

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) . Int. Cl.⁸
H01M 8/06 (2006.01)

(45) 공고일자 2006년01월12일
(11) 등록번호 10-0542217
(24) 등록일자 2006년01월03일

(21) 출원번호
(22) 출원일자

10-2004-0041329
2004년06월07일

(65) 공개번호
(43) 공개일자

10-2005-0116436
2005년12월12일

(73) 특허권자

삼성에스디아이 주식회사
경기 수원시 영통구 신동 575

(72) 발명자

김주용
경기도 용인시 기흥읍 공세리 428-5번지

임현정
인천광역시 계양구 효성2동 273번지 유승그린아파트 101동 905호

한지성
경기도 수원시 팔달구 영통동 1002-4번지 302호

박진
경기도 수원시 팔달구 영통동 롯데아파트 942동 1002호

조은숙
경기도 용인시 기흥읍 공세리 428-5

(74) 대리인

유미특허법인

심사관 : 김경민

(54) 연료 전지 시스템 및 이에 사용되는 개질기

요약

본 발명에 따른 연료 전지 시스템은, 열 에너지에 의한 화학 촉매 반응을 통해 수소를 함유한 연료로부터 수소 가스를 발생시키는 개질기; 상기 수소 가스와 산소의 전기 화학적인 반응을 통해 전기 에너지를 발생시키는 적어도 하나의 전기 발생부; 상기 개질기로 연료를 공급하는 연료 공급부; 및 상기 개질기 및 전기 발생부로 산소를 공급하는 산소 공급부를 포함하며, 상기 개질기는, 수소를 함유한 연료를 통과시키는 관로 형태로 이루어지며, 한 쪽 단부에 유입부를 형성하고 다른 쪽 단부에 유출부를 형성하는 본체와, 상기 본체 내부의 유입부측에 배치되어 초기 기동시 상기 연료와 산소의 산화 반응을 통해 열 에너지를 발생시키는 열원부와, 상기 열원부와 연속적으로 배치되어 상기 열 에너지에 의한 개질 반응을 통해 상기 연료로부터 수소 가스를 발생시키는 개질 반응부와, 상기 본체의 외주면에 설치되어 상기 개질 반응부로 공급되는 연료에 상기한 열 에너지를 전달하는 열전달유니트를 포함한다.

내포도

도 4

색인어

연료전지, 스택, 개질기, 전기발생부, 판로, 원통, 본체, 열원부, 개질반응부, 촉매층, 열전달유니트

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 연료 전지 시스템의 전체적인 구성을 도시한 개략도이다.

도 2는 도 1에 도시한 개질기의 구조를 나타내 보인 분해 사시도이다.

도 3은 도 2의 결합 사시도이다.

도 4는 도 3의 단면 구성도이다.

도 5는 도 1에 도시한 스택 구조를 나타내 보인 분해 사시도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 연료 전지 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 개질기의 구조를 개선한 연료 전지 시스템에 관한 것이다.

알려진 바와 같이, 연료 전지(Fuel Cell)는 메탄올, 에탄올, 천연 가스와 같은 탄화수소 계열의 물질 내에 함유되어 있는 수소와, 산소의 화학 반응 에너지를 직접 전기 에너지로 변환시키는 발전 시스템이다.

이 연료 전지는 사용되는 전해질의 종류에 따라, 인산형 연료전지, 용융탄산염형 연료전지, 고체 산화물형 연료전지, 고분자 전해질형 또는 알칼리형 연료전지 등으로 분류된다. 이들 각각의 연료전지는 근본적으로 같은 원리에 의해 작동되지만 사용되는 연료의 종류, 운전 온도, 촉매, 및 전해질 등이 서로 다르다.

이들 중 근래에 개발되고 있는 고분자 전해질형 연료 전지(Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell : PEMFC, 이하 편의상 PEMFC라 한다)는 다른 연료 전지에 비하여 출력 특성이 탁월하며 작동 온도가 낮고 아울러 빠른 시동 및 응답 특성을 가지며, 자동차와 같은 이동용 전원은 물론, 주택, 공공건물과 같은 분산용 전원 및 전자기기용과 같은 소형 전원 등 그 응용 범위가 넓은 장점을 가진다.

상기와 같은 PEMFC는 기본적으로 시스템을 구성하기 위해 스택(stack), 개질기(Reformer), 연료 탱크, 및 연료 펌프 등을 구비한다. 스택은 연료 전지의 본체를 형성하며, 연료 펌프는 연료 탱크 내의 연료를 개질기로 공급한다. 개질기는 연료를 개질하여 수소 가스를 발생시키고 그 수소 가스를 스택으로 공급한다. 따라서, 이 PEMFC는 연료 펌프의 작동으로 연료 탱크 내의 연료를 개질기로 공급하고, 이 개질기에서 연료를 개질하여 수소 가스를 발생시키며, 스택에서 이 수소 가스와 산소를 전기 화학적으로 반응시켜 전기에너지를 발생시킨다.

전술한 바 있는 개질기는 열 에너지에 의한 화학 촉매 반응을 통해 수소를 함유한 연료로부터 수소 가스를 발생시키는 장치이다. 통상적으로 개질기는 상기한 열 에너지를 발생시키고 상기 연료로부터 수소 가스를 발생시키는 개질 반응부를 포함하여 구성된다.

종래에 따른 연료 전지 시스템의 개질기에 있어 개질 반응부는 촉매를 이용한 발열 및 흡열 반응 특성을 이용하는 바, 연료와 공기의 산화 촉매 반응을 통해 반응열을 발생시키는 발열부와, 상기한 반응열을 전달받아 연료의 개질 촉매 반응을 통해 수소 가스를 발생시키는 흡열부로 구성된다.

