(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0077404
(43) 공개일자 2023년06월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02N 2/04 (2006.01) *G06F 3/01* (2006.01)
H02N 2/02 (2006.01) *H10N 30/02* (2023.01)
H10N 30/20 (2023.01)
(52) CPC특허분류
H02N 2/043 (2013.01)
G06F 3/016 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0164621
(22) 출원일자 2021년11월25일
심사청구일자 2021년11월25일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
박노철
서울특별시 마포구 마포대로 195, 202동 1403호
김휘재
경기도 성남시 수정구 시민로259번길 4-1
박영진
경기도 시흥시 중심상가로 224 영남6차아파트 601-806
(74) 대리인
특허법인 플러스

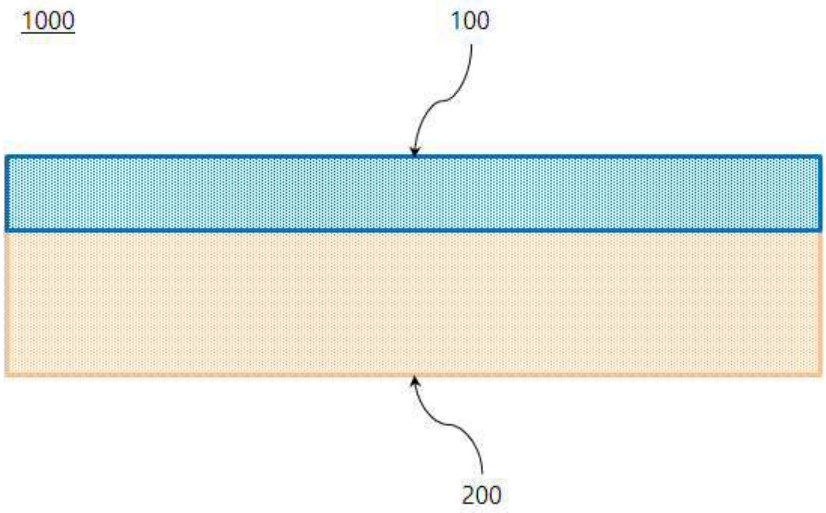
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **넓은 주파수 범위에서 햅틱 피드백이 가능한 피에조 액추에이터 모듈**

(57) 요 약

본 발명은 햅틱 피드백을 위한 피에조 액추에이터에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 피에조 타입의 액추에이터를 적용하면서도 저주파 영역에서 우수한 진동력을 갖는 피에조 액추에이터 모듈에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H02N 2/026 (2013.01)
H10N 30/02 (2023.02)
H10N 30/2047 (2023.02)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415173300
과제번호 20011013
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원
연구사업명 산업기술혁신사업
연구과제명 [RCMS](주)이미지스테크놀로지/자동차 디스플레이용 액추에이팅 구현 기술 개발(2/4)
기 여 율 1/1
과제수행기관명 (주)이미지스테크놀로지
연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

일면이 가진 대상에 결합되며, 전기 신호에 의해 진동하는 피에조 액추에이터를 포함하는 액추에이터층; 및

상기 액추에이터층의 타면에 맞닿아 결합되며, 일정 질량을 갖는 관성질량층을 포함하고,

상기 관성질량층은, 상기 피에조 액추에이터 진동 시 상기 액추에이터층의 타측을 지지하여, 상기 피에조 액추에이터의 500Hz 이하의 저주파 영역에서의 가진 성능을 향상시키는, 넓은 주파수 범위에서 햅틱 피드백이 가능한 피에조 액추에이터 모듈.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 피에조 액추에이터 모듈은,

상기 관성질량층의 질량을 가변시켜 상기 저주파 영역 중 특정 영역에서의 가진 성능을 향상시키는 것을 특징으로 하는, 넓은 주파수 범위에서 햅틱 피드백이 가능한 피에조 액추에이터 모듈.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 피에조 액추에이터 모듈은,

상기 가진 대상과 액추에이터층 사이 또는 상기 액추에이터층과 관성질량층 사이에 구비되고, 일정 강성 또는 일정 탄성력을 갖는 중간층;

을 더 포함하는, 넓은 주파수 범위에서 햅틱 피드백이 가능한 피에조 액추에이터 모듈.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 중간층은,

상기 가진 대상과 액추에이터층 또는 상기 액추에이터층과 관성질량층의 밀착력을 향상시키도록 접착 성분을 포함하는, 넓은 주파수 범위에서 햅틱 피드백이 가능한 피에조 액추에이터 모듈.

