



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0003669
(43) 공개일자 2021년01월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01F 7/16 (2006.01) F16K 31/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01F 7/16 (2013.01)
F16K 31/061 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0073024
(22) 출원일자 2020년06월16일
심사청구일자 2020년06월16일
(30) 우선권주장
JP-P-2019-123302 2019년07월02일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 텐소
일본 아이치켄 448-8661 가리야시 쇼와쵸 1-1
(72) 발명자
교우타로우 가시와
일본 아이치켄 448-8661 가리야시 쇼와쵸 1-1 가
부시키가이샤 텐소 내
가즈히로 사사오
일본 아이치켄 448-8661 가리야시 쇼와쵸 1-1 가
부시키가이샤 텐소 내
모토요시 안도
일본 아이치켄 448-8661 가리야시 쇼와쵸 1-1 가
부시키가이샤 텐소 내
(74) 대리인
신성특허법인(유한)

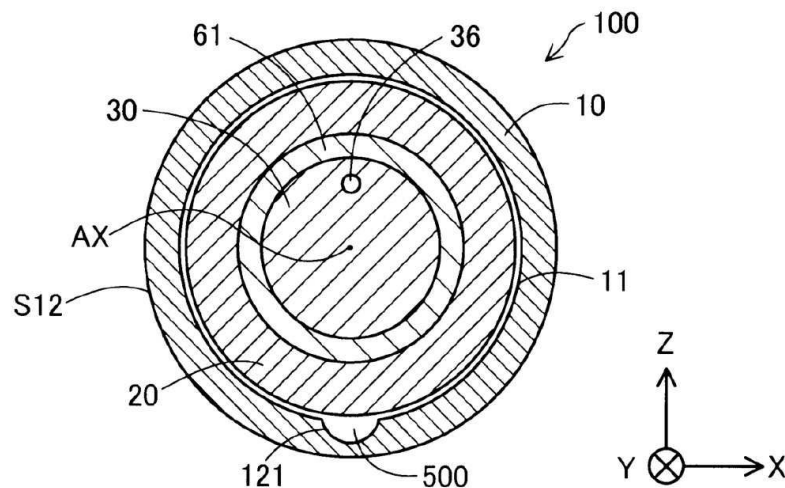
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 솔레노이드

(57) 요약

솔레노이드(100)는 코일(20), 축 방향(AD)을 따르는 측면부(12) 및 바닥부(14)를 포함하는 요크(120), 축 방향으로 슬라이딩하도록 구성된 기둥 형상의 플런저(30), 스테이터 코어(40) 및 제2 자속 전달부(80)를 갖는다. 스테이터 코어(40)는 코일에 의해 발생하는 자력에 의해 플런저를 자기적으로 끌어당기도록 구성되는 자기 흡인 코어(50), 원통형 코어부(61) 및 제1 자속 전달부(65)를 가지는 슬라이딩 코어(60), 및 슬라이딩 코어와 자기 흡인 코어 사이에서 자속의 통과를 억제하도록 구성되는 자속 통과 억제부(70)를 포함한다. 제2 자속 전달부(80)는 자기 흡인 코어와 측면부 사이에서 자속을 전달한다. 외부와 연통하며 축 방향으로 연장되는 제1 호흡홈(121)은 요크의 내주면(11) 상에 형성된다.

대표도 - 도3



명세서

청구범위

청구항 1

솔레노이드(100)에 있어서,

통전 시 자력을 발생시키도록 구성되는 코일(20);

축 방향(AD)을 따르는 측면부(12) 및 축 방향과 교차하는 방향을 따라 형성된 바닥부(14)를 포함하며, 상기 코일을 수용하도록 구성되는 요크(10);

축 방향으로 슬라이딩하도록 구성된 기둥 형상(柱狀)의 플런저(30);

자기 흡인 코어(50), 슬라이딩 코어(60) 및 자속 통과 억제부(70)를 포함하는 스테이터 코어(40); 및

상기 자기 흡인 코어의 축 방향으로의 단부로서 선단면을 향하는 측면에 대향하는 자기 흡인 코어 단부(54)의 반경 방향 외측으로 배치되고, 상기 자기 흡인 코어와 상기 측면부 사이에서 자속을 전달하도록 구성되는 제2 자속 전달부(80)를 포함하며,

상기 스테이터 코어(40)에서, 상기 자기 흡인 코어(50)는, 상기 플런저의 선단면(32)을 향하도록 축 방향으로 배치되며 상기 코일에 의해 발생된 자력에 의해 상기 플런저를 자기적으로 끌어당기도록 구성되며; 상기 슬라이딩 코어(60)는, 축 방향에 수직인 반경 방향으로 상기 코일 내부에 배치되며 상기 플런저를 수용하는 원통형 코어부(61), 및 축 방향에서 상기 코어부의 단부이며 상기 바닥부를 향하는 코어 단부로부터 반경 방향 외측을 향하도록 형성되고 상기 요크와 상기 코어부 사이에서 자속을 전달하도록 구성되는 제1 자속 전달부(65)를 가지며; 상기 자속 통과 억제부(70)는, 상기 슬라이딩 코어와 상기 자기 흡인 코어 사이에서 자속의 통과를 억제하도록 구성되며,

외부와 연통하여 축 방향으로 연장되는 제1 호흡홈(121)이 상기 요크의 내주면(11) 상에 형성되는

솔레노이드.

청구항 2

제1항에 있어서,

축 방향으로 연장되는 제2 호흡홈(122) 및 원주 방향으로 연장되며 상기 제1 호흡홈 및 제2 호흡홈과 연통하는 원주 방향 홈(130)은, 상기 요크의 내주면과 상기 코일의 외주면 중 적어도 하나에 형성되는

솔레노이드.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

축 방향으로 연장되며 외경 방향으로 돌출하는 돌출부(123)는, 상기 요크의 외주면(S12) 상에 제1 호흡홈에 대응하는 위치에 형성되는

솔레노이드.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 자속 통과 억제부는, 서로 분리되어 형성되는 자기 흡인 코어와 슬라이딩 코어를 물리적으로 연결하는 비

자성 연결부를 포함하는
슬레노이드.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,
비자성체로 형성되는 필름부(30e)는,
상기 플런저의 외주면의 적어도 일부 또는 상기 스테이터 코어의 내벽면의 적어도 일부를 덮거나,
상기 플런저의 외주면의 일부 및 상기 스테이터의 내벽면의 일부를 모두 덮는
슬레노이드.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 슬레노이드에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 슬레노이드는 통전 시 자력을 발생시키는 코일, 상기 코일 내부에 제공되는 스테이터 코어(stator core) 및 상기 스테이터 코어 내부에서 슬라이딩하는 플런저(plunger)를 갖는다. 특허문헌 1에 기재된 슬레노이드에는, 플런저 선단 챔버(tip chamber)를 선형 슬레노이드의 외부와 연통시키는 호흡 통로(呼吸通路)(breathing passage)가 제공된다. 이러한 구성은 플런저의 축 방향 이동으로 인한 플런저 선단 챔버의 내부 압력의 변화로 인해 플런저의 슬라이딩 성능(slidability) 저하를 억제한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 특허문헌 1 : 일본 특허 제4569371호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 특허문헌 1에 기재된 슬레노이드에서, 호흡 통로는 코일과 요크 사이의 반경 방향 간극(radial gap)이며 전체 원주에 걸쳐 형성된다. 따라서, 요크의 외경이 커지는 경향이 있으며, 슬레노이드가 커지는 문제가 있다. 따라서, 호흡 통로를 확보하면서 슬레노이드의 크기 증가를 억제할 수 있는 기술이 요구된다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 개시는 다음의 실시예들로서 실현될 수 있다.

[0006] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 슬레노이드가 제공된다. 슬레노이드는 통전 시 자력을 발생시키는 코일, 축 방향을 따르는 측면부와 축 방향과 교차하는 방향을 따라 형성된 바닥부를 포함하며 상기 코일을 수용하도록 구성되는 요크 및 축 방향으로 슬라이딩하도록 구성되는 기둥 형상(柱狀)의 플런저를 포함한다. 스테이터 코어는, 플런저의 선단면을 향하도록 축 방향으로 배치되며 상기 코일에 의해 발생된 자력에 의해 상기 플런저를 자기적으로 끌어당기도록 구성되는 자기 흡인 코어(magnetic attraction core), 축 방향에 수직인 반경 방향으로 상기 코일 내부에 배치되며 상기 플런저를 수용하는 원통형 코어부 및 축 방향에서 코어부의 단부(end)이며 바닥부를 향하는 코어 단부로부터 반경 방향 외측을 향하도록 형성되고 상기 요크와 상기 코어부 사이에서 자속을 전달하

도록 구성되는 제1 자속 전달부(a first magnetic flux transfer portion)를 가지는 슬라이딩 코어, 상기 슬라이딩 코어와 상기 자기 흡인 코어 사이에서 자속의 통과를 억제하도록 구성되는 자속 통과 억제부를 포함한다. 제2 자속 전달부(a second magnetic flux transfer portion)는, 상기 자기 흡인 코어의 축 방향으로의 단부로서 선단면을 향하는 측면에 대향하는 자기 흡인 코어 단부의 반경 방향 외측으로 배치되고, 상기 자기 흡인 코어와 상기 측면부 사이에서 자속을 전달하도록 구성된다. 외부와 연통하여 축 방향으로 연장되는 제1 호흡홈(breathing groove)이 상기 요크의 내주면 상에 형성된다.

[0007] 본 개시의 솔레노이드에 따르면, 외부와 연통하며 축 방향으로 연장되는 제1 호흡홈이 요크의 내주면 상에 형성되므로, 상기 제1 호흡홈과 상기 요크의 외주면 사이에 형성되는 간극은 호흡 통로로서 사용될 수 있다. 따라서, 상기 코일의 외주면과 상기 요크의 내주면 사이의 전체 원주에 걸쳐 형성된 간극만이 호흡 통로로서 사용되는 구성과 비교하여, 간극의 크기(반경 방향에서의 길이)는 더 작고 요크의 외경은 줄어들 수 있다. 상술한 바와 같이, 본 실시예의 솔레노이드에 따르면, 호흡 통로를 확보하면서 솔레노이드의 크기 증가를 억제할 수 있다.

[0008] 본 개시는 다음의 실시예들로서 실현될 수 있다. 예를 들어, 본 개시는 솔레노이드 밸브, 솔레노이드의 제조 방법 등의 실시예로 실현될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 제1 실시예에 따른 솔레노이드가 적용되는 선형 솔레노이드 밸브의 개략적인 구성을 나타내는 단면도이다.

