(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0158059
(43) 공개일자 2021년12월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C25B 1/30 (2006.01) *C25B 11/04* (2021.01)
C25B 15/08 (2006.01) *C25B 5/00* (2021.01)
(52) CPC특허분류
C25B 1/30 (2021.01)
C25B 11/073 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2020-0076350
(22) 출원일자 2020년06월23일
심사청구일자 2020년06월23일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
김건태
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
김정원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
표세원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
전용준

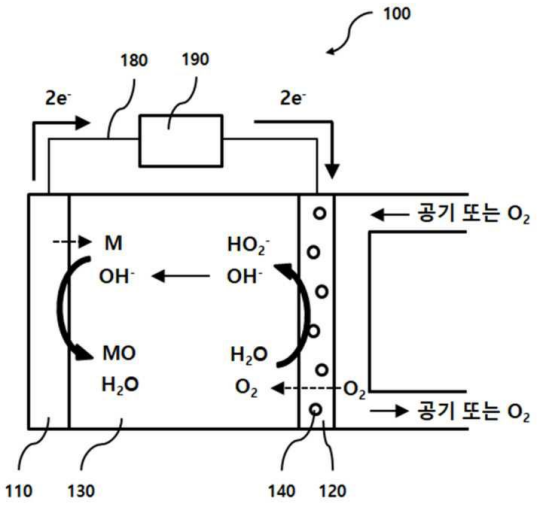
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **2 전자 산소환원반응을 이용한 과산화수소 발생장치**

(57) 요 약

본 발명은, 외부 전원을 요구하지 않고, 팔라듐과 같은 귀금속을 사용하지 않음으로써 경제적이고 간단한 설비로서, 2 전자 산소환원반응을 이용하여 과산화수소를 발생하는 과산화수소 발생장치를 제공한다. 본 발명의 일실시예에 따른 과산화수소 발생장치는, 애노드; 상기 애노드를 마주보고 배치되고, 산소가 공급되는 캐소드; 상기 애노드와 상기 캐소드 사이에 배치되고, 물을 포함하는 전해질; 및 상기 캐소드에 배치되고, 상기 산소와 상기 물을 2 전자 산소환원반응시켜 과산화수소를 발생시키는 촉매체;를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C25B 15/08 (2021.01)
C25B 5/00 (2021.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

애노드;

상기 애노드를 마주보고 배치되고, 산소가 공급되는 캐소드;

상기 애노드와 상기 캐소드 사이에 배치되고, 물을 포함하는 전해질; 및

상기 캐소드에 배치되고, 상기 산소와 상기 물을 2 전자 산소환원반응시켜 과산화수소를 발생시키는 촉매체;를 포함하고,

상기 캐소드의 일측은 상기 전해질과 접촉하고, 상기 캐소드의 타측은 공기 또는 산소 기체와 직접 접촉하도록 노출된, 과산화수소 발생장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 캐소드로 공급되는 상기 산소는 상기 캐소드와 직접 접촉하는 상기 공기 또는 상기 산소 기체를 이용하여 제공되는, 과산화수소 발생장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 전해질은 수산화이온(OH^-)을 상기 애노드와 상기 캐소드 사이에서 전달하는, 과산화수소 발생장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 과산화수소는 이온 상태로 상기 전해질 내에 용해되는, 과산화수소 발생장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 과산화수소 발생장치는, 상기 과산화수소를 발생시킬 때에, 상기 애노드로부터 상기 캐소드로 전자가 이동하고, 이에 따라 전력을 발생시키는, 과산화수소 발생장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 과산화수소가 발생하는 동안에 상기 애노드를 구성하는 물질이 산화되고, 충전에 의하여 상기 산화된 물질이 환원되어 상기 애노드를 보충하는, 과산화수소 발생장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 촉매체는, 하기의 식으로부터 산출된 산소환원반응에 참여하는 전자의 갯수가 2 내지 4 범위인 물질을 포함하는, 과산화수소 발생장치.

$n = 4 \times I_d / (I_d + I_r/N)$

(여기에서, n은 산소환원반응에 참여하는 전자의 갯수, I_d 는 디스크 전극의 전류량, I_r 은 링 전극의 전류량, N

은 수집효율로서 0.41임)

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 촉매체는, 금속, 금속 합금, 탄소 화합물, 산화물, 및 페로브스카이트 물질 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 과산화수소 발생장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 촉매체는, 백금(Pt), 코발트(Co), 니켈(Ni), 망간(Mn), 구리(Cu), Pt-Hg 합금, Pd-Hg 합금, Ag-Hg 합금 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 과산화수소 발생장치.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 촉매체는 작용기가 포함된 탄소 화합물 및 헤테로 원자가 치환된 탄소 화합물 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 과산화수소 발생장치.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 애노드는 전자를 잃어 양이온이 되는 물질을 포함하는, 과산화수소 발생장치.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 애노드는, 아연(Zn), 바나듐(V) 크롬(Cr) 망간(Mn) 철(Fe) 코발트(Co) 니켈(Ni) 구리(Cu) 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 및 칼슘(Ca) 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 과산화수소 발생장치.

