



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0038059  
(43) 공개일자 2021년04월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 5/00 (2021.01) A61B 5/05 (2021.01)  
(52) CPC특허분류  
A61B 5/0093 (2013.01)  
A61B 5/05 (2021.01)  
(21) 출원번호 10-2019-0120703  
(22) 출원일자 2019년09월30일  
심사청구일자 2019년09월30일

(71) 출원인  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
(72) 발명자  
박철민  
서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제2공학관 217호  
김종성  
서울특별시 강서구 수명로2길 105  
마곡수명산파크5단지아파트 503동 602호  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
김권석

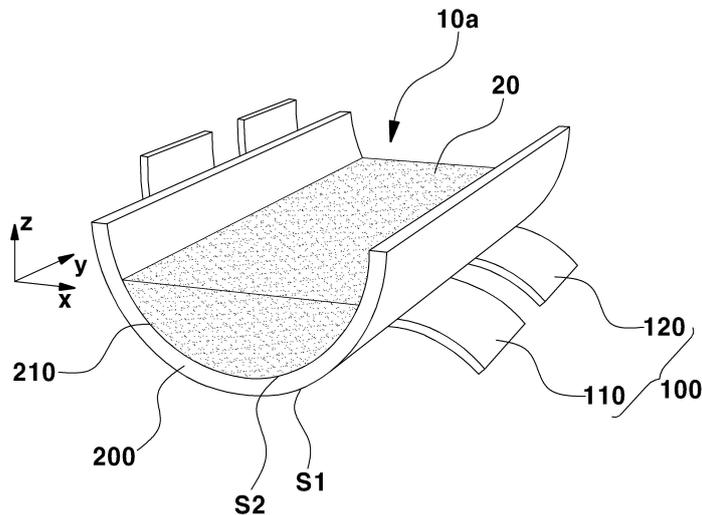
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 액체 정보 센서 및 이의 구동 방법

(57) 요약

본 발명은 액체 정보 센서 및 이의 구동 방법에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 정보 센서는 대상 액체의 정보를 수집하기 위한 액체 정보 센서로서, 제 1 전극 및 상기 제 1 전극과 이격되어 배치되고, 상기 제 1 전극과의 사이에 교류 신호가 인가되는 제 2 전극을 포함하는 적어도 하나 이상의 전극 세트; 및 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극과 접하는 제 1 면 및 상기 제 1 면과 대향하고 상기 대상 액체를 수용하는 수용 영역이 정의되는 제 2 면을 포함하며, 상기 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전 층을 포함하며, 상기 대상 액체의 극성에 따라 가변되는 음파의 세기 변화로부터 상기 대상 액체의 정보를 수집할 수 있다.

대표도 - 도1



- (52) CPC특허분류  
*A61B 5/4845* (2013.01)  
*G01N 27/227* (2013.01)  
*A61B 2562/0209* (2021.01)

**박찬호**

경기도 용인시 기흥구 마북로 210, 104동 303호(마북동, 교동마을 마북 e편한세상)

- (72) 발명자  
**김의혁**  
 서울특별시 노원구 상계로7길 18 우성아파트 101동 308호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2019110101
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구자지원사업
연구과제명	(후속)사용자 상호작용 교류기반 디스플레이/센싱 소재 및
소자(3/3)	(2017.3.1~2020.2.29)

기여율	1/2
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2019.03.01 ~ 2020.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018111787
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	원천기술개발사업
연구과제명	[Ezbaro] (총괄/3세부)인공 공감각 일렉트로닉스 플랫폼 개발 (1단계)(2/3)
기여율	1/2
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2019.01.16 ~ 2020.01.15

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

대상 액체의 정보를 수집하기 위한 액체 정보 센서로서,

제 1 전극 및 상기 제 1 전극과 이격되어 배치되고, 상기 제 1 전극과의 사이에 교류 신호가 인가되는 제 2 전극을 포함하는 적어도 하나 이상의 전극 세트; 및

서로 대향하는 제 1 면 및 제 2 면을 포함하고, 상기 제 1 면 상에는 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극이 형성되고, 상기 제 2 면 상에는 상기 대상 액체를 수용하는 수용 영역이 정의되며, 상기 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전 층을 포함하며,

상기 대상 액체의 극성에 따라 가변되는 음파의 세기 변화로부터 상기 대상 액체의 정보를 수집하는 액체 정보 센서.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 음파의 세기는 상기 대상 액체의 극성이 클수록 증가하는 액체 정보 센서.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 음파의 세기는 상기 대상 액체의 비유전율에 선형적으로 비례하는 액체 정보 센서.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 교류 신호의 주파수는 20 Hz 내지 20 kHz의 범위 내인 액체 정보 센서.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 음파의 세기는 상기 교류 신호의 주파수가 높을수록 증가하는 액체 정보 센서.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 강유전 층은 PVDF, P(VDF-TrFE), P(VDF-CTFE), P(VDF-CFE), P(VDFHFP),

P(VDF-TrFE-CTFE), P(VDF-TrFE-CFE), P(VDF-TrFE-HFP) 또는 이들의 조합을 포함하는 액체 정보 센서.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극과 상기 강유전 층의 상기 제 1 면 사이에 배치되며, 상기 교류 신호가 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이의 강유전 층에 의한 단락을 방지하는 보호 층을 더 포함하는 액체 정보 센서.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 보호 층은 전도성 고분자인 액체 정보 센서.

**청구항 9**

제 1 항에 있어서,  
 상기 음파의 세기를 측정하는 마이크로폰을 더 포함하는 액체 정보 센서.

**청구항 10**

제 1 항에 있어서,  
 상기 액체 정보 센서는,  
 상기 강유전 층 상에 형성되어 상기 대상 액체의 기화를 방지하는 커버를 더 포함하는 액체 정보 센서.

**청구항 11**

제 1 항에 있어서,  
 상기 전극 세트는 어레이 형태로 배열된 복수 개의 전극 세트들인 액체 정보 센서.

**청구항 12**

제 1 항에 있어서,  
 상기 액체 정보 센서는,  
 상기 전극 세트 및 상기 강유전 층의 적층체가 말려 형성된 튜브형 센서인 액체 정보 센서.

**청구항 13**

제 12 항에 있어서,  
 상기 튜브형 센서의 곡률 반경은 1 mm 내지 100 mm의 범위 내인 액체 정보 센서.

**청구항 14**

제 1 항에 있어서,  
 상기 전극 세트는 소정 거리 이격되어 배치된 복수 개의 전극 세트인 액체 정보 센서.

**청구항 15**

대상 액체의 정보를 수집하기 위한 액체 정보 센서의 구동 방법으로서,  
 상기 액체 정보 센서는 제 1 전극 및 상기 제 1 전극과 이격되어 배치되고, 상기 제 1 전극과의 사이에 교류 신호가 인가되는 제 2 전극을 포함하는 적어도 하나 이상의 전극 세트 및 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극과 접하는 제 1 면 및 상기 제 1 면과 대향하고 상기 대상 액체를 수용하는 수용 영역이 정의되는 제 2 면을 포함하며, 상기 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전 층을 포함하며,  
 상기 수용 영역에 대상 액체를 제공하는 단계;  
 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 교류 신호를 인가하여 음파를 생성하는 단계; 및  
 상기 대상 액체의 극성에 따라 가변되는 상기 음파의 세기를 측정하는 단계를 포함하는 액체 정보 센서의 구동 방법.

**청구항 16**

제 15 항에 있어서,  
 상기 대상 액체는 연속적으로 제공되며,  
 상기 음파의 세기는 인-시츄(in-situ)로 측정되는 액체 정보 센서의 구동 방법.

**청구항 17**

대상 액체의 정보를 수집하기 위한 액체 정보 센서의 구동 방법으로서,

상기 액체 정보 센서는 제 1 전극 및 상기 제 1 전극과 이격되어 배치되고, 상기 제 1 전극과의 사이에 교류 신호가 인가되는 제 2 전극을 포함하는 적어도 하나 이상의 전극 세트 및 상기 전극 세트와 일 면에서 접하고, 상기 일 면과 대향하는 타 면 상에 상기 대상 액체를 수용하는 수용 영역을 포함하며, 상기 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전 층을 포함하며,

상기 수용 영역 상에 상기 대상 액체를 제공하고, 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 직류 신호를 인가하여 상기 강유전 층에 분극을 발생시키는 쓰기 단계;

상기 대상 액체를 도전성 물질로 교체하고, 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 교류 신호를 인가하여 음파를 발생시키는 읽기 단계; 및

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 상기 직류 신호와 반대 극성의 직류 신호를 인가하여 상기 분극을 제거하는 소거 단계를 포함하는 액체 정보 센서의 구동 방법.

**청구항 18**

제 17 항에 있어서,

상기 직류 신호의 크기는 0.5 kV 내지 5 kV의 범위 내인 액체 정보 센서의 구동 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 센서 기술에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 액체 정보 센서 및 이의 구동 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 바이오 기술 분야에서 생물 의학적 진단 또는 독성 액체 물질을 감지하기 위하여 액체 정보 센서가 다방면으로 연구되고 있다. 대상 액체의 정보를 얻기 위한 방법으로 임피던스에 의하여 전기적 신호를 측정하거나 공명 주파수 변화를 감지하는 방법이 있다. 그러나, 상기 임피던스 또는 공명 주파수를 이용하는 방법들은 추가적인 신호 동작 프로세스 및/또는 회로를 구성해야 하는 어려움이 있다. 대상 액체의 정보를 얻기 위한 또 다른 접근으로서, 상기 대상 액체의 용매변색성(solvatochromism)을 이용하여 시각적으로 구별하는 방법도 연구되고 있다. 그러나, 상기 용매변색성을 측정하기 위한 측정 장비가 요구되고, 이 경우 상기 측정 장비의 무게 또는 부피로 인하여 가용성 및 휴대성이 저하되는 단점이 있다. 바이오 기술 분야, 예를 들면 인체 진단용 센서를 구현하기 위해서는 인체 내에 삽입되거나 외부에 부착되기 위하여 충분한 유연성이 확보되어야 하고, 인체 내에 삽입되기 위하여 간단한 구조를 갖고, 소형화되는 것이 바람직하다.

