



(11) 공개번호 10-2011-0037327

(43) 공개일자 2011년04월13일

(51) Int. Cl.

C25B 1/04 (2006.01) *C25B 1/02* (2006.01)

GOIN 21/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0094724

(22) 출원일자 2009년10월06일

심사청구일자 2009년10월06일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

서태범

인천광역시 남구 용현3동 인하대학교 기계공학부

이주한

인천광역시 남구 용현3동 인하대학교 기계공학부

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 태백

전체 청구항 수 : 총 4 항

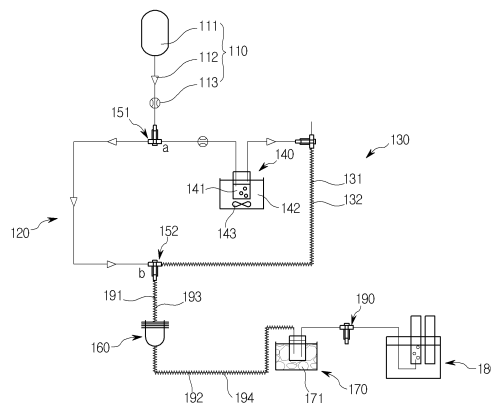
(54) 2단계 열화학 물분해 반응을 이용한 수소생산용 시험장치

(57) 요약

본 발명은 비활성기체를 공급하는 비활성기체공급라인; 이러한 비활성기체공급라인으로부터 분기되고, 열적산화(T-R) 반응에 대응하기 위한 열적산화라인; 이러한 열적산화라인의 분기점과 같은 곳에서 비활성기체공급라인으로부터 분기된 후, 열적산화라인과 교점에서 다시 만나며, 물분해(W-D) 반응에 대응하기 위한 물분해라인; 이러한 물분해라인과 연결되어 고온의 수증기를 공급하는 수증기공급부; 열적산화라인과 물분해라인의 분기점과 교점에 각각 설치되어, 열적산화라인 또는 물분해라인을 선택적으로 전환할 수 있는 전환밸브; 열적산화라인과 물분해라인의 교점과 연결되며, 태양열을 이용하여 2단계 열화학 반응을 하는 반응부; 이러한 반응부로부터 전달되는 물을 포집하고 수소는 방출하는 포집부; 및 이러한 포집부로부터 방출된 수소를 발생하는 수소발생부를 구비하는 2단계 열화학 물분해 반응을 이용한 수소생산용 시험장치를 제공한다.

본 발명에 의한 2단계 열화학 물분해 반응을 이용한 수소생산용 시험장치에 의하면, 시험 변수의 설정이 용이하여 다양한 조건에서의 시험이 가능하고 정밀한 시험결과를 도출할 수 있으며, 2 단계의 시험을 한가지의 시험장치로 수행하는 것이 가능해지기 때문에 시험설비가 간소해져서 인력 및 비용을 절감할 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

오상준

인천광역시 남구 용현3동 인하대학교 기계공학부

이진규

인천광역시 남구 용현3동 인하대학교 기계공학부

특허청구의 범위

청구항 1

비활성기체를 공급하는 비활성기체공급라인(110);

상기 비활성기체공급라인(110)으로부터 분기되고, 열적산화(T-R) 반응에 대응하기 위한 열적산화라인(120);

상기 열적산화라인(120)의 분기점(a)과 같은 곳에서 상기 비활성기체공급라인(110)으로부터 분기된 후, 상기 열적산화라인(120)과 교점(b)에서 다시 만나며, 물분해(W-D) 반응에 대응하기 위한 물분해라인(130);

상기 물분해라인(130)과 연결되어 고온의 수증기를 공급하는 수증기공급부(140);

상기 열적산화라인(120)과 물분해라인(130)의 분기점(a)과 교점(b)에 각각 설치되어, 상기 열적산화라인(120) 또는 물분해라인(130)을 선택적으로 전환할 수 있는 전환밸브(151, 152);

상기 열적산화라인(120)과 물분해라인(130)의 교점(b)과 연결되며, 태양열을 이용하여 2단계 열화학 반응을 하는 반응부(160);

