



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0041943
(43) 공개일자 2012년05월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04R 19/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0103368

(22) 출원일자 2010년10월22일

심사청구일자 2010년10월22일

(71) 출원인

한국전자통신연구원

대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)

(72) 발명자

이재우

대전광역시 유성구 엑스포로 448, - 103동 1007호
(전민동, 엑스포아파트)

제창한

대전광역시 유성구 노은서로210번길 32,
열매마을@ 402동 1506호 (지족동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

권혁수, 송윤호, 오세준

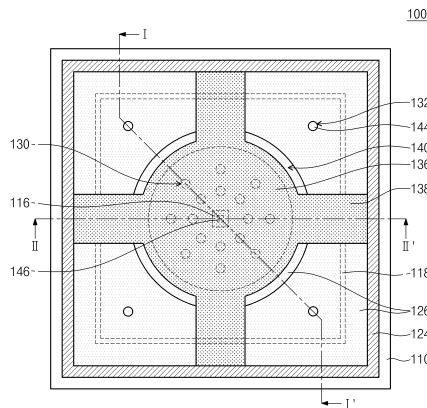
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 음향 센서 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예는, 측벽부들 및 상기 측벽부들의 바닥으로부터 연장된 바닥부를 포함하는 기관; 상기 기관 상에 고정되되, 상기 바닥부의 가운데 영역 상에 제1 홀을 포함하여 제공된 오목부 및 상기 바닥부의 가장자리 영역 상에 제2 홀을 포함하여 제공된 볼록부를 포함하는 하부 전극; 상기 하부 전극의 오목부와 진동 공간을 사이에 두고 대향되는 진동판; 상기 진동판의 측면에서 상기 하부 전극 상에 제공되되, 상기 진동판과 동일한 높이의 상부면을 가지는 진동판 지지대들; 및 상기 하부 전극 아래에서 상기 바닥부 및 상기 측벽부들 사이의 공간에 제공된 음향 챔버를 포함하는 음향 센서를 제공한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자
양우석
대전시 서구 삼천동 청솔아파트 10동 1004호

김중대
대전광역시 유성구 배울1로 119, 우림필유APT
1211-1002 (용산동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 10035570
부처명 한국산업기술평가관리원
연구사업명 정보통신산업원천기술개발사업
연구과제명 스마트&그린 빌딩용 자가충전 지능형 센서노드 플랫폼 핵심기술 개발
주관기관 한국전자통신연구원
연구기간 2010.03.01 ~ 2015.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

측벽부들 및 상기 측벽부들의 바닥으로부터 연장된 바닥부를 포함하는 기관;

상기 기관 상에 고정되되, 상기 바닥부의 가운데 영역 상에 제1 홀을 포함하여 제공된 오목부 및 상기 바닥부의 가장자리 영역 상에 제2 홀을 포함하여 제공된 볼록부를 포함하는 하부 전극;

상기 하부 전극의 오목부와 진동 공간을 사이에 두고 대향되는 진동판;

상기 진동판의 측면에서 상기 하부 전극 상에 제공되되, 상기 진동판과 동일한 높이의 상부면을 가지는 진동판 지지대들; 및

상기 하부 전극 아래에서 상기 바닥부 및 상기 측벽부들 사이의 공간에 제공된 음향 챔버를 포함하는 음향 센서.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 진동판 지지대들은 상기 진동판의 적어도 네 가장자리로부터 연장되는 음향 센서.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 진동판은 상기 하부 전극의 오목부의 상부보다 면적이 좁고, 상기 진동판 지지대들 사이에서 상기 진동 공간과 연결된 예칭 윈도우를 더 포함하는 음향 센서.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 진동판 지지대는 상기 진동판과 동일한 물질로 이루어지는 음향 센서.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 하부 전극의 오목부 아래에 제공되되, 상기 기관의 바닥부로부터 연장되어 상기 하부 전극을 지지하는 하부 전극 지지대를 더 포함하는 음향 센서.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 하부 전극 지지대를 둘러싸는 하부 전극 지지대 정의막을 더 포함하는 음향 센서.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 기관의 측벽부들과 상기 음향 챔버 사이에 제공되되, 상기 음향 챔버를 사이에 두고 상기 하부 전극 지지대 정의막을 둘러싸는 음향 챔버 정의막을 더 포함하는 음향 센서.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 하부 전극의 오목부의 하면은 상기 기관의 측벽부들의 상면보다 낮은 음향 센서.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 하부 전극과 상기 기판 사이에 상기 제1 및 제2 홀을 포함하여 제공된 층간 절연막 및 상기 하부 전극과 상기 진동판 사이에 상기 제1 및 제2 홀을 포함하여 제공된 하부 전극 절연막을 더 포함하며, 상기 층간 절연막, 상기 하부 전극 및 상기 하부 전극 절연막의 적층막은 고정 전극으로 사용되는 음향 센서.

청구항 10

기판에 리세스 영역 및 상기 리세스 영역을 둘러싸고 상기 리세스 영역보다 낮은 하부면을 갖는 음향 챔버 정의막을 형성하는 단계;

상기 리세스 영역의 기판에 제공된 제1 홀을 포함하고, 상기 리세스 영역의 외부에서 상기 음향 챔버 정의막 안쪽에 제공된 제2 홀을 포함하는 하부 전극을 형성하는 단계;

상기 리세스 영역과 대응되는 하부 전극 상에 상기 하부 전극과 진동 공간을 사이에 두고 대향하는 진동판과, 상기 진동판의 측면에 상기 진동판과 동일한 높이의 상부면을 가지는 진동판 지지대들을 형성하는 단계; 및

상기 진동판의 측면에 제공된 에칭 윈도우와, 상기 진동 공간과 연결된 상기 제1 및 제2 홀을 통해 상기 음향 챔버 정의막 내측의 상기 기판을 식각하여 음향 챔버를 형성하는 단계를 포함하는 음향 센서의 제조방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 진동판 지지대들은 상기 진동판의 적어도 네 가장자리로부터 연장하여 상기 진동판과 일체형으로 형성되는 음향 센서의 제조방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 진동판 및 상기 진동판 지지대를 형성하는 단계는,

상기 리세스 영역에 대응되는 상기 하부 전극 위와, 상기 제1 및 제2 홀의 내부에 상기 하부 전극과 평탄화된 희생층을 형성하는 단계;

상기 리세스 영역과 대응되는 상기 희생층 상에 진동판을 형성하고, 상기 진동판의 측면에 상기 진동판과 동일한 높이의 상부면을 가지는 진동판 지지대들을 형성하는 단계; 및

상기 희생층을 제거하는 단계를 더 포함하는 음향 센서의 제조방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 진동판은 상기 리세스 영역의 상부보다 작은 면적으로 형성하여 상기 희생층의 가장자리 표면을 노출시키는 음향 센서의 제조방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 상기 진동판 형성 전,

상기 하부 전극 아래에 층간 절연막을 형성하는 단계와, 상기 하부 전극 위에 하부 전극 절연막을 형성하는 단계를 더 포함하며,

상기 제1 및 제2 홀은 상기 하부 전극 절연막을 형성한 후에 상기 하부 전극 절연막에서부터 상기 층간 절연막까지 관통하여 형성하는 음향 센서의 제조방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 희생층은 상기 하부 전극 절연막 및 상기 층간 절연막과 식각 선택비가 다른 물질로 형성되는 음향 센서의 제조방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 진동판 아래의 희생층은 노출된 상기 희생층의 가장자리 표면을 통해 식각 용액 또는 식각 가스를 상기 진동판 아래의 희생층으로 유입하여 선택적으로 식각하여 제거하는 음향 센서의 제조방법.

청구항 17

제 10 항에 있어서,

상기 음향 정버 정의막 형성 시, 상기 리세스 영역 아래의 상기 기관에 상기 기관의 일 영역을 둘러싸는 하부 전극 지지대 정의막을 형성하는 음향 센서의 제조방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 음향 챔버 형성 시, 상기 리세스 영역아래에 상기 기관의 바닥부로부터 연장된 하부 전극 지지대를 형성하되,

상기 하부 전극 지지대는 그의 외벽을 둘러싸는 상기 하부 전극 지지대 정의막에 의해 정의되며, 상기 제1 홀은 상기 하부 전극 지지대 정의막 바깥쪽에 형성되는 음향 센서의 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 맴스(MEMS: Micro Electro Mechanical Systems) 기술을 이용한 마이크로 소자에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 콘덴서형(Condenser-type) 음향 센서 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 음향 센서(또는 마이크로폰)는 음성을 전기적인 신호로 변환하는 장치이다. 최근 소형 유무선 장비들의 개발이 가속화됨에 따라 음향 센서의 크기가 점점 소형화되어 가고 있는 추세이다. 이에 따라 최근에는 맴스(MEMS: Mico Electro Mechanical Systems, 미세전자기계시스템)를 이용한 음향 센서가 개발되었다.