그런데, 종래에 따른 개질기는 위와 같은 발열부와 흡열부가 분산 배치되어 발열부로부터 발생되는 열을 흡열부로 전달할 수 있는 구조를 가지는 바, 발열부와 흡열부의 열교환이 직접적으로 이루어지지 않아 흡열부의 예열 시간이 상대적으로 길어지고 열 전달 패스가 길어지게 되는 등 열 효율면에서 불리한 문제점이 있다. 또한 발열부와 흡열부의 별개 구조로 인해 전체적인 시스템의 크기를 컴팩트하게 구현하지 못하게 되는 문제점이 있다. 아울러, 종래의 연료 전지 시스템은 초기 구동시 개질기로 공급되는 연료를 별도로 예열하는 바, 상기 연료를 예열하는데 따른 에너지의 소모로 인해 전체적인 시스템의 성능 효율이 떨어지게 되는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상술한 문제점을 감안한 것으로서, 그 목적은 간단한 구조로서 수소 가스를 발생시키기 위한 반응 효율 및 열 효율을 향상시킬 수 있는 구조를 가진 연료 전지 시스템 및 이에 사용되는 개질기를 제공하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 연료 전지 시스템의 개질기는, 수소를 함유한 연료를 통과시키는 관로 형태로 이루어지며, 한 쪽 단부에 유입부를 형성하고 다른 쪽 단부에 유출부를 형성하는 본체; 상기 본체 내부의 유입부측에 배치되어 초기 기동시 상기 연료와 산소의 산화 반응을 통해 열에너지를 발생시키는 열원부; 상기 열원부와 연속적으로 배치되어 상기 열에너기에 의한 개질 반응을 통해 상기 연료로부터 수소 가스를 발생시키는 개질 반응부; 및 상기 본체의 외주면에 설치되어 상기 개질 반응부로 공급되는 연료에 상기한 열에너지를 전달하는 열전달유니트를 포함한다.

본 발명에 따른 연료 전지 시스템의 개질기는, 상기 본체의 내부에 설치되어 상기 열원부와 개질 반응부를 실질적으로 구획하는 메쉬 형태의 배리어부재를 구비할 수 있다.

또한 본 발명에 따른 연료 전지 시스템의 개질기에 있어서, 상기 열원부는 상기 산화 반응을 촉진시키는 산화 촉매층을 형성하고, 상기 개질 반응부는 상기 개질 반응을 촉진시키는 개질 촉매층을 형성하고 있다.

그리고 본 발명에 따른 연료 전지 시스템의 개질기는, 상기 배리어부재를 기준으로 상기 유입부 측에 산화 촉매층이 위치하고, 상기 유출부 측에 개질 촉매층이 위치한다.

또한 본 발명에 따른 연료 전지 시스템의 개질기에 있어서, 상기 열전달유니트는, 상기 본체의 외주면에 대하여 코일 형태로 감기면서 상기 유입부와 연결되는 패스부재를 포함할 수 있다. 이 경우 상기 패스부재는 상기 열원부에 상응하는 본체의 외주면에 감기는 권회수가 상기 개질 반응부에 상응하는 본체의 외주면에 감기는 권회수 보다 큰 관로 형태로 이루어지는 것이 바람직하다.

그리고 본 발명에 따른 연료 전지 시스템의 개질기에 있어서, 상기 본체는 열전도성을 갖는 썬스, 알루미늄, 구리, 철로 이루어지는 군에서 선택되는 재질로 형성될 수 있다.

또한 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 연료 전지 시스템은, 열에너기에 의한 화학 촉매 반응을 통해 수소를 함유한 연료로부터 수소 가스를 발생시키는 개질기; 상기 수소 가스와 산소의 전기 화학적인 반응을 통해 전기에너지를 발생시키는 적어도 하나의 전기 발생부; 상기 개질기로 연료를 공급하는 연료 공급부; 및 상기 개질기 및 전기 발생부로 산소를 공급하는 산소 공급부를 포함하며, 상기 개질기는, 관로 형태의 본체 내부에 산화 촉매층과 개질 촉매층을 연속적으로 형성하고, 상기 본체의 외주면에 상기 연료를 예열시키는 열전달유니트를 설치한다.

본 발명에 따른 연료 전지 시스템은, 상기 본체의 내부에 설치되어 상기 산화 촉매층과 개질 촉매층을 실질적으로 구획하는 메쉬 형태의 배리어부재를 구비할 수 있다.

또한 본 발명에 따른 연료 전지 시스템에 있어서, 상기 열전달유니트는, 상기 본체의 외주면에 대하여 코일 형태로 감기는 패스부재를 구비할 수 있다. 이 경우 상기 패스부재는 상기 산화 촉매층에 상응하는 본체의 외주면에 감기는 권회수가 상기 개질 촉매층에 상응하는 본체의 외주면에 감기는 권회수 보다 큰 관로 형태로 이루어지는 것이 바람직하다.

아울러 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 연료 전지 시스템은, 열 에너지에 의한 화학 촉매 반응을 통해 수소를 함유한 연료로부터 수소 가스를 발생시키는 개질기; 상기 수소 가스와 산소의 전기 화학적인 반응을 통해 전기 에너지를 발생시키는 적어도 하나의 전기 발생부; 상기 개질기로 연료를 공급하는 연료 공급부; 및 상기 개질기 및 전기 발생부로 산소를 공급하는 산소 공급부를 포함하며,

상기 개질기는, 수소를 함유한 연료를 통과시키는 관로 형태로 이루어지며, 한 쪽 단부에 유입부를 형성하고 다른 쪽 단부에 유출부를 형성하는 본체와, 상기 본체 내부의 유입부측에 배치되어 초기 기동시 상기 연료와 산소의 산화 반응을 통해 열 에너지를 발생시키는 열원부와, 상기 열원부와 연속적으로 배치되어 상기 열 에너지에 의한 개질 반응을 통해 상기 연료로부터 수소 가스를 발생시키는 개질 반응부, 상기 본체의 외주면에 설치되어 상기 개질 반응부로 공급되는 연료에 상기한 열 에너지를 전달하는 열전달유니트를 포함한다.

본 발명에 따른 연료 전지 시스템은, 상기 본체의 내부에 설치되어 상기 열원부와 개질 반응부를 실질적으로 구획하는 메쉬 형태의 배리어부재를 구비할 수 있다.

또한 본 발명에 따른 연료 전지 시스템에 있어서, 상기 열원부는 상기 산화 반응을 촉진시키는 산화 촉매층을 형성하고, 상기 개질 반응부는 상기 개질 반응을 촉진시키는 개질 촉매층을 형성하고 있다.

그리고 본 발명에 따른 연료 전지 시스템은, 상기 배리어부재를 기준으로 상기 유입부 측에 산화 촉매층이 위치하고, 상기 유출부 측에 개질 촉매층이 위치할 수 있다.

또한 본 발명에 따른 연료 전지 시스템에 있어서, 상기 연료 공급부는, 수소를 함유한 연료를 저장하는 제1 탱크; 물을 저장하는 제2 탱크; 및 상기 제1 및 제2 탱크에 연결 설치되는 연료 펌프를 포함할 수 있다. 이 경우 본 발명에 따른 연료 전지 시스템은, 상기 제1 탱크와 상기 본체의 유입부가 제1 공급라인에 의해 연결되고, 상기 제1 공급라인 상에 개폐 밸브를 설치할 수 있다.

