(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0044883
(43) 공개일자 2019년05월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E06B 5/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
E06B 5/205 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0137399
(22) 출원일자 2017년10월23일
심사청구일자 2017년10월23일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
최승복
인천광역시 남구 인하로298번길 33, 102동 1304호(주안동,진흥아파트)
이태훈
인천광역시 남구 용정공원로 33, 124동 1905호(용현동)
(74) 대리인
특허법인세신

전체 청구항 수 : 총 5 항

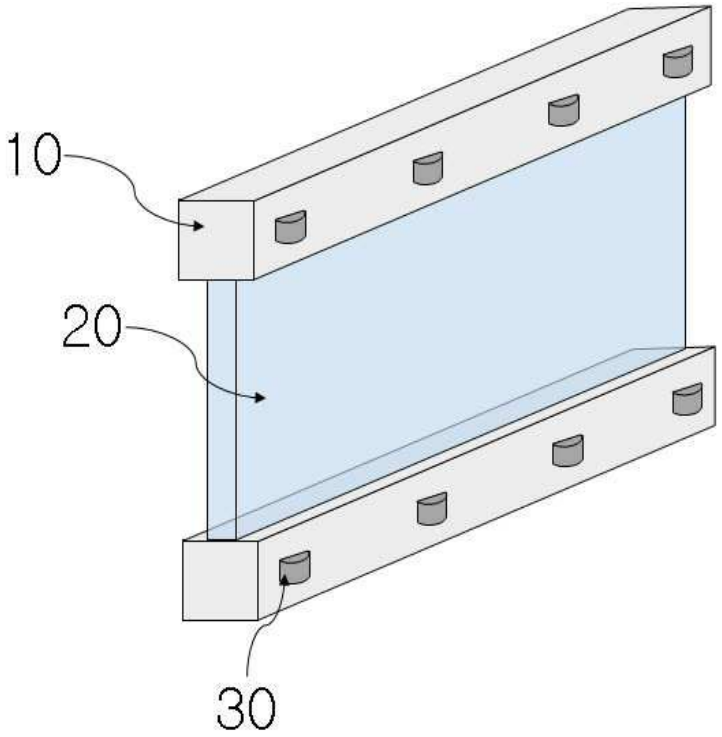
(54) 발명의 명칭 **MR 탄성체를 이용한 소음 저감용 창문**

(57) 요 약

본 발명은 창문 프레임의 양 측면에 복수의 바퀴들이 회전가능하게 설치되고, 각각의 바퀴들은 바퀴 전체 또는 일부가 프레임 표면 상에 돌출된 형태로 제공되며, 상기 바퀴들은 자기장 인가 여부에 따라 강성이 변할 수 있는 MR 탄성체로 구성하여 외부의 소음이 창문의 진동을 유발할 때 댐퍼의 역할을 수행하며 소음에 의한 창문의 진동

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



을 저감시켜, 결국 소음을 저감시키는 소음 저감형 창문으로서, 창문 프레임이 결합되는 창틀은 내부에 전자기 코일이 내장되어 상기 전자기 코일에 전류를 인가하면 전자기 코일을 중심으로 창틀에서부터 창문 프레임에 걸쳐 자기장 회로가 형성되어 소음 정도에 따라 상기 MR 탄성체의 강성을 변화시키는 것이고, 예를 들어 외부의 소음이 상대적으로 낮은 음역대이고 창문에 상대적으로 저 주파수 대역의 진동이 전달될 경우, 상기 전자기 코일에 전류를 인가하여 MR 탄성체가 상대적으로 높은 강성을 갖도록 하고, 그로부터 창문의 고유주파수가 높게 형성되어 상기 저 주파수 대역의 진동에 대한 공진점을 피하도록 하는 한편, 외부의 소음이 상대적으로 높은 음역대이고 창문에 상대적으로 고 주파수 대역의 진동이 전달될 경우, 상기 전자기 코일에 전류를 인가하지 않음으로써 MR 탄성체가 고유의 낮은 강성을 갖도록 하고, 그로부터 창문의 고유주파수가 낮게 형성되어 상기 고 주파수 대역의 진동에 대한 공진점을 피하도록 한 것이다.