[0003] 음향 센서는 크게 압전형(Piezo-type)과 콘덴서형(Condenser-type)으로 나뉜다. 압전형은 압전 물질에 물리적 압력이 가해질 때 압전 물질의 양단에 전위차가 발생하는 피에조 효과를 이용하는 것으로, 음성 신호의 압력을 전기적 신호로 변환시키는 방식이다. 압전형은 낮은 대역 및 음성 대역 주파수의 불균일한 특성으로 인하여 응용에 많은 제한이 있다. 콘덴서형은 두 전극을 마주 보게 한 콘덴서의 원리를 응용한 것으로, 음향 센서의 한 전극은 고정되고 다른 전극은 진동판 역할을 한다. 이는 음성 신호의 압력에 따라 진동판이 진동하게 되면 전극 사이의 정전 용량이 변하여 축전 전하가 변하고, 이에 따라 전류가 흐르는 방식이다. 콘덴서형은 안정성과 주파수 특성이 우수하다는 장점이 있다. 이러한 주파수 특성으로 인하여 음향 센서는 대부분 콘덴서형이 사용되어 왔다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 음압 응답 특성이 향상된 음향 센서를 제공하는 데에 있다. 본 발명의 다른 목적은 기관의 상부 공정만을 통해 간단하게 제작 가능한 음향 센서의 제조방법을 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

- [0005] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 음향 센서는, 측벽부들 및 상기 측벽부들의 바닥으로부터 연장된 바닥부를 포함하는 기관; 상기 기관 상에 고정되며, 상기 바닥부의 가운데 영역 상에 제1 홀을 포함하여 제공된 오목부 및 상기 바닥부의 가장자리 영역 상에 제2 홀을 포함하여 제공된 블록부를 포함하는 하부 전극; 상기 하부 전극의 오목부와 진동 공간을 사이에 두고 대향되는 진동판; 상기 진동판의 측면에서 상기 하부 전극 상에 제공되며, 상기 진동판과 동일한 높이의 상부면을 가지는 진동판 지지대들; 및 상기 하부 전극 아래에서 상기 바닥부 및 상기 측벽부들 사이의 공간에 제공된 음향 챔버를 포함한다.
- [0006] 상기 진동판 지지대들은 상기 진동판의 적어도 네 가장자리로부터 연장된다.
- [0007] 상기 진동판은 상기 하부 전극의 오목부의 상부보다 면적이 좁고, 상기 진동판 지지대들 사이에서 상기 진동 공간과 연결된 에칭 윈도우를 더 포함한다.
- [0008] 상기 진동판 지지대는 상기 진동판과 동일한 물질로 이루어진다.
- [0009] 상기 하부 전극의 오목부 아래에 제공되며, 상기 기관의 바닥부로부터 연장되어 상기 하부 전극을 지지하는 하부 전극 지지대를 더 포함한다.
- [0010] 상기 하부 전극 지지대를 둘러싸는 하부 전극 지지대 정의막을 더 포함한다.
- [0011] 상기 기관의 측벽부들과 상기 음향 챔버 사이에 제공되며, 상기 음향 챔버를 사이에 두고 상기 하부 전극 지지대 정의막을 둘러싸는 음향 챔버 정의막을 더 포함한다.
- [0012] 상기 하부 전극의 오목부의 하면은 상기 기관의 측벽부들의 상면보다 낮다.
- [0013] 상기 하부 전극과 상기 기관 사이에 상기 제1 및 제2 홀을 포함하여 제공된 층간 절연막 및 상기 하부 전극과 상기 진동판 사이에 상기 제1 및 제2 홀을 포함하여 제공된 하부 전극 절연막을 더 포함하며, 상기 층간 절연막, 상기 하부 전극 및 상기 하부 전극 절연막의 적층막은 고정 전극으로 사용된다.
- [0014] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 음향 센서의 제조방법은, 기관에 리세스 영역 및 상기 리세스 영역을 둘러싸고 상기 리세스 영역보다 낮은 하부면을 갖는 음향 챔버 정의막을 형성하는 단계; 상기 리세스 영역의 기관에 제공된 제1 홀을 포함하고, 상기 리세스 영역의 외부에서 상기 음향 챔버 정의막 안쪽에 제공된 제2 홀을 포함하는 하부 전극을 형성하는 단계; 상기 리세스 영역과 대응되는 하부 전극 상에 상기 하부 전극과 진동 공간을 사이에 두고 대향하는 진동판과, 상기 진동판의 측면에 상기 진동판과 동일한 높이의 상부면을 가지는 진동판 지지대들을 형성하는 단계; 및 상기 진동판의 측면에 제공된 에칭 윈도우와, 상기 제1 및 제2 홀을 통해 상기 음향 챔버 정의막 내측의 상기 기관을 식각하여 음향 챔버를 형성하는 단계를 포함한다.
- [0015] 상기 진동판 지지대들은 상기 진동판의 적어도 네 가장자리로부터 연장하여 상기 진동판과 일체형으로 형성된다.
- [0016] 상기 진동판 및 상기 진동판 지지대를 형성하는 단계는, 상기 리세스 영역에 대응되는 상기 하부 전극 위와, 상기 제1 및 제2 홀의 내부에 상기 하부 전극과 평탄화된 희생층을 형성하는 단계; 상기 리세스 영역과 대응되는 상기 희생층 상에 진동판을 형성하고, 상기 진동판의 측면에 상기 진동판과 동일한 높이의 상부면을 가지는 진동판 지지대들을 형성하는 단계; 및 상기 희생층을 제거하는 단계를 더 포함한다.
- [0017] 상기 진동판은 상기 리세스 영역의 상부보다 작은 면적으로 형성하여 상기 희생층의 가장자리 표면을 노출시킨다.
- [0018] 상기 진동판 형성 전, 상기 하부 전극 아래에 층간 절연막을 형성하는 단계와, 상기 하부 전극 위에 하부 전극 절연막을 형성하는 단계를 더 포함하며, 상기 제1 및 제2 홀은 상기 하부 전극 절연막을 형성한 후에 상기 하부 전극 절연막에서부터 상기 층간 절연막까지 관통하여 형성한다.
- [0019] 상기 희생층은 상기 하부 전극 절연막 및 상기 층간 절연막과 식각 선택비가 다른 물질로 형성된다.
- [0020] 상기 진동판 아래의 희생층은 노출된 상기 희생층의 가장자리 표면을 통해 식각 용액 또는 식각 가스를 상기 진동판 아래의 희생층으로 유입하여 선택적으로 식각하여 제거한다.
- [0021] 상기 음향 챔버 정의막 형성 시, 상기 리세스 영역 아래의 상기 기관에 상기 기관의 일 영역을 둘러싸는 하부 전극 지지대 정의막을 형성한다.

[0022] 상기 음향 챔버 형성 시, 상기 리세스 영역 아래에 상기 기관의 바닥부로부터 연장된 하부 전극 지지대를 형성 하되, 상기 하부 전극 지지대는 그의 외벽을 둘러싸는 상기 하부 전극 지지대 정의막에 의해 정의되며, 상기 제 1 홀은 상기 하부 전극 지지대 정의막 바깥쪽에 형성된다.

발명의 효과

[0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 음향 센서는 진동판과 진동판 지지대의 평탄화를 통해 진동판 및 진동판 지지대의 좌우 운동으로 인한 비선형 성분을 제거하여 주파수 응답 특성을 향상시킬 수 있고, 하부 전극 지지대를 통해 보다 음향 챔버의 체적을 키워줄 수 있으므로 고감도 응답 특성을 확보할 수 있다. 기관의 상부 공정만을 통해 음향 센서를 제작할 수 있으므로, 기관의 상·하부 공정을 모두 이용하던 종래에 비하여 제조공정을 단순화할 수 있고, 공정 수율을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 음향 센서의 평면도이다.
 도 2는 도 1의 선 I-I' 단면도이다.
 도 3은 도 1의 선 II-II' 단면도이다.
 도 4a 내지 도 11a는 본 발명의 일 실시예에 따른 음향 센서의 제조방법을 설명하기 위한 평면도들이고, 도 4b 내지 도 11b는 도 2a 내지 도 11a의 선 I-I' 단면도들이고, 도 4c 내지 도 11c는 도 2a 내지 도 11a의 선 II-II' 단면도들이고, 도 6d는 도 6a의 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세히 설명한다. 다만, 본 발명의 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술하는 실시예로 인해 한정되는 것으로 해석되어서는 안되며, 당업계에서 보편적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되어지는 것으로 해석되는 것이 바람직하다. 따라서, 도면에서의 요소들이 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다.

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 음향 센서의 평면도이고, 도 2는 도 1의 선 I-I' 단면도이며, 도 3은 도 1의 선 II-II' 단면도이다.

[0027] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 음향 센서(100)는, 기관(110), 고정 전극(128), 진동판(136), 진동판 지지대들(138) 및 음향 챔버(144)를 포함할 수 있다.

[0028] 상기 기관(110)은 측벽부들(110a) 및 상기 측벽부들(110a)의 바닥으로부터 연장된 바닥부(110b)를 포함할 수 있다. 상기 기관(110)은 Si 기관 또는 화합물 반도체 기관일 수 있다. 예를 들어, 상기 화합물 반도체 기관은 GaAs 또는 InP 등으로 이루어진 반도체 기관일 수 있다. 상기 기관(110)은 강성 또는 연성(flexible) 기관일 수 있다.

[0029] 상기 고정 전극(128)은 상기 기관(110) 상에 차례로 형성된 층간 절연막(122), 하부 전극(124) 및 하부 전극 절연막(126)을 포함할 수 있다. 상기 층간 절연막(122) 및 상기 하부 전극 절연막(126)은 산화막 또는 유기막으로 이루어질 수 있다. 상기 층간 절연막(122) 및 상기 하부 전극 절연막(126)은 생략 가능하다.

[0030] 상기 고정 전극(128)은 상기 바닥부(110b)의 가운데 영역 상에 제1 홀들(130)을 포함하여 제공된 오목부(A), 및 상기 바닥부(110b)의 가장자리 영역 상에 제2 홀들(132)을 포함하여 상기 바닥부(110b)의 가장자리 영역 및 상기 측벽부들(110a) 상에 제공된 볼록부(B)를 포함할 수 있다. 상기 고정 전극(128)의 오목부(A)의 하면은 상기 기관(110)의 측벽부들(110a)의 상면보다 아래에 배치된다.