[0003] 또한, 상기 대상 액체가 휘발성을 가지는 경우, 짧은 시간 내 공기 중으로 기화되어 소실되기 때문에 측정 시간이 제한된다. 특히, 바이오 기술 분야에서는 미량의 액체 샘플만으로 측정을 수행하므로 상기 대상 액체가 기화되는 경우 측정 신뢰도 및 정확도가 저하될 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 유연성 또는 신축성을 가져 변형이 용이하고, 구조가 간단하여 소형화가 가능하여 인체 외부에 부착되거나 인체 내부에 삽입될 수 있으며, 대상 액체가 휘발성을 갖는 경우에도 측정 시간의 제약이 없이 신뢰도 및 정확도 높은 측정이 가능한 액체 정보 센서를 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 전술한 이점을 갖는 액체 정보 센서의 구동 방법을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 상기의 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 정보 센서는 대상 액체의 정보를 수집하기 위한 액체 정보 센서로서, 제 1 전극 및 상기 제 1 전극과 이격되어 배치되고, 상기 제 1 전극과의 사이에 교류 신호가 인가되는 제 2 전극을 포함하는 적어도 하나 이상의 전극 세트 및 서로 대향하는 제 1 면 및 제 2 면을 포함

하고, 상기 제 1 면 상에는 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극이 형성되고, 상기 제 2 면 상에는 상기 대상 액체를 수용하는 수용 영역이 정의되며, 상기 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전 층을 포함하며, 상기 대상 액체의 극성에 따라 가변되는 음파의 세기 변화로부터 상기 대상 액체의 정보를 수집할 수 있다.

[0007] 일 실시예에서, 상기 음파의 세기는 상기 대상 액체의 극성이 클수록 증가할 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 음파의 세기는 상기 대상 액체의 비유전율에 선형적으로 비례할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 상기 교류 신호의 주파수는 20 Hz 내지 20 kHz의 범위 내일 수 있다.

[0008] 일 실시예에서, 상기 음파의 세기는 상기 교류 신호의 주파수가 높을수록 증가할 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 강유전 층은 PVDF, P(VDF-TrFE), P(VDF-CTFE), P(VDF-CFE), P(VDFHFP), P(VDF-TrFE-CTFE), P(VDF-TrFE-CFE), P(VDF-TrFE-HFP) 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0009] 일 실시예에 따른 액체 정보 센서는, 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극과 상기 강유전 층의 상기 제 1 면 사이에 배치되며, 상기 교류 신호가 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이의 강유전 층에 의한 단락을 방지하는 보호 층을 더 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 보호 층은 전도성 고분자일 수 있다. 일 실시예에 따른 액체 정보 센서는, 상기 음파의 세기를 측정하는 마이크로폰을 더 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 액체 정보 센서는, 상기 강유전 층 상에 형성되어 상기 대상 액체의 기화를 방지하는 커버를 더 포함할 수 있다.

[0010] 일 실시예에서, 상기 전극 세트는 어레이 형태로 배열된 복수 개의 전극 세트들일 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 액체 정보 센서는, 상기 전극 세트 및 상기 강유전 층의 적층체가 말려 형성된 튜브형 센서일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 상기 튜브형 센서의 곡률 반경은 1 mm 내지 100 mm의 범위 내일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 상기 전극 세트는 소정 거리 이격되어 배치된 복수 개의 전극 세트일 수 있다.

[0011] 상기의 과제를 해결하기 위한 다른 실시예에 따른 액체 정보 센서의 구동 방법은, 대상 액체의 정보를 수집하기 위한 액체 정보 센서의 구동 방법으로서, 상기 액체 정보 센서는 제 1 전극 및 상기 제 1 전극과 이격되어 배치되고, 상기 제 1 전극과의 사이에 교류 신호가 인가되는 제 2 전극을 포함하는 적어도 하나 이상의 전극 세트 및 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극과 접하는 제 1 면 및 상기 제 1 면과 대향하고 상기 대상 액체를 수용하는 수용 영역이 정의되는 제 2 면을 포함하며, 상기 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전 층을 포함하며, 상기 수용 영역에 대상 액체를 제공하는 단계, 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 교류 신호를 인가하여 음파를 생성하는 단계 및 상기 대상 액체의 극성에 따라 가변되는 상기 음파의 세기를 측정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 일 실시예에 따른 액체 정보 센서의 구동 방법은 상기 대상 액체는 연속적으로 제공되며, 상기 음파의 세기는 인-시츄(in-situ)로 측정될 수 있다.

[0013] 상기의 과제를 해결하기 위한 또 다른 실시예에 따른 액체 정보 센서의 구동 방법은, 대상 액체의 정보를 수집하기 위한 액체 정보 센서의 구동 방법으로서, 상기 액체 정보 센서는 제 1 전극 및 상기 제 1 전극과 이격되어 배치되고, 상기 제 1 전극과의 사이에 교류 신호가 인가되는 제 2 전극을 포함하는 적어도 하나 이상의 전극 세트 및 상기 전극 세트와 일 면에서 접하고, 상기 일 면과 대향하는 타 면 상에 상기 대상 액체를 수용하는 수용 영역을 포함하며, 상기 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전 층을 포함하며, 상기 수용 영역 상에 상기 대상 액체를 제공하고, 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 직류 신호를 인가하여 상기 강유전 층에 분극을 발생시키는 쓰기 단계, 상기 대상 액체를 도전성 물질로 교체하고, 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 교류 신호를 인가하여 음파를 발생시키는 읽기 단계 및 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 상기 직류 신호와 반대 극성의 직류 신호를 인가하여 상기 분극을 제거하는 소거 단계를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 직류 신호의 크기는 0.5 kV 내지 5 kV의 범위 내일 수 있다.

### 발명의 효과

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 정보 센서는 서로 이격된 제 1 전극 및 제 2 전극, 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극과 일 면에서 접하고, 상기 일 면과 대향하는 타 면 상에 상기 대상 액체를 수용하는 수용 영역을 포함하는 강유전 층을 포함함으로써, 단순한 구조에 의하여 소형화가 가능하여 가용의 범위가 넓고, 휴대성이 향상될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 액체 정보 센서는 상기 교류 신호의 인가 시, 상기 강유전 층이 물리적으로 진동하여 생성되고, 상기 대상 액체의 극성에 따라 세기가 달라지는 음파를 측정함으로써, 상기 대상 액체 또는 상기 강유전 층과 물

리적으로 접촉하지 않고 사방으로 전파되는 상기 음파를 측정하여 상기 대상 액체의 정보를 획득할 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 실시예에 따른 액체 정보 센서의 구동 방법은, 전술한 이점을 갖고, 상기 강유전 층의 잔류 분극 특성에 의하여 상기 대상 액체가 일부 휘발되더라도 상기 강유전 층의 극성이 소정 시간 유지됨으로써, 측정 시간의 제한이 완화되고, 상기 액체 정보 센서의 신뢰도 및 정확도가 향상될 수 있으며, 센싱 정보를 소정 시간 저장할 수 있는 메모리 기능을 갖는 센서를 구현할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 정보 센서의 사시도이다.

도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따라 대상 액체의 극성에 따른 음파의 세기 변화를 측정한 그래프이고, 도 2b는 대상 액체의 비유전율과 음파의 세기의 상관 관계를 측정한 그래프이며, 도 2c는 교류 신호의 주파수에 따른 음파의 세기를 측정한 그래프이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 액체 정보 센서를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 액체 정보 센서를 나타낸 도면이다.

도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 액체 정보 센서를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 정보 센서의 구동 방법의 순서도이다.

도 7a 내지 도 7f는 다른 실시예에 따른 액체 감지 센서의 구동 방법을 나타낸 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0018] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0019] 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시예는 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다.

[0020] 도면에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다. 또한, 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "및/또는"은 해당 열거된 항목 중 어느 하나 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.

[0021] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예를 설명하기 위하여 사용되며, 본 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다. 또한, 본 명세서에서 단수로 기재되어 있다 하더라도, 문맥상 단수를 분명히 지적하는 것이 아니라면, 복수의 형태를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprise)" 및/또는 "포함하는(comprising)"이란 용어는 언급한 형상들, 숫자, 단계, 동작, 부재, 요소 및/또는 이들 그룹의 존재를 특정하는 것이며, 다른 형상, 숫자, 동작, 부재, 요소 및/또는 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것이 아니다.

[0022] 본 명세서에서 기관 또는 다른 층 "상에(on)" 형성된 층 또는 영역에 대한 언급은 상기 기관 또는 다른 층의 바로 위에 형성된 층 또는 영역을 지칭하거나, 상기 기관 또는 다른 층 상에 형성된 중간 층 또는 중간 층들 상에 형성된 층 또는 영역을 지칭할 수도 있다. 또한, 당해 기술 분야에서 숙련된 자들에게 있어서, 다른 형상에 "인접하여(adjacent)" 배치된 구조 또는 형상은 상기 인접하는 형상에 중첩되거나 하부에 배치되는 부분을 가질 수도 있다.

[0023] 본 명세서에서, "아래로(below)", "위로(above)", "상부의(upper)", "하부의(lower)", "수평의(horizontal)" 또는 "수직의(vertical)"와 같은 상대적 용어들은, 도면들 상에 도시된 바와 같이, 일 구성 부재, 층 또는 영역들이 다른 구성 부재, 층 또는 영역과 갖는 관계를 기술하기 위하여 사용될 수 있다. 이들 용어들은 도면들에 표시된 방향뿐만 아니라 소자의 다른 방향들도 포괄하는 것임을 이해하여야 한다.

