(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0106641
(43) 공개일자 2020년09월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22B 5/12 (2006.01) *C22B 13/02* (2006.01)
C22B 15/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22B 5/12 (2013.01)
C22B 13/025 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0025107
(22) 출원일자 2019년03월05일
심사청구일자 2019년03월05일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동, 부경대학교)
(72) 발명자
왕제필
부산광역시 남구 용호로110번길 28
(74) 대리인
남건필, 박종수, 차상윤

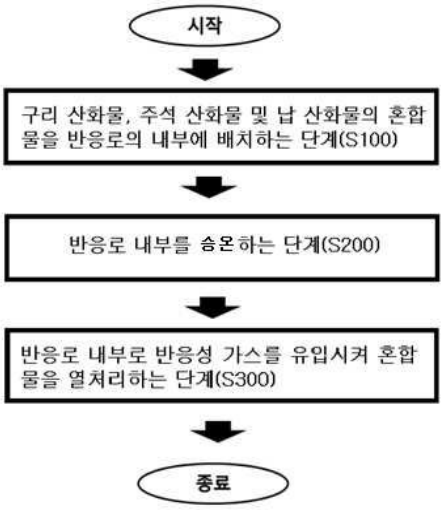
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 발명은 반응로 내부로 메탄 가스를 유입시키고, 700℃ 내지 900℃의 온도 조건으로 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물을 열처리하여 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법 및 장치에 관한 것으로, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물을 반응로의 내부에 배치하는 단계, 반응로 내부를 승온하는 단계 및 반응로 내부로 환원성 가스를 유입시켜 혼합물을 열처리하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C22B 15/0093 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 20163010012240
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국에너지기술평가원
연구사업명 KETEP 신재생에너지기술개발사업
연구과제명 결정질 실리콘 태양광 폐모듈의 저비용/고효율 재활용 공정시스템 및 소재화 공정기술 개발
기 여 율 1/1
과제수행기관명 (주)프리텍
연구기간 2016.05.01 ~ 2019.04.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물을 반응로의 내부에 배치하는 단계;

상기 반응로 내부를 승온하는 단계; 및

상기 반응로 내부로 환원성 가스를 유입시켜 혼합물을 열처리하는 단계;를 포함하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 환원성 가스는 메탄 가스를 포함하는 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 열처리하는 단계는 700℃ 내지 900℃에서 수행되는 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 승온하는 단계에서, 질소 또는 아르곤 가스를 유입시키는 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 반응로는 내부에 메쉬(mesh) 구조체를 포함하고,

상기 메쉬(mesh) 구조체 상부에 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물이 배치되며,

상기 메쉬(mesh) 구조체 하부에는 용융된 물질을 회수하는 회수부가 형성되는 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 용융된 물질은 구리-주석 합금을 포함하는 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 열처리하는 단계에서, 상기 혼합물 또는 반응로에 관성력, 충격력 및 회전력 중 어느 하나 이상의 압력을 가하는 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 혼합물 또는 반응로에 1분 내지 3분 동안 10회의 횟수로 관성력, 충격력 및 회전력 중 어느 하나 이상의 압력을 가하는 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 반응로의 상단에는 기화되는 납을 회수하는 회수라인이 연결 형성되는 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 회수라인에서 납을 회수하는 단계는,

기화된 납을 냉각시켜 증착시키는 단계;

상기 증착시키는 단계에서 증착되지 않은 납을 집진하는 단계; 및

상기 집진하는 단계에서 집진되지 않은 납을 회수하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 증착시키는 단계는, 1회 이상 수행되는 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물은 폐태양광 모듈을 연소시켜 얻은 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법.

청구항 13

환원성 가스가 유입되는 반응로;

상기 반응로 내부에 구비되고, 상부에 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물이 배치되는 메쉬(mesh) 구조체;

상기 메쉬(mesh) 구조체의 하부에 형성된 물질 회수부;

상기 반응로 내부를 가열하는 히팅부; 및

상기 반응로의 상단에 연결 형성되고, 반응로 내부에서 기화된 납을 회수하는 회수라인;을 포함하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 환원성 가스는 메탄 가스를 포함하는 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 장치.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 히팅부는 반응로의 내부를 700℃ 이상 900℃ 이하로 가열하는 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 장치.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 반응로에 질소 또는 아르곤 가스가 유입되는 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 장치.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 혼합물 또는 반응로에 충격력 또는 관성력을 가하는 가압부; 및

상기 반응로를 회전시키는 회전부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 가압부는 1분 내지 3분 동안 10회의 횟수로 혼합물 또는 반응로에 충격력 또는 관성력을 가하고,

상기 회전부는 1분 내지 3분 동안 10회의 횟수로 반응로를 회전시키는 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 장치.

청구항 19

제13항에 있어서, 상기 회수라인은,

기화된 납을 증착하는 하나 이상의 컨덴서;

상기 컨덴서에 직렬 연결되어, 컨덴서에 증착되지 않은 납을 집진하는 집진부; 및

상기 집진부에 직렬 연결되어, 집진부에 집진되지 않은 납을 회수하는 스크러버;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 컨덴서의 내부에는 냉각판이 구비되는 것을 특징으로 하는, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 반응로 내부로 메탄 가스를 유입시키고, 700℃ 내지 900℃의 온도 조건으로 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물을 열처리하여 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 태양광 발전의 필요성이 대두됨에 따라 그 설치량이 기하급수적으로 증가하였지만, 태양광 모듈은 기대 수명에 따라 태양광 폐기물로 인한 사회적, 환경적 문제가 제기되고 있다.