[0031] 상기 오목부(A)는 원형으로 제공될 수 있다. 상기 제1 홀들(130)은 음향 챔버 에칭 홀로 정의되고, 상기 제2 홀

들(132)은 음향 챔버 윈도우로 정의될 수 있다. 상기 음향 챔버 에칭 홀들(130)은 방사형으로 제공될 수 있다.

- [0032] 상기 진동판(136)은 상기 고정 전극(128)의 오목부(A)와 진동 공간(142)을 사이에 두고 서로 대향되어 제공될 수 있다. 상기 진동판(136)은 상기 고정 전극(128)의 상대 전극으로 사용되며, 상기 고정 전극(128)과 상기 진동판(136)은 한 쌍의 전극을 이룬다.
- [0033] 상기 진동판(136)은 전도층의 단층 구조, 또는 절연층과 전도층의 적층 구조로 제공될 수 있다. 상기 전도층은, 예를 들어, 금속으로 이루어질 수 있다.
- [0034] 상기 진동판(136)은 수 μm 의 두께를 가지고, 원형으로 제공될 수 있다. 상기 진동판(136)은 측면에 식각 용액 또는 식각 가스의 유입 통로를 확보하기 위하여 상기 고정 전극(128)의 오목부(A)의 상부보다 작은 면적으로 제공될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 진동판(136)은 상기 오목부(A)의 상부보다 반지름이 작은 원형으로 제공될 수 있다. 상기 진동 공간(142)은 진동판 꺾임으로 정의될 수 있다. 상기 진동 공간(142)은 상기 음향 챔버 에칭 홀들(130)과 연결된다.
- [0035] 상기 진동판 지지대들(138)은 음압에 의한 진동 시에 상기 진동판(136) 및 상기 진동판 지지대들(138)의 좌우 운동을 억제할 수 있도록 상기 진동판(136)의 측면에서 상기 진동판(136)과 동일한 높이의 상부면을 가지고 상기 하부 전극 절연막(126) 상에 제공될 수 있다.
- [0036] 상기 진동판 지지대들(138)은 상기 진동판(136)의 일 가장자리로부터 연장된 일체형으로 제공될 수 있다. 상기 진동판 지지대들(138)은 대칭 배열되어 적어도 4개 이상으로 제공될 수 있다. 상기 진동판 지지대들(138)은 상기 진동판(136)과 동일한 물질로 이루어질 수 있다.
- [0037] 상기 진동판 지지대들(136) 사이에서 상기 진동판(136)의 측면에 상기 진동 공간(142)과 연결된 에칭 윈도우(140)가 더 제공될 수 있다.
- [0038] 상기 음향 챔버(144)는 상기 고정 전극(128) 아래에서 상기 기관(110)의 바닥부(110b) 및 측벽부들(110a) 사이의 공간에 제공될 수 있다. 상기 음향 챔버(144)는 상기 음향 챔버 에칭 홀들(130) 및 음향 챔버 윈도우들(132)과 연결된다.
- [0039] 상기 음향 센서(100)는 상기 고정 전극(128)의 오목부(A) 아래에 상기 기관(110)의 바닥부(110b)로부터 연장되어 상기 하부 전극(124)을 지지하는 하부 전극 지지대(146)를 더 포함할 수 있다. 일례로, 상기 하부 전극 지지대(146)는 사각 기둥 형상일 수 있다.
- [0040] 상기 음향 센서(100)는 상기 하부 전극 지지대(146)의 외벽을 둘러싸는 하부 전극 지지대 정의막(116)을 더 포함할 수 있다. 일례로, 상기 하부 전극 지지대 정의막(116)은 1 ~ 수 μm 의 폭과 10 ~ 수백 μm 의 깊이를 가지는 폐루프(closed loop) 형상일 수 있다. 상기 하부 전극 지지대 정의막(116)의 내주면에 의해 상기 하부 전극 지지대(146)의 외형이 결정될 수 있다. 상기 하부 전극 지지대 정의막(116)은 산화막으로 이루어질 수 있다.
- [0041] 상기 음향 센서(100)는 상기 기관(110)의 측벽부들(110a)과 상기 음향 챔버(144) 사이에 상기 음향 챔버(144)를 사이에 두고 상기 하부 전극 지지대 정의막(116)을 둘러싸는 음향 챔버 정의막(118)을 더 포함할 수 있다. 상기 음향 챔버 정의막(118)은 1 ~ 수 μm 의 폭과 10 ~ 수백 μm 의 깊이를 가지는 폐루프 형상일 수 있다. 상기 음향 챔버 정의막(118)은 산화막으로 이루어질 수 있다.
- [0042] 도 4a 내지 도 11a는 본 발명의 일 실시예에 따른 음향 센서의 제조방법을 설명하기 위한 평면도들이고, 도 4b 내지 도 11b는 도 2a 내지 도 11a의 선 I-I' 단면도들이고, 도 4c 내지 도 11c는 도 2a 내지 도 11a의 선 II-II' 단면도들이며, 도 6d는 도 6a의 사시도이다.
- [0043] 도 4a 내지 도 4c를 참조하면, 기관(110)에 제1 홈(112)과, 상기 제1 홈(112)과 일정 간격 이격되어 상기 제1 홈(112)을 둘러싸는 제2 홈(114)을 형성할 수 있다.
- [0044] 상기 기관(110)은 Si 기관 또는 화합물 반도체 기관일 수 있다. 예를 들어, 상기 화합물 반도체 기관은 GaAs 또는 InP 등으로 이루어진 반도체 기관일 수 있다. 상기 기관(110)은 강성 또는 연성(flexible) 기관일 수 있다.
- [0045] 상기 제1 및 제2 홈들(112, 114)은 건식 식각(dry etching) 방법을 이용하여 형성할 수 있다. 상기 제1 및 제2 홈들(112, 114) 각각은 사각태 구조의 폐루프(closed loop) 형상일 수 있다. 상기 제1 및 제2 홈들(112, 114) 각각은 1 ~ 수 μm 의 폭과 10 ~ 수백 μm 의 깊이로 형성할 수 있다.

- [0046] 도 5a 내지 도 5c를 참조하면, 상기 제1 홈(112)에 하부 전극 지지대 정의막(116)을 형성하고, 상기 제2 홈(114)에 음향 챔버 정의막(118)을 형성할 수 있다.
- [0047] 상기 하부 전극 지지대 정의막(116) 및 상기 음향 챔버 정의막(118)은 산화막으로 형성할 수 있다. 상기 하부 전극 지지대 정의막(116) 및 상기 음향 챔버 정의막(118)은 상기 제1 및 제2 홈들(112, 114)을 포함한 상기 기관(110) 상에 절연막(미도시)을 형성한 후 상기 절연막을 평탄화하여 형성할 수 있다.
- [0048] 상기 하부 전극 지지대 정의막(116)은 후속한 공정에서 상기 기관(110)에 음향 챔버(144, 도 11b 참조)를 형성할 때, 상기 하부 전극 지지대 정의막(116)의 내측으로의 식각 용액 또는 식각 가스의 유입을 차단하여 일정 모양을 가진 하부 전극 지지대(146, 도 11b 참조)를 구현하기 위한 것이다.
- [0049] 상기 음향 챔버 정의막(118)은 후속한 공정에서 음향 챔버(144, 도 11b 참조)를 형성할 때, 상기 음향 챔버 정의막(118)의 외측으로의 식각 용액 또는 식각 가스의 유입을 차단하여 일정 모양을 가진 음향 챔버(144, 도 11b 참조)를 제작하기 위한 것이다.
- [0050] 상기 평탄화는 전면 식각, 에치백(etchback) 또는 화학적기계적연마(Chemical Mechanical Polishing; CMP) 공정 등을 사용하여 수행할 수 있다.
- [0051] 도 6a 내지 도 6d를 참조하면, 상기 기관(110)의 상부 중앙을 리세스(recess)하여 리세스 영역으로 정의된 진동판 챔버(120)를 형성한다.
- [0052] 상기 진동판 챔버(120)는 후속한 공정에서 진동판(136, 도 9c 참조)을 형성할 때 진동판 지지대(138, 도 9c 참조)의 상부면이 상기 진동판(136, 도 9c 참조)의 상부면과 평탄한 형태를 갖도록 하기 위한 것이다.
- [0053] 상기 진동판 챔버(120)는 상기 음향 챔버 정의막(118)의 안쪽에 원형으로 형성할 수 있다. 상기 진동판 챔버(120)는 상기 하부 전극 지지대 정의막(116) 상에 제공될 수 있다.
- [0054] 상기 진동판 챔버(120)를 형성하는 과정에서 상기 하부 전극 지지대 정의막(116)의 상부가 일부 식각된다. 따라서, 상기 하부 전극 지지대 정의막(116)은 상기 음향 챔버 정의막(118)보다 높이가 낮아지게 된다.
- [0055] 도 7a 내지 도 7c를 참조하면, 상기 하부 전극 지지대 정의막(116), 상기 음향 챔버 정의막(118) 및 노출된 상기 기관(110) 상에 층간 절연막(122), 하부 전극(124) 및 하부 전극 절연막(126)을 순차적으로 형성한다. 따라서, 상기 진동판 챔버(120)는 층간 절연막(122), 하부 전극(124) 및 하부 전극 절연막(126)으로 덮인다.
- [0056] 상기 층간 절연막(122)은 상기 하부 전극(124)을 상기 기관(110)으로부터 절연시키기 위한 것으로, 생략 가능하다. 상기 하부 전극 절연막(126)은 상기 하부 전극(124)과 이후에 형성될 진동판(136, 도 9b 참조)과의 절연을 위한 것으로, 생략 가능하다.
- [0057] 상기 층간 절연막(122) 및 상기 하부 전극 절연막(126)은 산화막 또는 유기막으로 형성할 수 있다. 이때, 상기 층간 절연막(122), 상기 하부 전극(124) 및 상기 하부 전극 절연막(126)은 음향 센서(100, 도 11a 참조)의 고정 전극(128)으로 제공될 수 있다. 상기 고정 전극(128)은 상기 진동판 챔버(120)에 의해 상기 진동판 챔버(120) 영역에 오목부(A)를 포함하고, 상기 진동판 챔버(120) 영역을 제외한 나머지 영역에 볼록부(B)를 포함하는 요철 형상으로 형성될 수 있다.
- [0058] 실질적으로, 상기 진동판 챔버(120) 상에 대응된 층간 절연막(122), 하부 전극(124) 및 하부 전극 절연막(126)이 상기 음향 센서(100, 도 11a 참조)의 고정 전극(128)으로 사용될 수 있다.
- [0059] 상기 고정 전극(128)의 내부에는 후속한 공정에서 음향 챔버(144, 도 11b 참조)가 형성될 수 있도록 제1 홀들(130) 및 제2 홀들(132)을 형성한다. 상기 제1 홀들(130)은 음향 챔버 에칭 홀로 정의될 수 있다. 상기 제2 홀들(132)은 음향 챔버 윈도우들(132)로 정의될 수 있다.
- [0060] 상기 음향 챔버 에칭 홀들(130)은 상기 진동판 챔버(120)의 영역에서 상기 하부 전극 지지대 정의막(116)의 바깥쪽에 형성할 수 있다. 상기 음향 챔버(144, 도 11b 참조)의 원활한 형성을 위하여, 상기 음향 챔버 에칭 홀들(130)은 방사형으로 배치할 수 있다.
- [0061] 상기 음향 챔버 윈도우들(132)은 상기 진동판 챔버(120)의 바깥쪽에서 상기 음향 챔버 에칭 홀들(130)과 상기 음향 챔버 정의막(118) 사이의 영역에 형성할 수 있다.
- [0062] 도 8a 내지 도 8c를 참조하면, 상기 하부 전극 절연막(126) 상에 회생층(134)을 형성한다. 상기 회생층(134)은 후속한 공정에서 형성되는 진동판(136, 도 9c 참조)을 부양시키기 위한 것이다.

