(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0123807
(43) 공개일자 2013년11월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 41/02 (2006.01) *H01L 41/22* (2006.01)
H01L 41/45 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2012-0047212
(22) 출원일자 2012년05월04일
심사청구일자 2012년05월04일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
류정호
경상남도 창원시 성산구 성주동 프리빌리지아파트 111동 501호
박동수
경상남도 창원시 성산구 남양동 우성아파트 107동 902호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김정수

전체 청구항 수 : 총 31 항

(54) 발명의 명칭 **에너지 하베스터 층상구조 및 이의 제조 방법**

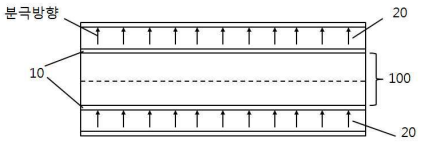
(57) 요 약

본 발명은 상온 분사공정을 이용하여 고분자 기지상에 세라믹 후막을 성막하는 기술이다.

일반적으로 상온 분사공정을 이용하여 고분자 기지상에 세라믹을 후막을 성막하기 위해서는 모재와의 강한 앵커링을 위해서 판상형 입자를 사용하는 등의 방법을 이용하여 성막을 하는 등의 방법이 있으나 결합력이 충분하지 않고, 강한 충돌로 인하여 성막된 세라믹 막은 나노미터 크기의 결정립으로 이루어지는 문제점이 있었으나, 본 발명에서는 접착성을 가지는 고분자 기지상에 상온 분사공정으로 세라믹을 후막을 성막하는 기술을 제공하며, 성막된 세라믹막의 결정립 크기는 수백 나노미터-수 마이크로미터의 초기 원료 분말과 유사한 크기를 가지고, 본 발명을 이용하여 압전 세라믹 후막을 고분자 기지상에 성막하면 유연성 압전 소자

(예: 유연성 압전 에너지 하베스터, 센서)의 응용이 가능하다.

대 표 도 - 도10



(72) 발명자

윤운하

경상남도 창원시 성주동 푸르지오아파트 107동 302호

최종진

부산광역시 해운대구 우동 1436-1 더샾아델리스 101동 2701호

최준환

경상남도 창원시 상남동 44-1번지 대동아파트 112동 605호

안철우

경상남도 창원시 성산구 가음정동 재료연구소 아파트 305호

한병동

경상남도 창원시 성주동 유니온빌리지아파트 116동 702호

김종우

경상남도 창원시 가음정동 재료연구소 아파트 406호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	PNK2850
부처명	지식경제부
연구사업명	재료연구소 주요사업
연구과제명	신성장동력 기반 분말소재 신기술 개발 및 보급사업
기 여 율	1/2
주관기관	재료연구소
연구기간	2011.01.01 ~ 2015.12.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호	K00041143_14923
부처명	지식경제부
연구사업명	소재원천기술개발사업
연구과제명	상온 분사 공정에 의한 다층박막 소재 및 in-situ 성막기술
기 여 율	1/2
주관기관	재료연구소
연구기간	2008.07.01 ~ 2012.06.30

특허청구의 범위

청구항 1

양면에 접착층이 형성된 고분자 기지; 및

상기 고분자 기지의 양면에 형성된 상기 접착층에 성막된 세라믹막을 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 세라믹막은 상기 고분자 기지의 양면에 형성되고,

상기 세라믹막의 외주면에 전극층을 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 전극층은 전도성소재로 이루어진 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 전극층의 외주면을 감싸는 보호피막을 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 세라믹막은 수산화인회석, 인산칼슘, $Pb(Zr,Ti)O_3$(PZT), 티탄산 바륨($BaTiO_3$), 포타슘 소듐 니오베이트($KNaNbO_3$), 비스무스 포타슘 티타네이트($BiKTiO_3$), 비스무스 소듐 티타네이트($BiNaTiO_3$), 비스무스 페라이트($BiFeO_3$), 산화 아연 (ZnO), 세라믹과 고분자의 혼합체, 세라믹과 금속의 혼합체로 이루어지는 분발로부터 선택되는 하나 이상의 혼합물이 성막된 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 6

제1항에 있어서,

성막된 상기 세라믹막은 페로브스카이형 구조(Perovskite)인 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 분말은 에어로졸 데포지션법에 의해 상기 고분자 기지에 분사된 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 고분자 기지는 유연한 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 고분자 기지는 폴리카보네이트(PC: Poly carbonate), ABS(Acrylonitrile-Butadiene-Styrene), 아크릴(Acrylic), 폴리에틸렌(PET: polyethylene terephthalate), 폴리스틸렌(polystyrene), 폴리이미드(Polyimid

e),불소 수지 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 접착층은 고무계, 아크릴계, 실리콘계, 에폭시계, 우래탄계, 폴리비닐알콜계, 수용성 고분자계, 폴리아크릴산 에스테르계, 폴리에스터계, 폴리올레핀계, 폴리아미드계 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 11

제1고분자 기지의 상부에 형성된 제1접착층;

상기 제1접착층의 상부에 성막된 제1세라믹막;

상기 제1고분자 기지의 하부에 접착된 제2고분자 기지;

상기 제2고분자 기지의 하부에 형성된 제2접착층; 및

상기 제2접착층의 하부에 성막된 제2세라믹막을 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1세라믹막의 상부에 제1전극층이 형성되고,

제2세라믹막의 하부에 제2전극층이 형성된 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1전극층과 상기 제2전극층의 외주면을 감싸는 보호피막을 포함하는 에너지 하베스터.

청구항 14

제1항 또는 제11항에 있어서,

상기 에너지 하베스터의 공진주파수를 조절하기 위한 탄성부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 제1세라믹막 또는 제2세라믹막은 수산화인회석, 인산칼슘, $Pb(Zr,Ti)O_3$(PZT), 티탄산 바륨($BaTiO_3$), 포타슘 소듐 니오베이트($KNaNbO_3$), 비스무스 포타슘 티타네이트($BiKTiO_3$), 비스무스 소듐 티타네이트($BiNaTiO_3$), 비스무스 페라이트($BiFeO_3$), 산화 아연 (ZnO), 세라믹과 고분자의 혼합체, 세라믹과 금속의 혼합체로 이루어지는 분발로부터 선택되는 하나 이상의 혼합물이 성막된 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 16

제15항에 있어서,

성막된 상기 제1세라믹막 및 제2세라믹막은 페로브스카이형 구조(Perovskite)인 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 분말은 에어로졸 데포지션법에 의해 상기 고분자 기지에 분사된 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 18

제11항에 있어서,

상기 제1고분자 기지 또는 제2고분자 기지는 유연한 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 19

제11항에 있어서,

상기 제1고분자 기지 또는 제2고분자 기지는 폴리카보네이트(PC: Poly carbonate), ABS(Acrylonitrile-Butadiene-Styrene), 아크릴(Acrylic), 폴리에틸렌(PET: polyethylene terephthalate), 폴리스틸렌(polystyrene), 폴리이미드(Polyimide),불소 수지 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 20

제11항에 있어서,

상기 제1접착층 또는 제2접착층은 고무계, 아크릴계, 실리콘계, 에폭시계, 우레탄계, 폴리비닐알콜계, 수용성 고분자계, 폴리아크릴산 에스테르계, 폴리에스터계, 폴리올레핀계, 폴리아미드계 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는

청구항 21

접착성 있는 접착층을 포함하는 고분자 기지를 준비하는 기지 준비단계;

상기 고분자 기지가 준비되면, 상기 접착층에 세라믹계 분말을 분사시키는 분사단계;

상기 분말단계에 의해 성막된 세라믹막에 두께방향으로 분극을 형성하여 압전성을 부여하기 위해 코로나 또는 플라즈마 방전을 수행하는 분극 형성 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터 제조방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 분말은 에어로졸데포지션법에 의해 분사되는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터 제조방법.

청구항 23

제21항에 있어서,

상기 고분자 기지를 접어서 접합시키는 접합단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터 제조방법.