[0003] 기존에 설치된 태양광 모듈의 수명은 약 30년 이상으로 추정되지만, 설치, 운송 중 파손, 재해 등의 이유로 실제 태양광 모듈의 기대 수명은 약 15년으로 계산되고 있다.

[0004] 즉, 태양광 모듈의 평균 수명은 대략 15년 ~ 20년 정도로 기대되며, 기대 수명을 15년으로 추정하고 1MW를 100t으로 가정 시에, 2020년, 2025년에 전 세계에서 발생할 것으로 예상되는 태양광 폐 모듈량은 각각 139,380t, 1,679,190t으로, 기하급수적인 증가 추세가 예상된다.

[0005] 또한, 국내에 보급된 태양광 모듈의 평균 수명을 15년으로 환산할 경우, 2020년, 2025년에 약 499t(연간 발생량), 12,655t(연간 발생량)의 폐 모듈이 발생할 것으로 추정되며, 2023년부터 기하급수적으로 증가할 것이 예상된다.

[0006] 현재 우리나라에서는 태양광 발전 시설의 증대와 기술 개발에만 집중하고 있으며, 폐기물 처리 및 자원 회수에 대한 관심은 부족한 상황이다.

[0007] 태양광 모듈에는 납을 비롯한 중금속 및 유해물질이 포함되어 있으며, 따라서 태양광 모듈을 소각 또는 매립하여 처리할 시 상당한 환경 오염이 발생하며, 이에 따른 처리비용 또한 막대할 것으로 추정된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 일 목적은 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 또 다른 목적은 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 목적을 위한 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법은 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물을 반응로의 내부에 배치하는 단계; 반응로 내부를

승온하는 단계; 및 반응로 내부로 환원성 가스를 유입시켜 혼합물을 열처리하는 단계;를 포함한다.

[0011] 이때, 상기 환원성 가스는 메탄 가스를 포함하는 것이 바람직하며, 상기 열처리하는 단계는 700℃ 내지 900℃에서 수행되는 것이 바람직하다.

[0012] 또한, 상기 승온하는 단계에서, 질소 또는 아르곤 가스를 유입시키는 것이 바람직하다.

[0013] 상기 반응로는 내부에 메쉬(mesh) 구조체를 포함하고, 메쉬(mesh) 구조체 상부에 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물이 배치되며, 메쉬(mesh) 구조체 하부에는 용융된 물질을 회수하는 회수부가 형성될 수 있다.

[0014] 그리고, 상기 용융된 물질은 구리-주석 합금을 포함할 수 있다.

[0015] 한편, 상기 열처리하는 단계에서, 상기 혼합물 또는 반응로에 관성력, 충격력 및 회전력 중 어느 하나 이상의 압력을 가할 수 있다.

[0016] 구체적으로, 상기 혼합물 또는 반응로에 1분 내지 3분 동안 10회의 횟수로 관성력, 충격력 및 회전력 중 어느 하나 이상의 압력을 가하는 것이 바람직하다.

[0017] 그리고, 상기 반응로의 상단에는 기화되는 납을 회수하는 회수라인이 연결 형성된다.

[0018] 상기 회수라인에서 납을 회수하는 단계는, 기화된 납을 냉각시켜 증착시키는 단계, 상기 증착시키는 단계에서 증착되지 않은 납을 집진하는 단계, 및 상기 집진하는 단계에서 집진되지 않은 납을 회수하는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 구체적으로, 상기 증착시키는 단계는 1회 이상 수행되는 것이 바람직하다.

[0020] 그리고, 상기 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물은 폐태양광 모듈을 연소시켜 얻은 것일 수 있다.

[0021] 한편, 본 발명의 또 다른 목적을 위한 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 장치는, 환원성 가스가 유입되는 반응로; 상기 반응로 내부에 구비되고, 상부에 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물이 배치되는 메쉬(mesh) 구조체; 상기 메쉬(mesh) 구조체의 하부에 형성된 물질 회수부; 상기 반응로 내부를 가열하는 히팅부; 및 상기 반응로의 상단에 연결 형성되고, 반응로 내부에서 기화된 납을 회수하는 회수라인;을 포함한다.

[0022] 이때, 상기 환원성 가스는 메탄 가스를 포함하는 것이 바람직하고, 상기 히팅부는 반응로의 내부를 700℃ 이상 900℃ 이하로 가열하는 것이 바람직하다.

[0023] 또한, 상기 반응로에 질소 또는 아르곤 가스가 유입될 수 있다.

[0024] 그리고, 본 발명은 상기 혼합물 또는 반응로에 충격력 또는 관성력을 가하는 가압부, 및 상기 반응로를 회전시키는 회전부를 더 포함할 수 있다.

