



등록특허 10-2277532



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년07월13일

(11) 등록번호 10-2277532

(24) 등록일자 2021년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01F 1/66 (2006.01) A61M 1/00 (2006.01)

A61M 5/168 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01F 1/662 (2013.01)

A61M 1/73 (2021.05)

(21) 출원번호 10-2019-0155026

(22) 출원일자 2019년11월28일

심사청구일자 2019년11월28일

(65) 공개번호 10-2021-0066142

(43) 공개일자 2021년06월07일

(56) 선행기술조사문헌

JP2001304929 A\*

JP2004020396 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

박철민

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제2공학관 217호

김중성

서울특별시 강서구 수명로2길 105

마곡수명산파크5단지아파트 503동 602호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김권석

전체 청구항 수 : 총 15 항

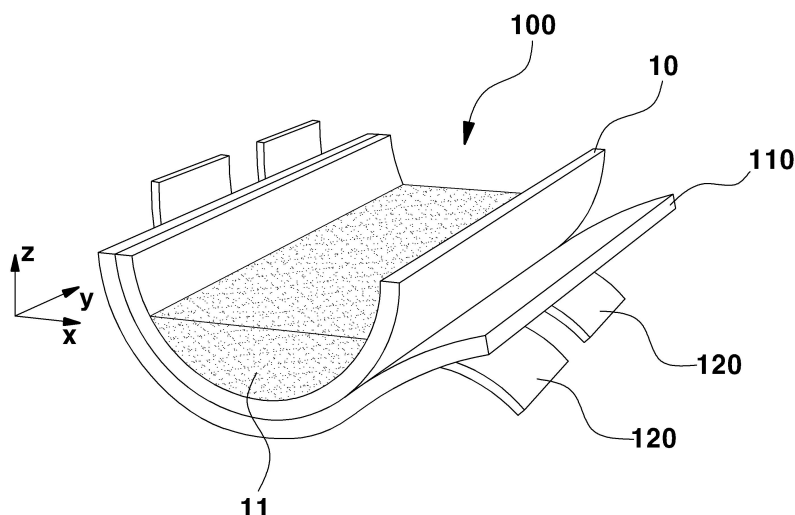
심사관 : 이기현

(54) 발명의 명칭 액체 유속 센서 및 이의 구동 방법

(57) 요약

본 발명은 액체 유속 센서 및 이의 구동 방법에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 유속 센서는 피측정 액체가 흐르는 유로에 결합되며, 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전 층 및 상기 강유전 층을 둘러싸며 상기 피측정 액체의 흐름 방향으로 소정 거리 만큼 이격되고, 상기 강유전 층에 상기 교류 신호를 인가하는 복수의 전극들을 포함하며, 상기 음파를 측정하여 상기 유로를 통과하는 피측정 액체의 유속 정보를 획득할 수 있다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

**A61M 5/16886** (2013.01)

**G01F 1/667** (2013.01)

**A61M 2205/3334** (2013.01)

**A61M 2205/3375** (2013.01)

(72) 발명자

**이규호**

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 첨단과  
학기술연구원 109호

**김의혁**

서울특별시 노원구 상계로7길 18 우성아파트 101동  
308호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2019110101(2019026569)

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)

기 여 율 1/2

과제수행기관명 연세대학교 산학협력단

연구기간 2019.03.01 ~ 2020.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2018111787(2019013610)

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 원천기술개발사업

연구과제명 [Ezbaro] (총괄/3세부)인공 공감각 일렉트로닉스 플랫폼 개발 (1단계)(2/3)

기 여 율 1/2

과제수행기관명 연세대학교 산학협력단

연구기간 2019.01.16 ~ 2020.01.15

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

피측정 액체가 흐르는 유로에 결합되며, 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전 층; 및

상기 강유전 층을 둘러싸며 상기 피측정 액체의 흐름 방향으로 소정 거리 만큼 이격되고, 상기 강유전 층에 상기 교류 신호를 인가하는 복수의 전극들을 포함하며,

상기 음파 중 상기 유로 외부로 출력되는 외부 음파의 제 1 발생 시점을 측정하여 상기 외부 음파의 제 1 발생 시점과 기준 시점 사이의 차이를 기반으로 상기 유로를 통과하는 피측정 액체의 유속 정보를 획득하며,

상기 기준 시점은 상기 제 1 발생 시점보다 빠른 상기 피측정 액체의 주입 시점 또는 상기 제 1 발생 시점보다 빠른 다른 음파의 제 2 발생 시점인 액체 유속 센서.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 강유전 층은 상기 유로의 둘레를 둘러싸는 튜브 형태인 액체 유속 센서.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 전극들은 상기 유로의 둘레중 적어도 일부를 둘러싸는 전극인 액체 유속 센서.

#### 청구항 4

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 유속 센서.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 외부 음파의 세기는 상기 액체의 극성이 클수록 증가하는 액체 유속 센서.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 외부 음파의 세기는 상기 액체의 비유전율에 선형적으로 비례하는 액체 유속 센서.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 외부 음파의 세기는 상기 교류 신호의 주파수가 높을수록 증가하는 액체 유속 센서.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 액체 유속 센서는

상기 강유전 층과 상기 복수의 전극들 사이에 배치되며, 상기 강유전 층과 함께 절연 내압을 증가시키기 위한

보호 절연 층을 더 포함하는 액체 유속 센서.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 보호 절연 층은 절연성 고분자인 액체 유속 센서.

#### 청구항 10

피측정 액체가 흐르는 유로에 결합되며, 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전 층과 상기 강유전 층을 둘러싸며 상기 피측정 액체의 흐름 방향으로 소정 거리 만큼 이격되고, 상기 강유전 층에 상기 교류 신호를 인가하는 복수의 전극들을 포함하는 액체 유속 센서;

상기 액체 유속 센서와 이격되며, 상기 음파 중 상기 유로 외부로 출력되는 외부 음파의 세기를 측정하는 마이크로폰; 및

상기 측정된 외부 음파의 세기로부터 상기 외부 음파의 제 1 발생 시점을 결정하고, 상기 외부 음파의 제 1 발생 시점과 기준 시점 사이의 차이를 기반으로 상기 피측정 액체의 유속을 연산하는 연산 모듈을 포함하며,

상기 기준 시점은 상기 제 1 발생 시점보다 빠른 상기 피측정 액체의 주입 시점 또는 상기 제 1 발생 시점보다 빠른 다른 음파의 제 2 발생 시점인 액체 유속 측정 장치.

#### 청구항 11

피측정 액체가 흐르고, 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전체를 포함하는 유로부; 및

상기 유로부를 둘러싸며 상기 피측정 액체의 흐름 방향으로 소정 거리 만큼 이격되고, 상기 유로부에 상기 교류 신호를 인가하는 복수의 전극들을 포함하며,

상기 음파 중 상기 유로부의 외부로 출력되는 외부 음파의 제 1 발생 시점을 측정하여 상기 외부 음파의 제 1 발생 시점과 기준 시점 사이의 차이를 기반으로 상기 유로부를 통과하는 액체의 유속 정보를 획득하며,

상기 기준 시점은 상기 제 1 발생 시점보다 빠른 상기 피측정 액체의 주입 시점 또는 상기 제 1 발생 시점보다 빠른 다른 음파의 제 2 발생 시점인 액체 유속 센서.

