



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년05월15일
 (11) 등록번호 10-1395264
 (24) 등록일자 2014년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H04R 17/00 (2006.01) HO1L 41/09 (2006.01)
 A61B 8/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0122397
 (22) 출원일자 2012년10월31일
 심사청구일자 2012년10월31일
 (65) 공개번호 10-2014-0055453
 (43) 공개일자 2014년05월09일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR100512988 B1
 KR100579661 B1
 JP05244691 A*
 KR1020120111966 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 울산대학교 산학협력단
 울산광역시 남구 대학로 93
 (72) 발명자
 최승태
 울산광역시 남구 대학로 93 울산대학교 2호관 411호
 박성태
 부산 금정구 금강로 503, 804동 402호 (구서동, 롯데캐슬골드2단지)
 주우연
 울산 중구 남외로 60, 206동 1603호 (남외동, 남외푸르지오2차)
 (74) 대리인
 특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 송근배

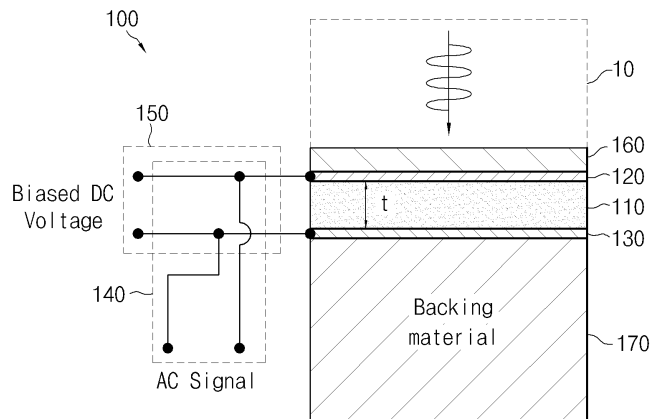
(54) 발명의 명칭 **완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기**

(57) 요약

본 발명은 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 완화형 강유전 고분자 재질로 형성되고 피검체에 대해 초음파의 송수신을 수행하는 압전층과, 상기 압전층의 상면과 하면에 각각 적층되는 제1 전극 및 제2 전극과, 상기 제1 전극과 제2 전극 사이에서 교류 전압을 인가 또는 감지하는 교류 전압부, 및 상기 제1 전극과 제2 전극 사이에서 직류 바이어스 전압을 인가하는 직류 전압부를 포함하며, 상기 압전층은, 상기 직류 바이어스 전압의 인가 시에 내부의 분극이 두께 방향으로 정렬되어 전기-기계 결합계수(Electromechanical Coupling Coefficient)가 증가되는 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기를 제공한다.

상기 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기에 따르면, P(VDF-TrFE-CFE) 또는 P(VDF-TrFE-CTFE)의 완화형 강유전 고분자를 압전 재료로 사용함에 따라 전기-기계 결합계수가 크고 열적 안정성이 높을 뿐만 아니라 높은 감도 및 넓은 대역폭을 제공하여 초음파 변환기의 성능을 크게 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

대표도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012-0351

부처명 교육과학기술부

연구사업명 신진연구_연구장비

연구과제명 투명한 적층형 전기활성 고분자 구동기의 개발

기여율 1/1

주관기관 울산대학교

연구기간 2012.05.01 ~ 2013.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

완화형 강유전 고분자인 P(VDF-TrFE-CFE) 재질로 형성되고 피검체에 대해 초음파의 송수신을 수행하는 압전층;

상기 압전층의 상면과 하면에 각각 적층되는 제1 전극 및 제2 전극;

상기 제1 전극과 제2 전극 사이에서 교류 전압을 인가 또는 감지하는 교류 전압부; 및

상기 제1 전극과 제2 전극 사이에서 직류 바이어스 전압을 인가하는 직류 전압부를 포함하며,

상기 압전층은,

상기 직류 바이어스 전압의 인가 시에 내부의 분극이 두께 방향으로 정렬되어 전기-기계 결합계수 (Electromechanical Coupling Coefficient)가 증가되며,

상기 압전층은,

상하 방향으로 적층된 복수의 압전층들로 구성되고, 상기 복수의 압전층들 중에서, 최상단 압전층의 상면과 최하단 압전층의 하면 및 상기 압전층들 사이 부분에, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극을 포함하는 복수 개의 전극층이 형성되어 있으며,

상기 직류 전압부는,

상기 복수 개의 전극층에 인가되는 직류 바이어스 전압의 크기를 개별적으로 조절하여 상기 압전층 별로 분극 방향을 조절하는 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제1 전극의 상면에 적층되어 상기 압전층과 상기 피검체 사이의 음향 임피던스 정합을 수행하는 정합층; 및