청구항 24

제21항에 있어서,

상기 접착층은 상기 고분자 기지의 양면에 형성되어 있고,

상기 접합단계에서는, 상기 고분자 기지의 일면에 상기 세라믹계 분말을 분사하여 세라믹막을 성막시키고, 상기 고분자 기지를 접합시키는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터 제조방법.

청구항 25

제21항에 있어서,

상기 접착층은 상기 고분자 기지의 양면에 형성되어 있고,

상기 접합단계에서는 상기 고분자 기지의 일면에 상기 세라믹계 분말을 분사하여 세라믹막을 성막시키고,

상기 고분자 기지와 다른 고분자 기지에 상기 세라믹계 분말과 동일하거나 다른 세라믹계 분말을 분사하여 상기 세라믹계 분말이 성막되지 않은 접착층을 서로 접합시키는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터 제조방법.

청구항 26

제21항에 있어서,

상기 접착층은 상기 고분자 기지의 양면에 형성되어 있고,

상기 분사단계에서는, 상기 고분자 기지의 양면에 상기 세라믹계 분말을 분사하여 세라믹막을 성막시켜, 상기 고분자 기지의 양면에 세라믹막이 성막되는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터 제조방법.

청구항 27

제21항에 있어서,

상기 접착층은 상기 고분자 기지의 일면에 형성되어 있고,

상기 분사단계에서는, 상기 고분자 기지의 일면에 상기 세라믹계 분말을 분사하여 세라믹막을 성막시키고,

상기 고분자 기지의 타면과 세라믹막이 성막된 다른 고분자 기지를 접합시키는 접합단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터 제조방법.

청구항 28

제21항에 있어서,

상기 세라믹막의 일면에 전극층을 추가하는 전극층 형성단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터 제조방법.

청구항 29

제28항에 있어서,

상기 전극층에 배선을 연결하는 배선연결 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터 제조방법.

청구항 30

제29항에 있어서,

상기 전극층의 외부를 감싸는 보호피막을 감싸는 보호피막 형성단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터 제조방법.

청구항 31

제30항에 있어서,

상기 에너지 하베스터에 탄성 판재를 부착하여 공진 주파수를 조절하거나 진동을 증폭시키는 탄성판재 부가단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터 제조방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 에너지 하베스터 층상구조 및 이의 제조 방법에 관한 것으로서, 특히 압전소자로서 사용가능한 세라믹-고분자 층상 구조와 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래의 공개특허 제10-2011-0072033호의 "플렉서블 소자 제조 방법 및 이에 의하여 제조된 플렉서블 소자, 플렉서블 압전소자 및 커패시터 소자 제조 방법 및 이에 의하여 제조된 플렉서블 압전소자 및 커패시터 소자"에서는 실리콘 기판상의 실리콘 산화물층에 제 1 금속층을 적층하는 단계; 상기 제 1 금속층상에 소자를 적층하는 단계; 상기 제 1 금속층을 어닐링하여, 상기 제 1 금속을 제 1 금속 산화물로 산화시키는 단계; 상기 제 1 금속 산화물을 식각하여, 상기 소자과 실리콘 산화물층을 분리하는 단계; 및 상기 분리된 소자를 별도의 전사층을 이

용하여 플렉서블 기판에 전사시키는 단계를 포함하며, 본 발명에 따른 플렉서블 소자 제조방법은 실리콘 기판 자체를 식각하는 종래 기술과 달리 실리콘 기판상에 간단히 적층되는 별도의 금속산화물층을 식각하는 방식으로 상부의 소자를 기판으로부터 분리하는 기술을 개시하고 있다.

[0003] 이와같이, 종래의 성형(성막)방법으로는 충분한 물리적 특성(기계적 강도,전기 특성 등)을 얻기 위해서는, 기판 위에 세라믹스를 스크린프린팅, 테잎캐스팅등의 방법으로 코팅한 후 소결 온도에 가까운 고온에서 열처리하는 방법이 필요했고, 가열 처리를 필요로 하는 공정은, 내열 온도가 낮은 플라스틱 등의 고분자 수지판에 취성 재료(Brittle material) 를 직접 성형할 수가 없고, 또한 열처리 공정이 필요하기 때문에 공정이 복잡한 문제가 있었다.

[0004] 또한 이러한 가열 처리는 세라믹막이나 조형물의 형상 정밀도나 물리적 성질을 바꿔 버리는 문제점이 있다.

[0005] 비록 본 발명자에 의해 개발된 등록특허 제0946960호의 "세라믹막이 구비된 유연성판재 및 이의 제조 방법"에서도 가열 처리 없이 세라믹스를 성막시키는 방법이 개시되어 있으나, 도 1 및 도 2a에 도시된 바와 같이, 치밀한 후막을 고분자 기지상에 성막이 가능하나, 세라믹입자는 3㎛이상 100㎛이하의 입경과, 5 내지 15의 종횡비를 가지는 특수한 입자의 형상 (판상형, 침상형)을 사용하기 때문에 적용될 수 있는 소재의 종류가 한정될 수 있으며, 강한 충돌에 의한 결정립 크기의 감소가 필수적으로 수반되어 강유전, 이온전도 취성 재료막과 같이 결정립의 크기가 일정 임계 크기 이상이 되어야 하는 소재에 적용하는데 한계가 있다.

[0006] 또한 도 2b에 도시된 바와 같이, 종래의 방법에 의하여 제조된 세라믹 박막 은 XRD 분석을 통하여 분석을 해보면 원료 분말대비 매우 약한 강도를 가지고, 피크의 반치폭 (FWHM)이 매우 넓게 나타난다. X선 회절 피크의 강도와 반치폭은 필름의 두께, 결정립의 크기와 관련이 되는데, 결정립의 크기가 작을 때 낮은 강도와 넓은 반치폭을 가지게 된다. 즉 이 경우에는 원료분말 대비 매우 작은 결정립으로 파쇄되어 성막이 되었음을 알수 있고, SEM 미세구조에서도 결정립이 보이지 않을 정도로 작은 입자로 성막되었음을 확인할 수 있어 소재에 적용하는데 한계가 있음을 보다 명확히 알 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 종래의 이러한 문제점을 해결하고, 상온에서 다양한 고분자 모재를 이용한 유연성 소자의 구현이 가능하고, 성막된 세라믹막과 고분자 모재와의 결합력이 충분하여 성막된 세라믹막의 두께를 수 ㎛ 이상의 후막으로 제조가능하고, 또한 강유전 세라믹 막이나 이온전도체와 같은 결정립 크기가 중요한 세라믹 소재에서도 성막된 세라믹막의 결정립의 크기가 수백 nm~ 수㎛ 크기로 초기 사용 분말의 크기와 유사하도록 하는 에너지 하베스터 층상구조 및 이의 제조 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0008] 이를 위해, 본 발명에 따르면, 접착성을 가지는 고분자 기지를 사용하여 세라믹막과 고분자 모재의 결합력을 유지하고, 성막된 세라믹 막의 결정립 크기는 초기 사용 분말과 유사한 크기를 가지게 함으로써 후열처리 공정 없이도 응용소자에 적용이 가능한 공정을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명에 따른 에너지 하베스터는 양면에 접착층이 형성된 고분자 기지; 및 상기 고분자 기지의 양면에 형성된 상기 접착층에 성막된 세라믹막을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한 본 발명에 따르면, 상기 세라믹막은 상기 고분자 기지의 양면에 형성되고, 상기 세라믹막의 외주면에 전극층을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한 본 발명에 따르면, 상기 전극층은 전도성소재로 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한 본 발명에 따르면, 상기 전극층의 외주면을 감싸는 보호피막을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한 본 발명에 따르면, 상기 세라믹막은 수산화인회석, 인산칼슘, $Pb(Zr,Ti)O_3$(PZT), 티탄산 바륨($BaTiO_3$), 포타슘 소듐 니오베이트($KNaNbO_3$), 비스무스 포타슘 티타네이트($BiKTiO_3$), 비스무스 소듐 티타네이트($BiNaTiO_3$), 비스무스 페라이트($BiFeO_3$), 산화 주석, 산화 아연 (ZnO), 세라믹과 고분자의 혼합체, 세라믹과 금속의 혼합체로 이루어지는 분말로부터 선택되는 하나 이상의 혼합물이 성막된 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한 본 발명에 따르면, 성막된 상기 세라믹막은 페로브스카이형 구조(Perovskite)인 것이 높은 전압특성을 얻

기에 바람직하다.

