



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월27일

(11) 등록번호 10-2026150

(24) 등록일자 2019년09월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01J 37/02 (2006.01) B01J 21/08 (2006.01)

B01J 21/18 (2006.01) B01J 27/02 (2006.01)

B01J 35/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B01J 37/02 (2013.01)

B01J 21/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0053241

(22) 출원일자 2018년05월09일

심사청구일자 2018년05월09일

(56) 선행기술조사문헌

JP2015076401 A*

KR1020170021590 A*

KR1020130087292 A

KR1020150045304 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

김건태

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

김선아

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(74) 대리인

전용준

전체 청구항 수 : 총 3 항

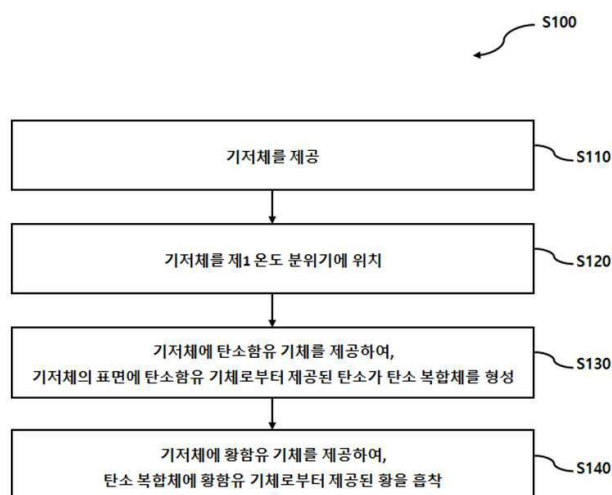
심사관 : 김란

(54) 발명의 명칭 황 함유 탄소 복합체 촉매체, 그 제조 방법, 이를 포함하는 금속공기전지 및 수전해 셀

(57) 요약

본 발명은, 전기화학적 촉매로서 사용되는 황 함유 탄소 복합체 촉매체 및 그 제조 방법을 제공한다. 본 발명의 일실시예에 따른 황 함유 탄소 복합체 촉매체의 제조 방법은, 기저체를 제공하는 단계; 상기 기저체를 제1 온도 분위기에 위치시키는 단계; 상기 기저체에 탄소함유 기체를 제공하여, 상기 기저체의 표면에 상기 탄소함유 기체로부터 제공된 탄소가 탄소 복합체를 형성하는 단계; 및 상기 기저체에 황함유 기체를 제공하여 상기 탄소 복합체에 상기 황함유 기체로부터 제공된 황을 흡착하는 단계;를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01J 21/18 (2013.01)

B01J 27/02 (2013.01)

B01J 35/0006 (2013.01)

H01M 12/08 (2019.01)

H01M 4/8652 (2013.01)

H01M 4/8825 (2013.01)

H01M 4/9075 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711059907

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(미래부)

연구과제명 친환경 에너지 변환을 위한 프로톤 전도성 고체산화물 연료전지 전극 소재의 개발 및 공정

기 여 율 1/1

주관기관 울산과학기술원

연구기간 2017.11.01 ~ 2018.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

표면에 금속 또는 합금을 포함하며, 페로브스카이트 산화물인 기저체를 제공하는 단계;

상기 기저체를 제1 온도 분위기에 위치시키는 단계;

상기 기저체에 메탄, 에탄, 프로판, 또는 부탄의 탄화 수소 기체와 황화 수소(H_2S)를 함께 제공하여, 상기 기저체의 표면에 상기 탄화 수소 기체로부터 제공된 탄소에 의하여 탄소 섬유 또는 중공의 탄소 섬유로 된 탄소 복합체를 성장하고, 상기 금속 또는 상기 합금에 상기 황화 수소(H_2S) 기체로부터 제공된 황이 황화금속을 형성하고, 상기 탄소 복합체의 표면에 상기 황화 수소(H_2S) 기체로부터 제공된 황이 흡착하고, 상기 기저체의 표면에 황이 흡착하는 단계;를 포함하는, 황 함유 탄소 복합체 촉매체의 제조 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 금속 또는 상기 합금은 전이금속 원소, IIIA족 원소, 및 IVA족 원소 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 황 함유 탄소 복합체 촉매체의 제조 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 탄화 수소 기체는 프로판이고,

상기 제1 온도 분위기는 500℃ 내지 700℃ 범위이고,

상기 제1 온도 분위기는 1 시간 내지 6 시간 범위에서 유지되는, 황 함유 탄소 복합체 촉매체의 제조 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 기술적 사상은 전기화학적 촉매에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 황 함유 탄소 복합체 촉매체, 그 제조 방법 및, 이를 포함하는 금속공기전지 및 수전해 셀에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래에는, 전기화학용 촉매를 개발하기 위하여 황과 탄소를 침적, 도핑, 치환, 복합체 구성 등 다양한 방법을 제안하였다. 탄소의 경우 상온에서 우수한 전기전도도를 가지므로, 단순한 복합체 구성만으로도 촉매의 산소환원반응 성능을 크게 향상시킬 수 있다. 황을 이용한 경우에는, 일반적으로 금속에 황을 흡착시키거나 또는 결합시켜 금속 황화물을 형성하여 사용한다. 이때 황은 비공유 전자쌍을 가지므로, 산소발생반응 및 수소발생반응 성능을 향상시킬 수 있다.