#### 청구항 12

액체 유속 센서의 구동 방법으로서,

상기 액체 유속 센서는 피측정 액체가 흐르는 유로에 결합되며, 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전 층 및 상기 강유전 층을 둘러싸며 상기 피측정 액체의 흐름 방향으로 소정 거리 만큼 이격되고, 상기 강유전 층에 상기 교류 신호를 인가하는 복수의 전극들을 포함하고, 상기 음파 중 상기 유로 외부로 출력되는 외부 음파를 측정하여 상기 유로를 통과하는 피측정 액체의 유속 정보를 획득하며,

상기 복수의 전극들에 적어도 하나 이상의 교류 신호를 인가하는 단계; 및

상기 외부 음파를 측정하여 상기 외부 음파의 제 1 발생 시점과 기준 시점 사이의 차이를 기반으로 상기 액체의 유속 정보를 획득하는 단계를 포함하며,

상기 기준 시점은 상기 제 1 발생 시점보다 빠른 상기 피측정 액체의 주입 시점 또는 상기 제 1 발생 시점보다 빠른 다른 음파의 제 2 발생 시점인 액체 유속 센서의 구동 방법.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 액체는 불연속적으로 공급되는 액체 유속 센서의 구동 방법.

#### 청구항 14

삭제

## 청구항 15

삭제

## 청구항 16

액체 유속 센서의 구동 방법으로서,

상기 액체 유속 센서는 피측정 액체가 흐르는 유로에 결합되며, 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전 층 및 상기 강유전 층을 둘러싸며 상기 피측정 액체의 흐름 방향으로 소정 거리 만큼 이격되고, 상기 강유전 층에 상기 교류 신호를 인가하는 복수의 전극들을 포함하고, 상기 음파 중 상기 유로 외부로 출력되는 외부 음파를 측정하여 상기 유로를 통과하는 피측정 액체의 유속 정보를 획득하며,

상기 복수의 전극들 중 제 1 전극 세트에는 제 1 주파수의 교류 신호가 인가되고, 상기 복수의 전극들 중 제 2 전극 세트에는 제 2 주파수의 교류 신호를 인가하는 단계; 및

상기 외부 음파를 측정하여 상기 제 1 주파수를 갖는 외부 음파의 발생 시점과 상기 제 2 주파수를 갖는 외부 음파의 발생 시점 사이의 차이를 기반으로 상기 액체의 유속 정보를 획득하는 단계를 포함하는 액체 유속 센서의 구동 방법.

## 청구항 17

액체 유속 센서의 구동 방법으로서,

상기 액체 유속 센서는 피측정 액체가 흐르고, 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전체를 포함하는 유로부 및 상기 유로부를 둘러싸며 상기 피측정 액체의 흐름 방향으로 소정 거리 만큼 이격되고, 상기 유로부에 상기 교류 신호를 인가하는 복수의 전극들을 포함하고, 상기 음파 중 상기 액체 유속 센서 외부로 출력되는 외부 음파를 측정하여 상기 유로부를 통과하는 액체의 유속 정보를 획득하며,

상기 복수의 전극들에 적어도 하나 이상의 교류 신호를 인가하는 단계; 및

상기 외부 음파를 측정하여 상기 외부 음파의 제 1 발생 시점과 기준 시점 사이의 차이를 기반으로 상기 액체의 유속 정보를 획득하는 단계를 포함하며,

상기 기준 시점은 상기 제 1 발생 시점보다 빠른 상기 피측정 액체의 주입 시점 또는 상기 제 1 발생 시점보다 빠른 다른 음파의 제 2 발생 시점인 액체 유속 센서의 구동 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

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

### 배경 기술

[0002] 바이오 기술 분야에서 생물 의학적 진단 또는 독성 액체 물질을 감지하기 위하여 액체 유속 센서에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. 액체의 유속을 측정하기 위한 종래의 기술들은 상기 액체가 시작 지점을 통과하여 종착 지점에 도달하기까지의 시간을 수동적으로 측정하거나, 광학적 방식을 이용하여 유속을 측정하였다. 그러나, 종래의 수동적 또는 광학적 방식은 사용자 또는 액체의 종류에 따라 편차가 심하여 신뢰도가 낮은 문제점이 있다.

[0003] 바이오 기술 분야 또는 의료 기술 분야에 적용 가능한 유속 센서를 구현하기 위해서는, 다양한 형태로 제작이 가능하도록 유연성이 확보되어야 하고, 간단한 구조로 구성되어 소형화되는 것이 바람직할 수 있다. 또한, 다양한 목적의 기구 또는 장치에 적용되기 위해서는 장착 및/또는 탈거가 용이해야 한다.

[0004] 또한, 인체로 주입 또는 인체로부터 추출되는 액체의 유속을 측정하기 위해서는 세균의 오염 또는 상기 오염으로 인한 염증을 방지하기 위하여 빠른 주기로 교체되어야 한다. 빠른 교체 주기로 인한 비용상의 문제를 해결하기 위해서는 저비용 생산이 요구된다.

## 발명의 내용

## 해결하려는 과제

- [0005] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 유연성을 갖는 간단한 구조로 제조되어, 소형화되고, 다양한 기구 또는 장치들에 장착 및/또는 탈거가 용이하여 다양한 분야에 응용될 수 있으며, 최소한의 구성 요소들로 구현되어 저비용 생산이 가능한 액체 유속 센서를 제공하는 것이다.
- [0006] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 전술한 이점을 갖는 액체 유속 센서를 이용하여 신속하게 정확도 높은 액체 유속 정보를 획득할 수 있는 액체 유속 센서의 구동 방법을 제공하는 것이다.

## 과제의 해결 수단

- [0007] 상기의 과제를 해결하기 위한 일 실시예에 따른 액체 유속 센서는, 피측정 액체가 흐르는 유로에 결합되며, 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전 층 및 상기 강유전 층을 둘러싸며 상기 피측정 액체의 흐름 방향으로 소정 거리 만큼 이격되고, 상기 강유전 층에 상기 교류 신호를 인가하는 복수의 전극들을 포함하며, 상기 음파를 측정하여 상기 유로를 통과하는 피측정 액체의 유속 정보를 획득할 수 있다.
- [0008] 일 실시예에서, 상기 강유전 층은 상기 유로의 둘레를 둘러싸는 튜브 형태일 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 복수의 전극들은 상기 유로의 둘레중 적어도 일부를 둘러싸는 전극일 수 있다. 또 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 실시예에서, 상기 음파의 세기는 상기 액체의 극성이 클수록 증가할 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 음파의 세기는 상기 액체의 비유전율에 선형적으로 비례할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 상기 음파의 세기는 상기 교류 신호의 주파수가 높을수록 증가할 수 있다.
- [0010] 일 실시예에서, 상기 액체 유속 센서는 상기 강유전 층과 상기 복수의 전극들 사이에 배치되며, 상기 강유전 층과 함께 절연 내압을 증가시키기 위한 보호 절연 층을 더 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 보호 절연 층은 절연성 고분자일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 상기 액체 유속 센서는 상기 음파의 세기를 측정하는 마이크로폰을 더 포함할 수 있다.
- [0011] 상기의 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 액체 유속 센서의 구동 방법은 피측정 액체가 흐르고, 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전체를 포함하는 유로부 및 상기 유로부를 둘러싸며 상기 피측정 액체의 흐름 방향으로 소정 거리 만큼 이격되고, 상기 유로부에 상기 교류 신호를 인가하는 복수의 전극들을 포함하며, 상기 음파를 측정하여 상기 유로부를 통과하는 액체의 유속 정보를 획득할 수 있다.
- [0012] 상기의 과제를 해결하기 위한 다른 실시예에 따른 액체 유속 센서의 구동 방법은 상기 복수의 전극들에 적어도 하나 이상의 교류 신호를 인가하는 단계 및 상기 음파를 측정하여 상기 액체의 유속 정보를 획득하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에서, 상기 액체는 불연속적으로 공급될 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 액체의 유속 정보를 획득하는 단계에서, 상기 액체의 주입 시점과 상기 음파의 발생 시점 사이의 시간을 측정할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 상기 액체의 유속 정보를 획득하는 단계에서, 상기 액체가 상기 복수의 전극들 중 제 1 전극 세트를 지나 제 1 음파의 발생이 시작된 시점과 상기 액체가 상기 복수의 전극들 중 제 2 전극 세트를 지나 제 1 음파보다 큰 세기의 제 2 음파의 발생이 시작된 시점 사이의 시간을 측정할 수 있다.
- [0014] 일 실시예에서, 상기 복수의 전극들 중 제 1 전극 세트에는 제 1 주파수의 교류 신호가 인가되고, 상기 복수의 전극들 중 제 2 전극 세트에는 제 2 주파수의 교류 신호가 인가되며, 상기 액체의 유속 정보를 획득하는 단계에서, 상기 제 1 주파수를 갖는 음파의 발생 시점과 상기 제 2 주파수를 갖는 음파의 발생 시점 사이의 시간을 측정할 수 있다.

