



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0139647
(43) 공개일자 2022년10월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61F 2/18 (2006.01) A61F 11/00 (2022.01)
A61N 1/05 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61F 2/18 (2013.01)
A61F 11/00 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2021-0045872
(22) 출원일자 2021년04월08일
심사청구일자 2021년04월08일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
한창수
서울특별시 용산구 이촌로 347, 16동 203호(서빙
고동, 신동아아파트)
전은석
경기도 용인시 기흥구 언남로29번길 50, 103동
101호(언남동, 효성빌라)
(74) 대리인
김연권

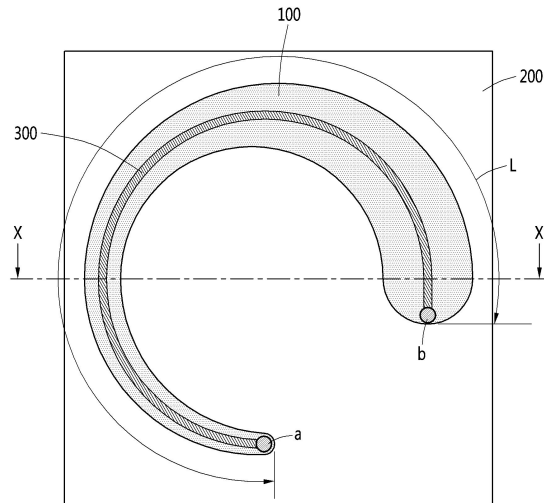
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **인공 기저막 장치**

(57) 요약

본 발명은 인체의 달팽이관을 모사하여 나선형 구조를 가진 인공 기저막을 형성하고, 인공 기저막의 각 위치에 따라 원하는 주파수 응답 신호를 얻기 위해 공진이 발생하는 위치에 감지 센서를 부착하여 이를 측정하는 인공 기저막 장치에 관한 것으로, 나선형 구조를 가진 인공 기저막; 상기 인공 기저막을 지지하는 지지부; 및 상기 인공 기저막의 진동 신호를 감지하는 감지부를 포함하고, 상기 인공 기저막의 길이에 따라 폭이 변하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61N 1/0541 (2013.01)

A61N 1/36038 (2017.08)

A61F 2002/183 (2013.01)

A61F 2250/0001 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2021001811

과제번호 2021R1A2B5B03001811

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 중견연구자사업

연구과제명 기계적수용기, 이온채널, 신경신호, 뇌인지의 통합적 모사기반 지능형 인공촉각 기술

기 여 율 1/1

과제수행기관명 고려대학교 산학협력단

연구기간 2021.03.01 ~ 2024.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

나선형 구조를 가진 인공 기저막;

상기 인공 기저막을 지지하는 지지부; 및

상기 인공 기저막의 진동 신호를 감지하는 감지부;를 포함하고,

상기 인공 기저막은 상기 지지부의 바닥으로부터 일정 거리 떨어진 상태로 상기 지지부에 의해 지지되는 것을 특징으로 하는 인공 기저막 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 인공 기저막의 길이에 따라 폭이 변하는 것을 특징으로 하는 인공 기저막 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 인공 기저막의 두께는 길이 방향을 따라 변하는 것을 특징으로 하는 인공 기저막 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 인공 기저막은 두께가 길이에 비해 1/10 이하인 것을 특징으로 하는 인공 기저막 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 인공 기저막의 회전각은 나선 중심을 기준으로 90° 이상 1080° 이하인 것을 특징으로 하는 인공 기저막 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 인공 기저막은 진동을 전기적 신호로 변환할 수 있는 압전 소재로 구성되는 것을 특징으로 하는 인공 기저막 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 감지부는 상기 인공 기저막의 중심 부위에 길이 방향을 따라 형성되는 것을 특징으로 하는 인공 기저막 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 인공 기저막은 부도체로 구성되고, 상기 인공 기저막에 복수로 구획된 각 영역에 감지부가 부착되는 것을 특징으로 하는 인공 기저막 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 감지부는 저항식 센서, 자기 센서 및 압전형 센서 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 인공 기저막 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 감지부는 상기 인공 기저막의 진동을 광학적 방법으로 감지하는 것을 특징으로 하는 인공 기저막 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 인공 기저막의 일면에는 광의 반사를 돕는 재료가 부착되는 것을 특징으로 하는 인공 기저막 장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 감지부는,

상기 인공 기저막에 형성된 제1 도전막; 및

상기 제1 도전막과 대향되도록 일정 거리 이격된 제2 도전막;을 포함하고,

상기 제1 도전막 및 제2 도전막 사이의 거리 변화에 따른 정전용량 변화를 감지하는 것을 특징으로 하는 인공 기저막 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 인공 기저막은 부도체이고, 상기 인공 기저막 위에 고전도성 막이 코팅된 것을 특징으로 하는 인공 기저막 장치.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 제1 도전막 또는 제2 도전막은 복수로 구성되어 상기 인공 기저막의 길이 방향을 따라 배열되는 것을 특징으로 하는 인공 기저막 장치.

청구항 15

제 13 항 또는 제 14 항에 있어서,

상기 제1 도전막 또는 제2 도전막의 폭은 상기 인공 기저막의 길이 방향을 따라 일정하게 형성되는 것을 특징으로 하는 인공 기저막 장치.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 감지부에서 감지한 진동 신호의 전압을 측정하는 측정부;를 더 포함하는 인공 기저막 장치.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 감지부는 상기 인공 기저막에 복수로 구획된 각 영역에 부착되고,

상기 각 영역에는 상기 감지부에서 감지한 진동 신호의 전압을 측정하는 측정부;를 더 포함하는 인공 기저막 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 인공 기저막 장치로서, 더욱 상세하게는 나선형 구조의 인공 기저막을 형성하여 진동이 발생하는 위치에 따라 원하는 주파수 응답 신호를 얻기 위해 공진이 발생하는 부위에 진동 신호를 측정할 수 있는 인공 기저막 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 달팽이관은 소리의 주파수 신호를 감지하여 청신경을 통해 뇌로 전달하는 역할을 한다. 달팽이관은 대략 2.75 바퀴 감겨 있는 나선형(spiral shape) 구조이고, 내부에는 림프액으로 채워져 있다. 달팽이관은 기저막을 포함하는데, 기저막 또한 달팽이관의 형상처럼 나선 형상으로 감겨 있다. 달팽이관의 일단을 기저부(Base)라 하고 타단을 첨부(Apex)라 한다. 소리는 기저부에서 첨부 방향으로 전달된다. 소리 전달의 메커니즘을 간략하게 살펴보면, 소리가 이소골을 지나 난원창을 통해 달팽이관 내부로 들어오면 림프액이 유동하면서 얇은 두께의 기저막을 진동시킨다. 기저막 위에는 일정한 간격으로 스테레오실리아가 배치되는데, 기저막이 진동하면 스테레오실리아가 변형되면서 이온 채널이 열리게 되고, 이러한 이온 채널을 통해 이온이 이동되면서 기저막의 각 위치에서 신경 신호가 발생하는 것이다.

