



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년05월18일

(11) 등록번호 10-1622488

(24) 등록일자 2016년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04R 17/00 (2006.01) A61B 8/00 (2006.01)

H04R 31/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0183143

(22) 출원일자 2014년12월18일

심사청구일자 2015년01월06일

(56) 선행기술조사문헌

JP2011217160 A\*

JP3280677 B2\*

US20020108220 A1

US20060185139 A1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

동국대학교 산학협력단

서울특별시 중구 필동로1길 30 (필동3가, 동국대  
학교)

(72) 발명자

정종섭

서울특별시 동대문구 장안벽꽃로 167 래미안장안  
2차아파트 220동 901호

박찬욱

서울특별시 서대문구 증가로24다길 33

성진호

서울특별시 중구 동호로 268-10, 401호

(74) 대리인

특허법인 피씨알

심사관 : 송근배

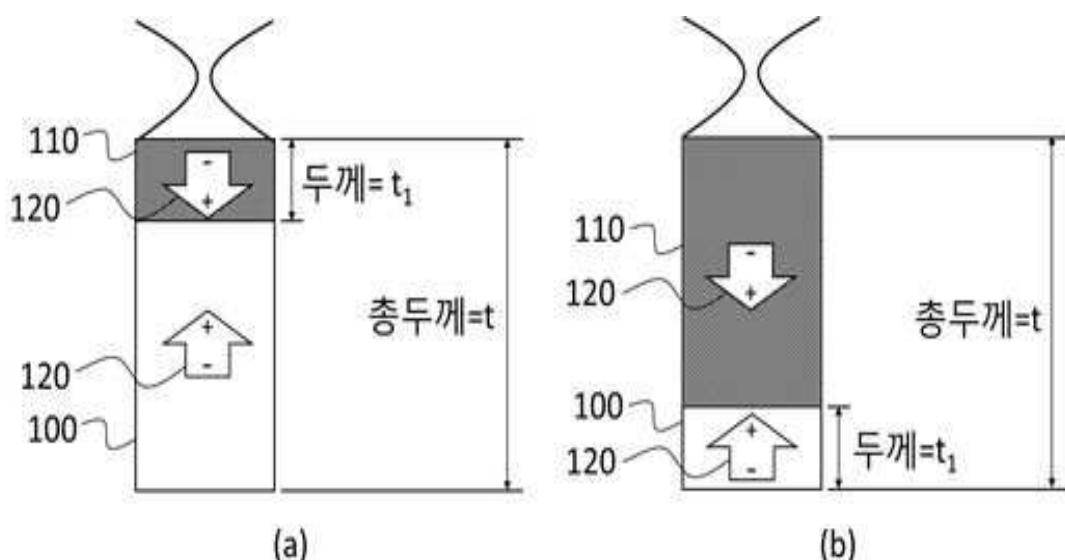
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 역전 층 기법을 이용하여 제조된 배열형 초음파 변환자 및 그 제조 방법

**(57) 요 약**

본 발명은 다중 압전소자의 분극역전 및 두께비율 조절을 통한 진단용 배열형 초음파 변환자 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 다중 압전소자의 역전 및 두께비율 조절을 통해 각각 고주파수 광대역 특성 및 다중주파수 고조파 특성을 갖도록 제조가 가능하며 고주파수 광대역 특성을 갖는 경우 단일 압전소자 구조 대비 약

(뒷면에 계속)

**대 표 도** - 도1

1.5배 증가된 기본주파수와 증가된 -6 dB 대역폭을 갖는 즉, 광대역폭을 가질 수 있는 배열형 초음파 변환자 및 그 제조 방법에 관한 것이다. 따라서 이러한 특성을 통해 초음파 영상의 해상도를 향상시키는데 유용하게 사용될 수 있다. 다중주파수 고조파 특성을 갖는 경우, 단일 압전소자 구조 대비 기본주파수 성분이 동등하면서도 고조파 주파수 성분이 크게 향상되어 초음파 고조파 영상 구현에 유용하며, 기본주파수와 고조파 주파수간의 발생하는 벨리를 통해 고조파 주파수만을 추출하기 위한 필터의 적용이 용이하다. 본 발명은 전술한 특성을 갖는 각 소자들을 순차적으로 배열하여 하나의 배열형 초음파 변환자에서 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성과 상기 두 가지 특성을 동시에 구동하기 위한 선택적 사용이 가능하도록 제조 하여 진단 목적에 부합할 수 있는 특성을 사용자가 선택적으로 조절할 수 있다. 이러한 배열형 초음파 변환자 제조 시 정밀 절삭기의 사용을 최소화하고 기존의 일반적인 초음파 변환자 제조 방법과 유사하게 설계하여 압전소자의 손상 및 제조공정에서의 시간과 비용을 절감할 수 있다.

## 이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10048528
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국산업기술평가원
연구사업명	산업원천기술개발사업
연구과제명	현장진단·응급현장 시장 선도를 위한 ICT기반 무선 초음파 솔루션 개발 [1/4] [RCMS]
기 여 율	1/2
주관기관	알피니언메디컬시스템
연구기간	2014.06.01 ~ 2015.05.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업	
과제고유번호	NIPA-2014-H0401-14-1002
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	정보통신산업진흥원
연구사업명	IT 융합 고급인력과정 지원사업
연구과제명	현장진료를 위한 IT 융합 휴대용 초음파 영상 시스템 개발
기 여 율	1/2
주관기관	서강대학교 산학협력단
연구기간	2012.06.01 ~ 2015.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

역전층 기법을 이용하여 제조된 배열형 초음파 변환자에 있어서,

다중 압전소자의 분극역전 및 두께비율 조절을 통해 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성이 선택적으로 또는 동시에 나타나고,

고주파수 광대역 특성이 나타나는 소자와 다중주파수 고조파 특성이 나타나는 소자가 교번하여 나란히 배열되고,

상기 고주파수 광대역 특성이 나타나는 소자의 분극역전 두께 비율과 상기 다중주파수 고조파 특성이 나타나는 소자의 분극역전 두께 비율이 상이한 것을 특징으로 하는 초음파 변환자.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 초음파 변환자에 포함되는 상기 다중 압전소자는 동일한 압전소자 또는 각기 다른 종류의 압전소자인 것인 초음파 변환자.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 초음파 변환자는 상기 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성을 갖는 소자를 제조하기 위한 다중 압전소자 구조에서, 각 소자들의 극 방향은 상호 반대가 되도록 접합되는 것인 초음파 변환자.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 초음파 변환자는 상기 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성을 갖는 소자를 제조하기 위한 다중 압전소자 구조에서, 각 소자들의 두께비율이 상이한 것인 초음파 변환자.

