



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년11월24일

(11) 등록번호 10-1464769

(24) 등록일자 2014년11월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

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

(21) 출원번호 10-2008-7018886

(22) 출원일자(국제) 2007년01월25일

심사청구일자 2011년09월07일

(85) 번역문제출일자 2008년07월31일

(65) 공개번호 10-2008-0094020

(43) 공개일자 2008년10월22일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2007/051191

(87) 국제공개번호 WO 2007/088772

국제공개일자 2007년08월09일

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00023169 2006년01월31일 일본(JP)

JP-P-2006-00023170 2006년01월31일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

US04901729 A\*

US20010021807 A1\*

US20050122004 A1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

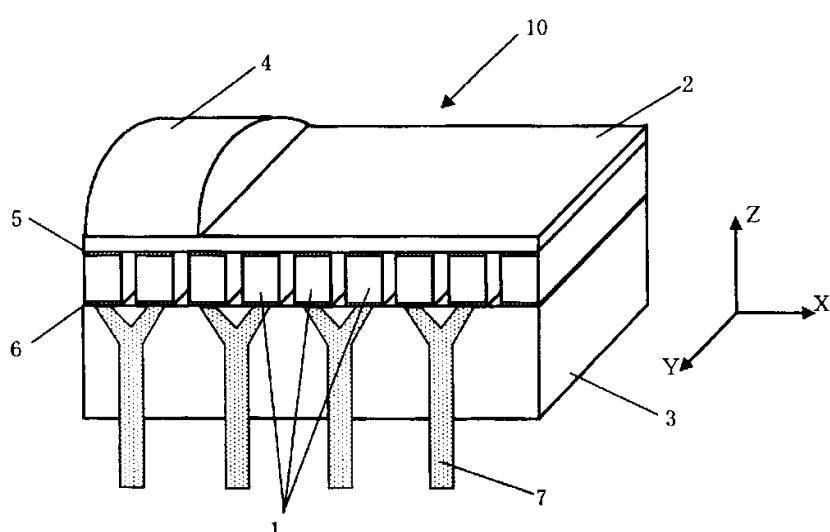
전체 청구항 수 : 총 20 항

심사관 : 박승배

(54) 발명의 명칭 초음파 탐촉자

**(57) 요 약**

본 발명은, 가공의 곤란함을 해소함과 함께, 초음파의 지향성을 넓게 할 수 있어, 고분해능의 진단 화상을 얻을 수 있는 초음파 탐촉자를 제공하는 것을 목적으로 한다. 초음파 탐촉자(10)는, 배열된 복수의 압전 소자(1)와, 각 압전 소자(1)에 대응하여 피검체측(도면의 상방)이 되는 두께 방향 전면(前面)에 배치된 음향 매칭층(2)과, 필요에 따라 압전 소자(1)에 대하여 음향 매칭층(2)의 반대측이 되는 두께 방향 배면(도면의 하방)에 배치된 배면 부하재(3)와, 필요에 따라 음향 매칭층(2) 상에 배치된 음향 렌즈(4)로 구성되어 있다. 음향 매칭층(2)은, 고무 탄성체 재료로 이루어지고, 복수의 압전 소자(1)의 편측에 분할되지 않고 평면 형상으로 설치된다.

**대 표 도** - 도1

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

배면 부하재와,

상기 배면 부하재 위에 배열된 복수의 압전 소자와,

상기 복수의 압전 소자 위에 설치되고, 고무 탄성체 재료로 이루어진 음향 매칭층을 구비하고,

상기 음향 매칭층의 음속은, 1650m/sec, 또는 그 이하의 값을 가지고,

상기 음향 매칭층은 상기 복수의 압전 소자 위에서 분할되지 않은 연속의 재료로 이루어진 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고무 탄성체 재료의 음향 임피던스는, 상기 복수의 압전 소자의 음향 임피던스보다 작고, 피검체의 음향 임피던스보다 큰 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 3

삭제

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 음향 매칭층과 상기 복수의 압전 소자의 사이에, 상기 복수의 압전 소자의 각각에 대응시켜 개별적으로 배열된 제2 음향 매칭층을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 5

배면 부하재와,

상기 배면 부하재 위에 배열된 복수의 압전 소자와,

음속이 1650m/sec, 또는 그 이하의 값을 가지는 제3 음향 매칭층과,

상기 제3 음향 매칭층과 상기 복수의 압전 소자의 사이에, 상기 복수의 압전 소자의 각각에 대응시켜 개별적으로 배열된 제1 음향 매칭층 및 제2 음향 매칭층을 구비하고,

상기 제3 음향 매칭층은 상기 복수의 압전 소자 위에서 분할되지 않은 연속의 재료로 이루어진 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제3 음향 매칭층의 음향 임피던스는, 1.8~2.2 메가 레일스인 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 7

제5항에 있어서,

상기 제3 음향 매칭층은, 고무 탄성체 재료인 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 8

배면 부하재와,

상기 배면 부하재 위에 배열된 복수의 압전 소자와,

음속이 1650m/sec, 또는 그 이하의 값을 가지는 제2 음향 매칭층 및 제3 음향 매칭층과,

상기 제2 음향 매칭층 및 상기 제3 음향 매칭층과 상기 복수의 압전 소자의 사이에 설치된 제1 음향 매칭층을 구비하고,

상기 제2 음향 매칭층 및 상기 제3 음향 매칭층은 상기 복수의 압전 소자 위에서 분할되지 않은 연속의 재료로 이루어진 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 음향 매칭층은, 상기 복수의 압전 소자의 각각에 대응시켜 개별적으로 배열되는 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 10

제8항에 있어서,

상기 제2 음향 매칭층 및 상기 제3 음향 매칭층은, 고무 탄성체 재료인 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 11

배면 부하재와,

상기 배면 부하재 위에 배열된 복수의 압전 소자와,

음속이 1650m/sec, 또는 그 이하의 값을 가지는 제4 음향 매칭층과,

상기 제4 음향 매칭층과 상기 복수의 압전 소자의 사이에 설치된 제1 음향 매칭층, 제2 음향 매칭층 및 제3 음향 매칭층을 구비하고,

상기 제4 음향 매칭층은 상기 복수의 압전 소자 위에서 분할되지 않은 연속의 재료로 이루어진 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 음향 매칭층, 상기 제2 음향 매칭층 및 상기 제3 음향 매칭층은, 상기 복수의 압전 소자의 각각에 대응시켜 개별적으로 배열되는 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 13

제11항에 있어서,

상기 제1 음향 매칭층 및 상기 제2 음향 매칭층은, 상기 복수의 압전 소자의 각각에 대응시켜 개별적으로 배열되는 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제3 음향 매칭층은, 고무 탄성체 재료로, 음속이 1650m/sec, 또는 그 이하의 값을 가지는 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 15

제11항에 있어서,

상기 제4 음향 매칭층은, 고무 탄성체 재료인 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 16

배면 부하재와, 상기 배면 부하재 위에 배열된 복수의 압전 소자를 구비하는 초음파 탐촉자로서,

상기 배면 부하재와 상기 복수의 압전 소자의 사이에 설치되고, 상기 복수의 압전 소자의 각각에 대응시켜 개별적으로 전기 단자를 설치한 제1 고분자 필름과,

상기 복수의 압전 소자 위에 설치되고, 상기 복수의 압전 소자의 각각에 대응시켜 개별적으로 배열된 제1 음향 매칭층과,

상기 제1 음향 매칭층 위에 설치되고, 상기 복수의 압전 소자의 각각에 대응시켜 개별적으로 전기 단자를 설치한 제2 고분자 필름과,

상기 제2 고분자 필름 위에 설치되고, 상기 복수의 압전 소자의 각각에 대응시켜 개별적으로 배열된 제2 음향 매칭층과,

상기 제2 음향 매칭층 위에 설치되고, 음속은, 1650m/sec, 또는 그 이하의 값을 가지는 고무 탄성체 재료로 이루어지는 제3 음향 매칭층을 구비하고,

상기 제3 음향 매칭층은, 상기 복수의 압전 소자 위에서 분할되지 않은 연속의 재료로 이루어진 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 17

삭제

### 청구항 18

제16항에 있어서,

상기 제2 고분자 필름의 음향 임피던스는, 상기 제2 음향 매칭층의 음향 임피던스보다 작고, 또한 두께가 사용주파수에 대하여 0.07 파장 이하인 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 19

배면 부하재와, 상기 배면 부하재 위에 배열된 복수의 압전 소자를 구비하는 초음파 탐촉자로서,

상기 배면 부하재와 상기 복수의 압전 소자의 사이에 설치되고, 전기 단자를 설치한 제1 고분자 필름과,

상기 복수의 압전 소자 위에 설치되고, 상기 복수의 압전 소자의 각각에 대응시켜 개별적으로 배열된 제1 음향 매칭층과,

상기 제1 음향 매칭층 위에 설치되고, 상기 복수의 압전 소자의 각각에 대응시켜 개별적으로 전기 단자를 설치한 제2 고분자 필름과,

상기 제2 고분자 필름 위에 설치되고, 고무 탄성체 재료로 이루어지는 제2 음향 매칭층과,

상기 제2 음향 매칭층 위에 설치되고, 고무 탄성체 재료로 이루어지는 제3 음향 매칭층을 구비하고,

상기 제2 음향 매칭층 및 상기 제3 음향 매칭층의 음속은, 1650m/sec, 또는 그 이하의 값을 가지고,

상기 제2 음향 매칭층 및 상기 제3 음향 매칭층은, 상기 복수의 압전 소자 위에서 분할되지 않은 연속의 재료로 이루어진 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 20

삭제

### 청구항 21

제19항에 있어서,

상기 제2 고분자 필름의 음향 임피던스는, 상기 제2 음향 매칭층의 음향 임피던스보다 작고, 또한 두께가 사용주파수에 대하여 0.07 파장 이하인 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 22

제1항, 제7항, 제10항, 제15항, 제16항, 및 제19항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고무 탄성체 재료의 주체는, 합성 고무, 실리콘 고무, 우레탄 고무 또는 엘라스토머인 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 23

제22항에 있어서,

상기 합성 고무의 주체는, 에틸렌 프로필렌 공중합 고무, 클로로프렌 고무, 부타디엔 고무, 이소프렌 고무, 스티렌 부타디엔 공중합 고무 또는 아크릴로니트릴 부타디엔 공중합 고무 재료인 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

### 청구항 24

삭제

### 청구항 25

삭제

### 청구항 26

삭제

## 명세서

### 기술 분야

[0001]

본 발명은, 생체 등의 피검체로의 초음파의 발신 또는 피검체로부터의 초음파의 수신에 사용되는 초음파 탐촉자에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002]

초음파 진단 장치는, 초음파를 사람이나 동물 등의 생체의 피검체 내에 조사하고, 생체 내에서 반사되는 에코 신호를 검출하여 생체 내 조직의 단층상 등을 모니터에 표시하고, 피검체의 진단에 필요한 정보를 제공한다. 이 때, 초음파 진단 장치는, 피검체 내로의 초음파의 송신과, 피검체 내로부터의 에코 신호를 수신하기 위하여 초음파 탐촉자를 이용하고 있다.

[0003]

도 12는, 이와 같은 초음파 탐촉자의 일례를 나타내고 있다. 도 12에 있어서, 초음파 탐촉자(20)는, 피검체(미도시)와의 사이에서 초음파를 송수신해야하여, 일정 방향으로 배열된 복수개의 압전 소자(11)와, 압전 소자(11)의 피검체측의 전면(前面; 도 12의 상방)에 설치되는 1층 이상(도시는 3층)으로 이루어지는 음향 매칭층(12; 12a, 12b, 12c)과, 음향 매칭층(12)의 피검체측 표면에 설치된 음향 렌즈(13)와, 압전 소자(11)에 대하여 음향 매칭층(12)의 반대측이 되는 배면에 설치되는 배면 부하재(14)로 구성되어 있다.

[0004]

압전 소자(11)의 전면과 배면에는, 각각 도시하지 않은 전극이 배치되어, 압전 소자(11)와의 사이에서 전기 신호의 송수신을 행한다. 압전 소자(11)는, PZT계 등의 압전 세라믹, 단결정, 상기 재료와 고분자를 복합한 복합 압전체, 혹은 PVDF 등으로 대표되는 고분자의 압전체 등에 의해 형성되고, 전압을 초음파로 변환하여 피검체 내로 송신, 혹은 피검체 내에서 반사한 에코를 전기 신호로 변환하여 수신한다. 도시한 예에서는, X방향으로 복수의 압전 소자(11)가 배열되어 있다. 이와 같은 압전 소자(11)의 복수개의 배열은, 전자적으로 초음파를 주사하여 편향 혹은 집속할 수 있어, 소위 전자 주사를 가능하게 한다.

[0005]

음향 매칭층(12)은, 초음파를 효율 좋게 피검체 내로 송수신하기 위하여 설치되고, 보다 구체적으로는, 압전 소자(11)의 음향 임피던스를 단계적으로 피검체의 음향 임피던스에 가깝게 하는 역할을 한다. 도시한 예에서는, 3층의 음향 매칭층(12a, 12b, 12c)이 설치되어 있으나, 이것은 1층 내지 2층이어도, 4층 이상이라도 무방하다. 또한 도시한 예에서는, 음향 매칭층(12)이 복수의 압전 소자(11) 상에 일체로 형성되어 있는데, 각 압전 소자(11)에 각각 대응해 분할하여 배치되어 있다. 또한 초음파의 지향성을 넓게 하는 구성도 알려져 있다(예를 들면, 특개 2003-125494호 공보, 특개 2005-198261호 공보 참조).

- [0006] 음향 렌즈(13)는, 진단 화상의 분해능을 높이기 위하여 초음파 범을 좁히는 역할을 한다. 도시한 예에서는, 음향 렌즈(13)는, 도면의 Y방향(압전 소자(11)의 배열 방향 X에 직교하는 방향)을 따라 연장함과 함께, Z방향으로 돌출 형상이 되는 가운데가 볼록한 형태로 형성되어, 초음파 범을 Y방향으로 조일 수 있다. 음향 렌즈(13)는 옵션 요소로서, 필요에 따라 설치된다.
- [0007] 배면 부하재(14)는 압전 소자(11)에 결합되어 이것을 유지하고, 또한 불필요한 초음파를 감쇠시키는 역할을 한다. 또한 본 명세서에서는 도면의 X방향을 '(압전 소자의) 배열 방향', Y방향을 '(압전 소자의) 폭 방향', Z방향을 '(압전 소자의) 두께 방향'이라고도 부르기로 한다.
- [0008] 전자 주사형의 초음파 진단 장치는, 압전 소자를 임의의 군으로 하여 개개의 압전 소자에 일정한 지연 시간을 부여하여 구동하고, 압전 소자로부터 피검체 내로 초음파의 송신과 수신을 행한다. 이와 같은 지연 시간을 부여함으로써 초음파 범이 수속(收束) 혹은 확산되어, 넓은 시야 폭 혹은 고분해능의 초음파 화상을 얻을 수 있다.
- [0009] 이 구성은, 일반적인 시스템으로서 이미 알려져 있다. 초음파 탐촉자로서, 관계된 고분해능의 초음파 화상을 얻기 위하여 중요한 것은, 전자적으로 주사하는 복수개의 소정의 방향으로 배열된 개개의 압전 소자로부터 음향 매칭층, 또한 필요에 따라 음향 렌즈를 통해 피검체로 방사되는 초음파 범의 지향성이 넓은 것이다.
- [0010] 전자 주사형의 초음파 탐촉자는, 복수개 배열한 어느 군의 압전 소자(예를 들면 64 소자)의 각각의 송수신 시간을 지연시켜 위상을 제어함으로써, 초음파 범을 소망의 위치로 좁혀서 범을 잘게 하여 고분해능화하거나, 혹은 초음파 범을 편향하거나 하여 부채 형상으로 주사한다.
- [0011] 이 경우, 초음파 범은, 각각의 군에서 사용하는 압전 소자의 수가 많으면(예를 들면 64소자 내지 90소자로 하면), 그만큼 초음파의 개구가 커져 범을 강하게 좁히는, 즉, 잘게 할 수 있어, 결과적으로 분해능을 향상시키는 것이 가능해진다.
- [0012] 그러나, 개구를 크게 하기 위해서는, 개개의 압전 소자의 지향성이 넓지 않으면, 아무리 개구를 크게(지연을 가하여 전기 신호를 인가하는 소자수를 많게) 해도, 기여하지 않는 압전 소자가 나와, 결과적으로 개구는 좁아져 초음파 범을 잘게 좁힐 수 없게 된다. 이상의 점으로부터, 압전 소자의 지향성을 넓게 하는 것이 요망되고 있다.
- [0013] 지향성을 넓게 하기 위한 하나의 방책으로서, 특개 2003-125494호 공보에 나타낸 바와 같은 복수개의 일정한 방향으로 배열된 압전 소자에 대응하여 모든 음향 매칭층까지 분할하고, 인접하는 압전 소자 및 음향 매칭층 상호 간에서의 음향적인 결합을 작게 한 구성으로 하는 것을 들 수 있다.
- [0014] 그러나 이 구성에서는, 배열된 압전 소자 및 음향 매칭층마다 분할하여 배열할 필요가 있어, 초음파의 주파수를 광대역화하기 위하여 음향 매칭층을 다층화하면, 분할 가공할 때에 가공이 곤란해져, 안정적인 특성의 초음파 탐촉자를 얻는 것이 곤란해진다.
- [0015] 최근, 초음파 탐촉자의 사용 주파수가 보다 광대역화되는 경향이 있고, 복수의 주파수로 사용하는 경우가 많아지고 있는 것으로부터, 고분해능의 초음파 화상을 얻기 위하여, 광대역화와 함께 초음파 탐촉자의 지향성을 넓게 하는 것이 점점 더 중요해지고 있다.
- 발명의 상세한 설명**
- [0016] 본 발명은, 상기 종래의 사정을 감안하여 이루어진 것으로서, 가공이 용이하고 고분해능의 화상을 얻을 수 있는 초음파 탐촉자를 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.
- [0017] 본 발명의 초음파 탐촉자는, 배열된 복수의 압전 소자와, 고무 탄성체 재료로 이루어지고, 상기 복수의 압전 소자의 일방의 면에 설치된 음향 매칭층을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 상기 구성에 따르면, 음향 매칭층을 분할하지 않고 설치함으로써, 압전 소자와 함께 분할 가공할 필요가 없어지므로, 가공의 곤란함을 해소하여 안정적인 초음파 탐촉자를 얻을 수 있다. 또한 음향 매칭층을 고무 탄성체 재료로 함으로써, 음향 매칭층을 분할한 구성과 동등, 혹은 그것보다 넓은 지향성으로 할 수 있다. 이에 따라, 많은 압전 소자의 배열을 사용하여 자유롭게 위상 제어를 행하고, 초음파 범을 잘게 좁혀 편향하는 것이 가능해져, 분해능이 높은 초음파 화상을 얻을 수 있다.
- [0019] 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 상기 고무 탄성체 재료의 음향 임피던스가, 상기 압전 소자의 음향 임피던스 보다 작고, 상기 피검체의 음향 임피던스보다 큰 것을 특징으로 한다.