명 세 서

청구범위

청구항 1

창문 프레임의 양 측면에 복수의 바퀴들이 회전가능하게 설치되고, 각각의 바퀴들은 바퀴 전체 또는 일부가 프레임 표면 상에 돌출된 형태로 제공되며, 상기 바퀴들은 자기장 인가 여부에 따라 강성이 변할 수 있는 MR 탄성체(Magnetic Rheological Elastomer)로 구성하여 외부의 소음이 창문의 진동을 유발할 때 댐퍼의 역할을 수행하며 소음에 의한 창문의 진동을 저감시켜, 결국 소음을 저감시키는 소음 저감형 창문.

청구항 2

제 1항에 있어서,

창문 프레임이 결합되는 창틀은 내부에 전자기 코일이 내장되고, 상기 전자기 코일에 전류를 인가하면 전자기 코일을 중심으로 창틀에서부터 창문 프레임에 걸쳐 자기장 회로가 형성되어 소음 정도에 따라 상기 MR 탄성체의 강성을 변화시키는 것을 특징으로 하는 소음 저감형 창문.

청구항 3

제 2항에 있어서,

외부의 소음이 상대적으로 낮은 음역대이고 창문에 상대적으로 저 주파수 대역의 진동이 전달될 경우, 상기 전자기 코일에 전류를 인가하여 MR 탄성체가 상대적으로 높은 강성을 갖도록 하고, 그로부터 창문의 고유주파수가 높게 형성되어 상기 저 주파수 대역의 진동에 대한 공진점을 피하도록 하는 한편, 외부의 소음이 상대적으로 높은 음역대이고 창문에 상대적으로 고 주파수 대역의 진동이 전달될 경우, 상기 전자기 코일에 전류를 인가하지 않음으로써 MR 탄성체가 고유의 낮은 강성을 갖도록 하고, 그로부터 창문의 고유주파수가 낮게 형성되어 상기 고 주파수 대역의 진동에 대한 공진점을 피하도록 한 것임을 특징으로 하는 소음 저감형 창문.

청구항 4

제 2항에 있어서,

부하된 자기장에 따라 부피가 변하는 MR 탄성체의 특성을 이용하고, 창문 프레임의 양 측면을 따라서 연속되는 라인 형태의 MR 탄성체들로 상기 바퀴들을 대체하고, 상기 MR 탄성체는 평상시에는 창문의 이동이 자유롭도록 전류를 인가하지 않는 방법으로 자기장을 제거하여 상기 MR 탄성체가 최초의 수축된 상태로서 창틀에서 이격된 상태를 유지하도록 하는 한편, 외부의 소음이 창문의 진동을 유발할 경우에는 전자기 코일에 전류를 인가하여 이 때 부하된 자기장으로 인해 MR 탄성체가 팽창하여 창틀에 닿도록 한 것을 특징으로 하는 소음 저감형 창문.

청구항 5

제 4항에 있어서,

외부의 소음이 상대적으로 높은 음역대이고 창문에 상대적으로 고 주파수 대역의 진동이 전달될 경우, 상기 전자기 코일에 상대적으로 약한 전류를 인가하여 창틀에서부터 창문 프레임에 걸쳐 상대적으로 약한 자기장이 형성되도록 함으로써 상기 MR 탄성체가 상대적으로 낮은 강성을 갖도록 하고, 그로부터 창문의 고유주파수가 낮게 형성되어 상기 고 주파수 대역의 진동에 대한 공진점을 피하도록 하는 한편, 외부의 소음이 상대적으로 낮은 음역대이고 창문에 상대적으로 저 주파수 대역의 진동이 전달될 경우, 상기 전자기 코일에 상대적으로 강한 전류를 인가하여 창틀에서부터 창문 프레임에 걸쳐 상대적으로 강한 자기장이 형성되도록 함으로써 상기 MR 탄성체가 상대적으로 높은 강성을 갖도록 하고, 그로부터 창문의 고유주파수가 높게 형성되어 상기 저 주파수 대역의 진동에 대한 공진점을 피하도록 한 것을 특징으로 하는 소음 저감형 창문.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 소음 저감을 위한 창문 구조에 관한 것으로, 보다 상세하게는 MR 탄성체를 이용하여 외부의 소음을 저감시키는 창문 구조에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적인 건축물에서 창문은 주로 빛을 통과시키는 조명기능과 함께 외부 조망 기능, 풍수의 차단, 방음, 단열 등의 기능을 수행한다. 창문은 일반적으로 창틀에 설치되고 창틀은 벽체의 개구홈에 고정된다.