상기 제2 전극의 하면에 적층되어 상기 제2 전극의 하부를 통과한 초음파를 흡수하는 배킹층을 더 포함하는 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 4에 있어서,

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은,

PEDOT:PSS를 포함하는 전도성 고분자 물질로 형성된 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 4에 있어서,

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은,

크롬(Cr), 타이타늄(Ti), 골드(Au), 실버(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 니켈(Ni) 중 적어도 하나의 재질을 포함하여 형성된 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 교류 전압부는,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 존재하는 상기 교류 전압과 상기 직류 전압을 분리하기 위한 커패시터를 교류 라인 상에 포함하는 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 높은 감도 및 넓은 대역폭을 제공할 수 있는 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 압전 재료(Piezoelectric Material)는 압력이 가해지면 전압이 발생되고 전압이 가해지면 변형이 발생되므로 각종 감지기(Sensor) 및 구동기(Actuator)로 사용된다. 현재 상용화되어 있는 압전 재료로는 Lead Zirconate Titanates(PZT)와 같은 압전 세라믹과, Poly(vinylidene fluoride)(PVDF)와 같은 압전 고분자 필름이 있다. 상기 PVDF를 압전 재료로 사용한 초음파 변환기에 관해서는 국내 공개특허 제2005-0003948호에 개시되어 있다.

[0003] 이러한 압전 재료를 이용한 초음파 변환기는 다양한 분야에서 초음파 신호의 송수신에 활용되고 있으며 최근에는 Photoacoustic Imaging(PAI) 등과 같은 생체의학 분야에서도 많은 관심을 받고 있다.

[0004] 생체 의학용 초음파 수신기는 더욱 정밀한 측정을 위하여 고감도(high sensitivity) 및 넓은 대역폭(wide bandwidth)을 필요로 한다. 일반적으로 음향 임피던스(Z_a)는 $Z_a = \rho C$ 로 정의되는데, ρ 는 매질의 밀도이고 C 는 매

질의 음속으로서 $C = \sqrt{E(1-\nu)/\rho(1+\nu)(1-2\nu)}$ 로 표현된다. 여기서, E 와 ν 는 각각 매질의 Young 계수 및 Poisson의 비이다.

[0005] 도 1은 매질의 경계로 입사되는 음파의 반사 및 통과 특성을 나타낸다. 음파가 매질 1과 매질 2의 경계면을 통과할 때, 음향 임피던스(매질 1: Z_1 , 매질 2: Z_2)의 차이에 의해 입사파의 일부는 통과하고 일부는 반사된다. 여기서, 음향 동력전달계수(T)는 아래의 수학적 식 1과 같이 정의된다.

수학적 식 1

$$T = \frac{4Z_1Z_2}{(Z_1 + Z_2)^2}$$

[0006]

[0007] 음향 동력전달계수는 두 매질의 음향 임피던스 Z_1 과 Z_2 가 동일할 경우에 최대가 되며, 상기 Z_1 과 Z_2 간의 차이가 클수록 점점 작아지게 된다. 따라서, 생체 의학용 초음파 수신기의 음향 임피던스는 생체 재료의 음향 임피던스

인 약 1.5 MRayl에 가까울수록 높은 감도를 보여주게 된다.

[0008] 한편, 초음파 수신기로 입사된 음향 에너지를 최대한 전기적 에너지 신호로 변환하기 위해서는 초음파 수신기의 전기-기계 결합계수(Electromechanical Coupling Coefficient)가 높아야 한다. 주로 사용되는 두께 방향의 전기-기계 결합계수는 k_{33} 으로서 다음의 수학식 2와 같이 정의된다.

$$k_{33} = \frac{d_{33}}{\sqrt{s_{33}^E \epsilon_{33}^T}}$$

[0009]

[0010] 여기서, d_{33} 은 압전상수로서 단위 응력당 야기된 분극(induced polarization per unit applied stress)이다.

s_{33}^E 는 일정한 전기장 하에서의 탄성 컴플라이언스(elastic compliance)이고, ϵ_{33}^T 는 일정한 응력 하에서의 유전율(permittivity)을 나타낸다.

[0011] 기존에 초음파 변환기로 사용되는 대표적인 압전 재료인 P(VDF-TrFE)는 음향 임피던스가 낮아 생체 재료와의 임피던스 매칭에는 좋으나 전기-기계 결합계수가 낮아 초음파 변환 효율이 떨어지는 단점이 있다. 반면, PZT-5H와 PMN-PT는 전기-기계 결합계수는 높지만 음향 임피던스도 높아 생체 재료와의 임피던스 매칭이 어려운 단점이 있다.

