



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0111099
(43) 공개일자 2021년09월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 29/02 (2006.01) H03H 3/08 (2006.01)
H03H 9/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 29/022 (2013.01)
H03H 3/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0026199
(22) 출원일자 2020년03월02일
심사청구일자 2020년03월02일

(71) 출원인
국방과학연구소
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
박병황
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160
김주형
인천광역시 미추홀구 인하로 100
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한양특허법인

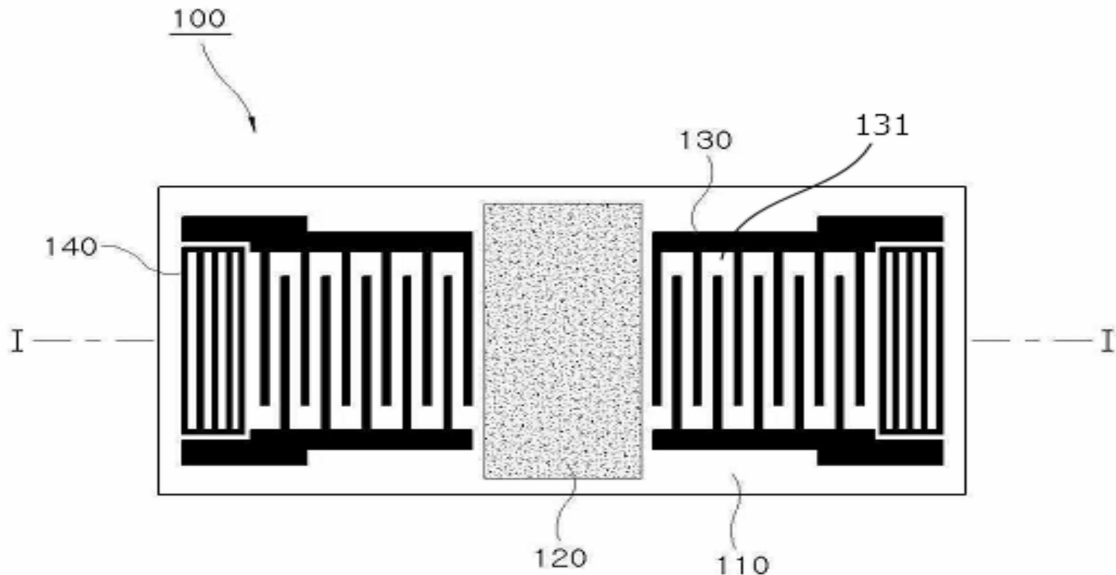
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 화학 탐지 장치 및 이의 측정 방법

(57) 요약

다중 탐지 기법을 위해 회로 설계를 통하여 복수 개의 신호를 1개 출력 신호로 받을 수 있는 화학 탐지 장치가 개시된다. 상기 화학 탐지 장치는, 기관, 상기 기관의 상면에 배치되는 변환기, 및 상기 변환기의 말단에 형성되는 리플렉터를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H03H 9/02535 (2013.01)

G01N 2291/0423 (2013.01)

(72) 발명자

김은현

인천광역시 미추홀구 인하로 100

김진욱

인천광역시 미추홀구 인하로 100

명세서

청구범위

청구항 1

기관(110);

상기 기관(110)의 상면에 배치되는 변환기(130); 및

상기 변환기(130)의 말단에 형성되는 리플렉터(140);

를 포함하는 것을 특징으로 하는 단일 표면탄성과 센서.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 변환기(130)는 2개로 이루어지며, 상기 2개의 변환기(130)는 상기 기관(110)의 상면 중앙에 증착되는 감지막(120)을 기준으로 서로 대칭되게 위치하는 것을 특징으로 하는 단일 표면탄성과 센서.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 감지막(120)은 금속 산화물 층(metal oxide layer), 폴리머 필름(polymer film), 탄소나노튜브(carbon nanotube), 및 셀룰로오스 중 어느 한 개인 것을 특징으로 하는 단일 표면탄성과 센서.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 기관(110)의 재료는 전기적 에너지와 기계적 에너지간 서로 변환이 가능한 압전재료인 것을 특징으로 하는 단일 표면탄성과 센서.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 압전재료는, 석영, GaAs, ZnO, LiTaO₃, LiNbO₃, 및 PbZrO₃ 중 어느 한개인 것을 특징으로 하는 단일 표면탄성과 센서.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 리플렉터(140)는 상기 기관(110)의 하단면에 형성되는 핀(250)을 통해 계측기기와 연결되는 것을 특징으로 하는 단일 표면탄성과 센서.

청구항 7

기준 센서(311)를 갖는 기준 오실레이터(311);

감지막(120)이 있는 단일 표면탄성과 센서(100)를 각각 갖는 n 개의 오실레이터(310-1 내지 310- n);

상기 기준 오실레이터(311)로부터 발생되는 제 1 신호와 상기 n 개의 오실레이터(310-1 내지 310- n)로부터 발생되는 상기 n 개의 제 2 신호 각각의 합으로 생성되는 상기 n 개의 합산신호를 출력하는 상기 n 개의 믹서기(320-1 내지 320- n);

상기 n 개의 합산신호를 단일 출력선으로 전송하는 멀티플렉서(340);를 포함하되,

상기 단일 표면탄성과 센서(100)는,

기판(110);

상기 기판(110)의 상면에 배치되는 변환기(130); 및

상기 변환기(130)의 말단에 형성되는 리플렉터(140);를 포함하며,

상기 변환기(130)는 2개로 이루어지며, 상기 2개의 변환기(130)는 상기 기판(110)의 상면 중앙에 증착되는 감지막(120)을 기준으로 서로 대칭되게 위치하는 것을 특징으로 하는 화학 탐지 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 n 개의 합산신호를 미리 설정된 기준값과 비교하여 목표 물질 별로 사전에 설정된 일정 주파수 변화 수준을 초과하면 비교 결과 신호를 생성하는 비교기(370);를 포함하는 것을 특징으로 하는 화학 탐지 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 비교 결과 신호에 따라 알람 정보를 생성하는 마이크로 컨트롤러 유닛(380);을 포함하는 것을 특징으로 하는 화학 탐지 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 알람 정보를 출력하는 디스플레이(390);를 포함하는 것을 특징으로 하는 화학 탐지 장치.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 알람 정보는 그래픽, 문자, 음성, 및 진동의 조합인 것을 특징으로 하는 화학 탐지 장치.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 n 개의 합산신호는 환경변수를 제거하기 위해 상기 제 1 신호와 상기 n 개의 제 2 신호간 각각의 공진 주파수 차이를 측정하여 생성되는 것을 특징으로 하는 화학 탐지 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 환경변수는 주변 온도, 습도, 및 압력 중 적어도 어느 한개인 것을 특징으로 하는 화학 탐지 장치.

청구항 14

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 신호는 상기 n개의 제 2 신호 보다 먼저 생성되는 것을 특징으로 하는 화학 탐지 장치.

청구항 15

제 7 항에 있어서,

상기 감지막(120)은 상기 n개 이상의 오실레이터(310-1 내지 310-n)마다 서로 다른 감지물질로 코팅되는 것을 특징으로 하는 화학 탐지 장치.