[0015] 또한 본 발명에 따르면, 상기 분말은 에어로졸 데포지션법에 의해 상기 고분자 기지에 분사된 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한 본 발명에 따르면, 상기 고분자 기지는 유연한 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한 본 발명에 따르면, 상기 고분자 기지는 폴리카보네이트(PC: Poly carbonate), ABS(Acrylonitrile-Butadiene-Styrene), 아크릴(Acrylic), 폴리에틸렌(PET: polyethylene terephthalate), 폴리스틸렌(polystyrene), 폴리이미드(Polyimide),불소 수지 (PVDF, PTFE 등) 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한 본 발명에 따르면, 상기 접착층은 고무계, 아크릴계, 실리콘계, 에폭시계, 우레탄계, 폴리비닐알콜계, 수용성 고분자계, 폴리아크릴산 에스테르계, 폴리에스터계, 폴리올레핀계, 폴리아미드계 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명에 따른 에너지 하베스터는 제1고분자 기지의 상부에 형성된 제1접착층; 상기 제1접착층의 상부에 성막된 제1세라믹막; 상기 제1고분자 기지의 하부에 접착된 제2고분자 기지; 상기 제2고분자 기지의 하부에 형성된 제2접착층; 및 상기 제2접착층의 하부에 성막된 제2세라믹막을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한 본 발명에 따르면, 상기 제1세라믹막의 상부에 제1전극층이 형성되고, 제2세라믹막의 하부에 제2전극층이 형성된 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한 본 발명에 따르면, 상기 제1전극층과 상기 제2전극층의 외주면을 감싸는 보호피막을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 또한 본 발명에 따르면, 상기 세라믹막은 수산화인회석, 인산칼슘, $Pb(Zr,Ti)O_3$(PZT), 티탄산 바륨($BaTiO_3$), 포타슘 소듐 니오베이트($KNaNbO_3$), 비스무스 포타슘 티타네이트($BiKTiO_3$), 비스무스 소듐 티타네이트($BiNaTiO_3$), 비스무스 페라이트($BiFeO_3$), 산화 주석, 산화 아연 (ZnO), 세라믹과 고분자의 혼합체, 세라믹과 금속의 혼합체로 이루어지는 분발로부터 선택되는 하나 이상의 혼합물이 성막된 것을 특징으로 한다.

[0023] 또한 본 발명에 따르면, 성막된 상기 제1세라믹막 및 제2세라믹막은 페로브스카이형 구조(Perovskite)인 것을 특징으로 한다.

[0024] 또한 본 발명에 따르면, 상기 분말은 에어로졸 데포지션법에 의해 상기 고분자 기지에 분사된 것을 특징으로 한다.

[0025] 또한 본 발명에 따르면, 상기 제1고분자 기지 또는 제2고분자 기지는 유연한 것을 특징으로 한다.

[0026] 또한 본 발명에 따르면, 상기 제1고분자 기지 또는 제2고분자 기지는 폴리카보네이트(PC: Poly carbonate), ABS(Acrylonitrile-Butadiene-Styrene), 아크릴(Acrylic), 폴리에틸렌(PET: polyethylene terephthalate), 폴리스틸렌(polystyrene), 폴리이미드(Polyimide),불소 수지 (PVDF, PTFE 등) 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 한다.

[0027] 또한 본 발명에 따르면, 상기 제1접착층 또는 제2접착층은 고무계, 아크릴계, 실리콘계, 에폭시계, 우레탄계, 폴리비닐알콜계, 수용성 고분자계, 폴리아크릴산 에스테르계, 폴리에스터계, 폴리올레핀계, 폴리아미드계 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 한다.

[0028] 본 발명에 따른 에너지 하베스터 제조방법은 접착성 있는 접착층을 포함하는 고분자 기지를 준비하는 기지 준비단계; 상기 고분자 기지가 준비되면, 상기 접착층에 세라믹계 분말을 분사시키는 분사단계; 및 상기 분말단계에 의해 성막된 세라믹막에 두께방향으로 분극을 형성하여 압전성을 부여하기 위해 코로나 또는 플라즈마 방전을 수행하는 분극 형성 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0029] 또한 본 발명에 따르면, 상기 분말은 에어로졸 데포지션법에 의해 분사되는 것을 특징으로 한다.

[0030] 상기 고분자 기지를 접어서 접합시키는 접합단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0031] 또한 본 발명에 따르면, 상기 접착층은 상기 고분자 기지의 양면에 형성되어 있고, 상기 접합단계에서는, 상기 고분자 기지의 일면에 상기 세라믹계 분말을 분사하여 세라믹막을 성막시키고, 상기 고분자 기지를 접합시키는 것을 특징으로 한다.

[0032] 또한 본 발명에 따르면, 상기 접착층은 상기 고분자 기지의 양면에 형성되어 있고, 상기 접합단계에서는 상기 고분자 기지의 일면에 상기 세라믹계 분말을 분사하여 세라믹막을 성막시키고, 상기 고분자 기지와 다른 고분자 기지에 상기 세라믹계 분말과 동일하거나 다른 세라믹계 분말을 분사하여 상기 세라믹계 분말이 성막되지 않은 접착층을 서로 접합시키는 것을 특징으로 한다.

[0033] 또한 본 발명에 따르면, 상기 접착층은 상기 고분자 기지의 양면에 형성되어 있고, 상기 분사단계에서는, 상기 고분자 기지의 양면에 상기 세라믹계 분말을 분사하여 세라믹막을 성막시켜, 상기 고분자 기지의 양면에 세라믹막이 성막되는 것을 특징으로 한다.

[0034] 또한 본 발명에 따르면, 상기 접착층은 상기 고분자 기지의 일면에 형성되어 있고, 상기 분사단계에서는, 상기 고분자 기지의 일면에 상기 세라믹계 분말을 분사하여 세라믹막을 성막시키고, 상기 고분자 기지의 타면과 세라믹막이 성막된 다른 고분자 기지를 접합시키는 접합단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0035] 또한 본 발명에 따르면, 상기 세라믹막의 일면에 전극층을 추가하는 전극층 형성단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0036] 또한 본 발명에 따르면, 상기 전극층에 배선을 연결하는 배선연결 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0037] 또한 본 발명에 따르면, 상기 전극층의 외부를 감싸는 보호피막을 감싸는 보호피막 형성단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0038] 또한 본 발명에 따르면, 상기 고분자-취성재료 층상구조물을 금속이나 세라믹, 합성 수지등의 탄성 판재에 부착하여 공진 주파수를 조절하거나, 공진 진동을 일으키거나, 진동을 증폭시키는 탄성판재 부가단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0039] 에너지 하베스터나 센서의 경우에 공진주파수를 맞추어야 최적의 효율을 나타내는 경우가 있습니다. 이러한 경우에 부가적인 탄성부재 상에 본 구조물을 부착하는 방법을 통하여 공진주파수를 제어할 수 있습니다.

발명의 효과

[0040] 본 발명에 의한 에너지 하베스터 층상구조 및 이의 제조 방법에서는, 상온에서 접착성을 가지는 고분자기지에 세라믹입자를 분사하여 성막을 형성하도록 하여 다양한 용도의 소자를 제조가능한 효과가 있다.

[0041] 그리고, 본 발명에서는 별도의 가열공정없이 세라믹입자를 분사하는 과정만으로 세라믹막을 형성하여 공정을 단순화하고 제조원가를 절감하는 효과가 있다.

[0042] 최근 압전 나노 와이어, 고분자 복합체, 전사 프린팅 공정등을 이용한

[0043] 에너지 하베스터(발전소자)에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있고, 특히 유연성 소자에 대한 연구는 에너지 하베스터 뿐만 아니라 디스플레이, LED, 센서, 이차전지 등 다양한 응용이 가능하므로 본 발명에 따르면 이러한 다양한 소자에 응용가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0044] 도 1은 종래의 세라믹막이 구비된 유연성판재에서 세라믹막의 표면을 나타낸 전자현미경 사진이다.

