(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0009574
(43) 공개일자 2009년01월23일

(51) Int. Cl.[9]
G01N 11/00 (2006.01) *G01N 29/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0072978
(22) 출원일자 2007년07월20일
심사청구일자 2007년07월20일

(71) 출원인
주식회사 삼전
울산 울주군 삼동면 조일리 1313-3
울산대학교 산학협력단
울산 남구 무거2동 산29
(72) 발명자
정연학
울산광역시 북구 양정동 523 현대자동차 사택 7-105
권정호
울산 중구 성안동 855-3 경동햇빛마을 201동 605호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
서원호

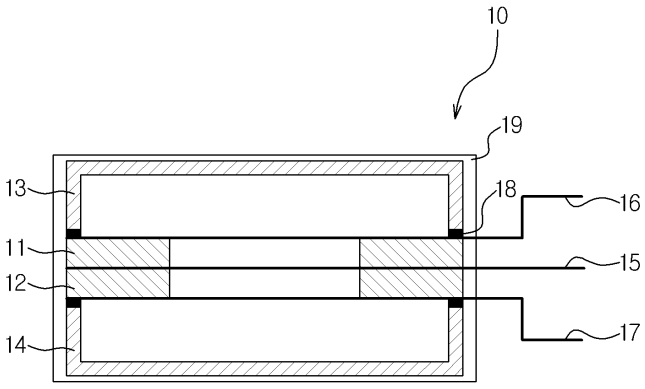
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 점도센서

(57) 요 약

유체의 점도를 직접적으로 측정하며 크기가 작고 구조가 간단한 점도센서가 개시된다. 본 발명에 따른 점도센서는 진동발신부와 진동수신부의 역할을 각각 수행하도록 적층 마련되는 한 쌍의 환형 압전 진동자와, 압전 진동자에서 발생된 진동을 전달하기 위해 압전 진동자에 각각 마련되는 금속탄성체를 포함하여, 압전 진동자와 금속탄성체를 측정대상 유체에 담가 점도를 직접적으로 측정하기 때문에 유체의 점도 측정을 보다 정량화할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 점도센서는 압전 진동자와 금속탄성체의 형상을 예를 들어 압전 진동자는 환형으로, 금속탄성체는 캡 또는 심볼 형태로 제작함으로써 공진 주파수를 낮출 수 있기 때문에 전반적인 점도센서의 사이즈, 구조, 제조 비용 등을 효율적으로 마련할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

김성훈

울산 중구 다운동 620 삼성 APT 101동 401호

이재신

울산광역시 남구 무거2동 1537 삼익아파트 806호

옥윤포

부산 북구 덕천1동 365-52번지

이용희

울산 중구 반구2동 102-10번지

최문석

울산 남구 야음1동 387-4

조성열

울산 울주군 웅촌면 대복리 장백아파트 708-1701

박범철

울산 북구 양정동 산 99-1

허인은

울산 남구 신정4동 802-19

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	06-최-34
부처명	교육인적자원부,산업자원부,노동부
연구사업명	최우수실험실 지원사업
연구과제명	지능형 자동차용 압전 엑추에이터 개발
주관기관	울산대학교
연구기간	2006년09월01일~2007년08월31일

특허청구의 범위

청구항 1

측정대상 유체에 잠겨 점도를 측정하는 점도센서에 있어서,

진동발신부와 진동수신부의 역할을 각각 수행하도록 적층 마련되는 한 쌍의 환형 압전 진동자와,

상기 압전 진동자에서 발생된 진동을 전달하기 위해 압전 진동자에 각각 마련되는 금속탄성체를 포함하는 것을 특징으로 하는 점도센서.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 금속탄성체는 캡(cap) 또는 심벌(cymbal) 형태로 마련되는 것을 특징으로 하는 점도센서.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 압전 진동자는 외경이 0.5mm ~ 20cm, 내경이 0.2mm ~ 10cm, 두께가 0.1mm ~ 5cm 인 것을 특징으로 하는 점도센서

