



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2012년04월10일  
(11) 등록번호 10-1112120  
(24) 등록일자 2012년01월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04R 19/04 (2006.01) H04R 19/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2009-0117910  
(22) 출원일자 2009년12월01일  
심사청구일자 2009년12월01일  
(65) 공개번호 10-2011-0061301  
(43) 공개일자 2011년06월09일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR100930537 B1  
KR1020090029362 A\*  
US04776019 A1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**(주)세미로드**  
서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세공학원 1층 118A호 (신촌동)  
(72) 발명자  
**김홍성**  
경기도 의정부시 민락동 산들마을아파트4단지 401-403  
**김영신**  
인천광역시 연수구 송도동 4-1 송도 더 ? 퍼스트 월드 6-902  
(74) 대리인  
**특허법인우인**

전체 청구항 수 : 총 25 항

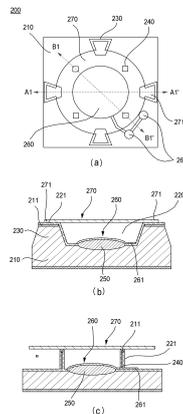
심사관 : 송근배

(54) 발명의 명칭 **멤스 마이크로폰 및 그 제조방법**

**(57) 요약**

본 발명은 벌크 미세가공(bulk micromachining) 기술을 이용하더라도 제조가 용이하고 제조 시간을 단축시킬 수 있으며, 높은 수율을 확보할 수 있고, 표면실장기술(SMT) 공정적용이 가능하여, 초박형 구성에 의한 다량의 생산이 가능한 멤스(MEMS) 마이크로폰 및 그 제조방법에 관한 것이다. 이를 위하여 본 발명에 따른 멤스(MEMS) 마이크로폰은 기판; 상기 기판의 상단에 형성된 음향 챔버; 상기 음향 챔버의 내부에 형성된 복수의 주지지대; 상기 음향 챔버의 바닥면에 형성된 전극판; 및 상기 복수의 주지지대에 의해 지지되고 상기 전극판의 상측에 형성된 진동판을 포함하여 이루어진다.

**대표도** - 도2



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

기관;

상기 기관의 상단에 형성된 음향 챔버;

상기 음향 챔버의 내부에 형성된 복수의 주지지대;

상기 음향 챔버의 바닥면에 형성된 전극판;

상기 복수의 주지지대에 의해 지지되고 상기 전극판의 상측에 형성된 진동판; 및

상기 복수의 주지지대 사이에 형성되어 상기 진동판을 지지하는 복수의 보조지지대를 포함하는 멤스(MEMS) 마이크로폰.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 진동판은 복수의 관통 홀을 구비하는 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰.

### 청구항 3

삭제

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 음향 챔버, 상기 복수의 지지대 및 상기 복수의 보조지지대는 상기 기관의 식각에 의해서 상기 기관과 일체형으로 형성된 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 기관은 실리콘 재질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰.

### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 음향 챔버, 상기 복수의 지지대 및 상기 복수의 보조지지대는 표면에 형성된 질화막을 포함하는 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰.

### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 복수의 지지대 및 상기 복수의 보조지지대는 상측에서 상기 질화막의 하부에 형성된 산화막을 포함하는 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰.

### 청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 음향 챔버는 상기 전극판과 상기 바닥면 사이에 형성된 돌출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰.

### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 돌출부는 상기 음향 챔버의 바닥면의 중심부에서 반구형으로 돌출되도록 형성된 산화막인 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰.

**청구항 10**

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 진동판은 가장자리에서 돌출되어 일체형으로 형성된 복수의 제1 접촉단자를 구비하는 것을 특징으로 하는 포함하는 멤스(MEMS) 마이크로폰.

**청구항 11**

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전극판은 가장자리에서 연장된 일체형의 제2 접촉단자를 구비하는 것을 특징으로 하는 포함하는 멤스(MEMS) 마이크로폰.

**청구항 12**

제2항에 있어서,

상기 복수의 주지지대는 하측에서 상기 전극판과 인접하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰.

**청구항 13**

제2항에 있어서,

상기 복수의 관통홀 가운데 하나는 상기 진동판의 중심부에 형성되며, 나머지는 상기 진동판의 가장자리에 형성되는 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰.

**청구항 14**

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 진동판 및 상기 전극판은 Ti, Au, Cu, Al, Pt 및 TiN 중 어느 하나의 재질로 형성된 금속막인 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰.

**청구항 15**

- a) 기관 상면에 음향 챔버와 복수의 주지지대를 형성하는 단계;
- b) 상기 음향 챔버의 바닥면의 중심부에 전극판을 형성하는 단계;
- c) 상기 기관의 상면 및 상기 음향 챔버에 희생층을 형성하는 단계;
- d) 상기 희생층의 상측 일부를 제거한 후에 상기 전극판의 상측에서 상기 주지지대에 의하여 지지되는 진동판을 형성하는 단계; 및
- e) 상기 희생층을 제거하는 단계

을 포함하는 멤스(MEMS) 마이크로폰 제조방법.

**청구항 16**

제15항에 있어서,

상기 d) 단계에서는,

상기 진동판 상에 복수의 관통홀이 형성되는 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰 제조방법.

**청구항 17**

제15항 또는 제16항에 있어서,

상기 a) 단계는,

상기 복수의 주지지대 사이에 복수의 보조지지대를 더 형성하는 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰 제조방법.

**청구항 18**

제17항에 있어서,

상기 a) 단계는,

상기 기관의 표면에 산화막을 형성하는 단계;

상기 산화막을 패터닝한 후 식각으로 상기 음향 챔버, 상기 복수의 주지지대 및 상기 복수의 보조지지대를 형성하는 단계; 및

상기 음향 챔버, 상기 복수의 주지지대 및 상기 복수의 보조지지대의 표면에 질화막을 형성하는 단계

을 포함하는 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰 제조방법.

**청구항 19**

제18항에 있어서,

상기 a) 단계는,

상기 복수의 주지지대 및 상기 복수의 보조지지대는 상기 음향 챔버의 내부에 형성되며, 양 지지대의 높이가 동일하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰 제조방법.

**청구항 20**

제18항에 있어서,

b) 단계는,

상기 음향 챔버의 중심부의 질화막을 제거한 후 반구형상의 산화막을 형성하는 단계; 및

상기 반구형상의 산화막 위에 금속막인 상기 전극판을 형성하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰 제조방법.

**청구항 21**

제15항에 있어서,

상기 진동판 및 상기 전극판은 메탈 스퍼터링 기법에 의하여 형성된 금속막이며, Ti, Au, Cu, Al, Pt 및 TiN 중 어느 하나의 제질인 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰 제조방법.

**청구항 22**

제15항에 있어서,

상기 진동판 및 상기 전극판은 가장자리에 전원 공급을 위한 일체형의 접촉 단자를 형성하는 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰 제조방법.

