(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년03월07일
(11) 등록번호 10-1955695
(24) 등록일자 2019년02월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 10/36 (2006.01) *H01M 14/00* (2006.01)
H01M 16/00 (2006.01) *H01M 8/0656* (2016.01)
H01M 8/0662 (2016.01)
(52) CPC특허분류
H01M 10/36 (2013.01)
H01M 14/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0031433
(22) 출원일자 2018년03월19일
심사청구일자 2018년03월19일
(56) 선행기술조사문헌
US20170137951 A1*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 7 항

(73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
김건태
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
김창민
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
김정원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
전용준

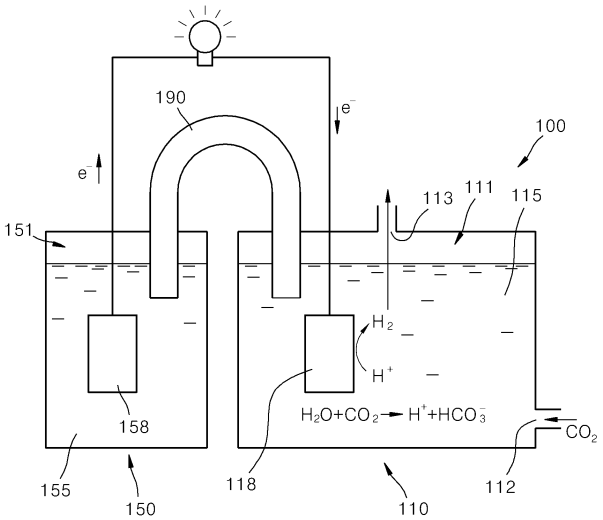
심사관 : 김영재

(54) 발명의 명칭 **이산화탄소를 이용한 이차전지 및 이를 구비하는 복합 발전 시스템**

(57) 요 약

본 발명에 의하면, 충전과 방전이 가능한 이차전지에 있어서, 제1 수용 공간에 수용되는 제1 수용액과, 상기 제1 수용액에 적어도 일부가 잠긴 캐소드를 구비하는 캐소드부; 제2 수용 공간에 수용되는 염기성인 제2 수용액과, 상기 제2 수용액에 적어도 일부가 잠긴 금속의 애노드를 구비하는 애노드부; 및 상기 제1 수용액과 상기 제2 수용액을 연결하는 염다리를 포함하며, 방전 시 상기 제1 수용액으로 이산화탄소 기체가 유입되고, 상기 제1 수용액의 물과 상기 이산화탄소 기체의 반응에 의해 수소이온과 중탄산이온이 생성되며, 상기 수소이온과 상기 캐소드의 전자가 결합되어서 수소 기체가 발생하는 이차전지가 제공된다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01M 16/006 (2013.01)
H01M 8/0656 (2013.01)
H01M 8/0662 (2013.01)
H01M 2250/402 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
KR1020110114816 A*
KR1020160136703 A
KR1020150028775 A
CN105355844 A
JP2008123916 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

충전과 방전이 가능한 이차전지에 있어서,

제1 수용 공간에 수용되는 제1 수용액과, 상기 제1 수용액에 적어도 일부가 잠긴 캐소드를 구비하는 캐소드부;

제2 수용 공간에 수용되는 염기성인 제2 수용액과, 상기 제2 수용액에 적어도 일부가 잠긴 금속의 애노드를 구비하는 애노드부;

상기 제1 수용액과 상기 제2 수용액을 연결하며, 내부 용액은 나트륨 이온을 포함하는 염다리; 및

상기 제1 수용 공간과 연통되는 제3 수용 공간에 수용되는 상기 제1 수용액을 구비하는 이산화탄소 처리부를 포함하며,

상기 이산화탄소 처리부에는 상기 제3 수용 공간의 상기 제1 수용액의 수면보다 아래에 위치하고 이산화탄소 기체가 유입되는 제2 유입구가 형성되며,

상기 제3 수용 공간에서 상기 제1 수용 공간과 연통되도록 형성된 연통구는 상기 제2 유입구보다 아래에 위치하고,

상기 이산화탄소 처리부에는 상기 제3 수용 공간의 상기 제1 수용액의 수면보다 위에 제2 배출구가 형성되고,

방전 시 상기 제3 수용 공간의 상기 제1 수용액으로 이산화탄소 기체가 유입되어서 상기 제1 수용액의 물과 상기 이산화탄소 기체의 반응에 의해 수소이온과 중탄산이온이 생성되고, 생성된 상기 수소이온과 상기 중탄산이온은 상기 연통구를 통하여 상기 캐소드부로 이동하고,

상기 캐소드부에서, 상기 애노드로부터 상기 캐소드로 이동된 전자와 상기 수소이온이 결합되어서 수소 기체가 발생하며,

상기 캐소드부에는 방전 시 발생한 상기 수소 기체가 배출되도록 상기 제1 수용 공간에 수용되는 제1 수용액의 수면보다 위에 위치하는 제1 배출구가 형성되고,

상기 이산화탄소 처리부에서, 상기 이산화탄소 기체의 제2 유입구로부터 상기 제3 수용 공간의 상기 제1 수용액으로 유입되는 이산화탄소 기체 중 이온화되지 않은 이산화탄소 기체는, 상기 제1 수용액과의 비중 차이에 의하여 상기 연통구를 통하여 상기 캐소드부로 이동하지 못하고 상기 제2 배출구를 통하여 외부로 배출되고,

상기 제2 배출구로 통하여 배출된 이산화탄소 기체를 상기 이산화탄소 기체의 제2 유입구로 재순환하는 이산화탄소 순환 공급부를 더 포함되는 이차전지.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

청구항 2에 있어서,

상기 금속은 아연 또는 알루미늄인 이차전지.