그리고 본 발명에 따른 연료 전지 시스템에 있어서, 상기 열전달유니트는, 상기 본체의 외주면에 대하여 코일 형태로 감기면서 상기 유입부와 연결되는 패스부재를 포함하며, 상기 패스부재가 상기 제1,2 탱크와 연결 설치될 수 있다. 이 경우 상기 패스부재는 상기 열원부에 상응하는 본체의 외주면에 감기는 권회수가 상기 개질 반응부에 상응하는 본체의 외주면에 감기는 권회수 보다 큰 관로 형태로 이루어지는 것이 바람직하다.

또한 본 발명에 따른 연료 전지 시스템에 있어서, 상기 산소 공급부는, 공기를 흡입하는 공기 펌프를 포함하며, 상기 공기 펌프와 상기 본체의 유입부가 제2 공급라인에 의해 연결될 수 있다.

그리고 본 발명에 따른 연료 전지 시스템은, 상기 본체의 유출부와 전기 발생부가 제3 공급라인에 의해 연결되며, 상기 공기 펌프와 전기 발생부가 제4 공급라인에 의해 연결될 수 있다.

또한 본 발명에 따른 연료 전지 시스템은, 상기 전기 발생부가 복수로 구비되며, 상기 복수의 전기 발생부에 의한 적층 구조의 스택을 형성할 수 있다.

이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 연료 전지 시스템의 전체적인 구성을 도시한 개략도이다.

도면을 참고하면, 본 시스템(100)은 수소를 함유한 연료를 개질하여 수소 가스를 발생시키고, 상기 수소와 산소를 전기 화학적으로 반응시켜 생기는 화학 에너지를 직접 전기 에너지로 변환시키는 고분자 전해질형 연료 전지(Polymer Electrode Membrane Fuel Cell; PEMFC) 방식을 채용할 수 있다.

본 발명에 따른 연료 전지 시스템(100)에 있어 전기를 생성하기 위한 연료라 함은 메탄올, 에탄올 또는 천연 가스와 같이 수소를 함유한 협의(狹義)의 연료 이 외에, 광의(廣義)의 연료로서 물 및 산소가 더욱 포함된다. 그러나 이하에서 설명하는 연료는 상기 협의의 연료로서 편의상 액상으로 이루어진 연료라 정의하고, 상기 액상의 연료와 물을 혼합 연료라고 정의한다.

그리고 본 시스템(100)은 상기 연료에 함유된 수소와 반응하는 산소 연료로서 별도의 저장수단에 저장된 순수한 산소 가스를 사용할 수 있으며, 산소를 함유한 공기를 그대로 사용할 수도 있다. 그러나 이하에서는 상기한 산소 연료로서 공기를 사용하는 후자의 예를 설명한다.

본 발명에 따른 연료 전지 시스템(100)은, 기본적으로 상기 액상의 연료로부터 수소 가스를 발생시키는 개질기(20)와, 상기 수소 가스와 산소의 전기 화학적인 반응을 통해 전기 에너지를 발생시키는 스택(10)과, 상기 개질기(20)로 연료를 공급하는 연료 공급원(50)과, 상기 스택(10)과 개질기(20)로 산소를 공급하는 산소 공급원(70)을 포함하여 구성된다.

상기 연료 공급원(50)은 액상의 연료를 저장하는 제1 탱크(51)와, 물을 저장하는 제2 탱크(53)와, 각각의 제1 및 제2 탱크(51, 53)에 연결 설치되는 연료 펌프(55)를 포함한다. 그리고 산소 공급원(70)은 소정 펌핑력으로 공기를 흡입하여 전기 발생부(11) 및 개질기(20)로 공기를 공급하는 공기 펌프(71)를 구비한다.

그리고 상기 연료 공급원(50)으로부터 혼합 연료를 공급받고 공기 공급원(70)으로부터 공기를 공급받아 열 에너지에 의한 화학 촉매 반응을 통해 상기 혼합 연료로부터 수소 가스를 발생시키는 개질기(20)는 도 2 내지 도 4를 참조하여 설명한다.

도 2는 도 1에 도시한 개질기의 구조를 나타내 보인 분해 사시도이고, 도 3은 도 2의 결합 사시도이고, 도 4는 도 3의 단면 구성도이다.

도 1 내지 도 4를 참고하면, 본 발명에 적용되는 개질기(20)는 소정의 내부 공간을 갖는 관로 형태로 이루어지며, 초기 기동시 액상의 연료와 공기의 산화 촉매 반응을 통해 열 에너지를 발생시키는 열원부(24)와, 상기 열 에너지를 이용한 수증기 개질 촉매 반응을 통해 혼합 연료로부터 수소 가스를 발생시키는 개질 반응부(26)를 포함하여 구성된다.

본 실시예에 따르면, 상기 개질기(20)는 실질적으로 양단이 개방된 원통형 구조로 이루어지며, 한 쪽 단부에 유입부(22)를 형성하고, 다른 쪽 단부에 유출부(23)를 형성하고 있는 본체(21)를 구비한다. 이 때 상기 본체(21)는 열전도성을 갖는 씨스, 알루미늄, 구리, 철로 형성될 수 있다.

그리고 상기 개질기(20)는 상기 열원부(24)가 본체(21) 내부의 유입부(22) 측에 위치하고, 상기 개질 반응부(26)가 본체(21) 내부의 유출부(23) 측에 위치하도록 구성할 수 있다.

이를 위해 상기 본체(21)의 내부에는 상기 열원부(24)와 개질 반응부(26)를 실질적으로 구획하는 배리어부재(28)를 설치하고 있다. 이 배리어부재(28)는 다수의 기공(29)을 갖는 메쉬 타입으로 이루어지는 바, 열원부(24)와 개질 반응부(26)를 분리시키는 기능을 하면서 열원부(24)에서 연료와 산소의 산화 촉매 반응을 통해 발생되는 연소 가스와 열 에너지를 상기한 기공(29)을 통해 개질 반응부(26)로 공급하는 기능도 하게 된다.

여기서 상기 본체(21)의 유입부(22)와 제1 탱크(51)는 파이프 형태의 제1 공급라인(81)에 의해 연결되고, 상기 유입부(22)와 공기 펌프(71)는 파이프 형태의 제2 공급라인(82)에 의해 연결될 수 있다. 이 때 제1 공급라인(81) 상에는 이 공급라인을 통해 본체(21)의 내부로 공급되는 액상의 연료를 선택적으로 차단할 수 있는 개폐 밸브(99)를 설치하고 있다. 그리고 상기 제1 공급라인(81) 및 제2 공급라인(82)은 단일의 합류라인(91)에 의해 서로 합쳐지면서 이 합류라인(91)을 통하여 상기 유입부(22)에 연결될 수 있다. 또한 상기 유입부(22)와 제1, 2 탱크(51, 53)는 뒤에서 더욱 설명할 패스부재(31)에 의해 연결될 수 있다.