[0025] 구체적으로, 상기 가압부는 1분 내지 3분 동안 10회의 횟수로 혼합물 또는 반응로에 충격력 또는 관성력을 가하고, 상기 회전부는 1분 내지 3분 동안 10회의 횟수로 반응로를 회전시킬 수 있다.

[0026] 또한, 상기 회수라인은, 기화된 납을 증착하는 하나 이상의 컨덴서, 상기 컨덴서에 직렬 연결되어, 컨덴서에 증착되지 않은 납을 집진하는 집진부 및 상기 집진부에 직렬 연결되어, 집진부에 집진되지 않은 납을 회수하는 스크러버를 포함하고, 상기 컨덴서의 내부에는 냉각판이 구비되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0027] 본 발명의 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법은 반응로 내부로 메탄 가스를 유입시키고, 700℃ 내지 900℃의 온도 조건으로 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물을 열처리하고, 추가적으로 혼합물 또는 반응로에 관성력, 충격력 및 회전력을 가하여 구리, 청동 및 납을 회수하는 것으로, 환경에 유해한 물질을 전혀 사용하지 않으므로 생산 단가를 절감할 수 있고, 공정이 비교적 단순하여, 상대적으로 쉽게 상용화가 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예를 나타낸 개략도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예를 구현하기 위한 장치를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예 1-1 내지 실시예 1-3의 구리 리본의 사진 및 구리 리본의 구리 순도 측정 결과를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예 2-1 내지 실시예 2-3의 구리 리본의 사진 및 구리 리본의 구리 순도 측정 결과를 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예 3-1 내지 실시예 3-3의 구리 리본의 사진 및 구리 리본의 구리 순도 측정 결과를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예 4-1 내지 실시예 4-3의 구리 리본의 사진 및 구리 리본의 구리 순도 측정 결과를 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시예 5-1 내지 실시예 5-3의 구리 리본의 사진 및 구리 리본의 구리 순도 측정 결과를 나타낸 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시예 5-1 내지 실시예 5-3에 따라 얻어진 구리-주석 합금의 사진 및 구리-주석 합금의 구리, 주석 측정 결과를 나타낸 도면이다.

도 9는 본 발명의 실시예 5-2에 따라 기화된 납을 회수라인을 통해 회수하여 최종적으로 얻어진 납의 사진 및 납 순도 결과를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로서 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0030] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0031] 본 발명의 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법은 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물을 반응로의 내부에 배치하는 단계(S100); 반응로 내부를 승온하는 단계(S200); 및 반응로 내부로 환원성 가스를 유입시켜 혼합물을 열처리하는 단계(S300);를 포함한다.

[0032] 먼저, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물을 반응로의 내부에 배치하는 단계(S100)가 진행된다. 여기서, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물은 폐태양광 모듈을 연소시켜 얻은 것일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.

[0033] 구체적으로, 상기 반응로는 내부에 메쉬(mesh) 구조체를 포함하며, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물은 메쉬(mesh) 구조체의 상부에 배치되게 된다. 또한, 메쉬(mesh) 구조체의 하부에는 용융된 물질을 회수하기 위한 회수부가 형성된다.

[0034] 상기 용융된 물질은 후술할 열처리하는 단계에서 생성되는 것으로, 구리-주석 합금을 포함한다.

[0035] 다음으로, 반응로 내부를 승온하는 단계(S200)를 수행한다.

[0036] 구체적으로, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물이 모두 환원될 수 있는 온도 조건인 700℃ 내지 900℃에 도달할 때까지 반응로 내부를 승온하는 것이 바람직하며, 승온하는 단계(S200)에서 질소 또는 아르곤 가스를 300cc/min의 양으로 유입시켜 불활성 분위기를 유지시킬 수 있다.

[0037] 위와 같이, 승온하는 단계(S200)에서 불활성 가스인 질소 또는 아르곤 가스를 유입함으로써, 승온 시에 반응로

내부의 산소를 제거할 수 있다.

[0038] 또한, 불활성 가스인 질소 또는 아르곤 가스는 반응로 내부를 하온할 시에도 유입될 수 있다.

[0039] 이후, 반응로 내부로 환원성 가스를 유입시켜 혼합물을 열처리하는 단계(S300)가 진행된다. 여기서, 환원성 가스는 메탄 가스인 것이 가장 바람직하며, 이는 메탄 가스가 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물이 환원될 수 있도록 하고, 특히 반응로 내의 잔존 산소와 반응하여 산소를 지속적으로 제거해주어 납의 산화 반응이 일어나지 않도록 하기 때문이다.

[0040] 또한, 상기 열처리하는 단계(S300)는 700℃ 내지 900℃에서 수행되는 것이 바람직하며, 이로 인해 혼합물의 구리는 환원되어 메쉬 구조체의 상부에 잔류하고, 일부 구리 산화물과 주석 산화물은 구리-주석 합금을 형성하고, 용융되어 메쉬 구조체를 통과하여 하부로 흘러 회수부로 모이게 됨에 따라, 구리 및 청동을 분리시킬 수 있다.