- [0020] 상기 구성에 따르면, 고무 탄성체 재료의 음향 임피던스를 압전 소자의 음향 임피던스보다 작게, 피검체의 음향 임피던스보다 크게 함으로써, 압전 소자의 음향 임피던스를 단계적으로 피검체의 음향 임피던스에 가깝게 하여, 초음파를 효율 좋게 피검체 내로 송수신할 수 있다.
- [0021] 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 상기 음향 매칭층의 음속이, 1650m/sec, 또는 그 이하의 값으로 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 상기 구성에 따르면, 음향 매칭층의 음속을 1650m/sec, 또는 그 이하의 값으로 함으로써, 분할하지 않은 음향 매칭층이어도, 분할한 구성과 동등, 혹은 그보다 넓은 지향성으로 할 수 있다.
- [0023] 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 상기 음향 매칭층과 상기 복수의 압전 소자의 사이에, 각각의 압전 소자에 대응시켜 개별적으로 배열된 음향 매칭층을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 상기 구성에 따르면, 압전 소자측의 음향 매칭층만을 압전 소자와 함께 분할하므로, 압전 소자를 좁은 간격(예를 들면 0.1mm)으로 분할해도 가공은 안정적이며, 균일하게 고정밀도로 초음파 탐촉자를 작성할 수 있다. 또한 평면 형상의 음향 매칭층과 복수의 압전 소자의 사이에 분할한 음향 매칭층을 구비하므로, 압전 소자의 음향 임피던스를 단계적으로 피검체의 음향 임피던스에 가깝게 하여, 초음파를 효율 좋게 피검체 내로 송수신할 수 있다.
- [0025] 또한 본 발명은, 배열된 복수의 압전 소자와, 상기 복수의 압전 소자의 일방의 면에 설치되고, 음향 임피던스가 1.8~2.2메가 레일스이며, 또한 음속이 1650m/sec, 또는 그 이하의 값을 가지는 제3 음향 매칭층과, 상기 제3 음향 매칭층과 상기 복수의 압전 소자의 사이에 설치된 제1, 제2 음향 매칭층을 구비하는 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자이다.
- [0026] 상기 구성에 따르면, 제3 음향 매칭층의 음향 임피던스를 1.8~2.2메가 레일스로 하고, 또한 음속을 1650m/sec, 또는 그 이하의 값으로 함과 함께, 제1, 제2 음향 매칭층을 구비함으로써, 압전 소자의 음향 임피던스를 단계적으로 피검체의 음향 임피던스에 가깝게 하여, 초음파를 효율 좋게 피검체 내로 송수신할 수 있다.
- [0027] 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 상기 제3 음향 매칭층이 상기 복수의 압전 소자의 일방의 면에 설치되고, 상기 제1, 제2 음향 매칭층은, 각각의 압전 소자에 대응시켜 개별적으로 배열되는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 상기 구성에 따르면, 제3 음향 매칭층과 복수의 압전 소자의 사이에, 각각의 압전 소자에 대응시켜 개별적으로 배열된 제1, 제2 음향 매칭층을 구비하므로, 압전 소자의 음향 임피던스를 단계적으로 피검체의 음향 임피던스에 가깝게 하여, 초음파를 효율 좋게 피검체 내로 송수신할 수 있다.
- [0029] 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 상기 제3 음향 매칭층이 고무 탄성체 재료인 것을 특징으로 한다.
- [0030] 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 배열된 복수의 압전 소자와, 상기 복수의 압전 소자의 일방의 면에 설치되고, 음속이 1650m/sec, 또는 그 이하의 값을 가지는 제2, 제3 음향 매칭층과, 상기 제2, 제3 음향 매칭층과 상기 복수의 압전 소자의 사이에 설치된 제1 음향 매칭층을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 상기 구성에 따르면, 제2, 제3 음향 매칭층의 음속을 1650m/sec, 또는 그 이하의 값으로 함으로써, 음향 매칭층을 분할한 구성과 동등, 혹은 그보다 넓은 지향성으로 할 수 있다. 이에 따라, 많은 압전 소자의 배열을 사용하여 자유롭게 위상 제어를 행하고, 초음파 빔을 잘게 좁혀 편향하는 것이 가능해져, 분해능이 높은 초음파 화상을 얻을 수 있다.
- [0032] 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 상기 제2, 제3 음향 매칭층이 상기 복수의 압전 소자의 일방의 면에 설치되고, 상기 제1 음향 매칭층이 각각의 압전 소자에 대응시켜 개별적으로 배열되는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 상기 구성에 따르면, 제2, 제3 음향 매칭층을 설치함으로써, 압전 소자와 함께 가공하여 분할하는 음향 매칭층을 적게 할 수 있어, 가공의 곤란함을 해소하여 안정적인 초음파 탐촉자를 얻을 수 있다.
- [0034] 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 상기 제2, 제3 음향 매칭층이 고무 탄성체 재료인 것을 특징으로 한다.
- [0035] 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 배열된 복수의 압전 소자와, 상기 복수의 압전 소자의 일방의 면에 설치되고, 음속이 1650m/sec, 또는 그 이하의 값을 가지는 제4 음향 매칭층과, 상기 제4 음향 매칭층과 상기 복수의 압전 소자의 사이에 설치된 제1, 제2, 제3 음향 매칭층을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0036] 상기 구성에 따르면, 제4 음향 매칭층의 음속을 1650m/sec, 또는 그 이하의 값으로 함으로써, 음향 매칭층을 분할한 구성과 동등, 혹은 그보다 넓은 지향성으로 할 수 있다. 또한 제1, 제2, 제3 음향 매칭층을 제4 음향 매칭

충과 복수의 압전 소자의 사이에 설치함으로써, 압전 소자의 음향 임피던스를 단계적으로 피검체의 음향 임피던스에 가깝게 하여, 초음파를 효율 좋게 피검체 내로 송수신할 수 있다.

[0037] 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 상기 제4 음향 매칭층이 상기 복수의 압전 소자의 일방의 면에 설치되고, 상기 제1, 제2, 제3 음향 매칭층이 각각의 압전 소자에 대응시켜 개별적으로 배열되는 것을 특징으로 한다.

[0038] 상기 구성에 따르면, 제4 음향 매칭층을 설치함으로써, 압전 소자와 함께 가공하여 분할하는 음향 매칭층이 적어지므로, 가공의 곤란함을 해소하여 안정적인 초음파 탐촉자를 얻을 수 있다.

[0039] 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 상기 제3, 제4 음향 매칭층이 상기 복수의 압전 소자의 편측에 설치되고, 상기 제1, 제2 음향 매칭층이 각각의 압전 소자에 대응시켜 개별적으로 배열되는 것을 특징으로 한다.

[0040] 상기 구성에 따르면, 제3, 제4 음향 매칭층을 설치함으로써, 압전 소자와 함께 가공하여 분할하는 음향 매칭층이 적어지므로, 가공의 곤란함을 해소하여 안정적인 초음파 탐촉자를 얻을 수 있다.

[0041] 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 상기 제3 음향 매칭층이 고무 탄성체 재료로, 음속이 1650m/sec, 또는 그 이하의 값을 가지는 것을 특징으로 한다. 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 상기 제4 음향 매칭층이 고무 탄성체 재료인 것을 특징으로 한다.

[0042] 상기 구성에 따르면, 음향 매칭층을 고무 탄성체 재료로 하고, 음속을 1650m/sec, 또는 그 이하의 값으로 함으로써, 음향 매칭층을 분할한 구성과 동등, 혹은 그보다 넓은 지향성으로 할 수 있다.

[0043] 본 발명의 초음파 탐촉자는, 배면 부하재와, 상기 배면 부하재의 상면에 배열된 복수의 압전 소자를 구비하는 초음파 탐촉자로서, 상기 배면 부하재와 상기 복수의 압전 소자의 사이에 설치되고, 각각의 압전 소자에 대응시켜 개별적으로 전기 단자를 설치한 제1 고분자 필름과, 상기 복수의 압전 소자의 상면에 설치되고, 각각의 압전 소자에 대응시켜 개별적으로 배열된 제1 음향 매칭층과, 상기 제1 음향 매칭층의 상면에 설치되고, 각각의 압전 소자에 대응시켜 개별적으로 전기 단자를 설치한 제2 고분자 필름과, 상기 제2 고분자 필름의 상면에 설치되고, 각각의 압전 소자에 대응시켜 개별적으로 배열된 제2 음향 매칭층과, 상기 제2 음향 매칭층의 상면에 설치되고, 고무 탄성체 재료로 이루어지는 제3 음향 매칭층을 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0044] 상기 구성에 따르면, 제3 음향 매칭층을 고무 탄성체 재료로 형성함으로써, 주파수의 광대역화와 지향성의 확대가 가능해진다. 또한 제3 음향 매칭층을 분할하지 않고 설치함으로써, 압전 소자와 함께 가공하여 분할하는 음향 매칭층이 적어지므로, 가공의 곤란함을 해소할 수 있다. 또한 고분자 필름에 전기 단자를 설치함으로써, 전기 단자를 용이하게 형성할 수 있다. 이에 따라, 많은 압전 소자의 배열을 사용해 자유롭게 위상 제어를 행하여, 초음파 빔을 잘게 좁혀 편향하는 것이 가능해져, 분해능이 높은 초음파 화상을 얻을 수 있다.

[0045] 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 상기 제3 음향 매칭층의 음속이 1650m/sec, 또는 그 이하의 값을 가지는 것을 특징으로 한다. 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 상기 제2 고분자 필름의 음향 임피던스가 상기 제2 음향 매칭층의 음향 임피던스보다 작고, 또한 두께가 사용 주파수에 대하여 0.07 광장 이하인 것을 특징으로 한다.

[0046] 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 배면 부하재의 상면에 배열된 복수의 압전 소자를 구비하는 초음파 탐촉자로서, 상기 배면 부하재와 상기 복수의 압전 소자의 사이에 설치되고, 전기 단자를 설치한 제1 고분자 필름과, 상기 복수의 압전 소자의 상면에 설치되고, 각각의 압전 소자에 대응시켜 개별적으로 배열된 제1 음향 매칭층과, 상기 제1 음향 매칭층의 상면에 설치되고, 각각의 압전 소자에 대응시켜 개별적으로 전기 단자를 설치한 제2 고분자 필름과, 상기 제2 고분자 필름의 상면에 설치되고, 고무 탄성체 재료로 이루어지는 제2 음향 매칭층과, 상기 제2 음향 매칭층의 상면에 설치되고, 고무 탄성체 재료로 이루어지는 제3 음향 매칭층을 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0047] 상기 구성에 따르면, 제2, 제3 음향 매칭층을 고무 탄성체 재료로 형성함으로써, 주파수의 광대역화와 지향성의 확대가 가능해진다. 또한 제2, 제3 음향 매칭층을 분할하지 않고 설치함으로써, 압전 소자와 함께 가공하여 분할하는 음향 매칭층이 적어지므로, 가공의 곤란함을 해소할 수 있다. 또한 고분자 필름에 전기 단자를 설치함으로써, 전기 단자를 용이하게 형성할 수 있다. 이에 따라, 많은 압전 소자의 배열을 사용해 자유롭게 위상 제어를 행하여, 초음파 빔을 잘게 좁혀 편향하는 것이 가능해져, 분해능이 높은 초음파 화상을 얻을 수 있다.

[0048] 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 상기 고무 탄성체 재료의 주체가, 합성 고무, 실리콘 고무, 우레탄 고무 또는 엘라스토머인 것을 특징으로 한다. 또한 본 발명의 초음파 탐촉자는, 상기 합성 고무의 주체가, 에틸렌 프로필렌 공중합 고무, 클로로프렌 고무, 부타디엔 고무, 이소프렌 고무, 스티렌 부타디엔 공중합 고무 또는 아크릴로

니트릴 부타디엔 공중합 고무 재료인 것을 특징으로 한다.

[0049] 본 발명에 따르면, 압전 소자의 일방의 면에 설치한 음향 매칭층을 고무 탄성체 재료로 구성함으로써, 음향 매칭층을 분할하지 않고, 음향 매칭층을 분할한 구성과 동등 혹은 그 이상의 지향성으로 할 수 있으므로, 가공이 용이하고, 고 분해능의 진단 화상이 얻어지는 초음파 탐촉자를 제공할 수 있다.

### 실시예

[0078] (제1 실시예)

[0079] 이하, 본 발명에 따른 제1 실시예의 초음파 탐촉자에 대하여, 도면을 참조하여 설명한다. 도 1은, 제1 실시예에 따른 초음파 탐촉자(10)의 일부 개략 사시도를 나타내고 있다.

[0080] 이 초음파 탐촉자(10)는, 배열된 복수의 압전 소자(1)와, 각 압전 소자(1)에 대응하여 피검체측(도면의 상방)이 되는 두께 방향 전면(前面)에 배치된 음향 매칭층(2; 제1 음향 매칭층)과, 필요에 따라 압전 소자(1)에 대하여 음향 매칭층(2)의 반대측이 되는 두께 방향 배면(도면의 하방)에 배치된 배면 부하재(3)와, 필요에 따라 음향 매칭층(2) 상에 배치된 음향 렌즈(4)로 구성되어 있다. 이들 각 구성 요소의 각각의 기능은, 종래 기술에서 설명한 것과 동일하다.

[0081] 압전 소자(1)의 두께 방향 Z의 전면에는 접지 전극(5)이, 배면에는 신호용 전극(6)이 각각 설치되어 있다. 양 전극(5, 6)은, 금이나 은의 증착, 스퍼터링, 혹은 은 도금 등에 의해 압전 소자(1)의 전면, 배면에 각각 형성된다.

[0082] 양 전극(5, 6)은, 전기 단자(7)를 경유하여 케이블을 통해 도시하지 않은 초음파 진단 장치와 전기적으로 접속되고, 초음파 진단 장치에서 만들어지는 규칙적인 펄스 전압을 압전 소자(1)에 인가하고, 역으로 압전 소자(1)가 전기 신호로 변환한 에코 수신파를 초음파 진단 장치 본체로 송신한다.

[0083] 또한 도시한 예에서는, 압전 소자(1)는 개개로 분할되어 있고, 이들 분할된 흄의 부분에는 음향적인 결합이 작은 실리콘 고무나 우레탄 고무 등과 같은 재료가 충전되어 있다.

[0084] 도 2는, 도 1에 도시한 복수개의 압전 소자(1)의 배열 방향 X의 초음파의 지향성 각도와 음향 매칭층(2)의 고무 탄성체 재료의 음속과의 관계를 나타낸 도이다. 복수의 압전 소자(1)를 배열한 소위 전자 주사형의 초음파 탐촉자(10)에서는, 배열한 압전 소자(1)의 X방향의 지향성을 어떻게 넓게 할 수 있을지가 초음파 화상의 분해능을 향상시키는 중요한 포인트이다.

[0085] 제1 실시예에서는, 도 1에 도시한 바와 같이, 배면 부하재(3) 상에 설치한 압전 소자(1)를 슬라이싱 머신 등에 의해 분할하고, 분할한 흄에 실리콘 고무나 우레탄 고무를 충전하고, 그 후 분할하여 배열된 압전 소자(1)의 면 상에 고무 탄성체 재료의 음향 매칭층(2)을 설치한다.

[0086] 음향 매칭층(2)은 이미 알려져 있는 바와 같이, 압전 소자(1)와 피검체(미도시)의 각각의 음향 임피던스의 사이의 값을 가진 재료를 이용하고, 그 두께는 사용 주파수의 4분의 1 파장의 두께를 기본으로 하고 있다. 또한 음향 매칭층(2) 면상에는, 필요에 따라 실리콘 고무 등의 재료로 음향 렌즈(4)를 설치한다.

[0087] 음향 매칭층(2)은, 종래에는 지향성을 넓게 하기 위하여 압전 소자(1) 상에 설치한 후, 압전 소자(1)와 동일하게 분할한 구성으로 했었다. 이것은 음향 매칭층(2)을 압전 소자(1)와 동일하게 분할하지 않으면, 음향 매칭층(2)이 연속하여 이어져 있으므로, 음향 매칭층(2) 내에서 가로 방향으로도 초음파가 전파하여 지향성이 좁아지는 것을 회피하기 위해서이다.

[0088] 그러나, 압전 소자(1)와 음향 매칭층(2), 또한 배면 부하재(3)의 일부까지 같이 슬라이싱 머신으로 가공 분할하고, 특히 분할 간격이 0.1mm이라는 좁은 간격이 되면, 복수의 재료를 같이 가공하므로, 균일하고 안정적으로 분할하는 것이 곤란해진다는 과제를 가지고 있었다.

[0089] 본 실시예는, 가공이 용이하고, 균일하며, 또한 안정적으로 작성할 수 있도록 압전 소자(1)만을 분할하여 배열한 압전 소자(1) 면 상에, 분할하지 않고 연결한 1장의 상태로 고무 탄성체 재료의 음향 매칭층(2)을 설치한 구성으로 하고, 게다가 지향성은, 음향 매칭층(2)을 분할한 구성과 동등 혹은 그 이상으로 할 수 있도록 한 것이 포인트이다.

[0090] 음향 매칭층(2)의 재료로서의 고무 탄성체는, 압전 소자(1)와 피검체의 각각의 음향 임피던스 사이의 값을 가지는 재료를 이용하고, 두께는 사용 주파수의 4분의 1 파장의 두께를 기본으로 하고 있다. 음향 매칭층(2)으로서,

여러가지 재료를 실험에 의해 검토한 결과, 같은 고무 탄성체로, 단단함, 및 음향 임피던스도 동일한 값을 가진 재료에 있어서도 지향성에 차이가 있는 것을 발견했다.

[0091] 예를 들면, 주파수가 3.5MHz인 압전 소자(1)를, 압전 소자(1)의 간격 0.38mm(0.19mm의 간격으로 분할한 2개를 전기적으로 묶은 상태)로 분할했을 때의 지향성의 각도는, -6dB의 레벨로 정의하면, 음향 매칭층(2)을 압전 소자(1)와 동시에 분할한 구성의 타입은 약 23도의 지향각이 된다.

[0092] 즉, 예를 들면 방향 Z로 방사한 초음파 범위의 강도가 -6dB 저하하는 것이, 방향 Z로부터 약 23도의 방향이 된다. 또한 압전 소자(1) 및 음향 매칭층(2)의 분할한 분할 흄에는, 실리콘 고무재를 충전한 구성으로 하고 있다.

