(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월08일
(11) 등록번호 10-1997782
(24) 등록일자 2019년07월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 14/00 (2006.01) *C25B 1/02* (2006.01)
H01M 10/36 (2006.01) *H01M 4/38* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01M 14/00 (2013.01)
C25B 1/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0142496
(22) 출원일자 2018년11월19일
심사청구일자 2018년11월19일
(56) 선행기술조사문헌
JP2010075921 A*
KR1020120059516 A*
JP2006008495 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(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

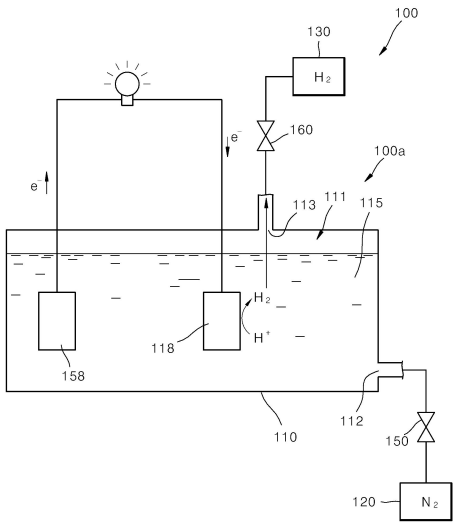
전체 청구항 수 : 총 4 항 심사관 : 강연무

(54) 발명의 명칭 **전지를 활용한 수소 생산 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명에 의하면, 내부에 반응 공간을 제공하는 반응 용기와, 상기 반응 공간에 수용되는 수계 전해질과, 상기 반응 공간에서 상기 수계 전해질에 적어도 일부가 잠기는 캐소드와, 상기 반응 공간에서 상기 수계 전해질에 적어도 일부가 잠기는 금속 재질의 애노드를 구비하는 전지; 및 상기 수계 전해질을 질소로 퍼징하는 질소 퍼징부를 포함하며, 상기 전지는 상기 수계 전해질이 상기 질소 퍼징부에 의해 질소로 포화된 상태에서, 방전 시 상기 수계 전해질에 존재하는 수소 이온이 상기 캐소드에서 공급되는 전자와 결합하여 수소 가스를 발생시키는 전지를 활용한 수소 생산 장치가 제공된다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01M 10/36 (2013.01)
H01M 4/38 (2013.01)
H01M 2300/0014 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711076722
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)
연구과제명 친환경 에너지 변환을 위한 프로톤 전도성 고체산화물 전기화학적 에너지 저장 및 변환 장치용 촉매 소재의 개발 및 공정
기 여 율 1/1
주관기관 울산과학기술원
연구기간 2018.09.01 ~ 2019.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

내부에 반응 공간을 제공하는 반응 용기와, 상기 반응 공간에 수용되는 염기성 용액의 수계 전해질과, 상기 반응 공간에서 상기 수계 전해질에 적어도 일부가 잠기는 캐소드와, 상기 반응 공간에서 상기 수계 전해질에 적어도 일부가 잠기는 금속 재질의 애노드를 구비하는 전지;

상기 반응공간에서 생성된 수소 가스가 상기 반응 용기로부터 배출되어서 저장되는 수소 저장부; 및

상기 수계 전해질을 질소로 퍼징하는 질소 퍼징부를 포함하며,

상기 전지는 상기 수계 전해질이 상기 질소 퍼징부에 의해 질소로 포화되고 상기 수계 전해질 내 산소가 제거되어서 방전시 상기 캐소드에서는 산소 환원 반응이 일어나지 않고 상기 수계 전해질에 존재하는 수소 이온이 상기 캐소드에서 공급되는 전자와 결합하여 수소 가스를 발생시키는 수소발생반응만이 일어나는 전지를 활용한 수소 생산 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 수계 전해질은 수산화나트륨 수용액 또는 수산화칼륨 수용액인 전지를 활용한 수소 생산 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 애노드의 재질은 바나듐(V), 크롬(Cr), 망간(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 구리(Cu), 알루미늄(Al) 또는 아연(Zn)인 전지를 활용한 수소 생산 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

