



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2019년05월07일  
 (11) 등록번호 10-1975455  
 (24) 등록일자 2019년04월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H01L 35/02 (2006.01) G01R 22/06 (2006.01)  
 H01L 35/32 (2006.01) H01L 35/34 (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
 H01L 35/02 (2013.01)  
 G01R 22/06 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2017-0024679  
 (22) 출원일자 2017년02월24일  
 심사청구일자 2017년02월24일  
 (65) 공개번호 10-2018-0097907  
 (43) 공개일자 2018년09월03일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2004296959 A\*  
 KR101493797 B1\*  
 KR1020130028470 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 한국기계연구원  
 대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)  
 한국과학기술원  
 대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)  
 (72) 발명자  
 한승우  
 대전광역시 유성구 지족로 362 반석마을1단지  
 102-1301  
 김시진  
 대전광역시 유성구 신성로61번안길 8 코아빌 103  
 호  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 8 항

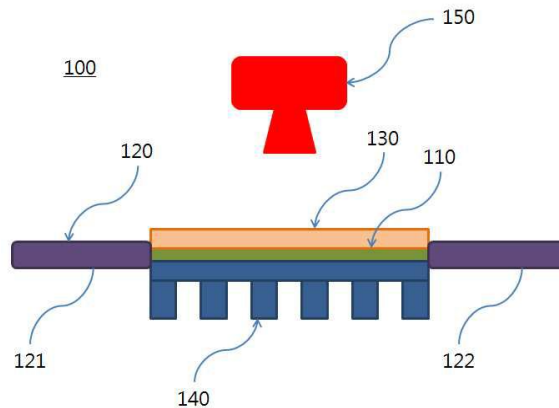
심사관 : 나영준

(54) 발명의 명칭 **유연 열전소자의 성능 평가 장치 및 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 일측과 타측의 온도차에 의해 기전력을 발생시키는 열전소자에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 박형으로 제조되어 굽힘이 가능한 유연한 열전소자의 곡률에 따른 저항변화를 감안하여 냉각성능이나 발전성능을 평가하는, 유연 열전소자의 성능 평가 장치 및 방법에 관한 것이다.

**대표도** - 도2



(52) CPC특허분류

*H01L 35/32* (2013.01)

*H01L 35/34* (2013.01)

(72) 발명자

**조한기**

대전광역시 서구 괴정로165번길 20 복음맨션 103호

**서새롬**

대전광역시 대덕구 계족로521번길 63 임광빌라 3동 302호

**조병진**

대전광역시 유성구 엑스포로339번길 320, 11동 304호 (원촌동, 싸이언스빌)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NM8470

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 미래부-국가연구개발사업(III)

연구과제명 유연 열전 반도체 소자기술 센터 (2/5)

기 여 율 45/100

주관기관 KAIST

연구기간 2016.03.01 ~ 2017.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NK204C

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 국가과학기술연구회

연구사업명 주요사업

연구과제명 나노소재/나노역학 기반 유연·신축 에너지 소자기술 개발 (3/3)

기 여 율 45/100

주관기관 기계연구원

연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016005120

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 이공분야기초연구사업

연구과제명 (EZBARO)조병진(KAIST) 유연 열전소자 집적기술 개발(2016)

기 여 율 10/100

주관기관 KAIST

연구기간 2016.03.01 ~ 2017.02.28

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

유연 열전소자;

상기 유연 열전소자에 굽힘 하중을 가하여 유연 열전소자의 곡률을 가변시키는 액추에이터;

상기 유연 열전소자를 가열하도록 유연 열전소자의 일면에 구비되는 히터;

상기 유연 열전소자를 냉각하도록 유연 열전소자의 타면에 구비되는 냉각 수단; 및

상기 유연 열전소자의 곡률을 측정하도록 상기 유연 열전소자에 이격 배치되는 곡률 측정 수단을 포함하며,  
상기 히터는,

상기 유연 열전소자의 일면에 부착되고,

상기 냉각 수단은,

상기 유연 열전소자의 타면에 부착되며,

상기 히터 및 냉각 수단은, 유연한 재질로 이루어지는, 유연 열전소자의 성능 평가 장치.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 히터는,

상기 유연 열전소자의 일면에 부착되는 대류식 히터이며,

상기 냉각 수단은,

상기 유연 열전소자의 타면에 부착되는 히트싱크인, 유연 열전소자의 성능 평가 장치.

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

유연 열전소자;

상기 유연 열전소자에 굽힘 하중을 가하여 유연 열전소자의 곡률을 가변시키는 액추에이터;

상기 유연 열전소자를 가열하도록 유연 열전소자의 일면에 구비되는 히터;

상기 유연 열전소자를 냉각하도록 유연 열전소자의 타면에 구비되는 냉각 수단; 및

상기 유연 열전소자의 곡률을 측정하도록 상기 유연 열전소자에 이격 배치되는 곡률 측정 수단을 포함하며,  
상기 액추에이터는,

상기 유연 열전소자의 길이 방향 일측에 결합되는, 고정 수단; 및

상기 유연 열전소자의 길이 방향 타측에 결합되어 상기 유연 열전소자의 길이 방향 일측으로 상기 유연 열전소자를 가압하는 가압 수단;

을 포함하는, 유연 열전소자의 성능 평가 장치.

#### 청구항 5

제 4항에 있어서,  
 상기 액추에이터는,  
 일측이 상기 고정 수단에 힌지 결합되고, 타측이 상기 유연 열전소자에 결합되는 제1 링크; 및  
 타측이 상기 가압 수단에 힌지 결합되고, 일측이 상기 유연 열전소자에 결합되는 제2 링크;  
 를 더 포함하는, 유연 열전소자의 성능 평가 장치.

