(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0138010
(43) 공개일자 2020년12월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61N 1/36 (2006.01) *A61F 2/18* (2006.01)
A61N 1/05 (2006.01) *H04R 19/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61N 1/36038 (2017.08)
A61F 2/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0060863
(22) 출원일자 2020년05월21일
심사청구일자 2020년05월21일
(30) 우선권주장
1020190064290 2019년05월31일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
한창수
서울특별시 강동구 고덕로 131, 105동 1701호 (암사동, 강동 롯데캐슬퍼스트아파트)
전은석
경기도 용인시 기흥구 언남로29번길 50, 103동 101호 (언남동, 효성빌라)
(74) 대리인
김종선, 이형석

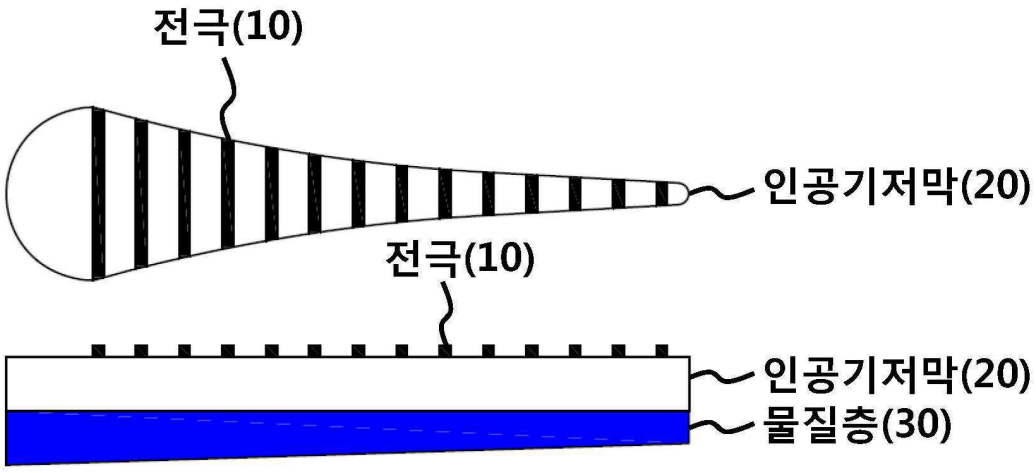
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **물질층을 포함하는 청각 센서**

(57) 요 약

본 발명은 적어도 하나의 전극을 포함하는 인공 기저막 및 인공 기저막에 적층된 물질층을 포함하는 청각 센서에 관한 것이다. 본 발명에 따른 청각 센서는, 유연막인 물질층을 인공 기저막에 형성하여 질량을 증가시킴으로써 인공 기저막이 감지할 수 있는 최저 주파수를 낮추고 감지할 수 있는 주파수 범위를 크게 늘릴 수 있는 효과가 있다. 또한, 본 발명에 따른 청각 센서는 유연막인 물질층을 다양한 형태로 형성하여 인공 기저막의 각 부분에 따라 다른 주파수를 인식할 수 있는 효과가 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61N 1/0541 (2013.01)
A61N 1/36128 (2013.01)
H04R 19/00 (2013.01)
A61F 2002/183 (2013.01)
H04R 2201/003 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711083217
과제번호	2018R1A2A1A05023556
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	후속연구지원(도전)
연구과제명	기계적수용기와 이온채널이 결합된 생체감각기관의 공학적 모사 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2018.03.01 ~ 2021.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

인공 기저막;

상기 인공 기저막의 일면에 형성된 전극; 및

상기 인공 기저막의 타면에 형성된 물질층을 포함하고,

상기 물질층은 고분자 재료, 금속 재료 및 세라믹 재료로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 재료를 포함하는, 청각 센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 인공 기저막의 영 계수(Young's modulus)는 상기 물질층의 영 계수보다 10 ~ 1000 배 더 큰 것인, 청각 센서.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 물질층의 두께는 상기 인공 기저막의 두께보다 10 ~ 100 배 더 두꺼운 것인, 청각 센서.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 인공 기저막은 일측과 타측의 양 끝단이 부채꼴 모양의 원호 형상을 갖는 것인, 청각 센서.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 물질층은 상기 인공 기저막의 타면에 적층된 것인, 청각 센서.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 물질층과 상기 인공 기저막 사이에 접착층을 더 포함하는 것인, 청각 센서.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 인공 기저막은 저주파 구간 및 고주파 구간을 포함하며,

상기 물질층은 상기 저주파 구간에서 상기 고주파 구간보다 질량이 더 큰 것인, 청각 센서.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 물질층은 상기 인공 기저막의 타면에 서로 크기가 다른 복수 개의 기둥이 이격되어 패턴화 되는 것인, 청각 센서.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 인공 기저막은 폴리에틸렌, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리이미드, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리에스테르이미드, 폴리카보네이트, 폴리에스터, 폴리에틸레나프탈레이트 및 폴리에테르설폰으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 고분자 재료를 포함하는 것인, 청각 센서.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 인공 기저막은 ZnO, 금속원소가 도핑된 ZnO계, PZT(PbZrTiO계), PTO(PbTiO계), BTO(BiTiO계),BLT(BiLaTiO계), SBT(SrBiTaO계), BNT(BiNaTiO계), LNO(LiNbO계), BSTO(BaSrTiO3계) 및 폴리비닐리덴플루오라이드로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 압전 재료를 포함하는 것인, 청각 센서.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 전극은 압전 특성을 가진 재료로 이루어진 것인, 청각 센서.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 전극은 복수의 주파수를 분리할 수 있는 채널을 포함하고, 상기 인공 기저막에 배치된 위치에 따라 상기 채널 간격을 달리하여 배치하는 것인, 청각 센서.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 채널의 배치는 상기 인공 기저막의 일측에서 타측으로 진행하는 방향에 따라 폭이 변하는 사다리꼴 형상으로 배치되는 것인, 청각 센서.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 물질층은 상기 인공 기저막의 타면 중 일측에서 타측으로 진행되는 어느 하나의 지점에서부터 타측까지 적층되는 것인, 청각 센서.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 물질층은 제1 물질층 및 제2 물질층을 포함하고,

상기 제1 물질층 및 상기 제2 물질층은 서로 다른 재료를 포함하는 것인, 청각 센서.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 청각 센서에 관한 것으로, 보다 상세하게는 인공 기저막과 상기 인공기저막에 형성되는 유연막인 물질층을 포함하는 청각 센서에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 포유류의 청각기관은 외이, 중이, 내이 세 구간으로 이루어져있으며, 공기를 매질로 하여 압력파동의 형태로 전달되는 소리는 외이를 이루는 귓바퀴 내부로 모아져 유입되며, 고막을 진동시키며 소리의 파동을 중이로 전달하게 된다.

[0003] 중이로 전달된 소리의 파동은 이소골을 진동시키며 이는 내이를 이루는 와우(달팽이관, Cochlea)의 난원창을 진동시켜 와우 내부로 소리를 전달하게 된다. 와우 내부로 전달된 소리는 와우 내의 유체를 진동시키며, 코르티(Corti) 기관을 이루는 기저막(Basilar Membrane)의 진동을 발생시킨다. 코르티 기관의 진동으로 인해 유모세포에서 발생한 신경 신호가 청신경을 통해 전기신호의 형태로 대뇌로 전달되며 소리를 인식하게 된다.