## 발명의 효과

- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 정보 센서는 액체 수용부에 장착될 수 있고, 교류가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전 층 및 상기 강유전 층을 둘러싸는 복수의 고리형 전극들의 간단한 구성을 가짐으로써, 구성 요소들의 유연성 또는 가요성 확보가 용이하여 다양한 형태로 제작될 수 있고, 다양한 기기 및/또는 장비에 장착 또는 탈거되기 용이한 이점을 제공할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 음파는 공기, 액체 또는 고체와 같은 중간 매질에 의해 전달됨으로써 마이크로폰과 같은 측정 장비가 직접 연결되지 않더라도 측정할 수 있고, 상기 음파는 특정 각도에 제한되지 않고 모든 방향으로 전달되어 측정 방향에 제약이 없어 측정이 용이할 수 있다.

[0017] 본 발명의 다른 실시예에 따른 액체 정보 센서의 구동 방법은 전술한 이점을 갖는 액체 정보 센서를 이용함으로써 고신뢰도 및 고정확도의 액체 유속 정보를 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0018] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 유속 센서를 나타낸 도면이고, 도 1b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 액체 유속 센서를 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 액체 유속 센서의 단면도이다.

도 3은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 액체 유속 센서의 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 유속 센서의 구동 방법의 순서도이다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 유속 센서의 구동 방법을 나타낸 도면이다.

도 6a 및 도 6b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 액체 유속 센서의 구동 방법을 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 액체 유속 센서의 구동 방법을 나타낸 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 유속 센서(100)를 나타낸 도면이고, 도 1b는 본 발명의 다른 실시예



에 따른 액체 유속 센서(100a)를 나타낸 도면이다.

- [0027] 도 1a 및 도 1b를 참조하면, 일 실시예에서, 액체 유속 센서(100, 100a)는 피측정 액체(11)가 흐르는 유로(10)에 결합되는 강유전 층(110) 및 강유전 층(110)을 둘러싸는 복수의 전극들(120)을 포함할 수 있다. 예를 들면, 유로(10)는 피측정 액체(11)가 수용되거나 흐르기 적합한 오목부일 수 있다. 상기 오목부는 도 1a에 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. 일 실시예에서, 상기 오목부는 피측정 액체(11)가 흐르는 방향인 제 2 방향(y)으로 연장될 수 있다.
- [0028] 일 실시예에서, 유로(10)는 일 면이 개방된 튜브 형태(도 1a 참조)일 수 있다. 다른 실시예에서, 유로(10)는 피측정 유체가 흐를 수 있는 튜브형 유로(10)일 수 있다(도 1b 참조). 예를 들면, 상기 튜브형 유로는 의료용 또는 치료용 수액 튜브, 빨대, 인체 내 삽입 가능한 인공 혈관 튜브 또는 생체로부터 획득한 혈액이 흐르는 튜브일 수 있다. 이는 비제한적인 예시로서, 피측정 유체가 흐를 수 있는 다양한 형태의 물체들이 적용될 수 있다.
- [0029] 일 실시예에서, 피측정 액체(11)는 혈액, 혈장, 수액, 화학적 용액, 식염수, 의료용 용액 또는 증류수를 포함할 수 있다. 전술한 물질들은 예시적인 것이며, 본 발명을 한정하지 않는다. 피측정 유체는 유속 측정의 대상이 될 수 있는 모든 종류의 액체들을 포함할 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 액체 유속 센서(100)는 의료, 헬스 또는 미용과 같은 다양한 기술 분야에서 액체 유속 측정을 위한 소형 센서로 이용될 수 있다.
- [0030] 일 실시예에서, 피측정 액체(11)는 소정의 유한 부피를 갖고 소정의 간격을 두고 불연속적으로 유로(10)에 공급된다. 만약, 피측정 액체(11)가 유로(10)의 전체 경로를 채우면서 연속적으로 흐르는 경우, 피측정 액체(11)의 이동과 무관하게 음파가 발생하여 피측정 액체(11)의 유속 측정이 불가능하다.
- [0031] 다른 실시예에서, 상기 유한 부피를 갖는 피측정 액체(11)의 유로(10) 내에서의 길이(도 6a의 h)는 교류 신호가 인가되는 이웃한 복수의 전극들(120', 120'') 또는 전극 세트(120s) 사이의 이격 거리(ed)보다 크다. 본 발명의 실시예에 따르면, 유한 부피를 갖는 피측정 액체(11)가 복수의 전극들(120', 120'') 또는 전극 세트(120s)를 연결하는 전기적 경로를 형성함으로써, 피측정 액체(11)의 통과 시, 액체 유속 센서(100)가 음파를 발생시켜 피측정 액체(11)의 유속을 측정할 수 있다.
- [0032] 일 실시예에서, 도 1a에 도시된 것과 같이, 강유전 층(110)은 유로(10)의 측면의 전체를 덮도록 유로(10)를 둘러쌀 수 있다. 다른 실시예에서, 강유전 층(110)은 유로(10)의 측면의 일부만을 덮을 수 있다. 또 다른 실시예에서, 유로(10)가 도 1b와 같이 튜브 형태의 유로인 경우, 강유전 층(110)은 상기 튜브형 유로(10)의 전체 둘레를 둘러싸는 튜브형일 수 있다. 또는, 강유전 층(110)은 상기 튜브형 유로(10)의 일부 둘레만을 둘러싸는 형태일 수 있다.
- [0033] 일 실시예에서, 도 1b에 도시된 것과 같이, 유로(10)가 피측정 액체(11)의 흐름 방향으로 연장된 경우, 강유전 층(110)은 상기 흐름 방향의 전체 길이 중 소정의 일부 길이(D)를 둘러쌀 수 있다. 이 경우, 강유전 층(110)을 둘러싸는 복수의 전극들(120', 120'')이 전극 세트(120s)를 구성하고, 전극 세트(120s)가 강유전 층(110) 상에 배치되어 강유전 층(110)에 교류 신호가 인가될 수 있다. 다른 실시예에서, 강유전 층(110)은 유로(10)의 상기 흐름 방향의 전체 길이를 둘러쌀 수도 있다.
- [0034] 일 실시예에서, 액체 유속 센서(100)는 2개의 전극으로 구성된 전극 세트(120s)를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 액체 유속 센서(100)는 3개의 전극을 포함할 수 있다. 예를 들면, 3개의 전극 중 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 제 1 교류 신호가 인가되고, 제 2 전극과 제 3 전극 사이에 제 2 교류 신호가 인가될 수도 있다(도 6a 참조). 또 다른 실시예에서, 액체 유속 센서(100)는 4개, 5개 또는 그 이상의 전극을 포함할 수 있다(도 1b).
- [0035] 일 실시예에서, 액체 유속 센서(100)는 피측정 액체(11)가 흐르는 유로(10)에 장착 및/또는 이탈이 가능하도록 결합될 수 있다. 예를 들면, 전술한 것과 같이 다양한 종류의 유로(10)들에 피측정 액체(11)가 흐르는 경우, 유로(10)들의 일 면에 강유전 층(110)이 접하도록 장착될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 유속을 측정하고자 하는 피측정 액체(11)가 흐르는 유로(10)를 구비하지 않더라도, 피측정 액체(11)가 흐르고 있는 유로(10)에 용이하게 장착 가능하고, 다양한 종류의 유로(10)에 적용 가능하며, 유속의 측정이 완료된 후에는 이탈하여 다른 유로(10)에 결합될 수 있어 재사용이 가능한 이점이 있다.
- [0036] 일 실시예에서, 액체 유속 센서(100)는 유로(10)에 결합 가능한 결합부를 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 결합부는 제 1 방향(x)으로 연장된 복수의 전극들(120)의 제 1 방향(x)의 양 말단에 형성되어 복수의 전극들(12



