



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0038325
(43) 공개일자 2017년04월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 35/02 (2006.01) H01L 35/12 (2006.01)
H01L 35/34 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 35/02 (2013.01)
H01L 35/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0137568
(22) 출원일자 2015년09월30일
심사청구일자 2015년09월30일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
이기석
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
장민선
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
장한특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 스핀 열전 소자 구조체

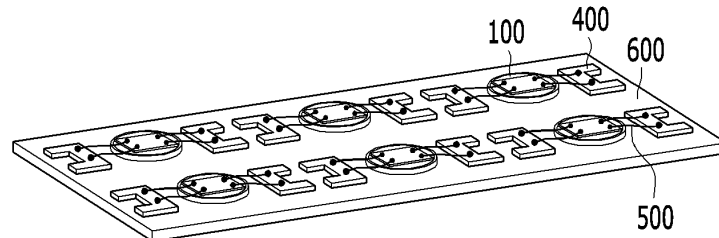
(57) 요약

본 발명은 스핀 열전 소자 구조체에 관한 것이다.

본 발명에 따른 스핀 열전 소자 구조체는 유연 재질의 베이스 기재, 상기 베이스 기재상에 서로 이격 되어 구비된 2개 이상의 스핀 열전 소자, 상기 베이스 기재상에 형성되고, 상기 스핀 열전 소자 사이에 구비된 복수의 전극 패드 및 상기 전극 패드와 상기 스핀 열전 소자를 전기적으로 연결하는 전극 라인을 포함한다.

대표도 - 도1

300



(52) CPC특허분류

H01L 35/34 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014H1A2A1022259

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 글로벌박사펠로우십

연구과제명 스핀전류 기반 고효율 스핀에너지 소재 연구

기 여 율 1/1

주관기관 국립대학법인 울산과학기술대학교 산학협력단

연구기간 2014.03.01 ~ 2016.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

유연 재질의 베이스 기재;

상기 베이스 기재상에 서로 이격 되어 구비된 2개 이상의 스핀 열전 소자;

상기 베이스 기재상에 형성되고, 상기 스핀 열전 소자 사이에 구비된 복수의 전극 패드; 및

상기 전극 패드와 상기 스핀 열전 소자를 전기적으로 연결하는 전극 라인을 포함하는 스핀 열전 소자 구조체.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 베이스 기재는 직선 또는 곡선 형태의 그루브가 형성되고,

상기 전극 패드가 상기 그루브를 채우도록 형성된 스핀 열전 소자 구조체.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 베이스 기재는 고분자, 직물, 서스 호일(SUS Foil), 그래핀 중 어느 하나인 스핀 열전 소자 구조체.

청구항 4

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 스핀 열전 소자는 졸-겔법에 의해 형성되고, 열원에 의한 온도 구배에 의해 스핀 지백 효과가 발현되는 물질로 구성된 열전층; 및

상기 열전층 상에 형성되고, 양단부에 연결된 도선을 통해 외부로 전기를 전달하는 전극층을 포함하는 스핀 열전 소자 구조체.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 전극층은 주전극부; 및

상기 주전극부와 연결된 복수의 부전극부를 포함하며,

상기 부전극부는 균일한 간격을 이루어 복수개로 형성된 스핀 열전 소자 구조체.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 전극층을 구성하는 주전극부와 부전극부는 동일 또는 유사한 두께로 형성된 스핀 열전 소자 구조체.

청구항 7

제 4항에 있어서,

상기 전극층은, 5nm 이상 또는 20nm 이하로 형성된 스핀 열전 소자 구조체.

청구항 8

제 4항에 있어서,

상기 열원은 태양광인 스핀 열전 소자 구조체.

청구항 9

제 4항에 있어서,

상기 열원은 CPV(Concentrator Photovoltaics)이고, 상기 CPV는 상기 스핀 열전 소자의 전극층 상에 상기 CPV가 부착되어 하이브리드 소자를 형성하는 스핀 열전 소자 구조체.

청구항 10

제 4항에 있어서,

상기 열전층의 재질은 YIG($Y_3Fe_5O_{12}$, Yttrium Iron Garnet)로 구성된 스핀 열전 소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스핀 열전 소자 구조체에 관한 것으로서, 보다 자세하게는 줄-겔법을 이용하여 제작된 스핀 열전 소자를 유연 재질의 기체에 적용한 스핀 열전 소자 구조체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 지속 가능한 사회를 향한 환경·에너지 문제의 대처가 점차 중요해지고 있는 가운데, 열전 변환 소자의 기대가 높아지고 있다. 열은 체온, 태양광, 엔진, 공업 배열 등 다양한 매체로부터 얻을 수 있는 가장 일반적인 에너지원이기 때문이다.

[0003] 그로 인해, 저탄소 사회에 있어서 에너지 이용의 효율성 증대, 유비쿼터스 단말기·센서 등에서의 급전과 같은 용도에 있어, 열전 소자는 향후 점점 더 중요해지는 것이 예상된다.

[0004] 열전 소자의 구조로 종래에는 Bi_2Te_3 등의 열전 반도체의 소결체를 가공·접합하여 열전대 모듈구조를 조립하는 벌크형 열전 변환 소자가 일반적이었지만, 최근에는 스퍼터 등으로 기판상에 열전 반도체 박막을 성막하여 모듈을 제작하는 박막형 열전 소자의 개발도 진행되어 주목받고 있다.

[0005] 이러한 박막형 열전 소자의 이점으로서, 소형·경량이고, 스퍼터나 도포·인쇄 등으로 대면적 일괄 성막이 가능하여 생산성이 높으며, 저렴한 기판을 사용함으로써 저비용화가 가능할 수 있다.

[0006] 여기서, 박막형 열전 소자는 지금까지 도포나 인쇄에 의해 제조되었다. 예를 들어, 분말화한 Bi_2Te_3 를 바인더와 혼합하여 페이스트화한 것을 스크린 인쇄법 등으로 기판상에 도포하여 열전 소자 패턴을 형성하고 있다. 또한, 열전 반도체 재료, 전극 재료를 포함하는 잉크를 잉크젯법으로 패턴 인쇄하여 열전 소자를 형성하고 있다. 또한, 열전 재료로서 유기 반도체를 사용하여 인쇄 프로세스에 의해 열전 소자를 형성하고 있다.

