

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.⁷
G01N 29/24

(45) 공고일자 2005년04월07일
(11) 등록번호 10-0480876
(24) 등록일자 2005년03월24일

(21) 출원번호 10-2001-0070930
(22) 출원일자 2001년11월15일

(65) 공개번호 10-2003-0040592
(43) 공개일자 2003년05월23일

(73) 특허권자 (주)아이블포토닉스
경기도 시흥시 정왕동 1276-10

주식회사 휴먼스캔
경기도 안산시 단원구 성곡동 672 시화아파트형공장 3층 302호

(72) 발명자 이상구
경기 시흥시 정왕1동 1844번지 주공5차아파트 508-305

임성민
경기도성남시분당구수내동푸른마을벽산아파트104-302

정호
서울특별시관악구봉천4동1561-5

김세훈
서울특별시강동구명일1동삼익가든아파트10-10

(74) 대리인 위정호
장성구

심사관 : 홍정혜

(54) 신규의 압전 단결정을 이용한 초음파 탐촉자

요약

본 발명은 유전상수가 높고 전기기계 결합계수가 큰 값을 갖는 새로운 조성의 압전 단결정을 압전요소로 이용한 초음파 탐촉자에 관한 것으로, 본 발명에 따른 초음파 탐촉자는 초음파 송/수신 회로와의 매칭(matching)이 쉽고 우수한 감도를 가지므로 의료용 초음파 영상 진단기뿐만 아니라 군사용/산업용 초음파 변환기에 적용될 수 있다.

대표도

도 3

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a 및 1b는 각각 종래의 수직 브리지만 단결정 성장 장치를 나타내는 모식도이고,
도 2는 본 발명의 실시예에서 사용된 단결정의 브리지만 성장을 나타내는 모식도이고,

도 3은 본 발명에 따른 초음파 탐촉자의 구조를 보여주는 도이고,

도 4는 본 발명에 따른 어레이 탐촉자의 배열 형태를 보여주는 모식도이고,

도 5a 및 5b는 종래의 PZT 초음파 탐촉자의 응답 파형과 주파수 스펙트럼을 각각 보여주는 그래프이고,

도 6a 및 6b는 본 발명의 실시예에 따른 초음파 탐촉자의 응답 파형과 주파수 스펙트럼을 각각 보여주는 그래프이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1: 압전 요소 2a, 2b: 1차, 2차 전극

3a, 3b: 음향 정합층 4: 음향 렌즈

5: 후면층 6a, 6b: 기본전극판, 유연성 인쇄회로기판

7: 용융상태 8: 백금 도가니

9: 성장로 10: 성장된 단결정

11: 백금 도가니 12: 알루미늄 분말

13: 저항 14: 끌어내림(Drop-Down) 방식

15: 단결정 16: 용융상태

17: 백금 도가니 18: 알루미늄 튜브

19: 저항 20: 알루미늄 뚜껑

21: 온도 제어기 22: 시드

23: 온도측정기 24: 지지대

25: 고온층 26: 저온층

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 새로운 구성을 갖는 압전 단결정을 압전 요소로 이용한 초음파 탐촉자에 관한 것이다.

초음파 영상장치는 크게 전기 및 초음파 신호의 변환을 담당하는 탐촉자, 받아들인 신호와 보내는 신호를 처리하는 신호처리 부분, 탐촉자와 신호처리 부분에서 얻은 신호를 이용하여 영상을 나타내주는 표시부의 세 부분으로 구분된다. 이 중에서 초음파 탐촉자는 신호 변환의 역할을 하는 부분으로서, 초음파 영상의 질을 좌우하는 중요한 부분이다. 즉 전기 에너지와 음향 에너지를 상호 변환시키는 작용을 한다. 초음파 탐촉자가 갖추어야 할 기본 조건으로서, 전기-음향 변환효율(전기기계 결합계수), 초음파 펄스(pulse) 특성, 및 초음파 빔(beam)의 초점 특성 또는 집속성이 좋아야 한다.

초음파 탐촉자를 결합한 초음파 영상 장치는 인체 내부를 검사할 수 있는 의료용 진단 기기, 금속 용접 부분의 내부를 검사할 수 있는 검사 기기 등에 적용할 수 있다. 인체의 단층 촬영 이미지(B 모드 이미지) 외에 의료용 진단 기기의 한 예로서 혈액의 흐름에서 발생한 초음파의 도플러 쉬프트(Doppler shift, 주파수 변화)를 이용하여 혈액의 흐름, 예를 들어 심장, 간, 경동맥(carotid artery) 등의 혈류 속도를 2차원 칼라로 보여줄 수 있는 색 혈류 지도화(Color Flow Mapping, 이하 CFM) 방법을 이용한 의료용 진단 기기가 근래에 개발되었으며, 이로 인해 진단 기능이 상당히 개선되었다. CFM을 이용한 의료용 진단 기기는 모든 내부 기관, 예를 들어 인체의 자궁, 간, 비장 등을 진단하는 데에 사용된다. 현재는 관상 동맥 혈전증(coronary thrombus)을 진단할 수 있는 기기를 개발하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다.

