



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0047046  
(43) 공개일자 2015년05월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04R 19/00 (2006.01) H01L 29/84 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0126788  
(22) 출원일자 2013년10월23일  
심사청구일자 2013년10월23일

(71) 출원인  
삼성전기주식회사  
경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)  
고쿠리츠다이가쿠호진 도호쿠다이가쿠  
일본 미야기켄 센다이시 아오바구 가타히라 2초메 1방 1고  
(72) 발명자  
박윤석  
경기 수원시 영통구 매영로 150, (매탄동, 삼성전기)  
에사시 마사요시  
일본, 센다이 980-0845, 아오바-구, 아라마키-아자-아오바 519-1176  
강필중  
경기 수원시 영통구 매영로 150, (매탄동, 삼성전기)  
(74) 대리인  
특허법인씨엔에스

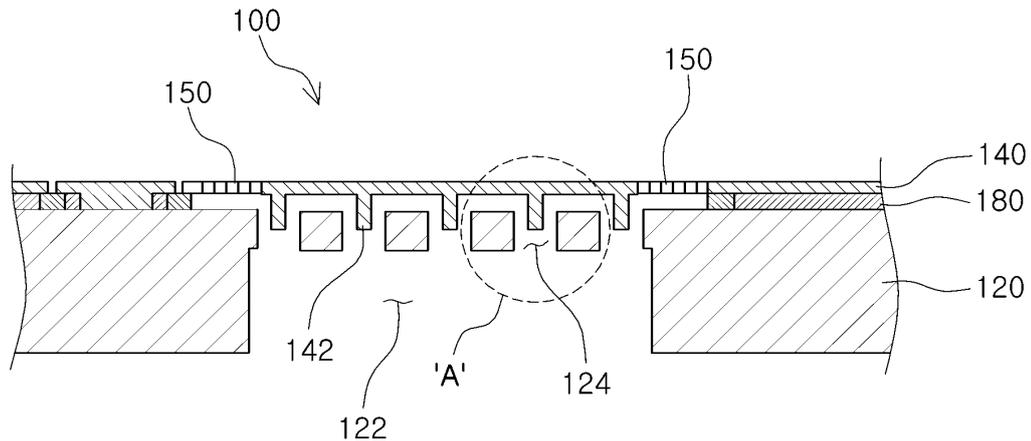
전체 청구항 수 : 총 35 항

(54) 발명의 명칭 음향 변환기 및 패키지 모듈

(57) 요약

본 발명의 음향 변환기는 복수의 구멍이 형성되고, 제1전극이 형성되는 전극 기관; 상기 전극 기관과 마주하도록 배치되고, 상기 전극 기관과 마주하는 공간에 전기장이 형성되도록 제2전극이 형성되는 진동판; 및 상기 진동판에 형성되고, 상기 구멍의 내측에 전기장이 형성되도록 제2전극이 형성되는 복수의 돌기;를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

복수의 구멍이 형성되고, 제1전극이 형성되는 전극 기관;

상기 전극 기관과 마주하도록 배치되고, 상기 전극 기관과 마주하는 공간에 전기장이 형성되도록 제2전극이 형성되는 진동판; 및

상기 진동판에 형성되고, 상기 구멍의 내측에 전기장이 형성되도록 제2전극이 형성되는 복수의 돌기;

를 포함하는 음향 변환기.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 돌기는,

상기 진동판의 정지상태에서 상기 구멍에 삽입되도록 배치되는 음향 변환기.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전극 기관은 도핑된 실리콘으로 이루어지는 음향 변환기.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 진동판은 도핑된 폴리실리콘으로 이루어지는 음향 변환기.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 돌기는 상기 진동판의 가장자리로부터 중심으로 갈수록 조밀하게 형성되는 음향 변환기.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 구멍의 단면 크기는 상기 진동판의 중심으로부터 가장자리로 갈수록 커지는 음향 변환기.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 기관으로부터 상기 진동판까지의 거리는 상기 구멍의 내벽으로부터 상기 돌기의 원주면까지의 거리와 동일한 음향 변환기.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 진동판은 사형 형태로 연장되는 복수의 탄성 지지 부재를 포함하는 음향 변환기.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 전극 기관과 상기 진동판 사이에 형성되는 절연층을 더 포함하는 음향 변환기.

**청구항 10**

하나 이상의 제1구멍이 형성되고, 제1전극이 형성되는 전극 기관;

상기 전극 기관과 마주하는 공간에 전기장이 형성되도록 제2전극이 형성되는 진동판;

하나 이상의 제2구멍이 형성되고, 상기 진동판을 기준으로 상기 전극 기관과 대칭으로 배치되며, 상기 진동판과 마주하는 공간에 전기장이 형성되도록 제3전극이 형성되는 지지 기관; 및

상기 진동판의 양면에 각각 형성되고, 상기 제1구멍 및 상기 제2구멍의 내벽에 전기장이 형성되도록 제2전극이 형성되는 제1돌기 및 제2돌기;

를 포함하는 음향 변환기.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 제1돌기 및 상기 제2돌기는 상기 진동판의 정지상태에서 상기 제1구멍 및 상기 제2구멍에 각각 삽입되는 음향 변환기.

**청구항 12**

제10항에 있어서,

상기 전극 기관 및 상기 지지 기관은 도핑된 실리콘으로 이루어지는 음향 변환기.

**청구항 13**

제10항에 있어서,

상기 진동판은 도핑된 폴리실리콘으로 이루어지는 음향 변환기.

**청구항 14**

제10항에 있어서,

상기 제1돌기 및 상기 제2돌기는 상기 진동판의 가장자리로부터 중심로 갈수록 조밀하게 형성되는 음향 변환기.

**청구항 15**

제10항에 있어서,

상기 제1돌기 및 상기 제2돌기는 절두형 원뿔 또는 절두형 각뿔 또는 다단 형상 또는 상기 돌기의 연장 방향에 따른 단면적의 변화를 갖는 형상이고,

상기 제1구멍 및 상기 제2구멍은 상기 제1돌기 및 상기 제2돌기와 각각 대응하는 형상인 음향 변환기.

**청구항 16**

제10항에 있어서,

상기 제1구멍 및 상기 제2구멍의 단면 크기는 상기 진동판의 중심으로부터 가장자리로 갈수록 커지는 음향 변환기.

**청구항 17**

제10항에 있어서,

상기 진동판은 사형 형태로 연장되는 복수의 탄성 지지 부재를 포함하는 음향 변환기.

**청구항 18**

제10항에 있어서,

상기 제1돌기와 상기 제2돌기는 동수이고,

상기 진동판의 정지상태에서 상기 전극 기관과 상기 진동판이 형성하는 전기장의 크기는 상기 지지 기관과 진동판이 형성하는 전기장의 크기와 동일한 음향 변환기.

**청구항 19**

제10항에 있어서,

상기 전극 기관과 상기 진동판 및 상기 진동판과 상기 지지 기관 사이에는 각각 절연층이 더 형성되는 음향 변환기.

**청구항 20**

음파가 입력되는 음향 입력실이 형성되는 지지 기관;

하나 이상의 제1구멍이 형성되고, 제1전극이 형성되는 제1전극 기관;

하나 이상의 제2구멍이 형성되고, 제1전극이 형성되는 제2전극 기관; 및

상기 제1전극 기관과 상기 제2전극 기관 사이에 배치되고, 상기 제1구멍 및 상기 제2구멍에 삽입되는 제1돌기 및 제2돌기가 형성되며, 제2전극이 형성되는 진동판;

을 포함하는 음향 변환기.

**청구항 21**

제20항에 있어서,

상기 제1돌기 및 상기 제2돌기는,

상기 진동판의 정지상태에서 상기 제1구멍 및 상기 제2구멍에 각각 삽입되는 음향 변환기.

**청구항 22**

제20항에 있어서,

상기 제1전극 기관 및 상기 제2전극 기관은 도핑된 실리콘으로 이루어지는 음향 변환기.

**청구항 23**

제20항에 있어서,

상기 진동판은 도핑된 폴리실리콘으로 이루어지는 음향 변환기.

**청구항 24**

제20항에 있어서,

상기 제1돌기 및 상기 제2돌기는 상기 진동판의 가장자리로부터 중심로 갈수록 조밀하게 형성되는 음향 변환기.

**청구항 25**

제20항에 있어서,

상기 제1돌기 및 상기 제2돌기는 절두형 원뿔 또는 절두형 각뿔 또는 다단 형상 또는 상기 돌기의 연장 방향에 따른 단면적의 변화를 갖는 형상이고,

상기 제1구멍 및 상기 제2구멍은 상기 제1돌기 및 상기 제2돌기와 각각 대응하는 형상인 음향 변환기.

**청구항 26**

제20항에 있어서,

상기 제1구멍 및 상기 제2구멍의 단면 크기는 상기 진동판의 중심으로부터 가장자리로 갈수록 커지는 음향 변환기.

**청구항 27**

제20항에 있어서,

상기 진동판은 사행 형태로 연장되는 복수의 탄성 지지 부재를 포함하는 음향 변환기.

**청구항 28**

제20항에 있어서,

상기 제1돌기와 상기 제2돌기는 동수이고,

상기 진동판의 정지상태에서 상기 제1전극 기관과 상기 진동판이 형성하는 전기장의 크기는 상기 제2지지 기관과 진동판이 형성하는 전기장의 크기와 동일한 음향 변환기.

**청구항 29**

회로 기관에 장착되는 음향 변환기; 및

상기 회로 기관에 장착되고 상기 음향 변환기와 연결되는 반도체 소자;

를 포함하고,

상기 음향 변환기는,

서로 다른 3개 이상의 제1전극 면을 갖는 진동판; 및

상기 제1전극 면과 대응하는 제2전극 면을 갖도록 형성되는 전극 기관;

을 포함하는 패키지 모듈.

**청구항 30**

제29항에 있어서,

상기 제1전극 면은,

상기 진동판의 제1평면; 및

상기 제1평면으로부터 상기 전극 기관을 향해 연장되는 복수 돌기의 표면인 패키지 모듈.

**청구항 31**

제30항에 있어서,

상기 제2전극 면은,

상기 전극 기관에서 상기 제1평면과 마주하는 평면; 및

상기 복수 돌기가 삽입되는 구멍의 내측 면인 패키지 모듈.

**청구항 32**

제31항에 있어서,

상기 전극 기관은 상기 진동판과 상기 회로 기관 사이에 배치되는 패키지 모듈.

**청구항 33**

제31항에 있어서,

상기 진동판은 상기 전극 기관과 상기 회로 기관 사이에 배치되는 패키지 모듈.

**청구항 34**

제29항에 있어서,  
 상기 제1전극 면은,  
 상기 진동판의 제1평면;  
 상기 진동판의 제2평면; 및  
 상기 제1평면 및 상기 제2평면으로부터 서로 다른 방향으로 연장되는 복수의 돌기의 표면인 패키지 모듈.

