

|                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                 |                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|                                                                     | (19) 대한민국특허청(KR)<br>(12) 공개특허공보(A)                                                                                                                                              | (11) 공개번호 10-2010-0088466<br>(43) 공개일자 2010년08월09일 |
| (51) Int. Cl.<br><i>G01N 27/06</i> (2006.01) <i>G01N 27/26</i> (2006.01)<br>(21) 출원번호 10-2009-0007711<br>(22) 출원일자 2009년01월30일<br>심사청구일자 2009년01월30일 | (71) 출원인<br>고려대학교 산학협력단<br>서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내<br>(72) 발명자<br>주병권<br>서울 종로구 평창동 234-24<br>여철호<br>경기 의정부시 신곡1동 서해아파트 109동 1802호<br>신경<br>서울 광진구 중곡1동 234-33<br>(74) 대리인<br>정희환 |                                                    |

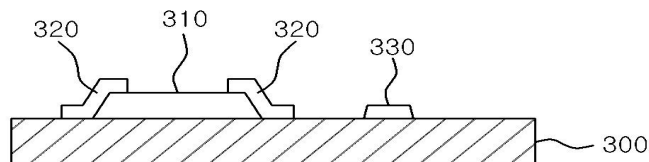
전체 청구항 수 : 총 9 항

#### (54) 액체 상태 측정 센서 및 이를 이용한 액체 상태 감지방법

#### (57) 요약

본 발명은 액체 내에 접촉하여 액체 내의 상태 변화를 감지하여 액체의 상태 정보를 실시간 측정하는 액체 상태 측정 센서 및 이를 이용한 액체 상태 감지방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 상태 측정 센서는 구성된 감지막이 액체의 외부 또는 내부의 환경적 요인의 변화, 즉, 화학적 반응, 열화, 불순물 유입, 액체의 양 감소 등에 따라서 발생하는 분극성 불순물을 흡착할 수 있도록 하고, 이때 감지막의 전기전도도 특성 변화를 측정하여 액체 내의 상태 정보의 변화를 감지할 수 있도록 하는 것을 특징으로 한다. 이에 따를 경우, 전체 인가에 의한 감지막의 전기적 특성 변화량이 다르게 변화하는데 이 경우 기준 센서의 데이터를 확보하여 온도에 대하여 액체의 상태 변화에 대한 값을 보상하여 비교적 오차가 없는 정확한 측정을 이룰 수 있는 효과를 제공한다.

**대표도** - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|        |                                    |
|--------|------------------------------------|
| 과제고유번호 | 11110                              |
| 부처명    | 서울특별시                              |
| 연구사업명  | 서울시 산학연 협력사업(2006년 신기술 연구개발 지원사업)  |
| 연구과제명  | 나노튜브를 이용한 오일 열화 감지 소자 및 환경오염 저감 기술 |
| 주관기관   | 고려대학교 산학협력단                        |
| 연구기간   | 2006년 12월 01일 ~ 2008년 11월 30일      |

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

액체 상태 측정 및 물성 파악을 위한 액체 상태 측정 센서에 있어서,  
 기관 상면에 설치되며 분극성 분자 또는 이온물질에 대하여 강한 흡착 성질을 가지는 감지막과;  
 상기 감지막의 전기전도도를 측정하기 위한 전극; 및  
 상기 감지막 측면에 전계를 인가하기 위하여 구비되는 전압인가용 전극;을 포함하여 구성하되,  
 상기 전계 인가에 따라서 액체 내 분극성 분자로 구성된 불순물 및 이온물질을 감지막에 흡착을 유도하여 전기적 특성의 변화량을 감지함으로써 액체의 상태를 측정하는 것을 특징으로 하는 액체 상태 측정 센서

### 청구항 2

제 1항에 있어서,  
 상기 기관은 유리기관, 실리콘 기관 및 알루미늄나 소결기관 중 선택된 어느 하나로 구성하는 것을 특징으로 하는 액체 상태 측정 센서

### 청구항 3

제 2항에 있어서,  
 상기 감지막은 활성탄소, 활성탄소섬유, 카본에어로젤, 탄소나노섬유, 탄소나노튜브 중 어느 하나로 구성되어 액체 내의 전기장에 의해 분극성 불순물을 강하게 흡착/저장하는 것을 특징으로 하는 액체 상태 측정 센서

### 청구항 4

제 3항에 있어서,  
 상기 감지막의 감지도를 높이기 위하여 상기 기관에 발열장치를 더 구성하되, 상기 발열장치는 니크롬선 또는 백금으로 구성하며, 발열 온도범위는 50℃ 내지 200℃에서 동작하도록 설정한 것을 특징으로 하는 액체 상태 측정 센서

