

텅스텐 도가니의 백과사전

中钨智造科技有限公司
CTIA GROUP LTD

CTIA GROUP LTD

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

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

절 1 페이지 함께 136 페이지

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 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 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

CTIA GROUP LTD

Tungsten Crucible Introduction

1. Overview of Tungsten Crucibles

Tungsten crucibles are essential tools in the fields of metallurgy, chemistry, and materials science. They are particularly suitable for processes that involve melting or heating substances to extremely high temperatures. Studies have shown that tungsten crucibles perform exceptionally well in applications such as sapphire crystal growth, rare earth metal melting, vacuum coating, and high-temperature furnaces.

2. Features of Tungsten Crucibles

Ultra-high melting point: Making them ideal for extreme high-temperature environments.

High purity: purity of $\geq 99.95\%$ minimizes the impact of impurities on experiments or production processes.

Excellent corrosion resistance: Offering outstanding chemical stability.

High density and low vapor pressure: Ensuring material stability.

High strength and wear resistance: Ensuring long service life.

Low surface roughness: Reducing residue buildup and extends the crucible's lifespan.

3. Applications of Tungsten Crucibles

Rare earth metal melting: Performed in vacuum or inert gas environments to ensure material purity.

Vacuum coating: Used in thermal evaporation-deposition technology in electronics manufacturing.

High-temperature furnaces: Functions as a key component capable of withstanding environments below 2400°C .

Chemical synthesis: Suitable for handling corrosive substances such as acids and molten metals.

Metal smelting and refining: Used for melting and refining high-purity metals.

Sapphire crystal growth: Utilized for melting and holding materials like silicon, gallium arsenide, and germanium in semiconductor production at temperatures between $2000 - 2500^{\circ}\text{C}$.

4. Specifications of Tungsten Crucibles

Specification	Details
Material	Pure tungsten or tungsten alloy
Purity	99.95%
Diameter	20–620 mm
Height	20–500 mm
Wall Thickness	3.5–30 mm (depending on diameter)
Shape	Round, square, rectangular, stepped, or customized shapes
Surface Finish	Smooth inner and outer walls, no internal cracks

5. Purchasing Information

Email: sales@chinatungsten.com; Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

콘텐츠

장 1: 텅스텐 도가니의 일반 이론

- 1.1 텅스텐 도가니의 정의 그리고 기본 개념
- 1.2 텅스텐 도가니의 역사적 발전
- 1.3 현대 산업에서 텅스텐 도가니의 전략적 중요성
- 1.4 글로벌 텅스텐 자원 분포 및 채굴 현황
- 1.5 텅스텐 도가니 기업 사슬의 개관

2 장 : 텅스텐 도가니의 제품 특성

- 2.1 텅스텐 도가니 형상 및 크기 사양
 - 2.1.1 표준 차원 (직경, 벽 간격, 고도)
 - 2.1.2 주문을 받아서 만들어진 디자인 및 비표준 크기
 - 2.1.3 부피 및 운반 능력
 - 2.1.4 모양 디자인 (원통형, 원뿔형, 특별하 모양)
- 2.2 텅스텐 도가니의 표면 품질
 - 2.2.1 연마, 연삭 및 가공 표면
 - 2.2.2 표면 거칠기 기준 (Ra, Rz)
 - 2.2.3 표면 결함 감지 및 제어
 - 2.2.4 표면 코팅 및 개질
- 2.3 텅스텐 도가니 재료 순도
 - 2.3.1 고순도 텅스텐
 - 2.3.2 불순물 원소 분석
 - 2.3.3 고열 성화에 대한 순수성의 효력
- 2.4 텅스텐 도가니의 열적 특성
 - 2.4.1 텅스텐 도가니의 고온 안정성
 - 2.4.2 텅스텐 도가니 열충격 저항 및 열 피로 수명
 - 2.4.3 열전도율 및 방열 특성
 - 2.4.4 열팽창 정합
- 2.5 텅스텐 도가니의 화학적 안정성
 - 2.5.1 산 및 알칼리 내식성
 - 2.5.2 고온 불활성 및 오염 방지 능력
 - 2.5.3 용융 금속 및 합금과의 호환성
- 2.6 텅스텐 도가니의 기계적 성질
 - 2.6.1 고온 변형 저항
 - 2.6.2 균열 전파 저항
 - 2.6.3 순환 가열하에서의 구조적 안정성
 - 2.6.4 충격 및 진동 저항
- 2.7 다른 특성
 - 2.7.1 고온 전기적 특성
 - 2.7.2 착용과 마모 저항
 - 2.7.3 방사선 저항(원자력 산업 응용 분야)

저작권 및 법적 책임 고지

2.8CTIA GROUP LTD 텅스텐 도가니 MSDS

3 장 준비 과정 및 기술

3.1 원료의 준비

- 3.1.1 텅스텐 광석 정제 및 분말 생산
- 3.1.2 텅스텐 분말의 화학적 및 물리적 특성
- 3.1.3 입자 크기 및 형태 제어
- 3.1.4 원료 품질 검사

3.2 분말 야금 공정

- 3.2.1 텅스텐 분말 혼합물 및 첨가제
- 3.2.2 냉간 압착 및 예비 성형
- 3.2.3 분말 치밀화 및 탈바인더

3.3 성형 공정

- 3.3.1 등압 프레스
- 3.3.2 압축 성형 및 압출
- 3.3.3 방적 및 스트레칭
- 3.3.4 복잡한 형상 형성
- 3.3.5 금형 설계 및 제작

3.4 소결 공정

- 3.4.1 진공 소결
- 3.4.2 수소/불활성 가스 소결
- 3.4.3 온도/시간/분위기 최적화
- 3.4.4 다단계 및 그라디언트 소결
- 3.4.5 소결 수축 및 크기 제어

3.5 가공 및 마무리

- 3.5.1 터닝, 밀링, 드릴링
- 3.5.2 EDM 및 레이저 절단
- 3.5.3 정밀 연삭 및 연마
- 3.5.4 표면 코팅

3.6 후처리 기술

- 3.6.1 열처리 및 어닐링
- 3.6.2 표면 강화
- 3.6.3 청소 및 오염 제거
- 3.6.4 응력 제거 및 구조 최적화

3.7 품질 관리 및 테스트

- 3.7.1 치수 및 기하학적 테스트
- 3.7.2 비파괴 검사
- 3.7.3 화학 및 미세 구조 분석
- 3.7.4 고온 성능 테스트
- 3.7.5 인증 및 추적성

3.8 첨단 제조 기술

- 3.8.1 적층 제조(3D 프린팅)

저작권 및 법적 책임 고지

3.8.2 레이저 용융 및 플라즈마 스프레이

3.8.3 미세 가공

3.8.4 지능형 제조 및 인더스트리 4.0

제 4 장 생산기술과 혁신

4.1 자동화 및 지능형 생산

4.1.1 CNC 와 로봇틱스

4.1.2 IoT 통합 생산 라인

4.1.3 프로세스 최적화를 위한 AI

4.1.4 데이터 기반 제조

4.2 에너지 및 환경 보호

4.2.1 효율적인 소결로 설계

4.2.2 폐열 회수

4.2.3 친환경 생산 방법

4.2.4 청정 생산 기술

4.3 순환 경제와 자원

4.3.1 텅스텐 스크랩 재활용

4.3.2 폐기물 처리

4.3.3 지속 가능한 공급망

4.3.4 수명 주기 평가

4.4 프론티어 기술

4.4.1 나노 텅스텐 분말

4.4.2 고엔트로피 및 복합 도가니

4.4.3 재료의 양자 컴퓨팅

4.4.4 생체 영감 재료

5 장 응용 프로그램

5.1 야금술 기업

5.1.1 회토류 및 귀금속 제련

5.1.2 초합금

5.1.3 분말 야금

5.2 반도체 및 전자

5.2.1 실리콘 & 사파이어 결정 성장

5.2.2 화합물 반도체

5.2.3 PVD 및 CVD

5.2.4 포장 및 열 관리

5.3 화학 공업

5.3.1 촉매 합성

5.3.2 부식성 반응 용기

5.3.3 고순도 화학 정제

5.4 과학적인 연구

5.4.1 고온 재료 테스트

저작권 및 법적 책임 고지

- 5.4.2 극한 환경 시뮬레이션
- 5.4.3 고급 재료 합성
- 5.4.4 싱크로트론 및 중성자 실험
- 5.5 항공우주 및 방위 산업
 - 5.5.1 로켓 엔진 구성 요소
 - 5.5.2 고온 구조 테스트
 - 5.5.3 군사 장비
 - 5.5.4 위성 열 시스템
- 5.6 에너지 산업
 - 5.6.1 원자로 구성 요소
 - 5.6.2 태양광 산업
 - 5.6.3 연료전지 제조
 - 5.6.4 핵융합 재료
- 5.7 신형 및 교차 산업
 - 5.7.1 보석 및 고급 제조
 - 5.7.2 의료용 임플란트 및 장치
 - 5.7.3 3D 프린팅 및 금형
 - 5.7.4 양자 기술 및 초전도체

6 장 장점, 단점 및 과제

- 6.1 장점
 - 6.1.1 높은 용점 & 안정성
 - 6.1.2 우수한 화학적 불활성
 - 6.1.3 높은 신뢰성과 수명
 - 6.1.4 극한 환경 적응성
- 6.2 제한 사항 및 과제
 - 6.2.1 고비용
 - 6.2.2 취성 및 가공 어려움
 - 6.2.3 대형 제조의 한계
 - 6.2.4 공급망 및 지정학적 리스크
- 6.3 개선 사항
 - 6.3.1 원가절감 및 양산
 - 6.3.2 신소재 및 복합재
 - 6.3.3 정밀도 및 효율성 향상
 - 6.3.4 스마트 제조

7 장 사용 지침

- 7.1 설치 및 작동
 - 7.1.1 설치 전 검사
 - 7.1.2 고온 작동 안전
 - 7.1.3 열 및 기계적 보호
- 7.2 환경 요구 사항

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

절 7 페이지 함께 136 페이지

sales@chinatungsten.com

- 7.2.1 분위기 및 온도 제어
- 7.2.2 호환되지 않는 재료 피하기
- 7.2.3 오염 방지
- 7.3 기술자
 - 7.3.1 정기 검사 및 청소
 - 7.3.2 표면 손상 모니터링
 - 7.3.3 서비스 수명 평가
- 7.4 문제 해결
 - 7.4.1 일반적인 문제
 - 7.4.2 진단 및 수리
 - 7.4.3 비상 정지 절차

8 장 운송 및 보관

- 8.1 운송 요구 사항
- 8.2 보관 조건
- 8.3 취급 시 주의사항
- 8.4 문서 및 라벨링
- 8.5 비정상적인 취급

Chapter 9 지속 가능성과 재활용

- 9.1 수명 주기 관리
 - 9.1.1 생산-사용 평가
 - 9.1.2 환경 영향 및 발자국
 - 9.1.3 지속 가능한 설계 및 프로세스
- 9.2 재활용 및 재사용
 - 9.2.1 재활용 프로세스
 - 9.2.2 기술 과제
 - 9.2.3 재생제품 품질관리
- 9.3 환경 준수
 - 9.3.1 규정 개요
 - 9.3.2 폐기물 처리 기준
 - 9.3.3 인증 및 심사
- 9.4 순환 경제
 - 9.4.1 폐쇄 루프 자원 사용
 - 9.4.2 경제적 편익 분석
 - 9.4.3 업계 협력

Chapter 10 표준 및 규정

- 10.1 중국 표준(GB)
 - 10.1.1 GB/티 3875-2017
 - 10.1.2 GB/톤 3459-2022
 - 10.1.3 연/호 5174-2020

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

절 8 페이지 합계 136 페이지

sales@chinatungsten.com

10.2 ISO 표준

10.2.1 ISO 9001:2015 인증

10.2.2 ISO 14001:2015 인증

10.2.3 ISO 15730:2000

10.3 ASTM 표준

10.3.1 ASTM B760-07(2019 년)

10.3.2 ASTM E696-07(2018 년)

10.3.3 ASTM E1447-09(2016 년)

10.4 기타 국제 표준

10.4.1 JIS H 4701:2015

10.4.2 DIN EN 10204:2004

10.4.3 EN 10276-1:2000

부록

A. 용어집

B. 참조

C. 일반적으로 사용되는 도구 및 장비 목록



CTIA GROUP LTD 의 텅스텐 도가니

장 1: 텅스텐 도가니의 일반 이론

1.1 텅스텐 도가니의 정의 그리고 기본 개념

텅스텐 도가니는 분말 야금, 소결, 가공 및 기타 공정을 통해 고순도 텅스텐 (순도 보통 $\geq 99.95\%$)을 주원료로 만든 고온 및 내식성 용기이며 고온 제련, 결정 성장, 화학 반응 및 재료 테스트와 같은 산업 분야에서 널리 사용됩니다. 텅스텐 도가니의 핵심 특성은 텅스텐의 초고 용점 (3422°C , 금속 중 가장 높음), 우수한 화학적 안정성 및 극한 환경에서의 기계적 강도에서 파생되어 고온 공정에서 없어서는 안될 구성 요소입니다. 주요 기능에는 용융 금속, 합금, 세라믹 또는 화학 물질을 수용 및 취급하고 최대 3000°C 의 온도 또는 부식성이 높은 환경에서 구조적 무결성과 안정적인 성능을 유지하는 것이 포함됩니다.

텅스텐 도가니의 일반적인 구조는 원통형 또는 원추형이며, 내벽은 일반적으로 용융 재료의 접착력을 줄이기 위해 정밀 연마되며, 벽 두께와 크기는 용융 프로그램에 따라 사용자 정의됩니다. 예를 들어, 반도체 산업에서 단결정 실리콘의 성장에 사용되는 텅스텐 도가니는 일반적으로 직경이 $100\text{-}300\text{mm}$ 이고 벽 두께가 $5\text{-}10\text{mm}$ 인 반면, 희토류 금속 용융을 위해 야금 산업에서 사용되는 도가니는 직경이 500mm 이상이고 벽 두께가 $15\text{-}20\text{mm}$ 이상일 수 있습니다. 텅스텐 도가니의 성능은 재료 순도, 입자 크기, 표면 품질 및 제조 공정을 포함한 다양한 요인의 영향을 받습니다. 예를 들어, 고순도 텅스텐 도가니(순도 $\geq 99.999\%$)는 반도체 결정 성장에서 불순물 오염을 크게 줄이는 반면, 저순도 도가니(99.95%)는 비용에 민감한 야금 용융 분야에서 더 일반적으로 사용됩니다.

텅스텐 도가니의 설계에는 열적, 기계적 및 화학적 특성의 조합이 필요합니다. 예를 들어, 고온에서 텅스텐 도가니는 용융 물질과의 화학 반응을 피하면서 열 응력과 기계적 하중을 견뎌야 합니다. 진공 또는 불활성 분위기에서 텅스텐 도가니의 낮은 증기압 (3000°C 에서 10^{-7} Pa)은 환경을 휘발하고 오염시키지 않습니다. 또한 텅스텐 도가니는 열팽창 계수가 낮고(약 $4.5 \times 10^{-6}/\text{K}$) 용융 실리콘 또는 사파이어와 같은 재료와 잘 일치하여 열 응력으로 인한 균열 위험을 줄입니다. 최근 몇 년 동안 적층 제조 및 표면 코팅 기술의 발전으로 핵융합로 및 항공 우주 분야의 새로운 응용 분야와 같은 텅스텐 도가니의 기능과 응용 분야가 더욱 확장되었습니다.

1.2 텅스텐 도가니의 역사적 발전

텅스텐 도가니의 기원은 텅스텐 금속의 산업 응용과 밀접한 관련이 있습니다. 희귀 금속인 텅스텐은 19 세기 중반부터 주목받기 시작했지만 녹는점이 높고 가공이 어렵기 때문에 초기 적용은 극히 제한적이었습니다. 1870 년대에 텅스텐은 도구 제작에 텅스텐 강 형태로 사용되기 시작했지만 텅스텐 도가니는 20 세기 초반까지 개발되었습니다. 1909 년 미국 제너럴 일렉트릭 컴퍼니 (General Electric Company)의 윌리엄 브라운 (William D. Coolidge)은 분말 야금 및 고온 소결 기술을 통해 고순도 텅스텐 제품을 생산하기 위해 연성 텅스텐 와이어의 제조 방법을 발명하여 텅스텐 가공 기술의 주요 돌파구를 마련했습니다. 이 기술은 텅스텐 도가니의 산업 생산을 위한 토대를 마련합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

20 세기 초, 텅스텐 도가니는 주로 귀금속 용융, 화학 분석 및 진공 증류와 같은 고온 실험실 실험에 사용되었습니다. 1920 년대에는 진공로 기술의 발전으로 텅스텐 도가니가 폴리브텐, 니오븀 및 탄탈륨과 같은 희귀 금속의 산업 규모 제련에 사용되기 시작했습니다. 제 2 차 세계 대전 중, 텅스텐 도가니는 초 합금 및 특수강의 용융, 항공기 엔진 및 갑옷 재료의 생산에 사용되는 군사 산업에서 자신의 마크를 만들었습니다.

1950 년대에는 분말 야금 기술의 성숙으로 텅스텐 도가니의 대규모 생산이 촉진되었습니다. 등압 압축 성형 및 진공 소결 기술의 도입으로 도가니의 밀도와 강도가 크게 증가하여 더 높은 온도와 기계적 하중을 견딜 수 있게 되었습니다. 1960 년대에 반도체 산업의 부상은 텅스텐 도가니 개발의 전환점이 되었습니다. 단결정 실리콘 및 사파이어 결정 성장 공정(예: Czochralski 및 Kyropoulos 공정)은 도가니의 순도와 표면 품질에 대한 요구가 매우 높으며 고순도 텅스텐 도가니(순도 $\geq 99.99\%$)가 반도체 산업에서 표준이 되기 시작했습니다.

21 세기에는 텅스텐 도가니의 응용 분야가 더욱 확대되었습니다. 항공 우주 분야에서, 텅스텐 도가니는 로켓 엔진 노즐 및 고온 구조 재료를 제조하는 데 사용됩니다. 원자력 산업에서는 원자로, 고온 부품 및 핵융합 실험에 사용합니다. 새로운 에너지 분야(예: 태양광 및 연료 전지)는 텅스텐 도가니를 사용하여 고순도 실리콘 및 세라믹 재료를 생산합니다. Chinatungsten Online 의 업계 보고서에 따르면 2000 년부터 2020 년까지 전 세계 텅스텐 도가니 시장 규모는 약 3 억 달러에서 12 억 달러로 증가했으며 연평균 복합 성장률은 약 7.5 %입니다. 최근 몇 년 동안 적층 제조(3D 프린팅) 및 스마트 제조 기술의 도입으로 텅스텐 도가니의 맞춤형 효율적인 생산이 더욱 촉진되었습니다.

1.3 현대 산업에서 텅스텐 도가니의 전략적 중요성

텅스텐 도가니는 현대 산업에서 대체 할 수 없는 전략적 위치를 가지고 있으며, 그 중요성은 기술, 경제 및 지정학의 여러 측면에 반영됩니다.

기술의 핵심

텅스텐 도가니는 특히 반도체, 항공 우주 및 신에너지 분야에서 고온 공정의 초석입니다. 반도체 산업에서 텅스텐 도가니는 단결정 실리콘 및 화합물 반도체(예: GaAs, GaN)의 성장에 사용되며, 이는 칩 제조의 품질과 효율성에 직접적인 영향을 미칩니다. 항공 우주 부문에서 텅스텐 도가니는 초합금 및 복합 재료의 용융에 사용되어 고급 엔진 및 구조 부품의 개발을 지원합니다. 새로운 에너지 분야에서, 텅스텐 도가니는 광전지 실리콘 웨이퍼의 생산과 핵융합 반응기 물질의 제조에 없어서는 안될 필수 요소입니다. 예를 들어, ITER(International Thermonuclear Experimental Reactor) 프로젝트에서 텅스텐 도가니는 플라즈마 직면 재료를 테스트하고 청정 에너지 기술의 돌파구에 기여하는 데 사용됩니다.

경제적 가치

텅스텐 도가니 시장은 글로벌 텅스텐 산업 체인의 중요한 부분입니다. Chinatungsten Online 에 따르면 글로벌 텅스텐 도가니 시장 규모는 2023 년에 약 13 억 달러였으며

저작권 및 법적 책임 고지

반도체에 대한 수요 급증과 항공 우주 투자 증가에 힘입어 2030년까지 20억 달러에 이를 것으로 예상됩니다. 텅스텐 도가니의 높은 부가가치는 텅스텐 제품 기업의 핵심 제품이 됩니다.

지정학 및 자원 안보

텅스텐은 전 세계 매장량이 제한된 희귀 금속이며 공급망 보안은 텅스텐 도가니의 생산에 직접적인 영향을 미칩니다. 중국은 세계 텅스텐 매장량의 57%와 생산량의 80%를 차지하며 텅스텐 도가니의 주요 공급국입니다. 최근 몇 년 동안 서구 국가들은 중국에 대한 의존도를 줄이기 위해 텅스텐 자원을 개발하고 재활용하기 위한 노력을 강화했습니다. 그 결과, 텅스텐 도가니의 생산 및 공급은 지정학적 게임의 초점이 되었습니다.

산업 업그레이드 및 혁신 지원

텅스텐 도가니의 연구 개발은 재료 과학, 제조 기술 및 지능의 발전을 촉진했습니다. 예를 들어, 나노 텅스텐 분말 및 초미세 텅스텐 도가니의 개발은 도가니의 열충격 저항 및 수명을 향상시키고 반도체 및 원자력 산업의 더 높은 요구 사항에 맞게 조정되었습니다. AI에 최적화된 소결 공정과 같은 스마트 제조 기술의 적용으로 생산 비용을 더욱 절감하고 글로벌 경쟁력을 강화했습니다.

요약하면, 텅스텐 도가니는 산업 구성 요소뿐만 아니라 국가의 기술적 강점 및 자원 전략의 구체화이며, 그 개발 방향은 글로벌 하이테크 산업 및 에너지 전환과 밀접한 관련이 있습니다.

1.4 글로벌 텅스텐 자원 분포 및 채굴 현황

텅스텐 자원은 주로 볼프 라마이트 (FeMnWO_4)와 셀 라이트 (CaWO_4)의 형태이며, 전 세계적으로 입증된 매장량은 약 330만 톤 (텅스텐 금속 측면에서)입니다. 구체적인 분포는 다음과 같습니다.

중국: 매장량은 약 190만 톤으로 세계 총량의 57%를 차지하며 주로 후난성(Chaling, Zixing), 장시성(Dayu, Ganzhou) 및 허난성(Luanchuan)에 분포되어 있습니다. 중국의 텅스텐 광석 등급은 높으며 평균 WO_3 함량은 0.3-0.5%입니다.

러시아 : 약 250,000 톤의 매장량, 주로 극동과 시베리아, 대부분의 광산은 중소 규모입니다.

베트남: 매장량이 약 100,000 톤인 Nui Phao 광산은 연간 생산량이 약 6,000 톤인 세계 최대의 단일 텅스텐 광산입니다.

캐나다: 약 80,000 톤의 매장량이 브리티시 컬럼비아에 집중되어 있으며, 칸통 광산이 주요 생산 지역입니다.

기타 지역: 호주(King Island 광산), 볼리비아(Llallagua 광산) 및 아프리카(예: 르완다, 콩고)의 텅스텐 광산이 점차 증가하고 있지만 매장량과 생산량은 제한적입니다.

저작권 및 법적 책임 고지

채굴 상태

2023 년 텅스텐 정광(WO_3)의 글로벌 생산량은 약 85,000 톤으로 전년 동기 대비 2% 감소할 것으로 예상되며, 이는 주로 엄격한 환경 규제와 노후화된 광산으로 인한 것입니다. 중국의 생산량은 약 68,000 톤으로 세계 생산량의 80%를 차지합니다. 베트남은 약 6,000 톤, 러시아는 약 4,000 톤입니다. 텅스텐 채굴은 다음과 같은 과제에 직면해 있습니다.

환경 스트레스

전통적인 노천 및 지하 채광은 토지와 수자원에 큰 피해를 입히고 광미 처리 비용이 높습니다. 2015 년부터 중국은 엄격한 환경 정책을 시행하고 일부 오염이 심한 광산을 폐쇄하여 생산량이 감소했습니다.

성적 저하

세계 주요 텅스텐 광석의 평균 등급은 20 세기 1 %에서 0.3-0.5 %로 떨어졌으며 선광 및 정제 비용이 증가했습니다.

지정학적 리스크

텅스텐 자원은 소수의 국가에 집중되어 있으며 공급망은 정치 및 무역 마찰에 취약합니다.

응답

자원 부족을 완화하기 위해 텅스텐 폐기물 재활용은 중요한 보충 자료가되었습니다. 세계 텅스텐 공급의 약 20 %는 주로 폐기물 텅스텐 도가니, 나이프 및 합금에서 텅스텐 산염을 추출하기 위해 화학적 용해 또는 기계적 분쇄에 의한 재활용에서 비롯됩니다. 또한 텅스텐 광석을 분해하기 위해 미생물을 사용하는 것과 같은 심해 텅스텐 탐사 및 생물 침출 기술이 연구되고 있으며 미래에 새로운 자원을 제공할 수 있습니다.

1.5 텅스텐 도가니 기업 사슬의 개관

텅스텐 도가니 산업 체인은 원료 채굴에서 터미널 응용에 이르기까지 여러 링크를 다루며, 광업, 제련, 제조, 응용 프로그램 및 재활용을 포함하여 폐쇄 루프 경제 시스템을 형성합니다.

업스트림: 텅스텐 채굴 및 정제

채광 : 텅스텐 광석은 노천광 또는 지하 채광을 통해 얻어지며 선광 공정에는 중력 분리, 부유 선광 및 자기 분리가 포함되어있어 텅스텐 정광 (WO_3 함량 65-70 %)을 생산합니다.

정제 : 텅스텐 농축액은 알칼리 침출 또는 산 침출에 의해 텅스텐 산 암모늄 (APT)으로 전환 된 다음 소성 및 수소를 환원시켜 고순도 텅스텐 분말 (순도 $\geq 99.95\%$)을 생산합니다.

미드스트림: 텅스텐 도가니 제조

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

프로세스 : 텅스텐 분말 압착, 소결, 가공 및 표면 처리를 포함하여 핵심 기술은 등압 프레스 성형 및 진공 소결입니다.

제품: 반도체, 야금 및 항공 우주 요구 사항을 위한 표준 및 맞춤형 텅스텐 도가니.

Downstream: 응용 프로그램 및 배포

응용 분야: 반도체(결정 성장), 야금(회토류 및 귀금속 제련), 항공 우주(초합금), 신에너지(태양광 및 원자력).

유통: 직접 판매 또는 대리점 유통을 통해 일부 회사는 맞춤형 서비스를 제공합니다.

재활용 및 재활용

재활용 공정 : 폐 텅스텐 도가니는 화학적 용해 (텅스텐 산 나트륨 생성) 또는 기계적 분쇄로 재활용하여 텅스텐 분말 또는 도가니를 만듭니다.

중요성: 자원 의존도를 줄이고 환경 오염을 줄이며 재활용 텅스텐은 전 세계 공급의 20-25%를 차지합니다.

시장 규모 및 동향

Chinatungsten Online 에 따르면 글로벌 텅스텐 도가니 시장 규모는 2024 년에 약 13 억 5 천만 달러, 2030 년까지 20 억 달러에 이를 것으로 예상되며 연평균 성장률은 약 6.5%입니다. 성장 동인은 다음과 같습니다.

반도체 수요: 5G, AI 및 전기 자동차가 칩 수요를 주도하고 있으며 화합물 반도체용 단결정 실리콘 및 텅스텐 도가니 시장이 빠르게 성장하고 있습니다.

항공 우주 투자: 글로벌 우주 예산이 증가하고 초합금용 텅스텐 도가니에 대한 수요가 증가했습니다.

새로운 에너지 개발: 광전지 실리콘 웨이퍼 생산 및 핵융합 연구는 텅스텐 도가니 응용 분야를 증가시킵니다.

기술 발전: 적층 제조 및 지능형 생산은 비용을 절감하고 사용자 정의 기능을 개선합니다.

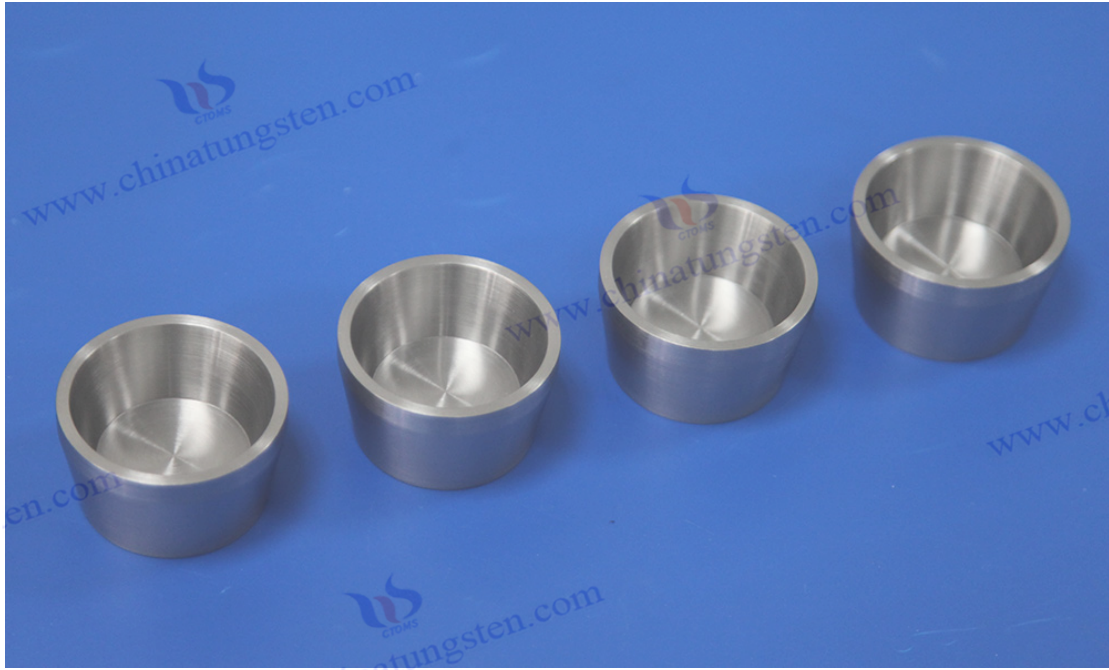
도전

산업 체인은 원자재 가격의 변동, 환경 압력 및 지정학적 위험에 노출되어 있습니다. 예를 들어, 텅스텐 정광의 가격은 2023 년에 15% 인상되어 도가니 생산 비용이 증가할 것입니다. 기업은 프로세스를 최적화하고 재활용 비율을 확대하여 이러한 과제에 대응하고 있습니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com



CTIA GROUP LTD 텅스텐 도가니

2 장 : 텅스텐 도가니의 제품 특성

고온 산업 및 과학 연구의 핵심 구성 요소로서, 텅스텐 도가니의 제품 특성은 극한 환경에서의 성능 및 적용 효과를 직접 결정합니다. 이 장에서는 텅스텐 도가니의 형상 및 치수 사양, 표면 품질, 재료 순도, 열적 특성, 화학적 안정성, 기계적 특성, 기타 특성 및 텅스텐 도가니의 재료 안전 데이터 시트 (MSDS)와 같은 다양한 측면에서 텅스텐 도가니의 기술적 특성과 성능 이점을 종합적으로 분석합니다.

2.1 텅스텐 도가니 형상 및 크기 사양

텅스텐 도가니의 기하학 및 크기 사양은 설계 및 적용의 기초이며, 이는 부피, 열전도 효율 및 구조적 안정성에 직접적인 영향을 미칩니다. 반도체 결정 성장, 야금 용융 또는 항공우주 재료 테스트와 같은 다양한 응용 시나리오에는 도가니 형상 및 치수에 대한 특정 요구 사항이 있습니다. 다음은 표준 크기, 맞춤형 설계, 부피 및 적재 능력, 형상 설계의 네 가지 측면에서 자세히 설명한 것입니다.

2.1.1 표준 차원 (직경, 벽 간격, 고도)

텅스텐 도가니의 표준 크기는 일반적으로 일반 산업 및 과학적 용도를 충족하기 위해 산업 사양 및 응용 프로그램 요구 사항에 따라 설계됩니다. 텅스텐 도가니에 대한 중국 국가 표준 GB/T 3459-2022 기술 요구 사항은 표준 크기 범위를 명확하게 규정합니다. 구체적인 크기 매개변수는 다음과 같습니다.

직경: 텅스텐 도가니는 일반적으로 직경이 10mm 에서 500mm 사이이며 일반적인 사양은 50mm 에서 200mm 사이에 집중되어 있습니다. 직경이 작은 도가니(예: 10-50mm)는 주로 소규모 실험실 실험이나 단결정 실리콘 또는 사파이어 결정 생산과

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

같은 고정밀 결정 성장에 사용됩니다. 직경이 큰 샘플팬(예: 200-500mm)은 산업 규모의 야금 용융 또는 회토류 금속 정제에 적합합니다.

벽 두께: 벽 두께는 도가니의 목적과 하중 지지 요구 사항에 따라 2mm 에서 10mm 까지 다양합니다. 얇은 벽의 도가니(2-4mm)는 반도체 산업의 Czochralski 결정 성장과 같은 경하중 및 빠른 열 전달 시나리오에 적합합니다. 두꺼운 벽의 팬(6-10mm)은 예를 들어 초합금 용융과 같은 고하중 및 고온 장기 작동에 사용됩니다. 벽 두께 설계는 너무 얇아서 변형되거나 너무 얇아서 재료 비용이 증가하는 것을 방지하기 위해 열전도 효율과 기계적 강도의 균형을 맞춰야 합니다.

높이: 높이 범위는 20mm 에서 600mm 이며 이는 도가니의 부피 및 적용과 밀접한 관련이 있습니다. 낮은 높이의 도가니(20-100mm)는 얇은 용융 또는 박막 증착에 적합합니다. 높은 높이의 도가니(300-600mm)는 귀금속 정제 또는 원자력 산업의 고온 실험과 같은 대량 용융 또는 심층 반응에 사용됩니다.

2.1.2 주문을 받아서 만들어진 디자인 및 비표준 크기

산업 및 과학 연구 요구의 다양 화로 인해 비표준 크기의 텅스텐 도가니의 맞춤형 설계에 대한 수요가 증가하고 있습니다. 비표준 도가니는 일반적으로 직경이 500mm 이상, 벽 두께가 2mm 미만 또는 높이가 600mm 이상인 특수 사양 도가니를 말하며, 이는 항공 우주, 원자력 산업 또는 최첨단 재료 연구와 같은 고급 분야에 적합합니다. 예를 들어, 핵융합로에서 플라즈마 재료 테스트에는 복잡한 실험 설정을 수용하기 위해 초대구경(>600mm) 텅스텐 도가니가 필요할 수 있습니다. 반도체 산업은 열 전달을 최적화하고 재료 사용량을 줄이기 위해 초박형(<1.5mm) 도가니가 필요할 수 있습니다.

맞춤형 설계의 과제는 금형 개발 및 가공의 어려움에 있습니다. 대형 도가니에는 전용 대규모 등압 프레스 장비와 소결로가 필요하므로 생산 비용이 증가합니다. 초박형 벽 도가니는 성형 및 소결 공정에서 높은 수준의 정밀도가 필요하며, 약간의 편차로 인해 도가니의 성능이 균열 또는 저하될 수 있습니다. 또한 비표준 도가니의 치수 공차는 고정밀 응용 분야의 요구 사항을 충족하기 위해 $\pm 0.1\text{mm}$ 이내로 제어해야 합니다.

Chinatungsten Online 의 산업 보고서에 따르면 맞춤형 텅스텐 도가니에 대한 시장 수요는 주로 항공 우주 및 반도체 산업에 의해 주도되는 지난 10 년 동안 약 20 % 증가했습니다. 맞춤형 설계를 위해서는 고객이 제조업체와 긴밀히 협력하여 도가니의 기하학적 매개변수, 열적 특성 및 기계적 강도 요구 사항을 정의하고, 설계 타당성을 보장하기 위해 유한 요소 해석(FEA)을 통해 고온에서 도가니의 응력 분포 및 열팽창 거동을 시뮬레이션해야 하는 경우가 많습니다.

2.1.3 부피 및 운반 능력

텅스텐 도가니의 부피와 하중 지지 능력은 특정 응용 분야에서의 적용 가능성을 직접 결정하는 기능의 핵심 지표입니다. 부피는 몇 밀리리터에서 몇 리터까지 다양하며,

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

이는 도가니의 내경, 높이 및 벽 두께 설계에 따라 다릅니다. 예를 들어, 직경이 50mm 이고 높이가 50mm 인 원통형 도가니는 부피가 약 98ml 이므로 소규모 실험실 실험에 적합합니다. 직경 300mm, 높이 400mm 의 도가니는 최대 28 리터의 부피를 가지며 산업 규모의 금속 용융에 적합합니다.

하중 지지 능력은 도가니가 고온에서 안전하게 운반할 수 있는 용융 재료의 무게를 말하며 일반적으로 재료 밀도, 벽 두께 및 형상에 의해 결정됩니다. 텅스텐의 밀도는 19.25g/cm³로 도가니에 매우 높은 구조 강도를 제공합니다. 표준 벽 두께(4-6mm)의 텅스텐 도가니는 알루미늄, 구리 또는 희토류 금속과 같은 수천 그램의 용융 금속을 운반할 수 있습니다. 두꺼운 벽의 도가니(8-10mm)는 수 톤의 용융 금속도 운반할 수 있으며 초합금 생산에 적합합니다.

부피 및 지지력의 설계는 다음 요소를 고려해야 합니다.

열전도 효율: 과도한 부피는 불균일한 열 분포로 이어져 용융물의 균일성에 영향을 줄 수 있습니다.

구조적 안정성: 과도한 하중 지지 용량 요구 사항은 벽 두께의 증가로 이어질 수 있으며, 이는 차례로 열 관성 및 재료 비용을 증가시킵니다.

열팽창 정합: 도가니와 용융물의 열팽창 계수는 열 응력으로 인한 균열을 방지하기 위해 일치해야 합니다.

2.1.4 모양 디자인 (원통형, 원뿔형, 특별하 모양)

텅스텐 도가니의 형상 설계는 기능 및 응용 시나리오에 중요한 영향을 미칩니다. 일반적인 모양에는 원통형, 원뿔형 및 프로파일 도가니가 포함되며 각각 특정 사용 요구 사항에 맞게 최적화되었습니다.

원통형 도가니: 벽 두께와 내경이 균일한 가장 일반적인 형상으로 단결정 실리콘 성장(초크랄스키 방법) 또는 귀금속 용융과 같이 안정적인 열장과 균일한 가열이 필요한 시나리오에 적합합니다. 원통형 도가니의 장점은 제조 공정이 비교적 간단하고 열 응력 분포가 균일하며 표준화된 생산에 적합하다는 것입니다. 단점은 용융물을 붓는 것이 편리하지 않을 수 있고 복잡한 실험 설정에 적응하기가 어렵다는 것입니다.

원추형 도가니: 원추형 도가니의 바닥 직경이 상단보다 작아 용융 물질의 주입 및 수집이 용이하며 야금 산업에서 희토류 금속 또는 귀금속의 정제에 일반적으로 사용됩니다. 테이퍼 설계는 도가니 벽의 용융 잔류물을 줄이고 재료 활용도를 향상시킵니다. 그러나 원뿔형 도가니의 열장 분포는 원통형만큼 균일하지 않으며 이를 보상하기 위해 추가 가열 시스템이 필요할 수 있습니다.

컨포멀 도가니: 컨포멀 도가니에는 타원형, 다각형 또는 기타 비표준 모양이 포함되며 종종 특정 실험 또는 산업 응용 분야에 맞게 맞춤화됩니다. 예를 들어, 항공 우주 부문의 로켓 엔진 노즐 테스트에는 복잡한 형상의 시험편을 수용하기 위해 타원형 도가니가 필요할 수 있습니다. 원자력 산업의 플라즈마 실험에는 반응 장치의 모양과

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

일치하는 다각형 도가니가 필요할 수 있습니다. 특수 모양의 도가니는 제조가 어렵고 고급 성형 기술(예: 방사 또는 3D 프린팅)과 정밀 금형 설계가 필요합니다.

형상 설계는 열팽창, 응력 분포 및 제조 비용을 고려합니다. 예를 들어, 원통형 도가니의 열팽창은 비교적 균일하여 고온 사이클링에 적합합니다. 원추형 도가니는 주입 과정에서 국부 응력 농도를 생성할 수 있으며 벽 두께 최적화를 통해 구조적 안정성을 향상시켜야 합니다. 특수 형상 도가니의 응력 분포는 복잡하며 설계 검증은 일반적으로 유한 요소 해석에 의해 수행됩니다.

2.2 텅스텐 도가니의 표면 품질

표면 품질은 텅스텐 도가니 성능의 중요한 지표이며, 이는 내식성, 용융 접착력 및 서비스 수명에 직접적인 영향을 미칩니다. 텅스텐 도가니의 표면은 일반적으로 다양한 응용 시나리오의 엄격한 요구 사항을 충족하기 위해 연마, 연삭 또는 코팅이 필요합니다. 다음은 연마 및 가공, 표면 거칠기 표준, 결함 감지 및 제어, 표면 코팅 및 수정의 네 가지 측면에서 자세히 논의됩니다.

2.2.1 연마, 연삭 및 가공 표면

텅스텐 도가니의 표면 처리 공정에는 터닝, 밀링, 연삭 및 연마가 포함되며, 각 공정은 서로 다른 표면 품질 요구 사항을 대상으로 합니다. 터닝 및 밀링은 예비 성형에 사용되며 녹색 물체 표면의 거친 층을 제거합니다. 연삭은 표면 평탄도를 더욱 향상시키고 미세한 결함을 줄입니다. 연마는 거울 효과를 얻기 위해 사용되며, 이는 표면 거칠기를 크게 줄입니다.

터닝 및 밀링: 최대 $\pm 0.05\text{mm}$ 의 가공 정확도는 수치 제어 머시닝 센터(CNC)에 의해 수행됩니다. 선삭 가공은 원통형 도가니의 외벽 가공에 적합하고 밀링 가공은 복잡한 형상의 내벽 또는 바닥을 형성하는 데 사용됩니다. 텅스텐 카바이드 공구는 텅스텐의 높은 경도 (모스 규모에서 8-9)에 대처하기 위해 가공 공정에 사용됩니다.

연삭: 연삭은 다이아몬드 연삭 휠 또는 세라믹 연삭 휠을 사용하여 표면 거칠기를 $Ra\ 0.8-1.6\mu\text{m}$ 로 줄일 수 있습니다. 연삭 공정에서는 열 응력으로 인한 미세 균열을 방지하기 위해 냉각수 사용을 엄격하게 제어해야 합니다.

연마: 연마는 기계적 연마와 화학적 연마로 나뉩니다. 기계적 연마는 $Ra < 0.4\mu\text{m}$ 의 거울 효과를 얻을 수 있는 나노 수준의 연마제를 사용합니다. 화학적 연마는 질산과 불산의 혼합물과 같은 산성 용액으로 표면을 에칭하여 평활도를 더욱 향상시킵니다. 연마된 표면은 실리콘 또는 알루미늄과 같은 용융물의 접착력을 크게 줄여 도가니 수명을 연장합니다.

연마 및 연삭 공정의 선택은 응용 프로그램에 따라 다릅니다. 반도체 산업은 결정 성장의 순도를 보장하기 위해 경면 연마가 필요합니다. 야금 산업에서는 비용을 관리하기 위해 표면을 연삭하기만 하면 될 수 있습니다. Chinatungsten Online의 기술 매뉴얼에 따르면 연마된 텅스텐 도가니의 수명은 연마되지 않은 도가니보다 평균

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

15 % -20 % 더 길다.

2.2.2 표면 거칠기 기준 (Ra, Rz)

표면 거칠기는 텅스텐 도가니의 표면 품질을 측정하는 핵심 척도이며, 일반적으로 Ra(산술 평균 거칠기) 및 Rz(최대 높이)로 표시됩니다. Ra 는 표면의 미세한 변동의 평균을 반영하고 Rz 는 표면의 가장 높은 지점과 가장 낮은 지점 사이의 거리를 나타냅니다. 산업 표준에는 다양한 응용 시나리오의 표면 거칠기에 대한 다음과 같은 요구 사항이 있습니다.

반도체 산업: $Ra < 0.4\mu m$, $Rz < 2.0\mu m$, 결정 성장 중에 불순물이 유입되지 않도록 합니다. 경면 연마는 표면 검사를 위해 레이저 간섭계와 함께 사용해야 하는 필수 공정입니다.

야금 산업: $Ra 0.8-1.6\mu m$, $Rz 4.0-8.0\mu m$, 연삭 또는 중간 연마는 수요를 충족할 수 있으며 비용은 상대적으로 저렴합니다.

항공 우주 및 원자력 산업: $Ra 0.4-0.8 \mu m$, $Rz 2.0-4.0 \mu m$, 표면 품질과 고온 기계적 특성의 균형.

표면 거칠기는 일반적으로 $\pm 0.01\mu m$ 의 측정 정확도를 보장하기 위해 접촉식 프로파일러 또는 비접촉식 레이저 현미경을 사용하여 측정합니다. 과도한 표면 거칠기는 용융 접착력 또는 국소 응력 농도로 이어져 도가니 수명을 감소시킬 수 있습니다. 거칠기가 너무 낮으면 처리 비용이 증가할 수 있으며 응용 프로그램 시나리오에 따라 최적화해야 합니다.