[0007] 그러나 상기 박막형 열전 소자는 박막이므로, 박막 표면/이면 간에서의 온도차 생성·유지가 곤란하다는 문제가 있었다. 즉, 많은 발전 용도에서는 열전 재료를 갖는 박막면에 수직인 방향으로 온도차(온도 구배)를 인가하여 열전 변환을 행하지만, 열전 반도체 박막의 막 두께가 얇아지면 얇아질수록 열 차단(열 저항)이 불충분해지는 점에서, 열전 반도체 박막의 표면과 이면의 사이의 온도차를 유지하는 것이 어려워지거나, 온도차의 대부분이 열전 반도체 박막의 표면과 이면이 아니라 기판의 표면과 이면의 사이에 발생하거나 하므로 효율적인 발전을 할 수 없게 된다.

[0008] 열 차단 특성을 향상시키기 위해서, 열전 반도체막의 막 두께를 두껍게 하거나(예를 들어, 수 $10\mu m$ 이상으로 하거나), 열전 반도체의 열전도율을 작게 하거나 중 어느 한쪽의 방법을 생각할 수 있는데, 막 두께를 두껍게 하면 할수록 열전대 구조를 도포·인쇄 프로세스 등으로 패턴·제작하는 것이 곤란해져서 생산성이 악화되므로, 고변환 효율화와 저비용 생산성의 사이에서 트레이드-오프(trade-off)가 발생할 수 있다.

[0009] 또한, 열전도율이 작은 재료일수록 전기 전도율도 작은 경향이 있으므로, 종래의 열전 발전에는 전기 전도율이 높은 열전 재료가 필요해지는 것을 생각하면, 전기 전도율과 열전도율의 사이에는 역시 트레이드-오프가 발생하므로, 열전도율의 저감에는 한계가 있다.

- [0010] 한편, 최근에는, 자성 재료에 온도 구배를 인가하면, 전자 스핀(electron spin)의 흐름이 발생하는 스핀 지백 효과(spin Seebeck effect)가 발견되고 있다.
- [0011] 열전 소자는 스핀터링법으로 성막한 강자성 금속막과 금속 전극으로 구성될 수 있는 데, 이 구성에 의하면, 강자성 금속막면에 평행 및 수직인 방향의 온도 구배를 부여하면, 스핀 지백 효과에 의해 온도 구배에 따른 방향으로 스핀류가 유기(誘起)된다. 이 유기된 스핀류는 강자성 금속에 접하는 금속 전극에 있어 역 스핀 홀 효과에 의해 전류로서 외부에 취출할 수 있다. 이에 의해 열로부터 전력을 취출하는 온도차 발전이 가능해진다.
- [0012] 이 스핀 지백 효과를 이용하면, 열전대 모듈 구조를 사용한 종래형의 열전 변환 소자와 달리 복잡한 열전대 구조가 불필요하므로, 상기한 구조 패터닝에 관한 과제는 해결되어 저비용으로 대면적화가 용이한 박막 열전 소자가 얻어질 수 있다.
- [0013] 또한, 스핀 지백 효과를 이용한 열전 변환 소자에서는, 전기 전도 부분(전극)과 열전도 부분(자성체)을 독립적으로 설계할 수 있는 점에서, 전기 전도율이 크고(옴 손실이 작고) 열전도율이 작은(표면과 이면의 사이의 온도차를 유지하는 것이 가능한) 구조를 달성하는 것이 가능하다.
- [0014] 상기의 열전 소자를 이용한 여러 가지 어플리케이션에 응용할 수 있도록 최적의 구조를 가지는 구조체의 개발 또한 중요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0015] (특허문헌 0001) 대한민국특허등록공보 제0904666호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0016] 따라서, 본 발명은 종래 스핀 열전 소자 구조체에서 제기되고 있는 상기 제반 단점과 문제점을 해결하기 위하여 창안된 것으로서, 졸-겔법을 이용하여 열전층이 제작된 스핀 열전 소자를 유연 재질의 베이스 기재에 적용한 스핀 열전 소자 구조체가 제공됨에 발명의 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0017] 본 발명의 상기 목적은 유연 재질의 베이스 기재, 상기 베이스 기재상에 서로 이격 되어 구비된 2개 이상의 스핀 열전 소자, 상기 베이스 기재상에 형성되고, 상기 스핀 열전 소자 사이에 구비된 복수의 전극 패드 및 상기 전극 패드와 상기 스핀 열전 소자를 전기적으로 연결하는 전극 라인을 포함하는 스핀 열전 소자 구조체가 제공됨에 의해서 달성된다.
- [0018] 이때, 상기 베이스 기재는 직선 또는 곡선 형태의 그루브가 형성되고, 상기 전극 패드가 상기 그루브를 채우도록 형성될 수 있고, 상기 베이스 기재는 고분자, 직물, 서스 호일(SUS Foil), 그래핀 중 어느 하나일 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 스핀 열전 소자는 졸-겔법에 의해 형성되고, 열원에 의한 온도 구배에 의해 스핀 지백 효과가 발현되는 물질로 구성된 열전층 및 상기 열전층 상에 형성되고, 양단부에 연결된 도선을 통해 외부로 전기를 전달하는 전극층을 포함할 수 있고, 상기 전극층은 주전극부 및 상기 주전극부와 연결된 복수의 부전극부를 포함하며, 상기 부전극부는 균일한 간격을 이루어 복수개로 형성될 수 있다.
- [0020] 이때, 상기 전극층을 구성하는 주전극부와 부전극부는 동일 또는 유사한 두께로 형성될 수 있고, 상기 전극층은, 5nm 이상 또는 20nm 이하로 형성될 수 있으며, 상기 열원은 태양광일 수 있고, 상기 열원은 CPV(Concentrator Photovoltaics)이고, 상기 CPV는 상기 스핀 열전 소자의 전극층 상에 상기 CPV가 부착되어 하이브리드 소자를 형성할 수 있으며, 상기 열전층의 재질은 YIG($\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$, Yttrium Iron Garnet)로 구성될 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 스핀 열전 소자 구조체는 유연 재질의 베이스 기재상에 열원에 의

한 온도 구배 발현에 의해 열에너지를 전기에너지로 변환하는 열전층이 졸-겔법에 의해 형성된 스핀 열전 소자를 구비하여, 사람의 신체 또는 자동차 등의 곡면인 표면에 대응 가능하고, 신체의 체온을 이용한 열 에너지를 이용하여 웨어러블 기기에 전원을 공급할 수 있으며, 자동차 등의 표면에 부착하여 주 동력원 또는 보조 동력원으로 사용할 수도 있다.

도면의 간단한 설명

[0022]

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 사시도.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 사시도.

도 3은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 사시도.

도 4는 본 발명의 스핀 열전 소자 구조체에 구비되는 스핀 열전 소자의 사시도.