[0093] 상기한 방법으로 압전 소자(1)를 동일한 방식으로 분할하고, 음향 매칭층(2)은 분할하지 않고 도 1과 같이 구성한 타입에 있어서, 음향 매칭층(2)의 재료로서, 실리콘 고무(단단함이 쇼어-A 경도로 76, 음속 915m/sec, 음향 임피던스 2.1 메가레이스), 클로로프렌 고무(단단함이 쇼어-A 경도로 70, 음속 1630m/sec, 음향 임피던스 2.16 메가레이스), 에틸렌 프로필렌 공중합 고무(단단함이 쇼어-A 경도로 65, 음속 1480m/sec, 음향 임피던스 1.94 메가레이스), 아크릴로니트릴 부타디엔 공중합 고무(단단함이 쇼어-A 경도로 60, 음속 1640m/sec, 음향 임피던스 1.97 메가레이스), 및 우레탄 고무(단단함이 쇼어-A 경도로 78, 음속 1850m/sec, 음향 임피던스 1.98 메가레이스)를 각각 이용하여 배열된 압전 소자(1) 면 상에 설치하고, 또한 그 음향 매칭층(2)의 상면에 실리콘 고무의 음향 렌즈를 설치하여, 압전 소자(1)의 배열 방향의 초음파의 지향 특성을 측정했다.

[0094] 그 결과, 음향 매칭층(2)의 재료에 의한 지향 특성에 차이가 있는 것을 알 수 있었다. 또한 압전 소자(1)를 분할한 분할 흄에는, 음향 매칭층(2)까지 분할한 구성과 마찬가지로 실리콘 고무의 재료를 충전하고 있다.

[0095] 또한 상기에 열거한 재료의 우레탄 고무 이외의 재료에는, 음향 임피던스를 조정하기 위하여, 알루미나, 카본, 혹은 탄산 칼슘 등의 필러를 임의의 양 충전한 재료를 이용하고 있다.

[0096] 상기와 같은 5종류의 재료를 이용한 음향 매칭층(2)의 지향 특성의 차이는, 재료의 단단함, 음향 임피던스 등과의 상관은 없어, 영향을 주지 않았다. 지향 특성에 영향을 주고 있는, 즉 상관이 있었던 것은, 음향 매칭층(2) 재료의 음속의 특성으로서, 이것은 양호한 상관이 보여졌다.

[0097] 3.5MHz의 주파수에서 -6dB의 레벨로 측정한 지향성 각도와 재료의 음속과의 관계의 결과를 도 2에 나타낸다. 도 2에 도시한 바와 같이 음속과의 양호한 상관이 보여지고, 상관 계수는 0.86이 되어있다. 이것으로부터, 음향 매칭층(2)을 분할하지 않고 설치한 구성에 있어서, 지향성을 넓게 하는 경우에는 음속에 주목할 필요가 있는 것을 알 수 있었다. 상기 사용한 음향 매칭층(2)의 각각의 재료를 이용했을 때의 지향성 각도는 이하와 같이 되어 있다.

[0098] 각각의 지향성 각도는, 실리콘 고무는 25도, 클로로프렌 고무는 23.5도, 에틸렌 프로필렌 공중합 고무는 23.5도, 아크릴로니트릴 부타디엔 공중합 고무는 22.9도, 우레탄 고무는 20도라는 결과였다. 또한 이 측정 결과의 편차는, ±0.5도 정도라고 생각하고 있다.

[0099] 이들 지향성 각도와 종래의 음향 매칭층(2)까지 압전 소자(1)와 함께 분할한 구성의 지향성 각도를 비교하면, 종래 구성의 지향성 각도와 거의 동등 레벨의 지향성 각도를 얻으려면, 음향 매칭층(2)의 음속은 1650m/sec 부근의 재료를 사용하면 된다는 것이 된다. 또한 지향성을 넓게 하는 경우에는, 도 2의 결과로부터 음속이 1650m/sec 이하의 재료, 예를 들면 실리콘 고무와 같은 재료를 이용하면 된다는 것을 알 수 있다.

[0100] 또한 지향성 각도가 좁은 결과로 되어 있는 우레탄 고무에 있어서도, 우레탄 고무 중에서도 음속이 1650m/sec 부근 혹은 그 이하의 종류(예를 들면 산유렉(Sanyu Rec) 주식회사제(製) 중형용 우레탄 수지 UE-644 그레이드는, 음속이 1580m/sec, 음향 임피던스가 2.1 메가레이스)도 존재하므로, 우레탄 고무에서는 지향각이 좁아지는 것이 아니라, 그 기준은 음속에 있다는 것이다. 음속이 1650m/sec 이하의 재료를 선택하면, 기본적으로는 고무 탄성체인 재료로 좁혀진다.

[0101] 이상과 같이, 음향 매칭층(2)을 압전 소자(1)와 마찬가지로 분할하지 않고 연속한 형상의 1장의 필름으로 설치하는 구성에 있어서, 지향성을 확보 혹은 넓게 하는 경우에는, 음향 매칭층(2)의 재료의 음속에 주목할 필요가 있음을 알 수 있었다.

[0102] 예를 들면, 음향 임피던스가 상기 재료에 열거한 바와 같이 약 2 메가레이스의 값을 가지는 재료는, 고무 탄성체 재료에 한하지 않고 플라스틱 재료 등에도 존재한다. 예를 들면, 폴리에틸렌, 폴리스티렌, 혹은 특가 2005-198261호 공보에 나타낸 에폭시 수지에 충전재를 충전한 재료 등도 있는데, 이들 재료의 음속은 모두 약 1800m/sec 이상으로, 이들 재료를 본 실시예의 구성과 같이 음향 매칭층(2)을 분할하지 않는 구성으로 한 경우

에는, 도 2의 경향으로부터도 명확한 바와 같이, 지향성을 좁아진다. 이와 같은 재료를 이용하는 경우에는, 역시 음향 매칭층(2)을 압전 소자(1)와 마찬가지로 분할하는 구성으로 하여 지향성을 넓게 할 필요가 있다.

[0103] 또한 음향 매칭층(2)의 재료로서, 주체가 합성 고무인 클로로프렌 고무, 에틸렌 프로필렌 공중합 고무, 아크릴로니트릴 부타디엔 공중합 고무를 이용한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖의 합성 고무, 예를 들면 부타디엔 고무, 이소프렌 고무, 스티렌 부타디엔 공중합 고무 혹은 아크릴 고무 등의 재료를 주체로 한 것의 재료라도 동일한 효과가 얻어진다.

[0104] 또한 음향 매칭층(2)의 재료로서, 주체가 합성 고무, 실리콘 고무, 혹은 우레탄 고무 등의 고무 탄성체를 이용한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 고무 탄성체를 가지는 엘라스토머계의 재료를 이용한 경우라도, 동일한 효과가 얻어진다.

[0105] 또한 제1 실시예에서는 1차원으로 압전 소자를 배열한 구성의 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 압전 소자가 2차원으로 배열한 경우에 대해서도 동일한 효과가 있다. 또한 제1 실시예에서는, 압전 소자를 복수개 배열한 구성에 대하여 설명했으나, 이 밖에, 압전 소자를 배열하지 않은 단체의 경우에 대해서도, 음향 매칭층에 고무 탄성체를 이용해도 무방하다.

[0106] 또한 제1 실시예에서는, 복수개의 압전 소자가 거의 직선 형상으로 배열한 소위 리니어형에 대하여 설명했으나, 이 밖에 복수개의 압전 소자를 곡면으로 배열한 콘벡스형, 콘케이브형의 경우에 대해서도 동일한 효과가 있다.

[0107] (제2 실시예)

[0108] 다음으로, 본 발명에 따른 제2 실시예의 초음파 탐촉자에 대하여, 도면을 참조하여 설명한다. 도 3은, 제2 실시예에 따른 초음파 탐촉자(10)의 일부 개략 사시도를 나타내고 있다.

[0109] 이 초음파 탐촉자(10)는, 배열된 복수의 압전 소자(1)와, 각 압전 소자(1)에 대응하여 피검체측(도면의 상방)이 되는 두께 방향 전면에 배치된 2층의 음향 매칭층(2;2a, 2b)과, 필요에 따라 압전 소자(1)에 대하여 음향 매칭층(2;2a, 2b)의 반대측이 되는 두께 방향 배면(도면의 하방)에 배치된 배면 부하재(3)와, 필요에 따라 음향 매칭층(2;2a, 2b) 상에 배치된 음향 렌즈(4)로 구성되어 있다. 이들 각 구성 요소의 각각의 기능은, 종래 기술에서 설명한 것과 동일하다.

[0110] 압전 소자(1)의 두께 방향 Z의 전면에는 접지 전극(5)이, 배면에는 신호용 전극(6)이 각각 설치되어 있다. 양 전극(5, 6)은, 금이나 은의 증착, 스퍼터링, 혹은 은 도금 등에 의해 압전 소자(1)의 전면, 배면에 각각 형성된다.

[0111] 양 전극(5, 6)은, 전기 단자(7)를 경유하여 케이블을 통해 도시하지 않은 초음파 진단 장치와 전기적으로 접속되고, 초음파 진단 장치에서 만들어지는 규칙적인 펄스 전압을 압전 소자(1)에 인가하고, 역으로 압전 소자(1)가 전기 신호로 변환한 에코 수신파를 초음파 진단 장치 본체로 송신한다.

[0112] 또한 도시한 예에서는, 압전 소자(1)와 압전 소자(1) 측에 위치하는 제1 음향 매칭층(2a)은 개개로 분할되어 있고, 이들 분할된 흄의 부분에는 음향적인 결합이 작은 실리콘 고무나 우레탄 고무 등과 같은 재료가 충전되어 있다. 또한 압전 소자(1) 측에 위치하는 음향 매칭층(2a)의 상면에는 제2 음향 매칭층(2b)을 분할하지 않는 연속한 1장의 필름으로 설치한다. 또한 필요에 따라 실리콘 고무 등의 재료를 이용하여 음향 렌즈를 설치한 구성으로 한다.

[0113] 복수의 압전 소자(1)를 배열한 소위 전자 주사형의 초음파 탐촉자(10)에서는, 배열한 압전 소자(1)의 X방향의 지향성을 어떻게 넓게 할 수 있을지가 초음파 화상의 분해능을 향상시키는 중요한 포인트인 것은 제1 실시예와 동일하다.

[0114] 제1 실시예에서는, 음향 매칭층(2)은 1층인 경우에 대하여 설명했으나, 압전 소자(1)와 피검체의 음향 임피던스의 차가 큰, 예를 들면 압전 소자로서 PZT계와 같은 압전 세라믹스를 이용한 경우에는 약 30 메가옴스, 피검체의 음향 임피던스는 약 1.5 메가옴스로, 큰 차가 있으므로, 1층의 음향 매칭층으로는 주파수의 광대역화에 한계가 있다. 광대역화하기 위해서는, 음향 매칭층(2)을 2층 이상의 다층화할 필요가 있다.

[0115] 그러나, 음향 매칭층을 2층 이상의 다층화하는 경우에는, 음향 매칭층(2)도 압전 소자(1)와 동일하게 분할한 경우로 하지 않으면 지향성을 넓게 할 수 없었다. 이것은, 압전 소자(1)와 동일하게 슬라이싱 머신 등으로 분할하므로, 음향 매칭층(2)을 다층화함으로써 두께는 층이 증가한 만큼 두꺼워지고, 또한 분할하는 재료가 보다 많아지므로, 분할할 때의 가공이 곤란해져, 균일하고 안정적인 것을 작성하는 것이 곤란하다. 본 실시예는 이러한

과제를 해결하고, 또한 지향성을 넓게 할 수 있는 구성이다.

- [0116] 본 실시예에서는 2층 이상의 다층화의 음향 매칭층, 여기서는 2층의 음향 매칭층으로 했을 때에, 도 3에 도시한 바와 같이 압전 소자(1)와 압전 소자(1) 층에 위치하는 음향 매칭층(2a)을 분할하고, 또한 음향 매칭층(2a)의 상면에 연속한 1장의 음향 매칭층(2b)을 설치한 구성으로 한다.
- [0117] 압전 소자(1)의 재료로서는, PZT계와 같은 압전 세라믹스, PZT-PT, PMN-PT계와 같은 압전 단결정, 또는 상기 재료와 고분자를 복합한 복합 압전체 등의 재료를 이용하고, 또한 음향 매칭층(2a)에는, 그라파이트, 에폭시 수지에 금속 또는 산화물 등의 필러를 충전한 에폭시 수지를 이용한다.
- [0118] 또한 음향 매칭층(2b)의 재료로서는, 실리콘 고무, 클로로프렌 고무, 에틸렌 프로필렌 공중합 고무, 아크릴로니트릴 부타디엔 공중합 고무, 및 우레탄 고무 등 제1 실시예에서 설명한 것과 같은 고무 탄성체를 주체로 한 재료를 이용한다.
- [0119] 음향 매칭층(2b)의 음향 임피던스가 제1 실시예의 경우와 다른 값이 필요한 경우에는, 주체가 되는 고무 탄성체의 주체 재료에 금속, 산화물 등의 필러를 충전하여 조정함으로써 얻을 수 있다.
- [0120] 여기서 음향 매칭층(2b)은, 분할하지 않고 연속한 1장의 필름으로서 설치하는 조건은, 지향성이 음향 매칭층(2b)을 분할한 구성의 지향성과 동등하거나 혹은 그 이상의 특성이 얻어지도록, 고무 탄성체인 것, 또한 상기 고무 탄성체 재료의 음속은 1650m/sec, 혹은 그 이하의 값을 가지는 재료를 선택하는 것이다. 이것은 제1 실시예의 도 2에 나타낸 결과로부터 말할 수 있다.
- [0121] 이와 같이 압전 소자(1)와 동일하게 분할하는 음향 매칭층의 수를 적게 하는 것이 가능해짐으로써, 설령 좁은 간격(예를 들면 0.1mm)으로 분할해도, 가공은 안정적이며, 균일하게 고정밀도로 초음파 텀挫자를 작성할 수 있고, 게다가 지향성도 좁게 하지 않는 구성으로 하는 것이 가능해진다.
- [0122] 이상과 같이, 2층의 음향 매칭층(2)의 압전 소자(1) 층에 위치하는 음향 매칭층(2a)을 압전 소자(1)와 같도록 분할하고, 또한 음향 매칭층(2a)의 상면에는 연속한 1장의 음향 매칭층(2b)을 설치한 구성에 있어서, 지향성을 확보 혹은 넓게 하는 경우에는, 음향 매칭층(2b)의 재료의 음속에 주목할 필요가 있다.
- [0123] 예를 들면, 음향 매칭층(2b) 재료로서는 고무 탄성체 재료에 한하지 않고 플라스틱 재료 등에도 존재한다. 예를 들면, 폴리에틸렌, 폴리스티렌, 폴리이미드, 에폭시 수지 혹은 특개 2005-198261호 공보에 나타낸 에폭시 수지에 충전재를 충전한 재료 등도 있으나, 이들 재료의 음속은 모두 1800m/sec 이상으로서, 이들 재료를 본 실시예의 구성과 같이 음향 매칭층(2)을 분할하지 않은 구성으로 한 경우에는, 도 2에 도시한 결과로부터 명확한 바와 같이 지향성 각도는 좁아진다. 이와 같은 재료를 이용하는 경우에는, 역시 음향 매칭층(2b)을 압전 소자(1)와 음향 매칭층(2a)과 마찬가지로 분할할 필요가 있다고 말할 수 있다.
- [0124] 또한 제2 실시예에서는, 음향 매칭층(2b)의 재료로서, 합성 고무인 클로로프렌 고무, 에틸렌-프로필렌 공중합 고무, 아클릴로니트릴-부타디엔 공중합 고무를 이용한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖의 합성 고무, 예를 들면 부타디엔 고무, 이소프렌 고무, 스티렌-부타디엔 공중합 고무 혹은 아크릴 고무 등의 재료를 주체로 한 것의 재료라도 동일한 효과가 얻어진다.
- [0125] 또한 제2 실시예에서는, 음향 매칭층(2b)의 재료로서, 합성 고무, 실리콘 고무, 혹은 우레탄 고무 등의 고무 탄성체를 이용한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 고무 탄성체를 가지는 엘라스토머계의 재료를 이용한 경우라도 동일한 효과가 얻어진다.
- [0126] 또한 제2 실시예에서는, 음향 매칭층(2)을 2층으로 한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 3층 이상의 음향 매칭층을 설치하고, 피검체측에 위치하는 음향 매칭층을 분할하지 않고 고무 탄성체의 재료를 이용하여 연속체로 형성한 경우에도 동일한 효과가 얻어진다.
- [0127] 또한 제2 실시예에서는, 1차원으로 압전 소자를 배열한 구성의 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 압전 소자가 2차원으로 배열한 경우에 대해서도 동일한 효과가 있다. 또한 제2 실시예에서는, 압전 소자를 복수개 배열한 구성에 대하여 설명했으나, 이 밖에 압전 소자를 배열하지 않은 단체의 경우에 대해서도, 음향 매칭층에 고무 탄성체를 이용해도 무방하다.
- [0128] 또한 제2 실시예에서는, 복수개의 압전소자가 거의 직선 형상으로 배열한, 소위 리니어형에 대하여 설명했으나, 이 밖에, 복수개의 압전 소자를 곡면으로 배열한 콘벡스형, 콘케이브형의 경우에 대해서도 동일한 효과가 있다.
- [0129] (제3 실시예)

