

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0021728

(43) 공개일자 2020년03월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C25B 11/04 (2006.01) C25B 1/04 (2006.01)

C25B 9/12 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C25B 11/0463 (2013.01)

C25B 1/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0097455

(22) 출원일자 2018년08월21일

심사청구일자 2018년08월21일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

숙명여자대학교산학협력단

서울특별시 용산구 청파로47길 100 (청파동2가, 숙명여자대학교)

(72) 발명자

김건태

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

김준영

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

전용준

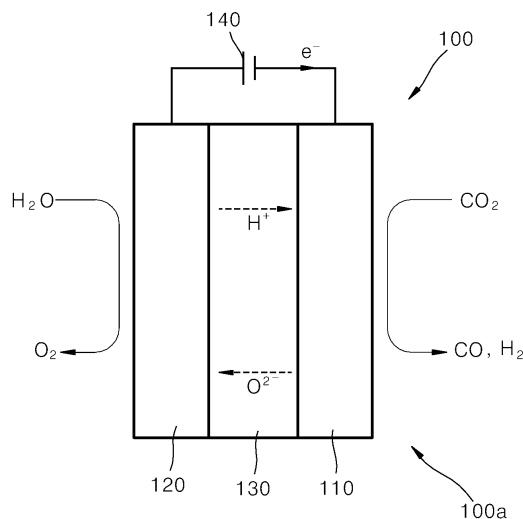
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 양방향 이온 전달형 공전해 셀 및 이를 구비하는 공전해 장치 및 합성가스 생산 설비

(57) 요약

본 발명에 의하면, 이산화탄소가 분해되고 일산화탄소와 산소 이온이 형성되는 캐소드; 상기 캐소드와 마주보도록 배치되고, 수증기가 수소 이온, 산소 및 전자로 분해되는 애노드; 및 상기 캐소드와 상기 애노드 사이에 배치되고, 상기 수소 이온과 상기 산소 이온을 동시에 통과시키는 전해질을 포함하며, 상기 전해질을 통해 상기 애노드로부터 상기 캐소드로 전달된 상기 수소 이온은 전자를 획득하여 수소를 형성하는 공전해 셀 및 이를 구비하는 공전해 장치와 합성가스 생산 설비가 제공된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C25B 9/12 (2013.01)

(72) 발명자

김선아

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이승태

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

신지영

서울특별시 동대문구 약령사로 147, 5동 801호 (청량리동, 미주아파트)

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 2/5

주관기관 울산과학기술원

연구기간 2017.11.01 ~ 2018.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017M1A8A1072279

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(미래부)

연구과제명 산화/환원 안정성 및 탄소 침적에 대한 내구성 향상을 위한 CO₂/H₂O 공전해 반응용 전극소

재 개발

기 여 율 2/5

주관기관 울산과학기술원

연구기간 2018.04.01 ~ 2019.01.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711054711

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(미래부)

연구과제명 새로운 합침법을 이용한 고성능/고신뢰성 고체산화물연료전지 나노구조 연료극 개발

기 여 율 1/5

주관기관 숙명여자대학교

연구기간 2017.06.01 ~ 2018.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

이산화탄소가 분해되고 일산화탄소와 산소 이온이 형성되는 캐소드;

상기 캐소드와 마주보도록 배치되고, 수증기가 수소 이온, 산소 및 전자로 분해되는 애노드; 및

상기 캐소드와 상기 애노드 사이에 배치되고, 상기 수소 이온과 상기 산소 이온을 동시에 통과시키는 전해질을 포함하며,

상기 전해질을 통해 상기 애노드로부터 상기 캐소드로 전달된 상기 수소 이온은 전자를 획득하여 수소를 형성하는 공전해 셀.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 전해질은 하기 화학식 1과 같은 구조의 페로브스카이트 물질을 포함하는 공전해 셀.

[화학식 1]



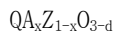
상기 화학식 1에서, A는 2가 양이온 물질이며, B는 4가 양이온 물질이고, O는 산소이며, d는 0 또는 1 이하의 양수이다.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 전해질은 하기 화학식 2과 같은 구조의 화합물을 포함하는 공전해 셀.

[화학식 2]



상기 화학식 2에서, Q는 2가 양이온 물질이고, A는 4가 양이온 물질이며, Z는 3가 양이온 물질이고, O는 산소이며, x 및 d는 0 또는 1 이하의 양수이다.