**청구항 35**

제34항에 있어서,  
 상기 제2전극 면은,  
 상기 전극 기판에서 상기 제1평면 및 상기 제2평면과 각각 마주하도록 형성되는 복수의 평면; 및  
 상기 복수의 돌기가 각각 삽입되도록 상기 복수의 평면에 각각 형성되는 구멍의 내측 면인 패키지 모듈.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 음향 변환기 및 이를 포함하는 패키지 모듈에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근 전자제품들의 소형화가 계속되면서 그에 실장되는 부속품들도 점차 소형화되어가고 있는 추세이며, 그에 따라 이동통신 단말기나 오디오 등에 널리 사용되는 음향 신호 입력 장치로 MEMS(Micro Electro Mechanical System) 음향 변환기(Acoustic Transducer)가 선호되고 있다.

[0003] 이러한 MEMS 음향 변환기는 주로 압저항형(Piezoresistive type), 압전형(Piezoelectric type), 콘덴서형(Condenser type)으로 분류될 수 있다.

[0004] 압저항형 MEMS 음향 변환기는 진동에 의해서 저항값이 변화하는 원리를 이용한 것이므로, 주변 환경변화(예를 들어, 온도)에 따라 저항값이 달라질 수 있어 일정한 음역 주파수를 유지할 수 없다는 점이 단점이다.

[0005] 또한, 압전형 MEMS 음향변환기는 진동판 양단에서 발생하는 압전효과(Piezoelectric effect)를 이용하므로, 음성 신호의 압력에 따른 전기적인 신호의 변화는 있지만 낮은 대역과 음성대역 주파수 특성이 불균일하여 상용화하기에는 극히 제한적이다.

[0006] 반면, 콘덴서형 MEMS 음향변환기는 두 금속 평판 중 하나의 금속판을 고정전극으로 하고 다른 하나의 금속평판을 음향신호에 반응하여 진동하는 진동판으로 하여, 두 전극 사이의 수 $\mu$ m 내지 수십 $\mu$ m 대의 공극(air gap)을 가지는 구조로서, 음원에 따라 진동판이 진동하게 되면 진동판과 고정전극 사이에 변화하는 정전용량을 측정하는 방식으로, 변환음역의 안정성과 주파수 특성이 우수한 장점이 있다.

[0007] 그러나 콘덴서형 음향 변환기는 음향의 감지감도가 상대적으로 낮으므로, 음파의 감기감도를 향상시킬 수 있는 구조의 개선이 요청된다. 참고로, 콘덴서형 음향 변환기와 관련된 선행기술로는 특허문헌 1 ~ 6이 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0008] (특허문헌 0001) US 6535460 B2
- (특허문헌 0002) US 7449356 B2
- (특허문헌 0003) US 7885423 B2
- (특허문헌 0004) US 7912236 B2
- (특허문헌 0005) US 7961897 B2

(특허문헌 0006) US 8103027 B2

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 음파의 감지감도를 향상시킬 수 있는 콘덴서형 음향 변환기 및 이를 포함한 패키지 모듈을 제공하는데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 음향 변환기는 복수의 구멍이 형성되고, 제1전극이 형성되는 전극 기관; 상기 전극 기관과 마주하도록 배치되고, 상기 전극 기관과 마주하는 공간에 전기장이 형성되도록 제2전극이 형성되는 진동판; 및 상기 진동판에 형성되고, 상기 구멍의 내측에 전기장이 형성되도록 제2전극이 형성되는 복수의 돌기;를 포함할 수 있다.

[0011] 이와 같이 구성된 음향 변환기는 복수의 돌기를 통해 음파의 감지감도를 향상시킬 수 있다.

[0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시 예에 따른 음향 변환기는 하나 이상의 제1구멍이 형성되고, 제1전극이 형성되는 전극 기관; 상기 전극 기관과 마주하는 공간에 전기장이 형성되도록 제2전극이 형성되는 진동판; 하나 이상의 제2구멍이 형성되고, 상기 진동판을 기준으로 상기 전극 기관과 대칭으로 배치되며, 상기 진동판과 마주하는 공간에 전기장이 형성되도록 제3전극이 형성되는 지지 기관; 및 상기 진동판의 양면에 각각 형성되고, 상기 제1구멍 및 상기 제2구멍의 내벽에 전기장이 형성되도록 제2전극이 형성되는 제1돌기 및 제2돌기;를 포함할 수 있다.

[0013] 이와 같이 구성된 음향 변환기는 진동판의 양면에 각각 형성되는 돌기를 통해 음파의 감지감도를 향상시킬 수 있다. 특히, 진동판의 양면에 형성되는 돌기는 잡음을 감소시키는데 유용할 수 있다.

[0014] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 음향 변환기는 음파가 입력되는 음향 입력실이 형성되는 지지 기관; 하나 이상의 제1구멍이 형성되고, 제1전극이 형성되는 제1전극 기관; 하나 이상의 제2구멍이 형성되고, 제1전극이 형성되는 제2전극 기관; 및 상기 제1전극 기관과 상기 제2전극 기관 사이에 배치되고, 상기 제1구멍 및 상기 제2구멍에 삽입되는 제1돌기 및 제2돌기가 형성되며, 제2전극이 형성되는 진동판;를 포함할 수 있다.

[0015] 이와 같이 구성된 음향 변환기는 진동판을 기준으로 대칭구조를 가지므로 제작이 용이할 수 있다.

[0016] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 패키지 모듈은 회로 기관에 장착되는 음향 변환기; 및 상기 회로 기관에 장착되고 상기 음향 변환기와 연결되는 반도체 소자;를 포함하고, 상기 음향 변환기는, 서로 다른 3개 이상의 제1전극 면을 갖는 진동판; 및 상기 제1전극 면과 대응하는 제2전극 면을 갖도록 형성되는 전극 기관;을 포함할 수 있다.

**발명의 효과**

[0017] 본 발명은 음파의 감지감도를 향상시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 음향 변환기의 단면도이고,

도 2는 도 1에 도시된 진동판의 평면도이고,

도 3은 도 1에 도시된 A 부분의 확대도이고,

도 4 및 도 5는 도 1에 도시된 음향 변환기의 음파 감지원리를 나타낸 A 부분의 확대도이고,  
 도 6 및 도 7은 도 1에 도시된 음향 변환기의 다른 형태이고,  
 도 8 내지 도 11은 도 1에 도시된 음향 변환기의 또 다른 형태들을 나타낸 단면도이고,  
 도 12는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 음향 변환기의 단면도이고,  
 도 13은 도 12에 도시된 B 부분의 확대도이고,  
 도 14 및 도 15는 도 12에 도시된 음향 변환기의 음파 감지원리를 나타낸 B 부분의 확대도이고,  
 도 16 내지 도 19는 도 12에 도시된 진동판과 탄성 지지 부재의 여러 연결 형태를 나타낸 도면이고,  
 도 20 내지 도 23은 도 12에 도시된 음향 변환기의 다른 형태들을 나타낸 단면도이고,  
 도 24는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 음향 변환기의 단면도이고,  
 도 25는 본 발명의 일 실시 예에 따른 패키지 모듈의 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0019] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 예시도면에 의거하여 상세히 설명한다.
- [0020] 아래에서 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 구성요소를 지칭하는 용어들은 각각의 구성요소들의 기능을 고려하여 명명된 것이므로, 본 발명의 기술적 구성요소를 한정하는 의미로 이해되어서는 안 될 것이다.
- [0021] 아울러, 명세서 전체에서, 어떤 구성이 다른 구성과 '연결'되어 있다 함은 이들 구성들이 '직접적으로 연결'되어 있는 경우뿐만 아니라, 다른 구성을 사이에 두고 '간접적으로 연결'되어 있는 경우도 포함하는 것을 의미한다. 또한, 어떤 구성요소를 '포함'한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 음향 변환기의 단면도이고, 도 2는 도 1에 도시된 진동판의 평면도이고, 도 3은 도 1에 도시된 A 부분의 확대도이고, 도 4 및 도 5는 도 1에 도시된 음향 변환기의 음파 감지원리를 나타낸 A 부분의 확대도이고, 도 6 및 도 7은 도 1에 도시된 음향 변환기의 다른 형태를 나타낸 단면도이고, 도 8 내지 도 11은 도 1에 도시된 음향 변환기의 또 다른 형태들을 나타낸 단면도이고, 도 12는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 음향 변환기의 단면도이고, 도 13은 도 12에 도시된 B 부분의 확대도이고, 도 14 및 도 15는 도 12에 도시된 음향 변환기의 음파 감지원리를 나타낸 B 부분의 확대도이고, 도 16 내지 도 19는 도 12에 도시된 진동판과 탄성 지지 부재의 여러 연결 형태를 나타낸 도면이고, 도 20 내지 도 23은 도 12에 도시된 음향 변환기의 다른 형태들을 나타낸 단면도이고, 도 24는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 음향 변환기의 단면도이고, 도 25는 본 발명의 일 실시 예에 따른 패키지 모듈의 단면도이다.
- [0023] 콘덴서형 음향 변환기는 종래기술에서 설명한 바와 같이 변환음역의 안정성과 주파수 특성이 우수하다. 그러나 콘덴서형 음향 변환기의 음파 감지감도는 진동판(diaphragm)과 전극 기관 사이에 형성되는 전기장 또는 정전 용량의 크기에 비례하므로, 음파 감지감도를 향상시키기 위해서는 진동판의 크기를 증가시켜야 하는 단점이 있다.
- [0024] 따라서, 본 발명은 진동판 또는 음향 변환기의 크기를 증가시키지 않으면서도 음파 감지감도를 향상시킬 수 있는 음향 변환기의 구조를 제안한다.
- [0025] 도 1 내지 도 5를 참조하여 본 발명의 일 실시 예에 따른 음향 변환기를 설명한다.
- [0026] 본 실시 예에 따른 음향 변환기(100)는 전극 기관(120), 진동판(140)을 포함할 수 있다. 아울러, 음향 변환기(100)는 전극 기관(120)과 진동판(140)의 전기적 연결을 차단하는 절연층(180)을 더 포함할 수 있다. 또한, 음향 변환기(100)는 전극 기관(120)과 진동판(140) 사이에 전기장의 형성을 가능케 하는 제1전기회로를 더 포함할 수 있다. 여기서, 상기 제1전기회로는 소정의 전압을 가질 수 있으며, 직류 또는 교류 전류를 전극 기관(120) 및 진동판(140)에 공급할 수 있다. 또한, 음향 변환기(100)는 전극 기관(120)과 진동판(140) 사이에 형성된 전

기장 또는 정전용량의 변화를 감지하는 제2전기회로를 더 포함할 수 있다. 여기서, 제2전기회로는 전기장 또는 정전용량의 변화량을 증폭시키는 증폭회로를 더 포함할 수 있다. 아울러, 제2전기회로는 제1전기회로와 일체로 형성될 수 있다. 또한, 음향 변환기(100)는 탄성 지지 부재(150)를 더 포함할 수 있다. 여기서, 탄성 지지 부재(150)는 사행 형태로 연장될 수 있다.