청구항 5

제 3항에 있어서,

상기 피에조 액추에이터 모듈은,

상기 액추에이터층, 관성질량층 및 중간층이 수용되도록 내부가 중공된 함체 상으로 일면은 개방되고, 타면은 밀폐된 하우징;

을 더 포함하는, 넓은 주파수 범위에서 햅틱 피드백이 가능한 피에조 액추에이터 모듈.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 중간층이 상기 액추에이터층과 관성질량층 사이에 구비되는 경우

상기 피에조 액추에이터 모듈은,

상기 하우징의 개방면을 밀폐하며, 일정 탄성력을 갖고, 접착 성분을 포함하는, 접착층;

을 더 포함하는, 넓은 주파수 범위에서 햅틱 피드백이 가능한 피에조 액추에이터 모듈.

청구항 7

일면이 가진 대상에 결합되며, 전기 신호에 의해 진동하는 피에조 액추에이터를 포함하는 액추에이터층; 및

상기 액추에이터층이 수용되도록 내부가 중공된 함체 상으로 일면은 개방되고, 타면은 밀폐된 관성질량 하우징을 포함하되,

상기 관성질량 하우징은,

상기 액추에이터층의 타면이 맞닿고 일정 질량을 갖는 밀폐면과, 상기 밀폐면의 둘레를 따라 일측으로 연장 형성된 측면을 포함하고,

상기 관성질량 하우징은, 상기 피에조 액추에이터 진동 시 상기 액추에이터층의 타측을 지지하여, 상기 피에조 액추에이터의 500Hz 이하의 저주파 영역에서의 가진 성능을 향상시키는, 넓은 주파수 범위에서 햅틱 피드백이 가능한 피에조 액추에이터 모듈.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 피에조 액추에이터 모듈은,

상기 밀폐면의 질량을 가변시켜 상기 저주파 영역 중 특정 영역에서의 가진 성능을 향상시키는 것을 특징으로 하는, 넓은 주파수 범위에서 햅틱 피드백이 가능한 피에조 액추에이터 모듈.

청구항 9

제 7항에 있어서,

상기 피에조 액추에이터 모듈은,

상기 가진 대상과 액추에이터층 사이 또는 상기 액추에이터층과 관성질량 하우징 사이에 구비되고, 일정 강성 또는 일정 탄성력을 갖는 중간층;

을 더 포함하는, 넓은 주파수 범위에서 햅틱 피드백이 가능한 피에조 액추에이터 모듈.

청구항 10

제 3항 또는 제 9항에 있어서,

상기 피에조 액추에이터 모듈은,

상기 중간층의 강성 또는 탄성력이 다른 재질을 선택적으로 적용하여 상기 저주파 영역 중 특정 영역에서의 가진 성능을 향상시키는 것을 특징으로 하는, 넓은 주파수 범위에서 햅틱 피드백이 가능한 피에조 액추에이터 모듈.

청구항 11

제 9항에 있어서,

상기 중간층이 상기 액추에이터층과 관성질량 하우징 사이에 구비되는 경우

상기 피에조 액추에이터 모듈은,

상기 하우징의 개방면을 밀폐하며, 일정 탄성력을 갖고, 접착 성분을 포함하는, 접착층;

을 더 포함하는, 넓은 주파수 범위에서 햅틱 피드백이 가능한 피에조 액추에이터 모듈.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 햅틱 피드백을 위한 피에조 액추에이터에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 피에조 타입의 액추에이터를 적용하면서도 저주파 영역에서 우수한 진동력을 갖는 피에조 액추에이터 모듈에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 햅틱(haptic)은 촉감을 이용해 어떤 기기를 제어하는 기술로 전자기기를 만지거나 다룰 때 실제로 특정한 물체를 만지는 것과 같은 느낌을 주는 것을 말한다. 최근 터치폰 뿐만 아니라 터치스크린용 스타일러스 펜, 각종 게임장치 등 여러 종류의 전자기기에서 햅틱 기술이 쓰이고 있으며, 디지털 기기에 아날로그 감성을 접목했다는 점이 소비자들에게 좋은 반응을 얻고 있다.

[0003] 햅틱 기술의 핵심은 진동이며, 진동의 진폭과 주파수, 전달 시간 등을 바꿔가며 다양한 촉감 유형을 만들 수 있다. 이 자극을 사람의 피부에 가해 가상의 촉감을 전달하는 기술이 바로 햅틱 피드백(haptic feedback)이다. 일예로 터치폰의 터치스크린 아래쪽에는 진동 액추에이터가 구비되어 터치스크린을 터치하면 진동 액추에이터가 작동하고, 이때 발생한 진동 자극의 촉감이 피부를 통해 사용자에게 전달된다.

[0004] 햅틱을 이용한 햅틱 장치는 가상의 물체(예를 들어, 윈도우 화면의 버튼 표시)를 사람이 만졌을 때, 실제의 물체(실제의 버튼)를 만지는 것과 같은 응답성으로 동적 특성(버튼을 누를 때 손가락으로 전달되는 진동, 촉감과 동작음 등)을 재생할 수 있는 것이 가장 이상적이라 할 수 있다. 이러한 햅틱 장치의 성능 향상을 위해 지금까지는 모터와 링크 메커니즘을 이용한 메카트로닉스 장비 등이 사용되었다.