청구항 16

(a) 기준 센서(311)를 갖는 기준 오실레이터(311)가 제 1 신호를 생성하는 단계;

(b) 감지막(120)이 있는 단일 표면탄성과 센서(100)를 각각 갖는 n개의 오실레이터(310-1 내지 310-n)가 상기 n개의 제 2 신호를 생성하는 단계; 및

(c) 상기 n개의 믹서기(320-1 내지 320-n)가 상기 제 1 신호와 상기 n 개의 제 2 신호를 각각 합하여 생성되는 상기 n개의 합산신호를 출력하는 단계; 및

(d) 멀티플렉서(340)가 상기 n개의 합산신호를 단일 출력선으로 전송하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 화학 탐지 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 화학물질 센싱 장치에 관한 것으로서, 더 상세하게는 SAW(Surface Acoustic Wave) 센서 기반 화학 탐지 센서의 소형화된 다중 어레이 기법이 적용된 단일 표면탄성과 센서, 이를 갖는 화학 탐지 장치 및 이의 제어 방법에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 표면 탄성과(Surface Acoustic Wave, SAW)는 파동의 에너지가 표층부에 집중되어 표층 전체가 진동하며 전파되는 파동이며, 그 진동방향에 따라 레일리파(Rayleigh wave)와 러브파(Love wave)로 나뉜다. 두 가지 모두 진동 방향이 파동의 진행방향과 수직하지만 Rayleigh wave는 연직면 방향으로 진동하고, Love wave는 수평면 방향으로 진동한다.

[0003] SAW는 온도센서, 압력센서, 통신 필터 등으로 널리 사용되고 있고, 일반적으로는 퀴츠(Quartz), 니오브산리튬(Lithium Niobate), 리튬탄탈레이트(Lithium Tantalate) 등의 압전 효과가 일어나는 압전 재료를 이용하여 제작된다.

[0004] 압전효과는 압력에 따른 변형으로 인한 물질 내부 분극으로 전압이 형성되는 것을 말하며 이는 그 역도 성립한다. 이러한 재료를 사용하여 SAW를 이용하는 기술의 예로는, 전극을 통해 전압을 인가하면 입력 IDT(Interdigital Transducer)에서 전기 에너지가 기계적 에너지로 변환되면서 SAW가 생성되고 다시 출력 IDT에서 이것이 전기적 신호로 출력되는 2-port 방식이 있다.

- [0005] SAW는 화학 탐지 센서로서의 응용이 가능하며 그 원리는 다음과 같다. 입출력 IDT사이의 지연선(delay line)에 증착된 감지막(sensitive film)이 목표 물질을 흡착하면 질량 부과 효과(mass loading effect)에 의해 공진 주파수변화와 이에 따른 위상변화가 발생하며, 이를 측정함으로써 목표 물질의 유무와 농도를 알 수 있다.
- [0006] 이때 SAW 센서의 공진 주파수에 영향을 주는 인자로 온도, 습도, 압력 등이 있기 때문에 주변 환경 조건이 달라지면 센서 특징이 달라진다는 단점이 존재한다.
- [0007] 또한, 1개 SAW 장치로는 1개 목표 물질의 검출밖에 이루어질 수 없으므로, 복수의 물질 감지를 위해서는 복수개의 SAW 센서와 각각의 센서를 측정할 계측기기가 필요하다. 부연하면, 단일 SAW 센서를 사용하여 1종의 화학물질 검출만이 가능하거나, 서로 다른 목표 물질에 대한 선택성이 없는 문제점이 있다.
- [0008] 이에 맞는 계측기기로는 네트워크 분석기 등이 있지만 일반적으로 고가이면서 무겁고, 부피가 크기 때문에 휴대용으로 사용하는 것은 거의 불가능하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 1. 한국등록특허번호 제10-1847389(등록일자 2018.04.04)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 위 배경기술에 따른 문제점을 해소하기 위해 제안된 것으로서, 다중 탐지 기법을 위해 회로 설계를 통하여 복수 개의 신호를 1개 출력 신호로 받을 수 있는 화학 탐지 장치 및 이의 제어 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0011] 또한, 본 발명은 별도의 계측기기 없이 사용할 수 있는 소형 다중 어레이 기법이 적용된 화학 탐지 장치 및 이의 제어 방법을 제공하는데 다른 목적이 있다.
- [0012] 또한, 본 발명은 믹서(mixer)를 사용하는 회로를 설계 기법을 통해 외부 환경으로 인한 주파수 변화를 보정할 수 있는 화학 탐지 장치 및 이의 제어 방법을 제공하는데 또 다른 목적이 있다.
- [0013] 또한, 본 발명은 복수개의 SAW 센서를 1개 회로에 장착할 수 있는 화학 탐지 장치 및 이의 제어 방법을 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명은 위에서 제시된 과제를 달성하기 위해, 다중 탐지 기법을 위해 회로 설계를 통하여 복수 개의 신호를 1개 출력 신호로 받을 수 있는 화학 탐지 장치를 제공한다.
- [0015] 상기 화학 탐지 장치는,
- [0016] 기관;
- [0017] 상기 기관의 상면에 배치되는 변환기; 및
- [0018] 상기 변환기의 말단에 형성되는 리플렉터;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 이때, 상기 변환기는 2개로 이루어지며, 상기 2개의 변환기는 상기 기관의 상면 중앙에 증착되는 감지막을 기준으로 서로 대칭되게 위치하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 상기 감지막은 금속 산화물 층(metal oxide layer), 단분자 또는 고분자 기반의 폴리머 필름(polymer film), 탄소나노튜브(carbon nanotube), 및 셀룰로오스 중 어느 하나인 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 상기 기관의 재료는 전기적 에너지와 기계적 에너지간 서로 변환이 가능한 압전재료인 것을 특징으로 한다.
- [0022] 또한, 상기 압전재료는, 석영, GaAs, ZnO, LiTaO₃, LiNbO₃, 및 PbZrO₃ 중 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