- [0027] 다음에서는 음향 변환기(100)의 주요 구성요소를 상세히 설명한다.
- [0028] 전극 기관(120)은 음향 변환기(100)의 몸체를 형성할 수 있다. 또는, 전극 기관(120)은 음향 변환기(100)가 장착되는 휴대용 단말기 또는 소형 전자기기의 일 부분일 수 있다. 예를 들어, 지지 기관(110)은 휴대용 단말기에 탑재되는 반도체 패키지의 일 부분일 수 있다.
- [0029] 전극 기관(120)에는 음향 입력실(122)이 형성될 수 있다. 여기서, 음향 입력실(122)은 기계적 가공 또는 화학적 가공에 의해 형성될 수 있다. 예를 들어, 음향 입력실(122)은 건식 또는 습식 식각 공정에 의해 형성될 수 있다. 이와 같이 형성된 음향 입력실(122)은 외부로부터 입력되는 음파를 일시적으로 저장하고, 진동판(140)으로 이동하도록 유도할 수 있다. 아울러, 음향 입력실(122)은 음파의 감지에 필요한 백 볼륨 또는 프론트 볼륨을 형성할 수 있다.
- [0030] 음향 입력실(122)의 단면 형상은 전극 기관(120)의 일 면(도 1 기준으로 하면)으로부터 타 면(도 1 기준으로 상면)으로 갈수록 점차 좁아지는 형상일 수 있다. 이러한 단면 형상은 외부로부터 입력되는 음파를 한 곳으로 집중시키는데 효과적이므로, 음파의 감지감도를 향상시킬 수 있다. 그러나 음향 입력실(122)의 단면 형상이 전술된 형태로 한정되는 것은 아니다. 즉, 음향 입력실(122)은 도 1에 도시된 바와 같이 상하 방향(도 1 기준 방향임)으로 동일한 단면 크기를 갖는 원통 형상일 수 있다.
- [0031] 전극 기관(120)은 전도성이 높은 재질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 전극 기관(120)은 도핑된 실리콘으로 이루어질 수 있다. 그러나 전극 기관(120)의 재질이 전술된 실리콘으로 한정되는 것은 아니며, 필요에 따라 다른 재질로 변경될 수 있다. 아울러, 도 1에서는 전극 기관(120)이 하나의 기관으로 이루어진 것으로 도시되어 있으나, 다수의 기관이 적층된 적층형 기관일 수 있다.
- [0032] 전극 기관(120)에는 하나 이상의 구멍(124)이 형성될 수 있다. 예를 들어, 전극 기관(120)에는 음향 입력실(122)과 연결되는 다수의 구멍(124)이 형성될 수 있다. 구멍(124)은 전극 기관(120)을 상하 관통할 수 있다. 따라서, 전극 기관(120)의 음향 입력실(122)로부터 입력되는 음파는 구멍(124)을 통해 진동판(140)으로 이동할 수 있다. 구멍(124)은 소정의 크기(D)와 깊이(Dp)를 가질 수 있다(도 3 참조). 여기서, 상기 구멍(124)은 원형 단면 또는 다각형상의 단면을 가질 수 있다.
- [0033] 전극 기관(120)은 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 전극 기관(120)은 도핑된 실리콘으로 이루어질 수 있다. 따라서, 전극 기관(120)에서 진동판(140)과 마주하는 면(도 1 기준으로 하면) 및 구멍(124)의 내벽(126, 도 3 참조)은 제1전극으로 구성될 수 있다.
- [0034] 진동판(140)은 전극 기관(120)의 일 측에 배치될 수 있다. 예를 들어, 진동판(140)은 도 1에 도시된 바와 같이 전극 기관(120)의 위쪽에 배치될 수 있다. 이와 같이 배치된 진동판(140)은 음향 입력실(122)로부터 입력되는 음파에 의해 상하 방향(도 1 기준 방향임)으로 진동할 수 있다.
- [0035] 진동판(140)은 대체로 원판 형태일 수 있다. 예를 들어, 진동판(140)의 단면 형상은 음향 입력실(122)의 단면 형상과 대체로 동일한 크기를 갖는 원 형상일 수 있다. 그러나 진동판(140)의 단면 형상이 원형으로 한정되는 것은 아니며, 4각 이상의 다각형으로 변경될 수 있다. 아울러, 진동판(140)의 단면 크기가 음향 입력실(122)의 단면 크기와 반드시 동일해야 하는 것은 아니며, 필요에 따라 음향 입력실(122)의 단면 크기보다 크거나 또는 작을 수 있다.
- [0036] 진동판(140)은 도전성 재질로 제작될 수 있다. 예를 들어, 진동판(140)은 도핑된 폴리실리콘으로 이루어질 수 있다. 그러나 진동판(140)이 폴리실리콘으로만 이루어지는 것은 아니다. 예를 들어, 진동판(140)은 전기전도도가 좋은 재질이면 어떠한 재질로든 제작될 수 있다.
- [0037] 진동판(140)은 도 2에 도시된 바와 같이 탄성 지지 부재(150)를 구비할 수 있다. 탄성 지지 부재(150)는 지지 기관(110)의 일 측으로 연장될 수 있으며, 진동판(140)과 제1전기회로를 연결할 수 있다. 제1전기회로와 연결된 진동판(140)은 제2전극을 형성할 수 있다. 따라서, 전극 기관(120)과 진동판(140) 사이에는 소정 크기의 전기장

이 형성될 수 있다.

- [0038] 탄성 지지 부재(150)는 도 2에 도시된 바와 같이 복수의 곡선이 반복적으로 연결된 형상일 수 있다. 예를 들어, 탄성 지지 부재(150)는 사행 형상일 수 있다. 그러나 탄성 지지 부재(150)의 형상이 전술된 형태로 한정되는 것은 아니며, 진동판(140)의 상하 이동을 가능케 하는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [0039] 탄성 지지 부재(150)는 진동판(140)이 상하로 진동함에 따라 신장 및 수축할 수 있다. 부연 설명하면, 탄성 지지 부재(150)는 진동판(140)이 상방 또는 하방으로 이동할 때 늘어나고, 진동판(140)이 본래의 위치로 복귀할 때 수축될 수 있다.
- [0040] 이와 같이 신장 및 수축 변형되는 탄성 지지 부재(150)는 진동판(140) 전체가 음파에 의해 상하 방향으로 진동하게 할 수 있다. 따라서, 본 실시 예에 따른 진동판(140)은 종래의 진동판과 달리 진동판의 일 부분이 볼록해지거나 오목해지는 휨 변형이 발생하지 않을 수 있다.
- [0041] 진동판(140)에는 하나 이상의 돌기(142)가 형성될 수 있다. 돌기(142)는 진동판(140)의 일면에서 전극 기관(120)을 향해 연장될 수 있으며, 소정의 높이(h)와 지름(d)을 갖는 기둥 형상일 수 있다. 여기서, 상기 지름(d)은 구멍(124)의 지름(D)보다 작을 수 있다. 아울러, 돌기(142)는 전극 기관(120)의 구멍(124)과 대응되도록 배치될 수 있다(도 3 참조). 이와 같이 배치된 돌기(142)는 진동판(140)이 상하 방향으로 진동함에 따라 전극 기관(120)의 구멍(124)을 출입할 수 있다. 부연 설명하면, 돌기(142)는 진동판(140)과 전극 기관(120) 간의 거리가 가까워지면 구멍(124)에 삽입되고, 진동판(140)과 전극 기관(120) 간의 거리가 멀어지면 구멍(124)으로부터 빠져나올 수 있다.
- [0042] 돌기(142)는 진동판(140)과 동일한 전극을 형성할 수 있다. 즉, 돌기(142)는 제2전극을 형성할 수 있다. 이를 위해 돌기(142)는 전극 재질로 이루어지거나 또는 전극 재질로 표면이 코팅될 수 있다. 이와 같이 제2전극이 형성된 돌기(142)는 제1전극의 구멍(124)을 출입하며 전기장의 변화를 발생시킬 수 있다.
- [0043] 다음에서도 도 4 및 도 5를 참조하여 일 실시 예에 따른 음향 변환기(100)의 음파 감지원리를 설명한다.
- [0044] 음파의 입력이 없는 상태에서 전극 기관(120)과 진동판(140) 간의 거리는 일정하게 유지되므로, 전극 기관(120)과 진동판(140) 사이에 제1크기의 전기장이 일정하게 형성될 수 있다. 예를 들어, 전극 기관(120)의 상면과 진동판(140)의 하면 사이에 정전용량(C1)이 형성되고, 구멍(124)의 내벽(126)과 돌기(142) 사이에 정전용량(C2)이 형성될 수 있다.
- [0045] 이와 달리 음파가 입력되면 전극 기관(120)과 진동판(140) 간의 거리가 변동되므로, 전극 기관(120)과 진동판(140) 사이에 제2크기의 전기장이 일시적으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 진동판(140)의 진동에 의해 전극 기관(120)과 진동판(140)의 거리가 가까워지는 시점에서, 전극 기관(120)의 상면과 진동판(140)의 하면 사이에 정전용량(C3)이 형성되고, 구멍(124)과 돌기(142) 사이에 정전용량(C4)이 형성될 수 있다.
- [0046] 여기서, 정전용량(C3)은 정전용량(C1)과 상이한 크기를 가질 수 있다. 또한, 정전용량(C4)은 정전용량(C2)과 상이한 크기를 가질 수 있다. 따라서, 정전용량(C3)과 정전용량(C1)의 편차 및/또는 정전용량(C4)과 정전용량(C2)의 편차를 통해 음파를 감지할 수 있다. 특히, 본 실시 예에 따른 음향 변환기(100)에서 정전용량(C4)은 정전용량(C2)에 비해 현저하게 크므로(구멍(124)에 돌기(142)가 삽입되지 않은 상태에서의 정전용량(C2)은 0에 가까운 값에 근사할 수 있다), 정전용량(C4)과 정전용량(C2)의 편차를 통해 음파의 감지감도를 향상시킬 수 있다.
- [0047] 따라서, 본 실시 예에 따른 음향 변환기(100)에 따르면 진동판(140) 또는 음향 변환기(100)의 크기를 증가시키지 않고도 음파의 감지감도를 향상시킬 수 있다.
- [0048] 다음에서는 도 6 내지 도 11을 참조하여 일 실시 예에 따른 음향 변환기의 다른 형태들을 설명한다.
- [0049] 먼저, 도 6을 참조하여 음향 변환기(100)의 다른 형태를 설명한다.
- [0050] 음향 변환기(100)의 다른 형태는 지지 기관(110)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 음향 변환기(100)는 음향 입력실(112)이 형성되는 지지 기관(110)을 별도로 구비할 수 있다. 이에 따라 전극 기관(120)은 다수의 구멍(124)이 형성되는 형태로 단순화될 수 있다.
- [0051] 이와 같이 구성된 음향 변환기(100)는 음향 입력실(112)과 구멍(124)이 지지 기관(110)과 전극 기관(120)에 각

각 분리 형성되므로, 식각 공정을 통한 음향 입력실(112)과 구멍(124)의 형성작업이 용이할 수 있다. 즉, 본 형태는 전극 기관(120)의 제작이 용이할 수 있다.