[0005] 한편 햅틱 피드백에는 손가락의 촉각 인식 주파수영역(100~ 500Hz)을 가진하는 저주파 햅틱 피드백과, 가청주파수 이상의 주파수 영역(20kHz 이상)을 가진하는 초음파 햅틱 피드백으로 구분되며, 저주파 햅틱 피드백은 솔레노이드 타입의 코일 액추에이터를 사용하여 구현하고, 초음파 햅틱 피드백은 피에조 타입의 액추에이터를 통해 구현한다.

[0006] 저주파 햅틱 피드백에 사용되는 솔레노이드 액추에이터는 크기가 크고 반응속도가 느린 단점이 있다. 반면, 초음파 햅틱 피드백에 사용되는 피에조 타입 액추에이터는 반응 속도가 빠르고 크기가 작아 공간 효율성이 높으나, 손가락이 인지할 수 있는 저주파 가진이 불가한 단점이 있다.

[0007] 따라서 반응 속도가 빠르고 크기가 작은 피에조 타입 액추에이터를 이용해 손가락이 인지할 수 있는 저주파 가진을 구현하기 위한 기술 개발이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서 본 발명의 목적은, 피에조 액추에이터의 가진 대상의 반대 측에 관성 질량을 구비하고, 피에조 액추에이터 가진 시 관성 질량의 지지력을 이용해 피에조 액추에이터의 저주파 가진 능력을 향상시킨 넓은 주파수 범위에서 햅틱 피드백이 가능한 피에조 액추에이터를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일실시 예에 따른 넓은 주파수 범위에서 햅틱 피드백이 가능한 피에조 액추에이터 모듈은, 일면이 가진 대상에 결합되며, 전기 신호에 의해 진동하는 피에조 액추에이터를 포함하는 액추에이터층; 및 상기 액추에이터층의 타면에 맞닿아 결합되며, 일정 질량을 갖는 관성질량층을 포함하고, 상기 관성질량층은, 상기 피에조 액추에이터 진동 시 상기 액추에이터층의 타측을 지지하여, 상기 피에조 액추에이터의 500Hz 이하의 저주파 영역에서의 가진 성능을 향상시킨다.

[0010] 또한, 상기 피에조 액추에이터 모듈은, 상기 관성질량층의 질량을 가변시켜 상기 저주파 영역 중 특정 영역에서의 가진 성능을 향상시키는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 상기 피에조 액추에이터 모듈은, 상기 가진 대상과 액추에이터층 사이 또는 상기 액추에이터층과 관성질량층 사이에 구비되고, 일정 강성 또는 일정 탄성력을 갖는 중간층; 을 더 포함한다.

[0012] 또한, 상기 중간층은, 상기 가진 대상과 액추에이터층 또는 상기 액추에이터층과 관성질량층의 밀착력을 향상시키도록 접착 성분을 포함한다.

[0013] 또한, 상기 피에조 액추에이터 모듈은, 상기 액추에이터층, 관성질량층 및 중간층이 수용되도록 내부가 중공된 함체 상으로 일면은 개방되고, 타면은 밀폐된 하우징; 을 더 포함한다.

[0014] 또한, 상기 중간층이 상기 액추에이터층과 관성질량층 사이에 구비되는 경우 상기 피에조 액추에이터 모듈은, 상기 하우징의 개방면을 밀폐하며, 일정 탄성력을 갖고, 접착 성분을 포함하는, 접착층; 을 더 포함한다.

[0015] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 넓은 주파수 범위에서 햅틱 피드백이 가능한 피에조 액추에이터 모듈은, 일면이 가진 대상에 결합되며, 전기 신호에 의해 진동하는 피에조 액추에이터를 포함하는 액추에이터층; 및 상기 액추에이터층이 수용되도록 내부가 중공된 함체 상으로 일면은 개방되고, 타면은 밀폐된 관성질량 하우징을 포함하되, 상기 관성질량 하우징은, 상기 액추에이터층의 타면이 맞닿고 일정 질량을 갖는 밀폐면과, 상기 밀폐면의 둘레를 따라 일측으로 연장 형성된 측면을 포함하고, 상기 관성질량 하우징은, 상기 피에조 액추에이터 진동 시 상기 액추에이터층의 타측을 지지하여, 상기 피에조 액추에이터의 500Hz 이하의 저주파 영역에서의 가진 성능을 향상시킨다.

[0016] 또한, 상기 피에조 액추에이터 모듈은, 상기 밀폐면의 질량을 가변시켜 상기 저주파 영역 중 특정 영역에서의 가진 성능을 향상시키는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 피에조 액추에이터 모듈은, 상기 가진 대상과 액추에이터층 사이 또는 상기 액추에이터층과 관성질량 하우징 사이에 구비되고, 일정 강성 또는 일정 탄성력을 갖는 중간층; 을 더 포함한다.