[0024] 이하에서, 본 발명의 실시예들은 본 발명의 이상적인 실시예들(및 중간 구조들)을 개략적으로 도시하는 단면도들을 참조하여 설명될 것이다. 이들 도면들에 있어서, 예를 들면, 부재들의 크기와 형상은 설명의 편의와 명확성을 위하여 과장될 수 있으며, 실제 구현시, 도시된 형상의 변형들이 예상될 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예는 본 명세서에 도시된 영역의 특정 형상에 제한된 것으로 해석되어서는 아니 된다. 또한, 도면의 부재들의 참조 부호는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부재를 지칭한다.

- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 정보 센서(10a)의 사시도이다.
- [0026] 도 1을 참조하면, 일 실시예에서, 액체 정보 센서(10a)는 제 1 전극(110) 및 제 2 전극(120)을 포함하는 전극 세트(100), 그리고 서로 대향하는 제 1 면(S1) 및 제 2 면(S2)를 갖는 강유전 층(200)을 포함할 수 있다. 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120)은 강유전 층(200)의 제 1 면(S1) 상에 배치될 수 있다.
- [0027] 전극 세트(100)의 제 1 전극(110)과 제 2 전극(110)은 서로 이격되어 배치되고, 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120) 사이에 교류 신호가 인가될 수 있다. 전극 세트(100)는 1 개 이거나, 2 개 이상의 복수 개일 수 있다. 또한, 하나의 전극 세트(100)를 구성하는 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120)은 각각 적어도 하나 이상의 복수 개의 서브 전극들을 가질 수 있으며, 이들 서브 전극들에는 공통의 전류 또는 전압 신호가 인가될 수 있다. 복수 개의 전극 세트(100)에 관한 설명은 도 5a에서 후술하기로 한다.
- [0028] 일 실시예에서, 전극 세트(100)가 복수 개인 경우, 복수 개의 전극 세트(100) 각각은 서로 이격될 수 있다. 다른 실시예에서, 복수 개의 전극 세트(100)는 중 이웃하는 전극 세트들(100)은 하나의 전극을 공유할 수 있다. 예를 들면, 복수의 전극 세트들(100) 중 어느 하나의 전극 세트(100)의 제 2 전극(120)은 상기 어느 하나의 전극 세트(100)와 이웃하는 전극 세트(100)의 제 1 전극(110)이 될 수 있다. 또는 어느 하나의 전극 세트(100)의 제 2 전극(120)과 상기 어느 하나의 전극 세트(100)와 이웃하는 전극 세트(100)의 제 1 전극(110)이 일체화될 수도 있다.
- [0029] 일 실시예에서, 제 1 전극(110) 및/또는 제 2 전극(120)은 도전성 폴리머를 포함할 수 있다. 상기 도전성 폴리머는 PEDOT:PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)poly(styrenesulfonate), 폴리(3,4-에틸렌 디옥시티오펜)폴리(스티렌술포네이트))일 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 도전성 폴리머는 폴리아세틸렌(polyacetylene), 폴리피롤(polypyrrole), 폴리아닐린(polyaniline), 폴리(p-페닐렌 비닐렌)(poly(p-phenylene vinylene)), 폴리(티오펜) 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)(poly(thiophene) poly(3,4-ethylenedioxythiophene)) 또는 이들의 조합일 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 제 1 전극(110) 또는 제 2 전극(120)은 가요성(flexibility) 또는 신축성(stretchability)을 가질 수 있으며, 이 경우, 액체 정보 센서(10a)는 제 1 전극(110) 또는 제 2 전극(120)을 형상에 제한되지 않고 변형시킴으로써 다양한 형태의 액체 정보 센서(10)가 구현될 수 있는 이점이 있다. 다른 실시예에서, 강유전 층(200)은 투명 강유전 물질을 포함할 수 있다.
- [0030] 일 실시예에서, 제 1 전극(110) 및/또는 제 2 전극(120)은 종횡비가 1 이상인 평판일 수 있으며, 이 경우, 가로 또는 세로 방향 중 긴 방향을 길이 방향으로 정의할 수 있다. 상기 평판은 스트립 형태일 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니며, 원형, 사각형, 오각형, 육각형과 같은 다각형 또는 이들의 조합, 또는 미언더 또는 웨이브 형태의 굴곡부를 갖는 형태일 수도 있다. 다른 실시예에서, 제 1 전극(110) 및/또는 제 2 전극(120)은 도트 형태로 형성될 수 있고, 이 경우, 제 1 전극(110) 및 제 2 전극(120)으로 구성된 복수 개의 전극 세트(100)가 어레이 형태로 배열될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 제 1 전극(110) 및/또는 제 2 전극(120)은 길이 방향으로 휘어진 고리 모양 또는 일 부분이 끊어진 고리 모양일 수 있다. 전술한 형태는 비제한적인 예시이고, 제 1 전극(110) 및/또는 제 2 전극(120)의 형태를 제한하지 않는다.
- [0031] 일 실시예에서, 강유전 층(200)의 제 2 면(S2) 상에는 대상 액체(20)를 수용하는 수용 영역(210)이 정의될 수 있다. 수용 영역(210)은 제 2 면(S2)에 형성되어 대상 액체를 소정 부피만큼 저장하기에 적합한 오목부일 수 있다. 상기 오목부는 강유전 층(200)의 제 2 면(S2) 전체이거나, 제 2 면(S2) 중 오목하게 들어간 일부 영역일 수 있다. 상기 오목부의 단면은 도 1에 도시된 것과 같이 반원호일 수 있다. 다른 예로서, 상기 오목부의 단면은 직사각형, 삼각형, 또는 반원호보다 더 큰 외주를 갖거나 더 작은 외주를 갖는 형상일 수 있다. 상기 오목부는 제 1 방향(x 방향)의 연장 방향을 가질 수 있으며, 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120)은 상기 제 1 방향과 다른 제 2 방향(y 방향) 방향으로 연장될 수 있다. 일 실시예에서, 제 1 방향(x 방향)과 제 2 방향(y 방향)은 직교할 수도 있다. 수용 영역(210)이 제 1 방향(x 방향)에 수직인 방향으로 곡면을 갖는 경우, 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120)은 상기 곡면을 따라 연장될 수 있으며, 이 때, 제 1 전극(x 방향)과 제 2 전극(120)의 제 2 방향(y 방향)은 제 1 방향(x 방향)에 수직인 방향일 수 있다.
- [0032] 일 실시예에서, 수용 영역(210)이 정의되는 강유전 층(200)의 제 2 면(S2)은 도 1에 도시된 것과 같이 곡면에 한정되는 것은 아니며, 평탄한 영역을 가질 수 있다. 이 경우, 강유전 층(200)의 제 1 면(S1)도 평탄한 영역을 가질 수 있으며, 상기 평탄한 영역 상에 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120)이 형성될 수 있다.
- [0033] 일 실시예에서, 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120) 사이에 교류 신호가 인가되는 경우, 강유전 층(200)이 물리적으로 진동할 수 있다. 강유전 층(200)의 진동은 인접하는 매질에 음파를 생성할 수 있다. 강유전 층(200)은

전기적 에너지와 기계적 에너지의 가역적 변환이 가능한 압전 효과를 발생시킬 수 있다. 이에 따라, 강유전 층(200)에 교류 신호가 인가되는 경우, 교류 신호에 의한 전기적 에너지가 상기 압전 효과로 인하여 기계적 에너지로 변환될 수 있고, 상기 기계적 에너지에 의해 상기 음파가 발생될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 음파의 세기는 수용 영역(210)에 제공되는 대상 액체(20)의 극성에 따라 가변될 수 있다. 액체 정보 센서(10a)는 상기 음파의 세기 변화로부터 대상 액체(20)에 관한 정보를 수집할 수 있다.

[0034] 일 실시예에서, 제 1 전극(110) 및/또는 제 2 전극(120)은 투명한 전극일 수 있다. 예를 들면, 상기 투명한 전극은 인듐-주석 산화물(Indium Tin Oxide; ITO) 또는 안티몬-주석 산화물(antimony tin oxide; ATO)과 같은 투명 전도성 산화물(transparent conductive oxide; TCO)을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서는, 탄소 나노 튜브(CNT: Carbon Nano Tube), 그래핀(Graphene) 또는 은 나노 와이어(Ag Nano Wire)중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 전술한 재료는 비제한적 예시이며, 예를 들면, 70 % 이상의 투명도를 갖는 모든 종류의 전극 재료가 사용될 수 있다.

[0035] 도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따라 대상 액체(20)의 극성에 따른 음파의 세기 변화를 측정된 그래프이고, 도 2b는 대상 액체(20)의 비유전율과 음파의 세기의 상관 관계를 측정된 그래프이며, 도 2c는 교류 신호의 주파수에 따른 음파의 세기를 측정된 그래프이다.

[0036] 도 2a를 참조하면, 일 실시예에서, 상기 음파의 세기는 대상 액체(20)의 극성이 클수록 증가할 수 있다. 상기 음파의 세기의 단위는 데시벨(dB)일 수 있다. 도 2a에서 대상 액체(20)는 예시적으로 미네랄 오일(mineral oil, 1), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS, 2), 트리톤-X(triton-X,3), 에탄올(ethanol, 4), 에틸렌 글리콜(ethylene glycol, 5), 증류수(DI water, 6)가 사용되었으나, 이는 비제한적인 예시이고, 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 대상 액체(20)들의 비유전율은 미네랄 오일에서 가장 낮으며, 폴리디메틸실록산, 트리톤-X, 에탄올 및 에틸렌 글리콜의 순서로 증가하다가 증류수에서 가장 높을 수 있다. 각각의 대상 액체(20)를 제공하여 측정된 음파의 세기는 비유전율의 크기가 증가함에 따라 미네랄 오일에서 가장 낮고, 증류수에서 가장 큰 것을 볼 수 있다. 이는, 대상 액체(20)의 비유전율이 증가할수록 극성의 크기도 증가하기 때문에, 극성의 크기가 증가할수록 대상 액체(20)의 전기적 저항이 감소되고, 그에 따라 대상 액체(20)에서 소비되는 전기적 에너지가 감소되면서, 많은 에너지가 기계적 에너지로 변환되어 음파의 생성에 사용되기 때문이다.