**청구항 23**

제16항에 있어서,

상기 a) 단계에서는,

상기 복수의 주지지대가 하측에서 상기 전극판과 인접하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰 제조방법.

**청구항 24**

제18항에 있어서,

상기 c) 단계에서는,

상기 희생층이 상기 음향 챔버 깊이의 1 배 보다 크고 1.5배 이하의 두께로 상기 복수의 주지지대, 상기 복수의 보조지지대 및 상기 음향 챔버를 커버하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰 제조방법.

**청구항 25**

제23항에 있어서,

상기 d) 단계에서는,

상기 복수의 주지지대 및 상기 복수의 보조지지대의 상면의 질화막이 노출되도록 상기 희생층의 상측 일부가 제거되는 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰 제조방법.

**청구항 26**

제15항에 있어서,

상기 희생층은 폴리 실리콘(poly-silicon) 계열의 플라즈마를 포함한 등방성 에칭 가스에 의해 식각 처리가 용이한 재질인 것을 특징으로 하는 멤스(MEMS) 마이크로폰 제조방법.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 멤스(Micro-Electro Mechanical System, MEMS) 마이크로폰에 관한 것으로, 보다 상세하게는 표면 미세가공(surface micromachining) 방법으로 제작되는 초박형 고감도 표면실장 기술 (Surface Mount Technology, SMT) 적용 가능한 실리콘 마이크로폰 및 그 제작 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 지금까지의 MEMS(Micro-Electro Mechanical System) 마이크로폰에 관련한 연구는 주로 저항형(resistance type), 압전형(piezo type), 콘덴서형(condenser type)으로 나뉘어져 왔다.

[0003] 저항형 MEMS 마이크로폰은 진동에 의해서 저항값이 변화하는 원리를 이용한 것이므로, 주변 환경변화(온도, 습기, 먼지 등)에 따라 저항값이 변화하여 일정한 음역 주파수를 유지하지 못하는 단점이 있다.

[0004] 압전형 MEMS 마이크로폰은 진동판 양단에 전위차가 발생하는 피에조 효과(piezo effect)를 이용하므로, 음성신호의 압력에 따른 전기적인 신호의 변화는 있지만 낮은 대역과 음성대역 주파수 특성이 불 균일하여 상용제품의 응용이 극히 제한적이다.

[0005] 콘덴서형 MEMS 마이크로폰은 두 금속 평판 중 하나의 금속판을 고정전극(back plate)으로 하고 다른 한 개의 진동판을 음향신호에 반응하여 진동할 수 있도록 두 전극 사이의 수 $\mu\text{m}$  ~수십  $\mu\text{m}$  대의 공극(air gap)을 가지는 구조이므로, 음원에 따라 진동판이 진동하게 되면 고정전극 사이에 정전용량이 변하게 되어, 축적전하가 변화하게 되고 이에 따라 전류가 흐르게 되는 방식으로 변환음역의 안정성과 주파수 특성이 우수한 장점이 있다.

[0006] 아울러 진동판의 재질이 폴리머(polymer) 계열의 필름이 사용되어 제조원가절감 및 부품의 정밀화에 따른 대량 생산을 위한 고온조건의 표면실장기술(SMT:surface mount technology) 적용이 불가능하고, 벌크형 미세가공(bulk-type micromachining) 기술을 이용하여 긴 공정시간과 수율 저하 등의 단점이 있지만, 음성대역에서의 우수한 주파수 응답특성을 이유로 MEMS 마이크로폰은 콘덴서 형으로 주로 개발, 생산되어 왔다.

[0007] 그러나, 마이크로폰의 소형화 및 자동화, 제조원가절감 등의 수요증가에 따라 표면실장화가 가능한 MEMS 마이크로폰의 제작이 절실한 상황이다.

[0008] 도면 1은 종래의 멤스(MEMS) 마이크로폰의 구조를 도시한 것이다.

[0009] 도 1을 참조하면, 임의의 기관(10)에 형성된 고정전극(20)과 하부전극(30)사이의 공극(40)을 형성시키기 위한

희생층(50)이 일정두께로 형성되며 희생층(50) 제거공정이 모두 완료되면 공극(40)이 완성된다.

- [0010] 여기서 고정전극(20)과 하부전극(30) 사이에는 각 전극간의 단선을 막기 위해 절연막이 사용되며, 각 전극으로 사용되는 전극 패드들이 기관(10)에 일정간격으로 형성된다.
- [0011] 일반적으로 콘덴서형 MEMS 마이크로폰은 기관상부에 고정된 고정전극(20)와 하부전극(30)을 제작하고, 기관하부에 후방음향 챔버(60)을 형성하기 위하여 상부를 절연체로 보호한 후 기관하부를 수백  $\mu\text{m}$ 이상을 가공하게 되며, 동 가공 후 상부 희생층을 제거하는 공정을 거치게 된다. 이러한 후방음향 챔버(60)의 가공 후, 고정전극(20)의 홀을 통하여 하부전극(30) 사이의 희생층(50)을 제거하는 방법으로 제작공정을 마무리하게 된다.
- [0012] 위에서 기술한 바와 같이 종래의 콘덴서형 마이크로폰은 후방음향 챔버를 구성하기 위하여 기관의 상부 및 하부의 모두에 반도체 공정이 필수적으로 요구되므로 제조 공정이 많고, 복잡할 뿐만 아니라 공정시간도 길며 공정수율이 현저히 낮다는 취약점이 있다.
- [0013] 아울러 동 공정에 의한 공정재료의 선택이 제한적이므로 SMT 공정에 적합한 생산품을 제작하는데 한계가 있어 동 시장의 SMD 부품화 요구를 충족시킬 수 없다

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

- [0014] 본 발명의 목적은, 종래의 콘덴서 마이크로폰의 복잡한 공정성을 극복, 개선하고 통상적으로 하부 전극의 후방에 존재하던 음향 챔버를 상부기관에 일체화시켜 제조 공정 및 제조시간을 단축시킬 수 있는 맴스(MEMS) 마이크로폰 및 그 제조방법을 제공하는 데 있다.
- [0015] 본 발명의 다른 목적은, 음향 챔버의 바닥면에 열 산화막을 이용한 반구형 단차를 형성하고, 그 상측에 하부 전극판을 형성하여 외부음향에 의해 발생하는 진동판의 진동에 대한 공기흐름을 원활히 배출하도록 하며, 그 단차에 의해 상측의 진동판과 하측의 전극판과의 간격을 최소화함으로써 우수한 주파수 응답특성을 가지는 SMT용 초박형 맴스(MEMS) 마이크로폰 및 그 제조방법을 제공하는 데 있다.