[0003] 일반적으로 지역별 인구 밀집도가 높아질수록 공간 내 소음이 급격히 증가하게 되는데, 이는 실외는 물론 실내에 거주하고 있는 이들에게까지 높은 스트레스로 작용하고 있다. 특히, 인구 밀집도가 높은 대도시 등에서는 외부 소음에 의한 분쟁이 빈번하게 일어나고 있으며, 급기야 강력 범죄로까지 이어져 사회적인 문제로 대두되고 있다. 또한, 전철이나 도로 주변에 위치한 거주지의 경우, 차량 소음으로 인해 철로나 도로 양쪽에 소음 방지벽을 설치하는 경우가 있지만, 이것에 의해서는 소음을 완벽하게 차단할 수가 없어 여전히 거주자들의 불만의 목소리가 높다.

[0004] 물론, 일반적인 창문의 경우에도 창틀에 설치된 상태에서 외부 소음이 틈새를 통해 거의 그대로 전달되고 있어 창문의 차음기능 향상이 절실히 요구되고 있다.

[0005] 이에 대해, 한국등록특허 제0691388호는 창틀을 구성하는 수직프레임에 소음과 충격을 방지하는 구성을 추가하여 창문틀에 창문이 닫힐 때 소음을 방지하고, 창문과 창문틀이 서로 탄력적으로 압착되도록 구성된 창문을 제시하고 있다. 이는 수직프레임(11)의 양측으로 외측판(12)이 형성되고, 양 외측판(12) 중간에 중간판(13)이 형성되어 일측 외측판(12)과 중간판(13) 사이 및 타측 외측판(12)과 중간판(13) 사이의 상 하부에 각각 가이드슬릿홀(16)이 쌍으로 단차를 가지도록 형성되고, 외측판(12)과 중간판(13) 사이에 가이드돌기(14)가 형성되어 가이드돌기(14)의 단부에 걸림단(15)이 형성되는 창틀(10)과; 몸체의 양측부를 관통하는 볼트홀이 형성되어 창틀(10)의 가이드슬릿홀(16)에 고정볼트(17)와 너트로 전후 이동가능하게 고정되는 충격흡수밀착체(20)와; 고정판(31)과 지지판(32) 사이에 다수개의 스프링(33)이 용접되어 탄력지지되고, 고정판(31)은 스프링판체홈(22)의 고정홈(23)에 삽입되는 스프링판체(30)와; 바 몸체의 일단에 고정홈(41)이 형성되고, 외측판(12)이 고정홈(41)에 삽입되어 볼트로 고정되며, 타단 측면에 창문밀착면(42)이 형성되어 소음차단부재(43)가 부착되는 소음차단외측바(40); 바 몸체의 일단에 고정홈(51)이 형성되고, 중간판(13)이 고정홈(51)에 삽입되어 볼트로 고정되어 양측면에 소음차단부재(52)가 부착되는 소음차단중간바(50)와; 그리고 몸체의 일측단에 길이를 따라 홈부(61)가 형성되고, 홈부(61) 반대편에 돌기부(62)가 돌출 형성되어 충격흡수밀착체(20)의 돌기홈(21)과 맞물리는 고무프레임(60)으로 이루어진 구성을 갖고 있다.

