



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년02월10일
 (11) 등록번호 10-1492033
 (24) 등록일자 2015년02월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H04R 19/00 (2006.01) A61B 8/00 (2006.01)
 G01N 29/24 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-7009318
 (22) 출원일자(국제) 2011년10월13일
 심사청구일자 2013년04월12일
 (85) 번역문제출일자 2013년04월12일
 (65) 공개번호 10-2013-0080040
 (43) 공개일자 2013년07월11일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2011/073582
 (87) 국제공개번호 WO 2012/050172
 국제공개일자 2012년04월19일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2010-232618 2010년10월15일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 EP01950997 A1
 EP02346269 A1
 US05774423 A
 US20080089180 A1

(73) 특허권자
 가부시키가이샤 히타치 메디코
 일본국 도쿄쿄오토 치요다쿠 소토칸다 4쵸오메 1
 4반 1고오
 (72) 발명자
 다케자키 다이이치
 일본 100-8220 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1쵸메
 6방 1고 가부시키가이샤 히타치 세이사쿠쇼 지테
 키자이산켄혼부 내
 마치다 슌타로
 일본 100-8220 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1쵸메
 6방 1고 가부시키가이샤 히타치 세이사쿠쇼 지테
 키자이산켄혼부 내
 (74) 대리인
 장수길, 성재동

전체 청구항 수 : 총 17 항

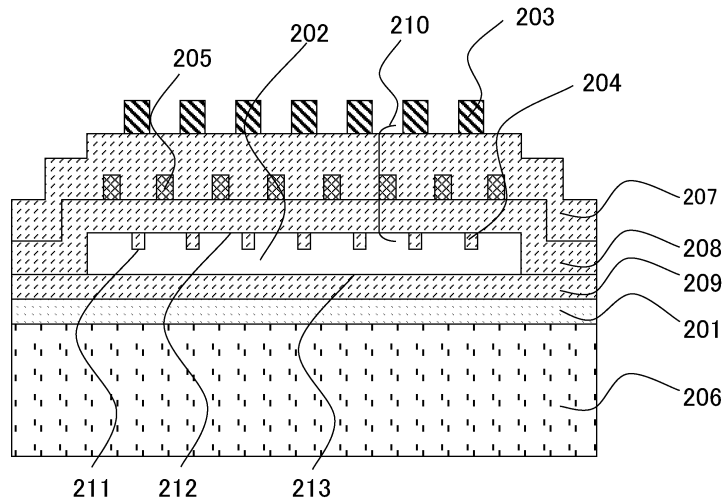
심사관 : 송근배

(54) 발명의 명칭 **초음파 트랜스듀서 및 그것을 사용한 초음파 진단 장치**

(57) 요약

용량 검출형 초음파 트랜스듀서(CMUT)에 있어서, 고 송신 음압과 고 수신 감도를 실현하고, 또한 장기간 구동에 있어서의 신뢰성을 향상시킨다. 하부 전극(201)과, 상기 하부 전극 상에 형성된, 절연막(209, 208)으로 둘러싸인 공동부(202)와, 상기 공동부 상에 형성된 상부 전극(205)과, 상기 공동부(202) 내에 형성된 복수의 절연막의 돌기(204)를 구비한 초음파 트랜스듀서에 있어서, 상기 공동부 상에 형성된 복수의 강성 부재(203)를 구비하고, 상기 하부 전극(201)과 상기 상부 전극(205) 중 적어도 한쪽의 전극은, 상기 절연막의 돌기(204)와 겹치는 부분을 도려냄으로써, 상기 절연막의 돌기(204)와 상면에서 보아 겹치지 않는 위치에 배치되고, 상기 강성 부재(203)의 각각은 상기 절연막의 돌기(204)와 상면에서 보아 겹치는 영역이 존재하도록 배치되어 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

하부 전극과, 상기 하부 전극 상에 형성된, 절연막으로 둘러싸인 공동부와, 상기 공동부 상에 형성된 상부 전극과, 상기 공동부 내에 형성된 복수의 절연막의 돌기를 구비한 초음파 트랜스듀서에 있어서,

상기 공동부 상에 형성된 복수의 강성 부재를 구비하고,

상기 하부 전극과 상기 상부 전극 중 적어도 한쪽의 전극은, 상기 절연막의 돌기와 겹치는 부분을 도려냄으로써, 상기 절연막의 돌기와 상면에서 보아 겹치지 않는 위치에 배치되고,

상기 강성 부재의 각각은 상기 절연막의 돌기와 상면에서 보아 겹치는 영역이 존재하도록 배치되어 있는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 강성 부재는 빔 부재이고,

상기 절연막과 상기 상부 전극과 상기 빔 부재로 구성되는 멤브레인은,

상기 빔 부재가 배치되어 있는 부분의 두께가, 빔 부재가 배치되어 있지 않은 부분에 비해 빔 부재의 두께만큼 두꺼운 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 상부 전극 및 상기 공동부를 덮도록 형성된 상부 절연막을 구비하고 있고, 상기 빔 부재는 상기 상부 절연막 상에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 상부 전극 및 상기 공동부를 덮도록 형성된 상부 절연막을 구비하고 있고, 상기 빔 부재는 상기 상부 절연막의 내부에 매립되어 있는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 강성 부재는, 상기 절연막과 상기 상부 전극과 상기 빔 부재로 구성되는 멤브레인보다도 고영률의 부재인 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 상부 전극 및 상기 공동부를 덮도록 형성된 상부 절연막을 구비하고 있고, 상기 고영률의 부재는 상기 상부 절연막의 내부에 매립되어 있는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 고영률의 부재는, 텅스텐 등의 금속 재료나 알루미늄 등의 세라믹 재료를 매립하여 형성한 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 고영률의 부재는, 이온의 주입에 의해 상기 상부 절연막을 개질하여 형성한 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 강성 부재의 중심은 상기 절연막의 돌기의 중심과 상면에서 보아 일치하도록 배치되어 있는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 10

제1항에 있어서, 하나의 상기 강성 부재에 대해 복수의 상기 절연막의 돌기가 겹치도록 배치되어 있는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 절연막의 돌기가 상기 공동부의 상면에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 절연막의 돌기가 상기 공동부의 하면에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 복수의 절연막의 돌기와 상기 복수의 강성 부재가 상면에서 보아 등간격으로 배치되어 있는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 공동부가 상면에서 보아, 원 형상 또는 다각 형상인 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 절연막의 돌기가 상면에서 보아, 원 형상 또는 다각 형상인 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 강성 부재가 상면에서 보아, 원 형상, 십자 형상 또는 다각 형상인 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 17

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 기재된 초음파 트랜스듀서와 바이어스부를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는, 초음파 진단 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 초음파 트랜스듀서 및 그것을 사용한 초음파 진단 장치에 관한 것으로, 특히, MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 기술에 의해 제조한 초음파 트랜스듀서에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 초음파 트랜스듀서는, 초음파를 송신, 수신함으로써, 인체 내의 종양 등의 진단이나, 구조물의 비파괴 검사, 유체의 속도 감지 등에 사용되고 있다.

[0003] 지금까지는, 압전체의 진동을 이용한 초음파 트랜스듀서가 사용되어 왔지만, 최근의 MEMS 기술의 진보에 의해, 진동부를 실리콘 기관 상에 제작한 용량 검출형 초음파 트랜스듀서(CMUT:Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer)가 왕성하게 개발되고 있다.

[0004] 예를 들어, 특허문헌 1, 특허문헌 2나 특허문헌 3에는, CMUT의 동작 신뢰성 향상에 대해 개시되어 있다. 또한, 특허문헌 4에는, CMUT의 중심 주파수와 대역폭을 제어하는 방법에 대해 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 미국 특허 출원 공개 제2005/0228285호 명세서
- (특허문헌 0002) 미국 특허 출원 공개 제2009/0322181호 명세서
- (특허문헌 0003) 일본 특허 출원 공개 제2007-74263호 공보
- (특허문헌 0004) 국제 공개 제2007/046180호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 상기 특허문헌 1에서는, CMUT의 공동부에 돌출된 절연막의 돌기를 형성하고, 콜랩스 전압 이상의 직류 전압이나, 교류 전압을 인가한 경우라도, 돌기 하면은, 공동 하면에 접촉하지만, 멤브레인 하면이 공동 하면에 접촉하지 않는 구조가 개시되어 있다. 그러나, 돌기부는 상하 전극 사이에 끼워진 구조이므로, 돌기부의 절연막에의 전하 주입은 피할 수 없다.
- [0007] 한편, 상기 특허문헌 2에서는, 멤브레인 하면이 공동 하면에 접촉하는 영역이 상하 전극 사이에 끼워지지 않도록 전극의 일부를 도려낸 구조로 되어 있다. 이 구조의 경우, 접촉 영역에 있어서의 멤브레인 절연막 중의 전계 강도가 저감되므로, 전하 주입은 회피할 수 있지만, 그만큼 상하 전극의 겹침부의 면적이 작아져, CMUT의 구동 전압의 상승이나, 수신 감도의 저하를 초래하게 된다.
- [0008] 또한, 상기 특허문헌 3에서는, 공동부로 돌출된 절연막의 돌기가, 상하 전극 사이에 끼워지지 않는 구조로 되어 있다. 이 경우도 상기한 이유와 마찬가지로, CMUT의 구동 전압의 상승이나 수신 감도의 저하를 초래하게 된다.
- [0009] 상기 특허문헌 4는, 멤브레인에 강성 부재를 설치함으로써, 멤브레인 전체의 강성을 조정하여, CMUT의 중심 주파수와 대역폭을 제어하는 내용이다. 그러나, 강성 부재의 도입은 구동 전압의 상승을 초래하여, 디바이스 동작 신뢰성의 확보가 과제로 된다.
- [0010] 따라서, 본 발명은, 공동부에 돌출된 돌기를 갖고, 상부 전극과 하부 전극 중 적어도 한쪽의 전극은 돌기와 상면에서 보아 겹치지 않는 위치에 배치되어 있는 CMUT에 있어서, 돌기 하면이 공동 하면에 접촉하고 나서 멤브레인 하면이 공동 하면에 접촉하는 동안의 전압 마진을 확보하고, 멤브레인 절연막에의 전하 주입을 억제하여, 고송신 음압과 고 신뢰 구조를 갖는 초음파 트랜스듀서와 그것을 사용한 초음파 진단 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 초음파 트랜스듀서는, 하부 전극과, 상기 하부 전극 상에 형성된, 절연막으로 둘러싸인 공동부와, 상기 공동부 상에 형성된 상부 전극과, 상기 공동부 내에 형성된 복수의 절연막의 돌기를 구비한 초음파 트랜스듀서에 있어서, 상기 공동부 상에 형성된 복수의 강성 부재를 구비하고, 상기 하부 전극과 상기 상부 전극 중 적어도 한쪽의 전극은, 상기 절연막의 돌기와 겹치는 부분을 도려냄으로써, 상기 절연막의 돌기와 상면에서 보아 겹치지 않는 위치에 배치되고, 상기 강성 부재의 각각은 상기 절연막의 돌기와 상면에서 보아 겹치는 영역이 존재하도록 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 것이다.
- [0012] 본 발명의 초음파 트랜스듀서에 있어서, 상기 강성 부재는 빔 부재이고, 상기 절연막과 상기 상부 전극과 상기 빔 부재로 구성되는 멤브레인은, 상기 빔 부재가 배치되어 있는 부분의 두께가, 빔 부재가 배치되어 있지 않은 부분에 비해 빔 부재의 두께만큼 두꺼운 것이어도 된다.
- [0013] 또한, 본 발명의 초음파 트랜스듀서에 있어서, 상기 상부 전극 및 상기 공동부를 덮도록 형성된 상부 절연막을 구비하고 있고, 상기 빔 부재는 상기 상부 절연막 상에 배치되어 있는 것이어도 된다.
- [0014] 또한, 본 발명의 초음파 트랜스듀서에 있어서, 상기 상부 전극 및 상기 공동부를 덮도록 형성된 상부 절연막을 구비하고 있고, 상기 빔 부재는 상기 상부 절연막의 내부에 매립되어 있는 것이어도 된다.
- [0015] 본 발명의 초음파 트랜스듀서에 있어서, 상기 강성 부재는, 상기 절연막과 상기 상부 전극과 상기 빔 부재로 구성되는 멤브레인보다도 고영률의 부재여도 된다.
- [0016] 또한, 본 발명의 초음파 트랜스듀서에 있어서, 상기 상부 전극 및 상기 공동부를 덮도록 형성된 상부 절연막을

