(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년05월21일
(11) 등록번호 10-2810716
(24) 등록일자 2025년05월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16D 35/02 (2006.01) *F01P 7/04* (2006.01)
F01P 7/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F16D 35/024 (2013.01)
F01P 7/042 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7038645
(22) 출원일자(국제) 2021년04월20일
심사청구일자 2024년02월14일
(85) 번역문제출일자 2022년11월03일
(65) 공개번호 10-2023-0011933
(43) 공개일자 2023년01월25일
(86) 국제출원번호 PCT/US2021/070423
(87) 국제공개번호 WO 2021/232034
국제공개일자 2021년11월18일
(30) 우선권주장
63/024,592 2020년05월14일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020190015578 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 29 항

(73) 특허권자
호르톤 인코포레이티드
미국 미네소타 55113, 로즈빌, 왈너트 스트리트 2565
(72) 발명자
크람메르, 라이문트
독일 97447 게롤츠호펜 폰-케텔레르 슈트라쎄 13 아
(74) 대리인
조영현

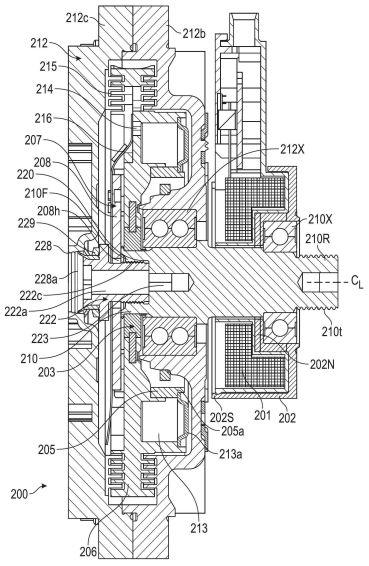
심사관 : 김병찬

(54) 발명의 명칭 **점성 마찰 클러치용 밸브 제어 시스템**

(57) 요 약

점성 마찰 클러치는, 회전자; 상기 회전자에 대해 회전 가능한 하우징; 상기 회전자와 상기 하우징 사이에 위치된 작업 챔버로서, 소정 양의 전단 유체가 상기 회전자와 상기 하우징 모두와 접촉하도록 선택적으로 도입될 수 있는 상기 작업 챔버; 전자기 코일; 상기 작업 챔버에 존재하는 전단 유체의 양을 제어하는 밸브 조립체; 및 상기 전자기 코일과 상기 밸브 조립체를 자기적으로 링크하는 자속 경로를 포함한다. 상기 자속 경로는 상기 점성 마찰 클러치의 내부에서 상기 회전자를 통해 연장되는 강자성 재료로 이루어진 자속 안내 부분을 통과하고, 상기 하우징의 비강자성 부분과 공기 갭 모두를 횡단하는 자속 갭을 가로질러 통과한다.

대 표 도 - 도7



(52) CPC특허분류
F01P 7/085 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
US05992594 A*
KR1020080031495 A
JP평성11270593 A
WO2014123719 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

점성 마찰 클러치로서,

회전자;

상기 회전자에 대해 회전 가능한 하우징;

상기 회전자와 상기 하우징 사이에 위치된 작업 챔버로서, 소정 양의 전단 유체가 상기 회전자와 상기 하우징 모두와 접촉하도록 선택적으로 도입될 수 있는 상기 작업 챔버;

전자기 코일;

상기 작업 챔버에 존재하는 전단 유체의 양을 제어하는 밸브 조립체; 및

상기 전자기 코일과 상기 밸브 조립체를 자기적으로 링크하는 자속 경로

를 포함하고, 상기 자속 경로는 상기 점성 마찰 클러치의 내부에서 상기 회전자를 통해 연장되는 강자성 재료로 이루어진 자속 안내 부분을 통과하고, 상기 하우징의 비강자성 부분과 공기 갭 모두를 횡단하는 자속 갭을 가로질러 통과하는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 자속 안내 부분은 상기 회전자에 내장되고, 상기 회전자는 비강자성 재질로 이루어진 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 자속 안내 부분은 적어도 부분적으로 비강자성 재료로 이루어진 허브 부분을 더 포함하는 다중-피스 회전자 삽입물 조립체의 일부인 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 4

제1항에 있어서,

회전자 삽입물 조립체는 내부 직경과 외부 직경 사이에 적어도 부분적으로 비강자성 허브 부분과 상기 자속 안내 부분을 포함하고, 상기 자속 안내 부분은 상기 외부 직경에 또는 상기 외부 직경 부근에 위치된 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 허브 부분은 강자성 재료로 이루어진 코어와, 상기 코어로부터 반경 방향 외측으로 연장되는 비강자성 재료로 이루어진 디스크를 포함하는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 자속 안내 부분의 일부는 상기 자속 갭에 의해 분리된 전자기 코일 하우징의 외부 직경에 인접한 위치에서 상기 회전자로부터 축 방향으로 돌출되고, 상기 전자기 코일은 상기 전자기 코일 하우징 내에 적어도 부분적으로 위치된 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 자속 안내 부분의 후방 단부는 상기 작업 챔버의 축 방향 후방으로 연장되는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 하우징은 상기 하우징의 내부와 외부 사이를 통과하는 자속 경로에 임의의 내장된 강자성 자속 안내 삽입물이 없는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 자속 경로는 상기 밸브 조립체의 전기자와 상기 자속 안내 부분 사이에 반경 방향 갭을 포함하고, 상기 반경 방향 갭은 상기 전기자의 외부 직경에 위치된 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 회전자에 회전 방향으로 고정된 샤프트를 더 포함하고, 상기 점성 마찰 클러치의 내부 상기 샤프트의 단부는 축 방향으로 연장되는 막힌 구멍을 포함하는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 막힌 구멍에서 상기 샤프트에 부착되고, 비강자성 재료로 이루어진 캐리어; 및

상기 캐리어에 의해 구비되고 상기 하우징과 접촉하는 밀봉 요소

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 캐리어는 상기 캐리어를 통해 완전히 연장되는 축 방향으로 연장되는 중심 개구를 포함하는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 캐리어는 상기 밸브 조립체의 행정 동안 상기 밸브 조립체의 전기자와 접촉하도록 배열된 정지부를 포함하는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 샤프트는 상기 막힌 구멍에 위치된 툴링 특징부를 포함하는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 하우징의 커버는 도구가 상기 샤프트와 상기 툴링 특징부에 접근할 수 있게 하는 개구를 포함하는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 16

제1항에 있어서,

코일 하우징을 더 포함하고, 상기 전자기 코일은 상기 코일 하우징 내에 적어도 부분적으로 위치되고, 상기 코일 하우징은 반대 자극들과, 상기 자극들 사이에 중간 부분을 가지고, 상기 자극들 중 하나는 반경 방향으로 연장되고, 다른 자극은 축 방향으로 연장되는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 코일 하우징의 중심 부분은 U자형인 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 강자성 자속 안내 부분은 상기 회전자의 대향하는 전방 측과 후방 측 사이에 전체 회전자를 통해 축 방향으로 연장되는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 회전자에 의해 구비된 저장소를 더 포함하고, 상기 회전자는 상기 점성 마찰 클러치에 대한 입력부로 작용하고, 상기 회전자와 상기 저장소는 상기 점성 마찰 클러치에 토크 입력이 있을 때마다 입력 속도로 회전하는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 20

제1항에 있어서,

상기 회전자에 회전 방향으로 고정된 샤프트; 및

상기 샤프트 상에 상기 하우징을 회전 가능하게 지지하고, 상기 자속 경로의 내부에 위치된 베어링

을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치.

청구항 21

밸브 조립체를 동작시키기 위해 점성 마찰 클러치를 통해 자속을 전달하는 방법으로서, 상기 점성 마찰 클러치는 각각 회전 가능한 회전자와 하우징, 및 또한 상기 회전자에 회전 방향으로 고정된 샤프트를 포함하고, 상기 밸브 조립체는 상기 회전자와 상기 하우징 사이의 점성 마찰 맞물림의 정도를 선택적으로 제어하기 위해 작업 챔버에 존재하는 전단 유체의 양을 제어하고, 상기 방법은,

상기 점성 마찰 클러치의 하우징의 외부에 위치된 전자기 코일을 통전시키는 단계로서, 상기 전자기 코일은 회전 방향으로 정지해 있는, 상기 전자기 코일을 통전시키는 단계;

상기 전자기 코일로부터 자속을 상기 전자기 코일을 적어도 부분적으로 둘러싸는 코일 하우징으로 전달하는 단계;

상기 코일 하우징으로부터 자속을 반경 방향 갭을 가로질러 상기 점성 마찰 클러치의 샤프트로 전달하는 단계;

상기 샤프트로부터 자속을 자기 견인 영역의 축 방향 갭을 가로질러 상기 밸브 조립체의 전기자로 전달하는 단계;

상기 전기자로부터 자속을 갭을 가로질러 강자성 재료로 이루어진 자속 안내 부분으로 전달하는 단계;

상기 점성 마찰 클러치의 회전자의 축 방향으로 대향하는 전방 측과 후방 측 사이의 자속 안내 부분을 따라 자속을 전달하는 단계;

상기 자속 안내 부분으로부터 자속을 상기 점성 마찰 클러치의 하우징의 비강자성 부분을 포함하는 자속 갭을

가로질러 상기 코일 하우징으로 전달하는 단계; 및

상기 코일 하우징으로부터 자속을 다시 상기 전자기 코일로 전달하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치를 통해 자속을 전달하는 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 회전자에 내장된 허브 부분의 코어를 통해 자속을 전달하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치를 통해 자속을 전달하는 방법.

청구항 23

제21항에 있어서,

상기 전기자와 상기 자속 안내 부분 사이의 갭은 반경 방향으로 배열되고 일정한 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치를 통해 자속을 전달하는 방법.

청구항 24

제21항에 있어서,

상기 코일 하우징과 상기 샤프트 사이의 반경 방향 갭은 일정한 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치를 통해 자속을 전달하는 방법.

청구항 25

제21항에 있어서,

상기 자속 안내 부분과 상기 코일 하우징 사이의 자속 갭은 축 방향으로 배열되고, 상기 점성 마찰 클러치의 하우징의 비강자성 부분의 축 방향으로 대향하는 측들에 있는 2개의 공기 갭을 횡단하는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치를 통해 자속을 전달하는 방법.

청구항 26

제21항에 있어서,

상기 자속 안내 부분과 상기 코일 하우징 사이의 자속 갭은 일정한 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치를 통해 자속을 전달하는 방법.

청구항 27

제21항에 있어서,

상기 자속 안내 부분과 상기 코일 하우징 사이의 자속 갭은 상기 전자기 코일과 상기 밸브 조립체의 전기자를 자기적으로 링크하는 자속 경로에서 가장 큰 갭인 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치를 통해 자속을 전달하는 방법.

청구항 28

제21항에 있어서,

상기 자속 갭에 포함된 상기 하우징의 비강자성 부분은 상기 샤프트 상에 상기 하우징을 회전 가능하게 지지하는 베어링으로부터 반경 방향 외측에 위치된 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치를 통해 자속을 전달하는 방법.

청구항 29

제21항에 있어서,

상기 자속 안내 부분의 후방 단부와 상기 코일 하우징 사이의 자속 갭의 치수는, 상기 전자기 코일과 상기 밸브 조립체의 전기자를 자기적으로 링크하는 자속 경로를 따라 상기 회전자의 후방 측과 상기 코일 하우징 사이의

거리보다 작은 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치를 통해 자속을 전달하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 일반적으로 점성 마찰 클러치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 점성 마찰 클러치용 전자기 제어 시스템, 이러한 전자기 제어 시스템을 포함하는 점성 마찰 클러치, 및 이를 제조 및 사용하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 클러치(드라이브 또는 커플링이라고도 함)는 다양한 상황에서 입력과 출력 사이에 토크의 전달을 선택적으로 제어하기 위해 사용된다. 예를 들어, 팬 클러치는 자동차 또는 산업용 냉각 팬과 같은 팬의 회전을 제어하는 데 사용된다. 냉각 팬의 제어된 동작은 클러치가 맞물릴 때 냉각 흐름과 관련된 모든 이점을 제공하지만 필요치 않을 때는 팬을 꺼서 기생 손실을 줄이고 연료 효율성을 높일 수 있다. 냉각 팬을 끄면 추가 전력을 다른 용도로 전환할 수도 있다. 일부 클러치는 가변 출력 속도를 단순히 온/오프 이진 방식이 아니라 범위에 걸쳐 선택적으로 제어할 수 있다. 완전 가변 클러치 제어는 냉각 팬 응용에서 현재 상태에 맞게 냉각을 조정하는 것과 같이 성능을 최적화하는 데 도움을 줄 수 있다.

[0003] 점성 마찰 클러치(간단히 점성 클러치라고도 함)는 자동차 팬 구동 응용과 같은 다양한 응용에 사용된다. 이러한 클러치는 일반적으로 2개의 회전 가능한 구성요소 사이에 선택적으로 토크를 전달하기 위해 비교적 두꺼운 실리콘 오일(보다 일반적으로 전단 유체 또는 점성 유체라고 함)을 사용한다. 클러치의 맞물림 또는 맞물림 해제는 입력 부재와 출력 부재 사이에 (예를 들어, 회전자와 하우징 사이에) 위치된 클러치의 작업 영역 안팎으로 전단 유체를 선택적으로 허용함으로써 이루어질 수 있고, 여기서 점성 전단 커플링은 입력 부재로부터 출력 부재로 토크를 마찰로 전달하기 위해 전단 유체에 의해 생성될 수 있다. 작업 챔버에 존재하는 전단 유체의 양은 클러치의 1차/입력측(입력 속도)과 2차/출력측(출력 속도) 사이의 속도 차이를 제어한다. 밸브 조립체는 작업 영역 안으로 및/또는 밖으로 전단 유체의 흐름을 제어하는 데 사용된다.

[0004] 온도 감지 바이메탈 제어 클러치가 알려져 있다. 그러나 이러한 바이메탈 밸브 제어는 능동 제어를 허용하지 않으며, 일부 응용(예를 들어, 송풍기 팬 응용)에는 적합하지 않을 수 있다.