상기한 바와 같이 구성된 개질기(20)를 기본으로 하면서 본 실시예에 따른 열원부(24)는 배리어부재(28)를 기준으로 본체(21)의 유입부(22)측 내부 공간에 충전시키는 산화 촉매층(25)을 구비한다.

상기 산화 촉매층(25)은 액상의 연료와 공기의 산화 반응을 촉진시켜 소정 온도의 열원을 발생시키기 위한 것으로서, 알루미나(Al_2O_3), 실리카(SiO_2) 또는 티타니아(TiO_2)로 이루어진 펠릿(pellet) 형태의 담체에 백금(Pt), 루테늄(Ru)과 같은 촉매 물질을 담지하고 있는 구조로 이루어진다.

본 실시예에 따른 상기 개질 반응부(26)는 배리어부재(28)를 기준으로 본체(21)의 유출부(23)측 내부 공간에 충전시키는 개질 촉매층(27)을 구비한다.

상기 개질 촉매층(27)은 혼합 연료의 수증기 개질 반응 즉, 혼합 연료의 분해 반응을 촉진시켜 상기 혼합 연료로부터 수소 가스를 발생시키기 위한 것으로서, 알루미나(Al_2O_3), 실리카(SiO_2) 또는 티타니아(TiO_2)로 이루어진 펠릿(pellet) 형태의 담체에 구리(Cu), 니켈(Ni), 백금(Pt)과 같은 촉매 물질을 담지하고 있는 구조로 이루어진다.

한편, 본 발명의 실시예에 따른 개질기(20)는 상기 열원부(24)로부터 발생하는 열 에너지의 효율을 극대화시키기 위해 상기 열 에너지를 개질 반응부(26)로 공급되는 연료로 전달할 수 있는 열전달유니트(30)를 구비하고 있다.

상기 열전달유니트(30)는, 상기 열원부(24)에서 발생되는 열 에너지가 개질 반응부(26) 및 본체(21)로 전달되게 되는 바, 본체(21)의 외주면에 설치되어 상기한 열 에너지를 본체(21)를 통해 개질 반응부(26)로 공급되는 혼합 연료에 전달할 수 있는 구조를 갖는다.

이러한 열전달유니트(30)는 한 쪽 단부가 제1,2 탱크(51, 53)와 연결 설치되고, 다른 쪽 단부가 본체(21)의 유입부(22)와 연결 설치되는 파이프 형태의 패스부재(31)를 구비한다.

상기 패스부재(31)는 본체(21)의 외주면에 대하여 코일 형태로 감긴 구조, 바람직하게는 상기 열원부(24)에 상응하는 본체(21)의 외주면에 대한 권회수가 상기 개질 반응부(26)에 상응하는 본체(21)의 외주면에 대한 권회수 보다 많게 코일 형태로 감긴 구조로 이루어진다.

이와 같이 열원부(24)에 상응하는 본체(21)의 외주면에 대하여 패스부재(31)의 권취 간격이 좁고 개질 반응부(26)에 상응하는 본체(21)의 외주면에 대하여 패스부재(31)의 권취 간격이 넓게 되도록 설치하는 이유는, 열원부(24)에서의 산화 반응이 발열 반응이고 개질 반응부(26)에서의 개질 반응이 흡열 반응이므로, 열원부(24)에서 개질 반응부(26)로 이동된 열 에너지에 대한 상기 혼합 연료의 열전달율을 작게하고 열원부(24)에서 발생하는 열 에너지에 대한 상기 혼합 연료의 열전달율을 크게 하여 전체적인 개질기(20)의 열 효율을 극대화시키기 위함이다.

대안으로서 본 실시예에 의한 개질기(20)는 개질 반응부(26)를 통해 발생되는 수소 가스 중에 함유된 일산화탄소의 농도를 저감시키는 적어도 하나의 일산화탄소 저감수단을 포함할 수도 있다. 일 예로서, 상기 일산화탄소 저감수단은 통상적인 수성가스 전환(Water-Gas Shift: WGS) 촉매 반응을 통해 상기 수소 가스로부터 추가의 수소 가스를 발생시키고 이 수소 가스에 함유된 일산화탄소의 농도를 저감시키는 제1 반응부(도시하지 않음), 또는 상기한 수소 가스와 공기의 선택적 산화(Preferential CO Oxidation: PROX) 촉매 반응을 통해 상기 수소 가스에 함유된 일산화탄소의 농도를 저감시키는 제2 반응부(도시하지 않음)를 포함할 수도 있다.

또한 본 실시예에 의한 개질기(20)는 열원부(24)에서 열 에너지가 외부로 방출되는 것을 차단하기 위해 본체(21) 전체를 감싸면서 상기 열 에너지를 단열시키는 단열수단을 더 포함할 수도 있다.

상기와 같이 구성된 개질기(20)를 통해 발생되는 수소 가스와 공기 펌프(71)로부터 공급되는 공기 중의 산소를 전기 화학적으로 반응시켜 전기 에너지를 발생시키는 스택(10)은 도 5를 참조하여 상세하게 설명한다.

도 5는 도 1에 도시한 스택의 구조를 나타내 보인 분해 사시도이다.

도 1 및 도 5를 참고하면, 본 시스템(100)에 적용되는 스택(10)은 개질기(20)에 의해 생성된 수소 가스와 공기 중에 함유된 산소의 산화/환원 반응을 통하여 전기 에너지를 발생시키는 적어도 하나의 전기 발생부(11)를 포함하고 있다.

상기 전기 발생부(11)는 전극-전해질 합성체(12)를 중심에 두고 이의 양면에 세퍼레이터(16)를 배치하여 전기를 발생시키는 최소 단위의 셀을 형성하고, 이 단위 셀이 복수로 구비되어 본 실시예와 같은 적층 구조의 스택(10)을 형성한다. 그리고 스택(10)의 최 외곽에는 상기한 복수의 전기 발생부(11)를 밀착시키는 별도의 가압 플레이트(13)를 설치할 수도 있다. 그러나 본 발명에 의한 스택(10)은 상기한 가압 플레이트(13)를 배제하고, 전기 발생부(11)의 최 외곽에 위치하는 세퍼레이터(16)가 상기 가압 플레이트의 역할을 대신하도록 구성할 수도 있다. 또한 가압 플레이트(13)가 복수의 전기 발생부(11)를 밀착시키는 기능 외에, 다음에 설명하는 세퍼레이터(16)의 고유한 기능을 갖도록 구성할 수도 있다.