- [0130] 다음으로, 본 발명에 따른 제3 실시예의 초음파 탐촉자에 대하여, 도면을 참조하여 설명한다. 도 4는, 제3 실시예에 따른 초음파 탐촉자(10)의 일부 개략 사시도를 나타내고 있다.
- [0131] 이 초음파 탐촉자(10)는, 배열된 복수의 압전 소자(1)와, 각 압전 소자(1)에 대응하여 피검체측(도면의 상방)이 되는 두께 방향 전면에 배치된 3층의 음향 매칭층(2;2a, 2b, 2c)과, 필요에 따라 압전 소자(1)에 대하여 음향 매칭층(2;2a, 2b, 2c)의 반대측이 되는 두께 방향 배면(도면의 하방)에 배치된 배면 부하재(3)와, 필요에 따라 음향 매칭층(2;2a, 2b, 2c) 상에 배치된 음향 렌즈(4)로 구성되어 있다. 이들 각 구성 요소의 각각의 기능은, 종래 기술에서 설명한 것과 동일하다.
- [0132] 압전 소자(1)의 두께 방향 Z의 전면에는 접지 전극(5)이, 배면에는 신호용 전극(6)이 각각 설치되어 있다. 양 전극(5, 6)은, 금이나 은의 증착, 스퍼터링, 혹은 은 도금 등에 의해 압전 소자(1)의 전면, 배면에 각각 형성된다.
- [0133] 양 전극(5, 6)은, 전기 단자(7)를 경유하여 케이블을 통해 도시하지 않은 초음파 진단 장치와 전기적으로 접속되고, 초음파 진단 장치에서 만들어지는 규칙적인 펄스 전압을 압전 소자(1)에 인가하고, 역으로 압전 소자(1)가 전기 신호로 변환한 에코 수신파를 초음파 진단 장치 본체로 송신한다.
- [0134] 또한 도시한 예에서는, 압전 소자(1)와, 압전 소자(1) 측에 위치하는 제1 음향 매칭층(2a) 및 제2 음향 매칭층(2b)은, 개개로 분할되어 있고, 이들 분할된 흄의 부분에는, 음향적인 결합이 작은 실리콘 고무나 우레탄 고무 등과 같은 재료가 충전되어 있다. 또한 제2 음향 매칭층(2b)의 상면에는 제3 음향 매칭층(2c)을 분할하지 않는 연속한 1장의 필름을 설치한다. 또한 필요에 따라 실리콘 고무 등의 재료를 이용하여 음향 렌즈를 설치한 구성으로 한다.
- [0135] 복수의 압전 소자(1)를 배열한 소위 전자 주사형의 초음파 탐촉자(10)에서는, 배열한 압전 소자(1)의 X방향의 지향성을 어떻게 넓게 할 수 있을지가 초음파 화상의 분해능을 향상시키는 중요한 포인트인 것은 제2 실시예와 동일하다.
- [0136] 제2 실시예에서는, 음향 매칭층(2)이 2층인 경우에 대하여 설명했으나, 음향 매칭층(2)을 또 3층화함으로써, 더욱 광대역화가 가능해진다. 그러나, 음향 매칭층을 3층 이상의 다층화하는 경우에는, 특개 2003-125494호 공보, 특개 2005-198261호 공보에 나타낸 바와 같이, 음향 매칭층(2;2a, 2b, 2c)을 압전 소자(1)와 동일하게 분할한 구성으로 하지 않으면 지향성을 넓게 할 수 없었다.
- [0137] 이것은, 압전 소자(1)와 동일하게 슬라이싱 머신 등으로 분할하므로, 음향 매칭층(2)을 다층화함에 따라, 두께는 층이 증가하는 만큼 두꺼워지고, 또한 분할하는 재료가 보다 많아지므로, 분할할 때의 가공이 곤란해져, 균일하고 안정적인 것을 작성하는 것이 곤란해졌다. 본 실시예는 이러한 과제를 해결하여, 광 대역화가 가능하고, 또한 지향성을 넓게 할 수 있는 구성이다.
- [0138] 본 실시예의 3층의 음향 매칭층으로 했을 때에, 도 4에 도시한 바와 같이 압전 소자(1)와 압전 소자(1) 측에 위치하는 제1, 제2 음향 매칭층(2a, 2b)을 분할하고, 또한 제1 음향 매칭층(2a), 제2 음향 매칭층(2b)의 상면에 연속한 1장의 제3 음향 매칭층(2c)을 설치한 구성으로 한다.
- [0139] 압전 소자(1)의 재료로서는, PZT계와 같은 압전 세라믹스, PZN-PT, PMN-PT계와 같은 압전 단결정, 또는 상기 재료와 고분자를 복합한 복합 압전체 등의 재료를 이용하고, 또한 제1 음향 매칭층(2a)에는, 음향 임피던스 8~20 메가레일스의 범위의 값을 가지는 실리콘 단결정, 수정, 용융 석영 등의 유리, 쾌삭(快削)성 세라믹스, 또는 그라파이트 등의 재료가 이용되고, 또한 제2 음향 매칭층(2b)으로서는, 음향 임피던스가 3~8 메가 레일스의 범위의 값을 가지는 그라파이트, 또는 에폭시 수지에 금속 또는 산화물 등의 필리를 충전한 에폭시 수지를 이용한다.
- [0140] 또한 제3 음향 매칭층(2c)의 재료로서는, 실리콘 고무, 클로로프렌 고무, 에틸렌 프로필렌 공중합 고무, 아크릴로니트릴 부타디엔 공중합 고무, 및 우레탄 고무 등의 고무 탄성체를 주체로 한 재료를 이용한다.
- [0141] 음향 매칭층(2;2a, 2b, 2c)의 각각의 음향 임피던스는, 각 재료, 혹은 주파수 특성에 의해 선택된다. 예를 들면, 주파수를 3.5MHz의 중심 주파수로 설정하고, 배면 부하재(3)의 음향 임피던스 7 메가레일스, 압전 소자(1)에 PZT계의 압전 세라믹스로 PZT-5H 상당의 재료를 이용하고, 제1 음향 매칭층(2a)은 음향 임피던스 9 메가 레일스의 그라파이트를 이용하고, 제2 음향 매칭층(2b)은 음향 임피던스 4 메가레일스의 산화물을 충전한 에폭시 수지를 이용하고, 제3 음향 매칭층(2c)의 음향 임피던스를 1.5~2.5 메가레일스의 범위에서 가변한 구성에서 계산했다.

- [0142] -6dB에서의 주파수 특성의 비대역, 및 펄스 길이 -6dB, -20dB, -40dB의 레벨에서 평가한 결과를 도 5에 나타낸다. 도 5에 있어서, 가로축은 제3 음향 매칭층(2c)의 음향 임피던스 값, 또한 좌측의 세로축은 펄스 길이, 우측의 세로축은 -6dB에서의 주파수 비대역(대역폭/중심 주파수)의 값을 나타내고 있다.
- [0143] 도 5에 있어서, 펄스 길이는 -6dB의 레벨에서는 제3 음향 매칭층(2c)의 음향 임피던스가 변화해도 거의 변하지 않으나, -20dB, -40dB의 레벨에서는 변화가 있고, 음향 임피던스가 1.8~2.3 메가옴스의 범위에서 작은 값이 되어 있음을 알 수 있다. 이 펄스 길이는, 작은 값이 될수록 분해능이 커져 양호하므로, 작은 값으로 하는 것이 분해능을 향상시키는 것에서 중요하다.
- [0144] 한편, 비대역의 값이 클수록 분해능, 피검 심도가 깊어진다. 도 5의 주파수 비대역에 대하여 보면, 제3 음향 매칭층(2c)의 음향 임피던스가 약 2.3 메가옴스보다 커지면, 비대역은 80% 이하가 되어, 광대역화가 불가능해짐을 알 수 있다. 이상과 같이, 펄스 길이 및 비대역의 양 특성의 결과로부터, 제3 음향 매칭층(2c)의 음향 임피던스는 1.8~2.2 메가옴스의 범위가 바람직한 것을 알 수 있다.
- [0145] 제3 음향 매칭층(2c)의 음향 임피던스가 1.8~2.2 메가옴스의 범위의 재료로서는, 주체가 되는 고무 탄성체의 주체 재료 단체로 얻어지는 것은 그대로 사용할 수 있으나, 음향 임피던스가 범위 밖의 값을 가지는 재료에 대해서는, 필러 등을 충전하여 조정함으로써 얻을 수 있다.
- [0146] 여기서, 제3 음향 매칭층(2c)은, 분할하지 않고 연속한 1장의 필름으로서 설치하는 조건이, 지향성이 제3 음향 매칭층(2c)을 분할한 구성의 지향성과 동등하거나 혹은 그 이상의 특성이 얻어지는 고무 탄성체인 것, 또한 상기 탄성체 재료의 음속은 1650m/sec 이하의 값을 가지는 재료를 선택하는 것이다. 이것은 제1 실시예의 도 2에서 도시한 결과로부터 말할 수 있는 것이다.
- [0147] 이와 같이 압전 소자(1)와 동일하게 분할하는 음향 매칭층의 수를 적게 하는 것이 가능해짐으로써, 설령 좁은 간격(예를 들면 0.1mm)으로 분할해도, 가공은 안정적이며, 균일하고 고정밀도로 초음파 탐촉자를 작성할 수 있으며, 게다가 지향성도 좁아지지 않는 구성으로 할 수 있게 된다.
- [0148] 이상과 같이, 3층의 음향 매칭층(2)의 압전 소자(1) 측에 위치하는 제1, 제2 음향 매칭층(2a, 2b)을 압전 소자(1)와 동일하게 분할하고, 또한 제2 음향 매칭층(2b)의 상면에는, 연속한 1장의 제3 음향 매칭층(2c)을 설치한 구성에 있어서, 지향성을 확보 혹은 넓게 하는 경우에는, 제3 음향 매칭층(2c)의 재료의 음속에 주목할 필요가 있다.
- [0149] 예를 들면, 제3 음향 매칭층(2c)에 적합한 재료로서, 고무 재료에 한하지 않고, 플라스틱 재료 등도 생각할 수 있다. 예를 들면, 폴리에틸렌, 폴리스티렌, 폴리이미드, 에폭시 수지 혹은 특개 2005-198261호 공보에 나타낸 에폭시 수지에 충전재를 충전한 재료 등도 있는데, 이들 재료의 음속은 모두 1800/sec 이상으로서, 이들 재료를 본 실시예의 구성과 같이 제3 음향 매칭층(2c)을 분할하지 않는 구성으로 한 경우에는, 도 2에 도시한 결과로부터도 명확한 바와 같이 지향성 각도는 좁아진다. 이와 같은 재료를 이용하는 경우에는, 역시 제3 음향 매칭층(2c)을 압전 소자(1)와 제1, 제2 음향 매칭층(2a, 2b)과 마찬가지로 분할할 필요가 있다고 할 수 있다.
- [0150] 또한 제3 실시예에서는, 제3 음향 매칭층(2c)의 재료로서, 합성 고무인 클로로프렌 고무, 에틸렌-프로필렌 공중합 고무, 아클릴로니트릴-부타디엔 공중합 고무를 이용한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖의 합성 고무, 예를 들면 부타디엔 고무, 이소프렌 고무, 스티렌-부타디엔 공중합 고무 혹은 아크릴 고무 등의 재료를 주체로 한 것의 재료라도 동일한 효과가 얻어진다.
- [0151] 또한 제3 실시예에서는, 제3 음향 매칭층(2c)의 재료로서, 합성 고무, 실리콘 고무, 혹은 우레탄 고무 등의 고무 탄성체를 이용한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 고무 탄성체를 가지는 엘라스토머계의 재료를 이용한 경우라도 동일한 효과가 얻어진다.
- [0152] 또한 제3 실시예에서는, 음향 매칭층(2)을 3층으로 한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 4층 이상의 음향 매칭층을 설치하고, 피검체측에 위치하는 음향 매칭층을 분할하지 않고 고무 탄성체의 재료를 이용하여 연속체로 형성한 경우에도 동일한 효과가 얻어진다.
- [0153] 또한 제3 실시예에서는, 1차원으로 압전 소자를 배열한 구성의 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 압전 소자가 2차원으로 배열한 경우에 대해서도 동일한 효과가 있다. 또한 제3 실시예에서는, 압전 소자를 복수개 배열한 구성에 대하여 설명했으나, 이 밖에 압전 소자를 배열하지 않은 단체의 경우에 대해서도, 3층 이상의 음향 매칭층으로 하고 피검체측에 위치하는 음향 매칭층에 고무 탄성체를 이용해도 동일하게 광대역화할 수 있는 효과가 있다.

- [0154] 또한 제3 실시예에서는, 복수개의 압전 소자가 거의 직선 형상으로 배열한, 소위 리니어형에 대하여 설명했으나, 이 밖에, 복수개의 압전 소자를 곡면으로 배열한 콘벡스형, 콘케이브형의 경우에 대해서도 동일한 효과가 있다.
- [0155] (제4 실시예)
- [0156] 다음으로, 본 발명에 따른 제4 실시예의 초음파 탐촉자에 대하여, 도면을 참조하여 설명한다. 도 6은, 제4 실시예에 따른 초음파 탐촉자(10)의 일부 개략 사시도를 나타내고 있다.
- [0157] 이 초음파 탐촉자(10)는, 배열된 복수의 압전 소자(1)와, 각 압전 소자(1)에 대응하여 피검체측(도면의 상방)이 되는 두께 방향 전면에 배치된 3층의 음향 매칭층(2;2a, 2b, 2c)과, 필요에 따라 압전 소자(1)에 대하여 음향 매칭층(2;2a, 2b, 2c)의 반대측이 되는 두께 방향 배면(도면의 하방)에 배치된 배면 부하재(3)와, 필요에 따라 음향 매칭층(2;2a, 2b, 2c) 상에 배치된 음향 렌즈(4)로 구성되어 있다. 이들 각 구성 요소의 각각의 기능은, 종래 기술에서 설명한 것과 동일하다.
- [0158] 압전 소자(1)의 두께 방향 Z의 전면에는 접지 전극(5)이, 배면에는 신호용 전극(6)이 각각 설치되어 있다. 양 전극(5, 6)은, 금이나 은의 증착, 스퍼터링, 혹은 은 도금 등에 의해 압전 소자(1)의 전면, 배면에 각각 형성된다.
- [0159] 양 전극(5, 6)은, 전기 단자(7)를 경유하여 케이블을 통해 도시하지 않은 초음파 진단 장치와 전기적으로 접속되고, 초음파 진단 장치에서 만들어지는 규칙적인 펄스 전압을 압전 소자(1)에 인가하고, 역으로 압전 소자(1)가 전기 신호로 변환한 에코 수신파를 초음파 진단 장치 본체로 송신한다.
- [0160] 또한 도시한 예에서는, 압전 소자(1)와, 압전 소자(1) 측에 위치하는 제1 음향 매칭층(2a)이 개개로 분할되어 있고, 이들 분할된 흄의 부분에는, 음향적인 결합이 작은 실리콘 고무나 우레탄 고무 등과 같은 재료가 충전되어 있다. 또한 제1 음향 매칭층(2a)의 상면에는 제2 음향 매칭층(2b), 제3 음향 매칭층(2c)을 분할하지 않고 연속한 1장의 필름을 설치한다. 또한 필요에 따라 실리콘 고무 등의 재료를 이용하여 음향 렌즈를 설치한 구성으로 한다.
- [0161] 복수의 압전 소자(1)를 배열한 소위 전자 주사형의 초음파 탐촉자(10)에서는, 배열한 압전 소자(1)의 X방향의 지향성을 어떻게 넓게 할 수 있을지가 초음파 화상의 분해능을 향상시키는 중요한 포인트인 것은 제2, 3 실시예와 동일하다.
- [0162] 제2 실시예에서는, 음향 매칭층(2)이 2층인 경우에 대하여 설명했으나, 음향 매칭층(2)을 또 3층화함으로써, 더욱 광대역화가 가능해진다. 그러나, 음향 매칭층을 3층 이상의 다층화하는 경우에는, 특개 2003-125494호 공보, 특개 2005-198261호 공보에 나타낸 바와 같이, 음향 매칭층(2;2a, 2b, 2c)도 압전 소자(1)와 동일하게 분할한 구성으로 하지 않으면 지향성을 넓게 할 수 없었다.
- [0163] 이것은, 압전 소자(1)와 동일하게 슬라이싱 머신 등으로 분할하므로, 음향 매칭층(2)을 다층화함에 따라, 두께는 층이 증가하는 만큼 높아지고, 또한 분할하는 재료가 보다 많아지므로, 분할할 때의 가공이 곤란해져, 균일하고 안정적인 것을 작성하는 것이 곤란해졌다. 본 실시예는 이러한 과제를 해결하여, 광 대역화가 가능하고, 또한 지향성을 넓게 할 수 있는 구성이다.
- [0164] 본 실시예의 3층의 음향 매칭층으로 했을 때에, 도 6에 도시한 바와 같이 압전 소자(1)와 압전 소자(1) 측에 위치하는 제1 음향 매칭층(2a)을 분할하고, 또한 제1 음향 매칭층(2a)의 상면에 연속한 제2, 제3 음향 매칭층(2b, 2c)을 설치한 구성으로 한다.
- [0165] 압전 소자(1)의 재료로서는, PZT계와 같은 압전 세라믹스, PZN-PT, PMN-PT계와 같은 압전 단결정, 또는 상기 재료와 고분자를 복합한 복합 압전체 등의 재료를 이용하고, 또한 제1 음향 매칭층(2a)에는, 음향 임피던스 8~20 메가레이스의 범위의 값을 가지는 실리콘 단결정, 수정, 용융 석영 등의 유리, 쾌삭(快削)성 세라믹스, 또는 그라파이트 등의 재료가 이용되고, 또한 제2 음향 매칭층(2b)으로서는, 음향 임피던스가 3~8 메가 레일스의 범위의 값을 가지는 금속분, 산화물분 등의 필리를 충전한 고무 탄성체를 이용한다.
- [0166] 또한 제3 음향 매칭층(2c)의 재료로서는, 실리콘 고무, 클로로프렌 고무, 에틸렌 프로필렌 공중합 고무, 아크릴로니트릴 부타디엔 공중합 고무, 및 우레탄 고무 등의 고무 탄성체를 주체로 한 재료를 이용한다. 본 실시예의 포인트는, 제2 음향 매칭층(2b)도 제3 음향 매칭층(2c)과 동일하게 분할하지 않은 구성으로 하여 설치하는 것이다

