



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년06월02일

(11) 등록번호 10-1525336

(24) 등록일자 2015년05월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/00 (2006.01) **H04R 19/00** (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7017600
- (22) 출원일자(국제) 2012년01월05일
 심사청구일자 2013년07월05일
- (85) 번역문제출일자 2013년07월05일
- (65) 공개번호 10-2013-0103590
- (43) 공개일자 2013년09월23일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2012/000047
- (87) 국제공개번호 WO 2012/093662
 국제공개일자 2012년07월12일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2011-001485 2011년01월06일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 US20030023169 A1
 US20120038242 A1
 US08408063 B2

- (73) 특허권자
가부시키가이샤 히타치 메디코
 일본국 도쿄도 치요다쿠 소또칸다 4쵸오메 1
 4반 1고오
- (72) 발명자
사꼬, 아끼후미
 일본 101-0021 도쿄도 지요다쿠 소또칸다 4-14-1
 가부시키가이샤 히타치 메디코 내
다께나까, 도모코
 일본 101-0021 도쿄도 지요다쿠 소또칸다 4-14-1
 가부시키가이샤 히타치 메디코 내
이시다, 가즈나리
 일본 101-0021 도쿄도 지요다쿠 소또칸다 4-14-1
 가부시키가이샤 히타치 메디코 내
- (74) 대리인
장수길, 이중희

전체 청구항 수 : 총 10 항

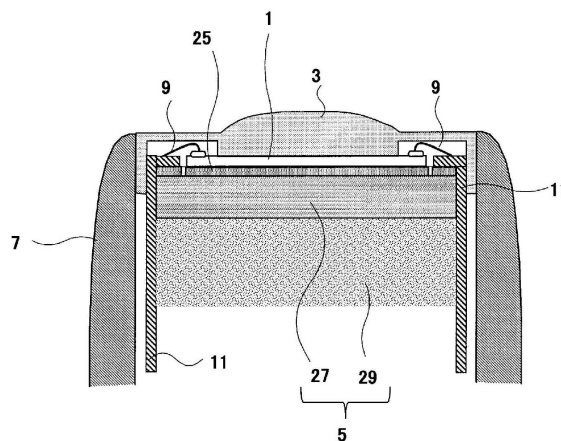
심사관 : 박승배

(54) 발명의 명칭 **초음파 탐촉자**

(57) 요약

초음파와 전기 신호를 서로 변환하는 CMUT 셀(13)과, 복수의 CMUT 셀(13)이 표면에 형성된 반도체 기판(15)과, CMUT 셀(13)의 표면측에 설치되는 음향 렌즈(3)와, 반도체 기판(15)의 이면측에 형성되는 배킹 층(5)을 구비하는 초음파 탐촉자에 있어서, 배킹 층(5)을, 반도체 기판과 접하는 제1 배킹 층(27)과, 배킹 층(27)의 이면측에 형성되는 제2 배킹 층(29)으로 형성하고, 배킹 층(27)은 반도체 기판(15)의 판 두께에 기초해서 음향 임피던스가 설정되고, 배킹 층(29)은 배킹 층(27)을 투과한 초음파를 감쇠 가능한 감쇠재로 형성되고, 음향 임피던스는 배킹 층(27)의 음향 임피던스에 맞춰서 설정하고, 반사 에코의 다중 반사를 억제한다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

초음파와 전기 신호를 서로 변환하는 용량성 진동 요소와, 복수의 상기 용량성 진동 요소가 표면에 형성된 반도체 기관과, 상기 용량성 진동 요소의 표면측에 설치되는 음향 렌즈와, 상기 반도체 기관의 이면측에 형성되는 배킹 층을 구비하는 초음파 탐촉자로서,

상기 배킹 층은, 상기 반도체 기관과 접하는 제1 배킹 층과, 상기 제1 배킹 층의 이면측에 형성되는 제2 배킹 층을 갖고,

상기 제1 배킹 층은, 상기 반도체 기관의 판 두께에 기초해서 음향 임피던스가 설정되고, 상기 제1 배킹 층의 음향 임피던스는, 상기 반도체 기관의 음향 임피던스에 비해 상기 음향 렌즈의 음향 임피던스에 가까운 값으로 설정되고,

상기 제2 배킹 층은, 상기 제1 배킹 층을 투과한 초음파를 감쇠 가능한 감쇠재로 형성되고, 또한 상기 제1 배킹 층의 음향 임피던스에 가까운 음향 임피던스의 재료로 형성되는 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1 배킹 층은, 수지로 형성되고, 상기 수지에 상기 제1 배킹 층의 선펡창 계수를 상기 반도체 기관의 선펡창 계수에 근접시키는 조정재를 혼입해서 형성되는 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 조정재는, 탄소 섬유 또는 글래스 섬유이며, 섬유의 길이 방향을 상기 제1 배킹 층의 길이 방향에 맞춰서 상기 수지에 혼입되는 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제1 배킹 층은 다공질 세라믹에 수지를 충전시켜서 형성되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

청구항 6

제3항에 있어서, 상기 제2 배킹 층의 초음파 감쇠율이 상기 제1 배킹 층의 초음파 감쇠율보다 높은 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 제2 배킹 층은 상기 제1 배킹 층에 사용된 수지보다도 탄성률이 작은 수지를 사용해서 형성되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제2 배킹 층의 음향 임피던스는 상기 제2 배킹 층을 형성하는 수지에 텅스텐 또는 실리콘을 혼입해서 상기 제1 배킹 층의 음향 임피던스에 근접하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

청구항 9

제3항에 있어서, 상기 반도체 기관의 판 두께는 25 μ m 이상, 50 μ m 이하인 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

청구항 10

제3항에 있어서, 상기 초음파의 주파수 범위는 2MHz 이상, 15MHz 이하이며,
제1 배킹 층의 음향 임피던스는 1.5MRayl 이상, 6MRayl 이하로 설정되는 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

청구항 11

제3항에 있어서, 상기 초음파의 주파수 범위는 2MHz 이상, 15MHz 이하이며,
제1 배킹 층의 음향 임피던스는 4MRayl 이상, 6MRayl 이하로 설정되는 것을 특징으로 하는 초음파 탐촉자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 초음파 탐촉자에 관한 것으로, 특히 용량성의 진동 요소로 초음파와 전기 신호를 서로 변환하는 초음파 탐촉자에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 피검체에 초음파를 송신하고, 그 반사파를 수신해서 화상을 얻는 초음파 진단 장치에는, 피검체와의 사이에서 초음파를 송수신하는 초음파 탐촉자가 사용되고 있다. 초음파 탐촉자에는, 피검체와 접촉하는 음향 렌즈와, 초음파와 전기 신호를 서로 변환하는 트랜스듀서와, 이 트랜스듀서의 배면측으로 방사되는 초음파를 흡수시키는 배킹 층(backing layer)을 형성하는 것이 알려져 있다.

[0003] 이와 같은 트랜스듀서로서, CMUT(Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducers)가 비특허문헌 1에 기재되어 있다. CMUT는 반도체 기관 위에 리소그래피 기술을 이용해서 다수의 CMUT 셀(이하, 적절하게, 용량성 진동 요소라함)을 패터닝해서 형성된다. CMUT 셀은 반도체 기관 상에 형성한 절연층내에 오목부를 형성하고, 그 오목부의 개구를 막체로서 막아서 진공(또는 가스 봉입) 간극을 형성하고, 진공 공극을 사이에 두고 막체의 표면과 절연층의 이면에 한쌍의 전극을 대향시켜서 설치한 구조로 이루어져 있다. 그리고, CMUT 셀은 한쌍의 전극 사이에 초음파 주파수의 전기 신호를 인가함으로써, 막체를 진동시켜서 초음파를 피검체 내로 송신한다. 또한, 피검체 내로부터의 반사 에코(echo)를 막체에서 수신하고, 막체의 변위를 한쌍의 전극 간의 정전 용량의 변화로서 전기 신호로 변환한다. 또한, 복수의 CMUT 셀의 상호간은 절연 층으로 이루어지는 프레임으로 격리되어 있다. 이러한 구조를 갖는 복수의 CMUT 셀의 집합체에 의해 1개의 진동자를 형성하고, 이와 같은 진동자를 동일한 반도체 기관 위에 1차원 또는 2차원으로 복수 배열해서 초음파 탐촉자를 형성한다. CMUT는, 압전 세라믹제의 트랜스듀서에 비해, 사용할 수 있는 초음파의 주파수 대역이 넓고, 또한 고감도인 등의 이점이 있다.

[0004] 한편, CMUT는 전극 간에 직류 바이어스를 인가하고, 그 직류 바이어스 전압을 증감함으로써, 전기 기계 결합 계수를 증감할 수 있다. 그러나, 초음파의 음압을 올리기 위해서는, 전기 기계 결합 계수를 작게 할 필요가 있다. 따라서, 원하는 음압을 얻고자 한다면, 초음파를 전기 신호로 변환하는 효율이 저하하기 때문에, 일반적으로, CMUT는 압전 세라믹제의 트랜스듀서에 비해, 초음파의 변환 효율이 낮다. 변환 효율이 낮으면, 피검체로부터의 반사 에코가 전기 신호로 변환되지 않고 반도체 기관을 투과해서 배킹 층의 계면에 도달해서 반사된다. 그 결과, 피검체와 배킹 층의 계면과의 사이에서 반사 에코가 반복해 반사되는 다중 반사의 문제가 발생한다. 이러한 다중 반사를 억제하기 위해서, 특허문헌 1에는, 반도체 기관과 배킹 층의 음향 임피던스를 정합시키는 것이 제안되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 미국 특허 제6,831,394호 공보

비특허문헌

[0006] (비특허문헌 0001) CMUT 기술에 의한 초음파 탐촉자 「Mappie」의 개발, MEDIX, 주식회사 히타치 메디코, 2009, vol.51, pp31-34

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 그러나, 특허문헌 1에서는, 배킹 층의 음향 임피던스를 반도체 기판에 정합시켜도, 반도체 기판의 판 두께에 의해 다중 반사의 억제 효과가 상이한 것에 대해서 배려되어 있지 않다.

