(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0060110
(43) 공개일자 2019년06월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C25C 7/02 (2006.01) *C21C 7/06* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C25C 7/025 (2013.01)
C21C 7/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0157943
(22) 출원일자 2017년11월24일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
이종현
세종특별자치시 장군면 전원마을2길 64
권숙철
전라북도 군산시 축동로 10 동신아파트 101동 1202호
유병욱
충청북도 음성군 소이면 한불로 684
(74) 대리인
특허법인 플러스

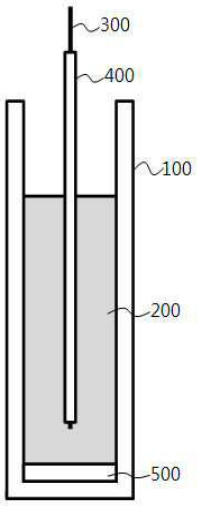
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **고체산화막을 이용한 산소 분리 전극의 고 내산화성 구조 및 시스템**

(57) 요 약

본 발명에 따른 산소 분리 전극구조체는 상면이 개방되고 내부 수용 공간을 갖는 산소 이온 전도성 고체산화막(SOM; solid oxide membrane); 상기 내부 수용 공간에 수용된 액체 금속; 상기 고체산화막의 개방된 상면을 통해 상기 내부 수용 공간으로 삽입되어 상기 액체 금속에 일 단이 장입된 전도성 봉; 상기 전도성 봉을 감싸는 절연성 세라믹 튜브; 및 상기 내부 수용 공간의 하부 바닥면에 위치하는 절연성 세라믹 플레이트;를 포함한다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10063427
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국산업기술평가관리원
연구사업명	산업소재핵심기술개발사업
연구과제명	제조원가 절감을 위한 희소금속 생산용 친환경 고체 산화물 멤브레인(SOM) 제련기술개발
기 여 율	1/1
주관기관	충남대학교산학협력단
연구기간	2016.07.01 ~ 2020.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

상면이 개방되고 내부 수용 공간을 갖는 산소 이온 전도성 고체산화막(SOM; solid oxide membrane);

상기 내부 수용 공간에 수용된 액체 금속;

상기 고체산화막의 개방된 상면을 통해 상기 내부 수용 공간으로 삽입되어 상기 액체 금속에 일 단이 장입된 전도성 봉;

상기 전도성 봉을 감싸는 절연성 세라믹 튜브; 및

상기 내부 수용 공간의 하부 바닥면에 위치하는 절연성 세라믹 플레이트;

를 포함하는 산소 분리 전극구조체.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 절연성 세라믹 튜브의 내경은 상기 전도성 봉의 직경보다 큰 산소 분리 전극구조체.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 절연성 세라믹 튜브의 내경은 하기 관계식 1을 만족하는 산소 분리 전극구조체.

(관계식 1)

$$D_{wire} < D_{tube} \leq 3D_{wire}$$

(관계식 1에서, D_{wire}는 전도성 봉의 직경이며, D_{tube}는 절연성 세라믹 튜브의 내경이다)

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 세라믹 플레이트는 적어도 상기 바닥면을 모두 덮는 산소 분리 전극구조체.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 고체산화막은 상면이 개방되고 상하 방향으로 연장된 통 형상인 산소 분리 전극구조체.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 절연성 세라믹 튜브 및 절연성 세라믹 플레이트는 각각 산소 비투과 내열 세라믹인 산소 분리 전극구조체.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 절연성 세라믹 튜브 및 절연성 세라믹 플레이트는 각각 산소 투과도가 1 $cm^3 m^{-2}(24hr)^{-1}$ 이하인 산소 분리 전극구조체.

청구항 8

제 1항 내지 제 7항 중 어느 한 항에 따른 산소 분리 전극구조체를 양극으로 이용하는 전해 제련 공정.

청구항 9

제 1항 내지 제 7항 중 어느 한 항에 따른 산소 분리 전극구조체를 양극으로 이용하는 탈산 공정.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 고체산화막을 이용한 산소 분리 전극구조체에 관한 것으로, 상세하게, 고 내산화성을 갖는 산소 분리 전극구조체에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 금속의 전해 제련시 통상적으로 탄소 양극(anode)이 사용되고 있다. 그러나, 이러한 탄소 양극은 탄소의 소모에 의한 CO_2와 같은 온실 가스의 발생, 탄소 분진, 탄소 양극과의 반응에 의한 금속의 순도 저하 및 누출 전류 발생에 의한 에너지 효율 저하 등의 문제점이 존재한다.