- [0167] 제2 음향 매칭층(2b)으로서, 압전 소자(1)와 같이 분할하지 않는 경우에는, 상술한 바와 같이 지향성이 좁아지므로 바람직하지 않다. 그러나 분할하지 않는 구성으로 해도 지향성이 좁아지지 않으면, 문제가 없는 것이고, 게다가 가공하여 분할할 때에는 가능한 한, 구성 부품수는 적은 쪽이 좋은 것은 제2, 3 실시예에서 설명했다.
- [0168] 제2, 제3 음향 매칭층(2b, 2c)을 분할하지 않는 구성으로 하기 위해서는, 제2 음향 매칭층(2b)도 도 2 및 제3 실시예에서 설명한 바와 같이, 제3 음향 매칭층(2c)과 같이 고무 탄성체의 재료이고, 게다가 음속이 1650m/sec 혹은 그 이하의 값을 가지는 재료를 이용하면, 제2 음향 매칭층(2b)도 분할하지 않고도 지향성이 좁아지지 않는 특성을 얻을 수 있다.
- [0169] 제2 음향 매칭층(2b)은, 음향 임피던스가 3~8 메가 레일스의 범위에서, 또한 음속이 1650m/sec 혹은 그 이하의 값을 가지는 재료로서는, 예를 들면 아크릴로니트릴 부타디엔 공중합 고무(1)에 대하여, 구리 금속분(평균 입경 1.2 마이크로미터)의 필러를 중량비로 9의 비율로 충전한 재료는 음향 임피던스가 5.3 메가레일스, 또한 음속은 1070m/sec로서, 제2 음향 매칭층(2b)으로서 요망되는 값의 특성을 가지고 있는 재료를 이용한다.
- [0170] 이와 같이 합성 고무계의 고무 탄성체를 주체로 한 재료에, 텅스텐, 은, 철, 니켈 등의 금속분이나 산화물과 같은 밀도가 큰 필러를 충전함으로써, 제2 음향 매칭층(2b)에 요망되는 음향 임피던스, 음속의 값의 재료를 얻을 수 있다.
- [0171] 이와 같이 압전 소자(1)와 같도록 분할하는 음향 매칭층의 수를 적게 하는 것이 가능해짐에 따라, 설령 좁은 간격(예를 들면 0.1mm)으로 분할해도, 가공은 안정적이며, 균일하고 고정밀도로 초음파 탐촉자를 작성할 수 있으며, 게다가 지향성도 좁아지지 않는 구성으로 할 수 있게 된다.
- [0172] 또한 제4 실시예에서는, 제2 음향 매칭층(2b)의 재료로서, 합성 고무인 아크릴로니트릴-부타디엔 공중합 고무에 구리분의 필러를 충전한 재료를 이용한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 클로로프렌 고무, 에틸렌-프로필렌 공중합 고무, 부타디엔 고무, 이소프렌 고무, 스티렌-부타디엔 공중합 고무 혹은 아크릴 고무 등 합성 고무, 실리콘 고무, 혹은 우레탄 고무, 엘라스토머계의 재료 등과, 다른 필러를 조합한 재료라도 동일한 효과가 얻어진다.
- [0173] 또한 제4 실시예에서는, 음향 매칭층(2)을 3층으로 한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 4층 이상의 음향 매칭층을 설치하고, 피검체측에 위치하는 음향 매칭층을 분할하지 않고 고무 탄성체의 재료를 이용하여 연속체로 형성한 경우에도 동일한 효과가 얻어진다.
- [0174] 또한 제4 실시예에서는, 1차원으로 압전 소자를 배열한 구성의 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 압전 소자가 2차원으로 배열한 경우에 대해서도 동일한 효과가 있다. 또한 제4 실시예에서는, 압전 소자를 복수개 배열한 구성에 대하여 설명했으나, 이 밖에 압전 소자를 배열하지 않은 단체의 경우에 대해서도, 3층 이상의 음향 매칭층으로 하고 피검체측에 위치하는 음향 매칭층에 고무 탄성체를 이용해도 동일하게 광대역화할 수 있는 효과가 있다.
- [0175] 또한 제4 실시예에서는, 복수개의 압전 소자가 거의 직선 형상으로 배열한, 소위 리니어형에 대하여 설명했으나, 이 밖에, 복수개의 압전 소자를 곡면으로 배열한 콘벡스형, 콘케이브형의 경우에 대해서도 동일한 효과가 있다.
- [0176] (제5 실시예)
- [0177] 이하, 본 발명에 따른 제5 실시예의 초음파 탐촉자에 대하여, 도면을 참조하여 설명한다. 도 7은, 제5 실시예에 따른 초음파 탐촉자(10)의 일부 개략 사시도를 나타내고 있다.
- [0178] 이 초음파 탐촉자(10)는, 배열된 복수의 압전 소자(1)와, 각 압전 소자(1)에 대응하여 피검체측(도면의 상방)이 되는 두께 방향 전면에 배치된 4층의 음향 매칭층(2;2a, 2b, 2c, 2d)과, 필요에 따라 압전 소자(1)에 대하여 음향 매칭층(2;2a, 2b, 2c, 2d)의 반대측이 되는 두께 방향 배면(도면의 하방)에 배치된 배면 부하재(3)와, 필요에 따라 음향 매칭층(2;2a, 2b, 2c, 2d) 상에 배치된 음향 렌즈(4)로 구성되어 있다. 이들 각 구성 요소의 각각의 기능은, 종래 기술에서 설명한 것과 동일하다.
- [0179] 압전 소자(1)의 두께 방향 Z의 전면에는 접지 전극(5)이, 배면에는 신호용 전극(6)이 각각 설치되어 있다. 양 전극(5, 6)은, 금이나 은의 증착, 스퍼터링, 혹은 은 도금 등에 의해 압전 소자(1)의 전면, 배면에 각각 형성된다.
- [0180] 양 전극(5, 6)은, 전기 단자(7)를 경유하여 케이블을 통해 도시하지 않은 초음파 진단 장치와 전기적으로 접속

되고, 초음파 진단 장치에서 만들어지는 규칙적인 펄스 전압을 압전 소자(1)에 인가하고, 역으로 압전 소자(1)가 전기 신호로 변환한 에코 수신파를 초음파 진단 장치 본체로 송신한다.

[0181] 또한 도시한 예에서는, 압전 소자(1)와, 압전 소자(1) 측에 위치하는 음향 매칭층(2a, 2b, 및 2c)은 개개로 분할되어 있고, 이들 분할된 흄의 부분에는, 음향적인 결합이 작은 실리콘 고무나 우레탄 고무 등과 같은 재료가 충전되어 있다. 또한 음향 매칭층(2c)의 상면에는 음향 매칭층(2d)을 분할하지 않는 연속한 1장의 필름을 설치한다. 또한 필요에 따라 실리콘 고무 등의 재료를 이용하여 음향 렌즈를 설치한 구성으로 한다.

[0182] 복수의 압전 소자(1)를 배열한 소위 전자 주사형의 초음파 탐촉자(10)에서는, 배열한 압전 소자(1)의 방향의 지향성을 어떻게 넓게 할 수 있을지가 초음파 화상의 분해능을 향상시키는 중요한 포인트이다.

[0183] 압전 소자(1)의 피검체측에 설치하는 음향 매칭층(2)을 다층화함으로써, 광대역화가 가능해진다. 그러나, 음향 매칭층을 4층 이상으로 다층화하는 경우에는, 도 12(특개 2003-125494호 공보, 특개 2005-198261호 공보 참조)에 도시한 바와 같이, 3층의 음향 매칭층(12)도 압전 소자(11)와 마찬가지로 분할한 구성으로 하지 않으면 지향성을 넓게 할 수 없었다.

[0184] 이것은, 압전 소자(11)와 동일하게 슬라이싱 머신 등으로 분할하므로, 음향 매칭층(12)을 더욱 다층화함에 따라, 두께는 층이 증가하는 만큼 두꺼워지고, 또한 분할하는 재료가 보다 많아지므로, 분할할 때의 가공이 곤란해져, 균일하고 안정적인 것을 작성하는 것이 곤란해졌다. 본 실시예는 이러한 과제를 해결하여, 광 대역화가 가능하고, 또한 지향성을 넓게 할 수 있는 구성이다.

[0185] 본 실시예의 4층의 음향 매칭층으로 했을 때에, 도 7에 도시한 바와 같이 압전 소자(1)와 압전 소자(1) 측에 설치한 제1,2,3 음향 매칭층(2a, 2b, 2c)을 분할하고, 또한 제3 음향 매칭층(2c)의 상면에 연속한 1장의 제4 음향 매칭층(2d)을 설치한 구성으로 한다.

[0186] 압전 소자(1)의 재료로서는, PZT계와 같은 압전 세라믹스, PZN-PT, PMN-PT계와 같은 압전 단결정, 또는 상기 재료와 고분자를 복합한 복합 압전체 등의 재료를 이용하고, 또한 제1 음향 매칭층(2a)에는, 음향 임피던스가 압전 소자(1)보다 작은 값을 가지는 실리콘 단결정, 수정, 텔루라이트(tellurite) 유리, 쾌삭(快削)성 세라믹스 등의 재료가 이용되고, 또한 제2 음향 매칭층(2b)으로서는, 음향 임피던스가 제1 음향 매칭층(2a)보다 작은 값을 가지는 용융 석영 등을 대표로 하는 유리계 재료, 그라파이트 또는 에폭시 수지에 금속 또는 산화물 등의 필터를 충전한 에폭시 수지를 이용하고, 제3 음향 매칭층(2c)의 재료로서는, 음향 임피던스가 제2 음향 매칭층(2b)보다 작은 값을 가지는 그라파이트, 또는 에폭시 수지에 금속 또는 산화물 등의 필터를 충전한 에폭시 수지를 이용한다.

[0187] 또한 제4 음향 매칭층(2d)의 재료로서는, 음향 임피던스가 제3 음향 매칭층(2c)보다 작은 값을 가지는 실리콘 고무, 클로로프렌 고무, 에틸렌 프로필렌 공중합 고무, 아크릴로니트릴-부타디엔 공중합 고무, 및 폴리우레탄 고무 등의 고무 탄성체를 주체로 한 재료를 이용한다. 이들 음향 매칭층(2d)의 두께는 공지한 바와 같이, 사용 주파수의 4분의 1 파장의 두께를 기본으로 한다.

[0188] 본 실시예는, 가공이 용이하고, 균일하며, 또한 안정적으로 작성할 수 있도록 압전 소자(1)와 제1, 제2, 제3 음향 매칭층(2a, 2b, 2c)까지를 분할하여 배열하고, 제3 음향 매칭층(2c)의 상면에 분할하지 않고 연결한 1장의 상태로 고무 탄성체 재료의 제4 음향 매칭층(2d)을 설치한 구성으로 하고 있다. 게다가 지향성은, 제4 음향 매칭층(2d)까지 분할한 구성과 동등 혹은 그 이상으로 할 수 있도록 한 것이 포인트이다.

[0189] 음향 매칭층을 분할하지 않는 구성으로 지향성을 넓게 하기 위해서는, 제1 실시예의 도 2에서도 설명한 바와 같이, 음향 매칭층은 고무 탄성체이고, 게다가 음속은 1650m/sec 혹은 그 이하의 값의 특성을 가지는 것임 된다. 이 특성을 가진 재료를 제4 음향 매칭층에 이용한다.

[0190] 또한 제4 음향 매칭층(2d)의 재료로서, 주체가 합성 고무인 클로로프렌 고무, 에틸렌-프로필렌 공중합 고무, 아크릴로니트릴-부타디엔 공중합 고무를 이용한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖의 합성 고무, 예를 들면 부타디엔 고무, 이소프렌 고무, 스티렌-부타디엔 공중합 고무 혹은 아크릴 고무 등의 재료를 주체로 한 것의 재료라도 동일한 효과가 얻어진다.

[0191] 또한 제4 음향 매칭층(2d)의 재료로서, 주체가 합성 고무, 실리콘 고무, 혹은 우레탄 고무 등의 고무 탄성체를 이용한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 고무 탄성체를 가지는 엘라스토머계의 재료를 이용한 경우라도 동일한 효과가 얻어진다.

[0192] 또한 제5 실시예에서는, 1차원으로 압전 소자를 배열한 구성의 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 압전 소자가

2차원으로 배열한 경우에 대해서도 동일한 효과가 있다. 또한 제5 실시예에서는, 압전 소자를 복수개 배열한 구성에 대하여 설명했으나, 이 밖에 압전 소자를 배열하지 않은 단체의 경우에 대해서도, 3층 이상의 음향 매칭층으로 하고 피검체측에 위치하는 음향 매칭층에 고무 탄성체를 이용해도 동일하게 광대역화할 수 있는 효과가 있다.

[0193] 또한 제5 실시예에서는, 복수개의 압전 소자가 거의 직선 형상으로 배열한, 소위 리니어형에 대하여 설명했으나, 이 밖에, 복수개의 압전 소자를 곡면으로 배열한 콘벡스형, 콘케이브형의 경우에 대해서도 동일한 효과가 있다.

[0194] 이상의 구성에 의해, 상기 음향 매칭층의 피검체측에 위치하는 제4 음향 매칭층으로서 고무 탄성체로 음속을 규정하고, 분할하지 않는 구성으로 함으로써 주파수의 광대역화와 지향성의 확대가 가능해지고, 또한 제4 음향 매칭층을 압전 소자와 함께 가공하여 분할하는 것이 필요하지 않게 되므로, 가공의 곤란함은 해소되어 안정된 초음파 탐촉자를 얻을 수 있고, 많은 압전 소자의 배열을 사용하여 자유롭게 위상 제어가 가능해져 초음파 빔을 잘게 좁힐 수 있으며, 또한 초음파 빔을 편향하는 것이 가능하므로, 분해능이 높은 초음파 화상을 제공하는 초음파 탐촉자를 얻을 수 있다.

[0195] (제6 실시예)

[0196] 이하, 본 발명에 따른 제6 실시예의 초음파 탐촉자에 대하여, 도면을 참조하여 설명한다. 도 8은, 제6 실시예에 따른 초음파 탐촉자(10)의 일부 개략 사시도를 나타내고 있다.

[0197] 이 초음파 탐촉자(10)는, 배열된 복수의 압전 소자(1)와, 각 압전 소자(1)에 대응하여 피검체측(도면의 상방)이 되는 두께 방향 전면에 배치된 4층의 음향 매칭층(2; 2a, 2b, 2c, 2d)과, 필요에 따라 압전 소자(1)에 대하여 음향 매칭층(2; 2a, 2b, 2c, 2d)의 반대측이 되는 두께 방향 배면(도면의 하방)에 배치된 배면 부하재(3)와, 필요에 따라 음향 매칭층(2; 2a, 2b, 2c, 2d) 상에 배치된 음향 렌즈(4)로 구성되어 있다. 이들 각 구성 요소의 각각의 기능은, 종래 기술에서 설명한 것과 동일하다.

[0198] 압전 소자(1)의 두께 방향 Z의 전면에는 접지 전극(5)이, 배면에는 신호용 전극(6)이 각각 설치되어 있다. 양 전극(5, 6)은, 금이나 은의 증착, 스퍼터링, 혹은 은 도금 등에 의해 압전 소자(1)의 전면, 배면에 각각 형성된다.

[0199] 양 전극(5, 6)은, 전기 단자(7)를 경유하여 케이블을 통해 도시하지 않은 초음파 진단 장치와 전기적으로 접속되고, 초음파 진단 장치에서 만들어지는 규칙적인 펄스 전압을 압전 소자(1)에 인가하고, 역으로 압전 소자(1)가 전기 신호로 변환한 에코 수신파를 초음파 진단 장치 본체로 송신한다.

[0200] 또한 도시한 예에서는, 압전 소자(1)와, 압전 소자(1) 측에 위치하는 제1, 제2 음향 매칭층(2a, 2b)이 분할되어 있고, 이들 분할된 흄의 부분에는, 음향적인 결합이 작은 실리콘 고무나 우레탄 고무 등과 같은 재료가 충전되어 있다.

[0201] 또한 제2 음향 매칭층(2b)의 상면에는, 제3 음향 매칭층(2c), 제4 음향 매칭층(2d)을 분할하지 않고 연속한 필름을 설치한다. 또한 필요에 따라 실리콘 고무 등의 재료를 이용하여 음향 렌즈를 설치한 구성으로 한다.

[0202] 복수의 압전 소자(1)를 배열한 소위 전자 주사형의 초음파 탐촉자(10)에서는, 배열한 압전 소자(1)의 X방향의 지향성을 어떻게 넓게 할 수 있을지가 초음파 화상의 분해능을 향상시키는 중요한 포인트인 것은 제1 실시예와 동일하다.

[0203] 본 실시예의 4층의 음향 매칭층으로 했을 때에, 도 8에 도시한 바와 같이 압전 소자(1)와 압전 소자(1) 측에 위치하는 제1, 제2 음향 매칭층(2a, 2b)을 분할하고, 또한 제2 음향 매칭층(2b)의 상면에 연속한 제3 음향 매칭층(2c)을 설치하고, 또한 제3 음향 매칭층(2c)의 상면에 연속한 제4 음향 매칭층(2d)을 설치한 구성으로 한다.

[0204] 압전 소자(1)의 재료로서는, PZT계와 같은 압전 세라믹스, PZN-PT, PMN-PT계와 같은 압전 단결정, 또는 상기 재료와 고분자를 복합한 복합 압전체 등의 재료를 이용하고, 또한 제1 음향 매칭층(2a)에는, 음향 임피던스가 압전 소자(1)보다 작은 값을 가지는 실리콘 단결정, 수정, 텔루라이트(tellurite) 유리, 쾨삭(快削)성 세라믹스 등의 재료가 이용되고, 또한 제2 음향 매칭층(2b)으로서는, 음향 임피던스가 제1 음향 매칭층(2a)보다 작은 값을 가지는 용융 석영 등을 대표로 하는 유리계 재료, 그라파이트 또는 에폭시 수지에 금속 또는 산화물 등의 필러를 충전한 에폭시 수지를 이용하고, 제3 음향 매칭층(2c)의 재료로서는, 음향 임피던스가 제2 음향 매칭층(2b)보다 작은 값을 가지고, 고무 탄성체 재료이며, 또한 음속이 1650m/sec 혹은 그 이하의 값을 가지는 것을

이용한다.

[0205] 또한 제4 음향 매칭층(2d)의 재료로서는, 음향 임피던스가 제3 음향 매칭층(2c)보다 작은 값을 가지는 실리콘 고무, 클로로프렌 고무, 에틸렌-프로필렌 공중합 고무, 아크릴로니트릴 부타디엔 공중합 고무, 및 우레탄 고무 등의 고무 탄성체를 주체로 한 재료를 이용한다. 이들 음향 매칭층(2;2a, 2b, 2c, 2d)의 두께는 공지한 바와 같이, 사용 주파수의 4분의 1 파장의 두께를 기본으로 한다.

[0206] 본 실시예는, 가공이 용이하고, 균일하며, 또한 안정적으로 작성할 수 있도록 압전 소자(1)와 제1, 제2 음향 매칭층(2;2a, 2b)까지를 분할하여 배열하고, 제2 음향 매칭층(2b)의 상면에 분할하지 않고 연결한 1장의 상태로 고무 탄성체 재료의 제3 음향 매칭층(2c)과, 또한 그 상면에 제3 음향 매칭층(2c)과 동일하게 분할하지 않고 연결한 1장의 상태로 제4 음향 매칭층(2d)을 설치한 구성으로 하고 있다. 게다가 지향성은, 제3, 제4 음향 매칭층(2c, 2d)까지 분할한 구성과 동등 혹은 그 이상으로 할 수 있도록 한 것이 포인트이다.

[0207] 제3 음향 매칭층(2c)으로서, 압전 소자(1)와 같이 분할하지 않는 경우에는, 상술한 바와 같이 지향성이 좁아지므로 바람직하지 않다. 그러나 분할하지 않는 구성으로 해도 지향성이 좁아지지 않으면, 문제가 없는 것이고, 게다가 가공하여 분할할 때에는 가능한 한, 구성 부품수는 적은 쪽이 좋은 것은 제1 실시예에서 설명했다.