2.2.3 표면 결함 감지 및 제어

표면 결함(예: 균열, 다공성, 개재물)은 텅스텐 도가니의 고온 성능 및 서비스 수명에 상당한 영향을 미칩니다. 일반적인 결함 감지 방법은 다음과 같습니다.

초음파 테스트: 두꺼운 벽의 도가니에 대한 초음파 반사를 통한 내부 및 표면 결함 감지. 감지 감도는 0.1mm 에 도달할 수 있습니다.

X-ray 검사: 특히 대형 도가니의 경우 도가니 내부의 다공성과 개재물을 감지하는 데 사용됩니다. X 선 컴퓨터 단층 촬영(CT)은 결함 분포에 대한 3 차원 지도를 제공합니다.

육안 표면 검사: 광학 현미경 또는 주사 전자 현미경(SEM)과 결합하여 표면 미세 균열 및 거칠기 이상을 감지합니다.

결함 제어의 핵심은 준비 프로세스를 최적화하는 것입니다. 예를 들어, 소결 공정 중 대기 제어는 다공성을 줄입니다. 가공에서 절삭유 관리와 공구 선택은 표면 균열을 방지합니다. CTIA GROUP LTD 의 테스트 보고서에 따르면 텅스텐 도가니의 통과율은 엄격한 결함 제어를 통해 98 % 이상으로 증가 할 수 있습니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

2.2.4 표면 코팅 및 개질

텅스텐 도가니의 산화 및 내마모성을 더욱 향상시키기 위해 표면에 코팅을 적용하거나 수정할 수 있습니다. 일반적인 표면 처리 기술은 다음과 같습니다.

산화 방지 코팅: 알루미늄(Al_2O_3), 규사이드(SiC) 또는 지르코니아(ZrO_2) 코팅과 같은 코팅은 화학 기상 증착(CVD) 또는 플라즈마 스프레이로 적용됩니다. 이러한 코팅은 고온에서 텅스텐이 산소와 반응하는 것을 방지하는 보호층을 형성하여 산화 분위기에서 도가니의 수명을 연장합니다.

텅스텐 카바이드(www.tungsten-carbide-powder.com) 또는 질화티타늄(TiN) 코팅과 같은 내마모성 코팅은 PVD(물리적 기상 증착)에 의해 적용되어 표면 경도와 내마모성을 향상시켜 장기간 고온 작동에 적합합니다[27].

표면 개질: 이온 주입(예: 질소 또는 탄소 주입)은 표면 결정 구조를 변경하고 경도와 내식성을 향상시킬 수 있습니다. 질화 또는 침탄 처리는 표면의 열충격 저항을 향상시킬 수 있습니다.

코팅 및 수정 공정은 도가니가 사용될 실제 환경에 따라 선택해야 합니다. 예를 들어, 반도체 산업은 일반적으로 오염을 방지하기 위해 코팅의 사용을 피합니다. 항공 우주 산업은 복잡한 대기에 대처하기 위해 산화 방지 코팅을 사용하는 경향이 있습니다.

2.3 텅스텐 도가니 재료 순도

재료 순도는 텅스텐 도가니 성능의 핵심이며, 이는 고온 안정성, 방오 능력 및 기계적 강도에 직접적인 영향을 미칩니다. 텅스텐 도가니는 일반적으로 고순도 텅스텐(www.tungsten.com.cn)으로 제조되며 순도 요구 사항은 $\geq 99.95\%$ 입니다. 다음은 고순도 텅스텐의 특성, 불순물 원소 분석 및 순도가 고온 성능에 미치는 영향의 세 가지 측면에 대한 자세한 분석입니다.

2.3.1 고순도 텅스텐

고순도 텅스텐은 텅스텐 함량이 $\geq 99.95\%$ 인 금속 재료를 말하며, 이는 암모늄 파라 텅스텐 산염 (www.ammonium-paratungstate.com) 소성 및 수소 환원과 같은 다단계 정제 공정에 의해 제조됩니다. 고순도 텅스텐은 다음과 같은 주요 특성을 가지고 있습니다.

초고 용점: 3410°C , 모든 금속 중 가장 높으며 매우 높은 온도 환경에 적합합니다.
고밀도: 19.25g/cm^3 로 도가니에 우수한 기계적 강도와 변형에 대한 내성을 제공합니다.
낮은 증기압: 3000°C 이하에서 거의 비 휘발성으로 고온에서 재료 손실을 줄입니다.
우수한 화학적 안정성: 불활성 분위기에서 대부분의 화학 물질에 불활성으로 고순도 재료 준비에 적합합니다.

고순도 텅스텐의 제조는 원료 품질 및 생산 환경에 대한 엄격한 통제를 필요로 합니다. Chinatungsten Online 의 기술 보고서에 따르면, 고순도 텅스텐 분말의 생산 비용은

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

텅스텐 도가니의 총 비용의 약 30 % -40 %를 차지하며, 이는 텅스텐 도가니의 가격에 영향을 미치는 핵심 요소입니다.

2.3.2 불순물 원소 분석

텅스텐 도가니의 불순물 원소에는 탄소, 산소, 철, 몰리브덴, 질소 등이 포함되며 일반적으로 백만분율(ppm)로 측정됩니다. 다음 방법은 주로 불순물 함량을 검출하는데 사용됩니다.

X 선 형광 분광계(XRF): $\pm 1\text{ppm}$ 의 정확도로 주요 불순물 원소를 신속하게 검출하는 데 사용됩니다.

유도 결합 플라즈마 질량 분석법(ICP-MS): 0.01ppm 의 낮은 검출 한계로 미량 원소 분석용.

에너지 분광법(EDS)과 결합된 주사 전자 현미경(SEM): 불순물 분포를 찾고 결정립계에서 원소 농축을 분석하는 데 사용됩니다.

ASTM E1447-09에 따라 텅스텐 도가니는 다음 범위 내의 불순물을 포함해야 합니다.

탄소	<50ppm
산소	<100ppm
철	<20ppm
몰리브덴	<50ppm
질소	<10ppm

불순물 수준이 과도하게 높으면 입자 경계가 약화되거나 열 충격 성능이 저하되거나 고온에서 휘발성 오염이 발생할 수 있습니다.

2.3.3 고열 성과에 대한 순수성의 효과

재료의 순도는 텅스텐 도가니의 고온 성능에 다음과 같은 특정 영향을 미칩니다.

고온 안정성 : 고순도 텅스텐의 결정립계는 더 깨끗하여 고온에서 결정립 경계 슬립 및 크리프의 가능성을 줄입니다. $\geq 99.99\%$ 인 텅스텐 도가니는 3000°C 이상에서 안정적으로 작동할 수 있는 반면, 순도 99.9% 의 도가니는 2800°C 에서 미세하게 변형될 수 있습니다.

열충격 저항: 산소나 탄소와 같은 불순물은 결정립계에서 취성상을 형성하여 열충격 균열을 일으킬 수 있습니다. 순도가 높을수록 열충격 저항이 강해지며, 이는 급격한 온도 상승 및 하강 시나리오에 적합합니다.

오염에 대한 내성 : 저순도 텅스텐의 불순물 (예 : 철 또는 몰리브덴)은 고온에서 휘발되어 용융물을 오염시키고 결정 성장 또는 합금 순도에 영향을 줄 수 있습니다. 고순도 텅스텐 도가니는 오염 위험을 최소화합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

2.4 텅스텐 도가니의 열적 특성

텅스텐 도가니의 열적 특성은 고온 환경에서 핵심 장점이며, 이는 열전도, 열 안정성 및 열팽창 정합 측면에서 성능을 결정합니다. 다음은 고온 안정성, 열충격 저항, 열전도 및 열 복사 특성, 열팽창 정합 등의 4 가지 측면에서 자세히 분석한 것입니다.

2.4.1 텅스텐 도가니의 고온 안정성

텅스텐 도가니의 고온 안정성은 텅스텐의 초고 용점 (3410°C)과 낮은 증기압 때문입니다. 3000°C 이하에서 텅스텐 도가니는 휘발이나 변형이 거의 또는 전혀 없어 핵융합로 또는 초합금 용융의 플라즈마 재료 테스트와 같은 매우 높은 온도 환경에 적합합니다.

고온 안정성의 핵심은 재료의 미세 구조를 최적화하는 데 있습니다. 미세한 입자 구조 (입자 크기 $< 10\ \mu\text{m}$)를 갖는 텅스텐 도가니는 입자 경계 슬립을 줄이고 크리프 저항을 향상시킬 수 있습니다. 높은 밀도($>98\%$ 이론 밀도)는 기공으로 인한 국소 응력 농도를 줄일 수 있습니다.

2.4.2 텅스텐 도가니 열충격 저항 및 열 피로 수명

열충격 저항은 텅스텐 도가니가 급격한 온도 변화에서 균열에 저항하는 능력을 나타냅니다. 텅스텐은 낮은 열팽창 계수($4.5 \times 10^{-6}/\text{K}$)와 높은 열전도율($174\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)로 내열충격성이 우수하지만 실온에서의 취성으로 인해 균열이 전파될 수 있습니다.

열 충격 저항은 일반적으로 물 담금질 또는 레이저 펄스 가열을 사용하여 테스트됩니다. 예를 들어, 텅스텐 도가니는 균열 형성을 관찰하기 위해 2000°C 에서 실온으로 빠르게 냉각됩니다. 미세 입자 및 고순도 텅스텐 도가니는 균열 없이 $>1000^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 의 온도 차이를 견딜 수 있는 반면 일반 도가니의 한계는 약 $500^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 입니다.

열 피로 수명은 여러 번의 열 주기 후 도가니의 구조적 안정성을 나타냅니다. 열 피로 균열은 일반적으로 표면 결함 또는 결정립 경계의 약화로 인해 발생합니다. 표면 연마 및 입자 미세화를 통해 열 피로 수명을 50% 이상 연장할 수 있습니다.

2.4.3 텅스텐 도가니의 열전도율 및 열 복사 특성

텅스텐은 $174\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 의 열전도율을 가지며 고온에서 높은 열전도율을 유지하므로 단결정 실리콘 성장 또는 박막 증착과 같이 빠른 열 응답이 필요한 시나리오에 적합합니다. 열전도율은 온도가 증가함에 따라 약간 감소하며 2000°C 에서 약 $120\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 입니다.

열 복사 특성은 표면 방사율에 의해 결정됩니다. 연마되지 않은 텅스텐 도가니의 표면 방사율은 0.3-0.4 이며, 연마 후 0.1-0.2 로 감소하여 열 복사 손실을 줄일 수 있습니다. 고온($> 2000^{\circ}\text{C}$)에서는 열 복사가 열 손실의 주요 경로가 되며, 반사 코팅 추가와 같은 도가니 설계를 통해 열 효율을 최적화해야 합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

2.4.4 텅스텐 도가니 열팽창 정합

텅스텐의 열팽창 계수는 $4.5 \times 10^{-6}/K$ 로 대부분의 용융물보다 훨씬 낮습니다(예: 실리콘: $2.6 \times 10^{-5}/K$; 알루미늄: $2.3 \times 10^{-5}/K$). 열팽창의 불일치는 도가니-용융 계면에서 열 응력을 유발하여 균열 또는 벗겨짐을 유발할 수 있습니다.

열팽창 정합을 개선하기 위해 다음과 같은 조치를 취할 수 있습니다.

기하학적 최적화: 유한 요소 해석은 열 응력을 분산시키기 위해 도가니 벽 두께와 바닥 곡률을 설계하는 데 사용됩니다.

완충층: 흑연 또는 지르코니아 완충층이 도가니의 내벽에 적용되어 열팽창의 차이를 완화합니다.

예열 과정: 온도 차이로 인한 응력을 줄이기 위해 가열하기 전에 도가니와 용융을 천천히 예열합니다.

2.5 텅스텐 도가니의 화학적 안정성

텅스텐 도가니의 화학적 안정성은 부식성 환경 및 고온 반응에서 중요한 이점이며 용융물, 화학 물질 및 대기와의 호환성을 결정합니다. 다음은 산 및 알칼리 내식성, 고온 불활성 및 오염 방지 능력, 용융 금속 및 합금과의 호환성의 세 가지 측면에서 자세히 논의됩니다.

2.5.1 텅스텐 도가니의 산 및 알칼리 내식성

텅스텐은 대부분의 산 및 염기에 대한 내식성이 우수하며, 특히 정상 및 중성 또는 약산성 환경에서 우수합니다. 특정한 내식성은 다음과 같이입니다:

산성 환경 : 텅스텐 도가니는 염산, 황산 및 인산에 내성이 있지만 농축 질산 또는 왕수와 같은 강한 산화성 산에 천천히 용해됩니다. 실험에 따르면 10 % 황산 용액 (25 °C)에서 순도 99.95 %의 텅스텐 도가니의 부식 속도는 0.01 mm / 년<.

알칼리성 환경 : 텅스텐은 강알칼리성 용액 (예 : 수산화나트륨)에서 비교적 안정하지만 고온 (>500 °C)의 알칼리성 용융물에서 산화 반응이 발생할 수 있으므로 직접 접촉을 피해야 합니다.

중성 환경 : 텅스텐 도가니는 중성 용액 (예 : 물 또는 염 용액)에서 부식이 거의 없어 화학 산업의 고순도 화학 정제에 적합합니다.

산 및 알칼리 내식성은 일반적으로 도가니 표면에 상당한 질량 손실이나 형태학적 변화가 없는지 확인하기 위해 침지 또는 전기화학적 부식으로 테스트됩니다.

2.5.2 텅스텐 도가니 고온 불활성 및 오염 방지 능력

텅스텐 도가니는 불활성 분위기 (예 : 아르곤, 헬륨) 또는 진공에서 화학적으로 매우 불활성이므로 오염을 효과적으로 방지 할 수 있으며 단결정 실리콘, 사파이어 또는 화합물 반도체와 같은 고순도 재료 (GaAs, GaN)의 제조에 적합합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinateungsten.com

고온 불활성의 핵심은 텅스텐의 낮은 증기압과 안정적인 결정 구조에 있습니다. 3000°C 이하에서는 텅스텐이 거의 비휘발성이므로 도가니 재료에 의한 용융물의 오염을 줄입니다. 대조적으로, 철 또는 탄소와 같은 저순도 도가니의 불순물은 고온에서 휘발되어 결정 결함 또는 합금 조성의 편차를 유발할 수 있습니다.

오염에 대한 내성 테스트는 일반적으로 진공 환경에서 도가니를 가열하여 휘발성 물질의 화학적 조성을 분석하여 수행됩니다.

2.5.3 텅스텐 도가니와 용융 금속 및 합금의 호환성

텅스텐 도가니는 대부분의 용융 금속 및 합금과 우수한 호환성을 갖지만 특정 반응성 금속과 반응할 수 있습니다. 구체적인 호환성 분석은 다음과 같습니다.

불활성 금속 : 텅스텐 도가니는 명백한 화학 반응이나 용해없이 용융 알루미늄, 구리, 금, 은 및 기타 불활성 금속과 매우 호환되며 귀금속 정련에 적합합니다.

활성 금속 : 텅스텐은 용융 티타늄, 지르코늄, 하프늄 및 기타 활성 금속과의 계면에서 반응하여 취성 화합물 (예 : 티타늄 텅스텐)을 형성 할 수 있습니다. 반응을 피하기 위해 흑연 또는 지르코니아 보호층을 도가니의 내벽에 적용할 수 있습니다.

합금 : 텅스텐 도가니는 고온 합금 (예 : 니켈 기반 합금 및 코발트 기반 합금)의 용융에 사용할 수 있지만 장기 접촉으로 인한 미량 용해를 피하기 위해 용융 시간과 분위기를 제어해야 합니다.

호환성 테스트는 일반적으로 주사 전자 현미경(SEM) 및 X 선 회절(XRD)과 결합된 고온 용융 실험을 사용하여 계면 반응 산물을 분석합니다.

2.6 텅스텐 도가니 기계적 성질

텅스텐 도가니의 기계적 특성은 고온 및 복잡한 응력 환경에서 구조적 무결성과 수명을 결정합니다. 다음은 고온 변형 저항, 균열 전파 저항, 순환 가열 하에서의 구조적 안정성, 충격 및 진동 저항의 4 가지 측면에서 자세히 분석한 것입니다.

2.6.1 텅스텐 도가니의 고온 변형 저항

텅스텐은 고온에서 높은 강도와 강성을 유지하며 변형에 대한 내성은 흑연이나 알루미늄과 같은 다른 내화물보다 우수합니다. 2000 °C 에서 텅스텐의 항복 강도는 여전히 100-150 MPa 에 도달 할 수 있으며 이는 흑연 (약 20 MPa)보다 훨씬 높습니다.

고온에서 변형에 대한 내성의 핵심은 입자 크기와 밀도에 있습니다. 미세한 입자(<10μm)와 고밀도(>98%)를 가진 텅스텐 도가니는 크리프 및 소성 변형에 효과적입니다. Chinatungsten Online 의 테스트 데이터는 텅스텐 도가니의 변형률이 소결 공정을 최적화하여 2500 °C 에서 0.1 % 미만으로 제어 될 수 있음을 보여줍니다.

저작권 및 법적 책임 고지

2.6.2 텅스텐 도가니 균열 전파 저항

텅스텐의 취성으로 인해 실온에서 균열 전파가 발생하기 쉽지만 고온(>1000°C)에서는 약간의 인성을 나타냅니다. 균열 전파 저항은 다음을 통해 향상될 수 있습니다.

결정립 미세화: 미세한 입자 구조는 균열 에너지를 분산시키고 균열 성장률을 감소시킬 수 있습니다.

표면 강화: 예: 표면 경도와 균열 저항을 개선하기 위한 질화 또는 이온 주입.

결함 제어: 비파괴 검사(예: 초음파 또는 X 선)를 통해 다공성 및 개재물을 제거하여 균열 발생을 줄입니다.

균열 전파 시험은 일반적으로 3 점 굽힘 또는 파괴 인성 시험을 사용합니다.

2.6.3 순환 가열에서 텅스텐 도가니의 구조적 안정성

순환 가열은 열 피로 균열 및 미세 구조 열화를 일으켜 도가니의 구조적 안정성에 영향을 미칠 수 있습니다. 영향을 미치는 요인은 다음과 같습니다.

열 응력: 급격한 상승 및 온도 강하로 인한 열 응력은 균열로 이어질 수 있습니다.

결정립계 약화: 고온에서 장기간 작동하면 결정립계 미끄러짐 또는 불순물 농축이 발생할 수 있습니다.

표면 손상: 표면 산화 또는 용융 침식은 구조적 열화를 가속화할 수 있습니다.

구조적 안정성은 소결 공정(예: 다단계 소결)과 표면 처리(예: 산화 방지 코팅)를 최적화하여 크게 개선할 수 있습니다.

2.6.4 텅스텐 도가니 충격 및 진동 저항

텅스텐 도가니는 특히 실온에서 충격과 진동에 대한 저항력이 약하고 기계적 충격이나 진동으로 인해 균열이 발생하기 쉽습니다. 고온(>1000°C)에서는 텅스텐의 인성이 약간 향상되지만 강한 충격은 여전히 피해야 합니다.

내충격성은 일반적으로 낙하 중량 테스트 또는 셰이커 테스트를 사용하여 테스트합니다. 실제 사용에서는 운송 및 작동 중 충격의 위험을 줄이기 위해 충격 흡수 브래킷과 보호 포장에 필요합니다.

2.7 텅스텐 도가니의 다른 특성

열적, 화학적 및 기계적 특성 외에도 텅스텐 도가니는 특정 응용 시나리오에 적합한 몇 가지 특별한 특성을 가지고 있습니다. 다음은 고온 전기적 특성, 내마모성 및 내마모성, 방사선 방지 특성의 세 가지 측면에서 분석됩니다.

2.7.1 텅스텐 도가니의 고온 전기적 특성

텅스텐은 고온에서 안정적인 저항을 가지므로 전기 발열체 또는 고온 전극(<http://tungsten.com.cn/chinese/tungsten-electrodes.html>)으로 적합합니다. 2000°C 에서 텅스텐의 저항은 $50\text{-}60\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 로 실온의 5 배에 불과하며 우수한 전기적 안정성을 나타냅니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

고온 전기 특성에 대한 응용 분야는 다음과 같습니다.

아크 용융: 텅스텐 도가니는 고전류 및 높은 열 부하를 견디는 전극으로 사용할 수 있습니다.

저항 가열: 텅스텐 도가니는 전기에 의해 직접 가열 될 수 있어 가열 시스템의 설계를 단순화합니다.

2.7.2 텅스텐 도가니 마모 및 내마모성

텅스텐은 모스 스케일에서 8-9 의 경도, 높은 표면 경도, 우수한 내마모성을 가지며 장기간 고온 작동에 적합합니다. 내마모성 시험은 일반적으로 마찰 및 마모 시험을 사용하며, 이는 용융된 물질 또는 도구와 도가니의 접촉을 시뮬레이션합니다. 향상된 내마모성은 텅스텐 카바이드 또는 질화 티타늄과 같은 표면 코팅 또는 이온 주입에 의해 달성 될 수 있습니다. 이러한 처리는 표면 경도를 HV 2000 으로 높이고 도가니 수명을 더욱 연장합니다.

2.7.3 텅스텐 도가니의 방사선 저항(원자력 산업 응용)

텅스텐은 중성자와 감마선에 대한 흡수 능력이 높아 원자로 및 핵융합 장치의 고온 부품에 적합합니다. 텅스텐의 방사선 저항은 밀도가 높고 원자 번호가 높기 때문에 복사 에너지를 효과적으로 차단할 수 있습니다.

원자력 산업에서 텅스텐 도가니는 일반적으로 플라즈마 재료 테스트 및 고온 부품 제조에 사용됩니다. 테스트 데이터는 텅스텐 도가니가 명백한 격자 손상 없이 10⁶ Gy 의 감마선 하에서 구조적으로 손상되지 않은 상태로 유지되었음을 보여주었습니다.

2.8 CTIA GROUP LTD 의 텅스텐 도가니 MSDS

CTIA GROUP LTD (<http://cn.ctia.group>)에서 제공하는 텅스텐 도가니 재료의 안전 데이터 시트 (MSDS)에는 제품의 화학 성분, 물리적 특성, 안전 작동 지침 및 응급 처리 조치가 자세히 나열되어 있습니다. MSDS 의 주요 내용은 다음과 같습니다.

파트 I: 제품 이름

이름: 텅스텐 도가니

CAS 번호: 7440-33-7

파트 II: 작곡/작곡 정보

주요 내용 승 ≥99.95%

총 불순물 함량 ≤0.05%

파트 III: 위험 개요

건강 위험: 이 제품은 눈과 피부에 자극을 주지 않습니다.

폭발 위험: 이 제품은 불연성이며 자극성이 없습니다.

파트 IV: 응급 처리 방법

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL: 0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

피부 접촉: 오염된 의복을 벗고 흐르는 물로 충분히 헹굽니다.

눈 접촉: 눈꺼풀을 들어 올리고 흐르는 물이나 식염수로 헹굽니다. 치료.

흡입: 현장에서 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기십시오. 호흡이 곤란하면 산소를 공급하십시오. 치료.

섭취: 구토를 유도하기 위해 따뜻한 물을 충분히 마십니다. 치료.

파트 V: 화재 예방 조치

유해한 연소 생성물: 자연 분해 생성물은 알려져 있지 않습니다.

소화 방법: 소방관은 방독면과 전신 소방복을 착용하여 바람이 부는 방향으로 화재를 진압해야 합니다. 소화제: 건조 가축 가루, 모래.

파트 6: 유출 사고의 비상 처리

응급 처치: 누출 오염 지역을 격리하고 접근을 제한합니다. 불의 근원을 차단하십시오. 응급 구조원은 방진 마스크(전면 마스크)와 보호복을 착용하는 것이 좋습니다. 먼지를 피하고 조심스럽게 끌어 올려 가방에 넣고 안전한 장소로 옮깁니다. 누출량이 많으면 플라스틱 천이나 캔버스로 덮으십시오. 수거 및 재활용하거나 폐기물 처리장으로 운송하여 폐기합니다.

파트 VII: 취급, 취급 및 보관

작동 시 주의사항: 작업자는 특별 교육을 받아야 하며 작동 절차를 엄격히 따라야 합니다. 작업자는 자체 프라임 필터 방진 마스크, 화학 안전 안경, 독 침투 작업복 및 고무 장갑을 착용하는 것이 좋습니다. 화기 및 열원에서 멀리 보관하고 직장 내 흡연은 엄격히 금지되어 있습니다. 방폭 환기 시스템 및 장비를 사용하십시오. 먼지 발생을 피하십시오. 산화제 및 할로젠과의 접촉을 피하십시오. 취급 시 포장 및 용기의 손상을 방지하기 위해 가볍게 적재 및 하역해야 합니다. 해당 품종과 수량의 소방 장비 및 누출 응급 치료 장비를 갖추고 있습니다. 빈 용기에는 유해 물질이 남을 수 있습니다.

보관 주의 사항: 서늘하고 통풍이 잘되는 창고에 보관하십시오. 화기 및 열원에서 멀리 보관하십시오. 산화제 및 할로젠과 분리하여 보관해야 하며 혼합해서는 안 됩니다. 해당 다양성과 수량의 소방 장비를 갖추고 있습니다. 보관 장소에는 유출을 담을 수 있는 적절한 재료가 구비되어 있어야 합니다.

파트 VIII: 노출 제어/개인 보호

중국 MAC(mg/m³): 6

소련 MAC(mg/m³): 6

TLVTN : ACGIH 1mg / m³

TLVWN : ACGIH 3mg / m³

모니터링 방법: 칼륨 티오시아나화물-염화티타늄 분광 발광 방법

엔지니어링 제어: 생산 공정은 먼지가 없고 완전히 환기됩니다.

호흡기 보호: 공기 중의 먼지 농도가 기준을 초과하는 경우 자체 프라임 필터 방진 마스크를 착용해야 합니다. 비상 대피의 경우 공기 호흡 장치를 착용해야 합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696

标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V

www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

눈 보호: 화학 물질 보안경을 착용하십시오.
신체 보호: 독 침투 방지 작업복을 착용하십시오.
손 보호: 고무 장갑을 착용하십시오.

파트 IX: 물리 화학적 특성

주성분: 순수

외관 및 색상: 단단하고 밝은 흰색 금속

녹는점(°C): N/A

끓는점 (°C): N/A

상대밀도 (물 = 1): 13~18.5 (20 °C)

증기 밀도 (공기 = 1): 데이터 없음

포화 증기압 (kPa): 사용 가능한 데이터 없음

연소열(kJ/mol): 데이터 없음

임계 온도(°C): 사용 가능한 데이터 없음

임계 압력(MPa): 사용 가능한 데이터 없음

물 분배 계수의 로그: 데이터 없음

인화점(°C): 사용 가능한 데이터 없음

점화 온도 (°C): 데이터 없음

폭발 한계 % (V/V): 데이터 없음

폭발 하한 % (V/V): 데이터 없음

용해도: 질산, 불산에 용해

주요 용도: 차폐 부품, 텅스텐 합금 닥트 샤프트, 텅스텐 합금 볼 등을 만드는 데 사용됩니다

파트 X: 안정성 및 반응성

금지 물질: 강산 및 알칼리.

파트 11:

급성 독성: 사용 가능한 데이터 없음

LC50: 데이터가 없습니다

파트 XII: 생태 데이터

이 섹션에 대한 데이터가 없습니다.

파트 XIII: 폐기

폐기물 처리 방법: 폐기하기 전에 관련 국가 및 지역 법률과 규정을 참조하십시오.
가능하면 재활용하십시오.

파트 XIV: 배송 정보

포장 카테고리: Z01

운송 시 주의사항: 배송 시 포장에 이상이 완료되어야 하며 적재가 안전해야 합니다. 운송 중에는 용기가 누출, 붕괴, 낙하 또는 손상되지 않도록 해야 합니다. 산화제, 할로젠,

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

식용 화학 물질 등과 혼합하는 것은 엄격히 금지되어 있습니다. 운송 중에는 태양, 비 및 고온에 노출되지 않도록 보호해야 합니다. 차량은 운송 후 철저히 청소해야 합니다.

파트 15: 공급업체 정보

공급 업체: CTIA GROUP LTD

전화: +86 0592-5129696/5129595



CTIA GROUP LTD 텅스텐 도가니

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

CTIA GROUP LTD
Tungsten Crucible Introduction

1. Overview of Tungsten Crucibles

Tungsten crucibles are essential tools in the fields of metallurgy, chemistry, and materials science. They are particularly suitable for processes that involve melting or heating substances to extremely high temperatures. Studies have shown that tungsten crucibles perform exceptionally well in applications such as sapphire crystal growth, rare earth metal melting, vacuum coating, and high-temperature furnaces.

2. Features of Tungsten Crucibles

- Ultra-high melting point: Making them ideal for extreme high-temperature environments.
- High purity: purity of $\geq 99.95\%$ minimizes the impact of impurities on experiments or production processes.
- Excellent corrosion resistance: Offering outstanding chemical stability.
- High density and low vapor pressure: Ensuring material stability.
- High strength and wear resistance: Ensuring long service life.
- Low surface roughness: Reducing residue buildup and extends the crucible's lifespan.

3. Applications of Tungsten Crucibles

- Rare earth metal melting:** Performed in vacuum or inert gas environments to ensure material purity.
- Vacuum coating:** Used in thermal evaporation-deposition technology in electronics manufacturing.
- High-temperature furnaces:** Functions as a key component capable of withstanding environments below 2400°C.
- Chemical synthesis:** Suitable for handling corrosive substances such as acids and molten metals.
- Metal smelting and refining:** Used for melting and refining high-purity metals.
- Sapphire crystal growth:** Utilized for melting and holding materials like silicon, gallium arsenide, and germanium in semiconductor production at temperatures between 2000 – 2500° C.

4. Specifications of Tungsten Crucibles

Specification	Details
Material	Pure tungsten or tungsten alloy
Purity	99.95%
Diameter	20–620 mm
Height	20–500 mm
Wall Thickness	3.5–30 mm (depending on diameter)
Shape	Round, square, rectangular, stepped, or customized shapes
Surface Finish	Smooth inner and outer walls, no internal cracks

5. Purchasing Information

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

제 3 장 : 텅스텐 도가니의 제조 공정 및 기술

텅스텐 도가니의 제조는 원료 준비, 분말 야금, 성형, 소결, 가공, 후처리 및 품질 관리를 포함하는 복잡한 공정입니다. 각 링크의 기술적 세부 사항은 도가니의 성능과 비용에 직접적인 영향을 미칩니다. 이 장에서는 프로세스 흐름, 장비 요구 사항, 각 링크의 최적화 전략 및 세계 주요 텅스텐 제품 회사의 최신 기술 발전에 대해 자세히 설명합니다.

3.1 텅스텐 도가니 원료의 제조

원료의 품질은 텅스텐 도가니의 성능의 기초이며, 이는 순도, 미세 구조 및 고온 성능을 직접 결정합니다. 다음은 텅스텐 광석 정제, 텅스텐 분말 특성, 입자 크기 제어 및 품질 검사의 네 가지 측면에 대한 자세한 설명입니다.

3.1.1 텅스텐 광석 정제 및 고순도 텅스텐 분말 생산

텅스텐 도가니의 원료는 주로 볼프라마이트와 셀라이트(www.tungsten.com.cn)에서 파생됩니다. 정제 공정에는 광석 파쇄, 부유선광, 중력 분리, 화학적 침출 및 파라텅스텐 산 암모늄 (APT) 준비가 포함됩니다. APT 는 수소 환원을 통해 고순도 텅스텐 분말을 생산하며 공정 흐름은 APT 소성 (500-800 °C) → 수소 환원 (800-1000 °C) → 분말 스크리닝입니다.

고순도 텅스텐 분말의 순도는 일반적으로 99.95 % 이상에 도달해야 하며 일부 고급 응용 분야 (예 : 반도체)에는 99.999 % (5N)가 필요합니다. APT 환원 중 대기 제어(수소 순도 > 99.999%)와 온도 구배($\pm 5^{\circ}\text{C}$)는 고순도를 달성하는 데 중요합니다. 환원로는 일반적으로 다중 구역 온도 제어로 설계되며 용광로 튜브 재료는 불순물 오염을 방지하기 위해 고순도 몰리브덴 또는 석영입니다.

정제 공정의 과제에는 에너지 소비 및 환경 문제가 포함됩니다. 전통적인 습식 세련 공정은 폐액과 폐가스를 생성하는 많은 수의 산 및 알칼리 시약을 사용해야 합니다. Chinatungsten Online 의 녹색 야금 기술은 ISO 14001 에 따라 폐쇄 루프 수처리 및 배기 가스의 촉매 변환을 통해 폐액 배출량을 $0.1\text{m}^3/\text{ton}$ 으로 줄입니다 [67].

3.1.2 텅스텐 분말의 화학적 및 물리적 특성 요구 사항

텅스텐 분말의 화학적 성질은 낮은 산소 함량 (<200 ppm), 낮은 불순물 함량 (철 < 50 ppm, 니켈 < 20 ppm, 탄소 <30 ppm) 및 고순도 (>99.95 %)를 포함합니다. 물리적 특성에는 입자 크기, 지형, 유동성 및 겉보기 밀도가 포함됩니다. 입자 크기 범위는 전형적으로 $1\ \mu\text{m}$ 내지 $10\ \mu\text{m}$ 이고, 지형은 분말의 밀도 및 소결 특성을 향상시키기 위해 거의 구형인 것이 바람직하다. 유속은 홀 속도계를 사용하여 측정되며 고품질 텅스텐 분말의 유속은 $20\ \text{s}/50\text{g}$ 미만이어야 합니다. 겉보기 밀도(약 $4.6\text{g}/\text{cm}^3$)는 분말의 패킹 특성을 반영하고 성형체의 밀도에 직접적인 영향을 미칩니다.

Chinatungsten Online 의 기술 사양은 텅스텐 분말의 산소 함량이 고온 수소 환원에 의해 100ppm 이하로 제어되고 철 불순물이 자기 분리 및 산화에 의해 제거될 것을 요구합니다. 플라즈마 구상화는 분말의 불규칙한 모양을 90% 이상의 결정화율로

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

거의 구형에 가까운 모양으로 최적화하는 데 사용되었습니다[68]. 오스트리아의 Plansee Group 과 같은 글로벌 기업은 도가니의 미세 구조 균일성을 개선하기 위해 기류 분류 기술을 통해 텅스텐 분말의 입자 크기 분포를 $\pm 0.5\mu\text{m}$ 로 제어했습니다.

3.1.3 텅스텐 분말 입자 크기 분포 및 형태 제어

텅스텐 분말의 입자 크기 분포는 도가니의 밀도, 기계적 특성 및 소결 수축에 직접적인 영향을 미칩니다. 좁은 입자 크기 분포(D90/D10<2)는 도가니 균일성을 개선하고 다공성과 균열을 줄입니다. 입자 크기 제어는 일반적으로 기류 분류, 초음파 체질 또는 습식 침강 기술을 사용하여 수행됩니다. 기류 분류는 $\pm 0.1\mu\text{m}$ 의 정확도로 기류 속도(5-20 m/s)를 조정하여 다양한 입자 크기의 분말을 분리합니다. 초음파 체질은 소결 과정에서 비정상적인 입자 성장을 방지하기 위해 초미세 분말(<0.5 μm)을 제거하는 데 사용됩니다.

지형 제어는 입자 크기 최적화의 핵심입니다. 거의 구형 분말의 벌크 밀도는 불규칙한 분말의 부피 밀도보다 약 20% 높으며 소결 밀도는 99% 이상에 도달할 수 있습니다. 플라즈마 구상화 기술은 텅스텐 분말을 고온 플라즈마(>10000°C)로 녹여 표면 장력 하에서 구형을 형성합니다.

3.1.4 원료 품질 검사

원료 시험에는 화학 성분 분석, 입자 크기 분석, 형태 관찰 및 물리적 특성 시험이 포함됩니다. X 선 형광 분광법(XRF), 유도 결합 플라즈마 질량 분광법(ICP-MS) 및 가스 분석기를 사용하여 1ppm 의 정확도로 화학 조성을 분석했습니다. 입자 크기 분석은 0.1 μm 에서 100 μm 의 측정 범위를 가진 레이저 입자 크기 분석기에 의해 수행됩니다. 주사 전자 현미경 (SEM) 및 투과 전자 현미경 (TEM)은 1nm 의 해상도로 지형 관찰에 사용되었습니다. 물리적 특성 테스트에는 분말이 성형 및 소결 요구 사항을 충족하는지 확인하기 위해 흐름 및 겉보기 밀도 측정이 포함됩니다.

3.2 텅스텐 도가니 분말 야금 공정

분말 야금은 텅스텐 도가니 준비의 핵심 기술이며, 이는 혼합, 냉간 압착 및 치밀화와 같은 단계를 포함합니다. 다음은 혼합 및 첨가제, 냉간 압착 및 예비 성형, 고밀도화 및 탈바인더의 세 가지 측면에 대한 자세한 설명입니다.

3.2.1 텅스텐 분말 혼합물 및 첨가제

도가니의 성능을 향상시키기 위해 미량 원소(예: 란타넘, 세륨, 이트륨) 또는 바인더(예: 폴리비닐 알코올 PVA, 폴리메틸 메타크릴레이트 PMMA)가 일반적으로 텅스텐 분말에 첨가됩니다. 란타넘(0.5-1%)은 텅스텐의 고온 강도와 크리프 저항성을 향상시키고 세륨(0.2-0.5%)은 열 충격 저항성을 향상시킵니다. 바인더는 냉간 압착체의 강도를 향상시키는 데 사용되며 일반적으로 1-3 wt%의 용량으로 사용됩니다. 혼합 공정은 혼합 시간이 4-8 시간이고 속도가 100-300rpm 인 유성 볼 밀 또는 V-믹서를 사용하여 첨가제의 균일한 분포를 보장합니다.

3.2.2 냉간 압착 및 예비 성형 기술

저작권 및 법적 책임 고지

냉간 프레스 성형은 100 MPa 에서 300 MPa 의 압력 범위를 가진 단축 프레스 또는 등압 프레스 기술에 의해 이루어집니다. 단일 샤프트 프레스는 고강도 강철 또는 초경으로 제작되고 표면이 $Ra < 0.1 \mu m$ 로 연마된 금형이 있는 소형 도가니(직경 $< 200mm$)에 적합합니다. 등압 압착(CIP)은 액체 매체를 통해 균일하게 압력을 가하며 이론 밀도의 60%-70%의 밀도를 가진 대형 도가니(직경 $> 300mm$)에 적합합니다. 프리폼 본체의 모양은 소결 수축(15%-20%)을 고려해야 하며 금형 크기는 일반적으로 1.2 배 확대됩니다.

3.2.3 분말 치밀화 및 탈바인더

디바인더 공정은 $400^{\circ}C - 600^{\circ}C$ 의 수소 분위기에서 수행되며 유지 시간은 2-4 시간이고 제거율은 99% 이상입니다. 수소 분위기는 텅스텐 분말의 산화를 방지하고 표면에서 산소 불순물을 제거합니다. 치밀화는 소결에 의해 달성되며 도가니의 최종 밀도는 99% 이상에 도달할 수 있습니다. 사전 소결 몸체는 초기 강도를 증가시키기 위해 사전 소결($800-1000^{\circ}C$)됩니다.

3.3 텅스텐 도가니 성형 공정

성형 공정은 도가니의 기하학적 정확도, 구조적 균일성 및 생산 효율성을 결정합니다. 다음은 등압 프레스, 성형, 방사, 복잡한 형상 성형 및 금형 설계의 다섯 가지 측면에 대한 자세한 설명입니다.

3.3.1 등압 프레스(냉간 등압 프레스, 열간 등압 프레스)

냉간 등압 프레스(CIP)는 물이나 오일과 같은 액체 매체를 통해 압력(100-200MPa)을 균일하게 가하며 대형 도가니의 성형에 적합합니다. CIP 플랜트의 압력 챔버는 일반적으로 고강도 강철로 만들어지며 녹색 물체의 표면을 보호하기 위해 고무 몰드가 들어 있습니다. 고온 ($1000-1500^{\circ}C$) 및 고압 (100-200 MPa)에서 고온 등압 압착 (HIP)을 수행하여 도가니의 밀도를 더욱 높이고 다공성을 0.1 % 미만으로 줄입니다.

3.3.2 압축 성형 및 압출

압축 성형은 단축 또는 이축 프레스에 의해 이루어지며, 이는 낮은 톨링 비용으로 소량 생산에 적합합니다. 압출은 연속 압출로 달성되는 높은 종횡비($> 10:1$)로 가느다란 도가니(예: 높이 $> 1000mm$)를 생산하는 데 사용됩니다. 두 공정 모두 분말 흐름과 금형 윤활제(예: 흑연 에멀전)의 정밀한 제어가 필요합니다.

3.3.3 방적 및 스트레칭

회전 성형 성형은 금형을 고속(500-2000rpm)으로 회전시켜 도가니를 형성하며 벽이 얇은 도가니(벽 두께 $< 3mm$)의 생산에 적합합니다. 금형은 카바이드 또는 세라믹으로 만들어지며 표면은 $Ra < 0.05 \mu m$ 로 연마됩니다. 스트레치 성형은 드로잉 다이를 통해 이루어지며 높이가 큰 도가니에 적합합니다. Chinatungsten Online 의 기술 보고서에 따르면 스핀 성형 도가니의 벽 두께 균일 성은 $\pm 0.1 mm$ 이며 생산 효율은 성형보다 약 50 % 높습니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

3.3.4 복잡한 형상의 도가니를 위한 성형 기술

플랜지, 다중 캐비티 또는 계단식 설계와 같은 복잡한 형상의 도가니는 종종 CN 방사, 등압 프레스 또는 적층 제조에 의해 방적됩니다. CNC 방사는 다축 연결을 통해 복잡한 형상을 가능하게 하는 반면, 등압 프레스는 유연한 금형에 의해 형성됩니다.

3.3.5 금형 설계 및 제작

금형 설계는 소결 수축, 열 응력 분포 및 금형 수명을 고려해야 합니다. 금형 재료는 일반적으로 고강도 강철, 카바이드 또는 세라믹이며 내마모성을 향상시키기 위해 표면은 크롬 도금 또는 DLC(다이아몬드와 같은 코팅)로 코팅되어야 합니다.

3.4 텅스텐 도가니 소결 공정

텅스텐 도가니의 소결 공정은 도가니의 밀도, 미세 구조, 기계적 특성, 고온 안정성 및 최종 수명을 직접 결정하는 제조 공정의 핵심 단계입니다. 소결은 텅스텐 분말 입자가 고온 처리를 통해 확산되고 결합되어 고밀도의 균일한 고체 구조를 형성하도록 합니다. 텅스텐의 초고 용점 (약 3422 °C), 높은 경도 및 화학적 불활성으로 인해 일관된 제품 품질과 안정적인 성능을 보장하기 위해 정밀하게 제어된 조건에서 소결 공정을 수행해야 합니다. 이 장에서는 진공 소결, 수소 또는 불활성 가스 차폐 소결, 소결 매개 변수 최적화, 다단계 소결, 그라디언트 소결, 소결 수축 및 크기 제어를 포함한 텅스텐 도가니 소결의 다양한 기술에 대해 심층적으로 논의합니다. 소결 공정의 원리, 장비, 매개 변수 및 과제를 종합적으로 분석합니다.

3.4.1 진공 소결 기술

진공 소결은 반도체 결정 성장, 희토류 금속 제련 및 원자력 산업과 같은 까다로운 분야에서 널리 사용되는 고순도 텅스텐 도가니의 생산을 위해 선택되는 공정입니다. 진공 환경은 산소 및 기타 반응성 가스에 의한 텅스텐의 산화를 크게 감소시켜 도가니의 고순도와 우수한 성능을 보장합니다.

프로세스 원리

진공 소결은 텅스텐의 용점(일반적으로 1800°C 에서 2600°C 사이)보다 낮은 온도에서 텅스텐 본체를 가열하여 표면 확산, 입자 경계 확산 및 입자 간 입체 확산을 촉진하여 조밀한 미세 구조를 형성합니다. 진공 상태에서 가스 분자는 환경에서 제거되어 산화물 (예 : 삼산화 텅스텐) 및 기타 불순물의 형성을 줄입니다. 소결 과정에서 텅스텐 입자는 원자 이동 및 기공 폐쇄에 의해 결합되어 이론 밀도 (19.25g/cm³)에 가까운 밀도를 가진 도가니 구조를 형성합니다.

장비 요구 사항:

진공 소결은 일반적으로 몰리브덴, 텅스텐 또는 흑연 발열체가 장착된 고온 진공 소결로를 사용하여 극도의 고온을 달성합니다. 퍼니스 본체는 다음과 같은 특성을 가져야 합니다.

진공 시스템: 기계식, 확산식 또는 터보 분자 펌프가 장착되어 10⁻³ Pa 에서 10⁻⁵ Pa 의 진공 수준을 보장합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

발열체: 물리브덴 또는 흑연 발열체는 2600°C 이상의 고온을 견뎌야 하며 온도 분포가 균일해야 합니다.

온도 제어: 적외선 온도계 또는 열전대가 사용되며 정확도는 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 이내로 제어됩니다.

용광로 재료: 고온에서 텅스텐 몸체와의 반응을 방지하기 위해 고순도 흑연 또는 물리브덴이 들어 있습니다.

프로세스 매개 변수

주요 공정 매개변수는 소결 효과에 상당한 영향을 미칩니다.

소결 온도: 일반적으로 2000°C 에서 2400°C 사이. 고온(>2500°C)은 비정상적인 입자 성장을 유발하고 도가니의 균열 전파 저항을 감소시킬 수 있습니다. 온도가 너무 낮으면(<1900°C) 밀도가 부족할 수 있습니다(<95%).