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 압전 진동자와 금속탄성체는 절연층에 의해 외부가 코팅되는 것을 특징으로 하는 점도센서.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 점도센서에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 압전진동자를 이용하여 오일과 같은 유체의 점도를 측정하는 초음파 점도센서에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 점도란 오일의 끈적거리는 정도를 나타내는 것으로, 점도가 높은 오일은 금속 표면에 만드는 유막이 두껍고 그만큼 하중을 지탱한다. 그러나 점도가 너무 높으면 윤활유의 내부저항이 커져 동력의 손실이 증가하며, 반대로 점도가 낮으면 동력의 손실은 적으나 유막이 끊겨 충분한 윤활작용이 안 된다.

<3> 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 스토크스의 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, 엥글러도를 측정하는 엥글러점도계 등이 있다.

<4> 한편, 널리 알려진 바와 같이 압전 진동자(소자)는 전계를 인가하였을 때 기계적 변형 또는 진동을 발생시키고, 기계적 변위 또는 진동을 인가하였을 때 전계를 발생시키는 소자로서, 전기에너지를 기계적인 에너지로, 또 기계적인 에너지를 전기적인 에너지로 상호 변환시킬 수 있는 소자이다. 업계에서는 이러한 압전 진동자의 가역적인 전기적 특성 및 변위 특성을 이용하여 전자기기, 정밀기계, 의료기기 및 센서 등에 압전소자를 이용하고 있는 실정이나, 아직까지 점도 측정분야에 있어서는 이러한 압전소자를 응용한 기술이 뚜렷하게 개발되고 있지 않다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<5> 자동차 오일(윤활유)과 같은 유체의 관리에 있어 가장 중요한 항목은 오일의 점도이다. 현재 일반적인 윤활유 관리에 사용되는 방법들은 측정자의 주관적인 의견에 치우치기 쉽고 윤활유의 사용 환경에 대해 고려하지 않아 정확한 교체시기를 결정하는데 어려움이 있었다.

<6> 특히 지금까지의 점도센서는 오일의 탁도, 전기전도도 및 유전상수를 응용한 것으로 이 특성들은 주위 환경 변화에 많은 영향을 받으며 간접적인 검사방법으로 인해 오일의 점도 평가기준 및 편차가 크다는 문제점이 제시되고 있다. 또한, 오일 사용량의 점진적인 증가와 폐오일 관리 규제 및 환경오염에 대한 관심이 대두 되면서 오일 관리시스템에 대한 중요성이 더더욱 요구되고 있다.

<7> 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 압전 진동자를 이용하여 유체의 점도를 직접적으로 측정할 수 있는 점도센서를 제공하는 데 있다.

<8> 또한 본 발명의 또 다른 목적은 압전 진동자의 압전효과를 이용하되 크기가 작고 조립이 용이하게 되도록 마련된 점도센서를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

<9> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 점도센서는 측정대상 유체에 잠겨 점도를 측정하는 점도센서에 있어서, 진동발신부와 진동수신부의 역할을 각각 수행하도록 적층 마련되는 한 쌍의 환형 압전 진동자와, 압전 진동자에서 발생된 진동을 전달하기 위해 압전 진동자에 각각 마련되는 금속탄성체를 포함한다.

<10> 또한, 본 발명에 따른 점도센서의 상기 금속탄성체는 캡(cap) 또는 심벌(cymbal) 형태로 마련된다.

<11> 또한, 본 발명에 따른 점도센서의 상기 압전 진동자는 외경이 0.5mm ~ 20cm, 내경이 0.2mm ~ 10cm, 두께가 0.1mm ~ 5cm 이다.

<12> 또한, 본 발명에 따른 점도센서의 상기 압전 진동자와 금속탄성체는 절연층에 의해 외부가 코팅된다.