[0006] 그러나, 위의 특허의 구성에 의하더라도 외부로부터 전달되는 소음을 완벽하게 차단할 있는 창문의 완성은 미흡하며, 따라서 보다 혁신적으로 외부의 소음을 차단 또는 저감시킬 수 있는 능동형 창문 기술의 개발이 절실히 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 개발된 것으로, 인가되는 자기장의 크기에 따라 재료의 강성을 제어할 수 있는 MR 탄성체를 활용하여 소음에 의한 창문의 진동을 능동적으로 흡수함으로써 실내로 전달되는 외부의 소음을 저감시킬 수 있는 창문을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 위와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 한 형태에 따르면, 창문 프레임의 양 측면에 복수의 바퀴들이 회전 가능하게 설치되고, 각각의 바퀴들은 바퀴 전체 또는 일부가 프레임 표면 상에 돌출된 형태로 제공되며, 상기 바퀴들은 자기장 인가 여부에 따라 강성이 변할 수 있는 MR 탄성체(Magnetic Rheological Elastomer)로 구성하여 외부의 소음이 창문의 진동을 유발할 때 댐퍼의 역할을 수행하며 소음에 의한 창문의 진동을 저감시켜, 결국 소음을 저감시키는 소음 저감형 창문으로서, 창문 프레임이 결합되는 창틀은 내부에 전자기 코일이 내장되어 상기 전자기 코일에 전류를 인가하면 전자기 코일을 중심으로 창틀에서부터 창문 프레임에 걸쳐 자기장 회로가 형성되어 소음 정도에 따라 상기 MR 탄성체의 강성을 변화시키는 것이고, 예를 들어 외부의 소음이 상대적으로 낮은 음역대이고 창문에 상대적으로 저 주파수 대역의 진동이 전달될 경우, 상기 전자기 코일에 전류를 인가하여 MR 탄성체가 상대적으로 높은 강성을 갖도록 하고, 그로부터 창문의 고유주파수가 높게 형성되어 상기 저 주파

수 대역의 진동에 대한 공진점을 피하도록 하는 한편, 외부의 소음이 상대적으로 높은 음역대이고 창문에 상대적으로 고 주파수 대역의 진동이 전달될 경우, 상기 전자기 코일에 전류를 인가하지 않음으로써 MR 탄성체가 고유의 낮은 강성을 갖도록 하고, 그로부터 창문의 고유주파수가 낮게 형성되어 상기 고 주파수 대역의 진동에 대한 공진점을 피하도록 한 것이다.

[0009] 또한, 본 발명은 부하된 자기장에 따라 부피가 변하는 MR 탄성체의 특성을 이용한 것으로, 창문 프레임의 양 측면을 따라서 연속되는 라인 형태의 MR 탄성체들로 상기 바퀴들을 대체하고, 상기 MR 탄성체는 평상시에는 창문의 이동이 자유롭도록 전류를 인가하지 않는 방법으로 자기장을 제거하여 상기 MR 탄성체가 최초의 수축된 상태로서 창틀에서 이격된 상태를 유지하도록 하는 한편, 외부의 소음이 창문의 진동을 유발할 경우에는 전자기 코일에 전류를 인가하여 이 때 부하된 자기장으로 인해 MR 탄성체가 팽창하여 창틀에 닿도록 한 소음 저감형 창문을 제공한다.

[0010] 이 경우, 예를 들어 외부의 소음이 상대적으로 높은 음역대이고 창문에 상대적으로 고 주파수 대역의 진동이 전달될 경우, 상기 전자기 코일에 상대적으로 약한 전류를 인가하여 창틀에서부터 창문 프레임에 걸쳐 상대적으로 약한 자기장이 형성되도록 함으로써 상기 MR 탄성체가 상대적으로 낮은 강성을 갖도록 하고, 그로부터 창문의 고유주파수가 낮게 형성되어 상기 고 주파수 대역의 진동에 대한 공진점을 피하도록 하는 한편, 외부의 소음이 상대적으로 낮은 음역대이고 창문에 상대적으로 저 주파수 대역의 진동이 전달될 경우, 상기 전자기 코일에 상대적으로 강한 전류를 인가하여 창틀에서부터 창문 프레임에 걸쳐 상대적으로 강한 자기장이 형성되도록 함으로써 상기 MR 탄성체가 상대적으로 높은 강성을 갖도록 하고, 그로부터 창문의 고유주파수가 높게 형성되어 상기 저 주파수 대역의 진동에 대한 공진점을 피하도록 한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따르면, MR 탄성체를 이용한 새로운 형태의 소음 저감용 창문을 통해 외부 소음을 효과적으로 차단함으로써 주거의 질을 높일 수 있고, 아울러 소음으로 인한 이웃간의 다툼을 보다 경감시킬 수 있다. 뿐만 아니라, 위에 설명한 제어 전략을 사용할 경우 강풍에 의한 창문 파손 등과 같은 문제들도 효과적으로 대처할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 종래기술에 따른 소음 저감용 창문 구조를 보여주는 도면,