### 과제 해결수단

- [0016] 상기 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 실시예들에 따른 맴스(MEMS) 마이크로폰은 기관; 상기 기관의 상단에 형성된 음향 챔버; 상기 음향 챔버의 내부에 형성된 복수의 주지지대; 상기 음향 챔버의 바닥면에 형성된 전극판; 및 상기 복수의 주지지대에 의해 지지되고 상기 전극판의 상측에 형성된 진동판을 포함한다.
- [0017] 상기 진동판은 복수의 관통홀을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 상기 마이크로폰은 상기 복수의 주지지대 사이에 형성되어 상기 진동판을 지지하는 복수의 보조지지대를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 상기 음향 챔버, 상기 복수의 지지대 및 상기 복수의 보조지지대는 상기 기관의 식각에 의해서 상기 기관과 일체형으로 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0020] 상기 기관은 실리콘 재질로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 상기 음향 챔버, 상기 복수의 지지대 및 상기 복수의 보조지지대는 표면에 형성된 질화막을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 상기 복수의 지지대 및 상기 복수의 보조지지대는 상측에서 상기 질화막의 하부에 형성된 산화막을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 상기 음향 챔버는 상기 전극판과 상기 바닥면 사이에 형성된 돌출부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 상기 돌출부는 상기 음향 챔버의 바닥면의 중심부에서 반구형으로 돌출되도록 형성된 산화막인 것을 특징으로 한다.
- [0025] 상기 진동판은 가장자리에서 돌출되어 일체형으로 형성된 복수의 제1 접촉단자를 구비하는 것을 특징으로

한다.

- [0026] 상기 전극판은 가장자리에서 연장된 일체형의 제2 접촉단자를 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 상기 복수의 주지지대는 하측에서 상기 전극판과 인접하도록 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 상기 복수의 관통홀 가운데 하나는 상기 진동판의 중심부에 형성되며, 나머지는 상기 진동판의 가장자리에 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 상기 진동판 및 상기 전극판은 Ti, Au, Cu, Al, Pt 및 TiN 중 어느 하나의 재질로 형성된 금속막인 것을 특징으로 한다.
- [0030] 상기 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 실시예들에 따른 멤스(MEMS) 마이크로폰 제조방법은 a) 기판 상면에 음향 챔버와 복수의 주지지대를 형성하는 단계; b) 상기 음향 챔버의 바닥면의 중심부에 전극판을 형성하는 단계; c) 상기 기판의 상면 및 상기 음향 챔버에 회생층을 형성하는 단계; d) 상기 회생층의 상측 일부를 제거한 후에 상기 전극판의 상측에서 상기 주지지대에 의하여 지지되는 진동판을 형성하는 단계; 및 e) 상기 회생층을 제거하는 단계를 포함한다.
- [0031] 상기 d) 단계에서는, 상기 진동판에 복수의 관통홀이 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0032] 상기 d) 단계에서는, 상기 복수의 관통홀 중 하나는 중심부에 형성되고, 나머지 관통홀은 가장자리에 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 상기 a) 단계는, 상기 복수의 주지지대 사이에 복수의 보조지지대를 더 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0034] 상기 a) 단계는, 상기 기판의 표면에 산화막을 형성하는 단계; 상기 산화막을 패터닝한 후 식각으로 상기 음향 챔버, 상기 복수의 주지지대 및 상기 복수의 보조지지대를 형성하는 단계; 및 상기 음향 챔버, 상기 복수의 주지지대 및 상기 복수의 보조지지대의 표면에 질화막을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0035] 상기 a) 단계는, 상기 복수의 주지지대 및 상기 복수의 보조지지대는 상기 음향 챔버의 내부에 형성되며, 양 지지대의 높이가 동일하도록 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0036] 상기 b) 단계는, 상기 음향 챔버의 중심부의 질화막을 제거한 후 반구형상의 산화막을 형성하는 단계; 및 상기 반구형상의 산화막 위에 금속막인 상기 전극판을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0037] 상기 진동판 및 상기 전극판은 메탈 스퍼터링 기법에 의하여 형성된 금속막이며, Ti, Au, Cu, Al, Pt 및 TiN 중 어느 하나의 재질인 것을 특징으로 한다.
- [0038] 상기 진동판 및 상기 전극판은 가장자리에 전원 공급을 위한 일체형의 접촉 단자를 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0039] 상기 a) 단계에서는, 상기 복수의 주지지대가 하측에서 상기 전극판과 인접하도록 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0040] 상기 c) 단계에서는, 상기 회생층이 상기 음향 챔버 깊이의 1 배 초과 내지 1.5배 이하의 두께로 상기 복수의 주지지대, 상기 복수의 보조지지대 및 상기 음향 챔버를 커버하도록 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0041] 상기 d) 단계에서는, 상기 복수의 주지지대 및 상기 복수의 보조지지대의 상면의 질화막이 노출되도록 상기 회생층의 상측 일부가 제거되는 것을 특징으로 한다.
- [0042] 상기 회생층은 적어도 폴리 실리콘(poly-silicon) 계열의 플라즈마를 포함한 등방성 에칭 가스에 의해 식각 처리가 용이한 재질인 것을 특징으로 한다.

**효 과**

- [0043] 본 발명의 실시예들에 따른 멤스(MEMS) 마이크로폰 및 그 제조방법은 기판 상부 및 하부에 가해지는 복잡한 반도체 공정 및 멤스(MEMS) 마이크로폰의 구조를 단순화한 일면 구조의 마이크로폰을 형성함으로써 생산 수율 향상과 안정성을 확보 할 수 있는 효과가 있다.

[0044] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 맴스(MEMS) 마이크로폰 및 그 제조방법은 공정의 용이성을 통한 동일 기관 내 근접배치가 가능하여 실리콘 기관 내 수 천개 내지 수만 개의 칩(chip) 배치가 가능하여 대량생산을 통한 적용 부품의 생산단가를 획기적으로 절감할 수 있는 효과가 있다.

[0045] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 맴스(MEMS) 마이크로폰 및 그 제조방법은 기전 제품대비 일렉트릿(electret) 소재를 폴리머가 아닌 실리콘으로 대체함으로써 내구성 강화 및 우수한 감도특성을 가지는 SMD 부품화를 가능하게 할 수 있는 효과가 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

[0046] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략하며, 단수로 기재된 용어도 복수의 개념을 포함할 수 있다. 또한, 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 설명할 것이나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고 당업자에 의해 변형되어 다양하게 실시될 수 있음은 물론이다.

[0047] 도 2(a)는 본 발명의 일실시예에 따른 상부의 진동판 및 하부의 구조를 투영한 맴스(MEMS) 마이크로폰의 정면 도이고, 도 2(b) 및 (c)의 각각은 절단선 A1-A1' 및 B1-B1'를 따라 절취한 단면도를 도시한 것이다.