도 2는 솔레노이드의 상세한 구성을 나타내는 단면도이다.

도 3은 도 2의 III-III선에 따른 단면도이다.

도 4는 제2 실시예에 따른 솔레노이드가 적용되는 선형 솔레노이드 밸브의 단면도이다.

도 5는 제2 실시예에 따른 솔레노이드가 적용되는 선형 솔레노이드의 단면도 및 사시도이다.

도 6은 제3 실시예에 따른 솔레노이드가 적용되는 선형 솔레노이드 밸브의 단면도이다.

도 7은 제4 실시예에 따른 솔레노이드의 상세한 구성을 나타내는 단면도이다.

도 8은 제5 실시예에 따른 솔레노이드의 상세한 구성을 나타내는 단면도이다.

도 9는 제6 실시예에 따른 솔레노이드의 상세한 구성을 나타내는 단면도이다.

도 10은 또 다른 실시예에 따른 솔레노이드가 적용되는 선형 솔레노이드 밸브의 단면도이다.

도 11은 또 다른 실시예에 따른 솔레노이드가 적용되는 선형 솔레노이드 밸브의 단면도이다.

도 12는 또 다른 실시예에 따른 솔레노이드가 적용되는 선형 솔레노이드 밸브의 단면도이다.

도 13은 또 다른 실시예에 따른 솔레노이드가 적용되는 선형 솔레노이드 밸브의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] A. 제1 실시예

[0011] A-1. 구성

[0012] 도 1에 도시된 제1 실시예에 따른 솔레노이드(100)는 선형 솔레노이드 밸브(300)에 적용되며 스톱 밸브(200)를 구동하기 위한 액추에이터(actuator)로서 기능한다. 선형 솔레노이드 밸브(300)는 차량 자동변속기(도시되지 않음)에 공급되는 작동유의 유압을 조절하도록 구성되며, 변속기 케이스의 외부 표면에 제공되는 밸브 몸체에 장착된다. 도 1은 중심축(AX)을 따른 선형 솔레노이드 밸브(300)의 단면을 개략적으로 도시한다.

[0013] 선형 솔레노이드 밸브(300)는 중심축(AX)을 따라 나란히 배치된 스톱 밸브(200)와 솔레노이드(100)를 포함한다. 도 1 및 도 2는, 비통전 상태(non-energized state)의 솔레노이드(100) 및 선형 솔레노이드 밸브(300)를 도시한다. 본 실시예의 선형 솔레노이드 밸브(300)는 통상의 폐쇄형(normally closed type)이지만, 통상의 개방형(normally open type)일 수 있다.

[0014] 도 1에 도시된 스톱 밸브(200)는 후술할 복수의 오일 포트(214)의 개구 면적을 조정한다. 상기 스톱 밸브(200)

는 슬리브(210), 스푼(220), 스프링(230) 및 스프링 하중 조정 부재(240)를 포함한다.

- [0015] 슬리브(210)는 대략 원통형의 외부 형상을 갖는다. 슬리브(210)에는 중심축(AX)을 따라 관통하는 삽입공(212) 및 상기 삽입공(212)과 연통하며 반경 방향으로 개방된 복수의 오일 포트(214)가 형성된다. 스푼(220)은 삽입공(212)에 삽입된다. 솔레노이드(100) 측 삽입공(212)의 단부는 확대된 직경을 갖도록 형성되며 탄성 부재 수용부(218)로서 기능한다. 후술할 탄성 부재(420)는 탄성 부재 수용부(218)에 수용된다. 복수의 오일 포트(214)는 중심축(AX)에 평행한 방향을 따라 나란히 형성된다. 이하, 그 방향을 "축 방향(AD)"이라 한다. 복수의 오일 포트(214)는, 예를 들어, 입력 포트, 출력 포트, 피드백 포트, 드레인 포트 등으로서 기능한다. 입력 포트는 오일 펌프(도시되지 않음)와 연통하여 유압을 받는다. 출력 포트는 클러치 피스톤(도시되지 않음)과 연통하여 유압을 공급한다. 피드백 포트는 출력 유압에 기반하여 스푼(220)에 하중을 가한다. 드레인 포트는 작동유를 배출한다. 플랜지(216)는 솔레노이드(100) 측 슬리브(210)의 단부에 형성된다. 플랜지(216)는 반경 방향 외측으로 증가하는 직경을 가지며, 후술할 솔레노이드(100)의 요크(10)에 고정된다.
- [0016] 스푼(220)은 축 방향(AD)을 따라 나란히 배치된 복수의 대직경부(222) 및 소직경부(224)를 가지며, 대략 봉형(rod-like)의 외부 형상을 가진다. 스푼(220)은 삽입공(212) 내부에서 축 방향을 따라 슬라이딩하고, 대직경부(222)와 소직경부(224) 사이에서 축 방향(AD)에 따른 위치에 따라 복수의 오일 포트(214)의 개구 면적을 조정한다. 샤프트(90)는 스푼(220)의 일단부와 접촉하여 배치되고, 솔레노이드의 구동력을 스푼(220)에 전달한다. 스프링(230)은 스푼(220)의 타단부에 배치된다. 스프링(230)은 압축 코일 스프링에 의해 구성되며, 스푼(220)을 축 방향(AD)으로 누르며 스푼(220)을 솔레노이드(100) 쪽으로 가압한다. 스프링 하중 조정 부재(240)는 스프링(230)과 접촉하여 배치되며, 슬리브(210)에 나사 결합되는 양을 조정함으로써 스프링(230)의 스프링 하중을 조정한다.
- [0017] 도 1 및 도 2에 도시된 솔레노이드(100)는 전자 제어 유닛(도시되지 않음)에 의해 통전되어 스푼 밸브(200)를 구동시킨다. 솔레노이드(100)는 요크(10), 코일(20), 플런저(30), 스테이터 코어(40), 제2 자속 전달부(80) 및 탄성 부재(420)를 포함한다.
- [0018] 요크(10)는 자성 금속(magnetic metal)으로 이루어지며, 도 2에 도시된 바와 같이 솔레노이드(100)의 외부 셸(shell)을 형성한다. 요크(10)는 바닥이 원통형인 외부 형상을 가지며, 코일(20), 플런저(30) 및 스테이터 코어(40)를 수용한다. 요크(10)는 측면부(12), 바닥부(14), 개구(17) 및 노치(notch)(18)를 갖는다.
- [0019] 측면부(12)는 축 방향(AD)을 따라 대략 원통형 외부 형상을 가지며, 코일(20)의 반경 방향 외측으로 배치된다. 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 제1 호흡홈(121)은 측면부(12)의 내주면(11)에 형성된다. 도 3에 도시된 바와 같이 반경 방향이 깊이 방향인 경우, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 제1 호흡홈(121)은 축 방향(AD)으로 연장된다. 제1 호흡홈(121)은 솔레노이드가 장착된 환경에 존재하는 작동유와 같은 유체가 흐르도록 한다. 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 제1 호흡홈(121)과 코일(20)의 외주면 사이에서 축 방향(AD)으로 공간이 형성되며, 그 공간은 호흡 통로(500)로서 사용된다. 호흡 통로(500)는 오일 통로의 역할을 하며, 오일 통로는 제1 자속 전달부(65)의 외주면과 측면부(12)의 내주면 사이의 공간 및 커넥터(26)의 베이스로부터 제1 자속 전달부(65)의 외주면과 측면부(12)의 내주면 사이의 공간과 연통한다. 본 실시예에서, X축 방향으로의 제1 호흡홈(121)의 폭은 약 5 mm(밀리미터)이다. 상기 폭은 5 mm로 제한되는 것은 아니며 임의의 크기일 수 있다.
- [0020] 바닥부(14)는 측면부(12)의 단부에 형성되며, 스푼 밸브(200) 측과는 반대측 측면부(12)의 단부에서 축 방향(AD)에 대하여 수직으로 형성되고, 측면부(12)의 단부를 폐쇄한다. 바닥부(14)는 축 방향(AD)에 수직인 것으로 제한되지 않으며, 대략 수직으로 형성되거나 후술할 제1 자속 전달부(65)의 형상에 따라 축 방향(AD)에 교차하도록 형성될 수 있다. 바닥부(14)는 후술할 플런저(30)의 베이스 단부면(34)과 대향한다. 바닥부(14)의 상세한 설명은 후술한다. 이하의 설명에서, 바닥부(14), 스테이터 코어(40) 및 샤프트(90)에 의해 둘러싸인 공간은 "플런저 챔버(95)"라고도 한다. 플런저 챔버(95)는 플런저(30)를 수용한다.
- [0021] 개구(17)는 스푼 밸브(200) 측 측면부(12)의 단부에 형성된다. 개구(17)는, 솔레노이드(100)의 구성부품들이 요크(10)의 내부에 조립된 후에, 코킹(caulk)되어 스푼 밸브(200)의 플랜지(216)에 고정된다. 스푼 밸브(200) 및 요크(10)는, 코킹(caulking)에 의한 고정 대신, 용접(welding)과 같은 임의의 방법을 사용하여 고정될 수 있다.
- [0022] 노치(18)는 개구(17)의 원주 방향에서 일부를 절단함으로써 형성된다. 후술할 커넥터(26)는 노치(18)를 통해 요크(10)로부터 노출된다. 또한, 후술하는 바와 같이, 노치(18)는 호흡 통로(500) 내로 유동하는 유체를 위한 포트로서 기능한다.
- [0023] 코일(20)은 요크(10)의 측면부(12)의 내부에 반경 방향으로 배치된다. 코일(20)은 통전 시 자력을 발생시키며,

요크(10)의 측면부(12), 요크(10)의 바닥부(14), 스테이터 코어(40), 플런저(30) 및 제2 자속 전달부(80)를 통과하는 루프형 자속(이하, 루프형 자속은 "자기 회로(magnetic circuit)"라 함)을 발생시킨다. 도 1 및 도 2에 도시된 상태에서, 코일(20)의 통전이 수행되지 않으며 자기 회로가 형성되지 않는다. 설명의 편의를 위해, 코일(20)의 통전이 수행될 때 형성되는 자기 회로(C1)의 일부는, 도 2에서 두꺼운 화살표로 개략적으로 표시된다.

