

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2010년 3월 25일 (25.03.2010)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2010/032971 A2

- (51) 국제특허분류: F16F 15/067 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2009/005297
- (22) 국제출원일: 2009년 9월 17일 (17.09.2009)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2008-0092313 2008년 9월 19일 (19.09.2008) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 울산대학교 산학협력단 (UNIVERSITY OF ULSAN FOUNDATION FOR INDUSTRY COOPERATION) [KR/KR]; 울산 남구 무거 2동 산 29, 680-749 Ulsan (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 박성태 (PARK, Sung-Tae) [KR/KR]; 부산광역시 금정구 구서 2동 롯데캐슬 아파트 102동 402호, 609-750 Busan (KR).
- (74) 대리인: 정홍식 (JEONG, Hong-Sik); 서울 서초구 서초동 1600-3 대림빌딩 8층, 137-877 Seoul (KR).

- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

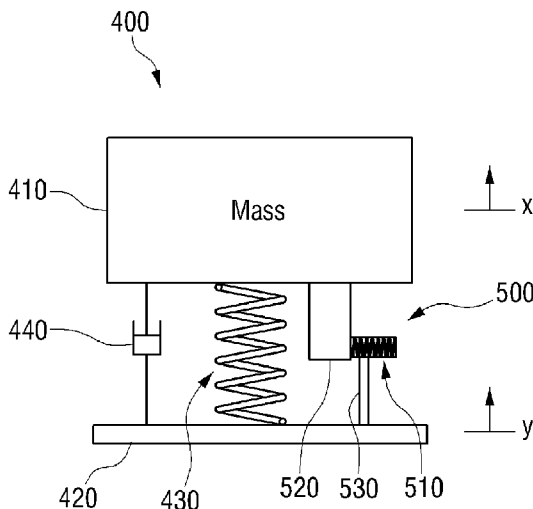
공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

(54) Title: VIBRATION ISOLATION SYSTEM WITH A UNIQUE LOW VIBRATION FREQUENCY.

(54) 발명의 명칭 : 낮은 고유 진동수를 가지는 진동 절연 시스템

[Fig. 4]



(57) Abstract: This invention relates to a negative stiffness mechanism that is attached to an existing manual vibration isolation system having a main spring which is connected between a first object (mass) and a second object (support) to isolate the vibration transmitted between each other by the relative movement between said first and second objects, wherein said negative stiffness mechanism is installed perpendicular to the relative movement of said first and second objects in translation to said first and second objects, and still maintains the stiffness of the main spring while lowering the potential energy of the overall system change, thereby improving the vibration isolation effect. This negative stiffness mechanism has a simple system structure since it consists of a linear auxiliary spring and a link, and thus it is easy to install in an existing system without much cost. According to the disclosed vibration isolation system of the present invention, the unique vibration frequency of said vibration isolation system is maintained at minimum (0-1Hz), and thus effectively isolates the impact or vibration transmitted to said first and second objects. Thus, the vibration isolation system proves comfortable ride to the driver and/or passengers of a vehicle and can help to maintain the accuracy of the mechanical systems of the

vehicle.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2010/032971 A2



본 발명은, 제 1 대상체(질량)와 제 2 대상체(지지대)의 사이에 연결되어 상기 제 1 대상체와 제 2 대상체 사이의 상대운동에 의해 서로 간에 전달되는 진동을 절연시키는 메인 스프링이 구비된 기존 수동식 진동 절연 시스템에 추가 설치하는 부강성 장치에 있어서, 상기 제 1 대상체와 제 2 대상체의 사이의 메인 스프링과 병진으로 제 1, 제 2 대상체의 상대운동 방향과 직각 방향으로 설치되어 메인 스프링의 강성을 그대로 유지하면서 전체시스템의 변위에 대한 위치에너지의 변화율을 낮추어 진동 절연 효과를 상승시키는 부강성 장치에 관한 것이다. 이 부강성 장치는 선형의 보조 스프링과 링크로 구성되어 시스템의 구성이 간단하여 기존시스템에 장착이 용이할 뿐만 아니라 비용이 아주 적게 든다는 것이 특징이다. 개시된 본 발명의 진동 절연 시스템에 따르면, 상기 진동 절연 시스템의 고유 진동수가 최저(0~1Hz)로 유지하도록 구성되어, 제 1, 제 2 대상체에 전달되는 충격 또는 진동을 효과적으로 절연시키므로, 차량의 운전자나 탑승자에게 안정된 승차감을 제공하거나, 기계 시스템의 세밀한 정밀도를 유지할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 낮은 고유 진동수를 가지는 진동 절연 시스템

기술분야

- [1] 본 발명은 낮은 고유 진동수를 가지는 진동 절연 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 기존의 진동 절연 시스템에 부강성(Negative Stiffness) 효과를 갖는 보조 장치를 추가하여, 질량(Mass: 제1대상체) 또는 지지부(support: 제2대상체)의 변위에 따른 전체 진동 절연 시스템의 포텐셜에너지 변화율을 낮추어, 진동 절연 시스템의 고유 진동수를 최저로(이론적으로는 고유 진동수를 0Hz), 실질적으로 고유 진동수를 1Hz 이하로 낮추어 0Hz에 가깝게 감소시켜 진동 절연 효과를 상승시키는 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 버스, 트럭, 중장비 차량 및 각종 운반기계 장치 등의 노면에서 차체를 통하여 운전자 및 탑승자로 전달되는 진동은 요통, 두통, 어깨 결림 및 시력저하 등의 신체적인 면이나 작업능률 면에서 악영향을 미칠 뿐만 아니라, 차량의 성능 면에서도 악영향을 미치므로 이와 같은 문제점을 해소하기 위해 상기 각종 차량 또는 장치에는 서스펜션과 같은 진동 절연 시스템이 적용되어, 불균일한 도로를 주행할 때 발생 가능한 충격이나 흔들림을 흡수하고 억제하여 진동을 최소화시키는 역할을 하고 있다.
- [3] 또한, 정밀 기계류의 경우 기계에서 발생하는 진동에 의한 영향을 최소화하기 위하여 기계와 기계를 지지하는 지지대 사이에도 진동 절연 장치를 사용하게 되는데, 특히 정밀기계 또는 정밀측정 기계 및 시스템과 같이 세밀한 정밀도 유지가 요구되는 경우, 상기 기계와 지지대 사이의 지지점으로부터의 진동을 절연하기 위해 고가의 복잡한 능동식 절연장치나 공기압 절연장치를 사용하는 것이 일반적이다.
- [4] 이와 같이 사용되는 기존의 진동 절연 시스템을 모델링하면 도 1에 도시된 바와 같다. 도 1을 참조하면, 기존의 진동 절연 시스템(300)은 제1대상체(310), 제2대상체(320) 및 메인 스프링(혹은 주 스프링)(330)을 포함하여 구비되며, 선택적으로 댐퍼(Damper ; 340)가 부가적으로 더 포함될 수 있다.
- [5] 상기 제1대상체(310), 제2대상체(320)는 진동 및 충격을 전달받는 대상체의 일부분을 의미하며, 상기 메인 스프링(330)은 상기 제1대상체(310) 또는 제2대상체(320) 중 하나의 대상체로부터 전달되는 진동 및 충격이 다른 하나의 대상체로 전달되는 것을 완충시킴으로써, 진동 절연의 효과를 발생시킨다. 기존의 절연장치에는 댐퍼의 댐핑값을 조정하는 방법이 널리 사용되고 있지만, 한편으로는 시스템의 고유 진동수(Natural Frequency) 값을 저하시키는 기술을 적용하는 것이 보다 효과적인 방법이 될 수가 있다.
- [6] 이 방법을 구현하기 위해서는 고유진동수(

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

)에서 스프링 상수값 k (Stiffness)를 낮게 설계하는 것이 요구되나, 상기 스프링 상수값을 낮출수록 시스템의 정적 변위를 증가시켜 시스템에 요구되는 위치 유지나 정상적인 동작이 불가능하게 되므로 상기 스프링 상수값을 일정 한계치 이하로 낮출 수 없는 문제점이 있다. 즉, 상기 스프링의 강성이 낮으면 낮을수록 고유 진동수가 낮아지게 되어 절연 효과는 커지게 되지만 대상체의 정적 처짐이 크게 되어, 탑승자나 기계의 위치를 유지할 수가 없게 된다.

- [7] 따라서, 진동 절연 효과와 정적 위치 사이의 상반된 효과를 만족시키기 위해서 서로 양보하여 스프링의 강성치를 설계하게 되므로 고유 진동수를 어느 한계치 이하로 낮출 수 없게 되는 것이다.
- [8] 여기서, 상기의 버스, 트럭, 중장비 차량, 모터싸이클 및 각종 운반기계 등을 포함하는 차량(Vehicle)류, 정밀기계, 정밀 측정장치 등에 도 1의 진동 절연 모델을 적용한 진동 절연 장치 중, 차량의 운전석에 적용되어 상기 차량의 운전자에게 전달되는 진동을 절연시키는 기존의 진동 절연 장치를 예를 들어 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [9] 도 2는 수직형 메인 스프링이 장착된 기존의 운전자용 의자의 진동 절연 시스템을 나타낸 사시도이며, 도 3은 수평형 메인 스프링이 장착된 기존의 운전자 의자용 진동 절연 시스템을 나타낸 사시도이다.
- [10] 도 2와 도 3을 참조하면, 기존의 진동 절연 시스템은 차체에 고정 설치되는 하부레일가드(11)와, 상기 하부레일가드(11)의 상부에 위치하고 상부면에 시트쿠션이 연결되는 상부레일가드(12)와, 상기 하부레일가드(11)와 상부레일가드(12)의 사이에 연결되어 하부레일가드(11)의 상하운동을 상부레일가드(12)의 운동으로 연동시키는 'X'자 형태의 지지링크(13)와, 상기 하부레일가드(11)와 상부레일가드(12)의 사이 또는 지지링크(13)의 일측에 연결되어 차체로부터 전달되는 진동을 완충시키는 메인 스프링(14)을 포함하여 구비된다.
- [11] 여기서, 상기 메인 스프링(14)은 사용되는 스프링의 종류에 따라 통상적으로 압축스프링(Compression Spring)이 사용된 수직형 메인 스프링과 인장스프링(Tension Spring)이 사용된 수평형 메인 스프링으로 구분하여 사용된다.
- [12] 도 2에 나타낸 바와 같이, 상기 수직형 메인 스프링(14)의 일측단은 하부레일가드(11)의 상부면에 고정되고, 타측단은 상부레일가드(12)의 상부면에 형성된 고정판(10)에 지지되도록 장착되어, 상기 진동 절연 시스템으로 전달되는 진동이나 충격을 완화시키는 기능을 한다.
- [13] 또한, 도 3에 나타낸 바와 같이, 상기 수평형 메인 스프링(14)의 양 끝단은 상기 지지링크(13)의 좌우측 링크회전롤러(13a,13b)에 각각 고정 설치되어, 상기

차량용 서스펜션 시스템으로 전달되는 진동이나 충격을 완화시키는 기능을 한다.

- [14] 이와 같이 기존에 사용되고 있는 차량용 진동 절연 시스템은 상부레일가드(12)와 하부레일가드(11) 사이에 'X'자형 지지링크(13) 및 메인 스프링(14)이 장착되어 발생하는 진동을 완충하도록 구성되어 있으나, 상기 메인 스프링(14)은 운전자의 체중 즉, 시트에 가해지는 하중에 따라 메인 스프링(14)의 압축 또는 인장되는 정도가 다르게 나타나므로, 고유진동수 감소에 의한 진동 절연 시스템의 구성에는 한계를 가진다.
- [15] 즉, 상기 고유진동수를 낮추기 위해서는 메인 스프링의 스프링 강성을 낮추어야 하는데, 이것은 시스템의 정적 처짐량을 증가시켜 시스템 본래의 기능을 불가능하게 하므로 메인 스프링의 강성을 일정 한계치 이하로 낮출 수가 없게 된다.
- [16] 또한, 기존의 스프링 장착 진동 절연 시스템은 대개 1.5 ~ 3Hz 사이의 고유진동수를 갖고 있어, 운전자가 진동에 의한 피로를 가장 크게 느끼는 4 ~ 10Hz 사이의 저주파대역에서 높은 전달률을 가지게 된다.
- [17] 따라서, 운전자가 진동에 의한 피로를 가장 크게 느끼는 4~10Hz 사이의 저주파대역에서 차체로부터 운전자에게 전달되는 진동에너지 감소시키기 위해서는 서스펜션 시스템의 고유진동수를 1Hz이하로 가능한 낮게 유지시키는 것이 좋은 대책이 될 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [18] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 제안된 기술로서, 대상체에 전달되는 충격이나 진동을 효과적으로 절연시키기 위해, 보조 장치를 부가하여 진동 절연 시스템의 변위에 대한 포텐셜에너지 변화율이 가능한 한 최저 상태로 유지되도록 하여, 아주 낮은, 즉, 이론적으로 0Hz의 고유진동수를 갖는 진동 절연 시스템, 실질적으로 1Hz 이하이면서 0Hz에 가까운 고유진동수를 갖는 진동 절연 시스템을 제공하는 것을 본 발명의 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [19] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제 1 대상체와 제 2 대상체 사이에 연결되어 상기 제1대상체와 제2대상체 사이의 상대운동에 의해서로 간에 전달되는 진동을 절연시키는 메인 스프링이 구비되는 진동 절연 시스템에 추가 설치되는 진동 절연 시스템의 부강성 장치에 있어서, 최초 설치시 최대 인장되거나 또는 최대 압축된 상태로 설치되어, 상기 제1대상체와 제2대상체 사이의 상대운동에 따라서, 초기의 최대 인장변위 또는 최대 압축변위가 완화되는 보조 스프링을 구비한 진동 절연 시스템의 부강성 장치를 제공한다.
- [20] 또한, 상기 제1대상체와 제2대상체의 사이에 위치하며, 일단부는 상기

제1대상체의 일측면에 고정 설치되어 상기 제1대상체의 상하 움직임에 따라 함께 이동하는 링크부; 상기 제1대상체와 제2대상체의 사이에 위치하며, 일단부는 상기 제2대상체의 일측면에 고정 설치되는 지지부를 더 구비하며, 상기 보조 스프링은, 그 일단이 상기 링크부의 타단부에 연결되며, 그 타단은 상기 지지부의 타단부에 연결되는 것이 바람직하다.

- [21] 또한, 상기 메인 스프링의 압축 또는 인장 변위량에 따라, 상기 메인 스프링이 갖는 포텐셜에너지(Potential Energy)는 중립상태보다 증가하고, 상기 보조 스프링이 갖는 포텐셜에너지는 상기 변위량에 따라 중립상태보다 항상 감소하는 변화가 발생하도록 구비되어, 상기 진동 절연 시스템의 운동에너지에 대한 포텐셜에너지의 시간당 교환율이 감소됨으로써 상기 진동 절연 시스템의 고유진동수를 1Hz 이하인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [22] 또한, 상기 보조 스프링은, 제 1 대상체 및 제 2 대상체의 상대운동 방향과 직각 방향으로 설치되는 것이 바람직하다.
- [23] 또한, 상기 링크부는, 상기 제 1 대상체의 일측부에 고정되어 제 1 대상체의 움직임에 따라 함께 상하 운동을 하는 제 1 링크, 상기 제1 링크의 상하 움직임을 상기 보조 스프링의 수평 변위로 변환하는 제 2 링크, 제 2 링크와 연결되어, 상기 보조 스프링의 수평 왕복 변위를 가능케 하고, 상기 지지부의 일부에 의해 그 왕복 운동이 가이드되는 제 3 링크를 포함할 수 있다.
- [24] 한편, 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 제 1 대상체와 제 2 대상체 사이에 연결되어 상기 제1대상체 또는 제2대상체 사이의 상대운동에 의해 전달되는 진동을 절연시키는 메인 스프링과, 상기 진동 절연 시스템의 부강성 장치를 포함하는 진동 절연 시스템을 제공한다.
- [25] 더불어, 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 제 1 대상체에 고정 설치되는 상부레일가드; 상기 상부레일가드의 하부에 위치하며 제 2 대상체에 고정 설치되는 하부레일가드; 상기 상부레일가드과 하부레일가드의 사이에 연결되어 상기 하부레일가드를 중심으로 상기 상부레일가드를 상하 이동시키는 지지링크; 상기 상부레일가드와 하부레일가드의 사이에 연결되거나 또는 상기 지지링크의 일측에 연결되어, 상기 제1대상체 및 제2대상체로부터 전달되는 진동을 완충시키는 메인 스프링; 상기 제 2 대상체 또는 상기 하부레일가드의 상부에 고정 설치되는 지지판; 상기 지지판의 일측면에 고정 설치되며, 가이드부를 구비하는 링크하우징; 상기 가이드부에 삽입되며 상기 가이드부 내에서 슬라이딩되어 수평 왕복 이동이 가능하도록 구비되는 제3링크와, 상기 상부레일가드의 일측부에 고정되어 상기 상부레일가드의 움직임에 따라 함께 상하 이동되도록 구비되는 제1링크와, 상기 제1링크의 상하 움직임에 의해 상기 제3링크가 수평 왕복 이동되도록 상기 제3링크와 제1링크를 연결하는 제2링크를 포함하는 링크부; 및 상기 링크부의 일측에 일단부가 연결되며, 타단부는 상기 지지판의 일측에 연결되는 보조 스프링을 포함하는 부강성 장치를 구비하는 차량 운전자의자용 진동 절연 서스펜션 시스템을 제공한다.