[0048] 도 2(a) 내지 (c)를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 맴스(MEMS) 마이크로폰(200)은 기관(210); 상기 기관의 상단에 형성된 음향 챔버(220); 상기 음향 챔버의 내부에 형성된 복수의 주지지대(230); 상기 음향 챔버의 바닥면에 형성된 전극판(260); 및 상기 복수의 주지지대에 의해 지지되고 상기 전극판의 상측에 형성된 진동판(270)을 포함하여 이루어진다.

[0049] 상기 마이크로폰(200)은 상기 복수의 주지지대 사이에 형성되어 상기 진동판을 지지하는 복수의 보조지지대(240)를 더 포함하는 것이 바람직하다. 상기 진동판(270) 및 상기 전극판(260)은 Ti, Au, Cu, Al, Pt 및 TiN 중 어느 하나의 재료로 형성된 금속막이다. 상기 복수의 보조 지지대(240)는 상기 진동판이 상하 운동에 의하여 아래로의 처짐 또는 밀착현상(sticking)을 방지하는 기능을 한다.

[0050] 상기 음향 챔버(220), 상기 복수의 주지지대(230) 및 상기 복수의 보조지지대(240)는 상기 실리콘 재료의 기관을 식각하여 상기 기관과 일체형으로 형성되며, 상기 복수의 지지대 및 상기 복수의 보조지지대는 상기 음향 챔버(220) 내에서 높이가 동일하도록 형성된다. 상기의 식각은 TMAH 또는 KOH 또는 이에 이에 상응하는 실리콘(Si) 식각 수용액을 이용한 실리콘 습식 에칭에 의해 형성하고, 0.5 $\mu$ m~수  $\mu$ m 의 미세 단차를 가지는 표면 미세 가공(Surface Micromachining) 기술에 의하여 이루어진다.

[0051] 상기 음향 챔버, 상기 복수의 지지대 및 상기 복수의 보조지지대는 표면에 질화막(221)이 형성되어 있으며, 상기 복수의 지지대 및 상기 복수의 보조지지대는 상측의 진동판(270)을 지지하는 부분의 상기 질화막(221)의 하측에 산화막(211)을 더 구비하고 있다. 즉, 상기 복수의 지지대 및 상기 복수의 보조지지대는 상부 및 외주면에 SiO<sub>2</sub> 및 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>로 형성된 이중의 절연막을 구비한다.

[0052] 상기 진동판(270)이 음원에 의하여 구동함에 따라 발생하는 공기 흐름이 원활히 배출 및 분산될 수 있도록 상기 복수의 주지지대가 설계 및 배치되며, 상기 기관(210)의 상부가 습식 식각되어 상기 기관의 내부에 음향 챔버(220)가 형성되며, 그 음향 챔버의 내부 바닥면에 상기 전극판(260)이 형성된다. 이 경우에 상기 전극판(260)은 우수한 주파수 응답 특성을 확보하기 위하여 상기 진동판(270)과의 간격을 조정함에 있어 상기 전극판의 하부인 상기 음향 챔버의 중앙 바닥면에 선택적인 두께로 반구 형태의 산화막(250)을 성장시킨다.

[0053] 또한, 도 5(d) 및 (e)를 참조하면, 상기 진동판(270)을 형성을 위하여 상기 복수의 지지대의 높이보다 상향된 실리콘 희생층(410, 420)을 형성한 후 상기 복수의 주지지대의 상부에 형성된 질화막층과 동일한 면(411)까지 표면가공기술을 통하여 상기 희생층(420)을 제거한다. 여기서, 상기 도 5(d)에서 실선에 의하여 구분되는 두개의 희생층(410, 420)은 한번의 공정에 의하여 형성되는 것이며, 물리적으로 구분되어 있지는 않다. 상기 도 5(d)에서 실선은 상기 진동판의 형성을 위하여 희생층이 제거되어야하는 위치에 대한 이해를 돕기위한 가상의 선이다.

[0054] 상기 진동판(270)은 음원에 의해 구동하며, 천 Å~ 수  $\mu$ m 두께의 금속 재료로 형성되며, Ti, Au, Cu, Al, Pt,

TiN 및 이에 상응하는 금속 재질로 구성될 수 있고, 노출 음원의 성격에 따라 그 크기를  $\mu\text{m}$  단위로 설계될 수 있다.

