



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년11월27일
(11) 등록번호 10-1205645
(24) 등록일자 2012년11월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
HO4R 19/04 (2006.01) *G01H 11/06* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0000372
(22) 출원일자 2011년01월04일
 심사청구일자 2011년01월04일
(65) 공개번호 10-2011-0097614
(43) 공개일자 2011년08월31일
(30) 우선권주장
 JP-P-2010-038289 2010년02월24일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
 JP2007295487 A*
 JP2008278476 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 송근배

(54) 발명의 명칭 **음향 센서**

(57) 요 약

[과제]

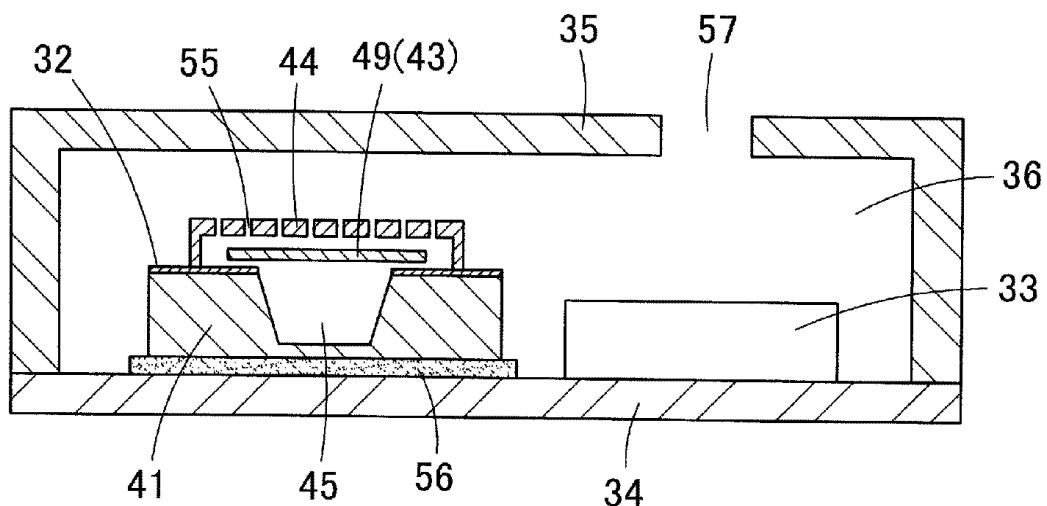
음향 검지 소자를 베이스 기판에 고정시키기 위한 접착제가 백 챔버를 통하여 기어오르는 현상을 방지한다. 또한, 음향 검지 소자의 하면부터의 백 챔버의 리크를 방지한다. 또한, 음향 검지 소자의 변형을 작게 하여, 음향 센서의 감도를 향상시킨다.

[해결 수단]

음향 검지 소자(32)는, 그 하면을 열경화성의 접착제(56)에 의해 베이스 기판(34)의 윗면에 접착되어 있다. 음향 검지 소자(32)는, 소자 기판(41)의 윗면에 진동 전극판(43)과 진동 전극판(43)에 대향한 고정 전극판(44)이 제작된 것이다. 소자 기판(41)에는 백 챔버(45)가 형성되어 있다. 백 챔버(45)는 소자 기판(41)의 윗면에서 개구하고, 백 챔버(45)의 하면은 소자 기판(41)에 의해 주머니 모양으로 막히여 있다. 진동 전극판(43)은, 백 챔버(45)의 윗면 개구에 위치하고 있고, 고정 전극판(44)에는 음향 진동을 통과시키기 위한 음향구멍(55)이 마련된다.

대 표 도

31



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

백 챔버를 구비한 기판과,

상기 백 챔버의 윗면 개구에 대향시켜서 상기 기판의 표면에 마련한 진동 전극판과,

상기 진동 전극판에 대향하고, 또한, 음향구멍이 개구된 고정 전극판을 구비하고,

상기 진동 전극판의 변위에 의한 상기 진동 전극판과 상기 고정 전극판 사이의 정전 용량의 변화에 의거하여 전기 신호를 출력하는 음향 검지 소자에 있어서,

상기 백 챔버의 하면을 상기 기판에 의해 주머니 모양으로 막고 있으며,

표리에 관통한 관통구멍을 갖는 주기판의 이면에 부기판을 접합함에 의해 상기 기판을 형성하고,

상기 관통구멍의 하면을 상기 부기판으로 막음에 의해 상기 관통구멍을 포함하는 공간에 의해 상기 백 챔버를 형성한 것을 특징으로 하는 음향 검지 소자.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 부기판에 상기 관통구멍과 연통시켜서 오목부를 형성하고, 상기 관통구멍과 상기 오목부에 의해 상기 백 챔버를 형성한 것을 특징으로 하는 음향 검지 소자.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 주기판과 상기 부기판은, 플라즈마 처리에 의한 상온 접합 방법, 또는 가열 가압에 의한 접합 방법, 또는 가열 가압하면서 전압을 인가하는 양극 접합 방법, 또는 금속 박막을 성막시켜 가열 가압하는 방법, 또는 친수화 처리하여 가열하고 수소 결합하는 방법으로 접합되어 있는 것을 특징으로 하는 음향 검지 소자.

청구항 5

제 2항에 있어서,

상기 주기판과 상기 부기판은, 서로 선팽창 계수가 동등한 재질에 의해 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 음향 검지 소자.

청구항 6

제 2항에 기재한 음향 검지 소자의 하면을, 접착제에 의해 베이스 기판의 윗면에 고정시키고, 상기 음향 검지 소자를 덮도록 하여 상기 베이스 기판의 윗면에 커버를 부착한 것을 특징으로 하는 음향 센서.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, MEMS 기술을 이용하여 제작된 음향 검지 소자(MEMS 마이크로폰 칩)와, 당해 음향 검지 소자를 구비한 음향 센서에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 도 1의 (a)는 종래의 음향 센서의 구조를 도시하는 개략 단면도, 도 1의 (b)는 커버를 제외한 상태에서의 음향

센서의 개략 평면도, 도 1의 (c)는 커버를 부착한 상태에서의 음향 센서의 평면도이다. 이 음향 센서(11)에서는, 베이스 기판(12)과 커버(13)로 이루어지는 케이싱 내에 음향 검지 소자(14)와 처리 회로부(15)(IC 칩)가 보관되고, 베이스 기판(12)의 윗면에 음향 검지 소자(14)의 하면이 열경화형의 접착제(24)로 접착되고, 또한 처리 회로부(15)가 접착제에 의해 고정되어 있다. 음향 검지 소자(14)는, 상하로 관통한 백 챔버(17)가 형성된 실리콘 기판(16)을 가지며, 백 챔버(17)의 윗면 개구와 대향시켜서 실리콘 기판(16)의 윗면에는 박막의 진동 전극판(18)이 마련되고, 진동 전극판(18)과 대향하도록 배설된 고정 전극판(19)에 의해 진동 전극판(18)을 덮고 있다. 진동 전극판(18)은, 4모퉁이를 다리부(20)에 의해 지지되어 있고, 4모퉁이 이외의 부분을 실리콘 기판(16)의 윗면에서 주공(宙空) 지지되어 있다. 또한, 커버(13)에는, 케이싱 내로 음향 진동을 유도하기 위한 개구(21)가 뚫리여 있고, 고정 전극판(19)에는 진동 전극판(18)에 음향 진동을 유도하기 위한 음향구멍(22)(어코스틱 홀)이 복수 개구되어 있다. 그리고, 음향 진동에 공진(共振)하여 진동 전극판(18)이 진동함에 의해 생기는 진동 전극판(18)과 고정 전극판(19) 사이의 정전 용량의 변화에 의거하여, 음향 진동을 전기 신호로 변환하여 출력하도록 되어 있다.

[0003] [선행 기술 문헌]

[0004] [특허 문헌]

[0005] 특허 문헌 1 : 일본 특표2008-510427호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] (접착제가 기어오름)

그러나, 상기한 바와 같은 음향 센서(11)에서는, 상하로 관통한 백 챔버(17)를 갖는 실리콘 기판(16)의 하면을 열경화형의 접착제(24)에 의해 베이스 기판(12)의 윗면에 접착하고 있기 때문에, 도포 직후의 유동 상태에 있는 접착제(24)가 표면장력에 의해 백 챔버(17)의 벽면에 따라 기어오르고, 실리콘 기판(16)의 윗면에 달하기 쉬웠다. 특히, 각주(角柱)형상이나 각추(角錐)형상의 백 챔버(17)인 경우에는, 곡선(谷線)(즉, 백 챔버(17)의 측벽면과 측벽면 사이의 모서리 부분)에 따라 접착제(24)가 실리콘 기판(16)의 윗면까지 기어오르기 쉬웠다. 이렇게 하여 접착제(24)가 실리콘 기판(16)의 윗면에 기어오르면, 실리콘 기판(16)의 윗면과 진동 전극판(18)의 연부(緣部) 하면 사이의 간극(벤트 홀(23))에 접착제(24)가 들어가, 진동 전극판(18)의 본래 실리콘 기판(16)으로부터 들떠 있어야 하는 부분이 실리콘 기판(16)에 고착(스틱)하여 진동 전극판(18)의 진동을 억제하게 된다. 그 때문에, 접착제(24)의 기어오름에 의해 진동 전극판(18)과 실리콘 기판(16)이 고착되면, 고정 전극판(19)과 진동 전극판(18) 사이의 거리가 넓어지며 버려, 정전 용량치가 저하되어 버린다. 이에 의해, 음향 센서(11)의 감도가 저하되거나, 특성이 변화하거나 하는 원인이 되어 있다. 또한, 접착제(24)의 기어오름을 방지하고자 하면, 접착제(24)의 선택의 폭이 좁아짐과 함께 비용이 높아진다는 문제가 있다.

