



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0085889
(43) 공개일자 2018년07월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 35/02 (2006.01) B01J 23/34 (2006.01)
C01B 13/02 (2006.01) H01L 35/34 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H01L 35/02 (2013.01)
B01J 23/34 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0009518
(22) 출원일자 2017년01월20일
심사청구일자 2017년01월20일

(71) 출원인
부산대학교 산학협력단
부산광역시 금정구 부산대학로63번길 2 (장전동, 부산대학교)

(72) 발명자
이형우
부산광역시 해운대구 송정광어골로82번길 131, 102호(송정동, 송정비치빌라)

홍순규
경기도 수원시 장안구 하북로 49, 3층(천천동)
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
남건필, 박종수, 차상윤

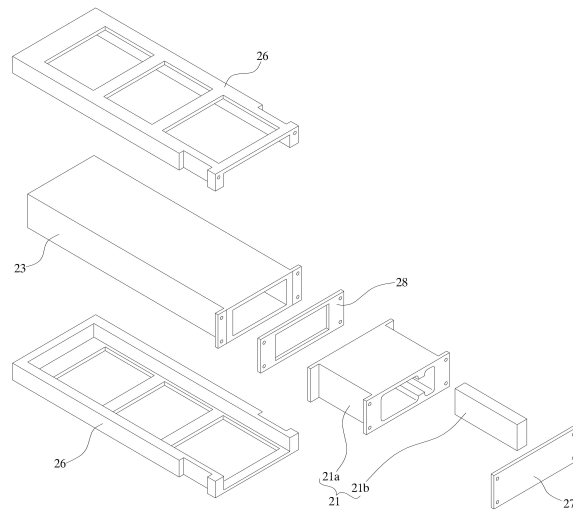
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 과산화수소와 철분말을 이용한 휴대용 열전발전기

(57) 요약

본 발명에 따른 열전발전기는 과산화수소와 촉매의 반응으로 산소를 생성하는 산소 발생부; 산소 발생부로부터 생성된 산소를 제공받고, 제공된 산소와 철혼합물이 반응하여 열을 방출하는 철혼합물 저장부; 산소 발생부와 철혼합물 저장부와 각각 연결되어, 산소 발생부로부터 생성된 산소가 통과하여 철혼합물 저장부로 공급되는 산소 전달부; 및 철혼합물 저장부로부터 연결되어, 철혼합물 저장부 내의 철혼합물과 산소의 반응으로 생성된 열에너지를 전달받아 전기에너지로 변환하는, 적어도 하나 이상의 열전 소자를 포함한다.

대표도 - 도2



- (52) CPC특허분류
 C01B 13/0214 (2013.01)
 H01L 35/34 (2013.01)
 Y02P 80/15 (2015.11)

김진영
경상남도 남해군 남면 남면로 249-3

- (72) 발명자
 이정우
 전라북도 익산시 평동로17길 5, 203동 1702호(동산동, 동산동2차제일아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711028571
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 첨단융합기술개발
연구과제명 나노고에너지물질 생산 및 폭발에너지 제어 원천기술 연구
기 여 율 1/2
주관기관 부산대학교
연구기간 2015.10.01 ~ 2016.09.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345234176
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 이공학개인지초연구지원
연구과제명 하이브리드 탄소나노구조체 기반 해수담수화용 나노포어 멤브레인 필터 개발
기 여 율 1/2
주관기관 부산대학교
연구기간 2015.06.01 ~ 2016.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

과산화수소와 촉매의 반응으로 산소를 생성하는 산소 발생부;

상기 산소 발생부로부터 생성된 산소를 제공받고, 제공된 산소와 철혼합물이 반응하여 열을 방출하는 철혼합물 저장부;

상기 산소 발생부와 상기 철혼합물 저장부와 각각 연결되어, 상기 산소 발생부로부터 생성된 산소가 통과하여 상기 철혼합물 저장부로 공급되는 산소 전달부; 및

상기 철혼합물 저장부로부터 연결되어, 상기 철혼합물 저장부 내의 철혼합물과 산소의 반응으로 생성된 열에너지를 전달받아 전기에너지로 변환하는, 적어도 하나 이상의 열전 소자를 포함하는,

열전발전기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 산소 발생부에서 생성된 산소에 의해 상기 산소 발생부의 압력은 상기 철혼합물 저장부의 압력보다 높아지도록 구성되어,

상기 압력차이에 의해 상기 생성된 산소가 상기 산소 발생부로부터 상기 철혼합물 저장부로 상기 산소 전달부를 통해 전달됨을 특징으로 하는,

열전발전기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 산소 전달부의 일측이 상기 산소 발생부에서 과산화수소가 저장된 영역의 상부에 연결되고,

상기 산소 전달부의 타측은 상기 철혼합물 저장부의 하단부인 상기 철혼합물이 저장된 영역과 연결된 것을 특징으로 하는,

열전발전기.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 산소 발생부는 과산화수소와 촉매가 서로 분리되어 저장된 상태를 갖도록 과산화수소 저장부 및 촉매 저장부를 포함하고,

상기 촉매는 필요시 상기 과산화수소 저장부로 투입될 수 있도록 구성됨을 특징으로 하는,

열전발전기.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 철혼합물 저장부와 연결되어 상기 철혼합물 저장부의 압력을 조절하는 압력조절부를 더 포함하되,

상기 압력조절부는 상기 철혼합물 저장부로 외부 공기가 유입됨을 차단하고, 상기 철혼합물 저장부의 압력을 임의 설정 압력 이하로 유지하도록 구성됨을 특징으로 하는,

열전발전기.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 압력조절부는

상기 철혼합물 저장부 내의 기체가 외부로 배출되는 기체 배출부; 및

상기 기체 배출부에 장착되어 상기 기체 배출부를 폐쇄 또는 개방시키는 개폐조절부를 포함하는 것을 특징으로 하는,

열전발전기.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 개폐조절부는

상기 철혼합물 저장부의 압력이 철혼합물과 산소의 반응 전 압력 또는 임의 설정 압력 미만인 경우에는 상기 기체 배출부를 폐쇄하고,

상기 철혼합물 저장부의 압력이 상기 임의 설정 압력보다 높아진 경우에 상기 철혼합물 저장부의 기체가 상기 개폐조절부를 밀어내어 상기 기체 배출부와 상기 개폐조절부 사이에 생긴 틈을 통해서 외부로 배출되며,

상기 철혼합물 저장부의 산소를 배출하여 압력이 맞춰진 경우에는 다시 상기 기체 배출부는 상기 개폐조절부에 의해 개폐되는 것을 특징으로 하는,

열전발전기.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 개폐조절부는 수축 및 팽창하는 탄성체로 형성되고,

상기 개폐조절부가 팽창된 상태에서 상기 기체 배출부는 폐쇄되고,

상기 개폐조절부가 수축되어 상기 기체 배출부를 개방시키는 것을 특징으로 하는,

열전발전기.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 열전 소자 및 상기 철혼합물 저장부 사이에 배치되고, 상기 철혼합물 저장부를 감싸는 형태이며, 상기 철혼합물 저장부와 상기 열전 소자가 대치되는 영역은 열에너지가 직접 전달되도록 적어도 하나 이상의 개방부를 포함하는 열차단부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

열전발전기.

청구항 10

제1항에 있어서,
상기 촉매는 이산화망간인 것을 특징으로 하는, 열전발전기.

청구항 11

제1항에 있어서,
상기 산소 발생부에서 과산화수소와 촉매의 반응으로 활성 산소가 생성되는 것을 특징으로 하는,
열전발전기.