[0003] 인간의 기저막의 폭은 $40 \sim 500 \mu\text{m}$ 이고, 두께는 $7.5 \sim 2.5 \mu\text{m}$ 이며, 길이는 34mm 정도이다. 기저막은 그 길이 방향을 따라 폭과 두께가 변하는 3차원 형상의 박막 구조를 가지고 있다. 구체적으로, 감겨 있는 기저막을 펼치면 대략 사다리꼴 모양의 평판 형상이고, 기저막의 일단은 폭이 좁고 두꺼우며, 첨부는 폭이 넓고 가늘다. 이에 따라 기저막의 각 위치(길이 방향 위치)에 따라 스프링 상수가 변하게 되어 각기 다른 공진 주파수가 형성된다.

[0004] 한편, 인공 기저막을 형성하는 종래 기술로서 한국 공개특허 제10-2020-0138010호(물질층을 포함하는 청각 센서)가 개시되어 있다. 상기 한국 공개특허 제10-2020-0113531호에 따르면, 측정하고자 하는 주파수 범위를 넓히기 위해 인공 기저막의 어느 한 면에 질량을 가진 물질층을 형성시키는 기술이다.

[0005] 그러나, 상기 한국 공개특허 제10-2020-0113531호는 전체 주파수 범위를 늘리기 위해 별도의 물질층을 형성해야 하고, 인간은 대략 $20 \sim 20,000\text{Hz}$ 범위의 주파수(가청 주파수)를 인지할 수 있는데 실제 직선형 인공 기저막을 통해 인지할 수 있는 주파수 범위는 가청 주파수 범위 보다 좁으며, 직선형 구조의 인공 기저막은 공간을 효율적으로 활용하지 못하는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국 공개특허 제10-2020-0113531호(물질층을 포함하는 청각 센서)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 과제는 상술한 종래 기술이 가진 문제를 해결하기 위해 고안된 것으로, 진동에 따라 측정할 수 있는 주파수 범위를 넓혀 측정 성능을 향상시키고 동시에 인공 기저막이 차지하는 공간을 효율적으로 활용할 수 있는 인공 기저막 장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기의 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 인공 기저막 장치는, 나선형 구조를 가진 인공 기저막; 상기 인공 기저막을 지지하는 지지부; 및 상기 인공 기저막의 진동 신호를 감지하는 감지부;를 포함하고, 상기 인공 기저막은 상기 지지부의 바닥으로부터 일정 거리 떨어진 상태로 상기 지지부에 의해 지지되는 것을 특징으로 한다.

[0009] 일 실시예에 따르면, 상기 인공 기저막의 길이에 따라 폭이 변하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 일 실시예에 따르면, 상기 인공 기저막은 두께가 길이에 비해 1/10 이하인 것을 특징으로 한다.

- [0011] 또한, 일 실시예에 따르면, 상기 인공 기저막의 회전각은 나선 중심을 기준으로 90° 이상 1080° 이하인 것을 특징으로 한다.
- [0012] 한편, 일 실시예에 따르면, 상기 인공 기저막은 진동을 전기적 신호로 변환할 수 있는 압전 소재로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 일 실시예에 따르면, 상기 감지부는 상기 인공 기저막의 중심 부위에 길이 방향을 따라 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 일 실시예에 따르면, 상기 인공 기저막은 부도체로 구성되고, 상기 인공 기저막에 복수로 구획된 각 영역에 감지부가 부착되는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 일 실시예에 따르면, 상기 감지부는 저항식 센서, 자기 센서 및 압전형 센서 중 어느 하나인 것을 특징으로 한다.
- [0016] 한편, 다른 실시예에 따르면, 상기 감지부는 상기 인공 기저막의 진동을 광학적 방법으로 감지하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 여기서, 상기 인공 기저막의 일면에는 광의 반사를 돕는 재료가 부착될 수 있다.
- [0018] 한편, 또 다른 실시예에 따르면, 상기 감지부는 상기 인공 기저막에 형성된 제1 도전막; 및 상기 제1 도전막과 대향되도록 일정 거리 이격된 제2 도전막;을 포함하고, 상기 제1 도전막 및 제2 도전막 사이의 거리 변화에 따른 정전용량 변화를 감지하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 여기서, 상기 인공 기저막은 부도체이고, 상기 인공 기저막 위에 고전도성 막이 코팅된 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 상기 제1 도전막 또는 제2 도전막은 복수로 구성되어 상기 인공 기저막의 길이 방향을 따라 배열되는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 상기 제1 도전막 또는 제2 도전막의 폭은 상기 인공 기저막의 길이 방향을 따라 일정하게 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 한편, 일 실시예에 따르면, 상기 감지부에서 감지한 진동 신호의 전압을 측정하는 측정부;를 더 포함한다.
- [0023] 또한, 다른 실시예에 따르면, 상기 감지부는 상기 인공 기저막에 복수로 구획된 각 영역에 부착되고, 상기 각 영역에는 상기 감지부에서 감지한 진동 신호의 전압을 측정하는 측정부가 형성된다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명에 따르면 소리에 의한 진동이 인공 기저막의 길이 방향으로 나선형 경로를 따라 전달되는 동안 최대 진폭이 발생하는 위치가 중심 부위에서 폭 방향으로 떨어져 형성되고, 이로 인해 인공 기저막의 스프링 상수가 변화되므로 인공 기저막의 각 위치에서 측정되는 공진 주파수의 범위가 확대될 수 있다.
- [0025] 또한, 본 발명에 따르면 인공 기저막에 다양한 감지 센서를 사용함으로써 각 위치에서 발생하는 공진 주파수를 측정할 수 있다.
- [0026] 또한, 본 발명에 따르면 감지 센서로 정전용량형 센서가 사용되는 경우 인공 기저막에 형성되는 도전막의 폭을 일정하게 유지시킴으로써 감지 신호의 감도를 향상시킬 수 있다.
- [0027] 또한, 본 발명에 따르면 직선형 인공 기저막에 비해 인공 기저막이 차지하는 공간을 효율적으로 활용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 기저막 장치의 개략적인 구성을 나타낸 도면.
- 도 2는 도 1의 X-X' 절단선을 따라 절단한 단면도.
- 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 인공 기저막 장치의 개략적인 구성을 나타낸 도면.
- 도 4는 도 3의 Y-Y' 절단선을 따라 절단한 단면도.
- 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 인공 기저막 장치의 개략적인 구성을 나타낸 도면.