[0008] (열이나 외력에 의한 실리콘 기판의 변형)

[0009] 상기한 바와 같은 구조의 음향 센서(11)에서는, 베이스 기판(12)의 재질로서는 실리콘 기판(16)과 선행창 계수가 거의 동등한 경질의 재료, 예를 들면 세라믹이 바람직하다. 그러나, 세라믹 기판은 고가여서 음향 센서(11)가 비용이 높아지기 때문에, 일반적으로는 수지(樹脂) 기판이나 수지 다층 기판 등의 유기 기판이 사용되고 있다.

[0010] 이와 같은 유기 기판은 음향 검지 소자(14)의 실리콘 기판(16)과 선행창 계수가 상당히 다르기 때문에, 처리 회로부(15)의 발열이나 외부로부터의 열에 의해 실리콘 기판(16)과 베이스 기판(12) 사이에 열응력이 발생하고, 실리콘 기판(16)과 베이스 기판(12)에 휘어짐이 발생할 우려가 있다. 그 때문에, 실리콘 기판(16)의 하면을 베이스 기판(12)에 접착하기 위한 접착제(24)로서 연질(서 양크울)의 접착제를 사용하여, 베이스 기판(12)과 실리콘 기판(16)의 사이에 생기는 내부 응력을 연질의 접착제(24)로 완화시키도록 하고 있다.

[0011] 이와 같이 실리콘 기판(16)과 베이스 기판(12)과의 접착 부분은, 유연한 구조로 되어 있고, 또한 실리콘 기판(16)도 상하에 백 챔버(17)가 관통하고 있어서 비교적 강성이 낫다. 그 때문에, 열응력이 발생하거나, 외력이 가해지거나 하면, 실리콘 기판(16)이 변형하기 쉽다.

[0012] 이리하여 실리콘 기판(16)이 변형하면, 진동 전극판(18)과 고정 전극판(19)의 거리가 작아져서 감도가 저하되거나, 특성이 변화하는 일이 있고, 음향 센서(11)가 사용 불능이 될 우려가 있다. 그 때문에 진동 전극판(18)과

고정 전극판(19)의 캡 거리를 그다지 작게 할 수가 없어서, 음향 센서(11)의 감도 향상을 위한 제약이 된다.

[0013] (진동 전극판이 취약성)

또한, 실리콘 기판(16)이 변형하면, 진동 전극판(18)에 불균일한 응력이 발생하여 진동 전극판(18)의 강도가 저하된다. 게다가, 음향 센서에 의해 미약한 음향 진동을 검지하기 위해서는, 진동 전극판(18)의 두께는 매우 얇게 하여야 하기 때문에, 진동 전극판은 매우 취약하고, 음향 센서의 낙하 등에 의해 진동 전극판(18)이 파손되기 쉽다. 그 때문에, 강도를 고려하면, 진동 전극판(18)의 두께를 지금까지보다도 얇게 하는 것이 어려웠다.

[0015] (접착 불량에 의한 백 챔버의 리크)

실리콘 기판(16)이나 베이스 기판(12)이 변형하면, 접착제(24)가 벗겨져서 접착 불량을 일으킬 우려가 있다. 또한, 실리콘 기판(16)의 하면을 접착제(24)에 의해 접착할 때, 접착 불량에 의해 실리콘 기판(16)의 하면과 베이스 기판(12) 사이에 간극이 생기는 경우가 있다. 그리고, 이와 같은 접착 불량이 생기면, 그 간극으로부터 음향 진동이 들어가 진동 전극판(18)의 표리에서의 음압차(音壓差)를 작게 하여, 음향 센서(11)의 감도를 저하시키고 있다.

[0017] 본 발명은, 이와 같은 기술적 과제를 감안하여 이루어진 것으로, 그 목적으로 하는 점은, 음향 검지 소자를 베이스 기판에 고정시키기 위한 접착제가 백 챔버를 통하여 기어오르는 현상을 방지하는 것에 있다. 또한, 본 발명의 다른 목적은, 음향 검지 소자의 하면으로부터의 백 챔버의 리크를 방지하는 것에 있다. 또한, 본 발명의 또 다른 목적은, 음향 검지 소자의 변형을 작게 하여, 음향 센서의 감도를 향상시키는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0018] 이와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 관한 음향 검지 소자는, 백 챔버를 구비한 기판과, 상기 백 챔버의 윗면 개구에 대향시켜서 상기 기판의 표면에 마련한 진동 전극판과, 상기 진동 전극판에 대향하고, 또한, 음향 구멍이 개구된 고정 전극판을 구비하고, 상기 진동 전극판의 변위에 의한 상기 진동 전극판과 상기 고정 전극판 사이의 정전 용량의 변화에 의거하여 전기 신호를 출력하는 음향 검지 소자에 있어서, 상기 백 챔버의 하면을 상기 기판에 의해 주머니 모양으로 막고 있는 것을 특징으로 하고 있다.

[0019] 본 발명의 음향 검지 소자에서는, 백 챔버의 하면이 소자 기판에 의해 막히여 있기 때문에, 음향 검지 소자의 하면을 접착제에 의해 베이스 기판 등에 접착하는 경우에도, 그 접착제가 백 챔버 내의 벽면을 기어오르는 일이 없다. 그 때문에, 접착제에 의해 진동 전극판이 소자 기판에 고착(스틱)하는 것을 방지할 수 있고, 진동 전극판의 진동 특성을 안정시킬 수 있고, 음향 센서의 감도 저하를 막음과 함께 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0020] 또한, 음향 검지 소자를 베이스 기판 등에 접착할 때에 음향 검지 소자의 접착 불량이 있어도, 백 챔버의 하면으로부터 음향 진동이 들어가는 일이 없고, 백 챔버의 리크에 의해 음향 센서의 감도 저하가 일어나는 일이 없다. 따라서, 센서 제조 공정에서의 수율이 향상한다.

[0021] 또한, 소자 기판의 강성이 향상하기 때문에, 음향 검지 소자의 내충격성이 향상한다. 특히, 낙하 충격에 의해 진동 전극판이 파손되기 어려워지기 때문에, 진동 전극판을 얇게 할 수 있고, 음향 검지 소자의 감도가 향상된다.

[0022] 또한, 소자 기판의 강성이 향상하기 때문에, 열응력이나 외력에 의해 음향 검지 소자가 변형하기 어렵게 되기 때문에, 감도의 저하나 특성의 변화를 막을 수 있다. 따라서, 진동 전극판과 고정 전극판 사이의 캡을 얇게 할 수 있고, 음향 검지 소자의 감도를 향상시킬 수 있다.

[0023] 본 발명에 관한 음향 검지 소자의 어느 실시 양태는, 표리에 관통한 관통구멍을 갖는 주기판의 이면에 부기판을 접합함에 의해 상기 기판을 형성하고, 상기 관통구멍의 하면을 상기 부기판으로 막음에 의해 상기 관통구멍을 포함하는 공간에 의해 상기 백 챔버를 형성한 것을 특징으로 하고 있다. 이러한 실시 양태에 의하면, 관통구멍을 형성한 주기판을 부기판의 이면에 접합할 뿐으로 하면축이 막혀진 백 챔버를 만들 수가 있어서, 제조 공정이 용이해진다.

[0024] 상기 주기판과 상기 부기판을 갖는 상기 실시 양태에서는, 상기 부기판에 상기 관통구멍과 연통시켜서 오목부를 형성하고, 상기 관통구멍과 상기 오목부에 의해 상기 백 챔버를 형성하여도 좋다. 이러한 양태에 의하면, 백 챔버가 관통구멍만으로 구성되어 있는 경우보다도 백 챔버의 용적을 크게 할 수 있고, 음향 검지 소자의 감도를 향상시킬 수 있다.

[0025] 또한, 상기 주기판과 상기 부기판을 갖는 상기 실시 양태에서는, 상기 주기판과 상기 부기판이 접착제를 이용하

지 않는 방법으로 접합되어 있는 것이 바람직하다. 양 기판을 접착제를 이용하지 않고서 접합하고 있기 때문에, 접착제가 주기판의 관통구멍을 기어올라 전동 전극판에 부착하는 일이 없고, 음향 검지 소자의 신뢰성이 높아짐과 함께 제조시의 수율이 향상한다.