[0037] 도 2b를 참조하면, 일 실시예에서, 상기 음파의 세기는 대상 액체(20)의 비유전율에 선형적으로 비례할 수 있다. 다른 실시예에서, 비유전율의 증가율에 대한 상기 음파의 세기의 증가율인 민감도(sensitivity)를 정의할 수 있다. 이 경우, 상기 음파의 세기와 상기 비유전율 사이에는 아래 식 1과 같은 관계식이 성립할 수 있다. 식 1에서 SPL은 음파의 세기,  $\epsilon_r$ 는 비유전율, a는 민감도를 나타낼 수 있다. 상기 민감도의 범위는 0.7 dB/  $\epsilon_r$  내지 0.8 dB/  $\epsilon_r$ 의 범위 내일 수 있으며, 예시적으로는, 0.75 dB/  $\epsilon_r$ 일 수 있다.

[0038] [식 1]

$$SPL(dB) = a * \epsilon_r,$$

[0039]

[0040] 본 발명의 실시예 따르면, 여러 종류의 대상 액체(20)들에 대한 상기 음파의 세기를 측정하여 데이터베이스화한 라이브러리가 제공될 수 있다. 이 경우, 액체 정보 센서(10a)를 이용하여 무색 또는 무취의 임의의 액체의 종류를 구분할 수 있다. 또는, 식 1와 같은 관계식을 이용하여 상기 임의의 액체가 상기 라이브러리에 존재하지 않더라도 상기 미지의 액체의 비유전율을 측정하여 액체의 종류를 추정하는 것도 가능하다.

[0041] 다른 실시예에서, 금속 이온 또는 비금속 이온을 포함하는 대상 액체(20)의 이온 농도가 증가할수록 음파의 세기가 증가할 수 있다. 예시적으로, 대상 액체(20)에 용해되는 염, 염기 또는 산과 같은 물질들의 농도가 달라지는 경우, 상기 농도가 높을수록 대상 액체(20)의 전도도(conductivity)가 높을 수 있다. 상기 전도도가 높을수록 대상 액체(20)에서 소모되는 전기 에너지가 작아짐으로써, 발생하는 음파의 세기가 증가할 수 있다.

[0042] 도 2c를 참조하면, 일 실시예에서, 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120) 사이에 인가되는 교류 신호의 주파수는 20 Hz 내지 20 kHz의 범위 내일 수 있다. 상기 주파수의 범위는 가청 주파수 범위에 해당한다. 본 발명의 실시예에 따르면, 초음파 또는 저주파를 측정하기 위한 고가의 장비 없이도 상용화되어있는 가청 주파수 범위의 마이크로폰(500)을 이용하여 상기 음파의 세기를 측정할 수 있다. 또는, 상기 가청 주파수 범위 내의 음파가 발생하는 경우 마이크로폰(500)과 같은 기계적 장치 없이도 인체의 청각에 의하여 상기 음파의 세기를 감지할 수 있다는 이점이 있다.

- [0043] 다른 실시예에서, 상기 교류 신호의 주파수가 증가할수록 상기 음파의 세기가 증가할 수 있다. 이는, 상기 주파수가 증가하는 경우 강유전 층(200)의 진동의 세기가 증가하기 때문이다.
- [0044] 일 실시예에서, 상기 음파의 세기의 상기 주파수에 대한 의존도는 대상 액체(20)의 극성이 클수록 증가할 수 있다. 대상 액체(20)의 극성의 크기는 트리톤-X(triton-X), 에탄올(ethanol), 증류수(DI water), 5wt% LiCl(aq), PEDOT:PSS 용액 순으로 갈수록 증가할 수 있다. 전술한 대상 액체들(20)의 종류는 비제한적 예시로서, 본 발명을 한정하지 않는다. 또한, 대상 액체들(20) 간의 상기 음파의 세기의 차이의 크기는 상기 주파수가 증가할수록 증가하는 것을 볼 수 있다. 예를 들면, 상기 주파수의 크기가 20 Hz인 경우에 비하여, 상기 주파수의 크기가 20 kHz인 경우에, 트리톤-X와 PEDOT:PSS 수용액의 음파의 세기의 차이가 큰 것을 볼 수 있다.
- [0045] 다시 도 1을 참조하면, 일 실시예에서, 강유전 층(200)은 강유전 성을 갖는 폴리머일 수 있다. 구체적으로는, 강유전 층(200)은 고유전 상수를 가지며, 점탄성 거동을 갖는 플루오르화 공중합체를 포함할 수 있다. 예를 들면, 강유전 층(200)은 PVDF, P(VDFTrFE), P(VDF-CTFE), P(VDF-CFE), P(VDF-HFP), P(VDF-TrFE-CTFE), P(VDF-TrFE-CFE), P(VDF-TrFE-HFP) 또는 이들의 조합을 포함하는 PVDF 계열 고분자를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0046] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 액체 정보 센서(10)를 나타낸 도면이다.
- [0047] 도 3을 참조하면, 일 실시예에서, 액체 정보 센서(10b)는 제 1 전극(110) 및 제 2 전극(120)과 강유전 층(200)의 제 1 면(S1) 사이에 배치되며, 교류 신호가 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120) 사이의 강유전 층(200)에 의한 단락을 방지하는 보호 층(300)을 더 포함할 수 있다. 고전압의 교류 신호가 인가되는 경우, 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120) 사이에 단락이 발생될 수 있고, 상기 단락이 발생하는 경우, 강유전 층(200)에 전압이 인가되지 않아 음파가 발생되지 않을 수 있다. 보호 층(300)은 제 1 전극(110) 및/또는 제 2 전극(120) 주변에 형성되어 상기 단락을 방지할 수 있다.
- [0048] 일 실시예에서, 보호 층(300)은 전도성 고분자를 포함할 수 있다. 상기 전도성 고분자는 폴리(N-비닐카르바졸)(Poly(N-vinylcarbazole), PVK)이고 절연성 고분자는 폴리메틸메타아크릴레이트(poly methyl methacrylate, PMMA), 폴리-4-비닐-페놀(poly-4-vinyl-phenol, PVP), 폴리이미드(poly imide, PI) 및 폴리스티렌(poly styrene, PS) 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 바람직하게는, 폴리메틸 메타크릴레이트(Poly(methyl methacrylate); PMMA)를 포함할 수 있다. 이는 비제한적인 예시로서 본 발명을 한정하지 않으며, 공지된 다양한 종류의 전도성 고분자들이 적용될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 전도성 고분자는 신축성 또는 가요성을 가짐으로써 변형이 용이하여 다양한 모양의 액체 정보 센서(10)를 구현할 수 있는 이점이 있다.
- [0049] 일 실시예에서, 보호 층(300)의 두께는 0.5  $\mu\text{m}$  내지 3  $\mu\text{m}$ 의 범위 내일 수 있고, 바람직하게는 1.0  $\mu\text{m}$  내지 2.0  $\mu\text{m}$ 의 범위 내일 수 있다. 상기 두께가 0.5  $\mu\text{m}$  미만인 경우에는 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120) 사이의 단락이 발생할 가능성이 높다. 상기 두께가 3  $\mu\text{m}$ 을 초과하는 경우에는, 보호 층(300)에 인가되는 전압의 크기가 증가하고, 강유전 층(200)에 인가되는 전압의 크기가 감소하여 불필요한 전력의 낭비가 발생할 수 있으며, 대상 액체(20)의 극성에 따른 음파의 세기 차이가 감소하여 정확도가 감소할 수 있다.
- [0050] 일 실시예에서, 액체 정보 센서(10)는 강유전 층(200) 상에 형성되어 수용 영역(210)을 정의하는 스페이서(400)를 더 포함할 수 있다. 스페이서(400)의 두께는 약 1 mm일 수 있다. 예를 들면, 스페이서(400)는 강유전 층(200)에 부착되기 용이하도록 일 면에 접촉제가 제공된 테이프일 수 있다. 이는 비제한적인 예시일 뿐이며, 공지된 다양한 물질들이 적용될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 스페이서(400)가 대상 액체(20)의 수용 영역(210) 주변에 형성됨으로써, 대상 액체(20)가 범람하는 것을 방지할 수 있고, 수용 가능한 대상 액체(20)의 부피를 증가시킬 수 있다.
- [0051] 일 실시예에서, 액체 정보 센서(10)는 대상 액체(20)의 기화를 방지하는 커버(600)를 더 포함할 수 있다. 커버(600)는 강유전 층(200) 상에 탈부착 가능하여 대상 액체(20)를 수용 영역(210)에 채공한 후에 커버(600)를 덮을 수 있다. 다른 실시예에서는, 강유전 층(200) 상에 스페이서(400)가 제공되고, 스페이서(400) 상에 커버(600)가 부착될 수도 있다.
- [0052] 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 액체 정보 센서(10c)를 나타낸 도면이다.
- [0053] 도 4를 참조하면, 일 실시예에서, 액체 정보 센서(10c)는 마이크로폰(500)을 더 포함할 수 있다. 마이크로폰(500)은 스마트폰에 장착된 마이크로폰(500), 음성 녹음용 마이크로폰(500) 또는 녹음기용 마이크로폰(500)일 수 있다. 예를 들면, 마이크로폰(500)은 전방향 마이크로폰(500)일 수 있다. 이는 비제한적인 예시로서 본 발

명을 한정하지 않으며, 공지된 다양한 종류의 마이크로폰(500)이 사용될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 전방향으로 발산되는 음파의 세기를 측정함으로써 대상 액체(20)의 정보 수집을 위하여 대상 액체(20) 또는 대상 액체(20)가 제공된 액체 정보 센서(10c)와 물리적으로 접촉하지 않고 대상 액체(20)의 정보를 수집할 수 있다.