- [26] 또한, 상기 보조 스프링은, 최초 설치시 최대로 인장되거나 또는 최대로 압축된 상태로 설치되어, 상기 상부레일가드 및 하부레일가드의 상대운동에 의해, 초기의 최대 인장변위 또는 최대 압축변위가 완화되도록 구비되는 것이 바람직하다.
- [27] 또한, 상기 메인 스프링의 압축 또는 인장 변위량에 따라, 상기 메인 스프링이 갖는 포텐셜에너지(Potential Energy)는 중립상태보다 증가하고, 상기 보조 스프링이 갖는 포텐셜에너지는 상기 변위량에 따라 중립상태보다 항상 감소하는 변화가 발생하도록 구비되어, 상기 진동 절연 시스템의 운동에너지에 대한 포텐셜에너지의 시간당 교환율이 감소됨으로써 상기 진동 절연 시스템의 고유진동수를 1Hz 이하인 것이 바람직하다.
- [28] 또한, 상기 보조 스프링은, 제 1 대상체 및 제 2 대상체의 상대운동 방향과 직각 방향으로 설치되는 것이 바람직하다.
- [29] 본 발명의 다른 측면에 따르는 진동 절연 시스템은, 제1방향으로 상대운동하는 제1, 2대상체 사이에서 전달되는 진동을 완충시키며, 중립위치에서 포텐셜에너지가 최소가 되는 제1탄성부재; 상기 제1, 2대상체의 상대운동에 따라 포텐셜에너지가 변화하는 제2탄성부재; 및 상기 중립위치에서 상기 제2탄성부재의 포텐셜에너지가 최대가 되도록 상기 제1대상체와 상기 제2탄성부재를 연결하는 링크부;를 포함한다.
- [30] 상기 제1, 2대상체의 상대위치가 상기 중립위치에서 변화함에 따라, 상기 제1탄성부재의 포텐셜에너지는 증가할 수 있다.
- [31] 상기 제1, 2대상체의 상대위치가 상기 중립위치에서 변화함에 따라, 상기 제2탄성부재의 포텐셜에너지는 감소할 수 있다.
- [32] 상기 제1, 2탄성부재의 전체 포텐셜에너지는 상기 중립위치에서 최소가 될 수 있다.
- [33] 상기 제1, 2대상체의 상대위치가 상기 중립위치에서 변화함에 따라, 상기 제1, 2탄성부재의 전체 포텐셜에너지는 증가할 수 있다.
- [34] 상기 제1탄성부재는 압축 스프링을 포함할 수 있다.
- [35] 또한, 상기 제1탄성부재는 인장 스프링을 포함할 수 있다.
- [36] 상기 제2탄성부재는 상기 중립위치에서 최대로 압축될 수 있다.
- [37] 상기 압축 스프링은 상기 제1방향과는 다른 제2방향으로 변위될 수 있으며, 상기 제2방향은 상기 제1방향과 수직할 수 있다.
- [38] 상기 압축 스프링은 회전 가능하게 고정된 일단을 기준으로 회전하면서 변위될 수 있다.
- [39] 상기 제2탄성부재는 상기 중립위치에서 최대로 인장되는 인장 스프링을 포함할 수 있다.
- [40] 상기 인장 스프링은 상기 제1방향과는 다른 제2방향으로 변위될 수 있으며, 상기 제2방향은 상기 제1방향과 수직할 수 있다.
- [41] 상기 인장 스프링은 회전 가능하게 고정된 일단을 기준으로 회전하면서 변위될

수 있다.

- [42] 상기 링크부는, 상기 제1대상체에 고정되어 상기 제1방향으로 이동하는 제1링크; 상기 제1링크에 연결되어 상기 제1링크의 이동방향을 상기 제2방향으로 전환하기 위한 제2링크; 및 일단이 상기 제2링크에 연결되며, 타단이 상기 제2탄성부재의 일단에 연결되는 제3링크;를 포함하고, 상기 제2탄성부재의 타단은 고정될 수 있다.
- [43] 상기 제2탄성부재는 상기 제2방향으로 변위되는 인장 스프링을 포함하고, 상기 인장 스프링은 상기 중립위치에서 최대로 인장될 수 있다.
- [44] 상기 제2탄성부재는 상기 제2방향으로 변위되는 압축 스프링을 포함하고, 상기 압축 스프링은 상기 중립위치에서 최대로 압축될 수 있다.
- [45] 상기 링크부는 상기 제1대상체에 고정되어 상기 제1방향으로 이동하는 제1링크를 포함하고, 상기 제2탄성부재는 압축 스프링으로 포함하고, 상기 압축 스프링의 일단은 상기 제1링크에 연결되고, 상기 압축 스프링의 타단은 회전 가능하게 고정될 수 있다.
- [46] 상기 압축 스프링은 상기 중립위치에서 최대로 압축되고, 상기 제1, 2대상체의 상대운동에 따라, 상기 압축 스프링은 압축상태를 유지하면서 고정된 상기 압축 스프링의 상기 타단을 기준으로 회전하면서 변위될 수 있다.
- [47] 상기 링크부는, 상기 제1대상체에 고정되어 상기 제1방향으로 이동하며 만곡부를 구비하는 제1링크를 포함하고, 상기 제2탄성부재의 일단은 상기 제1링크의 상기 만곡부와 접하고, 상기 제2탄성부재의 타단은 고정될 수 있다.
- [48] 상기 제2탄성부재는 롤러를 통하여 상기 만곡부와 접할 수 있다.
- [49] 상기 제2탄성부재는 압축 스프링을 포함하고, 상기 제1, 2대상체의 상대운동에 따라, 상기 압축 스프링은 압축상태를 유지하면서 상기 만곡부와 접할 수 있다.
- [50] 상기 만곡부는 상기 중립위치에서 상기 압축 스프링이 최대로 압축되도록 형성될 수 있다.
- [51] 상기 제2탄성부재는 인장 스프링을 포함하고, 상기 제1, 2대상체의 상대운동에 따라, 상기 인장 스프링은 인장상태를 유지하면서 상기 만곡부와 접할 수 있다.
- [52] 상기 만곡부는 상기 중립위치에서 상기 인장 스프링이 최대로 인장되도록 형성될 수 있다.
- [53] 상기 링크부는, 상기 제1대상체에 회전 가능하게 연결되는 제1링크; 및 상기 제1링크와 연결되어 상기 제1, 2대상체의 상대운동에 따라 회전할 수 있도록 일단이 회전 가능하게 고정되는 제2링크;를 포함하고, 상기 제2탄성부재의 일단은 상기 제2링크의 타단에 연결되며, 상기 제2탄성부재의 타단은 회전 가능하게 고정될 수 있다.
- [54] 상기 제2탄성부재는 인장 스프링을 포함하고, 상기 제2링크의 상기 일단은, 상기 중립위치에서 상기 인장 스프링이 최대로 인장되는 위치에 배치될 수 있다.
- [55] 상기 제2탄성부재는 압축 스프링을 포함하고, 상기 제2링크의 상기 일단은, 상기 중립위치에서 상기 압축 스프링이 최대로 압축되는 위치에 배치될 수 있다.

- [56] 상기 제1, 2대상체 사이의 진동을 감쇄시키는 댐퍼;를 더 포함할 수 있다.
 [57] 상기 제2탄성부재의 일단을 고정시키는 지지부;를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [58] 본 발명에 따르는 부강성 장치를 적용한 진동 절연 시스템은 메인 스프링만 구비한 기존 시스템과 비교하여 다음과 같은 효과가 있다.
 [59] 첫째, 진동 절연 시스템의 고유 진동수를 이론적으로 0Hz로, 실질적으로는 고유 진동수를 1Hz 이하로 낮추어 0Hz에 가깝게 감소시켜 제1대상체 및 제2대상체 사이의 상대운동에 의해 전달되는 충격 또는 진동을 효과적으로 절연시키므로, 탑승자에게 안정된 승차감을 제공하거나, 기계 시스템의 세밀한 정밀도를 유지할 수 있는 효과를 제공한다.
 [60] 둘째, 기존의 진동 절연 시스템에 부가되는 부강성 장치의 구성이 간단하며 소형이므로 제작이 용이할 뿐만 아니라, 상기 진동 절연 시스템의 전체 중량이 증가되는 효과가 거의 없고, 내구성이 높으며, 시스템의 유지 및 보수가 용이한 장점이 있다.
 [61] 셋째, 구조가 간단하여 비용이 저렴할 뿐만 아니라, 기존의 진동 절연 시스템에 간단히 부착하거나 단순한 설계변경으로 장착이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [62] 도 1은 종래의 진동 절연 시스템의 동작원리를 나타낸 개략도,
 [63] 도 2 내지 도 3은 도 1의 진동 절연 시스템의 동작 원리가 적용된 차량용 진동 절연 시스템을 나타낸 사시도,
 [64] 도 4는 본 발명에 따른 낮은 고유 진동수를 갖는 진동 절연 시스템의 동작원리를 나타낸 개략도,
 [65] 도 5는 도 4의 낮은 고유 진동수를 갖는 진동 절연 시스템이 갖는 포텐셜에너지의 변화 추이를 나타낸 그래프,
 [66] 도 6 내지 도 13은 도 4의 낮은 고유 진동수를 갖는 진동 절연 시스템의 다양한 실시 예에 따른 부강성 장치의 각각의 형태를 나타낸 사시도,
 [67] 도 14 내지 도 18은 운전자 의자용 서스펜션 및 차량의 메인 서스펜션에 적용된 도 4의 낮은 고유 진동수를 갖는 진동 절연 시스템의 구성 및 동작원리를 나타낸 사시도,
 [68] 도 19 및 도 20은 맥퍼슨 타입 서스펜션(Mcperson type suspension)의 차륜축 일측에 구비된 도 4의 진동 절연 시스템의 구성을 나타낸 사시도 및 정면도,
 [69] 도 21 및 도 22는 위시본 타입 서스펜션(Wish-bone type suspension)의 차륜축 일측에 구비된 도 4의 진동 절연 시스템의 구성을 나타낸 사시도 및 정면도,
 [70] 도 23 및 도 24는 도 4에 해당하는 진동 절연 시스템의 동작원리가 적용된 기계류 설치 테이블용 진동절연 시스템의 구성 및 동작원리를 나타낸 사시도 및 정면도 및,
 [71] 도 25는 도 15와 도 16의 수직 압축형 메인 스프링이 장착된 서스펜션 시스템의

- 동작원리를 간략히 나타낸 개략도,
- [72] 도 26은 도 17과 도 18의 수평 인장형 메인 스프링이 장착된 서스펜션 시스템의 동작원리를 간략히 나타낸 개략도이며,
- [73] 도 27 내지 도 38는 본 발명의 메인 스프링과 보조 스프링 및 링크부의 형태, 링크부의 설치위치의 변화에 따른 본 발명의 진동 절연 시스템의 구성을 나타낸 개략도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [74] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [75] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [76] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 진동 절연 시스템의 구성 및 동작 원리에 대해 설명하도록 한다.
- [77] 도 4는 본 발명의 낮은 고유 진동수를 갖는 진동 절연 시스템의 동작원리를 나타낸 개략도, 도 5는 도 4의 낮은 고유 진동수를 갖는 진동 절연 시스템이 갖는 포텐셜에너지의 변화 추이를 나타낸 그래프, 도 6 내지 도 13은 도 4의 낮은 고유진동수를 갖는 진동 절연 시스템의 다양한 실시예에 따른 부강성 장치의 각각의 형태를 나타낸 사시도이다.
- [78] 또한, 도 14 내지 도 18은 운전자 의자용 서스펜션 및 차량의 메인 서스펜션에 적용된 도 4의 낮은 고유 진동수를 갖는 진동 절연 시스템의 구성 및 동작원리를 나타낸 사시도, 도 19 및 도 20은 맥퍼슨 타입 서스펜션(Mcperson type suspension)의 일측에 구비된 도 4의 진동 절연 시스템의 구성을 나타낸 사시도 및 정면도, 도 21 및 도 22는 위시본 타입 서스펜션(Wish-bone type suspension)의 일측에 구비된 도 4의 진동 절연 시스템의 구성을 나타낸 사시도 및 정면도, 도 23 및 도 24는 도 4에 해당하는 정밀 기계류 설치용 진동절연 시스템의 구성 및 동작원리를 나타낸 사시도 및 정면도이다.
- [79] 더불어, 상기도 5의 X축은 본 발명의 진동 절연 시스템에 추가되는 진동에 의한 변위의 크기, Y축은 포텐셜에너지의 크기를 나타내며, 곡선 (A)는 메인 스프링이 갖는 포텐셜에너지의 변화곡선, 곡선 (B)는 보조 스프링이 갖는 포텐셜에너지의 변화곡선이며, 곡선 (C)는 메인 스프링의 포텐셜에너지와 보조 스프링의 포텐셜에너지가 합산된 본 발명의 진동 절연 시스템의 전체

포텐셜에너지의 변화곡선을 나타낸다.

- [80] 먼저, 도 4 내지 도 13을 참조하여, 본 발명의 낮은 고유 진동수를 갖는 진동 절연 시스템의 구성 및 동작원리를 설명한다.
- [81] 도 4에 도시된 바와 같이 본 발명의 낮은 고유 진동수를 갖는 진동 절연 시스템(이하 '진동 절연 시스템'이라 함; 400)은, 제1대상체(410)와 제2대상체(420)와 메인 스프링(혹은 주 스프링)(430) 및 부강성 장치(500)를 포함하여 구비되며, 선택적으로 일정한 댐핑값을 갖는 댐퍼(Damper; 440)가 부가적으로 더 포함될 수 있다.
- [82] 참고로, 여기서 낮은 고유 진동수라는 것은, 진동 절연 시스템의 고유 진동수를 이론적으로 0Hz로, 실질적으로는 고유 진동수를 1Hz 이하로 낮추어 0Hz에 가깝게 한 고유 진동수를 의미한다.
- [83] 상기 제1대상체(410), 제2대상체(420)는 진동 및 충격을 전달받는 대상체의 일부분을 의미하며, 상기 대상체는 진동 및 충격을 전달받는 장치 및 장비 즉, 차량을 포함하여 모터사이클, 항공기, 건설장비, 승강기 등과 기존의 진동 및 충격을 완화시키기 위한 진동 절연 장치가 장치 및 장비는 모두 해당될 수 있다.
- [84] 상기 메인 스프링(430)은 상기 제1대상체(410)와 제2대상체(420)의 사이에 위치하여 상기 제1대상체(410)와 제2대상체(420) 중 하나의 대상체로부터 다른 대상체로 전달되는 진동 및 충격을 완화시키는 기능을 담당한다.
- [85] 여기서, 상기 도 5의 곡선 (A)는 메인 스프링(430)이 갖는 포텐셜에너지의 변화곡선 즉, 제1대상체(410)과 제2대상체(420) 사이의 상대 변위에 따라 메인 스프링(430)이 갖는 위치에너지 함수를 나타내며, 곡선 (B)는 보조 스프링(510)이 갖는 포텐셜에너지의 변화곡선 즉, 부강성 장치(500) 내의 보조 스프링(510)이 갖는 위치에너지 함수를 나타낸다.
- [86] 또한, 곡선 (C)는 곡선 (A)와 곡선 (B)의 합 즉, 메인 스프링(430)의 포텐셜에너지와 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지가 합산된 본 발명의 진동 절연 시스템(400)의 전체 포텐셜에너지의 변화곡선을 나타낸다.
- [87] 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 메인 스프링(430)은 곡선 A(메인 스프링이 갖는 포텐셜에너지의 변화곡선)와 같이 본 발명의 진동 절연 시스템(400)의 제1대상체(410) 및 제2대상체(420)의 상대 변위에 따라, 메인 스프링(430)이 갖는 포텐셜에너지는 양(+)의 변화율을 갖고 변화하게 된다.
- [88] 즉, 상기 메인 스프링(430)은 본 발명의 진동 절연 시스템(400)에 상하 진동이 없는 중립위치인 경우, 상기 제1대상체(410)에 의해 지지되는 중량과 메인 스프링(430)의 힘이 평형을 이루는 상태의 정적 처짐 상태에서 포텐셜에너지는 최소값을 갖는다.
- [89] 반면에, 상기 진동 절연 시스템(400)에 진동 및 충격에 의한 동적 부하가 작용하게 되면, 메인 스프링(430)은 상기 중립위치에서 벗어나게 되어 포텐셜에너지가 증가하게 된다.
- [90] 한편, 상기 부강성 장치(500)는 보조 스프링(510), 링크부(520) 및 지지부(530)를

포함하여 구비되며, 외부 동력이 필요 없는 수동형(Passive type) 진동 절연 시스템에 부가적으로 장착되어 진동의 절연 효율을 향상시키는 수동형 부가장치이다.