청구항 11

방전 과정에서 이산화탄소를 연료로 사용하여 수소를 발생시키는 이차전지;

수소함유 연료로부터 수소가 풍부한 개질 가스를 생산하고 부산물로 이산화탄소를 발생시키는 개질기;

상기 개질기로부터 생상된 개질 가스를 연료로 공급받는 연료전지; 및

상기 개질기에서 발생한 이산화탄소를 상기 이차전지로 공급하는 이산화탄소 공급부를 포함하며,

상기 이차전지는 청구항 2에 기재된 이차전지인 복합 발전 시스템.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 이차전지에서 발생한 수소를 상기 연료전지의 연료로 공급하는 수소 공급부를 더 포함하는 복합 발전 시스템.

청구항 13

방전 과정에서 이산화탄소를 연료로 사용하여 수소를 발생시키는 이차전지;

수소함유 연로로부터 수소가 풍부한 개질 가스를 생산하는 개질기;

상기 개질기로부터 생산된 개질 가스를 연료로 공급받는 연료전지; 및

상기 이차전지에서 발생한 수소를 상기 연료전지의 연료로 추가로 공급하는 수소 공급부를 포함하며,

상기 이차전지는 청구항 2에에 기재된 이차전지인 복합 발전 시스템.

청구항 14

방전 과정에서 이산화탄소를 연료로 사용하여 수소를 발생시키는 이차전지;

수소함유 연료로부터 수소가 풍부한 개질 가스를 생산하고 부산물로 이산화탄소를 발생시키는 개질기;

상기 개질기로부터 생산된 개질 가스를 연료로 공급받는 연료전지;

상기 개질기에서 발생한 이산화탄소를 상기 이차전지로 공급하는 이산화탄소 공급부; 및

상기 이차전지에서 발생한 수소를 상기 연료전지의 연료로 추가로 공급하는 수소 공급부를 포함하며,

상기 이차전지는 청구항 2에에 기재된 이차전지인 복합 발전 시스템.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 개질기는 메탄(CH_4)과 수증기(H_2O)의 개질 반응에 의해 수소를 생산하는 메탄-수증기 개질기인 복합 발전 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 이차전지에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 이산화탄소를 이용하는 이차전지 및 이를 구비하는 복합 발전 시스템을 제공하는 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 산업화와 더불어 온실가스의 배출이 지속적으로 증가하고 있으며, 온실가스 중 이산화탄소가 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 산업 유형별 이산화탄소 배출량은 발전소 등 에너지 공급원에서 가장 많고, 발전을 포함한 시멘트/철강/정제 산업 등에서 발생되는 이산화탄소가 전 세계 발생량의 절반을 차지하고 있다. 이산화탄소 전환/활용 분야는 크게 화학적 전환, 생물학적 전환, 직접 활용으로 구분할 수 있으며, 기술적 범주로는 촉매, 전기화학, 바이오공정, 광활용, 무기(탄산)화, 폴리머 등으로 구분지을 수 있다. 이산화탄소는 다양한 산업 및 공정에서 발생되고, 하나의 기술로 이산화탄소 저감을 달성할 수 없기 때문에 이산화탄소 저감을 위한 다양한 접근 방식이 필요하다.

[0003] 현재 미국 에너지성 DOE(Department Of Energy)는 이산화탄소를 저감하기 위한 기술로 CCS(Carbon Capture & Storage)와 CCU (CC & Utilization)이 복합된 CCUS 기술에 관심을 두고 다각적 기술 개발을 추진 중이다. CCUS 기술은 효과적인 온실가스 감축 방안으로 인정받고 있으나, 고 투자 비용, 유해 포집제의 대기 방출 가능성, 낮은 기술 성숙도의 문제에 직면하고 있다. 또한, 에너지 및 기후 정책적 관점에서 CCUS는 온실가스 배출량을 실질적으로 감축하는 수단을 제공하지만 기술의 실현에 는 보완 사항이 많다. 따라서, 보다 효율적으로 이산화탄소 포집, 저장 및 활용하는 새로운 개념의 한계돌파형(breakthrough) 기술 개발이 요구되고 있다.