[0003] 또한, 촉매에 황과 탄소를 이용함에 있어 둘 중 하나만 사용하거나, 동시에 사용하더라도 황화 과정과 탄화 과정을 각각 따로 진행하였다. 이러한 기존의 과정은 여러 과정을 거치기 때문에 과정이 복잡하고 시간 및 에너지적 손실이 큰 한계가 있다. 또한, 종래의 방식은 열수작용(hydrothermal) 및 석출화(precipitation) 등을 위하여 특수 제작된 도구 및 다양한 시약이 필요하다는 단점이 있다. 따라서, 간단한 방법으로 황과 탄소를 함께 포함하는 촉매를 형성하는 방법이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1587324호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 기술적 사상이 이루고자 하는 기술적 과제는 전기화학적 촉매로서 사용되는 황 함유 탄소 복합체 촉매체 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명의 다른 기술적 과제는 상기 황 함유 탄소 복합체 촉매체를 포함하는 금속공기전지를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 다른 기술적 과제는 상기 황 함유 탄소 복합체 촉매체를 상온 수전해 셀의 음극과 양극 모두에 제공하는 것이다.

[0008] 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 황 함유 탄소 복합체 촉매체의 제조 방법은, 기저체를 제공하는 단계; 상기 기저체를 제1 온도 분위기에 위치시키는 단계; 상기 기저체에 탄소함유 기체를 제공하여, 상기 기저체의 표면에 상기 탄소함유 기체로부터 제공된 탄소가 탄소 복합체를 형성하는 단계; 및 상기 기저체에 황함유 기체를 제공하여, 상기 탄소 복합체에 상기 황함유 기체로부터 제공된 황을 흡착하는 단계;를 포함한다.

[0010] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 탄소함유 기체와 상기 황함유 기체는 동시에 제공될 수 있다.

[0011] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 기저체는 산화물을 포함하고, 상기 산화물의 표면에 상기 황함유 기체로부터 제공된 황이 흡착될 수 있다.

[0012] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 산화물은 실리콘 산화물, 러들스텐-포퍼 산화물, 페로브스카이트 산화물, 및 스피넬 산화물 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 기저체는 금속 또는 합금을 포함하고, 상기 금속에 또는 상기 합금에 상기 황함유 기체로부터 제공된 황이 황화금속을 형성하여 결합될 수 있다.

[0014] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 금속 또는 상기 합금은 전이금속 원소, IIIA족 원소, 및 IVA족 원소 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 탄소함유 기체는 탄화 수소 기체를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 탄소함유 기체는 메탄, 에탄, 프로판, 및 부탄 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 황함유 기체는 황화 수소를 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 탄소 복합체는 탄소 섬유 또는 중공 탄소 섬유를 포함할 수 있다.

[0019] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 탄소함유 기체는 프로판이고, 상기 황함유 기체는 황화 수소(H_2S)이고, 상기 제1 온도 분위기는 $500^{\circ}C$ 내지 $700^{\circ}C$ 범위이고, 상기 제1 온도 분위기는 1 시간 내지 6 시간 범위에서 유지될 수 있다.

[0020] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 황 함유 탄소 복합체 촉매체는, 기저체; 상기 기저체의 표면에 형성된 탄소 복합체; 및 상기 탄소 복합체에 흡착된 황을 포함한다.

[0021] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 기저체는 산화물을 포함하고, 상기 산화물의 표면에 흡착된 황을 더 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 기저체는 금속을 포함하고, 상기 금속의 표면에 형성된 황화금속을 더 포함할 수 있다.

[0023] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 금속공기전지는, 캐소드; 상기 캐소드를 마주보고 배치되는 애노드; 및 상기 캐소드와 상기 애노드 사이에 배치되는 전해질을 포함하고, 상기 캐소드는 기저체; 상기 기저체의 표면에 형성된 탄소 복합체; 및 상기 탄소 복합체에 흡착된 황;을 포함하는 황 함유 탄소 복합체 촉매체를 포함한다.

