

토륨 텅스텐 전극의 백과 사전

中钨智造科技有限公司
CTIA GROUP LTD

CTIA GROUP LTD

텅스텐, 몰리브덴 및 희토류 산업을 위한 지능형 제조 분야의 글로벌 리더

저작권 및 법적 책임 선언문

CTIA GROUP 소개

CHINATUNGSTEN ONLINE 이 설립 한 독립적 인 법인격을 가진 전액 출자 자회사 인 CTIA GROUP LTD 는 산업 인터넷 시대에 텅스텐 및 몰리브덴 재료의 지능적이고 통합적이며 유연한 설계 및 제조를 촉진하기 위해 최선을 다하고 있습니다. 1997 년 www.chinatungsten.com 를 출발점으로 설립 된 CHINATUNGSTEN ONLINE 은 중국 최초의 최상위 텅스텐 제품 웹 사이트이며 텅스텐, 몰리브덴 및 희토류 산업에 중점을 둔 중국의 선구적인 전자 상거래 회사입니다. 텅스텐 및 몰리브덴 분야에서 거의 30 년 동안 쌓아온 깊은 경험을 바탕으로 CTIA GROUP 은 모회사의 탁월한 설계 및 제조 능력, 우수한 서비스 및 글로벌 비즈니스 명성을 계승하여 텅스텐 화학, 텅스텐 금속, 초경합금, 고밀도 합금, 몰리브덴 및 몰리브덴 합금 분야에서 포괄적인 응용 솔루션 제공업체가 되었습니다.

지난 30 년 동안 CHINATUNGSTEN ONLINE 은 텅스텐, 몰리브덴 및 희토류와 관련된 뉴스, 가격 및 시장 분석의 100 만 페이지 이상을 포함하여 20 개 이상의 언어를 다루는 200 개 이상의 다국어 텅스텐 및 몰리브덴 전문 웹 사이트를 설립했습니다. 2013 년부터 WeChat 공식 계정 "CHINATUNGSTEN ONLINE"은 40,000 개 이상의 정보를 게시하여 거의 100,000 명의 추종자에게 서비스를 제공하고 전 세계 수십만 명의 업계 전문가에게 매일 무료 정보를 제공합니다. 웹 사이트 클러스터 및 공식 계정에 대한 누적 방문 횟수가 수십억 회에 달함에 따라 텅스텐, 몰리브덴 및 희토류 산업에서 인정받는 글로벌하고 권위 있는 정보 허브가 되어 24/7 다국어 뉴스, 제품 성능, 시장 가격 및 시장 동향 서비스를 제공합니다.

CHINATUNGSTEN ONLINE 의 기술과 경험을 바탕으로 CTIA GROUP 은 고객의 개인화 된 요구를 충족시키는 데 중점을 둡니다. AI 기술을 활용하여 특정 화학 조성 및 물리적 특성(예: 입자 크기, 밀도, 경도, 강도, 치수 및 공차)을 가진 텅스텐 및 몰리브덴 제품을 고객과 공동으로 설계하고 생산합니다. 금형 개발, 시험 생산에서 마무리, 포장 및 물류에 이르기까지 전체 프로세스 통합 서비스를 제공합니다. 지난 30 년 동안 CHINATUNGSTEN ONLINE 은 전 세계 130,000 명 이상의 고객에게 500,000 가지 이상의 텅스텐 및 몰리브덴 제품에 대한 R & D, 설계 및 생산 서비스를 제공하여 맞춤형, 유연성 및 지능형 제조의 기반을 마련했습니다. 이러한 기반을 바탕으로 CTIA GROUP 은 산업 인터넷 시대에 텅스텐 및 몰리브덴 재료의 지능형 제조 및 통합 혁신을 더욱 심화합니다.

CTIA GROUP 의 Hanns 박사와 그의 팀은 30 년 이상의 업계 경험을 바탕으로 텅스텐, 몰리브덴 및 희토류와 관련된 지식, 기술, 텅스텐 가격 및 시장 동향 분석을 작성하고 공개적으로 발표하여 텅스텐 업계와 자유롭게 공유했습니다. 한 박사는 1990 년대부터 30 년 이상 텅스텐 및 몰리브덴 제품의 전자 상거래 및 국제 무역, 초경합금 및 고밀도 합금의 설계 및 제조 분야에서 경험을 쌓았으며 국내외에서 텅스텐 및 몰리브덴 제품 분야의 저명한 전문가입니다. 업계에 전문적이고 고품질의 정보를 제공한다는 원칙을 고수하는 CTIA GROUP 의 팀은 생산 관행 및 시장 고객의 요구를 기반으로 기술 연구 논문, 기사 및 산업 보고서를 지속적으로 작성하여 업계에서 널리 찬사를 받고 있습니다. 이러한 성과는 CTIA GROUP 의 기술 혁신, 제품 홍보 및 산업 교류에 대한 견고한 지원을 제공하여 글로벌 텅스텐 및 몰리브덴 제품 제조 및 정보 서비스의 선두 주자로 도약할 수 있도록 합니다.



저작권 및 법적 책임 선언문

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2024 version
www.ctia.com.cn

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2024V
sales@chinatungsten.com

CTIA GROUP LTD

Thorium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Thorium Tungsten Electrode

Thorium tungsten electrodes are a type of welding electrode material made by uniformly doping high-purity tungsten with thorium oxide (ThO_2). They are widely used in demanding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) welding and plasma welding. Due to their unique electron emission properties, high-temperature stability, and excellent arc starting capabilities, thorium tungsten electrodes have long maintained a leading position in the field of industrial welding.

2. Properties of Thorium Tungsten Electrode

Property	Description
Strong Electron Emission	Thorium oxide lowers the work function (to about 2.63 eV), enabling sensitive arc initiation and easier arc starting.
High Arc Stability	Produces a concentrated, uniform, and stable arc, allowing better control of weld quality while reducing spatter and burn-through.
Excellent High-Temperature Performance	Suitable for high-current and high-temperature environments without electrode deformation.
Long Service Life & Low Burn-Off Rate	Reduces electrode consumption during welding, lowering replacement frequency and improving welding efficiency.
Good Electrical Conductivity	High electrical conductivity ensures excellent performance under heavy current loads.
Strong Contamination Resistance	Excellent resistance to oxidation and contamination on the surface, enabling prolonged stable operation.

3. Grades of Thorium Tungsten Electrode

Grade	Thorium Oxide Content (wt%)	Tip Color	Main Characteristics
WT10	0.8 - 1.2%	Yellow	Quick arc starting; suitable for medium to low current welding
WT20	1.7 - 2.2%	Red	Optimal overall performance; widely used for DC welding
WT30	2.8 - 3.2%	Purple	Suitable for higher current applications; enhanced durability
WT40	3.8 - 4.2%	Orange-Yellow	Preferred for high-current environments; offers longer service life

4. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

저작권 및 법적 책임 선언문

디렉토리

1 장 소개

- 1.1 토륨 텅스텐 전극의 정의 및 개요
- 1.2 용접 산업에서 토륨 텅스텐 전극의 중요성
- 1.3 연구 및 응용 배경

2 장 : 토륨 텅스텐 전극의 종류

- 2.1 토륨 텅스텐 전극은 산화 토륨 함량에 따라 분류됩니다.
 - 2.1.1 WT10(노란색 페인트)
 - 2.1.2 WT20(빨간색 페인트)
 - 2.1.3 WT30 (보라색 페인트)
 - 2.1.4 WT40 (오렌지 페인트)
- 2.2 토륨 텅스텐 전극은 적용 시나리오에 따라 분류됩니다.
 - 2.2.1 DC 용접용 토륨 텅스텐 전극
 - 2.2.2 AC 용접용 토륨 텅스텐 전극 (Special Scene)
- 2.3 토륨 텅스텐 전극과 다른 텅스텐 전극의 비교
 - 2.3.1 순수 텅스텐 전극
 - 2.3.2 세륨 텅스텐 전극
 - 2.3.3 란탄 텅스텐 전극
 - 2.3.4 지르코늄 텅스텐 전극
 - 2.3.5 이트륨 텅스텐 전극

제 3 장 : 토륨 텅스텐 전극의 특성

- 3.1 토륨 텅스텐 전극의 물리적 특성
 - 3.1.1 토륨 텅스텐 전극의 높은 용점 및 열 안정성
 - 3.1.2 토륨 텅스텐 전극의 전자 작용
 - 3.1.3 토륨 텅스텐 전극의 전도성 및 기계적 성질
- 3.2 토륨 텅스텐 전극의 화학적 성질
 - 3.2.1 토륨 텅스텐 전극의 내산화성
 - 3.2.2 토륨 텅스텐 전극의 화학적 안정성
- 3.3 토륨 텅스텐 전극의 용접 성능
 - 3.3.1 토륨 텅스텐 전극의 아크 시작 성능
 - 3.3.2 토륨 텅스텐 전극의 아크 안정성
 - 3.3.3 토륨 텅스텐 전극의 전극 소손 속도
 - 3.3.4 고부하 전류에서 토륨 텅스텐 전극의 성능
- 3.4 토륨 텅스텐 전극의 방사성 특성
 - 3.4.1 산화토륨의 미량 방사능
 - 3.4.2 건강 및 환경 영향
 - 3.4.3 토륨 텅스텐 전극과 무방사성 전극의 비교
- 3.5 CTIA GROUP LTD 의 토륨 텅스텐 전극 MSDS

저작권 및 법적 책임 선언문

Chapter 4 : 토륨 텅스텐 전극의 제조 및 제조 기술

- 4.1 토륨 텅스텐 전극의 원료 제조
 - 4.1.1 텅스텐 분말의 선택 및 정제
 - 4.1.2 산화토륨 도핑 공정
- 4.2 토륨 텅스텐 전극의 분말 야금 공정
 - 4.2.1 혼합 및 프레스
 - 4.2.2 소결 공정
 - 4.2.3 열처리 및 입자 제어
- 4.3 Thorium Tungsten 전극의 압연 및 연삭 공정
 - 4.3.1 전극 막대의 형성
 - 4.3.2 표면 연마 및 정밀 제어
- 4.4 토륨 텅스텐 전극의 품질 관리
 - 4.4.1 성분 균일성 테스트
 - 4.4.2 치수 및 표면 품질 검사
- 4.5 토륨 텅스텐 전극의 방사성 오염 예방 및 제어
 - 4.5.1 생산 공정에서의 방사성 폐기물 관리
 - 4.5.2 보호 조치 및 장비 요구 사항
 - 4.5.3 폐수 및 고형 폐기물의 처리

5 장 : 토륨 텅스텐 전극의 용도

- 5.1 용접 분야에서의 토륨 텅스텐 전극의 적용
 - 5.1.1 텅스텐 불활성 가스(TIG) 용접
 - 5.1.2 플라스마 용접
 - 5.1.3 DC 양극 용접 (탄소강, 스테인리스강, 니켈 합금, 티타늄 합금 등)
- 5.2 다른 산업에서의 토륨 텅스텐 전극의 적용
 - 5.2.1 진공 전자 장치의 양극 재료
 - 5.2.2 아크 절단 및 아크 시작
- 5.3 Thorium Tungsten 전극 적용 시나리오의 한계
 - 5.3.1 방사능 사용 시나리오
 - 5.3.2 대체전극의 적용 동향

Chapter 6 : 토륨 텅스텐 전극 용 생산 설비

- 6.1 토륨 텅스텐 전극의 원료 가공 장비
 - 6.1.1 텅스텐 분말 연삭 및 스크리닝 장비
 - 6.1.2 산화토륨 도핑 장비
- 6.2 토륨 텅스텐 전극용 분말 야금 장비
 - 6.2.1 믹서
 - 6.2.2 프레스
 - 6.2.3 고온 소결로
- 6.3 토륨 텅스텐 전극의 성형 및 가공 장비
 - 6.3.1 캘린더
 - 6.3.2 연삭 및 연마 장비
- 6.4 토륨 텅스텐 전극용 방사선 보호 장비

저작권 및 법적 책임 선언문

- 6.4.1 특수 그라인더 및 먼지 제거 시스템
- 6.4.2 인클로저 및 환기 장비
- 6.4.3 방사성 폐기물 처리 설비
- 6.5 토륨 텅스텐 전극 용 시험 장비
- 6.5.1 X- γ 방사선 선량률 검출기
- 6.5.2 α, β 표면 오염 검출기

Chapter 7 : 토륨 텅스텐 전극에 대한 국내외 표준

- 7.1 토륨 텅스텐 전극에 대한 국제 표준
 - 7.1.1 ISO 6848:2015 (텅스텐 전극에 대한 분류 및 요구 사항)
 - 7.1.2 AWS A5.12/A5.12M(미국 용접 협회 텅스텐 전극 사양)
 - 7.1.3 EN 26848 (텅스텐 전극에 대한 유럽 표준)
- 7.2 토륨 텅스텐 전극에 대한 국내 표준
 - 7.2.1 GB/T 4187-2017(텅스텐 전극에 대한 국가 표준)
 - 7.2.2 GB 18871-2002 (이온화 방사선에 대한 보호 및 방사선 소스의 안전성을 위한 기본 표준)
 - 7.2.3 관련 방사성 광물의 개발 및 활용을 위한 기업의 환경 방사선 모니터링 및 정보 공개에 관한 조치(시범 실시용)
- 7.3 토륨 텅스텐 전극에 대한 방사성 안전 기준
 - 7.3.1 토륨-232 면제활성농도 (1 Bq/g)
 - 7.3.2 생산 및 사용에 대한 보호 요구 사항

제 8 장 : 토륨 텅스텐 전극의 검출 방법

- 8.1 토륨 텅스텐 전극의 화학 성분 검출
 - 8.1.1 산화토륨 함량 분석
 - 8.1.2 불순물 함량 검출
- 8.2 토륨 텅스텐 전극의 물리적 특성 시험
 - 8.2.1 밀도 및 경도 테스트
 - 8.2.2 결정립 구조 분석
- 8.3 토륨 텅스텐 전극의 방사능 검출
 - 8.3.1 X- γ 방사선 선량률 검출
 - 8.3.2 α, β 표면 오염 감지
 - 8.3.3 환경 방사선 모니터링
- 8.4 토륨 텅스텐 전극의 용접 성능 시험
 - 8.4.1 아크 성능 테스트
 - 8.4.2 아크 안정성 및 연소 속도 테스트
- 8.5 Thorium 텅스텐 전극의 시험 장비 및 교정
 - 8.5.1 기기 테스트에 대한 교정 요구 사항
 - 8.5.2 테스트 환경 및 작동 사양

9 장 : 토륨 텅스텐 전극의 장점과 단점

- 9.1 토륨 텅스텐 전극의 장점
 - 9.1.1 우수한 용접 성능

저작권 및 법적 책임 선언문

9.1.2 고온 강도 및 내마모성

9.2 토륨 텅스텐 전극의 단점

9.2.1 방사능 오염 위험

9.2.2 환경 및 건강 영향

Chapter 10 토륨 텅스텐 전극의 보관, 운송 및 안전 관리

10.1 보관 환경 및 조건 요구 사항

10.2 포장 표준 및 보호 조치

10.3 운송 중 안전 예방 조치

10.4 방사성 물질에 대한 안전 관리 관행

10.5 비상 처리 및 사고 예방

Chapter 11 : 토륨 텅스텐 전극의 미래 개발 동향 및 과제

11.1 토륨 텅스텐 전극 대체 재료의 연구 개발 진행 상황

11.2 환경 보호 및 방사선 안전 압력

11.3 새로운 제조 공정 및 녹색 제조

11.4 토륨 텅스텐 전극 성능의 개선 방향

11.5 시장 수요의 변화 및 산업 체인의 발전

11.6 정책 및 규정의 영향 및 규정 준수 개발

부록

A. 용어집

B. 참조

1 장 소개

1.1 토륨 텅스텐 전극의 정의 및 개요

토륨 텅스텐 전극은 고순도 텅스텐을 매트릭스로 하고 소량의 산화토륨(ThO_2 , 보통 0.9%에서 4.2% 사이)이 도핑된 합금 전극으로, 텅스텐 불활성 가스 차폐 용접(TIG 용접)과 같은 고정밀 용접 공정에 널리 사용됩니다. 주성분인 텅스텐은 매우 높은 용점(약 3422°C)과 우수한 전기 전도성을 가지고 있으며, 산화토륨을 첨가하면 전극의 전자 작업(약 2.63eV)이 크게 감소하여 아크 개시 성능과 아크 안정성이 향상됩니다. 토륨 텅스텐 전극은 일반적으로 다양한 토륨 산화물 함량에 따라 분류되며 세계에서 가장 일반적인 모델로는 WT10 (0.9-1.2 % ThO_2 , 노란색 코팅), WT20 (1.8-2.2 % ThO_2 , 빨간색 코팅 팁), WT30 (2.8-3.2 % ThO_2 , 보라색 애플리케이션) 및 WT40 (3.8-4.2 % ThO_2 , 주황색-노란색 애플리케이션). 이러한 모델은 생산 및 사용 시 쉽게 구별할 수 있도록 색상으로 구분되어 있습니다.

토륨 텅스텐 전극의 외관은 일반적으로 직경이 0.5mm 에서 10mm 사이이며 길이는 일반적으로 150mm 또는 175mm 이며 표면은 용접 과정에서 안정성을 보장하기 위해 정밀하게 연마되고 연마됩니다. 텅스텐의 높은 용점과 산화토륨의 열전자 방출 능력에서 비롯된 고유한 특성으로 인해 전극 소손을 줄이면서 높은 전류 부하에서 안정적인 아크를 유지할 수 있습니다. 산화토륨의 도핑은 전극의 고온 저항을 향상시킬 뿐만 아니라 DC 양극(DCEN) 용접에 우수하며 특히 탄소강, 스테인리스강, 니켈 합금 및 티타늄 합금의 용접에 적합합니다.

그러나, 토륨 텅스텐 전극은 토륨 산화물 함량으로 인해 미량의 방사능 (주로 α 및 β 입자 방사선)을 특징으로하며, 이는 생산, 저장 및 사용 중에 특별한주의 사항을 필요로 한다. 낮은 방사능 수준에도 불구하고(토륨-232 는 면제 활성 농도가 1Bq/g 임), 장기간 노출되면 여전히 잠재적인 건강 및 환경 영향을 미칠 수 있습니다. 따라서 최근 몇 년 동안 세륨 텅스텐 및 란탄 텅스텐과 같은 비 방사성 전극은 점차 대체물이 되었지만 토륨 텅스텐 전극은 우수한 용접 특성으로 인해 특정 분야에서 여전히 중요한 위치를 차지하고 있습니다.

1.2 용접 산업에서 토륨 텅스텐 전극의 중요성

토륨 텅스텐 전극은 용접 산업, 특히 텅스텐 아르곤 아크 용접 (TIG 용접) 및 플라즈마 용접과 같은 고정밀 공정에서 대체 할 수 없는 중요성입니다. TIG 용접은 불활성 가스(아르곤 또는 헬륨 등)를 사용하여 아크와 용접 풀을 보호하는 용접 방법으로 항공 우주, 원자력 산업, 자동차 제조 및 조선 산업에서 널리 사용됩니다. 토륨 텅스텐 전극은 우수한 아크 개시 성능과 아크 안정성으로 인해 TIG 용접에 선호되는 전극 재료가 되었습니다.

우선, 토륨 텅스텐 전극은 DC 양극 용접에서 잘 수행됩니다. 낮은 전자 탈출 작업을 통해 전극이 쉽게 아크를 시작할 수 있으며 아크는 고전류에서 안정적으로 유지되어 스파터 및 용접 결함을 줄입니다. 이는 티타늄 합금 및 스테인리스강과 같이 용점이 높은 금속을 용접할 때 특히 중요합니다. 예를 들어, 티타늄 부품의 용접에 매우 높은 정밀도와 표면 품질이 필요한 항공 우주 산업에서 토륨 텅스텐 전극은 용접의

저작권 및 법적 책임 선언문

균일성과 강도를 보장합니다. 또한, 높은 전류 부하에서 토륨 텅스텐 전극의 낮은 연소 속도는 전극의 수명을 연장하고 생산 비용을 절감합니다.

둘째, 토륨 텅스텐 전극의 높은 전도성과 열 안정성으로 인해 탄소강, 합금강, 구리 합금 및 니켈 기반 합금을 포함한 광범위한 재료의 용접에 적합합니다. WT20 및 WT40 과 같이 산화 토륨 함량이 다른 전극은 용접 전류 및 재료 유형에 따라 다양한 공정 요구 사항을 충족하도록 선택할 수 있습니다. 예를 들어, WT20 은 적당한 산화토륨 함량(1.8-2.2%)으로 인해 중전류 용접에 가장 널리 사용되는 반면, WT40 은 고전류, 중장비 산업 시나리오에 더 적합합니다.

또한, 토륨 텅스텐 전극은 플라즈마 용접 및 아크 절단에서 중요한 응용 분야를 가지고 있습니다. 플라즈마 용접은 고온 및 고압 플라즈마 환경에서 안정성을 유지하기 위해 전극이 필요하며 토륨 텅스텐 전극의 고온 저항으로 인해 이상적인 선택입니다. 아크 절단에서 토륨 텅스텐 전극은 절단 효율성과 정밀도를 보장하기 위해 고강도 아크를 제공 할 수 있습니다. 이러한 특성으로 인해 토륨 텅스텐 전극은 현대 산업에서 없어서는 안될 필수 요소이며, 방사능 문제로 인해 대체 재료 연구가 이루어졌지만 특정 수요가 많은 시나리오에서의 장점은 여전히 완전히 대체하기가 어렵습니다.

1.3 연구 및 응용의 배경

토륨 텅스텐 전극의 개발 및 적용은 20 세기 초에 시작되어 아크 용접 기술의 부상으로 점차 발전했습니다. 텅스텐은 높은 용점과 우수한 전기 전도성으로 인해 전극 재료에 이상적인 선택이지만, 고전류에서 순수 텅스텐 전극의 아크 시작 및 아크 불안정성의 어려움으로 인해 적용이 제한됩니다. 20 세기의 30 년대에 연구자들은 텅스텐 전극의 성능이 소량의 산화 토륨을 도핑함으로써 크게 향상 될 수 있음을 발견했습니다. 산화토륨의 낮은 전자 작용이 아크 시작에 필요한 에너지를 감소시키는 동시에 고온에서 전극의 내구성을 향상시킨다는 발견은 토륨 텅스텐 전극의 광범위한 적용으로 이어졌습니다.

그 후 수십 년 동안 토륨 텅스텐 전극의 제조 공정은 계속 개선되었습니다. 분말 야금 기술의 도입으로 산화토륨의 균일한 분포를 가질 수 있게 되어 전극의 품질과 일관성이 향상되었습니다. 20 세기의 80 년대에는 TIG 용접 기술의 대중화와 함께 토륨 텅스텐 전극이 용접 산업의 주류 재료가 되었으며 국제 표준 (예 : ISO 6848 및 AWS A5.12)도 생산 및 사용을 규제하기 위해 공식화되었습니다.

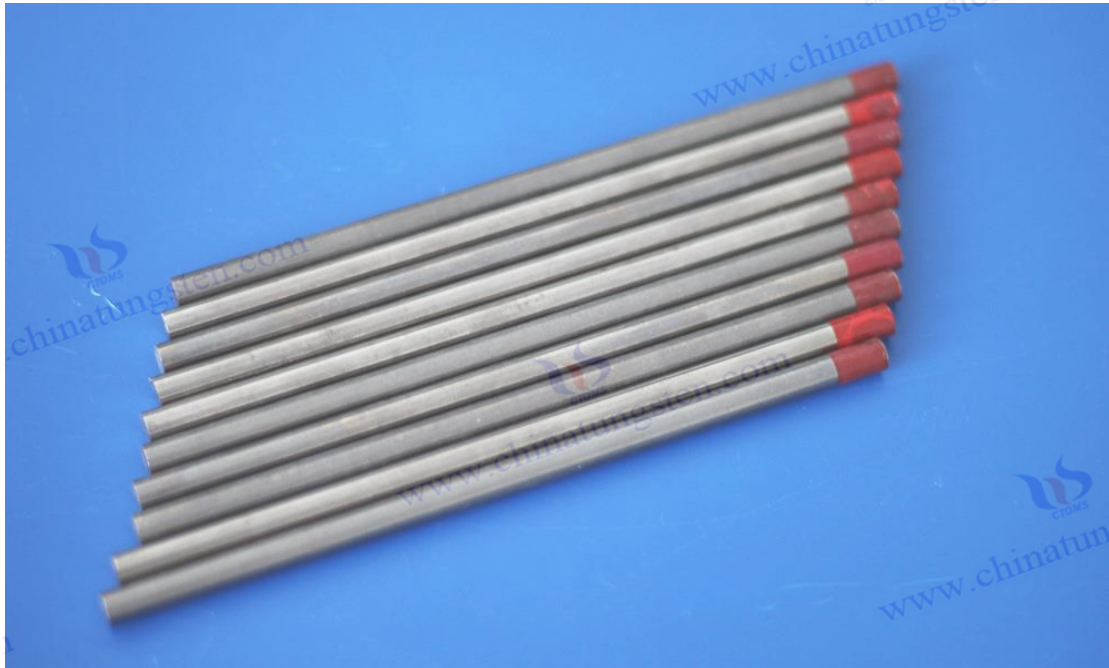
그러나 토륨 텅스텐 전극의 방사능은 점차 주목을 받고 있습니다. 산화토륨에 함유된 토륨-232 는 자연적으로 발생하는 방사성 원소로, 붕괴로 인해 α 입자와 소량의 β 및 γ 방사선이 방출됩니다. 낮은 수준의 방사능에도 불구하고 전극 연삭 중에 발생하는 먼지와 같이 생산 및 사용 중에 작업자의 건강과 환경에 잠재적인 위험을 초래할 수 있습니다. 20 세기의 90 년대 이래로 유럽과 미국 국가들은 비 방사성 전극의 연구 개발을 촉진하기 시작했으며 세륨 텅스텐 전극 (WC20) 및 란탄 텅스텐 전극 (WL20)이 점차 시장에 진입했습니다. 이러한 대체 전극은 성능면에서 토륨 텅스텐 전극에 가깝고 방사성 위험이 없으므로 일부 영역에서 점차적으로 토륨 텅스텐

저작권 및 법적 책임 선언문

전극을 대체하고 있습니다.

그럼에도 불구하고, 토륨 텅스텐 전극은 여전히 일부 까다로운 분야에서 고유한 장점을 가지고 있습니다. 예를 들어, 원자력 산업 및 항공 우주에서 토륨 텅스텐 전극은 우수한 아크 안정성과 고온 저항으로 인해 여전히 선택되는 재료입니다. 최근 몇 년 동안 연구의 초점은 방사성 오염을 줄이기 위해 토륨 텅스텐 전극의 생산 공정을 최적화하는 동시에 성능을 더욱 향상시키기 위해 새로운 도핑 재료를 탐색하는 것으로 이동했습니다. 또한 점점 더 엄격해지는 환경 규제에 의해 토륨 텅스텐 전극의 생산 및 사용이 더욱 제한됨에 따라 업계는 보다 안전하고 환경 친화적인 대안을 개발해야 합니다.

전 세계적으로 토륨 텅스텐 전극의 응용 및 연구가 계속되고 있습니다. 텅스텐 자원의 주요 국가로서 중국은 토륨 텅스텐 전극의 생산 및 수출에서 중요한 위치를 차지하고 있으며 관련 기업은 국제 표준을 충족하기 위해 생산 공정을 지속적으로 개선하고 있습니다. 동시에, 국제 용접 산업에서 토륨 텅스텐 전극에 대한 수요는 특히 개발 도상국 및 특정 산업 부문에서 여전히 강합니다. 미래에는 새로운 재료와 공정의 발전에 따라 토륨 텅스텐 전극의 역할이 바뀔 수 있지만 용접 기술의 역사에서 중요한 위치는 부인할 수 없습니다.



CTIA GROUP LTD WT20 전극

저작권 및 법적 책임 선언문

CTIA GROUP LTD

Thorium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Thorium Tungsten Electrode

Thorium tungsten electrodes are a type of welding electrode material made by uniformly doping high-purity tungsten with thorium oxide (ThO_2). They are widely used in demanding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) welding and plasma welding. Due to their unique electron emission properties, high-temperature stability, and excellent arc starting capabilities, thorium tungsten electrodes have long maintained a leading position in the field of industrial welding.

2. Properties of Thorium Tungsten Electrode

Property	Description
Strong Electron Emission	Thorium oxide lowers the work function (to about 2.63 eV), enabling sensitive arc initiation and easier arc starting.
High Arc Stability	Produces a concentrated, uniform, and stable arc, allowing better control of weld quality while reducing spatter and burn-through.
Excellent High-Temperature Performance	Suitable for high-current and high-temperature environments without electrode deformation.
Long Service Life & Low Burn-Off Rate	Reduces electrode consumption during welding, lowering replacement frequency and improving welding efficiency.
Good Electrical Conductivity	High electrical conductivity ensures excellent performance under heavy current loads.
Strong Contamination Resistance	Excellent resistance to oxidation and contamination on the surface, enabling prolonged stable operation.

3. Grades of Thorium Tungsten Electrode

Grade	Thorium Oxide Content (wt%)	Tip Color	Main Characteristics
WT10	0.8 - 1.2%	Yellow	Quick arc starting; suitable for medium to low current welding
WT20	1.7 - 2.2%	Red	Optimal overall performance; widely used for DC welding
WT30	2.8 - 3.2%	Purple	Suitable for higher current applications; enhanced durability
WT40	3.8 - 4.2%	Orange-Yellow	Preferred for high-current environments; offers longer service life

4. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

저작권 및 법적 책임 선언문

2 장 : 토륨 텅스텐 전극의 종류

텅스텐 불활성 가스 차폐 용접 (TIG 용접) 및 플라즈마 용접의 핵심 소모품으로서 토륨 텅스텐 전극에는 여러 유형이 있으며, 이는 다양한 토륨 산화물 함량 및 응용 시나리오에 따라 신중하게 분류 할 수 있습니다. 토륨 텅스텐 전극의 분류는 화학적 조성 및 물리적 특성의 차이를 반영 할뿐만 아니라 다양한 용접 공정 및 산업 시나리오에서의 적용 가능성을 반영합니다. 이 장에서는 토륨 산화물 함량에 따른 토륨 텅스텐 전극의 분류, 응용 시나리오에 따른 분류 및 다른 유형의 텅스텐 전극과의 비교에 대해 자세히 설명합니다.

2.1 토륨 텅스텐 전극은 토륨 산화물 함량에 따라 분류됩니다.

토륨 텅스텐 전극의 주요 특성은 텅스텐 매트릭스의 도핑 된 토륨 산화물 (ThO_2)에서 파생되며, 그 함량은 전극의 전자 작업, 아크 안정성, 소손 속도 및 적용 가능한 전류 범위에 직접적인 영향을 미칩니다. 국제 표준 (예 : ISO 6848 : 2015 및 AWS A5.12 / A5.12M)은 토륨 산화물 함량에 따라 토륨 텅스텐 전극을 여러 모델로 분류하고 생산 및 사용에서 쉽게 구별 할 수 있도록 다른 색상 애플리케이션으로 식별합니다. 다음은 WT10, WT20, WT30 및 WT40 의 네 가지 일반적인 모델이며, 각각 성능 및 응용 프로그램 시나리오에서 상당한 차이가 있습니다.

2.1.1 WT10(노란색 페인트)

WT10 토륨 텅스텐 전극은 0.8-1.2 % 토륨 텅스텐 전극을 함유하고 있으며, 이는 토륨 산화물 함량이 가장 낮은 토륨 텅스텐 전극의 일종이며 노란색 코팅 헤드로 식별됩니다. 낮은 산화토륨 함량은 전자 작업과 용접 성능 사이의 균형을 제공하여 저전류 및 중전류 용접 작업에 적합합니다.

성능 특성:

WT10 전극의 전자 작용은 약 2.63eV 로 순수 텅스텐 전극(약 4.5eV)보다 낮아 아크 시작에 필요한 에너지를 크게 줄여 저전류 조건(일반적으로 50-150A)에서 우수한 아크 시작 성능을 갖습니다. 아크 안정성은 특히 아크가 집중되고 스패터가 적은 DC 음극(DCEN) 용접에서 더 좋습니다. WT10 은 산화토륨 함량이 낮기 때문에 특히 전극 팁이 약간 녹거나 토륨이 고갈될 수 있는 고전류 또는 장기간 연속 용접에서 상대적으로 높은 연소율을 보입니다.

WT10 의 방사능 수준은 모든 토륨 텅스텐 전극 중 가장 낮고 토륨 -232 의 활성 농도는 면제 기준 (1 Bq / g)에 가깝기 때문에 생산 및 사용시 방사선 방호 요구 사항이 상대적으로 완화되어 있습니다. 따라서 의료 기기 제조와 같은 방사성 산업 응용 분야에 선호되는 전극입니다.

응용 프로그램 시나리오

WT10 은 주로 박판 용접 및 저전류 정밀 용접에 사용되며 탄소강, 스테인리스강, 구리 합금과 같은 재료에 적합합니다. 예를 들어, 자전거 프레임 제조에서 WT10 전극은 안정적인 아크를 제공하고 용접 과열을 줄이며 고품질 조인트를 보장할 수 있습니다. 또한 WT10 은 전자 부품의 정밀 용접과 같은 마이크로 TIG 용접 공정에도

저작권 및 법적 책임 선언문

사용할 수 있습니다.

장점과 단점 :

장점: 낮은 방사능, 우수한 아크 시작 성능, 저전류 용접에 적합, 상대적으로 저렴한 비용.

단점: 고전류에서 높은 소손률, 고하중 또는 장기 연속 용접에 적합하지 않습니다.

생산 및 사용에 대한 주의사항

WT10 전극을 생산할 때 국부적으로 불균일한 성능을 피하기 위해 산화토륨의 균일한 분포를 보장해야 합니다. 사용 시 아크 농도를 최적화하기 위해 적절한 연삭 각도(일반적으로 15°-30°)를 사용하는 것이 좋습니다. 또한 토륨 분진 흡입의 위험을 줄이기 위해 연삭 공정 중에 특수 그라인더와 먼지 제거 장비가 필요합니다.

2.1.2 WT20 (빨간색 페인트)

WT20 은 현재 가장 널리 사용되는 토륨 텅스텐 전극 유형으로, 산화토륨 함량이 1.7-2.2%이며 적색 코팅으로 식별됩니다. 적당한 산화토륨 함량으로 인해 성능, 비용 및 적용성 간의 최상의 균형을 이룰 수 있으며 산업용 용접에 널리 사용됩니다.

성능 특성:

WT20 전극의 전자 작용은 WT10 의 전자 작용과 유사하지만 산화 토륨 함량이 높기 때문에 아크 안정성이 더욱 향상되어 중전류 및 고전류 범위(100-300A)에 적합합니다. DC 양극 용접에서 WT20 은 집중적이고 안정적인 아크를 유지하여 용접 결함을 줄일 수 있습니다. WT10 에 비해 WT20 은 연소율이 낮고 전극 팁은 고온에서 더 내구성이 있어 장기간 연속 용접에 적합합니다.

WT20 은 WT10 보다 방사능 수치가 약간 높지만 여전히 안전한 범위 내에 있습니다. 생산 및 사용 시 보호 조치는 보호 마스크 착용 및 환기 장비 사용을 포함하여 관련 표준(예: GB 18871-2002)을 엄격히 따라야 합니다.