- [91] 여기서, 상기 링크부(520)는 상기 제1대상체(410)와 제2대상체(420)의 사이에 위치하되, 일단부는 상기 제1대상체(410)의 일측면에 고정 설치되어, 상기 제1대상체(410)의 움직임에 따라 함께 상하 이동되며, 타단부는 상기 보조 스프링(510)의 일단과 연결되도록 장착된다.
- [92] 상기 지지부(530)는 일단부가 상기 제2대상체(420)의 일측면에 고정 설치되며, 타단부는 상기 보조 스프링(510)의 타단을 고정시킨다.
- [93] 상기 보조 스프링(510)은 상기 중립위치에서 최대의 포텐셜에너지를 갖는다(도 5 참조). 제1, 2대상체(410, 420)의 상대 위치가 상기 중립위치에서 변화함에 따라, 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지는 음(-)의 변화율을 갖고 변화하게 된다. 이런 보조 스프링(510)은 인장 스프링 또는 압축 스프링을 포함할 수 있다. 인장 스프링을 사용한 실시 예는 도 6-10에 해당되고, 압축 스프링을 사용한 실시 예는 도 11-13에 해당된다. 설명의 편의를 위하여, 우선 보조 스프링(510)이 인장 스프링인 경우를 설명하기로 한다.
- [94] 상기 보조 스프링(510)은 상기 링크부(520)에 일단이 연결되며, 타단은 상기 지지부(530)의 타단부에 연결되어 상기 링크부(520)가 상기 제1대상체(410)와 함께 상하 이동함에 따라, 인장 변위가 변화되도록 구비된다. 이는, 상기 보조 스프링(510)이 최초 설치될 시에 최대로 인장된 상태로 설치되어, 본 발명의 진동 절연 시스템(400)에 상하 진동이 전달되면, 상기 제1대상체(510) 및 제2대상체(520)의 상하 상대운동에 의해, 초기의 인장변위가 변화되는 것을 의미한다.
- [95] 여기서, 도 5를 참조하면, 상기 보조 스프링(510)은 보조 스프링(510)이 갖는 포텐셜에너지의 변화곡선인 곡선 (B)와 같이, 본 발명의 진동 절연 시스템(400)에 가해지는 진동의 크기에 따라 보조 스프링(510)이 갖는 포텐셜에너지는 변화하게 된다.
- [96] 즉, 상기 보조 스프링(510)은 본 발명의 진동 절연 시스템(400)에 상하 진동이 없는 정적 부하 상태인 중립위치에서는 최대로 인장된 상태이기 때문에, 상기 보조 스프링(510)이 갖는 포텐셜에너지는 최대의 크기를 유지한다. 상기 진동 절연 시스템(400)에 상하 진동이 전달되면, 보조 스프링(510)의 인장 변위가 줄어들게 되어 보조 스프링(510)이 갖는 포텐셜에너지는 감소하게 되는 것이다.
- [97] 보조 스프링(510)이 압축 스프링인 경우에는(도 11-13 참조) 상기 중립위치에서 보조 스프링(510)이 최대로 압축되는 점만이 다를 뿐, 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지 변화는 보조 스프링(510)이 인장 스프링인 경우와 동일하다.
- [98] 한편, 상기 부강성 장치(500)는 도 6 내지 도 13에 도시된 바와 같이, 제1대상체(410)와 제2대상체(420)의 사이에 위치한 상기 링크부(520) 및

지지부(530)의 형태에 변화를 주어 따라 다양한 구조로 본 발명의 진동 절연 시스템(400)에 장착될 수 있다.

- [99] 여기서, 도 6 내지 도 13을 참조하면 상기 링크부(520)는 제1링크(521), 제2링크(522), 제3링크(523), 원형링크(524) 및 롤러(525)로 구성될 수 있으며, 상기 링크(521,522,523,524) 또는 롤러(525) 중 선택된 복수 개의 링크 또는 롤러의 조합된 구성에 의하여 상기 링크부(520)의 기능을 수행할 수 있음은 물론이다.
- [100] 또한, 상기 링크부(520)와 지지부(530)의 형태 및 설치 위치와는 무관하게, 본 발명의 진동 절연 시스템(400)이 갖는 포텐셜에너지의 변화는, 기존에 메인 스프링만이 존재하던 진동 절연 시스템과 비교하여, 완만하게 이루어지도록 함으로써, 상기 진동 절연 시스템(400)의 고유 진동수를 낮출 수 있으며, 설계치의 요구에 따라 상기 고유 진동수를 1Hz 이하로, 그리고 0Hz에 가깝게 감소시킬 수 있다.
- [101] 이하, 도 6-13을 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [102] 도 6은 보조 스프링(510)이 인장 스프링인 경우의 실시 예로서, 중립위치에서 보조 스프링(510)이 최대로 인장된 상태를 보여준다. 제1링크(521)는 제1대상체(410)에 대상체에 고정되어 제1대상체(410)의 이동방향과 동일한 방향(즉, 상하방향)으로 이동한다. 제2링크(522)의 일단은 제1링크(521)에 연결된다. 제3링크(523)의 일단은 제2링크(522)에 연결되고, 제3링크(523)의 타단은 보조 스프링(510)의 일단에 연결되고, 보조 스프링(510)의 타단은 고정된다. 제2링크(522)는 제1링크(521)의 이동방향을 전환하는 역할을 하며, 이에 따라 제3링크(523)는 제1링크(521)의 이동방향과는 다른 방향(즉, 수평방향)으로 이동하게 된다.
- [103] 이 경우, 도 6과 같은 중립위치에서는 보조 스프링(510)이 최대로 인장되기 때문에 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지는 최대가 된다. 제1대상체(410)의 위치가 중립위치에서 변화하게 되면, 제3링크(523)는 도 6에서 오른쪽으로 이동하게 되어 보조 스프링(510)의 인장 변위가 줄어들게 된다. 이는 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지가 감소하는 것을 의미한다. 따라서 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지는 도 5에 도시된 바와 같이 변화하게 된다. 전술한 바와 같이, 이러한 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지 변화에 따라 진동 절연 시스템(400)의 전체 포텐셜에너지 변화율은 기존의 진동 절연 시스템보다 완만해질 수 있으며, 이는 진동 절연 시스템(400)의 고유 진동수가 낮아진다는 것을 의미한다.
- [104] 도 7은 보조 스프링(510)이 인장 스프링인 경우의 다른 실시 예이다. 도 6의 실시 예와 거의 유사하며 단지 제3링크(523)에 바퀴가 달려있어서 제3링크(523)의 이동을 원활히 할 수 있다는 점만이 다르므로, 자세한 설명은 생략하기로 한다.
- [105] 도 8은 보조 스프링(510)이 인장 스프링인 경우의 또 다른 실시 예로서,

중립위치에서 보조 스프링(510)이 최대로 인장된 상태를 보여준다. 여기서는 단지 2개의 링크(521, 522)가 사용된다. 제1링크(521)는 제1대상체(410)에 회전 가능하게 연결되고, 제2링크(522)는 제1링크(521)와 연결된다. 도 8에서 제1링크(521)의 제1대상체(410)의 연결부분은 도시되지 않았다. 여기서 제2링크(522)의 일단은 회전 가능하게 고정되기 때문에, 제1대상체(410)가 이동하게 되면 제2링크(522)는 회전 가능하게 고정된 상기 일단을 중심으로 회전하게 된다.

- [106] 보조 스프링(510)의 일단은 제2링크(522)의 타단에 연결되고, 보조 스프링(510)의 타단은 회전 가능하게 고정된다. 도 6, 7의 보조 스프링(510)은 단지 길이만이 변화하였으나, 도 8의 보조 스프링(510)은 회전하면서 길이가 변화하게 된다. 이는 도 6, 7에 도시된 제3링크(523)가 생략되었기 때문이다.
- [107] 여기서, 회전 가능하게 고정된 제2링크(522)의 일단은 중립위치에서 보조 스프링(510)이 최대로 인장되는 위치에 배치된다. 즉, 도 8과 같이 중립위치에 보조 스프링(510)이 있을 때, 제2링크(522)의 일단의 위치는 보조 스프링(510)의 일단과 타단 사이에 배치된다. 도 8과 같은 중립위치에서는 보조 스프링(510)이 최대로 인장되기 때문에 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지는 최대가 된다. 제1대상체(410)의 위치가 중립위치에서 변화하게 되면, 제2링크(522)는 제2링크(522)의 일단을 중심으로 회전하게 되고 보조 스프링(510)의 인장 변위는 줄어들게 된다. 이는 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지가 감소하는 것을 의미한다. 따라서 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지는 도 5에 도시된 바와 같이 변화하게 된다.
- [108] 도 9도 보조 스프링(510)이 인장 스프링인 경우의 또 다른 실시 예이다. 도 6, 7의 실시 예와 거의 유사하며 단지 제1링크(521)의 위치가 변경된 점만이 다르다. 제1링크(521)가 보조 스프링(510)의 일단과 타단 사이에 배치되기 때문에, 부강성 장치(500)가 차지하는 영역이 줄어들어 부강성 장치(500)를 소형화시킬 수 있다.
- [109] 도 10은 보조 스프링(510)이 인장 스프링 경우의 또 다른 실시 예로서, 중립위치에서 보조 스프링(510)이 최대로 인장된 상태를 보여준다. 만곡부(524a)를 구비하는 원형링크(524)가 사용된다는 점이 앞선 실시 예와 다르다.
- [110] 원형링크(524)는 제1대상체(410)에 고정되어 제1대상체(410)의 이동방향과 동일한 방향(즉, 상하방향)으로 이동한다. 보조 스프링(510)의 일단은 롤러(525)를 통하여 원형링크(524)의 만곡부(524a)와 접하고 보조 스프링(510)의 타단은 고정되기 때문에, 보조 스프링(510)은 수평방향으로 변위된다. 여기서, 보조 스프링(510)의 인장 변위는 만곡부(524a)의 형상에 따라 결정된다.
- [111] 따라서, 만곡부(524a)는 중립위치에서 보조 스프링(510)이 최대로 인장되도록 형성되어야 한다. 예컨대 도 10에 도시된 바와 같이, 만곡부(524a)는 원호 형상을 가질 수 있다. 이 경우, 도 10과 같은 중립위치에서는 보조 스프링(510)이 최대로

인장되기 때문에 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지는 최대가 된다.

제1대상체(410)의 위치가 중립위치에서 변화하게 되면, 보조 스프링(510)의 인장 변위가 줄어들게 된다. 이는 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지가 감소하는 것을 의미한다. 따라서 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지는 도 5에 도시된 바와 같이 변화하게 된다.

[112] 도 11은 보조 스프링(510)이 압축 스프링인 경우의 실시 예로서, 중립위치에서 보조 스프링(510)이 최대로 압축된 상태를 보여준다. 도 11에 도시된 제1, 2, 3링크(521, 522, 523)의 구성은 도 6과 유사하며, 보조 스프링(510)의 압축 스프링인 점 및 보조 스프링(510)의 고정위치가 달라진다. 도 11을 기준으로, 보조 스프링(510)의 왼쪽 일단이 고정된다. 보조 스프링(510)의 오른쪽 일단은 제3링크(523)에 연결되어 제3링크(523)이 이동에 따라 보조 스프링(510)의 오른쪽 일단이 이동하게 된다.

[113] 이 경우, 도 11과 같은 중립위치에서는 보조 스프링(510)이 최대로 압축되기 때문에 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지는 최대가 된다. 제1대상체(410)의 위치가 중립위치에서 변화하게 되면, 제3링크(523)는 도 6에서 오른쪽으로 이동하게 되며 보조 스프링(510)의 오른쪽 일단도 오른쪽으로 이동한다. 이는 보조 스프링(510)의 압축 변위가 줄어들어 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지가 감소하는 것을 의미한다. 따라서 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지는 도 5에 도시된 바와 같이 변화하게 된다.

[114] 도 12는 보조 스프링(510)이 압축 스프링인 경우의 다른 실시 예로서, 중립위치에서 보조 스프링(510)이 최대로 압축된 상태를 보여준다. 여기서는 단지 1개의 링크(521)가 사용된다. 제1링크(521)는 제1대상체(410)에 대상체에 고정되어 제1대상체(410)의 이동방향과 동일한 방향(즉, 상하방향)으로 이동한다. 보조 스프링(510)의 일단은 제1링크(521)에 연결되고, 보조 스프링(510)의 타단은 회전 가능하게 고정된다. 따라서, 제1대상체(410)가 이동하게 되면, 보조 스프링(510)은 회전하면서 변위된다.

[115] 도 12와 같은 중립위치에서는 보조 스프링(510)이 최대로 압축되기 때문에 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지는 최대가 된다. 제1대상체(410)의 위치가 중립위치에서 변화하게 되면, 보조 스프링(510)의 일단은 상하방향으로 이동하게 되기 때문에 보조 스프링(510)의 압축 변위가 줄어들게 된다. 이는 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지가 감소하는 것을 의미하며, 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지는 도 5에 도시된 바와 같이 변화하게 된다.

[116] 도 13은 보조 스프링(510)이 압축 스프링인 경우의 다른 실시 예로서, 중립위치에서 보조 스프링(510)이 최대로 압축된 상태를 보여준다. 만곡부(524a)를 구비하는 원형링크(524)가 사용된다는 점이 도 10의 실시 예와 동일하기 때문에 자세한 설명은 생략하기로 한다. 다만, 도 13의 실시 예에서도 보조 스프링(510)은 중립위치에서 최대로 압축되고, 제1대상체(410)의 위치가 중립위치에서 변화하게 되면 보조 스프링(510)의 압축 변위가 줄어들게 된다.

따라서 보조 스프링(510)의 포텐셜에너지는 도 5에 도시된 바와 같이 변화하게 된다.

- [117] 다음으로는, 본 발명의 진동 절연 시스템(400)이 차량의 운전석 또는 탑승자 좌석에 적용되어, 상기 진동 절연 시스템(400)에 의해 상기 운전석 또는 탑승자 좌석으로 전달되는 진동이 절연되는 구성 및 동작원리에 대해 설명하기로 한다.
- [118] 도 14 내지 도 18을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 진동 절연 시스템은, 하부레일가드(110), 상부레일가드(120), 지지링크(130), 메인 스프링(140) 및 부상성 장치(200)를 포함하여 구비된다.
- [119] 먼저, 상기 상부레일가드(120)은 제1대상체의 일측에 연결되며, 상기 하부레일가드(110)은 제2대상체의 일측과 연결되어 구비된다.
- [120] 여기서, 상기 제1대상체 및 제2대상체는 진동 및 충격을 전달받는 대상체의 일부분을 의미하며, 상기 대상체는 진동 및 충격을 전달받는 장치 및 장비 즉, 차량을 포함하여 모터사이클, 항공기, 건설장비, 승강기 등과 기존의 진동 및 충격 완화시키기 위한 진동 절연 장치가 설치 가능한 장치 및 장비는 모두 포함될 수 있다.
- [121] 한편, 상기 하부레일가드(110)는 차체에 고정 설치되며, 각 모서리의 일측에는 상기 지지링크(130)의 하단부와 연결되도록 링크연결부a(131a)가 구비된다.
- [122] 상기 상부레일가드(120)는 하부레일가드(110)의 상부에 위치하여 상부면에 시트쿠션(미도시)이 장착되고, 상기 메인 스프링(140)의 일단이 지지되는 고정판(121)이 구비되며, 각 모서리의 일측에는 상기 지지링크(130)의 상단부와 연결되도록 링크연결부b(131b)가 형성된다.
- [123] 상기 지지링크(130)는 하부레일가드(110)와 상부레일가드(120)의 사이에 위치하여, 하단부는 상기 하부레일가드(110)의 링크연결부a(131a)와 체결되고 상단부는 상기 상부레일가드(120)의 링크연결부b(131b)와 체결되며, 상기 하부레일가드(110)와 상부레일가드(120)가 서로 연결되도록 구비되어 상기 하부레일가드(110)를 중심으로 상부레일가드(120)을 상하 이동시킨다.
- [124] 또한, 상기 지지링크(130)는 두 개의 링크가 교차된 'X'자 형태로 형성되고, 중앙부의 각 링크가 교차되는 부분을 중심으로 접철되어 지지링크의 높이가 조절되며, 일반적으로 2개 이상의 지지링크(130)가 구비되는 것이 바람직하나, 이에 국한되지 않으며 본 발명의 진동 절연 시스템이 사용되는 용도 또는 서스펜션 시스템에 가해지는 부하의 크기를 고려하여, 구비되는 상기 지지링크(130)의 수량이 정해지는 것이 바람직하다.
- [125] 상기 메인 스프링(140)은 스프링의 형태에 따라 장착되는 위치가 달라지는데, 도 15와 도 16에 도시된 바와 같은 메인 스프링(140)인 경우에는, 메인 스프링(140)은 수직상태로 설치되어 일단부는 하부레일가드(11)의 상부면에 지지되어 고정되며, 타단부는 상부레일가드(120)의 하부면에 지지되어 장착된다.
- [126] 또한, 도 17과 도 18에 도시된 바와 같은 메인 스프링(140)인 경우에는, 메인

스프링(140)은 수평상태로 설치되어 메인 스프링(140)의 양 끝단은 상기 지지링크(130)의 좌우측 링크회전롤러(132)에 각각 고정 설치된다.

