



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0099825
(43) 공개일자 2015년09월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B61F 5/24 (2006.01) *F15B 11/08* (2006.01)
F15B 15/14 (2006.01) *F16F 15/02* (2006.01)
- (52) CPC특허분류(Coo. Cl.)
B61F 5/24 (2013.01)
F15B 11/08 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7019797
- (22) 출원일자(국제) 2014년01월15일
 심사청구일자 2015년07월21일
- (85) 번역문제출일자 2015년07월21일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2014/050506
- (87) 국제공개번호 WO 2014/125854
 국제공개일자 2014년08월21일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2013-027243 2013년02월15일 일본(JP)

- (71) 출원인
카야바 고교 가부시기가이샤
 일본국 도쿄도 미나토구 하마마쓰쵸 2쵸메 4-1 세카이보에키 센터 빌딩
- (72) 발명자
오가와 다카유키
 일본 1056111 도쿄도 미나토구 하마마쓰쵸 2쵸메 4방 1고 세카이보에키 센터 비루 카야바 고교 가부시기가이샤 내
- (74) 대리인
장수길, 성재동

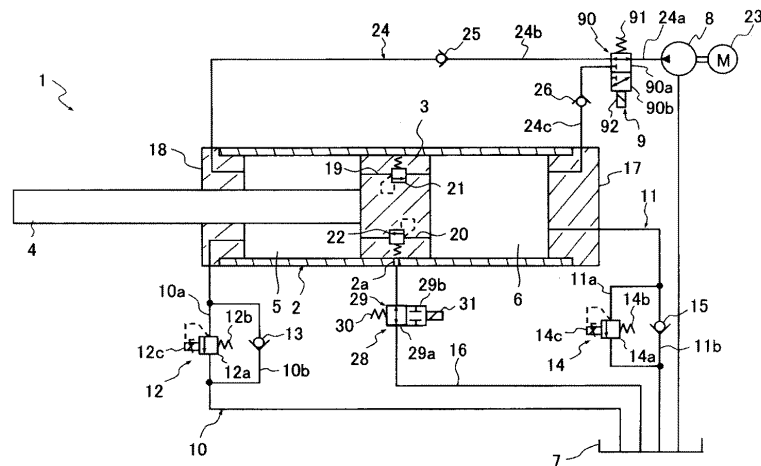
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **역추에이터 유닛**

(57) 요약

역추에이터 유닛이, 실린더 내에 피스톤으로 구획한 로드 측실과 피스톤 측실과, 탱크와, 펌프로부터 토출된 작동 유체를 로드 측실과 피스톤 측실에 선택적으로 공급 가능하게 하는 방향 제어 밸브와, 로드 측실과 탱크를 연통하는 제1 제어 통로의 도중에 설치되어 로드 측실의 압력이 개방 밸브압에 도달하면 밸브를 개방해서 로드 측실로부터 탱크로 향하는 작동 유체의 흐름을 허용함과 함께 당해 개방 밸브압이 변경 가능한 제1 가변 릴리프 밸브와, 피스톤 측실과 탱크를 연통하는 제2 제어 통로의 도중에 설치되어 피스톤 측실의 압력이 개방 밸브압에 도달하면 밸브를 개방해서 피스톤 측실로부터 탱크로 향하는 작동 유체의 흐름을 허용함과 함께 당해 개방 밸브압이 변경 가능한 제2 가변 릴리프 밸브와, 탱크를 실린더 내에 연통하는 센터 통로를 구비한다.

대표도



- (52) CPC특허분류(Coo. Cl.)
F15B 15/14 (2013.01)
F16F 15/02 (2013.01)
-

특허청구의 범위

청구항 1

액추에이터 유닛이며,
 실린더와,
 상기 실린더 내에 미끄럼 이동 가능하게 삽입되어 상기 실린더 내를 로드 측실과 피스톤 측실로 구획하는 피스톤과,
 상기 실린더 내에 삽입되어 상기 피스톤에 연결되는 로드와,
 탱크와,
 펌프와,
 상기 펌프로부터 토출된 작동 유체를 상기 로드 측실과 상기 피스톤 측실에 선택적으로 공급 가능하게 하는 방향 제어 밸브와,
 상기 로드 측실과 상기 탱크를 연통하는 제1 제어 통로와,
 상기 피스톤 측실과 상기 탱크를 연통하는 제2 제어 통로와,
 상기 제1 제어 통로에 설치되어 개방 밸브압을 변경 가능한 제1 가변 릴리프 밸브와,
 상기 제2 제어 통로에 설치되어 개방 밸브압을 변경 가능한 제2 가변 릴리프 밸브와,
 상기 탱크를 실린더 내에 연통하는 센터 통로를 구비하고,
 상기 제1 가변 릴리프 밸브는, 상기 로드 측실의 압력이 개방 밸브압에 도달하면 밸브를 개방해서 상기 로드 측실로부터 상기 탱크로 향하는 작동 유체의 흐름을 허용하고,
 상기 제2 가변 릴리프 밸브는, 상기 피스톤 측실의 압력이 개방 밸브압에 도달하면 밸브를 개방해서 상기 피스톤 측실로부터 상기 탱크로 향하는 작동 유체의 흐름을 허용하는, 액추에이터 유닛.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 제어 통로에 상기 제1 가변 릴리프 밸브와 병렬로 설치되어 상기 탱크로부터 상기 로드 측실로 향하는 작동 유체의 통과만을 허용하는 제1 역지 밸브와,
 상기 제2 제어 통로에 상기 제2 가변 릴리프 밸브와 병렬로 설치되어 상기 탱크로부터 상기 피스톤 측실로 향하는 작동 유체의 통과만을 허용하는 제2 역지 밸브를 더 구비하는, 액추에이터 유닛.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 센터 통로는, 상기 피스톤의 스트로크 중심에 대향하는 위치에 있어서 상기 실린더에 개구하는, 액추에이터 유닛.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 센터 통로에는, 당해 센터 통로를 개폐하는 개폐 밸브가 설치되는, 액추에이터 유닛.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 펌프의 토출구로 이어지는 공통 통로와 상기 로드 측실로 이어지는 로드측 통로와 상기 피스톤 측실로 이어지는 피스톤측 통로를 갖는 공급 통로를 더 구비하고,
 상기 방향 제어 밸브는,
 상기 공통 통로와 상기 로드측 통로를 연통하여 상기 공통 통로와 상기 피스톤측 통로의 연통을 차단하는 제1 포지션 및 상기 공통 통로와 상기 피스톤측 통로를 연통하여 상기 공통 통로와 상기 로드측 통로의 연통을 차단하는 제2 포지션을 갖는 밸브 본체와,

상기 밸브 본체를 가압해서 상기 제1 포지션 혹은 상기 제2 포지션의 한쪽에 위치 결정하는 스프링과,
 통전 시에 상기 스프링의 가압력에 저항해서 상기 밸브 본체를 상기 제1 포지션 혹은 상기 제2 포지션의 다른
 쪽으로 전환하는 솔레노이드를 갖고,
 상기 공급 통로에 설치되는, 액추에이터 유닛.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 액추에이터 유닛에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 액추에이터 유닛은, 예를 들어 철도 차량에 있어서 차체의 진행 방향에 대하여 좌우측 방향의 진동을 억제하기
 위해서, 차체와 대차 사이에 개재 장착되어 사용된다.

