデータを分析して特徴を識別します。

デジタルツイン: 検出環境をシミュレートするための電極のデジタルモデルを確立します。

オンライン監視: センサーは、構成、構造、および性能データを随時収集します。

### 運用プロセス

#### AI支援検出:

検出データを収集し、AIモデルにフィードします。

モデルはデータを分析し、結果を出力します。

#### デジタルツイン:

検出プロセスをシミュレートするための電極モデルを確立します。

シミュレーション結果が実際のデータと一致していることを確認します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

#### オンライン監視:

センサーを導入してデータを収集します。  
データを分析し、色素パラメータを調整します。

#### 影響少なからず

アルゴリズムの精度: AI モデルのトレーニング品質は結果に影響します。  
データ品質: センサーデータの整合性の影響の分析。  
デバイスの統合: センサーと分析システムの互換性は効率に影響します。

#### 戦略を最適化する

アルゴリズムの最適化: ビッグデータを使用して AI モデルをトレーニングします。  
センサーのアップグレード: 高精度センサーを採用。  
統合の最適化: 統合検査プラットフォームを開発します。  
データ分析: 含まれるテスト データベースを確立します。

#### 今後の動向

ディープラーニング検出: 高精度のAIモデルを開発します。  
全自動検出: 無人検査プロセスを実現します。  
グリーンテクノロジー: 低エネルギー検出システムの開発。  
量子コンピューティング検出支援などの新技術により、分析の速度が向上します。



#### 著作権および法的責任に関する声明

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO<sub>2</sub>). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

**Excellent Arc Starting:** Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

**Low Burn-off Rate:** Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

**High Arc Stability:** Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

**Radiation-Free & Eco-Friendly:** A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO <sub>2</sub> Content	Color Code	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

著作権および法的責任に関する声明

## 第9章セリウムタングステン電極ユーザー向けの一般的な問題と解決策

リウムセタングステン電極は、放射能が低く、アーク開始特性が優れており、アーク安定性が高いため、不活性ガスシールドアーク溶接(TIG)やプラズマ溶接に広く使用されています。この章では、一般的な問題の原因を体系的に分析し、アークの不安定性、チップの焼損、セリウム含有量の選択、アークの困難、セリウムタングステンとランタンタンステンの混合の5つの側面から詳細な解決策を提供します。

### 9.1 セリウムタングステン電極のアーク不安定性の考えられる原因

アークの不安定性は、セリウムタングステン電極の使用における一般的な問題であり、アークジッター、オフセット、または中断として現れ、溶接品質とプロセスの安定性に影響を与えます。アークの不安定性は、電極先端の形状、電流設定、シールドガス、電極の汚染などの原因によって発生する可能性があります。以下は、4つの側面から原因と解決策を詳細に分析したものです。

#### 9.1.1 電極先端の形状が必要

##### 問題の背景

電極先端の形状は、アークの濃度と安定性に直接影響します。セリウム - タングステン電極 (WC20) は通常、アーク放電とアークの安定性を最適化するために、先端をテーパに研磨する必要があります。

##### 原因分析

鈍い先端: 円錐角が大きすぎる (例:  $>60^\circ$ ) と、アークが分散しすぎて、特に低電流溶接で安定したアーク柱を形成することが困難になる可能性があります。

チップが鋭すぎる: コーン角が小さすぎて ( $<20^\circ$  など)、アークが集中しすぎると、チップの警戒や焼損が発生しやすくなり、アークジッターが発生する可能性があります。

非対称形状: 研削が不均一になったり、先端の偏心してやると、アークが一方にたわみ、溶接の均一な影響を考慮する可能性があります。

研削マーク: 研削面が粗いと部分放電が発生し、アークの安定性が損なわれる可能性があります。

##### 解決

研削角度の最適化: 溶接電流と材質に基づいて、通常は  $20^\circ$   $40^\circ$  (低電流) または  $40^\circ$   $60^\circ$  (大電流) の適切なコーン角度を選択します。専用の電極グラインダーを使用して、一貫した円錐角を確保します。

対称性を確保する: 偏心を気にするために、研削中は電極を砥石軸と一直線に眺めます。研削精度を向上させるために回転グリッパーが使用されます。

表面品質の向上: グリットの細かい砥石 (400メッシュなど) で研磨すると、表面粗さが軽減され、先端面が細めになります。

定期検査: 溶接前に先端の形状を確認し、欠陥があった場合はすぐに再研磨して、プロセス要件に準拠していることを確認します。

#### 著作権および法的責任に関する声明

## 注意事項

チップ形状の選択は、特定の溶接条件に応じて調整する必要があります。同様に、薄肉のステンレス鋼を溶接する場合、アークを集中させるために円錐角を小さくすることをお勧めします。厚いアルミニウム板を溶接する場合は、アークカバレッジを改善するために、より大きな円錐角をお勧めします。を参照して、チップの形状がプロセスと一致していることを確認する必要があります。

### 9.1.2 現在の設定が一致しない

#### 問題の背景

電流設定は、アークの安定性影響を考慮する重要な要素です。セリウムタングステン電極は直流 (DC) 溶接と交流 (AC) 溶接の両方に適していますが、電流の種類、強度、極性がしっかりしているとアークが不安定になり、溶接効果に影響を与える可能性があります。

#### 原因分析

間違った電流タイプ: AC溶接では、セリウム - タングステン電極は純粋なタングステン電極よりも優れていますが、直流順方向 (DCEP) では、警戒によりアーク不安定性を考慮する必要があります。

過剰な電流強度: 電極の推奨電流範囲 (1.6 mm 電極 >150 A) を超えると、チップが危うし、アークジッターが発生する可能性があります。

低電流強度: 電流が低すぎると (例: <10 A)、特に精密溶接において、アーク発生が困難になったり、アークが不安定になったりする可能性があります。

どうしてもな極性選択: 直流逆接続 (DCEN) はセリウムタングステン電極の一般的な極性であり、DCを誤用するとアーク安定性が低下します。

#### 解決

正しい電流タイプを選択する: はんだ付け材料に応じて、DC リバース (DCEN) または AC (AC) から選択します。DCEN はステンレス鋼と炭素鋼に適しており、AC はアルミニウムとマグネシウム合金に適しています。

電流強度の調整: 電極径を参考に正しい電流範囲を選択します (例: 50 mm 電極の場合は 100 ~ 1.6 A を推奨します)。電極の最大電流容量を超えないようにしてください。

極性の補正: チップの余裕を減らすために、DCEN の極性が使用されている事を確認します。AC 溶接の場合は、正と負の半波バランスを調整して、アークの安定性を最適化します。

電流調整装置を使用する: 電流安定化機能を備えた溶接機を使用して、電流変動がアーク放電に多少の影響を軽減します。

## 注意事項

電流設定は、電極の直径とはんだ付け材料に一致させる必要があります。AWS A5.12 は詳細な電流範囲の推奨事項を提供し、ユーザーは電極仕様と溶接タスクにプレートパラメータを調整できます。さらに、安定した電流出力を確保するために溶接機を定期的に補正することは、アークの不安定対処するための重要な手段です。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 9.1.3 シールドガスの流量または純度のこと

#### 問題の背景

アルゴンやヘリウムなどのシールドガスは、酸化や汚染を防ぐためにアークやメルトプールをシールドするために使用されます。ガスの流れや純度の問題により、アーク放電が不安定になり、溶接品質に影響を与える可能性があります。