[0041] 즉, 메쉬 구조체의 상부에 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물을 배치한 후, 메탄가스 분위기 하에서 700℃ 내지 900℃의 온도로 반응로 내부를 열처리함으로써, 상기 온도에서 고체상인 구리와 용융된 구리-주석 합금(청동)을 분리시킬 수 있다.

[0042] 따라서, 메쉬 구조체의 녹는점은 용융되는 구리-주석 합금의 온도 보다 높은 것이 바람직하다.

[0043] 한편, 열처리하는 단계(S300)에서, 상기 혼합물 또는 반응로에 관성력, 충격력 및 회전력 중 어느 하나 이상의 압력을 가하여, 혼합물의 용융된 구리-주석 합금이 고체상의 구리로부터 더 많이 분리되도록 할 수 있다.

[0044] 구체적으로, 상기 혼합물 또는 반응로(즉, 메쉬 구조체)에 유압 실린더 등과 같은 가압 장치를 사용하여 1분 내지 3분 동안 10회의 횟수로 관성력 및 충격력을 가할 수 있다.

[0045] 다른 예로, 상기 반응로에 회전 모터 등과 같은 회전 장치를 사용하여 1분 내지 3분 동안 10회의 횟수로 회전력을 가할 수 있다.

[0046] 이에 따라, 관성력, 충격력 및 회전력에 의해 더 많은 구리-주석 합금이 하부로 흐르게 됨으로써, 구리 및 청동을 더 효과적으로 분리할 수 있다.

[0047] 한편, 메쉬 구조체의 상부에 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물을 배치한 후, 메탄가스 분위기 하에서 700℃ 내지 900℃의 온도로 반응로 내부를 열처리함으로써, 납 산화물은 납으로 환원된 후 기화되게 된다.

[0048] 구체적으로, 열처리하는 단계(S300)에서, 납 산화물은 700℃ 내지 900℃의 전 온도 구역에서 구리 산화물 및 주석 산화물에 비해 상당히 높은 증기압을 나타내기 때문에, 상기 온도 범위에서 납은 기화되게 된다. 증기압이 높아진다는 것은 일정한 조건에서 분자 간의 인력을 끊고 나오기 쉽다는 것을 의미하며, 이는 납의 끓는점이 낮아져 쉽게 증발할 수 있다는 것을 의미한다.

[0049] 따라서, 반응로의 상단에는 기화되는 납을 회수하는 회수라인이 연결 형성되는 것이 바람직하다.

[0050] 이때, 상기 회수라인이 납을 회수하는 단계는, 기화된 납을 냉각시켜 증착시키는 단계; 증착시키는 단계에서 증착되지 않은 납을 집진하는 단계; 및 집진하는 단계에서 집진되지 않은 납을 회수하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0051] 먼저, 기화된 납은 반응로의 상단으로 이동한 후 반응로 상단에 연결 형성된 회수라인을 통해 반응로의 외부로 배출된다. 이후, 기화된 납을 냉각판이 구비된 컨덴서와 같은 장치에서 이동시켜, 기화된 납을 냉각 증착시키는 단계가 수행된다.

[0052] 여기서, 증착시키는 단계는, 1회 이상 수행될 수 있으며, 이를 통해 기화된 납을 효율적으로 회수할 수 있다.

[0053] 이후, 증착시키는 단계에서 증착되지 않은 납을 집진하는 단계가 수행된다. 증착되지 않은 납은 상기 컨덴서에 직렬 연결된 집진기를 통해 한 번 더 집진하여 회수될 수 있다.

[0054] 마지막으로, 집진하는 단계에서 집진되지 않은 납을 회수하는 단계를 진행할 수 있다. 이 단계는 집진기에 직렬 연결된 스크러버를 통해 수행될 수 있으며, 최종적으로 납을 회수함으로써, 미량의 납이 대기로 배출되는 것을 방지할 수 있다.

[0055] 한편, 도 2를 참조하면, 본 발명의 다른 실시 형태인 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물로부터 구리, 청동 및 납을 회수하는 장치는 반응로(100), 메쉬(mesh) 구조체(200), 물질 회수부(300), 히팅부(400) 및 회수라인(500)을 포함한다.

[0056] 반응로(100)는 환원성 가스가 유입되며, 내부에 메쉬(mesh) 구조체가 구비되어, 메쉬 구조체의 상부에 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물을 배치할 수 있다.

[0057] 또한, 반응로(100) 내부에는 반응로(100) 내부를 가열하는 히팅부(400)가 형성되고, 상단에는 회수라인(500)이 연결 형성되어, 반응로(100) 내부의 가열에 의해 기화된 납이 외부로 배출될 수 있다.

[0058] 여기서, 반응로(100) 내부로 환원성 가스인 메탄 가스가 유입되는 것이 가장 바람직한데, 이는 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물이 환원될 수 있도록 하고, 특히 반응로(100) 내의 잔존 산소와 반응하여 산소를 지속적으로 제거해주어 납의 산화 반응이 일어나지 않도록 하기 때문이다.

[0059] 또한, 반응로(100)가 히팅부(400)에 의해 승온되는 동안에는, 반응로(100)에 불활성 가스인 질소 또는 아르곤 가스를 300cc/min의 양으로 유입시켜 승온 시에 반응로(100) 내부의 산소를 제거할 수 있다.