[0003] JP2010-65797A에는, 실린더와, 실린더 내에 미끄럼 이동 가능하게 삽입되는 피스톤과, 실린더 내에 삽입되어 피
 스톤에 연결되는 로드와, 실린더 내에 피스톤으로 구획한 로드 측실과 피스톤 측실과, 탱크와, 로드 측실과 피
 스톤 측실을 연통하는 제1 통로의 도중에 설치한 제1 개폐 밸브와, 피스톤 측실과 탱크를 연통하는 제2 통로의
 도중에 설치한 제2 개폐 밸브와, 로드 측실에 작동 유체를 공급하는 펌프와, 펌프를 구동하는 모터와, 로드 측
 실을 탱크에 접속하는 배출 통로와, 배출 통로의 도중에 설치한 가변 릴리프 밸브를 구비하는 액추에이터 유닛
 이 개시되어 있다.

[0004] 이 액추에이터 유닛에 의하면, 제1 개폐 밸브와 제2 개폐 밸브를 적절히 개폐시킴으로써 출력하는 추력의 방향
 을 결정하고, 모터에 의해 펌프를 정속도로 회전시키고, 일정 유량을 실린더 내에 공급하도록 하면서, 가변 릴
 리프 밸브의 릴리프 압을 조절함으로써 실린더 내의 압력을 제어하여, 원하는 크기의 추력을 요망하는 방향으로
 출력할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] JP2010-65797A에 개시된 액추에이터 유닛에 의해 철도 차량의 차체의 가로 방향의 진동을 억제하는 경우에는,
 차체의 가로 방향의 가속도를 가속도 센서에 의해 검출하고, 검출한 가속도로 길항하는 추력을 액추에이터 유닛
 에 의해 출력하면, 차체의 진동을 억제할 수 있다. 이 경우에는, 예를 들어 철도 차량이 곡선 구간을
 주행하면, 정상 가속도가 차체에 작용하기 때문에, 가속도 센서에 입력되는 노이즈나 드리프트의 영향으로, 액
 추에이터 유닛이 출력하는 추력이 매우 커질 우려가 있다.

[0006] 철도 차량의 차체는, 공기 스프링 등으로 대차에 의해 지지된다. 특히, 볼스터레스 대차에서는, 차체가 대차에
 대하여 가로 방향으로 흔들리면, 공기 스프링이 차체를 중심으로 복귀시키려고 하는 반력을 발생시킨다.

[0007] 철도 차량이 곡선 구간을 주행하여, 차체가 대차에 대하여 흔들리는 경우, 노이즈나 드리프트의 영향에 의해 액
 추에이터 유닛이 차체를 중립 위치로 복귀시키는 방향으로 커다란 추력을 발생시키면, 공기 스프링도 동일한 방
 향으로 반력을 발생시킨다. 이로 인해, 차체를 중립 위치로 복귀시키는 힘이 과대해져, 차체가 중립 위치를 넘
 어 반대측으로 변위되어, 차체의 진동이 수렴되기 어려워질 가능성이 있다.

[0008] 본 발명은 피 제진 대상의 진동을 안정적으로 억제하는 것이 가능한 액추에이터 유닛을 제공하는 것을 목적으로
 한다.

[0009] 본 발명의 일 형태에 의하면, 액추에이터 유닛은, 실린더와, 실린더 내에 미끄럼 이동 가능하게 삽입되어 실린
 더 내를 로드 측실과 피스톤 측실로 구획하는 피스톤과, 실린더 내에 삽입되어 피스톤에 연결되는 로드와, 탱크
 와, 펌프와, 펌프로부터 도출된 작동 유체를 로드 측실과 피스톤 측실에 선택적으로 공급 가능하게 하는 방향
 제어 밸브와, 로드 측실과 탱크를 연통하는 제1 제어 통로와, 피스톤 측실과 탱크를 연통하는 제2 제어 통로와,
 제1 제어 통로에 설치되어 개방 밸브압이 변경 가능한 제1 가변 릴리프 밸브와, 제2 제어 통로에 설치되어 개방
 밸브압이 변경 가능한 제2 가변 릴리프 밸브와, 탱크를 실린더 내에 연통하는 센터 통로를 구비하고, 제1 가변

릴리프 밸브는, 로드 측실의 압력이 개방 밸브압에 도달하면 밸브가 개방하여 로드 측실로부터 탱크로 향하는 작동 유체의 흐름을 허용하고, 제2 가변 릴리프 밸브는, 피스톤 측실의 압력이 개방 밸브압에 도달하면 밸브가 개방해서 피스톤 측실로부터 탱크로 향하는 작동 유체의 흐름을 허용한다.

도면의 간단한 설명

[0010]

도 1은, 본 발명의 실시 형태에 있어서의 액추에이터 유닛의 개략도이다.
 도 2는, 본 발명의 실시 형태에 있어서의 액추에이터 유닛을 피 제진 대상과 진동 입력 측부 사이에 개재 장착된 상태를 나타내는 도면이다.
 도 3은, 본 발명의 실시 형태에 있어서의 액추에이터 유닛이 추력을 발휘하는 상태와 발휘하지 않는 상태를 설명하는 도면이다.
 도 4는, 본 발명의 실시 형태에 있어서의 액추에이터 유닛을 적용한 피 제진 대상과 진동 입력 측부의 상대 변위와 상대 속도의 궤적을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011]

이하, 첨부 도면을 참조하면서, 본 발명의 실시 형태에 대해서 설명한다. 도 1에 나타내는 바와 같이, 본 발명의 실시 형태에 있어서의 액추에이터 유닛(1)은, 실린더(2)와, 실린더(2) 내에 미끄럼 이동 가능하게 삽입되어 실린더(2) 내를 로드 측실(5)과 피스톤 측실(6)로 구획하는 피스톤(3)과, 실린더(2) 내에 삽입되어 피스톤(3)에 연결되는 로드(4)와, 탱크(7)와, 펌프(8)와, 펌프(8)로부터 토출된 작동 유체를 로드 측실(5)과 피스톤 측실(6)에 선택적으로 공급 가능하게 하는 방향 제어 밸브(9)와, 로드 측실(5)과 탱크(7)를 연통하는 제1 제어 통로(10)와, 피스톤 측실(6)과 탱크(7)를 연통하는 제2 제어 통로(11)와, 제1 제어 통로(10)의 도중에 설치되어 개방 밸브압이 변경 가능한 제1 가변 릴리프 밸브(12)와, 제2 제어 통로(11)의 도중에 설치되어 개방 밸브압이 변경 가능한 제2 가변 릴리프 밸브(14)와, 탱크(7)를 실린더(2) 내에 연통하는 센터 통로(16)를 구비한다. 제1 가변 릴리프 밸브(12)는, 로드 측실(5)의 압력이 개방 밸브압에 도달하면 밸브를 개방해서 로드 측실(5)로부터 탱크(7)로 향하는 작동 유체의 흐름을 허용한다. 제2 가변 릴리프 밸브(14)는, 피스톤 측실(6)의 압력이 개방 밸브압에 도달하면 밸브를 개방해서 피스톤 측실(6)로부터 상기 탱크(7)로 향하는 작동 유체의 흐름을 허용한다. 로드 측실(5)과 피스톤 측실(6)에는 작동 유체로서 작동유가 충전된다. 탱크(7)에는, 작동유 이외에 기체가 충전되어 있다. 탱크(7) 안은, 기체를 압축해서 충전함으로써 가압 상태로 할 필요는 없지만 가압하도록 해도 좋다. 작동 유체는, 작동유 이외의 액체이어도 좋고, 기체이어도 좋다.