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

삭제

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 초음파 변환자는 단일 소자 변환자 또는 배열형 변환자를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 초음파 변환자에 포함된 흡음층 및 다중 정합층의 재료, 두께 또는 형태에 따라 기본주파수 및 대역폭의 조정이 가능한 것을 특징으로 하는 초음파 변환자.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 초음파 변환자와 연결 가능한 스위치의 조작에 기초하여 고주파수 광대역 모드, 다중주파수 고조파 모드 및 합성 모드 중 어느 하나의 모드로 신호의 송수신이 가능하고,

상기 합성 모드는 고주파수 광대역과 다중주파수 고조파 특성이 결합된 모드인 것을 특징으로 하는 초음파 변환자.

### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 합성 모드에서 고주파수 광대역 특성이 나타나는 적어도 하나의 소자 및 다중주파수 고조파 특성이 나타나는 적어도 하나의 소자를 동시에 구동하여 수신되는 각각의 신호는 상기 초음파 변환자와 연결 가능한 연산부에서 합산되고, 상기 초음파 변환자와 연결 가능한 정규화부에 의하여 선택적으로 정규화되는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자.

### 청구항 11

역전증 기법을 이용하여 배열형 초음파 변환자를 제조하기 위한 방법에 있어서,

다중 압전소자로 이용 가능한 제 1 소자와 제 2 소자의 극 방향을 초음파 에너지가 진행하는 방향으로 동일하게 위치하도록 정렬하는 단계;

상기 제 1 소자와 상기 제 2 소자의 표면에 대하여 적어도 하나 이상의 기둥 형태로 절삭하는 단계;

표면이 절삭된 상기 제 1 소자와 상기 제 2 소자의 극 방향이 서로 마주보도록 접합하는 단계;

접합된 소자의 표면을 절삭하여 치폭(Kerf)을 생성하는 단계;

생성된 치폭에 충전재(Filler)를 충전하는 단계; 및

소정의 기본주파수 성분을 갖도록 상기 접합된 소자의 상면 및 하면을 랩핑(Lapping)하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 적어도 하나 이상의 기둥 형태는 동일한 폭과 동일한 높이값을 갖고,

상기 표면에 대하여 동일한 간격으로 이격되어 형성되는 것인 방법.

### 청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 소자 및 상기 제 2 소자에 신호를 인가하기 위한 인쇄회로기판의 표면의 신호선에 맞춰서 상기 접합된 소자를 접합하는 단계;

상기 접합된 소자의 상부에 접지층을 접합하는 단계; 및

상기 접합된 소자의 하부에 흡음층을 접합하고, 상기 접합된 소자의 상부에 적어도 하나 이상의 정합층을 접합하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 진단용 배열형 초음파 변환자 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 초음파 변환자에 사용되는 다중(Multiple) 압전소자의 분극역전(Polarization inversion) 및 두께비율(Thickness ratio) 조절을 통하여 한 개의 배열형 초음파 변환자가 고주파수 광대역(Broad bandwidth) 특성 및 고조파(Harmonic) 영상 구

현에 용이한 다중주파수(Multiple frequency) 고조파 특성을 동시에 제공할 수 있는 진단용 배열형 초음파 변환자 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

## 배경기술

[0002]

일반적으로 초음파 영상 시스템은 초음파 변환자에서 발생되는 초음파를 인체 내부에 송수신해서 진단용 초음파 영상을 구현한다. 초음파 영상의 해상도를 향상시키기 위해서는 초음파 변환자의 기본주파수를 증가시키거나, 초음파 변환자가 넓은 주파수 대역을 가지도록 해야 한다. 또한 인체 조직의 비선형성(Nonlinearity)에 의해 발생되는 고조파 주파수 성분(주로 기본주파수의 2배)을 사용해서도 영상의 해상도를 향상 시킬 수 있다. 하지만 기본 주파수를 증가시키기 위해서는 압전소자를 얇게 만드는 작업이 필요하기 때문에 제조 공정에 어려움이 많다. 일반적으로 진단용 배열형 초음파 변환자에 사용되는 PMN-PT 및 PZT-5H 등의 압전소자들은 자체 음향 임피던스(Acoustic impedance) 값이 매우 크므로 넓은 주파수 대역을 갖는데 한계를 지니고 있다. 음향 임피던스를 낮추기 위해 압전소자와 에폭시를 이용해서 2-2, 1-3 복합체(Composite)의 구조를 가지도록 압전소자의 구조를 변경하는 방법이 있으나, 이 경우 또한 제조공정이 복잡해지는 문제점을 가지고 있으며 고조파 영상을 획득하는데 충분한 대역폭을 제공하는데 어려움이 있다. 고조파 영상을 구현할 때는 기본주파수보다 약 2배 높은 주파수 성분이 사용하는 초음파 변환자 대역폭에 충분히 포함되어야 하지만, 제한된 대역폭으로 인해 일반적인 초음파 변환자 구조에서 기본주파수 성분의 약 2배 높은 주파수 성분을 포함하기 어려우며, 이러한 고조파 성분을 이용하여 영상을 구현하더라도 고조파 주파수 성분의 신호 수신 효율이 낮기 때문에 초음파 영상으로 구현하고 진단하는데 많은 어려움이 따른다. 또한 초음파 고조파 영상 구현을 위해 고조파 주파수 성분만을 추출 하기 위한 필터 적용 시 고조파 주파수 성분이 가지는 주파수 범위 외에 다양한 주파수 성분이 포함되어 있기 때문에 순수하게 고조파 주파수 성분만을 추출하기가 어렵다.

