(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0113100
(43) 공개일자 2018년10월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16B 5/02 (2006.01) *F16B 43/00* (2006.01)
F16F 13/30 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F16B 5/02 (2013.01)
F16B 43/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0044361
(22) 출원일자 2017년04월05일
심사청구일자 2017년04월05일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
최승복
인천광역시 남구 인하로298번길 33, 102동 1304호 (주안동,진흥아파트)
이태훈
대전광역시 서구 동서대로 967, 8동 703호 (내동,코오롱아파트)
윤달성
서울특별시 노원구 섬밭로 139, 102동 606호(공릉동, 공릉풍림아파트)
(74) 대리인
특허법인세신

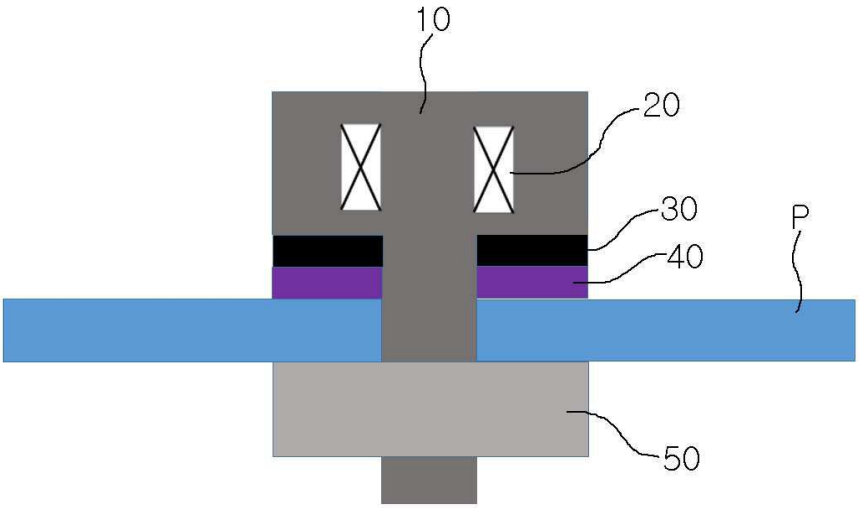
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 **MRE를 이용한 진동저감 체결장치**

(57) 요 약

본 발명은 소정의 체결 대상물을 관통하는 볼트, 상기 체결 대상물을 통과한 볼트의 타단에 체결되어 상기 체결 대상물의 타측을 조여주는 너트, 상기 볼트의 머리부에 권취되거나 내장된 상태로 제공되는 코일, 상기 코일에의 전원 공급을 제어하기 위한 제어부, 및 볼트 머리부와 체결 대상물 사이에서 상기 볼트 상에 끼워지는 하나 이상의 와셔들을 포함하고, 상기 와셔들 중 적어도 하나는 자기유변탄성체(Magneto-Rheological Elastomer)로 만들어진 MRE 와셔로서 제공되는 구성으로부터, 상기 체결 대상물에 대한 볼트와 너트의 체결부위가 저 주파수 영역에서 가진될 경우 진동 저감을 위해 상기 MRE와셔에 자기장을 부하하여 동적 강성을 높여주고, 상기 볼트와 너트의 체결부위가 고주파수 영역에서 가진될 경우에는 MRE 와셔에 자기장을 걸어주지 않음으로써 MRE의 낮은 동적강성이 유지되도록 한 것을 특징으로 하는 진동저감 체결장치를 제공한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
F16F 13/305 (2013.01)
F16F 2224/045 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