도 2a는 종래의 세라믹막이 구비된 유연성판재에서 세라믹막의 단면을 나타낸 전자현미경 사진이다.

도 2b는 종래의 성막시 세라믹계 분말과 고분자 기지 위에 성막된 세라믹막의 XRD결정구조분석 결과를 나타낸다.

도 3a는 본 발명에 따른 코팅 전후의 테잎의 단면 미세구조변화를 나타낸다.

도 3b는 본 발명에 따른 접착성 있는 접착층을 포함하는 고분자 기지에 성막된 취성 재료(PZT)막의 단면을 나타낸 전자현미경 사진이다.

도 4는 본 발명에 따른 접착성 있는 접착층을 포함하는 고분자 기지에 성막된 후막의 세라믹(PZT)막의 표면을 나타낸 전자현미경 사진이다.

도 5는 본 발명에 따른 성막시 취성 재료계분말과 양면테이프 위에 성막된 세라믹(PZT)막의 XRD결정구조분석 결과를 나타낸다.

도 6은 페로브스카이트(Peroveskite) 결정구조(RMO_3)의 모식적 사시도이다.

도 7은 본 발명에 따른 압전소자 또는 에너지하베스터의 구조를 나타낸다.

도 8은 본 발명에 따른 압전소자 또는 에너지하베스터의 최초 성막구조이다.

도 9는 본 발명에 따른 또 다른 실시예로서의 압전소자 또는 에너지하베스터의 구조를 나타낸다.

도 10은 본 발명에 따른 세라믹막의 분극을 나타낸다.

도 11은 본 발명에 따른 에너지 하베스터의 실시예를 나타낸다.

도 12는 본 발명에 따른 에너지 하베스터의 또 다른 실시예를 나타낸다.

도 13는 본 발명에 따른 실제 제작된 에너지 하베스터의 모습을 나타낸다.

도 14는 본 발명에 따른 실제 제작된 에너지 하베스터의 굴곡 변형에 따른 발생 전압을 나타낸다.

도 15는 본 발명에 따른 압전소자 제조방법의 순서도이다.

도 16은 본 발명에 따른 에너지하베스터 제조방법의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0045] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 우선, 도면들 중 동일한 구성요소 또는 부품들은 가능한 한 동일한 참조부호를 나타내고 있음에 유의해야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 모호하게 하지 않기 위해 생략한다.

[0046] 도 3a는 본 발명에 따른 코팅 전후의 테잎의단면 미세구조변화를 나타내는 전자현미경 사진이며, 도 3b은 본 발명에 따른 접착성 있는 접착층을 포함하는 고분자 기지에 성막된 후막의 취성 재료막의 단면을 나타낸 전자현미경 사진이고, 도 4는 본 발명에 따른 접착성 있는 접착층을 포함하는 고분자 기지에 성막된 후막의 취성 재료막의 표면을 나타낸 전자현미경 사진이다.

[0047] 도 3a에 도시된 바와 같이, 코팅 전의 접착층(10)은 고분자 기지(100) 위에 매우 평탄한 면을 형성했었으나, 코팅후에 취성재료입자들이 강한 충돌에 의해서 접착층(10)의 내부에 파고들어간 것을 볼 수 있고, 이러한 효과로 접착층(10)과 취성재료 입자가 강한 결합을 이루면서 취성재료막(20)을 형성함을 알 수 있다.

[0048] 도 3b 및 도 4에 도시된 바와 같이, 접착성 있는 접착층을 포함하는 고분자 기지(10)의 전면에 에어로졸 데포지션법으로 $Pb(Zr_yTi_{1-y})O_3$(PZT)(이하, PZT라 칭함) 입자를 분사하여 SEM(주사전자현미경 사진) 관찰한 결과, 고분자 기지(10)의 전면, 즉 접착층이 형성된 면에 증착된 PZT 입자가 치밀하게 후막을 형성하였음을 확인할 수 있다.

[0049] 도 3b 및 도 4에서 보는 바와 같이, 접착성 있는 접착층(10)을 포함하는 고분자 기지(100)의 요철을 PZT 입자가 채우고 있으며 비교적 치밀한 PZT 후막이 성막되었다.

[0050] 또한, 성막된 막의 입자 크기는 초기 원료분말의 입자크기 (평균입경 약 1.4 ㎛)과 유사한 크기로 입자의 크기 변화가 거의 없이 성막되었다.

[0051] 즉, 도 2b에 도시된 바와 같이, 종래의 방법에 의해 성막시 원료분말의 입자크기가 보이지 않을 정도로 매우 작은 결정립으로 파쇄되어 성막되고, 성막두께가 수 ㎛ 이내로 얇고, 변형에 의해 쉽게 박리가 되는 문제가 있었으나 본 발명은 이를 해결한다.

[0052] 압전, 강유전, 이온전도 소재에서 특성이 구현되기 위해서는 임계크기 이상의 결정립 크기를 가져야 하며 특히 압전, 강유전 세라믹 소재에서는 100 nm 크기

[0053] 이상의 결정립 크기 이상이 되어야 하므로, 종래의 일반적인 에어로졸데포지션(AD)공정에 의한 후막은 결정립성장을 위한 후열처리 공정이 필수적이었다.

[0054] 그러나, 본 발명에 따른 접착성 있는 접착층(10)을 포함하는 고분자 기지(100)상에 직접 세라믹 분말을 에어로졸데포지션법으로 분사하여 증착시키게 되면, PZT 후막의 입자크기는 이러한 조건을 만족시키므로 후열처리 공정없이 압전 특성이 구현될 수 있다.

[0055] 도 5는 본 발명에 따른 성막시 분말과 양면테이프 위에 성막된 PZT필름의 XRD결정구조분석 결과를 나타낸다.

[0056] 도 5에 도시된 바와 같이, 성막시 사용한 원료 PZT 분말과 양면 테이프 위에 성막된 PZT 필름의 XRD 결정구조는 모두 동일한 Perovskite 결정구조를 가지며,

[0057] XRD 피크의 강도비와 폭은 동일했고, 이는 코팅시에 결정구조의 변화, 입자크기의

[0058] 변화가 거의 없음을 의미한다.

[0059] 따라서, 본 발명에 따른 접착층(10)을 포함하는 고분자기지(100), 즉 양면 테이프와 같은 점착성 고분자 모재에 세라믹계 분말을 이용하여 에어로졸데포지션법으로 증착하면, 후열처리에 의해 결정립의 성장이 없이도, 압전, 강유전, 이온전도 소재에서의 특성 구현을 위한 임계크기 이상의 결정립 크기를 유지한 상태에서 후막이 성막가능함을 알 수 있다.

[0060] 본 발명에서 사용한 접착층(10)을 포함하는 고분자기지(100)는 3M사의 양면테이프(상표명 Scotch 665 투명 양면테이프)였으나 이에 한정되는 것은 아니며,_고분자 기지(100)의 일면 또는 양면에 접착층(10)을 포함하여 세라믹계 분말과 결합력이 증가시킬 수 있다면 어떠한 점착성 소재라도 가능하다.

[0061] 고분자 기지(100)는 유연한 소재가 바람직하며, 폴리카보네이트(PC: Poly carbonate), ABS(Acrylonitrile-Butadiene-Styrene), 아크릴(Acrylic), 폴리에틸렌(PET: polyethylene terephthalate), 폴리스틸렌(polystyrene), 폴리이미드(Polyimide),불소 수지 (PVDF, PTFE 등) 중 어느 하나일 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니며, 이외에도 종이, 기타 합성재질의 모재등도 사용가능하다.

[0062] 또한, 점착성 고분자 기지(100)를 만들기 위해 고분자 기지(100)에 형성된 접착층(10)은 고무계, 아크릴계, 실리콘계, 에폭시계, 우레탄계, 폴리비닐알콜계, 수용성 고분자계, 폴리아크릴산 에스테르계, 폴리에스터계, 폴리올레핀계, 폴리아미드계 중 어느 하나일 수 있다.