내부에 반응 공간을 제공하는 반응 용기와, 상기 반응 공간에 수용되는 염기성 용액의 수계 전해질과, 상기 반응 공간에서 상기 수계 전해질에 적어도 일부가 잠기는 캐소드와, 상기 반응 공간에서 상기 수계 전해질에 적어도 일부가 잠기는 금속 재질의 애노드를 구비하는 전지를 준비하는 전지 준비 단계;

상기 전지 준비 단계를 통해 준비된 상기 전지의 상기 수계 전해질에서 산소가 제거되고 상기 수계 전해질에 질소가 포화될 때까지 상기 수계 전해질을 질소로 퍼징하는 질소 퍼징 단계; 및

상기 질소 퍼징 단계가 수행된 후 상기 전지를 방전시키는 방전 단계를 포함하며,

상기 방전 단계에서 상기 캐소드에서는 산소 환원 반응이 일어나지 않고 상기 수계 전해질에 존재하는 수소 이온이 상기 캐소드에서 공급되는 전자와 결합하여 수소 가스를 발생시키는 수소발생반응만이 일어나는 전지를 활용한 수소 생산 방법.

청구항 7

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 수소 생산 기술에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 전지를 활용한 수소 발생 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 화석 연료의 사용을 줄이기 위한 연료로 천연 가스와 같은 기체 연료의 사용이 증가하고 있으며, 20세기 후반부터 가속화되기 시작한 연료전지의 개발과 화석 연료의 고갈 및 환경 오염 문제로 인해 청정 연료인 수소 생산에 대한 관심이 높아지고 있다.

[0003] 종래의 수소 생산 공정들 중 대표적인 수소 생산 공정인 메탄 수증기 개질 공정은 공정 가격이 저렴하고, 수소의 대량 생산이 가능하다는 장점이 있지만, 최종 생성물이 온실가스인 이산화탄소(CO_2)를 배출한다는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-0864024호 (2008.10.16.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 종래의 수소 생산 공정에 비해 단순한 구조로 다른 생성물 없이 수소만을 생산할 수 있는 수소 생산 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기한 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 측면에 따르면, 내부에 반응 공간을 제공하는 반응 용기와, 상기 반응 공간에 수용되는 수계 전해질과, 상기 반응 공간에서 상기 수계 전해질에 적어도 일부가 잠기는 캐소드와, 상기 반응 공간에서 상기 수계 전해질에 적어도 일부가 잠기는 금속 재질의 애노드를 구비하는 전지; 및 상기 수계 전해질을 질소로 퍼징하는 질소 퍼징부를 포함하며, 상기 전지는 상기 수계 전해질이 상기 질소 퍼징부에 의해 질소로 포화된 상태에서, 방전 시 상기 수계 전해질에 존재하는 수소 이온이 상기 캐소드에서 공급되는 전자와 결합하여 수소 가스를 발생시키는 전지를 활용한 수소 생산 장치가 제공된다.

