(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년02월16일
(11) 등록번호 10-1014548
(24) 등록일자 2011년02월08일

(51) Int. Cl.
*G01N 33/28* (2006.01) *G01N 33/22* (2006.01)
*G01N 11/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2005-7005489
(22) 출원일자(국제출원일자) 2003년09월22일
심사청구일자 2008년09월22일
(85) 번역문제출일자 2005년03월30일
(65) 공개번호 10-2005-0056220
(43) 공개일자 2005년06월14일
(86) 국제출원번호 PCT/US2003/029473
(87) 국제공개번호 WO 2004/031764
국제공개일자 2004년04월15일
(30) 우선권주장
10/260,754 2002년09월30일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
EP00675369 A2
EP01098197 A2
US06421588 B1
전체 청구항 수 : 총 21 항

(73) 특허권자
**유니버시티 오브 데이턴**
미합중국, 오하이오 45469-0101, 데이턴, 칼리지 파크 300
(72) 발명자
**캐우프맨, 로버트, 이.**
미국 오하이오 45459, 센터빌, 브릭스 로드 2193
**울프, 제임스, 디.**
미국 오하이오 45440, 키터링, 산타 로자 드라이브 2432
(74) 대리인
**장훈, 손영태**

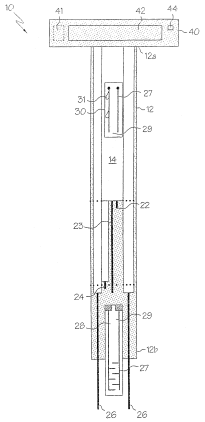
심사관 : 이준석

# (54) 유체 상태 모니터

## (57) 요 약

본 발명은 사용 장비 내에서 기능적 유체의 상태 및 레벨을 직접적으로 모니터링하기 위한 효율적인 방식을 제공하는 컴팩트 장치 및 그 방법에 관한 것이다. 상이한 온도에서 서로 관련되어 사용될 때 복수의 액체 센서들 및 복수의 증기 센서들을 포함하는 센서 디바이스는 유체의 유효 수명의 만료를 검출하기 위해 유체의 산화성 저하, 액체 오염 및 고체 오염의 전반적인 평가를 제공할 수 있다. 동일한 디바이스 상에 액체 센서들 및 증기 센서들을 제공함으로써, 본 발명은 유체의 상태를 모니터링할 뿐만 아니라 추가의 부품 손상 및 장비 실패에 앞서 비정상적인 상태들을 검출하는 컴팩트형이고, 효율적이고, 경제적으로 실행 가능한 방식을 허용한다.

*대 표 도* - 도2



## *특허청구의 범위*

**청구항 1**

유체가 사용 저장기(operating reservoir) 내에 배치된 유체(11)의 다수의 상태들을 모니터링하는 단일 센서 디바이스(10)에 있어서,

계량봉(dipstick)(12);

각각 상기 유체(11)의 온도 및 전기적 특성들을 측정하기 위해 적어도 2개의 와이어들 또는 와이어 막대들(22, 23, 24, 26, 27)을 포함하고, 상기 계량봉(12)을 따라 다양한 길이로 제공되는 복수의 액체 센서들(20)로서, 상기 적어도 2개의 와이어들 또는 와이어 막대들(22, 23, 24, 26, 27)은, 사용시, 상기 유체(11)의 상태를 모니터링하기 위해 상기 유체(11)를 통해 상기 적어도 2개의 와이어들 또는 와이어 막대들(22, 23, 24, 26, 27) 사이로 전류가 통과할 수 있도록 침지되고 상기 유체(11)와 접촉하도록 적응되는, 상기 복수의 액체 센서들(20); 및

상기 계량봉(12)에 결합된 사용 저장기 내에서 상기 유체(11)의 증기 파라미터들을 측정하기 위해 사용 유체 저장기 내에 배치된 복수의 증기 센서들(30)을 포함하고,

상기 복수의 액체 센서들(20) 및 상기 복수의 증기 센서들(30)은 상기 복수의 증기 센서들(30)이 상기 유체(11)와 접촉하지 않도록 서로 거리를 두고 위치되는, 단일 센서 디바이스.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 복수의 액체 센서들(20) 및 상기 복수의 증기 센서들(30)은 동시에 동작하도록 적응되는, 단일 센서 디바이스.

**청구항 3**

제1항에 있어서, 상기 복수의 액체 센서들(20)은 도전성 표면들(27)의 적어도 하나의 센서 어레이(28)를 더 포함하는, 단일 센서 디바이스.

**청구항 4**

제3항에 있어서, 상기 도전성 표면들(27)은 0.001㎜ 내지 1㎜ 이격되는, 단일 센서 디바이스.

**청구항 5**

제1항에 있어서, 상기 적어도 2개의 와이어 막대들(22, 23, 24, 26)은 0.1㎜ 내지 100㎜ 이격되는, 단일 센서 디바이스.

**청구항 6**

제1항에 있어서, 상기 복수의 증기 센서들(30)은 비도전성 기판(29) 상에 제공된 적어도 2개의 도전성 라인 표면들(27)을 포함하는, 단일 센서 디바이스.

**청구항 7**

제6항에 있어서, 상기 적어도 2개의 도전성 라인들(27)은 0.1㎜ 내지 50㎜ 이격되는, 단일 센서 디바이스.

**청구항 8**

제1항에 있어서, 상기 복수의 증기 센서들(30)은 0.001㎜ 내지 1㎜ 이격되는 센서 어레이들을 포함하는, 단일 센서 디바이스.

**청구항 9**

제1항에 있어서, 상기 복수의 액체 센서들(20)은 유리질 탄소, 백금, 금, 구리, 구리 합금들, 니켈 합금들, 스테인레스강, 및 이들의 조합물들로 구성된 군으로부터 선택된 도전성 재료로 형성되는, 단일 센서 디바이스.

**청구항 10**

제1항에 있어서, 상기 복수의 증기 센서들(30)은 유리질 탄소, 백금, 금, 구리, 구리 합금들, 니켈 합금들, 스테인레스강, 및 이들의 조합물들로 구성된 군으로부터 선택된 도전성 재료로 형성되는, 단일 센서 디바이스.

**청구항 11**

제1항에 있어서, 상기 센서 디바이스(10)는 유체 레벨, 점도, 온도, 전기 도전성, 전기 화학적 활성, 수질 오염, 마모 금속들, 그을음 축적, 냉각제 오염, 유체 레벨, 커패시턴스 및 이들의 조합들을 측정하도록 적응되는, 단일 센서 디바이스.

**청구항 12**

제1항에 있어서, 상기 계량봉(12)은 상기 유체(11)에 결합되고, 상기 유체(11)는 윤활유들, 트랜스미션 유체들, 작동액들, 변압기 오일들, 금속 가공 유체들, 조리용 오일들, 및 이들의 조합물들로 구성된 군으로부터 선택되는, 단일 센서 디바이스.

**청구항 13**

제1항에 있어서, 상기 센서 디바이스(10)는 상기 복수의 액체 센서들(20) 중의 적어도 하나 뒤에 배치된 자석을 더 포함하고, 상기 센서 디바이스(10)는 상기 자석을 갖는 상기 액체 센서들(20) 중의 하나 및 상기 자석이 없는 상기 복수의 액체 센서들(20)의 나머지 것들의 출력들 사이의 차이를 측정하도록 적응되고, 상기 차이는 상기 센서 디바이스(10)에 의해 검출된 장비 마모를 나타내는, 단일 센서 디바이스.