도 6은 도 5의 Z-Z' 절단선을 따라 절단한 단면도.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 측정부를 나타낸 도면.

도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 측정부를 나타낸 도면.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 기저막 장치의 시제품을 나타낸 도면.

도 10은 도 9의 시제품을 이용하여 각 채널에서의 주파수응답특성을 분석한 실험값과 컴퓨터 시뮬레이션 값을 비교하여 나타낸 그래프.

도 11은 도 9의 시제품을 이용하여 인공 기저막에 형성된 각 채널에서의 공진주파수를 나타낸 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하 첨부된 도면을 참조하여, 바람직한 실시예에 따른 인공 기저막 장치에 대해 상세히 설명하면 다음과 같다. 여기서, 동일한 구성에 대해서는 동일부호를 사용하며, 반복되는 설명, 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 발명의 실시형태는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 기저막 장치의 개략적인 구성을 나타낸 도면이고, 도 2는 도 1의 X-X' 절단선을 따라 절단한 단면도이고, 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 인공 기저막 장치의 개략적인 구성을 나타낸 도면이고, 도 4는 도 3의 Y-Y' 절단선을 따라 절단한 단면도이고, 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 인공 기저막 장치의 개략적인 구성을 나타낸 도면이며, 도 6은 도 5의 Z-Z' 절단선을 따라 절단한 단면도이다.
- [0031] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 기저막 장치는 포유류의 달팽이관을 모사한 것으로, 생체 기저막과 유사한 형상을 가진 인공 기저막(100), 인공 기저막(100)을 지지하는 지지부(200) 및 인공 기저막(100)의 진동을 감지하는 감지부(300)를 포함한다.
- [0032] 인공 기저막(100)은 소리에 의해 진동할 때 그 길이 방향을 따라 일면의 각 위치에서 소리의 주파수를 분별하는 기능을 수행한다. 인공 기저막(100)은 달팽이관과 유사한 나선형 구조를 가진다. 일반적으로 달팽이관은 2.75 바퀴 정도 나선형으로 감긴 상태이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 기저막(100)은 나선 중심을 기준으로 0.75바퀴 감겨 있고, 이를 회전각으로 표현하면 대략 270° 이다(도 9 참조). 다만, 인공 기저막(100)의 회전 수 또는 회전각에는 제한이 없다. 예를 들어, 본 발명의 다른 실시예에서 인공 기저막(100)은 나선 중심을 기준으로 대략 0.25 바퀴에서 3 바퀴 사이의 회전수로 감겨 있고, 이를 회전각으로 표현하면 대략 90° 이상 1080° 이하이다.
- [0033] 인공 기저막(100)은 소리에 의한 진동 발생이 용이하도록 얇은 막 형태를 갖는다. 도 1에 도시된 바와 같이, 인공 기저막(100)의 일단(a)은 폭이 좁고 타단(b)으로 갈수록 폭이 넓어진다. 여기서, 인공 기저막(100)의 일단(a)을 기저부(Base)라 하고, 타단(b)을 첨부(Apex)라 한다.
- [0034] 인공 기저막(100)은 길이(L)에 비해 두께(H)가 상대적으로 매우 얇다. 인공 기저막(100)의 두께와 길이의 비에는 제한이 없다. 다만, 생물학적 기저막(Basilar membrane)을 고려해 볼 때, 인공 기저막(100)의 두께-길이 비는 1/10 이하 또는 1/100 이하가 되도록 하는 것이 바람직하다.
- [0035] 한편, 인공 기저막(100)의 두께는 길이 방향을 따라 가면서 변할 수 있다. 예를 들어, 인공 기저막(100)의 일단(a)은 두껍게 형성되고, 타단(b)으로 갈수록 가늘게 형성될 수 있다. 이렇게 형성되면 인공 기저막(100)의 일단(a)은 강성이 높고 타단으로 갈수록 강성이 낮아진다.
- [0036] 인공 기저막(100)은 폴리머 소재, 세라믹, 금속, 복합재 등 다양한 소재로 구성될 수 있다. 예를 들어, 유연성과 부착성이 우수한 폴리머 소재로는 PI(polyimide), PA(polyamide), PC(polycarbonate), PU(Polyurethane), PP(Polypropylene), PET(polyethylene terephthalate), PEN(polyethylene naphthalate), PP(polypropylene), PVDF(polyvinylidene fluoride), PPA(Polyphthalamide), PPS(polyphenylene sulfide), PDMS(Polydimethylsiloxane), PMMA(poly methyl methacrylate), PET(polyethylene terephthalate) 등 공지된 다양한 소재 중에서 선택될 수 있다.
- [0037] 한편, 인공 기저막(100)의 소재는 감지부(300)의 감지 방식에 따라 선택될 수 있다. 예를 들어, 인공 기저

막(100)의 소재가 부도체 물질로 구성되면 진동 신호의 감지를 위해 전도성 있는 물질이 코팅될 수 있고, 진동 및 감지 기능을 모두 수행하기 위해 인공 기저막(100)은 압전 특성이 있는 필름 형태로 제작될 수 있다.

[0038] 지지부(200)는 인공 기저막(100)이 진동할 때 변형되지 않도록 인공 기저막(100)의 가장자리를 고정하여 지지한다. 지지부(200)의 두께는 인공 기저막(100)의 두께(H) 보다 크다. 따라서, 도 2에 도시된 바와 같이, 지지부(200)에 의해 지지된 경우 인공 기저막(100)은 지지부(200)의 바닥으로부터 일정 거리 떨어져 있게 된다. 지지부(200) 소재의 종류에는 제한이 없다.