[0024] 코일(20)은 권선부(21)와 보빈(22)을 갖는다. 권선부(21)는 절연 피복(insulating coating)으로 코팅된 전도성 와이어로 형성된다. 보빈(22)은 수지(resin)로 이루어진다. 보빈(22)은 요크(10)의 외주 상에 배치된 커넥터(26)에 연결된다. 커넥터(26)는 노치(18)를 통해 요크(10)로부터 노출된다. 권선부(21)의 단부가 연결되는 접속 단자(24)는 커넥터(26)의 내부에 배치된다. 커넥터(26)는 접속 라인(도시되지 않음)을 통해 솔레노이드(100)를 전자 제어 장치에 전기적으로 연결한다.

[0025] 도 3에 도시된 바와 같이, 코일(20)의 외경은 요크(10)의 측면부(12)의 내경보다 약간 작게 형성된다. 따라서, 본 실시예에서, 호홉 통로(500)를 제외하고, 코일(20)의 외주면과 요크(10)의 내주면(11) 사이에 작은 간극만이 형성된다.

[0026] 도 2에 도시된 바와 같이, 플런저(30)는 플런저 챔버(95)에 수용된다. 플런저(30)는 대략 원통형 외부 형상을 가지며 자성 금속으로 이루어진다. 본 실시예에서, 플런저(30)의 외주면에 도금(plating) 처리가 된다. 이러한 도금에 의해, 플런저(30)의 표면 경도가 향상될 수 있다. 플런저(30)는 후술할 스테이터 코어(40)의 코어부(61)의 내주면 상에서 축 방향(AD)으로 슬라이딩한다. 진술한 샤프트(90)는 스톱 밸브(200) 측 상에 플런저(30)의 단부면(이하, "선단면(32)"이라고도 함)과 접촉하여 배치된다. 이에 의해, 도 1에 도시된 스톱(220)에 전달된 스프링(230)의 가압력에 의해 축 방향(AD)을 따라 요크(10)의 바닥부(14) 측을 향하여, 플런저(30)가 가압된다. 도 2에 도시된 바와 같이, 선단면(32)에 대향하는 플런저(30)의 단부면(이하, "베이스 단부면(34)"이라고도 함)은 요크(10)의 바닥부(14)를 향한다. 플런저(30) 내부에는, 축 방향(AD)으로 관통하는 호홉공(36)이 형성된다. 호홉공(36)은 플런저 챔버(95)에서 플런저(30)의 베이스 단부면(34) 측 및 선단면(32) 측 상에 위치한 유체가 흐르도록 한다.

[0027] 스테이터 코어(40)는 자성 금속으로 이루어지며, 코일(20)과 플런저(30) 사이에 배치된다. 스테이터 코어(40)는 자기 흡인 코어(50), 슬라이딩 코어(60) 및 자속 통과 억제부(70)가 통합된 부재로 구성된다.

[0028] 자기 흡인 코어(50)는 원주 방향으로 샤프트(90)를 둘러싸도록 배치된다. 자기 흡인 코어(50)는 스테이터 코어(40) 중에서 스톱 밸브(200) 측 부분을 구성하며, 코일(20)에 의해 발생된 자력에 의해 플런저(30)를 자기적으로 끌어당긴다. 스톱퍼(52)는 플런저(30)의 선단면(32)을 향하는 자기 흡인 코어(50)의 표면 상에 배치된다. 스톱퍼(52)는 비자성체(non-magnetic material)로 이루어지며, 플런저(30)와 자기 흡인 코어(50) 사이 직접적인 접촉을 방지하고, 또한 자기 흡인(magnetic attraction)으로 인해 플런저(30)가 자기 흡인 코어(50)로부터 분리되는 것을 방지한다.

[0029] 슬라이딩 코어(60)는 스테이터 코어(40) 중에서 바닥부(14) 측 부분을 구성하며, 플런저(30)의 반경 방향 외측으로 배치된다. 슬라이딩 코어(60)는 코어부(61) 및 제1 자속 전달부(65)를 갖는다.

[0030] 코어부(61)는 대략 원통형 외부 형상을 가지며, 축 방향(AD)에 직교하는 반경 방향으로 코일(20)과 플런저(30) 사이에 배치된다. 코어부(61)는 축 방향(AD)을 따라 플런저(30)의 이동을 안내한다. 그 결과, 플런저(30)는 코어부(61)의 내주면 상에서 직접 슬라이딩한다. 자기 흡인 코어(50) 측과 반대측에 위치한 슬라이딩 코어(60)의 단부(이하, "코어 단부(62)"라고도 함)는 바닥부(14)와 접촉한다.

[0031] 제1 자속 전달부(65)는 코어 단부(62)의 전체 원주에 걸쳐 코어 단부(62)로부터 반경 방향 외측으로 형성된다. 이러한 이유로, 제1 자속 전달부(65)는 축 방향(AD)으로 보빈(22)과 요크(10)의 바닥부(14) 사이에 위치된다. 제1 자속 전달부(65)는 코어부(61)를 통해 요크(10)와 플런저(30) 사이에서 자속을 전달한다. 본 실시예의 제1 자속 전달부(65)는 요크(10)의 바닥부(14)와 플런저(30) 사이에서 자속을 전달한다. 제1 자속 전달부(65)는 요크(10)의 측면부(12)와 플런저(30) 사이에서 자속을 전달할 수 있다. 또한, 본 실시예의 제1 자속 전달부(65)는 코어부(61)와 일체로 형성된다. 제1 자속 전달부(65) 및 코어부(61)는 별도의 부재로 형성된 후에 일체화 될 수 있다. 예를 들면, 코어부(61)는 링 형상으로 형성된 제1 자속 전달부(65)의 관통홀에 삽입되거나, 코어부(61)가 관통홀에 삽입된 후 용접 등에 의해 고정될 수 있다. 바닥부(14)를 향하는 제1 자속 전달부(65)의 단부면 상에는, 제1 자속 전달부(65)의 반경 방향 내측 및 반경 방향 외측과 연통하도록 반경 방향을 따라 반경 방향 홈이 형성된다. 본 실시예에서, 반경 방향 홈의 반경 방향 외측 상의 단부는, 원주 방향으로 커넥터(26)의 배치 위치와 중첩된다. 상기 단부는 제1 자속 전달부(65)의 외주면과 측면부(12)의 내주면 사이의 공간과 연통한다. 상기

공간은 축 방향(AD)으로 호흡 통로(500)의 단부와 연통한다. 한편, 반경 방향 홈의 반경 방향 내측 상의 단부는 플런저 챔버(95)와 연통한다. 따라서, 플런저 챔버(95)는, 반경 방향 홈과 바닥부(14) 사이에 간극으로서 형성된 통로, 제1 자속 전달부(65)의 외주면과 측면부(12)의 내주면 사이 공간 및 호흡 통로(500)를 통해, 외부와 연통한다. 이러한 구성에 의해, 플런저(30)의 축 방향(AD)으로의 이동으로 인한 플런저 챔버(95)의 압력 변화가 억제될 수 있고, 플런저(30)의 슬라이딩 성능(slidability) 감소가 억제될 수 있다.

[0032] 자속 통과 억제부(70)는 축 방향(AD)으로 자기 흡인 코어(50)와 코어부(61) 사이에 형성된다. 자속 통과 억제부(70)는 코어부(61)와 자기 흡인 코어(50) 사이 자속의 직접적인 통과를 억제한다. 본 실시예의 자속 통과 억제부(70)는, 스테이터 코어(40)의 반경 방향 두께가 얇게 형성되어, 자속 통과 억제부(70)의 자기 저항(magnetic resistance)이 자기 흡인 코어(50) 및 코어부(61)의 자기 저항보다 높도록 구성된다.

[0033] 제2 자속 전달부(80)는 코일(20)과 스톱 밸브(200)의 플랜지(216) 사이에서 축 방향(AD)으로 배치된다. 다시 말해서, 제2 자속 전달부(80)는, 축 방향(AD)에서의 스테이터 코어(40)의 자기 흡인 코어(50)의 단부(후술함)로서, 플런저(30) 측에 대향하는 자기 흡인 코어의 단부(이하, 상기 단부는 "자기 흡인 코어 단부(54)"라고도 함)의 반경 방향 외측에 배치된다. 제2 자속 전달부(80)는 링 모양의 외형을 가지며, 자성 금속으로 이루어진다. 제2 자속 전달부(80)는 스테이터 코어(40)의 자기 흡인 코어(50)와 요크(10)의 측면부(12) 사이에서 자속을 전달한다. 제2 자속 전달부(80)는 반경 방향으로 변위 가능하게 구성된다. 그 결과, 제조 동안의 스테이터 코어(40)의 치수 변화 및 조립 동안의 스테이터 코어(40)의 불완전한 정렬이 흡수된다. 본 실시예에서, 후술할 자기 흡인 코어(50)는 제2 자속 전달부(80)에 압입된다. 자기 흡인 코어(50)는 압입 대신에 약간의 반경 방향 간극(radial gap)을 가지며 제2 자속 전달부(80)에 끼워질 수 있다.

[0034] 탄성 부재(420)는 스톱 밸브(200)의 슬라이브(210)에 형성된 탄성 부재 수용부(218)에 수용되며, 바닥부(14)를 향하여 스테이터 코어(40)를 가압한다. 탄성 부재(420)는 플런저(30) 측과 대향하며 축 방향(AD)으로 자기 흡인 코어(50)의 단부면(이하, "단부면(56)"이라고도 함)과 접촉하여 배치된다. 본 실시예에서, 탄성 부재(420)는 대략 원통형 외부 형상을 가지는 압축 코일 스프링으로 구성된다. 스톱(220)은 탄성 부재(420) 내부에 반경 방향으로 삽입된다. 스테이터 코어(40)가 탄성 부재(420)에 의해 요크(10)의 바닥부(14)를 향하여 축 방향(AD)으로 가압되므로, 제1 자속 전달부(65)는 바닥부(14)에 대하여 가압되고, 제1 자속 전달부(65)는 바닥부(14)로 가압된다. 따라서, 요크(10)의 바닥부(14)로부터 제1 자속 전달부(65)로 전달되는 자속의 손실이 억제된다.

[0035] 권선부(21)에 전원이 공급되면, 솔레노이드(100) 내부에 자기 회로(C1)가 형성된다. 도 1 및 도 2에 도시된 상태와는 다르지만, 플런저(30)는 자기 회로(C1)의 형성에 의해 자기 흡인 코어(50)를 향해 당겨지고, 코어부(61)의 내주면 상에서 축 방향(AD)으로 슬라이딩한다. 코일(20)을 통해 흐르는 전류가 증가함에 따라, 자기 회로의 자속 밀도가 증가하고 플런저(30)의 스트로크(stroke) 양이 증가한다.