#### 청구항 6

제 4항에 있어서,  
 상기 액추에이터는,  
 일측이 상기 고정 수단에 고정되고, 타측이 상기 가압 수단에 결합되는 필름; 을 더 포함하고,  
 상기 유연 열전소자는, 상기 필름의 일면에 부착되는, 유연 열전소자의 성능 평가 장치.

#### 청구항 7

제 1항 또는 제 4항의 유연 열전소자의 성능 평가 장치를 이용한 유연 열전소자의 성능 평가 방법에 있어서,  
 유연 열전소자에 전류를 가하여 열전소자의 일면은 냉각시키고, 타면은 가열하는 온도차 발생 단계;  
 상기 유연 열전소자의 일면을 히터를 통해 가열하여 열전소자의 일면과 타면의 온도차가 0이 되도록 하는 히터 가열 단계;  
 온도차가 0이 되었을 때 상기 히터의 파워를 측정하여 상기 유연 열전소자의 흡열량을 산출하는 흡열량 측정 단계; 및  
 상기 유연 열전소자에 가해지는 전류의 세기를 가변하여 각각의 흡열량을 측정하는 전류 가변단계;  
 를 포함하는, 유연 열전소자의 성능 평가 방법.

#### 청구항 8

제 7항에 있어서,  
 상기 유연 열전소자의 성능 평가 방법은,  
 상기 유연 열전소자의 곡률을 가변하여 각각의 흡열량을 측정하는 곡률 가변단계;  
 를 더 포함하는, 유연 열전소자의 성능 평가 방법.

#### 청구항 9

제 1항 또는 제 4항의 유연 열전소자의 성능 평가 장치를 이용한 유연 열전소자의 성능 평가 방법에 있어서,  
 유연 열전소자의 일면을 히터를 통해 가열하여 열전소자의 일면과 타면에 온도차를 발생시키는 히터 가열 단계;  
 상기 유연 열전소자에서 발생하는 전류량을 측정하여 열전소자의 발전량을 산출하는 발전량 측정 단계; 및

상기 히터의 가열 세기를 가변하여 각각의 열전소자 발전량을 측정하는 히팅 가변단계; 및  
 상기 유연 열전소자의 곡률을 가변하여 각각의 발전량을 측정하는 곡률 가변단계;  
 를 포함하는, 유연 열전소자의 성능 평가 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 일측과 타측의 온도차에 의해 기전력을 발생시키는 열전소자에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 박형으로 제조되어 굽힘이 가능한 유연한 열전소자의 곡률에 따른 저항변화를 감안하여 냉각성능이나 발전성능을 평가하는, 유연 열전소자의 성능 평가 장치 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 열전재료는 지백 효과와 펠티에 효과에 의해 열에너지와 전기 에너지간의 직접변환이 가능한 재료로서 전자냉각과 열전발전에 다양하게 응용되고 있다. 열전재료를 이용한 전자냉각 모듈과 열전발전 모듈은 n형 열전 레그(leg)들과 p형 열전 레그들이 전기적으로는 직렬 연결되어 있으며 열적으로는 병렬 연결된 구조를 갖는다. 열전 모듈을 전자냉각용으로 사용하는 경우에는 모듈에 직류전류를 인가함으로써 n형과 p형 열전소자에서 각기 정공과 전자의 이동에 의해 열이 냉각기관에서 가열기관으로 펌핑되어 냉각기관 부위가 냉각된다. 이에 반해 열전발전의 경우에는 모듈의 고온단과 저온단 사이의 온도차에 의해 고온단에서 저온단 부위로 열이 이동 시 p형과 n형 열전소자에서 각기 정공과 전자들이 고온단에서 저온단으로 이동함으로써 지백 효과에 의해 기전력이 발생하게 된다.

[0003] 도 1에는 통상의 수직형 열전소자(10)의 개략단면도가 도시되어 있다. 도시된 바와 같이 열전소자(10)는 제1 기관(1), 제2 기관(2), 제1 열전레그(3), 제2 열전레그(4) 및 전극(5)을 포함하여 이루어진다. 제1 기관(1)은 관상으로 열원(미도시)에 부착되며, 제2 기관(2)은 관상으로 제1 기관(1)의 상측에 일정거리 이격 배치된다. 제1 기관(1)과 제2 기관(2) 사이에는, P형 열전 레그(3)와 N형 열전 레그(4)가 상하 길이방향을 따라 형성되고, 복수 개가 이격 배치된다. P형 및 N형 열전 레그(3, 4)는 제1 기관(1)과 제2 기관(2)의 온도 차에 따라 전기를 발생하거나, 전류를 통해 제1 기관(1) 또는 제2 기관(2)을 발열시키기 위한 P형 반도체와 N형 반도체가 교번 배치된다. 전극(5)은 P형 및 N형 열전레그(3, 4)가 서로 교번되어 직렬로 연결되도록 P형 및 N형 열전레그(3, 4)를 전기적으로 연결한다.

[0004] 상기와 같은 구성에 의해 대기보다 높은 온도를 갖는 열원에 열전소자(10)를 부착하면, 열원에 맞닿는 제1 기관(1)과, 대기에 노출된 제2 기관(2)의 온도차에 의해 P형 및 N형 열전레그(3, 4)가 발전하며, 전극(5)을 통해 발전된 전기를 전달하게 된다.

[0005] 위와 같은 통상의 열전소자는, 냉각 성능 평가 시 열전소자에 전류를 인가하여 일측과 타측의 온도차를 측정하거나, 발전 성능 평가 시 열전소자의 일측에 열을 가하고 타측을 냉각하여 이때 발생하는 전류량을 측정하게 된다.

