



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년05월10일
(11) 등록번호 10-1619673
(24) 등록일자 2016년05월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/0224 (2006.01) H01L 31/04 (2014.01)
(21) 출원번호 10-2014-0188292
(22) 출원일자 2014년12월24일
심사청구일자 2014년12월24일
(56) 선행기술조사문헌
JP2001279486 A*
W02012060208 A1*
JP2005302499 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
현대자동차주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
정경진
서울특별시 강남구 삼성로 649, 상아아파트 3동 510호
이영준
대전광역시 유성구 어은로 57, 한빛아파트 126동 1007호
이중현
대전광역시 유성구 엑스포로 123번길 46-15, 스마트시티 202동 703호
(74) 대리인
한라특허법인(유한)

전체 청구항 수 : 총 7 항

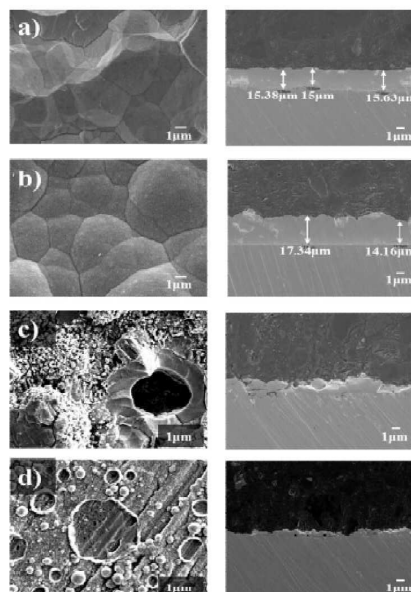
심사관 : 고재현

(54) 발명의 명칭 저온 용융염 전기도금 기법을 이용한 염료감응형 태양전지용 고내식성 탄탈륨-은 복합 전극 제조방법

(57) 요약

본 발명은, (a) 저온의 용융온도를 가지는 용융염을 제조하는 단계; (b) 내식성 금속을 양극에 배치하는 단계; (c) 모재를 음극에 배치하는 단계; (d) 상기 내식성 금속과 모재를 상기 용융염 내에 장입하는 단계; 및 (e) 상기 모재에 전류밀도를 인가하여 모재에 상기 내식성 금속을 전착하는 단계를 포함하고, 상기 내식성 금속은 탄탈 (뒷면에 계속)

대표도 - 도8



롭이고, 상기 모재는 은 기관인 탄탈륨-은 복합 전극 구조재 제조방법에 관한 것이다.

본 발명에 따르면 탄탈륨-은 복합 전극 구조재는 전기도금 기법을 이용하여 균일하고 치밀한 높은 내식성 및 전도도를 갖는 탄탈륨 코팅 피막을 형성하여, 기존의 염료감응형 태양전지용 은 전극에 비해 높은 내식성 및 전도도를 갖는 탄탈륨-은 복합 전극을 제조할 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면 기존의 탄소나노튜브를 기반으로 한 염료감응형 태양전지의 전해질 오염 및 접착력 약화 문제를 해결할 수 있다. 아울러, 본 발명에 따르면 기존의 그리드 전극의 부식 문제를 해결하는 유리 프린트를 이용한 방법보다, 얇고 유연한 높은 내식성 및 전도도를 갖는 탄탈륨 코팅 피막을 형성함으로써 콤팩트(compact)하고 플렉서블(flexible)한 복합 전극 구조재의 생산이 가능하다는 효과가 있다.

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 380 내지 450 °C 의 용융온도를 가지는 용융염을 제조하는 단계;
 (b) 내식성 금속을 양극에 배치하는 단계;
 (c) 모재를 음극에 배치하는 단계;
 (d) 상기 내식성 금속과 모재를 상기 용융염 내에 장입하는 단계; 및
 (e) 상기 모재에 전류밀도를 인가하여 모재에 상기 내식성 금속을 전착하는 단계를 포함하고,
 상기 내식성 금속은 탄탈륨이고, 상기 모재는 은 전극을 포함하는 기관이며,
 상기 용융염은 60 mol% LiCl, 10 mol% SrCl₂, 및 30 mol% CsCl 을 포함하는 LiCl-SrCl₂-CsCl 전해질을 포함하는 탄탈륨-은 복합 전극 제조방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 탄탈륨의 이온농도 유지를 위해 상기 용융염 내에 TaF₅ 를 첨가하는 탄탈륨-은 복합 전극 제조방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 TaF₅ 는 1 내지 2 mol% 로 첨가하는 탄탈륨-은 복합 전극 제조방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 (e) 단계는 400 내지 450°C에서 수행되는 탄탈륨-은 복합 전극 제조방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 (e) 단계는 산소와 수분이 제어되는 아르곤 분위기에서 수행되는 탄탈륨-은 복합 전극 제조방법.

청구항 9

제1항, 제4항, 제5항, 제7항, 및 제8항 중 어느 한 항에 따른 방법에 의해 제조되는 탄탈륨-은 복합 전극.