0)이 유로(10)를 둘러싼 후 상기 결합부에 의하여 복수의 전극들(120)의 상기 양 말단이 서로 연결되도록 고정할 수 있다. 다른 실시예에서, 강유전 층(110)의 적어도 어느 일부에 접착부가 제공될 수 있다. 상기 접착부는 약간 접착력을 가져 강유전 층(110)에 반복적으로 접착 및 이탈이 가능할 수 있다.

[0037] 일 실시예에서, 복수의 전극들(120)은 강유전 층(110)을 둘러싸며 피측정 액체(11)의 흐름 방향으로 소정 거리만큼 이격될 수 있다. 도 1a에서와 같이 강유전 층(110)이 제 1 방향(x)으로 곡면을 갖는 경우, 복수의 전극들(120)은 제 1 방향(x)으로 연장되고, 복수의 전극들(120)은 제 2 방향(y)으로 이격될 수 있다. 이 때, 제 1 방향(x)과 제 2 방향(y)은 수직한 방향일 수 있다.

[0038] 일 실시예에서, 복수의 전극들(120)은 도전성 폴리머를 포하는 신축성 전극일 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, 복수의 전극들(120)은 가요성(flexibility) 또는 신축성(stretchability)을 가질 수 있으며, 이 경우, 복수의 전극들(120)은 신축성 및 가요성을 가짐으로써, 곡률을 갖는 유로(10)의 일면에 안정적으로 장착될 수 있다. 다른 실시예에서, 복수의 전극들(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 재료들이 사용될 수 있다.

[0039] 일 실시예에서, 복수의 전극들(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, 복수의 전극들(120)은 도트 형태로 형성될 수 있고, 이 경우, 복수의 전극들(120)이 어레이 형태로 배열될 수 있다.

[0040] 일 실시예에서, 강유전 층(110)은 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 인접하는 매질에 음파를 생성할 수 있다. 예를 들면, 강유전 층(110)은 전기적 에너지와 기계적 에너지의 가역적 변환이 가능한 압전 효과를 발생시킬 수 있다. 이에 따라, 강유전 층(110)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.

[0041] 일 실시예에서, 강유전 층(110)은 강유전성을 갖는 폴리머일 수 있다. 구체적으로는, 강유전 층(110)은 고유전 상수를 가지며, 점탄성 거동을 갖는 플루오르화 공중합체를 포함할 수 있다. 예를 들면, 강유전 층(110)은 PVDF, P(VDF-TrFE), 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.

[0042] 일 실시예에서, 액체 유속 센서(100)는 강유전 층(110)이 발생시키는 음파를 측정하여 유로(10)를 통과하는 피측정 액체(11)의 유속 정보를 획득할 수 있다. 액체의 유속 정보를 획득하는 방법에 관한 상세한 설명은 도 5a 내지 도 7에서 후술하기로 한다.

[0043] 일 실시예에서, 액체 유속 센서(100)는 교류 신호를 인가하기 위한 자체 전원을 더 포함할 수 있다. 상기 전원은 소형 전원 공급기로서, 액체 유속 센서(100)를 외부 전원과 연결하지 않고 사용할 수 있어 향상된 휴대성 및 사용 편의성을 제공할 수 있다.

[0044] 일 실시예에서, 음파의 세기는 피측정 액체(11)의 극성이 클수록 증가할 수 있다. 이는, 극성의 크기가 증가할수록 피측정 액체(11)의 전기적 저항이 감소되고, 그에 따라 피측정 액체(11)에서 소비되는 전기적 에너지가 감소되면서, 많은 에너지가 기계적 에너지로 변환되어 음파의 생성에 사용되기 때문이다. 본 발명의 실시예에 따르면, 액체 유속 센서(100)로부터 발생하는 음파의 세기에 의하여 피측정 액체(11)의 극성 정보를 획득함으로써, 무색, 무취 또는 무미의 액체와 같이 식별이 어려운 액체들에 대한 유속 정보를 획득함과 동시에 액체를 식별할 수 있는 이점이 있다.

[0045] 일 실시예에서, 음파의 세기는 피측정 액체(11)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,  $a$ 는 민감도를 나타낼 수 있다. 상기 민감도의 범위는  $0.7 \text{ dB}/\epsilon_r$  내지  $0.8 \text{ dB}/\epsilon_r$ 의 범위 내일 수 있으며, 예시적으로는,  $0.75 \text{ dB}/\epsilon_r$ 일 수 있다.

$$\text{SPL(dB)} = a * \epsilon_r$$

[0046] [식 1]

[0047] 본 발명의 실시예 따르면, 여러 종류의 피측정 액체(11)들에 대한 상기 음파의 세기를 측정하여 데이터베이스화한 라이브러리가 제공될 수 있다. 이 경우, 액체 유속 센서(100)를 이용하여 무색 또는 무취의 임의의 액체의 종류를 구분할 수 있다. 또는, 식 1과 같은 관계식을 이용하여 상기 임의의 액체가 상기 라이브러리에 존재하지 않더라도 상기 미지의 액체의 비유전율을 측정하여 액체의 종류를 추정하는 것도 가능하다.

[0048] 일 실시예에서, 상기 음파의 세기는 상기 교류 신호의 주파수가 높을수록 증가할 수 있다. 이는, 상기 주파수가 증가하는 경우 강유전 층(110)의 진동의 세기가 증가하기 때문이다.

[0049] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 액체 유속 센서(100b)의 단면도이다.