[0039] 감지부(300)는 감지 센서로서, 인공 기저막(100)이 진동할 때 발생하는 전기 신호를 감지하여 외부로 전송하는 기능을 수행한다. 따라서, 감지부(300)는 진동에 의해 발생된 전위차를 감지할 수 있도록 전도성 물질로 구성된다.

[0040] 감지부(300)가 인공 기저막(100)의 진동 신호를 감지할 수 있다면 감지부(300)의 부착 방식 및 감지 방식은 다양하게 채택될 수 있다. 이하 감지부(300)의 부착 방식 및 감지 방식의 다양한 실시예들에 대해 설명한다.

[0041] 우선, 감지부(300)의 부착 방식부터 살펴본다.

[0042] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 감지부(300)는 연속적인 형태를 갖고 인공 기저막(100)의 일면 중심 부위에 길이 방향을 따라 부착될 수 있다. 이러한 형태를 가진 경우 감지부(300)는 인공 기저막(100)의 길이 방향을 따라 모든 영역에서 발생하는 진동 신호를 감지할 수 있다.

[0043] 한편, 도 3 및 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 따르면 인공 기저막(100)의 일면이 복수의 영역으로 구획되고, 각 영역의 전부 또는 일부에 감지부(300)가 배열되어 부착될 수 있다. 이때, 복수개의 감지부(300)는 각 영역에서 서로 다른 주파수 대역의 신호를 감지할 수 있다.

[0044] 다만, 감지부(300)가 인공 기저막(100)에 부착되는 부위에는 제한이 없다.

[0045] 다음으로, 감지부(300)의 감지 방식을 살펴본다.

[0046] 본 발명의 일 실시예로서 감지부(300)는 인공 기저막(100)의 진동으로 인한 저항 변화를 측정하는 저항식 센서가 사용될 수 있다. 예를 들어, 이러한 감지 센서로는 스트레인 센서, 금속 필름, 그래핀 등이다. 도 1 내지 도 4에는 상술한 감지 센서가 인공 기저막(100)의 일면에 부착된 상태가 도시되어 있다.

[0047] 본 발명의 다른 실시예로서 감지부(300)는 압전 구동 특성을 가지고 필름 형태로 제작된 인공 기저막(100)의 일면에 부착된 압전형 센서일 수 있다. 예를 들어, 감지부(300)는 PVDF로 제작된 인공 기저막(100)의 일면에 부착된 압전 센서일 수 있다.

[0048] 본 발명의 또 다른 실시예로서 감지부(300)는 진동에 의한 자기 자기장 변화를 감지할 수 있는 자기 센서이거나 진동에 의한 압력 변화를 감지할 수 있는 압력 센서일 수 있다.

[0049] 본 발명의 또 다른 실시예로서 감지부(300)는 인공 기저막(100)의 진동을 광학적 방법으로 감지하는 센서일 수 있다. 예를 들어, 감지부(300)는 레이저 도플러 간섭 측정기(Laser Doppler Interferometer), 레이저 다이오드(Laser diode), 발광 다이오드(Photo diode) 등의 광학 장치일 수 있다. 이러한 장치들은 인공 기저막(100)의 일면에 투사된 광과 반사광의 주파수 변이를 측정하여 진동 신호를 감지한다. 이때, 측정 감도를 향상시키기 위해 인공 기저막(100)에는 반사율을 향상시킬 수 있도록 금속, 세라믹, 난반사테이프 등의 소재가 부착될 수 있다.

[0050] 본 발명의 또 다른 실시예로서 감지부(300)는 정전용량형 센서일 수 있다. 도 5 및 도 6은 감지부(300)가 정전용량형 센서로 사용되는 실시예를 나타낸다. 도 5 및 도 6을 참조하면, 인공 기저막(100)의 상면 또는 하면에는 전도성 물질이 코팅될 수 있다. 인공 기저막(100)의 하면에는 제1 도전막(310)이 형성되고, 제1 도전막(310)과 대향되도록 일정 거리 이격되어 제2 도전막(320)이 형성된다. 정전용량형 센서는 인공 기저막(100)으로 전달된 외부 자극(진동)으로 인해 제1 도전막(310)과 제2 도전막(320) 사이의 거리 변화에 따라 정전용량이 변하게 되면 이를 감지하는 센서이다.

[0051] 도 5에는 제1 도전막(310) 또는 제2 도전막(320)이 복수 개로 구성되어 인공 기저막(100)의 길이 방향을 따라 배열된 상태가 나타난다. 즉, 제1 도전막(310)은 복수 개로 구성되어 인공 기저막(100)에 구획된 복수의 영역에 각각 부착되고, 제2 도전막(320)은 제1 도전막(310)과 대향되는 위치에 배열된다. 다만, 본 발명의 다른 실시예에서 제1 도전막(310) 또는 제2 도전막(320)은 연속적인 형태를 가질 수 있다.