[0012]

액추에이터 유닛(1)을 신장시키는 경우에는, 펌프(8)를 구동하여, 방향 제어 밸브(9)에 의해 펌프(8)로부터 토출된 작동유를 피스톤 측실(6)에 공급한다. 액추에이터 유닛(1)은, 제1 가변 릴리프 밸브(12)의 개방 밸브압과 제2 가변 릴리프 밸브(14)의 개방 밸브압을 조절하여, 로드 측실(5)의 압력에 로드 측실(5)에 면하는 피스톤(3)의 면적(로드측 수압 면적)을 곱한 힘과 로드(4)의 단면적에 로드(4)에 작용하는 액추에이터 유닛(1) 밖의 압력을 곱한 힘의 합력보다도 피스톤 측실(6)의 압력에 피스톤 측실(6)에 면하는 피스톤(3)의 면적(피스톤측 수압 면적)을 곱한 힘을 크게 함으로써, 로드 측실(5)과 피스톤 측실(6)의 차압에 따른 신장 방향의 추력을 발휘한다. 또한, 반대로, 액추에이터 유닛(1)을 수축시키는 경우에는, 펌프(8)를 구동하여, 방향 제어 밸브(9)에 의해 펌프(8)로부터 토출된 작동유를 로드 측실(5)에 공급한다. 액추에이터 유닛(1)은, 제1 가변 릴리프 밸브(12)의 개방 밸브압과 제2 가변 릴리프 밸브(14)의 개방 밸브압을 조절하여, 로드 측실(5)의 압력에 로드측 수압 면적을 곱한 힘과 로드(4)의 단면적에 로드(4)에 작용하는 액추에이터 유닛(1) 밖의 압력을 곱한 힘을 피스톤 측실(6)의 압력에 피스톤측 수압 면적을 곱한 힘보다 크게함으로써, 로드 측실(5)과 피스톤 측실(6)의 차압에 따른 수축 방향의 추력을 발휘한다.

[0013]

이하, 각 부에 대해서 상세하게 설명한다. 실린더(2)는 통 형상이며, 한쪽의 단부인 도 1 중 우측 단부는 덮개(17)에 의해 폐색되고, 다른 쪽의 단부인 도 1 중 좌측 단부에는 환상의 로드 가이드(18)가 설치되어 있다. 실린더(2) 내에 이동 가능하게 삽입되는 로드(4)가, 로드 가이드(18) 내에 미끄럼 이동 가능하게 삽입된다. 로드(4)는, 일단부가 실린더(2) 밖으로 돌출되고, 타단부가 실린더(2) 내로 미끄럼 이동 가능하게 삽입되는 피스톤(3)에 연결된다.

[0014]

로드(4)의 외주와 실린더(2) 사이는 도시하지 않은 시일 부재에 의해 시일된다. 이에 의해 실린더(2) 안은 밀폐 상태로 유지된다. 피스톤(3)에 의해 실린더(2) 내에 구획되는 로드 측실(5)과 피스톤 측실(6)에는, 상술한 바와 같이 작동유가 충전되어 있다.

- [0015] 실린더(2) 외로 돌출된 로드(4)의 도 1 중 좌측 단부와 실린더(2)의 우측 단부를 폐색하는 덮개(17)에는, 도시하지 않은 설치부가 설치된다. 설치부에 의해, 액추에이터 유닛(1)이 제진 대상, 예를 들어 철도 차량의 차체와 대차 사이에 개재 장착된다. 액추에이터 유닛(1)은, 건축물과 지반에 고정되는 기초 사이나 건축물의 상층계의 빔과 하층계의 빔 사이 등에 개재 장착해도 좋다.
- [0016] 로드 측실(5)과 피스톤 측실(6)은, 피스톤(3)에 설치한 신(伸)측 릴리프 통로(19)와 압(壓)측 릴리프 통로(20)에 의해 연통되어 있다. 신측 릴리프 통로(19)의 도중에는, 로드 측실(5)의 압력이 피스톤 측실(6)의 압력을 소정량 상회하면 밸브를 개방해서 신측 릴리프 통로(19)를 개방하고, 로드 측실(5) 내의 압력을 피스톤 측실(6)로 이동시키는 신측 릴리프 밸브(21)가 설치되어 있다. 압측 릴리프 통로(20)의 도중에는, 피스톤 측실(6)의 압력이 로드 측실(5)의 압력을 소정량 상회하면 밸브를 개방해서 압측 릴리프 통로(20)를 개방하고, 피스톤 측실(6) 내의 압력을 로드 측실(5)로 이동시키는 압측 릴리프 밸브(22)가 설치되어 있다. 신측 릴리프 밸브(21) 및 압측 릴리프 밸브(22)의 설치는 임의이다. 이것들을 설치한 경우에는, 실린더(2) 내의 압력이 과잉이 되는 것을 저지하여, 액추에이터 유닛(1)을 보호할 수 있다.
- [0017] 로드 측실(5)과 탱크(7)를 연통하는 제1 제어 통로(10)의 도중에는, 제1 가변 릴리프 밸브(12)와, 제1 역지 밸브(13)가 설치된다. 제1 역지 밸브(13)는, 제1 가변 릴리프 밸브(12)와 병렬로 설치된다. 제1 제어 통로(10)는, 주통로(10a)와, 주통로(10a)로부터 분기하여 다시 주(主)통로(10a)와 합류하는 지(支)통로(10b)를 구비한다. 제1 제어 통로(10)는, 주통로(10a)와 주통로(10a)로부터 분기하는 지통로(10b)를 구비하지만, 서로 독립된 두개의 통로로 제1 제어 통로(10)를 구성해도 좋다.
- [0018] 제1 가변 릴리프 밸브(12)는, 제1 제어 통로(10)의 주통로(10a)의 도중에 설치되는 밸브체(12a)와, 주통로(10a)를 차단하도록 밸브체(12a)를 가압하는 스프링(12b)과, 통전 시에 스프링(12b)에 대항하는 추력을 발생하는 비례 솔레노이드(12c)를 구비한다. 제1 가변 릴리프 밸브(12)는, 비례 솔레노이드(12c)에 흐르는 전류량을 조절함으로써 개방 밸브압을 조절할 수 있다.
- [0019] 제1 가변 릴리프 밸브(12)의 밸브체(12a)에는, 제1 제어 통로(10)의 상류가 되는 로드 측실(5)의 압력이 작용한다. 로드 측실(5)의 압력에 기인하는 추력과 비례 솔레노이드(12c)에 의한 추력의 합력이, 제1 제어 통로(10)를 개방시키는 방향으로 밸브체(12a)를 누르는 힘이다. 로드 측실(5)의 압력이 제1 가변 릴리프 밸브(12)의 개방 밸브압을 초과하면, 로드 측실(5)의 압력에 기인하는 추력과 비례 솔레노이드(12c)에 의한 추력의 합력이, 제1 제어 통로(10)를 차단시키는 방향으로 밸브체(12a)를 가압하는 스프링(12b)의 가압력을 이기게 된다. 그 결과, 밸브체(12a)가 후퇴해서 제1 제어 통로(10)를 개방하여, 로드 측실(5)로부터 탱크(7)로 향하는 작동유의 이동이 허용된다. 반대로, 탱크(7)로부터 로드 측실(5)로 향하는 작동유의 흐름에 대하여는, 제1 가변 릴리프 밸브(12)는 밸브가 개방되지 않아, 작동유의 흐름을 저지한다.
- [0020] 제1 가변 릴리프 밸브(12)는, 비례 솔레노이드(12c)에 공급하는 전류량을 증대시키면, 비례 솔레노이드(12c)가 발생하는 추력을 증대시킬 수 있다. 제1 가변 릴리프 밸브(12)는, 비례 솔레노이드(12c)에 공급하는 전류량을 최대로 하면 개방 밸브압이 최소가 되고, 반대로, 비례 솔레노이드(12c)에 전혀 전류를 공급하지 않으면 개방 밸브압이 최대가 된다.
- [0021] 제1 역지 밸브(13)는, 제1 제어 통로(10)의 지통로(10b)의 도중에 설치된다. 제1 역지 밸브(13)는, 탱크(7)로부터 로드 측실(5)로 향하는 작동유의 흐름만을 허용하고, 그 반대 방향으로의 흐름을 저지한다.
- [0022] 피스톤 측실(6)과 탱크(7)를 연통하는 제2 제어 통로(11)의 도중에는, 제2 가변 릴리프 밸브(14)와, 제2 역지 밸브(15)가 설치되어 있다. 제2 역지 밸브(15)는, 제2 가변 릴리프 밸브(14)와 병렬로 설치된다. 제2 제어 통로(11)는, 주통로(11a)와, 주통로(11a)로부터 분기하고 다시 주통로(11a)와 합류하는 지통로(11b)를 구비하고 있다. 제2 제어 통로(11)는, 주통로(11a)와 주통로(11a)로부터 분기하는 지통로(11b)로 구성되어 있지만, 서로 독립된 두개의 통로에 의해 제2 제어 통로(11)를 구성해도 좋다.
- [0023] 제2 가변 릴리프 밸브(14)는, 제2 제어 통로(11)의 주통로(11a) 도중에 설치되는 밸브체(14a)와, 주통로(11a)를 차단하도록 밸브체(14a)를 가압하는 스프링(14b)과, 통전시에 스프링(14b)에 대항하는 추력을 발생하는 비례 솔레노이드(14c)를 구비한다. 제2 가변 릴리프 밸브(14)는, 비례 솔레노이드(14c)에 흐르는 전류량을 조절함으로써 개방 밸브압을 조절할 수 있다.
- [0024] 제2 가변 릴리프 밸브(14)의 밸브체(14a)에는, 제2 제어 통로(11)의 상류가 되는 피스톤 측실(6)의 압력이 작용한다. 피스톤 측실(6)의 압력에 기인하는 추력과 비례 솔레노이드(14c)에 의한 추력의 합력이, 제2 제어 통로(11)를 개방시키는 방향으로 밸브체(14a)를 누르는 힘이다. 피스톤 측실(6)의 압력이 제2 가변 릴리프 밸브