도 5는 본 발명의 스핀 열전 소자 구조체에 구비되는 스핀 열전 소자의 평면도.

도 6은 도 5의 A-A 단면도.

도 7은 본 발명의 스핀 열전 소자 구조체에 구비되는 스핀 열전 소자의 사시도.

도 8은 도 7의 B-B 단면도.

도 9a는 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 유연 재질의 베이스 기재의 사시도.

도 9b는 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 유연 재질의 베이스 기재상에 전극 패드를 형성한 후의 사시도.

도 9c는 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 스핀 열전 소자를 배치한 후의 사시도.

도 9d는 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 전극 라인을 형성한 후의 사시도.

도 10a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 그루브가 형성된 유연 재질의 베이스 기재의 사시도.

도 10b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 유연 재질의 베이스 기재상에 전극 패드를 형성한 후의 사시도.

도 10c는 본 발명의 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 스핀 열전 소자를 배치한 후의 사시도.

도 10d는 본 발명의 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 전극 라인을 형성한 후의 사시도.

도 11a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 그루브가 형성된 유연 재질의 베이스 기재상에 전극 패드를 형성한 후의 사시도.

도 11b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 전극 패드 상에 스핀 열전 소자를 배치한 후의 사시도.

도 11c는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 전극 패드의 양 끝단에 전극 라인을 형성한 후의 사시도.

도 12은 본 발명의 스핀 열전 소자 구조체의 다양한 실시예의 사시도.

도 13는 본 발명의 스핀 열전 소자 구조체의 다양한 실시예의 사시도.

도 14는 본 발명의 스핀 열전 소자 구조체의 다양한 실시예의 사시도.

도 15는 본 발명의 스핀 열전 소자 구조체의 다양한 실시예의 사시도.

도 16은 본 발명의 스핀 열전 소자 구조체의 다양한 응용분야를 보여주는 참고도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 기술 등은 첨부되는 도면들과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있다. 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 함과 더불어, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공될 수 있다.
- [0024] 본 명세서에서 사용된 용어들은 실시 예를 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 다수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprise)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0025] 본 발명에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 상기 목적에 대한 기술적 구성을 비롯한 작용효과에 관한 사항은 본 발명의 바람직한 실시예를 도시한 아래의 도면을 참조하여 설명하는 상세한 설명에 의해서 명확하게 이해될 것이다.
- [0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 사시도 이고, 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 사시도 이며, 도 3은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 사시도 이고, 도 4는 본 발명의 스핀 열전 소자 구조체에 구비되는 스핀 열전 소자의 사시도 이며, 도 5는 본 발명의 스핀 열전 소자 구조체에 구비되는 스핀 열전 소자의 평면도이고, 도 6은 도 5의 A-A 단면도이며, 도 7은 본 발명의 스핀 열전 소자 구조체에 구비되는 스핀 열전 소자의 사시도 이고, 도 8은 도 7의 B-B 단면도이며, 도 10a는 그루브가 형성된 유연 재질의 베이스 기재의 사시도이다.
- [0029] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체(300)는 유연 재질의 베이스 기재(600), 상기 베이스 기재(600)상에 서로 이격 되어 구비된 2개 이상의 스핀 열전 소자(100), 상기 베이스 기재(600)상에 형성되고, 상기 스핀 열전 소자(100) 사이에 구비된 복수의 전극 패드(400) 및 상기 전극 패드(400)와 상기 스핀 열전 소자(100)를 전기적으로 연결하는 전극 라인(500)을 포함할 수 있다.
- [0030] 상기 유연 재질의 베이스 기재(600)는 고분자, 직물, 서스 호일(SUS Foil), 그래핀 중 어느 하나일 수 있다. 이와 같이 유연 재질의 베이스 기재를 적용하기 때문에 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체는 자동차, 선박, 항공기 등의 표면이 곡면인 경우에도 그 표면의 곡률에 맞추어 적용할 수 있고, 일반적으로 곡면인 사람의 신체 부위에도 장착이 가능할 수 있다.
- [0031] 다만, 상기 유연 재질의 베이스 기재(600)는 고분자, 직물, 서스 호일(SUS Foil), 그래핀으로 한정되지 않는다.
- [0032] 상기 스핀 열전 소자(100)는 열 에너지 구배를 이용하여 전기를 생산할 수 있고, 상기 베이스 기재(600)상에 2개 이상 직렬 또는 병렬 구조로 구비될 수 있다.
- [0033] 상기 열 에너지 구배는 사람의 체온에 의한 것일 수 있고, 태양광에 의한 것일 수도 있다. 다시 말해, 자연환경에서 얻을 수 있는 빛과 인간의 생활환경에서 발생하는 열 등을 열원으로 이용할 수 있다는 것이므로 자연 친화적이며, 손실되는 열을 이용함에 있어 큰 장점을 가진다.
- [0034] 예를 들어, 상기 스핀 열전 소자(100)가 사람의 신체에 접하도록 스핀 열전 소자 구조체(300)를 장착하면 체온에 의한 열 에너지에 의하여 전기를 생산할 수 있는데, 손목시계 또는 손목시계 형태의 스마트 기기를 포함한 웨어러블 기기에 사용하여 필요한 전원을 공급하거나 보충하는 역할을 할 수 있다.
- [0035] 또한, 상기 스핀 열전 소자(100)가 태양광에 노출되도록 스핀 열전 소자 구조체(300)를 장착하면 태양광에 의한 열 에너지에 의하여 전기를 생산할 수 있는데, 자동차, 선박, 항공기 등의 외부 표면에 장착하여 주 동력원 또는 보조 동력원으로 사용할 수 있다.
- [0036] 상기 스핀 열전 소자(100)는 상기 전극 라인(500)을 통하여 상기 전극 패드(400)에 전기적으로 연결될 수 있으며, 상기 전극 패드(400)는 배터리, 모터, 디스플레이부 등의 전원 공급이 필요한 부품으로 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0037] 도 2, 도 3 및 도 10a를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체(310, 320)는 유연 재질의 베이스 기재(600), 상기 베이스 기재(600)상에 서로 이격 되어 구비된 2개 이상의 스핀 열전 소자(100), 상기 베이스 기재(600)상에 형성되고, 상기 스핀 열전 소자(100) 사이에 구비된 복수의 전극 패드(400) 및 상기

전극 패드(400)와 상기 스핀 열전 소자(100)를 전기적으로 연결하는 전극 라인(500)을 포함하되, 상기 베이스 기재(600)는 직선 또는 곡선 형태의 그루브(groove, 도 10a, 610)가 형성되고, 상기 전극 패드(400)가 상기 그루브(610)를 채우도록 형성될 수 있다. 이때, 상기 그루브는 도 2와 같이 일렬로 배치된 스핀 열전 소자(100) 하부에 한 줄로 형성될 수 있고, 도 3과 같이 두 줄로 형성될 수 있다.