[0003] 이러한 문제점을 해결하고자, 산소 이온 전도성 고체산화막(SOM)을 이용한 소위 SOM 기반 양극(anode) 구조가 제안된 바 있으나, 산소에 의한 부식(산화)이 발생하여 전극 수명이 짧고 효율 또한 감소하는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 2014-0072741

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 산소에 의한 산화가 방지되어, 장기간의 수명 및 증대된 효율을 을 갖는 산소 분리 전극구조체를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명에 따른 산소 분리 전극구조체는 상면이 개방되고 내부 수용 공간을 갖는 산소 이온 전도성 고체산화막(SOM; solid oxide membrane); 상기 내부 수용 공간에 수용된 액체 금속; 상기 고체산화막의 개방된 상면을 통해 상기 내부 수용 공간으로 삽입되어 상기 액체 금속에 일 단이 장입된 전도성 봉; 상기 전도성 봉을 감싸는 절연성 세라믹 튜브; 및 상기 내부 수용 공간의 하부 바닥면에 위치하는 절연성 세라믹 플레이트;를 포함한다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 산소 분리 전극구조체에 있어, 상기 절연성 세라믹 튜브의 내경은 상기 전도성 봉의 직경보다 클 수 있다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 산소 분리 전극구조체에 있어, 상기 절연성 세라믹 튜브의 내경은 하기 관계식 1을 만족할 수 있다.

[0009] (관계식 1)

[0010] $D_{wire} < D_{tube} \leq 3D_{wire}$

[0011] 관계식 1에서, D_{wire}는 전도성 봉의 직경이며, D_{tube}는 절연성 세라믹 튜브의 내경이다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 산소 분리 전극구조체에 있어, 상기 세라믹 플레이트는 적어도 상기 바닥면을 모두 덮을 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 산소 분리 전극구조체에 있어, 고체산화막은 상면이 개방되고 상하 방향으로 연장된 통 형상일 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 산소 분리 전극구조체에 있어, 상기 절연성 세라믹 튜브 및 절연성 세라믹 플레이트는 각각 산소 비투과 내열 세라믹일 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 산소 분리 전극구조체에 있어, 상기 절연성 세라믹 튜브 및 절연성 세라믹 플레이트는 각각 산소 투과도가 1 $cm^3 m^{-2}(24hr)^{-1}$ 이하일 수 있다.

[0016] 본 발명은 상술한 산소 분리 전극구조체를 양극(anode)으로 이용하는 전해 제련 공정을 포함한다.

[0017] 본 발명은 상술한 산소 분리 전극구조체를 양극(anode)으로 이용하는 탈산 공정을 포함한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 구조체는 액체 금속에 전류를 인가하는 전도성 봉이 절연성 세라믹 튜브에 의해 보호됨과 동시에, 액체 금속이 세라믹 튜브와 전도성 봉 사이로 스며든 구조를 가져 안정적이고 균일한 전류 인가가 가능한 장점이 있다.

[0019] 이와 함께, 고체산화막의 하부 바닥면에 절연성 세라믹 플레이트가 위치하여, 고체산화막 하부 바닥면을 통해 산소가 유입되는 것을 원천적으로 차단함으로써, 세라믹 튜브와 전도성 봉 사이의 갭에 의해 전도성 봉이 산소로부터 부식되는 것을 효과적으로 방지할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 산소 분리 전극구조체의 단면을 도시한 일 단면도이며,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 산소 분리 전극구조체에서 절연성 세라믹 튜브 및 전도성 봉 부분을 상세 도시한 단면도이며,

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 산소 분리 전극 구조체에서 점선으로 도시된 영역인 절연성 세라믹 튜브 및 전도성 봉의 일 단 영역을 상세 도시한 단면도이며,

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 산소 분리 전극구조체의 단면을 도시한 다른 일 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 산소 분리 전극구조체를 상세히 설명한다. 다음에 소개되는 도면들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 제시되는 도면들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있으며, 이하 제시되는 도면들은 본 발명의 사상을 명확히 하기 위해 과장되어 도시될 수 있다. 이때, 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다.