- [0052] 한편, 제1 도전막(310) 또는 제2 도전막(320)의 폭은 인공 기저막(100)의 길이 방향을 따라 일정하게 형성될 수 있다. 이는 인공 기저막(100)에서 발생된 진동을 감지할 때 일정한 감도를 확보하기 위함이다. 즉, 정전용량형 센서의 경우 도전막(310, 320)의 전극 면적에 비례해서 신호가 발생하는데, 전극의 면적이 다르면 저주파 영역에서 신호가 크게 나타나고, 고주파 영역에서 신호가 작게 나타날 수 있기 때문이다.
- [0053] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 측정부를 나타낸 도면이고, 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 측정부를 나타낸 도면이다.
- [0054] 본 발명은 감지부(300)의 양단 전압 신호를 측정하는 측정부(400)가 더 포함된다. 도 7에는 모든 감지부(300)에서 감지한 신호를 측정하는 단일 측정부(400)가 도시되어 있고, 도 8에는 인공 기저막(100)에 복수로 구획된 각 영역마다 배치된 복수 측정부(400)가 도시되어 있다. 단일 측정부(400)는 인공 기저막(100)을 통해 전달된 전체 음향 신호를 측정할 수 있고, 복수 측정부(400)는 인공 기저막(100) 각각의 영역에서 서로 다른 주파수 대역의 신호를 개별적으로 측정할 수 있다.
- [0055] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 기저막 장치의 시제품을 나타낸 도면이고, 도 10은 도 9의 시제품을 이용하여 각 채널에서의 주파수응답특성을 분석한 실험값과 컴퓨터 시뮬레이션 값을 비교하여 나타낸 그래프이며, 도 11은 도 9의 시제품을 이용하여 인공 기저막에 형성된 각 채널에서의 공진주파수를 나타낸 그래프이다.
- [0056] 도 9를 참조하면, 본 발명의 발명자는 본 발명이 갖는 주파수응답특성을 검증하기 위해 시제품을 제작하였다. 시제품의 구성을 살펴보면, 인공 기저막(100)은 압전 소재의 필름으로 제작되었고, 지지부(200)는 아크릴 재료로 제작되었으며, 감지부(300)는 금 전극이 사용되었다. 지지부(200)는 레이저 커팅을 이용하여 인공 기저막(100) 형상의 홀을 갖도록 가공된 상판과 하판으로 구성된다. 인공 기저막(100)은 상판과 하판 사이에 겹쳐진 상태로 가장자리가 고정된다. 여기서, 인공 기저막(100)의 폭은 1.5 ~ 27mm이고, 두께는 40 μ m이며, 전체 직경은 40mm이다. 인공 기저막(100)의 상부에는 E-beam evaporator를 이용하여 금 전극이 증착된다.
- [0057] 인공 기저막(100)에는 진동에 의해 발생된 전압 신호의 측정 지점이 형성된다. 본 명세서에서는 이를 채널(Ch)이라 지칭한다. 도 9를 참조하면, 총 8개의 채널(Ch_1, Ch_2, Ch_3, Ch_4, Ch_5, Ch_6, Ch_7, Ch_8)이 형성된다. 다만, 채널의 개수가 8개 보다 많거나 작을 수 있음은 물론이다. 각 채널에는 금 전극(300a, 300b, 300c, 300d, 300e, 300f, 300g, 300h)이 연결된다.
- [0058] 일반적으로, 소리에 의한 진동은 인공 기저막(100)의 기저부(도 1의 a 참조)에서 첨부(도 1의 b 참조) 방향으로 전달된다. 이때, 기저부에서는 주파수가 높은 고역의 진동에 공명하여 진동하고, 첨부 방향으로 갈수록 주파수가 낮은 저역의 진동에 공명하여 진동한다. 즉, 인공 기저막(100)은 소리의 주파수 성분을 구분할 수 있는 능력이 있는데, 고주파수에서 생성된 진행파는 기저부에서 최대 진폭을 나타내고, 저주파수에서 생성된 진행파는 첨부 근처에서 최대 진폭을 나타낸다.
- [0059] 다음으로 본 발명의 발명자는 상기 시제품의 인공 기저막(100)에 형성된 각 채널(Ch)에서의 주파수응답특성을 분석하였다. 도 10의 그래프에는 각 채널(Ch)에서 측정된 공진주파수와 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 얻은 고유진동수가 함께 도시되어 있다. 도 10의 그래프에서 아래에 실선으로 나타난 그래프는 상기 시제품을 이용하여 측정된 실험값으로 각 채널 위치에서의 공진 주파수이고, 위의 점선으로 나타난 그래프는 시뮬레이션값으로 각 채널 위치에서의 고유 진동수이다. 도 10의 그래프에서 가장 오른쪽에 위치한 위와 아래 그래프는 Ch_1에서의 주파수 특성을 나타내고, 가장 왼쪽에 위치한 위와 아래 그래프는 Ch_8에서의 주파수 특성을 나타낸다. 도 10의 그래프에서 볼 수 있듯이, 각 채널이 가지는 고유 진동수가 서로 독립적이고, 각 채널에서의 실험값과 시뮬레이션값은 동일함을 알 수 있다.
- [0060] 도 11의 그래프에는 각 채널 위치에서의 공진 주파수를 나타낸다. 여기서, distance가 0이 되는 지점은 인공 기저막(100)의 기저부를 의미한다. 도 11의 그래프에서 Ch_1에서 Ch_8까지 측정된 공진 주파수는 각각 19300 Hz, 16238 Hz, 7375 Hz, 4463 Hz, 1825 Hz, 1087 Hz, 587 Hz, 124 Hz이다.
- [0061] 도 10 및 도 11에서 알 수 있듯이 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 기저막 장치는 서로 다른 주파수 대역을 가진 소리를 주파수 대역 별로 분리하여 독립적으로 인식할 수 있다.
- [0062] 한편, 종래 직선형 인공 기저막 장치와 달리 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 기저막 장치는 공진 주파수 대역을 조절할 수 있는 효과를 가진다. 소리에 의한 진동이 인공 기저막(100)의 나선형 경로를 따라 기저부에서 첨부 방향으로 이동하면 관성에 의해 진동에 의한 최대 진폭이 발생되는 지점이 인공 기저막(100)의 폭 방향 중심에서 바깥쪽으로 이동한다. 이로 인해 인공 기저막(100)의 스프링 상수가 달라지게 되며, 공진 주파수 또한 변

한다. 즉, 본 발명에 따르면 인공 기저막(100)의 폭과 길이를 조절함으로써 넓은 영역의 주파수 대역을 구현할 수 있는 것이다. 그러나, 종래의 직선형 인공 기저막에 따르면 본 발명의 나선형 구조의 인공 기저막(100)과 동일한 폭과 길이를 가진 경우라도 최대 진폭이 발생하는 위치가 기저막 중심에 한정되므로 공진 주파수 대역이 본 발명에 비해 한정적이다.

[0063] 또한, 종래 직선형 인공 기저막 장치와 달리 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 기저막 장치는 나선형 구조를 가지므로 공간을 효율적으로 사용할 수 있다.