유지 시간: 도가니의 크기와 벽 두께에 따라 유지 시간은 일반적으로 2-10 시간입니다. 벽이 얇은 팬(벽 두께 <5mm)의 경우 2-4 시간, 벽이 두꺼운 팬(벽 두께 > 10mm)의 경우 6-10 시간이 소요됩니다.

진공: 10^{-3} Pa 미만에서 일부 고급 응용 분야(예: 반도체용 도가니)에는 10^{-4} Pa 이상이 필요합니다.

가열 속도: $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 에서 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 으로 제어하고 너무 빠르면 열 응력이 발생하고 녹색 본체가 균열될 수 있습니다.

냉각 속도: 잔류 응력을 줄이기 위해 단면 냉각을 사용하여 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 이하로 제어됩니다.

기술적 우위

고순도: 진공 환경은 산화 및 불순물 오염을 효과적으로 방지하고 도가니의 순도는 99.99% 이상에 도달할 수 있습니다.

균일한 미세 구조: 온도와 시간을 정밀하게 제어하여 10 에서 $50\mu\text{m}$ 의 입자 크기를 제어하여 기계적 특성을 최적화할 수 있습니다.

낮은 결함률: 다공성과 개재물을 줄여 98%에서 99.5%의 밀도를 제공하여 고급 응용 분야의 요구 사항을 충족합니다.

기술적 과제

높은 장비 비용: 진공 소결로는 특히 고진공 시스템의 작동을 위해 제조 및 유지 관리 비용이 많이 듭니다.

높은 에너지 소비: 고온 및 장기 소결로 인한 높은 에너지 소비, 경제성 향상을 위해 공정을 최적화해야 합니다.

녹색 물체에 대한 높은 요구 사항: 녹색 물체의 초기 밀도와 균일성은 소결 효과에 직접적인 영향을 미치며 이전 공정(예: 등압 성형)을 엄격하게 제어해야 합니다.

3.4.2 수소 또는 불활성 가스 차폐 소결

수소 또는 불활성 가스 (예 : 아르곤, 질소) 차폐 소결은 야금 산업의 귀금속 용융 및 태양 광 산업의 실리콘 재료 가공과 같은 비용에 민감하거나 상대적으로 낮은 순도의

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

응용 분야를 위한 텅스텐 도가니 생산의 또 다른 중요한 기술입니다.

프로세스 원리

수소 또는 불활성 가스로 보호되는 소결 환경은 텅스텐 바디와 산소 또는 기타 반응성 가스의 반응을 효과적으로 방지 할 수 있습니다. 수소 소결은 WO_3 와 같은 미량 산화물을 감소시켜 텅스텐 재료의 순도를 향상시키고 입자 간의 확산 결합을 촉진합니다. 불활성 가스 (예 : 아르곤)는 불활성 대기를 형성하여 텅스텐이 고온에서 산소 또는 질소와 반응하는 것을 방지하며, 이는 화학적 안정성에 대한 요구 사항이 높은 시나리오에 적합합니다.

장비 요구 사항:

수소 소결로와 불활성 가스 소결로는 다음과 같은 특성을 가져야 합니다.

난방 시스템 : 텅스텐 와이어, 몰리브덴 와이어 또는 흑연 발열체는 $2300^{\circ}C$ 이상의 고온을 견디는 데 사용됩니다.

가스 정화 시스템: 수소의 순도가 99.999%에 도달하도록 하고 물과 산소 불순물을 제거하기 위해 분자체 또는 촉매가 장착되어 있습니다.

대기 순환 시스템: 가스 흐름과 압력을 제어하여 국부적으로 고르지 않은 분위기를 방지합니다.

안전 시스템: 수소 소결로에는 안전한 작동을 보장하기 위해 방폭 장치와 누출 감지 시스템이 장착되어야 합니다.

프로세스 매개 변수

소결 온도: 일반적으로 $1800^{\circ}C$ 에서 $2300^{\circ}C$ 사이, 에너지 소비를 줄이기 위해 진공 소결보다 낮습니다.

대기 제어:

수소 : $\geq 99.999\%$ 순도, 유속 $0.5-2\text{ L/min}$, 수분 함량 $< 5\text{ppm}$.

아르곤 : 순도 $\geq 99.999\%$, 산소 함량 $< 10\text{ppm}$, 압력 $0.1 - 0.5\text{ MPa}$.

유지 시간: 3-12 시간, 도가니의 크기 및 밀도 요구 사항에 따라 다릅니다.

가열 속도: $5^{\circ}C/\text{min}$ 에서 $15^{\circ}C/\text{min}$, 효율과 열 응력의 균형을 맞춥니다.

냉각 속도: $3^{\circ}C/\text{min}$ 에서 $8^{\circ}C/\text{min}$, 응력을 줄이기 위한 불활성 가스 보조 냉각.

기술적 우위

저렴한 비용: 진공 소결에 비해 수소 소결은 장비 및 운영 비용이 저렴하며 대량 생산에 적합합니다.

산화물 환원 : 수소는 텅스텐 분말의 미량 산화물을 효과적으로 제거하고 재료의 순도를 향상시킬 수 있습니다.

유연성: 불활성 가스 소결은 응용 분야 요구 사항에 따라 다양한 가스(예: 아르곤 또는 헬륨)를 선택하여 다양한 시나리오에 적용할 수 있습니다.

기술적 과제

수소 안전: 수소의 가연성으로 인해 엄격한 안전 조치가 필요하므로 장비 설계가

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

더욱 복잡해집니다.

대기 제어의 어려움 : 수분 또는 기타 불순물의 유입을 방지하기 위해 가스 순도 및 흐름을 정밀하게 제어합니다.

순도 제한: 분위기 소결은 진공 소결보다 순도가 약간 낮으며 초고순도 응용 분야에 적합하지 않을 수 있습니다.

3.4.3 소결 온도, 시간 및 분위기 최적화

소결 온도, 시간 및 대기의 최적화는 밀도, 입자 크기, 기계적 특성 및 고온 안정성에 직접적인 영향을 미치는 고성능 텅스텐 도가니를 얻기 위한 핵심입니다. 이러한 매개변수를 체계적으로 최적화하면 성능과 비용 간의 최상의 균형을 이룰 수 있습니다.

온도 최적화

소결 온도는 텅스텐 입자의 확산 속도와 입자 성장에 영향을 미치는 핵심 요소입니다. 연구에 따르면 다음과 같습니다.

2000°C 미만에서는 입자 확산 속도가 느리고 밀도가 일반적으로 95% 미만이므로 까다로운 응용 분야에는 적합하지 않습니다.

2200°C 에서 2400°C 에서 밀도는 97%에서 99.5%에 도달할 수 있으며 입자 크기는 강도와 인성을 고려하여 20 에서 50μm 까지 제어됩니다.

2500°C 이상에서 곡물이 과도하게 성장(>100μm)하면 균열 전파 저항성이 감소하고 도가니 수명에 영향을 미칠 수 있습니다. 최적화 전략에는 치밀화와 입자 제어의 균형을 맞추기 위해 구배 가열 곡선(예: 1000°C 예열, 1800°C 중온 소결, 2300°C 고온 고밀도화)을 사용하는 것이 포함됩니다. Chinatungsten Online 의 기술 기사에 따르면 정확한 온도 최적화는 도가니의 열 충격 저항을 최대 20%까지 향상시킬 수 있습니다.

시간 최적화

유지 시간은 도가니 크기, 벽 두께 및 밀도 목표와 일치해야 합니다.

작은 도가니(직경 < 100mm): 2-4 시간 동안 따뜻하게 유지하면 밀도가 97% 이상에 도달할 수 있습니다.

중간 크기의 샘플팬(직경 100 - 300mm): 균일한 밀도를 보장하기 위해 4-8 시간 동안 보온합니다.

대형 샘플팬(직경 > 300mm): 8-12 시간 동안 유지하며, 벽이 두꺼운 영역에서 확산 지연을 보상하기 위해 연장됩니다. 너무 오래 유지하면 에너지 소비가 증가하고 입자가 거칠어질 수 있으며, 너무 짧으면 잔류 다공성이 발생할 수 있습니다. 연구에 따르면 유지 시간을 동적으로 조정하면 생산 효율성을 10-15% 높일 수 있습니다.

대기 최적화

대기의 선택 및 제어는 텅스텐 도가니의 순도와 성능에 매우 중요합니다.

수소 분위기 : 미량 산화물 (예 : WO₂, WO₃)을 감소시켜 텅스텐 순도를 99.95 % 이상으로 증가시킵니다. 수분 함량 (<5ppm)은 수증기와 텅스텐의 반응으로 휘발성

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

화합물을 형성하지 않도록 엄격하게 제어해야 합니다.

아르곤 분위기: 산소 함량이 10ppm 인 원자력 산업용 도가니와 같은 초고순도 응용 분야에 적합합니다.

헬륨 분위기: 열전도율이 높아 급속 냉각 시나리오에 적합하지만 비용이 더 많이 듭니다. 수소 및 아르곤의 스테이지 전환과 같은 동적 분위기 컨디셔닝 기술은 소결 효과를 더욱 최적화합니다. Plansee Group 의 연구에 따르면 동적 대기 제어는 도가니의 화학적 불순물 함량을 최대 30%까지 줄일 수 있습니다.

3.4.4 다단계 소결 및 구배 소결 공정

다단계 소결 및 구배 소결은 텅스텐 도가니 제조의 최첨단 기술로, 대규모 도가니의 소결 공정에서 불균일성, 열 응력 및 미세 구조 결함의 문제를 해결하도록 설계되었습니다.

다단 소결

다단계 소결은 온도와 유지 시간을 단계적으로 제어하여 녹색체의 밀도를 점진적으로 실현하며, 이는 다음과 같이 나뉩니다.

저온 상(800°C - 1200°C): 바인더, 휘발성 불순물 및 흡착된 가스를 제거하여 후속 고온 상에서 기공 형성을 방지합니다.

매체 온도 단계(1600°C - 1800°C): 입자의 초기 결합을 촉진하고 다공성을 20% 미만으로 줄입니다.

고온 상 (2200 °C 에서 2400 °C) : 98 % 이상의 밀도로 최종 치밀화. 다단계 소결의 장점은 열 응력 감소, 미세 균열 감소 및 구조적 균일성 향상입니다. 연구에 따르면 다단계 소결은 대형 도가니의 결함률을 최대 25%까지 줄일 수 있습니다.

그래디언트 소결

그래디언트 소결은 도가니의 다양한 영역에 다양한 온도, 대기 또는 압력을 적용하여 특성 분포를 최적화합니다. 예를 들어:

외벽의 고온 소결 : 경도와 내마모성을 향상시키기 위해 2400 °C 의 고온을 사용합니다.

내벽의 저온 소결: 2200°C 에서 제어, 최적화된 인성 및 열 충격 저항.

분위기 구배: 아르곤 분위기는 순도를 향상시키기 위해 외벽에 사용되며 수소 분위기는 산화물을 제거하기 위해 내벽에 사용됩니다. 그래디언트 소결에는 구역 난방 및 다중 대기 제어 시스템과 같은 고급 소결로 설계가 필요합니다. Chinatungsten Online 의 기술 보고서에 따르면 그라디언트 소결 기술은 대구경 (>400mm) 텅스텐 도가니 생산에서 균열 발생률을 35 % 줄일 수 있습니다.

장비 및 제어

다단계 및 그래디언트 소결에는 다음과 같은 기능을 갖춘 지능형 소결로가 필요합니다.

구역 가열: 여러 발열체를 통해 여러 구역의 독립적인 온도 제어.

동적 대기 조절: 수소, 아르곤 또는 혼합 대기의 전환을 지원하는 가스 분배 시스템을 갖추고 있습니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

실시간 모니터링: 적외선 온도 측정 및 레이저 거리 측정은 도가니의 온도 필드와 크기 변화를 모니터링하는 데 사용됩니다.

3.4.5 소결 수축 및 크기 제어

소결 공정 중 수축은 텅스텐 도가니 제조의 핵심 과제이며 최종 치수 정확도, 기하학적 공차 및 생산 일관성에 직접적인 영향을 미칩니다.

수축 메커니즘

소결 수축은 텅스텐 입자 사이의 기공 폐쇄 및 치밀화 과정으로 인한 것입니다. 수축은 일반적으로 다음 요인에 따라 15%에서 22% 사이입니다.

텅스텐 분말 입자 크기 : 미세 입자 크기 ($<5\ \mu\text{m}$)는 높은 수축 (18 % - 22 %)을 갖고, 큰 입자 크기 ($>10\ \mu\text{m}$)는 낮은 수축 (15 % - 18 %)을 갖는다.

녹색 몸의 밀도 : 차가운 등압 가압 녹색 몸체의 초기 밀도가 높을수록 수축이 낮아집니다.

소결 조건: 고온 및 긴 소결은 수축을 증가시키지만 치수 편차를 유발할 수 있습니다. 수축 과정은 초기 수축(기공의 초기 폐쇄), 중간 수축(입자 결합) 및 최종 수축(밀집화 완료)의 세 단계로 나뉩니다.

치수 제어 기술

도가니의 치수 정확도를 보장하려면 다음과 같은 조치를 취해야 합니다.

금형 설계: 마진은 수축에 따라 예약되며 일반적으로 최종 크기의 1.15-1.25 배입니다. 유한 요소 해석(FEA)은 수축 거동을 시뮬레이션하고 금형 형상을 최적화하는 데 사용됩니다.

균질성: 냉간 등압 프레스 또는 성형 공정을 최적화하여 녹색체의 밀도 균일성(편차 $<2\%$)이 보장되고 불규칙한 수축이 감소합니다.

소결 지지대: 고순도 흑연, 몰리브덴 또는 지르코니아 지지대는 도가니가 고온에서 변형되거나 붕괴되는 것을 방지하는 데 사용됩니다.

실시간 모니터링: 레이저 거리 측정기 또는 X 선 이미징을 사용하여 도가니 크기 변화를 실시간으로 모니터링하며 정확도는 $\pm 0.05\text{mm}$ 에 달할 수 있습니다.

세그먼트 소결: 수축률은 급격한 수축으로 인한 응력 집중을 피하기 위해 다단계 소결에 의해 제어됩니다.

기술적 과제

치수 편차: 대형 도가니(직경 $> 500\text{mm}$)의 수축이 불균일하면 허용 오차가 초과될 수 있습니다.

열 응력: 급격한 수축으로 인해 미세 균열이 발생할 수 있으며, 이는 냉각 곡선을 최적화하여 완화해야 합니다.

툴링 비용: 고정밀 금형의 제조 비용이 높으며 비용과 성능의 균형을 맞출 필요가 있습니다.

3.5 텅스텐 도가니 가공 및 마무리

텅스텐 도가니의 가공 및 마무리는 소결 후 기하학적 정확도, 표면 품질 및 성능을 보장하는 데 중요한 단계입니다. 텅스텐 합금의 높은 경도 (모스 규모에서 약 7.5),

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

실온에서의 고밀도 및 취성으로 인해 가공 공정에는 고정밀 장비, 고급 도구 및 엄격한 공정 제어가 필요합니다. 이 장에서는 글로벌 텅스텐 제품 회사의 실무 경험 및 최신 연구 진행 상황과 결합된 터닝, 밀링, 드릴링, EDM, 레이저 절단, 정밀 연삭, 연마 및 표면 코팅 기술에 대해 종합적으로 논의하고 각 공정의 원리, 장비, 매개변수, 장점 및 과제를 심층적으로 분석합니다.

3.5.1 터닝, 밀링 및 드릴링

프로세스 원리

터닝, 밀링 및 드릴링은 텅스텐 도가니 가공의 기본 공정이며 도가니의 모양, 캐비티 및 기능 구멍을 형성하는 데 사용됩니다.

터닝: 주로 원통형 도가니의 외벽 및 내벽을 위해 공작물과 고정 도구를 회전시켜 재료를 절단하여 진원도와 동심도를 보장합니다.

밀링: 공구를 회전시키고 공작물을 이동하여 재료를 절단하며, 도가니의 계단이나 홈과 같은 복잡한 형상을 가공하는 데 적합합니다.

드릴링: 드릴 비트를 회전시켜 도가니의 기능적 구멍(예: 통풍구 또는 장착 구멍)을 가공하면 구멍 직경의 정확도와 위치 공차가 보장됩니다.

장비 요구 사항:

텅스텐 도가니는 일반적으로 다음 장비가 장착된 고정밀 수치 제어 기계(CNC)를 사용하여 가공됩니다.

공작 기계: 높은 단단함 및 진동 억제를 가진 5 축선 CNC 선반 또는 기계로 가공 센터.

도구: 텅스텐(HV>2000)보다 경도가 높은 다이아몬드(PCD) 또는 입방정질화붕소(CBN) 도구.

냉각 시스템: 공구가 과열되는 것을 방지하기 위해 10-20MPa 의 압력을 가진 고압 유성 또는 수성 냉각수 주입 시스템.

먼지 제거 시스템: 고효율 펄스 집진기는 텅스텐 먼지(입자 크기 <10 μ m)를 포집하여 안전한 작동 환경을 보장합니다.

프로세스 매개 변수

절삭 속도: 10-50m/min, 너무 높으면 공구 마모가 발생할 수 있고 너무 낮으면 효율성이 떨어집니다.

이송: 0.02 - 0.2 mm/rev, 도가니 벽 두께 및 공구 성능에 최적화됨.

절삭 깊이 : 0.1-0.5 mm, 깊은 절단은 미세 균열을 일으킬 수 있습니다.

절삭유 유량: 절삭 영역 온도가 200°C 미만이 되도록 하기 위해 10 - 30 L/min.

기술적 우위

높은 정밀도: CNC 공작 기계는 반도체 및 항공 우주 응용 분야를 충족하는 ± 0.02 mm 의 치수 공차를 달성할 수 있습니다.

유연성: 밀링 및 드릴링은 복잡한 형상을 가공하고 사용자 정의 요구 사항에 적응하는 데 사용할 수 있습니다.

표면 품질: 표면 거칠기(Ra)는 매개변수를 최적화하여 0.8 μ m 에서 1.6 μ m 까지 제어할

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

수 있습니다.

기술적 과제

공구 마모: 텅스텐의 경도가 높으면 공구 수명이 짧아지고 다이아몬드 또는 CBN 공구를 자주 교체해야 합니다.

미세 균열: 미세 균열은 절단 공정 중 기계적 응력으로 인해 발생할 수 있으며 비파괴 검사(초음파 또는 X 선)로 조사해야 하는 표면 또는 내부 미세 균열로 인해 발생할 수 있습니다.

분진 관리: 텅스텐 분진은 잠재적인 건강 위험이며 산업 안전 표준(예: OSHA)을 엄격하게 준수해야 합니다.

3.5.2 EDM 및 레이저 절단

방전 가공(EDM)

EDM 은 아크에 의해 공작물 표면에서 재료를 제거하며 경도가 높거나 복잡한 형상의 텅스텐 도가니 가공에 적합합니다. EDM 은 와이어 EDM 과 다이 EDM 의 두 가지 형태로 나뉩니다.

와이어 컷 EDM: 얇은 금속 와이어(예: 폴리브덴 와이어)를 전극으로 사용하여 복잡한 윤곽을 절단합니다.

다이 EDM : 구리 또는 흑연과 같은 조립식 전극을 사용하여 내부 캐비티 또는 홈을 가공합니다.

프로세스 매개 변수

방전 전류: 5-50A, 처리 속도와 표면 품질에 영향을 미칩니다.

펄스 폭: 10 - 100 μ s, 정삭 가공을 위한 짧은 펄스, 황삭 가공을 위한 긴 펄스.

전극 재료: 구리 또는 흑연, 선택할 처리 정확도에 따라.

작동 유체: 높은 절연성을 유지해야 하는 탈이온수 또는 유성 매체.

기술적 우위

기계적 응력 없음: 비접촉 가공은 절삭 응력을 피하고 미세 균열을 줄입니다.

복잡한 형상: 특수 형상의 도가니 또는 작은 형상(예: 0.1mm 구멍 직경)을 가공할 수 있습니다.

높은 경도 적응성 : 매우 높은 경도의 텅스텐 재료에 적합합니다.

기술적 과제

느린 가공 속도: EDM 은 가공에 비해 재료 제거율(0.1 - 10 mm³/min)이 낮습니다.

표면 결함: 방전으로 인해 표면 화상이나 미세 기공이 발생할 수 있으며 후속 연마가 필요합니다.

전극 마모: 전극 재료의 손실로 인해 가공 비용이 증가합니다.

레이저 절단

레이저 절단은 고 에너지 레이저 빔 (파이버 레이저 또는 CO₂ 레이저)을 사용하여 텅스텐 재료를 녹이거나 기화시키며 고정밀 및 얇은 벽의 도가니 가공에 적합합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

프로세스 매개 변수

레이저 출력: 벽 두께에 따라 2 - 10kW.

절단 속도: 0.5 - 5 m/min, 얇은 벽 도가니의 경우 더 높은 속도를 사용할 수 있습니다.

초점 위치: 절단 품질을 보장하기 위해 재료 표면 아래 0.1-0.5mm.

보조 가스: 산화를 방지하기 위해 5-15bar의 압력에서 질소 또는 아르곤.

기술적 우위

높은 정밀도 : 0.1mm < 컷, 공차 ± 0.02 mm.

작은 열 영향부: 레이저는 에너지 집중에 초점을 맞추고 열 영향부의 깊이는 0.05mm <.

효율성: 얇은 벽 도가니(벽 두께 < 3mm)의 고속 가공에 적합합니다.

기술적 과제

열 응력: 급격한 가열은 미세 균열을 유발할 수 있으며 레이저 펄스 매개변수를 최적화해야 합니다.

장비 비용: 고출력 레이저 장비에 대한 높은 투자 및 복잡한 유지 보수.

표면 품질: 절단면은 거칠기를 줄이기 위해 2차 가공이 필요할 수 있습니다.

3.5.3 정밀 연삭 및 연마

프로세스 원리

정밀 연삭 및 연마는 텅스텐 도가니의 표면 품질을 개선하고 표면 거칠기(Ra)를 줄여 반도체, 광학 및 고온 용융의 까다로운 요구 사항을 충족하는 데 사용됩니다.

연삭: 다이아몬드 그라인딩 휠을 사용하여 표면 재료를 제거하여 기하학적 정확도와 표면 평탄도를 향상시킵니다.

연마 : 화학 - 기계 연마 (CMP), 전해 연마 또는 초음파 연마를 사용하여 거칠기를 더욱 줄이고 마감을 향상시킵니다.

장비 요구 사항:

연삭 기계: 고정밀 표면 연삭 기계 또는 스피들 속도가 5,000 - 10,000 rpm 인 원통 연삭 기계.

그라인딩 휠 : 다이아몬드 그라인딩 휠, 입자 크기 400-2000 메쉬, 정기적으로 다듬어야 합니다.

연마 장비: CMP 기계에는 고정밀 연마 헤드 장착되어 있으며 초음파 연마 기계는 고주파 진동(20-40kHz)을 지원해야 합니다.

테스트 장비: 0.01 μ m 해상도의 표면 거칠기 측정기(예: Talysurf).

프로세스 매개 변수

연삭:

연삭 휠 크기 : 400-2000 메쉬, 거친 연삭의 경우 400-800 메쉬, 미세 연삭의 경우 1200-2000 메쉬.

이송 속도: 0.005 - 0.05 mm/min, 표면에 흠집이 없습니다.

냉각수: 수성 또는 유성, 유량 15 - 30 L/min.

담은:

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

CMP 슬러리: 알루미나(Al_2O_3) 또는 이산화규소(SiO_2), 입자 크기 0.05 - 0.5 μm .

연마 압력: 0.1 - 0.5 MPa, 너무 높으면 표면 손상이 발생할 수 있습니다.

연마 시간: 거칠기 목표에 따라 1-4 시간.

기술적 우위

초저 거칠기: Ra 는 연마 후 0.05-0.1 μm 에 도달할 수 있으며 이는 사파이어 결정 성장의 요구 사항을 충족합니다.

내식성: 매끄러운 표면은 화학적 반응성을 줄이고 도가니 수명을 연장합니다.

방오: 저마찰 표면은 불순물의 흡착을 줄여 고순도 응용 분야에 적합합니다.

기술적 과제

낮은 효율성 : 텅스텐의 경도가 높으면 연삭 및 연마 속도가 느리고 가공 시간이 길어집니다.

미세 긁힘: 미세 긁힘은 연마 과정에서 발생할 수 있으며 다단계 연마로 제거해야 합니다.

높은 비용: 다이아몬드 연삭 휠과 CMP 슬러리는 비용이 많이 들며 소비를 줄이기 위해 공정을 최적화해야 합니다.

3.5.4 표면 코팅(산화 방지 코팅, 내마모성 코팅)

프로세스 원리

표면 코팅은 물리 기상 증착 (PVD), 화학 기상 증착 (CVD), 플라즈마 스프레이 또는 아크 이온 도금 기술에 의해 텅스텐 도가니 표면에 항산화, 내마모성 또는 내식성 코팅을 증착하여 수명을 크게 연장합니다. 일반적인 코팅 재료는 다음과 같습니다.

산화 방지 코팅: 알루미나(Al_2O_3), 지르코니아(ZrO_2), 몰리브덴 실리사이드(MoSi_2).

내마모성 코팅: 텅스텐 카바이드(WC), 질화티타늄(TiN), 질화크롬(CrN).

내식성 코팅: 탄화규소(SiC), 붕화텅스텐(WB).

장비 요구 사항:

PVD/CVD 장비: 전자빔 증발 또는 마그네트론 침을 튀기는 체계를 가진 진공 공술서.

플라즈마 분사 장비 : 플라즈마 건 출력 50-100 kW, 분사 거리 100-200 mm.

시험 장비 : 코팅 두께 게이지 (해상도 0.1 μm), 스크래치 테스터 (접착 테스트).

프로세스 매개 변수

PVD:

증착 온도 : 400 °C 에서 800 °C 로 텅스텐 매트릭스 특성의 변화를 피하기 위해.

코팅 두께: 2 - 10 μm , 성능과 비용의 균형에 따라 다름.

진공 : 10^{-2} to 10^{-4} Pa 증착 품질을 보장합니다.

CVD:

증착 온도: 800°C 에서 1200°C, 열 응력 제어.

가스 전구체: 예: SiH_4 (SiC 코팅용) 또는 CH_4 (WC 코팅용).

코팅 두께 : 5-20 μm , 고온 환경에 적합합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696

标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V

www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

플라즈마 스프레이:

스프레이 파워: 40-80kW, 코팅 밀도에 영향을 미칩니다.

분사 거리: 최적의 접착력을 위한 100-150mm.

코팅 두께: 20 - 100 μm , 내마모성 응용 분야에 적합합니다.

기술적 우위

내산화성: Al_2O_3 또는 MoSi_2 코팅은 1500°C 의 산화 환경에서 텅스텐 도가니의 수명을 2-5 배 연장할 수 있습니다.

내마모성: WC 또는 TiN 코팅은 표면 경도(HV>2500)를 크게 높이고 마모를 줄입니다.

내식성: SiC 코팅은 산성 및 용융 금속 부식에 효과적으로 저항하여 화학 산업에 적합합니다.

기술적 과제

코팅 접착력: 코팅과 텅스텐 매트릭스 사이의 열팽창 계수의 차이로 인해 스폐링이 발생할 수 있으며 인터페이스 설계를 최적화해야 합니다.

고온 안정성: 일부 코팅(예: TiN)은 > 1000°C 에서 분해될 수 있으므로 적합한 재료를 선택해야 합니다.

높은 비용: CVD 및 PVD 장비에 막대한 투자가 필요하며 코팅 공정은 성능과 경제성의 균형을 맞춰야 합니다.

3.6 텅스텐 도가니 후처리 기술

텅스텐 도가니가 소결 및 가공된 후 후처리 기술은 성능, 표면 품질 및 서비스 수명을 보장하기 위한 중요한 단계입니다. 텅스텐의 높은 경도, 용점 및 화학적 불활성으로 인해 후처리 공정은 도가니의 기계적 특성, 화학적 안정성 및 고온 적응성을 최적화하기 위해 정밀하게 제어된 조건에서 수행해야 합니다. 이 장에서는 열처리, 어닐링, 표면 강화, 세척 및 오염 제거, 응력 제거 등과 같은 텅스텐 도가니의 후처리 기술에 대해 심층적으로 논의하고 글로벌 텅스텐 제품 회사의 실제 경험과 Chinatungsten Online 에서 제공하는 산업 정보를 기반으로 각 공정의 원리, 장비, 매개 변수, 장점 및 과제를 종합적으로 분석합니다.

3.6.1 열처리 및 어닐링 공정

프로세스 원리

열처리 및 어닐링 공정은 미세 구조를 최적화하고 잔류 응력을 제거하며 특정 온도와 분위기에서 가열 및 냉각하여 텅스텐 도가니의 기계적 특성을 향상시킵니다. 열처리는 주로 입자 크기와 상 구조를 조정하는 데 사용되는 반면, 어닐링은 가공 중에 발생하는 내부 응력을 제거하고 도가니의 인성과 열 충격 저항을 향상시키는 데 중점을 둡니다.

장비 요구 사항:

열처리 및 어닐링은 일반적으로 고온 진공로 또는 대기 보호로에서 수행되며 장비는 다음과 같은 특성을 가져야 합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

난방 시스템: 물리브덴 또는 흑연 발열체, 2000°C 이상의 고온에 강합니다.
온도 제어: 균일한 가열을 보장하기 위해 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 의 정확도를 가진 적외선 온도계 또는 열전대.
분위기 제어: 산화를 방지하기 위해 진공(10^{-3} Pa 이하) 또는 불활성 가스(예: 아르곤, 헬륨, 순도 $\geq 99.999\%$).
냉각 시스템: 열 응력을 피하기 위해 냉각 속도를 제어하는 가스 또는 수냉 시스템이 장착되어 있습니다.

프로세스 매개 변수

열처리 온도: 일반적으로 도가니의 용도에 따라 1200°C 에서 1800°C 사이입니다.
반도체용 도가니는 미세한 입자를 유지하기 위해 더 낮은 온도(1200°C 에서 1400°C)가 필요합니다. 야금 도가니는 강도를 높이기 위해 더 높은 온도(1600°C 에서 1800°C)에서 사용할 수 있습니다.
유지 시간: 1-6 시간, 얇은 벽 도가니(벽 두께 $< 5\text{mm}$)의 경우 1-2 시간, 두꺼운 벽 도가니(벽 두께 $> 10\text{mm}$)의 경우 4-6 시간.
분위기: 진공 또는 아르곤 분위기, 산소 함량 $< 5\text{ppm}$ 으로 표면 산화를 방지합니다.
냉각 속도: $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ - $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$, 잔류 응력을 줄이기 위한 분할 냉각.
사이클 수: 일부 공정은 미세 구조를 최적화하기 위해 여러 번의 열처리(예: 2-3 회)가 필요합니다.
응력 제거: 어닐링은 가공 응력을 80% 이상 줄여 도가니의 균열 전파 저항을 크게 향상시킬 수 있습니다.
입자 최적화: 열처리는 입자 크기를 10에서 $50\mu\text{m}$ 까지 제어하여 강도와 인성의 균형을 맞출 수 있습니다.
안정적인 성능: 고온 사이클에서 도가니의 구조적 안정성을 향상시키고 서비스 수명을 연장합니다.
고온 적응성: 미세 구조를 최적화한 후 도가니의 열 충격 저항을 20-30% 증가시킬 수 있습니다.

기술적 과제

온도 균일성: 대형 샘플팬(직경 $> 300\text{mm}$)은 고온에서 온도 구배가 발생하기 쉬워 성능이 고르지 않습니다.
산화 위험: 부적절한 대기 제어는 표면 산화로 이어질 수 있으며, 고순도 가스와 엄격한 밀봉이 필요합니다.
높은 에너지 소비: 고온 및 장기 처리로 인해 에너지 소비가 증가하며 경제성을 개선하기 위해 프로세스를 최적화해야 합니다.
치수 변화: 열처리는 작은 치수 편차를 유발할 수 있으며, 이는 금형 설계에 의해 사전 보상되어야 합니다.

3.6.2 표면 강화 (침탄, 질화, 이온 주입)

프로세스 원리

표면 강화는 탄소, 질소 또는 기타 원소를 표면에 도입하여 매우 단단하고 내마모성 또는 내식성이 있는 화합물 층을 형성함으로써 열악한 환경에서 텅스텐 도가니의

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

성능을 향상시킵니다. 일반적인 표면 강화 기술은 다음과 같습니다.

침탄 : 탄소 원자는 고온에서 텅스텐 표면으로 침투하여 텅스텐 카바이드 (WC) 층을 형성합니다.

질화 : 질화 텅스텐 (WN) 또는 질화물 복합 층은 질소 분위기 처리에 의해 형성됩니다.

이온 주입: 탄소, 질소 또는 금속 원소(예: 크롬, 티타늄)를 고에너지 이온 빔을 사용하여 표면에 주입하여 경도와 화학적 안정성을 개선합니다.

장비 요구 사항:

침탄 장비: 탄소원(예: 메탄, 아세틸렌) 공급 시스템이 장착된 진공 침탄로 또는 가스 침탄로.

질화 장비: 질소 또는 암모니아 분위기를 지원하는 플라즈마 질화로 또는 가스 질화로.

이온 주입 장비: 이온 소스(예: 탄소, 질소, 티타늄) 및 가속기가 장착된 고진공 이온 주입 기계.

시험 장비 : 화합물 층의 구조를 분석하기 위한 X 선 회절계 (XRD), 표면 경도를 시험하기 위한 나노 경도 시험기.

프로세스 매개 변수

침탄:

온도: 1000°C 에서 1400°C 는 과도한 온도로 인한 거친 입자를 방지합니다.

탄소원: 메탄(CH₄) 또는 아세틸렌(C₂H₂), 유속은 0.2 - 1L/min 입니다.

처리 시간 : 2-8 시간, 층 두께는 5-20 μm 로 제어됩니다.

분위기 : 산화를 방지하기 위해 진공 또는 저압 (10⁻¹ Pa).

질화:

온도: 800°C 에서 1200°C, 질화층 두께와 기판 성능의 균형을 맞춥니다.

질소 공급원: 질소(N₂) 또는 암모니아(NH₃), 순도 ≥ 99.999%.

처리 시간 : 4-12 시간, 층 두께 10-30 μm.

플라즈마 전압: 500 - 1000 V (플라즈마 질화).

이온 주입:

이온 에너지: 50 - 200 keV, 주입 깊이 제어(0.1 - 1 μm).

이온 선량: 최적의 표면 특성을 위한 10¹⁶ to 10¹⁸ ions/cm².

진공 : 이온 빔 순도를 보장하기 위해 10⁻⁴ Pa 이하.

기술적 우위

높은 경도 : 침탄에 의해 형성된 WC 층의 경도는 HV 2500 에 도달 할 수 있고 질화층의 경도는 HV 2000 에 도달 할 수 있습니다.

내마모성: 표면 보강층은 고온 마모를 크게 줄이고 도가니 수명을 2-3 배 연장합니다.

내식성: 질화물 층과 이온 주입 층은 산-염기 및 용융 금속 부식에 효과적으로 저항력이 있습니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

미세 구조 개선: 이온 주입은 비정질 표면층을 형성하고 피로 저항을 향상시킬 수 있습니다.

기술적 과제

층 두께 균일성: 대형 도가니의 복잡한 형상으로 인해 층 두께가 고르지 않게 보장될 수 있습니다.

열 응력: 고온 침탄 또는 질화는 매트릭스와 보강층 사이에 계면 응력을 유발할 수 있으며 프로세스를 최적화해야 합니다.

장비 비용: 이온 주입 장비는 투자가 많이 필요하며 고급 응용 분야에 적합합니다.

프로세스 복잡성: 다단계 강화 프로세스에는 매개변수의 엄격한 제어가 필요하며, 이는 생산의 어려움을 증가시킵니다.

3.6.3 세척 및 오염 제거 공정

프로세스 원리

세척 및 오염 제거 공정은 물리적, 화학적 또는 초음파 방법으로 텅스텐 도가니 표면에서 산화물, 오일, 금속 잔류물 및 미립자 오염 물질을 제거하여 고순도 및 방오 특성을 보장합니다. 세척 공정은 반도체, 광전지 및 과학 연구 도가니에서 특히 중요하며, 미량 오염 물질이 최종 제품의 품질에 영향을 미칠 수 있습니다.

장비 요구 사항:

청소 장비: 다중 탱크 세척 시스템이 있는 초음파 세척기 (주파수 20-80kHz).

화학 세척 장비: 교반 및 가열 기능을 갖춘 산 및 알칼리 세척 탱크.

건조 장비: 진공 건조 오븐 또는 적외선 건조기로 워터 마크 잔류물이 남지 않도록 합니다.

시험 장비: 레이저 입자 크기 분석기(표면 입자 감지), X 선 형광 분광계(XRF, 잔류 원소 분석).

프로세스 매개 변수

초음파 세척:

주파수: 40kHz(일반 청소) 또는 80kHz(정밀 청소).

세척액: 탈 이온수 (비저항 $>18 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$) 또는 중성 세척제.

온도: 고온으로 인한 표면 손상을 방지하기 위해 40°C 에서 60°C.

시간: 오염 수준에 따라 5 분에서 20 분.

화학 세정:

산세: 질산(HNO_3 , 5% - 10%) 또는 염산(HCl , 5%)을 희석하여 산화물 및 금속 잔류물을 제거합니다.

가성 세척: 수산화 나트륨 (NaOH , 2% - 5%)으로 유기 오염 물질을 제거합니다.

시간: 2-10 분, 부식을 방지하기 위해 단단히 제어됩니다.

마른:

온도: 80°C 에 120°C, 진공 또는 불활성 기체 대기권.

저작권 및 법적 책임 고지

시간: 물 자국이나 2 차 오염이 없는지 확인하기 위해 10-30 분.

기술적 우위

고순도: 세척 후 표면 오염 물질을 10ppb 미만으로 줄일 수 있어 반도체 산업의 요구 사항을 충족합니다.

오염 방지: 매끄럽고 무공해 표면은 불순물 흡착을 줄이고 도가니 수명을 연장합니다.

일관성: 표준화된 세척 공정은 배치마다 일관된 표면 품질을 보장합니다.

환경 보호: 현대의 세척 공정은 환경에 미치는 영향을 줄이기 위해 저독성 세척제를 사용합니다.

기술적 과제

입자 제거: 마이크론 이하 입자($<0.1\mu\text{m}$)는 완전히 제거하기 어렵고 다단계 세척이 필요합니다.

화학적 부식: 산 및 알칼리 세척은 표면을 손상시킬 수 있으며 농도와 타이밍을 정밀하게 제어해야 합니다.

진조 제어: 부적절한 진조는 물 자국이나 2 차 오염을 유발할 수 있으며 고순도 환경이 필요합니다.

높은 비용: 초음파 및 화학 세척 장비에 대한 투자가 많고 운영 비용을 최적화해야 합니다.

3.6.4 응력 제거 및 구조적 최적화

프로세스 원리

응력 제거 및 구조 최적화 열처리, 기계적 진동 또는 레이저 처리를 통해 텅스텐 도가니 내부 및 표면의 잔류 응력을 줄이고 구조적 안정성을 최적화합니다. 가공 및 소결 중에 발생하는 응력으로 인해 고온 사이클에서 도가니에 균열이 생기거나 변형될 수 있으며, 응력 제거 공정은 수명 연장의 핵심입니다.

장비 요구 사항:

열처리로: 진공 또는 불활성 가스 차폐로, 온도 제어 정확도 $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

진동 장비: 주파수가 10-100Hz 이고 진폭이 0.1-1mm 인 기계식 셰이커.

레이저 기계: 국부 스트레인 릴리프를 위한 1-5kW 의 출력을 가진 펄스 레이저.

시험 장비: 잔류 응력을 측정하는 X 선 응력 분석기(정확도 $\pm 5\text{MPa}$).

프로세스 매개 변수

열 스트레스 완화:

온도: 1000°C 에서 1400°C , 곡물 성장을 피하기 위해 재결정화 온도 이하.

유지 시간: 도가니의 크기에 따라 1-4 시간.

분위기 : 아르곤 또는 진공, 산소 함량 $< 5\text{ppm}$.

냉각 속도: $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 에서 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$, 분할 냉각.

진동 응력 완화:

주파수: 최적화된 스트레인 릴리프 효율을 위한 20 - 80Hz.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

진폭: 표면 손상을 방지하기 위해 0.2 - 0.8mm.
시간: 30 분에서 120 분, 스트레스 분포에 따라 다름.

레이저 스트레스 해소:
레이저 출력: 1 - 3 kW, 펄스 폭 10 - 100 ns.
스캔 속도: 0.5 - 2m/min, 제어된 열 입력.
초점 직경: 0.1 - 0.5mm, 국소.

기술적 우위

낮은 응력: 잔류 응력을 5MPa 미만으로 줄여 균열 저항을 향상시킬 수 있습니다.
구조적 안정성: 최적화 후 고온 사이클링에서 도가니의 변형률이 50% 감소합니다.
유연성: 진동 및 레이저 치료는 응력이 높고 복잡한 모양에 적합한 국소 영역을 대상으로 할 수 있습니다.
비손상: 비파괴 공정은 도가니의 미세 구조에 영향을 미치지 않습니다.

기술적 과제

복잡한 응력 분포: 대형 Crucible 의 응력 분포가 고르지 않아 여러 방법을 결합해야 합니다.
장비 정확도: 레이저 및 진동 장비는 2 차 응력을 피하기 위해 높은 정밀도로 제어해야 합니다.
에너지 소비 및 비용: 열처리하는 많은 에너지를 소비하며 비용 절감을 위해 최적화가 필요합니다.
난이도: 잔류 응력을 정확하게 측정하려면 고가의 장비와 기술이 필요합니다.

3.7 텅스텐 도가니의 품질 관리 및 테스트

품질 관리 및 테스트는 텅스텐 도가니 생산의 핵심 연결 고리로, 치수 정확도, 재료 특성 및 신뢰성이 산업 표준을 충족하는지 확인합니다. 텅스텐 도가니(예: 반도체, 항공우주)의 고부가가치 및 까다로운 응용 분야 시나리오에는 엄격한 품질 관리 시스템이 필요합니다. 이 섹션에서는 치수 및 기하학적 내성 테스트, 비파괴 테스트, 화학 조성 및 미세 구조 분석, 고온 성능 테스트, 품질 인증 및 추적 시스템에 대해 자세히 설명합니다.

3.7.1 치수 및 기하학적 공차 테스트

프로세스 원리

치수 및 기하학적 공차 테스트는 설계 요구 사항을 충족하는지 확인하기 위해 정밀 측정 장비를 사용하여 텅스텐 도가니의 기하학적 치수 (직경, 벽 두께, 높이) 및 기하학적 공차 (진원도, 평행도, 동심도)를 확인합니다. 테스트 결과는 도가니의 설치 및 사용 성능에 직접적인 영향을 미칩니다.

장비 요구 사항:

좌표 측정기(CMM): 정확도 $\pm 0.001\text{mm}$, 복잡한 형상 측정에 적합합니다.
레이저 거리 측정기: 빠른 치수 검사를 위한 해상도 0.01mm.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

프로파일로미터: $0.005\text{mm}\pm$ 정확도로 진원도와 표면 프로파일을 측정합니다.
높이 게이지 및 캘리퍼: $\pm 0.01\text{mm}$ 의 정확도로 간단한 치수 검증을 위해.

감지 매개 변수

치수 공차: 직경 및 높이 공차 $\pm 0.05\text{mm}$, 벽 두께 공차 $\pm 0.02\text{mm}$ (반도체용 도가니).

기하학적 공차:

진원도: $\leq 0.02\text{mm}$.

평행도: $\leq 0.01\text{mm}$.

동심도: $\leq 0.015\text{mm}$.

측정 빈도: 각 배치의 10%에서 20% 표본 추출, 중요한 신청의 가득 차있는 검사.

환경 요구 사항: 온도 $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$, 습도 $< 60\%$, 열팽창의 영향을 피하기 위해.

기술적 우위

높은 정밀도: CMM 및 레이저 장비는 측정 오류가 0.01mm 이하로 합니다.

효율성: 자동 측정 시스템은 많은 양의 도가니를 처리할 수 있습니다.

일관성: 표준화된 검사 프로세스는 각 Crucible의 기하학적 정확도를 보장합니다.

기술적 과제

복잡한 형상: 특수 형상의 도가니를 측정하려면 다축 CMM이 필요하며 장비 비용이 높습니다.

표면 효과: 마감 표면이 높으면 측정 반사 오류가 발생할 수 있으며 보정이 필요할 수 있습니다.

대형 검사: 직경이 $> 500\text{mm}$ 인 도가니에는 특수 장비가 필요하므로 비용이 증가합니다.

3.7.2 비파괴 검사(초음파, X 선, CT 스캔)

프로세스 원리

비파괴 검사(NDT)는 초음파, X 선 또는 CT 스캔을 사용하여 구조를 손상시키지 않고 텅스텐 도가니 내부의 결함(예: 다공성, 균열, 개재물)을 감지합니다. NDT는 도가니의 신뢰성을 보장하기 위한 중요한 단계입니다.

장비 요구 사항:

초음파 검출기: 주파수 1-10MHz, 프로브 직경 5-10mm.

X 선 검사 장비: 에너지 100 - 300 kV, 두꺼운 벽 도가니에 적합합니다.

CT 스캐너: 3D 결함 분석을 위한 0.01mm 해상도.

교정 샘플: 장비 교정을 위한 알려진 결함이 있는 텅스텐 샘플.