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, CMUT를 사용한 초음파 탐촉자에 있어서, 반도체 기판의 판 두께를 고려하면서, 반사 에코의 다중 반사를 억제하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기의 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 초음파 탐촉자는, 초음파와 전기 신호를 서로 변환하는 용량성 진동 요소와, 복수의 용량성 진동 요소가 표면에 형성된 반도체 기판과, 용량성 진동 요소의 표면측에 설치되는 음향 렌즈와, 반도체 기판의 이면측에 형성되는 배킹 층을 구비하는 초음파 탐촉자에 있어서, 배킹 층은 반도체 기판과 접하는 제1 배킹 층과, 제1 배킹 층의 이면측에 형성되는 제2 배킹 층을 갖고, 제1 배킹 층은 반도체 기판의 판 두께에 기초해서 음향 임피던스가 설정되고, 제2 배킹 층은 제1 배킹 층을 투과한 초음파를 감쇠 가능한 감쇠재로 형성되고, 음향 임피던스는 제1 배킹 층의 음향 임피던스에 맞춰서 설정되는 것을 특징으로 한다.

[0010] 이 경우에, 제1 배킹 층의 음향 임피던스는 반도체 기판의 음향 임피던스에 비해 음향 렌즈의 음향 임피던스에 가까운 값으로 설정할 수 있다.

[0011] 또한, 제1 배킹 층은 수지에 제1 배킹 층의 선행창 계수를 반도체 기판의 선행창 계수에 근접하는 조정재를 혼합해서 형성할 수 있다. 조정재는, 예를 들어, 탄소 섬유 또는 글래스 섬유를 사용할 수 있고, 이것들의 섬유의 길이 방향을 제1 배킹 층의 길이 방향에 맞춰 수지에 혼합할 수 있다.

[0012] 또한, 제1 배킹 층은 다공질 세라믹에 수지를 충전시켜서 형성할 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따르면, CMUT를 사용한 초음파 탐촉자에 있어서, 반도체 기판의 판 두께를 고려하고, 반사 에코의 다중 반사를 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 본 발명의 일 실시형태의 초음파 탐촉자의 단축 방향의 단면도이다.
- 도 2는 CMUT 셀의 단면의 모식도이다.
- 도 3은 CMUT 칩의 사시도이다.
- 도 4는 반도체 기판과 배킹 층의 계면의 음압 반사율과 반도체 기판의 판 두께의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 5의 (a)는 실시예 1의 제1 배킹 층의 개념도이며, (b)는 (a)의 짧은 방향의 단면도이다.
- 도 6은 실시예 1의 반도체 기판과 배킹 층의 계면의 음압 반사율을 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 실시예 1의 반도체 기판과 배킹 층의 접촉체의 휨량을 나타내는 그래프이다.
- 도 8은 실시예 2의 반도체 기판과 배킹 층의 계면의 음압 반사율을 나타내는 그래프이다.
- 도 9는 실시예 3의 초음파 탐촉자의 단축 방향의 단면도이다.
- 도 10은 실시예 4의 제2 배킹 층의 초음파의 감쇠율과 마이크로벌룬의 배합량의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 11은 실시예 4의 반도체 기판과 배킹 층의 계면의 음압 반사율을 나타내는 그래프이다.
- 도 12는 실시예 5의 초음파 탐촉자의 단축 방향의 단면도이다.
- 도 13은 실시예 6의 반도체 기판과 배킹 층의 계면의 음압 반사율을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 이하, 본 발명을 실시형태에 기초해서 설명한다.
- [0016] (실시형태)
- [0017] 도 1 내지 도 3에 도시한 바와 같이, 본 실시형태의 초음파 탐촉자는 용량성의 진동 요소인 CMUT 셀(13)과, 다수의 CMUT 셀(13)이 표면에 형성된 반도체 기관(15)으로 형성된 CMUT 칩(1)과, CMUT 칩(1)의 표면측에 설치되는 음향 렌즈(3)와, CMUT 칩(1)의 이면측에 형성되는 배킹 층(5)을 케이스(7)에 장착함으로써 형성되어 있다. CMUT 칩(1)에는, 금속 와이어(9)를 통해서 플렉시블 기관(11)이 접속되어 있다. 플렉시블 기관(11)은 전원 등의 도시하지 않은 외부 장치에 전선을 통해서 접속되어 있다. 이에 의해, CMUT 칩(1)을 향해서 구동 신호를 송신할 수 있는 동시에, 직류 바이어스 전압을 인가할 수 있다. 또한, CMUT 칩(1)에서 수신한 반사 에코를 전기 신호로 변환해서 외부 장치로 송신할 수 있다.
- [0018] 도 2에 도시한 바와 같이, 각 CMUT 셀(13)은, 절연 재료로 이루어지는 절연층(17) 내에 형성된 오목부의 개구를 막체(18)로 막아서 형성된 진공(또는 가스 봉입) 간극(19)을 갖고, 진공 공간(19)을 끼고 막체(18)의 표면과 절연층(17)의 이면에 한쌍의 전극(21, 23)을 대향시켜서 설치한 구조로 이루어져 있다. 그리고, CMUT 셀(13)은, 한쌍의 전극(21, 23) 사이에 초음파 주파수의 전기 신호를 인가함으로써, 막체(18)를 정전기력으로 진동시켜서 초음파를 피검체 내로 송신한다. 또한, 피검체 내로부터의 반사 에코를 막체(18)에서 수신하고, 막체(18)의 변위를 한쌍의 전극(21, 23) 사이의 정전 용량의 변화로서 전기 신호로 변환한다. 또한, 각 CMUT 셀(13)의 상호간은 절연층(17)으로 형성된 프레임에 의해 격리되어 있다. 각 CMUT 셀(13)은, 도 3에 도시한 바와 같이, 리소그래피 기술 등의 반도체 제조 기술에 의해, 반도체 기관(15) 위에 패터닝해서 형성되어 있다. 이러한 구조를 갖는 다수의 CMUT 셀(13)의 집합체에 의해 1개의 진동자가 형성되고, 이러한 진동자를 동일한 반도체 기관(15) 위에 1차원 또는 2차원으로 복수 배열해서 CMUT 칩(1)이 형성되어 있다. 또한, 도체 디바이스의 제조 기술에 의해 패터닝되어서, 반도체 기관(15) 상에 예를 들어, 1차원 또는 2차원으로 복수 배치되는 이러한 구조를 갖는 다수의 CMUT 셀(13)의 집합체에 의해 1개의 진동자가 형성된다. 또한, 반도체 기관(15)은, 예를 들어, 실리콘으로 형성되어 있다.
- [0019] 도 1에 도시한 바와 같이, CMUT 칩(1)의 표면측에는, CMUT 칩(1)으로부터 조사된 초음파를 집속시키는 음향 렌즈(3)가 장착되어 있다. 음향 렌즈(3)는 초음파의 조사 방향으로 돌출하는 볼록부를 구비한 볼록형의 음향 렌즈이다. 음향 렌즈(3)는 피검체의 음향 임피던스에 가까운 재료로 형성되어 있다. 예를 들어, 생체를 피검체라고 하는 경우에는, 생체의 음향 임피던스인 1.5MRayl에 가까운 음향 임피던스의 재료로 음향 렌즈(3)는 형성된다.
- [0020] CMUT 칩(1)의 이면측에는, CMUT 칩(1)의 후방에 초음파를 흡수하는 배킹 층(5)이 형성되어 있다. 배킹 층(5)과, CMUT 칩(1)의 반도체 기관(15)은 접착층(25)을 통해 접착되어 있다. 또한, 사용하는 초음파의 사용 주파수에 있어서의 파장보다도 접착층(25)의 두께를 얇게 하는, 예를 들어, 접착층(25)의 두께를 10 μ m 이하로 하는 것이 바람직하다. 이에 의해, 사용 주파수의 초음파의 대부분이 접착층(25)을 투과하기 때문에, 접착층(25)의 음향 임피던스의 영향을 무시할 수 있다.
- [0021] 다음에, 본 실시형태의 특징 구성을 설명한다. 도 1에 도시한 바와 같이, 배킹 층(5)은 접착층(25)을 통해 반도체 기관(15)과 접하는 제1 배킹 층(27)과, 제1 배킹 층의 이면측에 형성된 제2 배킹 층(29)을 구비하고 있다. 배킹 층(27)은 반도체 기관(15)의 판 두께에 기초해서 설정되는 설정값의 음향 임피던스의 재료로 형성된다. 배킹 층(29)은, 배킹 층(27)보다도 초음파의 감쇠율이 높고, 또한 배킹 층(27)의 음향 임피던스에 가까운 음향 임피던스의 재료로 형성된다.
- [0022] 이와 같이 형성되는 본 실시형태의 초음파 탐촉자의 동작을 설명한다. CMUT 셀(13)의 전극(21, 23) 사이에 외부 장치로부터 플렉시블 기관(11)을 통해 소정의 직류 바이어스 전압이 인가되고, CMUT 셀(13)의 전기 기계 결합 계수가 소정값으로 설정된다. 그리고, 외부 장치로부터 플렉시블 기관(11)을 통해 소정의 구동 신호가 전극(21, 23) 사이에 송신되면, 전기 기계 결합 계수에 따라서 초음파가 생성된다. 생성된 초음파는 음향 렌즈(3)에 의해 집속되어서 피검체에 조사된다. 피검체에서 반사된 초음파의 반사 에코는 음향 렌즈(3)를 통과해서 CMUT 셀(13)의 막체(18)를 진동시킨다. 이 진동에 의해 진공 간극(19)의 정전 용량이 변화하고, 이 변화에 따른 전기 신호가 전극(21, 23) 사이에서 출력된다. 이 전기 신호는, 플렉시블 기관(11)을 통해서, CMUT 칩(1)으로부터 외부 장치로 송신되어, 적절하게 처리되어 초음파 화상이 생성된다.
- [0023] 다음에, 본 실시형태의 초음파 탐촉자의 특징 동작을 설명한다. 소정의 음압을 얻기 위해서, CMUT 셀(13)의 전