[0050] 도 2를 참조하면, 일 실시예에서, 액체 유속 센서(100b)는 강유전 층(110)과 복수의 전극들(120) 사이에 배치되며, 강유전 층(110)과 함께 절연 내압을 증가시키기 위한 보호 절연 층(130)을 더 포함할 수 있다. 보호 절연 층은 복수의 전극들(120)의 상면을 덮고, 복수의 전극들(120) 사이의 공간을 채울 수 있다. 일 실시예에서, 복수의 전극들(120)에 고전압의 교류 신호가 인가되는 경우, 복수의 전극들(120) 사이의 강유전 층(110)을 통해 전류가 흐를 수 있고, 이 경우, 음파가 발생하지 않거나, 피측정 액체(11)와 무관하게 음파가 발생할 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 보호 절연 층(130)이 복수의 전극들(120) 사이에 배치됨으로써, 강유전 층(110)과 함께 절연 내압이 상승하고, 높은 내구성 및 안정성을 가져 고전압의 교류 전압을 인가할 수 있는 액체 유속 센서(100b)가 제공될 수 있다. 다른 실시예에서, 액체 유속 센서(100b)는 강유전 층(110)과 접하고 있는 복수의 전극들(120)의 제 1 면과 반대면 상에서 복수의 전극들(120)과 접하는 기판(20)을 더 포함할 수도 있다.

[0051] 일 실시예에서, 보호 절연 층(130)은 절연성 고분자일 수 있다. 예를 들면, 상기 절연성 고분자는 폴리(N-비닐 카르바졸)(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 절연성 고분자들이 적용될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 절연성 고분자는 신축성 또는 가요성을 가짐으로써 변형이 용이하여 다양한 형태의 유로(10)에 장착 가능한 액체 유속 센서(100b)를 제공할 수 있다.

[0052] 일 실시예에서, 보호 절연 층(130)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 복수의 전극들(120) 사이의 절연 내압이 충분히 높지 못하여 피측정 액체(11) 외부의 경로로 전류가 흐를 가능성이 높다. 상기 두께가  $3 \mu\text{m}$ 을 초과하는 경우에는, 보호 절연 층(130)에 인가되는 전압의 크기가 증가하고, 강유전 층(110)에 인가되는 전압의 크기가 감소하여 불필요한 전력의 낭비가 발생할 수 있으며, 보호 절연 층(130)의 극성에 따른 음파의 세기 차이가 감소하여 정확도가 감소할 수 있다.

[0053] 일 실시예에서, 액체 유속 센서(100)는 음파의 세기를 측정하는 마이크로폰을 더 포함할 수 있다. 상기 마이크로폰은 스마트폰에 장착된 마이크로폰, 음성 녹음용 마이크로폰 또는 녹음기용 마이크로폰일 수 있다. 예를 들면, 상기 마이크로폰은 전방향 마이크로폰일 수 있다. 이는 비제한적인 예시로서 본 발명을 한정하지 않으며, 공지된 다양한 종류의 마이크로폰이 사용될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 전방향으로 발산되는 음파의 세기를 측정함으로써 피측정 액체(11)의 정보 수집을 위하여 피측정 액체(11) 또는 피측정 액체(11)가 제공된 액체 유속 센서(100)와 물리적으로 접촉하지 않고 피측정 액체(11)의 정보를 수집할 수 있다.

[0054] 일 실시예에서, 상기 마이크로폰은 스마트 기기와 연동될 수 있다. 상기 스마트 기기는 스마트폰, 태블릿, 헬스케어 기기 또는 의료 기기일 수 있다. 상기 마이크로폰과 상기 스마트 기기는 무선 통신 네트워크를 통해 연결될 수 있다. 이는 비제한적인 예시로서, 액체 유속 측정이 요구되는 다양한 어플리케이션 기기들이 적용될 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 전술한 종류의 스마트 기기들이 마이크로폰을 포함하여 음파를 측정할 수도

있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 스마트 기기 자체가 음파를 측정하거나 마이크로폰이 스마트 기기와 연동됨으로써, 헬스, 의료 또는 미용과 같은 다양한 응용 분야에 적용이 가능할 수 있다.

[0055] 도 3은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 액체 유속 센서(100c)의 도면이다.

[0056] 도 3을 참조하면, 일 실시예에서, 액체 유속 센서(100c)는 피측정 액체(11)가 흐르는 유로부(210) 및 유로부(210)를 둘러싸며 피측정 액체(11)의 흐름 방향으로 소정 거리 만큼 이격되고, 유로부(210)에 상기 교류 신호를 인가하는 복수의 전극들(120)을 포함하며, 음파를 측정하여 유로부(210)를 통과하는 피측정 액체(11)의 유속 정보를 획득할 수 있다. 액체 유속 센서(100c)에 관한 상세한 설명은 모순되지 않는 범위 내에서 도 1a 내지 도 2에서 전술한 개시 사항들이 참조될 수 있다. 유로부(210)가 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 것에 관한 상세한 설명은 전술한 강유전 층(110)에 관한 개시 사항들이 참조될 수 있다.

[0057] 일 실시예에서, 유로부(210)는 전체 영역에서 강유전성을 갖는 강유전성 튜브일 수 있다. 예를 들어, 유로부(210)는 강유전성 물질로 형성된 튜브일 수 있다. 다른 실시예에서, 유로부(210)는 적어도 하나 이상의 강유전 층(110)을 포함하는 적층체일 수 있다. 예를 들면, 유로부(210)는 강유전성 물질이 코팅된 유로일 수 있다. 바람직하게, 유로부(210)는 강유전성 물질이 코팅된 폴리 프로필렌(poly propylene)이거나, 강유전성 물질이 코팅된 고분자 재료일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 유로부(210)의 전체 영역 중 일 부분만이 강유전성을 가질 수 있다. 예를 들면, 복수의 전극들(120)이 결합될 수 있는 영역만이 강유전성을 갖고, 강유전성을 갖는 영역들은 서로 이격되어 있으며, 상기 강유전성을 갖는 영역 사이의 영역들은 강유전성을 갖지 않을 수 있다.

[0058] 일 실시예에서, 유로부(210)에 복수의 전극들(120)이 결합되어 교류 신호가 인가되는 경우, 유로부(210)가 음파를 생성할 수 있다. 예를 들면, 유로부(210)의 전체 영역 중 복수의 전극들(120)이 결합된 영역에 교류 신호가 전달될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 피측정 액체(11)가 흐르는 유로부(210) 자체가 강유전성을 띠므로써, 유로부(210)에 추가적인 강유전성 부재를 결합시키지 않고 직접 복수의 전극들(120)을 결합시키는 단순한 구조의 센서를 구현할 수 있으며, 단순한 구조에 의하여 장치의 소형화가 가능한 이점이 있다.

[0059] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 유속 센서(100)의 구동 방법의 순서도이다.

[0060] 액체 유속 센서(100)는 피측정 액체(11)가 흐르는 유로(10)에 결합되며, 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전 층(110) 및 강유전 층(110)을 둘러싸며 피측정 액체(11)의 흐름 방향으로 소정 거리 만큼 이격되고, 강유전 층(110)에 상기 교류 신호를 인가하는 복수의 전극들(120)을 포함하고, 상기 음파를 측정하여 유로(10)를 통과하는 피측정 액체(11)의 유속 정보를 획득할 수 있다. 액체 유속 센서(100)에 관한 상세한 설명은 도 1a 내지 도 3의 개시 사항들이 참조될 수 있다.