감지 매개 변수

초음파의:

주파수: 5MHz(기준 감지), 10MHz(고정밀 감지).

접촉 매질: 음파 전달을 보장하기 위한 물 또는 젤.

결점 해결책: $\geq 0.1\text{mm}$.

엑스선:

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

절 50 페이지 합계 136 페이지

sales@chinatungsten.com

노출 시간: 10 - 60 초, 벽 두께에 따라 다릅니다.

에너지: 150kV(벽 두께<10mm), 250kV(벽 두께>10mm).

결점 해결책: $\geq 0.2\text{mm}$.

CT 스캔:

스캐닝 층 두께 : 0.05-0.2 mm.

재조립 시간: 5 분에서 20 분, 도가니의 크기에 따라 다름.

결점 해결책: $\geq 0.05\text{mm}$.

기술적 우위

고감도: CT 스캔은 0.05mm 의 작은 결함을 감지할 수 있습니다.

포괄성: X-ray 및 CT 는 3 차원 결함 분포를 제공하며 초음파는 신속한 스크리닝에 적합합니다.

손상 없음: 도가니의 성능과 수명에 영향을 미치지 않습니다.

기술적 과제

고밀도 간섭: 텅스텐(19.25g/cm^3)의 고밀도는 X 선 투과를 약화시켜 고에너지 장비를 필요로 합니다.

복잡한 형상: 특수 모양의 도가니를 감지하려면 다각도 스캔이 필요하므로 난이도가 높아집니다.

높은 비용: CT 스캔 장비 및 운영 비용이 높기 때문에 고급 응용 분야에 적합합니다.

3.7.3 화학 성분 및 미세 구조 분석

프로세스 원리

화학 성분 및 미세 구조 분석 텅스텐 도가니의 재료 순도 및 미세 구조 특성 (예 : 입자 크기 및 상 분포)은 분광 분석 및 현미경 관찰에 의해 검증되어 응용 프로그램 요구 사항을 충족하는지 확인합니다.

장비 요구 사항:

X 선 형광 분광계(XRF): $\pm 0.01\%$ 의 정확도로 원소 함량을 검출합니다.

유도 결합 플라즈마 질량 분석법(ICP-MS): <1ppb 의 검출 한계로 미량 불순물을 분석합니다.

주사 전자 현미경(SEM): < 1nm 의 해상도로 입자와 결함을 관찰합니다.

전자 후방 산란 회절(EBSD): 입자 배향 및 상 구조를 분석합니다.

감지 매개 변수

화학 성분 :

텅스텐 순도 : $\geq 99.95\%$ (일반), $\geq 99.999\%$ (반도체).

테스트 빈도 : 각 배치의 5 %에서 10 %.

미세:

입자 크기 : 10-50 μm (일반), 5-20 μm (고성능).

다공성: <1%, SEM 이미지로 분석.

상 분포: 비정상적인 상(예: 산화물 또는 탄화물)이 없는지 확인하십시오.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

기술적 우위

높은 정확도: ICP-MS 는 ppb 수준의 불순물을 검출하여 초고순도를 보장합니다.
포괄성: SEM 및 EBSD 는 입자, 결함 및 상에 대한 완전한 정보를 제공합니다.
품질 보증: 화학 및 구조 분석은 일관된 도가니 성능을 보장합니다.

기술적 과제

샘플 준비 : 텅스텐의 경도로 인해 절단 및 연마가 어려워 다이아몬드 도구가 필요합니다.
미량 검출: 초저불순물 검출에는 고감도 장비와 높은 비용이 필요합니다.
복잡한 분석: EBSD 데이터 처리에는 전문 소프트웨어와 인력이 필요합니다.

3.7.4 고온 성능 시험(열충격, 크리프, 피로)

프로세스 원리

고온 성능 테스트는 고온 환경에서 신뢰성을 보장하기 위해 실제 사용 조건을 시뮬레이션하여 텅스텐 도가니의 열 충격 성능, 크리프 거동 및 피로 수명을 평가합니다.

장비 요구 사항:

열충격 시험로: 25°C 에서 2500°C 까지의 온도 범위, 가열 속도 > 100°C/s.
크리프 시험기: 1800°C 에서 2200°C 의 온도에서 일정한 응력(10-100MPa)을 가합니다.
피로 시험기: 주기적인 선적 빈도 1 에서 10 Hz 의 온도 1000°C 에서 2000°C.
시험 장비 : 적외선 온도계, 변위 센서, 정확도 $\pm 0.01\text{mm}$.

감지 매개 변수

열충격 시험:

온도차: 1000°C 에서 2000°C(예: 2000°C 에서 25°C 주기).
사이클 수: 50 - 500 사이클, 응용 분야 요구 사항에 따라 다름.
균열 감지 : 현미경 또는 염료 침투, 균열 길이 < 0.1mm.

크리프 시험:

스트레스 : 20-80 MPa.
온도: 1800° C 에 2200° C.
시간 : 100-1000 시간, 변형률 측정 (<0.1 %).

피로 시험:

순환 응력 : $\pm 50\text{ MPa}$.
온도: 1000°C 에 2000°C.
사이클 수: 피로 균열을 감지하기 위해 $10^4 - 10^6$.

기술적 우위

사실적인 시뮬레이션: 테스트 조건은 신뢰성을 보장하기 위해 실제 사용 환경에

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

가깝습니다.

성능 최적화: 테스트 데이터는 프로세스 개선을 안내하고 도가니 수명을 늘립니다.

품질 검증: 샘플팬이 항공우주 및 원자력 산업의 엄격한 요구 사항을 충족하는지 확인합니다.

기술적 과제

높은 장비 요구 사항: 고온 테스트 장비는 비용이 많이 드는 2500°C를 견뎌야 합니다.

긴 시험 주기: 크리프 및 피로 시험은 몇 주가 걸릴 수 있어 생산성에 영향을 미칠 수 있습니다.

복잡한 데이터: 고온 성능 데이터는 전문적으로 분석해야 하므로 기술적 어려움이 높아집니다.

3.7.5 품질 인증 및 이력 추적 시스템

프로세스 원리

품질 인증 및 추적성 시스템은 텅스텐 도가니의 생산, 테스트 및 배송이 표준화된 품질 관리 프로세스 및 제품 추적성 메커니즘의 확립을 통해 국제 및 산업 표준을 충족하도록 보장합니다. 이력추적 시스템은 원자재에서 완제품에 이르기까지 모든 단계에서 정보를 기록하여 문제 해결 및 품질 개선을 용이하게 합니다.

장비 및 도구

품질 관리 시스템: 생산 및 검사 데이터를 기록하는 ISO 9001:2015 기반 소프트웨어 플랫폼입니다.

추적성 시스템: 도가니의 배치, 공정 매개변수 및 테스트 결과를 상호 연관시키는 바코드 또는 RFID 태그.

데이터 분석 도구: 품질 변동을 분석하기 위한 SPC(Statistical Process Control) 소프트웨어.

문서화 시스템: 생산 기록, 테스트 보고서 및 인증 문서의 전자 보관.

구현 매개 변수

인증 기준:

ISO 9001:2015(품질 관리).

ISO 14001:2015(환경 경영).

GB/T 3459-2022(텅스텐 도가니에 대한 기술 요구 사항).

추적:

원료 : 텅스텐 분말 배치, 공급 업체, 화학 성분.

프로세스 : 소결, 가공, 후 처리 매개 변수.

검사 : 치수, NDT, 성능 테스트 결과.

데이터 보존: 최소 5년, 고급 애플리케이션(예: 원자력 산업)의 경우 10년 이상.

감사 빈도: 내부 감사는 6개월마다, 외부 감사는 연 1회씩 실시합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

기술적 우위

규정 준수: 국제 및 국내 표준을 충족하고 시장 경쟁력을 향상시킵니다.

투명성: 추적성 시스템은 고객 신뢰를 높이고 문제 찾기를 용이하게 합니다.

지속적인 개선: SPC 분석은 품질 병목 현상을 식별하고 생산 프로세스를 최적화합니다.

기술적 과제

데이터 관리: 대규모 생산에는 효율적인 데이터 저장 및 검색 시스템이 필요합니다.

높은 비용: 인증 및 추적성 시스템을 구현하려면 추가 투자가 필요합니다.

복잡성: 다중 링크 추적 기능을 위해서는 부서 간 협업이 필요하므로 관리의 어려움이 가중됩니다.

3.7 텅스텐 도가니의 품질 관리 및 테스트

품질 관리 및 테스트는 텅스텐 도가니의 성능, 신뢰성 및 일관성을 보장하는 핵심입니다. 반도체, 항공 우주 및 원자력 산업과 같은 까다로운 분야에서 텅스텐 도가니를 적용하기 때문에 치수, 정확도, 재료 순도, 미세 구조 및 고온 성능은 엄격한 표준을 충족해야 합니다. 이 장에서는 치수 및 기하학적 공차 테스트, 비파괴 테스트, 화학 조성 및 미세 구조 분석, 고온 성능 테스트, 품질 인증 및 추적 시스템에 대해 포괄적으로 논의하고 글로벌 텅스텐 제품 회사의 실제 경험과 Chinatungsten Online 에서 제공하는 산업 정보를 결합하여 각 테스트 기술의 원리, 장비, 매개 변수, 장점 및 과제를 심층적으로 분석합니다.

3.7.1 치수 및 기하학적 공차 테스트

프로세스 원리

치수 및 기하학적 허용 오차 테스트 고정밀 측정 장비로 텅스텐 도가니의 기하학적 치수(직경, 벽 두께, 높이)와 기하학적 공차(진원도, 평행도, 동심도)를 확인하여 설계 사양을 충족하는지 확인하십시오. 정밀한 형상은 도가니의 설치, 열 전달 및 성능에 매우 중요하며, 특히 단결정 실리콘 성장 또는 고온 용융과 같은 응용 분야에서 중요합니다.

장비 요구 사항:

좌표 측정기(CMM): 레이저 또는 접촉식 프로브가 장착된 측정 정확도는 $\pm 0.001\text{mm}$ 로 복잡한 형상에 적합합니다.

레이저 거리 측정기: 빠른 치수 검증을 위한 0.01mm 해상도의 비접촉 측정.

프로파일계: 진원도, 표면 프로파일 및 기하학적 공차를 $\pm 0.005\text{mm}$ 의 정확도로 측정합니다.

광학 프로젝터: 50-200 배 배율의 작은 도가니의 2 차원 측정용.

높이 게이지 및 디지털 캘리퍼스 : 간단한 치수 검사에 사용되며 정확도는 $0.01\text{mm}\pm$.

감지 매개 변수

차원 포용력:

직경 및 높이: $\pm 0.05\text{mm}$ (기준 응용 프로그램), $\pm 0.02\text{mm}$ (반도체용 도가니).

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

벽 두께: $\pm 0.03\text{mm}$ (기준), $\pm 0.01\text{mm}$ (고정밀).

기하학적 공차:

진원도 : $\leq 0.02\text{mm}$ (일반), $\leq 0.01\text{mm}$ (고정밀).

평행도: $\leq 0.015\text{mm}$.

동심도 : $\leq 0.01\text{mm}$.

측정 빈도: 배치당 10%에서 20% 샘플링, 항공 우주와 같은 중요한 응용 분야에 대한 100% 전체 검사.

환경 요구 사항: 온도 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 습도 $< 50\%$, 열팽창 또는 습도 간섭을 피하십시오.

교정 표준: ISO 10360 인증 교정 블록은 장비의 정확성을 보장하는 데 사용됩니다.

기술적 우위

높은 정확도: CMM 및 레이저 거리 측정기는 마이크론 미만의 정확도를 달성하고 엄격한 허용 오차를 충족합니다.

자동화: 통합 자동 측정 시스템은 효율성을 높이기 위해 많은 양의 도가니를 처리할 수 있습니다.

다목적성: 프로파일러와 광학 프로젝터는 치수와 표면 특징을 모두 검사합니다.

데이터 기록: 손쉬운 품질 추적 및 통계 분석을 위해 측정 결과를 디지털화합니다.

기술적 과제

복잡한 형상: 특수 형상 또는 대형 샘플(직경 $> 500\text{mm}$)에는 다축 CMM 이 필요하므로 장비 비용이 많이 들 수 있습니다.

표면 반사: 마감 텅스텐 표면은 레이저 측정 오류를 일으킬 수 있으며 광학 경로를 보정해야 합니다.

측정 시간: 대형 도가니를 완전히 검사하는 데 오랜 시간이 걸리며 효율성과 정확성의 균형을 맞춰야 합니다.

환경 민감도: 온도 또는 진동 변동이 측정 결과에 영향을 미칠 수 있으며 일정한 온도 및 습도 환경이 필요합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

CTIA GROUP LTD
Tungsten Crucible Introduction

1. Overview of Tungsten Crucibles

Tungsten crucibles are essential tools in the fields of metallurgy, chemistry, and materials science. They are particularly suitable for processes that involve melting or heating substances to extremely high temperatures. Studies have shown that tungsten crucibles perform exceptionally well in applications such as sapphire crystal growth, rare earth metal melting, vacuum coating, and high-temperature furnaces.

2. Features of Tungsten Crucibles

- Ultra-high melting point: Making them ideal for extreme high-temperature environments.
- High purity: purity of $\geq 99.95\%$ minimizes the impact of impurities on experiments or production processes.
- Excellent corrosion resistance: Offering outstanding chemical stability.
- High density and low vapor pressure: Ensuring material stability.
- High strength and wear resistance: Ensuring long service life.
- Low surface roughness: Reducing residue buildup and extends the crucible's lifespan.

3. Applications of Tungsten Crucibles

- Rare earth metal melting:** Performed in vacuum or inert gas environments to ensure material purity.
- Vacuum coating:** Used in thermal evaporation-deposition technology in electronics manufacturing.
- High-temperature furnaces:** Functions as a key component capable of withstanding environments below 2400°C.
- Chemical synthesis:** Suitable for handling corrosive substances such as acids and molten metals.
- Metal smelting and refining:** Used for melting and refining high-purity metals.
- Sapphire crystal growth:** Utilized for melting and holding materials like silicon, gallium arsenide, and germanium in semiconductor production at temperatures between 2000 – 2500° C.

4. Specifications of Tungsten Crucibles

Specification	Details
Material	Pure tungsten or tungsten alloy
Purity	99.95%
Diameter	20–620 mm
Height	20–500 mm
Wall Thickness	3.5–30 mm (depending on diameter)
Shape	Round, square, rectangular, stepped, or customized shapes
Surface Finish	Smooth inner and outer walls, no internal cracks

5. Purchasing Information

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

3.7.2 비파괴 검사(초음파, X 선, CT 스캔)

프로세스 원리

비파괴 검사(NDT)는 초음파, X 선 또는 컴퓨터 단층 촬영(CT) 기술을 사용하여 구조를 손상시키지 않고 텅스텐 도가니 내부 및 표면의 결함(예: 다공성, 균열, 개재물)을 감지합니다. NDT 는 특히 원자력 산업 및 반도체 응용 분야에서 도가니의 신뢰성과 안전성을 보장하는 데 핵심적인 역할을 합니다.

장비 요구 사항:

초음파 검출기 : 고주파 프로브 (1-15MHz)가 장착되어있어 작은 균열을 감지하는 데 적합합니다.

X-ray 검사 장비: 에너지 100-400kV, 디지털 이미징 시스템 장착.

CT 스캐너 : 고해상도 (0.01mm), 3D 결함 재구성 지원.

접촉 매질 시스템: 초음파 전송을 보장하기 위한 물 또는 젤 매체.

보정 샘플: 장비 보정을 위해 알려진 결함(예: 0.1mm 다공성)이 있는 텅스텐 샘플.

감지 매개 변수

초음파 테스트:

주파수: 5MHz(기본 감지), 10-15MHz(높은 정확도 감지).

프로브 유형: 세로 또는 전단파 프로브, 직경 5-10mm.

결함 해상도 : $\geq 0.1\text{mm}$ (균열), $\geq 0.2\text{mm}$ (다공성).

접촉 매질 : 물 또는 젤, 두께 0.1-0.5 mm.

X-ray 검사:

에너지: 150kV(벽 두께 $<10\text{mm}$), 300kV(벽 두께 $>10\text{mm}$).

노출 시간: 10 - 60 초, 도가니 두께에 따라 다름.

결함 해상도: $\geq 0.2\text{mm}$ (다공성), $\geq 0.1\text{mm}$ (균열).

CT 스캔:

스캔 층 두께: 0.05 - 0.2mm, 도가니 크기에 따라 다름.

해상도: 작은 개재물 감지를 위한 0.01 - 0.05mm.

재구성 시간: 3D 결함 모델을 생성하는 데 5-30 분.

기술적 우위

고감도: CT 스캔은 0.05mm 의 작은 결함을 감지할 수 있으며 초음파는 신속한 스크리닝에 적합합니다.

포괄성: X-ray 와 CT 는 내부 결함을 3 차원으로 분포시켜 숨겨진 문제를 드러냅니다.

비파괴: 도가니의 성능 및 서비스 수명에 영향을 미치지 않습니다.

데이터 시각화: CT 로 생성된 3D 모델은 결함 분석 및 프로세스 개선을 용이하게 합니다.

기술적 과제

고밀도 간섭: 텅스텐(19.25g/cm^3)의 고밀도는 X 선 투과를 약화시켜 고에너지 장비를

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

필요로 합니다.

복잡한 형상: 특수 모양의 도가니를 여러 각도에서 스캔해야 하므로 검출 시간과 복잡성이 증가합니다.

높은 비용: CT 스캐닝 장비는 투자 및 운영 비용이 높기 때문에 고급 응용 분야에 적합합니다.

운영 기술: NDT 는 전문적인 작업과 데이터 해석에 대한 높은 요구 사항을 필요로 합니다.

3.7.3 화학 성분 및 미세 구조 분석

프로세스 원리

화학 조성 및 미세 구조 분석 텅스텐 도가니의 재료 순도, 불순물 함량 및 미세 구조 특성(예: 입자 크기, 상 분포, 다공성)은 분광 분석, 현미경 관찰 및 회절 기술에 의해 검증됩니다. 이러한 분석은 도가니의 화학적 안정성과 기계적 특성이 응용 분야의 요구 사항을 충족하는지 확인합니다.

장비 요구 사항:

X 선 형광 분광계(XRF): $\pm 0.01\%$ 의 정확도로 주요 원소와 불순물을 검출합니다.

유도 결합 플라즈마 질량 분석법(ICP-MS): 미량 불순물은 $< 0.1\text{ppb}$ 의 검출 한계로 분석됩니다.

주사 전자 현미경(SEM): $< 1\text{nm}$ 의 해상도로 입자, 기공 및 결함을 관찰합니다.

전자 후방 산란 회절계(EBSD): $0.1^\circ \pm$ 정확도로 입자 배향 및 상 구조를 분석합니다.

투과 전자 현미경(TEM): 0.1nm 분해능으로 나노 구조 분석을 수행합니다.

감지 매개 변수

화학 성분 :

텅스텐 순도 : $\geq 99.95\%$ (일반), $\geq 99.999\%$ (반도체 또는 원자력 산업).

불순물 원소 : C, O, N, Fe, Ni, Mo 등, 함량 $< 50\text{ppm}$ (일반), $< 10\text{ppm}$ (고순도).

테스트 빈도: 배치당 5%에서 10% 샘플링, 주요 응용 프로그램의 전체 검사.

미세:

입자 크기 : $10\text{-}50\ \mu\text{m}$ (일반), $5\text{-}20\ \mu\text{m}$ (고성능).

다공성: $< 1\%$ (SEM 이미지 분석), $< 0.5\%$ (고급 응용 분야).

상 분포: 비정상적인 상(예: 산화물, 탄화물) 없음, XRD 로 검증됨.

결정립계 특성: EBSD 는 결정립각을 분석하여 균열 저항성을 최적화합니다.

기술적 우위

초고 정확도: ICP-MS 는 ppb 범위의 불순물을 감지하여 재료 순도를 보장합니다.

포괄적인 분석: SEM 및 EBSD 는 입자, 결함 및 상에 대한 완전한 정보를 제공합니다.

성능 예측: 미세 구조 데이터는 고온 성능 최적화를 안내합니다.

품질 보증: 각 도가니 배치의 화학적 및 구조적 일관성을 보장합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

기술적 과제

샘플 준비 : 텅스텐의 경도로 인해 절단, 연마 및 박화가 어려워 다이아몬드 공구와 이온 박막이 필요합니다.

미량 검출: 초저불순물 분석에는 고감도 장비와 높은 운영 비용이 필요합니다.

복잡한 데이터: EBSD 및 TEM 데이터를 해석하려면 전문 소프트웨어와 인력이 필요합니다.

시간 소모적: 고정밀 분석(예: TEM)은 시간이 오래 걸리므로 생산 효율성에 영향을 미칩니다.

3.7.4 고온 성능 시험(열충격, 크리프, 피로)

프로세스 원리

고온 성능 테스트는 실제 사용 조건(예: 고온 사이클링, 장기 응력)을 시뮬레이션하여 텅스텐 도가니의 열 충격 성능, 크리프 거동 및 피로 수명을 평가합니다. 이러한 테스트는 2000°C 이상과 같은 극한 환경에서 도가니의 신뢰성과 내구성을 보장합니다.

장비 요구 사항:

열충격 시험로: 온도 범위는 25°C 에서 2600°C, 가열 속도 > 100°C/s 이며 급속 냉각 시스템을 갖추고 있습니다.

크리프 테스터 : 일정한 응력 (10-100 MPa), 온도 1800 °C 에서 2300 °C, 변위 정확도 ± 0.001mm 를 적용하십시오.

피로 시험기: 주기적인 선적 빈도 1 에서 20 Hz 의 온도 1000°C 에서 2200°C 의 힘 정확도 ± 0.1 N.

시험 장비 : 적외선 온도계 (정확도 ± 1 °C), 레이저 변위 센서 (정확도 ± 0.01mm), 현미경 (균열 분석).

감지 매개 변수

열충격 시험:

온도 차이 : 1000 °C 에서 2000 °C (예 : 2000 °C 에서 25 °C 의 빠른 주기).

사이클 수: 50 - 1000 사이클, 응용 프로그램 요구 사항에 따라 다름.

균열 감지: 광학 현미경 또는 염색 침투, 균열 길이 <0.1mm 가 적합합니다.

환경: 진공 또는 불활성 가스(아르곤, 산소 함량 < 5ppm).

크리프 시험:

응력: 20 - 100 MPa, 시뮬레이션된 실제 하중.

온도: 1800°C 에서 2300°C, 사용 조건에 가깝습니다.

시간 : 100-2000 시간, 측정 된 변형률 (<0.1 %가 해당).

분위기 : 산화를 방지하기 위해 진공 또는 아르곤.

피로 시험:

순환 응력: ±50 - ±200 MPa, 열 순환 하중을 시뮬레이션합니다.

온도: 1000°C 에 2200°C.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

사이클 수: $10^4 - 10^7$ 회, 피로 균열 감지(<0.05mm 자격이 있음).
주파수: 5-10Hz, 효율성과 정확도의 균형.

기술적 우위

사실적인 시뮬레이션: 테스트 조건은 실제 사용 환경에 가깝고 도가니 수명을 예측합니다.

성능 최적화: 테스트 데이터는 열 충격과 크리프 저항을 개선하기 위한 프로세스 개선을 안내합니다.

신뢰성 검증: Crucible 이 항공우주 및 원자력 산업의 엄격한 요구 사항을 충족하는지 확인합니다.

데이터 지원: 고객이 쉽게 평가할 수 있도록 정량적 지표(예: 크리프 속도, 피로 수명)를 제공합니다.

기술적 과제

높은 장비 요구 사항: 고온 테스트 장비는 2600°C 를 견뎌야 하며 제조 및 유지 보수 비용이 높습니다.

긴 테스트 주기: 크리프 및 피로 테스트는 몇 주에서 몇 달이 걸릴 수 있어 생산성에 영향을 미칠 수 있습니다.

환경 제어: 고온 진공 또는 불활성 대기는 산화 또는 오염을 방지하기 위해 엄격하게 관리해야 합니다.

데이터 해석: 복잡한 테스트 데이터는 전문적으로 분석해야 하므로 기술적 난이도가 높아집니다.

3.7.5 품질 인증 및 이력 추적 시스템

프로세스 원리

품질 인증 및 추적성 시스템은 표준화된 품질 관리 프로세스 및 제품 추적성 메커니즘을 수립하여 텅스텐 도가니의 생산, 테스트 및 배송이 국제 및 산업 표준(예: ISO 9001, GB/T 3459-2022)을 준수하도록 합니다. 추적성 시스템은 원자재에서 완제품에 이르기까지 모든 단계에서 정보를 기록하여 손쉬운 문제 해결, 품질 개선 및 고객 신뢰를 제공합니다.

장비 및 도구

품질 관리 시스템: 생산, 검사 및 납품 데이터를 기록하는 ISO 9001:2015 기반의 디지털 플랫폼입니다.

추적성 시스템: 바코드, QR 코드 또는 RFID 태그(배치, 공정 매개변수 및 도가니 테스트 결과).

데이터 분석 도구: 품질 변동 및 결함 추세를 분석하기 위한 통계적 공정 관리(SPC) 소프트웨어.

문서화 시스템: 생산 기록, 테스트 보고서, 인증 문서 및 고객 피드백의 전자 보관.

블록체인 기술: 일부 기업은 블록체인을 사용하여 데이터가 변조되지 않도록 하고 추적 가능성의 신뢰성을 높입니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

구현 매개 변수

인증 기준:

ISO 9001:2015(품질 경영 시스템).

ISO 14001:2015 (환경 경영 시스템).

GB/T 3459-2022(텅스텐 도가니에 대한 기술 요구 사항).

ASTM B760-07 (텅스텐 제품에 대한 표준 사양).

추적:

원료 : 텅스텐 분말 배치, 공급 업체, 화학 성분, 입자 크기 분포.

공정 매개변수: 소결 온도, 가공 공차, 후처리 조건.

테스트 결과: 크기, 비파괴 검사, 화학 성분, 고온 성능.

배송 정보: 고객 이름, 배송 날짜, 배치 번호.

데이터 보존: 일상적인 응용 프로그램의 경우 5 년, 고급 응용 프로그램(예: 원자력 산업)의 경우 10 년 이상.

감사 빈도: 6 개월마다 내부 감사, 1 년에 1 회 외부 감사, 3 년마다 제 3 자 인증 검토.

기술적 우위

규정 준수: 국제 및 국내 표준을 충족하고 시장 경쟁력을 향상시킵니다.

투명성: 전체 프로세스의 추적성은 고객 신뢰를 높이고 품질 문제를 신속하게 찾을 수 있도록 합니다.

지속적인 개선: SPC 분석은 프로세스 병목 현상을 식별하고 생산 효율성과 품질을 최적화합니다.

디지털 관리: 전자 시스템은 수동 오류를 줄이고 데이터 신뢰성을 향상시킵니다.

기술적 과제

데이터 관리: 대규모 생산에는 효율적인 데이터 저장, 검색 및 분석 시스템이 필요합니다.

구현 비용: 인증, 추적성 및 디지털화 시스템은 투자 및 유지 관리 비용이 많이 듭니다.

부서 간 협업: 추적성은 공급망, 생산 및 검사를 포괄해야 하며 관리는 복잡합니다.

데이터 보안 : 데이터 유출 또는 변조 방지가 필요하며, 블록체인 기술 구현이 어렵다.

3.8 텅스텐 도가니의 첨단 제조 기술

인더스트리 4.0 과 지능형 제조의 부상으로 텅스텐 도가니의 제조 기술은 고정밀, 고효율 및 지속 가능성의 방향으로 발전하고 있습니다. 첨단 제조 기술은 적층 제조, 레이저 가공, 마이크로 나노 제조 및 스마트 제조 시스템의 도입을 통해 도가니 성능, 생산성 및 사용자 정의 기능을 크게 향상시켰습니다. 이 장에서는 적층 제조 (3D 프린팅), 레이저 용융 및 플라즈마 스프레이, 마이크로 나노 제조 기술, 지능형 제조 및 인더스트리 4.0 응용 프로그램에 대해 글로벌 텅스텐 제품 회사의 관행 및 Chinatungsten Online 의 산업 정보와 결합하고 이러한 기술의 원리, 장비, 매개 변수, 장점 및 과제를 종합적으로 분석합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

3.8.1 적층 제조(3D 프린팅 텅스텐 도가니)

프로세스 원리

적층 제조 (3D 프린팅)는 텅스텐 분말 또는 텅스텐 합금 재료를 층별로 증착하여 복잡한 형상을 가진 텅스텐 도가니를 직접 구축합니다. 기존의 분말 야금 및 기계 가공과 달리 3D 프린팅은 금형이 필요하지 않으며 캐비티 스티프너 또는 다공성 설계와 같은 복잡한 구조의 신속한 프로토타이핑을 가능하게 합니다. 일반적인 기술에는 선택적 레이저 용융(SLM), 전자빔 용융(EBM) 및 바인더 분사가 포함됩니다.

장비 요구 사항:

SLM 장비: 불활성 가스 차폐 챔버가 있는 고출력 파이버 레이저(500W - 2kW).

EBM 장비: 전자빔 전력 3-6kW, 진공 환경(최대 10^{-4} Pa).

바인더 주입 장치 : 소결로를 갖춘 고정밀 노즐 (해상도 $< 50 \mu\text{m}$).

분말 취급 시스템: 균일한 분말 입자 크기($10\text{-}50\mu\text{m}$)를 보장하는 체질 및 회수 시스템.

검사 장비: CT 스캐너(내부 결함 감지용), 레이저 프로파일러(기하학적 정확도 확인용).

프로세스 매개 변수

해수면 위:

레이저 출력: 500-1000W.

스캔 속도: 0.5 - 2m/s.

층 두께: 20 - 50 μm .

분위기 : 아르곤, 산소 함량 $< 100\text{ppm}$.

EBM:

전자빔 전력 : 3-5kW.

스캔 속도: 1 - 5m/s.

층 두께 : 50-100 μm .

진공 : 10°C 에서 10°C Pa.

바인더 분사:

바인더 주입 속도: 10-50pL/방울.

소결 온도: 1800°C 에 2200°C .

소결 시간: 4-8 시간.

분위기 : 진공 또는 수소.

기술적 우위

복잡한 형상: 기존 공정(예: 내장 냉각 채널)으로는 달성하기 어려운 특수 모양의 도가니를 제조할 수 있습니다.

재료 효율 : 분말 회수율 $>95\%$, 원료 폐기물 감소.

신속한 프로토타이핑: 설계에서 완제품까지 며칠 밖에 걸리지 않아 소량 맞춤화에 적합합니다.

성능 최적화: 그라디언트 재료 설계는 국소 특성(예: 내벽 내식성)을 개선할 수 있습니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

기술적 과제

밀도: 3D 프린팅 도가니의 밀도(<99%)는 기존 소결의 밀도보다 약간 낮으며 후처리를 위해 최적화해야 합니다.

표면 품질: 인쇄된 표면의 거칠기(Ra 5 - 20 μm)를 가공하거나 연마해야 합니다.

장비 비용: SLM 및 EBM 장비는 투자가 많고 운영 비용이 높습니다.

분말 요구 사항 : 초 미세 구형 텅스텐 분말 (<20 μm)이 필요하므로 재료 비용이 증가합니다.

3.8.2 레이저 용융 및 플라즈마 스프레이

프로세스 원리

레이저 용융 및 플라즈마 스프레이는 고에너지 열원을 사용하여 텅스텐 도가니 표면에 기능성 코팅을 증착하거나 국부 결함을 수리하여 내마모성, 산화 및 내식성을 개선합니다. 레이저 용융은 레이저 빔을 사용하여 텅스텐 분말 또는 합금 분말을 녹여 코팅을 형성합니다. 플라즈마 스프레이는 플라즈마 아크를 통해 표면에 분말을 분사하여 두꺼운 코팅을 만듭니다.

장비 요구 사항:

레이저 용융 장비: 5축 모션 스테이지가 있는 파이버 레이저(1-10kW).

플라즈마 스프레이 장비 : 파우더 공급 시스템이있는 플라즈마 건 (동력 40-100 kW).

분말 처리 시스템: 체질 및 건조 장비, 분말 입자 크기가 10-100 μm 인지 확인합니다.

시험장비 : 코팅두께계(정확도 $\pm 1\mu\text{m}$), 스크래치 시험기(접착시험).

분위기 제어: 산소 함량이 50ppm< 불활성 가스실(아르곤 또는 헬륨).

프로세스 매개 변수

레이저 용융:

레이저 출력: 2-5kW.

스캔 속도: 0.5 - 2m/분

분말 공급 속도: 5-20g/분

코팅 두께 : 50-500 μm .

분위기 : 아르곤, 산소 함량 < 100ppm.

플라즈마 스프레이:

플라즈마 전력 : 50-80 kW.

살포 거리: 100 에서 200mm.

분말 공급 속도: 20 - 50g/분

코팅 두께 : 100-1000 μm .

가스 유량 : 아르곤 50 L/ 분, 수소 5 L/ 분.

기술적 우위

고성능 코팅: 레이저 용융으로 형성된 SiC 또는 WC 코팅은 HV 2500 의 경도를 가지며 플라즈마 분사 MoSi₂ 코팅은 내산화성이 우수합니다.

현지 수리: 도가니 수명을 연장하기 위해 마모되거나 금이 간 부분을 정밀하게 수리합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

유연성 : 다양한 코팅 재료 (예 : 텅스텐 합금, 세라믹)에 적합합니다.

빠른 공정: 단층 코팅의 증착 시간은 <1 시간으로 대규모 생산에 적합합니다.

기술적 과제

접착력 : 코팅과 텅스텐 기판 사이의 열팽창 계수의 차이로 인해 파편이 발생할 수 있으며 계면을 최적화해야 합니다.

열 응력: 고에너지 열원은 기판에 미세 균열을 일으킬 수 있으며 열 입력을 제어해야 합니다.

표면 거칠기: 플라즈마 스프레이 코팅 $Ra > 10\mu m$, 2 차 가공이 필요합니다.

높은 비용: 레이저 및 플라즈마 장비 투자가 크고 분말 재료가 비쌉니다.

3.8.3 미세 가공 기술

프로세스 원리

미세 가공은 레이저 마이크로 가공, 이온 빔 에칭 또는 화학 기상 증착 (CVD)을 사용하여 마이크로 비아, 마이크로 그루브 또는 나노 코팅과 같은 텅스텐 도가니 표면에 마이크로 크기 ($1-100\mu m$) 또는 나노 스케일 ($<1\mu m$) 구조를 제작합니다. 이러한 구조는 도가니의 열 복사, 습윤성 또는 방오 특성을 향상시켜 반도체 및 광학 응용 분야에 특히 적합합니다.

장비 요구 사항:

펄스 레이저: 펄스 폭 $< 500fs$, 출력 $1-5kW$, 미세 가공용.

집속 이온 빔(FIB) 장치: 이온 에너지 $10-50keV$, 분해능 $< 10nm$.

CVD 장비: 나노 코팅 증착을 위한 저온 CVD 시스템($400^{\circ}C-800^{\circ}C$).

탐지 장비 : 원자력 현미경 (AFM, 해상도 $< 0.1nm$), SEM (마이크로 나노 구조 관찰).

클린룸: 미립자 오염을 방지하기 위한 ISO Class 5(Class 100).

프로세스 매개 변수

펄스 레이저 마이크로 머시닝:

펄스 폭: $100-500fs$.

전력 : $1-3kW$.

스캔 속도: $0.1-1m/s$.

특징 크기: 1에서 $50\mu m$ (microgroove 또는 microwell).

이온 빔 에칭:

이온 에너지: $20-40keV$.

빔 밀도: $0.1-1A/cm^2$.

에칭 깊이: $0.1-10\mu m$.

진공: $10^{-6}Pa$ 미만

나노 CVD 코팅:

온도: $400^{\circ}C$ 에 $600^{\circ}C$.

전구체: SiH_4 (SiC 코팅) 또는 WF_6 (텅스텐 기반 코팅).

코팅 두께: $10-100nm$.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

분위기 : 저압 (10^{-1} Pa).

기술적 우위

개선 사항: 미세 다공성 구조는 열 복사의 효율성을 향상시키고 나노 코팅은 방오 성능을 향상시킵니다.

높은 정밀도: 펄초 레이저 및 FIB 는 서브 마이크론 가공 정확도를 달성할 수 있습니다.

맞춤화: 특정 미세 구조(예: 광학 반사경)는 응용 분야 요구 사항에 따라 설계할 수 있습니다.

기술적 과제

처리 효율 : 마이크로 나노 처리 속도가 느리고 작은 면적 또는 고부가가치 응용 분야에 적합합니다.

장비 비용: 펄초 레이저 및 FIB 장비는 투자가 많고 유지 보수가 복잡합니다.

표면 손상: 이온 빔 에칭은 후처리가 필요한 결정 결함을 유발할 수 있습니다.

청결 요구 사항: 마이크로 나노 공정에는 매우 깨끗한 환경이 필요하므로 운영 비용이 증가합니다.

3.8.4 지능형 제조 및 인터스트리 4.0 애플리케이션

프로세스 원리

지능형 제조 및 인터스트리 4.0 은 사물 인터넷(IoT), 인공 지능(AI), 빅 데이터 분석 및 자동화 기술을 통해 텅스텐 도가니의 생산 공정을 최적화하고 설계에서 납품에 이르기까지 전체 체인의 디지털 관리를 실현합니다. 이러한 기술은 생산성, 품질 일관성 및 공정 제어를 개선하는 동시에 에너지 소비와 폐기율을 줄입니다.

장비 및 도구

사물 인터넷 시스템: 센서(온도, 압력, 변위) 및 산업용 인터넷 플랫폼을 통해 실시간으로 생산 데이터를 수집합니다.

AI 시스템: 프로세스 매개변수를 최적화하고 장비 고장을 예측하는 머신 러닝 모델입니다.

자동화 장비 : 6 축 로봇 (핸들링, 가공), 자동 로딩 및 언 로딩 시스템.

디지털 트윈 플랫폼: 도가니 생산 공정을 시뮬레이션하고 설계 및 공정을 최적화합니다.

빅 데이터 분석 도구: 테라바이트 단위의 프로덕션 데이터를 처리하는 Hadoop 또는 Spark 기반 분석 시스템입니다.

구현 매개 변수

사물 인터넷:

센서 수: 장치당 10-50 개, 샘플링 주파수 1Hz - 1kHz.

데이터 전송: 5G 또는 산업용 이더넷(대기 시간이 10ms<).

데이터 스토리지: > 1PB 용량의 클라우드 스토리지로, 5 년 이상 저장됩니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

AI 최적화:

모델 유형: DNN(심층 신경망) 또는 RL(강화 학습).

교육 데이터: >10⁵ 공정 기록, 온도, 압력, 결함률 포함.

최적화 목표: 스크랩 비율 0.5% 및 에너지 소비 10% 감소 <.

자동화:

로봇 정확도: $\pm 0.01\text{mm}$ (핸들링), $\pm 0.05\text{mm}$ (가공).

사이클 시간: 도가니당 5-10 분.

자동화율: >80%(주요 프로세스).

디지털 트윈:

시뮬레이션 정확도: 기하학적 오류 <0.1mm, 성능 오류 <5%.

업데이트 빈도: 실시간(<1 초) 또는 배치(매시간).

시뮬레이션 범위: 파우더 프레싱에서 후처리까지.

기술적 우위

효율적인 생산: 자동화 및 AI 최적화는 생산 효율성을 20%에서 30%까지 높입니다.

일관된 품질: IoT 및 빅 데이터 분석을 통해 폐기율이 0.3% 미만으로 감소했습니다.

예측 유지 관리: AI는 장비 고장을 예측하고 가동 중지 시간을 80%까지 줄입니다.

유연한 맞춤화: 디지털 트윈은 고객의 개별 요구 사항을 충족하기 위해 신속한 설계 반복을 지원합니다.

기술적 과제

기술 통합: IoT, AI 및 자동화는 원활하게 통합되어야 하며 시스템은 복잡합니다.

데이터 보안: 프로덕션 데이터는 유출로부터 보호되어야 하며 고급 암호화 및 액세스 제어가 필요합니다.

구현 비용: 지능형 제조 시스템에 대한 투자가 크며 중소기업이 이를 감당하기 어렵습니다.

인재 육성: AI와 인더스트리 4.0 기술을 습득한 다학제 인재 양성이 필요합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

절 66 페이지 합계 136 페이지

sales@chinatungsten.com



CTIA GROUP LTD 텅스텐 도가니

Chapter 4 텅스텐 도가니 생산 기술 및 혁신

텅스텐 도가니의 생산 기술은 반도체, 항공 우주, 원자력 산업 및 기타 분야의 엄격한 요구를 충족시키기 위해 자동화, 지능, 녹색 및 고성능의 방향으로 빠르게 발전하고 있습니다. 이 장에서는 자동화 및 지능형 생산, 에너지 절약 및 환경 보호 기술, 순환 경제 및 텅스텐 도가니의 자원 관리뿐만 아니라 글로벌 텅스텐 제품 회사의 실제 경험과 Chinatungsten Online 에서 제공하는 산업 정보와 결합 된 최첨단 기술의 탐구에 대해 깊이 논의하고 원리, 장비, 매개 변수를 종합적으로 분석합니다. 이러한 기술의 장점과 과제.

4.1 텅스텐 도가니 자동화 및 지능형 생산

자동화 및 지능형 생산은 CNC 가공, 로봇 공학, 사물 인터넷(IoT), 인공 지능(AI) 및 데이터 기반 의사 결정의 도입을 통해 텅스텐 도가니의 생산 효율성, 품질 일관성 및 공정 제어 가능성을 크게 향상시켰습니다. 이러한 기술은 텅스텐 제품 산업에서 인더스트리 4.0의 핵심입니다.

4.1.1 CNC 가공 및 로봇 자동화 프로세스 원리

수치 제어 가공(CNC)은 컴퓨터 제어식 고정밀 공작 기계를 사용하여 텅스텐 도가니를 선삭, 밀링, 드릴 및 연삭하여 기하학적 정확도와 표면 품질을 보장합니다. 로봇 자동화는 6 축 로봇 또는 협동 로봇(코봇)을 통해 자재 취급, 공작물 적재 및 하역, 가공 지원 및 검사를 자동화하여 수동 개입을 줄이고 생산 효율성을

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

개선합니다.

장비 요구 사항:

CNC 기계: 다이아몬드 또는 입방정 질화붕소(CBN) 공구, 5,000 - 20,000rpm 의 스핀들 속도, 0.001mm 의 위치 정확도± 있는 5 축 또는 7 축 머시닝 센터.

로봇 시스템: 시각 인식 시스템(해상도 < 0.1mm) 및 힘 제어 센서(정확도 0.1N)± 있는 6 축 로봇(하중 5-50kg).

자동화된 조립 라인: 통합 적재 및 하역 시스템, 컨베이어 벨트 및 고정 장치, 개당 5-15 초의 주기 시간.

시험 장비 : 레이저 거리 측정기 (정확도 $\pm 0.01\text{mm}$) 및 좌표 측정기 (CMM, 정확도 $\pm 0.001\text{mm}$).

프로세스 매개 변수

CNC 기계로 가공:

절삭 속도 : 10-50 m / min (텅스텐의 높은 경도는 저속에서 높은 토크를 필요로합니다).

이송: 0.02 - 0.2 mm/rev.

절삭 깊이 : 미세 균열을 방지하기 위해 0.1-0.5mm.

냉각수: 유속이 20 - 40 L/min 인 고압 유성 매체.

로봇틱 자동화:

취급 속도: 0.5 - 2m/s, 정확도 $\pm 0.05\text{mm}$.

시각적 인식: 처리 시간은 < 0.1 초이고 인식률은 99.5%>.

클램핑력: 50 - 500 N, 다양한 도가니 크기에 적합합니다.

자동화율: 90%> 주요 프로세스.

기술적 우위

높은 정밀도: CNC 가공은 반도체 산업의 요구 사항을 충족하는 $\pm 0.01\text{mm}$ 의 치수 공차를 제어합니다.

효율성: 로봇 자동화는 사이클 시간을 30-50% 단축합니다.

일관성: 자동화는 인적 오류를 줄이고 배치 일관성을 99.8%로 높입니다.

안전: 로봇은 위험한 프로세스(예: 고온 취급)를 대체하고 직업적 위험을 줄입니다.

기술적 과제

장비 비용: 5 축 CNC 및 로봇 시스템에 대한 투자가 높아 중소기업이 감당하기 어렵습니다.

복잡한 프로그래밍: 개발 시간을 늘리기 위해 CNC 와 로봇을 맞춤화해야 합니다.

유지 보수 어려움: 고정밀 장비는 정기적으로 교정 및 유지 관리해야 하며 기술 요구 사항이 높습니다.

적응성: 작거나 특별한 모양의 도가니를 위한 자동화 설비의 복잡한 설계.

4.1.2 생산 라인의 디지털화 및 사물 인터넷의 통합

프로세스 원리

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

디지털 생산 라인은 IoT 기술을 통해 장비, 센서 및 관리 시스템을 연결하여 생산 데이터(예: 온도, 압력 및 크기)를 실시간으로 수집 및 분석하여 전체 프로세스를 모니터링하고 최적화합니다. IoT 통합을 통해 장치 연결, 데이터 공유 및 원격 관리를 통해 생산 투명성과 제어를 개선할 수 있습니다.

장비 요구 사항:

IoT 센서: 온도(정확도 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$), 압력($\pm 0.1\text{kPa}$), 변위($\pm 0.01\text{mm}$) 센서, 샘플링 주파수 1Hz - 10kHz.

산업용 인터넷 플랫폼: 5G 또는 산업용 이더넷 지원, 데이터 전송 지연 $< 5\text{ms}$.