[0036] 플런저(30)가 자기 흡인 코어(50)를 향하여 이동할 때, 플런저(30)의 선단면(32)에 인접한 샤프트(90)는 도 1에 도시된 스톱(220)을 스프링(230) 쪽으로 가압한다. 그 결과, 오일 포트(214)의 개구 면적이 조정되고, 권선부(21)를 통해 흐르는 전류값에 비례하는 유압이 출력된다.

[0037] 전술한 제1 실시예의 솔레노이드(100)에 따르면, 외부와 연통하여 축 방향으로 연장되는 제1 호흡홈(121)이 요크의 내주면(11) 상에 형성된다. 따라서, 제1 호흡홈(121)과 코일의 외주면 사이의 간극이 호흡 통로(500)로서 사용될 수 있다. 따라서, 코일의 외주면과 요크의 내주면 사이의 전체 원주를 걸쳐 형성된 간극만이 호흡 통로로서 사용되는 구성과 비교하여, 간극의 크기(반경 방향에서의 길이)는 더 작고 요크의 외경은 줄어들 수 있다. 전술한 바와 같이, 본 실시예에 따른 솔레노이드에 따르면, 호흡 통로를 확보하면서 솔레노이드의 크기 증가를 억제할 수 있다.

[0038] B. 제2 실시예

[0039] 도 4에 도시된 바와 같이, 제2 실시예의 솔레노이드(100a)는 코일(20)의 외주면 상에 형성된 제2 호흡홈(122)을 가진다. 도 5에 도시된 바와 같이, 원주 방향 홈(130)은 원주 방향을 따라 코일(20)의 외주면 상에 형성되며, 제1 호흡홈(121)과 제2 호흡홈(122)을 연결한다. 홈의 구성은 제1 실시예의 솔레노이드(100)와 다르다. 상기 구성 이외의 솔레노이드(100a)의 다른 구성은 제1 실시예의 솔레노이드(100)의 구성과 동일하다. 따라서, 동일한 구성요소에는 동일한 도면 부호를 붙이고, 그 설명을 생략한다.

[0040] 도 4에 도시된 바와 같이, 제2 호흡홈(122)은 코일(20)의 외주면 상에 형성된다. 제2 호흡홈(122)은 제1 호흡홈(121)의 위치로부터 +Z 방향의 위치에 형성된다. 즉, 제1 호흡홈(121)과 제2 호흡홈(122)은 중심축(AX)에 대하여 180° 시프트된(shifted) 위치 관계를 갖는다. 제2 호흡홈(122)과 요크(10)의 내주면(11) 사이의 축 방향(A

D)으로 형성된 공간은 호흡 통로(502)로서 사용된다. 호흡 통로(502)는 호흡 통로(500)와 마찬가지로 오일 통로의 역할을 한다. 솔레노이드(100a)에서, 요크(10)와 코일(20) 사이에 2개의 호흡 통로(500, 502)가 형성되므로, 호흡량을 증가시킬 수 있다. 따라서, 본 실시예에서, 호흡 통로(500) 및 호흡 통로(502)를 제외하고, 코일(20)의 외주면과 요크(10)의 내주면(11) 사이에 작은 간극만이 형성된다.

[0041] 도 5에 도시된 바와 같이, 원주 방향 홈(130)은 원주 방향을 따라 코일(20)의 외주면 상에 형성된다. 원주 방향 홈(130)은 도 3 및 도 4에 도시된 단면에서의 위치보다 +Y 방향으로 더 이격되어 형성된다. 원주 방향 홈(130)에 따른 원주 길이는 코일(20)의 외주면의 다른 부분의 원주 길이보다 작고, 코어부(61)의 외주면에 따른 길이보다 길다. 원주 방향 홈(130)에 의해 형성된 공간, 즉 원주 방향 홈(130)과 요크(10)의 내주면(11)에 의해 형성된 공간은 호흡 통로(600)로서 사용된다. 호흡 통로(600)는 호흡 통로(502)와 호흡 통로(500)를 연결하는 역할을 한다. 호흡 통로(600)는 호흡 통로(502)와 외부 사이에서 오일이 가교(bridge)되는 것을 허용한다.

[0042] 전술한 제2 실시예에 따른 솔레노이드(100a)는 제1 실시예에 따른 솔레노이드(100)와 동일한 효과를 가진다. 또한, 제2 실시예의 솔레노이드(100a)에서, 제1 호흡홈(121)은 요크(10)의 내주면(11) 상에 형성되며, 제2 호흡홈(122)은 요크(10)의 내주면(11)과 코일(20)의 외주면 중 적어도 하나인 코일(20)의 외주면 상에 형성된다. 또한, 코일(20)의 외주면 상에는, 원주 방향 홈(130)이 원주 방향을 따라 형성되며, 제1 호흡홈(121) 및 제2 호흡홈(122)을 연결한다. 이러한 이유로, 제2 호흡홈(122)은 원주 방향 홈(130)을 통해 호흡 통로(500)에 연결될 수 있으며, 호흡 통로(502)는 호흡 통로(600)를 통해 호흡 통로(500)로부터 외부에 연결된다. 따라서, 호흡 통로(502)는 외부와 통기 가능해진다. 따라서, 축 방향(AD)에서의 호흡량(오일 유동량)이 증가될 수 있다. 만일 유동하는 오일의 양이 동일하면, 코일(20)의 외주면과 요크(10)의 내주면 사이의 전체 원주에 걸쳐 형성된 간극만이 호흡 통로로서 사용되는 구성과 비교하여, 간극의 크기(반경 방향에서의 길이)는 더 작고 요크의 외경은 줄어들 수 있다.

[0043] C. 제3 실시예

[0044] 도 6에 도시된 바와 같이, 요크(10)의 외주면(S12) 상에, 제1 호흡홈(121)에 상응하는 위치에서, 축 방향으로 연장되고 외경 방향으로 돌출된 돌출부(후술할 돌출부(123))가 형성된다. 상기 구성은 제1 실시예의 솔레노이드(100)와 다르다. 상기 구성 이외의 제3 실시예에 따른 솔레노이드(100b)의 다른 구성은 제1 실시예에 따른 솔레노이드(100)의 구성과 동일하다. 따라서, 동일한 구성요소에는 동일한 도면 부호를 붙이고, 그 설명을 생략한다.

[0045] 돌출부(123)는 제1 호흡홈(121)에 대하여 -Z 방향에 대응하는 위치에서 요크(10)의 외주면 상에 형성된다. 제1 호흡홈(121)과 돌출부(123)는 원주 방향으로 동일한 위치에 형성되며, 대략 동일한 형상을 갖는다. 돌출부(123)는 요크(10)의 강도를 높이는 역할을 한다. 구체적으로, 돌출부(123)는 요크(10)의 외주면(S12) 상에 형성되므로, 제1 호흡홈(121)이 형성된 요크(10)의 일부의 두께(반경 방향 길이)는 요크(10)의 다른 부분과 거의 동일하게 만들어질 수 있다. 따라서, 제3 실시예에 따른 솔레노이드(100b)에서, 제1 호흡홈(121)으로 인한 요크(10)의 강도의 저하가 억제된다.

[0046] 이러한 돌출부(123)는, 예를 들어, 프레스 가공(press work)에 의해 형성될 수 있다. 구체적으로, 요크(10)의 측면부(12)가 되는 원통형 부재가 준비된다. 그 다음, 제1 호흡홈(121) 및 돌출부(123)가 형성되지 않은 상태에서, 프레스 지그는 원통형 부재의 내부 구멍에 삽입된다. 그 후, 프레스 지그는 원통형 부재의 내주면에 대하여 가압되어 상기 내주면에 반경 방향 외측으로 하중을 가한다. 이에 의해, 제1 호흡홈(121) 및 돌출부(123)는 원통형 부재 상에 동시에 형성될 수 있다.

[0047] 전술한 제3 실시예에 따른 솔레노이드(100b)는 제1 실시예에 따른 솔레노이드(100)와 동일한 효과를 가진다. 또한, 축 방향으로 연장되고 외경 방향으로 돌출하는 돌출부(123)는, 요크(10)의 외주면 상에 제1 호흡홈(121)에 대응하는 위치에 형성된다. 이러한 이유로, 돌출부(123)는 요크(10)의 외주면(S12) 상에 형성되므로, 제1 호흡홈(121)이 형성된 요크(10)의 일부의 두께(반경 방향 길이)는 요크(10)의 다른 부분과 거의 동일하게 만들어질 수 있다. 따라서, 요크(10)의 외경을 줄이면서 요크(10)의 강도의 저하를 억제할 수 있다. 또한, 돌출부(123)는 제1 호흡홈(121)에 대응하는 위치에 형성되므로, 제1 호흡홈(121)과 돌출부(123)를 형성하는 과정에서, 제1 호흡홈(121)과 돌출부(123) 모두가 프레스 가공에 의해 동시에 형성될 수 있다. 따라서, 제1 호흡홈(121)과 돌출부(123)가 절삭 가공(cutting work)에 의해 형성되는 구성과 비교하여, 제조 비용 및 제조 시간이 줄어들 수 있다.

