

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2018-0009232 (43) 공개일자 2018년01월26일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H01M 4/86 (2006.01) H01M 4/90 (2006.01) H01M 8/124 (2016.01)	(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)	
(52) CPC특허분류 H01M 4/8605 (2013.01) H01M 4/9033 (2013.01)	(72) 발명자 심준형 서울특별시 강남구 압구정로 201 현대아파트 79동 103호 최형중 전라북도 전주시 덕진구 건원로 333 위브어울림아파트 106동 103호	
(21) 출원번호 10-2016-0090899	(74) 대리인 이동건	
(22) 출원일자 2016년07월18일 심사청구일자 2016년07월18일		

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **고체산화물 연료전지용 캐소드 및 이를 포함하는 고체산화물 연료전지**

(57) 요약

고체산화물 연료전지용 캐소드는, 전해질과 접촉하는 캐소드로서, 전기/이온 전도성 파티클로 이루어진 다공성 벌크 및 상기 다공성 벌크 상에 형성되고, 전기/이온 전도성 파티클들과 상기 상부 전기/이온 전도성 파티클들의 외각을 감싸도록 구비된 표면 촉매 박막을 구비하는 산화 환원부를 포함한다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

H01M 2008/1293 (2013.01)

Y02E 60/525 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

전해질과 전택하는 캐소드로서,

전기/이온 전도성 파티클로 이루어진 다공성 벌크; 및

상기 다공성 벌크 상에 형성되고, 전기/이온 전도성 파티클들과 상기 상부 전기/이온 전도성 파티클들의 외각을 감싸도록 구비된 표면 촉매 박막을 구비하는 산화 환원부를 포함하는 고체산화물 연료전지용 캐소드.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 표면 촉매 박막은 전이 금속 산화물 또는 페로브스카이트 계열의 산화물을 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지용 캐소드.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 전이 금속 산화물은 ZrO_2 , Bi_2O_3 , $Zr_{1-x}Y_xO_y$ 또는 $Bi_xY_{1-x}O_y$ 를 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지용 캐소드.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 페로브스카이트 계열의 산화물은, $Ln_{1-x}Sr_xMn_yCo_{1-y}O_3$, $Ln_{1-x}Sr_xFe_yCo_{1-y}O_3$ (여기서, Ln은, La, Gd, Sm, Dy 및 Pr 중 적어도 하나), $Ba_{1-x}Sr_xFe_yCo_{1-y}O_3$ (여기서, $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$)을 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지용 캐소드.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 표면 촉매 박막은 $PrBaCo_2O_{5+d}$, Pr_2NiO_{4+d} , $BaZr_yCo_{1-y}O_{3-d}$, $BaCo_xFe_yZr_{1-x-y}O_{3-d}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$), $BaCe_xYb_{1-x}O_3$ ($0 \leq x \leq 1$) 또는 $BaCe_xSm_{1-x}O_3$ ($0 \leq x \leq 1$)을 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지용 캐소드.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 다공성 벌크를 이루는 전기/이온 전도성 파티클은 $A_{1-x}A'_xB_{1-y}B'_yO_{3 \pm d}$ (여기서, $0 < x < 1$, $0 < y < 1$ 및 d는 oxygen excess (+) 또는 oxygen deficiency (-)의 정도를 나타내며 상기 화합물의 전기 중성도를 만족하는 값임)의 조성을 갖는 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지용 캐소드.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 전기/이온 전도성 파티클은 도핑된 란탄망간산화물 또는 란탄철산화물로 이루어지며, 상기 표면 촉매 박막은 란탄코발트산화물로 이루어진 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지용 캐소드.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 전기/이온 전도성 파티클은 상기 전해질 대비 80 내지 120% 열팽창 계수 비율을 갖는 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지용 캐소드.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 표면 촉매 박막은 20 nm 이하의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지용 캐소드.