[0038] 또한, 상기 그루브(610)는 상기 스핀 열전 소자(100)들 하부에 직선 또는 곡선 형태로 형성될 수 있다.

[0039] 상기 그루브(610)의 단면 형상은 직사각형 형태로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니고 타원형, 반구형 등의 여러 형태로 형성할 수 있다.

[0041] 도 4, 도 5, 도 6을 참조하면, 상기 스핀 열전 소자(100)는 열전층(110)과 전극층(120)으로 구성된다. 상기 전극층(120)은 열전층(110) 상에 형성된다. 이때, 상기 전극층(120)은 열전층(110) 상에서 소정의 두께를 가지는 사다리 형태로 형성될 수 있으며, 사다리 형상에 한정되는 것은 아니고 열전층(110) 상에서 다양한 디자인으로 설계되어 형성될 수 있다.

[0042] 상기 열전층(110)은 태양광 또는 열원(heat source)에 의해 생성되는 온도 구배로 인하여 열에너지를 전기에너지로 변환하는 역할을 함과 아울러 전극층(120)을 지지하는 기판의 역할을 한다.

[0043] 열전층(110)은 열 에너지 구배에 의해 스핀 지백 효과(Spin Seeback effect)를 나타내는 물질로 구성될 수 있으며, 대표적으로 $YIG(Y_3Fe_5O_{12}$, Yttrium Iron Garnet)로 구성될 수 있다. 이때, 열전층(110)은 졸-겔법(Sol-Gel method)에 의해서 제작될 수 있는바, 졸-겔법에 의해 열전층의 균질성을 향상시킬 수 있고, 저온 합성과 회토류 첨가에 의한 새로운 조성의 합성이 가능하며, 미립자 세라믹스(nano powder)의 합성에 의해 열전층의 표면적 증대 효과를 기대할 수 있다.

[0044] 상기 열전층(110)의 제작시 채용되는 졸-겔법은 가수분해 또는 탈수축합에 의해서 얻어진 수집, 수백 mm의 콜로이드(colloid)입자가 액체 중에 분산된 졸(sol)의 화염 가수분해에서 얻어진 실리카 미립자 등을 액체에 분산시켜 졸(sol)에서 콜로이드 입자의 응집, 응결에 의해서 졸(sol)의 유동성이 손실되어 다공체의 겔(gel)로 되는 반응을 말한다.

[0045] 여기서, 졸(sol)은 반응물 염이 녹은 용액으로 일반적으로 1~1000nm 정도의 입자들로 이루어지며, 콜로이드(입자 겔)나 고체무기물 단분자(중합 겔)가 분산되어 있는 현탁액으로, 이 현탁액은 인력이나 중력의 작용이 무시할 정도로 작아 반데르발스 인력이나 표면 전하가 주로 작용하여 침전이 발생하지 않고 분산된 콜로이드 형태를 띄게 된다. 콜로이드를 형성하기 위한 전구체는 다양한 반응성 배위체로 감싸진 금속으로 구성되며, 이렇게 형성된 졸은 그 분산매인 용매의 제거에 의해 겔로 전이된다.

[0046] 또한, 겔(Gel)은 졸(Sol)의 반응이 지속되면서 분산된 고체분자들이 고분자화 되면서 연속적인 고체 망목 구조를 형성하여 유동성을 잃은 상태로 졸과는 달리 유동성이 상실된 겔을 적절하게 열처리하여 단단한 세라믹스를 제조할 수 있다.

[0047] 또한, 상기 전극층(120)은 열전층(110) 상에 형성되어 열전층(110)에 온도 구배에 의해 형성된, 즉, 열에너지가 전기 에너지로 변환된 전력을 외부로 전달하는 역할을 한다. 상기 전극층(120)을 구성하는 전극들은 백금(Pt) 재질로 구성될 수 있으며, 포토리소그래피(Photolithography) 공정과 DC 혹은 RF 스퍼터링 공정에 의해서 열전층(110) 상에 형성될 수 있다.

[0048] 상기 전극층(120)은 도 4 및 도 5에 구체적으로 도시된 바와 같이 양측에 평행하게 형성된 주전극부(121)와, 주전극부(121)와 직교하며 연결되는 복수의 부전극부(122)로 구성될 수 있다. 주전극부와 부전극부는 사다리 형태 외에 다양한 형상으로 연결될 수 있으며, 이에 따라 주전극부와 부전극부가 항상 직교하는 형태로 연결되는 것은 아니다. 이때, 주전극부(122)의 양단부는 도선(도면 미도시)이 별도로 연결되고 전극층을 통해 전달되는 전기는 도선을 통해 외부로 공급된다.

[0049] 전극층(120)은 포토레지스트(PR : Photo Resist)와 마스크 패턴을 이용한 포토리소그래피 공정을 통해 형성될 때, 전극이 형성될 영역에 마스크 패턴을 형성하고 그 외의 영역에 PR 용액을 도포한 후 광을 조사하여 마스크 패턴 형성 영역에 전극 패턴을 형성하는 포지티브(positive) 방식을 이용할 수 있으며, 전극이 형성될 영역에 PR 용액을 도포하고, 그 외의 영역에 마스크 패턴을 형성한 후 광을 조사하여 PR 용액 도포 영역에 전극 패턴을 형성하는 네거티브(negative) 방식으로 형성될 수 있다.