(14)의 개방 밸브압을 초과하면, 피스톤 측실(6)의 압력에 기인하는 추력과 비레 솔레노이드(14c)에 의한 추력의 합력이, 제2 제어 통로(11)를 차단시키는 방향으로 밸브체(14a)를 가압하는 스프링(14b)의 가압력을 이기게 된다. 그 결과, 밸브체(14a)가 후퇴해서 제2 제어 통로(11)를 개방하고, 피스톤 측실(6)로부터 탱크(7)로 향하는 작동유의 이동이 허용된다. 반대로, 탱크(7)로부터 피스톤 측실(6)로 향하는 작동유의 흐름에 대하여는, 제2 가변 릴리프 밸브(14)는 밸브를 개방하지 않아, 작동유의 흐름을 저지한다.

[0025] 제2 가변 릴리프 밸브(14)에 있어서는, 비레 솔레노이드(14c)에 공급하는 전류량을 증대시키면, 비레 솔레노이드(14c)가 발생하는 추력을 증대시킬 수 있다. 제2 가변 릴리프 밸브(14)는, 비레 솔레노이드(14c)에 공급하는 전류량을 최대로 하면 개방 밸브압이 최소가 되고, 반대로, 비레 솔레노이드(14c)에 전혀 전류를 공급하지 않으면 개방 밸브압이 최대가 된다.

[0026] 제2 역지 밸브(15)는, 제2 제어 통로(11)의 지통로(11b)의 도중에 설치된다. 제2 역지 밸브(15)는, 탱크(7)로부터 피스톤 측실(6)로 향하는 작동유의 흐름만을 허용하고, 그 반대 방향으로의 흐름을 저지한다.

[0027] 펌프(8)는, 모터(23)에 의해 구동되고, 탱크(7)로부터 작동유를 끌어 올려 토출한다. 펌프(8)는, 토출구가 공급 통로(24)를 통해서 로드 측실(5)이나 피스톤 측실(6)에 연통 가능하다. 이와 같이, 펌프(8)는, 모터(23)에 의해 구동되면, 탱크(7)로부터 작동유를 흡입해서 로드 측실(5)이나 피스톤 측실(6)에 작동유를 공급할 수 있다.

[0028] 상술한 바와 같이 펌프(8)는, 일방향으로만 작동유를 토출하기 때문에, 회전 방향의 전환 동작이 없다. 이로 인해, 펌프(8)는, 회전 전환 시에 토출량이 변화하는 것은 전무하여, 저렴한 기어 펌프 등을 사용할 수 있다. 또한, 모터(23)도 일방향으로 회전하면 충분하므로, 회전 전환에 대한 높은 응답성이 요구되지 않아, 모터(23)도 저렴한 것을 사용할 수 있다.

[0029] 공급 통로(24)는, 펌프(8)의 토출구로 이어지는 공통 통로(24a)와, 공통 통로(24a)로부터 분기해서 로드 측실(5)로 이어지는 로드측 통로(24b)와, 마찬가지로 공통 통로(24a)로부터 분기하여 피스톤 측실(6)로 이어지는 피스톤측 통로(24c)를 갖는다.

[0030] 공급 통로(24)의 분기 부분에는, 방향 제어 밸브(9)가 설치된다. 로드측 통로(24b)의 도중에는, 로드 측실(5)로부터 펌프(8)로의 작동유의 역류를 저지하는 역지 밸브(25)가 설치된다. 피스톤측 통로(24c) 도중에는, 피스톤 측실(6)로부터 펌프(8)로의 작동유의 역류를 저지하는 역지 밸브(26)가 설치된다. 공통 통로(24a)의 도중에, 로드 측실(5) 및 피스톤 측실(6)로부터 펌프(8)로의 작동유의 역류를 저지하는 역지 밸브를 설치하고, 로드측 통로(24b) 및 피스톤측 통로(24c)의 역지 밸브(25, 26)를 설치하지 않아도 좋다.

[0031] 방향 제어 밸브(9)는, 공통 통로(24a)와 로드측 통로(24b)를 연통하여 공통 통로(24a)와 피스톤측 통로(24c)의 연통을 차단하는 제1 포지션(90a) 및 공통 통로(24a)와 피스톤측 통로(24c)를 연통하여 공통 통로(24a)와 로드측 통로(24b)의 연통을 차단하는 제2 포지션(90b)을 갖는 밸브 본체(90)와, 밸브 본체(90)를 가압하여 제1 포지션(90a)에 위치 결정하는 스프링(91)과, 통전 시에 스프링(91)의 가압력에 저항해서 밸브 본체(90)를 제2 포지션(90b)으로 전환하는 솔레노이드(92)를 갖는 전자식 방향 제어 밸브이다. 이로 인해, 방향 제어 밸브(9)는, 비통전 시에 있어서 제1 포지션(90a)을 취하지만, 제2 포지션(90b)을 취하도록 해도 좋다.