청구항 4

청구항 2 또는 청구항 4에 있어서,

상기 2가 양이온 물질은 바륨(Ba) 또는 스트론튬(Sr)인 공전해 셀.

청구항 5

청구항 2 또는 청구항 4에 있어서,

상기 4가 양이온 물질은 지르코늄(Zr) 또는 세슘(Ce)인 공전해 셀.

청구항 6

청구항 2 또는 청구항 4에 있어서,

상기 3가 양이온 물질은 이트륨(Y) 또는 이터븀(Yb)인 공전해 셀.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 캐소드의 소재는 금속, 금속-세라믹 복합체, 페로브스카이트 및 이중 페로브스카이트 중 어느 하나인 공전해 셀.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 애노드의 소재는 금속, 금속-세라믹 복합체, 페로브스카이트 및 이중 페로브스카이트 중 어느 하나인 공전해 셀.

청구항 9

캐소드와, 상기 캐소드와 마주보도록 배치되는 애노드와, 상기 캐소드와 상기 애노드 사이에 배치되는 전해질을 구비하는 공전해 셀; 및

상기 캐소드와 전기적으로 연결되는 음극과 상기 애노드와 전기적으로 연결되는 양극을 구비하는 외부 직류전원을 포함하며,

상기 캐소드에서는 이산화탄소가 분해되고 일산화탄소와 산소 이온이 형성되며,

상기 애노드에서는 수증기가 수소 이온, 산소 및 전자로 분해되며,

상기 전해질은 상기 수소 이온과 상기 산소 이온을 동시에 통과시키며,

상기 전해질을 통해 상기 애노드로부터 상기 캐소드로 전달된 상기 수소 이온은 전자를 획득하여 수소를 형성하는 공전해 장치.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 전해질은 하기 화학식 1과 같은 구조의 페로브스카이트 물질을 포함하는 공전해 장치.

[화학식 1]



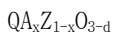
상기 화학식 1에서, A는 2가 양이온 물질이며, B는 4가 양이온 물질이고, O는 산소이며, d는 0 또는 1 이하의 양수이다.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 전해질은 하기 화학식 2과 같은 구조의 화합물물을 포함하는 공전해 셀.

[화학식 2]



상기 화학식 2에서, Q는 2가 양이온 물질이고, A는 4가 양이온 물질이며, Z는 3가 양이온 물질이고, O는 산소이며. x 및 d는 0 또는 1 이하의 양수이다.

청구항 12

공전해 셀과, 상기 공전해 셀에 전기에너지를 가하는 외부 직류전원을 구비하는 공전해 장치;

상기 공전해 셀에 이산화탄소 가스를 공급하는 이산화탄소 공급부;

상기 공전해 셀에 물을 수증기 형태로 공급하는 물 공급부; 및

상기 공전해 셀로부터 배출되는 수소 가스와 일산화탄소 가스가 저장되는 혼합가스 저장부를 포함하며,

상기 공전해 셀은, 상기 이산화탄소가 분해되고 상기 일산화탄소와 산소 이온이 형성되는 캐소드와, 상기 캐소드와 마주보도록 배치되고 상기 수증기가 수소 이온, 산소 및 전자로 분해되는 애노드와, 상기 캐소드와 상기 애노드 사이에 배치되고 상기 수소 이온과 상기 산소 이온을 동시에 통과시키는 전해질을 포함하며,

상기 전해질을 통해 상기 애노드로부터 상기 캐소드로 전달된 상기 수소 이온은 전자를 획득하여 상기 수소 가스를 형성하는 합성가스 생산 설비.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 전해질은 하기 화학식 1과 같은 구조의 페로브스카이트 물질을 포함하는 합성가스 생산 설비.

[화학식 1]



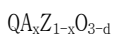
상기 화학식 1에서, A는 2가 양이온 물질이며, B는 4가 양이온 물질이고, O는 산소이며, d는 0 또는 1 이하의 양수이다.

청구항 14

청구항 12에 있어서,

상기 전해질은 하기 화학식 2과 같은 구조의 화합물물을 포함하는 합성가스 생산 설비.