소정의 체결 대상물을 관통하는 볼트, 상기 체결 대상물을 통과한 볼트의 타단에 체결되어 상기 체결 대상물의 타측을 조여주는 너트, 상기 볼트의 머리부에 권취되거나 내장된 상태로 제공되는 코일, 상기 코일에의 전원 공급을 제어하기 위한 제어부, 및 볼트 머리부와 체결 대상물 사이에서 상기 볼트 상에 끼워지는 하나 이상의 와셔들을 포함하고, 상기 와셔들 중 적어도 하나는 자기유변탄성체(Magneto-Rheological Elastomer)로 만들어진 MRE 와셔로서 제공되는 구성으로부터, 상기 체결 대상물에 대한 볼트와 너트의 체결부위가 저 주파수 영역에서 가진될 경우 진동 저감을 위해 상기 MRE와셔에 자기장을 부하하여 동적 강성을 높여주고, 상기 볼트와 너트의 체결부위가 고주파수 영역에서 가진될 경우에는 MRE 와셔에 자기장을 걸어주지 않음으로써 MRE의 낮은 동적강성이 유지되도록 한 것을 특징으로 하는 진동저감 체결장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 MRE 와셔는 다른 하나인 일반 와셔와 상기 볼트의 머리부 사이에 개재되도록 배치되고, 상기 일반 와셔는 코일에의 전류 인가로 부하된 자기장을 다시 MRE 와셔 쪽으로 유도하기 위해 강자성체로 구성하는 것을 특징으로 하는 진동저감 체결장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

자기장 인가를 위한 수단으로서의 상기 코일은 볼트의 머리부에 내장된 상태에서 그 일부가 MRE 와셔와 면하는 것을 특징으로 하는 진동저감 체결장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 소정의 시스템 구성에서의 진동저감을 위한 체결장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 MRE(Magneto-Rheological Elastomer; 자기유변탄성체)로 이루어진 와셔와 자기장 회로 구성에 의한 진동저감 체결장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 지난 수년간 기술의 발전속도에 따라 동적시스템의 성능 또한 비약적으로 발달하였으며 그에 대한 수요 역시 꾸준히 증가하는 추세에 있다. 또한, 동적시스템이 발달하면서 진동에 대한 관심이 필연적으로 따를 수 밖에 없는데, 이러한 관심은 진동제어에 관한 연구로 이어지고 있다. 일반적으로 진동을 제어하기 위한 방법으로 능동제어 방식과 수동제어 방식이 있다. 수동제어 방식은 진동에너지를 열에너지로 변환하거나 시스템의 공진주파수에 상응하는 질량과 강성을 구성하여 탄성에너지로 변환하는 비교적 직관적이고 간단한 방법으로서 비용이 상대적으로 적게 드나 진동저감 성능이 매우 제한적이어서 실효성이 떨어지는 것으로 평가되고 있다. 이에 대해, 능동제어 방식은 제어 성능은 매우 우수한 편이나 구조가 비효율적이고, 또한 일반적으로 큰 동력을 요구하므로 실제로 상용화에는 부적합한 것으로 평가받고 있다.

[0003] 이와 같은 한계를 극복하기 위해 최근 들어 성능 대비 구조가 간단하면서도 비교적 효율적인 반능동(Semi-Active) 제어시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 현재 이러한 반능동 제어시스템을 자동차나 철도 서스펜션, 자전거 서스펜션, 엔진 마운트, 항공기 랜딩기어 등에 적용하기 위한 시도가 끊임없이 이루어지고 있다. 특히, MR유체를 이용한 현가장치나 마운트 시스템의 경우, 큰 동력없이 부하되는 자기장에 따라 댐퍼의 감쇠력을 효과적으로 조절함으로써 시스템의 진동저감 성능을 극대화할 수 있다.

[0004] 그 한 예로, 도 1에 MR유체를 이용한 차량 현가장치용 가변 댐퍼의 구조가 개시되어 있다. 이는 감쇠력 가변

댐퍼는 MR유체를 이용하여 단방향으로 구성되는 유로를 통해 균일한 감쇠력을 제어하기 위한 댐퍼에 관한 것으로, 리바운드 및 콤프레션 챔버를 이루는 인너튜브(5)와 상기 인너튜브(5)의 외측을 둘러싸는 아웃터튜브(6)에 의해 형성된 유로(3)와; 상기 인너튜브(5)의 내측에 위치되어 분출압을 발생하며, 판디스크에 의해 개폐되는 오일 유입구멍(4a)을 가지는 피스톤(4)과; 튜브가이드(10)와 함께 상기 인너튜브(5) 및 아웃터튜브(6)를 지지하며, 저압의 가스실과 연결되는 오일유입구멍(7a)을 가지는 바디밸브(7);를 구비하고, 바디밸브(7)와 일정한 간극을 지니도록 솔레노이드(8)가 체결되어 전류인가에 의해 상기 바디밸브(7)와의 사이에 자기장을 형성하여 상기 오일 유입구멍(7a)을 통과하는 유체의 점성변화에 의해 감쇠력 가변이 이루어지도록 한 차량 현가장치용 가변 댐퍼가 개시되어 있다. 이러한 구성의 차량 현가장치용 가변 댐퍼는 감쇠력 가변 댐퍼에서 단방향 유로를 형성함으로써 감쇠력이 바디밸브를 통해서만 발생하므로 감쇠력 제어가 용이하고, 솔레노이드의 자기인가에 의한 MR유체의 점성 변화에 의해 분출압력을 조절할 수 있어 저속에서의 감쇠력 가변과 고속에서의 감쇠력 가변을 균일하게 제어할 수 있게 되므로, 현가장치의 성능이 향상되는 효과가 있다.