전극-전해질 합성체(12)는 양면에 애노드 전극과 캐소드 전극을 구비하고, 두 전극 사이에 전해질막을 구비하는 구조로 이루어져 있다. 애노드 전극은 수소 가스를 산화 반응시켜, 변환된 전자를 외부로 인출하여 이 전자의 흐름으로 전류를 발

생시키고, 수소 이온을 전해질막을 통하여 캐소드 전극으로 이동시킨다. 캐소드 전극은 상기한 수소 이온, 전자 및 산소를 환원 반응시켜 물로 변환시킨다. 그리고 전해질막은 애노드 전극에서 생성된 수소 이온을 캐소드 전극으로 이동시키는 이온 교환을 가능하게 한다.

세퍼레이터(16)는 전극-전해질 합성체(12)의 산화/환원 반응에 필요한 수소 가스와 공기를 애노드 전극과 캐소드 전극으로 공급하는 통로의 기능을 가지며, 애노드 전극과 캐소드 전극을 직렬로 연결시켜 주는 전도체의 기능도 가진다. 보다 구체적으로, 세퍼레이터(16)는 전극-전해질 합성체(12)의 애노드 전극에 밀착되는 면에 애노드 전극으로 수소 가스를 공급하기 위한 수소 통로를 형성하고, 전극-전해질 합성체(12)의 캐소드 전극에 밀착되는 면에 캐소드 전극으로 공기를 공급하기 위한 공기 통로를 형성하는 유로 채널(17)을 구비하고 있다.

그리고 상기 가압 플레이트(13)에는 수소 가스를 세퍼레이터(16)의 수소 통로로 공급하기 위한 제1 주입부(13a)와, 공기 를 세퍼레이터(16)의 공기 통로로 공급하기 위한 제2 주입부(13b)와, 전극-전해질 합성체(12)의 애노드 전극에서 반응하고 남은 수소 가스를 배출시키기 위한 제1 배출부(13c)와, 전극-전해질 합성체(12)의 캐소드 전극에서 수소와 산소의 결합 반응에 의해 생성된 수분과 수소와 반응하고 남은 공기를 배출시키기 위한 제2 배출부(13d)를 형성하고 있다. 이 때 상기 제1 주입부(13a)와 본체(21)의 유출부(23)는 파이프 형태의 제3 공급라인(83)에 의해 연결되고, 상기 제2 주입부(13b)와 공기 펌프(71)는 파이프 형태의 제4 공급라인(84)에 의해 연결될 수 있다.

상기와 같이 구성된 본 발명의 실시예에 따른 연료 전지 시스템의 동작을 상세히 설명하면 다음과 같다.

우선, 본 시스템(100)의 초기 기동시, 연료 펌프(55)를 가동시켜 제1 탱크(51)에 저장된 액상의 연료를 제1 공급라인(81)을 통해 본체(21)의 내부 공간으로 공급한다. 이 때 제1 공급라인(81)은 개폐 밸브(99)의 조작에 의해 그 유로가 개방된 상태를 유지하고 있다.

이와 동시에, 공기 펌프(71)를 가동시켜 공기를 제2 공급라인(82)을 통해 상기 본체(21)의 내부 공간으로 공급한다. 이 때 상기 제1 공급라인(81)을 통과하는 액상의 연료와 제2 공급라인(82)을 통과하는 공기는 합류라인(91)을 통해 합류된 상태에서 본체(21)의 내부 공간으로 주입되게 된다. 따라서 상기 액상의 연료와 공기는 본체(21) 내부의 열원부(24) 즉, 산화 촉매층(25)을 거치면서 산화 촉매 반응을 일으키게 된다.

이러는 과정을 거치는 동안, 열원부(24)에서는 액상의 연료와 공기가 산화 촉매층(25)에 의한 산화 촉매 반응을 통해 연소되면서 소정 온도의 반응열을 발생시킨다. 이 때 상기한 반응열은 본체(21)로 전달되게 되고, 열원부(24)에서 발생하는 비교적 높은 온도의 반응 가스는 배리어부재(28)의 기공(29)을 통해 개질 반응부(26)로 전달되게 된다. 이 과정에서 상기한 반응열 또한 개질 반응부(26)로 전달되어 상기한 개질 반응부(26)를 예열시킨다. 즉, 열원부(24)에서 발생하는 열 에너지가 본체(21)와 개질 반응부(26)로 전달되게 된다. 이에 상기 본체(21)는 열원부(24)에서 발생하는 열 에너지에 의해 소정 온도로 가열된 상태가 된다.

이후부터는 본 실시예에 의한 개질기(20)의 본격적인 기동이 이루어지는 시점으로 위와 같은 상태에서, 연료 펌프(55)를 가동시켜 제1 탱크(51)에 저장된 액상의 연료와 제2 탱크(53)에 저장된 물을 패스부재(31)를 통해 본체(21)의 내부 공간으로 공급한다. 이 때 상기 패스부재(31)를 통과하는 액상의 연료와 물의 혼합 연료는, 패스부재(35)가 소정 온도로 가열된 본체(21)의 외주면에 대하여 코일 형태로 감기면서 그 외주면에 접촉된 상태를 유지하고 있기 때문에, 열원부(24)에서 발생하는 열을 전달받아 소정 온도로 예열되게 된다. 이에 상기와 같이 예열된 혼합 연료는 본체(21)의 유입부(22)를 통해 그 본체(21)의 내부로 공급되게 된다.

한편, 제1 공급라인(81)은 개폐 밸브(99)의 조작에 의해 그 유로가 폐쇄된 상태를 유지하고 있다. 그리고 공기 펌프(71)는 계속적으로 가동되는 상태를 유지하고 있다. 이에 따라 공기는 제2 공급라인(82)을 통해 본체(21)의 내부로 공급되고 있는 상태에 있다. 이 때 제2 공급라인(82)을 통해 본체(21)의 내부로 공급되는 공기의 양은 패스부재(31)를 통과하는 혼합 연료 중 액상의 연료량에 대해 0.1~0.5:1의 비율을 만족시키는 것이 바람직하다. 이러한 공기량의 조절은 공기 펌프(71)의 펌핑력을 조절함으로써 가능하다.

따라서 상기 혼합 연료와 공기가 본체(21)의 내부로 공급됨에 따라, 열원부(24)의 산화 촉매층(25)을 거치면서 혼합 연료 중의 액상의 연료와 공기의 부분 산화 반응을 통해 소량의 수소 가스와 열 에너지를 발생시킴과 동시에, 상기한 열 에너지를 개질 반응부(26)의 개질 촉매층(27)으로 전달하게 된다.