### 청구항 5

제 1항 내지 제 4항 중 선택된 어느 하나의 액체 상태 측정 센서를 이용하되,  
 상기 감지막에 부착된 하나의 전극과 감지막의 측면에 구성된 전압인가용 전극의 양단에 일정 전압을 인가하였을 때의 전기전도도( $R_{bias}$ )와 전압을 인가하지 않았을 때의 전기전도도( $R_o$ )의 차이 ( $\Delta R = | R_{bias} - R_o |$ )를 측정하여 액체의 상태 정보를 판단하는 것을 특징으로 하는 액체 상태 감지 방법

### 청구항 6

제 5항에 있어서,  
 상기 측정된 전기전도도의 차이 ( $\Delta R = | R_{bias} - R_o |$ )는 감지막에 부착된 하나의 전극과 감지막의 측면에 구성된 전압인가용 전극의 양단의 거리 간격을 0.1  $\mu m \sim 10mm$ 의 범위에서 선택하여 측정하는 것을 특징으로 하는 액체 상태 감지 방법

### 청구항 7

제 5항에 있어서,  
 상기 두 전극간에 전기장 구성을 위하여 사용되는 전원은 직류 또는 교류 중 선택된 어느 하나를 사용하여 상기 두 전극간에 인가되는 전압의 크기에 따라 측정된 전기전도도( $\Delta R$ )는 비례적으로 변화되도록 하는 것을 특징으로 하는 액체 상태 감지 방법

## 청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 전원의 전압은 1V 내지 220V 범위에서 인가하는 것을 특징으로 하는 액체 상태 감지 방법

## 청구항 9

제 5항에 있어서,

상기 센서가 액체 내에 잠길 때에는 인가되는 전기장에 의해 측정된 전기전도도( $\Delta R$ )의 변화를 발생시키고, 상기 센서가 액체에 비접촉되는 공기 중에서 측정된 전기전도도( $\Delta R$ )의 변화는 거의 없는 특성을 이용하여 액체의 임계 유량을 측정하는 레벨 스위치 기능을 구현하도록 하는 것을 특징으로 하는 액체 상태 감지 방법

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 액체 내에 접촉하여 상태 정보를 감지하는 센서와 액체 내의 상태 변화를 감지하여 액체의 상태 정보를 실시간 측정하는 측정장치에 관한 것으로, 특히 소정의 기관 위에 분극성 분자 또는 이온 물질에 대하여 강한 흡착 성질을 가지는 감지막과, 감지막의 전기전도도를 측정하기 위한 소정의 전극들을 포함하고, 상기 감지막의 측면에 전계를 인가하기 위한 전압 인가용 전극을 포함하여 구성된 액체 상태 센서 및 이를 이용한 액체 상태 감지 방법에 관련된 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 본 발명은 액체의 상태 정보를 실시간으로 점검하기 위한 액체 상태 센서 및 이를 이용한 액체 상태 감지 방법에 관련된 것으로, 이러한 액체 상태 감지 목적은 사용자가 액체의 상태 정보를 보다 용이하게 판단하여 액체의 상태 변화로 발생하는 관련 기타 기계장치 및 기구장치의 파손을 방지하고 정상 동작을 유지할 수 있도록 하는 것이다.

[0003] 그런데, 종래의 액체 상태 센서는 액체의 상태 정보를 정확히 판단하기 어렵거나, 혹은 단일 정보에 대하여 측정하는 단순한 스위치 개념의 센서만이 사용되어 왔다.

[0004] 즉, 기존 종래의 액체 상태 센서 및 액체 내 상태 변화를 감지하는 상태 정보의 측정법은 단순 정보만을 판단하거나 액체의 다양한 종류별로 작업이 번거로워 불편하였으며, 액체의 다양한 상태 변화에 대하여 실시간 측정이 어렵다는 문제가 있었다.

[0005] 그리고, 이러한 실시간 측정 어려움에 따른 액체 상태 정보에 대한 판단 및 관리 소홀은 관련된 기계장치 또는 기구장치의 파손 및 오동작을 일으키는 결과를 초래하였었다.

[0006] 그러나 유비쿼터스 시대를 맞아 최적화된 액체 상태 센서를 통하여 장치 내부 액체 물성에 대한 다양한 정보의 확보가 필요시 되고 있으며, 이에 따라 액체의 다양한 정보 변화에 대하여 보다 정확한 판단을 할 수 있는 센서의 필요성이 요구되고 있다.

#### 발명의 내용

##### 해결 하고자하는 과제

[0007] 상기한 종래 문제점을 해결하기 위하여 제안된 본 발명이 이루고자 하는 첫 번째 목적은, 액체 상태 센서를 최적화하여 센서의 크기를 줄이고 구조를 단순화시킬 수 있는 액체의 상태 센서를 제공하는 데 있다.

[0008] 두 번째 목적은, 액체 상태 센서를 적용하여 액체의 상태 정보를 정확히 판단하여, 다양한 종류의 액체 상태 정보가 적용되는 기타 장비를 최적의 상태로 관리 및 유지할 수 있는 편의성을 제공하며 기기장치가 동작중인 실시간 상황에서도 액체의 상태 정보 실시간 측정이 가능하도록 구성하는 데 있다.