- [0055] 상기 음향 챔버(220)는 상기 실리콘 기관(210)을 기점으로 수  $\mu\text{m}$  ~ 수십  $\mu\text{m}$ 의 습식식각에 의해 형성되며, 상기 식각에는 식각액 및 식각표면 상태를 개선하기 위하여 솔벤트(solvent) 혼합 식각 용액이 사용되며, 상기 실리콘 기관 간의 절연 및 상기 전극판의 형성 및 누설전류 차단을 위한 SiO<sub>2</sub> 혹은 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>의 절연막을 형성한다.
- [0056] 상기 음향 챔버(220)에는 바닥면의 중심부에서 반구형으로 돌출된 산화막의 돌출부(250)가 형성되어 있고, 상기 돌출부의 상측에 상기 금속 전극판(260)이 형성되어 있다.
- [0057] 즉, 상기 돌출부(250)는 상기 진동판과 상기 전극판의 간격을 조정하기 위하여 상기 음향 챔버 내부의 중앙에 1 $\mu\text{m}$  내지 3  $\mu\text{m}$  이상으로 성장된 열 산화막이다. 상기 돌출부(250)는 음향 챔버(220)가 상측의 진동판(270)의 상하 운동에 의해 발생하는 음압에 의한 공기흐름을 원활히 배출하는 역할을 할 수 있도록 반구형 구조로 제작 형성된다. 또한, 하측의 전극판(260)도 천Å~ 수  $\mu\text{m}$  두께의 금속막이며, Ti, Au, Cu, Al, Pt, TiN 및 이외 이에 상응하는 금속 재질로 형성되는 것이 가능하다.
- [0058] 상기 진동판(270)은 가장자리에서 돌출되어 일체형으로 형성된 복수의 제1 접촉단자(271)를 구비하고, 상기 전극판(260)은 가장자리에서 전원 연결을 위하여 연장된 일체형 제2 접촉단자(261)를 구비하여 외부 음원(음압)을 감지(구동)한다.
- [0059] 상기 복수의 지지지대(230)는 하측에서 상기 전극판과 인접하도록 형성되는 것이 가능하다.
- [0060] 도 3(a)는 본 발명의 다른 실시예에 따른 상부의 진동판 및 하부의 구조를 투영한 멤스(MEMS) 마이크로폰의 정면도이고, 도 3(b) 및 (c)의 각각은 절단선 A2-A2' 및 B2-B2'를 따라 절취한 단면도를 도시한 것이다.
- [0061] 도 3(a) 내지 (c)를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 멤스(MEMS) 마이크로폰(300)은 상기 일실시예에 따른 멤스(MEMS) 마이크로폰(200)의 상부의 진동판(270)을 복수의 관통홀(320)을 구비하는 진동판(310)으로 대체하여 구성된다.
- [0062] 상기 복수의 관통홀(320)을 구비하는 진동판(310)을 제외하고는 본 발명의 일실시예에 따른 멤스(MEMS) 마이크로폰(200)의 구성과 동일하므로, 이하에서는 중복되는 부분은 생략하고, 차이부분만을 설명한다.
- [0063] 상기 멤스(MEMS) 마이크로폰(300)은 관통홀(320)이 형성된 진동판(310)을 구비함으로써, 일체화된 음향 챔버(220)로부터 상기 희생층(410)을 보다 원활하게 제거할 수 있다.
- [0064] 상기 멤스(MEMS) 마이크로폰(300)은 상기 복수의 관통홀(320) 가운데 하나는 상기 진동판의 중심부에 형성하고, 나머지는 상기 진동판의 가장자리에 형성하는 것이 가능하다. 이 경우에 상기 복수의 지지지대(230)는 하측에서 상기 전극판(260)과 인접하도록 형성되는 것이 바람직하다. 상기 관통홀의 위치는 일실시예에 불과한 것이며, 상기 진동판(270)에 형성되는 관통홀(320)의 위치는 상기 실시예에 한정되지 않으며, 필요 또는 요구성능에 따라 한개 또는 복수개로 상기 진동판의 임의의 위치에 형성될 수 있다.
- [0065] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 멤스(MEMS) 마이크로폰 제조방법의 순서도이고, 도 5는 도 4의 제조방법의 공정에 따른 멤스(MEMS) 마이크로폰의 형성 과정도이다. 도 5(a)는 하부의 전극판의 형성될 위치의 질화막이 제거되는 과정을 도시한 것이고, 도 5(b)는 도 5(a)에서 질화막이 제거된 위치에 타원체형의 단차 구조물을 열산화막으로 형성하는 과정을 도시한 것이고, 도 5(c)는 도 5(b)의 열산화막 위에 하부 전극판 및 일체형 전극 접촉부를 형성하는 과정을 도시한 것이다. 도 5(d)는 상부의 진동판을 형성하기 위하여 음향 챔버의 내부 및 복수의 지지대를 덮도록 희생층을 형성하는 과정을 도시한 것이고, 도 5(e)는 상부의 진동판을 형성하기 위하여 희생층을 표면가공기술을 이용하여 상부의 진동판 및 복수의 지지대가 동일하게 단차지도록 희생층의 상부를 제거하는 과정을 도시한 것이다.
- [0066] 도 4 내지 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 멤스(MEMS) 마이크로폰 제조 방법은 제조방법은 a) 기관 상면에 음향 챔버와 복수의 지지지대를 형성하는 단계(S10); b) 상기 음향 챔버의 바닥면의 중심부에 전극판을 형성하는 단계(S30); c) 상기 기관의 상면 및 상기 음향 챔버에 희생층을 형성하는 단계(S40); d) 상기 희생층의 상측 일부를 제거한 후에 상기 전극판의 상측에서 상기 지지지대에 의하여 지지되는 진동판을 형성하는 단계(S50); 및 e) 상기 희생층을 제거하는 단계(S60)를 포함하여 수행된다.

- [0067] 상기 a) 단계(S10)에서는, 상기 복수의 주지지대 사이에 복수의 보조지지대를 더 형성하고, 상기 기관의 표면에 산화막을 형성하고, 상기 산화막을 패터닝한 후 식각으로 상기 음향 챔버, 상기 복수의 주지지대 및 상기 복수의 보조지지대를 형성하고, 상기 음향 챔버, 상기 복수의 주지지대 및 상기 복수의 보조지지대의 표면에 질화막을 형성한다(S20).
- [0068] 상기 a) 단계(S10)에서는, 상기 복수의 주지지대 및 상기 복수의 보조지지대는 상기 음향 챔버의 내부에 형성되며, 양 지지대의 높이가 동일하도록 형성된다.
- [0069] 상기 b) 단계(S30)에서는, 상기 음향 챔버의 중심부의 질화막을 제거한 후 반구형상의 산화막(250)을 형성하고, 그리고 나서 상기 반구형상의 산화막 위에 금속막인 상기 전극판(260)을 형성한다.
- [0070] 상기 c) 단계(S40)에서는, 상기 희생층(410,420)이 상기 음향 챔버(220) 깊이의 1 배 초과 내지 1.5배 이하의 두께로 상기 복수의 주지지대, 상기 복수의 보조지지대 및 상기 음향 챔버를 커버하도록 형성된다.
- [0071] 상기 d) 단계(S50)에서는, 상기 복수의 주지지대 및 상기 복수의 보조지지대의 상면의 질화막이 노출되도록 상기 희생층의 상측 일부가 제거되며, 상기 희생층은 적어도 폴리 실리콘(poly-silicon) 계열의 플라즈마를 포함한 등방성 에칭 가스에 의해 식각 처리가 용이한 재질로 형성된다.
- [0072] 상기 a) 단계(S10)에서는 실리콘 기관(210)의 상면에 수 천Å~ 수 μm 대의 산화막(211)이 형성되고, 그리고 나서 음향 챔버(220)를 형성하기 위하여 일정간격 한 간격을 가지고 포토 레지스터 패터닝하여, 산화막(211)을 식각한 후에, 실리콘 기관(210)을 습식 식각하여 수 μm 깊이의 음향 챔버(220)와 복수의 주지지대(230) 및 복수의 보조지지대(203)를 형성한다. 여기서 복수의 보조지지대(203)는 진동판(270,310)의 구동 중 발생할 수 있는 스트레스에 의한 처짐 및 밀착현상(sticking) 현상을 방지하기 위하여 형성된다.
- [0073] 이때 음향 챔버(220) 내의 표면은 상기 진동판(270,310)의 진동에 의하여 발생하는 음압의 원활한 흐름을 위하여 식각된 표면의 거칠기를 기존 기관의 거칠기와 동일한 상태로 유지하기 위하여 소정의 솔벤트(solvent wt %)를 혼합한 식각 용액에 의하여 식각되는 것이 바람직하다.
- [0074] 이후 식각된 실리콘 표면을 추가 보호하기 위하여 질화막(221)을 추가로 형성하며, 상기 질화막은 최종적으로 음향 챔버(220)의 공극(air gap) 확보를 위한 희생층(210) 제거 시 식각 정지층으로도 활용되고, 또한 상기 진동판 및 상기 전극판 간의 누설전류를 차단한다.
- [0075] 수 μm 지름의 원형 전극판(260)을 구성하기 위하여 식각된 음향 챔버(220)의 중앙부에 반구형으로 돌출된 산화막 단차(250)를 형성하기 위하여 포토 레지스터 패터닝 후에 질화막(221)을 제거한다
- [0076] 상기 산화막 단차(250) 형성시에 음향 챔버(220)의 깊이는 음향감도 향상을 위하여 상부의 금속 진동판(270,310)과 하부의 금속 전극판(260) 간의 최 근접한 간격을 형성하기 위하여 1차로 수 μm 대의 적절한 음향 챔버(220)의 깊이를 요구하며, 하부 전극판(260)의 하측에 형성된 산화막 단차(250)를 2차로 조정하여 최대 근접한 공극을 구성하여 우수한 음향감도 향상시킬 수 있다
- [0077] 상기 반호 산화막 단차(250)는 산화막(thermal oxide)으로 형성되며, 하부 전극판(260)의 단차를 정확하게 확보하기 위해서는 실리콘 기관(210)의 소실량(약45%)을 고려하여 산화막 단차(250)의 성장 두께를 설정하는 것이 바람직하다. 상기 산화막 단차의 두께는 상기 진동판(270,310)의 진동에 의한 음압을 원활히 배출하기 위한 중요한 변수이기도 하다
- [0078] 상기 전극판(260)은 산화막 단차(250)의 형성 후 금속막으로 형성되는데, 절연막(thermal oxide)으로 형성된 수 천Å~ 수 μm 두께의 금속막을 스퍼터링(sputtering) 한 후 포토 레지스터 공정을 통하여 생성된다. 이 과정에서 전류인가를 위한 전극 접촉부(261)는 일체화되어 있으며, 그 재료로 Ti, Au, Cu, Al, Pt, TiN 외 이에 상응하는 재질을 적용 할 수 있고, 원활한 전극패드 운영을 위하여 보조 전극 접촉부를 추가로 형성할 수 있다.
- [0079] 상기 산화막 단차(250)는 상기 진동판(270,310)의 진동에 의한 음압이 선형구조를 가지는 것을 알 수 있으며, 이 구조에 의해 음향에 의해 진동하는 음압이 선형구조를 따라 원활히 배출될 수 있다.
- [0080] 상기 진동판을 형성하기 위하여, 상기 음향 챔버(220)의 내부, 상기 주지지대(230) 및 상기 보조지지대(240)의 내부에 희생층(410,420)을 형성한다. 이때 상기 희생층의 소재는 폴리머(polymer) 계열 및 산화물(oxide) 계열의 소재가 사용되어 이후의 제거 과정을 원활하게 수행하게 한다.
- [0081] 또한, 상기 복수의 주지지대 및 상기 복수의 보조지지대의 단차가 동일 높이에 위치하게 하기 위하여 표면 가공 기술을(polishing, CMP)를 적용하며, 이때 동공정의 원활한 공정성 확보를 위하여 음향 챔버(220)의 단차의 약

