(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0108920
(43) 공개일자 2021년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 27/02 (2006.01) *G01N 27/30* (2006.01)
H01M 4/86 (2006.01) *H01M 8/124* (2016.01)
(52) CPC특허분류
G01N 27/02 (2021.01)
G01N 27/30 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0026833
(22) 출원일자 2021년02월26일
심사청구일자 2021년02월26일
(30) 우선권주장
1020200023672 2020년02월26일 대한민국(KR)

(71) 출원인
한발대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
김정현
세종특별자치시 새롬북로 13, 410동 603호(새롬동, 새뜸마을4단지)
우성훈
세종특별자치시 새롬북로 13, 403동 2701호(새롬동, 새뜸마을4단지)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인오암

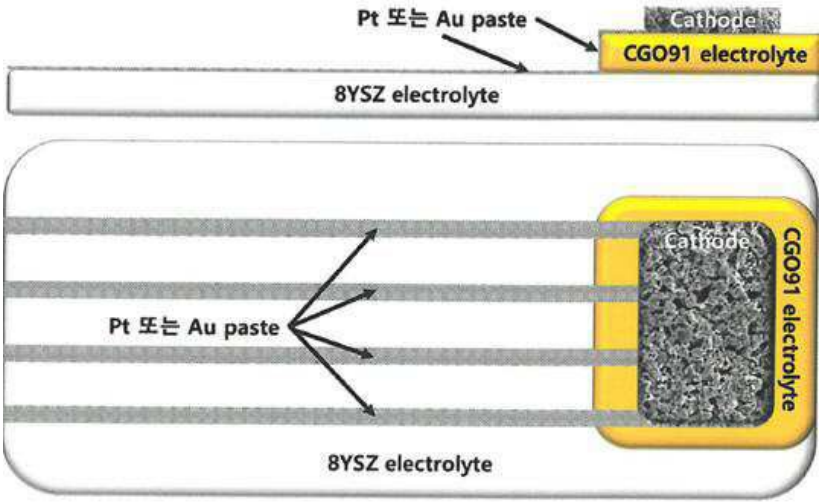
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **다공성 전극의 전기전도도 측정 방법**

(57) 요 약

본 발명은 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법에 관한 것으로, 상세하게 a) 치밀한 구조의 전해질층, 다공성 구조의 전극층 및 미세도선을 포함하는 시편을 준비하는 단계; 및 b) 상기 시편의 미세도선에 전기전도도 측정 장치를 연결하여 전기전도도를 측정하는 단계;를 포함하는 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01M 4/8605 (2013.01)
H01M 2008/1293 (2013.01)
(72) 발명자
송경은
대전광역시 유성구 학하서로 118(덕명동) 발트하우스 105호
김찬규
충청남도 당진시 신평면 고무레길 66
백기상
대전광역시 유성구 배울2로 6, 110동 302호(관평동, 대덕테크노밸리1단지아파트)
이재웅
대전광역시 서구 청사로 65, 116동 901호(월평동, 황실타운)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711099076
과제번호	2019R1A2C1087534
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	신개념 전기전도도 측정 기술을 적용한 다공성 고체산화물 연료전지 공기극의 전기전도도 특성 규명
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한밭대학교 산학협력단
연구기간	2019.09.01 ~ 2020.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

a) 치밀한 구조의 전해질층, 다공성 구조의 전극층 및 미세도선을 포함하는 시편을 준비하는 단계; 및

b) 상기 시편의 미세도선에 전기전도도 측정 장치를 연결하여 전기전도도를 측정하는 단계;

를 포함하는 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 시편은 전해질층 상에 상대적으로 작은 너비를 가지는 전극층이 형성되며, 상기 전극층의 일단부터 전해질층의 타단까지 미세도선이 형성되어 있는 것인, 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 미세도선은 전극층 표면의 일단부터 전해질층 표면의 타단까지 연결되어 있는 것인, 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 미세도선은 전극층 내부의 일단부터 전해질층 표면의 타단까지 연결되어 있는 것인, 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법.

청구항 5

제 2항에 있어서,

상기 미세도선은 전극층과 전해질층이 상접한 영역의 일단부터 전해질층 표면의 타단까지 연결되어 있는 것인, 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법.