[0009] 세 번째 목적은, 외부 환경 영향-액체의 종류와 상태(화학적 반응, 온도, 열화 또는 불순물 포함 상태)에 따라 전계 인가에 의한 감지막의 전기적 특성 변화량이 다르게 변화하는데, 이 경우 기준 센서의 데이터를 확보하여 온도에 대하여 액체의 상태 변화에 대한 값을 보상하여 비교적 오차가 없는 정확한 측정을 이룰 수 있도록 하는 데 있다.

[0010] 네 번째 목적은, 저온 동작으로 인한 감지도 저하 문제를 해결하기 위해 상기 액체 센서의 기관부에 발열장치를 추가 구성하여 액체 센서의 동작이 일정 온도를 유지하여 동작되게 함으로써 측정되는 센서의 감지도를 높이고 측정 오차를 저감하도록 하는 데 있다.

### 과제 해결수단

[0011] 상기한 종래 문제점을 해결하고 본 발명에 따른 목적을 달성하기 위한 액체 상태 측정 센서 구성은, 기관 상면에 설치되며 분극성 분자 또는 이온 물질에 대하여 강한 흡착 성질을 가지는 감지막과, 상기 감지막의 전기전도도를 측정하기 위한 전극 및 상기 감지막 측면에 전계를 인가하기 위하여 구비되는 전압인가용 전극을 포함하여 구성하되, 상기 전계 인가에 따라서 액체 내 분극성 분자로 구성된 불순물 및 이온물질을 감지막에 흡착을 유도하여 전기적 특성의 변화량을 감지함으로써 액체의 상태를 측정하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 여기에서, 상기 기관은 유리기관, 실리콘 기관 및 알루미늄나 소결기관 중 선택된 어느 하나로 구성하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 그리고, 상기 감지막은 활성탄소, 활성탄소섬유, 카본에어로젤, 탄소나노섬유, 탄소나노튜브 중 어느 하나로 구성되어 액체 내의 전기장에 의해 분극성 불순물을 강하게 흡착/저장하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 아울러, 상기 감지막의 감지도를 높이기 위하여 상기 기관에 발열장치를 더 구성하되, 상기 발열장치는 니크롬선 또는 백금으로 구성하고, 발열 온도범위는 50℃ 내지 200℃에서 동작하도록 설정한 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 액체상태 감지 방법에 있어서, 상기 감지막에 부착된 하나의 전극과 감지막의 측면에 구성된 전압인가용 전극의 양단에 일정 전압을 인가하였을 때의 전기전도도( $R_{bias}$ )와 전압을 인가하지 않았을 때의 전기전도도( $R_o$ )의 차이( $\Delta R = |R_{bias} - R_o|$ )를 측정하여 액체의 상태 정보를 판단하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 여기에서, 상기 측정된 전기전도도( $R_o$ )의 차이( $\Delta R = |R_{bias} - R_o|$ )는 감지막에 부착된 하나의 전극과 감지막의 측면에 구성된 전압인가용 전극의 양단의 거리 간격을 0.1 $\mu$ m-10mm의 범위에서 선택하여 측정하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 그리고, 상기 두 전극간에 인가되는 전압의 크기에 따라 측정된 전기전도도( $\Delta R$ )가 비례적으로 변화되도록 하며, 상기 두 전극간에 전기장 구성을 위하여 사용되는 전원은 직류 또는 교류 중 선택된 어느 하나를 사용하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 여기에서, 상기 전원의 전압은 1V 내지 220V 범위에서 인가하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 그리고, 상기 센서가 액체 내에 잠길 때에는 인가되는 전기장에 의해 측정된 전기전도도( $\Delta R$ )의 변화를 발생시키고, 상기 센서가 액체에 비접촉되는 공기 중에서 측정된 전기장에 의해 측정된 전기전도도( $\Delta R$ )의 변화는 거의 없는 특성을 이용하여 액체의 임계 유량을 측정하는 레벨 스위치 기능을 구현하도록 하는 것을 특징으로 한다.

### 효과

[0020] 위에서와 같이, 본 발명에 따른 액체 상태 측정 센서를 통한 액체 상태 감지시에는 동종 액체에 한하여 종류 및 특성 별로 센서의 전기적 특성을 확인하여 액체의 상태를 실시간으로 측정하여 액체의 상태 정보를 판단할 수 있는 효과를 제공한다.

[0021] 또한, 외부 환경 영향-액체의 종류와 상태(화학적 반응, 온도, 열화 또는 불순물 포함 상태)에 따라 전계 인가에 의한 감지막의 전기적 특성 변화량이 다르게 변화하는데 이 경우 기준 센서의 데이터를 확보하여 온도에 대하여 액체의 상태 변화에 대한 값을 보상하여 비교적 오차가 없는 정확한 측정을 이룰 수 있는 효과를 제공한다.

[0022] 이에 따라서 측정 대상인 기계장치 및 기구장치의 이상 발생을 미연에 방지하여 장치 내구성을 증대시키고 관리 효율성을 제고시킬 수 있게 된다.

