



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0065477
(43) 공개일자 2018년06월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C22B 21/06 (2006.01) C22B 1/00 (2006.01)
C22B 21/02 (2006.01) C22B 5/12 (2006.01)
C22B 7/00 (2006.01) C22B 9/05 (2006.01)
C22B 9/14 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C22B 21/064 (2013.01)
C22B 1/005 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0166409

(22) 출원일자 2016년12월08일

심사청구일자 2016년12월08일

(71) 출원인

부경대학교 산학협력단

부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)

(72) 발명자

왕제필

부산광역시 남구 용호로110번길 28

(74) 대리인

남건필, 박중수, 차상윤

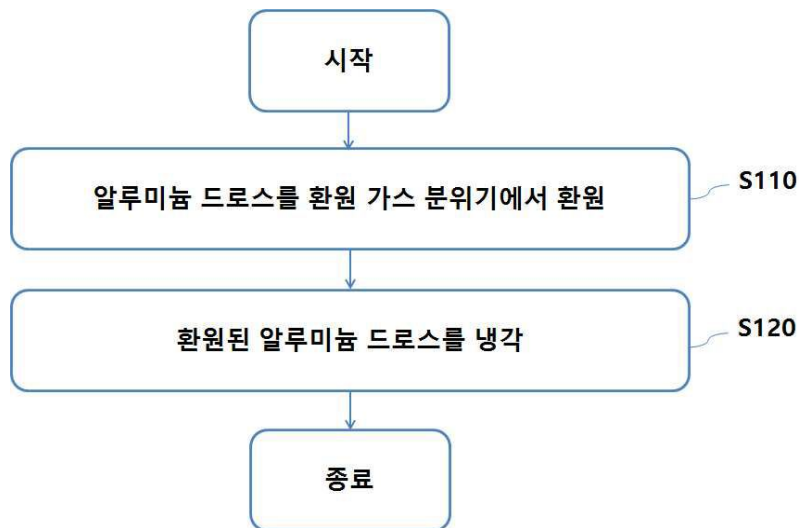
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 알루미늄 잉곳의 제조 방법

(57) 요약

본 발명의 알루미늄 잉곳의 제조 방법은 알루미늄 드로스를 메탄올 가스를 포함하는 환원 가스 분위기 하에서 열처리하여 환원하는 단계 및 환원된 알루미늄 드로스를 냉각하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C22B 21/02 (2013.01)

C22B 5/12 (2013.01)

C22B 7/001 (2013.01)

C22B 9/05 (2013.01)

C22B 9/14 (2013.01)

Y02P 10/218 (2015.11)

Y02W 30/54 (2015.05)

명세서

청구범위

청구항 1

알루미늄 드로스를 메탄올 가스를 포함하는 환원 가스 분위기 하에서 열처리하여 환원하는 단계; 및
환원된 알루미늄 드로스를 냉각하는 단계를 포함하는,
알루미늄 잉곳의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 환원하는 단계는 1200 °C 이상의 온도에서 수행하는 것을 특징으로 하는,
알루미늄 잉곳의 제조 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 환원하는 단계에서,
상기 알루미늄 드로스가 환원 및 용융되는 것을 특징으로 하는,
알루미늄 잉곳의 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 환원하는 단계는,
알루미늄 드로스가 존재하는 챔버를 불활성 가스 분위기에서 1200 °C 이상의 온도로 상승시키는 단계; 및
온도가 상승된 챔버에 메탄올 가스를 포함하는 환원 가스를 주입하여, 환원 분위기를 형성하는 단계를 포함하고,
상기 환원 가스 분위기에서 알루미늄 드로스가 환원 및 용융되는 것을 특징으로 하는,
알루미늄 잉곳의 제조 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,
상기 환원 분위기를 형성하는 단계 이전에,
메탄올 용액을 80 내지 100 °C의 온도에서 증류하여 메탄올 가스를 준비하는 단계; 및
준비한 메탄올 가스를 불활성 gas와 혼합하여 환원 가스를 준비하는 단계를 더 포함하고,
상기 환원 가스는 상기 환원 분위기를 형성하는 단계에서 챔버로 주입되는 것을 특징으로 하는,

알루미늄 잉곳의 제조 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 환원 가스는 불활성 가스를 포함하는 것을 특징으로 하는,