[화학식 2]



상기 화학식 2에서, Q는 2가 양이온 물질이고, A는 4가 양이온 물질이며, Z는 3가 양이온 물질이고, O는 산소이며, x 및 d는 0 또는 1 이하의 양수이다.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 합성가스 생산에 이용되는 공전해 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 화석 연료 소비의 증가로 인하여 대기 중 이산화탄소의 양이 증가하였고 이산화탄소는 기후 변화와 환경 파괴의 주범으로 지목되고 있다. 따라서, 대기 중의 이산화탄소를 감소시키기 위한 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 대기 중 이산화탄소 감소시키는 기술 중 하나로서 공전해(Co-electrolysis)는 전기에너지를 가하여 물과 이산화탄소를 동시에 분해하고 수소와 일산화탄소를 얻는 기술이다. 공전해에 의해 얻어진 수소와 일산화탄소를 포함하는 혼합가스(Syngas)는 합성연료(Synfuel)의 생산에 이용된다.

[0003] 고온(600 ~ 1000℃)에서 진행되는 공전해(Co-electrolysis)의 경우, 저온(25 ~ 100℃)에서 진행될 때보다 열역학적으로 효율적이다. 고온 공전해 기술은 이산화탄소를 효율적으로 감소시킬 뿐 아니라 이산화탄소를 활용하여 합성가스를 친환경적으로 생산하기 때문에 주목받고 있는 기술이다.

[0004] 고온 공전해는 고체산화물 전지(solid oxide cell)를 기반으로 하는데, 두 전극 및 두 전극 사이에 배치되는 전해질로 구성되는데, 전해질은 투과하는 이온의 종류에 따라 산소 이온 전도성 전해질 및 수소 이온(proton) 전도성 전해질로 분류된다.

[0005] 산소 이온 전도성 전해질을 사용하는 공전해의 경우, 수증기와 이산화탄소가 하나의 전극으로 함께 공급되고, 수증기와 이산화탄소가 공급되는 전극에서 수소 가스와 일산화탄소 가스가 생성되는데, 공급되는 수증기와 이산화탄소의 비율에 따라 혼합가스의 생산율이 달라지므로 그 비율을 조절하기 어렵고, 수증기와 이산화탄소가 하나의 전극으로 함께 공급되므로 해당 전극은 물과 이산화탄소 모두에 대한 상 안정성이 요구되므로 사용가능한 소재의 범위가 크게 제약된다.

[0006] 수소 이온 전도성 전해질을 사용하는 공전해의 경우, 하나의 전극으로 이산화탄소가 공급되고 다른 전극으로는 물이 공급되며, 이산화탄소가 공급되는 전극에서는 일산화탄소 가스, 수소 가스 및 물이 생성되는데, 일산화탄소 가스와 수소 가스가 생성되는 전극에서 물이 함께 생성되기 때문에 혼합가스의 농도가 낮다는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록공보 제10-1764797호 "이산화탄소를 합성가스로 변환하기 위한 유동 셀 반응 장치" (2017.08.03.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 수증기와 이산화탄소를 분리하여 사용함으로써 다양한 소재의 전극 물질이 사용될 수 있는 공전해 장치를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 다른 목적은 중온에서도 우수한 성능을 발휘하는 공전해 장치를 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 또 다른 목적은 물이 생성되지 않아서 높은 농도의 생성물을 얻을 수 있는 공전해 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기한 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 측면에 따르면, 이산화탄소가 분해되고 일산화탄소와 산소 이온이 형성되는 캐소드; 상기 캐소드와 마주보도록 배치되고, 수증기가 수소 이온, 산소 및 전자로 분해되는 애노드; 및 상기 캐소드와 상기 애노드 사이에 배치되고, 상기 수소 이온과 상기 산소 이온을 동시에 통과시키는 전해질을 포함하며, 상기 전해질을 통해 상기 애노드로부터 상기 캐소드로 전달된 상기 수소 이온은 전자를 획득하여 수소를 형성하는 공전해 셀 및 이를 구비하는 공전해 장치와 합성가스 생산 설비가 제공된다.

[0012] 상기 전해질은 하기 화학식 1과 같은 구조의 페로브스카이트 물질을 포함할 수 있다.

[0013] [화학식 1]

[0014] ABO_{3-d}

[0015] 상기 화학식 1에서, A는 2가 양이온 물질이며, B는 4가 양이온 물질이고, O는 산소이며, d는 0 또는 1 이하의 양수이다.

[0016] 상기 전해질은 하기 화학식 2과 같은 구조의 화합물을 포함할 수 있다.