[0048] D. 제4 실시예

- [0049] 도 7에 도시된 바와 같이, 제4 실시예의 솔레노이드(100c)는, 자속 통과 억제부(70) 대신에, 다른 자속 통과 억제부(70a)를 포함한다. 이에 의해, 자기 흡인 코어(50)와 코어부(61)는 서로 분리되어 형성된다. 이러한 점에서, 제4 실시예는 제1 실시예의 솔레노이드(100)와 다르다. 상기 구성 이외의 제4 실시예에 따른 솔레노이드(100c)의 다른 구성은 제1 실시예에 따른 솔레노이드(100)의 구성과 동일하다. 따라서, 동일한 구성요소에는 동일한 도면 부호를 붙이고, 그 설명을 생략한다.
- [0050] 제1 실시예에 따른 솔레노이드(100)의 자속 통과 억제부(70)에서, 스테이터 코어(40)의 반경 방향 두께는 얇게 형성된다. 그러나, 제4 실시예에 따른 솔레노이드(100c)의 자속 통과 억제부(70a)에서, 모든 얇은 부분은 생략된다. 즉, 자속 통과 억제부(70a)는 전체적으로 공간으로 구성된다. 이러한 구성에 의해, 자기 흡인 코어(50)와 코어부(61)는 서로 분리되고, 코어부(61)와 자기 흡인 코어(50) 사이에서 직접적인 자속의 흐름이 더 억제된다. 따라서, 도 7에서 두꺼운 화살표로 표시된 자력은 제1 자속 전달부(65)로부터 플런저(30) 측으로 안내되고, 자기 효율(magnetic efficiency)이 증가하며 플런저(30)의 슬라이딩 성능이 향상될 수 있다.
- [0051] 전술한 제4 실시예에 따른 솔레노이드(100c)는 제1 실시예에 따른 솔레노이드(100)와 동일한 효과를 가진다. 또한, 자기 흡인 코어(50)와 코어부(61)는 서로 분리되고, 자속 통과 억제부(70a)에 의해 자기 흡인 코어(50)와 코어부(61)는 축 방향(AD)으로 공간적으로 분리된다. 따라서, 코어부(61)를 통과하는 자속은 플런저(30)로 향할 수 있다. 이로 인해, 자력이 플런저(30)로 용이하게 전달되어, 자기 효율이 증가하며, 플런저(30)의 슬라이딩 성능이 향상될 수 있다.
- [0052] E. 제5 실시예
- [0053] 도 8에 도시된 바와 같이, 제5 실시예의 솔레노이드(100d)는, 자기 흡인 코어(50)와 코어부(61) 사이에 형성되는 비자성체 자속 통과 억제부(70b)를 갖는다. 이러한 점에서, 제5 실시예는 제4 실시예의 솔레노이드(100c)와 다르다. 상기 구성 이외의 제5 실시예에 따른 솔레노이드(100d)의 다른 구성은 제4 실시예에 따른 솔레노이드(100c)의 구성과 동일하다. 따라서, 동일한 구성요소에는 동일한 도면 부호를 붙이고, 그 설명을 생략한다.
- [0054] 도 8에 도시된 바와 같이, 제5 실시예의 자속 통과 억제부(70b)는, 서로 분리되어 형성된 자기 흡인 코어(50)와 슬라이딩 코어(60)를 물리적으로 연결하는 비자성체로 만들어진 연결부이다. 따라서, 자기 흡인 코어(50)와 코어부(61) 사이에 간극이 형성되지 않는다. 따라서, 코어부(61)와 자기 흡인 코어(50) 사이에 자속이 직접 흐르는 것이 추가로 억제될 수 있다. 따라서, 도 8에서 두꺼운 화살표로 표시된 자력은 제1 자속 전달부(65)로부터 플런저(30) 측으로 안내되고, 자기 효율이 증가하며 플런저(30)의 슬라이딩 성능이 향상될 수 있다.
- [0055] 전술한 제5 실시예에 따른 솔레노이드(100d)는 제4 실시예에 따른 솔레노이드(100c)와 동일한 효과를 가진다. 또한, 자속 통과 억제부(70b)는 자기 흡인 코어(50)와 코어부(61) 사이에 간극 없이 비자성체로 형성되므로, 서로 직접 연결되는 자기 흡인 코어(50)와 코어부(61) 사이에 자속이 직접 흐르는 것을 억제할 수 있다. 자속의 흐름 및 자력은 플런저(30)로 용이하게 전달될 수 있다. 따라서, 자기 효율이 증가하며, 플런저(30)의 슬라이딩 성능이 향상될 수 있다.
- [0056] F. 제6 실시예
- [0057] 도 9에 도시된 제6 실시예의 솔레노이드(100e)는, 비자성체로 이루어지고 플런저(30)의 외주면의 일부를 덮는 필름부(30e)를 포함한다. 이러한 점에서 제6 실시예는 제1 실시예의 솔레노이드(100)와 다르다. 상기 구성 이외의 제6 실시예에 따른 솔레노이드(100e)의 다른 구성은 제1 실시예에 따른 솔레노이드(100)의 구성과 동일하다. 따라서, 동일한 구성요소에는 동일한 도면 부호를 붙이고, 그 설명을 생략한다.
- [0058] 제6 실시예의 솔레노이드(100e)에서, 플런저(30)의 외주면 상에 도금 공정은 생략되며, 상기 외주면은 필름부(30e)로 덮여있다. 필름부(30e)는 테프론 시트(Teflon sheet)('테프론'은 등록 상표임)로 만들어지고, 플런저(30)의 표면에 대하여 감겨있다. 또한, 이는 테프론에 한정되지 않고 임의의 다른 비자성체 형성될 수 있다. 또한, 본 실시예의 필름부(30e)는, 플런저(30)의 외주면 상에, 즉 플런저(30)의 반경 방향 외부 표면 상에, 축 방향(AD)으로 플런저(30)의 전체 길이에 걸쳐 플런저(30)를 덮는다. 필름부(30e)는 축 방향(AD)에서 플런저(30)의 전체 길이에 제한되지 않으며, 플런저(30)의 슬라이딩부를 포함하여 플런저(30)의 외주면의 일부를 덮을 수 있다. 필름부(30e)는 플런저(30)의 외주면 대신에 스테이터 코어(40)의 내벽면을 덮을 수 있으며, 또는 플런저(30)의 외주면과 스테이터 코어(40)의 내벽면을 모두 덮을 수 있다. 필름부(30e)는 플런저(30)의 외주면의 일부를 덮는 것과 동일한 방식으로 스테이터 코어(40)의 내벽면의 일부를 덮을 수 있다.
- [0059] 전술한 제6 실시예에 따른 솔레노이드(100e)는 제1 실시예에 따른 솔레노이드(100)와 동일한 효과를 가진다. 또

한, 필름부(30e)는 비자성체로 형성되고, 플런저(30)의 외주면의 적어도 일부 또는 스테이터(40)의 내벽면의 적어도 일부를 덮거나, 플런저(30)의 외주면의 일부 및 스테이터(40)의 내벽면의 일부를 모두 덮는다. 따라서, 플런저(30)의 외주면 상에 도금 공정은 생략될 수 있으며, 도금 공정의 생략으로 인해 슬라이딩 성능의 저하가 억제될 수 있다.

[0060] G. 다른 실시예들

[0061] (1) 제2 실시예에서, 제2 호흡홈(122)은 코일(20)의 외주면 상에 형성되지만, 본 개시는 이러한 구성으로 제한되지 않는다. 제2 호흡홈(122)은 요크(10)의 내주면 상에 형성될 수 있다. 예를 들어, 도 10에 도시된 솔레노이드(100f)에서, 제2 호흡홈(121f)은, 중심축(AX)에 대하여 제1 호흡홈(121)에 대하여 180° 만큼 시프트된 위치에서, 요크(10)의 내주면(11) 상에 형성될 수 있다. 이러한 구성에서, 제2 호흡홈(121f)과 코일(20)의 외주면 사이에 형성되는 공간은, 호흡 통로(500)와 같이 제2 호흡 통로(500f)로서 기능한다. 또한, 상기 구성은 제2 실시예와 동일한 효과를 가진다.

[0062] (2) 각 실시예에서, 축 방향(AD)을 따라 요크(10) 상에 형성된 호흡홈의 수는 오직 1개이지만, 임의의 수일 수 있다. 예를 들어, 전술한 도 10에 도시된 구성에서처럼, 2개일 수 있다. 또한, 도 11에 도시된 솔레노이드(100g)에서, 3개의 호흡홈들(121f, 121g1, 121g2)이 형성될 수 있다. 이러한 구성에서, 3개의 호흡홈들(121f, 121g1, 121g2)은 원주 방향으로 서로 120° 만큼 시프트되도록 배치된다. 이러한 구성에서, 3개의 호흡홈들(121f, 121g1, 121g2) 중 하나 또는 둘은 제1 호흡홈에 대응하고, 나머지 호흡홈은 제2 호흡홈에 대응한다. 이러한 3개의 호흡홈들(121f, 121g1, 121g2)은 원주 방향으로 서로 다른 각도로 시프트되도록 배치될 수 있다. 또한, 2개 또는 3개뿐만 아니라, 4개 이상의 임의의 수의 호흡홈이 축 방향(AD)을 따라 요크(10) 상에 형성될 수 있다.

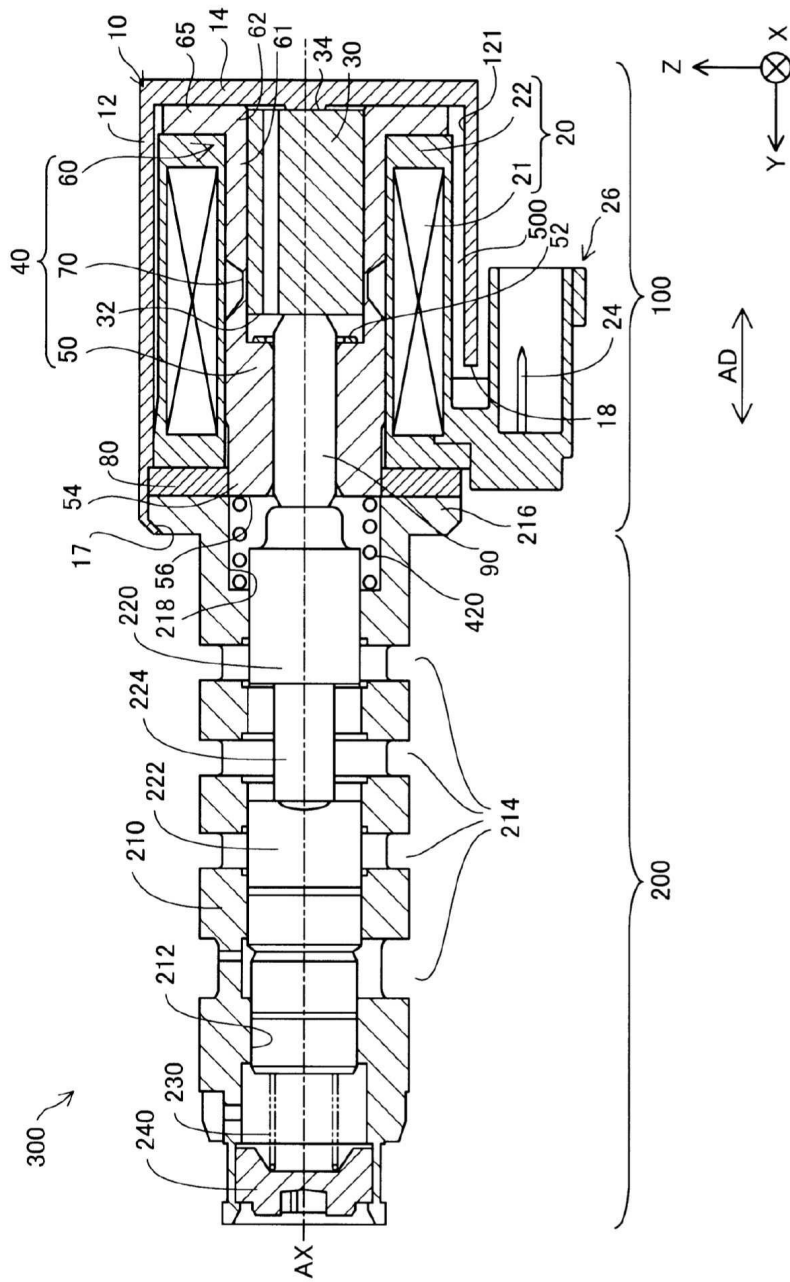
[0063] (3) 제2 실시예에서, 제1 호흡홈(121) 및 제2 호흡홈(122)은 중심축(AX)에 대하여 서로 180° 만큼 시프트된 위치에서 형성될 수 있다. 본 실시예에서, 제1 호흡홈(121) 및 제2 호흡홈(122)은 임의의 위치에서 형성될 수 있다. 예를 들어, 도 12에 도시된 솔레노이드(100h)에서와 같이, 제1 호흡홈(121) 및 제2 호흡홈(122h)은 원주 방향으로 동일한 위치에 배치되어 서로 중첩될 수 있다.