응용 프로그램 시나리오

WT20 은 스테인리스강, 탄소강, 니켈 합금 및 티타늄 합금의 용접에 널리 사용되는 TIG 용접의 "만능" 전극입니다. 항공 우주 분야에서 WT20 은 항공기 엔진 블레이드 제조와 같은 티타늄 합금 부품의 용접에 일반적으로 사용되며, 안정적인 아크와 낮은 연소율로 고품질 용접을 보장합니다. 석유 화학 산업에서 WT20 은 파이프 용접, 특히 열악한 환경에서 부식 방지 재료를 접합하는 데에도 일반적으로 사용됩니다.

장점과 단점 :

장점: 강력한 아크 안정성, 낮은 소손률, 다양한 재료에 적합한 광범위한 적용 가능한 전류.

단점 : 약간 더 높은 방사능, 엄격한 보호가 필요합니다. 비용은 WT10 보다 높습니다.

생산 및 사용에 대한 주의사항

WT20 을 생산하려면 일관된 성능을 보장하기 위해 산화토륨의 도핑 비율을 정밀하게

저작권 및 법적 책임 선언문

제어해야 합니다. 사용 시 20°-35°의 연삭 각도를 사용하는 것이 좋으며, 용접 품질에 영향을 미치는 토륨 손실을 방지하기 위해 고전류에서 용접할 때 전극 팁의 상태를 정기적으로 확인하는 것이 좋습니다. 연삭 분진은 환경 오염을 방지하기 위해 적절하게 수집 및 폐기해야 합니다.

2.1.3 WT30 (보라색 페인트)

WT30 전극은 2.8-3.2%의 산화토륨을 함유하고 있으며 보라색 코팅된 헤드로 식별되어 고전류 및 고강도 납땜 응용 분야에 적합합니다. 높은 산화토륨 함량은 전극의 고온 저항과 아크 안정성을 크게 향상시킵니다.

성능 특성:

WT30의 전자 작업은 WT20의 전자 작업보다 약간 낮아 아크의 어려움을 더욱 줄이고 아크는 고전류(200-400A)에서 안정적으로 유지됩니다. 토륨 텅스텐 전극 중 연소율이 가장 낮고 전극 팁이 고온 및 고압에서 쉽게 녹거나 변형되지 않아 장기 연속 용접에 적합합니다. WT30의 뛰어난 전도성과 열 안정성은 중공업 시나리오에서 탁월합니다.

그러나 산화토륨 함량이 높으면 방사능 수치가 높아지고 생산 및 사용 시 보호 요구 사항이 더 엄격해집니다. 작업자는 보호 장비를 착용하고 작업 환경의 환기가 잘 되는지 확인해야 합니다.

응용 프로그램 시나리오

WT30은 주로 조선의 강관 용접, 원자력 발전소의 압력 용기 용접, 대형 기계 및 장비 조립과 같은 후판 용접 및 중장비 부품 제조에 사용됩니다. 고전류에서 안정적인 아크를 유지하는 능력은 티타늄 합금 및 니켈 기반 합금과 같은 용점이 높은 재료를 용접하는 데 적합합니다. 또한 WT30은 극한 조건에서 성능을 유지하기 위해 전극이 필요한 플라즈마 용접 및 아크 절단에도 사용할 수 있습니다.

장점과 단점 :

장점: 우수한 아크 안정성, 매우 낮은 소손률, 고전류 및 중장비 용접에 적합합니다.
단점: 높은 방사능, 높은 보호 비용; 비용은 WT10 및 WT20보다 높습니다.

생산 및 사용에 대한 주의사항

WT30의 생산에는 국부적인 결함을 방지하기 위해 산화토륨의 균일한 분포를 보장하는 고정밀 분말 야금 공정이 필요합니다. 사용 시 아크 농도와 내구성을 최적화하기 위해 25°-40°의 연삭 각도를 사용하는 것이 좋습니다. 분쇄 및 사용 중에는 방사성 보호 사양을 엄격히 준수해야 하며 토륨 먼지를 처리하기 위해 특수 수집 장치를 장착해야 합니다.

2.1.4 WT40 (오렌지 페인트)

WT40 전극은 주황색-노란색 코팅 헤드로 식별되는 3.8-4.2% 산화토륨을 함유하고 있으며, 매우 높은 전류 및 중장비 용접을 위해 설계된 가장 높은 산화토륨 함량을 가진 가장 높은 산화토륨 텅스텐 전극의 모델입니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

성능 특성:

WT40 은 가장 낮은 전자 출력(약 2.6eV)과 우수한 아크 시작 성능을 가지고 있어 초고전류(300-500A)에서도 안정적인 아크를 유지합니다. 연소율이 매우 낮고 전극 팁은 장기간 고온 작동 중에 명백한 손실이 거의 없어 극한의 산업 시나리오에 적합합니다. WT40 은 열적 안정성이 매우 뛰어나고 기계적으로 강하며 고강도 아크 충격을 견딜 수 있습니다.

그러나 WT40 은 방사능 수치가 가장 높고 토륨-232 의 활성 농도가 면제 기준에 가깝거나 약간 높으며 생산 및 사용 시 방사선 방호 요구 사항이 가장 엄격합니다. 작업자는 보호 장비를 완벽하게 갖추어야 하며, 작업장에는 효율적인 환기 및 집진 시스템이 갖추어져야 합니다.

응용 프로그램 시나리오

WT40 은 주로 원자로 압력 용기의 용접, 항공 우주에서 대형 티타늄 합금 구조의 접합 및 중장비 제조와 같은 극한 조건의 초후판 용접 및 산업 응용 분야에 사용됩니다. 플라즈마 절단에서 WT40 은 절단 효율성과 정밀도를 보장하기 위해 고강도 아크를 제공할 수도 있습니다. 고하중 시나리오에서의 내구성으로 인해 특수 산업 응용 분야에서 가장 먼저 선택됩니다.

장점과 단점 :

장점: 최적의 아크 안정성, 가장 낮은 소손률, 초고전류 및 극한 조건에 적합합니다.

단점 : 가장 높은 방사능, 매우 높은 보호 비용; 높은 생산 및 사용 비용.

생산 및 사용에 대한 주의사항

WT40 을 생산하려면 산화토륨의 도핑 및 분포를 제어하기 위해 고정밀 장비를 사용해야 하며, 품질을 보장하기 위해 고온 진공 환경에서 소결 공정을 수행해야 합니다. 사용 시 권장 연삭 각도는 높은 전류 요구 사항을 수용하기 위해 30°-45°입니다. 연삭 및 용접 공정 중 방사성 안전 규범을 엄격하게 준수하고 주변 방사선 수준을 정기적으로 모니터링합니다.

2.2 토륨 텅스텐 전극은 응용 시나리오에 따라 분류됩니다.

토륨 텅스텐 전극의 적용 시나리오는 주로 직류 (DC) 및 교류 (AC) 용접의 성능 차이를 기반으로 합니다. 토륨 텅스텐 전극의 전자 진화 및 아크 안정성 작업은 순수 텅스텐 전극보다 우수하기 때문에 주로 DC 양극 용접에 사용되지만 특정 AC 용접 시나리오에도 적용됩니다.

2.2.1 DC 용접용 토륨 텅스텐 전극

DC 양극(DCEN) 용접은 토륨 텅스텐 전극의 가장 일반적인 적용 시나리오입니다. DCEN 용접에서 전극은 전원 공급 장치의 음극에 연결되고 공작물은 양극에 연결되며 전자는 전극에서 공작물로 흐르므로 집중되고 안정적인 아크가 생성됩니다. 이 모드에서는 토륨 텅스텐 전극의 낮은 전자 탈출 작업과 우수한 열 안정성으로 인해 성능이 우수합니다.

성능 특성:

DCEN 모드에서 토륨 텅스텐 전극은 쉽게 아크를 시작할 수 있으며 아크가 집중되고 열은 주로 공작물에 집중되어 전극의 열 부하를 줄입니다. 이것은 토륨 텅스텐 전극에 탄소강, 스테인리스강, 니켈 합금 및 티타늄 합금을 용접할 때 상당한 이점을 제공합니다. 다양한 유형의 토륨 텅스텐 전극은 다양한 전류 범위에 적합합니다.

WT10: 박판 및 정밀 용접을 위한 저전류(50-150A)에 적합합니다.

WT20: 중전류에서 고전류 (100-300 A)에 적합하며 산업용 용접에 널리 사용됩니다.

WT30 및 WT40: 후판 및 고강성 용접을 위한 고전류에서 초고전류(200-500A)에 적합합니다.

토륨 텅스텐 전극은 DCEN 용접에서 연소율이 낮고 전극 수명이 길며, 특히 고전류에서 팁 모양을 유지할 수 있으므로 빈번한 교체의 필요성이 줄어 듭니다. 또한 높은 아크 안정성, 우수한 용접 품질 및 낮은 스파터로 인해 고정밀 용접에 적합합니다.

응용 프로그램 시나리오

항공 우주: 항공기 동체 및 엔진 부품과 같은 티타늄 및 니켈 합금 부품의 용접.

원자력 산업: 압력 용기 및 파이프의 용접으로 고강도 및 결함 없는 용접이 필요합니다.

석유 화학 산업: 스테인리스강 및 니켈 기반 합금과 같은 부식 방지 재료로 파이프 및 장비 용접.

자동차 제조: 고장력강 및 알루미늄 합금(예: 차체 및 서스펜션 부품)의 용접.

예방 조치

DCEN 용접에서는 재료 두께와 용접 전류에 따라 적절한 전극 유형과 연삭 각도를 선택해야 합니다. 전극 팁은 아크 농도를 유지하기 위해 정기적으로 점검하고 다시 접지해야 합니다. 연삭에는 방사능의 위험을 줄이기 위해 전용 그라인더와 집진 장치를 사용해야 합니다.

2.2.2 AC 용접용 토륨 텅스텐 전극(특수 장면)

토륨 텅스텐 전극은 주로 DCEN 용접에 사용되지만 특히 알루미늄 및 마그네슘과 같은 경금속을 용접할 때 특정 교류(AC) 용접 시나리오에도 적용됩니다. AC 용접에서 전류는 양극과 음극 사이에서 주기적으로 전환되고 전극은 더 높은 열 부하를 받습니다.

성능 특성:

AC 용접에서 토륨 텅스텐 전극은 란타늄 - 텅스텐 또는 지르코늄 - 텅스텐 전극만큼 잘 작동하지 않지만 특정 시나리오에서는 여전히 사용할 수 있습니다. WT20 및 WT30 은 산화토륨 함량이 높기 때문에 AC 모드에서 우수한 아크 안정성을 제공하지만 전극 팁은 양극 주기(DCEP) 동안 과열되기 쉬워 토륨 손실 및 전극 소손을 초래합니다. 결과적으로, 토륨 텅스텐 전극은 종종 팁 모양을 복원하기 위해 빈번한 연삭과 같은 AC 용접에서 더 높은 유지 보수 빈도를 필요로 합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

응용 프로그램 시나리오

알루미늄 합금 용접: 해양 및 항공 우주 제조에서 톨륨 텅스텐 전극(보통 WT20)은 특히 DC 전원을 사용할 수 없는 경우 알루미늄 시트의 AC-TIG 용접에 사용할 수 있습니다.

마그네슘 합금 용접: 자동차 및 항공 우주 분야에서 톨륨 텅스텐 전극은 높은 아크 제어가 필요한 마그네슘 합금의 정밀 용접에 사용할 수 있습니다.

수리 용접: 일부 현장 수리 시나리오에서는 톨륨 텅스텐 전극을 경금속의 AC 용접을 위한 임시 대체품으로 사용할 수 있습니다.

예방 조치

AC 용접에서는 열 부하를 견디기 위해 큰 전극 직경(2.4-4.0mm)을 사용하는 것이 좋으며 연삭 각도는 30°-45°여야 하며 과열을 줄이기 위해 팁을 약간 둥글게 만들 수 있습니다. 방사능 분진 보호에 특별한 주의를 기울여야 하며 효율적인 환기 시스템을 갖추어야 합니다.

2.3 톨륨 텅스텐 전극과 다른 텅스텐 전극의 비교

톨륨 텅스텐 전극은 우수한 용접 성능으로 인해 TIG 용접에서 중요한 위치를 차지하지만 비 방사성 전극, 순수 텅스텐 전극, 세륨 텅스텐 전극, 란탄 텅스텐 전극, 지르코늄 텅스텐 전극 및 이트륨 텅스텐 전극의 개발로 점차 대체 옵션이 되었습니다. 다음은 전극과 톨륨 텅스텐 전극 간의 자세한 비교입니다.

2.3.1 순수 텅스텐 전극

개요

순수 텅스텐 전극 (WP, 녹색 코팅 헤드)은 산화물 도핑없이 99.5 % 이상의 순수 텅스텐으로 만들어지며, 이는 사용된 텅스텐 전극의 가장 초기 유형입니다.

성능 비교

전자 진화의 전자 일: 순수한 텅스텐 전극의 전자 일은 높고(약 4.5eV) 아크를 시작하기 어렵고 더 높은 전압이 필요합니다.

아크 안정성: 아크 안정성은 좋지 않으며 특히 높은 전류에서 아크가 표류하기 쉽습니다.

소손률: 소손률이 높고 전극 팁이 녹기 쉬우며 수명이 짧습니다.

방사능: 비방사성, 안전하고 환경 친화적인 톨륨 텅스텐 전극보다 우수합니다.

적용 가능한 시나리오: 음극 주기 동안 안정적인 산화물 층을 형성할 수 있기 때문에 주로 알루미늄 및 마그네슘 합금의 AC 용접에 사용됩니다.

장점과 단점:

장점: 비방사성, 저렴한 비용, 경금속의 AC 용접에 적합합니다.

단점: 어려운 아크 시작, 열악한 아크 안정성, 고전류 또는 DCEN 용접에 적합하지 않습니다.

응용 프로그램 시나리오

순수 텅스텐 전극은 주로 알루미늄 판 용접과 같은 낮은 요구 사항의 AC 용접에

저작권 및 법적 책임 선언문

사용되지만 현대 산업에서 회토류 도핑 전극으로 점차 대체되었습니다.

2.3.2 세륨 텅스텐 전극

개요

세륨-텅스텐 전극(WC20, 회색 코팅 팁)은 1.8-2.2% 산화세륨(CeO_2)을 함유하고 있으며 토륨 텅스텐 전극에 대한 주요 비방사성 대안입니다.

성능 비교

전자 작업 결과 : 약 2.7 eV, 토륨 텅스텐 전극보다 약간 높지만 아크 개시는 양호합니다.

아크 안정성: 아크 안정성은 WT20에 가깝고 DCEN 및 AC 용접에 적합합니다.

연소 속도 : 연소 손실률은 순수 텅스텐 전극보다 낮지만 WT20보다 약간 높습니다.

방사능 : 비 방사성, 높은 안전성, 환경 보호 요구 사항에 부합.

적용 가능한 시나리오: 스테인리스강, 탄소강 및 알루미늄 합금의 용접에 널리 사용되며 특히 방사성에 민감한 산업에서 사용됩니다.

장점과 단점 :

장점: 비방사성, 우수한 아크 시작 성능, 다양한 용접 시나리오에 적합합니다.

단점: 고전류에서 번아웃 속도가 약간 더 높고 내구성이 WT20만큼 좋지 않습니다.

응용 프로그램 시나리오

세륨 텅스텐 전극은 의료 기기, 식품 가공 장비 및 전자 산업의 용접에 널리 사용되며 방사능 위험이 없기 때문에 점차 토륨 텅스텐 전극을 대체하고 있습니다.

2.3.3 란탄 텅스텐 전극

개요

란탄 텅스텐 전극(WL10, WL15, WL20, 각각 검정색, 금색 및 파란색 코팅 헤드)은 0.8-2.0 % 란탄 산화물 (La_2O_3)을 함유하고 있으며 또 다른 비 방사성 대체 전극입니다.

성능 비교

진화의 전자 작업 : 약 2.6-2.8 eV, 우수한 아크 개시 성능, 토륨 텅스텐 전극에 가깝습니다.

아크 안정성: 특히 고전류 및 AC 용접에서 우수한 아크 안정성.

소손률: 낮은 소손률, 긴 전극 수명, WT20에 가깝거나 더 좋습니다.

방사능 : 비 방사성, 높은 안전성 및 환경 보호.

적용 가능한 시나리오: DCEN 및 AC 용접에 적합하며 고정밀 및 중장비 시나리오에서 널리 사용됩니다.

장점과 단점 :

장점: 비방사성, 강한 아크 안정성, 긴 수명, 다양한 전류 및 재료에 적합합니다.

단점 : 비용이 약간 더 높고 생산 공정이 엄격합니다.

응용 프로그램 시나리오

저작권 및 법적 책임 선언문

란탄 텅스텐 전극은 항공 우주, 원자력 산업 및 자동차 제조에 널리 사용되며 특히 높은 정확도와 긴 수명이 필요한 시나리오에서 사용됩니다.

2.3.4 지르코늄 텅스텐 전극

개요

지르코늄 텅스텐 전극 (WZ3, WZ8, 갈색 및 백색 코팅 헤드, 각각)은 0.3-0.8 % 지르코니아 (ZrO_2)를 함유하고 AC 용접 용으로 설계되었습니다.

성능 비교

진화의 전자 작업: 높음(약 4.0eV), 평균 아크 시작.

아크 안정성: AC 용접, 특히 알루미늄 및 마그네슘 합금 용접에서 우수한 성능.

번아웃 속도: 번아웃 속도가 낮아 AC 용접의 양극 사이클에 적합합니다.

방사능: 비 방사성, 안전하고 환경 친화적입니다.

적용 가능한 시나리오: 경금속의 AC 용접을 위해 특별히 설계되었으며 고전류 DCEN 용접에는 적합하지 않습니다.

장점과 단점 :

장점: 비방사성, 알루미늄 및 마그네슘 합금의 AC 용접에 적합합니다.

단점: 아크 시작 성능이 좋지 않아 DCEN 용접에 적합하지 않습니다.

응용 프로그램 시나리오

지르코늄 텅스텐 전극은 주로 해양 및 항공 우주 제조와 같은 알루미늄 합금 및 마그네슘 합금의 AC-TIG 용접에 사용됩니다.

2.3.5 이트륨 텅스텐 전극

개요

이트륨-텅스텐 전극 (WY20, 파란색 코팅 팁)은 1.8-2.2% 이트륨 산화물(Y_2O_3)을 함유하고 있으며 새로운 비방사성 전극입니다.

성능 비교

전자 작업 출력: 약 2.7eV, 우수한 아크 시작 성능.

아크 안정성: 아크 안정성은 세륨 텅스텐 전극보다 우수하고 란탄 텅스텐 전극에 가깝습니다.

번아웃 속도: 연소 손실률이 낮고 수명이 깁니다.

방사능: 비 방사성, 안전하고 환경 친화적입니다.

적용 가능한 시나리오: 특히 고정밀 시나리오에서 DCEN 및 AC 용접에 적합합니다.

장점과 단점 :

장점: 비방사성, 우수한 아크 안정성, 긴 수명.

단점: 비용이 많이 들고 시장 인기가 낮습니다.

응용 프로그램 시나리오

이트륨 텅스텐 전극은 항공 우주 및 전자 산업과 같은 고정밀 용접에 적합하지만

저작권 및 법적 책임 선언문

산업에서의 적용은 아직 완전히 대중화되지 않았습니다.



CTIA GROUP LTD WT20 전극

제 3 장 : 토륨 텅스텐 전극의 특성

텅스텐 불활성 가스 차폐 용접 (TIG 용접) 및 플라즈마 용접의 핵심 재료 인 토륨 텅스텐 전극은 독특한 물리적, 화학적, 용접 특성 및 방사성 특성으로 인해 산업 응용 분야에서 중요한 위치를 차지합니다. 이 장에서는 물리적 특성(높은 용점, 전자 진화 작업, 전기 전도성 및 기계적 특성 포함), 화학적 특성(내산화성 및 화학적 안정성), 용접 특성(아크 시작 성능, 아크 안정성, 연소 속도 및 높은 부하 거동) 및 방사능(산화토륨의 미량 방사능, 건강 및 환경 영향, 비방사성 전극과의 비교)에 대해 자세히 설명합니다. 포괄적 인 분석을 통해 용접 공정에서 토륨 텅스텐 전극의 장점과 한계를 밝히는 것이 목표입니다.

3.1 토륨 텅스텐 전극의 물리적 특성

토륨 텅스텐 전극의 물리적 특성은 고온, 고전류 용접 환경에서 우수한 성능의 기초입니다. 이러한 특성에는 높은 용점 및 열 안정성, 낮은 전자 탈출 작업, 아크 용접의 극한 조건을 견딜 수 있는 우수한 전도성 및 기계적 특성이 포함됩니다.

3.1.1 토륨 텅스텐 전극의 높은 용점 및 열 안정성

토륨 텅스텐 전극은 약 3422°C (6192°F)의 용점을 가진 알려진 금속 중 가장 높은 용점을 가진 재료 중 하나 인 텅스텐 (W)을 기본으로합니다. 이 속성을 통해 토륨 텅스텐 전극은 아크 용접의 고온 환경 (최대 $6000-7000^{\circ}\text{C}$ 의 아크 온도)에서 구조적 무결성을 유지하고 용융 또는 심각한 변형을 피할 수 있습니다. 산화토륨(ThO_2)의 도핑(일반적으로 0.8-4.2% 범위)은 전극의 열 안정성을 더욱 향상시킵니다. 산화토륨은 용점이 높고(약 3300°C) 발열용량이 높아 아크에 의해 발생하는 열을 효과적으로 분산시키고 전극 팁의 국부 과열을 줄일 수 있습니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

실제 용접에서 토륨 텅스텐 전극의 높은 용점과 열 안정성으로 인해 특히 고전류 DC 양극 (DCEN) 용접에서 장기 연속 용접에 적합합니다. 예를 들어, 티타늄 합금 또는 스테인리스강과 같이 용점이 높은 재료를 용접할 때 전극 팁은 안정적인 모양을 유지하고 연소 및 토륨 손실을 줄입니다. 순수한 텅스텐 전극 (WP)과 비교할 때, 토륨 텅스텐 전극은 고온에서 더 나은 성능을 가지며 팁은 용융 공 또는 균열을 형성하기 쉽지 않아 서비스 수명을 연장합니다.

또한 산화 토륨의 균일한 분포는 열 안정성에 필수적입니다. 생산 공정에서 분말 야금 기술은 텅스텐 매트릭스에서 산화 토륨 입자의 균일 한 분산을 보장하여 국부 고온으로 인한 성능 저하를 방지하는 데 사용됩니다. 열 안정성은 또한 전극의 결정립 구조와 밀접한 관련이 있으며 고온 소결 및 어닐링과 같은 적절한 열처리 공정은 입자 크기를 최적화하고 열 충격에 대한 전극의 저항을 향상시킬 수 있습니다.

3.1.2 토륨 텅스텐 전극의 전자 작용 (2.63 eV)

일 함수는 전자가 재료 표면에서 빠져나가는 데 필요한 최소 에너지로, 전극의 아크 시작 성능에 직접적인 영향을 미칩니다. 토륨 텅스텐 전극의 전자 작용은 약 2.63 eV 이며, 이는 4.5 eV 의 순수 텅스텐 전극보다 현저히 낮습니다. 이것은 주로 토륨 산화물의 도핑 때문이며, 낮은 전자 일 열화로 인해 아크로 인한 전압 요구 사항이 감소하여 토륨 텅스텐 전극이 낮은 전류에서 쉽게 아크를 시작할 수 있습니다.

낮은 전자 작업의 물리적 메커니즘은 산화토륨의 열전자 방출 용량입니다. 산화토륨은 고온(아크 환경)에서 많은 수의 자유 전자를 방출할 수 있어 안정적인 전자 흐름을 생성하여 아크를 시작하고 유지할 수 있습니다. 이 기능은 전자가 전극에서 공작물로 흐르기 때문에 DC 음극(DCEN) 용접에서 특히 중요하며, 탈출 작업이 낮을수록 아크 시동 중 에너지 소비가 감소하여 용접 효율이 향상됩니다.

다른 유형의 토륨 텅스텐 전극 (예 : WT10, WT20, WT30, WT40)은 산화 토륨 함량이 다르기 때문에 전자 탈출 작업이 약간 다릅니다. WT40(3.8-4.2% ThO₂)은 전자 작용이 가장 낮고(2.6eV 에 가까움) 아크 개시 성능이 가장 우수하여 고전류 용접에 적합합니다. WT10 (0.8-1.2 % ThO₂)은 전자 탈출 작업이 약간 높지만 여전히 순수한 텅스텐 전극보다 훨씬 우수합니다. 이러한 차이로 인해 토륨 텅스텐 전극은 저전류 정밀 용접에서 고전류 중장비 용접에 이르기까지 다양한 시나리오에 적용할 수 있습니다.

실제 응용 분야에서는 낮은 전자 작용으로 전극 팁의 열 부하가 감소하고 소손률이 감소합니다. 예를 들어, 항공 우주 산업에서 티타늄 합금을 용접할 때 WT20 전극은 낮은 전압에서 아크를 빠르게 시작할 수 있어 용접의 균일성과 정밀도를 보장합니다. 그러나 전자 작업의 장점은 적절한 전극 연삭 각도(일반적으로 15°-45°)에 의해 완전히 활용되어야 하며 날카로운 팁은 전자 흐름을 더욱 집중시키고 아크 시작 효율을 향상시킬 수 있습니다.

3.1.3 토륨 텅스텐 전극의 전도성 및 기계적 성질

토륨 텅스텐 전극의 전도성은 텅스텐 기판의 높은 전기 전도성 (구리의 약 30 %)으로

저작권 및 법적 책임 선언문

인해 용접 전류를 효율적으로 전달하고 저항 열 손실을 줄일 수 있습니다. 산화 토륨의 도핑은 전도도에 거의 영향을 미치지 않지만, 고전류에서 토륨 텅스텐 전극의 전도도는 토륨 산화물 입자가 전자 이동 효율을 향상시키기 때문에 순수한 텅스텐 전극의 전도도보다 여전히 우수합니다. 전도성의 안정성은 특히 고주파 아크 시작 또는 펄스 용접에서 아크의 연속성과 일관성을 보장합니다.

기계적 성질면에서 토륨 텅스텐 전극은 높은 경도 (약 400-450 HV 의 비커스 경도)와 우수한 인장 강도 (약 1000 MPa)를 갖는다. 이러한 특성은 BCC(Body-centered Cube) 결정 구조와 고밀도(19.25g/cm³)의 텅스텐에 기인합니다. 산화토륨의 도핑은 입자를 정제하고 매트릭스를 강화하여 전극의 파괴 저항성과 내마모성을 더욱 향상시킵니다. 이를 통해 토륨 텅스텐 전극은 고강도 아크 충격에서 구조적 무결성을 유지할 수 있으므로 증장비 용접 응용 분야에 적합합니다.

생산 공정에서 기계적 특성의 최적화는 분말 야금 공정과 후속 열처리에 의존합니다. 프레스 및 소결 공정은 입자 크기를 제어하고 내부 결함을 줄입니다. 반면에 캘린더링 및 연삭 공정은 표면 품질을 개선하고 응력 집중 지점을 줄입니다. 실제로 전극의 기계적 특성은 내구성에 직접적인 영향을 미칩니다. 예를 들어, 원자력 산업의 압력 용기 용접에서 WT30 또는 WT40 전극은 고전류와 긴 작동 시간을 받으며 높은 경도와 파괴 저항으로 전극의 신뢰성을 보장합니다.

3.2 토륨 텅스텐 전극의 화학적 성질

토륨 텅스텐 전극의 화학적 특성은 주로 내산화성 및 화학적 안정성에 반영되며, 이는 고온 및 복잡한 환경에서 전극의 성능을 결정합니다.

3.2.1 토륨 텅스텐 전극의 내산화성

토륨 텅스텐 전극은 고온 아크 환경 (6000-7000 °C)에서 불활성 가스 (예 : 아르곤 또는 헬륨)로 보호되며 내 산화성은 주로 텅스텐 매트릭스의 화학적 불활성에 따라 달라집니다. 텅스텐은 실온 및 고온에서 산소에 매우 민감하며 매우 높은 온도 (>1000 ° C)에서만 휘발성 산화물 (예 : WO₃)을 형성합니다. 전극의 내산화성은 토륨 산화물 자체가 산소와 쉽게 더 이상 반응하지 않는 안정적인 산화물이기 때문에 토륨 산화물의 도핑에 의해 더욱 향상됩니다.

TIG 용접에서 불활성 가스 보호는 산소를 효과적으로 분리하고 전극 표면의 산화를 방지합니다. 그러나 전극 연삭 또는 보관 중에 습기나 산소에 노출되면 표면에 미량 산화물 층이 형성되어 아크 시작 성능에 영향을 미칠 수 있습니다. 따라서 생산 및 보관 중에 전극 표면이 깨끗한지 확인해야 하며 진공 포장이나 건조한 환경에 보관하는 경우가 많습니다.

내산화성의 또 다른 핵심 요소는 전극 팁의 열 안정성입니다. 산화 토륨 입자는 텅스텐 매트릭스의 산화 휘발을 피하기 위해 고온에서 안정적으로 존재할 수 있습니다. 순수한 텅스텐 전극과 비교할 때, 토륨 텅스텐 전극은 고전류 용접에서 산화 및 연소 손실에 더 강하고 수명을 연장합니다. 예를 들어, 스테인리스강 파이프 용접에서 WT20 전극은 장기간 작동해도 표면 무결성을 유지하고 용접부의 산화물

저작권 및 법적 책임 선언문

오염을 줄일 수 있습니다.

3.2.2 토륨 텅스텐 전극의 화학적 안정성

토륨 텅스텐 전극의 화학적 안정성은 산, 알칼리 및 용융 금속과 같은 일반적인 화학 물질에 대한 내성에 반영됩니다. 텅스텐 매트릭스는 실온에서 대부분의 산 염기 용액 (예 : 염산, 황산 및 수산화 나트륨)에 대해 매우 높은 내식성을 가지며 강한 산화 환경 (예 : 농축 질산 또는 고온 산화 분위기)에서는 경미한 부식 만 발생할 수 있습니다. 안정적인 세라믹 재료인 산화토륨은 전극의 화학적 안정성을 더욱 향상시켜 용접 공정 중 용융 풀의 금속 또는 가스와 화학 반응을 덜 일으키도록 합니다.

실제 적용에서, 토륨 텅스텐 전극의 화학적 안정성은 용접의 순도를 보장합니다. 예를 들어, 티타늄 합금 용접에서는 전극 표면에 불순물이 방출되어 용접 풀을 오염시키지 않아 용접의 기계적 특성과 내식성을 유지합니다. 또한, 토륨 텅스텐 전극은 불활성 차폐 가스 (예 : 아르곤, 헬륨)에 반응하지 않으며 다양한 용접 환경에서 사용하기에 적합합니다.

그러나 화학적 안정성의 한계는 전극 연삭 또는 고온 작동 중에 방출될 수 있는 산화토륨 먼지에 있습니다. 산화토륨은 고온에서 휘발하거나 먼지로 방출될 수 있으며, 화학적으로는 안정적이지만 방사능 때문에 엄격한 예방 조치가 필요합니다. 분진 확산을 줄이기 위해 생산 및 사용에는 특수 장비(예: 폐쇄형 그라인더 및 환기 시스템)가 필요합니다.

3.3 토륨 텅스텐 전극의 용접 성능

토륨 텅스텐 전극의 용접 성능은 TIG 용접 및 플라즈마 용접에서 광범위하게 적용되는 핵심 장점이며, 이는 아크 시작 성능, 아크 안정성, 소손 속도 및 고 부하 전류 하에서의 성능으로 구현됩니다.

3.3.1 토륨 텅스텐 전극의 아크 시작 성능

아크 개시 성능은 아크를 시작하는 전극의 어려움을 측정하는 핵심 지표이며, 토륨 텅스텐 전극은 낮은 전자 탈출 작업(2.63eV)으로 인해 우수한 아크 개시 성능을 가지고 있습니다. DC 음극(DCEN) 용접에서 전자는 전극에서 공작물로 흐르고 낮은 탈출 작업은 아크 시작에 필요한 전압(일반적으로 10-15V)을 줄여 아크가 낮은 전류에서 빠르게 시작될 수 있도록 합니다. 이는 얇은 시트 스테인리스강 또는 전자 부품과 같은 정밀 용접에 특히 중요한데, 아크 시작 시 열 입력을 줄이고 재료가 과열되는 것을 방지하기 때문입니다.

다른 유형의 토륨 텅스텐 전극은 약간 다른 아크 시작 성능을 갖는다. WT40 은 산화토륨 함량이 가장 높고(3.8-4.2%) 아크 개시 성능이 가장 우수하여 고전류 시나리오에 적합합니다. WT10 은 저전류 정밀 용접에 더 적합합니다. 아크 시작 성능은 전극 연삭 각도와 표면 품질에도 영향을 받습니다. 날카로운 연삭 각도(15°-30°)는 전자의 흐름을 집중시키고 아크 시작 효율을 향상시킬 수 있습니다. 표면 연마는 표면 결함을 줄이고 아크 전압을 줄입니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

실제 적용에서, 토륨 텅스텐 전극의 아크 개시 성능은 순수한 텅스텐 전극의 성능보다 훨씬 우수합니다. 예를 들어, 항공우주 분야의 티타늄 합금 용접에서 WT20 전극은 저전압에서 아크를 빠르게 시작할 수 있어 용접 시작 품질을 보장합니다. 펄스 TIG 용접에서 토륨 텅스텐 전극의 빠른 아크 시작 능력은 용접 효율과 정확도를 더욱 향상시킵니다.

3.3.2 토륨 텅스텐 전극의 아크 안정성

아크 안정성은 토륨 텅스텐 전극의 핵심 장점으로 용접 품질과 용접 효율에 직접적인 영향을 미칩니다. 토륨 텅스텐 전극의 아크 안정성은 산화 토륨의 열전자 방출 능력과 텅스텐 매트릭스의 높은 전도성 때문입니다. DCEN 용접에서 아크는 집중되고 연속적이며 변동이 적고 스파터가 적어 고정밀 용접에 적합합니다. 산화토륨 입자는 고온에서 전자의 일정한 흐름을 방출하여 아크의 균일성을 유지하고 고전류나 장시간 동안에도 아크를 표류하거나 방해하지 않습니다.

전극의 종류에 따라 아크 안정성이 다릅니다. WT20 및 WT30 은 적당한 산화토륨 함량(1.7-3.2%)과 중-고전류(100-400A)에서 최고의 아크 안정성으로 인해 산업용 용접에 널리 사용됩니다. WT40 은 초고전류(300-500A)에서 아크 안정성을 유지하며 원자력 발전소의 압력 용기 용접과 같은 중부하 응용 분야에 적합합니다.

아크 안정성은 차폐 가스 및 전극의 상태에도 영향을 받습니다. 아르곤 보호는 안정적인 아크 환경을 제공하는 반면 헬륨 또는 아르곤-헬륨 혼합물은 고열 입력 용접에 적합합니다. 전극 팁의 적절한 연삭(예: 20°-35° 원뿔 각도)은 아크 농도를 더욱 최적화할 수 있습니다. 예를 들어, 석유 화학 산업의 파이프 용접에서 WT20 전극은 안정적인 아크를 제공하여 균일한 용접 이음매와 내식성을 보장합니다.

3.3.3 토륨 텅스텐 전극의 전극 소손 속도

전극 소손률은 전극의 내구성을 측정하는 중요한 지표로, 용접 공정 중 고온, 아크 충격 또는 산화토륨 손실로 인한 전극의 품질 손실을 나타냅니다. 토륨 텅스텐 전극의 연소 속도는 주로 산화 토륨의 열 안정성과 텅스텐 매트릭스의 높은 용점으로 인해 순수한 텅스텐 전극보다 현저히 낮습니다. 산화 토륨은 고온에서 안정한 전자 방출 층을 형성하여 텅스텐 매트릭스의 휘발 및 용융을 감소시킵니다.