[0005] 전자기 코일을 사용하여 밸브 조립체를 동작시키는 데 사용되는 자속을 선택적으로 생성하는 전자기 밸브 제어 디바이스도 알려져 있다. 일반적인 점성 클러치에서, 전단 유체의 흐름을 제어하는 밸브 요소는 저장소 안으로 및/또는 밖으로 전단 유체의 흐름을 조절하기 위해 전체적으로 또는 부분적으로 클러치 내에 위치되어야 하는 반면, 전자기 코일은 일반적으로 적절한 외부 전기 연결을 수립하기 위해 클러치 외부 클러치 외측에 배치된다. 이러한 일반적인 점성 클러치는 밸브 요소로부터 물리적으로 이격된 전자기 코일을 사용하여 밸브 요소를 동작시키기 위해 전자기 코일과 밸브 사이에 자속 경로 및/또는 기계적 연결을 갖는다. 그러나, 많은 종래 기술의 점성 클러치는 밸브 조립체를 전자기적으로 제어하는 데 사용되는 자속 회로 및/또는 기계적 연결(예를 들어, 제어 로드)과 관련된 제한을 갖는다. 예를 들어, 일부 클러치 설계에 따르면, 클러치가 맞물림 해제된 동안 (하우징 내부에 위치되고 일반적으로 클러치에 토크 입력이 있을 때마다 회전하는) 입력 회전자 상에 구비되거나 입력 회전자와 회전 방향으로 고정된 저장소에 전단 유체를 저장할 수 있게 하여, 전단 유체에 이용 가능한 운동 에너지를 유지하여, 맞물림 해제된/오프 상태로부터 클러치의 외부 출력 하우징이 신속히 맞물릴 수 있게 하고, 밸브가 작업 영역에서 전단 유체의 양을 제한하도록 위치된 동안 클러치가 매우 낮은 출력 속도(예를 들어, 팬 속도)를 갖게 할 수 있다. 그러나, 회전자 디스크 등에 저장소를 구비하면 설계 유연성을 실질적으로 제한하고, 특히 전자기 코일이 회전 방향으로 고정된(즉, 회전하지 않는) 동안 밸브 요소가 클러치 입력과 함께 회전하는 경우에 설계 유연성을 제한한다. 적절한 유체와 자속 경로를 여전히 제공하면서 회전하는 저장소에 대해 밸브를 위치시키면 전단 유체가 빠져나갈 수 있는 잠재적인 누출 경로를 밀봉해야 하는 필요성을 포함하여 엄청난 문제를 야기한다. 이러한 제약은 일반적으로 설계자가 또한 원하는 토크 부하를 수용하면서도 신속하고 효율적이며 신뢰성 있게 기능할 수 있는 비교적 컴팩트하고 낮은 질량의 클러치 패키지를 제공하는 것을 여전히 추구하는 동안에도 적용된다.

[0006] 미국 특허 번호 6,419,064 B1(대응하는 독일 문헌 DE 19 940 099 B4)은 외부 전자기 코일과 클러치 내부의 밸브 사이의 기계적 연결을 설명한다. 밸브 조립체를 위한 또 다른 기계적 연결은 PCT 국제 특허 출원 공개 번호 WO 2014/047430A1에 개시되어 있다. 그러나 기계적 연결은 클러치 내부로부터 외부로 전단 유체가 누출되는 것을 막기 위해 밀봉하기 위한 추가 부품과, 기계적 연결부(들) 자체를 전자기적으로 제어하기 위한 추가 부품을 필

요로 한다.

[0007] 미국 특허 번호 6,443,283 B1은 밸브 요소 전기자와 전자기 코일을 링크하는 자속 경로를 위해 클러치 하우징에 내장된 삽입물을 설명한다. 그러나 다이 주조된 알루미늄 하우징에 내장된 철 삽입물은 알루미늄 하우징과 철 삽입물 사이의 열 팽창 계수가 다르기 때문에 누출 위험이 있다. 이러한 누출 문제는 이 기술 분야에 알려져 있고, 예를 들어, 미국 특허 번호 5,511,643에 설명되어 있다.

[0008] 클러치의 내부를 통해 자속 경로를 제공하는 다른 점성 클러치 디자인은 미국 특허 번호 5,992,594(대응하는 독일 문헌 DE 197 53 725 C2), 미국 특허 번호 7,886,886 B2(미국 특허 출원 공개 번호 2008/0257677A1로 공개됨), 및 PCT 국제 특허 출원 공개 번호 WO2011/062856A2에 개시된 것뿐만 아니라, 코잘리사(Cojali S.L.)(스페인 시우다드 레알)에서 시판하는 냉각 시스템 클러치의 것을 포함한다. 이러한 클러치 디자인은 일반적으로 하우징을 통과하지 않는 자속 경로를 갖고, 대신 자속 경로는 하우징 내부에 완전히 포함되거나, 또는 자속 경로는 하우징으로부터 반경 방향 안쪽에 위치된 샤프트, 회전자 허브 및/또는 베어링 조립체의 다수의 분리된 경로를 따른다(즉, 자속 경로는 그 자체로 하우징의 어떤 부분도 횡단하지 않고, 오히려 하우징 안쪽 위치에서 전후로 통과함으로써 하우징을 회피한다). 코잘리사에서 시판하는 클러치의 경우 자속 경로는 코일의 내부 직경으로부터 중심 샤프트를 통해 밸브로 진행한 다음, 임의의 자속 안내부 없이 다시 코일의 외부 직경으로 진행한다(즉, 자속은 안내되지 않은 방식으로 밸브로부터 코일로 복귀한다).

[0009] 추가 고려 사항에는 상대적으로 컴팩트하고 상대적으로 낮은 질량의 전체 클러치 패키지를 제공해야 할 필요성이 포함된다. 전자기 코일은 일반적으로 밸브 조립체를 작동시키기에 충분한 자기장을 생성할 만큼 충분히 커야 한다. 밸브 요소를 작동시키기 위해 상대적으로 많은 양의 자속을 필요로 하는 제어 시스템은 대응하는 큰 전자기 코일을 필요로 하지만, 이러한 큰 전자기 코일은 상당한 공간을 차지하여 또한 상대적으로 높은 질량을 갖는다. 따라서 낮은 전체 자속 요건으로 신뢰성 있게 동작할 수 있는 제어 시스템, 즉 밸브 작동을 위해 상대적으로 효율적으로 자속을 이용할 수 있는 제어 시스템은 상대적으로 컴팩트하고 낮은 질량의 클러치 패키지를 제공하는 데 도움을 줄 수 있다.

[0010] 또한, 클러치 입력 또는 출력 역할을 하는 "라이브(live)" 중심 샤프트를 갖도록 구성된 클러치가 일부 응용에서 바람직하다. "라이브" 중심 샤프트는 일반적으로 회전 방향으로 고정된 저널 브래킷의 장착 샤프트와 같은 회전 방향으로 정지해 있는 또는 정적인 샤프트와 달리 클러치 동작 동안 회전 가능한 샤프트를 말한다. 예를 들어 "라이브" 중심 샤프트 클러치는 경량 응용에 유용할 수 있다. "라이브" 중심 샤프트를 갖도록 구성된 클러치는 예를 들어 풀리(또는 시브), 저널 브래킷 등의 필요성을 제거함으로써 상대적으로 낮은 질량을 갖는 상대적으로 컴팩트한 전체 클러치 패키지를 제공하는 데 추가로 도움을 줄 수 있다.

[0011] 따라서, 클러치 하우징 및/또는 이 하우징에 내장된 자속 안내 삽입물을 통과하는 기계적 연결의 필요성을 줄이거나 제거하는 동시에 비교적 컴팩트하고 낮은 질량의 클러치 패키지를 제공하는 점성 마찰 클러치를 위한 전자기 제어 시스템 및 이를 제조하고 사용하는 관련 방법을 제공하는 것이 바람직하다. 추가로 "라이브" 중심 샤프트를 갖도록 구성된 클러치를 제공하는 것이 바람직하다.

발명의 내용

[0012] 일 양태에서, 점성 마찰 클러치는 회전자, 상기 회전자에 대해 회전 가능한 하우징, 상기 회전자와 상기 하우징 사이에 위치된 작업 챔버로서, 상기 회전자와 상기 하우징 모두와 접촉하도록 소정 양(volume)의 전단 유체가 선택적으로 도입될 수 있는 상기 작업 챔버, 전자기 코일, 상기 작업 챔버에 존재하는 전단 유체의 양을 제어하는 밸브 조립체, 및 상기 전자기 코일과 상기 밸브 조립체를 자기적으로 링크하는 자속 경로를 포함한다. 상기 자속 경로는 상기 점성 마찰 클러치의 내부에서 회전자를 통해 연장되는 강자성 재료로 이루어진 자속 안내 부분을 통과하고, 상기 하우징의 비강자성 부분과 공기 갭(air gap)을 모두 횡단하는 자속 갭을 가로질러 통과한다.

[0013] 다른 양태에서, 밸브 조립체를 동작시키기 위해 점성 마찰 클러치를 통해 자속을 전달하는 방법이 제시된다. 상기 점성 마찰 클러치는 각각 회전 가능한 회전자와 하우징, 및 상기 회전자에 회전 방향으로 고정된 샤프트를 포함한다. 상기 밸브 조립체는 상기 회전자와 상기 하우징 사이의 점성 마찰 맞물림의 정도를 선택적으로 제어하기 위해 작업 챔버에 존재하는 전단 유체의 양을 제어한다. 본 방법은 상기 점성 마찰 클러치의 하우징 외부에 위치된 회전 방향으로 정지해 있는 전자기 코일을 통전시키는 단계, 상기 전자기 코일로부터 자속을 상기 전자기 코일을 적어도 부분적으로 둘러싸는 코일 하우징으로 전달하는 단계, 상기 코일 하우징으로부터 자속을 반경 방향 갭을 가로질러 상기 점성 마찰 클러치의 샤프트로 전달하는 단계, 상기 샤프트로부터 자속을 자기 견인

영역의 축 방향 갭을 가로질러 상기 밸브 조립체의 전기자로 전달하는 단계, 상기 전기자로부터 자속을 갭을 가로질러 자속 안내 부분으로 전달하는 단계, 상기 점성 마찰 클러치의 회전자의 축 방향으로 대향하는 전방 측과 후방 측 사이의 자속 안내 부분을 따라 자속을 전달하는 단계, 상기 자속 안내 부분으로부터 자속을 상기 점성 마찰 클러치의 하우징의 비강자성 부분을 포함하는 자속 갭을 가로질러 상기 코일 하우징으로 전달하는 단계, 및 상기 코일 하우징으로부터 자속을 다시 상기 전자기 코일로 전달하는 단계를 포함한다. 자속 안내 부분은 강자성 재료로 이루어져 있다.

[0014] 또 다른 양태에서, 점성 마찰 클러치를 제조하는 방법이 또한 제공된다.

[0015] 본 '발명의 내용' 란은 단지 예로서 제공된 것일 뿐 본 발명을 제한하는 것이 아니다. 본 발명의 다른 양태는 전체 내용, 청구범위 및 첨부된 도면을 포함하는 본 명세서 전체를 고려하여 이해해야 한다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명에 따른 점성 마찰 클러치의 일 실시예의 단면도이다.

도 2는 자속 경로와 자기 견인 영역을 예시하기 위한 개략적인 주석 표시와 함께 도 1의 점성 마찰 클러치의 부분 단면도이다.

도 3은 도 1 및 도 2의 점성 마찰 클러치의 일부의 다른 부분 단면도이다.

도 4는 별도로 도시된 회전자 삽입물 조립체의 단면도이다.

도 5는 도 4의 회전자 삽입물 조립체의 전방 사시도이다.

도 6은 별도로 도시된 회전자 삽입물 조립체의 다른 실시예의 사시도이다.

도 7은 본 발명에 따른 점성 마찰 클러치의 다른 실시예의 단면도이다.

도 8은 자속 경로와 자기 견인 영역을 예시하기 위한 개략적인 주석 표시와 함께 도 7의 점성 마찰 클러치의 부분 단면도이다.

도 9는 도 7 및 도 8의 점성 마찰 클러치의 일부의 다른 부분 단면도이다.

위에서 식별된 도면은 본 발명의 하나 이상의 실시예를 제시하지만, 논의에서 언급된 바와 같이 다른 실시예도 고려된다. 모든 경우에, 본 설명은 본 발명을 제한하는 것이 아니라 본 발명을 예시하는 것이다. 본 발명의 원리의 범위와 정신에 속하는 수많은 다른 수정 및 실시예가 당업자에 의해 고안될 수 있는 것으로 이해된다. 도면은 축척에 맞게 그려져 있지 않을 수 있으며, 본 발명의 응용과 실시예는 도면에 구체적으로 도시되지 않은 특징, 단계 및/또는 구성요소를 포함할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 일반적으로, 본 발명의 실시예는 클러치 입력과 클러치 출력 사이에 토크를 원하는 속도로 선택적으로 전달하도록 제어될 수 있는 점성 마찰 클러치를 위한 전자기 제어 시스템을 제공한다. 이러한 점성 마찰 클러치는 다른 가능한 용도 중에서 차량의 냉각 팬을 선택적으로 구동하거나 다른 디바이스로 토크의 전달 속도를 제어하는 데 사용될 수 있다. 점성 마찰 클러치는 중심 샤프트, 회전자, 하우징, 저장소, 작업 챔버, 및 전자기 코일로부터의 자속에 의해 동작되는 전기자를 갖는 밸브 조립체를 포함할 수 있다. 전자기 코일은 점성 마찰 클러치의 외부에 위치될 수 있으며, 회전 방향으로 고정될 수 있고, 즉, 회전 방향으로 정지해 있을 수 있다. 밸브 조립체의 전기자와 밸브 요소는 각각 일부 실시예에서 점성 마찰 클러치의 내부 내에 위치될 수 있다. 일부 실시예에서, 밸브 조립체와 전자기 코일은 회전자의 대향하는 측면들에 위치될 수 있다. 중심 샤프트는 일부 실시예에서 항상 회전자와 동일한 속도로 함께 회전하도록 회전자에 회전 방향으로 고정된 "라이브" 중심 샤프트일 수 있다. 회전자는 일부 실시예에서 디스크처럼 구성될 수 있다. 저장소는 클러치에 토크 입력이 있을 때마다 클러치의 입력과 함께 회전하도록 예를 들어 회전자에 구비될 수 있다. 하우징은 일부 실시예에서 회전자를 적어도 부분적으로 둘러싸는 커버와 베이스를 포함하는 다중-피스 조립체일 수 있다. 점성 마찰은 자속 안내 부분을 포함하는 회전자 삽입 조립체를 회전자에 포함할 수 있다. 회전자 삽입물 조립체는 다수의 기능을 수행한다. 적어도 부분적으로 강자성 재료와 같은 자속 전도성 재료로 이루어진 회전자 삽입물 조립체의 제1 부분은, 클러치의 하우징에 추가로 내장된 자속 전도 삽입물을 요구함이 없이, 클러치 내에 위치된 밸브의 전자기적으로 제어된 동작을 용이하게 하기 위해 점성 마찰 클러치를 통해 (예를 들어, 회전자를 가로질러 또는 회전자를 통해) 자속 경로의 일부를 따라 자속을 전달하는 자속 경로 제어기 또는 안내부로 동작한다. 삽입물 조립체의 허브라고도

하는 회전자 삽입물 조립체의 제2 부분은, 샤프트와 회전자 삽입물 조립체의 제1 부분(즉, 회전자 삽입물 조립체의 자속 안내 부분) 사이의 자기 단락(magnetic short-circuit)을 줄이거나 피하면서 중심 샤프트와 회전자 사이에 토크를 전달하는 구조적 연결을 제공한다. 클러치를 통한 자속 경로는 전자기 코일로부터 중심 샤프트로 연장되고 나서, 밸브 조립체의 전기자로 진행한 다음, (비강자성 재료로 이루어질 수 있는 회전자를 통해 자속을 전달할 수 있는) 회전자 삽입물 조립체의 제1 자속 안내 부분으로 이어지고, 이후 자속 갭을 가로질러 다시 전자기 코일로 복귀할 수 있다. 대안적인 실시예에서, 회전자 삽입물 조립체는 강자성 허브 코어와 비강자성 디스크 부분을 가진 다중-피스 허브 부품을 포함하고; 이러한 대안적인 실시예에서 클러치를 통한 자속 경로는 전자기 코일로부터 중심 샤프트로 연장되고 나서, 허브 코어로 진행한 다음, 밸브 조립체의 전기자로 나아가고 나서, 회전자 삽입물 조립체의 제1 자속 안내 부분으로 이어지고, 이후 자속 갭을 가로질러 다시 전자기 코일로 복귀할 수 있다. 다양한 실시예에서, 자속 갭은 알루미늄과 같은 비강자성 재료로 이루어진 하우징 부분(예를 들어, 하우징의 베이스 부분)을 횡단할 수 있다. 일부 실시예에서, 하우징 커버 접근 개구, 밀봉부와 밀봉 캐리어, 전기자 정지부 및/또는 다른 선택적 구성요소가 추가로 제공될 수 있다. 따라서, 예를 들어, 개시된 실시예는 차량의 냉각 팬을 구동하거나 다른 디바이스로 토크의 전달 속도를 제어하기 위한 점성 마찰 클러치를 제공하고, 전자기 자속 경로는 클러치의 내부를 통과하고, 자속 경로는 클러치 내부의 회전자를 통과하는 강자성 자속 안내 부분과, 하우징의 비강자성 부분의 각 측의 공기 갭뿐만 아니라 회전자를 적어도 부분적으로 둘러싸는 하우징의 비강자성 부분을 횡단하는 자속 갭을 모두 통과하고; 자속 안내 부분은 비강자성 재료로 이루어질 수 있는 회전자에 내장되거나 연결될 수 있다. 전자기 제어 시스템과 함께 점성 마찰 클러치를 제조하고 사용하는 방법의 실시예가 또한 개시되거나 또는 당업자에게 자명할 것이다.