[0061] 먼저, 피측정 액체(11)가 흐르는 유로(10)에 액체 유속 센서(100)가 결합되면, 복수의 전극들(120)에 적어도 하나 이상의 교류 신호를 인가할 수 있다(S100). 복수의 전극들(120) 중 2 개의 전극들로 구성되는 전극 세트(도 1b의 120s) 각각에는 동일한 교류 신호가 인가되거나, 전압의 크기는 동일하나 위상이 상이한 교류 신호들이 인가되거나, 전압의 크기가 상이한 교류 신호들이 인가되거나, 주파수의 크기가 상이한 교류 신호들이 인가될 수 있다.

[0062] 일 실시예에서, 교류 신호의 주파수는 20 Hz 내지 20 kHz의 범위 내일 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 초음파 또는 저주파를 측정하기 위한 고가의 장비 없이도 상용화되어있는 가청 주파수 범위의 마이크로폰을 이용하여 상기 음파의 세기를 측정할 수 있다. 또는, 상기 가청 주파수 범위 내의 음파가 발생하는 경우 상기 마이크로폰과 같은 기계적 장치 없이도 인체의 청각에 의하여 상기 음파의 세기를 감지할 수 있다는 이점이 있다. 일 실시예에서 교류 신호의 전압의 크기는 50 V 내지 500 V일 수 있고, 예시적으로는 70 V 내지 200 V일 수 있으며, 바람직하게는 100 V일 수 있다.

[0063] 다음으로, 강유전 층(110)이 생성하는 음파를 측정하여 피측정 액체(11)의 유속 정보를 획득할 수 있다(S200). 일 실시예에서, 피측정 액체(11)는 소정의 간격을 두고 불연속적으로 유로(10)에 공급될 수 있다. 예를 들면, 소정의 유한 부피를 갖는 피측정 액체(11) 단위가 예를 들면, 수 초 내지 수 분 간격과 같이 차이를 두고 유로(10)를 통과할 수 있다. 상기 피측정 액체(11)의 유한 부피는 유로(10) 내에서 적어도 복수의 전극들(120)과 모두 중첩될 수 있는 크기의 부피일 수 있다. 전술한 것은 비제한적 예시이며, 피측정 액체(11)는 일정한 부피를 가질 수도 있다. 또한, 피측정 액체(11)가 통과하는 시간 간격은 수 분 이상, 예를 들면, 수 시간 간격일 수도 있다. 다른 실시예에서, 피측정 액체(11)가 유로(10)를 통과하기 시작하는 경우, 예를 들면, 비어있는 유로(10)에 피측정 액체(11)가 진입하여 진행하기 시작하는 경우에, 피측정 액체(11)가 연속적이더라도 피측정 액체(11)의 전방, 즉, 액체 센서 전극(100)을 통과하기 시작하는 부분은 불연속적이므로 유속 측정이 가능할 수

있다.

- [0064] 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 유속 센서(100)의 구동 방법을 나타낸 도면이다.
- [0065] 도 5a를 참조하면, 유로(10)의 일 부분에는 액체 유속 센서(100)가 결합되어 있고, 피측정 액체(11)가 유로(10)의 시작부(P1)에 주입되면, 피측정 액체(11)가 이동하여 액체 유속 센서(100)가 결합된 부분(P2)을 통과할 수 있다. 피측정 액체(11)가 액체 유속 센서(100)가 결합된 부분(P2)을 통과하는 동안 액체 유속 센서(100)의 강유전 층(110)은 음파를 발생시킬 수 있다.
- [0066] 도 5b를 참조하면, 피측정 액체(11)가 유로(10)의 시작부(P1)에 주입되는 피측정 액체(11)의 주입 시점(P1')과 피측정 액체(11) 액체 유속 센서(100)가 결합된 부분(P2)을 통과하는 음파의 발생 시점(P2') 사이의 시간(T1)을 측정할 수 있다. 일 실시예에서, 음파는 작은 세기의 음파가 발생되기 시작하여 상기 음파의 세기가 최대값까지 증가할 수 있고, 이 경우, 음파의 발생 시점(P2')은 상기 음파의 세기가 증가하기 시작하는 시점이거나, 상기 음파의 세기가 최대치에 도달한 시점일 수 있다.
- [0067] 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 액체 유속 센서(100)의 구동 방법을 나타낸 도면이다.
- [0068] 도 6a를 참조하면, 일 실시예에서, 피측정 액체(11)가 흐르는 유로(10)의 일 부분에는 복수의 전극들(120) 중 2개의 전극으로 구성된 제 1 전극 세트(121)가 결합될 수 있고, 다른 부분에는 복수의 전극들(120) 중 2개의 전극으로 구성된 제 2 전극 세트(122)가 결합될 수 있다. 제 1 전극 세트(121)는 제 2 전극 세트(122)와 이격될 수 있으나(도 1b 참조), 다른 실시예에서는, 도 6a에서와 같이 제 1 전극 세트(121) 중 하나의 전극이 제 2 전극 세트(122) 중 하나의 전극이 될 수도 있다. 즉, 제 1 전극 세트(121)와 제 2 전극 세트(122)가 하나의 전극을 공유할 수 있다.
- [0069] 일 실시예에서, 피측정 액체(11)는 제 1 전극 세트(121)가 결합된 유로(10)의 일 부분(P3)을 통과한 후에 제 2 전극 세트(122)가 결합된 유로(10)의 일 부분(P4)을 통과할 수 있다. 피측정 액체(11)가 차지하는 영역의 길이(h)가 제 1 전극 세트(121)와 제 2 전극 세트(122) 사이의 거리보다 큰 경우, 피측정 액체(11)가 제 1 전극 세트(121)가 결합된 유로(10)의 일 부분(P3) 및 제 2 전극 세트(122)가 결합된 유로(10)의 일 부분(P4)을 함께 통과하면서 피측정 액체(11)는 제 1 전극 세트(121)와 제 2 전극 세트(122)로부터 동시에 교류 신호를 인가받아 제 1 전극 세트(121) 상의 강유전 층(110)과 제 2 전극 세트(122) 상의 강유전 층(110)에서 동시에 음파를 발생시킬 수도 있다.
- [0070] 도 6b를 참조하면, 피측정 액체(11)가 제 1 전극 세트(121)가 결합된 유로(10)의 일 부분(P3)을 지나면서 제 1 음파를 발생시킬 수 있고, 이후, 피측정 액체(11)가 이동하여 제 1 전극 세트(121)가 결합된 유로(10)의 일 부분(P3) 및 제 2 전극 세트(122)가 결합된 유로(10)의 일 부분(P4)을 동시에 지나 제 1 음파보다 큰 세기의 제 2 음파를 발생시킬 수 있다. 상기 제 1 음파의 발생이 시작된 시점(P3')과 상기 제 2 음파의 발생이 시작된 시점(P4') 사이의 시간(T2)을 측정하여 피측정 액체(11)의 유속 정보를 획득할 수 있다.
- [0071] 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 액체 유속 센서(100)의 구동 방법을 나타낸 도면이다.
- [0072] 도 7을 참조하면, 일 실시예에서, 일 실시예에서, 제 1 전극 세트(121)와 제 2 전극 세트(122)에는 각각 서로 다른 주파수의 교류 신호가 인가될 수 있다. 제 1 전극 세트(121)에 제 1 주파수의 교류 신호가 인가되고, 제 2 전극 세트(122)에 제 2 주파수의 교류 신호가 인가되는 경우, 피측정 액체(11)가 제 1 전극 세트(121)가 결합된 유로(10)의 일 부분(P5)을 통과하는 경우, 상기 제 1 주파수에 해당하는 음파가 발생할 수 있고, 피측정 액체(11)가 제 2 전극 세트(122)가 결합된 유로(10)의 일 부분(P6)을 통과하는 경우, 상기 제 2 주파수에 해당하는 음파가 발생할 수 있다. 상기 제 1 주파수의 음파가 발생하는 시점과 상기 제 2 주파수의 음파가 발생하는 시점의 시간을 측정하여 액체의 유속 정보를 획득할 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 서로 다른 주파수의 음파, 즉, 높낮이가 다른 음파의 발생을 이용하여 유속 정보를 획득함으로써, 음파의 세기를 측정하는 장비 없이도 음의 높낮이를 이용한 유속 측정이 가능하여 휴대성이 향상되고, 소형화된 액체 유속 센서(100)를 구현할 수 있다.
- [0073] 다른 실시예에서는, 복수 개의 액체 유속 센서(100)가 유로(10)에 결합되고, 복수 개의 액체 유속 센서(100)에 교류 전류가 인가될 수 있다. 이 경우, 피측정 액체(11)가 복수 개의 액체 유속 센서(100)를 통과하면, 복수 개의 음파 발생 구간이 나타날 수 있다. 예를 들면, 피측정 액체(11)가 첫번째 액체 유속 센서(100)를 지나하는 경우, 첫번째 음파가 발생되고 피측정 액체(11)가 첫번째 액체 유속 센서(100)를 완전히 통과하면 상기 첫번째 음파가 소멸될 수 있다. 이후, 피측정 액체(11)가 두번째 액체 유속 센서(100)를 지나하는 경우, 두번째 음파가 발생되고 피측정 액체(11)가 두번째 액체 유속 센서(100)를 완전히 통과하면 상기 두번째 음파가 소멸할 수 있다.