[0063] 접착층(10)은 일반적인 종래의 접착테이프의 성분이고, 구체적으로 실리콘계 접착제는 실리콘을 포함하며, 아크릴계 접착제는 아크릴산을 함유하고, 고무계 접착제는 천연 고무 또는 블록-공중합체 합성 고무접착제를 의미한다.

[0064] 이에 한정되는 것은 아니며, 또한 본 발명에 따르면, 고무계, 아크릴계, 실리콘계, 에폭시계, 우레탄계, 폴리비닐알콜계, 수용성 고분자계, 폴리아크릴산 에스테르계, 폴리에스터계, 폴리올레핀계, 폴리아미드계 등도 가능하다.

[0065] 또한, 접착층(10) 위에 성막된 세라믹막(20)은 수산화인회석, 인산칼슘, $Pb(Zr,Ti)O_3$(PZT), 티탄산 바륨($BaTiO_3$), 포타슘 소듐 니오베이트($KNaNbO_3$), 비스무스 포타슘 티타네이트($BiKTiO_3$), 비스무스 소듐 티타네이트($BiNaTiO_3$), 비스무스 페라이트($BiFeO_3$), 산화 주석, 산화 아연 (ZnO), 세라믹과 고분자의 혼합체, 세라믹과 금속의 혼합체로 이루어지는 어느 하나 이상의 분말이 증착되어 성막가능하다.

[0066] 성막된 세라믹막(20)의 결정구조는 페로브스카이형 구조(Perovskite)이다.

[0067] 도 6은, 페로브스카이트(Peroveskite) 결정구조(RMO_3)의 모식적 사시도이다.

[0068] 「페로브스카이트구조」라 함은, 고용체단결정의 단위격자가 도 15에 모식적으로 나타낸 바와 같이, R이온이, 단위격자의 각(角)에 위치하고, 산소이온이, 단위격자의 면심(面心)에 위치하고, M이온이 단위격자의 체심(體心)에 위치하는 것과 같은 구조(RMO_3)를 말한다.

[0069] 도 7은 본 발명에 따른 압전소자 또는 에너지하베스터의 구조를 나타낸다.

[0070] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 압전소자 또는 에너지하베스터는 접착성 있는 접착층(10)을 포함하는 고분자 기지(100)와 고분자 기지(100)의 접착층(10)에 성막된 세라믹막(20)을 포함한다.

[0071] 도 8은 본 발명에 따른 압전소자 또는 에너지하베스터의 최초 성막구조이다.

[0072] 도 8에 도시된 바와 같이, 접착층(10)은 고분자 기지(100)의 상부에만 형성된 테이프일 수 있고, 접착층(10)의 상부에 에어로졸데포지션법으로 세라믹계 분말을 분사하여 증착시켜 성막을 형성할 수 있다.

[0073] 그 후, 세라믹막(20)이 상부면에 형성된 고분자 기지(100)를 절단하여 두 개의 고분자 기지(100)의 하부에 에폭시 수지와 같은 접착제를 도포한 후, 절단된 고분자 기지(100)를 접합시키게 되면, 도 7과 같은 세라믹-고분자 층상구조를 형성하게 된다.

[0074] 이 때, 서로 다른 고분자 기지(100)와 서로 다른 세라믹막(20)이 성막된 두 개의 고분자 기지(100)를 별도로 제작한 후, 두 개의 고분자 기지(100)에 접착제를 도포하여 접합시켜 상부와 하부의 세라믹막(20)의 성분이 서로 다르거나, 고분자 기지(100)가 서로 다른 층상구조를 형성하게 할 수도 있다.

[0075] 다른 방법으로는 고분자 기지(100)의 양면에 접착층(10)이 형성된 양면테이프를 이용하여 일면에 세라믹막(20)을 성막하고, 고분자 기지(100)를 접어 성막된 반대면의 접착층(10)을 이용하여 접합시키게 되면 도 7과 동일한 세라믹-고분자 층상구조가 형성된다.

[0076] 도 9는 도 7와 마찬가지로 고분자 기지(100)의 양면에 접착층(10)이 형성된 양면테이프를 이용한 것이나, 고분자 기지(100)의 양쪽에서 동시에 혹은 순차적으로 세라믹막(20)을 성막하여, 고분자 기지(100)를 접지 않고서도 그 자체로서 고분자 기지(100)의 양면에 세라믹막(20)이 성막되도록 하여 압전소자나 에너지하베스터로서 사용한 것을 나타낸다.

[0077] 도 10은 본 발명에 따른 세라믹막(20)의 분극을 나타낸다.

[0078] 도 10에 도시된 바와 같이, 고분자 기지(100)의 양면에 형성된 세라믹막(20)에 압전성을 부여하기 위해 분극과정을 수행하게 되고, 분극은 예를 들면 코로나 방전 또는 플라즈마 공정 또는 고전압을 인가하는 직접 전계 인가 방식을 선택할 수 있으며, 코로나 처리는 또한 대규모로 유리하게 잘 사용될 수 있다.

[0079] 분극 형성 방향은 양면에 형성된 세라믹막(20)의 두께방향으로 일방향이 되도록 한다.

[0080] 도 11은 본 발명에 따른 에너지 하베스터의 실시예를 나타낸다.

[0081] 도 11에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 에너지 하베스터는 양면에 접착층(10)이 형성된 고분자 기지(100), 고분자 기지(100)의 양면에 형성된 접착층(10)에 성막된 세라믹막(20)을 포함한다.

[0082] 세라믹막(20)은 고분자 기지(100)의 양면에 형성되고, 세라믹막(20)의 외주면, 즉 고분자 기지(100)와 증착된 반대면에 전극층(30)을 포함한다.

[0083] 전극층(30)은금, 은, 백금, 알루미늄, 구리, 니켈, 주석, 흑연, 그래핀, 산화물 세라믹스 등의 전도성 물질로 이루어지고, 외부 배선단자가 전극층(30)에 접합되어 사용된다.

[0084] 전극층(30)의 외주면에는 전극층(30), 세라믹막(20), 고분자 기지(100)를 모두 감싸는 보호피막(40)이 형성되어 내부 층상구조를 보호한다.

[0085] 도 12는 본 발명에 따른 에너지 하베스터의 또 다른 실시예를 나타낸다.

[0086] 도 12에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 에너지 하베스터는 제1고분자 기지(100a)의 상부에 형성된 제1접착층(10a), 제1접착층(10a)의 상부에 성막된 제1세라믹막(20a), 제1고분자 기지(100a)의 하부에 접착된 제2고분자 기지(100b), 제2고분자 기지(100b)의 하부에 형성된 제2접착층(10b), 제2접착층(10b)의 하부에 성막된 제2세라믹막(20b)을 포함한다.

[0087] 제1고분자 기지(100a)와 제2고분자 기지(100b)는 별도의 에폭시수지와 같은 접합제를 도포하여 접합할 수도 있고, 제1고분자 기지(100a) 및/또는 제2고분자 기지(100b)가 양면 테이프와 같은 양면에 접착층을 포함하여 별도의 접착제 없이도 접합가능하게 할 수도 있다.

[0088] 제1고분자 기지(100a)와 제2고분자 기지(100b)는 서로 동일한 고분자 기지일 수도 있고, 서로 다르게 형성할 수도 있다.

[0089] 또한, 제1세라믹막(20a)과 제2세라믹막(20b) 또한 서로 동일하거나 서로 다르게 형성할 수 있다.

[0090] 제1세라믹막(20a)의 상부에는 제1전극층(30a)이 형성되고, 제2세라믹막(20b)의 하부에는 제2전극층(30b)이 형성되어 외부 배선 단자와 연결가능하다.

[0091] 또한, 제1전극층(30a)과 제2전극층(30b)의 외주면을 감싸는 보호피막(40)이 형성되어, 그 내부의 제1고분자 기지(100a), 제1접착층(10a), 제1세라믹막(20a), 제2고분자 기지(100b), 제2접착층(10b), 제2세라믹막(20b)을 외부의 충격이나 열에 대해 보호가능하다.