- [0063] 상기 희생층(134)은 상기 층간 절연막(122) 및 상기 하부 전극 절연막(126)과 식각 선택비가 다른 물질로 형성할 수 있다. 상기 희생층(134)은, 예를 들어, 산화막 또는 유기막으로 형성할 수 있다. 상기 희생층(134)은 수 μm 의 두께로 형성할 수 있다.
- [0064] 상기 희생층(134)은 상기 음향 챔버 에칭 홀들(130) 및 상기 음향 챔버 윈도우들(132)이 채워지도록 상기 하부 전극 절연막(126) 상에 산화막 또는 유기막을 증착한 후 이를 상기 하부 전극 절연막(126)이 노출되는 시점까지 식각하여 형성할 수 있다. 이때, 상기 음향 챔버 에칭 홀들(130) 및 상기 음향 챔버 윈도우들(132)은 상기 희생층(134)으로 채워지게 된다.
- [0065] 이로써, 상기 희생층(134)은 상부면이 상기 하부 전극 절연막(126)의 상부면과 동일한 높이를 가지고, 동일 평면상에 평탄화되어 형성된다.
- [0066] 도 9a 내지 도 9c를 참조하면, 상기 진동판 챔버(120)와 대응되는 상기 희생층(134) 상에 진동판(136)을 형성한다.
- [0067] 상기 진동판(136)은 수 μm 의 두께를 가지고, 상기 진동판 챔버(120)의 상부보다 좁은 면적으로 형성할 수 있다. 일례로, 상기 진동판(136)은 상기 진동판 챔버(120)의 상부보다 반지름이 작은 원형으로 형성할 수 있다.
- [0068] 상기 진동판(136)은 전도층의 단층 구조, 또는 절연층과 전도층의 적층 구조로 형성할 수 있다. 여기서, 상기 전도층은 상대 전극으로 사용되는 것으로, 금속일 수 있다. 상기 절연층은 상기 희생층(134)과 식각 선택비가 다른 산화막 또는 유기막일 수 있다.
- [0069] 상기 진동판(136)의 형성을 통해 상기 진동판(136)의 양 측면에서 상기 희생층(134)의 가장자리 표면이 노출됨으로써 후속한 공정에서 상기 희생층(134)을 제거하기 위한 식각 용액 또는 식각 가스의 유입 통로로 사용 가능한 희생층 에칭 윈도우들(140, 도 10b 참조)이 확보될 수 있다.
- [0070] 한편, 상기 진동판(136) 형성 시, 상기 진동판(136)의 양측면의 상기 하부 전극 절연막(126) 상에 진동판 지지대들(138)을 형성할 수 있다. 상기 진동판 지지대들(138)은 상기 진동판(136)의 적어도 네 가장자리로부터 연장하여 일체형으로 형성할 수 있다. 상기 진동판 지지대들(138)은 대칭으로 배열할 수 있다.
- [0071] 바람직하게, 음압에 의한 진동 시에 상기 진동판(136) 및 상기 진동판 지지대들(138)의 좌우 운동을 억제하기 위하여, 상기 진동판 지지대들(138)은 상기 진동판(136)과 평탄화하여 형성할 수 있다. 즉, 상기 진동판(136)과 상기 진동판 지지대들(138)은 동일한 높이의 상부면을 갖도록 형성할 수 있다.
- [0072] 상기 진동판(136) 및 상기 진동판 지지대들(138)은 상기 희생층(134) 및 노출된 상기 하부 전극 절연막(126) 상에 전도층막, 또는 절연층과 전도층의 적층막을 형성한 후 포토리소그래피(photolithography) 공정을 이용하여 패터닝하여 형성할 수 있다.
- [0073] 도 10a 내지 도 10c를 참조하면, 상기 희생층(134, 도 9b 참조)을 식각하여 제거한다.
- [0074] 상기 희생층(134, 도 9b 참조)은 건식 식각 또는 습식 식각(wet etching) 방법을 이용한 식각으로 제거할 수 있다.
- [0075] 상기 식각 공정은 상기 희생층(134, 도 9b 참조)이 산화막이면, 상기 습식 식각 공정은, 일례로, BOE(Buffered Oxide Etchant)를 사용하여 수행할 수 있고, 상기 건식 식각 공정은, 일례로, HF 가스를 사용하여 수행할 수 있다.
- [0076] 상기 식각 공정은 상기 희생층(134, 도 9b 참조)이 유기막이면, 상기 습식 식각 공정은, 일례로, 알칼계 용액을 사용하여 수행할 수 있고, 상기 건식 식각 공정은, 일례로, O_2 가스를 사용하여 수행할 수 있다.
- [0077] 즉, 상기 식각 공정은 상기 희생층(134, 도 9b) 상에 상기 희생층(134, 도 9b)의 형성 물질에 적합한 식각 용액 또는 식각 가스를 주입하여 수행할 수 있다. 그러면, 상기 희생층 에칭 윈도우들(140)을 통해 상기 진동판 챔버(120) 상에 제공된 상기 희생층(134, 도 9b 참조)의 내부로 식각 용액 또는 식각 가스가 유입됨에 따라 상기 하부 전극 절연막(126)과 상기 진동판(136) 사이의 희생층(134, 도 9b 참조)이 제거된 후, 상기 음향 챔버 에칭 홀들(130)의 내부의 희생층(134, 도 9b 참조)이 선택적으로 식각되어 제거될 수 있다. 여기서, 화살표는 상기 식각 용액 또는 상기 식각 가스의 식각 진행 방향을 나타낸다.
- [0078] 상기 식각 과정에서 상기 음향 챔버 윈도우들(132)에 채워진 희생층(134, 도 9b 참조)은 식각 용액 또는 식각 가스에 노출됨에 따라 선택적으로 식각되어 제거될 수 있다.