기 기계 결합 계수를 작게 설정한다. 그 때문에, 압전 세라믹체의 트랜스듀서에 비해, CMUT는 초음파를 전기 신호로 변환하는 효율이 낮고, 전기 신호로 변환되지 않았던 반사 에코가 반도체 기관(15)을 투과한다. 이 반사 에코가 반도체 기관(15)과 배킹 층(5)의 계면에서 반사하면, 다중 반사가 원인으로 된다. 이때, 반도체 기관(15)의 판 두께가 두꺼운, 예를 들어, 판 두께가 200 μm 인 경우에는, 반도체 기관(15)과 배킹 층(5)과의 음향 임피던스를 정합시키면, 반도체 기관(15)과 배킹 층(5)의 계면의 음압 반사율을 저하할 수 있다. 그러나, 반도체 기관(15)의 판 두께를 200 μm 보다도 얇게 하면, 반도체 기관(15)과 배킹 층(5)의 계면의 음압 반사율은 증가한다. 예를 들어, 후술하는 도 4에 따르면, 반도체 기관(15)의 판 두께가 5 μm , 25 μm , 50 μm 인 경우에는, 반도체 기관(15)의 음향 임피던스(20MRayl)보다도 배킹 층(5)의 음향 임피던스를 내린 쪽이, 반도체 기관(15)과 배킹 층(5)의 계면의 음압 반사율을 저하할 수 있다. 이것은, 사용하는 초음파의 파장과 비교하여, 반도체 기관(15)의 판 두께가 충분히 얇게 되는, 예를 들어, 1/20 이하가 되면, 반도체 기관(15)의 음향 임피던스의 영향을 무시할 수 있기 때문으로 추찰된다. 그 때문에, 반도체 기관(15)과 배킹 층(5)의 계면을, 음향 렌즈(3)와 배킹 층(5)의 계면으로 간주할 수 있기 때문에, 배킹 층(5)의 음향 임피던스를 내리고, 음향 렌즈(3)의 음향 임피던스(1.5MRayl)에 근접시킴으로써, 반도체 기관(15)과 배킹 층(5)의 계면의 음압 반사율을 저감할 수 있다. 따라서, 반도체 기관(15)을 투과한 반사 에코는 반도체 기관(15)과 배킹 층(5)의 계면을 투과하므로, 이 계면과 피검체 사이에서 반사 에코가 반복해 반사되는 다중 반사를 억제할 수 있다. 또한, 반도체 기관(15)의 판 두께를 얇게 하면, 반도체 기관(15)과 배킹 층(5)의 계면의 음압 반사율이 저하하는 경향이 있기 때문에, 반도체 기관(15)의 판 두께를 얇게 하는 것이 바람직하다. 한편, 반도체 기관(15)의 판 두께를 얇게 하면, 반도체 기관(15)의 강도 저하 등의 문제가 생기기 때문에, 반도체 기관(15)의 판 두께는 25 μm 이상, 바람직하게는 25 μm 이상 50 μm 이하가 바람직하다.

[0024] 그런데, 배킹 층(5)의 음향 임피던스를 내리기 위해서는, 배킹 층(5)의 재료에, 6-나일론과 같은 열가소성의 수지를 사용하게 된다. 이러한 수지는 일반적으로 선펡창 계수가 크다. 한편, 반도체 기관(15)은 선펡창 계수가 작은 실리콘 등으로 형성된다. 그 때문에, 반도체 기관(15)을 배킹 층(5)에 접촉할 때의 열응력에 의해, 반도체 기관(15)과 배킹 층(5)의 접합체에 휨 등의 구조 왜곡이 생긴다. 특히, 배킹 층(5)의 길이 방향은 변형이 크고, 구조 왜곡이 크다. 이렇게 구조 왜곡이 생기면, 목표의 치수를 얻을 수 없고, 장치의 신뢰성이 저하한다. 따라서, 본 실시형태는, 반도체 기관(15)에 접하는 측에, 선펡창 계수를 내려서 반도체 기관(15)에 근접시킨 제1 배킹 층(27)을 배치했다. 예를 들어, 섬유질의 길이 방향이 배킹 층(27)의 길이 방향을 따르도록, 탄소 섬유 또는 글래스 섬유를 수지에 혼합하고, 배킹 층(27)을 형성한다.

[0025] 한편, 선펡창 계수를 내린 배킹 층(27)은 초음파의 감쇠율이 낮고, 배킹 층(27)만으로는 초음파를 감쇠할 수 없다. 따라서, 본 실시형태는, 배킹 층(27)의 이면측에, 배킹 층(27)보다도 초음파의 감쇠율이 높은 제2 배킹 층(29)을 배치했다. 배킹 층(29)의 재료는, 배킹 층(27)보다도 초음파의 감쇠율이 높고, 또한 배킹 층(27)에 사용한 수지보다도 탄성률이 작은 수지, 예를 들어 폴리우레탄, 에폭시 수지, 페라이트 고무 등을 사용할 수 있다. 배킹 층(27)과 배킹 층(29)의 음향 임피던스의 차가 크면, 배킹 층(27)과 배킹 층(29)의 계면의 음압 반사율이 커진다. 그 때문에, 배킹 층(29)을 형성하는 수지에 텅스텐, 실리콘 등을 혼합하고, 배킹 층(29)의 음향 임피던스를 배킹 층(27)의 음향 임피던스에 근접시킨다. 이에 의해, 배킹 층(27)과 배킹 층(29)의 계면의 음압 반사율을 작게 할 수 있기 때문에, 감쇠율이 높은 배킹 층(29)에 의해, 반사 에코를 감쇠할 수 있다. 이하, 제1 배킹 층(27)과 제2 배킹 층(29)의 상세를 실시예에 기초해서 설명한다.

[0026] **실시예 1**

[0027] 본 발명의 발명자들은, 반도체 기관과 배킹 층의 음향 임피던스를 정합시켜도, 반도체 기관의 판 두께가 얇으면 다중 반사의 억제 정도가 낮다는 것을 알았다. 배킹 층의 음향 임피던스를 반도체 기관의 판 두께에 따라서 바꾸면, 다중 반사의 억제에 유효하는 것에 기초하는 본 발명의 원리를 설명한다.

[0028] 피검체로부터의 반사 에코가 반도체 기관을 투과하고, 반도체 기관과 배킹 층의 계면에서 반사하고, 이 계면과 피검체와의 사이에서 반복 반사함으로써, 다중 반사가 생긴다. 따라서, 반도체 기관과 배킹 층의 계면의 초음파의 반사율(음압 반사율)을 저감할 수 있으면, 다중 반사를 억제할 수 있다. 이 음압 반사율(mr)은 이하의 수학적 식 1로 산출할 수 있다.

수학식 1

$$mr = \frac{\left(\frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2}\right) + \left(\frac{Z_3 - Z_1}{Z_3 + Z_1}\right) e^{-2\gamma_1 d_1}}{1 + \left(\frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2}\right) \left(\frac{Z_3 - Z_1}{Z_3 + Z_1}\right) e^{-2\gamma_1 d_1}}$$

[0029]

[0030]

mr : 반도체 기판과 배킹 층의 계면의 음압 반사율

[0031]

Z₁ : 반도체 기판의 음향 임피던스

[0032]

Z₂ : 음향 렌즈의 음향 임피던스

[0033]

Z₃ : 배킹 층의 음향 임피던스

[0034]

γ₁ : 반도체 기판의 전파 상수

[0035]

d₁ : 반도체 기판의 판 두께

[0036]

반도체 기판의 음향 임피던스(Z₁)를 20MRayl로 하고, 음향 렌즈의 음향 임피던스(Z₂)를 1.5MRayl로 하고, 배킹 층의 음향 임피던스(Z₃)를 1.5MRayl, 4MRayl, 6MRayl, 20MRayl로 하고, 반도체 기판의 판 두께(d₁)를 5μm, 25μm, 50μm, 200μm으로 해서, 반도체 기판과 배킹 층의 계면의 음압 반사율(mr)을 수학식 1로 산출했다. 그리고, 산출된 음압 반사율을 반도체 기판의 판 두께마다 분류하여, 도 4의 (a) 내지 (d)의 그래프를 얻었다. (a)는 반도체 기판의 판 두께가 5μm, (b)는 반도체 기판의 판 두께가 25μm, (c)는 반도체 기판의 판 두께가 50 μm, (d)는 반도체 기판의 판 두께가 200μm인 경우를 도시하고 있다. 또한, (a) 내지 (d)는 종축을 반도체 기판과 배킹 층의 계면의 음압 반사율, 횡축을 초음파 진단에 사용하는 초음파의 사용 주파수로 한 그래프이다. 또한, 반도체 기판의 음향 임피던스(Z₁)와 반도체 기판의 전파 상수(γ₁)는 반도체 기판의 일반적인 재료인 실리콘의 음향 임피던스와, 초음파의 전파 상수를 사용했다.

[0037]

반도체 기판의 판 두께가 얇은 (a) 내지 (c)와, 반도체 기판의 판 두께가 두꺼운 (d)를 비교하면, 반도체 기판의 판 두께가 얇은 경우에는, 배킹 층의 음향 임피던스를 반도체 기판의 음향 임피던스인 20MRayl보다도 낮게 설정하면, 반도체 기판과 배킹 층의 계면의 음압 반사율을 저감할 수 있다. 이에 대해, 반도체 기판의 판 두께가 두꺼운 경우에는, 배킹 층의 음향 임피던스를, 반도체 기판의 음향 임피던스인 20MRayl로 설정한 쪽이 반도체 기판과 배킹 층의 계면의 음압 반사율을 저감할 수 있다. 이것은, 반도체 기판의 판 두께가 얇아지면, 반도체 기판의 음향 임피던스의 영향이 작아졌기 때문으로 추찰된다. 즉, 초음파 탐촉자는 음향 렌즈, 반도체 기판, 배킹 층의 순서대로 형성되기 때문에, 반도체 기판을 무시하면, 반도체 기판과 배킹 층의 계면은 음향 렌즈와 배킹 층의 계면으로 간주할 수 있다. 따라서, 배킹 층의 음향 임피던스를 내려서 음향 렌즈에 근접시키는 것에 의해, 반도체 기판과 배킹 층에서 계면의 음압 반사율이 저감된다고 추찰된다.