[0018] 추가 실시예가 또한 고려된다. 예를 들어, 개시된 실시예는 라이브 중심 클러치 구성과 함께 사용되는 전자기 제어 시스템을 제시하지만, 전자기 제어 시스템, 회전자 삽입물 조립체 및/또는 관련 방법은 다른 유형의 클러치 구성에도 사용될 수 있는 것으로 이해된다. 당업자라면 첨부된 도면을 포함하여 본 발명 전체를 고려하여 수많은 특징과 이점을 인식할 수 있을 것이다.

[0019] 본 출원은 미국 특허 가출원 번호 63/024,592(출원일: 2020년 5월 14일, 전체 내용이 본 명세서에 포함됨)에 기초하고 이의 이익을 주장한다.

[0020] 도 1 내지 도 5는 점성 마찰 클러치(100)의 일 실시예를 도시한다. 도 1은 점성 마찰 클러치(100)의 단면도이고; 도 2는 자속 경로(A)와 자기 견인 영역(D)을 예시하기 위해 개략적으로 주석 표시한 점성 마찰 클러치(100)의 다른 단면도이고; 도 3은 점성 마찰 클러치(100)의 일부의 부분 단면도이다. 도 4 및 도 5는 점성 마찰 클러치(100)의 일부인 조립체를 별도로 도시한다.

[0021] 도 1의 실시예에 도시된 점성 마찰 클러치(100)는 전자기 코일(101), N극(102N)과 S극(102S)을 형성하는 코일 하우징(102), 허브 부분(104)과 자속 안내 부분(105)을 갖는 회전자 삽입 조립체(103), 회전자(106), 전기자(108)와 밸브 요소(109)를 갖는 밸브 조립체(107)(견인된 위치에 도시됨), 샤프트(110), 하우징(112), 저장소(113), 방출 오리피스(114) 및 작업 챔버(115)를 포함한다. 구체적으로 도시되지는 않았지만, 점성 마찰 클러치(100)는 적절한 복귀 보어와 펌핑 요소를 더 포함하고, 이 두 요소는 점성 마찰 클러치 분야에서 잘 알려져 있다.

[0022] 예시된 실시예에 도시된 바와 같이, 샤프트(110)는 점성 마찰 클러치(100)의 회전 축(C_L)을 형성하는 "라이브" 중심 샤프트이다. 전자기 코일(101)은 회전 방향으로 정지해 있을 수 있고, 적절한 베어링(101X)에 의해 샤프트(110) 상에 회전 가능하게 장착될 수 있다. 추가적으로, 코일 하우징(102)은 또한 전자기 코일(101)을 지지하는 베어링(101X)을 통해 샤프트(110) 상에 회전 가능하게 장착될 수 있고, 전자기 코일(101)을 적어도 부분적으로 둘러쌀 수 있다. 전자기 코일(101)과 코일 하우징(102)은 모두 하우징(112)의 외부에 위치될 수 있다. 샤프트(110)는 후방 단부에 부착 특징부를 가질 수 있다. 샤프트(110)는 차량의 내연 기관과 같은 원동기(도시되지 않음)로부터 토크 입력을 받기 위해 점성 마찰 클러치(100)에 대한 입력으로서 기능할 수 있다. 예시된 실시예에서, 샤프트(110)는 적어도 부분적으로 자속 전도성 강자성 재료로 이루어진다.

[0023] 전자기 코일(101)은 코일 하우징(102) 내에 적어도 부분적으로 위치된다. 예시된 실시예에서, 코일 하우징(102)의 북극(102N)은 샤프트(110)를 향해 반경 방향 안쪽으로 연장되고, 코일 하우징(102)의 남극(102S)은 자속 안내 부분(105)(및 하우징(112)의 베이스(112b))을 향해 축 방향으로 연장된다.

[0024] 회전자(106)는 샤프트(110)에 회전 방향으로 고정되어, 회전자(106)와 샤프트(110)가 동일한 속도로 (예를 들어, 클러치(100)에 입력되는 토크의 입력 속도로) 함께 회전할 수 있다. 회전자(106)는 예시된 실시예에서 디스크로 구성되고, 알루미늄과 같은 비강자성 재료로 이루어질 수 있다. 회전자 삽입물 조립체(103)의 허브 부분

(104)과 자속 안내 부분(105)의 적어도 일부는 예시된 실시예에 도시된 바와 같이 회전자(106) 내에 내장된다.

[0025] 예시된 실시예에서, 회전자 삽입물 조립체(103)는 반경 방향 내부 위치에 허브 부분(104)을 포함하고, 반경 방향 외부 위치에 자속 안내 부분(105)을 포함한다(회전자 삽입물 조립체(103)는 도 4 및 도 5와 관련하여 아래에서 더 설명됨). 허브 부분(104)은 회전자(106)의 반경 방향 내부 부분에 위치될 수 있고, 회전자(106)와 샤프트(110) 사이에 구조적 부착을 제공할 수 있다. 예시된 실시예에서, 허브 부분(104)은 코어(104c)와 디스크(104d)를 포함하는 다중-피스 조립체이고, 디스크(104d)는 코어(104c)로부터 반경 방향 외측으로 연장된다. 코어(104c)는 샤프트(110) 상에 직접 위치될 수 있다. 허브 부분(104)은 오스테나이트계 스테인리스강과 같은 비강자성 재료를 포함할 수 있고/있거나, 아래에서 추가로 설명되는 바와 같이, 자속 안내 부분(105)과 샤프트(110) 사이의 일반적으로 반경 방향으로 자기 단락을 감소시키거나 제거하는 자속 중단 특징부를 갖도록 구성될 수 있다. 예시된 실시예에서, 코어(104c)는 강자성 재료로 이루어지고, 디스크(104d)는 반경 방향으로 회전자 삽입물 조립체(103)를 따라 임의의 자속 흐름을 중단시키는 비강자성 재료로 이루어진다. 보다 일반적으로, 예시된 실시예의 회전자 삽입물 조립체(103)의 허브 부분(104)은 그 내부 직경과 외부 직경 사이에 비강자성 또는 적어도 부분적으로 비강자성 부분을 포함한다.

[0026] 자속 안내 부분(105)은 디스크(104d)의 반경 방향 외측 부분에서 허브 부분(104)에 부착될 수 있다. 자속 안내 부분(105)은 회전자(106)를 통해 축 방향으로 연장된다. 자속 안내 부분(105)은 회전자(106)의 비강자성 재료를 통해 자속을 전도하기 위해 강자성 재료로 이루어질 수 있다. 예시된 실시예에서 자속 안내 부분(105)은 회전자(106)의 후방 측으로부터 축 방향으로 연장되고 돌출된 후방 단부(105a)를 포함하고, 이 후방 단부는 아래에서 더 설명된 바와 같이 예를 들어 코일 하우징(102)의 외부 직경에서 또는 외부 직경에 인접하여 코일 하우징(102)의 남극(102S)으로 자속을 안내하는 것을 도와준다. 예시된 실시예에 도시된 바와 같이, 자속 안내 부분(105)의 후방 단부(105a)는 코일 하우징(102)의 남극(102S)의 반경 방향 위치와 중첩되는 반경 방향 위치에 (후방 단부와 코일 하우징의 남극 사이의 자속 경로가 실질적으로 축 방향이거나 완전히 축 방향일 수 있도록) 위치되지만, 다른 실시예에서는 다른 상대적 반경 방향 위치도 가능하고, 예를 들어, 후방 단부(105a)는 코일 하우징(102)의 남극(102S)으로부터 반경 방향 내측에 위치될 수 있다.

[0027] 저장소(113)는 전단 유체의 공급물을 저장하기 위한 내부 체적을 갖는다. 방출 오리피스(114)는 전단 유체가 저장소(113)로부터 작업 챔버(115)로 흐를 수 있게 하고, 밸브 조립체(107)에 의해 선택적으로 덮이거나 덮이지 않을 수 있다. 복귀 보어(도시되지 않음)는 전단 유체가 저장을 위해 저장소(113)로 복귀될 수 있도록 저장소(113)로 빠져 나간다. 예시된 실시예에 도시된 바와 같이, 저장소(113)는 회전자(106)에 의해 또는 회전자(106) 상에 구비된다. 회전자(106)가 점성 마찰 클러치(100)의 입력부의 일부일 때, 저장소(113)는 클러치(100)에 토크 입력이 있을 때마다 회전한다. 일부 실시예에서, 자속 안내 부분(105)은 저장소(113)에 인접할 수 있고/있거나, 저장소(113)의 경계의 적어도 일부를 형성할 수 있다. 예시된 실시예에 도시된 바와 같이, 저장소(113)의 경계의 일부를 형성하는 저장소 판(113a)은 자속 안내 부분(105)의 후방 단부(105a)에 선택적으로 고정된다. 저장소 판(113)은 강자성 재료로 이루어질 수 있고 선택적으로 자속 경로의 일부를 형성할 수 있다. 대안적인 실시예에서, 저장소(113)는 선택적으로 역류 방지 또는 누출 방지(anti-morning sickness) 특징부, 예를 들어, 하나 이상의 내부 벽, 누출 방지 밸브 등을 더 포함할 수 있다.

[0028] 하우징(112)은 예시된 실시예에서 다중-피스 조립체이고, 베이스(112b)와 커버(112c)를 포함한다. 예시된 실시예에서, 하우징(112)은 회전자(106)를 적어도 부분적으로 둘러싼다. 하우징(112)(예를 들어, 하우징 베이스(112b))은 베어링(112X)에 의해 샤프트(110) 상에 회전 가능하게 지지되어, 하우징(112)은 샤프트(110)에 대해뿐만 아니라 회전자(106)에 대해 회전할 수 있다. 하우징(112)은 점성 마찰 클러치(100)의 출력으로서 기능할 수 있고, 팬(도시되지 않음)과 같은 출력 디바이스는 동작 동안 점성 마찰 클러치(100)에 의해 선택적으로 전달되는 토크 출력을 받기 위해 하우징(112)에 부착될 수 있다. 하우징(112)은 알루미늄과 같은 비강자성 재료로 이루어질 수 있다.

[0029] 작업 챔버(115)는 회전자(106)와 하우징(112) 사이에 위치되어, 작업 챔버(115)에 존재하는 전단 유체의 양에 일반적으로 의존하는 슬립 속도로 회전자(106)와 하우징(112) 사이에 토크를 전달하기 위해 작업 챔버(115)에 존재하는 소정 양의 전단 유체는 회전자(106)와 하우징(112) 모두와 마찰 접촉할 수 있다. 점성 마찰 클러치에서 작업 챔버의 기본 동작은 이 기술 분야에 알려져 있다.

[0030] 밸브 조립체(107)는 전기자(108)와 밸브 요소(109)를 포함한다. 전기자(108)는 밸브 요소(109)에 연결되고, 아래에서 더 설명되는 바와 같이 인가된 자속에 응답하여 밸브 요소(109)를 이동시킨다. 예시된 실시예에서, 밸브 조립체(107)는 회전자(106)의 전방 측에 위치되는 반면, 전자기 코일(101)은 회전자(106)의 반대쪽 후방 측에

위치된다. 밸브 요소(109)는 디폴트로 개방 위치로 스프링에 의해 편향되어 있어서, 인가된 자속이 스프링 편향력을 극복하는 밸브 작동력을 생성하면 전기자(108)와 밸브 요소(109)를 폐쇄 위치로 이동시킨다. 이것은 "페일 온" 구성("fail on" configuration)이라고 하고, 전력이 상실되면 스프링 편향력이 밸브 조립체(107)를 디폴트로 "온" 또는 개방 위치로 이동시킨다는 것을 의미한다. 예시된 실시예에 도시된 바와 같이, 전기자(108)와 밸브 요소(109)를 포함하는 밸브 조립체(107)는 점성 마찰 클러치(100)의 내부(즉, 하우징(112) 내부)에 위치되고, 회전자(106)에 의해 또는 회전자 상에 구비된다. 더욱이, 예시된 실시예에서, 밸브 요소(109)는 행정(C)(도 3 참조) 동안 선회하거나 일반적으로 축 방향으로 병진 운동한다. 밸브 조립체(107)의 오프, 개방 또는 견인되지 않은 위치에서 행정(C)뿐만 아니라 전기자(108)와 밸브 요소(109)의 움직임을 제한하기 위해 회전자(106)에 정지부(116)가 선택적으로 제공될 수 있다. 방출 오리피스(114)는 전단 유체가 저장소(113)로부터 작업 챔버(115)로 흐르게 하고, 작업 챔버(115)에 존재하는 전단 유체의 양을 조절하여 점성 마찰 클러치(100)의 동작을 제어하기 위해 밸브 조립체(107)에 의해 선택적으로 덮이거나 덮이지 않을 수 있다. 전단 유체는 일반적으로 클러치 동작 동안 복귀 보어(도시되지 않음)를 통해 작업 챔버(115)로부터 저장소(113)로 다시 연속적으로 펌핑된다.