[0060] 또한, 불활성 가스인 질소 또는 아르곤 가스는 반응로(100) 내부를 하온할 시에도 유입될 수 있다.

[0061] 메쉬 구조체(200)는 반응로(100)의 내부에 구비되고, 상부에 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물이 배치된다. 또한, 하부에는 히팅부(400)의 열로 인해 용융된 물질들을 회수할 수 있는 물질 회수부(300)가 형성된다.

[0062] 상기 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 혼합물은 반응로(100) 내부에서 메탄 가스의 존재 하에 열처리되어 용융된 구리-주석 합금을 생성한다. 따라서, 구리 산화물, 주석 산화물 및 납 산화물의 구리는 환원되어 메쉬 구조체(200)의 상부에 잔류하고, 일부 구리 산화물과 주석 산화물은 구리-주석 합금을 형성하고, 용융되어 메쉬 구조체(200)를 통과하여 하부로 흘러 회수부로 모이게 된다. 즉, 메쉬 구조체(200)에 의해 구리 및 청동이 분리될 수 있다.

[0063] 물질 회수부(300)는 메쉬(mesh) 구조체(200)의 하부에 형성되어, 용융된 구리-주석 합금을 회수하는 역할을 한다.

[0064] 히팅부(400)는 반응로(100) 내부를 가열하며, 반응로(100) 내부에 히팅 코일의 형태로 구비될 수 있다. 이때, 히팅부(200)는 반응로(100)의 내부를 700℃ 이상 900℃ 이하로 가열하는 것이 바람직하다.

[0065] 반응로(100)의 내부가 700℃ 미만인 경우, 용융된 물질의 회수율이 낮으며, 900℃를 초과하는 경우, 오히려 구리 산화물로부터 환원된 구리까지 용융될 수 있다. 따라서, 히팅부(400)는 반응로(100)의 내부를 700℃ 이상 900℃ 이하로 가열하는 것이 가장 바람직하다.

[0066] 회수라인(500)은 반응로(100)의 상단에 연결 형성되고, 반응로(100) 내부에서 기화된 납을 외부로 배출시키는 동시에, 회수한다.

[0067] 구체적으로, 회수라인(500)은 하나 이상의 컨덴서(510), 집진부(520) 및 스크러버(530)를 포함할 수 있다.

[0068] 컨덴서(510)는 반응로(100)로부터 배출된 기화된 납을 증착하기 위한 것으로, 하나 이상이 직렬 연결되어 형성될 수 있고, 컨덴서(510)의 내부에는 냉각판(511)이 하나 이상 구비됨으로써 기화된 납을 액화 증착시켜 회수할 수 있다.

[0069] 집진부(520)는 컨덴서(510)에 직렬 연결되어, 컨덴서(510)에 증착되지 못한 채 이동된 납을 한 번 더 집진하여 납을 추가로 회수한다.

[0070] 스크러버(530)는 집진부(520)에 직렬 연결되어, 집진부(520)에서 집진되지 못한 납을 최종적으로 회수하여, 대기 중으로 미량의 납이 방출되는 것을 방지해준다.

[0071] 따라서, 본 발명에 따르면, 기화된 납을 회수할 수 있을 뿐만 아니라, 대기 중으로 비산되는 납을 막아주어 친환경적인 효과가 있다.

[0072] 한편, 본 발명에 따른 구리, 청동 및 납을 회수하는 장치는 가압부(600) 및 회전부를 추가로 더 포함할 수 있다.

[0073] 가압부(600)는 상기 혼합물 또는 반응로(100)에 충격력 또는 관성력을 가하기 위한 것으로, 예를 들어 유압 실린더 등의 가압 장치를 사용할 수 있다.

[0074] 상세하게는, 가압부(600)는 상기 혼합물 또는 반응로(100) 내부의 메쉬 구조체(200)에 1분 내지 3분 동안 10회의 횟수로 충격력 또는 관성력을 가함으로써, 관성력, 충격력에 의해 더 많은 용융된 물질(즉, 구리-주석 합

금)이 하부로 흐르게 되어, 구리 및 청동을 더 효과적으로 분리할 수 있다.

[0075] 특히, 900℃의 온도 조건에서, 2분 동안 10회의 횟수로 충격력 또는 관성력을 가하는 것이 가장 바람직하며, 이는 900℃의 온도 조건에서 많은 양의 청동이 용융되게 되고, 2분 동안 10회의 횟수로 충격력 또는 관성력을 가하는 경우, 구리 및 청동의 압착이 일어나지 않고, 구리 및 청동을 효과적으로 분리할 수 있기 때문이다.

[0076] 회전부는 도 2에 도시하지 않았으나, 반응로(100)를 회전시켜 폐리본 전극에 회전력을 가하기 위한 것으로, 예를 들어 회전 모터 등을 사용할 수 있다.

[0077] 회전부 또한 반응로(100)에 1분 내지 3분 동안 10회의 횟수로 회전력을 가함으로써, 회전력에 의해 더 많은 용융된 물질(즉, 구리-주석 합금)이 하부로 흐르게 되어, 구리 및 청동을 더 효과적으로 분리할 수 있다.