효 과

<13> 본 발명에 따른 점도센서는 압전 진동자의 압전효과와 역압전효과를 발신부와 수신부로 각각 응용하여 유체의 점도를 직접적으로 측정할 수 있도록 하기 때문에, 유체의 점도 측정을 보다 정량화할 수 있다.

<14> 또한, 본 발명에 따른 점도센서는 압전 진동자와 금속탄성체의 형상을 예를 들어 압전 진동자는 환형으로, 금속탄성체는 캡 또는 심볼 형태로 제작함으로써 공진 주파수를 낮출 수 있기 때문에, 그 결과 고주파 발생 및 검출 회로가 간단해져 비용이 절감되는 한편 점도센서의 크기를 작게 할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<15> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 여기서 설명되는 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술되는 실시예에 한정되는 것은 아니다. 실시예 전체에 걸쳐서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 나타낸다.

<16> 도 1은 본 발명의 제 1실시예에 따른 점도센서를 도시한 분해 사시도이며, 도 2는 도 1의 결합 단면도이다.

<17> 도면을 참조하면, 본 발명의 점도센서(10)는 진동발신부와 진동수신부의 역할을 수행하도록 마련되는 한 쌍의 압전 진동자(11,12)와, 압전 진동자(11,12)에서 발생된 진동을 전달하기 위해 각 압전 진동자(11,12)에 각각 마련되는 금속탄성체(13,14)를 구비한다.

<18> 전기적 신호를 입력하면 기계적 진동을 발생시키는 물질을 압전 진동자라 하는데 크기와 두께에 따라 다양한 진동모드를 제공한다. 압전 진동자로는 single crystal, quartz, PZT 또는 KNN, $Bi_4Ti_3O_{12}$ 등이 사용 가능하며, 세라믹 공정에 의해 제작되고 폴링(poling) 처리되어 원하는 특성을 가지게 된다.

<19> 압전 진동자(11,12)는 환형(Ring type)의 모양을 가지며 원하는 주파수 사용대역에 따라 그 크기와 두께를 달리할 수 있다. 환형의 압전 진동자는 동일한 사이즈의 원판형에 비해 공진주파수를 낮출 수 있기 때문에 제조 비용을 절감할 수 있다. 본 발명에 따른 압전 진동자는 바람직하게는 외경이 0.5mm ~ 20cm, 내경이 0.2mm ~ 10cm, 두께가 0.1mm ~ 5cm 정도이다. 외경이 0.5mm 미만이면 가공이 쉽지 않으며, 20cm를 넘게 되면 부피가 너무 크고

주파수대역이 높아서 차량의 오일 점도를 측정하는 데 필요한 적절한 주파수 사용대역을 생성할 수 없다.

<20> 한 쌍의 압전 진동자(11,12)는 전기적 신호를 기계적 진동에너지로 변환시키는 발신부용 압전 진동자(11)와 기계적신호를 전기적신호로 변환시키는 수신부용 압전 진동자(12)로 이루어져 상호 적층되어 있으며, 각 압전 진동자(11,12)에는 도 2에 도시된 바와 같이 외부와의 전기적 연결을 위한 접지(15) 및 전원 입출력 전극(16,17)이 페이스트 혹은 얇은 금속판으로 마련되어 있다. 이러한 압전 진동자(11,12)는 절연 에폭시수지(18)에 의해 금속탄성체(13,14)와 접착 고정된다.

<21> 금속탄성체(13,14)는 U자 형상의 단면을 갖는 캡(cap) 형태로 이루어진다. 캡 형태는 압전 진동자(11,12)의 공진주파수를 더욱 낮추어 주는 효과가 있으며, 대안으로 사발(bowl) 형상도 가능하다. 금속탄성체(13,14)의 직경은 내부 압전 진동자(11,12)와 같거나 비슷할 수 있으며, 그 두께는 수㎜에서 수십cm일 수 있다. 또한 금속탄성체(13,14)에는 도시하지는 않았지만 배선을 위한 공공(hole)을 두어 외부 전선과 용접 및 연결을 용이하게 할 수도 있다.