[0003]

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0004]

본 발명의 일 실시예로써, 다중 압전소자의 분극역전 및 두께비율 조절을 통해 고주파수 광대역 특성의 소자와 다중주파수 고조파 특성의 소자를 동시에 갖는 진단용 초음파 변환자 제조 방법이 제공될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 변환자에서 고주파수 광대역 특성을 갖는 소자는 단일 압전소자 구조 대비 약 1.5배 증가된 기본주파수 성분을 가지며 동시에 넓은 대역폭을 가질 수 있다. 또한, 다중주파수 고조파 특성을 갖는 소자의 경우 단일 압전소자 구조 대비 고조파 주파수 성분에서 향상된 진폭을 갖도록 할 수 있으며, 기본 주파수와 고조파 주파수 사이의 대역폭 벨리(Valley)를 이용해서 고조파 주파수 성분을 용이하게 추출 할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 변환자 제조 기법에 따르면 이러한 두 가지의 특성을 한 개의 변환자에서 용이하게 구현 할 수 있도록 한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 변환자 구조에서는 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성을 갖는 소자를 순차적으로 배열하여 하나의 진단용 배열형 초음파 변환자로 제조함으로써 하나의 초음파 변환자에서 사용자의 목적에 맞게 고주파수 광대역 특성 및 다중주파수 고조파 특성을 선택적으로 사용하거나 상기 두 가지 특성을 동시에 구동하여 사용함으로써 초음파 영상의 해상도를 향상시킬 수 있다.

### 과제의 해결 수단

[0005]

본 발명의 일 실시예로써, 역전층 기법을 이용하여 제조된 배열형 초음파 변환자가 제공될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 변환자는 다중 압전소자의 분극역전 및 두께비율 조절을 통해 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성이 선택적으로 또는 동시에 나타날 수 있다.

[0006]

초음파 변환자에 포함되는 다중 압전소자는 동일한 압전소자 또는 각기 다른 종류의 압전소자일 수 있다.

[0007]

초음파 변환자는 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성을 갖는 소자를 제조하기 위한 다중 압전소자 구조에서, 각 소자들의 극 방향은 상호 반대가 되도록 접합될 수 있다.

[0008]

초음파 변환자는 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성을 갖는 소자를 제조하기 위한 다중 압전소자 구조에서, 각 소자들의 두께 비율이 상이할 수 있다.

- [0009] 본 발명의 다른 실시예로써, 역전층 기법을 이용하여 제조된 배열형 초음파 변환자가 제공될 수 있다. 고주파수 광대역 특성 및 다중주파수 고조파 특성이 초음파 변환자에서 나타나게 하기 위하여 고주파수 광대역 특성이 나타나는 소자와 다중주파수 고조파 특성이 나타나는 소자는 순차적으로 배열될 수 있다.
- [0010] 초음파 변환자는 각기 다른 비율로 구성된 고주파수 광대역폭 및 다중주파수 고조파 특성을 갖는 소자들을 순차적으로 배열하기 위하여 절삭된 공간끼리 서로 맞물리게 접합될 수 있다.
- [0011] 초음파 변환자는 단일 소자 변환자 또는 배열형 변환자를 포함할 수 있다.
- [0012] 초음파 변환자에 포함된 흡음층 및 다중 정합층의 재료, 두께 또는 형태에 따라 기본주파수 및 대역폭의 조정될 수 있다.
- [0013] 초음파 변환자와 연결 가능한 스위치의 조작에 기초하여 고주파수 광대역 모드, 다중주파수 고조파 모드 및 합성 모드 중 어느 하나의 모드로 신호의 송수신이 가능하고, 합성 모드는 고주파수 광대역과 다중주파수 고조파 특성이 결합된 모드일 수 있다.
- [0014] 합성 모드에서 고주파수 광대역 특성이 나타나는 적어도 하나의 소자 및 다중주파수 고조파 특성이 나타나는 적어도 하나의 소자를 동시에 구동하여 수신되는 각각의 신호는 초음파 변환자와 연결 가능한 연산부에서 합산되고, 초음파 변환자와 연결 가능한 정규화부에 의하여 선택적으로 정규화될 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예로써, 역전층 기법을 이용하여 배열형 초음파 변환자를 제조하기 위한 방법이 제공될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은 다중 압전소자로 이용 가능한 제 1 소자와 제 2 소자의 극 방향을 초음파 에너지가 진행하는 방향으로 동일하게 위치하도록 정렬하는 단계, 제 1 소자와 제 2 소자의 표면에 대하여 적어도 하나 이상의 기둥 형태로 절삭하는 단계, 표면이 절삭된 제 1 소자와 제 2 소자의 극 방향이 서로 마주 보도록 접합하는 단계, 접합된 소자의 표면을 절삭하여 치폭(Kerf)을 생성하는 단계, 생성된 치폭에 충전재(Filler)를 충전하는 단계 및 소정의 기본주파수 성분을 갖도록 접합된 소자의 상면 및 하면을 랩핑(Lapping)하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 적어도 하나 이상의 기둥 형태는 동일한 폭과 동일한 높이값을 갖고, 표면에 대하여 동일한 간격으로 이격되어 형성될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은 제 1 소자 및 제 2 소자에 신호를 인가하기 위한 인쇄회로기판의 표면의 신호선에 맞춰서 앞서 접합된 소자를 접합하는 단계, 접합된 소자의 상부에 접지층을 접합하는 단계 및 접합된 소자의 하부에 흡음층을 접합하고, 접합된 소자의 상부에 적어도 하나 이상의 정합층을 접합하는 단계를 더 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 변환자에서 고주파수 광대역 특성을 갖는 소자(220)는 단일 압전소자 구조 대비 약 1.5배 증가된 기본주파수 성분을 가지며 동시에 넓은 대역폭을 가질 수 있다.
- [0019] 또한, 다중주파수 고조파 특성을 갖는 소자(230)의 경우 단일 압전소자 구조 대비 고조파 주파수 성분에서 향상된 진폭을 갖도록 할 수 있다.
- [0020] 또한, 기본 주파수와 고조파 주파수 사이의 대역폭 밸리(Valley)를 이용해서 고조파 주파수 성분을 용이하게 추출 할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 변환자 구조에서는 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성을 갖는 소자를 순차적으로 배열하여 하나의 진단용 배열형 초음파 변환자로 제조함으로써 하나의 초음파 변환자에서 사용자의 목적에 맞게 고주파수 광대역 특성 및 다중주파수 고조파 특성을 선택적으로 사용하거나 상기 두 가지 특성을 동시에 구동하여 사용함으로써 초음파 영상의 해상도를 향상시킬 수 있다.