청구항 10

제9항에 있어서, 염료감응형 태양전지용 탄탈륨-은 복합 전극.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 저온 용융염 전기도금 기법을 이용한 고 내식성 탄탈륨-은 복합 전극 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 염료감응형 태양전지(DSSC)는 반투명성의 특징과 태양광 조도량에 상대적으로 덜 민감한 특성 때문에 차량 내/외관에 장착 시 보조전원 시스템으로서 우수한 발전 특성을 나타낼 수 있지만, 태양전지 제조 시 사용되는 액체 전해질 내의 요오드성분에 의한 전극 부식 등의 문제로 내구성이 떨어지는 단점은 인해 상용화에 걸림돌이 되고 있었다.

[0003] 탄소나노튜브(CNT)를 기반으로 한 염료감응형 태양전지 전극은 미국공개특허 2013-0240027, 한국등록특허 1195761, 및 한국등록특허 1224845에 기재되어 있으며, 한국의 (주)상보와 중국의 Fudan Univ. 등에서 연구가 진행 중에 있다. 하지만, 전극의 부식으로 인한 안전성 문제를 해결하였지만, 탄소나노튜브의 이용은 기계적 특성(강도) 및 약한 접착력으로 인해 전해질 오염문제를 야기 시키는 문제점이 있었다.

[0004] 한편, 유리 프릿(Glass frit) 코팅 기법을 이용한 염료감응형 태양전지 전극은 한국등록특허 1130614 및 미국등록특허 08525155에 기재되어 있으며, KAERI 및 (주)엠브로에서 연구가 진행 중에 있다. 그러나, 유리 프릿 코팅 기법은 에너지변환 효율 감소, 40 μm 이상의 두께, 및 유연성 부족으로 인해 flexible 산업에 적용이 어렵다는 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 1. 미국공개특허 2013-0240027
(특허문헌 0002) 2. 한국등록특허 1195761
(특허문헌 0003) 3. 한국등록특허 1224845
(특허문헌 0004) 4. 한국등록특허 1130614
(특허문헌 0005) 5. 미국등록특허 08525155

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 고온에 취약한 염료감응형 태양전지의 전극 구조체인 유리 기판에 영향이 없는 저온의 용융온도를 가지는 용융염을 이용하여 높은 내식성 및 전도도 특성을 갖는 탄탈륨 코팅 층을 균일하게 형성할 수 있는 방법을 통해 은 그리드의 부식문제를 해결 하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 측면에 따른 탄탈륨-은 복합 전극 제조방법은, (a) 저온의 용융온도를 가지는 용융염을 제조하는 단계; (b) 내식성 금속을 양극에 배치하는 단계; (c) 모재를 음극에 배치하는 단계; (d) 상기 내식성 금속과 모재를 상기 용융염 내에 장입하는 단계; 및 (e) 상기 모재에 전류밀도를 인가하여 모재에 상기 내식성 금속을 전착하는 단계를 포함하고, 상기 내식성 금속은 탄탈륨이고, 상기 모재는 은 기판인 탄탈륨-은 복합 전극 제조방법을 제공한다.

[0008] 그리고, 상기 저온의 용융온도를 가지는 용융염은 $\text{LiCl-SrCl}_2\text{-CsCl}$ 전해질을 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 $\text{LiCl-SrCl}_2\text{-CsCl}$ 전해질은 60mol% LiCl , 10mol% SrCl_2 , 및 30mol% CsCl 을 포함하는 조성일 수 있다.

[0010] 그리고, 상기 탄탈륨의 이온농도 유지를 위해 상기 용융염 내에 TaF_5 를 첨가할 수 있다.