- [127] 이와 같이 메인 스프링(140)은 하부레일가드(110)와 상부레일가드(120)의 사이에 위치하여, 차체로부터 전달되는 진동을 완충시켜주는 기능을 한다.
- [128] 여기서, 상기 메인 스프링(140)의 경우, 본 발명의 진동 절연 시스템이 사용되는 용도와 부가되는 진동의 부하의 크기 정도 및 사용 환경을 고려하여 공기스프링, 판스프링 등이 메인 스프링(140)으로 사용될 수 있다.
- [129] 이때, 도 5을 참조하면, 상기 메인 스프링(140)은 곡선 A(메인 스프링이 갖는 포텐셜에너지의 변화곡선)와 같이 본 발명의 진동 절연 시스템의 상부 프레임 및 하부 프레임의 상대 변위에 따라, 메인 스프링(140)이 갖는 포텐셜에너지는 양의 변화율을 갖고 변화하게 된다.
- [130] 즉, 상기 메인 스프링(140)은 본 발명에 따른 서스펜션 시스템에 상하 진동이 없는 중립위치인, 운전자 착석 시 운전자 무게와 스프링 힘이 평형을 이루는 상태의 정적처짐 상태에서는 포텐셜에너지는 최소값을 갖는다.
- [131] 반면에, 상기 진동 절연 시스템에 동적 부하가 작용하게 되면, 메인 스프링(140)은 상기 중립위치에서 벗어나게 되어 포텐셜에너지가 증가하게 된다.
- [132] 한편, 도 14에 도시된 바와 같이, 상기 부강성 장치(200)는 지지판(210), 링크하우징(220), 링크부(230) 및 보조 스프링(240)을 포함하여 구성된다.
- [133] 먼저, 상기 지지판(210)은 상기 부강성 장치가 지지되어 고정되도록 차체에 직접 고정 설치되거나, 차체에 장착되어 고정된 상기 하부레일가드(110)의 상부면에 고정되어 설치될 수 있다.
- [134] 또한, 상기 지지판(210)의 상부면에는 가이드부(221)를 구비하는 링크하우징(220)이 고정되어 설치되며, 상기 링크하우징(220)의 가이드부(221)에는 링크부(230)가 삽입되는데, 상기 링크부(230)는 제1링크(231)와 제2링크(232) 및 제3링크(233)로 구성된다.
- [135] 상기 제3링크(233)는 상기 가이드부(221)에 내삽되고, 내부에서 슬라이딩되어 수평 왕복 이동이 가능하도록 구비되며, 상기 제1링크(231)는 일단부가 상기 상부레일가드(120)의 고정판(121)의 일측면에 지지되어 고정 설치됨으로써, 상기 상부레일가드(120)의 움직임에 따라 함께 상하 이동되도록 구성된다.
- [136] 또한, 상기 제2링크(232)는 상기 제1링크(231)의 상하 움직임에 의해 상기 제3링크(233)가 수평 왕복 이동되도록 제1링크(231)와 제3링크(233)를 서로 연결하는 기능을 한다.
- [137] 여기서, 도 14에 도시된 화살표의 방향과 같이, 상기 제1링크(231)의 상하 움직임에 대응하여, 제1링크(231)와 연결된 제2링크(232)가 상기 제3링크(233)를 잡아당기게 되어, 보조 스프링(240)의 인장 변위를 변화시킨다.
- [138] 한편, 상기 보조 스프링(240)은 상기 링크부(230)의 일측에 일단부가 연결되며, 타단부는 상기 지지판(210)의 일측에 연결되어, 상기 링크부(230)의

- 제3링크(233)가 수평 왕복 이동함에 따라, 인장 변위가 변화되도록 구성된다.
- [139] 이는, 상기 보조 스프링(240)이 최초 설치될 시에 최대 인장 또는 최대 압축된 상태로 설치되어, 상기 상부레일가드(120) 및 하부레일가드(110)의 상하 상대운동에 의해, 초기의 인장 또는 압축변위가 완화되도록 구비되는 것을 의미한다.
- [140] 즉, 본 발명의 진동 절연 시스템에 상하 진동이 전달되면, 상부레일가드(120)가 상하 이동하게 되며, 상기 상부레일가드(120)의 고정판(121)에 고정된 제1링크(231)도 함께 상하 이동하게 되어, 상기 제1링크(231)와 연결된 제2링크(232)에 동작하여 상기 제3링크(233)를 수평 왕복 이동시키게 되는 것이다.
- [141] 여기서, 도 5를 참조하면, 보조 스프링(240)은 상기 보조 스프링(240)이 갖는 포텐셜에너지의 변화곡선인 곡선 (B)와 같이, 본 발명의 진동 절연 시스템에 가해지는 진동의 크기에 따라 보조 스프링(240)이 갖는 포텐셜에너지는 변화하게 된다.
- [142] 즉, 상기 보조 스프링(240)은 본 발명의 진동 절연 시스템에 상하 진동이 없는 정적 부하 상태인 중립위치에서는 최대 인장된 상태이기 때문에, 상기 보조 스프링(240)이 갖는 포텐셜에너지는 최대의 크기를 유지한다. 상기 진동 절연 시스템에 상하 진동이 전달되는 경우에는, 보조 스프링(240)의 인장 변위가 상기 중립위치에서의 인장 변위보다 줄어들게 된다. 이에 따라, 보조 스프링(240)이 갖는 포텐셜에너지는 최대 인장 상태에서 벗어나게 되어 그 포텐셜에너지가 감소하게 되는 것이다.
- [143] 한편, 도 25는 도 15와 도 16의 수직으로 설치된 메인 스프링(140)이 장착된 진동 절연 시스템의 동작원리를 간략히 나타낸 개략도이며, 도 26은 도 17과 도 18의 수평으로 설치된 메인 스프링(140)이 장착된 진동 절연 시스템의 동작원리를 간략히 나타낸 개략도이다.
- [144] 여기서, 도 25와 도 26에서의 각 (a)는 진동 절연 시스템으로 전달되는 진동 중 상부방향으로의 진동으로 인하여 상부레일가드(120)가 상향 운동하였을 때의, 메인 스프링(140)과 보조 스프링(240) 및 링크부(230)가 동작되는 구성을 개략적으로 나타낸 도면이고, 각 (b)는 상기 진동 절연 시스템으로 전달되는 진동이 없을 경우, 상기 메인 스프링(140)과 보조 스프링(240)이 중립위치에 자리하고 있는 구성을 나타낸 도면이며, 각 (c)는 상기 진동 절연 시스템으로 전달되는 진동 중 하부방향으로의 진동으로 인하여 상부레일가드(120)가 하향 운동하였을 때의, 메인 스프링(140)과 보조 스프링(240) 및 링크부(230)가 동작되는 구성을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [145] 먼저, 도 25를 참고하면, (b)와 같이 상기 진동 절연 시스템에 진동이 전달되지 않을 경우에는, 도 5에 도시된 바와 같이 메인 스프링(140)과 보조 스프링(240)은 상기 중립위치에 위치하여, 메인 스프링(140)이 갖는 포텐셜에너지는 최소치를 유지하며, 보조 스프링(240)이 갖는 포텐셜에너지는 최대치를 유지하게 된다.

- [146] 물론, 보조 스프링(240)이 갖는 포텐셜에너지가 최대치이지만, 메인 스프링(140)과 보조 스프링(240)의 포텐셜에너지의 합, 즉 전체 진동 절연 시스템의 포텐셜에너지의 합이 최소치가 되기 때문에, 이와 같은 중립위치를 유지할 수 있는 것이다.
- [147] 여기서, 상기 중립위치는, 메인 스프링(140)은 정적 처짐 상태에 있으며, 보조 스프링(240)은 최대 인장변위를 유지한 상태 즉, 상기 링크부(230)의 제2링크(232)와 제3링크(233)가 수평을 이루고 있는 상태를 의미한다.
- [148] 이때, 본 발명의 진동 절연 시스템이 장착된 시트에 체중이 다른 운전자가 착석할 경우, 상기 메인 스프링(140)과 보조 스프링(240)의 변위에 영향을 미치게 되어 중립위치에 변화를 가져오게 된다.
- [149] 이와 같이, 운전자의 체중에 따라 상기 중립위치에 변화가 발생하면, 메인 스프링(140)의 최소 포텐셜에너지 위치와 보조 스프링(240)의 최대 포텐셜에너지의 위치가 일치하지 않으므로, 진동 절연 시스템 본래의 특성을 극대화할 수가 없다.
- [150] 따라서, 본 발명에 따른 진동 절연 시스템을 적용할 시에는 체중에 관계없이 상기 메인 스프링(140)과 보조 스프링(240)의 최소 포텐셜에너지 위치와 최대 포텐셜에너지 점이 중립위치에서 일치하도록 전체 진동 절연 시스템을 설계하는 것이 필요하다.
- [151] 한편, 도 25의 (a)와 같이 본 발명의 진동 절연 시스템에 상부방향으로의 진동이 가해졌을 때에는, 상부레일가드(120)가 상승하므로 메인 스프링(140)은 본연의 탄성력에 의해 중립위치에서 보다 압축변위가 감소하게 되며, 보조 스프링(240)의 변위는 상기 상부레일가드(120)와 연결된 링크부(230)에 의해 인장 변위가 중립위치에서보다 줄어들게 된다.
- [152] 따라서, 상기 메인 스프링(140)의 압축변위가 줄어들고 보조 스프링(240)의 인장변위가 줄어드는 경우에는, 도 5에 도시된 바와 같이 메인 스프링(140)은 부가되는 진동의 크기에 대응하여 포텐셜에너지가 증가하게 되며, 보조 스프링(240)은 부가되는 진동의 크기에 대응하여 중립위치에서 최대치로 갖고 있던 포텐셜에너지가 감소하게 되는 것이다.
- [153] 또한, 도 25의 (c)와 같이 본 발명의 진동 절연 시스템에 하부방향으로의 진동이 가해졌을 때에는, 상부레일가드(120)가 하향하므로 메인 스프링(140)의 압축변위는 상부레일가드(120)에 의해 압축이 심화되어 중립위치보다 압축변위가 증가하며, 보조 스프링(240)은 상기 링크부(230)에 의해 인장변위가 감소하게 되어 중립위치에서보다 인장 변위량이 줄어들게 된다.
- [154] 따라서, 이 경우에는 도 5에 도시된 바와 같이 메인 스프링(140)은 부가되는 진동의 크기에 비례하여 포텐셜에너지가 증가하게 되며, 보조 스프링(240)은 부가되는 진동의 크기에 대응하여 포텐셜에너지가 감소하게 되는 것이다.
- [155] 즉, 상기 부강성 장치(200)는, 상기 메인 스프링(140)이 압축 또는 인장 변위량에 따라 상기 메인 스프링(140)의 포텐셜 에너지(Potential Energy)의

변화가 증가하는데 반하여, 상기 보조 스프링(240)이 갖는 포텐셜에너지는 상기 변위량에 따라 감소하는 변화가 발생하도록 구비되는 것을 의미한다.

[156] 이와 같이, 수직형 메인 스프링(140)은 본 발명의 진동 절연 시스템에 가해지는 상하 진동이 없을 경우에는 최소치의 포텐셜에너지를 보유하며, 상기 상하진동이 가해졌을 때에는 그 길이가 압축되거나 인장되면서, 포텐셜에너지는 항상 증가하게 된다.

[157] 반면에, 보조 스프링(240)은 본 발명의 진동 절연 시스템에 가해지는 상하 진동이 없을 경우에는 최대치의 포텐셜에너지를 보유하며, 상기 상하진동이 가해졌을 때에는 그 길이가 항상 압축되기 때문에, 포텐셜에너지는 항상 감소하게 된다.

[158] 따라서, 상기 메인 스프링(140)과 보조 스프링(240)이 갖는 포텐셜에너지의 합인 곡선(도 5의 (C))은 메인 스프링(140)만 가지는 진동절연 시스템의 포텐셜에너지 곡선(도 5의 (A))보다 변위에 따른 변화율이 적게 된다.

[159] 다음으로, 메인 스프링(140)으로 사용하는 스프링이 수평형인 경우, 도 26을 참고하면, (b)와 같이 상기 진동 절연 시스템에 진동이 전달되지 않을 경우에는, 도 5에 도시된 바와 같이 메인 스프링(140)과 보조 스프링(240)은 상기 중립위치에 위치하게 되어, 메인 스프링(140)이 갖는 포텐셜에너지는 최소치를 유지하며, 보조 스프링(240)이 갖는 포텐셜에너지는 최대치를 유지하게 된다.

[160] 여기서, 도 26의 (a)와 같이 본 발명의 진동 절연 시스템에 상부방향으로의 진동이 가해졌을 때에는, 상부레일가드(120)가 상승하므로 메인 스프링(140)은 지지링크(130)에 의해, 즉 X자 형태의 링크가 상하방향으로 늘어나면서 메인 스프링(140)의 길이 방향으로는 늘려져서, 인장변위가 중립위치에서보다 줄어들며, 보조 스프링(240)은 상기 링크부(230)에 의해 인장변위가 중립위치에서보다 줄어들게 된다.

[161] 따라서, 이 경우에도, 도 5에 도시된 바와 같이, 메인 스프링(140)은 부가되는 진동의 크기에 대응하여 포텐셜에너지가 증가하게 되며, 보조 스프링(240)은 부가되는 진동의 크기에 대응하여 중립위치에서 최대치로 갖고 있던 포텐셜에너지가 감소하게 되는 것이다.

[162] 또한, 도 26의 (c)와 같이 본 발명의 진동 절연 시스템에 하부방향으로의 진동이 가해졌을 때에는, 상부레일가드(120)가 하향하므로 메인 스프링(140)은 지지링크(130)에 의해, 즉 X자 형태의 링크가 상하 방향으로 오무러지면서 메인 스프링(140)의 길이 방향으로는 늘어나게 되면서, 인장변위가 중립위치보다 늘어나며, 보조 스프링(240)은 상기 링크부(230)에 의해 인장변위가 중립위치에서보다 줄어들게 된다.

[163] 따라서, 상기 메인 스프링(140)은 인장변위가 증가되며, 보조 스프링(240)은 인장변위가 감소하게 되어, 도 5에 도시된 바와 같이 메인 스프링(140)은 부가되는 진동의 크기에 대응하여 포텐셜에너지가 증가하게 되며, 보조 스프링(240)은 부가되는 진동의 크기에 대응하여 중립위치에서 최대치로 갖고

있던 포텐셜에너지가 감소하게 되는 것이다.