상기 반응부(160)로부터 전달되는 물을 포집하고 수소는 방출하는 포집부(170); 및

상기 포집부(170)로부터 방출된 수소를 발생하는 수소발생부(180)를 구비하는 2단계 열화학 물분해 반응을 이용한 수소생산용 시험장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 물분해라인(130)은, 상기 비활성기체공급라인(110)에서 공급된 비활성기체와 상기 증기공급부(140)에서 공급된 수증기가 유동하는 유동관(131)과, 상기 유동관(131)의 외부를 둘러싸고 손실되는 열을 보충하기 위하여 열을 공급하는 케이블히터(132)를 포함하는 2단계 열화학 물분해 반응을 이용한 수소생산용 시험장치.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 열적산화라인(120)과 물분해라인(130)의 교점(b)과 상기 반응부(160)의 연결라인(191) 및 상기 반응부(160)와 포집부(170)의 연결라인(192)의 외부는 손실되는 열을 보충하기 위하여 열을 공급하는 케이블히터(193, 194)가 각각 둘러싸는 2단계 열화학 물분해 반응을 이용한 수소생산용 시험장치.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 비활성기체공급라인(110)에서 공급되는 비활성기체는 질소(N₂)인 2단계 열화학 물분해 반응을 이용한 수소생산용 시험장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 수소생산을 위한 시험장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 페라이트(Fe₃O₄)와 같은 금속산화물과 태양열을 이용하여 2단계의 반응 사이클(열적산화반응, 물분해반응)을 수행하는 동안, 종국적으로 수소를 발생시키는 2단계 열화학 물분해 반응을 이용한 수소생산용 시험장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

미래의 신재생 에너지로 각광받는 수소의 생산방법으로는 화석연료의 개질, 물의 전기분해, 생물학적 방법, 열화학사이클 이용, 천연가스의 열분해 등을 열거할 수 있다.

- [0003] 그런데 위와 같은 방법들은 대체로 화석연료를 변화하거나 화석연료를 연소시키며 생산된 전기를 사용, 또는 고온의 열원을 필요로 하는 등의 2차적인 문제점을 가지고 있다. 즉, 청정 수소에너지 생산을 위하여 연소 후 CO₂나 공기 오염물질의 배출을 유발하거나 이미 고급 청정에너지인 전기를 사용한다는 것은 진정한 청정 지속 가능 에너지로서의 수소의 생산과 일치하지 않고 있다. 특히, 기존 화석연료들은 지구상의 매장량 개념에서는 채집수명이 제시되어 있다는 한계를 가진다.
- [0004] 따라서 화석연료의 개질이 아닌 지구상에 가장 많은 자원의 하나인 물로부터 수소의 제조가 가능할 경우에 진정한 지속가능한 신재생에너지 획득이라는 의미를 지니게 됨은 명백한 사실이다. 이와 더불어 물로부터 수소생산을 위한 에너지원을 태양에너지로 활용한다면 이것이야말로 진정한 의미의 청정에너지를 확보하는 것이다.
- [0005] 도 1에는 금속산화물과 태양열을 이용하여 2단계의 열화학반응에 의해 수소를 생산하는 개념을 나타낸 참고도가 도시되어 있다. 도면을 참조하면, 2단계의 열화학반응은 다음과 같이 정의되는 2단계의 열화학사이클 반응식으로 표현된다.
- [0006] 열적산화단계(T-R Step)
- [0007] $Fe_{3O4} = 3FeO + 1/2O_2$ (high-Temperature Thermal Reduction of metal Oxide ; T-R Step)
- [0008] 이러한 열적산화단계에서는, 태양열 등을 이용하여 페라이트(Fe_{3O4})에 고온의 열(대략 1500℃ 이상)을 가하면 페라이트는 환원, 즉 산소를 잃게 된다. 이 과정이 첫 번째 단계로써 열적환원단계(Thermal Reduction of metal oxide;T-R Step)이다.
- [0009] 물분해단계(W-D Step)
- [0010] $3FeO + H_2O$ (수증기) = $Fe_3O_4 + H_2$ (Low-Temperature Water Decomposition with Reduced metal Oxide ; W-D Step)
- [0011] 위와 같은 물분해단계에서, 환원된 페라이트는 불안정한 상태로서 주위에 있는 산소를 끌어드려 원래의 안정적인 상태(Fe_{3O4})로 돌아가려는 성질이 있다. 이때 수증기를 공급하게 되면 수증기의 산소를 받아들여 Fe_{3O4}로 산화되고 산소를 잃은 수증기는 수소로 배출하게 된다. 이러한 과정이 두 번째 단계로써 물의 분해단계(Water Decomposition;W-D Step)이다.
- [0012] 한편, 상술한 바와 같은 금속산화물과 태양열에 의해 2단계의 열화학반응을 이용한 수소의 발생기술은, 아직까지 상용화를 위해 완성된 기술이 아니며, 장시간에 걸친 시험의 반복을 통해 최적의 조건(온도조건, 반응기의 구조설계, 금속산화물의 종류 등)을 찾아야 하는 많은 과제를 내포하고 있다.
- [0013] 그러데 전술한 바와 같이, 금속산화물과 태양열에 의한 열화학반응은 2단계의 사이클을 통해 수행되기 때문에 시험장치 및 설비가 복잡하게 되고, 이에 수반하여 시험을 위한 인력 및 비용의 투입이 과다해지는 문제점을 초래한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0014] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 장치를 간소하게 구현하여 인력 및 비용의 절감을 도모하면서도, 다양한 조건의 시험을 용이하게 수행할 수 있도록 개선된 2단계 열화학 물분해 반응을 이용한 수소생산용 시험장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결수단

