



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0005686
(43) 공개일자 2015년01월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F15B 11/02 (2006.01) F15B 15/18 (2006.01)
B61F 5/24 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7033492
(22) 출원일자(국제) 2013년08월06일
심사청구일자 2014년11월28일
(85) 번역문제출일자 2014년11월28일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2013/071242
(87) 국제공개번호 WO 2014/027585
국제공개일자 2014년02월20일
(30) 우선권주장
JP-P-2012-179155 2012년08월13일 일본(JP)

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

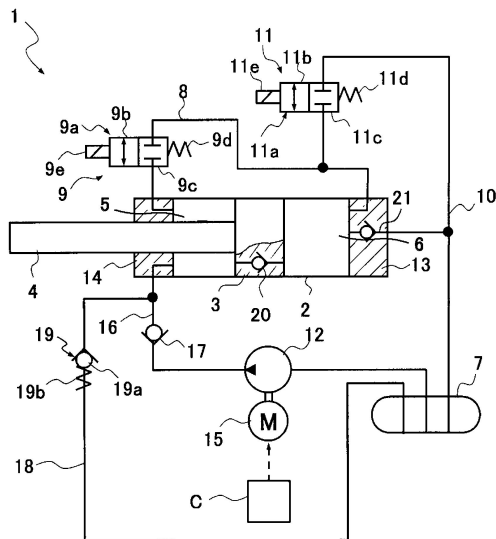
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 액추에이터

(57) 요약

본 발명은, 액추에이터이며, 실린더와, 실린더 내에 미끄럼 이동 가능하게 삽입되는 피스톤과, 실린더 내에 삽입되어 피스톤에 연결되는 로드와, 실린더 내에 피스톤으로 구획한 로드측실과 피스톤측실과, 탱크와, 로드측실과 피스톤측실을 연통하는 제1 통로의 도중에 설치한 제1 개폐 밸브와, 피스톤측실과 탱크를 연통하는 제2 통로의 도중에 설치한 제2 개폐 밸브와, 로드측실로 작동유를 공급하는 펌프와, 펌프를 구동하는 모터와, 로드측실과 탱크를 접속하는 배출 통로와, 배출 통로의 도중에 설치되어 소정의 압력 유량 특성을 갖는 패시브 밸브를 더 구비했다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

액추에이터이며,
실린더와,
당해 실린더 내에 미끄럼 이동 가능하게 삽입되는 피스톤과,
상기 실린더 내에 삽입되어 상기 피스톤에 연결되는 로드와,
상기 피스톤에 의해 상기 실린더 내에 구획되는 로드측실과 피스톤측실과,
탱크와,
상기 로드측실과 상기 피스톤측실을 연통하는 제1 통로에 설치되는 제1 개폐 밸브와,
상기 피스톤측실과 상기 탱크를 연통하는 제2 통로에 설치되는 제2 개폐 밸브와,
상기 로드측실로 작동 유체를 공급하는 펌프와,
당해 펌프를 구동하는 모터와,
상기 로드측실과 상기 탱크를 접속하는 배출 통로와,
당해 배출 통로에 설치되어 소정의 압력 유량 특성을 갖는 패시브 밸브를 구비하는, 액추에이터.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 실린더 내의 목표 압력과 상기 패시브 밸브의 압력 유량 특성에 기초하여 상기 모터의 회전 속도를 제어함으로써, 출력하는 추력을 제어하는, 액추에이터.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 실린더 내의 목표 압력에 기초하여 상기 모터의 토크를 제어함으로써, 출력하는 추력을 제어하는, 액추에이터.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 모터를 제어하는 전류 루프를 더 구비하고,
상기 실린더 내의 목표 압력으로부터 상기 전류 루프로 부여하는 토크 지령을 구하여, 상기 모터를 제어하는, 액추에이터.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 탱크로부터 상기 피스톤측실로 향하는 작동 유체의 흐름만을 허용하는 흡입 통로와,
상기 피스톤측실로부터 상기 로드측실로 향하는 작동 유체의 흐름만을 허용하는 정류 통로를 더 구비하는, 액추에이터.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 펌프와 상기 로드측실 사이에, 상기 로드측실로부터 상기 펌프로 향하는 작동 유체의 흐름을 방지하는 역지 밸브를 더 구비하는, 액추에이터.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제1 개폐 밸브 및 상기 제2 개폐 밸브는 전자기 개폐 밸브이며, 비통전 시에 스프링에 의해 차단 포지션을 취하는, 액추에이터.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 액추에이터에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 액추에이터는, 예를 들어, 철도 차량에 있어서 차체의 진행 방향에 대해 좌우 방향의 진동을 억제하기 위해, 차체와 대차 사이에 개재 장착되어 사용된다.

[0003] JP 2010-65797A호에는, 실린더와 실린더 내에 미끄럼 이동 가능하게 삽입되는 피스톤과, 실린더 내에 삽입되어 피스톤에 연결되는 로드와, 실린더 내에 피스톤으로 구획한 로드측실과 피스톤측실을 갖는 신축체와, 탱크와, 로드측실과 피스톤측실을 연통하는 제1 통로의 도중에 설치한 제1 개폐 밸브와, 피스톤측실과 탱크를 연통하는 제2 통로의 도중에 설치한 제2 개폐 밸브와, 로드측실로 액체를 공급하는 펌프와, 펌프를 구동하는 모터와, 로드측실을 탱크로 접속하는 배출 통로와, 배출 통로의 도중에 설치한 가변 릴리프 밸브를 구비하는 액추에이터가 개시되어 있다.