[0006] 한편, 유연 열전소자의 경우 두께가 얇고, 굽힘이 가능하여 공간이 협소한 곳이나, 굴곡진 부위에 부착이 가능함에 따라 다양한 분야에서 적용이 활발히 진행되고 있다. 유연 열전소자의 경우 곡률이 클수록 저항이 증가하기 때문에 성능 역시 저하되는 특성을 갖는다. 따라서 위와 같은 유연 열전소자의 곡률에 따른 성능 평가가 요구되고 있지만 이에 대한 기술은 전무한 실정이다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서 본 발명의 목적은, 유연 열전소자에 굽힘 하중을 부가하고, 유연 열전소자의 곡률 반경을 측정하여 유연 열전소자의 곡률에 따른 각각의 성능을 평가할 수 있는, 유연 열전소자의 성능 평가 장치 및 방법을 제공함에 있다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 본 발명의 일 실시 예에 따른 유연 열전소자의 성능 평가 장치는, 유연 열전소자; 상기 유연 열전소자에 굽힘 하

중을 가하여 유연 열전소자의 곡률을 가변시키는 액추에이터; 상기 유연 열전소자를 가열하도록 유연 열전소자의 일면에 구비되는 히터; 및 상기 유연 열전소자를 냉각하도록 유연 열전소자의 타면에 구비되는 냉각 수단; 상기 유연 열전소자의 곡률을 측정하도록 상기 유연 열전소자에 이격 배치되는 레이저 측정 수단; 을 포함한다.

- [0009] 또한, 상기 히터는, 상기 유연 열전소자의 일면에 부착되는 대류식 히터이며, 상기 냉각 수단은, 상기 유연 열전소자의 타면에 부착되는 히트싱크이고, 상기 히터 및 냉각 수단은, 유연한 재질로 이루어진다.
- [0010] 다른 실시 예로, 상기 히터는, 상기 유연 열전소자의 일측에 이격 배치되는 복사식 히터이며, 상기 냉각 수단은, 상기 유연 열전소자의 타측에 이격 배치되는 공랭식 쿨러이다.
- [0011] 또한, 상기 액추에이터는, 상기 유연 열전소자의 길이 방향 일측에 결합되는, 고정 수단; 및 상기 유연 열전소자의 길이 방향 타측에 결합되어 상기 유연 열전소자의 길이 방향 일측으로 상기 유연 열전소자를 가압하는 가압 수단; 을 포함한다.
- [0012] 또한, 상기 액추에이터는, 일측이 상기 고정수단에 힌지 결합되고, 타측이 상기 유연 열전소자에 결합되는 제1 링크; 및 타측이 상기 가압 수단에 힌지 결합되고, 일측이 상기 유연 열전소자에 결합되는 제2 링크; 를 더 포함한다.
- [0013] 다른 실시 예로, 상기 액추에이터는, 일측이 상기 고정수단에 고정되고, 타측이 상기 가압 수단에 결합되는 필름; 을 더 포함하고, 상기 유연 열전소자는, 상기 필름의 일면에 부착된다.
- [0014] 본 발명의 일 실시 예에 따른 유연 열전소자의 성능 평가 방법은, 유연 열전소자에 전류를 가하여 열전소자의 일면은 냉각시키고, 타면은 가열하는 온도차 발생 단계; 상기 유연 열전소자의 일면을 히터를 통해 가열하여 열전소자의 일면과 타면의 온도차가 0이 되도록 하는 히터 가열 단계; 온도차가 0이 되었을 때 상기 히터의 파워를 측정하여 상기 유연 열전소자의 흡열량을 산출하는 흡열량 측정 단계; 및 상기 유연 열전소자에 가해지는 전류의 세기를 가변하여 각각의 흡열량을 측정하는 전류 가변단계; 를 포함한다.
- [0015] 이때, 상기 평가 방법은, 상기 유연 열전소자의 곡률을 가변하여 각각의 흡열량을 측정하는 곡률 가변단계; 를 더 포함한다.
- [0016] 다른 실시 예에 따른 유연 열전소자의 성능 평가 방법은, 유연 열전소자의 일면을 히터를 통해 가열하여 열전소자의 일면과 타면에 온도차를 발생시키는 히터 가열 단계; 상기 유연 열전소자에서 발생하는 전류량을 측정하여 열전소자의 발전량을 산출하는 발전량 측정 단계; 상기 히터의 가열 세기를 가변하여 각각의 열전소자 발전량을 측정하는 히팅 가변단계; 및 상기 유연 열전소자의 곡률을 가변하여 각각의 발전량을 측정하는 곡률 가변단계; 를 포함한다.

**발명의 효과**

- [0017] 상기와 같은 구성에 의한 본 발명의 유연 열전소자의 성능 평가 장치 및 방법은, 유연 열전소자의 곡률에 따른 성능의 평가가 가능해짐에 따라 유연 열전소자의 신뢰성 확보 및 특성 파악이 용이하여 다양한 기술분야에 적절한 열전소자의 선택 및 적용이 가능할 것으로 기대된다.