청구항 10

상호 마주보도록 구비된 캐소드와 애노드; 및

상기 캐소드 및 애노드 사이에 개재된 전해질층을 포함하고,

상기 캐소드는, 전기/이온 전도성 파티클로 이루어진 다공성 벌크; 및 상기 다공성 벌크 상에 형성되고, 전기/이온 전도성 파티클들과 상기 상부 전기/이온 전도성 파티클들의 외각을 감싸도록 구비된 표면 촉매 박막을 구비하는 산화 환원부를 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고체산화물 연료전지용 캐소드 및 이를 포함하는 고체산화물 연료전지에 관한 것이다. 보다 상세하게는 본 발명은 고체산화물 연료전지에 적용되는 캐소드(CATHODE; 양극) 및 상기 캐소드를 포함하는 고체산화물 연료전지에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고체산화물 연료전지는 통상적으로 섭씨 800도 이상에서 구동되면서 수소 또는 탄소 기반 연료로부터 전기와 열을 생산하는 전기 화학 발전 장치에 해당한다.

[0003] 상기 고체산화물 연료전지는 상대적으로 높은 구동 온도에서 구동되므로, 스택막 및 접촉체 간의 열응력, 밀봉, 부가적인 열공급 및 열차단 문제 등의 많은 사용상의 문제점이 있다. 이로 인하여 상기 고체산화물 연료전지의 적용 범위가 보조 발전기 등으로 제한되어 있고 있다.

[0004] 상기 문제를 해결하기 위하여 고체산화물 연료전지의 구동 온도를 섭씨 500도 이하의 중저온 영역으로 낮추려는 노력이 활발하게 이루어지고 있다.

[0005] 통상적인 고체산화물 연료전지 양극은 ABO_3 구조의 양전자가 도핑된 고체산화물 페로브스카이트 계열의 물질을 사용하고 있다. 예를 들면, ABO_3 구조의 페로브스카이트 계열에서, A: La-Sr, Ba-Sr, Sm-Sr 등, B: Mn, Co, Co-Fe 등이 구비될 수 있다.

[0006] 그러나 작동온도를 낮출수록 연료전지 셀(cell)의 성능이 저하되는데 특히 캐소드의 산소 환원 능력의 감소로 인한 분극 저항(polarization resistance)의 감소가 주원인으로 알려지고 있다.

[0007] 또한 캐소드의 표면에 열화 현상이 발생함에 따라, 고체산화물 연료전지의 안정성이 악화되는 문제가 있다. 예를 들면, 페로브스카이트 물질로 이루어진 캐소드의 경우, 상기 캐소드의 표면으로부터 양이온(cobalt 등)이 휘발(volatilization) 되어 부족해지거나 캐소드 내부에서 상대적으로 큰 크기의 양이온(strontium 등)이 표면으로 분리되어 석출될 수 있다. 나아가, 공기 중에 포함된 수분 및 CO_2 에 의하여 캐소드 표면이 열화되어 안정성이 악화되는 문제가 알려져 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 일 목적은 상대적으로 낮은 중저온 온도 하에서 열화 현상의 발생을 억제할 수 있는 고체산화물 연료전지용 캐소드를 제공하는 것이다.

[0009] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 다른 목적은 상대적으로 낮은 중저온 온도 하에서 안정적으로 구동할 수 있는 고체산화물 연료전지를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기와 같은 본 발명의 실시예들에 따른 고체산화물 연료전지용 캐소드는, 전해질과 전택하는 캐소드로서, 전기/이온 전도성 파티클로 이루어진 다공성 벌크 및 상기 다공성 벌크 상에 형성되고, 전기/이온 전도성 파티클들과 상기 상부 전기/이온 전도성 파티클들의 외각을 감싸도록 구비된 표면 촉매 박막을 구비하는 산화 환원부를 포함한다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 표면 촉매 박막은 전이 금속 산화물 또는 페로브스카이트 계열의 산화물을

포함할 수 있다.