[0022] 본 발명에 따른 산소 분리 전극구조체는 상면이 개방되고 내부 수용 공간을 갖는 산소 이온 전도성 고체산화막(SOM; solid oxide membrane); 상기 내부 수용 공간에 수용된 액체 금속; 상기 고체산화막의 개방된 상면을 통해 상기 내부 수용 공간으로 삽입되어 상기 액체 금속에 일 단이 장입된 전도성 봉; 상기 전도성 봉을 감싸는 절연성 세라믹 튜브; 및 상기 내부 수용 공간의 하부 바닥면에 위치하는 절연성 세라믹 플레이트;를 포함한다. 이때, 고체산화막은 고체산화물 멤브레인(막)으로 통칭될 수 있음은 물론이며, 전도성 봉은 로드 또는 와이어 형태의 전기전도성 부재를 포함함은 물론이다.

[0023] 본 발명에 따른 산소 분리 전극구조체는 액체 금속이 산소 이온 전도성 고체산화막 내부에 수용되는 구조를 가짐에 따라, CO_2와 같은 유해한 가스가 발생하지 않으며, 폭발 가능성이 높고 취급이 용이하지 않은 수소 가스의 사용을 배제할 수 있으며, 전해 정련 또는 탈산 공정을 통해 고순도의 금속을 제조할 수 있으며, 역반응 및 누설 전류의 발생을 원천적으로 차단할 수 있는 장점이 있다.

[0024] 또한, 본 발명에 따른 산소 분리 전극구조체는 액체 금속과 전기적으로 연결된 집전체인 전도성 봉이 절연성 세

라믹 튜브로 감싸여 보호됨에 따라, 전도성 봉이 산소로부터 보호되어, 내산화성을 향상시킬 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명에 따른 산소 분리 전극구조체는 고체산화막의 하부 바닥면에 절연성 세라믹 플레이트가 위치하여, 고체산화막 하부 바닥면을 통해 산소가 유입되는 것을 원천적으로 차단함으로써, 절연성 세라믹 튜브로 보호되지 못하는 전도성 봉의 일 단부 영역, 즉, 액체 금속과 접촉하는 전도성 봉의 일 단부 영역 또한, 산소로부터 보호되어, 전극 구조체의 수명을 증가시키며 전류 효율을 증대시키는 장점이 있다.

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 구조체의 단면을 도시한 일 단면도이다. 도 1에 도시한 일 예와 같이, 전극 구조체는 상면이 개방되고 내부 수용 공간을 갖는 용기 형상의 산소 이온 전도성 고체산화막(100), 고체산화막(100)의 내부 소용 공간에 수용된 액체 금속(200), 고체산화막(100)의 개방된 상면을 통해 삽입되어 일 단이 액체 금속(200) 내에 위치하는 전도성 봉(300), 전도성 봉을 감싸는 절연성 세라믹 튜브(400) 및 고체산화막의 하부 바닥면에 위치하는 절연성 세라믹 플레이트(500)를 포함할 수 있다.

[0027] 고체산화막(100)을 이루는 산소 이온 전도성 고체산화물은 금속의 전해 정련 또는 탈산 공정의 공정온도에서 열적 및 화학적으로 안정하며 산소 이온을 전도할 수 있는 산소 이온 전도성 고체산화물이면 무방하다. 대표적인 일 예로, YSZ(yttria-stabilized zirconia)계, 세리아계, 비스무스 산화물계, 란타늄칼레이트계등의 산소 이온 전도성 고체산화물을 들 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0028] 고체산화막(100)은 상면이 개방되고 상하 방향으로 연장된 통 형상일 수 있다. 고체산화막(100)은 연장된 방향을 길이 방향으로 하고, 길이 방향에 수직인 방향을 폭 방향으로 하여, 폭 방향의 단면이, 삼각, 사각, 오각, 육각등의 다각형, 원형 또는 타원형일 수 있다. 고체산화막(100)의 바닥면은 폭 방향의 단면에 대응되는 형상의 평면 또는 오목하게 곡률진 곡면일 수 있다.