**도면의 간단한 설명**

- [0018] 도 1은 통상의 열전소자를 나타낸 개략단면도
- 도 2는 본 발명의 제1 실시 예의 유연 열전소자의 성능 평가 장치 단면도 (굽힘 하중 가하기 전)
- 도 3은 본 발명의 제1 실시 예의 유연 열전소자의 성능 평가 장치 단면도 (굽힘 하중 가한 후)
- 도 4는 본 발명의 제2 실시 예의 유연 열전소자의 성능 평가 장치 단면도 (굽힘 하중 가한 후)
- 도 5는 본 발명의 제1 실시 예의 액추에이터 단면도
- 도 6은 본 발명의 제2 실시 예의 액추에이터 단면도
- 도 7은 본 발명의 일 실시 예의 유연 열전소자의 성능 평가 방법 순서도 (냉각 성능 평가 시)
- 도 8은 본 발명의 일 실시 예의 유연 열전소자의 성능 평가 방법 순서도 (발전 성능 평가 시)
- 도 9는 유연 열전소자의 곡률에 따른 저항 변화를 나타낸 그래프

도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 평가 장치를 이용해 측정된 온도차 대비 흡열량(냉각성능)을 나타낸 그래프

도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른 평가 장치를 이용해 측정된 가열량 대비 발전량(발전성능)을 나타낸 그래프

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0019] 이하, 상기와 같은 본 발명의 일 실시예에 대하여 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0020] - 평가 장치 실시 예 1 (접촉 식)
- [0021] 도 2 및 도 3에는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 유연 열전소자의 성능 평가 장치(100, 이하 "성능 평가 장치")의 개략 단면도가 도시되어 있다.
- [0022] 도시된 바와 같이 성능 평가 장치(100)는 유연 열전소자(110)와, 유연 열전소자(110)의 양 끝단이 고정되며, 유연 열전소자(110) 소자에 곱힘 하중을 가하기 위한 액추에이터(120)와, 유연 열전소자(110)의 일면에 부착되어 유연 열전소자를 가열하는 히터(130)와, 유연 열전소자(110)의 타면에 부착되어 유연 열전소자를 냉각하는 히트싱크(140)와, 유연 열전소자(110)에서 일정 거리 이격되어 유연 열전소자(110)의 곡률을 측정하는 레이저 측정수단(150)을 포함하여 이루어진다.
- [0023] 액추에이터(120)는 유연 열전소자(110)에 하중을 가하여 유연 열전소자(110)의 곡률을 변경시키기 위한 구성으로 유연 열전소자(110)의 길이 방향 일측에 결합되어 유연 열전소자(110)의 길이 방향 일측을 고정하는 고정수단(121)과, 유연 열전소자(110)의 길이 방향 타측에 결합되어 유연 열전소자(110)의 길이 방향 일측을 향해 하중을 가하는 가압수단(122)으로 구성될 수 있다.
- [0024] 유연 열전소자(110)의 일면에는 유연 열전소자(110)의 일면을 특정 온도로 가열하기 위한 히터(130)가 부착된다. 히터(130)는 유연 열전소자(110)를 정해진 온도로 가열하기 위한 구성이면 어떠한 구성도 적용될 수 있고, 일례로 유연 열전소자(110)에 대류를 통해 열을 전달하는 전기 히터 등이 적용될 수 있다. 다만, 유연 열전소자(110)에 부착되어 곱힘 하중이 전달되는 만큼 유연한 재질의 히터가 적용될 수 있다.
- [0025] 유연 열전소자(110)의 타면에는 유연 열전소자(110)의 타면을 냉각하기 위한 히트싱크(140)가 부착된다. 히트싱크(140)는 유연 열전소자(110)를 정해진 온도로 냉각시킬 수 있는 구성이면 어떠한 구성도 적용될 수 있고, 일례로 방열면적을 넓히도록 다수의 방열핀을 포함하는, 히트 싱크의 구성이 적용될 수 있다. 다만, 유연 열전소자(110)에 부착되어 곱힘 하중이 전달되는 만큼 유연한 재질 또는 곱힘이 가능한 형상으로 이루어진 히트싱크가 적용될 수 있다.
- [0026] 유연 열전소자(110)의 일면 일측에는 일정거리 이격되어 레이저 측정수단(150)이 구비될 수 있다. 레이저 측정수단(150)은 유연 열전소자(110)에 라인 레이저를 조사하여 유연 열전소자(110)의 곡률을 측정하기 위해 구성된다.
- [0027] 위와 같은 구성의 성능 평가 장치(100)를 통해 유연 열전소자(110)의 곡률을 순차적으로 가변시키면서, 유연 열전소자(110)의 냉각 성능과 발전 성능을 평가할 수 있게 된다. 구체적인 냉각성능 및 발전 성능 평가 방법은 도면을 참조하여 후술하기로 한다.
- [0028] - 평가 장치 실시 예 2 (비접촉 식)
- [0029] 도 4에는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 유연 열전소자의 유연성 및 성능 평가 장치(200, 이하 "성능 평가 장치")의 개략 단면도가 도시되어 있다.
- [0030] 본 발명의 제2 실시 예에 따른 성능 평가 장치(200)는 히터와 히트 싱크를 유연 열전소자와 비접촉식으로 구성하여 히터 및 히트 싱크가 유연한 재질로 구성되지 않아도 적용이 가능한 장점이 있다.
- [0031] 도시된 바와 같이 성능 평가 장치(200)는 유연 열전소자(210)와, 유연 열전소자(210)의 양 끝단이 고정되며, 유연 열전소자(210) 소자에 곱힘 하중을 가하기 위한 액추에이터(220)와, 유연 열전소자(210)의 일면 일측에 이격되어 유연 열전소자를 가열하는 히터(230)와, 유연 열전소자(210)의 타면 타측에 이격되어 유연 열전소자를 냉각하는 쿨러(240)와, 유연 열전소자(210)에서 일정 거리 이격되어 유연 열전소자(210)의 곡률을 측정하는 레이저 측정수단(250)을 포함하여 이루어진다.
- [0032] 액추에이터(220)는 유연 열전소자(210)에 하중을 가하여 유연 열전소자(210)의 곡률을 변경시키기 위한 구성으

로 유연 열전소자(210)의 길이 방향 일측에 결합되어 유연 열전소자(210)의 길이 방향 일측을 고정하는 고정수단(221)과, 유연 열전소자(210)의 길이 방향 타측에 결합되어 유연 열전소자(210)의 길이 방향 일측을 향해 하중을 가하는 가압수단(222)으로 구성될 수 있다.