다양한 유형의 토륨 텅스텐 전극의 소손률은 산화 토륨 함량이 증가함에 따라 감소합니다. WT10(0.8-1.2% ThO₂)은 저전류에서 소진율이 낮지만 고전류에서는 토륨 손실이 발생할 수 있습니다. WT40(3.8-4.2% ThO₂)은 연소율이 가장 낮아 초고전류 및 장기 연속 용접에 적합합니다. 예를 들어, 조선에서 두꺼운 강판을 용접할 때 WT40 전극은 팁 모양의 변화가 거의 없이 고전류에서 몇 시간 동안 작동할 수 있습니다.

소손 속도는 또한 용접 매개변수 및 작동 조건의 영향을 받습니다. 적절한 전류 제어, 차폐 가스 흐름(8-15L/min) 및 전극 연삭 각도는 번아웃 속도를 크게 줄일 수 있습니다. 실제로, 전극 팁의 정기적 인 검사 및 재 연삭은 토륨 먼지의 방출을 줄이면서 서비스 수명을 연장 할 수 있습니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

CTIA GROUP LTD

Thorium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Thorium Tungsten Electrode

Thorium tungsten electrodes are a type of welding electrode material made by uniformly doping high-purity tungsten with thorium oxide (ThO₂). They are widely used in demanding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) welding and plasma welding. Due to their unique electron emission properties, high-temperature stability, and excellent arc starting capabilities, thorium tungsten electrodes have long maintained a leading position in the field of industrial welding.

2. Properties of Thorium Tungsten Electrode

Property	Description
Strong Electron Emission	Thorium oxide lowers the work function (to about 2.63 eV), enabling sensitive arc initiation and easier arc starting.
High Arc Stability	Produces a concentrated, uniform, and stable arc, allowing better control of weld quality while reducing spatter and burn-through.
Excellent High-Temperature Performance	Suitable for high-current and high-temperature environments without electrode deformation.
Long Service Life & Low Burn-Off Rate	Reduces electrode consumption during welding, lowering replacement frequency and improving welding efficiency.
Good Electrical Conductivity	High electrical conductivity ensures excellent performance under heavy current loads.
Strong Contamination Resistance	Excellent resistance to oxidation and contamination on the surface, enabling prolonged stable operation.

3. Grades of Thorium Tungsten Electrode

Grade	Thorium Oxide Content (wt%)	Tip Color	Main Characteristics
WT10	0.8 - 1.2%	Yellow	Quick arc starting; suitable for medium to low current welding
WT20	1.7 - 2.2%	Red	Optimal overall performance; widely used for DC welding
WT30	2.8 - 3.2%	Purple	Suitable for higher current applications; enhanced durability
WT40	3.8 - 4.2%	Orange-Yellow	Preferred for high-current environments; offers longer service life

4. Procurement Information

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

3.3.4 고부하 전류에서 토륨 텅스텐 전극의 성능

고 부하 전류 (200-500 A)에서 토륨 텅스텐 전극의 성능은 중공업에서 중요한 이점입니다. WT30 및 WT40 전극은 높은 산화토륨 함량으로 인해 고전류 및 고온의 아크 충격을 견딜 수 있어 아크 안정성과 낮은 연소율을 유지할 수 있습니다. 이러한 특성으로 인해 원자력 산업의 압력 용기, 항공 우주의 대형 티타늄 합금 구조, 석유 화학 산업의 내식성 파이프와 같이 녹는점이 높은 후판 및 재료를 용접하는 데 적합합니다.

토륨 텅스텐 전극의 열 안정성과 기계적 강도는 높은 부하 전류에서 전극 팁의 내구성을 보장합니다. 예를 들어, 원자력 발전소의 압력 용기 용접에서 WT40 전극은 400A 에서 연속 작동이 가능하며 집중적이고 안정적인 아크와 높은 용접 품질을 제공합니다. 또한, 고전류에서 토륨 텅스텐 전극의 낮은 전자 작용은 아크 시작 및 아크 유지의 에너지 소비를 줄이고 용접 효율을 향상시킵니다.

그러나 높은 부하 전류에서는 전극의 열 부하 관리에 주의를 기울여야 합니다. 과도한 전류는 토륨 손실을 가속화하고 미량의 방사성 먼지를 방출할 수 있습니다. 따라서 전극 온도를 낮추기 위해 효율적인 냉각 시스템(예: 수냉식 용접 건)과 함께 큰 전극 직경(3.2-6.4mm)과 적절한 연삭 각도(30°-45°)를 사용하는 것이 좋습니다.

3.4 토륨 텅스텐 전극의 방사성 성질

토륨 텅스텐 전극은 토륨 산화물 (ThO₂)의 존재로 인해 약간 방사성을 띠며, 이는 성능 이점의 원천이자 적용의 주요 제한 사항이 되는 특성입니다. 이 섹션에서는 산화토륨의 방사성 특성, 건강 및 환경 영향, 비방사성 전극과의 비교를 살펴봅니다.

3.4.1 산화토륨의 미량 방사능

산화토륨의 토륨-232(Th-232)는 자연적으로 발생하는 방사성 원소로 반감기가 약 140 억 년이며 주로 소량의 β 입자와 γ 선을 동반한 α 입자(4.01-4.08MeV)를 방출합니다. 토륨 텅스텐 전극의 방사능 수준은 토륨 산화물 함량과 직접적인 관련이 있으며, WT10 (0.8-1.2 % ThO₂)은 가장 낮은 활성 농도 (1 Bq / g 에 가까움, 면제 기준을 충족)를 가지며 WT40 (3.8-4.2 % ThO₂)은 면제 기준에 가깝거나 약간 높은 가장 높은 활성 농도를 갖습니다.

정상적인 사용 조건(예: TIG 용접)에서 전극의 방사능은 α 입자의 침투가 낮기 때문에 작업자에 대한 직접적인 방사선 영향이 적습니다(몇 센티미터의 공기 또는 피부로 차단될 수 있음). 그러나 전극 연삭 중 고온에서 먼지와 휘발성 토륨 산화물은 흡입 또는 접촉을 통해 신체로 유입되어 내부 방사선의 위험을 초래할 수 있습니다. γ 방사선의 선량률은 낮지만(일반적으로 0.1 μ Sv/h <) 장기간 노출이 우려됩니다.

생산 과정에서 토륨 텅스텐 전극의 방사능 관리는 엄격하게 규제됩니다. 국제 표준(예: ICRP Publication 103) 및 중국 표준(예: GB 18871-2002)은 토륨-232 에 대한 면제 활성 농도 및 보호 요구 사항을 지정합니다. 생산 작업장에는 환경 방사선 수준을 정기적으로 모니터링하기 위해 X- γ 방사선 선량률 감지기와 α 및 β 표면 오염 감지기가 장착되어야 합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

3.4.2 건강 및 환경 영향

토륨 텅스텐 전극의 건강 영향은 주로 연삭 및 용접 중에 방출되는 방사성 먼지 때문입니다. 흡입을 통해 폐로 들어가는 α 입자는 폐암이나 조직 손상과 같은 장기적인 건강 위험을 초래할 수 있습니다. 연구에 따르면 토륨 분진에 만성적으로 노출된 근로자는 더 높은 방사선량(연간 약 0.1-1mSv, 공개 연간 수치인 1mSv 보다 훨씬 낮음)에 직면할 수 있습니다. 따라서 작업자는 보호 마스크를 착용하고 특수 그라인더 및 효율적인 환기 장비를 사용해야 합니다.

환경 영향 측면에서 토륨 텅스텐 전극의 생산 및 사용으로 인한 폐기물(연삭 먼지, 폐수 및 폐 전극 포함)은 적절하게 처리해야 합니다. 토륨-232의 방사성 폐기물은 토양 및 수역의 오염을 피하기 위하여 관련 방사성 광산의 개발 및 이용을 위한 기업의 환경 방사선 모니터링 및 정보 공개 조치(시험)에 따라 저장 및 처리되어야 합니다. 기업은 폐쇄된 수거 시스템 및 방사성 폐기물 저장소와 같은 전용 폐기물 처리 시설을 갖추어야 합니다.

실제로 유럽과 미국 국가들은 점차적으로 토륨 텅스텐 전극의 사용을 제한하고 건강 및 환경 위험을 줄이기 위해 비 방사성 전극을 장려했습니다. 텅스텐 전극의 주요 생산국인 중국은 최근 몇 년 동안 방사능 방호 조치를 강화했으며 일부 기업은 자동 연삭 장비를 채택하고 생산 작업장을 폐쇄하여 먼지 배출량을 크게 줄였습니다.

3.4.3 토륨 텅스텐 전극과 비방사성 전극의 비교

비 방사성 전극(예: 세륨 - 텅스텐, 란탄 - 텅스텐, 지르코늄 - 텅스텐 및 이트륨 - 텅스텐 전극)은 토륨 텅스텐 전극의 주요 대안이며, 주요 장점은 방사능의 위험이 없다는 것입니다. 자세한 비교는 다음과 같습니다.

세륨 텅스텐 전극(WC20) : 1.8-2.2 % 세륨 산화물을 포함하고, 전자 작업은 약 2.7 eV이며, 아크 시작 성능 및 아크 안정성은 WT20에 가깝고, 연소 속도가 약간 높으며, 비 방사성으로 의료 및 식품 산업에서 널리 사용됩니다.

란탄 텅스텐 전극(WL20) : 1.8-2.0 % 란탄 산화물을 포함하고, 전자 작업은 약 2.6-2.8 eV이며, 아크 안정성 및 수명은 세륨 텅스텐 전극보다 우수하며 고정밀 및 중장비 용접, 비 방사성입니다.

지르코늄 텅스텐 전극(WZ8) : AC 용접 알루미늄 및 마그네슘 합금을 위해 특별히 설계된 0.8 % 지르코니아를 함유하고 있으며 아크 안정성이 우수하지만 아크 시작 성능 및 DCEN 용접 성능은 비방사성 토륨 텅스텐 전극만큼 좋지 않습니다.

이트륨 - 텅스텐 전극(WY20) : 1.8-2.2 % 이트륨 산화물을 함유하고 성능은 란탄 텅스텐 전극에 가깝고 고정밀 용접에 적합하지만 비용이 높고 시장 인기가 낮으며 방사성이 없습니다.

토륨 텅스텐 전극의 장점은 특히 고전류 및 중장비 시나리오에서 우수한 아크 시작 성능, 아크 안정성 및 낮은 소음 속도입니다. 그러나 방사능 문제로 인해 환경 및 건강 요구 사항이 높은 산업에서 점차 대체되었습니다. 예를 들어, 유럽에서는 란탄 텅스텐 전극이 토륨 텅스텐 전극을 주류로 대체한 반면, 중국에서는 토륨 텅스텐 전극이 비용 이점과 우수한 성능으로 인해 중공업에서 여전히 널리 사용됩니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

3.5 CTIA GROUP LTD 의 토륨 텅스텐 전극 MSDS

토륨-텅스텐 전극에 대한 물질 안전 보건 자료 (MSDS)

1. 화학물질 식별

화학명 : 토륨 - 텅스텐 전극

일반적인 이름 : 토륨 - 텅스텐 막대, 토륨 - 텅스텐 용접 전극

CAS 번호:

텅스텐 (W) : 7440-33-7

이산화 토륨 (ThO₂) : 1314-20-1

2. 성분의 구성/정보

텅스텐 (W) : 95.8-99.2 %

이산화 토륨 (ThO₂) : 0.8-4.2 %

불순물 (Fe, Ni, O, C 등) : <0.05 %

3. 위험 개요

위험 범주: 방사성 위험이 낮은 낮은 특정 활성 방사성 물질(LSA-I); 먼지는 자극을 유발할 수 있습니다.

화재 및 폭발 위험: 불연성, 폭발 위험이 없습니다.

건강 위험:

흡입: 분쇄 또는 가공 중에 발생하는 먼지는 호흡기를 자극할 수 있습니다. 장기간 저선량 노출은 폐 건강 위험을 증가시킬 수 있습니다.

피부 접촉: 가벼운 자극을 유발할 수 있습니다.

눈 접촉: 먼지는 눈에 불편함이나 염증을 유발할 수 있습니다.

섭취: 실수로 섭취하면 위장 불편감이 발생할 수 있으므로 즉각적인 치료가 필요합니다.

환경 위험: 토륨 함유 폐기물을 부적절하게 처리하면 토양과 물이 오염될 수 있으므로 방사성 폐기물로 관리해야 합니다.

규제 근거: GB 18871-2002, ICRP 간행물 103, IAEA SSR-6.

4. 응급 처치 방법

피부 접촉:

즉시 오염된 의복을 벗고 비누와 다량의 물로 최소 15 분 동안 피부를 헹굽니다.

자극이나 불편함이 지속되면 의사의 진료를 받으십시오.

눈 맞춤:

눈꺼풀을 들어 올리고 흐르는 물이나 식염수로 최소 15 분 동안 씻어냅니다.

불편함이 지속되면 의사의 진료를 받으십시오.

흡입:

영향을 받은 사람을 즉시 신선한 공기가 있는 곳으로 옮겨 깨끗한 기도를 확보하십시오.

저작권 및 법적 책임 선언문

호흡이 어려운 경우 산소를 공급하십시오. 호흡이 멈추면 인공 호흡을 수행합니다.
즉시 의사의 진료를 받고 의료진에게 토륨 가루에 노출될 가능성이 있음을
알리십시오.

음식물 섭취:

구토를 유도하기 위해 따뜻한 물을 충분히 마십니다(환자가 의식이 있는 경우).

즉시 의사의 진료를 받고 이 MSDS 를 의료진에게 제공하십시오.

참고: 응급 처치 요원은 2 차 노출을 피하기 위해 보호 장비(예: 방진 마스크, 장갑)를
착용해야 합니다.

5. 소방 대책

위험 특성: 불연성, 폭발 위험 없음.

소화 방법: 해당 없음. 근처에서 화재가 발생하면 건조 분말, 거품 또는 이산화탄소
소화기를 사용하십시오.

소방 예방 조치:

소방관은 보호복과 양압 호흡기를 착용해야 합니다.

환경 오염을 유발할 수 있는 화재로 인해 토륨 함유 분진이 퍼지는 것을 방지합니다.

6. 우발적 방출 조치

게임 액션:

유출 지역 격리, 이유 제한: 권한이 없는 사람의 접근을 제한하고 "방사성 물질" 경고
표지판을 표시합니다.

응급 요원은 보호복, 방진 마스크 및 장갑을 착용해야 하며, 습식 세척 방법을
사용하여 었질러진 전극이나 먼지를 밀폐된 용기에 모아야 합니다.

X- γ 방사선량률 검출기(예: AT1123) 및 α β 표면 오염 검출기(예: XH-3206)를
사용하여 유출 영역을 평가합니다. 선량률이 $0.1 \mu\text{Sv/h}$ 를 초과하거나 표면 오염이
 0.4Bq/cm^2 를 초과하는 경우 원자력 안전 당국에 보고합니다.

폐기물 처리:

유출된 물질을 저비활성방사성폐기물(LSA-I)로 처리하고, 밀봉된 전용 용기에
보관하고, 폐기물을 활성농도 $>1\text{Bq/g}$ (예: 시멘트 매트릭스와 혼합)로 응고시켜 전문
처분시설로 이송합니다.

오염 된 지역을 물로 청소하십시오. 폐수 활성은 배출 전에 $<0.1\text{Bq/L}$ 이어야 합니다.

보고: 24 시간 이내에 지역 환경 및 원자력 안전 당국에 유출 보고서를 제출하여 세부
정보와 폐기 조치를 제공합니다.

7. 취급 및 보관

취급 시 주의사항:

보호 조치: 인원은 보호복, 방진 마스크, 장갑을 착용해야 합니다. 작업 영역에는 로컬
배기 후드(풍속 $0.5\text{-}1\text{m/s}$)와 HEPA 필터(포집 효율 $>99.9\%$)가 장착되어야 합니다.

연삭 요구 사항: 토륨 분진 분산을 방지하기 위해 음압 집진 시스템이 있는 전용

저작권 및 법적 책임 선언문

연삭기를 사용하십시오.

환경 모니터링: GB 18871-2002 에 따라 작업 영역의 X- γ 선량률($<0.05 \mu\text{Sv/h}$) 및 α β 표면 오염($<0.4\text{Bq/cm}^2$)을 정기적으로 측정합니다.

교육: 작업자는 토륨-232 의 건강 위험을 이해하기 위해 방사선 안전 교육을 받아야 합니다.

보관상의 주의:

건조하고(습도 $<60\%$) 통풍이 잘되는 $10-30^\circ\text{C}$ 의 전용 창고에 보관하십시오.

밀봉된 스테인리스 스틸 또는 방사능 경고 라벨이 표시된 플라스틱 용기를 사용하십시오.

다른 전극 모델을 별도로 보관하십시오. 버려진 전극은 전용 방사성 폐기물 용기에 보관하십시오.

저장 구역의 방사선 수치를 정기적으로 확인하고 최소 5 년 동안 기록을 보관합니다.

8. 노출 통제/개인 보호

직업적 노출 한도:

공개: 연간 유효 선량 $<1 \text{mSv}$ (ICRP 103).

직업 : 연간 유효 선량 $<20 \text{mSv}$, 5 년 평균 $<4 \text{mSv}$ (GB 18871-2002).

환경 한계: 작업 영역 선량률 $<0.05 \mu\text{Sv/h}$, 표면 오염 $<0.4\text{Bq/cm}^2$.

엔지니어링 제어:

생산 및 사용 영역에는 밀폐된 후드, HEPA 필터 및 음압 환기 시스템이 있어야 합니다.

연삭 장비는 포집 효율이 $>99.9\%$ 인 집진 시스템에 연결해야 합니다.

개인 보호 장비:

호흡기 보호: 토륨 분진 흡입을 방지하기 위해 KN95 또는 FFP2 방진 마스크를 착용하십시오.

눈 보호: 먼지가 눈에 들어가지 않도록 보안경을 사용하십시오.

피부 보호: 피부 접촉을 피하기 위해 긴팔 보호복과 장갑을 착용하십시오.

모니터링: 작업자는 연간 건강 검진 및 선량 기록이 있는 개인 선량계를 착용해야 합니다.

위생 조치:

취급 후에는 비누로 손을 씻으십시오. 작업장에서 음식이나 흡연을 금지합니다.

작업복은 일상복과 분리하여 보관하고 정기적으로 세탁하십시오.

9. 물리적 및 화학적 특성

외관 및 특성: 끝단이 색상으로 구분된 은회색 금속 막대(WT10 노란색, WT20 빨간색, WT30 자주색, WT40 주황색-노란색).

용점 : 3422°C (텅스텐 매트릭스).

밀도 : $18.5-19.0 \text{g/cm}^3$ (이론 밀도의 95-98 %).

경도 : 350-450 HV.

저작권 및 법적 책임 선언문

용해도 : 물에 불용성, 강산에 용해 됨 (예 : 질산-불산 혼합물).

방사능 : 토륨 -232 를 함유하고 α 입자 (4.01-4.08 MeV)와 미량 β , γ 선을 방출하며
활성 농도는 1-4 Bq/g 입니다.

10. 안정성 및 반응성

안정성 : 실온에서 안정적입니다. 미량의 이산화 토륨 입자를 고온(>2000 ° C)에서 방출할 수 있습니다.

반응성: 강산(예: 질산, 불산)과 반응하여 토륨 화합물을 형성합니다. 강한 산화제와(과) 가벼운 반응을 일으킬 수 있음.

호환되지 않는 재료: 산성 물질 및 인화성 물질과의 접촉을 피하십시오.

11. 독성 정보

급성 독성 : 심각한 급성 독성 없음; LD50 데이터를 사용할 수 없습니다.

만성 독성: 토륨 가루를 장기간 흡입하면 폐 건강 위험이 증가할 수 있습니다(연간 유효 용량<1mSv가 안전함).

발암성: 토륨-232 는 IARC 에 의해 그룹 1 발암물질로 분류됩니다. 장기간 저선량에 노출되면 폐암 위험이 증가할 수 있으므로 엄격한 보호가 필요합니다.

생식 독성: 생식 독성에 대한 명확한 증거가 없습니다.

표적 기관: 호흡기, 피부, 눈.

12. 생태 정보

환경 영향: 토륨 함유 폐기물을 부적절하게 처리하면 토양과 물을 오염시켜 생태계에 영향을 미칠 수 있습니다.

생물 농축: 토륨 화합물은 물을 통해 먹이 사슬에 들어갈 수 있으므로 엄격한 배출 제어(폐수 활성도 <0.1Bq/L)가 필요합니다.

폐기 요건: "관련 방사성 광물을 활용하는 기업의 환경 방사선 모니터링 및 정보 공개에 대한 조치(시험)"에 따라 처리합니다.

13. 폐기 시 주의사항

폐기물 분류 : 버려진 토륨-텅스텐 전극 및 먼지는 저 비 활성 방사성 폐기물 (LSA-I)입니다.

폐기 방법:

"방사성 폐기물"이라고 표시된 밀봉된 전용 용기에 수거하십시오.

활성 농도가 >1Bq/g 인 폐기물은 고형화(예: 시멘트 매트릭스와 혼합)하여 전문 처리 시설(예: China National Nuclear Corporation)로 보내야 합니다.

활동 농도가 <1 Bq/g 인 폐기물은 원자력 안전 당국의 승인을 받아 일반 폐기물로 처리할 수 있습니다.

배출 제어: 폐수는 배출 전에 <0.1Bq/L 의 활성으로 침전 및 이온 교환을 통해 처리해야 합니다.

기록: 배치, 수량, 활동 집중 및 폐기 날짜를 문서화하고 최소 5 년 동안 보관합니다.

14. 운송 정보

저작권 및 법적 책임 선언문

운송 분류: IAEA SSR-6 및 GB 11806-2004 를 준수하는 저특정 활성 방사성 물질(LSA-I).
포장 요구 사항:

방사능 경고 라벨이 표시된 A 형 포장재(스테인리스 스틸 또는 고강도 플라스틱 상자, 두께 >2mm)를 사용하십시오.

패키지 표면 선량률 <0.1 $\mu\text{Sv/h}$, 표면 오염 <0.4 Bq/cm².

운송 시 주의사항:

충격 방지 고정 장치 및 방사선 검출기(예: RadEye PRD)가 있는 전용 트럭 또는 화물칸을 사용하십시오.

운송 요원은 방사선 안전 교육을 받아야 하며 개인 선량계를 착용해야 합니다.

수송로는 인구 밀집 지역을 피해야 하며, 사전에 원자력 안전 당국에 신고해야 한다.

국제 운송: IATA 또는 IMDG 규정을 준수하는 영어 방사성 물질 운송 인증서를 제공합니다.

15. 규제 정보

국제 규정:

ICRP 간행물 103 (2007): 공개 연간 유효 선량 <1 mSv, 직업적 노출 <20 mSv.

IAEA SSR-6(2018): 방사성 물질 운송 포장 및 제한에 대한 요구 사항.

EU 2013/59/Euratom: 생산 및 사용 환경 선량률 <0.1 $\mu\text{Sv/h}$, 표면 오염 <0.4 Bq/cm².

국내 규정:

GB 18871-2002: 이온화 방사선, 환경 선량률 <0.05 $\mu\text{Sv/h}$, 폐기물 활동 <1 Bq/g 에 대한 보호를 위한 기본 표준.

GB / T 4187-2017: 불활성 가스 차폐 아크 용접 및 플라스마 용접 용 텅스텐 전극, 구성 및 성능 지정.

관련 방사성 광물을 활용하는 기업의 환경 방사선 모니터링 및 정보 공개에 대한 조치(시험): 연간 방사선 모니터링 보고서 및 공개를 요구합니다.

기업 규정 준수:

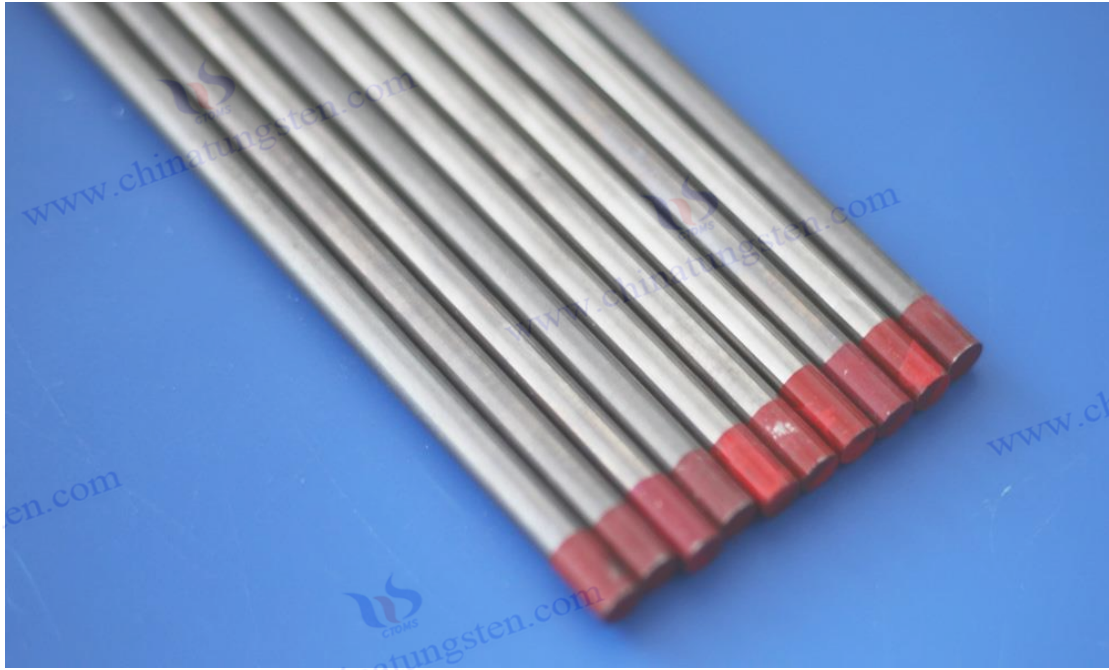
미국 원자력안전국(National Nuclear Safety Administration)에 등록하여 방사성 물질 취급 허가를 받으십시오.

ISO 14001(환경 경영) 및 ISO 45001(산업 보건 및 안전) 인증을 획득합니다.

16. 공급업체 정보

공급 업체: CTIA GROUP LTD

전화: 0592-5129696/5129595



CTIA GROUP LTD WT20 전극

Chapter 4 : 토륨 텅스텐 전극의 제조 및 제조 기술

토륨 텅스텐 전극의 제조는 고순도 원료의 선택, 정밀 분말 야금 기술, 성형 가공, 엄격한 품질 관리 및 방사성 보호 조치를 포함하는 복잡한 공정입니다. 생산 공정은 아크 안정성, 소손 속도 및 서비스 수명을 포함한 전극의 성능을 직접 결정합니다. 이 장에서는 원료 준비, 분말 야금 공정, 압연 및 연삭 공정, 품질 관리, 방사성 오염 방지 및 제어를 다루는 토륨 텅스텐 전극의 제조 및 생산 기술에 대해 자세히 설명합니다.

4.1 토륨 텅스텐 전극의 원료 제조

토륨 텅스텐 전극의 성능은 원료의 품질과 순도에 크게 좌우됩니다. 텅스텐 분말과 토륨 산화물 (ThO_2)은 토륨 텅스텐 전극 제조의 주요 원료이며, 이들의 선택, 정제 및 도핑 공정은 전극의 화학적 조성, 미세 구조 및 최종 특성에 중요합니다.

4.1.1 텅스텐 분말의 선택 및 정제

텅스텐 분말은 토륨 텅스텐 전극의 주성분으로 전극 질량의 95.8 % -99.2 %를 차지합니다. 텅스텐은 높은 융점(3422°C)과 고밀도(19.25g/cm^3)를 가진 내화 금속이며 분말 형태는 후속 분말 야금 공정의 성형성과 전극의 성능에 직접적인 영향을 미칩니다.

텅스텐 분말의 선택

텅스텐 분말의 선택은 입자 크기, 순도 및 형태를 고려해야 합니다. 산업에서 일반적으로 사용되는 텅스텐 분말은 1 에서 $10\ \mu\text{m}$ 범위이며 너무 미세한 분말 ($<1\ \mu\text{m}$)은 소결 중에 과도한 수축을 유발할 수 있으며 너무 거친 분말 ($>10\ \mu\text{m}$)은 전극의 밀도와 균일 성을 감소시킬 수 있습니다. 균일한 입자 크기 분포는 일반적으로 압축

저작권 및 법적 책임 선언문

및 소결 중 분말의 우수한 유동성을 보장하기 위해 필요합니다.

순도는 텅스텐 분말의 선택을 위한 핵심 지표입니다. 텅스텐 분말의 순도는 전극의 전도성 및 용접 성능에 대한 불순물 (예 : 철, 니켈, 산소, 탄소 등)의 영향을 줄이기 위해 99.95 % 이상에 도달해야 합니다. 높은 수준의 불순물은 아크 불안정 또는 전극 연소 증가로 이어질 수 있습니다. 예를 들어, 0.02% 이상의 산소 수치는 고온에서 휘발성 산화물(WO_3)을 형성하여 전극 수명을 단축시킬 수 있습니다.

텅스텐 분말의 형태도 고려해야 합니다. 거의 구형 또는 다면체 형태를 가진 텅스텐 분말은 일반적으로 높은 벌크 밀도와 유동성으로 인해 선택되며, 이는 프레스 성형의 균일 성에 도움이 됩니다. 화학 기상 증착 (CVD) 또는 수소 환원은 분말 품질이 국제 표준 (e.g. ISO 6848 : 2015)을 충족하는지 확인하기 위해 고순도 텅스텐 분말을 준비하기 위해 생산에 일반적으로 사용됩니다.

텅스텐 분말의 정제

텅스텐 분말의 정제 공정은 원료에서 불순물을 제거하고 순도와 성능을 향상시키도록 설계되었습니다. 일반적인 정제 방법은 다음과 같습니다.

수소 환원 방법 : 텅스텐 산 (H_2WO_4) 또는 텅스텐 산화물 (WO_3)을 고온 (800-1000 °C) 수소 분위기에서 텅스텐 금속 분말로 환원시킨다. 이 방법은 산소 및 일부 휘발성 불순물을 효과적으로 제거하여 고순도 텅스텐 분말을 얻을 수 있습니다.

산세 공정 : 묽은 염산 또는 질산 용액을 사용하여 텅스텐 분말을 세척하여 표면에 흡착 된 철 및 니켈과 같은 금속 불순물을 제거합니다. 산세 후에는 산 잔류물을 방지하기 위해 탈이온수로 반복적으로 행합니다.

고온 진공 처리 : 텅스텐 분말은 진공 환경 (10^{-4} Pa)에서 고온 (1200-1500 °C)으로 처리되어 잔류 산소와 탄소를 추가로 제거하여 순도 99.99 %를 보장합니다.

정제 된 텅스텐 분말은 입자 크기 분포가 요구 사항을 충족하는지 확인하기 위해 입자 크기 체질 (일반적으로 진동 스크린 또는 기류 분류기에 의해)을 거칩니다. 스크리닝 후, 텅스텐 분말은 산화 또는 수분 흡수를 방지하기 위해 건조, 진공 또는 불활성 가스 환경에 보관해야 합니다.

4.1.2 산화 토륨 도핑 공정

산화토륨(ThO_2)은 토륨 텅스텐 전극의 핵심 도판이며 그 함량(0.8-4.2%)은 전극의 전자 작용 및 아크 안정성에 직접적인 영향을 미칩니다. 산화토륨 도핑 공정은 방사능 위험을 제어하면서 텅스텐 매트릭스에서 균일한 분포를 보장해야 합니다.

산화토륨의 선택

산화토륨 분말은 고순도(>99.9%)와 적절한 입자 크기(0.5-2 μm)여야 합니다. 너무 미세한 산화토륨 입자는 소결 과정에서 응집되어 불균일한 분포를 초래할 수 있습니다. 너무 거친 입자는 전극의 기계적 강도를 감소시킬 수 있습니다. 산화토륨은 일반적으로 토륨 염(예: 질산 토륨)의 열분해 또는 침전에 의해 제조되며 불순물(예: 우라늄, 철 등)의 함량은 전극의 성능에 영향을 미치지 않도록 엄격하게 제어해야

저작권 및 법적 책임 선언문

합니다.

산화토륨(토륨-232, 반감기 140 억 년)의 미량 방사능으로 인해 조달 및 보관은 방사성 물질 관리에 관한 규정(예: GB 18871-2002)을 준수해야 합니다. 공급업체는 방사능 농도가 면제 기준(1Bq/g) 미만임을 확인하기 위해 방사능 테스트 보고서를 제공해야 합니다.

도핑 과정

산화토륨 도핑 공정은 일반적으로 혼합 단계에서 수행되며 주요 방법은 다음과 같습니다.

건식 혼합 : 텅스텐 분말과 산화 토륨 분말을 고속 믹서 (예 : V 형 믹서 또는 3 차원 믹서)에서 혼합하며 혼합 시간은 일반적으로 4-8 시간입니다. 분말의 유동성을 개선하고 산화토륨 입자의 응집을 피하기 위해 혼합 공정 중에 소량의 유기 결합제(예: 폴리비닐 알코올, PVA)를 첨가해야 합니다.

습식 혼합 : 텅스텐 분말과 산화 토륨 분말을 탈 이온수 또는 에탄올에 분산시키고 볼 밀 (보통 지르코니아 볼을 사용)에 의해 습식 혼합합니다. 습식 혼합은 균질성을 향상시키지만 용매를 제거하려면 후속 건조(100-150°C, 진공 또는 불활성 분위기)가 필요합니다.

화학적 공동 침전 방법 : 텅스텐 산염 용액에 질산 토륨을 첨가하고 텅스텐-토륨 복합체를 공동 침전을 통해 형성 한 다음 고온 감소에 의해 도핑 된 분말을 제조한다. 이 방법은 원자 수준에서 균일한 도핑을 달성할 수 있지만 비용이 많이 들고 고급 전극 생산에 자주 사용됩니다.

산화토륨의 함량은 도핑 과정에서 엄격하게 관리되어야 하며 WT10(0.8-1.2%), WT20(1.7-2.2%), WT30(2.8-3.2%) 및 WT40(3.8-4.2%)의 비율을 정확하게 계량해야 합니다(정확도 $\pm 0.01\%$). 혼합 분말은 X 선 형광 분광법(XRF) 또는 유도 결합 플라즈마 분광법(ICP)으로 검출되어 균질성을 보장합니다.

방사선 방호

산화토륨 도핑 과정에서 엄격한 방사능 보호 조치가 필요합니다. 작업자는 보호복과 마스크를 착용해야 하며, 혼합 장비에는 먼지 확산을 방지하기 위해 밀폐 덮개와 환기 시스템이 장착되어야 합니다. 혼합 분말은 방사성 경고 라벨이 있는 밀폐 용기에 보관해야 합니다.

4.2 토륨 텅스텐 전극의 분말 야금 공정

분말 야금은 토륨 텅스텐 전극 준비의 핵심 공정으로, 텅스텐 분말과 산화 토륨 분말을 혼합, 압착, 소결 및 열처리를 통해 고성능 전극 막대로 변환합니다. 이 공정은 전극의 일관된 밀도, 입자 구조 및 성능을 보장하기 위해 각 단계에서 매개변수를 정밀하게 제어해야 합니다.

