



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년12월09일
(11) 등록번호 10-1338180
(24) 등록일자 2013년12월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 5/167 (2006.01) F16C 32/06 (2006.01)
F16C 17/00 (2006.01) G11B 19/20 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0119878
(22) 출원일자 2009년12월04일
심사청구일자 2013년07월05일
(65) 공개번호 10-2010-0064349
(43) 공개일자 2010년06월14일
(30) 우선권주장
12/328,710 2008년12월04일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20040223673 A1
US20060126979 A1

(73) 특허권자
시게이트 테크놀로지 엘엘씨
미국 캘리포니아 95104 쿠퍼티노 사우쓰 디 엔자
블러바드 10200
(72) 발명자
그란츠, 알란 엘.
미국 95003 캘리포니아 아프토스 뷰포인트 로드
7330
레, 린 비.
미국 95118 캘리포니아 샌어제이 칼리 드 슈트어
다 1521
클로에펠, 클라우스 디.
미국 95076 캘리포니아 로얄 오크스 스타르 웨이
5295
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 20 항

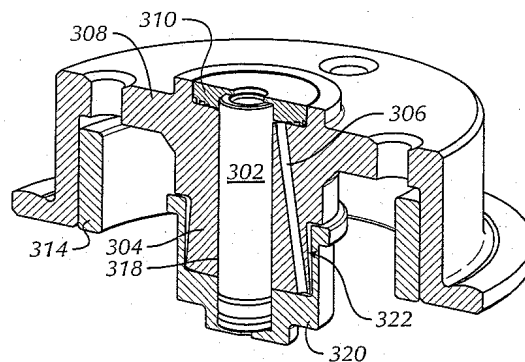
심사관 : 문태진

(54) 발명의 명칭 유체 동적 베어링을 위한 유체 펌핑 모세관 밀봉

(57) 요약

본 발명에서는 강건하고 충격 저항성 유체 동적 베어링을 위한 장치 및 방법이 제공된다. 유체 펌핑 및 모세관 특징을 가진 유체 밀봉 시스템은 작은 형태 인자 디스크 드라이브 메모리 시스템에 대한 증가된 신뢰성 및 성능을 제공한다. 모터 조그에 대한 관심이 언급되고, 조그는 상대적으로 회전 가능한 구성요소들 사이의 공간의 빠르고 반복적인 개방 및 폐쇄이며, 이러한 공간으로부터 오일을 배출시키거나 또는 이러한 공간으로 에어를 유입시킬 수 있다. 이러한 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템은 유체를 펌프하기 위한 슬롯부 및 립부를 구비한 유체 펌핑 그루브를 포함한다. 또한, 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템은 모세관 밀봉을 포함한다. 일 태양에서, 스윙핑 립은 베어링을 향해 유체를 스윙한다. 원추절단형 립은 스윙핑 립에 인접하여 위치하고, 원추절단형 립은 스윙핑 립과 비교하여 더 짧은 반경 방향 거리를 연장하고, 플레넘 영역을 형성한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

모터로서,

고정 구성요소에 대해 회전가능한 회전가능한 구성요소;

상기 회전가능한 구성요소와 상기 고정 구성요소 사이에서 유동하도록 작동 가능한 유체; 및

상기 회전가능한 구성요소와 상기 고정 구성요소 사이에서 유체를 펌핑하도록 구성된 하나 이상의 뿔족해지는 슬롯을 포함하는 모세관 밀봉 구성요소로서, 상기 하나 이상의 뿔족해지는 슬롯은 제 1 단부 및 제 2 단부를 포함하고, 상기 제 1 단부에서의 상기 하나 이상의 뿔족해지는 슬롯의 폭은 상기 제 2 단부에서의 폭과 상이한, 모세관 밀봉 구성요소를 포함하는,

모터.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 단부에서의 상기 하나 이상의 뿔족해지는 슬롯의 높이가 상기 제 2 단부에서의 높이와 상이한,

모터.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 모세관 밀봉 구성요소는 복수의 립들을 포함하는,

모터.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 뿔족해지는 슬롯은 반경 방향 외측으로 나선형으로 형성되는,