[0004] 달팽이관 내부의 코르티 기관을 이루는 기저막은 감겨져있는 형상을 가지고 있으며, 이를 펼쳐놓으면 사다리꼴 형상과 유사하다. 이 때 위치별로 특정 주파수에 공진주파수를 달리하는 특성을 지닌다. 인간의 기저막은 20 Hz ~ 20 kHz까지의 주파수범위에서 공진을 할 수 있으며, 이는 주파수 범위 내에서 발생하는 소리를 인지할 수 있는 능력을 지님을 의미한다. 소리는 120 dB의 동적 범위를 가지고 있으며, 0.5% 이하의 음질을 구별하는 특성을 지닌다. 코르티 기관은 길이 방향에 따라 기저막 위에 유모세포가 존재하므로 각 주파수별로 공진하는 기저막을 통해 소리의 주파수를 푸리에 변환 과정 없이 분리해낼 수 있다.

[0005] 질량을 가지는 물체는 하기 [수학식 1]에 따라 공진주파수(f)가 정해진다.

수학식 1

[0006] $$f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

[0007] (단, 여기서 f는 공진주파수, k는 스프링 상수, m은 질량이다.)

[0008] 인간의 기저막은 길이 32 mm, 폭 50 ~ 500 um, 두께 7.5 ~ 2.5 um의 크기를 가진 3차원 구조로 이루어져있으며, 길이 방향에 따라 변하는 폭과 두께로 인하여 기저막의 부분별로 스프링 상수가 변하게 된다. 기저막 위에 존재하는 유모세포는 기저막에 비해 영 계수(Young's Modulus)의 크기가 1000분의 1로 매우 유연한 재질로 이루어져 있으며, 약 수 배에서 수십 배 이상 두꺼운 크기이므로 큰 질량을 가지게 된다. 이러한 코르티 기관은 기저막의 스프링 상수와 유모세포의 질량을 변화해가며 위치에 따라 특정한 공진주파수를 형성하게 된다.

[0009] 기존에 진행되었던 인공 청각기관의 연구들은 한 종류의 물질로 사다리꼴 형상의 인공 기저막의 폭과 두께를 변화시켜 각 위치에서의 스프링 상수와 중량을 조정했으며, 이를 이용해 주파수 영역을 조정하는 연구를 해왔다. 그러나 한 종류 물질의 크기변화만으로 스프링 상수와 중량을 조정할 때, 기저막의 최고 주파수를 높이거나 낮출 수는 있지만 전체 주파수의 범위를 크게 늘리는 것은 매우 어려우며, 특히 저주파수의 영역에 도달하기 위해

질량을 크게 높일 수 없다는 문제점을 가지고 있다.

[0010] 따라서 현재까지 연구된 인공 청각기관은 저주파수, 혹은 고주파수 영역과 같은 부분적인 주파수 영역만을 재현할 수 있었으며, 이는 기존의 마이크로폰, 보청기 및 인공와우와 같은 청각 센서로 활용하는 데 분명한 한계를 보인다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 한국 등록특허공보 제10-0568469호 (2006년 03월 31일 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 상술한 종래 기술에서의 문제점을 개선하기 위한 것으로서, 유연막인물질층을 인공 기저막에 형성하여 질량을 증가시킴으로써 인공 기저막이 감지할 수 있는 최저 주파수를 낮추고 감지할 수 있는 주파수 범위를 확대할 수 있는 청각 센서를 제공하는 것을 첫 번째 목적으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명은 유연막인 물질층을 다양한 형태로 형성하여 인공 기저막의 각 부분에 따라 다른 주파수를 인식할 수 있도록 하는 청각 센서를 제공하는 것을 두 번째 목적으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명은 코르티 기관을 생체 모방한 인공 기저막의 구별 가능한 주파수영역이 제한적인 단점을 해결하여, 보다 넓은 주파수 범위에서 소리신호를 푸리에 변환 과정 없이 주파수를 구별하여 전기신호로 인식할 수 있는 청각 센서를 제공하는 것을 세 번째 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0015] 상술한 과제를 해결하기 위하여 본 명세서는, 인공 기저막; 상기 인공 기저막의 일면에 형성된 전극; 및 상기 인공 기저막의 타면에 형성된 물질층을 포함하고, 상기 물질층은 고분자 재료, 금속 재료 및 세라믹 재료로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 재료를 포함하는, 청각 센서를 개시한다.

[0016] 여기서, 상기 인공 기저막의 영 계수(Young's modulus)는 상기 물질층의 영 계수보다 10 ~ 1000 배 더 큰 것일 수 있다.

[0017] 여기서, 상기 물질층의 두께는 상기 인공 기저막의 두께보다 10 ~ 100 배 더 두꺼운 것일 수 있다.

[0018] 여기서, 상기 인공 기저막은 일측과 타측의 양 끝단이 부채꼴 모양의 원호 형상을 갖는 것일 수 있다.

[0019] 여기서, 상기 물질층은 상기 인공 기저막의 타면에 적층된 것일 수 있다.

[0020] 여기서, 상기 물질층과 상기 인공 기저막 사이에 접착층을 더 포함하는 것일 수 있다.

[0021] 여기서, 상기 인공 기저막은 저주파 구간 및 고주파 구간을 포함하며, 상기 물질층은 상기 저주파 구간에서 상기 고주파 구간보다 질량이 더 큰 것일 수 있다.

[0022] 여기서, 상기 물질층은 상기 인공 기저막의 타면에 서로 크기가 다른 복수 개의 기둥이 이격되어 패턴화 되는 것일 수 있다.

[0023] 여기서, 상기 인공 기저막은 폴리에틸렌, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리이미드, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리에스테르이미드, 폴리카보네이트, 폴리에스터, 폴리에틸레나프탈레이트, 폴리에테르설폰으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 고분자 재료를 포함할 수 있다.

[0024] 여기서, 상기 인공 기저막은 ZnO, 금속원소가 도핑된 ZnO계, PZT(PbZrTiO계), PTO(PbTiO계), BTO(BiTiO계),BLT(BiLaTiO계), SBT(SrBiTaO계), BNT(BiNaTiO계), LNO(LiNbO계), BSTO(BaSrTiO3계), 폴리비닐리덴플루오라이드로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 압전 재료를 포함할 수 있다.

[0025] 여기서, 상기 전극은 압전 특성을 가진 재료로 이루어진 것일 수 있다.

[0026] 여기서, 상기 전극은 복수의 주파수를 분리할 수 있는 채널을 포함하고, 상기 인공 기저막에 배치된 위치에 따라 상기 채널 간격을 달리하여 배치하는 것일 수 있다.

[0027] 여기서, 상기 채널의 배치는 상기 인공 기저막의 일측에서 타측으로 진행하는 방향에 따라 폭이 변하는 사다리꼴 형상으로 배치되는 것일 수 있다.

[0028] 여기서, 상기 물질층은 상기 인공 기저막의 타면 중 일측에서 타측으로 진행되는 어느 하나의 지점에서부터 타측까지 적층되는 것일 수 있다.

[0029] 여기서, 상기 물질층은 제1 물질층 및 제2 물질층을 포함하고, 상기 제1 물질층 및 상기 제2 물질층은 서로 다른 재료를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0030] 상기와 같은 본 발명에 따른 청각 센서는, 유연막인 물질층을 인공 기저막에 적층하여 질량을 증가시킴으로써 인공 기저막이 감지할 수 있는 최저 주파수를 낮추고 감지할 수 있는 주파수 범위를 크게 늘릴 수 있는 효과가 있다.

[0031] 또한, 본 발명에 따른 청각 센서는 유연막인 물질층을 다양한 형태로 적층하여 인공 기저막의 각 부분에 따라 다른 주파수를 인식할 수 있는 효과가 있다.