청구항 12

제1항에 있어서,
상기 철혼합물 저장부에 저장되는 철혼합물은, 철분말, 산화촉매제, 및 전해질을 포함하는 것을 특징으로 하는,
열전발전기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 과산화수소와 철분말을 이용하여 생성된 열에너지를 이용한 열전발전기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 군사용 무전기와 같은 통신장비들은 배터리의 방전에 대비하여 무거운 여분의 배터리를 들고 다녀야 한다는 단점이 있다. 이러한 예비 배터리를 대체할 발전기로 태양전지, 압전소자와 같은 에너지 하베스팅 시스템(Energy harvesting system)이 있지만, 발전 효율이 매우 낮다는 치명적인 단점이 있다.

[0003] 한편, 열전소자는 열에너지를 전기에너지로 변환하는 에너지 변환소자로서, 2개의 전극들 사이의 온도 차이에 의해서 전기에너지로 변환된다. 상기 열전소자에 열을 공급하기 위한 열원으로서, 금속을 산화시켜 열을 발생시키는 방법을 이용할 수 있는데, 대표적으로 금속(Metal)과 금속 산화제(Metal oxide)를 사용한 기술과, 핫-팩과 같이 철에 활성탄, 소금물, 질석 등을 섞어 산화속도를 빠르게 만드는 기술 등이 있다.

[0004] 하지만 금속과 금속 산화제를 사용한 기술은, 1000℃ 이상의 반응열이 생성되어 우수한 발열온도를 나타내지만, 이러한 온도가 지속되는 시간이 매우 짧은 단점이 있다. 그리고, 핫-팩에 적용되는 원리를 이용한 기술은, 약 8 시간 정도의 지속시간을 나타내는 장점은 있으나, 유지되는 온도의 최고온도가 약 70℃ 정도로 낮아, 열전발전에 필요한 열에너지를 충분히 공급하기 어려운 문제가 있다. 오랜 시간동안 충분한 열에너지를 공급하면서 열전소자로의 열에너지 전달시 열손실을 최소화하는 기술에 대한 연구가 필요한 시점이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 일 목적은, 충분한 열에너지를 충분한 시간, 일정하게 제공하여, 전기에너지의 생성 효율을 향상시킨, 휴대용 열전발전기를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 목적을 위한 일실시예에 따른 열전발전기는 과산화수소와 촉매의 반응으로 산소를 생성하는 산소

발생부; 상기 산소 발생부로부터 생성된 산소를 제공받고, 제공된 산소와 철혼합물이 반응하여 열을 방출하는 철혼합물 저장부; 상기 산소 발생부와 상기 철혼합물 저장부와 각각 연결되어, 상기 산소 발생부로부터 생성된 산소가 통과하여 상기 철혼합물 저장부로 공급되는 산소 전달부; 및 상기 철혼합물 저장부로부터 연결되어, 상기 철혼합물 저장부 내의 철혼합물과 산소의 반응으로 생성된 열에너지를 전달받아 전기에너지로 변환하는, 적어도 하나 이상의 열전 소자를 포함한다.

- [0007] 일 실시예에서, 상기 산소 발생부에서 생성된 산소에 의해 상기 산소 발생부의 압력은 상기 철혼합물 저장부의 압력보다 높아지도록 구성되어, 상기 압력차이에 의해 상기 생성된 산소가 상기 산소 발생부로부터 상기 철혼합물 저장부로 상기 산소 전달부를 통해 전달될 수 있다.
- [0008] 일 실시예에서, 상기 산소 전달부의 일측이 상기 산소 발생부에서 과산화수소가 저장된 영역의 상부에 연결되고, 상기 산소 전달부의 타측은 상기 철혼합물 저장부의 하단부인 상기 철혼합물이 저장된 영역과 연결될 수 있다.
- [0009] 일 실시예에서, 상기 산소 발생부는 과산화수소와 촉매가 서로 분리되어 저장된 상태를 갖도록 과산화수소 저장부 및 촉매 저장부를 포함하고, 상기 촉매는 필요시 상기 과산화수소 저장부로 투입될 수 있도록 구성될 수 있다.
- [0010] 일 실시예에서, 상기 열전발전기는 상기 철혼합물 저장부와 연결되어 상기 철혼합물 저장부의 압력을 조절하는 압력조절부를 더 포함하되, 상기 압력조절부는 상기 철혼합물 저장부로 외부 공기가 유입됨을 차단하고, 상기 철혼합물 저장부의 압력을 임의 설정 압력 이하로 유지하도록 구성될 수 있다. 이때, 상기 압력조절부는 상기 철혼합물 저장부 내의 기체가 외부로 배출되는 기체 배출부; 및 상기 기체 배출부에 장착되어 상기 기체 배출부를 폐쇄 또는 개방시키는 개폐조절부를 포함할 수 있다.
- [0011] 일 실시예에서, 상기 개폐조절부는 상기 철혼합물 저장부의 압력이 철혼합물과 산소의 반응 전 압력 또는 임의 설정 압력 미만인 경우에는 상기 기체 배출부를 폐쇄하고, 상기 철혼합물 저장부의 압력이 상기 임의 설정 압력보다 높아진 경우에 상기 철혼합물 저장부의 기체가 상기 개폐조절부를 밀어내어 상기 기체 배출부와 상기 개폐조절부 사이에 생긴 틈을 통해서 외부로 배출되며, 상기 철혼합물 저장부의 산소를 배출하여 압력이 맞춰진 경우에는 다시 상기 기체 배출부는 상기 개폐조절부에 의해 개폐될 수 있다.
- [0012] 일 실시예에서, 상기 개폐조절부는 수축 및 팽창하는 탄성체로 형성되고, 상기 개폐조절부가 팽창된 상태에서 상기 기체 배출부는 폐쇄되고, 상기 개폐조절부가 수축되어 상기 기체 배출부를 개방시킬 수 있다.
- [0013] 일 실시예에서, 상기 열전발전기는, 상기 열전 소자 및 상기 철혼합물 저장부 사이에 배치되고, 상기 철혼합물 저장부를 감싸는 형태이며, 상기 철혼합물 저장부와 상기 열전 소자가 대치되는 영역은 열에너지가 직접 전달되도록 적어도 하나 이상의 개방부를 포함하는 열차단부를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 일 실시예에서, 상기 촉매는 이산화망간일 수 있다.
- [0015] 일 실시예에서, 상기 산소 발생부에서 과산화수소와 촉매의 반응으로 활성 산소가 생성될 수 있다.
- [0016] 일 실시예에서, 상기 철혼합물 저장부에 저장되는 철혼합물은, 철분말, 산화촉매제, 및 전해질을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0017] 상기에서 설명한 본 발명의 과산화수소와 철분말을 이용한 휴대용 열전발전기에 따르면, 활성 산소를 일정하게 철분말에 공급하여, 많은 양의 열에너지를 꾸준히 생성시킬 수 있다. 열전발전기의 구조를 적절히 제어하여, 열손실을 최소화하여, 열에너지가 열전소자에 우수한 효율로 전달될 수 있도록 한다. 더불어, 생성된 산소로 인한 압력차이를 이용하여, 산소를 용이하게 철혼합물과 반응시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 열전발전기의 모식도이다.
- 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 열전발전기의 모식도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예의 열생성 효과를 나타내는 그래프이다.
- 도 4는 본 발명의 실험에 이용된 철분말의 SEM 이미지이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 열전발전기의 모식도이다.