구비하고 있고, 상기 고영률의 부재는 상기 상부 절연막의 내부에 매립되어 있는 것이어도 된다.

- [0017] 또한, 본 발명의 초음파 트랜스듀서에 있어서, 상기 고영률의 부재는, 텅스텐 등의 금속 재료나 알루미늄이나 등의 세라믹 재료를 매립하여 형성한 것이어도 된다.
- [0018] 또한, 본 발명의 초음파 트랜스듀서에 있어서, 상기 고영률의 부재는, 이온의 주입에 의해 상기 상부 절연막을 개질하여 형성한 것이어도 된다.
- [0019] 본 발명의 초음파 트랜스듀서에 있어서, 상기 강성 부재의 중심은 상기 절연막의 돌기의 중심과 상면에서 보아 일치하도록 배치되어 있는 것이어도 된다.
- [0020] 또한, 본 발명의 초음파 트랜스듀서에 있어서, 하나의 상기 강성 부재에 대해 복수의 상기 절연막의 돌기가 겹치도록 배치되어 있는 것이어도 된다.
- [0021] 또한, 본 발명의 초음파 트랜스듀서에 있어서, 상기 절연막의 돌기가 상기 공동부의 상면에 배치되어 있는 것이어도 된다.
- [0022] 또한, 본 발명의 초음파 트랜스듀서에 있어서, 상기 절연막의 돌기가 상기 공동부의 하면에 배치되어 있는 것이어도 된다.
- [0023] 또한, 본 발명의 초음파 트랜스듀서에 있어서, 상기 복수의 절연막의 돌기와 상기 복수의 강성 부재가 상면에서 보아 등간격으로 배치되어 있는 것이어도 된다.
- [0024] 또한, 본 발명의 초음파 트랜스듀서에 있어서, 상기 공동부가 상면에서 보아, 원 형상 또는 다각 형상이어도 된다.
- [0025] 또한, 본 발명의 초음파 트랜스듀서에 있어서, 상기 절연막의 돌기가 상면에서 보아, 원 형상 또는 다각 형상이어도 된다.
- [0026] 또한, 본 발명의 초음파 트랜스듀서에 있어서, 상기 강성 부재가 상면에서 보아, 원 형상, 십자 형상 또는 다각 형상이어도 된다.
- [0027] 본 발명의 초음파 진단 장치는, 상기 어느 하나의 초음파 트랜스듀서와 바이어스부를 사용한 것이다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명에 따르면, 용량 검출형 초음파 트랜스듀서(CMUT)에 있어서, 고 송신 음압과 고 수신 감도를 실현할 수 있고, 또한 장기간 구동에 있어서의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 제1 실시예의 초음파 트랜스듀서의 단면도이다.
- 도 2는 본 발명의 제1 실시예의 초음파 트랜스듀서의 상면도이다.
- 도 3은 본 발명자들이 검토한, CMUT 초음파 트랜스듀서의 단면도이다.
- 도 4는 본 발명자들이 검토한, 초음파 트랜스듀서의 돌기가 공동 하면에 접촉한 상태의 단면도이다.
- 도 5는 본 발명자들이 검토한, 초음파 트랜스듀서의 멤브레인이 공동 하면에 접촉한 단면도이다.
- 도 6은 돌기가 공동 하면에 접촉한 상태를 도시한 단면도이다.
- 도 7은 돌기가 공동 하면에 접촉한 상태에서 어느 일정 외력을 멤브레인에 가한 경우의 멤브레인의 변형을 돌기 중심으로부터의 거리로 플롯한 그래프이다.
- 도 8은 멤브레인에 배치된 강성 부재와 돌기의 중심의 어긋남량과 돌기 근방의 변형 및 멤브레인 접촉 전압의 관계를 나타낸 그래프이다.
- 도 9는 본 발명의 제1 실시예의 초음파 트랜스듀서에서, 강성 부재와 돌기의 중심이 일치하고 있지 않은 경우의 상면도이다.
- 도 10은 본 발명의 제1 실시예의 초음파 트랜스듀서에서, 강성 부재와 복수의 돌기가 겹쳐져 있는 경우의 상면도이다.

- 도 11은 본 발명의 제1 실시예의 초음파 트랜스듀서에서, 강성 부재가 십자 형상인 경우의 상면도이다.
- 도 12는 본 발명의 제1 실시예의 다른 초음파 트랜스듀서의 단면도이다.
- 도 13은 본 발명의 제2 실시예의 초음파 트랜스듀서의 단면도이다.
- 도 14는 본 발명의 제2 실시예의 다른 초음파 트랜스듀서의 단면도이다.
- 도 15는 본 발명의 제3 실시예의 초음파 트랜스듀서의 단면도이다.
- 도 16은 본 발명의 제3 실시예의 초음파 트랜스듀서의 상면도이다.
- 도 17은 본 발명의 제4 실시예의 초음파 트랜스듀서의 단면도이다.
- 도 18은 본 발명의 제5 실시예의 초음파 트랜스듀서의 상면도이다.
- 도 19는 본 발명의 제6 실시예의 초음파 트랜스듀서의 상면도이다.
- 도 20은 본 발명의 제7 실시예의 초음파 진단 장치의 구성 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하, 본 발명의 실시예를 도면에 기초하여 상세하게 설명한다.
- [0031] 이하의 실시예에 있어서는, 편의상, 그 필요가 있을 때에는, 복수의 섹션 또는 실시예로 분할하여 설명하지만, 특별히 명시한 경우를 제외하고, 그들은 서로 관계가 없는 것은 아니며, 한쪽은 다른 쪽의 일부 또는 전부의 변형예, 상세, 보충 설명 등의 관계에 있다. 또한, 이하의 실시예에 있어서, 요소의 수 등(개수, 수치, 양, 범위 등을 포함함)으로 언급하는 경우, 특별히 명시한 경우 및 원리적으로 명백하게 특정 수에 한정되는 경우 등을 제외하고, 그 특정 수에 한정되는 것은 아니며, 특정 수 이상이라도, 이하라도 좋다. 또한, 이하의 실시예에 있어서, 그 구성 요소(요소 스텝 등도 포함함)는, 특별히 명시한 경우 및 원리적으로 명백하게 필수라고 생각되는 경우 등을 제외하고, 반드시 필수인 것이 아닌 것은 물론이다. 마찬가지로, 이하의 실시예에 있어서, 구성 요소 등의 형상, 위치 관계 등으로 언급할 때에는, 특별히 명시한 경우 및 원리적으로 명백하게 그렇지 않다고 생각되는 경우 등을 제외하고, 실질적으로 그 형상 등에 근사 또는 유사한 것 등을 포함하는 것으로 한다. 이것은, 상기 수치 및 범위에 대해서도 마찬가지이다. 또한, 평면도라도 이해를 용이하게 하기 위해, 해칭을 부여하는 경우가 있다.
- [0032] 하기하는 실시예의 기재에서는, 용량 검출형 초음파 트랜스듀서(CMUT)에 있어서, 공동부에 돌출된 돌기의 하면이 공동 하면에 접촉한 상태에서부터 멤브레인 하면이 공동 하면에 접촉하는 상태 사이의 전압 마진을 확대함으로써 멤브레인 절연막에의 전하 주입이나 절연 내압의 저하를 억제한다고 하는 목적을, CMUT를 상면에서 보아, 공동에 돌출된 돌기와 멤브레인에 설치된 강성 부재 혹은 고영률 부재의 적어도 일부가 겹쳐져 있는 배치로 함으로써 실현하고 있다.
- [0033] 제1 실시예
- [0034] 도 3을 사용하여, CMUT의 기본적인 구조 및 동작을 설명한다. 하부 전극(101)의 상층에 절연막(103)으로 둘러싸인 공동부(102)가 형성되어 있다. 공동부(102) 상에는 절연막(103)을 개재하여 상부 전극(104)이 배치되어 있다. 상부 전극(104)과 하부 전극(101) 사이에 직류 전압과 교류 전압을 중첩하면, 정전기력이 상부 전극(104)과 하부 전극(101) 사이에 작용하여, 공동부(102) 상의 절연막(103)과 상부 전극(104)으로 구성되는 멤브레인(105)이 인가한 교류 전압의 주파수로 진동함으로써, 초음파를 발신한다.
- [0035] 수신인 경우는, 상부 전극(104)과 하부 전극(101) 사이에 직류 전압만을 인가해 두고, 멤브레인(105)의 표면에 도달한 초음파의 압력에 의해, 멤브레인(105)이 진동한다. 그러면, 상부 전극(104)과 하부 전극(101) 사이의 거리가 변화되므로, 용량의 변화로서 초음파를 검출할 수 있다.
- [0036] 초음파 트랜스듀서로서 가장 중요한 성능 중 하나는, 신호대 잡음비(SN비)가 높은 것이다. 예를 들어, 초음파 진단 장치나 탐상 검사 장치에 있어서 SN비가 높은 것은 화질이 선명한 것에 상당하며, 장치의 성능상 중요하다. CMUT에 있어서 SN비를 높게 하기 위해서는, 수신시의 용량 변화량을 크게 하면 된다. CMUT의 수나 면적을 증가시켜, 용량 변화량을 증가시킬 수도 있지만, 그 경우 트랜스듀서의 사이즈가 커져 버리므로, 단위 면적당 용량 변화량을 크게 할 필요가 있다. 즉, 수신 감도를 향상시키는 것이 필요하다. 또는, 송신 음압을 크게 하여, 검사 대상물로부터 반사해 오는 초음파의 음압을 높임으로써 수신시의 용량 변화량을 크게 하는 것

도 가능하다.