#### 原因分析

低流量：ガス流量が慎重（例：<5 L/min）はアークを効果的にシールドできず、空気が侵入してアークジッターを確保します。

過剰な流量：過剰なガス流量（>15 L/min など）は乱流を警戒し、アークの安定性を驚く可能性があります。

ガス純度が慎重：シールドガスに酸素または水分（純度 <99.99%）が混入すると、アークの不安定性やチップの酸化に接続される可能性があります。

せっかくなガスの種類：ヘリウムは高入熱溶接に適していますが、低電流の精密溶接に使用するとアーク分散を考える可能性があります。

#### 解決

ガス流量の調整：電極径と溶接条件に基づいて適切な流量を設定し、通常は5~12L/min。

低電流溶接は低流量を使用し、大電流溶接は適切に増加します。

ガス純度の確保：高純度アルゴンガス（ $\geq 99.99\%$ ）を使用し、汚染を恐れるためガスボンベとラインを定期的に検査します。

正しいなガスを選択する：TIG溶接にはアルゴンを好み、ヘリウムまたはアルゴンとヘリウムの混合物は厚板や高入熱シナリオに適しています。

ガスシステムの点検：ガスラインと流量計を定期的にチェックして、漏れや心配がないことを確認し、安定したガス供給を維持してください。

#### 注意事項

シールドガスの選択と流量は、溶接プロセスに合わせる必要があります。例えば、GB/T 4192では、主なシールドガスとしてアルゴンを、特別な高熱入場ではヘリウムを推奨しています。ユーザーは、パイプラインの経年劣化や汚染によるアークの不安定性を防ぐために、ガスシステムを定期的にメンテナンスする必要があります。

### 9.1.4 電極の汚染または酸化

#### 問題の背景

電極の汚染や酸化は、セリウムタングステン電極の表面特性を変化させ、電子放出やアーク安定性影響を考慮する可能性があります。汚染は、動作環境、メルトプールの飛沫、または保管な保管によって発生する可能性があります。

#### 原因分析

メルトプールの飛沫：溶接中、メルトプールの金属が電極の先端に飛び散り、電子放出を恐れる汚染層を形成します。

環境汚染：空気中の油、ほこり、または湿気が電極表面に付着し、アークの安定性が低下

#### 著作権および法的責任に関する声明

します。

酸化層の形成：電極が熱風にさらされたり、シールドガスが慎重になつたりすると、表面に酸化層が形成され、電子放出が怖れられます。

大切な保管：電極は湿気の多い環境や汚染された環境で保管され、表面の汚染や酸化につながります。

## 解決

メルトプールの飛散を防ぐ：溶接角度と距離を調整して、プールの飛散を軽減します。保護ガスの流れに適したシールド電極を使用してください。

電極表面の洗浄：特殊な洗浄液（アルコールなど）または超音波洗浄を使用して、表面の油分やほこりを除去します。

酸化を防ぎます：電極が熱風にあらずように、十分なシールドガスを確保してください。溶接後すぐに電極を冷却します。

標準化された保管：湿気や汚染を避けるために、電極は乾燥した警戒容器に保管してください。

## 注意事項

電極の汚染と酸化は、特に濃度が高い産業環境や汚染度の高い産業環境において、アーク不安定性の一般的な原因です。

## 9.2 セリウムタングステン電極の先端がすぐに焼損しすぎた場合はどうですか？

漸く先端の焼損は、セリウムタングステン電極の使用における一般的な問題であり、電極先端の急速な摩耗または熔融として現れ、耐用年数が短くなります。以下では、電流の種類、研削角度、シールドガス、セリウム含有量の4つの側面から原因を分析し、解決策を提供します。

### 9.2.1 電流の種類と極性を確認する

#### 問題の背景

電流の種類と極性は、電極先端の熱負荷に直接影響します。セリウムタングステン電極は直流逆電極(DCEN)および交流電極(AC)はんだ付けに適していますが、電流設定が必要であると、チップの予測や焼損が発生する可能性があります。

#### 原因分析

直流順方向(DCEP)：DCEPは電極により高い熱負荷を与え、チップの急速な焼損を確保しました。

AC不均衡：AC溶接では、正と負の半波不均衡（正の半波が長すぎるなど）により、先端の熱が増加する可能性があります。

過剰な電流：電極の推奨電流範囲を超えると、チップが焦って溶ける可能性があります。

電流変動：溶接機の出力が不安定であると、チップが局所的に警戒する可能性があります。

#### 解決

DCENを優先する：電極の熱負荷を軽減するためにDC逆極性を選択し、ステンレス鋼および炭素鋼の溶接に適しています。

#### 著作権および法的責任に関する声明

ACバランスの最適化:AC溶接の場合は、正と負の半波の比率(30%~50%の正の半波など)を調整して、先端の熱を軽減します。

電流強度の制御:過剰な電流を気にするために、電極の直径に基づいて適切な電流範囲を選択します。

溶接機の補正:スムーズな出力機を確保するために、電流安定化機能を備えた溶接機を使用してください。

## 注意事項

AWS A5.12では、セリウムタングステン電極の一次極性としてDCENを推奨しております、AC溶接ではバランス設定を慎重に調整する必要があります。ユーザーは、機器の問題によるチップの焼損を覚悟するために、溶接機の電流出力安定性を定期的にチェックする必要があります。

### 9.2.2 先端研削角度を最適化する

#### 問題の背景

先端の研削角度は、アークの集中と熱分布に影響します。研削角度が必要だと、チップが慎重し、焼損が加速する可能性があります。

#### 原因分析

円錐角が小さすぎる:円錐角 (<20° など) が小さすぎると、円が中心しすぎ、チップの温度が上昇し、焼損が加速します。

不均一な研削:先端の形状が非対称であるため、局所的な警戒が発生し、焼損が確保されません。

粗い表面:研削跡や粗い表面は部分放電を増加させ、先端の摩耗を促進します。

研削頻度が慎重:電極を無意識に再研磨しないと、先端形状が劣化し、焼損の原因となります。

#### 解決

正しいコーン角を選択する:電流と材料に応じて、アーク濃度と熱分布のバランスをとるために、電流と材料に応じて 20° 40° (低電流) または 40° 60° (大電流) のコーン角を選択します。

均一な研削を確保する:専用の電極研削盤を使用して、先端が対称になり、局所的な警戒が回避されます。

先端の研磨:きめの細かい砥石を使用して先端を研磨し、表面粗さを軽減します。

定期的な再研磨:溶接時間と先端の状態に応じて、最適な形状を維持するために電極を定期的に再研磨してください。

## 注意事項

先端の研削角度の選択は、溶接作業と組み合わせられます。例えば、GB/T 4192では、低電流精密溶接には小さなコーン角を使用し、高入熱溶接には大きなコーン角を使用することを推奨しています。ユーザーは、最先端の品質を確保するために専門の研削装置を使用する必要があります。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 9.2.3 シールドガスの種類と流量を調整する