[0038]

이들의 지식에 기초하여, 본 발명의 초음파 탐촉자의 실시예 1은, 도 1 내지 도 3에 도시한 바와 같이, 초음파와 전기 신호를 서로 변환하는 용량성 진동 요소인 CMUT 셀(13)과, 복수의 용량성 진동 요소가 표면에 형성된 반도체 기판(15)과, 용량성 진동 요소의 표면에 설치되는 음향 렌즈(3)와, 반도체 기판(15)의 이면측에 형성되는 배킹 층(5)을 구비하는 초음파 탐촉자에 있어서, 배킹 층(5)은 반도체 기판과 접하는 제1 배킹 층(27)과, 제1 배킹 층(27)의 이면측에 형성되는 제2 배킹 층(29)을 갖고, 제1 배킹 층(27)은 반도체 기판(15)의 판 두께에 기초해서 음향 임피던스가 설정되고, 제2 배킹 층(29)은 제1 배킹 층(27)을 투과한 초음파를 감쇠 가능한 감쇠재로 형성되고, 음향 임피던스는 제1 배킹 층(27)의 음향 임피던스에 맞춰서 설정되는 것을 특징으로 한다.

[0039]

즉, 배킹 층(5)의 음향 임피던스가 동일하여도, 반도체 기판(15)의 판 두께에 의해, 반도체 기판(15)과 배킹 층(5)의 계면의 음압 반사율이 변화하기 때문에, 다중 반사의 억제 정도가 바뀐다. 그 때문에, 반도체 기판(15)의 판 두께에 기초하여, 반도체 기판(15)에 접하는 제1 배킹 층(27)의 음향 임피던스를 다중 반사의 억제에 유효한 음향 임피던스로 설정한다. 이에 의해, 다중 반사의 억제 정도를 향상할 수 있기 때문에, 초음파 화상의

허상의 화상 표시 출력 원인으로 되는 다중 반사에 의한 불필요 응답을 저감할 수 있다.

[0040] 또한, 제1 배킹 층(27)은 반도체 기판과 접하기 때문에 사용할 수 있는 재료에 제약이 있어, 초음파의 감쇠율의 높은 재료를 사용 할 수 없는 일 있다. 그 때문에, 제1 배킹 층(27)보다도 초음파의 감쇠율이 큰 제2 배킹 층(29)을 형성하고, 제1 배킹 층(27)을 투과한 반사 에코를 감쇠시키는 것이 바람직하다.

[0041] 그런데, 도 4의 (b)에 따르면, 초음파 진단의 초음파의 사용 주파수가 5MHz 이하의 경우는, 제1 배킹 층(27)의 음향 임피던스를 1.5MRayl로 설정하면, 반도체 기판(15)과 배킹 층(27)의 계면의 음압 반사율이 가장 낮아진다. 한편, 초음파의 사용 주파수가 15MHz인 경우에는, 제1 배킹 층(27)의 음향 임피던스를 6MRayl로 설정하면, 반도체 기판(15)과 배킹 층(27)의 계면의 음압 반사율이 가장 낮아진다. 따라서, 제1 배킹 층(27)의 음향 임피던스는 1.5MRayl 이상 6MRayl 이하로 설정하는 것이 바람직하다. 특히, 초음파 진단에 사용하는 초음파의 사용 주파수는, 일반적으로, 2 내지 15MHz이기 때문에, 이 사용 주파수의 초음파를 하나의 초음파 탐촉자로 송신하는 경우는, 제1 배킹 층(27)의 음향 임피던스를 4MRayl 이상 6MRayl 이하로 설정함으로써, 사용 주파수의 넓은 영역에 있어서 다중 반사의 억제 정도를 향상할 수 있다.

[0042] 또한, 도 4의 (c)의 반도체 기판의 판 두께가 50 μ m인 경우에 있어서, 초음파의 사용 주파수가 7MHz를 초과하면, 제1 배킹 층(27)의 음향 임피던스가 1.5MRayl에서는, 다중 반사의 억제 효과가 종래보다도 낮다. 따라서, 이 경우에는, 제1 배킹 층(27)의 음향 임피던스의 설정값을, 1.5MRayl을 초과하는 값, 바람직하게는, 4MRayl 이상 6MRayl 이하로 설정함으로써, 사용 주파수가 넓은 영역에 있어서, 다중 반사의 억제 정도를 향상할 수 있다.

[0043] 그런데, 제1 배킹 층(27)의 음향 임피던스를, 1.5MRayl, 4MRayl, 6MRayl 등의 낮은 값으로 설정하기 위해서는, 음향 임피던스가 낮은 수지로 제1 배킹 층(27)을 형성하게 된다. 그 때문에, 제1 배킹 층(27)의 선팽창 계수가 커진다. 한편, 반도체 기판(15)은 선팽창 계수가 작은 실리콘 등으로 형성된다. 그 때문에, 반도체 기판(15)과 제1 배킹 층(27)과의 접착 작업을 고온에서 행하면, 반도체 기판(15)과 제1 배킹 층(27)과의 접착시에 생기는 열응력에 의해 구조 왜곡이 생길 우려가 있다.

[0044] 이 경우에는, 반도체 기판(15)과 제1 배킹 층(27)의 선팽창 계수를 근접시키는 것이 바람직하다. 예를 들어, 탄소 섬유 또는 글래스 섬유 등의 길이 방향을 제1 배킹 층의 길이 방향에 맞춰서 수지에 혼입하고, 제1 배킹 층을 형성하는 것이 바람직하다. 또한, 다공질 세라믹에 수지를 충전해서 제1 배킹 층(27)을 형성함으로써, 반도체 기판(15)과 제1 배킹 층(27)의 선팽창 계수를 근접시킬 수 있다.

[0045] 도 5의 (a), (b)에 실시예 1의 제1 배킹 층(27)을 도시한다. 실시예 1은, 음향 임피던스가 음향 렌즈(3)에 가까운 6-나일론을 베이스(31)로 하고, 이 베이스(31)에 조정재로서 탄소 섬유(33)를 혼입하고, 제1 배킹 층(27)을 형성했다. 배킹 층(27)은, 예를 들어, 6-나일론과 탄소 섬유(33)의 혼합물을 형틀에 압입하는 사출 성형에 의해 형성할 수 있다. 이때, 형틀의 벽면측은 마찰에 의해 혼합물의 유속이 저하하고, 탄소 섬유(33)의 길이 방향이 사출 방향으로 정렬된다. 따라서, 6-나일론과 탄소 섬유(33)의 혼합물의 주입 방향과 배킹 층(27)의 길이 방향을 일치시킴으로써, 배킹 층(27)과 탄소 섬유(33)의 길이 방향을 정렬시킬 수 있다. 이들에 의해, 배킹 층(27)의 음향 임피던스를 4MRayl로 설정하고, 배킹 층(27)의 길이 방향의 선팽창 계수를 5ppm/°C로 조정했다. 베이스(31)의 수지의 종류나 조정재의 종류 및 혼합량을 적절하게 변경함으로써, 배킹 층(27)의 음향 임피던스와 선팽창 계수를 원하는 값으로 설정할 수 있다. 또한, 반도체 기판(15)의 재료인 실리콘의 선팽창 계수는 3ppm/°C이다. 한편, 6-나일론 단체의 선팽창 계수는 90 내지 100ppm/°C이며, 탄소 섬유의 선팽창 계수는 약 0ppm/°C이다. 또한, 배킹 층(27)은 길이 방향과 폭 방향에서 선팽창 계수가 상이한 이방성 재료이다.

[0046] 배킹 층(27)을 CMUT 셀(13)이 형성된 반도체 기판(15)에 접촉한다. 반도체 기판(15)은 실리콘을 재료로 하고, 판 두께를 40 μ m로 형성했다. 이 상태에서, 배킹 층(27)의 이면측에 제2 배킹 층(29)의 형틀을 부착하고, 이 형틀에 배킹 층(29)의 재료를 유입하고, 배킹 층(27)의 이면측에 배킹 층(29)을 형성했다. 배킹 층(29)의 재료는 열경화형의 폴리우레탄을 베이스로 해서, 이 베이스에 텅스텐을 첨가한 혼합물을 사용했다. 이에 의해, 배킹 층(29)의 음향 임피던스를 4MRayl로 설정하고, 탄성률을 500MPa로 설정했다. 또한, 배킹 층(29)의 두께를 6mm로 하고, 배킹 층(29)의 경화 온도를 40°C로 설정했다. 또한, 배킹 층(29)의 음향 임피던스와 탄성률은 베이스의 수지의 종류, 첨가제의 종류 및 첨가량을 적절하게 변경함으로써, 원하는 값으로 설정할 수 있다. 또한, 배킹 층(29)의 두께는 배킹 층(27)의 초음파의 감쇠율에 기초하여, 적절하게 설정할 수 있다.

[0047] 배킹 층(27, 29)이 형성된 CMUT 칩(1)을 케이스(7)에 실장하고, 실시예 1의 초음파 탐촉자로 했다. 이 초음파 탐촉자의 반도체 기판(15)과 배킹 층(27)의 계면에 있어서의 초음파의 음압 반사율을 도 6에 도시한다. 도 6은 종축을 반도체 기판(15)과 배킹 층(27)의 계면의 음압 반사율, 횡축을 초음파 진단에 사용하는 초음파의 사용

주파수로 한 그래프이다. 또한, 반도체 기관의 음향 임피던스에 정합시키기 위해서, PVC-텅스텐의 복합재를 사용해서 음향 임피던스를 20MRayl로 설정하고, 그 밖의 구성은 실시예 1과 동일한 초음파 탐촉자를 비교예 1로서 도 6에 기재했다.