- [0011] 아울러, 상기 TaF_5 는 1 내지 2 mol% 로 첨가할 수 있고, 상기 저온의 용융온도는 380 내지 450 °C 일 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 (e) 단계는 400 내지 450°C에서 수행될 수 있고, 상기 (e) 단계는 산소와 수분이 제어되는 아르곤 분위기에서 수행될 수 있다.
- [0013] 본 발명의 다른 측면에 따른 탄탈륨-은 복합 전극은, 상기 방법에 의해 제조될 수 있다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명에 따르면 전기도금 기법을 이용하여 균일하고 치밀한 높은 내식성 및 전도도를 갖는 탄탈륨 코팅 피막을 형성하여, 기존의 염료감응형 태양전지용 은 전극에 비해 높은 내식성 및 전도도를 갖는 탄탈륨-은 복합 전극을 제조할 수 있다.
- [0015] 또한, 본 발명에 따르면 기존의 탄소나노튜브를 기반으로 한 염료감응형 태양전지의 전해질 오염 및 접착력 약화 문제를 해결할 수 있다.
- [0016] 아울러, 본 발명에 따르면 기존의 은 그리드 전극의 부식 문제를 해결하는 유리 프린트를 이용한 방법보다, 얇고 유연한 높은 내식성 및 전도도를 갖는 탄탈륨 코팅 피막을 형성함으로써 콤팩트(compact)하고 플렉서블(flexible)한 복합 전극 구조체의 생산이 가능하다는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 작업 전극과 상대전극의 채워 및 구성을 설명하기 위한 사진이다.
- 도 2는 저온의 용융염 전해질($LiCl-SrCl_2-CsCl$) 제조를 위한 삼원계 상태를 나타낸 것이다.
- 도 3은 저온 용융염 전기도금 장치의 구성도이다.
- 도 4는 Ta의 전기화학적 환원 거동의 확인을 위해 $LiCl-CsCl-SrCl_2$ 용융염, 및 $LiCl-CsCl-SrCl_2-TaF_5$ 용융염에 대한 순환전압전류법(Cyclic Voltammetry, CV)을 이용한 분석 결과를 나타낸 그래프이다.
- 도 5는 코팅 피막 형성 공정 시 조건 설정을 위한 정전류 (Chronopotentiometry) 실험 분석 결과를 설명한 그래프이다.
- 도 6은 저온 용융염 전기도금 실시 후 코팅 피막을 SEM으로 분석한 사진이다.
- 도 7 및 도 8은 본 발명의 일 실시예, 인가전류 밀도에 따른 탄탈륨 코팅 피막의 표면과 단면 SEM 분석 사진으로, a)는 0.5 mol%의 TaF_5 농도에서 코팅한 시편의 사진이고, b)는 1mol%의 TaF_5 농도에서 코팅한 시편의 사진이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예, 저온 용융염 전기도금 시 작업전극과 상대전극에 인가되는 전위를 나타내는 그래프로, a)는 0.5 mol%의 TaF_5 농도이고, b)는 1mol%의 TaF_5 농도이다.
- 도 10에서 a)는 부식 가속 시험을 위한 autoclave 사진이고, b)는 부식시험에 사용된 시편의 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0019] 본 발명은, (a) 저온의 용융온도를 가지는 용융염을 제조하는 단계; (b) 내식성 금속을 양극에 배치하는 단계; (c) 모재를 음극에 배치하는 단계; (d) 상기 내식성 금속과 모재를 상기 용융염 내에 장입하는 단계; 및 (e) 상기 모재에 전류밀도를 인가하여 모재에 상기 내식성 금속을 전착하는 단계를 포함하고, 상기 내식성 금속은 탄탈륨이고, 상기 모재는 은 기관인 탄탈륨-은 복합 전극 제조방법을 제공한다.
- [0020] 또한, 본 발명의 다른 측면에 따르면 상기 방법에 의해 제조되는 탄탈륨-은 복합 전극이 제공된다.

