



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0120140
(43) 공개일자 2009년11월24일

(51) Int. Cl.

G01N 11/00 (2006.01) G01N 11/16 (2006.01)

G01N 11/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0046030

(22) 출원일자 2008년05월19일

심사청구일자 2008년05월19일

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단

울산 남구 무거2동 산29

(72) 발명자

이재신

울산 남구 무거2동 1537 삼익아파트 806호

공영민

대전광역시 유성구 전민동 전민엑스로아파트
205-1007

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김수진, 윤의섭

전체 청구항 수 : 총 8 항

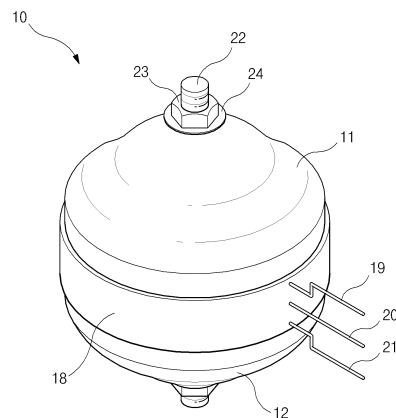
(54) 볼트조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서 및 그센서를 이용한 유체의 점도 측정 방법

(57) 요약

본 발명은 유체의 점도 측정용 센서에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 볼트조임 란주반형 압전진동자를 점도계에 응용하여 점도 측정이 용이하고 정확하도록 된 볼트 조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서에 관한 것이다.

본 발명의 바람직한 특징에 의한 볼트조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서는 중공이 형성되며, 구동전원이 공급되어 구동신호를 진동신호로 변환하여 출력하는 제 1압전진동자; 상기 중공에 대응하는 위치에 통공이 형성되며, 상기 출력된 진동신호가 유체의 점도에 따라 변화되어 변화된 진동정보를 수신하며, 수신된 진동정보에 대응하는 전기적신호로 변환하여 출력하는 제 2압전진동자; 상기 제 1압전진동자와 상기 제 2압전진동자 사이에 삽입된 제 1절연체; 상기 제 1압전진동자의 상면에 안착되는 제 1탄성체; 상기 제 2압전진동자의 하면에 지지되는 제 2탄성체를 포함하되, 상기 중공 및 상기 통공을 통하고, 제 1절연체 및 제 1,2탄성체를 관통하는 볼트와, 상기 볼트에 대응하는 너트의 볼트 조임에 의해 상호 결합된 것을 특징으로 하는 볼트 조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서를 제공한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

옥윤포

부산광역시 북구 덕천1동 365-52

박범철

울산광역시 북구 양정동 산99-1번지

한형수

울산광역시 울주군 두동면 구미리 704-2번지

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 06-최-34

부처명 (재)한국산업기술재단

연구사업명 최우수실험실지원사업

연구과제명 지능형 자동차용 압전 액추에이터 개발

주관기관 울산대학교 산학협력단

연구기간 2007년 09월 01일 ~ 2008년 08월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

중공이 형성되며, 구동전원이 공급되어 구동신호를 진동신호로 변환하여 출력하는 제 1압전진동자;
 상기 중공에 대응하는 위치에 통공이 형성되며, 상기 출력된 진동신호가 유체의 점도에 따라 변화되어 변화된 진동정보를 수신하며, 수신된 진동정보에 상응하는 전기적신호로 변환하여 출력하는 제 2압전진동자;
 상기 제 1압전진동자와 상기 제 2압전진동자 사이에 삽입된 제 1절연체;
 상기 제 1압전진동자의 상면에 안착되는 제 1탄성체; 및
 상기 제 2압전진동자의 하면에 지지되는 제 2탄성체를 포함하되,
 상기 중공 및 상기 통공을 통하고, 제 1절연체 및 제 1,2탄성체를 관통하는 볼트와, 상기 볼트에 대응하는 너트의 볼트 조임에 의해 상호 결합된 것을 특징으로 하는 볼트 조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서.

청구항 2

제 1항에 있어서,
 상기 제 1압전진동자와 상기 제 1탄성체 사이에 마련된 제 2절연체; 및
 상기 제 2압전진동자와 상기 제 2탄성체 사이에 마련된 제 3절연체를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 볼트 조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서.

청구항 3

제 2항에 있어서,
 상기 제 1,2압전진동자와 상기 제 2,3절연체의 외주면을 감싸도록 마련된 제 4절연체를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 볼트 조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 제 1,2탄성체는
 심벌즈(cymbals) 또는 캡(cap) 형상인 것을 특징으로 하는 볼트 조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서.

청구항 5

제 1항에 있어서,
 상기 볼트에 결합된 너트의 조임 정도에 따라 공진주파수(F_r)의 변화량을 조절하는 것을 특징으로 하는 볼트조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서.

청구항 6

제 1항에 있어서,
 점도센서의 공진주파수(F_r) 및 전기적품질계수(Q)별 점도의 상관관계 데이터를 내부 메모리에 저장하며, 상기 제 2압전진동자로부터 출력된 전기적신호에 의해 위상변화 파형을 검출하며, 검출된 위상변화 파형에 의해 최대이득의 3dB감소 지점간의 주파수폭(F_d)을 계산하며, 기설정된 공진주파수(F_r)를 상기 계산된 주파수폭(F_d)으로 나눈값인 전기적품질계수(Q)를 계산하며, 계산된 전기적품질계수(Q)와 상기 저장된 상관관계 데이터에 의해 유체의 점도를 계산하도록 제어하는 제어부;
 상기 전기적품질계수(Q)별 점도의 상관관계 데이터를 입력받는 입력부;
 상기 제어부의 제어에 의해 계산된 유체의 점도를 화면에 출력하는 모니터부; 및
 상기 제 1,2압전진동자에 구동전원을 공급하는 전원부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 볼트조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서.