4.2.1 혼합 및 프레스

혼합

저작권 및 법적 책임 선언문

컴파운딩은 분말 야금의 첫 번째 단계이며 텅스텐 분말과 산화토륨의 균일한 분포를 보장하도록 설계되었습니다. 혼합 장비는 일반적으로 고속 믹서 또는 볼 밀이며 분말 입자 크기 및 비율에 따라 혼합 시간과 속도를 조정해야 합니다. 예를 들어, WT20 전극(1.7-2.2% ThO₂)은 산화토륨 입자의 응집을 피하기 위해 200-300rpm 에서 6-8 시간 동안 혼합해야 합니다.

분말의 흐름을 개선하기 위해 혼합 공정 중에 소량의 바인더(예: PVA 또는 폴리에틸렌 글리콜, PEG, 0.5-1% 질량비)를 첨가합니다. 혼합이 완료된 후 레이저 입자 크기 분석기로 분말의 입자 크기 분포를 확인하여 D50(중간 입자 크기)이 2-5 μ m 범위에 있는지 확인합니다.

억압하다

프레스 공정은 일반적으로 냉간 등압 프레스(CIP) 또는 압축에 의해 혼합 분말을 블랭크로 형성합니다. 냉간 등압 프레스는 분말을 고압(100-200 MPa)으로 막대 또는 플레이트 빌릿에 압착하는 주류 방법입니다. 프레스 과정에서 1 차 블랭크의 밀도가 균일한지(이론 밀도의 약 60-70%)도록 압력과 유지 시간(1-3 분)을 제어해야 합니다.

프레스 장비에는 고압을 견디고 치수 정확도를 보장하기 위해 일반적으로 카바이드 또는 스테인리스강으로 만들어진 정밀 금형이 장착되어 있습니다. 블랭크의 직경과 길이는 최종 전극 사양(예: 1.6mm, 2.4mm, 3.2mm)을 기반으로 합니다. 압착 후 블랭크는 균열이나 결함을 제거하기 위해 예비 검사(예: 육안 검사 및 밀도 테스트)를 거칩니다.

4.2.2 소결 공정

소결은 분말 야금의 핵심 단계로, 1 차 블랭크가 조밀화되고 고온 처리에 의해 안정적인 미세 구조가 형성됩니다. 토륨 텅스텐 전극의 소결은 일반적으로 산화를 방지하기 위해 수소 또는 진공 분위기에서 수행됩니다.

소결 장비 및 조건

소결로는 일반적으로 작동 온도 범위가 2000-2800°C 인 고온 저항로 또는 유도로입니다. 소결 공정은 세 단계로 나뉩니다.

저온 사전 소결 (800-1200 °C) : 바인더 및 휘발성 불순물을 제거하고 1 차 블랭크의 수축은 약 5-10 %입니다.

고온 소결 (2200-2800 °C) : 텅스텐 입자가 확산 및 결합되고 산화 토륨 입자가 텅스텐 매트릭스에 고르게 분포되며 블랭크의 밀도는 이론 밀도의 95-98 %에 이릅니다.

단열 및 냉각(1800-1000°C): 유지 시간(2-4 시간)과 냉각 속도(10-20°C/min)를 제어하여 입자 구조를 최적화하고 내부 응력을 줄입니다.

소결 분위기는 엄격하게 제어되어야 하며 산소 또는 질소 오염을 피하기 위해 수소의 순도 > 99.999%가 되어야 합니다. 진공 소결(10⁻⁴ Pa)은 불순물 함량을 더욱 감소시키고 고급 전극 생산에 적합합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

미세구조 제어

소결 과정에서 텅스텐 매트릭스 내의 산화 톨륨 입자의 분포와 입자 크기가 중요합니다. 적절한 소결 온도와 시간은 산화톨륨 입자(0.5-2 μm 입자 크기)의 균일한 분포를 초래할 수 있으며 응집 또는 분리를 방지할 수 있습니다. 텅스텐 매트릭스의 입자 크기는 일반적으로 10-50 μm 로 제어되며 입자가 너무 크면 기계적 강도가 저하될 수 있으며 입자가 너무 작으면 전기 전도도에 영향을 줄 수 있습니다.

소결된 블랭크는 금속 현미경 및 주사 전자 현미경(SEM)으로 분석하여 균열, 기공 또는 산화톨륨 편석이 없는지 확인합니다. 밀도 테스트(아르키메데스)는 블랭크의 밀도가 18.5-19.0g/cm³임을 확인합니다.

4.2.3 열처리 및 입자 제어

열처리는 전극의 입자 구조, 기계적 성질 및 용접 특성을 최적화하기 위해 소결 후 중요한 단계입니다. 열처리는 일반적으로 어닐링과 입자 제어의 두 단계로 구성됩니다.

어닐링

어닐링은 1200-1600 °C 의 온도와 1-2 시간의 유지 시간에서 수소 또는 진공 분위기에서 수행됩니다. 어닐링은 소결 과정에서 발생하는 내부 응력을 완화하고 전극의 연성과 파괴 저항을 향상시킵니다. 어닐링 후 전극의 경도는 약간 감소하지만(약 350-400HV) 인성이 크게 향상되어 후속 캘린더링에 적합합니다.

그레인 컨트롤

입자 제어는 정밀한 열처리 공정을 통해 텅스텐 매트릭스의 입자 크기를 조정합니다. 더 작은 입자 (10-20 μm)는 전극의 기계적 강도를 증가시키고 고전류 용접에 적합합니다. 더 큰 입자(30-50 μm)는 전도성과 아크 안정성에 유용합니다. 입자 크기 제어는 다음에 따라 다릅니다.

소결 온도: 고온(>2600°C)은 곡물 성장을 촉진하고 저온(<2200°C)은 곡물 성장을 억제합니다.

도핑 효과: 산화톨륨 입자는 결정립 경계를 못 박고 입자 과성장을 억제하며 균일한 미세 구조를 보장할 수 있습니다.

냉각 속도: 급속 냉각(20-30°C/min)은 미세한 입자를 고정하고 완속 냉각(5-10°C/min)은 더 큰 입자를 생성합니다.

열처리 후 X 선 회절(XRD) 및 금속 조직 분석을 통해 블랭크의 입자 구조를 검증하여 WT10, WT20, WT30 또는 WT40 의 성능 요구 사항을 충족하는지 확인합니다.

4.3 톨륨 텅스텐 전극의 압연 및 연삭 공정

캘린더링 및 연삭 공정은 소결된 블랭크를 사양에 맞는 전극 막대로 가공하여 치수 정확도, 표면 품질 및 일관된 성능을 보장합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

CTIA GROUP LTD

Thorium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Thorium Tungsten Electrode

Thorium tungsten electrodes are a type of welding electrode material made by uniformly doping high-purity tungsten with thorium oxide (ThO₂). They are widely used in demanding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) welding and plasma welding. Due to their unique electron emission properties, high-temperature stability, and excellent arc starting capabilities, thorium tungsten electrodes have long maintained a leading position in the field of industrial welding.

2. Properties of Thorium Tungsten Electrode

Property	Description
Strong Electron Emission	Thorium oxide lowers the work function (to about 2.63 eV), enabling sensitive arc initiation and easier arc starting.
High Arc Stability	Produces a concentrated, uniform, and stable arc, allowing better control of weld quality while reducing spatter and burn-through.
Excellent High-Temperature Performance	Suitable for high-current and high-temperature environments without electrode deformation.
Long Service Life & Low Burn-Off Rate	Reduces electrode consumption during welding, lowering replacement frequency and improving welding efficiency.
Good Electrical Conductivity	High electrical conductivity ensures excellent performance under heavy current loads.
Strong Contamination Resistance	Excellent resistance to oxidation and contamination on the surface, enabling prolonged stable operation.

3. Grades of Thorium Tungsten Electrode

Grade	Thorium Oxide Content (wt%)	Tip Color	Main Characteristics
WT10	0.8 - 1.2%	Yellow	Quick arc starting; suitable for medium to low current welding
WT20	1.7 - 2.2%	Red	Optimal overall performance; widely used for DC welding
WT30	2.8 - 3.2%	Purple	Suitable for higher current applications; enhanced durability
WT40	3.8 - 4.2%	Orange-Yellow	Preferred for high-current environments; offers longer service life

4. Procurement Information

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

4.3.1 전극 막대의 형성

캘린더링은 전극 막대 성형의 주요 공정으로, 소결 블랭크를 다중 패스 열간 또는 냉간 캘린더링에 의해 원하는 직경(0.5-10mm)으로 가공합니다. 핫 캘린더링은 일반적으로 1400-1800°C 에서 수행되며 멀티 롤 캘린더를 사용하여 블랭크의 직경을 점차적으로 줄입니다. 변형의 양은 균열이나 내부 응력 집중을 피하기 위해 캘린더당 10-20 %로 제어됩니다.

캘린더링 과정

장비 : 멀티 롤 캘린더 또는 로터리 단조 기계, 정밀 다이 및 가열 시스템이 장착되어 있습니다.

프로세스 매개 변수 : 온도 1400-1800 °C, 캘린더 링 속도 0.5-2 m / min, 변형 10-20 % / pass.

분위기 통제: 산화를 방지하는 수소 또는 진공 대기권.

캘린더링 후, 전극 막대를 곧게 펴고(교정기를 통해) 예비 치수 검사를 수행합니다. 직경 공차는 일반적으로 $\pm 0.05\text{mm}$, 길이 공차는 $\pm 1\text{mm}$ 로 제어됩니다. 최종 응용 분야에 적합한 직경에 따라 다양한 유형의 전극(예: WT20, WT40)을 선택해야 합니다(예: 저전류 용접의 경우 1.6mm, 고전류 용접의 경우 4.8mm).

절단 및 전처리

캘린더 처리된 긴 바는 플랫 컷을 보장하기 위해 다이아몬드 또는 레이저 커터를 사용하여 표준 길이(예: 150mm 또는 175mm)로 절단됩니다. 절단 후, 전극 막대는 후속 연삭 공정을 준비하기 위해 표면 산화물 층과 버를 제거하기 위해 예비 연삭을 거칩니다.

4.3.2 표면 연마 및 정밀 제어

표면 연마는 톨륨 텅스텐 전극 준비의 마지막 단계이며 표면 품질과 치수 정확도를 개선하고 용접시 아크 드리프트 및 소손을 줄이도록 설계되었습니다.

연삭 및 연마

거친 연삭 : 다이아몬드 연삭 휠 (입자 크기 80-120 메쉬)을 사용하여 표면 결함을 제거하고 표면 거칠기는 $Ra\ 1.6-3.2\ \mu\text{m}$ 에 이릅니다.

미세 연삭 : 미세한 연삭 휠 (200-400 메쉬)을 사용하여 $Ra\ 0.8-1.6\ \mu\text{m}$ 의 거칠기로 표면을 더욱 매끄럽게 만듭니다.

연마: 연마 페이스트와 고속 회전 천 휠을 사용하여 표면 거칠기를 $Ra\ 0.2-0.4\ \mu\text{m}$ 로 줄여 거울 효과를 보장합니다.

연마 공정 중에, 온도를 낮추고 텅스텐 매트릭스 및 산화 톨륨의 열 손상을 방지하기 위해 수냉 시스템이 장착 된 특수 연삭 장비가 사용됩니다. 분쇄 분진은 방사능 오염을 방지하기 위해 인클로저와 고효율 여과 시스템을 통해 포집됩니다.

정밀 제어

직경 정확도: 직경은 $\pm 0.02\text{mm}$ 의 공차를 가진 레이저 캘리퍼로 감지됩니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

직진도: 직진도 편차가 $0.1\text{mm/m} <$ 확인하기 위해 광학 프로젝터 또는 레이저 스캐너에 의해 감지됩니다.

표면 품질: 표면은 균열, 긁힘 또는 산화물 잔류물 없이 현미경으로 검사됩니다.

연마 후 전극은 표면에서 기름과 먼지를 제거하기 위해 최종 세척(초음파 또는 화학적)을 거친 다음 산화를 방지하기 위해 진공 포장을 거칩니다.

4.4 토륨 텅스텐 전극의 품질 관리

품질 관리는 토륨 텅스텐 전극 준비의 모든 단계를 통해 이루어지며 조성 균일성, 치수 정확도 및 표면 품질을 포함하여 전극이 국제 표준 (e.g. ISO 6848 : 2015) 및 고객 요구 사항을 충족하는지 확인합니다.

4.4.1 성분 균일성 테스트

조성물의 균질성은 전극의 용접 성능과 일관성에 직접적인 영향을 미칩니다. 분석에는 다음이 포함됩니다.

X 선 형광 분광법(XRF): $\pm 0.01\%$ 의 정확도로 텅스텐 및 산화토륨의 비파괴 검출. 예를 들어, WT20 전극은 산화토륨 함량이 1.7-2.2% 범위인지 확인해야 합니다.

유도 결합 플라즈마 분광법(ICP-OES): 불순물 원소(예: Fe, Ni, O, C)의 고정밀 분석으로 총 불순물 함량이 $< 0.05\%$ 입니다.

주사전자현미경(SEM-EDS): 산화토륨 입자의 분포와 입자 크기를 분석하여 응집이나 편석이 없는지 확인합니다.

테스트 빈도는 일반적으로 배치당 10-20% 샘플링이며 자격이 없는 배치는 재혼합하거나 소결해야 합니다.

4.4.2 치수 및 표면 품질 검사

치수 및 표면 품질 검사는 전극의 기하학적 정확도와 용접 성능을 보장합니다. 분석에는 다음이 포함됩니다.

치수 검사: 직경과 길이는 레이저 캘리퍼와 마이크로미터를 사용하여 측정되며 공차는 표준(예: GB/T 4187-2017)을 충족합니다.

직진도 감지: 0.1mm/m 의 편차를 보장하기 위해 레이저 스캐너 또는 광학 프로젝터< 측정합니다.

표면 품질 검사: $Ra < 0.4\ \mu\text{m}$ 의 거칠기와 균열, 긁힘 또는 산화물이 없는 광학 현미경 또는 표면 거칠기 측정기로 표면을 검사합니다.

부적합 전극은 재작업(재연삭 또는 연마) 또는 폐기가 필요하며, 품질 문제를 추적하기 위해 검사 기록이 보관됩니다.

4.5 토륨 텅스텐 전극의 방사성 오염 예방 및 제어

미량의 산화토륨(토륨-232)은 토륨 텅스텐 전극 생산의 주요 과제이며, 이는 건강 및 환경 위험을 줄이기 위해 엄격한 폐기물 관리, 보호 조치 및 폐기물 처리가

저작권 및 법적 책임 선언문

필요합니다.

4.5.1 생산 공정에서의 방사성 폐기물 관리

생산 과정에서 발생하는 방사성 폐기물에는 먼지, 폐기물 및 폐수가 포함됩니다. 관리 조치에는 다음이 포함됩니다.

집진: 장비의 혼합, 연삭 및 연마에는 격납 후드와 포집률이 > 99.9%의 고효율 여과 시스템(예: HEPA 필터)이 필요합니다.

폐기물 분류: 소결 및 절단으로 인한 폐기물은 별도로 수거되어 방사성 경고가 표시된 밀폐된 용기에 보관됩니다.

폐기물 모니터링: X-γ 방사선 선량률 검출기(AT1123)와 α 및 β 표면 오염 검출기(XH-3206)를 사용하여 폐기물 활동을 정기적으로 모니터링하여 면제 기준(1Bq/g) 미만인지 확인합니다.

폐기물은 관련 방사성 광산의 개발 및 활용을 위한 기업의 환경 방사선 모니터링 및 정보 공개 조치(시험 시행을 위한)에 따라 등록 및 보고되어야 합니다.

4.5.2 보호 조치 및 장비 요구 사항

보호 조치는 방사선 위험으로부터 작업자와 환경을 보호하도록 설계되었습니다.

개인 보호구: 작업자는 보호복, 방진 마스크 및 장갑을 착용해야 하며 정기적인 방사선량 모니터링(유효 선량은 연간 1mSv<)을 받아야 합니다.

장비 요구 사항: 믹서, 소결로 및 연삭 장비에는 폐쇄 후드와 환기 시스템이 장착되어야 하며 배기 가스 배출은 활성탄 필터를 통해 처리해야 합니다.

작업 환경: X-γ 선량률(<0.1μSv/h)과 α 및 β 표면 오염을 실시간으로 모니터링하려면 생산 작업장에 방사선 모니터를 설치해야 합니다.

4.5.3 폐수 및 고형 폐기물의 처리

폐수 처리: 혼합 및 세척으로 생성된 폐수는 토륨 화합물을 제거하기 위해 침전, 여과 및 이온 교환으로 처리해야 하며 배출 전 폐수 활성도는 0.1Bq/L 미만이어야 합니다.

고형 폐기물 처리: 분진 및 폐기물을 응고(예: 시멘트 매트릭스와 혼합)하여 전용 방사성 폐기물 저장소에 보관해야 하며, 이를 정기적으로 전문 기관에 넘겨 처리해야 합니다.

문서화 및 감독: 폐기물 처리는 활동, 무게 및 처리 방법을 기록하는 환경 보호 당국의 정기 검사를 받습니다.



CTIA GROUP LTD WT20 전극

5 장 : 토륨 텅스텐 전극의 용도

우수한 물리적, 화학적 및 용접 특성으로 인해 토륨 텅스텐 전극은 산업 분야, 특히 텅스텐 아르곤 아크 용접 (TIG 용접), 플라즈마 용접 및 기타 특수 산업 시나리오에서 광범위한 응용 분야를 가지고 있습니다. 토륨 텅스텐 전극의 낮은 전자 탈출 작업, 높은 아크 안정성 및 낮은 연소 율로 인해 고정밀 및 고하중 용접에 적합한 재료입니다. 그러나 산화토륨(ThO_2)이 가져오는 미량의 방사능으로 인해 적용 시나리오가 제한되어 있어 비방사성 전극의 개발 및 대체를 촉진합니다. 이 장에서는 용접 분야에서의 토륨 텅스텐 전극의 적용, 기타 산업 용도 및 적용 시나리오의 한계에 대해 자세히 설명합니다.

5.1 용접 분야에서 토륨 텅스텐 전극의 적용

용접 분야에서 토륨 텅스텐 전극의 적용은 주로 텅스텐 아르곤 아크 용접 (TIG 용접), 플라즈마 용접 및 직류 음극 (DCEN) 용접 공정에 집중되어 있습니다. 우수한 아크 개시 성능과 아크 안정성으로 인해 고용점 및 내화 금속 용접에 이상적인 선택이며 항공 우주, 원자력 산업, 석유 화학, 자동차 제조 및 조선 산업에서 널리 사용됩니다.

5.1.1 텅스텐 불활성 가스 용접

텅스텐 불활성 가스 용접 (TIG)은 텅스텐 전극을 사용하여 불활성 가스 (예 : 아르곤 또는 헬륨)의 보호하에 아크를 생성하는 용접 방법이며, 고정밀 및 고품질 용접으로 인해 다양한 산업 시나리오에서 널리 사용됩니다. 토륨 텅스텐 전극은 특히 직류 양극(DCEN) 및 특정 교류(AC) 용접 공정에서 TIG 용접을 지배합니다.

성능 이점

토륨 텅스텐 전극 (약 2.63 eV)의 낮은 전자 작업으로 인해 저전압에서 아크를 쉽게

저작권 및 법적 책임 선언문

시작할 수 있으며 아크 시작 중 열 입력을 줄여 정밀 용접에 적합합니다. 높은 아크 안정성으로 넓은 전류 범위(50-500A)에서 집중적이고 연속적인 아크를 유지하여 스페터 및 용접 결함을 줄일 수 있습니다. 또한, 토륨 텅스텐 전극의 낮은 연소율은 서비스 수명을 연장하고 생산 비용을 절감합니다. 다양한 유형의 토륨 텅스텐 전극(예 : WT10, WT20, WT30, WT40)은 현재 및 재료 요구 사항에 따라 선택할 수 있습니다.

WT10 (0.8-1.2% ThO₂): 얇은 시트 스테인리스강 또는 구리 합금과 같은 저전류(50-150A) 정밀 용접에 적합합니다.

WT20 (1.7-2.2% ThO₂): 중전류에서 고전류(100-300 A)에 적합하며 TIG 용접에서 가장 일반적으로 사용되는 모델입니다.

WT30/WT40 (2.8-4.2% ThO₂): 후판 티타늄 또는 니켈 합금과 같은 고전류(200-500 A) 중부하 용접에 적합합니다.

응용 프로그램 시나리오

항공우주: TIG 용접은 토륨 텅스텐 전극(일반적으로 WT20 또는 WT30)을 사용하여 항공기 동체, 엔진 블레이드 및 터빈 부품 제조를 위한 티타늄 합금(예: Ti-6Al-4V) 및 니켈 기반 합금(예: Inconel 718)을 용접합니다. 이러한 구성 요소는 고강도, 결함 없음 및 용접의 우수한 내식성을 필요로 하며 토륨 텅스텐 전극의 안정적인 아크와 낮은 소손률은 용접 품질을 보장합니다. 예를 들어, 보잉 787 항공기 제조에서 WT20 전극은 용접의 기계적 특성과 피로 수명을 보장하기 위해 티타늄 합금 동체 구조의 TIG 용접에 사용됩니다.

원자력 산업 : 토륨 텅스텐 전극은 원자력 발전소의 압력 용기 및 파이프 라인의 TIG 용접에 널리 사용됩니다. WT30 또는 WT40 전극은 고전류에서 안정적인 아크를 제공할 수 있으며, 두꺼운 벽의 스테인리스강(예: 316L) 또는 니켈 합금을 용접하여 용접에 다공성과 균열이 없도록 합니다. 예를 들어, 중국 원자력 산업의 AP1000 원자로 압력 용기 제조에서 토륨 텅스텐 전극은 주요 구성 요소의 용접에 사용됩니다.

석유 화학 산업 : 토륨 텅스텐 전극은 스테인레스 스틸 (304, 316) 및 니켈 기반 합금 (Hastelloy)과 같은 부식 방지 파이프 및 용기를 용접하는 데 사용됩니다. 중전류 및 고전류에서 WT20 전극의 아크 안정성은 용접 이음매의 균일성과 내식성을 보장하여 가혹한 화학 환경의 요구 사항을 충족합니다.

자동차 제조: 토륨 텅스텐 전극은 자동차 서스펜션 및 배기 시스템 제조와 같은 고강도 강철 및 알루미늄 합금의 TIG 용접에 사용됩니다. WT10 전극은 저전류에서 벽이 얇은 부품을 용접하는 데 적합하여 열 변형 및 재료 손상을 줄입니다.

작동 시 주의사항

TIG 용접에 토륨 텅스텐 전극을 사용할 때 재료와 전류에 따라 적절한 전극 직경 (1.6-6.4 mm)과 연삭 각도 (15 ° -45 °)를 선택해야 합니다. 날카로운 연삭 각도(20°-30°)는 아크를 집중시키고 정확도를 향상시킬 수 있습니다. 대각(30°-45°)은 고전류 용접에 적합하며 내구성을 향상시킵니다. 차폐 가스 유량(8-15L/min)은 아크 드리프트 또는

저작권 및 법적 책임 선언문

전극 산화를 방지하기 위해 엄격하게 제어해야 합니다. 전극을 연마하려면 방사능의 위험을 줄이기 위해 전용 그라인더와 집진 장치를 사용해야 합니다.

5.1.2 플라즈마 용접

플라즈마 아크 용접(PAW)은 제한된 아크를 사용하여 고온 플라즈마 흐름을 생성하는 용접 방법으로, 에너지 밀도와 용접 정확도가 높고 용접이 높은 재료의 정밀 용접에 적합합니다. 토륨 텅스텐 전극은 고온 및 고압 플라즈마 환경에서 안정적인 아크를 유지할 수 있기 때문에 플라즈마 용접에 탁월합니다.

성능 이점

플라즈마 용접의 아크 온도는 15000-20000°C 에 도달할 수 있으며 이는 전극의 매우 높은 열 안정성과 연소 저항을 필요로 합니다. 토륨 텅스텐 전극의 높은 용점(3422°C)과 산화토륨의 열전자 방출 능력으로 인해 이러한 극한 조건을 견딜 수 있습니다. WT20 및 WT30 전극은 적당한 산화토륨 함량(1.7-3.2%)과 낮은 연소율로 인해 플라즈마 용접에 가장 적합합니다. 전극의 낮은 전자 작업은 고주파 아크 시작 또는 펄스 모드에서 빠른 아크를 보장하는 반면, 아크 안정성은 용접의 균일성과 깊이를 보장합니다.

응용 프로그램 시나리오

항공우주: 플라즈마 용접은 토륨 텅스텐 전극을 사용하여 로켓 엔진 노즐 및 항공우주 터빈 블레이드와 같은 티타늄 및 니켈 합금 부품을 용접합니다. WT20 전극은 높은 에너지 밀도에서 안정적인 플라즈마 아크를 제공할 수 있어 용접 깊이와 강도를 보장합니다. 예를 들어, 토륨 텅스텐 전극은 SpaceX 의 Falcon 로켓 연료 탱크 용접에서 정밀 플라즈마 용접에 사용됩니다.

의료 기기: 플라즈마 용접은 수술 기구 및 임플란트와 같은 스테인리스강 또는 티타늄 합금 의료 기기를 만드는 데 사용됩니다. WT10 전극은 저전류 플라즈마 용접에서 벽이 얇은 재료에 적합하여 열 영향부(HAZ)를 줄이고 표면 품질을 보장합니다.

전자 산업 : 토륨 텅스텐 전극은 반도체 패키지 및 소형 회로 기판과 같은 전자 부품의 연결을 위해 소형 플라즈마 용접에 사용됩니다. WT10 또는 WT20 전극은 높은 정확도를 위해 미세한 아크 제어를 제공합니다.

작동 시 주의사항

플라즈마 용접에서 토륨 텅스텐 전극은 높은 에너지 밀도의 플라즈마 아크를 수용하기 위해 더 작은 직경 (1.0-2.4 mm)을 사용해야 합니다. 전극 팁은 아크를 집중시키기 위해 예리한 각도(15°-25°)로 연마해야 하며 차폐 가스(아르곤 또는 아르곤-헬륨 혼합물)의 유량을 정밀하게 제어해야 합니다(2-5L/min). 플라즈마 용접의 고온 환경으로 인해 전극에는 열 부하를 줄이고 수명을 연장하기 위해 수냉식 용접 건을 장착해야 합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

5.1.3 DC 양극 용접 (탄소강, 스테인리스강, 니켈 합금, 티타늄 합금 등)

직류 양극 (DCEN) 용접은 토륨 텅스텐 전극의 가장 일반적인 응용 모드로, 전자가 전극에서 공작물로 흐르고 열이 주로 공작물에 집중되어 전극의 열 부하를 줄입니다. 이 모드는 탄소강, 스테인리스강, 니켈 합금 및 티타늄 합금을 포함한 광범위한 금속 재료를 용접하는 데 적합합니다.

성능 이점

DCEN 모드에서는 토륨 텅스텐 전극의 낮은 전자 작업과 아크 안정성으로 인해 아크를 빠르게 시작하고 집중적이고 연속적인 아크 흐름을 유지할 수 있습니다. 다양한 유형의 전극이 다양한 전류 및 재료에 적합합니다.

탄소강: WT10 또는 WT20 전극은 저전류에서 중전류(50-200A)에서 교량 및 건물 프레임과 같은 탄소강 구조 부품을 용접하는 데 적합합니다.

스테인리스강: WT20 전극은 100-300A의 전류에서 안정적인 아크를 제공하여 304, 316 등과 같은 스테인리스강 용접에 적합하며 석유 화학 파이프라인 및 식품 가공 장비에 널리 사용됩니다.

니켈 합금: WT30 또는 WT40 전극은 항공 우주 및 화학 장비의 내부식성 부품을 위해 고전류(200-400A)에서 인코넬 또는 하스텔로이를 용접하는 데 적합합니다.

티타늄 합금: WT20 또는 WT30 전극은 높은 정밀도와 무산소 환경이 필요한 항공우주 및 의료 분야에서 사용하기 위해 중전류에서 고전류로 티타늄 합금(예: Ti-6Al-4V)을 용접하는 데 적합합니다.

토륨 텅스텐 전극의 낮은 연소율은 특히 두꺼운 판 또는 용접이 높은 재료의 용접에서 장기 용접에 대한 신뢰성을 보장합니다. 예를 들어, WT40 전극은 400A에서 몇 시간 동안 연속 작동할 수 있으며 전극 팁의 모양은 거의 변하지 않습니다.

응용 프로그램 시나리오

항공 우주 : 토륨 텅스텐 전극은 항공기 동체, 엔진 부품 및 로켓 연료 탱크와 같은 티타늄 및 니켈 합금의 DCEN-TIG 용접에 사용됩니다. WT20 전극은 150-250A에서 안정적인 아크를 제공하여 용접의 높은 강도와 내식성을 보장합니다.

원자력 산업: WT30 또는 WT40 전극은 원자로의 냉각 파이프와 같은 스테인리스강 및 니켈 합금 압력 용기의 용접에 사용됩니다. 아크 안정성이 높고 용접에 결함이 없으며 엄격한 안전 표준을 충족합니다.

석유 화학 산업 : 토륨 텅스텐 전극은 정유 공장의 송유관과 같은 탄소강 및 스테인레스 스틸 파이프의 용접에 사용됩니다. WT20 전극은 중전류에서 고전류까지 용접부의 내식성 및 기계적 특성을 보장합니다.

해양 산업: WT30 전극은 선체 및 갑판 구조와 같은 고강도 강판을 용접하는 데 사용되며 아크 안정성은 후판 용접의 깊이와 품질을 보장합니다.

작동 시 주의사항

DCEN 용접에서는 전류(1.6-6.4mm)에 따라 전극 직경을 선택해야 하고 연삭 각도(20°-35°)를 최적화하여 아크를 집중시켜야 합니다. 차폐 가스(아르곤 또는 헬륨) 유속은 전극 산화 또는 용융 풀 오염을 방지하기 위해 8-12L/min으로 유지해야 합니다. 전극

저작권 및 법적 책임 선언문

팁의 상태를 정기적으로 확인하고 성능을 복원하기 위해 필요한 경우 다시 분쇄하십시오.

5.2 다른 산업에서의 토륨 텅스텐 전극의 적용

용접 외에도 토륨 텅스텐 전극은 다른 산업 시나리오, 특히 진공 전자 장치 및 아크 절단에서 중요한 응용 분야를 가지고 있으며, 높은 용점 및 열 전자 방출 능력으로 인해 핵심 재료가 됩니다.

5.2.1 진공 전자공학에 있는 양극재

토륨 텅스텐 전극은 낮은 전자 탈출 작업과 높은 열 안정성으로 인해 마이크로파 튜브, X 선 튜브 및 음극선 튜브와 같은 진공 전자 장치의 음극 재료로 사용됩니다. 음극은 전자 장치에서 전자를 방출하는 핵심 구성 요소이며, 고온 및 고진공 환경에서 안정적으로 작동할 수 있는 재료가 필요합니다.

성능 이점

토륨 텅스텐 전극의 산화 토륨 도핑은 전자 탈출 작업 (2.63 eV)을 크게 줄여 순수한 텅스텐 음극 (2500 °C 이상)보다 낮은 온도 (약 1500-2000 °C)에서 많은 수의 전자를 방출합니다. 높은 용점과 소진에 대한 내성은 고출력 작동에서 음극의 내구성을 보장합니다. WT20 및 WT30 전극은 적당한 산화토륨 함량으로 인해 이러한 응용 분야에 자주 사용됩니다.

응용 프로그램 시나리오

마이크로파 튜브 : 토륨 텅스텐 전극은 마그네트론 및 진행파 튜브와 같은 레이더 및 통신 장비의 마이크로파 튜브의 음극으로 사용됩니다. 안정적인 전자 방출 능력은 장치의 고주파 성능과 긴 수명을 보장합니다. 예를 들어, 군용 레이더 시스템에서 WT20 전극 음극은 고출력에서 수천 시간 동안 연속 작동할 수 있습니다.

X 선 튜브 : 토륨 텅스텐 전극은 의료 및 산업용 X 선관의 음극에 사용되어 X 선을 여기시키는 안정적인 전자빔을 생성합니다. WT20 전극의 낮은 전자 작용과 높은 열 안정성은 CT 스캐너와 같은 고강도 X 선 장비에 적합합니다.

음극선관(CRT): CRT 기술이 점차 단계적으로 폐지되고 있지만 토륨 텅스텐 전극은 여전히 일부 특수 디스플레이 장치에서 음극 재료로 사용되어 안정적인 전자 방출을 제공합니다.

작동 시 주의사항

진공 전자 장치에서 토륨 텅스텐 전극은 산화 또는 오염을 방지하기 위해 고진공 (10^{-6} Pa) 환경에서 작동해야 합니다. 전극 표면은 균일한 전자 방출을 보장하기 위해 정밀 연마($Ra < 0.2\mu m$)되어 있습니다. 방사성 분진은 생산 및 설치 중에 엄격하게 제어해야 하며 작업자는 보호 장비를 착용해야 합니다.

5.2.2 아크 절단 및 아크 개시

토륨 텅스텐 전극은 아크 절단 및 아크 개시 응용 분야에서 높은 아크 안정성과 고온 저항으로 인해 높은 에너지 밀도를 가진 산업 시나리오에 적합합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

성능 이점

아크 절단은 전극이 고온 및 고압 플라즈마 환경에서 안정적인 아크를 유지해야 하며, 토륨 텅스텐 전극의 낮은 전자 작업과 높은 용점으로 인해 고강도 아크를 빠르게 시작하고 극한 조건을 견딜 수 있습니다. WT30 및 WT40 전극은 연소율이 낮고 전류 내성이 높기 때문에 아크 절단 및 아크에 일반적으로 사용됩니다.

응용 프로그램 시나리오

플라즈마 절단 : 토륨 텅스텐 전극은 탄소강, 스테인리스강 및 알루미늄 합금과 같은 재료를 절단하기 위해 플라즈마 절단기에 사용됩니다. WT30 전극은 200-400A 전류에서 안정적인 플라즈마 아크를 제공하여 절단 속도와 정밀도를 보장합니다. 예를 들어, 조선에서 WT30 전극은 편평한 절단과 작은 열 영향 영역이 있는 두꺼운 강판을 절단하는 데 사용됩니다.

전기로 : 토륨 텅스텐 전극은 작은 전기로, 특히 야금 실험실에서 높은 용점을 가진 합금을 용융하기 위해 아크 시작에 사용됩니다. WT40 전극은 아크를 빠르게 시작하고 고전류에서 안정적인 작동을 유지할 수 있습니다.

점화 장치 : 토륨 텅스텐 전극은 가스 터빈 또는 보일러와 같은 산업용 점화 시스템에 사용되며 빠른 아크 능력은 안정적인 점화 성능을 보장합니다.

작동 시 주의사항

아크 절단에서 전극에는 열 부하를 줄이고 수명을 연장하기 위해 효율적인 냉각 시스템(예: 수냉식 노즐)이 장착되어야 합니다. 전극 직경(3.2-6.4mm)과 연삭 각도(30°-45°)는 절단 전류에 따라 최적화해야 합니다. 절단 과정에서 발생하는 토륨 분진은 방사능 오염을 방지하기 위해 고효율 여과 시스템에 의해 포집됩니다.

5.3 토륨 텅스텐 전극 적용 시나리오의 한계

토륨 텅스텐 전극은 용접 및 기타 산업 응용 분야에서 상당한 이점이 있지만, 미량의 방사능과 대체 전극의 개발은 응용 시나리오에 특정 제한을 제기합니다.

5.3.1 방사능 사용 시나리오

토륨 텅스텐 전극의 산화토륨(ThO_2)에는 α 입자와 소량의 β 및 γ 선을 방출하는 자연 발생 방사성 원소인 토륨-232가 포함되어 있습니다. 활성 농도는 낮지만(WT10은 1Bq/g에 가깝고 WT40은 면제 기준보다 약간 높음) 생산, 저장 및 사용 과정에서 여전히 엄격한 방사선 방호 조치가 필요하므로 일부 시나리오에서는 적용이 제한됩니다.