[0004] 본 발명의 기술분야와 관련된 선행 특허문헌으로서, 공개특허공보 제10-2015-0091834호에는 나트륨 함유 용액 및 나트륨 함유 용액에 함침된 캐소드를 포함하는 액상의 캐소드부; 액상의 유기 전해질, 상기 액상의 유기 전해질에 함침된 애노드 및 상기 애노드 표면에 위치하는 음극 활물질을 포함하는 애노드부; 및 상기 캐소드부와 상기 음극부 사이에 위치하는 고체 전해질 ; 및 상기 캐소드부에 연결되어 방전시 캐소드부에서 발생되는 수소를 외부로 인출하는 수소배출부를 포함하는 이차전지가 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2015-0091834호 "이산화탄소 포집 이차전지" (2015.08.12.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 온실 가스인 이산화탄소를 연료로 사용하는 이차전지를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 이산화탄소를 연료로 사용하면서 애노드 전극으로 다양한 금속이 사용될 수 있는 이차전지를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 또 다른 목적은 이산화탄소를 연료로 사용하면서 친환경 연료인 수소를 고순도로 함께 생산할 수 있는 수계 이차전지를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 또 다른 목적은 이산화탄소를 연료로 사용하면서 탄산수소나트륨을 함께 생산할 수 있는 수계 이차전지를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기한 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 측면에 따르면, 충전과 방전이 가능한 이차전지에 있어서, 제1 수용 공간에 수용되는 제1 수용액과, 상기 제1 수용액에 적어도 일부가 잠긴 캐소드를 구비하는 캐소드부; 제2 수용 공간에 수용되는 염기성인 제2 수용액과, 상기 제2 수용액에 적어도 일부가 잠긴 금속의 애노드를 구비하는 애노드부; 및 상기 제1 수용액과 상기 제2 수용액을 연결하는 염다리를 포함하며, 방전 시 상기 제1 수용액으로 이산화탄소 기체가 유입되고, 상기 제1 수용액의 물과 상기 이산화탄소 기체의 반응에 의해 수소이온과 중탄산이온이 생성되며, 상기 수소이온과 상기 캐소드의 전자가 결합되어서 수소 기체가 발생하는 이차전지가 제공된다.

[0011] 상기한 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 충전과 방전이 가능한 이차전지에 있어서, 제1 수용 공간에 수용되는 제1 수용액과, 상기 제1 수용액에 적어도 일부가 잠긴 캐소드를 구비하는 캐소드부; 제2 수용 공간에 수용되는 염기성인 제2 수용액과, 상기 제2 수용액에 적어도 일부가 잠긴 금속의 애노드를 구비하는 애노드부; 상기 제1 수용액과 상기 제2 수용액을 연결하는 염다리; 및 상기 제1 수용 공간과 연통되는 제3 수용 공간에 수용되는 상기 제1 수용액을 구비하는 이산화탄소 처리부를 포함하며, 방전 시 상기 제3 수용 공간의 상기 제1 수용액으로 이산화탄소 기체가 유입되어서 상기 제1 수용액의 물과 상기 이산화탄소 기체의 반응에 의해 수소이온과 중탄산이온이 생성되고, 상기 캐소드부에서 상기 수소이온과 상기 캐소드의 전자가 결합되어서 수소 기체가 발생하며, 상기 이산화탄소 처리부는 상기 제3 수용 공간의 상기 제1 수용액으로 유입되는 이산화탄소 기체 중 이온화되지 않은 이산화탄소 기체를 상기 제1 수용액으로부터 분리하여 상기 캐소드부로 공급되지 않도록 하는 이차전지가 제공된다.

[0012] 상기한 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 방전 과정에서 이산화탄소를 연료로 사용하여 수소를 발생시키는 상기한 구성의 이차전지; 수소함유 연료로부터 수소가 풍부한 개질 가스를 생산하고 부산물로 이산화탄소를 발생시키는 개질기; 상기 개질기로부터 생상된 개질 가스를 연료로 공급받는 연료전지; 및 상기 개질기에서 발생한 이산화탄소를 상기 이차전지로 공급하는 이산화탄소 공급부를 포함하는 이차전지인 복합 발전 시스템이 제공된다.

[0013] 상기한 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 방전 과정에서 이산화탄소를 연료로 사용하여 수소를 발생시키는 상기한 구성의 이차전지; 수소함유 연로로부터 수소가 풍부한 개질 가스를 생산하는 개질기; 상기 개질기로부터 생산된 개질 가스를 연료로 공급받는 연료전지; 및 상기 이차전지에서 발생한 수소를 상기 연료전지의 연료로 추가로 공급하는 수소 공급부를 포함하는 복합 발전 시스템이 제공된다.

[0014] 상기한 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 방전 과정에서 이산화탄소를 연료로 사용하여 수소를 발생시키는 상기한 구성의 이차전지; 수소함유 연료로부터 수소가 풍부한 개질 가스를 생산하고 부산물로 이산화탄소를 발생시키는 개질기; 상기 개질기로부터 생산된 개질 가스를 연료로 공급받는 연료전지; 상기 개질기에서 발생한 이산화탄소를 상기 이차전지로 공급하는 이산화탄소 공급부; 및 상기 이차전지에서 발생한 수소를 상기 연료전지의 연료로 추가로 공급하는 수소 공급부를 포함하는 이차전지인 복합 발전 시스템이 제공된다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 의하면 앞서서 기재한 본 발명의 목적을 모두 달성할 수 있다. 구체적으로는, 캐소드가 잠긴 수용액과 애노드가 잠긴 수용액을 염다리로 연결함으로써, 캐소드가 잠긴 수용액에 이산화탄소를 주입하여 전기 및 수소를 발생시키고 애노드로 다양한 금속을 사용할 수 있게 된다.

[0016] 또한, 염다리로 나트륨 이온을 포함하는 용액을 사용하는 경우 베이킹소다 형태의 탄산나트륨 고체 생성물을 부가적으로 얻을 수 있다.