[0031] 동작 동안, 전자기 코일(101)은 밸브 조립체(107)를 동작시키기 위해 자속 경로(또는 자속 회로)(A)를 따라 점성 마찰 클러치(100)를 통해 이동하는 자속을 생성하도록 선택적으로 통전될 수 있다. 도 2는 클러치(100)의 회전 축(C_L)의 일측에 파선으로 자속 경로(A)를 개략적으로 예시하지만, 자속 경로(A)의 일부만이 도 2에 주석으로 표시되어 있더라도 자속 경로(A)는 축(C_L) 주위로 연장되는 3차원 형상을 갖는 것으로 이해된다. 자속 경로(A)는 자속이 전자기 코일(101)로부터 밸브 조립체(107)의 전기자(108)로 전달된 다음, 전자기 코일(101)로 되돌아가도록 한다. 자속 경로(A)는 코일(101)을 빠져 나와 코일 하우징(102)으로 들어간 다음, 코일 하우징(102)의 북극(102N)으로부터 갭을 가로질러 샤프트(110)로 전달된다. 코일 하우징(102)과 샤프트(110) 사이의 갭은 일정하고, 예시된 실시예에서 반경 방향으로 배열된다. 그런 다음 자속은 견인 영역(D)에서 샤프트(110)와 전기자(108) 사이의 갭을 가로질러 이동할 수 있다. 자속은 선택적으로 일부 실시예에서 견인 영역(D)에서 및/또는 견인 영역 부근에서 회전자 삽입물 조립체(103)의 허브 부분(104)의 코어(104c)를 통해 이동할 수 있다. 견인 영역(D)은 일부 실시예에서 회전 축(C_L)으로부터 반경 방향 외측으로 이격된 위치에 있을 수 있지만, 다른 실시예에서 견인 영역(D)은 회전 축(C_L)에 도달할 수 있다. 예시된 실시예에서, 견인 영역(D)에서 샤프트(110)(및 코어(104c))와 전기자(108) 사이의 갭은 축 방향으로 배열된다. 샤프트(110)(및 코어(104c))와 전기자(108) 사이의 갭의 크기는 전기자(108)의 움직임에 따라 클러치(100)의 동작 동안 변한다. 전기자(108)와 샤프트(110)(및 코어(104c)) 사이의 갭의 거리는 밸브 조립체(107)에 대한 행정(C)(도 3 참조)에 대응한다. 일부 실시예에서, 자속은 전자기 코일(101)이 통전된 동안 전기자(108)와 샤프트(110) 사이의 갭이 완전히 폐쇄되도록(즉, 전기자(108)가 샤프트(110) 및/또는 코어(104c)와 물리적으로 접촉하도록) 전기자(108)를 샤프트(110)로 끌어당긴다. 자속 경로(A)는 전기자(108)로부터 갭(F)(도 3 참조)을 가로질러 회전자 삽입물 조립체(103)의 자속 안내 부분(105)으로 계속된다. 갭(F)은 일정하고, 예시된 실시예에서 반경 방향으로 배열된다(그리고 전기자(108)의 외부 직경에 위치된다). 일정한 반경 방향 갭(F)은 전기자(108)의 개방 또는 폐쇄 위치와 독립적으로 일정한 자속 흐름을 허용한다. 자속 경로(A)에서 일정한 자속 흐름은 전기자(108)에 대한 내부 자력을 향상시키는 데 도움을 준다. 그런 다음 자속 경로(A)는 회전자 삽입물 조립체(103)의 자속 안내 부분(105)을 통해 계속 진행하여, 대향하는 전방 측과 후방 측 사이의 전체 회전자(106)를 통해 축 방향으로 통과한다. 그런 다음 자속 경로(A)는 회전자 삽입물 조립체(103)의 자속 안내 부분(105)으로부터 자속 갭(B)(도 3 참조)을 가로질러 코일 하우징(102)의 남극(102S)으로 계속 진행하고 나서, 다시 전자기 코일(101)로 복귀한다.

[0032] 예시된 실시예에 도시된 바와 같이, 자속 갭(B)은 축 방향으로 배열되고 자속 경로(A)의 다른 갭보다 더 큰 갭이다. 자속 갭(B)은 크기가 일정할 수 있다. 자속 갭(B)은 하우징(112)의 일부(112b-1)뿐만 아니라 하우징(112)의 축 방향 반대쪽의 공기 갭을 횡단한다. 보다 구체적으로, 자속 갭(B)은, 하우징(112)의 내부와 외부 사이에서 하우징(112)을 완전히(또는 심지어 부분적으로) 통과하는 자속 경로(A) 내 또는 자속 경로 부근에 내장된 자속 안내 삽입물 또는 기타 강자성 구성요소가 없는 하우징(112)의 베이스(112b)의 비강자성 부분(112b-1)을 축 방향으로 횡단한다. 달리 말해, 일부 실시예에서, 자속 갭(B)에는 강자성 재료가 존재하지 않아서, 이 자속 갭은 비강자성 자속 갭이라고 언급될 수 있다. 자속 경로(A)는 특히 강자성 재료와 이에 인접한 비강자성 재료(예를 들어, 강철과 알루미늄 재료 간)의 열 팽창 계수는 다르기 때문에, 잠재적으로 전단 유체에 대해 바람직하지 않은 누출 경로를 생성할 수 있는 임의의 강자성 자속 안내부를 요구함이 없이, 자속 갭(B)을 가로질러, 하우징(112)의 부분(112b-1)뿐만 아니라 하나 이상의 인접한 공기 갭과 존재하는 임의의 전단 유체를 통과할 수 있다. 다양한 실시예에서, 자속 갭(B) 내의 공기 갭의 수는 2개 이하의 공기 갭으로 제한될 수 있으며, 하우징

(112)의 부분(112b-1)은 자속 경로(A)가 자속 갭(B) 내에서 횡단하는 유일한 비강자성 구성요소일 수 있다. 일부 실시예에서, 자속 안내 부분(105)의 후방 단부(105a)와 코일 하우징(102)의 남극(102S) 사이의 자속 갭(B)의 치수는 자속 안내 부분(105)의 후방 단부(105a)와 임의의 다른 부근 강자성 재료 사이의 거리보다 작을 수 있고; 또 다른 실시예에서, 자속 안내 부분(105)의 후방 단부(105a)와 코일 하우징(102) 사이의 자속 갭(B)의 축 방향 치수는 자속 안내 부분(105)의 후방 단부(105a)와 임의의 다른 부근 강자성 재료 사이의 축 방향 또는 반경 방향 내측 방향의 거리보다 작을 수 있다. 또한, 예시된 실시예에서 자속 안내 부분(105)이 회전자(106)를 통해 연장되고 후방으로 돌출되기 때문에, 자속 안내 부분(105)의 후방 단부(105a)와 코일 하우징(102)의 남극(102S) 사이의 자속 갭(B)의 치수는 자속 경로(A)를 따라 회전자(106)의 후방 측과 코일 하우징(102)의 남극(102S) 사이의 거리보다 작을 수 있다. 일부 실시예에서, 자속 안내 부분(105)의 후방 단부(105a)와 코일 하우징(102)의 남극(102S) 사이의 자속 갭(B)의 축 방향 거리는 코일 하우징(102)의 남극(102S)과 작업 챔버(115) 사이의 축 방향 거리보다 작을 수 있으며, 즉 자속 안내 부분(105)의 후방 단부(105a)는 작업 챔버(115)의 축 방향 후방으로 연장될 수 있다. 자속 경로(A)의 반경 방향 외측에 임의의 강자성 재료가 존재하면 자속 경로(A)에 단락이 발생하지 않는 경향이 있고, 따라서 일부 실시예에서 강자성 재료(예를 들어, 강자성 재료로 이루어진 저장소 판(113a))는 자속 갭(B)에서 또는 자속 갭(B) 부근에서 자속 경로(A)의 성능에 크게 영향을 미치지 않으면서 자속 경로(A)로부터 반경 방향 외측으로 자속 안내 부분(105)에 가깝게 존재하거나 이 자속 안내 부분과 물리적으로 접촉할 수 있는 것으로 이해된다. 자속 갭(B)이 (자속 경로(A)의 다른 갭보다 클 수 있음에도 불구하고) 비교적 짧고 직통 거리인 것으로 인해, 하우징(112)에 추가로 내장된 철 삽입물이 필요치 않다. 자속 갭(B)에 포함된(그리고 자속 갭(B)이 횡단하는) 하우징(112)의 비강자성 부분(112b-1)은 베어링(112X)이 자속 경로(A)의 내부에 위치되도록, 예시된 실시예에서 샤프트(110) 상에 하우징(112)을 회전 가능하게 지지하는 베어링(112X)으로부터 반경 방향 외측에 위치된다. 더욱이, 예시된 실시예에서, 샤프트(110) 상에 전자기 코일(101)과 코일 하우징(102)을 지지하는 베어링(101X)은 또한 자속 경로(A) 내부에 위치된다.

[0033] 자속 경로(A)를 샤프트(110)로부터 전기자(108)로 안내한 다음 회전자 삽입물 조립체(103)의 자속 안내 부분(105)으로 안내하기 위해, 자속 안내 부분(105)과 샤프트(110) 사이의 자기 지름길(magnetic shortcut)을 피하는 것이 중요하고, 이는 특정 한정된 특성을 갖는 회전자 삽입물 조립체(103)를 사용함으로써 실현될 수 있다. 도 4 및 도 5에 별도로 도시된 일 실시예에서, 이것은 회전자 삽입물 조립체(103)의 허브 부분(104)의 디스크(104d)에 비강자성 재료를 사용함으로써 달성될 수 있다. 이러한 방식으로, 각각 강자성 재료로 이루어진 자속 안내 부분(105)과 코어(104c)와, 비강자성 재료로 이루어진 디스크(104d)는, 예를 들어, 다이 주조 공정을 사용하여, 결합되거나 함께 연결되어 비강자성 재료로 이루어진 회전자(106)에 내장되거나 연결된 별도의 조각일 수 있다. 강자성 재료로 이루어진 코어(104c)를 사용하면 자속 경로(A)의 성능을 향상시키는 데 도움을 줄 수 있다. 그러나 대안적인 실시예에서, 허브 부분(104)의 코어(104c)와 디스크(104d)는 비자성 재료로 이루어진 단일 피스일 수 있다. 도 4 및 도 5에 도시된 회전자 삽입물 조립체(103)의 실시예는 또한 허브 부분(104) 및/또는 자속 안내 부분(105)의 개구로서 구성될 수 있는 중단부(118a, 118b 및 118c)를 포함한다. 예시된 실시예에서, 원주 방향으로 균일하게 이격된 복수의 U자형 중단부(118a)는 자속 안내 부분(105)을 반경 방향으로 통과하고, 축 방향 전방 방향으로 개방되도록 전방 단부(후방 단부(105a)와 반대쪽)로 연장되고, 복수의 U자형 중단부(118b)는 허브 부분(104)의 디스크(104d)의 외부 직경에 위치되고, 결합된 개구를 생성하도록 중단부(118a)와 정렬되고, 중단부(118b)는 디스크(104d)를 통해 축 방향으로 통과하고, 디스크(104d)의 외부 직경까지 연장되고, 마지막으로, 중단부(118c)는 디스크(104d)의 중간을 축 방향으로 통과하는 복수의 동일하게 원주 방향으로 이격된 원형 구멍이다. 그러나 다른 실시예에서 중단부(118a, 118b 및/또는 118c)의 다른 형상 및 배열도 가능하다. 점성 마찰 클러치(100)에 완전히 설치될 때, 중단부(118a, 118b 및/또는 118c)는 회전자(106)의 비강자성 재료로 적어도 부분적으로 채워질 수 있다. 보다 구체적으로, 일부 실시예에서, 중단부(118b 및 118c)는 각각 회전자(106)의 비강자성 재료로 완전히 채워질 수 있는 반면, 중단부(118a)는 각각 회전자(106)의 비강자성 재료로 부분적으로만 채워질 수 있다.

[0034] 대안적으로, 도 6에 도시된 바와 같이, 회전자 삽입물 조립체(103')의 자속 안내 부분(105')과 허브 부분(104')은 강자성 재료로 이루어진 하나의 단일체 및 모놀리식 조각으로 이루어질 수 있고, 허브 부분(104')에 (그리고 선택적으로 또한 추가 실시예에서 자속 안내 부분(105')에) 위치된 개구(118')와 같은 자속 중단 특징부는 일반적으로 반경 방향으로 자속 안내 부분(105')과 허브 부분(104')(그리고 샤프트(110)) 사이의 자기 지름길을 줄이거나 회피하기 위해 존재할 수 있다. 그러나 예시된 실시예에서 자속 안내 부분(105')은 어떠한 개구 등도 없이 중단 없는 구성을 갖는다. 자속 중단 특징부(개구(118'))는 바람직하게는 가능한 한 크고 많다. 점성 마찰 클러치(100)에 완전히 설치된 경우, 허브 부분(104')(및/또는 자속 안내 부분(105'))의 이러한 개구(118')는 회전자(106), 허브 부분(104') 및 자속 안내 부분(105') 사이의 토크 전달을 위해 회전자(106)의 비강자성 재료로

채워진다. 그 밖의 경우에는 회전자 삽입물 조립체(103')는 위에서 설명된 회전자 삽입물 조립체(103)와 유사하고 본질적으로 동일한 방식으로 기능한다.

[0035] 도 7 내지 도 9는 점성 마찰 클러치(200)의 다른 실시예를 도시한다. 도 7은 점성 마찰 클러치(200)의 이 다른 실시예의 단면도이고; 도 8은 자속 경로(A')와 자기 견인 영역(D)을 예시하기 위해 개략적으로 주석 표시한 점성 마찰 클러치(200)의 다른 단면도이고; 도 9는 점성 마찰 클러치(200)의 일부의 부분 단면도이다. 일반적으로, 도 7 내지 도 9와 관련하여 도시되고 설명된 점성 마찰 클러치(200)의 실시예는 도 1 내지 도 6과 관련하여 위에서 설명된 점성 마찰 클러치(100)의 실시예와 유사하므로, 유사한 참조 부호, 즉 일반적으로 100씩 증가된 참조 부호를 사용한다. 보다 구체적으로, 도 7 내지 도 9의 실시예에 도시된 점성 마찰 클러치(200)는 전자기 코일(201), 북극(202N)과 남극(202S)을 형성하는 코일 하우징(202), 허브 부분(204)과 자속 안내 부분(205)을 갖는 회전자 삽입 조립체(203), 회전자(206), 전기자(208)와 밸브 요소(209)를 갖는 밸브 조립체(207), 샤프트(210), 하우징(212)(베이스(212b)와 커버(212c)를 포함함), 저장소(213)(저장소 커버(213a)를 가짐), 방출 오리피스(214), 작업 챔버(215), 및 회전 축(C_L)을 포함한다. 구체적으로 도시되지는 않았지만, 점성 마찰 클러치(200)는 적절한 복귀 보어와 펌핑 요소를 더 포함한다. 자속 갭(B), 밸브 조립체 행정(C) 및 자기 견인 영역(D)을 포함하는 자속 경로(A')는 점성 마찰 클러치(100)와 같이 점성 마찰 클러치(200)에서 유사하거나 동일할 수 있다. 그러나, 도 7 내지 도 9의 점성 마찰 클러치(200)의 실시예는 샤프트(210) 주위의 디자인이 클러치(100)와 상이하다.