- [0023] 또한, 상기 리플렉터는 상기 기관의 하단면에 형성되는 핀을 통해 계측기와 연결되는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 다른 한편으로, 본 발명의 다른 일실시예는, 감지막이 없는 기준 센서를 갖는 기준 오실레이터; 상기 감지막이 있는 단일 표면탄성과 센서를 각각 갖는 n 개 이상의 오실레이터; 상기 기준 오실레이터로부터 발생되는 제 1 신호와 상기 n 개의 오실레이터로부터 발생되는 n 개의 제 2 신호 각각의 합으로 생성되는 n 개의 합산신호를 출력하는 n 개의 믹서기; 상기 n 개의 합산신호를 단일 출력선으로 전송하는 멀티플렉서;를 포함하는 화학 탐지 장치를 제공한다.
- [0025] 이때, 상기 화학 탐지 장치는, 상기 n 개의 합산신호를 미리 설정된 기준값과 비교하여 목표 물질 별로 사전에 설정된 일정 주파수 변화 수준을 초과하면 비교 결과 신호를 생성하는 비교기;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 또한, 상기 화학 탐지 장치는, 상기 비교 결과 신호에 따라 알람 정보를 생성하는 마이크로 컨트롤러 유닛;을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 또한, 상기 화학 탐지 장치는, 상기 알람 정보를 출력하는 디스플레이;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 또한, 상기 알람 정보는 그래픽, 문자, 음성, 및 진동의 조합인 것을 특징으로 한다.
- [0029] 또한, 상기 n 개의 합산신호는 환경변수를 제거하기 위해 제 1 신호와 상기 n 개의 제 2 신호간 각각의 공진 주파수 차이를 측정하여 생성되는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 이때, 환경변수는 상기 환경변수는 주변 온도, 습도, 및 압력 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 한다.
- [0031] 또한, 상기 제 1 신호는 상기 n 개의 제 2 신호 보다 먼저 생성되는 것을 특징으로 한다.
- [0032] 또한, 상기 감지막은 상기 n 개 이상의 오실레이터 마다 서로 다른 감지물질로 코팅되는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 또 다른 한편으로, 본 발명의 또 다른 일실시예는, (a) 기준 센서를 갖는 기준 오실레이터가 제 1 신호를 생성하는 단계; (b) 감지막이 있는 단일 표면탄성과 센서를 각각 갖는 n 개의 오실레이터가 제 2 신호를 생성하는 단계; 및 (c) n 개의 믹서기가 상기 제 1 신호와 상기 n 개의 제 2 신호를 각각 합하여 생성되는 n 개의 합산신호를 출력하는 단계; 및 (d) 멀티플렉서가 상기 n 개의 합산신호를 단일 출력선으로 전송하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 화학 탐지 방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0034] 본 발명에 따르면, 복수 개의 Surface Acoustic Wave(SAW)센서를 동시에 장착하여 사용할 수 있다.
- [0035] 또한, 본 발명의 다른 효과로서는 복수 개의 SAW 센서를 동시에 장착하여 사용함으로써 높은 선택성을 가지고 다수 목표 물질을 각각 측정할 수 있다는 점을 들 수 있다.
- [0036] 또한, 본 발명의 또 다른 효과로서는 온도와 같은 주변 환경의 영향을 최소화할 수 있다는 점을 들 수 있다.
- [0037] 또한, 본 발명의 또 다른 효과로서는 계절, 날씨에 따른 추가적인 교정의 필요가 없다는 점을 들 수 있다.
- [0038] 또한, 본 발명의 또 다른 효과로서는 다른 장치들에 비해 경제성이 우수하므로, 군 및 산업에서 그 효용 가능성이 크다는 점을 들 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0039] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 단일 표면탄성과 센서의 개념도를 나타낸 평면도이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 단일 표면탄성과 센서를 I-I'축으로 절개한 단면도이다.
- 도 3은 도 1 내지 도 2에 도시된 단일 표면탄성과 센서를 어레이로 적용한 화학 탐지 장치의 구성 블록도이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 알고리즘의 순서도이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 회로 중 아날로그 신호 처리를 위한 아날로그 보드의 외관을 보여주는 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 ADC(Analog-Digital Converter) 이후 디지털 신호 처리를 위한 디지털 보드의 외관을 보여주는 도면이다.
- 도 7은 도 1 내지 도 6에 도시된 구성요소들을 결합한 기관의 예시이다.

도 8은 도 1 내지 도 7에 도시된 구성요소들을 결합한 화학 탐지 장치의 외관 사시도의 예시이다.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 화학 탐지 장치의 성능을 테스트한 테스트 기기의 화면예시이다.

도 10은 도 9에 도시된 화면 예시를 확대한 그래프이다.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 화학 탐지 탐지를 적용한 제품의 예시이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0040] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0041] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용한다. 제 1, 제 2등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0042] 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다. "및/또는"이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0043] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다.
- [0044] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미가 있는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않아야 한다.
- [0045] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 화학 탐지 장치 및 이의 제어 방법을 상세하게 설명하기로 한다.
- [0047] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 단일 표면탄성과 센서(100)의 개념도를 나타낸 평면도이다. 도 1을 참조하면, 단일 표면탄성과 센서(100)는 단일 SAW(Surface Acoustic Wave) 센서로서, 기관(110), 기관(110)의 상면 중앙에 증착된 감지막(120), 감지막(120)을 기준으로 양쪽에 배치되는 변환기(130), 변환기(130)의 말단에 형성되는 리플렉터(140) 등을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0048] 기관(110)은 전기적 에너지와 기계적 에너지의 양변환이 가능한 압전재료를 이용하여 제작된다. 기관(110)의 재질로는 주변 온도에 의한 주파수 흔들림을 극적으로 줄이기 위해 주파수 특성이 온도에 안정한 석영(Quartz)을 들 수 있다. 이외에도 압전재료로는 GaAs, ZnO, LiTaO₃, LiNbO₃, PbZrO₃ 등이 사용될 수 있다.
- [0049] 변환기(130)는 IDT(Interdigital Transducer)로서 금속 전극 패턴이 기관(110)의 표면에 배치된다. 따라서, 전기적인 신호를 표면 탄성파로 변환시키는 기능을 수행한다. 또한, 단일 표면탄성과 센서(100)의 공진 주파수는 IDT(Interdigital Transducer)의 패턴 설계를 통해 조절할 수 있다. 일반적으로 압전재료로 쓰이는 세라믹 재료 혹은 석영 같은 경우 전기 전도도가 없기 때문에 기관 위에 금속 전극층을 증착하여 사용할 수 있다.
- [0050] 2개의 변환기(130) 사이를 지연선(Delay Line)이라 한다. 이 지연선에 감지막(120)이 위치된다.
- [0051] SAW 센서 위에 증착되는 감지막(120)의 종류는 서로 다르며 금속 산화물 층(metal oxide layer) 혹은 폴리머 필름(polymer film), 탄소나노튜브(carbon nanotube), 셀룰로오스 등 목표 물질에 대한 감지성능이 있는 다양한 물질이 사용될 수 있다. 즉, 목표하는 물질을 가역적으로 흡착/탈착하는 성질을 가진 재료라면 이용가능하다.
- [0052] SAW 센서의 목표 물질 감지 원리는 다음과 같다. 입력측 변환기(130)의 전극에 전원을 인가하면 압전효과로 인해 핑거(finger)들(131)이 진동하고, 그 진동 에너지가 감지막(120)을 지나 출력측 변환기(130)로 전달된다.
- [0053] 이 신호를 측정하기 위해 일반적으로 네트워크 분석기, 스펙트럼 분석기 등이 이용될 수 있다. 이러한 계측기기를 이용하여 s-parameter, 페이즈(phase) 등을 각 주파수 별로 측정할 수가 있으며, 이때 트랜스미션(S₂₁)은

입력 대비 출력 신호의 세기를 보여준다.