이러는 동안, 개질 반응부(26)에서는 상기한 혼합 연료가 개질 촉매층(27)을 거치면서 상기 개질 촉매층(27)에 의한 혼합 연료의 수증기 개질 촉매 반응이 진행되어 이산화탄소와 수소를 함유하고 있는 수소 가스를 발생시킨다.

다음, 상기한 수소 가스를 제3 공급라인(83)를 통해 스택(10)의 제1 주입부(13a)로 공급한다. 이와 동시에, 제4 공급라인(84)을 통해 공기를 스택(10)의 제2 주입부(13b)로 공급한다.

그러면 상기 수소 가스는 세퍼레이터(16)의 수소 통로를 통해 전극-전해질 합성체(12)의 애노드 전극으로 공급된다. 그리고 공기는 세퍼레이터(16)의 공기 통로를 통해 전극-전해질 합성체(12)의 캐소드 전극으로 공급된다.

따라서 애노드 전극에서는 산화 반응을 통해 수소 가스를 전자와 프로톤(수소이온)으로 분해한다. 그리고 프로톤이 전해질 막을 통하여 캐소드 전극으로 이동하고, 전자는 전해질막을 통하여 이동되지 못하고 세퍼레이터(16)를 통해 이웃하는 전극-전해질 합성체(12)의 캐소드 전극으로 이동하게 되는데 이 때 전자의 흐름으로 전류를 발생시키고, 부수적으로 열과 물을 발생시킨다.

이 후 상술한 바와 같이 상기한 혼합 연료와 공기를 본체(21)의 내부로 계속적으로 공급하게 되면, 본 시스템(100)의 초기 기동시와 같이 열원부(24)로 액상의 연료와 공기를 공급하여 열 에너지를 발생시킬 필요 없이 상기 혼합 연료와 공기의 부분 산화 반응을 통해 열 에너지를 발생시키면서 그 혼합 연료로부터 수소 가스를 발생시킬 수 있다.

이상을 통해 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명의 범위에 속하는 것은 당연하다.

발명의 효과

본 발명에 따른 연료 전지 시스템에 의하면, 열원부에서 발생하는 열 에너지를 개질 반응부로 신속하게 직접적으로 전달할 수 있는 개질기를 구비하므로, 개질기의 초기 기동 시간을 단축시키고, 열원부에 대한 개질 반응부의 열 전달 패스를 단축 시킬 수 있다. 따라서 전체적인 시스템의 열 효율 및 성능을 극대화시킬 수 있으며, 전체적인 시스템의 크기를 컴팩트 하게 구현할 수 있는 효과가 있다.

또한 본 발명의 연료 전지 시스템에 의하면, 개질기의 초기 기동시 열원부에서 발생하는 열 에너지를 이용하여 연료를 예열할 수 있으며, 초기 기동 이후 혼합 연료와 공기의 부분 산화 및 개질 반응을 통해 외부 가열 없이도 개질기의 가동이 가능하므로 개질기의 열 효율을 증대시킬 수 있는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

수소를 함유한 연료를 통과시키는 관로 형태로 이루어지며, 한 쪽 단부에 유입부를 형성하고 다른 쪽 단부에 유출부를 형성하는 본체;

상기 본체 내부의 유입부측에 배치되어 초기 기동시 상기 연료와 산소의 산화 반응을 통해 열 에너지를 발생시키는 열원부;

상기 열원부와 연속적으로 배치되어 상기 열 에너지에 의한 개질 반응을 통해 상기 연료로부터 수소 가스를 발생시키는 개질 반응부; 및

상기 본체의 외주면에 설치되어 상기 개질 반응부로 공급되는 연료에 상기한 열 에너지를 전달하는 열전달유니트를 포함하는 연료 전지 시스템의 개질기.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 본체의 내부에 설치되어 상기 열원부와 개질 반응부를 실질적으로 구획하는 메쉬 형태의 배리어부재를 구비하는 연료 전지 시스템의 개질기.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 열원부는 상기 산화 반응을 촉진시키는 산화 촉매층을 형성하고, 상기 개질 반응부는 상기 개질 반응을 촉진시키는 개질 촉매층을 형성하는 연료 전지 시스템의 개질기.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 배리어부재를 기준으로 상기 유입부 측에 산화 촉매층이 위치하고, 상기 유출부 측에 개질 촉매층이 위치하는 연료 전지 시스템의 개질기.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 열전달유니트는,

상기 본체의 외주면에 대하여 코일 형태로 감기면서 상기 유입부와 연결되는 패스부재를 포함하는 연료 전지 시스템의 개질기.

청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 패스부재는 상기 열원부에 상응하는 본체의 외주면에 감기는 권회수가 상기 개질 반응부에 상응하는 본체의 외주면에 감기는 권회수 보다 큰 관로 형태로 이루어지는 연료 전지 시스템의 개질기.

청구항 7.

제 1 항에 있어서,

상기 본체가 열전도성을 갖는 썬스, 알루미늄, 구리, 철로 이루어지는 군에서 선택되는 재질로 형성되는 연료 전지 시스템의 개질기.

청구항 8.

열 에너지에 의한 화학 촉매 반응을 통해 수소를 함유한 연료로부터 수소 가스를 발생시키는 개질기;

상기 수소 가스와 산소의 전기 화학적인 반응을 통해 전기 에너지를 발생시키는 적어도 하나의 전기 발생부;

상기 개질기로 연료를 공급하는 연료 공급부; 및

상기 개질기 및 전기 발생부로 산소를 공급하는 산소 공급부

를 포함하며,

상기 개질기는, 관로 형태의 본체 내부에 산화 촉매층과 개질 촉매층을 연속적으로 형성하고, 상기 본체의 외주면에 상기 연료를 예열시키는 열전달유니트를 설치하는 연료 전지 시스템.

청구항 9.

제 8 항에 있어서,

상기 본체의 내부에 설치되어 상기 산화 촉매층과 개질 촉매층을 실질적으로 구획하는 메쉬 형태의 배리어부재를 구비하는 연료 전지 시스템.

청구항 10.

제 8 항에 있어서,

상기 열전달유니트는,

상기 본체의 외주면에 대하여 코일 형태로 감기는 패스부재를 구비하는 연료 전지 시스템.

청구항 11.

제 10 항에 있어서,

상기 패스부재는 상기 산화 촉매층에 상응하는 본체의 외주면에 감기는 권회수가 상기 개질 촉매층에 상응하는 본체의 외주면에 감기는 권회수 보다 큰 관로 형태로 이루어지는 연료 전지 시스템.