[0022]

### 도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 압전소자 분극역전 및 두께비율 조절을 통한 고주파수 광대역 특성을

갖는 압전소자의 구조와 다중주파수 고조파 특성을 갖는 압전소자의 구조를 나타낸다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 압전소자 구조의 성능을 검증하기 위한 다양한 구조의 압전소자들을 도시한다.

도 3은 압전소자의 구조에 따른 전기적 임피던스 결과의 FEM(Finite element method) 시뮬레이션 결과를 나타낸다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 다양한 상황 하에서의 FEM 시뮬레이션 결과를 나타낸다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성을 동시에 가질 수 있는 초음파 변환자를 제조하는 과정을 나타낸다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 변환자를 이용하여 초음파 영상을 획득할 수 있는 초음파 시스템의 블록도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024]

본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0025]

본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

[0026]

명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나 이상의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하고, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0027]

명세서 전체에서 "초음파 영상"이란 초음파의 산란, 반사, 굴절 원리를 이용하여 획득된 대상체에 대한 영상을 의미한다.

[0028]

명세서 전체에서 "사용자"는 의료 전문가로서 의사, 간호사, 임상 병리사, 의료 영상 전문가 등이 될 수 있으며, 의료 장치를 수리하는 기술자가 될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0029]

명세서 전체에서 "대상체"는 신체의 일부를 포함할 수 있다. 예를 들어, 대상체에는 간이나, 심장, 자궁, 뇌, 유방, 복부 등의 장기가 포함될 수 있다.

[0030]

아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0031]

이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0032]

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 압전소자 분극역전 및 두께비율 조절을 통한 고주파수 광대역 특성을 갖는 압전소자(220)의 구조와 다중주파수 고조파 특성을 갖는 압전소자(230)의 구조를 나타낸다.

[0033]

본 발명의 실시 예에 따른 초음파 변환자는 다중 압전소자 분극역전 및 두께비율 조절을 통한 고주파수 광대역 특성을 갖도록 도 1의 (a)에서와 같은 구조를 가질 수 있다. 또한, 초음파 변환자는 도 1의 (b)에서와 같이 다중주파수 고조파 특성을 갖는 압전소자의 구조를 가질 수도 있다.

[0034]

도 1을 참조하면, 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성을 갖는 구조를 위해서 사용되는 압전소자는 PMN-PT(100), PZT-5H(110) 등의 압전소자를 포함하며, 이에 한정되지 않고 다양한 압전소자들을 이용하여 제조가 가능하고, PMN-PT(100)와 PZT-5H(110)간의 위치가 서로 변동될 수 있다. 각 압전소자는 분극 방향(120)이 서로 반대가 되도록 접합하여 제조하며, 변환자 적층 구조에서 각 압전소자의 두께비율에 따라 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성으로 구분될 수 있다. 다시 말해서, 설계하고자 하는 기본주파수에 적합한 압전소자 전체

두께를  $t$ 로 설정하고, 분극역전층의 두께를  $t_1$ 으로 설정했을 때 분극역전층이 초음파 에너지가 진행되는 상부에 위치할 경우 고주파수 광대역 특성을 가지며, 하부에 위치할 경우 다중주파수 고조파 특성을 가질 수 있다.

[0035] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 압전소자 구조의 성능을 검증하기 위한 다양한 구조의 압전소자들을 도시한다. 도 2는 본 발명에서 제시하는 압전소자 구조의 성능을 검증하기 위해 비교 차원에서 시도한 다양한 구조의 압전소자들을 도시한 것이며, 해당 구조의 압전소자들은 모두 유사한 기본주파수를 가질 수 있다. 도 2의 (a)와 (b)는 각각 PMN-PT(100)와 PZT-5H(110)로 구성된 단일 압전소자 구조를 도시하였으며, 도 2의 (c)와 (d)는 본 발명의 일 실시예에 따른 압전소자의 구조와 동일하지만 분극역전을 하지 않은 구조를 나타낸다.

[0036] 도 3은 압전소자의 구조에 따른 전기적 임피던스 결과의 FEM(Finite element method) 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 도 3의 (a)와 (b)는 다중 압전소자(PMN-PT와 PZT-5H 등)를 사용했을 때 분극역전의 유무에 따른 결과이고, 도 3의 (c)는 단일 압전소자(LiNbO<sub>3</sub>, Lithium niobate)를 사용했을 때 분극역전의 유무에 따른 결과이다.