청구항 6

제 2항에 있어서,

상기 시편은 전해질층 타단에 귀찌 형태로 끼워지며, 미세도선과 전기적으로 연결되는 고리 부재를 더 포함하는 것인, 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 전해질층은 한 층 또는 두 층 이상인, 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 전해질층은 가돌리움 도핑 세리아(Gd doped CeO_2), 사마륨 도핑 세리아(Sm doped CeO_2), 란타넘 도핑 세리아(La doped CeO_2), 스칸듐 안정화 지르코니아(Sc-stabilized ZrO_2) 및 이트리아 안정화 지르코니아(Y-stabilized ZrO_2)에서 선택되는 어느 하나 또는 둘을 포함하는 것인, 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 전극층은 층상 페로브스카이트 산화물을 포함하는 것인, 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 미세도선은 금(Au) 또는 백금(Pt)인, 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 고체산화물 연료전지(SOFC, Solid Oxide Fuel Cells)는 화학 에너지를 전기 에너지로 변환하는 가장 효율이 높은 연료전지로, 열 병합 장치(CHP, combined heat and power)와 결합된 대용량 SOFC 발전 시스템은 기존 연소 방식보다 월등히 높은 70~80% 이상의 에너지 변환 효율(conversion efficiency)을 가진다.

[0003] 이와 같은 SOFC의 핵심인 단전지는 공기극(cathode)/전해질(electrolyte)/연료극(anode)으로 구성되어 있으며, 일반적인 단전지의 경우 공기극이 전체 단위전지의 약 50%의 분극저항을 차지한다.

[0004] 공기극에서의 과전압은 SOFC 전체 성능 감소의 최대 요인으로, 공기극이 SOFC 단전지뿐만 아니라 SOFC 스택의 성능을 결정한다고 볼 수 있다.

[0005] 한편, 전기전도도(σ, electrical conductivity)는 전자에 의한 전도도($\sigma_{electron}$) 기여 및 이온에 의한 전도도(σ_{ion}) 기여로 표시될 수 있는데, SOFC의 공기극 재료는 SOFC가 작동하는 특정 온도의 산소 분위기에서 최소 100 S/㎝의 전도도 값을 유지해야한다.

[0006] 현재 SOFC 공기극 및 연료극의 전기전도도를 측정하기 위해서는 프레스 성형법(press forming)을 이용하여 치밀한 구조를 가진 바 타입(bar type) 샘플을 제작하고, DC-4침법(DC-4 probe)을 통해 전기전도도를 측정하고 있다.

[0007] 그러나, 이와 같은 방식은 소재 입자 간의 연결성(connectivity)을 향상시켜 소재 자체의 물성을 분석하기 위한 것일 뿐으로, 대한민국 등록특허공보 제10-1963980호에 기재된 것과 같이, 실제 SOFC에 사용되는 공기극은 삼상계면(TPB, triple phase boundary)의 최대 확장 및 물질 전달(mass transport)을 최소화하기 위해 다공성 구조로 제작됨에 따라 상기 방식으로는 전기전도도를 정확하게 측정할 수 없다는 단점이 있다.

[0008] 이에 따라, 다공성 구조를 가진 전극의 전기전도도를 측정할 수 있는 방법에 대한 고안이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1963980호 (2019.03.25.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 본 발명은 다공성 구조를 가진 전극의 전기전도도를 측정할 수 있는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 양태는 a) 치밀한 구조의 전해질층, 다공성 구조의 전극층 및 미세도선을 포함하는 시편을 준비하는 단계; 및 b) 상기 시편의 미세도선에 전기전도도 측정 장치를 연결하여 전기전도도를 측정하는 단계;를 포함하는 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법에 관한 것이다.

[0012] 상기 일 양태에 있어, 상기 시편은 전해질층 상에 상대적으로 작은 너비를 가지는 전극층이 형성되며, 상기 전극층의 일단부터 전해질층의 타단까지 미세도선이 형성되어 있는 것일 수 있다.

[0013] 상기 일 양태에 있어, 상기 미세도선은 전극층 표면의 일단부터 전해질층 표면의 타단까지 연결되어 있는 것일 수 있다.

[0014] 상기 일 양태에 있어, 상기 미세도선은 전극층 내부의 일단부터 전해질층 표면의 타단까지 연결되어 있는 것일 수 있다.

[0015] 상기 일 양태에 있어, 상기 미세도선은 전극층과 전해질층이 상접한 영역의 일단부터 전해질층 표면의 타단까지 연결되어 있는 것일 수 있다.

[0016] 상기 일 양태에 있어, 상기 시편은 전해질층 타단에 귀찌 형태로 끼워지며, 미세도선과 전기적으로 연결되는 고리 부재를 더 포함하는 것일 수 있다.

[0017] 상기 일 양태에 있어, 상기 전해질층은 한 층 또는 두 층 이상일 수 있다.