[0064] (4) 상기 각 실시예들에서, 제1 호흡홈, 제2 호흡홈 및 돌출부의 구성은 단지 예시에 불과하며 다양하게 변경될 수 있다. 예를 들어, 도 13에 도시된 솔레노이드(100i)에서, 호흡홈들(121, 121f)은 요크(10)의 내주면 상에 형성되고, 돌출부들(123, 123i)은 각각 상기 호흡홈들(121, 121f)과 대응하는 위치에 형성될 수 있다. 제2 호흡홈(122)은 원주 방향으로 동일한 위치에서 호흡홈(121f)과 중첩되도록 코일(20)의 외주면 상에 형성될 수 있다. 이러한 구성에서, 예를 들어, 2개의 호흡홈들(121, 121f) 중 하나는 제1 호흡홈에 대응하고, 나머지는 제2 호흡홈에 대응할 수 있다. 또한, 예를 들어, 제1 호흡홈, 제2 호흡홈 및 돌출부는 각각 임의의 위치에 형성될 수 있으며, 임의의 수의 제1 호흡홈, 제2 호흡홈 및 돌출부가 형성될 수 있다.

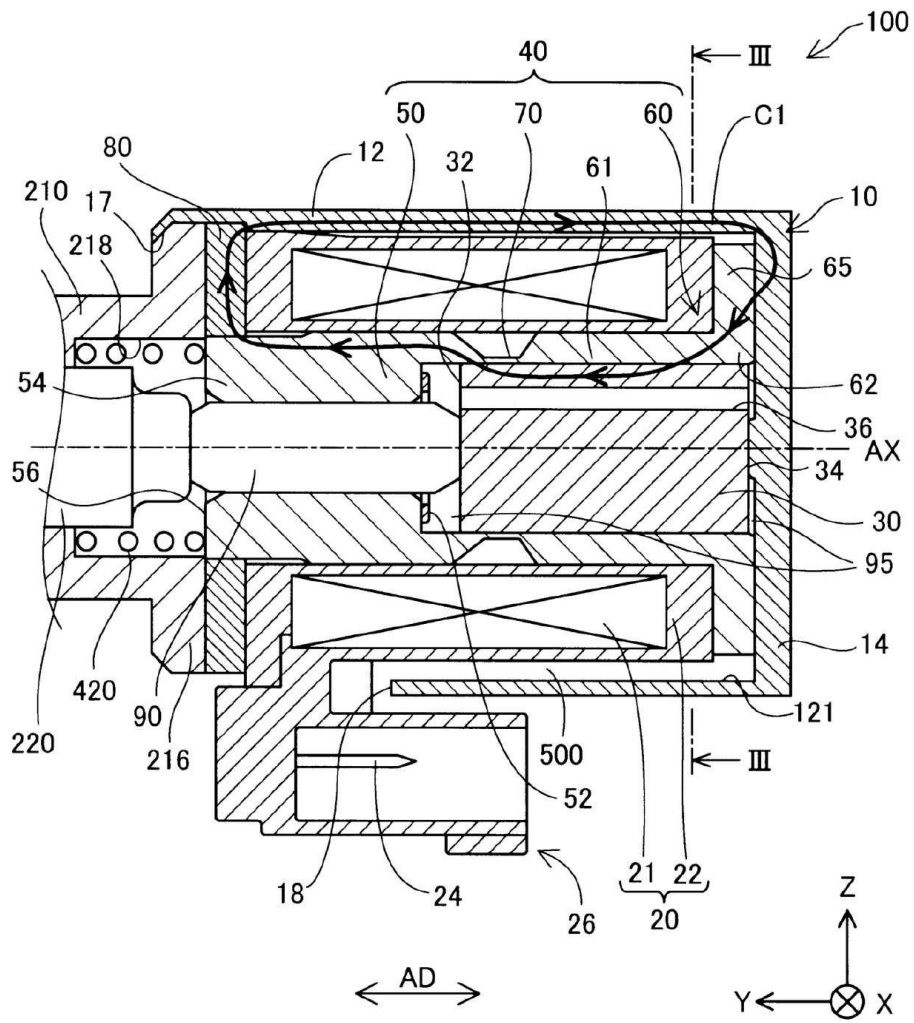
[0065] 본 개시는 상기 전술한 실시예들에 제한되는 것은 아니며, 본 개시의 범위를 넘지 않으면서 다양한 다른 실시예들이 구현될 수 있다. 예를 들어, 발명의 설명에 기재된 형태의 기술적 특징에 대응하는 각 실시예에서의 기술적 특징은, 전술한 문제점들 중 일부 또는 전부를 해결하거나, 전술한 효과들 중 하나를 제공하기 위해 사용될 수 있다. 일부 또는 전부를 달성하기 위해, 교체 또는 조합이 적절하게 수행될 수 있다. 또한, 본 명세서에서 기술적 특징이 필수로서 기재되지 않은 경우, 그것들은 적절하게 삭제될 수 있다.