청구항 13

애노드;

상기 애노드를 마주보고 배치되고, 산소가 공급되는 캐소드;

상기 애노드와 상기 캐소드 사이에 배치되고, 물을 포함하는 전해질; 및

상기 캐소드에 배치되고, 상기 산소와 상기 물을 2 전자 산소환원반응시켜 과산화수소를 발생시키는 촉매체;를 포함하고,

상기 캐소드는 상기 전해질 내에 침지된, 과산화수소 발생장치.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 캐소드에 인접하여 배치되고, 상기 전해질에 공기 또는 산소 기체를 주입하는 기체 주입부를 더 포함하고,

상기 캐소드로 공급되는 상기 산소는 상기 기체 주입부에 의하여 주입되는 상기 공기 또는 산소 기체를 이용하여 제공되는, 과산화수소 발생장치.

청구항 15

청구항 13에 있어서,

상기 캐소드로 공급되는 상기 산소는 상기 전해질에 포함된 잔류 산소를 이용하여 제공되는, 과산화수소 발생장치.

청구항 16

애노드;

상기 애노드를 마주보고 배치되고, 산소가 공급되는 캐소드;

상기 애노드와 상기 캐소드 사이에 배치되고, 물을 포함하는 전해질; 및

상기 캐소드에 배치되고, 상기 산소와 상기 물을 2 전자 산소환원반응시켜 과산화수소를 발생시키는 촉매체;를 포함하는, 과산화수소 발생장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 기술적 사상은 과산화수소 발생장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 2 전자 산소환원반응을 이용한 과산화수소 발생장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 과산화수소는 강력한 산화력이 있어, 소독제, 산화제, 표백제, 촉매, 화학적 합성, 수처리, 펄프 및 제지 제조, 등 다양한 산업계에서 사용되고 있다. 또한, 과산화수소는 친환경적인 특성으로 인해 염소를 대체할 수 있고, 산소의 발생 및 공급을 필요로 하는 분야에서 사용될 수 있다. 종래의 과산화수소의 생산은 대부분 안트라퀴논 산화(anthraquinone oxidation)를 이용하며, 상기 방법은 에너지 소비량이 높고, 귀금속인 팔라듐 (Pd) 금속을 사용하는 등 장치 비용이 높은 한계가 있다. 또한, 종래의 과산화수소의 생산에서는 전기화학적으로 산소환원반응을 사용하는데, 이러한 반응을 위하여 외부 전원의 공급이 필수적인 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 한국특허등록번호 제10-1966784호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 기술적 사상이 이루고자 하는 기술적 과제는, 외부 전원을 요구하지 않고, 팔라듐과 같은 귀금속을 사용하지 않음으로써 경제적이고 간단한 설비로서, 2 전자 산소환원반응을 이용하여 과산화수소를 발생하는 과산화수소 발생장치를 제공하는 것이다.

[0005] 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 과산화수소 발생장치는, 애노드;상기 애노드를 마주보고 배치되고, 산소가 공급되는 캐소드; 상기 애노드와 상기 캐소드 사이에 배치되고, 물을 포함하는 전해질; 및 상기 캐소드에 배치되고, 상기 산소와 상기 물을 2 전자 산소환원반응시켜 과산화수소를 발생시키는 촉매체;를 포함하고, 상기 캐소드의 일측은 상기 전해질과 접촉하고, 상기 캐소드의 타측은 공기 또는 산소 기체와 직접 접촉하도록 노출된다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 캐소드로 공급되는 상기 산소는 상기 캐소드와 직접 접촉하는 상기 공기 또는 상기 산소 기체를 이용하여 제공될 수 있다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 전해질은 수산화이온(OH^-)을 상기 애노드와 상기 캐소드 사이에서 전달할 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 과산화수소는 이온 상태로 상기 전해질 내에 용해될 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 과산화수소 발생장치는, 상기 과산화수소를 발생시킬 때에, 상기 애노드로부터 상기 캐소드로 전자가 이동하고, 이에 따라 전력을 발생시킬 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 과산화수소가 발생하는 동안에 상기 애노드를 구성하는 물질이 산화되고, 충전에 의하여 상기 산화된 물질이 환원되어 상기 애노드를 보충할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 촉매체는, 하기의 식으로부터 산출된 산소환원반응에 참여하는 전자의 갯수가 2 내지 4 범위인 물질을 포함할 수 있다.