[0012] 여기서, 상기 전이 금속 산화물은 ZrO_2 , $Bi_2O_3Zr_{1-x}Y_xO_y$ 또는 $Bi_xY_{1-x}O_y$ 일 수 있다. 또한, 상기 페로브스카이트 계열의 산화물은, $Ln_{1-x}Sr_xMn_yCo_{1-y}O_3$, $Ln_{1-x}Sr_xFe_yCo_{1-y}O_3$ (여기서, Ln은, La, Gd, Sm, Dy 및 Pr 중 적어도 하나), $Ba_{1-x}Sr_xFe_yCo_{1-y}O_3$ (여기서, $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$)을 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 표면 촉매 박막은 $PrBaCo_2O_{5+d}$, Pr_2NiO_{4+d} , $BaZr_yCo_{1-y}O_{3-d}$, $BaCo_xFe_yZr_{1-x-y}O_{3-d}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$), $BaCe_xYb_{1-x}O_3$ ($0 \leq x \leq 1$) 또는 $BaCe_xSm_{1-x}O_3$ ($0 \leq x \leq 1$)을 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 다공성 벌크를 이루는 전기/이온 전도성 파티클은 $A_{1-x}A'_xB_{1-y}B'_yO_{3 \pm d}$ (여기서, $0 < x < 1$, $0 < y < 1$ 및 d는 oxygen excess (+) 또는 oxygen deficiency (-)의 정도를 나타내며 상기 화합물의 전기 중성도를 만족하는 값임)의 조성을 갖는 물질을 포함할 수 있다. 여기서, 상기 전기/이온 전도성 파티클은 도핑된 란탄망간산화물 또는 란탄철산화물로 이루어지며, 상기 표면 촉매 박막은 란탄코발트산화물로 이루어질 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 전기/이온 전도성 파티클은 상기 전해질 대비 80 내지 120% 열팽창 계수 비율을 갖는 물질을 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 표면 촉매 박막은 20 nm 이하의 두께를 가질 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 산화물 연료 전지는, 상호 마주보도록 구비된 캐소드와 애노드 및 상기 캐소드 및 애노드 사이에 개재된 전해질층을 포함하고, 상기 캐소드는, 전기/이온 전도성 파티클로 이루어진 다공성 벌크; 및 상기 다공성 벌크 상에 형성되고, 전기/이온 전도성 파티클들과 상기 상부 전기/이온 전도성 파티클들의 외각을 감싸도록 구비된 표면 촉매 박막을 구비하는 산화 환원부를 포함한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 실시예들에 따르면, 전기/이온 전도성 파티클들 감싸는 표면 촉매 박막을 포함함으로써, 캐소드의 표면에서의 산소 환원 반응 속도가 증가하여 캐소드의 분극저항이 감소하고 단위 면적당 성능이 향상될 수 있다.

[0019] 특히, 상기 표면 촉매 박막을 이루는 물질이 전기/이온 전도성 파티클들 감싸도록 구비됨으로써, 전해질과 비교할 때 그 차이가 큰 열팽창 계수를 가짐에도 불구하고 우수한 촉매 성능을 확보할 수 있다. 또한, 상기 표면 촉매 박막을 이루는 물질이 다공성 벌크에 사용되지 않고 전기/이온 전도성 파티클들 감싸도록 구비됨으로써, 캐소드의 열응력이 감소되고 열적 안정성을 확보할 수 있다. .

[0020] 상기 표면 촉매 박막이 캐소드의 표면에 형성됨으로써, 전극 표면에 해로운 성분(CO_2 및 H_2O) 이 포함된 가스 환경에서도 캐소드 표면의 열화를 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고체산화물 전지용 캐소드를 설명하기 위한 단면도이다.

도 2는 도 1의 캐소드에 포함된 산화 환원부를 설명하기 위한 구성도이다.