- [0033] 유연 열전소자(210)의 일면 일측에는 유연 열전소자(210)의 일면을 특정 온도로 가열하기 위한 히터(230)가 배치된다. 히터(230)는 유연 열전소자(210)를 복사에 의해 정해진 온도로 가열하기 위한 구성이면 어떠한 구성도 적용될 수 있고, 일예로 광학 히터 등이 적용될 수 있다.
- [0034] 유연 열전소자(210)의 타면 타측에는 유연 열전소자(210)의 타면을 냉각하기 위한 쿨러(240)가 배치된다. 쿨러(240)는 유연 열전소자(210)를 정해진 온도로 냉각시킬 수 있는 구성이면 어떠한 구성도 적용될 수 있고, 일예로 공랭식 팬이 적용될 수 있다.
- [0035] 유연 열전소자(210)의 일면 일측에는 일정거리 이격되어 레이저 측정수단(250)이 구비될 수 있다. 레이저 측정수단(250)은 유연 열전소자(210)에 라인 레이저를 조사하여 유연 열전소자(210)의 곡률을 측정하기 위해 구성된다.
- [0036] 위와 같은 구성의 성능 평가 장치(200)를 통해 유연 열전소자(210)의 곡률을 순차적으로 가변시키면서, 유연 열전소자(210)의 냉각 성능과 발전 성능을 평가할 수 있게 된다. 구체적인 냉각성능 및 발전 성능 평가 방법은 도면을 참조하여 후술하기로 한다.
- [0037] 도 5에는 본 발명의 제1 실시 예의 액추에이터(120, 220)를 나타낸 단면도가 도시되어 있고, 도 6에는 본 발명의 제2 실시 예의 액추에이터(220)를 나타낸 단면도가 도시되어 있다.
- [0038] 본 발명의 평가 장치(100, 200)는 액추에이터(120, 220)를 통해 유연 열전소자(110, 210)의 곡률 가변 시 유연 열전소자(110, 210)의 손상을 최소화하도록 다음과 같은 구성을 갖는다.
- [0039] 도 5에 도시된 바와 같이 고정 수단(121, 221)의 타측에는 제1 링크(123, 223)가 구비되고, 가압 수단(122, 222)의 일측에는 제2 링크(124, 224)가 구비된다. 제1 링크(123, 223)는 일측이 고정 수단(121, 221)에 힌지 결합되고, 타측이 유연 열전소자(110, 210)의 일측에 결합된다. 또한, 제2 링크(124, 224)는 타측이 가압 수단(122, 222)에 힌지 결합되고, 일측이 유연 열전소자(110, 210)의 타측에 결합된다. 위와 같은 제1 및 제2 링크의 구성을 통해 유연 열전소자(110, 210)의 양측이 힌지 변형되는 것을 방지할 수 있다.
- [0040] 또한, 본 발명의 평가 장치(200)는 액추에이터(220)를 통해 유연 열전소자(210)의 곡률 가변 시 유연 열전소자(210)의 일측에서 타측까지 곡률 변화가 최소화되도록 다음과 같은 구성을 갖는다. 본 실시 예는 제2 실시 예의 평가 장치(200)에 한하여 적용될 수 있다.
- [0041] 도 6에 도시된 바와 같이 액추에이터(220)는, 일측이 고정수단(221)에 결합되고 타측이 가압수단(222)에 결합되는 필름(225)을 더 구비한다. 위 필름(225)은 유연 열전소자(210) 보다 덜 유연한 재질로 구성되어 가압수단(222)을 통해 가압 시 일측에서 타측까지 곡률이 일정하게 유지되도록 구성된다.
- [0042] 즉 위 필름(225)의 일면에 유연 열전소자(210)를 부착하게 되면, 가압 수단(222)을 통해 가압 시 유연 열전소자(210)가 유연한 재질로 이루어짐에 따라 특정 부분의 곡률만 증가하는 것을 방지하게 된다.
- [0043] - 평가 방법 실시 예 1 (냉각 성능)
- [0044] 도 7에는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 유연 열전소자의 유연성 및 성능 평가 방법의 순서도가 도시되어 있다.
- [0045] 유연 열전소자(110)의 냉각 성능은 유연 열전소자(110)의 흡열량(Qc)을 평가하는 것으로 유연 열전소자(110)에 전류를 가하여 유연 열전소자(110)의 일면과 타면에 온도차( $\Delta T$ )를 발생시킨 후 열전소자의 냉각되는 면의 흡열량(Qc)을 측정하게 된다. 특히 본원은 히터(130)를 이용하여 위 흡열량(Qc)을 측정함에 그 특징이 있다. 상세히 설명하면,
- [0046] 우선 유연 열전소자(110)에 전류를 가하여 열전소자의 일면은 냉각시키고, 타면은 가열하는 온도차 발생 단계(S11)를 수행한다.
- [0047] 다음으로 유연 열전소자(110)의 일면을 히터(130)를 통해 가열하여 온도차가 0이 되도록 하는 히터 가열 단계(S12)를 수행한다.
- [0048] 다음으로 온도차가 0이 되었을 때 히터(130)의 파워를 측정하여 열전소자의 흡열량을 산출하는 흡열량 측정 단계(S13)를 수행한다. 유연 열전소자의 일면과 타면의 온도차가 0이 된 경우 히터(130)의 파워는 열전소자의 흡



열량과 같게 되므로, 히터(130)의 파워를 측정하여 유연 열전소자의 흡열량을 산출하게 된다.