- [0021] 이하 발명의 구체적인 구현예에 따른 탄탈륨-은 복합 전극 제조방법에 관하여 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0022] 본 발명의 일 측면에 따른 탄탈륨-은 복합 전극 제조방법은, (a) 저온의 용융온도를 가지는 용융염을 제조하는 단계; (b) 내식성 금속을 양극에 배치하는 단계; (c) 모재를 음극에 배치하는 단계; (d) 상기 내식성 금속과 모재를 상기 용융염 내에 장입하는 단계; 및 (e) 상기 모재에 전류밀도를 인가하여 모재에 상기 내식성 금속을 전착하는 단계를 포함하고, 상기 내식성 금속은 탄탈륨이고, 상기 모재는 은 기관이다.
- [0023] 본 발명은 저온 용융염 전기도금법(Lower-temperature molten salt electroplating)을 이용하여 탄탈륨 코팅 피막을 형성한다.
- [0024] 탄탈륨을 양극(희생양극)에 배치하고, 상기한 탄탈륨 코팅 피막이 형성되는 모재를 작업전극(음극)에 배치한다.
- [0025] 상기 음극과 상기 모재를 탄탈륨 와이어로 연결하며, 탄탈륨 와이어를 모재에 은 접착용재를 이용하여 소결함으로써 연결할 수 있다. 이처럼 탄탈륨 와이어를 은 접착용재와의 소결을 통해 모재를 배치하는 경우, 모재에 탄탈륨 코팅 피막을 전착 시 코팅 피막이 누락되는 부위가 없어진다.
- [0026] 상기와 같이 배치된 탄탈륨과 모재(base metal)를 서로 다른 염화물계 전해질로 이루어지는 용융염 내에 장입한 후 전류를 인가하여 도금을 수행한다.
- [0027] 상기 용융염은 소정 조성비를 갖는 염화리튬(LiCl), 염화세슘(CsCl), 및 염화스트론튬(SrCl₂)을 포함할 수 있으며, 저온의 액상으로 유지시키는데 소모되는 전력을 줄이고 확산속도를 높이기 위해 60mol% LiCl, 10mol% SrCl₂, 30mol% CsCl 조성의 전해질을 사용할 수 있다.
- [0028] 상기에서 탄탈륨의 이온농도 유지를 위해 상기 용융염 내에 TaF₅를 첨가할 수 있다. 상기 TaF₅는 1 내지 2 mol%로 첨가하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0029] 상기 범위 외의 TaF₅에서는 porous한 형태의 분말의 형태로 증착이 되기 때문에 바람직하지 않으며, 1 내지 2 mol% TaF₅ 첨가 시 금속상으로의 환원이 Ag 전극을 보호하기 위한 목적의 치밀한 금속막을 형성하는 것에 있어 바람직하다.
- [0030] 한편, 상기 용융염의 저온의 용융온도는 380 내지 450 °C 일 수 있다.
- [0031] 이는 염료감응태양전지 적용 시 유리기관의 안정성 유지를 위함이며, Ag전극을 보호하기 위한 목적의 치밀한 금속막을 형성하는데 있어서는 상기 온도범위 내에서 자유롭게 선택이 가능하다.
- [0032] 아울러, 상기 (e) 단계는 400 내지 450°C에서 수행될 수 있다.
- [0033] 그리고, 상기 (e) 단계는 산소와 수분이 제어되는 아르곤 분위기에서 수행될 수 있다.
- [0034] 바람직하게, Ag전극 위 형성하는 Ag전극 보호 목적의 내식성 금속은 지르코늄, 니오비움, 텅스텐일 수 있으며, 이때 인가되는 전류밀도는 각 금속에 산화/환원 전위 차이에 따른다. 이하에서는 모재에 탄탈륨과 텅스텐을 이용하여 코팅 피막을 형성하는 과정을 중심으로 설명한다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 작업 전극과 상대전극의 재원 및 구성을 설명하기 위한 사진이다. 도 1의 b)에 도시된 바와 같이, 양극에 전착 소재인 탄탈륨을 배치하고, 음극에 은 기관 모재를 배치한 후 도금을 수행할 수 있다.
- [0036] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 저온의 용융염 전해질(LiCl-TaF₅-SrCl₂) 제조를 위한 삼원계 상태를 나타낸 것이다. 도 2와 같이 저온의 용융염 조성을 찾으면, 찾아진 최적 조성비가 되도록 분말을 혼합하여 분말 내의 수분을 열처리를 통해 제거 후 아르곤 분위기가 형성된 글로브 박스에 장입 후 전기도금을 수행할 수 있다.
- [0037] 본 발명에 따르면, 상기에 따른 방법에 의해 제조되는 탄탈륨-은 복합 전극이 제공된다. 상기 탄탈륨-은 복합 전극은 염료감응형 태양전지용일 수 있다.

[0038] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다. 다만, 이들 실시예는 오로지 본 발명을 예시하기 위한 것으로서, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지는 않는다는 것이다

[0039] **제조예 (저온 용융염 전기도금 기법을 위한 전해질의 제조)**

[0040] 본 발명에 따른 저온 용융염 전기도금기법에 있어서, 용융염의 제작은 LiCl , CsCl , 및 SrCl_2 를 화학조성(60mol% LiCl - 10mol% SrCl_2 - 30mol% CsCl)이 되도록 칭량한 후 분말 내에 존재하는 수분의 제거를 위해 100 °C 온도로 24시간 열처리 후 결정수의 제거를 위해 350 °C 온도에서 다시 열처리를 실시하였다. 그 후, 열처리된 분말은 도 3과 같이 제작된 전기도금 장치에서 도 2의 상태도의 60mol% LiCl - 10 mol% SrCl_2 - 30 mol% CsCl 의 용융온도인 450°C에서 전해질 내의 Ta 이온농도의 유지를 위해 1mol% TaF_5 를 첨가하여 용융염을 제작하였다. 또한, 전착 시 도가니(cell)에 전극을 장입할 경우 염의 넘침을 방지하기 위해 도가니 부피의 70%의 용융염을 제작하였다.

[0041] **실시예**

[0042] 코팅 모재로는 도 1 a)와 같이 시판되는 은 시편을 실험에 맞게 가공(0.1t×1 W×2H)하였고 탄탈륨과 은 기관의 접착성과 코팅 두께의 균일성 향상을 위해 샌드페이퍼 #800으로 연마하였다. 또한, 전해질의 Ta 농도를 유지하기 위해 상대전극으로 탄탈륨 판을 희생양극으로 사용하였고 기준 전극은 백금(Pt)을 사용 하였다.

[0043] 본 발명에 따른 전기 도금 공정 전극 구성은 도 1 b)와 같으며, 모재의 산화피막의 발생을 억제하고, 장치의 부식을 막기 위해 아르곤(Ar) 분위기에서 전착을 실시하였다. 전착 온도는 TaF_5 의 상태를 액상으로 유지 시키고 전해질 내의 Ta 이온의 이동을 원활하게 하기 위해 450° C에서 실시하였다.

[0044] **시험예 1 (저온 용융염 (LiCl - CsCl - SrCl_2 - TaF_5)의 전기화학적 특성 분석)**

[0045] Ta의 전기화학적 환원 거동의 확인을 위해, Ta 이온이 존재하지 않는 LiCl - CsCl - SrCl_2 용융염과, TaF_5 가 0.5 mol% 와 1 mol% 첨가된 LiCl - CsCl - SrCl_2 - TaF_5 용융염에 대하여 순환전압전류법 (Cyclic Voltammetry, CV)을 실시하였다.