[0007] 상기 한 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 내부에 반응 공간을 제공하는 반응 용기와, 상기 반응 공간에 수용되는 수계 전해질과, 상기 반응 공간에서 상기 수계 전해질에 적어도 일부가 잠기는 캐소드와, 상기 반응 공간에서 상기 수계 전해질에 적어도 일부가 잠기는 금속 재질의 애노드를 구비하는 전지를 준비하는 전지 준비 단계; 상기 전지 준비 단계를 통해 준비된 상기 전지의 상기 수계 전해질을 질소로 퍼징하는 질소 퍼징 단계; 및 상기 질소 퍼징 단계가 수행된 후 상기 전지를 방전시키는 방전 단계를 포함하며, 상기 방전 단계에서 상기 수계 전해질에 존재하는 수소 이온이 상기 캐소드에서 공급되는 전자와 결합하여 수소 가스가 발생되는 전지를 활용한 수소 생산 방법이 제공된다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에 의하면 앞서서 기재한 본 발명의 목적을 모두 달성할 수 있다. 구체적으로는, 본 발명에 따른 수소 생산 장치가, 내부에 반응 공간을 제공하는 반응 용기와, 상기 반응 공간에 수용되는 수계 전해질과, 상기 반응 공간에서 상기 수계 전해질에 적어도 일부가 잠기는 캐소드와, 상기 반응 공간에서 상기 수계 전해질에 적어도 일부가 잠기는 금속 재질의 애노드를 구비하는 전지; 및 상기 수계 전해질을 질소로 퍼징하는 질소 퍼징부를 포함하며, 상기 전지는 상기 수계 전해질이 상기 질소 퍼징부에 의해 질소로 포화된 상태에서, 방전 시 상기 수계 전해질에 존재하는 수소 이온이 상기 캐소드에서 공급되는 전자와 결합하여 수소 가스를 발생시킴으로써, 비교적 단순한 구조로 순수한 수소만을 발생시킬 수 있고, 그에 따라 추가적인 공정도 필요없게 된다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전지를 활용한 수소 생산 장치의 구성을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전지를 활용한 수소 생산 방법을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예의 구성 및 작용을 상세하게 설명한다.

[0011] 도 1에는 본 발명의 일 실시예에 따른 본 발명의 일 실시예에 따른 전지를 활용한 수소 생산 장치의 구성이 도시되어 있다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전지를 활용한 수소 생산 장치(100)는 방전 과정에서 전기에너지와 수소를 함께 생산하는 전지(100a)와, 전지(100a)에 질소 퍼징을 실시하는 질소 퍼징부(120)와, 전지(100a)에서 생산된 수소가 저장되는 수소 저장부(130)를 포함한다.

[0012] 전지(100a)는 이차전지로서, 내부에 반응 공간(111)을 제공하는 반응 용기(110)와, 반응 공간(111)에 담긴 수계 전해질(115)과, 반응 공간(111)에서 수계 전해질(115)에 적어도 일부가 잠기는 캐소드(cathode)(118)와, 반응 공간(111)에서 수계 전해질(115)에 적어도 일부가 잠기는 애노드(anode)(158)를 구비한다. 전지(100a)는 방전 과정에서 전기에너지와 함께 수소를 생산한다.

[0013] 반응 용기(110)는 내부에 수계 전해질(115)이 담기고 캐소드(118)와 애노드(158)가 수용되는 반응 공간(111)을 제공한다. 반응 용기(110)에는 반응 공간(111)과 연통되는 유입구(112)와 배출구(113)가 형성된다. 유입구(112)는 수계 전해질(115)의 수면보다 아래에 위치하도록 반응 공간(111)의 하부에 위치한다. 배출구(113)는 수계 전해질(115)의 수면보다 위에 위치하도록 반응 공간(111)의 상부에 위치한다. 유입구(112)를 통해 수계 전해질을 퍼징하는 질소 가스(N_2)가 유입된다. 필요 시 유입구(112)를 통해 수계 전해질(115)도 유입될 수 있다. 배출구(113)를 통해서는 충·방전 과정에서 생성된 가스가 외부로 배출되는데, 특히 방전 과정에서 발생한 수소 가스(H_2)는 배출구(113)를 통해 배출되어서 수소 저장부(130)에 저장된다. 유입구(112)와 배출구(113)는 충전 및 방전시 제1, 제2 밸브(150, 160)에 의해 선택적으로 적절히 시기에 맞춰서 개폐될 수 있다.

[0014] 수계 전해질(115)은 반응 공간(111)에 담기며, 수계 전해질(115)에 캐소드(118)의 적어도 일부와 애노드(158)의 적어도 일부가 잠긴다. 수계 전해질(115)로는 알칼리 용액이 사용될 수 있는데, 본 실시예에서는 4M의 수산화나트륨(NaOH) 또는 6M의 수산화칼륨(KOH)와 같은 강염기성 용액이 사용되는 것으로 설명한다. 수계 전해질(115)은 유입구(112)를 통해 유입되는 퍼징 질소 가스에 의해 질소로 포화된다.