<22> 이러한 압전 진동자(11,12)와 금속탄성체(13,14)는 외부와의 절연을 위해 점도센서(10) 외부 전체에 에폭시(epoxy), 고무(rubber) 등과 같은 절연체(19)를 사용하여 코팅하도록 구성되어 있다.

<23> 도 3은 본 발명의 제 2실시예에 따른 점도센서를 도시한 분해 사시도이며, 도 4는 도 3의 단면도이다. 도면을 참조하면, 본 점도센서(20)는 상기 제 1실시예와 마찬가지로 전기적 신호를 기계적 진동에너지로 변환시키는 발신부용 압전 진동자(21) 및 기계적신호를 전기적신호로 변환시키는 수신부용 압전 진동자(22)와, 압전 진동자(21)에 의해 발생된 진동을 다른 압전 진동자(22)로 전달하기 위한 금속탄성체(23,24)와, 전원 입력 및 출력 신호 측정을 위한 접지(25) 및 전극(26,27)으로 구성되어 있으며, 이 점도센서(20)의 외부는 절연을 위해 에폭시, 고무와 같은 절연체(29)로 코팅되어 있다.

<24> 본 실시예의 점도센서(20)는 상기 제 1실시예와 마찬가지로 환형의 압전 진동자(21,22)를 이용하며, 압전 진동자(21,22)는 세라믹 공정에 의해 제작되고 폴링(poling) 처리되어 원하는 특성을 가지게 된다.

<25> 또한, 금속탄성체(23,24)는 중심 부분이 볼록한 심벌(cymbal) 형태를 가지며, 외측 경계면이 압전 진동자(21,22)와 접합되어 있다. 이러한 형태는 상술한 바와 마찬가지로 압전 진동자(21,22)의 공진 주파수를 더욱 낮추어 주는 효과가 있다. 금속탄성체(23,24)와 압전 진동자(21,22)는 절연 에폭시수지(28)에 의해 접착 고정된다.

<26> 상기 실시예들에 의해 마련되는 본 발명의 점도센서(10,20)는 ATILA설계에 의해 각각 47.5kHz, 34.8kHz의 공진 주파수 값을 나타낸다.

표 1

<27>

구 분	공진주파수(fr)
단판형 압전 진동자	229.4kHz
링타입 압전 진동자	145.6kHz
캡타입 점도센서	47.5kHz
심볼타입 점도센서	34.8kHz

<28> 표 1은 통상의 PZT계 단판형 압전 진동자 및 본 발명에 사용되는 링타입 압전 진동자(11,12,21,22)의 공진 주파수와, 제1실시예 및 제 2실시예의 금속탄성체(13,14,23,24)의 형태에 의해 낮아진 공진 주파수를 나타낸 것이다. 이와 같이, 압전 진동자 및 금속탄성체의 형태를 다양하게 함으로써 공진주파수에 변화를 줄 수 있기 때문에, 이를 이용하면 전반적인 점도센서의 크기 및 공진 주파수를 낮추기 위한 회로기판이 불필요하게 되어, 전체 크기 및 제조 비용을 절감할 수 있다.

표 2

<29>

구 분	1	2	3	4	5
액체의 점도(Cp)	17.3	74.5	90.2	121.4	513.5
Q1	7.5	6.5	6.2	5.8	4.3
Q2	5.1	4.4	4.2	3.9	2.4

<30> 표 2는 본 발명의 제 1실시예와 제 2실시예에 따른 점도센서를 제작하여 다양한 액체의 점도 및 전기적 특성을 비교한 것이다. 여기서 액체의 점도는 회전마찰형 점도계를 이용하여 측정한 값이며, Q1, Q2는 각각 제 1실시예, 제 2실시예로 제작한 점도센서를 이용하여 측정한 전기적 품질계수를 나타낸다.