### 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하기로 한다.
- [0024] 도 1은 액체의 상태 측정을 위한 상태 센서의 제1 실시 예를 나타내는 구조도, 도 2는 액체의 상태 측정을 위한 상태 센서의 제 2 실시 예를 나타내는 구조도, 도 3은 액체의 상태 센서의 단면 구조-전극 구조 구성을 나타내는 구조도, 도 4는 액체의 상태 측정을 위한 상태 센서의 단면 구조-발열장치를 포함한 구성을 나타내는 구조도, 도 5는 감지막의 온도 의존성 특성을 확인한 그래프, 도 6은 다양하게 제작된 감지막 재료 중에서 탄소나노섬유로 제작된 센서를 사용하여 엔진오일을 측정된 결과를 나타낸 그래프, 도 7은 다양하게 제작된 감지막 재료 중에서 탄소나노섬유로 제작된 센서를 사용하여 초순수와 일반 정수물을 측정된 결과를 나타낸 그래프, 도 8은 다양하게 제작된 감지막 재료 중에서 탄소나노섬유로 제작된 센서를 사용하여 팜유를 측정된 결과를 나타낸 그래프, 도 9는 상기 온도 변화에 대해 전기장 인가를 통해 발생하는 감지막의 전기전도도( $\Delta R$ )의 온도 의존성을 나타낸 그래프이다.
- [0025] 먼저, 도 1을 참조하여 본 발명에 따른 액체 상태 센서를 설명하면 다음과 같다.
- [0026] 액체의 상태 정보 측정을 위한 상태 센서는 기판(300) 위에 소정의 면적으로 형성된 감지막(310)이 액체 접촉시 액체내의 분극성 불순물 및 이온 등을 측정하기 위해 구성되고, 감지막(310)의 양 측면에 상기 감지막(310)의 전기전도도를 측정하기 위한 전극(320)을 구성한다.
- [0027] 또한 구성된 감지막(310)의 측면에 전계를 인가하기 위한 전압인가용 전극(330)을 구성하여 전기전도도 측정을 위한 전극(320) 중 하나와 전압 인가용 전극(330)의 양단에 소정의 전압을 인가하여 감지막(310)으로 흡착되는 분극성 불순물 및 이온에 의해 변화되는 감지막(310)의 전기전도도를 측정하여 액체 내의 상태 정보를 확인할 수 있도록 하고 있다.
- [0028] 도 2는 액체의 상태 측정을 위한 상태 센서의 제2 실시 예를 나타내는 구조도이다. 도시된 바와 같이, 상기 상태 센서의 또 다른 구성은 상기 제1 실시 예에 사용되는 전압인가용 전극(330)을 상태 센서부의 감지막(310) 좌측 및 우측에 소정의 간격을 두고 구성하며, 구성된 두 개의 전압 인가용 전극(330)에 소정의 전압을 인가하여 감지막(310)으로 흡착되는 분극성 불순물 및 이온에 의해 변화되는 감지막(310)의 전기전도도를 전극(320)으로 측정하여 액체 내의 상태 정보를 확인할 수 있도록 하고 있다.
- [0029] 도 3은 액체의 상태 센서의 센서의 단면 구조-전극 구조 구성을 나타내는 구조도이다.
- [0030] 상기 도 1내지 2에 사용되는 액체의 상태 측정을 위한 상태 센서는 전원이 인가되는 전극, 전극 및 기판 상부에 연속적으로 도포되어 액체 내의 분극성 불순물 및 이온을 전기장에 의해 흡착/저장하는 감지막, 형성된 감지막 및 전기장을 인가하기 위한 전압인가용 전극을 탑재하는 것을 포함한다.
- [0031] 여기에서 도시되고 설명되는 기판(300), 감지막(310), 전극(320, 330)의 구조 및 크기는 이에 국한되지 않고 다양한 변형이 가능함은 물론이다.
- [0032] 도 4는 액체의 상태 측정을 위한 상태 센서의 단면 구조-발열장치를 포함한 구성을 나타내는 구조도이다.
- [0033] 이 경우, 상기 발열장치(350)는 니크롬선 또는 백금 등의 금속으로 구성되며, 발열 온도범위는 50℃ 내지 200℃에서 동작하도록 설정하는 것이 바람직하다.
- [0034] 더욱 바람직하게는, 액체의 상태 정보 측정시에 일정 온도 범위에서 상태를 측정하도록 하는 온도 센서의 제어 받을 수 있도록 구성한다.
- [0035] 여기서, 상기 소자의 기판(300)은 유리기판, 실리콘 기판 및 알루미늄나 소결기판 등이 사용된다.
- [0036] 그리고 상기 전극(320, 330)은 웨도우 마스크를 통해 E-beam, 또는 Sputter 등의 증착 장비를 이용하여 제작할 수 있을 뿐만 아니라, Ag 또는 기타 금속 페이스트를 통하여 스크린 프린팅으로 제작할 수도 있다.
- [0037] 상기 감지막(310)은 감지재료 분말과 바인더를 혼합한 페이스트를 통해 스크린 프린팅 방법에 의해 형성된다. 그리고, 기판(300) 상에 스크린 프린팅 방법으로 형성된 감지막(310)은 전극 사이에 걸쳐 연결된다. 이렇게 제작된 소자는 감지막(310)이 액체에 접촉되도록 하여, 전원을 전압인가용 전극(330)과 감지막(310)의 전극으로 연결하여 전기장을 인가하고, 감지막(310)을 통해 감지되는 액체 내의 분극성 불순물과 이온의 흡착/저장에 의해 발생하는 전기전도도( $\Delta R$ )의 변화를 측정할 수 있게 되는 것이다.
- [0038] 이에 따른 경우, 전계 인가에 의한 감지막(310)의 전기적 특성 변화량이 다르게 변화하는데 이 경우 기준 센서