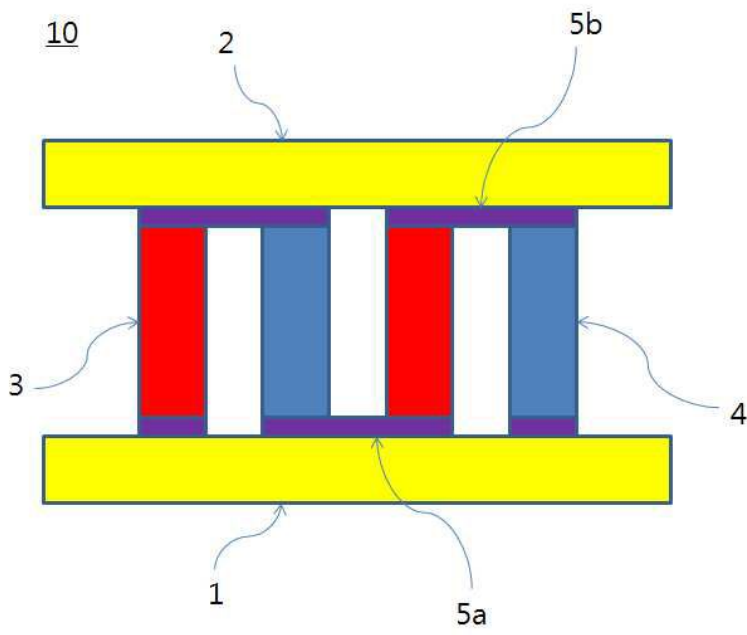
- [0049] 다음으로 유연 열전소자(110)의 전류의 세기를 가변하여 각각의 흡열량을 측정하는 전류 가변단계(S14)를 수행한다.
- [0050] 다음으로 유연 열전소자(110)의 곡률을 가변하여 각각의 흡열량을 측정하는 곡률 가변단계(S15)를 수행한다.
- [0051] - 평가 방법 실시 예 2 (발전 성능)
- [0052] 도 8에는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 유연 열전소자의 유연성 및 성능 평가 방법의 순서도가 도시되어 있다.
- [0053] 유연 열전소자(110)의 발전 성능은 유연 열전소자(110)의 발전량(파워)을 평가하는 것으로 유연 열전소자(110)의 일면과 타면에 온도차를 발생시켜 유연 열전소자(110)에서 발생하는 전류량을 측정하게 된다. 상세히 설명하면,
- [0054] 우선 유연 열전소자(110)의 일면을 히터(130)를 통해 가열하여 열전소자의 일면과 타면에 온도차를 발생시키는, 히터 가열 단계(S21)를 수행한다.
- [0055] 다음으로 유연 열전소자(110)에서 발생하는 전류량 즉 파워를 측정하여 열전소자의 발전량을 산출하는 발전량 측정 단계(S22)를 수행한다.
- [0056] 다음으로 히터(130)의 가열 세기를 가변하여 각각의 열전소자 발전량을 측정하는 히팅 가변단계(S23)를 수행한다.
- [0057] 다음으로 유연 열전소자(110)의 곡률을 가변하여 각각의 발전량을 측정하는 곡률 가변단계(S24)를 수행한다.
- [0058] - 결과
- [0059] 도 9에는 유연 열전소자의 곡률에 따른 저항 변화를 나타낸 그래프가 도시되어 있고, 도 10에는 본 발명의 일 실시 예에 따른 평가 장치(100, 200)를 이용해 측정된 온도차 대비 흡열량(냉각성능)을 나타낸 그래프가 도시되어 있고, 도 11에는 본 발명의 일 실시 예에 따른 평가 장치(100, 200)를 이용해 측정된 가열량 대비 발전량(발전성능)을 나타낸 그래프가 도시되어 있다.
- [0060] 도 9에 도시된 바와 같이 유연 열전소자(110)의 곡률 반경이 증가하게 되면, 이에 따른 저항이 증가하게 되고, 이에 따라 유연 열전소자(110)의 곡률 가변에 따른 각각의 성능지수 평가의 필요성이 대두되었다.
- [0061] 도 10에 도시된 바와 같이 유연 열전소자(110)에 가해지는 전류를 증가시켜 온도차가 증가하게 되면, 흡열량은 온도차의 증가에 비례하여 감소하게 되는데, 유연 열전소자(110)의 곡률이 감소하게 되면, 동일 온도차에서 흡열량이 감소하는 것을 알 수 있다.
- [0062] 도 11에 도시된 바와 같이 유연 열전소자(110)에 가해지는 가열량을 증가시켜 온도차가 증가하게 되면, 발전량은 일정 온도차까지 증가하다가 최고점에 도달한 후 감소하게 되는데, 유연 열전소자(110)의 곡률이 감소하게 되면, 동일 온도차에서 발전량이 감소하는 것을 알 수 있다.
- [0063] 본 발명의 상기한 실시 예에 한정하여 기술적 사상을 해석해서는 안 된다. 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당업자의 수준에서 다양한 변형 실시가 가능하다. 따라서 이러한 개량 및 변경은 당업자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속하게 된다.