<31> 전기적 품질계수 Q 값은 전기적 이득(gain)의 주파수 의존성을 측정한 도 4의 곡선에서 공진 주파수와 최대 이득에서 3dB 이득이 감소하는 두 점간의 주파수폭을 측정한 후 다음 식을 이용하여 계산할 수 있다.

<32> $Q = fr/\Delta f(3dB)$

<33> 표 2에 따르면, 본 발명의 제 1 실시예와 제 2 실시예의 전기적 특성(Q값)은 액체의 점도에 반비례하는 특성을 보인다. 즉, 액체의 점도가 증가할수록 전기적 품질계수(Q) 값이 감소함을 알 수 있다.

<34> 도 5는 표 2를 도식화한 것으로서, 점도를 측정할 액체의 Q 값을 측정하면 그래프에 나타낸 바와 같이 측정할 액체의 점도를 측정할 수 있다.

<35> 한편, 이하에서는 본 발명에 따른 점도센서를 이용하여 오일의 점도를 측정하는 방법을 간단히 살펴보기로 한다.

<36> 본 발명의 점도센서를 이용하여 측정대상 유체의 점도를 측정하기 위해서는 먼저 금속탄성체(13,14,23,24)를 점도를 측정하고자 하는 측정대상유체에 잠기도록 설치한 상태에서, 한 쌍의 압전 진동자(11,12,21,22) 중 발신부 역할을 수행하는 압전 진동자(11,21)에 소정의 전계를 인가한다. 그러면 전계를 인가받은 압전 진동자(11,21)가 진동을 하게 되는데, 이 진동 파형은 금속탄성체(13,14,23,24) 외부 쪽 측정대상 유체 및 금속탄성체(13,14,23,24) 표면을 타고 수신부 역할을 하는 다른 압전 진동자(12,22) 쪽으로 전달되어 압전 진동자(12,22)를 진동시키게 된다. 이때, 수신부 역할을 하는 압전 진동자(12,22)의 진동은 당연히 측정대상 유체의 점도에 따라 달라지게 되며, 이에 따라 발신부 역할을 하는 압전 진동자(11,21)와 수신부 역할을 하는 압전 진동자(12,22) 쪽에서의 공진주파수의 위상 변화를 검출함으로써 측정대상 유체의 점도를 측정할 수 있게 되는 것이다.

도면의 간단한 설명

<37> 도 1은 본 발명의 제 1실시예에 따른 점도센서를 도시한 분해 사시도이다.

<38> 도 2는 도 1의 결합 단면도이다.

<39> 도 3은 본 발명의 제 2실시예에 따른 점도센서를 도시한 분해 사시도이다.

<40> 도 4는 도 3의 결합 단면도이다.

<41> 도 5는 본 발명에 따른 점도센서의 Gain특성변화를 나타내는 그래프이다.

<42> 도 6은 본 발명의 제 1실시예 및 제 2실시예에 따른 점도센서의 Q값 특성변화를 나타낸 그래프이다.