[0078] 특히, 900℃의 온도 조건에서, 2분 동안 10회의 횟수로 반응로(100)를 회전시키는 것이 가장 바람직하며, 이는 900℃의 온도 조건에서 많은 양의 구리-주석 합금이 용융되게 되고, 2분 동안 10회의 횟수로 회전력을 가하는 경우, 상기 혼합물에 충분한 회전력을 가하게 되어 구리 및 청동을 효과적으로 분리할 수 있기 때문이다.

[0079] 다음에서는, 구체적인 실시예들을 통해서 본 발명의 구리, 청동 및 납을 회수하는 방법 및 장치에 대해서 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[0080] **실험예 1**

[0081] 본 발명의 메쉬(mesh) 구조체 상부에 구리 모재에 납, 주석 합금이 코팅된 폐리본 전지를 배치한 후, 반응로 내부로 질소 가스를 300cc/min의 양으로 유입하면서 반응로 내부를 승온하였다. 이후, 반응로 내부로 메탄 가스를 유입시켜 각각 700℃, 800℃ 및 900℃로 온도 조건을 달리하여 1시간 동안 열처리하였다.

[0082] 또한, 열처리하는 동안 상기 혼합물에 각각 1분 동안 10회, 2분 동안 10회, 3분 동안 10회의 속도로 관성력 및 충격력을 가하고, 동시에 동일한 속도로 회전로를 회전시켜 회전력을 가한 후, 그 결과 얻어진 구리 리본의 사진 및 구리 리본의 구리 순도 측정 결과를 도 3 내지 도 5에 나타내었다.

[0083] 구체적인 실험 조건에 따른 실시예는 하기 표 1에 나타내었다.

표 1

[0084]

1hr 수행		온도 조건		
		700℃	800℃	900℃
관성력, 충격력 및 회전력 조건	10회/1분	실시예 1-1	실시예 2-1	실시예 3-1
	10회/2분	실시예 1-2	실시예 2-2	실시예 3-2
	10회/3분	실시예 1-3	실시예 2-3	실시예 3-3

[0085] 도 3을 참조하면, 실시예 1-1의 경우, 구리 리본의 구리 순도는 88.36wt.%로 나타났고, 실시예 1-2의 경우 88,96wt.%, 실시예 1-3의 경우 87.93%로 나타났으며, 700℃의 온도 조건에서 폐리본 전지의 주석 산화물이 거의 용융되지 않아 진동 및 회전에 의한 효과가 비교적 높지 않은 것을 확인할 수 있었다.

[0086] 한편, 도 4를 참조하면, 실시예 2-1의 경우, 구리 리본의 구리 순도는 89.15wt.%로 나타났고, 실시예 2-1의 경우 90.75wt.%, 실시예 2-3의 경우 88.84%로 나타나 실시예 1-1 내지 실시예 1-3에 비해 비교적 높은 구리 순도를 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 800℃의 온도 조건에서, 실시예 2-2인 2분 당 10회의 관성력, 충격력 및 회전력을 폐리본 전지에 가했을 때 구리 순도가 가장 높게 나타나, 진동 및 회전에 의한 효과가 가장 높은 것을 확인할 수 있었다.

[0087] 도 5를 참조하면, 900℃의 온도 조건을 갖는 실시예 3-1 내지 실시예 3-3의 경우, 모두 구리 리본의 구리 순도가 90wt.% 이상으로 나타났으며, 이에 폐리본 전지의 주석 산화물이 가장 많이 용융되는 것을 알 수 있었다.

[0088] 또한, 900℃ 온도 조건에서도 실시예 3-2인 2분당 10회의 회전력, 관성력을 폐리본 전지에 가했을 때 가장 높은 구리 순도를 나타내, 진동 및 회전에 의한 효과가 가장 높은 것을 알 수 있었다.

[0089] 따라서, 온도 증가에 따라 주석 산화물의 용융이 더 잘 이루어지고, 같은 온도 조건에서 2분당 10회의 관성력, 충격력 및 회전력을 가했을 때 진동 및 회전에 의한 효과가 가장 높은 것을 확인할 수 있었다.

[0090] **실험예 2**

[0091] 온도 조건을 900℃로 고정하고, 반응 시간을 각각 1시간, 2시간 및 3시간으로 달리한 것을 제외하고는 실험예 1과 동일하게 실험을 수행하여, 그 결과 얻어진 구리 리본의 사진 및 구리 리본의 구리 순도 측정 결과를 도 5 내지 도 7에 나타내었다.

[0092] 구체적인 실험 조건에 따른 실시예는 하기 표 2에 나타내었다.

표 2

[0093]

900℃		반응 시간 조건		
		1hr 수행	2hr 수행	3hr 수행
관성력, 충격력 및 회전력 조건	10회/1분	실시예 3-1	실시예 4-1	실시예 5-1
	10회/2분	실시예 3-2	실시예 4-2	실시예 5-2
	10회/3분	실시예 3-3	실시예 4-3	실시예 5-3

[0094] 실시예 3-1 내지 실시예 3-3의 경우, 도 5에 그 결과가 도시되어 있으며, 실험예 1과 동일한 결과를 나타내므로, 설명을 생략한다.