[0092] 도 13은 본 발명에 따른 실제 제작된 에너지 하베스터의 모습을 나타내고, 도 14는 본 발명에 따른 에너지 하베스터의 굴곡변형에 따른 발생전압을 나타낸다.

[0093] 도 14에 도시된 바와 같이, 에너지 하베스터의 층상 구조체의 외부에 진동이나 압력이 가해져 구조체가 굴곡, 압축, 인장 변형등이 발생하면 취성 재료(압전세라믹)막(20)인 PZT 필름의 변형에 의해서 전압이 발생한다.

[0094] 굴곡 변형시 (+) 전압, 회복시 (-) 전압이 발생되며, 이는 일반적인 Bender형 하베스터와 유사한 파형으로 나타나고, 변형의 크기에 따라 발생전압은 차이가 생긴다. 발생되는 전압의 극성은 분극의 방향과 굴곡 변형의 방향에 따라 결정된다.

[0095] 도 14에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따라 발생한 전압은 corona poling (10 kV, 30 min) 후 굴곡 변형에 따른 발생 전압으로서, 2V정도이고, 이는 종래의 복잡한 제조방법에 의해 구현된 에너지 하베스터에서 발생되는 전압과 동등 이상의 수준이다.

[0096] 따라서, 본 발명에 따른 간단한 구조를 통해 종래의 동등 이상의 전압이 발생이 가능하므로 효과적인 압전소자 또는 에너지 하베스터로서 사용가능하다.

[0097] 도 15는 본 발명에 따른 압전소자 제조방법의 순서도이다.

[0098] 도 15에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 압전소자 제조방법은 접착성 있는 접착층(10)을 포함하는 고분자 기지(100)를 준비하는 기지 준비단계(S100), 상기 고분자 기지(100)가 준비되면, 상기 접착층(10)에 세라믹계 분말을 분사시키는 분사단계(S200)를 포함한다.

[0099] 세라믹계 분말은 에어로졸 데포지션법으로 분사된다.

[0100] 고분자 기지(100)는 양면 테이프를 사용하여 세라믹막(20)이 성막된 상태에서 접어서 접합시키는 접합단계(S300)를 추가로 포함한다.

[0101] 준비단계(S100)에서 서로 다른 고분자 기지(100)를 준비하고, 서로 동일하거나 서로 다른 세라믹분말을 그 일면에 분사하여 분사단계(S200)를 거쳐 성막시키고,

[0102] 이 때, 고분자 기지(100)는 양면 테이프와 같이, 양면에 접착층(10)을 포함하는 경우, 성막되지 않은 접착층(10)을 서로 붙여 접합단계(S300)에서 접합가능하다.

[0103] 또한, 다른 방법으로 고분자 기지(100)의 일면에만 접착층(10)이 형성되어 그 면에 세라믹막(20)을 성막하고, 나머지 접착층(10)이 없는 부분에 에폭시 수지와 같은 접착제를 도포하여 고분자 기지(100)를 접어서 접합단계(S300)에서 접합하거나, 서로 다른 고분자 기지(100)를 붙어서 접합하거나, 동일 고분자 기지(100)를 절단하여 서로 붙여서 접합할 수도 있다.

[0104] 또는 고분자 기지(100)가 양면 테이프와 같이 양면에 접착층(10)을 형성하는 경우, 분사단계(S200)에서 양 쪽에서 세라믹계 분말을 동시에 분사하거나, 일면에 분사후, 반대면에 세라믹계 분말을 분사하여 양쪽에 세라믹막(20)을 형성하여 사용할 수도 있다.

[0105] 이러한 방식으로 세라믹막(20)이 고분자 기지(100)의 양면에 형성되면, 세라믹막(20)의 두께 방향으로 분극을 형성하여 압전성을 부여하기 위해, 코로나 방전, 고전압 인가와 같은 방식으로 분극 형성단계(S400)를 포함한다.

[0106] 또한 본 발명에 따르면, 압전소자에 금속이나 세라믹, 합성 수지등의 탄성 판재를 부착하여 공진 주파수를 조절하거나, 공진 진동을 일으키거나, 진동을 증폭시키는 탄성판재 부가단계(S700)를 추가로 포함하여 사용할 수도 있다.

[0107] 도 16은 본 발명에 따른 에너지하베스터 제조방법의 순서도이다.

[0108] 도 16에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 에너지 하베스터 제조방법은 접착성 있는 접착층(10)을 포함하는 고분자 기지(100)를 준비하는 기지 준비단계(S100'), 고분자 기지(100)가 준비되면, 접착층(10)에 세라믹계 분말을 분사시키는 분사단계(S200'), 분사단계(S200)에 의해 성막된 세라믹막(20)에 두께방향으로 분극을 형성하여 압전성을 부여하기 위해 코로나 방전 또는 고전압 인가 또는 플라즈마 방전을 수행하는 분극 형성단계(S400')를 포함한다.

[0109] 여기서, 분극 형성단계(S400')은 이후 설명할 접합단계(S300') 이후에 이루어 질수도 있지만, 전극층 형성 단계(S500') 이후, 또는 최종적으로 보호피막 형성단계(S600') 이후에도 이루어 질 수 있으므로, 도 16이 시계열적 순서를 나타내는 것은 아니며, 이들 순서가 조합되어서도 본 발명에 따른 에너지하베스터를 제조가능하고, 이 또한 본 발명의 권리범위에 포함된다.

[0110] 또한, 압전소자 제조방법과 마찬가지로, 다양한 방식으로 세라믹막(20)이 고분자 기지(100)에 형성되어 접합단계(S300')를 거쳐 제조된 후, 세라믹막(20)의 일면, 즉 접착층(10)과 접착되지 않은 면에 전극층(30)을 추가하는 전극층 형성단계(S500')를 추가로 포함하고, 전극층(10)에 배선을 연결하는 배선연결단계(S600')을 포함하여, 외부의 전자장비와 연결가능하다.

[0111] 또한, 전극층(30)의 외부에는 에너지하베스터 층상 구조를 보호하기 위해 보호피막(40)을 감싸는 보호피막 형성단계(S700')를 수행한다.

[0112] 또한, 에너지하베스터 층상구조에 금속이나 세라믹, 합성 수지등의 탄성 판재를 부착하여 공진 주파수를 조절하거나, 공진 진동을 일으키거나, 진동을 증폭시키는 탄성판재 부가단계(S800')를 추가로 수행할 수도 있다.

[0113] 이상에서 본 발명은 특정의 실시예와 관련하여 도시 및 설명하였지만, 첨부된 특허청구범위에 의해 나타난 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 한도내에서 다양한 변경, 개조 및 변화가 가능하다는 것을 당 업계에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구나 쉽게 알 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0114] 10: 접착층