알루미늄 잉곳의 제조 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 환원하는 단계 이전에,

알루미늄 드로스를 분쇄하는 단계를 더 포함하고,

상기 환원하는 단계에서 알루미늄 드로스는 분쇄한 알루미늄 드로스인 것을 특징으로 하는,

알루미늄 잉곳의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 알루미늄 잉곳의 제조 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 알루미늄 드로스로부터 알루미늄 잉곳을 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 알루미늄과 그 합금은 항공기, 건물, 자동차 등의 구조 재료, 주방 기구, 기계 부품, 특수 화학설비와 화학물질 저장 탱크, 가구 및 지붕 재료, 여러 전기 및 전자 기기, 전선, 주화, 알루미늄박을 비롯한 여러 포장 재료, 각종 음료수 용기 등으로 널리 사용되고 있다. 그중에서도 특히, 자동차 등의 교통기관에서 경량화 및 이에 따른 에너지 절감을 위해 많이 이용되고 있으며, 국가 유가 상승과 더불어 그 수요량이 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 그러나, 알루미늄은 국내 생산이 거의 없고, 공급의 대부분을 중국으로부터의 수입에 의존하고 있는 실정이다.

[0003] 한편, 알루미늄은 알루미늄 제품을 제조할 때, 다른 공정에 앞서 용해 과정을 거치게 된다. 이때, 알루미늄의 용융물 표면에 산소 화합물이 생성되어 발생하는 불순물인 알루미늄 드로스가 생성된다. 알루미늄 드로스의 경우, 알루미늄의 1차 용해 시 평균 장입량의 2~4%, 알루미늄 스크랩 용해 시 장입량의 5~15%, 알루미늄캔의 용해 시에는 장입량의 10~30% 정도가 발생한다. 알루미늄 드로스 내부에는 사용 가능한 알루미늄 성분이 포함되어 있어, 이로부터 소정의 공정을 통해 알루미늄을 회수하는 방법에 대한 연구가 진행되고 있다.

[0004] 종래의 알루미늄 드로스의 처리 방법으로는, 입도가 큰 알루미늄 드로스를 용해 공정에서 다시 투입해 알루미늄 드로스 내의 성분들의 용융점의 차이를 이용하여 알루미늄 드로스로부터 알루미늄을 회수하는 방법이 있다. 하지만, 상기 방법은 일정 크기 이상의 입도를 갖는 알루미늄 드로스만을 이용하여 이로부터 알루미늄을 회수 가능하다. 때문에, 알루미늄을 회수 가능한 알루미늄 드로스가 제한적이고, 알루미늄의 회수율이 좋지 않다는 단점이 있으며, 알루미늄을 회수할 수 없는 알루미늄 드로스 잔재(블랙 드로스)는 매립 등을 통해 폐기되는 문제점이 있다.

[0005] 한편, 알루미늄 드로스에 가성소다를 투입 및 침출하여 알루미늄 산화물과 내화물을 제조하는 방법도 있으나, 제조 공정에서 침출 여액의 중화에 이용되는 산 용액 등으로 인한 환경 유해성의 문제점이 있고, 회수되는 알루미늄이 알루미늄 금속이 아닌 알루미늄 산화물과 내화물의 상태로 회수된다.

[0006] 때문에, 알루미늄 드로스로부터 알루미늄 금속을 회수하는 방법에 대한 새로운 방법에 대한 개발이 더 필요할 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 목적은 알루미늄 드로스로부터 용이한 공정을 통해 고효율로 알루미늄 잉곳을 제조할 수 있는 알루미늄 잉곳의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 목적을 위한 알루미늄 잉곳의 제조 방법은 알루미늄 드로스를 메탄올 가스를 포함하는 환원 가스 분위기 하에서 열처리하여 환원하는 단계 및 환원된 알루미늄 드로스를 냉각하는 단계를 포함한다.

[0009] 일 실시예에서, 상기 환원하는 단계는, 1200 °C 이상의 온도에서 수행할 수 있다.

[0010] 이때, 상기 환원하는 단계에서, 상기 알루미늄 드로스가 환원 및 용융될 수 있다.

[0011] 일 실시예에서, 상기 환원하는 단계는, 알루미늄 드로스가 존재하는 챔버를 불활성 가스 분위기에서 1200 °C 이상의 온도로 상승시키는 단계, 및 온도가 상승된 챔버에 메탄올 가스를 포함하는 환원 가스를 주입하여, 환원 분위기를 형성하는 단계를 포함하고, 상기 환원 가스 분위기에서 알루미늄 드로스가 환원 및 용융될 수 있다.

[0012] 이때, 상기 환원 분위기를 형성하는 단계 이전에, 메탄올 용액을 80 내지 100 °C의 온도에서 증류하여 메탄올 가스를 준비하는 단계 및 준비한 메탄올 가스를 불활성 gas와 혼합하여 환원 가스를 준비하는 단계를 더 포함하고, 상기 환원 가스는 상기 환원 분위기를 형성하는 단계에서 챔버로 주입될 수 있다.