[0032] 피스톤(3)이 실린더(2)에 대하여 중립 위치인 스트로크 중심에 위치했을 때에, 실린더(2)의 당해 피스톤(3)이 대향하는 위치에는, 실린더(2)의 내외를 연통하는 투공(2a)이 설치된다. 투공(2a)이 센터 통로(16)를 통해서 탱크(7)에 연통함으로써, 실린더(2)와 탱크(7)가 연통된다. 따라서, 피스톤(3)이 대향해서 투공(2a)이 폐색되는 경우를 제외하고, 실린더(2) 내는 센터 통로(16)를 통해서 탱크(7)에 연통된다. 액추에이터 유닛(1)에서는, 실린더(2)에 대하여 투공(2a)을 뚫은 위치는, 피스톤(3)의 중립 위치인 스트로크 중심과 일치하고, 피스톤(3)의 중립 위치는, 실린더(2)의 중앙에 일치한다. 피스톤(3)의 중립 위치는, 실린더(2)의 중앙에 한정되지 않고, 임의로 설정할 수 있다. 또한, 투공(2a)는, 피스톤(3)의 중립 위치에 한정되지 않고, 실린더(2)의 그 밖의 위치에 설치해도 좋다.

[0033] 센터 통로(16)의 도중에는, 센터 통로(16)를 개방 및 차단하는 개폐 밸브(28)가 설치되어 있다. 이 경우, 개폐 밸브(28)는, 센터 통로(16)를 개방하는 연통 포지션(29a) 및 센터 통로(16)를 차단하는 차단 포지션(29b)을 갖는 밸브 본체(29)와, 밸브 본체(29)를 가압해서 연통 포지션(29a)에 위치 결정하는 스프링(30)과, 통전 시에 스프링(30)의 가압력에 저항해서 밸브 본체(29)를 차단 포지션(29b)으로 전환하는 솔레노이드(31)를 갖는 전자식 개폐 밸브이다. 개폐 밸브(28)는, 전자식 개폐 밸브 대신에 수동 조작으로 개폐하는 개폐 밸브로 되어도 좋다.

- [0034] 이어서, 액추에이터 유닛(1)의 작동에 대해서 설명한다. 우선, 개폐 밸브(28)가 센터 통로(16)를 차단하는 경우에 대해서 설명한다.
- [0035] 센터 통로(16)가 차단되어 있는 경우에는, 액추에이터 유닛(1)이 신축해서 피스톤(3)이 실린더(2)에 대하여 어느 쪽의 위치에 있어도, 센터 통로(16)로부터 압력이 탱크(7)로 이동시키는 일이 없다. 액추에이터 유닛(1)에서는, 방향 제어 밸브(9)의 포지션에 의해, 펌프(8)로부터 토출된 작동유를 로드 측실(5)과 피스톤 측실(6)에 선택적으로 공급할 수 있다. 액추에이터 유닛(1)은, 로드 측실(5)의 압력을 제1 가변 릴리프 밸브(12)로 조절하고, 피스톤 측실(6)의 압력을 제2 가변 릴리프 밸브(14)로 조절할 수 있다. 이상에서, 방향 제어 밸브(9)의 포지션을 전환해서 펌프(8)로부터 토출된 작동유를 공급하는 실을 선택함과 함께, 제1 가변 릴리프 밸브(12)와 제2 가변 릴리프 밸브(14)의 개방 밸브압을 조절하여, 로드 측실(5)과 피스톤 측실(6)의 압력의 차압을 조절함으로써, 액추에이터 유닛(1)의 추력의 방향과 크기를 제어할 수 있다.
- [0036] 예를 들어, 액추에이터 유닛(1)에 신장 방향의 추력을 출력시키는 경우, 방향 제어 밸브(9)에 제2 포지션(90b)을 주어, 펌프(8)로부터 피스톤 측실(6)로 작동유를 공급하면서, 제1 가변 릴리프 밸브(12)의 개방 밸브압과 제2 가변 릴리프 밸브(14)의 개방 밸브압을 조절한다.
- [0037] 피스톤(3)은, 로드 측실(5)에 면하는 환상면에 의해 로드 측실(5)의 압력을 받는다. 피스톤(3)에는, 로드 측실(5)의 압력에 환상면의 면적인 로드측 수압 면적을 곱한 힘과 로드(4)의 단면적에 로드(4)에 작용하는 액추에이터 유닛(1) 밖의 압력을 곱한 힘의 합력(이하, 「로드측 압력」이라고 칭함)이, 액추에이터 유닛(1)을 수축시키는 방향인 도 1 중 우측 방향으로 작용한다. 또한, 피스톤(3)은, 피스톤 측실(6)에 면하는 면에 의해 피스톤 측실(6)의 압력을 받는다. 피스톤(3)에는, 피스톤 측실(6)의 압력에 피스톤 측실(6)에 면하는 면의 면적인 피스톤측 수압 면적을 곱한 힘(이하, 「피스톤 측력」이라고 칭함)이, 액추에이터 유닛(1)을 신장시키는 방향인 도 1 중 좌측 방향으로 작용하고 있다. 제1 가변 릴리프 밸브(12)는, 개방 밸브압에 도달하면 밸브를 개방해서 로드 측실(5)의 압력을 탱크(7)로 이동시키므로, 로드 측실(5) 내의 압력을 제1 가변 릴리프 밸브(12)의 개방 밸브압과 동일하게 할 수 있다. 제2 가변 릴리프 밸브(14)는, 개방 밸브압에 도달하면 밸브를 개방해서 피스톤 측실(6)의 압력을 탱크(7)로부터 이동시키므로, 피스톤 측실(6) 내의 압력을 제2 가변 릴리프 밸브(14)의 개방 밸브압과 동일하게 할 수 있다. 따라서, 펌프(8)로부터 토출된 작동유를 피스톤 측실(6)에 공급함과 함께, 피스톤 측력이 로드 측력을 상회하고, 또한, 피스톤 측력에서 로드 측력을 뺀 힘이 원하는 크기가 되도록, 로드 측실(5) 및 피스톤 측실(6)의 압력을 조절함으로써, 액추에이터 유닛(1)에 원하는 신장 방향의 추력을 발휘시킬 수 있다.
- [0038] 액추에이터 유닛(1)에 수축 방향의 추력을 발휘시키는 경우에는, 방향 제어 밸브(9)에 제1 포지션(90a)을 주어, 펌프(8)로부터 로드 측실(5)에 작동유를 공급한다. 제1 가변 릴리프 밸브(12)의 개방 밸브압과 제2 가변 릴리프 밸브(14)의 개방 밸브압을 조절하여, 로드 측력이 피스톤 측력을 상회하고, 또한, 로드 측력에서 피스톤 측력을 뺀 힘이 원하는 크기가 되도록, 로드 측실(5) 및 피스톤 측실(6)의 압력을 조절한다. 이렇게 함으로써, 액추에이터 유닛(1)에 원하는 수축 방향의 추력을 발휘시킬 수 있다.
- [0039] 액추에이터 유닛(1)의 추력의 제어를 행하기 위해서는, 제1 가변 릴리프 밸브(12)와 제2 가변 릴리프 밸브(14)의 각 비례 솔레노이드(12c, 14c)로의 전류량과 개방 밸브압의 관계를 파악해 두면 되어, 오픈 루프 제어를 행할 수 있다. 비례 솔레노이드(12c, 14c)로의 통전량을 센싱해 두고 전류 루프를 사용하여 피드백 제어를 행해도 좋다. 또한, 로드 측실(5)과 피스톤 측실(6)의 압력을 센싱해서 피드백 제어하는 것도 가능하다. 액추에이터 유닛(1)을 신장시키는 경우에는, 제1 가변 릴리프 밸브(12)의 개방 밸브압을 최소로 하고, 액추에이터 유닛(1)을 수축시키는 경우에는, 제2 가변 릴리프 밸브(14)의 개방 밸브압을 최소로 함으로써, 모터(23)의 에너지 소비를 최소로 할 수 있다.
- [0040] 액추에이터 유닛(1)이 외력을 받아 수축하면서도 이것에 저항하는 신장 방향의 원하는 추력을 얻고 싶은 경우라도, 신장하면서 신장 방향의 추력을 얻는 것과 마찬가지로 제1 가변 릴리프 밸브(12)와 제2 가변 릴리프 밸브(14)의 개방 밸브압의 조절로 원하는 추력을 얻을 수 있다. 액추에이터 유닛(1)이 외력을 받아 신장하면서도 이것에 저항하는 수축 방향의 원하는 추력을 얻고 싶은 경우라도, 마찬가지로, 외력을 받아 신장 혹은 수축하는 경우, 액추에이터 유닛(1)은 외력 이상의 추력을 발휘하지 않기 때문에, 액추에이터 유닛(1)을 댄퍼로서 기능하게 된다. 액추에이터 유닛(1)은, 제1 역지 밸브(13)와 제2 역지 밸브(15)를 구비하고 있고, 로드 측실(5)과 피스톤 측실(6) 중 외력으로 신축할 때에 확대되는 실(室)에는 탱크(7)로부터 작동유의 공급을 받을 수 있다. 이로 인해, 펌프(8)로부터의 작동유 공급을 거절하고, 제1 가변 릴리프 밸브(12)와 제2 가변 릴리프 밸브(14)의 개방 밸브압을 제어함으로써도 원하는 추력을 얻을 수 있다. 또한, 공급 통로(24) 도중에 역지 밸브