[0017] [화학식 2]

[0018] $QA_xZ_{1-x}O_{3-d}$

[0019] 상기 화학식 2에서, Q는 2가 양이온 물질이고, A는 4가 양이온 물질이며, Z는 3가 양이온 물질이고, x 및 d는 0 또는 1 이하의 양수이다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 의하면 앞서서 기재한 본 발명의 목적을 모두 달성할 수 있다. 구체적으로는, 공전해 장치는 산소 이온과 수소 이온을 양방향으로 동시에 투과할 수 있는 전해질을 구비하는 공전해 셀을 이용하므로, 다음과 같은 장점을 제공한다.

[0021] 우선, 이산화탄소 가스를 캐소드로 공급하고 수증기를 애노드로 공급함으로써, 이산화탄소와 수증기가 두 전극에 분리되어 공급될 수 있으므로, 캐소드와 애노드의 전극 물질에 요구되는 조건이 까다롭지 않아서, 다양한 소재가 캐소드와 애노드로 사용될 수 있다.

[0022] 또한, 수소 이온 전도성 물질의 특성에 의해 중온(400 ~ 600℃)에서도 우수한 성능을 확보할 수 있다.

[0023] 추가적으로, 캐소드 및 애노드 모두에서 물이 생성되지 않으므로 높은 농도의 생성물을 얻을 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 양방향 이온 전달형 공전해 셀을 구비하는 공전해 장치의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 2는 도 1에 도시된 전해질을 구성하는 단일 페로브스카이트 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 3은 도 1에 도시된 공전해 장치를 구비하는 본 발명의 일 실시예에 따른 합성가스 생산 설비의 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

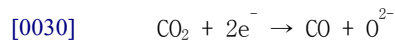
[0025] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예의 구성 및 작용을 상세하게 설명한다.

[0026] 도 1에는 본 발명의 일 실시예에 따른 양방향 이온 전달형 공전해 셀을 구비하는 공전해 장치의 구성이 개략적으로 도시되어 있다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 공전해 장치(100)는 공전해 셀(100a)과, 공전해 셀(100a)과 전기적으로 연결되어서 공전해 셀(100a)에 직류의 전기에너지를 가하는 외부 직류전원(140)을 포함한다. 공전해 장치(100)는 공전해 셀(100a)로 공급되는 물(H₂O)와 이산화탄소(CO₂)를 동시에 분해하여 수소(H₂)와 일산화탄소(CO)를 생산하고 배출한다.

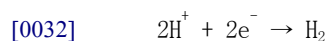
[0027] 공전해 셀(100a)은 캐소드(cathode)(110)와, 캐소드(110)와 마주보도록 배치되는 애노드(anode)(120)와, 캐소드(110)와 애노드(120)의 사이에 배치되는 전해질(electrolyte)(130)을 구비한다.

[0028] 캐소드(110)는 전해질(130)을 사이에 두고 애노드(120)와 마주보도록 배치된다. 캐소드(110)는 외부 직류전원(140)의 음극과 연결되어서 외부 직류전원(140)으로부터 전자를 공급받고, 전해질(130)을 통해 애노드(120)로부터 수소 이온(H⁺)을 공급받는다. 캐소드(110)에서는 이산화탄소 가스가 분해되고 수소 가스와 일산화탄소 가스가 생성된다. 캐소드(110)에서 이루어지는 반응은 다음과 같은 [반응식 1]과 [반응식 2]로 설명될 수 있다.

[0029] [반응식 1]



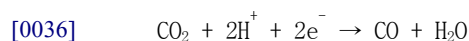
[0031] [반응식 2]



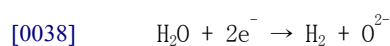
[0033] 즉, 캐소드(110)에서 이산화탄소(CO₂)가 분해되고, 일산화탄소 가스(CO)와 산소 이온(O²⁻)이 생성(반응식 1)되며, 애노드(120)로부터 전해질(130)을 통해 전달된 수소 이온(H⁺)은 전자(e⁻)를 획득하여 수소 가스(H₂)가 생성(반응식 2)된다. 반응식 1에서 산소 이온은 이산화탄소가 전자를 획득하여 분해됨에 따라 형성되는 것이다. 생성된 산소 이온은 전해질(130)을 통해 애노드(120)로 전달된다.

[0034] 또한, 캐소드(110)에서는 다음과 같은 [반응식 3]과 [반응식 4]에 의한 반응도 이루어질 수도 있다.