<43> *도면의 주요 참조 부호에 대한 간단한 설명*

<44> 10,20..점도센서

<45> 11,12,21,22..압전 진동자

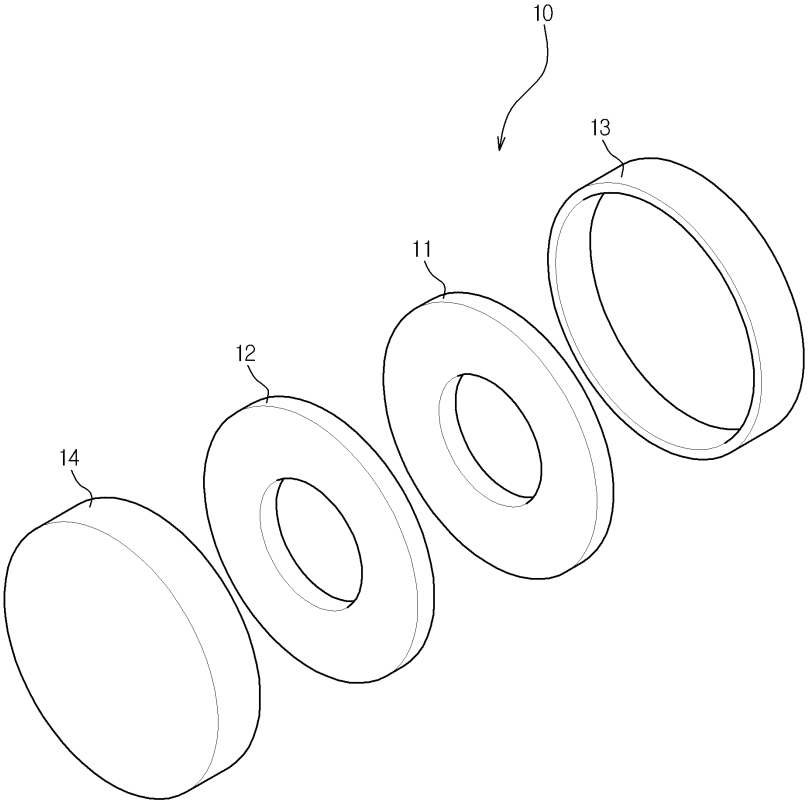
<46> 13,14,23,24..금속탄성체

<47> 15,25..접지

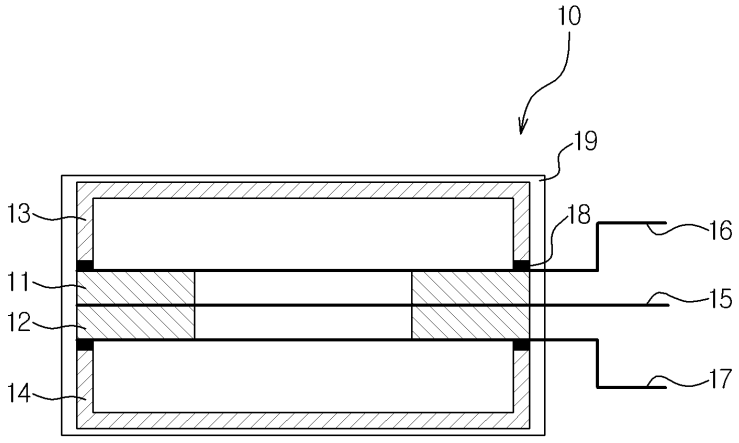
<48> 19,29..절연층

도면

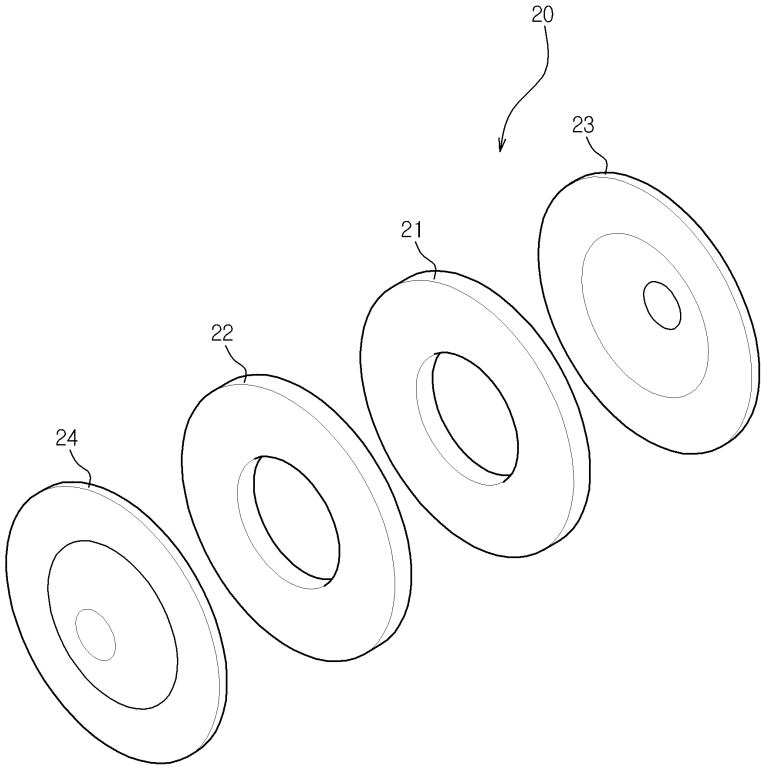