도 6은 본 발명 실험의 열전발전기의 열해석 결과 그래프 및 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 열전발전기의 모식도 및 온도 특성 그래프이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 열전발전기의 제작품에 대한 사진이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 열전발전기의 모식도 및 열해석 결과를 반영한 모식도이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 열전발전기의 시간에 따른 전압 변화를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 구성요소 등이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 구성요소 등이 존재하지 않거나 부가될 수 없음을 의미하는 것은 아니다.
- [0020] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 열전발전기는 과산화수소(Hydrogen peroxide, H₂O₂)와 촉매의 반응으로부터 생성된 산소를 이용하여, 철혼합물과 반응시켜 생성된 열에너지를 열전소자에 전달하고, 열에너지를 전달받은 열전소자는 전기에너지를 생성할 수 있다.
- [0022] 또한, 과산화수소와 촉매가 반응시, 일어나는 열폭발현상을 적절히 제어하여, 반응속도를 일정하게 유지시킬 수 있으며, 산소와 철혼합물로부터 생성되는 열에너지가 손실없이 열전소자로 전달될 수 있도록 제어할 수 있다.
- [0023] 먼저, 철혼합물과 반응시키기 위하여 요구되는 산소의 발생에 대하여 설명한다. 본 발명은 이러한 산소를 제공하기 위하여, 과산화수소와 촉매를 반응시킨다. 여기서, 촉매는 이산화망간을 이용하는 것이 바람직하다.
- [0024] 과산화수소는 무색투명한 액체 상태의 물질로서, 반응을 촉진시키는 촉매제를 넣으면 하기 반응식 1에 따라 물 분자와 산소로 분해되면서 열에너지를 방출한다.
- [0025] [반응식 1]
- [0026] $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- [0027] 촉매는 반응을 촉진시키는 정촉매와 반응을 억제하는 부촉매로 나뉜다. 과산화수소와 관련하여, 정촉매로는 자외선(Ultraviolet rays), 열(Heat), 금속, 이산화망간(Manganese dioxide, MnO₂), 카탈라아제(Catalase) 등이 있으며, 부촉매로는 인산(Phosphoric acid)이 등이 있다. 본 발명에서는 정촉매로서, 이산화망간을 이용하는 것이 바람직하다.
- [0028] 과산화수소는 물과 어떠한 비율로도 잘 섞이는 특징이 있어서 용도에 맞게 농도조절을 쉽게 할 수 있다. 다만, 농도가 65% 이상의 과산화수소는 불순물이 들어가면 과다한 분해로 인한 폭발 위험성을 가지고 있어, 본 발명에서는 농도가 10% 내지 60%의 과산화수소를 이용하며, 30% 내지 40%의 과산화수소를 이용하는 것이 바람직하다.
- [0029] 상술한 상기 반응식 1에 따라 진행된 반응에 의해서 생성된 산소는 활성 산소를 포함한다. 활성 산소는 일반적으로 대기에 포함된 산소에 비하여 그 반응성이 매우 우수하다. 본 발명은 이러한 반응성이 우수한 활성 산소와 설명한 철혼합물과 반응을 시켜, 열에너지를 충분하게 생성시킬 수 있다.
- [0030] 또한, 상기 과산화수소와 상기 촉매가 반응하여, 활성 산소가 생성될 때, 압력이 증가하여, 상대적으로 압력이 낮은 철혼합물이 저장된 파트로 압력차에 의하여 전달된다. 다른 특별한 이동 수단을 구비하지 아니하여도, 압력차에 의하여 철혼합물이 저장된 파트로 산소를 운반할 수 있다. 다만, 필요에 따라 추가적인 운송 수단을 구비할 수 있음은 당업자에게 자명한 것이다.

- [0031] 상기 철혼합물은 철을 포함한다. 철(iron)은 순수한 Fe 상태보다 산화철 FeO(II)나 Fe₂O₃(III)로 존재하는 것이 안정하기 때문에 외부의 원자와 반응함으로써 전자를 잃으려는 성질을 가지고 있다. 반대로 산소(O)는 전자를 얻음으로써 안정해지려는 성질을 가지고 있기 때문에 철과 산소가 만나면 철의 전자가 산소로 이동하면서 에너지가 발생하게 된다. 본 발명의 이러한 반응을 이용하여 열에너지를 수득할 수 있다.
- [0032] 상기 철은 분말형태로 포함되는 것이 바람직하다. 분말의 경우, 표면적이 크기 때문에, 많은 양의 산소와 반응할 수 있어서, 높은 열에너지를 제공할 수 있다. 상기 철분말의 평균 크기는 10 nm 내지 500 nm는 것이 바람직하며, 10 nm 내지 300 nm가보다 바람직하며, 10 nm 내지 200 nm가 보다 더 바람직하고 100 nm가 가장 바람직하다.
- [0033] 또한, 철혼합물은 철분말 이외에 산화촉매제, 및 전해질을 포함하는 것이 바람직하다. 산화촉매제는 산화반응에 직접 참여하는 것은 아니지만, 철과 산소의 반응을 촉진시켜줄 수 있다. 본 발명에서는 산화촉매제로서, 활성탄을 이용하는 것이 바람직하다. 또한, 전해질로서, 소금물을 이용하는 것이 바람직하다. 소금물(Saltwater)은 용액속에서 염(salt)이 Na⁺ 및 Cl⁻ 이온상태로 존재하며, 이러한 이온은 물속에서 철과 직접적인 반응을 하지는 않지만, 철의 전자가 소금물을 매개체로 산소로 이동하는 속도가 빨라지기 때문에 반응 속도도 함께 커지게 된다.
- [0034] 상기에서 설명한 원리를 통해서 철혼합물의 산화반응을 통해서 열에너지를 생성하고, 이를 전기에너지로 변환시키는 장치로서의 열전발전기는, 과산화수소 저장부 및 촉매 저장부를 포함하는 산소 발생부, 상기 산소 발생부로부터 생성된 산소가 공급되는 철혼합물 저장부, 상기 산소 발생부와 상기 철혼합물 저장부와 각각 연결되며, 상기 산소 발생부로부터 생성된 산소가 통과하여, 상기 철혼합물 저장부로 공급되는 산소 전달부, 및 상기 철혼합물 저장부로부터 마주보고 배치되며, 상기 철혼합물 저장부로부터 생성된 열에너지를 수집하는 적어도 하나 이상의 열전 소자를 포함한다. 또한, 다양한 실시예에서, 상술한 구성요소 이외에 하기 설명하는 구성요소를 추가로 포함할 수 있다.
- [0035] 이하에서는, 상기 열전발전기에 대해서 첨부된 도면들을 참조하여 구체적으로 상세하게 설명하기로 한다.
- [0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 열전발전기의 모식도이다.
- [0037] 도 1에 도시된 열전발전기를 참조하면, 열전발전기는 산소 발생부(11), 산소 전달부(12), 철혼합물 저장부(13) 및 열전소자(미도시)를 포함한다.
- [0038] 산소 발생부(11)는 철혼합물에 산소를 공급하기 위한 유닛으로서, 과산화수소 저장부와 촉매 저장부가 일체로 형성될 수 있다. 산소 발생부(11)는 과산화수소와 촉매가 서로 분리되어 저장된 상태를 갖도록 과산화수소 저장부 및 촉매 저장부를 포함하되, 상기 촉매는 필요시 과산화수소 저장부로 투입될 수 있도록 구성될 수 있다.
- [0039] 과산화수소 저장부에 과산화수소가 저장되고 촉매 저장부에 촉매가 저장된 상태로 각각 유지되다가, 과산화수소와 촉매 반응을 위해서 촉매 저장부에 저장된 촉매가 과산화수소 저장부로 제공될 수 있다. 과산화수소 저장부가 하부에 배치되고, 촉매 저장부에 상부에 배치됨으로써 촉매 저장부에 저장된 촉매를 용이하게 낙하시켜 과산화수소 저장부로 제공할 수 있다. 이에 따라 산소 발생부(11)에서, 상술한 과산화수소와 촉매의 반응이 일어나고 산소가 생성된다. 이때, 산소 발생부(11)에서, 과산화수소는 과산화수소 저장부의 일부에만 저장된다. 이에 따라, 산소 발생부(11)의 과산화수소 저장부의 일부는 생성되는 산소가 채워지는 영역이 되고, 과산화수소 저장부의 하부에는 과산화수소가 저장되고, 과산화수소와 촉매 저장부 사이에는 빈 공간으로 존재한다. 산소 발생부(11)에서 과산화수소와 촉매의 반응으로 생성되는 기체상의 산소가 과산화수소 저장부의 상기 빈 공간을 채우게 되면서 산소 발생부(11)의 압력이 철혼합물 저장부(13)에 비해서 상대적으로 높아지게 된다.
- [0040] 산소 발생부(11)는 알루미늄 소재로 구성되는 것이 바람직하다. 산소 발생부(11)를 열전도도가 높은 알루미늄을 이용하여 제조함으로써, 과산화수소와 촉매가 반응시 생성되는 열폭발이 용이하게 열전도도가 높은 알루미늄 외관을 통해 외부로 전달, 즉, 방열됨으로써 산소 발생부(11) 내부의 온도가 급격하게 치솟는 것을 방지할 수 있다. 이를 통하여, 산소 발생부(11)에서의 과산화수소와 촉매의 급격한 반응을 제어할 수 있고, 과산화수소와 촉매의 반응속도를 일정하게 유지시켜줄 수 있다.
- [0041] 산소 발생부(12)에서 생성된 산소에 의해서 산소 발생부(12)의 압력은 철혼합물 저장부(13)보다 높아지게 되고, 이러한 압력 차이에 의해서 상기 생성된 산소가 산소 발생부(12)로부터 철혼합물 저장부(13)로 산소 전달부(12)를 통해서 전달될 수 있다. 산소 발생부(11)에서 산소가 생성되면, 과산화수소 저장부의 빈 공간이 생성된 산소로 채워지게 되면서 산소 발생부내의 압력이 올라가고, 상대적으로 낮은 압력을 갖는 쪽, 즉, 철혼합물 저장