#### 問題の背景

シールドガスの種類と流量は、電極先端の熱保護と酸化の程度に影響します。ガス設定が必要だと、チップの焼損が早すぎる可能性があります。

#### 原因分析

最低限な流量：ガス流量が低すぎる（例：5 L/min < 5 L/min）とチップを効果的にシールドできず、酸化や焼損が発生します。

過剰な流量：過剰なガス流量（例：>15 L/min）は乱流を確保し、チップへの熱負荷を増加させる可能性があります。

確かなガスの種類：ヘリウムの高い熱伝導率は、特に低電流溶接においてチップの妥協につながる可能性があります。

ガス純度が慎重：ガスに混入した酸素や水分は、チップの酸化を促進します。

#### 解決

ガス流量の最適化：流量を5~12L/minに設定し、低電流溶接には低流量を使用し、大電流溶接には適切に流量を増やします。

アルゴンを主なガスとして選択する：高熱入力シナリオでは、アルゴンをシールドガス、ヘリウム、またはアルゴンとヘリウムの混合物として使用することを好みます。

ガス純度の確保：高純度アルゴンガス（ $\geq 99.99\%$ ）を使用し、汚染を恐れるためにガスボンベとラインを検査します。

ガスシステムのメンテナンス：流量計とラインを定期的にチェックして、安定したガス供給を確保してください。

#### 注意事項

シールドガスの選択と流量は、チップの寿命に直接影響します。ISO 6848では、TIG溶接の主なシールドガスとしてアルゴンを推奨しており、ユーザーは溶接条件に応じて流量を調整して、チップが効果的に保護されるようにする必要があります。

### 9.2.4 セリウム含有量の高い電極を使用する

#### 問題の背景

セリウム含有量は、電極の高温耐久性と電子放出能力に影響します。標準的なセリウムタングステン電極（WC20、酸化セリウム1.8%~2.2%）は、高入熱シナリオではすぐに納得できる可能性があります。

#### 原因分析

セリウム含有量が慎重：セリウムレベルが低いと、十分な電子放出能力が得られず、チップの恐る恐る接続の可能性があります。

高温環境：高入熱のはんだ付け（厚板溶接など）では、電極の耐燃焼性を高める必要があります。

電極の品質の違い：セリウムの分布は電極の異なるバッチ間で不均一であり、局所的な焼損に接続する可能性があります。

#### 著作権および法的責任に関する声明

プロセス不一致：低セリウム含有量の電極は大電流スケジュールで使用され、チップの摩耗が加速します。

## 解決

セリウム含有量の高い電極を選択する：高入熱スケジュールでは、高温耐久性を高めるために、酸化セリウム含有量が 2.2% に近い電極を選択します。

電極の品質の検証：均一なセリウム分布を確保するために、ISO 6848 または GB/T 4192 規格に準拠した電極を選択してください。

溶接条件を一致させる：溶接材料と電流に応じて適切なセリウム含有電極を選択し、高熱スケジュールでは低セリウム電極の使用を避けてください。

電極を定期的に交換する：消耗の摩耗による溶接品質への影響を心配するために、チップの焼損を監視し、電極を急いで交換してください。

## 注意事項

セリウム含有量の高い電極は耐燃焼性を向上させますが、コストが高くなります。ユーザーは、AWS A5.12 のパフォーマンス要件に基づいてコストとパフォーマンスを検討し、適切な電極タイプを選択する必要があります。

### 9.3 適切なセリウム含有量を選択するにはどうすればよいですか？

正しくなセリウム含有量を選択することは、溶接材料、電流の種類、環境条件、コストを割り引いて、セリウムタングステン電極の性能を確保するための鍵となります。以下は、4つの側面から選択基準を分析したものです。

#### 9.3.1 溶接材料(ステンレス鋼、アルミニウムなど)による選択

##### 問題の背景

溶接材料（ステンレス鋼、アルミニウム、炭素鋼など）が違っていても、電極のアーク放電性能と高温耐性に対する要件も異なり、セリウム含有量を一致させる必要があります。

##### 原因分析

ステンレス鋼: 低電流アーク放電と安定したアーク放電が必要で、標準的なセリウム含有量(1.8%~2.0%)に適しています。

アルミニウム合金: AC溶接では高い電子放出容量が必要であり、より高いセリウム含有量(2.0%~2.2%)に適しています。

炭素鋼: 高入熱溶接には高い耐燃焼性が必要であり、2.2%に近いセリウム含有量に適しています。

特殊合金: チタン合金など、非常に高いアーク安定性が必要であり、均一なドーピングを備えた高セリウム電極を選択する必要があります。

## 解決

ステンレス鋼溶接: 低電流アーク放電性能を確保するために、セリウム含有量が1.8%~2.0%のWC20電極を選択してください。

アルミニウム合金溶接: AC溶接のアーク安定性を最適化するには、セリウム含有量が2.

#### 著作権および法的責任に関する声明

0% ~ 2.2%の電極を選択してください。

炭素鋼溶接: 高温耐性を高めるために、セリウム含有量が2.2%に近い電極を選択してください。

特殊合金溶接: ISO 6848 または HB 7716 規格に従い、セリウム含有量が高く、品質が安定した電極を選択してください。

### 注意事項

溶接材料の選択は、セリウム含有量の必要に直接影響します。GB/T 4192 は、様々な材料の溶接パラメータに関する推奨事項を提供しております、ユーザーは材料の特性とプロセス要件に基づいて適切な電極を選択する必要があります。

### 9.3.2 電流の種類と強度に応じた選択

#### 問題の背景

電流の種類（DCまたはAC）と強度は、電極の熱負荷と電子放出に影響を考慮するため、セリウム含有量は電流条件に適合させる必要があります。

#### 原因分析

DC逆流（DCEN）: 熱負荷が低いいため、標準的なセリウム含有量（1.8%~2.0%）に適しています。

交流（AC）: 正負の半波スイッチングにより熱負荷が増加するため、より高いセリウム含有量（2.0%~2.2%）が必要です。

低電流: 例えば50A未満の場合、高いアーク性能が求められるため、1.8%~2.0%のセリウム含有量が適しています。

高電流: 例えば100A超の場合、高い焼損耐性が求められるため、2.2%付近のセリウム含有量が適しています。

#### 解決策

DCENはんだ付け: 低入熱条件に適した、セリウム含有量1.8%~2.0%のWC20電極を選択してください。

AC溶接: 正負の半波バランスを最適化するため、セリウム含有量2.0%~2.2%の電極を選択してください。

低電流溶接: アーク性能を確保するため、標準的なセリウム含有量の電極を選択してください。

高電流溶接: 耐バーンアウト性を高めるため、セリウム含有量の高い電極を選択してください。

#### 追加情報

AWS A5.12には、電流の種類と強度に関する電極選択ガイドラインが示されており、ユーザーは溶接機の電流出力範囲に基づいて適切なセリウム含有量を選択する必要があります。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 9.3.3 溶接環境と機器の適合性を考慮する

#### 問題の背景

溶接環境（湿度、温度など）と機器の性能は電極の選択に影響を考慮するため、セリウム含有量はこれらの条件に適合させる必要があります。

#### 原因分析

高環境：水分は電極の酸化を考える可能性があるため、セリウム含有量の高い耐腐食性電極を選択してください。

高温環境：チップの焼損リスクが高まるため、セリウム含有量の高い電極を選択してください。

設備性能：古い溶接機は出力が不安定になる場合があるため、それを補うために高性能電極を選択する必要があります。

保護ガスシステム：ガス純度または流量があれば電極の性能に影響を与えるため、より耐久性の高い電極を選択してください。

#### 解決策

高環境：耐湿腐食性を高めるため、セリウム含有量が2.0%～2.2%の電極を選択してください。

高温環境：チップ寿命を延ばすため、セリウム含有量の高い電極を選択してください。

古い設備：設備の不安定さを補うため、高性能WC20電極を選択してください。

ガスシステムの最適化：標準的なセリウム含有量の電極で高純度ガス供給を確保してください。

#### 追加情報

溶接環境は複雑であるため、電極の性能と設備の状態の両方を考慮する必要があります。EN 26848 は、様々な環境における電極の適応性を重視しており、ユーザーは環境と機器の状態を定期的に確認する必要があります。