[0046] 작업전극은 W wire (99.95 %, 0.5 mm(0.2 inch))를 사용하였고 상대 전극은 W 플레이트를 사용하였다.

[0047] 실험 결과, 도 4 a)와 같이 Ta 이온이 없는 전해질의 경우 -2.1 V에서 전해질이 분해되는 것을 확인할 수 있었다. TaF_5 가 첨가된 도 4 b)의 경우, TaF_5 가 0.5 mol%와 1mol% 첨가된 용융염에서는 -0.12 V이하에서 Ta 이온이 환원되는 것을 확인 할 수 있었다.

[0048] 도 4의 -0.12 V의 전위에서는 Ta(V)에서 Ta(III)으로의 환원 반응을 따르며 -0.27 V의 전위에서는 Ta(III)에서 금속으로의 Ta로의 환원반응을 따른다는 것은 M.Mehmood et al, ("Electro-Deposition of Tantalum on Tungsten and Nickel in LiF - NaF - CaF_2 Melt Containing K_2TaF_7 -Electrochemical Study", Materials Transactions, 44(2), 259-267, 2003)에 기재된바 있다.

[0049] Ta/Ag 코팅 공정 시 조건 설정을 위해 도 5의 전압전류곡선 그래프를 위한 정전류 (Chrono-potentiometry)실험을 실시하였다. 실험결과 0.5 mol% TaF_5 의 경우 20 mA/cm^2 에서 농도분극이 급격히 증가한 반면, 1 mol% TaF_5 의 경우에는 140 mA/cm^2 이상의 인가전류 밀도에서도 매우 안정한 경향을 보였다. 이는 전착에 필요한 Ta 이온이 전해질 내에 충분히 존재함에 따른 것으로 판단된다.

[0050] 본 발명에서, 저온 용융염 전기도금 공정 시 TaF_5 1mol% 이상의 농도에서 코팅을 실시하는 것이 바람직하다.

[0051] **시험예 2 (저온 용융염 전기도금법을 이용한 탄탈륨 코팅 피막의 특성 분석)**

[0052] 본 발명에서, 저온 용융염 전기도금법을 이용하여 하기 표 1과 같이 서로 다른 인가전류밀도에 따른 탄탈륨 코팅 피막의 특성 분석을 실시하였다. 분석 결과, 도 6과 같이 EDS 분석 결과 순수한 탄탈륨 코팅 피막이 은 기관 위에 형성되어 있는 것이 확인되었다.

[0053] **[표 1]**

Current density (mA/cm ²)	Operation time (min)	Designed coating thickness (μm)
1	1091	15
10	109.1	15
20	54.5	15
40	27.2	15

[0054]

[0055] 또한, 도 7와 도 8에 각 전류 밀도에 따른 SEM 결과를 나타내었다. TaF_5 의 농도가 0.5 mol%인 경우(도 7) 모든 전류밀도에서 코팅 표면이 균일하지 못하며, 코팅 층의 두께 또한 $2.412\mu m \pm 0.237$ 으로 목표두께에 미치지 못했다. 이는 작업전극에 Ta이 금속으로 환원되는 -0.27 V의 전위가 형성되었지만 전해질 내의 낮은 Ta 이온 농도로 인해 이온 공급이 원활 하지 못해 불균일하고 다공질의 코팅 층이 형성된 것으로 판단된다.

[0056] 반면, TaF_5 의 농도가 1 mol%인 경우, 도 8 a)~b)와 같이 인가 전류밀도가 1 ~ 10mA/cm²에서 매우 균일하고 치밀한 Ta 코팅 층이 형성된 것을 확인할 수 있다. 이는 도 9 b)와 같이 음극에 인가되는 전위가 Ta이 환원되기 충분한 -0.26 ~ -0.39 V로 일정하게 유지되었으며 Ta 이온의 공급 또한 원활하기 때문으로 판단된다.

[0057] 그러나, 인가 전류가 20~40 mA/cm²의 경우에는 전류밀도가 높아 공정 시간이 짧지만 빠른 전착으로 인해 이온의 공급이 원활하지 않고, 특히 40mA/cm²의 경우에는 도10 b)와 같이 전극에 인가되는 전위가 일정치 못하여 불균일하고 다공질의 Ta 코팅피막이 형성된 것으로 판단된다.

[0058] **시험예 3 (Ta-Ag 코팅 피막의 부식 시험)**

[0059] 각 전류밀도에 대한 내식성을 시험하기 위해 도 10 a)의 Autoclave내(10 h, 150 ° C, 2 MPa, HI = 26.1, I₂=51.8, CH₃OH=22.0wt%)에서 도 10 b)와 같이 1 mol%

[0060] TaF_5 -1mA/cm² 조건에서 전착된 Ta/Ag, 순수 Ta, 그리고 순수 Ag 시편에 대하여 부식시험을 실시하였다. 부식 손실률의 계산은 아래의 수학적 식 1을 따른다.