부(13)를 향해 산소가 이동된다.

- [0042] 이러한 산소의 이동을 위해서, 산소 발생부(11)의 일측은 산소 전달부(12)와 연결되고, 산소 전달부(12)는 철혼합물 저장부(13)와 연결된다. 산소 전달부(12)의 일측이 산소 발생부(11)에서 과산화수소가 저장된 영역의 상부에 연결되고, 산소 전달부(12)의 타측은 철혼합물 저장부(13)의 하단부인 철혼합물이 저장된 영역과 연결된다. 과산화수소가 액상으로 과산화수소 저장부에 저장되고 산소로 채워지는 빈 공간은 과산화수소가 채워진 상단부이므로, 산소 전달부(12)의 일측은 과산화수소 저장부의 상단부, 즉, 과산화수소가 채워지지 않은 영역에 대응하여 연결된다. 산소 전달부(12)의 타측은 철혼합물 저장부(13)와 연결되는데, 이때 철혼합물 저장부(13)에 저장된 철혼합물 및 산소의 반응 효율을 최대화하면서 산소 전달부(12)를 통해서 안정적으로 산소를 공급하기 위해서 산소 전달부(12)의 타단부는 철혼합물 저장부(13)의 하단부와 연결되는 것이 바람직하다.
- [0043] 이때, 산소 전달부(12)의 형태는 관의 형상일 수 있으나, 이에 특별히 한정되는 것은 아니며, 상기 생성된 산소를 이동시킬 수 있는 통로라면, 어떠한 형태의 유닛이라도 본 발명에 적용될 수 있다. 산소 전달부(12)는 철혼합물 저장부(13)의 연결부(14)와 연결됨으로써, 산소 발생부(11)에서 생성된 산소는 산소 전달부(12)를 통해서 철혼합물 저장부(13)에 전달된다.
- [0044] 철혼합물 저장부(13)는 상술한 철혼합물이 저장된 유닛으로서, 산소 발생부(11)에서 생성된 산소를 공급받고, 산소와 철혼합물이 반응하여, 발열반응에 의한, 열에너지를 생성한다. 이때, 상기 열전 소자가 철혼합물 저장부(13)의 열을 전달하도록 철혼합물 저장부(13)에 연결되고, 열전소자는 적어도 1 이상이 1개의 철혼합물 저장부(13)에 연결될 수도 있다. 또한, 상기 열전 소자는 본 발명의 의도에 맞게 다양한 형태 및 특성을 갖는 열전 소자를 적용할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 열전 소자는 상기 철혼합물 저장부(13)와 직접 접촉하여 설치될 수 있다. 즉, 상기 열전 소자는 상기 철혼합물 저장부(13) 내에서 일어나는 반응에 의해 발생하는 열에너지를 최대한 열손실 없이 열에너지를 수집할 수 있는 구조로 배치될 수 있다.
- [0045] 예를 들면, 철혼합물 저장부(13)의 구조의 정육면체의 형태라면, 각각의 면과 대치되도록 6개의 열전소자가 구비될 수 있다. 이러한 열전 소자의 배치 및 개수는 당업자가 용이하게 변경 가능한 것은 자명한 것이다.
- [0046] 본 발명의 일 실시예에 따른 열전발전기는 추가적으로, 필요에 따라 다양한 구성요소를 포함할 수 있다.
- [0047] 예를 들어, 본 발명의 일 실시예에 따른 열전발전기는 상기 철혼합물 저장부(13)의 일측에 연결되는, 서미스터 센서(thermistor sensor)를 추가로 포함할 수 있다. 다만, 도 1에는 상기 서미스터 센서와 상기 철혼합물 저장부(13)를 연결하는 연결부(14)만 도시하였으며, 상기 서미스터 센서는 도시하지 않았다. 상기 센서는 온도센서로서, 철혼합물 저장부(13) 내의 온도를 측정할 수 있다. 이를 통하여, 반응의 진행과정 또는 생성되는 열에너지를 정량적으로 분석할 수 있다.
- [0048] 일 실시예에서, 본 발명에 따른 열전발전기는 압력 조절부(15)를 더 포함할 수 있다. 압력 조절부(15)는 철혼합물 저장부(13)와 연결되어 철혼합물 저장부(13)의 압력을 제어하는 유닛으로, 철혼합물 저장부(13)로 외부 공기가 유입됨을 차단하고, 철혼합물 저장부(13)의 압력을 임의 설정 압력 이하로 유지하도록 구성된다. 즉, 산소 발생부(11)에서 많은 산소가 발생되어 철혼합물 저장부(13)로 제공되는 경우, 산소 발생부(11)와 철혼합물 저장부(13)의 압력차가 크게 나지 않아 산소의 이동에 장애가 발생할 수도 있고, 철혼합물 저장부(13)에 과도한 산소가 공급되어 폭발의 위험이 있을 수 있다. 이를 해결하기 위해서 압력 조절부(15)를 이용하여 철혼합물 저장부(13)의 압력을 제어할 수 있다.
- [0049] 압력조절부(15)는 철혼합물 저장부(13)의 압력을 낮추기 위한 개방부(15a)와 개방부(15a)를 덮고 있는 개폐조절부(15b)를 포함할 수 있다. 압력조절부(15)는 철혼합물 저장부(13)의 상단에 연결될 수 있다. 철혼합물 저장부(13)에는 철혼합물이 저장된 상태에서 철혼합물 저장부(13)의 하단에 연결된 산소 전달부(12)로부터 직접 산소를 공급받고, 철혼합물 저장부(13)의 상단에 압력조절부(15)가 연결될 수 있다.
- [0050] 기체 배출부(15a)를 통하여, 철혼합물 저장부(13) 내부의 산소가 외부로 배출시킴으로써 철혼합물 저장부(13)의 압력을 낮출 수 있다. 다만, 기체 배출부(15a)를 통하여, 철혼합물 저장부(13)의 압력이 낮아질 수 있으나, 반대로 기체 배출부(15a)를 통하여 외부대기가 철혼합물 저장부(13)로 인입될 수 있다. 이를 방지하기 위해서 개폐조절부(15b)가 기체 배출부(15a)와 대응하여 설치된다. 기체 배출부(15a)를 통해서 외부대기가 철혼합물 저장부(13)로 인입되어 철혼합물이 외부대기의 산소와 반응하는 경우에는 산소 발생부(11)에서 생성된 활성 산소를 포함하는 산소 가스 이외에 산소의 함량이 낮은 외부대기가 유입되기 때문에 철혼합물의 발열반응의 효율을 저하시키게 된다. 개폐조절부(15b)는 이러한 외부대기와 철혼합물의 접촉을 방지하기 위해서 기체 배출부(15a)를 덮은 상태로 철혼합물 저장부(13)를 닫힌 상태로 폐쇄시키고, 철혼합물 저장부(13)의 압력이 높아져 개방부