### 9.3.4 コストと性能のバランス

#### 問題の背景

高セリウム含有電極は優れた性能を発揮しますが、コストが高いため、ユーザーはコストと性能のバランスを見つける必要があります。

#### 原因分析

高セリウム含有量コスト：酸化セリウム含有量が2.2%に近い電極は製造コストが高く、必要な高い見通しに適しています。

標準セリウム含有量適用範囲：1.8%～2.0%の電極はコストが低く、従来の溶接に適しています。

寿命：高セリウム含有量電極は寿命が長く、長期的なコストを削減できます。

大量調達：高セリウム含有量電極を大量に使用すると、全体的なコストが増加する可能性があります。

#### 著作権および法的責任に関する声明

## 解決策

従来の溶接: コストを削減するために、セリウム含有量が1.8%~2.0%のWC20電極を選択します。

高需要溶接: 性能を確保するため、セリウム含有量2.0%~2.2%の電極を選択してください。

コスト評価: 溶接頻度と寿命要件に基づいて、最も費用対効果の高い電極を選択してください。

サプライヤー選定: ISO 6848またはGB/T 4192規格に準拠したサプライヤーを選択し、品質とコストのバランスを確保してください。

## とりあえず事情

コストと性能のバランスは、プロジェクト予算と溶接要件によって決められます。中国タングステン工業協会の年次報告書を参照し、市場価格の動向を把握し、適切な電極を選択してください。

### 9.4 セリウムタングステン電極のアーク発生困難への対策

アーク発生困難は、セリウムタングステン電極の使用においてよく見られる問題であり、アークが点火しにくく、または複数回の試行が必要になるという形で現れます。以下では、表面清浄度、先端形状、装置パラメータ、および電力安定性という4つの側面から原因を分析し、解決策を示します。

#### 9.4.1 電極表面の清浄度を確認する

##### 問題の背景

電極表面の清浄度は電子放出能力に直接影響し、汚染や酸化はアーク放電の障害を考える可能性があります。

電極表面が酸化され、電子放出が阻害されます。

酸化層: 電極が空気にさらされたり、シールドガスが遠慮されたりすると、表面が酸化し、アーク性能が低下します。

大切な保管: 電極が湿気の高い環境に保管されているため、表面に汚染物質や酸化層が形成されます。

作業中の汚染: 溶接中に手の汗などの汚染物質にさらされると、表面品質に影響を与える可能性があります。

## 解決策

電極の洗浄: 電極表面をアルコールまたは専用の洗浄液で拭き取り、必要に応じて超音波洗浄してください。

酸化防止: 電極が熱風にさらされないように、シールドガスを十分に供給してください。

正しい保管: 電極は乾燥した密閉容器に保管してください。

操作仕様: 手の汗による汚染を防ぐため、電極を操作する際は手袋を着用してください。

## 追加情報

の保管および洗浄要件を重視しており、ユーザーは危機な電極管理システムを構築する必

### 著作権および法的責任に関する声明

要があります。

#### 9.4.2 先端形状の最適化

##### 問題の背景

先端形状はアークの点火能力に影響を与える、確かな形状はアーク発生の困難に接続する可能性があります。

##### 原因分析

大きすぎるコーン角: コーン角が大きすぎる（例えば60°を超える）と、アークが分散し、点火が困難になります。

先端の動態化: ふと使うと先端が鈍くなり、電子放出効率が低下します。

非対称形状: 研磨不均一性によりアークの偏向が生じ、アーク発生が困難になります。

粗い表面: 研磨痕や粗い表面は電子放出を思いません。

##### 解決策

正しいコーン角を選択: 低電流溶接には20°～30°のコーン角、高電流溶接には30°～50°のコーン角を使用します。

定期的な研磨: 使用頻度に応じて先端を再研磨し、鋭利な形状を維持します。

対称性の確保: 専用の研磨機を使って、先端の対称性を確保してください。

研磨用チップ: 細粒度の研磨ホイールを使って研磨することで、表面粗さを低減できます。

##### とりあえず事情

アーク発生の問題を解決するには、先端形状の最適化が重要です。AWS A5.12では、電流値と材料に基づいて適切な円錐角を選択することを推奨しており、ユーザーは専用の研磨機を使用する必要があります。

#### 9.4.3 溶接装置パラメータの調整（高周波アーク始動など）

##### 問題の背景

高周波アーク始動設定などの溶接装置パラメータは、アーク発生性能に直接影響を与えるため、かなりのパラメータはアーク発生の障害に接続される可能性があります。

##### 原因分析

高周波でのアーク発生不足: 高周波パルスの強度または周波数が低すぎるため、アークの点火が困難です。

電流設定が低すぎる: 電流値が電極の推奨範囲を下回っております、電子公開が必要です。

シールドガスの覚悟さ: ガス流量または種類が決まりで、アーク点火に影響を与えています。

##### 著作権および法的責任に関する声明

機器の老朽化：溶接機の高周波モジュールまたは出力が不安定です。

### 解決策

高周波アークの最適化：高周波パルスの強度と周波数を調整し、速やかに点火アークを確保します。

正しい電流の設定：電極径に応じて正しいアーク電流を選択します（例：1.6 mm電極には30～50 Aを推奨）。

シールドガスの調整：アルゴンガスを使用し、シールド効果を確保するために流量を5～10L/minに設定します。

機器のメンテナンス：溶接機を定期的に補正し、高周波モジュールと電源の安定性を確認してください。

### 追加情報

高周波アークは、セリウムタングステン電極の一般的なアーク誘導方法であり、GB/T 4192ではパラメータ調整の推奨事項が示されています。ユーザーは、アーク始動性能を確保するために、機器を定期的にメンテナンスする必要があります。

#### 9.4.4 電極を交換するか、電源の安定性を確認する

##### 問題の背景

電極の品質または電源の安定性がアーク発生の障害を考える可能性があり、電極を交換するか、電源を確認することで解決する必要があります。

##### 原因分析

電極の品質問題：セリウムの分布不均一性や過剰な不純物は、アーク発生性能に影響を与えます。

電極の劣化：当面の使用はチップの劣化を招き、アーク発生能力を低下させます。

不安定な電源：溶接機の出力量または電流が変動し、アークの点火に影響を与えます。

接続の問題：電極グリッパーとの接触不良または接触不良により、電流伝達が不良になります。

### 解決策

電極の交換：品質を確保するため、ISO 6848またはGB/T 4192規格に準拠したWC20電極を選択してください。

定期交換：使用時間とチップの状態に基づき、適切なタイミングで電極を交換してください。

電源の確認：溶接機を補正し、安定した電圧と電流出力を確保してください。

グリッパーの確認：電極グリッパーがしっかりと密着していることを確認してください。

#### 著作権および法的責任に関する声明

ハードウェアの問題によるアーク放電の問題を回避するため、ユーザーは信頼できる供給業者を選択し、溶接機器を定期的に点検する必要があります。

## 9.5 セリウムタングステンとランタンタングステンの混合使用に関する問題の分析

セリウムタングステン（WC20）電極とランタンタングステン（WL20）電極は性能と用途が似ていますが、混合すると性能低下や管理上の平和に接続できる可能性があります。以下では、性能への影響、アーク安定性、識別管理、代替品の4つの側面から混合問題を分析します。