[0035] [반응식 3]



[0037] [반응식 4]



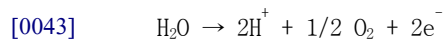
[0039] 즉, 캐소드(110)로 제공된 이산화탄소 가스, 애노드(120)로부터 전해질(130)을 통해 전달된 수소 이온 및 전자가 반응하여 일산화탄소와 물을 생성(반응식 3)하고, 생성된 물은 전자와 반응하여 수소 가스와 산소 이온을 생

성(반응식 4)한다. 생성된 산소 이온은 전해질(130)을 통해 애노드(120)로 전달된다.

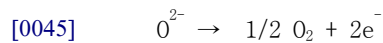
[0040] 캐소드(110)의 소재로는 특별한 제한이 없으나, 이산화탄소를 분해해야 하므로 이산화탄소 분해에 대한 촉매적 활성이 높고 탄소 침적에 우수한 내성을 보유한 물질이 사용되는 것이 바람직하다. 본 실시예에서는 캐소드(110)의 소재로 금속, 금속-세라믹 복합체(예를 들어, Ni-YSZ, LSM-YSZ), 페로브스카이트(Perovskite), 이중 페로브스카이트(double perovskite) 등이 사용되는 것으로 설명한다.

[0041] 애노드(120)는 전해질(130)을 사이에 두고 캐소드(110)와 마주보도록 배치된다. 애노드(120)는 외부 직류전원(140)의 양극과 연결되어서 외부 직류전원(140)으로 전자를 공급하고, 전해질(130)을 통해 캐소드(110)로부터 산소 이온(O^{2-})을 공급받는다. 애노드(120)에서는 수증기 형태로 공급되는 물이 분해되고 산소가 생성된다. 애노드(120)에서 이루어지는 반응은 다음과 같은 [반응식 5]와 [반응식 6]로 설명될 수 있다.

[0042] [반응식 5]



[0044] [반응식 6]



[0046] 즉, 애노드(120)로 제공된 수증기(H_2O)는 수소 이온(H^+), 산소 가스(O_2) 및 전자(e^-)로 분해되며, 캐소드(110)로부터 전해질(130)을 통해 전달된 산소 이온(O^{2-})은 산소 가스와 전자로 분해된다.

[0047] 애노드(120)의 소재로는 특별한 제한이 없으나, 물을 분해해야 하므로 물 분해에 대한 촉매적 활성이 높은 물질이 사용되는 것이 바람직하다. 본 실시예에서는 애노드(120)의 소재로 금속, 금속-세라믹 복합체(예를 들어, Ni-YSZ, LSM-YSZ), 페로브스카이트(Perovskite), 이중 페로브스카이트(double perovskite) 등이 사용되는 것으로 설명한다.

[0048] 전해질(130)은 수소 이온(H^+)과 산소 이온(O^{2-})을 서로 반대 방향으로 전달한다. 그에 따라, 캐소드(110)에서 발생한 산소 이온(O^{2-})은 전해질(130)을 통과하여 애노드(120)로 전달되고 애노드(120)에서 발생한 수소 이온(H^+)은 전해질(130)을 통과하여 캐소드(110)로 전달된다. 전해질(130)은 이러한 양방향 이온 전달의 기능을 수행하도록 다음의 화학식 1과 같은 구조의 페로브스카이트(simple perovskite) 물질이 사용될 수 있다.

[0049] [화학식 1]



[0051] 화학식 1에서, A 사이트(site)에는 바륨(Ba) 및 스트론튬(Sr)과 같은 2가 양이온 물질이 사용된다. B 사이트에는 지르코늄(Zr) 및 세슘(Ce)과 같은 4가 양이온 물질이 주로 사용되며, O는 산소이고, d는 0 또는 1 이하의 양수로서, 화학식 1의 화합물을 전기적 중성으로 하는 값이다. d는 페로브스카이트 구조에서의 침입형 산소(interstitial oxygen)를 나타내고 구체적인 결정 구조에 따라 d의 값이 정해질 수 있다.

[0052] 화학식 1의 전해질로서 예를 들어, $BaZrO_{3-d}$, $BaCeO_{3-d}$ 등의 페로브스카이트 물질이 사용될 수 있다.

[0053] 전해질(130)은 다음의 화학식 2와 같은 구조의 화합물을 포함할 수도 있다.