[0018] 상기 일 양태에 있어, 상기 전해질층은 가돌리움 도핑 세리아(Gd doped CeO_2), 사마륨 도핑 세리아(Sm doped CeO_2), 란타넘 도핑 세리아(La doped CeO_2), 스칸듐 안정화 지르코니아(Sc-stabilized ZrO_2) 및 이트리아 안정화 지르코니아(Y-stabilized ZrO_2)에서 선택되는 어느 하나 또는 둘을 포함하는 것일 수 있다.

[0019] 상기 일 양태에 있어, 상기 전극층은 층상 페로브스카이트 산화물을 포함하는 것일 수 있다.

[0020] 상기 일 양태에 있어, 상기 미세도선은 금(Au) 또는 백금(Pt)일 수 있다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 따른 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법은 치밀한 구조의 전해질층, 다공성 구조의 전극층 및 미세도선을 포함하는 시편을 이용하여 전기전도도를 측정함으로써 다공성 구조를 가진 물질의 전기전도도를 용이하게 측정할 수 있다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법의 일 예시도로, 위 도면은 측면도이며, 아래 도면은 상면도이다.

도 2는 미세도선의 위치를 달리한 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법의 다른 일 상면 예시도이다.

도 3은 고리 부재를 사용한 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법의 또 다른 일 상면 예시도이다.

도 4는 고리 부재를 사용한 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법의 또 다른 일 측면 예시도로, 도 4의 (a)는 전

극층의 표면에 미세도선이 형성된 구조, 도 4의 (b)는 전극층의 내부에 미세도선이 형성된 구조, 도 4의 (c)는 전극층의 하부에 미세도선이 형성된 구조이다.

도 5는 한 층의 전해질층을 가진 시편의 다공성 전극 전기전도도 측정 방법의 또 다른 일 측면 예시도로, 도 5의 (a)는 전극층의 표면에 미세도선이 형성된 구조, 도 5의 (b)는 전극층의 내부에 미세도선이 형성된 구조, 도 5의 (c)는 전극층의 하부에 미세도선이 형성된 구조이다.

도 6은 본 발명의 일 예에 따라 전해질층 상에 스크린 프린팅된 다공성 구조의 전극층의 실사진이다.

도 7은 전기전도도 측정 시 사용된 백금(Pt) 귀찌의 실사진이다.

도 8은 시편에 백금 귀찌를 연결한 실사진이다.

도 9는 CGO91 전해질 지지체 상에 형성된 다공성 전극층(실시예 1)의 온도에 따른 전기전도도 변화를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하 본 발명에 따른 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법에 대하여 상세히 설명한다. 다음에 소개되는 도면들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 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.

[0025] 현재 고체산화물 연료전지(SOFC, Solid Oxide Fuel Cells)의 공기극은 전기전도도 측정을 위해 프레스 성형법(press forming)을 이용하여 치밀한 구조를 가진 바 타입(bar type) 샘플을 제작한 후, DC-4침법(DC-4 probe)을 통해 전기전도도를 측정하고 있다.

[0026] 그러나, 이와 같은 방식은 소재 입자 간의 연결성(connectivity)을 향상시켜 소재 자체의 물성을 분석하기 위한 것일 뿐으로, 실제 SOFC에 사용되는 공기극은 삼상계면(TPB, triple phase boundary)의 최대 확장 및 물질 전달(mass transport)을 최소화하기 위해 다공성 구조로 제작됨에 따라 상기 방식으로는 다공성 구조의 공기극의 전기전도도는 정확하게 측정할 수 없다는 단점이 있다.

[0027] 이에 본 출원인은 치밀한 구조의 시편을 제작하기 않고, 다공성인 상태에서 시편의 전기전도도를 측정할 수 있는 방법에 대하여 거듭 연구한 끝에 본 발명을 고안하기에 이르렀다.

[0029] 구체적으로, 본 발명의 일 예에 따른 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법은 a) 치밀한 구조의 전해질층, 다공성 구조의 전극층 및 미세도선을 포함하는 시편을 준비하는 단계; 및 b) 상기 시편의 미세도선에 전기전도도 측정 장치를 연결하여 전기전도도를 측정하는 단계;를 포함하는 것이다.

[0030] 이처럼, 치밀한 구조의 전해질층, 다공성 구조의 전극층 및 미세도선을 포함하는 시편을 이용하여 전기전도도를 측정함으로써 다공성 구조를 가진 물질의 전기전도도를 용이하게 측정할 수 있다는 장점이 있다. 이때, 상기 다공성 구조는 기공도가 30 부피% 이상이며, 상기 치밀성 구조는 기공도가 10 부피% 이하인 것일 수 있으며, 보다 구체적으로는 상기 다공성 구조는 기공도가 40 부피% 이상이며, 상기 치밀성 구조는 기공도가 5 부피% 이하인 것일 수 있다. 아울러, 상기 다공성 구조의 기공도 상한은 특별히 한정하지 않으나 60 부피%일 수 있으며, 치밀성 구조의 기공도 하한은 특별히 한정하지 않으나 0 부피% 이상일 수 있다.