[0032] 또한, 본 발명에 따른 청각 센서는 외부에서 발생되는 소리를 마이크로폰 및 푸리에 변환 장치 없이 보다 넓은 주파수 범위에서 특정 주파수를 구분하여 전기신호로 인식할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서의 평면도와 정면도를 도시한 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서의 정면도를 도시한 것이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서의 평면도를 도시한 것이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서의 평면도를 도시한 것이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서의 평면도를 도시한 것이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서의 정면도를 도시한 것이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서에서 인공 기저막의 일측과 타측이 원호 형상인 경우와 단순 직선인 경우의 음파 진행에 따른 진동 형상 변화를 나타낸 시뮬레이션 결과를 도시한 것이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서의 음파 진행에 따른 진동 형상 변화를 나타낸 시뮬레이션 결과를 도시한 것이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서의 최저 공진주파수와 최고 공진주파수를 측정한 결과를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0035] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0036] 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조

합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0037] 공간적으로 상대적인 용어인 아래(below, beneath, lower), 위(above, upper) 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 구성 요소들과 다른 구성 요소들과의 상관 관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작시 구성 요소의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다. 예를 들면, 도면에 도시되어 있는 구성 요소를 뒤집을 경우, 다른 구성 요소의 아래(below, beneath)로 기술된 구성 요소는 다른 구성 요소의 위(above, upper)에 놓일 수 있다. 따라서, 예시적인 용어인 아래는 아래와 위의 방향을 모두 포함할 수 있다. 구성 요소는 다른 방향으로도 배향될 수 있고, 이에 따라 공간적으로 상대적인 용어들은 배향에 따라 해석될 수 있다.

[0038] 본 발명에서 사용되는 “부” 또는 “부분” 등의 일부분을 나타내는 표현은 해당 구성요소가 특정 기능을 포함할 수 있는 장치, 특정 기능을 포함할 수 있는 소프트웨어, 또는 특정 기능을 포함할 수 있는 장치 및 소프트웨어의 결합을 나타낼 수 있음을 의미하나, 꼭 표현된 기능에 한정된다고 할 수는 없으며, 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0039] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

[0041] 본 발명자들은 상술한 과제를 해결하기 위하여 연구한 결과, 하기와 같은 발명을 안출하기에 이르렀다. 본 명세서는 인공 기저막(20); 상기 인공 기저막(20)의 일면에 형성된 전극(10); 및 상기 인공 기저막(20)의 타면에 형성된 물질층(30)을 포함하는 청각 센서를 개시한다. 여기서, 본 발명의 물질층(30)은 고분자 재료, 금속 재료 및 세라믹 재료로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 재료를 포함하는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0042] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따른, 청각 센서에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0043] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서의 평면도와 정면도를 도시한 것이다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 청각 센서는 인공 기저막; 상기 인공 기저막의 일면에 형성된 전극; 및 상기 인공 기저막의 타면에 형성된 물질층을 포함하는 것을 확인할 수 있다. 여기서, 본 발명의 물질층은 고분자 재료, 금속 재료 및 세라믹 재료로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 재료를 포함할 수 있다.

[0044] 또한, 도 1을 참조하면, 본 발명의 인공 기저막에 형성된 물질층의 두께는 음파의 진행방향에 따라서 선형적으로 점차 증가하는 것을 확인할 수 있다. 즉, 본 발명의 물질층은 유연막으로서, 인공 기저막의 일측에서 타측으로 진행되는 방향에 따라 연속적으로 그 두께가 증가하는 형상을 갖는다.

[0045] 또한, 도 1에 의하면, 본 발명의 물질층은 인공 기저막의 하부에 적층되어 연속적으로 형성되며, 인공 기저막의 일측에서 타측으로 진행하는 방향에 따라 그 두께가 변화할 수 있다. 다만, 이러한 경우라도 본 발명의 인공 기저막의 두께는 일정할 수 있다.

[0046] 기저막(basement membrane)이란, 결합조직과 상피, 근육, 신경 조직이 맞닿는 곳에 있는 막을 말하며, 표피와 진피의 경계로 영양 공급 역할을 하며, 음전기 성질을 가지고 있어 양전기 물질이 투과되기 쉬운 특징이 있다. 이러한 기저막과 동일한 역할을 할 수 있도록 인공적으로 형성한 기저막을 인공 기저막이라고 한다.

[0047] 본 발명의 인공 기저막의 폭은 음파의 진행방향에 따라서 선형적으로 점차 증가하는 것일 수 있다. 즉, 본 발명의 인공 기저막은 일측에서 타측으로 진행되는 방향에 따라 연속적으로 그 폭이 증가하는 형상을 갖는다. 또한, 본 발명의 인공 기저막은 일측과 타측이 원호 형상인 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 인공 기저막은 일측과 타측의 양 끝단이 부채꼴 모양의 원호 형상을 갖는 것일 수 있다.

[0048] 본 발명의 인공 기저막은 고분자 재료 및 세라믹 재료로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 재료를 포함하는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0049] 본 발명의 인공 기저막은, 폴리에틸렌, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리이미드, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리에스테르이미드, 폴리카보네이트, 폴리에스터, 폴리에틸레나프탈레이트, 폴리에테르설폰 등으로 이루어진 군

으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 고분자 재료를 포함하는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다. 이처럼, 인공 기저막은 유연성을 갖는 재료로 이루어지는 기판일 수 있다.

[0050] 또한, 본 발명의 인공 기저막은, 실리콘, 실리콘 나이트라이드, 실리콘 옥사이드, 실리콘 카바이드, 마이카, 알루미늄 나이트라이드, 알루미늄 옥사이드 등으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 재료를 포함하는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0051] 또한, 본 발명의 인공 기저막은, ZnO, 금속원소(Li, Na, K, Be, Mg, Ca, Sb, Ba, Ti, Al, In, Ni, Co, Cu, Ag, Au, Pd 등)가 도핑된 ZnO계, PZT(PbZrTiO계), PTO(PbTiO계), BTO(BiTiO계),BLT(BiLaTiO계), SBT(SrBiTaO계), BNT(BiNaTiO계), LNO(LiNbO계), BSTO(BaSrTiO3계), 폴리비닐리덴플루오라이드 등으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 압전 재료를 포함하는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다. 이러한 압전 재료를 포함하는 인공 기저막은 음파에 의해 형태가 변형됨에 따라 전기신호를 발생시킬 수 있다.

[0052] 또한, 본 발명의 인공 기저막은 저주파 구간 및 고주파 구간을 포함하며, 이 경우 본 발명의 물질층은 상기 저주파 구간에서는 질량이 큰 물질인 것이 바람직하고, 상기 고주파 구간에서는 질량이 작은 물질인 것이 바람직하다. 상기 수학식 1을 참조하면, 공진주파수는 질량의 역수에 비례하는 것을 확인할 수 있다. 즉, 질량이 증가할수록 공진주파수는 낮아지고, 질량이 감소할수록 공진주파수는 높아진다. 본 발명의 인공 기저막은 저주파의 공진주파수를 가지는 위치(저주파 구간)에서 공진주파수를 더 낮추기 위하여 질량이 큰 물질인 것이 바람직하고, 반대로 고주파의 공진주파수를 가지는 위치(고주파 구간)에서 공진주파수를 더 높이기 위하여 질량이 작은 물질인 것이 바람직하다. 여기서, 인공 기저막의 저주파 구간은 음파 진행의 출구 영역에 해당하고, 인공 기저막의 고주파 구간은 음파 진행의 입구 영역에 해당할 수 있다.