청구항 12.

열 에너지에 의한 화학 촉매 반응을 통해 수소를 함유한 연료로부터 수소 가스를 발생시키는 개질기;

상기 수소 가스와 산소의 전기 화학적인 반응을 통해 전기 에너지를 발생시키는 적어도 하나의 전기 발생부;

상기 개질기로 연료를 공급하는 연료 공급부; 및

상기 개질기 및 전기 발생부로 산소를 공급하는 산소 공급부

를 포함하며,

상기 개질기는, 수소를 함유한 연료를 통과시키는 관로 형태로 이루어지며, 한 쪽 단부에 유입부를 형성하고 다른 쪽 단부에 유출부를 형성하는 본체와, 상기 본체 내부의 유입부측에 배치되어 초기 기동시 상기 연료와 산소의 산화 반응을 통해 열 에너지를 발생시키는 열원부와, 상기 열원부와 연속적으로 배치되어 상기 열 에너지에 의한 개질 반응을 통해 상기 연료로부터 수소 가스를 발생시키는 개질 반응부와, 상기 본체의 외주면에 설치되어 상기 개질 반응부로 공급되는 연료에 상기한 열 에너지를 전달하는 열전달유니트를 포함하는 연료 전지 시스템

청구항 13.

제 12 항에 있어서,

상기 본체의 내부에 설치되어 상기 열원부와 개질 반응부를 실질적으로 구획하는 메쉬 형태의 배리어부재를 구비하는 연료 전지 시스템.

청구항 14.

제 13 항에 있어서,

상기 열원부는 상기 산화 반응을 촉진시키는 산화 촉매층을 형성하고, 상기 개질 반응부는 상기 개질 반응을 촉진시키는 개질 촉매층을 형성하는 연료 전지 시스템.

청구항 15.

제 14 항에 있어서,

상기 배리어부재를 기준으로 상기 유입부 측에 산화 촉매층이 위치하고, 상기 유출부 측에 개질 촉매층이 위치하는 연료 전지 시스템.

청구항 16.

제 12 항에 있어서,

상기 연료 공급부는,

수소를 함유한 연료를 저장하는 제1 탱크;

물을 저장하는 제2 탱크; 및

상기 제1 및 제2 탱크에 연결 설치되는 연료 펌프를 포함하는 연료 전지 시스템.

청구항 17.

제 16 항에 있어서,

상기 제1 탱크와 상기 본체의 유입부가 제1 공급라인에 의해 연결되며, 상기 제1 공급라인 상에 개폐 밸브를 설치하는 연료 전지 시스템.

청구항 18.

제 16 항에 있어서,

상기 열전달유니트는,

상기 본체의 외주면에 대하여 코일 형태로 감기면서 상기 유입부와 연결되는 패스부재를 포함하며,

상기 패스부재가 상기 제1,2 탱크와 연결 설치되는 연료 전지 시스템.

청구항 19.

제 18 항에 있어서,

상기 패스부재는 상기 열원부에 상응하는 본체의 외주면에 감기는 권회수가 상기 개질 반응부에 상응하는 본체의 외주면에 감기는 권회수 보다 큰 관로 형태로 이루어지는 연료 전지 시스템.

청구항 20.

제 12 항에 있어서,

상기 산소 공급부는,

공기를 흡입하는 공기 펌프를 포함하며,

상기 공기 펌프와 상기 본체의 유입부가 제2 공급라인에 의해 연결되는 연료 전지 시스템.

청구항 21.

제 12 항에 있어서,

상기 본체의 유출부와 전기 발생부가 제3 공급라인에 의해 연결되는 연료 전지 시스템.

청구항 22.

제 21 항에 있어서,

상기 공기 펌프와 전기 발생부가 제4 공급라인에 의해 연결되는 연료 전지 시스템.

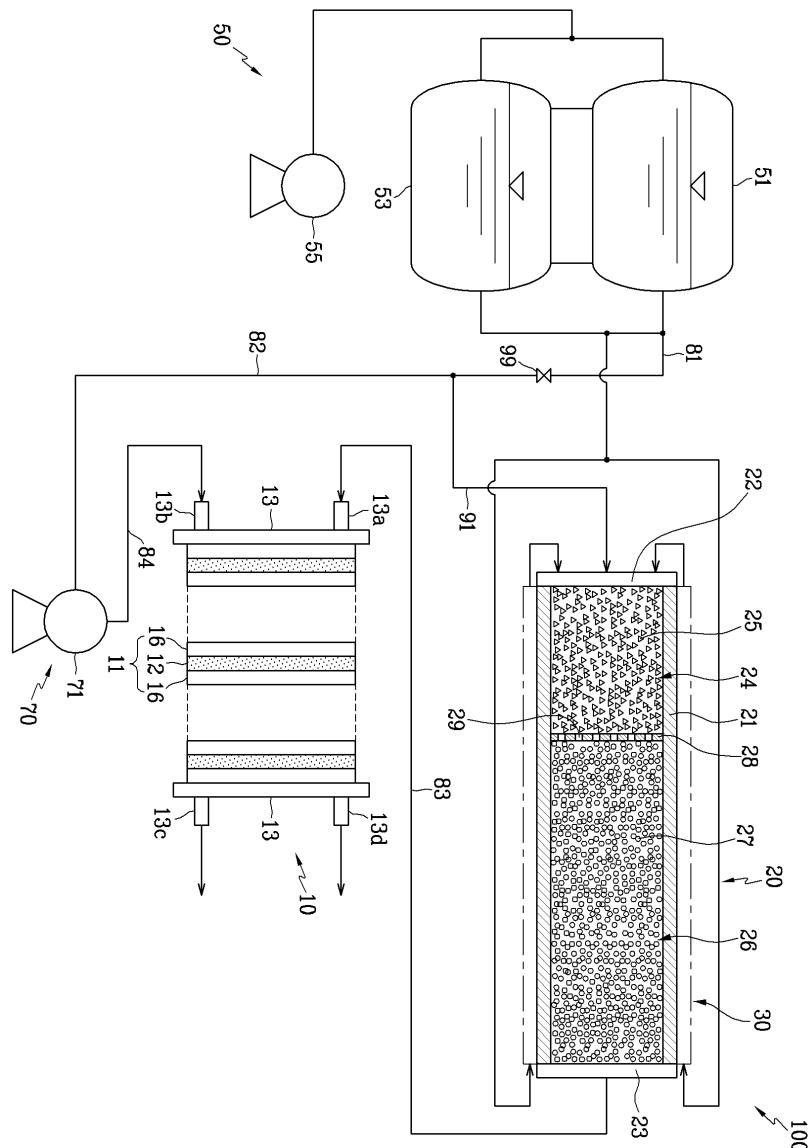
청구항 23.