[0004] 이 액추에이터에 따르면, 제1 개폐 밸브와 제2 개폐 밸브를 적절하게 개폐시킴으로써 출력하는 추력의 방향을 결정하고, 또한, 모터로 펌프를 정속도로 회전시켜, 일정 유량을 실린더 내로 공급하도록 하면서, 가변 릴리프 밸브의 릴리프압을 조절함으로써 실린더 내의 압력을 제어함으로써, 원하는 크기의 추력을 원하는 방향으로 출력할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 이와 같은 액추에이터는, 추력의 크기를 컨트롤하기 위해 가변 릴리프 밸브가 필요하다. 그러나, 가변 릴리프 밸브는, 구조가 매우 복잡하므로 대형이고, 구동하기 위한 드라이버(구동 장치)도 필요로 한다. 이로 인해, 액추에이터가 대형화되어 철도 차량 등에서의 탑재성이 나쁘고, 전체 비용이 높아 비경제적이라고 하는 문제가 있다.

[0006] 본 발명은 소형이고, 또한 저비용의 액추에이터를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 어느 형태에 따르면, 액추에이터이며, 실린더와, 당해 실린더 내에 미끄럼 이동 가능하게 삽입되는 피스톤과, 실린더 내에 삽입되어 피스톤에 연결되는 로드와, 피스톤에 의해 실린더 내에 구획되는 로드측실과 피스톤측실과, 탱크와, 로드측실과 피스톤측실을 연통하는 제1 통로에 설치되는 제1 개폐 밸브와, 피스톤측실과 탱크를 연통하는 제2 통로에 설치되는 제2 개폐 밸브와, 로드측실로 작동 유체를 공급하는 펌프와, 당해 펌프를 구동하는 모터와, 로드측실과 탱크를 접속하는 배출 통로와, 당해 배출 통로에 설치되어 소정의 압력 유량 특성을 갖는 패시브 밸브를 구비한다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 실시 형태에 관한 액추에이터의 회로도이다.

도 2는 본 실시 형태에 관한 패시브 밸브에 있어서의 압력 유량 특성을 도시하는 도면이다.

도 3은 본 실시 형태에 관한 전류 루프의 일례를 도시하는 도면이다.

도 4는 본 실시 형태에 관한 액추에이터의 추력과 모터의 토크 관계를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 이하, 도면을 참조하여, 본 발명의 실시 형태에 대해 설명한다.

[0010] 본 실시 형태에 관한 액추에이터(1)는, 도 1에 도시한 바와 같이, 실린더(2)와, 실린더(2) 내에 미끄럼 이동 가능하게 삽입되는 피스톤(3)과, 실린더(2) 내에 삽입되어 피스톤(3)에 연결되는 로드(4)와, 피스톤(3)에 의해 실

린더(2) 내에 구획되는 로드측실(5)과 피스톤측실(6)과, 탱크(7)와, 로드측실(5)과 피스톤측실(6)을 연통하는 제1 통로(8)의 도중에 설치되는 제1 개폐 밸브(9)와, 피스톤측실(6)과 탱크(7)를 연통하는 제2 통로(10)의 도중에 설치되는 제2 개폐 밸브(11)와, 로드측실(5)로 작동 유체를 공급하는 펌프(12)와, 당해 펌프(12)를 구동하는 모터(15)와, 로드측실(5)을 탱크(7)로 접속하는 배출 통로(18)와, 배출 통로(18)의 도중에 설치된 패시브 밸브(19)를 구비하고 있고, 편로드형의 액추에이터로서 구성되어 있다. 또한, 로드측실(5)과 피스톤측실(6)에는, 작동 유체로서 작동유 등의 작동액이 충전됨과 함께, 탱크(7)에는, 작동액 이외에 기체가 충전되어 있다. 액추에이터(1)의 작동에 사용되는 작동 유체는, 상기한 액체 이외에, 기체를 사용하는 것도 가능하다. 또한, 탱크(7) 내에는, 기체를 압축하여 충전함으로써 가압 상태로 할 필요는 없다.

[0011] 액추에이터(1)는, 제1 개폐 밸브(9)가 제1 통로(8)를 연통 상태로 함과 함께 제2 개폐 밸브(11)를 폐쇄한 상태로 하여, 모터(15)로 펌프(12)를 구동하여, 실린더(2) 내로 작동 유체를 공급함으로써, 신장 구동된다. 또한, 액추에이터(1)는, 제2 개폐 밸브(11)가 제2 통로(10)를 연통 상태로 함과 함께 제1 개폐 밸브(9)를 폐쇄한 상태로 하여, 모터(15)로 펌프(12)를 구동하여, 실린더(2) 내로 작동 유체를 공급함으로써, 수축 구동된다.

[0012] 이하, 각 부에 대해 상세하게 설명한다. 실린더(2)는 통형상이며, 도 1 중 우측 단부는 덮개(13)에 의해 폐쇄되고, 도 1 중 좌측 단부에는 환상의 로드 가이드(14)가 설치된다. 또한, 실린더(2) 내에 이동 가능하게 삽입되는 로드(4)가, 로드 가이드(14) 내에 미끄럼 이동 가능하게 삽입되어 있다. 로드(4)는, 일단부를 실린더(2) 밖으로 돌출시키고 있고, 타단부는 실린더(2) 내에 미끄럼 이동 가능하게 삽입되는 피스톤(3)에 연결된다.