[0026] 또한, 상기 주기판과 상기 부기판을 갖는 상기 실시 양태에서는, 상기 주기판과 상기 부기판이 서로 선팽창 계수가 거의 동등한 재질에 의해 형성되어 있는 것이 바람직하다. 이러한 상태에 의하면, 온도 변화에 의해 주기판과 부기판 사이에 휘어짐이 발생하기 어렵게 되고, 전동 전극판과 고정 전극판과의 갭이 변화하기 어려워서 음향 검지 소자의 온도 특성이 안정된다. 또한, 휘어짐에 의해 전동 전극판이 고정 전극판에 고착(스틱)하기 어렵게 된다.

[0027] 본 발명에 관한 음향 센서는, 본 발명에 관한 음향 검지 소자의 하면을, 접착제에 의해 베이스 기판의 윗면에 고정시키고, 상기 음향 검지 소자를 덮도록 하여 상기 베이스의 윗면에 커버를 부착한 것을 특징으로 하고 있다.

[0028] 또한, 본 발명에서의 상기 과제를 해결하기 위한 수단은, 이상 설명한 구성 요소를 적절히 조합한 특징을 갖는 것이고, 본 발명은 이러한 구성 요소의 조합에 의한 많은 변화를 가능하게 하는 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1의 (a)는 종래의 음향 센서의 구조를 도시하는 단면도, 도 1의 (b)는 당해 음향 센서의, 커버를 제거한 상태의 평면도, 도 1의 (c)는 당해 음향 센서의 커버를 부착한 상태의 평면도.

도 2는, 본 발명의 실시 형태 1에 관한 음향 센서의 개략 단면도.

도 3은, 실시 형태 1의 음향 센서에 이용되고 있는 음향 검지 소자의 분해 사시도.

도 4는, 본 발명의 실시 형태 2에 관한 음향 센서의 개략 단면도.

도 5는, 실시 형태 2의 음향 센서에 이용되고 있는 음향 검지 소자의 소자 기판을 도시하는 분해 사시도.

도 6의 (a) 내지 (f)는, 실시 형태 2에 관한 음향 검지 소자의 제조 공정을 도시하는 개략도.

도 7의 (a) 내지 (c)는, 실시 형태 2에 관한 음향 검지 소자가 다른 제조 공정의 일부를 도시하는 개략도.

도 8은, 실시 형태 2의 변형례에 의한 음향 센서의 개략 단면도.

도 9는, 본 발명의 실시 형태 3에 관한 음향 센서의 개략 단면도.

도 10은, 실시 형태 3의 음향 센서에 이용되고 있는 음향 검지 소자의 소자 기판을 도시하는 분해 사시도.

도 11은, 실시 형태 3에서의 음향 검지 소자의 소자 기판의 다른 형상을 도시하는 분해 사시도.

도 12의 (a)는 실시 형태 3의 변형례에 의한 음향 검지 소자의 개략 단면도, 도 12의 (b)는 그 부기판을 도시하는 사시도.

도 13의 (a)는 실시 형태 3의 다른 변형례에 의한 음향 검지 소자의 개략 단면도, 도 13의 (b)는 그 부기판을 도시하는 사시도.

도 14의 (a), (b) 및 (c)는, 각각 실시 형태 3의 또 다른 변형례에 의한 음향 검지 소자의 개략 단면도.

도 15의 (a), (b) 및 (c)는, 각각 실시 형태 3의 또 다른 변형례에 의한 음향 검지 소자의 개략 단면도.

도 16의 (a), (b) 및 (c)는, 각각 실시 형태 3의 또 다른 변형례에 의한 음향 검지 소자의 개략 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 첨부 도면을 참조하면서 본 발명이 알맞은 실시 형태를 설명한다. 단, 본 발명은 이 아래의 실시 형태로 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 여러가지 설계 변경할 수 있다.

[0031] (제 1의 실시 형태)

[0032] 이하, 도 2 및 도 3을 참조하여 본 발명의 실시 형태 1에 의한 음향 센서(31)를 설명한다. 도 2는 음향 센서(31)의 개략 단면도이다. 이 음향 센서(31)는, 주로 음향 검지 소자(32)와 회로 소자(33)(IC 칩)로 이루어지고, 음향 검지 소자(32) 및 회로 소자(33)의 하면은 배선 패턴이 형성된 베이스 기판(34)의 윗면에 열경화형 접착제

(열경화성 수지 접착제)로 접착되어 있다. 음향 검지 소자(32) 및 회로 소자(33)는, 베이스 기판(34)의 윗면에 접합된 전자 실드용의 커버(35)에 의해 덮히여 있고, 베이스 기판(34)과 커버(35)에 의해 형성된 공간(36) 내에 수납되어 있다.

[0033] 도 3은 음향 검지 소자(32)의 구조를 도시하는 분해 사시도이다. 이 음향 검지 소자(32)는 MEMS(Micro Electro MechanicalS ystems) 기술을 이용하여 제작된 미소한 정전 용량형 소자(MEMS 트랜스듀서)이고, 실리콘 기판인 소자 기판(41)의 윗면에 절연 피막(42)을 통하여 진동 전극판(43)을 마련하고, 그 위에 미소 캡(공극)을 통하여 고정 전극판(44)을 마련한 것이다.

[0034] 도 2 및 도 3에 도시하는 바와 같이, 소자 기판(41)은 웨트 에칭에 의해 표면부터 이면으로 향하여 요설된 백 챕버(45)를 갖고 있다. 백 챕버(45)는 소자 기판(41)의 하면까지 달하여 있지 않고, 백 챕버(45)는 소자 기판(41)의 윗면에서만 개구하고, 소자 기판(41)의 하면에서는 주머니 모양으로 막히여 있다. 또한, 백 챕버(45)는 내주면이 수직면으로 되어 있어도 좋고, 테이퍼형상으로 경사하여 있어도 좋다. 소자 기판(41)의 사이즈는, 평면으로 보아 1 내지 $1.5\mu\text{m}$ 각 정도(이보다 작게 하는 것도 가능하다.)이고, 소자 기판(41)의 두께가 400 내지 $500\mu\text{m}$ 정도이다. 소자 기판(41)의 윗면에는 산화막(SiO₂막) 등으로 이루어지는 절연 피막(42)이 형성되어 있다.

[0035] 진동 전극판(43)은, 막두께가 $1\mu\text{m}$ 정도의 폴리실리콘 박막에 의해 형성되어 있다. 진동 전극판(43)은 거의 사각형 형상의 박막이고, 그 4모퉁이 부분에는 대각 방향 외측을 향하여 지지다리(支持脚)(47)가 연장하여 나와 있다. 또한, 지지다리(47)의 하나로부터는 연출부(48)가 늘어나 있다. 진동 전극판(43)은, 백 챕버(45)의 윗면을 덮도록 하여 소자 기판(41)의 윗면에 배치되고, 4모퉁이의 각 지지다리(47)와 연출부(48)가 절연 피막(42)의 위에 고정되어 있다. 진동 전극판(43)중 백 챕버(45)의 상방에서 주공(宙空)으로 지지된 부분(이 실시 형태에서는, 지지다리(47) 및 연출부(48) 이외의 부분)은 다이어프램(49)(진동막)이 되어 있고, 음향 진동(공기 진동)에 감응하여 진동한다.

[0036] 고정 전극판(44)은, 절화막으로 이루어지는 백 플레이트(50)의 윗면에 금속 박막으로 이루어지는 고정 전극(51)을 마련한 것이다. 고정 전극판(44)은, 다이어프램(49)과 대향하는 영역에서는 $3\mu\text{m}$ 정도의 미소 캡을 벌려서 다이어프램(49)을 덮고 있고, 고정 전극(51)은 다이어프램(49)과 대향하여 커패시터를 구성하고 있다. 고정 전극판(44)의 외주부, 즉 다이어프램(49)과 대향하는 영역의 외측의 부분은, 산화막 등으로 이루어지는 절연 피막(42)을 통하여 소자 기판(41)의 윗면에 고정되어 있다.

[0037] 고정 전극(51)으로부터는 인출부(52)가 연장되어 나와 있고, 인출부(52)의 선단에는 고정 전극(51)과 도통한 전극 패드(53)(Au막)가 마련되어 있다. 또한, 고정 전극판(44)에는, 진동 전극판(43)의 연출부(48)에 접합하고 진동 전극판(43)과 도통시키는 전극 패드(54)(Au막)가 마련되어 있다. 전극 패드(53)는 백 플레이트(50)의 윗면에 배치하고 있고, 전극 패드(54)는 백 플레이트(50)의 개구를 통하여 연출부(48)와 접합되어 있다.

[0038] 고정 전극(51) 및 백 플레이트(50)에는, 윗면부터 하면으로 관통하도록 하여, 음향 진동을 통과시키기 위한 음향구멍(55)(어코스틱 홀)이 다수 천공되어 있다. 또한, 진동 전극판(43)은, 음향 진동이나 기계적 진동에 공명하여 진동한 것이기 때문에, $1\mu\text{m}$ 정도의 박막으로 되어 있지만, 고정 전극판(44)은 음향 진동이나 기계적 진동에 의해 여진(勵振)되지 않는 전극이기 때문에, 그 두께는 예를 들면 $2\mu\text{m}$ 이상이라는 것과 같이 두껍게 되어 있다.