방사능 위험

생산: 혼합, 소결 및 연삭 과정에서 발생하는 토륨 분진은 흡입 또는 접촉을 통해 인체에 유입되어 내부 방사선의 위험을 증가시킬 수 있습니다. 장기간 노출되면 폐 또는 조직 손상이 발생할 수 있지만 위험은 낮습니다(연간 유효 선량 약 0.1-1mSv).

적용 분야: 용접 및 절단 시 전극 연삭은 방사성 먼지를 발생시키며, 이를 위해서는 특수 그라인더와 효율적인 환기 시스템을 사용해야 합니다. 작업자는 보호 마스크를 착용해야 하며, 작업장에서는 방사선 수준($X\text{-}\gamma$ 선량률 < 0.1 $\mu\text{Sv/h}$)을 정기적으로 모니터링해야 합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

환경 영향: 생산 및 사용 과정에서 발생하는 폐기물(예: 먼지, 폐수 및 폐전극)은 토양 및 수역의 오염을 방지하기 위해 관련 방사성 광산의 개발 및 활용을 위한 기업의 환경 방사선 모니터링 및 정보 공개 조치(시험)에 따라 처리해야 합니다.

제한된 장면

의료 및 식품 산업 : 토륨 텅스텐 전극은 방사능의 위험으로 인해 의료 기기 및 식품 가공 장비의 용접에 제한됩니다. 예를 들어, 유럽과 북미는 식품 등급 스테인리스강 용접에서 토륨 텅스텐 전극의 사용을 금지하고 세륨 텅스텐 또는 란탄 텅스텐 전극으로 전환했습니다.

환경 요구 사항이 높은 지역 : 유럽 연합 (EU)과 미국의 일부 주 (예 : 캘리포니아)는 방사성 물질 사용에 대한 엄격한 규정을 가지고 있으며 토륨 텅스텐 전극은 특별 허가가 필요하므로 사용 비용이 증가합니다.

고정밀 전자 산업 : 반도체 및 마이크로อิเล็กทรอนิกส์ 제조에서 토륨 텅스텐 전극의 방사능은 클린 룸 환경을 오염시켜 적용을 제한 할 수 있습니다.

응답

방사능의 위험을 줄이기 위해 회사는 특수 장비(예: 밀폐형 그라인더 및 HEPA 여과 시스템)를 갖추어야 하며 작업자는 방사선 보호에 대한 교육을 받아야 합니다. 폐기물 처리는 국제 및 국내 표준(예: ICRP Publication 103 및 GB 18871-2002)을 준수하여 활동 농도 및 배출량을 충족해야 합니다.

5.3.2 대체 전극의 적용 동향

환경 보호 규정의 강화와 비 방사성 전극의 연구 개발로 토륨 텅스텐 전극은 일부 응용 시나리오에서 세륨 텅스텐, 란탄 텅스텐, 지르코늄 텅스텐 및 이트륨-텅스텐 전극으로 점차 대체됩니다. 이러한 대체 전극은 성능면에서 토륨 텅스텐 전극에 가깝고 방사능의 위험이 없어 현대 산업의 환경 요구 사항을 충족합니다.

대체 전극의 성능

세륨 텅스텐 전극 (WC20) : 1.8-2.2 % 세륨 산화물을 포함하고, 전자 작업은 약 2.7 eV 이며, 아크 시작 성능 및 아크 안정성은 WT20 에 가깝고, DCEN 및 AC 용접에 적합하며, 비 방사성이며, 의료 및 전자 산업에서 널리 사용됩니다.

란탄 텅스텐 전극 (WL20) : 1.8-2.0 % 란탄 산화물을 함유하고 아크 안정성 및 수명은 세륨 텅스텐 전극보다 우수하며 고정밀 및 중장비 용접에 적합하며 항공 우주 및 원자력 산업에서 토륨 텅스텐 전극을 대체했습니다.

지르코늄 텅스텐 전극 (WZ8) : 0.8 % 지르코니아를 함유하여 알루미늄 및 마그네슘 합금의 AC 용접을 위해 특별히 설계되었으며 아크 안정성이 우수하여 경금속 용접에 적합합니다.

이트륨 - 텅스텐 전극 (WY20) : 1.8-2.2 % 이트륨 산화물을 함유하여 성능은 고정밀 용접에 적합한 란탄 텅스텐 전극에 가깝지만 비용이 높고 시장 인기가 낮습니다.

대안 트렌드

유럽 및 미국 시장: 유럽 연합과 미국은 토륨 텅스텐 전극을 단계적으로 폐지했으며 란탄 텅스텐 전극(WL20)이 주류가 되어 TIG 용접 전극 시장의 60% 이상을 차지하고

저작권 및 법적 책임 선언문

있습니다. 세륨 텅스텐 전극 (WC20)은 비용에 민감한 시나리오에서도 널리 사용됩니다.

중국 시장 : 텅스텐 자원의 큰 나라로서, 토륨 텅스텐 전극은 비용 이점으로 인해 중공업에서 여전히 사용되지만, 란탄 - 텅스텐 및 세륨 - 텅스텐 전극의 점유율은 특히 수출 제품 및 고급 제조 분야에서 해마다 증가하고 있습니다.

기술 중심: 새로운 도핑 물질(예: 복합 희토류 산화물) 및 생산 공정의 발전으로 비방사성 전극의 성능이 더욱 향상되었습니다. 예를 들어, 고전류에서 란탄 텅스텐 전극의 소손률은 WT40에 가깝고 비용은 점차 감소하고 있습니다.

향후 전망

토륨 텅스텐 전극은 여전히 고전류 및 중장비 용접에서 성능 이점이 있지만 방사능 문제로 인해 업계는 비방사성 전극으로의 전환을 가속화하게 되었습니다. 미래에는 환경 규제가 더욱 엄격해지고 대체 전극 기술이 성숙해짐에 따라 토륨 텅스텐 전극은 점차 수요가 많은 특정 시나리오(예: 원자력 산업 및 항공 우주)로 제한될 수 있으며 비방사성 전극은 더 많은 분야를 지배할 것입니다.



CTIA GROUP LTD WT20 전극

1

저작권 및 법적 책임 선언문

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2024 version
www.ctia.com.cn

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2024V
sales@chinatungsten.com

Chapter 6 : 토륨 텅스텐 전극 용 생산 설비

토륨 텅스텐 전극의 제조에는 원료 취급에서 완제품 가공에 이르기까지 여러 복잡한 공정 단계가 포함되며, 각 단계에는 전극의 성능과 품질을 보장하기 위해 고정밀, 고신뢰성 특수 장비가 필요합니다. 동시에 산화토륨(ThO_2)의 미량 방사능으로 인해 생산 장비에는 작업자와 환경을 보호하기 위해 엄격한 보호 및 감지 시스템이 장착되어야 합니다. 이 장에서는 토륨 텅스텐 전극 생산에 사용되는 원료 취급 장비, 분말 야금 장비, 성형 및 가공 장비, 방사성 보호 장비 및 테스트 장비에 대해 자세히 설명합니다.

6.1 토륨 텅스텐 전극의 원료 가공 장비

원료 가공은 토륨 텅스텐 전극 생산의 첫 번째 단계이며, 이는 텅스텐 분말의 분쇄 및 체질과 토륨 산화물의 도핑 공정을 포함합니다. 특수 장비는 방사성 먼지의 확산을 제어하면서 고순도, 균일한 입자 크기 및 원료의 정확한 비율을 보장해야 합니다.

6.1.1 텅스텐 분말 분쇄 및 스크리닝 장비

텅스텐 분말은 토륨 텅스텐 전극의 주요 원료이며 입자 크기, 순도 및 형태는 전극의 밀도 및 용접 성능에 직접적인 영향을 미칩니다. 연삭 및 스크리닝 장비는 균일한 입자 크기를 가진 고순도 텅스텐 분말을 제조하는 데 사용됩니다.

연삭 장비

장비 유형: 행성 공 선반 또는 제트기 선반

기능: 조잡한 텅스텐 분말 (입자 크기 10-50 μm)을 미세 분말 (1-10 μm)로 분쇄하여 분말의 유동성과 벌크 밀도를 향상시킵니다.

주요 매개변수:

속도: 200-600 분당 회전수

연삭 매체: 지르코니아 또는 카바이드 볼 (직경 2-10mm)

연삭 시간: 4-12 시간

분위기: 불활성 가스 (예: 아르곤) 또는 산화를 방지하기 위한 진공

특징: 유성 볼 밀은 고효율 및 균일한 연삭 용량을 가지며 온도를 제어하고 텅스텐 분말이 과열 및 산화되는 것을 방지하기 위해 냉각 시스템을 갖추고 있습니다. 제트 밀은 고속 기류 충동을 통해 오염 없는 연삭을 달성하며 이는 고순도 요구 사항에 적합합니다.

일반적인 모델: Fritsch Pulverisette 5 (행성 볼 밀), Hosokawa Alpine AFG (제트 밀)

유지 관리 요구 사항: 분쇄 용기와 매체를 정기적으로 청소하고 견고 상태를 확인하고 불순물에 의한 오염을 방지합니다.

스크리닝 장비

장비 유형: 진동 스크린 또는 초음파 검열 기계

기능: 분쇄 텅스텐 분말은 입자 크기에 따라 등급이 매겨지며 요구 사항 (D50 은 약

저작권 및 법적 책임 선언문

2-5 μm)을 충족하는 입자 크기 범위가 스크리닝됩니다.

주요 매개변수:

메쉬 기공 크기 : 1-10 μm

진동 주파수: 20-50Hz

체질 시간 : 10-30 분

특징 : 초음파 스크리닝 기계는 미세 분말이 고주파 진동을 통해 스크린을 막는 것을 방지하고 스크리닝 효율을 향상시킵니다. 장비에는 먼지 누출을 방지하기 위해 밀폐 덮개가 장착되어 있어야 합니다.

일반 모델: Russell Finex Compact Sieve, Retsch AS 200

유지 관리 요구 사항: 스크린을 정기적으로 교체하고 스크리닝 챔버를 청소하여 잔류 분말 오염이 없는지 확인하십시오.

보호 조치

분쇄 및 스크리닝 공정에는 국소 배기 시스템과 고효율 필터(HEPA)가 장착되어 텅스텐 먼지를 걸러내고 흡입 위험을 방지합니다. 작업자는 방진 마스크와 보호 장갑을 착용해야 하며 작업 영역을 정기적으로 청소해야 합니다.

6.1.2 산화 토륨 도핑 장비

산화토륨(ThO_2)은 토륨 텅스텐 전극의 핵심 도판이며, 균일한 분포는 전극의 전자 작용 및 아크 안정성에 매우 중요합니다. 도핑 장비는 텅스텐 분말과 산화토륨의 정확한 비율과 혼합은 물론 방사성 먼지의 제어를 보장해야 합니다.

장치 유형

드라이 믹서 : V 형 믹서 또는 3 차원 믹서

습식 믹서 : 유성 볼 밀 또는 교반 볼 밀

화학 공동 침전 장비: 반응기 및 원심분리기(고급 생산용)

건식 공정 믹서

기능 : 텅스텐 분말과 토륨 산화물 분말 (입자 크기 0.5-2 μm)이 ± 0.01 %의 정확한 비율로 균일하게 혼합됩니다.

주요 매개변수:

속도: 50-200rpm

혼합 시간: 4-8 시간

바인더: 폴리비닐알코올(PVA, 0.5-1%)

특징 : V 형 믹서는 더블 콘 챔버를 통해 효율적인 혼합을 달성하고 3 차원 믹서는 다축 이동을 통해 균일 성을 향상시킵니다. 장비는 오염을 방지하기 위해 스테인리스 스틸 또는 세라믹으로 라이닝되어 있습니다.

일반적인 모델: Hosokawa Nauta 믹서, WAB Turbula T2F

보호 조치: 장비에는 산화토륨 먼지의 확산을 방지하기 위해 닫힌 덮개와 음압 배기 시스템이 장착되어 있어야 합니다. 작업자는 보호복과 마스크를 착용해야 합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

습식 믹서

기능 : 텅스텐 분말과 산화 토륨을 탈 이온수 또는 에탄올 매체에 혼합하여 균일성을 향상 시킨 다음 건조하여 도핑 된 분말을 제조합니다.

주요 매개변수:

속도: 100-300 분당 회전수

가는 매체: 지르코니아 공

섞는 시간: 6-12 시간

건조 온도: 100-150°C(진공 또는 불활성 분위기)

특징 : 습식 혼합은 먼지 비행을 줄여 고정밀 도핑에 적합합니다. 건조 장비에는 용매 배출을 방지하기 위해 응축 회수 시스템이 장착되어야 합니다.

일반적인 모델: Netzsch PMH/PML, Fritsch Pulverisette 7

보호 조치: 공 선반은 닫히는 방법으로 운영될 필요가 있고, 폐액체는 토륨 화합물의 누설을 방지하기 위하여 강수와 여과에 의해 대우될 필요가 있습니다.

화학적 동시 침전 장비

기능 : 텅스텐 산염과 질산 토륨 용액의 동시 침전에 의한 원자 수준의 균질 도핑 분말의 제조, 고급 전극에 적합.

주요 매개변수:

반응 온도: 60-80°C

산도: 7-9

원심 속도: 5000-10000 분당 회전수

특징: 반응기에는 교반 및 온도 제어 시스템이 장착되어 있으며 원심 분리기는 고체-액체 분리를 실현합니다. 이 과정은 복잡하지만 매우 동질적입니다.

일반적인 모델: IKA RW 20 (반응기), Beckman Coulter Avanti J-26

보호 조치: 폐수는 이온 교환으로 처리해야 하며 반응기의 배기 가스는 활성탄 필터를 통해 배출해야 합니다.

6.2 토륨 텅스텐 전극용 분말 야금 장비

분말 야금은 토륨 텅스텐 전극 준비의 핵심 공정으로, 도핑 된 분말을 고밀도 전극 몸체로 변형시키기 위해 단계를 혼합, 압축 및 소결하는 것을 포함합니다. 장비는 매우 정확하고 일관성이 있어야 합니다.

6.2.1 믹서

기능 : 텅스텐 분말, 산화 토륨 및 바인더가 균일하게 혼합되어 프레스를 위한 고품질 원료를 제공합니다.

장비 유형: V 형 믹서, 3 차원 믹서, 더블 콘 믹서

주요 매개변수:

용량: 5-100L

속도: 50-150rpm

혼합 시간: 4-8 시간

특징: 믹서에는 주파수 변환, 속도 조절 및 타이밍 기능이 장착되어야 하며 오염을 방지하기 위해 내마모성 세라믹 또는 스테인리스강으로 라이닝되어 있습니다. 일부 고급 모델은 온라인 입자 크기 모니터링을 지원합니다.

전형적인 모델: Hosokawa 미크론 Vrieco Nauta, Shuanglong V-500

유지 관리 요구 사항: 쉘을 정기적으로 검사하고 내부 캐비티를 청소하며 교차 오염을 방지합니다.

보호 조치: 밀폐 후드와 HEPA 필터를 장착하고 방사성 먼지의 확산을 방지하기 위해 작업 영역을 격리해야 합니다.

6.2.2 프레스

기능: 혼합 분말을 1 차 빌릿(막대 또는 플레이트)으로 압착하여 소결의 기초를 제공합니다.

장비 유형: 냉간 등압 프레스(CIP), 유압 성형기

주요 매개변수:

압력: 100-200 MPa

유지 시간: 1-3 분

금형 재료: 텅스텐 카바이드 또는 스테인리스강

특징 : 냉간 등압 프레스는 액체 매체를 통해 균일 한 압력을 가하고 1 차 블랭크의 밀도는 60-70 %에 이릅니다. 유압 성형기는 소량 생산에 적합하며 비용이 저렴합니다.

일반적인 모델 : EPSI CIP 400, Dorst TPA 50

유지 관리 요구 사항: 유압 시스템과 금형 마모를 정기적으로 점검하여 압력이 안정적인지 확인하십시오.

보호 조치: 프레스에는 먼지 커버가 있어야 하며 작업자는 보호 장갑을 착용해야 합니다.

6.2.3 고온 소결로

기능: 고밀도 전극 몸을 형성하기 위하여 고열 처리를 통해 1 차적인 공백의 조밀화.

장비 유형: 저항 소결로, 감응작용 소결로, 진공 소결로

주요 매개변수:

온도: 2000-2800°C

분위기 : 수소 (순도 > 99.999 %) 또는 진공 (10^{-4} Pa).

보온 : 2-4 시간

냉각 속도: 10-20°C/min

특징 : 저항 소결로는 대량 생산에 적합하며, 유도 소결로 가열 속도가 빠르고, 진공 소결로는 고급 전극에 적합합니다. 용광로 재료는 몰리브덴 또는 흑연으로 고온에 강합니다.

일반 모델: Nabertherm HTK, ALD Vacuum Technologies VIM

유지 관리 요구 사항: 퍼니스 기밀성과 발열체를 정기적으로 점검하고 잔류물을 청소하십시오.

보호 조치: 소결로에는 수소 누출 또는 토륨 화합물의 휘발을 방지하기 위해 배기 가스 처리 시스템이 장착되어야 합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

CTIA GROUP LTD

Thorium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Thorium Tungsten Electrode

Thorium tungsten electrodes are a type of welding electrode material made by uniformly doping high-purity tungsten with thorium oxide (ThO_2). They are widely used in demanding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) welding and plasma welding. Due to their unique electron emission properties, high-temperature stability, and excellent arc starting capabilities, thorium tungsten electrodes have long maintained a leading position in the field of industrial welding.

2. Properties of Thorium Tungsten Electrode

Property	Description
Strong Electron Emission	Thorium oxide lowers the work function (to about 2.63 eV), enabling sensitive arc initiation and easier arc starting.
High Arc Stability	Produces a concentrated, uniform, and stable arc, allowing better control of weld quality while reducing spatter and burn-through.
Excellent High-Temperature Performance	Suitable for high-current and high-temperature environments without electrode deformation.
Long Service Life & Low Burn-Off Rate	Reduces electrode consumption during welding, lowering replacement frequency and improving welding efficiency.
Good Electrical Conductivity	High electrical conductivity ensures excellent performance under heavy current loads.
Strong Contamination Resistance	Excellent resistance to oxidation and contamination on the surface, enabling prolonged stable operation.

3. Grades of Thorium Tungsten Electrode

Grade	Thorium Oxide Content (wt%)	Tip Color	Main Characteristics
WT10	0.8 - 1.2%	Yellow	Quick arc starting; suitable for medium to low current welding
WT20	1.7 - 2.2%	Red	Optimal overall performance; widely used for DC welding
WT30	2.8 - 3.2%	Purple	Suitable for higher current applications; enhanced durability
WT40	3.8 - 4.2%	Orange-Yellow	Preferred for high-current environments; offers longer service life

4. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

저작권 및 법적 책임 선언문

6.3 토륨 텅스텐 전극의 성형 및 가공 장비

성형 및 가공 장비는 소결체를 사양을 충족하는 전극 막대로 가공하는 데 사용되어 치수 정확도와 표면 품질을 보장합니다.

6.3.1 캘린더

기능: 다중 패스 열간 또는 냉간 압연을 통해 소결체를 필요한 직경(0.5-10mm)으로 가공합니다.

장비 유형: 멀티 롤 캘린더, 로터리 단조 기계

주요 매개변수:

온도 : 1400-1800 °C (핫 캘린더)

캘린더링 속도 : 0.5-2 m / min

변형 : 10-20 % / 패스

특징: 멀티 롤 캘린더에는 $\pm 0.05\text{mm}$ 의 직경 허용 오차를 보장하기 위해 정밀 금형과 가열 시스템이 장착되어 있습니다. 회전식 단조 기계는 직경이 작은 전극에 적합하며 효율이 높습니다.

일반적인 모델 : SMS 그룹 4-Hi Mill, Daniel & C. 스웨이 징 머신

유지 보수 요구 사항: 롤러 표면과 난방 시스템의 마모를 정기적으로 확인하고 변속기 부품에 윤활유를 바르십시오.

보호 조치: 캘린더에는 작업자가 타는 것을 방지하기 위해 고온 보호 커버가 장착되어 있어야 합니다.

6.3.2 연삭 및 연마 장비

기능: Ra 0.2-0.4 μm 의 거칠기로 거친 연삭, 미세 연삭 및 연마로 전극 표면 품질을 향상시킵니다.

장비 유형: 센터리스 그라인더, 특수 연마 기계

주요 매개변수:

연삭 휠 크기: 80-400 메쉬

속도: 2000-5000 분당 회전수

냉각 방법: 물 냉각

특징 : 센터리스 연삭기는 연속 연삭 및 고효율을 실현합니다. 연마 기계는 다이아몬드 연마 पेјист와 천 휠을 사용하여 거울 효과를 얻습니다.

일반적인 모델 : Glebar GT-610, Struers Tegramin

유지 관리 요구 사항: 연삭 휠과 연마 천을 정기적으로 교체하고 냉각 시스템을 점검하십시오.

보호 조치: 토륨 먼지의 확산을 방지하기 위해 닫힌 덮개와 효율적인 먼지 제거 시스템을 갖추고 있습니다.

6.4 토륨 텅스텐 전극용 방사선 보호 장비

미량 산화토륨(토륨-232)의 미량 방사능으로 인해 생산 장비에는 건강 및 환경 위험을 줄이기 위한 특수 보호 시스템이 장착되어야 합니다.

6.4.1 특수 그라인더 및 먼지 제거 시스템

기능: 전극을 연삭할 때 흡입 또는 확산을 방지하기 위해 방사성 먼지를 포집합니다.

장비 유형: 폐쇄형 그라인더, 고효율 집진기

주요 매개변수:

그라인딩 휠 재질: 다이아몬드

집진 효율 : >99.9% (HEPA 필터)

기류: 500-1000 m³/h

특징: 그라인더에는 투명 보호 커버와 음압 흡입 포트가 장착되어 있으며 집진기는 다단계 여과(굵은 여과 + HEPA)를 사용합니다.

일반적인 모델: Weldcraft 전용 그라인더, Donaldson Torit DFO

유지 관리 요구 사항: 필터를 정기적으로 교체하고 진공 파이프를 청소하십시오.

보호 조치: 작업자는 방진 마스크를 착용해야 하며 분진을 밀봉하고 보관해야 합니다.

6.4.2 인클로저 및 환기 장비

기능 : 방사성 먼지를 차단하고 작업 환경을 깨끗하게 유지하십시오.

장비 유형: 국부 배기 후드, 중앙 환기 시스템

주요 매개변수:

풍속: 0.5-1 m/s

여과 효율 : >99.9 %

소음: <70dB

특징 : 봉쇄는 혼합, 연삭 및 소결 장비, 활성탄 및 HEPA 필터가있는 환기 시스템을 포함합니다.

일반적인 모델: Nederman 흡 추출기, Camfil APC Farr Gold 시리즈

유지 관리 요구 사항: 공기 덕트의 조임 상태와 필터 포화도를 정기적으로 확인하십시오.

보호 조치: 환기 시스템은 배기 가스의 활동을 정기적으로 점검하여 표준을 충족하는지 확인해야 합니다.

6.4.3 방사성 폐기물 처분 설비

기능: 생산에서 방사성 폐기물(먼지, 폐수, 고형 폐기물) 처리.

장비 유형 : 폐수 처리 시스템, 응고 장비, 밀봉 된 저장 용기

주요 매개변수:

폐수 활동: <0.1 Bq/L(처리 후)

경화 재료: 시멘트 또는 수지

저장 용기 : 스테인레스 스틸, 두께 > 2mm

특징 : 폐수 처리 시스템은 침전, 여과 및 이온 교환을 통해 토륨 화합물을 제거합니다. 경화 장비는 먼지를 시멘트 매트릭스에 혼합합니다. 저장 용기에는 방사능 경고가 표시되어 있습니다.

일반적인 모델: Veolia Water Technologies RO, Orano 폐기물 용기

유지 관리 요구 사항: 폐수 배출 및 응고 강도를 정기적으로 확인하고 저장 기록을

저작권 및 법적 책임 선언문

업데이트하십시오.

보호 조치: 폐기물 처리는 분리된 장소에서 수행해야 하며 작업자는 방사선 보호에 대한 교육을 받아야 합니다.

6.5 토륨 텅스텐 전극에 대한 테스트 장비

테스트 장비는 전극 품질 및 방사능 수준을 모니터링하여 제품이 ISO 6848:2015 와 같은 표준 및 안전 요구 사항을 충족하는지 확인하는 데 사용됩니다.

6.5.1 X-γ 방사선 선량률 검출기

기능: 생산 환경과 전극 표면에서 X 선 및 γ 선 선량률을 측정합니다.

장치 유형 : 휴대용 방사선 선량계

주요 매개변수:

측정 범위: 0.01-100 μSv/h

정확도: ±5%

검출기 : GM 카운터 튜브 또는 NaI 크리스탈

특징 : 선량률의 실시간 표시, 작업장 검사에 적합한 데이터 기록 지원.

일반적인 모델: RadEye PRD(Thermo Scientific), AT1123(Atomtex)

유지 관리 요구 사항: 검출기 감도를 확인하기 위한 정기적인 교정(일 년에 한 번).

사용 시나리오: 0.1μSv/h 의 < 보장하기 위해 혼합, 분쇄 및 저장 영역에서 방사선 수준을 감지합니다.

6.5.2 α, β 표면 오염 검출기

기능: 전극 표면과 장치 표면의 α β 입자 오염을 측정합니다.

장치 유형: 휴대용 표면 오염 측정기

주요 매개변수:

측정 범위: 0.1-1000Bq/cm²

탐지 효율 : >30 % (a), > 40 % (b)

검출기 : ZnS 신틸레이터 또는 가스 비례 계수 튜브

특징: 미량의 토륨-232 오염을 감지하는 데 적합한 고감도로 빠른 스캔을 지원합니다.

일반적인 모델: Ludlum 모델 43-93, XH-3206(중국 원자력 기기)

유지 관리 요구 사항: 정기적으로 보정하고 감지기 창의 무결성을 확인하십시오.

사용 시나리오: 연삭 후 전극 표면, 장비 벽 및 폐기물 용기의 오염 감지.



CTIA GROUP LTD WT10 전극

Chapter 7 : 토륨 텅스텐 전극에 대한 국내외 표준

텅스텐 불활성 가스 차폐 용접 (TIG 용접) 및 플라즈마 용접의 핵심 재료로서, 토륨 텅스텐 전극의 생산 및 사용은 엄격한 국제 및 국내 표준의 적용을받습니다. 이 표준은 전극의 분류, 성능 요구 사항, 품질 관리 및 방사선 안전 관리를 다루며 산업 응용 분야에서 일관성과 안전성을 보장합니다. 토륨 텅스텐 전극에는 미량의 방사성 토륨 산화물 (ThO_2)이 포함되어 있기 때문에 관련 표준에는 방사선 방호 및 환경 관리에 대한 특정 요구 사항도 포함됩니다. 이 장에서는 토륨 텅스텐 전극에 대한 국제 및 국내 표준과 방사선 안전 표준에 대해 자세히 설명합니다.

7.1 토륨 텅스텐 전극에 대한 국제 표준

국제 표준은 글로벌 용접 산업에서 널리 사용되는 토륨 텅스텐 전극의 생산, 분류 및 사용에 대한 통일된 기술 사양을 제공합니다. 주요 국제 표준으로는 ISO 6848:2015, AWS A5.12/A5.12M 및 EN 26848 이 있으며, 이는 토륨 텅스텐 전극의 화학적 조성, 물리적 특성, 치수 사양 및 식별 방법을 자세히 지정합니다.

7.1.1 ISO 6848:2015 (텅스텐 전극에 대한 분류 및 요구 사항)

ISO 6848 : 2015 "아크 용접 및 절단 - 비 소모성 텅스텐 전극 - 분류"는 TIG 용접 및 플라즈마 용접에서 토륨 텅스텐 전극을 포함한 비 소모성 텅스텐 전극에 대해 ISO (International Organization for Standardization)에서 개발 한 텅스텐 전극에 대한 분류 표준입니다.

표준 콘텐츠

분류 : 표준은 토륨 산화물 (ThO_2) 함량에 따라 토륨 텅스텐 전극을 4 가지 유형으로 나눕니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

WT10 : 0.8-1.2 % ThO₂, 노란색 적용
WT20: 1.7-2.2% ThO₂, 적색 애플리케이션
WT30 : 2.8-3.2 % ThO₂, 보라색 코팅
WT40: 3.8-4.2% ThO₂, 주황색-노란색 애플리케이션

화학 성분 : 텅스텐 매트릭스의 순도 $\geq 99.5\%$ 이고 불순물의 총 함량 (예 : Fe, Ni, C)은 $0.05\% <$. 산화토륨 함량은 정밀하게 제어해야 하며 편차는 $0.1\% \pm$.

치수: 전극 직경 범위 0.5-10mm, 공차 $\pm 0.05\text{mm}$; 길이는 일반적으로 50mm, 75mm, 150mm 또는 175mm이며 공차는 $1\text{mm} \pm$.

표면 품질: 전극의 표면은 매끄럽고 균열, 산화물 또는 오일이 없어야 하며 거칠기는 $Ra \leq 0.4\mu\text{m}$ 여야 합니다.

성능 요구 사항: 전극은 특정 아크 안정성, 아크 시작 성능 및 소손 속도 요구 사항을 충족해야 합니다. 예를 들어, WT20 은 100-300A 에서 0.1mm/h 의 연소 속도로 안정적인 아크 < 유지해야 합니다.

라벨링: 전극의 상부는 색상으로 구분되어야 하며(예: WT20 의 경우 빨간색) 모델, 배치 및 제조업체 정보가 포장에 표시되어야 합니다.

적용 범위

ISO 6848:2015 는 전 세계 용접 산업에 적용되며 국제 무역 및 품질 인증의 기초입니다. 이 표준은 또한 비방사성 전극(예: 세륨 텅스텐, 란타넘 텅스텐)을 분류하여 토륨 텅스텐 전극을 대체하는 추세를 반영합니다.

특징 및 중요성

균일성: 글로벌 토륨 텅스텐 전극 제조업체 및 사용자에게 통일된 분류 및 성능 표준을 제공하여 품질 관리 및 국제 무역에 편리합니다.

안전: 이 표준은 산화토륨의 방사성 위험을 언급하고 환기 시스템 및 집진 장치와 같은 생산 및 사용 중 보호 조치를 권장합니다.

업데이트: 2015 년판은 비방사성 전극의 개발 추세를 반영하여 환경 보호 및 방사선 보호에 대한 추가 요구 사항으로 1992 년판을 업데이트합니다.

구현 요구 사항

제조업체는 생산 공정과 제품 품질이 표준을 충족하는지 확인하기 위해 ISO 인증 기관의 감사를 통과해야 합니다. 검출 방법에는 조성물의 X 선 형광 분광법(XRF) 분석, 크기 감지를 위한 레이저 직경 측정, 미세 구조를 위한 금속 조직 현미경이 포함됩니다.

7.1.2 AWS A5.12/A5.12M(미국 용접 협회 텅스텐 전극 사양)

AWS A5.12 / A5.12M : 2009 "아크 용접 및 절단을위한 텅스텐 및 산화물 분산 텅스텐 전극 사양"은 미국 용접 협회 (AWS)에서 개발 한 텅스텐 전극 사양으로 북미 및 기타 지역의 용접 산업에서 널리 사용됩니다.

표준 콘텐츠

분류: ISO 6848 과 유사하게 토륨 텅스텐 전극은 WT10, WT20, WT30 및 WT40 으로

저작권 및 법적 책임 선언문

나뉘며 색상 라벨링이 일관됩니다.

화학 성분 : 지정된 산화 토륨 함량 (0.8-4.2 %) 및 불순물 한계 (예 : O<0.02 %, Fe <0.01 %). 텅스텐 분말의 순도는 99.95 % ≥이어야 합니다.

물리적 특성: 전극은 특정 전도성(>30% IACS) 및 경도(350-450 HV)를 충족해야 합니다. 번오프 속도는 200A 에서 0.08mm/h <이어야 합니다.

치수 및 허용 오차: 직경 0.5-6.4 mm, 허용 오차±0.03 mm; 길이 75-300mm, ± 허용 오차 1.5mm.

시험 방법: 화학 분석(ICP-OES), 아크 안정성 시험(아르곤 보호 하에서 수행) 및 표면 품질 검사(현미경 관찰)를 포함합니다.

방사능 경고: 이 표준은 포장 및 지침에 산화토륨의 방사능 위험을 표시하도록 분명히 요구하고 있으며 특수 연삭 장비 및 보호 조치가 권장됩니다.

적용 범위

AWS A5.12 는 특히 항공 우주, 자동차 및 석유 화학 산업에서 TIG 용접, 플라스마 용접 및 아크 절단에 적합합니다. 이 표준은 미국과 캐나다의 용접 장비 제조업체 및 사용자가 널리 따르고 있습니다.

특징 및 중요성

세부 사항: 이 표준은 산업 응용 분야에 적합한 아크 시작 전압(<15V) 및 번아웃 속도와 같은 자세한 테스트 방법 및 성능 지표를 제공합니다.

안전: 방사선 보호에 중점을 두고 토륨 분진 노출을 줄이기 위해 밀폐형 그라인더 및 고효율 필터를 사용하는 것이 좋습니다.

호환성: ISO 6848 과 호환성이 높아 국제 시장에서 쉽게 조정할 수 있습니다.

구현 요구 사항

제조업체는 AWS 의 인증을 받아야 하며, 테스트 장비는 ASTM 표준(예: ASTM E1476)을 준수해야 합니다. 사용자는 전극 성능이 사양을 충족하는지 확인하기 위해 용접 장비를 정기적으로 교정해야 합니다.

7.1.3 EN 26848 (텅스텐 전극에 대한 유럽 표준)

EN 26848 : 1991 "용접 - 불활성 가스 차폐 아크 용접 및 플라스마 용접을 위한 텅스텐 전극"은 EU 국가의 용접 산업을 위해 유럽 표준화위원회 (CEN)에서 개발 한 텅스텐 전극 표준입니다.

표준 콘텐츠

분류 : ISO 6848 에 따라 토륨 텅스텐 전극은 WT10, WT20, WT30 및 WT40 으로 나뉘며 색상 마크는 동일합니다.

화학 성분: 산화토륨 함량 요건은 ISO 6848 과 일치하며 불순물 한계는 더 엄격합니다(예: C<0.005%, S<0.002%).

치수: 직경 0.5-10mm, 공차 ± 0.04mm; 길이 50-300mm, 공차 ± 1mm.

성능 요구 사항: 전극은 아크 안정성 테스트(100-400A) 및 연소 속도 테스트(<0.1mm/h)를 통과해야 합니다. 표면 거칠기는 Ra≤0.3 μm 입니다.

방사선 관리: 분진 제어 및 폐기물 처리를 포함한 생산 및 사용 시 EU 방사선 방호

저작권 및 법적 책임 선언문

지침(2013/59/Euratom)을 준수해야 합니다.

적용 범위

EN 26848 은 EU 국가, 특히 항공 우주, 원자력 산업 및 조선 분야의 TIG 용접 및 플라즈마 용접에 적용됩니다. 유럽 연합의 방사성 물질에 대한 엄격한 규정으로 인해 이 표준은 란탄 텅스텐 및 세륨 텅스텐과 같은 비방사성 전극의 적용을 촉진합니다.