[0012] 도 2는 P(VDF-TrFE)와 같은 강유전 고분자의 미세 구조를 나타낸다. 초음파 수신기 재료로서 P(VDF-TrFE)가 다른 압전 재료보다 높은 수신감도 및 넓은 주파수 대역폭 특성을 보이는 이유는 도 2를 통해서 알 수 있다. 그 구조를 보면 고분자 사슬(polymer chain)이 규칙적으로 배열되어 있는 미소 결정 영역(crystallite)과 무질서하게 배열되어 있는 영역(amorphous region)이 존재한다.

[0013] 도 3은 도 2의 P(VDF-TrFE) 고분자를 구성하는 두 개의 단분자인 VDF와 TrFE의 분자구조를 나타낸다. 이러한 단분자들이 결합된 고분자 사슬이 규칙적으로 배열된 crystallite 영역은 대개 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이 주로 α 상 혹은 β 상의 형태로 존재한다. 즉, crystallite 영역 내에 α 상과 β 상이 공존한다.

[0014] 여기서, β 상으로 존재하는 영역은 강유전 구역(ferroelectric domain)이고, α 상으로 존재하는 영역은 상유전 구역(paraelectric domain)에 해당된다. 강유전 구역은 도 3의 (b)와 같이 전기적 쌍극자(electric dipole)가 한 방향으로 정렬되어 있어 압전 특성을 보여주는 반면, 상유전 구역은 전기적 쌍극자의 합이 0이 되어 압전 특성을 나타내지 못한다. 따라서, P(VDF-TrFE) 고분자로 초음파 변환기를 제작할 때에는 가능한 많은 영역을 압전 특성이 높은 강유전 구역으로 만들어 주어야 할 뿐만 아니라 모든 강유전 구역들의 분극 방향을 정렬할 필요가 있다.

[0015] 더욱이, 상기 P(VDF-TrFE) 고분자의 경우, 물질이 분극 특성을 잃는 온도인 큐리 온도(Curie Temperature)가 120℃ 정도이고 녹는 온도(melting temperature)는 155℃ 정도로서 온도에 매우 취약한 특성을 보이는 문제점이 있다. 즉, 상온에서부터 고온으로 온도가 상승함에 따라 강유전 구역이 점진적으로 상유전 구역으로 바뀌면서 압전 특성이 감소하는 경향을 보여준다. 이러한 경향성은 P(VDF-TrFE) 고분자를 활용한 초음파 변환기를 상용화를 하는 데에 큰 걸림돌로 작용하고 있다.

[0016] 이와 같이, P(VDF-TrFE)는 음향 임피던스가 낮아서 임피던스 매칭에 유리하여 초음파 변환기의 재료로 많이 사용되고 있으나 실질적으로 전기-기계 결합계수가 낮고 열적 안정성이 떨어지는 문제점이 있다. 따라서, 보다 향상된 성능의 초음파 변환기가 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 본 발명은, 완화형 강유전 고분자를 압전 재료로 사용함에 따라 전기-기계 결합계수가 크고 열적 안정성을 확보할 수 있으며 높은 감도 및 넓은 대역폭을 제공할 수 있는 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0018] 본 발명은, 완화형 강유전 고분자 재질로 형성되고 피검체에 대해 초음파의 송수신을 수행하는 압전층과, 상기 압전층의 상면과 하면에 각각 적층되는 제1 전극 및 제2 전극과, 상기 제1 전극과 제2 전극 사이에서 교류 전압을 인가 또는 감지하는 교류 전압부, 및 상기 제1 전극과 제2 전극 사이에서 직류 바이어스 전압을 인가하는 직류 전압부를 포함하며, 상기 압전층은, 상기 직류 바이어스 전압의 인가 시에 내부의 분극이 두께 방향으로 정렬되어 전기-기계 결합계수(Electromechanical Coupling Coefficient)가 증가되는 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기를 제공한다.
- [0019] 또한, 상기 제1 전극과 제2 전극은 서로 반대 극성을 가질 수 있다.
- [0020] 여기서, 상기 완화형 강유전 고분자 재질은, P(VDF-TrFE-CFE) 또는 P(VDF-TrFE-CTFE) 재질일 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기는, 상기 제1 전극의 상면에 적층되어 상기 압전층과 상기 피검체 사이의 음향 임피던스 정합을 수행하는 정합층, 및 상기 제2 전극의 하면에 적층되어 상기 제2 전극의 하부를 통과한 초음파를 흡수하는 배킹층을 더 포함할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은, PEDOT:PSS를 포함하는 전도성 고분자 물질로 형성될 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은, 크롬(Cr), 타이타늄(Ti), 골드(Au), 실버(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 니켈(Ni) 중 적어도 하나의 재질을 포함하여 형성될 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 교류 전압부는, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 존재하는 상기 교류 전압과 상기 직류 전압을 분리하기 위한 커패시터를 교류 라인 상에 포함할 수 있다.
- [0025] 그리고, 상기 압전층은, 상하 방향으로 적층된 복수의 압전층들로 구성될 수 있다.
- [0026] 이때, 상기 복수의 압전층들 중에서, 최상단 압전층의 상면과 최하단 압전층의 하면 및 상기 압전층들 사이 부분에, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극을 포함하는 복수 개의 전극층이 형성되어 있을 수 있다.
- [0027] 또한, 상기 직류 전압부는, 상기 복수 개의 전극층에 인가되는 직류 바이어스 전압의 크기를 개별적으로 조절하여 상기 압전층 별로 분극 방향을 조절할 수 있다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명에 따른 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기에 따르면, P(VDF-TrFE-CFE) 또는 P(VDF-TrFE-CTFE)의 완화형 강유전 고분자를 압전 재료로 사용함에 따라 전기-기계 결합계수가 크고 열적 안정성이 높을 뿐만 아니라 높은 감도 및 넓은 대역폭을 제공할 수 있어 초음파 변환기의 성능을 보다 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 매질의 경계로 입사되는 음파의 반사 및 통과 특성을 나타낸다.
- 도 2는 P(VDF-TrFE)와 같은 강유전 고분자의 미세 구조를 나타낸다.
- 도 3은 도 2의 P(VDF-TrFE)를 구성하는 두 개의 단분자인 VDF와 TrFE의 분자구조를 나타낸다.
- 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기의 단면도이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 사용되는 완화형 강유전 고분자인 P(VDF-TrFE-CFE)의 분자 구조를 나타낸다.
- 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0031] 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기의 단면도이다. 상기 초음파 변환기(100)는 압전층(110), 제1 전극(120), 제2 전극(130), 교류 전압부(140), 직류 전압부(150), 정합층(160), 배킹층(170)을 포함한다.