[0048] 도 6으로부터 분명한 바와 같이, 베킹 층(27)의 음향 임피던스를, 반도체 기관(15)의 음향 임피던스에 정합시킨 비교예 1보다도, 음향 렌즈(3)의 음향 임피던스에 근접시킨 실시예 1의 쪽이, 일반적인 초음파의 사용 주파수(2 내지 15MHz)에 있어서, 반도체 기관(15)과 베킹 층(27)의 계면에 있어서의 음압 반사율이 낮게 되어 있다. 예를 들어, 초음파의 사용 주파수가 5MHz에서는, 비교예 1은 음압 반사율이 85%이었지만, 실시예 1은 63%까지 저감되었다. 즉, 실시예 1의 초음파 탐촉자는 다중 반사의 억제 정도가 높기 때문에, 다중 반사에 의한 허상이 초음파 화상에 나타나는 것을 억제할 수 있고, 신뢰성이 높은 초음파 화상을 얻을 수 있다.

[0049] 한편, 반도체 기관(15)과 베킹 층(27)의 접촉시의 가열에 의해, 반도체 기관(15)과 베킹 층(27)의 접촉체에 휨이 발생한다. 이 휨량을 도 7에 도시한다. 도 7은 종축을 접촉체의 휨량으로 하고, 횡축을 베킹 층의 길이 방향의 거리로 한 그래프이다. 또한, 나일론과 텅스텐의 혼합 재료를 사용해서 형성한 선펡창 계수 60ppm/°C의 베킹 층을 비교예 2로서 도 7에 기재했다. 도 7에 따르면, 비교예 2는, 70mm 정도의 휨이 발생하고 있지만, 실시예 1은 휨량을 10mm 정도까지 저감되었다. 따라서, 휨에 의한 구조 왜곡을 저감할 수 있고, 초음파 탐촉자의 정밀도 및 신뢰성을 향상할 수 있다.

[0050] 또한, 제2 베킹 층(29)의 선펡창 계수는 100ppm/°C이었다. 그러나, 제2 베킹 층(29)을 제1 베킹 층(27)보다도 탄성률이 작고, 또한 경화 온도가 낮은 재료를 사용함으로써, 베킹 층(27, 29)의 사이에 발생하는 열응력을 베킹 층(29)에서 흡수할 수 있다. 이에 의해, 베킹 층(27, 29)의 사이의 구조 왜곡을 억제할 수 있다.

[0051] 또한, 제1 베킹 층(27)의 탄소 함유(33)의 혼합량을, 예를 들어 40vol%로 설정할 수 있다. 그러나, 탄소 함유(33)가 많아지면, 베킹 층(27)의 단면에 차지하는 탄소 함유(33)가 많아져, 음향 임피던스가 증가하기 때문에, 상한은, 탄소 함유(33)의 혼합량의 상한은 50vol%이하로 설정하는 것이 바람직하다. 또한, 탄소 함유(33)의 길이는 적절하게 선택할 수 있지만, 예를 들어, 길이가 3mm의 탄소 함유(33)를 사용할 수 있다.

[0052] 또한, 실시예 1은 베킹 층(27)의 선펡창 계수를 탄소 함유(33)로 조정했지만, 탄소 함유(33) 대신에 글래스 섬유로 선펡창 계수를 조정할 수 있다.

[0053] 또한, 실리카나 텅스텐을 베킹 층(27)에 혼합하고, 베킹 층(27)의 음향 임피던스를 조정할 수 있다.

[0054] **실시예 2**

[0055] 도 8에, 실시예 2의 초음파 탐촉자의, 반도체 기관(15)과 베킹 층(27)의 계면에 있어서의 초음파의 음압 반사율을 도시한다. 실시예 2가 실시예 1과 서로 다른 점은 반도체 기관(15)의 판 두께를 30 μ m로 설정한 점이다. 또한, 제2 베킹 층(29)을 에폭시 수지와 텅스텐의 혼합 재료로 형성한 점이다. 또한, 그 밖의 구성은 실시예 1과 동일하기 때문에 설명을 생략한다. 또한, 실시예 2의 베킹 층(29)은 음향 임피던스를 4MRayl, 탄성률을 500MPa, 두께를 6mm, 선펡창 계수를 100ppm/°C, 경화 온도를 40°C로 설정했다. 즉, 실시예 2의 베킹 층(29)은 조성 이외는 실시예 1과 동일하다.

[0056] 도 8은 종축을 반도체 기관(15)과 베킹 층(27)의 계면의 음압 반사율, 횡축을 초음파 진단에 사용하는 초음파의 사용 주파수로 한 그래프이다. 또한, 반도체 기관의 음향 임피던스에 정합시키기 위해서, PVC-텅스텐의 복합재를 사용해서 음향 임피던스를 20MRayl로 설정한 제1 베킹 층을 사용하고, 그 밖의 구성은 실시예 2와 동일한 초음파 탐촉자를 비교예 3으로서 도 8에 기재했다.

[0057] 도 8로부터 분명한 바와 같이, 베킹 층(27)의 음향 임피던스를, 비교예 3보다도, 실시예 2의 쪽이 일반적인 초음파의 사용 주파수(2 내지 15MHz)에 있어서, 반도체 기관(15)과 베킹 층(27)의 계면에 있어서의 음압 반사율이 낮게 되어 있다. 예를 들어, 초음파의 사용 주파수가 5MHz에서는, 비교예 3의 음압 반사율은 85%이었지만, 실시예 2에서 58%까지 음압 반사율을 저감할 수 있다.

[0058] 또한, 실시예 1과 실시예 2를 비교하면, 실시예 2의 쪽이 반도체 기관(15)과 베킹 층(27)의 계면의 음압 반사율이 낮게 되어 있다. 따라서, 반도체 기관(15)의 판 두께가 얇은 쪽이, 반도체 기관(15)과 베킹 층(27)의 계면의 음압 반사율이 낮아, 다중 반사의 억제 효과가 높은 것을 알 수 있다.

[0059] 또한, 실시예 2에 있어서도, 실시예 1과 마찬가지로, 반도체 기관(15)과 베킹 층(27)의 접촉체의 휨량을 10mm 정도로 억제할 수 있다.

- [0060] **실시예 3**
- [0061] 도 9에 실시예 3의 초음파 탐촉자의 단축 방향의 단면도를 도시한다. 실시예 3이 실시예 1과 서로 다른 점은, 제2 배킹 층(29)을 페라이트 고무로 형성하고, 제1 배킹 층(27)과 제2 배킹 층(29)을 열경화형의 에폭시 수지의 접착제로 접착한 점이다. 그 밖의 구성은 실시예 1과 동일하기 때문에 동일한 부호를 붙여서 설명을 생략한다.
- [0062] 페라이트 고무는 설정 치수로 성형되고, 또는 설정 치수로 잘라내져서 형성되어 있다. 이 페라이트 고무를 감쇠재로서 배킹 층(29)에 사용한다. 배킹 층(27)과 배킹 층(29)은 접착제의 에폭시 수지층(35)을 개재하여 접착했다. 이때, 에폭시 수지층(35)의 두께를 10 μ m 이하까지 얇게 한다. 이에 의해, 초음파의 사용 주파수에서의 파장과 비교하여, 재료 두께를 현저하게 작게 할 수 있기 때문에, 에폭시 수지층(35)의 음향 임피던스를 무시할 수 있어, 에폭시 수지층(35)의 계면에 있어서의 초음파의 반사를 억제할 수 있다.
- [0063] 실시예 3의 초음파 탐촉자도, 실시예 1과 마찬가지로, 반도체 기관(15)과 배킹 층(27)의 계면에 있어서의 음압 반사율을 저감할 수 있었다. 또한, 반도체 기관(15)과 배킹 층(27)의 접합체의 휨량은 실시예 1보다도 작고, 5 mm이었다.
- [0064] 또한, 배킹 층(29)으로서는, 페라이트 고무 외, 텅스텐 함유 염화비닐 초산비닐 등 통상의 초음파 탐촉자에 있어서의 배킹재를 베이스로 한 재료를 사용할 수 있다.
- [0065] 또한, 접착제는 에폭시 수지에 한정되지 않고, 경화 온도가 실온에 가깝고, 또한 탄성률이 낮은 재료를 사용할 수 있다.
- [0066] **실시예 4**
- [0067] 이하에 실시예 4를 설명한다. 실시예 4가 도 1의 실시예 1과 서로 다른 점은 반도체 기관(15)의 판 두께를 25 μ m로 한 점이다. 또한, 제2 배킹 층(29)을 열경화형의 에폭시 수지에 텅스텐 및 마이크로볼론을 섞은 복합 재료에 의해 두께 3mm로 형성한 점이다. 그 밖의 구성은 실시예 1과 동일하기 때문에 설명을 생략한다.
- [0068] 배킹 층(29)은 에폭시 수지에 텅스텐과 중공 입자인 마이크로볼론을 혼합해서 형성된다. 마이크로볼론을 혼합하면, 동일 음향 임피던스이면서, 초음파의 감쇠율을 크게 할 수 있다. 따라서, 실시예 1과 비교하여, 실시예 4는 배킹 층(29)의 두께를 절반으로 할 수 있다.
- [0069] 배킹 층(29)의 초음파의 감쇠율과 마이크로볼론의 배합량의 관계를 도 10에 도시한다. 도 10은 종축을 배킹 층(29)의 초음파 감쇠율, 횡축을 마이크로볼론의 배합비로 한 그래프이다. 도 10의 그래프로부터 명백한 바와 같이, 마이크로볼론의 배합량이 증가하면, 초음파의 감쇠율이 증가한다. 따라서, 배킹 층(29)을 얇게 할 수 있기 때문에, 초음파 탐촉자를 경량화할 수 있다. 또한, 실시예 4의 배킹 층(29)은 음향 임피던스를 4MRayl, 선팅창 계수 100ppm/°C, 탄성률 500MPa, 경화 온도는 40°C로 했다.
- [0070] 도 11에, 실시예 4의 초음파 탐촉자의 반도체 기관(15)과 배킹 층(27)의 계면에 있어서의 초음파의 음압 반사율을 도시한다. 도 11은, 종축을 반도체 기관(15)과 배킹 층(27)의 계면의 음압 반사율, 횡축을 초음파 진단에 사용하는 초음파의 사용 주파수로 한 그래프이다. 또한, 비교를 위해, 제1 배킹 층(27)을 반도체 기관의 음향 임피던스에 정합시키기 위해서, PVC-텅스텐의 복합재를 사용해서 음향 임피던스를 20MRayl로 설정하고, 그 밖의 구성은 실시예 4와 동일하게 형성한 비교예 4의 음압 반사율을 도 11에 기재했다.
- [0071] 도 11에 도시한 바와 같이, 실시예 4의 초음파 탐촉자는, 비교예 4보다도 반도체 기관(15)과 제1 배킹 층(27)의 계면에 있어서의 음압 반사율을 저감할 수 있다. 예를 들어, 초음파의 사용 주파수가 5MHz에서는 음압 반사율을 85%내지 55%로 저감할 수 있다. 또한, 초음파의 사용 주파수가 10MHz 부근의 음압 반사율에 있어서도 85%내지 70%정도로 저감되었다. 반도체 기관(15)과 제1 배킹 층(27)의 접착시의 휨량에 관해서도, 휨량을 5mm 정도까지 저감할 수 있었다.
- [0072] **실시예 5**
- [0073] 도 12에 실시예 5의 초음파 탐촉자의 단면 구조를 도시한다. 실시예 5가 실시예 1과 서로 다른 점은 반도체 기관(15)의 이면측에, 접착층(25)을 개재하여 프레임재(39)를 접착한 점이다. 그리고, 프레임재(39)의 중앙부를 도려내고, 그 도려낸부에 제1 배킹 층(27)을 삽입하고, 제1 배킹 층(27)을 접착층(25)을 개재하여 반도체 기관(15)의 이면측에 접착하고 있는 점이다. 그 밖의 구성은 실시예 1과 동일하기 때문에 동일한 부호를 붙여서 설명을 생략한다.
- [0074] 프레임재(39)는 세라믹이나 합금 등의 재료로 형성되고, CMUT 칩(1)과 플렉시블 기관(11)을 고정하는