- [0052] 다음에서는 도 7을 참조하여 음향 변환기(100)의 또 다른 형태를 설명한다.
- [0053] 음향 변환기(100)의 또 다른 형태는 돌기(142)의 돌출 방향에 있어서 전술된 형태들과 구별될 수 있다. 예를 들어, 돌기(142)는 음향 입력실(112)과 반대 방향으로 연장될 수 있다. 이에 따라 전극 기관(120)은 진동판(140)의 위쪽에 배치될 수 있다. 이러한 형태는 음파의 입력방향이 도 1과 반대인 경우에 유리할 수 있다.
- [0054] 다음에서는 도 8을 참조하여 음향 변환기(100)의 또 다른 형태를 설명한다.
- [0055] 음향 변환기(100)의 또 다른 형태는 구멍(124)의 형성 간격 및 돌기(142)의 형성 간격에 있어서 전술된 형태와 구별될 수 있다. 부연 설명하면, 구멍(124) 및 돌기(142)는 진동판(140)의 가장자리로부터 중심으로 갈수록 조밀하게 형성될 수 있다. 예를 들어, 진동판(140)의 중심부에 배치된 돌기들(142)의 간격(P1)은 가장자리에 배치된 돌기들(142)의 간격(P2)보다 작을 수 있다.
- [0056] 이와 같이 형성된 음향 변환기(100)는 상대적으로 진폭이 큰 진동판(140)의 중심 부분에 구멍(124)과 돌기(142)를 집중시킬 수 있다. 따라서, 구멍(124)과 돌기(142) 사이에 형성되는 정전용량의 변화량을 증가시킬 수 있으며, 이를 통해 음파 감지감도를 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 본 형태는 음파에 의한 진동판(140)의 변형이 중심 부분에 집중되는 경우에 유리할 수 있다.
- [0057] 다음에서는 도 9 및 10을 참조하여 음향 변환기(100)의 또 다른 형태를 설명한다.
- [0058] 음향 변환기(100)의 또 다른 형태는 구멍(124) 및 돌기(142)의 형상에 있어서 전술된 형태와 구별될 수 있다.
- [0059] 일 예로, 돌기(142)는 절두형 원뿔 또는 절두형 각뿔 형상일 수 있다. 아울러, 구멍(124)은 이러한 형상의 돌기(142)를 전체 또는 부분적으로 수용할 수 있는 형상일 수 있다(도 9 참조). 여기서, 전극 기관(120)의 상면으로부터 진동판(140)의 하면까지의 거리(S)는 돌기(142)의 빗면으로부터 구멍(124)의 내벽까지의 거리(L)와 대체로 동일할 수 있다(진동판(140)의 정지상태 기준임). 그러나 상기 거리(S)와 거리(L)가 반드시 동일해야 하는 것은 아니다. 예를 들어, 거리(S)가 거리(L)보다 클 수 있고, 거리(L)가 거리(S)보다 클 수 있다.
- [0060] 다른 예로, 돌기(142)는 계단 형상의 단면을 가질 수 있다. 아울러, 구멍(124)은 이러한 형상의 돌기(142)에 대응되는 형상일 수 있다(도 10 참조).
- [0061] 도 9 및 도 10에 도시된 음향 변환기(100)는 구멍(124)과 돌기(142) 간의 대향 면적이 증가되므로, 구멍(124)과 돌기(142) 사이에 형성되는 정전용량의 변화폭을 증가시킬 수 있다. 따라서, 본 형태에 따른 음향 변환기(100)는 음파 감지감도를 향상시키는데 유리할 수 있다.
- [0062] 다음에서는 도 11을 참조하여 음향 변환기(100)의 또 다른 형태를 설명한다.
- [0063] 음향 변환기(100)의 또 다른 형태는 구멍(124)의 형상에 있어서 전술된 형태와 구별될 수 있다. 예를 들면, 본 형태에서 구멍(124)은 진동판(140)의 중심으로부터 가장자리로 갈수록 커질 수 있다. 즉, 전극 기관(120)의 가장자리에 위치한 구멍(124)의 크기(D2)는 전극 기관(120)의 가운데 위치한 구멍(124)의 크기(D1)보다 클 수 있다.
- [0064] 이러한 형태의 음향 변환기(100)는 진동판(140)의 중심 부분이 음파에 의해 불룩하게 변형되거나 또는 오목하게 변형되는 경우에 유리할 수 있다.
- [0065] 예를 들어, 진동판(140)이 음파에 의해 곡선 형태로 변형되면(도 11의 점선 참조), 진동판(140)의 가장자리에 형성된 돌기(142)가 구멍(124)의 내벽 또는 전극 기관(120)과 접촉할 수 있다. 이 경우, 전극 기관(120)과 진동판(140) 사이에 형성되는 전기장이 소멸 또는 축소되어 음파감지감도를 떨어뜨릴 수 있다. 그러나 도 11에 도시된 음향 변환기(100)는 가장자리에 위치한 구멍(124)의 크기가 상대적으로 크므로, 전극 기관(120)과 돌기(142)의 접촉으로 인한 문제점을 최소화시킬 수 있다.
- [0066] 도 12 내지 도 15를 참조하여 본 발명의 다른 실시 예에 따른 음향 변환기를 설명한다.
- [0067] 본 실시 예에 따른 다면 전극 음향 변환기(200)는 지지 기관(210), 전극 기관(220), 진동판(240)을 포함할 수 있다. 아울러, 음향 변환기(200)는 절연층(280, 282)을 더 포함할 수 있다. 여기서, 제1절연층(280)은 전극 기관(220)과 진동판(240) 사이에 형성되고, 제2절연층(282)은 진동판(240)과 지지 기관(210) 사이에 형성될 수 있다.

다.

- [0068] 음향 변환기(200)는 전극 기관(220)과 진동판(240) 사이에 제1전기장 또는 제1정전용량을 형성시키기 위한 제1 전기회로를 더 포함할 수 있다. 여기서, 상기 제1전기회로는 소정의 전압을 가질 수 있으며, 직류 또는 교류 전류를 전극 기관(220) 및 진동판(240)에 공급할 수 있다. 또한, 음향 변환기(200)는 지지 기관(210)과 진동판(240) 사이에 제2전기장 또는 제2정전용량을 형성시키기 위한 제2전기회로를 더 포함할 수 있다. 여기서, 상기 제2전기회로는 소정의 전압을 가질 수 있으며, 직류 또는 교류 전류를 지지 기관(210) 및 진동판(240)에 공급할 수 있다. 참고로, 제1전기회로와 제2전기회로는 동일한 회로일 수 있으며, 제1전기장과 제2전기장 및 제1정전용량과 제2정전용량은 각각 동일한 크기를 가질 수 있다.
- [0069] 음향 변환기(200)는 전극 기관(220)과 진동판(240) 사이에 형성되는 제1전기장 또는 제1정전용량의 변화를 감지하는 제3전기회로를 더 포함할 수 있다. 여기서, 제3전기회로는 제1전기장 또는 제1정전용량의 변화량을 증폭시키는 증폭회로를 더 포함할 수 있다. 또한, 음향 변환기(200)는 지지 기관(210)과 진동판(240) 사이에 형성되는 제2전기장 또는 제2정전용량의 변화를 감지하는 제4전기회로를 더 포함할 수 있다. 여기서, 제4전기회로는 제2전기장 또는 제2정전용량의 변화량을 증폭시키는 증폭회로를 더 포함할 수 있다. 참고로, 제4전기회로는 제3전기회로와 동일한 회로일 수 있으며, 전술된 제1전기회로 및 제2전기회로와 일체로 형성될 수 있다.
- [0070] 다음에서는 음향 변환기(200)의 주요 구성요소를 상세히 설명한다. 참고로, 이하의 설명에서 전술된 실시 예와 동일한 구성요소에 대한 상세한 설명은 생략하고, 전술된 실시 예와 구별되는 구성요소의 특징만을 설명한다.
- [0071] 지지 기관(210)은 실리콘 재질로 이루어질 수 있으며, 제1전극을 형성할 수 있다. 이를 위해 지지 기관(210)의 일 부분에는 전극을 구성하는 전극 물질이 형성될 수 있다. 예를 들어, 지지 기관(210)의 일 부분에 금속 물질이 증착될 수 있다.
- [0072] 지지 기관(210)에는 음향 입력실(212)이 형성될 수 있다. 음향 입력실(212)은 외부로부터 입력되는 음파를 진동판(240)로 안내할 수 있다. 지지 기관(210)에는 전극부(216)가 형성될 수 있다. 전극부(216)는 음향 입력실(212)의 일 측(도 12 기준으로 상측)에 형성되며, 지지 기관(210)에서 실질적으로 제1전극을 형성하는 부분일 수 있다. 전극부(216)에는 하나 이상의 구멍(214)이 형성될 수 있다. 구멍(214)은 전극부(216)를 관통하도록 형성되어 음향 입력실(212)로부터 입력되는 음파를 진동판(240) 쪽으로 통과시킬 수 있다.
- [0073] 전극 기관(220)은 전극부(216)와 마주보도록 형성될 수 있다. 부연 설명하면, 전극 기관(220)은 전극부(216)와 소정의 거리를 두고 배치될 수 있다. 여기서, 상기 거리는 진동판(240)의 두께에 따라 달라질 수 있다.
- [0074] 전극 기관(220)에는 하나 이상의 구멍(224)이 형성될 수 있다. 부연 설명하면, 전극 기관(220)에서 전극부(216)와 마주하는 영역에는 전극부(216)의 구멍(214)과 동수의 구멍(224)이 형성될 수 있다. 그러나 전극 기관(220)에 형성되는 구멍(224)의 수와 전극부(216)에 형성되는 구멍(214)의 수가 반드시 일치되는 것은 아니며, 필요에 따라 증감될 수 있다.
- [0075] 전극 기관(220)은 제2전극을 형성할 수 있다. 이를 위해 전극 기관(220)의 하면(도 12 기준임)과 구멍(224)의 내벽에는 전극층이 형성될 수 있다. 또는, 전극 기관(220) 자체가 전극 재질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 전극 기관(220)은 금속 물질의 증착에 의해 형성되는 전극층일 수 있다. 이와 같이 형성된 전극 기관(220)은 전극부(216)와 함께 제1전기회로와 연결되어 각각 전극을 형성할 수 있다.
- [0076] 진동판(240)은 지지 기관(210)과 전극 기관(220) 사이에 형성될 수 있다. 부연 설명하면, 진동판(240)은 지지 기관(210)과 전극 기관(220) 사이에 상하방향(도 12 기준 방향임)으로 진동가능하도록 배치될 수 있다.
- [0077] 진동판(240)은 하나 이상의 전극을 형성할 수 있다. 예를 들어, 진동판(240)의 일 면(도 12 기준으로 하면)은 제3전극을 형성하고, 진동판(240)의 타 면(도 12 기준으로 상면)은 제4전극을 형성할 수 있다. 이와 같이 형성된 진동판(240)은 지지 기관(210)의 전극부(216)와 제1자기장을 형성하고, 전극 기관(220)과 제2자기장을 형성할 수 있다. 참고로, 제3전극과 제4전극은 하나의 전기회로에 의해 생성되는 동일한 전극일 수 있다.
- [0078] 진동판(240)은 복수의 층으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 진동판(240)은 제1전극층(2402)과 제2전극층(2404)을 포함할 수 있다. 여기서, 제1전극층(2402)은 진동판(240)의 상면을 형성하고, 제2전극층(2404)은 진동판(240)의 하면을 형성할 수 있다. 참고로, 첨부된 도면에서는 진동판(240)이 2개의 전극층(2402, 2404)으로 이루어진 것으로 도시되어 있으나, 필요에 따라 하나의 전극층으로 이루어질 수 있다. 아울러, 2개의 전극층(2402, 2404)은 실리콘 다이렉트 본딩(SDB: Si Direct Bonding)에 의해 접합될 수 있으며, 이를 통해 전기적으로 연결될 수 있다. 아울러, 도면부호 2402와 2404 사이에는 접착층이 형성될 수 있다. 여기서, 상기 접착층은 제1전극

층(2402)과 제2전극층(2404)의 접촉방법에 따라 생략될 수 있다.