(15a)를 통해서 산소가 외부로 배출되어야 할 때는 개폐조절부(15b)가 열림으로써 철혼합물 저장부(13)는 열린 상태로 개구될 수 있다. 이때, 개폐 조절부(15b)는 철혼합물 저장부(13)의 압력이 높아짐에 따라서 개폐조절부(15b)를 밀어냄으로써 기체 배출부(15a)가 열리게 될 수 있다.

- [0051] 개폐조절부(15b)는 기체 배출부(15a)를 폐쇄하도록 기체 배출부(15a)를 덮는 동시에 철혼합물 저장부(13)의 압력에 의해서 수축 및 팽창할 수 있도록 구비된다.
- [0052] 일례로, 개폐조절부(15b)는 기체 배출부(15a)를 덮고 있는 덮개부와 상기 덮개부와 연결되고 상하방향으로 수축 및 팽창할 수 있는 탄성체를 포함할 수 있다. 상기 탄성체의 일측은 상기 덮개부와 연결되고, 타측은 압력 조절부(15)의 일측에 고정된다. 상기 탄성체는 팽창된 상태(제1 길이를 갖도록 설정됨)에서 상기 덮개부가 기체 배출부(15a)를 덮어서 철혼합물 저장부(13)를 폐쇄시키게 되고, 철혼합물 저장부(13)의 압력이 높아지는 경우 철혼합물 저장부(13) 내부의 기체가 상기 덮개부를 상부방향으로 밀어내게 되는데 이때 상기 탄성체는 수축된 상태(상기 제1 길이보다 짧은 제2 길이가 됨)가 됨으로써 상기 덮개부와 기체 배출부(15a)의 이격된 틈을 통해서 기체가 외부로 빠져나가게 된다. 상기 탄성체는 고무로 형성된 기둥형태의 물품이거나, 스프링일 수 있다.
- [0053] 도 1을 참조하여 설명한 본 발명의 일 실시예에 따른 열전발전기를 통하여, 지속적으로 높은 열에너지를 전기에너지로 전환할 수 있으며, 그 구조의 크기도 다양하게 적용가능 하여, 특히 휴대용 열전발전기로 제공될 수 있다.
- [0054] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 열전발전기의 모식도이다.
- [0055] 도 2를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 열전발전기는 산소 발생부(21), 산소 전달부(미도시), 철혼합물 저장부(23) 및 열전소자(미도시)를 포함한다. 도 1의 열전발전기의 각 구성과 실질적으로 동일한 역할을 하는 구성요소들은 도 2에서 동일한 명칭으로 지칭하여 설명하되, 도면 부호는 다르게 지시하여 설명한다.
- [0056] 도 2의 열전발전기에서 산소 발생부(21)는 과산화수소 저장부(21a)와 촉매 저장부(21b)를 포함한다. 과산화수소 저장부(21a)의 외부는 알루미늄계 소재로 구성되고, 내부는 과산화수소가 저장된다. 또한, 촉매 저장부(21b)의 내부에 촉매가 저장되며, 상기 촉매는 미리 설정된 제어방법에 의하여, 과산화수소 저장부(21a)로 공급된다. 예를 들면, 열전발전기가 열으로 놓히지면, 촉매 저장부(21b) 내부의 촉매가 과산화수소 저장부(21a)로 공급된다. 본 실시예는, 촉매를 미리 지정된 제어방법에 따라서, 과산화수소와 반응시키도록 구성된 것이다. 또한, 추가적인 제어장치를 이용하여, 과산화수소에 공급되는 촉매의 양도 제어가 가능하다. 상술한 과산화수소와 촉매 반응이 과산화수소 저장부(21a)에서 일어나며, 이를 통하여 활성 산소가 생성된다.
- [0057] 과산화수소 저장부(21a)에서 과산화수소와 촉매의 반응으로 생성된 활성 산소는 산소 전달부를 통하여, 철혼합물 저장부(23)로 이동된다. 도 2의 열전발전기에 구비되지만 미도시된 산소 전달부도 도 1에서와 같이 산소 발생부(21)와 철혼합물 저장부(23)를 연결하고, 산소 발생부(21)에서 생성된 산소를 철혼합물 저장부(23)로 전달하는 역할을 하며, 이때 산소 전달부의 형태는 관의 형상일 수 있으나, 이에 특별히 한정되는 것은 아니며, 상기 생성된 산소를 이동시킬 수 있는 통로라면, 어떠한 형태의 유닛이라도 본 발명에 적용될 수 있다. 도 2의 열전발전기에서도, 산소 발생부(21)에서 산소가 생성되면, 상대적으로 압력이 높은 산소 발생부(21)에서 상대적으로 압력이 낮은 철혼합물 저장부(23)로 압력차이에 의해서 자연적으로 산소가 이동하게 되고, 이때 상기 산소 전달부를 거치게 되는 것이다.
- [0058] 철혼합물 저장부(23)는 상술한 철혼합물이 저장된 유닛으로서, 생성된 산소와 철혼합물이 반응하여, 발열반응에 의한, 열에너지를 생성한다. 철혼합물 저장부(23)는 알루미늄 소재로 구성될 수 있다.
- [0059] 철혼합물 저장부(23)에서 생성된 열에너지는, 철혼합물 저장부(23)와 연결된 열전 소자로 공급되어, 열전소자는 열에너지를 전기에너지로 변환할 수 있다. 이때, 상기 열전 소자는 본 발명의 의도에 맞게 다양한 형태 및 특성을 갖는 열전 소자를 적용할 수 있고, 하나가 배치될 수 도 있으나, 본 발명의 의도에 따라서 복수개가 포함될 수도 있다.
- [0060] 또한, 도 2의 열전발전기는, 상기 열전 소자 및 상기 철혼합물 저장부(23) 사이에 배치되고, 상기 철혼합물 저장부(23)를 감싸는 형태이며, 상기 철혼합물 저장부(23)와 상기 열전 소자가 대치되는 영역은 열에너지가 직접 전달되도록 적어도 하나 이상의 개방부를 포함하는 열차단부(26)를 추가로 포함할 수 있다. 상기 열차단부(26)의 소재는 폴리테트라플루오로에틸렌(Poly tetra fluoro ethylene, PTFE)계 소재인 것이 바람직하다.
- [0061] 이러한 열차단부(26)의 역할은 철혼합물 저장부(23)에서 생성된 열에너지를 열전소자에 높은 효율로 전달하게 한다. 즉, 열전 소자와 직접 대면하지 않은 철혼합물 저장부(23)의 부위는 열전도도가 낮은 소재로 감싸, 열이

외부로 방출되는 것을 방지할 수 있다. 대신, 열전 소자와 대면되는 부위는 개방형으로 형성되어, 철혼합물 저장부로부터 생성된 열에너지가 방해없이 직접적으로 열전 소자로 이동되도록 하는 구성을 포함한다.