[0013] 일 실시예에서, 상기 환원 가스는 불활성 가스를 포함할 수 있다.

[0014] 일 실시예에서, 상기 환원하는 단계 이전에, 알루미늄 드로스를 분쇄하는 단계를 더 포함하고, 상기 환원하는 단계에서 알루미늄 드로스는 분쇄한 알루미늄 드로스일 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 알루미늄 잉곳의 제조 방법에 따르면, 메탄올 가스를 이용하여 알루미늄 드로스를 용이한 공정으로 환원시킬 수 있고, 이를 통해, 알루미늄 드로스로부터 알루미늄을 회수할 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 알루미늄 드로스가 메탄올 증기 하에서 환원됨과 동시에, 환원된 알루미늄 드로스가 용융될 수 있고, 이로부터 폐기되는 알루미늄 드로스 없이 효율적으로 알루미늄 잉곳의 형태로 알루미늄을 회수할 수 있다. 본 발명은 종래와 비교하여 상대적으로 낮은 온도에서 알루미늄의 회수가 수행되므로 경제적인 수 있고, 폐기물인 알루미늄 드로스를 재활용한다는 측면에서 환경 친화적인 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 알루미늄 잉곳의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명에 따른 알루미늄 잉곳을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명에 따른 알루미늄 잉곳을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 다른 온도 조건에서 알루미늄 드로스의 환원 여부를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 다른 환원 가스 하에서 알루미늄 드로스의 환원 여부를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0018] 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

는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0019] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명에 속하는 기술분야에서 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.
- [0020] 도 1은 본 발명의 알루미늄 잉곳의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0021] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따라 알루미늄 잉곳을 제조하기 위해, 알루미늄 드로스를 환원 가스 분위기에서 열처리하여 환원하고, 이를 냉각하여, 알루미늄 잉곳을 제조한다(단계 S110 및 S120).
- [0022] 드로스(dross)는 용해된 금속의 내 또는 표면에 떠오르는 금속 산화물이나, 용융 아연 도금에서 노 바닥에서 발생하는 금속간 화합물 등의 침적물, 또는 가스 절단에서 절단면에 부착하는 산화 생성물을 말한다. 본 발명에서 알루미늄 드로스는 알루미늄을 가공하는 과정에서 발생하는 산화된 알루미늄 부산물들을 의미할 수 있다. 일반적으로 알루미늄 드로스는 알루미늄 드로스를 다시 용융함으로써 알루미늄을 회수할 수 있는 화이트 드로스와 회수할 수 없는 블랙 드로스를 포함한다. 블랙 드로스 내에는 금속 알루미늄이 함유되어 있으나, 미립의 금속 입자, 산화물, 등의 불균일한 혼합물로 되어 있는 블랙 드로스로부터 알루미늄을 회수할 수 없어, 대부분이 매립처리 되고 있다.