[0039] 음향 검지 소자(32)는, 열경화성 수지로 이루어지는 접착제(56)에 의해 이면 전체가 베이스 기판(34)의 윗면에 접합되어 있다. 또한, 음향 검지 소자(32)의 출력 신호를 처리하기 위한 회로 소자(33)도, 열경화성 수지에 의해 베이스 기판(34)의 윗면에 접착되어 있다. 음향 검지 소자(32)와 회로 소자(33)는 본딩 와이어에 의해, 또는 베이스 기판(34)의 배선 패턴을 통하여 접속된다.

[0040] 커버(35)는, 외부로부터의 전자 노이즈를 차단하기 위해 전자 실드 기능을 구비하고 있다. 이를 위해서는, 커버(35) 자체를 도전성 금속에 의해 형성하여도 좋고, 수지제의 커버의 내면을 도금 등의 금속 피막으로 덮어도 좋다. 또한, 커버(35)에는 개구(57)가 형성되어 있고, 개구(57)와 음향구멍(55) 사이의 공간(36)은 음향 진동을 전반시키기 위한 경로로 되어 있다. 또한, 베이스 기판(34)도 접지용의 배선 패턴의 일부가 전자 실드의 기능을 갖고 있다.

[0041] 이 음향 센서(31)에서는, 커버(35)의 개구(57)를 통하여 공간(36) 내에 전반한 음향 진동은, 음향구멍(55)을 통하여 음향 검지 소자(32) 내에 전해지고, 다이어프램(49)이 음향 진동에 의해 진동한다. 다이어프램(49)이 진동하면, 다이어프램(49)과 고정 전극판(44) 사이의 캡 거리가 변화하기 때문에, 그에 의해 다이어프램(49)과 고정 전극(51) 사이의 정전 용량이 변화한다. 따라서, 전극 패드(53, 54) 사이에 직류 전압을 인가하여 두고, 이

정전 용량의 변화를 전기적인 신호로서 추출하도록 하면, 음향 진동을 전기적인 신호로 변환하여 검출할 수 있다.

[0042] 또한, 음향 센서(31)에서는, 백 챔버(45)의 하면이 소자 기판(41)에 의해 막히여 있기 때문에, 음향 검지 소자(32)의 하면을 열경화성 수지로 이루어지는 접착제(56)에 의해 베이스 기판(34)에 접착할 때, 경화 전의 유동 상태의 접착제(56)가 표면장력에 의해 백 챔버(45) 내의 벽면을 기어오르는 일이 없다. 그 결과, 종래예와 같이 소자 기판(41)의 윗면과 진동 전극판(43) 사이의 간극(벤트 훌)에 접착제(56)가 들어가 진동 전극판(43)을 소자 기판(41)에 고착(스틱)시키는 일이 없어진다. 따라서, 음향 센서(31)에 의하면, 진동 전극판(43)의 소자 기판(41)에의 고착(스틱)을 방지하여 다이어프램(49)의 진동 특성을 안정시킬 수 있고, 음향 센서(31)의 감도 저하를 막음과 함께 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 또한, 접착제(56)가 백 챔버(45)를 기어오르는 일이 없기 때문에, 접착제(24)의 선택의 폭이 넓게 되어, 음향 센서(31)를 저비용화할 수 있다.

[0043] 또한, 백 챔버(45)의 하면이 막히여 있기 때문에, 가령 음향 검지 소자(32)를 베이스 기판(34)에 접착할 때의 접착 상태에 불량이 있었다고 하더라도, 백 챔버(45)의 리크에 의해 음향 검지 소자(32)의 하면부터 음향 진동이 들어가는 일이 없어, 리크에 의한 음향 센서(31)의 감도 저하를 방지할 수 있고 센서 제조 공정에서의 수율이 향상한다.

[0044] 또한, 소자 기판(41)에 상하로 개구(백 챔버(45))가 관통하고 있지 않기 때문에, 종래의 음향 센서에서 소자 기판에 비교하여 소자 기판(41)의 강성이 높아진다. 그 때문에, 진동 전극판(43)을 강성이 높은 소자 기판(41)으로 지지시킬 수가 있어서 음향 검지 소자(32)의 내충격성이 향상하고, 낙하 충격에 의해 음향 검지 소자(32)나 진동 전극판(43)이 파손되기 어려워진다.

[0045] 또한, 소자 기판(41)의 강성이 높아지기 때문에, 열응력이 발생하거나 외력이 가해지거나 한 경우에도 음향 검지 소자(32)가 변형하기 어렵게 된다. 그 때문에, 진동 전극판(43)과 고정 전극판(44)의 캡은 변화하기 어려워져서, 음향 센서(31)의 감도 저하나 특성의 변화를 막을 수 있다.

[0046] 그 결과, 다이어프램(49)을 박막화할 수 있고, 또한 진동 전극판(43)과 고정 전극판(44) 사이의 캡을 좁게 할 수 있고, 음향 센서(31)의 감도 향상이 가능해진다.

[0047] (제 2의 실시 형태)

[0048] 도 4는 본 발명의 실시 형태 2에 의한 음향 센서(61)를 도시하는 개략 단면도이다. 이 음향 센서(61)는, 실시 형태 1의 음향 센서(31)와는 소자 기판(41)의 구조가 다르다. 도 5는, 실시 형태 2에서의 소자 기판(41)의 구조를 도시하는 분해 사시도이다.

[0049] 실시 형태 1에서는, 1장의 실리콘 기판을 오목형상으로 예칭함에 의해 소자 기판(41)에 하면이 막혀진 백 챔버(45)를 형성하고 있지만, 이 실시 형태 2에서는, 도 5에 도시하는 바와 같이, 주기판(41a)의 이면에 부기판(41b)을 접합하여 소자 기판(41)을 구성하고 있다. 주기판(41a)은 실리콘 기판이나 SOI(Silicon On Insulator) 기판으로 이루어지고, 주기판(41a)에는 표리에 관통하는 백 챔버(45)가 형성되어 있다. 부기판(41b)은 표면이 평坦한 평판으로 되어 있다. 부기판(41b)은, 실리콘 기판, SOI 기판 등 주기판(41a)과 같은 재질의 것, 또는, 파이렉스(등록상표)나 석영 등의 유리 기판, 세라믹 기판 등 주기판(41a)과 같은 정도의 선팽창 계수(거의 2×10^{-6} 내지 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)를 갖는 것을 이용한다.

[0050] 주기판(41a)과 부기판(41b)의 접합 방법은, 접착제 등의 접합 재료가 백 챔버(45)를 기어올라 주기판(41a)의 윗면에 달하지 않는 방법이라면 좋다. 예를 들면, Si로 이루어지는 주기판(41a)과 Si로 이루어지는 부기판(41b)의 접합면을 플라즈마 처리 등에 의해 활성화하고, 접합면을 겹친 상태에서 압력을 가하여 주기판(41a)과 부기판(41b)을 상온 접합하는 방법이 있다. 또한, SOI로 이루어지는 주기판(41a)의 SiO₂면과 SOI로 이루어지는 부기판(41b)의 SiO₂면을 겹친 상태에서 가열 가압하여 주기판(41a)과 부기판(41b)을 접합하는 방법이 있다. 또한, Si로 이루어지는 주기판(41a)과 유리로 이루어지는 부기판(41b)을 겹치고, 양 기판(41a, 41b)을 가열 가압하면서 전압을 인가하여 양극접합(陽極接合)하는 방법이 있다. 또한, Si로 이루어지는 주기판(41a)의 접합면과 Si로 이루어지는 부기판(41b)의 접합면에 각각 Au 등의 금속 박막을 성막하여 두고, 양 기판(41a, 41b)의 접합면끼리를 겹쳐서 가열 가압 등을 행하여 양 기판(41a, 41b)을 접합하여도 좋다. 또한, Al로 이루어지는 부기판(41b)(또는, 접합면에 Al 박막이 형성된 Si 기판으로 이루어지는 부기판(41b))의 접합면(Al 표면)을 친수화(親水化) 처리한 후, 당해 부기판(41b)과 Si로 이루어지는 주기판(41a)을 겹쳐서 가열하고, 수소 결합을 이용하여 양 기판(41a, 41b)을 접합하여도 좋다. 또는, 에폭시 수지나 아크릴 수지, 고무계 접착제 등 접착시에 배어나옴이나 기어오름이 일어나기 어려운 접착제를 이용하여 주기판(41a)과 부기판(41b)을 접합하여도 좋다.