- [0037] 수신 감도를 향상시키기 위해서는, 상부 전극(104)과 하부 전극(101)의 간격을 가능한 한 좁게 하는 것이 좋으므로, 가능한 한 큰 직류 전압을 인가하는 것이 필요하다. 그러나, 멤브레인의 변형량이 진공 환산으로 양 전극간의 3분의 1 이상의 거리로 되면, 전극간의 정전기력이 멤브레인의 탄성 복원력보다도 커져, 멤브레인 하면(106)이 공동부 하면(107)에 접촉한다. 이 전압을 콜랩스 전압이라 한다. 이상의 이유로부터, 수신시에는 콜랩스 전압보다도 약간 작은 직류 전압을 인가하게 된다.
- [0038] 한편, 송신 음압을 향상시키기 위해서는, 멤브레인의 진폭을 최대한으로 하는 것이 바람직하다. 그러나, 구동 중에 멤브레인 하면(106)이 공동 하면(107)에 접촉하면, 절연막 중에 전하 주입이 발생하여, 송수신 특성이 드리프트된다. 그로 인해, CMUT의 구동 조건은, 멤브레인 하면(106)이 공동 하면(107)에 접촉하지 않는 범위에서 설정할 필요가 있다. 실제로는, 제조 편차에 의해, 공동부(102)의 높이가 변동되므로, 구동 조건은 멤브레인이 접촉하지 않는 조건에 더하여, 더욱 마진을 두고 설계되고, 멤브레인의 진폭은 공동부(102)의 높이보다도 훨씬 작아져, 송신 음압의 상한이 제한된다.
- [0039] 따라서, 공동부로 돌출된 절연막의 돌기를 형성하고, 또한 그 돌기가 상하 전극 사이에 끼워지지 않는 구조로 하도록 전극을 도려냄으로써, 돌기 접촉부에 있어서의 전계 강도가 저감되어, 전하 주입은 회피할 수 있다. 그러나, 전극을 도려내므로, 상하 전극의 겹침부의 면적이 작아져, CMUT의 구동 전압의 상승이나, 수신 감도의 저하를 초래하게 된다.
- [0040] 송수신 특성의 드리프트가 발생하지 않고, 또한 CMUT의 구동 전압의 상승이나 수신 감도의 저하를 초래하는 일 없이, 고 송신 음압을 실현하기 위해서는, 돌기의 수와 전극의 도려냄 면적을 필요 최소한으로 하는 것이 필요하다. 그때에 주의해야 할 것에 대해 도 4와 도 5를 사용하여 설명한다. 도 4는, 멤브레인(105) 하측에 설치된 돌기(108)가 공동 하면(107)에 접촉하고 있는 상태를 도시하는 단면도이다. 이 상태를 돌기 접촉 상태라 칭하는 것으로 한다. 고 송신 음압을 얻기 위해서는, 멤브레인의 진폭을 최대한으로 하는 것이 바람직하므로, 돌기 접촉 상태로 되는 전압 이상의 전압을 인가한다. 돌기 접촉 상태로 되는 전압 이상의 전압을 인가하면, 돌기(108)간의 멤브레인(105)이 공동 하면(107)에 근접하도록 변형되어, 일정 전압 이상에서 공동 하면(107)에 접촉한다. 이 상태를 멤브레인 접촉 상태라 칭하고, 도 5에 도시한다. 이 멤브레인 접촉 상태에서는, 멤브레인(105)에 전하 주입이 발생하므로, 멤브레인 접촉 상태로 되지 않도록 돌기 접촉 상태와의 전압 마진을 넓게 취하는 것이 동작 신뢰성 향상의 포인트가 된다. 전압 마진을 확대하기 위해서는, 멤브레인 전체의 강성을 높이면 되지만, 구동 전압도 높아져 버리므로 좋은 대책은 아니다. 따라서, 돌기 하면(106)이 공동 하면(107)에 비접촉 상태에서의 멤브레인 전체의 강성은 높이지 않고, 돌기 접촉 상태에서의 멤브레인 강성을 높이도록 하면, 상기한 마진 전압을 넓게 취할 수 있어, 송수신 특성의 드리프트 없이, 송신 음압을 향상시킬 수 있다.
- [0041] 본 실시예에 따른 CMUT의 단면 구조를 도 1을 사용하여 설명한다. CMUT는, 기판(206) 상에 배치된 직육면체의 하부 전극(201)과, 하부 전극(201) 상에 배치된 직육면체의 공동부(202)와, 공동부(202) 상에 배치된 직육면체의 상부 전극(205) 등을 구비하여 구성된다. 또한, 하부 전극(201)과 공동부(202) 사이에 하부 전극(201)을 덮도록 절연막(209)이 형성되어 있고, 상부 전극(205)과 공동부(202) 사이에, 공동부(202)와 하부 전극(201)을 덮도록 절연막(208)이 형성되고, 공동부(202)에는, 절연막(208) 하면으로부터 공동부(202)에 돌출된 원기둥 형상의 돌기(204)가 적어도 하나 이상 배치되어 있다. 또한, 절연막(208) 상에는 절연막(207)이 덮여 있다. 상술한 돌기(204)나 절연막(207, 208, 209)은 산화 실리콘이나 질화 실리콘 등으로 형성된다. 절연막(207)의 상면에는, 강성 부재(203)인 직육면체의 빔 부재가 적어도 하나 이상 배치되어 있다. 이 강성 부재(203)인 빔 부재는, 절연막(207, 208, 209)과 마찬가지로 산화 실리콘, 질화 실리콘 등과 같이 동일한 재료로 형성되어도 되고, 또한 다른 재료여도 된다. 또한, 절연막(207), 상부 전극(205), 절연막(208)으로 구성되는 멤브레인(210)이 진동함으로써 초음파를 송신한다. 금후는, 설명의 사정상, 돌기(204) 중, 절연막(209)과 공동을 사이에 두고 대향하고 있는 면을 돌기 하면(211), 절연막(209) 중, 공동에 노출되어 있는 면을 공동 하면(213)이라 칭한다. 또한, 멤브레인(210) 중, 공동에 노출되어 있는 면을 멤브레인 하면(212)이라 칭한다. 그리고, 돌기 하면(211)이 공동 하면(213)에 접촉하는 것을 돌기 접촉, 또한 그때의 전압을 돌기 접촉 전압, 그리고 멤브레인 하면(212)이 공동 하면(213)에 접촉하는 것을 멤브레인 접촉, 또한 그때의 전압을 멤브레인 접촉 전압이라 칭하는 것으로 한다. 또한, 멤브레인 접촉 전압과 돌기 접촉 전압의 차를 마진 전압이라고 칭하는 것으로 한다.
- [0042] 도 1에 도시하는 CMUT의 제조 방법에 대해 기재한다. 기본적인 제조 방법은 특허문헌 3에 기재되어 있고, 여기서는, 강성 부재(203)인 빔 부재의 형성 방법에 대해 서술한다. 빔 부재는, 절연막(207) 상에 빔 부재의 재료로 되는 박막, 예를 들어 산화 실리콘이나 질화 실리콘을 플라즈마 CVD법에 의해 퇴적시키고, 포토그래피 기술

과 드라이 에칭 기술에 의해 형성한다. 여기서 멤브레인(210)의 두께는 디바이스 특성에 큰 영향을 미치므로, 드라이 에칭시에 절연막(207)이 얇아지지 않도록 주의가 필요하다. 예를 들어, 강성 부재(203)인 빔 부재를 상측에서 보아 질화 실리콘, 산화 실리콘의 순서로 되는 적층막으로 하고, 절연막(207)을 질화 실리콘으로 함으로써, 강성 부재(203)인 빔 부재 에칭 종료 후의 기초 절연막(207)의 깎임량이 적어져, 멤브레인(210)의 두께의 에칭 전후의 변화량을 적게 억제할 수 있다.

[0043]

본 실시예에 따른 CMUT 상면 구조를 도 2를 사용하여 설명한다. 도 2는 도 1의 상면도를 도시하고 있다. 또한, 도 1은 도 2의 선 A-A'로 절단한 단면도를 도시하고 있다. 또한, 도 2에 있어서, 설명의 편의상, 강성 부재(203)로부터 돌기(204) 등을 투시하여 도시하고 있다. 금후는 설명의 사정상, 공동(202), 상부 전극(205)에 대해서는, 지면(紙面)의 종방향을 폭, 횡방향을 길이로 하고, 강성 부재(203)에 대해서는, 지면 종방향을 길이, 횡방향을 폭으로 한다. 우선, 상부 전극(205)의 형상을 기재한다. 예를 들어, 상부 전극(205)은 복수의 원 형상의 구멍부를 갖고 있다. 상면에서 보아, 상부 전극(205)의 복수의 원 형상의 구멍부(214)의 대략 중앙의 위치에 돌기(204)가 각각 배치되어 있다. 상면에서 보아, 돌기(204)는 상부 전극(205)의 구멍부(214)에 배치되어 있으므로, 상부 전극(205)과는 겹치지 않는 위치에 배치되어 있게 된다. 즉, 돌기(204)의 연직 방향에는 상부 전극(205)이 없다. 도 2에서는, 상부 전극(205)의 일부가 도려내어져 있어, 상면에서 보아 돌기(204)와 상부 전극(205)은 겹치지 않도록 배치되어 있지만, 도려내는 전극은 하부 전극(201)이어도 된다. 중요한 것은, 상부 전극(205)과 하부 전극(201) 중, 적어도 한쪽의 전극은 돌기(204)와 상면에서 보아 겹치지 않는 위치에 배치되어 있다는 것이다. 이러한 배치로 되어 있는 이유는, 직류 전압 혹은 교류 전압을 전극 사이에 인가하여, 돌기 하면(211)이 공동 하면(213)에 접촉한 경우에 돌기(204)와 절연막(209)에 강전계가 인가되어, 전하 주입이 발생하는 일이 없도록, 전극을 도려냄으로써 전극간 거리를 이격시켜, 전계 강도를 낮추기 위함이다.