도면

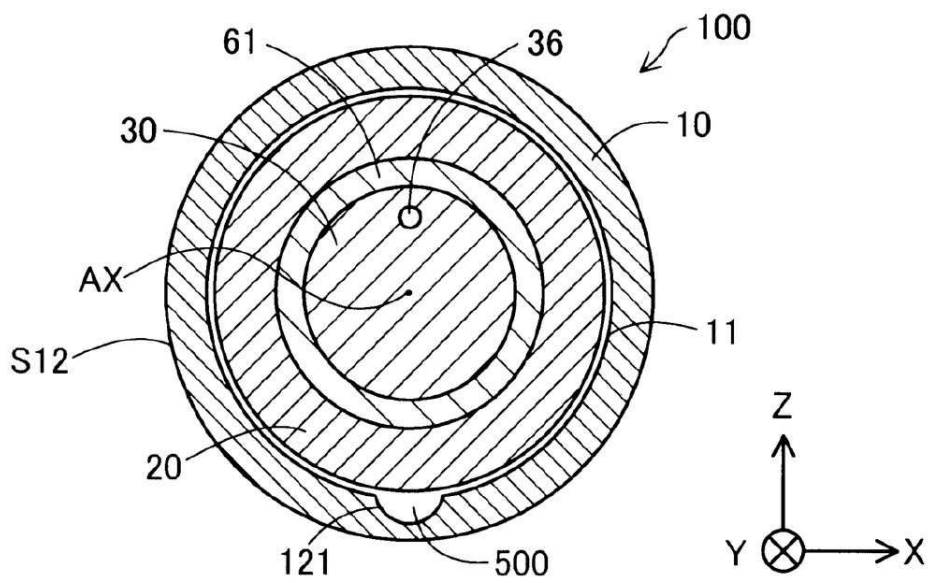
도면1



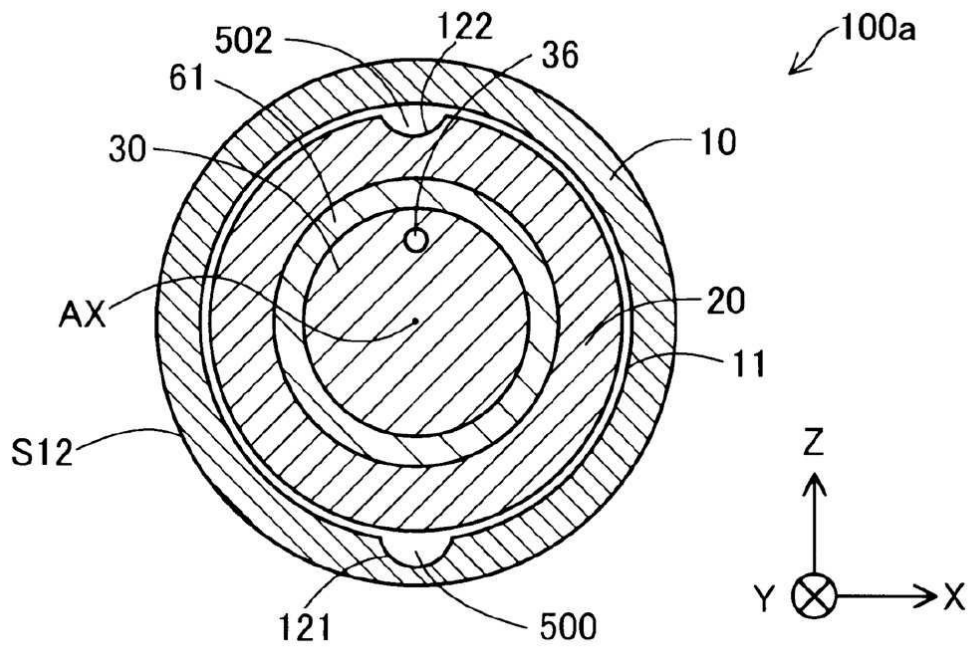
도면2



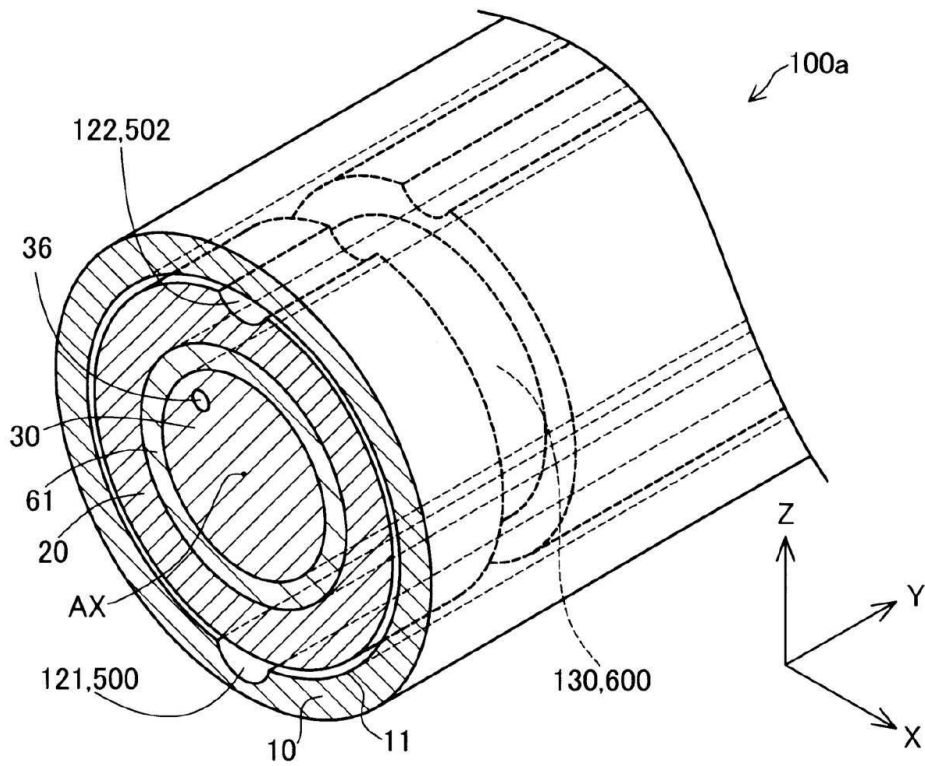
도면3



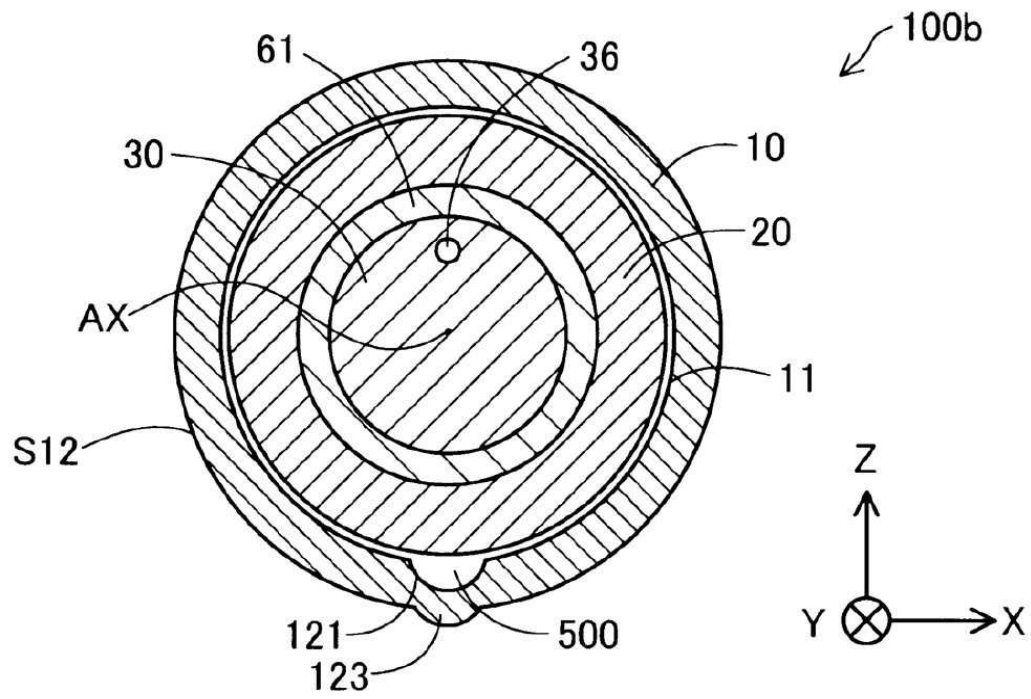
도면4



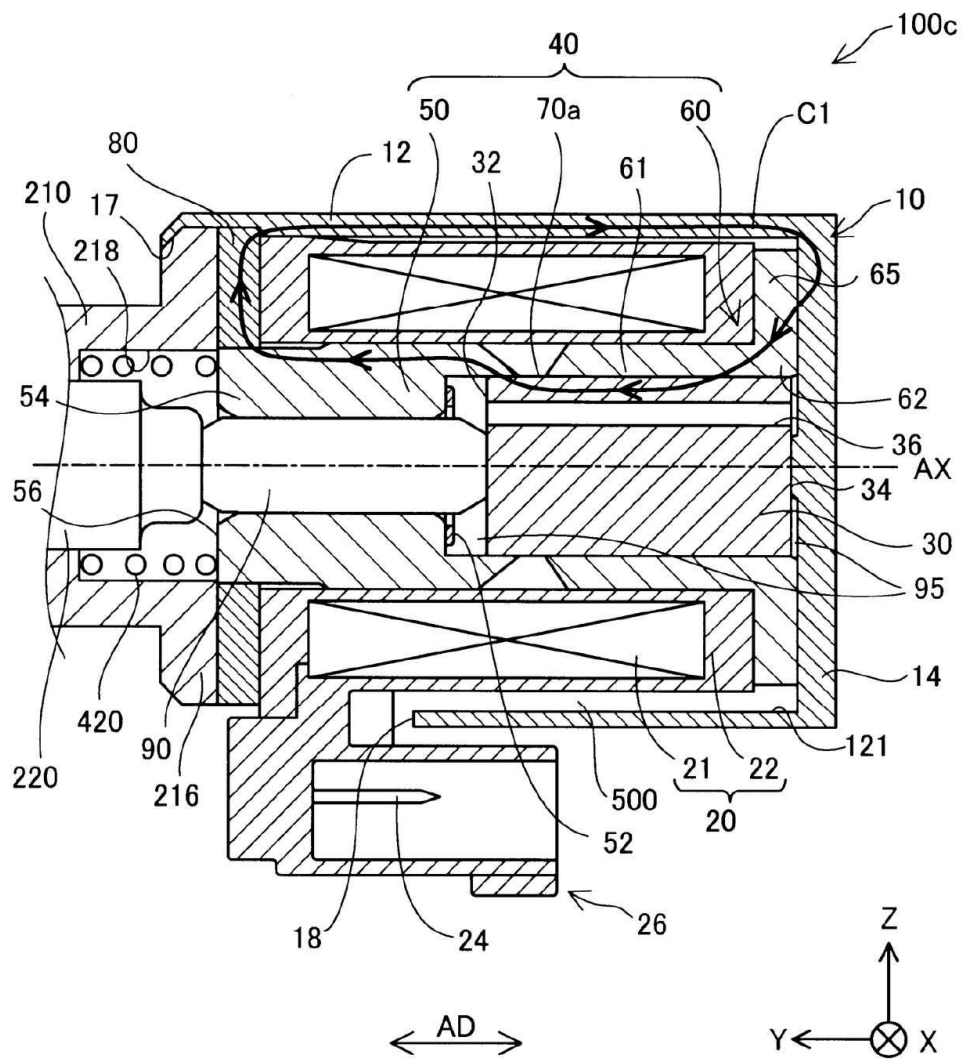
도면5