- [0079] 진동판(240)에는 다수의 돌기(242, 244)가 형성될 수 있다. 부연 설명하면, 진동판(240)의 상면에는 제1돌기(242)가 형성되고, 진동판(240)의 하면에는 제2돌기(244)가 형성될 수 있다. 여기서, 제1돌기(242)는 전극 기관(220)의 구멍(224)과 마주하도록 배치되고, 제2돌기(244)는 전극부(216)의 구멍(214)과 마주하도록 배치될 수 있다. 또는, 제1돌기(242)는 전극 기관(220)의 구멍(224)에 삽입되도록 배치되고, 제2돌기(244)는 전극부(216)의 구멍(214)에 삽입되도록 배치될 수 있다(진동판(240)의 정지상태 기준임).
- [0080] 이와 같이 형성된 돌기들(242, 244)은 음파에 의해 진동판(240)이 진동함에 따라 대응하는 구멍(224, 214)에 선택적으로 삽입되도록 이동하거나 또는 구멍(224, 214)에 삽입된 깊이가 달라지도록 이동할 수 있다.
- [0081] 도 13을 참조하여 진동판(240)의 배치구조 및 돌기들(242, 244)과 구멍들(224, 214)의 배치구조를 상세히 설명한다.
- [0082] 진동판(240)은 지지 기관(210)의 전극부(216)와 전극 기관(220)의 사이에 배치될 수 있다. 여기서, 진동판(240)으로부터 전극 기관(220)까지의 제1거리(S1)는 진동판(240)으로부터 전극부(216)까지의 제2거리(S2)와 동일할 수 있다. 그러나 제1거리(S1)와 제2거리(S2)가 반드시 동일해야 하는 것은 아니다. 예를 들어, 돌기(242, 244) 및 구멍(224, 214)의 형상 및 수에 따라 제1거리(S1)와 제2거리(S2)의 크기가 다를 수 있다.
- [0083] 제1돌기(242)와 제2돌기(244)는 진동판(240)을 기준으로 대칭형태로 형성될 수 있다. 즉, 제1돌기(242)는 진동판(240)으로부터 상방으로 연장되고, 제2돌기(244)는 진동판(240)으로부터 하방으로 연장될 수 있으며, 상호 동일한 높이를 가질 수 있다. 부연 설명하면, 제1돌기(242)의 높이(h1)와 제2돌기(244)의 높이(h2)는 동일할 수 있다.
- [0084] 구멍들(224, 214)은 전술한 바와 같이 진동판(240)의 돌기들(242, 244)과 마주보도록 형성될 수 있다. 아울러, 각각의 구멍들(224, 214)은 대응하는 돌기들(242, 244)를 완전히 수용할 수 있는 크기와 깊이를 가질 수 있다. 부연 설명하면, 구멍(224)의 지름(D3)은 제1돌기(242)의 지름(d1)보다 클 수 있고, 구멍(214)의 지름(D4)은 제2돌기(244)의 지름(d2)보다 클 수 있다. 이에 따라 구멍(224)의 내벽과 제1돌기(242)의 원주면 사이에는 제1크기의 간격(G1)이 형성되고, 구멍(214)의 내벽과 제2돌기(244)의 원주면 사이에는 제2크기의 간격(G2)이 형성될 수 있다. 여기서, 상기 간격(G1)은 제1거리(S1)와 동일한 크기일 수 있고, 상기 간격(G2)은 제2거리(S2)와 동일한 크기일 수 있다. 아울러, 상기 간격(G1)과 상기 간격(G2)도 동일한 크기일 수 있다.
- [0085] 다음에서는 도 14 및 도 15를 참조하여 본 실시 예에 따른 음향 변환기(200)의 작동원리를 설명한다.
- [0086] 음향 변환기(200)의 진동판(240)은 음파가 입력되지 않으면, 도 14에 도시된 바와 같이 전극부(216)와 전극 기관(220)의 중간 위치에 정지된 상태로 유지된다. 여기서, 전기회로에 의해 전극부(216), 전극 기관(220) 및 진동판(240)에 각각 전압이 가해지면, 전극 기관(220)과 진동판(240) 사이에 제1정전용량(C1)이 형성되고, 전극부(216)와 진동판(240) 사이에 제2정전용량(C2)이 형성된다. 아울러, 제1돌기(242)와 구멍(224)의 내벽이 사이에서는 상호 마주하는 면적 크기(a1)에 비례하는 제3정전용량(C3)이 형성되고, 제2돌기(244)와 구멍(214)의 내벽 사이에서도 상호 마주하는 면적 크기(a2)에 비례하는 제4정전용량(C4)이 형성된다.
- [0087] 이후, 음파가 입력되어 진동판(240)이 상하 방향으로 진동하면, 도 15에 도시된 바와 같이 정전용량의 변화가 발생한다. 예를 들어, 진동판(240)이 상방으로 움직이면, 제1정전용량(C1)과 제3정전용량(C3)이 증가하고, 제2정전용량(C2)과 제4정전용량(C4)은 감소한다. 이와 반대로 진동판(240)이 하방으로 움직이면, 제1정전용량(C1)과 제3정전용량(C3)이 감소하고, 제2정전용량(C2)과 제4정전용량(C4)은 증가한다.
- [0088] 따라서, 진동판(240)이 음파에 의해 소정의 시간 동안 상하 방향으로의 진동을 반복하면, 제1정전용량(C1) 내지 제4정전용량(C4)의 변화가 지속적으로 발생할 수 있다. 여기서, 정전용량의 변화는 전기신호 형태로 전기회로에 전달되고, 전기회로는 전달된 전기신호를 통해 음파를 감지할 수 있다.
- [0089] 여기서, 진동판(240)의 상하 진동에 따른 정전용량들(C1, C2, C3, C4)의 변화량은 수학식 1과 같이 표현될 수 있다.

**수학식 1**

$$\text{정전용량의 변화량} = \sum(C1 + \Delta C1 + C3 + \Delta C3 + \text{제1노이즈}) - \sum(C2 + \Delta C2 + C4 + \Delta C4 + \text{제2노이즈})$$

[0090]

[0091]

참고로, 수학식 1에서 제1노이즈는 진동판(240)과 전극 기관(220) 사이에 발생하는 잡음 성분이고, 제2노이즈는 진동판(240)과 전극부(216) 사이에 발생하는 잡음 성분이다.

[0092]

한편, 진동판(240)이 전극 기관(220)과 전극부(216)의 중간 지점에 위치하고 진동판(240)의 상하면이 대칭 형상인 경우, 제1정전용량(C1)과 제2정전용량(C2)은 동일하고 제3정전용량(C3)과 제4정전용량(C4)은 동일하다. 아울러, 제1노이즈와 제2노이즈도 대체로 동일하다고 간주할 수 있으므로, 수학식 1은 수학식 2의 형태로 표현될 수 있다.

**수학식 2**

$$\text{정전용량의 변화량} = \sum(\Delta C1 + \Delta C3) - \sum(\Delta C2 + \Delta C4)$$

[0093]

[0094]

아울러, 수학식 2에서  $\Delta C1$ 와  $\Delta C2$ 는 항상 반대 부호를 가지며,  $\Delta C3$ 와  $\Delta C4$ 도 항상 반대 부호를 가지므로(즉, 제1정전용량(C1) 및 제3정전용량(C3)이 증가하는 경우에는 제2정전용량(C2) 및 제4정전용량(C4)는 감소한다), 수학식 2는 다시 수학식 3의 형태로 표현될 수 있다.

**수학식 3**

$$\text{정전용량의 변화량} = 2 \times \sum(\Delta C1 + \Delta C3)$$

[0095]

[0096]

수학식 3을 통해 알 수 있듯이, 본 실시 예에 따른 음향 변환기(200)는 동일한 음파에 대해 대체로 2배 크기의 전기신호(즉, 정전용량의 변화)로 출력할 수 있으며, 상당 크기의 잡음 성분을 제거할 수 있다. 따라서, 본 실시 예에 따른 음향 변환기(200)는 종래보다 깨끗하고 선명한 음파를 감지할 수 있다.

[0097]

아울러, 본 실시 예에 따른 음향 변환기(100)는 다층 전극 구조를 통해 불필요한 잡음을 상쇄시킬 수 있으므로, 신호대 잡음비(SNR)를 향상시킬 수 있다.

[0098]

아울러, 본 실시 예에 따른 음향 변환기(100)는 차동 용량형 감지 구조(differential capacitive sensing type)를 가지므로 교류 전압을 이용할 수 있다.

[0099]

다음에서는 도 16 내지 도 19를 참조하여 진동판(240)과 탄성 지지 부재(2502, 2504)의 연결 구조를 설명한다.

[0100]

진동판(240)은 복수의 탄성 지지 부재(2502)와 연결될 수 있다.

[0101]

일 예로, 진동판(240)의 제1전극층(2402)은 복수의 탄성 지지 부재(2502)와 연결될 수 있다(도 16 참조). 또한, 제1전극층(2402)은 탄성 지지 부재(2502)에 의해 복수의 전극 단자(272)와 연결될 수 있다. 여기서, 제1전극층(2402)과 연결되지 않는 다른 전극 단자(270, 274)는 지지 기관(210) 및 전극 기관(220)과 연결될 수 있다.

[0102]

다른 예로, 진동판(240)의 제1전극층(2402) 및 제2전극층(2404)은 복수의 탄성 지지 부재(2502, 2504)와 각각 연결될 수 있다(도 17 및 도 18 참조). 예를 들어, 제1전극층(2402)과 제2전극층(2404)은 도 18에 도시된 바와 같이 각각 복수의 탄성 지지 부재(2502, 2504)를 구비할 수 있다. 여기서, 제1전극층(2402)의 탄성 지지 부재(2502)는 제2전극층(2404)의 탄성 지지 부재(2504)와 중첩되지 않도록 형성될 수 있다. 그러나 필요에 따라 제1전극층(2402)의 탄성 지지 부재(2502)와 제2전극층(2404)의 탄성 지지 부재(2504)가 중첩되도록 배치될 수 있다.

[0103]

또 다른 예로, 진동판(240)의 제1전극층(2402)은 일 방향으로 연장되는 탄성 지지 부재(2502)와 연결되고, 진동

관(240)의 제2전극층(2404)은 타 방향으로 연장되는 탄성 지지 부재(2504)와 연결될 수 있다(도 19 참조).