[0062] 뿐만 아니라, 도 2의 열전발전기는 과산화수소 저장부의 일측에 배치되며, 상기 과산화수소 저장부로 산소가 유입되는 것을 방지하기 위한 실리콘 패드(27)를 더 포함할 수 있다.

[0063] 또한, 도 2의 열전발전기는 과산화수소 저장부(21)와 철혼합물 저장부(23) 사이에 위치하며, 외부 공기의 유입을 방지하기 위한 실리콘 패드(28)를 추가로 포함할 수 있다.

[0064] 도 2에서 도시하지 않았으나, 도 2의 열전발전기는 도 1의 압력 조절부(15)와 실질적으로 역할을 하는 압력 조절부를 더 포함할 수 있다.

[0065] 도 1과 도 2를 참조하여 설명한 본 발명의 실시예들에 따른 열전발전기에 따르면, 활성 산소를 일정하게 철분말을 포함하는 철혼합물에 공급하여, 많은 양의 열에너지를 꾸준히 생성시킬 수 있으며, 열전발전기의 구조를 적절히 제어하여, 열손실을 최소화하여, 열에너지가 열전소자에 우수한 효율로 전달될 수 있도록 할 수 있다.

[0066] 이하, 실제로 열전발전기를 제작하고 열전발전에 대한 특성 평가를 위한, 구체적인 실험 및 추가적인 실시예를 통하여 본 발명을 상세히 설명한다.

[0067] **장치 1의 제조 및 특성 확인**

[0068] 과산화수소수가 촉매와 반응시 생성되는 활성산소를 이용하여 철, 활성탄, 소금물의 혼합물을 산화시켰을 때, 발생하는 반응열을 측정하기 위하여, 테스트 배드를 제작하여 실험하였다.

[0069] 상술한 도 1에 제시된 본 발명의 일실시예와 유사한 구조체를 제작하였다. 산소 발생부와 철혼합물 저장부 각각의 내부 면적은 20 mm×20 mm×25 mm로 설계하였다. 철 분말을 반응 시킬 배드는 반응열을 최대한 손실 없이 측정하기 위해, 철혼합물 저장부로서, 테스트 배드의 몸체는 열전도도가 0.24 W/mk로 금속 재질보다 매우 낮은 테프론(Poly tetra fluoro ethylene; PTFE)을 가공하여 제작하였다. 과산화수소수 저장부는, 과산화수소수가 반응할 때 발생하는 열을 최대한 빠르게 밖으로 배출하여, 열폭주(Thermal runaway) 현상을 막기 위해 열전도도가 237.5 W/mk로 타 금속보다 높고, 쉽게 구할 수 있는 알루미늄을 가공하여 제작하였다. 이렇게 제작한 실험배드에, 마이크로 크기의 철, 활성탄, 소금물의 비율은 각각 5 g, 2 g, 960 μl을 혼합하여 철혼합물 저장부에 넣었고, 나노 크기의 철은 활성탄, 소금물 비율을 각각 3 g, 1.2 g, 1700 μl로 혼합하여 철혼합물 저장부에 투입하였다. 소금물은 포화상태의 소금물을 이용하였다. 여기서 마이크로크기의 철 분말 혼합물과 나노크기의 철 분말 혼합물의 비율이 다른 이유는, 철 분말의 입자가 작아 질수록 표면적이 넓어져 가장 효율적으로 열을 내는 비율이 달라지기 때문이다. 과산화수소수는 35%용액을 사용하였고 5 ml로 고정시켜 테스트를 진행하였다.

[0070] 각각 1) 마이크로 크기(30 μm 내지 700 μm)의 철분말과 대기 중의 산소를 반응시켰으며, 2)마이크로 크기(30 μm 내지 700 μm)의 철분말과 과산화수소로부터 생성된 활성산소를 반응시켰으며, 3) 나노 크기(평균 크기: 100 nm)의 철분말과 과산화수소로부터 생성된 활성산소를 반응시켜, 시간에 따른 온도 변화를 측정하는 실험을 실시하였다. 각각 측정된 결과를 도 3에 그래프로 나타내었다. 더불어, 도 4에 마이크로크기 및 나노크기 철분말의 SEM 이미지를 나타내었다.

[0071] 도 3에 나타난 바와 같이, 나노 크기를 갖는 철분말을 활성 산소로 반응시킨 경우, 100℃ 이상의 온도의 열에너지가 10분 정도 방출 및 유지되는 것을 확인할 수 있다.

[0072] **장치 2의 제조 및 특성 확인**

[0073] 철 분말의 반응열을 효율적으로 열전소자로 이동시키기 위한 열전발전기의 구조를 설계하기 위해서, 열전발전기 구조체를 제작하였다. 이러한 구조체의 모식도를 도 5에 나타내었다.

[0074] 상기 실시예 1에서 이용된 철혼합물(나노크기 철분말)을 이용하여 실험을 실시하였으며, 열해석(Thermal analysis)을 진행하였으며, 그 결과를 도 6에 나타내었다. 더불어 모든 부품 조립 전, 후의 모식도 및 열해석 결과를 도 7에 나타내었다.

[0075] 여기서, 해석 조건은 열전도도가 서로 다른 알루미늄(Aluminum)과 서스(SUS304) 재질 (스테인레스 스틸 계열)을 적용시켜 비교하였고, 대기온도는 22 ℃, 열전발전기 내부온도는 200℃로 설정하였다.

[0076] 열전도도가 비교적 낮은 SUS304(13.8 W/mk) 재질 보다 열전도도가 높은 알루미늄(237.5 W/mk) 재질의 테스트장비가 내부의 열을 열전소자가 닿는 면으로 전달을 잘 할 것으로 예상하고 열해석을 진행하였다. 그러나, 도 6에

나타낸 바와 같이, SUS304 재질로 만든 테스트장비가 열을 더 잘 전달한다는 것을 확인할 수 있었다. 도 6의 SUS304/알루미늄 테스트장비의 온도분포와 도 7의 모든 부품 조립 전, 후 해석 결과 분석을 통해, 열전발전기의 열전도도가 높을수록 열전소자가 닿는 부분 이외의 부분으로 열이 빠르게 이동하고, 대기에 의해 열손실이 일어나기 때문에 오히려 열전도도가 높은 알루미늄 재질의 온도가 더 낮다는 것을 파악할 수 있었다.

[0077] 장치 3의 제조 및 특성 확인

[0078] 상기 실시예 2의 열해석 결과를 바탕으로, 열손실을 좀 더 최소화시킬 수 있는 열전발전기의 구조체를 제조하였다. 열전발전기 내부에서 발생하는 철 반응열을 열전소자로 빠르게 이동시켜야 할 부분의 재질은 열전도도가 높은 알루미늄재질을 적용하였고, 그 외의 열손실이 일어날 수 있는 부분은 열 전도도가 매우 낮으면서도 고온의 열에도 쉽게 손상되지 않는 테프론 재질로 감싸는 구조로 설계하였다.

[0079] 또한, 열해석 조건은 실시예 1과 동일한 조건으로 적용하였다. 그 구조의 일부 모식도 및 열해석 결과를 반영한 모식도를 통해 열전소자가 닿을 부분이 훨씬 고온이면서 균일하게 온도가 분포되는 것을 확인 할 수 있었다.