수학적 식 1

$$mm/year = 87.6 \times [W/(D \times A \times T)]$$

[0061]

[0062] (W는 부식 전후의 무게 손실량(milligram), D는 샘플의 밀도(g/cm³), A는 샘플의 면적(cm²), T는 부식시험시간

(h)이다)

[0063] 부식시험 결과 하기 표 2와 같이 순수 Ag 시편의 경우 부식 손실률이 122 mm/year 로 염료감응형 태양전지 전극에 적용하기에 부적합 한 것을 알 수 있었다.

[0064] 반면, 본 발명에서 제조된 Ta/Ag 코팅 시편의 경우 0.0225 mm/ year로 순수 Ta 시편의 0.0112 mm/ year가 유사한 부식 저항성을 보였다.

[0065] [표 2]

Material	Weight of before corrosion test (g)	Weight of after corrosion test (g)	Corrosion rate (mm/year)
Ta/Ag	1.2249	1.2247	0.0225
Ta	1.5664	1.5663	0.0112
Ag	0.819	0.146	122.175

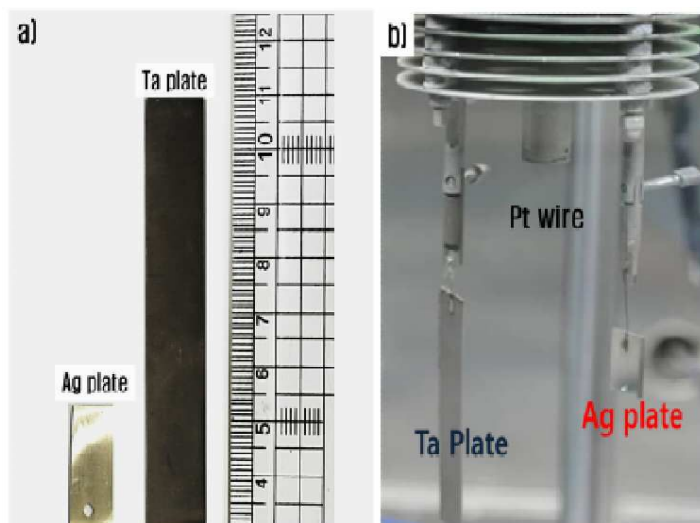
[0066]

[0067] 따라서, 용융염 전착 공정에 의해 제조된 탄탈륨-은 복합 전극은 염료감응형태양전지 전극에 사용되는 전해질(I^-/I_3^-)로 인한 은 그리드의 부식문제 해결을 통해 차세대 파노라마 루프의 양산화를 가능하게 할 수 있다.

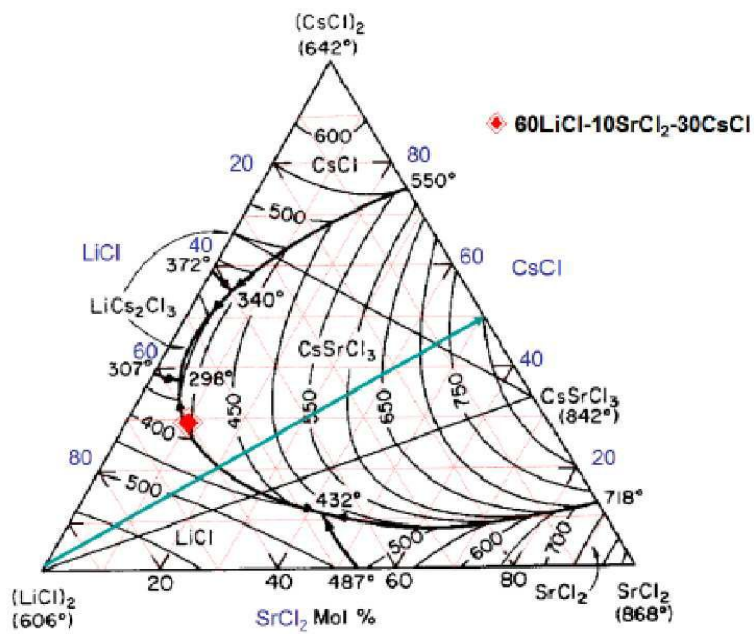
[0068] 이상으로 본 발명 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시 양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