**부호의 설명**

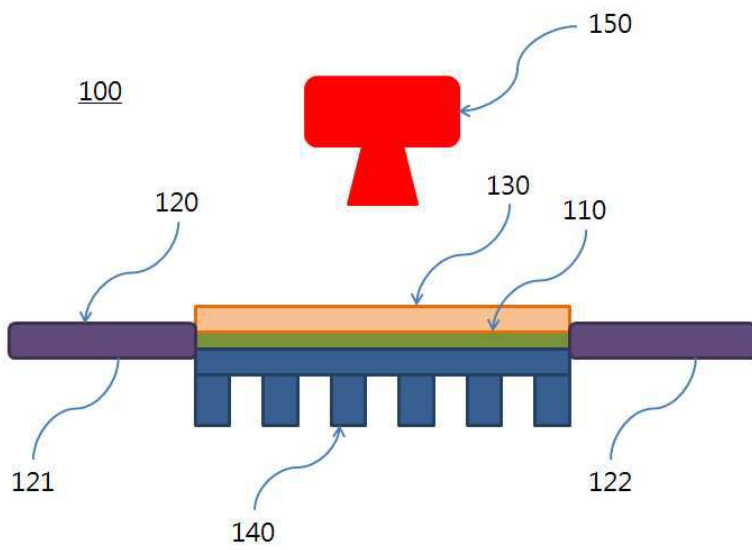
- [0064] 100, 200 : 유연 열전소자의 유연성 및 성능 평가 장치
- 110, 210 : 유연 열전소자
- 120, 220 : 액추에이터                      121, 221 : 고정 수단
- 122, 222 : 가압 수단
- 130, 230 : 히터
- 140 : 히트싱크                              240 : 쿨러
- 150, 250 : 레이저 측정 수단