**청구항 14**

제13항에 있어서, 상기 자석은 자성이 700°F(371℃) 이상의 온도에서 보유되는 재료의 자화된 라인인, 단일 센서 디바이스.

**청구항 15**

제1항에 있어서, 상기 센서 디바이스(10)는 상기 계량봉(12)에 결합된 전자 시스템(40)을 더 포함하고, 상기 전자 시스템(40)은 상기 복수의 액체 센서들(20) 및 복수의 증기 센서들(30)에 대한 전자 회로들(41), 및 판독 디스플레이(42)를 포함하는, 단일 센서 디바이스.

**청구항 16**

사용 유체(11)의 다수의 상태들을 모니터링하는 방법에 있어서,

계량봉(12) 상에 복수의 액체 센서들(20) 및 복수의 증기 센서들(30)을 갖는 단일 센서 디바이스(10)를 제공하는 단계로서, 상기 복수의 액체 센서들(20)은 유체의 온도 및 전기적 특성들을 측정하기 위한 것이고, 상기 복수의 증기 센서들(30)은 사용 저장기 내의 유체의 유체 파라미터들을 측정하기 위한 것인, 상기 단일 센서 디바이스 제공 단계;

상기 복수의 액체 센서들(20)이 상기 유체(11) 내에 침지되어 상기 유체와 접촉하고, 상기 복수의 증기 센서들(30)이 상기 유체(11)와 접촉하게 되지 않도록 사용 저장기 내로 상기 계량봉(12)을 배치하는 단계;

상기 유체(11)를 통해 각각의 액체 센서(20)의 도전성 표면들 사이로 통과하는 흐름을 검출함으로써 상기 유체(11)의 적어도 하나의 파라미터를 측정하는 단계; 및

상기 복수의 액체 센서들(20) 및 상기 복수의 증기 센서들(30)의 측정치들에 기초한 알고리즘을 사용하여 상기 유체(11)의 측정치들을 분석함으로써 유체 레벨, 점도, 온도, 전기 도전성, 전기 화학적 활성, 수질 오염, 마모 금속들, 그을음 축적, 냉각제 오염, 캐패시턴스, 유전 상수 및 이들의 조합들로 구성된 군으로부터 선택된 상기 유체(11)의 상태를 결정하는 단계를 포함하는, 사용 유체 상태 모니터링 방법.

**청구항 17**

제16항에 있어서, 상기 방법은 상기 유체(11)에 정방형 파형을 인가하는 단계를 더 포함하는, 사용 유체 상태 모니터링 방법.

**청구항 18**

제16항에 있어서, 상기 방법은 상기 유체(11)에 삼각형 파형을 인가하는 단계를 더 포함하는, 사용 유체 상태 모니터링 방법.

**청구항 19**

제16항에 있어서, 상기 방법은 상기 유체(11)에 사인 파형을 인가하는 단계를 더 포함하는, 사용 유체 상태 모니터링 방법.

**청구항 20**

제16항에 있어서, 상기 방법은 상기 유체(11)의 온도를 변화시키는 단계를 더 포함하는, 사용 유체 상태 모니터링 방법.

**청구항 21**

제16항에 있어서, 상기 유체(11)의 상기 상태를 디스플레이하는 단계를 더 포함하는, 사용 유체 상태 모니터링 방법.

**청구항 22**

삭제

**청구항 23**

삭제

**청구항 24**

삭제

**청구항 25**

삭제

**청구항 26**

삭제

# 명 세 서

## 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 마이애미주 미육군 TACOM Warren에 의해 수여된 협약 제F33615-98-C-2864호에 의거 정부 지원으로 이루어졌다. 미정부는 본 발명에 대한 권리들을 갖는다.

[0002] 본 발명은 일반적으로 유체에 관한 것이며, 보다 상세하게는 적절히 수행되는 사용 장비(operating equipment)에 필요한 유기 유체의 상태를 평가하는 장치 및 방법에 관한 것이다. 유체의 상태는 베이스스톡 산화 저하 정도, 첨가제(들)의 고갈 정도, 액체 및 고체 오염물들의 레벨들, 및 사용 장비에서 그의 필요한 기능들을 수행하는 유체의 능력에 영향을 미치는 기타 파라미터들에 기초하여 평가된다.

## 배 경 기 술

[0003] 오일 또는 연료 등의 유체는 종종 사용 장비의 부품들을 윤활시키고 냉각시킬 뿐만 아니라 이동하는 표면들로부터 발생된 입자들을 제거하기 위해 사용된다. 정상적으로 사용되는 장비에서 순환하는 유체는 유체의 상태를 서서히 저하시키고, 즉, 유체의 유효 수명을 단축시키는 광범위한 범위의 오염물에 따른 열적 및 산화성 스트레스들을 겪는다. 불량한 상태인 유체를 지키는 것은 장비에 해를 끼치지 않고, 유체 체인지-아웃은 사용 시간, 마일리지, 또는 기타 사용 파라미터들에 기초한 정규 스케줄에 따라 수행된다. 동일한 유형의 모든 장비가 동일한 속도로 사용 유체 상태를 저하시키는 것은 아니기 때문에, 스케쥴된 체인지-아웃은 특정 장비 사용 조건들과 무관하게 어떠한 순환하는 유체도 그의 유효 수명의 만료 후에 사용되지 않음을 보장하는데 보수적이다. 때때로, 해지거나 또는 손상된 부품들 뿐만 아니라 외력들 또는 오염물들은 장비가 비정상적으로 사용되게 하여,

순환하는 유체의 산화 및(또는) 오염의 가속화를 초래한다. 결과되는 유체의 상태 악화가 검출되지 않는 경우, 추가의 부품 손상 또는 가능한 장비 실패는 유체의 유효 수명이 만기된 후에 초래될 것이다. 따라서, 유체의 완전한 분석은 유체가 그의 유효 수명의 만료에 앞서 변화되는 것을 보장하기 위해 유체 상태를 주기적으로 모니터링하고, 추가의 부품 손상 또는 장비 실패를 방지하기 위해 비정상적인 사용 장비를 검출하도록 주기적으로 수행되어야 한다.

[0004] 그러나, 대부분의 사용 장비에 대해, 빈번한 유체 샘플링은 장비의 원격 위치, 장비 디자인, 관리 인력의 부족 및(또는) 오일 분석 프로그램 사용 비용으로 인해 실질적이지 못하다. 또한, 내부 부품 연소 또는 봉합부 터짐 등의 일부 비정상적인 사용 상태들은 장비 실패를 방지하기 위해 즉각적인 검출을 필요로 하고, 얼마나 빈번한지와 무관한 주기적 샘플링으로 성공적으로 모니터링될 수 없다.

웨스팅하우스 일렉트릭 코포레이션에게 발행된 유럽 특허 출원 제0 675 369호는 장치의 사용 파라미터들에 대응하는 값들을 갖는 전기 신호들을 생산하는 센서들(38a-38c), 전기적 변수들을 디지털 값들로 변환시키는 데이터 변환기들(42a-42c), 이 값들을 장치의 대응하는 소정의 기준 값들에 비교하고, 대응하는 비교 값을 생산하는 비교기(마이크로프로세서(46)) 및 비교 값이 대응하는 소정의 데드 벤드 값을 초과할 때마다 장치의 예측된 사용 기간에 관련된 신호들을 출력하는 시그널링 메카니즘(47, 49)을 포함하는 전기 회전 장치의 사용성을 진단하는 온라인 시스템을 개시하고 있다. 사용 상태들은 장치의 윤활 시스템 또는 베어링의 상태 등의 비전기적 사용 상태들일 수 있다. 대안으로, 센서들은 장치의 절연체의 사용성과 관련된 신호들을 생성하기 위해 장치의 오퍼레이션 중에 열적 파라미터들에 대한 전기적 절연을 감지할 수 있다.