[0036] 도 7 내지 도 9의 예시된 실시예에 도시된 바와 같이, 샤프트(210)의 전방 단부는 막힌 구멍(220)과 이 막힌 구멍(220)과 맞물리는 캐리어(222)를 포함한다. 막힌 구멍(220)은 예시된 실시예에 도시된 바와 같이 샤프트(210) 내로 축 방향으로 연장될 수 있고, 축 방향 전방으로 개방될 수 있다. 샤프트(210)의 전방 단부(210F)에서 막힌 구멍(220)을 둘러싸는 샤프트(210)의 림(rim)은 샤프트(220)로부터 자속 경로(A)를 따라 전기자(208)로 자속을 전달하기에 충분하다. 샤프트(210)에서 막힌 구멍(220)은 나사산(210t)과 같은 다른 연결 특징부를 사용하여 카운터 요소(도시되지 않음)에 샤프트(210)의 후방 단부(210R)를 부착하는 것을 용이하게 하기 위해 샤프트(210)의 전방 단부(210F)에서 (예를 들어, 막힌 구멍(220)의 후방 또는 하부)에서 토크 또는 툴링 특징부(tooling feature)(223)(예를 들어, Torx® 비트 맞물림 특징부와 같은 툴링 맞물림 특징부)를 사용하는 옵션을 제공한다. 예시된 실시예에서 샤프트(210)의 전방 단부(210F)뿐만 아니라 막힌 구멍(220)은 하우징(212) 내부 점성 마찰 클러치(200)의 내부 부분에 위치된다. 막힌 구멍(220)과 토크 또는 툴링 특징부(223)에 대한 접근을 제공하기 위해, 개구(228)(예를 들어, 중심 구멍)가 하우징(212)의 커버(212c)에 제공될 수 있다. 대응하는 중심 구멍(208h)은 막힌 구멍(220) 및/또는 토크 특징부(223)에 대한 접근을 허용하기 위해 전기자(208)에 제공될 수 있다. 제거될 수 있는 캡(도시되지 않음)은 파편 등으로부터 점성 마찰 클러치(200) 내의 요소를 보호하기 위해 하우징(212)의 커버(212c)의 개구(228)에 또는 개구 내에 제공될 수 있다. 개구(228) 또는 부근 구조물은 하우징(212)의 커버(212c)에 캡(228a)이 맞물리는 것을 허용하기 위해 맞물림 홈과 같은 적절한 특징부를 포함할 수 있다.

[0037] 캐리어(222)는 캐리어(222)를 샤프트(210)에 부착하는 연결 특징부(222c)(예를 들어, 나사산)를 사용하여 막힌 구멍(220)과 맞물릴 수 있고, 연결 특징부(222c)는 막힌 구멍(220) 내에 위치될 수 있다. 캐리어(222)는 토크를 인가할 수 있는 도구 비트, 드라이버, 또는 다른 적절한 도구를 수용하기 위한 툴링 특징부(222t), 예를 들어, 플랫 또는 슬롯을 더 포함할 수 있다. 캐리어(222)는 자속 경로(A)로부터 캐리어(222)를 분리시키거나 적어도 자속 경로(A)를 방해하는 것을 피하기 위해 비강자성 재료로 이루어질 수 있다. 캐리어(222)는 전기자(208)의 중심 구멍(208h)을 통해 샤프트(210)로부터 축 방향으로 연장될 수 있다. 캐리어(222)는 토크 또는 툴링 특징부(223)에 대한 접근을 허용하기 위해, 예를 들어, 하우징(212)의 커버(212c)에 있는 개구(228)를 통해(그리고 전기자(208)의 개구(208h)를 통해) 점성 마찰 클러치(200)의 전방 측으로부터 도구의 삽입을 허용하기 위해, 대향 단부 간에 캐리어(222)를 통해 완전히 연장되는 개구(222a), 예를 들어, 축 방향으로 연장되는 중심 개구를 더 포함할 수 있다. 또한, 캐리어(222)는, 하우징(212)과 접촉하고 전단 유체 누출을 방지하는 것을 돕기 위해 개구(228)에서 하우징(212)의 커버(212c)에 대한 밀봉을 제공할 수 있는 밀봉 요소(229)(예를 들어, 동적 밀봉 또는 베어링, 예를 들어, 밀봉 베어링 세트)를 지지하고 구비할 수 있다. 추가적으로, 샤프트(210)로부터 전기자(208)의 반대쪽 캐리어(222) 상에 정지부(230)가 제공될 수 있다. 정지부(230)는 밸브 조립체(207)의 행정(C)을 제한할 수 있고, 특히 정지부(230)는 디폴트 스프링 편향력 하에서 축 방향으로 전기자(208)와 밸브 요소(209)의 이동을 제한할 수 있다. 예시된 실시예에서 정지부(230)는 캐리어(222)의 본체로부터 연장되는 반경 방향 외측으로 연장되는 플랜지이다.

[0038] 회전자(206)는 회전자(206)와 샤프트(210)가 동일한 속도로 함께 회전하도록 샤프트(210)에 회전 방향으로 고정

될 수 있다. 하우징(212)(예를 들어, 하우징 베이스(212b))은 적절한 베어링(212X)에 의해 샤프트(210) 상에 회전 가능하게 지지되어, 하우징(212)은 샤프트(210)에 대해서뿐만 아니라 회전자(206)에 대해서도 회전할 수 있다. 전자기 코일(201)과 코일 하우징(202)은 회전 방향으로 정지해 있고, 모두 적절한 베어링(201X)에 의해 샤프트(210) 상에 장착될 수 있으며, 전자기 코일(201)과 코일 하우징(202)은 하우징(212)의 외부에 위치된다.

[0039] 전자기 코일(201)은 PCT 국제 출원 공개 번호 WO2018/004833A1에 개시된 것과 단면이 유사한 L자형 형상을 가질 수 있다. 예시된 실시예에 도시된 바와 같은 이러한 L자형 전자기 코일(201)은 점성 마찰 클러치(200)의 전체 크기와 질량을 감소시키는 것을 도와줄 수 있다. 전자기 코일(201)은 코일 하우징(202)에 적어도 부분적으로 위치된다. 코일 하우징(202)은 전자기 코일(201)을 적어도 부분적으로 둘러쌀 수 있고, 전자기 코일(201)의 L자형을 따르는 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 예시된 실시예에서, 코일 하우징(202)은 축 방향 전방에 위치된 남극(202S)(남극(202S)의 단부는 하우징(212)의 베이스(212b)와 자속 안내 부분(205)을 향하여 축 방향으로 연장됨), 축 방향 후방에 위치된 중간 부분(202M)(그리고 U자형 또는 C자형을 가짐), 및 중간 부분(202M)의 축 방향 전방에 위치되지만 남극(202S)의 축 방향 후방에 위치된 북극(202N)(북극(202N)의 단부는 샤프트(210)를 향해 반경 방향 내측으로 연장됨)을 갖는다. 코일 하우징의 중간 부분(202M)과 북극(202N)의 형상은 베어링을 위한 공간을 제공할 수 있다.

[0040] 작업 챔버(215)는 회전자(206)와 하우징(212) 사이에 위치되어, 일반적으로 작업 챔버(215)에 존재하는 전단 유체의 양에 의존하는 슬립 속도로 회전자(206)와 하우징(212) 사이에 토크를 전달하기 위해 작업 챔버(215)에 존재하는 소정 양의 전단 유체는 회전자(206)와 하우징(212) 모두와 마찰 접촉할 수 있다. 회전자(206)와 샤프트(210)는 점성 마찰 클러치(200)의 입력으로서 기능할 수 있는 반면, 하우징(212)은 출력으로서 기능할 수 있다. 팬(도시되지 않음)과 같은 출력 디바이스는 점성 마찰 클러치(200)로부터 토크 출력을 받기 위해 하우징(212)에 부착될 수 있다.

[0041] 밸브 조립체(207)는 작업 챔버(215)에서 전단 유체의 양을 조절하기 위해 방출 오리피스(214)를 선택적으로 덮고 덮지 않기 위해 인가된 자속에 응답하여 동작한다. 전단 유체는 사용하지 않을 때 저장소(213)에 저장될 수 있다. 예시된 실시예에서, 밸브 조립체(207)는 회전자(206)의 전방 측에 위치되는 반면, 전자기 코일(201)과 저장소(213)는 각각 회전자(206)의 반대쪽 후방 측에 위치된다.

[0042] 예시된 실시예에서, 회전자 삽입물 조립체(203)는 반경 방향 내부 위치에 허브 부분(204)을 포함하고, 반경 방향 외부 위치에 자속 안내 부분(205)을 포함한다(또한 도 4 및 도 5 참조). 허브 부분(204)은 회전자(206)의 반경 방향 내부 부분에 위치될 수 있고, 회전자(206)와 샤프트(210) 사이에 구조적 부착을 제공할 수 있다. 예시된 실시예에서, 허브 부분(204)은 코어(204c)와 디스크(204d)를 포함하는 다중-피스 조립체이고, 디스크(204d)는 코어(204c)로부터 반경 방향 외측으로 연장된다. 코어(204c)는 샤프트(210) 상에 직접 위치될 수 있다. 허브 부분(204)은 오스테나이트계 스테인리스강과 같은 비강자성 재료를 포함할 수 있고/있거나, 이전 실시예와 관련하여 위에서 설명된 바와 같이, 자속 안내 부분(205)과 샤프트(210) 사이의 일반적으로 반경 방향으로 자기 단락을 감소시키거나 제거하는 자속 중단 특징부를 갖도록 구성될 수 있다. 예시된 실시예에서, 코어(204c)는 강자성 재료로 이루어지고, 디스크(204d)는 반경 방향으로 회전자 삽입물 조립체(203)를 따라 임의의 자속 흐름을 중단하는 비강자성 재료로 이루어진다. 보다 일반적으로, 예시된 실시예의 회전자 삽입물 조립체(203)의 허브 부분(204)은 그 내부 직경과 외부 직경 사이에 비강자성 부분을 포함하거나 또는 적어도 부분적으로 비강자성 부분을 포함한다.

[0043] 자속 안내 부분(205)은 디스크(204d)의 반경 방향 외측 부분에서 허브 부분(204)에 부착될 수 있다. 자속 안내 부분(205)은 회전자(206)를 통해 축 방향으로 연장된다. 자속 안내 부분(205)은 회전자(206)의 비강자성 재료를 통해 자속을 전도하기 위해 강자성 재료로 이루어질 수 있다. 예시된 실시예에서 자속 안내 부분(205)은 회전자(206)의 후방 측으로부터 축 방향으로 연장되고 돌출된 후방 단부(205a)를 포함하고, 이 후방 단부는 아래에서 더 설명된 바와 같이 예를 들어 코일 하우징(202)의 외부 직경에서 또는 외부 직경에 인접하여 코일 하우징(202)의 남극(202S)으로 자속을 안내하는 것을 도와준다. 예시된 실시예에 도시된 바와 같이, 자속 안내 부분(205)의 후방 단부(205a)는 코일 하우징(202)의 남극(202S)의 반경 방향 위치와 중첩되는 반경 방향 위치에 (후방 단부와 코일 하우징의 남극 사이의 자속 경로가 완전히 축 방향이 될 수 있도록) 위치되지만, 다른 실시예에서 다른 상대적 반경 방향 위치도 가능하다.

[0044] 동작 동안, 전자기 코일(201)은 위에서 설명된 점성 마찰 클러치(100)의 동작과 유사하게 밸브 조립체(207)를 동작시키기 위해 자속 경로(또는 자속 회로)(A)를 따라 점성 마찰 클러치(200)를 통해 이동하는 자속을 생성하도록 선택적으로 통전될 수 있다. 도 8은 클러치(200)의 회전 축(C_L)의 일측에 파선으로 자속 경로(A')를 개략

적으로 도시하지만, 자속 경로(A')의 일부만이 도 8에 주석으로 표시되어 있더라도 자속 경로(A')는 축(C_L) 주위로 연장되는 3차원 형상을 갖는 것으로 이해된다. 자속 경로(A')는 자속이 전자기 코일(201)로부터 밸브 조립체(207)의 전기자(208)로 전달된 다음 전자기 코일(201)로 되돌아가도록 한다. 자속 경로(A')는 코일(201)을 빠져 나와 코일 하우징(202)으로 들어간 다음 코일 하우징(202)의 북극(202N)으로부터 갭을 가로질러 샤프트(210)로 진행한다. 코일 하우징(202)과 샤프트(210) 사이의 갭은 일정하고, 예시된 실시예에서 반경 방향으로 배열된다. 그런 다음 자속은 견인 영역(D)에서 샤프트(210)와 전기자(208) 사이의 갭을 가로질러 이동할 수 있다. 자속은 선택적으로 일부 실시예에서 견인 영역(D) 내 및/또는 견인 영역 부근에서 회전자 삽입물 조립체(203)의 허브 부분(204)의 코어(204c)를 통해 이동할 수 있다. 견인 영역(D)은 일부 실시예에서 회전 축(C_L)으로부터 반경 방향 외측으로 이격된 위치에 있을 수 있지만, 다른 실시예에서 견인 영역(D)은 회전 축(C_L)에 도달할 수 있다. 예시된 실시예에서, 견인 영역(D)에서 샤프트(210)(및 코어(204c))와 전기자(208) 사이의 갭은 축 방향으로 배열된다. 샤프트(210)(및 코어(204c))와 전기자(208) 사이의 갭의 크기는 전기자(208)의 움직임에 따라 클러치(200)의 동작 동안 변한다. 전기자(208)와 샤프트(210)(및 코어(204c)) 사이의 갭의 거리는 밸브 조립체(207)에 대한 행정(C)(도 9 참조)에 대응한다. 일부 실시예에서, 자속은 전자기 코일(201)이 통전된 동안 전기자(208)와 샤프트(210) 사이의 갭이 완전히 폐쇄되도록(즉, 전기자(208)가 샤프트(210) 및/또는 코어(204c)와 물리적으로 접촉하도록) 전기자(208)를 샤프트(210)로 끌어당길 수 있다. 자속 경로(A)는 예시된 실시예에서 일정하고 반경 방향으로 배열된 (그리고 전기자(208)의 외부 직경에 위치된) 갭(F)을 가로질러 전기자(208)로부터 회전자 삽입물 조립체(203)의 자속 안내 부분(205)으로 계속된다. 일정한 반경 방향 갭(F)은 전기자(208)의 개방 또는 폐쇄 위치와 독립적으로 일정한 자속 흐름을 허용한다. 자속 경로(A')의 일정한 자속 흐름은 전기자(208)에 대한 내부 자력을 향상시키는 데 도움을 준다. 자속 경로(A')는 회전자 삽입물 조립체(203)의 자속 안내 부분(205)을 통해 계속 진행하여, 대향하는 전방 측과 후방 측 사이에서 전체 회전자(206)를 축 방향으로 통과한다. 그런 다음 자속 경로(A')는 회전자 삽입물 조립체(203)의 자속 안내 부분(205)으로부터 자속 갭(B)을 가로질러 코일 하우징(202)의 남극(202S)으로 계속되고, 그런 다음 다시 전자기 코일(201)로 진행한다.