- [164] 이와 같이, 상기 수평형 메인 스프링(140)은 본 발명의 진동 절연 시스템에 가해지는 상하 진동이 없을 경우에는 최소치의 포텐셜에너지를 보유하며, 상기 상하진동이 가해졌을 때에는 그 길이가 인장되거나 압축되면서, 포텐셜에너지는 항상 증가하게 된다.
- [165] 반면에, 보조 스프링(240)은 본 발명의 진동 절연 시스템에 가해지는 상하 진동이 없을 경우에는 최대치의 포텐셜에너지를 보유하며, 상기 상하진동이 가해졌을 때에는 그 길이가 항상 압축되기 때문에, 포텐셜에너지는 항상 감소하게 된다.
- [166] 따라서, 상기 수평형 메인 스프링을 갖는 경우에도 메인 스프링(140)과 보조 스프링(240)이 갖는 포텐셜에너지의 합은, 위에서 도 25를 이용하여 설명한 수직형 서스펜션 시스템의 경우와 동일하게 포텐셜에너지의 변화율이 감소하는 특성을 가지게 된다.
- [167] 상술한 바와 같이, 상기 메인 스프링(140)의 형태가 수직형이거나 수평형인 것에는 무관하게, 본 발명의 진동 절연 시스템의 포텐셜에너지의 변위에 대한 변화율이 감소하게 되어, 상기 진동 절연 시스템의 고유진동수를 낮출 수 있으며, 설계치에 따라 고유진동수를 1Hz 이하까지도 낮출 수가 있는 것이다.
- [168] 즉, 본 발명에 따른 진동 절연 시스템은, 선형 스프링을 사용한 상기 보조 스프링(240)의 포텐셜에너지의 변화량이 전체 시스템의 포텐셜에너지 변화율을 감소시켜, 상기 전체 시스템의 운동에너지에 대한 포텐셜에너지의 시간당 교환율이 감소되어, 상기 진동 절연 시스템의 고유진동수를 1Hz 이하로 낮출 수 있는 것을 의미한다.
- [169] 한편, 본 발명의 진동 절연 시스템은 메인 스프링(140)과 보조 스프링(240) 및 상부레일가드(120)와 보조 스프링(240)을 연결하는 링크부(230)의 각각의 형태와 설치되는 위치는, 다양하게 변경하여 설계할 수 있음은 물론이며, 다양한 변경을 통하여, 본 발명은 부강성 선형스프링을 사용하여 전체 시스템의 포텐셜에너지 변화율을 감소시켜 상기 진동 절연 시스템의 고유진동수를 낮출 수 있게 된다.
- [170] 여기서, 도 27 내지 38은 본 발명의 진동 절연 시스템에 구비되는 메인 스프링의 형태(인장스프링 또는 압축스프링의 여부), 보조 스프링의 형태(인장스프링, 압축스프링, 판스프링의 여부), 링크부의 형태(1단, 2단, 3단의 구분 또는 각절형, 원통형의 여부), 링크부의 설치위치(상부레일가드, 하부레일가드 또는 상부레일가드와 하부레일가드의 사이 등)에 변화를 주어, 본 발명의 진동 절연 시스템의 구성을 나타낸 도면이다.
- [171] 도 27 내지 38을 참조하면, 메인 스프링과 보조 스프링이 압축 스프링이거나 인장 스프링인 것을 포함하여, 링크부의 형태와 설치위치와는 무관하게, 본 발명의 진동 절연 시스템이 갖는 포텐셜에너지의 변화가 완만하게 이루어짐으로써, 상기 진동 절연 시스템의 고유진동수를 낮출 수 있으며,

설계치의 요구에 따라 상기 고유진동수를 1Hz 이하로 하여 0Hz에 가깝게 감소시킬 수 있다.

- [172] 도 27-32은 메인 스프링이 수직하게 설치된 경우를 도시한다. 도 27-30에서는 압축 스프링이 보조 스프링으로 사용되어, 중립위치에서 압축 스프링이 최대로 압축된다. 도 31-32에서는 인장 스프링이 보조 스프링이 사용되어, 중립위치에서 인장 스프링이 최대로 인장된다. 도 6-13을 참조하여 부강성 장치의 다양한 구성을 살펴보았기 때문에, 당업자는 도 27-32의 구성을 용이하게 이해할 수 있을 것이므로 구체적인 설명은 생략하기로 한다.
- [173] 한편, 상술한 바와 같이 본 발명의 진동 절연 시스템은 각종 차량에 구비되는 운전자용 시트에 적용되는 진동 절연 시스템으로 한정하여 설명하였으나, 이에 한정되지 않으며, 도로 주행시에 발생하는 진동을 억제하는 차량 서스펜션 시스템이나 기계를 지지하는 기계 지지 시스템 등에도 동일하게 적용될 수 있다.
- [174] 예컨대, 도 19 내지 도 22에 나타낸 바와 같이 본 발명의 진동 절연 시스템(400)의 동작원리가 적용된 상기 부강성 장치(500)가 차량의 차륜축(610)의 일측부에 장착되어 상기 차량의 타이어나부터 전달되는 진동 또는 충격을 절연시킬 수 있는 구성을 구현할 수 있다.
- [175] 또한, 본 진동 절연 시스템(400)은 상기와 같이 차량이 아닌, 진동을 유발하는 기계류의 경우 도 23과 도 24에 도시된 바와 같이 기계에서 발생하는 진동이나 소음을 저감하기 위하여 상기 기계와 상기 기계의 중량을 지지하는 지지대 사이에서도 적용이 가능하다. 이때, 상기 제1대상체(710)의 상부에는 상기 기계가 위치할 수 있으며, 상기 제2대상체(720)의 하부에는 상기 지지대가 위치할 수 있다.
- [176] 여기서, 상기 제1대상체(710) 및 제2대상체(720)의 상하 상대운동에 의한 메인 스프링(730)의 인장 변위량에 따라 상기 메인 스프링(730)이 갖는 포텐셜에너지의 변화가 증가하는데 반하여, 부강성 장치(500)의 보조 스프링이 갖는 포텐셜에너지는 상기 변위량에 대응하여 감소하는 변화가 발생되도록 구비된다.
- [177] 상기 차량의 차륜축의 일측부에 장착된 진동 절연 시스템과 상기 기계와 기계의 지지대 사이에 장착된 진동 절연 시스템에 있어서, 상기 보조 스프링의 포텐셜에너지의 변화량이 전체 시스템의 포텐셜에너지 변화율을 감소시켜, 상기 시스템의 고유진동수를 낮추는 동작원리에 대해서는, 도 4를 참조하여 상기에서 설명한 본 발명의 진동 절연 시스템의 동작원리와 동일하므로, 이하 부가적인 설명은 생략한다.
- [178] 정리해 보면, 본 발명은 변위에 따른 시스템의 포텐셜에너지 변화율을 낮게 유지하기 위하여 기존의 시스템에 부강성 장치를 사용한다. 메인 스프링 만을 사용하는 기존의 또는 설계되는 진동 절연장치에 적용되는 부강성 장치는 부강성 장치의 스프링 변위가 제1대상체(질량)와 제2대상체(지지대) 사이의 상대변위와 직각을 이루도록 병렬로 장착될 수 있다(도 4).

- [179] 이 때 부강성 장치는 선형 스프링과 그 스프링의 변위를 제1대상체와 제2대상체간의 상대변위와 연동시키는 링크를 포함할 수 있다. 여기서, 상기 보조 스프링은, 최초 설치시 인장 또는 압축된 상태로 설치되어, 상기 제1대상체 및 제2대상체의 상대운동에 의해 초기의 인장 또는 압축변위가 완화될 때 보조 스프링의 포텐셜에너지가 감소하도록 구성되어야 한다. 상기 기존 시스템 메인 스프링의 압축 또는 인장 변위량에 따라 상기 메인 스프링의 포텐셜에너지(Potential Energy)의 변화가 증가하는데 반하여, 상기 보조 스프링이 갖는 포텐셜에너지는 변위량에 따라 감소하여 두 에너지의 합인 시스템 전체에너지는 그 변화율이 낮아지게 되어, 진동 절연 시스템의 고유진동수는 아주 낮은 상태를 유지할 수 있게 된다. 앞선 실시 예에서는 인장 스프링과 압축 스프링이 보조 스프링으로 사용되는 경우만을 설명하였으나, 인장 스프링이나 압축 스프링 이외의 다양한 스프링 또는 다른 탄성부재들이 사용될 수 있음은 자명하다.
- [180] 부강성 장치는 상기 제1대상체의 일측부에 고정되어 제1대상체의 움직임에 따라 함께 상하 운동을 하는 상하운동 링크(제1링크:521), 상기 제1링크의 상하 움직임을 보조 스프링의 수평변위로 변환하는 링크(제2링크:522), 제1링크에서 제2링크를 거쳐 스프링의 수평왕복 변위를 가능케하는 스프링 안내링크(제3링크:523), 제3링크의 왕복운동을 구속하는 지지부(가이드:530)으로 구성되는 것이 일반적인 형태이다. 기존 시스템의 구조에 따라 제3링크가 생략된 구조(도 8, 도 9), 제3링크가 생략되고 제1링크와 제2링크가 하나로 결합된 형태(도 10), 스프링이 제3링크와 제1링크의 역할을 대신하는 형태(도 12), 제1링크와 제2링크가 결합된 형태(도 13) 등 다양한 형태로 설계될 수 있다.
- [181] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재될 청구범위의 균등 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

청구범위

- [청구항 1] 제 1 대상체와 제 2 대상체 사이에 연결되어 상기 제1대상체와 제2대상체 사이의 상대운동에 의해 서로 간에 전달되는 진동을 절연시키는 메인 스프링이 구비되는 진동 절연 시스템에 추가 설치되는 진동 절연 시스템의 부강성 장치에 있어서, 최초 설치시 최대로 인장되거나 또는 최대로 압축된 상태로 설치되어, 상기 제1대상체와 제2대상체의 상대운동에 따라서, 초기의 최대 인장변위 또는 최대 압축변위가 완화되는 보조 스프링을 구비한 진동 절연 시스템의 부강성 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 제1대상체와 제2대상체의 사이에 위치하며, 일단부는 상기 제1대상체의 일측면에 고정 설치되어 상기 제1대상체의 상하 움직임에 따라 함께 이동하는 링크부; 상기 제1대상체와 제2대상체의 사이에 위치하며, 일단부는 상기 제2대상체의 일측면에 고정 설치되는 지지부를 더 구비하며, 상기 보조 스프링은, 그 일단이 상기 링크부의 타단부에 연결되며, 그 타단은 상기 지지부의 타단부에 연결되는 것을 특징으로 하는, 진동 절연 시스템의 부강성 장치.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서, 상기 메인 스프링의 압축 또는 인장 변위량에 따라, 상기 메인 스프링이 갖는 포텐셜에너지(Potential Energy)는 중립상태보다 증가하고, 상기 보조 스프링이 갖는 포텐셜에너지는 상기 변위량에 따라 중립상태보다 항상 감소하는 변화가 발생하도록 구비되어, 상기 진동 절연 시스템의 운동에너지에 대한 포텐셜에너지의 시간당 교환율이 감소됨으로써 상기 진동 절연 시스템의 고유진동수를 1Hz 이하인 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템의 부강성 장치.
- [청구항 4] 제 2 항에 있어서, 상기 보조 스프링은, 제 1 대상체 및 제 2 대상체의 상대운동 방향과 직각 방향으로 설치되는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템의 부강성 장치.
- [청구항 5] 제 2 항에 있어서, 상기 링크부는, 상기 제 1 대상체의 일측부에 고정되어 제 1 대상체의 움직임에 따라 함께 상하 운동을 하는 제 1 링크, 상기 제1 링크의 상하 움직임을 상기 보조 스프링의 수평 변위로 변환하는 제 2 링크,

제 2 링크와 연결되어, 상기 보조 스프링의 수평 왕복 변위를 가능케 하고, 상기 지지부의 일부에 의해 그 왕복 운동이 가이드되는 제 3 링크를 포함하는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템의 부강성 장치.

[청구항 6]

제 1 대상체와 제 2 대상체 사이에 연결되어 상기 제1대상체 또는 제2대상체 사이의 상대운동에 의해 전달되는 진동을 절연시키는 메인 스프링과,

상기 제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 기재된 진동 절연 시스템의 부강성 장치를 포함하는 진동 절연 시스템.

[청구항 7]

제 1 대상체에 고정 설치되는 상부레일가드;

상기 상부레일가드의 하부에 위치하며 제 2 대상체에 고정 설치되는 하부레일가드;

상기 상부레일가드과 하부레일가드의 사이에 연결되어 상기 하부레일가드를 중심으로 상기 상부레일가드를 상하 이동시키는 지지링크;

상기 상부레일가드와 하부레일가드의 사이에 연결되거나 또는 상기 지지링크의 일측에 연결되어, 상기 제1대상체 및

제2대상체로부터 전달되는 진동을 완충시키는 메인 스프링;

상기 제 2 대상체 또는 상기 하부레일가드의 상부에 고정 설치되는 지지판; 상기 지지판의 일측면에 고정 설치되며, 가이드부를

구비하는 링크하우징; 상기 가이드부에 삽입되며 상기 가이드부 내에서 슬라이딩되어 수평 왕복 이동이 가능하도록 구비되는

제3링크와, 상기 상부레일가드의 일측부에 고정되어 상기 상부레일가드의 움직임에 따라 함께 상하 이동되도록 구비되는

제1링크와, 상기 제1링크의 상하 움직임에 의해 상기 제3링크가 수평 왕복 이동되도록 상기 제3링크와 제1링크를 연결하는

제2링크를 포함하는 링크부; 및 상기 링크부의 일측에 일단부가 연결되며, 타단부는 상기 지지판의 일측에 연결되는 보조

스프링을 포함하는 부강성 장치를 구비하는 차량 운전자 의자용 진동 절연 서스펜션 시스템.

[청구항 8]

제 7항에 있어서,

상기 보조 스프링은, 최초 설치시 최대로 인장되거나 또는 최대로 압축된 상태로 설치되어, 상기 상부레일가드 및 하부레일가드의 상대운동에 의해, 초기의 최대 인장변위 또는 최대 압축변위가 완화되도록 구비되는 것을 특징으로 하는 차량 운전자 의자용 진동 절연 서스펜션 시스템.

[청구항 9]

제 8 항에 있어서,

상기 메인 스프링의 압축 또는 인장 변위량에 따라, 상기 메인

스프링이 갖는 포텐셜에너지(Potential Energy)는 중립상태보다 증가하고, 상기 보조 스프링이 갖는 포텐셜에너지는 상기 변위량에 따라 중립상태 보다 항상 감소하는 변화가 발생하도록 구비되어, 상기 진동 절연 시스템의 운동에너지에 대한 포텐셜에너지의 시간당 교환율이 감소됨으로써 상기 진동 절연 시스템의 고유진동수를 1Hz 이하인 것을 특징으로 하는 차량 운전자 의자용 진동 절연 서스펜션 시스템.

[청구항 10]

제 8 항에 있어서,

상기 보조 스프링은, 제 1 대상체 및 제 2 대상체의 상대운동 방향과 직각 방향으로 설치되는 것을 특징으로 하는 차량 운전자의자용 진동 절연 서스펜션 시스템.

[청구항 11]

제1방향으로 상대운동하는 제1, 2대상체 사이에서 전달되는 진동을 완충시키며, 중립위치에서 포텐셜에너지가 최소가 되는 제1탄성부재;

상기 제1, 2대상체의 상대운동에 따라 포텐셜에너지가 변화하는 제2탄성부재; 및

상기 중립위치에서 상기 제2탄성부재의 포텐셜에너지가 최대가 되도록 상기 제1대상체와 상기 제2탄성부재를 연결하는 링크부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.

[청구항 12]

제11항에 있어서,

상기 제1, 2대상체의 상대위치가 상기 중립위치에서 변화함에 따라, 상기 제1탄성부재의 포텐셜에너지는 증가하는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.

[청구항 13]

제11항에 있어서,

상기 제1, 2대상체의 상대위치가 상기 중립위치에서 변화함에 따라, 상기 제2탄성부재의 포텐셜에너지는 감소하는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.

[청구항 14]

제11항에 있어서,

상기 제1, 2탄성부재의 전체 포텐셜에너지는 상기 중립위치에서 최소가 되는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.

[청구항 15]

제14항에 있어서,

상기 제1, 2대상체의 상대위치가 상기 중립위치에서 변화함에 따라, 상기 제1, 2탄성부재의 전체 포텐셜에너지는 증가하는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.

[청구항 16]

제11항에 있어서,

상기 제1탄성부재는 압축 스프링을 포함하는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.