[0054] [화학식 2]



[0056] 화학식 2에서 Q 사이트에는 바륨(Ba) 및 스트론튬(Sr)과 같은 2가 양이온 물질이 사용된다. A 사이트에는 지르코늄(Zr) 및 세슘(Ce)과 같은 4가 양이온 물질이 사용될 수 있다. Z 사이트에는 이트륨(Y)과 이터븀(Yb)과 같은 3가 양이온 물질이 사용될 수 있다. x 및 d는 0 또는 1 이하의 양수이다.

[0057] 또한, 전해질(130)이 상술한 물질 외에 양방향으로 이온 전달이 가능한 모든 물질을 포함하여 구성되는 경우도 본 발명의 기술적 사상에 포함된다. 예를 들어, 전해질(130)은, $SrZr_{0.9}Yb_{0.1}O_{3-\delta}$, $SrZr_{0.5}Ce_{0.4}Y_{0.1}O_{3-\delta}$,

$Ba(Zr_{0.1}Ce_{0.7}Y_{0.2})O_{3-\delta}$, $BaZr_{0.9}Y_{0.1}O_{3-\delta}$, $BaCe_{0.9}Y_{0.1}O_{3-\delta}$, $BaCe_{0.7}Ti_{0.1}Y_{0.2}O_{3-\delta}$, $BaCe_{0.5}Zr_{0.35}Sc_{0.1}Zn_{0.05}O_{3-\delta}$, 및 $BaCe_{0.5}Zr_{0.3}Y_{0.2}O_{3-\delta}$ 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0058] 도 2에는 전해질(130)을 구성하는 단일 페로브스카이트 구조가 개략적으로 도시되어 있다. 도 2를 참조하면, 단일 페로브스카이트(simple perovskite) 구조는 ABO_3 의 화학식을 가질 수 있다. 상기 단일 페로브스카이트 구조는, 큐빅 격자(cubic lattice)의 코너 위치인 A 사이트에는 이온반경이 상대적으로 큰 원소들이 위치할 수 있고, 산소 이온에 의해 12 배위수(CN, Coordination number)를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 A 사이트에는 희토류 원소, 알칼라인 희토류 원소, 알칼라인 원소들이 위치할 수 있다. 상기 큐빅 격자의 체심(body center) 위치인 B 사이트에는 이온반경이 상대적으로 작은 원소들이 위치할 수 있고, 산소 이온에 의해 6 배위수를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 B 사이트에는 전이금속이 위치할 수 있다. 상기 큐빅 격자의 각 면심(face center)에는 산소이온이 위치할 수 있다. 이러한 단일 페로브스카이트 구조는 일반적으로 A 사이트에 다른 물질이 치환될 경우 구조적인 변위가 발생할 수 있고, 주로 B 사이트에 위치한 원소를 중심으로 이의 최인접 산소이온(6개)으로 이루어지는 BO_6 의 8면체에서 구조적인 변이가 발생할 수 있다.

[0059] 외부 직류전원(140)은 공전해 셀(100a)에 직류의 전기에너지를 가한다. 외부 직류전원(140)의 양극은 공전해 셀(100a)의 애노드(120)와 전기적으로 연결되고 외부 직류전원(140)의 음극은 공전해 셀(100a)의 캐소드(110)와 전기적으로 연결된다.

[0060] 공전해 장치(100)는 산소 이온과 수소 이온을 양방향으로 동시에 투과할 수 있는 전해질(130)을 구비하는 공전해 셀(100a)을 이용하므로, 다음과 같은 장점을 제공한다.

[0061] 우선, 이산화탄소 가스를 캐소드로 공급하고 수증기를 애노드로 공급함으로써, 이산화탄소와 수증기가 두 전극에 분리되어 공급될 수 있으므로, 캐소드와 애노드의 전극 물질에 요구되는 조건이 까다롭지 않아서, 다양한 소재가 캐소드와 애노드로 사용될 수 있다.

[0062] 또한, 수소 이온 전도성 물질의 특성에 의해 중온(400 ~ 600℃)에서도 우수한 성능을 확보할 수 있다.

[0063] 추가적으로, 캐소드 및 애노드 모두에서 물이 생성되지 않으므로 높은 농도의 생성물을 얻을 수 있게 된다.