20: 세라믹막

30: 전극층

40: 보호피막

100: 고분자 기지

S100, S100': 준비단계

S200, S200': 분사단계

S300, S300': 접합단계

S400' : 분극 형성단계

S500' : 전극층 형성단계

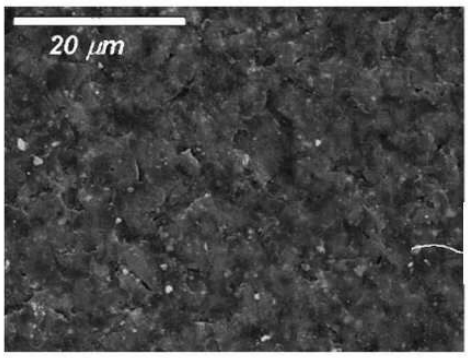
S600' : 배선연결단계

S700' : 보호피막 형성단계

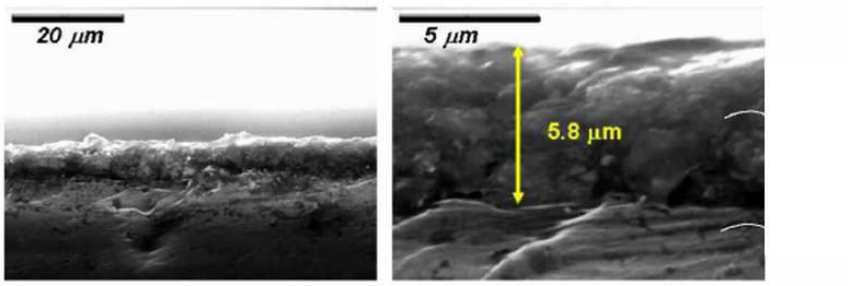
S800, S800': 탄성판재 부가단계

도면

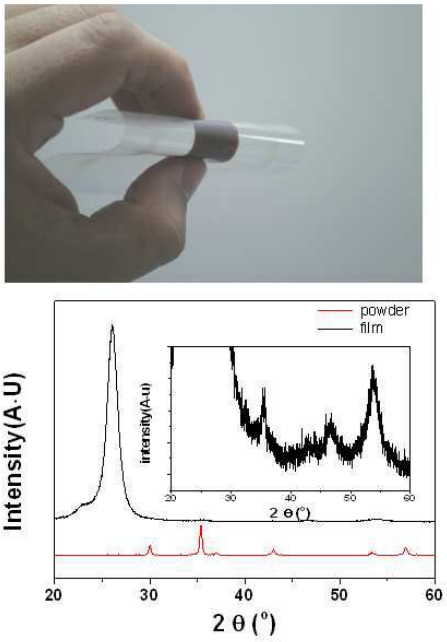
도면1



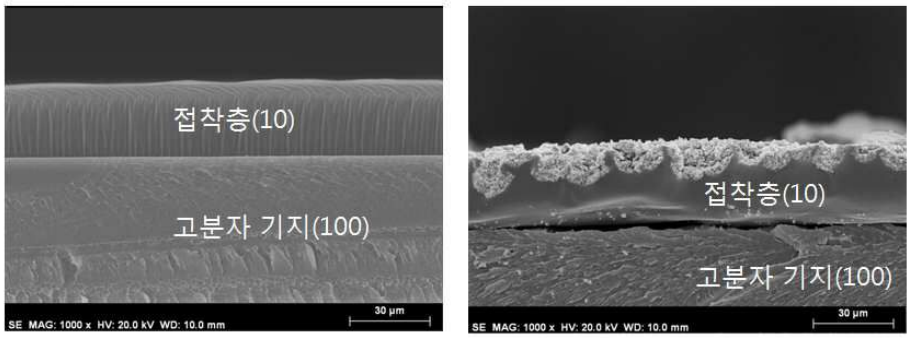
도면2a



도면2b

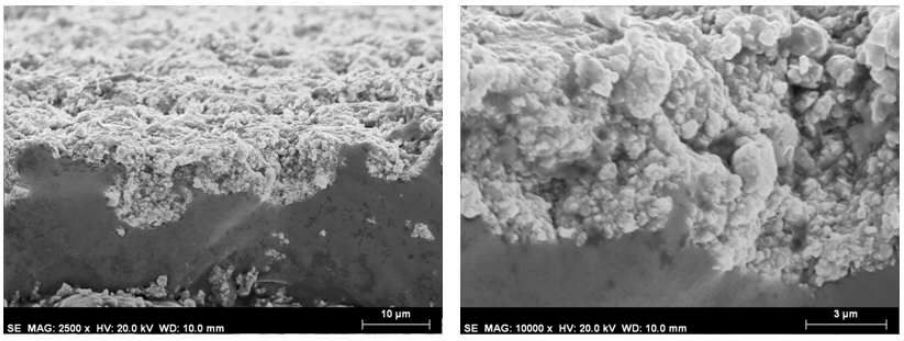


도면3a

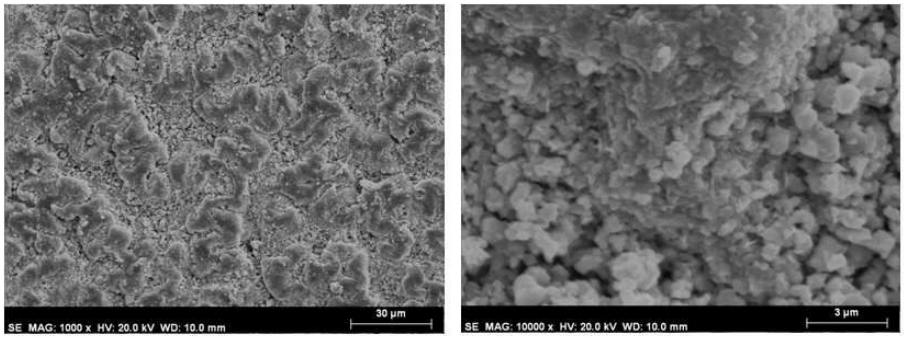


코팅전 코팅후

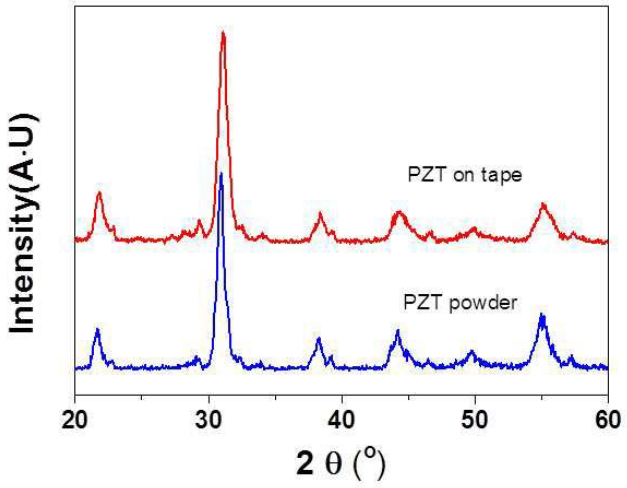
도면3b



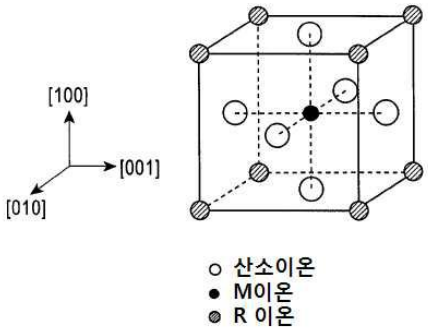
도면4


SE MAG: 1000 x HV: 20.0 kV WD: 10.0 mm
30 μm
SE MAG: 10000 x HV: 20.0 kV WD: 10.0 mm
3 μm

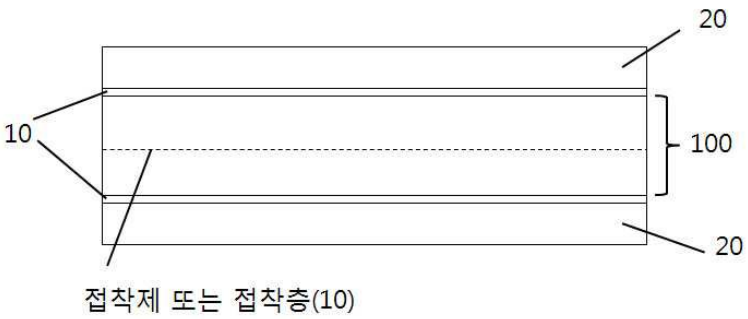
도면5


Intensity(A.U)
PZT on tape
PZT powder
20
30
40
50
60
2 θ (°)