(25, 26)가 설치되어 있으므로, 액추에이터 유닛(1)이 외력에 의해 신축하는 경우, 실린더(2)로부터 펌프(8)로의 작동유의 역류가 저지된다. 이로 인해, 모터(23)의 토크에서는 추력 부족이 되는 사태가 되어도, 제1 가변 릴리프 밸브(12) 및 제2 가변 릴리프 밸브(14)의 개방 밸브압을 조절해서 액추에이터 유닛(1)을 댐퍼로서 기능시킴으로써 액추에이터 유닛(1)은, 모터(23)의 토크에 의한 추력 이상의 외력에 대한 저항력(감쇠력)을 얻을 수 있다.

[0041] 이어서, 개폐 밸브(28)가 센터 통로(16)를 연통하는 경우에 대해서 설명한다. 우선, 이 경우에 있어서, 펌프(8)를 구동함과 함께 방향 제어 밸브(9)에 제2 포지션(90b)을 주어, 피스톤 측실(6)에 작동유를 공급하고 있는 상태에 대해서 설명한다. 이 상태에 있어서, 피스톤(3)이 센터 통로(16)로 통하는 투공(2a)보다도 신장 방향인 도 1 중 좌측 방향으로 이동하면, 로드 측실(5)의 압력이 제1 가변 릴리프 밸브(12)의 개방 밸브압으로 조절된다. 한편, 피스톤 측실(6)은 제2 가변 릴리프 밸브(14) 이외에도 센터 통로(16)를 통해서도 탱크(7)에 연통되기 때문에, 피스톤 측실(6)의 압력은 탱크압으로 유지된다.

[0042] 이러한 경우, 액추에이터 유닛(1)은, 로드 측실(5)의 압력에 의해 피스톤(3)을 수축 방향인 도 1 중 우측 방향으로 미는 방향의 추력을 발휘한다. 이에 대해, 피스톤 측실(6)의 압력은 탱크압이 되기 때문에, 피스톤(3)을 신장 방향인 도 1 중 좌측 방향으로 밀 수는 없다. 즉, 액추에이터 유닛(1)은 신장 방향의 추력을 발휘할 수는 없다. 이 상태는, 피스톤(3)이 투공(2a)에 대항해서 센터 통로(16)를 막을 때까지 유지된다. 따라서, 피스톤(3)이 센터 통로(16)의 투공(2a)보다도 도 1 중 좌측 방향에 있는 상태로부터 피스톤(3)이 피스톤 측실(6)을 압축하는 방향으로 스트로크 하고, 피스톤(3)이 센터 통로(16)를 막을 때까지는, 액추에이터 유닛(1)은 신장 방향의 추력을 발휘하지 않는다.

[0043] 이어서, 펌프(8)를 구동함과 함께 방향 제어 밸브(9)에 제1 포지션(90a)을 주어, 펌프(8)로부터 로드 측실(5)에 작동유를 공급하고 있는 상태에 대해서 설명한다. 이 상태에 있어서, 피스톤(3)이 센터 통로(16)로 통하는 투공(2a)보다도 수축 방향의 도 1 중 우측 방향으로 이동하면, 피스톤 측실(6)의 압력이 제2 가변 릴리프 밸브(14)의 개방 밸브압으로 조절된다. 한편, 로드 측실(5)은 제1 가변 릴리프 밸브(12) 이외에 센터 통로(16)를 통해서도 탱크(7)에 연통되기 때문에, 로드 측실(5)의 압력은 탱크압으로 유지된다.

[0044] 따라서, 이러한 경우, 액추에이터 유닛(1)은, 피스톤 측실(6)의 압력에 의해 피스톤(3)을 신장 방향인 도 1 중 좌측 방향으로 미는 방향의 추력을 발휘한다. 이에 대해, 로드 측실(5)의 압력은 탱크압이 되기 때문에, 피스톤(3)을 도 1 중 우측 방향으로 밀 수 없다. 즉, 액추에이터 유닛(1)은 수축 방향의 추력을 발휘할 수는 없다. 이 상태는, 피스톤(3)이 투공(2a)에 대항해서 센터 통로(16)를 막을 때 까지 유지된다. 따라서, 피스톤(3)이 센터 통로(16)의 투공(2a)보다도 도 1 중 우측 방향에 있는 상태로부터 피스톤(3)이 로드 측실(5)을 압축하는 방향으로 스트로크 하여, 피스톤(3)이 센터 통로(16)를 막을 때까지는, 액추에이터 유닛(1)은 수축 방향의 추력을 발휘하지 않는다.