[0013] 로드(4)의 외주와 로드 가이드(14) 사이는 도시를 생략한 밀봉 부재에 의해 시일되어 있고, 이로 인해 실린더(2) 내는 밀폐 상태로 유지된다. 그리고, 피스톤(3)에 의해 실린더(2) 내에 구획되는 로드측실(5)과 피스톤측실(6)에는, 상술한 바와 같이 작동 유체로서 작동유가 충전되어 있다.

[0014] 액추에이터(1)에서는, 로드(4)의 단면적을 피스톤(3)의 단면적의 2분의 1로 하고 있고, 피스톤(3)의 로드측실(5)측의 수압 면적이 피스톤측실(6)측의 수압 면적의 2분의 1이 되도록 되어 있다. 이로 인해, 신장 구동 시와 수축 구동 시에 로드측실(5)의 압력을 동일하게 하면, 신축된 양쪽에서 발생하는 추력이 동등해져, 액추에이터(1)의 변위량에 대한 유량도 신축 양측에서 동일해진다.

[0015] 상세하게 설명하면, 액추에이터(1)를 신장 구동시키는 경우, 로드측실(5)과 피스톤측실(6)이 연통된 상태로 되므로, 로드측실(5) 내와 피스톤측실(6) 내의 압력이 동등해져, 피스톤(3)에 있어서의 로드측실(5)측과 피스톤측실(6)측의 수압 면적차와 상기 압력을 곱한 추력이 발생한다. 반대로, 액추에이터(1)를 수축 구동시키는 경우, 로드측실(5)과 피스톤측실(6)의 연통이 끊어져 피스톤측실(6)이 탱크(7)에 연통된 상태가 되므로, 로드측실(5) 내의 압력과 피스톤(3)에 있어서의 로드측실(5)측의 수압 면적을 곱한 추력을 발생한다. 이와 같이, 액추에이터(1)의 발생 추력은 신축된 양쪽에서 피스톤(3)의 단면적의 2분의 1에 로드측실(5)의 압력을 곱한 값이 된다. 따라서, 액추에이터(1)의 추력을 제어하는 경우, 신장 구동, 수축 구동과 함께, 로드측실(5)의 압력을 목표로 한 압력으로 조절하면 된다. 피스톤(3)의 로드측실(5)측의 수압 면적은, 피스톤측실(6)측의 수압 면적의 2분의 1로 설정되어 있으므로, 신축 양측에서 동일한 추력을 발생하는 경우에는, 신장측과 수축측에서 로드측실(5)의 압력이 동일하게 되어, 제어가 간소해진다. 또한, 이 경우에는, 변위량에 대한 유량도 동일하게 되므로 신축 양측에서 응답성이 동일해지는 이점이 있다. 또한, 피스톤(3)의 로드측실(5)측의 수압 면적을 피스톤측실(6)측의 수압 면적의 2분의 1로 설정하지 않는 경우에 있어서도, 로드측실(5)의 압력으로 액추에이터(1)의 신축 양측의 추력의 제어를 할 수 있는 점은 변하지 않는다.

[0016] 로드(4)의 도 1 중 좌측 단부와 실린더(2)의 우측 단부를 폐쇄하는 덮개(13)는, 도시하지 않은 설치부를 구비하고 있고, 액추에이터(1)를 차량에 있어서의 차체와 차축 사이에 개재 장착할 수 있도록 되어 있다.

[0017] 로드측실(5)과 피스톤측실(6)은, 제1 통로(8)에 의해 연통되어 있고, 제1 통로(8)의 도중에는, 제1 개폐 밸브(9)가 설치되어 있다. 제1 통로(8)는, 실린더(2) 밖에서 로드측실(5)과 피스톤측실(6)을 연통하고 있지만, 피스톤(3)에 설치되어도 된다.

[0018] 제1 개폐 밸브(9)는 전자기 개폐 밸브이다. 제1 개폐 밸브(9)는, 연통 포지션(9b)과 차단 포지션(9c)을 갖는 밸브(9a)와, 차단 포지션(9c)을 취하도록 밸브(9a)를 가압하는 스프링(9d)과, 통전 시에 스프링(9d)에 대항하여 밸브(9a)를 연통 포지션(9b)으로 전환하는 솔레노이드(9e)를 구비한다. 제1 개폐 밸브(9)의 밸브(9a)가 연통 포지션(9b)일 때에는, 제1 통로(8)를 개방하여 로드측실(5)과 피스톤측실(6)이 연통된다. 제1 개폐 밸브(9)의 밸브(9a)가 차단 포지션(9c)일 때에는, 로드측실(5)과 피스톤측실(6)의 연통이 차단된다.

[0019] 피스톤측실(6)과 탱크(7)는 제2 통로(10)에 의해 연통되어 있고, 제2 통로(10)의 도중에는, 제2 개폐 밸브(11)

가 설치되어 있다. 제2 개폐 밸브(11)는 전자기 개폐 밸브이다. 제2 개폐 밸브(11)는 연통 포지션(11b)과 차단 포지션(11c)을 갖는 밸브(11a)와, 차단 포지션(11c)을 취하도록 밸브(11a)를 가압하는 스프링(11d)과, 통전 시에 밸브(11a)를 스프링(11d)에 대항하여 연통 포지션(11b)으로 전환하는 솔레노이드(11e)를 구비한다. 제2 개폐 밸브(11)의 밸브(11a)가 연통 포지션(11b)일 때에는, 제2 통로(10)를 개방하여 피스톤측실(6)과 탱크(7)가 연통된다. 제2 개폐 밸브(11)의 밸브(11a)가 차단 포지션(11c)일 때에는, 피스톤측실(6)과 탱크(7)의 연통이 차단된다.