- [0079] 이로써, 상기 진동판(136)과 상기 진동판 챔버(120) 상에 제공된 상기 하부 전극 절연막(126) 사이에는 빈 공간으로서 상기 진동판(136)의 진동 공간으로 사용되는 진동판 갭(142)이 형성된다. 그 결과, 상기 진동판 챔버(120) 상에 제공된 상기 고정 전극(128)과 상기 진동판(136)은 일정 간격 거리를 두고 서로 대향하게 된다.
- [0080] 상기 진동판 갭(142)은 상기 음향 챔버 에칭 홀들(130)과 연결된다. 상기 음향 챔버 에칭 홀들(130) 및 상기 음향 챔버 윈도우들(132)에 의해 상기 기관(110)의 표면 일부가 노출된다.
- [0081] 이차림, 상기 희생층(134, 도 9b 참조)은 상기 희생층 에칭 윈도우들(140)을 통하여 미세가공기술로 식각하여 제거할 수 있다.
- [0082] 도 11a 내지 도 11c를 참조하면, 상기 기관(110)의 상부 영역에 음향 챔버(144)를 형성한다.
- [0083] 상기 음향 챔버(144)는 건식 식각 또는 습식 식각 방법을 이용하여 상기 기관(110)의 상부를 식각하여 형성할 수 있다.
- [0084] 상기 식각 공정은 상기 기관(110)이 Si 기관이면 건식 식각 공정으로 수행할 수 있다. 상기 건식 식각 공정은, 일례로, 등방성 식각이 가능한 XeF_2 가스를 사용하여 수행할 수 있다. 이와는 달리, 상기 식각 공정은 상기 기관(110)이 화합물 반도체 기관이면 습식 식각 공정으로 수행할 수 있다. 상기 습식 식각 공정은, 일례로, 인산(H_3PO_4) 용액 또는 황산(H_2SO_4) 용액을 사용하여 수행할 수 있다.
- [0085] 즉, 상기 식각 공정은 상기 진동판(136) 상에 상기 기관(110)의 형성 물질에 적합한 식각 용액 또는 식각 가스를 주입하여 수행할 수 있다. 그러면, 상기 희생층 에칭 윈도우들(140)을 통해 유입된 식각 용액 또는 식각 가스가 상기 진동판 갭(142)을 경유하여 상기 음향 챔버 에칭 홀들(130)의 내부로 유입되고, 식각 용액 또는 식각 가스가 상기 음향 챔버 윈도우들(132)의 내부로 유입됨에 따라 상기 기관(110)이 식각될 수 있다. 여기서, 화살표는 상기 식각 용액 또는 상기 식각 가스의 진행 방향을 나타낸다.
- [0086] 이때, 식각 과정에서 상기 음향 챔버 정의막(118) 및 상기 하부 전극 지지대 정의막(116)이 식각 정지막으로서 작용함으로써, 상기 고정 전극(128)의 오목부(A) 및 볼록부(B) 아래의 상기 하부 전극 지지대 정의막(116)과 상기 음향 챔버 정의막(118) 사이의 영역에는 음향 챔버(144)가 형성될 수 있다. 상기 음향 챔버 정의막(118) 및 상기 하부 전극 지지대 정의막(116)으로 인해 상기 음향 챔버(144)의 크기가 정의될 수 있다.
- [0087] 상기 식각 공정에 의해, 상기 기관(110)은 측벽부들(110a)과 상기 측벽부들(110a)의 바닥으로부터 연장된 바닥부(110b)를 포함하여 형성될 수 있다.
- [0088] 상기 식각 공정에 의해, 상기 고정 전극(128)의 오목부(A) 아래에 상기 기관(110)의 바닥부(110b)의 일 영역으로부터 연장되어 상기 하부 전극 지지대 정의막(116)에 의해 둘러싸인 하부 전극 지지대(146)가 형성된다. 이차림, 상기 하부 전극 지지대(146)는 상기 하부 전극 지지대 정의막(116)의 내주면에 따라 그 형상이 결정된다. 이때, 상기 하부 전극 지지대(146)은 상기 고정 전극(128)을 지지하는 역할을 수행한다.
- [0089] 상기 음향 챔버(144)의 크기는 정전 용량의 변화를 감지하는 상기 진동판(136)의 전체 넓이로 결정되며, 그 깊이는 상기 하부 전극 지지대(146)의 변형을 발생시키지 않는 최대 깊이로 결정될 수 있다.
- [0090] 이로써, 상기 고정 전극(128), 상기 고정 전극(128)과 마주보되, 일정 간격 이격된 상기 진동판(136), 상기 진동판(136)과 평탄화된 진동판 지지대(138), 상기 음향 챔버(144) 및 상기 하부 전극 지지대(146)를 포함하는 음향 센서(100)를 완성할 수 있다.
- [0091] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 음향 센서(100)는 상기 진동판 지지대(138)가 상기 진동판(136)과 평탄화되어 형성되기 때문에 음압에 의한 진동시 상기 진동판(136) 및 상기 진동판 지지대(138)의 좌우 방향의 운동이 발생하지 않아 비선형 성분을 제거하여 주파수 응답 특성을 향상시킬 수 있다. 또한, 상기 하부 전극 지지대(146)를 통해 보다 상기 음향 챔버(144)의 체적을 키워줄 수 있으므로 고감도 응답 특성을 확보할 수 있다.
- [0092] 더욱이, 상기 기관(110)의 상부 공정만을 통해 상기 음향 센서(100)를 제작할 수 있으므로, 기관의 상?하부 공정을 모두 이용하던 종래에 비하여 제조공정을 단순화할 수 있고, 이를 통해 제조 공정에서 발생하는 불량률을 최소화하여 공정 수율을 향상시킬 수 있다.
- [0093] 한편, 본 발명의 일 실시예에서는 상기 하부 전극 지지대(146) 및 상기 하부 전극 지지대 정의막(116)을 포함하는 상기 음향 센서(100)를 설명하였으나, 상기 하부 전극 지지대(146) 및 상기 하부 전극 지지대 정의막(116)은 상기 고정 전극(128)의 고정 여부에 따라 생략될 수 있음은 물론이다.

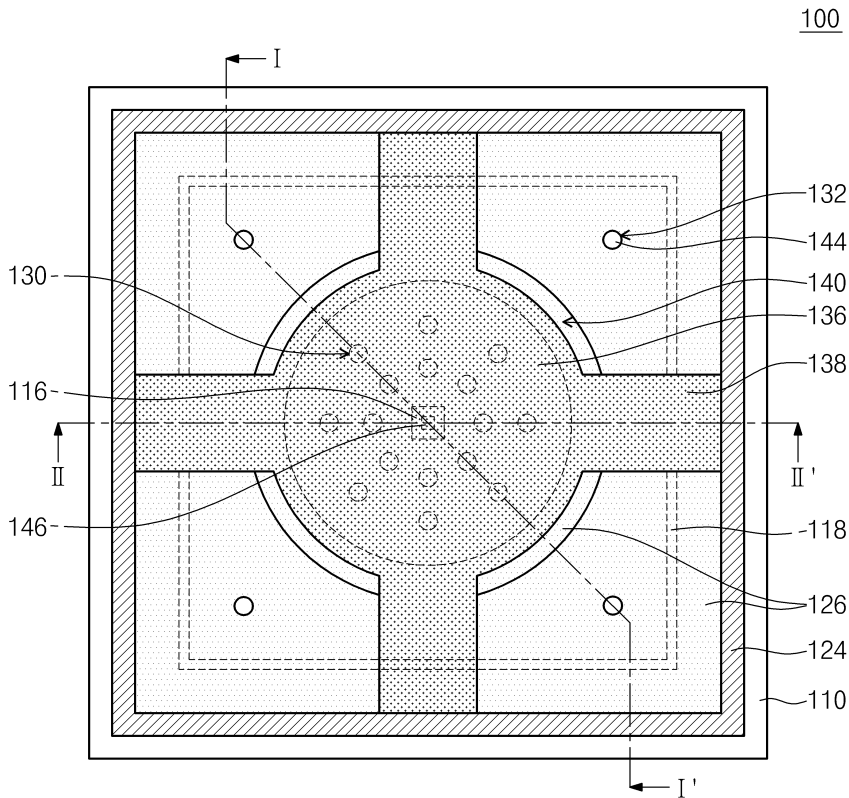
[0094] 본 발명은 상술한 실시 형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니며, 첨부된 청구범위에 의해 한정하고자 한다. 따라서, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경이 가능할 것이며, 이 또한 본 발명의 범위에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

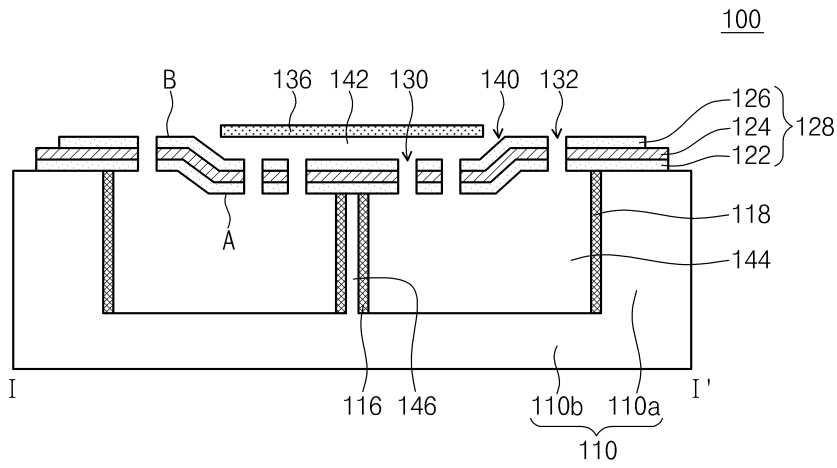
- | | | |
|--------|--------------------|-----------------|
| [0095] | 100: 음향 센서 | 110: 기판 |
| | 112: 제1 홈 | 114: 제2 홈 |
| | 116: 하부 전극 지지대 정의막 | 118: 음향 챔버 정의막 |
| | 120: 진동판 챔버 | 122: 층간 절연막 |
| | 124: 하부 전극 | 126: 하부 전극 절연막 |
| | 128: 고정 전극 | 130: 음향 챔버 에칭 홀 |
| | 132: 음향 챔버 윈도우 | 134: 희생층 |
| | 136: 진동판 | 138: 진동판 지지대 |
| | 140: 희생층 에칭 윈도우 | 142: 진동판 갭 |
| | 144: 음향 챔버 | 146: 하부 전극 지지대 |