- [0104] 다음에서는 도 20 내지 도 23을 참조하여 본 발명의 다른 실시 예에 따른 음향 변환기의 다른 형태를 설명한다.
- [0105] 먼저, 도 20을 참조하여 음향 변환기(200)의 다른 형태를 설명한다.
- [0106] 본 형태에 따른 음향 변환기(200)는 구멍(224, 214)의 형성 간격 및 돌기(242, 244)의 형성 간격에 있어서 전술된 형태와 구별될 수 있다. 부연 설명하면, 구멍(224, 214) 및 돌기(242, 244)는 진동판(240)의 가장자리로부터 중심으로 갈수록 조밀하게 형성될 수 있다. 예를 들어, 진동판(240)의 중심부에 배치된 돌기들(242)의 간격(P1)은 가장자리에 배치된 돌기들(242)의 간격(P2)보다 작을 수 있다.
- [0107] 이와 같이 형성된 음향 변환기(200)는 상대적으로 진폭이 큰 진동판(240)의 중심 부분에 구멍(224, 214)과 돌기(242, 244)를 집중시키므로, 구멍(224, 214)과 돌기(242, 244) 사이에 형성되는 정전용량의 변화량을 증가시킬 수 있으며, 이를 통해 음파 감지감도를 향상시킬 수 있다.
- [0108] 다음에서는 도 21 및 22을 참조하여 음향 변환기(200)의 또 다른 형태를 설명한다.
- [0109] 음향 변환기(200)의 또 다른 형태는 구멍(224, 214) 및 돌기(242, 244)의 형상에 있어서 전술된 형태와 구별될 수 있다.
- [0110] 일 예로, 돌기(242, 244)는 절두형 원뿔 또는 절두형 각뿔 형상이고, 구멍(224, 214)은 이러한 형상의 돌기(242)를 전체 또는 부분적으로 수용할 수 있는 형상일 수 있다(도 21 참조). 여기서, 전극 기관(220)으로부터 진동판(240)까지의 거리(S)는 돌기(242, 214)의 빗면으로부터 구멍(224, 214)의 내벽까지의 거리(L)와 대체로 동일할 수 있다(진동판(240)의 정지상태 기준임).
- [0111] 다른 예로, 돌기(242, 244)는 단면 크기가 다른 복수의 부재가 적층된 다단 형상이고, 구멍(224, 214)은 이러한 형상의 돌기(242, 244)에 대응되는 형상일 수 있다(도 22 참조).
- [0112] 위와 구조의 음향 변환기(200)는 구멍(224, 214)과 돌기(242, 244)가 상호 마주보는 면적을 증가하므로, 구멍(224, 214)과 돌기(242, 244) 사이에 형성되는 정전용량 변화량을 효과적으로 증대시킬 수 있고, 이를 통해 음파 감지감도를 향상시킬 수 있다.
- [0113] 다음에서는 도 23을 참조하여 음향 변환기(200)의 또 다른 형태를 설명한다.
- [0114] 음향 변환기(200)의 또 다른 형태는 구멍(214, 224)의 형상에 있어서 전술된 형태와 구별될 수 있다. 예를 들면, 본 형태에서 구멍(214, 224)은 진동판(240)의 중심으로부터 가장자리로 갈수록 커질 수 있다. 즉, 전극 기관(220) 및 전극부(216)의 가장자리에 위치한 구멍(224, 214)의 크기(D2)는 전극 기관(220) 및 전극부(216)의 가운데 위치한 구멍(224, 214)의 크기(D1)보다 클 수 있다.
- [0115] 이러한 형태의 음향 변환기(200)는 음파에 의한 진동판(240)의 변위가 위치에 따라 다른 경우에 유리할 수 있다. 예를 들어, 본 음향 변환기(200)는 음파에 의해 진동판(240)의 중심 부분만이 볼록 또는 오목하게 변형되는 경우에 유리할 수 있다.
- [0116] 도 24를 참조하여 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 음향 변환기를 설명한다. 참고로, 전술된 실시 예와 동일한 구성요소들에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0117] 본 실시 예에 따른 음향 변환기(300)는 지지 기관(310), 제1전극 기관(320), 진동판(340)을 포함할 수 있다. 아울러, 음향 변환기(300)는 제1절연층(380)과 제2절연층(382)을 더 포함할 수 있다. 또한, 음향 변환기(300)는 진동판(340)의 제2돌기(344)가 삽입되는 구멍(314)이 형성되는 제2전극 기관(330)을 더 포함할 수 있다.
- [0118] 즉, 본 실시 예에 따른 음향 변환기(300)는 진동판(340)을 기준으로 제1전극 기관(320)과 제2전극 기관(330)이 상호 대칭형태로 배치될 수 있다. 여기서, 제1전극 기관(320)과 제2전극 기관(330)에는 구멍(324, 334)이 형성되며, 각각의 구멍(324, 334)에는 진동판(340)의 돌기(342, 344)가 삽입되거나 또는 삽입될 수 있다.
- [0119] 이와 같이 구성된 음향 변환기(300)는 진동판(340)을 기준으로 상하 대칭 구조를 가지므로(지지 기관(310)을 제외함) 제작이 용이할 수 있다.

- [0120] 다음에서는 도 25를 참조하여 본 발명의 패키지 모듈을 설명한다. 참고로, 이하에서 설명되는 음향 변환기는 위에서 설명된 도면부호 100, 200, 300으로 표시된 음향 변환기와 동일 또는 유사한 구성을 가지므로, 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0121] 본 실시 예에 따른 패키지 모듈(1000)은 음향 변환기(200), 회로 기관(1100), 주문형 반도체 소자(1200), 셸드 캔(1300)을 포함할 수 있다. 아울러, 패키지 모듈(1000)은 별도의 능동소자 및 수동소자를 더 포함할 수 있다.
- [0122] 이와 같이 구성된 패키지 모듈(1000)은 음향신호의 감지가 필요한 장치에 장착될 수 있다. 예를 들어, 패키지 모듈(1000)은 휴대용 오디오, 휴대용 카세트 녹음기, 휴대용 통신기기 등에 장착될 수 있다. 그러나 패키지 모듈(1000)이 전술된 기기에만 장착되는 것은 아니다. 예를 들어, 패키지 모듈(1000)은 음향과 동일 또는 유사한 파형 에너지를 갖는 기체 또는 물질을 감지하는 기기에도 장착될 수 있다.
- [0123] 음향 변환기(200)는 다면 전극을 가질 수 있다. 예를 들어, 음향 변환기(200)는 서로 다른 제1전극 면을 갖도록 구성된 진동판을 포함할 수 있다. 아울러, 음향 변환기(200)는 상기 제1전극 면과 대응되는 제2전극 면을 갖도록 구성된 전극 기관을 포함할 수 있다.
- [0124] 예를 들어, 진동판(240)은 제1전극이 형성되는 평면을 가질 수 있다. 아울러, 진동판(240)은 상기 평면과 별도로 원주면에 제1전극이 형성되는 복수의 돌기(242)를 구비할 수 있다(도 12 참조). 또한, 전극 기관(220)은 제2전극이 형성되는 평면을 가질 수 있다. 여기서, 상기 평면은 진동판(240)의 평면과 소정의 거리를 두고 마주하는 면일 수 있다. 또한, 전극 기관(220)에는 구멍(224)이 형성될 수 있다. 여기서, 상기 구멍(224)의 내주면에는 돌기(242)의 원주면에 형성되는 제1전극과 대응되는 제2전극이 형성될 수 있다.
- [0125] 이와 같이 구성된 음향 변환기(200)는 다면 전극 구조를 통해 음파의 감지감도를 향상시킬 수 있다.
- [0126] 회로 기관(1100)은 회로 패턴을 포함할 수 있다. 예를 들어, 회로 기관(1100)의 적어도 일면에 회로 패턴이 형성될 수 있다. 아울러, 회로 기관(1100)에는 구멍(1110)이 형성될 수 있다. 여기서, 상기 구멍(1110)은 음향의 입력이 이루어지는 입구로 이용될 수 있다.
- [0127] 주문형 반도체 소자(1200)는 음향 변환기(200)와 연결될 수 있다. 예를 들어, 주문형 반도체 소자(1200)는 음향 변환기(200)의 진동신호를 전기적 신호로 변환시킬 수 있다. 또한, 주문형 반도체 소자(1200)는 기설정된 논리 회로를 이용하여 음향 변환기(200)의 음향신호를 증폭시킬 수 있다. 또한, 주문형 반도체 소자(1200)는 기설정된 논리회로를 이용하여 음향 변환기(200)의 잡음신호를 제거할 수 있다.
- [0128] 한편, 첨부된 도면에서는 주문형 반도체 소자(1200)가 음향 변환기(200)의 바깥쪽에 배치되는 것으로 도시되어 있다. 그러나 필요에 따라 음향 변환기(200)의 안쪽에 배치될 수도 있다. 이 경우 패키지 모듈(1000)의 소형화에 유리할 수 있다.
- [0129] 셸드 캔(1300)은 음향 변환기(200)와 주문형 반도체 소자(1200)를 보호할 수 있다. 예를 들어, 셸드 캔(1300)은 음향 변환기(200)와 주문형 반도체 소자(1200)를 수용할 수 있는 공간을 형성할 수 있다. 아울러, 셸드 캔(1300)은 유해 전자파를 차폐할 수 있다. 또한, 셸드 캔(1300)은 음향 변환기(200)의 음파감지에 필요한 프론트 볼륨 또는 백 볼륨을 형성할 수 있다. 한편, 셸드 캔(1300)에는 음향의 입력 또는 배출을 위한 구멍(1310)이 형성될 수 있다. 상기 구멍(1310)은 필요에 따라 생략될 수 있다.
- [0130] 위와 같이 구성된 패키지 모듈(1000)은 다면 전극 구조를 갖는 음향 변환기(200)를 구비하므로, 음파의 감지감도를 향상시킬 수 있다.
- [0131] 본 발명은 이상에서 설명되는 실시 예에만 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이하의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상의 요지를 벗어나지 않는 범위에서 얼마든지 다양하게 변경하여 실시할 수 있을 것이다.