[0020] 펌프(12)는 모터(15)에 의해 구동되어, 일방향만으로 작동유를 토출한다. 펌프(12)의 토출구는 공급 통로(16)에 의해 로드측실(5)로 연통되고, 흡입구는 탱크(7)와 연통된다. 펌프(12)가 모터(15)에 의해 구동되면, 탱크(7)로부터 작동유를 흡입하여 로드측실(5)로 작동유를 공급한다. 모터(15)는 컨트롤러 C로부터 전류 공급을 받아 회전 구동된다. 상술한 바와 같이 펌프(12)는, 일방향으로만 작동유를 토출하므로 회전 방향의 전환 동작이 없고, 회전 전환 시에 토출량이 변화된다고 하는 등의 문제는 전혀 없다. 이로 인해, 펌프(12)는 저렴한 기어 펌프 등을 사용할 수 있다. 또한, 펌프(12)의 회전 방향이 항상 동일 방향이므로, 펌프(12)를 구동하는 구동원인 모터(15)에 있어서도 회전 방향의 전환이 불필요하므로, 회전 방향 전환에 대한 높은 응답성이 요구되지 않아, 그 만큼 모터(15)도 저렴한 것을 사용할 수 있다.

[0021] 또한, 공급 통로(16)의 도중에는, 로드측실(5)로부터 펌프(12)로의 작동유의 역류를 저지하는 역지 밸브(17)가 설치된다.

[0022] 또한, 로드측실(5)과 탱크(7)는 배출 통로(18)를 통해 접속되어 있다. 배출 통로(18)의 도중에는, 로드측실(5)로부터 탱크(7)로 흐르는 작동 유체에 대한 소정의 압력 유량 특성을 갖는 패시브 밸브(19)가 설치되어 있다.

[0023] 패시브 밸브(19)는 밸브 본체(19a)와, 밸브 본체(19a)를 배면측으로부터 가압하는 스프링(19b)을 구비하고 있고, 상류측인 로드측실(5)로부터 작동유가 공급되면 작동유의 흐름에 소정의 저항을 부여한다. 예를 들어, 도 2에 도시한 바와 같이, 패시브 밸브(19)는, 통과하는 유량에 대해 일의적으로 압력 손실이 결정되는 압력 유량 특성을 구비하고 있다. 밸브 본체(19a)가 개방되어 상류측의 압력과 함께 스프링(19b)이 수축되어 밸브 개방 정도가 증가되어 가는 상황, 즉, 유로 면적이 증가되어 가는 상황에서는, 도 2 중에 선 A로 나타낸 바와 같이, 유량에 대해 일정한 기울기로 압력이 증가한다. 밸브 개방 정도가 최대로 되면 그 이상 유로 면적이 증가하는 경우가 없으므로, 도 2 중에 선 B로 나타낸 바와 같이, 선 A보다 기울기가 약간 작은 특성이 된다. 또한, 패시브 밸브(19)의 압력 유량 특성은, 도 2에 도시한 특성으로 한정되는 것은 아니고, 유량에 대해 압력 손실이 일의적으로 결정되는 특성이면 된다.

[0024] 액추에이터(1)에는, 피스톤측실(6)로부터 로드측실(5)로 향하는 작동유의 흐름만을 허용하는 정류 통로(20)와, 탱크(7)로부터 피스톤측실(6)로 향하는 작동유의 흐름만을 허용하는 흡입 통로(21)가 설치된다.

[0025] 다음에, 액추에이터(1)의 작동에 대해 설명한다. 액추에이터(1)를 작동시키는 경우, 상술한 바와 같이 로드측실(5)의 압력을 제어함으로써 액추에이터(1)의 신축 양측의 추력을 제어할 수 있다.

[0026] 구체적인 방법의 하나로서는, 패시브 밸브(19)의 압력 유량 특성을 이용하여 로드측실(5)의 압력을 조절함으로써, 액추에이터(1)의 추력을 원하는 값으로 제어하는 것이 있다.

[0027] 예를 들어, 액추에이터(1)에 신장 방향으로 원하는 추력을 출력시키는 경우, 제1 개폐 밸브(9)를 연통 포지션(9b)으로 하고, 제2 개폐 밸브(11)를 차단 포지션(11c)으로 하고, 또한, 모터(15)를 구동하여 펌프(12)로부터 실린더(2) 내로 작동유를 공급한다. 이와 같이 함으로써, 실린더(2)와 탱크(7)는 차단 상태로 놓여짐과 함께, 로드측실(5)과 피스톤측실(6)이 연통 상태로 놓여져 양자에 펌프(12)로부터 작동유가 공급된다. 이 결과, 피스톤(3)이 도 1 중 좌측으로 밀려, 액추에이터(1)는 신장 작동한다.