[0032] 보다 상세하게, 본 발명의 일 예에 있어, 상기 시편은 전해질층 상에 상대적으로 작은 너비를 가지는 전극층이 형성되며, 상기 전극층의 일단부터 전해질층의 타단까지 미세도선이 형성되어 있는 것일 수 있다. 이때 상대적으로 작은 너비란 도 2에 도시된 바와 같이 상면에서 보았을 때 전해질층의 상면 넓이 대비 전극층의 상면 넓이가 보다 작은 것을 의미한다.

[0033] 바람직한 일 예시로, 상기 전극층의 전해질층 일단의 소정의 영역 상에 형성될 수 있으며, 전극층은 전해질층 말미에 바투 위치하거나 또는 소정의 간격을 두고 위치할 수 있다.

[0034] 또한, 상기 전극층의 길이 : 전해질층의 길이의 비는 1 : 2 내지 20일 수 있으며, 보다 좋게는 1 : 3 내지 10일 수 있다. 이와 같은 범위에서 보다 신뢰성 있는 전기전도도 값을 획득할 수 있다.

[0035] 본 발명의 일 예에 있어, 상기 미세도선은 상기 전극층의 일단부터 전해질층의 타단까지 연결되어 형성되며, 도 4 또는 도 5에 도시된 것과 같이 전극의 상부, 내부 또는 하부 등에 구비될 수 있다.

[0036] 구체적인 일 예시로, 도 4의 (a)와 같이 상기 미세도선은 전극층 표면의 일단부터 전해질층 표면의 타단까지 연결되어 있는 것일 수 있으며, 또는 도 4의 (b)와 같이 상기 미세도선은 전극층 내부의 일단부터 전해질층 표면의 타단까지 연결되어 있는 것일 수 있고, 또는 도 4의 (c)와 같이 상기 미세도선은 전극층과 전해질층이 상접한 영역의 일단부터 전해질층 표면의 타단까지 연결되어 있는 것일 수 있다. 전극층, 특히 코발트(Co)를 포함하는 전극층의 경우 대부분 메탈릭한(metallic) 거동을 보임에 따라 전극층 표면, 내부 또는 하부 어디에서 전기전도도를 측정하더라도 전체 전극층의 전기전도도 거동을 대표할 수 있음에 따라, 상기 세 구조 모두 전극층의 전기전도도를 측정할 수 있으며, 다만 전극층의 표면에 미세도선을 형성하는 것이 가장 간단하여 쉬움에 따라 바람직하게는 도 4의 (a)에 도시된 것과 같이 상기 미세도선이 전극층 표면의 일단부터 전해질층 표면의 타단까지 연결될 수 있다.

[0037] 한편, 본 발명의 일 예에 있어, 상기 전해질층은, 도 4 또는 도 5에 도시된 것과 같이, 한 층 또는 두 층 이상일 수 있고, 그 소재는 당업계에서 통상적으로 사용되는 것이라면 특별히 한정하지 않으며, 예를 들면 가돌리움 도핑 세리아(Gd doped CeO_2), 사마륨 도핑 세리아(Sm doped CeO_2), 란타넘 도핑 세리아(La doped CeO_2), 스칸듐 안정화 지르코니아(Sc-stabilized ZrO_2) 및 이트리아 안정화 지르코니아(Y-stabilized ZrO_2) 등에서 선택되는 어느 하나 또는 둘을 포함하는 것일 수 있다.

[0038] 본 발명의 일 예에 있어, 상기 전극층은 공기극일 수 있고, 그 소재는 당업계에서 통상적으로 사용되는 것이라면 특별히 한정하지 않으며, 예를 들면 층상 페로브스카이트 산화물을 포함할 수 있다. 보다 구체적인 일 예시로, 상기 층상 페로브스카이트 산화물은 공지된 것이라면 특별히 한정하지 않고 사용할 수 있으며, 예를 들면 $A'A''A'''B_2O_{5+\delta}$의 화학 조성을 가지는 층상 페로브스카이트 산화물일 수 있다. 구체적으로, A'은 란탄족 원소이며, A''과 A'''은 서로 다른 알칼리토금속 원소이고, B는 전이금속 원소이다. 보다 구체적인 일 예시로, 란탄족 원소는 란타늄(La), 사마륨(Sm), 네오디뮴(Nd), 프라세오디뮴(Pr) 및 가돌리늄(Gd) 등에서 선택되는 1종 이상일 수 있으며, 알칼리토금속은 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr) 및 바륨(Ba) 등에서 선택되는 1종 이상일 수 있고, 전이금속은 망간(Mn), 코발트(Co), 니켈(Ni) 및 철(Fe) 등에서 선택되는 1종 이상일 수 있다.