[0045] 예시된 실시예에 도시된 바와 같이, 자속 갭(B)은 축 방향으로 배열되고, 자속 경로(A')의 다른 갭보다 더 큰 갭이다. 자속 갭(B)은 크기가 일정할 수 있다. 자속 갭(B)은 하우징(212)의 일부(212b-1)뿐만 아니라 하우징(212)의 축 방향 대향 측의 공기 갭을 횡단한다. 보다 구체적으로, 자속 갭(B)은, 하우징(212)의 내부와 외부 사이에서 하우징(212)을 완전히(또는 심지어 부분적으로) 통과하는 자속 경로(A') 내부 또는 이 자속 경로 부근에 내장된 자속 안내 삽입물 또는 기타 강자성 구성요소가 없는 하우징(212)의 베이스(212b)의 비강자성 부분(212b-1)을 축 방향으로 횡단하고, 이는 자속 갭(B)이 비강자성 자속 갭이라고 언급될 수 있다는 것을 의미한다. 자속 경로(A')는 전단 유체에 대해 바람직하지 않은 누출 경로를 생성할 수 있는 임의의 강자성 자속 안내부를 요구함이 없이 자속 갭(B)을 가로질러 하우징(212)의 부분(212b-1)을 통과할 뿐만 아니라 하나 이상의 인접한 공기 갭과 존재하는 임의의 전단 유체를 통과할 수 있다. 다양한 실시예에서, 자속 갭(B) 내의 공기 갭의 수는 2개 이하의 공기 갭으로 제한될 수 있고, 하우징(212)의 부분(212b-1)은 자속 경로(A')가 자속 갭(B)에서 횡단하는 유일한 비강자성 구성요소일 수 있다. 일부 실시예에서, 자속 안내 부분(205)의 후방 단부(205a)와 코일 하우징(202)의 남극(202S) 사이의 자속 갭(B)의 치수는 자속 안내 부분(205)의 후방 단부(205a)와 임의의 다른 부근의 강자성 재료 사이의 거리보다 작을 수 있고; 또 다른 실시예에서, 자속 안내 부분(205)의 후방 단부(205a)와 코일 하우징(102) 사이의 자속 갭(B)의 축 방향 치수는 자속 안내 부분(205)의 후방 단부(205a)와 임의의 다른 부근의 강자성 재료 사이의 축 방향 또는 반경 방향 내측 방향의 거리보다 작을 수 있다. 또한, 예시된 실시예에서 자속 안내 부분(205)이 회전자(206)를 통해 연장되고 후방으로 돌출되기 때문에, 자속 안내 부분(205)의 후방 단부(205a)와 코일 하우징(202)의 남극(202S) 사이의 자속 갭(B)의 치수는 자속 경로(A')를 따라 회전자(206)의 후방 측과 코일 하우징(202)의 남극(202S) 사이의 거리보다 작을 수 있다. 일부 실시예에서, 자속 안내 부분(205)의 후방 단부(205a)와 코일 하우징(202)의 남극(202S) 사이의 자속 갭(B)의 축 방향 거리는 코일 하우징(202)의 남극(202S)과 작업 챔버(215) 사이의 축 방향 거리보다 작을 수 있으며, 즉 자속 안내 부분(205)의 후방 단부(205a)는 작업 챔버(215)의 축 방향 후방으로 연장될 수 있다. 자속 갭(B)에 포함된(그리고 이 자속 갭이 횡단하는) 하우징(212)의 비강자성 부분(212b-1)은 베어링(212X)이 자속 경로(A')의 내부에 위치되도록 예시된 실시예에서 샤프트(210) 상에 하우징(212)을 회전 가능하게 지지하는 베어링(212X)으로부터 반경 방향 외측에 위치된다. 더욱이, 예시된 실시예에서, 샤프트(210) 상에 전자기 코일(201)과 코일 하우징(202)을 지지하는 베어링(201X)은 자속 경로(A') 외부에 위치된다.

[0046] 다양한 실시예에서 위에서 논의되고 도 4 내지 도 6에 도시된 회전자 삽입물 조립체(103 및 103')의 어느 것도 특정 응용에서 원하는 바에 따라 점성 마찰 클러치(200)와 함께 이용될 수 있다는 것이 주목된다. 더욱이, 회전

자 삽입물 조립체의 다른 실시예도 추가의 실시예에서 가능하다.

[0047] 첨부된 도면을 포함하여 본 명세서 전체를 고려하여 당업자라면 개시된 점성 마찰 클러치의 실시예는 수많은 이점 및 이익을 제공한다는 것을 인식할 수 있을 것이다. 예를 들어, 개시된 실시예는, 상대적으로 낮은 질량과 함께 상대적으로 컴팩트할 뿐만 아니라 상대적으로 간단한 제조할 수 있고, 전단 유체 누출 경로를 생성할 수 있는 하우징을 통과하는 자속 안내부가 없으면서 하우징의 비강자성 부분을 가로질러 여전히 자속을 전달할 수 있는, 전자기적으로 제어되는 점성 마찰 클러치를 제공한다. 예를 들어, 내부 직경과 외부 직경 사이에 비강자성 또는 적어도 부분적으로 비강자성 부분을 포함하는 회전자 삽입물 조립체는 점성 마찰 클러치를 통한 전자기 자속 경로의 자기 지름길 또는 단락을 줄이거나 최소화하고, 하우징에 내장된 자속 삽입물이 없이도, 밸브 조립체의 전기자를 이동시키는 데 이용할 수 있는 자력을 증가시키는 것을 도와주는 데 이용될 수 있다. 일부 알려진 클러치 설계는 하우징을 통과하지 않는 자속 경로를 갖고, 대신 자속 경로가 하우징 내부에 완전히 포함되거나, 또는 자속 경로가 하우징으로부터 반경 방향 안쪽에 위치된 샤프트, 회전자 허브 및/또는 베어링 조립체의 다수의 분리된 경로를 따르는(즉, 자속 경로는 하우징의 어떤 부분도 통과하지 않고 오히려 하우징을 피하는) 것으로 알려졌다. 그러나 하우징 내부에 완전히 포함된 자속 경로는 일반적으로 정지해 있는 (즉, 회전하지 않는) 저널 브래킷 샤프트와 연관되는 반면, 본 개시된 실시예는 "라이브" 또는 종동 샤프트를 제공한다. 그리고 샤프트, 회전자 허브 및/또는 베어링 조립체에 자기적으로 분리된 다수의 경로를 제공하면 클러치의 전체 반경 방향 크기를 증가시키는 경향이 있고, 또한 제조를 더 복잡하게 만들 수 있는 반면, 본 개시된 실시예는 내장된 삽입물 또는 내장된 자기 분리 삽입물 없이 단일 모놀리식 피스일 수 있는 샤프트를 사용하는 것을 허용한다. 추가적으로, 특정 종래 기술 클러치에서 임의의 자속 안내부가 없다는 것은 비효율적인 방식으로 다양한 클러치 구성요소 없이 및/또는 이 클러치 구성요소를 통해 또는 이 클러치 구성요소를 가로질러 자속이 전달된다는 것을 의미하며, 이는 이러한 비효율성을 극복할 만큼 충분한 자속을 생성하려면 상대적으로 큰 전자기 코일을 필요로 한다. 예를 들어, 이러한 종래 기술의 클러치는 자속이 3개 이상의 공기 갭과 다수의 개별 비강자성 구성요소를 포함하는 단일 자속 갭을 가로지를 것을 요구할 수 있는 반면, 본 개시된 실시예는 하우징의 비강자성 부분을 가로지르는 자속 갭의 공기 갭의 수를 제한할 수 있다. 더욱이, 당업자라면 본 발명은 개시된 점성 마찰 클러치를 제조하고 사용하는 방법을 포함한다는 것을 인식할 수 있을 것이다.

[0048] **가능한 실시예에 대한 논의**

[0049] 점성 마찰 클러치는 회전자; 상기 회전자에 대해 회전 가능한 하우징; 상기 회전자와 상기 하우징 사이에 위치된 작업 챔버로서, 소정 양의 전단 유체가 상기 회전자와 상기 하우징 모두와 접촉하도록 선택적으로 도입될 수 있는 상기 작업 챔버; 전자기 코일; 상기 작업 챔버에 존재하는 전단 유체의 양을 제어하는 밸브 조립체; 및 상기 전자기 코일과 상기 밸브 조립체를 자기적으로 링크하는 자속 경로를 포함할 수 있고, 상기 자속 경로는 상기 점성 마찰 클러치의 내부에서 상기 회전자를 통해 연장되는 강자성 재료로 이루어진 자속 안내 부분을 통과하고, 상기 하우징의 비강자성 부분과 공기 갭 모두를 횡단하는 자속 갭을 가로질러 통과할 수 있다.

[0050] 이전 단락의 점성 마찰 클러치는 선택적으로, 추가적으로 및/또는 대안적으로 다음의 특징, 구성 및/또는 추가 구성요소 중 임의의 하나 이상을 포함할 수 있다:

[0051] 자속 안내 부분은 회전자에 내장될 수 있다;

[0052] 회전자는 알루미늄과 같은 비강자성 재료로 만들 수 있다;

[0053] 자속 안내 부분은 적어도 부분적으로 비강자성 재료로 이루어진 허브 부분을 더 포함하는 다중-피스 회전자 삽입물 조립체의 일부일 수 있다;

[0054] 회전자 삽입물 조립체는 내부 직경과 외부 직경 사이에 적어도 부분적으로 비강자성 허브 부분과 자속 안내 부분을 포함할 수 있고, 자속 안내 부분은 외부 직경에 또는 외부 직경 부근에 위치될 수 있다;

[0055] 허브 부분은 강자성 재료로 이루어진 코어와, 이 코어로부터 반경 방향 외측으로 연장되는 비강자성 재료로 이루어진 디스크를 포함할 수 있다;

[0056] 자속 안내 부분의 일부는 자속 갭에 의해 분리된 전자기 코일 하우징의 외부 직경에 인접한 위치에서 회전자로부터 축 방향으로 돌출될 수 있고, 전자기 코일은 전자기 코일 하우징 내에 적어도 부분적으로 위치될 수 있다;

[0057] 자속 안내 부분의 후방 단부는 작업 챔버의 축 방향 후방으로 연장될 수 있다;

[0058] 전자기 코일은 전자기 코일 하우징 내에 적어도 부분적으로 위치될 수 있고, 자속 안내 부분의 후방 단부는 자속 안내 부분의 후방 단부와 코일 하우징 사이의 자속 갭이 자속 경로를 따라 회전자의 후방 측과 코일 하우징

사이의 거리보다 작도록 회전자의 후방 측으로부터 축 방향으로 돌출될 수 있다;

[0059] 하우징은 하우징의 내부와 외부 사이를 통과하는 자속 경로(또는 자속 경로 부근)에 임의의 내장된 강자성 자속 안내 삽입물이 없을 수 있다;

[0060] 자속 경로는 밸브 조립체의 전기자와 자속 안내 부분 사이에 반경 방향 갭을 포함할 수 있고, 반경 방향 갭은 전기자의 외부 직경에 위치될 수 있다;

[0061] 회전자에 회전 방향으로 고정된 샤프트;

[0062] 점성 마찰 클러치의 내부 샤프트의 단부는 축 방향으로 연장되는 막힌 구멍을 포함할 수 있다;

[0063] 막힌 구멍에서 샤프트에 부착된 캐리어;

[0064] 캐리어는 비강자성 재료로 이루어질 수 있다;

[0065] 캐리어에 의해 구비되고 하우징과 접촉하는 밀봉 요소(예를 들어, 동적 밀봉부 또는 밀봉된 베어링);

[0066] 캐리어는 캐리어를 통해 완전히 연장되는 축 방향으로 연장되는 중심 개구를 포함할 수 있다;

[0067] 캐리어는 툴링 특징부를 더 포함할 수 있다;

[0068] 캐리어는 밸브 조립체의 행정 동안 밸브 조립체의 전기자와 접촉하도록 배열된 정지부를 더 포함할 수 있다;

[0069] 샤프트는 막힌 구멍에 위치된 툴링 특징부를 포함할 수 있다;

[0070] 하우징의 커버는 도구(예를 들어, 렌치, 비트, 스크루드라이버 등)가 샤프트와 툴링 특징부에 접근할 수 있게 하는 개구를 포함할 수 있다;

[0071] 캡은 하우징의 커버에 있는 개구에 또는 개구 내에 추가로 제공될 수 있다;

[0072] 전자기 코일은 반대 자극들, 및 이 자극들 사이에 중간 부분을 갖는 코일 하우징에 적어도 부분적으로 위치될 수 있다;

[0073] 자극들 중 하나는 반경 방향으로 연장할 수 있고, 다른 자극은 축 방향으로 연장할 수 있다;

[0074] 코일 하우징의 중간 부분은 U자형일 수 있다;

[0075] 자속 안내 부분은 회전자의 대향하는 전방 측과 후방 측 사이에 전체 회전자를 통해 축 방향으로 연장된다;

[0076] 회전자에 의해 구비된 저장소;

[0077] 회전자는 점성 마찰 클러치에 대한 입력부로 작용할 수 있고, 회전자와 저장소는 모두 점성 마찰 클러치에 토크 입력이 있을 때마다 입력 속도로 회전한다;

[0078] 회전자에 회전 방향으로 고정된 샤프트; 및/또는

[0079] 샤프트 상에 하우징을 회전 가능하게 지지하고, 자속 경로의 내부에 위치된 베어링;

[0080] 밸브 조립체를 동작시키기 위해 점성 마찰 클러치를 통해 자속을 전달하는 방법으로서, 상기 점성 마찰 클러치는 각각 회전 가능한 회전자와 하우징, 및 또한 상기 회전자에 회전 방향으로 고정된 샤프트를 포함하고, 상기 밸브 조립체는 상기 회전자와 상기 하우징 사이의 점성 마찰 맞물림의 정도를 선택적으로 제어하기 위해 작업 챔버에 존재하는 전단 유체의 양을 제어하고, 상기 방법은,

[0081] 상기 점성 마찰 클러치의 하우징의 외부에 위치된 전자기 코일을 통전시키는 단계로서, 상기 전자기 코일은 회전 방향으로 정지해 있는, 상기 전자기 코일을 통전시키는 단계;

[0082] 상기 전자기 코일로부터 자속을 상기 전자기 코일을 적어도 부분적으로 둘러싸는 코일 하우징으로 전달하는 단계;

[0083] 상기 코일 하우징으로부터 자속을 반경 방향 갭을 가로질러 상기 점성 마찰 클러치의 샤프트로 전달하는 단계;

[0084] 상기 샤프트로부터 자속을 자기 견인 영역의 축 방향 갭을 가로질러 상기 밸브 조립체의 전기자로 전달하는 단계;

[0085] 상기 전기자로부터 자속을 갭을 가로질러 강자성 재료로 이루어진 자속 안내 부분으로 전달하는 단계;

[0086] 상기 점성 마찰 클러치의 회전자의 축 방향으로 대향하는 전방 측과 후방 측 사이의 자속 안내 부분을 따라 자속을 전달하는 단계;

[0087] 상기 자속 안내 부분으로부터 자속을 상기 점성 마찰 클러치의 하우징의 비강자성 부분을 포함하는 자속 갭을 가로질러 상기 코일 하우징으로 전달하는 단계; 및

[0088] 상기 코일 하우징으로부터 자속을 다시 상기 전자기 코일로 전달하는 단계

[0089] 를 포함하는 것을 특징으로 하는 점성 마찰 클러치를 통해 자속을 전달하는 방법.