[0015] 캐소드(118)는 반응 공간(111)에서 수계 전해질(115)에 적어도 일부가 잠긴다. 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. 방전 시 캐소드(118)에서는 수소 발생 반응이 일어난다. 수소 발생 반응은 수계 전해질(115)이 질소 퍼징부(120)에 의해 질소로 포화된 상태에서 방전시 캐소드(118)에서 일어나며, 그 반응식은 다음 [반응식 1]과 같다.

[0016] [반응식 1]

[0017] $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$

[0018] 수계 전해질(115)에 산소가 존재하는 경우에는 방전시 다음 [반응식 2]와 같은 산소 환원 반응이 발생한다.

[0019] [반응식 2]

[0020] $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

[0021] 하지만, 질소 퍼징에 의해 수계 전해질(115)에는 산소가 존재하지 않고 질소로 포화된 상태이므로, 캐소드(118)에서는 [반응식 2]와 같은 산소 환원 반응은 일어나지 않고, 수계 전해질(115)에 존재하는 수소 이온이 캐소드(118)의 전자와 결합하여 수소 가스를 발생시키는 [반응식 1]과 같은 반응이 일어나게 된다.

[0022] 애노드(158)는 반응 공간(111)에서 수계 전해질(115)에 적어도 일부가 잠긴다. 애노드(158)는 전기 회로를 이루

는 금속 재질의 전극으로서, 본 실시예에서는 애노드(158)로 바나듐(V), 크롬(Cr), 망간(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 구리(Cu), 알루미늄(Al) 또는 아연(Zn)이 사용되는 것으로 설명한다. 방전 시 애노드(158)에서는 산화 반응이 일어나게 된다.

[0023] 애노드(158)가 아연(Zn)인 경우에 애노드(158)에서는 다음 [반응식 3]과 같은 산화 반응이 이루어진다.

[0024] [반응식 3]

[0025] $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

[0026] 애노드(158)가 알루미늄(Al)인 경우에 애노드(158)에서는 다음 [반응식 4]와 같은 산화 반응이 이루어진다.

[0027] [반응식 4]

[0028] $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$

[0029] 애노드(158)가 바나듐(V)인 경우에 애노드(158)에서는 다음 [반응식 5]와 같은 산화 반응이 이루어진다.

[0030] [반응식 5]

[0031] $V \rightarrow V^{2+} + 2e^-$

[0032] 애노드(158)가 크롬(Cr)인 경우에 애노드(158)에서는 다음 [반응식 6]와 같은 산화 반응이 이루어진다.

[0033] [반응식 6]

[0034] $Cr \rightarrow Cr^{3+} + 3e^-$

[0035] 애노드(158)가 망간(Mn)인 경우에 애노드(158)에서는 다음 [반응식 7]와 같은 산화 반응이 이루어진다.

[0036] [반응식 7]

[0037] $Mn \rightarrow Mn^{2+} + 2e^-$

[0038] 애노드(158)가 철(Fe)인 경우에 애노드(158)에서는 다음 [반응식 8]와 같은 산화 반응이 이루어진다.

[0039] [반응식 8]

[0040] $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

[0041] 애노드(158)가 코발트(Co)인 경우에 애노드(158)에서는 다음 [반응식 9]와 같은 산화 반응이 이루어진다.

[0042] [반응식 9]

[0043] $Co \rightarrow Co^{2+} + 2e^-$

[0044] 애노드(158)가 니켈(Ni)인 경우에 애노드(158)에서는 다음 [반응식 10]와 같은 산화 반응이 이루어진다.

[0045] [반응식 10]

[0046] $Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$

[0047] 애노드(158)가 구리(Cu)인 경우에 애노드(158)에서는 다음 [반응식 11]와 같은 산화 반응이 이루어진다.