[0005] 따라서, 정상적인 사용 장비 및 비정상적인 사용 장비 모두에 대해 적절한 유체 변화 스케쥴을 결정하고, 추가의 부품 손상 또는 장비 실패에 앞서 비정상적인 상태들을 검출하기 위해 유체 상태를 연속적으로 모니터링하는 효과적인 방법에 대한 필요성이 대두된다.

[0006] 이러한 필요성은 본 발명에 의해 유체의 많은 파라미터들을 측정함으로써 유체의 상태를 모니터링하는 방법 및 그 장치에 의해 충족된다. 본 발명은 상이한 온도에서, 상이한 유체 처리 후, 유체의 증기 및 액체 특성들을 측정하기 위해 다중 센서들을 사용한다. 이들 측정치들로부터, 유체 상태가 결정될 수 있다.

## *발명의 상세한 설명*

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따라, 어떤 부재, 그 부재에 결합된 유체의 액체 파라미터들을 측정하는 복수의 액체 센서들, 및 상기 부재에 결합된 유체의 증기 파라미터들을 측정하는 복수의 증기 센서들을 포함하는 유체의 상태를 모니터링하는 센서 디바이스가 제공되고, 여기서, 복수의 액체 센서들 및 복수의 증기 센서들은 상기 복수의 증기 센서들이 액체와 접촉하지 않도록 서로 거리를 두고 위치한다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따라, 어떤 부재, 그 부재에 결합된 유체의 액체 파라미터들을 측정하는 복수의 액체 센서들, 및 상기 부재에 결합된 유체의 증기 파라미터들을 측정하는 복수의 증기 센서들을 포함하는 유체의 상태를 모니터링하는 센서 디바이스가 제공되고, 여기서, 복수의 액체 센서들 및 복수의 증기 센서들은 상기 복수의 증기 센서들이 액체와 접촉하지 않도록 서로 어떤 거리를 두고 위치하고, 디스플레이 시스템은 액체 센서들에 대해 반대쪽 부재의 단부에 결합된다.

[0009] 본 발명의 또 다른 실시예에 따라, 복수의 액체 센서들 및 복수의 증기 센서들을 가지는 센서 디바이스를 부재상에 제공하는 단계; 상기 복수의 액체 센서들이 상기 유체 내에 침지되고, 상기 복수의 증기 센서들이 상기 유체와 접촉하게 되지 않도록 유체 내에 상기 부재를 배치하는 단계; 상기 유체의 적어도 하나의 파라미터를 측정하는 단계; 상이한 온도들에서 유체의 측정치들을 분석하는 단계; 및 상기 유체의 상태를 결정하는 단계를 포함하는 유체의 상태를 모니터링하는 방법이 제공된다.

[0010] 본 발명의 바람직한 실시예들의 하기 상세한 설명은 다음 도면들과 연관시켜 판독할 때 가장 잘 이해될 수 있으며, 여기서 동일한 구조는 동일한 참조 번호들로 지시된다.

## *실 시 예*

[0018] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따라, 서로 관련되어 사용될 때 복수의 액체 센서들(20) 및 복수의 증기 센서들(30)을 포함하는 센서 디바이스(10)는 유체의 상태를 모니터링하기 위해 유체의 전반적인 평가를 제공할 수 있다. 동일한 센서 디바이스(10) 상에 액체 센서들(20) 및 증기 센서들(30)을 제공함으로써, 본 발명은 온라인/온보드 센서 디바이스를 통해 사용 장비 내부에서 유체의 상태를 직접적으로 모니터링하기 위한 간결하고, 효율

적이고, 경제적으로 실행 가능한 방식을 허용한다. 센서 디바이스는 유체 레벨, 점도, 온도, 전기 도전성, 전기 화학적 활성, 수질 오염, 마모 금속들, 그을음 축적, 냉각제 오염, 유체 레벨, 및 이들의 조합들을 측정하도록 적응된다. 더욱이, 센서 디바이스(10)는 모니터링된 장비의 유체 샘플링 간격들의 연장을 허용한다. 또한, 센서 디바이스(10)는 유체의 유효 수명이 과다 사용으로 인해 초과되지 않음을 보장하여 상이한 장비의 유체 변화 간격들의 연장을 허용한다. 더욱이, 센서 디바이스(10)는 초기 단계에서 비정상적으로 작동하는 장비를 검출하기 위해 장비 오퍼레이터의 능력을 증가시킨다.

[0019] 센서들(20 및 30)은 제1 부재 단부(12a) 및 제2 부재 단부(12b)를 갖는 부재(12)에 결합된다. 일 실시 예에서, 부재(12)는 철, 스테인레스강, 알루미늄 또는 임의의 기타 적절한 금속 등의 포위하는 부품들의 조성에 부합하도록 도전성 물질로 제조된다. 이 부재(12)는 테트라플루오로에틸렌, 고밀도 폴리에틸렌, 회로 보드용으로 사용되는 폴리이미드 중합체, 모니터링된 장비의 사용 온도에서 치수적으로 및 화학적으로 안정한 임의의 기타 플라스틱 또는 복합체 물질, 및 이들의 조합물들 등의 비도전성 물질로 제조될 수도 있다. 부재(12)는 예를 들면 오일 등의 사용 유체의 레벨을 체크하기 위한 유체 저장기를 갖는 엔진들 또는 사용 장비 내에 사용된 종래의 계량봉 포트 내에 수용되어야 하는 크기이다. 부재(12)는 종래의 계량봉일 수 있다.

[0020] 센서 디바이스(10)에 의해 이용되는 센서들의 수 및 유형은 모니터링되어야 하는 장비의 저하/오염 메카니즘들에 기초하여 미리 선택될 수 있다. 센서들(20 및 30)은 복수의 액체 센서들(20)이 유체(11)에 완전히 침지될 수 있는 한편, 복수의 증기 센서들(30)이 유체와 접촉하지 않게 되도록 하는 방식으로 부재(12) 상에 배열될 수 있다. 따라서, 증기 센서들(30) 만이 유체의 증기 부분의 파라미터들을 측정한다. 액체 센서들(20)은 유체의 온도 및 전기적 특성들을 측정한다. 일 실시 예에서, 전기적 특성들은 각각 미합중국 특허 제5,933,016호 및 동 제5,071,527호에 기재된 단일 전극 도전성 및 삼각형 파형 전압 전류법들을 사용하여 측정되고, 그의 개시 내용들을 참고 문헌으로서 본원에 인용한다. 측정된 다른 전기적 특성들은 캐패시턴스, 유전 상수 등을 포함할 수도 있다.

[0021] 도 2에 나타낸 바와 같이, 액체 센서들(20)은 센서 어레이(28)를 형성하는, 비도전성 기판(29) 상의 도전성 라인 표면들(27)일 수 있고(있거나), 일련의 와이어 막대들(22, 23, 24, 및 26)일 수 있다. 일 실시예에서, 절연체(14)는 액체 센서들(20)과 유체에 노출되는 와이어 막대들의 상위 부분들 사이에 놓인다. 일 실시예에서, 와이어 막대들(22, 23, 24, 및 26)은 서로 약 0.1㎜ 내지 약 100㎜ 떨어져 놓이고, 보다 상세하게는 서로 약 1㎜ 떨어져 놓인다. 일 실시예에서, 센서 어레이(28)는 약 0.001㎜ 내지 약 1㎜ 떨어져 위치하고, 보다 상세하게는 약 0.075㎜ 떨어져 위치하는 센서들을 포함한다. 액체 센서들(20)은 임의의 적절한 내부식성의 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 적절한 물질들로는 유리질 탄소, 백금, 금, 구리, 구리 합금들, 니켈 합금들, 스테인레스강들, 및 이들의 조합물들을 들 수 있지만, 이들로만 제한되지 않는다. 일 실시예에서, 액체 센서들은 니켈 또는 316 스테인레스강으로 제조된다. 절연체(14) 및 비도전성 기판(29)은 테트라플루오로에틸렌, 고밀도 폴리에틸렌, 회로 보드용으로 사용되는 폴리이미드 중합체, 알루미나, 사용 장비의 유체 환경에서 치수적으로 및 화학적으로 안정한 임의의 기타 비도전성 물질, 및 이들의 조합물들을 포함할 수 있다.