[0090] 이전 단락의 방법은 추가적으로 및/또는 대안적으로 다음 특징, 구성 및/또는 추가 단계 중 임의의 하나 이상을 선택적으로 포함할 수 있다:

[0091] 회전자에 내장된 허브 부분의 코어를 통해 자속을 전달하는 단계;

[0092] 전기자와 자속 안내 부분 사이의 갭은 반경 방향으로 배열될 수 있고 일정할 수 있다;

[0093] 코일 하우징과 샤프트 사이의 반경 방향 갭은 일정할 수 있다;

[0094] 자속 안내 부분과 코일 하우징 사이의 자속 갭은 축 방향으로 배열될 수 있고, 점성 마찰 클러치의 하우징의 비강자성 부분의 축 방향으로 대향하는 측들에 있는 2개의 공기 갭을 횡단할 수 있다;

[0095] 자속 안내 부분과 코일 하우징 사이의 자속 갭은 일정할 수 있다;

[0096] 자속 안내 부분과 코일 하우징 사이의 자속 갭은 전자기 코일과 밸브 조립체의 전기자를 자기적으로 링크하는 자속 경로에서 가장 큰 갭일 수 있다;

[0097] 자속 갭에 포함된 하우징의 비강자성 부분은 샤프트 상에 하우징을 회전 가능하게 지지하는 베어링으로부터 반경 방향 외측에 위치될 수 있다; 및/또는

[0098] 자속 안내 부분의 후방 단부와 코일 하우징 사이의 자속 갭의 치수는 자속 경로를 따라 회전자의 후방 측과 코일 하우징 사이의 거리보다 작다.

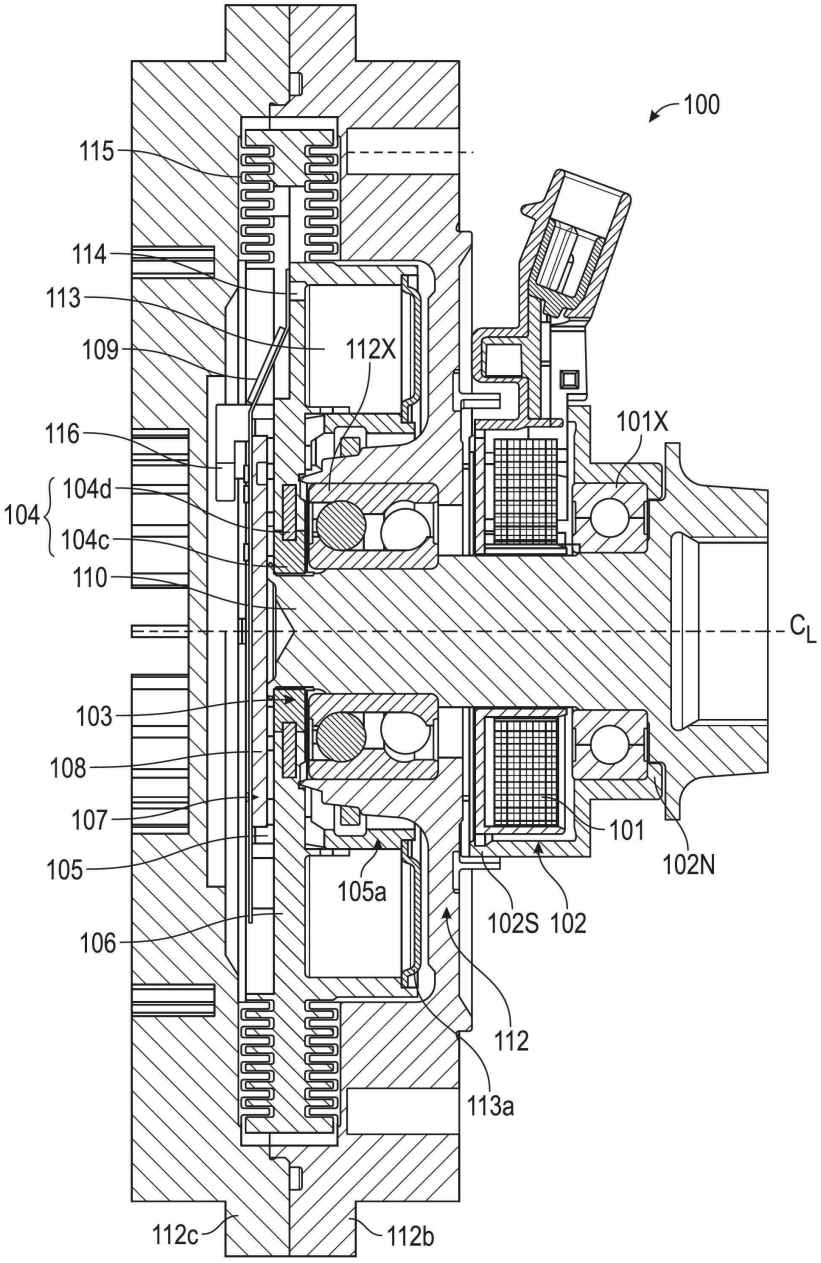
[0099] **부언**

[0100] "실질적으로", "본질적으로", "일반적으로", "대략" 등과 같이 본 명세서에서 사용된 임의의 상대적인 용어 또는 정도에 관한 용어는 본 명세서에 명시적으로 언급된 임의의 적용 가능한 정의 또는 제한에 따라 해석되어야 한다. 모든 경우에, 본 명세서에 사용된 임의의 상대적인 용어 또는 정도에 관한 용어는 본 발명 전체를 고려하여 당업자가 이해하는 바와 같은 임의의 관련된 개시된 실시예뿐만 아니라 이러한 범위 또는 변형예를 광범위하게 포함하는 것으로 해석되어야 하고, 예를 들어, 일반적인 제조 공차 변동, 우발적 정렬 변동, 열적, 회전 또는 진동 동작 상태에 의해 유도된 일시적 정렬 또는 형상 변동, 일시적인 전자기장 변동 등을 포함하는 것으로 해석되어야 한다. 더욱이, 본 명세서에서 사용된 임의의 상대적인 용어 또는 정도에 관한 용어는 본 명세서 또는 내용에서 적격한 상대적 용어 또는 정도에 관한 용어가 사용되지 않은 것처럼, 변동 없이 지정된 품질, 특성, 파라미터 또는 값을 명시적으로 포함하는 범위를 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

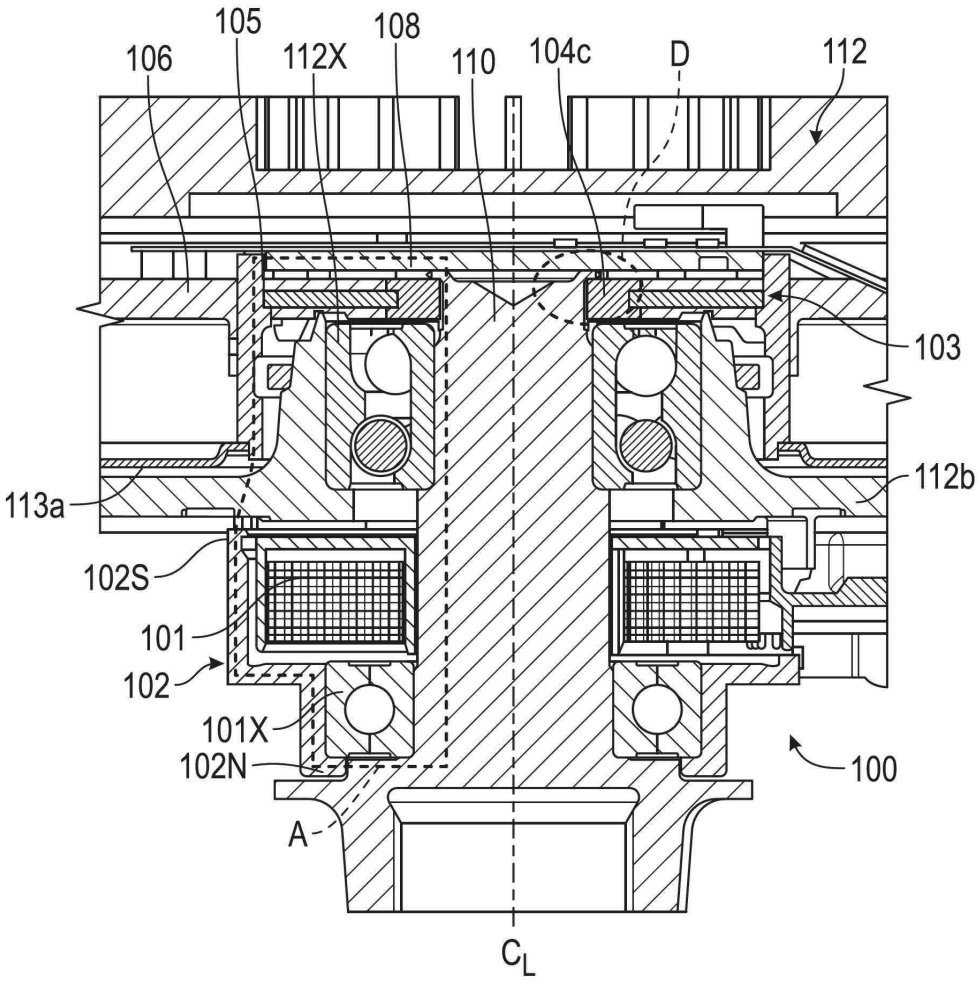
[0101] 본 발명이 바람직한 실시예를 참조하여 설명되었지만, 당업자라면 본 발명의 사상과 범위를 벗어나지 않으면서 형태와 상세 사항이 변경될 수 있음을 인식할 수 있을 것이다. 예를 들어, 점성 마찰 클러치를 전자기적으로 제어하는 데 자속 전도성 강자성 하우징 삽입물이 필요하지 않은 것으로 개시되었지만, 대안적인 실시예에서는 전자기 제어 시스템의 일부로서 또는 하나 이상의 다른 목적을 위해 이러한 강자성 하우징 삽입물을 여전히 포함할 수 있는 것으로 고려된다. 더욱이, 다른 실시예에서, 밸브 조립체는 회전자의 후방 측에 위치되거나 하우징에 부착될 수 있다. 추가적으로, 또 다른 실시예에서, 제어 로드 등을 사용하는 밸브 조립체, 예를 들어, 점성 마찰 클러치의 내부에 완전히 위치되고, 예를 들어, 회전자 디스크를 통과하는 하나 이상의 제어 로드를 갖는 밸브 조립체가 본 발명에서 사용될 수 있다. 또한, 코일 하우징의 북극과 남극의 위치는 다양한 실시예에서 원하는 바에 따라 반전되거나 교환될 수 있다.

도면

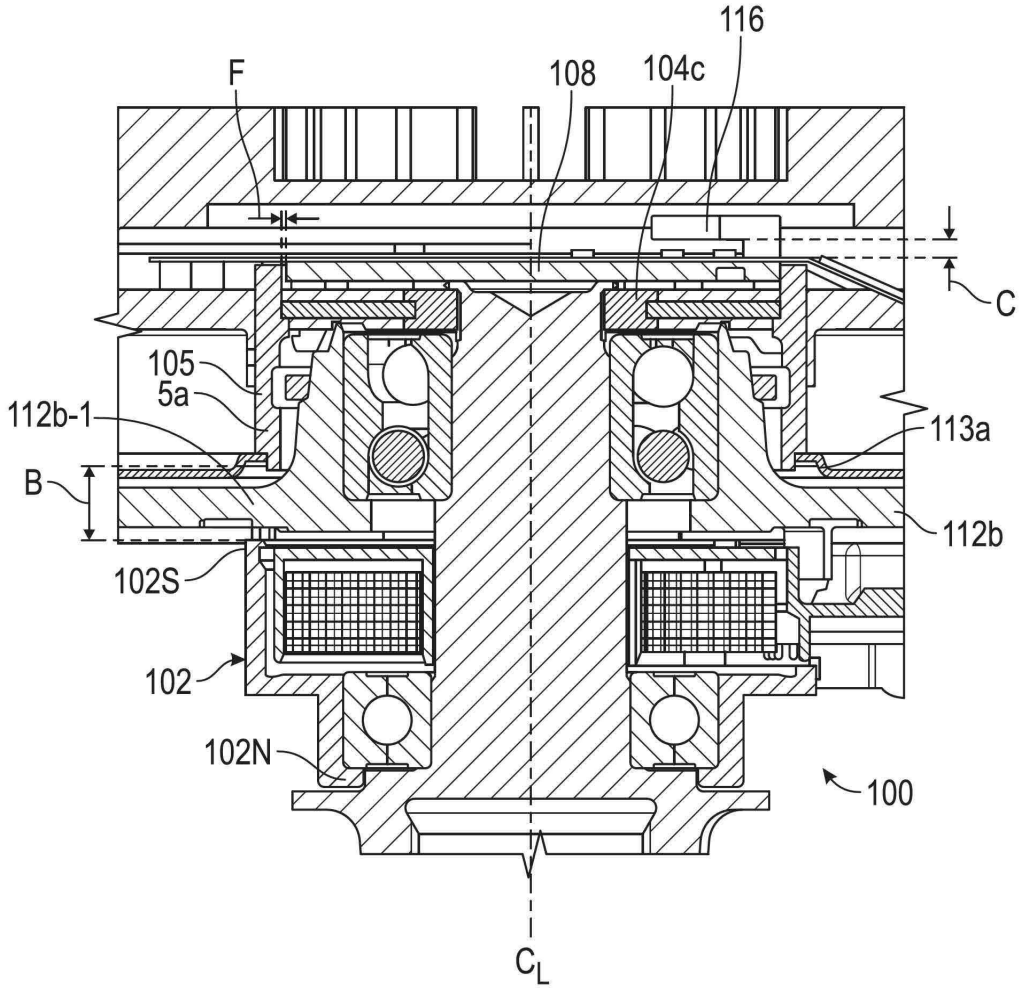
도면1


100
115
114
113
109
112X
116
104
104d
104c
110
101X
C_L
103
108
107
105
105a
106
102S
102
101
102N
112
113a
112c
112b