**부호의 설명**

- [0132] 100, 200, 300 음향 변환기
- 110, 210, 310 지지 기관
- 112, 122, 212, 312 음향 입력실

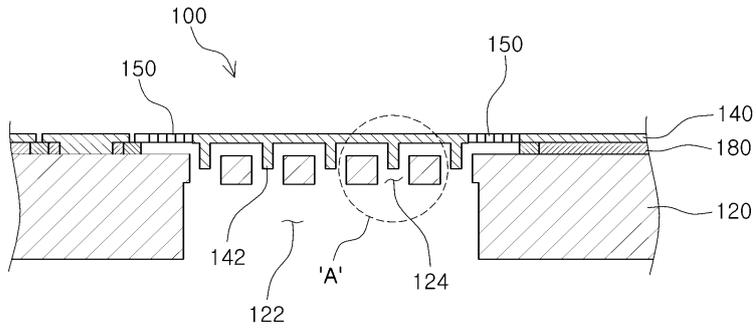
- 120, 220, 320, 330 전극 기관
- 114, 124, 214, 224, 324, 334 구멍
- 126 (구멍의) 내벽
- 140, 240 진동판
- 142, 342, 344 돌기
- 150, 2502, 2504 탄성 지지 부재
- 180, 182, 280, 282, 380, 382 절연층
- 216 전극부
- 242 제1돌기
- 244 제2돌기
- 2402, 2404 전극층
- 270, 272, 274 전극 단자
- 1000 패키지 모듈
- 1100 회로 기관
- 1200 (주문형) 반도체 소자
- 1300 쉘드 캔
- 1310 구멍
- 1400 접속 와이어
- C1, C3 (전극 기관의 하면과 진동판 상면 사이에 형성되는) 정전용량
- C1, C4 (구멍의 내벽과 돌기의 원주면 사이에 형성되는) 정전용량
- D (구멍의) 크기 또는 지름
- Dp (구멍의) 깊이
- d1 (제1돌기의) 지름
- d2 (제2돌기의) 지름
- D1 (전극 기관의 가운데 위치한 구멍의) 크기 또는 지름
- D2 (전극 기관의 가장자리에 위치한 구멍)의 크기 또는 지름
- D3 (구멍(244)의) 지름
- D4 (구멍(214)의) 지름
- G1 구멍(224)의 내벽과 제1돌기(242)의 원주면 사이의 간격
- G2 구멍(214)의 내벽과 제2돌기(244)의 원주면 사이의 간격
- h (돌기의) 높이
- h1 (제1돌기의) 높이
- h2 (제2돌기의) 높이
- L 돌기의 빗면으로부터 구멍의 내벽까지의 거리
- P1 진동판 중심부에 배치된 돌기들의 간격
- P2 진동판의 가장자리에 배치된 돌기들의 간격