[0017] 아울러, 캐소드부로 수용액에 미용해된 이산화탄소가 공급되는 것을 방지하는 이산화탄소 처리부를 구비하므로, 방전시 캐소드부에서 고순도의 수소가 생산될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소를 이용하는 이차전지의 방전 과정을 도시한 모식도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소를 이용하는 이차전지를 구비하는 복합 발전 시스템의 개략적인

구성을 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 이산화탄소를 이용하는 이차전지의 방전 과정을 도시한 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예의 구성 및 작용을 상세하게 설명한다.

[0020] 도 1에는 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소를 이용한 이차전지의 구성이 도시되어 있다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 이차전지(100)는 캐소드부(110)와, 애노드부(150)와, 캐소드부(110)와 애노드부(150)를 연결하는 염다리(salt bridge)(190)를 포함한다. 이차전지(100)는 방전 과정에서 온실가스인 이산화탄소 기체(CO_2)를 원료로 사용하며, 친환경 연료인 수소(H_2)를 함께 생산한다.

[0021] 캐소드부(110)는 제1 수용 공간(111)에 담긴 제1 수용액(115)과, 제1 수용액(115)에 적어도 일부가 잠기는 캐소드(cathode)(118)를 구비한다. 제1 수용액(115)에는 염다리(190)의 일단부가 잠긴다. 제1 수용액(115)으로는 알칼리성 수용액(본 실시예에서는 1M KOH의 강염기성 용액에서 CO_2를 용리시킨 것이 사용됨), 해수, 수돗물 및 증류수 등이 사용될 수 있다. 캐소드(118)는 전기 회로를 형성하기 위한 전극으로서, 탄소 페이퍼, 탄소 섬유, 탄소 펠트, 탄소 천, 금속 폼, 금속박막, 또는 이들의 조합일 수 있으며, 백금 촉매도 사용될 수 있다. 촉매의 경우, 백금 촉매 외에 탄소 계열 촉매, 탄소-금속 계열 복합 촉매, 페로브스카이트 산화물 촉매 등 일반적으로 산소발생반응(HER) 촉매로 사용될 수 있는 다른 모든 촉매도 포함한다. 캐소드부(110)에는 제1 수용 공간(111)과 연통되는 제1 유입구(112)와 제1 배출구(113)가 형성된다. 제1 유입구(112)는 제1 수용액(115)의 수면보다 아래에 위치하도록 제1 수용 공간(111)의 하부에 위치한다. 제1 배출구(113)는 제1 수용액(115)의 수면보다 위에 위치하도록 제1 수용 공간(111)의 상부에 위치한다. 제1 유입구(112)를 통해 방전 과정에서 연료로 사용되는 이산화탄소가 제1 수용 공간(111)으로 유입되는데, 필요 시 제1 수용액(115)도 유입될 수 있다. 제1 배출구(113)를 통해서는 충·방전 과정에서 생성된 가스가 외부로 배출된다. 도시되지는 않았으나, 유입구(112)와 배출구(113)는 충전 및 방전시 밸브 등에 의해 선택적으로 적절히 시기에 맞춰서 개폐될 수 있다. 캐소드부(110)에서는 방전 과정에서 이산화탄소 용리 반응이 일어난다.

[0022] 애노드부(150)는 제2 수용 공간(151)에 담긴 제2 수용액(155)과, 제2 수용액(155)에 적어도 일부가 잠기는 애노드(anode)(158)를 구비한다. 제2 수용액(155)에는 염다리(190)의 일단부가 잠긴다. 제2 수용액(155)으로는 고농도의 알칼리 용액이 사용되는데, 예를 들어, 1M KOH 또는 6M KOH가 사용될 수 있다. 애노드(158)는 전기 회로를 이루는 금속 재질의 전극으로서, 본 실시예에서는 애노드(158)로 아연(Zn) 또는 알루미늄(Al)이 사용되는 것으로 설명한다. 또한, 애노드(158)로는 아연 또는 알루미늄을 포함하는 합금이 사용될 수도 있다.

[0023] 염다리(190)는 양단부가 각각 제1 수용액(115)과 제2 수용액(155)에 잠긴다. 염다리(190)의 내부 용액으로 염화칼륨(KCl), 염화나트륨(NaCl) 등 통상적으로 사용되는 염다리 내부 용액이 사용될 수 있다.

[0024] 이제, 위에서 구성 중심으로 설명된 이차전지(100)의 방전 과정이 상세하게 설명된다. 도 1에는 이차전지(100)의 방전 과정이 함께 도시되어 있다. 도 1을 참조하면, 제1 유입구(112)를 통해 제1 수용액(115)으로 이산화탄소가 주입되며, 캐소드부(110)에서는 다음 [반응식 1]과 같은 이산화탄소의 화학적 용리 반응이 이루어진다.

[0025] [반응식 1]

[0026] $H_2O(l) + CO_2(g) \rightarrow H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$

[0027] 즉, 캐소드부(110)에서는 캐소드부(110)에 공급된 이산화탄소(CO_2)가 제1 수용액(115)의 물(H_2O)과 자발적인 화학반응을 통해 수소 양이온(H^+)과 중탄산염(HCO_3^-)이 생성된다.

[0028] 또한, 캐소드부(110)에서는 다음 [반응식 2]와 같은 전기적 반응이 이루어진다.

[0029] [반응식 2]

[0030] $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$

[0031] 즉, 캐소드부(110)에서 수소 양이온(H^+)은 전자(e^-)를 받아서 수소(H_2) 기체가 발생하게 된다. 발생된 수소(H_2)

기체는 제1 배출구(113)를 통해서 외부로 배출된다.