B 모드 이미지의 경우, 질병 상태에서의 작은 변화와 인체 내의 변화에 의해 발생하는 몸 속 깊은 곳의 체강에서의 작은 변화까지도 분명하게 볼 수 있는 고해상도 이미지를 높은 감도에서 얻을 수 있으며, CFM 이미지를 얻을 수 있는 도플러 모드에서는 작은 혈액세포에서 반사되는 에코(echo)를 사용하므로 B 모드 이미지에서 얻는 신호 레벨보다 낮아 좀 더 높은 감도를 필요로 한다. 따라서, 높은 감도를 가지는 초음파 탐촉자와 이를 이용한 진단기기에 대한 연구가 필수적이며 현재 진행 중에 있다.

종래의 초음파 탐촉자의 압전 소재 기관으로는 주로 납 지르코니아 티타네이트 ($\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$, 이하 PZT) 세라믹스가 사용되었으며 지금도 상용화되고 있다. PZT는 낮은 제조 단가와 뛰어난 물성으로 대표적인 압전 재료로 수많은 응용분야에 사용되어왔다. 이러한 PZT 세라믹스가 발전을 거듭하여 현재 최고의 특성을 나타내고 있지만, 많은 응용분야에 있어서는 좀 더 발전된 제품을 개발하기 위하여 기존의 PZT 세라믹스보다 뛰어난 물성의 재료를 요구하게 되었다.

현재 PZT 세라믹스를 대체할 가능성을 보이는 재료로서, 납 지르코니아 니오베이트-납 티타네이트 ($\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ - PbTiO_3 , 이하 PZN-PT) 또는 납 마그네슘 니오베이트-납 티타네이트 ($\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ - PbTiO_3 , 이하 PMN-PT) 압전 단결정을 들 수 있다. 이러한 압전 단결정은 PZT 세라믹스보다 제조단가가 비싼 단점이 있지만 좀 더 나은 물성의 재료를 원하는 시스템의 요구와 부합하여 많은 연구가 이루어지고 있다. 새로이 연구되고 있는 압전 단결정은 기존의 PZT 세라믹스보다 전기-음향 변환 효율을 나타내는 전기기계 결합계수(k_{33})가 약 20%, 발·수신 성능을 좌우하는 압전계수(d_{33})가 약 2배 이상의 성능 향상을 나타내고 있다. 그러나, 기존의 보고되는 조성 및 제조방법은 여전히 연구용이거나, 또는 산업용으로 사용되기 위한 크기와 대량생산에 결정적인 결함을 가지고 있다.

종래의 PZN-PT와 PMN-PT를 기초로 한 조성의 단결정의 대표적 제조방법으로서 용제법(flux method), 용제법 조성의 브리지만 법(Bridgman method) 및 2중 도가니를 사용한 브리지만 법 등이 있다. 구와타 등이 발표한 논문(J. Kuwata, K. Uchino, S. Nomura, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 21, No. 9, 1982, p.1298)에서는 용제법으로 91PZT-9PT 단결정을 성장시켰다고 발표했다. 이후 고바야시 등이 발표한 논문(T. Kobayashi, S. Shimanuki, S. Saitoh, Y. Yamashita, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 36, No. 9B, 1997, p.6035)에서는, 용제법으로 단결정을 제조할 경우 용제 섞임(flux inclusion) 현상이 나타난다는 것을 보고하였으며, 사이토 등이 발표한 논문(S. Saitoh, T. Takeuchi, T. Kobayashi, K. Harada, S. Shimanuki, Y. Yamashita, IEEE Transactions on ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency control, Vol. 46, No. 2, 1999, p.414)에서는, 용제법을 사용하여 성장시킨 91PZT-9PT 단결정을 이용하여 초음파 탐촉자를 제작하였으나 이러한 성장방법으로는 단결정의 양산이 어려우며 균질의 단결정을 얻을 수 없음을 개시하고 브리지만 법을 도입할 것임을 보고하였다. 시마누키 등이 발표한 논문(S. Shimanuki, S. Saito, Y. Yamashita, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 37, No. 6A, 1998, p.3382)에서는, 용제법으로 단결정을 성장시킬 경우 양산에 적합한 크기로 성장시킬 수 없으며 용제 섞임 현상이 발생한다는 단점이 있음을 지적하고, 도 1a에 도시된 바와 같이, 산화납(PbO)을 용제로 사용한 수직 브리지만 법(Vertical Bridgman method, 도 1a)을 이용하여 성장로(9)내의 백금 도가니(8)에서 91PZN-9PT 단결정(10)을 제조함을 보고한 바 있다. 하라타 등이 발표한 논문(K. Harada, S. Shimanuki, T. Kobayashi, S. Saitoh, Y. Yamashita, J. Intelligent Material Systems and Structures, Vol. 10, No. 6, 1999, p.493)에서는 기존의 용제법의 단점을 지적하고 단결정 성장 방법으로 브리지만 법이 우수하다고 밝히고 산화납을 용제로 사용한 용제법 조성의 용액 브리지만 법(Solution Bridgman method)을 사용하여 91PZN-9PT 단결정을 제조하였다. 그러나, 상기의 두 문헌에서 언급한 브리지만 성장법은 결정을 안정하게 키우기 위해서 여전히 용제로서 산화납, 붕산(B_2O_3) 등을 과량으로 혼합하는 방식으로, 용제법의 단점을 그대로 가지고 있으며, 이들 문헌에서도, 성장시킨 단결정에서 크랙(crack)이 발생하며 불투명한(opaque) 영역이 띠(stripped) 형태로 나타남을 보고하고 있다. 또한 루오 등의 문헌(H. Luo, G. Xu, H. Xu, P. Wang, Z. Yin, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 39, 2000, p5581)에서는, 용제법을 이용한 성장법은 재료의 조성이 복잡하고 산화납의 증발량이 많아 균질의 커다란 단결정을 얻을 수 없다고 언급하면서, 도 1b에 도시된 바와 같이, 알루미늄 분말(12)로 채운 성장로내의 백금 도가니(11)에서 단결정을 성장시키는 보완된 브리지만 법(Modified Bridgman method)을 이용하여 PMN-PT 단결정을 직경 40mm까지 성장시켰음을 보고하였다. 그러나, 이중 도가니 형태로 단결정을 성장시키므로, 온도제어, 크기제어, 핵(seed) 사용 등의 문제점으로 인해 상용화를 위한 단결정의 양산에 한계가 있다.