[0005] 그러나, 위와 같이 MR유체를 이용한 반능동 제어 메커니즘은 추가로 부가적인 장치를 통해 진동저감을 이끌어내는 것으로, 이는 전체 시스템을 복잡하게 하고 전체 부피와 무게를 증대시켜 결과적으로 상용화에 대한 비용 상승을 초래하게 되는 바, 보다 진보된 형태의 진동저감 방식의 적용이 요구되고 있는 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 개발된 것으로, 시스템의 주요체결부의 와셔를 MRE(Magneto-Rheological Elastomer)로 대체하여 부가적인 장치없이 반능동(Semi-Active) 제어를 구현할 수 있도록 함에 그 주된 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 위와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 한 형태에 따르면, 소정의 체결 대상물을 관통하는 볼트, 상기 체결 대상물을 통과한 볼트의 타단에 체결되어 상기 체결 대상물의 타측을 조여주는 너트, 상기 볼트의 머리부에 권취되거나 내장된 상태로 제공되는 코일, 상기 코일에의 전원 공급을 제어하기 위한 제어부, 및 볼트 머리부와 체결 대상물 사이에서 상기 볼트 상에 끼워지는 하나 이상의 와셔들을 포함하고, 상기 와셔들 중 적어도 하나는 자기유변탄성체(Magneto-Rheological Elastomer)로 만들어진 MRE 와셔로서 제공되는 구성으로부터, 상기 체결 대상물에 대한 볼트와 너트의 체결부위가 저 주파수 영역에서 가진될 경우 진동 저감을 위해 상기 MRE와셔에 자기장을 부하하여 동적 강성을 높여주고, 상기 볼트와 너트의 체결부위가 고주파수 영역에서 가진될 경우에는 MRE 와셔에 자기장을 걸어주지 않음으로써 MRE의 낮은 동적강성이 유지되도록 한 것을 특징으로 하는 진동저감 체결장치가 제공된다.

[0008] 여기서, MRE 와셔는 다른 하나인 일반 와셔와 상기 볼트의 머리부 사이에 개재되도록 배치되고, 상기 일반 와셔는 코일에의 전류 인가로 부하된 자기장을 다시 MRE 와셔 쪽으로 유도하기 위해 강자성체로 구성한다. 또한, 자기장 인가를 위한 수단으로서의 상기 코일은 볼트의 머리부에 내장된 상태에서 그 일부가 MRE 와셔와 면하도록 구성될 수 있다. 본 발명에서 제어부는 진동을 감지하기 위한 센서를 포함하고 이 센서에 의해 감지된 진동 특성에 따라 코일에의 전원 공급 여부를 판단한다.

발명의 효과

[0009] 상술된 특징들로부터 본 발명에 따르면, 기존의 일반 와셔에 소정의 지능 재료인 MRE를 적용함으로써 MRE 자체의 감쇠효과 뿐만 아니라 이를 볼트와 너트 체결부위의 상황에 맞게 반능동 제어가 가능하도록 한다. 따라서, 시스템의 소음 및 진동을 효과적으로 줄일 수 있고 진동으로 인한 체결부위의 이탈 또한 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 종래의 진동저감을 위한 구성의 일 예를 도시한 도면,

도 2는 본 발명의 MRE를 이용한 진동저감 체결장치의 일 실시예를 도시한 조립단면도,

도 3은 도 2의 진동저감 체결장치에서 전류 인가시 자기장의 형성 상태를 보여주는 도면,

도 4는 도 2의 진동저감 체결장치의 변형예를 도시한 조립단면도,

도 5는 도 4의 진동저감 체결장치에서 전류 인가시 자기장의 형성 상태를 보여주는 도면,

도 6은 진동특성에 따른 도 2 및 도 4의 진동저감 체결장치의 제어관계를 보여주는 블럭도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 이하 첨부도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명한다.