청구항 7

볼트조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서에 의한 유체의 점도 측정 방법에 있어서,

- (a)상기 점도센서가 유체 내에 배치된 상태에서 볼트의 조임 정도에 따라 공진주파수(F_r)를 설정한 다음, 점도센서에 포함된 제 1,2압전진동자에 구동 전원을 인가하는 단계;
- (b)상기 제 1압전진동자로부터 구동신호에 의해 진동신호로 변환 및 출력하는 단계;
- (c)상기 출력된 진동신호가 유체의 점도에 따라 변화하여 변화된 진동정보를 상기 제 2압전진동자로부터 수신하는 단계;
- (d)상기 제 2압전진동자는 상기 수신된 진동정보에 상응하는 전기적신호로 변환 및 출력하는 단계; 및
- (e)상기 출력된 전기적신호에 의해 유체의 점도를 산출하는 단계를 포함하는 볼트조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서에 의한 유체의 점도 측정 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 (e) 단계는

- (e-1)상기 점도센서는 유체의 전기적품질계수(Q)별 점도 상관관계 데이터를 외부로부터 설정 입력받아 내부 메모리에 저장하는 단계;
- (e-2)상기 출력된 전기적신호로부터 위상변화 과형을 검출하며, 검출된 위상변화 과형으로부터 최대이득에서 3dB 감소하는 지점간의 주파수폭(F_d)을 계산하는 단계;
- (e-3)상기 설정된 공진주파수(F_r)를 주파수폭(F_d)으로 나눈 값인 전기적품질계수(Q)를 산출하는 단계; 및
- (e-4)상기 점도센서는 상기 산출된 전기적품질계수(Q)와 기저장된 상기 전기적품질계수(Q)별 점도 상관관계 데이터로부터 해당 전기적품질계수(Q)의 점도를 계산하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 볼트조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서에 의한 유체의 점도 측정 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 유체의 점도 측정용 센서에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 볼트조임 란주반형 압전진동자를 점도계에 응용하여 점도 측정이 용이하고 정확하도록 된 볼트 조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 산업용 오일과 같은 유체의 관리에 있어 가장 중요한 항목은 오일의 점도인데, 현재 일반적인 오일 관리에 사용되는 방법들은 측정자의 주관적인 판단에 의해 결정될 수 있는 문제점이 있으며, 또한 오일의 사용 환경 요인에 대하여 고려되지 않은 채 점도를 측정함으로써, 정확한 오일의 교체시기를 판단하는데 어려움이 따랐다.
- <3> 점도란 오일의 끈적거리는 정도를 나타내는 것으로, 점도가 높은 오일은 금속 표면에 만드는 유막이 두껍고 그만큼 하중을 지탱한다. 그러나 점도가 너무 높으면 윤활유의 내부저항이 커서 동력의 손실이 증가하며, 반대로 점도가 낮으면 동력의 손실은 적으나 유막이 끊겨 충분한 윤활작용이 안된다.
- <4> 이와 같은 점도를 측정하기 위한 점도계에는 여러 종류가 있는데, 예를 들면 가는 관 속을 일정 부피의 유체가 흐르는 시간을 측정하던가 정상적인 유체를 흘려보내 유량을 재고 푸아죄유의 법칙을 적용해서 점성률을 구하는 세관점도계, 물의 점성률을 표준삼아 그것과 비교되는 값을 실측하는 오스트발트점도계, 정지한 유체 속의 작은 구(球)의 낙하속도를 측정해서 스톡스의 법칙을 적용하는 막구점도계, 기포의 상승속도를 측정하는 기포점도계, 동축 원통간에 유체를 채우고 내부 원통을 회전시켜 점성저항을 재는 회전점도계, 유체 속의 진동체가 하는 비틀림 진동의 감쇠를 재는 진동점도계, 각도를 측정하는 각도 점도계 등이 있다.

- <5> 특히, 현재 사용되고 있는 점도계는 오일의 탁도, 전기전도도 및 유전상수를 응용한 것으로 이와 같은 요소(오일의 탁도, 전기전도도 및 유전상수)는 주위 환경 변화에 많은 영향을 받으며 간접적인 검사방법을 채택함으로써, 오일의 점도 평가 기준 및 편차가 너무 크다는 문제점이 지적되고 있을 뿐만 아니라, 최근 오일사용량의 점진적인 증가와 폐오일 관리 규제 및 환경오염에 대한 관심이 날로 증대되면서 오일 관리시스템에 대한 중요성이 더욱 요구되고 있다.
- <6> 한편, 압전진동자(압전소자)란 전계를 인가하였을 때 기계적 변위 또는 진동을 발생시키고, 기계적 변위 또는 진동을 인가하였을 때 전계를 발생시키는 소자로서, 전기에너지를 기계적 에너지로 변환하거나 기계적 에너지를 전기에너지로 변환할 수 있는 소자이다.
- <7> 현재 압전진동자의 가역적인 전기적 특성 및 기계적 변위 특성을 응용하여 전자기기, 정밀기기, 의료기기 및 센서 등의 분야에 쓰이고 있으나, 아직까지 점도 측정 분야에 있어서는 압전진동자를 응용한 기술이 뚜렷하게 개발되고 있지 않다.
- <8> 압전진동자는 고리형 압전체나 원판형으로 제작할 수 있는데, 이와 같이 제작하는 경우 대형으로 제작해야 하기 때문에 제작하기 어렵고, 진동자의 공진주파수도 높아진다.
- <9> 또한, 볼트조임 란주반형 압전진동자는 양쪽의 금속 블록 사이에 압전소자를 삽입하여 금속 블록과 압전소자를 볼트로 쥘 구조를 이루며, 저주파를 갖는 압전진동자로 란주반에 의해 고안되었다. 특히, 볼트조임 란주반형 압전진동자는 볼트와 너트를 사용하여 예압을 가하고 기존의 진동계보다 전계방향에 따른 분극 작용을 진동으로 변환하는 역계수가 상당히 크고, 변환 손실이 적으며, 금속 블록으로 진동이 충분히 전달되는 것이 특징으로 현재, 초음파 응용 분야에서 널리 사용되고 있는 진동계이다.
- <10> 표 1을 참고하여 압전진동자의 형상에 따른 공진주파수를 비교한다.