- [0054] 자연선에 증착된 감지막(120)이 물리/화학적 과정을 통해 목표 물질을 흡착하면 이는 곧 질량의 증가로 질량 로딩(mass-loading) 효과에 따라 SAW 센서의 공진 주파수가 조정된다. 이것이 물질 감지의 척도가 되며, 목표 물질 농도와 감지막 특성에 따라 주파수 이동 정도가 상이하다.
- [0055] 리플렉터(140)는 변환기(130)에 의해 형성되는 표면 탄성파를 반사하는 기능을 수행한다.
- [0056] 도 2는 도 1에 도시된 단일 표면탄성과 센서(100)를 I-I'축으로 절개한 단면도이다. 도 2를 참조하면, 계측기기(미도시)와 리플렉터(140)의 연결은 핀(pin)(250)을 통해 이루어진다. SAW 센서는 2-port 공진기 타입으로 리플렉터(140)가 있지만, 이는 1-포트(port) 및 횡단(transversal) 타입에 역시 적용 가능하다.
- [0057] 일반적으로 SAW 센서의 경우 파동이 전파되는 매질과 그것의 계면 반대쪽 매질의 상태 따라 표면파의 진행 속도가 달라진다. 이에 주변 온도, 습도, 압력과 같은 다양한 조건들의 환경변수가 영향을 미친다. 이는 kHz 단위의 공진 주파수 변화를 야기하기 때문에 더 정확한 감지를 위해서 반드시 제거되어야 한다.
- [0058] 따라서, 이러한 환경변수를 줄일 필요가 있다. 각 단일 표면탄성과 센서마다 모두 환경변수가 있기 때문에 감지막이 없는 1개 단일 표면탄성과 센서를 기준으로 하여 감지 단일 표면탄성과 센서와 기준 단일 표면탄성과 센서의 공진 주파수 차이를 측정하여 목표 물질 감지를 판별함으로써 환경변수를 제거할 수 있다. 이를 보여주는 개념이 도 3에 도시된다.
- [0059] 도 3은 도 1 내지 도 2에 도시된 단일 표면탄성과 센서를 어레이로 적용한 화학 탐지 장치의 구성 블록도이다. 특히, 도 3은 중요 개념인 센서 다중 어레이 및/또는 환경변수로 인한 오차 보정의 알고리즘을 개략적으로 나타낸 개념도이다.
- [0060] 도 3을 참조하면, 감지막(120)이 없는 기준 센서(301)를 갖는 기준 오실레이터(311), 감지막(120)이 있는 단일 표면탄성과 센서(100)를 갖는 제 1 내지 제 n 오실레이터(310-1 내지 310-n), 제 1 내지 제 n 믹서기(320-1 내지 320-n), 제 1 내지 제 n 저역 통과 필터(330-1 내지 330-n), 멀티플렉서(340), 최종 저역 통과 필터(350), 버퍼(360), 비교기(370), 마이크로 컨트롤러 유닛(380), 및 디스플레이(390) 등을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0061] 기준 오실레이터(311) 및 제 1 내지 제 n 오실레이터(310-1 내지 310-n)에는 LPF(Low Pass Filter)(302), RF(Radio Frequency) 증폭기(303) 등이 구성될 수 있다. 따라서, 기준 오실레이터(311)는 기준 센서(301)로부터 발생된 신호를 저역 통과 필터링하고 증폭하여 출력하는 기능을 하며, 제 1 내지 제 n 오실레이터(310-1 내지 310-n)도 단일 표면탄성과 센서(100)로부터 발생된 신호를 저역 통과 필터링하고 증폭하여 출력하는 기능을 한다.
- [0062] 제 1 내지 제 n 믹서기(320-1 내지 320-n)는 두 가지 신호가 입력되면 각각의 공진 주파수들의 합 혹은 차를 계산하여 출력하는 소자이다. 따라서, 기준 오실레이터(311)로부터 발생된 기준 신호와 제 1 내지 제 n 오실레이터(310-1 내지 310-n)로부터 출력된 출력 신호를 각각의 공진 주파수들의 차이를 계산하여 출력한다.
- [0063] 부연하면, 기준 센서(301)와 제 1 오실레이터(310-1)의 단일 표면탄성과 센서(100)의 공진주파수 차이가 합산신호 #1이 되고, 마찬가지로 제 2 오실레이터(310-2), 제 3 오실레이터(310-3)에서도 합산신호 #2, #3이 출력된다. 이렇게 출력된 신호 #1, #2, #3...은 멀티플렉서(Multiplexer)(340)를 지나면서 단일 출력선으로 전송된다.
- [0064] 각 믹서기(320-1 내지 320-n)의 뒷단에는 제 1 내지 제 n 중간 저역필터(LPF, Low Pass Filter)(330-1 내지 330-n)를 배치하여 고주파 노이즈를 제거한 최종 신호가 생성된다. 또한, 멀티플렉서(340)의 앞단에도 최종 저역 통과 필터(350)가 배치되어 고주파 노이즈를 제거할 수 있다.
- [0065] 버퍼(360)는 고주파 노이즈가 제거된 최종 신호들을 버퍼링하는 기능을 수행한다. 부연하면, 멀티플렉서(340)로부터 신호가 연속적으로 전송됨으로, 입력되는 속도와 출력되는 속도사이에 전송 속도 차이가 발생하므로 이러한 속도차를 해결하는 기능을 수행한다.
- [0066] 비교기(370)는 미리 설정된 기준 값과 최종 신호들을 비교하여 목표 물질 별로 사전에 설정된 일정 주파수 변화 수준을 초과하면 비교 결과 신호를 마이크로 컨트롤러 유닛(380)에 전송하는 기능을 수행한다.
- [0067] 마이크로 컨트롤러 유닛(380)은 비교기(370)로부터 비교 결과 신호를 수신하여 알람 정보를 생성하고, 이를 디스플레이(390)를 통해 출력하는 기능을 수행한다. 이를 위해 마이크로 컨트롤러 유닛(380)은 마이크로프로세서, 메모리, 프로그램 등으로 구성될 수 있다. 알람 정보는 그래픽, 문자, 진동, 및 소리의 조합으로 이루어질 수

있다.