[0012] 아래의 실시예들에서는 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.

[0013] 도 2 및 3은 본 발명에 따른 진동저감 체결장치의 일 실시예와 그에 따른 전류 인가시의 자기장 형성 상태를 보여주는 도면이고, 도 4 및 5는 도 2의 진동저감 체결장치의 변형예와 그에 따른 전류 인가시의 자기장 형성 상태를 보여주는 도면이며, 도 6은 진동특성에 따른 도 2 및 4의 진동저감 체결장치의 제어관계를 보여주는 블럭도이다.

[0014] 본 발명의 진동저감 체결장치는 볼트와 너트의 체결 부위에 외부로부터 가해지는 진동 특성에 따라 체결 부위의 동적 강성을 조절해 주는 것에 특징이 있는 것으로, 이와 같은 목적의 메커니즘을 구현하기 위한 본 발명의 형태는 도 2와 도 4에 각각 도시되어 있는 바와 같다.

[0015] 일반적으로, 볼트와 너트의 체결부위가 고주파수 영역에서 가진될 때 체결부위는 대체로 낮은 동적 강성으로도 진동을 효과적으로 저감시킬 수 있지만, 볼트와 너트의 체결부위가 저주파수 영역에서 가진될 경우에는 진동을 저감시키기 위해 동적 강성이 높아질 필요가 있다. 이에 본 발명은 위의 두 개념을 기초로 볼트 너트 체결부위에서의 진동을 효과적으로 저감시킬 수 있는 진동저감 체결장치의 구성을 제안하고자 하는 것이다.

[0016] 본 발명에 따르면, 진동저감 체결장치는 소정의 체결 대상물(P)을 관통하는 볼트(10)와, 상기 체결 대상물(P)을 통과한 볼트의 타단에 체결되어 상기 체결 대상물(P)의 타측을 조여주는 너트(50), 그리고 볼트(10)의 머리부에 권취되는 코일(20)과 이 코일에의 전원 공급을 제어하기 위한 제어부(미도시), 및 상기 볼트 머리부와 체결 대상물(P) 사이에 위치된 상태로 볼트(10)상에 끼워지는 하나 이상의 와셔(30)(40)를 포함하는 구성을 갖는다.

[0017] 주지된 바와 같이, 와셔는 볼트와 너트의 풀림을 방지하기 위한 것으로, 도 2 및 도 4에 도시된 와셔(30)(40)들은 이들 중 적어도 하나를 자기유변탄성체(Magneto-Rheological Elastomer; MRE)로 만들어진 와셔(이하 'MRE 와셔')로 제공한다. MRE는 인가되는 자기장의 세기에 따라 전단 변형률에 비례하여 빙햄(Bingham) 물체로 바뀌게 되는 일정한 탄성을 갖는 물질로서, 이와 같이 기존의 일반 와셔를 MRE 와셔(30)로 대체함으로써 부가적인 장치없이 반능동(Semi-Active) 제어를 구현할 수 있다. 이 경우, MRE 와셔(30)는 다른 하나인 일반 와셔(40)와 볼트의 머리부 사이에 개재되도록 배치함이 바람직하다.

[0018] 한편, 일반 와셔(40)는 코일(20)에의 전류 인가로 부하된 자기장을 다시 MRE 와셔(30) 쪽으로 유도하기 위해 일반적으로 강자성체로 구성한다. 이와 같이 일반 와셔(40)를 강자성체로 할 경우, 상기 와셔(40)에 의해 유도된 자기장은 MRE 와셔(50)의 수직방향으로 유도된다.