[0053] 또한, 본 발명의 인공 기저막은, 적어도 하나 이상의 전극을 포함할 수 있다. 다시 말해, 본 발명의 전극은 상기 인공 기저막의 일면에 형성될 수 있다.

[0054] 여기서, 전극은 인공 기저막의 일면에 일정한 간격으로 이격되어 배치될 수 있다. 또한, 이처럼 일정한 간격으로 이격되어 배치될 수 있는 복수의 전극은 인공 기저막의 일측에서 타측으로 진행되는 방향을 따라 그 폭이 점차 증가하는 것일 수 있다. 즉, 본 발명의 청각 센서에서 상기 전극의 폭은 음파의 진행방향에 따라서 선형적으로 점차 증가하는 것일 수 있다.

[0055] 이때, 전극은 압전 특성을 가진 재료로 이루어지는 것이 바람직하다. 압전 특성이란, 어떤 종류의 결정판(結晶板)에 일정한 방향에서 압력을 가하면 판의 양면에 외력에 비례하는 양·음의 전하가 나타나는 특성을 말한다. 즉, 힘을 가하면 전기가 발생하는 특성을 말하는 것이다. 따라서, 인공 기저막이 단순히 공진만 하는 부도체인 경우 전극을 압전 특성을 가진 재료로 할 수 있다. 이러한 압전 특성에 의해 음파에 의해 전기신호를 발생시킬 수 있다.

[0056] 또한, 전극을 단순히 도전성 물질로 형성하여 저항의 변화를 측정할 수도 있다.

[0057] 본 발명의 전극은, 은(Ag), 티타늄/금(Ti/Au), 티타늄/알루미늄(Ti/Al), 티타늄/알루미늄/백금/금(Ti/Al/Pt/Au), 금/크롬(Au/Cr), 알루미늄/백금(Al/Pt), 알루미늄/백금/금(Al/Pt/Au), 백금/금(Pt/Au), 텅스텐/백금/금(W/Pt/Au), 백금/갈륨(Pt/Ga), 인듐(In), 인듐/금(In/Au), 레늄/티타늄/금(Re/Ti/Au), 티타늄(Ti), 백금(Pt), 주석(Sn), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 알루미늄(Al), 팔라듐(Pd), 금(Au), 니켈(Ni), 루테늄(Ru) 등으로부터 선택되는 어느 하나의 재료로 형성할 수 있다.

[0058] 또한, 본 발명의 전극은 복수의 주파수를 분리할 수 있는 채널을 포함하고, 인공 기저막에 전극이 배치된 위치에 따라 상기 채널의 간격을 달리하여 배치할 수 있다. 상기 채널의 배치는, 인공 기저막의 일측에서 타측으로 진행하는 방향에 따라 폭이 변하는 사다리꼴 형상으로 배치될 수 있다.

[0059] 본 발명의 물질층은 인공 기적막의 타면에 형성될 수 있다. 다시 말해, 물질층은, 인공 기저막의 타면에 연속적으로 적층되는 것일 수 있다. 여기서, 상기 물질층은 인공 기저막의 하부에 적층되며 인공 기저막의 면적과 동일한 면적을 가질 수 있다. 이처럼, 유연막인 물질층을 인공 기저막에 적층하여 본 발명의 청각센서의 질량을 증가시킴으로써 인공 기저막이 감지할 수 있는 최고 주파수를 크게 늘릴 수 있는 효과가 있다. 상술한 바와 같이, 상기 수학식 1에 따라 공진주파수는 질량의 역수에 비례한다. 즉, 본 발명의 인공기저막 중 저주파의 공진주파수를 가지는 위치(저주파 구간)에서 공진주파수를 더 낮추기 위하여 질량이 큰 물질층을 인공 기적막의 하부에 적층하고, 고주파의 공진주파수를 가지는 위치(고주파 구간)에서 공진주파수를 더 높이기 위하여 질량이 작은 물질층을 인공 기저막의 하부에 적층할 수 있다. 또한, 물질층의 질량이 일정한 경우 인공 기저막 중 저주파의 공진주파수를 가지는 위치(저주파 구간)에서 공진주파수를 더 낮추기 위하여 물질층을 두껍게 하여 인공

기저막의 하부에 적층하고, 고주파의 공진주파수를 가지는 위치(고주파 구간)에서 공진주파수를 더 높이기 위하여 물질층을 얇게 하여 인공 기저막의 하부에 적층할 수 있다. 나아가, 인공 기저막 중 고주파의 공진주파수를 가지는 위치(고주파 구간)에서 물질층의 형성으로 인한 질량의 증가가 없도록 물질층을 형성하지 않을 수도 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0060] 또한, 본 발명의 물질층은 고분자 재료, 금속 재료 및 세라믹 재료로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 재료를 포함하는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0061] 본 발명의 물질층은, 폴리에틸렌, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리이미드, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리에스테르이미드, 폴리카보네이트, 폴리에스터, 폴리에틸레나프탈레이트, 폴리에테르설폰 등으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 고분자 재료를 포함하는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다. 이처럼, 물질층은 인공 기저막과 같이 유연성을 갖는 재료로 이루어지는 기판일 수 있다.

[0062] 또한, 본 발명의 물질층은, 실리콘, 실리콘 나이트라이드, 실리콘 옥사이드, 실리콘 카바이드, 마이카, 알루미늄 나이트라이드, 알루미늄 옥사이드 등으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 재료를 포함하는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0063] 또한, 본 발명의 물질층은, ZnO, 금속원소(Li, Na, K, Be, Mg, Ca, Sb, Ba, Ti, Al, In, Ni, Co, Cu, Ag, Au, Pd 등)가 도핑된 ZnO계, PZT(PbZrTiO계), PTO(PbTiO계), BTO(BiTiO계),BLT(BiLaTiO계), SBT(SrBiTaO계), BNT(BiNaTiO계), LNO(LiNbO계), BSTO(BaSrTiO3계), 폴리비닐리덴플루오라이드 등으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상의 압전 재료를 포함하는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다. 이러한 압전 재료를 포함하는 물질층은 인공 기적막의 타면에 형성되어 음파에 의해 형태가 변형됨에 따라 전기신호를 발생시킬 수 있다.

[0064] 나아가, 본 발명의 물질층은 은(Ag), 티타늄/금(Ti/Au), 티타늄/알루미늄(Ti/Al), 티타늄/알루미늄/백금/금(Ti/Al/Pt/Au), 금/크롬(Au/Cr), 알루미늄/백금(Al/Pt), 알루미늄/백금/금(Al/Pt/Au), 백금/금(Pt/Au), 텅스텐/백금/금(W/Pt/Au), 백금/갈륨(Pt/Ga), 인듐(In), 인듐/금(In/Au), 레늄/티타늄/금(Re/Ti/Au), 티타늄(Ti), 백금(Pt), 주석(Sn), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 알루미늄(Al), 팔라듐(Pd), 금(Au), 니켈(Ni), 루테늄(Ru) 등으로부터 선택되는 어느 하나의 재료로 형성할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0065] 한편, 본 발명의 청각센서에서, 인공 기저막의 영 계수(Young's modulus)는 물질층의 영 계수보다 큰 것이 바람직하며, 인공 기저막의 영 계수는 물질층의 영 계수보다 10 ~ 1000 배 더 큰 것이 더욱 바람직하다. 본 발명의 청각센서에서, 인공 기저막의 저주파 구간에서 물질층을 두껍게 형성되어야 하는데 이 때 수학식 1에 따른 스프링 상수의 영향을 줄이기 위하여 물질층의 영 계수는 인공 기저막의 영 계수보다 작은 것이 바람직하다. 이러한 경우 본 발명의 물질층은 영 계수가 낮고 부드러운 재질의 고무 계열 물질을 사용하여 형성하는 것이 바람직하다. 나아가, 본 발명의 물질층은 영 계수가 낮고 재질이 부드러운 고무 계열(실리콘 고무 등)의 고분자일 수 있다.