미국특허 제5,402,791호에는 용제법에 의한 PMN-PT 단결정 성장 방법이 개시되어 있으며, 미국특허 제6,020,675호에는 결정 성장 방법으로서 시드(seed) 단결정을 이용한 비정상 입자 성장(Abnormal Grain Growth)법이 개시되어 있다. 미국특허 제6,238,481호에서는 용액 브리지만법으로 성장시킨 PMN-PT를 이용하여 탐촉자를 제조하였으나, 산화납(PbO)과 붕산(B_2O_3)을 용제로 첨가함으로써 결정에 불투명한 영역이 띠 형태로 나타나며, 또한 용제의 사용량이 PMN-PT의 양과 같아 결정 성장 후 용제 제거공정 후 수득되는 단결정의 크기에 한계가 있으므로 양산에 적합하지 못한 단점을 갖는다.

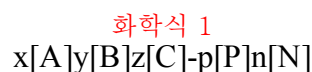
이에 본 발명자들은 신규의 조성을 가지며 용제를 사용하지 않고 결정의 크기를 자유로이 변경시킬 수 있는 성장방법에 의해 제조된 신규의 압전 단결정을 압전요소로서 이용한 초음파 탐촉자를 개발하기에 이른 것이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 유전상수, 전기기계 결합계수가 높은 새로운 조성의 압전 단결정을 압전요소로 사용하여 우수한 감도를 가지며 초음파 송/수신 회로와의 매칭이 우수한 초음파 탐촉자를 제공하기 위한 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에서는 압전 단결정으로 이루어진 압전 요소를 포함하는 초음파 탐촉자에 있어서, 상기 압전 단결정이 하기 화학식 1의 조성을 갖는 것을 포함하는, 초음파 탐촉자를 제공한다:



상기 식에서,

[A]는 납 마그네슘 나이오베이트[Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃] 또는 납 아연 나이오베이트[Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O₃]이고,

[B]는 납 타이타네이트[PbTiO₃]이며,

[C]는 리튬 탄탈레이트[LiTaO₃] 또는 리튬 나이오베이트[LiNbO₃]이고,

[P]는 백금, 금, 은, 팔라듐 및 로듐으로 이루어진 군 중에서 선택된 하나의 금속이며,

[N]은 니켈, 코발트, 철, 스트론튬, 스칸듐, 루테튬, 구리 및 카드뮴으로 이루어진 군 중에서 선택된 하나의 금속의 산화물이고,

x는 0.65 보다 크고 0.98 보다 작은 수이며,

y는 0.01 보다 크고 0.34 보다 작은 수이고,

z는 0.01 보다 크고 0.1 보다 작은 수이며,

p 및 n은 각각 0.01 보다 크고 5 보다 작은 수이다.

이하, 본 발명을 보다 상세히 기술한다.

도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 초음파 탐촉자는 상기 화학식 1의 조성을 가진 압전 단결정을 이용한 압전 요소(1), 상기 압전 요소의 초음파 송/수신면 및 그 반대면에 한 쌍의 전극(2a, 2b)을 형성한 초음파 송/수신 소자, 송/수신 면과 연결된 전극(2a) 위에 형성된 음향 정합층(3a, 3b), 음향 렌즈(4), 1차 전극과 2차 전극에 각각 연결된 기본 전극판(ground electrode plate)(6a)과 유연성 인쇄회로기판(Flexible Printed Circuit Board)(6b)을 포함한다. 상기 음향 렌즈(acoustic lens)(4)는 음향 정합층 전체를 덮을 수 있도록 형성된다. 접착재를 이용하여 기본 전극판(6a)은 1차 전극(2a)에 접합되고, 다수의 케이블을 가진 유연성 인쇄회로기판(6b)은 2차 전극(2b)에 접합된다.

본 발명에서 사용될 수 있는 상기 화학식 1의 조성을 갖는 압전 단결정은 구성 성분들의 고상 반응(제1단계 반응)과 용융 결정화 반응(제2단계 반응)을 통하여 제조되며, 균질한 화합물 조성을 갖는다.

먼저, 반응원료로서, 납 마그네슘 나이오베이트[Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃] 및 납 아연 나이오베이트[Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O₃]중에서 한 성분과, 납 타이타네이트[PbTiO₃], 리튬탄탈레이트[LiTaO₃]를 계량, 혼합하며, 사용량은 각각 0.65 내지 0.98 몰, 0.01 내지 0.34 몰 및 0.01 내지 0.1몰 범위이다.

생성 혼합물에, 상기 3가지 성분의 총량을 기준으로, 백금(Pt), 금(Au), 은(Ag), 팔라듐(Pd) 및 로듐(Rh)으로 이루어진 군중에서 선택된 하나의 금속 및 니켈(Ni), 코발트(Co), 철(Fe), 스트론튬(Sr), 스칸듐(Sc), 루테튬(Ru), 구리(Cu) 및 카드뮴(Pd)으로 이루어진 군중에서 선택된 하나의 금속의 산화물을 가하며, 사용량은 각각 0.01 내지 5 중량%의 범위이다.