도면

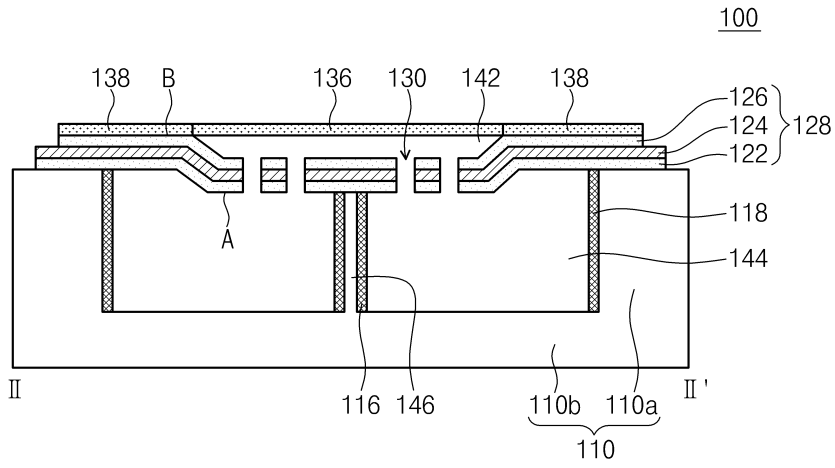
도면1



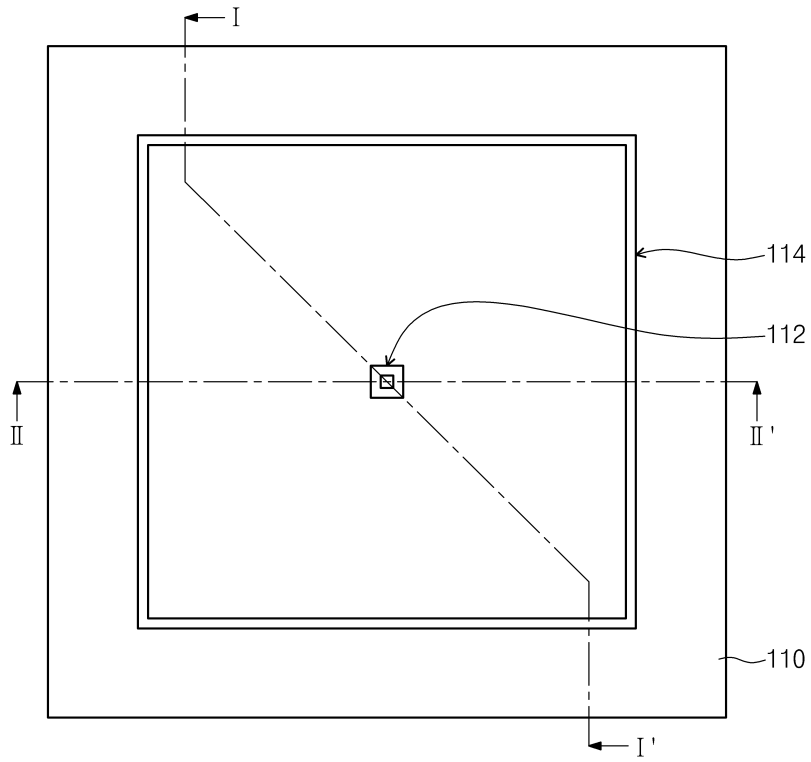
도면2



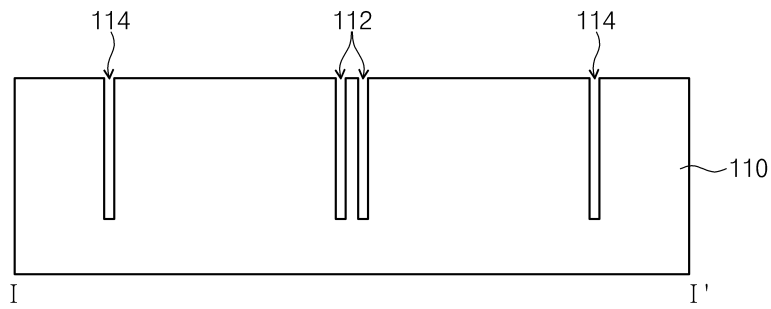
도면3



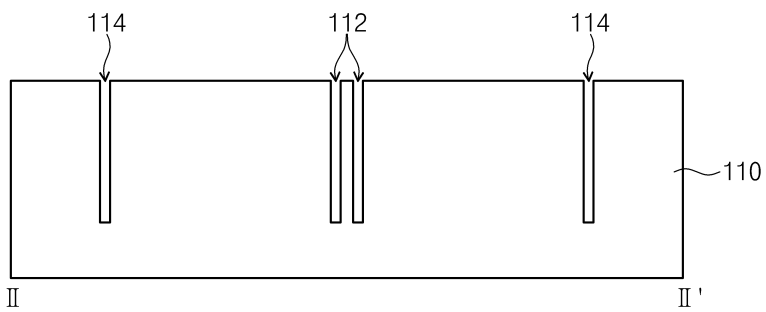
도면4a



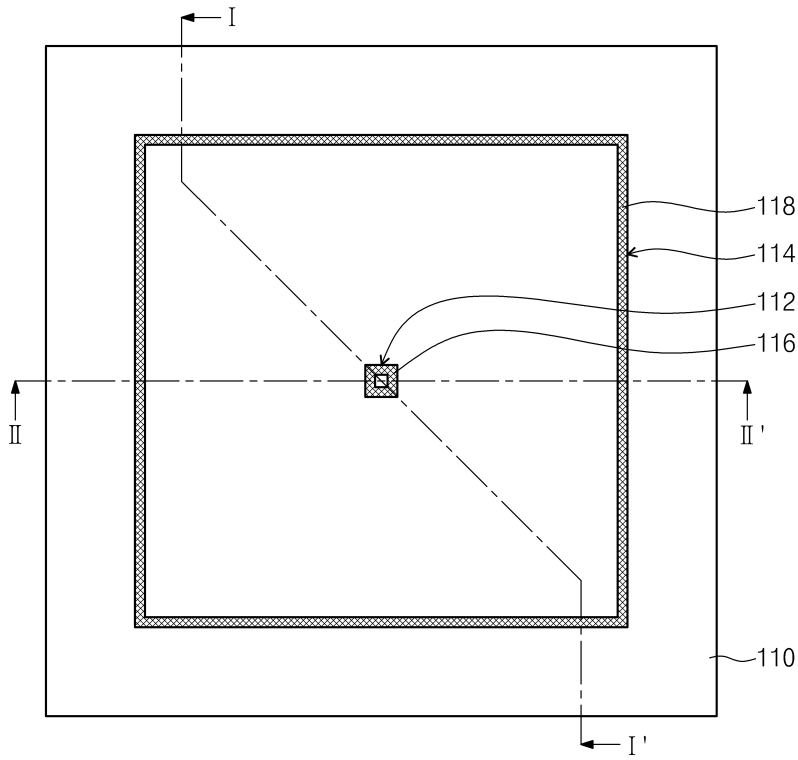
도면4b



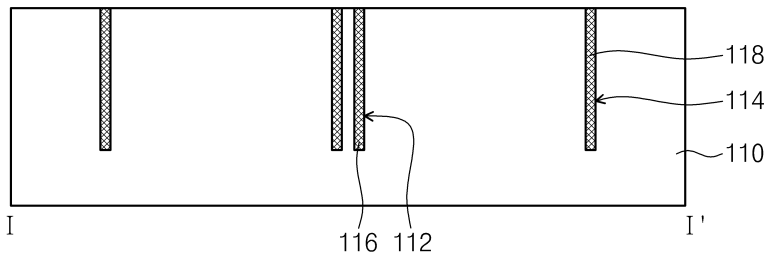
도면4c



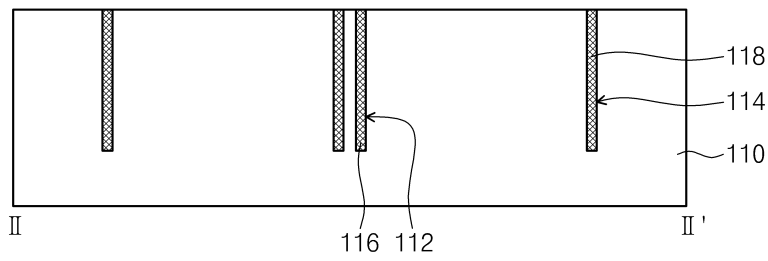
도면5a



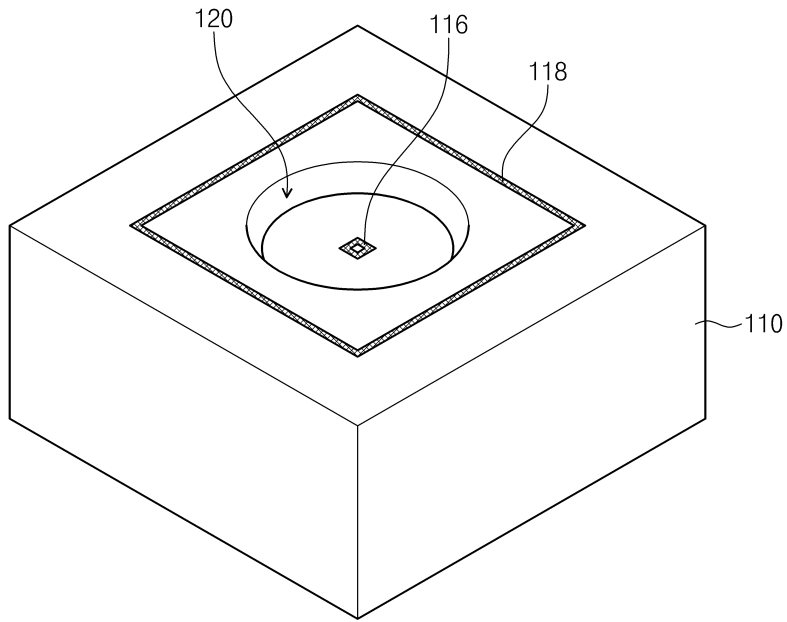