표 1

구분	공진주파수
원판형 압전진동자	229.4 kHz
고리형 압전진동자	145.6 kHz
볼트조임 란주반형 압전진동자	26.5 kHz

- <12> 표 1의 원판형 압전진동자는 직경이 10mm, 두께가 0.5mm로 공진주파수가 229.4 kHz로 센서에 적용할 경우 회로의 주파수가 높아 제작단가가 상승하게 된다. 또한 고리형 압전진동자는 외경이 10mm, 내경이 5mm, 두께가 0.5mm로 공진주파수가 145.6 kHz로 낮춰줄 수 있지만, 100 kHz대의 고주파에 해당하게 된다. 따라서, 고리형 압전진동자를 볼트 조임 결합한 볼트조임 란주반형 압전진동자를 제작하는 경우 공진주파수를 26.5 kHz 까지 낮춰줄 수 있어 점도센서로 제작할 경우 소형으로 제작할 수 있으며, 공진주파수가 현저히 낮아져 제조단가가 저렴해질 수 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <13> 진술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 따르면, 볼트조임 란주반형 압전진동자를 응용하여 크기가 작고 조립이 용이하며, 유체의 점도를 직접적으로 측정할 수 있어 측정 오차범위를 줄일 수 있도록 된 볼트조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서와 그 센서를 이용한 유체의 점도 측정방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결수단

- <14> 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명인 볼트조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서는 중공이 형성되며, 구동전원이 공급되어 구동신호를 진동신호로 변환하여 출력하는 제 1압전진동자; 상기 중공에 대응하는 위치에 통공이 형성되며, 상기 출력된 진동신호가 유체의 점도에 따라 변화되어 변화된 진동정보를 수신하며, 수신된 진동정보에 상응하는 전기적신호로 변환하여 출력하는 제 2압전진동자; 상기 제 1압전진동자와 상기 제 2압전진동자 사이에 삽입된 제 1절연체; 상기 제 1압전진동자의 상면에 안착되는 제 1탄성체; 상기 제 2압전진동자의 하면에 지지되는 제 2탄성체를 포함하되, 상기 중공 및 상기 통공을 통과하고, 제 1절연체 및 제 1,2탄성체를 관통하는 볼트와, 상기 볼트에 대응하는 너트의 볼트 조임에 의해 상호 결합된 것을 특징으로 하는 볼트 조임 란

유반형 압전진동자를 이용한 점도센서를 제공한다.

- <15> 상기에 있어서, 상기 제 1압전진동자와 상기 제 1탄성체 사이에 마련된 제 2절연체와, 상기 제 2압전진동자와 상기 제 2탄성체 사이에 마련된 제 3절연체를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- <16> 상기에 있어서, 상기 제 1,2압전진동자와 상기 제 2,3절연체의 외주면을 감싸도록 마련된 제 4절연체를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- <17> 상기에 있어서, 상기 제 1,2탄성체는 심벌즈(cymbals) 또는 캡(cap) 형상인 것이 바람직하다.
- <18> 상기에 있어서, 상기 볼트에 결합된 너트의 조임 정도에 따라 공진주파수(F_r)의 변화량을 조절하는 것이 바람직하다
- <19> 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명인 볼트조임 란유반형 압전진동자를 이용한 점도센서에 의한 유체의 점도 측정방법은 볼트조임 란유반형 압전진동자를 이용한 점도센서에 의한 유체의 점도 측정 방법에 있어서, (a)상기 점도센서가 유체 내에 배치된 상태에서 볼트의 조임 정도에 따라 공진주파수(F_r)를 설정한 다음, 점도센서에 포함된 제 1,2압전진동자에 구동 전원을 인가하는 단계; (b)상기 제 1압전진동자로부터 구동신호에 의해 진동신호로 변환 및 출력하는 단계; (c)상기 출력된 진동신호가 유체의 점도에 따라 변화하여 변화된 진동정보를 상기 제 2압전진동자로부터 수신하는 단계; (d)상기 제 2압전진동자는 상기 수신된 진동정보에 상응하는 전기적신호로 변환 및 출력하는 단계; (e)상기 출력된 전기적신호에 의해 유체의 점도를 산출하는 단계; 를 포함하는 볼트조임 란유반형 압전진동자를 이용한 점도센서에 의한 유체의 점도 측정 방법을 제공한다.
- <20> 상기에 있어서, 상기 (e) 단계는 (e-1)상기 점도센서는 유체의 전기적품질계수(Q)별 점도 상관관계 데이터를 위로부터 설정 입력받아 내부 메모리에 저장하는 단계; (e-2)상기 출력된 전기적신호로부터 위상변화 파형을 검출하며, 검출된 위상변화 파형으로부터 최대이득에서 3dB 감소하는 지점간의 주파수폭(F_d)을 계산하는 단계; (e-3)상기 설정된 공진주파수(F_r)를 주파수폭(F_d)으로 나눈 값인 전기적품질계수(Q)를 산출하는 단계; (e-4)상기 점도센서는 상기 산출된 전기적품질계수(Q)와 기저장된 상기 전기적품질계수(Q)별 점도 상관관계 데이터로부터 해당 전기적품질계수(Q)의 점도를 계산하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