[0039] 본 발명의 일 예에 있어, 상기 미세도선은 전기전도도가 우수한 것이라면 특별히 한정하지 않으며, 예를 들면 금(Au) 또는 백금(Pt) 등일 수 있다.

[0040] 상기 미세도선은 상기 전극층의 일단부터 전해질층의 타단까지 연결되는 도선의 수가 둘 이상일 수 있으며, 바람직하게는 넷일 수 있다. 이 네 미세도선을 통해 DC-4침법으로 다공성 구조인 전극층의 전기전도도를 측정할 수 있다.

[0041] 바람직하게, 상기 미세도선의 폭은 전극층 길이(미세도선과 수직한 방향의 길이)의 1/100 내지 1/10일 수 있으며, 미세도선의 두께는 전극층 두께의 1/10 내지 2/3일 수 있다. 구체적인 일 예시로, 상기 미세도선의 폭은 0.01 내지 0.5 ㎝, 두께는 1 내지 50 ㎛일 수 있으며, 보다 좋게는 미세도선의 폭은 0.1 내지 0.2 ㎝, 두께는 5 내지 20 ㎛일 수 있다. 이와 같은 범위에서 전기전도도가 효과적으로 측정될 수 있다.

[0042] 또한, 본 발명의 일 예에 따른 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법에 있어, 도 4 또는 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 시편은 전해질층 타단에 귀찌 형태로 끼워지며, 미세도선과 전기적으로 연결되는 고리 부재를 더 포함할 수 있다. 이를 통해 시편과 백금 와이어(또는 금 와이어) 및 측정 장치를 보다 손쉽게 연결할 수 있으며, 신뢰성 높은 전기전도도의 측정이 가능할 수 있다. 상기 고리 부재의 소재는 전기전도도가 우수한 것이라면 특별히 한정하지 않으며, 예를 들면 금(Au) 또는 백금(Pt) 등일 수 있다.

[0043] 이후, 전술한 바와 같이, 고리 부재를 포함하는 시편을 제작한 후, 백금이나 금 와이어로 고리 부재와 측정 장치를 연결하고, DC-4침법을 통해 전극층의 전기전도도를 측정할 수 있다.

[0045] 이하, 실시예를 통해 본 발명에 따른 다공성 전극의 전기전도도 측정 방법에 대하여 더욱 상세히 설명한다. 다만 하기 실시예는 본 발명을 상세히 설명하기 위한 하나의 참조일 뿐 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 여러 형태로 구현될 수 있다.

[0046] 또한 달리 정의되지 않은 한, 모든 기술적 용어 및 과학적 용어는 본 발명이 속하는 당업자 중 하나에 의해 일반적으로 이해되는 의미와 동일한 의미를 갖는다. 본원에서 설명에 사용되는 용어는 단지 특정 실시예를 효과적으로 기술하기 위함이고 본 발명을 제한하는 것으로 의도되지 않는다. 또한 명세서에서 특별히 기재하지 않은 첨가물의 단위는 중량%일 수 있다.

[0048] **[실시예 1]**

[0049] 전해질 물질인 $Ce_{0.9}Gd_{0.1}O_2$(CGO91, Rhodia) 분말 2.5 g을 칭량한 후 $2x10^3$ kg/㎡의 압력을 가해 압축 성형 뒤 1400℃에서 4시간 동안 열처리하여 전해질층을 제조하였다.

[0050] 다음으로, 정확한 실험을 위해서 시약급의 Sm_2O_3, Co_3O_4, $BaCO_3$ 및 $SrCO_3$를 150℃의 전기로에서 1시간 동안 열처리하여 수분을 제거한 뒤 제조하고자 하는 페로브스카이트 산화물($Sm_1Ba_{0.5}Sr_{0.5}Co_2O_{5+\delta}$)의 조성에 따라 정확한 무게를 칭량하였으며, 칭량된 각 분말을 에탄올 용매와 함께 볼밀링을 통해 혼합한 뒤 대기 분위기 하 1000℃에서 6시간, 1100℃에서 8시간 열처리하여 층상 페로브스카이트 산화물을 제조하였다. 상기 층상 페로브스카이트 산화물과 알파-테르피네올(α-Terpineol, Kanto chemical), 폴리비닐부티랄(Polyvinyl butyral, Butvar B-98, sigma aldrich) 및 아세톤을 이용하여 공기극 잉크로 제작한 후 상기 전해질층 상에 스크린 프린팅 방식으로 코팅한 뒤 1000℃에서 1시간 동안 열처리 하여 전극층인 공기극층(두께 30 ㎛)을 제조하였다.