도면5b



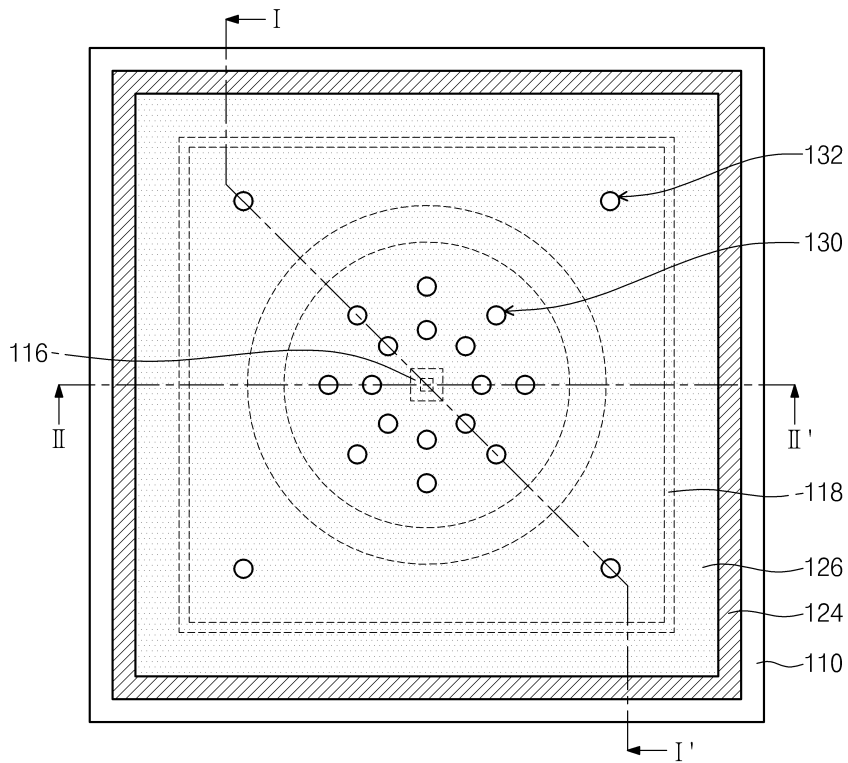
도면5c



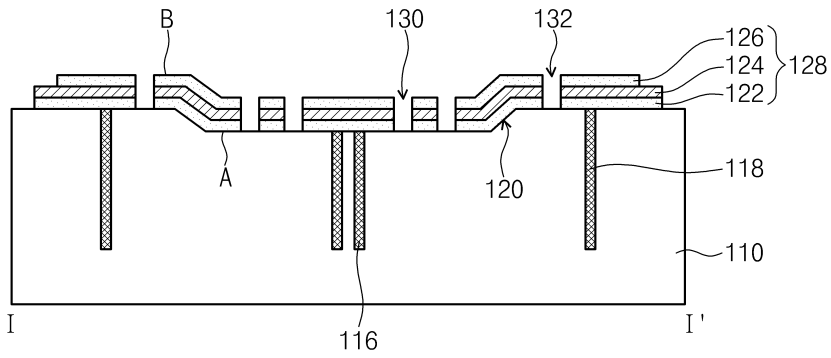
도면6d



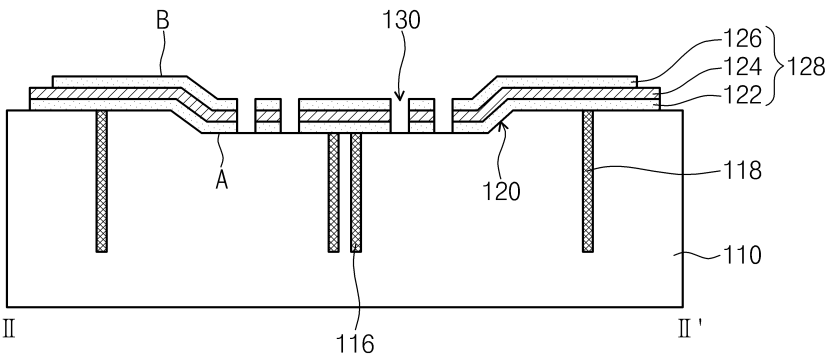
도면7a



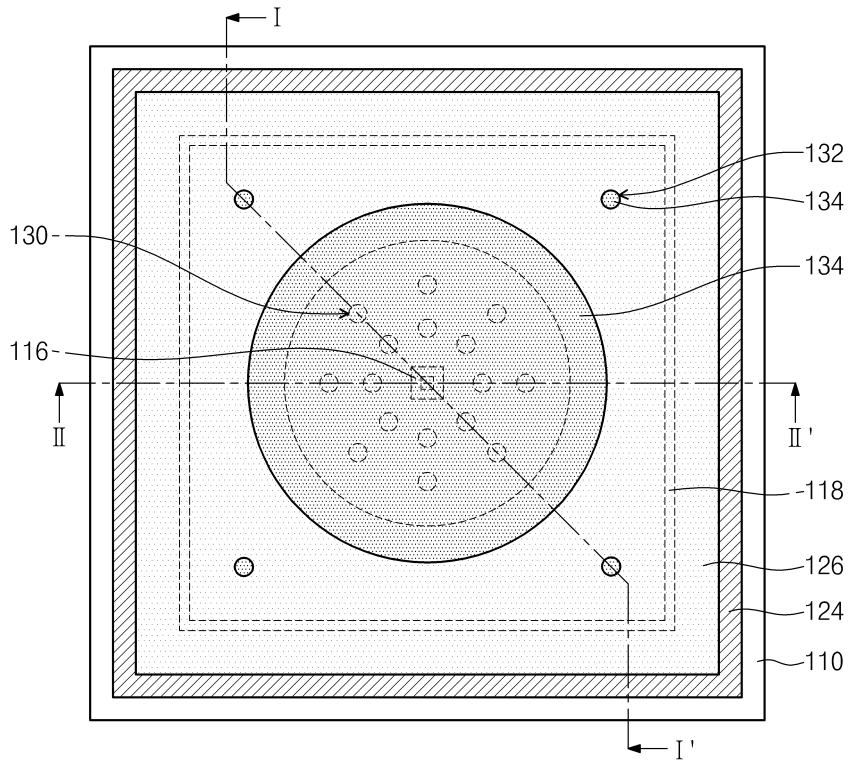
도면7b



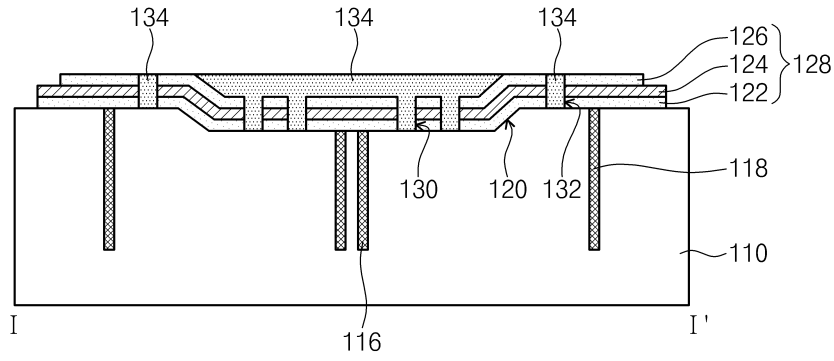
도면7c



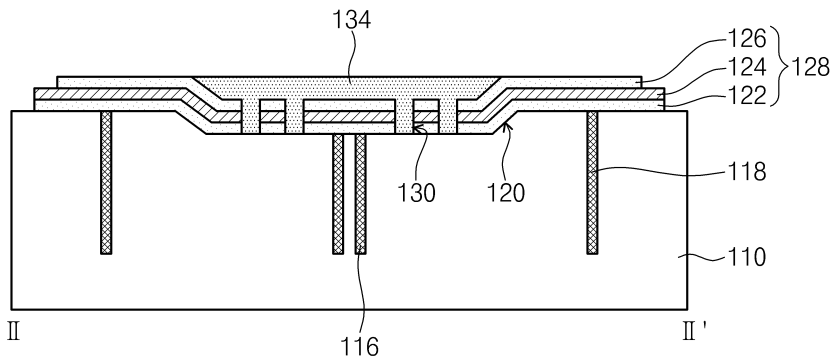
도면8a



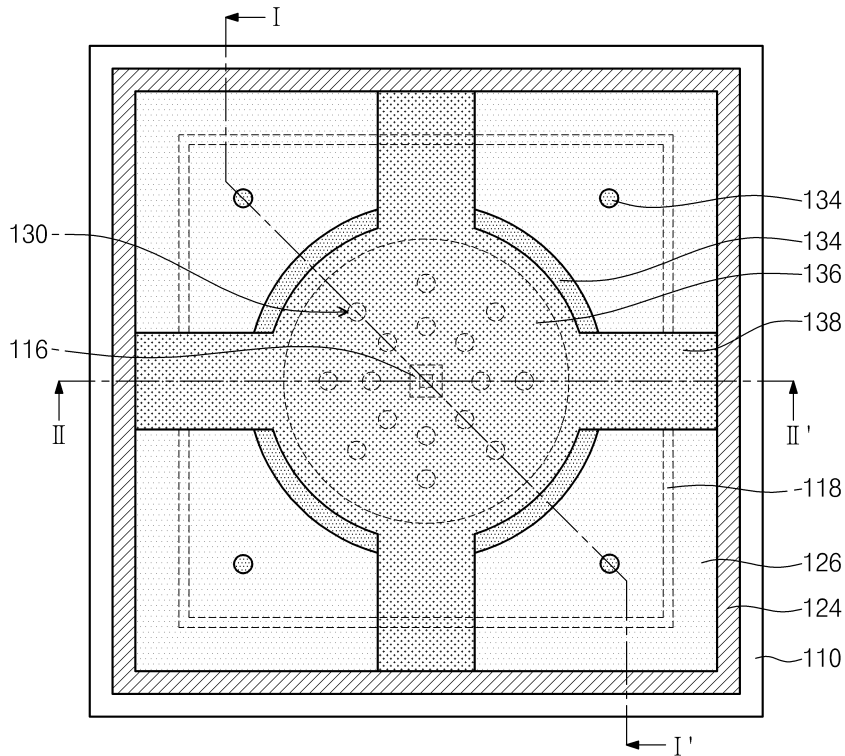
도면8b