[0018] 또한, 상기 피에조 액추에이터 모듈은, 상기 중간층의 강성 또는 탄성력이 다른 재질을 선택적으로 적용하여 상기 저주파 영역 중 특정 영역에서의 가진 성능을 향상시키는 것을 특징으로 한다.

[0019] 아울러, 상기 중간층이 상기 액추에이터층과 관성질량 하우징 사이에 구비되는 경우 상기 피에조 액추에이터 모듈은, 상기 하우징의 개방면을 밀폐하며, 일정 탄성력을 갖고, 접착 성분을 포함하는, 접착층; 을 더 포함한다.

발명의 효과

[0020] 상기와 같은 구성에 의한 본 발명의 넓은 주파수 범위에서 햅틱 피드백이 가능한 피에조 액추에이터는, 기본적으로 반응 속도가 빠르고, 크기가 작아 공간 효율성이 높은 효과가 있으면서도, 저주파 가진 성능을 확보함에 따라 저주파 햅틱 피드백에 적용이 가능한 효과가 있다.

[0021] 또한, 관성 질량을 변화시켜 액추에이터의 공진 주파수를 가변시킬 수 있는 효과가 있다.

[0022] 또한, 저주파 가진 성능을 확보하면서도, 고주파 가진 성능 저하가 미미하여 광범위한 주파수의 햅틱 피드백에 적용이 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 액추에이터의 개략 단면도

도 2는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 액추에이터의 개략 단면도

도 3은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 액추에이터의 개략 단면도

도 4는 본 발명의 제4 실시 예에 따른 액추에이터의 개략 단면도

도 5는 본 발명의 제5 실시 예에 따른 액추에이터의 개략 단면도

도 6은 관성 질량의 유무 및 질량의 변화 시 주파수 대역에 따른 진동의 크기를 나타낸 그래프

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 상기와 같은 본 발명의 일실시예에 대하여 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0025] - 실시 예 1 (기본 형)

[0026] 도 1에는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 피에조 액추에이터 모듈(1000)의 개략 단면도가 도시되어 있다. 도시된 바와 같이 피에조 액추에이터 모듈(1000)은, 일면이 가진 대상에 접촉 또는 결합되는 액추에이터층(100)과 액추에이터층(100)의 타면에 맞닿도록 구비되는 관성질량층(200)을 포함하여 구성된다. 이하, 일측은 도면상의 상측으로, 타측은 도면상의 하측으로 정의하여 설명한다.

[0027] 액추에이터층(100)은 피에조 타입 액추에이터로 이루어질 수 있다. 피에조 타입 액추에이터는, 압전세라믹(piezo electric ceramic) 진동자를 포함할 수 있고, 상기 압전세라믹 진동자에 펄스폭 변조(pulse width modulation, PWM) 신호를 인가하면, 진동자가 팽창 및 수축을 반복하며 진동하게 된다. 이때, 피에조 타입 액추에이터는 20kHz 이상의 고주파 영역에서는 가진 성능이 우수하나, 사람이 촉각으로 인지할 수 있는 100~ 500Hz의 저주파 영역에서는 가진 성능이 부족한 단점이 있다. 따라서 본 발명의 일실시 예에 따른 피에조 액추에이터 모듈(1000)은 다음과 같은 특징을 갖는다.

[0028] 액추에이터층(100)의 타면에는 일정 질량을 갖는 관성질량층(200)이 결합된다. 피에조 타입의 액추에이터층(100)은, 가진 대상과 접촉 시 저주파 영역에서의 가진 성능이 떨어지나, 관성질량층(200)을 통해 액추에이터층(100)의 타면에서 피에조 액추에이터의 진동을 지지하도록 하여 가진 대상에 가해지는 저주파 영역에서의 가진 성능(진동력)을 향상시키도록 구성된다.

[0029] 즉 액추에이터층(100)의 일면에 가진 대상이 구비된 경우 액추에이터층(100)의 진동이 액추에이터층(100)의 일면에 배치된 관성질량층(200)에 전달되면 관성질량층(200)의 지지에 따른 반력이 액추에이터층(100)에 전달되고, 액추에이터층(100)은 상기 반력에 의해 가진 대상을 밀어내는 힘이 증가하여 저주파 영역에서의 가진 성능을 향상시킨다. 따라서 액추에이터층(100)은, 사람의 촉각으로 인지할 수 있을 정도의 저주파 영역의 가진을 상기 가진 대상에 전달할 수 있도록 구성된다.