[0051] 끝으로, 스크린 프린팅 방법을 이용하여 백금 페이스트(Pt paste, Pt 99.9 wt%)를 전극층과 전해질층 상에 얇게 4줄로 코팅하여 미세도선이 형성된 시편을 제작하였다.

[0052] 다음으로, 도 8에 도시된 것과 같이, 백금 미세도선 끝부분에 백금 귀찌 4개를 고정하고, 백금 와이어로 귀찌와 전기전도도 측정 장치(Keithley 2400 Source meter)를 연결하여, 50~900℃의 온도 범위에서 50℃ 간격으로 온도를 올려가며 전기전도도를 측정하였다.

[0053] 이로부터 측정된 전기전도도 결과를 도 9에 도시하였다.

[0054] 도 9에 도시된 바와 같이, 실시예 1에 따른 전기전도도 측정 방법을 통해 다공성 구조를 가진 공기극의 전기전도도를 측정할 수 있음을 확인할 수 있었다.

[0055] **[실시예 2]**

[0056] 상기 실시예 1과 동일하게 전해질층을 형성하였다.

[0057] 다음으로, 상기 실시예 1과 동일하게 공기극 잉크를 준비한 후, 상기 전해질층 상에 스크린 프린팅 방식으로 코팅한 뒤 1000℃에서 1시간 동안 열처리 하여 두께 15 ㎛의 제1공기극층을 제조하였다.

[0058] 이후, 스크린 프린팅 방법을 이용하여 백금 페이스트(Pt paste, Pt 99.9 wt%)를 전극층과 전해질층 상에 얇게 4줄로 코팅하여 미세도선을 형성하였다.

[0059] 끝으로, 상기 공기극층 상에 다시 공기극 잉크를 스크린 프린팅 방식으로 코팅한 뒤 1000℃에서 1시간 동안 열처리 하여 두께 15 ㎛의 제2공기극층을 제조하였다.

[0060] 다음으로, 백금 미세도선 끝부분에 백금 귀찌 4개를 고정하고, 백금 와이어로 귀찌와 전기전도도 측정 장치(Keithley 2400 Source meter)를 연결하여, 50~900℃의 온도 범위에서 50℃ 간격으로 온도를 올려가며 전기전도도를 측정하였다.

[0061] **[실시예 3]**

[0062] 상기 실시예 1과 동일하게 전해질층을 형성하였다.

[0063] 다음으로, 스크린 프린팅 방법을 이용하여 백금 페이스트(Pt paste, Pt 99.9 wt%)를 전해질층 상에 얇게 4줄로

코팅하여 미세도선을 형성하였다.

[0064] 끝으로, 상기 실시예 1과 동일하게 공기극 잉크를 준비한 후, 상기 전해질층 상에 스크린 프린팅 방식으로 코팅한 뒤 1000℃에서 1시간 동안 열처리 하여 전극층인 공기극층(두께 30 ㎛)을 제조하였다.

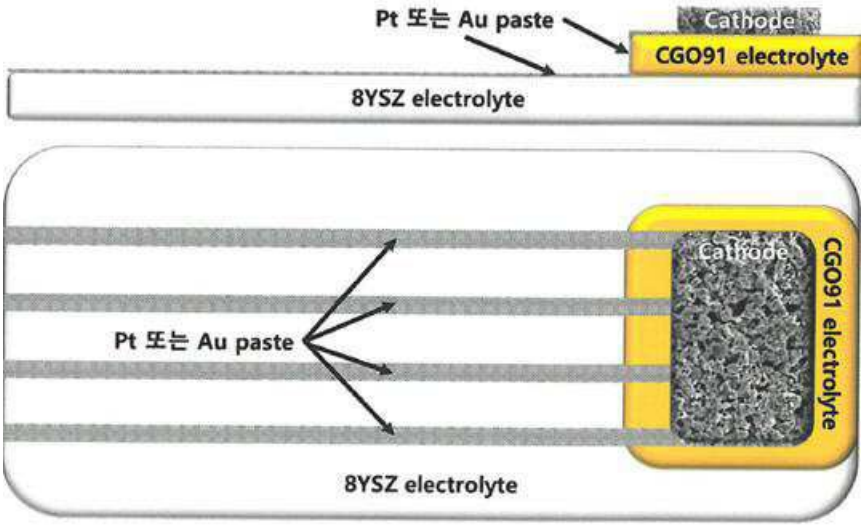
[0065] 다음으로, 백금 미세도선 끝부분에 백금 귀찌 4개를 고정하고, 백금 와이어로 귀찌와 전기전도도 측정 장치(Keithley 2400 Source meter)를 연결하여, 50~900℃의 온도 범위에서 50℃ 간격으로 온도를 올려가며 전기전도도를 측정하였다.