- [0054] 일 실시예에서, 액체 정보 센서(10c)는 전극 세트(100) 및 강유전 층(200)이 형성되기 위한 기판(SS)을 더 포함할 수 있다. 기판(SS)은 절연성 고분자를 포함할 수 있으며, 예를 들면, 플루오르화 폴리비닐리덴(Polyvinylidene fluoride; PVDF)을 포함할 수 있다. 이는 비제한적인 예시로서, 공지된 다양한 종류의 고분자들이 적용될 수 있다.
- [0055] 도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 액체 정보 센서(10d)를 나타낸 도면이다.
- [0056] 도 5a를 참조하면, 일 실시예에서, 액체 정보 센서(10d)는 단일의 강유전 층(200) 또는 단일의 강유전 층(200) 및 보호 층(300)의 적층체 하부에 어레이 형태로 배열되어 배치된 복수 개의 전극 세트들(100)을 포함할 수 있다. 예를 들면, 복수 개의 전극 세트들(100)은 3 x 3의 어레이로 배열된 전극 세트들(100)일 수 있다. 복수 개의 전극 세트들(100) 각각의 상부의 강유전 층(200) 상에는 복수 개의 수용 영역들(210)이 형성될 수 있다.
- [0057] 일 실시예에서, 복수 개의 전극 세트들(100)은 모두 전기적으로 연결되어 동일한 직류 신호 및/또는 교류 신호를 수신하거나, 복수 개의 전극 세트들(100) 중 적어도 어느 하나의 열 또는 적어도 어느 하나의 행의 전극 세트들(100)만이 전기적으로 연결되어 동일한 직류 신호 및/또는 교류 신호를 수신할 수도 있다.
- [0058] 일 실시예에서, 복수 개의 전극 세트(100) 각각에 서로 다른 크기의 직류 신호들이 인가되어 강유전 층(200) 중 각각의 전극 세트(100) 상부의 일부 영역들에 서로 다른 잔류 분극을 형성할 수 있다. 예를 들면, 직류 신호들의 전압의 크기는 1.0 kV 내지 1.4 kV의 범위 내일 수 있다. 이후, 복수 개의 전극 세트(100) 상부의 복수 개의 수용 영역들(210) 중 어느 하나의 수용 영역(210)에 대상 액체(20)를 제공한 후 복수 개의 전극 세트들(100)에 교류 신호를 인가하는 경우, 대상 액체(20)의 위치에 따라 발생하는 음파의 세기가 달라질 수 있다.
- [0059] 본 발명의 실시예에 따르면, 복수 개의 어레이 중 임의의 지점에 대상 액체(20)를 제공하고, 대상 액체(20)가 제공된 지점에 따라 가변되는 음파의 세기를 측정하여 대상 액체(20)가 제공된 지점을 판단할 수 있다.
- [0060] 도 5b를 참조하면, 다른 실시예에서, 한 개의 전극 세트(100)를 갖는 복수 개의 액체 정보 센서들(10e)이 어레이 형태로 배열될 수 있다. 복수 개의 액체 정보 센서들(10e)은 동일하거나 상이한 직류 신호 및/또는 교류 신호를 수신할 수 있다. 복수 개의 액체 정보 센서(10e)에 관한 상세한 설명은 모순되지 않는 범위 내에서 도 5a의 개시 사항들이 참조될 수 있다.
- [0061] 도 5c를 참조하면, 일 실시예에 따른 액체 정보 센서(10f)는 전극 세트(100) 및 강유전 층(200)의 적층체가 말려 형성된 튜브형 센서일 수 있다. 일 실시예에서, 상기 튜브형 센서의 내부에 대상 액체(20)가 제공될 수 있고, 튜브형의 강유전 층(200)을 둘러싸고 있는 고리 모양의 전극 세트(100)에 교류 전압이 인가될 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 적층체는 2 회 이상 반복적으로 말려 젤리롤을 형성할 수도 있다.
- [0062] 일 실시예에서, 상기 튜브형 센서의 곡률 반경은 1 mm 내지 100 mm의 범위 내일 수 있다. 상기 곡률 반경은, 곡률의 역수를 의미하며, 상기 튜브형 센서의 곡률과 동일한 곡률을 갖는 원의 반지름을 의미할 수 있다. 상기 곡률 반경이 1 mm 미만인 경우에는 대상 액체(20)의 수용 영역(210)이 감소하고, 강유전 층(200)에 충분한 양의 분극이 형성되지 않아 액체 정보 센서(10)의 정확도가 떨어질 수 있다. 또한, 상기 곡률 반경이 100 mm를 초과하는 경우에는 상기 튜브형 센서의 굽기가 증가하여 대상 액체(20)의 공급량이 증가하고, 튜브형 센서의 부피가 증가하여 액체 정보 센서(10f)를 소형화하는데 장애가 될 수 있다.
- [0063] 일 실시예에서, 액체 정보 센서(10f)의 전극 세트(100)는 복수 개이고, 복수 개의 전극 세트들(100)이 상기 튜브형 센서의 길이 방향으로 소정 거리 이격되어 배치될 수 있다. 일 실시예에 따른 액체 정보 센서(10f)가 복수 개의 전극 세트들(100)을 포함하는 경우, 후술되는 것과 같이 대상 액체(20)의 속도를 측정할 수 있다.
- [0064] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 정보 센서(10a~10f)의 구동 방법의 순서도이다.
- [0065] 일 실시예에서, 액체 정보 센서(10a~10f)는 제 1 전극(110) 및 제 1 전극(110)과 이격되어 배치되고, 제 1 전극(110)과의 사이에 교류 신호가 인가되는 제 2 전극(120)을 포함하는 적어도 하나 이상의 전극 세트(100) 및 제 1 전극(110) 및 제 2 전극(120)과 접하는 제 1 면(S1) 및 제 1 면(S1)과 대향하고 대상 액체(20)를 수용하는 수용 영역(210)이 정의되는 제 2 면(S2)을 포함하며, 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전 층(200)을 포함할 수 있다. 액체 정보 센서(10)에 대한 상세한 설명은 모순되지 않는 범위 내에

서 도 1 내지 도 5c의 액체 정보 센서(10)에 대한 개시 사항들이 참조될 수 있다.

- [0066] 도 6을 참조하면, 일 실시예에서, 먼저 수용 영역(210)에 대상 액체(20)를 제공한다(S100). 대상 액체(20)는 스포이드와 같은 도구를 이용하여 수용 영역(210) 상에 점적되거나, 수용 영역(210)이 오목부인 경우에는 상기 오목부에 수용될 수 있다. 다른 실시예에서, 대상 액체(20)는 일정하거나 가변적인 유량으로 연속적으로 공급될 수 있다.
- [0067] 다음으로, 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120) 사이에 교류 신호를 인가하여 음파를 생성할 수 있다(S200). 전술한 것과 같이, 일 실시예에서 교류 신호의 주파수는 20 Hz 내지 20 kHz의 범위 내일 수 있다. 교류 신호의 전압의 크기는 50 V 내지 500 V일 수 있고, 예시적으로는 70 V 내지 200 V일 수 있으며, 바람직하게는 100 V일 수 있다. 상기 전압의 크기는 강유전 층(200) 또는 보호 층(300)의 두께, 대상 액체(20)의 양에 따라서 적정 값으로 설정될 수 있다.
- [0068] 다음으로, 대상 액체(20)의 극성에 따라 가변되는 상기 음파의 세기를 측정할 수 있다(S300). 상기 음파의 세기는 청각에 의하여 감지되거나, 마이크로폰(500)을 이용하여 시간에 따른 파동 그래프로 측정될 수도 있다. 마이크로폰(500)은 액체 감지 센서에 물리적으로 접촉된 상태에서 상기 음파의 세기를 측정하거나, 액체 감지 센서와 접촉되지 않은 상태에서 상기 음파의 세기를 측정할 수도 있다.
- [0069] 일 실시예에서, 대상 액체(20)는 연속적으로 제공되며, 상기 음파의 세기는 인-시츄(in-situ)로 측정될 수 있다. 대상 액체(20)가 연속적으로 제공되는 동안, 액체 정보 센서(10)에서 발생하는 음파의 세기를 연속적으로 측정하여 시간에 따른 음파의 변화를 측정할 수 있다. 다른 실시예에서, 액체 정보 센서(10)가 복수 개의 전극 세트(100)를 포함하는 경우에 대상 액체(20)를 연속적으로 공급하면서 대상 액체(20)가 통과하는 전극 세트(100)의 개수에 따라 가변되는 음파의 세기를 측정할 수 있다. 예를 들면, 제 1 전극 세트(100)와 제 2 전극 세트(100)가 배치되고, 연속적으로 공급되는 대상 액체(20)가 제 1 전극 세트(100)를 먼저 통과하고, 이후에 제 2 전극 세트(100)를 통과하는 경우, 제 1 전극 세트(100)만을 통과하는 경우에 비하여, 제 1 전극 세트 및 제 2 전극 세트를 함께 통과하는 경우의 음파의 세기가 클 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 연속적으로 대상 액체(20)를 공급하면서 발생하는 음파의 세기의 변화를 시간에 따라 측정함으로써, 상기 음파의 세기가 변화할 때까지 소요되는 시간에 의하여 대상 액체(20)의 이동 속도를 측정할 수 있다.
- [0070] 도 7a 내지 도 7f는 다른 실시예에 따른 액체 감지 센서(10a~10f)의 구동 방법을 나타낸 도면이다.
- [0071] 도 7a 및 7b를 참조하면, 일 실시예에 따른 쓰기 단계는, 수용 영역(210) 상에 대상 액체(20)를 제공하고, 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120) 사이에 직류 신호를 인가하여 강유전 층(200)에 분극을 발생시킬 수 있다. 도 7a의 좌측 도면은 수용 영역(210) 상에 대상 액체(20)를 제공한 실험 예에서 강유전 층(200)의 분극을 나타낸 도면이며, 우측 도면은 수용 영역(210) 상에 전도체를 제공한 비교 예에서 강유전 층(200)의 분극을 나타낸 도면이다. 상기 전도체는 플로팅된 전도 층일 수 있다. 상기 실험 예에서 강유전 층(200)의 분극은, 대상 액체(20)가 띠는 극성에 의하여 상기 비교 예의 강유전 층(200)의 분극보다 작은 것을 볼 수 있다. 일 실시예에서, 상기 직류 신호의 전압의 크기는 0.5 kV 내지 5 kV의 범위 내일 수 있다.
- [0072] 도 7b는 액체 감지 센서에 인가된 전기장에 따른 분극을 나타낸 그래프이다. 제 1 곡선(a1)은 상기 실험 예의 분극을 나타낸 그래프이고, 제 2 곡선(a2)은 상기 비교 예의 분극을 나타낸 그래프이다. 전기장의 크기가 0 V/m 인 지점의 분극인 잔류 분극을 비교하면, 제 2 곡선(a2)의 잔류 분극의 크기가 제 1 곡선(a1)의 잔류 분극의 크기보다 큰 것을 볼 수 있다. 제 2 곡선(a2)과 제 1 곡선(a1)의 잔류 분극의 차이(b1)에 의하여 대상 액체(20)의 극성에 대한 정보가 저장될 수 있다.
- [0073] 도 7c 및 도 7d를 참조하면, 일 실시예에 따른 읽기 단계는, 대상 액체(20)를 도전성 물질로 교체하고, 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120) 사이에 교류 신호를 인가하여 음파를 발생시킬 수 있다. 도 7c의 좌측 도면은 수용 영역(210) 상에 도전체를 제공한 실험 예에서 강유전 층(200)의 분극을 나타낸 도면이며, 우측 도면은 수용 영역(210) 상에 전도체를 제공한 비교 예에서 강유전 층(200)의 분극을 나타낸 도면이다.
- [0074] 도 7d는 시간에 따른 음파의 세기를 나타낸 그래프이다. 제 1 곡선(a1)은 상기 실험 예의 음파의 세기를 나타낸 그래프이고, 제 2 곡선(a2)은 상기 비교 예의 음파의 세기를 나타낸 그래프이다. 제 2 곡선(a2)의 음파의 세기가 제 1 곡선(a1)의 음파의 세기보다 큰 것을 볼 수 있다. 일 실시예에서, 액체 정보 센서(10a~10f)는 제 1 곡선(a1)과 제 2 곡선(a2)의 음파의 세기의 차이가 클수록 대상 액체(20)의 극성이 크다는 정보를 획득할 수 있다.
- [0075] 도 7e 및 도 7f를 참조하면, 일 실시예에 따른 소거 단계는, 제 1 전극(110)과 제 2 전극(120) 사이에 쓰기 단