도 3은 도 1의 캐소드(실시예) 및 단일 구조의 캐소드(비교예)에 대한 면적비저항치 및 최대전력밀도를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 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. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.

[0023] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유

사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

- [0024] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0025] 한편, 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.
- [0026] 고체산화물 연료전지용 캐소드
- [0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고체산화물 전지용 캐소드를 설명하기 위한 단면도이다. 도 2는 도 1의 캐소드에 포함된 산화 환원부를 설명하기 위한 구성도이다.
- [0028] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 고체산화물 연료전지용 캐소드(100)는 다공성 벌크(110) 및 산화환원부(120)를 포함한다. 상기 캐소드(100)는 애노드와 마주보도록 배치되어 그 사이에 개재된 전해질과 접촉할 수 있도록 구비된다.
- [0029] 상기 다공성 벌크(110)는 전기/이온 전도성 파티클로 이루어진다. 또한, 상기 다공성 벌크(110)는 페로브스카이트 계열($A_{1-x}A'_x B_{1-y}B'_y O_{3+d}$)의 조성을 가진다.
- [0030] 여기서, $0 < x < 1$, $0 < y < 1$ 이며, d는 oxygen excess (+) 또는 oxygen deficiency (-)의 정도를 나타내며 상기 화합물의 전기 중성도를 만족하는 값이다.
- [0031] 또한, A는 주로 alkaline 또는 lanthanide 원소로 구성되며 그 예로는 Ba, La, Gd, Sm, Dy, Pr 등이 있다. 또한, B는 주로 transition metal 원소로 구성되며 그 예로는 Co, Ni, Fe 등이 있다.
- [0032] 한편, A' 및 B'는 페로브스카이트 기본 구성 물질 A 또는 B를 대신하여 도핑된 물질이며 각각 주로 알칼린(alkaline) 및 전이금속(transition metal) 원소를 사용한다. 그 대표적인 예로는 각각 스트론튬(Sr) 및 철(Fe)을 들 수 있다.
- [0033] 상기 산화 환원부(120)는 상기 다공성 벌크(110) 상에 배치된다. 상기 산화 환원부(120)는 전해질(10)과 접촉하도록 구비된다. 상기 산화 환원부(120)에는, 산소 가스 및 산소 이온이 전자와 반응하는 산화 환원 반응이 발생한다.
- [0034] 상기 산화 환원부(120)는 전기/이온 전도성 파티클들(121)과 상기 상부 전기/이온 전도성 파티클들의 외각을 감싸도록 구비된 표면 촉매 박막(126)을 구비한다.
- [0035] 상기 전기/이온 전도성 파티클들(121)은 상기 다공성 벌크(110)를 이루는 전기/이온 전도성 파티클들과 동일한 물질로 이루어질 수 있다.
- [0036] 상기 표면 촉매 박막(126)은 상기 산화 환원부(120)를 전기/이온 전도성 파티클들(121)을 감싸도록 구비된다. 상기 표면 촉매 박막(126)이 전기/이온 전도성 파티클들(121)을 감싸도록 구비됨으로써, 표면 촉매 박막(126)이 산소 가스와 접촉하는 면적이 증대된다. 따라서, 산화 환원부(120)가 보다 개선된 산화 환원 효율을 가질 수 있다.
- [0037] 상기 표면 촉매 박막(126)은 전이 금속 산화물 또는 페로브스카이트 계열의 산화물을 포함할 수 있다. 상기 표면 촉매 박막(126)이 상기 전기/이온 전도성 파티클들(121)을 덮도록 구비됨으로써, 산화 환원 반응의 속도가 증대되고, 나아가, 캐소드(100)의 분극 저항이 감소하여 단위 면적당 성능이 개선될 수 있다.
- [0038] 한편, 상기 표면 촉매 박막(126)은 캐소드(100)의 표면과 접촉할 수 있는 이산화탄소 또는 물과 같은 성분으로부터 상기 캐소드(100)를 보호할 수 있는 보호 박막으로 기능할 수 있다.
- [0039] 상기 전이 금속 산화물 및 페로브스카이트 계열의 산화물의 예로는 ZrO_2 , Bi_2O_3 , $Zr_{1-x}Y_xO_y$, $BixY_{1-x}O_y$, Ln_{1-x}