기대(基臺)의 역할을 한다. 프레임재(39)의 중앙부에는, 배킹 층(27)을 삽입 가능한 도려냄부가 형성되어 있다. 배킹 층(27)은 도려냄부에 삽입되어서 고정되어 있다. 배킹 층(27)은 CMUT 칩(1)보다도 작게 형성되어 있다. 이것은 CMUT 칩(1)의 음향 방사부(초음파 방사부)는 CMUT 칩(1)의 전체에 있는 것은 아니므로, 음향 방사부가 있는 중앙부 만에 배킹 층(27)을 배치하고, 음향 방사부를 배킹 층(27)으로 커버했다.

[0075] 이것에 따르면, 배킹 층(27)보다도 구조가 안정된 프레임재(39)로 CMUT 칩(1)을 지지할 수 있기 때문에, 초음파 탐촉자의 조립 작업 등의 실용성을 향상할 수 있다. 또한, 실시예 5의 다중 반사의 억제 효과 및 구조 왜곡의 저감 효과는 실시예 1과 마찬가지로이다.

[0076] **실시예 6**

[0077] 이하에 실시예 6의 초음파 탐촉자를 설명한다. 실시예 6이 도 1의 실시예 1과 서로 다른 점은, 다공질 세라믹에 수지를 충전해서 제1 배킹 층(27)을 형성한 점이다. 또한, 열경화형의 에폭시 수지에 텅스텐을 섞어서 제2 배킹 층(29)을 형성한 점이다. 그 밖의 구성은 실시예 1과 같기 때문에, 설명을 생략한다.

[0078] 배킹 층(27)은, 음향 임피던스를 6MRayl, 선팽창 계수를 10ppm/℃로 설정했다. 배킹 층(29)은 음향 임피던스 6MRayl, 선팽창 계수를 80ppm/℃, 탄성률을 500MPa, 두께 6mm로 설정했다. 배킹 층(29)은 실시예 1과 마찬가지로 경화 온도 40℃에서 유입에 의해 형성했다. 또한, 반도체 기관(15)의 두께를 40μm로 했다.

[0079] 도 13에, 실시예 6의 초음파 탐촉자의 반도체 기관(15)과 배킹 층(27)의 계면에 있어서의 초음파의 음압 반사율을 도시한다. 도 13은, 종축을 반도체 기관(15)과 배킹 층(27)의 계면의 음압 반사율, 횡축을 초음파 진단에 사용하는 초음파의 사용 주파수로 한 그래프이다. 또한, 비교를 위해, 제1 배킹 층(27)을 반도체 기관의 음향 임피던스에 정합시키기 위해서, PVC-텅스텐의 복합재를 사용해서 음향 임피던스를 20MRayl로 설정하고, 그 밖의 구성은 실시예 6과 동일하게 형성한 비교예 5의 음압 반사율을 도 13에 기재했다.

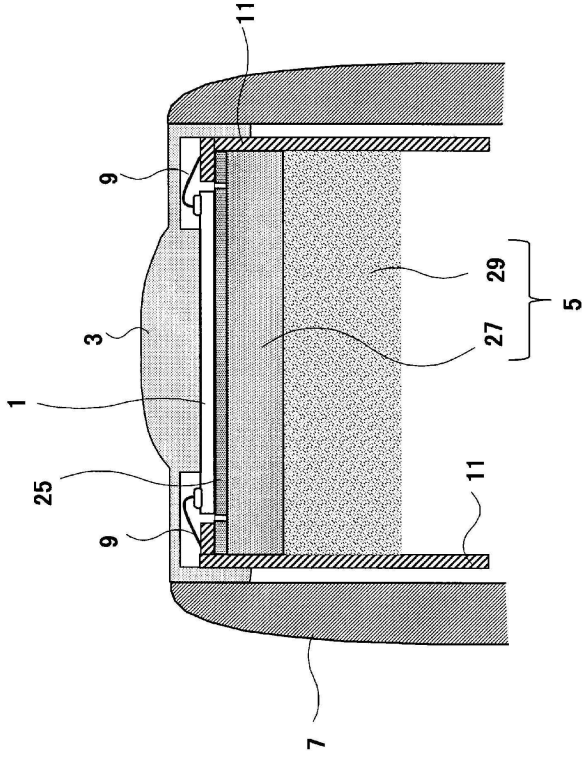
[0080] 도 13에 도시한 바와 같이, 실시예 6의 초음파 탐촉자는, 비교예 5보다도 반도체 기관(15)과 배킹 층(27)의 계면에 있어서의 음압 반사율을 저감할 수 있다. 예를 들어, 초음파의 사용 주파수가 5MHz에서는 음압 반사율을 85%내지 70%로 저감되었다. 한편, 실시예 6은 실시예 1보다도 음향 임피던스가 크므로, 실시예 1보다도 실시예 6은 음압 반사율이 커졌다. 따라서, 반도체 기관(15)과 배킹 층(27)의 계면에 있어서의 음압 반사율을, 예를 들어, 85%보다도 낮게 설정하는 경우에는, 배킹 층(27)의 음향 임피던스는 6MRayl 이하로 설정하는 것이 바람직하다.

부호의 설명

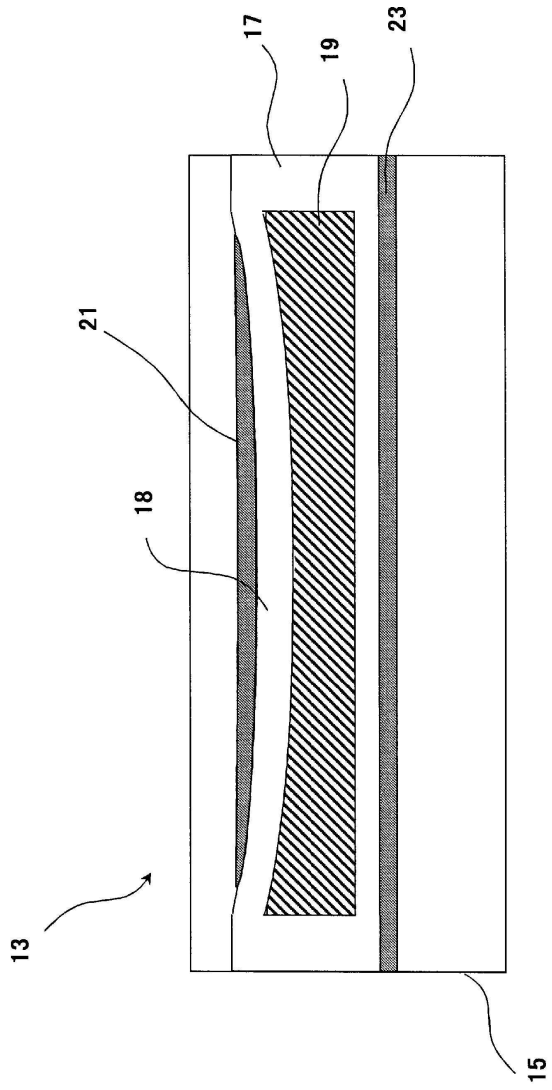
- [0081] 1 : CMUT 칩
- 3 : 음향 렌즈
- 5 : 배킹 층
- 13 : CMUT 셀
- 15 : 반도체 기관
- 27 : 제1 배킹 층
- 29 : 제2 배킹 층
- 33 : 탄소 섬유