제 12 항에 있어서,

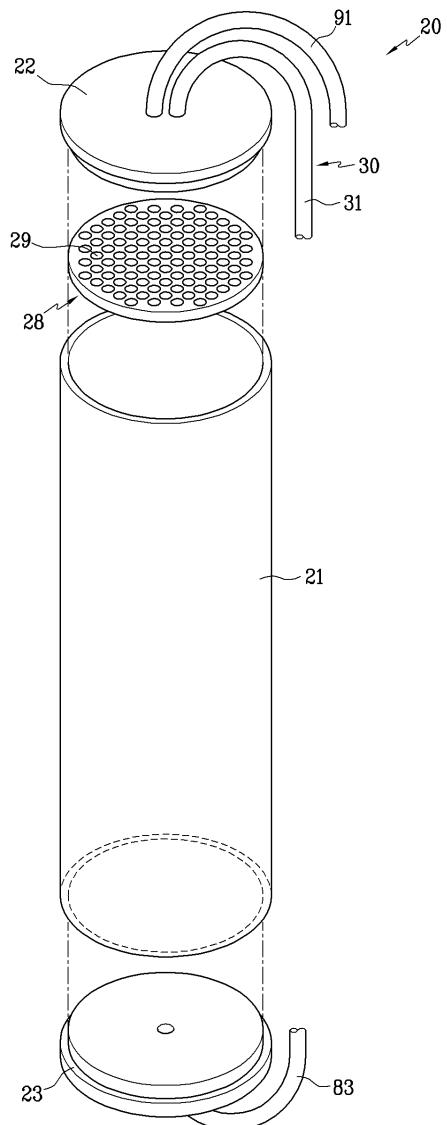
상기 전기 발생부가 복수로 구비되며, 상기 복수의 전기 발생부에 의한 적층 구조의 스택을 형성하는 연료 전지 시스템.

도면

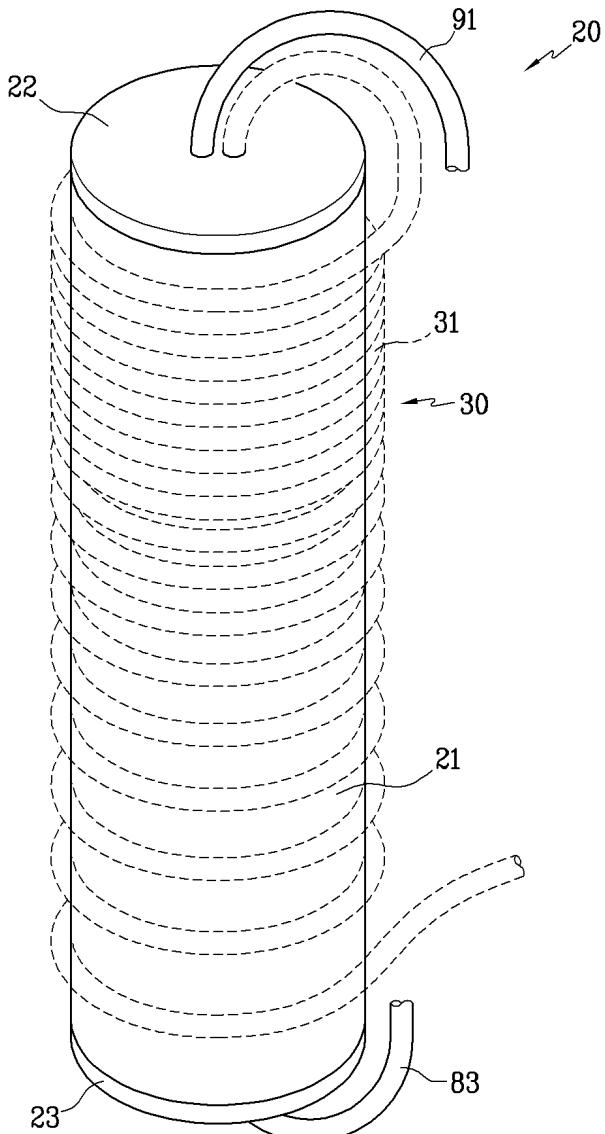
도면1



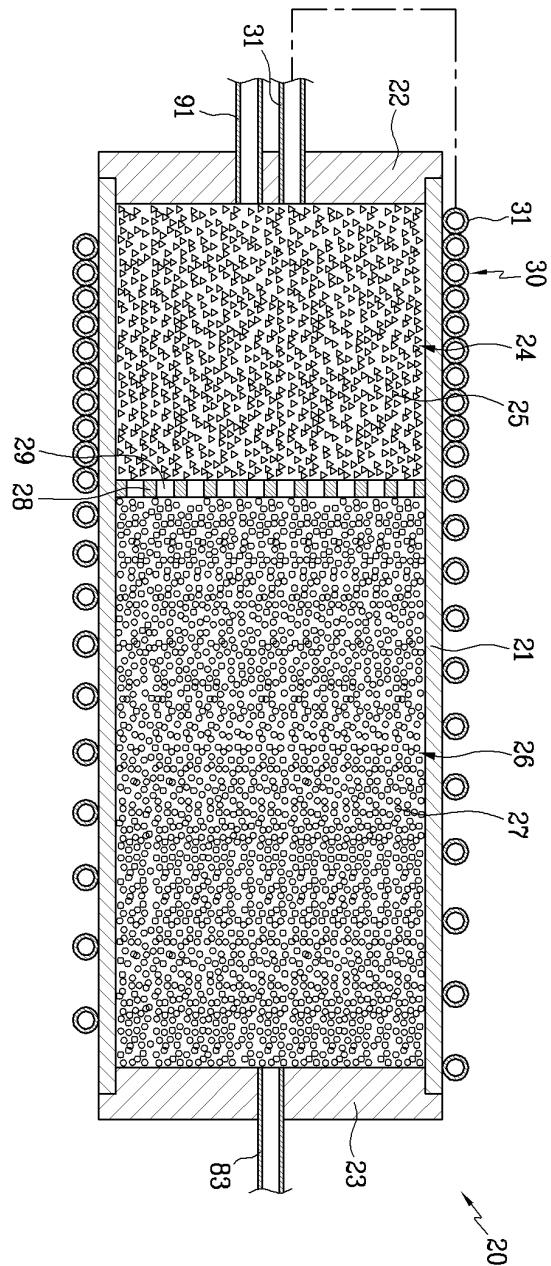
도면2



도면3



도면4



도면5