[0013] $n = 4 \times I_d / (I_d + I_r/N)$

[0014] (여기에서, n은 산소환원반응에 참여하는 전자의 갯수, I_d 는 디스크 전극의 전류량, I_r 은 링 전극의 전류량, N은 수집효율로서 0.41임)

[0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 촉매체는, 금속, 금속 합금, 탄소 화합물, 산화물, 및 페로브스카이트 물질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 촉매체는, 백금(Pt), 코발트(Co), 니켈(Ni), 망간(Mn), 구리(Cu), Pt-Hg 합금, Pd-Hg 합금, Ag-Hg 합금 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 촉매체는 작용기가 포함된 탄소 화합물 및 헤테로 원자가 치환된 탄소 화합물 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 애노드는 전자를 잃어 양이온이 되는 물질을 포함할 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 애노드는, 아연(Zn), 바나듐(V) 크롬(Cr) 망간(Mn) 철(Fe) 코발트(Co) 니켈(Ni) 구리(Cu) 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 및 칼슘(Ca) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0020] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 과산화수소 발생장치는, 애노드; 상기 애노드를 마주보고 배치되고, 산소가 공급되는 캐소드; 상기 애노드와 상기 캐소드 사이에 배치되고, 물을 포함하는 전해질; 및 상기 캐소드에 배치되고, 상기 산소와 상기 물을 2 전자 산소환원반응시켜 과산화수소를 발생시키는 촉매체;를 포함하고, 상기 캐소드는 상기 전해질 내에 침지된다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 캐소드에 인접하여 배치되고, 상기 전해질에 공기 또는 산소 기체를 주입하는 기체 주입부를 더 포함할 수 있고, 상기 캐소드로 공급되는 상기 산소는 상기 기체 주입부에 의하여 주입되는 상기 공기 또는 산소 기체를 이용하여 제공될 수 있다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 캐소드로 공급되는 상기 산소는 상기 전해질에 포함된 잔류 산소를 이용하여 제공될 수 있다.

[0023] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 과산화수소 발생장치는, 애노드; 상기 애노드를 마주보고 배치되고, 산소가 공급되는 캐소드; 상기 애노드와 상기 캐소드 사이에 배치되고, 물을 포함하는 전해질; 및 상기 캐소드에 배치되고, 상기 산소와 상기 물을 2 전자 산소환원반응시켜 과산화수소를 발생시키는 촉매체;를 포함한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 기술적 사상에 따른 과산화수소 발생장치는 2 전자 산소환원반응을 이용하여 과산화수소를 발생시킬 수 있으므로, 외부 전원과 같은 추가적인 장치를 요구하지 않고, 팔라듐과 같은 귀금속을 사용하지 않음으로써 경제적이고 간단한 장치로서 구현될 수 있다. 또한, 상기 과산화수소 발생장치는 과산화수소 발생과 함께 부산물로서 전력을 생산할 수 있어 에너지 소비효율을 증가시킬 수 있고, 또한, 소모된 애노드를 충전에 의하여 보충할 수 있으므로 원료 소비를 감소시키고 장치의 수명을 증가시킬 수 있다.

[0025] 상술한 본 발명의 효과들은 예시적으로 기재되었고, 이러한 효과들에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 과산화수소 발생장치를 도시하는 개략도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 과산화수소 발생장치를 도시하는 개략도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 의한 과산화수소 발생장치에 적용된 촉매체의 산소환원반응을 판단하는 회전링-디스크 전극을 도시하는 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 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.

[0028] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 과산화수소 발생장치(100)를 도시하는 개략도이다.

[0029] 도 1을 참조하면, 과산화수소 발생장치(100)는, 애노드(110), 캐소드(120) 애노드(110)와 캐소드(120) 사이에 배치되는 전해질(130), 및 촉매체(140)를 포함한다.

[0030] 애노드(110)는, 전자를 잃어 양이온이 되는 물질을 포함할 수 있고, 예를 들어 금속을 포함할 수 있다. 애노드(110)는, 예를 들어 아연(Zn), 바나듐(V) 크롬(Cr) 망간(Mn) 철(Fe) 코발트(Co) 니켈(Ni) 구리(Cu) 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 및 칼슘(Ca) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 그러나, 이러한 물질들은 예시적이며 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다. 애노드(110)는 일측이 전해질(130)과 접촉하는 배치를 가질 수 있고, 또는 하기의 도 2와 같이 전해질(130) 내에 침지될 수 있다.