- [0023] 본 발명에서 알루미늄 드로스는 상기 용융으로 알루미늄을 회수 불가능한 블랙 드로스를 포함하는 알루미늄 드로스일 수 있고, 본 발명에 따르면, 상기 블랙 드로스를 포함하는 알루미늄 드로스로부터 알루미늄 잉곳을 제조할 수 있다. 즉, 알루미늄을 회수할 수 있다. 이에 대한 상세한 설명은 하기에서 후술하도록 한다.
- [0024] 상기 알루미늄 드로스는 환원하기 이전에, 알루미늄 드로스를 분쇄한 알루미늄 드로스 분쇄물일 수 있다. 분쇄는 고체상 물질을 파괴하여 지름의 감소와 표면적의 증대를 도모하는 기계적 조사로, 본 발명에서 분쇄는 파쇄, 조쇄, 분말화 등과 같은 의미일 수 있다. 알루미늄 드로스는 알루미늄 드로스를 분쇄하기 이전에, 상기 알루미늄 드로스에 존재하는 연마제 등과 같은 이물질을 세척하여 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다. 본 발명에서 알루미늄 드로스는 알루미늄 드로스 자체를 의미할 수 있고, 이와 달리, 분쇄한 알루미늄 드로스, 즉, 알루미늄 드로스 분말을 의미할 수도 있으며, 이를 모두 포함하는 의미일 수 있다.
- [0025] 상기 환원 가스는 메탄올 가스를 포함한다. 메탄올 가스는 메탄올 용액을 증류하여 생성된 메탄올 증기를 의미할 수 있다. 증기는 광의로 기체(가스)와 같은 의미일 수 있고, 본 발명에서 증기는 기체(가스)와 동일한 의미로 사용된다. 즉, 본 발명의 메탄올 가스는 메탄올 증기와 같은 의미로 사용될 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 환원 가스는 메탄올 가스를 이동시킬 수 있는 캐리어 가스(carrier gas)를 포함할 수 있다. 캐리어 가스는 특정 성분을 운반하는 역할을 하는 중립성 가스로서, 동반 가스, 운반 가스라고도 한다. 일례로, 상기 캐리어 가스는 질소 가스와 같은 불활성 가스일 수 있다. 캐리어 가스로서 질소 가스를 예시적으로 언급하였으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니고, 본 발명의 환원 가스는 메탄올 가스를 운반할 수 있는 캐리어 가스를 포함할 수 있다.
- [0027] 알루미늄 드로스의 환원은 상기 환원 가스 분위기에서의 1200 ℃ 이상의 온도에서 수행할 수 있다. 구체적으로, 상기 알루미늄 드로스의 환원은 알루미늄 드로스가 존재하는 챔버를 불활성 가스 분위기에서 1200 ℃ 이상의 온도로 상승시킨 후, 온도가 상승된 챔버에 메탄올 가스를 포함하는 환원 가스를 주입해 환원 분위기를 형성함으로써 수행할 수 있다. 즉, 상기 환원 가스 분위기에서 알루미늄 드로스가 환원 및 용융될 수 있다.
- [0028] 이때, 상기 메탄올 가스는 상기 환원 분위기를 형성하는 단계 이전에, 메탄올 용액을 80 내지 100 ℃의 온도에서 증류하여 메탄올 가스를 준비할 수 있다. 상기 준비한 메탄올 가스를 불활성 가스와 혼합함으로써, 혼합 가스를 준비할 수 있고, 상기 혼합 가스는 상기 환원 분위기를 형성할 때, 챔버로 주입될 수 있다. 이때, 상기 환원 가스는 상기에서 설명한 바와 같이 메탄올 가스와 불활성 가스를 포함할 수 있다.
- [0029] 산화된 알루미늄의 용융점은 약 2072 ℃로 산화된 알루미늄은 1200 ℃의 온도에서는 용융되지 않는다. 하지만, 본 발명에 따르면, 메탄올 증기를 포함하는 환원 분위기 하에서 환원 공정을 수행하므로, 상기 산화된 알루미늄을 포함하는 알루미늄 드로스가 1200 ℃의 온도에서도 알루미늄으로 환원될 수 있다. 이때, 상기 챔버의 온도는 알루미늄의 용융점(약 660 ℃) 이상의 온도이므로, 알루미늄 드로스 내의 용융으로 회수 가능한 알루미늄이 존재하는 경우, 상기 알루미늄 드로스 내의 알루미늄이 용융될 수 있다. 또한, 상기 알루미늄 드로스가 환원되어