- [0050] 이와 같은 포지티브 방식과 네거티브 방식은 전극층(120)의 디자인 형태에 따라 제조 과정에서 적절히 선택될 수 있으며, 전극 디자인의 설계 형상에 따라 유리한 방식으로 선택할 수 있다.
- [0051] 상기 전극층(120)을 구성하는 주전극부(121)와 부전극부(122)는 각각 균일한 간격을 이루어 복수 개로 형성되는 것이 바람직하며, 주전극부(121)와 부전극부(122)가 열전층(120) 상에서 동일 또는 유사한 두께(t)로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0052] 상기 전극층(120)의 두께(t)는 5nm 이상 20nm 이하로 형성될 수 있는 데, 그 두께가 5nm 이하일 경우에는 열전층(110)에서 전력 변환된 전기 에너지의 전달시 저항이 증가하게 되어 전력 효율이 저하될 수 있으며, 전극층(120)의 두께가 20nm 이상일 경우에는 전극층의 배면측에서 흐르는 전류(back flow current)가 증가하게 되어 전력 효율이 저하될 수 있다. 이때, 상기 전극층(120)의 두께는 백 플로우 커런트를 최소로 하면서 전력 전달의 저항을 최소로 하여 전력 효율이 최대화되는 15nm의 두께로 설계함이 가장 바람직하다.
- [0053] 또한, 상기 주전극부(121) 및 부전극부(122)의 길이(l)는 6mm 이상, 그 폭(w)은 0.1mm 이상으로 형성될 수 있으며, 상기 주전극부(121)를 직교하며 연결하는 부전극부(122)는 일렬로 복수 개 형성되되, 그 간격(i)이 0.6mm 내지 0.7mm로 형성됨이 바람직하다.
- [0054] 여기서, 상기 주전극부(121)와 부전극부(122)의 길이가 6mm 이하로 형성될 경우, 스핀 디퓨전 길이(spin diffusion length)가 충분히 확보되지 않기 때문에 스핀 제백 효과를 나타낼 수 있는 스핀 커런트(spin current)가 확보되지 않아 온도 구배에 따른 충분한 전력 변환이 이루어지지 않기 때문에 에너지 변환 효율이 저하될 수 있으므로, 그 길이를 6mm 이상의 충분한 길이로 형성함이 바람직하다.
- [0055] 또한, 상기와 같은 이유로 주전극부(121)와 부전극부(122)의 폭도 0.1mm 이상으로 형성될 수 있다.
- [0056] 이와 같이 구성된 본 발명의 스핀 열전 소자(100)는 열전층(110)이 졸-겔법에 의해 제작됨에 따라 유연 재질의 표면이나 곡면 등에 적용 가능한 다양한 형상으로 형성될 수 있으며, 이에 따라 도트(dot) 형태 또는 격자 형태로 형성될 수 있다. 이때, 도트 형태 또는 격자 형태의 스핀 열전 소자(100)들은 열전층 상에 다양한 디자인의 전극층이 형성될 수 있다.
- [0057] 도 7과 도 8을 참조하면, 본 실시예의 스핀 열전 소자(100)는 열전층(110)과, 열전층(110) 상에 형성된 전극층(120)이 형성되고, 전극층(120) 상에 열원으로 이용되는 태양전지(200)가 부착될 수 있다.
- [0058] 본 실시예의 스핀 열전 소자(100)는 태양광을 열원으로 직접 이용할 수 있는 위치에 장착될 수 없는 경우에 별도의 열원으로 태양전지를 부착하여 열전층(110) 상에 온도 구배가 발생되도록 함에 의해서 열에너지를 전기에너지로 변환될 수 있도록 할 수 있다.
- [0059] 본 실시예에서 열전층(110)을 제작할 때 졸-겔법을 이용하는 것과, 열전층(110) 상에 전극층(120)을 형성하고 상기 전극층(120)의 구성은 앞서 설명한 실시예와 동일한 것이어서 이에 대해서 중복되는 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0060] 상기 압전층(110) 상에 부착된 태양전지(200)는 집광형 태양전지인 CPV(concentrating photovoltaics)형이 바람직하다.
- [0062] 도 9a는 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 유연 재질의 베이스 기재의 사시도이고, 도 9b는 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 유연 재질의 베이스 기재상에 전극 패드를 형성한 후의 사시도이며, 도 9c는 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 스핀 열전 소자를 배치한 후의 사시도이고, 도 9d는 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 전극 라인을 형성한 후의 사시도이다.
- [0063] 도 9a 내지 도 9d를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법은 유연 재질의 베이스 기재(600)를 준비하는 단계, 상기 베이스 기재(600)상에 전극 패드(400)를 형성하는 단계, 상기 전극 패드(400) 사이에 스핀 열전 소자(100)를 형성하는 단계 및 상기 스핀 열전 소자(100)와 상기 전극 패드(400)를 전기적으로 연결하도록 전극 라인(500)을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0064] 상기 베이스 기재(600)는 고분자, 직물, 서스 호일(SUS Foil), 그래핀 중 어느 하나일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0065] 상기 전극 패드(400)와 상기 스핀 열전 소자(100)는 상기 베이스 기재(600)의 크기에 따라 복수 개가 형성될 수 있다.
- [0067] 도 10a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 그루브가 형성된 유연 재질의 베이스 기재의 사시도 이고, 도 10b는 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 유연 재질의 베이스 기재상에 전극 패드를 형성한 후의 사시도 이며, 도 10c는 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 스핀 열전 소자를 배치한 후의 사시도 이고, 도 10d는 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 전극 라인을 형성한 후의 사시도 이다.
- [0068] 도 10a 내지 도 10d를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법은 직선 또는 곡선 형태의 그루브(610, groove)가 형성된 유연 재질의 베이스 기재(600)를 준비하는 단계, 상기 베이스 기재(600)상에 전극 패드(400)를 형성하는 단계, 상기 전극 패드(400) 상에 스핀 열전 소자(100)를 형성하는 단계 및 상기 스핀 열전 소자(100)와 상기 전극 패드(400)를 전기적으로 연결하도록 전극 라인(500)을 형성하는 단계를 포함하되, 상기 전극 패드(400)는 상기 그루브(610)를 채우도록 형성할 수 있다.
- [0069] 상기 베이스 기재(600)는 고분자, 직물, 서스 호일(SUS Foil), 그래핀 중 어느 하나일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0070] 상기 전극 패드(400)와 상기 스핀 열전 소자(100)는 상기 베이스 기재(600)의 크기에 따라 복수 개가 형성될 수 있다.
- [0072] 도 11a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 그루브가 형성된 유연 재질의 베이스 기재상에 전극 패드를 형성한 후의 사시도 이고, 도 11b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 전극 패드 상에 스핀 열전 소자를 배치한 후의 사시도 이며, 도 11c는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체의 제조방법 중 전극 패드의 끝단에 전극 라인을 형성한 후의 사시도 이다.
- [0073] 도 11a 내지 도 11c를 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 스핀 열전 소자 구조체는 그루브(610, groove)가 형성된 유연 재질의 베이스 기재에 백금(Pt) 전극 패드를 형성하는 단계, 상기 백금 전극 패드상에 스핀 열전 소자를 형성하는 단계 및 상기 백금 전극 패드의 끝단에 전극 라인을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0074] 상기 전극 라인은 스핀 열전 소자 구조체의 다른 부분과의 전기적인 통전을 위하여 추가적으로 형성할 수 있다.
- [0075] 상기 방법을 통하여 백금 전극 패드 양 끝단에 전극 라인을 연결하여 스핀 열전 소자에서 발생한 전력을 측정하는 것도 가능하다.
- [0078] *도 12 내지 도 15는 본 발명의 스핀 열전 소자 구조체의 다양한 실시예의 사시도 이고, 도 16은 본 발명의 스핀 열전 소자 구조체의 다양한 응용분야를 보여주는 참고도이다.
- [0079] 도 12 내지 도 16을 참조하면, 본 발명에 따른 스핀 열전 소자 구조체는 도 11과 내지 도 15와 같이 적용되는 어플리케이션에 따라 다양한 형태로 구성될 수 있다.
- [0080] 특히, 도 13과 같이 전극 패드 사이에 2개의 스핀 열전 소자가 구비되도록 할 수 있으며, 도 14와 같이 전극 패드 사이에 다수의 스핀 열전 소자가 구비되도록 할 수도 있다.
- [0081] 또한, 도 16과 같이 손목시계, 손목시계 형태의 스마트 기기 등 다양한 웨어러블 기기에 적용될 수 있으며, 자동차, 선박, 비행기 등의 표면에 부착하여 주 동력원 또는 보조 동력원으로 활용할 수 있다.
- [0083] 이상의 상세한 설명은 본 발명을 예시하는 것이다. 또한, 기술한 내용은 본 발명의 바람직한 실시 형태를 나타내고 설명하는 것에 불과하며, 본 발명은 다양한 다른 조합, 변경 및 환경에서 사용할 수 있다. 즉, 본 명세서