[0208] 제3, 제4 음향 매칭층(2c, 2d)을 분할하지 않는 구성으로 하기 위해서는, 제3 음향 매칭층(2c)도 도 2 및 제1 실시예에서 설명한 바와 같이, 제4 음향 매칭층(2d)과 같이 고무 탄성체의 재료이고, 게다가 음속이 1650m/sec 혹은 그 이하의 값을 가지는 재료를 이용하면, 제3 음향 매칭층(2c)도 분할하지 않고도 지향성이 좁아지지 않는 특성을 얻을 수 있다.

[0209] 제3 음향 매칭층(2c)은, 음향 임피던스는 제2, 제4 음향 매칭층(2b, 2d)의 사이를 가지는 값을 가지고, 음속이 1650m/sec 혹은 그 이하의 값을 가지는 재료로서는, 예를 들면 아크릴로니트릴 부타디엔 공중합 고무(1)에 대하여, 구리 금속분(평균 입경 1.2 마이크로미터)의 필러를 9의 비율로 충전한 재료는 음향 임피던스가 5.3 메가레이스, 또한 음속은 1070m/sec로서, 제3 음향 매칭층(2c)으로서 요망되는 값의 특성을 가지고 있는 재료를 이용한다.

[0210] 이와 같이 합성 고무계의 고무 탄성체를 주체로 한 재료에, 텅스텐, 은, 철, 니켈 등의 금속분이나 산화물과 같은 밀도가 큰 필러를 충전함으로써, 제3 음향 매칭층(2c)에 요망되는 음향 임피던스, 음속의 값을 재료를 얻을 수 있다.

[0211] 이와 같이 압전 소자(1)와 동일하게 분할하는 음향 매칭층의 수를 적게 하는 것이 가능해짐에 따라, 설령 좁은 간격(예를 들면 0.1mm)으로 분할해도, 가공은 안정적이며, 균일하고 고정밀도로 초음파 탐촉자를 작성할 수 있으며, 게다가 지향성도 좁아지지 않는 구성으로 할 수 있게 된다.

[0212] 또한 제6 실시예에서는, 제3 음향 매칭층(2c)의 재료로서, 합성 고무인 아크릴로니트릴-부타디엔 공중합 고무에 구리분의 필러를 충전한 재료를 이용한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 클로로프렌 고무, 에틸렌-프로필렌 공중합 고무, 부타디엔 고무, 이소프렌 고무, 스티렌-부타디엔 공중합 고무 혹은 아크릴 고무 등 합성 고무, 실리콘 고무, 혹은 우레탄 고무, 엘라스토머계의 재료 등과, 다른 필러를 조합한 재료라도 동일한 효과가 얻어진다.

[0213] 또한 제6 실시예에서는, 음향 매칭층(2)을 4층으로 한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 2층 혹은 5층 이상의 음향 매칭층을 설치하고, 피검체측에 위치하는 음향 매칭층을 분할하지 않고 고무 탄성체의 재료를 이용하여 연속체로 형성한 경우에도 동일한 효과가 얻어진다.

[0214] 또한 제6 실시예에서는, 1차원으로 압전 소자를 배열한 구성의 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 압전 소자가 2차원으로 배열한 경우에 대해서도 동일한 효과가 있다. 또한 제6 실시예에서는, 압전 소자를 복수개 배열한 구성에 대하여 설명했으나, 이 밖에 압전 소자를 배열하지 않은 단체의 경우에 대해서도, 3층 이상의 음향 매칭층으로 하고 피검체측에 위치하는 음향 매칭층에 고무 탄성체를 이용해도 동일하게 광대역화할 수 있는 효과가 있다.

[0215] 또한 제6 실시예에서는, 복수개의 압전 소자가 거의 직선 형상으로 배열한, 소위 리니어형에 대하여 설명했으나, 이 밖에, 복수개의 압전 소자를 곡면으로 배열한 콘벡스형, 콘케이브형의 경우에 대해서도 동일한 효과가 있다.

[0216] (제7 실시예)

- [0217] 이하, 본 발명에 따른 제7 실시예의 초음파 탐촉자에 대하여, 도면을 참조하여 설명한다. 도 9a은, 제7 실시예에 따른 초음파 탐촉자(10)의 일부 개략 사시도를 나타내고, 또한 도 9b는, 도 9a에 도시한 X 방향으로부터 본 개략 단면도를 나타내고 있다.
- [0218] 이 초음파 탐촉자(10)는, 배열된 복수의 압전 소자(1)와, 각 압전 소자(1)에 대응하여 피검체측(도면의 상방)이 되는 두께 방향 전면에 배치된 3층의 음향 매칭층(2;2a, 2b, 2c)과, 필요에 따라 압전 소자(1)에 대하여 음향 매칭층(2;2a, 2b, 2c)의 반대측이 되는 두께 방향 배면(도면의 하방)에 배치된 배면 부하재(3)와, 필요에 따라 음향 매칭층(2;2a, 2b, 2c) 상에 배치된 음향 렌즈(4)로 구성되어 있다. 이들 각 구성 요소의 각각의 기능은, 종래 기술에서 설명한 것과 동일하다.
- [0219] 압전 소자(1)의 두께 방향 Z의 전면에는 접지 전극(5)이, 배면에는 신호용 전극(6)이 각각 설치되어 있다. 양 전극(5, 6)은, 금이나 은의 증착, 스퍼터링, 혹은 은 도금 등에 의해 압전 소자(1)의 전면, 배면에 각각 형성된다.
- [0220] 이하, 더욱 상세히 설명한다. PZT계와 같은 압전 세라믹스, PZN-PT, PMN-PT계와 같은 압전 단결정, 또는 상기 재료와 고분자를 복합한 복합 압전체 등의 재료의 압전 소자(1)에 설치한 신호 전극(6)과 배면 부하재(3)의 사이에는, 폴리이미드 등의 고분자 필름에 구리 등의 금속막을 설치한 필름(8;제1 고분자 필름)을 설치했고, 상기 신호용 전극(6)과 상기 필름(8)의 금속막의 전기 단자(7)가 접하도록 하고, 상기 배면 부하재(3) 측이 고분자 필름이 접하도록 설치한다.
- [0221] 한편, 압전 소자(1) 면 상에 설치한 접지 전극(5) 측에는, 그라파이트와 같은 도체(절연체 재료라면 절연체의 주위를 도금 등으로 금속의 도체를 형성한다)인 제1 음향 매칭층(2a)을 설치하고, 또한 상기 제1 음향 매칭층(2a)의 상면에는, 폴리이미드 등의 고분자 필름에 구리 등의 금속막(두께는 특성에 영향이 작도록 5 마이크로미터 이하)을 설치한 필름(9;제2 고분자 필름)을 설치했고, 상기 반도체인 제1 음향 매칭층(2a)과 상기 필름(9)의 금속막이 접하도록 구성한다.
- [0222] 또한 상기 필름(9)의 고분자 필름의 상면에는, 그라파이트, 또는 에폭시 수지에 금속 또는 산화물 등의 필터를 충전한 에폭시 수지의 제2 음향 매칭층(2b)을 설치한다. 또한 제1 음향 매칭층(2a)의 재료가 절연체인 경우에는, 상기 절연체의 모든 주위에 도금 등의 방법에 의해 도체를 형성하면, 본 구성이 성립하므로, 반드시 제1 음향 매칭층(2a)의 재료는 도체일 필요는 없다. 또한 제2 음향 매칭층(2b)은 절연체, 도체는 불문한다.
- [0223] 이상과 같은 구성으로 형성한 후, 배면 부하재(3)의 일부, 필름(8), 압전 소자(1), 제1 음향 매칭층(2a), 필름(9), 및 제2 음향 매칭층(2b)을 슬라이싱 머신 등으로 가공하여 분할한다. 분할 후의 분할 흄에는, 음향적인 결합이 작은 실리콘 고무나 우레탄 고무 등과 같은 재료를 충전하고, 또한 제2 음향 매칭층(2b) 및 분할 흄에 충전한 부분의 상면에는 제3 음향 매칭층(2c)을 설치한다.
- [0224] 제3 음향 매칭층(2c)은, 도시한 바와 같이 분할하지 않고 연결한 상태로 설치했다. 또한 제3 음향 매칭층(2c)의 재료로서는, 실리콘 고무, 클로로프렌 고무, 에틸렌 프로필렌 공중합 고무, 아크릴로니트릴 부타디엔 공중합 고무, 및 우레탄 고무 등의 고무 탄성체를 주체로 한 재료를 이용한다. 또한 필요에 따라, 제3 음향 매칭층(2c)의 상면에는 실리콘 고무 등의 재료를 이용한 음향 렌즈(4)를 구성한다.
- [0225] 신호용 전극(6)은, 필름(8)의 전기 단자(7)의 금속막을 경유하고, 또한 접지 전극(5)은 제1 음향 매칭층(2a), 필름(9)의 금속막의 도체를 경유하고, 케이블을 통해 도시하지 않은 초음파 진단 장치와 전기적으로 접속되며, 초음파 진단 장치에서 만들어지는 규칙적인 펄스 전압을 압전 소자(1)에 인가하고, 역으로 압전 소자(1)가 전기 신호로 변환한 에코 수신파를 초음파 진단 장치 본체로 송신한다.
- [0226] 복수의 압전 소자(1)를 배열한 소위 전자 주사형의 초음파 탐촉자(10)에서는, 배열한 압전 소자(1)의 방향의 지향성을 어떻게 넓게 할 수 있을지가 초음파 화상의 분해능을 향상시키는 중요한 포인트이다.
- [0227] 한편, 압전 소자(1)와 피검체의 음향 임피던스는, 각각 약 30 메가레일스, 약 1.54 메가 레일스로서, 그 차가 커서 음향적인 부정합이 발생하고, 그 때문에 주파수의 대역은 좁아진다. 이 음향적인 부정합을 없애기 위하여, 음향 임피던스가 압전 소자(1)와 피검체의 사이의 값을 가지는 재료를 음향 매칭층으로서 설치함으로써, 주파수의 광대역화가 가능해진다.
- [0228] 이 음향 매칭층의 음향 임피던스를 단계적으로 압전 소자로부터 피검체로 가깝게 해가는 단계수를 많게 함으로써, 더욱 주파수의 광대역화가 가능해진다. 따라서, 음향 매칭층은 1층으로부터 2층, 또한 2층으로부터 3층으로, 층 수를 많게 함에 따라 보다 광대역화가 가능해진다.

- [0229] 또한, 압전 소자(1)와 동일하게 분할하는 음향 매칭층의 수를 적게 함에 따라, 설령 좁은 간격(예를 들면 0.1mm)으로 분할해도, 가공은 안정적이며, 균일하고 고정밀도로 초음파 탐촉자를 작성할 수 있으며, 게다가 지향성도 좁아지지 않는 구성으로 할 수 있게 된다.
- [0230] 예를 들면, 주파수가 3.5MHz인 압전 소자(1)를, 압전 소자(1)의 간격 0.38mm(0.19mm의 간격으로 분할한 2개를 전기적으로 묶은 상태)로 분할했을 때의 지향성의 각도는, -6dB의 레벨로 정의하면, 음향 매칭층(2)을 압전 소자(1)와 동시에 분할한 구성의 타입은 약 23도의 지향각이 된다. 또한 압전 소자(1) 및 제1, 제2 음향 매칭층(2a, 2b)을 분할한 분할 흄에는, 실리콘 고무재를 충전한 구성으로 했다.
- [0231] 상기한 방법으로 압전 소자(1)를 동일한 방식으로 분할하고, 3층의 음향 매칭층 중, 압전 소자(1) 층의 제1, 제2 음향 매칭층(2a, 2b)은 상기 압전 소자(1)와 같게 분할하고, 피검체측에 위치하는 제3 음향 매칭층은 분할하지 않고 구성한 타입에 있어서, 피검체측에 위치하는 제3 음향 매칭층(2)의 재료로서, 실리콘 고무(단단함이 쇼어-A 경도로 76, 음속 915m/sec, 음향 임피던스 2.1 메가레일스), 클로로프렌 고무(단단함이 쇼어-A 경도로 70, 음속 1630m/sec, 음향 임피던스 2.16 메가레일스), 에틸렌 프로필렌 공중합 고무(단단함이 쇼어-A 경도로 65, 음속 1480m/sec, 음향 임피던스 1.94 메가레일스), 아크릴로니트릴 부타디엔 공중합 고무(단단함이 쇼어-A 경도로 60, 음속 1640m/sec, 음향 임피던스 1.97 메가레일스), 및 우레탄 고무(단단함이 쇼어-A 경도로 78, 음속 1850m/sec, 음향 임피던스 1.98 메가레일스)를 각각 이용하여 배열된 압전 소자(1) 면 상에 설치하고, 또한 그 음향 매칭층(2)의 상면에 실리콘 고무의 음향 렌즈를 설치하여, 압전 소자(1)의 배열 방향에서의 초음파의 지향 특성을 측정했다.
- [0232] 그 결과, 제3 음향 매칭층(2)의 재료에 의한 지향 특성에 차이가 있는 것을 알 수 있었다. 또한 압전 소자(1) 및 제1, 제2 음향 매칭층(2a, 2b)을 분할한 분할흡(이때의 분할 흄 폭은 약 0.03mm이다.)에는, 제2 음향 매칭층(2)까지 분할한 구성과 마찬가지로 실리콘 고무의 재료를 충전하고 있다.
- [0233] 또한 상기에 열거한 재료의 우레탄 고무 이외의 재료에는, 음향 임피던스를 조정하기 위하여, 알루미나, 카본, 혹은 탄산 칼슘 등의 필러를 임의의 양 충전한 재료를 이용하고 있다.
- [0234] 지향 특성의 차이는, 재료의 단단함, 음향 임피던스 등과의 상관은 없어, 그다지 영향을 미치지 않았다. 지향 특성에 영향을 미치고 있는, 즉 상관이 있었던 것은, 제3 음향 매칭층(2) 재료의 음속의 특성으로서, 이것은 양호한 상관이 보여졌다.
- [0235] 3.5MHz의 주파수에서 -6dB의 레벨로 측정한 지향성 각도와 재료의 음속과의 관계의 결과를 도 2(기출)에 나타낸다. 도 2에 도시한 바와 같이 음속과의 양호한 상관이 보여지고, 상관 계수는 0.86이 되어 있다. 이것으로부터, 피검체측에 위치하는 음향 매칭층(2)을 분할하지 않고 설치한 구성에 있어서, 지향성을 넓게 하는 경우에는 음속에 주목할 필요가 있는 것을 알 수 있었다. 상기 사용한 음향 매칭층(2)의 각각의 재료를 이용했을 때의 지향성 각도는 이하와 같이 되어 있다.
- [0236] 각각의 지향성 각도는, 실리콘 고무는 25도, 클로로프렌 고무는 23.5도, 에틸렌 프로필렌 공중합 고무는 23.5도, 아크릴로니트릴 부타디엔 공중합 고무는 22.9도, 우레탄 고무는 20도라는 결과였다. 또한 이 측정 결과의 편차는,  $\pm 0.5$ 도 정도라고 생각하고 있다.
- [0237] 이것은, 다층화한 음향 매칭층을 모두 압전 소자(1)와 동일하게 분할하지 않은 구성으로 해도, 분할한 구성과 동등 혹은 그 이상의 지향 특성을 얻으려면, 음향 매칭층의 음속을 한정하면 되고, 그 값은 1650m/sec, 혹은 그 이하의 값을 가지는 고무 탄성체 재료라고 할 수 있다.
- [0238] 이러한 결과를 기초로 하여, 본 실시예에서는 음향 매칭층(2)을 3층으로 다층화한 구성으로 하고, 게다가 피검체측에 위치하는 제3 음향 매칭층(2c)에 음속 1650m/sec, 혹은 그 이하의 값을 가지는 고무 탄성체 재료를 이용하며, 분할하지 않는 구성으로 하여 지향성도 넓게 할 수 있도록 했다.
- [0239] 게다가, 음향 매칭층(2)을 3층으로 다층화하고 있으므로 광대역화도 가능해져, 이들 지향성 각도와, 종래의 음향 매칭층(2)까지 압전 소자(1)와 함께 분할한 구성의 지향성 각도를 비교하면, 종래 구성의 지향성 각도와 거의 동등 레벨의 지향성 각도를 얻으려면, 피검체측에 위치하는 음향 매칭층(2)의 음속은 1650m/sec 부근의 재료를 사용하면 된다는 것이 된다. 또한 지향성을 넓게 하는 경우에는, 음속이 1650m/sec 이하의 재료, 예를 들면 실리콘 고무와 같은 재료를 이용하면 된다는 것을 알 수 있다.
- [0240] 또한 지향성 각도가 좁은 결과로 되어 있는 우레탄 고무에 있어서도, 우레탄 고무 중에서도 음속이 1650m/sec 부근 혹은 그 이하의 종류(예를 들면 산유렉(Sanyu Rec) 주식회사제(製) 중형용 우레탄 수지 UE-644 그레이드

는, 음속이 1580m/sec, 음향 임피던스가 2.1 메가레일스)도 존재하므로, 우레탄 고무 재료는 지향각이 좁아지는 것이 아니라, 그 기준은 음속에 있다는 것이다. 음속이 1650m/sec 이하의 재료를 선택하면, 기본적으로는 고무 탄성체인 재료로 좁혀진다.

[0241] 이상과 같이, 음향 매칭층(2)을 압전 소자(1)와 마찬가지로 분할하지 않고 연속한 형상의 1장의 필름으로 설치하는 구성에 있어서, 지향성을 확보 혹은 넓게 하는 경우에는, 음향 매칭층(2)의 재료의 음속에 주목할 필요가 있음을 알 수 있었다.

[0242] 예를 들면, 제3 음향 매칭층(2c)으로서의 음향 임피던스가 상기 재료에 열거한 바와 같이 약 2 메가레일스 부근의 값을 가지는 재료는, 고무 재료에 한하지 않고 플라스틱 재료 등에도 존재한다. 예를 들면, 폴리에틸렌, 폴리스티렌, 혹은 특개 2005-198261호 공보에 나타낸 예전시 수지에 충전재를 충전한 재료 등도 있는데, 이들 재료의 음속은 모두 약 1800m/sec 이상으로, 이들 재료를 본 실시예의 구성과 같이 제3 음향 매칭층(2c)을 분할하지 않는 구성으로 한 경우에는, 도 2의 경향으로부터도 명확한 바와 같이, 지향성을 좁아진다. 이와 같은 재료를 이용하는 경우에는, 역시 음향 매칭층(2)을 압전 소자(1)와 마찬가지로 분할하는 구성으로 하여 지향성을 넓게 할 필요가 있다.

[0243] 또한 제1과 제2 음향 매칭층의 사이에 설치한 필름(9)의 금속막은 구리 등의 재료를 이용하는데, 구리의 음속이 4700m/sec로 빠르고, 게다가 5 마이크로미터 이하의 두께로 형성할 수 있으므로, 주파수 특성 등에 영향은 작고, 그다지 고려할 필요가 없는데, 필름(9)의 고분자 필름은 폴리이미드 등의 재료가 이용된다.