의 데이터를 확보하여 온도에 대하여 액체의 상태 변화에 대한 값을 보상하여 비교적 오차가 없는 정확한 측정을 이룰 수 있게 된다.

[0039] 도 5는 감지막(310)의 온도 의존성 특성을 확인한 그래프이다.

[0040] 그리고, 표1 내지 표 9는 다양한 액체에 인가전압을 달리 하였을 때 저항값 및 전계 변화량 측정치를 나타내고 있다.

[0041] 도 5의 그래프를 보면 다양하게 제작된 감지막 재료 중에서 탄소나노섬유로 제작된 센서(센서의 전면을 패키징하여 외부와 온도 외의 반응을 억제함)를 예시로 측정한 결과이다. 그래프에서 알 수 있듯이, 온도의 증가에 따라 전기전도도가 증가하는 것을 확인할 수 있다.

[0042] 상기 탄소나노섬유 감지막을 포함하는 액체 상태 센서의 센싱 감지도는 온도에 의존하며, 이러한 센서의 센싱 감지도는 측정하고자 하는 액체의 온도 범위가 상온에서 70℃에서는 온도의 증가에 따라 전기전도도가 적은 범위 내에서 비례적으로 증가하지만, 측정하고자 하는 액체의 온도가 70℃ 이상이 될 경우 전기전도도가 확연히 증가하는 것을 확인할 수 있다.

[0043] 상기와 같이 탄소나노튜브의 컨덕턴스가 70℃ 이상의 온도에서 크게 증가하는 원인은 감지재료의 흡착 능력에 충분한 활성에너지를 공급하여 분자 또는 이온들의 운동성이 활발해지면서 분자 또는 이온의 흡착에 따라 전기전도도가 변하는 특성 때문으로 판단된다. 따라서 상기 감지막을 통하여 측정하고자 하는 액체의 온도 범위가 상온 또는 저온인 경우는 기판에 발열장치를 장착하여 감지재료의 흡착 능력을 향상시키므로 센싱 감지도를 향상시킬 수 있을 것이다.

[0044] 이 경우, 상기 기판에 설치되는 발열장치(350)는 니크롬선 또는 백금으로 구성하는 것이 바람직하며, 발열 온도 범위는 50℃ 내지 200℃에서 동작하도록 설정하는 것이 더욱 바람직하다.

[0045] 한편, 액체의 상태 정보를 실시간 측정하는 데 있어서 상태 센서는, 액체와 접촉시 전기장 인가에 의해 액체별로 측정되는 전기전도도( $\Delta R$ )의 변화가 다양하게 변화되는 특성을 이용하여 액체의 상태 정보를 표시할 수 있다. 이러한 상태 센서의 전기장 인가 효과에 의한 전기전도도 변화의 특성은 도 6 내지 도 8에서 확인할 수 있다.

[0046] 그리고, 상기 측정된 전기전도도의 차이( $\Delta R = |R_{bias} - R_o|$ )는 감지막에 부착된 하나의 전극과 감지막의 측면에 구성된 전압인가용 전극의 양단의 거리 간격을 0.1 $\mu m$ ~10mm의 범위에서 선택하여 측정하도록 함이 바람직하다.

[0047] 한편, 상기 두 전극간에 전기장 구성을 위하여 사용되는 전원은 직류 또는 교류 중 선택된 어느 하나를 사용하여 상기 두 전극간에 인가되는 전압의 크기에 따라 측정된 전기전도도( $\Delta R$ )는 비례적으로 변화되도록 한다.

[0048] 이 경우, 상기 전원의 전압은 1V 내지 220V 범위에서 인가하도록 함이 바람직하다.

[0049] 그리고, 상기 센서가 액체 내에 잠길 때에는 인가되는 전기장에 의해 측정된 전기전도도( $\Delta R$ )의 변화를 발생시키고, 상기 센서가 액체에 비접촉되는 공기 중에서 측정된 전기전도도( $\Delta R$ )의 변화는 거의 없는 특성을 이용하여 액체의 임계 유량을 측정하는 레벨 스위치 기능 구현도 가능하게 된다.