에 개시된 발명의 개념의 범위, 저술한 개시 내용과 균등한 범위 및/또는 당업계의 기술 또는 지식의 범위 내에서 변경 또는 수정이 가능하다. 전술한 실시 예들은 본 발명을 실시함에 있어 최선의 상태를 설명하기 위한 것이며, 본 발명과 같은 다른 발명을 이용하는데 당 업계에 알려진 다른 상태로의 실시, 그리고 발명의 구체적인 적용 분야 및 용도에서 요구되는 다양한 변경도 가능하다. 따라서, 이상의 발명의 상세한 설명은 개시된 실시 상태로 본 발명을 제한하려는 의도가 아니다. 또한, 첨부된 청구범위는 다른 실시 상태도 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

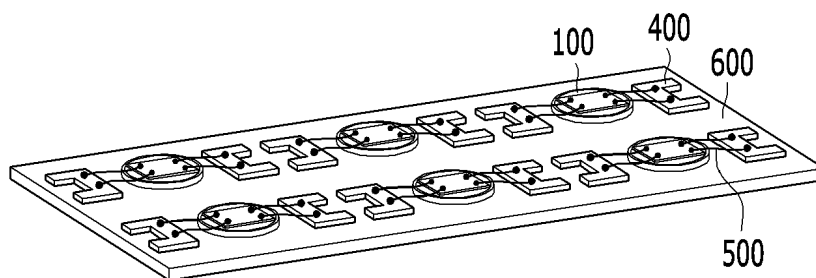
부호의 설명

- [0084]
- 100: 스핀 열전 소자
 - 110: 열전층
 - 120: 전극층
 - 121: 주전극부
 - 122: 부전극부
 - 200: CPV
 - 300, 310, 320: 스핀 열전 소자 구조체
 - 400: 전극 패드
 - 500: 전극 라인
 - 600: 베이스 기재