[청구항 17]

제11항에 있어서,

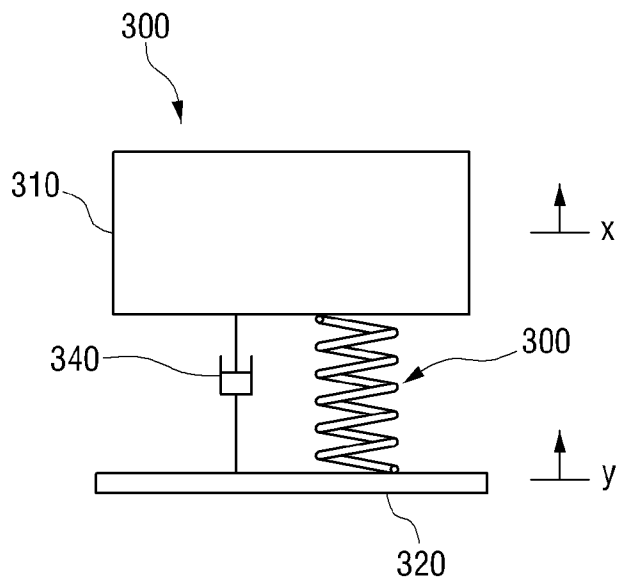
- 상기 제1탄성부재는 인장 스프링을 포함하는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 18] 제11항에 있어서,
상기 제2탄성부재는 상기 중립위치에서 최대로 압축되는 압축 스프링을 포함하는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 19] 제18항에 있어서,
상기 압축 스프링은 상기 제1방향과는 다른 제2방향으로 변위되는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 20] 제19항에 있어서,
상기 제2방향은 상기 제1방향과 수직한 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 21] 제18항에 있어서,
상기 압축 스프링은 회전 가능하게 고정된 일단을 기준으로 회전하면서 변위되는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 22] 제11항에 있어서,
상기 제2탄성부재는 상기 중립위치에서 최대로 인장되는 인장 스프링을 포함하는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 23] 제22항에 있어서,
상기 인장 스프링은 상기 제1방향과는 다른 제2방향으로 변위되는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 24] 제23항에 있어서,
상기 제2방향은 상기 제1방향과 수직한 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 25] 제22항에 있어서,
상기 인장 스프링은 회전 가능하게 고정된 일단을 기준으로 회전하면서 변위되는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 26] 제11항에 있어서, 상기 링크부는,
상기 제1대상체에 고정되어 상기 제1방향으로 이동하는 제1링크;
상기 제1링크에 연결되어 상기 제1링크의 이동방향을 상기 제2방향으로 전환하기 위한 제2링크; 및
일단이 상기 제2링크에 연결되며, 타단이 상기 제2탄성부재의 일단에 연결되는 제3링크;를 포함하고,
상기 제2탄성부재의 타단은 고정되는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 27] 제26항에 있어서,
상기 제2방향은 상기 제1방향과 수직한 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 28] 제26항에 있어서,

- 상기 제2탄성부재는 상기 제2방향으로 변위되는 인장 스프링을 포함하고,
상기 인장 스프링은 상기 중립위치에서 최대로 인장되는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 29] 제26항에 있어서,
상기 제2탄성부재는 상기 제2방향으로 변위되는 압축 스프링을 포함하고,
상기 압축 스프링은 상기 중립위치에서 최대로 압축되는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 30] 제11항에 있어서,
상기 링크부는 상기 제1대상체에 고정되어 상기 제1방향으로 이동하는 제1링크를 포함하고,
상기 제2탄성부재는 압축 스프링으로 포함하고,
상기 압축 스프링의 일단은 상기 제1링크에 연결되고,
상기 압축 스프링의 타단은 회전 가능하게 고정되는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 31] 제30항에 있어서,
상기 압축 스프링은 상기 중립위치에서 최대로 압축되고,
상기 제1, 2대상체의 상대운동에 따라, 상기 압축 스프링은 압축상태를 유지하면서 고정된 상기 압축 스프링의 상기 타단을 기준으로 회전하면서 변위되는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 32] 제11항에 있어서,
상기 링크부는, 상기 제1대상체에 고정되어 상기 제1방향으로 이동하며 만곡부를 구비하는 제1링크를 포함하고,
상기 제2탄성부재의 일단은 상기 제1링크의 상기 만곡부와 접하고,
상기 제2탄성부재의 타단은 고정되는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 33] 제32항에 있어서,
상기 제2탄성부재는 롤러를 통하여 상기 만곡부와 접하는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 34] 제32항에 있어서,
상기 제2탄성부재는 압축 스프링을 포함하고,
상기 제1, 2대상체의 상대운동에 따라, 상기 압축 스프링은 압축상태를 유지하면서 상기 만곡부와 접하는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 35] 제34항에 있어서,

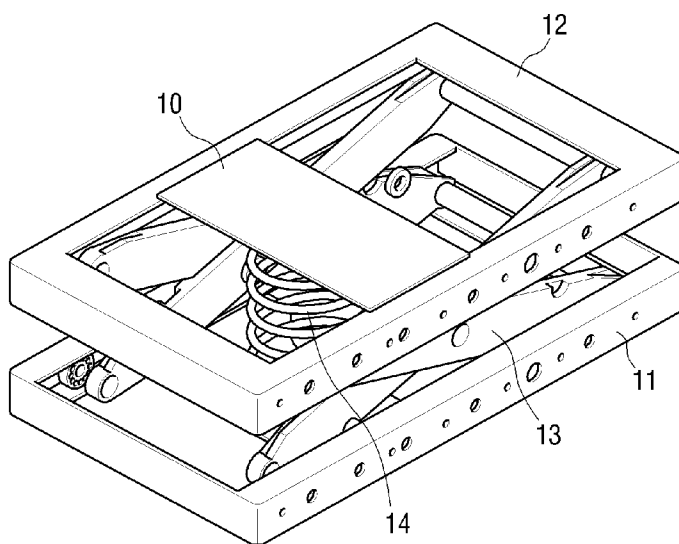
- 상기 만곡부는 상기 중립위치에서 상기 압축 스프링이 최대로 압축되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 36] 제32항에 있어서,
상기 제2탄성부재는 인장 스프링을 포함하고,
상기 제1, 2대상체의 상대운동에 따라, 상기 인장 스프링은 인장상태를 유지하면서 상기 만곡부와 접하는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 37] 제36항에 있어서,
상기 만곡부는 상기 중립위치에서 상기 인장 스프링이 최대로 인장되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 38] 제11항에 있어서, 상기 링크부는,
상기 제1대상체에 회전 가능하게 연결되는 제1링크; 및
상기 제1링크와 연결되어 상기 제1, 2대상체의 상대운동에 따라 회전할 수 있도록 일단이 회전 가능하게 고정되는 제2링크;를 포함하고,
상기 제2탄성부재의 일단은 상기 제2링크의 타단에 연결되며,
상기 제2탄성부재의 타단은 회전 가능하게 고정되는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 39] 제38항에 있어서,
상기 제2탄성부재는 인장 스프링을 포함하고,
상기 제2링크의 상기 일단은, 상기 중립위치에서 상기 인장 스프링이 최대로 인장되는 위치에 배치되는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 40] 제38항에 있어서,
상기 제2탄성부재는 압축 스프링을 포함하고,
상기 제2링크의 상기 일단은, 상기 중립위치에서 상기 압축 스프링이 최대로 압축되는 위치에 배치되는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 41] 제11항에 있어서,
상기 제1, 2대상체 사이의 진동을 감쇄시키는 댐퍼;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 42] 제11항에 있어서,
상기 제2탄성부재의 일단을 고정시키는 지지부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 43] 제11항에 있어서,
상기 진동 절연 시스템의 고유 진동수는 1Hz 이하인 것을 특징으로 하는 진동 절연 시스템.
- [청구항 44] 제11항 내지 제43항 중 어느 한 항에 따르는 진동 절연 시스템을

- [청구항 45] 포함하는 차량 운전자 의자용 진동 절연 서스펜션 시스템.
제11항 내지 제43항 중 어느 한 항에 따르는 진동 절연 시스템을 포함하는 자동차 서스펜션 시스템.
- [청구항 46] 제11항 내지 제43항 중 어느 한 항에 따르는 진동 절연 시스템을 포함하는 기계 지지 시스템.

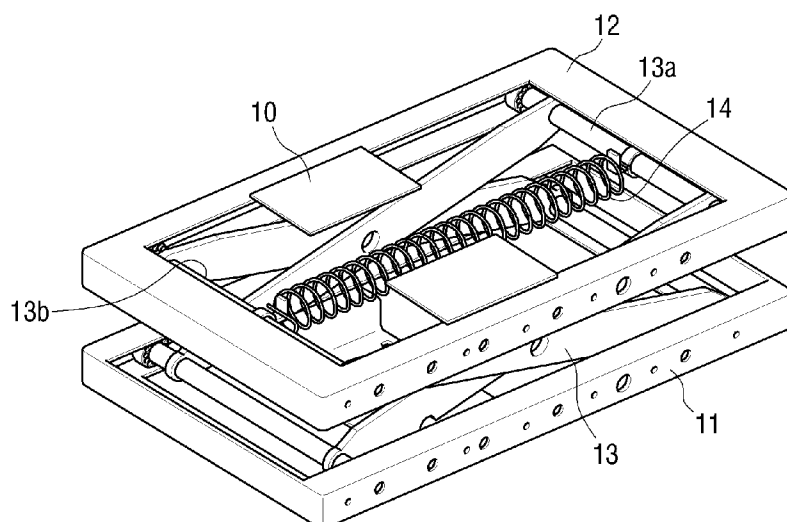
[Fig. 1]



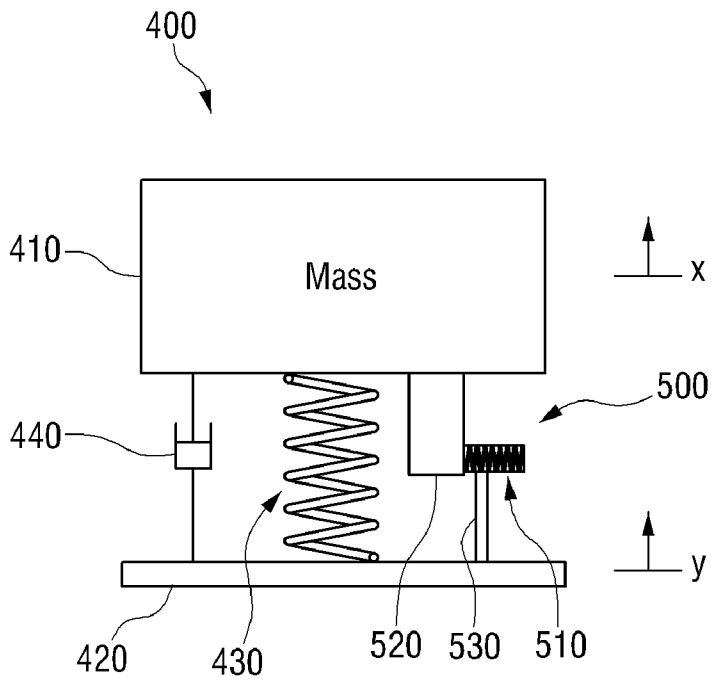
[Fig. 2]



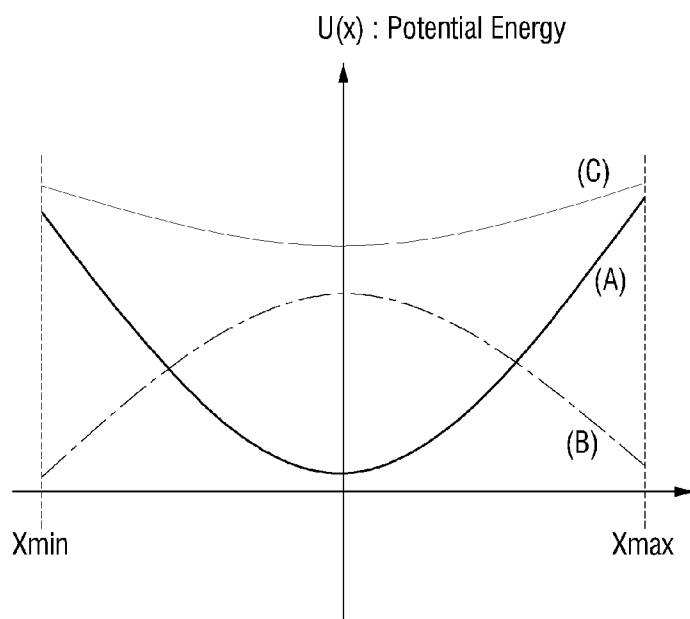
[Fig. 3]



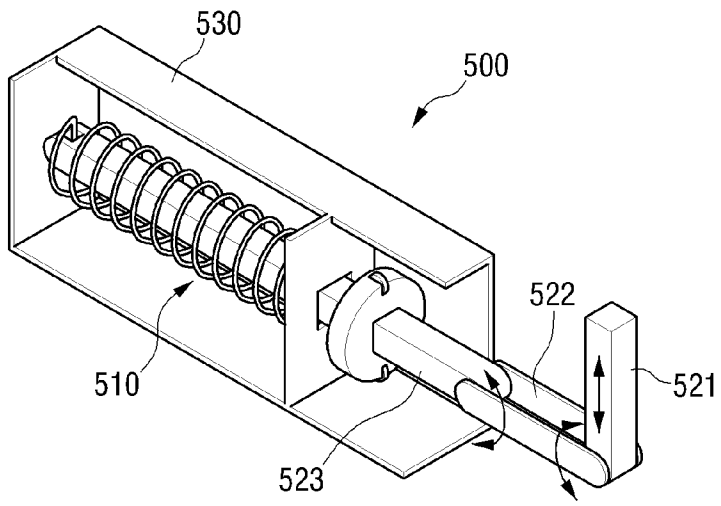
[Fig. 4]



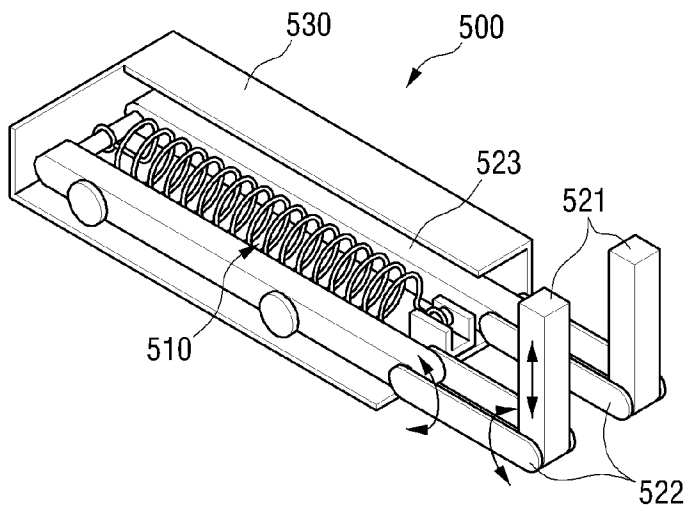
[Fig. 5]



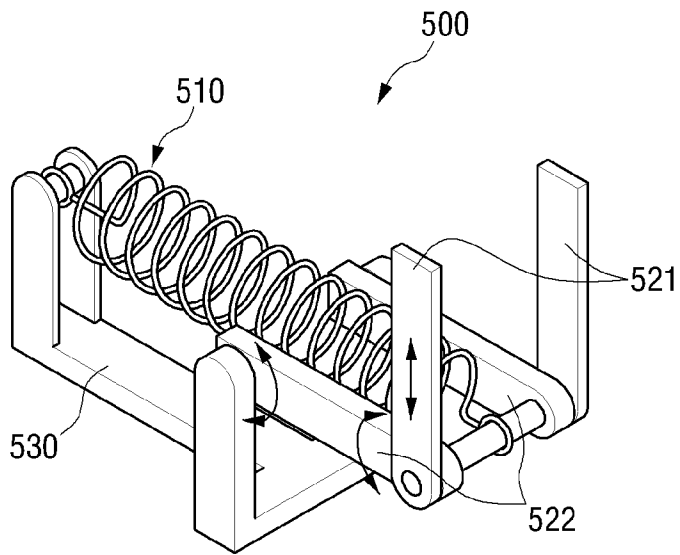
[Fig. 6]



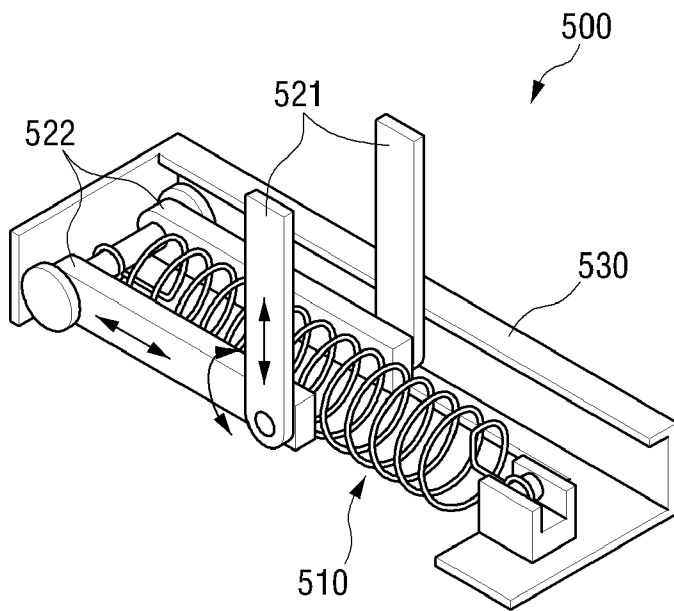
[Fig. 7]



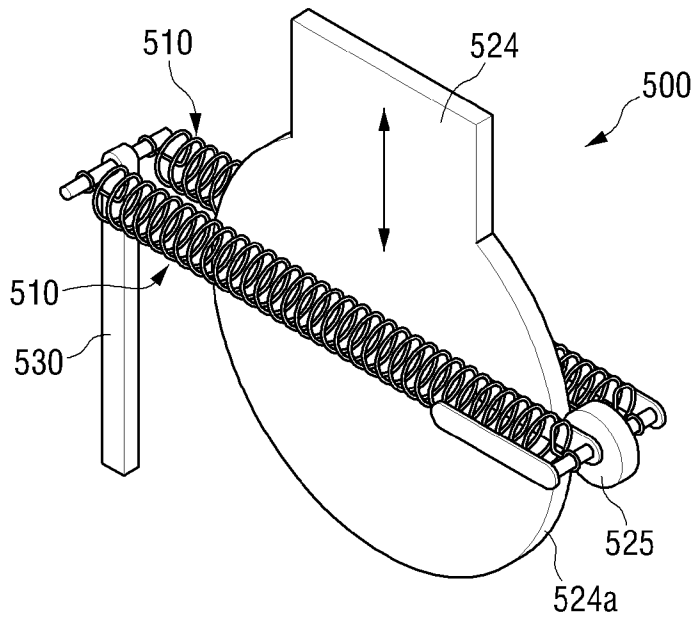
[Fig. 8]