- [0032] 상기 압전층(110)은 완화형 강유전 고분자 재질로 형성되고 피검체에 대해 초음파의 송수신을 수행하는 고분자 필름에 해당된다. 이러한 압전층(110)은 외부로부터 인가되는 교류 신호를 초음파로 변환하여 피검체로 전달한 다음, 다시 피검체로부터 반사된 초음파를 수신하여 전기 신호로 변환하는 역할을 한다.
- [0033] 상기 압전층(110)은 완화형 고분자 재질로서 P(VDF-TrFE-CFE) [poly(vinylidene fluoride-trifluoroethylene-chlorofluoroethylene)] 또는 P(VDF-TrFE-CTFE) [poly(vinylidene fluoride-trifluoroethylene-chlorotrifluoroethylene)]를 사용하여 제조된다.
- [0034] 상기 P(VDF-TrFE-CFE) 또는 P(VDF-TrFE-CTFE)의 완화형 강유전 고분자는 20~150 V/ μm 정도의 전기장(electric field) 하에서 최대 5~7% 수준의 변형률(strain)을 유발한다. 즉, 본 실시예에 적용되는 압전 재료는 전기적 자극 하에서 기존의 강유전 세라믹(ferroelectric ceramic)에서 얻을 수 있는 변형률(최대 0.2%)보다 수십 배 큰 변형률 특성을 보이는 이점이 있다.
- [0035] 상기 제1 전극(120)과 제2 전극(130)은 상기 압전층(110)의 상면과 하면에 각각 적층되어 있다. 상기 제1 전극(120)과 제2 전극(130)은 서로 반대되는 극성을 가질 수 있다. 이러한 제1 전극(120)과 제2 전극(130)은 크롬(Cr), 타이타늄(Ti), 골드(Au), 실버(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 니켈(Ni) 중 적어도 하나의 재질을 포함하는 금속으로 제조될 수 있다.
- [0036] 이외에도 상기 제1 전극(120)과 제2 전극(130)은 PEDOT:PSS [Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) poly(styrenesulfonate)]를 포함하는 전도성 고분자 물질로 형성될 수 있다.
- [0037] 상기 교류 전압부(140)는 상기 제1 전극(120)과 제2 전극(130) 사이에 연결되어 교류 전압(AC Voltage)을 인가 또는 감지한다. 즉, 교류 전압부(140)는 압전층(110)에 교류 전압을 인가하여 초음파가 발생하도록 하고, 이후 피검체로부터 반사된 초음파가 압전층(110)에 입사되어 교류 전압으로 변환되면 이를 센싱하는 역할을 한다.
- [0038] 상기 직류 전압부(150)는 상기 제1 전극과 제2 전극 사이에 연결되어 상기 압전층(110)에 직류 바이어스 전압(Biased DC Voltage)을 인가하는 부분이다. 상기 직류 전압부(150) 및 교류 전압부(140)는 각각의 전압을 인가할 수 있는 배선 구조를 포함하여 구성된다.
- [0039] 여기서, 상기 압전층(110)은 직류 바이어스 전압의 인가 시에 내부의 분극이 두께 방향(압전층의 두께 방향)으로 정렬되면서 전기-기계 결합계수(Electromechanical Coupling Coefficient)가 증가되는 특성을 갖게 된다. 상기 전기-기계 결합 계수의 증가에 따르면, 초음파 수신기 즉, 압전층(110)으로 입사된 음향 에너지를 최대한 전기적 에너지 신호로 변환시킬 수 있는 이점이 있다.
- [0040] 즉, 본 실시예에서는 상기 압전층(110)의 재료로서 P(VDF-TrFE-CFE) 또는 P(VDF-TrFE-CTFE)의 완화형 강유전 고분자를 사용함에 따라 기존의 P(VDF-TrFE)에 비해 높은 전기-기계 결합계수를 가진 초음파 변환기를 제조할 수 있다. 이러한 완화형 강유전 고분자를 초음파 변환기에 사용할 경우, 기존의 P(VDF-TrFE)에서 필요했던 분극 처리 과정을 별도로 요구하지 않으므로 고온 저장 시에도 탈분극 현상이 일어나지 않으며 열적 안정성을 확보할 수 있는 이점이 있다.
- [0041] 이하에서는 상기 완화형 강유전 고분자 막에 직류 바이어스 전압 인가 시에 내부 분극이 두께 방향으로 정렬되는 원리를 설명한다. 도 5는 본 발명의 실시예에 사용되는 완화형 강유전 고분자인 P(VDF-TrFE-CFE)의 분자 구조를 나타낸다. P(VDF-TrFE-CFE)는 3개의 단분자 VDF, TrFE 및 CFE의 조합으로 구성되어 있다.
- [0042] 여기서, 3번째 단분자인 CFE는 강유전 고분자인 P(VDF-TrFE)의 배열에 의도적인 결함을 도입하게 되며 이러한 결함은 일관성 있는 분극영역(all-trans chains)을 나노 극성영역(all-trans chains interrupted by trans and gauche bonds)으로 분할하게 된다. 영역의 크기가 나노 크기로 작아지면 영역의 상 변이 또는 분극 방향의 전환에 필요한 에너지 장벽이 낮아지는 이점이 있다. 이로 인하여 낮은 수준의 바이어스 전압만으로도 손쉽게 분극의 정렬이 가능해진다.
- [0043] 상기 P(VDF-TrFE-CFE) 소재로 된 압전 필름 즉 본, 실시예에 따른 압전층(110)에는 α 상과 β 상의 형태가 공존한다. 배경 기술에서 소개한 바와 같이 일반적으로 β 상의 영역은 강유전 구역으로서 전기적 쌍극자가 한 방향으로 정렬되어 압전 특성을 보여주는 구간이고, α 상의 영역은 상유전 구역으로서 전기적 쌍극자의 합이 0이기 때문에 압전 특성을 보여주지 못한다. 여기서, 압전층(110)에 존재하는 상기 β 상의 영역은 전기적 쌍극자가 정렬되어 있는 상태이긴 하나, 그 정렬 방향이 반드시 압전층(110)의 두께 방향으로 형성되어 있지는 않다.
- [0044] 여기서, 상기 P(VDF-TrFE-CFE) 소재로 구성된 압전층(110)의 상하면에 DC 바이어스 전압이 인가되면, α 상 부분은 β 상으로 상 변이가 일어나게 되어 압전 특성 구간이 증가하게 되는 동시에, 기존에 두께 방향으로 정렬되어