[0044]

강성 부재(203)와 돌기(204)의 위치 관계에 대해, 도 2를 사용하여 설명한다. 돌기(204)는, 상면에서 보아 공동(202)의 폭 방향 중앙에 적어도 하나 이상 배치되어 있다. 또한, 강성 부재(203)는, 상부 전극(205)의 구멍부(214)와 돌기(204)에 대해, 상면에서 보아 일부라도 겹치도록 배치되어 있다. 도 1과 도 2에서는, 강성 부재(203)와 돌기(204)가 상면에서 보아 공동 길이 방향으로 등간격으로 배치되어 있지만, 부등간격이어도 된다. 단, 부등 간격인 경우, 하나의 CMUT 내에 복수의 멤브레인 접촉 전압이 존재하게 되어, 설계상 바람직하지 않으므로, 등간격으로 하는 것이 좋다. 또한, 강성 부재(203)끼리와 돌기(204)끼리의 간격은, 멤브레인 접촉 전압과 돌기 접촉 전압의 대소 관계로부터 정하는 것이 좋다. 예를 들어, 멤브레인 접촉 전압이 돌기 접촉 전압보다도 낮은 경우, 강성 부재(203)와 돌기(204)의 간격을 좁게 하여, 멤브레인 접촉 전압을 향상시킨다. 단, 돌기(204)의 간격을 좁게 하면 상부 전극(205)의 면적이 감소하여, CMUT의 감도 저하를 초래하므로, 설계 단계에서 필요 최저한의 마진 전압을 충족시키는 돌기 간격으로 하는 것이 좋다.

[0045]

본 제1 실시예의 특징은, 도 1과 도 2에 도시하는 바와 같이, 상부 전극(205)과 하부 전극(201) 중, 적어도 한쪽의 전극은 공동(202)에 돌출된 돌기(204)와 상면에서 보아 겹치지 않는 위치에 배치되어 있는 CMUT에 있어서, 멤브레인(210)에 설치된 강성 부재(203)와 돌기(204)가 상면에서 보아 일부라도 겹치도록 배치되어 있는 것이다. 이러한 구조로 함으로써, 돌기(204) 바로 위의 멤브레인이 두꺼워져, 강성이 높아지고, 마진 전압을 크게 취할 수 있다. 즉, 고 송신 음압을 얻기 위해, 돌기 하면(211)이 공동 하면(213)에 접촉하는 구동 조건에서 멤브레인(210)을 최대한으로 진동시키는 경우에 있어서도, 멤브레인 접촉을 방지할 수 있다. 실제의 CMUT에서는, 제조 편차에 의해, 부분적으로 멤브레인 접촉 전압이 설계보다도 낮아지는 경우가 있지만, 상기한 구조로 함으로써, 멤브레인 접촉을 방지하여, 멤브레인(210)의 절연막(208)에의 전하 주입을 저감시킬 수 있다. 이로 인해, CMUT의 동작 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0046]

상면에서 본 경우에, 강성 부재(203)와 돌기(204)가 일부라도 겹치도록 배치하면 좋은 이유를 도 6을 사용하여 설명한다. 여기서의 포인트는, 상면에서 보아 돌기(204)와 겹치는 영역의 멤브레인(210)을 두껍게 하여, 국소적으로 강성을 높게 하고 있는 점이다. 또한, 도 6에서는 도 1에서 도시한 절연막(207), 상부 전극(205), 절연막(208)을 통합하여 멤브레인(310)으로서 도시하고 있다. 도 7에서는, 도 6의 돌기 접촉 상태에서부터 일정 크기의 외력을 멤브레인(310) 전체에 균일하게 인가하여, 멤브레인(310)의 변형을 돌기(304) 중심으로부터의 거리로 플롯한 시뮬레이션 결과이다. 변형은 돌기(304) 근방에서 최대값으로 되고, 멀어짐에 따라 단조롭게 감소한다. 이 결과는, 돌기 접촉 상태에서부터 멤브레인(310)이 변형되는 경우, 돌기(304)가 고정 단부로 되므로, 돌기(304)의 근방의 변형이 최대로 되는 것을 의미하고 있다. 따라서, 돌기 근방의 변형을 저감시킬 수 있으면, 마진 전압을 확대할 수 있게 된다. 도 8에, 강성 부재와 돌기의 위치 관계와 돌기 근방의 변형의 크기의 관계를 나타낸 그래프를 나타낸다. 도 8의 (b)에 나타내어지는 바와 같이, 강성 부재와 돌기의 어긋남량 d 가 작은 경우는, 돌기 근방의 변형은 작아, 강성 부재와 돌기의 중심이 일치하고 있는 경우가 최소로 된다. 한편, 강성 부

재와 돌기가 겹치지 않는 경우, 돌기 근방의 변형은 커진다. 도 8의 (c)에, 강성 부재와 돌기 사이의 어긋남량 d와 멤브레인 접촉 전압의 관계를 나타낸다. 어긋남량 d가 작은 경우는, 멤브레인 접촉 전압은 크지만, 어긋남량 d가 커지면 멤브레인 접촉 전압은 저하된다. 이상으로부터, 강성 부재를 배치하는 장소는 돌기 근방의 변형에 크게 영향을 미쳐, 강성 부재와 돌기의 중심이 일치하도록 배치하는 경우에 돌기 근방의 변형이 가장 작아 효과적이다. 단, 상면도인 도 9에 도시하는 구조와 같이 직육면체의 강성 부재(303)와 원기둥 형상의 돌기(304)가 상면에서 보아 일부라도 겹쳐 있으면 돌기 근방의 변형을 저감시키는 효과는 있다. 또한, 강성 부재(303)의 상면으로부터 본 형상이나 배치는, 원하는 주파수 특성에 따라 적절하게 결정하면 된다. 또한, 도 10에 도시하는 바와 같이, 하나의 직육면체의 강성 부재(303)에 대해 상면에서 보아, 원기둥 형상의 복수의 돌기(304) 중 적어도 일부가 겹쳐 있는 배치여도 된다. 이 구조에 있어서도, 상술한 내용과 마찬가지로 상면에서 보아, 복수의 돌기(304)는 상부 전극(305)과 겹치지 않도록 배치되어 있다. 또한, 강성 부재(303)는, 상면에서 보아, 복수의 돌기(304) 중 적어도 일부는 겹치도록 배치되어 있다. 이러한 구조는, 공동(302)의 폭이 넓고, 공동 폭 방향의 강성이 낮은 경우에, 멤브레인 접촉 전압을 향상시키는 수단으로서 유효하다. 단, 돌기(304)를 증가시키면 상부 전극(305)의 면적이 줄어들어, CMUT의 감도가 저하되므로, 필요 최저한의 수로 하는 것이 좋다. 또한, 도 11에 도시하는 바와 같이, 강성 부재(303)의 형상을 십자형으로 해도 된다. 이 구조에서는, 돌기(304)간의 멤브레인에 있어서, 강성 부재(303)가 배치된 개소에서는, 멤브레인이 두꺼워져, 강성을 향상시킬 수 있으므로, 돌기간 멤브레인의 접촉 전압을 향상시킬 수 있다. 도 2에 도시한 직사각형의 강성 부재(203)의 폭을 넓히는 것으로도, 돌기간의 멤브레인의 강성을 높일 수 있지만, 강성 부재(203)의 면적이 커지고, 멤브레인 전체의 강성이 높아져, 구동 전압이 올라가 버리므로, 신뢰성의 면에서 불리해진다. 즉, 도 11에 도시하는 십자형의 강성 부재(303)에서는, 구동 전압을 크게 바꾸는 일 없이, 돌기간 멤브레인의 접촉 전압을 올릴 수 있다. 또한, 이상에서는 멤브레인 표면에 강성 부재가 배치되어 있는 구조의 설명을 하였지만, 도 12에 도시하는 바와 같이 강성 부재(303)가 멤브레인(310)의 내부에 매립되어 있어도 된다. 멤브레인(310)의 형상은 평탄한 것이 바람직한 것에 대해, 구성되는 막의 잔류 응력에 의해, 팽창, 혹은 오목부가 발생하는 경우가 있지만, 도 12에 도시하는 바와 같이, 강성 부재(303)가 매립되는 장소를 바꿈으로써, 멤브레인(310)의 잔류 응력 분포를 제어할 수 있어, 멤브레인(310)의 팽창 혹은, 오목부 형상을 제어하는 것이 가능해진다.

[0047] 제2 실시예

[0048] 본 제2 실시예에 의한 CMUT의 구조를 도 13을 사용하여 설명한다. CMUT는, 기관(506) 상에 배치된 직육면체의 하부 전극(501)과, 하부 전극(501) 상에 배치된 공동부(502)와, 공동부(502) 상에 배치된 직육면체의 상부 전극(505) 등을 구비하여 구성된다. 또한, 하부 전극(501)과 공동부(502) 사이에 하부 전극(501)을 덮도록 절연막(509)이 형성되어 있고, 상부 전극(505)과 공동부(502) 사이에, 공동부(502)와 하부 전극(501)을 덮도록 절연막(508)이 형성되어 있다. 공동부(502)에는, 절연막(509) 상면으로부터 공동부(502)로 돌출된 원기둥 형상의 돌기(504)가 적어도 하나 이상 배치되어 있다. 이 돌기(504)는 절연막으로 구성된다. 또한, 절연막(507)의 상면에는, 직육면체의 강성 부재(503)가 적어도 하나 이상 배치되어 있다. 이 강성 부재(503)인 빔 부재는, 절연막(507, 508, 509)과 마찬가지로 산화 실리콘, 질화 실리콘 등과 같이 동일한 재료로 형성되어도 되고, 또한 다른 재료여도 된다. 또한, 절연막(507), 상부 전극(505), 절연막(508)으로 구성되는 멤브레인(510)이 진동함으로써 초음파를 송신한다. 급후는, 설명의 사정상, 돌기(504) 중, 절연막(508)과 공동을 사이에 두고 대향하고 있는 면을 돌기 상면(514), 절연막(509) 중, 공동에 노출되어 있는 면을 공동 하면(513)이라 칭한다. 또한, 멤브레인(510) 중, 공동에 노출되어 있는 면을 멤브레인 하면(512)이라 칭한다. 그리고, 돌기 상면(514)이 멤브레인 하면(512)에 접촉하는 것을 돌기 접촉, 또한 그때의 전압을 돌기 접촉 전압, 그리고 멤브레인 하면(512)이 공동 하면(513)에 접촉하는 것을 멤브레인 접촉, 또한 그때의 전압을 멤브레인 접촉 전압이라 칭하는 것으로 한다. 또한, 멤브레인 접촉 전압과 돌기 접촉 전압의 차를 마진 전압이라 칭하는 것으로 한다. 강성 부재(503)끼리와 돌기(504)끼리의 간격은, 제1 실시예에 서술한 내용과 마찬가지로, 멤브레인 접촉 전압과 돌기 접촉 전압의 대소 관계로 정하는 것이 좋다. 예를 들어, 멤브레인 접촉 전압이 돌기 접촉 전압보다도 낮은 경우, 강성 부재(503)와 돌기(504)의 간격을 좁게 하여, 멤브레인 접촉 전압을 향상시킨다.