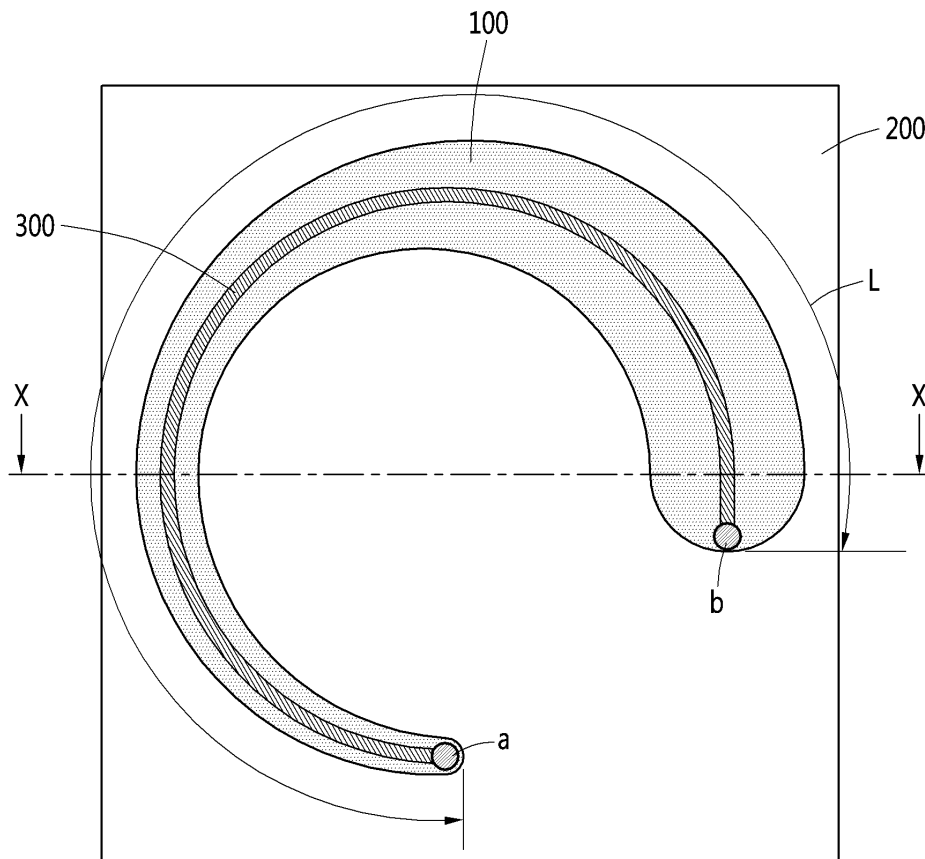
[0064] 본 발명은 첨부된 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

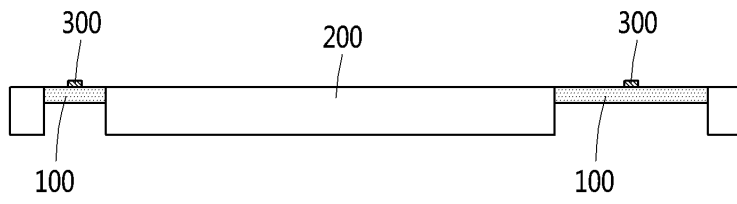
[0065] 100 : 인공 기저막 200 : 지지부
300 : 감지부 310 : 제1 도전막
320 : 제2 도전막