도면

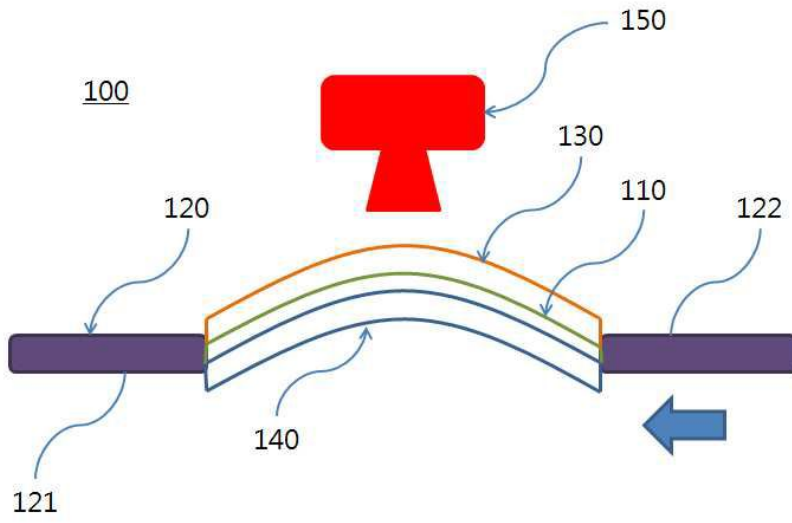
도면1



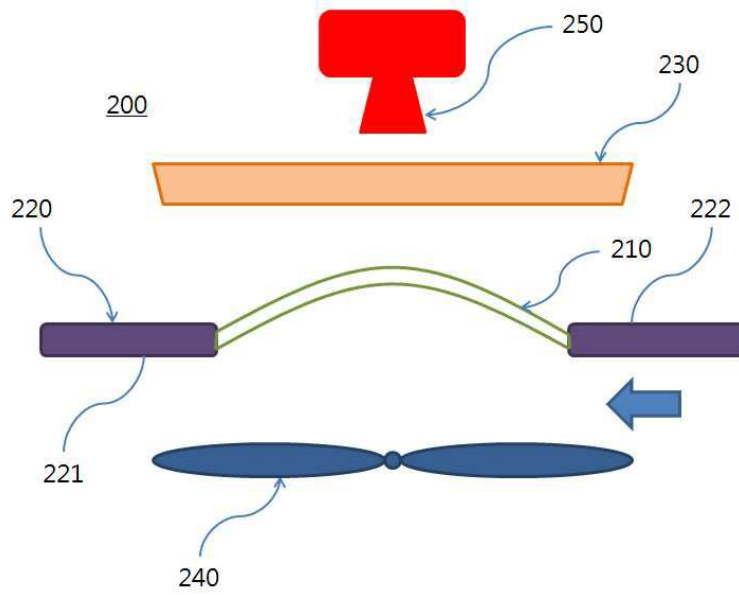
도면2



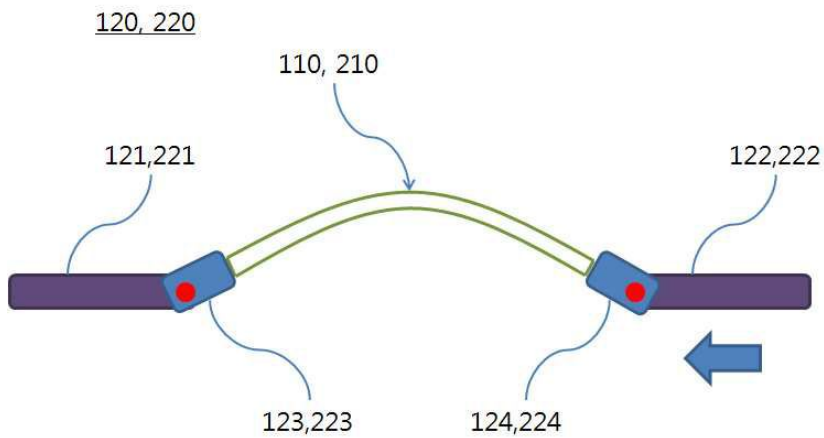
도면3



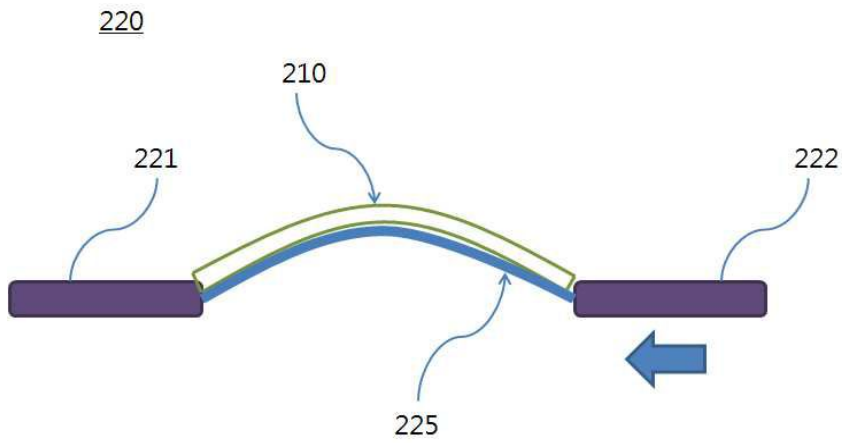
도면4



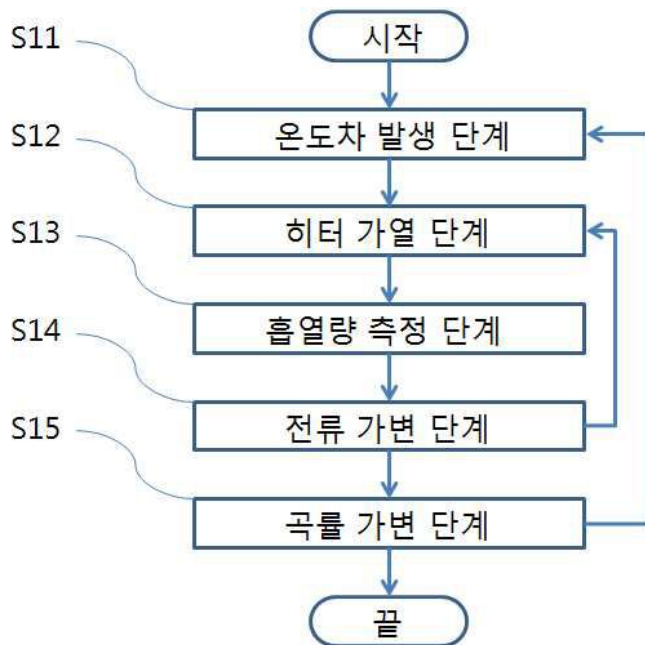
도면5



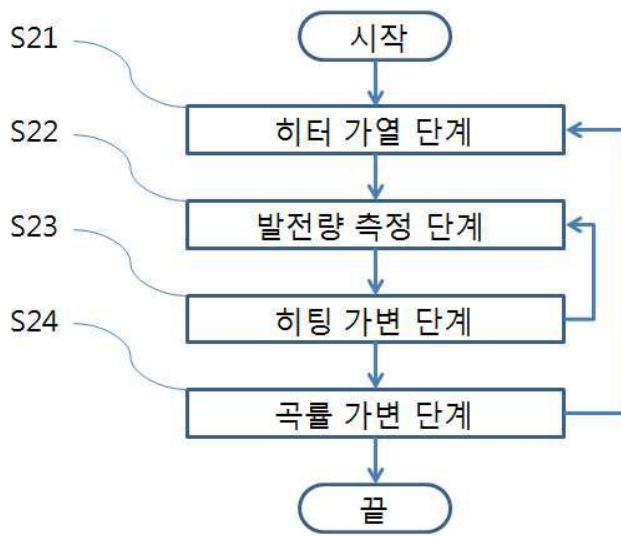
도면6



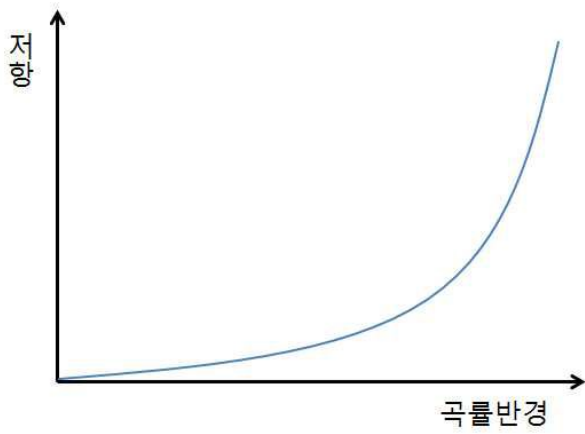
도면7



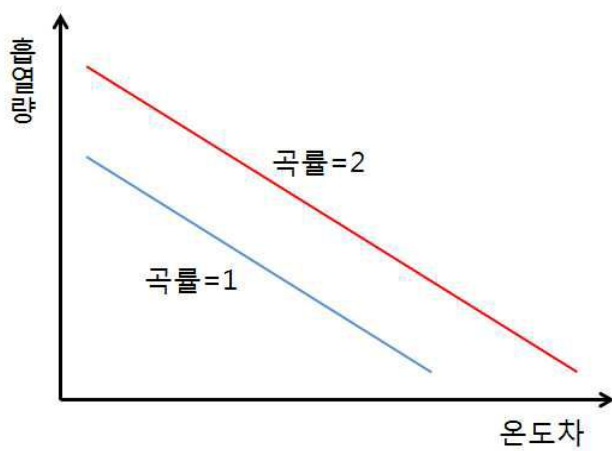
도면8



도면9



도면10



도면11