[0022] 도 2를 참조하면, 복수의 증기 센서들(30)은 유체 증기들만 접촉하고, 유체 산화 및(또는) 응축 물방울들에 민감하다. 유체 산화 또는 물방울들(31)은 전형적으로 혼합물들이 고온 유체로부터 제1 부재 단부(12a) 등의 센서 디바이스(10)의 냉각기 부분 상으로 응축함에 따라, 엔진 등의 장비를 정지시킨 후에 형성된다. 유체 산화 또는 응축 물방울들(31)은 엔진이 사용되는 동안 형성될 수 있고, 이 경우 증기 센서들(30) 및 액체 센서들(20)은 동시에 사용한다. 따라서, 엔진이 가동을 멈출 때 또는 유체가 충분히 뜨거워지는 임의의 시점에, 산화 생성물들 및(또는) 물이 증발하고, 이어서, 센서 디바이스(10)의 냉각기 부분 상으로 응축되고, 응축되는 물방울들(31)이 형성되어 증기 센서들(30)에 부착된다. 이어서, 센서는 증기 파라미터들을 측정한다.

[0023] 액체 센서들(20)에 대해 상기 제공된 설명과 유사하게, 증기 센서들(30)은 어레이 센서를 형성하는, 비도전성 기판(29) 상에 제공된 도전성 라인 표면들(27)을 수 있고(있거나), 일련의 와이어들(도시되지 않음)일 수 있다. 일 실시예에서, 도전성 라인 표면들(27) 및(또는) 와이어들은 서로 약 0.1㎜ 내지 약 50㎜ 떨어져 놓이고, 보다 상세하게는 서로 약 1㎜ 떨어져 놓인다. 일 실시예에서, 센서 어레이는 약 0.001㎜ 내지 약 1㎜ 떨어져 위치하고, 보다 상세하게는 약 0.075㎜ 떨어져 위치하는 센서들을 포함한다. 증기 센서들(30)은 임의의 적절한 내부식성의 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 적절한 물질들로는 유리질 탄소, 백금, 금, 구리, 구리 합금들, 니켈 합금들, 스테인레스강, 및 이들의 조합물들을 들 수 있지만, 이들로만 제한되지 않는다. 일 실시예에서, 증기 센서들(30)은 니켈 또는 316 스테인레스강으로 제조된다. 일 실시예에서, 절연체(14)는 증기 센서들(30)과 센서의 유체 증기에 노출되지 않은 상위 영역들 사이에 놓인다. 절연체(14) 및 비도전성 기판(29)은 테트라플루오로에틸렌, 고밀도 폴리에틸렌, 회로 보드용으로 사용되는 폴리이미드 중합체, 알루미나, 사용 장비의 유체 환

경에서 치수적으로 및 화학적으로 안정한 임의의 기타 비도전성 물질, 및 이들의 조합물들일 수 있다.

[0024] 도 2 및 3을 참조하면, 전자 시스템(40)은 센서 디바이스(10)의 제1 부재 단부(12a)에 결합된다. 이 전자 시스템(40)은 센서들(20 및 30)에 전기적으로 접속되고, 유체의 전체적인 상태 및 레벨을 보여주거나, 또는 사용자에게 흥미있는 특정한 저하/오염 메카니즘을 지시하도록 변형될 수 있다. 전자 시스템(40)은 센서들(41)을 위한 전자 회로들, 판독 디스플레이(42) 및 리셋 버튼(44)을 포함한다. 전자 회로들(41)은 중앙 처리 유닛(62)(CPU)에 전력을 제공하는 전원(60), 메모리(64), 데이터 포트(66) 및 디스플레이 시스템(72)을 포함한다. 이 디스플레이 시스템(72)은 디스플레이 드라이버(68) 및 디스플레이(42)를 포함한다. 전자 회로들(41)은 모니터링되고 있는 저하/오염 메카니즘에 기초한 알고리즘 및 증기(30) 및 액체 센서(20) 출력들로부터 취해진 측정치들을 사용함으로써 유체의 상태 또는 레벨을 산출한다. CPU(62)는 모니터링되고 있는 상태들에 대한 측정치들을 산출하기 위해, 메모리(64)에 저장된 알고리즘 및 데이터 포트(66)로부터 센서들(20 및(또는) 30)을 통해 그로 공급되는 정보를 사용한다. 데이터 포트(66)는 CPU(46)에 의해 다루기 적절한 포맷으로 센서들(20 및(또는) 30)로부터 여과된, 디지털 정보 내로 아날로그 데이터를 변환시키는데 필요한 전자 회로들을 포함한다. CPU(62)는 산출된 측정치(들)을 디스플레이 드라이버(68)에 중계한다. 이어서, 디스플레이 드라이버(68)는 사용자가 볼 수 있도록 측정치(들)을 디스플레이(42)로 포매팅한다. CPU(62)에 의해 수행된 연산들은 유효 수명의 만료 또는 비정상적인 사용 상태들, 냉각제/물 오염, 그을음 축적, 점도 변화, 가속화된 마모, 연소 또는 고온 스폿들로 인한 첨가제들의 열적 파괴 및 유체 레벨로 인해 가속화되는 산화 저하의 결정을 포함한다.

[0025] 전자 회로들(41)을 위한 전력은 외부 소스 또는 의도된 전지에 의해 공급될 수 있다. 추가로, 컴퓨터 알고리즘들 및 기타 초기화 데이터는 외부 컴퓨터(70)로부터 메모리(64) 내로 로드될 수 있고, 또한 그와 같이 바람직한 경우 데이터 포트(66)를 통해 로드될 수 있다. 더욱이, 센서 데이터 및 연산된 측정치들은 CPU(62), 센서들(20 및(또는) 30), 및(또는) 메모리(64)로부터 데이터 포트(66)를 통해 외부 컴퓨터(70)로 직접적으로 제공될 수 있다. 예를 들면, 컴퓨터(70)는 케이블 접속, 네트워크 접속, 또는 무선 주파수 와이어리스 등의 무선 기술을 통해 전자 회로들(41)에 통신 가능하게 결합될 수 있다.

[0026] 리셋 버튼(44)은 디스플레이 시스템 상의 어느 곳에나 위치할 수 있고, 디바이스가 기록되고 있는 시점을 리셋할 수 있고 유체 변화로 인해 판독 중의 돌연한 변화를 인지할 수 있도록 유체가 변화될 때 프레스될 수 있다. 부재(12)에 전자 시스템(40)을 부착함으로써, 센서 디바이스(10)는 사용자에게 유체의 상태에 대한 빠르고 쉬운 일견을 제공한다. 전자 시스템(40)이 부재(12)의 제1 부재 단부(12a)에 결합된 것으로 도시되는 동안, 디스플레이 시스템(40)은 사용자에게 편리한 임의의 영역에서 부재(12)에 결합될 수 있음이 인식되어야 한다.