도면

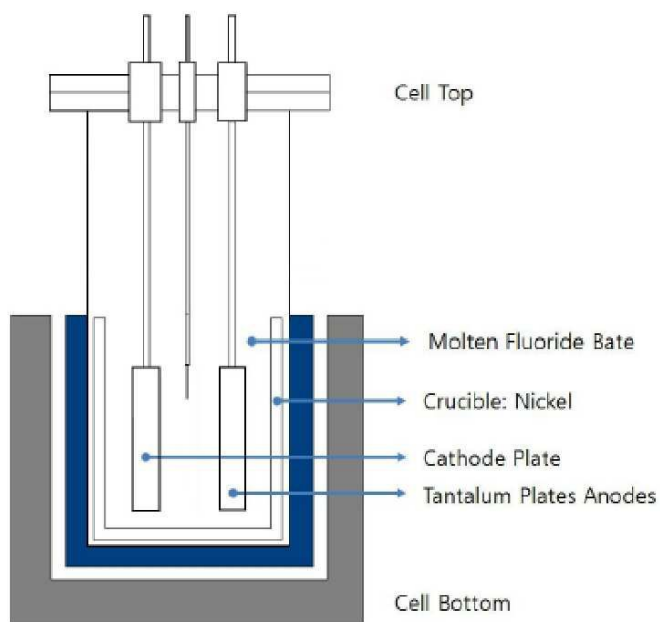
도면1



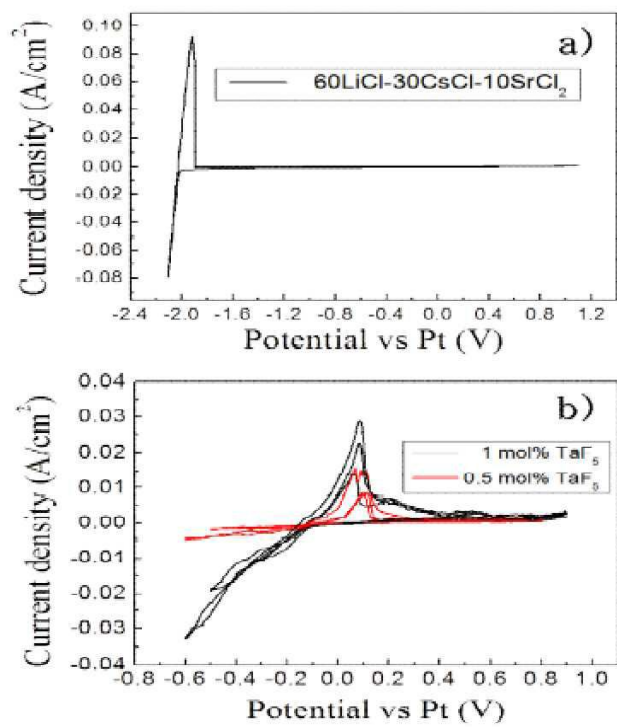
도면2



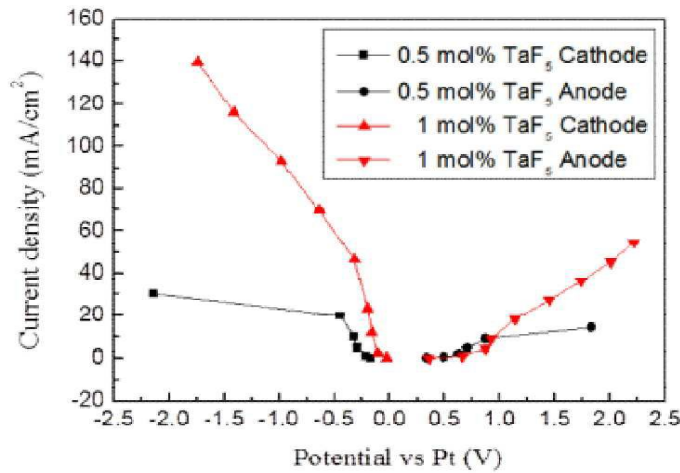
도면3



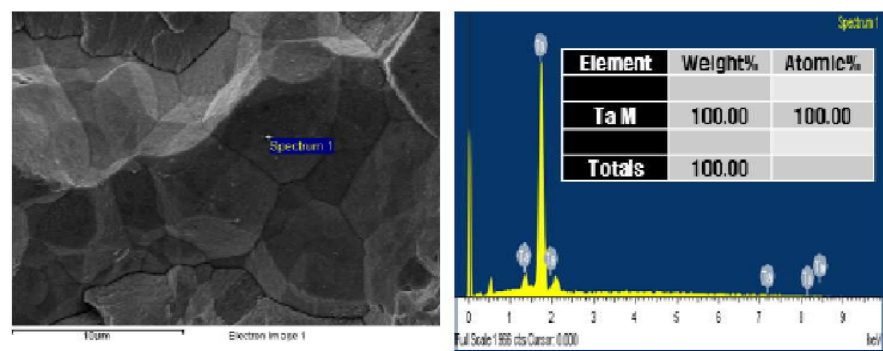