도 2는 본 발명에 따른 소음 저감용 창문의 일 실시예를 도시한 개략도,

도 3은 도 2의 소음 저감용 창문의 설치 및 작동 상태를 도시한 단면도,

도 4는 본 발명에 따른 소음 저감용 창문의 작동 과정을 나타낸 블럭도,

도 5는 본 발명에 따른 소음 저감용 창문의 다른 실시예를 도시한 개략도,

도 6은 도 5의 소음 저감용 창문의 설치 및 작동 상태를 도시한 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 발명의 추가의 세부 사항 및 이점은 이하 첨부된 도면에 도시된 발명의 바람직한 실시예들을 사용하여 설명한다.

[0014] 아래의 실시예에서는 발명을 설명함에 있어서 필연적인 부분들을 제외하고 그 도시와 설명을 생략하였으며, 명세서 전체를 걸쳐 동일 유사한 요소에 대하여는 동일한 부호를 부여하고 그에 대한 상세한 설명은 반복하지 않고 생략하기로 한다.

[0015] 도 2는 본 발명에 따른 소음 저감용 창문의 일 실시예로서, 창문의 외관 형태를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 3은 도 2의 소음 저감용 창문의 설치 및 작동 상태를 도시한 단면도로서, 도 3a는 전류를 인가하지 않은 상태에서의 창문의 설치 상태도이고, 도 3b는 전류 인가에 따른 자기장 생성시의 창문의 상태를 도시한 도면이다. 도 4는 본 발명에 따른 소음 저감용 창문의 작동 과정을 나타낸 블럭도이다.

[0016] 본 실시예에 따르면, 창문 프레임(10)은 양 측면 상에 복수의 바퀴들(30)이 회전가능하게 설치된 구조를 갖는다. 이러한 바퀴들(30)은 자기장 인가 여부에 따라 강성이 변할 수 있는 자기 유변 탄성체(Magnetic Rheological Elastomer, 이하 'MR 탄성체' 라 한다)로 구성되며, 각각의 바퀴(31)(32)들은 바퀴 전체 또는 일

부가 프레임(10) 표면 상에 돌출된 형태로서, 이를 통해 외부의 소음이 창문(20)의 진동을 유발할 때 일종의 댐퍼의 역할을 수행하며 소음에 의한 창문의 진동을 저감시킨다.

[0017] 도 3a를 참조하면, 창문 프레임(10)은 창문(20)을 열고 닫을 수 있도록 하단에 롤러가 구비되고, 창문 프레임(10)이 결합되는 창틀(40)은 내부에 전자기 코일(41)이 내장된 구조를 갖는다. 이와 같은 구조에서 전자기 코일(41)에 전류를 인가하면 전자기 코일을 중심으로 창틀(40)에서 창문 프레임(10)에 걸쳐 자기장 회로(M)가 형성되고(도 3b), 이 때 형성된 자기장(M)은 창문 프레임(10)에 설치된 바퀴(31)(32)들의 강성에 영향을 준다.

[0018] 이러한 구조를 바탕으로 외부의 소음 정도에 따라 소음을 능동적으로 저감할 수 있는 제어 방법은 도 4와 같다.

[0019] 먼저, 외부의 소음이 낮은 음역대라면 창문에는 저 주파수 대역의 진동이 전달될 것이다. 따라서, 이를 효과적으로 제진시키기 위해 전자기 코일(41)에 전류를 인가하여 MR 탄성체로 이루어진 바퀴들(30)이 높은 강성을 갖도록 한다. 이 경우, 창문(20)의 고유주파수가 높게 형성됨으로 인해 상기 저 주파수 대역의 진동에 대한 공진점을 피할 수 있게 되며, 따라서 효과적으로 진동 저감을 이끌어낼 수 있어 결과적으로 소음이 저감된다.