상기 생성 혼합물을, 유기 용매를 분산 매질로 하여 분쇄혼합한 후 건조 및 소성시킨다. 유기용매로는 에틸 알콜, 이소프로필 알콜 등과 같은 용매를 사용할 수 있다. 건조는 통상의 방법에 따라, 즉 건조기를 이용하여 예를 들면 150 내지 200 °C 범위의 온도에서 수행할 수 있고, 소성은 예를 들면 850 내지 1000 °C의 온도 범위로 1 내지 10시간 동안 수행할 수 있다.

상기와 같이 하여 얻어진 물질은 새로운 조성의 세라믹 분말이지만 실제로 원자 및 분자 수준 또는 화합물이 가지는 고유한 격자특성 같은 물리 화학적인 특성은 여전히 매우 불균일한 상태이다. 따라서, 이러한 불균일한 화합물의 상태를 조성 및 물리 화학적으로 균질한 화합물로 만들기 위하여 이어서 제2단계로 용융결정화 공정을 수행하며, 이 공정을 도 2를 중심으로 설명하면 다음과 같다.

용융결정화 단계에서는, 제1단계의 고상반응을 거친 세라믹 분말을 고온 고압에서 용융(16)시킨 다음 서냉하여 결정화(15)시킨다. 용융은 고온층(25)(온도: 1,300~1,500 °C, 압력: 20~200psi)에서 완전히 용해시킴으로써 수행되며, 서냉은 저온층(26)에서 80 내지 120시간 동안에 걸쳐 서서히 실온으로 냉각시킴으로써 수행된다. 이러한 공정을 통해, 원자나 분자 수준 및 물질의 격자구조까지도 균질해지므로 제1단계 후의 세라믹 분말일 때와는 물리 화학적으로 전혀 다른 특성을 나타내는 균질한 조성의 화합물을 수득할 수 있다.

상기와 같이 제조된 압전 단결정(15)은 실온에서 5500 이상의 유전상수 값과 -20~90 °C의 넓은 온도범위에서 낮은 온도계수를 지닌, 우수한 온도 특성을 가지며, 또한 기존의 플렉스 조성물과 같이 용제를 사용할 필요가 없고 이중도가나를 사용하지 않으므로 결정의 직경을 크게하기 쉬우므로 대량생산이 용이하다.

본 발명에 따른 초음파 탐촉자는 통상의 방법에 의해 제조될 수 있으며, 예를 들면 다음과 같다(도 3 참조):

압전 단결정을 이용한 압전요소의 양면에 스퍼터링(sputtering), 전자-빔(electronic-beam), 열 증발(thermal evaporation) 또는 전해도금(electro plating)의 방법을 통해서 전도막(conductive film)을 증착시키고 적절한 에칭을 수행하여 초음파 송/수신면과 반대면 위에 있는 전도막을 제거한 후, 접착재, 예를 들면 은 에폭시를 사용하여 송/수신면 위

에 위치한 전도막(2a, 1차전극) 끝 부분에 기본 전극판(6a)을 접합시키고, 초음파 송/수신면 표면에 위치한 전도막 위에 음향 정합층(3a, 3b)을 형성하고, 상기 음향 정합층 전체를 덮을 수 있도록 음향렌즈(4)를 형성한다. 이어서, 은 에폭시 접착재를 사용하여 다수의 케이블을 가진 유연성 인쇄회로기판(6b)을 송/수신면의 반대면 위에 있는 전도막(2b, 2차전극)에 형성하여 최종 구조를 후면층(backing material)(5) 위에 접합함으로써 수행된다.

도 4는 본 발명의 압전 단결정을 포함하는 압전 요소(1), 전극(2a, 2b), 음향 정합층(3a, 3b) 및 후면층(5)을 포함하는 압전 소자가 각각 배열된, 어레이 형태의 탐촉자의 단면을 나타낸다.

상기 압전 소자는 음향 정합층(3a, 3b)에서부터 압전요소의 송/수신 반대면 상의 후면층까지 다이싱(dicing)을 수행하여 여러 개가 서로 분리되어 있다. 바람직하게는, 각각의 압전 요소(1)는 초음파 송/수신면이 (001)방향을 갖는다. 이러한 압전 요소는 상기의 압전 단결정을 [001]축에 대한 (c축) 수직방향으로 다이싱함으로써 제조할 수 있다.

본 발명에서 사용되는 1·2차 전극은 각각 크롬/니켈/금(Cr/Ni/Au)으로 구성된 3층의 전도성 막으로 구성된다. 크롬은 E-빔, 니켈과 금은 열 증발방법으로 각각 증착시켰다. 각각의 전극은 크롬이 100 내지 700Å, 니켈이 1,000 내지 10,000Å, 금이 500 내지 3,000Å 범위의 두께를 갖는 것이 바람직하다.

본 발명의 초음파 탐촉자는 상기 화학식 1의 조성을 갖는 압전 단결정을 압전 요소(1)로서 사용하므로, 상기 압전 요소(1)에 형성된 전극(2a, 2b)이 분극을 일으키면 대략 1,000 내지 10,000 범위의 상대유전상수를 얻을 수 있다. 또한, 압전 단결정을 [001]축에 대해 직각 방향으로 다이싱하여, 최대 전기기계 결합계수(k_{33})를 얻을 수 있는 (001)면에 초음파 송/수신면을 갖는 띠 모양의 압전 요소를 만들고 상기 압전 요소의 (001)면에 1차와 2차 전극을 형성함으로써 초음파 송/수신 소자를 제작할 수 있다.