[0028] 액추에이터(1)에 출력시키고 싶은 추력과 로드측실(5)의 압력은 상기한 바와 같이 비례 관계에 있으므로, 출력시키고 싶은 추력에 대응한 로드측실(5)의 압력이 목표 압력이 된다. 이와 같은 목표 압력은, 컨트롤러 C의 연산 처리에 의해 구해진다. 또한, 액추에이터(1)에 출력시키고 싶은 추력에 대해서는, 도시는 하지 않지만, 컨트롤러 C보다도 상위의 제어 장치로부터 컨트롤러 C에 입력하도록 해도 되고, 컨트롤러 C가 소정의 제어 법칙에 따라 연산되도록 해도 된다. 로드측실(5) 내의 압력을 목표 압력으로 하기 위해서는, 도 2에 도시하는 패시브 밸브(19)의 압력 유량 특성을 이용한다. 구체적으로 설명하면, 목표 압력으로부터 패시브 밸브(19)를 통과하는 유량을 구하고, 구한 유량대로 패시브 밸브(19)에 작동유를 공급한다. 목표 압력으로부터 유량을 구하기 위해서는, 예를 들어, 탱크압이 대기압이고 목표 압력이 a 인 경우, 도 2에 도시한 바와 같이 패시브 밸브(19)의 압

력 유량 특성도로부터 압력 a 에 대응하는 유량 β 를 판독함으로써 구할 수 있다. 목표 압력에 대응하는 유량은, 이와 같은 압력 유량 특성을 사용하여, 컨트롤러 C에 의해 맵 연산을 행하여 구해도 되고, 목표 압력을 파라미터로 한 함수를 사용하여 구해도 된다. 이와 같이 함으로써, 패시브 밸브(19)에서의 압력 손실이 목표 압력과 동등하게 된다. 즉, 상기와 같이 구한 유량대로 작동유를 공급함으로써, 패시브 밸브(19) 내의 상류측의 압력은, 탱크압인 대기압보다 목표 압력분만큼 높아져, 패시브 밸브(19)의 상류의 로드측실(5) 내의 압력이 목표 압력이 된다. 보다 상세하게 설명하면, 펌프(12)로부터 토출된 작동유는, 제2 개폐 밸브(11)가 차단 포지션(11c)으로 되어 있으므로, 실린더(2)를 통해 탱크(7)로는 흐르지 않고, 펌프(12)가 토출한 전체 유량이 패시브 밸브(19)를 통과하여 탱크(7)로 복귀된다. 이로 인해, 로드측실(5) 내의 압력은 패시브 밸브(19)의 압력 손실분만큼 탱크(7) 내의 압력보다 높은 압력이 된다. 로드측실(5) 내의 압력을 목표 압력으로 할 수 있는 펌프(12)의 토출 유량이 구해지면, 모터(15)의 회전 속도가 일의적으로 구해진다. 모터(15)를 구한 회전 속도로 제어하면, 로드측실(5) 내의 압력이 목표 압력으로 조절되어, 액추에이터(1)의 추력이 원하는 크기로 제어된다. 따라서, 컨트롤러 C는, 목표 압력으로부터 패시브 밸브(19)의 유량을 구하고, 이 유량으로부터 모터(15)의 회전 속도를 구하여, 모터(15)를 구한 회전 속도로 제어한다. 모터(15)의 회전 속도의 제어는, 모터(15)의 회전 속도를 모니터링하여, 피드백 제어하도록 하면 된다. 모터(15)가 AC 모터나 무브러시 모터인 경우, 모터(15)의 로터 위치를 센싱하는 센서가 필수이므로, 이 센서를 이용하여 회전 속도를 모니터링하면 된다. 모터(15)가 브러시가 부착된 모터이며 회전 속도를 모니터링하는 센서를 갖고 있지 않은 경우에는, 별도로, 회전 속도를 모니터링하는 센서를 설치하면 된다. 또한, 탱크압이 대기압이 아닌 경우에는, 목표 압력과 탱크압의 차압분의 압력에 대응하는 유량을, 도 2에 도시하는 압력 유량 특성도로부터 판독하고, 판독한 유량을 펌프(12)가 토출하도록 모터(15)의 회전 속도를 제어하면 된다. 이와 같이 함으로써, 패시브 밸브(19)에서의 압력 손실이, 목표 압력과 탱크압의 차분과 동등해지고, 패시브 밸브(19)의 상류측의 압력이 당해 차분만큼 탱크압보다 높아진다. 따라서, 패시브 밸브(19)의 상류의 로드측실(5) 내의 압력이 목표 압력이 된다.

[0029] 반대로, 액추에이터(1)에 수축 방향으로 원하는 추력을 출력시키는 경우, 제1 개폐 밸브(9)를 차단 포지션(9c)으로 하고, 제2 개폐 밸브(11)를 연통 포지션(11b)으로 하여, 모터(15)를 구동하여 펌프(12)로부터 실린더(2) 내로 작동유를 공급한다. 이와 같이 함으로써, 피스톤측실(6)과 탱크(7)는 연통 상태로 놓여짐과 함께, 로드측실(5)과 피스톤측실(6)이 차단 상태로 놓여져 로드측실(5)에만 펌프(12)로부터 작동유가 공급된다. 이 결과, 피스톤(3)이 도 1 중 우측으로 밀려 액추에이터(1)는 수축 작동한다.

[0030] 이 경우도 액추에이터(1)에 출력시키고 싶은 추력과 로드측실(5)의 압력은 상기한 바와 같이 비례 관계에 있으므로, 출력시키고 싶은 추력에 대응한 로드측실(5)의 압력이 목표 압력이 된다. 로드측실(5) 내의 압력을 목표 압력으로 하기 위해서는, 전술한 바와 같이 패시브 밸브(19)의 압력 유량 특성을 이용하면 된다. 이 경우도, 펌프(12)로부터 토출된 작동유는, 제1 개폐 밸브(9)가 차단 포지션(9c)으로 되어 있으므로, 실린더(2)를 통해서 탱크(7)로 흐르지 않고, 전체 유량이 패시브 밸브(19)를 통과하여 탱크(7)로 복귀된다. 따라서, 상술한 바와 같이, 펌프(12)의 토출 유량을 구하고, 이 토출 유량으로부터 모터(15)의 회전 속도를 구하여, 모터(15)를 구한 회전 속도로 제어함으로써, 로드측실(5) 내의 압력이 목표 압력으로 조절되어, 액추에이터(1)의 추력이 원하는 크기로 제어된다.