다. 이와 같은 방법으로 복수 개의 음파 발생 구간이 나타나는 경우, 각 음파 발생 구간들 사이의 시간 간격을 측정하여 액체의 유속뿐만 아니라 액체의 가속도를 측정할 수 있다.

[0074] 일 실시예에 따른 액체 유속 센서(100)의 구동 방법은 피측정 액체(11)가 흐르고, 교류 신호가 인가되는 경우 물리적으로 진동하여 음파를 생성하는 강유전체를 포함하는 유로부(210) 및 유로부(210)를 둘러싸며 피측정 액체(11)의 흐름 방향으로 소정 거리 만큼 이격되고, 강유전 층(110)에 상기 교류 신호를 인가하는 복수의 전극들(120)을 포함하고, 상기 음파를 측정하여 유로부(210)를 통과하는 액체의 유속 정보를 획득하며, 복수의 전극들(120)에 적어도 하나 이상의 교류 신호를 인가하는 단계 및 상기 음파를 측정하여 상기 액체의 유속 정보를 획득하는 단계를 포함할 수 있다. 액체 유속 센서(100)의 구동 방법에 관한 상세한 설명은 모순되지 않는 범위 내에서 도 4 내지 도 7의 개시 사항을 참조할 수 있다.

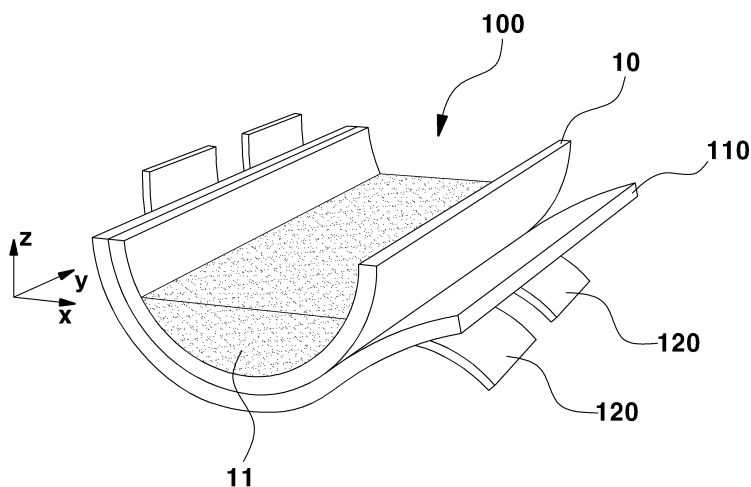
[0075] 이상에서 설명한 본 발명이 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

## 부호의 설명

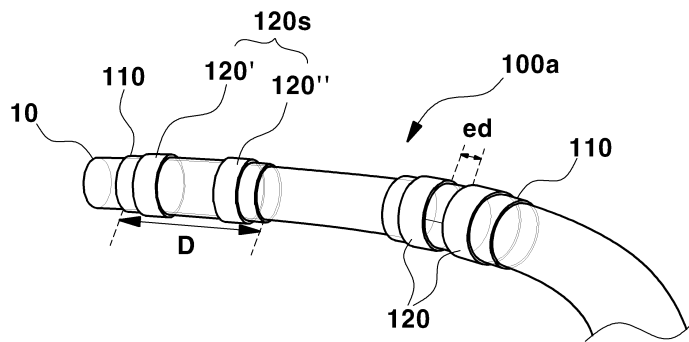
- [0076]
- 10: 유로
  - 11: 피측정 액체
  - 100: 액체 유속 센서
  - 110: 강유전 층
  - 120: 전극
  - 130: 보호 절연 층
  - 210: 유로부
  - 20: 기관
  - 121: 제 1 전극 세트
  - 122: 제 2 전극 세트