[0037] 도 3을 참조하면, (a)~(c) 모두 분극역전을 하지 않을 경우 기본 주파수 성분만이 측정되는 것을 알 수 있으며, 분극역전층이 존재할 경우 기본 주파수 성분의 진폭은 감소하였지만 고조파 주파수 성분이 동시에 발생되는 것을 알 수 있다. 따라서 본 발명의 일 실시예에 따른 분극역전을 갖는 다중 압전소자의 두께비율 조절을 통해 기본주파수 및 고조파 주파수 성분을 포함하는 넓은 대역폭의 신호를 얻을 수 있다.

[0038] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 다양한 상황 하에서의 FEM 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 도 4의 (a), (b)는 도 1에서 도시된 (a), (b) 구조를 바탕으로 흡음층 및 다중 정합층을 접합하여 FEM 시뮬레이션을 이용해 실시한 펄스에코 시험 결과의 FFT(Fast Fourier transform) 스펙트럼을 도시한 것이다.

[0039] 도 4의 (a)는 도 1의 (a)에서 도시된 고주파수 광대역 특성을 갖는 소자의 결과이며, 도 4의 (b)는 도 1의 (b)에서 도시된 다중주파수 고조파 특성을 갖는 소자의 결과이다. 도 4의 (a), (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 구조의 효과를 검증하기 위한 결과로써 도 4의 (a)는 도 2의 (a), (b), (c) 구조와 비교될 수 있고, 도 4의 (b)는 도 2의 (a), (b), (d) 구조와 비교될 수 있다.

[0040] 도 4의 (a)를 참조하면, 단일 압전소자로 구성된 제 1 소자(100) 및 제 2 소자(110) 구조의 경우(예컨대, 도2의 (a), (b)), 기본주파수 및 -6 dB 대역폭은 서로 유사한 수치를 나타내는 것을 알 수 있다. 예를 들어, 제 1 소자(100)는 PMN-PT이고, 제 2 소자(110)는 PZT-5H일 수 있지만 반드시 이에 제한되는 것은 아니다.

[0041] 분극역전을 하지 않은 다중 압전소자의 경우(예컨대, 도2의 (c)) 기본주파수 및 -6 dB 대역폭은 단일 압전소자와 거의 유사함을 알 수 있다. 이에 반해, 다중 압전소자의 분극역전 및 두께비율 조절을 통한 구조의 경우 기본주파수가 약 1.5배 증가되고 -6 dB 대역폭이 단일 압전소자와 비교해서 증가하는, 즉 광대역폭을 가짐을 알 수 있다.

[0042] 도 4의 (b)를 참조하면, 단일 압전소자로 구성된 PMN-PT, PZT-5H 구조와 분극역전을 하지 않은 다중 압전소자 구조(예컨대, 도2의 (d))의 기본주파수 범위는 유사한 것으로 나타났으며, 고조파 주파수 성분은 스펙트럼의 진폭을 -40 dB까지 확인할 경우 발생하지 않는 것을 알 수 있다. 하지만 분극역전을 실시한 다중 압전소자 구조에서 기본주파수 성분은 단일 압전소자 및 분극역전을 하지 않은 다중 압전소자와 동등하면서도 기본주파수 성분과 유사한 진폭을 갖는 고조파 주파수 성분이 발생할 수 있다. 이러한 결과로 다중 압전소자의 분극역전 및 두께비율 조절을 통한 다중주파수 고조파 특성의 소자는 단일 압전소자 구조 대비 유사한 기본주파수 성분을 가지면서도 고조파 주파수 성분이 크게 향상되어 고조파 영상 구현이 용이하게 사용될 수 있다. 또한 기본주파수 성분과 고조파 주파수 성분 사이의 밸리 모양의 간격을 이용하면 필터링 효과를 증가 시킬 수 있다.

[0043] 도 4의 (c)는 도 4의 (a), (b)에서 도시된 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성을 갖는 소자를 동시에 동작시켰을 때의 결과를 나타낸다. 일반적인 다중주파수 고조파 특성을 갖는 소자대비 고조파 주파수 대역폭이 기본주파수 대역폭보다 훨씬 증가하고 기본주파수 성분과 고조파 주파수 성분 사이의 밸리가 더 깊게 발생되므로 고조파 영상의 성능을 향상 효과와 필터링 효과를 증가 시킬 수 있다.

[0044] 도 4의 (d)는 전술한 예로 든 서로 다른 압전소자들인 PMN-PT(100) 및 PZT-5H(110)의 경우와는 다르게 LiNbO<sub>3</sub> 압전소자 하나를 사용해서 동일한 시뮬레이션을 수행한 결과를 나타낸다. 도 4의 (d)를 참조하면, 상기 PMN-PT(100) 및 PZT-5H(110)를 통한 각기 다른 다른 압전소자를 이용한 결과와 상당히 유사한 것을 알 수 있으며 고주파수 광대역 특성의 경우 단일 압전소자 구조보다 증가된 기본주파수 성분과 더 넓어진 대역폭을 가지며, 다중주파수 고조파 특성 구조에서도 기본 주파수 성분과 고조파 주파수 성분이 동시에 발생되는 것을 알 수 있다. 또한, 상기 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성 신호 합의 경우에도 고조파 주파수 성분에 가장 넓게 나

타나는 것을 알 수 있으며 이러한 결과로, 본 발명의 일 실시예와 같은 구조를 통한 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성 구조는 각기 다른 종류의 압전소자 및 동일 소자를 이용하여 제조가 가능함을 알 수 있다.

[0045] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성을 동시에 가질 수 있는 초음파 변환자를 제조하는 과정을 나타낸다. 다시 말해서, 다중 압전소자 분극역전을 이용한 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성을 동시에 가질 수 있는 효율적인 진단용 배열형(Array) 초음파 변환자는 도 5에서와 같은 과정을 통하여 제조될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 각 특성을 갖는 소자들이 순차적으로 배열하며 각각의 모드가 독립적으로 혹은 동시에 동작 될 수 있다.