특징 및 중요성

환경 보호: EU 환경 규정에 따라 방사능 보호 및 폐기물 관리에 중점을 둡니다.
지역별: 주로 유럽 시장에 서비스를 제공하며 ISO 6848 및 AWS A5.12 와 호환되지만 환경 보호 및 안전에 더 중점을 둡니다.
제한 사항: 1991 년 버전은 더 오래되었으며 비방사성 전극의 추세를 완전히 반영하지 않습니다.

구현 요구 사항

EU 기업은 CE 인증을 통과해야 하며, 생산 작업장에는 방사선 모니터링 장비와 폐기물 처리 시설이 갖추어져야 합니다. 사용자는 현지 방사선 방호 규정을 준수하고 작업 환경의 방사선 수준을 정기적으로 확인해야 합니다.

7.2 토륨 텅스텐 전극에 대한 국내 표준

세계 최대의 텅스텐 자원이자 토륨 텅스텐 전극 생산국인 중국은 전극의 성능, 품질 및 방사성 안전 관리를 포괄하는 일련의 국가 표준을 공식화했습니다. 이러한 표준에는 GB/T 4187-2017, GB 18871-2002 및 관련 방사성 광산의 개발 및 활용에 있어 기업의 환경 방사선 모니터링 및 정보 공개 조치(시험 구현용)가 포함됩니다.

7.2.1 GB/T 4187-2017(텅스텐 전극에 대한 국가 표준)

GB/T 4187-2017 "텅스텐 불활성 가스 아크 용접 및 플라즈마 용접용 텅스텐 전극"은 텅스텐 전극의 분류, 성능 및 테스트 방법을 규정하는 중국 국가 표준이며 TIG 용접 및 플라즈마 용접에 적합합니다.

표준 콘텐츠

분류 : 토륨 텅스텐 전극은 WT10, WT20, WT30 및 WT40 으로 나뉘며 국제 표준과 일치하고 동일한 색상 마킹을 가지고 있습니다.

화학 성분 : 산화 토륨 함량 요구 사항 : WT10 (0.8-1.2 %), WT20 (1.7-2.2 %), WT30 (2.8-3.2 %), WT40 (3.8-4.2 %). 텅스텐 순도 $\geq 99.95\%$, 불순물 한계 (예 : Fe<0.01 %, O<0.015 %).

치수: 직경 0.5-10mm, 공차 $\pm 0.05\text{mm}$; 길이 50-300mm, 공차 $\pm 1\text{mm}$.

성능 요구 사항: 전극은 아크 시작 전압(<15V), 아크 안정성(100-400A 에서 드리프트 없음) 및 번아웃 속도(<0.1mm/h)의 요구 사항을 충족해야 합니다.

검사 방법: 화학 분석(ICP-OES), 치수 측정(레이저 캘리퍼), 표면 품질 검사(현미경) 및 아크 성능 테스트를 포함합니다.

식별 및 포장: 전극 부분은 착색되어야 하며 포장에는 모델, 사양, 배치 및 방사성 경고가 표시되어야 합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

적용 범위

GB/T 4187-2017 은 항공 우주, 석유 화학, 원자력 산업 및 조선에 널리 사용되는 중국 용접 산업의 기본 표준입니다. 이 표준은 국제 시장의 요구 사항을 충족하기 위해 수출 전극을 지원합니다.

특징 및 중요성

현지화 : 중국의 텅스텐 자원의 장점과 결합하여 생산 공정 요구 사항이 최적화되고 비용이 절감됩니다.

호환성: ISO 6848 및 AWS A5.12 와 매우 일치하여 국제 무역이 용이합니다.

안전: 방사능 방호를 강조하여 생산 기업이 집진 및 폐기물 처리 시설을 갖추도록 요구합니다.

구현 요구 사항

제조업체는 국가 품질 인증(예: CNAS)을 통과해야 하며 테스트 장비는 표준에 지정된 정확도 요구 사항을 충족해야 합니다. 사용자는 전극의 성능을 보장하기 위해 용접 장비를 정기적으로 교정해야 합니다.

7.2.2 GB 18871-2002 (이온화 방사선에 대한 보호 및 방사선 소스의 안전성에 대한 기본 표준)

GB 18871-2002 "이온화 방사선에 대한 보호 및 방사선 소스의 안전을 위한 기본 표준"은 토륨 텅스텐 전극을 포함한 방사성 물질의 생산 및 사용에 적용 할 수 있는 중국의 전리 방사선 보호를 위한 국가 표준입니다.

표준 콘텐츠

방사선 방호의 원칙: 최적 방호, 선량 제한 및 정당성. 연간 유효 선량은 1mSv(공용) 및 <20mSv(직업적 노출)< 필요합니다.

방사선 모니터링: 생산 작업장에는 X-γ 방사선량을 검출기(측정 범위 0.01-100μSv/h)와 α 및 β 표면 오염 검출기(측정 범위 0.1-1000Bq/cm²)가 장착되어야 합니다.

폐기물 관리: 방사성 폐기물(분진, 폐수, 폐전극)을 수거, 응고시켜 <1Bq/g 의 활동 농도를 가진 전용 시설에 보관해야 합니다.

보호 조치: 작업자는 보호복과 방진 마스크를 착용해야 하며 작업 영역에는 환기 및 먼지 제거 시스템이 장착되어 있어야 합니다.

적용 범위

이 표준은 토륨 텅스텐 전극의 생산, 저장 및 사용, 특히 혼합, 연삭 및 폐기물 처리에 적용됩니다. 기업은 방사능 모니터링 데이터를 정기적으로 환경 보호 당국에 보고해야 합니다.

특징 및 중요성

포괄적: 작업자와 환경의 안전을 보장하기 위해 방사선 보호의 모든 측면을 다룹니다.

의무: 국가 필수 표준인 이 표준을 준수하지 않으면 처벌을 받게 됩니다.

지침: 방사성 폐기물 처리 및 보호 장비 구성에 대한 명확한 지침을 제공합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

구현 요구 사항

기업은 방사선 안전 관리 시스템을 구축하고 모니터링 및 기록을 담당할 전문가를 지정해야 합니다. 환경 보호 부서는 표준 요구 사항이 충족되는지 확인하기 위해 정기적인 검사를 수행합니다.

7.2.3 관련 방사성 광물의 개발 및 활용을 위한 기업의 환경 방사선 모니터링 및 정보 공개에 관한 조치(시험 실시용)

관련 방사성 광물의 개발 및 활용을 위한 기업의 환경 방사선 모니터링 및 정보 공개에 대한 조치(시험 시행용)(이하 "조치"라고 함)는 토륨 텅스텐 전극 생산을 포함한 관련 방사성 물질의 관리를 위해 중화인민공화국 환경보호부에서 제정한 규정입니다.

표준 콘텐츠

모니터링 요구 사항: 기업은 생산 환경에서 X- γ 선량률($<0.1\mu\text{Sv/h}$)과 α 및 β 표면 오염($<0.4\text{Bq/cm}^2$)을 모니터링해야 합니다. 폐수 활성은 $<0.1\text{Bq/L}$ 이어야 합니다.

정보 공개: 기업은 매년 환경 보호 부서에 방사선 모니터링 보고서를 제출하고 폐기물 처리 및 배출 데이터를 공개해야 합니다.

폐기물 처리: 방사성 폐기물은 환경 오염을 방지하기 위해 경화(예: 시멘트)하거나 깊이 묻어야 합니다.

보호 시설: 생산 홀에는 밀폐 후드, HEPA 필터 및 전용 폐기물 저장소가 있어야 합니다.

적용 범위

이 조치는 토륨 텅스텐 전극 제조업체를 포함하여 중국에서 토륨-232와 관련된 모든 산업 활동에 적용됩니다. 특히 먼지 및 폐수 처리 공정에는 엄격한 요구 사항이 있습니다.

특징 및 중요성

환경 보호 오리엔테이션: 기업이 녹색 생산 기술을 채택하고 방사능 오염을 줄이도록 장려합니다.

투명성: 정보 공개를 요구하고 대중의 조사를 강화합니다.

지역: 중국의 텅스텐 자원 및 전극 생산의 특성과 결합하여 보호 조치가 개선되었습니다.

구현 요구 사항

기업은 전문 테스트 장비(예: AT1123, XH-3206)를 갖춘 환경 방사선 모니터링 시스템을 구축하고 환경 보호 부서의 연간 검사를 수락해야 합니다. 규정을 준수하지 않는 기업은 생산을 시정하거나 중단해야 합니다.

7.3 토륨 텅스텐 전극에 대한 방사선 안전 표준

토륨 텅스텐 전극에 대한 방사선 안전 표준은 주로 산화 토륨의 토륨-232 (Th-232)에 대한 것이며 활성 농도의 면제, 생산 및 사용의 보호 요구 사항 및 폐기물 관리를 포함합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

7.3.1 토륨-232 면제활성농도 (1 Bq/g)

토륨-232 는 약 140 억 년의 반감기를 가진 토륨 텅스텐 전극의 주요 방사성 핵종으로 α 입자 (4.01-4.08 MeV)와 소량의 β 및 γ 선을 방출합니다. 국제 및 국내 표준은 토륨-232 의 면제 활성 농도를 명시하고 있습니다.

표준 콘텐츠

국제 표준(CIPR 공보 103 호):

토륨-232 의 면제 활성 농도는 1Bq/g 이며, 그 이하에서는 특별한 감독이 필요하지 않습니다.

1 Bq/g 에 가까운 WT10(0.8-1.2% ThO₂) 활성 농도는 일반적으로 면제됩니다. WT40(3.8-4.2% ThO₂)은 면제 기준보다 약간 높을 수 있으므로 엄격하게 관리해야 합니다.

중국 표준 (GB 18871-2002):

면제 활성 농도는 ICRP, 1 Bq/g 과 일치했습니다.

<1 Bq/g 의 폐기물 활성 농도는 일반 폐기물로 처리할 수 있으며, 그렇지 않으면 방사성 폐기물로 관리해야 합니다.

검출 방법: 활성농도는 고순도 게르마늄 γ 분광계 또는 액체 섬광 계수기를 이용하여 $\pm 5\%$ 의 정확도로 측정하였다.

중요성

활성 농도 설정의 면제는 저방사성 전극(예: WT10)의 규제 비용을 줄이지만 산화토륨 함량이 높은 전극(예: WT40)에 대해서는 보다 엄격한 보호 및 폐기물 처리 조치가 필요합니다.

구현 요구 사항

제조업체는 전극 및 폐기물의 활성 농도를 정기적으로 확인하고 데이터를 기록하고 보관해야 합니다. 테스트 빈도는 배치당 5-10% 샘플링이며 자격이 없는 배치는 다시 처리해야 합니다.

7.3.2 생산 및 사용에 대한 보호 요구 사항

토륨 텅스텐 전극의 생산 및 사용에는 방사성 먼지 또는 배기 가스를 생성할 수 있는 혼합, 소결, 연삭 및 용접이 포함되며 엄격한 보호 조치를 취해야 합니다.

보호 조치

생산 링크:

장비 보호: 믹서, 소결로 및 연삭 장비에는 폐쇄 후드와 HEPA 필터가 장착되어야 하며 포집 효율은 > 99.9%입니다.

개인 보호구: 작업자는 보호복, 방진 마스크 및 장갑을 착용해야 하며 정기적인 방사선량 모니터링(유효 선량은 연간 1mSv<)을 받아야 합니다.

환경 모니터링: 작업장은 X- γ 방사선 선량을 감지기와 α 및 β 표면 오염 감지기를 설치하여 방사선 수준을 실시간으로 모니터링해야 합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

링크:

연삭 보호: 음압 분진 흡입 시스템이 장착된 특수 그라인더를 사용하여 토륨 분진이 흡입되는 것을 방지하십시오.

환기 시스템: 용접 스테이션에는 풍속이 0.5-1m/s 인 국소 배기 후드가 장착되어야 하며 배기 가스는 활성탄 및 HEPA 필터를 통해 처리됩니다.

사양: 용접공은 방사선 안전에 대한 교육을 받고 전극 표면 오염에 대해 정기적으로 검사합니다.

표준 기준

국제: ICRP 간행물 103 및 EU 지침 2013/59/Euratom 은 $< 0.1\mu\text{Sv/h}$ 의 주변 방사선량과 0.4Bq/cm^2 < 표면 오염도의 생산 및 사용을 요구합니다.

국내: GB 18871-2002 는 "조치"와 동일한 요구 사항을 가지고 있으며 폐수 활동은 0.1Bq/L <이며 배기 가스 배출은 환경 보호 표준을 충족해야 합니다.

구현 요구 사항

기업은 방사선 안전 관리 시스템을 개발하고, 모니터링 및 기록을 담당할 전문가를 배정해야 합니다. 보호 장비는 정기적으로 보정해야 하며 폐기물 처리는 조치의 요구 사항을 충족해야 합니다.



CTIA GROUP LTD WT30 전극

저작권 및 법적 책임 선언문

제 8 장 : 토륨 텅스텐 전극의 검출 방법

토륨 텅스텐 전극의 성능은 텅스텐 아르곤 아크 용접 (TIG 용접) 및 플라즈마 용접과 같은 산업 응용 분야의 성능에 직접적인 영향을 미치므로 화학 성분, 물리적 특성, 방사능 수준 및 용접 성능의 검출이 중요합니다. 검출 방법은 전극이 국제 및 국내 표준(예: ISO 6848:2015, GB/T 4187-2017)을 준수하는지 확인하고 산화토륨(ThO_2)으로 인한 미량 방사능 위험에 주의를 기울여야 합니다. 이 장에서는 토륨 텅스텐 전극의 화학 성분 테스트, 물리적 특성 테스트, 방사능 테스트, 용접 성능 테스트, 테스트 장비 및 교정 요구 사항에 대해 자세히 설명합니다.

8.1 토륨 텅스텐 전극의 화학 성분 검출

화학 성분 테스트는 토륨 텅스텐 전극의 토륨 산화물 함량 및 불순물 원소의 적합성을 확인하여 성능이 표준의 요구 사항을 충족하는지 확인하는 데 사용됩니다(예: WT20의 토륨 산화물 함량은 1.7-2.2%).

8.1.1 산화토륨 함량 분석

산화토륨(ThO_2)은 토륨 텅스텐 전극의 핵심 도판이며, 그 함량은 전자 발생 및 아크 안정성 작업에 직접적인 영향을 미칩니다. 산화토륨 함량의 정확한 검출은 품질 관리의 핵심입니다.

검출 방법

X 선 형광 분광법(XRF):

원리: X 선은 샘플 원자를 여기시키고, 방출되는 특징적인 형광 스펙트럼을 분석하고, 산화토륨 함량을 측정하는 데 사용됩니다.

장치: 휴대용 또는 탁상용 XRF 분석기.

단계:

샘플링: 전극 배치에서 5-10 개의 전극을 무작위로 선택하고 얇은 부분(1-2mm 두께)으로 절단했습니다.

표면 처리: 오일과 산화물을 제거하기 위해 샘플을 에탄올로 세척합니다.

검출: 샘플을 XRF 기기에 넣고 분석 시간을 설정하고(30-60 초) 토륨(Th) 신호를 기록합니다.

정량 분석: 산화토륨 함량은 $\pm 0.01\%$ 의 정확도로 검량선에 의해 계산되었습니다.

장점: 비파괴적이고 빠르며 일괄 검사에 적합합니다.

제한 사항: 가벼운 원소(예: O)의 해석 정확도가 낮으며 다른 방법과 함께 검증해야 합니다.

유도 결합 플라즈마 발광 분석법(ICP-OES):

원리: 샘플은 플라즈마에 의해 용해 및 여기되고 방출 스펙트럼은 토륨 함량을 결정하기 위해 분석됩니다.

장치: ICP-OES 기기.

저작권 및 법적 책임 선언문

단계:

시료 준비: 전극 시료를 질산-불산수소산 혼합물 용액(1:1)에 용해시키고 완전히 용해될 때까지 가열합니다.

희석: 탈이온수로 적절한 농도(1-10ppm)로 희석합니다.

검출: 용액을 ICP-OES 에 도입하고 토륨의 특징적인 스펙트럼 라인(예: 401.91nm)을 측정합니다.

정량적: 표준 용액을 사용한 보정을 사용하여 0.005%의 정확도로 산화토륨 함량± 계산했습니다.

장점: 고정밀, 마이크로 분석에 적합합니다.

제한 사항: 샘플 파괴성, 복잡한 작동 및 높은 비용.

중성자 활성화 분석(NAA):

원리: 샘플에 중성자를 조사하고, 토륨-232를 활성화하여 방사성 동위원소를 생성하고, γ 선을 측정하여 함량을 결정합니다.

장비 : 원자로 및 γ 분광계.

단계:

샘플 준비: 전극 샘플(질량 0.1-1g)을 자릅니다.

조사: 중성자 플럭스가 $10^{13} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{s}$ 인 반응기에서 1-2 시간.

측정: 토륨-232의 특징적인 γ 선(예: 311.9keV)을 냉각 후 γ 분광계로 분석했습니다.

정량적: $\pm 0.01\%$ 의 정확도로 표준 샘플로 보정됩니다.

장점: 매우 높은 정확도로 추적 분석에 적합합니다.

제한 사항: 장비가 비싸고 핵 시설의 지원이 필요하며 과학 연구나 고급 테스트에만 사용됩니다.

표준 요구 사항:

ISO 6848:2015 및 GB/T 4187-2017 에 따라 산화토륨 함량은 $\pm 0.1\%$ 의 편차로 지정된 범위(예: WT20의 경우 1.7-2.2%) 내에서 제어되어야 합니다.

탐지 빈도: 배치당 5-10% 표본 추출, 3 개 이하 전극.

예방 조치

샘플은 결과에 영향을 미치는 분리를 피하기 위해 배치를 균일하게 대표해야 합니다.

NIST SRM 610 과 같은 표준 샘플을 사용하여 정확도를 보장하기 위해 테스트 장비를 정기적으로 교정해야 합니다.

테스트 환경은 방진이 필요하고 작업자는 방사성 먼지가 흡입되지 않도록 보호 장비를 착용해야 합니다.

8.1.2 불순물 함량 검출

불순물 (예 : Fe, Ni, O, C)은 토륨 텅스텐 전극의 전도성, 기계적 특성 및 용접 안정성에 영향을 미치며 그 함량을 엄격하게 제어해야 합니다.

검출 방법

유도 결합 플라즈마 질량 분석법(ICP-MS):

원리: 샘플은 플라즈마에 의해 용해 및 이온화되고 이온 질량 분석법은 불순물 원소 함량을 결정하기 위해 분석됩니다.

장치: ICP-MS 기기.

단계:

시료 준비: ICP-OES 와 동일, 질산-불산 혼합 용액에 용해.

희석: 0.1-1ppm 으로 희석하고 내부 표준물질(예: 인듐)을 첨가합니다.

검출: Fe, Ni, O, C 및 기타 원소(예: Fe⁵⁶, Ni⁶⁰)의 특성 이온 측정.

정량적: 검출 한계가 <0.001%인 다중 원소 표준 용액으로 보정되었습니다.

장점: 고감도, 여러 원소의 동시 분석.

제한 사항: 샘플이 파괴적이고 비용이 많이 듭니다.

글로우 방전 질량 분석법(GD-MS):

원리: 이온 질량 분석법은 글로우 방전에 의해 샘플 표면을 분무하여 분석됩니다.

장치: GD-MS 기기.

단계:

샘플 준비: 전극을 절단하고 Ra<0.4μm 로 연마합니다.

감지: 샘플을 글로우 방전실에 넣고 방전 전압을 설정합니다(800-1000V).

분석: 불순물 원소의 신호 강도를 결정하고 정량적으로 분석합니다.

장점: 반비파괴, 표면 분석에 적합합니다.

제한 사항: 고가의 장비와 제한된 분석 깊이.

산소 및 질소 분석기:

원리: 방출된 산소 및 질소 함량은 고온에서 샘플을 용융하여 측정합니다.

장비: 산소 및 질소 분석기.

단계:

샘플 준비: 전극을 작은 조각(0.1-0.5g)으로 자릅니다.

검출: 헬륨 분위기에서 2500 °C 로 가열하여 방출 된 가스를 분석합니다.

정량적: 표준 가스로 보정, 정확도 ± 0.002%.

장점: 작동하기 쉬운 산소 및 질소 분석 전용.

제한 사항: 기체 원소로 제한됩니다.

표준 요구 사항:

根据 GB/T 4187-2017,杂质限值:Fe<0.01%、Ni<0.005%、O<0.015%、C<0.005%。

테스트 빈도 : 배치 당 5 % 샘플링, 주요 불순물 감지에 중점을 둡니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

예방 조치

표면 오염을 방지하기 위해 샘플을 세척해야 합니다.

테스트 장비는 정기적으로 교정해야하며 고순도 텅스텐 표준 샘플을 사용해야 합니다.

품질 추적성을 용이하게 하기 위해 테스트 기록을 보관해야 합니다.

8.2 토륨 텅스텐 전극의 물리적 특성 시험

물리적 특성 테스트는 토륨 텅스텐 전극의 밀도, 경도 및 입자 구조를 평가하여 기계적 특성과 용접 특성이 요구 사항을 충족하는지 확인하는 데 사용됩니다.

8.2.1 밀도 및 경도 테스트

밀도 테스트

목표: 전극의 밀도를 확인하고 소결 품질(이론 밀도 19.25g/cm³)을 보장합니다.

방법: 아르키메데스의 방법

장비 : 정밀 전자 저울 (정확도 ± 0.001 g) 및 밀도 시험기.

단계:

계량: 전극의 건조 중량(m_1)을 측정합니다.

침수: 전극을 탈이온수에 담그고 습윤 중량(m_2)과 부유 중량(m_3)을 측정합니다.

计算: 密度 $\rho = m_1 / (m_1 - m_3) \times \rho_0$ (ρ_0 为水密度, 1 g/cm³).

표준 요구 사항: 밀도 18.5-19.0g/cm³(이론 밀도 95-98%).

장점: 간단하고 정확합니다.

제한 사항: 일반 모양의 샘플에만 적합합니다.

경도 시험

목적: 전극의 기계적 강도를 평가하고 용접 중 파손을 방지합니다.

방법: 비커스 경도 시험

장치: 비커스 경도 시험기.

단계:

샘플 준비: 전극을 절단하고 $Ra < 0.2\mu m$ 로 연마합니다.

테스트: 5-10kgf 의 하중을 가하고 15 초 동안 유지한 다음 압흔 대각선 길이를 측정합니다.

계산: 경도(HV)는 압흔 영역을 기준으로 계산됩니다.

표준 요구 사항: 경도 350-450 HV.

장점: 높은 정밀도, 단단한 재료에 적합합니다.

제한 사항: 샘플을 파괴해야 하고 테스트 지점을 고르게 분포시켜야 합니다.

예방 조치

탈이온수는 결과에 영향을 미치는 기포를 피하기 위해 밀도 테스트에 사용됩니다.

경도 테스트에는 여러 테스트 지점을 선택하는 작업이 포함되며 평균값은 샘플의 경도를 나타냅니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

테스트 빈도 : 배치 당 3-5 개의 샘플, 최소 3 개의 위치에서 테스트됩니다.

8.2.2 결정립 구조 분석

결정립 구조는 전극의 기계적 특성과 아크 안정성에 영향을 미치며 현미경 및 X 선 기술로 분석해야 합니다.

검출 방법

야금술 현미경:

원리: 광학 현미경으로 전극 단면의 결정립 형태와 산화토륨 분포를 관찰합니다.

장치: 야금 현미경.

단계:

시료 준비: 전극 절단, 산(예: 질산-불산)으로 연마 및 부식.

관찰: 입자 크기와 산화토륨 입자 분포를 분석하기 위한 100-1000 배 배율.

측정: ImageJ 와 같은 이미지 분석 소프트웨어를 사용하여 입자 크기(10-50 μ m)를 계산합니다.

장점 : 직관적이고 빠른 분석에 적합합니다.

제한 사항: 샘플을 파기해야 하고 분석 깊이가 제한적입니다.

주사 전자 현미경 (SEM-EDS) :

원리: 샘플은 전자 빔으로 스캔되고 산화토륨 입자의 분포는 에너지 분광법으로 분석됩니다.

장치: SEM-EDS 기기.

단계:

시료 준비: 탄소 또는 금 전도층의 절단, 연마 및 도금.

스캐닝: 가속 전압(15-20kV)을 설정하고 입자와 산화토륨 입자(0.5-2 μ m)를 관찰합니다.

분석: EDS 에 의한 토륨 분포의 정량 분석.

장점: 고해상도, 미세 구조 분석.

제한 사항: 장비가 비싸고 작동이 복잡합니다.

X 선 회절(XRD):

원리: 샘플의 결정 구조와 입자 방향을 분석합니다.

장치: XRD 기기(예: Bruker D8 Advance).

단계:

샘플 준비: 전극을 절단하고 평평한 표면으로 연마합니다.

검출 : Cu K α 선이 설정되고 주사 각도는 2 θ (20° -80°)입니다.

분석: 피크 위치 및 강도에 의한 텅스텐 및 토륨 산화물 상 측정, 입자 크기 계산(Scherrer 공식).

장점: 비파괴, 결정 구조를 분석할 수 있습니다.
제한 사항: 미세한 입자 분석을 위한 낮은 정밀도.

표준 요구 사항:

입자 크기 : 10-50 μm , 산화 토륨 입자는 응집없이 균일하게 분포되어 있습니다.

검출 빈도 : 배치 당 3 개의 샘플, 단면 및 세로 단면이 분석됩니다.

예방 조치

샘플 준비는 인위적 결함의 유입을 피해야 합니다.

SEM 및 XRD 분석은 데이터 일관성을 보장하기 위해 금속 현미경 결과와 결합해야 합니다.

작업자는 방사능 분진에 노출되지 않도록 보호 장비를 착용해야 합니다.

8.3 토륨 텅스텐 전극의 방사능 검출

산화토륨에는 토륨-232(반감기 140 억 년, α 선, β 선, γ 선 방출)가 포함되어 있기 때문에 전극 및 생산 환경의 방사능 수치는 국제 및 국내 표준(예: ICRP Publication 103, GB 18871-2002)을 준수하기 위해 엄격한 테스트가 필요합니다.

8.3.1 X- γ 방사선 선량률 검출 (AT1123 기기)

목표

X 선 및 γ 선 선량률은 방사선 수준이 안전 한계($<0.1\mu\text{Sv/h}$) 미만인지 확인하기 위해 전극 표면과 생산 환경에서 측정됩니다.

검출 방법

장치: AT1123 X- γ 방사선 선량률 검출기

주요 매개변수:

측정 범위: 0.01-100 $\mu\text{Sv/h}$

정확도: $\pm 5\%$

검출기 : NaI 섬광 결정

단계:

캘리브레이션: Cs-137 표준 소스를 사용하여 기기를 캘리브레이션합니다.

감지: 프로브를 전극 표면(1cm 거리) 또는 작업 영역(예: 혼합, 분쇄 영역)에 놓고 선량률을 기록합니다.

데이터 처리: 여러 측정의 평균을 취하고 시간과 위치를 기록합니다.

표준 요구 사항: 전극 표면 선량률 $<0.1\mu\text{Sv/h}$, 환경 선량률 $<0.05\mu\text{Sv/h}$ (GB 18871-2002).

장점: 휴대용, 실시간, 현장 모니터링에 적합합니다.

제한 사항: α 입자에 둔감하므로 다른 방법을 조합해야 합니다.

예방 조치

테스트 빈도: 배치당 5-10 개, 하루에 한 번 환경 모니터링.

저작권 및 법적 책임 선언문

기기 감도를 보장하기 위해 전자기 간섭을 피할 수 있습니다.
작업자는 누적 선량을 기록하기 위해 개인 선량계를 착용합니다.

8.3.2 α , β 표면 오염 검출 (XH-3206 기기)

목표

전극 표면 및 장비의 α , β 입자 오염을 감지하여 안전 한계(<0.4 Bq/cm²) 미만인지 확인합니다.

검출 방법

장비: XH-3206 α , β 표면 오염 감지기

주요 매개변수:

측정 범위: 0.1-1000Bq/cm²

감지 효율 : A > 30 %, B > 40 %

검출기 : ZnS 신틸레이터

단계:

캘리브레이션: Am-241(α) 및 Sr-90(β) 표준 소스를 사용한 캘리브레이션.

감지: 프로브를 전극 표면 또는 장치 표면(<2mm 거리)에 가깝게 놓고 천천히 스캔한 다음 계수 속도를 기록합니다.

계산: 검출 효율에 따라 표면 오염 수준(Bq/cm²)을 변환합니다.

표준 요구 사항: 표면 오염 < 0.4Bq/cm²(GB 18871-2002).

장점: 고감도, 미량 오염 감지에 적합합니다.

제한 사항: X- γ 검출과 결합된 γ 선에 민감하지 않습니다.

예방 조치

탐지 빈도: 배치 당 3-5 개 조각, 및 장비의 표면은 매주 검열됩니다.

기름이나 먼지를 피하기 위해 샘플 표면을 청소해야 합니다.

교차 오염을 방지하기 위해 테스트 영역을 격리해야 합니다.

8.3.3 환경 방사선 모니터링

목표

작업자와 환경의 안전을 보장하기 위해 생산 현장의 방사선 수준을 모니터링합니다.

검출 방법

고정식 모니터링:

장비: 환경 방사선 모니터링 스테이션.

작동: 고정 프로브는 혼합, 소결, 연삭 및 보관 영역에 설치되어 X- γ 선량률을 실시간으로 기록합니다.

표준 요구 사항: 주변 선량 속도 < 0.05 μ Sv/h.

휴대용 모니터링:

장치: AT1123 또는 이와 유사.

저작권 및 법적 책임 선언문

작동: 작업장의 모든 영역을 검사하고 매일 선량률과 오염 수준을 기록합니다.

폐기물 모니터링:

장치: γ 분광계.

작동: 폐기물 (먼지, 폐수, 폐 전극)의 활성 농도를 감지하고 $<1 \text{ Bq / g}$ 을 일반 폐기물로 처리 할 수 있습니다.

예방 조치

모니터링 데이터는 정기적으로 보관하고 환경 보호 부서에 보고해야 합니다.

작업장에는 먼지 농도를 줄이기 위해 환기 및 먼지 제거 시스템이 갖추어져야 합니다.

모니터링 빈도: 고정 모니터링 실시간 기록, 하루에 한 번 휴대용 모니터링, 배치 당 한 번 폐기물 모니터링.

8.4 토륨 텅스텐 전극의 용접 성능 시험

용접 성능 테스트는 토륨 텅스텐 전극의 아크 시작 성능, 아크 안정성 및 연소 속도를 평가하여 TIG 용접 및 플라즈마 용접에서 성능을 보장합니다.

8.4.1 아크 성능 테스트

목표

빠른 아크 시작을 보장하기 위해 낮은 전압에서 아크를 일으키는 전극의 능력을 평가합니다.

검출 방법

장비: TIG 용접기, 전압 레코더.

단계:

준비: WT20 전극(직경 2.4mm, 연삭 각도 20°)을 선택하고 아르곤 보호(10L/min)를 사용합니다.

테스트: DCEN 모드에서 전류를 50-150A 로 설정하고 아크 전압을 기록합니다. t_{age} 및 시간.

분석: 시작 전압은 15V 이고 시작 시간은 $<0.5 \text{ 초}$ 자격이 있습니다.

표준 요구 사항: ISO 6848:2015 는 $< 15V$ 의 아크 전압과 지연 없는 안정적인 아크를 요구합니다.

장점: 신뢰할 수 있는 결과를 제공하는 실제 용접 조건 시뮬레이션.

제한 사항: 차폐 가스 및 전극 상태 일관성을 제어해야 합니다.

예방 조치

테스트 빈도: 배치 당 3 개의 샘플, 테스트를 5 번 반복합니다.

표면 결함이 결과에 영향을 미치지 않도록 전극 팁을 연마해야 합니다.

간섭을 피하기 위해 환경 조건(예: 온도, 습도)을 기록하십시오.

8.4.2 아크 안정성 및 연소 속도 테스트

목표

저작권 및 법적 책임 선언문

용접에서 전극의 아크 안정성과 내구성을 평가합니다.

검출 방법

아크 안정성:

장비: TIG 용접기, 오실로스코프, 고속 카메라.

단계:

설정: WT20 전극(직경 3.2mm, 연삭 각도 30°), 전류 100-300A, 아르곤 보호.

용접: 아크 전압 변동($\leq \pm 2V$)을 기록하기 위해 스테인리스 강판에서 연속 용접을 수행합니다.

관찰: 고속 카메라를 사용하여 호의 모양을 기록하고 드리프트나 중단이 없는지 확인합니다.

표준 요구 사항: 큰 틈이나 중단 없이 $2V \leq \pm$ 아크 변동.

번아웃 속도:

장비 : 정밀 전자 저울, 현미경.

단계:

계량: 전극의 초기 중량을 측정합니다(정확도 $\pm 0.001g$).

용접: 200A 에서 1 시간 연속 용접.

측정: 전극 길이 손실(현미경) 및 질량 손실(균형) 측정.

계산: 연소 손실률 = 길이 손실/시간(mm/h), $< 0.1mm/h$ 가 적합합니다.

표준 요구 사항: 번오프 속도 $< 0.1mm/h$ (ISO 6848:2015).

예방 조치

테스트 조건은 실제 용접(예: 전류, 가스 흐름)과 일치해야 합니다.

테스트 빈도 : 배치 당 3 개의 샘플, 테스트를 3 번 반복합니다.

팁이 일관된 상태에 있는지 확인하기 위해 전극을 주기적으로 다시 접지해야 합니다.

8.5 토륨 텅스텐 전극의 테스트 장비 및 교정

테스트 장비의 정확도 및 작동 사양은 테스트 결과의 신뢰성에 직접적인 영향을 미치며 엄격하게 교정 및 관리해야 합니다.

8.5.1 기기 테스트에 대한 교정 요구 사항

교정 방법

XRF/ICP-OES/ICP-MS:

교정 표준: NIST 표준 샘플(예: SRM 610) 또는 고순도 텅스텐 표준물질을 사용합니다.

빈도: 6 개월마다 또는 기기 유지 보수 후 교정.

요구 사항: 정확도 $\pm 0.01\%$ (산화토륨), $\pm 0.001\%$ (불순물).

밀도 / 경도 시험기 :

교정 표준: 표준 밀도 블록($19.25g/cm^3$) 및 경도 블록(400HV)이 사용됩니다.

빈도: 매년 보정됩니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

요구 사항: $0.01\text{g}/\text{cm}^3 \pm$ 밀도 정확도, $5\text{HV} \pm$ 경도 정확도.

방사선 검출기 (AT1123, XH-3206) :

교정 표준: Cs-137(c), Am-241(a), Sr-90(β) 표준 소스를 사용합니다.

빈도: 일년에 한 번 또는 기기 수리 후 교정.

요구 사항: 선량률의 정확도는 $\pm 5\%$ 이고 오염 감지 효율은 $30\%(\alpha)$ 및 $>40\%(\beta)$.

용접 성능 시험 장비:

교정 표준: 용접기의 전류($\pm 2\text{A}$) 및 전압($\pm 0.1\text{V}$)을 교정합니다.

빈도 : 3 개월마다 교정.

요구 사항: 테스트 조건이 표준과 일치하는지 확인합니다.

예방 조치

교정은 전문 기관(예: CNAS 인증 실험실)에서 수행해야 합니다.

교정 기록은 보관해야 하며 교정 날짜, 표준 샘플 및 결과를 포함해야 합니다.

8.5.2 테스트 환경 및 작동 사양

환경 감지

화학 성분 테스트: 먼지 오염을 방지하기 위해 온도 $20\text{-}25^\circ\text{C}$, 습도 $< 60\%$ 의 클린룸(ISO 7 클래스)에서 수행해야 합니다.