[0032] 아울러, 캐소드부(110)에서는 다음 [반응식 3]과 같은 복합 수소발생 반응이 이루어진다.

[0033] [반응식 3]

[0034] $2H_2O(l) + 2CO_2(g) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2HCO_3^-(aq)$

[0035] 그리고, 애노드부(150)에서는 애노드(158)가 아연(Zn)인 경우에 다음 [반응식 4]와 같은 산화 반응이 이루어진다.

[0036] [반응식 4]

[0037] $Zn + 4OH^- \rightarrow Zn(OH)_4^{2-} + 2e^- \quad (E^0 = -1.25\ V)$

[0038] $Zn(OH)_4^{2-} \rightarrow ZnO + H_2O + 2OH^-$

[0039] 결국, 애노드(158)가 아연(Zn)인 경우에 방전 과정에서 이루어지는 전체 반응식은 다음 [반응식 5]와 같다.

[0040] [반응식 5]

[0041] $Zn + 2CO_2 + 2H_2O + 2OH^- \rightarrow ZnO + 2HCO_3^-(aq) + H_2(g) \quad (E^0 = 1.25\ V)$

[0042] 만일, 애노드부(150)에서 애노드(158)가 알루미늄(Al)인 경우에 다음 [반응식 6]과 같은 산화 반응이 이루어진다.

[0043] [반응식 6]

[0044] $Al + 3OH^- \rightarrow Al(OH)_3 + 3e^- \quad (E^0 = -2.31\ V)$

[0045] 결국, 애노드(158)가 알루미늄(Al)인 경우에 방전 과정에서 이루어지는 전체 반응식은 다음 [반응식 7]과 같다.

[0046] [반응식 7]

[0047] $2Al + 6CO_2 + 6H_2O + 6OH^- \rightarrow 2Al(OH)_3 + 6HCO_3^-(aq) + 3H_2(g) \quad (E^0 = 2.31\ V)$

[0048] 결과적으로, [반응식 5]와 [반응식 7]을 통해 알 수 있는 바와 같이, 방전 시 제1 수용액(115)에서 용리된 이산화탄소에 의해 생성된 수소 이온이 캐소드(1 18)로부터 전자를 받아서 수소 기체로 환원되어서, 제1 배출구(113)를 통해 배출되고, 금속 애노드(158)는 산화물의 형태로 변하게 된다. 방전이 진행되면서 제1 수용액(115)에는 HCO_3^-(중탄산이온)이 생성되는데, 염다리(190)의 내부 용액이 염화나트륨(NaCl)과 같이 나트륨 이온(Na^+)을 포함하는 경우, 이온 균형을 맞추기 위하여 염다리(190)로부터 나트륨 이온이 확산되어서 탄산수소나트륨($NaHCO_3$) 수용액 형태의 이온으로 존재하게 된다. 이 용액을 건조하면 베이킹소다 형태의 탄산나트륨 고체 생성물이 부가적으로 획득된다.

[0049] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소를 이용하는 이차전지를 구비하는 복합 발전 시스템의 개략적인 구성을 도시한 도면이다. 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 발전 시스템(1000)은 이산화탄소 가스(CO_2)를 연료로 사용하여 방전하고 방전 과정에서 수소 가스(H_2)가 발생되는 이차전지(100)와, 수소함유 연료로부터 수소가 풍부한 개질 가스를 생산하고 부가적으로 이산화탄소 가스(CO_2)를 발생시키는 개질기(300)와, 수소와 산소를 이용하여 전기를 생산하는 연료전지(200)와, 개질기(300)에서 발생한 이산화탄소 가스를 이차전지(100)로 공급하는 이산화탄소 공급부(400)와, 이차전지(100)에서 발생한 수소 가스를 연료전지로 공급하는 수소 공급부(500)와, 개질기(300)에서 생산된 개질 가스를 연료전지(200)로 공급하는 개질 가스 공급부(600)를 포함한다.

[0050] 이차전지(100)는 앞서서 도 1을 통해 설명된 이차전지(100)로서, 도 1을 참고하여 상세하게 설명된 바와 같이 방전 과정에서 이산화탄소 가스를 연료로 사용하고 수소 가스를 발생시킨다. 이차전지(100)로 공급되는 이산화탄소 가스는 개질기(300)에서 발생하여 이산화탄소 공급부(400)를 통해 공급되는 이산화탄소 가스이다. 이차전

지(100)에서 발생한 수소 가스는 수소 공급부(500)에 의해 연료전지(200)로 공급된다.

[0051] 개질기(300)는 수소함유 연료로부터 수소가 풍부한 개질 가스를 생산하고 부가적으로 이산화탄소 가스를 발생시킨다. 이를 위하여, 본 실시예에서는 개질기(300)가 메탄(CH_4)과 수증기(H_2O)의 개질 반응에 의해 수소(H_2)를 생산하는 메탄-수증기 개질기인 것으로 설명한다.

[0052] 메탄-수증기 개질기(300)는 공정 가격이 저렴하고 대량 생산이 가능한 장점들 때문에 수소 생산 공정 중 상당히 많은 부분을 차지하고 있다. 다음의 [반응식 8]는 메탄-수증기 개질기(300)의 개질 반응에 관한 것이다.