[0031] 액추에이터(1)가 신장할 때에는, 실린더(2)에 작동유가 부족하므로, 펌프(12)로부터 작동유가 실린더(2) 내로 공급된다. 또한, 액추에이터(1)가 수축할 때에는, 실린더(2) 내에 작동유가 과잉으로 되므로, 실린더(2) 내로부터 배출 통로(18)를 통해 탱크(7)로 작동유가 배출된다. 즉, 액추에이터(1)가 신장하면 패시브 밸브(19)를 통과하는 유량이 변화되므로, 액추에이터(1)의 신장 속도가 높아지면, 로드측실(5) 내의 압력을 목표 압력으로 추종시킬 때의 제어 응답성이 열화된다. 이로 인해, 로드측실(5) 내의 압력을 검출하는 압력 센서를 설치하여, 로드측실(5) 내의 압력을 피드백하여 모터(15)의 회전 속도를 제어하도록 하면, 로드측실(5) 내의 압력의 목표 압력에 대한 추종성을 향상시킬 수 있다.

[0032] 다음에, 액추에이터(1)를 작동시키는 구체적인 방법의 2번째로서는, 모터(15)의 토크를 제어함으로써 로드측실(5)의 압력을 조절하여, 액추에이터의 추력을 원하는 값으로 제어하는 것이 있다.

[0033] 액추에이터(1)에 신장 방향의 원하는 추력을 출력시키는 경우, 제1 개폐 밸브(9)를 연통 포지션(9b)으로 하고, 제2 개폐 밸브(11)를 차단 포지션(11c)으로 하여, 모터(15)를 구동하여 펌프(12)로부터 실린더(2) 내로 작동유를 공급한다. 이와 같이 함으로써, 실린더(2)와 탱크(7)는 차단 상태로 놓여짐과 함께, 로드측실(5)과 피스톤측실(6)이 연통 상태로 놓여져 양자로 펌프(12)로부터 작동유가 공급된다. 이 결과, 피스톤(3)이 도 1 중 좌측으로 밀려 액추에이터(1)는 신장 작동한다.