엣지 컴퓨팅 장치: $> 10\text{TFLOPS}$ 의 컴퓨팅 파워로 실시간 데이터를 처리합니다.

데이터 스토리지 시스템: 클라우드 또는 로컬 서버, 용량 $> 1\text{PB}$, 데이터 보존 > 5 년.

시각화 시스템: 실시간 모니터링 대시보드, 해상도 4K, 다중 터미널 액세스 지원.

프로세스 매개 변수

센서 배포: 기계당 10-50 개의 센서, 소결, 가공 및 검사 공정 포함.

데이터 수집: 샘플링 주파수 1 - 100Hz(기준), 1kHz(매우 동적인 프로세스).

전송 속도: $> 100\text{Mbps}$ 로 실시간 성능을 보장합니다.

데이터 처리: 엣지 컴퓨팅 대기 시간은 10ms < 클라우드 분석 주기는 1 분 <.

시스템 신뢰성: 장비의 온라인 비율은 $> 99.9\%$ 이고 데이터 무결성은 99.99% >.

기술적 우위

실시간 모니터링: 전체 프로세스 데이터가 수집되고 이상 감지 시간은 < 1 초입니다.

투명한 관리: 생산 현황을 실시간으로 시각화하여 관리자가 원격으로 의사결정을 내릴 수 있습니다.

효율성 향상: 사물 인터넷은 리소스 스케줄링을 최적화하고 생산 효율성을 20%에서 30%까지 높입니다.

품질 추적성: 데이터 기록은 결함 추적성을 지원하며 위치 결정 시간이 70% 단축됩니다.

기술적 과제

데이터 보안: 유출을 방지하기 위해 고급 암호화(예: AES-256) 및 액세스 제어가 필요합니다.

시스템 통합: 멀티 브랜드 장치 프로토콜은 통합되지 않았으며 사용자 정의 인터페이스가 필요합니다.

네트워크 종속성: 5G 또는 이더넷 중단은 실시간 성능에 영향을 줄 수 있습니다.

구현 비용: 센서 및 클라우드 플랫폼 배포에는 높은 초기 투자가 필요합니다.

4.1.3 프로세스 최적화에 인공지능 적용

프로세스 원리

인공 지능(AI)은 머신 러닝(ML), 딥 러닝(DL) 및 강화 학습(RL)을 통해 생산 데이터를 분석하여 프로세스 매개변수를 최적화하고 장비 고장을 예측하며 품질 관리를 개선합니다. AI는 소결 온도, 가공 공차 등과 같은 주요 변수의 최적 조합을 식별하여 시행착오 비용을 줄입니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

장비 요구 사항:

AI 컴퓨팅 플랫폼: ML/DL 모델을 실행하기 위한 GPU 클러스터(컴퓨팅 파워 > 100TFLOPS) 또는 TPU.

데이터 수집 시스템: 온도, 압력, 결함률 등과 같은 데이터를 수집하는 고주파 센서(1kHz 이상).

모델 개발 도구: TensorFlow, PyTorch 또는 AutoML: 빠른 반복을 지원합니다.

인간-컴퓨터 상호 작용 인터페이스: 프로세스 매개변수 권장 사항 및 비정상 경보를 지원하고 응답 시간은 <0.5 초입니다.

데이터 저장: >10⁵ 프로세스 기록 지원, 저장 기간 > 5 년.

프로세스 매개 변수

모델 유형: 합성곱 신경망(CNN, 이미지 분석), 순환 신경망(RNN, 시계열), 강화 학습(프로세스 최적화).

교육 데이터: >10⁶ 기록, 소결, 가공, 테스트 및 기타 프로세스를 포함합니다.

최적화 목표:

스크랩 비율 : <0.3 %.

에너지 소비: 10%에서 20% 감소.

생산 효율 : 15 %에서 25 % 증가.

예측 정확도: 오류 예측률은 >95%이고 매개변수 최적화 오류는 <1%입니다.

업데이트 빈도: 모델은 새 데이터에 맞게 매주 또는 매월 업데이트됩니다.

기술적 우위

공정 최적화: AI 는 최적의 소결 온도 및 가공 매개변수를 권장하며 스크랩 비율은 0.2%로 감소합니다.

예측 유지 관리: 장비 고장 예측은 가동 중단 시간을 최대 80%까지 줄입니다.

적응형 제어: 원료 또는 환경의 변화에 대응하여 실시간으로 프로세스를 조정합니다.

비용 절감: 에너지 소비 및 재료 사용을 최적화하여 생산 비용을 10-15% 절감합니다.

기술적 과제

데이터 품질: 고품질의 다차원 데이터가 필요하며 수집 비용이 높습니다.

복잡한 모델: DL 모델 학습에는 많은 컴퓨팅 성능과 시간이 필요합니다.

해석 가능성: AI 권장 매개변수는 신뢰성을 보장하기 위해 엔지니어가 검증해야 합니다.

기술적 장벽: AI 개발에는 여러 분야를 아우르는 팀이 필요하기 때문에 SME 가 구현하기 어렵습니다.

4.1.4 데이터 기반 제조 의사 결정

프로세스 원리

데이터 기반 제조 의사 결정은 빅 데이터 분석 및 통계적 공정 관리(SPC)를 사용하여 생산 데이터의 생산 데이터(예: 크기, 결함률, 에너지 소비)를 실시간으로 분석하여 프로세스 개선, 자원 할당 및 품질 관리를 안내합니다. 이러한 의사 결정은 생산성을 높이고 비용을 절감하며 제품 품질을 보장합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

장비 요구 사항:

빅 데이터 플랫폼: Hadoop 또는 Spark 를 기반으로 테라바이트의 데이터를 처리하며 < 1 시간의 분석 시간으로 처리합니다.

SPC 소프트웨어: Minitab 또는 JMP, 품질 변동 분석, 제어 차트 정확도 $\pm 0.01\%$.

데이터 시각화 도구: 실시간 보고서 및 제어 차트를 생성하는 Tableau 또는 Power BI 입니다.

클라우드 컴퓨팅 시스템: 페타바이트 수준의 데이터 스토리지 및 병렬 컴퓨팅을 지원하는 AWS 또는 Azure.

의사 결정 지원 시스템(DSS): AI 와 SPC 를 통합하여 자동화된 의사 결정 권장 사항을 제공합니다.

프로세스 매개 변수

데이터 유형: 치수 공차, 결함률, 에너지 소비, 장비 작동 상태, 원자재 특성.

빈도: 실시간(<1 초) 또는 배치(시간별 또는 일별).

제어 한계: SPC 상한 및 하한(예: $\pm 3\sigma$), 불량률 < 0.5%.

보고서 유형: 파레토 차트, 컨트롤 차트, 히스토그램, 분산형 차트.

의사 결정 주기: 실시간(중요 프로세스) 또는 매일(요약 분석).

기술적 우위

정확한 의사 결정: 데이터 분석을 통해 품질 문제를 찾는 시간을 60% 단축합니다.

자원 최적화: 장비 및 원자재 활용도 15-20% 증가.

품질 개선: SPC 는 배치 결함률을 0.3% 미만으로 제어합니다.

동적 조정: 실시간 데이터를 통해 시장 수요 변화에 신속하게 대응할 수 있습니다.

기술적 과제

데이터 통합: 다중 소스 데이터는 표준화되어야 하며 처리가 복잡해야 합니다.

분석 복잡성: 테라바이트의 데이터에는 효율적인 알고리즘과 컴퓨팅 성능이 필요합니다.

인력 요구 사항: 데이터 과학자와 엔지니어는 협업이 필요하며 교육 비용이 높습니다.

시스템 안정성: 클라우드 플랫폼은 데이터 손실을 방지하기 위해고가용성이 필요합니다.

4.2 텅스텐 도가니 에너지 절약 및 환경 보호 기술

에너지 절약 및 환경 보호 기술은 소결로 설계, 폐열 회수, 저탄소 생산 및 청정 기술을 최적화하여 텅스텐 도가니 생산의 에너지 소비 및 환경 영향을 줄이고 녹색 제조의 목표를 달성합니다.

4.2.1 고효율 소결로 설계

프로세스 원리

고효율 소결로는 발열체, 단열재 및 온도 제어 시스템을 최적화하여 열 손실을 줄이고 에너지 효율성을 향상시킵니다. 현대의 소결로는 시뮬레이션된 열장과 지능형 제어를 사용하여 온도 균일성과 최소한의 에너지 소비를 보장합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

장비 요구 사항:

발열체: 고순도 텅스텐 또는 흑연, 2600°C에 대한 내성, 5000 시간의 수명>.
단열재: 지르코니아(ZrO_2) 또는 탄소 섬유 복합 재료, 열전도율 $<0.1 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.
온도 제어: PID 컨트롤러, $1^\circ\text{C}\pm$ 정확도, 통합 적외선 온도계.
진공 시스템: 터보 분자 펌프, 진공도 10^{-5} Pa , 산화를 방지합니다.
시뮬레이션 소프트웨어: 열장 및 에너지 분포를 시뮬레이션하기 위한 ANSYS 또는 COMSOL.

프로세스 매개 변수

소결 온도: 1800°C에 2400°C, 구배 통제되는 ($\pm 5^\circ\text{C}$).
가열 속도: $5 - 15^\circ\text{C/min}$, 균형 효율과 스트레스.
유지 시간: 도가니의 크기에 따라 2-12 시간.
에너지 소비: 텅스텐 <(고효율 용광로) 킬로그램당 10kWh, 기존 용광로의 경우 15-20kWh.
열효율: $>80\%$, 단열 및 열장에 의해 최적화.

기술적 우위

낮은 에너지 소비: 고효율 소결로는 에너지 소비를 20-30% 줄입니다.
높은 균일성: 10°C < 열장 편차로 결함을 감소.
긴 수명: 발열체 및 단열재의 수명이 50% 더 깁니다.
환경 친화적: 친환경 제조 표준에 따라 전기 및 배출량을 줄입니다.

기술적 과제

장비 비용: 고효율 소결로에 대한 높은 투자, 3-5 년의 투자 회수 기간.
복잡한 설계: 열장 시뮬레이션에는 전문 팀과 소프트웨어 지원이 필요합니다.
유지 관리 요구 사항: 고온 단열재는 정기적으로 교체해야 하므로 비용이 많이 듭니다.
기술 장벽: 고급 제어 시스템은 사용자 정의 및 개발이 필요합니다.

4.2.2 폐열 회수 및 에너지 재활용

프로세스 원리

폐열 회수는 원료 예열, 세정액 가열 또는 가열을 위한 열교환기 및 에너지 저장 시스템을 통해 소결 및 가공 중에 발생하는 폐열을 포착합니다. 에너지 재활용은 회수된 열 에너지를 전기 또는 기계 에너지로 변환하여 에너지 소비를 더욱 줄입니다.

장비 요구 사항:

열교환기: 판 또는 관형, 열전달 효율 $>90\%$, 1000°C 저항.
에너지 저장 시스템: 에너지 저장 밀도가 200kJ/kg >인 상변화물질(PCM) 또는 용융염 축열.
열전 발전기: Seebeck 효과를 기반으로 변환 효율은 10%에서 15%입니다.
배관 시스템: 고온 내성 스테인리스강, 열 손실 $<5\%$.
제어 시스템: PLC 컨트롤러, 열 흐름 및 에너지 분포의 실시간 모니터링.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

프로세스 매개 변수

폐열 온도: 300°C 에서 1000°C(소결로 배기), 100°C 에서 200°C(가공 냉각).

회수율: 열교환기는 폐열의 70%에서 90%를 회수합니다.

에너지 저장 시간: 간헐적인 수요를 충족시키기 위해 6-24 시간.

발전 효율: 열전 발전기의 경우 10%에서 12%로 폐열 킬로그램당 0.1 에서 0.2kWh 를 생성합니다.

시스템 수명 : 열교환 기 > 10 년, 에너지 저장 재료 > 5000 사이클.

기술적 우위

에너지 소비 감소: 폐열 회수는 총 에너지 소비를 15-25% 줄입니다.

비용 절감: 전기 및 연료 비용 절감, 2-4 년의 투자 회수 기간.

환경적 이점: CO₂ 배출량 감소, 텅스텐 1 톤당 0.5-1 톤.

유연성: 폐열은 다양한 용도로 사용할 수 있어 에너지 효율이 향상됩니다.

기술적 과제

장비 투자: 열교환기 및 에너지 저장 시스템은 비용이 많이 들고 장기적인 회수가 필요합니다.

열 손실: 파이프라인 및 에너지 저장 공정의 열 손실을 최소화해야 합니다.

시스템 통합: 폐열 회수는 기존 생산 라인에 원활하게 통합되어야 합니다.

복잡한 유지 보수: 고온 열교환기는 정기적으로 세척하고 검사해야 합니다.

4.2.3 저탄소 생산 및 친환경 제조

프로세스 원리

저탄소 생산은 재생 가능 에너지, 최적화 된 공정 및 화석 연료에 대한 의존도를 줄여 텅스텐 도가니 생산의 탄소 발자국을 줄입니다. 친환경 제조는 지속 가능한 개발 목표를 달성하기 위해 청정 기술과 환경 관리를 결합합니다.

장비 요구 사항:

재생 에너지 시스템: 태양광(태양광, 효율>20%) 또는 풍력(전력>5MW).

저탄소 소결로 : 가스 대신 전기 가열, 효율> 90 %.

탄소 포집 시스템: 화학적 흡수 또는 멤브레인 분리, 포집률 > 80%.

환경 모니터링 장비: 0.1ppm±의 정확도를 가진 배출 분석기(CO₂, NO_x).

ISO 14001 경영시스템: 탄소 배출량 및 환경 데이터를 기록하는 디지털 플랫폼입니다.

프로세스 매개 변수

에너지 믹스: 재생 에너지 > 50%, <화석 연료 20%.

탄소 배출 : 텅스텐 <(저탄소) 톤 당 1 톤 CO₂, 기존 생산의 경우 2-3 톤.

포집률: 탄소 포집 시스템은 배출량의 80%에서 90%를 회수합니다.

모니터링 빈도: 실시간(배출 데이터), 월간(환경 보고서).

인증 주기: ISO 14001 감사는 매년 실시되며, 탄소 발자국은 분기별로 평가됩니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

기술적 우위

낮은 배출량: 전 세계 배출량 감소 목표에 따라 탄소 발자국을 50%에서 70% 줄입니다.

브랜드 가치: 친환경 제조는 기업 이미지를 강화하고 환경을 생각하는 고객을 유치합니다.

정책 지원: 탄소중립 정책에 따라 보조금 또는 세제 인센티브를 받습니다.

지속 가능성: 자원 소비를 줄이고 산업 체인의 수명을 연장합니다.

기술적 과제

에너지 비용: 재생 에너지 인프라 투자가 높으며 투자 회수 기간은 5 년에서 10 년입니다.

기술 혁신: 저탄소 장비는 기존 생산 라인을 혁신해야 하며, 이는 단기 생산 능력에 영향을 미칩니다.

포집 비용: 탄소 포집 시스템은 운영 비용이 많이 들고 효율성을 위해 최적화해야 합니다.

규제 압력: 글로벌 탄소 배출 표준은 서로 다르며 여러 국가의 요구 사항에 맞게 조정해야 합니다.

4.2.4 청정 생산 기술

프로세스 원리

청정 생산 기술은 배기 가스, 액체 폐기물 및 고형 폐기물을 줄이고 세척, 처리 및 후처리 공정을 최적화하여 환경 친화적인 생산을 가능하게 합니다. 이러한 기술에는 무독성 세척제, 폐수 순환 및 고효율 여과 시스템이 포함됩니다.

장비 요구 사항:

세척 장비: 중성 또는 바이오 기반 세척제를 사용하는 초음파 세척기(40-80kHz).

물 순환 시스템: 회수율이 95% > 역삼투압(RO) 정수기.

폐가스 처리 장비: 활성탄 흡착 또는 촉매 연소, 처리 효율 > 99 %.

고형 폐기물 처리 장비: 고온 소각로 또는 압축기, 처리율은 > 90%입니다.

모니터링 시스템: 0.01ppm±의 정확도로 실시간 배기가스 모니터링.

프로세스 매개 변수

세척제: pH 6-8, 생분해성 > 90%.

수분 회수율 : > 95 %, 정제수 수질 < 10 $\mu\text{S} / \text{cm}$.

폐가스 처리: $\text{NO}_x < 10\text{ppm}$, $\text{VOCs} < 5\text{ppm}$.

고형 폐기물 감소 : 텅스텐 < (청정 생산) 톤 당 50kg, 기존 >의 경우 100kg.

모니터링 빈도: 실시간(배기 가스, 폐액), 매일(고형 폐기물).

기술적 우위

환경 보호: 환경 규정에 따라 폐기물 배출을 70%에서 90% 줄입니다.

비용 절감: 물과 재료를 재활용하면 운영 비용이 20% 절감됩니다.

건강 및 안전: 무독성 세척제는 직업 보건 위험을 줄입니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

규정 준수: REACH 및 RoHS 와 같은 국제 표준을 충족합니다.

기술적 과제

기술 비용: 세척 장비 및 모니터링 시스템에 대한 많은 투자.

공정 적응: 세척제 및 순환 시스템은 기존 공정과 호환되어야 합니다.

복잡한 규제: 많은 국가가 서로 다른 환경 표준을 가지고 있으며 유연하고 적응력이 있어야 합니다.

균형 잡힌 성능: 세제는 효과적이고 환경 친화적이어야 합니다.

4.3 텅스텐 도가니 순환 경제 및 자원 관리

순환 경제 및 자원 관리는 폐기물 재활용, 가스 및 액체 처리, 공급망 최적화 및 수명주기 평가를 통해 텅스텐 도가니 생산에서 자원 효율성과 환경 적 지속 가능성을 달성합니다.

4.3.1 텅스텐 스크랩 재활용 및 재사용

프로세스 원리

텅스텐 스크랩 재활용은 가공 스크랩, 수명이 다한 도가니 및 재활용 재료를 물리적 분류, 화학 정제 및 야금 처리를 통해 고순도 텅스텐 분말로 변환하여 생산에 재사용할 수 있습니다. 재활용 공정은 원료 추출을 줄여 비용과 환경 영향을 줄입니다.

장비 요구 사항:

분류 장비: 텅스텐 및 기타 금속을 분리하기 위한 자기 분리기 및 와전류 분리기.

화학 정화 장비: 산 침출 탱크 및 이온 교환 컬럼, 순도 > 99.95 %.

야금 장비: 진공 용융로 또는 전기 아크로, 가공 온도 > 3000 °C.

분말 준비 장비: 입자 크기가 5-20 μm 인 볼 밀 및 분무 건조기.

검출 장비: ICP-MS (불순물 < 10ppm), 입도 분석기 (정확도 $\pm 0.1 \mu\text{m}$).

프로세스 매개 변수

회수율: >90 % (텅스텐 스크랩), >95 % (고순도 스크랩).

순도: 재활용 텅스텐 분말 > 99.95 %, 불순물 (Fe, Ni) < 50 ppm.

입자 크기: 5-20 μm , 소결 및 3D 프린팅에 적합합니다.

에너지 소비: 텅스텐 < 톤당 5MWh, 기존 광산 > 10MWh.

처리 시간: 분류 및 정제의 경우 1-2 일, 야금 처리의 경우 3-5 일.

기술적 우위

자원 절약: 텅스텐을 재활용하면 광석 채굴이 80%에서 90%까지 줄어듭니다.

비용 절감: 신소재 재활용 비용의 50%에서 60%까지.

환경적 이점: 광산 폐기물 및 에너지 소비 감소, CO₂ 배출량 70% 감소.

데드 루프(Dead Loop) 시스템: 폐기물에서 새로운 도가니로 재활용할 수 있습니다.

기술적 과제

불순물 제어: 스크랩의 텅스텐이 아닌 원소를 효율적으로 제거해야 합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

기술적으로 복잡함: 화학적 정제 및 야금 처리에는 정밀한 제어가 필요합니다.
폐기물의 다양성: 다양한 출처에서 발생하는 폐기물의 구성이 크게 다르기 때문에 유연한 프로세스가 필요합니다.
경제성: 소규모 재활용 시설은 규모의 경제가 낮고 중앙 집중화가 필요합니다.

4.3.2 생산 공정에서의 폐가스 및 액체 폐기물 처리 프로세스 원리

배기 가스 및 폐기물 처리는 흡착, 촉매, 여과 및 중화 기술을 사용하여 소결, 처리 및 세척 중에 발생하는 오염 물질(예: NO_x, VOC, 산 폐기물)을 제거하여 배기 가스가 환경 표준을 충족하도록 합니다.

장비 요구 사항:

폐가스 처리: 활성탄 흡착탑(흡착률 >99%), 촉매 연소로(처리율 >98%).
폐기물 처리: 중화 반응기(pH 6-8), 멤브레인 여과 시스템(회수율 >90%).
여과 장비: 고효율 미립자 공기(HEPA) 필터, 입자 크기 <0.3μm.
모니터링 장비: 가스 크로마토그래피 질량 분석기(GC-MS, 정확도 ±0.01ppm), pH 측정기(정확도 ±0.01).
자동 제어: PLC 시스템, 처리 매개변수의 실시간 조정.

프로세스 매개 변수

배기 가스:
NO_x : < 10ppm, VOC : <5ppm.
처리 속도: >99%(촉매 연소), >95%(흡착).
방출 빈도 : 지속적인 모니터링, 시간별 기록.
폐수:
pH: 6.5 - 7.5 (중화 후).
중금속 : <0.1 ppm (텅스텐, 니켈 등).
회수율: >90%(물), >80%(화학).
에너지 소비: 배기 가스 톤당 <0.5kWh, 폐액 1 톤당 <1kWh.

기술적 우위

규정 준수 배기가스 배출: 환경 벌금 없이 EPA, EU 및 GB 표준을 충족합니다.
자원 회수: 폐액의 물과 화학 물질을 재사용할 수 있어 비용을 절감할 수 있습니다.
환경 보호: 오염 물질 배출 90% 감소 및 생태계 보호.
자동 관리: 실시간 모니터링을 통해 인건비를 절감하고 효율성을 높일 수 있습니다.

기술적 과제

폐기 비용: 고효율 장비 및 높은 화학 물질 비용.
오염 물질의 다양성: 서로 다른 공정에서 폐가스와 폐액의 조성은 복잡하므로 여러 기술의 조합이 필요합니다.
모니터링 요구 사항: 지속적인 모니터링을 위해서는 고정밀 장비와 전문가가 필요합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

시스템 유지 관리: 필터와 반응기를 정기적으로 교체해야 하므로 운영 비용이 증가합니다.

4.3.3 지속가능한 공급망 관리

프로세스 원리

지속 가능한 공급망 관리는 원자재 조달, 물류 및 공급업체 협업을 최적화하여 탄소 발자국, 자원 낭비 및 환경 영향을 줄입니다. 이러한 조치에는 녹색 조달, 물류 최적화 및 공급업체 환경 평가가 포함됩니다.

장비 및 도구

공급망 관리 시스템: 조달, 재고 및 물류 데이터를 통합하는 SAP 또는 Oracle SCM.

탄소 발자국 분석 도구: 공급망 탄소 배출량을 계산하기 위한 SimaPro 또는 GaBi.

물류 최적화 소프트웨어: 저탄소 운송 경로를 계획하기 위한 Route4Me 또는 OptimoRoute.

환경 평가 시스템: 공급업체의 환경 성과를 평가하기 위한 ISO 14001 인증 플랫폼입니다.

블록체인 기술: 투명성과 추적성을 보장하기 위해 원자재의 출처를 기록합니다.

구현 매개 변수

친환경 조달: > 80%의 원자재가 지속 가능한 자원(예: 재활용 텅스텐 또는 저탄소 광물)에서 나옵니다.

탄소 발자국: 텅스텐 공급망 배출량 < 톤당 0.5 톤 CO₂.

물류 효율성: 운송 에너지 소비 20% 감소 및 차량 활용도 90% >.

공급업체 평가: 매년 감사를 받는 환경 점수는 100 점 만점에 85 점 만점에 >.

데이터 투명성: 블록체인 기록은 공급망의 95%를 차지>.

기술적 우위

저탄소 공급: 공급망 탄소 배출량 50%에서 70% 감소.

비용 최적화: 물류 및 재고 관리에서 15%에서 20%까지 절감합니다.

규정 준수: 고객 및 규정 친환경 요구 사항을 충족합니다.

브랜드 향상: 지속 가능한 공급망은 기업의 사회적 책임 이미지를 향상시킵니다.

기술적 과제

복잡한 조정: 글로벌 공급망은 다자간 협업이 필요하며 관리하기가 어렵습니다.

데이터 수집: 공급업체 환경 데이터를 표준화하기 어렵고 통합 플랫폼이 필요합니다.

초기 비용: 녹색 조달 및 블록체인 시스템에 대한 높은 투자.

규제 차이: 환경 표준은 국가마다 다르므로 적응할 수 있는 유연성이 필요합니다.

4.3.4 수명주기 평가 (LCA)

프로세스 원리

수명 주기 평가(LCA)는 원료 추출에서 수명 종료 재활용에 이르기까지 텅스텐 도가니의 환경 영향(예: 에너지 소비, 배출, 자원 소비)을 정량화하여 프로세스 개선

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

및 지속 가능한 설계를 안내합니다. LCA 는 원자재, 생산, 사용 및 폐기 단계를 다룹니다.

장비 및 도구

LCA 소프트웨어: 다차원 데이터용 SimaPro, GaBi 또는 OpenLCA.

데이터베이스: 에코인벤트(Ecoinvent) 또는 ELCD 는 재료 및 에너지에 대한 환경 데이터를 제공합니다.

컴퓨팅 플랫폼: 테라바이트의 데이터를 처리하고 분석하는 데 1 일 < 걸리는 고성능 컴퓨터입니다.

환경 지표 시스템: ReCiPe 또는 TRACI, 탄소 발자국, 물 발자국 등을 평가합니다.

보고 도구: LCA 보고서 및 차트를 생성하기 위한 Tableau 또는 Excel.

구현 매개 변수

평가 범위: Cradle-to-Grave, 채굴, 생산, 사용, 재활용을 포함합니다.

환경 지표:

탄소 발자국: 텅스텐 톤당 <2 톤 CO₂.

에너지 소비: <20MWh.

물 발자국 : <500m³.

데이터 소스: 내부 데이터(80%), Ecoinvent 데이터베이스(20%).

분석 기간: 매년 또는 신제품 출시당.

불확실성: 데이터 오류는 <10%이며, 이는 몬테카를로 시뮬레이션으로 검증됩니다.

기술적 우위

종합 평가: LCA 는 수명 주기 전반에 걸쳐 환경 핫스팟을 밝히고 개선을 안내합니다.

의사 결정 지원: 설계 및 프로세스를 최적화하기 위한 정량적 데이터를 제공합니다.

규정 준수: ISO 14040/14044 표준을 충족하고 고객 요구 사항을 충족합니다.

시장 경쟁: 환경에 미치는 영향이 적은 제품이 더 매력적입니다.

기술적 과제

데이터 복잡성: 다단계 데이터 수집 및 통합에는 시간이 오래 걸립니다.

모델 정확도: 외부 데이터베이스는 실제 상황과 다를 수 있으며 검증이 필요합니다.

전문적 요구 사항: LCA 는 환경 과학 및 공학에 대한 지식이 필요하며 팀은 임계값이 높습니다.

높은 비용: 소프트웨어, 데이터베이스 및 분석은 비용이 많이 들고 중소기업이 감당하기 어렵습니다.

4.4 텅스텐 도가니의 최첨단 기술 탐구

최첨단 기술 탐구는 나노 물질, 고 엔트로피 합금, 양자 컴퓨팅 및 생체 모방 제조의 도입을 통해 텅스텐 도가니 성능의 돌파구를 촉진하여 미래의 하이테크 응용 분야의 요구를 충족시킵니다.

4.4.1 나노 텅스텐 분말 및 초 미세 텅스텐 도가니

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

프로세스 원리

텅스텐 나노 분말 (입자 크기 < 100 nm)은 초 미세 입자 텅스텐 도가니 (입자 < 1 μm)를 소결하기 위해 증기 증착 또는 화학적 환원에 의해 제조된다. 초미세 구조는 도가니의 강도, 인성 및 열충격 저항을 향상시켜 핵융합로와 같은 극한 환경에 적합합니다.

장비 요구 사항:

나노 분말 준비: 800 °C - 1200 °C 에서 화학 기상 증착(CVD) 반응기.

소결 장비 : 압력이 100 에서 200 MPa 이고 온도가 1800 °C 에서 2200 °C 인 열간 등압 프레스 (HIP)로.

분말 취급 : 나노 분말의 응집을 방지하는 초음파 분산기.

탐지 장비 : 투과 전자 현미경 (TEM, 해상도 <0.1 nm), 입자 크기 분석기 (정확도 ± 1 nm).

클린룸: 나노 분말 오염을 방지하기 위한 ISO 클래스 4(클래스 10).

프로세스 매개 변수

분말 입자 크기: 10 - 100 nm, 균일성 ± 5 nm.

소결 조건:

온도: 1800° C 에서 2000° C(곡물 성장 감소).

압력: 150MPa(HIP).

소요 시간 : 1-3 시간.

입자 크기 : 0.5-1 μm (초 미세 입자), 기존 > 10 μm .

밀도 : >99.5 %, 다공성 <0.1 %.

성능 향상: 강도 > 1000MPa(기존 < 800MPa), 열 충격 저항 > 1000 사이클.

기술적 우위

고성능: 초미립자 도가니의 강도와 인성이 30-50% 증가합니다.

극한 환경에 대한 내성: 열 충격 및 방사선에 대한 내성이 2 배 더 높아 핵 응용 분야에 적합합니다.

미세 구조: 나노 분말은 복잡한 형상을 지원하며 3D 프린팅에 적합합니다.

긴 수명: 서비스 수명이 50% 연장되어 교체 비용이 절감됩니다.

기술적 과제

분말 비용 : 나노 텅스텐 분말의 가격은 일반 분말의 5-10 배입니다.

응집 문제: 나노 분말은 응집되기 쉽고 특수 분산 기술이 필요합니다.

소결 난이도: 초미립자 결정은 온도와 압력을 정확하게 제어해야 하며 장비 요구 사항이 높습니다.

대규모: 나노 분말 생산 및 소결의 대규모 적용은 아직 실현되지 않았습니다.

4.4.2 고엔트로피 합금 및 복합 도가니

프로세스 원리

고엔트로피 합금(HEA)은 등몰에 가까운 비율로 5 개 이상의 금속(예: 텅스텐,

[저작권 및 법적 책임 고지](#)

몰리브덴, 니오븀, 탄탈륨, 지르코늄)으로 구성되며 고온 강도, 내산화성 및 크리프 저항성이 우수합니다. 복합 도가니는 텅스텐과 세라믹(예: SiC, ZrC) 또는 탄소 재료(예: 그래핀)를 결합하여 내식성과 열 안정성을 향상시킵니다.

장비 요구 사항:

합금 준비 : 진공 아크 용융로, 온도 $> 3000^{\circ}\text{C}$, 진공도 10^{-5} Pa .
복합 성형 : 50에서 100 MPa 까지의 압력과 온도 2000°C 의 핫 프레스 소결로.
분말 혼합 : 행성 밀, 균일 성 $\pm 1\%$.
시험 장비 : XRD (상 분석), SEM (미세 구조), 고온 시험기 (성능 시험).
가공 장비 : 레이저 커팅 머신 (정확도 $\pm 0.01\text{mm}$), CNC 연삭 머신 (표면 거칠기 $Ra < 0.1\mu\text{m}$).

프로세스 매개 변수

고엔트로피 합금:
구성 : W-MO-NB-TA-Zr (몰비 1:1:1:1:1).
녹는 시간: 균등성을 지키기 위하여 35 시간.
성능 : 강도 $> 1500\text{ MPa}$ (2000°C), 산화 방지 온도 $> 1800^{\circ}\text{C}$.

합성물:

구성 : 텅스텐 + 20 % SiC 또는 5 % 그래 핀.
소결 조건: 2000°C , 80 MPa , 2 시간.
속성: 경도 $> \text{HV } 3000$, 열전도율 $> 100\text{ W/m}\cdot\text{K}$.
밀도 : $> 99\%$, 다공성 $< 0.5\%$.

기술적 우위

초고성능: HEA 도가니는 2000°C 에서 순수 텅스텐보다 2 배 더 강합니다.
다재: 복합재는 경도, 열전도율 및 내식성을 결합합니다.
극한 환경에 대한 내성: 핵융합, 항공 우주 및 화학 산업에 적합합니다.
설계 유연성: 특정 요구 사항을 충족하기 위해 조정 가능한 합금 및 복합 비율.

기술적 과제

준비 난이도: HEA 는 여러 번 녹여야 하며 조성 제어가 복잡합니다.
호환성 문제: 복합재는 열팽창 계수에 큰 차이가 있어 쉽게 균열이 발생할 수 있습니다.
높은 비용: 고순도 금속과 나노 세라믹은 비쌉니다.
가공 어려움: 고경도 재료의 성형 및 후가공에는 특별한 공정이 필요합니다.

4.4.3 재료 설계에서 양자 컴퓨팅의 적용

프로세스 원리

양자 컴퓨팅은 큐비트와 변이 양자 고유 솔버(VQE)와 같은 양자 알고리즘을 사용하여 텅스텐 도가니 재료의 원자 수준 거동을 시뮬레이션하여 합금 비율, 결정 구조 및 성능 예측을 최적화합니다. 양자 컴퓨팅은 기존 컴퓨팅보다 수백 배 더

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

빠르기 때문에 신소재 개발을 가속화하고 있습니다.

장비 요구 사항:

양자 계산기: IBM Quantum 또는 Google Sycamore 와 같은 초전도 양자 프로세서(>100 큐비트).

클래식 컴퓨팅 클러스터: > 1 PFLOPS 의 컴퓨팅 성능으로 데이터 처리를 지원합니다.

시뮬레이션 소프트웨어: 양자-고전 하이브리드 컴퓨팅을 위한 Qiskit, Cirq 또는 PennyLane.

데이터베이스 : 텅스텐 및 합금 데이터를 제공하는 Materials Project.

시험 장비 : 싱크로트론 방사선 광원 (시뮬레이션 결과 검증), TEM (원자 수준 구조).

프로세스 매개 변수

큐비트: 50 - 200 큐비트, 오류율 <0.1%.

시뮬레이션 규모: >10⁴ 원자, 시뮬레이션 시간 < 1 시간(고전적 계산 > 1 주일).

알고리즘: VQE(구조 최적화), Quantum Monte Carlo(성능 예측).

정확도 : 에너지 계산 오류 < 0.01 eV, 구조 오류 < 0.1 Å.

데이터 입력: 텅스텐, 합금 및 복합재에 대한 결정 및 전자 구조 데이터.

기술적 우위

신속한 설계: 신소재 개발 주기가 몇 년에서 몇 개월로 단축되었습니다.

높은 정확도: 양자 시뮬레이션의 예측 성능 오류는 <1%로 기존 방법보다 우수합니다.

복잡한 시스템: 고엔트로피 합금 및 나노 구조를 시뮬레이션하여 기존 컴퓨팅의 한계를 뛰어넘습니다.

혁신 주도: 텅스텐 도가니의 고성능을 가속화하여 미래의 요구를 충족합니다.

기술적 과제

장비 부족: 양자 계산기는 수가 제한되어 있고 액세스하는 데 비용이 많이 듭니다.

기술 성숙도: 양자 컴퓨팅은 현재 초기 단계에 있으며 오류율을 더욱 줄여야 합니다.

데이터 요구 사항: 시뮬레이션에는 고품질 실험 데이터가 필요하지만 이를 얻기가 어렵습니다.

전문가: 양자 컴퓨팅에는 물리학, 계산 및 재료 과학에 대한 학제 간 지식이 필요합니다.

4.4.4 생체모방 재료 및 생체모방 제조

프로세스 원리

생체에서 영감을 받은 소재는 자연의 고성능 구조(예: 껍질의 층상 구조, 뼈의 다공성 디자인)를 모방하여 자가 치유, 경량화 및 고강도를 갖춘 텅스텐 기반 소재를 개발합니다. 생체 모방 제조는 3D 프린팅 및 자체 조립 기술을 사용하여 생물학적 구조를 복제하여 새로운 텅스텐 도가니를 만듭니다.

장비 요구 사항:

3D 프린팅 장비: 텅스텐 및 세라믹 복합재를 지원하는 다중 재료 SLM 프린터.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

자체 조립 시스템: 분자 수준 구조(정확도 1nm)를 제어하는 나노 조작 플랫폼(정확도 < 1nm).

생체 모방 설계 소프트웨어: 생물학적 구조를 시뮬레이션하기 위한 생체 모방 또는 CAD.

탐지 장비: AFM (표면 구조, 해상도 < 0.1 nm), 마이크로 CT (내부 구조).

실험 장비: 고온 시험기 (자기 치유 성능 시험), 피로 시험기.

프로세스 매개 변수

재료 구성: 텅스텐 + 나노 세라믹 (예: ZrC) 또는 폴리머, 비율 10:1 내지 5:1.

인쇄 매개변수:

층 두께: 10 - 50 μm .

레이저 출력: 500-1000W.

인쇄 속도: 0.5 - 2m/s.

자체 조립:

온도: 25 $^{\circ}\text{C}$ 에서 100 $^{\circ}\text{C}$ (분자 자체 조립).

시간: 1-24 시간.

구조 크기: 1nm 에서 100 μm .

공연:

강도: >1200 MPa.

자가 치유율: >80%(미세 균열 수리).

무게: 순수한 텅스텐보다 10 %에서 20 % 가볍습니다.

기술적 우위

고성능: 생체 모방 구조는 강도와 인성을 30%에서 40%까지 증가시킵니다.

자가 치유: 미세 균열은 자동으로 수리되며 서비스 수명이 2 배 연장됩니다.

경량: 다공성 또는 계층형 설계로 무게를 15% 줄이고 에너지 소비를 줄입니다.

환경 친화적 인: 생체 모방 재료는 자원 소비를 줄이고 녹색 제조와 일치합니다.

기술적 과제

기술적으로 복잡함: 생체 모방 설계 및 자체 조립에는 여러 분야를 아우르는 기술이 필요합니다.

제조 난이도: 나노 단위 구조 제어의 정밀도가 매우 높습니다.

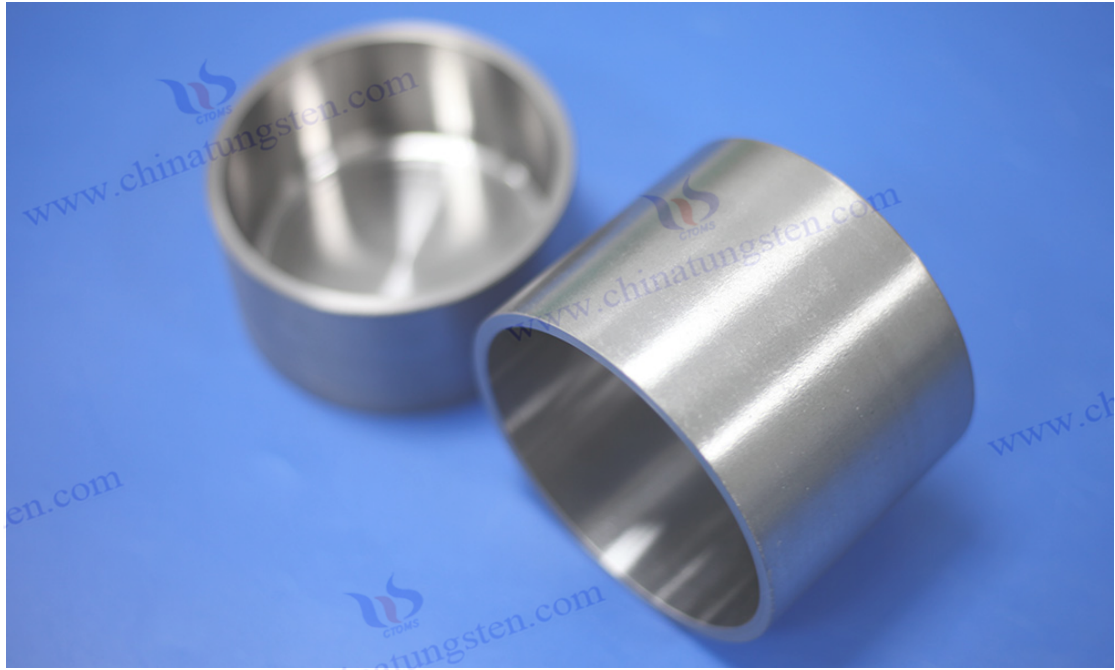
높은 비용: 3D 프린팅 및 자체 조립 장비 투자가 많고 상용화가 어렵습니다.

검증 주기: 신소재는 장기간 테스트해야 하며 적용 및 프로모션이 느립니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com



CTIA GROUP LTD 텅스텐 도가니

1

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

절 83 페이지 합계 136 페이지

sales@chinatungsten.com

CTIA GROUP LTD

Tungsten Crucible Introduction

1. Overview of Tungsten Crucibles

Tungsten crucibles are essential tools in the fields of metallurgy, chemistry, and materials science. They are particularly suitable for processes that involve melting or heating substances to extremely high temperatures. Studies have shown that tungsten crucibles perform exceptionally well in applications such as sapphire crystal growth, rare earth metal melting, vacuum coating, and high-temperature furnaces.

2. Features of Tungsten Crucibles

- Ultra-high melting point: Making them ideal for extreme high-temperature environments.
- High purity: purity of $\geq 99.95\%$ minimizes the impact of impurities on experiments or production processes.
- Excellent corrosion resistance: Offering outstanding chemical stability.
- High density and low vapor pressure: Ensuring material stability.
- High strength and wear resistance: Ensuring long service life.
- Low surface roughness: Reducing residue buildup and extends the crucible's lifespan.

3. Applications of Tungsten Crucibles

- Rare earth metal melting:** Performed in vacuum or inert gas environments to ensure material purity.
- Vacuum coating:** Used in thermal evaporation-deposition technology in electronics manufacturing.
- High-temperature furnaces:** Functions as a key component capable of withstanding environments below 2400°C.
- Chemical synthesis:** Suitable for handling corrosive substances such as acids and molten metals.
- Metal smelting and refining:** Used for melting and refining high-purity metals.
- Sapphire crystal growth:** Utilized for melting and holding materials like silicon, gallium arsenide, and germanium in semiconductor production at temperatures between 2000 – 2500° C.

4. Specifications of Tungsten Crucibles

Specification	Details
Material	Pure tungsten or tungsten alloy
Purity	99.95%
Diameter	20–620 mm
Height	20–500 mm
Wall Thickness	3.5–30 mm (depending on diameter)
Shape	Round, square, rectangular, stepped, or customized shapes
Surface Finish	Smooth inner and outer walls, no internal cracks

5. Purchasing Information

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

5 장 : 텅스텐 도가니의 응용

텅스텐 도가니는 높은 용점 (3422 °C), 우수한 고온 저항, 내식성 및 높은 경도로 인해 여러 첨단 기술 분야에서 핵심적인 역할을 합니다. 이 장에서는 야금 산업, 반도체 및 전자 산업, 화학 산업, 과학 연구, 항공 우주 및 방위, 에너지 산업, 신형 및 학제 간 응용 분야에서 텅스텐 도가니의 광범위한 용도를 자세히 살펴보고 각 응용 시나리오의 공정 요구 사항, 성능 지표, 이점 및 과제에 대한 심층 분석을 제공합니다.

5.1 야금술 기업

텅스텐 도가니는 회토류 금속, 귀금속, 초합금 및 금속 분말 성형의 높은 요구 사항을 충족하기 위해 고온 제련, 합금 준비 및 분말 야금 공정에 대한 야금 산업에서 사용됩니다. 높은 용점과 화학적 안정성으로 인해 극한 조건에서 대체할 수 없는 용기가 됩니다.

5.1.1 회토류 금속 및 귀금속의 제련

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 회토류 금속 (예 : 란타늄, 세륨, 네오디뮴) 및 귀금속 (예 : 금, 백금, 로듐)의 진공 또는 불활성 분위기 용융에 사용되어 고순도 및 오염 방지를 보장합니다. 회토류 금속은 자성 재료 및 촉매에 널리 사용되며 귀금속은 보석 및 산업 촉매에 사용됩니다.

성능 요구 사항

고온 저항: 1800°C 에서 2800°C 를 견디며 도가니 변형 또는 용융을 방지합니다.

화학적으로 불활성: 용융 회토류 및 귀금속에 반응하지 않으며 10ppm < 불순물이 유입됩니다.

표면 마감 : $Ra < 0.1 \mu m$, 금속 접착력 감소.

치수 안정성: 열팽창 계수 $< 4.5 \times 10^{-6}/K$, 치수 편차 $< 0.05mm$.

수명: > 50 용융 주기, 벽 두께 균일성 $\pm 0.02mm$.

기술적 우위

고순도 : 텅스텐 도가니는 제련 된 금속의 > 99.99 % 순도를 보장하여 고급 응용 분야의 요구를 충족시킵니다.

부식 방지: 회토류 금속의 강한 감소에 강하고 서비스 수명을 연장합니다.

효율적인 열 전달: 열전도율 $> 100 W/m \cdot K$, 용융물의 균일한 가열.

사용자 정의: 직경이 50 - 500mm 인 도가니는 다양한 용광로 유형에 맞게 생산할 수 있습니다.

기술적 과제

고온 응력: 반복적인 열 순환은 최적화된 열처리가 필요한 미세 균열로 이어질 수 있습니다.

높은 비용 : 고순도 텅스텐 도가니는 비싸고 성능과 경제성의 균형을 맞출 필요가

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

있습니다.