[0053] [반응식 8]

[0054] $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$

[0055] $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$

[0056] 즉 메탄과 수증기의 화학반응에 의해 일산화탄소(CO)와 수소가 생성되며, 연속적으로 일산화탄소와 수증기의 화학반응에 의해 최종적으로 수소가 생산될 수 있다. 메탄-수증기 개질기(300)에서 생산된 수소는 개질 가스 공급부(600)에 의해 연료전지(200) 등의 연료로 공급된다.

[0057] 그런데 상기 메탄-수증기 개질기(300)는 상술한 많은 장점을 갖고 있지만, 상기 [반응식 8]에서 알 수 있는 바와 같이 그 공정의 운영을 위해 외부에서 수증기를 공급해줘야 하며, 수소 생산의 부산물로서 지구 온난화 환경문제의 주원인이 되는 이산화탄소가 발생될 수 밖에 없다는 문제점이 있다. 하지만 본 발명의 경우, 메탄-수증기 개질기(300)에서 발생되는 이산화탄소는 대기 중으로 방출되거나 별도의 이산화탄소 포집, 저장 공정으로 전달되는 대신, 이차전지(100)의 방전 반응을 위해 이산화탄소 공급부(400)에 의해 수계 이차전지(100)에 전달됨으로써 메탄-수증기 개질기(300)의 운영에 있어 필요악인 이산화탄소 발생 문제까지 해결될 수 있을 뿐만 아니라 이차전지(100)와 메탄-수증기 개질기(300)를 연계하는 시스템을 구축함에 따라 중복 공정이 생략될 수 있다. 메탄-수증기 개질기(300)는 공지된 기술이므로, 여기서 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0058] 연료전지(200)는 수소와 산소의 화학반응에 의해 물이 생성됨과 아울러 전기에너지를 발생시키는 것이다. 연료전지(200)는 친환경적인 측면에서 많은 장점을 가지고 있지만, 상기 메탄-수증기 개질기(300) 등으로부터 추출된 수소를 공급받아야 한다. 하지만 본 발명의 경우, 연료전지(200)는 이차전지(100)와 하나의 시스템으로 구축됨으로써 이차전지(100)의 방전 과정에서 발생하는 수소 가스를 공급받음으로써, 효율이 현저하게 향상될 수 있다.

[0059] 이산화탄소 공급부(400)는 개질기(300)에서 부산물로 발생한 이산화탄소 가스를 수계 이차전지(100)로 공급한다.

[0060] 수소 공급부(500)는 이차전지(100)의 방전 과정에서 부산물로 발생하는 수소 가스를 연료전지(200)의 연료로 공급한다.

[0061] 개질 가스 공급부(600)는 개질기(300)에서 생산된 개질 가스를 연료전지(200)의 연료로 공급한다.

[0062] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 이산화탄소를 이용하는 이차전지의 방전 과정을 도시한 모식도이다. 도 3을 참조하면, 이차전지(100a)는 캐소드부(110)와, 애노드부(150)와, 캐소드부(110)와 애노드부(150)를 연결하는 염다리(salt bridge)(190)와, 이산화탄소 처리부(120)와, 이산화탄소 순환 공급부(130)와, 캐소드부(110)와 이산화탄소 처리부(120)를 연통시키는 연결관(140)을 포함한다. 캐소드부(110)와 애노드부(150) 및 염다리(190)는 도 1에 도시된 실시예에서 설명된 것과 동일하므로 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0063] 이산화탄소 처리부(120)는 제3 수용 공간(121)에 수용되고 캐소드부(110)의 제1 수용액(115)과 동일한 수용액인 제1 수용액(115)을 구비한다. 이산화탄소 처리부(120)에는 제3 수용 공간(121)으로 이산화탄소가 유입되는 제2 유입구(222)와, 연결관(140)이 연결되는 연통구(223)와, 제3 수용 공간(121)의 상부에 위치하는 제2 배출구(224)가 형성된다.

[0064] 제2 유입구(222)는 제3 수용 공간(121)에서 연통구(223)보다 위에 위치하고, 제2 배출구(224) 및 제1 수용액(115)의 수면보다 아래에 위치한다. 제2 유입구(222)를 통해 방전 과정에서 연료로 사용되는 이산화탄소 기체가 제3 수용 공간(121)으로 유입된다. 제2 유입구(222)를 통해 필요에 따라 제1 수용액(115)도 공급될 수 있다. 제2 유입구(222)와 제1 배출구(113)는 충전 및 방전시 밸브 등에 의해 선택적으로 적절한 시기에 맞춰서 개폐될 수 있다.

[0065] 연통구(223)는 제3 수용 공간(121)에서 제2 유입구(222)보다 아래에 위치하며, 연통구(223)에는 연결관(140)이 연결된다. 연통구(223)를 통해 제3 수용 공간(121)은 제1 수용 공간(111)과 연통된다.

[0066] 제2 배출구(224)는 제3 수용 공간(121)에서 제2 유입구(222) 및 제1 수용액(115)의 수면보다 위에 위치한다. 제2 배출구(224)를 통해 제3 수용 공간(121)에서 제1 수용액(115)에 용해되지 않아서 이온화되지 않은 이산화탄소 기체가 외부로 배출된다. 제2 배출구(224)를 통해 배출된 이산화탄소 가스는 이산화탄소 순환 공급부(130)를 통해 제2 유입구(222)로 공급된다.