## 도면

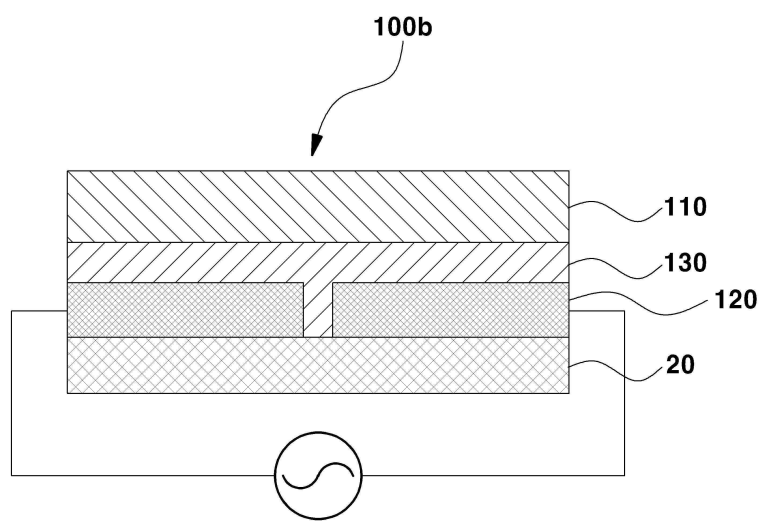
### 도면1a



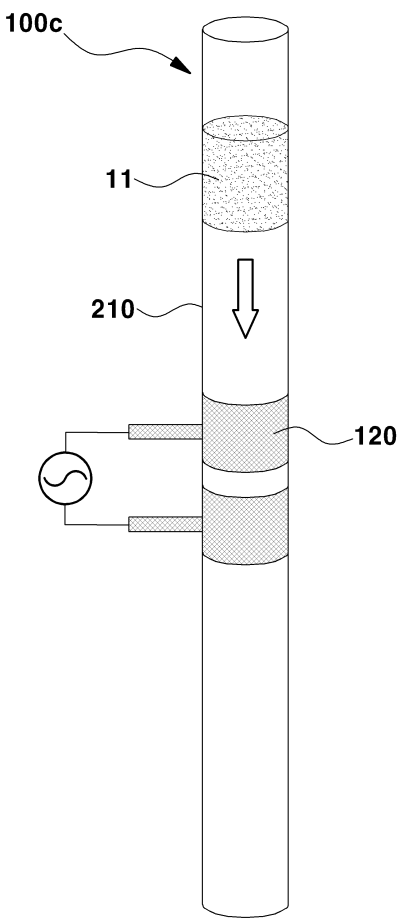
도면1b



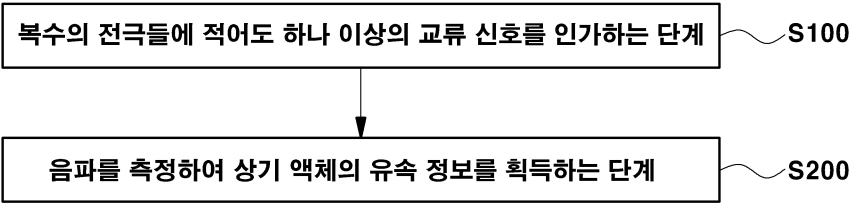
도면2



도면3

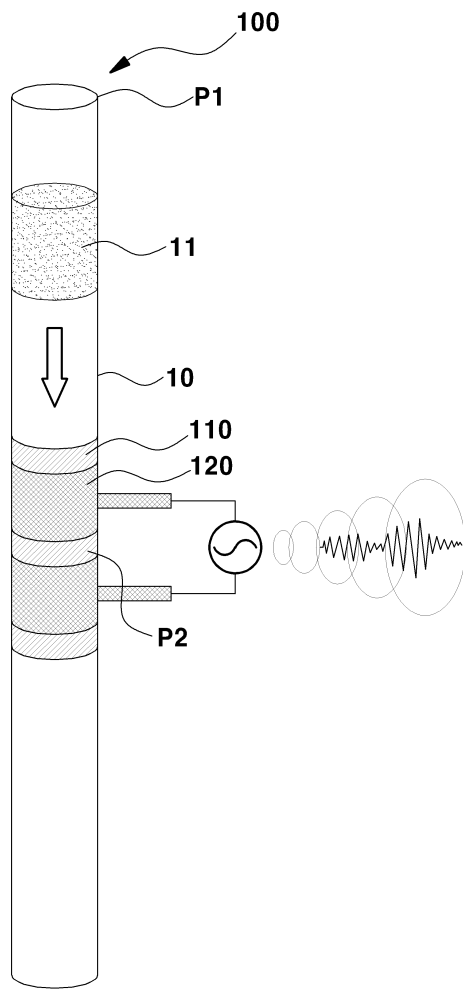


도면4

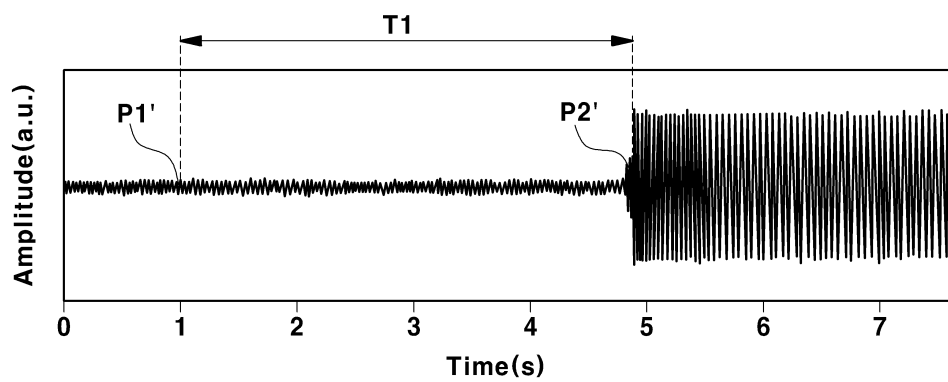




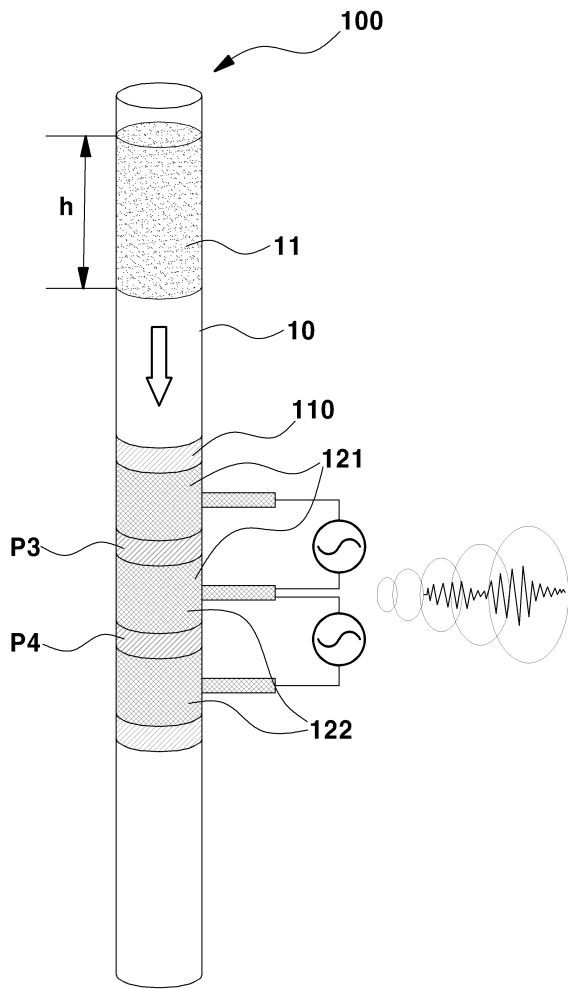
도면5a



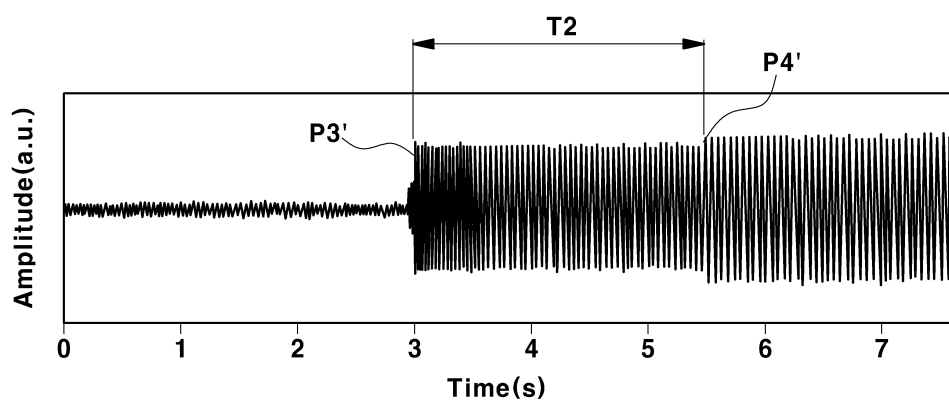
도면5b



도면6a



도면6b



도면7