물리적 성능 테스트: 실험실은 충격에 강해야 하고 온도는 $18\text{-}22^\circ\text{C}$, 습도는 $<50\%$ 입니다.

방사능 검출 : 환기 및 먼지 제거 시스템을 갖춘 격리 구역, 주변 선량 속도 $< 0.05 \mu\text{Sv} / \text{h}$.

용접 성능 시험: 실제적인 용접 환경 가장, 아르곤 순수성 $> 99.999\%$ 의 흐름율 $8\text{-}15 \text{L}/\text{min}$.

행동 강령

작업자: 장비 작동 및 방사선 보호에 대해 잘 알고 교육을 받았습니다.

보호 요구 사항: 보호복, 방진 마스크 및 장갑을 착용하고 정기적으로 개인 복용량을 확인하십시오.

데이터 로깅: 테스트 결과는 로트, 날짜, 샘플 번호 및 테스트 조건을 포함하여 최소 5 년 동안 문서화되어야 합니다.

폐기물 처리: 실험에 의해 발생하는 폐기물(예: 샘플 잔류물)은 관련 방사성 광물의 개발 및 활용을 위한 기업의 환경 방사선 모니터링 및 정보 공개 조치(시험)에 따라 처리되어야 합니다.



CTIA GROUP LTD WT20 전극

9 장 : 토륨 텅스텐 전극의 장점과 단점

토륨 텅스텐 전극은 독특한 물리적 및 화학적 특성으로 인해 텅스텐 아르곤 아크 용접 (TIG 용접), 플라즈마 용접 및 기타 산업 응용 분야에서 중요한 위치를 차지합니다. 그러나 산화토륨(ThO_2)으로 인한 미량의 방사능은 환경 및 건강 문제를 제기합니다. 이 장에서는 방사성 오염의 위험과 환경 및 건강 영향에 중점을 두고 우수한 용접 특성, 고온 강도 및 내마모성을 포함한 토륨 텅스텐 전극의 장점과 단점에 대해 자세히 설명합니다.

9.1 토륨 텅스텐 전극의 장점

토륨 텅스텐 전극은 특히 항공 우주, 원자력 산업 및 석유 화학 산업에서 낮은 전자 탈출 작업, 높은 아크 안정성 및 우수한 고온 저항으로 인해 용접 및 기타 고온 응용 분야에서 상당한 이점을 가지고 있습니다.

9.1.1 우수한 용접 성능

토륨 텅스텐 전극은 텅스텐 아르곤 아크 용접 (TIG 용접), 플라즈마 용접 및 DC 음극 (DCEN) 용접에서 우수한 용접 성능을 보여 고정밀 및 중장비 용접에 적합한 재료입니다.

저전자 작업 탈출

산화토륨(ThO_2)의 도핑은 토륨 텅스텐 전극(약 2.63eV, 순수 텅스텐의 4.55eV 보다 낮음)에서 전자의 작용을 크게 줄여 더 낮은 전압(<15V)에서 빠르게 아크를 시작할 수 있습니다. 이 특성은 TIG 및 플라즈마 용접, 특히 저전류(50-150A)에서 특히 중요하며, 아크 시작 시 열 입력을 줄이고 스테인리스강 또는 티타늄 합금과 같은 얇은 시트 재료를 용접하는 데 적합합니다. 예를 들어, WT20 전극(1.7-2.2% ThO_2)은

저작권 및 법적 책임 선언문

항공우주 산업에서 용접 품질과 정확성을 보장하기 위해 < 0.5 초의 아크 시작 시간으로 티타늄 합금(Ti-6Al-4V) 동체 부품을 용접하는 데 사용됩니다.

높은 아크 안정성

토륨 텅스텐 전극은 넓은 전류 범위 (50-500 A)에서 집중적이고 안정적인 아크를 유지하여 아크 드리프트 및 스파 터를 줄이며 용점이 높은 금속 (예 : 니켈 합금, 티타늄 합금)을 용접하는 데 적합합니다. 아크 안정성은 산화토륨 입자가 고온에서 뜨거운 전자를 방출하는 능력으로 인해 아크가 동적 용접 조건에서 연속성을 유지할 수 있기 때문입니다. 예를 들어, 원자력 산업에서 WT30 전극(2.8-3.2% ThO₂)은 <± 2V 의 아크 전압 변동으로 스테인리스강 압력 용기를 용접하는 데 사용되며 다공성이나 균열 없이 용접되어 엄격한 품질 요구 사항을 충족합니다.

낮은 소각 손실률

토륨 텅스텐 전극의 매우 낮은 소손 속도 (200A 전류에서 0.1mm / h <)는 서비스 수명을 연장하고 교체 및 생산 비용의 빈도를 줄입니다. 산화 토륨의 열 안정성과 텅스텐 매트릭스 (3422 °C)의 높은 용점으로 인해 큰 마모없이 장기간 동안 고전류 (200-400 A)에서 작동 할 수 있습니다. 예를 들어, 석유 화학 산업에서 WT40 전극(3.8-4.2% ThO₂)은 두꺼운 벽 파이프 용접에 사용되며 전극 팁의 모양을 거의 변경하지 않고 몇 시간 동안 계속 작동할 수 있습니다.

응용 프로그램 시나리오

항공우주: WT20 및 WT30 전극은 티타늄 및 니켈 기반 합금의 TIG 용접에서 안정적인 아크 및 고정밀 용접을 제공하여 항공기 엔진 및 로켓 부품의 고강도 요구 사항을 충족합니다.

원자력 산업: WT30 및 WT40 전극은 고전류에서 스테인리스강 및 니켈 합금으로 용접되어 원자로 압력 용기에 적합한 결함 없는 용접 및 내식성을 보장합니다.

자동차 제조: WT10 전극은 열 변형을 줄이기 위해 저전류에서 얇은 벽의 강판 또는 알루미늄 합금으로 용접되며 자동차 서스펜션 및 배기 시스템에 적합합니다.

9.1.2 고온 강도 및 내마모성

고온 및 고부하 환경에서 토륨 텅스텐 전극의 우수한 성능은 용접뿐만 아니라 진공 전자 장치 및 아크 절단에도 탁월합니다.

고온 강도

높은 용점(3422°C)과 산화토륨의 열 안정성으로 인해 플라즈마 용접에서 15,000-20,000°C 의 아크 온도와 같은 극한의 온도에서 구조적 무결성을 유지할 수 있습니다. 산화 토륨 입자는 텅스텐 매트릭스의 입자 성장을 억제하고 입자 크기를 10-50 µm 범위로 유지하여 전극의 열 피로 저항 및 기계적 강도를 향상시키기 위해 입자 경계를 고정했습니다. 예를 들어, 플라즈마 절단에서 WT30 전극은 300A 전류로 두꺼운 강판을 절단하며, 전극은 눈에 띄는 변형이나 균열 없이 높은 열 부하를 견딜 수 있습니다.

CTIA GROUP LTD

Thorium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Thorium Tungsten Electrode

Thorium tungsten electrodes are a type of welding electrode material made by uniformly doping high-purity tungsten with thorium oxide (ThO₂). They are widely used in demanding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) welding and plasma welding. Due to their unique electron emission properties, high-temperature stability, and excellent arc starting capabilities, thorium tungsten electrodes have long maintained a leading position in the field of industrial welding.

2. Properties of Thorium Tungsten Electrode

Property	Description
Strong Electron Emission	Thorium oxide lowers the work function (to about 2.63 eV), enabling sensitive arc initiation and easier arc starting.
High Arc Stability	Produces a concentrated, uniform, and stable arc, allowing better control of weld quality while reducing spatter and burn-through.
Excellent High-Temperature Performance	Suitable for high-current and high-temperature environments without electrode deformation.
Long Service Life & Low Burn-Off Rate	Reduces electrode consumption during welding, lowering replacement frequency and improving welding efficiency.
Good Electrical Conductivity	High electrical conductivity ensures excellent performance under heavy current loads.
Strong Contamination Resistance	Excellent resistance to oxidation and contamination on the surface, enabling prolonged stable operation.

3. Grades of Thorium Tungsten Electrode

Grade	Thorium Oxide Content (wt%)	Tip Color	Main Characteristics
WT10	0.8 - 1.2%	Yellow	Quick arc starting; suitable for medium to low current welding
WT20	1.7 - 2.2%	Red	Optimal overall performance; widely used for DC welding
WT30	2.8 - 3.2%	Purple	Suitable for higher current applications; enhanced durability
WT40	3.8 - 4.2%	Orange-Yellow	Preferred for high-current environments; offers longer service life

4. Procurement Information

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

내마모성

토륨 텅스텐 전극 (350-450 HV)의 경도는 산화 토륨의 강화 효과 덕분에 순수 텅스텐 전극 (약 300 HV)의 경도보다 높습니다. 이 높은 경도 및 마모 저항은 높 현재 용접 또는 아크 절단의 장기간 도중 전극 끝의 마모 그리고 절제에 저항합니다. 예를 들어, 전기로 점화에서 WT40 전극은 고강도 아크를 반복적으로 시작할 수 있으며 내마모성은 점화 장치의 장기적인 신뢰성을 보장합니다.

응용 프로그램 시나리오

진공 전자 장치 : 음극 물질 (예 : 마이크로파 튜브, X 선관)로서의 토륨 텅스텐 전극은 1500-2000 °C 에서 전자를 안정적으로 방출하며 고온 저항 및 내마모성은 장치 수명이 수천 시간 이상임을 보장합니다.

플라즈마 절단: WT30 전극은 고에너지 밀도 플라즈마 아크에서 스테인리스강을 절단하여 전극 소비를 줄이고 내마모성으로 인해 절단 효율을 향상시킵니다.

전기로: WT40 전극은 소형 전기로에서 아크 개시에 사용되며 고온 강도와 내마모성은 고주파 점화를 지원합니다.

9.2 토륨 텅스텐 전극의 단점

토륨 텅스텐 전극의 상당한 성능 이점에도 불구하고, 토륨 산화물의 존재로 인한 미량 방사능은 특정 응용 분야에서의 사용을 제한하고 환경 및 건강 문제를 제기합니다.

9.2.1 방사능 오염 위험

산화토륨의 토륨-232(Th-232)는 반감기가 약 140 억 년인 자연 발생 방사성 핵종으로 α 입자(4.01-4.08MeV)와 소량의 β 선 및 γ 선을 방출합니다. 낮은 활성 농도에도 불구하고(WT10 은 약 1Bq/g, WT40 은 면제 기준보다 약간 높음) 생산 및 사용 중 방사능 오염의 위험은 여전히 존재합니다.

생산 공정의 위험

분진 오염: 토륨 함유 분진은 혼합, 분쇄, 소결 및 분쇄 과정에서 발생하며, 흡입 또는 접촉을 통해 인체에 유입될 수 있어 내부 방사선의 위험을 증가시킵니다. 장기간 노출되면 폐 또는 조직 손상이 발생할 수 있지만 위험은 낮습니다(연간 유효 선량 약 0.1-1mSv).

폐기물 관리: 생산 공정에서 발생하는 폐기물(예: 분진, 폐수, 폐전극)은 방사성 폐기물로 처리해야 하며, 활성 농도가 1Bq/g >인 폐기물은 고형화(예: 시멘트 매트릭스와 혼합)하여 특수 시설에 보관해야 하므로 생산 비용이 증가합니다.

장비 요구 사항: 믹서, 그라인더 및 소결로에는 분진 확산을 방지하기 위해 인클로저와 고효율 필터(HEPA, 포집 효율 > 99.9%)가 장착되어야 합니다. 폐수는 침전과 이온 교환으로 처리해야 하며 활성은 배출되기 전에 0.1Bq/L 로 <.

사용 중 위험

연삭 분진: 전극 팁은 용접 전에 아크 모양을 최적화하기 위해 연마되며, 생성된 토륨 먼지는 흡입을 통해 신체에 유입될 수 있습니다. 전용 그라인더와 진공 흡입 시스템이 필요하며, 그렇지 않으면 방사선에 노출될 수 있습니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

환경 배출: 용접 및 절단으로 인한 배기 가스에는 미량의 토륨 화합물이 포함될 수 있으며, 이는 작업 환경의 오염을 방지하기 위해 활성탄 및 HEPA 필터를 통해 처리해야 합니다.

폐 전극의 처리: 폐 토륨 텅스텐 전극은 방사성 폐기물에 따라 별도로 수집해야 하므로 사용 비용이 증가하고 감독이 어려워집니다.

표준 제한 사항

국제 표준: ICRP Publication 103 및 EU Directive 2013/59/Euratom 은 생산 및 사용을 위해 $< 0.1\mu\text{Sv/h}$ 의 환경 선량률과 0.4Bq/cm^2 표면 오염을 요구합니다.

국내 표준: GB 18871-2002 및 방사성 광물의 개발 및 활용에 종사하는 기업의 환경 방사선 모니터링 및 정보 공개 조치(시험)는 기업이 정기적으로 방사선 수준을 모니터링하도록 요구하고 폐기물 활동 농도는 $< 1\text{Bq/g}$ 이어야 합니다.

제한된 장면

방사능의 위험으로 인해 의료, 식품 가공 및 전자 산업에서 토륨 텅스텐 전극의 사용은 제한됩니다. 예를 들어, 유럽 연합 (EU)과 북미는 잠재적 인 오염 위험을 피하기 위해 식품 등급 스테인리스 스틸 용접에 토륨 텅스텐 전극의 사용을 금지합니다.

9.2.2 환경 및 건강 영향

토륨 텅스텐 전극의 방사성 특성은 잠재적인 환경 및 건강 영향을 미치므로 업체는 비방사성 대안을 찾게 되었습니다.

환경 영향

폐기물 처리: 생산 및 사용 과정에서 발생하는 방사성 폐기물(예: 먼지, 폐수, 폐전극)은 토양 및 수역의 오염을 방지하기 위해 엄격하게 관리해야 합니다. 예를 들어, 폐수에 함유된 토륨 화합물은 처리하지 않고 배출할 경우 지하수 오염을 유발할 수 있습니다.

배출 가스 제어: 용접 및 절단으로 인한 배기 가스는 토륨 화합물이 대기로 유입되는 것을 방지하기 위해 고효율 여과 시스템으로 처리됩니다. 기업은 조치의 요구 사항을 충족하기 위해 정기적으로 환경 보호 부서에 배출 보고서를 제출해야 합니다.

장기 축적: 토륨-232 의 매우 긴 반감기는 폐기물을 장기간 보관해야 한다는 것을 의미하며, 전용 폐기물 은행의 건설 및 유지 보수는 환경 관리 비용을 증가시킵니다.

건강에 미치는 영향

직업적 노출: 토륨 텅스텐 전극을 생산 및 사용하는 작업자는 먼지를 흡입하거나 오염된 표면을 만짐으로써 α 입자 방사선에 노출될 수 있습니다. 장기간 저선량 노출은 폐암이나 조직 손상의 위험을 증가시킬 수 있지만 확률은 낮습니다(1mSv 는 효과적인 <연간 용량>에 안전합니다).

공공 위험: 폐기물을 적절하게 처리하지 않으면 토륨 화합물이 환경 매체(예: 물, 토양)를 통해 먹이 사슬에 들어가 주변 주민들의 건강에 영향을 미칠 수 있습니다. ICRP 는 대중을 위한 연간 유효 선량을 엄격한 배출 통제와 함께 1mSv < 권장하고 있습니다.

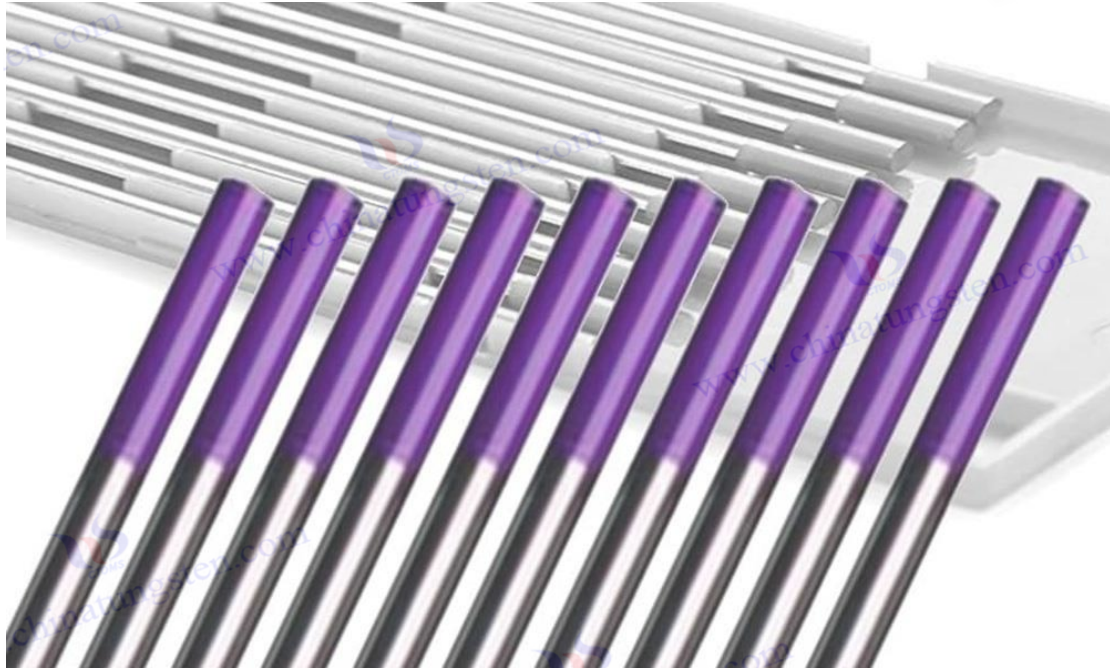
보호 비용: 기업은 보호 장비(예: 보호복, 방진 마스크) 및 모니터링 장비(예: AT1123,

저작권 및 법적 책임 선언문

XH-3206)를 갖추어야 하며 작업자는 방사선 안전 교육을 받아야 하므로 운영 비용이 증가합니다.

대안 트렌드

방사능 문제로 인해 세륨 텅스텐 (WC20), 란탄 텅스텐 (WL20) 및 지르코늄 텅스텐 (WZ8)과 같은 비 방사성 전극이 점차 토륨 텅스텐 전극을 대체하고 있습니다. 이 전극의 전자 작용 (약 2.7-2.8 eV) 및 아크 안정성은 방사성 위험이없는 토륨 텅스텐 전극의 전자 안정성과 가깝습니다. 예를 들어, 란탄 텅스텐 전극은 이미 EU 시장에서 TIG 용접 전극의 60% 이상을 차지하며 항공 우주 및 의료 산업에서 널리 사용됩니다. 중국의 토륨 텅스텐 전극은 비용 이점으로 인해 여전히 지배적이지만 란탄 텅스텐 및 세륨 텅스텐 전극의 점유율은 해마다 증가하고 있습니다.



CTIA GROUP LTD WT30 전극

Chapter 10 토륨 텅스텐 전극의 보관, 운송 및 안전 관리

토륨 텅스텐 전극에는 미량의 방사성 토륨 산화물 (ThO_2)이 포함되어 있기 때문에 저장, 운송 및 사용은 방사능 오염을 방지하고 인체 건강을 보호하며 환경 안전을 보장하기 위해 엄격한 안전 관리 관행을 따라야 합니다. 이 장에서는 보관 환경 및 조건, 포장 기준 및 보호 조치, 운송 중 안전 예방 조치, 방사성 물질에 대한 안전 관리 관행, 응급 치료 및 사고 예방 조치에 대해 자세히 설명합니다.

10.1 보관 환경 및 조건 요구 사항

토륨 텅스텐 전극의 보관은 물리적 특성이 손상되지 않도록 보장해야 하며 동시에 산화 토륨의 방사성 물질의 누출 또는 확산을 방지해야 합니다. 보관 환경 및 조건은 국제 및 국내 표준(e.g. ISO 6848:2015, GB 18871-2002)을 준수해야 합니다.

스토리지 환경

온도 및 습도:

온도: 10-30°C, 전극 표면의 산화 또는 재료 특성의 악화로 이어지는 고온(>50°C)을 피하기 위해.

습도 : <60 % RH 는 습기가 텅스텐 매트릭스 부식 또는 산화 토륨 먼지가 수분을 흡수하는 것을 방지합니다.

환경 요구 사항: 보관 구역은 수원과 화학 물질이 없는 건조하고 통풍이 잘되는 전용 창고여야 합니다.

방진 및 절연:

저장 구역에는 방사성 분진의 확산을 방지하기 위해 공기 중 분진 농도가 < 0.1mg/m³인 효율적인 환기 시스템이 갖추어져 있어야 합니다.

전극은 교차 오염을 방지하기 위해 식품, 의약품 또는 기타 민감한 품목과 격리되어 보관해야 합니다.

방사선 보호:

저장 영역의 X-γ 방사선 선량률은 GB 18871-2002 의 요구 사항을 충족하는 0.05μSv/h<해야 합니다.

창고에는 주변 방사선 수준을 정기적으로 모니터링하기 위해 방사선 모니터(예: AT1123)가 장착되어 있어야 합니다.

보관 조건

컨테이너 요구 사항:

전극은 2mm 두께> 밀봉된 스테인리스 스틸 또는 플라스틱 용기에 보관해야 하며 방사능 경고 라벨(예: "주의: 방사성 물질")이 표시되어야 합니다.

용기는 불활성 가스(예: 아르곤)로 채워지거나 산화를 방지하기 위해 진공 상태로 보관해야 합니다.

분류된 스토리지:

다양한 유형의 토륨 텅스텐 전극 (예 : WT10, WT20, WT30, WT40)은 토륨 산화물

저작권 및 법적 책임 선언문

함량과 배치 번호를 표시하는 별도로 보관해야 합니다.

폐기물 전극은 혼합을 방지하기 위해 전용 방사성 폐기물 용기에 별도로 보관해야 합니다.

보관 기간:

토륨 텅스텐 전극의 보관 기간은 일반적으로 패키지 무결성 및 보관 조건에 따라 2-5 년입니다.

전극의 표면 품질(산화 및 균열 없음)을 정기적으로 확인하고 부적격 전극은 방사성 폐기물로 처리해야 합니다.

예방 조치

보관 창고는 허가받지 않은 인원의 출입을 제한해야 하며, 출입 통제 및 감시 시스템을 갖추고 있어야 한다.

보관 기록에는 전극 유형, 수량, 배치, 보관 날짜 및 방사선 모니터링 데이터가 포함되어야 하며 최소 5 년 동안 보관되어야 합니다.

창고는 먼지를 방지하기 위해 습식 청소 방법을 사용하여 정기적으로 청소해야 합니다.

10.2 포장 표준 및 보호 조치

포장은 토륨 텅스텐 전극의 보관 및 운송을 위한 첫 번째 방어선으로, 국제 및 국내 표준(예: ISO 6848:2015, GB/T 4187-2017)에 따라 전극의 무결성을 보장하고 방사성 물질의 누출을 방지해야 합니다.

포장 표준

충전(充填) 재료:

내부 포장: 방습, 산화 방지 플라스틱 튜브 또는 진공 밀봉 백을 사용하고 각 전극은 서로 마찰을 방지하기 위해 개별적으로 포장됩니다.

외부 포장: 스테인리스 스틸 또는 고강도 플라스틱 상자, 두께 > 2mm, 충격 방지 및 밀봉.

완충재: 운송 중 진동과 충격을 줄이기 위해 폼 또는 버블 패드로 채웁니다.

마킹 요구 사항:

전극 유형(예: WT20), 산화토륨 함량, 배치 번호, 제조 날짜 및 제조업체 정보가 포장에 표시되어야 합니다.

방사능 경고 표지판: "방사성 물질"(trefoiled) 기호와 "토륨 함유, 주의해서 다루십시오"와 같은 텍스트 설명을 표시합니다.

국제원자력기구(IAEA)의 SSR-6 "A 형" 포장 카테고리(저준위 방사성 물질용)의 포장 요구 사항을 충족합니다.

패킹:

팩당 전극 수: 10-100, 길이(50-300mm) 및 직경(0.5-10mm)은 동일해야 합니다.

포장 무게 : <50kg 으로 취급 및 운반이 용이합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

보호 조치

수분 & 산화 저항성:

포장은 건조제(예: 실리카겔)로 채우거나 습기가 들어가지 않도록 진공 청소기로 청소해야 합니다.

외부 포장은 장기 보관 안전을 보장하기 위해 방청 페인트 또는 부식 방지 재료로 코팅해야 합니다.

충격 방지 및 낙하 방지:

상자는 낙하 테스트(파손 없는 높이 1.2m)를 통과해야 하며 IAEA SSR-6 의 요구 사항을 충족해야 합니다.

상자는 미끄러지거나 넘어지지 않도록 운송 중에 고정해야 합니다.

방사선 방호:

상자는 α 입자(> 0.1mm 플라스틱 두께로 충분)와 일부 γ 선(두께 > 2mm 스테인리스 스틸)으로부터 보호되어야 합니다.

포장 표면의 방사선 선량률은 $0.1\mu\text{Sv/h}$ <이어야 하고 표면 오염은 0.4Bq/cm^2 < 해야 합니다(GB 18871-2002).

예방 조치

손상이나 누출이 없는지 확인하기 위해 포장을 정기적으로 검사해야 합니다.

X- γ 방사선량률 검출기(예: AT1123)와 α 및 β 표면 오염 검출기(예: XH-3206)를 사용하여 포장 표면의 방사선 수준을 감지합니다.

부적합 포장은 다시 밀봉하거나 방사성 폐기물로 처리해야 합니다.

10.3 운송 중 안전 예방 조치

토륨 텅스텐 전극의 운송은 안전을 보장하고 방사성 오염을 방지하기 위해 방사성 물질 (예 : IAEA SSR-6, GB 11806-2004)의 운송에 관한 국제 및 국내 규정의 적용을받습니다.

배송 요구 사항

배송 방법:

육상 운송: 방진 설비 및 방사선 모니터링 장비가 장착된 특수 트럭을 사용하십시오.

해상 화물: 국제해사기구(IMDG) 사양을 준수하며, A 형 포장으로 전용 화물칸에 보관합니다.

항공 화물: 국제항공운송협회(IATA)의 위험물 규정을 준수하며, 포장은 압력 및 낙하 테스트를 거칩니다.

패킹 & 선적:

전극은 섹션 10.2 에 따라 포장해야 하며 이동이나 손상을 방지하기 위해 운송 수단에 고정해야 합니다.

운송 차량 또는 화물창에는 "저비활성물질(LSA-I)"을 나타내는 방사능 경고 표지판이 표시되어야 합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

방사선 모니터링:

운송 전: 포장 표면의 표면 선량률($<0.1\mu\text{Sv/h}$)과 오염 수준($<0.4\text{Bq/cm}^2$)을 감지합니다.

운송 중: RadEye PRD 와 같은 휴대용 방사선 검출기를 사용하여 화물의 방사선 수준을 정기적으로 확인하십시오.

배송 후: 수신기는 패키지 무결성과 방사선 수준을 확인하고 데이터를 기록합니다.

안전 예방 조치

인원 보호:

운송 요원은 방사선 안전에 대한 교육을 받아야 하며 연간 $<1\text{mSv}$ 의 유효 선량을 가진 개인 선량계를 착용해야 합니다.

취급 시 보호 장갑을 착용하고 전극이나 포장에 직접 닿지 않도록 하십시오.

비상 사태 대비:

운송 차량에는 보호복, 밀봉된 가방, 휴대용 방사선 감지기를 포함한 비상 키트가 장착되어 있어야 합니다.

운송 사고에 대한 비상 계획을 수립하고 누출 또는 손상에 대한 처리 프로세스를 명확히 합니다.

경로 계획:

악천후를 피하기 위해 인구 밀집 지역과 수원에서 멀리 떨어진 교통 경로를 선택하십시오.

운송은 현지 규정의 적용을 받으며 관련 당국(예: 환경 또는 원자력 안전 당국)에 미리 보고됩니다.

예방 조치

선적 기록은 전극 수, 포장 유형, 방사선 수준 및 선적 경로를 포함하여 최소 5 년 동안 보관해야 합니다.

국제 발송의 경우, IAEA SSR-6 의 요건을 충족하는 방사성 물질 운송 증명서의 영어 버전이 필요합니다.

운송 중 다른 위험물(예: 인화성 물질)과 혼합하지 마십시오.

10.4 방사성 물질에 대한 안전 관리 관행

토륨 텅스텐 전극은 토륨-232(Th-232 , 약 1Bq/g 의 활성 농도)로 인해 비민감성이 낮은 방사성 물질로 간주되며 국제 및 국내 방사선 안전 관리 규범(예: ICRP Publication 103, GB 18871-2002)의 적용을 받습니다.

경영 규범

등록 및 라이선싱:

제조업체와 사용자는 원자력 안전 규제 기관(예: 중국 국가원자력안전국)에 등록하고 방사성 물질 운송 허가를 받아야 합니다.

보관 및 운송을 위해서는 활동 농도 보고가 필요하며, WT10(0.8-1.2% ThO_2)은 일반적으로 면제 기준(1Bq/g)을 충족하며, WT40(3.8-4.2% ThO_2)은 추가 감독이 필요합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

방사선 보호:

생산 및 보관 구역에는 분진이 퍼지는 것을 방지하기 위해 인클로저와 HEPA 필터(99.9% 포집 효율)를 장착해야 합니다.

작업자는 보호복, 방진 마스크 및 장갑을 착용해야 하며 정기적인 건강 검진 및 선량 모니터링(유효 선량은 연간 1mSv<)을 받아야 합니다.

폐기물 관리:

폐기물 분류: 분진, 폐수, 폐전극은 분리수거해야 하며, 활성농도가 1Bq/g >인 폐기물은 방사성 폐기물로 처리해야 합니다.

경화 처리: 먼지 및 폐전극은 시멘트 또는 수지 매트릭스와 혼합해야 하며 경화체의 강도는 10MPa>.

저장 및 처분: 방사성 폐기물은 전용 저장소에 보관되며 정기적으로 전문 기관(예: China National Nuclear Corporation)에 전달되어 처리됩니다.

정보 공개:

방사성 광산의 개발 및 활용에 종사하는 기업의 환경 방사선 모니터링 및 정보 공개에 관한 조치(시범 실시)에 따라 기업은 매년 환경 보호국에 방사선 모니터링 보고서를 제출하고 폐기물 처리 및 배출 데이터를 공개해야 합니다.

표준 기준

국제: ICRP 간행물 103(2007)은 대중이 연간 유효 선량이 <1mSv 이고 직업적 노출량이 <20mSv 일 것을 요구합니다. IAEA SSR-6 은 운송 포장 및 방사선 한도를 지정합니다.

국내: GB 18871-2002 는 <0.05μSv/h 의 환경 선량률과 0.4Bq/cm²< 표면 오염을 요구합니다. GB 11806-2004 는 방사성 물질 운송의 안전성을 규제합니다.

예방 조치

기업은 방사선 안전 관리 시스템을 구축하고 방사선 방호를 담당하는 상근 담당자를 임명해야 합니다.

방사선 위험, 보호 조치 및 비상 대응에 대한 직원의 정기적 인 교육.

방사선 모니터링 장비는 정확성과 신뢰성을 보장하기 위해 매년 교정해야 합니다.

10.5 비상 처리 및 사고 예방

토륨 텅스텐 전극의 방사능 위험은 낮지만 (주로 α 입자, 약한 침투), 포장 손상, 먼지 누출 또는 운송 사고와 같은 상황에 대처하기 위해 응급 치료 및 사고 예방 조치를 개발해야 합니다.

사고 예방

장비 유지 보수:

먼지 누출을 방지하기 위해 믹서, 그라인더 및 보관 용기의 조임 상태를 정기적으로 확인하십시오.

환기 및 집진 시스템은 정상 작동 상태를 유지해야 하며 필터 교체 간격은 6 개월 <해야 합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

조작상 명세:

직원은 작동 절차를 엄격히 준수하고 보호 장비를 착용해야 하며 격리되지 않은 영역에서 전극을 연삭하는 것이 금지됩니다.

보관 및 운송 중에는 포장의 무결성을 정기적으로 점검해야 하며 손상된 용기는 적시에 교체해야 합니다.

환경 모니터링:

고정식 방사선 모니터링 스테이션(예: Mirion RDS-31)을 설치하여 작업장과 창고의 선량률을 실시간으로 모니터링할 수 있습니다.

XH-3206 과 같은 α β 표면 오염 감지기를 사용하여 매주 장비 및 포장 표면을 검사하십시오.

비상 대응

먼지 누출 :

즉시 관련 장비를 종료하고 비상 환기 시스템을 활성화하며 누출 영역을 격리하십시오.

습식 스왑 방법을 사용하여 분진을 포집하여 밀폐 용기에 넣고 방사능 경고를 표시합니다.

오염 범위는 X- γ 검출기와 α 및 β 검출기를 사용하여 평가되었으며 선량률 > 0.1 μ Sv/h 또는 표면 오염 > 0.4Bq/cm²를 보고해야 합니다.

손상된 포장:

배송 또는 취급을 중지하고 손상된 패키지를 검역 구역으로 옮기십시오.

새 패키지의 방사선 수준을 감지하기 위해 밀봉된 백을 사용하여 전극을 다시 밀봉합니다.

흩어져 있는 전극을 청소하여 방사성 폐기물 저장소로 보냅니다.

운송 사고:

사고 현장을 격리하고, 인원에게 접근을 제한하고, 보호 장비를 착용하십시오.

휴대용 방사선 검출기는 방사선 수치를 평가하는 데 사용되며 현장을 기록하기 위해 사진을 촬영합니다.

원자력 안전 및 환경 보호국에 연락하여 사고 세부 사항을 보고하고 필요에 따라 오염된 품목을 폐기하십시오.

인원 노출:

노출된 인원을 즉시 대피시키고, 개인 선량계를 테스트하고, 받은 선량을 평가합니다.

응급 처치(예: 피부나 눈을 씻는 것)를 제공하고 필요한 경우 의사를 방문하여 검사를 받으십시오.

노출 이벤트를 기록하고, 원인을 분석하고, 보호 조치를 개선합니다.

예방 조치

기업은 상세한 비상 계획을 수립하고 적어도 일 년에 한 번 훈련을 조직해야 합니다.

비상 키트에는 보호복, 밀봉된 가방, 휴대용 감지기 및 응급 처치 용품이 포함되어야

저작권 및 법적 책임 선언문

합니다.

사고보고서는 24 시간 이내에 원자력 안전 부서에 제출해야 하며 사고 원인, 방사선 수준 및 폐기 조치가 포함되어 있습니다.



CTIA GROUP LTD WT40 전극

Chapter 11 : 토륨 텅스텐 전극의 미래 개발 동향 및 과제

텅스텐 아르곤 아크 용접 (TIG 용접), 플라즈마 용접 및 진공 전자 장치의 핵심 재료인 토륨 텅스텐 전극은 우수한 아크 안정성, 낮은 전자 탈출 작업 및 높은 내마모성으로 인해 항공 우주, 원자력 산업 및 석유 화학 분야에서 중요한 위치를 차지합니다. 그러나 산화토륨(ThO_2)으로 인한 미량의 방사능은 환경 및 건강 문제를 야기하고 있으며, 이에 따라 업계는 비방사성 대체 소재의 개발을 가속화하고 준비 공정을 개선하며 친환경 제조를 촉진해야 합니다. 이 장에서는 대체 재료의 연구 개발 진행 상황, 환경 보호 및 방사성 안전 압력, 새로운 준비 공정 및 녹색 제조, 성능 개선 방향, 시장 수요 변화 및 산업 체인 개발, 정책 및 규정의 영향 및 준수 개발을 포함하여 토륨 텅스텐 전극의 미래 개발 동향 및 과제에 대해 설명합니다.