계의 직류 신호와 반대 극성의 직류 신호를 인가하여 상기 분극을 제거할 수 있다. 도 7e의 좌측 도면은 수용 영역(210) 상에 도전체를 제공한 실험 예에서 강유전 층(200)의 분극을 나타낸 도면이며, 우측 도면은 수용 영역(210) 상에 전도체를 제공한 비교 예에서 강유전 층(200)의 분극을 나타낸 도면이다. 상기 반대 극성의 직류 신호에 의하여 강유전 층(200)에는 기존의 잔류 분극을 소거할 수 있는 전기장의 크기인 항전기장(coercive field) 이상의 전기장이 인가될 수 있다. 이에 따라, 상기 실험 예 및 상기 비교 예에서 잔류 분극이 소거되는 것을 볼 수 있다.

[0076] 도 7f는 액체 감지 센서에 인가된 전기장에 따른 분극을 나타낸 그래프이다. 제 1 곡선(a1)은 상기 실험 예의 분극을 나타낸 그래프이고, 제 2 곡선(a2)은 상기 비교 예의 분극을 나타낸 그래프이다. 일 실시예에서, 상기 항전기장 이상의 전기장이 인가된 지점(c1)에서의 제 1 곡선(a1)과 제 2 곡선(a2)의 잔류 분극의 차이가  $0 \mu C/cm^2$ 이 되는 것을 볼 수 있다. 이에 따라, 상기 잔류 분극을 소거한 후에, 다른 대상 액체(20)의 정보 수집을 위하여 재사용 가능한 액체 정보 센서(10a~10f)가 제공될 수 있다.

[0077] 본 발명의 일 실시예에 따르면 쓰기 단계에서 강유전 층(200)에 형성된 잔류 분극에 따라 가변되는 음파의 세기를 읽기 단계에서 측정함으로써, 대상 액체(20)가 일부 기화되더라도 대상 액체(20) 정보의 수집이 가능하여 측정 시간의 제한이 완화되고, 액체 정보 센서(10a~10f)의 신뢰도 및 정확도가 향상될 수 있다. 또한, 상기 정보를 소정 시간 저장함으로써 메모리 기능을 갖는 센서를 구현할 수 있다. 이에 따라, 액체 정보 센서(10a~10f)는 바이오 의학적 진단, 인체 유해한 액체의 감지, 마이크로 유체를 이용한 세포 개수 검열 또는 세포의 분류에 적용될 수 있다. 또는, 음파를 이용한 비휘발성의 터치 패드를 구현할 수도 있다.

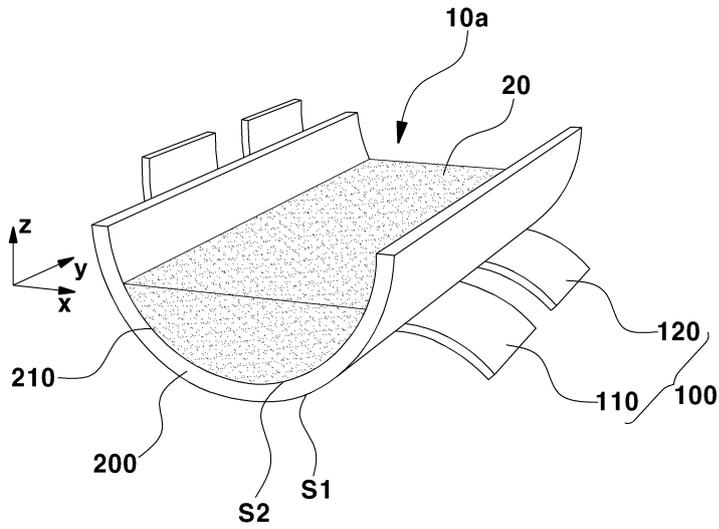
[0078] 이상에서 설명한 본 발명이 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

### 부호의 설명

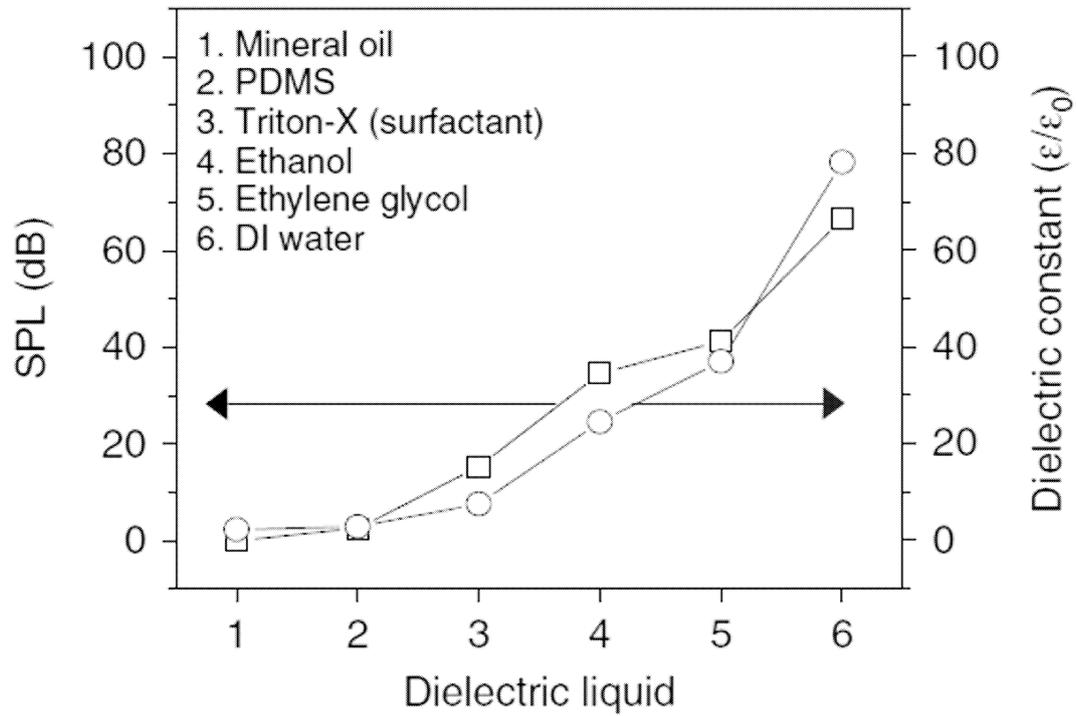
- [0079] 10: 액체 정보 센서
- 100: 전극 세트
- 110: 제 1 전극
- 120: 제 2 전극
- 200: 강유전 층
- 210: 수용 영역
- 300: 보호 층
- 400: 스페이서
- 500: 마이크로폰
- 600: 커버
- 20: 대상 액체
- SS: 기관