S, S1 전극 기관으로부터 진동판까지의 거리

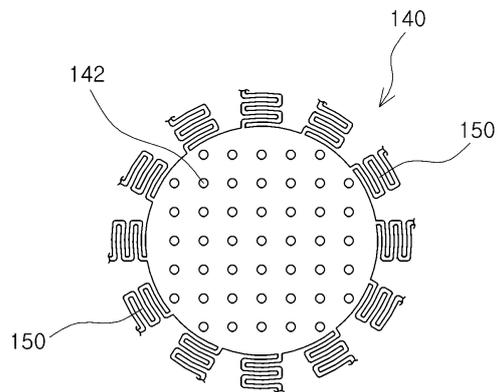
S2 진동판로부터 전극부까지의 거리

도면

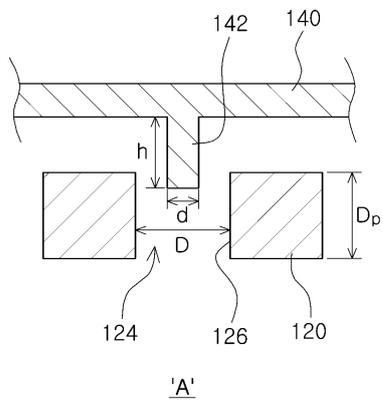
도면1



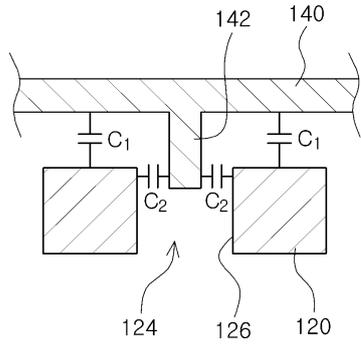
도면2



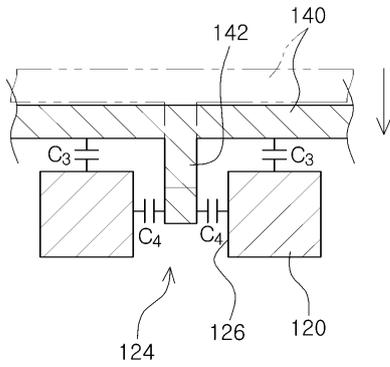
도면3



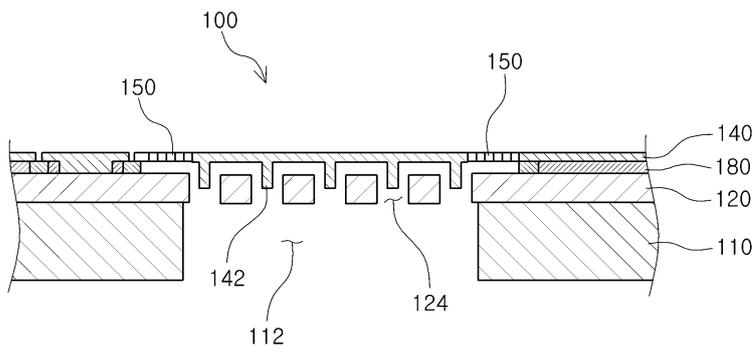
도면4



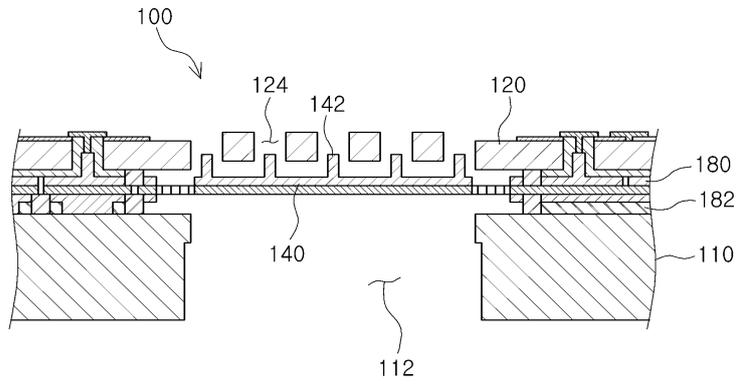
도면5



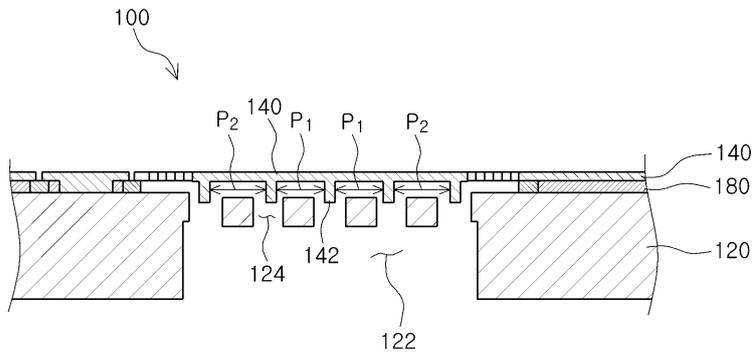
도면6



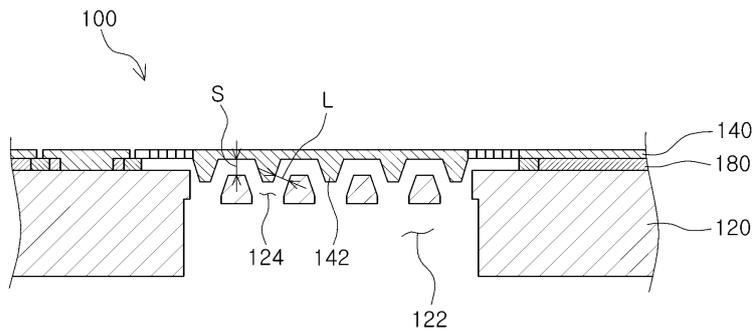
도면7



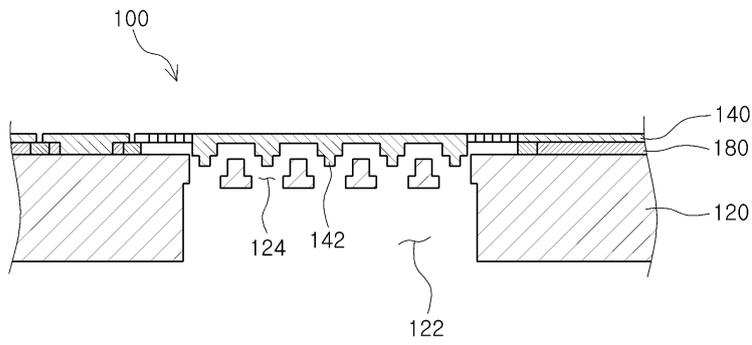
도면8



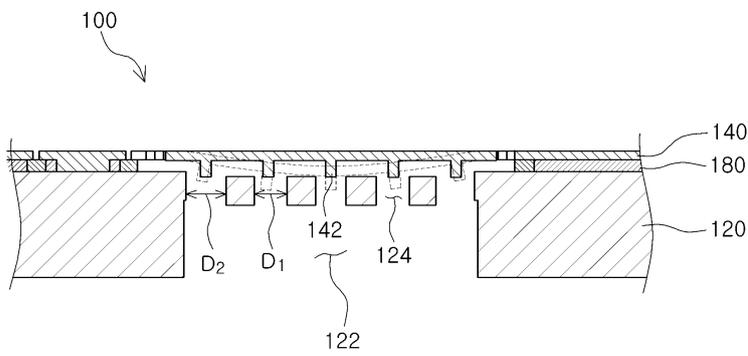
도면9



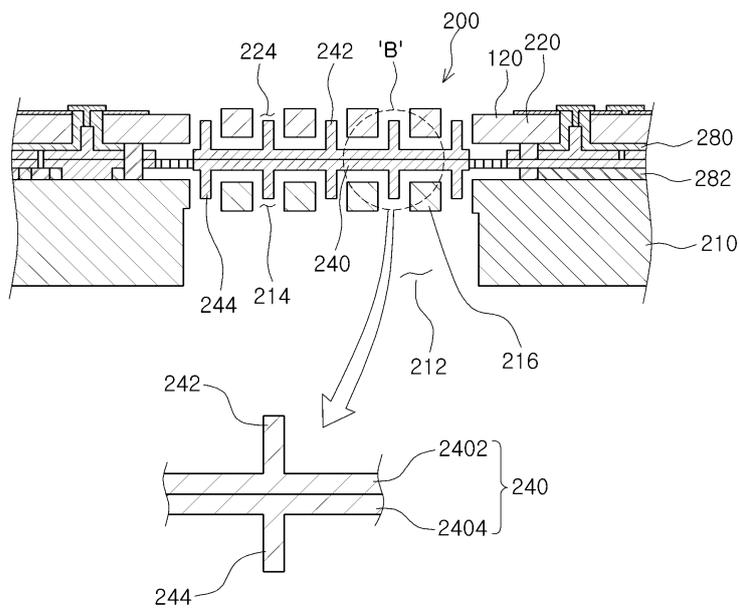
도면10



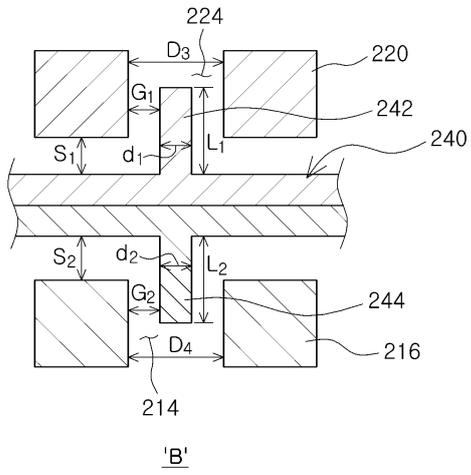
도면11



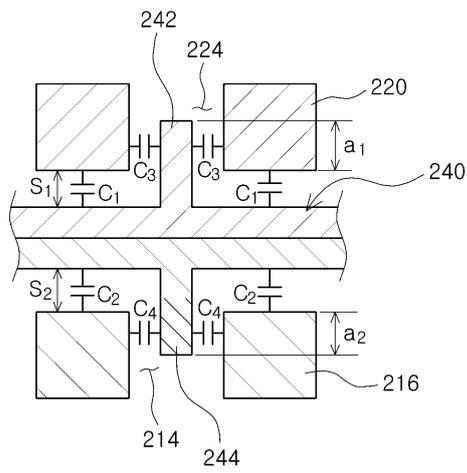
도면12



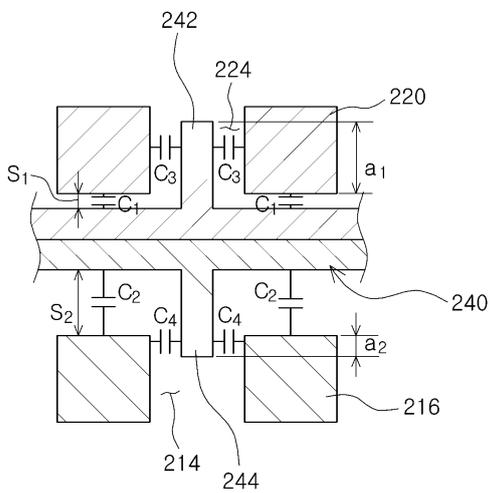
도면13



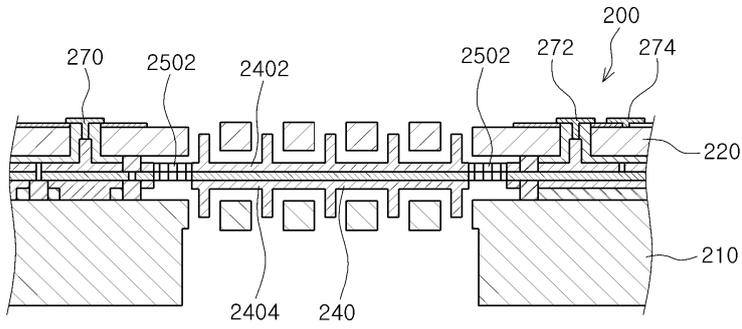
도면14



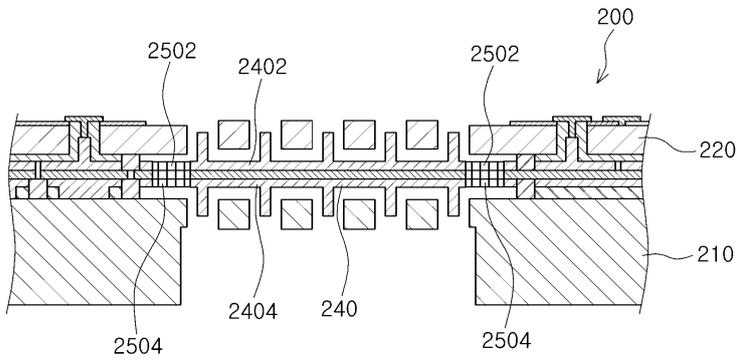
도면15



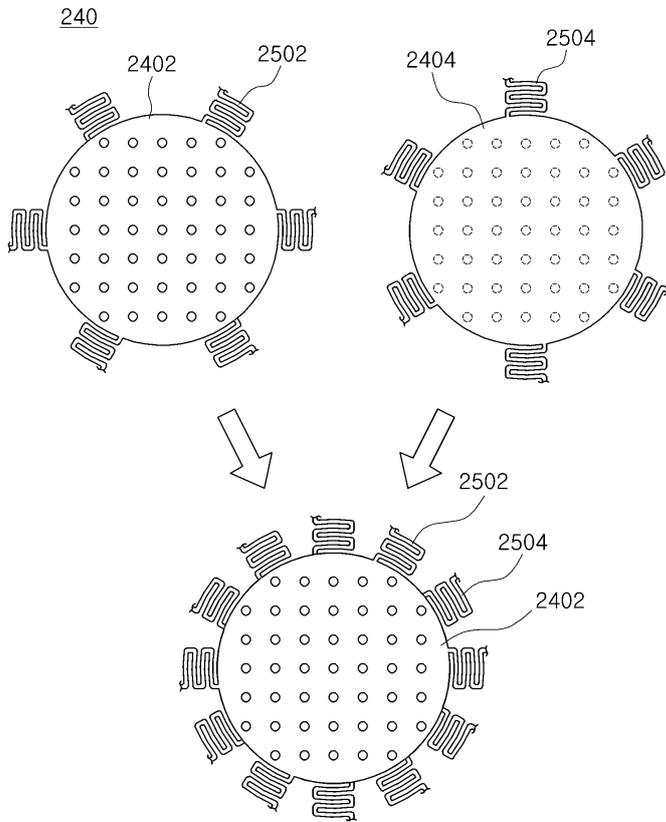
도면16



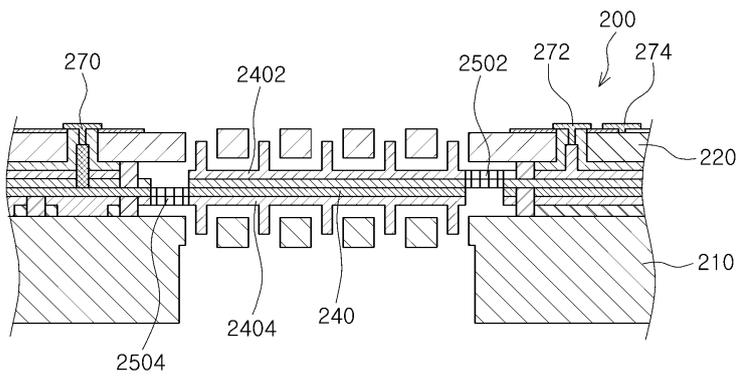
도면17



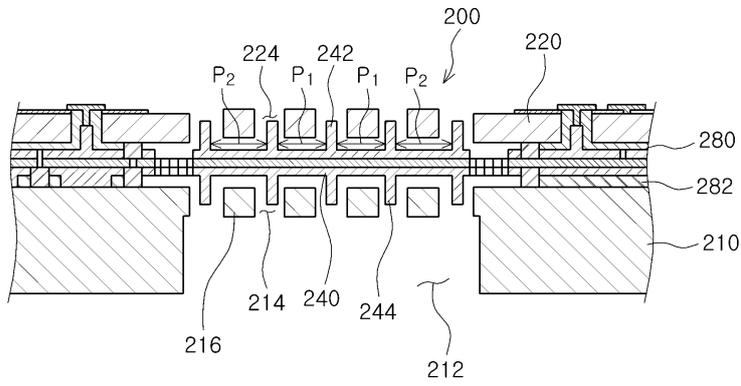
도면18



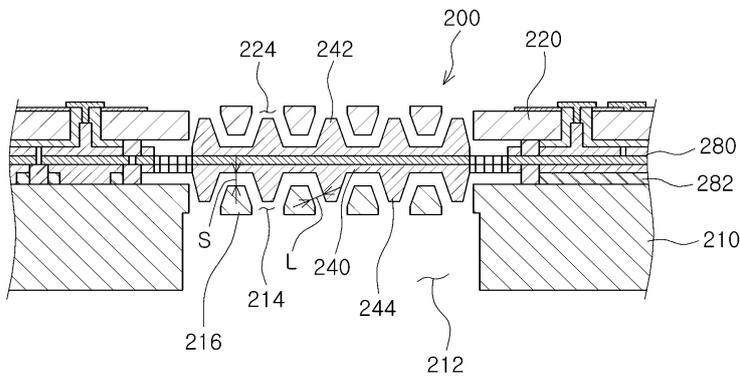
도면19



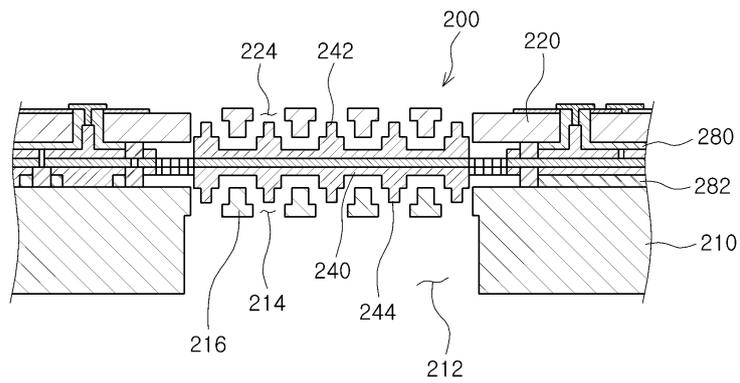
도면20



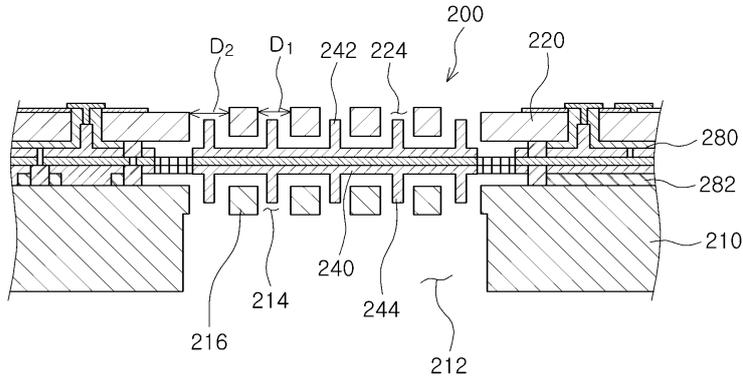
도면21



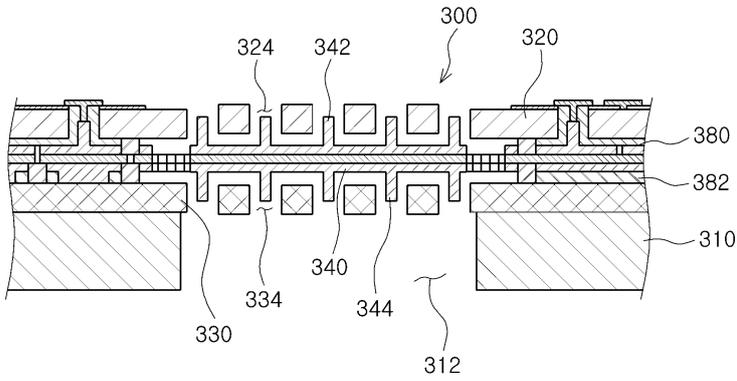
도면22



도면23



도면24



도면25