[0067] 이상과 같이 특정된 사항들과 한정된 실시예를 통해 본 발명이 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.

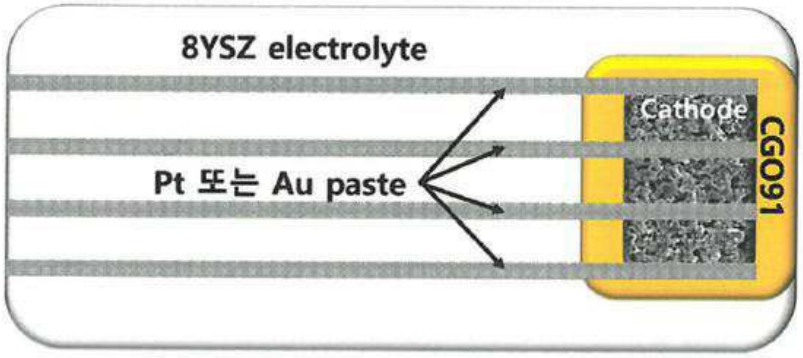
[0068] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

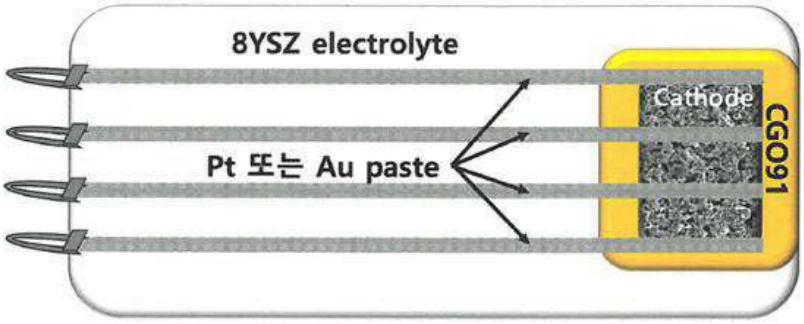
도면1



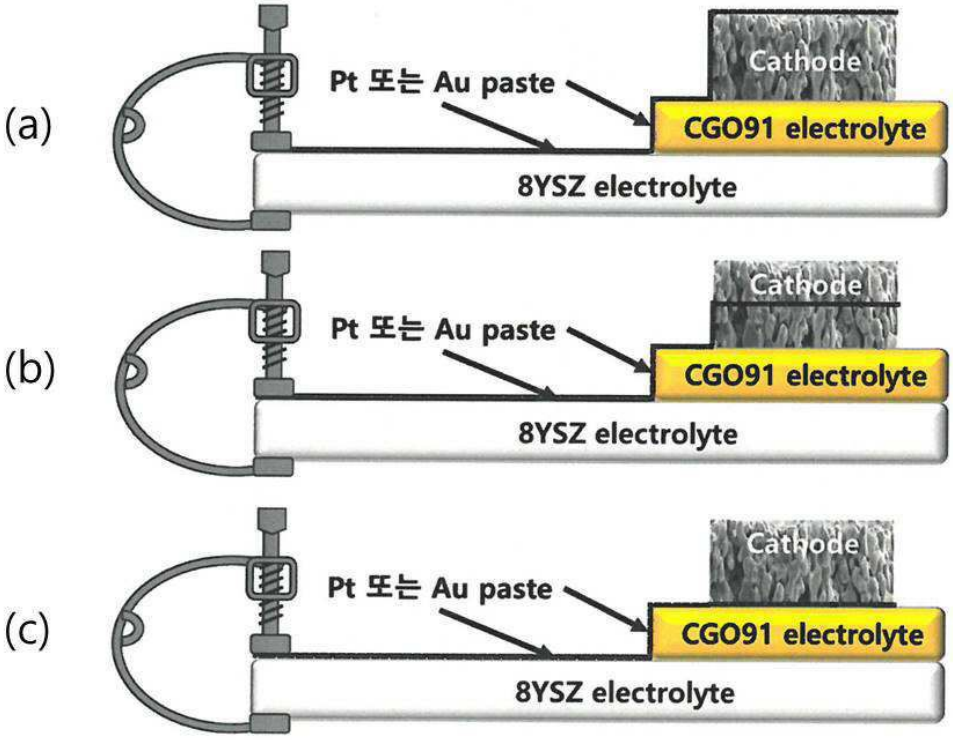
도면2



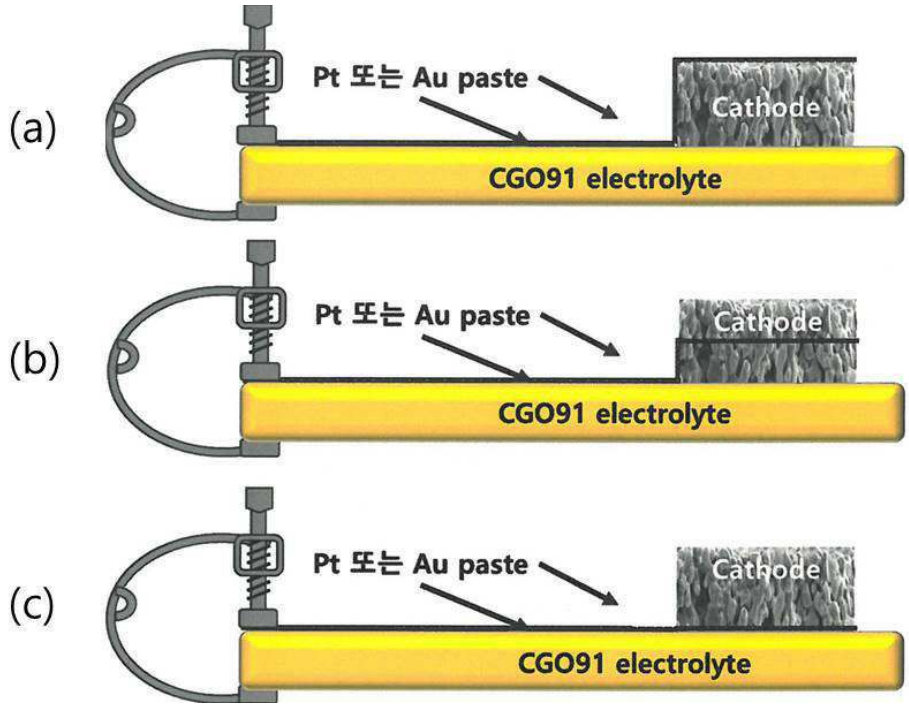
도면3


8YSZ electrolyte
Cathode
CGO91
Pt 또는 Au paste

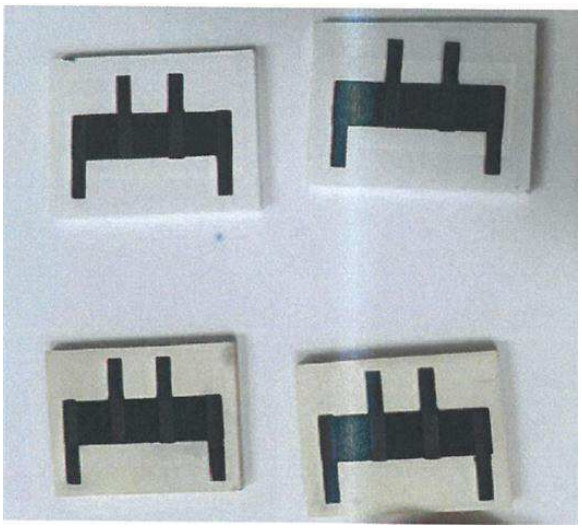