있지 않은 β상 영역과, 상기 상 변이된 β상 영역 부분이 모두 상기 두께 방향으로 정렬되는 효과가 있다.

[0045] 즉, 본 실시예에서는 DC 바이어스 전압의 인가 만으로 상 변이뿐만 아니라 및 분극 방향의 정렬이 손쉽게 가능하므로, 많은 수의 전기적 쌍극자(electric dipole)를 가지게 된다. 또한, 전기적 쌍극자가 많아지면 압전 상수가 커지게 되면서 전기-기계 결합계수가 높아지게 되므로 높은 감도의 초음파 변환 특성을 얻을 수 있는 이점이 있다.

[0046] 기존의 P(VDF-TrFE) 고분자의 경우는 고온저장 시험 이후 강유전 재료 내의 잔류 분극의 방향이 무질서해지면서 탈분극이 발생하여 강유전 특성이 저하되는 문제점이 있는데 반하여, 본 실시예에 따른 완화형 강유전 고분자는 앞서와 같이 분극 처리를 거치지 않으므로 고온 저장 시에도 탈분극 현상이 전혀 발생하지 않는 이점이 있다. 더욱이, 본 실시예에 따르면, 초음파 변환기의 구동 시에 바이어스 전압만으로 분극 방향의 정렬이 가능하고 열적 안정성을 확보할 수 있다.