[0051] 이들의 방법에 의해 주기판(41a)과 부기판(41b)을 접합하면, 접착제 등의 접합 재료 등이 백 챔버(45)의 벽면을 기어올라 주기판(41a)의 윗면에 달하는 일이 없다. 또한, 백 챔버(45)의 관통한 주기판(41a)에 부기판(41b)을 접합하여 소자 기판(41)을 제작하도록 하면, 소자 기판(41)의 제조 공정이 간단하게 된다. 즉, 실시 형태 1과 같은 구조에서는, 백 챔버(45)를 에칭에 의해 형성하기 위해서는, 백 챔버(45)의 저면에 에칭이 달하지 않도록, 에칭 깊이를 주의 깊게 시간 관리하여야 한다. 이에 대해, 실시 형태 2에서는, 백 챔버(45)가 주기판(41a)을 관통하면 좋기 때문에 백 챔버(45)의 에칭 작업이 용이하게 되고, 백 챔버(45)의 깊이는 주기판(41a)의 두께로 정해지기 때문에, 백 챔버(45)의 깊이를 정밀도 좋게 제어할 수 있다.

[0052] 다음에, 이 음향 검지 소자(62)의 제조 공정을 설명한다. 도 6의 (a) 내지 (f)는, 음향 검지 소자(62)의 제조 공정의 한 예를 도시한다. 음향 검지 소자(62)의 제조에서는, 우선 주기판(41a)(Si 웨이퍼)의 윗면에 열산화법 등에 의해 절연 피막(42)(SiO₂막)을 성막하고, 도 6의 (a)에 도시하는 바와 같이, 백 챔버 개구 위치에 맞추어서 개구(63)를 내고, 그 위에 희생층(64)을 적층한다. 또한, 도 6의 (b)에 도시하는 바와 같이, 희생층(64)의 위에 폴리실리콘 박막을 성막하고, 폴리실리콘 박막을 소정 형상으로 형성하여 진동 전극판(43)을 제작하고, 또한 진동 전극판(43)의 위에 재차 희생층(64)을 적층하고, 희생층(64)을 고정 전극판(44) 내의 공간 형상으로 한다. 계속해서, 희생층(64) 및 절연 피막(42)의 위에 고정 전극판(44)(백 플레이트(50) 및 고정 전극(51))을 형성하고, 고정 전극판(44)에 음향구멍(55)을 낸다. 이 상태를 도 6의 (c)에 도시한다.

[0053] 이렇게 하여, 주기판(41a)의 위에 진동 전극판(43), 희생층(64) 및 고정 전극판(44)이 형성되면, 도 6의 (d)에 도시하는 바와 같이, 주기판(41a)의 하면에 SiO₂나 SiN에 의해 에칭용 마스크(65)를 성막하고, 당해 마스크(65)에 에칭 창(66)을 낸다. 그리고, 에칭 창(66)을 통하여 주기판(41a)을 하면부터 웨트 에칭 또는 드라이 에칭에 의해 이방성 에칭하여, 에칭이 주기판(41a)의 윗면에 달하면 에칭을 정지하고, 주기판(41a)에 백 챔버(45)를 상하 관통시킨다.

[0054] 이 후, 도 6의 (e)에 도시하는 바와 같이, 하면의 에칭용 마스크(65)를 제거하고, 상기한 바와 같은 방법에 의해 주기판(41a)의 하면에 부기판(41b)(웨이퍼)을 접합하여 소자 기판(41)으로 한다. 계속해서, 윗면의 음향구멍(55) 등을 통하여 희생층(64)에 에칭액을 접촉시켜서, 도 6의 (f)와 같이 고정 전극판(44) 내의 희생층(64)을 에칭 제거하고, 다이어프램(49)을 고정 전극판(44) 내에서 주기판(41a)의 윗면에서 띄워, 1장의 주기판(41a)(Si 웨이퍼)위에 복수의 음향 검지 소자(62)를 제작한다. 계속해서, 음향 검지 소자(62)를 세정한 후, 소자 기판(41)(접합된 2장의 웨이퍼)을 다이싱하여 음향 검지 소자(62)를 분리하고, 개별의 음향 검지 소자(62)를 얻는다.

[0055] 또한, 음향 검지 소자(62)는, 도 7의 (a) 내지 (c)에 도시하는 바와 같은 공정으로 제조하여도 좋다. 도 7의 (a)는 도 6의 (d)와 같은 것이고, 도 6의 (a) 내지 (d)와 같은 공정으로 주기판(41a)의 윗면에 진동 전극판(43), 희생층(64) 및 고정 전극판(44)이 마련되고, 에칭 창(66)을 통하여 주기판(41a)에 백 챔버(45)가 형성되어 있다.

[0056] 이 후, 윗면의 음향구멍(55) 등을 통하여 희생층(64)에 에칭액을 접촉시켜서, 도 7의 (b)와 같이 고정 전극판(44) 내의 희생층(64)을 에칭 제거하고, 다이어프램(49)을 고정 전극판(44) 내에서 주기판(41a)의 윗면에서 띄워, 1장의 주기판(41a)(Si 웨이퍼)상에 복수의 음향 검지 소자(62)를 제작한다. 계속해서, 도 7의 (c)에 도시하는 바와 같이, 하면의 에칭용 마스크(65)를 제거하고, 상기한 바와 같은 방법에 의해 주기판(41a)의 하면에 부기판(41b)(웨이퍼)을 접합하여 소자 기판(41)으로 한다. 계속해서, 음향 검지 소자(62)를 세정한 후, 소자 기판(41)(접합된 2장의 웨이퍼)을 다이싱하여 음향 검지 소자(62)를 분리하고, 개별의 음향 검지 소자(62)를 얻는다.

[0057] (제 2의 실시 형태의 변형례)

[0058] 주기판(41a)에 마련한 백 챔버(45)의 형상은, 제작 가능한 것이라면 어떤 것이라도 좋다. 예를 들면, 도 8에 도시하는 변형례의 음향 센서(68)에서는, 상반분이 상방을 향할수록 좁은 각추대(角錐臺) 형상이 되고, 하반분이 하방을 향할수록 좁은 역각추대 형상이 되는 백 챔버(45)가 형성되어 있다.

[0059] (제 3의 실시 형태)

[0060] 도 9는 본 발명의 실시 형태 3에 의한 음향 센서(71)를 도시하는 개략 단면도이다. 실시예 2의 음향 센서(61)에서는, 주기판(41a)의 하면에 접합하는 부기판(41b)으로서 표면이 평탄한 것을 이용하고 있지만, 실시 형태 3의 음향 센서(71)에서는, 도 10에 도시하는 바와 같이 부기판(41b)에도 오목부(45b)를 형성하고 있다. 즉, 이 음향 센서(71)의 소자 기판(41)은, 표리에 관통한 관통구멍(45a)을 갖는 주기판(41a)의 하면에, 윗면에 오목부(45b)

를 형성된 부기판(41b)을 접합하고, 주기판(41a)과 부기판(41b)에 의해 소자 기판(41)을 형성함과 함께, 서로 연통한 관통구멍(45a)과 오목부(45b)에 의해 백 챔버(45)를 구성하고 있다.

[0061] 실시 형태 3의 음향 검지 소자(62)도, 실시 형태 2의 경우와 마찬가지로 하여 제조할 수 있고, 또한 주기판(41a)과 부기판(41b)의 접합 방법도 실시 형태 2와 같은 방법을 이용할 수 있다.

[0062] 이 음향 센서(71)에서는, 부기판(41b)에 오목부(45b)를 마련함으로써 백 챔버(45)의 용적을 더욱 크게할 수 있기 때문에, 음향 센서(71)의 감도를 향상시킬 수 있다. 또한, 오목부(45b)는 도 10과 같이 모서리가 모가 난 것이라도 좋고, 도 11과 같이 모서리가 둥글게 된 것이라도 좋다.

[0063] 또한, 오목부(45b)의 윗면 개구의 개구 지름을 관통구멍(45a)의 하면 개구 지름보다도 크게 하면 오목부(45b)를 크게 할 수 있고, 나아가서는 백 챔버(45)의 용적을 크게 할 수 있기 때문에, 음향 검지 소자(32)의 감도를 보다 향상시킬 수 있다.

[0064] (제 3의 실시 형태의 변형례)

[0065] 실시 형태 3에서의 주기판(41a)에 마련한 관통구멍(45a)이나 부기판(41b)에 마련한 오목부(45b)의 형상은, 여러 가지의 것이 가능하다. 예를 들면, 도 12의 (a)에 도시한 음향 검지 소자(72)에서는, 각주형상의 관통구멍(45a)의 하면에 연통시켜서 도 12의 (b)와 같은 역각추대 형상의 오목부(45b)를 마련하고 있다. 또한, 도 13의 (a)에 도시한 음향 검지 소자(73)에서는, 각주형상의 관통구멍(45a)의 하면에 연통시켜서 도 13의 (b)와 같은 구면(球面) 형상의 오목부(45b)를 마련하고 있다.