도면4



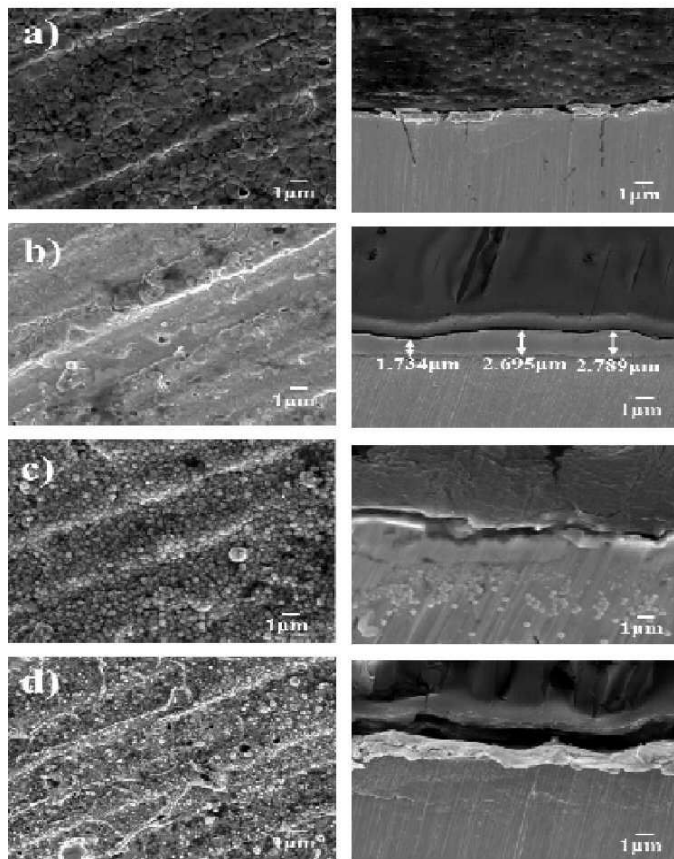
도면5



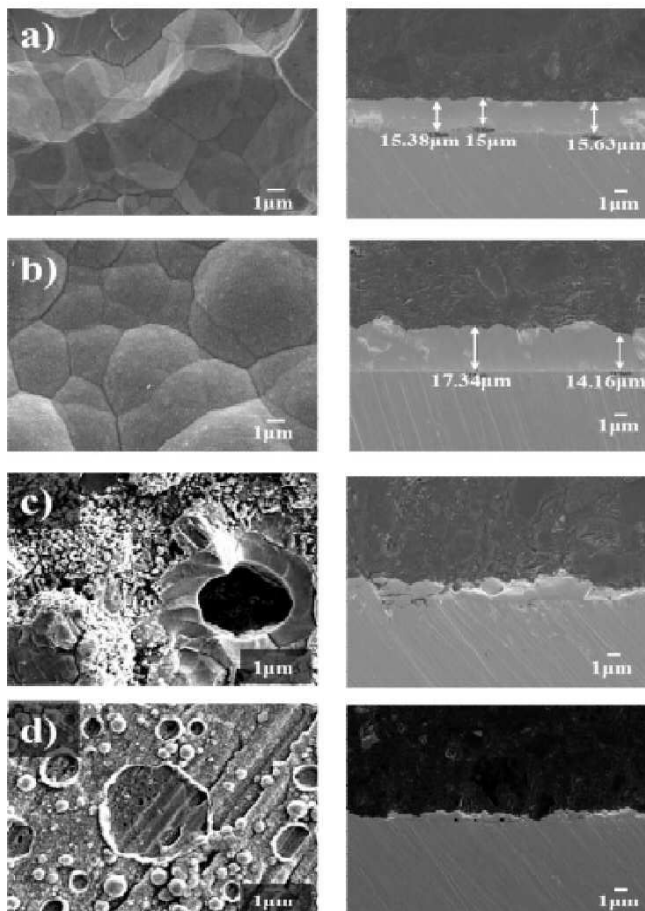
도면6



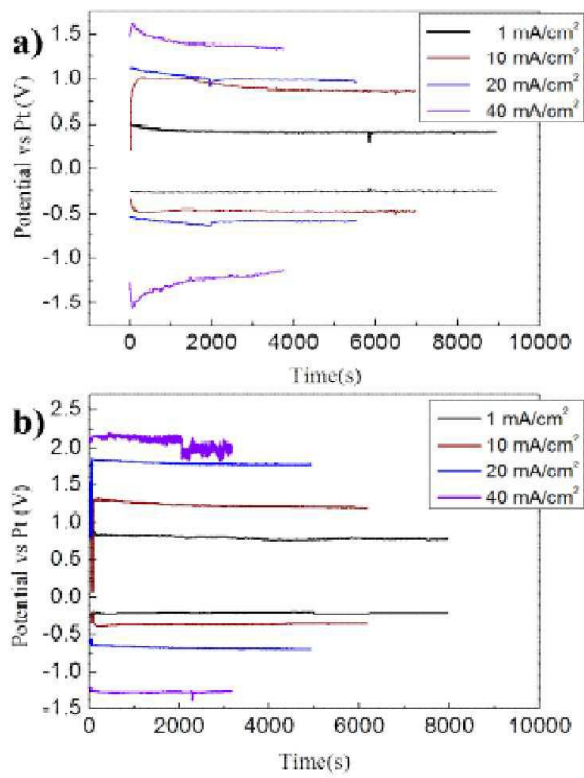
도면7



도면8



도면9



도면10