효 과

- <21> 이상에서와 같이 본 발명인 볼트조임 란유반형 압전진동자를 이용한 점도센서 및 그 센서를 이용한 유체의 점도 측정방법에 따르면, 볼트조임 란유반형 압전진동자를 응용하여 점도센서를 제작함으로써, 제작이 용이하며, 소형화가 가능하며, 공진주파수를 낮춰 제작단가가 저렴해지는 장점이 있다.
- <22> 다른 효과로는 볼트 조임 정도에 따라 점도센서의 공진주파수의 조절이 가능하며, 점도의 직접 측정 방법에 의해 측정 오차 범위를 줄일 수 있어 정확한 점도 측정이 가능한 장점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <23> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면, 다음과 같다.
- <24> 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 볼트조임 란유반형 압전진동자를 이용한 점도센서의 사시도이며, 도 2는 도 1의 종단면도이며, 도 3은 도 1의 사용상태도이며, 도 6은 본 발명의 유체 점도 변화에 따른 이득(Gain) 특성 변화에 대한 개략적인 그래프의 일실시예이며, 도 7은 본 발명의 일실시예의 점도센서로부터 검출된 유체의 점도 변화에 따른 이득(Gain) 특성 변화에 대한 그래프이며, 도 8은 본 발명의 일실시예의 점도센서로부터 계산되는 전기적품질계수(Q)별 점도의 상관관계를 나타낸 그래프이다.
- <25> 도 1 내지 도 3 및 도 6 내지 도 8을 참조하여 상세하게 설명하면,
- <26> 본 발명의 볼트조임 란유반형 압전진동자를 이용한 점도센서(10)는 제 1,2탄성체(11,12), 제 1탄성체(11)와 제 2탄성체(12)사이의 삽입된 제 1,2 압전진동자(13,14), 제 1,2 압전진동자(13,14) 사이에 마련된 제 1절연체(15), 제 1탄성체(11)와 제 1압전진동자(13) 사이에 마련된 제 2절연체(16), 제 2압전진동자(14)와 제 2탄성체(12)사이의 마련된 제 3절연체(17) 및 제 1,2 압전진동자(13,14) 및 제 2,3절연체(16,17)의 외주면을 감싸도록 마련된 제 4절연체(18)를 구성하되, 제 1,2탄성체(11,12), 제 1,2압전진동자(13,14) 및 제 1,2,3절연체(15,16,17)를 관통하는 볼트(22)와 이 볼트(22)에 나사결합되는 너트(23)에 의해 상호 고정된다.
- <27> 제 1,2 탄성체(11,12)는 도 1에 도시된 바와 같이, 형상이 심벌즈(cymbals)와 흡사한 형태로 이루어져 높은 탄

성계수를 갖도록 설계할 수 있으며, 이와 같은 형상에 의해 진동신호의 전달을 용이하게 한다.