본 발명의 초음파 탐촉자에 사용되는 압전요소는 20 내지 500,000 μm 범위의 두께가 가능하며, 바람직하게는 50 내지 400 μm 범위의 두께를 갖는다. 또한 상기 송/수신 소자가 여러 개 배열된 어레이(array) 형태의 초음파 탐촉자인 경우에는 상기 압전요소의 두께가 20 내지 2,000 μm 의 범위를 갖는 것이 바람직하다.

상기 압전 단결정으로 구성된 압전 요소는 상용화되고 있는 PZT기반의 세라믹으로 이루어진 압전 요소에 비해 상대유전상수가 크기 때문에 송/수신 회로와의 매칭을 쉽게 얻을 수 있다. 즉, 케이블이나 기기의 부유용량(stray capacitance)으로 생기는 손실이 감소하며, 이에 따라 고감도의 신호를 얻을 수 있다.

본 발명의 초음파 송/수신 소자의 제조는, 상기 화학식 1로 표시되는 조성의 압전 단결정을 [001]축에 대해 직각 방향으로 다이싱하여, 최대 전기기계 결합계수(k_{33})를 얻을 수 있는 (001)면에 초음파 송/수신면을 갖는 띠 모양의 압전 요소(1)를 만들고 이 압전 요소의 (001)면에 1차와 2차 전극을 형성함으로써 수행된다. 이러한 초음파 송/수신 소자에서, 면방향 (001)을 갖는 송/수신 표면에서 발산되는 음속은 1,200 내지 4,000 m/s (주파수 상수: 1,400 ~ 2,000 Hz.m)이며, 전기기계 결합계수(k_{33})가 80 ~ 95%로서 크다.

본 발명의 초음파 탐촉자는 의료용 초음파 진단기 또는 군사용/산업용 초음파 변환기에 적용될 수 있다.

이하, 본 발명을 실시예를 들어 상세하게 설명한다. 단, 아래의 실시예가 본 발명을 한정하는 것은 아니다.

실시예

제조예 1-4 : 압전 단결정 제조

하기 표 1에 나타낸 바와 같은 반응원료를 계량, 혼합한 다음, 0.5" 지르코니아 불밀에서 에탄올을 분산 매질로 하여 분쇄 혼합하고, 이 생성 혼합물을 150℃의 온도로 제어된 전기로에서 건조시키고, 알루미늄이 뚜껑이 있는 알루미늄 도가니에서 920℃의 온도로 6시간 동안 소성시켰다. 소성된 물질을 다시 불 분쇄기로 균일하게 분쇄시킨 후 이 분말을 백금 도가니(17)에 넣고 밀봉한 다음, 고온층(25)인 고온 결정 성장로(1500℃, 100psi)에 20시간동안 두어 완전히 용융(16)시킨 후, 저온층(26)에서 120 시간동안 서서히 20℃로 냉각시켜 반투명한 균질한 조성의 단결정(15)을 각각 수득하였다.

[표 1]

반응원료	x[A] 0.65<x<0.98 x: mol x+ y+ z=1	y[B] 0.01<y<0.34 y: mol	z[C] 0.01<z<0.1 z: mol	p[P] 0.01<p<5 p: w/w%= P/ (A+ B+ C)	n[N] 0.01<n<5 n: w/w%= N/(A+ B+ C)	조성식
	[A]: [Pb(Mg1/3Nb2/3)O3] [Pb(Zn1/3Nb2/3)O3]	[B] PbTiO3	[C] LiTaO3	[P]: Pt Ag Au Pd Rh	[N]: NiO Co Fe2O3 ScO SrO RuO2 CuO CdO	x[A]y[B]z[C]- p[P]n[N]

제조예	1	[Pb(Mg ₁ /3Nb ₂ /3)O ₃] 0.65몰	0.33몰	0.02몰	Pt 1중량%	NiO 1 중량%	MPN
	2	[Pb(Mg ₁ /3Nb ₂ /3)O ₃] 0.66몰	0.33몰	0.02몰	Ag 1중량%	NiO 1 중량%	MAN
	3	[Pb(Zn ₁ /3Nb ₂ /3)O ₃] 0.89몰	0.09몰	0.02몰	Pt 1중량%	NiO 1 중량%	ZPN
	4	[Pb(Zn ₁ /3Nb ₂ /3)O ₃] 0.89몰	0.09몰	0.02몰	Ag 1중량%	NiO 1 중량%	ZAN
MPN : 0.65[Pb(Mg ₁ /3Nb ₂ /3)O ₃] 0.33[PbTiO ₃]0.02[LiTaO ₃]-1[Pt]1[NiO] MAN : 0.80[Pb(Mg ₁ /3Nb ₂ /3)O ₃] 0.18[PbTiO ₃]0.02[LiTaO ₃]-1[Ag]1[NiO] ZPN : 0.89[Pb(Zn ₁ /3Nb ₂ /3)O ₃]0.09[PbTiO ₃]0.02[LiTaO ₃]-1[Pt]1[NiO] ZAN : 0.89[Pb(Zn ₁ /3Nb ₂ /3)O ₃]0.09[PbTiO ₃]0.02[LiTaO ₃]-1[Ag]1[NiO]							