[0095] 도 6을 참조하면, 실시예 4-1의 경우 구리 리본의 구리 순도는 91.76wt.%로 나타났고, 실시예 4-2의 경우 95.96wt.%, 실시예 4-3의 경우 93.73%로 나타나, 실시예 3-1 내지 실시예 3-3보다 동일한 관성력, 충격력 및 회전력 조건에서 높은 구리 순도를 나타냈다.

[0096] 특히, 실시예 4-2에서 가장 높은 구리 순도가 나타나, 2분당 10회의 관성력 및 회전력을 가했을 때 진동 및 회전에 의한 효과가 가장 높은 것을 확인할 수 있었다.

[0097] 반면, 실시예 4-1의 경우에는, 1분당 10회의 진동 및 회전에 따라 구리 모재 및 주석-납 코팅층의 압착이 일어나 순도가 저하되는 것을 확인할 수 있었다.

[0098] 또한, 실시예 4-3의 경우에는, 진동 및 회전의 부족으로 용융된 주석 산화물이 메쉬 구조체를 따라 많이 흘러내리지 못한 모습을 확인할 수 있었다.

[0099] 한편, 도 7에 도시된 바와 같이, 2분 당 10회의 진동 및 회전을 가한 실시예 5-2의 경우, 구리 모재의 모습이 완전히 드러났으며, 주석 산화물이 대부분 용융되어 구리 리본의 분석시 주석과 납이 1wt.% 이하인 것을 확인할 수 있었다.

[0100] 반면, 실시예 5-1의 경우, 진동 및 회전 시 과한 진동으로 인한 압착이 발생하여 실시예 5-2에 비해 구리 리본의 순도가 저하되었으며, 실시예 5-3의 경우에도 실시예 4-3과 마찬가지로 진동 및 회전의 부족으로 용융된 주석 산화물이 구리 모재에 잔존하는 것을 확인할 수 있었다.

[0101] 따라서, 온도 증가 및 시간 증가에 따라 주석 산화물의 용융이 더 잘 이루어지고, 같은 온도 조건에서 2분당 10회의 관성력, 및 회전력을 가했을 때 진동 및 회전에 의한 효과가 가장 높은 것을 확인할 수 있었다.

[0102] 한편, 실험예 2의 실시예 5-1 내지 실시예 5-3에 따라 얻어진 구리-주석 합금의 사진 및 구리-주석 합금의 구리, 주석 측정 결과를 도 8에 나타내었다.

[0103] 도 8에 도시된 바와 같이, 구리-주석 합금은 진동 및 회전 조건과 상관 없이 비교적 균일한 조성의 구리-주석 합금의 회수가 가능한 것을 알 수 있다.

[0104] **실험예 3**

[0105] 실험예 2의 실시예 5-2에 따라 기화된 납을 본 발명의 회수라인을 통해 회수하여 최종적으로 얻어진 납을 ICP를 통해 분석하였다. 또한, 최종적으로 얻어진 납의 사진 및 납 순도 결과를 도 9에 도시하였다.

[0106] 구체적으로, 1차 컨덴서 및 2차 컨덴서를 통해 기화된 납을 증착하여 회수하고, 증착되지 않은 납은 집진부를 통해 최종적으로 회수되었으며, 집진부에서 집진되지 않은 납을 스크러버를 통해 제어하여 대기 중으로 배출되는 것을 방지하였다.

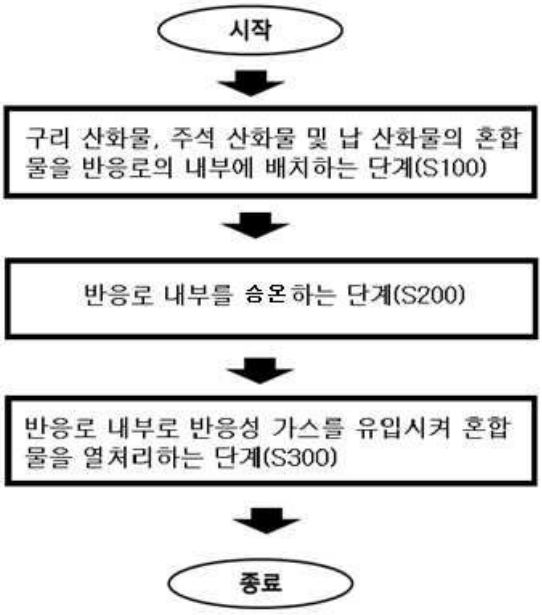
[0107] 도 9에 도시된 바와 같이, ICP 분석 결과 기화된 납의 순도는 99.9wt.%로, 3N급으로 확인되었다.