[0030] 이때 관성질량층(200)의 질량이 큰 경우 작은 가속도를 얻고, 질량이 작은 경우 큰 가속도를 얻기 때문에 필요에 따라 관성질량층(200)의 질량을 조절하여 원하는 주파수 영역에서 최적화된 가진 성능을 이끌어 낼 수 있도록 구성된다.

[0031] - 실시 예 2 (중간층 구비 형)

[0032] 도 2에는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 피에조 액추에이터 모듈(2000)의 개략 단면도가 도시되어 있다. 도시된 바와 같이 피에조 액추에이터 모듈(2000)은, 액추에이터층(100)과 액추에이터층(100)의 타면에 구비되는 관성질량층(200)을 포함하여 구성되되, 액추에이터층(100)과 관성질량층(200) 사이에는 중간층(300)이 더 구비될 수 있다.

[0033] 중간층(300)은 액추에이터층(100)과 관성질량층(200) 사이에 구비되어 이들을 매개하는 역할을 수행한다. 중간층(300)은 일정한 강성 또는 탄성력을 갖도록 구성되어 액추에이터층(100)의 가진을 관성질량층(200)에 효율적으로 전달하고, 관성질량층(200)의 반력을 액추에이터층(100)에 효율적으로 전달할 수 있도록 구성된다. 또한, 중간층(300)의 재질 변화를 통해 중간층(300)의 물성을 변화시키면, 중간층(300)의 공진주파수가 가변되므로, 액추에이터층(100)의 저주파 영역 가진 시 특정 영역에서 우수한 가진 성능을 갖도록 가진 능력의 제어가 가능하다, 이를 위해 중간층(300)은 특정 영역에서의 가진 성능 향상을 위해 이에 적합한 강성이나, 탄성력을 갖는 재질로 구성될 수 있다.

[0034] 또한 중간층(300)은 접착 성분을 포함하여 중간층(300)의 타면에 관성질량층(200)이 견고하게 밀착될 수 있도록 하고, 중간층(300)의 일면에 액추에이터층(100)이 견고하게 밀착될 수 있도록 하여 가진이나 반력 전달 시 발생될 수 있는 힘의 손실을 최소화하도록 구성된다.

[0035] - 실시 예 3 (하우징 구비 형)

[0036] 도 3에는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 피에조 액추에이터 모듈(3000)의 개략 단면도가 도시되어 있다. 도시된 바와 같이 피에조 액추에이터 모듈(3000)은, 액추에이터층(100)과 액추에이터층(100)의 타면에 구비되는 관성질량층(200)과, 액추에이터층(100)과 관성질량층(200) 사이에 구비되는 중간층(300)을 포함한다. 추가적으로 피에조 액추에이터 모듈(3000)은, 액추에이터층(100), 관성질량층(200) 및 중간층(300)이 수용되는 하우징(500)과, 가진 대상과의 결합을 위한 접착층(600)을 더 포함한다.

[0037] 하우징(500)은 내부가 중공된 함체 상으로 타면은 밀폐되고, 일면은 개방될 수 있다. 즉 밀폐면(510)과, 밀폐면(510)의 둘레를 따라 일측으로 연장 형성된 측면(550)을 포함하여 구성된다. 하우징(500)의 내부에는 관성질량층(200), 중간층(300) 및 액추에이터층(100)이 순차적으로 수용되며, 하우징(500)의 개방면은 접착층(600)을 통해 밀폐될 수 있다. 접착층(600)은 중간층(300)과 같은 재질로 이루어질 수도 있고, 가진 대상과의 결합력을 향상시키기 위해 접착 성분의 함량이 더 증가할 수도 있다. 하우징(500)은 측면 높이가 액추에이터층(100)의 적층 높이에 대응되도록 구성되어 측면(550)의 일측면이 접착층(600)의 타면 둘레를 따라 결합되도록 구성될 수 있다.

[0038] - 실시 예 4 (관성질량 하우징 형)

[0039] 도 4에는 본 발명의 제4 실시 예에 따른 피에조 액추에이터 모듈(4000)의 개략 단면도가 도시되어 있다. 도시된 바와 같이 피에조 액추에이터 모듈(4000)은, 액추에이터층(100)이 수용되되, 액추에이터층(100)의 타면에 맞닿도록 구비되는 관성질량 하우징(700)을 포함하여 구성된다. 명칭에 기재된 바와 같이 본 실시 예는 하우징(700)이 관성질량의 역할을 병행할 수 있도록 구성하여 시스템을 단순화함에 그 특징이 있다.