도면

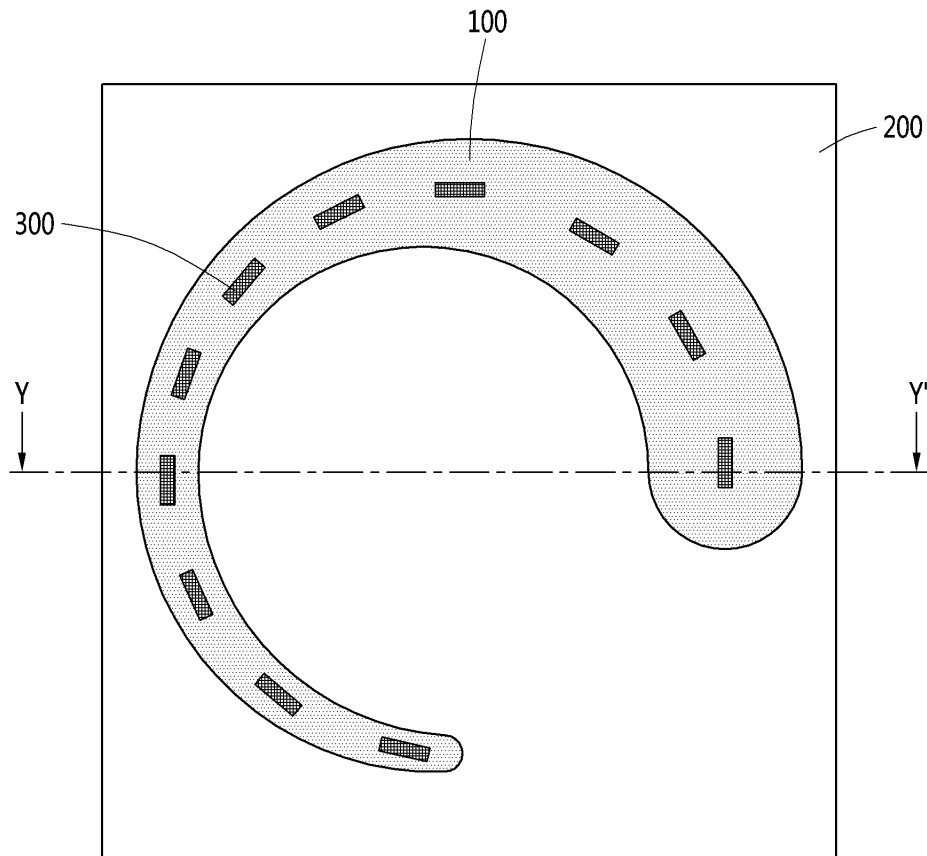
도면1



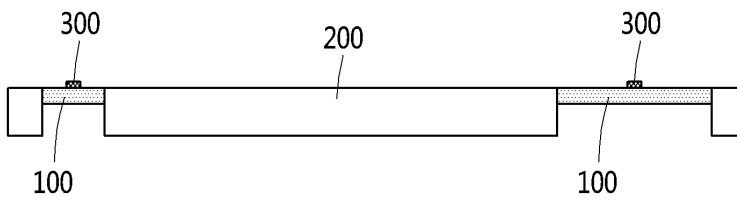
도면2



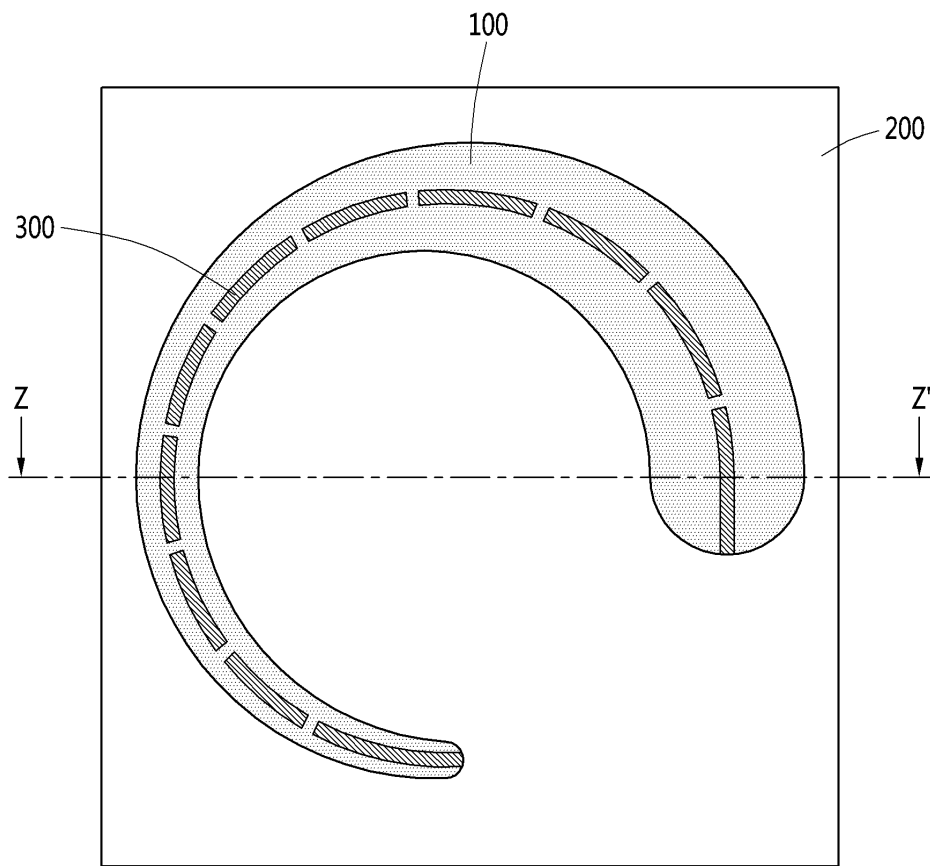
도면3



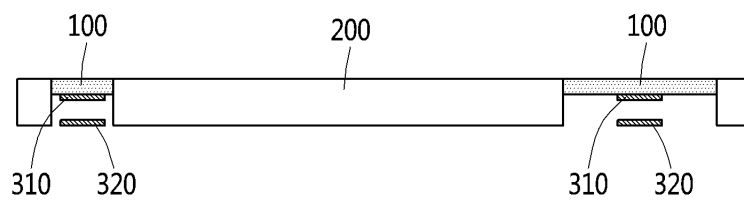
도면4