### 9.5.1 混合による性能への影響

#### 問題の背景

セリウムタングステン電極とランタンタングステン電極はどちらもTIG溶接に適していますが、ドーピング（酸化セリウムと酸化ランタン）の違いにより特性が異なり、混合すると溶接効果に影響を与える可能性があります。

#### 原因分析

電子放出能力：セリウムタングステン電極の酸化セリウムは低電流で優れたアーク性能を示し、ランタンタングステン電極の酸化ランタンは高電流での焼損耐性に優れています。

熱負荷の違い：ランタンタングステン電極は高入熱条件でより安定していますが、セリウムタングステン電極は低～中電流条件に適しています。

化学組成の違い：混合すると電極性能にばらつきが生じ、溶接品質に影響を与える可能性があります。

プロセス適応性：異なる電極は異なる溶接パラメータに適合するため、混合するとパラメータ設定が不正確になる可能性があります。

#### 解決策

明確な使用スケジュール：溶接材料と電流値に応じて適切な電極を選択し、混合を避けてください。

別々に保管：混合を恐れるため、セリウムタングステン電極とランタンタングステン電極は別々に保管してください。

溶接パラメータの調整：電極の種類に応じて電流とガス流量を調整し、性能の整合性を確保してください。

品質検証：性能の優先を恐れるため、ISO 6848 または AWS A5.12規格に準拠した電極を使用してください。

#### 追加情報

セリウムタングステン電極とランタンタングステン電極の性能の違いは、特定のなプロセスに応じて選択する必要があります。AWS A5.12では2種類の電極の性能比較が提供されており、ユーザーは溶接ニーズに基づいてどちらかの種類を選択する必要があります。

#### 著作権および法的責任に関する声明

### 9.5.2 混合によって発生する可能性のあるアーク不安定性

#### 問題の背景

セタンングステン電極とランタンタングステン電極を混合して使用すると、アーク不安定性が発生し、溶接品質とプロセス効率に遅れる可能性があります。

#### 原因分析

アーク性能差: セリウムタングステン電極は低電流においてランタンタングステン電極よりも優れたアーク性能を発揮しますが、混合するとアークが困難になる可能性があります。

アーク安定性の違い: ランタンタングステン電極は高電流でより安定していますが、セリウムタングステン電極はよりによりアークジッターを考慮する可能性があります。

パラメータの不一致: 電極を混合する場合、溶接パラメータが最新の電極の種類に適していない可能性があります。

チップ形状の違い: 2種類の電極の推奨コーン角は異なるため、混合するとアークの分散につながる可能性があります。

#### 解決策

混合を優先: プロセスの一貫性を確保するため、単一種類の電極を使用することを優先してください。

パラメータの最適化: 電極の種類に応じて、電流、極性、ガス流量を調整します。

チップ形状の確認: 電極チップの研磨が推奨コーン角（例: セリウムタングステン 20° ~ 40°、ランタンタングステン 30° ~ 50°）を満たしていることを確認してください。

定期点検: 混合による不安定性を回避するため、溶接前に電極の種類を確認してください。

#### 追加情報

アークの不安定性は、混合電極でよく発生する問題です。EN 26848 では、混合によるプロセス上の問題を回避するため、電極の種類を厳密に区別することを推奨しています。

### 9.5.3 混合時の識別と管理に関する提案

#### 問題の背景

リウムセタンングステン電極とランタンタングステン電極は外観が似ており、マーキングが不明瞭なために混合が発生し、溶接品質と管理効率に影響を考慮する可能性があります。

#### 原因分析

類似した色の識別: セリウムタングステン（灰色）とランタンタングステン（青色）の電極の端面の色は、暗い場所では識別が困難です。

時の混乱: 電極が種類ごとに保管されていないため、混乱が生じています。

ラベルの突然: パッケージまたは電極のモデル識別が不明瞭で、混合のリスクがございます。

不注意な操作: オペレーターが電極の種類を注意して確認せず、そのまま使用しました。

#### 著作権および法的責任に関する声明

## ソリューション

強化された色識別: ラベルはISO 6848またはAWS A5.12の色分け（セリウムタングステン: 灰色、ランタンタングステン: 青）に厳密に準拠しています。

別々に保管: 混合を恐れるため、セリウムタングステン電極とランタンタングステン電極は別々の容器またはラベルに保管してください。

明確なラベル表示: 電極のパッケージには、WC20またはWL20の概略（製造元およびバッチ情報を含む）を必ず記載してください。

操作訓練: 作業員は、電極の種類を識別し、使用前に識別情報を確認する訓練を受けています。

## 注記

GB/T 4192 では、電極の色分けとパッケージに関する要件が強調されており、ユーザーは制限な電極管理システムを構築する必要があります。

### 9.5.4 推奨される電極の選定と代替品

#### 問題の背景

混合を優先するには、ユーザーは溶接ニーズに適した電極を選択し、プロセスを最適化するための代替品について理解する必要があります。

#### 原因分析

プロセス要件の違い: セリウムタングステンは低電流から中電流に適しており、ランタンタングステンが高電流に適しており、混合すると性能が低下する可能性があります。

コストの違い: ランタンタングステン電極は高価であるため、代替品の費用対効果を評価する必要があります。

供給安定性: 一部の電極は地域によって入手困難な場合があります、代替品が必要になります。

機器の互換性: 電極ごとに溶接機器のパラメータ要件が異なるため、それらを適合させて選択する必要があります。

#### 解決策

低電流溶接: ステンレス鋼および薄板溶接に適したセリウムタングステン電極（WC20）を推奨します。

高電流溶接: 厚板および超合金溶接に適したランタンタングステン電極（WL20）を選択します。

代替案: セリウムタングステン電極の供給が不足している場合は、ランタンタングステン電極を使用できますが、円錐角と電流パラメータを調整する必要があります。

サプライヤーの選択: 電極の品質を確保するため、ISO 6848またはGB/T 4192規格に準拠したサプライヤーを選択してください。

#### 追加情報

電極の選択には、プロセス要件とコストを総合的に考慮する必要があります。AWS A5.12では、セリウムタングステンとランタンタングステンのパフォーマンス比較が提供されており、ユーザーは特定の用途に適した電極タイプを選択できます。

#### 著作権および法的責任に関する声明



## 第10章 セリウムタングステン電極の将来開発動向

リウムセタングステン電極は、不活性ガスシールドアーク溶接（TIG）およびプラズマ溶接の主要材料として、その低放射能、優れたアーク特性、そしてアーク安定性により、世界の溶接業界において重要な位置を確保しています。本章では、技術革新、応用拡大、市場と政策の3つの側面から、リウムセタングステン電極の将来開発動向を体系的に考察し、それぞれの動向の背景、発展方向、潜在的影響、そして応用展望を深く分析します。