[0046] 도 5의 (a)에서와 같이, 다중 압전소자로 이용하는 PMN-PT(100)와 PZT-5H(110)의 극 방향을 초음파 에너지가 진행하는 방향으로 동일하게 위치하도록 정렬하고, (b)의 도시된 바와 같이 정밀 절삭기를 이용하여 PMN-PT(100) 및 PZT-5H(110) 표면을 동일한 폭으로 절삭할 수 있다. 동일한 폭으로 절삭된 각 압전소자는 도 5의 (c), (d)와 같이 극 방향(120)이 서로 마주보도록 접합을 실시하며, 도 5의 (e)와 같이 접합된 다중 압전소자를 각 특성을 갖는 소자로 구분하기 위해서 다시 정밀 절삭기를 이용하여 치폭(Kerf)을 생성할 수 있다. 생성된 치폭에 에폭시 등과 같은 충전재(Filler)를 채워 굳힐 수 있다. 치폭 내 충전재가 굳으면 도 5의 (f)와 같이 사용자가 희망하는 기본주파수 성분을 갖도록 다중 압전소자 상면 및 하면 중 적어도 하나에 대하여 랩핑(Lapping)을 실시할 수 있다. 그러면 도 5의 (g)와 같이 분극역전층을 갖는 배열형 압전소자(200)가 획득(제조)될 수 있다.

[0047] 본 발명의 일 실시예에 따라 제조 완료된 분극역전층을 갖는 배열형 압전소자(200)를 이용하여 진단용 배열형 초음파 변환자를 제조하기 위해서 각 소자에 신호 인가를 위한 인쇄회로기판(180) 표면의 신호선에 맞춰서 분극역전층을 갖는 배열형 압전소자(200)를 접합하고, 분극역전층을 갖는 배열형 압전소자(200) 상부에 접지층(190)을 접착하여 분극역전층을 갖는 배열형 압전소자의 신호인가선 공정을 완료할 수 있다. 이후 흡음층(150) 및 제 1 정합층(160), 제 2 정합층(170) 등의 다중 정합층을 접합하여 다중 압전소자 분극역전을 이용한 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성을 갖는 진단용 배열형 초음파 변환자(210)가 획득될 수 있다.

[0048] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 변환자를 이용하여 초음파 영상을 획득할 수 있는 초음파 시스템의 블록도이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 시스템은, 도 5에서 도시한 다중 압전소자 역전 및 두께비율 조절을 통한 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성을 갖는 배열형 초음파 변환자를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 시스템은, 전술한 초음파 변환자를 이용하여 사용자의 목적에 맞게 고주파수 광대역 특성 및 다중주파수 고조파 특성을 갖는 소자를 선택적으로 구동하거나, 각 특성을 갖는 소자를 동시에 구동하여 초음파 영상을 획득할 수 있다.

[0049] 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 시스템은, 스위치(240), 제어부(250), 고주파수 광대역 소자 신호선(320), 다중주파수 고조파 소자 신호선(330), 센서신호발생부(260), 송신집속부(270), 송신증폭부(280), 수신증폭부(290), 수신집속부(300), 신호처리부(310), 초음파 영상모니터(350), 분극역전층을 갖는 다중 압전소자를 이용한 진단용 배열형 초음파 변환자(210), 정규화부(370), 연산부(340) 및 두 특성의 합 신호선(360)으로 구성되어 있다.

[0050] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 시스템에는 사용자가 고주파수 광대역 특성 및 다중주파수 고조파 특성을 개별적으로 혹은 동시에 구동할 수 있도록 조절할 수 있는 스위치(240)가 포함될 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 시스템은 사용자가 스위치(240)를 조작함으로써 선택한 모드에 따라 구동 소자를 제어하고 배열형 초음파 변환자 내 구동되는 채널 수를 제어하는 제어부(250)와 연결될 수 있다. 제어부(250)에서는 고주파수 광대역 신호선(320) 및 다중주파수 고조파 신호선(330)을 통해 고주파수 광대역 특성 및 다중주파수 고조파 특성을 갖는 소자 별 구동 혹은 이러한 두 가지 특성의 소자를 동시에 구동시킬 수 있다. 제어부(250)로부터 출력된 신호는 센서신호발생부(260)으로 입력되어 사용자가 스위치(240)를 조작함으로써 선택한 모드에 따라 신호를 발생시키게 하며, 송신집속부(270)로 전달되어 초음파 에너지의 집속 거리에 따른 각 신호별 신호 지연을 조절할 수 있게 한다. 송신증폭부(280)에서는 송신집속부(270)에서 출력된 신호의 크기를 증폭하여 초음파 변환자(210) 내에 선택한 특성을 갖는 소자에 신호를 인가하고, 이를 통해 대상체에 초음파를 인가할 수 있다. 대상체에서 반사된 신호는 다시 초음파 변환자(210)를 통해 수신되며, 초음파 변환자(210)에서 수신된 신호를 수신증폭부(290)에서 입력 받아 신호의 크기를 증폭할 수 있다.

[0051] 수신증폭부(290)로 입력되는 신호는 사용자가 선택한 모드에 따라 고주파수 광대역 신호, 다중주파수 고조파 신호, 고주파수 광대역 특성 및 다중주파수 고조파 특성을 합한 신호 등 총 3가지 유형의 신호를 입력 받을 수 있으며, 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성을 합한 신호의 경우 각 신호는 정규화부(370)를 통해 각 신호의 진폭을 조정하고 연산부(340)에서 두 신호를 합산한 뒤 신호선(360)을 통해 수신증폭부(290)로 연결될 수

있다. 정규화부(370)에서는 두 신호의 크기 차이가 작을 경우에는 정규화를 하지 않는 등 선택적으로 신호의 정규화를 수행할 수 있다.