- [0034] 이 동작과 함께, 컨트롤러 C로 모터(15)의 토크를 조절함으로써, 로드측실(5)의 압력을 로드측실(5)의 압력과 피스톤(3)에 있어서의 피스톤측실(6)측과 로드측실(5)측의 수압 면적차를 곱한 값이 상기 원하는 추력이 되도록 조절한다. 모터(15)의 토크로 펌프(12)를 구동하고 있고, 펌프(12)는 로드측실(5)의 압력을 받으므로, 펌프(12)의 토출 압력에 비례하는 모터(15)의 토크를 조절함으로써 로드측실(5)의 압력을 제어 할 수 있다.
- [0035] 구체적으로는, 컨트롤러 C는, 도 3에 도시한 바와 같이, 토크 지령의 입력을 받아 모터(15)에 흐르는 전류를 제어하는 전류 루프 L을 구비하고 있다. 전류 루프 L은, 모터(15)의 도시하지 않은 권선에 흐르는 전류를 검출하는 전류 센서(30)와, 토크 지령과 전류 센서(30)로 검출한 전류의 편차를 연산하는 연산부(31)와, 연산부(31)에서 구한 편차로부터 전류 지령을 생성하는 보상기(32)를 구비하고 있다. 보상기(32)는, 예를 들어, 비례 적분 보상이나, 비례 미분 적분 보상 등의 주지의 보상을 행하지만, 상기 이외의 보상을 행하도록 해도 좋다.
- [0036] 컨트롤러 C는, 액추에이터(1)에 출력시키고 싶은 추력에 대응하는 로드측실(5) 내의 압력인 목표 압력을 구하고, 이 목표 압력을 실현하는 데 필요한 토크인 필요 토크를 구하고, 이 필요 토크를 실현하는 전류 지령을 토크 지령으로 하여 구한다. 또한, 추력으로부터 목표 압력을 구할 수 있고, 목표 압력으로부터 필요 토크를 구할 수 있고, 필요 토크로부터 전류 지령인 토크 지령을 구할 수 있으므로, 실제로, 컨트롤러 C는 추력을 파라미터로 하여, 추력으로부터 토크 지령을 직접적으로 구하도록 하면 된다. 구체적으로는, 모터(15)의 토크와 추력의 관계는, 도 4에 도시한 바와 같이, 펌프(12)의 마찰 토크를 절편으로 한 1차식으로 근사할 수 있으므로, 추력으로부터 토크 지령을 간단히 구할 수 있다. 그리고, 추력과 이 토크 지령은, 상기한 전류 루프 L에 입력되어, 모터(15)로 전류가 공급되고, 모터(15)의 토크가 토크 지령대로 제어된다. 이에 의해 로드측실(5) 내의 압력이 목표 압력으로 조절되고, 그 결과 액추에이터(1)가 출력하는 추력이 원하는 추력의 크기로 제어되게 된다.
- [0037] 반대로, 액추에이터(1)에 수축 방향의 원하는 추력을 출력시키는 경우, 제1 개폐 밸브(9)를 차단 포지션(9c)으로 하고, 제2 개폐 밸브(11)를 연통 포지션(11b)으로 하여, 모터(15)를 구동하여 펌프(12)로부터 실린더(2) 내로 작동유를 공급한다. 이와 같이 함으로써, 피스톤측실(6)과 탱크(7)는 연통 상태로 놓여짐과 함께, 로드측실(5)과 피스톤측실(6)이 차단 상태로 놓여져 로드측실(5)에만 펌프(12)로부터 작동유가 공급된다. 이 결과, 피스톤(3)이 도 1의 우측으로 밀려 액추에이터(1)는 수축 작동한다.
- [0038] 이 동작과 함께, 상기한 수순과 마찬가지로 하여, 컨트롤러 C로 모터(15)의 토크를 조절하여, 로드측실(5)의 압력과 피스톤(3)에 있어서의 피스톤측실(6)측과 로드측실(5)측의 수압 면적차를 곱한 값이 상기 원하는 추력이 되도록 로드측실(5)의 압력을 조절하면 된다.
- [0039] 이와 같이, 액추에이터(1)는 신장 및 수축 방향의 양 방향으로 추력을 발휘할 수 있어, 가변 릴리프 밸브를 사용하지 않고 패시브 밸브(19)를 설치함으로써, 그 추력을 간단히 제어할 수 있다. 본 실시 형태에 관한 액추에이터(1)에 따르면, 간단한 구성으로 소형의 패시브 밸브(19)를 사용하고 있으므로, 드라이버도 불필요하고, 종래의 액추에이터와 비교하여, 액추에이터(1)가 보다 소형으로 되므로, 액추에이터(1)의 비용이 절감된다. 따라서, 액추에이터(1)의 철도 차량 등으로의 탑재성도 비약적으로 향상되어, 보다 실용성이 향상된다.
- [0040] 또한, 압력으로부터 유량을 산출할 수 있으므로, 패시브 밸브(19)의 오버라이드 특성의 영향은 없고, 저렴하고 소형인 패시브 밸브를 사용할 수 있다.
- [0041] 펌프(12)는 일방향만으로 토출하므로, 회전 전환 시의 용량 변동의 우려가 없어 저렴한 펌프(12)를 사용할 수 있고, 펌프(12)의 구동원인 모터(15)에 있어서도 회전 방향 전환에 있어서 높은 응답성이 요구되는 경우도 없으므로 모터(15)도 저렴한 것을 사용할 수 있다.
- [0042] 또한, 제1 개폐 밸브(9)와 제2 개폐 밸브(11)를 함께 연통 포지션(9b, 11b)으로 하는 경우에는, 실린더(2) 내를 통해 펌프(12)로부터 토출되는 작동유를 탱크(7)로 복귀시킬 수 있고, 액추에이터(1)를 언로드할 수 있다. 언로드 시에 있어서의 펌프(12)로부터의 작동유 공급 및 신축 작동에 의한 작동유의 흐름은, 로드측실(5), 피스톤측실(6)을 순서대로 통과하여 최종적으로 탱크(7)로 환류하도록 되어 있다. 따라서, 로드측실(5) 혹은 피스톤측실(6) 내에 기체가 혼입되어도, 자립적으로 탱크(7)로 배출시킬 수 있어, 추진력 발생의 응답성의 악화를 저지할 수 있음과 함께, 성능 회복을 위한 유지 보수를 빈번히 행할 필요도 없어서, 보수면에 있어서의 노동력과 비용 부담을 경감할 수 있다.
- [0043] 또한, 상술한 바와 같이 작동유의 흐름은 로드측실(5), 피스톤측실(6)을 순서대로 통과하여 최종적으로 탱크(7)로 환류하도록 되어 있으므로, 로드측실(5) 내와 피스톤측실(6) 내에 압력이 차버리는 경우는 없다. 따라서, 추력 안정을 위한 저압 우선 셔틀 밸브를 설치할 필요가 없으므로, 저압 우선 셔틀 밸브의 다음의 문제

가 해소되어, 액추에이터(1)의 정숙성이 향상되고, 차량으로 탑재해도 차량 탑승자에게 불쾌감 등을 주는 일이 없다.

[0044] 또한, 본 실시 형태에 관한 액추에이터(1)에는, 정류 통로(20)와 흡입 통로(21)가 설치된다. 이로 인해, 외력에 의해 강제적으로 신축되는 경우에 있어서, 제1 개폐 밸브(9)와 제2 개폐 밸브(11)를 함께 차단 포지션(9c, 11c)으로 하여 펌프(12)의 구동을 정지시키면, 신축에 의해 실린더(2) 내로부터 작동유가 압출되어 패시브 밸브(19)를 통해 탱크(7)로 배출되고, 실린더(2) 내에서 작동유가 부족한 경우에는 작동유가 탱크(7)로부터 흡입 통로(21)를 통해 실린더(2) 내로 공급되게 된다. 이와 같이, 본 실시 형태에 관한 액추에이터(1)는, 패시브 밸브(19)의 압력 손실에 적당한 감쇠력을 발휘하는 패시브한 댐퍼로서도 기능할 수 있다. 즉, 제1 개폐 밸브(9)와 제2 개폐 밸브(11)가 차단 포지션(9c, 11c)을 취하여, 펌프(12)가 정지 상태로 되어도, 액추에이터(1)는 페일세이프로서 패시브한 댐퍼 기능을 발휘할 수 있으므로, 신축 불능으로 되어 버리는 경우는 없다.