[0031] 캐소드(120)는 애노드(110)를 마주보고 배치될 수 있다. 캐소드(120)의 일측은 전해질(130)과 접촉할 수 있고, 캐소드(120)의 타측은 공기 또는 산소 기체와 직접 접촉하도록 노출될 수 있다. 상기 과산화수소를 발생시키는 원료물질로서 산소가 캐소드(120)에 공급될 수 있다. 상기 산소의 공급은 다양한 방식으로 수행될 수 있다. 예를 들어, 캐소드(120)로 공급되는 상기 산소는 캐소드(120)와 직접 접촉하는 상기 공기 또는 상기 산소 기체를 이용하여 제공될 수 있다. 또한, 캐소드(120)로 공급되는 상기 산소는 전해질(130)에 포함된 잔류 산소를 이용하여 제공될 수 있다.

[0032] 캐소드(120)에는 촉매체(140)가 배치될 수 있다. 캐소드(120)는 금속이나 탄소 등과 같은 전도성 물질로 구성될 수 있다. 캐소드(120)는, 예를 들어 탄소 종이(carbon paper) 또는 니켈 그물망(nickel mesh) 등을 포함할 수 있다. 그러나, 이러한 물질들은 예시적이며 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다.

[0033] 과산화수소 발생장치(100)는 캐소드(120)가 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, 과산화수소 발생장치(100)의 전체 무게에 대한 애노드(110)의 무게 비율이 증가되어, 결과적으로 무게 당 높은 과산화수소 발생률을 제공할 수 있다.

[0034] 전해질(130)은 애노드(110)와 캐소드(120) 사이에 배치될 수 있다. 전해질(130)은 전해 물질을 포함할 수 있고, 물을 포함할 수 있다. 전해질(130)은 수산화이온(OH^-)을 애노드(110)와 캐소드(120) 사이에서 전달할 수 있고, 이러한 기능을 수행하는 다양한 물질을 포함할 수 있다. 전해질(130)은, 예를 들어 액상 물질이거나 또는 고상 물질일 수 있다. 전해질(130)은, 예를 들어 산성 물질이거나 또는 염기성 물질일 수 있다. 전해질(130)이 산성을 가지는 경우에, 염기성을 가지는 경우에 비하여, 상온에서 상기 과산화수소의 합성 효율이 높을 수 있다. 예를 들어, 전해질(130)은 강염기성 용액인 경우에 1M 내지 6M의 KOH를 포함하여 구성될 수 있고, 중성 용액으로서 $KHCO_3$를 포함하여 구성될 수 있고, 산성 용액으로서 $HClO_4$ 혹은 H_2SO_4 를 포함하여 구성될 수 있다. 그러나, 이러한 물질들은 예시적이며 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다.

[0035] 촉매체(140)는 캐소드(120)에 배치될 수 있다. 촉매체(140)는 산소와 물을 2 전자 산소환원반응시켜 과산화수소를 발생시킬 수 있고, 이러한 기능을 수행하는 물질을 포함할 수 있다. 촉매체(140)는 예를 들어 금속, 금속 합금, 탄소 화합물, 산화물, 및 페로브스카이트 물질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 촉매체(140)는, 예를 들어 원자 단위로 분산된 금속 물질로서 백금(Pt), 코발트(Co), 니켈(Ni), 망간(Mn), 및 구리(Cu) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 촉매체(140)는, 예를 들어 Pt-Hg 합금, Pd-Hg 합금, 및 Ag-Hg 합금 중 적어도 어

느 하나를 포함할 수 있다. 촉매체(140)는 작용기가 포함된 탄소 화합물을 포함할 수 있고, 예를 들어 카르복실(-COOH) 작용기가 포함된 탄소 화합물 또는 에테르 (C-O-C) 작용기가 포함된 탄소 화합물을 포함할 수 있다. 또한, 촉매체(140)는 헤테로 원자가 치환된 탄소 화합물을 포함할 수 있다. 그러나, 이러한 물질들은 예시적이며 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다.

[0036] 이하에서는, 과산화수소 발생장치(100)에서의 과산화수소 발생 반응에 대하여 설명하기로 한다. 애노드(110)와 캐소드(120)에서는 반응은 다음과 같다. 아래의 반응식에서 애노드(110)를 구성하는 물질로서 아연을 예시적으로 선택함에 유의한다.