[0024] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 수전해셀은, 애노드; 상기 애노드를 마주보고 배치되는 캐소드; 및 상기 캐소드와 상기 애노드 사이에 배치되는 전해질을 포함하는 수전해 셀로서, 상기 캐소드와 애노드 중 적어도 어느 하나는, 기저체; 상기 기저체의 표면에 형성된 탄소 복합체; 및 상기 탄소 복합체에 흡착된 황;을 포함하는 황 함유 탄소 복합체 촉매체를 포함한다.

발명의 효과

- [0025] 본 발명의 기술적 사상에 따른 황 함유 탄소 복합체 촉매체의 제조 방법은 기저체에 탄소함유 기체를 제공하여, 상기 기저체의 표면에 상기 탄소함유 기체로부터 제공된 탄소가 탄소 복합체를 형성하고, 또한 상기 기저체에 황함유 기체를 제공하여, 상기 탄소 복합체에 상기 황함유 기체로부터 제공된 황을 흡착시킴으로써, 황화 과정과 탄화 과정을 동시에 간단한 방법으로 수행하여 황 함유 탄소 복합체 촉매체를 형성할 수 있다.
- [0026] 상기 황 함유 탄소 복합체 촉매체는 황과 탄소를 함께 포함하므로, 탄소에 의하여 산소환원반응(Oxygen Reduction Reaction, ORR) 성능을 향상시킬 수 있고, 황에 의하여 산소발생반응(Oxygen Evolution Reaction, OER) 및 수소발생반응(Hydrogen Evolution Reaction, HER) 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0027] 또한, 탄소는 기저체 위에 탄소섬유 형태로 성장되어 표면적 향상 및 그로 인한 반응면적확대로 전체적인 촉매적 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0028] 상술한 본 발명의 효과들은 예시적으로 기재되었고, 이러한 효과들에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 황 함유 탄소 복합체 촉매체의 제조 방법을 도시하는 흐름도이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 도 1의 황 함유 탄소 복합체 촉매체의 제조 방법을 도시하는 개략도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 황 함유 탄소 복합체 촉매체의 제조 방법에 따라 형성한 황 함유 탄소 복합체 촉매체의 주사전자현미경 사진들이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 황 함유 탄소 복합체 촉매체에서의 황의 결합상태를 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 황 함유 탄소 복합체 촉매체를 포함하는 금속공기전지를 설명하는 개략도이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 황 함유 탄소 복합체 촉매체를 포함하는 수전해 셀을 설명하는 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 기술적 사상을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 기술적 사상의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시예는 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 기술적 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다. 본 명세서에서 동일한 부호는 시종 동일한 요소를 의미한다. 나아가, 도면에서의 다양한 요소와 영역은 개략적으로 그려진 것이다. 따라서, 본 발명의 기술적 사상은 첨부한 도면에 그려진 상대적인 크기나 간격에 의해 제한되지 않는다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 황 함유 탄소 복합체 촉매체의 제조 방법(S100)을 도시하는 흐름도이다.
- [0032] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 도 1의 황 함유 탄소 복합체 촉매체의 제조 방법을 도시하는 개략도이다.
- [0033] 도 1 및 도 2를 참조하면, 황 함유 탄소 복합체 촉매체의 제조 방법(S100)은, 기저체를 제공하는 단계(S110); 상기 기저체를 제1 온도 분위기에 위치시키는 단계(S120); 상기 기저체에 탄소함유 기체를 제공하여, 상기 기저체의 표면에 상기 탄소함유 기체로부터 제공된 탄소가 탄소 복합체를 형성하는 단계(S130); 및 상기 기저체에 황함유 기체를 제공하여 상기 탄소 복합체에 상기 황함유 기체로부터 제공된 황을 흡착하는 단계(S140);를 포함한다.
- [0034] 상기 탄소함유 기체와 상기 황함유 기체는 동시에 제공될 수 있다. 상기 탄소함유 기체와 상기 황함유 기체는 미리 혼합되어 제공되거나 별도로 각각 제공될 수 있다. 또는, 상기 탄소함유 기체가 제공된 후에 상기 황함유 기체가 제공될 수 있다.
- [0035] 상기 제1 온도 분위기는 제1 온도로 유지한 챔버 또는 오븐에 상기 기저체를 투입하여 구현할 수 있다. 상기 제1 온도 분위기는 탄소가 산화되지 않는 온도 범위일 수 있고, 상기 기저체, 상기 탄소함유 기체, 및 상기 황함유 기체의 종류에 따라 온도 범위와 유지 시간이 다양하게 변화할 수 있다. 예를 들어, 상기 탄소함유 기체는 프로판이고, 상기 황함유 기체는 황화 수소(H_2S)이고, 상기 제1 온도 분위기는 예를 들어 500℃ 내지 700℃

범위일 수 있고, 예를 들어 650℃ 일 수 있다. 상기 제1 온도 분위기는, 예를 들어 1 시간 내지 6 시간 범위에서 유지될 수 있고, 예를 들어 4 시간 동안 유지될 수 있다.