[0244] 상기 고분자 필름의 음향 임피던스는, 제1과 제2 음향 매칭층(2a, 2b)보다 작고 약 3 메가레일스의 값이며, 또한 음속이 2200m/sec로 느리므로, 두께가 주파수 특성에 영향을 미친다. 일반적으로, 3층의 음향 매칭층을 설치한 구성에서의 각 음향 매칭층의 음향 임피던스는, 제1 음향 매칭층(2a)은 8~20 메가레일스, 제2 음향 매칭층은 3~8 메가레일스, 제3 음향 매칭층은 1.7~2.4 메가레일스의 범위의 값이 이용되고 있다.

[0245] 본 실시예에서, 제1 음향 매칭층의 음향 임피던스가 10 메가레일스, 제2 음향 매칭층의 음향 임피던스가 4 메가레일스의 재료를 이용하고, 필름(9)의 고분자 필름으로서 폴리이미드의 재료를 이용하여 3층의 음향 매칭층으로 구성한 경우, 3.5MHz의 주파수에서, 주파수 특성의 -6dB에서의 비대역을 계산한 결과를 도 10에 나타낸다.

[0246] 도 10에서, 가로축은 필름(8)으로서 폴리이미드의 고분자 필름의 두께를 파장으로 정규화한 값으로 나타내고, 또한 세로축은 주파수 특성의 -6dB에서의 비대역(대역폭/중심 주파수)의 값을 나타내고 있다.

[0247] 도 10에 나타낸 바와 같이, 3층의 음향 매칭층으로 하고 있으므로, 비대역은 90% 이상의 광대역 특성이 얻어지고, 필름(9)의 두께가 두꺼워짐에 따라, 비대역은 작아져 가는 경향이 되어 있다. 광대역화를 위하여 3층의 음향 매칭층으로 하고 있는 것을 고려하면, 비대역은 적어도 90% 이상의 확보가 필요해진다. 여기서, 비대역을 90% 이상으로 규정하면, 필름(9)의 고분자의 두께는 0.07 파장 이하로 하지 않으면 안된다. 아울러, 금회와 같이 주파수가 3.5MHz에서 필름(9)의 고분자 필름에 폴리이미드를 사용한 경우의 0.07 파장 이하의 두께는 44 마이크로미터 이하가 된다.

[0248] 이와 같이, 음향 매칭층의 사이에 음향 임피던스가 상기 음향 매칭층의 음향 임피던스의 범위로부터 벗어난 값인 것이 개재하는 경우에는, 주파수 특성 등에 영향이 작아지도록 두께 등을 설정하는 것이 필요하고, 금회에는 영향이 작은 0.07 파장 이하의 두께로 설정하면 되는 것을 명확하게 했다.

[0249] 이상과 같이, 음향 매칭층의 피검체측에 위치하는 제3 음향 매칭층의 재료에 고무 탄성체를 설치하여, 주파수의 광대역화와 지향성의 확대가 가능해진다. 또한 제3 음향 매칭층을 압전 소자와 함께 가공하여 분할하는 것이 필요 없어지므로, 가공의 곤란함이 해소된다. 또한 필름에 설치한 도체로부터 전기 단자를 취출하므로, 품질이 좋은 안정된 초음파 탐촉자를 얻을 수 있다. 이에 따라, 많은 압전 소자의 배열을 사용하여 자유롭게 위상 제어할 수 있게 되어, 초음파 빔을 잘게 좁힐 수 있고, 또한 초음파 빔을 편향할 수 있으므로, 분해능이 높은 초음파 화상을 제공하는 초음파 탐촉자를 얻을 수 있다.

[0250] 또한, 제7 실시예에서는, 제3 음향 매칭층(2c)의 재료로서, 합성고무인 클로로프렌 고무, 에틸렌 프로필렌 공중합 고무, 아크릴로니트릴 부타디엔 공중합 고무를 이용한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 합성고무 예를 들면 부타디엔 고무, 이소프렌 고무, 스티렌 부타디엔 공중합 고무 또는 아크릴 고무 등의 재료를 주체로 한 것의 재료라도 동일한 효과가 얻어진다.

[0251] 또한 제7 실시예에서는, 제3 음향 매칭층(2c)의 재료로서, 합성 고무, 실리콘 고무, 혹은 우레탄 고무 등의 고무 탄성체를 이용한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 고무 탄성체를 가지는 엘라스토머계의 재료를 이용한

경우라도 동일한 효과가 얻어진다.

[0252] 또한 제7 실시예에서는, 압전 소자를 복수개 배열한 구성을 대하여 설명했으나, 이 밖에 압전 소자를 배열하지 않은 단체의 경우에 대해서도, 3층 이상의 음향 매칭층으로 하고 피검체측에 위치하는 음향 매칭층에 고무 탄성체를 이용해도 동일하게 광대역화할 수 있는 효과가 있다.

[0253] 또한 제7 실시예에서는, 복수개의 압전 소자가 거의 직선 형상으로 배열한, 소위 리니어형에 대하여 설명했으나, 이 밖에, 복수개의 압전 소자를 곡면으로 배열한 콘벡스형, 콘케이브형의 경우에 대해서도 동일한 효과가 있다.

[0254] (제8 실시예)

[0255] 이하, 본 발명에 따른 제8 실시예의 초음파 탐촉자에 대하여, 도면을 참조하여 설명한다. 도 11은, 제8 실시예에 따른 초음파 탐촉자(10)의 일부 개략 사시도를 나타내고 있다.

[0256] 이 초음파 탐촉자(10)는, 배열된 복수의 압전 소자(1)와, 각 압전 소자(1)에 대응하여 피검체측(도면의 상방)이 되는 두께 방향 전면에 배치된 3층의 음향 매칭층(2; 2a, 2b, 2c)과, 필요에 따라 압전 소자(1)에 대하여 음향 매칭층(2; 2a, 2b, 2c)의 반대측이 되는 두께 방향 배면(도면의 하방)에 배치된 배면 부하재(3)와, 필요에 따라 음향 매칭층(2; 2a, 2b, 2c) 상에 배치된 음향 렌즈(4)로 구성되어 있다. 이들 각 구성 요소의 각각의 기능은, 종래 기술에서 설명한 것과 동일하다.

[0257] 압전 소자(1)의 두께 방향 Z의 전면에는 접지 전극(5)이, 배면에는 신호용 전극(6)이 각각 설치되어 있다. 양 전극(5, 6)은, 금이나 은의 증착, 스퍼터링, 혹은 은 도금 등에 의해 압전 소자(1)의 전면, 배면에 각각 형성된다.

[0258] 이하, 더욱 상세히 설명한다. PZT계와 같은 압전 세라믹스, PZN-PT, PMN-PT계와 같은 압전 단결정, 또는 상기 재료와 고분자를 복합한 복합 압전체 등의 재료의 압전 소자(1)에 설치한 신호 전극(6)과 배면 부하재(3)의 사이에는, 폴리이미드 등의 고분자 필름에 구리 등의 금속막을 설치한 필름(8; 제1 고분자 필름)을 설치했고, 상기 신호용 전극(6)과 상기 필름(8)의 금속막의 전기 단자(7)가 접하도록 하고, 상기 배면 부하재(3) 측이 고분자 필름이 접하도록 설치한다.

[0259] 한편, 압전 소자(1) 면 상에 설치한 접지 전극(5) 측에는, 그라파이트와 같은 도체(절연체 재료라면 절연체의 주위를 도금 등으로 금속의 도체를 형성한다)인 제1 음향 매칭층(2a)을 설치한 구성으로 한다. 이상과 같은 구성으로 형성한 후, 배면 부하재(3)의 일부, 필름(8), 압전 소자(1), 제1 음향 매칭층(2a)을 슬라이싱 머신 등으로 가공하여 분할한다.

[0260] 분할 후의 분할 흄에는, 음향적인 결합이 작은 실리콘 고무나 우레탄 고무 등과 같은 재료를 충전하고, 또한 제1 음향 매칭층(2a) 및 분할 흄에 충전한 부분의 상면에는, 접지 전극(5)으로부터 제1 음향 매칭층을 경유하여 취출하는 전기 단자의 기능을 가지는 금속막의 도체와 고분자 필름을 가진 필름(9; 제2 고분자 필름)을 설치하고, 또한 필름(9)의 상면에는, 제2 음향 매칭층(2b)을 설치하고, 또한 상기 제2 음향 매칭층(2b)의 상면(피검체측)에, 제3 음향 매칭층(2c)을 설치한다.

[0261] 필름(9), 제2, 제3 음향 매칭층(2b, 2c)은, 도시한 바와 같이 분할하지 않고 연결한 상태로 설치했다. 또한 제2, 제3 음향 매칭층(2c)의 재료로서는, 실리콘 고무, 클로로프렌 고무, 에틸렌 프로필렌 공중합 고무, 아크릴로니트릴 부타디엔 공중합 고무, 및 우레탄 고무 등의 고무 탄성체를 주체로 한 재료를 이용한다. 또한 필요에 따라, 제3 음향 매칭층(2c)의 상면에는 실리콘 고무 등의 재료를 이용한 음향 렌즈(4)를 구성한다.

[0262] 본 실시예의 포인트는 제2 음향 매칭층(2b)도 제3 음향 매칭층(2c)과 마찬가지로 분할하지 않는 구성으로 하여 설치하는 것이다. 제2 음향 매칭층(2b)으로서, 압전 소자(1)와 같이 분할하지 않는 경우에는, 상술한 바와 같이 지향성이 좁아지므로 바람직하지 않다. 그러나 분할하지 않는 구성으로 해도 지향성이 좁아지지 않으면, 문제가 없는 것이고, 게다가 가공하여 분할할 때에는 가능한 한, 구성 부품수는 적은 쪽이 좋은 것은 제7 실시예에서 설명했다.

[0263] 지향성이 좁아지지 않도록, 제2, 제3 음향 매칭층(2b, 2c)을 분할하지 않는 구성으로 하기 위해서는, 제2 음향 매칭층(2b)도, 도 2 및 제7 실시예에서 설명한 바와 같이, 제3 음향 매칭층(2c)과 같이 고무 탄성체의 재료이고, 게다가 음속이 1650m/sec, 혹은 그 이하의 값을 가지는 재료를 이용하면 된다.

[0264] 제2 음향 매칭층(2b)은, 음향 임피던스가 3~8 메가 레일스의 범위에서, 또한 음속이 1650m/sec 혹은 그 이하의

값을 가지는 재료로서는, 예를 들면 아크릴로니트릴 부타디엔 공중합 고무(1)에 대하여, 구리 금속분(평균 입경 1.2 마이크로미터)의 필러를 중량비로 9의 비율로 충전한 재료는 음향 임피던스가 5.3 메가레이스, 또한 음속은 1070m/sec로서, 제2 음향 매칭층(2b)으로서 요망되는 값의 특성을 가지고 있는 재료를 얻을 수 있다.

[0265] 이와 같이 합성 고무계의 고무 탄성체를 주체로 한 재료에, 그 밖에, 텅스텐, 은, 철, 니켈 등의 금속분이나 산화물과 같은 밀도가 큰 필러를 충전함으로써, 제2 음향 매칭층(2b)에 요망되는 음향 임피던스, 음속의 값의 재료를 얻을 수 있다.

[0266] 또한 제1 음향 매칭층과, 제2 음향 매칭층(2b)의 사이에 설치한 필름(9)의 고분자 필름의 두께에 대해서는, 제1 실시예와 마찬가지로, 두께는 0.07 파장 이하로 한다.

[0267] 또한 제8 실시예에서는, 제2, 제3 음향 매칭층(2b, 2c)의 재료로서, 합성 고무인 클로로프렌 고무, 에틸렌-프로필렌 공중합 고무, 아크릴로니트릴-부타디엔 공중합 고무를 이용한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖의 합성 고무의 예로서는, 부타디엔 고무, 이소프렌 고무, 스티렌-부타디엔 공중합 고무 혹은 아크릴 고무 등의 재료를 주체로 한 것의 재료라도 동일한 효과가 얻어진다.

[0268] 이상과 같이, 음향 매칭층의 제2, 제3 음향 매칭층의 재료에 고무 탄성체를 설치하여, 주파수의 광대역화와 지향성의 확대가 가능해진다. 또한 제2, 제3 음향 매칭층을 압전 소자와 함께 가공하여 분할하는 것이 필요 없어지므로, 가공의 곤란함은 해소된다. 또한 필름에 설치한 도체로부터 전기 단자를 취출하므로, 품질이 좋은 안정된 초음파 탐촉자를 얻을 수 있다. 이에 따라, 많은 압전 소자의 배열을 사용하여 자유롭게 위상 제어할 수 있게 되어, 초음파 범을 잘게 좁힐 수 있고, 또한 초음파 범을 편향할 수 있으므로, 분해능이 높은 초음파 화상을 제공하는 초음파 탐촉자를 얻을 수 있다.

[0269] 또한 제8 실시예에서는, 제2, 제3 음향 매칭층(2b, 2c)의 재료로서, 합성 고무, 실리콘 고무, 혹은 우레탄 고무 등의 고무 탄성체를 이용한 경우에 대하여 설명했으나, 이 밖에 고무 탄성체를 가지는 엘라스토머계의 재료를 이용한 경우라도 동일한 효과가 얻어진다.

[0270] 또한 제8 실시예에서는, 압전 소자(1)와 함께, 제1 음향 매칭층까지 분할한 구성에 대하여 설명했으나, 이 밖에 압전 소자(1)와 함께, 제1층의 음향 매칭층(2a), 필름(9)까지 분할하고, 그 상면에 음속이 1650m/sec 혹은 그 이하로, 고무 탄성체를 가진 제2, 제3 음향 매칭층(2b, 2c)을 형성한 구성으로 해도 동일한 효과가 얻어진다.

[0271] 또한 제8 실시예에서는, 복수개의 압전 소자가 거의 직선 형상으로 배열한, 소위 리니어형에 대하여 설명했으나, 이 밖에, 복수개의 압전 소자를 곡면으로 배열한 콘벡스형, 콘케이브형의 경우에 대해서도 동일한 효과가 있다.

[0272] 본 발명을, 상세하게, 또한 특정의 실시예를 참조하여 설명했으나, 본 발명의 정신과 범위를 일탈하지 않고 다양한 변경이나 수정을 가할 수 있음을 당업자에게 있어 명확하다.

[0273] 본 출원은, 2006년 1월 31일 출원의 일본 특허 출원(특원 2006-023170), 2006년 1월 31일 출원의 일본 특허 출원(특원 2006-023169)에 기초한 것으로, 그 내용은 여기에 참조로서 포함된다.

### 산업상 이용 가능성

[0274] 본 발명에 따른 초음파 탐촉자는, 인체 등의 피검체의 초음파 진단을 행하는 각종 의료 분야, 또한 재료나 구조물의 내부 탐상을 목적으로 한 공업 분야에 있어 이용이 가능하다.

### 도면의 간단한 설명

[0050] 도 1은 본 발명에 따른 제1 실시예의 초음파 탐촉자를 나타내는 개략 사시도.

[0051] 도 2는 음향 매칭층의 음속과 지향각의 관계를 나타내는 도.

[0052] 도 3은 본 발명에 따른 제2 실시예의 초음파 탐촉자를 나타내는 개략 사시도.

[0053] 도 4는 본 발명에 따른 제3 실시예의 초음파 탐촉자를 나타내는 개략 사시도.

[0054] 도 5는 제3 음향 매칭층의 음향 임피던스와 필스 길이, 비대역의 관계를 나타내는 도.

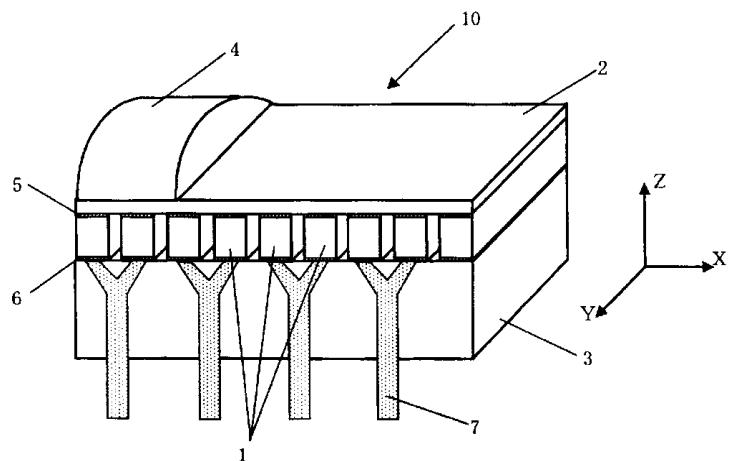
[0055] 도 6은 본 발명에 따른 제4 실시예의 초음파 탐촉자를 나타내는 개략 사시도.

[0056] 도 7은 본 발명에 따른 제5 실시예의 초음파 탐촉자를 나타내는 개략 사시도.