$x\text{Sr}_x\text{MnyCo}_{1-y}\text{O}_3$, $\text{Ln}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Fe}_y\text{Co}_{1-y}\text{O}_3$ ($\text{Ln} = \text{La}, \text{Gd}, \text{Sm}, \text{Dy}, \text{Pr}$ 등) $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Fe}_y\text{Co}_{1-y}\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$)을 들 수 있다.

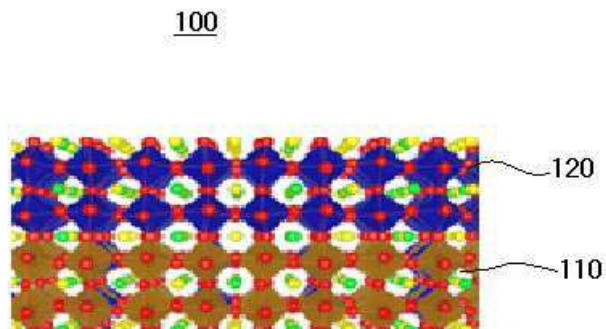
- [0040] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 표면 촉매 박막은 $\text{PrBaCo}_2\text{O}_{5+d}$, $\text{Pr}_2\text{NiO}_{4+d}$, $\text{BaZr}_y\text{Co}_{1-y}\text{O}_{3-d}$, $\text{BaCo}_x\text{Fe}_y\text{Zr}_{1-x-y}\text{O}_{3-d}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$), $\text{BaCe}_x\text{Yb}_{1-x}\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1$) 또는 $\text{BaCe}_x\text{Sm}_{1-x}\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1$)을 포함할 수 있다.
- [0041] 상기 표면 촉매 박막(126)을 이루는 물질은 전해질(10)과 비교할 때 상대적으로 높은 열팽창 계수를 가지므로 열응력과 같은 문제로 인하여, 캐소드를 이루는 다공성 벌크로 이용하기에는 어렵다. 하지만, 상기 표면 촉매 박막(126)을 이루는 물질은 우수한 촉매 특성을 가진다.
- [0042] 따라서, 상기 표면 촉매 박막(126)은 다공성 벌크로 이용하지 않는 대신에 산화 환원부(120)를 이루는 전기/이온 전도성 파티클들(121)의 표면을 감싸도록 구비됨으로써, 열응력 문제를 해결하는 동시에 우수한 촉매 특성이 구현될 수 있다. 한편, 상기 캐소드(100)를 이루는 다공성 벌크(110)는 전해질과 유사한 열팽창 계수를 가지므로 상기 캐소드(100)는 전체적으로 낮은 열응력을 가짐으로써, 열적 안정성이 개선될 수 있다.
- [0043] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 전기/이온 전도성 파티클들(121)은 도핑된 란탄망간산화물 또는 란탄철산화물로 이루어지며, 상기 표면 촉매 박막(126)은 란탄코발트산화물로 이루어질 수 있다.
- [0044] 또한, 상기 전기/이온 전도성 파티클들(121)은 상기 전해질 대비 80 내지 120% 열팽창 계수 비율을 갖는 물질을 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 전기/이온 전도성 파티클들(121)은 도핑된 란탄망간산화물로 이루어질 수 있다. 이때, 도핑 물질은 스트론튬(Sr)을 포함할 수 있다.