[0049] 전술한 제1 실시예와의 차이점은, 돌기(504)가 공동 하면(513)으로부터 공동(502)으로 돌출되어 있는 점이다. 이 구조에서 멤브레인 하면(512)이 돌기 상면(514)에 접촉하면, 도 6에 도시하는 돌기(304)가 멤브레인 하면(312)으로부터 공동(302)으로 돌출된 구조와 마찬가지로의 상태로 된다. 따라서, 돌기(504)가 공동 하면(513)으로부터 돌출된 구조에 있어서도, 상면으로부터 보아 강성 부재와 돌기의 중심이 일치하도록 배치하면 돌기 접촉 전압과 멤브레인 접촉 전압의 차를 크게 할 수 있으므로, 제1 실시예의 초음파 트랜스듀서와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.

- [0050] 또한, 제1 실시예의 초음파 트랜스듀서와 마찬가지로 상면에서 보아 강성 부재(503)와 돌기(504)의 중심이 일치하고 있는 배치에서 최대의 효과가 얻어지지만, 일부라도 겹쳐 있으면 효과는 있다. 이러한 구조로 하면, 돌기가 CMUT 진동부의 멤브레인층에 없으므로써, CMUT의 주파수 특성의 설계가 쉬워지는 특징이 있다. 또한, 이상에서는 멤브레인 표면에 강성 부재가 배치되어 있는 구조의 설명을 하였지만, 도 14에 도시하는 바와 같이 강성부(503)가 멤브레인(510)의 내부에 매립되어 있어도 되고, 제1 실시예에서 기재한 것과 마찬가지로 멤브레인(510)의 형상 제어가 쉬워진다고 하는 특징이 있다.
- [0051] 제3 실시예
- [0052] 본 제3 실시예에 의한 CMUT의 구조를, 도 15와 도 16을 사용하여 설명한다. 도 15에는, 하나의 CMUT를 도시한 단면도를 도시한다. CMUT 셀은, 직육면체의 하부 전극(701)과, 하부 전극(701) 상에 배치된 공동부(702)와, 공동부(702) 상에 배치된 직육면체의 상부 전극(705) 등을 구비하여 구성된다. 또한, 하부 전극(701)과 공동부(702) 사이에 하부 전극(701)을 덮도록 절연막(709)이 형성되어 있고, 상부 전극(705)과 공동부(702) 사이에, 공동부(702)와 하부 전극(701)을 덮도록 절연막(708)이 형성되어 있다. 공동부(702)에는, 절연막(708) 하면으로부터 공동부(702)로 돌출된 원기둥 형상의 돌기(704)가 적어도 하나 이상 배치되어 있다. 이 돌기(704)는 절연막으로 구성된다. 상술한 돌기(704)나 절연막(707, 708, 709)은 산화 실리콘이나 질화 실리콘 등으로 형성된다. 멤브레인(710)에는, 직육면체의 고영률 부재(703)가 매립되어 있다. 도 15에서는, 고영률 부재(703)가 절연막(707)에 매립되어 있지만, 절연막(708)에 매립되어 있어도 되고, 절연막(707)과 절연막(708)의 양쪽에 매립되어 있어도 된다. 고영률 부재(703)는, 주위의 절연막(707)이나 절연막(708)보다도 영률이 높은 재료, 예를 들어 텅스텐 등의 금속 재료나 알루미늄 등의 세라믹 재료 등, 혹은 이온의 주입 등에 의해 절연막(707)이나 절연막(708)을 개질하고, 영률을 향상시켜 형성한다. 금속은, 설명의 사정상, 돌기(704) 중, 절연막(709)과 공동부를 사이에 두고 대향하고 있는 면을 돌기 하면(711), 절연막(709) 중, 공동에 노출되어 있는 면을 공동 하면(713)이라 칭한다. 또한, 멤브레인(710) 중, 공동에 노출되어 있는 면을 멤브레인 하면(712)이라 칭한다. 그리고, 돌기 하면(711)이 공동 하면(713)에 접촉하는 것을 돌기 접촉, 또한 그때의 전압을 돌기 접촉 전압, 그리고 멤브레인 하면(712)이 공동 하면(713)에 접촉하는 것을 멤브레인 접촉, 또한 그때의 전압을 멤브레인 접촉 전압이라 칭하는 것으로 한다.
- [0053] 고영률 부재(703)와 돌기(704)의 위치 관계에 대해, 도 16을 사용하여 설명한다. 또한, 도 15는 도 16의 선 A-A'로 절단한 단면도를 도시하고 있다. 또한, 도 16에 있어서, 설명의 편의상, 고영률 부재(703)로부터 돌기(704) 등을 투시하여 도시하고 있다. 금속은 설명의 사정상, 공동(702), 상부 전극(705)에 대해서는, 지면의 종방향을 폭, 횡방향을 길이로 하고, 고영률 부재(703)에 대해서는, 지면 종방향을 길이, 횡방향을 폭으로 한다. 돌기(704)는, 상면에서 보아 공동(702)의 폭 방향 중앙에 적어도 하나 이상 배치되어 있다. 또한, 고영률 부재(703)는 돌기(704) 각각에 대해, 상면에서 보아 중심부가 일치하도록 배치되어 있다. 또한, 상부 전극(705)과 하부 전극(701) 중, 적어도 한쪽의 전극은 돌기(704)와 상면에서 보아 겹치지 않는 위치에 배치되어 있다. 도 16에서는, 상부 전극(705)의 일부가 도려내어져 있어, 상면에서 보아 돌기(704)와 상부 전극(705)은 겹치지 않도록 배치되어 있지만, 도려내는 전극은 하부 전극(701)이어도 된다. 이러한 배치로 되어 있는 이유는, 직류 전압 혹은 교류 전압을 전극 사이에 인가하여, 돌기 하면(711)이 공동 하면(713)에 접촉한 경우에 돌기(704)와 절연막(709)에 강전계가 인가되어, 전하 주입이 발생하는 일이 없도록, 전극을 도려냄으로써 전극간 거리를 이격시켜, 전계 강도를 낮추기 위함이다. 도 15와 도 16에서는, 높은 영률재(703)와 돌기(704)가 공동 길이 방향으로 등간격으로 배치되어 있지만, 부등간격이어도 된다. 단, 부등간격의 경우, 하나의 CMUT 내에 복수의 멤브레인 접촉 전압이 존재하게 되어, 설계상 바람직하지 않으므로, 등간격으로 하는 것이 좋다. 또한, 고영률 부재(703)끼리와 돌기(704)끼리의 간격은, 멤브레인 접촉 전압과 돌기 접촉 전압의 대소 관계로부터 정하는 것이 좋다. 예를 들어, 멤브레인 접촉 전압이 돌기 접촉 전압보다도 낮은 경우, 고영률 부재(703)와 돌기(704)의 간격을 좁게 하여, 멤브레인 접촉 전압을 향상시킨다.
- [0054] 본 제3 실시예의 특징은, 도 15와 도 16에 도시하는 바와 같이, 상부 전극(705)과 하부 전극(701) 중, 적어도 한쪽의 전극은 공동(702)으로 돌출된 돌기(704)와 상면에서 보아 겹치지 않는 위치에 배치되어 있는 CMUT에 있어서, 멤브레인(710)에 설치된 고영률 부재(703)와 돌기(704)가 상면에서 보아 일부라도 겹치도록 배치되어 있는 것이다. 여기서의 포인트는, 상면에서 보아 돌기(704)와 겹치는 영역의 멤브레인 내부에 고영률 부재를 배치함으로써, 국소적으로 강성을 높게 하고 있는 점이다. 이러한 구조로 함으로써, 돌기 접촉 전압과 멤브레인 접촉 전압의 차를 크게 취할 수 있다. 즉, 고 송신 음압을 얻기 위해, 돌기 하면(711)이 공동 하면(713)에 접촉하는 구동 조건에서 멤브레인(710)을 최대한으로 진동시키는 경우에 있어서도, 멤브레인 접촉을 방지할 수 있다. 실제의 CMUT에서는, 제조의 편차에 의해, 부분적으로 멤브레인 접촉 전압이 설계보다도 낮아지는 경우가

있지만, 상기한 구조로 함으로써, 멤브레인 접촉을 방지하여, 멤브레인(710)의 절연막(708)에의 전하 주입을 저감시킬 수 있다. 이로 인해, CMUT의 동작 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 또한, CMUT 표면을 평탄하게 할 수 있다고 하는 특징이 있다.

[0055] 제4 실시예

[0056] 본 제4 실시예에 의한 CMUT의 구조를 도 17을 사용하여 설명한다. CMUT는, 기관(706) 상에 배치된 직육면체의 하부 전극(701)과, 하부 전극(701) 상에 배치된 공동부(702)와, 공동부(702) 상에 배치된 직육면체의 상부 전극(705) 등을 구비하여 구성된다. 또한, 하부 전극(701)과 공동부(702) 사이에 하부 전극(701)을 덮도록 절연막(709)이 형성되어 있고, 상부 전극(705)과 공동부(702) 사이에, 공동부(702)와 하부 전극(701)을 덮도록 절연막(708)이 형성되어 있다. 공동부(702)에는, 절연막(709) 상면으로부터 공동부(702)로 돌출된 원기둥 형상의 돌기(704)가 적어도 하나 이상 배치되어 있다. 이 돌기(704)는 절연막으로 구성된다. 또한, 절연막(707)의 상면에는, 직육면체의 고영률 부재(703)가 적어도 하나 이상 매립되어 있다. 설명의 사정상, 돌기(704) 중, 절연막(708)과 공동(702)을 사이에 두고 대향하고 있는 면을 돌기 상면(714), 절연막(709) 중, 공동에 노출되어 있는 면을 공동 하면(713)이라 칭한다. 또한, 멤브레인(710) 중, 공동에 노출되어 있는 면을 멤브레인 하면(712)이라 칭한다. 그리고, 돌기 상면(714)이 멤브레인 하면(712)에 접촉하는 것을 돌기 접촉, 또한 그때의 전압을 돌기 접촉 전압, 그리고 멤브레인 하면(712)이 공동 하면(713)에 접촉하는 것을 멤브레인 접촉, 또한 그때의 전압을 멤브레인 접촉 전압이라 칭하는 것으로 한다. 고영률 부재(703)끼리와 돌기(704)끼리의 간격은, 멤브레인 접촉 전압과 돌기 접촉 전압의 대소 관계로부터 정하는 것이 좋다. 예를 들어, 멤브레인 접촉 전압이 돌기 접촉 전압보다도 낮은 경우, 고영률 부재(703)와 돌기(704)의 간격을 좁게 하여, 멤브레인 접촉 전압을 향상시킨다.