[0067] 이산화탄소 순환 공급부(130)는 제2 배출구(224)를 통해 배출되는 이산화탄소 가스를 제 2유입구(222)로 순환시켜서 재공급한다.

[0068] 연결관(140)은 제1 수용 공간(111)의 제1 유입구(112)와 제3 수용 공간(121)의 연통구(223)을 연결한다. 연결관(140)의 내부에 형성되는 연결 통로(141)를 통해 제1 수용 공간(111)과 제3 수용 공간(121)이 연통된다.

[0069] 제2 유입구(222)를 통해 이산화탄소 처리부(120)의 제3 수용 공간(121)으로 유입된 이산화탄소 중 제1 수용액(115)에 용해되지 않아서 이온화되지 않은 이산화탄소 기체는 캐소드부(110)의 제1 수용 공간(111)으로 이동하지 못하고 상승하여 제3 수용 공간(121) 내 제1 수용액(115)의 수면 위 공간에 모인 후 제2 배출구(224)를 통해 배출되고 제2 배출구(224)를 통해 배출된 이산화탄소 기체는 이산화탄소 순환 공급부(130)에 의해 제2 유입구(222)를 통해 제3 수용 공간(121)으로 공급되어서 재활용된다. 또한, 이산화탄소 처리부(120)의 제3 수용 공간(121)으로 유입된 이산화탄소 중 제1 수용액(115)에 용해되지 않아서 이온화되지 않은 이산화탄소 기체는 캐소드부(110)의 제1 수용 공간(111)으로 이동하지 못하므로, 제1 배출구(113)를 통해서 이산화탄소가 섞이지 않은 고순도의 수소가 배출될 수 있다.

[0070] 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.

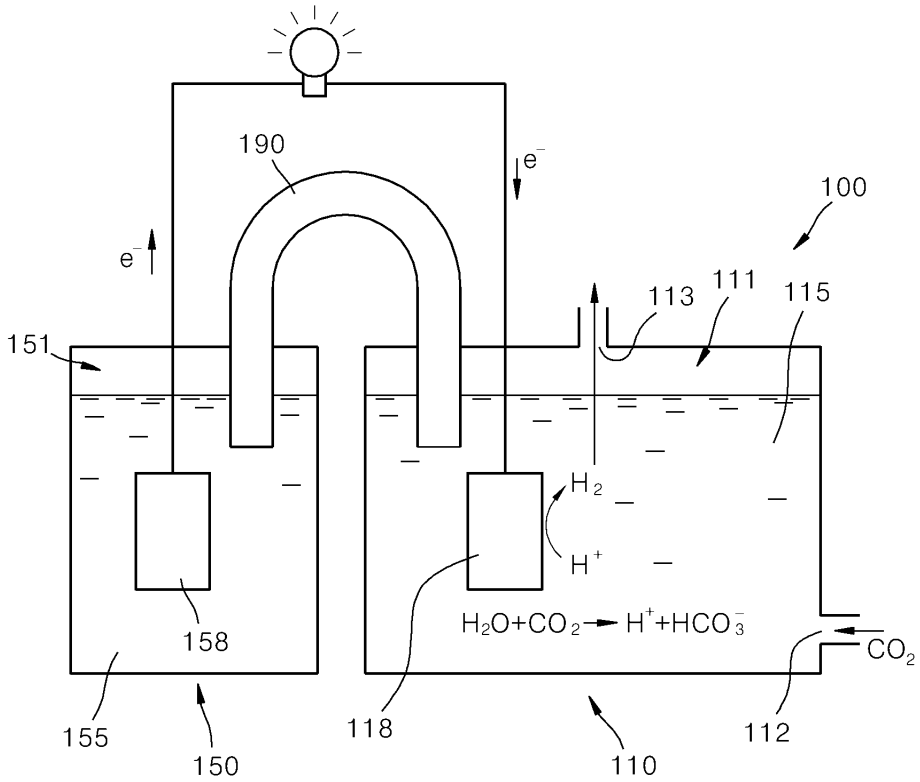
부호의 설명

[0071]

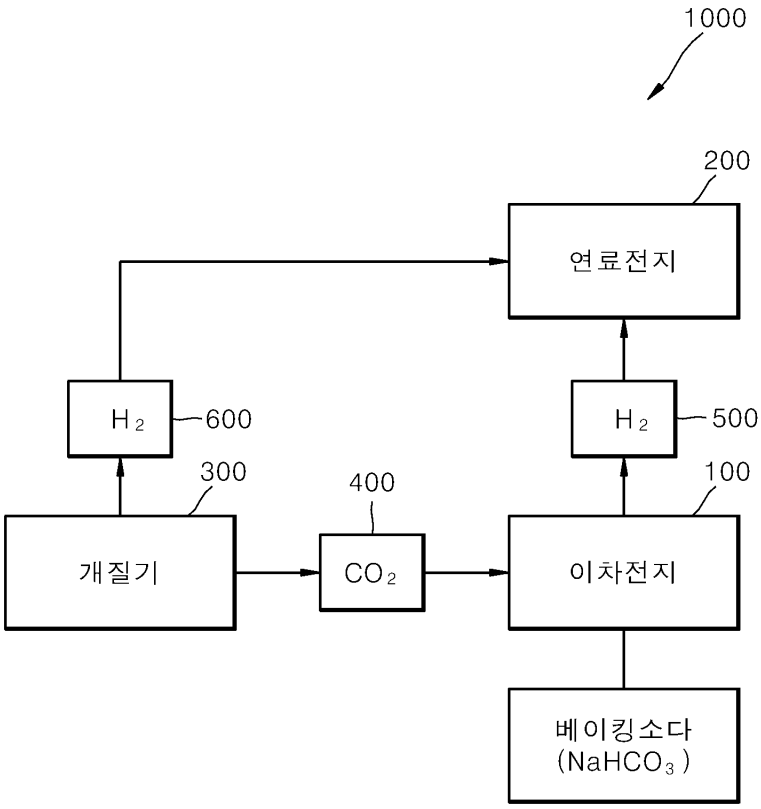
100, 100a : 이차전지
110 : 캐소드부
111 : 제1 수용 공간
112 : 제1 유입구
113 : 제1 배출구
115 : 제1 수용액
118 : 캐소드
120 : 이산화탄소 처리부
121 : 제3 수용 공간
122 : 제2 유입구
123 : 연통구
124 : 제2 배출구
130 : 이산화탄소 순환 공급부
140 : 연결관
150 : 애노드부
151 : 제2 수용 공간
155 : 제2 수용액
158 : 애노드
190 : 염다리
200 : 연료전지
300 : 개질기
400 : 이산화탄소 공급부
500 : 수소 공급부
600 : 개질 가스 공급부
1000 : 복합 전지 시스템