[0047] 이와 같이 완화형 강유전 고분자로 된 상기 압전층(110)은 두께 방향으로 정렬된 분극을 가지고 있어서 두께 방향 모드(thickness mode)로 구동하게 된다. 따라서, 압전 재료에 해당되는 압전층(110)의 두께(t)는 공진 주파수 f에 의해 다음의 수학적 식 3과 같이 정의될 수 있다.

수학적 식 3

$$t = n \frac{C_p}{2f}$$

[0049] 여기서, C_p는 상기 압전층(110)에서의 음속이고, n은 홀수의 자연수이다. 이러한 압전 재료의 두께 선정은 일반적으로 공진된 내용이므로 이에 관한 상세한 설명은 생략한다.

[0050] 한편, 상기 초음파 변환기(100)는 음향 임피던스의 정합(matching)을 위한 레이어로서 정합층(160)을 포함한다. 상기 정합층(160)은 상기 제1 전극(120)의 상면에 적층되어 상기 압전층(110)과 상기 피검체 사이의 음향 임피던스 정합을 수행한다. 이러한 정합층(160)은 압전층(110)에서 피검체를 향한 초음파의 투과 강도를 향상시키고 피검체로부터 되돌아오는 초음파 신호의 감도를 높여주는 역할을 한다.

[0051] 상기 피검체(ex, 인체)와 초음파 변환기(100) 즉, 정합층(160) 사이에는 전파 매개 물질 즉, 접촉 매질(10)을 부가하여 음파 투과성을 높인다. 이러한 접촉 매질(10)의 재질은 공지된 다양한 소재가 사용될 수 있다.

[0052] 상기 압전층(110)의 하부, 더 상세하게는 상기 제2 전극(130)의 하면에는 배킹층(170)(backing layer)이 적층된다. 이러한 배킹층(170)은 상기 피검체로부터 반사되어 제2 전극(130)의 하부를 통과한 초음파를 흡수하는 흡음 기능을 수행하는 부분이다. 여기서, 정합층(160)과 배킹층(170)의 소재는 기 공지된 다양한 재질이 사용될 수 있다.

[0053] 한편, 상기 교류 전압부(140)에는 두 전극(120,130) 사이에 존재하는 교류 전압과 직류 전압을 서로 분리하여 각 신호 간의 간섭을 줄이는 커패시터가 부가될 수 있다. 예를 들어, 커패시터는 교류 전압부(140)의 교류 라인 상에 직렬 형태로 부가될 수 있다. 이러한 경우 직류 전압이 교류 전원으로 유입되는 것을 차단한다. 물론, 직류 전압부(150)의 직류 라인 상에 커패시터가 병렬 형태로 더 추가될 수 있다. 이러한 경우 직류 라인 상에 유입될 수 있는 교류 전원을 접지 라인을 통해 제거할 수 있다. 이러한 커패시터의 배치는 공지된 다양한 예가 적용 가능하다.

[0054] 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기의 단면도이다. 도 6에서 도 5와 동일한 부호의 구성요소는 앞서 제1 실시예의 경우와 동일한 구성 및 기능을 의미한다.

[0055] 이러한 제2 실시예에 따른 초음파 변환기(200)는 상하 방향으로 적층된 복수의 압전층들로 구성되어 있다. 도 6의 경우는 설명의 편의를 위해 2개의 압전층(210a,210b)을 갖는 경우를 예시하고 있다.

[0056] 이러한 경우, 상기 복수의 압전층들 중에서, 최상단 압전층의 상면과 최하단 압전층의 하면 및 상기 압전층들 사이 부분에, 상기 제1 전극(120)과 상기 제2 전극(130)을 포함하는 복수 개의 전극층(120,130,180)이 형성되어 있다.

[0057] 즉, 제2 실시예의 경우 상기 복수의 압전층(210a,210b)들 중에서, 최상단 압전층(210a)의 상면과 최하단 압전층

(210b)의 하면 및 상기 압전층(210a,210b)들 사이 부분에, 각각 복수 개의 전극층(120,130,180)이 형성되어 있다. 여기서, 교류 전압부(240)는 각각의 압전층(210a,210b)에 개별 형성된다.

[0058] 이상과 같은 도 6의 실시예는 압전층이 2개인 경우를 예시하고 있으나, 2개 이상의 압전층에 대해서도 동일한 원리로 적용이 가능함은 물론이다. 서로 적층된 압전층들의 두께 및 재질은 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[0059] 이러한 도 6의 경우, 전원 라인을 분리하여 압전층에 대해 서로 다른 바이어스 전압이 인가되도록 제어한다. 즉, 각각의 전극층(120,130,180)에 개별 바이어스 전압(V1, V2, V3)을 인가한다. 이러한 경우 V2와 V1 간의 전위차에 해당되는 전압이 제1 압전층(210a)에 인가되고, V3와 V2 간의 전위차에 해당되는 전압이 제2 압전층(210b)에 인가된다.