- [0068] 메모리는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD(Secure Digital) 또는 XD(eXtreme Digital) 메모리 등), 램(Random Access Memory, RAM), SRAM(Static Random Access Memory), 롬(Read Only Memory, ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory), PROM(Programmable Read Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.
- [0069] 디스플레이(390)는 LCD(Liquid Crystal Display), LED(Light Emitting Diode) 디스플레이, PDP(Plasma Display Panel), OLED(Organic LED) 디스플레이, 터치 스크린, CRT(Cathode Ray Tube), 플렉시블 디스플레이 등이 될 수 있다.
- [0070] 소리의 출력을 위해 사운드 시스템(미도시)이 구성될 수 있다. 물론, 디스플레이에 사운드 시스템이 구성될 수도 있다. 물론, 진동을 위해 진동 소자가 구성될 수 있다. 또한, 소리는 음성, 부저 등을 포함할 수 있는 개념이다.
- [0071] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 알고리즘의 순서도이다. 도 4를 참조하면, 다수의 센서(도 3의 110,301) 중, 기준이 되는, 감지막이 증착되지 않은 기준 센서(301)의 신호를 읽는다(단계 S410). 기준 센서(301)는 주변 가스의 종에 따른 영향을 거의 받지 않기 때문에 온도, 습도, 압력 등의 주변 환경에 의한 공진 주파수 변화를 보정하는 기준 값으로 사용된다.
- [0072] 이후, 단일 표면탄성과 센서(100)의 신호들이 생성된다(단계 S420). 즉, 각기 다른 감지물질이 코팅된 n개의 단일 표면탄성과 센서(100)의 신호를 읽어 기준 센서(301)와의 공진 주파수 차이가 계산된다(단계 S430). 부연하면, 감지막(120) 마다의 표면에 다른 물질이 각각 코팅될 수 있다. 감지막은 ZnO, SnO 등과 같은 금속 산화물 층(metal oxide layer), silsesquioxane, thiourea 등을 포함한 폴리머 기반의 필름(polymer film), 탄소나노튜브(carbon nanotube), 및 셀룰로오스 중 어느 하나인 것을 특징으로 한다. 이러한 감지막은 다양한 화학물질에 선택적으로 반응하여 감도를 향상시키는 특성들을 가지고 있다.
- [0073] 이후, 마지막 단일 표면탄성과 센서(100)인지를 판단한다(단계 S440). 단계 S440에서 마지막 단일 표면탄성과 센서(100)가 아니면 단계 S420 내지 단계 S440이 다시 진행된다.
- [0074] 이와달리, 단계 S440에서 마지막 단일 표면탄성과 센서(100)로 판단되면, 마이크로 컨트롤러 유닛(380)은 주파수 차이값을 디스플레이(390)에 출력한다(단계 S450).
- [0075] 이후, 최소 하나의 단일 표면탄성과 센서(100)에서 공진 주파수 차이가 목표 물질 별로 사전에 설정된 일정 주파수 변화 수준을 초과하면 사용자에게 알람 정보를 제공한다(단계 S460, S470).
- [0076] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 회로 중 아날로그 신호 처리를 위한 아날로그 보드(500)의 외관을 보여주는 도면이다. 도 5에 도시된 (a) 및 (b)를 참조하면, 아날로그 보드(500)에는 믹서(531, 532, 533)와 전력 스플리터(510) 및 주변 소자 등으로 구성되어 있다.
- [0077] 믹서(531, 532, 533) 이후의 신호는 핀(520)을 다음 단으로 전달된다. 본 발명의 일실시예에서는 아날로그 신호 처리부와 디지털 신호 처리부를 나누어 two-board 형태로 구성하였으나, 이는 보드의 개수와 형상에 구속되지 않는다. 도 5에서는 4개의 단일 표면탄성과 센서(100)를 장착하여 사용한다(b).
- [0078] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 ADC(Analog-Digital Converter) 이후 디지털 신호 처리를 위한 디지털 보드의 외관을 보여주는 도면이다. 도 6을 참조하면, 핀 커넥트(620)를 통해 전 단에서 출력된 신호를 입력받는다. 이후 인터페이스 회로를 통해 소형 디스플레이(390)로 출력되는 신호를 직접볼 수 있다.
- [0079] 도 7는 도 1 내지 도 6에 도시된 구성요소들을 결합한 기판(710)의 예시이다. 도 7의 (a), (b) 및 (c)를 참조하면, 단일 표면탄성과 센서(100), 아날로그 보드(500), 디지털 보드(600)이 도시된다.
- [0080] 도 8은 도 1 내지 도 7에 도시된 구성요소들을 결합한 화학 탐지 장치의 외관 사시도의 예시이다. 즉, 도 8은 구성품들이 하우징(800) 내에 결합된 모습을 보여준다. 디스플레이(390)를 통해 합산신호 #1, #2, #3을 시각적으로 확인 가능하다. 도 8에서는 디스플레이(390)로서 LCD(Liquid Crystal Display) 패널이 사용된 예이다.
- [0081] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 화학 탐지 장치의 성능을 테스트한 테스트 기기의 화면예시이고, 도 10은 도 9에 도시된 화면 예시를 확대한 그래프이다. 도 9 및 10을 참조하면, 서로 다른 폴리머 감지막 3가지를 이용하여 DMMP(Dimethyl methyl phosphonate) 가스에 대해 실험한 결과이다. 100, 75, 50, 25, 13 ppm의 DMMP 가스가

이용되었고, 공진주파수 이동에 있어 각 감지막 별(1010,1020,1030)로 다른 경향이 있었다.

[0082] 도 11은 화학 탐지 장치를 적용한 제품의 예시이다. 도 11을 참조하면, 소형 전지(battery)로 구동하며, LCD 패널 및 충전 회로 등이 전체 회로에 포함된다. 도 9 및 도 10에 도시된 바와 같이, 3종 동시 탐지가 가능한 시스템의 개발을 뜻하며, 본 발명의 일 실시예에서는 이를 응용한 예로 도 11과 같은 장치를 제조될 수 있다.

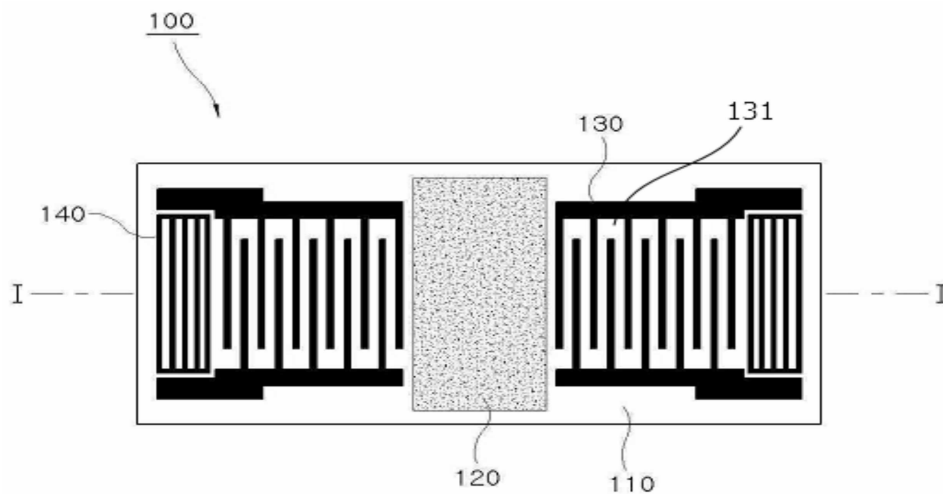
[0083] A, B, C 물질의 농도에 따라 각각의 감지막(120)이 코팅된 단일 표면탄성과 센서(100)의 공진 주파수가 변화하므로, 이를 시각 자료로 변환하여 표시하고 경보를 울린다면 별도의 숙련도가 필요치 않은 화학 센서로서 작동할 수 있다.