[0050] 도 6은 다양하게 제작된 감지막 재료 중에서 탄소나노섬유로 제작된 센서를 사용하여 엔진오일을 측정한 결과이다. 엔진오일에서 소정의 전기장 인가를 통해 발생하는 감지막의 전기전도도( $\Delta R$ )의 변화가 사용된 오일에서 센싱값의 변화가 크게 나타나는 특성을 나타내는 확인할 수 있다.

[0051] (표1 :브레이크 오일 상온에 전기장 변화에 따른 전기전도도 차이( $\Delta R$ ))

| 구분 | R1.[ $\Omega$ ](0V) | R1.[ $\Omega$ ](3V) | $\Delta R$ RES.[ $\Omega$ ] Rate |
|----|---------------------|---------------------|----------------------------------|
| 1  | 190,300             | 18,610              | 10.226                           |

[0053] (표2: 엔진오일 뉴 상온의 전기장 변화에 따른 전기전도도 차이( $\Delta R$ ))

| 인가전압 | RES.[ $\Omega$ ] | 변화량 $\Omega$ |
|------|------------------|--------------|
| 0V   | 921,000          |              |
| 3V   | 920,000          | 1,000        |
| 6V   | 919,000          | 1,000        |

|     |         |       |
|-----|---------|-------|
| 9V  | 918,000 | 1,000 |
| 12V | 916,000 | 2,000 |

[0055] (표3: 엔진오일 뉴 고온의 전기장 변화에 따른 전기전도도 차이( $\Delta R$ ))

[0056]

| 인가전압 | RES.[ $\Omega$ ] | 변화량 $\Omega$ |
|------|------------------|--------------|
| 0V   | 815,000          |              |
| 3V   | 807,000          | 8,000        |
| 6V   | 800,000          | 7,000        |
| 9V   | 792,000          | 8,000        |
| 12V  | 784,000          | 8,000        |

[0057] (표4: 엔진오일 5000Km 사용오일 상온의 전기장 변화에 따른 전기전도도 차이( $\Delta R$ ))

[0058]

| 인가전압 | RES.[ $\Omega$ ] | 변화량 $\Omega$ |
|------|------------------|--------------|
| 0V   | 938,000          |              |
| 3V   | 937,000          | 1,000        |
| 6V   | 936,000          | 1,000        |
| 9V   | 935,000          | 1,000        |
| 12V  | 934,000          | 1,000        |

[0059] (표5: 엔진오일 5000Km 사용오일 고온의 전기장 변화에 따른 전기전도도 차이( $\Delta R$ ))

[0060]

| 인가전압 | RES.[ $\Omega$ ] | 변화량 $\Omega$ |
|------|------------------|--------------|
| 0V   | 790,000          |              |
| 3V   | 777,000          | 13,000       |
| 6V   | 763,000          | 14,000       |
| 9V   | 748,000          | 15,000       |
| 12V  | 731,000          | 17,000       |

[0061] 도 6은 다양하게 제작된 감지막 재료 중에서 탄소나노섬유로 제작된 센서를 사용하여 엔진오일을 측정 한 결과이다. 엔진오일에서 소정의 전기장 인가를 통해 발생하는 감지막의 전기전도도( $\Delta R$ )의 변화가 사용된 오일에서 센싱값의 변화가 크게 나타나는 특성을 확인할 수 있다.

[0062] 도 7은 다양하게 제작된 감지막 재료 중에서 탄소나노섬유로 제작된 센서를 사용하여 초순수와 일반 정수물을 측정 한 결과이다. 초순수에는 액체 내에 불순물이나 이온등이 없는 특성에 비해 일반 정수물은 다소 적은 양이긴 하나 내부에 포함되어 있는 이온의 양에 따라, 소정의 전기장 인가를 통해 발생하는 감지막의 전기전도도( $\Delta R$ )의 변화가 일반 정수물에서 센싱값의 변화가 크게 나타나는 특성을 확인할 수 있다.

[0063] (표6: 물 상온의 전기장 인가에 따른 전기전도도 차이( $\Delta R$ ))

[0064]

| 구분 | 인가전압 | R.[ $\Omega$ ] | 전계변화량[ $\Omega$ ] |
|----|------|----------------|-------------------|
| 1  | 0    | 553,000        |                   |
|    | 3V   | 573,000        | 20,000            |

[0065] (표7: 물 고온의 전기장 인가에 따른 전기전도도 차이( $\Delta R$ ))

[0066]

| 구분 | 인가전압 | R.[ $\Omega$ ] | 전계변화량[ $\Omega$ ] |
|----|------|----------------|-------------------|
| 1  | 0    | 656,000        |                   |
|    | 3V   | 731,994        | 75,994            |

[0067] 도 8은 다양하게 제작된 감지막 재료 중에서 탄소나노섬유로 제작된 센서를 사용하여 팜유를 측정 한 결과이다. 팜유 내에서 소정의 전기장 인가를 통해 발생하는 감지막의 전기전도도( $\Delta R$ )의 변화가 사용온도에 따라 변화량이 다르게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 사용된 센서는 동일한 것을 사용했으며, 그래프 x축은 온도(80, 120, 170℃) 변화에 따라 측정한 데이터이며, 온도 변화가 클수록 높은 센싱값의 변화가 나타나는 특성을 확인할

수 있다.