### 10.1 セリウムタングステン電極の技術革新

技術革新は、セリウムタングステン電極の性能向上と応用拡大の中核的な原動力です。今後、新たなドーピング材料、インテリジェント化・グリーン化製造、高性能電極の研究開発が技術開発の焦点となり、リウムセタングステン電極の高性能化、低コスト化、そしてより環境に優しい製造方法が実現されるでしょう。

#### 10.1.1 新たなドーピング材料とプロセス

##### 技術の背景

セリウムタングステン電極の性能は、主にタングステンマトリックスと酸化リウムセドーパントの相乗効果によって決まります。従来のセリウムタングステン電極（WC20）

##### 著作権および法的責任に関する声明

は、1.8%~2.2%の酸化セリウムを添加することでアーク始動性能とアーク安定性を向上させますが、高精度溶接と高温環境への要求が高まっていき、酸化リウムセリウム単独のドーピングの限界が徐々に見えてきました。

## 開発動向

**複合ドーピング技術:** 今後、酸化セリウムに酸化ランタン、酸化イットリウム、またはジルコニアを追加したマルチドーピングシステムを形成する複合ドーピング電極が開発されるだろう。複合ドーピングは電子放出性能を最適化、チップの焼損率を低減するため、高入熱および超精密溶接現場に適しています。

**ナノドーピングプロセス:** ナノスケールの酸化セリウム粒子（粒子径<100 nm）を均一にドーピングすることにより、電極の微細構造安定性を高めます。ナノドーピングは酸化セリウムの均一性を向上させ、局所的な閾値を軽減し、低電流における電極のアーク性能を向上させるため、特に半導体およびマイクロエレクトロニクス産業に適しています。

**新しい基板材料:** タングステン-モリブデン合金やタングステン-レニウム合金などのタングステン基合金を基板材料として検討し、電極の機械的強度と耐熱衝撃性を向上させます。

**高度な製造プロセス:** プラズマ焼結、レーザークラディング、3Dプリンティング技術を用いて、ドーピングの分布と電極の微細構造を最適化します。レーザークラディングはドーピングの精密な制御を可能にし、3Dプリンティングは特殊な溶接ニーズに合わせて電極形状をカスタマイズできます。

**表面改質技術:** プラズマ溶射または化学蒸着（CVD）を用いて電極表面に耐熱コーティングを形成し、先端の酸化や焼損を軽減し、高周波溶接における電極の安定性を向上させます。

## 潜在的な影響

**性能向上:** 複合ドーピングおよびナノドーピング技術は、電極のアーク始動性能と耐高温性を大幅に向上させ、航空宇宙産業や原子力産業などのニーズの高い分野に対応します。

**コスト管理:** 新しいプロセスでは、性能向上と製造コストのバランスを取る必要があります。ナノドーピングと3Dプリンティングは初期コストが高くなる場合がありますが、長期的には電極交換頻度を削減できます。

**業界標準の更新:** 新しいドーピング材料は、ISO 6848などの規格の改訂を促進し、複合ドーピング電極に対する新しい分類および試験要件を追加します。

## 応用展望

新しいドーピング材料と合金プロセスにより、リウムセタンングステン電極は、超高温溶接、マイクロデバイス製造、新エネルギー機器製造など、より太い溶接足場に適合するようになります。航空宇宙産業では、複合ドーピング電極を使用してチタン合金の精密溶接を実現し、半導体産業では、ナノドーピング電極を使用してニーズを満たすことができますマイクロソルダリングの。

### 著作権および法的責任に関する声明

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO<sub>2</sub>). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

**Excellent Arc Starting:** Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

**Low Burn-off Rate:** Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

**High Arc Stability:** Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

**Radiation-Free & Eco-Friendly:** A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO <sub>2</sub> Content	Color Code	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

著作権および法的責任に関する声明

## 10.1.2 インテリジェント製造とグリーン製造

### 技術の背景

インテリジェント製造とグリーン製造は、製造業の高度化における中核的な方向性です。セリウムタングステン電極の製造には、粉末冶金や高温焼結といった高エネルギープロセスが伴い、従来のプロセスにはエネルギーの浪費や環境汚染の問題があります。将来的には、インテリジェント製造とグリーン製造技術によって電極製造プロセスが最適化され、効率が向上し、環境への影響が軽減されることになるでしょう。

### 開発動向

**インテリジェント製造:** 人工知能（AI）と産業用IoT（モノのインターネット）技術を導入し、電極製造プロセスを最適化します。AIは、粉末ドーピング、焼結温度、成形圧力をかけて監視することで、電極の品質を予測し、プロセスパラメータを自動的に調整します。IoTシステムは、生産設備の相互接続を実現し、生産ラインの自動化レベルを向上させます。

**オンライン品質検査:** マシンビジョンとスペクトル分析を用いて、電極の化学組成、微細構造、表面品質を繰り返して検出するAIベースのオンライン検査システムを開発します。これにより、従来の手作業による検査方法が置き換えられ、検査効率と継続性が向上します。

**グリーン生産プロセス:** 低エネルギー焼結技術（マイクロ波焼結やプラズマ焼結など）を置くことで、エネルギー消費量を削減します。また、生産工程で発生するタングステン粉末や酸化セリウム廃棄物をリサイクルする廃棄物リサイクル技術を開発し、原材料の廃棄量を削減します。

**環境に優しい表面処理:** 従来の化学洗浄方法をプラズマまたはレーザー洗浄技術に置き換えて洗浄することで、廃液排出量を削減し、生産プロセスの環境配慮性を向上させます。

**ツイン技術:** 電極生産ラインのデジタルツインモデルを構築し、プロセスフローをシミュレーションすることで、生産パラメータを最適化し、試験コストと環境への影響を削減します。

### 潜在的な影響

**生産効率の向上:** インテリジェント生産は、生産サイクルを短縮し、電極の一貫性と品質安定性を向上させます。

**環境に優しい:** グリーン製造技術は、エネルギー消費量と排出量を削減し、世界的な環境規制を遵守し、企業の競争力を高めます。

**コスト最適化:** インテリジェント化とスクラップリサイクル技術は長期的な生産コストを削減できますが、初期の設備投資は高くなります。

**規格への適応性:** グリーン製造は、GB/T 4192などの規格への環境保護条項の追加を促進し、製造プロセスの標準化を推進します。

### 応用展望

インテリジェント化とグリーン化により、セリウムタングステン電極の生産はより効率的かつ環境に優しくなり、航空宇宙、自動車製造などの業界における高性能電極の需要を満たすことができます。インテリジェント試験システムは企業に品質トレーサビリティ機能

#### 著作権および法的責任に関する声明

を提供し、グリーンプロセスは欧州などの環境基準が厳しい市場における電極の競争力を高めます。

### 10.1.3 高性能電極の研究開発

#### 技術の背景

溶接技術の進歩に伴い、航空宇宙、半導体、原子力産業などの必要な高い分野では、電極性能に対する基準がより高く設定されています。

#### 開発動向

**超高電流電極：**超高電流（300A超）に適したセリウムタングステン電極を開発し、ドーピング率とマトリックス材料を最適化することで耐焼損性とアーク安定性を向上させ、厚板溶接のニーズに対応します。

**超低電流電極：**ナノドーピングと表面改質技術を用いて、超低電流（10A未満）に適した電極を開発し、アーク性能を最適化、マイクロ溶接のニーズに対応します。

**耐極限環境性電極：**原子力産業や海洋工学などの特殊環境に適した、耐高温・耐腐食性電極を開発します。例えば、耐腐食コーティングの追加やタングステンレニウム合金基板の使用により、高温・高湿度環境における電極の安定性を向上させることができます。