[0045] 이어서, 펌프(8)가 구동하고 있지 않고, 액추에이터 유닛(1)을 댐퍼로서 기능시키는 상태이며, 개폐 밸브(28)가 센터 통로(16)를 연통하는 경우에 대해서 설명한다. 이러한 경우에 있어서, 피스톤(3)이 센터 통로(16)로 통하는 투공(2a) 보다도 신장 방향인 도 1 중 좌측 방향에 있으면, 액추에이터 유닛(1)이 신장 작동할 때에는, 로드 측실(5)의 압력이 제1 가변 릴리프 밸브(12)의 개방 밸브압으로 조절되고, 피스톤 측실(6)은 센터 통로(16)를 통해서 탱크압으로 유지된다. 이로 인해, 액추에이터 유닛(1)은 신장 작동에 저항하는 수축 방향의 추력을 발휘할 수 있다. 반대로, 액추에이터 유닛(1)이 수축 작동하는 경우, 제1 역지 밸브(13)가 개방되어 로드 측실(5)의 압력도 탱크압이 된다. 이로 인해, 액추에이터 유닛(1)은 신장 방향으로는 추력을 발휘하는 일은 없다. 이 상태는, 피스톤(3)이 투공(2a)에 대항해서 센터 통로(16)를 막을 때까지 유지된다. 따라서, 피스톤(3)이 센터 통로(16)의 투공(2a)보다도 도 1 중 좌측 방향에 있는 상태로부터 피스톤(3)이 피스톤 측실(6)을 압축하는 방향으로 스트로크 하여, 피스톤(3)이 센터 통로(16)를 막을 때까지는, 액추에이터 유닛(1)은 신장 방향의 추력을 발휘하지 않는다. 반대로, 피스톤(3)이 센터 통로(16)로 통하는 투공(2a)보다도 도 1 중 우측 방향에 있으면, 액추에이터 유닛(1)이 수축 작동할 때에는, 피스톤 측실(6)의 압력을 제2 가변 릴리프 밸브(14)의 개방 밸브압으로 조절할 수 있고, 로드 측실(5)은 센터 통로(16)를 통해서 탱크압으로 유지된다. 이로 인해, 액추에이터 유닛(1)은 수축 작동에 저항하는 신장 방향의 추력을 발휘할 수 있다. 반대로, 액추에이터 유닛(1)이 신장 작동하는 경우, 제2 역지 밸브(15)가 개방되어 피스톤 측실(6)의 압력도 탱크압이 된다. 이로 인해, 액추에이터 유닛(1)은 수축 방향으로는 추력을 발휘하는 일은 없다. 이 상태는, 피스톤(3)이 투공(2a)에 대항해서 센터 통로(16)를 막을 때까지 유지된다. 따라서, 피스톤(3)이 센터 통로(16)의 투공(2a)보다도 도 1 중 우측 방향에 있는 상태로부터 피스톤(3)이 로드 측실(5)을 압축하는 방향으로 스트로크 하여, 피스톤(3)이 센터 통로(16)를

막을 때까지는, 액추에이터 유닛(1)은 수축 방향의 추력을 발휘하지 않는다.

- [0046] 즉, 개폐 밸브(28)가 센터 통로(16)를 연통하는 경우, 액추에이터 유닛(1)은, 액추에이터로서 기능할 때에는, 피스톤(3)을 실린더(2)의 중앙으로 복귀시키는 방향으로만 추력을 발휘할 수 있다. 액추에이터 유닛(1)이 댐퍼로서 기능할 때에는, 피스톤(3)이 실린더(2)의 중앙으로부터 이격되는 방향으로 스트로크 하는 경우에만 이것에 저항하는 추력을 발휘한다. 이와 같이, 액추에이터 유닛(1)은, 액추에이터로서 기능하든, 댐퍼로서 기능하든, 피스톤(3)이 중립 위치로부터 도 1 중 좌측 방향에 있어도 우측 방향에 있어도, 피스톤(3)을 중립 위치 측으로 복귀시키는 방향으로만 추력을 발휘한다.
- [0047] 여기서, 도 2에 나타내는 바와 같이, 피 제진 대상(100)인 차체와 진동 입력 측부(200)인 대차 사이에 액추에이터 유닛(1)을 개재 장착하는 모델이 고려된다. 도 2 중, 피 제진 대상(100)의 좌우측 방향의 변위를 X1로 하고, 진동 입력 측부(200)의 좌우측 방향의 변위를 X2로 한다. 피 제진 대상(100)과 진동 입력 측부(200)의 상대 속도를 $d(X1-X2)/dt$ 로 한다. 도 3은, 도 2 중 우측 방향의 변위를 정으로 하여, 종축에 변위 X1을 취하고, 횡축에 상대 속도 $d(X1-X2)/dt$ 를 취한 도면이다. 도 3에 나타내는 바와 같이, 액추에이터 유닛(1)이 감쇠력을 발휘하는 것은, 도면 중 사선을 그은 제1 현상과 제3 현상이 된다. 액추에이터 유닛(1)이 추력을 발휘하는 경우, 외관상의 강성이 높아지고, 액추에이터 유닛(1)이 추력을 발휘하지 않는 경우, 외관상의 강성이 낮아진 것과 동일하다. 도 4는, 진동 입력 측부(200)에 대하여 피 제진 대상(100)을 변위시켜, 진동 입력 측부(200)와 피 제진 대상(100)의 상대 변위를 X로 하고, 상대 속도를 dX/dt 로 한 도면이다. 도 4에 나타내는 바와 같이, 진동은, 상대 변위 X와 상대 속도 dX/dt 의 위상 평면상, 궤적은 원점에 수렴하고, 점근 안정으로 발산하지 않는다.
- [0048] 이상에서, 본 실시 형태에 관한 액추에이터 유닛(1)에 의하면, 센터 통로(16)를 설치하고 있으므로, 피스톤(3)의 중립 위치로부터의 이격을 조장하는 추력을 발휘하지 않아, 진동이 수렴하기 쉬워진다. 따라서, 피 제진 대상(100)의 진동을 안정적으로 억제하는 것이 가능하다. 예를 들어, 철도 차량의 차체와 대차 사이에 액추에이터 유닛을 사용하면, 철도 차량이 곡선 구간을 주행하는 경우, 정상 가속도가 차체에 작용하여, 가속도 센서에 입력되는 노이즈나 드리프트의 영향으로, 액추에이터 유닛이 출력하는 추력이 매우 커질 우려가 있다. 이러한 경우라도, 액추에이터 유닛(1)에 의하면, 피스톤(3)이 중립 위치를 지나면, 피스톤(3)의 중립 위치로부터의 이격을 조장하는 추력을 발휘하는 일이 없다. 즉, 차체가 중립 위치를 지나서 가진되는 일이 없어지므로, 진동이 수렴하기 쉬워져, 철도 차량에 있어서의 승차감이 향상된다.
- [0049] 본 실시 형태에 관한 액추에이터 유닛(1)에서는, 액추에이터 유닛(1)의 스트로크에 연동해서 제1 가변 릴리프 밸브(12)와 제2 가변 릴리프 밸브(14)를 제어하여, 상기 동작을 실현할 필요가 없다. 이로 인해, 스트로크 센서도 불필요하고, 오차를 포함한 센서 출력에 의지하지 않고 진동 억제가 가능하기 때문에, 강건성(Robustness)이 높은 진동 억제가 가능하게 된다.
- [0050] 또한, 본 실시 형태에 관한 액추에이터 유닛(1)에서는, 펌프(8)로부터 토출된 작동유를 방향 제어 밸브(9)에 의해 로드 측실(5)과 피스톤 측실(6)에 선택적으로 공급할 수 있다. 따라서, 로드 측실(5)에 작동유를 공급하기 위한 펌프와 피스톤 측실(6)에 작동유를 공급하기 위한 펌프, 두개의 펌프를 설치할 필요가 없으므로, 액추에이터 유닛(1)의 대형화를 억제하여, 비용을 저감시키는 것이 가능하게 된다.
- [0051] 또한, 본 실시 형태에서는, 개폐 밸브(28)를 설치하고 있으므로, 센터 통로(16)의 연통과 차단을 전환할 수 있다. 센터 통로(16)를 차단하면, 스트로크 전체에 걸쳐서 쌍방향으로 추력을 발휘할 수 있는 일반적인 액추에이터로서도 기능할 수 있어 범용성이 향상된다. 필요 시에는, 센터 통로(16)를 개방해서 안정적인 진동 억제를 실현하도록 해도 좋다. 예를 들어, 저주파 진동, 저주파에 의해 파고가 높은 진동이 입력되는 경우에 센터 통로(16)를 개방하여 진동을 억제하도록 해도 되어, 센터 통로(16)의 개폐에 따라 진동 억제를 위한 제어 모드를 전환할 필요는 없다. 즉, 스카이hook 제어나 H_{∞} 제어 등 어떤 제어 모드에서 피 제진 대상(100)의 진동을 억제하고 있는 중에, 센터 통로(16)를 개폐하는 것에 수반하여, 제어 모드를 변경할 필요가 없으므로, 번잡한 제어를 행할 필요도 없다.
- [0052] 또한, 개폐 밸브(28)는, 비통전 시에는, 연통 포지션(29a)을 취하도록 하고 있으므로, 실패 시는 센터 통로(16)를 개방하여, 안정된 제진 억제를 행할 수 있다. 개폐 밸브(28)는, 전력 공급이 불가능한 때에, 차단 포지션(29b)을 채용하도록 설정하는 것도 가능하다. 개폐 밸브(28)가 연통 포지션(29a)을 취할 때에, 통과하는 작동유의 흐름에 저항을 부여하도록 할 수도 있다.
- [0053] 액추에이터 유닛(1)에 있어서는, 센터 통로(16)의 개구 위치가 실린더(2)의 중앙이며, 또한, 피스톤(3)의 스트