[0052] 수신집속부(300)에서는 수신증폭부(290)에서 입력 받은 신호에 기초하여 각 소자 별로 시간 지연된 신호를 정렬하고, 신호처리부(310)에서는 초음파 영상 모니터(350)에 의하여 초음파 영상이 디스플레이되도록 신호처리 동작이 수행될 수 있다.

[0053] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

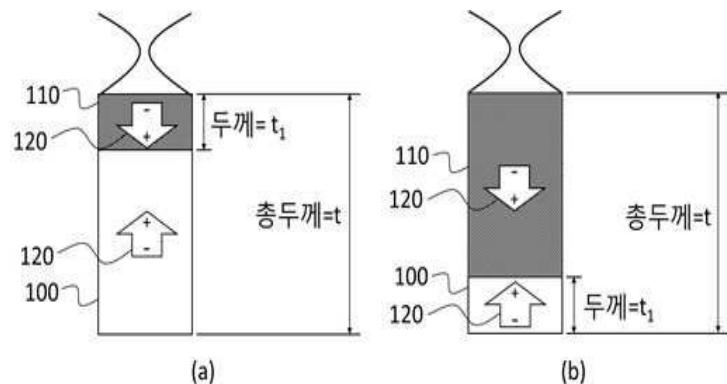
[0054] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

### 부호의 설명

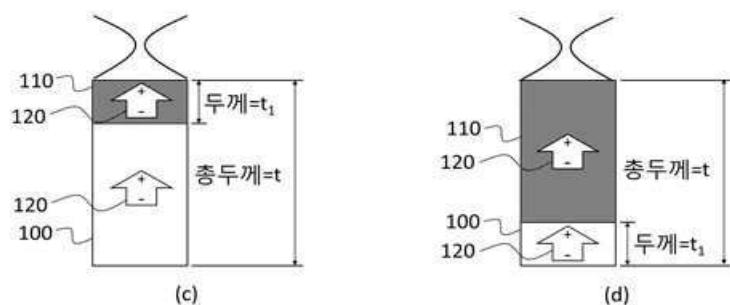
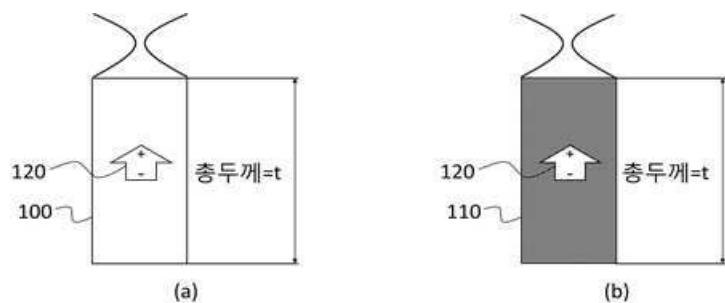
100 : 제 1 소자	110 : 제 2 소자
120 : 극 방향	130 : 치폭
140 : 랩핑 선	150 : 흡음층
160 : 제 1 정합층	170 : 제 2 정합층
180 : 인쇄회로기판	190 : 접지층
200 : 역 전층을 갖는 배열형 압전소자	
210 : 고주파수 광대역 및 다중주파수 고조파 특성을 갖는 배열형 초음파 변환자	
220 : 고주파수 광대역 특성 소자	
230 : 다중주파수 고조파 특성 소자	
240 : 스위치	250 : 제어부
260 : 센서 신호 발생부	270 : 송신집속부
280 : 송신증폭부	290 : 수신증폭부
300 : 수신집속부	310 : 신호처리부
320 : 고주파수 광대역 소자 신호선	
330 : 다중주파수 고조파 특성 소자 신호선	340 : 연산부
350 : 초음파 영상 모니터	
360 : 두 특성의 합 신호선	370 : 정규화부