**長寿命電極：**複合ドーピングと高な結焼技術により、電極寿命を延長し、交換頻度を減らし、長期的なコストを削減します。

**カスタマイズされた電極直径：**3D印刷技術を利用して、非標準の複雑な先端形状などの特殊な形状や性能要件を満たすカスタマイズされた電極を製造します。

#### 潜在的な影響

**応用範囲の拡大：**高性能電極は優れ産業の高い要求を満たし、ハイエンド市場におけるセリウムタングステン電極の応用を促進するでしょう。

**高性能技術の障壁：**電極の研究開発には洞察の投資が必要であり、業界、競争の活性化や技術の障壁の形成につながる可能性がある。

**規格の更新：**高性能電極は、AWS A5.12などの規格に対する新たな性能要件の導入を促進し、業界標準化を推進します。

#### 応用展望

高性能電極は、航空宇宙（チタン合金溶接）、半導体（マイクロチップ溶接）、原子力産業（超溶接）で広く利用されるでしょう。医療機器製造における複雑な形状の溶接など、個々のニーズに合わせてカスタマイズされた電極も利用可能です。

### 10.2 セリウムタングステン電極の応用範囲の拡大

セリウムセタングステン電極の応用分野は急速に拡大しており、新エネルギー、半導体、マイクロ溶接などの急速産業の必要は、電極にとって新たな成長ポイントとなっています。

#### 著作権および法的責任に関する声明

## 10.2.1 今後産業（新エネルギー、半導体など）からのニーズ

### 背景応用:

新エネルギー（太陽光発電、風力発電、水素エネルギー）および半導体産業の急速な発展により、溶接技術に対する要求は当面あります。セリウムタングステン電極は、低放射能と高性能という特長から、これらの産業に最適です。

### 開発動向

太陽光発電産業: 太陽光発電モジュールの製造では、シリコンウェーハの接合やセルの組立など、高精度の溶接が求められます。セリウムタングステン電極の優れたアーク性能は、低電流溶接精密に適しており、将来、太陽光発電機器の製造において広く利用されることとなります。

風力発電産業: タワーやブレードなどの風力発電機器の溶接には、高い強度と耐腐食性が求められます。セリウムタングステン電極は、複合ドーピングにより厚板溶接のニーズに対応し、将来的にはより大規模な風力発電プロジェクトを支えてまいります。

水素エネルギー産業: 水素燃料電池の製造には薄肉金属の溶接が予定されており、リウムセタングステン電極の低電流性能とアーク安定性が鍵となり、今後の需要が急速に増加するだろう。

半導体産業: チップパッケージングとマイクロエレクトロニクス製造には超精密はんだ付けが求められており、ナノドーピングされたセリウムタングステン電極はミクロンレベルのはんだ付け要件を満たすことができ、今後は5GやAIチップ製造において重要な役割を担うでしょう。

電気自動車産業: バッテリーパックとモーター製造には高信頼性溶接が求められており、高性能なセタングステン電極は電気自動車の量産を支えてまいります。

### 潜在的な影響

市場の成長: 今後の産業からの需要がセリウムタングステン電極の市場規模を押し上げるだろう。

技術革新: 高精度溶接のニーズは、高性能電極の研究開発を加速させます。

業種: 電極メーカーは、新エネルギー・半導体企業と連携し、カスタマイズされたソリューションを開発する必要があります。

### 応用展望

例えば、太陽光発電産業ではリウムセタングステン電極を置くことでシリコンウェーハの効率的な溶接を実現でき、エネルギー産業では高性能電極を置くことで燃料電池の製造品質を向上させることができます。

## 10.2.2 マイクロ溶接および超精密溶接技術

### 背景応用:

マイクロ溶接および超精密溶接技術は、医療機器、マイクロエレクトロニクス、航空宇宙などの分野でございますます必要がございますます。セリウムタングステン電極は低電流アーク

#### 著作権および法的責任に関する声明

ク特性を備えているため、マイクロ溶接に最適であり、将来的にはより繊細な用途にも活用されるでしょう。

### 開発動向

**マイクロ溶接電極：**医療用インプラントの製造など、ミクロンスケールの溶接に適した、直径0.5mm未満のセリウムタングステン電極を開発します。ナノドーピング技術により、極低電流における電極の性能が向上します。

**超精密溶接：**電極先端形状と表面改質技術を最適化、アークの集中性と安定性を確保することで、半導体チップパッケージングや航空宇宙分野の微細構造のニーズに対応します。

**自動溶接システム：**ロボットとレーザー支援溶接技術を組み合わせ、マイクロ溶接に適した自動電極システムを開発し、溶接精度と効率を向上させます。

**低温溶接技術：**環境低温でのマイクロ溶接に適した耐低温電極の研究開発。材料溶接：金属やセラミックスなどの異種材料の溶接をサポートする電極を開発し、マイクロエレクトロニクスおよび医療産業の複雑なニーズに対応します。

### 潜在的な影響

**技術革新：**マイクロ溶接電極の研究開発は、溶接技術の高度な開発を推進します。  
**コスト課題：**超精密電極は製造コストが高く、価格を下げるにはプロセスの最適化が必要です。

**規格開発：**マイクロ溶接電極は、ISO 6848などの規格へのマイクロ溶接規定の追加を推進します。

### 応用展望

リウムセタングステン電極は、医療業界のペースメーカー溶接、半導体業界のチップパッケージング、航空産業のマイクロセンサー製造など、マイクロ溶接分野で大きな注目を集めています。自動溶接システムの導入により、生産効率はさらに向上します。

## 10.3 セリウムタングステン電極の市場と政策

市場需要の拡大と政策環境の変化は、セリウムタングステン電極の影響の将来の発展に大きなものを与えます。世界市場予測、環境政策、国際貿易動向は、電極業界に新たな機会と課題を実現します。

### 10.3.1 世界市場の需要予測

#### 市場の背景

リウムセタングステン電極の市場ニーズは、世界的な製造業、エネルギー変革、そして飛躍産業の発展によって牽引されています。航空宇宙産業、自動車製造業、新エネルギー産業、半導体産業の急速な成長は、電極の需要を継続的に高めていきたいと考えています。

#### 開発動向

アジア市場 中国やインドなどのアジア諸国における製造業の高度化と新エネルギー投資が、セリウムタングステン資源国である中国は、今後も電極の生産と輸出において優位に

#### 著作権および法的責任に関する声明

立つだろう。

**北米市場:** 宇宙航空産業と電気自動車産業の拡大により、高性能セリウムタングステン電極の必要があり、AWS A5.12規格の危機な措置が市場の正常化を促進することになります。

**欧州市場:** 環境規制とグリーン製造への解決により、低放射能セリウムタングステン電極の要求があり、EN 26848規格の改訂により市場がさらに規制されることになります。

**足元市場:** アフリカと南米の工業化は、特にエネルギーとインフラ分野において、新たなニーズの成長ポイントを実現してまいります。

**業界セグメンテーション:** 新エネルギー（太陽光発電、風力発電）、半導体、医療業界からの要望が、カスタマイズ電極の市場成長を目指します。

### 潜在的な影響

**市場規模の拡大:** 世界のリウムセタングステン電極市場は、今後10年間、年平均5~7%の成長率を維持すると予想されています。

**地域間競争:** 中国企業のコスト優位性と北米・欧州企業の技術優位が、市場競争を活性化させよう。

**サプライチェーンの最適化:** 市場需要の地域分散により、サプライチェーンの地域化が促進されます。

### 用途展望

リウムセタングステン電極は、世界の製造業において重要な立場を維持し、中国市場は新エネルギー産業と半導体産業の急速な成長の賜物、北米・欧州市場は高性能電極の応用に注力したいと思います。