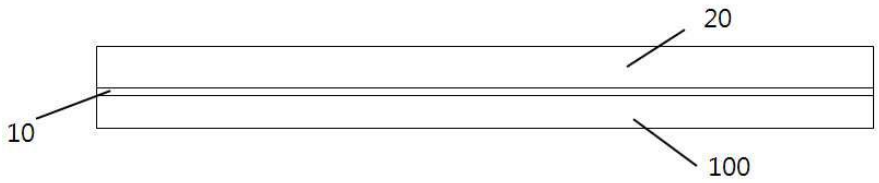
도면6



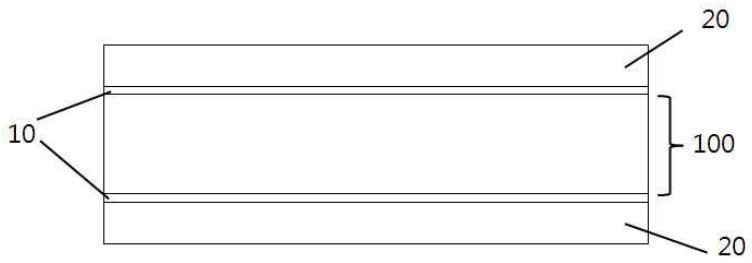
도면7



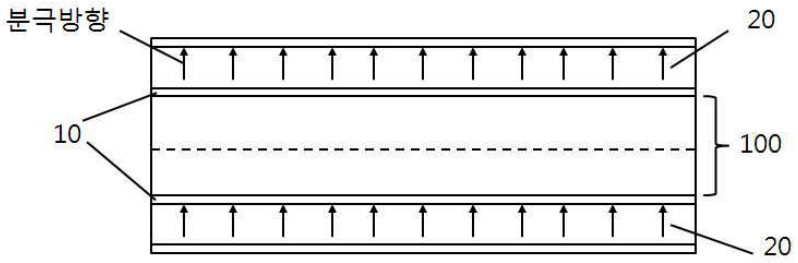
도면8



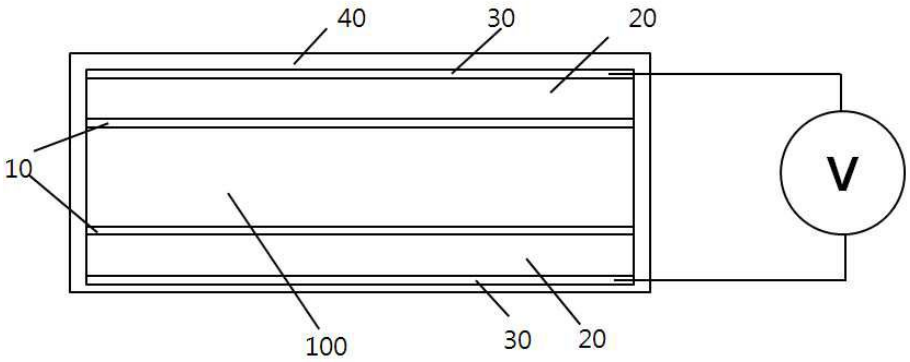
도면9



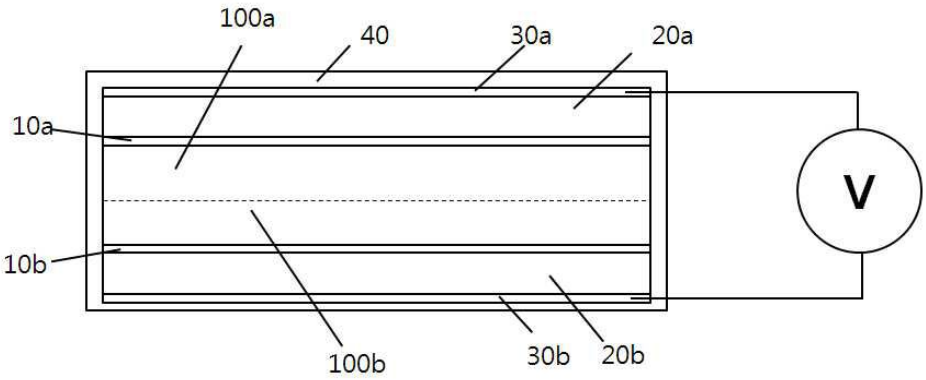
도면10



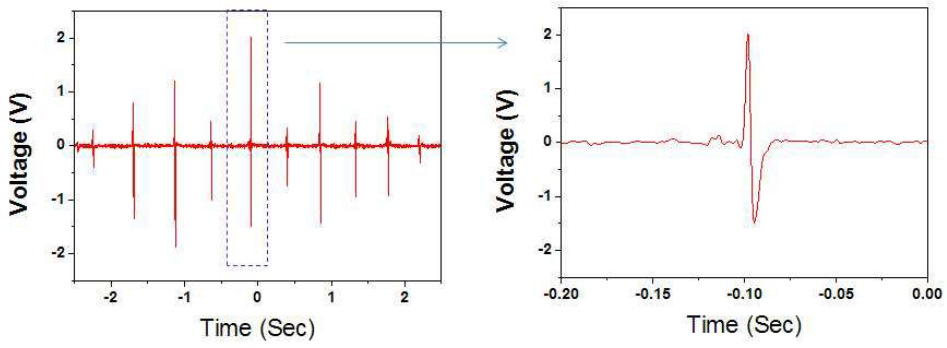
도면11



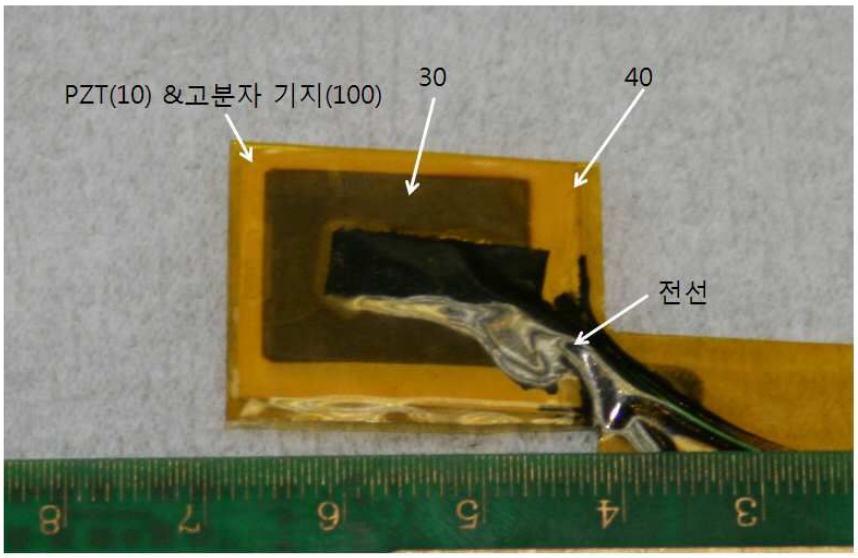
도면12


100a
40
30a
20a
10a
10b
V
100b
30b
20b

도면13


Voltage (V)
Time (Sec)
Voltage (V)
Time (Sec)

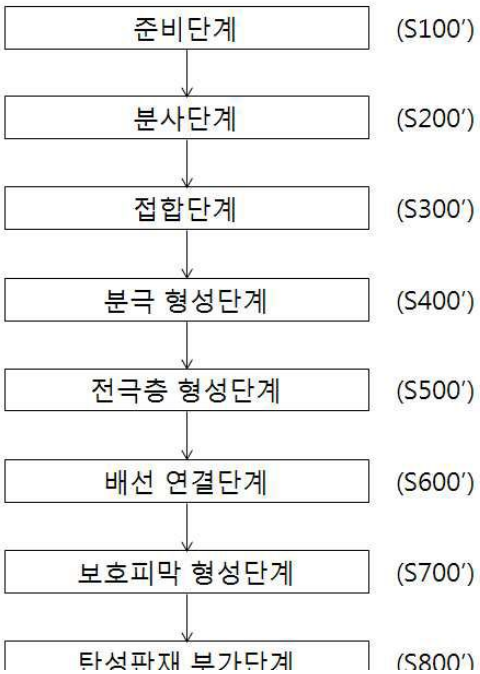
도면14


PZT(10) &고분자 기지(100)
30
40
전선

도면15


준비단계
(S100)
분사단계
(S200)
접합단계
(S300)
분극 형성단계
(S400)
탄성판재 부가단계
(S800)

도면16


준비단계
(S100')
분사단계
(S200')
접합단계
(S300')
분극 형성단계
(S400')
전극층 형성단계
(S500')
배선 연결단계
(S600')
보호피막 형성단계
(S700')
탄성판재 부가단계
(S800')