부호의 설명

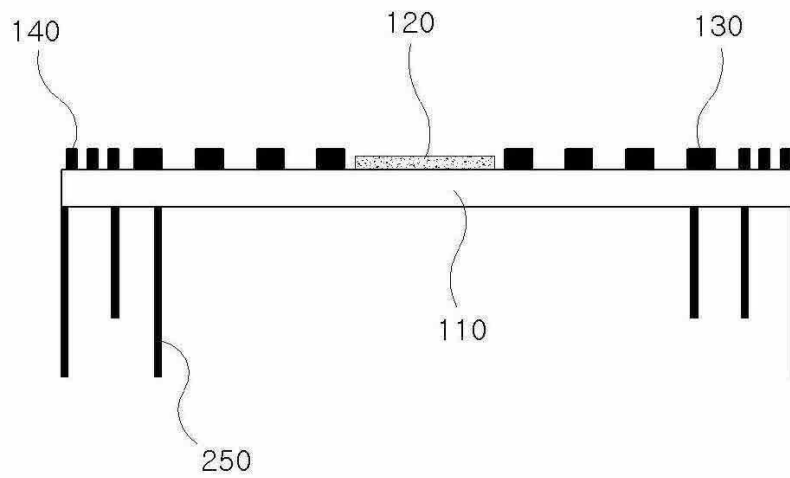
[0084] 100: 단일 표면탄성과 센서 110: 기판
120: 감지막 130: 변환기
140: 리플렉터 250: 핀
300: 화학 탐지 장치
301: 기준 센서 302: LPF: Low Pass Filter
303: Radio Frequency 증폭기
311: 기준 오실레이터
310-1 내지 310-n: 제 1 내지 제 n 오실레이터
340: 멀티플렉서
370: 비교기
380: 마이크로 컨트롤러 유닛
390: 디스플레이