복잡한 세척: 용융 후 잔류물은 여러 단계로 세척해야 하므로 공정의 난이도가 높아집니다.

크기 제한: 초대형 펜(>500mm)은 제조가 어렵고 비용이 두 배로 증가합니다.

5.1.2 초합금 및 초합금의 생산

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 진공 유도 용해 (VIM) 또는 초합금 (예 : 니켈 기반, 코발트 기반 합금) 및 초합금의 아크 용해에 사용되어 항공기 엔진 터빈 블레이드, 가스 터빈 부품 등을 생산합니다. 초합금은 1600°C 에서 2000°C 사이에서 용융되며 텅스텐 도가니는 안정적인 고온 환경을 제공합니다.

성능 요구 사항

고온 저항: 2000°C 이상을 견디며 열충격 저항은 500 회 >합니다.

산화 방지제 : 산소 함량은 진공 또는 아르곤 분위기에서 5ppm <.

기계적 강도 : 인장 강도 > 800 MPa, 고온에서 변형을 방지합니다.

벽 두께 균일성: ±0.01mm, 열장의 일관성을 보장합니다.

내마모성 : HV 400> 경도, 용융 침식에 대한 내성.

기술적 우위

고온 안정성 : 텅스텐 도가니는 2000 °C 에서 구조를 그대로 유지하고 변형률은 0.1% <.

화학적 안정성: 니켈, 코발트 또는 첨가된 원소(예: 니오븀, 탄탈륨)와 반응하지 않습니다.

긴 수명: 30-50 회 재사용할 수 있어 생산 비용을 절감할 수 있습니다.

효율적인 생산: 항공우주 요구 사항을 충족하기 위해 대량 합금 용융을 지원합니다.

기술적 과제

열 응력: 고온 사이클링은 응력 축적으로 이어지며, 이는 후처리로 제거해야 합니다.

합금 오염 : 미량의 텅스텐 용해는 초합금의 특성에 영향을 미칠 수 있으며 표면 코팅이 필요합니다.

제조 어려움: 대형 도가니(>300mm)는 정밀 소결이 필요하고 비용이 많이 듭니다.

높은 에너지 소비: 고온 제련은 많은 에너지를 소비하므로 열장 설계를 최적화해야 합니다.

5.1.3 금속 분말 야금 및 사출 성형

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 금속 분말 야금(PM) 및 금속 사출 성형(MIM)의 소결 공정에 사용되어 고성능 부품(예: 텅스텐 합금 부품, 텅스텐 카바이드 공구)을 제조합니다. 도가니는 텅스텐 분말 또는 기타 금속 분말을 고온에서 유지하여 소결 품질을 보장합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

성능 요구 사항

고온 성능: 1600°C 에서 2200°C, 열 충격 저항 > 300 사이클.
화학적 안정성 : 분말 또는 바인더, 20ppm< 불순물과 반응하지 않습니다.
치수 정확도 : 내경 공차 $\pm 0.02\text{mm}$, 정밀 금형에 적합합니다.
표면 품질 : $Ra < 0.2 \mu\text{m}$, 분말 접착을 방지합니다.
열전도율: $> 120 \text{ W/m} \cdot \text{K}$, 균일한 소결.

기술적 우위

높은 일관성: 도가니는 > 99% 소결 부품의 밀도로 균일한 열장을 제공합니다.
내구성 : 여러 소결 사이클을 견딜 수 있으며 수명이 200 회>합니다.
유연성: 다양한 공정에 적합한 광범위한 분말(예: 텅스텐, 몰리브덴, 코발트)을 지원합니다.
효율적인 생산: 소결 시간을 단축하고 부품 수율을 높입니다.

기술적 과제

분말 오염: 바인더 휘발은 도가니를 오염시킬 수 있으므로 정기적으로 청소해야 합니다.
열팽창: 도가니와 분말 사이의 열팽창 차이로 인해 응력이 발생할 수 있으며 설계를 최적화해야 합니다.
소형화 요구 사항: MIM 용 소형 도가니(<50mm)를 제조하는 것은 어렵습니다.
비용 관리: 고성능 도가니는 성능과 경제성의 균형을 유지해야 합니다.

5.2 반도체와 전자공업

텅스텐 도가니는 결정 성장, 화합물 반도체 준비, 박막 증착 및 열 관리를 위해 반도체 및 전자 산업에서 사용되며 고순도 및 고온 저항은 재료 청결도 및 안정성에 대한 마이크로 일렉트로닉스 산업의 엄격한 요구 사항을 충족합니다.

5.2.1 monocrystalline 실리콘 및 사파이어의 결정 성장 (Czochralski 방법, Kyropoulos 방법)

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 단결정 실리콘 및 사파이어 (Al_2O_3)의 성장, 실리콘 웨이퍼 (광전지, 집적 회로) 및 사파이어 기관 (LED, 레이저)의 생산을 위한 Czochralski (CZ) 및 Kyropoulos (KY) 방법에 사용됩니다. 도가니는 1600°C 에서 2000°C 의 고온과 용융 부식에 노출됩니다.

성능 요구 사항

초고순도 : 텅스텐 순도 > 99.999 %이고 불순물은 1ppb< 결정 결함을 방지합니다.
고온 저항 : 1800 °C 에서 2000 °C, 열 충격 > 1000 회.
표면 마감 : $Ra < 0.05 \mu\text{m}$, 결정 개재물 감소.
치수 안정성 : 직경 100-500mm, 벽 두께 편차 $\pm 0.01\text{mm}$.
부식 방지: 용융 실리콘 및 알루미나에 의한 화학적 공격에 강합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

기술적 우위

고순도 결정 : 텅스텐 도가니는 불순물 도입을 0.1 ppb 로 줄이고 결정 결함률을 0.01 %< 줄입니다.
긴 수명: 50 회에서 100 회 재사용할 수 있어 생산 비용을 절감할 수 있습니다.
균일한 열장: 열전도율 > 110 W/m·K 로 일관된 결정 성장을 보장합니다.
대형 지원: 300mm 실리콘 웨이퍼와 대형 사파이어 결정의 요구 사항을 충족합니다.

기술적 과제

고온 변형: 장기간 고온은 도가니의 미세 변형을 유발할 수 있으며 벽 두께를 최적화해야 합니다.
실리콘 접착력: 용융된 실리콘은 도가니에 부착될 수 있으며 특수 코팅 또는 세척이 필요합니다.
높은 비용 : 초고순도 텅스텐 도가니는 제조 비용이 높으며 대규모로 생산해야 합니다.
열 응력: 급격한 온도 상승 및 하강으로 인해 균열이 발생할 수 있으며 온도 제어는 단계적으로 제어해야 합니다.

5.2.2 화합물 반도체 재료(GaAs, GaN)의 제조

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 갈륨 비소 (GaAs, 5G 칩), 질화 갈륨 (GaN, 전력 장치)과 같은 화합물 반도체를 성장시키기 위해 액상 에피 택시 (LPE) 또는 수평 브리넬 (HB)에 사용됩니다. 도가니는 1400°C 에서 1800°C 까지 견뎌야 하며 부식성 용융물을 견뎌야 합니다.

성능 요구 사항

화학적 안정성 : 용융 갈륨, 비소 또는 질소, 불순물 < 5ppb 와 반응하지 않습니다.
고온 성능 : 1500 °C 에서 1800 °C, 열 충격 > 500 배.
표면 품질 : Ra<0.1μm, 결정 결함을 방지합니다.
치수 정확도 : 내경 공차 ±0.02mm, 정밀 결정 성장에 적합합니다.
산화 방지: 산소 함량< 진공 또는 불활성 분위기에서 1ppm 입니다.

기술적 우위

고순도 결정: 도가니는 GaAs 및 GaN 의 > 99.9999% 순도를 보장합니다.
효율적인 성장: 균일한 열장은 결정 수율을 20% 증가시킵니다.
내식성 : 비소와 갈륨의 강한 부식에 강하며 수명이 50 배>.
사용자 정의: 소형(50mm)에서 중형(200mm) 도가니를 지원합니다.

기술적 과제

부식 위험: 용융된 비소는 도가니를 침식시킬 수 있으며 표면 강화가 필요합니다.
분위기 제어: 고순도 불활성 가스가 필요하여 운영 비용이 증가합니다.
경미한 결함: 표면 거칠기가 약간 높으면 결정 전위가 발생할 수 있습니다.
높은 비용: 고순도 텅스텐 도가니의 가격이 비싸고 생산 공정을 최적화해야 합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

5.2.3 PVD 및 CVD

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 칩 제조, 디스플레이 및 광학 코팅을 위한 박막 재료(예: 금속, 세라믹, 산화물)를 증발하거나 반응적으로 증착하기 위해 물리 기상 증착(PVD) 및 화학 기상 증착(CVD)에 사용됩니다. 도가니는 1200°C 에서 2000°C 와 반응성 가스를 견뎌야 합니다.

성능 요구 사항

고온 안정성: 휘발이나 분해 없이 1500°C 에서 2000°C.

화학적으로 불활성: 염화물 및 불소와 같은 반응 가스, 10ppb< 불순물에 내성이 있습니다.

열전도율: >100 W/m·K 는 확실한 증발을 지킵니다.

크기 범위: 직경 20-200mm, 벽 두께 1-5mm.

표면 마감 : 재료가 튀는 것을 방지하기 위해 $Ra < 0.2\mu m$.

기술적 우위

고순도 필름: 도가니는 칩 요구 사항을 충족하기 위해 1ppb 까지 불순물을 도입합니다.

효율적인 증착: 균일한 열장은 증착 속도를 30% 증가시킵니다.

다중 재료 지원: 티타늄, 알루미늄, 실리콘 및 기타 재료의 증발에 적합합니다.

긴 수명: 100 회 이상 재사용할 수 있어 비용을 절감할 수 있습니다.

기술적 과제

가스 부식: CVD 반응 가스는 도가니를 부식시킬 수 있으므로 코팅으로 보호해야 합니다.

온도 제어: 고르지 않은 증착을 방지하기 위해 정밀한 온도 제어($\pm 2^\circ C$)가 필요합니다.

소형화: 마이크로 도가니(<20mm)는 제조가 어렵고 비용이 많이 듭니다.

복잡한 세척: 침전된 잔류물은 여러 단계로 청소해야 하므로 공정이 증가합니다.

5.2.4 마이크로 전자 패키징 및 열 관리

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 마이크로 전자 패키징에서 고온 소결 및 열 관리에 사용되며, 높은 열전도율 기관 (예 : 텅스텐-구리 복합재) 또는 방열판을 준비하며 고출력 칩 및 LED 패키징에 사용됩니다. 도가니는 1000°C 에서 1500°C 를 견뎌야 합니다.

성능 요구 사항

열전도율 : >120 W/m·K, 빠른 방열.

화학적 안정성: 구리, 은 및 기타 캡슐화 재료, 20ppm< 불순물과 반응하지 않습니다.

치수 정확도 : 공차 $\pm 0.01mm$, 정밀 금형에 적합합니다.

표면 품질 : $Ra < 0.1\mu m$, 재료가 달라 붙는 것을 방지합니다.

열충격 저항: > 300 사이클, 균열 없음.

기술적 우위

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

효율적인 방열: 열 저항이 0.5K/W 인 고출력 칩의 작동을 <.
높은 신뢰성: 도가니는 캡슐화 재료의 순도가 99.99%> 보장합니다.
소형화: 칩 패키징에 적응하기 위해 마이크로 도가니(<30mm)를 지원합니다.
긴 수명: 50-80 회 재사용으로 비용 절감.

기술적 과제

마이크로 제조: 소형 샘플팬은 고정밀 가공이 필요하고 비용이 많이 듭니다.
열팽창 : 텅스텐과 캡슐화 재료 사이의 열팽창 차이로 인해 응력이 발생할 수 있습니다.
표면 오염: 미립자 오염을 방지하기 위해 매우 깨끗한 환경이 필요합니다.
에너지 소비 제어: 고온 소결은 에너지 소비가 높으며 프로세스를 최적화해야 합니다.

5.3 화학 공업

텅스텐 도가니는 고온 촉매 합성, 강한 부식 반응 및 고순도 화학 정제를 위해 화학 산업에서 사용되며 내식성 및 고온 안정성은 가혹한 화학 환경의 요구 사항을 충족합니다.

5.3.1 고온 촉매 합성

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 고온 합성 촉매 (예 : 백금 기반 및 팔라듐 기반 촉매), 석유 화학 및 환경 보호 촉매에 사용됩니다. 도가니는 1200°C 에서 1800°C 와 반응성 가스(예: 암모니아, 염소)를 견뎌야 합니다.

성능 요구 사항

내식성 : 산성, 알칼리성 및 산화 가스에 강하며 표면 손실<0.01mm / 년입니다.
고온 성능 : 1500 °C 에서 1800 °C, 열 충격>200 배.
화학적으로 불활성: 촉매 전구체, 10ppm< 불순물과 반응하지 않습니다.
표면 마감 : Ra<0.2 μ m, 촉매 접착을 방지합니다.
크기 범위: 직경 50 에서 300 mm, 벽 간격 2 에서 10 mm.

기술적 우위

고순도 촉매: 도가니는 불순물 유입을 5ppm 으로 줄여 촉매 효율을 보장합니다.
내구성 : 50 회 이상 재사용 가능하여 생산 비용을 절감 할 수 있습니다.
균일한 가열: 열전도율 >100 W/m·K 로 합성 일관성 향상.
유연성: 광범위한 촉매 시스템(예: 귀금속, 산화물)을 지원합니다.

기술적 과제

가스 부식: 염소 또는 암모니아는 도가니를 부식시키고 표면 강화가 필요할 수 있습니다.
고온 휘발: 일부 촉매 전구체가 침전될 수 있으며 정기적으로 청소해야 합니다.
높은 비용: 내식성이 뛰어난 텅스텐 도가니는 제조 비용이 많이 들고 최적화가

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

필요합니다.

분위기 제어: 고순도 불활성 가스가 필요하여 운영 비용이 증가합니다.

5.3.2 부식성이 높은 화학 반응 용기

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 특수 화학 물질 생산에서 강산 (예 : 질산, 불산 등), 강알칼리 또는 고온 용융염을 처리하기 위한 강한 부식성 화학 반응의 용기로 사용됩니다. 도가니는 1000°C 에서 1600°C 와 극한의 화학적 환경을 견뎌야 합니다.

성능 요구 사항

내식성: <0.005mm/년의 부식 속도로 pH 0에서 14까지의 화학 물질에 내성이 있습니다.

고온 안정성: 1200°C 에서 1600°C, 휘발 또는 분해 없음.

기계적 강도 : 인장 강도 > 600 MPa 로 용기 파손을 방지합니다.

표면 품질 : Ra < 0.1μm, 반응물 잔류 물 감소.

벽 두께 균일성: ±0.02mm, 압력 저항을 보장합니다.

기술적 우위

뛰어난 내식성: 강력한 산-염기 반응을 지원하며 도가니 수명 > 100 배입니다.

높은 안전성: 화학적으로 불활성으로 오염 없는 반응 공정을 보장합니다.

다재다능함: 용융염, 산성 용액 및 고온 가스 반응에 적합합니다.

효율적인 생산: 균일한 열장은 반응 속도를 20% 증가시킵니다.

기술적 과제

극심한 부식: 불화수소산은 미세 부식을 일으킬 수 있으며 특수 코팅이 필요합니다.

세척 어려움: 반응 잔류물은 여러 단계로 세척해야 하며, 이는 공정을 증가시킵니다.

고온 응력: 급격한 온도 상승 및 온도 강하로 인해 균열이 발생할 수 있으며 열처리를 최적화해야 합니다.

높은 비용: 높은 내식성 도가니에는 초고순도 텅스텐이 필요하므로 비용이 많이 듭니다.

5.3.3 고순도 화학물질의 정제 및 정제

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 반도체 및 태양 광 산업에서 고순도 화학 물질 (예 : 고순도 실리콘, 붕소, 인)의 진공 증류 또는 승화에 사용됩니다. Crucible 은 초고순도여야 하며 오염이 없어야 합니다.

성능 요구 사항

초고순도 : 텅스텐 순도 > 99.9999 %, 불순물 < 0.1 ppb.

고온 성능 : 1400 °C 에서 1800 °C, 열 충격 > 300 배.

표면 마감 : Ra < 0.05μm, 화학적 접촉을 방지합니다.

화학적 안정성 : 증기나 용융물과 반응하지 않으며 1ppb < 오염시킵니다.

치수 정확도 : 공차 ± 0.01mm, 정밀 장비에 적합합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

기술적 우위

초고순도: 도가니는 화학 불순물을 0.05ppb 로 줄여 반도체 요구 사항을 충족합니다.

긴 수명: 80 회에서 120 회 재사용할 수 있어 비용을 절감할 수 있습니다.

효율적인 정제: 균일한 열장으로 정제 효율이 25% 향상됩니다.

사용자 정의: 소형(20mm)에서 중형(150mm) 도가니를 지원합니다.

기술적 과제

울트라 클린 요구 사항: ISO Class 4 클린룸 생산 및 청소가 필요합니다.

고온 휘발: 미량의 텅스텐 휘발은 화학 물질을 오염시킬 수 있으므로 코팅으로 보호해야 합니다.

제조 난이도 : 초고순도 텅스텐 도가니는 복잡한 공정과 높은 비용을 필요로 합니다.

분위기 제어: 초고진공(10^{-6} Pa)이 필요하므로 장비 요구 사항이 증가합니다.

5.4 과학적인 연구

텅스텐 도가니는 고온 재료 테스트, 극한 환경 시뮬레이션, 고급 재료 합성 및 싱크로트론 방사선 실험을 위한 과학 연구에 사용되며 높은 안정성과 내구성으로 최첨단 과학 탐사를 지원합니다.

5.4.1 고온 재료의 성능 테스트

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 신소재의 용점, 열 안정성, 내산화성 및 기계적 특성을 테스트하는 데 사용되며 재료 과학 및 공학 연구에 사용됩니다. 테스트 온도 범위는 1500°C 에서 3000°C 입니다.

성능 요구 사항

매우 높은 온도: 2800°C 에서 3000°C 를 견디며 200 배> 열 충격에 강합니다.

화학적으로 불활성: 시험 재료, 10ppm< 불순물과 반응하지 않습니다.

기계적 강도 : 인장 강도 > 700 MPa, 고온 파손에 강합니다.

유연한 크기: 직경 20-200mm, 다양한 실험에 적합합니다.

열전도율: >100 W/m·K 는 확실한 난방을 지키기 위하여.

기술적 우위

고온 지원: 극한의 테스트 요구 사항을 위해 텅스텐 용점(3422°C)에 가깝습니다.

높은 신뢰성: 도가니 구조가 안정적이고 실험 데이터의 일관성이 99.5%>.

다중 재료 호환성: 금속, 세라믹 및 복합재 테스트를 지원합니다.

긴 수명: 50-100 회 재사용으로 실험 비용 절감.

기술적 과제

고온 변형: 녹는점에 가까울 때 약간 변형될 수 있으며 설계를 최적화해야 합니다.

재료 오염 : 미량의 텅스텐 휘발은 테스트에 영향을 미칠 수 있으며 코팅으로 보호해야 합니다.

소형화: 마이크로 도가니(<20mm)는 제조가 어렵고 비용이 많이 듭니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

분위기 제어: 고순도 진공 또는 불활성 가스가 필요하여 실험의 복잡성이 증가합니다.

5.4.2 극한 환경 시뮬레이션 실험

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 극한 환경(예: 원자로, 행성 대기)을 시뮬레이션하고 고온, 고압 또는 부식성 조건에서 재료의 성능을 테스트하는 데 사용됩니다. 실험 온도는 1500°C 에서 2800°C 이며 대기에는 진공, 산화 또는 환원 가스가 포함됩니다.

성능 요구 사항

고온 저항 : 2500 °C 에서 2800 °C, 열 충격 > 300 배.

내식성 : 산화, 환원 및 플라즈마 환경에 강하며 부식 속도는 0.01mm / year<.

기계적 안정성: 파손을 방지하기 위해 압축 강도 > 1000MPa.

표면 품질 : Ra < 0.1μm, 재료 상호 작용 감소.

분위기 교환: 진공(10^{-5} Pa) 또는 고압(>10 MPa)이 지원됩니다.

기술적 우위

Extreme Tolerance: 핵 및 항공우주 연구를 위해 녹는점에 가까운 실험 조건을 지원합니다.

높은 신뢰성: 도가니 성능이 안정적이고 실험 반복성이 > 99%입니다.

유연성: 복잡한 실험을 충족하기 위해 다양한 대기와 압력에 적응합니다.

긴 수명: 50-80 회 재사용할 수 있어 비용을 절감할 수 있습니다.

기술적 과제

복잡한 환경: 다양한 대기와 압력으로 인해 도가니 설계가 어렵습니다.

고온 응력: 극한 조건은 미세 균열을 유발할 수 있으며 후처리가 필요할 수 있습니다.

높은 비용: 고성능 텅스텐 도가니는 제조 비용이 많이 들고 최적화가 필요합니다.

검출 난이도: 도가니 상태는 실험 후 비파괴 검사여야 하며 기술 요구 사항이 높습니다.

5.4.3 첨단 물질의 합성 및 특성화

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 고급 재료 (예 : 고 엔트로피 합금, 초전도 재료, 나노 물질)를 합성하고 고온에서 물리적 특성을 특성화하는 데 사용됩니다. 도가니는 재료 합성의 순도를 보장하기 위해 안정적인 고온 환경을 제공합니다.

성능 요구 사항

초고온: 최대 2500°C 의 합성 온도, 200 배 > 열충격.

순도 요구 사항: 재료의 오염을 방지하기 위해 1ppm < 불순물.

균일한 가열: 열전도율 > 120 W/m·K 로 합성 일관성을 보장합니다.

분위기 제어: 미세 특성화를 지원하기 위해 조정 가능한 산화 및 환원 분위기.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

기술적 우위

재료 순도: 도가니는 화학 반응에 참여하지 않아 재료의 품질을 보장합니다.

높은 안정성: 일관된 재료 특성을 보장하기 위해 고온에서 안정적으로 합성할 수 있습니다.

다재 : 초합금, 증기 증착과 같은 다양한 합성 방법을 지원합니다.

긴 수명: 50 회에서 100 회 재사용할 수 있어 비용을 절감할 수 있습니다.

기술적 과제

대기 제어: 대기의 정밀한 제어가 필요하므로 실험의 복잡성이 증가합니다.

합성의 어려움: 합성 중 온도 변동은 재료의 구조에 영향을 줄 수 있습니다.

고온 휘발: 텅스텐 재료는 고온에서 소량으로 휘발되므로 설계를 최적화해야 합니다.

5.4.4 싱크로트론 방사선 및 중성자 산란 실험

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 구조 및 물리적 분석을 위한 고온 샘플(예: 금속, 세라믹)을 수용하기 위해 싱크로트론 방사선 및 중성자 산란 실험에 사용됩니다. 실험 온도는 1000°C에서 2000°C로 높은 안정성과 낮은 배경 간섭이 필요합니다.

성능 요구 사항

고온 안정성: 휘발이나 분해 없이 1500°C에서 2000°C.

낮은 배경 : 텅스텐 순도 > 99.99 %로 X 선 또는 중성자 산란 간섭을 줄입니다.

기계적 강도 : 인장 강도 > 600 MPa, 고온 파손에 강합니다.

치수 정확도 : 공차 $\pm 0.01\text{mm}$, 정밀 기기에 적합합니다.

표면 품질 : $Ra < 0.1\mu\text{m}$ 로 시료 오염을 줄입니다.

기술적 우위

낮은 간섭 : 고순도 텅스텐은 실험의 배경 소음을 줄이고 데이터 정확도는 99.5 % >.

고온 지원: 싱크로트론 방사선 및 중성자 산란의 고온 요구 사항을 충족합니다.

높은 신뢰성: 도가니 구조가 안정적이고 실험 반복성이 > 99%입니다.

사용자 정의: 마이크로(10mm)에서 중형(100mm) 도가니를 지원합니다.

기술적 과제

초고순도 : 99.999 % 텅스텐이 필요하며 제조 비용이 높습니다.

고온 휘발: 미량의 텅스텐 휘발은 데이터를 방해할 수 있으며 코팅으로 보호해야 합니다.

소형화: 마이크로 도가니는 고정밀 가공이 필요하지만 이는 어렵습니다.

실험의 복잡성: 싱크로트론 방사선 장비와 완벽하게 일치해야 합니다.

5.5 항공우주 및 방위 산업

텅스텐 도가니는 극한의 환경 요구 사항을 충족하기 위해 높은 용점 및 기계적 강도를 가진 고온 부품 제조, 재료 테스트 및 열 제어 시스템을 위해 항공 우주 및 방위 분야에서 사용됩니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

5.5.1 로켓 엔진 노즐 및 연소실 제조

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 3000 °C 이상의 연소 온도를 견딜 수 있는 텅스텐 매트릭스 복합 재료 또는 초합금을 제조하기 위해 로켓 엔진 노즐 및 연소실 재료의 세련 및 소결에 사용됩니다.

성능 요구 사항

매우 높은 온도: 2800°C 에서 3100°C, 200 배의 열 충격> 견딥니다.

기계적 강도 : 인장 강도 > 1000 MPa, 고온 파손을 방지합니다.

산화 방지제 : 진공 또는 아르곤 분위기, 산소 함량 < 1ppm.

치수 안정성: 벽 두께 편차 $\pm 0.01\text{mm}$, 열팽창 $< 4.5 \times 10^{-6}/\text{K}$.

내마모성 : HV 500> 경도, 고온 공기 세척에 대한 내성.

기술적 우위

고온 저항 : 텅스텐 용점에 가까워 극한의 연소 환경을 지원합니다.

높은 신뢰성: 도가니는 재료의 순도가 > 99.99%이고 성능이 일관되도록 보장합니다.

긴 수명: 30-50 회 재사용, 생산 비용 절감.

대형 지지대 : 대형 부품의 요구를 충족시키기 위해 직경 300-500mm.

기술적 과제

고온 응력: 용점 근처에서 미세 균열이 발생할 수 있으며 열처리를 최적화해야 합니다.

산화 위험: 초고진공 또는 불활성 가스가 필요하여 비용이 증가합니다.

제조 어려움 : 대형 고순도 텅스텐 도가니는 비용이 많이 들고 공정이 복잡합니다.

복잡한 세척: 고온 잔류물은 여러 단계로 세척해야 하므로 공정이 증가합니다.

5.5.2 고온 구조 재료의 시험

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 항공 우주 응용 분야를 위한 고온 구조 재료(예: 텅스텐 합금, 세라믹 매트릭스 복합재)의 성능을 테스트하고 2000°C 에서 3000°C 범위의 온도에서 엔진 또는 재진입 환경을 시뮬레이션하는 데 사용됩니다.

성능 요구 사항

매우 높은 온도: 2500°C 에서 3000°C, > 200 배의 열 충격에 강합니다.

화학적으로 불활성: 시험 재료, 불순물 < 5ppm 과 반응하지 않습니다.

기계적 강도 : 압축 강도 > 1200 MPa, 파손을 방지합니다.

열전도율: $> 100 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 는 확실한 난방을 지키기 위하여.

유연한 크기: 직경 20-200mm, 다양한 실험에 적합합니다.

기술적 우위

고온 지원 : 텅스텐 용점에 가깝고 재진입 환경 시뮬레이션을 충족합니다.

높은 신뢰성: 도가니 성능이 안정적이고 테스트 데이터의 일관성이 99.5%>.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

다중 재료 호환성: 금속, 세라믹 및 복합재 테스트를 지원합니다.

긴 수명: 50-80 회 재사용으로 실험 비용 절감.

기술적 과제

고온 변형: 장기간 고온은 미세 변형으로 이어질 수 있으며 설계를 최적화해야 합니다.

재료 오염 : 미량의 텅스텐 휘발은 테스트에 영향을 미칠 수 있으며 코팅으로 보호해야 합니다.

소형화: 마이크로 도가니(<20mm)는 제조가 어렵고 비용이 많이 듭니다.

분위기 제어: 고순도 진공 또는 불활성 가스가 필요하여 복잡성이 추가됩니다.

5.5.3 군용 고온 장비 구성 요소

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 미사일 노즐, 장갑 재료 및 고온 센서와 같은 군용 고온 장비 구성 요소의 용융 및 소결에 사용되며 2000 °C 에서 2800 °C 를 견딥니다.

성능 요구 사항

고온 성능 : 2500 °C 에서 2800 °C, 열충격 > 200 배.

기계적 강도 : 파손을 방지하기 위해 인장 강도 > 1000 MPa.

산화 방지제 : 진공 또는 아르곤 분위기, 산소 함량 < 1ppm.

내마모성 : HV 500 > 경도, 고온 침식에 대한 내성.

치수 정확도 : 공차 $\pm 0.01\text{mm}$, 정밀 부품에 적합합니다.

기술적 우위

고온 저항 : 극한의 군사 환경, 안정적인 성능을 지원합니다.

고순도: 도가니는 재료의 순도가 군사 표준을 충족하는 > 99.99%임을 보장합니다.

긴 수명: 40-60 회 재사용, 생산 비용 절감.

사용자 정의: 복잡한 형상과 작은 도가니(<50mm)를 지원합니다.

기술적 과제

고온 응력: 급격한 상승 및 온도 강하로 인해 균열이 발생할 수 있으며 열처리를 최적화해야 합니다.

제조 비용 : 고순도 텅스텐 도가니의 가격이 비싸고 대규모 생산이 필요합니다.

복잡한 세척: 군용 재료 잔류물은 공정을 증가시키기 위해 특별한 세척이 필요합니다.

기밀성 요구 사항: 군사 애플리케이션에는 엄격한 데이터 및 프로세스 관리가 필요합니다.

5.5.4 위성 열 제어 시스템

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 위성 열 제어 시스템 재료의 소결 및 시험에 사용되며 1000 °C 에서 1500 °C 를 견딜 수 있는 방열판 및 히트 파이프 용 고 열전도를 텅스텐 매트릭스 복합 재료 (예 : 텅스텐 구리)를 준비하는 데 사용됩니다.

저작권 및 법적 책임 고지

성능 요구 사항

열전도율 : $>120 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, 빠른 방열.

화학적 안정성 : 구리, 은 등, 10ppm 불순물과 반응하지 않습니다.

치수 정확도 : 공차 $\pm 0.01\text{mm}$, 정밀 금형에 적합합니다.

표면 품질 : $Ra < 0.1\mu\text{m}$, 재료가 달라 붙는 것을 방지합니다.

열충격 저항: > 300 사이클, 균열 없음.

기술적 우위

효율적인 열 방출: 열 저항이 0.5K/W 고출력 위성 장치를 지원합니다.

높은 신뢰성: 도가니는 재료의 순도가 99.99% 보장합니다.

소형화: 히트 파이프 제조에 적응하기 위해 마이크로 도가니($<30\text{mm}$)를 지원합니다.

긴 수명: 50-80 회 재사용으로 비용 절감.

기술적 과제

마이크로 제조: 소형 샘플판은 고정밀 가공이 필요하고 비용이 많이 듭니다.

열팽창 : 텅스텐과 복합 재료 사이의 열팽창 차이로 인해 응력이 발생할 수 있습니다.

표면 오염: 미립자 오염을 방지하기 위해 매우 깨끗한 환경이 필요합니다.

에너지 소비 제어: 고온 소결은 에너지 소비가 높으며 프로세스를 최적화해야 합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

CTIA GROUP LTD
Tungsten Crucible Introduction

1. Overview of Tungsten Crucibles

Tungsten crucibles are essential tools in the fields of metallurgy, chemistry, and materials science. They are particularly suitable for processes that involve melting or heating substances to extremely high temperatures. Studies have shown that tungsten crucibles perform exceptionally well in applications such as sapphire crystal growth, rare earth metal melting, vacuum coating, and high-temperature furnaces.

2. Features of Tungsten Crucibles

- Ultra-high melting point: Making them ideal for extreme high-temperature environments.
- High purity: purity of $\geq 99.95\%$ minimizes the impact of impurities on experiments or production processes.
- Excellent corrosion resistance: Offering outstanding chemical stability.
- High density and low vapor pressure: Ensuring material stability.
- High strength and wear resistance: Ensuring long service life.
- Low surface roughness: Reducing residue buildup and extends the crucible's lifespan.

3. Applications of Tungsten Crucibles

- Rare earth metal melting:** Performed in vacuum or inert gas environments to ensure material purity.
- Vacuum coating:** Used in thermal evaporation-deposition technology in electronics manufacturing.
- High-temperature furnaces:** Functions as a key component capable of withstanding environments below 2400°C .
- Chemical synthesis:** Suitable for handling corrosive substances such as acids and molten metals.
- Metal smelting and refining:** Used for melting and refining high-purity metals.
- Sapphire crystal growth:** Utilized for melting and holding materials like silicon, gallium arsenide, and germanium in semiconductor production at temperatures between $2000 - 2500^{\circ}\text{C}$.

4. Specifications of Tungsten Crucibles

Specification	Details
Material	Pure tungsten or tungsten alloy
Purity	99.95%
Diameter	20–620 mm
Height	20–500 mm
Wall Thickness	3.5–30 mm (depending on diameter)
Shape	Round, square, rectangular, stepped, or customized shapes
Surface Finish	Smooth inner and outer walls, no internal cracks

5. Purchasing Information

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

5.6 에너지 산업

텅스텐 도가니는 원자로, 광전지, 연료 전지 및 핵융합의 에너지 산업에서 사용되며, 고온 성능 및 방사선 저항은 에너지 기술의 까다로운 요구 사항을 충족합니다.

5.6.1 원자로의 고온 부품

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 2000 °C 에서 2800 °C 와 강한 방사선 환경을 견딜 수 있는 텅스텐 기반 재료를 제조하기 위해 원자로 (예: 제어봉 및 열교환 기)의 고온 구성 요소의 용융 및 소결에 사용됩니다.

성능 요구 사항

매우 높은 온도: 2500°C 에서 2800°C, > 200 배의 열 충격.
방사선 저항: 중성자 및 감마선에 대한 내성, 성능 감쇠 <5%(10 년).
화학적 안정성 : 용융 나트륨 또는 우라늄, 불순물 <5ppm 과 반응하지 않습니다.
기계적 강도 : 파손을 방지하기 위해 인장 강도 > 1000 MPa.
치수 안정성: 벽 두께 편차 $\pm 0.01\text{mm}$, 열팽창 $< 4.5 \times 10^{-6}/\text{K}$.

기술적 우위

고온 저항: 원자로의 극한 환경과 안정적인 성능을 지원합니다.
방사선 저항: 고에너지 방사선에 강하여 원자력 응용 분야에 적합합니다.
긴 수명: 30-50 회 재사용, 생산 비용 절감.
고순도 : 도가니는 재료의 순도가 99.99 % > 보장합니다.

기술적 과제

방사선 노화: 높은 방사선은 재료 열화를 유발할 수 있으며 노출 시간을 제어해야 합니다.
산화 위험: 산화를 방지하기 위해 고진공 또는 불활성 가스가 필요합니다.
제조 어려움 : 고순도 텅스텐 도가니의 생산 비용이 높고 공정이 복잡합니다.

5.6.2 태양광 소재 제조

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 페로브스카이트 태양 전지와 같은 태양광 태양 전지의 소결 및 용융에 사용되며 1000°C 에서 1500°C 의 고온을 견딥니다.

성능 요구 사항

고온 성능 : >1200 °C, 강력한 안정성.
화학적으로 불활성: 페로브스카이트 물질, 불순물 <5ppm 과 반응하지 않습니다.
치수 정확도 : 공차 $\pm 0.01\text{mm}$, 정밀 금형에 적합합니다.
표면 품질 : $Ra < 0.1\mu\text{m}$, 재료 오염 방지.

기술적 우위

고온 안정성: 고효율 태양광 재료의 제조를 지원하고 성능이 안정적입니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

고순도 : 도가니는 재료의 순도가 99.99 % > 보장합니다.

긴 수명: 30-50 회 재사용, 생산 비용 절감.

기술적 과제

고순도 요구 사항: 도가니는 오염을 방지하기 위해 고순도를 유지해야 합니다.

고온 제어: 과열을 방지하기 위해 정밀한 온도 제어 시스템이 필요합니다.

소형 제조: 소형 도가니는 제조가 어렵고 비용이 많이 듭니다.

5.6.3 핵융합로 부품 제조

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 토카막 반응기의 제 1 벽 재료와 같은 핵융합로 부품의 소결 및 용융에 사용되며 매우 높은 온도와 방사선을 받습니다.

성능 요구 사항

매우 높은 온도: 2800°C 에서 3000°C, 500 배의 열 충격> 견딥니다.

방사선 저항: 중성자 방사선 저항, 감쇠 <2%(100 년).

기계적 강도 : 인장 강도 > 1200 MPa, 파손을 방지하기 위해.

화학적 안정성 : 중수소 및 삼중수소와 반응하지 않으며 불순물은 5ppm< 반응하지 않습니다.

치수 정확도 : 공차 $\pm 0.01\text{mm}$, 정밀 설계에 적합합니다.

기술적 우위

극도로 높은 온도 : 텅스텐 용점에 가까워 융합 환경을 지원합니다.

방사선 저항: 중성자 방사선에 강하여 장기간 사용에 적합합니다.

고순도 : 도가니는 재료의 순도가 99.99 % > 보장합니다.

긴 수명: 50-100 회 재사용으로 생산 비용을 절감합니다.

기술적 과제

고온 응력: 장기간 사용하면 열 응력이 발생할 수 있으며 구조 설계를 최적화해야 합니다.

방사선 효과: 중성자 방사선은 도가니의 성능에 더 큰 영향을 미칩니다.

5.6.4 핵융합로 재료

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 텅스텐 기반 플라즈마 외장재, PFM 과 같은 핵융합로 재료의 용융 및 소결에 사용되며 2500°C 에서 3000°C 의 강한 플라즈마 충격을 견딥니다.

성능 요구 사항

매우 높은 온도: 2800°C 에서 3000°C, 200 배의 열 충격> 견딥니다.

방사선 저항 : 중성자 및 플라즈마 충격에 강하고 성능 감쇠 <3 % (10 년)에 강합니다.

기계적 강도 : 인장 강도 > 1200 MPa, 파손을 방지하기 위해.

내식성 : 헬륨 및 수소 플라즈마에 강하고 부식 속도는 $0.005\text{mm} / \text{year}$.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696

标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V

www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

치수 안정성: 벽 두께 편차 $\pm 0.01\text{mm}$, 열팽창 $< 4.5 \times 10^{-6}/\text{K}$.

기술적 우위

고온 저항 : 용합 환경의 요구를 충족시키기 위해 텅스텐의 용점에 가깝습니다.
방사선 저항 : 텅스텐 도가니는 재료의 장기적인 안정성을 보장하고 ITER 요구 사항을 충족합니다.
고순도: PFM 성능을 보장하기 위해 1ppm 불순물이 유입됩니다.
긴 수명: 30-50 회 재사용, 비용 절감.

기술적 과제

플라즈마 충격: 강한 플라즈마는 표면 손상을 일으킬 수 있으며 코팅 보호가 필요합니다.
고온 응력: 용점 근처에서 미세 균열이 발생할 수 있으며 열처리를 최적화해야 합니다.
제조 비용 : 초 고순도 텅스텐 도가니는 가격이 높으며 대규모로 생산해야 합니다.
복잡한 세척: 핵융합 재료 잔류물은 공정을 증가시키기 위해 특별한 세척이 필요합니다.

5.7 신흥 및 교차 절단 응용 프로그램

텅스텐 도가니는 고급 보석, 의료, 3D 프린팅 및 양자 기술과 같은 신흥 분야에서 고유한 이점을 보여주어 응용 분야의 경계를 확장했습니다.

5.7.1 고급 보석 및 고급 제조

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 고급 보석 및 고급 제조에 사용되어 귀금속(예: 백금, 금) 및 합성 보석(예: 인조 다이아몬드, 사파이어)을 제련하고 1400°C 에서 2000°C 를 견딥니다.

성능 요구 사항

고순도 : 텅스텐 순도 $> 99.99\%$, 불순물 $< 10\text{ppm}$.
고온 저항 : 1600°C 에서 2000°C , 열 충격 > 200 배.
표면 마감 : $Ra < 0.05\ \mu\text{m}$, 금속 접착을 방지합니다.
치수 정확도 : 공차 $\pm 0.01\text{mm}$, 정밀 금형에 적합합니다.
화학적 안정성 : 귀금속이나 보석과 반응하지 않습니다.

기술적 우위

고순도 제품: 도가니는 불순물 유입을 5ppm 으로 줄여 보석 품질을 보장합니다.
균일한 열장: 보석 및 금속의 일관성을 향상시키고 결함률 $< 0.1\%$ 입니다.
긴 수명: 50-80 회 재사용으로 비용 절감.
사용자 정의: 소형(20mm)에서 중형(100mm) 도가니를 지원합니다.

기술적 과제

표면 오염: 미립자 오염을 방지하기 위해 매우 깨끗한 환경이 필요합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

고온 휘발: 미량의 텅스텐 휘발은 보석에 영향을 줄 수 있으며 코팅 보호가 필요합니다.

소형화: 마이크로 도가니는 제조가 어렵고 비용이 많이 듭니다.

비용 관리: 고순도 텅스텐 도가니는 성능과 경제성의 균형을 유지해야 합니다.

5.7.2 의료용 임플란트 및 장치 생산

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 의료용 임플란트(예: 티타늄 합금, 코발트-크롬 합금) 및 장치 부품의 용융 및 소결, 뼈 임플란트, 심장 스텐트 등의 준비에 사용되며 1200°C에서 1800°C를 견딥니다.

성능 요구 사항

초고순도 : 텅스텐 순도 > 99.999 %, 불순물 < 1ppb.

고온 저항 : 1400 °C에서 1800 °C, 열 충격 > 200 배.

표면 품질 : Ra<0.05μm, 재료 오염 방지.

화학적 안정성 : 티타늄, 크롬 등과 반응하지 않으며 1ppb의 오염을 <.

치수 정확도 : 공차 ±0.01mm, 정밀 금형에 적합합니다.

기술적 우위

생체 적합성: 도가니는 재료의 순도가 99.999%> 보장하고 의료 표준을 충족합니다.

균일한 열장: 임플란트 일관성 향상, 결함률 < 0.05%.

긴 수명: 60-100 회 재사용으로 비용 절감.

소형화: 의료 부품에 적용할 수 있도록 소형 도가니(<30mm)를 지원합니다.

기술적 과제

매우 청결한 요구 사항: ISO Class 3 클린룸 생산 및 청소가 필요합니다.

고온 휘발: 미량의 텅스텐 휘발은 재료를 오염시킬 수 있으므로 코팅으로 보호해야 합니다.

제조 비용 : 초고순도 텅스텐 도가니는 가격이 높으며 공정을 최적화해야 합니다.

엄격한 규제: 의료 응용 분야는 FDA 및 ISO 13485 표준의 적용을 받습니다.

5.7.3 3D 프린팅 및 적층 제조의 고온 금형

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 선택적 레이저 용융(SLM) 또는 전자빔 용융(EBM)을 위한 금속 분말(예: 티타늄, 텅스텐 합금)을 유지하고 1500°C에서 2200°C를 견디기 위해 3D 프린팅 및 적층 제조에서 고온 주형으로 사용됩니다.

성능 요구 사항

고온 성능 : 1800 °C에서 2200 °C, 열 충격 > 300 배.

화학적 안정성 : 용융 금속, 불순물 < 10ppm과 반응하지 않습니다.

표면 마감 : Ra<0.1 μm, 분말 접착을 방지합니다.

치수 정확도 : 공차 ±0.02mm, 정밀 금형에 적합합니다.

내마모성 : HV 400> 경도, 분말 세척에 대한 내성.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

기술적 우위

높은 정밀도: 도가니는 복잡한 기하학적 주형을 지지하며 성형 정확도는 99.5%> 있습니다.

균일한 열장: 3D 프린팅 부품의 밀도를 >99.8% 증가시킵니다.

긴 수명: 50-80 회 재사용으로 비용 절감.

다중 재료 지원: 텅스텐, 티타늄, 니켈 및 기타 분말에 적합합니다.

기술적 과제

분말 오염: 용융 분말이 도가니에 달라붙을 수 있으므로 코팅하거나 청소해야 합니다. 고온 응력: 급격한 상승 및 온도 강하로 인해 균열이 발생할 수 있으며 열처리를 최적화해야 합니다.

소형화: 마이크로 몰드(< 50mm)는 제조가 어렵고 비용이 많이 듭니다.

높은 에너지 소비: 고온 3D 프린팅은 많은 에너지를 소비하며 프로세스를 최적화해야 합니다.

5.7.4 양자 기술 및 초전도 물질의 제조

응용 프로그램 개요

텅스텐 도가니는 1200°C 에서 1800°C 를 견디는 양자 컴퓨팅 칩 및 초전도 코일의 준비를 위해 양자 기술 및 초전도 재료(예: 이트륨-바륨-구리-산소, YBCO)의 합성 및 소결에 사용됩니다.

성능 요구 사항

초고순도 : 텅스텐 순도 > 99.9999 %, 불순물 < 0.1 ppb.

고온 저항 : 1400 °C 에서 1800 °C, 열 충격 > 200 배.

표면 마감 : Ra<0.05μm, 재료 오염 방지.

화학적 안정성 : 산화물 또는 구리와 반응하지 않으며 오염 < 0.5ppb.

치수 정확도 : 공차± 0.01mm 로 정밀 실험에 적합합니다.

기술적 우위

초고순도: 도가니는 0.05ppb 까지 불순물을 도입하여 양자 칩의 요구 사항을 충족합니다.

균일한 열장: 초전도 재료의 일관성을 향상시키고 결함률< 0.01%입니다.