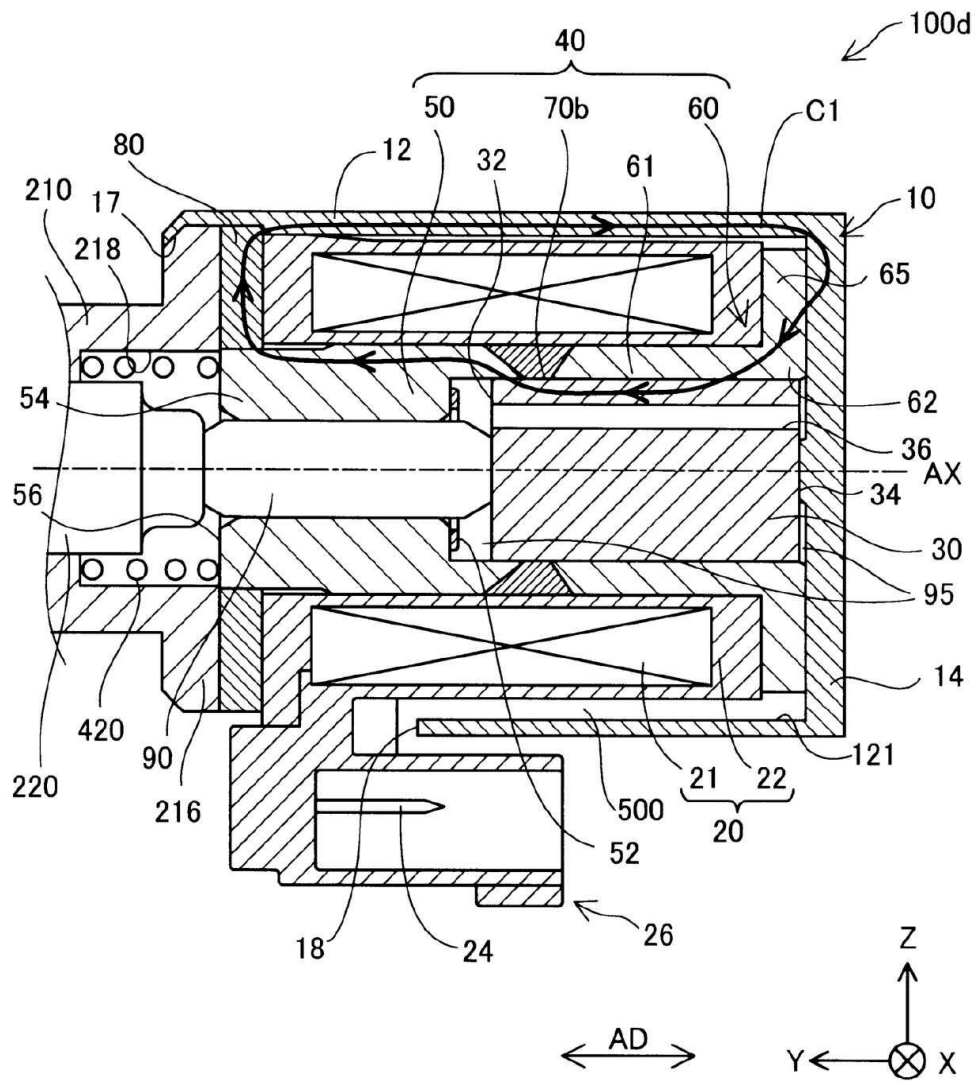
도면6



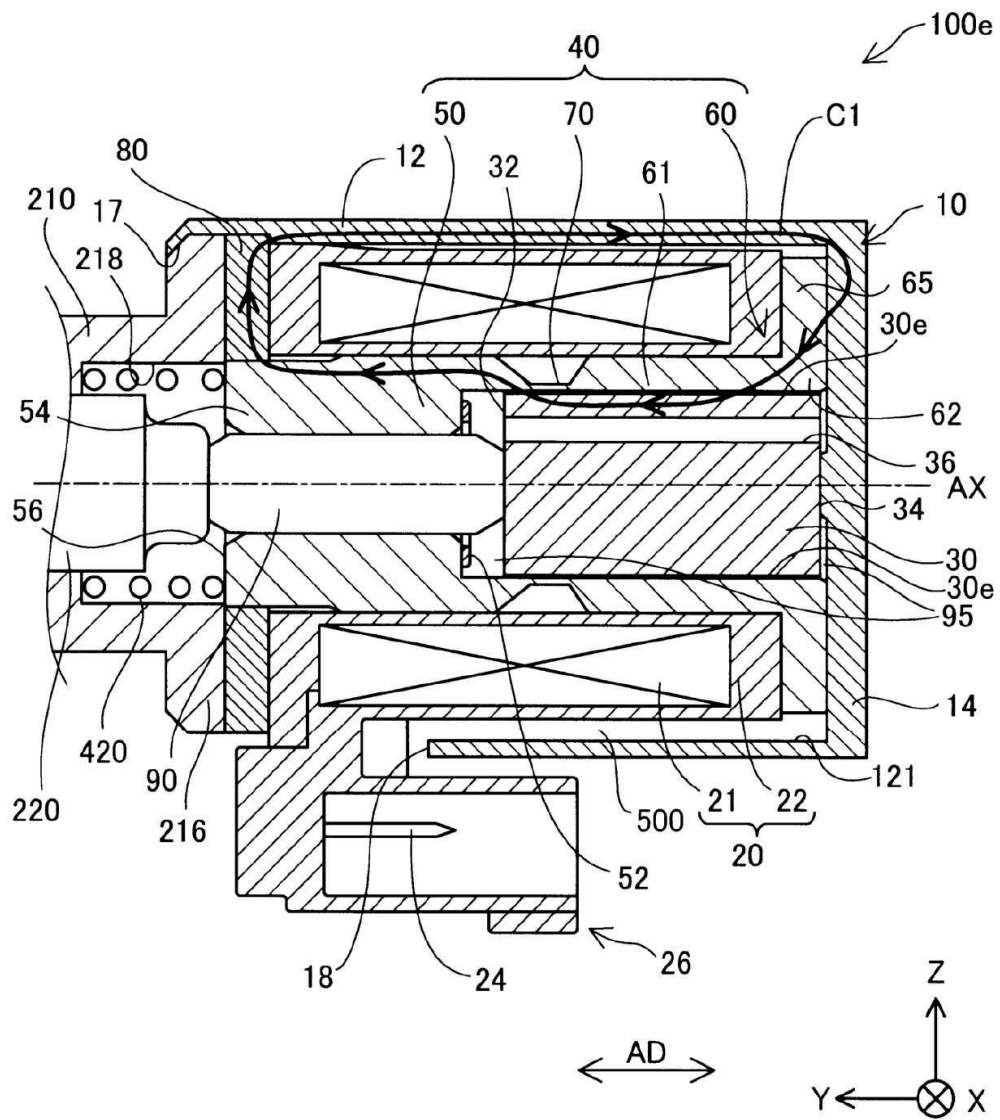
도면7



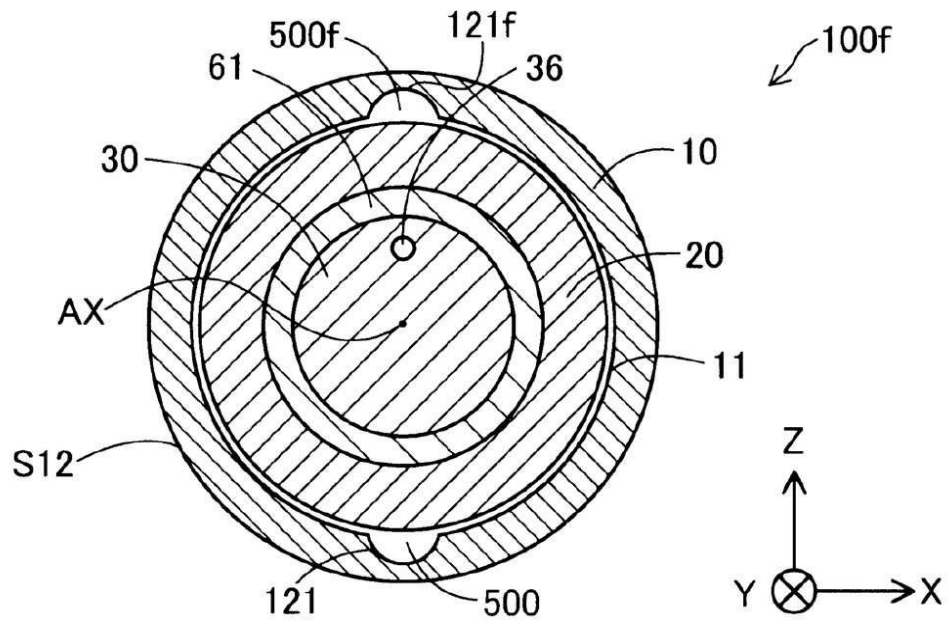
도면8



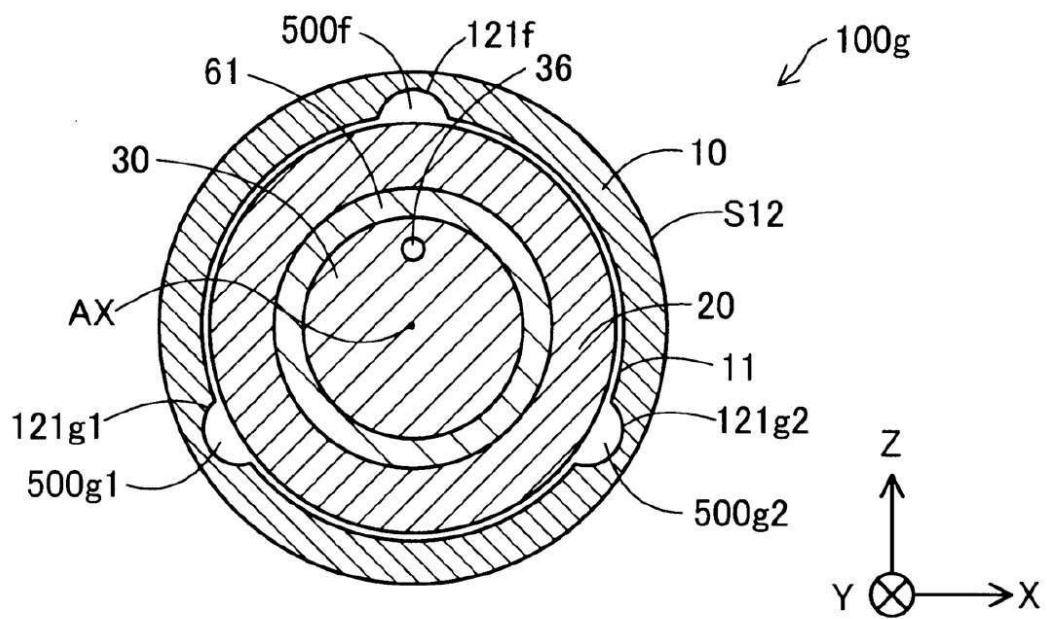
도면9



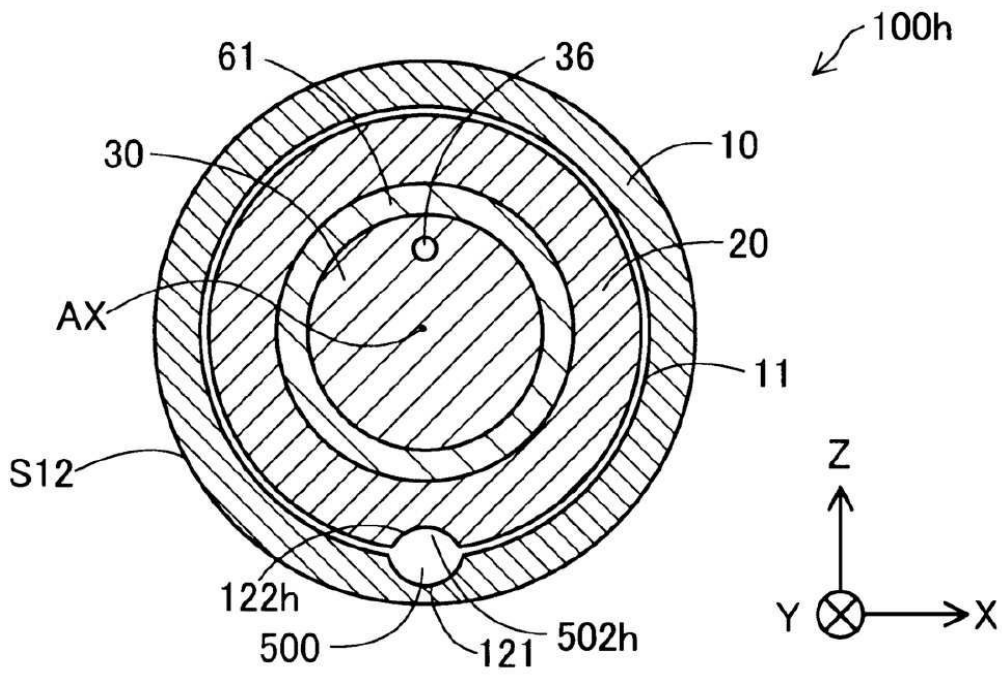
도면 10



도면11



도면12



도면13