[0027] 도 2를 다시 참조하면, 와이어 막대들(22, 23, 및 24)이 액체 센서들(20)로서 사용될 때, 유체 레벨은 다음 방법론에 의해 대략화될 수 있다. 유체가 센서(22) 및 센서(23)와 접촉하는 경우, 이 유체는 2개의 인접한 와이어 막대들 사이의 회로를 완성하고, 디스플레이(42) 상의 FULL 광선이 조명된다. 디스플레이(42)는 디스플레이 시스템(40) 상에 위치한다. 그러나, 유체 레벨이 너무 낮아 센서들(22 및 23)과 접촉하지 못하지만, 센서들(23 및 24)과 접촉하는 경우, 디스플레이(42)에 1/2 FULL이 조명된다. 유체가 더 이상 센서(24)와 접촉하지 않을 때, 전기 회로가 깨지고, ADD는 디스플레이(42) 내에서 조명된다. 도 2에 예시된 광 시스템은 배터리 수명을 보존하고 센서 출력을 용이하게 변경시키기 위해 수치/텍스트 판독치들을 갖는 액정 디스플레이(LCD)로 대체될 수 있다. LCD에 의해 연속적으로 보다 정확한 유체 레벨이 디스플레이(42) 상에 도시될 수 있다. 유체가 와이어 막대(26)의 전체 노출 부분들을 완전히 침지시킬 때, 와이어 막대들(26) 및 어레이(26)의 출력단들은 동일하게 설정될 수 있고, 디스플레이(42)는 100% 완전히 판독되도록 설정될 수 있다. 오일 레벨이 하강한 경우, 와이어 막대들(26)의 출력은 비례하여 감소하지만, 어레이(28)의 출력은 일정하게 남겨지고, 또한 완전히 침지될 것이다. 따라서, 어레이(28)의 출력에 대한 와이어 막대(26)의 출력의 비율은 약 70%의 백분율로 디스플레이(42)에 의해 도시될 수 있다. 이러한 판독치는 정확한 레벨 판독 및 레벨 감소 비율을 제공함으로써, 필요할 때 시기 적절한 수리를 허용한다. 와이어 막대들 이외의 센서들이 유체 레벨을 지시하기 위해 사용될 수 있지만; 그러한 대체 센서들은 완전한 것으로서 유체 레벨을 정확히 지시하기 위해 완전히 침지되어야 함을 인식해야 한다.

[0028] 본 발명의 다른 실시예에서, 적어도 하나의 자화된 라인 또는 자석을 갖는 센서 어레이(28)는 센서 어레이(28)를 사용할 때 액체 센서들(20) 뒤에 놓인다. 자석 또는 자화된 라인은 센서 어레이(28)가 유체에 대한 엔진 등의 모니터링된 장비의 마모 속도를 지시하는데 도움이 된다. 자석 또는 자화된 라인이 철 함유 마모 입자들을 센서 어레이(28) 상으로 끌어당길 때, 센서의 출력이 증가한다. 침착된 철 입자들 및 철 마모 파편과 연관된 기타 금속 입자들이 어레이(28) 상에서 모든 도전성 라인들과 접촉할 때, 회로가 완성되고, 센서가 전기적으로 단락된다. 자기장이 부착된 센서 어레이(28)(오프-스케일)의 출력과 자기장이 없는 센서 어레이(28) 또는 기타

액체 센서들(20)(온-스케일)의 출력 사이의 차이는 심각한 마모 프로세스들에 의해 유체 중의 철 마모 입자들의 가속화된 생산에 기여하고, 마모되는 부분을 수선하는데 보수 작용이 필요함을 지시한다. 이어서, 센서 어레이(28)는 사용자가 마모되는 부분을 식별하는데 도움이 되도록 수집된 파편들을 검사하고, 마모 메카니즘의 심각도, 즉, 입자들의 조성 및 크기를 조사하기 위해 제거될 수 있다. 자석 또는 자화된 라인들은 특수 알루미늄-니켈-코발트 합금인 Alnico, 바륨 또는 스트론튬 페라이트 등의 세라믹, 또는 네오디뮴 철 붕소 또는 사마리움 코발트 등의 희토류 자석, 또는 그의 자성을 700°F 이상의 온도에서 보유하는 임의의 기타 영구 자석일 수 있다.

[0029] 정방형, 사인, 및 삼각형 파형 등의 인가된 전압 파형은 센서 디바이스(10)의 감도를 증가시키기 위해 유체에 인가될 수 있다. 정방형 또는 사인 파형들은 전형적으로 약 ±10V 내지 ±15V, 상세하게는 ±3V에서 발생한다. 주기 속도는 전형적으로 1000Hz 미만, 상세하게는 도전성에 대해 1Hz, 커패시턴스에 대해 500Hz이다. 센서 디바이스(10)와 관련한 도전성 측정치들에 대해 ±3V 및 1Hz의 정방형 또는 사인 파형을 사용함으로써, 센서 디바이스(10)의 감도를 유체의 산화 저하 정도까지 증가시킨다. 센서 디바이스(10)와 관련한 커패시턴스 및 유전상수 측정치에 대해 ±3V 및 500Hz의 정방형 또는 사인 파형을 사용함으로써, 유체가 전하를 보유하는 능력에 영향을 미치는 그을음 축적물 및 기타 오염물까지 센서 디바이스(10)의 감도를 증가시킨다. 삼각형 파형은 전형적으로 ±1 내지 ±20V, 상세하게는 ±15V에서 0.001 내지 100Hz, 상세하게는 0.06Hz의 사이클 속도에서 발생한다. 센서 디바이스(10)와 관련하여 삼각형 파형을 사용함으로써, 결과의 전류 흐름의 증가에 의해 물의 전기분해를 유발한다. 전류 흐름의 이러한 증가는 물에 대한 센서 디바이스(10)의 감도를 증가시킨다. 인가된 전압 파형들은 임의의 적절한 파형 발생기에 의해 유체에 공급될 수 있다.

[0030] 상이한 온도에서 액체 중의 센서 측정치들을 취함으로써 센서 디바이스(10)의 상태 모니터링 능력을 추가로 증가시킨다. 예를 들면, 신선한 오일이 엔진에 부가될 때, 센서 출력은 선형으로 또는 신선한 오일의 온도에 의해 일정한 방식으로 증가되어야 하고, 이는 유체가 산화되지 않음을 지시한다. 오일이 산화됨에 따라, 액체 센서들(20)은 온도에 의해 기하급수적으로 증가한다. 따라서, 정상적인 선형으로부터 편차는 신선한 오일 플롯으로부터 증가하는 한편, 산화된 오일의 온도 증가는 산화 정도에 비례한다. 유체 변화 후, 센서 출력의 증가는 신선한 오일에 대해 설정된 온도들에 대해 확립될 수 있다. 확립된 출력은 적절한 오일이 변화를 위해 사용되었음을 보장하기 위해 이전의 신선한 오일 판독치에 비교된다. 알고리즘은 출력의 측정치를 산출하기 위해 데이터로부터 생성될 수 있다.