[0036] 상기 기저체는 탄소 복합체가 결합 또는 부착되는 저항이 없거나 작은 물질로 구성될 수 있다.

[0037] 상기 기저체는 산화물을 포함할 수 있다. 상기 산화물은 실리콘 산화물, 러들스덴-포퍼(Ruddlesden-popper) 산화물, 페로브스카이트 산화물, 및 스피넬 산화물 등을 포함할 수 있다. 상기 기저체가 산화물인 경우에는, 상기 산화물의 표면에 상기 황 함유 기체로부터 제공된 황이 흡착될 수 있다. 상기 기저체의 격자 구조나 화학 조성은 변화하지 않고, 상기 기저체의 표면에 상기 황이 물리적 또는 화학적으로 흡착될 수 있다.

[0038] 상기 기저체는 금속 또는 합금을 포함할 수 있다. 상기 금속 또는 합금은 전이금속 원소, IIIA족 원소, 및 IVA족 원소 등을 포함할 수 있다. 상기 전이금속 원소는 Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au 또는 Hg 등을 포함할 수 있다. 상기 IIIA족 원소는 Al, Ga, In, Ti 등을 포함할 수 있다. 상기 IVA족 원소는 Si, Ge, Sn, Pb 등을 포함할 수 있다. 상기 기저체가 금속인 경우에는, 상기 금속에 상기 황 함유 기체로부터 제공된 황이 황화금속(meal sulfide)을 형성하여 결합될 수 있다.

[0039] 상기 탄소 함유 기체는 탄소를 포함할 수 있고, 예를 들어 탄화 수소 기체를 포함할 수 있다. 상기 탄소 함유 기체는 메탄, 에탄, 프로판, 및 부탄 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0040] 상기 황 함유 기체는 황을 포함할 수 있고, 예를 들어 황화 수소(H_2S)를 포함할 수 있다.

[0041] 상기 탄소 복합체는 탄소 섬유 또는 중공 탄소 섬유(hollow carbon fiber)를 포함할 수 있다. 상기 탄소 복합체는 상기 기저체의 표면으로부터 성장하고, 상기 기저체와 안정적으로 접촉되어 있다. 상기 탄소 복합체에 의하여 촉매체 전체의 표면적을 증가시킬 수 있으므로 성능을 향상시킬 수 있다.

[0042] 본 발명의 일 실시예에 따른 황 함유 탄소 복합체 촉매체는, 기저체; 상기 기저체의 표면에 형성된 탄소 복합체; 및 상기 탄소 복합체에 흡착된 황;을 포함할 수 있다. 상기 기저체는 산화물을 포함하고, 상기 산화물의 표면에 흡착된 황을 더 포함할 수 있다. 상기 기저체는 금속을 포함하고, 상기 금속의 표면에 형성된 황화금속을 더 포함할 수 있다.

[0043] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 황 함유 탄소 복합체 촉매체의 제조 방법에 따라 형성한 황 함유 탄소 복합체 촉매체의 주사전자현미경 사진들이다. 도 3에서, (a)는 탄소 복합체가 형성되기 전의 상태를 나타내고, (b)는 탄소 복합체가 형성된 후의 상태를 나타낸다.

[0044] 도 3을 참조하면, (a)에 나타난 바와 같이 탄소 복합체가 형성되기 전의 기저체는 상대적으로 매끈한 표면을 가진다. 반면, (b)에 나타난 바와 같이, 장축 길이의 섬유상으로 구성된 탄소 복합체가 상기 기저체의 표면에 전체적으로 고르게 형성되어 있다.

[0045] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 황 함유 탄소 복합체 촉매체에서의 황의 결합상태를 나타내는 그래프이다.

[0046] 도 4를 참조하면, 황은 "S"와 " SO_4 "의 결합 에너지 피크를 각각 나타내므로, 상기 형태로서 탄소 복합체에 금속 설파이드(metal sulfide) 또는 금속 설페이트(metal sulfate)와 같은 황화물 형태로 흡착되어 있음을 알 수 있다.

[0048] 상기 황 함유 탄소 복합체 촉매체가 금속공기전지의 캐소드에 적용되는 경우도 본 발명의 기술적 사상에 포함된다.

[0049] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 황 함유 탄소 복합체 촉매체를 포함하는 금속공기전지(100)를 설명하는 개략도이다.

[0050] 도 5를 참조하면, 금속공기전지(100)는, 음극인 애노드(110), 양극인 캐소드(120) 및 애노드(110)와 캐소드(120) 사이에 위치하는 전해질(130)을 포함한다. 캐소드(120)는 집전체(140)와 촉매체(150)를 더 포함할 수 있다.