## 도면

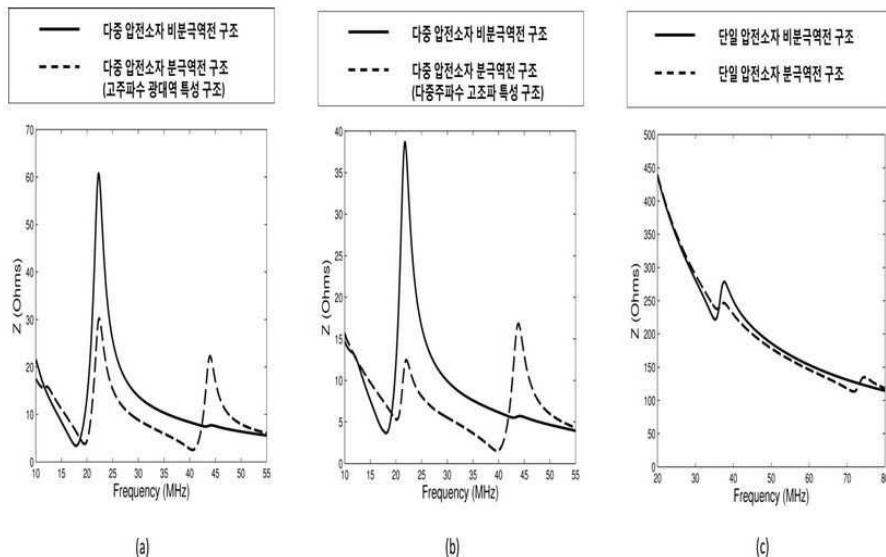
## 도면1



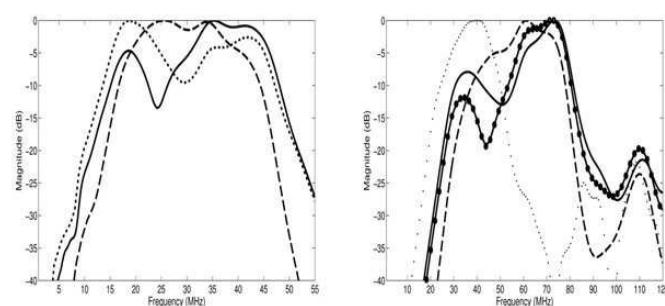
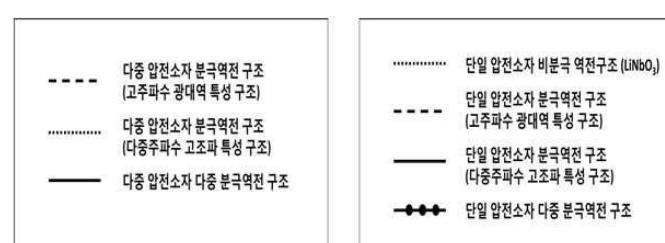
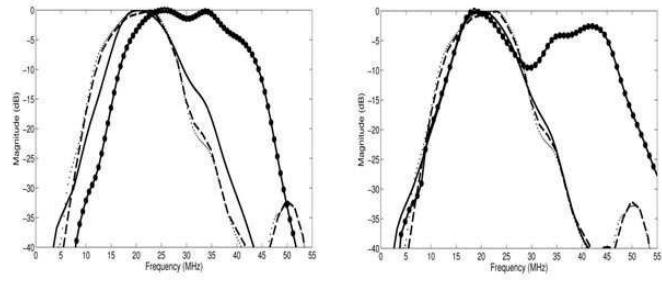
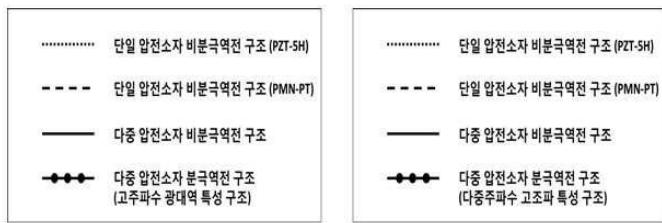
## 도면2



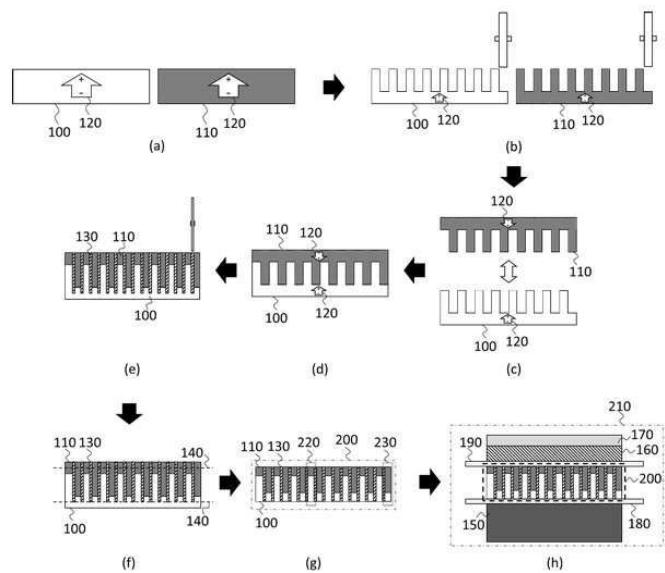
## 도면3



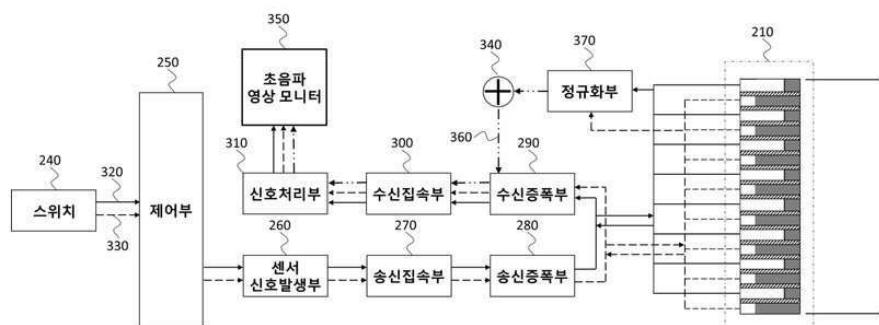
## 도면4



## 도면5



## 도면6



专利名称(译)	标题 : 使用反转层技术制造的布置型超声换能器及其制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">KR101622488B1</a>	公开(公告)日	2016-05-18
申请号	KR1020140183143	申请日	2014-12-18
申请(专利权)人(译)	东国大学学术合作		
当前申请(专利权)人(译)	东国大学学术合作		
[标]发明人	JEONG JONG SEOB 정종섭 PARK CHAN YUK 박찬욱 SUNG JIN HO 성진호		
发明人	정종섭 박찬욱 성진호		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 H04R31/00		
CPC分类号	A61B8/00 H04R17/00 H04R31/00		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

本发明涉及通过多个压电元件的极化反转和厚度比调制的诊断阵列型超声换能器及其制造方法，更具体地说，涉及通过多个压电元件的反转来确定各自的超高频宽带特性。厚度比调制和阵列式超声换能器随着基频的增加而增加-6 dB带宽，与压电元件的单一结构比较约为制造的1.5倍，并具有超高频宽带特性以便具有多个可以具有光学带宽的频率谐波特性及其制造方法。因此，分辨率可以用于通过类似的特性来改善超声图像的分辨率。即使它等于具有多频谐波特性的情况，也是单一结构的压电元件比较基本频率分量高频元件得到改善，它在超声波谐波实现图像中有用，并且滤波器的应用通过谐波频率和基频之间产生的谷值提取，只有谐波频率便利。用户可以选择性地控制符合性能，以便连续排列具有本发明所述特性的每个器件，并制造超高频宽带，多频谐波特性和选择性使用。同时，在一个阵列型超声换能器中可以操作两种属性。在这种阵列型超声换能器制造中最小化了微小切割的使用，并且类似地利用一般的超声换能器制造方法设计并且在压电元件的损坏时间和制造工艺和成本可以减少下。