11.1 토륨 텅스텐 전극 대체 재료의 연구 개발 진행 상황

전 세계적으로 방사성 물질에 대한 규제가 점점 더 엄격해짐에 따라 비 방사성 텅스텐 전극의 연구 개발은 업계에서 뜨거운 주제가되었습니다. 대체 재료는 낮은 전자 작업 및 아크 안정성과 같은 토륨 텅스텐 전극의 용접 특성을 유지하거나 접근하는 동시에 방사능의 위험을 제거하도록 설계되었습니다. 현재 세륨 텅스텐 (WC20), SM 텅스텐 (WL20), 지르코늄 텅스텐 (WZ8) 및 이트륨 텅스텐 (WY20)과 같은 비 방사성 전극은 일부 분야에서 토륨 텅스텐 전극을 대체했습니다.

11.1.1 세륨 텅스텐 전극 (WC20)

구성 및 특성 : 1.8-2.2 % 산화 세륨 (CeO_2)을 함유하고 전자 작업은 약 2.7 eV 로 토륨

저작권 및 법적 책임 선언문

텅스텐 전극의 2.63 eV 에 가깝습니다. 세륨 - 텅스텐 전극은 DC 양극 (DCEN) 및 교류 (AC) 용접에서 우수한 아크 개시 성능과 아크 안정성을 나타 내었으며, 소손 속도는 0.12 mm / h (200 A 전류에서) < 0.1 mm / h 의 토륨 텅스텐 전극보다 약간 높았다.

이점: 비방사성, 의료, 식품 및 전자 산업에 적합합니다. 비용이 저렴하고 생산 공정이 간단하며 ISO 6848:2015 표준을 준수합니다.

응용 프로그램: 스테인리스강 및 알루미늄 합금의 TIG 용접에 널리 사용됩니다. 예를 들어, 의료 기기 제조에서 WC20 전극은 티타늄 합금 임플란트를 용접하는 데 사용되어 방사능 오염의 위험을 방지합니다.

R&D 진행: 최근 몇 년 동안의 연구는 아크 안정성과 내구성을 개선하기 위해 산화세륨 입자의 분포와 크기(0.5-2μm)를 최적화하는 데 중점을 두었습니다. 예를 들어, 2023 년 Welding Journal 은 화학적 동시 침전을 통해 보다 균일한 세륨 텅스텐 전극을 준비하여 아크 안정성을 10% 향상시키는 새로운 습식 도핑 공정을 보고했습니다.

도전 과제: 고전류(>300A)에서 세륨 텅스텐 전극의 연소율이 약간 더 높아 증장비용 용접에 적용이 제한됩니다. 연구원들은 연소 속도를 더욱 줄이기 위해 복합 도핑(예: CeO₂+La₂O₃)을 연구하고 있습니다.

11.1.2 SM 텅스텐 전극 (WL20)

구성 및 성능 : 1.8-2.0 % 산화 SM (La₂O₃) 포함, 약 2.8 eV 의 전자 작업, 아크 안정성은 세륨 텅스텐 전극보다 우수하며 연소 속도는 < 0.1 mm / h (200 A 전류에서)이며 토륨 텅스텐 전극에 가깝습니다. WL20 전극은 고전류 및 펄스 용접에 탁월하여 정밀 및 고하중 응용 분야에 적합합니다.

장점 : 비 방사성, 우수한 고온 강도 및 내마모성, 세륨 텅스텐 전극보다 20-30 % 긴 수명. EU 시장에서 WL20 은 이미 TIG 용접 전극의 60% 이상을 차지하고 있습니다.

응용 분야 : 항공 우주 및 원자력 산업에서 티타늄 합금 및 니켈 기반 합금을 용접하기 위해 사용됩니다. 예를 들어, Boeing 은 787 항공기 제작에 WL20 전극을 대체하여 WL20 전극을 대량으로 채택했습니다.

R&D 진행 상황: 2024 년, 재료 과학 및 공학은 나노 스케일 산화 SM 도핑(입자 크기 < 0.5μm)을 통해 아크 농도와 내구성을 크게 향상시키는 새로운 SM 텅스텐 전극을 보고했습니다. AC 용접 성능을 최적화하기 위해 SM 과 지르코늄 또는 이트륨의 복합 도핑도 연구되었습니다.

도전 과제: SM 텅스텐 전극은 생산 비용이 많이 들기 때문에(WL20 보다 약 20% 더 높음) 비용에 민감한 시장에서의 채택이 제한적입니다. 연구원들은 가격을 낮추기 위해 저비용 소결 공정을 개발하고 있습니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

CTIA GROUP LTD

Thorium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Thorium Tungsten Electrode

Thorium tungsten electrodes are a type of welding electrode material made by uniformly doping high-purity tungsten with thorium oxide (ThO₂). They are widely used in demanding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) welding and plasma welding. Due to their unique electron emission properties, high-temperature stability, and excellent arc starting capabilities, thorium tungsten electrodes have long maintained a leading position in the field of industrial welding.

2. Properties of Thorium Tungsten Electrode

Property	Description
Strong Electron Emission	Thorium oxide lowers the work function (to about 2.63 eV), enabling sensitive arc initiation and easier arc starting.
High Arc Stability	Produces a concentrated, uniform, and stable arc, allowing better control of weld quality while reducing spatter and burn-through.
Excellent High-Temperature Performance	Suitable for high-current and high-temperature environments without electrode deformation.
Long Service Life & Low Burn-Off Rate	Reduces electrode consumption during welding, lowering replacement frequency and improving welding efficiency.
Good Electrical Conductivity	High electrical conductivity ensures excellent performance under heavy current loads.
Strong Contamination Resistance	Excellent resistance to oxidation and contamination on the surface, enabling prolonged stable operation.

3. Grades of Thorium Tungsten Electrode

Grade	Thorium Oxide Content (wt%)	Tip Color	Main Characteristics
WT10	0.8 - 1.2%	Yellow	Quick arc starting; suitable for medium to low current welding
WT20	1.7 - 2.2%	Red	Optimal overall performance; widely used for DC welding
WT30	2.8 - 3.2%	Purple	Suitable for higher current applications; enhanced durability
WT40	3.8 - 4.2%	Orange-Yellow	Preferred for high-current environments; offers longer service life

4. Procurement Information

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

11.1.3 지르코늄 텅스텐 전극 (WZ8)

구성 및 특성: 0.7-0.9% 지르코니아(ZrO_2)를 함유하고 있으며, 이는 알루미늄 및 마그네슘 합금의 AC 용접을 위해 특별히 설계되었습니다. 전자 작업은 약 2.9eV, 아크 안정성은 보통, 연소 속도는 150A에서 0.15mm/h <입니다.

장점: 비방사성, 경금속 용접에 적합, 전극 표면에 안정적인 산화물 층이 형성되어 오염을 줄입니다.

응용 프로그램: 자동차 차체 및 선체 구조와 같은 자동차 및 해양 산업에서 알루미늄 합금 용접에 사용됩니다.

R&D 진행: 지르코늄 텅스텐 전극의 R&D는 아크 안정성 개선에 중점을 두고 있으며, 2022년 Journal of Materials Processing Technology는 미량 이트륨 산화물이 포함된 복합 지르코늄-텅스텐 전극을 보고하여 아크 안정성을 15% 향상시켰습니다.

도전 과제 : 지르코늄 텅스텐 전극은 고전류 DCEN 용접에 적합하지 않으며 적용 범위가 좁습니다. 앞으로는 여러 시나리오에 적합한 지르코늄 기반 복합 전극을 개발해야 합니다.

11.1.4 이트륨 텅스텐 전극 (WY20)

구성 및 특성 : 1.8-2.2 % 이트륨 산화물 (Y_2O_3)을 포함하고, 전자 작업은 약 2.75 eV이며, 성능은 고정밀 용접에 적합한 SM 텅스텐 전극에 가깝습니다.

장점: 비방사성, 높은 아크 안정성, 마이크로 용접(예: 전자 부품)에 적합합니다.

응용 프로그램: 회로 기관 연결과 같은 반도체 및 전자 산업의 정밀 납땜.

R&D 진행 상황: 연구는 이트륨-텅스텐 전극의 열 피로 저항을 개선하는 데 중점을 두고 있으며, 2023년 중국 용접 학회는 플라즈마 스프레이로 제조된 이트륨-텅스텐 전극이 내구성을 25% 증가시켰다고 보고했습니다.

도전 과제 : 이트륨 - 텅스텐 전극은 비용이 높고 (WT20보다 약 30% 높음) 시장 침투율이 낮습니다. 비용을 절감하기 위해 생산 프로세스를 더욱 최적화해야 합니다.

11.1.5 복합 희토류 전극

R&D 방향: 복합 도핑 전극(예: $CeO_2+La_2O_3$, $La_2O_3+Y_2O_3$)은 다양한 희토류 산화물의 장점을 결합하여 낮은 전자 작업(<2.7 eV), 높은 아크 안정성 및 낮은 연소율을 달성합니다. 2024년 산업생태학저널(Journal of Industrial Ecology)은 WT40에 가까운 성능과 비방사능을 가진 $CeO_2-La_2O_3$ 복합 전극을 보고했습니다.

장점 : 토륨 텅스텐 전극의 모든 응용 시나리오를 포괄 할 수있는 우수한 포괄적 인 성능.

저작권 및 법적 책임 선언문

도전 과제: 복합 도핑 공정은 복잡하고 균일성을 제어하기 어려우며 비용이 높습니다. 미래에는 자동 혼합 및 소결 기술을 개발해야 합니다.

11.1.6 장래의 전망

단기(1-5 년): 세륨 텅스텐 및 SM 텅스텐 전극은 특히 엄격한 환경 요구 사항이 있는 유럽 및 미국 시장에서 시장 점유율을 계속 확대할 것입니다. SM 텅스텐 전극은 우수한 성능으로 인해 주류 대안이 될 수 있습니다.

장기(5-10 년): 복합 희토류 전극은 특히 고정밀 및 중장비 용접에서 토륨 텅스텐 전극을 완전히 대체할 것으로 예상됩니다. 새로운 도핑 재료(예: 디스프로슘 산화물, 에르븀 산화물)도 연구되고 있으며, 이는 성능을 더욱 향상시킬 수 있습니다.

기술 중심: 나노 기술 및 화학 기상 증착(CVD)은 보다 균일한 도핑 전극을 제조하고 성능 일관성을 개선하는 데 사용됩니다. 도핑 비율과 소결 매개변수를 최적화하는 인공지능(AI)도 R&D 프로세스를 가속화할 것입니다.

11.2 환경 보호 및 방사선 안전 압력

토륨 텅스텐 전극의 토륨 -232(Th-232)는 α 입자와 소량의 β 및 γ 선을 방출하며, 활성 농도는 낮지만 (WT10의 경우 약 1Bq/g, WT40의 면제 기준보다 약간 높음) 방사능은 전 세계적인 환경 및 안전 압력을 유발하여 업계가 비 방사성 전극으로 전환하도록 촉구했습니다.

11.2.1 국제 환경 규제

EU: 지침 2013/59/Euratom 은 생산 및 사용을 위해 $< 0.1\mu\text{Sv/h}$ 의 환경 선량률과 $0.4\text{Bq/cm}^2 <$ 표면 오염을 요구합니다. EU 는 토륨 텅스텐 전극을 단계적으로 폐지했으며 SM 텅스텐 및 세륨 텅스텐 전극이 우세합니다.

미국: 환경보호국(EPA)과 산업안전보건청(OSHA)은 기업에 토륨 분진 노출을 줄이기 위해 HEPA 필터와 특수 분쇄 장비를 갖추도록 요구합니다. 캘리포니아와 같은 주에서는 방사성 물질 사용에 대한 특별 허가를 요구합니다.

국제원자력기구(IAEA): SSR-6 사양은 운송 패키지가 $< 0.1\mu\text{Sv/h}$ 의 표면 선량률에서 α 입자 및 γ 선으로부터 보호되어야 한다고 요구합니다. IAEA 는 또한 저농도 활성 물질(LSA-I)에 대한 면제를 장려하고 있으며, WT10 전극은 일반적으로 면제 기준을 충족합니다.

11.2.2 국내 환경 법규

중국: GB 18871-2002 는 $< 0.05\mu\text{Sv/h}$ 의 생산 환경 선량률과 $< 1\text{Bq/g}$ 의 폐기물 활성 농도를 필요로 합니다. 방사성 광물의 개발 및 활용에 종사하는 기업의 환경 방사선 모니터링 및 정보 공개에 대한 조치(시범 실시)는 기업이 매년 방사선 모니터링 보고서를 제출하도록 요구하고 있으며, 폐수 활동은 $0.1\text{Bq/L} <$ 합니다.

도전 과제: 세계 최대의 텅스텐 자원 및 토륨 텅스텐 전극 생산국인 중국은 폐기물

저작권 및 법적 책임 선언문

처리 및 배출 제어에 대한 엄청난 압력에 직면해 있습니다. 폐기물(예: 먼지, 폐수)은 응고시켜 전용 시설에 보관해야 하므로 생산 비용이 증가합니다.

11.2.3 환경 영향

분진 오염: 혼합, 분쇄 및 소결 공정에서 발생하는 토륨 분진은 흡입 또는 침전으로 인해 환경을 오염시킬 수 있으며 격납 후드와 고효율 필터(99.9% 포집>효율)가 필요합니다.

폐수 및 폐기물: 생산 폐수에 포함된 토륨 화합물은 침전 및 이온 교환으로 처리해야 하며, 고형 폐기물은 시멘트 매트릭스와 혼합해야 하므로 장기 보관 비용이 많이 듭니다.

장기 축적: 토륨-232 의 매우 긴 반감기(140 억 년)는 폐기물을 영구적으로 격리해야 한다는 것을 의미하며, 이는 토양과 물의 안전에 영향을 미칠 수 있습니다.

11.2.4 건강 영향

직업적 노출: 작업자는 연간 1mSv 미만의 유효 선량으로 먼지 흡입 또는 오염된 표면과의 접촉을 통해 α 입자에 노출될 수 있습니다(ICRP 103). 장기간 저선량 노출은 확률은 낮지만 폐암 위험을 증가시킬 수 있습니다.

공공 위험: 폐기물을 적절하게 처리하지 않으면 토륨 화합물이 환경 매체를 통해 먹이 사슬에 유입되어 주변 주민들의 건강에 영향을 미칠 수 있습니다. 대중을 위한 연간 유효 선량은 <1mSv 여야 합니다.

보호 비용: 기업은 보호 장비(예: 보호복, 방진 마스크), 모니터링 장비(예: AT1123, XH-3206) 및 교육에 투자해야 하며, 이로 인해 운영 비용이 증가합니다.

11.2.5 미래 트렌드

비방사성 치환: 환경 압력이 SM 텅스텐 및 세륨 텅스텐 전극의 인기를 주도하고 있으며 글로벌 토륨 텅스텐 전극 시장 점유율은 현재 40%에서 2030 년까지 20%로 감소할 것으로 예상됩니다.

친환경 인증: 기업은 생산 공정이 환경 표준을 충족함을 입증하기 위해 ISO 14001 환경 경영 시스템 인증을 통과해야 합니다.

기술 지원: 자동 모니터링 시스템(예: 실시간 방사능 검출 네트워크) 및 폐기물 처리 기술(예: 플라즈마 소각)은 방사능 위험을 줄일 것입니다.

11.3 새로운 제조 공정 및 녹색 제조

환경 보호의 압력에 대처하고 생산 비용을 절감하기 위해 토륨 텅스텐 전극의 제조 공정은 고효율, 녹색 및 지능의 방향으로 발전하고 있습니다.

11.3.1 첨단 혼합 및 도핑 기술

습식 혼합 : 텅스텐 분말과 산화 토륨을 탈 이온수 또는 에탄올에 혼합하면 먼지

저작권 및 법적 책임 선언문

플라이 아웃이 감소하고 균일 성이 향상됩니다. 2023 년 재료 가공 기술 저널(Journal of Materials Processing Technology)은 산화토륨 입자 분포의 균일성을 15% 개선한 초음파 보조 습식 혼합 공정을 보고했습니다.

화학적 동시 침전: 원자 수준의 균질한 도핑 분말은 텅스텐산염과 질산 토륨 용액의 공동 침전에 의해 제조되며, 이는 고급 전극 생산에 적합합니다. 이 공정에는 반응기와 원심분리기가 장착되어야 하며 폐수 처리 비용이 높습니다.

나노 도핑: 나노 크기의 산화토륨 입자($<0.5\mu\text{m}$)를 사용하여 전극 성능을 향상시키는 동시에 도핑을 줄이고 방사능 위험을 줄이는 데 사용됩니다. 2024 년 중국용접협회(Chinese Welding Society)는 기상 증착(CVD) 도핑 기술을 보고했으며 산화토륨 함량은 $\pm 0.01\%$ 로 정확하게 제어할 수 있습니다.

11.3.2 효율적인 소결 기술

플라즈마 소결 (SPS): 분말은 고주파 전기 스파크에 의해 가열되고, 소결 온도는 $1800-2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 로 감소하고, 시간은 5-10 분으로 단축되며, 전극 밀도는 98 %의 이론적 밀도에 도달합니다. SPS 는 에너지 소비를 30% 줄이고 친환경 제조 요구 사항을 충족합니다.

마이크로파 소결 : 마이크로파 급속 가열을 사용하여 소결 시간이 10-15 분으로 단축되고 입자 크기가보다 균일합니다 ($10-30\text{ }\mu\text{m}$). 2023 년에 Materials Science and Engineering 은 마이크로파로 소결된 토륨 텅스텐 전극의 연소율이 10% 감소했다고 보고했습니다.

진공 소결 : 산화를 방지하기 위해 10^{-4} Pa 의 진공 환경에서 소결하여 고순도 전극 생산에 적합합니다. 새로운 진공로(예: ALD VIM)에는 공정 안정성을 높이기 위한 온라인 모니터링 시스템이 장착되어 있습니다.

11.3.3 녹색제조기술

먼지 제어: 새로운 폐쇄형 믹서 및 연삭기에는 HEPA 필터와 음압 먼지 흡입 시스템이 장착되어 있으며 먼지 포집 효율> GB 18871-2002 의 요구 사항을 충족하는 99.9%입니다.

폐기물 재활용 : 화학적 용해 및 전해 분리를 통해 텅스텐과 토륨을 회수하는 폐전극 재활용 기술을 개발했으며, 회수율은 90%입니다. 2024 년 산업 생태학 저널(Journal of Industrial Ecology)은 폐수 활동을 0.05Bq/L 미만으로 줄이는 폐쇄 루프 재활용 프로세스를 보고했습니다.

에너지 최적화: 고효율 소결로와 재생 가능한 에너지원(예: 태양열)을 사용하여 탄소 배출량을 줄입니다. 2023 년 China National Nuclear Corporation 은 토륨 텅스텐 전극 생산 라인에서 탄소 배출량을 20% 줄였다고 보고했습니다.

11.3.4 지능형 생산

자동화 장비: 로봇 혼합 및 분쇄 시스템은 수동 접촉을 줄이고 방사선 노출 위험을 줄이는 데 사용됩니다. 예를 들어, ABB의 로봇 연삭 시스템은 $<1^\circ$ 의 전극 팁 각도 오류를 달성합니다.

온라인 모니터링: XRF 및 XRD 온라인 분석기가 장착되어 있어 산화토륨 함량과 입자 구조를 실시간으로 모니터링하여 품질 일관성을 개선할 수 있습니다.

AI 최적화: 2024 Welding Journal에 따르면 인공 지능을 사용하여 도핑 비율과 소결 매개변수를 최적화한 AI 지원 프로세스는 생산 효율성을 15% 높였습니다.

11.3.5 도전 과제

비용: 새로운 공정(예: SPS, CVD)은 장비에 대한 투자가 많고 단기간에 대중화하기 어렵습니다.

기술 성숙도: 나노 도핑 및 폐기물 재활용 기술은 아직 실험실 단계에 있으며 추가 산업 타당성을 검증해야 합니다.

규정 준수: 친환경 제조는 엄격한 환경 표준을 충족해야 하며, 이로 인해 인증 비용이 증가합니다.

11.4 토륨 텅스텐 전극 성능의 개선 방향

비방사성 전극의 급속한 발전에도 불구하고 고전류 및 중장비 용접에서 토륨 텅스텐 전극의 성능 이점은 여전히 특정 시나리오에서 대체할 수 없습니다. 향후 성능 개선 사항은 다음과 같습니다.

11.4.1 아크 안정성 및 아크 시작 성능

목표: 전자 탈출($<2.6\text{eV}$)을 더욱 줄이면 아크 속도(<0.3 초)와 아크 안정성(전압 변동 $<\pm 1\text{V}$)을 높입니다.

기술 경로:

산화토륨 입자 크기($0.2\text{-}0.5\mu\text{m}$)를 최적화하여 열전자 방출 효율을 향상시켰습니다. 다양한 희토류 산화물과 결합된 복합 도핑(예: $\text{ThO}_2+\text{CeO}_2$)의 장점을 살펴보십시오.

2024년에 Materials Science and Engineering은 아크 전압이 10% 감소한 $\text{ThO}_2\text{-La}_2\text{O}_3$ 복합 전극을 보고했습니다.

11.4.2 소각 손실률 및 수명

목표: 200A에서 연소율을 $<0.08\text{mm/h}$ 로 줄이고 전극의 수명을 50% 연장합니다.

기술 경로:

전극 밀도($>98\%$ 이론 밀도)를 높이고 플라즈마 소결을 통해 더 조밀한 미세 구조를 달성합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

지르코니아 또는 이트륨 산화물 층의 적용과 같은 표면 코팅 기술은 절제 저항을 향상시킵니다. 2023 년 Journal of Materials Processing Technology 는 지르코니아 코팅 전극의 수명이 30% 증가했다고 보고했습니다.

도전 과제: 코팅 공정은 기판에 대한 코팅의 강도를 보장하고 박리를 방지해야 합니다.

11.4.3 고온 강도 및 내마모성

목표는 더 높은 전류(>500A) 및 온도(> 20,000°C)에 대한 경도(>450HV) 및 열 피로 저항을 높이는 것입니다.

기술 경로:

결정립 미세화는 소결 온도와 시간을 제어하여 결정립 크기를 $20\mu\text{m}$ < 유지합니다.

미량 강화 원소(예: Zr, Y)가 첨가되어 결정립 경계 강도를 높입니다. 2024 년 중국용접학회(Chinese Welding Society)는 경도가 15% 증가한 0.1% 이트륨 산화물을 함유한 토륨 텅스텐 전극을 보고했습니다.

과제: 보강 요소는 아크 성능에 영향을 미칠 수 있으며 비율을 최적화해야 합니다.

11.4.4 향후 전망

다기능 전극 : 응용 시나리오를 확장하기 위해 DCEN, AC 및 펄스 용접에 적합한 범용 토륨 텅스텐 전극 개발.

지능형 설계: AI 는 전극 미세 구조와 성능 간의 관계를 시뮬레이션하고 특정 산업의 요구 사항을 충족하는 맞춤형 전극을 설계합니다.

낮은 토륨 전극 : 낮은 토륨 산화물 함량 ($\leq 0.5\%$) 전극은 성능과 안전성을 고려하여 복합 도핑과 결합되어 개발되었습니다.

11.5 시장 수요의 변화 및 산업 체인의 발전

토륨 텅스텐 전극에 대한 시장 수요는 성능 이점, 대체 재료 개발 및 환경 보호 규정의 영향을 받으며 산업 체인도 다양 화 및 녹색화 방향으로 진화하고 있습니다.

11.5.1 시장 수요 변화

글로벌 시장:

글로벌 토륨 텅스텐 전극 시장 규모는 2024 년에 약 5 억 달러가 될 것으로 TIG 용접 전극 시장의 40%를 차지합니다. 2030 년에는 대체소재 확산으로 시장 점유율이 20%로 떨어질 것으로 예상된다.

항공 우주 및 원자력 산업은 대체 할 수없는 고전류 성능으로 인해 총 수요의 60%를 차지하는 토륨 텅스텐 전극에 대한 수요가 가장 큰 분야로 남아 있습니다.

EU 및 북미 시장에서는 환경 규제로 인해 토륨 텅스텐 전극에 대한 수요가 감소하고

저작권 및 법적 책임 선언문

SM 텅스텐 및 세륨 텅스텐 전극이 지배적입니다.

중국 시장:

중국은 세계 최대의 토륨 텅스텐 전극 생산국으로 전 세계 생산량의 70%를 차지합니다. 국내 수요는 주로 석유 화학, 해양 및 원자력 산업에서 발생하며 전체 수요의 80%를 차지합니다.

고급 제조(예: 항공 우주)의 발전으로 고성능 토륨 텅스텐 전극(예: WT30 및 WT40)에 대한 수요가 꾸준히 증가했습니다.

신흥 시장:

동남아시아, 인도 및 남미는 비용에 민감하며 토륨 텅스텐 전극에 대한 수요는 연간 5-7%의 성장률로 증가할 것으로 예상됩니다.

11.5.2 산업용 체인 개발

업스트림: 텅스텐 광석 및 토륨 자원의 채굴은 환경 규제에 의해 제한되며 시안화물이 없는 선풍 및 광미 회수와 같은 녹색 채굴 기술이 필요합니다.

미드스트림: 전극 제조업체는 친환경 제조 장비(예: 플라즈마 소결로) 및 폐기물 처리 시스템에 투자해야 하며, 이로 인해 비용이 10-20% 증가합니다.

다운스트림: 용접 장비 제조업체는 SM 텅스텐 전극을 지원하는 펄스 TIG 용접기와 같이 비방사성 전극과 호환되는 용접기를 개발해야 합니다.

재활용 체인: 화학적 용해 및 전해 분리와 같은 폐전극 재활용 기술이 부상하고 있으며 전 세계 재활용률은 현재 10%에서 2030년까지 30%로 증가할 것으로 예상됩니다.

11.5.3 도전 과제

비용 경쟁 : 비 방사성 전극의 비용 하락 (예 : SM 텅스텐 전극 가격은 5 년 이내에 15 % 하락 할 것으로 예상됨)은 토륨 텅스텐 전극 시장을 압박 할 것입니다.

기술 장벽: 고급 전극(예: 복합 희토류 전극)은 생산 공정의 병목 현상을 극복하고 규모 비용을 줄여야 합니다.

지역별 차이 : 선진국은 토륨 텅스텐 전극의 단계적 폐지를 가속화하고 있으며, 개발 도상국은 비용 이점으로 인해 계속 사용하고 있으므로 세계 시장에서 수요와 공급의 균형을 유지해야 합니다.

11.6 정책 및 규정의 영향 및 규정 준수 개발

정책 및 규정은 토륨 텅스텐 전극의 생산 및 사용에 지대한 영향을 미쳐 규정을 준수하고 친환경적인 방향으로 산업 발전을 촉진했습니다.

11.6.1 국제 규정

EU: Directive 2013/59/Euratom 은 기업이 2025년까지 토륨 텅스텐 전극의 단계적 폐지를

저작권 및 법적 책임 선언문

완료하도록 요구하고 있으며, SM 텅스텐 및 세륨 텅스텐 전극은 필수 대안이 되었습니다.

미국: EPA 와 OSHA 는 제조업체가 방사선 모니터링 및 폐기물 처리 시설을 갖추도록 요구하고 있으며, 캘리포니아는 2024 년부터 새로운 토륨 텅스텐 전극 생산 라인의 건설을 금지할 예정입니다.

IAEA: SSR-6 사양은 배송 포장에 Type A 표준을 준수하도록 요구하므로 운송 비용이 증가합니다.

11.6.2 국내 규정

중국: GB 18871-2002 및 방사성 광물의 개발 및 활용에 종사하는 기업의 환경 방사선 모니터링 및 정보 공개 조치(시험 시행용)는 기업이 정기적으로 방사선 보고서를 제출하도록 요구하고 폐기물 처리는 $<1\text{Bq/g}$ 의 활동 농도를 준수해야 합니다. 2023 년 국가원자력안전국(National Nuclear Safety Administration)은 토륨 텅스텐 전극 회사에 대한 검사를 강화할 것입니다.

새로운 정책 동향: 2025 년부터 2030 년까지 중국은 비방사성 전극의 개발 및 적용을 촉진하기 위해 방사성 물질 관리에 대한 보다 엄격한 정책을 도입할 것으로 예상됩니다.

11.6.3 규정 준수 개발

인증 요구 사항: 기업은 생산 공정이 환경 및 안전 표준을 준수함을 입증하기 위해 ISO 14001(환경 관리) 및 ISO 45001(산업 보건 및 안전) 인증을 받아야 합니다.

기술 규정 준수: 면제 활성 농도(1Bq/g)를 준수하는 토륨이 없거나 없는 전극 개발. 2024 년 CNNC 는 0.8Bq/g 의 활성 농도로 $0.5\% \text{ ThO}_2$ 함유한 저토륨 전극을 보고했습니다.

국제 협력: 중국 기업은 전극 수출이 글로벌 규정을 준수하도록 보장하기 위해 국제 표준 기구(예: ISO, IAEA)와 협력해야 합니다.

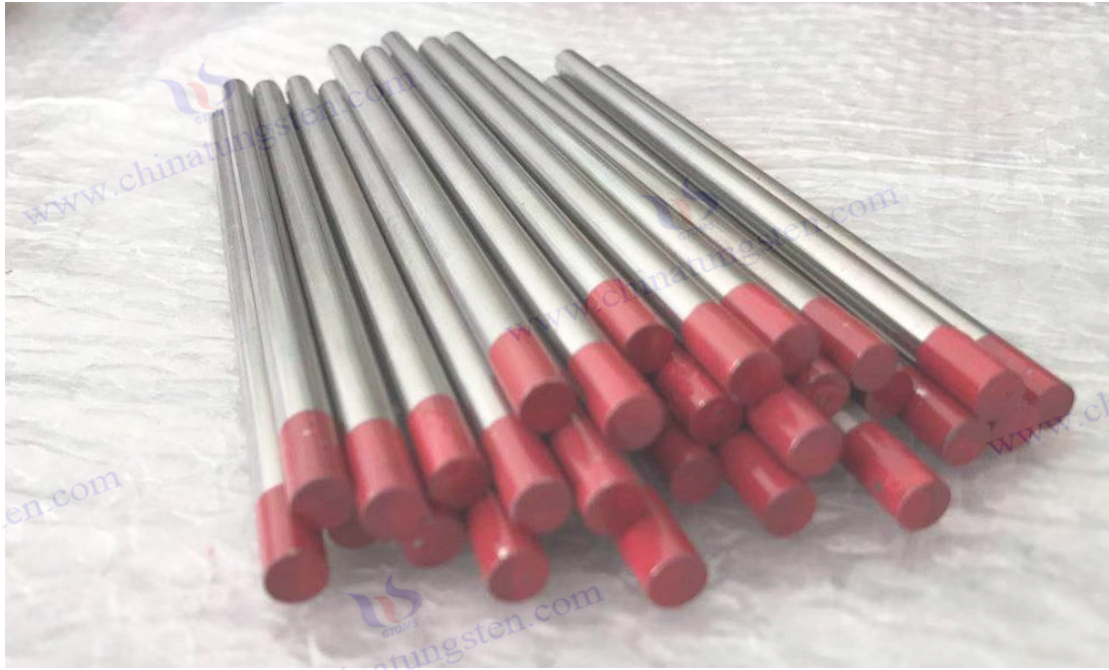
11.6.4 도전 과제

규정 준수 비용: 방사선 모니터링, 폐기물 처리 및 인증 비용은 생산 비용의 10-15%를 차지하여 중소기업에 압박을 가하고 있습니다.

규제 차이: 국가마다 규제 요구 사항이 다르고 수출 기업은 생산을 맞춤화해야 하므로 복잡성이 증가합니다.

기술 전환: 토륨 텅스텐 전극에서 비방사성 전극으로의 전환에는 많은 R&D 투자가 필요하며, 이는 단기적으로 시장 경쟁력에 영향을 미칠 수 있습니다.

저작권 및 법적 책임 선언문



CTIA GROUP LTD WT20 전극

부록

A. 용어집

토륨 텅스텐 전극: 용접 및 아크 응용 분야를 위해 텅스텐과 산화 토륨 (ThO_2)으로 구성된 합금 전극.

토륨 산화물: 토륨 텅스텐 전극의 도판으로, 미량의 방사능을 가지며 전자 탈출 작업을 향상시킵니다.

진화의 전자 작업: 전자가 물질 표면에서 빠져나가는 데 필요한 최소 에너지로, 전극의 아크 개시 성능에 영향을 미칩니다.

텅스텐 아르곤 아크 용접(TIG 용접): 불활성 가스 보호 하에서 텅스텐 전극을 사용하는 아크 용접 공정.

절제 : 산화물 절제 및 텅스텐 자체 절제를 포함한 높은 아크 온도에서 텅스텐 전극의 질량 손실.

방사능 오염 : 토륨 텅스텐 전극의 생산 및 사용에서 산화 토륨으로 인한 방사능 위험.

분말 야금: 금속 분말을 혼합, 압착 및 소결하여 토륨 텅스텐 전극을 제조하는 공정.

아크 개시 성능: 용접 과정에서 전극이 아크를 시작하는 것이 얼마나 쉬운지.

아크 안정성: 용접 과정에서 아크가 지속적이고 안정적으로 유지되는 능력입니다.

X- γ 방사선 선량률: 환경에서 X선 및 γ 선의 방사선 강도를 측정합니다.

α , β 의 표면 오염 : 방사성 핵종으로 인한 토륨 텅스텐 전극 표면의 α 및 β 입자.

비방사성 전극: 세륨 텅스텐, 란탄 텅스텐 전극, 방사성 물질을 포함하지 않는 대체 전극과 같은.

도핑 : 산화 토륨 또는 기타 희토류 산화물을 텅스텐 매트릭스에 첨가하여 성능을 향상시킵니다.

캘린더링, 연삭 및 연마: 토륨 텅스텐 전극을 형성하고 기계적 가공을 통해 표면 품질을 향상시키는 공정.

저작권 및 법적 책임 선언문

방사성 폐기물 : 생산 과정에서 발생하는 산화토륨 함유 폐기물, 폐수 및 고형 폐기물.

B. 참조

- [1] ISO 6848:2015, 아크 용접 및 절단 — 비소모성 텅스텐 전극 — 분류.
- [2] AWS A5.12 / A5.12M : 2009, 아크 용접 및 절단을 위한 텅스텐 및 산화물 분산 텅스텐 전극 사양.
- [3] GB / T 4187-2017, 텅스텐 불활성 가스 아크 용접 및 플라즈마 용접 용 텅스텐 전극.
- [4] Miller Electric Mfg. Co., 텅스텐 전극 선택 지침, 2020.
- [5] 용접 핸드북, 2 권: 용접 공정, 미국 용접 학회, 2010.
- [6] 국제방사선방호위원회(ICRP), 간행물 103, 2007.
- [7] Zhang, W., et al., "TIG 용접을 위한 텅스텐 전극 재료의 발전", 재료 과학 및 공학, 2018.
- [8] 유럽 용접 협회, 토륨 텅스텐 전극에 대한 기술 보고서, 2015.
- [9] Li, H., et al., "토륨 기반 전극의 환경 및 건강 영향", Journal of Industrial Ecology, 2020.
- [10] Wang, Y., "비방사성 텅스텐 전극 개발", Welding Journal, 2022.
- [11] GB 18871-2002, 전리 방사선에 대한 보호 및 방사선 소스의 안전을 위한 기본 표준.
- [12] Chen, L., "텅스텐 기반 전극을 위한 분말 야금 기술", Journal of Materials Processing Technology, 2019.
- [13] Liu, X., 토륨 텅스텐 전극 생산의 방사성 보호 기술, China Welding Journal, 2021.
- [14] 분말 야금 장비 핸드북, ASM International, 2017.