[0057] 전술한 제3 실시예와의 차이점은, 돌기(704)가 공동 하면(713)으로부터 공동(702)에 돌출되어 있는 점이다. 이 구조에서 멤브레인 하면(712)이 돌기 상면(714)에 접촉하면 도 15에 도시하는 구조의 돌기 접촉 상태와 마찬가지로의 상태로 된다. 따라서, 돌기(704)가 공동 하면(713)으로부터 돌출된 구조에 있어서도, 상면에서 보아 고영률 부재와 돌기의 중심이 일치하도록 배치하면 돌기 접촉 전압과 멤브레인 접촉 전압의 차를 크게 할 수 있어, CMUT의 동작 신뢰성을 향상시킬 수 있으므로, 제3 실시예의 초음파 트랜스듀서와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다. 또한, 제3 실시예의 초음파 트랜스듀서와 마찬가지로 고영률 부재와 돌기가 상면에서 보아 일부라도 겹쳐 있으면 효과는 있다. 이러한 구조로 하면, 돌기가 CMUT 진동부의 멤브레인측에 없음으로써, CMUT의 주파수 특성의 설계가 쉬워지는 특징이 있다.

[0058] 제5 실시예

[0059] 도 18은 본 제5 실시예의 초음파 트랜스듀서를 도시하는 상면도이다. 이 초음파 트랜스듀서는 원 형상의 돌기(804)와 원 형상의 멤브레인(810)과 멤브레인(810)의 상면에 원 형상의 강성 부재(803) 또는 고영률 부재(805)를 포함하고 있다. 강성 부재(803)와 돌기(804)는, 멤브레인(810)의 중앙과 그 상하 좌우의 멤브레인 단부의 중간에 배치되어 있다. 강성 부재(803)와 돌기(804)는 상면에서 보아 일부가 겹치도록 배치되어 있다. 원 형상의 돌기(804)는 일레이며, 삼각 형상, 오각 형상, 칠각 형상 등, 다른 다각 형상이어도 된다. 또한, 강성 부재(803) 또는 고영률 부재(805)에 있어서도, 원 형상은 일레이며, 삼각 형상, 오각 형상, 칠각 형상 등, 다른 다각 형상이어도 된다. 강성 부재(803)와 돌기(804)의 개수와 배치에 대해서는, 돌기 접촉 전압과 멤브레인 접촉 전압의 대소 관계로 정하면 된다. 예를 들어, 도 18의 구조에 있어서 멤브레인 접촉 전압이 돌기 접촉 전압보다도 낮은 경우, 강성 부재(803)와 돌기(804)의 수를 증가시켜야 한다. 그 경우의 배치 장소는, 멤브레인 접촉 전압으로 멤브레인이 접촉하는 개소가 좋다.

[0060] 제6 실시예

[0061] 도 19는 본 제6 실시예의 초음파 트랜스듀서를 도시하는 상면도이다. 이 초음파 트랜스듀서는 원 형상의 돌기(904)와 팔각 형상의 멤브레인(910)과 멤브레인(910)의 상면에 원 형상의 강성 부재(903), 또는 고영률 부재(905)를 포함하고 있다. 강성 부재(903)와 돌기(904)는, 멤브레인(910)의 중앙과 그 주위에 배치되어 있다. 강성 부재(903)와 돌기(904)는 상면에서 보아 일부가 겹치도록 배치되어 있다. 팔각 형상의 멤브레인(910)은 일레이며, 삼각 형상, 오각 형상, 칠각 형상 등, 다른 다각 형상이어도 된다. 또한, 원 형상의 돌기(904)는 일레이며, 삼각 형상, 오각 형상, 칠각 형상 등, 다른 다각 형상이어도 된다. 또한, 강성 부재(903) 또는 고영률 부재(905)에 있어서도, 원 형상은 일레이며, 삼각 형상, 오각 형상, 칠각 형상 등, 다른 다각 형상이어도 된다. 강성 부재(903)와 돌기(904)의 개수와 배치에 대해서는, 돌기 접촉 전압과 멤브레인 접촉 전압의 대소 관계로 정하면 된다. 예를 들어, 도 19의 구조에 있어서 멤브레인 접촉 전압이 돌기 접촉 전압보다도 낮은 경우, 강성 부재(903)와 돌기(904)의 수를 증가시켜야 한다. 그 경우의 배치 장소는, 멤브레인 접촉 전압으로 멤브레인이

접촉하는 개소가 좋다.

[0062]

제7 실시예

[0063]

도 20을 참조하면서, 본 발명의 초음파 트랜스듀서를 구비한 초음파 진단 장치의 구성과 그 동작에 대해 설명한다. 초음파 진단 장치(1001)는, 초음파 탐촉자(1002), 송수신 분리부(1003), 송신부(1004), 바이어스부(1006), 수신부(1008), 정상(整相) 가산부(1010), 화상 처리부(1012), 표시부(1014), 제어부(1016), 조작부(1018)로 구성된다.

[0064]

초음파 탐촉자(1002)는, 피검체에 접촉시켜 피검체와의 사이에서 초음파를 송수파하는 장치이다. 초음파 탐촉자(1002)로부터 초음파가 피검체로 송파되고, 피검체로부터의 반사 에코 신호가 초음파 탐촉자(1002)에 의해 수파된다. 제1 내지 제6 실시예 중 어느 하나의 초음파 트랜스듀서는, 초음파 탐촉자(1002)의 내부에 수납되어, 후술하는 송수신 분리부(1003)와 전기적으로 접속된다. 송신부(1004) 및 바이어스부(1006)는, 초음파 탐촉자(1002)에 구동 신호를 공급하는 장치이다. 수신부(1008)는, 초음파 탐촉자(1002)로부터 출력되는 반사 에코 신호를 수신하는 장치이다. 수신부(1008)는 또한, 수신한 반사 에코 신호에 대해 아날로그 디지털 변환 등의 처리를 행한다. 송수신 분리부(1003)는, 송신시에는 송신부(1004)로부터 초음파 탐촉자(1002)로 구동 신호를 전달하고, 수신시에는 초음파 탐촉자(1002)로부터 수신부(1008)로 수신 신호를 전달하도록 송신과 수신을 전환, 분리하는 것이다. 정상 가산부(1010)는, 수신된 반사 에코 신호를 정상 가산하는 장치이다. 화상 처리부(1012)는, 정상 가산된 반사 에코 신호에 기초하여 진단 화상(예를 들어, 단층 이미지나 혈류 이미지)을 구성하는 장치이다. 표시부(1014)는, 화상 처리된 진단 화상을 표시하는 표시 장치이다. 제어부(1016)는, 상술한 각 구성 요소를 제어하는 장치이다. 조작부(1018)는, 제어부(1016)에 지시를 부여하는 장치이다. 조작부(1018)는, 예를 들어 트랙볼이나 키보드나 마우스 등의 입력 기기로 구성된다.

산업상 이용가능성

[0065]

본 발명의 초음파 트랜스듀서는, 초음파 탐촉자를 사용하는 초음파 진단 장치, 구조 내부의 결함 검사 장치, 물체 위치 검지 장치, 유속 계측 장치 등에 이용할 수 있다. 그리고, 고 송신 음압과 고 수신 감도를 실현할 수 있고, 또한 장기간 구동에 있어서의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

부호의 설명

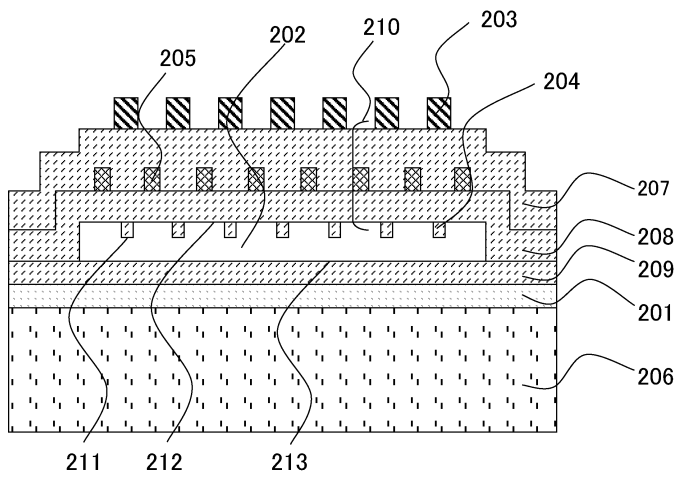
[0066]

- 201, 301, 501, 701, 801, 901 : 하부 전극
- 202, 302, 502, 702 : 공동부
- 207, 208, 209, 309, 507, 508, 509, 707, 708, 709 : 절연막
- 205, 305, 505, 705 : 상부 전극
- 210, 310, 510, 710, 810, 910 : 멤브레인
- 213, 313, 513, 713 : 공동 하면
- 203, 303, 503, 803, 903 : 강성 부재
- 204, 304, 504, 704, 804, 904 : 돌기
- 206, 306, 506, 706 : 기관
- 211, 311, 711 : 돌기 하면
- 212, 312, 512, 712 : 멤브레인 하면
- 514, 714 : 돌기 상면
- 703, 805, 905 : 고 영률 부재
- 1001 : 초음파 진단 장치
- 1002 : 초음파 탐촉자
- 1003 : 송수신 분리부