실시예 1: 압전 단결정을 압전요소로 이용한 초음파 탐촉자 제조

제조예 1 내지 4의 브리지만 법에 따라 수득한 압전 단결정으로부터 라우에(Laue) 카메라를 사용해서 축방향이 [001]인 압전 단결정을 얻었으며 이 축방향에 대해 직각방향으로 압전 단결정을 다이싱하여 압전요소(두께 400 μ m)를 얻었다. 이어서, 다이싱한 압전요소의 (001)면의 양면(송수신면) 및 양 옆면에 Cr(200Å)/Ni(2,000Å)/Au(1,000Å) 3층의 전도막(전극)을 상온에서 1.2 $\times 10^{-7}$ mmHg의 압력하에 형성하였으며, 이때, Cr은 전자-빔에 의해 증착시키며, Ni과 Au는 열 증발법에 의해 각각 증착시켰다. 130 내지 150 $^{\circ}$ C 온도 범위의 실리콘 오일에서 10분 동안 3kV/cm의 전기장을 가하였고 전기장을 가하는 동안 70 내지 90 $^{\circ}$ C 온도 범위로 냉각시켰다. 이 압전요소를 전극과 함께 여러 가지 모양으로 다이싱하고, 이의 커패시턴스, 공진 주파수 및 반공진 주파수를 대한민국 특허출원 제 2000-69311 호에 개시된 방법에 의해 측정하였다. 그 결과, 이의 유전상수가 1,000 내지 10,000, 음속이 1,200m/s 내지 4,000m/s, 그리고 전기기계 결합계수(k_{33})가 80 내지 95% 범위임을 확인할 수 있었다.

상기 전도막이 증착된 압전요소에 선택적으로 에칭을 수행하여 한쪽 옆면과 송/수신 반대면에 위치한 전도막의 일부를 제거하였다. 기본 전극판(6a)을 송/수신면에 증착된 전도막(2a, 2b)의 끝부분에 은 에폭시 접착재로 접합시키고, 상기 전도막(2a) 위에 음향 정합층(3a, 3b)을 형성하였다. 이어서, 유연성 인쇄회로기판(6b)을 송/수신면의 반대면에 증착된 전도막의 끝부분에 은 에폭시 접착재로 접합시키고, 최종구조물을 후면층에 접합시켰다. 날(두께: 50 μ m)을 이용하여 음향 정합층(3a, 3b)부터 압전요소의 송/수신면의 반대면의 후면층까지를 피치(pitch) 0.315mm로 다이싱을 수행하여 띠 모양으로 만들고, 이러한 다이싱 공정을 통해 다수의 서로 분리된 압전 소자들을 제작하였다. 이러한 압전 소자들은 후면층(5) 위에 1차 및 2차 전극(2a, 2b)을 가지며 음향 정합층(3a, 3b)들은 압전 요소(1)의 상부 쪽에 배열되었고, 상기 음향 정합층(3a, 3b) 위에 음향 렌즈(4)를 형성하고, 여러 개의 케이블(정전용량: 10 pF/m, 길이: 2m)을 유연성 인쇄회로기판(6b)에 연결하여 어레이 타입의 초음파 탐촉자를 제작하였다. 상기 압전 소자가 배열된 어레이 타입의 초음파 탐촉자의 구조가 도 4에 도시되어 있다.

제조된 초음파 탐촉자의 대상면에서 반사된 펄스를 펄스 에코법(pulse echo method)에 따라 측정하였으며, 초음파 송/수신 소자들은 중심 주파수가 대략 2.5MHz 정도인 에코를 발산하였다. 비교를 위해, 시판중인 초음파 탐촉자 중에 특성이 우수한 PZT 초음파 탐촉자의 전압 파형과 주파수 스펙트럼을 측정하여, 그 결과를 도 5a 및 도 5b에 각각 도시하였고, 본 발명에 따른 PMN-PT 초음파 탐촉자의 전압 파형과 주파수 스펙트럼을 측정하여, 그 결과를 도 6a 및 도 6b에 각각 도시하였다. 도 5 및 도 6으로부터 도출한 초음파의 주요 특성인 상대 감도, 중심 주파수 및 대역폭을 하기 표 2에 나타내었다.

[표 2]

	PMN-PT 탐촉자 (실시예 1)	PZT 탐촉자 (대조구)
상대 감도(dB)	3.59	0
중심 주파수	3.03	2.76
-6dB 대역폭(%)	101.9	72.0

표 2로부터, 본 발명의 실시예에 따른 PMN-PT 탐촉자가 PZT 탐촉자보다 상대 감도가 좋으며, 대역폭이 넓어 해상도가 더 우수함을 알 수 있다.

발명의 효과

본 발명에 따른, 새로운 조성의 압전 단결정을 압전요소로 사용한 초음파 탐촉자는 종래의 압전 단결정 재료를 사용한 초음파 탐촉자보다 우수한 온도 특성을 가지므로 송/수신 회로와 쉽게 매칭할 수 있고 감도가 훨씬 뛰어나 이를 응용한 의료용 영상 진단기 및 산업용 초음파 변환기에 유용하게 사용될 수 있다.