[0040] 관성질량 하우징(700)은 내부가 중공된 함체 상으로 타면은 밀폐되고, 일면은 개방될 수 있다. 즉 밀폐면(710)과, 밀폐면(710)의 둘레를 따라 일측으로 연장 형성된 측면(750)을 포함하여 구성된다. 관성질량 하우징(700)의 내부에는 액추에이터층(100)이 수용되되, 액추에이터층(100)의 타면이 관성질량 하우징(700)의 밀폐면(710)의 일측 바닥면(711)에 맞닿도록 구성된다. 이때 관성질량 하우징(700)의 밀폐면(710)은 상술된 관성질량층(200)의 역할을 수행할 수 있도록 일정 질량을 갖는다. 이를 위해 밀폐면(710)은 높이 방향 두께가 두껍게 형성될 수 있고, 일예로 액추에이터층(100) 가진 시 원하는 반력을 얻을 수 있을 정도의 두께를 갖도록 구성될 수 있다. 즉 밀폐면(710)의 두께가 두꺼운 경우 작은 가속도를 얻고, 두께가 얇은 경우 큰 가속도를 얻기 때문에 필요에 따라 밀폐면(710)의 두께를 조절하여 원하는 주파수 영역에서 최적화된 가진 성능을 이끌어 낼 수 있도록 구성된다.

[0041] 관성질량 하우징(700)의 개방면은 접착층(600)을 통해 밀폐될 수 있다.

[0042] - 실시 예 5 (관성질량 하우징 및 중간층 구비 형)

[0043] 도 5에는 본 발명의 제5 실시 예에 따른 피에조 액추에이터 모듈(5000)의 개략 단면도가 도시되어 있다. 도시된 바와 같이 피에조 액추에이터 모듈(5000)은, 액추에이터층(100)과 액추에이터층(100)의 타면에 구비되는 관성질량 하우징(700)을 포함하여 구성되되, 액추에이터층(100)과 관성질량 하우징(700) 사이에는 중간층(300)이 더 구비될 수 있다.

[0044] 중간층(300)은 액추에이터층(100)과 관성질량 하우징(700) 사이에 구비되어 이들을 매개하는 역할을 수행한다. 중간층(300)은 일정한 강성 또는 탄성력을 갖도록 구성되어 액추에이터층(100)의 가진을 관성질량 하우징(700)에 효율적으로 전달하고, 관성질량 하우징(700)의 반력을 액추에이터층(100)에 효율적으로 전달할 수 있도록 구성된다. 즉 중간층(300)의 재질 변화를 통해 중간층(300)의 물성을 변화시키면, 중간층(300)의 공진주파수가 가변되므로, 액추에이터층(100)의 저주파 가진 능력의 제어가 가능하도록 구성된다. 이를 위해 중간층(300)은 특정 영역에서의 가진 성능 향상을 위해 이에 적합한 강성이나, 탄성력을 갖는 재질로 구성될 수 있다.

[0045] 또한 중간층(300)은 접착 성분을 포함하여 중간층(300)의 타면에 관성질량 하우징(700)이 견고하게 밀착될 수 있도록 하고, 중간층(300)의 일면에 액추에이터층(100)이 견고하게 밀착될 수 있도록 하여 가진이나 반력 전달 시 발생될 수 있는 힘의 손실을 최소화하도록 구성된다.

[0046] 도 6에는, 관성 질량의 유무 및 질량의 변화 시 주파수 대역에 따른 진동의 크기를 나타낸 그래프가 도시되어 있다.

[0047] 도시된 바와 같이 관성질량이 포함되지 않는 통상의 피에조 액추에이터 모듈의 경우 저주파 영역(100~ 500Hz)에서의 진동 성능이 낮아 촉각을 통해 인지가 불가하나, 관성질량을 포함하는 경우 저주파 영역(100~ 500Hz)에서

의 진동 성능을 확보할 수 있어 저주파 햅틱 피드백의 구현이 가능한 것을 알 수 있다.

[0048] 또한, 고주파 영역(20kHz 이상)에서도 통상의 피에조 액추에이터 모듈의 진동 성능과 관성질량을 포함하는 피에조 액추에이터 모듈의 진동 성능이 크게 차이가 나지 않기 때문에 광범위한 주파수의 햅틱 피드백에 적용이 가능하다.

[0049] 아울러 관성질량의 질량을 가변할 경우 저주파 영역(100~ 500Hz)에서도 특정 영역에서 최적화된 진동 성능을 나타낼 수 있으므로, 관성 질량의 가변을 통해 특정 영역에서의 최적의 진동 성능을 구현할 수 있는 특징이 있다.

[0050] 본 발명의 상기한 실시 예에 한정하여 기술적 사상을 해석해서는 안 된다. 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당업자의 수준에서 다양한 변형 실시가 가능하다. 따라서 이러한 개량 및 변경은 당업자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속하게 된다.