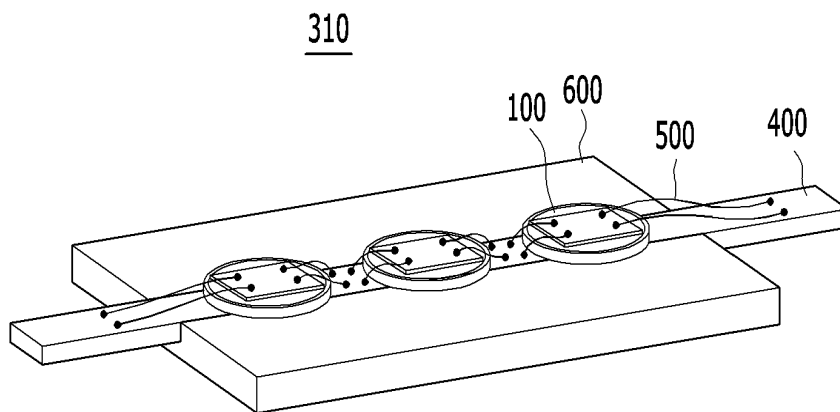
도면

도면1

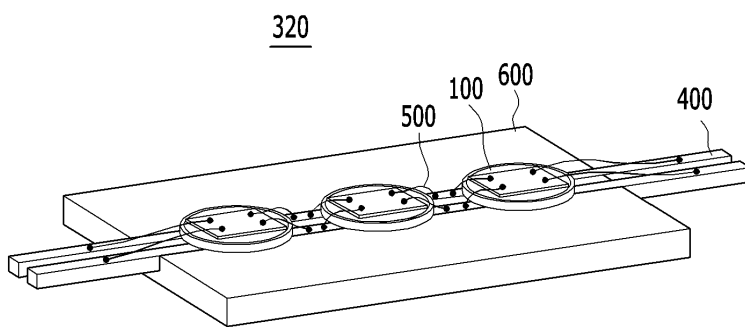
300



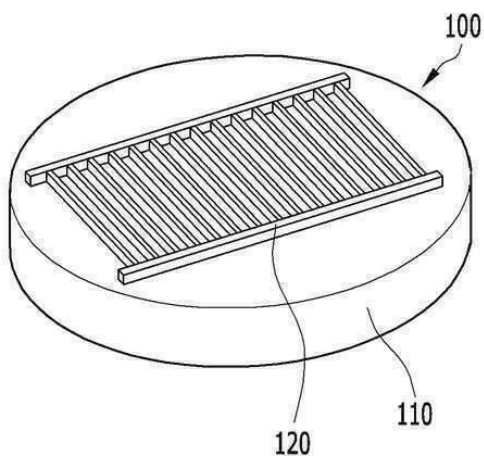
도면2



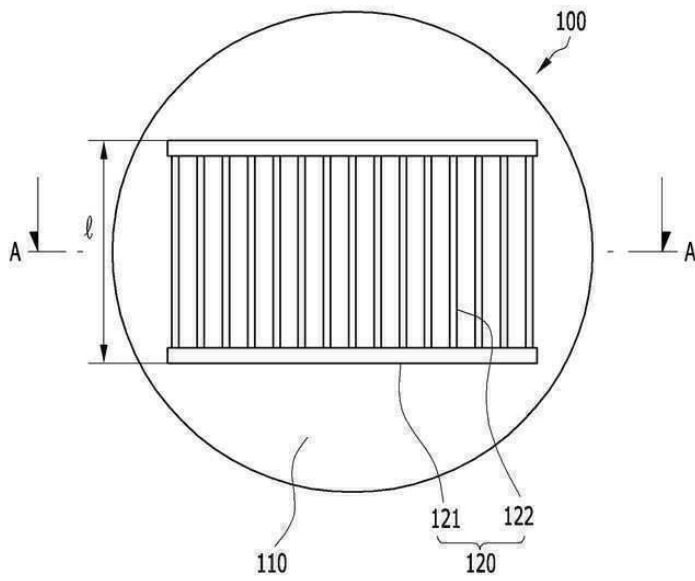
도면3



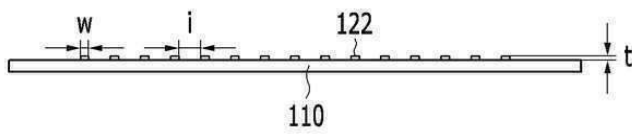
도면4



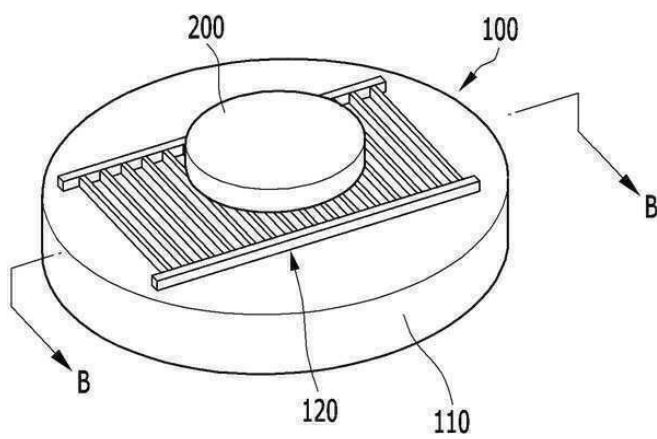
도면5



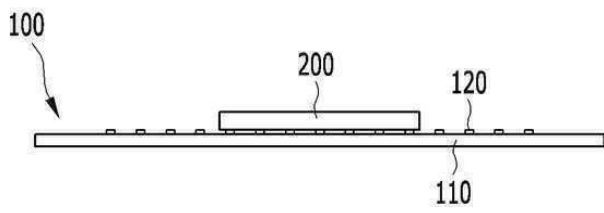
도면6



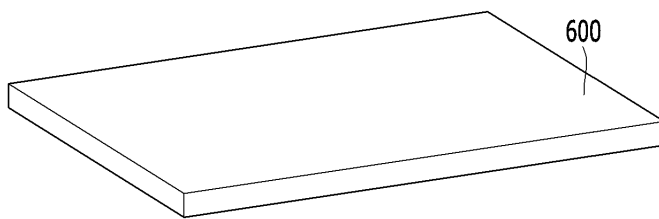
도면7



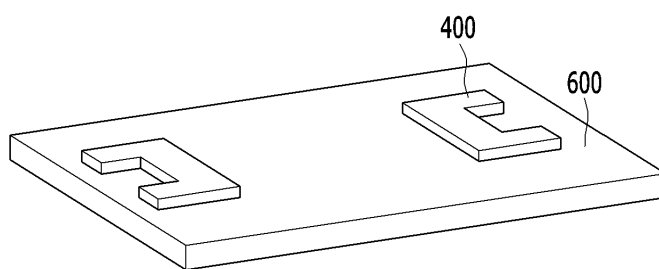
도면8



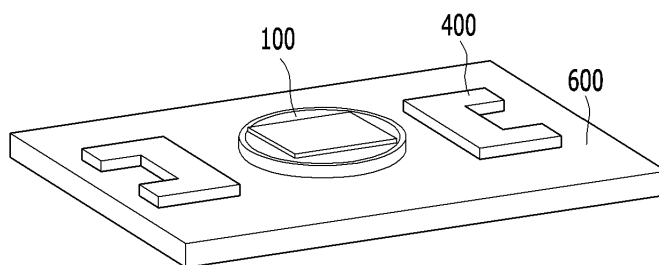
도면9a



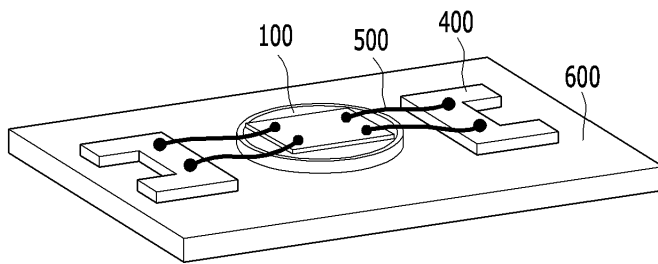
도면9b