상기 알루미늄 드로스 내의 산화된 알루미늄은 알루미늄이 되므로, 상기와 같은 온도 조건에서 용융될 수 있다.

- [0030] 다시 말하면, 용융을 통해 알루미늄을 회수 가능한 화이트 드로스 및 용융을 통해 알루미늄을 회수 불가능한 블랙 드로스를 포함하는 알루미늄 드로스는, 본 발명에 따라, 메탄올 증기를 포함하는 환원 분위기의 1200 ℃ 이상의 온도에서 상기 화이트 드로스가 용융됨과 동시에, 상기 알루미늄 드로스 내의 산화 알루미늄이 환원되고, 이에 따라, 상기와 같은 온도 조건에서 용융될 수 있다. 따라서, 본 발명에 따라, 1200 ℃ 이상의 온도의 메탄올 증기를 포함하는 환원 분위기에서 알루미늄 드로스 전체를 환원 및 용융할 수 있고, 이로부터 알루미늄을 회수할 수 있다. 이때, 회수되는 알루미늄의 형태는 알루미늄 잉곳의 형태로 회수될 수 있다.
- [0031] 상기 환원 및 용융된 알루미늄 드로스의 용융물은 냉각됨으로써 알루미늄 잉곳으로 제조될 수 있다. 본 발명에서 냉각은 상기 환원하는 단계에서 환원 및 용융된 알루미늄 드로스의 용융물이 굳어져 알루미늄 잉곳(괴)을 형성하는 것을 의미할 수 있다. 즉, 환원 및 용융된 알루미늄 드로스를 굳혀 용이하게 알루미늄 잉곳을 제조할 수 있다.
- [0032] 이때, 알루미늄 드로스의 환원 및 용융은 탄소 도가니와 같은 주형에서 수행될 수 있다. 일례로, 알루미늄 드로스 분말을 탄소 도가니에 장입하여 챔버 내에서 환원 공정을 수행할 수 있다. 상기 주형에서 환원하는 공정을 통해, 환원 및 용융된 알루미늄 드로스의 용융물이 냉각되어 알루미늄 잉곳을 형성할 수 있다. 상기에서 본 발명의 알루미늄 드로스 분말을 환원 및 용융시키기 위한 주형으로서 탄소 도가니를 예시적으로 언급하였으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니며, 알루미늄 드로스 분말을 환원 및 용융할 수 있는 주형이면 가능할 수 있다.
- [0033] 알루미늄 드로스를 1200 ℃ 미만의 온도에서 환원하는 경우, 알루미늄 드로스는 환원되지 않거나 일부만 환원되어 산화된 알루미늄 드로스가 계속 존재할 수 있다. 때문에, 상기에서 설명한 바와 같이, 산화된 알루미늄의 용융점은 약 2000 ℃ 이상이므로, 환원되지 않은 알루미늄 드로스 내의 산화된 알루미늄은 용융되지 않을 수 있다. 즉, 알루미늄 드로스가 환원 및 용융되지 않아, 알루미늄 금속이 회수되지 않거나 일부만 회수될 수 있고, 알루미늄 잉곳을 제조할 수 없을 수 있다.
- [0034] 한편, 본 발명은 상기와 같은 조건 하에서 1200 ℃ 이상의 온도 범위로 알루미늄 드로스를 환원 및 용융할 수 있고 이를 통해 알루미늄 잉곳을 제조할 수 있으나, 고온을 형성하기 위해 과잉 에너지가 요구되고, 고온에서의 반응을 위한 고에너지 사용과 이에 따른 비용 증가 등의 단점이 있어, 바람직하게는 알루미늄 드로스의 환원 및 용융을 1200 ℃ 내지 1500 ℃의 온도에서 수행할 수 있다.
- [0035] 상기 알루미늄 드로스를 메탄올 증기 분위기에서 1200 ℃ 이상의 온도에서 환원함에 따른 환원 반응은 하기 반응식 1과 같이 나타낼 수 있다.
- [0036] [반응식 1]
- [0037]
$$\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) = 2\text{Al} + 6\text{H}_2(\text{g}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$$
- [0038] 반응식 1을 참조하면, 본 발명에 따라, 알루미늄 산화물인 알루미늄 드로스를 메탄올 가스를 이용하여 환원함으로써, 종래의 산화 알루미늄 용융 온도와 비교하여 상대적으로 낮은 온도인 1200 ℃에서도 알루미늄 드로스를 환원 및 용융할 수 있다. 또한, 큰 입도의 알루미늄 드로스로부터 작은 입도의 알루미늄 드로스까지 다양한 입도 크기의 알루미늄 드로스 자체를 환원할 수 있다. 때문에, 분급을 통해 분리된 일부 입도 크기의 알루미늄 드로스에서 소량의 회수 가능한 알루미늄만을 단순 용융점 분리를 통해 회수하고 잔재는 폐기하는 것이 아니라, 본 발명은 상기와 같은 조건에서, 알루미늄 드로스를 별도의 분급 공정 없이 알루미늄 드로스 자체를 환원함으로써 폐기되는 알루미늄 드로스 없이 알루미늄 드로스로부터 알루미늄을 회수할 수 있다. 즉, 본 발명에 따르면, 산화 알루미늄 등과 같은 블랙 드로스를 포함하는 알루미늄 드로스로부터 우수한 효율로 알루미늄을 회수할 수 있다. 또한, 상기 반응식 1에서 나타낸 것과 같이, 본 발명은 부수적으로, 수소 가스를 생성할 수 있다.
- [0039] 다시 말하면, 본 발명에 따르면, 고온을 형성하기 위한 고에너지를 사용하지 않고도 종래와 비교하여 상대적으로 낮은 온도인 1200 ℃에서도 알루미늄 드로스로부터 산화 알루미늄의 알루미늄으로의 환원과 함께, 알루미늄을 용융할 수 있고, 이를 냉각시킴으로써 용이하게 잉곳의 형태로 알루미늄을 회수할 수 있다.
- [0040] 이하에서는, 구체적인 실시예들을 들어, 본 발명의 알루미늄 잉곳의 제조 방법을 설명하기로 한다.
- [0041] 먼저, 알루미늄 드로스를 분쇄한 후, 분쇄한 알루미늄 드로스를 탄소 도가니에 장입한 다음, 이를 챔버 내에 넣었다. 그 다음, 챔버 내에 불활성 가스를 주입하고 불활성 가스 분위기에서 챔버의 온도를 1200 ℃로 승온시켰