[0037] <과산화수소 발생 반응식>

[0038] 애노드 반응 : $Zn + 2OH^- \rightarrow ZnO + H_2O + 2e^-$ ($E^0 = -1.33$ V vs. SHE)

[0039] 캐소드 반응 : $O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow HO_2^- + OH^-$ ($E^0 = -0.065$ V vs. SHE)

[0040] 캐소드(120)에서 형성된 수산화이온(OH^-)은 전해질(130)을 통과하여 애노드(110)로 이동한다. 상기 수산화이온(OH^-)은 애노드를 구성하는 금속(M)과 반응하여 금속 산화물(MO), 물(H_2O), 및 전자($2e^-$)를 형성한다. 예를 들어 상기 금속이 아연(Zn)인 경우에는, 아연산화물(ZnO)을 형성한다. 상기 발생한 전자($2e^-$)는 배선(180)을 거쳐 캐소드(120)에 공급된다. 캐소드(120)에서는 산소(O_2), 물(H_2O) 및 전자($2e^-$)가 반응하여 과산화수소(HO_2^-)와 수산화이온(OH^-)을 형성한다. 상기 과산화수소(HO_2^-)는 이온 형태로 전해질(130) 내에 용해될 수 있고, 이후에 전해질(130)에서 과산화수소(H_2O_2)로서 추출될 수 있다.

[0041] 과산화수소 발생장치(100)는 금속과 산소의 반응을 이용하여 전력을 생성할 수 있다. 과산화수소 발생장치(100)는 상기 과산화수소를 발생시킬 때에, 애노드(110)로부터 캐소드(120)로 전자가 이동하고, 이에 따라 전력을 발생시킬 수 있다. 이와 같이 발생한 전력은 부하(190)에 제공될 수 있다. 애노드(110)가 아연인 경우에는 자발적으로 발생하는 기전력은 1.27V 가 된다. 이때에, 부하(190)를 통과하는 전류 흐름은 캐소드(120)에서 애노드(110)로 향하게 되므로, 캐소드(120)는 +극이 되고, 애노드(110)는 - 극이 된다. 이러한 전력 생성의 장점은 자연계에 무한히 존재하는 산소를 활물질로 이용하며, 다른 이차전지에 비하여 매우 높은 이론 에너지 밀도를 가지고, 또한 친화경적인 특성을 보유할 수 있다. 또한, 과산화수소 발생장치(100)는 내부에 화학 산화제를 포함하지 않으므로 폭발이나 화재의 우려가 없으며 무게를 크게 감소시킬 수 있다. 또한, 수소나 알코올을 사용하는 연료 전지에 비하여 매우 경제적이고 안정성이 우수하고 낮은 온도에서의 작동능력도 우수할 수 있다.

[0042] 또한, 과산화수소 발생장치(100)에서는, 충전 과정을 통하여 소비된 애노드(110)의 금속 물질을 전해질(130)로부터 보충할 수 있다. 충전 시의 반응식은 하기와 같다.

[0043] <충전시의 반응식>

[0044] 애노드 반응 : $Zn(OH)_4^{2-} + 2e^- \rightarrow Zn + 4\ OH^-$ (aq)

[0045] 캐소드 반응 : $4\ OH^-(aq) \rightarrow O_2$ (g)$+ 2H_2O + 4e^-$

[0046] 과산화수소 발생장치(100)에서, 과산화수소가 발생하는 동안에 애노드(110)를 구성하는 물질이 산화되어 산화물을 형성하거나 또는 전해질(130) 내에 이온으로 용해되어, 결과적으로 애노드(110)가 소비된다. 상기와 같은 충전에 의하여 상기 산화된 물질이 환원되어 소비된 애노드(110)를 보충할 수 있다. 상기 충전 시에는 애노드(110)를 외부 전원(미도시)의 + 극을 연결하고, 캐소드를 상기 외부 전원의 - 극을 연결하여 전자를 이동시켜야 한다.

[0047] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 과산화수소 발생장치(200)를 도시하는 개략도이다. 도 1의 실시예의 구성요소와 동일하거나 유사한 구성요소에 대한 설명은 생략하기로 한다.

[0048] 도 2를 참조하면, 과산화수소 발생장치(200)는, 애노드(210), 캐소드(220) 애노드(210)와 캐소드(220) 사이에 배치되는 전해질(230), 및 촉매체(240)를 포함한다.

[0049] 캐소드(220)는 애노드(210)를 마주보고 배치될 수 있고, 산소가 공급될 수 있다. 전해질(230)은 애노드(210)와 캐소드(220) 사이에 배치될 수 있고, 물을 포함할 수 있다. 촉매체(240)는 캐소드(220)에 배치될 수 있고, 상기 산소와 상기 물을 2 전자 산소환원반응시켜 과산화수소를 발생시킬 수 있다.