[0080] 장치 4의 제조 및 특성 확인

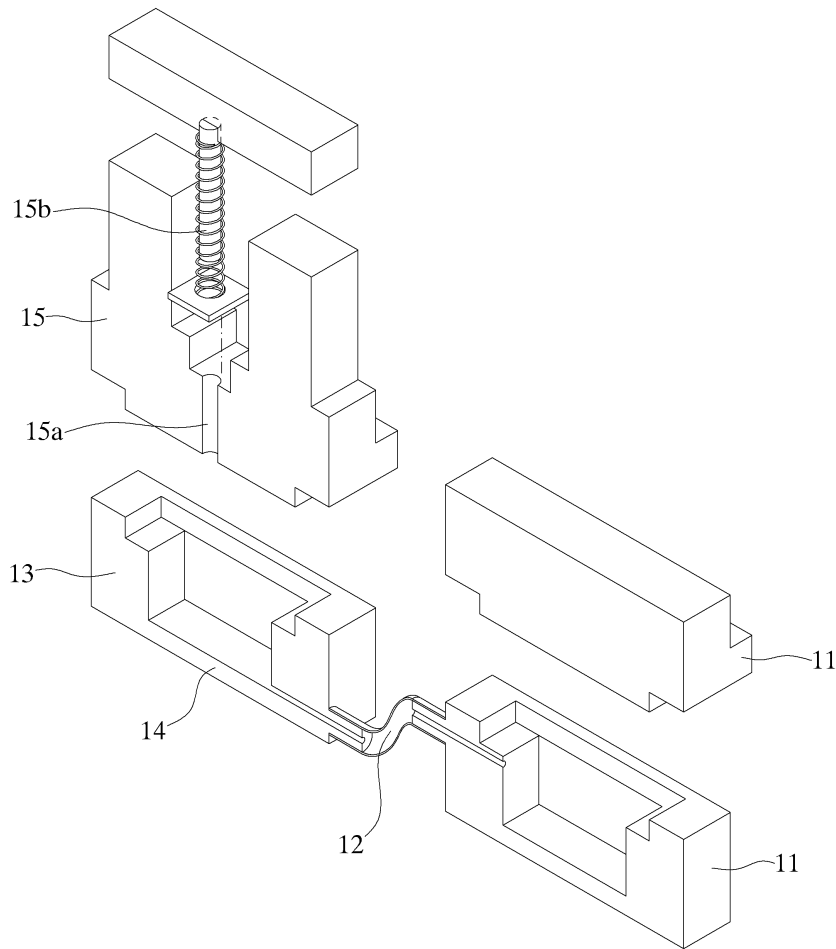
[0081] 본 발명의 다른 실시예로서, 도 2에 나타낸 구조와 유사한 구조체를 제작하였다. 상기 구조체의 사진을 도 8에 나타내었다. 구체적으로, 총 6개의 40 mm×40 mm의 열전소자를 장착할 수 있도록 설계하였으며, 철혼합물 저장부는 철 분말이 장입되며, 철 분말이 산화할 때 발생하는 열을 열전소자로 빠르게 전달하기 위해 열전도도가 좋은 알루미늄 재질로 구성하였다. 또한, 열차단부는, 철혼합물 저장부에서 발생하는 열이 공기중으로 손실되는 것을 최대한 막고, 열전소자로만 전달 될 수 있도록 하기 위해 열전도도가 낮은 테프론(Teflon) 재질로 구성하였다. 과산화수소 저장부는 과산화수소수가 들어가며 과산화수소의 열폭주 현상을 막기 위해 알루미늄 재질로 제작하였고, 촉매 저장부에는 이산화망간을 장입하였으며, 열전발전기를 옆으로 놓으면 과산화수소수와 이산화망간이 만나 반응이 일어나도록 설계하였다. 과산화수소 저장부에서 생성된 산소가 철 분말이 담긴 철혼합물 저장부로 산소가 통할 수 있는 통로(산소 전달부)를 만들었다. 과산화수소수가 촉매와 반응할 때 발생하는 산소가 외부로 누출되거나 외부의 공기가 내부로 유입되지 않게 하기 위한 실리콘 재질의 패드를 추가하였으며, 과산화수소수가 외부로 새어나가지 않게 하기 위한 실리콘 패드를 추가하였다.

[0082] 열전발전기 내부에 30 μm 내지 700 μm 크기의 철 분말 150 g, 활성탄 60 g, 소금물 27 ml를 혼합하여 철혼합물 저장부에 넣고, 과산화수소수 25 ml, 및 이산화망간의 양은 4 mg으로 테스트를 진행하였다. 열전소자의 Cool side는 선풍기를 이용해 상온(24.5℃)에서 지속적으로 쿨링(Cooling)하였고, 멀티미터(Multimeter)를 이용해 전압을 측정하여, 도 10에 전압 측정 결과를 나타내었다. 도 10에 나타낸 바와 같이, 최대 1.8 V, 1시간 평균 1.18 V를 출력하였고, 파워(P)를 계산해보면, 약 0.09 Wh로 산출되었다.

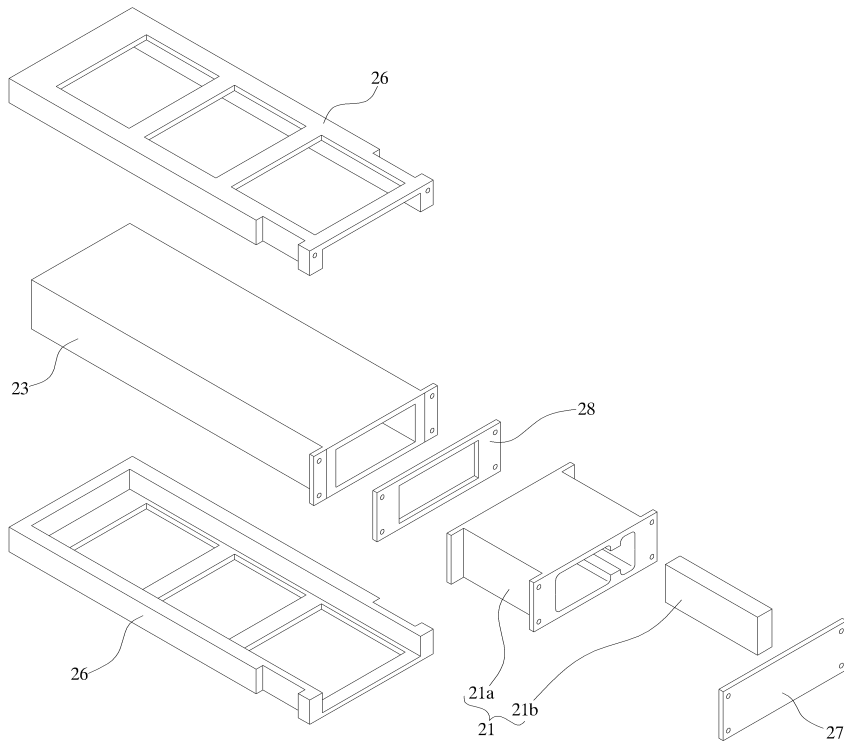
[0083] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