(표8: 쿨기를 상온의 전기장 인가에 따른 전기전도도 차이( $\Delta R$ ))

| 구분 | 인가전압 | R.[ $\Omega$ ] | 전계변화량[ $\Omega$ ] |
|----|------|----------------|-------------------|
| 1  | 0    | 835,000        |                   |
|    | 3V   | 837,000        | 2,000             |

(표9: 쿨기를 고온 전기장 인가에 따른 전기전도도 차이( $\Delta R$ ))

| 구분 | 인가전압 | R.[ $\Omega$ ] | 전계변화량[ $\Omega$ ] |
|----|------|----------------|-------------------|
| 1  | 0    | 915,000        |                   |
|    | 3V   | 922,000        | 7,000             |

도 9는 상기 온도 변화에 대해 전기장 인가를 통해 발생하는 감지막의 전기전도도( $\Delta R$ )의 온도 의존성을 나타낸 결과이다. 상기의 액체의 상태 센서는 온도변화에 대하여 전기장 인가에 의한 전기전도도( $\Delta R$ )의 변화량이 다르게 나타나는데 이는 감지막 재료에 따라 온도에 대하여 일정한 비율로 그 변화량이 발생하게 되고 이를 근거로 다양한 온도에서 액체별 상태정보를 보정할 수 있다.

이상에서와 같이, 본 발명에 따른 다양한 실시예를 첨부된 표, 그래프 및 도면을 참조하여 기술하였으나 본 발명의 기술적 범위가 상기 기술된 사항에 국한되지 않는 것은 너무도 자명하다.

즉, 본 발명의 기술적 사상에 따라 상술한 바와 같은 구체적인 실시예 및 첨부한 도면에 특별히 한정된다 할 수 없으며, 본 특허등록 청구범위의 기술적 사상에 유사한 범주 내에서의 다양한 변형 실시는 본 특허에 귀속될 수 있다 할 것이다.