[0031] 도 4는 비행기 엔진의 가속화된 산화 시험을 위한 센서 출력 대 온도 관계를 나타내고 산화 정도를 나타내는 그래프이다. 특히, 이 그래프는 온도가 증가함에 따라, 액체 센서의 출력이 역시 증가함을 지시한다. 엔진 가동(8)은 y-축을 따라 예시된 바와 같이 오일 온도의 증가에 의해 약간 증가하는 액체 센서들의 출력들을 도시함으로써 산화의 시작을 지시한다. 오일의 온도는 260°F(4400RPM)에서 420°F(9900RPM)으로 증가하였으며, 이는 액체 센서들(#1 및 #2)의 출력들이 50% 미만 만큼 증가시킨다. 그러나, 온도 증가에 따른 엔진 가동(10)에 의해, 액체 센서들의 출력들은 400% 이상 증가한다. 빈번하게 신선한 오일 부가를 수행하는 비행기 엔진 등의 일부 고온 장비에 대해, 미리설정된 온도 또는 온도 증가 시에 액체 센서 출력의 50%의 증가는 비정상적인 것으로 고려되고 엔진 문제들, 즉 크랙된 봉합부를 나타낸다.

[0032] 증가율 역시 중요하다. 액체 센서 출력이 분 단위로 정상에서 오프-스케일로 가는 경우, 돌연한 증가는 고온 스폿 또는 엔진 연소를 나타낸다. 빈번하지 않은 오일 부가를 수행하는 디젤 엔진들 등의 기타 저온 장비에 대해, 미리 설정된 온도에서 액체 센서 출력의 200%의 증가는 허용될 수 있고 엔진 문제 이외의 오일 변화에 대한 필요성을 나타낼 것이다.

[0033] 증기 판독치들 뿐만 아니라 액체 판독치들을 취함으로써, 센서(10)의 유체 상태 모니터링 능력들을 추가로 증가시킨다. 세제, 항산화제 및 기타 유체 내로 제형화되는 강한 극성의 부가제들에 의해 영향받을 수 있는 액체 센서(2) 판독치들과 반대로, 증기 센서 판독치들은 휘발성 산화 화합물들 및 적용 가능한 물 응축 및 스모크에 의해서 영향받을 수 있다. 알고리즘은 출력의 측정치를 산출하기 위해 데이터로부터 생성될 수 있다.

[0034] 도 5에 나타낸 바와 같이, 증기 센서 판독치들은 오일아 산화되기 시작할 때까지 변화없는 기준 값을 제공한다. 도 4에서 액체 센서들에 따른 엔진 가동(9)의 말기에, 오일은 센서에 의해 증가된 출력으로 지시된 바와 같이 산화되기 시작한다. 산화 정도와 무관하게 산화 및 온도에 따라 증가하는 액체 센서 판독치들과 반대로, 증기 센서 판독치들은 가속화된 오일 산화가 발생할 때 증가한다. 출력은 센서 환경이 냉각됨에 따라 증가하고(하거나), 휘발성 화합물들이 응축된다. 산화 생성물들과 반대로, 장비가 사용되는 동안 비행기 엔진 또는 기타 고온 애플리케이션 등의 증기 센서들이 오프-스케일로 신속히 진행되는 경우, 고온 스폿으로부터 부가적인 저하

생성물들 또는 연소로부터 스모크가 검출되어, 심각한 부품 손상 및 장비 실패를 피하기 위해 장비 오퍼레이터에 의한 즉각적인 주의를 요구한다. 증기 센서들은 유일하게 가속화된 산화 또는 비정상적인 사용 상태들이 발생할 때 출력을 갖고, 유체 조성 또는 부가적인 패키지와 독립적이다.

[0035] 도 6을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예의 센서 디바이스(10)는 정체 시스템에서 점도를 측정할 수 있다. 그러한 실시예에서, 부재(12)는 유체가 예를 들면 밸브들 또는 챔버들 내에서 흐르는 영역에 위치한다. 유체가 하나의 챔버로부터 예를 들면 셧 다운된 공급 라인을 통해 다른 챔버로 흐르는 속도는 서비스 중인 유체의 점도를 예측하기 위해서 사용될 수 있다. 셧 다운 시에, 유체가 흐름에 따라, 엔진에 배치된 상위 센서(3)인 오일 팬 등의 오일 수집 지점으로의 감소 및 배수는 유체에 의해 덜 커버된다. 이는 센서(21)의 센서 출력에 비교한 바 상위 센서(3)에 의해 감소된 센서 출력을 초래하고, 이는 오일 중에 침지되어 남겨진다. 상위 센서(3)의 출력이 센서(21)에 관하여 감소되는 속도는 유체의 점도에 직접적으로 비례하고, 즉, 오일의 점도가 클수록, 상위 센서(3)의 표면으로부터 오일 배수는 더 느려지고, 상위 센서(3)의 보다 느려진 출력은 센서(21)의 출력에 관하여 감소한다. 룩업 테이블 및 공지된 온도에서 공지된 점도의 유체들에 의해 미리 검정된 센서를 포함하는, 룩업 테이블 및 시스템 온도 판독치를 사용함으로써, 유체의 점도가 결정된다.

[0036] 도 7을 참조하면, 유동 시스템에서 점도의 측정 방법이 제공된다. 센서 시스템(59)은 특정 온도들에서 공지된 점도들의 유체들에 의해 검정된다. 제1 센서(54)는 흐름 제한 구역의 상류에 놓이고, 제2 센서(56)는 하류에 놓인다. 화살표 방향(50)으로 흐르는 유체의 점도가 감소함에 따라, 압력차는 유체 포켓들(53 및 55) 사이에서 감소한다. 포켓(53)의 유체 레벨은 또한 유체 포켓(55)의 유체 레벨에 관련하여 감소한다. 유체 포켓(53)의 유체 레벨은 유체 포켓(55)의 유체 레벨에 관련하여 감소한다. 유체 포켓(53) 내의 센서(54)의 출력은 유체 포켓(55) 내의 센서(56)의 출력에 관하여 감소한다. 센서들(54 및 56)의 출력들 사이의 차이는 흐르는 유체의 점도에 직접적으로 비례한다. 이러한 차이는 검정된 측정치들에 비교되고, 선택된 온도들에서 공지된 점도들의 유체들에 의해 검정된다.

[0037] 액체 센서들(20) 및 증기 센서들(30) 역시 유체들 중의 불용성 냉각제/물 농도의 형성을 검출하기 위해 사용될 수도 있다. 75미크론 미만 떨어져 놓인 액체 어레이 센서들 또는 500미크론 이상 떨어져 놓인 어레이 센서들, 또는 1㎜ 이상 떨어져 놓인 와이어 막대 센서들이 전형적으로 불용성 냉각제/물을 검출하기 위해 사용된다. 예를 들면, 냉각제가 오일 내로 누출될 때, 분산제 부가제, 베이스스톡 조성물, 온도 등의 변수에 좌우되어, 냉각제/물은 오일 내로 약 300 내지 500ppm 농도로 용해되고, 센서들에 의해 검출되지 않는다. 냉각제/물이 누적됨에 따라, 냉각제/물방울들은 오일 중에 형성되고, 사용 온도에 좌우되어, 물은 오일로부터 증기로 증발한다. 오일 중의 물방울들이 액체 센서 표면에 충돌하거나 또는 수증기가 증기 센서 표면 상으로 또는 증기 중의 와이어 막대 센서들 사이에서 응축될 때, 물방울들/물은 표면 상에 냉각제/물 층을 형성한다. 접착된 필름의 길이가 어레이 라인 간격 또는 와이어 막대 센서 간격을 초과할 때, 센서는 전기적으로 단락되고, 오프 스케일로 된다. 냉각제/물이 유체 중에서 불용화 되자마자, 액체 센서는 물 농도가 300-500ppm 이상임을 지시하는 오프-스케일로 될 것이다. 증기 센서의 단략을 유발하는 유체 중의 물의 양은 증기 어레이 또는 막대 간격에 의존하고, 즉, 간격이 작을수록, 어레이를 단락시키는데 적은 농축물이 필요할 뿐만 아니라 증기 센서 상으로 응축되는 전체 시스템수의 분율도 적어진다. 기준선은 증기 센서의 연속적인 모니터링이 필요한 경우 측정치를 비교하기 위해 확립될 수 있다.