[0066] 도 12, 도 13에 도시한 이외에도 여러가지의 변형례가 가능하다. 도 14의 (a) 내지 (c)에 도시한 음향 검지 소자(74 내지 76)에서는, 상방을 향할수록 좁아진 각추대 형상의 관통구멍(45a)의 하면에 연통시켜서, 각각 사각형 형상, 역각추대 형상, 구면 형상의 오목부(45b)를 마련하고 있다. 또한, 도 15의 (a) 내지 (c)에 도시한 음향 검지 소자(77 내지 79)에서는, 상방을 향할수록 넓게 된 역각추대 형상의 관통구멍(45a)의 하면에 연통시켜서, 각각 사각형 형상, 역각추대 형상, 구면 형상의 오목부(45b)를 마련하고 있다. 또한, 도 16의 (a) 내지 (c)에 도시한 음향 검지 소자(80 내지 82)에서는, 상반분이 상방을 향할수록 좁은 각추대 형상이고, 하반분이 하방을 향할수록 좁은 역각추대 형상의 관통구멍(45a)의 하면에 연통시켜서, 각각 사각형 형상, 역 각추대 형상, 구면 형상의 오목부(45b)를 마련하고 있다.

부호의 설명

[0067] 31, 61, 68, 71 : 음향 센서