- <28> 또한, 제 1,2탄성체(11,12)의 두께는 대략 수 mm~ 수 cm 정도로 제작되어 탄성계수를 높일 수 있으며, 진동신호의 전달을 용이하게 한다.
- <29> 또한, 제 1,2탄성체(11,12)의 재질은 내유성(耐油性)을 갖는 금속으로 제작되는 것이 바람직하다.
- <30> 제 1압전진동자(13)는 중공이 형성된 고리형상의 압전소자이며, 일측에는 구동전원 공급을 위한 제 1전극(19)이 용접 등에 의해 결합된다.
- <31> 또한, 제 1압전진동자(13)는 제 1전극(19)을 통하여 구동전원이 인가되면 구동전원에 의해 발생된 구동신호를 진동신호로 변환하고, 변환된 진동신호를 외부로 출력하게 된다.
- <32> 또한, 제 1압전진동자(13)의 일측에 결합된 제 1전극(19)은 도 1에 도시된 바와 같이, 타측이 외부로 노출되어 구동전원 공급용 배선과 연결될 수 있도록 마련된다.
- <33> 제 2압전진동자(14)는 중공에 대응하는 위치에 중공의 크기와 같은 통공이 형성되며, 제 1압전진동자(13)에 의해 발생된 진동신호가 유체(F)의 점도에 따라 변화하여 변환된 진동정보를 제 1,2탄성체(11,12)를 통하여 전달 받게 되고, 수신된 진동정보에 상응하는 전기적신호로 변환하여 외부로 출력한다.
- <34> 즉, 상기 수신된 진동정보는 유체(F)의 점도에 따라 제 1압전진동자(13)로부터 발생된 진동신호와와는 진동의 크기가 달라지게 되므로, 진동정보에 상응하여 변환되는 전기적신호에 포함된 주파수 위상변화 파형이 구동신호의 주파수 위상 파형과 달라지게 된다.
- <35> 여기에서 유체(F)는 내부저항을 갖는 점성유체(viscous fluid)로, 예컨데 각종 액상의 산업용 오일이 될 수 있다.
- <36> 또한, 제 2전극(20)은 일측이 제 2압전진동자(14)에 결합되며, 타측이 외부로 노출됨에 따라 외부선에 연결되어 상기 변환된 전기적신호를 외부로 송신하기 위한 역할을 수행하며, 바람직하게는 도 3에 도시된 바와 같이, 제 어부(30)에 전송한다.
- <37> 나아가, 제 1,2 압전진동자(13,14)의 사이즈는 바람직하게는 외경이 2mm~ 10cm, 내경이 1mm~ 8cm, 두께는 0.2 mm ~ 3cm 범위 내에서 정해질 수 있다.
- <38> 또한, 제 1,2 압전진동자(13,14)는 단결정 석영, 압전 세라믹(PZT), $(K_{0.5}Na_{0.5})NbO_3$ (KNN) 세라믹스, $Bi_4Ti_3O_{12}$ (BIT) 등의 재질로 세라믹 공정에 의해 제작되고, 소정 값의 전계에서 폴링(poling) 처리되어 제작된다.
- <39> 제 1압전진동자(13)와 제 2압전진동자(14) 사이에는 상호 절연을 위한 세라믹 재질의 제 1절연체(15)가 삽입된다.
- <40> 제 1절연체(15)의 일측에는 제 1전극(19)에 (+)전원이 공급되었을 때 접지(-)를 위한 접지전극(21)의 일측이 결합되며, 접지전극(21)의 타측은 외부로 노출되도록 하는 것이 바람직하다.
- <41> 또한, 제 2절연체(16)는 세라믹 재질로 제작되어 도 2에 도시된 바와 같이, 제 1탄성체(11)와 제 1압전진동자(13) 사이에 삽입되어 상호 절연되도록 하며, 제 3절연체(17)는 제 2압전진동자(14)와 제 2탄성체(12) 사이에 삽입되어 상호 절연되도록 한다.
- <42> 볼트(22)는 중공 및 통공을 통하며, 제 1,2탄성체(11,12) 및 제 1,2,3 절연체(15,16,17)를 관통하고, 관통된 볼트(22)의 일단에 나사결합되는 너트(23)의 조임에 의해 제 1,2 압전진동자(13,14), 제 1,2탄성체(11,12) 및 제 1,2,3 절연체(15,16,17)들 간에 상호 고정 결합한다.
- <43> 이때, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 볼트(22)나 너트(23)의 조임이 느슨해지는 것을 방지하는 와셔(24)가 제 1탄성체(11)의 상부 및 제 2탄성체(12)의 하부에 각각 배치되어 볼트(22) 및 너트(23)에 의해 단단히 고정되도록 한다.
- <44> 또한, 너트(23)의 조임 정도에 따라 점도센서(10)의 공진주파수(F_r)의 변화량이 조절될 수 있다.
- <45> 나아가, 점도센서(10)가 유체(F) 내에 배치될 때 유체(F)에 상부면까지 잠겨짐에 따라 제 1,2압전진동자(13,14)와 제 1,2,3절연체(15,16,17)의 외주면이 유체(F)에 접하게 될 수 있으므로, 절연을 위해 제 4절연체(18)가

외주면을 따라 감싸져 결합된다.

- <46> 제 4절연체(18)의 재질은 고무나 에폭시 수지(Epoxy resin) 등이 되는 것이 바람직하며, 접착제 등을 이용하여 제 1,2압전진동자(13,14) 및 제 1,2,3절연체(15,16,17)의 외주면에 부착되어 기밀성 및 수밀성을 갖도록 한다.
- <47> 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 점도센서의 사용 상태를 도시한 도면으로, 도 3에 도시된 바와 같이 점도센서(10)는 제 1탄성체(11) 상면이 용기(100)에 담긴 유체(F)에 잠길 정도로 배치된다.
- <48> 구동전원이 인가된 점도센서(10)로부터 유체(F)의 점도에 따라 출력된 전기적신호는 제어부(30)에 전송되어 점도를 계산한다.
- <49> 즉, 제어부(30)는 제 2전극(21)과 연결되어 제 2압전진동자(14)로부터 출력된 전기적신호를 전송받는다.
- <50> 제어부(30)는 전송받은 전기적신호로부터 주파수 위상변화 파형을 검출하며, 주파수 위상변화 파형으로부터 변화된 주파수폭(F_d)을 계산하며, 계산된 주파수폭(F_d)과 기 설정된 공진주파수(F_r)를 이용하여 전기적품질계수(Q)를 계산하도록 제어한다.
- <51> 주파수 위상변화 파형이라 함은 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 주파수와 이득간의 상관관계를 나타낸 파형으로, 제 2압전진동자(14)로부터 수신한 진동정보에 따라 파형이 달라지게 되며, 주파수폭($F_d = F_2 - F_1$)도 차이가 발생하게 되며, 공진주파수($F_r = F_0$)는 주파수폭(F_d) 사이에 위치한다.
- <52> 또한, 전기적품질계수(Q)는 다음과 같은 수학적식에 의해 계산된다.