[0064] 도 3에는 도 1에 도시된 공전해 장치를 구비하는 본 발명의 일 실시예에 따른 합성가스 생산 설비의 개략적인 구성이 블록도로서 도시되어 있다. 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 합성가스 생산 설비(10)는 위에서 설명된 공전해 장치(100)와, 공전해 장치(100)의 캐소드(도 1의 110)로 이산화탄소 가스를 공급하는 이산화탄소 공급부(11)와, 공전해 장치(100)의 애노드(도 1의 120)로 물을 수증기 형태로 공급하는 물 공급부(12)와, 공전해 장치(100)의 캐소드(도 1의 110)로부터 배출되는 수소 가스와 일산화탄소 가스가 저장되는 혼합가스 저장부(15)를 포함한다. 도시되지는 않았으나, 합성가스 생산 설비(10)는 공전해 장치(100)의 애노드(도 1의 120)에서 배출되는 산소 가스를 저장하는 산소 저장부를 더 포함할 수도 있다.

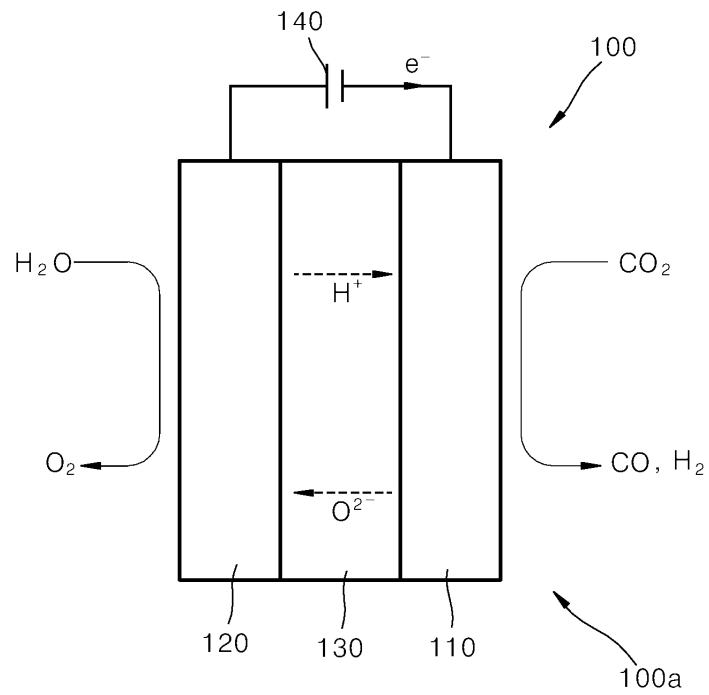
[0065] 이상 실시예를 통해 본 발명을 설명하였으나, 본 발명은 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 실시예는 본 발명의 취지 및 범위를 벗어나지 않고 수정되거나 변경될 수 있으며, 본 기술분야의 통상의 기술자는 이러한 수정과 변경도 본 발명에 속하는 것임을 알 수 있을 것이다.

부호의 설명

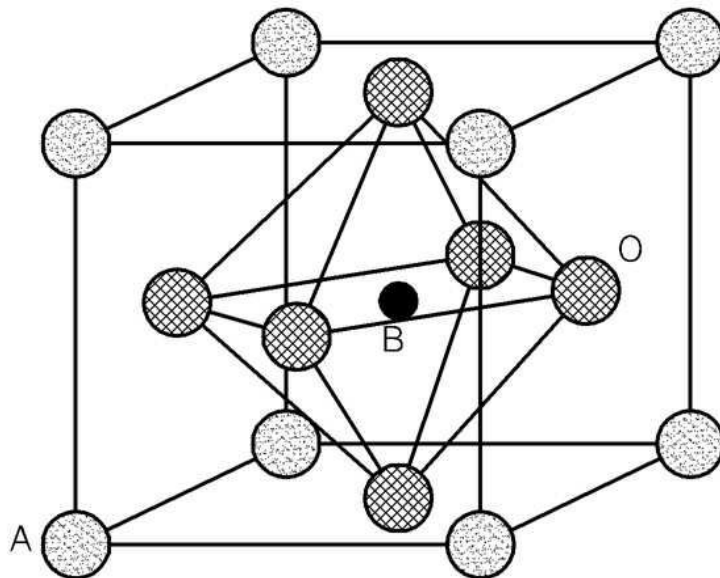
[0066] 10 : 합성가스 생산 설비 11 : 이산화탄소 공급부
12 : 물 공급부 15 : 합성가스 저장부
100 : 공전해 장치 100a : 공전해 셀
110 : 캐소드 120 : 애노드
130 : 전해질 140 : 외부 직류전원

도면

도면1



도면2



도면3