32, 62, 72 내지 82 : 음향 검지 소자

33 : 회로 소자

34 : 베이스 기판

41 : 소자 기판

41a : 주기판

41b : 부기판

43 : 진동 전극판

44 : 고정 전극판

45 : 백 챔버

45a : 관통구멍

45b : 오목부

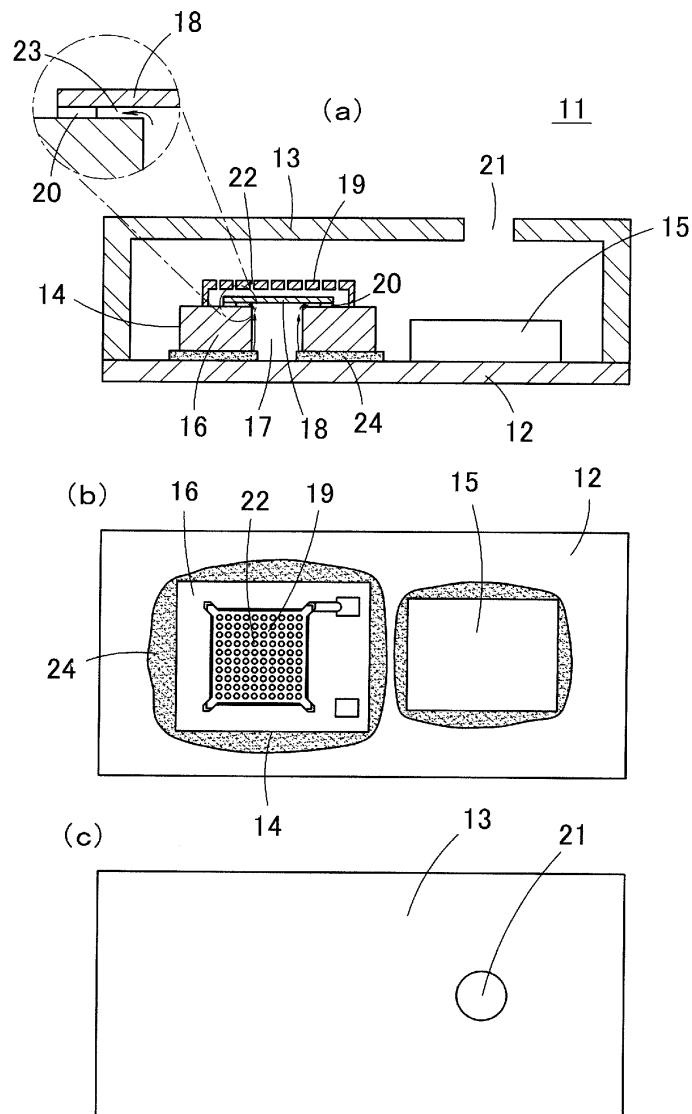
49 : 다이어프램

55 : 음향구멍

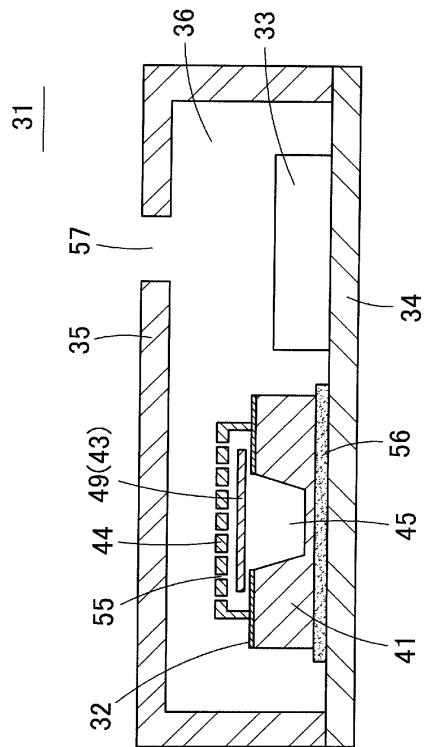
56 : 접착제

도면

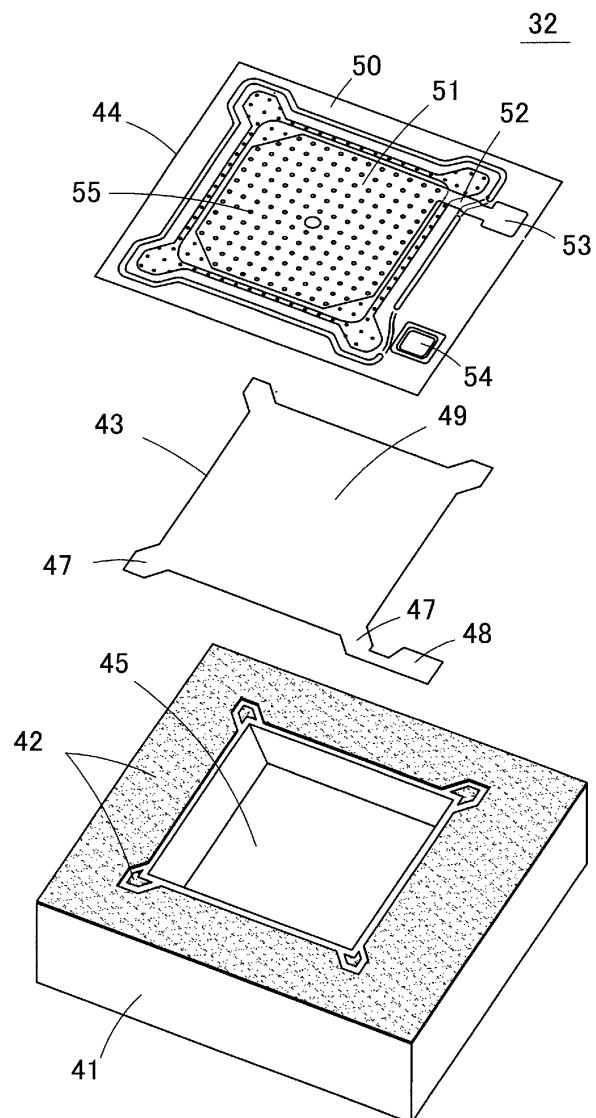
도면1



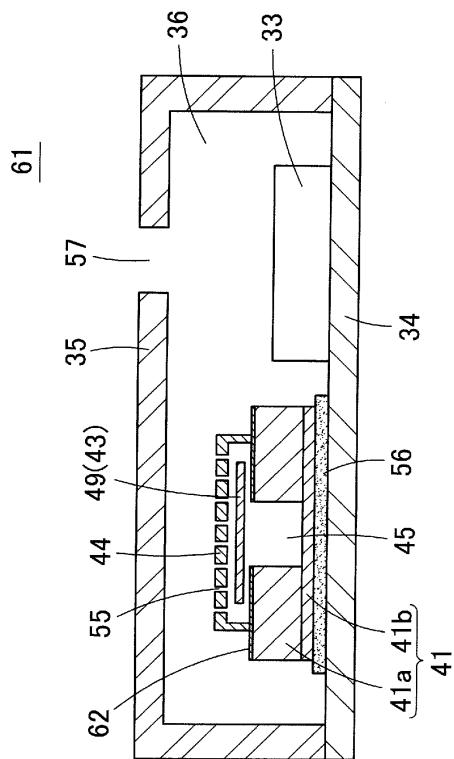
도면2



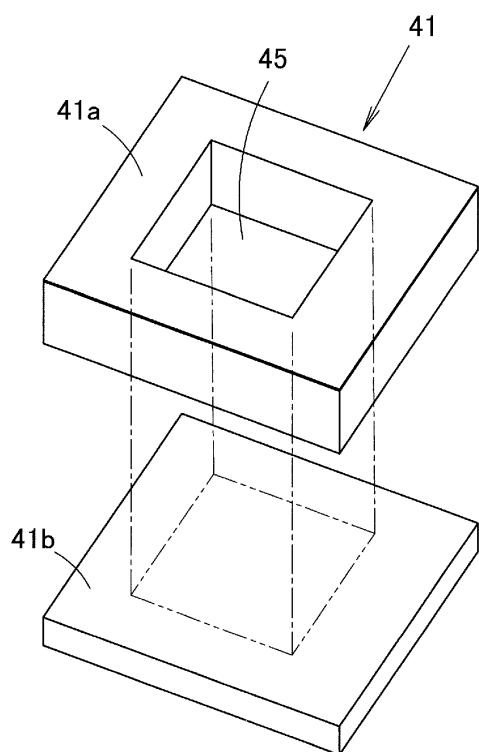
도면3



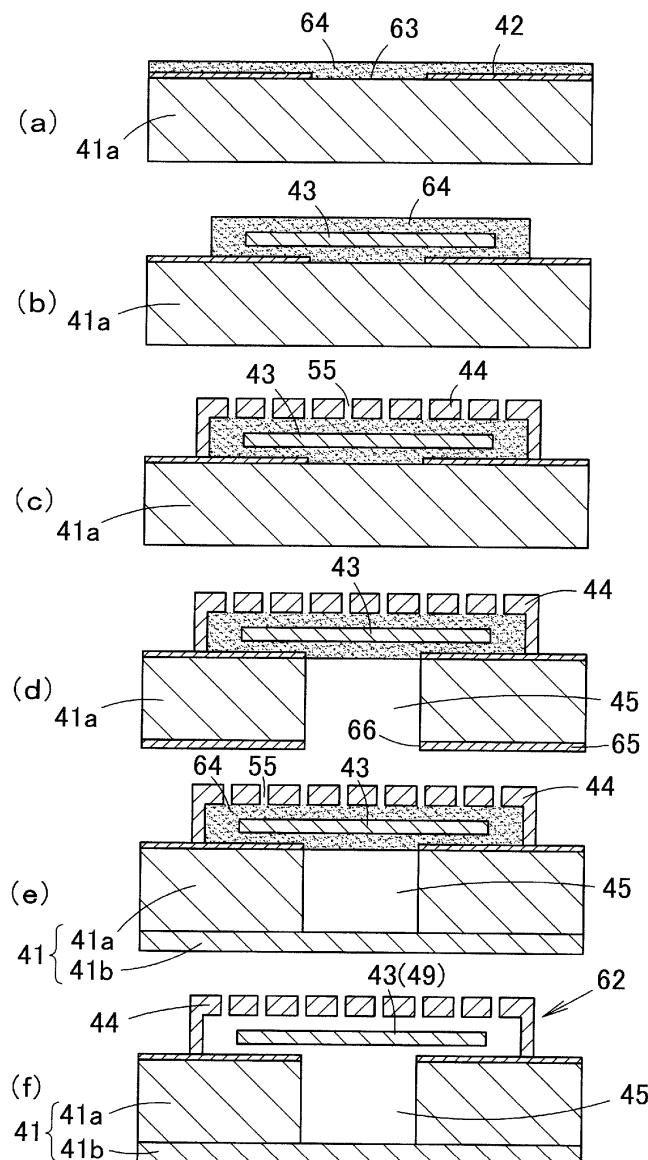
도면4



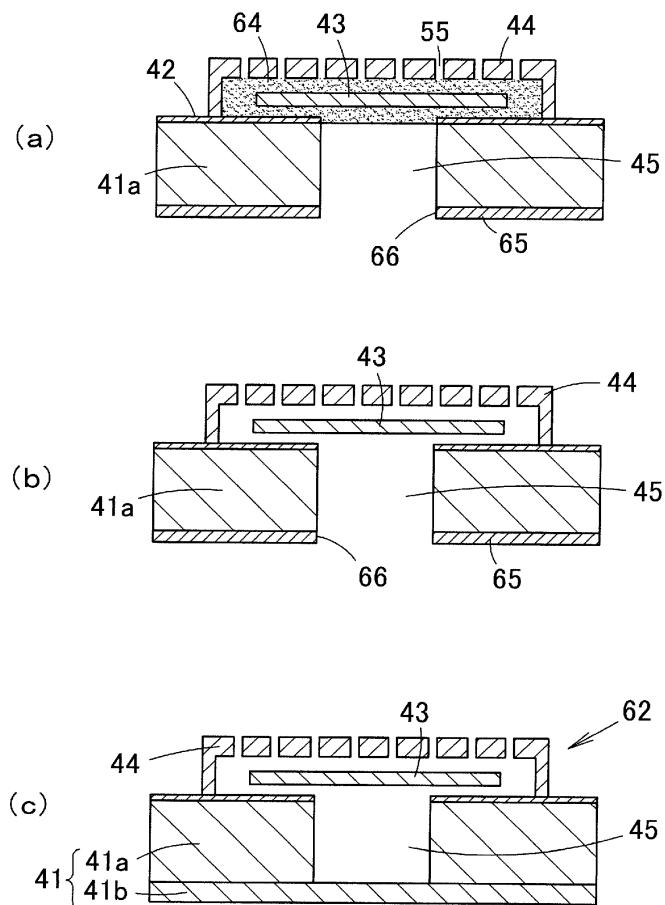