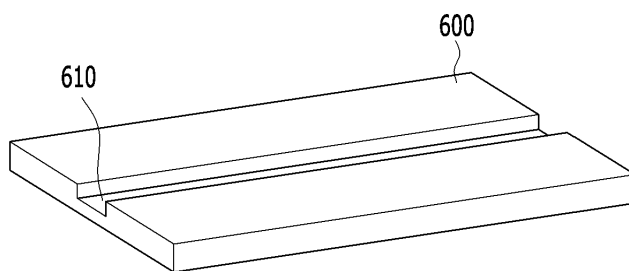
도면9c



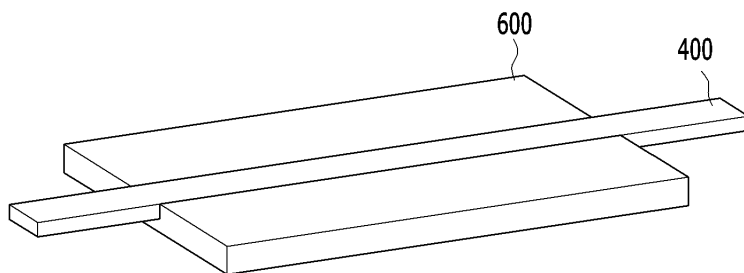
도면9d



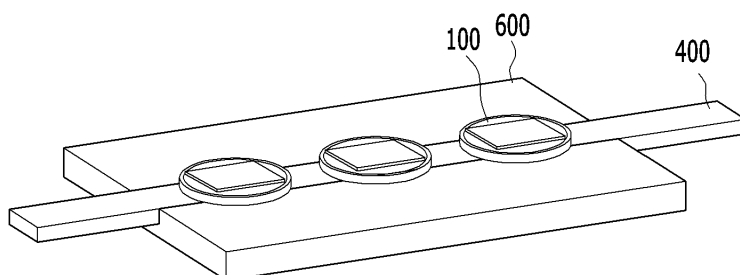
도면10a



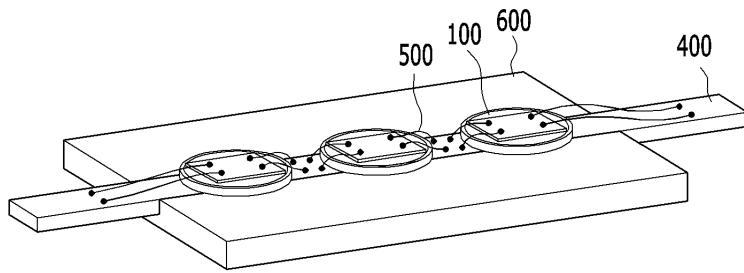
도면10b



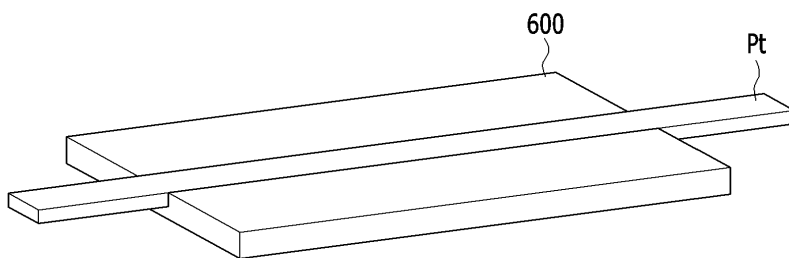
도면10c



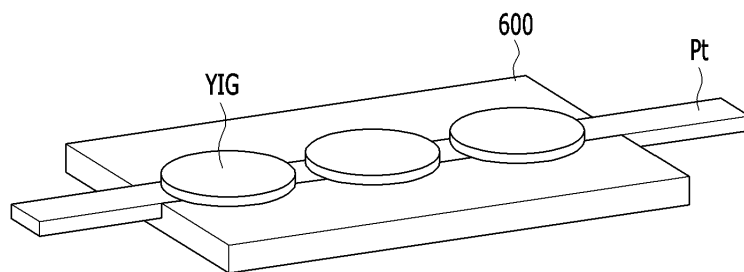
도면10d



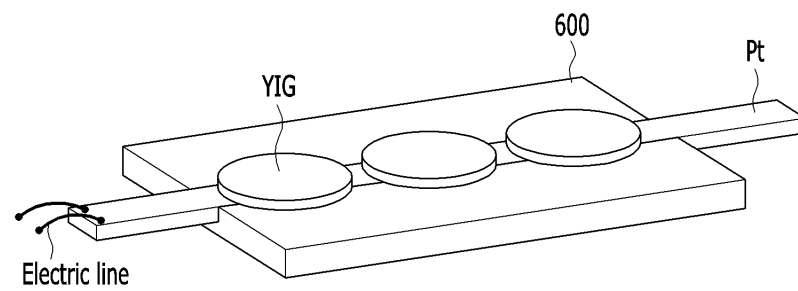
도면11a



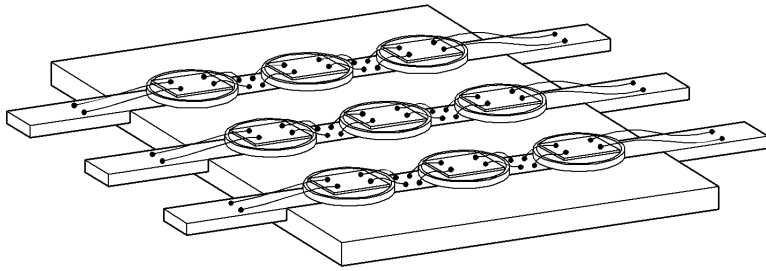
도면11b



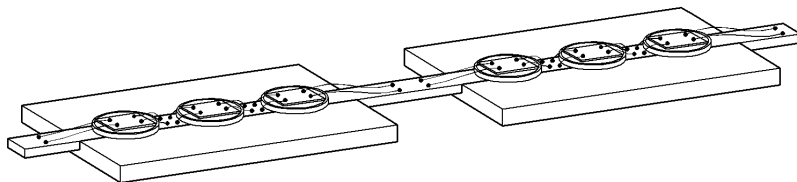
도면11c



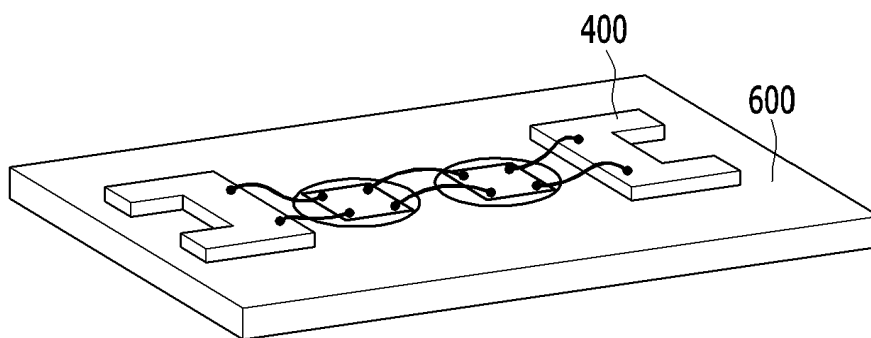
도면12



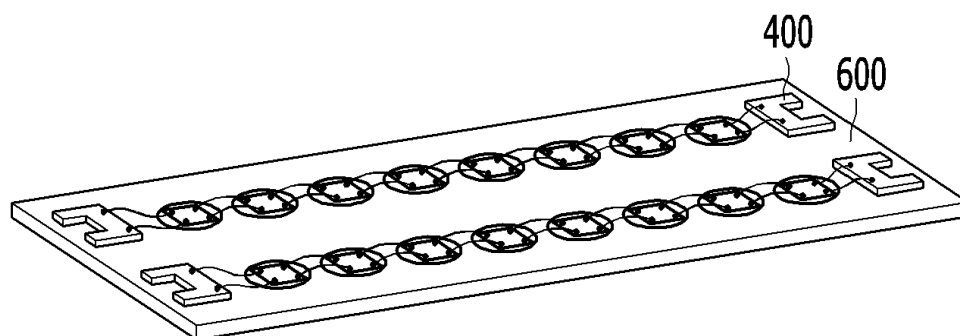
도면13



도면14



도면15



도면16