[0050] 캐소드(220)는 전해질(230) 내에 침지될 수 있다. 또한, 애노드(210)는 전해질(230) 내에 침지될 수 있고, 또는 도 1과 같이 애노드(210)의 일측이 전해질(230)과 접촉하는 배치를 가질 수 있다.

[0051] 캐소드(220)에는 상기 과산화수소를 발생시키는 원료물질로서, 산소가 공급될 수 있다. 상기 산소의 공급은 다양한 방식으로 수행될 수 있다.

[0052] 과산화수소 발생장치(200)는 기체 주입부(270)를 더 포함할 수 있다. 기체 주입부(270)는 캐소드(220)에 인접하여 배치되고, 전해질(230)에 공기 또는 산소 기체를 주입할 수 있다. 이 경우에는, 캐소드(220) 상기 산소는 기체 주입부(270)에 의하여 주입되는 상기 공기 또는 산소 기체를 이용하여 제공될 수 있다.

[0053] 또한, 캐소드(220)로 공급되는 상기 산소는 전해질(230)에 포함된 잔류 산소를 이용하여 제공될 수 있다.

[0054] 도 2의 배선(280)은 도 1의 배선(180)에 상응할 수 있다. 도 2의 부하(290)는 도 1의 부하(190)에 상응할 수 있다.

[0055] 본 발명의 기술적 사상에 따른 과산화수소 발생장치는 2 전자 산소환원반응을 이용하여 과산화수소를 발생시킨다. 이하에서는 상기 2 전자 산소환원반응에 대하여 상세하게 설명하기로 한다.

[0056] 산소는 산소환원반응(Oxygen reduction reaction, ORR)에 의하여 환원되어 물(H_2O), 수산화이온(OH^-), 과산화수소(H_2O_2), 및 과산화수소 라디칼(HO_2^-)을 형성할 수 있다. 과산화수소(HO_2^-)는 정확한 의미에서는 과산화수소 음이온(또는 라디칼)이지만, 본 명세서에서는 과산화수소로 지칭하기로 한다.

[0057] 이러한 산소환원반응은 참여하는 전자의 갯수에 따라 다른 생성물을 형성할 수 있다. 하기에는 상기 산소환원반응에 4개의 전자가 참여하는 4 전자 반응식과 상기 산소환원반응에 2개의 전자가 참여하는 2 전자 반응식이 나타나있다.

[0058] <4 전자 반응식>

[0059] $O_2 + 2H_2O + 4e^- <-> 4OH^-$

[0060] <2 전자 반응식>

[0061] $O_2 + H_2O + 2e^- <-> HO_2^- + OH^-$

[0062] 상기 4 전자 반응식에서는 1 개의 산소(O_2), 2 개의 물(H_2O) 및 4 개의 전자(e^-)가 반응하여 4 개의 수산화이온(OH^-)을 형성한다. 반면, 상기 2 전자 반응식에서는 1 개의 산소(O_2), 1 개의 물(H_2O), 및 2 개의 전자(e^-)가 반응하여, 1 개의 과산화수소(HO_2^-)와 1 개의 수산화이온(OH^-)을 형성한다. 즉, 상기 2 전자 반응에서는 중간 생성물(intermediate product)로서 과산화수소(HO_2^-)를 형성한다.

[0063] 산소환원반응이 일어나는 촉매체의 종류에 따라 4 전자 반응이 우세하거나 또는 2 전자 반응이 우세하게 된다. 이와 같이, 발생하는 산소환원반응이 4 전자 반응 또는 2 전자 반응인지 여부는 회전링-디스크 전극(rotating ring disk electrode, RRDE)을 이용하여 판단할 수 있다.

[0064] 도 3은 본 발명의 일실시예에 의한 과산화수소 발생장치에 적용된 촉매체의 산소환원반응을 판단하는 회전링-디스크 전극을 도시하는 개략도이다.

[0065] 도 3을 참조하면, 상기 회전링-디스크 전극에서 발생하는 2 전자 반응의 산소환원반응이 예시적으로 도시되어 있다. 상기 회전링-디스크 전극은 디스크 전극(10), 링 전극(20) 및 촉매(30)를 포함한다. 디스크 전극(10) 상에 촉매(30)를 배치하고 전기를 인가하면, 산소 분자가 2개의 전자를 받아 환원되어 과산화수소 라디칼과 수산화이온으로 변화하고, 다시 링 전극(20)에서 상기 과산화수소 라디칼과 상기 수산화이온은 산화되어 2 개의 전자를 링 전극(20)에 전달하고 산소 분자로 변환한다. 인가되는 전기의 극성은 링 전극(20)이 +극 이고, 디스크

전극(10)이 -극 이 된다. 상기 산소환원반응에 참여한 전자의 갯수는 하기의 식에 의하여 산출할 수 있다.