[0060] 이와 같이, 직류 전압부(250)는, 상기 복수 개의 전극층(120,130,180)에 인가되는 직류 바이어스 전압(V1,V2,V3)의 크기를 개별적으로 조절하여, 상기 압전층 별로 분극 방향을 서로 동일 또는 다른 방향으로 조절할 수 있다. 예를 들면, 제1 압전층(210a)의 분극 방향은 하부에서 상부를 향하는 두께 방향으로, 제2 압전층(210b)의 분극 방향은 상부에서 하부를 향하는 두께 방향으로 조절할 수 있다. 이는 보다 여러 층의 압전층을 갖는 초음파 변환기에 대해서도 적용이 가능하다.

[0061] 이상과 같은 본 발명에 따른 완화형 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기에 의하면, P(VDF-TrFE-CFE) 또는 P(VDF-TrFE-CTFE)의 완화형 강유전 고분자를 압전 재료로 사용함에 따라 전기-기계 결합계수가 크고 열적 안정성이 높을 뿐만 아니라 높은 감도 및 넓은 대역폭을 제공할 수 있어 초음파 변환기의 성능을 보다 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

[0062] 이러한 완화형 강유전 고분자를 사용한 초음파 변환기는 다양한 분야의 초음파 송수신에 적용될 수 있으며, 특히 높은 감도와 넓은 대역폭을 필요로 하는 생체 의학 분야에서 효과적으로 사용될 수 있다.

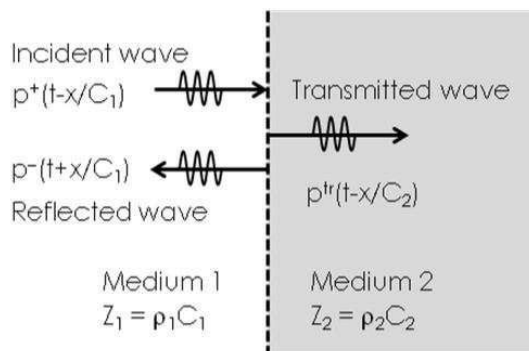
[0063] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

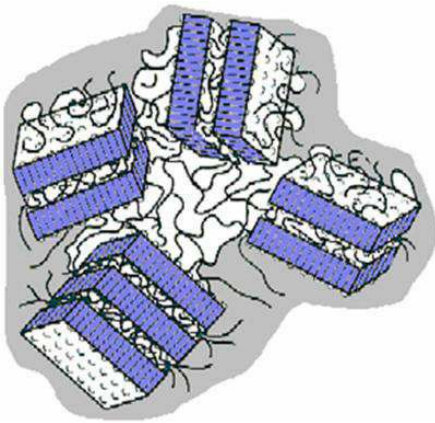
- [0064] 100, 200: 강유전 고분자를 이용한 초음파 변환기
- 110,210a,210b: 압전층
- 120: 제1 전극
- 130: 제2 전극
- 140,240: 교류 전압부
- 150,250: 직류 전압부
- 160: 정합층
- 170: 배킹층