모터.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 모세관 밀봉 구성요소는 하나 이상의 벤트 홀을 포함하는,

모터.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 모세관 밀봉 구성요소는 복수의 뿔족해지는 슬롯들을 포함하는,

모터.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 모세관 밀봉 구성요소는 상기 모세관 밀봉 구성요소의 축방향 연장 표면상에 위치되는 립들을 포함하는,

모터.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 고정 구성요소는 샤프트이고, 상기 모세관 밀봉 구성요소는 상기 샤프트의 상부 표면에 인접하게 위치되는,

모터.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 샤프트의 바닥 표면에 인접하게 위치된 바닥부 모세관 밀봉 구성요소를 더 포함하는,

모터.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 모세관 밀봉 구성요소는 상기 샤프트의 상부 부분을 부분적으로 수용하고 상기 샤프트의 상부 부분에 부착되는,

모터.

청구항 11

모터로서,

고정 구성요소에 대해 회전가능한 회전가능한 구성요소;

상기 회전가능한 구성요소와 상기 고정 구성요소 사이에서 유동하도록 작동 가능한 유체; 및

상기 회전가능한 구성요소와 상기 고정 구성요소 사이에서 유체를 펌핑하도록 구성된 하나 이상의 뿔족해지는 슬롯을 포함하는 모세관 밀봉 구성요소로서, 상기 모세관 밀봉 구성요소가 복수의 립들을 포함하는, 모세관 밀봉 구성요소를 포함하는,

모터.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 모세관 밀봉 구성요소는 복수의 뿔족해지는 슬롯들을 포함하는,

모터.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 복수의 뿔족해지는 슬롯은 각각 제 1 단부 및 제 2 단부를 포함하고, 상기 제 1 단부에서의 상기 복수의 뿔족해지는 슬롯들의 각각의 폭은 상기 제 2 단부에서의 폭과 상이한,

모터.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 하나 이상의 뿔족해지는 슬롯은 반경 방향 외측으로 나선형으로 형성되는,

모터.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 모세관 밀봉 구성요소는 하나 이상의 벤트 홀을 포함하는,
모터.

청구항 16

제 11 항에 있어서,
상기 모세관 밀봉 구성요소는 상기 모세관 밀봉 구성요소의 축방향 연장 표면상에 위치되는 립들을 포함하는,
모터.

청구항 17

모터로서,
고정 구성요소에 대해 회전가능한 회전가능한 구성요소;
상기 회전가능한 구성요소와 상기 고정 구성요소 사이에서 유동하도록 작동 가능한 유체; 및
반경 방향 외측으로 나선형으로 형성되고 상기 회전가능한 구성요소와 상기 고정 구성요소 사이에서 유체를 펌
핑하도록 구성된 하나 이상의 뾰족해지는 슬롯을 포함하는 모세관 밀봉 구성요소를 포함하는,
모터.

청구항 18

제 17 항에 있어서,
상기 모세관 밀봉 구성요소는 하나 이상의 벤트 홀을 포함하는,
모터.

청구항 19

제 17 항에 있어서,
상기 모세관 밀봉 구성요소는 상기 모세관 밀봉 구성요소의 축방향 연장 표면상에 위치되는 립들을 포함하는,
모터.

청구항 20

제 17 항에 있어서,
상기 모세관 밀봉 구성요소는 반경 방향 외측으로 나선형으로 형성되는 복수의 뾰족해지는 슬롯들을 포함하며,
상기 슬롯들이 반경 방향 외측으로 연장함에 따라 상기 복수의 뾰족해지는 슬롯들 각각은 부피가 증가되는,
모터.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 유체 동적 베어링을 위한 유체 펌핑 모세관 밀봉에 관한 것으로서, 강건하고 충격 저항성 유체 동적 베어링을 위한 장치 및 방법이 제공된다.