- [0015] 본 발명은 고비활성기체를 공급하는 비활성기체공급라인; 상기 비활성기체공급라인으로부터 분기되고, 열적산화(T-R) 반응에 대응하기 위한 열적산화라인; 상기 열적산화라인의 분기점과 같은 곳에서 상기 비활성기체공급라인으로부터 분기된 후, 상기 열적산화라인과 교점에서 다시 만나며, 물분해(W-D) 반응에 대응하기 위한 물분해라인; 상기 물분해라인과 연결되어 고온의 수증기를 공급하는 수증기공급부; 상기 열적산화라인과 물분해라인의 분기점과 교점에 각각 설치되어, 상기 열적산화라인 또는 물분해라인을 선택적으로 전환할 수 있는 전환밸브; 상기 열적산화라인과 물분해라인의 교점과 연결되며, 태양열을 이용하여 2단계 열화학 반응을 하는 반응부; 상기 반응부로부터 전달되는 물을 포집하고 수소는 방출하는 포집부; 및 상기 포집부로부터 방출된 수소를 발생시키는 수소발생부를 구비하는 2단계 열화학 물분해 반응을 이용한 수소생산용 시험장치를 제공한다.

- [0016] 여기서 상기 물분해라인은, 상기 비활성기체공급라인에서 공급된 비활성기체와 상기 증기공급부에서 공급된 수증기가 유동하는 유동관과, 상기 유동관의 외부를 둘러싸고 손실되는 열을 보충하기 위하여 열을 공급하는 케이블히터를 포함할 수 있다.
- [0017] 바람직하게는 상기 열적산화라인과 물분해라인의 교점과 상기 반응부의 연결라인 및 상기 반응부와 포집부의 연결라인의 외부는 손실되는 열을 보충하기 위하여 열을 공급하는 케이블히터가 각각 둘러쌀 수 있다.
- [0018] 또한 상기 비활성기체공급라인에서 공급되는 비활성기체는 질소(N₂)일 수 있다.