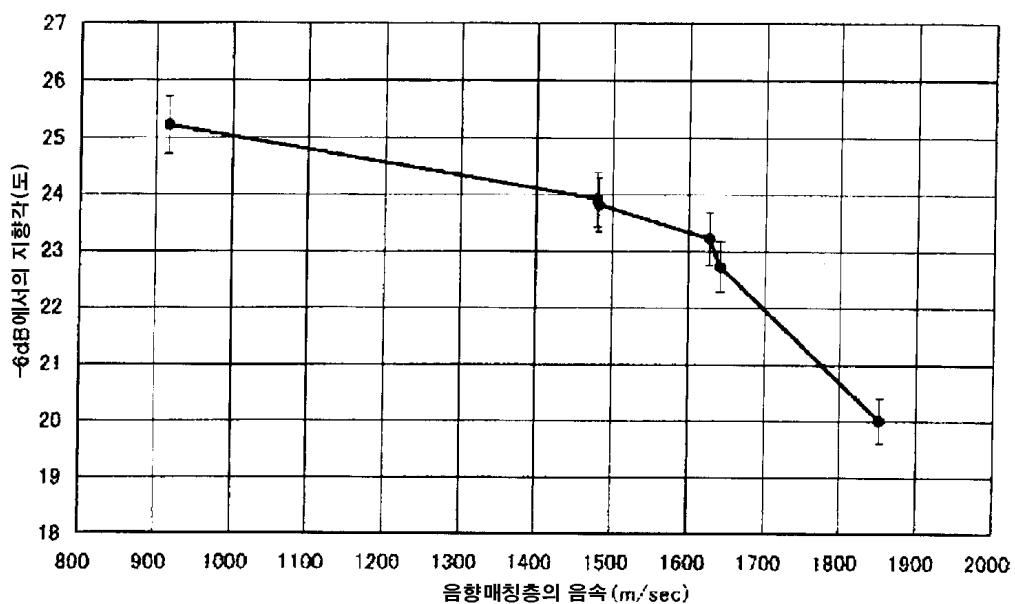
- [0057] 도 8은 본 발명에 따른 제6 실시예의 초음파 탐촉자를 나타내는 개략 사시도.
- [0058] 도 9a는 본 발명에 따른 제1 실시예의 초음파 탐촉자를 나타내는 개략 사시도.
- [0059] 도 9b는 본 발명에 따른 제1 실시예의 초음파 탐촉자를 나타내는 개략 사시도.
- [0060] 도 10은 고분자 필름의 두께와 비대역의 관계를 나타내는 도.
- [0061] 도 11은 본 발명에 따른 제2 실시예의 초음파 탐촉자를 나타내는 개략 사시도.
- [0062] 도 12는 종래 기술에 따른 초음파 탐촉자의 구성을 나타내는 개략 사시도.
- [0063] (도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명)
- [0064] 1 압전 소자
- [0065] 2, 2a, 2b, 2c, 2d 음향 매칭층
- [0066] 3 배면 부하재
- [0067] 4 음향 렌즈
- [0068] 5 접지 전극
- [0069] 6 신호용 전극
- [0070] 7 전기 단자
- [0071] 8, 9 필름
- [0072] 10 초음파 탐촉자
- [0073] 11 압전 소자
- [0074] 12 음향 정합층
- [0075] 13 음향 렌즈
- [0076] 14 배면 부하재
- [0077] 20 초음파 탐촉자

## 도면

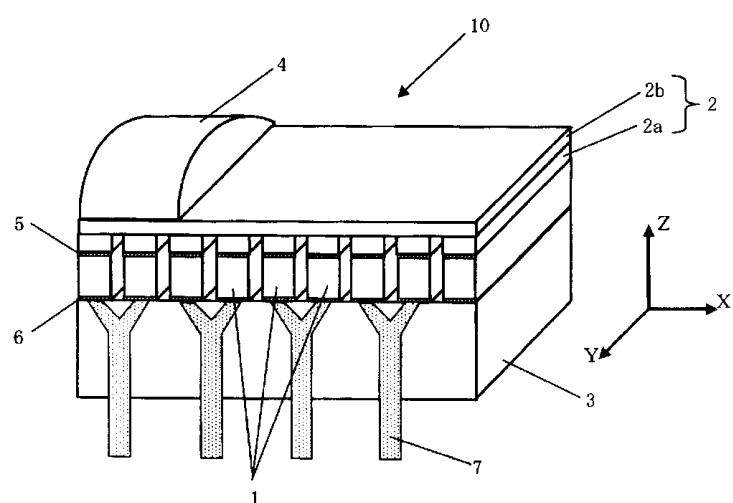
### 도면1



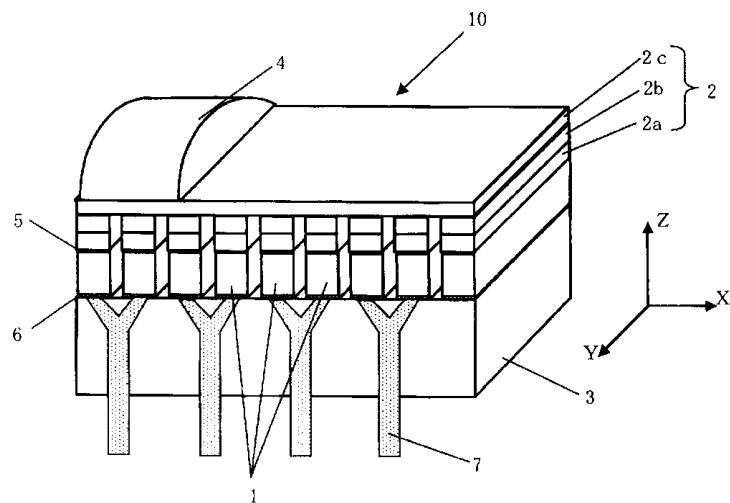
도면2



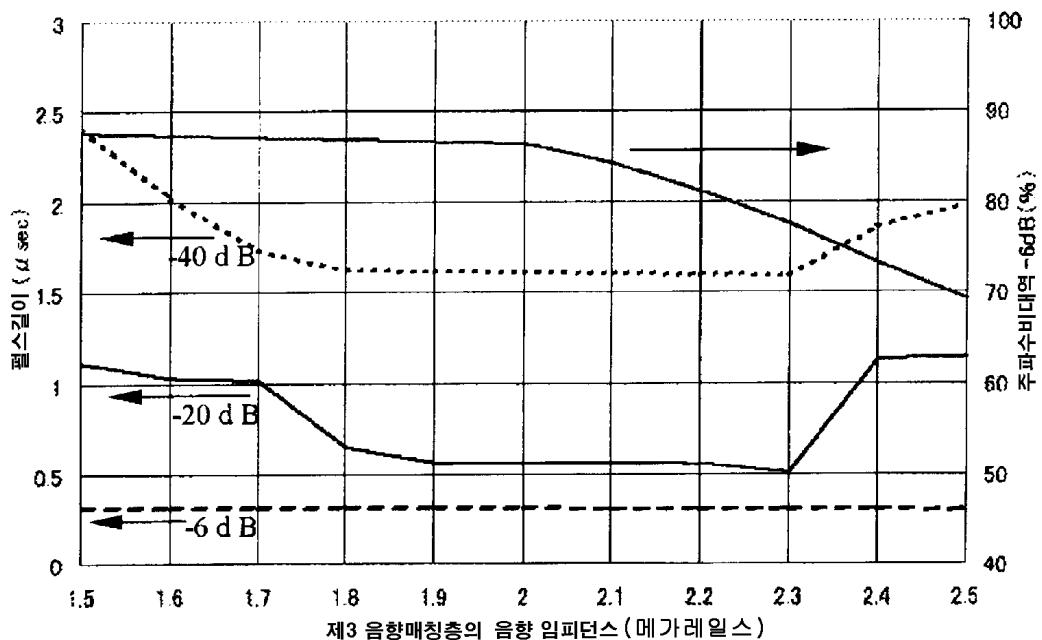
도면3



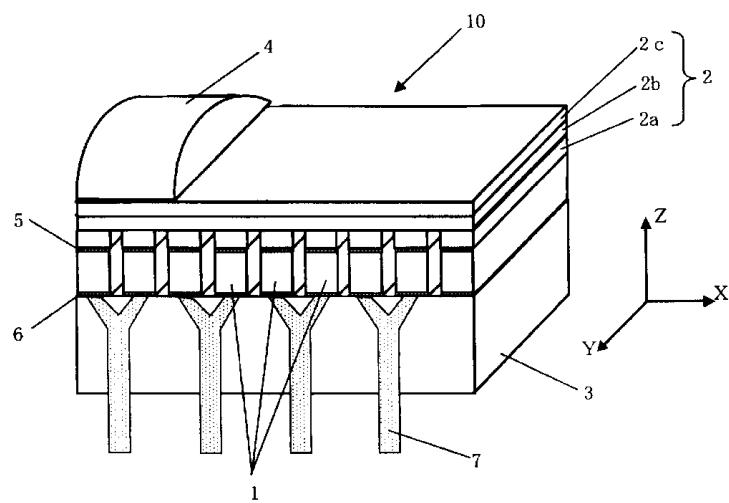
도면4



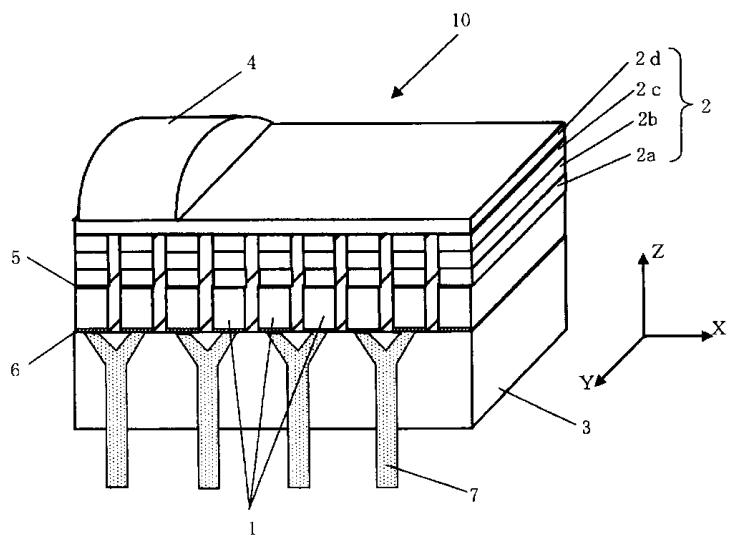
도면5



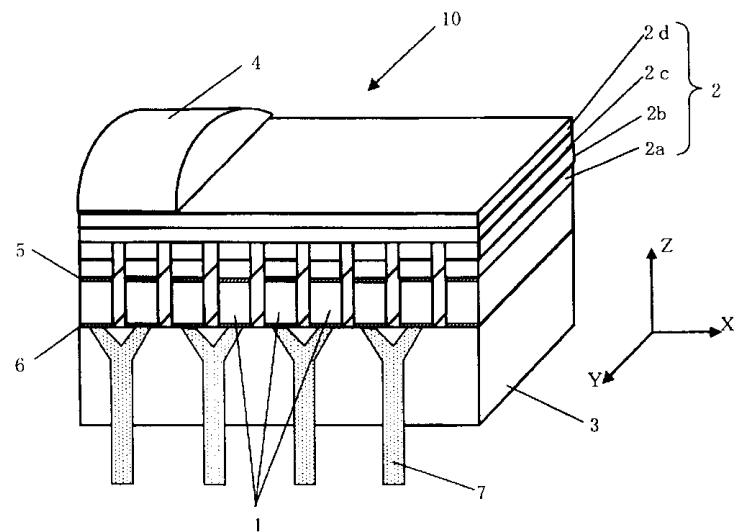
도면6



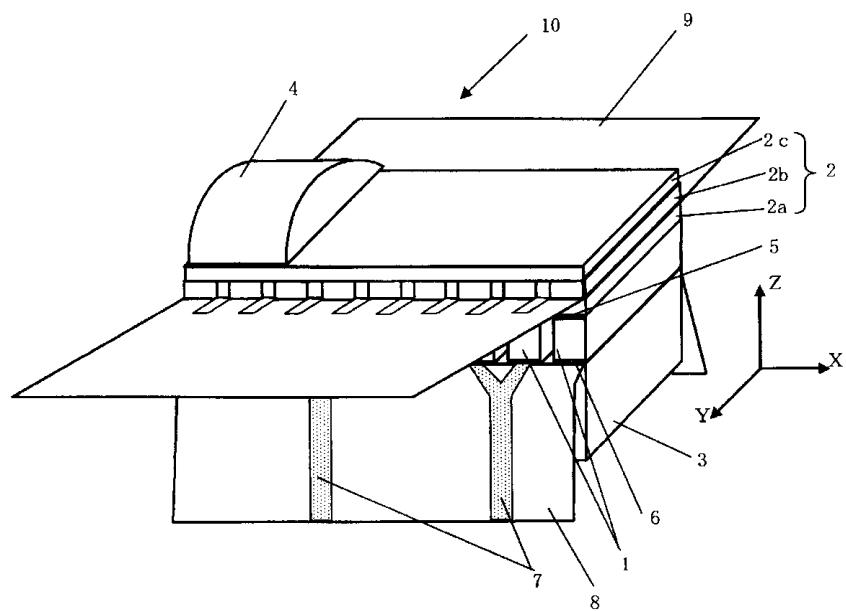
도면7



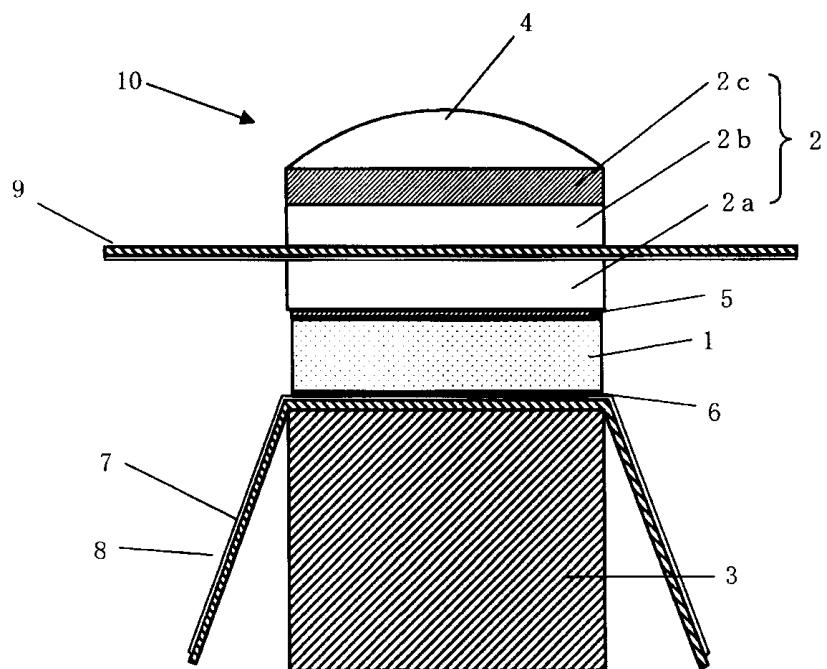
도면8



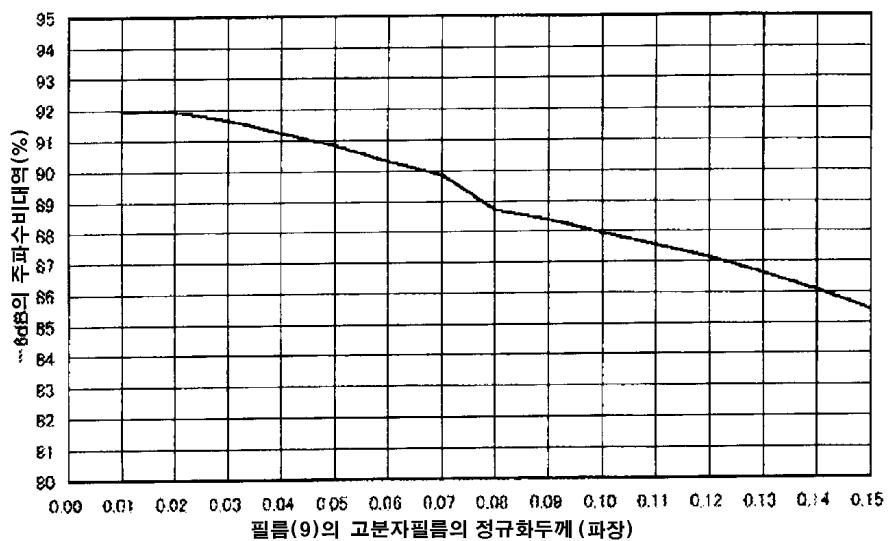
도면9a



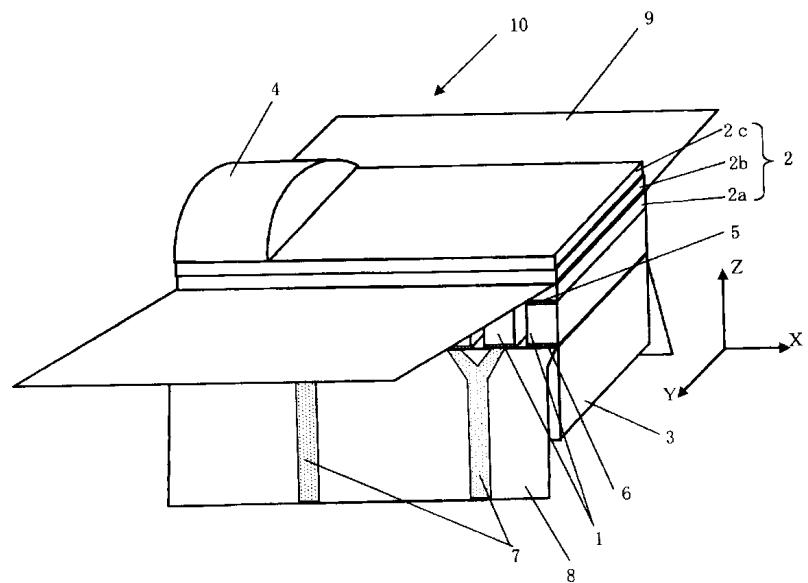
도면9b



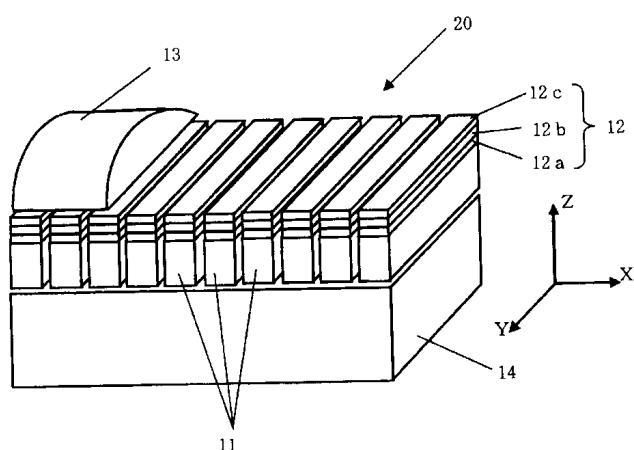
도면10



도면11



도면12



专利名称(译)	超声波探头		
公开(公告)号	<a href="#">KR101464769B1</a>	公开(公告)日	2014-11-24
申请号	KR1020087018886	申请日	2007-01-25
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
[标]发明人	SAITO KOETSU 사이토코에츠		
发明人	사이토코에츠		
IPC分类号	A61B8/00 H04R17/00		
CPC分类号	A61B8/4444 A61B8/00 G10K11/02		
代理人(译)	Yangyoungjun Yiseokjae		
优先权	2006023169 2006-01-31 JP 2006023170 2006-01-31 JP		
其他公开文献	KR1020080094020A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

可以提供一种能够消除加工难度，增加超声波指向性宽度并获得高分辨率的诊断图像的超声波探头。超声波探头(10)包括：按顺序排列的多个压电元件(1)；声学匹配层(2)对应于各个压电元件(1)并且布置在厚度方向的前表面上，即被检者侧(图中的上方)；如果需要，后表面负载材料(3)布置在厚度方向(图中下方)的后表面上，即声匹配层(2)相对于压电元件(1)的相对侧；如果需要，在声匹配层(2)上设置声透镜(4)。声匹配层(2)由橡胶弹性材料形成，并且在多个压电元件(1)的一侧布置为整体扁平构件。