부호의 설명

[0051] 1000, 2000, 3000, 4000, 5000 : 피에조 액추에이터 모듈

100 : 액추에이터층

200 : 관성질량층

300 : 중간층

500 : 하우징 510 : 밀폐면

550 : 측면

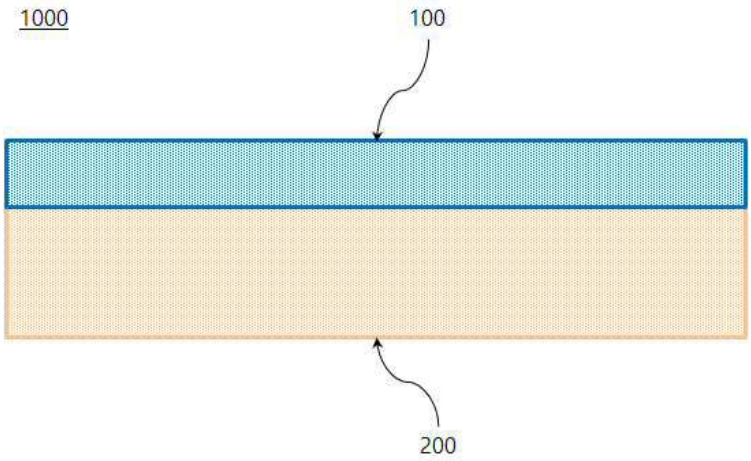
600 : 접착층

700 : 관성질량 하우징 710 : 밀폐면

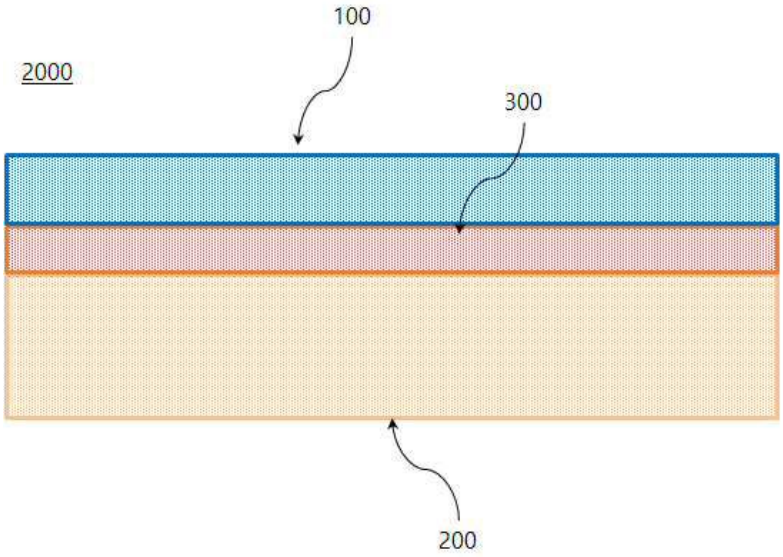
750 : 측면

도면

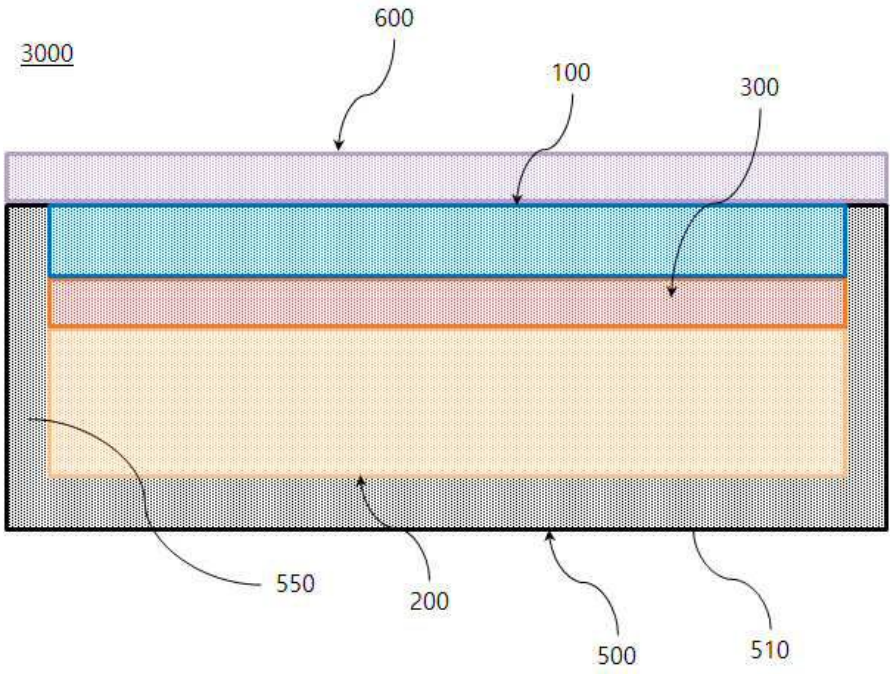
도면1



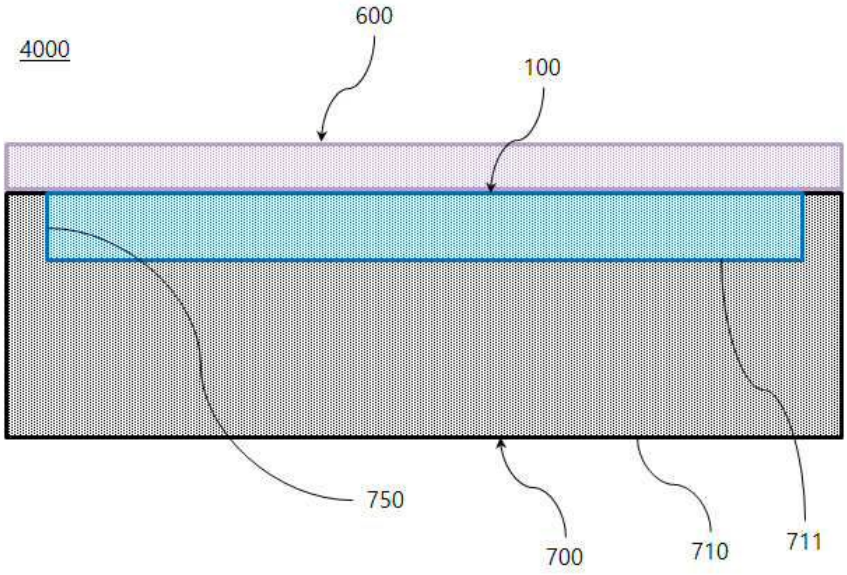