다. 메탄올 1 L을 90 ℃의 온도에서 증류하여 생성된 메탄올 증기(가스)를 질소 gas와 혼합하여 준비한 환원 가스를 온도가 상승된 챔버에 주입하여 1 시간 동안 반응시켰다. 그 다음, 챔버를 냉각시키고, 탄소 도가니로부터 본 발명의 실시예 1에 따른 알루미늄 잉곳을 수득하였다.

[0042] 도 2는 본 발명에 따른 알루미늄 잉곳을 설명하기 위한 도면이다.

[0043] 도 2의 (a)는 알루미늄 드로스를 나타내고, (b)는 본 발명에 따른 알루미늄 잉곳을 나타낸다.

[0044] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따라, 1200 ℃의 온도의 메탄올 증기 하에서, 알루미늄 드로스로부터 알루미늄 잉곳을 제조하였음을 확인할 수 있다.

[0045] 이어서, X-선 회절(XRD) 분석을 통해 본 발명에 따른 알루미늄 잉곳의 상을 분석하였고, 본 발명에 따른 알루미늄 잉곳의 화학적 성분 분석을 X-선 형광 분석(XRF)을 통해 확인하였다. 그 결과를 도 3 및 표 1에 나타낸다.

[0046] 도 3은 본 발명에 따른 알루미늄 잉곳을 설명하기 위한 도면이다.

표 1

Element	Weight (%)
Al	89.1%
Fe	3.4%
Cl	2.5%
Mg	2.0%
Si	1.2%
Na	1.1%
K	0.7%
Ca	0.5%
Zn	0.2%
S	0.2%
Mn	0.2%

[0047]

[0048] 도 3을 표 1과 함께 참조하면, 본 발명에 따른 알루미늄 잉곳의 X-선 회절 패턴에서 알루미늄 피크(Al peak)가 나타나는 것을 확인할 수 있다. 이것은 알루미늄 드로스가 알루미늄 금속으로 환원되었음을 의미한다. 또한, 성분 분석 결과, 본 발명의 알루미늄 잉곳의 알루미늄의 함량은 89.1 중량%로, 본 발명에 따라, 알루미늄 드로스로부터 다량의 알루미늄을 회수하였음을 확인할 수 있다.

[0049] 즉, 본 발명에 따라, 메탄올 증기 분위기 하에서, 1200 ℃의 온도로 알루미늄 드로스로부터 폐기되는 잔재 없이 우수한 효율로 알루미늄을 알루미늄 잉곳의 형태로 회수하였음을 확인할 수 있다.

[0050] 그 다음, 챔버의 온도를 1200 ℃ 미만의 온도인 900 ℃로 승온시킨 것을 제외하고 상기 본 발명에 따라 알루미늄 잉곳을 제조한 것과 실질적으로 동일한 공정을 수행하였다. 그 결과, 알루미늄 드로스가 완전히 용융되지 않아 알루미늄 잉곳이 제조되지 않았다.

[0051] 상기 공정 후, 회수한 알루미늄 드로스 시료의 X-선 회절 분석을 수행하였고, 그 결과를 도 4에 나타낸다.

[0052] 도 4는 다른 온도 조건에서 알루미늄 드로스의 환원 여부를 설명하기 위한 도면이다.