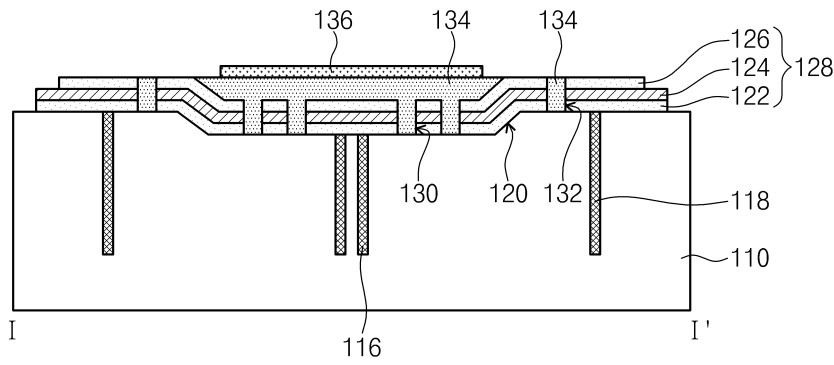
도면8c



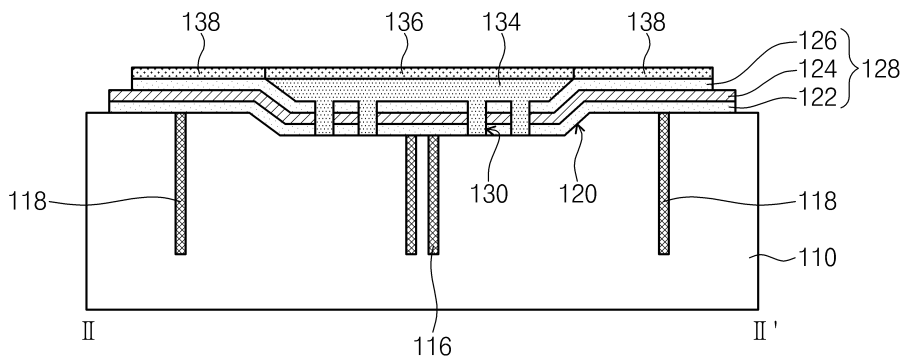
도면9a



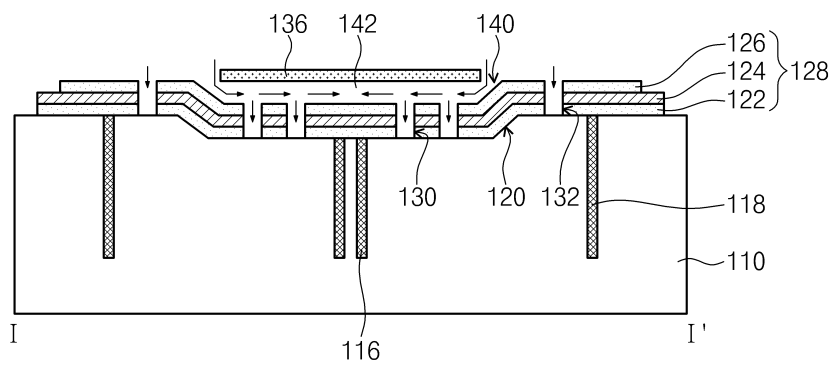
도면9b



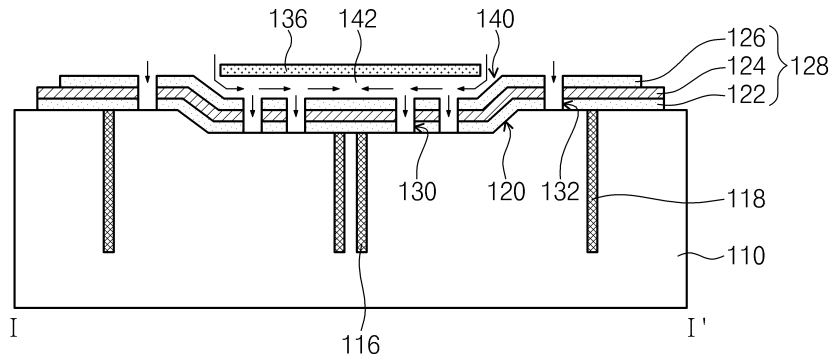
도면9c



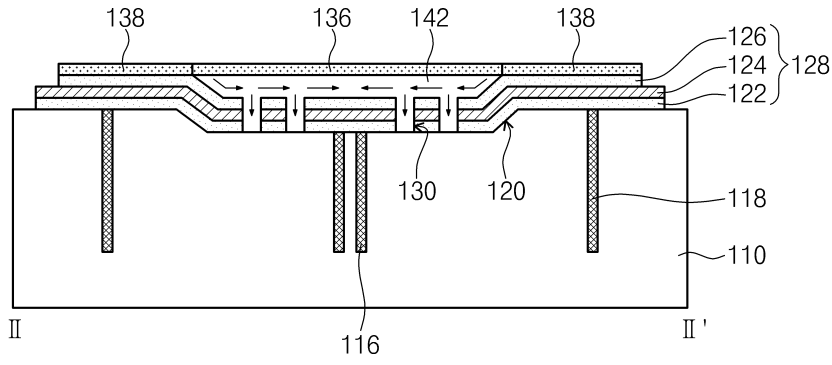
도면10a



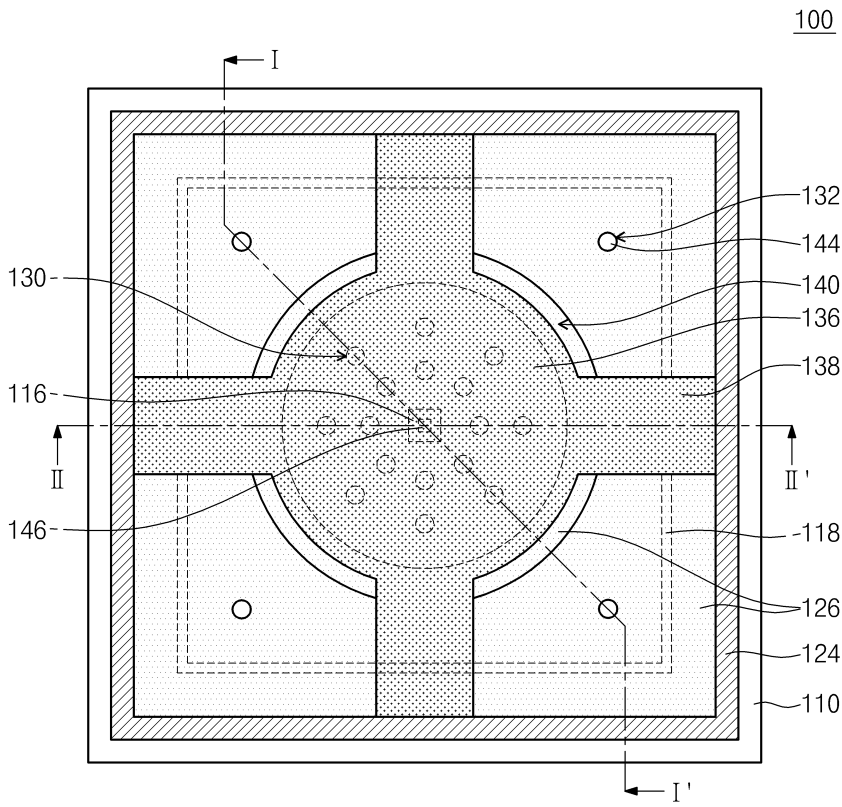
도면10b



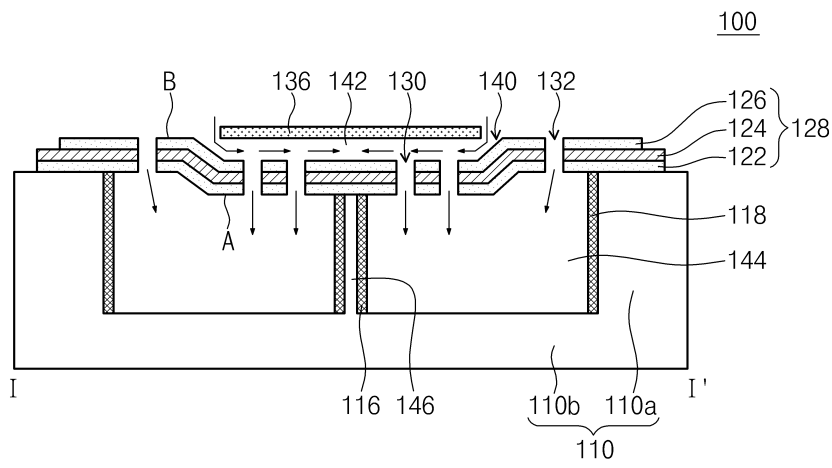
도면10c



도면11a



도면11b



도면11c