1배~1.5배 범위의 추가 희생층(702)를 적용하는 것이 바람직하다

- [0082] 상기 희생층의 표면(411)의 거칠기는 상기 기관(210)의 기존 표면과 동일한 수준이어야 하며, 그 이유는 최종 결과물에 의하여 진동판(270,310)의 하단 면이 희생층과 집적되어 거칠기 정도가 그대로 유지될 경우 상기 진동판의 진동유형이 변화할 수 있으며, 이는 진동변이 변화에 의해 우수한 음향감도 확보에 영향을 미칠 수 있다.
- [0083] 이후 메탈 스퍼터링(metal sputtering) 기법에 의한 금속막 형성 후 포토 레지스터 패터닝에 의하여 상기 진동판이 형성되며, 상기 진동판의 외부에 노출된 희생층은 등방성 식각을 통하여 제거된다. 이 경우에 상기 진동판(310)은 진동판 내 관통홀(320)을 구비함으로써 식각율을 증가시켜 보다 신속한 식각을 유도할 수 있다
- [0084] 도 6(a) 및 (b)의 각각은 도 2의 멤스(MEMS) 마이크로폰의 현미경 정면 사진 및 상부의 진동판을 제거한 상태의 현미경 정면 사진이고, 도 7(a) 및 (b)의 각각은 도 3의 멤스(MEMS) 마이크로폰의 현미경 정면 사진 및 상부의 진동판을 제거한 상태의 현미경 정면 사진이고, 도 8은 도 1 및 도 2의 멤스(MEMS) 마이크로폰이 희생층을 형성한 상태의 수직 단면의 현미경 사진이다.
- [0085] 도 6(b) 및 7(b)에서 보여지는 바와 같이, 복수의 주지지대 및 복수의 보조지지대의 상부에는 이중 절연막(SiO<sub>2</sub> 산화막 및 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 질화막)이 형성되어 있음을 알 수 있다. 또한, 실리콘 면은 습식 에칭에 의해 수 um의 음향챔버가 형성되어 있고, 복수의 주지지대 및 복수의 보조지지대는 기둥의 형태로 형성되어 있음을 알 수 있다. 또한, 상기 전극판은 하부 단차에 수 um 두께의 반구형 SiO<sub>2</sub> 산화막 위에 금속으로 형성되어 있는 일체형 전극 접촉부를 구비하고 있다.
- [0086] 도 8에서 보여지는 이중 절연막(SiO<sub>2</sub>산화막 + Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>질화막) 중 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 질화막의 경우 격층이 발생하지 않은 것으로 보이며, 이는 매우 얇은 두께로 성장되어 있기 때문이다. 상기 음향 챔버에는 희생층이 포함되어 있으며, 상기 사진을 기준으로 상부 진동판이 형성된 후에 상기 희생층을 제거하게 되면 사진의 실선을 기준으로 음향챔버가 형성된다.
- [0087] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예들에 따른 멤스(MEMS) 마이크로폰(200,300)은 음향 챔버(220)의 기능적인 역할을 상부의 금속 진동판(270,310)을 지지하는 지지대의 구조와 형태에 따라 단지 기관의 상부에만 반도체 공정을 수행하여 멤스(MEMS) 마이크로폰을 제작할 수 있는 우수한 장점이 있다.