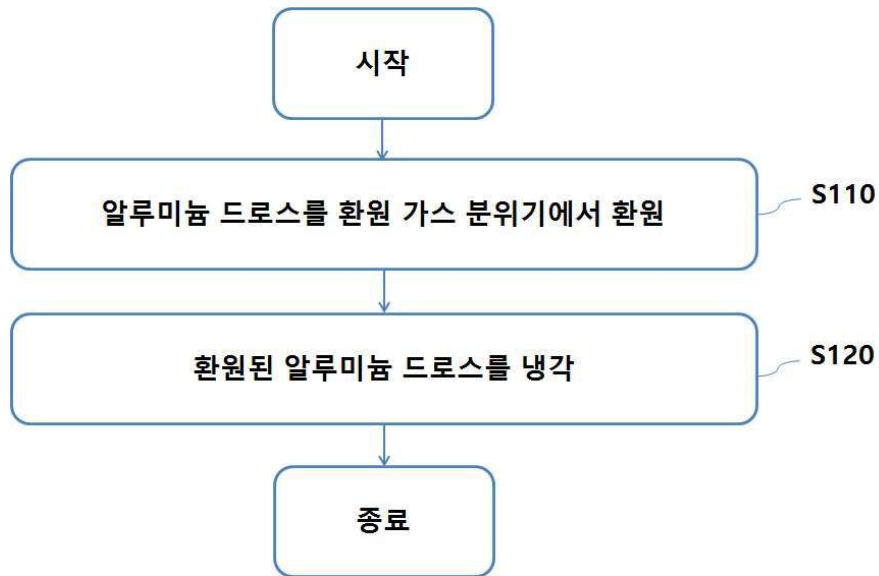
[0053] 도 4를 참조하면, 900 ℃의 온도 및 메탄올 증기 하에서 처리된 알루미늄 드로스의 X-선 회절 분석 결과, 알루미늄 드로스 시료 내에 산화 알루미늄(Al_2O_3 , Al_2O_3)이 존재하는 것을 확인할 수 있다. 이것은 상기와 같은 반응 조건에서 알루미늄 드로스가 환원되지 않았음을 나타낸다. 또한, 산화 알루미늄이 환원되지 않아, 알루미늄 드로스 내에는 산화 알루미늄이 계속 존재하고, 때문에, 상기 공정 온도 조건인 900 ℃의 온도에서는 용융되지 않

음을 확인할 수 있다. 즉, 알루미늄 잉곳을 제조할 수 없음을 확인할 수 있다.

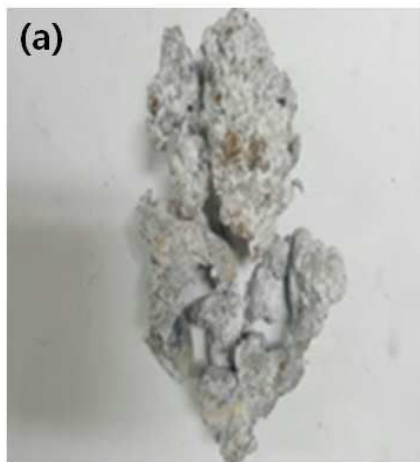
- [0054] 즉, 메탄올 증기 하에서, 900 ℃의 온도 조건에서는 알루미늄 드로스가 환원되지 않았음을 확인할 수 있고, 이로부터 알루미늄 잉곳을 제조할 수 없음을 확인할 수 있으며, 따라서, 상기 도 3에서 확인한 바와 같이, 알루미늄 드로스는 본 발명의 공정 조건인 메탄올 증기 분위기에서 1200 ℃ 이상의 온도로 환원 및 용융됨을 확인할 수 있다.
- [0055] 또한, 메탄올 가스를 주입하지 않고 질소 가스만 주입한 것을 제외하고는 상기 본 발명에 따라 알루미늄 잉곳을 제조한 것과 실질적으로 동일한 공정을 수행하였다. 그 결과, 알루미늄 드로스로부터 알루미늄 잉곳이 제조되지 않았다.
- [0056] 상기 공정 후 회수한 알루미늄 드로스 시료의 X-선 회절 분석을 수행하였고, 그 결과를 도 5에 나타낸다.
- [0057] 도 5는 다른 환원 가스 하에서 알루미늄 드로스의 환원 여부를 설명하기 위한 도면이다.
- [0058] 도 5를 참조하면, 1200 ℃의 온도의 질소 가스 하에서 처리된 알루미늄 드로스 시료의 X-선 회절 분석 결과, 알루미늄 드로스 시료 내에 다양한 형태의 상들이 존재하는 것을 확인할 수 있고, 특히, 산화된 알루미늄(AlO , Al_2O_3)이 존재하는 것을 확인할 수 있다. 반면, 상기 공정을 거친 알루미늄 드로스 시료에는 알루미늄 금속 상은 존재하지 않는 것을 확인할 수 있다. 이것은 상기와 같은 반응 조건에서 알루미늄 드로스가 환원되지 않았음을 의미하고, 따라서, 환원되지 않은 산화된 알루미늄이 알루미늄 드로스 내에 계속 존재함으로써 인해, 상기 조건에서 용융되지 않았음을 확인할 수 있다. 즉, 알루미늄 드로스가 환원 및 용융되지 않았으며, 이로부터 알루미늄 잉곳을 제조할 수 없음을 의미한다.
- [0059] 즉, 질소 가스 분위기의 1200 ℃의 온도 조건에서는 알루미늄 드로스가 환원되지 않음을 확인할 수 있고, 이로부터 알루미늄 잉곳을 제조할 수 없음을 확인할 수 있다. 따라서, 상기 도 3에서 확인한 바와 같이, 알루미늄 드로스는 본 발명의 공정 조건인 메탄올 증기 분위기에서 1200 ℃ 이상의 온도로 환원 및 용융됨을 확인할 수 있다.
- [0060] 따라서, 상기 도 2 내지 도 5를 함께 참조하면, 메탄올 증기를 포함하지 않는 환원 분위기에서는 1200 ℃의 온도로 알루미늄 드로스를 환원시킬 수 없고, 이로부터 알루미늄을 회수할 수 없음을 확인할 수 있으며, 메탄올 증기 하의 1200 ℃ 미만의 온도에서는 알루미늄 드로스가 환원되지 않아 산화된 알루미늄 상들이 계속 존재함을 확인할 수 있다. 반면, 본 발명에 따르면, 메탄올 증기를 포함하는 환원 분위기의 1200 ℃ 이상의 온도에서, 알루미늄 드로스를 완전히 환원할 수 있고, 용융시킬 수 있음을 확인할 수 있으며, 이로부터 알루미늄 잉곳을 제조할 수 있음을 확인할 수 있다. 즉, 알루미늄 드로스로부터 우수한 효율로 알루미늄 잉곳의 형태로 알루미늄을 회수할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0061] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 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