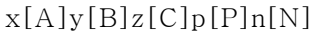
본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 이 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의하여 용이하게 실시될 수 있으며, 이러한 변형이나 변경은 모두 본 발명의 영역에 포함되는 것으로 볼 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

압전 단결정으로 이루어진 압전 요소(1) 및 상기 압전 요소의 초음파 송/수신면과 그 반대쪽 면에 각각 형성된 한 쌍의 전극(2a, 2b)으로 구성된 초음파 송/수신소자를 포함하는 초음파 탐촉자에 있어서, 상기 압전 단결정이 하기 화학식 1의 조성을 가짐을 특징으로 하는 초음파 탐촉자:

화학식 1



상기 식에서,

[A]는 납 마그네슘 나이오베이트[Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃] 또는 납 아연 나이오베이트[Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O₃]이고,

[B]는 납 타이타네이트[PbTiO₃]이며,

[C]는 리튬 탄탈레이트[LiTaO₃] 또는 리튬 나이오베이트[LiNbO₃]이고,

[P]는 백금, 금, 은, 팔라듐 및 로듐으로 이루어진 군 중에서 선택된 하나의 금속이며,

[N]은 니켈, 코발트, 철, 스트론튬, 스칸듐, 루테튬, 구리 및 카드뮴으로 이루어진 군 중에서 선택된 하나의 금속의 산화물이고,

x는 0.65 보다 크고 0.98 보다 작은 수이며,

y는 0.01 보다 크고 0.34 보다 작은 수이고,

z는 0.01 보다 크고 0.1 보다 작은 수이며,

p 및 n은 각각 0.01 보다 크고 5 보다 작은 수이고,

상기 x, y, 및 z는 각 성분의 몰수를 나타내고, x + y + z 은 1이며, 상기 p 및 n은 각 성분의 중량%를 나타낸다.

청구항 2.

제1항에 있어서,

압전 요소(1)의 초음파 송/수신면의 방향이 (001)임을 특징으로 하는, 초음파 탐촉자.

청구항 3.

제1항에 있어서,

압전 요소(1)가 진동방향으로 20 내지 500,000 μ m의 두께를 가짐을 특징으로 하는, 초음파 탐촉자.

청구항 4.

제1항에 있어서,

초음파 송/수신 소자가 하나 이상 배열된 어레이(array) 형태임을 특징으로 하는, 초음파 탐촉자.

청구항 5.

제4항에 있어서,

압전 요소(1)의 초음파 송/수신면의 방향이 (001)임을 특징으로 하는, 초음파 탐촉자.

청구항 6.

제4항에 있어서,

압전 요소(1)가 진동방향으로 20 내지 2,000 μ m의 두께를 가짐을 특징으로 하는, 초음파 탐촉자.

청구항 7.

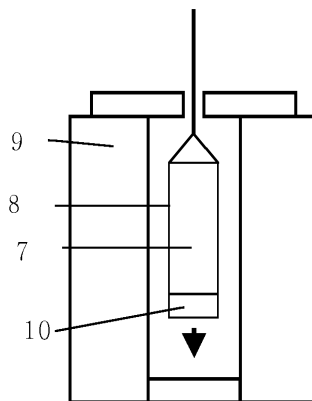
삭제

청구항 8.