[0108] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정

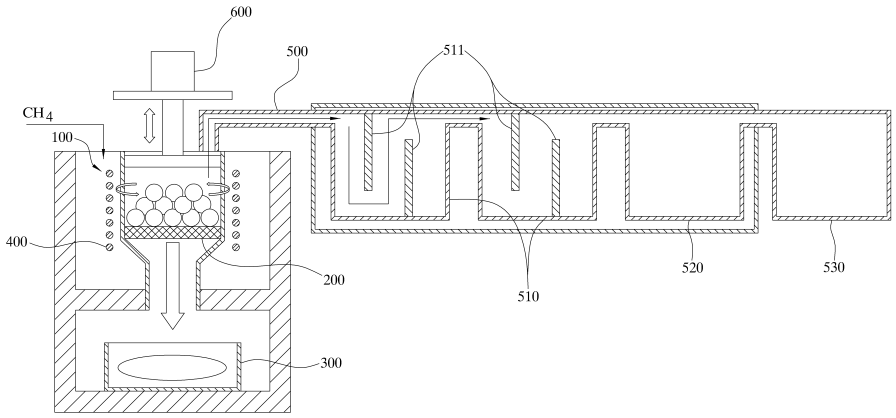
및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

도면1



도면2



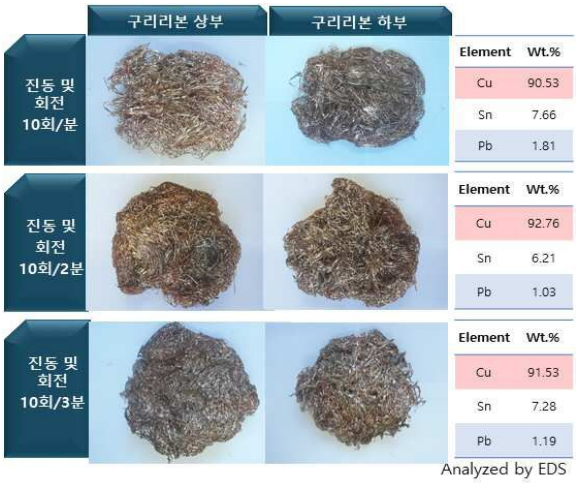
도면3


구리리본 상부
구리리본 하부
진동 및 회전 10회/분
Element Wt.%
Cu 88.36
Sn 9.75
Pb 1.89
진동 및 회전 10회/2분
Element Wt.%
Cu 88.96
Sn 9.86
Pb 1.18
진동 및 회전 10회/3분
Element Wt.%
Cu 87.93
Sn 10.21
Pb 1.86
Analyzed by EDS

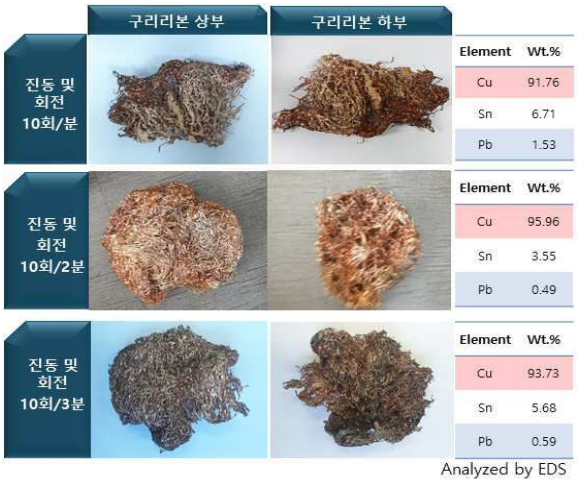
도면4


구리리본 상부
구리리본 하부
진동 및 회전 10회/분
Element Wt.%
Cu 89.15
Sn 9.89
Pb 0.96
진동 및 회전 10회/2분
Element Wt.%
Cu 90.75
Sn 8.53
Pb 0.72
진동 및 회전 10회/3분
Element Wt.%
Cu 88.84
Sn 10.42
Pb 0.74
Analyzed by EDS

도면5


구리리본 상부
구리리본 하부
진동 및 회전 10회/분
Element Wt.%
Cu 90.53
Sn 7.66
Pb 1.81
진동 및 회전 10회/2분
Element Wt.%
Cu 92.76
Sn 6.21
Pb 1.03
진동 및 회전 10회/3분
Element Wt.%
Cu 91.53
Sn 7.28
Pb 1.19
Analyzed by EDS

도면6


구리리본 상부
구리리본 하부
진동 및 회전 10회/분
Element Wt.%
Cu 91.76
Sn 6.71
Pb 1.53
진동 및 회전 10회/2분
Element Wt.%
Cu 95.96
Sn 3.55
Pb 0.49
진동 및 회전 10회/3분
Element Wt.%
Cu 93.73
Sn 5.68
Pb 0.59
Analyzed by EDS

도면7


구리리본 상부
구리리본 하부
Unclean Surface
진동 및 회전 10회/분
Element Wt.%
Cu 92.53
Sn 5.66
Pb 1.81
Clean Surface
진동 및 회전 10회/2분
Element Wt.%
Cu 98.96
Sn 0.86
Pb 0.18
Clean Surface
진동 및 회전 10회/3분
Element Wt.%
Cu 95.73
Sn 3.6
Pb 0.67

도면8


Analyzed by EDS
진동 및 회전 10회/분
Element Wt.%
Cu 78.67
Sn 21.33
진동 및 회전 10회/2분
Element Wt.%
Cu 72.12
Sn 27.88
진동 및 회전 10회/3분
Element Wt.%
Cu 79.16
Sn 20.84

도면9



Element	Weight (%)
Pb	99.9

Analyzed by ICP