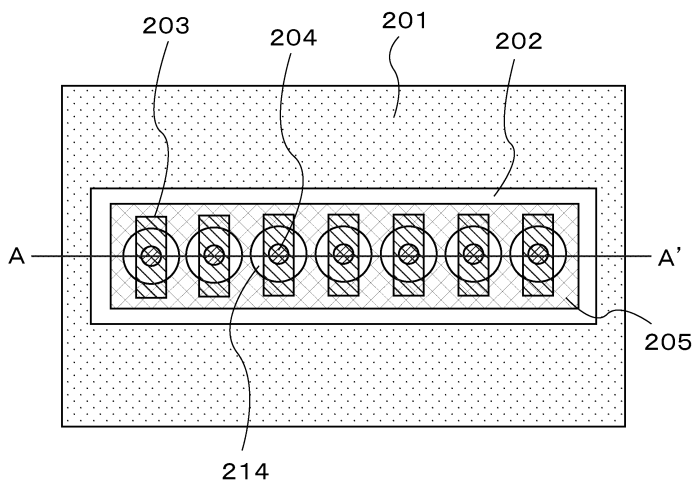
- 1004 : 송신부
- 1006 : 바이어스부
- 1008 : 수신부
- 1010 : 정상 가산부
- 1012 : 화상 처리부
- 1014 : 표시부
- 1016 : 제어부
- 1018 : 조작부