도면

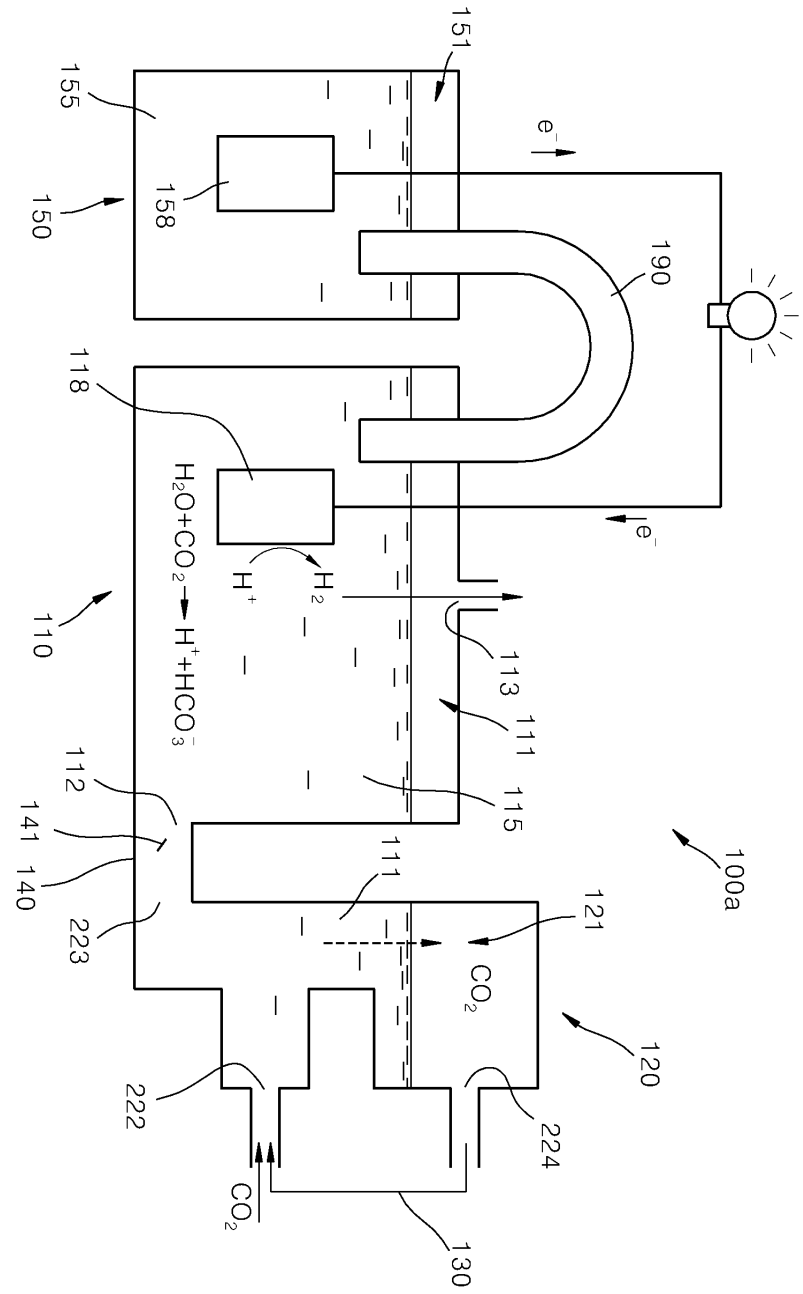
도면1


190
e⁻
e⁻
100
113
111
115
151
H₂
H⁺
158
H₂O+CO₂ → H⁺+HCO₃⁻
CO₂
155
150
118
110
112

도면2


1000
200
연료전지
H2
600
H2
500
300
400
100
개질기
CO2
이차전지
베이킹소다
(NaHCO3)

도면3


151
155
150
158
e⁻
190
118
H₂O+CO₂→H⁺+HCO₃⁻
H⁺
H₂
110
113
111
112
115
141
140
111
121
100a
223
CO₂
120
222
224
CO₂
130