[0048] [반응식 11]

[0049] $Cu \rightarrow Cu^{+} + e^-$

[0050] 질소 퍼징부(120)는 전지(100a)의 유입구(112)를 통해 수계 전해질(115)에 질소 가스를 공급하여 수계 전해질(115)을 질소로 퍼징한다. 질소 퍼징부(120)에 의해 수행되는 질소 퍼징에 의해 수계 전해질(115)에는 산소가 존재하지 않고 질소가 포화된다.

[0051] 수소 저장부(130)에는 전지(100a)에서 생산되어서 배출구(113)를 통해 배출되는 수소 가스가 저장된다.

[0052] 도 2에는 본 발명의 일 실시예에 따른 전지를 활용한 수소 생산 방법이 순서도로서 도시되어 있다. 도 2에 도시

된 전지를 활용한 수소 생산 방법은 도 1에 도시된 수소 생산 장치(100)를 이용하므로, 도 1을 함께 참조하여 설명된다.

[0053] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전지를 활용한 수소 생산 방법은 도 1에 도시된 바와 같은 구성을 갖는 전지를 준비하는 전지 준비 단계(S10)와, 전지 준비 단계(S10)를 통해 준비된 전지의 수계 전해질을 질소로 퍼징하여 수계 전해질에서 산소를 제거하고 수계 전해질을 질소로 포화시키는 질소 퍼징 단계(S20)와, 질소 퍼징 단계(S20)에 의해 전지의 수계 전해질이 질소로 포화된 상태에서 전지를 방전하여 수소를 생산하는 방전 단계(S30)를 포함한다.

[0054] 전지 준비 단계(S10)에서는 도 1에 도시된 바와 같은 구성을 갖는 전지(100a)가 준비된다. 전지 준비 단계(S10)에서 준비되는 전지(100a)의 수계 전해질(115)에는 산소가 포함된 상태이다. 전지(100a)의 구체적인 구성은 앞서서 설명된 바와 같다. 전지 준비 단계(S10)에 의해 전지(100a)가 준비된 후에는 질소 퍼징 단계(S20)가 수행된다.

[0055] 질소 퍼징 단계(S20)에서는 전지 준비 단계(S10)를 통해 준비된 전지의 수계 전해질을 질소로 퍼징한다. 질소 퍼징 단계(S20)는 도 1에 도시된 질소 퍼징부(120)를 이용하여 질소 가스가 전지(100a)의 유입구(112)를 통해 수계 전해질(115)로 유입됨으로써 수행된다. 질소 퍼징 단계(S20)를 통해 수계 전해질(115)에는 산소가 존재하지 않게 되고 수계 전해질(115)에는 질소가 포화된다. 질소 퍼징 단계(S20)에 의해 수계 전해질(115)이 질소로 포화된 후에는 방전 단계(S30)가 수행된다. 상기 질소 퍼징 단계(S20)는 수계 전해질(115)에 산소가 제거되고 질소가 수계 전해질(115)에 포화될 때까지 수행된다.

[0056] 방전 단계(S30)에서는 질소 퍼징 단계(S20)에 의해 전지(100a)의 수계 전해질(115)이 산소 없이 질소로 포화된 상태에서 전지(100a)가 방전된다. 방전 단계(S30)에서 수계 전해질(115)에는 질소로 포화되어서 산소가 존재하지 않으므로, 캐소드(118)에서는 산소 환원 반응을 일어나지 않고 상술한 [반응식 1]과 같은 반응이 일어나서 수소 가스가 생산된다.

[0057] 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.