[0019] 위의 구성에 따르면, 본 발명은 코일(20)에 전류를 인가할 경우 그에 의해 형성된 자기장은 MRE 와셔(30)를 지나 일반 와셔(40) 쪽으로 유도되고, 또한 상기 와셔(40)가 강자성체로 구성된 바 자기장은 다시 와셔(40)로부터 MRE 와셔(50)의 수직방향으로 유도되는 것이다. 이 과정에서 자기장은 MRE의 강성을 높여주게 되는데, 예를 들어 볼트 너트 체결부위가 저 주파수 영역에서 가진될 경우 MRE 와셔(30)에 자기장을 부하하여 동적 강성을 높여줌으로써 진동을 효과적으로 저감시킬 수 있게 된다. 또한, 볼트 너트 체결부위가 고주파수 영역에서 가진될 경우에는 MRE 와셔(30)에 자기장을 걸어주지 않음으로써 MRE의 낮은 강성을 유지하여 진동을 효과적으로 저감시킬 수 있는 것이다.

[0020] 도 2의 실시도면에 따르면, 볼트(10)의 머리부는 소정 권수의 권취된 코일(20)이 내장되어 있는 구조를 이루고 있다. 도면에 도시되지는 않았지만, 제어부는 진동을 감지하기 위한 센서를 포함하고 이 센서에 의해 감지된 진동특성에 따라 코일(20)에의 전원 공급 여부를 판단한다. 제어부에 의해 코일에 전류가 인가되면 자기장이 형성되고 이러한 자기장이 MRE 와셔(30)와 강자성체인 일반 와셔(40)를 통해 흐르면서 체결부위에 포함된 MRE의 동적강성(stiffness)을 높이게 된다.

[0021] 도 2의 구성이 볼트 머리부에 코일(20)이 완전히 내장된 형태인데 반해, 도 4의 실시도면에서는 자기장 인가를 위한 수단으로 코일(20)이 볼트(10')의 머리부 속에 내장된 상태에서 그 일부가 MRE 와셔(30)와 면하는 구조로

제공되는 점에 차이가 있으며, 코일(20)에의 전류 인가에 따른 자기장의 형성으로 MRE 와셔(30)의 동적강성을 높여줌으로써 진동저감을 이끌어내는 것에 있어서는 도 2의 원리와 실질적으로 동일하다.

[0022] 이상 설명한 구성들을 통해 본 발명은 기존의 일반 와셔를 소정의 지능 재료인 MRE 와셔로 대체함으로써 MRE 자체의 진동 감쇠 효과뿐만 아니라 볼트와 너트 체결부위의 상황에 맞는 반능동 제어가 가능하게 되는 것이다. 따라서, 각종 체결부위에서의 소음 및 진동을 효과적으로 줄일 수 있고, 아울러 진동으로 인한 체결부위의 이탈 또한 방지할 수 있다.

[0023] 이상 다양한 실시예와 작동형태들을 통해 본 발명의 기술적 사상을 구체적으로 설명하였으나, 지금까지 설명한 내용들은 본 발명의 바람직한 실시예들 중 그 일부를 예시한 정도에 불과하다. 따라서, 본 발명은 이와 동일한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이하의 특허청구범위에 기재된 범위내에서 발명의 기술적 사상과 요지를 변경시키지 않고 본 발명에 대하여 다양한 변형을 가할 수 있음이 자명하다 할 것이다.