도면1



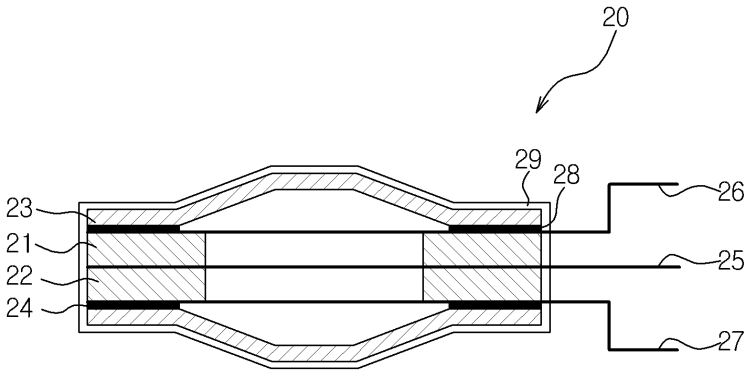
도면2



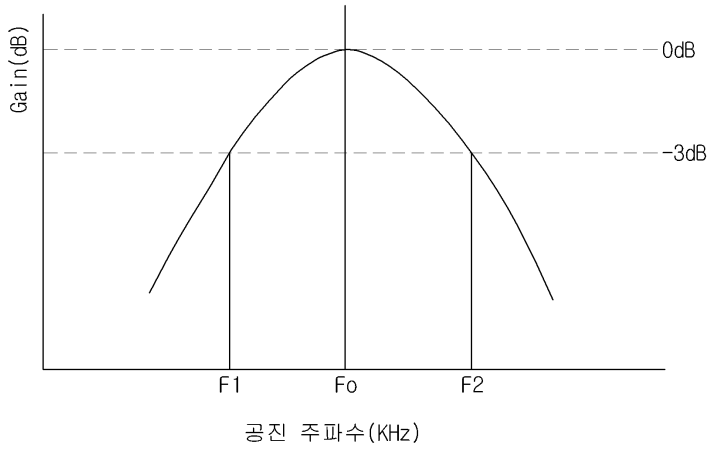
도면3



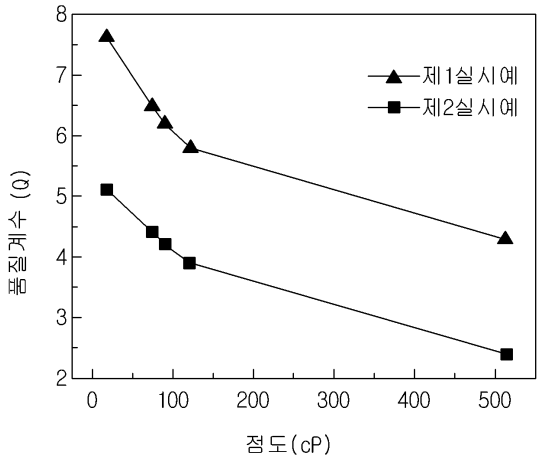
도면4



도면5


Gain(dB)
0dB
-3dB
F1
Fo
F2
공진 주파수(KHz)

도면6


8
7
6
5
4
3
2
품질계수 (Q)
제1실시예
제2실시예
0
100
200
300
400
500
점도(cP)