[0038] 오일들 중의 그을음의 누적은 액체 센서들 중의 적어도 2개의 출력을 비교함으로써 모니터링될 수 있다. 오일로부터 그을음을 분기하는 필터 또는 기타 수단들은 액체 어레이 센서 표면의 상단에 또는 액체 와이어 센서의 둘레에 놓일 수 있음으로써 그을음이 없는 오일만이 센서에 터치할 수 있다. 적어도 하나의 다른 센서는 필터에 의해 커버되지 않고, 따라서 그을음을 함유하는 오일로 직접적으로 노출된다. 필터 커버된 센서와 커버되지 않은 센서의 출력들 사이의 차이가 사용 시간에 따라 변화 없이 남겨지는 경우, 센서들은 그을음 누적을 검출하지 않는다. 커버되지 않은 센서 출력이 커버된 센서의 출력에 관하여 증가하는 경우, 센서 출력들 사이의 증가된 차이는 유체 중의 그을음 축적을 나타내고 그에 비례한다. 센서 출력 차이들과 오일 내의 그을음 수준 사이의 수학적 관계는 센서들의 예비 검정 또는 선택된 장비에 의한 경험을 을 통해 확립된다.

[0039] 본 발명을 그의 바람직한 실시예들을 참조하여 상세히 기재하였으므로, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고, 첨부된 특허 청구의 범위에 의해 한정되는 변형들 및 변화들이 가능함은 명백할 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명의 일부 국면들은 바람직하거나 또는 유리한 것으로서 본원 명세서에서 확인되더라도, 본 발명은 본 발명의 이들 바람직한 국면들로만 제한될 필요는 없는 것으로 예상된다.

## *도면의 간단한 설명*

[0011] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 증기 센서들 및 복수의 액체 센서들을 갖는 센서 디바이스의 개략적 예시도.

[0012] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 복수의 증기 센서들 및 복수의 액체 센서들을 갖는 센서 디바이스의 개략적 예시도.

[0013] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 디바이스의 전자 회로들의 흐름도.

[0014] 도 4는 본 발명에 따른 액체 센서 출력 대 온도 관계를 보여주는 그래프.

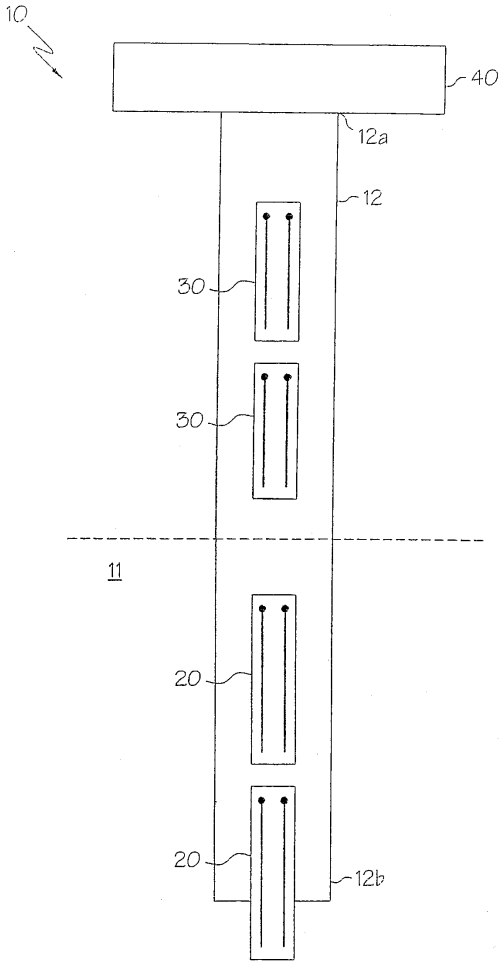
[0015] 도 5는 본 발명에 따른 증기 센서 출력 대 온도 관계를 보여주는 그래프.

[0016] 도 6은 본 발명에 따른 다른 실시예에서 복수의 액체 센서들의 개략적 예시도.

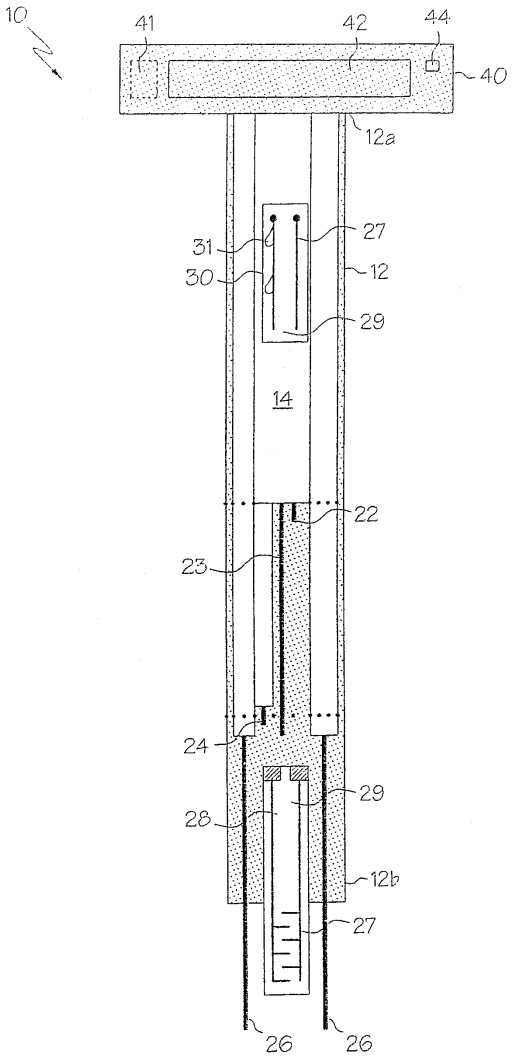
[0017] 도 7은 점도를 측정하기 위해 본 발명의 일 실시예를 사용하는 개략적 예시도.