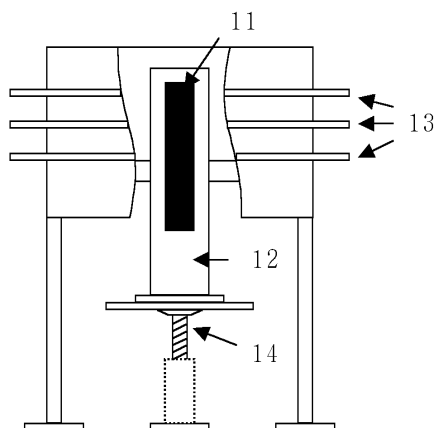
삭제

도면

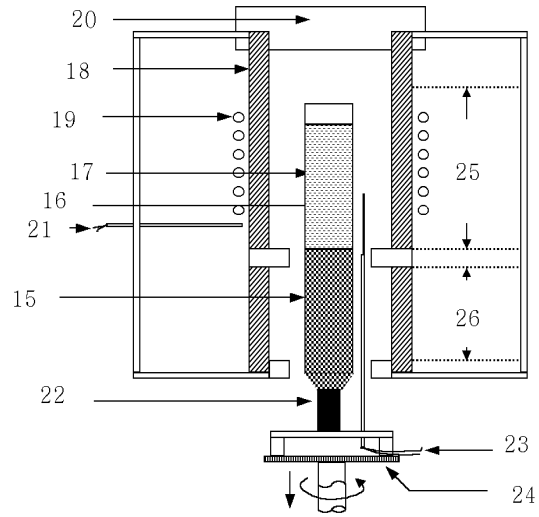
도면1a



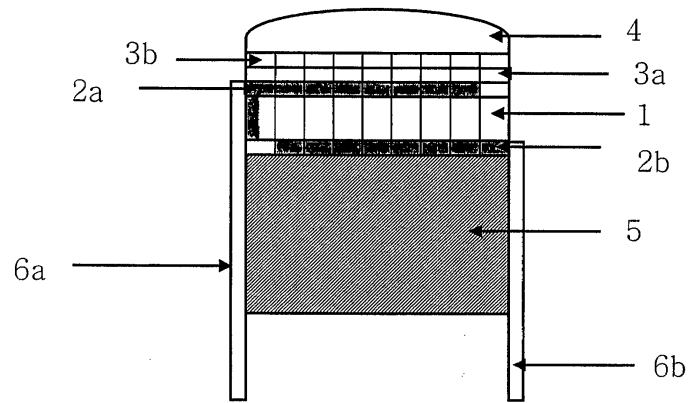
도면1b



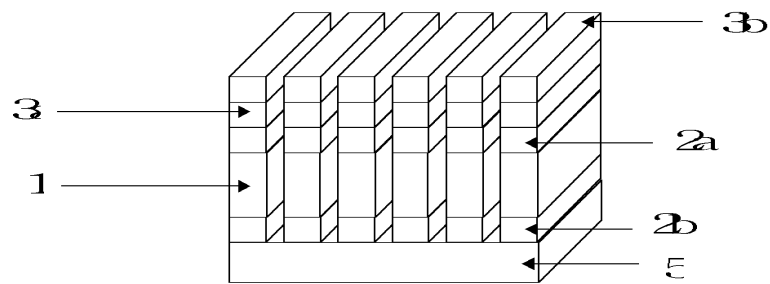
도면2



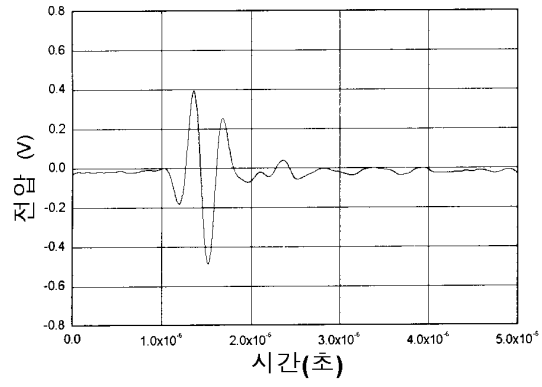
도면3



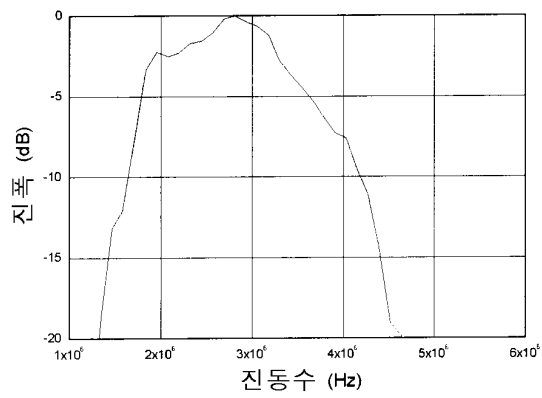
도면4



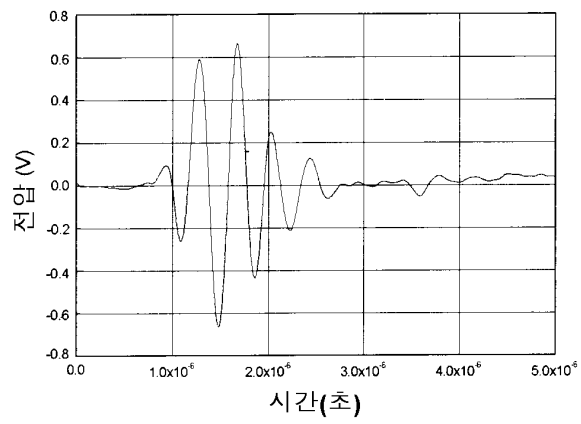
도면5a



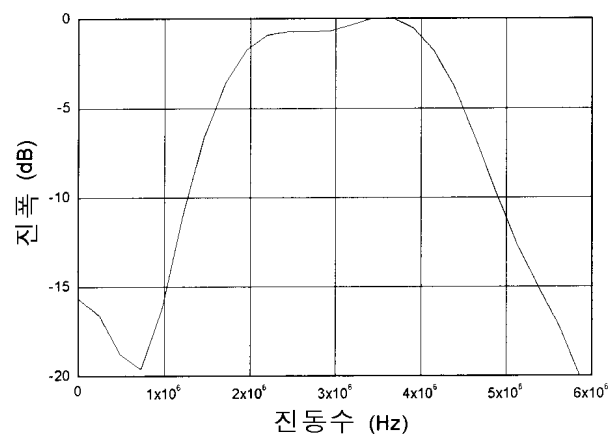
도면5b



도면6a



도면6b



专利名称(译)	超声探头采用新型压电单晶		
公开(公告)号	KR100480876B1	公开(公告)日	2005-04-07
申请号	KR1020010070930	申请日	2001-11-15
[标]申请(专利权)人(译)	伊布勒光子学公司		
申请(专利权)人(译)	光子有限公司ahyibeul 주식회사휴먼스캔		
当前申请(专利权)人(译)	光子有限公司ahyibeul 주식회사휴먼스캔		
[标]发明人	LEE SANG GOO 이상구 RHIM SUNGMIN 임성민 JUNG HO 정호 KIM SEA HOON 김세훈		
发明人	이상구 임성민 정호 김세훈		
IPC分类号	G01H11/06 H01L41/047 G01N9/18 A61B8/14 H04R17/00 G01N29/24 H01L41/22 H01L41/18		
CPC分类号	H01L41/18 Y10T29/42		
代理人(译)	张居正 , KU SEONG		
其他公开文献	KR1020030040592A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

另外，本发明相匹配的本发明的涉及一种超声波探头使用具有高介电常数的大值的新的组合物的压电单晶，压电元件的机电耦合系数，超声波探头根据本发明包括超声波发射/接收电路（匹配）不仅可以应用于医学超声成像设备，还可以应用于军事/工业超声换能器。 3