도면

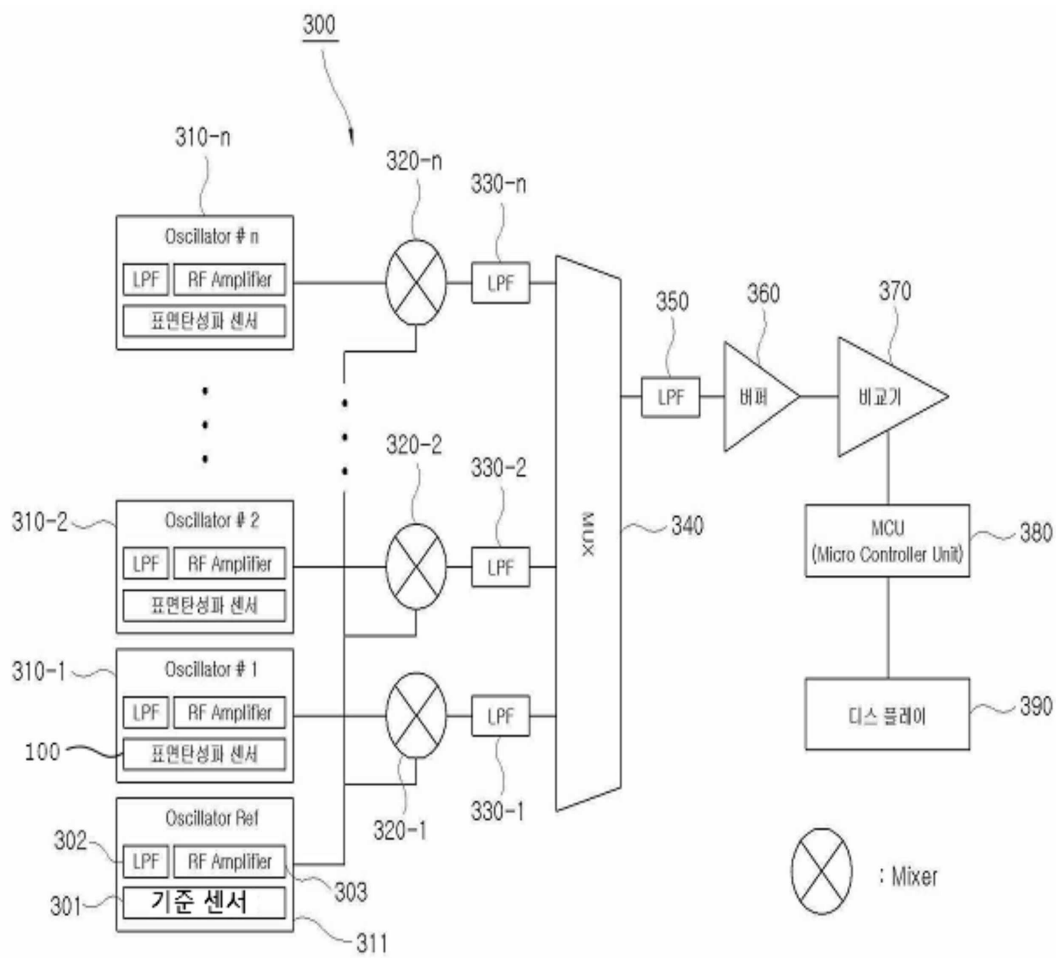
도면1



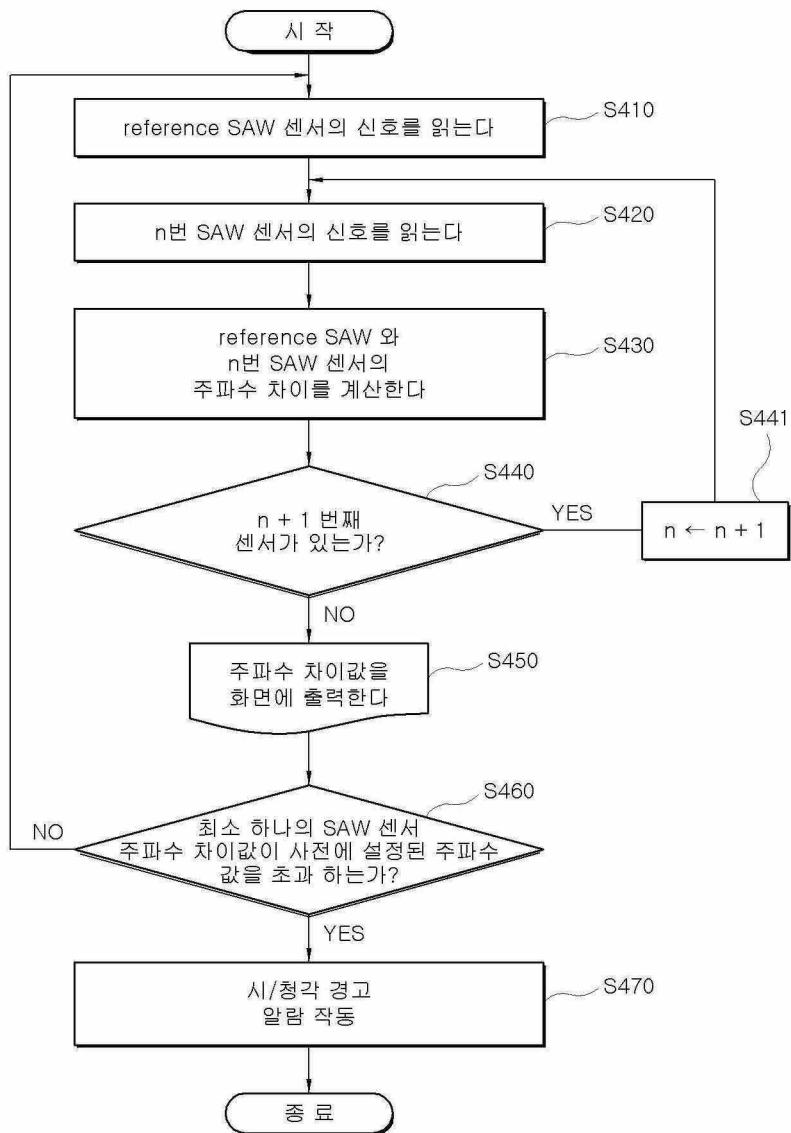
도면2



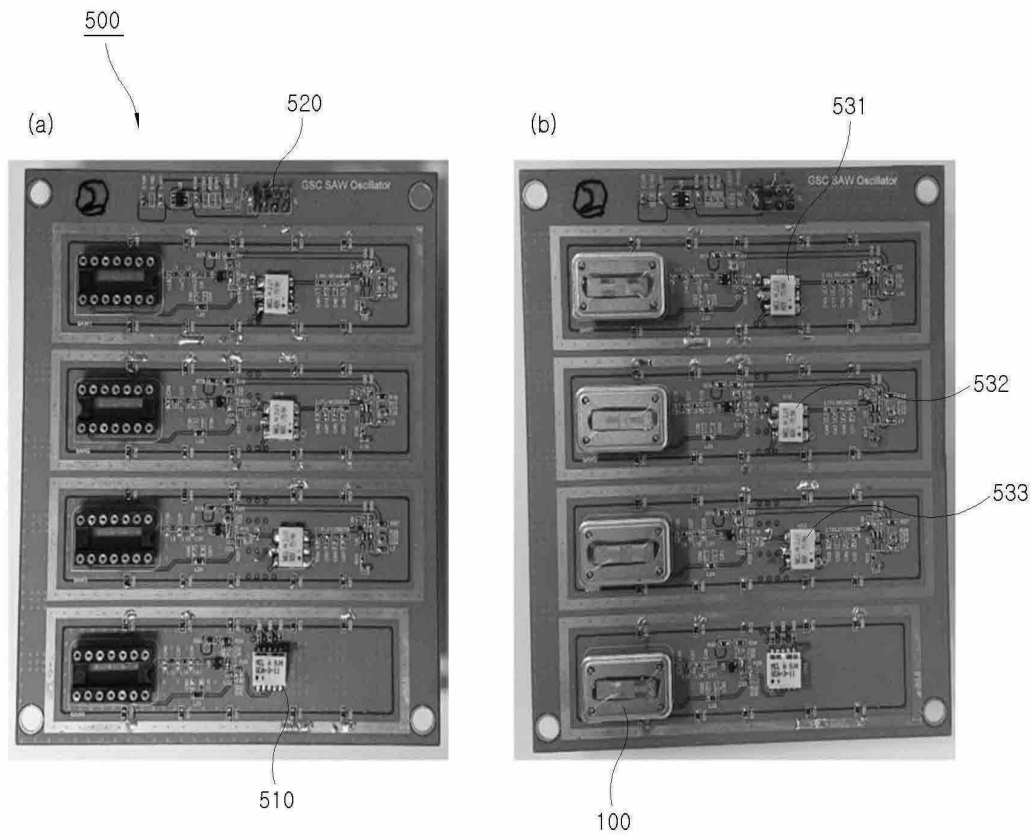
도면3



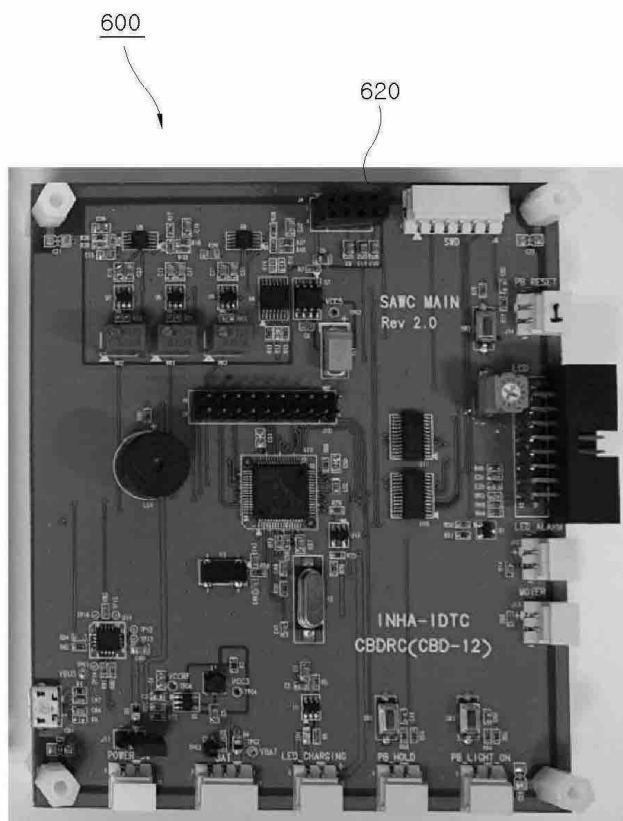
도면4