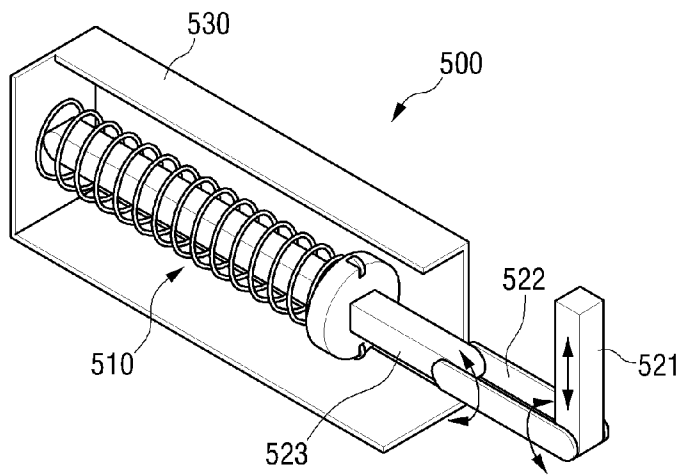
[Fig. 9]



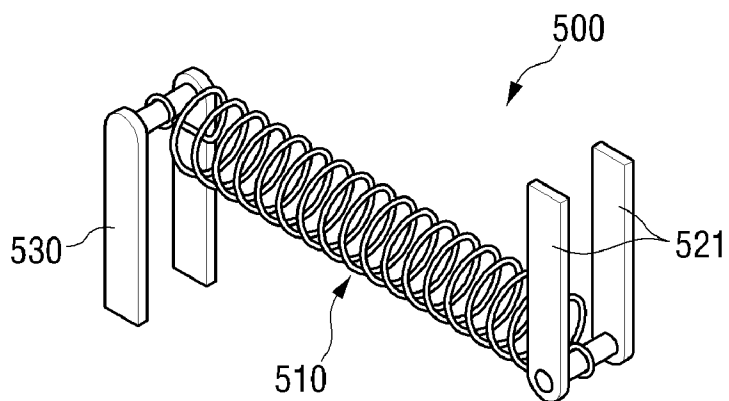
[Fig. 10]



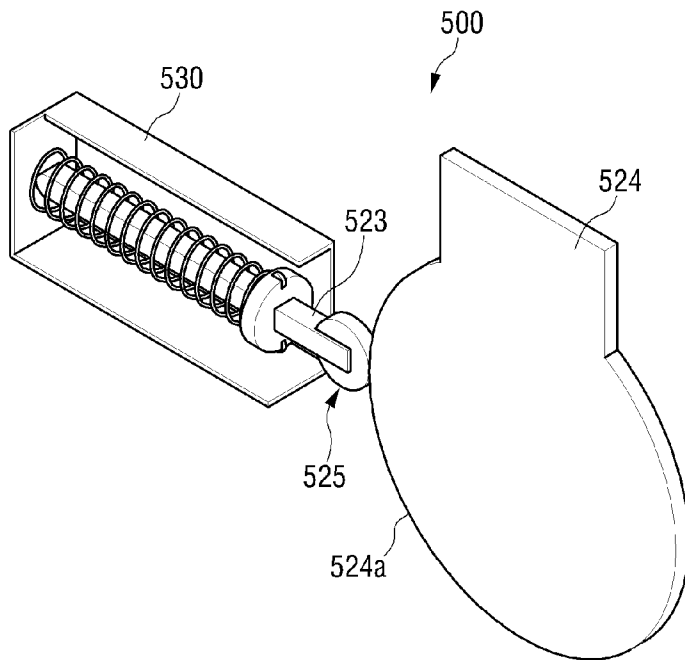
[Fig. 11]



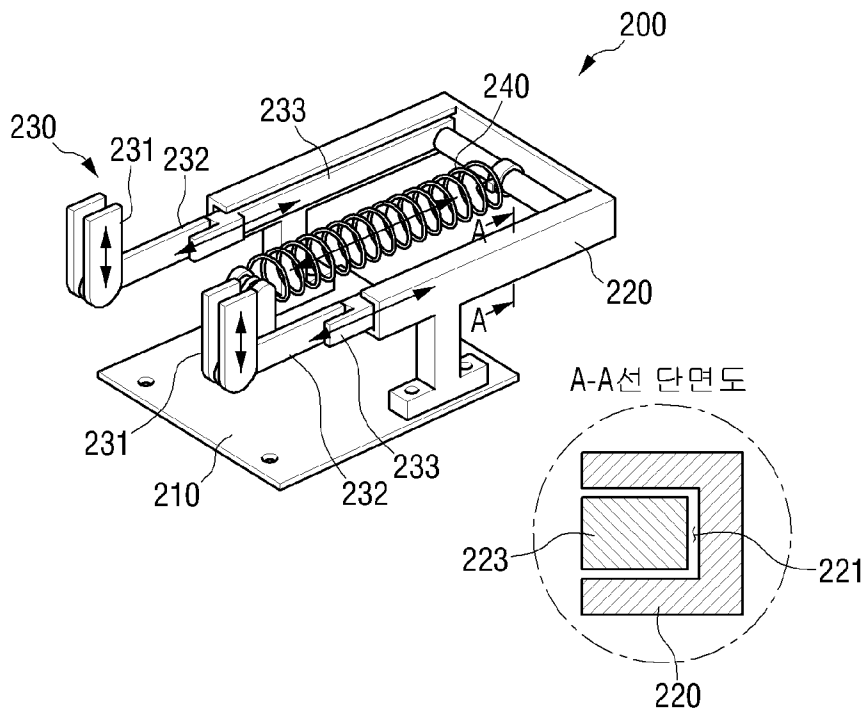
[Fig. 12]



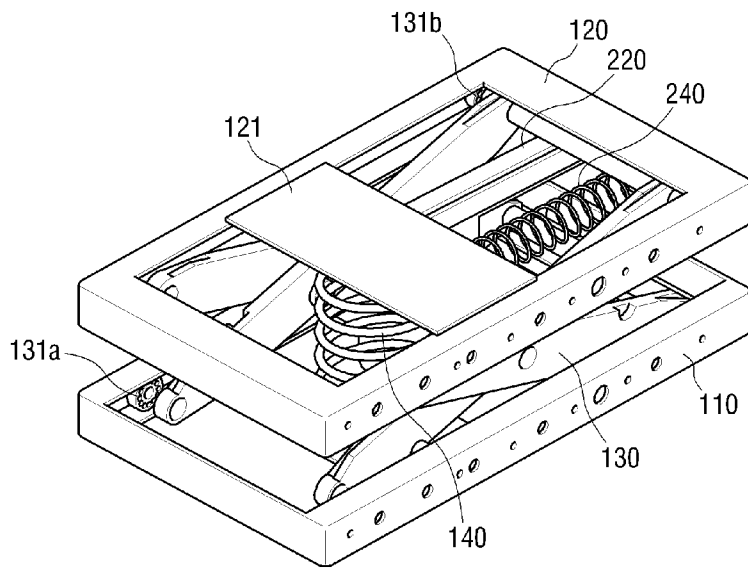
[Fig. 13]



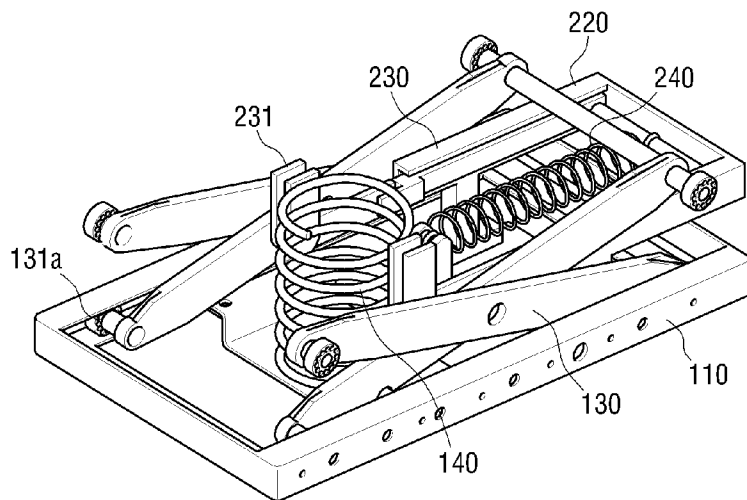
[Fig. 14]



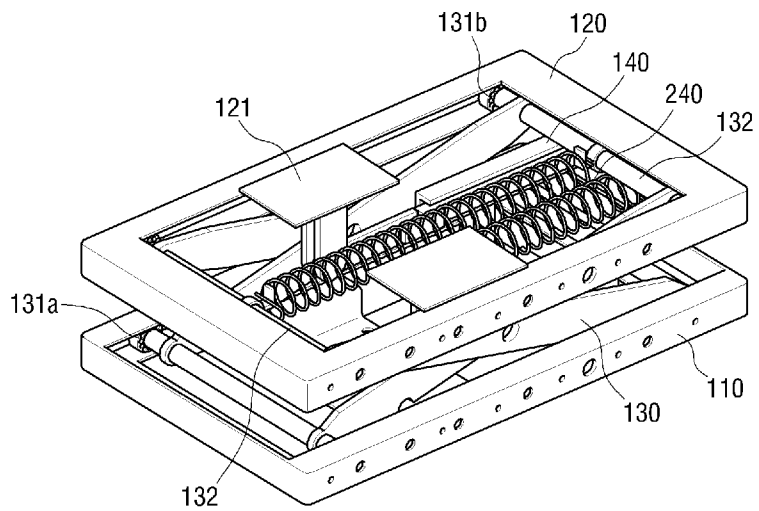
[Fig. 15]



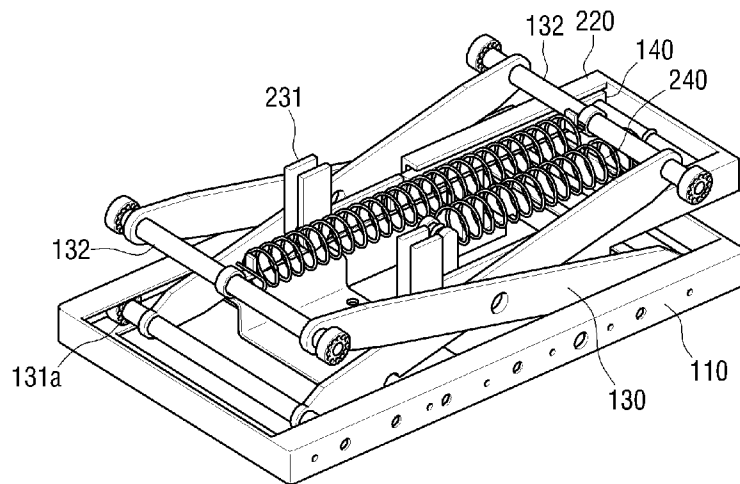
[Fig. 16]



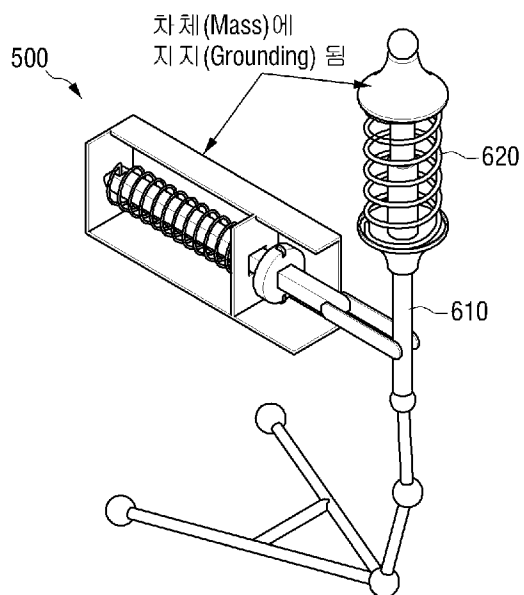
[Fig. 17]



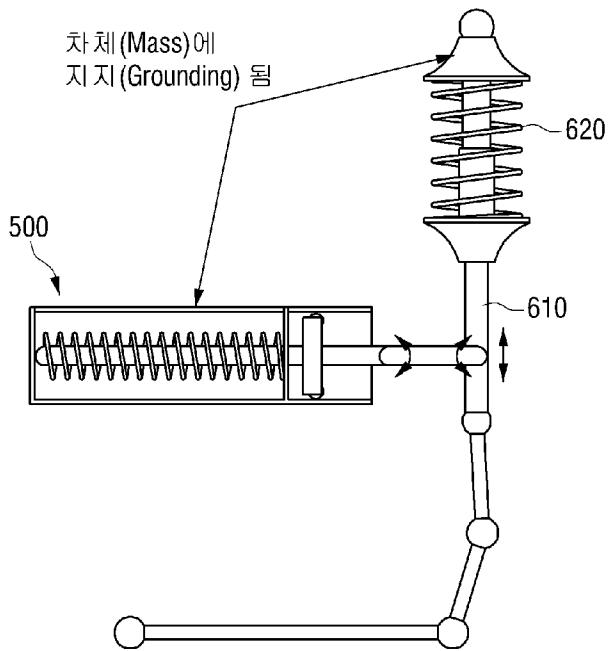
[Fig. 18]



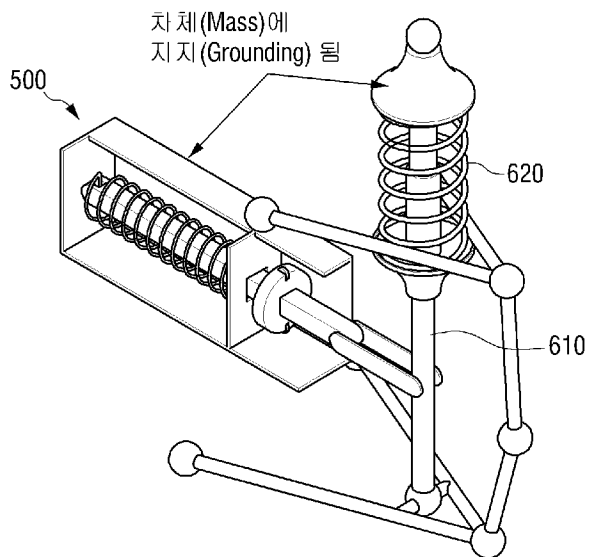
[Fig. 19]



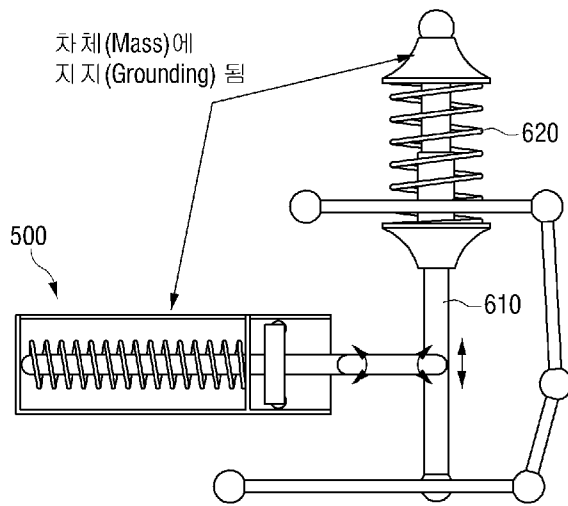
[Fig. 20]



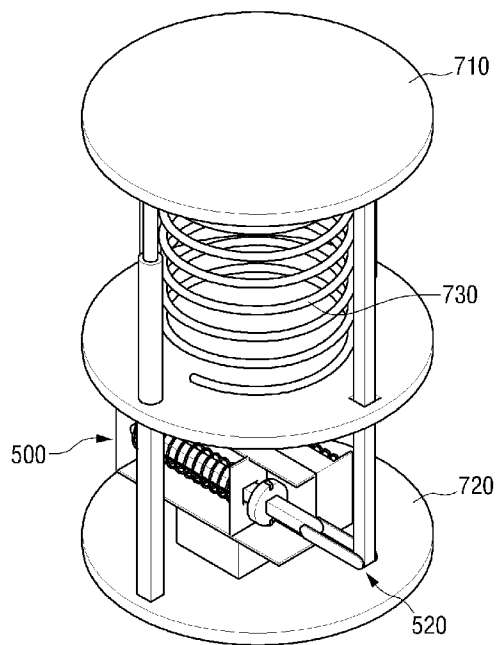
[Fig. 21]