[0088] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

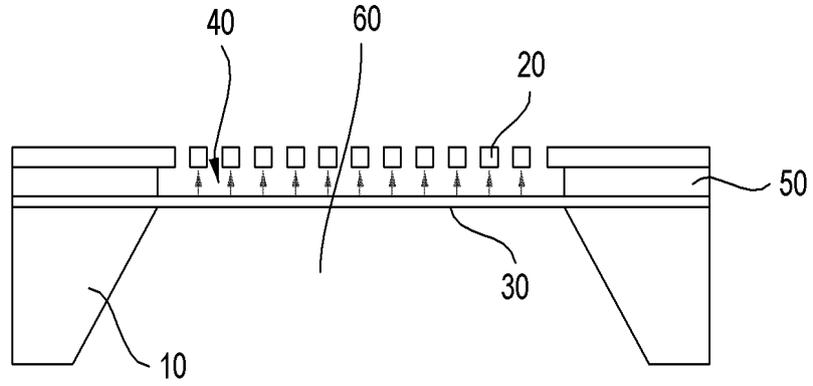
**도면의 간단한 설명**

- [0089] 도 1은 종래 기술에 따른 멤스(MEMS) 마이크로폰의 단면도를 도시한 것이다.
- [0090] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 멤스(MEMS) 마이크로폰의 정면도 및 단면도를 도시한 것이다.
- [0091] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 멤스(MEMS) 마이크로폰의 정면도 및 단면도를 도시한 것이다.
- [0092] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 멤스(MEMS) 마이크로폰 제조방법의 순서도이다.
- [0093] 도 5는 도 4의 제조방법의 공정에 따른 멤스(MEMS) 마이크로폰의 형성도이다.
- [0094] 도 6(a) 및 (b)의 각각은 도 2의 멤스(MEMS) 마이크로폰의 현미경 정면 사진 및 상부의 진동판을 제거한 상태의 현미경 정면 사진이다.
- [0095] 도 7(a) 및 (b)의 각각은 도 3의 멤스(MEMS) 마이크로폰의 현미경 정면 사진 및 상부의 진동판을 제거한 상태의 현미경 정면 사진이다.

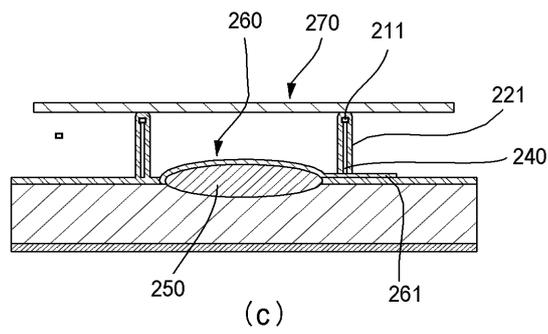
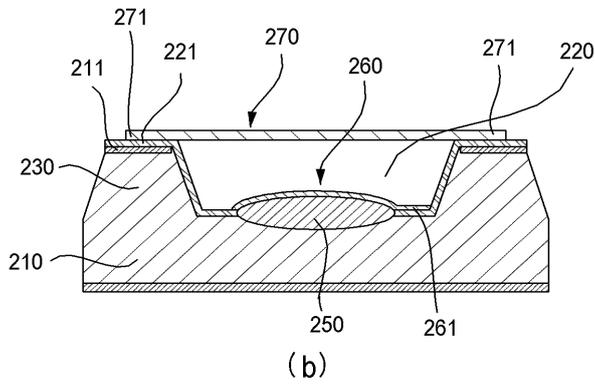
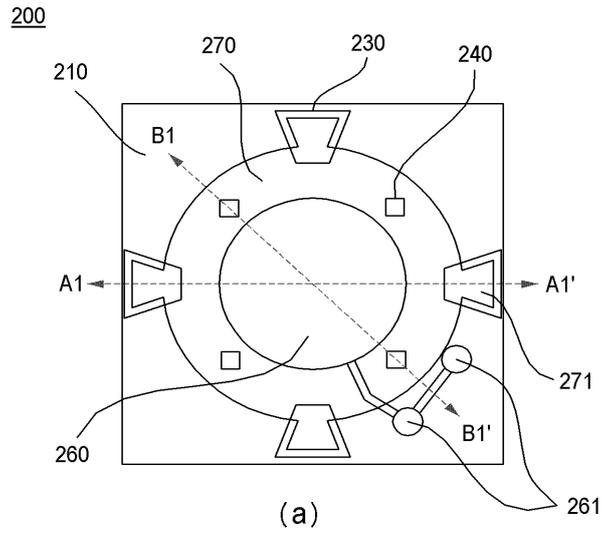
[0096] 도 8은 도 1 및 도 2의 맴스(MEMS) 마이크로폰이 희생층을 형성한 상태의 수직 단면의 현미경 사진이다.

도면

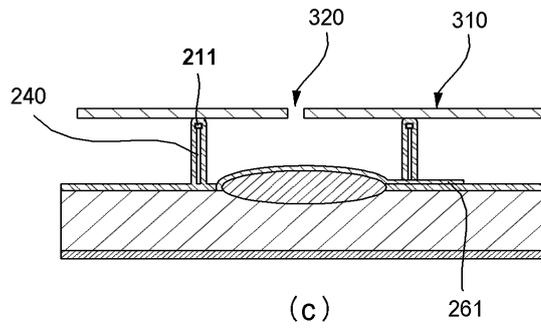
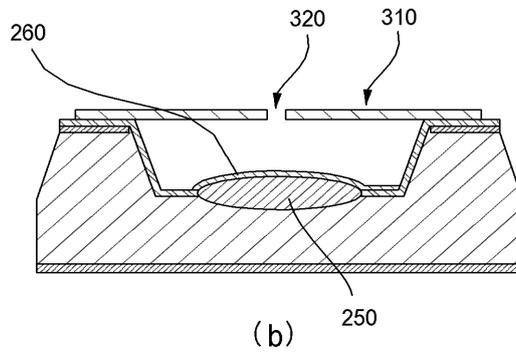
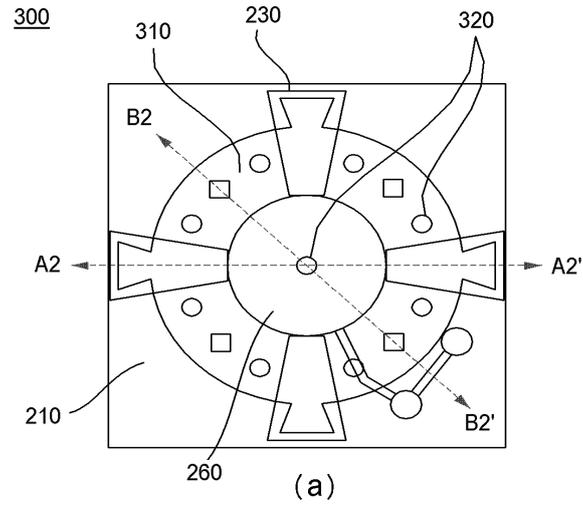
도면1