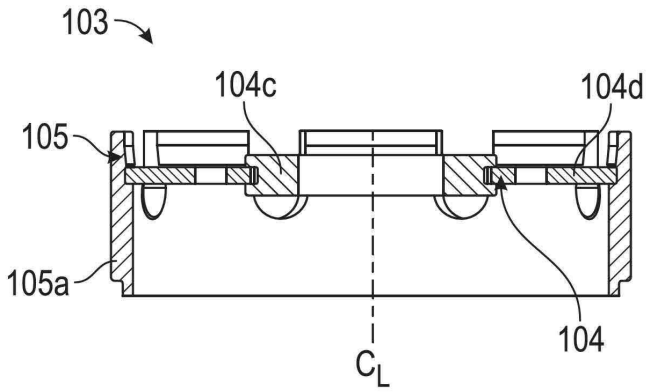
도면2


105
108
106
112X
110
104c
D
112
103
112b
113a
102S
101
102
101X
102N
100
A
C_L

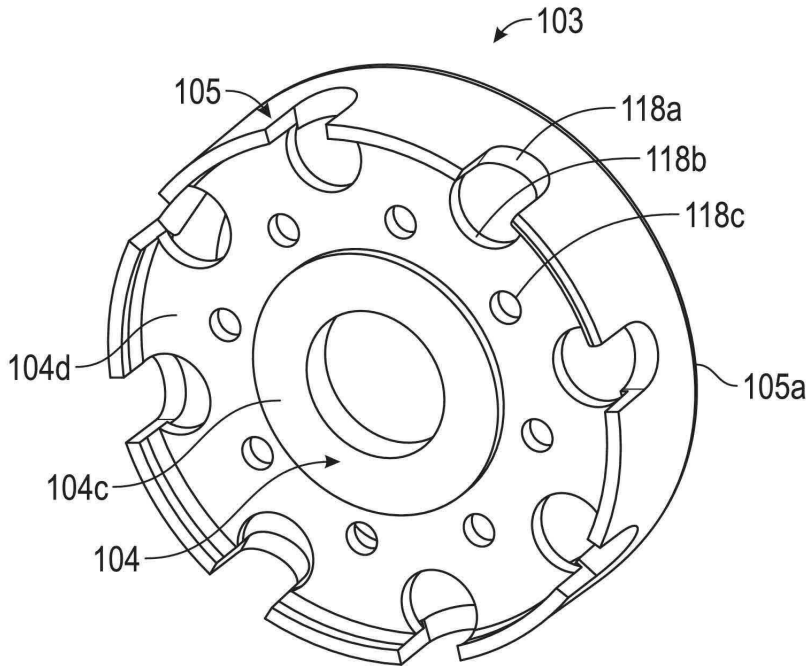
도면3


116
F
108
104c
C
105
5a
112b-1
113a
B
112b
102S
102
102N
100
C_L

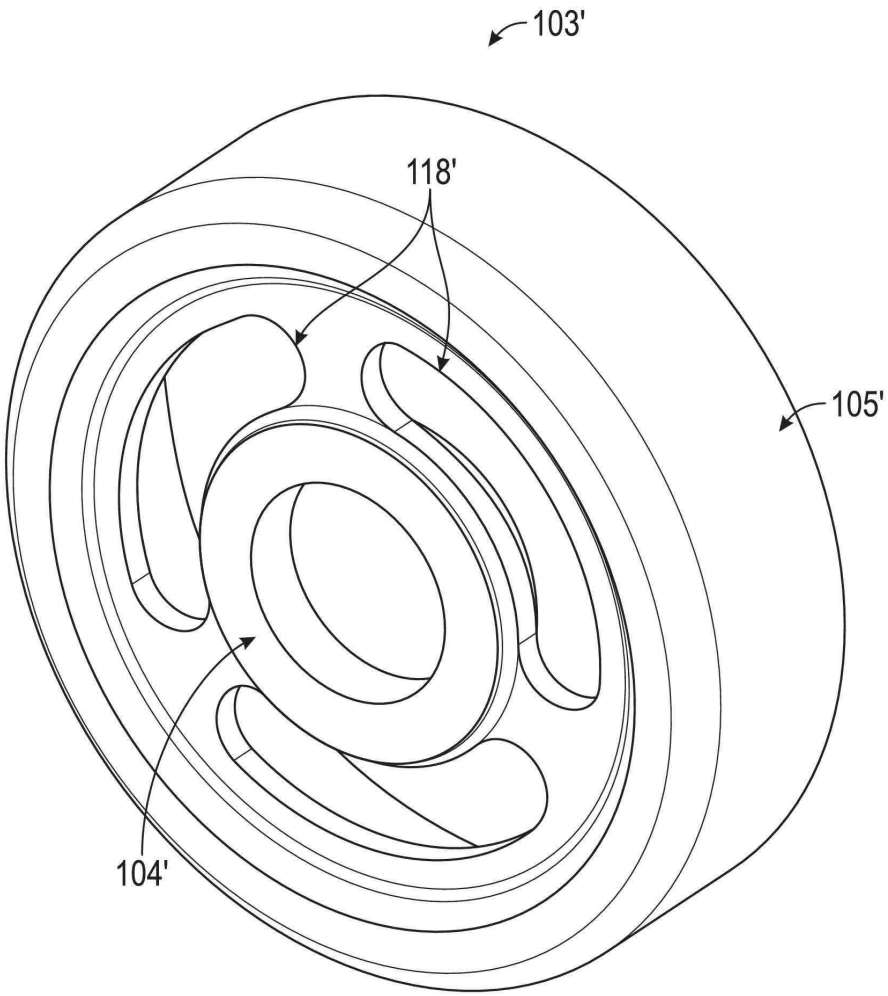
도면4


103
104c
104d
105
105a
104
C_L

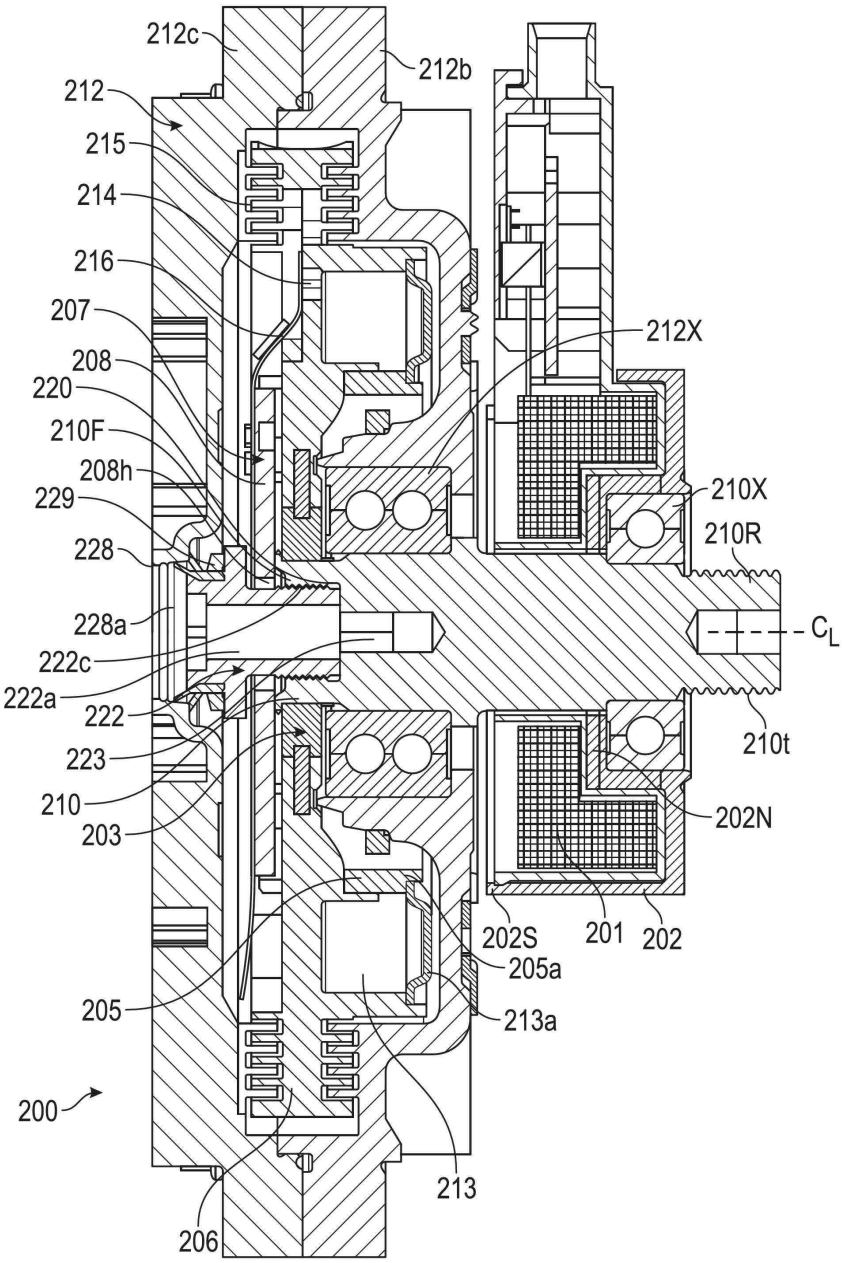
도면5



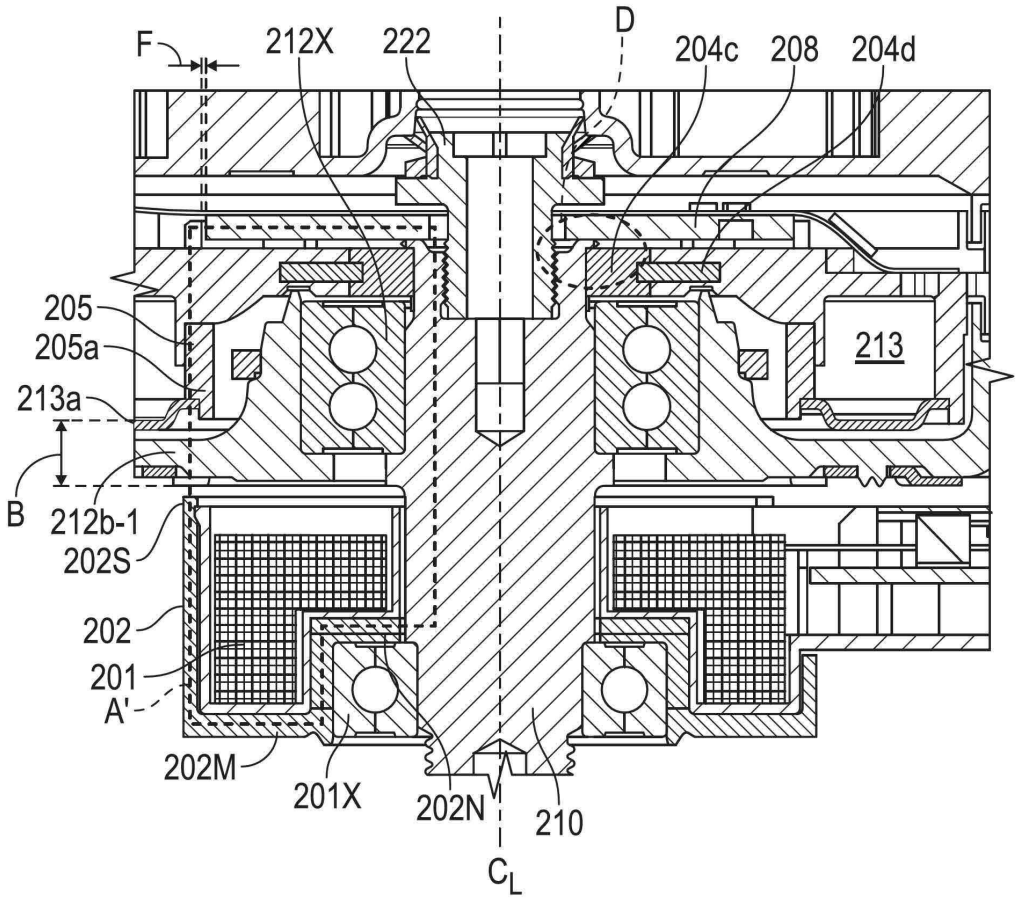
도면6



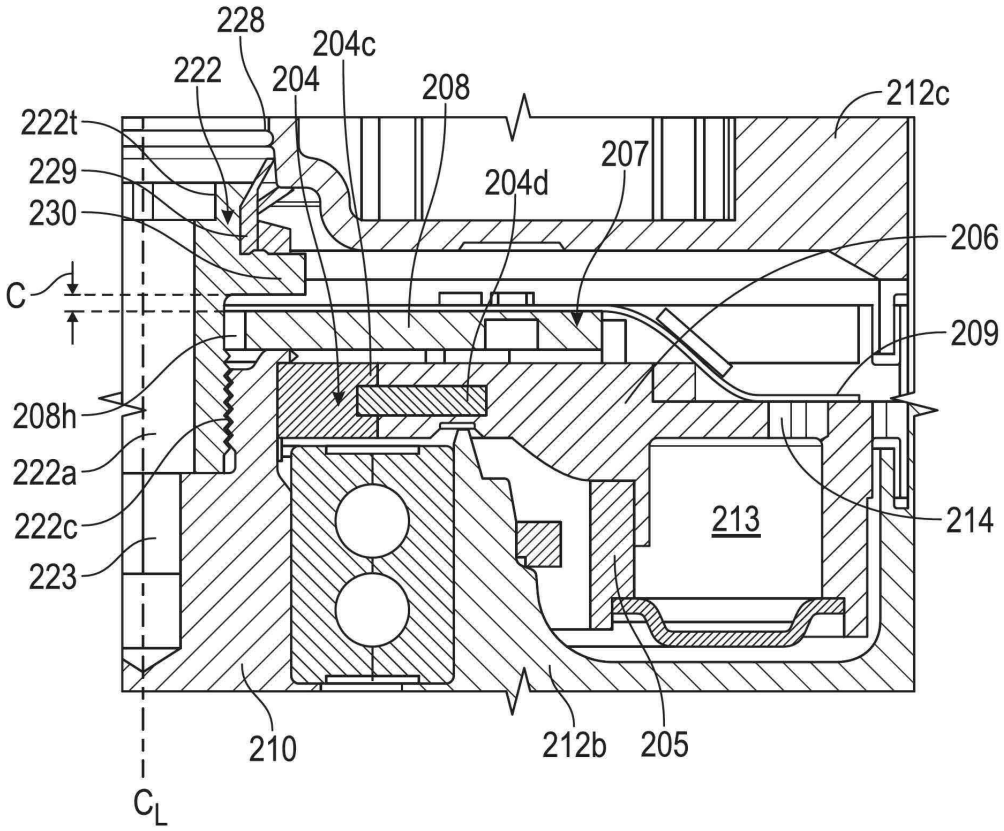
도면7


212c
212b
212
215
214
216
207
208
220
210F
208h
229
228
228a
222c
222a
222
223
210
203
205
200
206
213
213a
205a
202S
201
202
202N
210t
210X
210R
212X
C_L

도면8


F
212X
222
D
204c
208
204d
205
205a
213a
213
B
212b-1
202S
202
201
A'
202M
201X
202N
210
C_L

도면9


228
222
204
204c
208
212c
222t
229
230
207
204d
206
C
209
208h
222a
222c
223
213
214
210
212b
205
C_L