도면4


(a)
Pt 또는 Au paste
Cathode
CGO91 electrolyte
8YSZ electrolyte
(b)
Pt 또는 Au paste
Cathode
CGO91 electrolyte
8YSZ electrolyte
(c)
Pt 또는 Au paste
Cathode
CGO91 electrolyte
8YSZ electrolyte

도면5


(a)
Pt 또는 Au paste
Cathode
CGO91 electrolyte
(b)
Pt 또는 Au paste
Cathode
CGO91 electrolyte
(c)
Pt 또는 Au paste
Cathode
CGO91 electrolyte

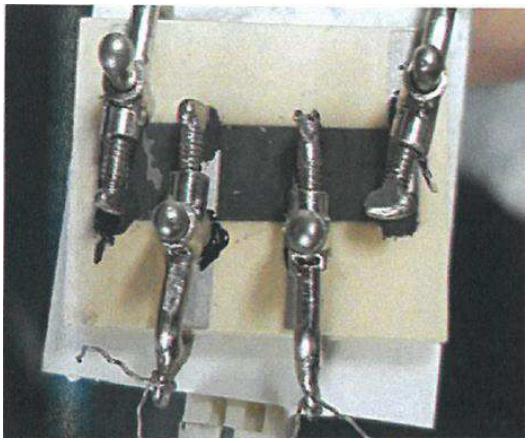
도면6



도면7



도면8



도면9