[0066] 또한, 본 발명의 청각센서에서, 물질층의 두께는 인공 기저막의 두께보다 2배 이상 두꺼운 것이 바람직하고, 10 ~ 100 배 두꺼운 것이 더욱 바람직하다. 상기 인공 기저막의 두께와 상기 물질층의 두께는 2차 단면 모멘트에 영향을 미치는데, 여기서 스프링 상수는 2차 단면 모멘트가 중요한 변수로 작용할 수 있다.

[0067] 본 발명의 인공 기저막과 물질층의 재료는 서로 다르게 형성될 수도 있으며, 이 경우 본 발명의 인공 기저막은 굳기가 단단한 성질의 재료가 바람직하고, 물질층은 굳기가 무른, 부드러운 성질의 재료가 바람직하다. 즉, 본 발명의 물질층은 밀도가 높으며 영 계수(Young's modulus)가 낮은 재료를 선정하는 것이 인공 기저막이 감지할 수 있는 주파수 영역을 넓히는데 더 유리하다.

[0069] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 제2 실시예에 따른, 청각 센서에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 참고로, 본 발명의 제2 실시예는 다른 실시예들과 비교하여 다른 점만을 설명하고 동일한 부분은 생략하기로 한다.

[0070] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서의 정면도를 도시한 것이다. 보다 구체적으로, 도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 두께가 일정한 물질층을 포함하는 청각 센서를 도시한 것이고, 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 접착층(40)을 더 포함하는 청각 센서를 도시한 것이다.

[0071] 도 2a를 참조하면, 본 발명의 청각 센서에서 물질층은 인공 기저막의 타면에 적층되어 연속적으로 형성되고, 그

두께가 일정한 것을 확인할 수 있다. 다만, 이 경우 본 발명의 인공 기저막의 두께는 일측에서 타측으로 진행되는 방향을 따라 점차 증가하는 것일 수 있다. 보다 구체적으로, 본 발명의 인공 기저막의 두께는 음파의 진행방향에 따라서 선형적으로 점차 증가하는 것일 수 있다.

[0072] 도 2b를 참조하면, 본 발명의 청각 센서에서 인공 기저막과 물질층의 사이에 접착층(40)을 더 포함할 수 있다. 본 발명의 접착층을 더 포함함에 따라 인공 기저막과 물질층을 보다 손쉽게 부착할 수 있어, 본 발명에 따른 청각 센서의 제작이 용이하고 보다 빠르게 본 발명의 청각센서를 구현할 수 있다는 장점이 있다. 여기서, 본 발명의 접착층은 불소층인 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다. 다만, 이 경우 본 발명의 물질층의 두께는 일측에서 타측으로 진행되는 방향을 따라 점차 증가하는 것일 수 있다. 보다 구체적으로, 본 발명의 물질층의 두께는 음파의 진행방향에 따라서 선형적으로 점차 증가하는 것일 수 있다.

[0074] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 제3 실시예에 따른, 청각 센서에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 참고로, 본 발명의 제3 실시예는 다른 실시예들과 비교하여 다른 점만을 설명하고 동일한 부분은 생략하기로 한다.

[0075] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서의 평면도를 도시한 것이다. 도 3을 참조하면, 본 발명의 물질층은 인공 기저막의 타면에 음파의 진행방향에 따라 불연속적으로 형성되는 것을 확인할 수 있다. 여기서, 불연속적으로 형성되는 물질층은 인공 기저막의 타면에 서로 크기가 다른 복수 개의 기둥이 이격되어 패턴화 되는데, 상기 기둥의 단면은 다각형이며, 바람직하게는 직사각형의 형태를 가질 수 있다. 이와 같이 기둥 형태를 가지는 불연속적인 물질층은, 그 직경과 높이를 달리 정함으로서 다양한 조합을 형성할 수 있다.

[0076] 보다 구체적으로, 본 발명의 물질층은 판(plate) 형상의 유연막으로서, 인공 기저막의 일측에서 타측으로 진행되는 방향에 따라 일정한 간격으로 이격 배치되어 패턴화되며, 그 두께가 증가하는 형상을 갖는다. 이 경우 판(plate) 형상의 물질층은 본 발명의 인공 기저막의 일측에서 타측으로 진행되는 방향을 따라 그 폭이 점차 증가하는 것일 수 있다. 즉, 본 발명의 청각 센서에서 상기 물질층의 폭은 음파의 진행방향에 따라서 선형적으로 점차 증가하는 것일 수 있다. 이처럼 판 형상의 물질층이 본 발명의 인공 기저막의 타면에 일측에서 타측으로 진행되는 방향을 따라 그 폭이 점차 증가하여 형성됨으로써, 본 발명의 청각센서에서 인공 기저막이 감지할 수 있는 최저 주파수를 낮추고 감지할 수 있는 주파수 범위를 크게 늘릴 수 있는 효과가 있다.

[0077] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서의 평면도를 도시한 것이다. 도 4를 참조하면, 본 발명의 물질층은 인공 기저막의 타면에 음파의 진행방향에 따라 불연속적으로 형성되는 것을 확인 할 수 있다. 여기서, 불연속적으로 형성되는 물질층은 인공 기저막의 타면에 서로 크기가 다른 복수 개의 기둥이 이격되어 형성되는데, 상기 기둥의 단면은 원형 또는 타원형의 형태를 가질 수 있다. 이와 같이 기둥 형태를 가지는 불연속적인 물질층은, 그 직경과 높이를 달리 정함으로서 다양한 조합을 형성할 수 있다.

[0078] 보다 구체적으로, 본 발명의 물질층은 원기둥(cylinder) 형상의 유연막으로서, 인공 기저막의 일측에서 타측으로 진행되는 방향에 따라 일정한 간격으로 이격 배치되어 패턴화 되며, 그 두께가 증가하는 형상을 갖는다. 이 경우 본 발명의 물질층은 인공 기저막의 타면 중 어느 하나의 배열에서 복수 개의 기둥이 일정한 간격으로 이격 배치되어 패턴화 될 수 있다. 또한, 원기둥 형상의 물질층은 인공 기저막의 일측에서 타측으로 진행되는 방향을 따라 상기 원기둥의 직경이 점차 증가하는 것일 수 있다. 이 경우, 원기둥 형상의 물질층의 직경은 본 발명의 인공 기저막의 폭에 비례하여 증가할 수 있다. 즉, 본 발명의 청각 센서에서 상기 물질층의 폭은 음파의 진행방향에 따라서 선형적으로 점차 증가하는 것일 수 있다. 이처럼 원기둥 형상의 물질층이 본 발명의 인공 기저막의 타면에 일측에서 타측으로 진행되는 방향을 따라 일정한 간격으로 이격 배치되어 패턴화 되며, 그 두께가 증가하여 형성됨으로써, 본 발명의 청각센서에서 인공 기저막이 감지할 수 있는 최저 주파수를 낮추고 감지할 수 있는 주파수 범위를 크게 늘릴 수 있는 효과가 있다.

[0079] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 제4 실시예에 따른, 청각 센서에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 참고로, 본 발명의 제4 실시예는 다른 실시예들과 비교하여 다른 점만을 설명하고 동일한 부분은 생략하기로 한다.