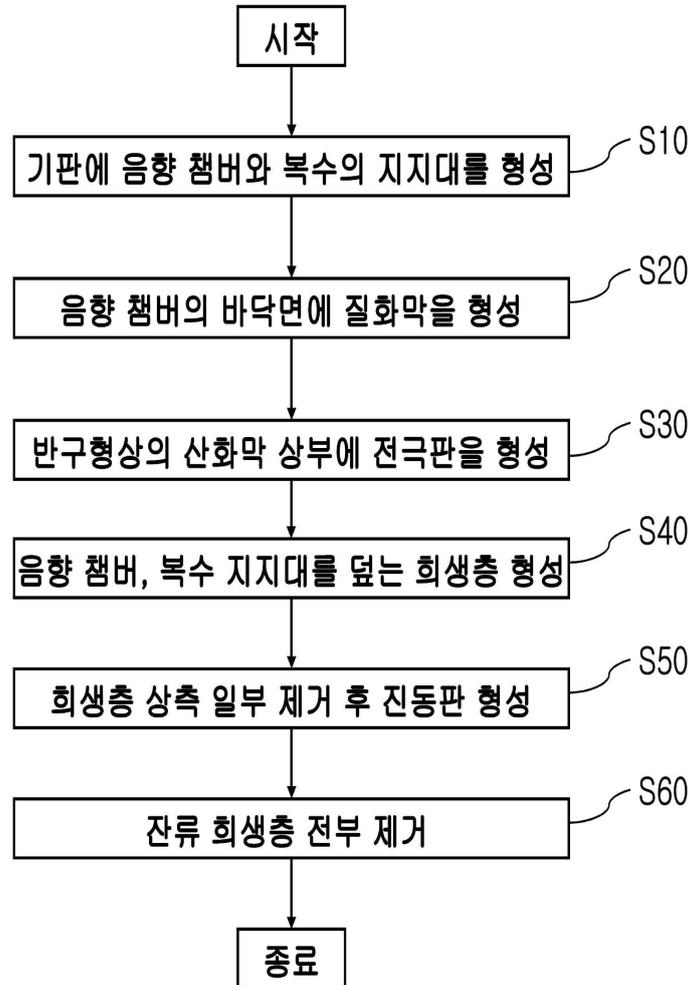
도면2



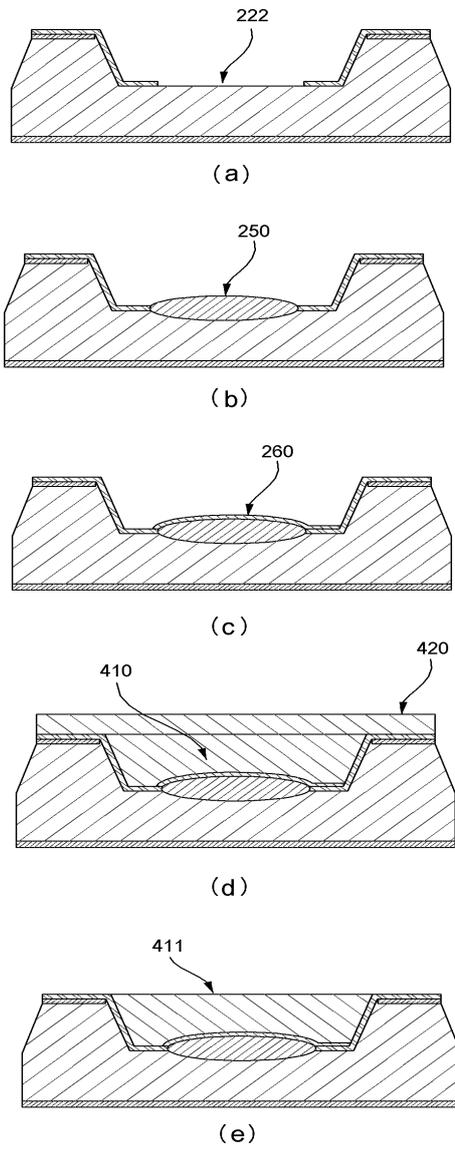
도면3



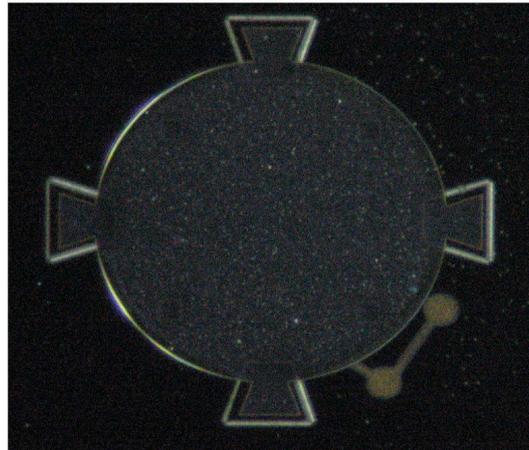
도면4



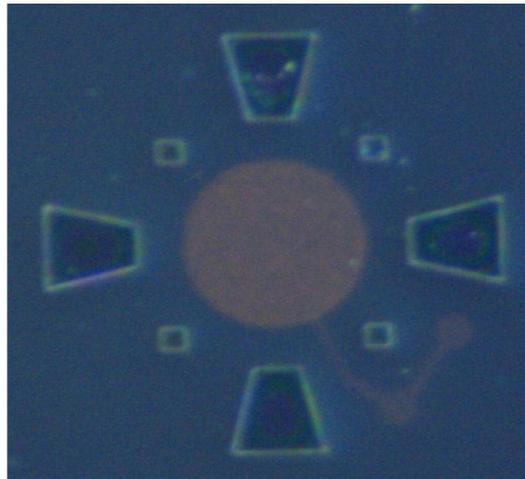
도면5



도면6

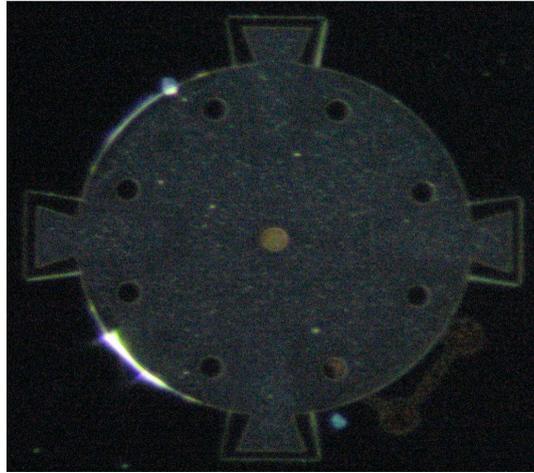


(a)

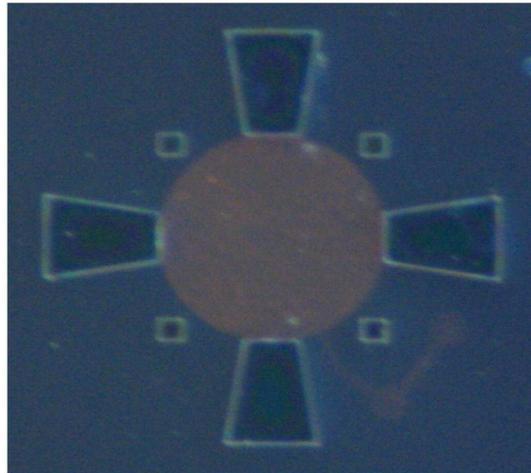


(b)

도면7



(a)



(b)

도면8