## 도면의 간단한 설명

도 1은 액체의 상태측정을 위한 상태 센서부의 제1실시예를 나타내는 구조도

도 2는 액체의 상태측정을 위한 상태 센서부의 제 2실시예를 나타내는 구조도

도 3은 액체의 상태 센서의 센서부의 단면 구조-전극 구조 구성을 나타내는 구조도

도 4는 액체의 상태측정을 위한 상태 센서부의 단면 구조-발열장치를 포함한 구성을 나타내는 구조도

도 5는 감지막의 온도 의존성 특성을 확인한 그래프

도 6은 다양하게 제작된 감지막 재료 중에서 탄소나노섬유로 제작된 센서를 사용하여 엔진오일을 측정된 결과를 나타낸 그래프

도 7은 다양하게 제작된 감지막 재료 중에서 탄소나노섬유로 제작된 센서를 사용하여 초순수와 일반 정수물을 측정된 결과를 나타낸 그래프

도 8은 다양하게 제작된 감지막 재료 중에서 탄소나노섬유로 제작된 센서를 사용하여 팜유를 측정된 결과를 나타낸 그래프

도 9는 상기 온도 변화에 대해 전기장 인가를 통해 발생하는 감지막의 전기전도도( $\Delta R$ )의 온도 의존성을 나타낸 그래프

\*\*\* 도면의 주요 부분에 대한 설명 \*\*\*

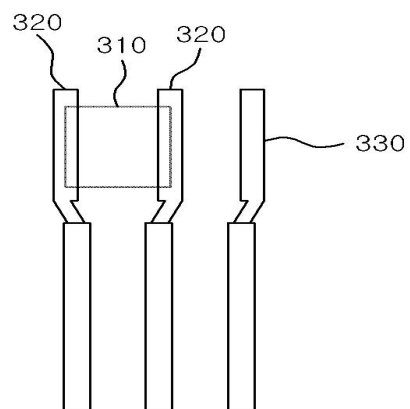
300: 기판 310: 감지막

320: 전극 330: 전계인가용 전극

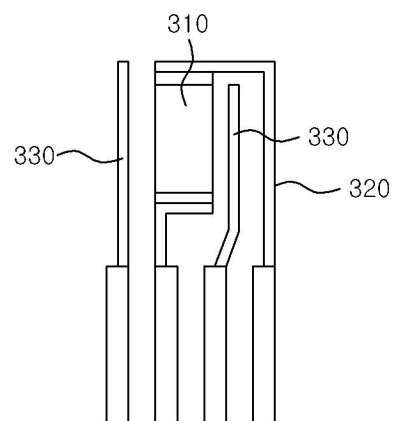
350: 발열장치

도면

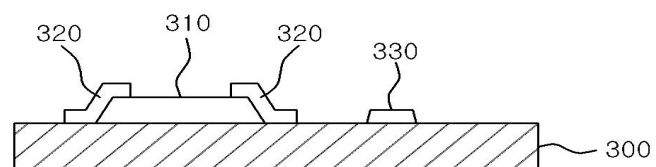
도면1



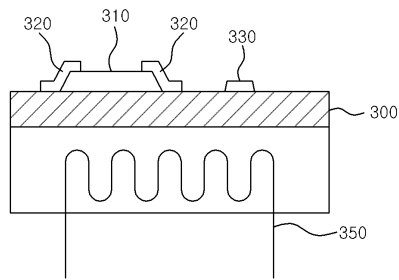
도면2



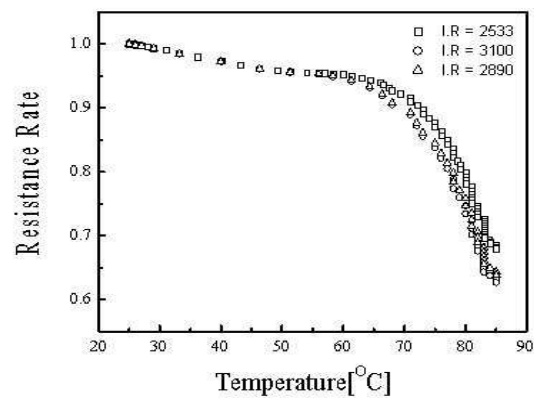
도면3



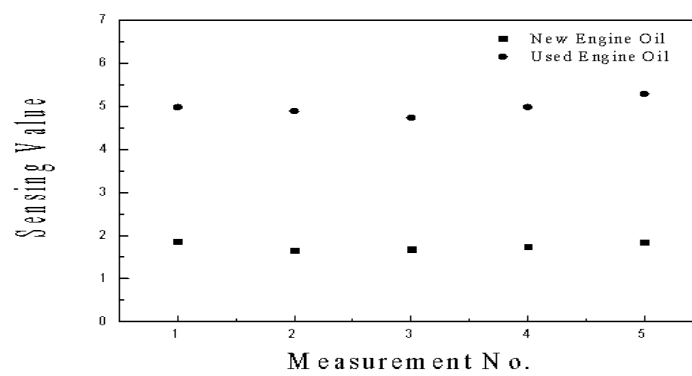
도면4



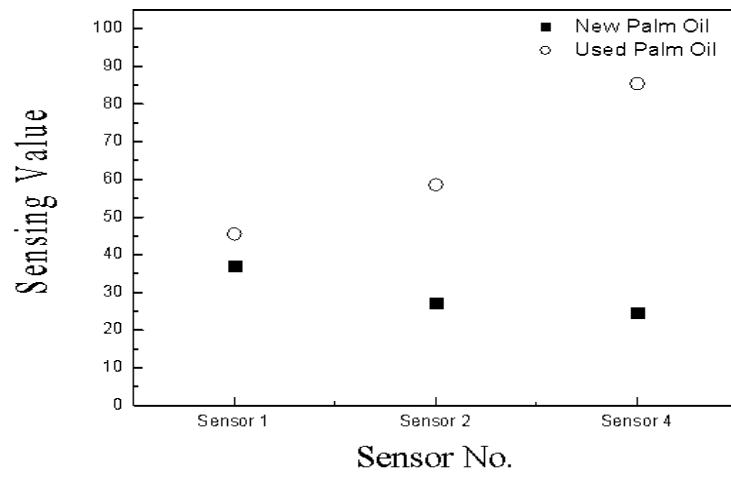
도면5



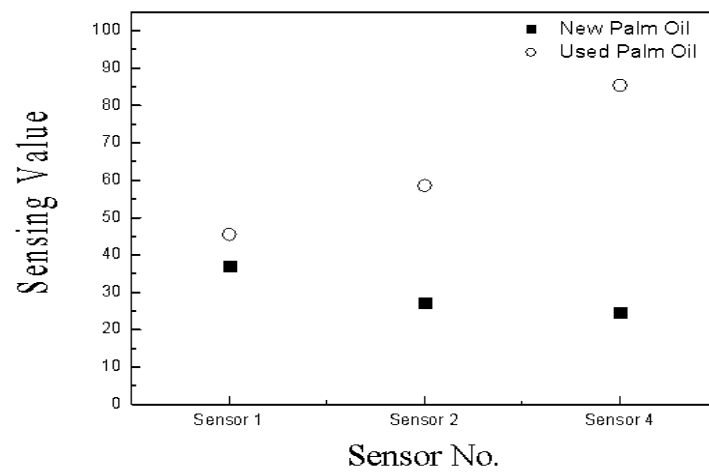
도면6



도면7



도면8



도면9