[0080] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서의 평면도를 도시한 것이다. 도 5을 참조하면, 본 발명의 물질층은 인공 기저막의 타면 중 일측에서 타측으로 진행되는 어느 하나의 지점에서부터 타측까지 형성되는 것을 확인할 수 있다. 여기서, 본 발명의 물질층은 인공 기저막의 타면의 일 부분에 한하여 적층되는 것일 수 있다. 상술한 바와 같이, 인공 기저막 중 저주파의 공진주파수를 가지는 위치(저주파 구간)에서 공진주파수를 더 낮추기

위하여 물질층을 인공 기저막의 저주파 구간에 한하여 형성할 수 있고, 인공 기저막 중 고주파의 공진주파수를 가지는 위치(고주파 구간)에서 물질층의 형성으로 인한 질량의 증가가 없도록 물질층을 형성하지 않을 수 있다.또한, 본 발명의 청각 센서에서 상기 인공 기저막에 적층된 물질층의 두께는 음파의 진행방향에 따라서 선형적으로 점차 증가하는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 물질층은 인공 기저막의 타면 중 일측에서 타측으로 진행되는 어느 하나의 지점에서부터 타측까지 연속적으로 그 두께가 증가하는 형상을 가질 수도 있고, 필요에 따라 그 두께가 일정한 형상을 가질 수도 있다.

[0081] 이처럼, 본 발명의 청각 센서에서 유연막인 물질층을 다양한 형태로 적층하여 인공 기저막의 각 부분에 따라 다른 주파수를 인식할 수 있는 효과가 있다.

[0083] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 제5 실시예에 따른, 청각 센서에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 참고로, 본 발명의 제5 실시예는 다른 실시예들과 비교하여 다른 점만을 설명하고 동일한 부분은 생략하기로 한다.

[0084] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서의 정면도를 도시한 것이다. 도 6을 참조하면, 본 발명의 청각 센서는 인공 기저막; 상기 인공 기저막의 일면에 형성된 전극; 및 상기 인공 기저막의 타면에 형성된 물질층을 포함하고, 상기 물질층은 제1 물질층(31) 및 제2 물질층(32)을 포함하는 것을 확인할 수 있다. 즉, 본 발명의 인공 기저막의 타면에 제1 물질(31)층의 일면이 맞닿아 적층되고, 제1 물질층(31)의 타면에 제2 물질층(32)의 일면이 맞닿아 순차적으로 적층될 수 있다. 이 경우 본 발명의 제1 물질층 및 제2 물질층은 서로 다른 물성을 갖는 재료인 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 제1 물질층 및 제2 물질층은 서로 다른 재료를 포함하는 것일 수 있다.

[0085] 또한, 본 발명의 제1 물질층의 두께는 인공 기저막의 일측에서 타측으로 진행되는 방향을 따라 점차 증가하는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 마찬가지로, 본 발명의 제2 물질층의 두께는 인공 기저막의 일측에서 타측으로 진행되는 방향을 따라 점차 증가하는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0086] 즉, 본 발명의 제1 물질층 및 제2 물질층의 두께는 음파의 진행방향에 따라 선형적으로 점차 증가하는 것일 수 있고, 필요에 따라 그 두께가 일정한 형상을 가질 수도 있다. 다만, 본 발명의 권리범위는 이러한 물질층의 개수에 한정되는 것은 아니며, 경우에 따라 더욱 많은 개수의 물질층을 구비할 수도 있다. 이처럼 제1 물질층 및 제2 물질층을 본 발명의 인공 기저막의 타면에 일측에서 타측으로 진행되는 방향을 따라 형성함으로써, 본 발명의 청각센서에서 인공 기저막이 감지할 수 있는 최저 주파수를 낮추고 감지할 수 있는 주파수 범위를 크게 늘릴 수 있는 효과가 있다.

[0087] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 청각 센서의 작동에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 참고로, 이하의 설명은 상술한 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서 모두에 공통적으로 적용될 수 있다.

[0088] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서에서 인공 기저막의 일측과 타측이 원호 형상인 경우와 단순 직선인 경우의 음파 진행에 따른 진동 형상 변화를 나타낸 시뮬레이션 결과를 도시한 것이다. 도 7을 참조하면, 본 발명의 청각 센서에서 인공 기저막의 일측과 타측이 단순 직선 형태인 경우 인공 기저막의 폭이 가장 넓은 위치가 고정되어 있으므로, 이러한 위치에서는 음파의 진동에 따른 진폭이 발생하지 못한다는 단점이 있는 반면에, 본 발명의 청각 센서에서 인공 기저막의 일측과 타측이 원호 형상인 경우 음파의 진동에 따른 진폭이 발생하는 위치가 옮겨지게 되며, 이에 따라 폭이 가장 넓은 위치에서 음파의 진동에 따른 진폭이 발생된다는 것을 확인할 수 있다.

[0089] 다시 말해, 동일한 면적 상에서 더 넓은 폭을 가지는 인공 기저막을 통해 최저 공진주파수를 감소시킬 수 있는 효과가 있다. 인공 기저막의 일측과 타측이 단순 직선 형태인 경우 최저 공진주파수가 가장 넓은 폭을 갖는 위치에서 형성되지 못하여, 최저 공진주파수가 증가되는 문제가 있는 반면에, 본 발명의 인공 기저막의 일측과 타측이 원호 형상인 경우 최저 공진주파수가 가장 넓은 폭을 갖는 위치에서 형성되므로, 최저 공진주파수가 감소되는 효과가 있는 것이다.

[0090] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서의 음파 진행에 따른 진동 형상 변화를 나타낸 시뮬레이션 결과를 도시한 것이다. 보다 구체적으로, 도 8a는 인공 기저막의 타면 중 일측에서 타측으로 진행되는 어느 하나의 지점에서부터 타측까지 형성된 물질층을 포함하는 청각 센서의 음파 진행에 따른 진동 형상 변화를 나타낸 시뮬레이션 결과를 도시한 것이고, 도 8b는 상기 시뮬레이션 결과를 2차원의 그림으로 도시한 것이다.

[0091] 도 8a를 참조하면, 그래프의 x축은 인공 기저막의 길이를 의미하고, 그래프의 y축은 진폭을 의미하는데, 본 발명의 인공 기저막은 x축의 위치에 따라 서로 다른 공진주파수를 형성하게 되어 주파수를 분리, 선택할 수 있다. 도 8a의 그래프 및 도 8b의 2차원 그림에 의하면 본 발명의 청각센서에 각각의 주파수를 인가하였을 때, 인가된 주파수에 해당하는 x축의 위치에서 공진에 의한 진폭이 발생된 것을 확인할 수 있다.

[0093] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 센서의 최저 공진주파수와 최고 공진주파수를 측정한 결과를 도시한 것이다.

[0094] 보다 구체적으로, 인공 기저막의 타면에 물질층이 형성되지 않은 경우(no mass), 인공 기저막의 타면에 물질층이 인공 기저막의 저주파 구간에 해당하는 영역에 한하여 형성된 경우(half mass) 및 인공 기저막의 타면에 물질층이 인공 기저막의 전 구간에 걸쳐 형성된 경우(full mass) 최저 공진주파수와 최고 공진주파수를 측정하였다. 도 9를 참조하면, 본 발명의 청각센서의 경우 인공 기저막의 타면에 형성된 물질층의 조절에 따라 최저 공진주파수가 286 Hz이고, 최고 공진주파수가 16978 Hz인 것을 확인할 수 있다.