[0020] 반대로, 외부 소음이 높은 음역대라면 창문에는 고 주파수 대역의 진동이 전달될 것이며, 따라서 전자기 코일(41)에 전류를 인가하지 않음으로써 MR 탄성체인 바퀴들(30)이 고유의 낮은 강성을 갖도록 한다. 이 경우, 창문(20)의 고유주파수가 낮게 형성됨으로 인해 상기 고 주파수 대역의 진동에 대한 공진점을 피할 수 있게 되며, 따라서 효과적으로 진동 저감을 이끌어낼 수 있어 결과적으로 소음이 저감된다.

[0021] 한편, MR 탄성체는 부하되는 자기장에 따라 부피가 변하는 고유한 특성이 있는데, 본 발명이 이러한 MR 탄성체의 고유한 특성을 활용할 경우, 전술한 창문 프레임의 구조에서 바퀴들은 도 5에 도시된 구조로 변형될 수 있다.

[0022] 도 5는 본 발명에 따른 소음 저감용 창문의 다른 실시예로서, 창문의 외관 형태를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 6은 도 5의 소음 저감용 창문의 설치 및 작동 상태를 도시한 단면도로서, 도 6a는 전류를 인가하지 않은 상태에서의 창문의 설치 상태도이고, 도 6b는 약전류 인가에 따른 약한 자기장 생성시의 창문 상태를 도시한 도면이며, 도 6c는 강전류 인가에 따른 강한 자기장 생성시의 창문 상태를 도시한 도면이다.

[0023] 도 5에 따르면, 창문 프레임의 양 측면에 설치된 도 2의 바퀴들은 프레임의 양 측면을 따라서 연속된 라인 형태로 설치되는 MR 탄성체(30')들로 대체될 수 있다. 이 경우, MR 탄성체(30')는 평상시나 창문 이동시에는 도 6a와 같이 전류를 인가하지 않는 방법으로 자기장을 제거하여 MR 탄성체가 최초의 수축된 상태로 유지하도록 함으로써 창틀로부터 이격된 상태로 창문의 이동에 아무런 제약을 가하지 않게 된다.

[0024] 한편, 외부의 소음이 창문(20)의 진동을 유발할 경우에는 전자기 코일(41)에 전류를 인가하게 되는데, 이 때 부하되는 자기장으로 인해 MR 탄성체(30')는 도 6b 및 6c에 도시된 바와 같이 팽창하여 창틀(40)에 닿게 된다.

[0025] 아울러, 외부 소음이 높은 음역대라면 창문에는 고 주파수 대역의 진동이 전달될 것인데, 이 때 전자기 코일(41)에 약한 전류를 인가함으로써 창틀(40)에서 창문 프레임(10)에 걸쳐 약한 자기장을 형성하고, 그로 인해 MR 탄성체(30')가 고유의 낮은 강성을 갖도록 한다. 유지한다. 이 경우, 창문(20)의 고유주파수가 낮게 형성됨으로 인해 상기 고 주파수 대역의 진동에 대한 공진점을 피할 수 있게 되며, 따라서 효과적으로 진동 저감을 이끌어낼 수 있어 결과적으로 소음이 저감된다.

[0026] 반대로, 외부의 소음이 낮은 음역대라면 창문에는 저 주파수 대역의 진동이 전달될 것인데, 이 때 전자기 코일(41)에 강한 전류를 인가함으로써 창틀에서 창문 프레임에 걸쳐 강한 자기장을 형성하고, 그로 인해 MR 탄성체(30')가 높은 강성을 갖도록 한다. 이 경우, 창문(20)의 고유주파수가 높게 형성됨으로 인해 상기 저 주파수 대역의 진동에 대한 공진점을 피할 수 있게 되며, 따라서 효과적으로 진동 저감을 이끌어낼 수 있어 결과적으로 소음이 저감된다.

[0027] 한편, 위의 설명에서 '높은', '낮은', '고음역대', '저음역대', '약한', '강한' 등과 같은 비교 기준이 모호할 수 있는 표현들은 모두 상대적인 비교에 의한 표현들임을 주의한다.