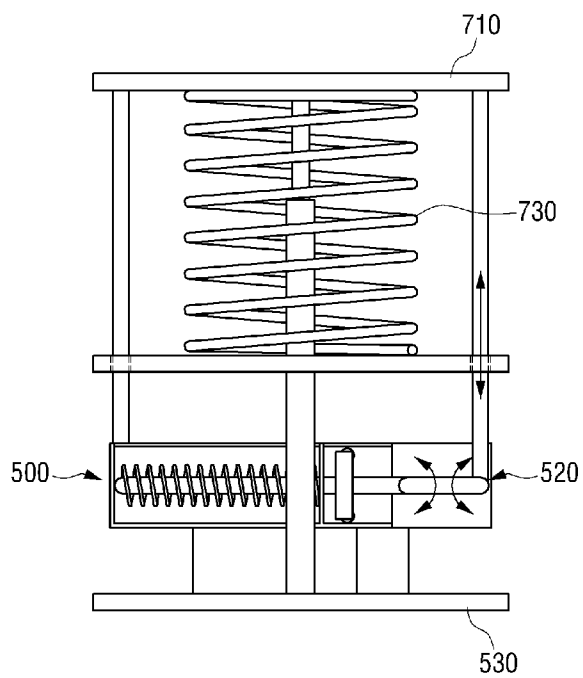
[Fig. 22]



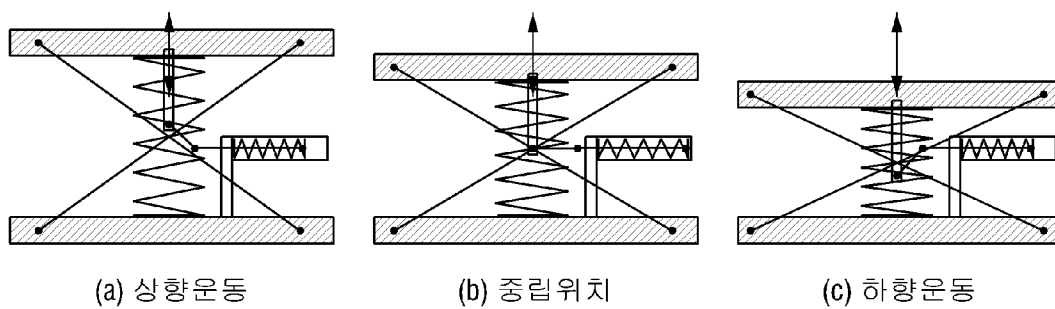
[Fig. 23]



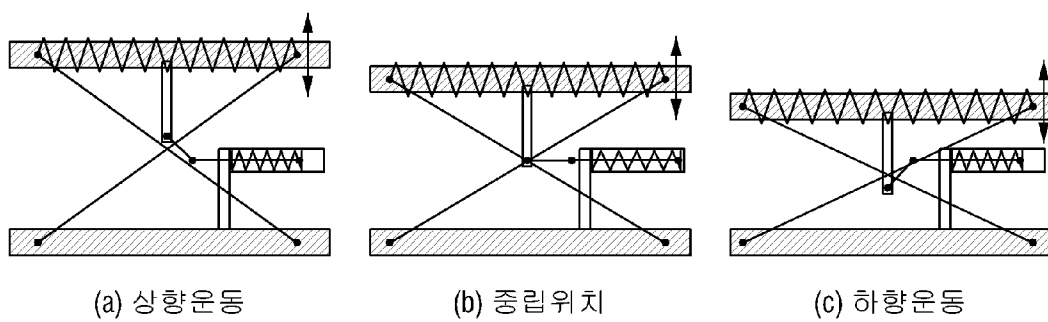
[Fig. 24]



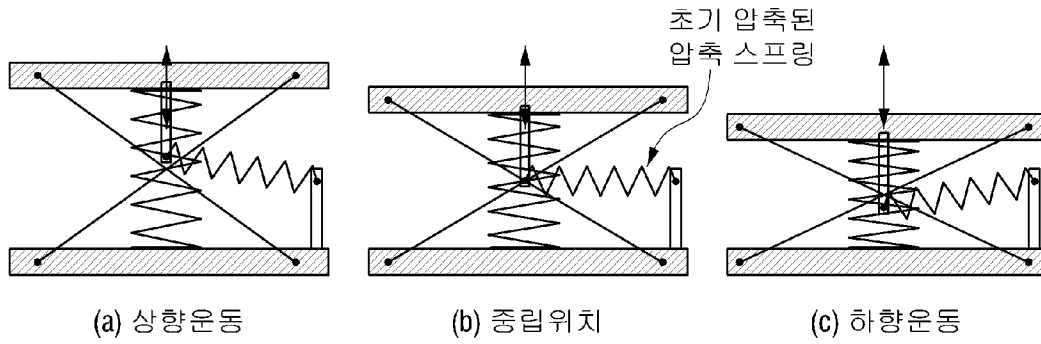
[Fig. 25]



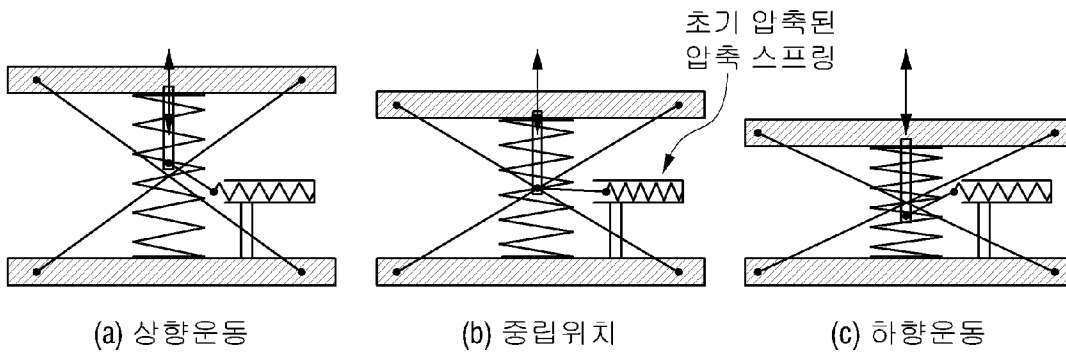
[Fig. 26]



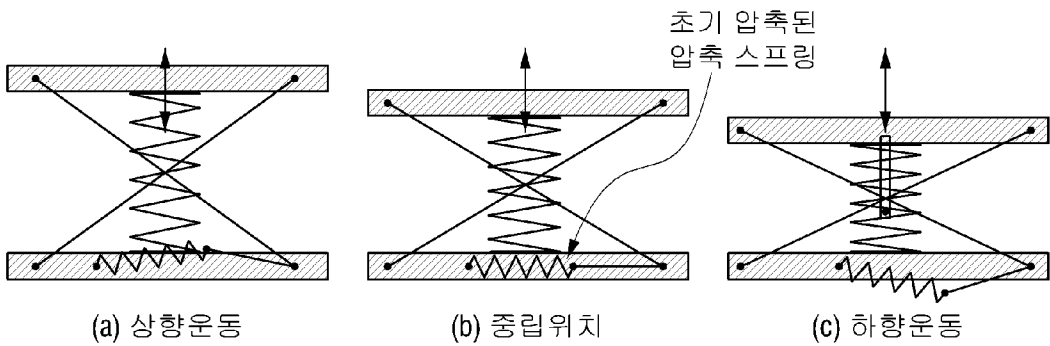
[Fig. 27]



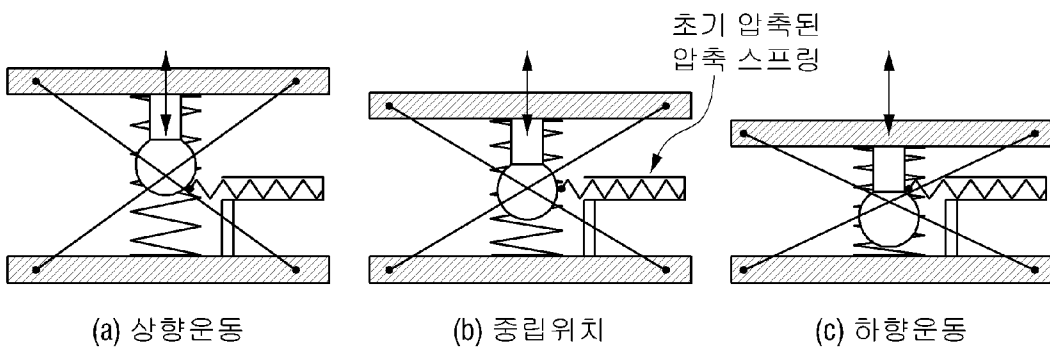
[Fig. 28]



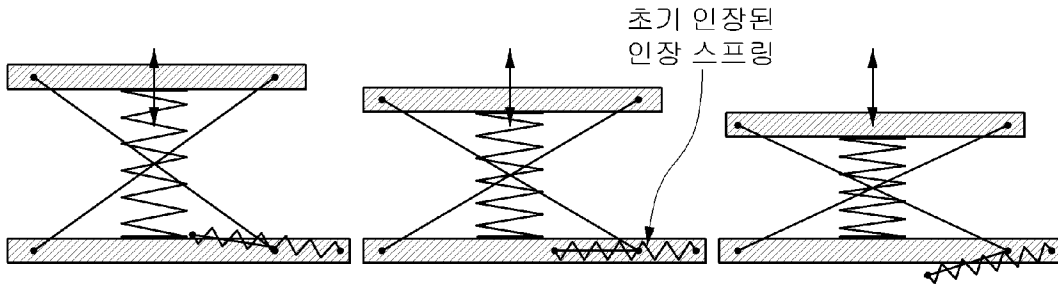
[Fig. 29]



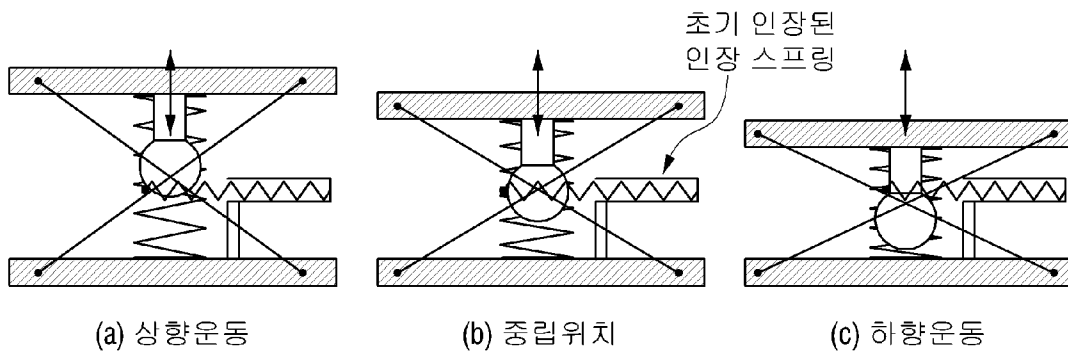
[Fig. 30]



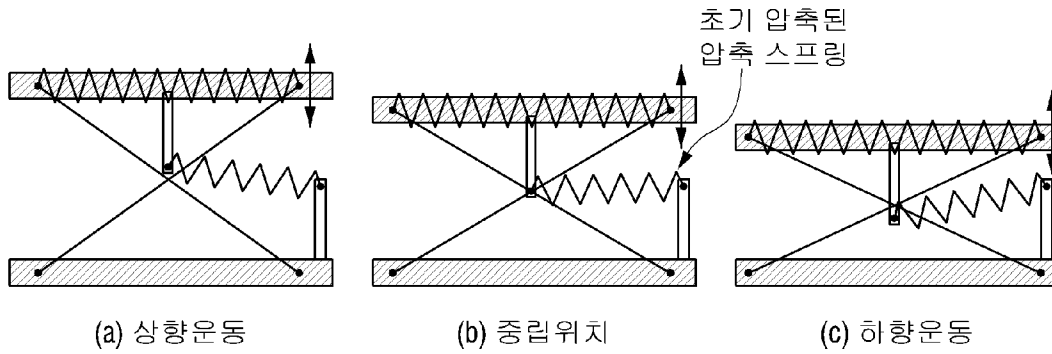
[Fig. 31]



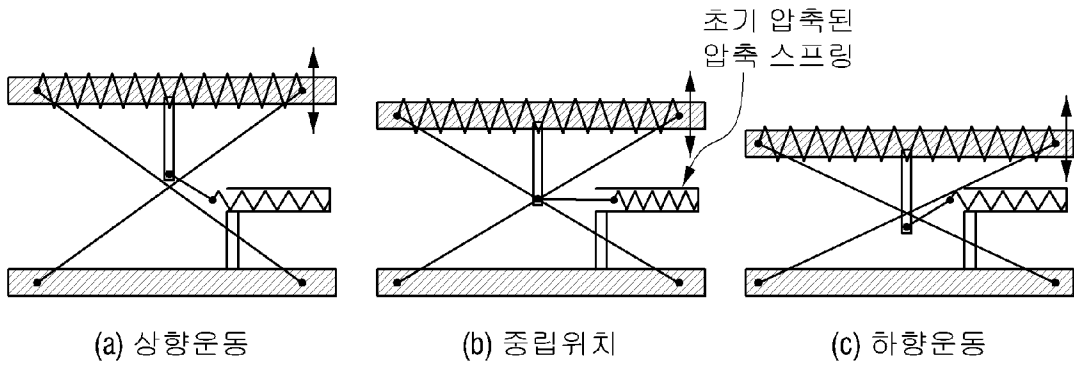
[Fig. 32]



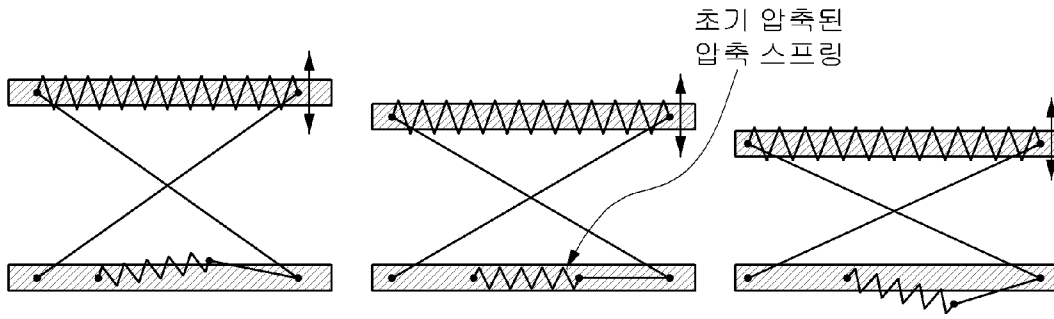
[Fig. 33]



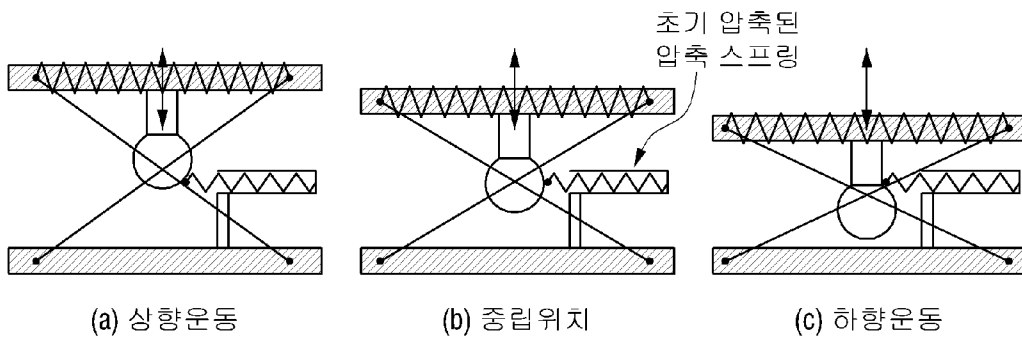
[Fig. 34]



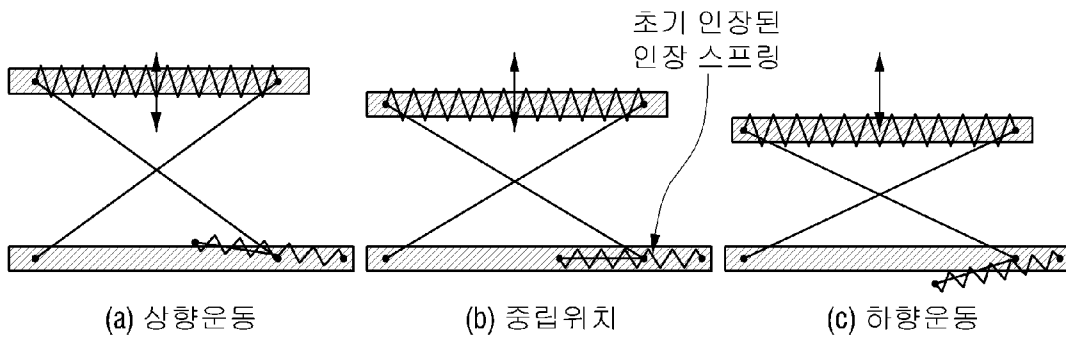
[Fig. 35]



[Fig. 36]



[Fig. 37]



[Fig. 38]