도면5



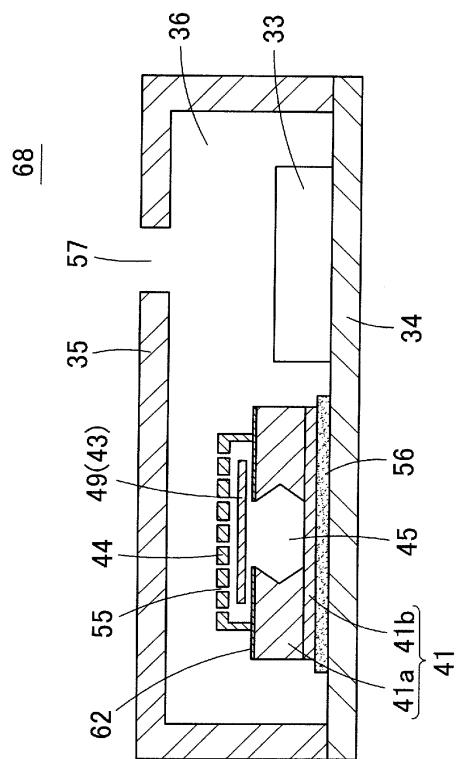
도면6



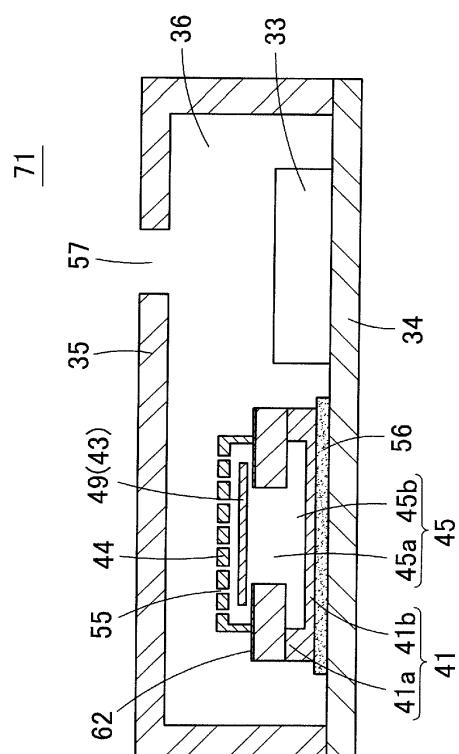
도면7



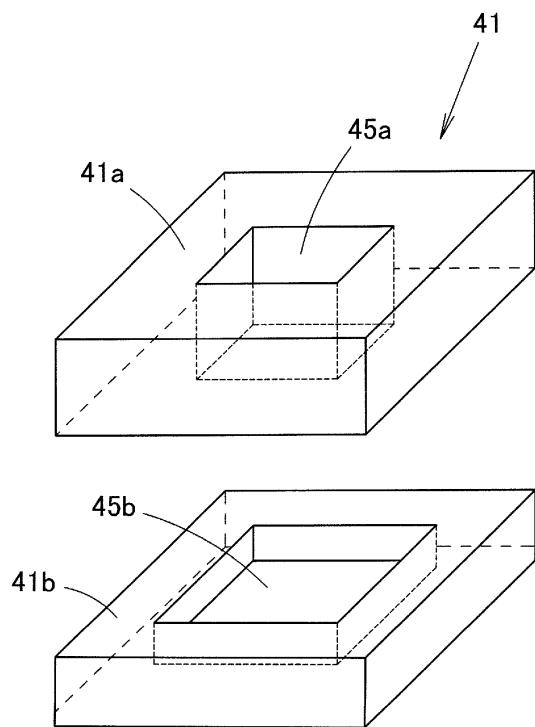
도면8



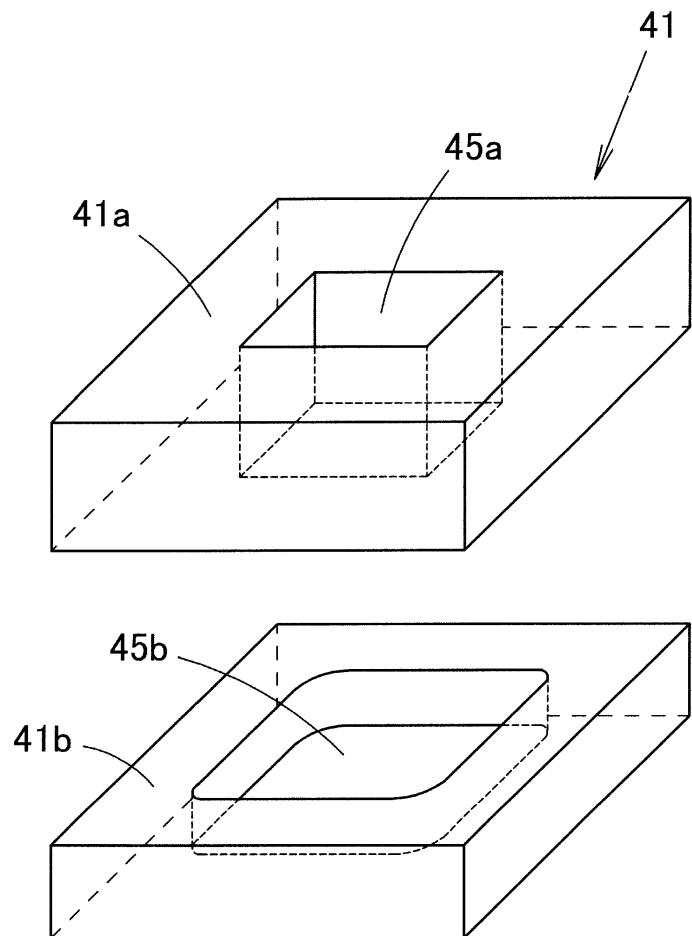
도면9



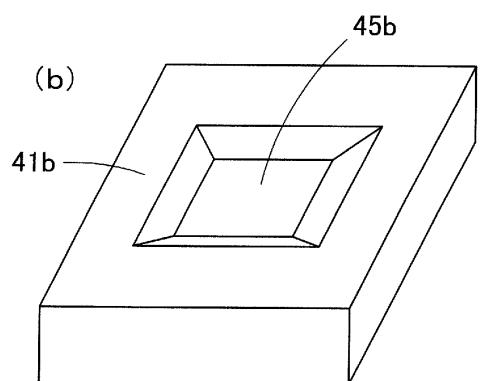
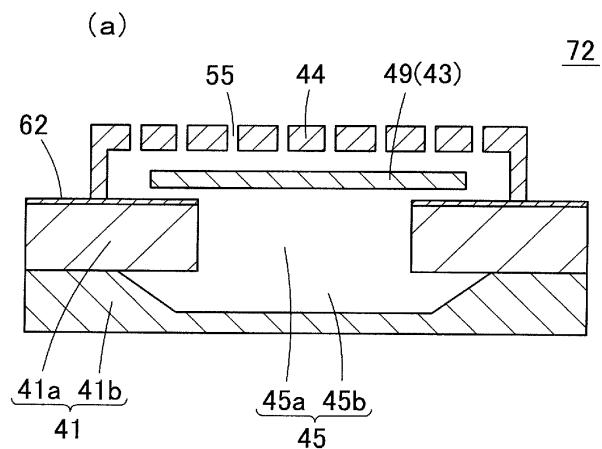
도면10



도면11



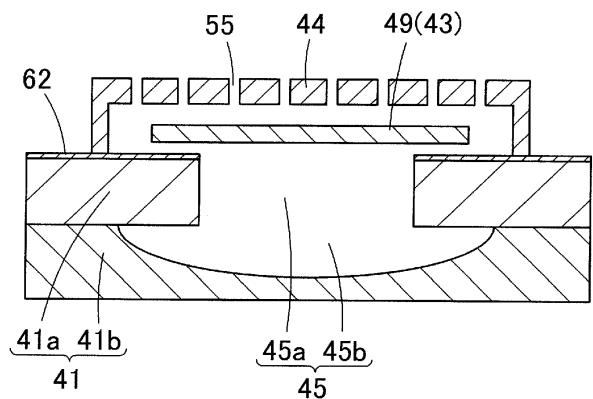
도면12



도면13

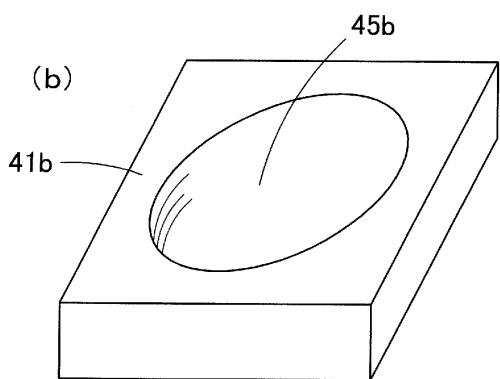
(a)

73

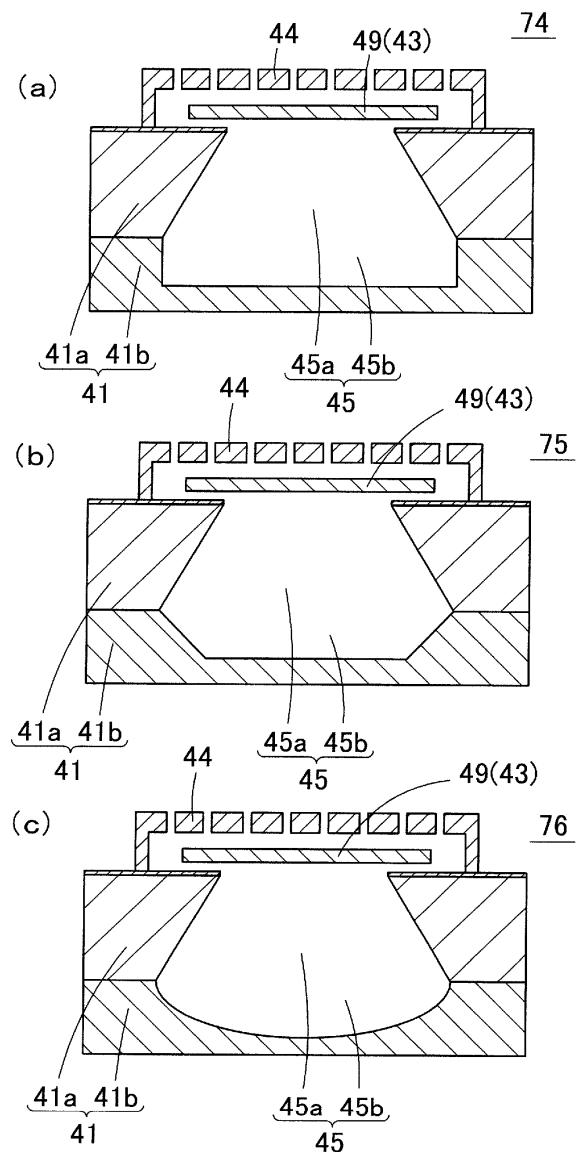


(b)

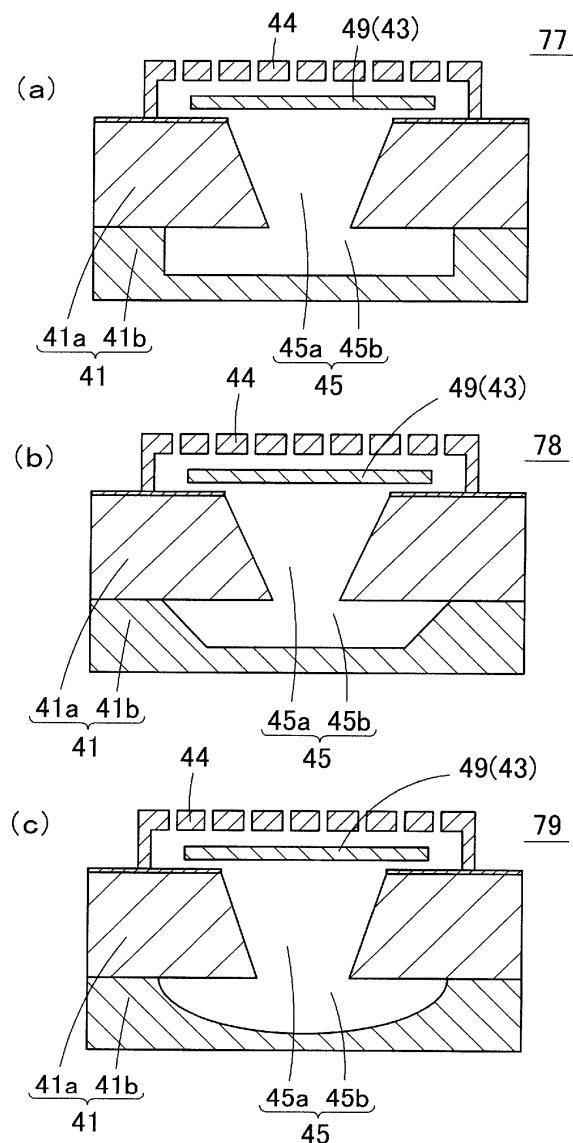
45b



도면14



도면15



도면16