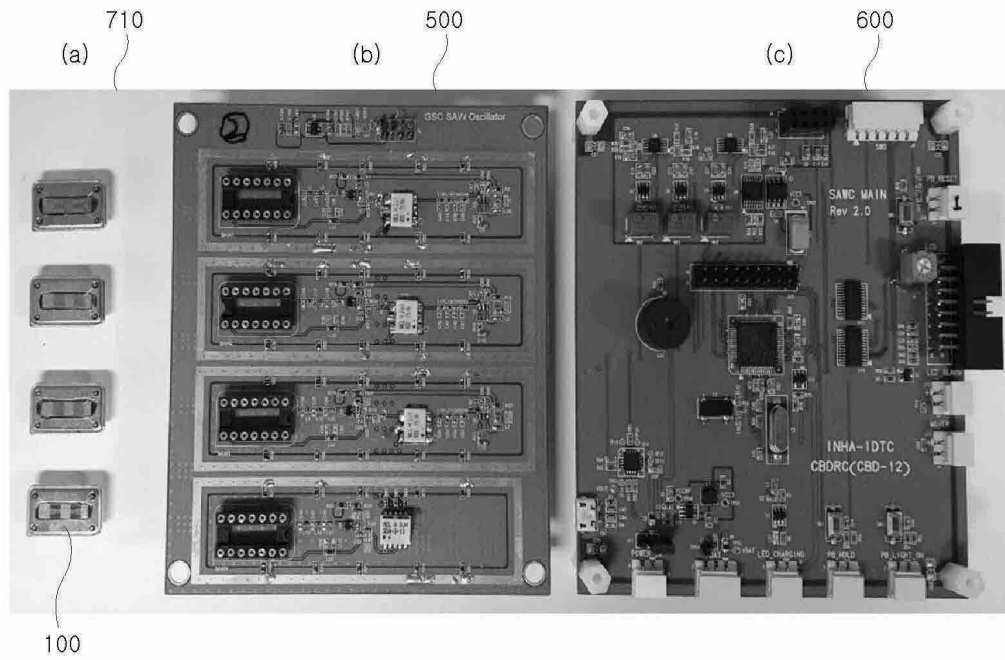
도면5



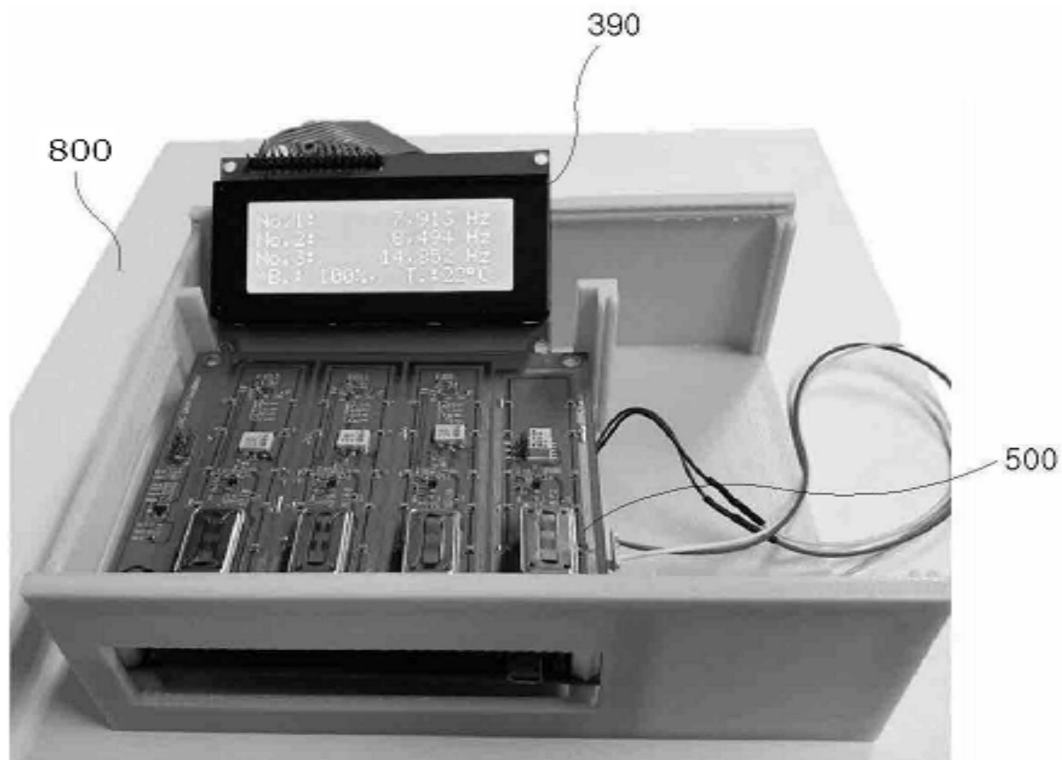
도면6



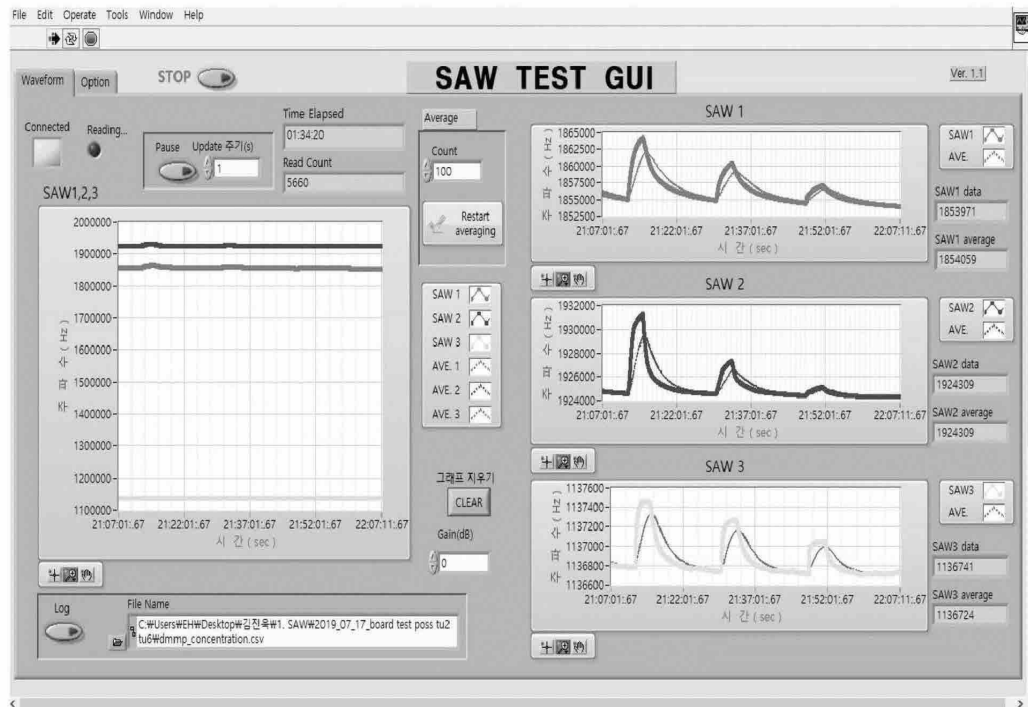
도면7



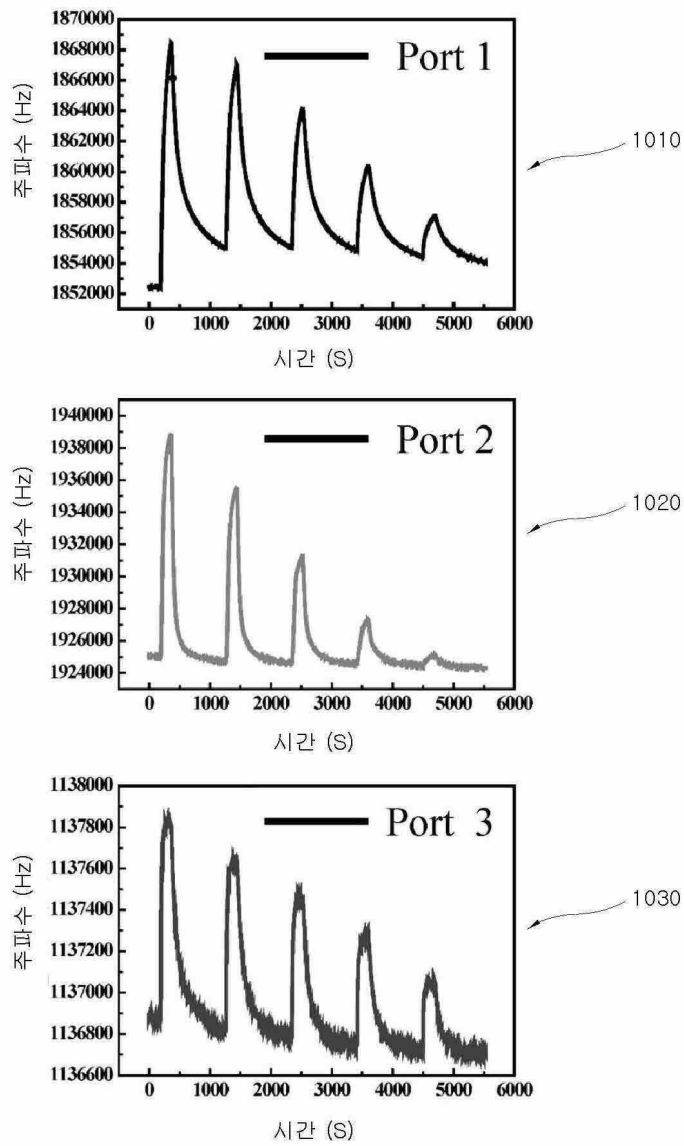
도면8



도면9



도면10



도면11