수학적식 1

$$Q = \frac{Fr}{Fd}$$

- <53>
- <54> 제어부(30)는 전기적품질계수(Q) 계산을 통하여 점도를 계산할 수 있는데, 점도를 계산하기 위해서는 외부 입력에 의해 도 8에 도시된 바와 같은 전기적품질계수(Q)별 점도의 상관관계 데이터가 기설정되어 제어부(30)의 내장된 메모리에 저장되도록 한다.
- <55> 즉, 제어부(30)는 계산된 전기적품질계수(Q)에 해당하는 점도를 도 8의 전기적품질계수(Q)별 점도의 상관관계 그래프로부터 계산하고, 계산된 점도는 연결된 모니터부(50)를 통하여 디스플레이할 수 있다.
- <56> 예컨대, 상기 수학적식 1에 의해 전기적품질계수(Q)가 32.9로 계산되면, 도 6의 그래프 상에서 유체(F)의 점도는 128.3 Cp가 된다.
- <57> 마찬가지로, 전기적품질계수(Q)가 31.8, 30.8, 29.9, 21.4로 계산되면, 유체(F)의 점도는 각각 도 8의 그래프 상에서 보면 199.2 Cp, 291.2 Cp, 323.6 Cp, 639.3 Cp이 된다.
- <58> 나아가, 도 8에서는 점도가 서로 다른 A 유체, B 유체, C 유체, D 유체, E 유체의 주파수와 이득간의 상관관계 그래프를 나타내고 있으며, 상기과 같은 점도 계산에 의해 E 유체의 점도가 가장 높다는 점을 판단할 수 있다.
- <59> 입력부(40)는 외부 입력키를 구비하여 점도센서(10)를 제어하기 위한 각종 정보를 입력받을 수 있으며, 특히 점도 계산을 위한 전기적품질계수(Q)별 점도의 상관관계 데이터를 입력받도록 한다.
- <60> 모니터부(50)는 제어부(30)와 연결되어 제어부(30)의 제어하에 상기 계산된 전기적품질계수(Q)값, 계산된 점도에 대한 수치, 점도의 상관관계 데이터를 나타낸 그래프 등을 표시할 수 있다.
- <61> 전원부(60)는 점도센서(10) 및 제어부(30)에 전원을 공급할 수 있으며, 특히 점도센서(10)의 제 1압전진동자(13)를 구동하기 위한 구동전원을 공급한다.
- <62> 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 볼트조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서의 사시도이다.
- <63> 도 4를 참조하여 상세하게 설명하면,
- <64> 본 발명의 다른 실시예에 따른 볼트조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서(70)는 도 4에 도시된 바와 같이, 제 1탄성체(70)와 제 2탄성체의 형상이 캡(cap) 형상 또는 반구(半球) 형상을 갖는다.

- <65> 캡 또는 반구 형상은 심벌즈 형상보다 점도센서(10)의 공진주파수(F_r)를 더욱 낮춰주는 효과가 있다.
- <66> 점도센서(70)의 제 1전극(79), 제 2전극(80), 접지전극(81), 볼트(82), 너트(83) 및 와셔(84) 등은 상술한 구조 및 기능과 동일하므로 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- <67> 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 볼트조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서에 의한 유체의 점도 측정 방법의 순서도이다.
- <68> 도 5를 참조하여 유체의 점도 측정 방법을 상세하게 설명하면,
- <69> 먼저, 본 발명의 볼트조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서(10)가 유체(F)에 잠긴 상태에서 유체(F)의 점도를 측정하기 위하여 점도센서(10)에 구동전원을 인가한다.
- <70> 구동전원이 인가된 점도센서(10)는 제 1압전진동자(13)를 구동하게 되고, 제 1압전진동자(13)는 구동신호를 진동신호로 변환하여 외부로 출력한다.
- <71> 외부로 출력되는 진동신호는 제 1압전진동자(13)의 상면에 안착된 제 1탄성체(11)에 전달되고, 제 1탄성체(11)는 전달받은 진동신호를 유체(F)를 통하여 제 2탄성체(12)에 전달하게 된다.
- <72> 이때, 유체(F)의 점도에 따라 진동신호가 변화함에 따라 변화된 진동정보가 제 2탄성체(12)에 전달된다.
- <73> 진동정보를 전달받은 제 2탄성체(12)는 제 2탄성체(12)의 상면에 안착된 제 2압전진동자(14)에 진동정보를 전달하게 된다.
- <74> 진동정보를 전달받은 제 2압전진동자(14)는 상기 진동정보를 전기적신호로 변환한다.
- <75> 변환된 전기적신호는 제 2압전진동자(14)의 제 2전극(21)을 통하여 제어부(30)에 전송된다.
- <76> 제어부(30)는 수신된 전기적신호에 공진주파수(F_r)가 변환된 위상 변화 파형을 검출한다.
- <77> 검출된 위상변화 파형으로부터 최대이득의 3dB감소하는 두 지점 간의 주파수폭(F_d)을 계산한다.
- <78> 계산된 주파수폭(F_d)과 기설정된 공진주파수(F_r)를 이용하여 전기적품질계수(Q)를 계산한다.
- <79> 여기에서 전기적품질계수(Q)는 공진주파수(F_r)를 주파수폭(F_d)으로 나눈 값이 된다.
- <80> 계산된 전기적품질계수(Q)와 기 설정 저장된 전기적품질계수(Q)별 점도의 상관관계 데이터로부터 유체(F)의 점도를 계산한다.
- <81> 이상에서 본 발명의 바람직한 일실시예를 설명하였으나, 본 발명은 다양한 변화와 변경 및 균등물을 사용할 수 있고, 상기 실시예를 적절히 변형하여 동일하게 응용할 수 있음이 명확하다. 따라서 상기 기재 내용은 하기 특허청구범위의 한계에 의해 정해지는 본 발명의 범위를 한정하는 것이 아니다.