도면

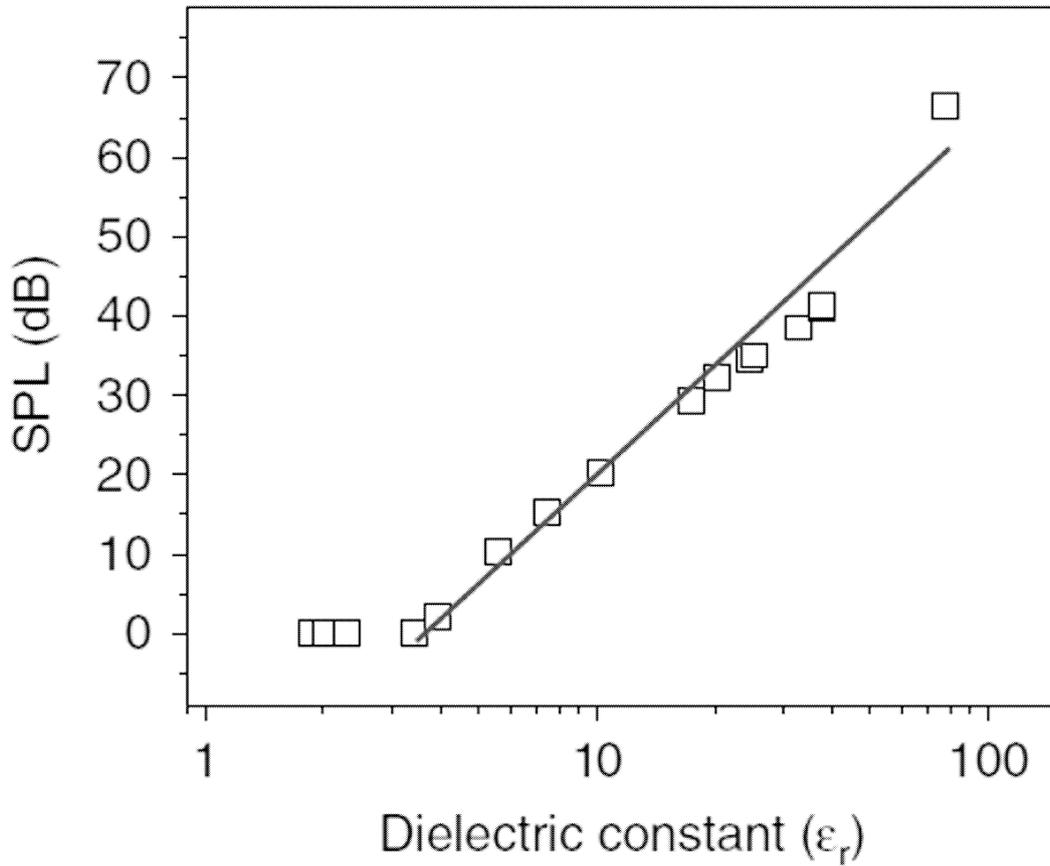
도면1



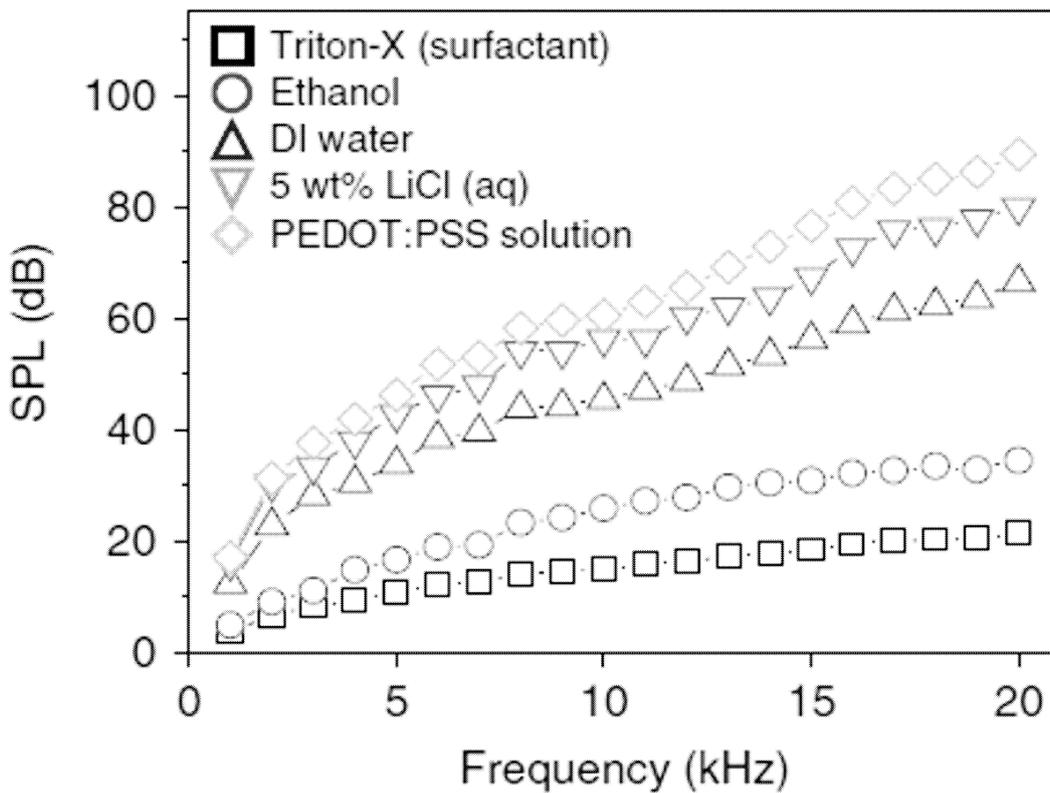
도면2a



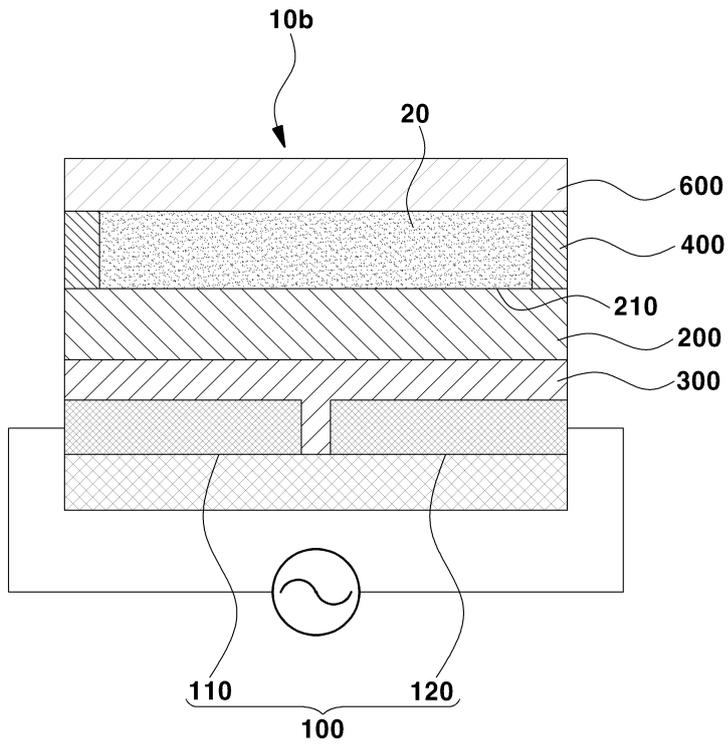
도면2b



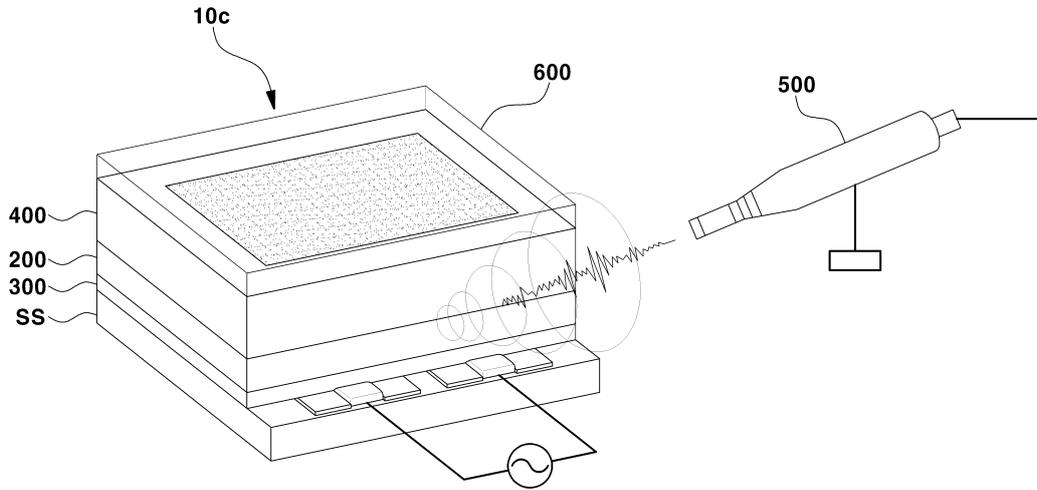
도면2c



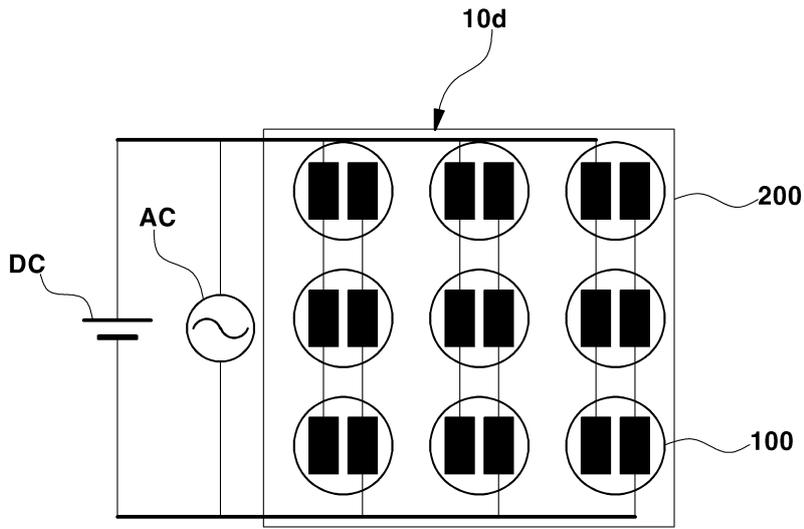
도면3



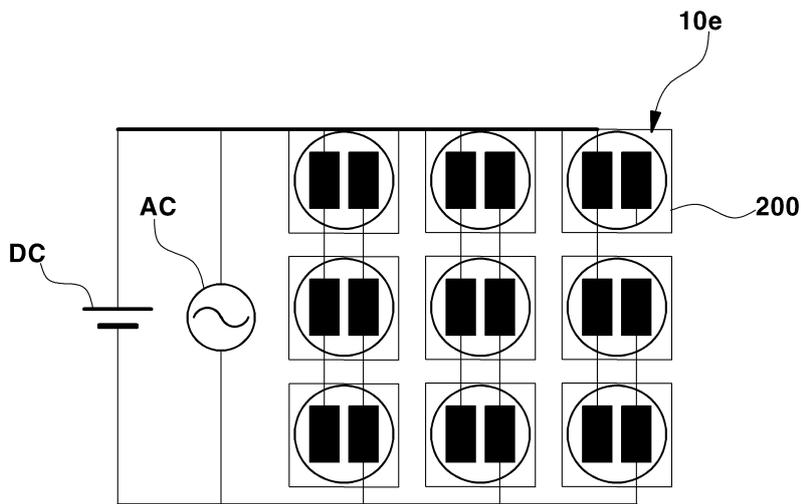
도면4



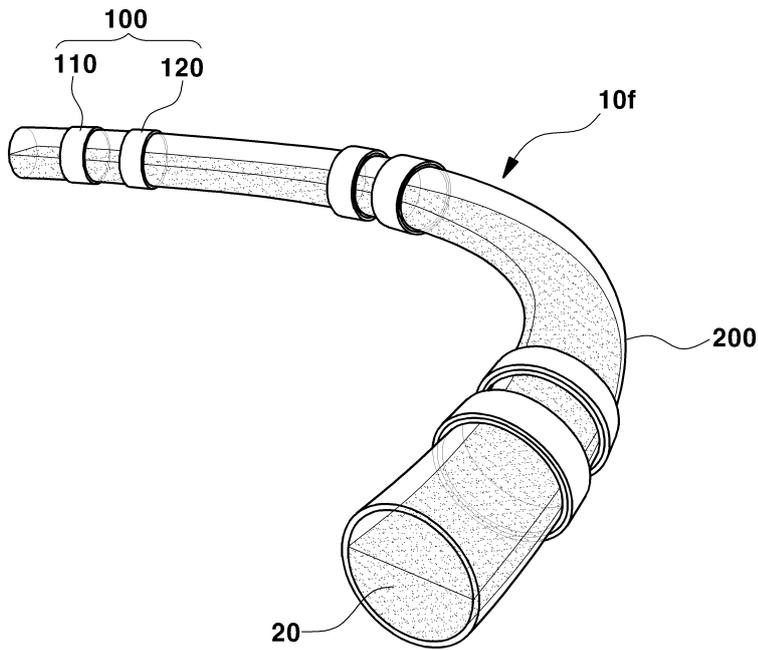