[0051] 금속공기전지(100)는 금속과 산소의 반응을 이용하여 전력을 생성한다. 금속공기전지(100)의 최대 장점은 자연계에 무한히 존재하는 산소를 활물질로 이용하며, 다른 이차전지에 비하여 매우 높은 이론 에너지 밀도를 가지고, 또한 친환경적인 특성을 보유하는 것이다. 또한, 금속공기전지(100)는 내부에 화학 산화제를 포함하지 않으므로 폭발이나 화재의 우려가 없으며 무게를 크게 감소시킬 수 있다. 또한, 수소나 알코올을 사용하는 연료전지에 비하여 매우 경제적이고 안정성이 우수하고 낮은 온도에서의 작동능력도 우수하다.

- [0052] 애노드(110)는, 방전 시에 전자를 잃어 양이온이 되는 물질을 포함할 수 있고, 예를 들어 금속을 포함할 수 있고, 예를 들어 리튬, 아연, 마그네슘, 알루미늄, 칼슘을 포함할 수 있다. 특히, 리튬은 이론적인 에너지 밀도가 11,140 Wh/kg으로서 13,000 Wh/kg의 가솔린에 거의 유사한 수준을 나타낸다. 참고로, 알루미늄은 8130 Wh/kg, 칼슘은 4180 Wh/kg, 아연은 1350 Wh/kg의 이론적인 에너지 밀도를 가진다. 또한, 애노드(110)는 본 발명의 기술적 사상에 따른 전극 소재를 이용하여 구성될 수 있다.
- [0053] 캐소드(120)는 공기 중의 산소를 이용하도록 구성되며, 상기 산소를 집전할 수 있다. 구체적으로, 캐소드(120)는 상술한 바와 같은 기저체; 상기 기저체의 표면에 형성된 탄소 복합체; 및 상기 탄소 복합체에 흡착된 황;을 포함하는 황 함유 탄소 복합체 촉매체를 포함하는 전극 소재로 구성될 수 있다. 이 경우, 상기 황 함유 탄소 복합체 촉매체는 촉매체(150)일 수 있다.
- [0054] 금속공기전지(100)는 캐소드(120)를 공기 중의 산소를 이용할 수 있으므로, 이론적으로는 캐소드(120)의 무게를 0으로 또는 비약적으로 감소시킬 수 있다. 그러므로, 캐소드(120)의 무게를 감소시킴에 따라 애노드(110)의 무게를 증가시킬 수 있으므로, 금속공기전지(100)의 전체 무게에 대한 애노드(110)의 무게 비율이 증가되어, 결과적으로 전지 단위 무게 당 높은 에너지 밀도를 제공할 수 있다.
- [0055] 전해질(130)은 애노드(110)와 캐소드(120) 사이에 위치하고, 전해 물질을 포함할 수 있다. 전해질(130)은, 예를 들어 수산화나트륨(NaOH) 용액이나 수산화칼슘(KOH) 용액을 포함할 수 있다. 또한, 전해질(130)은 고상의 매체로 구성될 수 있다.
- [0056] 이하에서는, 금속공기전지(100)에서의 전력 생성에 대하여 설명하기로 한다. 애노드(110)와 캐소드(120)에서는 방전 반응과 충전 반응이 이루어질 수 있다. 애노드(110)와 캐소드(120)에서의 방전 반응은 다음과 같다. 충전 반응은 하기의 반응들이 반대 방향으로 향하게 된다. 아래의 반응식에서 "M"은 애노드(110)를 구성하는 물질로서 금속일 수 있다.
- [0057] <애노드 반응>
- [0058] $M \rightarrow M^{+} + e^{-}$
- [0059] <캐소드 반응>
- [0060] $2(M^{+} + e^{-}) + O_2 \rightarrow M_2O_2$
- [0061] 이러한 방전 반응에 의하여 애노드(110)에서 형성된 양이온(170)은 전해질(130)을 통과하여 캐소드(120)로 향하게 된다. 이때, 상기 양이온이 잃어버린 전자는 별도의 도선을 거쳐 부하(190)를 통과함으로써, 결과적으로 부하(190)에 전력을 공급하게 된다.
- [0062] 외부로부터 산소(180)가 캐소드(120)에 제공되고, 양이온(170)은 산소(180)와 캐소드(120)에서 반응하여 산화물을 형성한다. 이때에, 부하(190)를 통과한 전자가 캐소드(120)에 제공되어 상기 산화물을 함께 형성한다.
- [0063] 반면, 충전 시에는 상기 산화물이 분해되어 상기 양이온은 전자를 획득하여 캐소드(120)로부터 전해질(130)을 거쳐서 애노드(110)로 다시 돌아가게 된다.
- [0065] 또한, 상기 전극 소재가 수전해 셀의 애노드와캐소드에 적용되는 경우도 본 발명의 기술적 사상에 포함된다.
- [0066] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 황 함유 탄소 복합체 촉매체를 포함하는 수전해 셀(200)을 설명하는 개략도이다.
- [0067] 도 6을 참조하면, 수전해 셀(200)은 애노드(210), 애노드(210)를 마주보고 배치되는 캐소드(220), 및 애노드(210)와 캐소드(220) 사이에 배치되는 전해질(230)을 포함한다. 전해질(230)은 개시제(initiator)가 녹아 있는 물을 포함한다. 개시제가 녹아 있는 물인 전해액(230)은, 예를 들어 수산화나트륨(NaOH) 용액 또는 수산화칼슘(KOH) 용액을 포함할 수 있다. 수전해 셀(200)의 전기화학반응은 하기 반응식에 나타난 바와 같이, 캐소드(220)의 물(H₂O)이 수소 가스(H₂)로 변하는 음극반응과 상기 전해액(230)을 통해 이동해온 수산화 이온(OH⁻)이 산소 가스(O₂)로 변하는 양극반응으로 이루어진다.
- [0068] <반응식>