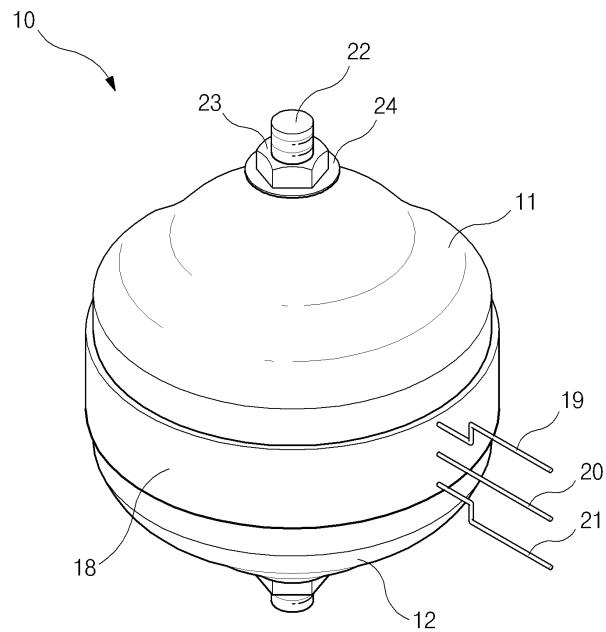
도면의 간단한 설명

- <82> 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 볼트조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서의 사시도.
- <83> 도 2는 도 1의 종단면도.
- <84> 도 3은 도 1의 사용상태도.
- <85> 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 볼트조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서의 사시도.
- <86> 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 볼트조임 란주반형 압전진동자를 이용한 점도센서에 의한 유체의 점도 측정 방법의 순서도.
- <87> 도 6은 본 발명의 유체 점도 변화에 따른 이득(Gain) 특성 변화에 대한 개략적인 그래프의 일실시예.
- <88> 도 7은 본 발명의 일실시예의 점도센서로부터 검출된 유체의 점도 변화에 따른 이득(Gain) 특성 변화에 대한 그래프.
- <89> 도 8은 본 발명의 일실시예의 점도센서로부터 계산되는 전기적품질계수(Q)별 점도의 상관관계를 나타낸 그래프.
- <90> <도면의 주요 부분에 대한 참조부호의 설명>

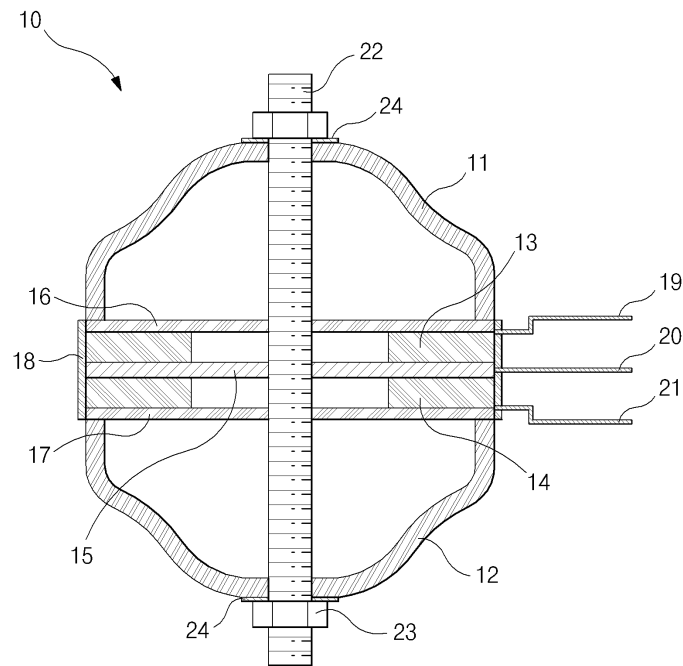
<91>	10, 70 : 점도센서	11, 71 : 제 1탄성체
<92>	12 : 제 2탄성체	13 : 제 1압전진동자
<93>	14 : 제 2압전진동자	15 : 제 1절연체
<94>	16 : 제 2절연체	17 : 제 3절연체
<95>	18, 78 : 제 4절연체	19, 79 : 제 1전극
<96>	20, 80 : 제 2전극	21, 81 : 접지전극
<97>	22, 82 : 볼트	23, 83 : 너트
<98>	24, 84 : 와셔	30 : 제어부
<99>	40 : 입력부	50 : 모니터부
<100>	60 : 전원부	100 : 용기
<101>	F : 유체	