도면

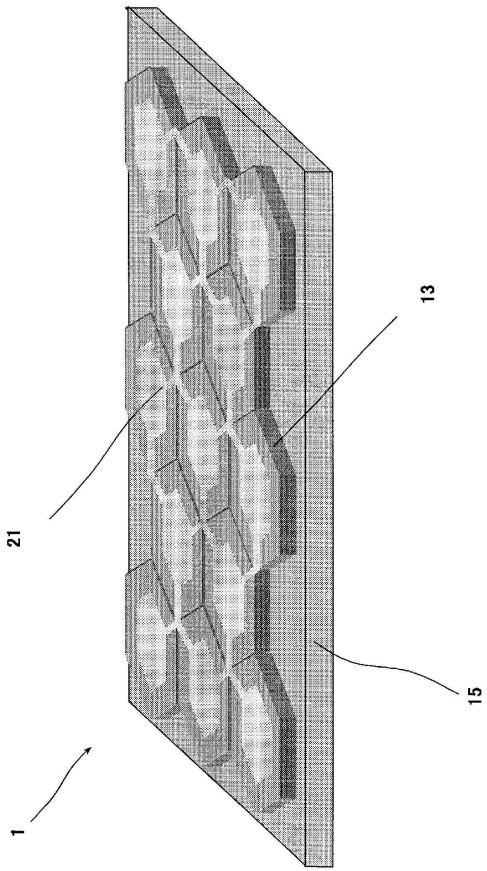
도면1



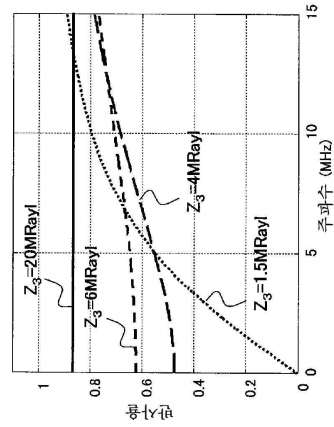
도면2



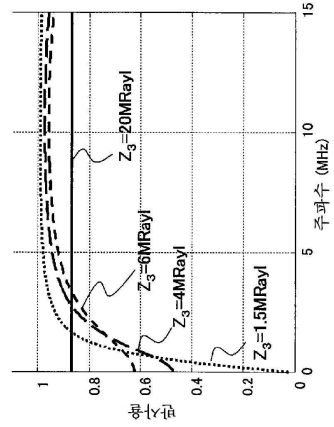
도면3



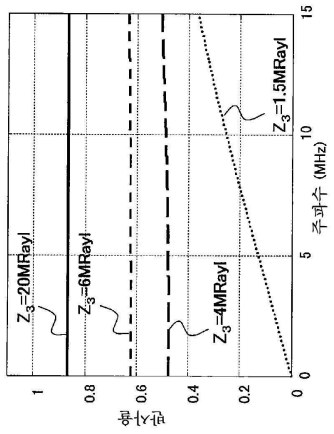
도면4



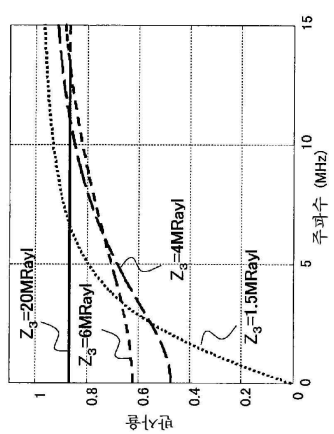
(a) 기판의 판 두께=5um



(b) 기판의 판 두께=25um

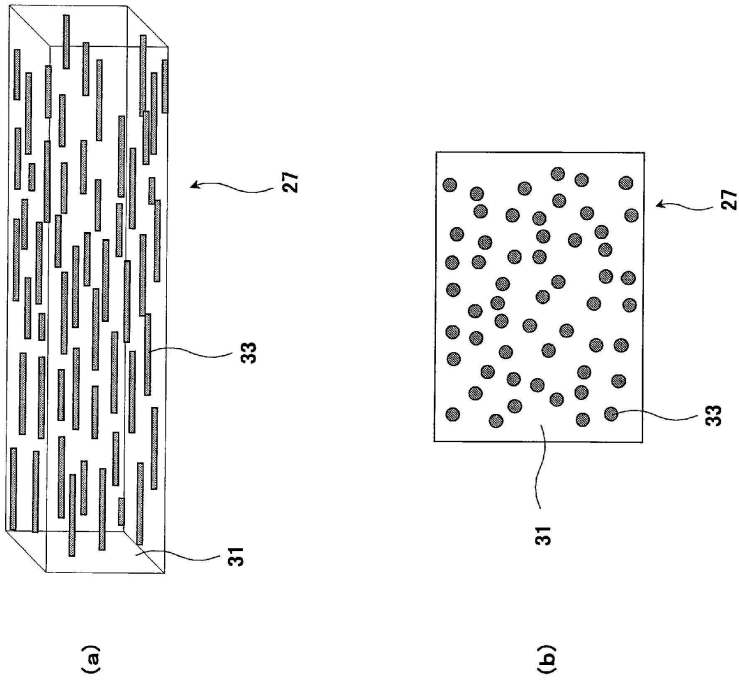


(c) 기판의 판 두께=50um

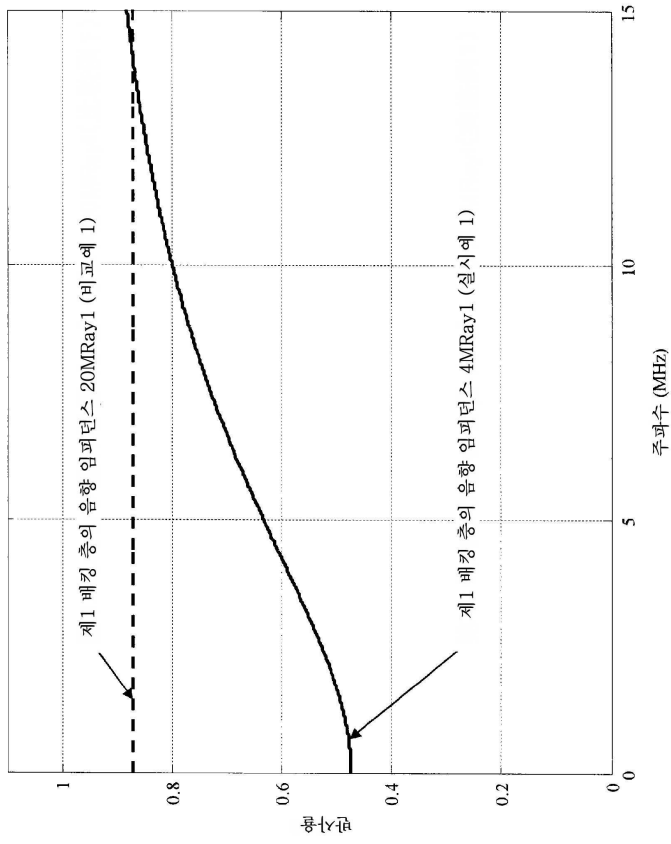


(d) 기판의 판 두께=200um

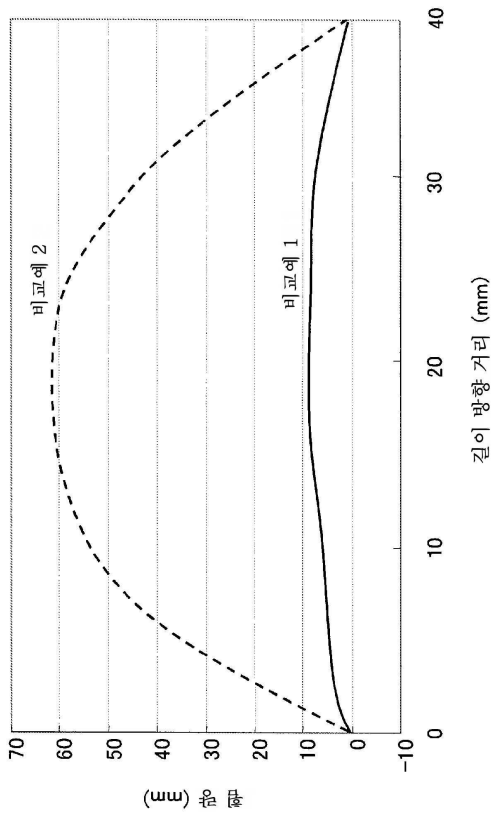
도면5



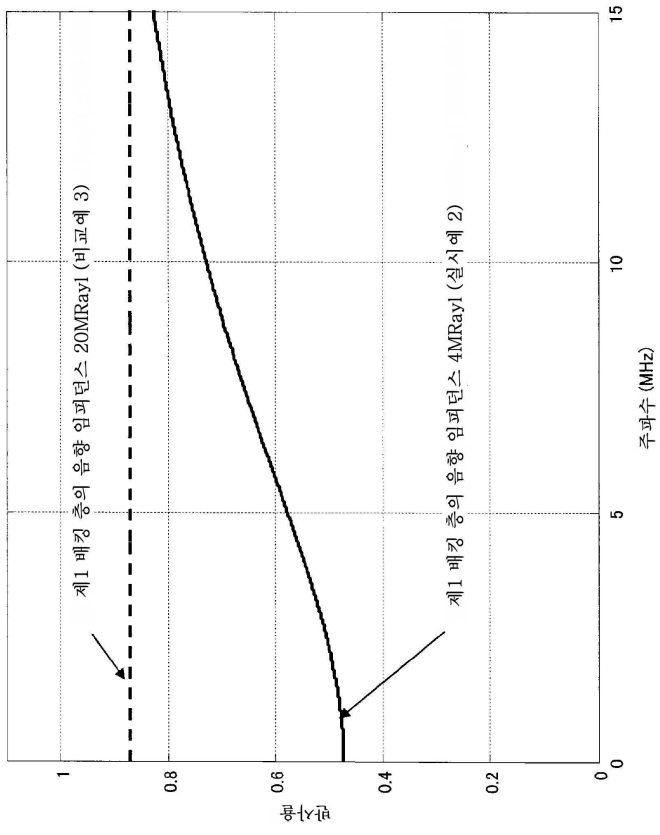
도면6



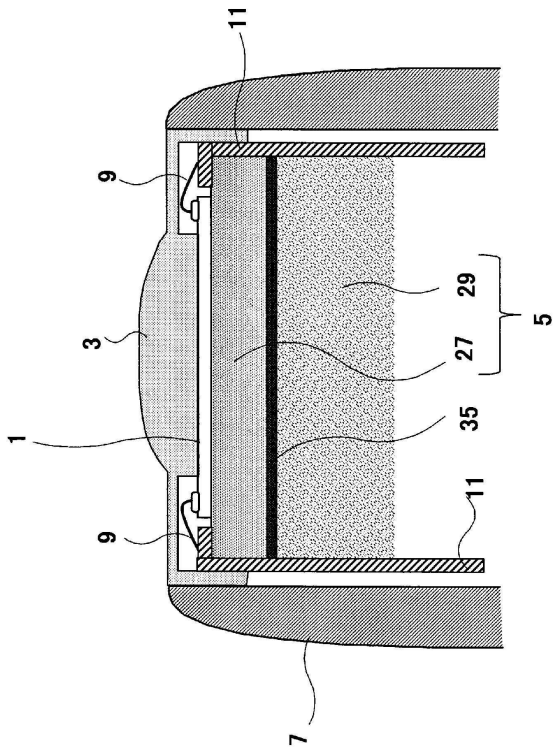
도면7



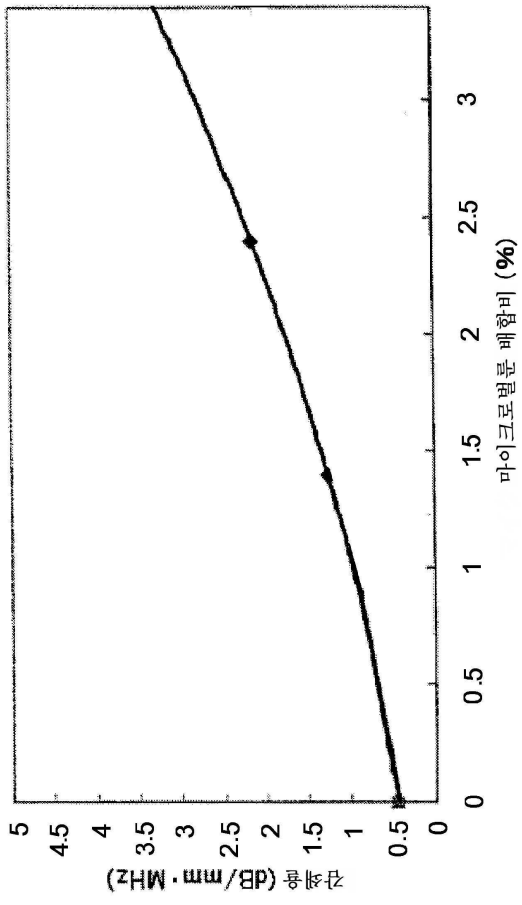
도면8



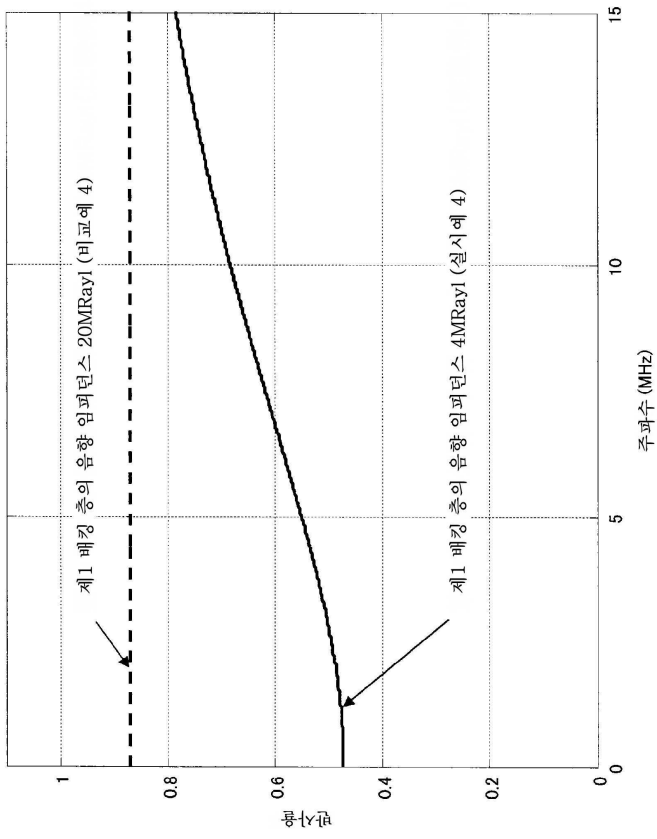
도면9



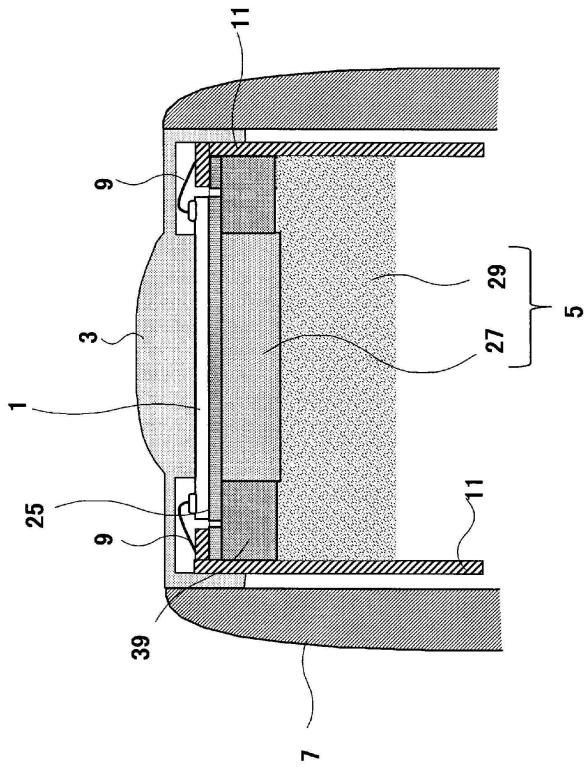
도면10



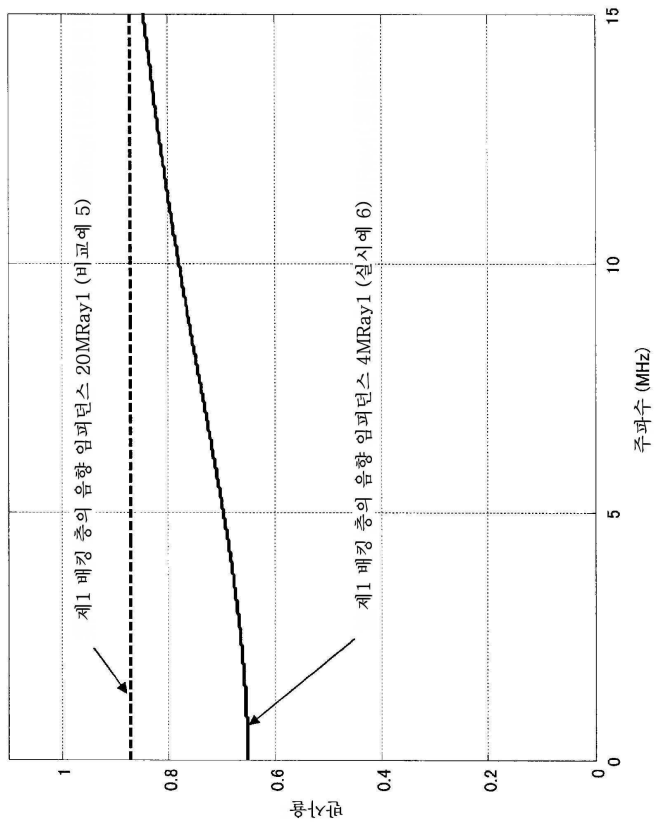
도면11



도면12



도면13



专利名称(译)	发明名称超声波探头		
公开(公告)号	KR101525336B1	公开(公告)日	2015-06-02