[0069] 음극반응(캐소드): $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

[0070] 양극반응(애노드): $2\text{OH}^- \rightarrow 1/2 \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$

[0071] 수전해 셀(200)에 외부 전원(240)으로부터 전력이 인가되면, 외부 전원(240)으로부터 수전해 셀(200)에 전자가 제공된다. 상기 전자는 캐소드(220)에 제공되는 물과 반응하여 수소 가스와 수산화 이온을 생성한다. 상기 수소 가스는 외부로 배출되고, 상기 수산화 이온은 전해액(230)을 통과하여 애노드(210)로 이동된다. 애노드(210)로 이동된 상기 수산화 이온은 전자를 잃고 산소 가스로 변환하여 외부로 배출된다. 상기 전자는 외부 전원(240)으로 흐르게 된다. 이러한 전자 이동을 통하여, 수전해 셀(200)은 물을 전기 분해하여, 캐소드(220)에서 수소 가스를 형성하고, 애노드(210)에서 산소 가스를 형성할 수 있다.

[0072] 애노드(210) 및 캐소드(220) 중 적어도 어느 하나는 본 발명의 기술적 사상에 따른 전극 소재를 이용하여 형성될 수 있다. 구체적으로, 애노드(210) 및 캐소드(220) 중 적어도 어느 하나는 상술한 바와 같은 기저체; 상기 기저체의 표면에 형성된 탄소 복합체; 및 상기 탄소 복합체에 흡착된 황;을 포함하는 황 함유 탄소 복합체 촉매체를 포함하는 전극 소재로 구성될 수 있다.

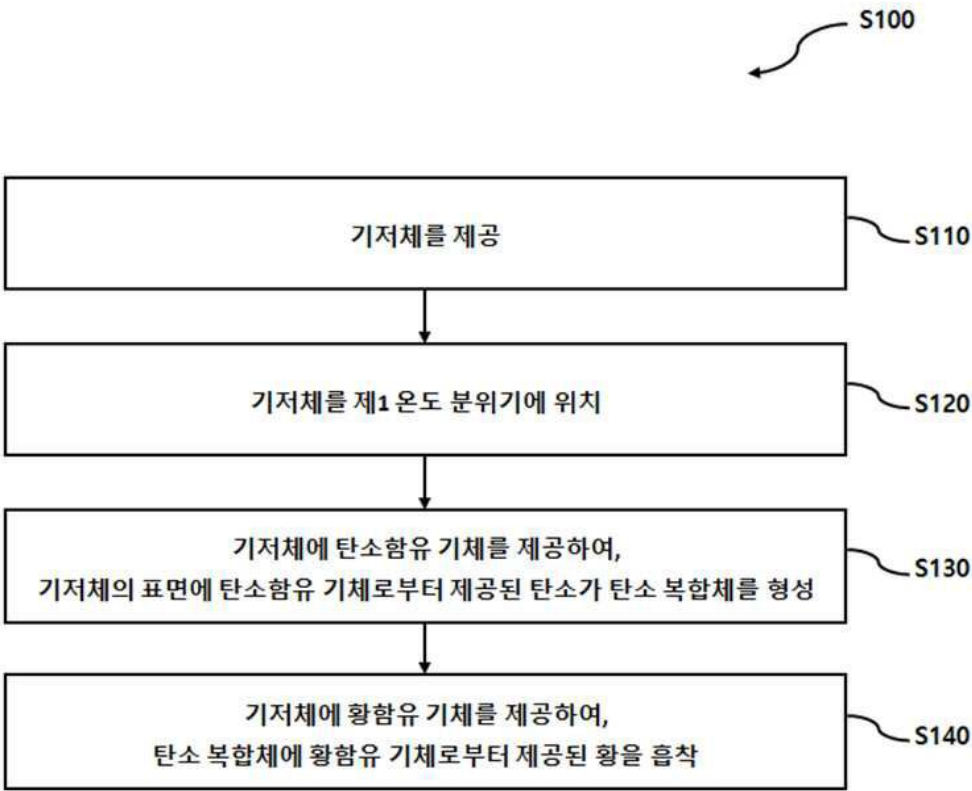
[0074] 이상에서 설명한 본 발명의 기술적 사상이 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은, 본 발명의 기술적 사상이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