도면2



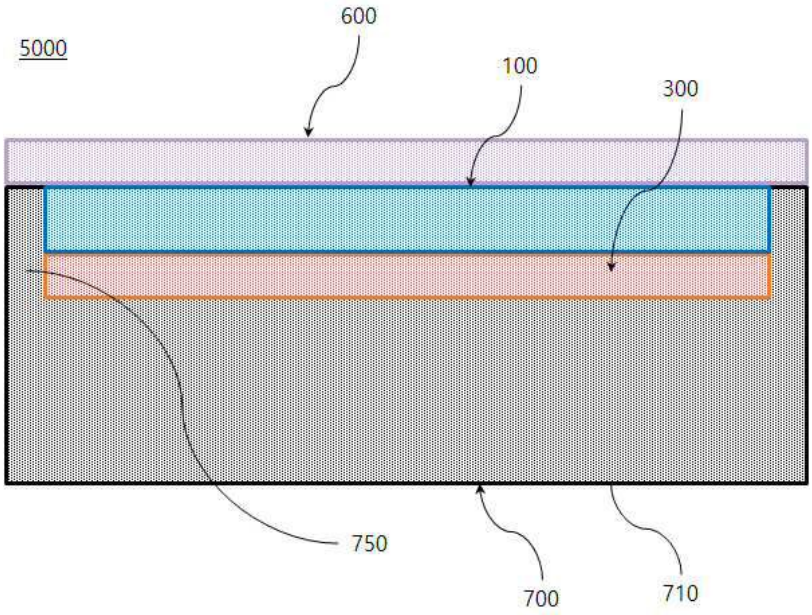
도면3



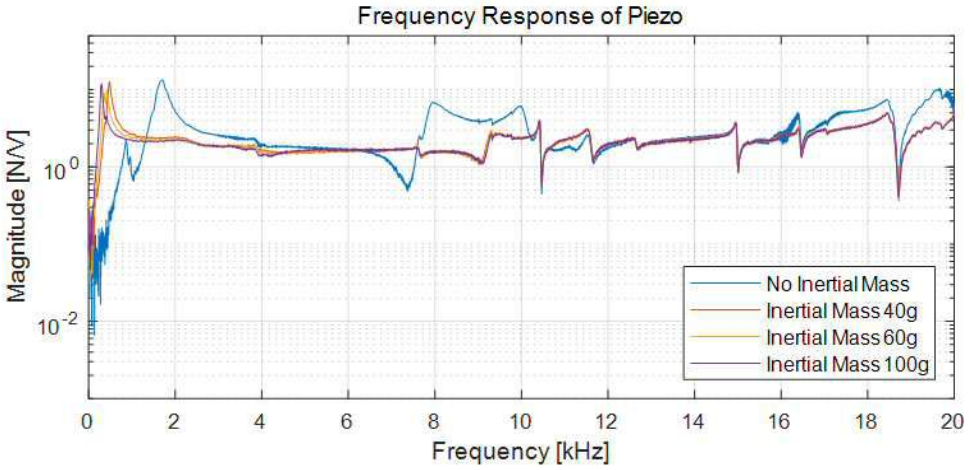
도면4



도면5



도면6


Frequency Response of Piezo
Magnitude [N/V]
10^0
10^{-2}
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Frequency [kHz]
No Inertial Mass
Inertial Mass 40g
Inertial Mass 60g
Inertial Mass 100g