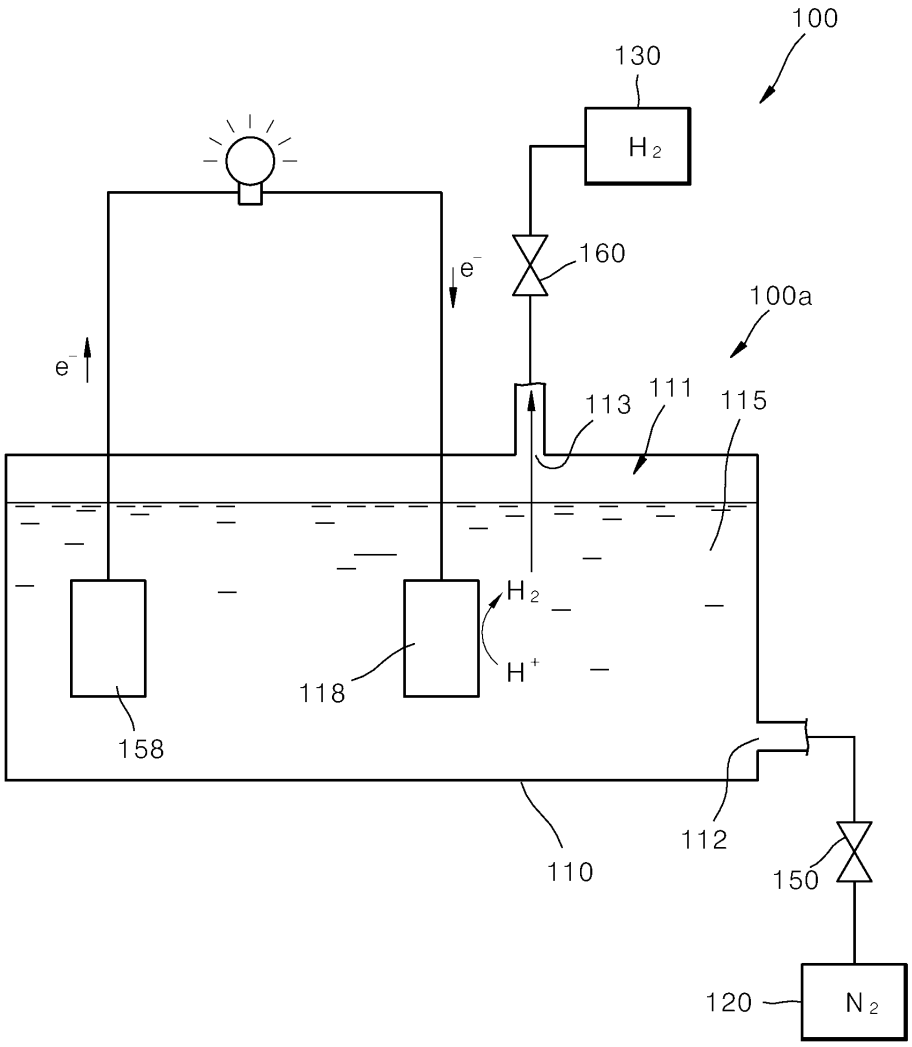
부호의 설명

[0058]

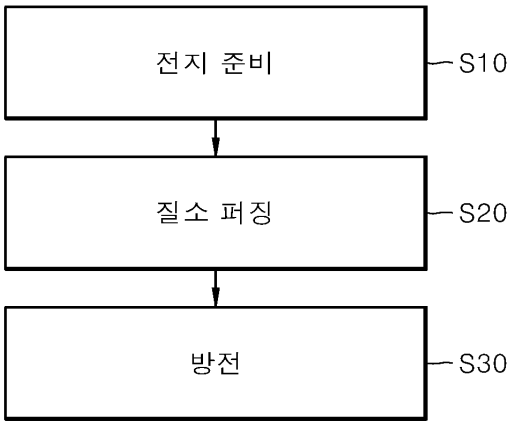
100 : 수소 발생 장치	100a : 전지
110 : 반응 용기	111 : 반응 공간
112 : 유입구	113 : 배출구
115 : 수계 전해질	118 : 캐소드
120 : 질소 퍼징부	130 : 수소 저장부

도면

도면1


100
130
H_2
160
100a
e^-
e^-
113
111
115
H_2
H^+
118
158
110
112
150
120
N_2

도면2


전지 준비
S10
질소 퍼징
S20
방전
S30