[0029] 액체 금속(200)은 용융 금속을 포함할 수 있다. 이때, 용융 금속은 전극구조체가 양극(anode)으로 사용되는 공정의 공정온도(구체적인 일 예로, 800 내지 1500℃)에서 용융 상태인 금속을 의미할 수 있으며, 상온 기준 응고된 금속(고상 금속)의 의미를 포함함은 물론이다. 액체 금속은 전기 및 열 전도도가 우수하고, 공정온도에서 용융되며, 산소에 대해 안정한 금속이면 사용 가능하다. 구체적인 일 예로, 액체 금속은 은일 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0030] 본 발명에 따른 전극 구조체는 전도성 봉(300)이 산소로부터 안정적으로 보호됨에 따라, 전도성 봉(300, 전기전도성 봉)은 전해정련 또는 탈산 공정을 포함하는 공정온도에서, 일 예로, 800 내지 1500℃에서 안정적으로 고상을 유지하며 전기전도도가 우수한 금속이면 사용 가능하다. 구체적이며 비한정적인 일 예로, 전도성 봉(300)은 탄탈륨(Ta)일 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 전도성 봉(300)은 그 단면이 원, 타원 또는 삼각, 사각, 오각, 육각등의 다각형일 수 있으나, 본 발명이 전도성 봉(300)의 형상에 의해 한정될 수 없음은 물론이다.

[0031] 전도성 봉(300)을 감싸는 절연성 세라믹 튜브(400)는 산소로부터 전도성 봉(300)을 보호하는 역할을 수행할 수 있다. 유리하게, 절연성 세라믹 튜브(400)에 의해 전도성 봉(300)이 산소로부터 보호됨과 동시에, 전도성 봉(300)을 통해 액체 금속(200)으로 원활히 전류가 인가되기 위해서, 비전도성 세라믹 튜브의 내경은 상기 전도성 봉의 직경보다 큰 것이 좋다.

[0032] 구체적으로, 도 2는 전도성 봉(300) 및 전도성 봉(300)을 감싸는 절연성 세라믹 튜브(400)의 단면(튜브 단축 단면)을 도시한 도면으로, 도 2에서 d_{tube}는 절연성 세라믹 튜브(400)의 내경을 의미하며, d_{wire}는 전도성 봉(300)의 직경을 의미한다.

[0033] 절연성 세라믹 튜브(400)가 전도성 봉(300)과 빈 공간 없이 밀착되어 전도성 봉을 감싸는 경우, 전도성 봉(300)의 일 단부 만이 액체 금속(200)과 접하게 되어, 전극 구조체의 내부 저항이 매우 커지는 문제점과 함께, 액체 금속(200)에 균일한 전류가 인가되지 못하는 문제점이 발생할 수 있다.

[0034] 도 2에 도시한 일 예와 같이, 비전도성 세라믹 튜브의 내경(d_{tube})이 전도성 봉의 직경(d_{wire})보다 큼에 따라, 절연성 세라믹 튜브(400)의 내측 면과 전도성 봉(300)간 갭(gap)이 형성되고, 액체 금속(200)이 갭을 채움으로써 이러한 문제점을 해결할 수 있으며, 전도성 봉으로 인가되는 전류가 안정적이며 균일하게 액체 금속(200)으로 인가될 수 있다.

[0035] 유리하게, 비전도성 세라믹 튜브의 내경은 하기 관계식 1을 만족할 수 있으며, 보다 유리하게 관계식 1-1을 만족할 수 있다.

[0036] (관계식 1)

[0037] $D_{wire} < D_{tube} \leq 3D_{wire}$

[0038] (관계식 1-1)

[0039] $1.2D_{wire} \leq D_{tube} \leq 2D_{wire}$

[0040] 관계식 1 및 1-1에서, D_{wire}는 전도성 봉의 직경이며, D_{tube}는 비전도성 세라믹 튜브의 내경이다.