[0096] 상기와 같은 본 발명에 따른 청각 센서는, 유연막인 물질층을 인공 기저막에 형성하여 질량을 증가시킴으로써 인공 기저막이 감지할 수 있는 최고 주파수를 크게 늘릴 수 있는 효과가 있다.

[0097] 또한, 본 발명에 따른 청각 센서는 유연막인 물질층을 다양한 형태로 형성하여 인공 기저막의 각 부분에 따라 다른 주파수를 인식할 수 있는 효과가 있다.

[0098] 나아가, 본 발명에 따른 청각 센서는 외부에서 발생되는 소리를 마이크로폰 및 푸리에 변환 장치 없이 보다 넓은 주파수 범위에서 특정 주파수를 구분하여 전기신호로 인식할 수 있는 효과가 있다.

[0099] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0101] 10: 전극

20: 인공 기저막

30: 물질층

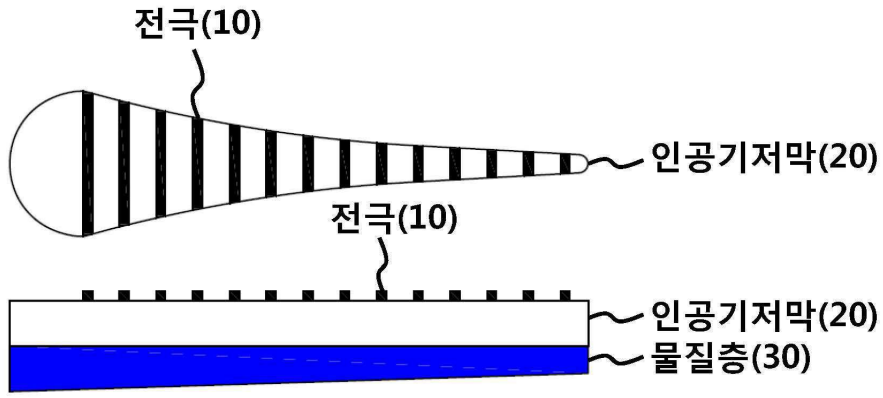
31: 제1 물질층

32: 제2 물질층

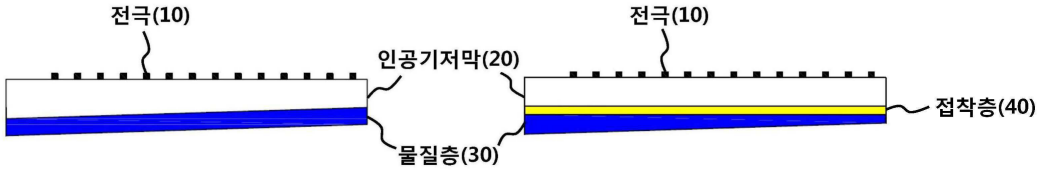
40: 접착층

도면

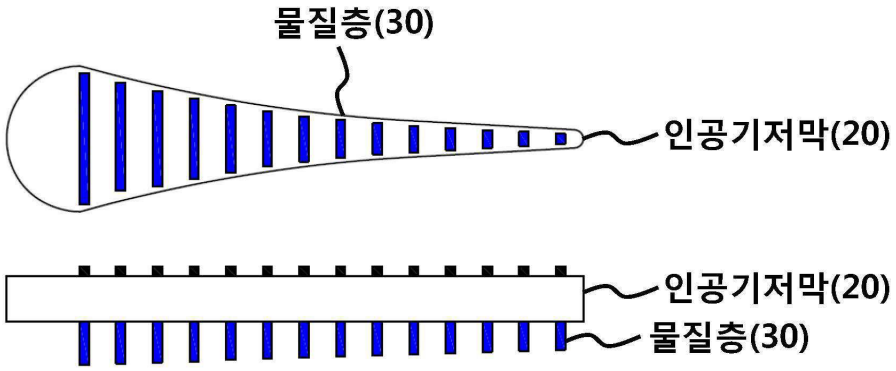
도면1



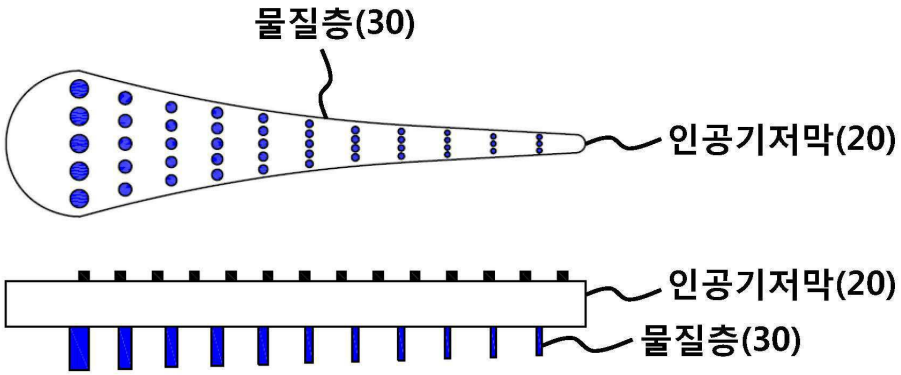
도면2



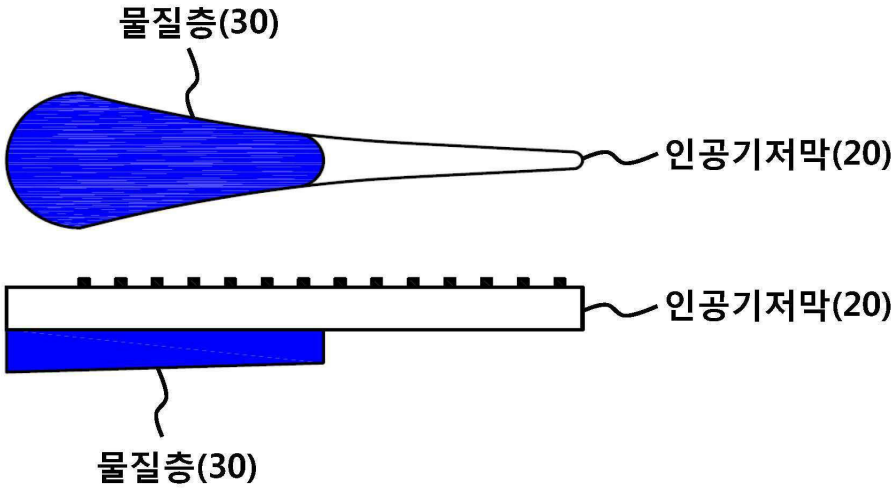
도면3



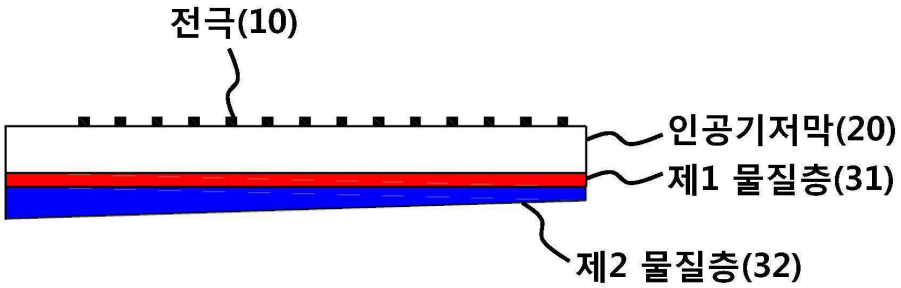
도면4


물질층(30)
인공기저막(20)
인공기저막(20)
물질층(30)