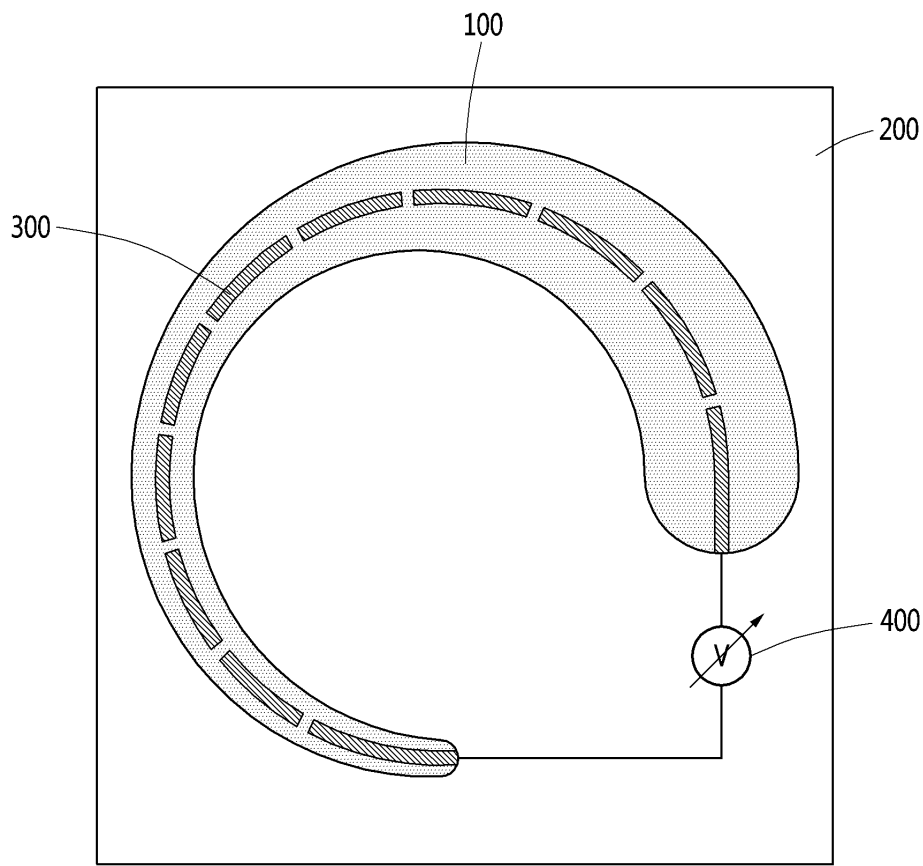
도면5



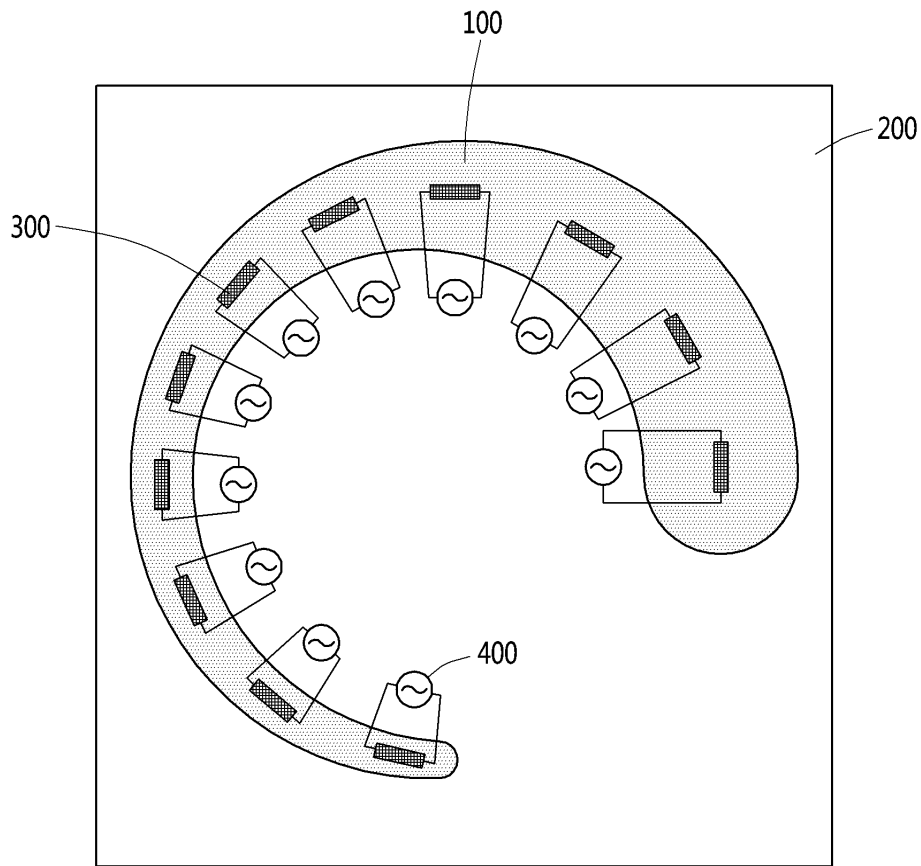
도면6



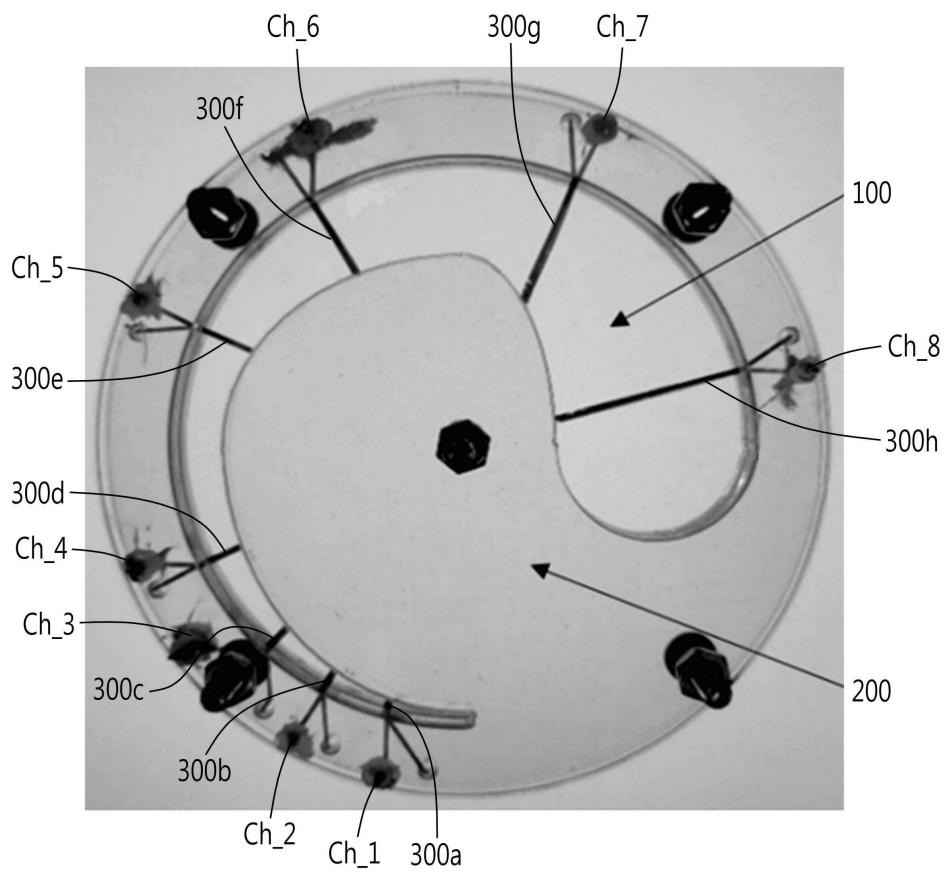
도면7



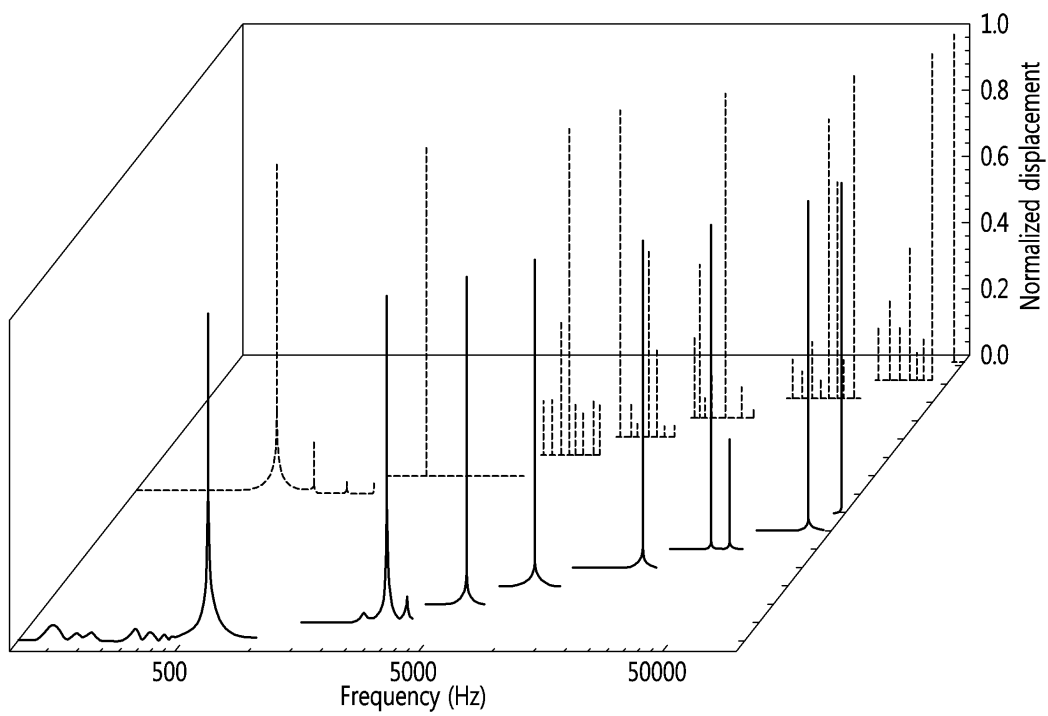
도면8



도면9



도면10



도면11