## 10.3.2 環境保護政策による業界への影響

### 政策の背景

世界的な環境規制（EU REACH規則や中国の環境保護法など）により、製造業に対する環境保護と安全に関する要求はより厳しくなっています。リウムタングステン電極の製造には、タングステン鉱石の採掘、冶金、化学処理が必要であり、グリーン製造の傾向への適応が求められます。

### 開発動向

**廃棄物リサイクル基準:** 本政策では、電極メーカー対、スクラップのリサイクル率（例：90%以上）の向上、タングステンおよび酸化リウムセロトの廃棄物の削減、そして環境汚染の削減を義務付けます。

**低エネルギー生産:** マイクロ波焼結やプラズマ焼結などの低エネルギー技術の活用を奨励し、生産工程における炭素排出量を削減します。

**放射能管理:** 電極の放射能検出を強化し、安全基準値を下回り、航空宇宙産業および医療産業の安全要件を満たすようにします。

**グリーンパッケージ:** リサイクル可能または生分解性のパッケージの使用が求められ、生

#### 著作権および法的責任に関する声明

産コストがかかるため、中小企業の適応能力は制限される可能性があります。

市場アクセス：環境政策に準拠した政策は、欧州および北米市場への参入が容易になります。

技術革新：グリーン政策は、低エネルギー技術および廃棄物リサイクル技術の導入を推進します。

## 応用展望

環境保護政策は、セリウムタングステン電極生産のグリーン化を促進し、グリーン電極は新エネルギー産業や医療産業でより広く利用されるようになります。企業は、技術革新と認証子ども市場競争力を強化する必要があります。

### 10.3.3 国際貿易とサプライチェーンの動向

#### 市場の背景

リウムセタング ステン電極の国際貿易は、世界のタング ステン資源の分布、製造需要、そして貿易政策の影響を受けます。世界最大のタング ステン生産国である中国は、電極サプライチェーンを支配していますが、地政学的障壁や貿易障壁が課題となる可能性があります。

#### 開発動向

サプライチェーンの多様化：貿易リスクに対処するため、北米および欧州企業は、オーストラリアやカナダにおけるタングステン資源の開発など、サプライチェーンの多様化を目指します。

生産の現地化：欧州および北米市場は電極アジアの現地化を促進し、からの輸入への依存度を軽減し、サプライチェーンの安定性を向上させます。

貿易協定の影響：地域貿易協定（RCEP、CPTPPなど）は、アジア市場における電極取引を促進し、認識障壁を削減します。

デジタルサプライチェーン：ブロック技術チェーンを用いて電極原材料の供給源と生産プロセスを追跡することで、サプライチェーンの透明性とトレーサビリティを向上させます。

グリーン貿易要件：EUの炭素国境調整メカニズム（CBAM）は、輸入電極に炭素排出基準の遵守を義務付け、グリーン生産技術の普及を促進します。

#### 潜在的な影響

市場競争の激化：サプライチェーンの多様化により、世界市場における競争が激化し、中国企業のコスト優位性が弱まる可能性があります。

貿易障壁：地政学的および環境的要件により電極の輸出が制限される可能性があり、認証取得対応する必要がある。

シナ技術ジー：デジタルサプライチェーンは、世界的な技術協力を推進し、電極の品質向上に貢献します。

## 応用展望

国際貿易とサプライチェーンの動向は、セリウムタングステン電極業界をグローバル化、

#### 著作権および法的責任に関する声明

グリーン化、デジタル化を引き続き推進します。中国企業は技術革新とグリーン認証を獲得し競争優位性を維持する必要があり、北米および欧州企業は現地生産市場の需要に応じることができます。



## 付録

### A. 用語集

**セリウムタングステン電極:** タングステンをベースに2%~4%の酸化セリウムを添加した非放射性電極で、TIG溶接などのプロセスに使用されます。

**電子脱出仕事関数:** 電子が材料の表面から脱出するために必要な最小エネルギー量。電極のアーク性能に影響します。

**アーク始動性能:** 低電流で安定したアークを形成する電極の能力。

**性:** アークは溶接プロセス中に連続的かつジッタのない特性を維持します。

**バーンオフ率:** 溶接プロセス中の高温損失による電極の質量損失率。

**粉末冶金:** 粉末を混合し、加圧し、焼結して金属材料を製造する技術。

**TIG溶接 (タングステン不活性ガス溶接):** タングステンアルゴン 不活性ガス保護を使用したアーク溶接。

**酸化セリウム (CeO<sub>2</sub>):** タングステン電極の性能を向上させる希土類酸化物添加剤。

**プラズマアーク溶接:** 高温プラズマアークを使用して高精度の溶接を行うプロセス。

**構造:** 顕微鏡で観察される結晶粒や相分布などの材料の構造特性。

### 著作権および法的責任に関する声明

ISO 6848:規格 国際標準化機構によって開発されたタングステン電極の分類と技術要件。

AWS A5.12: A アメリカ溶接協会が開発したタングステン電極の仕様規格。

SEM（走査型電子顕微鏡）: 材料の表面形態と微細構造を分析するために使用される走査型電子顕微鏡。

ICP-MS（誘導結合プラズマ質量分析法）: 元素分析用の誘導結合プラズマ質量分析法。

結: 粉末を高温で加熱して高密度の物質に結合するプロセス。

## B. 参考文献

[1] 国際標準化機構（2004）. ISO 6848: アーク溶接及び切断 - 非消耗タングステン電極 - 分類. ジュネーブ: ISO. [2] アメリカ溶接協会（2009）. AWS A5.12: アーク溶接及び切断用タングステン及び酸化物分散タングステン電極の仕様. マイアミ: AWS. [3] 欧州標準化委員会（1991年）EN 26848: 不活性ガスシールドアーク溶接およびプラズマ切断・溶接用タングステン電極ブリュッセル: CEN.

[4] 国家標準化技術委員会（2015）GB/T 4192: 不活性ガス保護下のアーク溶接、プラズマ溶接および切断用のタングステン電極、北京: 中国標準出版社。

[5] 中国機械工業連合会（2017年）JB/T 12706: 溶接用タングステン電極、北京: 中国標準出版社。[6] 張偉、劉軍（2018年）TIG溶接用タングステン電極材料の研究進歩、中国材料科学工学誌、36(4)、215-223。

[7] 王欣、李慧（2020）「セリウム-タングステン電極開発におけるナノドーピング技術の応用」溶接技術評論、42(3)、87-94。

[8] 中国タングステン工業協会（2022）. タングステン電極の生産と市場動向に関する年次報告書. 北京: 中国タングステン工業協会。