로크 중심에 대항하는 위치이다. 이로 인해, 피스톤(3)의 스트로크 중심으로 복귀시킬 때에 감쇠력을 발휘하지 않는 스트로크 범위가 쌍방향으로 치우침이 없어, 액추에이터 유닛(1)의 전 스트로크 길이를 유효하게 이용할 수 있다.

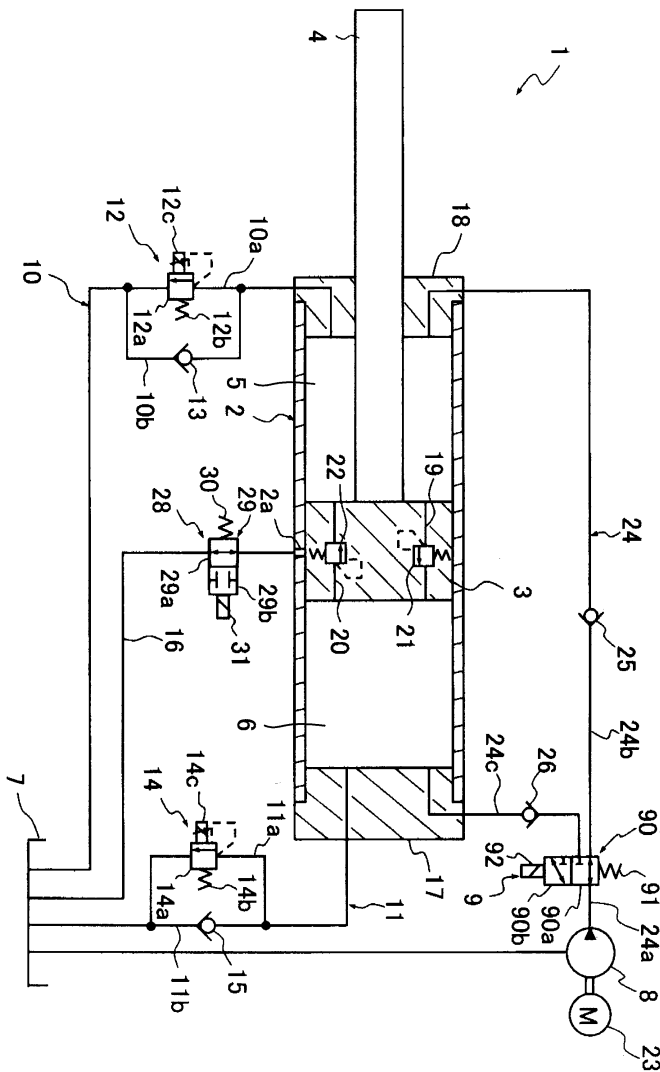
[0054] 상기 실시 형태에서는, 피 제진 대상(100)과 진동 입력 측부(200)를 철도 차량의 차체와 대차로서 설명했지만, 액추에이터 유닛(1)은, 철도 차량에 한정되지 않고, 건축물과 지반 사이 등, 진동을 억제하는 용도로 사용하는 것이 가능하다.

[0055] 이상, 본 발명의 실시 형태에 대해서 설명했지만, 상기 실시 형태는 본 발명의 적용예의 일부를 나타낸 것에 지나지 않고, 본 발명의 기술적 범위를 상기 실시 형태의 구체적 구성으로 한정하는 취지가 아니다.

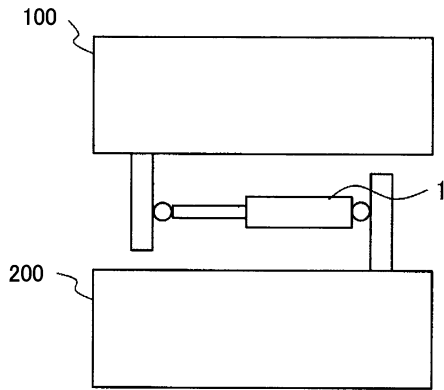
[0056] 본원은 2013년 2월 15일에 일본 특허청에 출원된 일본 특허 출원 제2013-027243호에 기초하는 우선권을 주장하고, 이 출원의 모든 내용은 참조에 의해 본 명세서에 포함된다.

도면

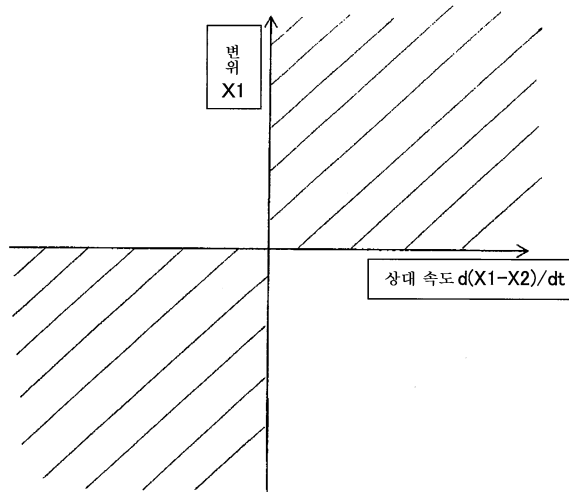
도면1



도면2



도면3



도면4