긴 수명: 60-100 회 재사용으로 비용 절감.

소형화: 양자 장치에 적응하기 위해 소형 도가니(<20mm)를 지원합니다.

기술적 과제

매우 청결한 요구 사항: ISO Class 3 클린룸 생산 및 청소가 필요합니다.

고온 휘발: 미량의 텅스텐 휘발은 재료를 오염시킬 수 있으므로 코팅으로 보호해야 합니다.

제조 비용 : 초고순도 텅스텐 도가니는 가격이 높으며 공정을 최적화해야 합니다.

실험의 복잡성: 초전도 장비와 매끄럽게 일치해야 하므로 난이도가 높아집니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com



CTIA GROUP LTD 텅스텐 도가니

6 장 : 텅스텐 도가니의 장점, 단점 및 과제

텅스텐 도가니는 우수한 특성으로 인해 고온 분야에서 널리 사용되지만 제조 및 응용 분야에서도 문제에 직면해 있습니다. 이 장에서는 장점, 한계 및 개선 영역을 분석합니다.

6.1 텅스텐 도가니 장점 분석

6.1.1 초고 용점 및 열 안정성

특성 : 텅스텐 용점 3422°C , 열팽창 계수 $4.5 \times 10^{-6}^{\circ}\text{C} / \text{K}$, 3000°C 는 여전히 구조적 안정성을 유지합니다.

장점: 극한의 열에 강하고 열충격 주기가 500 회> 핵융합, 항공 우주 등에 적합합니다.

응용 프로그램: 단결정 실리콘 성장, 초합금 용융, 균일한 열장, 변형률 <0.1%.

6.1.2 우수한 화학적 불활성

특성: 산 및 알칼리, 용융 금속 및 반응성 가스에 강하고 부식 속도가 $0.01\text{mm}/\text{년}$.

장점: 용융 실리콘, 갈륨, 백금 등과 반응하지 않으며 <1ppb 에 불순물이 유입됩니다.

응용 분야 : 반도체 결정 성장, 고순도 화학 정제, 순도 > 99.999 %.

6.1.3 높은 신뢰성과 긴 수명

특성: 인장 강도 > 800MPa , 경도 > HV 400, 수명 50-100 배.

장점: 반복 사용시 안정적인 성능, 배치 일관성 > 99.5%.

응용 분야 : 태양 광 실리콘 웨이퍼 생산, 촉매 합성, 교체 비용 절감.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

6.1.4 극한 환경에 적응할 수 있는 능력

특성: 방사선 및 플라스마 충격에 대한 내성, 성능 감쇠 <5%(10 년).

장점: 원자로 및 행성 대기 시뮬레이션과 같은 극한 조건을 지원합니다.

응용 분야 : 핵융합 PFM 재료, 항공 우주 고온 테스트, 1000 시간 > 안정적인 작동.

6.2 텅스텐 도가니의 한계와 과제

6.2.1 높은 제조 및 가공 비용

문제 : 고순도 텅스텐 도가니는 복잡한 소결 및 CNC 가공이 필요하며 비용은 일반 도가니의 5-10 배입니다.

영향: 중소기업이 감당하기 어렵고 투자 회수 기간은 3-5 년입니다.

과제: 원자재 및 에너지 비용을 줄이기 위해 공정을 최적화해야 합니다.

6.2.2 실온에서의 취성 및 가공난도

문제 : 텅스텐은 실온에서 경도가 높고 (HV 400) 부서지기 쉬우 며 가공에 다이아몬드 도구가 필요합니다.

충격: 마이크로 또는 복잡한 도가니는 스크랩 비율이 >5%로 가공하기 어렵습니다.

과제 : 더 높은 인성 또는 새로운 가공 기술을 가진 텅스텐 합금을 개발하십시오.

6.2.3 대형 Crucible 에 대한 제조 제한

문제: 직경이 >500mm 인 도가니에는 대형 소결로가 필요하며 벽 두께± 0.05mm 의 균일성을 보장하기 어렵습니다.

영향: 긴 생산 주기, 비용 증가, 태양광 및 야금 응용 분야 제한.

과제: 소결 장비를 개선하고 대형 도가니의 일관성을 개선합니다.

6.2.4 원자재 공급 및 지정학적 리스크

문제: 텅스텐 광석은 전 세계적으로 집중되어 있고 공급은 지정학의 영향을 받으며 가격은 >20% 변동합니다.

영향: 원자재 부족으로 인해 생산이 중단되고 비용을 통제할 수 없게 될 수 있습니다.

과제: 원광석에 대한 의존도를 줄이기 위한 재활용 시스템을 구축해야 합니다.

6.3 텅스텐 도가니의 개선 방향

6.3.1 원가최적화와 대량생산

방향: 자동 조립 라인 및 폐열 회수를 채택하여 에너지 소비를 20%-30% 줄입니다.

목표는 생산 비용을 현재 수준의 50%로 절감하고 투자 회수 기간을 2 년으로 단축하는 것입니다.

기술: 모듈식 소결로, 공정 매개변수의 AI 최적화.

6.3.2 신소재 및 복합공정 개발

방향: 텅스텐 기반 고엔트로피 합금 및 텅스텐-세라믹 복합 재료의 연구 개발로 인성이 30% 증가합니다.

목표: 실온에서 취성을 줄이고 수명을 150 배로 연장합니다.

기술 : 나노 텅스텐 분말 소결, 3D 프린팅 복합 도가니.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

6.3.3 가공 정밀도 및 효율성 향상

방향: 레이저 가공, 초정밀 CNC 도입 및 공차 $\pm 0.005\text{mm}$.

목표: 스크랩 비율이 <2%로 감소하고 처리 효율성이 50% 증가했습니다.

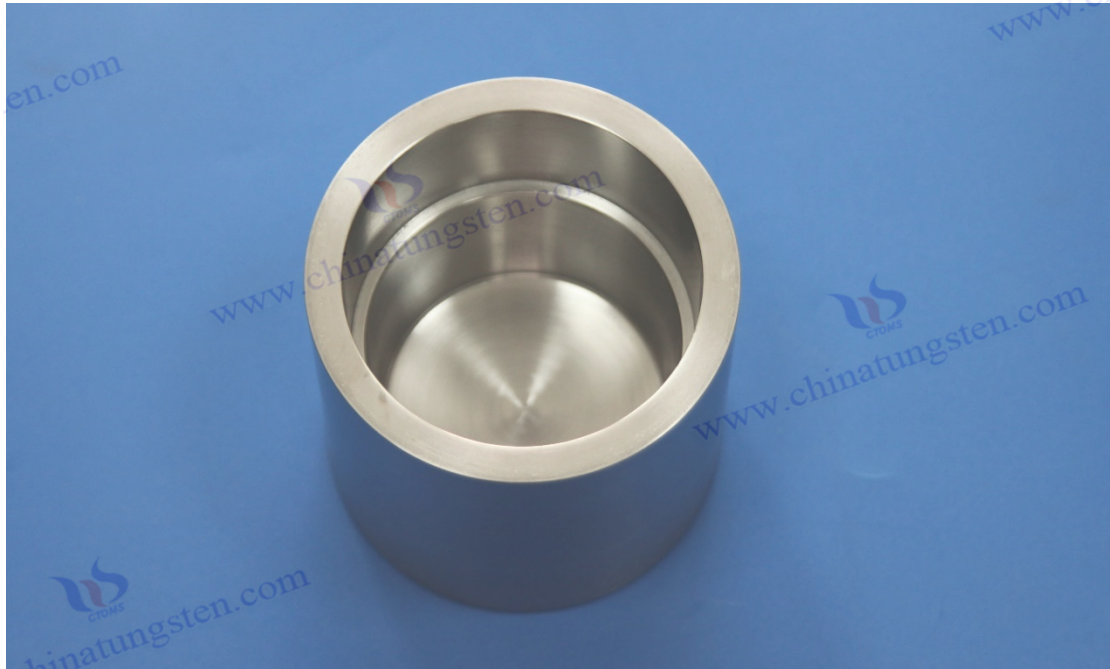
기술: 로봇 보조 처리, 실시간 감지 시스템.

6.3.4 지능적이고 자동화된 제조

방향: 사물 인터넷과 AI 를 통합하고 온도와 압력을 실시간으로 모니터링하며 오류는 <1%입니다.

목표: 생산 효율성 30% 증가 및 품질 일관성 99.9% >.

기술: 5G 네트워크 생산 라인, 데이터 기반 의사 결정 시스템.



CTIA GROUP LTD 텅스텐 도가니

CTIA GROUP LTD

Tungsten Crucible Introduction

1. Overview of Tungsten Crucibles

Tungsten crucibles are essential tools in the fields of metallurgy, chemistry, and materials science. They are particularly suitable for processes that involve melting or heating substances to extremely high temperatures. Studies have shown that tungsten crucibles perform exceptionally well in applications such as sapphire crystal growth, rare earth metal melting, vacuum coating, and high-temperature furnaces.

2. Features of Tungsten Crucibles

Ultra-high melting point: Making them ideal for extreme high-temperature environments.

High purity: purity of $\geq 99.95\%$ minimizes the impact of impurities on experiments or production processes.

Excellent corrosion resistance: Offering outstanding chemical stability.

High density and low vapor pressure: Ensuring material stability.

High strength and wear resistance: Ensuring long service life.

Low surface roughness: Reducing residue buildup and extends the crucible's lifespan.

3. Applications of Tungsten Crucibles

Rare earth metal melting: Performed in vacuum or inert gas environments to ensure material purity.

Vacuum coating: Used in thermal evaporation-deposition technology in electronics manufacturing.

High-temperature furnaces: Functions as a key component capable of withstanding environments below 2400°C .

Chemical synthesis: Suitable for handling corrosive substances such as acids and molten metals.

Metal smelting and refining: Used for melting and refining high-purity metals.

Sapphire crystal growth: Utilized for melting and holding materials like silicon, gallium arsenide, and germanium in semiconductor production at temperatures between $2000 - 2500^{\circ}\text{C}$.

4. Specifications of Tungsten Crucibles

Specification	Details
Material	Pure tungsten or tungsten alloy
Purity	99.95%
Diameter	20–620 mm
Height	20–500 mm
Wall Thickness	3.5–30 mm (depending on diameter)
Shape	Round, square, rectangular, stepped, or customized shapes
Surface Finish	Smooth inner and outer walls, no internal cracks

5. Purchasing Information

Email: sales@chinatungsten.com; Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

7 장 텅스텐 도가니 사용 시 주의사항

텅스텐 도가니의 사용은 안전성, 효율성 및 수명을 보장하기 위해 사양을 엄격하게 따라야 합니다. 이 장에서는 설치, 환경, 유지 관리 및 문제 해결 요구 사항에 대해 설명합니다.

7.1 텅스텐 도가니 설치 및 작동 사양

7.1.1 설치 전 도가니의 검사 및 준비

검사 : 시각적 표면에 균열 및 굽힘이 없으며 치수 허용 오차 $\pm 0.01\text{mm}$ 입니다.

세척: 잔류 $< 0.1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 고순도 에탄올을 사용한 초음파 세척(40kHz).

준비: 퍼니스가 깨끗하고 진공이 $< 10^{-5} \text{ Pa}$ 이며 불활성 가스의 순도가 $> 99.999\%$ 인지 확인하십시오.

설치: 특수 클램프를 사용하면 기계적 손상을 방지하기 위해 힘 제어가 500N <.

7.1.2 고온 작동의 안전 절차

보호: 고온 내성 장갑과 고글을 착용하고 작업 영역을 격리하십시오.

온도 제어: 가열 속도 $5\text{--}15^\circ\text{C}/\text{min}$, 최대 3000°C , 오류 $\pm 2^\circ\text{C}$.

모니터링 : 온도 및 압력의 실시간 기록, 1 초 < 이상 경보 응답.

비상 사태 : 소화 시스템을 갖추고 있으며 용광로를 열기 전에 정전 후 2 시간 > 식히십시오.

7.1.3 열 응력 및 기계적 손상 방지

열 응력: 단계적인 상승 및 하강 온도, 보습 시간 2-12 시간, 열충격 주기 < 500 회.

기계적 손상: 단단한 물체와의 충격을 피하고 클램핑력을 300N < 마십시오.

보호: 세라믹 개스킷을 사용하면 접촉 응력이 감소하고 변형률이 0.1% < 감소합니다.

7.2 텅스텐 도가니 사용에 대한 환경 요구 사항

7.2.1 온도 및 분위기 제어

온도: $1500\text{--}3000^\circ\text{C}$, 온도 제어 정확도 $\pm 1^\circ\text{C}$, 열장 균일성 $\pm 5^\circ\text{C}$.

분위기 : 진공 (10^{-6} Pa) 또는 고순도 아르곤 (산소 함량 $< 1 \text{ ppm}$).

모니터링 : 적외선 온도계 (정확도 $\pm 0.1^\circ\text{C}$), 가스 분석기 (정확도 $\pm 0.01 \text{ ppm}$).

7.2.2 호환되지 않는 재료와의 접촉을 피하십시오

금기 사항: 강한 산화제(예: 질산), 용융 알칼리 금속, 부식을 방지합니다.

보호 : 표면 코팅 (예 : SiC , WC), 부식 속도 $< 0.005\text{mm}/\text{년}$.

절연: 1ppb < 도입된 불순물을 가진 고순도 흑연 또는 지르코니아가 있는 라이너.

7.2.3 오염 및 불순물 유입 방지

청결도: 미립자 $< 0.1 \mu\text{m}$ 인 ISO Class 4 클린룸에서 작동됩니다.

청소: 초음파, 탈이온수(전도도 $< 1 \mu\text{S}/\text{cm}$)를 매번 사용하기 전에.

저장 : 진공 밀봉, 습도 $< 30\%$, 산화 또는 흡착을 방지합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

절 108 페이지 합계 136 페이지

sales@chinatungsten.com

7.3 사용 중 텅스텐 도가니의 유지 관리

7.3.1 정기 검사 및 청소

검사: 10 회 사용할 때마다 $<1\mu\text{m}$ 의 현미경 해상도로 균열 및 변형을 확인합니다.

세척 : 초음파 ($40\text{-}80\text{kHz}$) + $0.05\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 잔류 물이 $<$ 중성 세제.

빈도: 사용 후에는 세척하고 매달 철저히 점검하십시오.

7.3.2 표면 손상 및 균열 모니터링

모니터링 : 레이저 스캐닝 (정확도 $\pm 0.01\text{mm}$), 균열 감지 $> 0.1\text{mm}$.

로그: 손상 깊이, 위치, 보관 기간 > 5 년.

처리: 경미한 손상 연삭($Ra < 0.1\mu\text{m}$), 심한 균열 스크랩.

7.3.3 서비스 수명의 평가 및 최적화

평가: 사용 횟수, 온도, 대기 및 생명 예측 오류의 $< 5\%$ 를 기록합니다.

최적화: 램프 속도($< 10^\circ\text{C}/\text{분}$)를 조정하여 수명을 80 배로 연장합니다.

바뀌 놓음: 벽 간격 손실이 10% 또는 균열 $> 0.2\text{mm}$ 일 때 $>$ 으십시오.

7.4 텅스텐 도가니 문제 해결

7.4.1 일반적인 문제 (균열, 변형, 오염)

균열 : 열 응력 또는 기계적 충격으로 인해 길이가 0.1mm .

변형: 고온에서 벽 두께의 편차 $> 0.05\text{mm}$ 로 열장에 영향을 미칩니다.

오염: 표면 잔류물이 $0.1\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 재료 순도에 영향을 미칩니다.

7.4.2 고장 진단 및 수리 방법

진단: 균열 깊이를 분석하기 위한 X 선 비파괴 검사(해상도 $< 0.01\text{mm}$).

수리: 경미한 균열 연삭 + 코팅, 변형 도가니 재교정(공차 $\pm 0.02\text{mm}$).

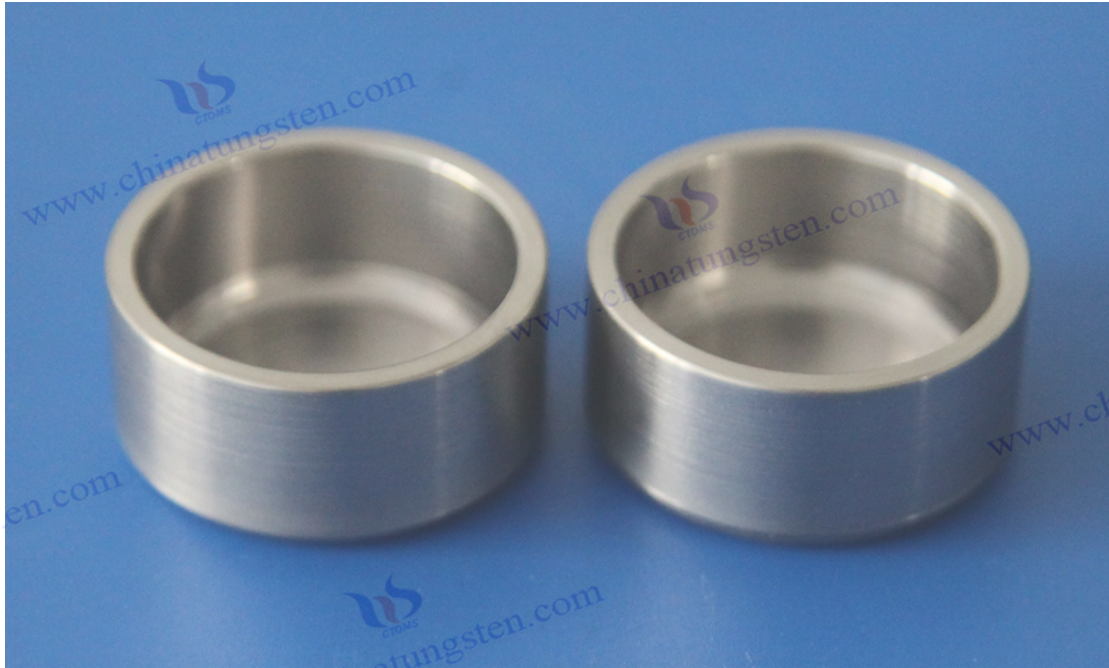
오염 처리: 잔류 $< 0.01\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 다단계 세척(초음파 + 산세).

7.4.3 비상 대응 및 폐쇄 절차

비상 사태: 균열이나 누출이 발견되면 즉시 퍼니스를 중지하고 > 2 시간 동안 식히십시오.

셋다운: 전원 끄기, 아르곤 가스($> 99.999\%$), 압력 0.1MPa .

기록: 고장 시간, 원인 및 치료 조치, 보관 기간은 5 년 $>$.



CTIA GROUP LTD 텅스텐 도가니

Chapter 8 텅스텐 도가니의 운송 및 보관

귀중하고 고성능 금속 용기로서, 텅스텐 도가니는 제품이 물리적으로 손상, 부식 또는 낙품 전후에 다른 품질 문제가 발생하지 않도록하기 위해 운송 및 보관 중에 특별한 관리 조치가 필요합니다. 이 장에서는 텅스텐 도가니의 순환 과정에서 따라야 하는 기본 작동 사양 및 주의 사항을 소개합니다.

6.1 텅스텐 도가니 운송 요구 사항

텅스텐 도가니는 변형, 파열 또는 표면 긁힘을 방지하기 위해 운송 중 가능한 한 심한 진동, 충돌 및 압축을 피해야 합니다. 이를 위해 운송 포장은 나무 상자, 폼 패드, 부드러운 패드 등과 같은 강하고 건조하며 충격에 강한 재료로 만들어져야 합니다. 동시에 "깨지기 쉬운" 및 "무게를 늘리지 마십시오"와 같은 경고 표지판을 명확하게 표시하여 운송 직원의 관심을 끌어야 합니다.

장거리 운송 또는 복수 환적 인 경우 포장을 위해 특수 나무 상자 또는 금속 상자를 사용하고 패키지 내부에 완충 층을 설정하여 외부 충격을 흡수하는 것이 좋습니다. 또한 화학적 손상을 방지하기 위해 부식성, 습식 또는 휘발성 제품과 혼합되지 않도록 운송 중에는 피해야 합니다.

6.2 텅스텐 도가니 보관 조건

텅스텐 도가니를 보관할 때는 건조하고 통풍이 잘되며 깨끗한 환경에 두어야 하며 표면 산화 또는 수분 축을 방지하기 위해 직사광선과 높은 습도를 피해야 합니다. 보관 위치는 접촉 반응을 피하기 위해 강산, 강알칼리 및 염과 같은 부식성 화학 물질로부터 멀리 떨어져 있어야 합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

창고에 보관할 때 텅스텐 도가니는 표면의 긁힘을 방지하기 위해 원래 포장에 넣거나 부드러운 재료로 감싸야 합니다. 장기 보관의 경우 정기적으로 검사하여 포장 상태가 양호하고 주변 습도가 적절하게 제어되는지 확인하는 것이 좋습니다.

6.3 텅스텐 도가니 취급 시 주의사항

텅스텐 도가니를 취급할 때는 잔인한 취급을 피하기 위해 주의해서 취급해야 합니다. 대형 도가니의 경우 리프팅 벨트 및 트럭과 같은 보조 도구를 사용하여 사람과 제품의 안전을 보장해야 합니다. 동시에 부적절한 작동으로 인한 손상을 방지하기 위해 제품의 특성을 잘 알고 있는 직원이 취급을 수행해야 합니다.

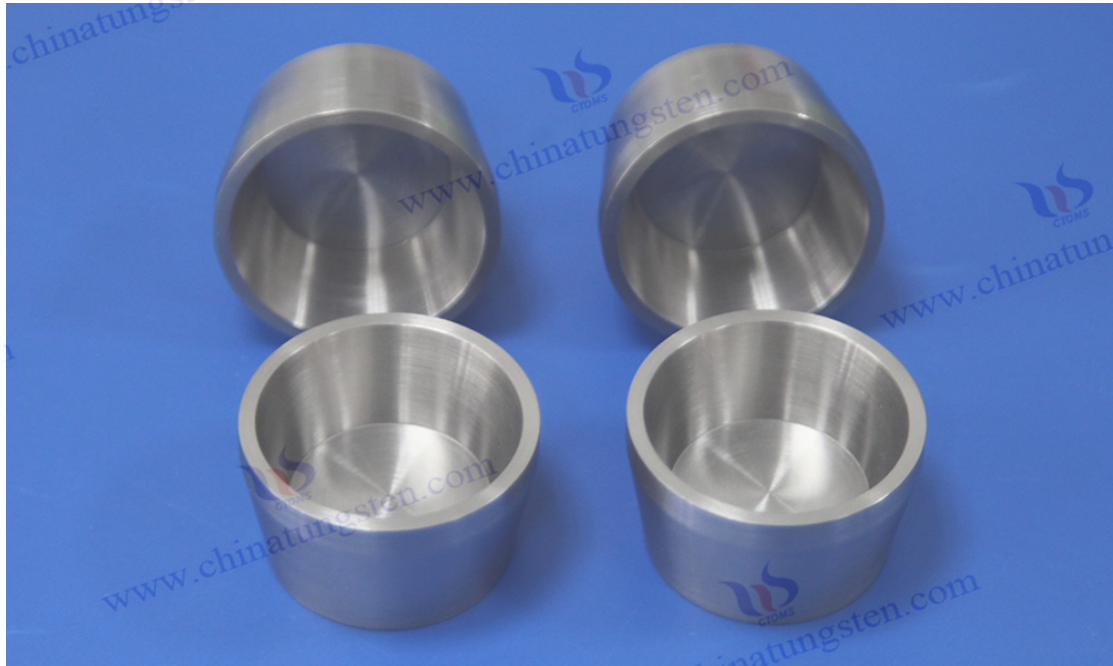
운송 패키지에서 텅스텐 도가니를 꺼낼 때 우발적인 미끄러짐이나 우발적인 포장 풀기로 인한 손상을 방지하기 위해 먼저 포장 구조가 안정적인지 확인해야 합니다.

6.4 텅스텐 도가니 문서 및 표시

관리를 강화하기 위해, 텅스텐 도가니의 각 배치는 후속 추적 성 및 품질 관리를 용이하게하기 위해 모델, 수량, 생산 배치 번호, 도착 날짜 및 기타 정보를 포함한 운송 기록, 창고 문서 및 필요한 제품 라벨을 동반해야 합니다. 라벨은 단단히 부착되어야 하며 떨어지거나 흐려지지 않아야 합니다.

6.5 텅스텐 도가니 예외 처리

포장이 훼손되거나 제품 표면이 긁히거나 변형되는 등의 경우 즉시 중단하고 해당 관리 담당자에게 운송 또는 보관 중 폐기를 통보해야 합니다. 필요한 경우 제품의 후속 사용이 기본 품질 요구 사항을 충족하는지 확인하기 위해 프로세스에 따라 손상을 보고하거나 다시 테스트해야 합니다.



CTIA GROUP LTD 텅스텐 도가니

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

Chapter 9 텅스텐 도가니 지속 가능성 및 재활용

고부가가치, 고온 내성 산업 부품으로서 텅스텐 도가니의 지속 가능성 및 재활용은 자원 보존, 환경 보호 및 경제적 이익에 매우 중요합니다. 이 장에서는 글로벌 텅스텐 제품 회사의 경험 및 Chinatungsten Online 에서 제공하는 산업 정보와 결합하여 텅스텐 도가니의 수명주기 관리, 재활용, 환경 규정 및 순환 경제 관행 준수에 대해 자세히 설명하고 기술 세부 사항, 프로세스 과제 및 향후 개발 방향을 분석하고 텅스텐 도가니 산업의 녹색 전환을 촉진하는 것을 목표로 합니다.

9.1 텅스텐 도가니 수명주기 관리

수명 주기 관리는 환경 영향을 줄이고 자원 사용을 최적화하며 지속 가능성을 개선하기 위해 원료 채굴에서 생산, 사용 및 재활용에 이르기까지 텅스텐 도가니의 전체 프로세스를 다룹니다.

9.1.1 생산에서 사용까지 전 주기 평가

프로세스 원리

LCA(Life Cycle Assessment)는 각 단계에서 텅스텐 도가니의 자원 소비, 에너지 사용 및 환경 배출량을 정량화하여 주요 연결 고리를 식별하고 설계를 최적화합니다. 텅스텐 도가니 수명주기에는 원료 추출, 정제, 생산, 운송, 사용 및 재활용이 포함됩니다.

평가 프로세스

원료 채광 : 텅스텐 광석 (wolframite 또는 scheelite) 광업, 선광 순도 > 99.5 %, 텅스텐 정광 톤 당 약 5000kWh의 에너지 소비.

정제 및 생산 : 텅스텐 분말 준비 (순도 >99.999 %), 소결 (온도 1800-2500 °C), 약 10-15 MWh / 톤 도가니의 에너지 소비.

운송: 항공 또는 해상, 평균 탄소 배출량 0.5-2kg CO₂/ton·km.

사용법 : 고온 적용 (1500-3000 °C), 수명 50-100 배, 유지 보수 에너지 소비는 약 0.1-0.5 MWh / 시간입니다.

재활용: 폐기물 도가니 수거, 세척, 분쇄 및 화학적 정화, 약 5-8MWh/톤의 에너지 소비.

기술적인 매개변수

자원 소비 : 도가니 1 톤당 1.5-2 톤의 텅스텐 광석과 약 10-15 톤의 부산물 (광미).

에너지 효율: 생산 단계에서 에너지 소비의 70%가 전체 사이클을 차지하고 에너지 소비의 50%가 회수 단계에서 생산 에너지 소비 < 차지합니다.

배출: 도가니 생산 1 톤당 약 20-30 톤의 CO₂ 배출 및 사용 단계에서 <5 톤의 배출.

수명주기 길이 : 사용 빈도에 따라 생산에서 폐기까지 약 2-5 년.

장점과 과제

장점: LCA는 최적화 후 에너지 소비를 20%까지 줄일 수 있는 고에너지 소비 링크(예: 소결)를 식별합니다. Crucible 수명을 연장하고(> 80 사이클) 자원 요구 사항을 줄입니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

도전 과제: 채굴 및 정제 단계에서 높은 환경 영향, 높은 광미 처리 비용; LCA 데이터 수집은 매우 복잡한 공급망 전반에 걸쳐 조정되어야 합니다.

9.1.2 환경 영향 및 탄소 발자국 분석

프로세스 원리

탄소 발자국 분석은 환경 영향 평가(수자원, 토양, 생태학)와 결합하여 주기 전반에 걸쳐 텅스텐 도가니의 온실 가스 배출량을 정량화하여 친환경 설계의 기초를 제공합니다. 텅스텐 도가니의 환경 영향은 주로 에너지 집약적 인 생산 및 광물 추출에서 비롯됩니다.

콘텐츠 분석

탄소 발자국:

채광: CO₂는 텅스텐 정광 1 톤당 약 5-8 톤을 배출하며 에너지원은 주로 화석 연료입니다.

생산: 소결 및 가공은 약 15-20 톤의 CO₂를 배출하며 전기는 >80%를 차지합니다.

운송: 항공 운송에서 0.5-1 kg CO₂ / ton · km, 해상에서 0.1-0.2 kg CO₂ / ton · km.

용도: 고온 작동으로 인한 간접 배출 (전기)은 약 0.05-0.2 톤 CO₂ / 시간입니다.

재활용: 화학 정제는 약 3-5 톤의 CO₂를 배출하며 이는 생산 배출량의 25%를 차지합니다.

기타 환경 영향:

수자원: 선광은 텅스텐 정광 톤당 50-100m³를 소비하며 폐수는 COD<50mg/L 로 처리해야 합니다.

토양 및 생태: 약 0.1-0.5 hm² / 10,000 톤의 광산 토지 채굴 및 파괴, 생태 복원이 필요합니다.

고형 폐기물: 광미 및 소결 폐기물은 약 10-20 톤 / 톤 도가니로 무해하게 처리해야 합니다.

기술적인 매개변수

총 탄소 발자국: CO₂ 배출량은 도가니 주기 톤당 약 25-35 톤이며 생산 단계는 60%-70%를 차지합니다.

물 소비량: 전체 사이클에서 100-200 m³ / ton 도가니, 회수 단계에서 10 m³ <.

고형 폐기물 회수율: 광미의 회수율은 >50%이고 폐기물 도가니의 회수율은 >90%입니다.

생태 복원: 간척률은 >80 %이며 복원 기간은 3-5 년입니다.

장점과 과제

장점: 탄소 발자국 분석은 저탄소 생산(예: 재생 에너지 사용)을 안내하여 배출량을 15%-20% 줄일 수 있습니다. 폐수 재활용은 물 소비를 30% 줄입니다.

도전 과제: 고순도 텅스텐 생산의 에너지 소비를 크게 줄이기는 어렵습니다. 글로벌 공급망의 탄소 배출량 데이터는 균일하지 않으며 분석의 정확성이 제한적입니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

9.1.3 지속 가능한 설계 및 제조

프로세스 원리

지속 가능한 설계는 자원 소비와 환경 영향을 줄이고, 텅스텐 도가니 수명을 연장하며, 재료 선택, 제조 공정 및 제품 믹스를 최적화하여 재활용성을 개선합니다.

설계 조치

재료 최적화: 고순도 텅스텐 분말(순도 > 99.999%)을 사용하면 불순물이 감소하고 도가니 수명이 100 배로 향상됩니다.

구조 설계: 벽 두께의 균일성은 0.01mm± 열 응력을 줄이고 균열률을 0.1%< 줄입니다.
에너지 절약 공정: 플라즈마 소결(에너지 소비 20% 감소) 또는 폐열 회수(효율 15% 증가).

모듈식 설계: 도가니는 섹션으로 조립되어 부분 교체에 편리하고 폐기물 비율을 50%까지 줄입니다.

친환경 에너지: 생산에 사용되는 전기의 70% 이상이 풍력 또는 태양 에너지에서 나오며 탄소 배출량은 30% 감소합니다.

제조 기술

3D 프린팅 : 도가니 모양의 정확한 제어, 재료 활용도 > 95 %, 폐기물 < 5 %.

자동 소결: AI 는 온도 곡선(오차 $\pm 1^{\circ}\text{C}$)을 최적화하여 에너지 소비를 10% 줄입니다.

표면 처리: SiC 또는 WC 코팅(두께 0.05-0.1mm), 내식성 향상, 수명 30% 연장.

품질 검사 : X 선 비파괴 검사 (해상도 <0.01mm), 불량률 <0.05 %.

기술적인 매개변수

재료 활용도: >90%, 스크랩 < 0.1 톤/톤 도가니.

에너지 소비: 생산 에너지 소비 < 12MWh/톤으로 기존 공정보다 15% 낮습니다.

수명: 평균 80-120 사이클, 스크랩 비율 <5%.

탄소 배출: 친환경 제조는 CO₂ 배출량을 15-20 톤/톤 도가니로 줄입니다.

장점과 과제

장점: 지속 가능한 설계는 도가니의 수명을 50% 연장하고 전체 주기의 탄소 배출량을 20% 줄입니다. 쉽게 재활용할 수 있는 모듈식 설계.

과제: 3D 프린팅 및 친환경 에너지 장비에 대한 높은 투자로 초기 비용 20% 증가; 새로운 공정은 장기간에 걸쳐 안정성을 검증해야 합니다.

9.2 텅스텐 도가니 재활용 및 재사용

재활용 및 재사용은 텅스텐 도가니 지속 가능성의 핵심이며, 폐기물 도가니는 효율적인 재활용 공정 및 품질 관리를 통해 자원 낭비를 줄여 고부가가치 제품으로 전환됩니다.

9.2.1 텅스텐 도가니 재활용 공정

프로세스 원리

텅스텐 도가니 회수는 물리적 파쇄, 화학적 정제 및 재처리를 통해 폐기물

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

도가니에서 텅스텐 (순도 >99.9%)을 추출하여 새로운 제품 (예 : 텅스텐 분말, 도가니 또는 합금)을 제조합니다.

재활용 프로세스

수거 및 분류: 폐기물 도가니는 크기(20-500mm), 순도(>99.9%) 및 오염 정도에 따라 분류되어 재활용 센터로 운송됩니다.

청소: 초음파 세척(40-80kHz), 탈이온수(전도도 <1μS/cm), 표면에서 잔류 < 0.01μg/cm² 제거.

분쇄 : 유압 분쇄기 (압력 > 100 MPa), 입자 크기 0.1-5mm, 분쇄 효율 > 95 %.

화학적 정화:

산 침출 : HNO₃ 또는 HCl (농도 5-10 mol / L)을 사용하여 불순물을 용해시키고 텅스텐의 회수율은 >98 %였다.

강수량 : NH₄OH 를 첨가하여 순도 > 99.95 %의 과라 텅스텐 산 암모늄 (APT)을 생성했습니다.

소성 : 800-1000 °C, WO₃ 생성, 산소 함량 <0.1 ppm.

환원 : H₂ 분위기 (900-1100 °C), 텅스텐 분말 (입자 크기 0.5-5 μm)을 제조, 순도 > 99.999 %.

재처리: 새로운 도가니 또는 기타 텅스텐 제품을 형성하기 위해 소결 또는 압착.

기술적인 매개변수

회수 : 텅스텐 회수율 >95 % 및 불순물 < 10ppm.

에너지 소비: 생산 에너지 소비의 50%를 차지하는 재활용 에너지의 5-8MWh/ton.

폐기물 처리: COD<50mg/L 로 산성 폐기물을 pH 6-8 로 중화합니다.

처리 주기: 단일 배치 회수의 경우 15-30 일, 생산 능력은 0.5-2 톤/월입니다.

장점과 과제

장점: 재활용 공정은 자원 낭비를 <5%로 줄이고 원광석 수요를 30% 줄입니다.

고순도 텅스텐 분말은 새로운 도가니 생산에 직접 사용할 수 있습니다.

도전 과제: 폐기물 도가니 오염(예: 실리콘, 갈륨 잔류물)은 정제의 어려움을 증가시킵니다. 화학 정화 폐액 처리 비용이 높습니다.

9.2.2 재활용 기술의 현황 및 과제

현상

주류 기술: 습식 제련(산 침출 + 침전) 및 고온야금(고온 로스팅 + 환원), 회수율 90%-98%.

장비 : 자동 분쇄기 (효율 > 95 %), 고온로 (온도 제어 ± 1 °C), 이온 교환 시스템 (순도 > 99.99 %).

규모 : 전 세계 재활용 용량은 연간 약 5,000-10,000 톤으로 텅스텐 제품 수요의 20 %를 차지합니다.

응용 프로그램 : 재활용 텅스텐은 도가니, 합금, 경질 공구에 사용되며 품질은 버진 텅스텐에 가깝습니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

기술적 과제

불순물 분리: 폐기물 도가니에는 미량의 규소, 갈륨 및 백금이 포함되어 있으며 분리 비용은 회수 비용의 30%를 차지합니다.

높은 에너지 소비: 화학 정화 및 고온 감소의 에너지 소비는 5-8MWh/ton 이며 프로세스를 최적화해야 합니다.

작은 도가니: 직경이 <50mm 인 도가니는 파쇄가 어렵고 회수 효율이 <90%입니다.

폐액 처리: 폐 도가니 1 톤당 0.5-1m³ 폐액이 생성되며 COD<50mg/L 로 처리하려면 다단계 중화가 필요합니다.

개선의 방향

신기술: 전기화학적 정제(에너지 소비 20% 감소), 플라즈마 로스팅(효율 15% 증가).

자동화: AI 가 정제 매개변수(오류 <0.1%)를 제어하고 회수율이 >98%로 증가합니다.

녹색 화학: 저장 농도 정제(<5 mol/L), 폐액의 양을 50% 감소.

소규모 장비 : >95%의 효율로 소형 도가니에 적합한 마이크로 크러셔 개발.

기술적인 매개변수

재활용 효율 : 현재 90 %-98 %, 99 % 목표 >.

에너지 소비 목표: <5MWh/톤, 현재 상황보다 30% 낮음.

폐액 배출 : <0.3 m³ / 톤, COD<30 mg / L.

불순물 함량 : 5ppm 의 텅스텐 분말 불순물을 회수< 고순도 응용 분야를 충족시키기 위해 회수됩니다.

장점과 과제

장점: 재활용 기술은 원광석 채굴을 30%, 환경 영향을 20% 줄입니다. 고순도 텅스텐 분말은 반도체의 요구를 충족시킵니다.

과제: 신기술의 산업화를 입증하는 데 3-5 년이 걸립니다. 소형 도가니 재활용 장비에 대한 투자가 높고 중소기업이 이를 홍보하기 어렵습니다.

9.2.3 재생품의 품질관리

프로세스 원리

재활용 제품의 품질 관리는 재활용 텅스텐 제품(예: 도가니, 합금)이 첨단 응용 분야의 요구 사항을 충족하기 위해 버린 제품과 동일한 특성(순도, 강도, 수명)을 갖도록 합니다.

품질 관리 조치

화학 분석 : ICP-MS 는 텅스텐 분말 순도 (>99.999 %), 불순물 <1 ppb (Si, Fe, C)를 검출합니다.

물리적 테스트: 레이저 입자 크기 분석(입자 크기 0.5-5 μ m), 입자 균일성(편차 <5%)의 현미경 검사.

기계적 성질: 인장 강도 > 800 MPa, 경도 > HV 400, 열 충격 > 500 사이클.

표면 품질 : 거칠기 Ra <0.05 μ m, 표면 잔류 물 <0.01 μ g / cm².

비파괴 검사 : X 선 CT(해상도 <0.01mm), 불량률 <0.05%.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

검증 프로세스

배치 테스트: 배치당 10%-20% 샘플링, 통과율 > 99.5%.

성능 테스트: 시뮬레이션된 고온 사용(1500-3000°C), 수명 테스트 > 80 회.

인증 : ISO 9001, ASTM B760 (텅스텐 제품 표준), 5 년 > 기록을 준수합니다.

추적성 시스템: RFID 또는 블록체인은 복구 배치 및 프로세스 매개변수를 기록하며 추적률은 99.9%>.

기술적인 매개변수

순도: 회수된 도가니의 순도 > 99.999%로 원본과 비슷합니다.

수명: 80-100 회, 원래 도가니의 90%를 차지합니다.

불량률 : <0.1 %, 균열 <0.1mm.

검출 정확도: 화학 분석 <의 경우 0.1ppb, 물리적 측정의 경우 0.01 μm.

장점과 과제

장점: 엄격한 품질 관리를 통해 재활용 도가니의 성능이 원본의 90% 이상에 도달하고 비용이 30% 절감됩니다. 추적성 시스템은 고객 신뢰를 높입니다.

도전 과제: 회수 비용의 15%를 차지하는 고정밀 테스트 장비에 대한 높은 투자; 미량의 불순물은 반도체 응용 분야에 영향을 미칠 수 있으며 추가 최적화가 필요할 수 있습니다.

9.3 텅스텐 도가니 환경 규정 및 준수

텅스텐 도가니의 생산, 재활용 및 폐기물 처리는 환경 친화적이고 규정을 준수하는 작업을 보장하기 위해 국제 및 국내 환경 규정의 적용을 받습니다.

9.3.1 국내외 환경 규제

프로세스 원리

환경 규정은 생태계 손상과 오염을 줄이고 지속 가능한 개발을 보장하기 위해 텅스텐 도가니 산업에서 자원 추출, 생산 배출, 폐기물 처리 및 재활용을 규제합니다.

국제 규정

REACH: 휘발성 < 0.1ppm 의 텅스텐 생산에서 유해 화학 물질(예: 육불화황)을 제한하기 위한 EU 규정.

RoHS: 전자 장비의 텅스텐 제품의 독성 물질 제한, 납 및 카드뮴 함량 < 0.01 %.

바젤 협약: 텅스텐 폐기물의 국경 간 운송 통제, 수출 허가 필요, 준수율 > 99%.

ISO 14001: 환경 경영 시스템, 탄소 배출, 폐수, 고형 폐기물은 연간 감사가 필요합니다.

국내 규정

중화 인민 공화국 환경 보호법 : 광미 처리 비율은 > 80 %이고 폐수 COD 는 < 50mg / L 입니다.

"고형 폐기물에 의한 환경 오염 예방 및 통제에 관한 법률": 폐기물 도가니는 별도로 재활용해야 하며 회수율은 > 90%입니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

"청정 생산 촉진법": 생산 에너지 소비 < 15MWh/ton, 녹색 에너지는 >30%를 차지합니다.

"텅스텐 산업 표준 조건": 채굴 회수율은 >85%이고 선광 회수율은 >90%입니다.

구현 요구 사항

규정 준수 프로세스: 승인 기간이 3 개월 <인 환경 영향 평가(EIA)를 제출합니다.

모니터링: 폐가스(SO₂<200 mg/m³) 및 폐수(pH 6-9)를 ±0.01%의 정확도로 온라인 모니터링.

기록: 환경 데이터는 5 년 > 보관되며 투명도는 95%> 유지됩니다.

벌금: 불법 배출에 대해 1,000 만-100 만 위안의 벌금이 부과되며, 심각한 경우 허가가 취소됩니다.

기술적인 매개변수

준수율: > 99.5%, 연간 감사 통과율 > 98%.

배출 기준: CO₂<30 톤/톤 도가니, 폐수<100m³/톤.

회수율: 폐기물 도가니의 >90%, 광미의 >50%.

모니터링 빈도 : 폐가스 및 폐수의 경우 매일, 고형 폐기물의 경우 월별.

장점과 과제

장점: 규정을 준수하는 운영은 법적 위험을 줄이고 시장 경쟁력을 향상시킵니다. 규제는 녹색 기술의 개발을 주도합니다.

과제: 여러 국가의 규제 차이로 인해 규정 준수 비용이 증가합니다. 중소기업은 고주파 모니터링 비용을 감당할 수 없습니다.

9.3.2 폐기물 처리 및 배출 기준

프로세스 원리

텅스텐 도가니의 생산 및 재활용으로 인해 발생하는 폐기물 (광미, 폐액, 폐가스)은 환경 오염을 줄이고 배출 요구 사항을 충족하기 위해 표준에 따라 처리해야 합니다.

스크랩의 종류와 폐기

광미: 0.5% 텅스텐을 함유< 선광 폐기물 슬래그, 보관을 위해 불침투성 멤브레인(두께 >1mm)이 필요하며 회수율은 >50%입니다.

폐액: 산성 폐액(pH<2), pH 6-9, COD<50mg/L, 중금속<0.1mg/L 로 중화.

폐가스: 탈황 및 탈질 후 배출되는 소결 폐가스(SO₂, NO_x 포함), SO<200mg/m³, NO_x<100mg/m³.

고형 폐기물: 폐기물 도가니 조각, 회수율은 >90%이며 재활용할 수 없는 부분은 무해하게 매립됩니다.

가공 기술

광미 : 부유 >+ 자기 분리, 텅스텐의 50 %가 회수되고 나머지는 건축 자재 (강도 > 10 MPa)에 사용됩니다.

폐액: 다단계 중화 + 이온 교환, 폐액 재활용률 > 80%.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

배기 가스 : 습식 탈황 (효율 > 95 %), SCR 탈질 (효율 > 90 %).

고형 폐기물 : 파쇄 + 화학 정제, 텅스텐 회수율 >95 %, 폐기물 잔류 물 응고 (중금속 침출 <0.01 mg/L).

기술적인 매개변수

광미 처리율 : >80 %, 회수 텅스텐 > 0.3 %.

폐액 배출 : 대구 <50 mg/L, 중금속 <0.05 mg/L, 순환 속도 >80%.

폐가스 배출: SO₂ <150 mg/m³, NO_x <80 mg/m³, 미립자 물질 <10 mg/m³.

고형 폐기물 회수율 : >90 %, 매립률 <5 %.

장점과 과제

장점: 효율적인 폐기물 처리는 환경 오염을 80% 줄이고 재활용은 자원을 30% 절약합니다. 법규를 준수하여 기업 이미지를 제고합니다.