[0066] <전자 갯수 산출식>

[0067] $n = 4 \times I_d / (I_d + I_r/N)$

[0068] (여기에서, n은 산소환원반응에 참여하는 전자의 갯수, I_d 는 디스크 전극의 전류량, I_r 은 링 전극의 전류량, N은 수집효율로서 0.41임)

[0069] 과산화수소를 발생시키기 위하여는 촉매체는 상기 산소환원반응에 참여하는 전자의 갯수(n)가 2 내지 4 범위일 수 있다. 상기 전자의 개수는 사용된 전자의 평균값을 계산을 통해서 산출한다. 상기 전자의 개수가 2에 가까울수록 상기 2 전자 반응 경향이 커지고, 이에 따라 과산화수소 생산 효율이 증가됨을 의미한다. 반면, 상기 전자의 개수가 4에 가까울수록 상기 4 전자 반응 경향이 커지고, 이에 따라 과산화수소 생산 효율이 감소됨을 의미한다. 따라서, 상기 촉매체는, 상기 식으로부터 산출된 산소환원반응에 참여하는 상기 전자의 갯수가 2 내지 4 범위인 물질을 포함할 수 있다. 바람직하게는, 상기 촉매체는 상기 전자의 개수가 2 이상 내지 4 미만 범위인 물질을 포함할 수 있다.

[0070] 또한, 상기 과산화수소 발생장치에서 발생되는 과산화수소의 생산도는 하기의 식과 같다.

[0071] <과산화수소의 생산도 산출식>

[0072] $[HO_2^-]\ (\%) = 200 \times (I_r/N) / (I_d + I_r/N)$

[0073] (여기에서, I_d 는 디스크 전극의 전류량, I_r 은 링 전극의 전류량, N은 수집효율로서 0.41임)

[0074] 상기 수집효율(N)은 디스크 전극에서 생산된 생산물이 링 전극에서 수집된 정도를 나타내는 척도이며, 일반적으로 0.41이 될 수 있다.