도면5a



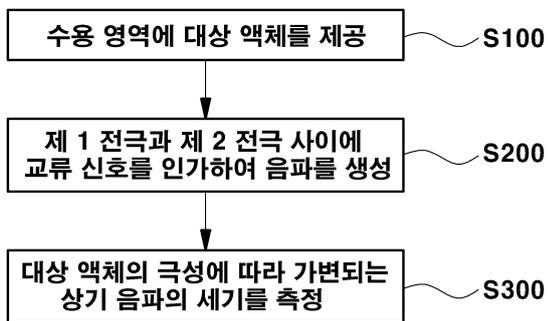
도면5b



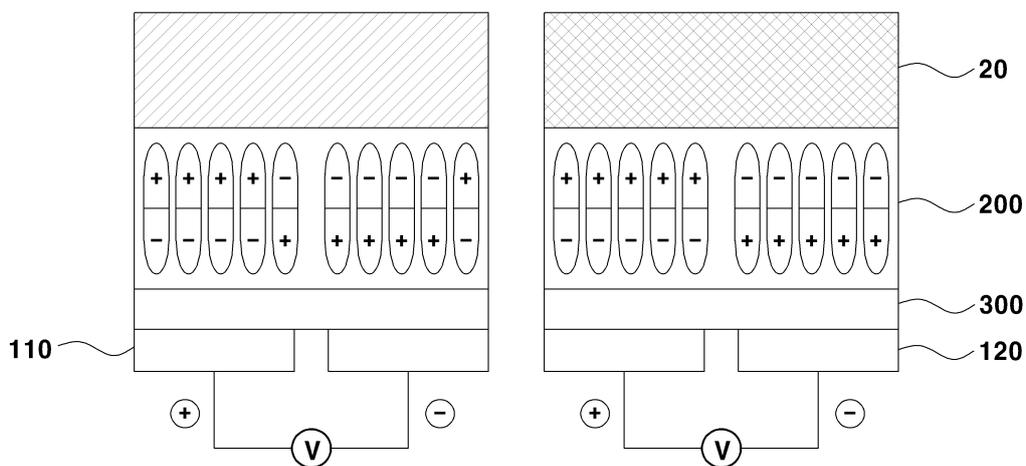
도면5c



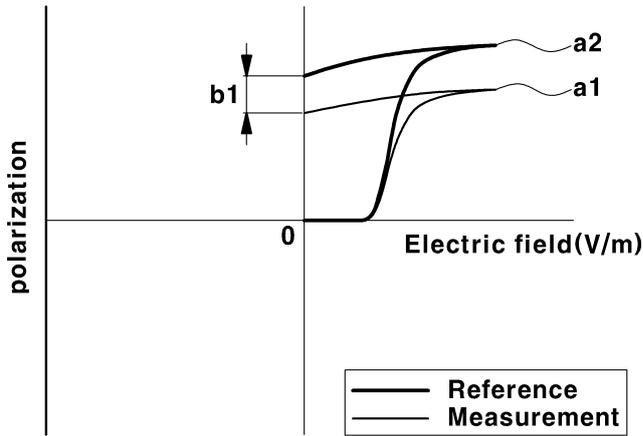
도면6



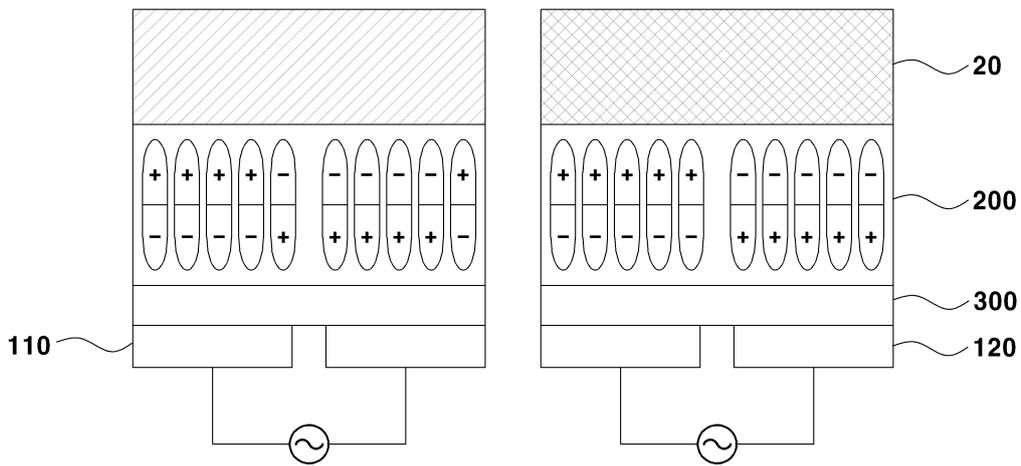
도면7a



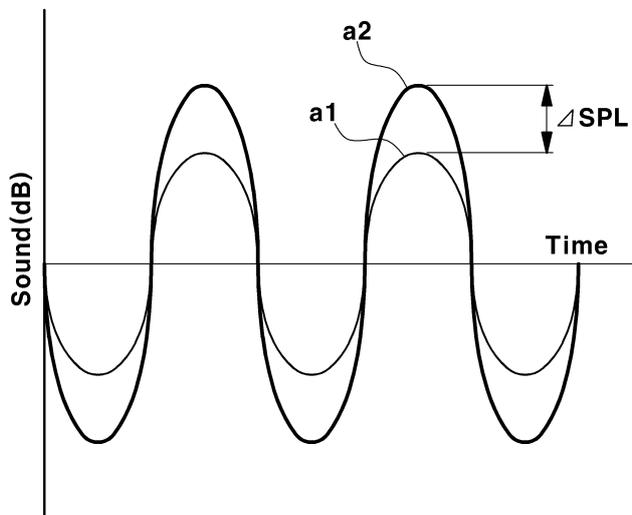
도면7b



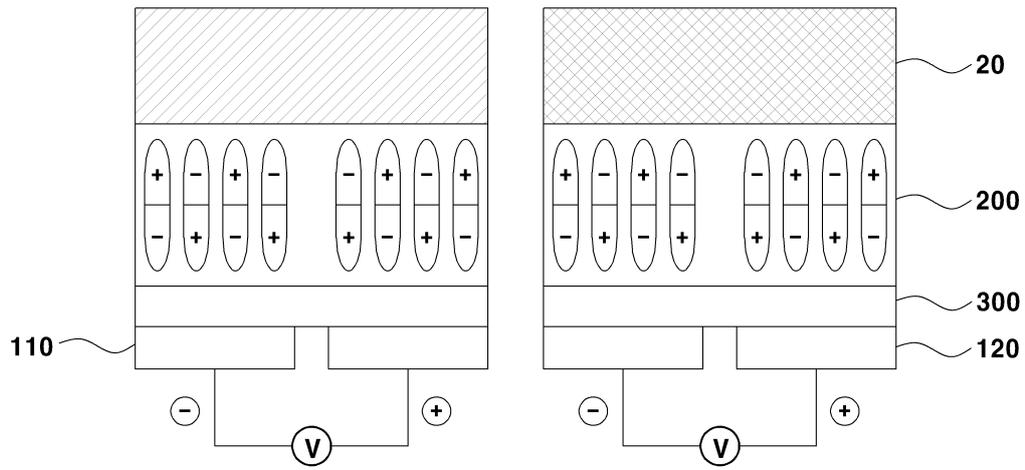
도면7c



도면7d



도면7e



도면7f