부호의 설명

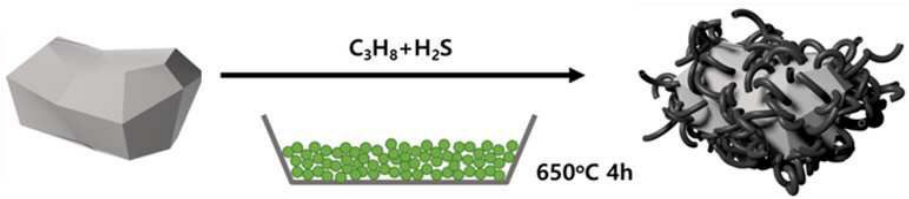
[0075] 100: 금속공기전지, 110: 애노드, 120: 캐소드, 130: 전해질,
140: 집전체, 142: 탄소체, 144: 전도성 고분자 물질,
150: 촉매체, 170: 양이온, 180: 산소, 190: 부하,
200: 수전해 셀, 210: 애노드,
220: 캐소드, 230: 전해질, 240: 외부전원,

도면

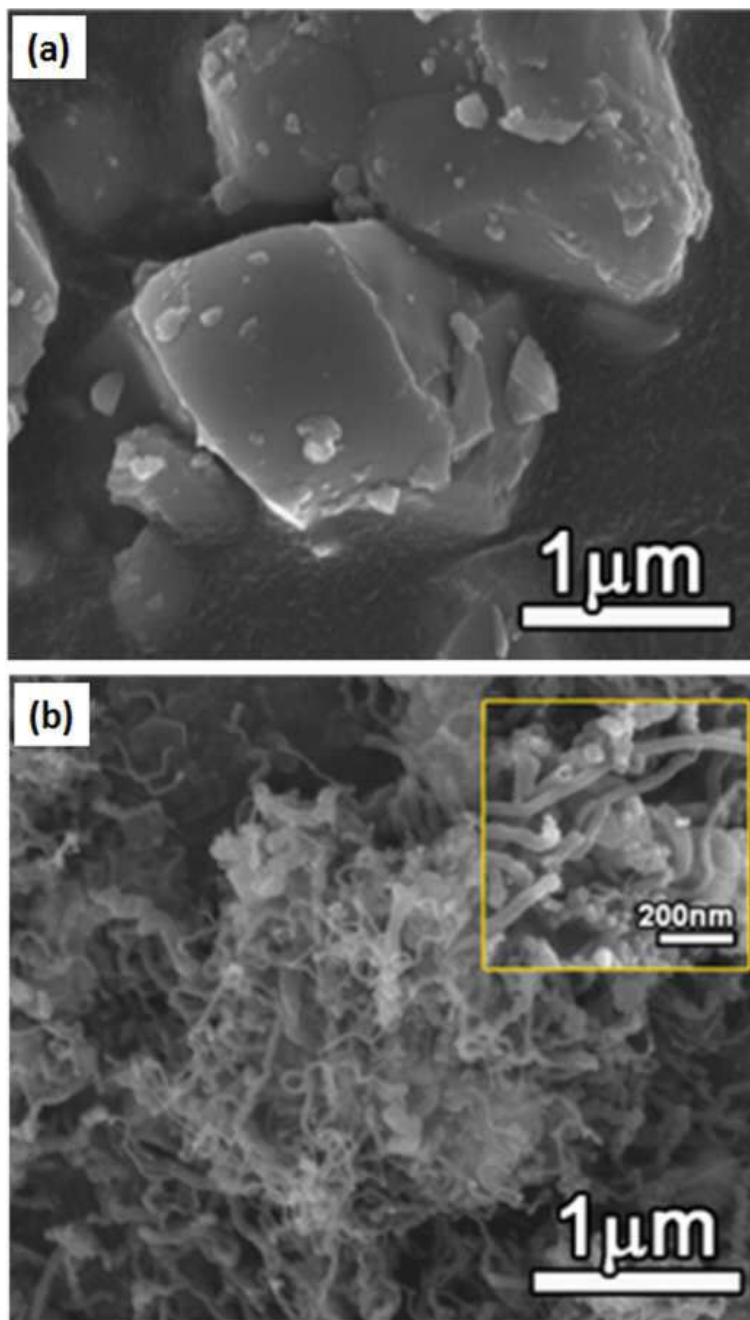
도면1



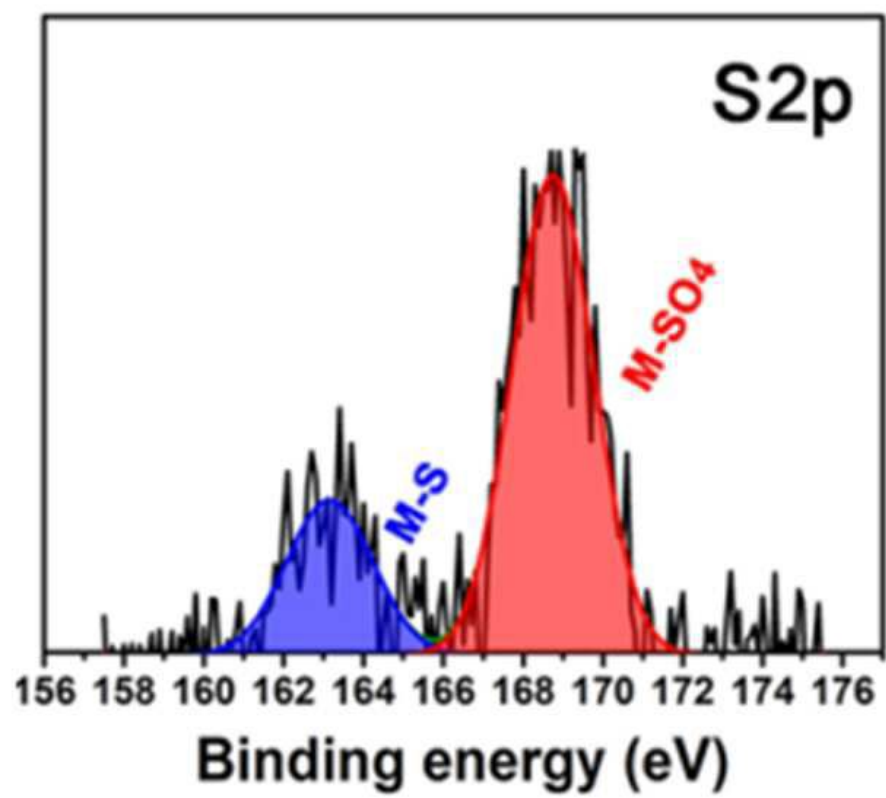
도면2



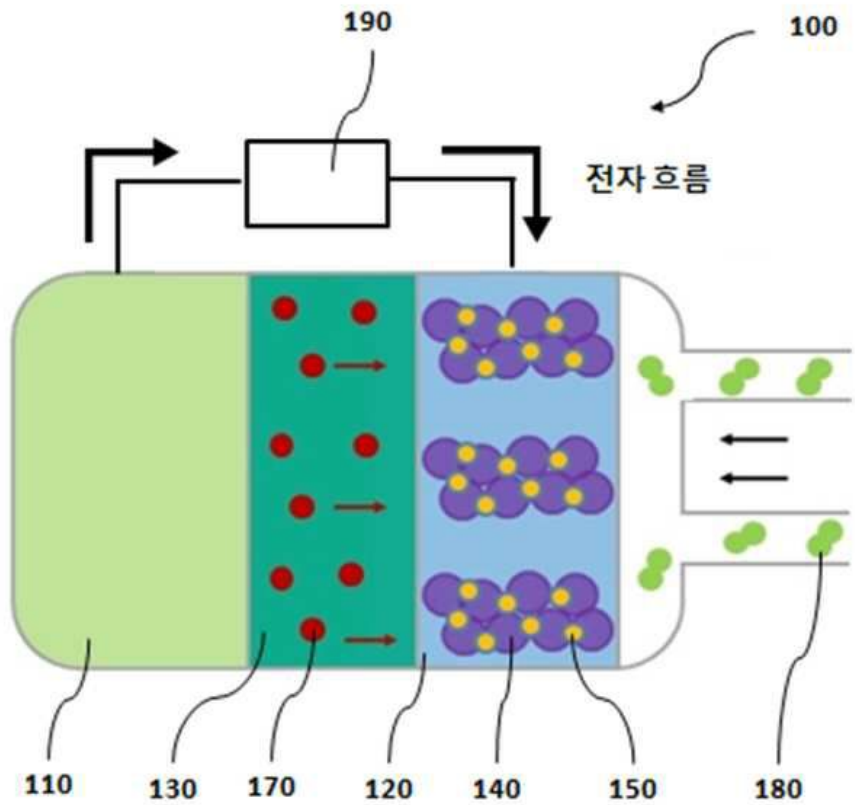
도면3



도면4



도면5



도면6