## 도면

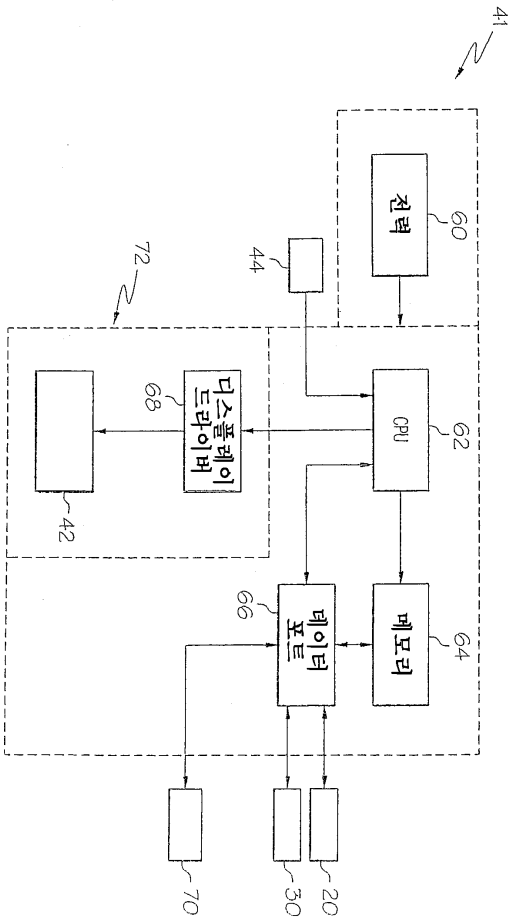
### 도면1



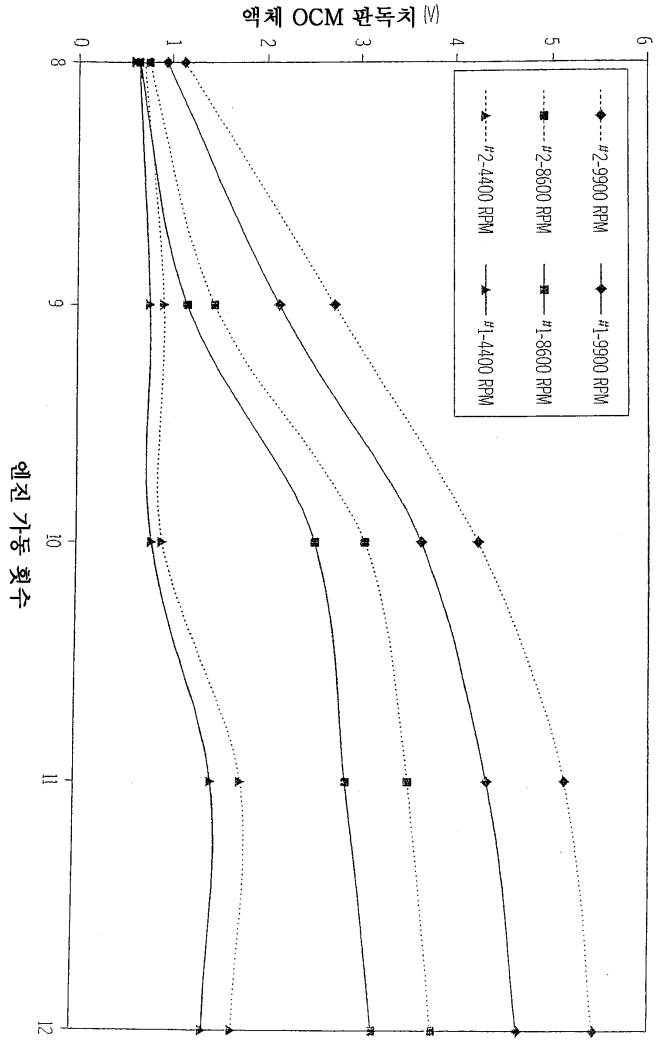
도면2



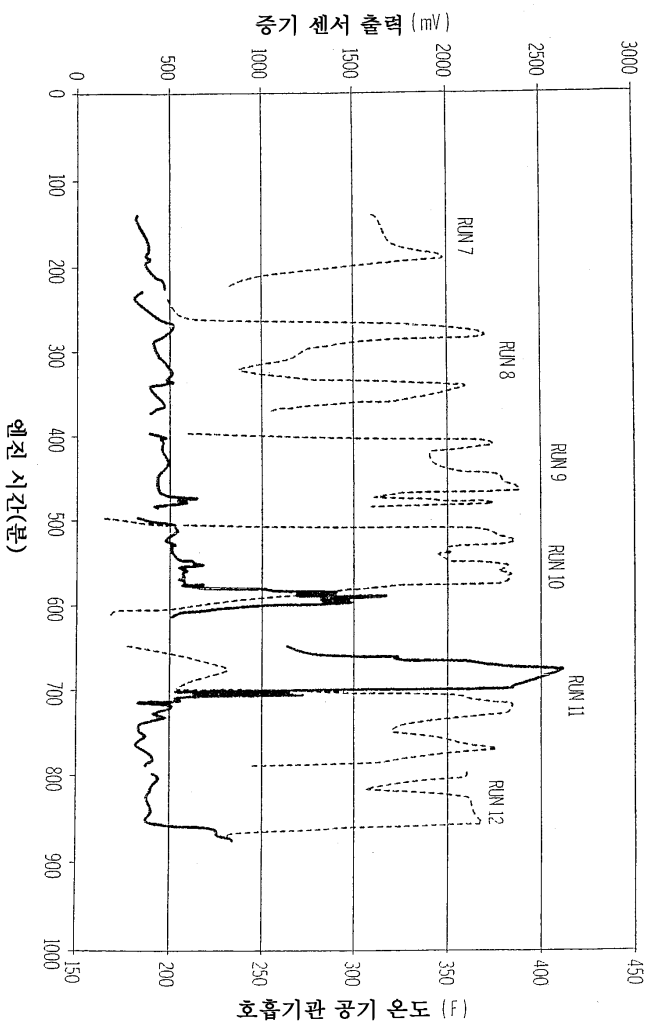
도면3



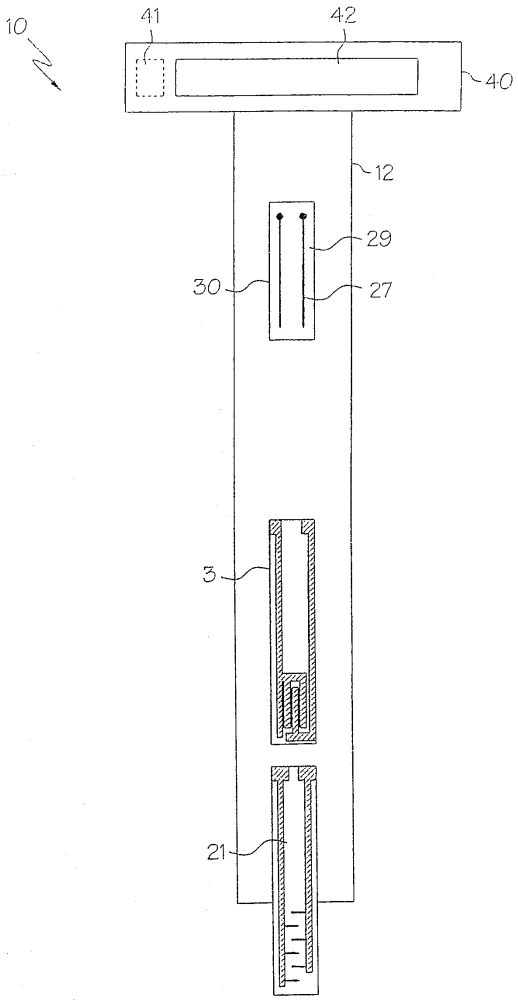
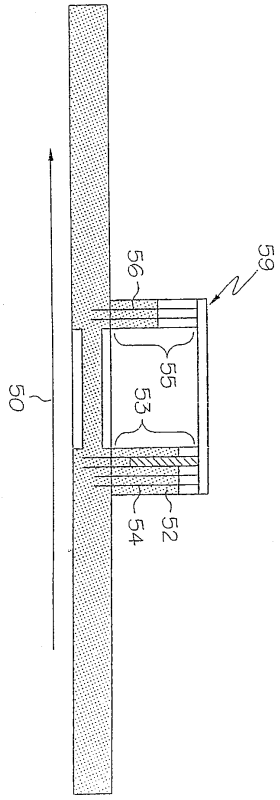
도면4


액체 OCM 판독치 (V)
엔진 가동 횟수
#2-9900 RPM
#2-8600 RPM
#2-4400 RPM
#1-9900 RPM
#1-8600 RPM
#1-4400 RPM

도면5


증기 센서 출력 (mV)
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
엔진 시간(분)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
RUN 7
RUN 8
RUN 9
RUN 10
RUN 11
RUN 12
150
200
250
300
350
400
450
호흡기관 공기 온도 (F)

도면6



도면7