[0041] 관계식 1, 유리하게는 관계식 1-1의 크기는 액체 금속과 전도성 봉 간 안정적으로 물리적(및 전기적) 접촉이 이루어지며 전도성 봉을 통해 액체 금속 전 영역에 균일하게 전류가 인가될 수 있으면서도 최소화된 갭의 크기, 즉, 최소한의 열린 공간의 크기를 가져, 절연성 세라믹 플레이트(500)에 의해 전도성 튜브의 일단을 통한 산소의 유입이 방지될 수 있는 크기이다. 이때, 전극구조체가 양극으로 이용되는 공정, 구체적으로, 전해 정련 공정이나 탈산 공정등의 공정 스케일에 따라 전도성 봉의 직경이 적절히 조절될 수 있음은 물론이다. 일 예로, 전도성 봉의 직경은 수 미리미터 오더 내지 수십 미리미터의 오더, 구체적으로 1㎜ 내지 99㎜일 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 전도성 봉을 감싸는 절연성 세라믹 튜브는 그 단면이, 전도성 봉과 독립적으로, 원, 타원 또는 삼각, 사각, 오각, 육각등의 다각형일 수 있으며, 절연성 세라믹 튜브 또는 전도성 봉의 단면이 원이 아닌 경우, 관계식 1 또는 관계식 1-1의 직경(내경)은 동일 면적을 원으로 환산했을 때 산출되는 환산 직경(또는 내경)일 수 있음은 물론이다.

[0042] 또한, 도 3에 도시한 일 예와 같이, 전도성 봉(300)와 절연성 세라믹 튜브(400)간 갭(gap)이 존재하여, 액체 금속(200)이 절연성 세라믹 튜브 내부에도 존재함에 따라, 전도성 봉(300)의 일 단이 절연성 세라믹 튜브(400)의 일 단에 위치하거나(도 3(a)), 전도성 봉(300)의 일 단이 절연성 세라믹 튜브(400)의 일 단 외부에 위치(도 3(b))할 수 있을 뿐만 아니라, 도 3(c)에 도시한 일 예와 같이, 전도성 봉(300)의 일 단이 절연성 세라믹 튜브(400) 내부에 위치할 수도 있다.

[0043] 절연성 세라믹 플레이트(500)는 전도성 봉(300), 특히 상술한 바와 같이, 갭에 의해 절연성 세라믹 튜브(400)의 일 단을 통해 액체 금속이 튜브 내부로 유입되는 구조에서 전도성 봉(300)를 산소로부터 안정적으로 보호하는 역할을 수행할 수 있다.

[0044] 상세하게, 절연성 세라믹 플레이트(500)는 고체산화막의 하부 바닥면에 접하여 위치하여, 하부 바닥면을 통해 산소가 전도되어 유입되는 것을 원천적으로 차단할 수 있다. 이러한 산소 유입의 원천적 차단에 의해, 갭이 존재하는 절연성 세라믹 튜브의 일 단을 통해 산소가 유입되는 것을 효과적으로 방지할 수 있다. 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 전극구조체는 전도성 봉이 액체 금속에 안정적으로 전류를 인가하면서도 전도성 봉의 측면 방향은 절연성 세라믹 튜브에 의해, 길이 방향은 절연성 세라믹 플레이트에 의해 산화가 방지될 수 있어, 전도성 봉이 향상된 수명을 가지며 장기간 안정적으로 액체 금속에 균일한 전류를 인가할 수 있다.

[0045] 유리하게, 전도성 봉(200)를 보다 안정적으로 보호하기 위해, 절연성 세라믹 플레이트(500)는 적어도 고체산화막(100)의 바닥면을 모두 덮을 수 있다. 나아가, 필요시, 절연성 세라믹 플레이트(500)는 바닥면을 모두 덮으며 바닥면과 인접한 측면 또한 덮을 수 있다. 이를 통해, 고체산화막(100)의 바닥면을 포함하며 바닥면과 인접한 측면을 통한 산소의 유입이 원천적으로 차단될 수 있다.

[0046] 상술한 바와 같이, 고체산화막(100)의 바닥면은 폭 방향의 단면에 대응되는 형상의 평면 또는 오목하게 곡률진 곡면일 수 있다. 바닥면이 곡면인 경우, 절연성 세라믹 플레이트(500)의 바닥면과 접촉하는면은 바닥면의 형상에 대응되는 형상을 가져 바닥면에 밀착될 수 있음은 물론이다.

[0047] 절연성 세라믹 튜브 및 절연성 세라믹 플레이트는 각각 산소 비투과 내열 세라믹이면 무방하다. 구체적으로, 내열 세라믹은 전해정련 또는 탈산 공정을 포함하는 공정온도에서, 일 예로, 800 내지 1500℃에서 안정적으로 고상을 유지하는 세라믹을 의미할 수 있으며, 산소 비투과는 산소 투과도가 1 $cm^3 m^{-2} (24hr)^{-1}$ 이하를 의미할 수 있다.