[0028] 이상 본 발명의 다양한 실시예들에 대하여 설명하였으나, 지금까지 설명한 내용들은 본 발명의 바람직한 실시예들 중 그 일부를 예시한 정도에 불과하며, 아래에 첨부된 청구범위에 나타날 수 있는 것을 제외하고는 상술한 내용에 의해 제한되지 않는다. 따라서, 본 발명은 이와 동일한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이하의 청구범위에 기재된 범위 내에서 발명의 기술적 사상과 요지를 벗어나지 않으면서 균등물의 많은 변화, 수정

및 대체가 이루어질 수 있음을 이해하여야 할 것이다.

부호의 설명

[0029] 10 : 창문 프레임

20 : 창문

30,30' : 바퀴들

31,32,31',32' : 바퀴

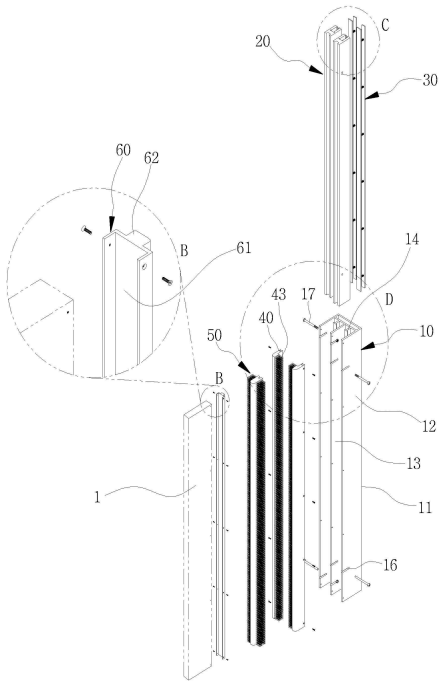
40 : 창틀

41 : 전자기 코일

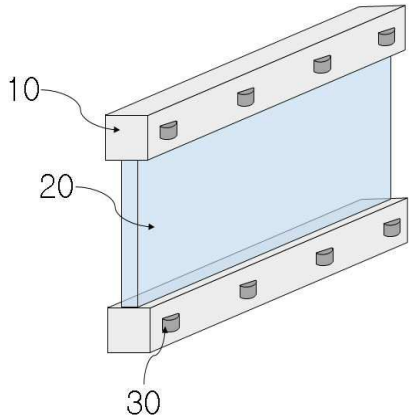
M : 자기장

도면