도면

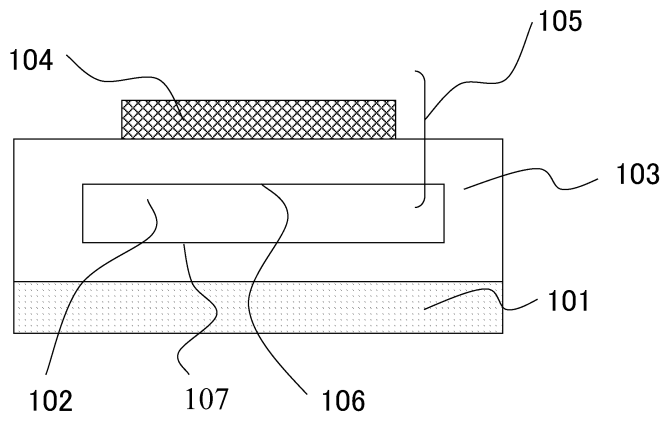
도면1



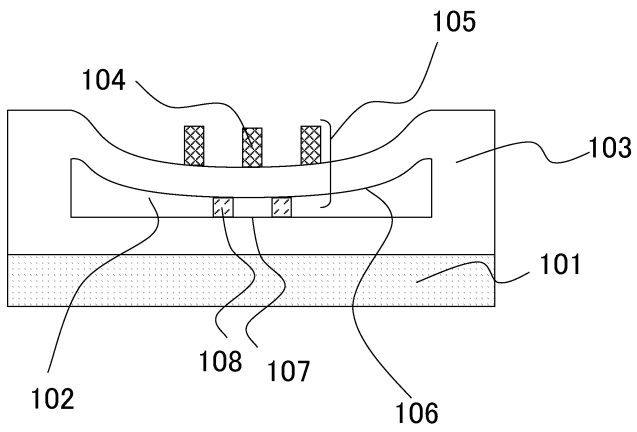
도면2



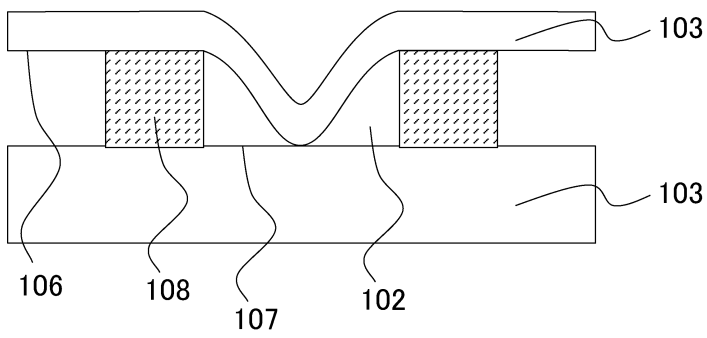
도면3



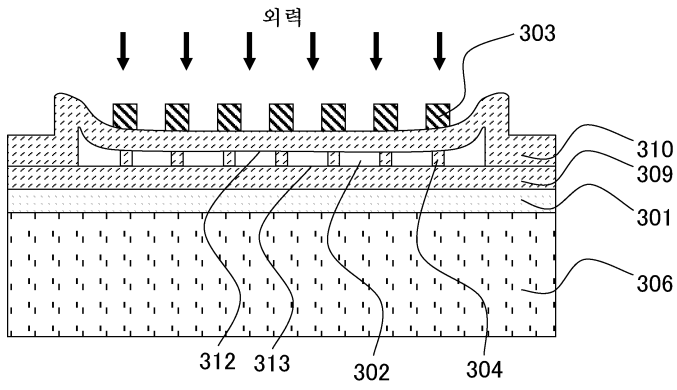
도면4



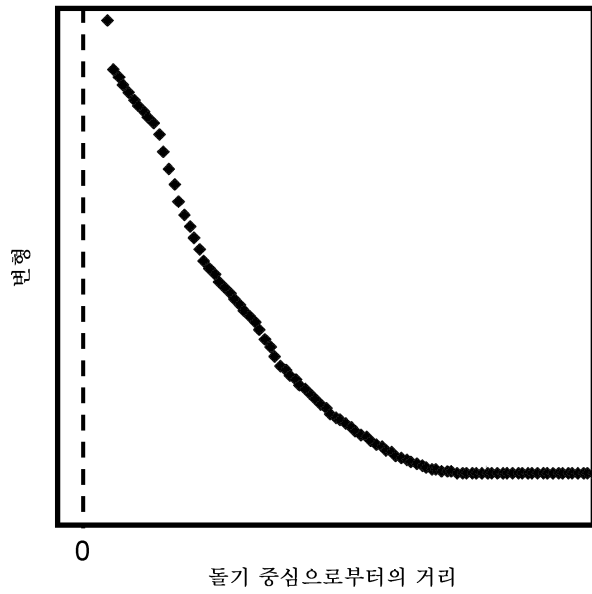
도면5



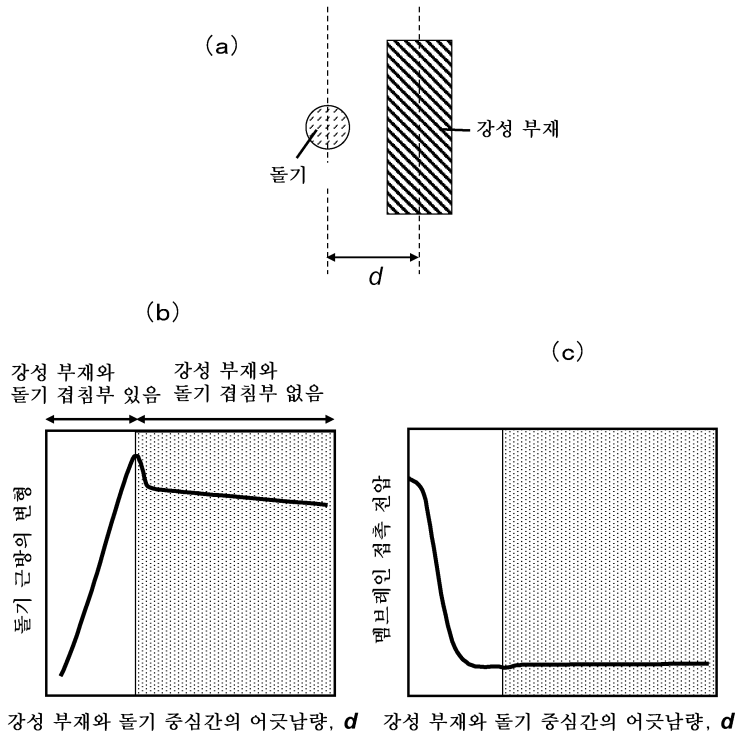
도면6



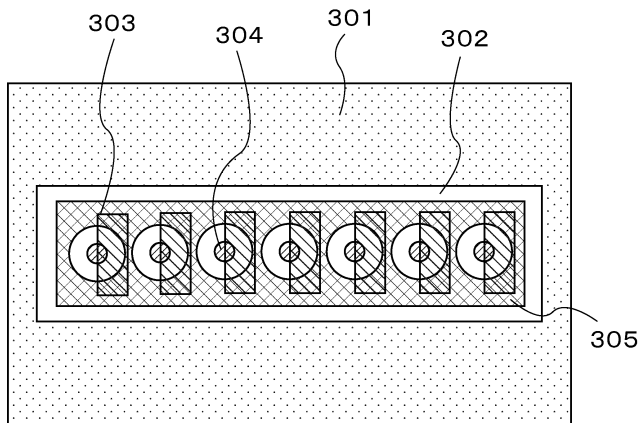
도면7



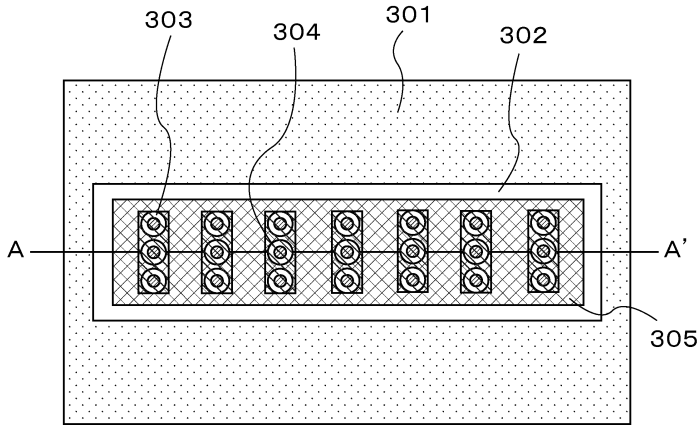
도면8



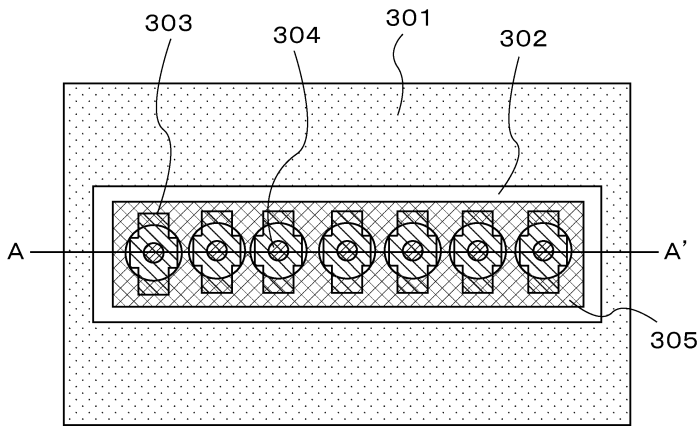
도면9



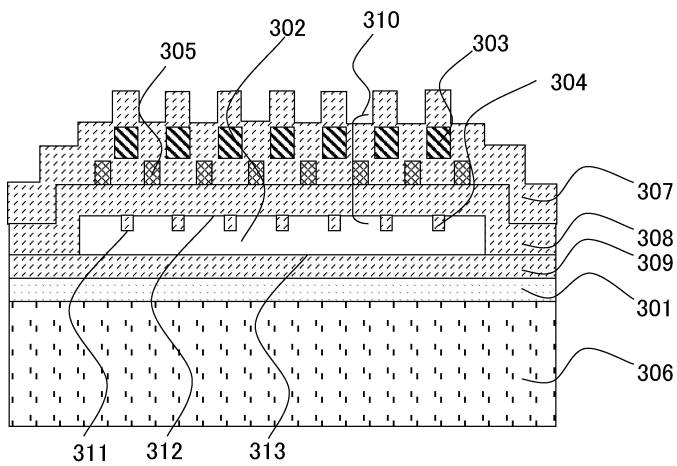
도면10



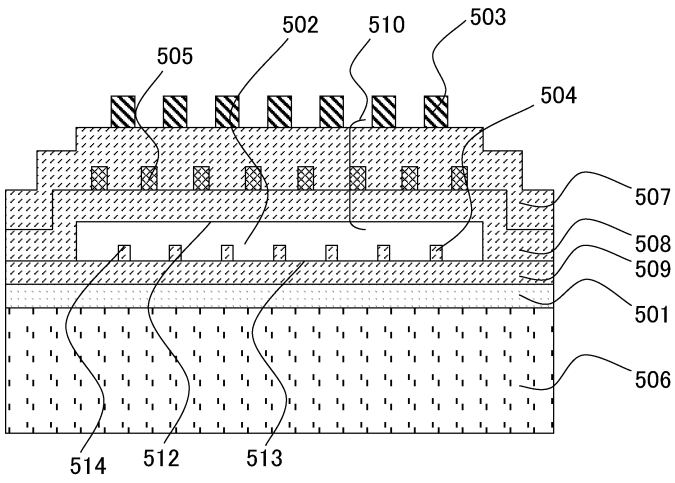
도면11



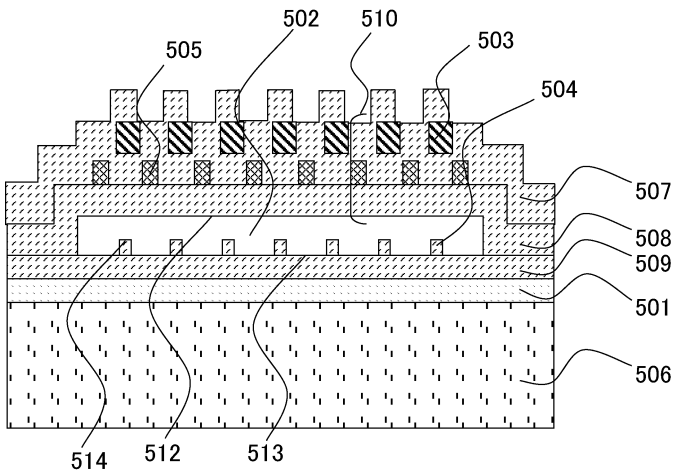
도면12



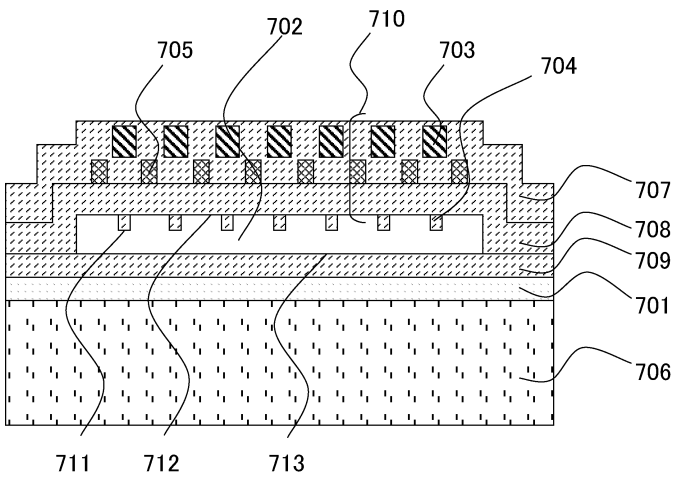
도면13



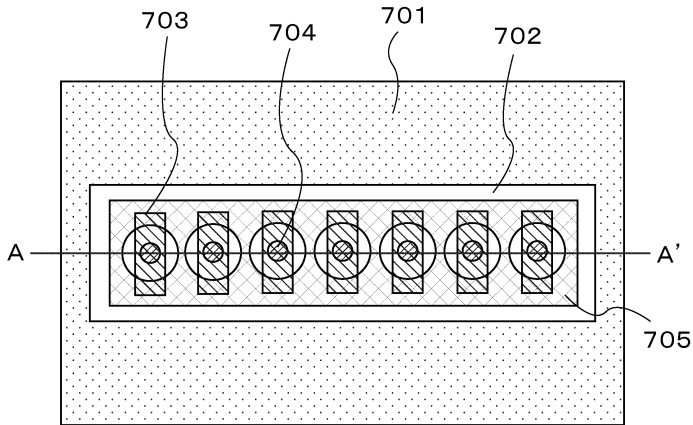
도면14



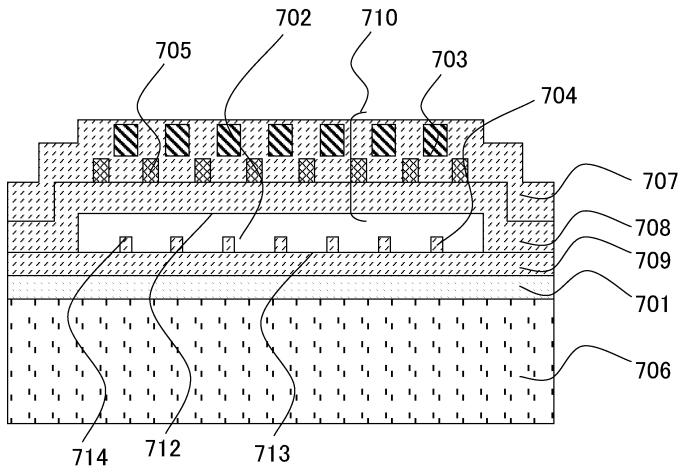
도면15



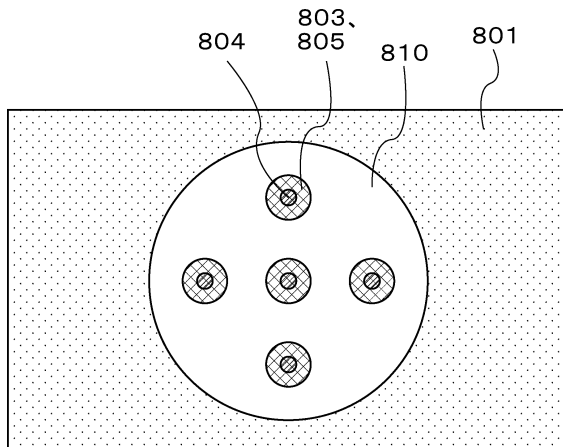
도면16



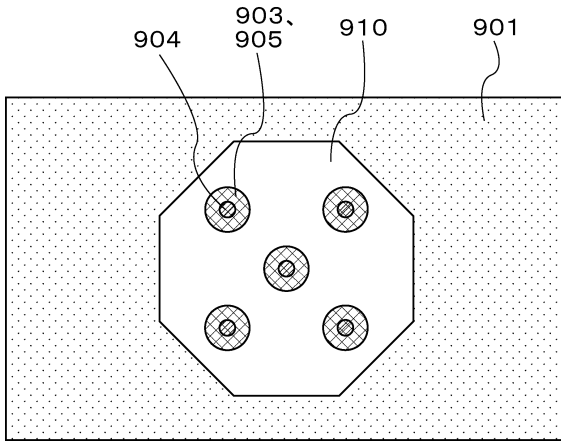
도면17



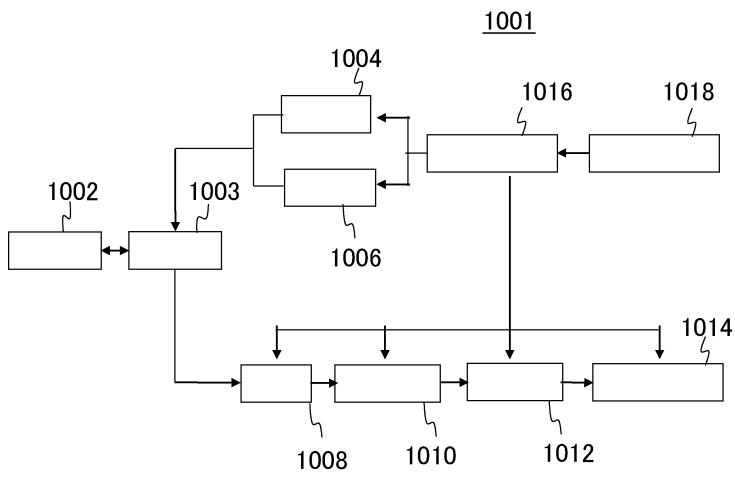
도면18



도면19



도면20



专利名称(译)	标题：超声换能器和使用它的超声诊断设备		
公开(公告)号	KR101492033B1	公开(公告)日	2015-02-10
申请号	KR1020137009318	申请日	2011-10-13
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立医疗鼻子		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立医疗鼻子		
[标]发明人	TAKEZAKI TAIICHI 다케자키다이이치 MACHIDA SHUNTARO 마치다순타로		
发明人	다케자키다이이치 마치다순타로		
IPC分类号	H04R19/00 G01N29/24 A61B8/00		
CPC分类号	H02N1/08 A61B8/4483 A61B8/4494 B06B1/0292 G01N29/2406 H04R19/04		
代理人(译)	Jangsugil Seongjaedong		
优先权	2010232618 2010-10-15 JP		
其他公开文献	KR1020130080040A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

对于容量检测型超声换能器 (CMUT)，实现了高传输声压和高接收灵敏度，而且提高了长期驾驶的可靠性。对于配备有底部电极 (201) 的超声换能器，腔 (202)，形成在腔上的上电极 (205)，以及形成在腔 (202) 内的多个绝缘层的突起 (204)，形成在空腔上的多个刚性构件 (203) 被包括，并且至少一侧的电极挖出与底部电极 (201) 和上部电极 (205) 中的绝缘层的突起 (204) 重叠的部分。以这种方式，它被布置在观察到突起 (204) 和绝缘层的上侧并且不重叠的位置以及每个刚性构件 (203) 在突起 (204) 和上部中看起来的区域绝缘层的一侧和重叠部分设置成存在。腔 (202) 形成在底部电极上并被绝缘层 (209,208) 包围。