효 과

- [0019] 본 발명에 의한 2단계 열화학 물분해 반응을 이용한 수소생산용 시험장치에 의하면, 시험 변수의 설정이 용이하여 다양한 조건에서의 시험이 가능하고 정밀한 시험결과를 도출할 수 있으며, 2 단계의 시험을 한가지의 시험장치로 수행하는 것이 가능해지기 때문에 시험설비가 간소해져서 인력 및 비용을 절감할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0021] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 2단계 열화학 물분해 반응을 이용한 수소생산용 시험장치를 나타내는 구성도이다.
- [0022] 도면을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 2단계 열화학 수소생산 시험장치는, 비활성기체공급라인(110)과, 열적산화라인(120)과, 물분해라인(130)과, 수증기공급부(140)과, 전환밸브(151,152)와, 반응부(160)와, 포집부(170)와, 수소발생부(180)를 구비한다. 다만, 여기서 각 라인(110, 120, 130)은, 관로, 유량계, 유량 제어밸브 등을 포함될 수 있으나, 여기서는 자세한 설명을 생략하도록 한다.
- [0023] 상기 비활성기체공급라인(110)은, 저장소(111)에 저장된 비활성기체를 공급해주는 역할을 수행한다. 이러한 비활성기체로는 질소(N₂)를 사용할 수 있으며, 열적산화단계에서 생성된 산소(O₂)의 배출, 물분해 반응을 위한 수증기(Steam)의 공급, 미반응된 수증기 및 생성된 수소(H₂)를 원활하게 배출하기 위한 압력 제공의 역할을 수행한다. 그리고 상기 비활성기체공급라인(110)은, 배관(112)과, 유량계(113)을 포함할 수 있으나, 이에 대해서는 자세한 설명을 생략한다.
- [0024] 상기 열적산화라인(120)은, 상기 비활성기체공급라인(110)으로부터 분기되고, 열적산화(T-R) 반응에 대응한다.
- [0025] 상기 물분해라인(130)은, 상기 열적산화라인(120)의 분기점(a)과 같은 곳에서 상기 비활성기체공급라인(110)으로부터 분기된다. 그리고 상기 물분해라인(130)은 상기 열적산화라인(120)과 교점(b)에서 다시 만난다. 이러한 물분해라인(130)은 물분해(W-D) 반응에 대응한다.
- [0026] 상기 수증기공급부(140)는, 상기 물분해라인(130)과 연결되어 있다. 이러한 수증기공급부(140)는 물분해 단계(W-D Step)에서 물분해라인(130)을 통해 고온의 수증기를 반응기(160)로 공급하는 역할을 수행한다. 이를 위해 상기 수증기공급부(140)는, 증류수저장부(141)와, 실리콘 오일(Silicon oil)이 충전되어 있고 열을 공급받아 가열되는 가열부(142)와, 상기 실리콘 오일을 교반하는 교반기(143)를 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 전환밸브(151,152)는 열적산화라인(120)과 물분해라인(130)의 분기점(a)과 교점(b)에 각각 설치된다. 이러한 전환밸브(151,152)는 열적산화라인(120) 또는 물분해라인(130)을 선택적으로 전환할 수 있다. 즉, 열적산화단계(T-R Step)에서는 열적산화라인(120)이 열리고 물분해라인(130)은 닫히도록 전환하며, 역으로 물분해 단계(W-D Step)에서는 열적산화라인(120)이 닫히고 물분해라인(130)은 열리도록 전환한다.
- [0028] 상기 반응부(160)는, 상기 열적산화라인(120)과 물분해라인(130)의 교점(b)과 연결되며, 태양열을 이용하여 2단계 열화학 반응을 한다. 이를 위해 상기 반응부(160)는 페라이트((Fe₃O₄)와 같은 금속산화물을 포함한다. 다만 여기서는 금속산화물로서 페라이트(Fe₃O₄)를 예시하여 표현하였으나 이에 한정되지 않고, MnO계열, MgO계열, NiO계열, CoO계열 중에서 선택된 어느 하나일 수도 있다.
- [0029] 상기 포집부(170)는 상기 반응부(160)로부터 전달되는 물을 포집하고 수소는 방출한다. 즉, 공급된 수증기 중 미반응된 수증기는 포집하고, 생성된 수소는 수소발생부(180)로 보낸다. 상기 포집부(170)는 수증기를 냉각시켜

액화되도록 하기 위하여 얼음이 추진된 포집관(171)을 포함한다.

[0030] 상기 수소발생부(180)는 상기 포집부(170)로부터 방출된 수소를 발생시키고, 이를 저장하는 역할을 수행한다.

[0031] 한편, 상기 물분해라인(130)은, 상기 비활성기체공급라인(110)에서 공급된 비활성기체와 상기 증기공급부(140)에서 공급된 수증기가 유동하는 유동관(131)과, 상기 유동관(131)의 외부를 둘러싸는 케이블히터(Cable heater; 132)를 포함한다. 여기서 케이블히터(132)는 고온의 수증기가 손실하는 열을 보충하기 위하여 열을 공급하는 역할을 수행한다.

[0032] 또한 상기 열전산화라인(120)과 물분해라인(130)의 교점(b)과 상기 반응부(160)의 연결라인(191) 및 상기 반응부(160)와 포집부(170)의 연결라인(192)의 외부에는 손실되는 열을 보충하기 위하여 열을 공급하는 케이블히터(193, 194)가 각각 둘러싸고 있다.

[0033] 끝으로 미설명된 참조부호 190은 열적산화단계에서 발생한 산소는 외부로 배출하고, 물분해단계에서 생성된 수소는 수소발생부(180)로 보낼 수 있도록 전환하는 밸브이다.

[0034] 이하 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 2단계 열화학 물분해 반응을 이용한 수소생산용 시험장치의 작용을 각 단계별로 구분하여 설명하도록 한다.