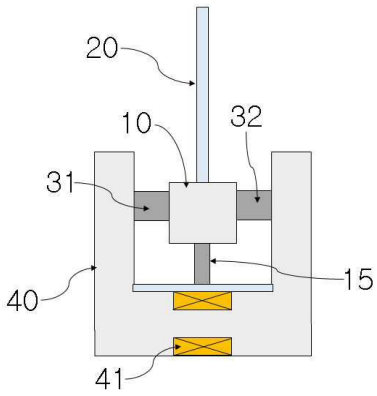
도면1



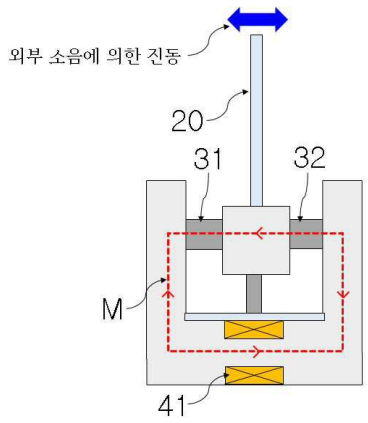
도면2



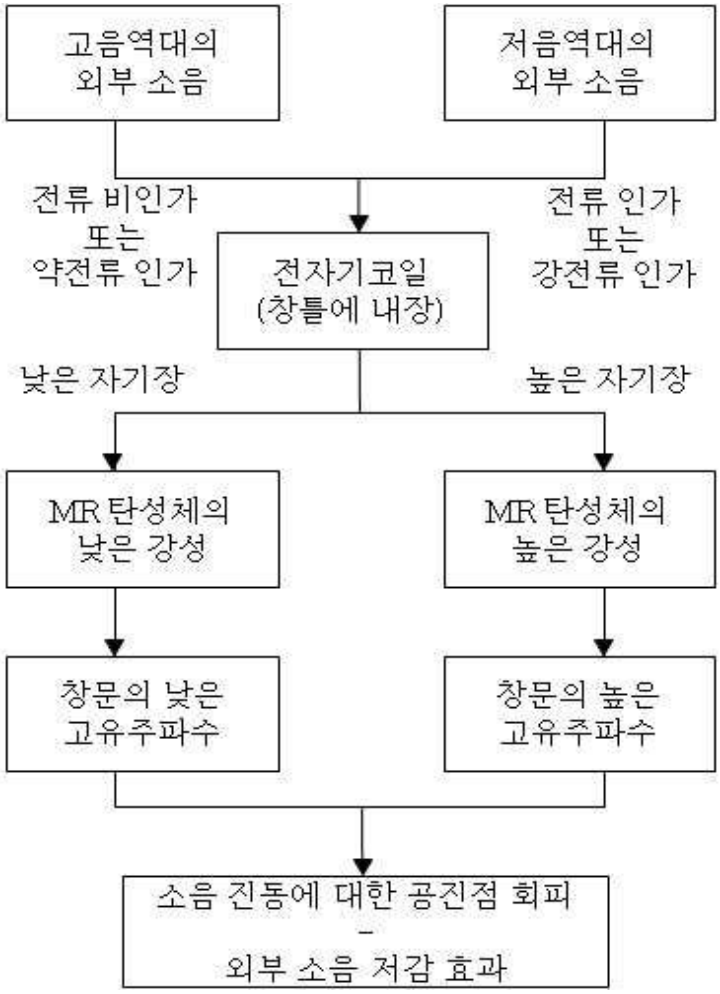
도면3a



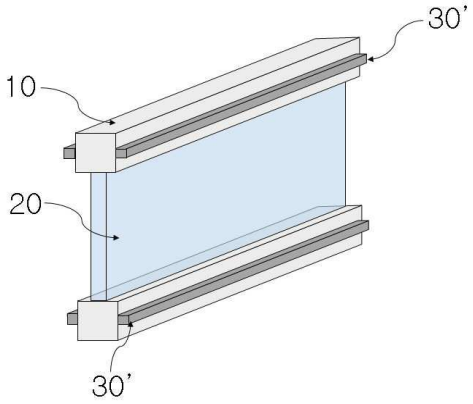
도면3b



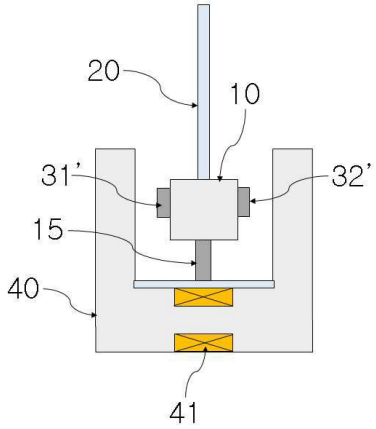
도면4


고음역대의
외부 소음
저음역대의
외부 소음
전류 비인가
또는
약전류 인가
전자기코일
(창틀에 내장)
전류 인가
또는
강전류 인가
낮은 자기장
높은 자기장
MR 탄성체의
낮은 강성
MR 탄성체의
높은 강성
창문의 낮은
고유주파수
창문의 높은
고유주파수
소음 진동에 대한 공진점 회피
-
외부 소음 저감 효과

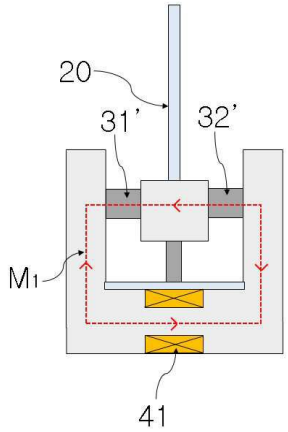
도면5


30'
10
20
30'

도면6a



도면6b



도면6c