도면

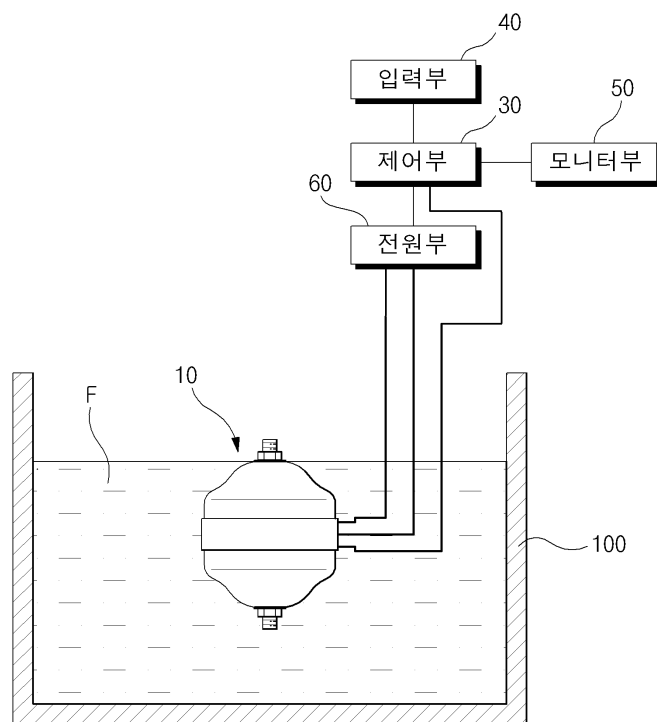
도면1



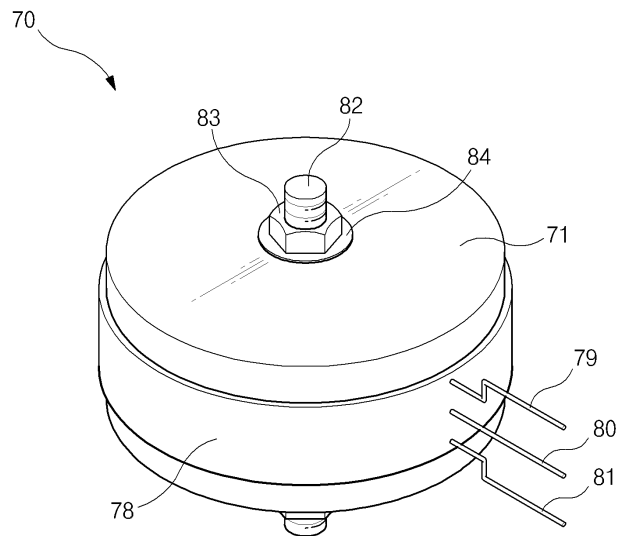
도면2



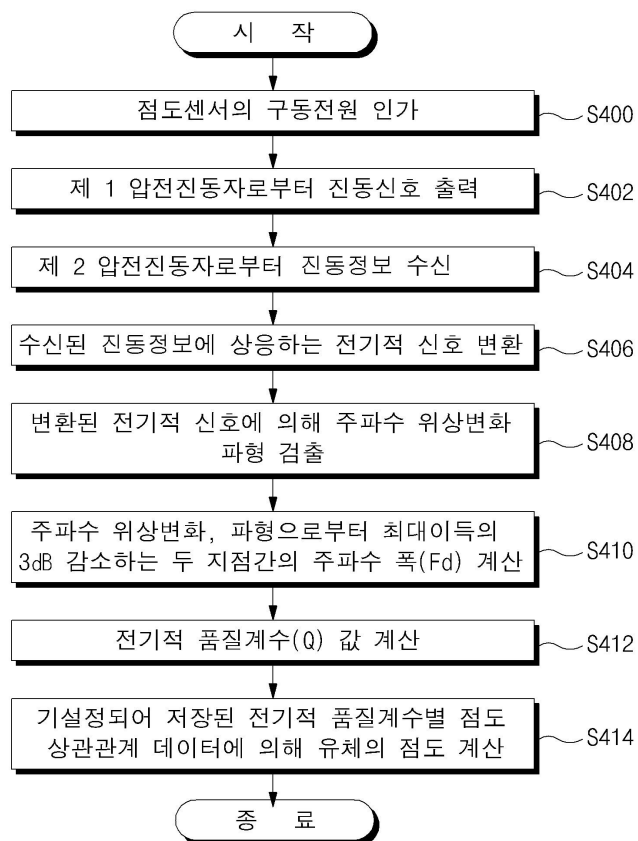
도면3



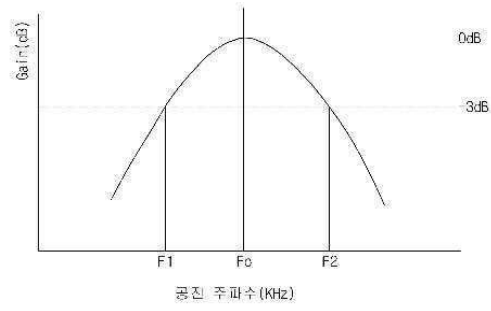
도면4



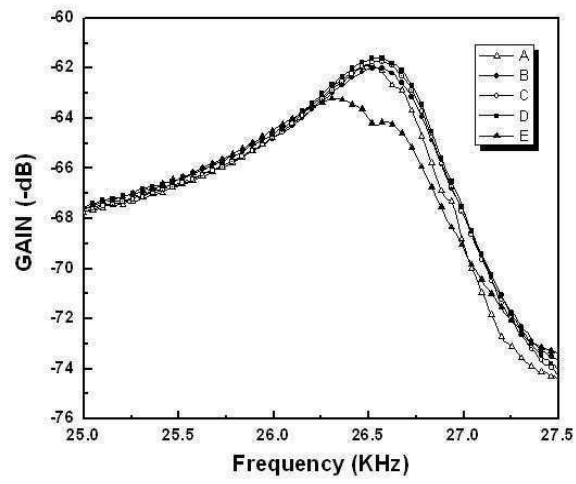
도면5



도면6



도면7



도면8