부호의 설명

[0024] 10,10' : 볼트

20 : 코일

30 : MRE 와셔

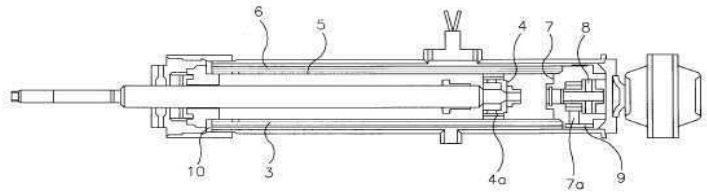
40 : 일반와셔

50 : 너트

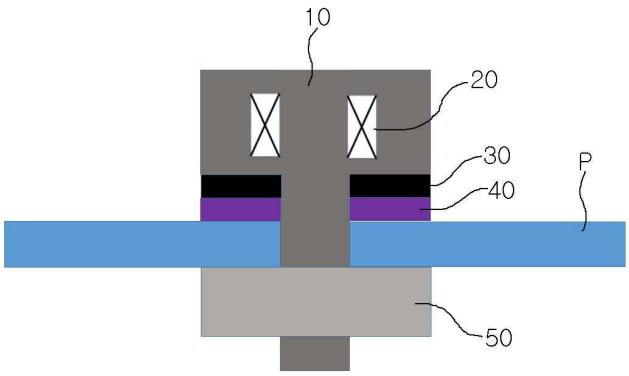
P : 체결 대상물

도면

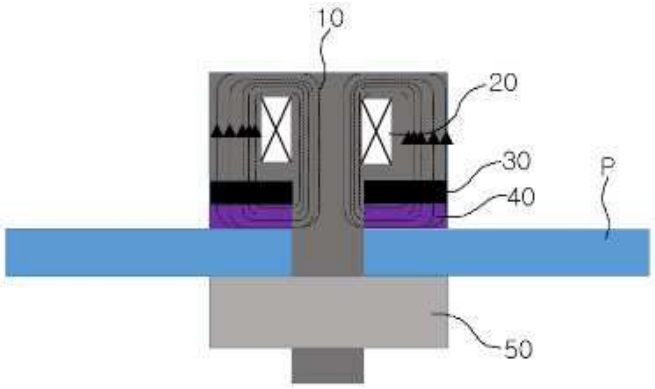
도면1



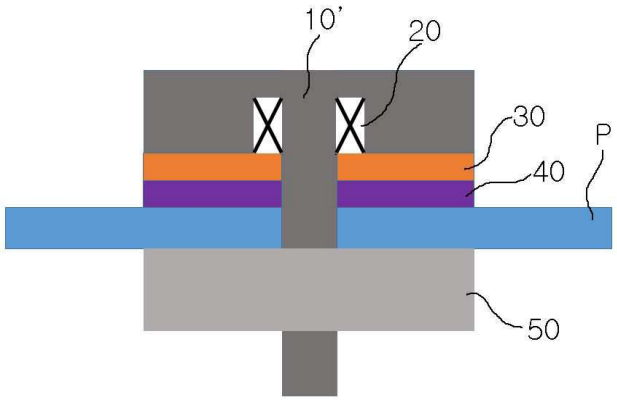
도면2



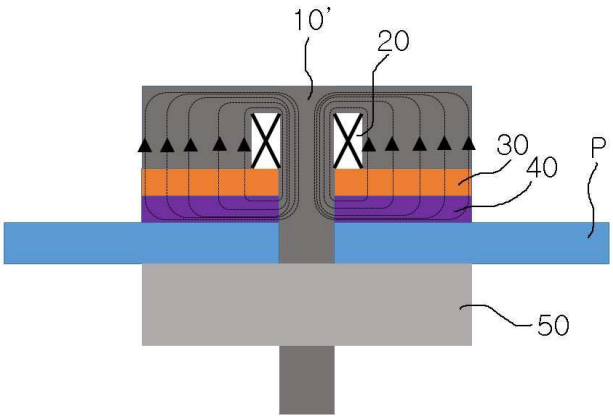
도면3



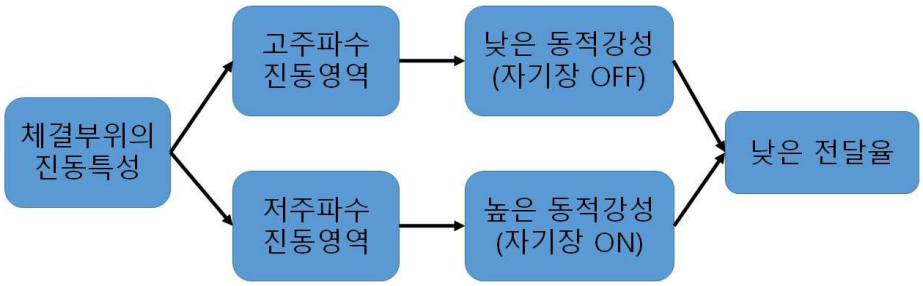
도면4



도면5



도면6


체결부위의
진동특성
고주파수
진동영역
저주파수
진동영역
낮은 동적강성
(자기장 OFF)
높은 동적강성
(자기장 ON)
낮은 전달율