申请号	KR1020137017600	申请日	2012-01-05
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	日立医疗器械股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	可否让这个夏日立分蛋糕. (不要把新forexpros环.		
[标]发明人	SAKO AKIFUMI 사꼬아끼후미 TAKENAKA TOMOKO 다께나까도모꼬 ISHIDA KAZUNARI 이시다가즈나리		
发明人	사꼬,아끼후미 다께나까,도모꼬 이시다,가즈나리		
IPC分类号	A61B8/00 H04R19/00		
CPC分类号	A61B8/4444 B06B1/0292 G10K11/002 Y10T29/49005 H01L29/84		
代理人(译)	Jangsugil Yijunghui		
优先权	2011001485 2011-01-06 JP		
其他公开文献	KR1020130103590A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

关于配备有转换超声波和电信号的CMUT (13) 的超声波探头，半导体基板 (15) ，安装在CMUT (13) 的前表面侧的声学透镜 (3) 和背衬层 (5) 形成在半导体衬底 (15) 的背面中的背衬层 (5) 形成第一背衬层 (27) ，接触半导体衬底和形成在背衬层背面的第二背衬层 (29) (27) 和背衬层 (27) 基于半导体衬底 (15) 的板厚度建立声阻抗，并且用衰减材料形成阻尼超声的衰减材料，其中背衬层 (29) 穿透背衬层 (27) 和声阻抗根据背衬层 (27) 的声阻抗设定，并且抑制了反射回波的多次反射。关于半导体衬底 (15) ，在表面中形成多个CMUT (13) 。