도면

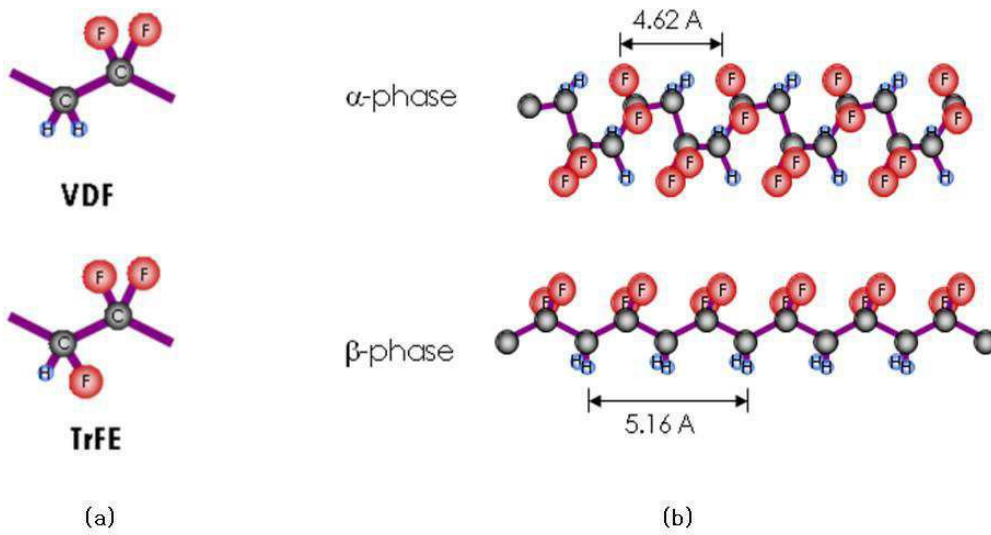
도면1



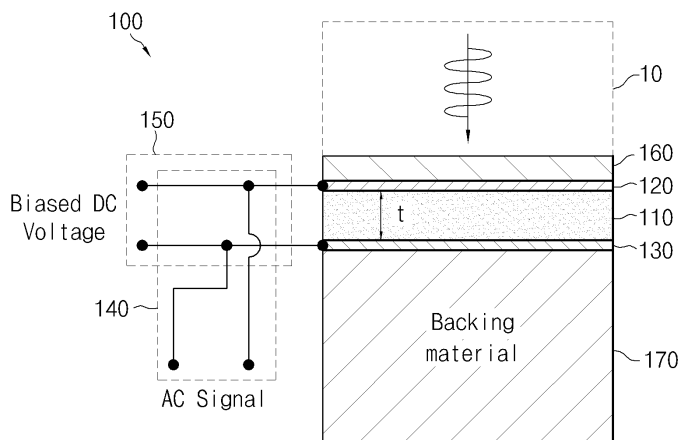
도면2



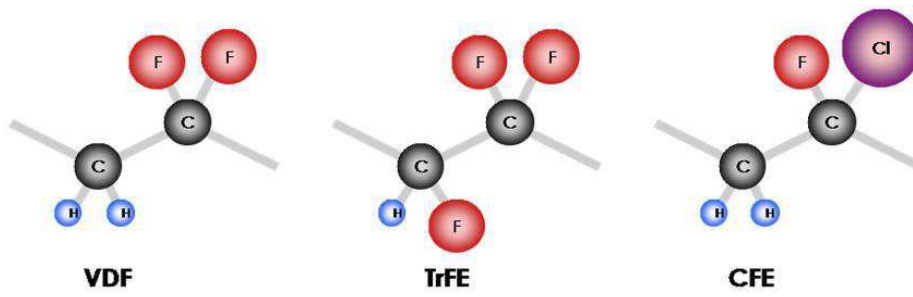
도면3



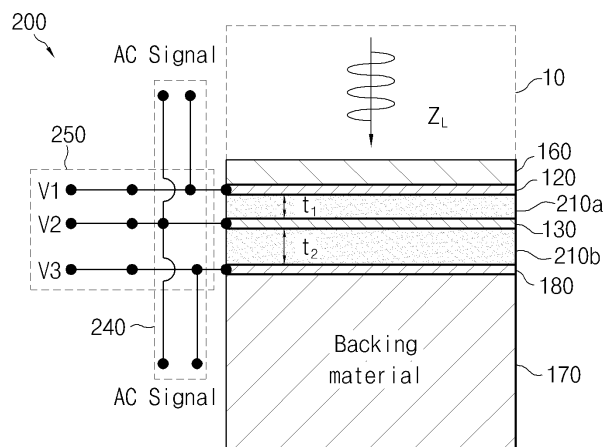
도면4



도면5



도면6



专利名称(译)	标题：使用弛豫铁电聚合物的超声换能器		
公开(公告)号	KR101395264B1	公开(公告)日	2014-05-15
申请号	KR1020120122397	申请日	2012-10-31
[标]申请(专利权)人(译)	蔚山UNIV发现IND合作		
申请(专利权)人(译)	蔚山大学学术合作		
当前申请(专利权)人(译)	蔚山大学学术合作		
[标]发明人	CHOI SEUNG TAE 최승태 PARK SUNG TAE 박성태 JU WOO EON 주우언		
发明人	최승태 박성태 주우언		
IPC分类号	H04R17/00 H01L41/09 A61B8/00		
CPC分类号	B06B1/0688 G10K9/122 H01L41/0471 H04R17/005		
其他公开文献	KR1020140055453A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

超声换能器本发明涉及一种使用弛豫铁电聚合物的超声换能器。本发明提供一种使用弛豫铁电聚合物的超声波换能器，该弛豫铁电聚合物包括由弛豫铁电聚合物材料形成的压电层，以向被检体传送和接收超声波。第一和第二电极分别层叠在压电层的上表面和下表面上；用于在第一和第二电极之间施加或感测AC电压的AC电压部分；以及用于在第一和第二电极之间施加DC偏压的DC电压部分。当DC偏压施加到压电层时，压电层的内极化在厚度方向上排列，从而增加机电耦合系数。根据使用弛豫铁电聚合物的超声换能器，P (VDF-TrFE-CFE) 或P (VDF-TrFE-CFE) 的弛豫铁电聚合物用作压电材料，因此机电耦合系数高且热稳定性好。增强了。另外，提供高灵敏度和大带宽，从而可以大大提高超声换能器的性能。