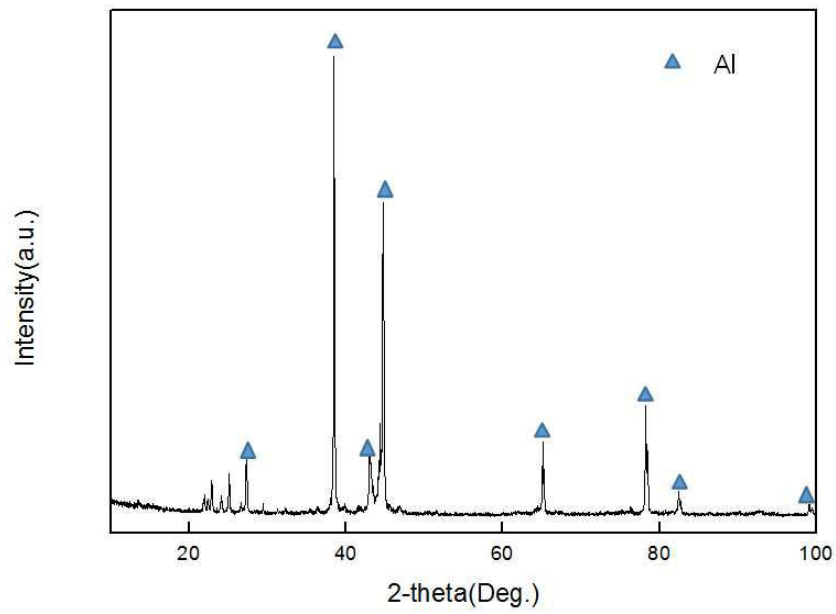
도면1



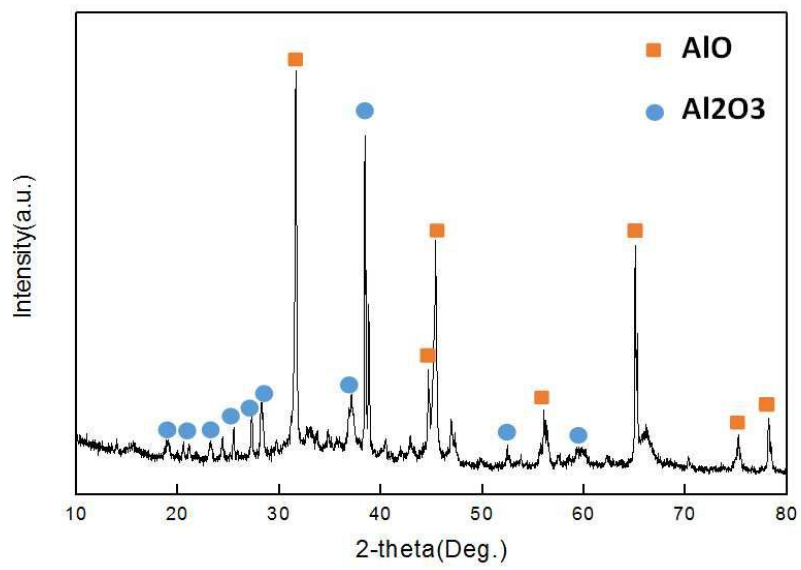
도면2



도면3



도면4



도면5