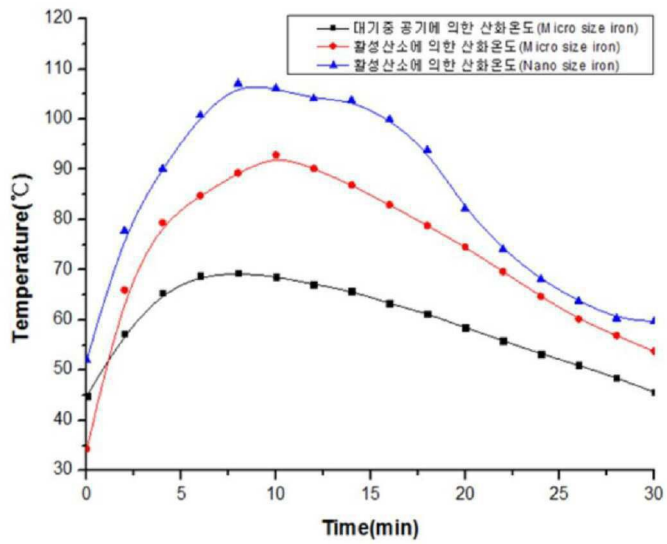
도면1



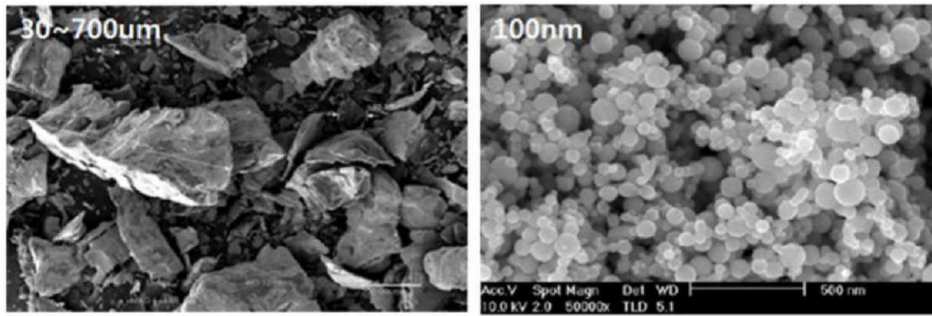
도면2



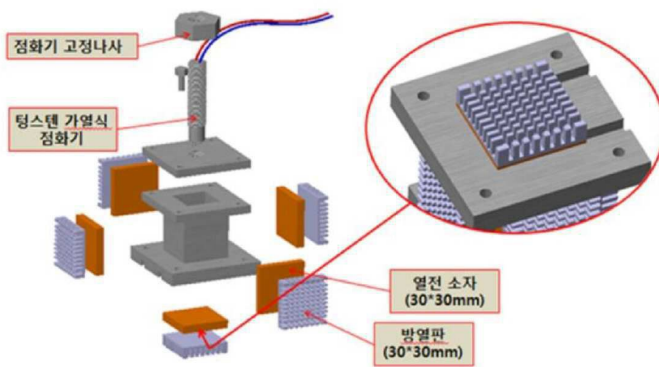
도면3



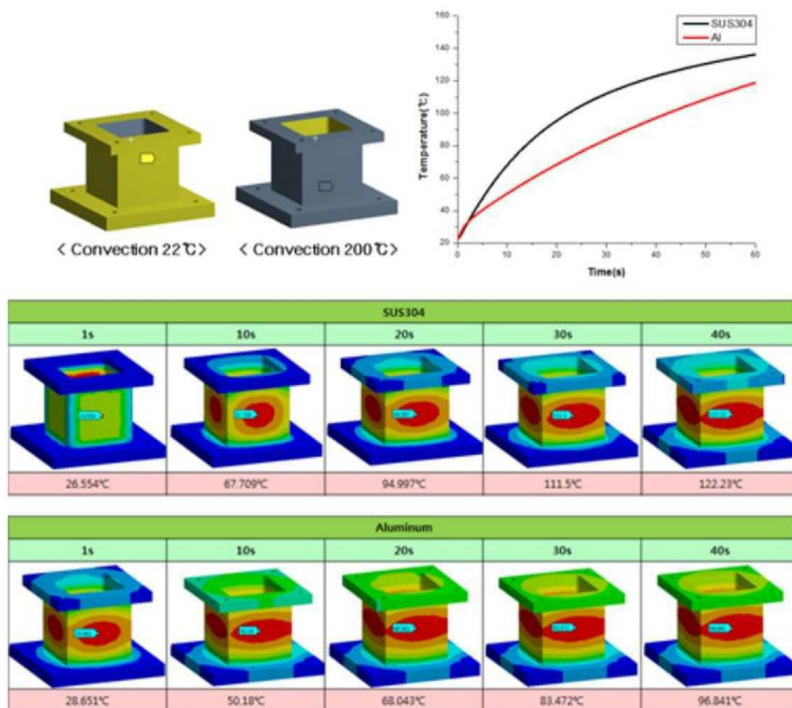
도면4



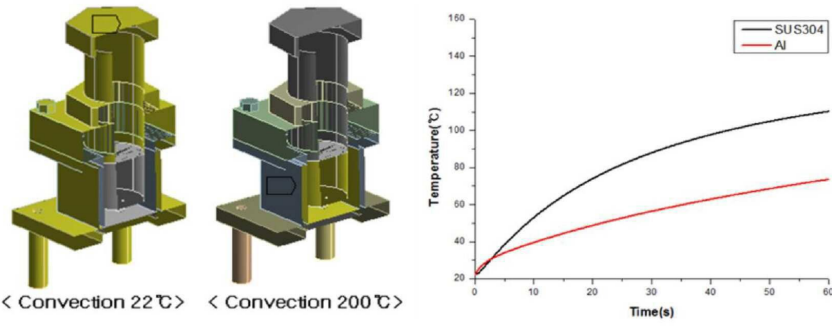
도면5



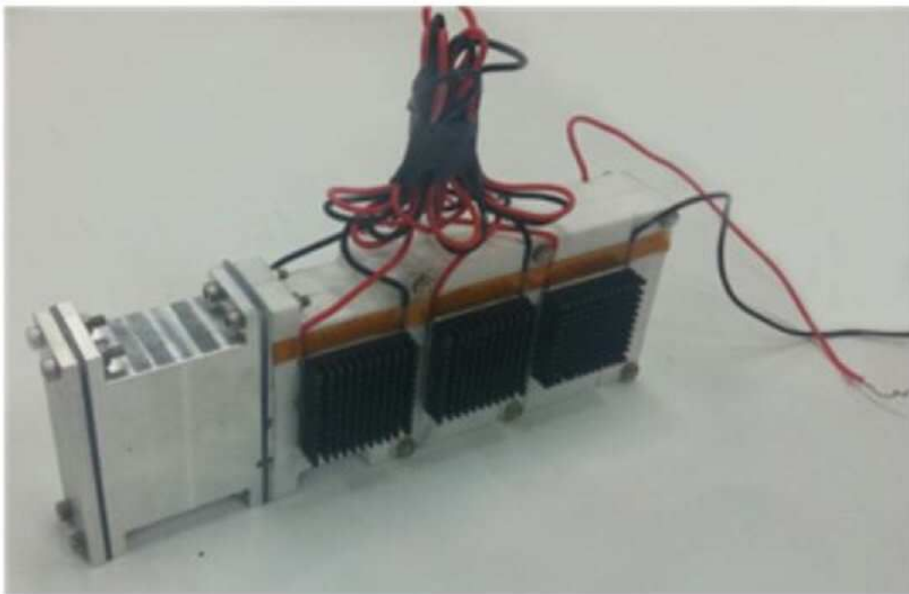
도면6



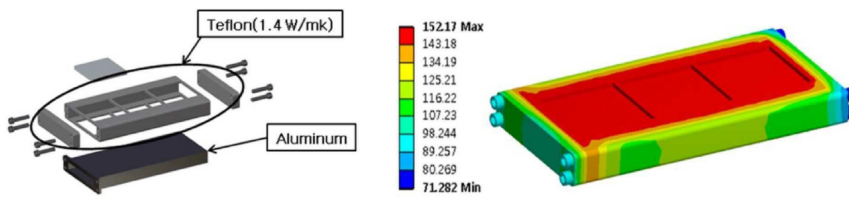
도면7



도면8



도면9



도면10