- [0045] 한편, 상기 표면 촉매 박막(126)은 20 nm 이하의 두께를 갖도록 형성된다. 이로써, 상기 표면 촉매 박막(126)이 20 nm를 초과하는 두께를 가질 경우, 후막에서 발생 가능한 전기적/이온적 저항이 지나치게 높아지는 문제가 발생할 수 있다.
- [0046] 고체산화물 연료전지용 캐소드에 대한 평가
- [0047] 실제로 표면이 개질된 구조의 고체산화물 연료전지용 캐소드에 대한 평가를 수행하였다.
- [0048] 여기서, 사용된 고체산화물 연료전지는 NiO-YSZ 애노드(anode)/YSZ 전해질층(electrolyte)/GDC 버퍼층(buffer layer)/캐소드(LSCF+LSC로 이루어짐)를 포함하는 구조를 가진다.
- [0049] 상기 YSZ는 yttria stabilized zirconia를 약칭하며, GDC는 gadolinia doped ceria로서 각각 산소 이온 전도성 전해질 및 캐소드와의 불필요한 반응을 막는 버퍼층(buffer layer)의 역할을 한다. 또한, 애노드를 이루는 NiO-YSZ는 YSZ와 니켈 옥사이드가 혼합된 물질로 수소 산화 반응(hydrogen oxidation reaction)을 수행한다.
- [0050] 한편, 캐소드의 제조 공정에 있어서, GDC로 이루어진 물질상에 $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.8}\text{O}_3$ (LSCF) 펄스 레이저 증착(pulsed laser deposition)을 통하여 다공성 벌크를 먼저 형성한다. 이후, 상기 다공성 벌크의 표면에 원자층 증착공정을 이용하여 Sr doped LaCoO_3 (LSC)을 이용하여 상기 다공성 벌크를 이루는 전기/이온 전도성 파티클들의 표면을 감싸는 표면 촉매 박막을 형성하였다. 이로써, 다공성 벌크 및 산화 환원부를 포함하는 캐소드가 제조되었다.
- [0051] 상기 원자층 증착 공정에서, LSC의 증착률은 $0.98 \text{ \AA}/\text{cycle}$ 으로서 200 cycle 증착을 통해 약 19.6 nm의 표면 촉매 박막을 형성하였다.
- [0052] 상술한 본원 발명의 캐소드 및 단일 구조를 갖는 캐소드의 성능 차이를 관찰하기 위해 electrochemical impedance spectroscopy 및 current-voltage measurement를 수행하였다.
- [0053] 도 3은 도 1의 캐소드(실시예) 및 단일 구조의 캐소드(비교예)에 대한 면적비저항치 및 최대전력밀도를 나타낸 그래프이다.
- [0054] 도 3을 참조하면, 실시예에 따른 캐소드(LSC treated sample)가 단일 구조 캐소드(비교예)에 비해 감소된 면적비저항(area specific resistance)을 가짐을 확인할 수 있다. 이는, 전기/이온 전도성 파티클의 표면에 코팅된 표면 촉매 박막의 산소 환원 능력에 기인한 것이다.
- [0055] 또한, 실시예에 따른 캐소드가 상기 비교예에 따른 캐소드보다 높은 최대 전력 밀도를 가짐을 확인할 수 있다.

산업상 이용가능성

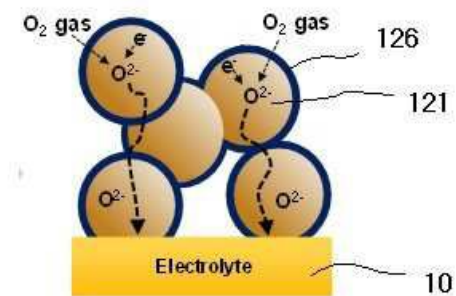
- [0056] 고체산화물 연료전지용 캐소드는 고체산화물 연료전지의 캐소드 전극에 적용될 수 있다. 나아가, 전기 화학 제품의 촉매 또는 전극 물질로 응용될 수 있다.
- [0057] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [0058]

도면

도면1



도면2



도면3