도전 과제: 폐액 및 폐가스 처리 장비에 대한 높은 투자로 운영 비용의 20%를 차지합니다. 광미 회수 기술은 더욱 최적화되어야 합니다.

9.3.3 규정 준수 인증 및 감사

프로세스 원리

준수 인증 및 감사는 환경 보호, 품질 및 안전 측면에서 텅스텐 도가니 기업의 준수를 확인하고 규정 및 고객 요구 사항의 준수를 보장합니다.

인증 유형

ISO 14001: 생산, 재활용, 폐기물 처리, 3 년의 인증 주기를 포함하는 환경 관리 시스템.

ISO 9001: 품질 경영 시스템, 도가니 순도, 성능 테스트 통과율 > 99.5 %.

OHSAS 18001: 산업 보건 및 안전, 사고율 < 0.1%, 직원 교육 적용 범위 100%.

녹색 인증: 중국 환경 라벨, 탄소 배출 < 25 톤/톤 도가니와 같은.

감사 프로세스

내부 감사: 환경 데이터 및 폐기물 처리 기록에 대한 분기별 검사로, 커버리지율은 > 95%입니다.

외부 감사: 제 3 자 조직(예: SGS, TÜV), 연간 감사, 규정 준수율 > 98%.

데이터 제출: 폐가스, 폐수, 고형 폐기물 배출 데이터, 환경 보호 부서에 실시간 업로드, 오류 <1%.

수정: 미준수 항목이 발견될 경우 수정 기간은 30 일<되며 심사 합격률은 99%> 됩니다.

기술적인 매개변수

인증 통과율: >98%, 3-5 년 동안 유효합니다.

감사 빈도: 내부적으로 3 개월마다, 외부적으로 1 년에 1 회.

데이터 정확도: 배기가스 모니터링 <± 0.01%, >5 년 동안 보관됨.

정정률: 비준수 항목의 정정률> 99%이고 응답 시간은 7 일<.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

장점과 과제

장점: 인증은 시장 신뢰를 높이고 녹색 투자를 유치합니다. 감사는 규정 준수를 보장하고 벌금의 위험을 줄입니다.

과제: 관리 비용의 10%를 차지하는 높은 인증 및 감사 수수료; 다중 표준 조정은 관리 부담을 증가시킵니다.

9.4 텅스텐 도가니 순환 경제 실습

순환 경제는 텅스텐 도가니의 가치를 극대화하고 폐쇄 루프 관리, 자원 회수 및 산업 협력을 통해 자원 낭비와 환경 영향을 줄입니다.

9.4.1 텅스텐 자원의 폐쇄 루프 관리

프로세스 원리

폐쇄 루프 관리는 텅스텐 도가니의 회수, 재사용 및 재생을 통합하여 자원 재활용 시스템을 형성하고 원광석에 대한 의존도를 줄이며 자원 효율성을 개선합니다.

관리 대책

재활용 네트워크: > 80%의 피복률과 > 90%의 수거 효율을 갖춘 글로벌 폐기물 도가니 재활용 지점을 구축합니다.

재사용 체인: 재활용 텅스텐 분말은 > 70 %의 재활용률로 새로운 도가니, 합금 또는 도구에 직접 사용됩니다.

데이터 플랫폼: 블록체인은 도가니의 수명 주기(생산, 재활용, 가공)와 추적률> 99.9%를 기록합니다.

친환경 공급망: 재활용 텅스텐 구매를 우선시하고, 원광석 사용을 30% 줄이고, 공급업체 준수율을 95%까지 >.

기술적인 매개변수

재활용률: 텅스텐 자원의 재활용률> 70 %이고 목표 > 85 %입니다.

재활용 범위: 주요 시장> 80%, 중소기업 시장> 50%.

데이터 무결성: 라이프사이클 데이터는 > 5 년 동안 보관되며 오류는 0.1%<.

원광석 의존도: 30%-50% 감소, 채굴 용량 < 5000 톤/년.

장점과 과제

장점: 폐쇄 루프 관리는 자원 소비를 30%, 탄소 배출량을 20% 줄입니다. 이 데이터 플랫폼은 공급망 효율성을 25% 개선합니다.

과제: 높은 초기 투자로 글로벌 재활용 네트워크를 구축하는 데 5-10 년이 걸립니다. 회수 Crucible의 불균일한 품질은 표준화되어야 합니다.

9.4.2 재활용의 경제적 편익 분석

프로세스 원리

재활용의 경제적 이익은 원료 비용을 절감하고 환경 처리 비용을 절감하며 새로운 수입원을 창출함으로써 텅스텐 도가니 산업의 지속 가능한 발전을 달성합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

편의 분석

비용 절감 : 재활용 텅스텐의 비용은 버진 텅스텐의 약 50 % -60 %로 톤당 0.5-10,000 위안을 절약합니다.

환경 비용 : 찌꺼기 및 폐액 처리를 줄이고 환경 보호 비용을 20 % -30 % 절약, 약 0.1-030000 위안 / 톤.

새로운 수입 : 재활용 텅스텐 분말 판매, 10 % -15 %의 이익 마진, 최대 5 천만 위안의 연간 수입 (중소기업).

투자 수익률: 재활용 장비의 투자 회수 기간은 3-5 년이며 순 현재 가치(NPV)는 >0 입니다.

기술적인 매개변수

비용 절감: 도가니 재활용 비용은 80,000 위안/톤<, 원래 비용은 150,000 위안/톤>.

이익률: 재활용 제품 판매에 대한 이익률> 10%, 포괄이익률>8%)입니다.

투자 규모 : 0.5-100 백만 위안의 중형 재활용 라인 투자, 500-1000 톤 / 년의 생산 능력.

투자 회수 기간: 3-5 년, 내부 수익률(IRR)>15%.

장점과 과제

장점: 재활용은 생산 비용을 30% 절감하고 기업의 경쟁력을 향상시킵니다. 새로운 수익원, 다양한 수익 모델.

도전 과제: 재활용 장비에 대한 초기 투자가 높고 중소기업의 재정적 압박이 높습니다. 재활용 제품에 대한 시장 수용도를 개선해야 합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

CTIA GROUP LTD

Tungsten Crucible Introduction

1. Overview of Tungsten Crucibles

Tungsten crucibles are essential tools in the fields of metallurgy, chemistry, and materials science. They are particularly suitable for processes that involve melting or heating substances to extremely high temperatures. Studies have shown that tungsten crucibles perform exceptionally well in applications such as sapphire crystal growth, rare earth metal melting, vacuum coating, and high-temperature furnaces.

2. Features of Tungsten Crucibles

Ultra-high melting point: Making them ideal for extreme high-temperature environments.

High purity: purity of $\geq 99.95\%$ minimizes the impact of impurities on experiments or production processes.

Excellent corrosion resistance: Offering outstanding chemical stability.

High density and low vapor pressure: Ensuring material stability.

High strength and wear resistance: Ensuring long service life.

Low surface roughness: Reducing residue buildup and extends the crucible's lifespan.

3. Applications of Tungsten Crucibles

Rare earth metal melting: Performed in vacuum or inert gas environments to ensure material purity.

Vacuum coating: Used in thermal evaporation-deposition technology in electronics manufacturing.

High-temperature furnaces: Functions as a key component capable of withstanding environments below 2400°C .

Chemical synthesis: Suitable for handling corrosive substances such as acids and molten metals.

Metal smelting and refining: Used for melting and refining high-purity metals.

Sapphire crystal growth: Utilized for melting and holding materials like silicon, gallium arsenide, and germanium in semiconductor production at temperatures between $2000 - 2500^{\circ}\text{C}$.

4. Specifications of Tungsten Crucibles

Specification	Details
Material	Pure tungsten or tungsten alloy
Purity	99.95%
Diameter	20–620 mm
Height	20–500 mm
Wall Thickness	3.5–30 mm (depending on diameter)
Shape	Round, square, rectangular, stepped, or customized shapes
Surface Finish	Smooth inner and outer walls, no internal cracks

5. Purchasing Information

Email: sales@chinatungsten.com; Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

9.4.3 산업협력 및 순환경제 모델

프로세스 원리

산업 협력은 텅스텐 도가니의 지속 가능한 생산 및 재활용을 촉진하기 위해 업스트림 및 다운스트림 기업, 정부 및 과학 연구 기관을 통합하여 순환 경제 생태계를 구축합니다.

협력 모델

산학연 협력: 대학 및 연구 기관과 함께 고효율 회수 기술(예: 전기화학 정제)을 개발하고 회수율을 >99%로 높입니다.

Supply Chain Alliance: 채굴자, 생산자 및 재활용 업체와 협력하여 자원 활용률이 80%에 > 폐쇄 루프 공급망을 구축합니다.

정책 지원: 정부와 협력하여 재활용 보조금(0.1-0.5,000 위안/톤), 세금 감면 > 10%.

산업 표준 : 텅스텐 도가니 회수 사양 (예 : 순도 > 99.99 %, 불순물 < 5ppm) 및 프로모션 속도 > 90 %를 공식화합니다.

기술적인 매개변수

협력 범위: 산업 연합 회원의 70%가 >, 중소기업의 50%가 >.

복구율: 파일럿 프로젝트의 경우 85%, 업계 평균 >> 80%.

기술 진흥 비율: 새로운 재생 기술 >의 신청의 60%, 승진 주기는 3 년<.

대중의 인식: 순환 경제 홍보는 대상 고객의 80%를 대상으로 >하며, 인식률은 90%>.

장점과 과제

장점: 산업 협력으로 R&D 비용을 20% 절감하고 기술 홍보를 가속화합니다. 이 정책은 재활용률의 30% 증가를 지원합니다.

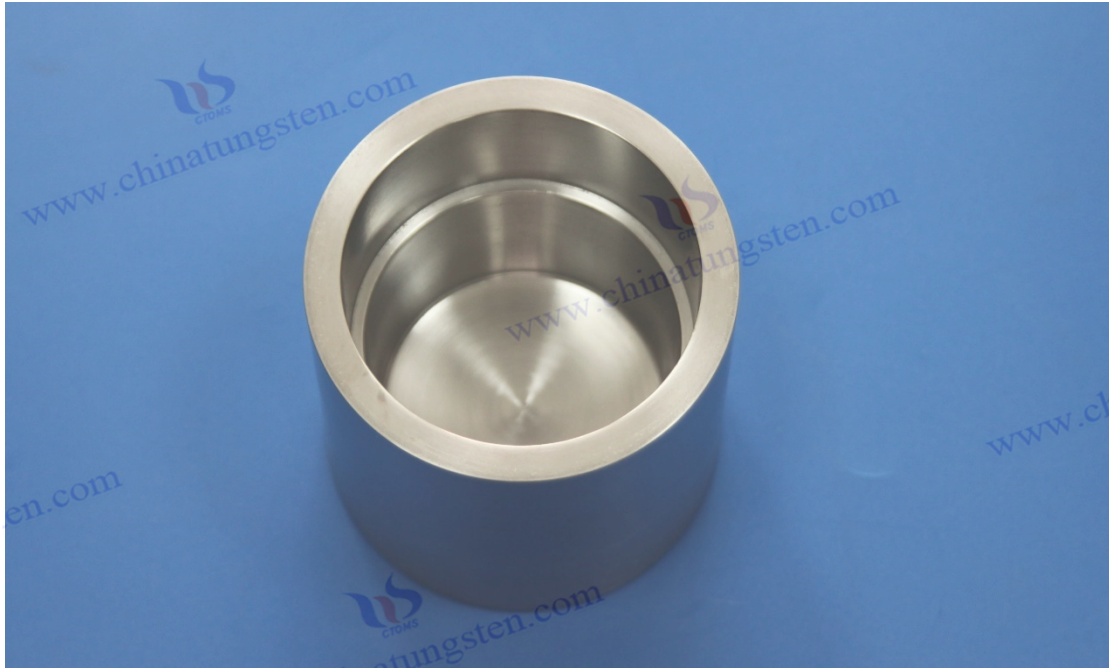
과제: 업스트림 및 다운스트림 혜택의 분배를 조정해야 하며, 동맹의 관리 비용이 높습니다. 중소기업(SME)은 참여율이 낮고 인센티브가 필요합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

절 123 페이지 합계 136 페이지

sales@chinatungsten.com



CTIA GROUP LTD 텅스텐 도가니

Chapter 10 텅스텐 도가니 표준 및 규정

고성능 산업용 부품인 텅스텐 도가니는 품질, 성능 및 안전성을 보장하기 위해 엄격한 표준 및 규정에 따라 제조, 테스트 및 적용됩니다. 이 섹션에서는 글로벌 텅스텐 제품 회사의 실무 경험 및 Chinatungsten Online 에서 제공하는 산업 정보와 결합된 텅스텐 도가니에 대한 중국 국가 표준 (GB), 국제 표준화 기구 (ISO), 미국 표준 (ASTM) 및 기타 국제 표준의 요구 사항에 대해 자세히 설명하고, 표준의 기술적 세부 사항, 테스트 방법 및 준수 요구 사항을 분석합니다. 제조업체와 사용자를 위한 표준화된 지침을 제공합니다.

10.1 중국 국가 표준(GB)

중국 국가 표준(GB)은 텅스텐 도가니의 생산, 검사 및 적용에 대한 자세한 기술 사양을 제공하며, 재료 특성, 제조 공정 및 품질 관리를 포함하여 국내 및 국제 시장의 요구를 충족할 수 있도록 합니다.

10.1.1 GB / T 3875-2017 : 텅스텐 제품에 대한 일반 기술 조건

표준 개요

GB / T 3875-2017 은 고온 산업 응용 분야 (예 : 반도체, 항공 우주)에 적합한 텅스텐 제품 (텅스텐 도가니, 텅스텐 플레이트, 텅스텐 막대 등 포함)의 화학적 조성, 물리적 특성, 제조 공정 및 시험 방법을 규정합니다.

기술 요구 사항

화학 성분 : 텅스텐 순도 >99.95 %, 불순물 함량 (Fe, Ni, C 등) <100 ppm, 가스 원소 (O, N) <50 ppm.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

물리적 특성:

밀도 : $> 19.1 \text{ g/cm}^3$ (소결), $> 19.25 \text{ g/cm}^3$ (단조).

인장 강도 : $> 600 \text{ MPa}$ (실온), $> 300 \text{ MPa}$ (1000°C).

경도 : $> \text{HV } 350$ (실온).

표면 품질 : 거칠기 $Ra < 0.2 \mu\text{m}$, 균열, 다공성 또는 개재물 없음 (직경 $> 0.1 \text{ mm}$).

치수 공차 : 직경 $\pm 0.05 \text{ mm}$, 벽 두께 $\pm 0.02 \text{ mm}$, 도가니 직경 20-500 mm 에 적합합니다.

제조 공정: 분말 야금(소결 온도 $1800\text{-}2500^\circ\text{C}$), 진공 또는 불활성 분위기(산소 함량 $< 10\text{ppm}$).

시험 방법:

화학 분석: 불순물을 검출하기 위한 ICP-MS(정확도 $\pm 0.1\text{ppm}$), O 및 N 함량을 측정하기 위한 가스 분석기(정확도 $\pm 0.01\text{ppm}$).

물리적 테스트: 인장 강도(오류 $\pm 1\%$)를 측정하는 만능 시험기, 경도(오류 $\pm 5 \text{ HV}$)를 측정하는 비커스 경도 시험기.

표면 검사 : 결함 확인을 위한 광학 현미경(해상도 $< 1\mu\text{m}$), 표면 거칠기 측정기(정확도 $\pm 0.01\mu\text{m}$).

치수 측정: ISO 2768 에 따른 허용 오차± 있는 레이저 거리 측정기(정확도 0.01mm).

규정 준수 요구 사항

검사 보고서: 각 배치는 >년 동안 보관되는 화학 성분, 물리적 특성 및 크기 테스트 보고서를 제공합니다.

품질 인증: ISO 9001 준수, 배치 통과율 $> 99.5\%$.

신청: 단결정 실리콘, 희토류 금속 제련 등의 성장에 적합하며 고순도($>99.999\%$)의 요구를 충족합니다.

장점과 과제

장점 : 표준은 텅스텐 제품의 성능을 완전히 다루며 검출 방법은 도가니의 신뢰성을 보장하기 위해 정확합니다. 중국 텅스텐 산업의 수출 경쟁력을 지원합니다.

도전 과제: 고순도 요구 사항은 생산 비용을 증가시킵니다. 소규모 기업이 고정밀 검사 장비를 갖추는 것은 어렵습니다.

10.1.2 GB/T 3459-2022: 텅스텐 도가니에 대한 기술 요구 사항

표준 개요

GB/T 3459-2022 는 텅스텐 도가니를 위해 특별히 제조되었으며 반도체, 태양광 및 야금 산업의 고온 응용 분야에 대한 설계, 제조, 검사 및 포장 요구 사항을 지정합니다.

기술 요구 사항

재질 : 텅스텐 순도 $>99.99\%$, 불순물 (Si, Fe, Mo) $< 50 \text{ ppm}$, 가스 원소 $< 20 \text{ ppm}$.

공연:

온도 저항 : $> 3000^\circ\text{C}$, 열 충격 > 500 회, 균열 없음 ($> 0.1 \text{ mm}$).

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

열전도율: $> 100 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (1000°C), 균일한 열장 $\pm 5^\circ \text{C}$ 를 보장합니다.

표면 마감 : $Ra < 0.1 \mu\text{m}$, 재료 접착을 방지합니다.

치수 & 구조:

직경: 20-500mm, 벽 두께 1-10mm, 허용 오차 $\pm 0.02\text{mm}$.

모양: 원형 또는 맞춤형, 바닥 두께 편차 $< 0.05\text{mm}$.

제조 공정 : 등압 프레스 (압력 $> 200 \text{ MPa}$), 진공 소결 (온도 $> 2200^\circ \text{C}$, 산소 함량 $< 5 \text{ ppm}$).

포장: GB/T 191 에 따라 진공 밀봉($< 10 \text{ Pa}$), 충격 방지 폼(두께 $> 10\text{mm}$).

시험 방법:

성능 테스트: 고온로 시뮬레이션 3000°C 작동, 열충격 테스트(온도 상승 및 하강을 10°C/min), 균열 감지(X 선, 해상도 $< 0.01\text{mm}$).

표면 분석: 거칠기를 측정하기 위한 원자력 현미경(AFM, 정확도 $\pm 0.001\mu\text{m}$), 미세한 결함을 확인하기 위한 주사 전자 현미경(SEM).

치수 검사: ISO 1101 에 따른 공차를 가진 좌표 측정 기계(CMM, 정확도 $\pm 0.005\text{mm}$).

화학 물질 검출 : 불순물에 대한 GD-MS (글로우 방전 질량 분석법, 정확도 $\pm 0.05 \text{ ppm}$).

규정 준수 요구 사항

배치 검사: 배치당 5%-10% 샘플링, 통과율 $> 99.8\%$.

인증: 제 3 자 테스트(예: SGS)를 통과하고 CNAS 요구 사항을 충족한다고 보고해야 합니다.

응용 프로그램 : Czochralski 방법에 의한 단결정 실리콘의 성장 및 $> 99.999\%$ 의 순도를 가진 사파이어 결정의 생산에 사용됩니다.

장점과 과제

장점: 안정적인 성능을 보장하기 위해 도가니의 고온 응용 분야에 최적화된 표준; 검출 방법은 첨단 기술이며 고정밀 제조를 지원합니다.

해결 과제: 엄격한 표면 및 순도 요구 사항으로 인해 공정이 더 어려워집니다. 테스트 장비에 대한 투자가 높고 중소기업의 구현 비용이 높습니다.

10.1.3 YB/T 5174-2020: 텅스텐 도가니 산업 표준

표준 개요

YB/T 5174-2020 은 GB/T 3459-2022 를 보완하는 텅스텐 도가니의 산업 표준으로 생산 공정, 품질 관리 및 환경 보호 요구 사항 표준화에 중점을 두고 있으며 중국 텅스텐 산업 기업에 적용할 수 있습니다.

기술 요구 사항

원료 : 텅스텐 분말 입자 크기 $0.5-5 \mu\text{m}$, 순도 $> 99.99\%$, O 함량 $< 10 \text{ ppm}$.

공연:

내식성: 용융 실리콘 및 갈륨 부식에 강하며 부식 속도는 $< 0.01\text{mm/년}$ 입니다.

기계적 강도 : 인장 강도 $> 700 \text{ MPa}$ (실온), $> 200 \text{ MPa}$ (2000°C).

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

열 안정성: 3000°C 에서 변형률 < 0.1%, 열팽창 계수 < $4.5 \times 10^{-6}/K$.

제조 : 내식성 향상을 위한 CVD 코팅 (SiC, 두께 0.05-0.1 mm), 소결 분위기 순도 > 99.999 %.

환경 보호 : 생산 폐수 COD < 50 mg / L, 폐가스 SO₂ < 200 mg / m³, 광미 회수율 > 50 %.

시험 방법:

부식 시험 : 용융 실리콘 (1600 °C, 24 시간)에 침지, 부식 깊이 측정 (정확도 ± 0.001 mm).

기계적 시험: 고온 인장 시험(2000°C, 오류 ±1%), 경도 시험(오류 ±5 HV).

환경 보호 테스트: 폐수(pH 6-9, 정확도 ± 0.01), 배기 가스(미립자 물질 < 10mg/m³)의 온라인 모니터링.

품질 관리: 각 배치의 크기(공차±0.01mm), 샘플링 성능(통과율> 99.5%)의 전체 검사.

규정 준수 요구 사항

기록: 생산, 테스트, 환경 보호 데이터 보관 > 5 년, 추적률 > 99.9%.

인증: ISO 14001 준수, 폐기물 처리는 지역 환경 보호 승인에 따릅니다.

신청: 광전지 실리콘 웨이퍼의 생산 및 화합물 반도체(예: GaN)의 준비에 적합합니다.

장점과 과제

장점: 녹색 생산을 촉진하기 위해 환경 보호 요구 사항과 결합된 표준; 강력한 산업 지향적이며 중국 시장에 적합합니다.

과제: 환경 보호 테스트의 빈도가 높아 운영 비용이 증가합니다. 소규모 사업체가 전체 검사 요구 사항을 충족하기는 어렵습니다.

10.2 국제 표준화 기구(ISO) 표준

ISO 표준은 텅스텐 도가니의 품질 관리, 환경 관리 및 고온 성능 테스트에 대한 글로벌 균일 한 사양을 제공하여 국제 시장에서 제품의 일관성과 신뢰성을 보장합니다.

10.2.1 ISO 9001:2015: 품질 경영 시스템

표준 개요

ISO 9001:2015 는 제품 일관성과 고객 만족을 보장하기 위해 텅스텐 도가니 생산, 검사 및 공급망 관리에 적용되는 품질 관리 시스템(QMS)에 대한 요구 사항을 지정합니다.

기술 요구 사항

공정 관리: 원자재 조달에서 완제품 배송에 이르기까지 프로세스가 문서화되고 편차는 <1%입니다.

품질 목표: 배치 통과율 > 99.5%, 고객 불만 비율 < 0.1%.

테스트: 화학 성분(순도> 99.99%), 치수(공차±0.02mm), 성능(열 충격> 500 회)이 완전히 기록됩니다.

지속적인 개선: 연간 품질 감사, 개선 조치의 이행률> 95%입니다.

저작권 및 법적 책임 고지

그것을하는 방법

문서 관리: 전자 품질 기록, 5 년 > 보관, 추적률 > 99.9%.

교육: 직원의 연간 교육 >은 20 시간, 적용 비율은 100%, 합격률은 95%>.

감사: 6 개월마다 내부 감사, 매년 외부 감사, 3 년 동안 유효한 인증.

고객 피드백: 불만 사항 응답은 24 시간 <, 해결률은 98%>.

규정 준수 요구 사항

인증: 제 3 자 인증(예: TÜV, SGS)이 필요하며 합격률은 >98%입니다.

응용 프로그램 : 텅스텐 도가니 생산, 테스트, 포장, 반도체, 항공 우주에 적합합니다.

기록: 품질 데이터 및 감사 보고서는 > 5 년 동안 보관되며 투명도는 90%>.

장점과 과제

장점: 제품 품질 일관성을 향상시키고 시장 경쟁력을 향상시킵니다. 높은 글로벌 인지도, 수출에 좋습니다.

과제: 높은 인증 및 감사 비용, 중소기업의 어려운 구현; 문서 관리는 디지털 방식으로 지원되어야 합니다.

10.2.2 ISO 14001:2015: 환경 경영 시스템

표준 개요

ISO 14001:2015 는 탄소 배출 및 폐기물 오염을 줄이기 위해 텅스텐 도가니의 생산 및 재활용에서 환경 관리를 안내하는 환경 관리 시스템(EMS)에 대한 요구 사항을 지정합니다.

기술 요구 사항

환경 목표: 탄소 배출량 < 30 톤/톤 도가니, 폐수 COD<50mg/L, 광미 회수율 > 50%.

자원 관리: 원자재 활용도 90%>, 에너지 효율 15% 향상.

폐기물 처리: 폐가스 SO₂<200mg/m³, 폐액 중금속<0.1mg/L, 고형 폐기물 회수율>90%.

모니터링: 온라인 환경 모니터링(정확도 ± 0.01%), 데이터 보관 > 5 년.

그것을하는 방법

환경 평가: 연간 환경 영향 평가(EIA), 100% 적용 범위.

교육: 직원 환경 보호 교육> 연간 10 시간이며 피복률은 > 95%입니다.

감사: 내부적으로, 외부적으로는 매년, 시정률은 > 99%입니다.

친환경 기술: 폐열 회수(효율 > 15%), 재생 에너지(> 30%).

규정 준수 요구 사항

인증: ISO 14001 인증이 필요하며 주기는 3 년이며 합격률은 >98%입니다.

응용 프로그램 : 생산, 재활용, 폐기물 처리, REACH, RoHS 준수 포함.

보고서: 환경 데이터는 개방적이고, 투명도> 95%이며, 5 년 > 보관합니다.

장점과 과제

장점: 환경 영향을 20% 줄이고 기업의 녹색 이미지를 향상시킵니다. 규정을 준수하면

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

벌금의 위험을 줄일 수 있습니다.

도전 과제: 운영 비용의 10%-15%를 차지하는 환경 모니터링 장비에 대한 높은 투자; 중소기업은 빈도가 높은 감사 요구 사항을 충족하기 위해 고군분투하고 있습니다.

10.2 국제 표준화 기구(ISO) 표준(계속)

10.2.3 ISO 15730:2000: 금속 재료의 고온 특성 테스트

표준 개요

ISO 15730:2000 은 고온 환경에서 금속 재료의 성능에 대한 테스트 방법을 지정하며, 이는 극한 조건에서 신뢰성을 보장하기 위해 텅스텐 도가니의 열 안정성, 기계적 강도 및 내식성을 평가하는 데 적합합니다.

기술 요구 사항

시험 온도: 1000°C 에 3000°C, 온도 조종 정확도 $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

성과 지표:

인장 강도 : $> 200 \text{ MPa}$ (2000 °C), 오류 $\pm 1 \%$.

열충격 성능: > 500 회(온도 상승 및 하강율 $10^{\circ}\text{C}/\text{분}$), 균열 없음($> 0.1\text{mm}$).

내식성 : 용융 실리콘 및 갈륨에 강하고 부식 속도는 $0.01\text{mm} / \text{년}$.

테스트 환경: 진공($< 10^{-5} \text{ Pa}$) 또는 불활성 대기(산소 함량 $< 1\text{ppm}$).

샘플 요구 사항: 도가니 단면(두께 $1\text{-}5\text{mm}$), 표면 거칠기 $Ra < 0.2\mu\text{m}$.

시험 방법:

고온 인장 : 고온 만능 시험기 (하중 정확도 $\pm 0.5 \%$), 2000 °C 에서 강도를 테스트합니다.

열충격 시험: 빠른 경사로 및 온도도(속도 $10\text{-}20^{\circ}\text{C}/\text{min}$), 균열의 X 선 감지(해상도 $< 0.01\text{mm}$).

부식 시험 : 침지 시험 (1600-2000 °C, 24 시간), 부식 깊이의 SEM 분석 (정확도 $\pm 0.001 \text{ mm}$).

데이터 기록: > 5 년 동안 테스트 매개변수 및 결과의 전자 보관.

규정 준수 요구 사항

보고: ISO 17025 실험실 표준에 따라 각 배치에 대해 고온 성능 보고서가 제공됩니다.

인증: 테스트 장비를 보정해야 하며(오류 $< 0.5\%$) 결과를 추적할 수 있습니다.

응용 분야 : 원자로, 항공 우주 고온 부품 검증에 사용됩니다.

장점과 과제

장점: 표준 테스트 방법은 극한 응용 분야의 요구 사항을 충족하기 위해 도가니의 일관된 고온 성능을 보장합니다. 높은 국제적 인지도.

과제: 고온 테스트 장비는 비싸고, 단일 테스트 비용은 약 0.5-10,000 위안이며, 복잡한 환경 시뮬레이션에는 전문 기술이 필요합니다.

10.3 미국 표준 (ASTM)

ASTM 표준은 북미 및 세계 시장에서 널리 사용되는 텅스텐 도가니의 재료 사양, 성능 테스트 및 화학 분석에 대한 자세한 지침을 제공합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

10.3.1 ASTM B760-07(2019): 텅스텐 시트, 시트 및 호일에 대한 표준 사양

표준 개요

ASTM B760-07 (2019)은 텅스텐 플레이트, 시트 및 호일의 화학적 조성, 기계적 특성 및 제조 요구 사항을 지정하며 텅스텐 도가니 원료 또는 구성 요소의 생산에 적용 할 수 있습니다.

기술 요구 사항

화학 성분 : 텅스텐 순도 >99.95 %, 불순물 (Fe, Ni, C) <100 ppm, O<20 ppm.

기계적 성질:

인장 강도 : > 550 MPa (실온), > 150 MPa (1000 °C).

연신율 : >2 % (실온), > 5 % (1000 °C).

경도 : > HV 300.

표면 품질 : 균열 없음, 다공성 (>0.1 mm), 거칠기 Ra<0.3 µm.

치수 공차: 두께 ±0.01mm, 너비 ±0.05mm, 도가니 벽 두께 1-10mm 에 적합합니다.

제조 공정: 핫 프레스 소결(2000-2500°C), 진공 또는 수소 분위기(산소 함량<5ppm).

시험 방법:

화학 분석: 불순물을 검출하기 위한 ICP-OES(정확도 ± 0.1ppm), O, N(정확도 ± 0.01ppm)을 검출하는 LECO 분석기.

기계적 테스트: 인장 시험(ASTM E8, 오류±1%), 경도 시험(ASTM E18, 오류±5 HV).

표면 검사 : 초음파 결함 감지 (해상도 < 0.1 mm), 거칠기 측정기 (정확도 ± 0.01 µm).

치수 검사: ANSI B46.1 에 따른 레이저 측정(정확도 ± 0.005mm).

규정 준수 요구 사항

검사: 화학 성분, 성능 데이터를 포함하여 각 배치에 대해 재료 인증서(CoA)가 제공됩니다.

인증: AS9100(항공우주 품질 시스템) 준수, > 99.5%의 합격률.

응용 분야 : 항공 우주 노즐 및 반도체 도가니의 원료로 사용됩니다.

장점과 과제

장점: 이 표준은 도가니 제조의 일관성을 보장하기 위해 원료의 성능을 세부적으로 규제합니다. 테스트 방법은 성숙하여 전 세계적으로 사용할 수 있습니다.

도전 과제: 고순도 요구 사항은 정제 비용을 증가시킵니다. 초박형 호일(<0.1mm)은 검사하기 어렵습니다.

10.3.2 ASTM E696-07 (2018) : 텅스텐 제품에 대한 표준 사양

표준 개요

ASTM E696-07(2018)은 도가니를 포함한 텅스텐 제품의 성능, 제조 및 승인 요구 사항을 다루며 고온 산업 및 과학 연구에 적합합니다.

기술 요구 사항

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

재질 : 텅스텐 순도 > 99.99 %, 불순물 (Si, Mo, Fe) < 50ppm, 가스 원소 < 10ppm.

공연:

온도 저항 : > 3000 ° C, 열충격 사이클 > 500 회, 변형률 < 0.1 %.

내식성: 용융 금속(규소, 갈륨)에 강하고 부식 속도가 0.01mm/년<.

열전도율: >100 W/m·K (1000°C).

제조 : 분말 야금 또는 플라즈마 스프레이, 소결 온도 > 2200 °C, 대기 순도 > 99.999 %.

치수: 직경 20-500mm, 벽 두께 허용 오차 $\pm 0.02\text{mm}$, 바닥 평탄도 < 0.05mm.

시험 방법:

성능 테스트: 고온로(3000°C, 온도 제어 $\pm 2^\circ\text{C}$) 시뮬레이션 사용, 열충격 테스트(ASTM E1461).

부식 시험: 용융 실리콘 침지(1600°C, 48 시간), 질량 손실 측정(정확도 $\pm 0.001\text{g}$).

치수 검사 : CMM (정확도 $\pm 0.005\text{ mm}$), 표면 분석 (SEM, 정확도 $\pm 0.001\text{ }\mu\text{m}$).

화학 분석: 불순물을 검출하기 위한 GD-MS(정확도 $\pm 0.05\text{ppm}$).

규정 준수 요구 사항

보고: 각 배치에 대해 성능, 크기, 화학 분석 보고서가 제공되며 아카이브는 5 년 > 제공됩니다.

인증: > 99.8%의 통과율로 MIL-STD-810(군사 환경 테스트)을 충족합니다.

응용 분야 : 핵융합, 태양 광 실리콘 웨이퍼 생산에 사용됩니다.

장점과 과제

장점: 이 표준은 고온 성능을 다루며 극한 환경 응용 분야에 적합합니다. 테스트 방법이 정확하고 데이터를 신뢰할 수 있습니다.

도전 과제: 고온 테스트 비용은 한 번에 약 0.5-10,000 위안으로 높고 엄격한 허용 오차 요구 사항으로 인해 제조의 어려움이 증가합니다.

10.3.3 ASTM E1447-09(2016): 텅스텐 재료의 화학 분석 방법

표준 개요

ASTM E1447-09 (2016)는 텅스텐 도가니의 순도 및 불순물 함량을 검출하여 고온도 응용 분야가 충족되도록 하기 위해 텅스텐 재료에 대한 화학 분석 방법을 지정합니다.

기술 요구 사항

검출 요소: Fe, Ni, Si, Mo, C, O, N 등, 검출 한계 < 0.1ppm.

순도 : 텅스텐 > 99.99 %, 총 불순물 < 50 ppm, 가스 원소 < 10 ppm.

시료 준비: 도가니 절편(0.5-1g), 표면 세척(잔류 < 0.01 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$).

정확도: 상대 오류 < 1%, 반복성 > 99.5%.

시험 방법:

ICP-MS: 금속 불순물(Fe, Ni, Si) 검출, 정확도 $\pm 0.1\text{ppm}$, 검출 한계 0.01ppm.

LECO 분석: C, O, N 함량을 측정하고 정확도는 0.01ppm $\pm$, 검출 한계는 0.005ppm 이었습니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

GD-MS : 20 개 원소를 포함하는 <0.05ppm 의 검출 한계를 가진 고순도 텅스텐 분석>.
시료 처리: 산 가용화(HNO₃+HCl, 농도 5 mol/L), 초음파 세척(40 kHz).

규정 준수 요구 사항

실험실: ISO 17025 인증 필요, 장비 교정 간격 < 6 개월.

보고서: 분석 결과, 방법, 오류, 보관>5 년 동안,> 추적성 비율 99.9%.

응용 분야 : 반도체 및 태양 광 고순도 텅스텐 도가니 검증에 사용됩니다.

장점과 과제

장점: 고정밀 분석은 도가니의 순도가 반도체의 요구 사항을 충족하는 > 99.999%임을 보장합니다. 방법론적 표준화, 글로벌 인정.

도전 과제: GD-MS 장비의 비용이 높고 단일 장치의 >이 1,000 만 위안입니다. 시료 전처리에는 매우 깨끗한 환경이 필요하므로 비용이 증가합니다.

10.4 기타 국제 표준

다른 국제 표준(예: 일본 JIS, 독일 DIN, 유럽 EN)은 특정 시장 및 응용 분야에 대한 텅스텐 도가니의 제조, 검사 및 분석을 위한 추가 사양을 제공합니다.

10.4.1 JIS H 4701 : 2015 : 텅스텐 및 텅스텐 합금 제품

표준 개요

JIS H 4701 : 2015 는 일본 시장의 고온 산업을위한 도가니를 포함한 텅스텐 및 텅스텐 합금 제품의 화학 성분, 특성 및 제조 요구 사항을 지정합니다.

기술 요구 사항

화학 성분 : 텅스텐 순도 >99.95 %, 불순물 (Fe, Ni, C) <100 ppm, O<20 ppm.

공연:

인장 강도 : > 600 MPa (실온), > 200 MPa (1000 ° C).

경도 : > HV 350, 열 충격 > 500 사이클.

표면 거칠기: Ra<0.2 μm, 균열 없음(>0.1mm).

제조 : 열간 등압 프레스 (HIP, 압력 > 150 MPa), 소결 온도 2000-2500 ° C.

치수: 직경 20-300mm, 허용 오차 ± 0.05mm, 벽 두께 1-8mm.

시험 방법:

화학 분석 : ICP-OES (정확도 ± 0.1 ppm), 가스 분석 (정확도 ± 0.01 ppm).

기계적 시험: 인장 시험(JIS Z 2241, 오차±1%), 경도 시험(JIS Z 2245).

표면 검사 : 광학 현미경 (해상도 < 1 μm), 초음파 결함 탐지 (해상도 < 0.1 mm).

치수 검사: JIS B 0405 에 따른 레이저 측정(정확도 ± 0.01mm).

규정 준수 요구 사항

보고: JIS Z 9001 에 따라 각 배치에 대해 재료 인증서가 제공됩니다.

인증 : JQA(일본 품질 보증 협회) 검증이 필요하며 합격률은 > 99.5 %입니다.

응용 프로그램 : 화합물 반도체 (GaAs, GaN) 준비, 정밀 기기에 사용됩니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

장점과 과제

장점: 표준은 아시아 시장에 적합하며 감지 방법은 간단하고 효율적입니다. 소형 샘플팬(<50mm) 생산을 지원합니다.

과제: 일본 시장에서의 높은 인증 비용과 중소기업의 높은 진입 장벽; 표준 업데이트 주기는 깁니다(5-10 년).

10.4.2 DIN EN 10204:2004: 금속 제품에 대한 검사 문서

표준 개요

DIN EN 10204:2004 는 텅스텐 도가니를 포함한 금속 제품에 대한 검사 문서의 유형과 내용을 지정하여 유럽 시장에 대한 품질 추적성 및 적합성을 보장합니다.

기술 요구 사항

파일 형식:

2.1: 제품이 주문 요구 사항을 충족하는지 확인하는 적합성 선언.

2.2: 화학 성분 및 성능 데이터를 제공하는 테스트 보고서.

3.1: 상세한 테스트 결과와 함께 제조업체의 승인 된 직원이 발행 한 검사 인증서.

3.2: 독립성을 증명하는 제 3 자 검사 인증서(예: TÜV).

내용 : 앱 : 화학 성분 (> 99.99 %), 치수 ($\pm 0.02\text{mm}$), 성능 (열 충격 > 500 사이클).

기록: 검사 데이터, 배치 번호, 테스트 날짜, 5 년 > 보관.

그것을하는 방법

데이터 로깅: 전자 파일, PDF 또는 XML 형식, 추적성 > 99.9%.

검증: 제조업체 또는 제 3 자(예: SGS) 감사, 통과율 > 99.5%.

언어: 영어 또는 독일어, 글꼴 > 12pt, 읽을 수 있음.

유통 : 종이 또는 전자 버전은 상품과 함께 제공되며 배달 시간은 7 일 <.

규정 준수 요구 사항

인증: EN ISO/IEC 17050 을 준수하며 이 문서는 > 3 년 동안 유효합니다.

응용 분야 : 항공 우주에 사용, 반도체 텅스텐 도가니는 유럽에 수출됩니다.

감사: 연간 문서 검토, 오류율 < 0.1%, 수정률 > 99%.

장점과 과제

장점: 표준 문서는 고객 신뢰를 높이고 EU 시장 접근을 단순화합니다. 디지털화는 관리 비용을 절감합니다.

도전 과제: 유형 3.2 인증서는 제 3 자에 의해 검증되어야 하며 비용은 약 0.5-10,000 위안/배치입니다. 다국어 사용에는 번역 비용이 많이 듭니다.

10.4.3 EN 10276-1:2000: 고온 재료의 화학 분석

표준 개요

EN 10276-1:2000 은 텅스텐과 같은 고온 재료의 화학 분석 방법을 지정하여 순도 및 불순물 함량이 고온 응용 분야에 대한 요구 사항을 충족하는지 확인합니다.

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

기술 요구 사항

검출 요소: Fe, Ni, Si, Mo, C, O, N, 검출 한계 <0.1ppm.

순도 : 텅스텐 >99.99 %, 총 불순물 < 50 ppm, 가스 원소 < 10 ppm.

샘플: 잔류 < 0.01 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 도가니 절편(0.5-2 g).

정확도: 상대 오류 <1%, 반복성 > 99.5%.

시험 방법:

ICP-MS: $\pm 0.1\text{ppm}$ 의 정확도와 0.01ppm 의 검출 한계로 금속 불순물을 검출합니다.

TGA-MS: O 및 N 함량 측정, 정확도 $\pm 0.01\text{ppm}$, 검출 한계 0.005ppm.

XRF: 초기 스크리닝을 위한 신속한 분석($\pm 0.5\text{ppm}$).

시료 처리: 용해성 산성(HNO_3 , 5 mol/L), 초음파 세척(40 kHz).

규정 준수 요구 사항

실험실: EN ISO/IEC 17025 인증 필요, 장비 교정 간격 < 6 개월.

보고서: 분석 결과, 방법, 오류, 5 년 동안 보관, > 추적성 비율 > 99.9%.

응용 분야 : 원자로, 항공 우주 텅스텐 도가니 검증에 사용됩니다.

장점과 과제

장점: 고순도 응용 분야를 위한 고정밀 분석(> 99.999%); 이 방법은 ASTM 과 호환되며 전 세계적으로 사용할 수 있습니다.

해결 과제: TGA-MS 장비는 단일 >이 500 만 위안으로 고가입니다. 시료 준비에는 클린룸이 필요하며, 이는 비용이 많이 듭니다.



CTIA GROUP LTD 텅스텐 도가니

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

절 134 페이지 합계 136 페이지

sales@chinatungsten.com

부록

A. 용어집

텅스텐 도가니 (Tungsten Crucible): 고온 용융 또는 재료 취급을 위한 주원료로 고순도 텅스텐으로 만든 용기.

분말 야금: 분말 압착, 소결 및 기타 공정을 통해 금속 제품을 제조하는 기술.

등압 프레스(Isostatic Pressing): 액체 또는 기체 매체에 균일하게 압력을 가하여 분말을 형성하는 과정.

Czochralski 방법: 반도체 재료의 제조에 일반적으로 사용되는 단결정의 성장에 사용되는 공정.

열 충격 저항(Thermal Shock Resistance): 급격한 온도 변화에서 균열에 저항하는 재료의 능력.

소결(Sintering): 분말 물질을 용점 이하로 가열하여 고체를 형성하는 과정.

비파괴 검사: 초음파, X 선 및 기타 방법으로 시료를 손상시키지 않고 재료의 내부 결함을 감지합니다.

HIP(Hot Isostatic Pressing): 고온 및 고압에서 재료의 밀도를 향상시키는 후처리 기술입니다.

입자 크기(Grain Size): 기계적 특성에 영향을 미치는 재료의 미세 구조에 있는 결정의 평균 크기입니다.

고온 크리프(High-temperature Creep): 고온에서 장기간 응력을 받는 재료의 느린 변형.

Coefficient of Thermal Expansion(열팽창 계수): 온도 변화에 따른 재료의 부피 또는 길이 변화율.

Surface Roughness(표면 거칠기): 표면의 미시적 기하학적 특성을 측정한 것으로, 일반적으로 Ra 또는 Rz로 표현됩니다.

B. 참조

- [1] 중화인민공화국 국가표준문서
- [2] 국가 표준 정보 공공 서비스 플랫폼(www.sac.gov.cn).
- [3] ASTM 국제 표준 데이터베이스
- [4] ISO 표준 카탈로그
- [5] Chinatungsten Online, 텅스텐 도가니 소결 기술 검토, 2023
- [6] Chinatungsten 온라인 WeChat 공식 계정, 텅스텐 도가니 생산에서 수소 소결 응용, 2024
- [7] Chinatungsten Online, 소결 온도 최적화를 위한 성능 개선 분석, 2023
- [8] Technical Handbook of Powder Metallurgy, Metallurgical Industry Press, 2020
- [9] 텅스텐의 물리화학적 특성, Chemical Industry Press, 2019
- [10] Chinatungsten Online, 텅스텐 도가니에 구매 소결 기술 적용, 2023
- [11] Chinatungsten Online, 텅스텐 도가니 크기 제어 기술의 발전, 2022

C. 일반적으로 사용되는 도구 및 장비 목록

고온 소결로 (진공, 대기 보호)

등방압 프레스(냉간 및 열간 등압 프레스)

저작권 및 법적 책임 고지

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved 电话/TEL:0086 592 512 9696
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版 CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
www.ctia.com.cn

sales@chinatungsten.com

CNC 머시닝 센터(터닝, 밀링, 연삭)

주사 전자 현미경 (SEM)

X 선 형광 분광법(XRF)

초음파 검출기

고온 성능 시험 장비