[0048] 달리 상술하면, 절연성 세라믹 튜브 및 절연성 세라믹 플레이트는 각각 산소 투과도가 1 $cm^3 m^{-2} (24hr)^{-1}$ 이하일 수 있으며, 이러한 산소 비투과 특성에 의해 전도성 봉을 산소로부터 보다 효과적으로 보호할 수 있다.

[0049] 구체적이며 비 한정적인 산소 비투과 내열 세라믹의 일 예로, 알루미나, 뮬라이트등을 들 수 있으나, 본 발명이

산소 비투과 내열 세라믹의 구체 물질에 의해 한정될 수 없음은 물론이다.

[0050] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전극구조체의 다른 일 단면도를 도시한 예로, 도 4에 도시한 바와 같이, 고체산화막(100)의 개방된 상면과 결합되며, 산소를 포함하는 가스가 배출되는 가스 배출구(601) 및 전도성 봉이 삽입된 절연성 세라믹 튜브가 관통되는 관통홀을 포함하는 상부 캡(600)을 더 포함할 수 있음은 물론이다.

[0051] 본 발명은 상술한 전극구조체를 양극(anode)으로 이용하는 전해 제련 공정을 포함한다.

[0052] 본 발명은 상술한 전극구조체를 양극으로 이용하는 탈산 공정을 포함한다.

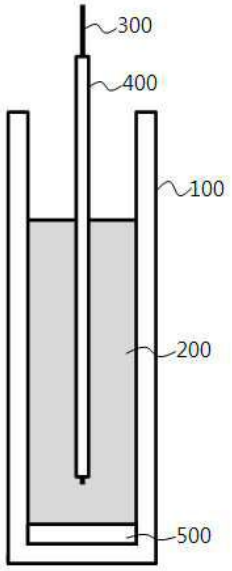
[0053] 상술한 전극구조체를 양극으로 이용하는 공정에서, 전극 구조체의 고체산화막의 적어도 일부는 용융염에 장입될 수 있으며, 양극의 상대전극인 캐소드 또한 용융염에 장입될 수 있다. 이때, 용융염은 탈산 또는 전해 제련 대상인 대상물질을 더 포함할 수 있음은 물론이다.

[0054] 이상과 같이 본 발명에서는 특정된 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

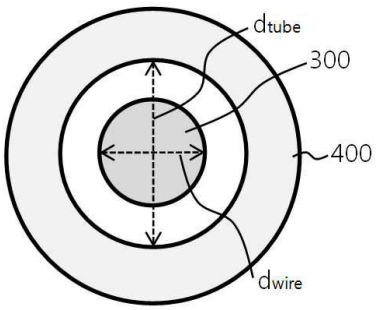
[0055] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

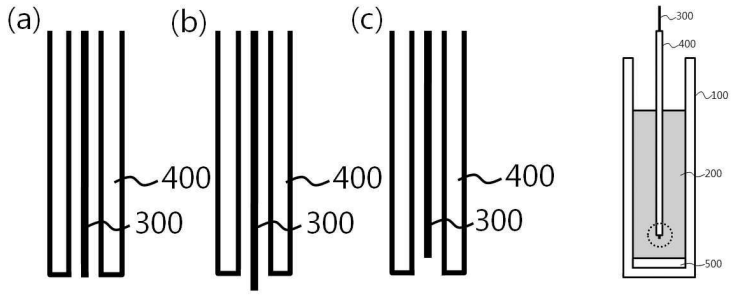
도면1



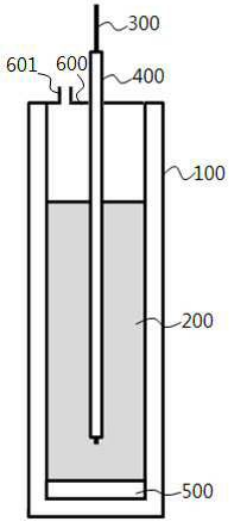
도면2



도면3


(a)
(b)
(c)
400
300
400
300
400
300
300
400
100
200
500

도면4


300
601
600
400
100
200
500