[0075] 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

[0076] 100, 200: 과산화수소 발생장치

110, 210: 애노드, 120, 220: 캐소드,

130, 230: 전해질, 140, 240: 촉매체,

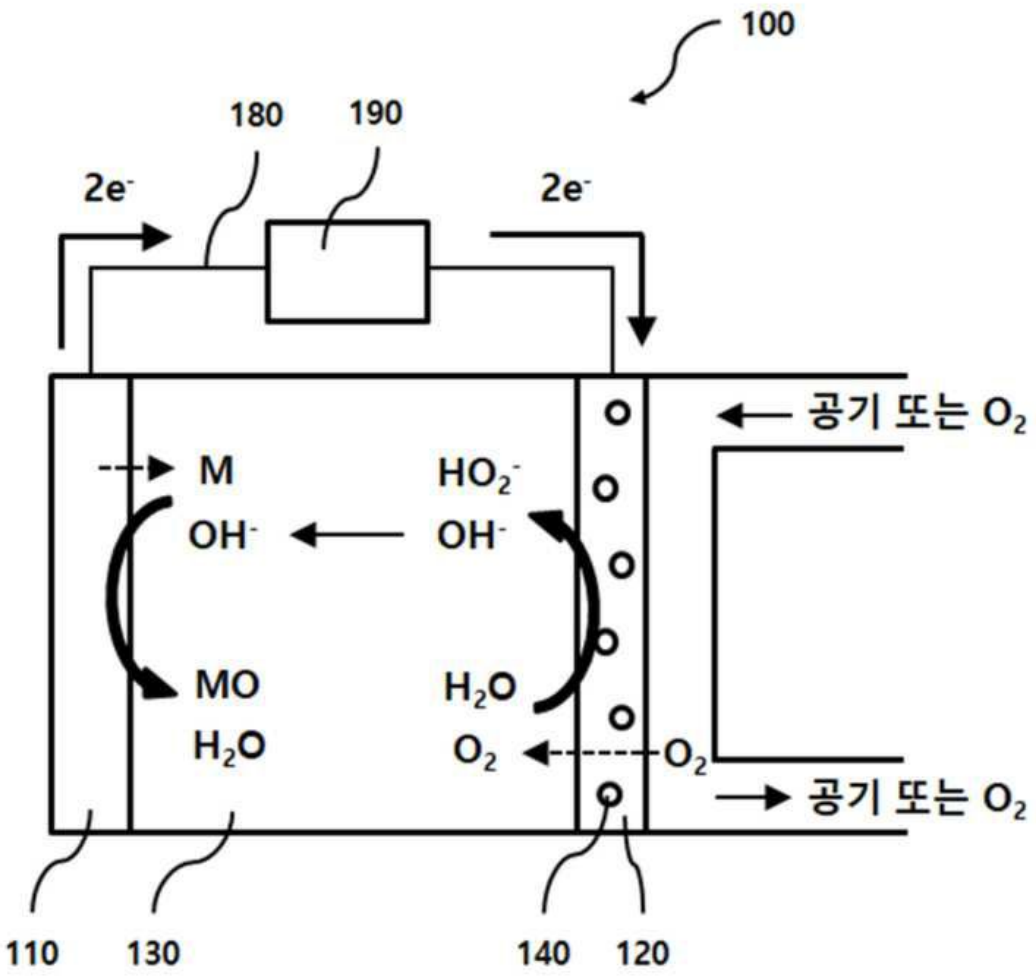
270: 기체 주입부,

180, 280: 배선, 190, 290: 부하,

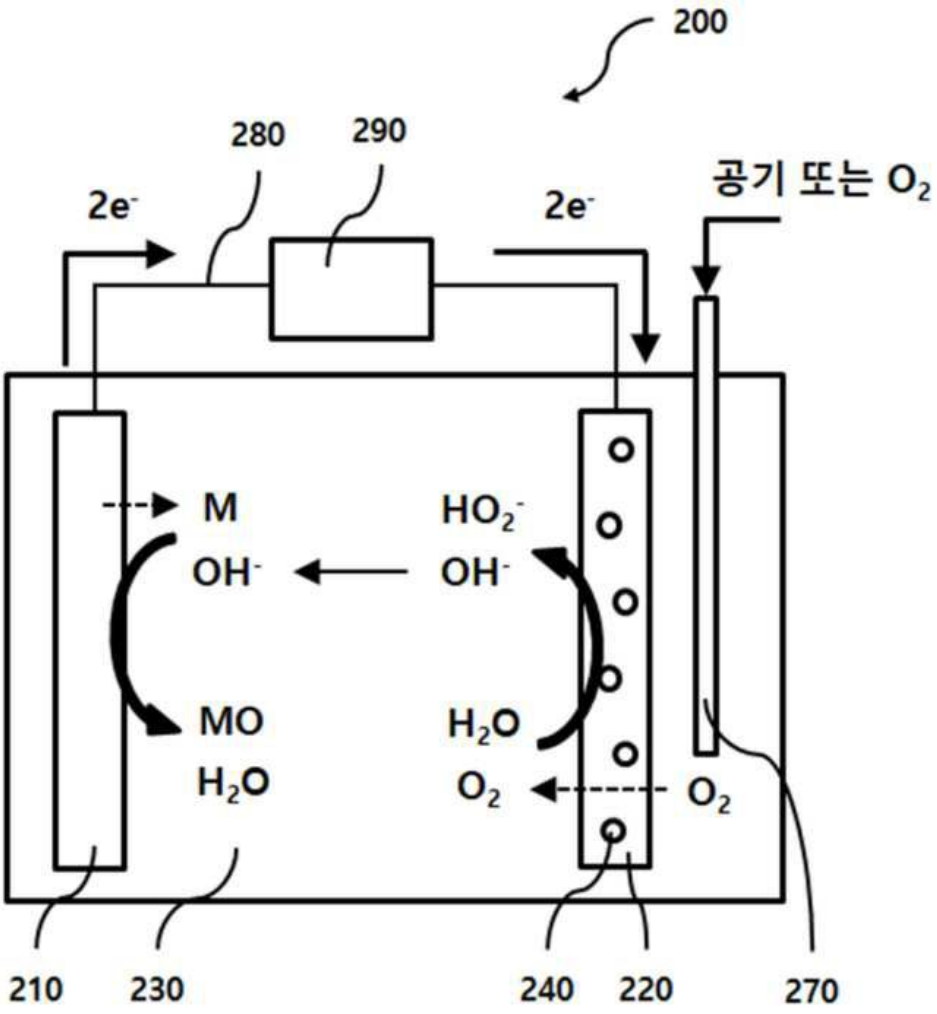
10: 디스크 전극, 20: 링 전극, 30: 촉매

도면

도면1


100
180
190
2e-
2e-
공기 또는 O2
M
OH-
HO2-
OH-
MO
H2O
H2O
O2
O2
공기 또는 O2
110
130
140
120

도면2


200
280
290
2e-
2e-
공기 또는 O2
M
OH-
MO
H2O
HO2-
OH-
H2O
O2
O2
210
230
240
220
270

도면3