[0035] 먼저 열적산화단계(T-R Step)에서는, 상기 열적산화라인(120)과 물분해라인(130)의 분기점(a)과 교점(b)에 각각 설치된 전환밸브(151, 152)에 의해 열적산화라인(120)이 열리고, 물분해라인(130)은 닫히도록 전환한다.

[0036] 그리고 이러한 열적산화단계에서 태양열 등을 이용하여 페라이트(Fe_3O_4)에 고온의 열(대략 1500°C 이상)이 가해지면 페라이트는 환원, 즉 산소를 잃게 된다. 이렇게 반응부(160)에서 생성된 산소는 비활성기체공급라인(110)에서 공급된 질소와 같은 비활성기체의 압력에 의해 포집부(170)를 거쳐 밸브(190)를 통해 외부로 배출된다.

[0037] 위와 같은 열적산화단계가 끝난 후, 물분해단계(W-D Step)에서는, 전환밸브(151,152)에 의해 열적산화라인(120)을 닫고, 물분해라인(130)은 열리도록 전환한다. 그리고 수증기공급부(140)를 통해 고온의 수증기를 반응부(160)로 공급한다. 이러한 반응부(160)에서는 환원된 페라이트가 불안정한 상태로서 주위에 있는 산소를 끌어들이려 원래의 안정적인 상태(Fe_3O_4)로 돌아가려는 성질이 있다. 이때 수증기가 공급되면 수증기의 산소를 받아들여 Fe_3O_4 로 산화되고 산소를 잃은 수증기는 수소를 발생시킨다.

[0038] 위와 같이 발생된 수소와 미반응된 수증기는 비활성기체공급라인(110)에서 공급된 질소와 같은 비활성기체의 압력에 의해 포집부(170)로 이동하고, 포집부(170)에서 수증기는 포집되며, 수소는 수소발생부(180)로 이동하여 포집되고 저장된다.

[0039] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 의한 2단계 열화학 물분해 반응을 이용한 수소생산용 시험장치에 의하면, 2 단계의 시험을 한가지의 시험장치로 수행하는 것이 가능해지기 때문에 시험설비가 간소해져서 인력 및 비용을 절감할 수 있으며, 시험 변수의 설정이 용이하여 다양한 조건에서의 시험이 가능하고 정밀한 시험결과를 도출할 수 있다.

[0040] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0041] 도 1은 금속산화물과 태양열을 이용하여 2단계의 열화학반응에 의해 수소를 생산하는 개념을 나타낸 참고도.

[0042] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 2단계 열화학 물분해 반응을 이용한 수소생산용 시험장치를 나타내는 구성도이다.

[0043] <도면의 주요 부분에 대한 간단한 설명>

[0044] 110 : 비활성기체공급라인 120 : 열적산화라인

[0045] 130 : 물분해라인 131 : 유동관

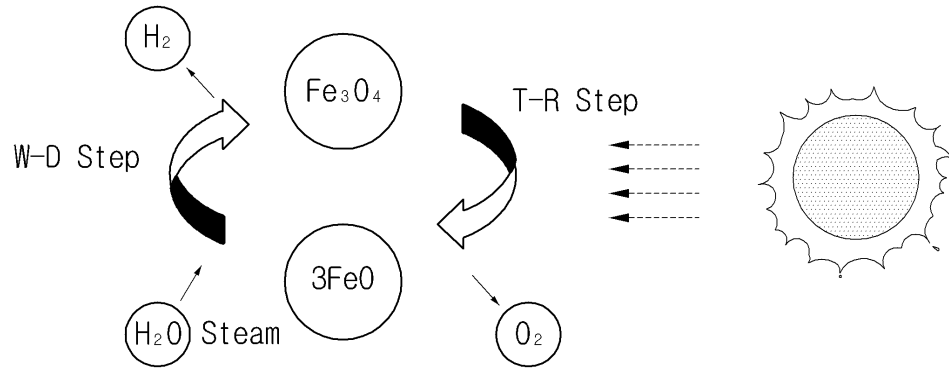
[0046] 132, 193, 194 : 케이블히터 140 : 수증기공급부

[0047] 151, 152 : 전환밸브 160 : 반응부

[0048]	170 : 포집부	180 : 수소발생부
[0049]	191, 192 : 연결라인	a : 분기점
[0050]	b : 교점	

도면

도면1



도면2