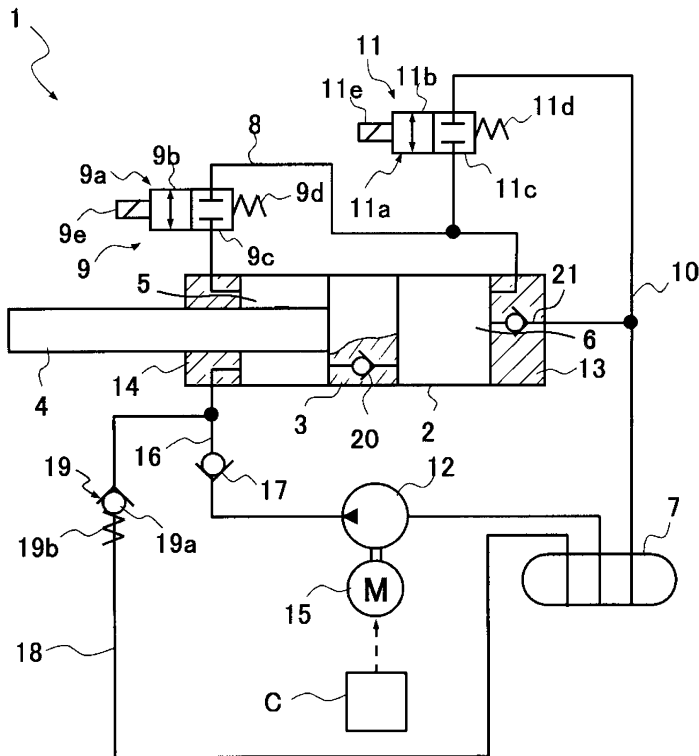
[0045] 또한, 본 실시 형태에 있어서는, 펌프(12)의 하류인 공급 통로(16)의 도중에 역지 밸브(17)를 설치하고 있으므로, 외력에 의해 액추에이터(1)가 강제적으로 신축되는 경우에 있어서도, 로드측실(5)로부터 펌프(12)로의 작동유의 역류가 저지되어, 모터 M의 토크에 의한 추력 이상의 추력을 얻을 수 있다.

[0046] 이상, 본 발명의 실시 형태에 대해 설명하였지만, 상기 실시 형태는 본 발명의 적용예의 일부를 나타낸 것에 지나지 않고, 본 발명의 기술적 범위를 상기 실시 형태의 구체적 구성으로 한정하는 취지는 아니다.

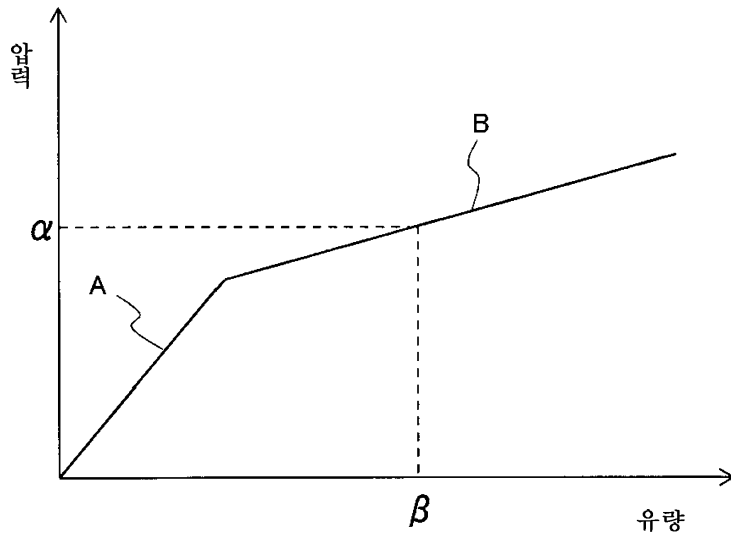
[0047] 본원은 2012년 8월 13일에 일본 특허청에 출원된 일본 특허 출원 제2012-179155호에 기초하는 우선권을 주장하고, 이 출원의 모든 내용은 참조에 의해 본 명세서에 포함된다.

도면

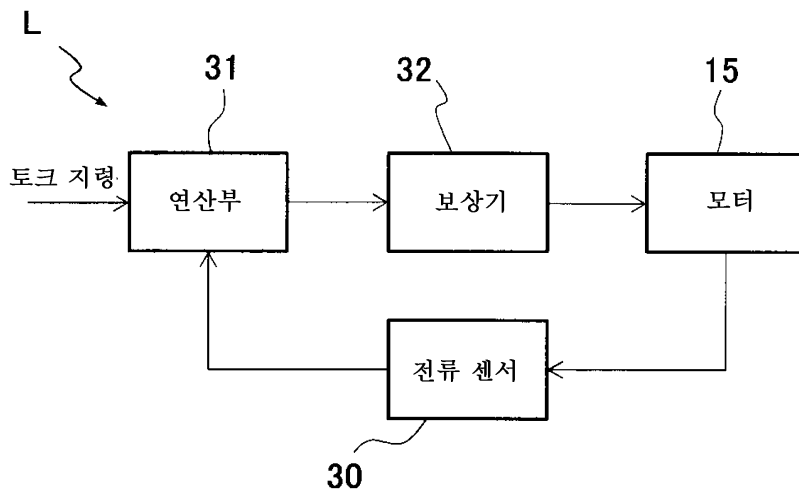
도면1



도면2



도면3



도면4