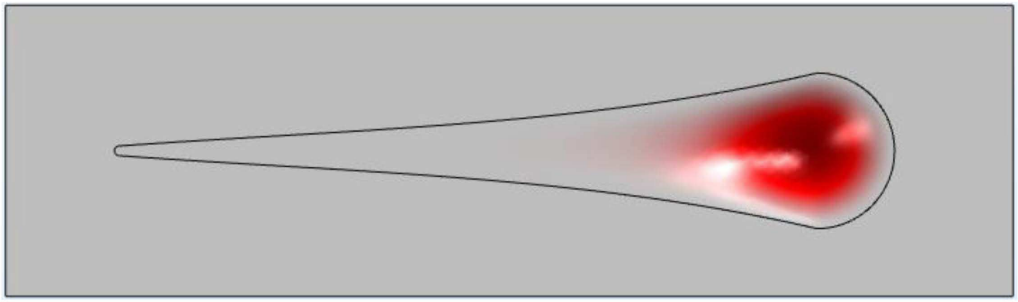
도면5


물질층(30)
인공기저막(20)
인공기저막(20)
물질층(30)

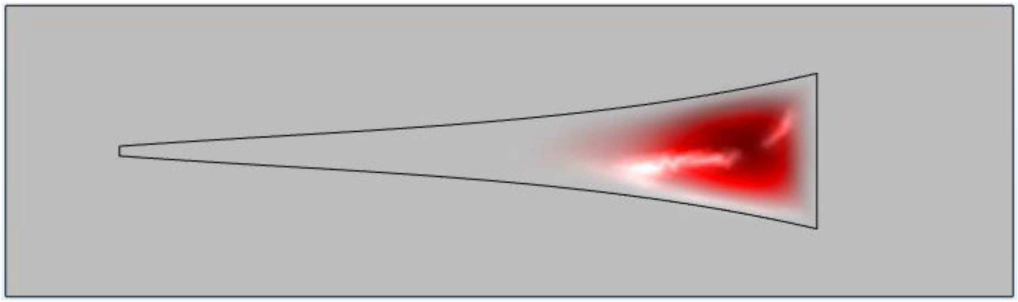
도면6


전극(10)
인공기저막(20)
제1 물질층(31)
제2 물질층(32)

도면7

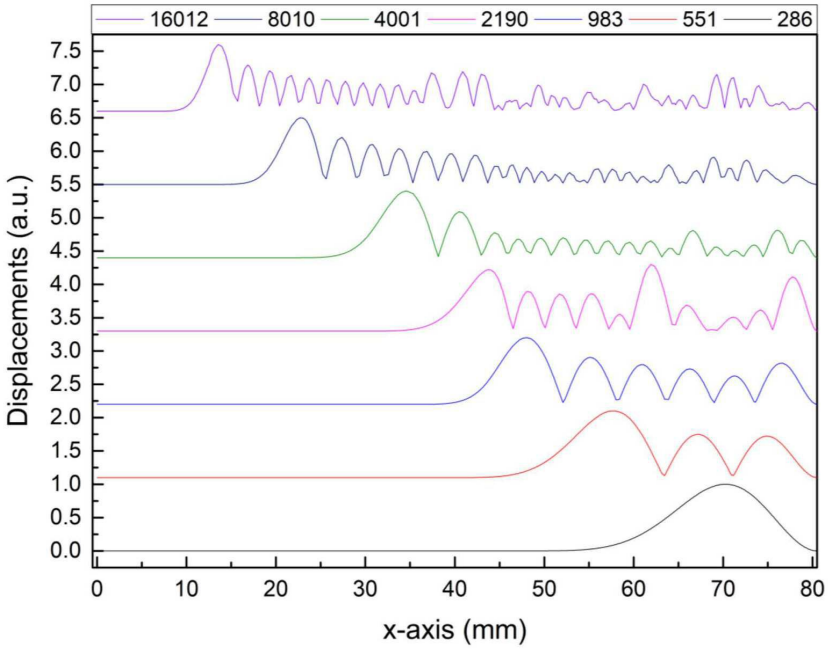


(a)

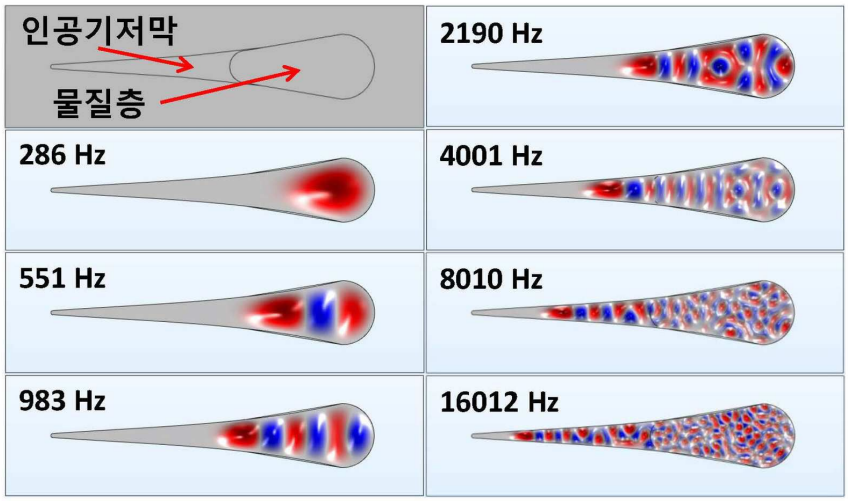


(b)

도면8

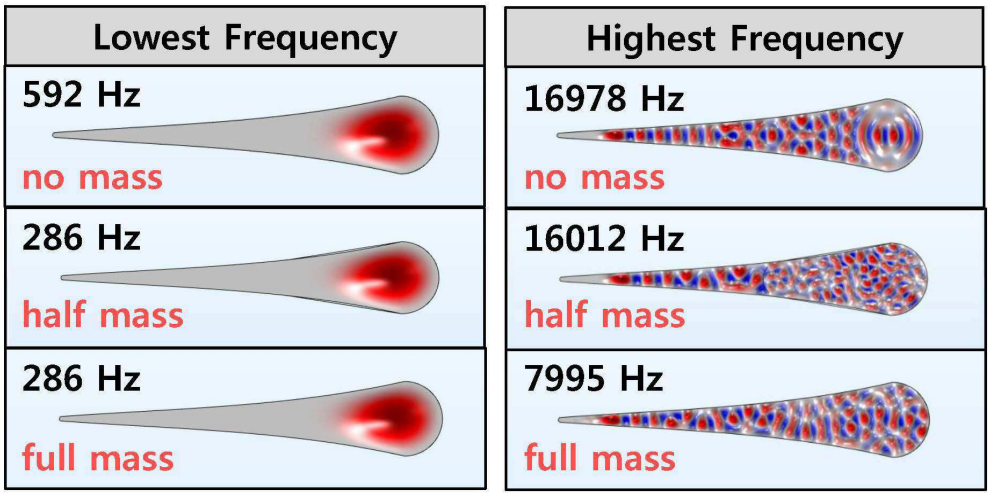

16012
8010
4001
2190
983
551
286
Displacements (a.u.)
x-axis (mm)

(a)


인공기저막
물질층
2190 Hz
286 Hz
4001 Hz
551 Hz
8010 Hz
983 Hz
16012 Hz

(b)

도면9


Lowest Frequency
Highest Frequency
592 Hz
no mass
16978 Hz
no mass
286 Hz
half mass
16012 Hz
half mass
286 Hz
full mass
7995 Hz
full mass