배경기술

[0002] 디스크 드라이브 메모리 시스템은 자기 디스크 매체 상의 동심 트랙 상에 기록된 디지털 정보를 기억한다. 적어도 하나의 디스크는 스피들(spindle) 상에 회전 가능하게 장착되고, 디스크 내의 자기 전이(magnetic

transition)의 형태로 기억될 수 있는 정보는 판독/기록 헤드 또는 변환기를 이용하여 액세스된다. 드라이브 제어기는 호스트 시스템으로부터 수신한 명령에 기초하여 디스크 드라이브 시스템을 제어하는데 일반적으로 이용된다. 드라이브 제어기는 디스크 드라이브가 자기 디스크로부터 정보를 기억하고 검색하는 것을 제어한다. 판독/기록 헤드는 디스크 표면 위에서 반경 방향으로 이동하는 피봇팅 아암 상에 위치한다. 디스크는 디스크 아래에 또는 허브 내에 위치한 전기 모터를 이용하여 작동 동안 빠른 속도로 회전한다. 허브 상의 자석은 스테이터와 상호작용하고, 이에 의해 스테이터에 대해 허브의 회전을 일으킨다. 모터의 일 유형은 허브의 중앙에 배치된 모터 샤프트에 베어링 시스템에 의해 장착된 스핀들을 갖는다. 샤프트에 대한 스핀들의 정렬을 유지하면서, 베어링은 샤프트 및 슬리브 사이에서 회전 운동을 허용한다.

[0003] 디스크 드라이브 메모리 시스템은 전통적인 정지된 계산 환경뿐만 아니라 진보적으로 더한 환경에서 이용된다. 최근에, 이러한 메모리 시스템은 장치들로 통합되고, 이러한 장치들은 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라, 비디오 게임 콘솔 및 퍼스널 뮤직 플레이어, 또한 휴대용 컴퓨터를 포함한 이동식 환경에서 작동된다. 이러한 이동식 장치들은 핸들링의 결과로 다양한 크기의 기계적 충격에 자주 노출된다. 이와 같이, 성능 및 설계 요구는 축방향 및 각 충격 저항, 진동 반응 및 향상된 강건함을 포함하는 충격에 대한 향상된 저항을 포함하도록 증강되었다.

[0004] 이러한 판독/기록 헤드는 정보의 적절한 판독 및 기록을 보장하기 위해 디스크 상의 기억 트랙과 정확하게 정렬되어야 한다. 또한, 증가된 기억 용량 및 작은 디스크 드라이브에 대한 요구가 있고, 이는 더 큰 기록 면적 밀도의 설계를 이끌며 이에 의해 판독/기록 헤드는 디스크 표면에 더욱 가까이 위치한다. 기억 트랙을 가진 헤드의 정밀한 정렬에 의해 디스크는 더 큰 트랙 밀도를 갖도록 설계될 필요가 있고, 이에 의해 디스크의 기억 용량을 증가시키고 및/또는 더 작은 디스크를 가능하게 한다. 회전 정확성이 중요하기 때문에, 많은 디스크 드라이브는 현재 회전을 위한 디스크 및 허브를 지지하도록 샤프트 및 슬리브 사이에 위치한 유체 동적 베어링(FDB)을 가진 스핀들 모터를 이용하고 있다. 유체 동적 베어링의 강성도는 중요하고, 이에 의해 회전 하중이 흔들림 또는 기울어짐 없이 스핀들 상에서 정확하게 그리고 안정적으로 지지된다. 유체역학적 베어링에서, 윤활 유체는 디스크 드라이브의 회전 부재 베어링 표면 및 고정 부재 베어링 표면 사이에 제공된다. 그러나, 유체역학적 베어링은 외부 하중 또는 기계적 충격에 대해 민감하다.

[0005] 치밀한 유체 밀봉 시스템을 제공하는 방법은 비대칭 밀봉을 채택하는 것이다. 많은 베어링은 베어링의 단부 상에 위치한 모세관 밀봉(capillary sealing) 및 대향 베어링 단부 상의 그루브된 펌핑 밀봉을 가진 비대칭 유체 밀봉 시스템을 이용한다. 그러나, 이러한 밀봉 시스템에서, 조그(jog)로서 알려진 문제점이 발생하는데, 조그는 상대적으로 회전 가능한 구성요소들 사이에서 축방향 공간의 빠르고 반복되는 개방 및 폐쇄이며, 이러한 상대적으로 회전 가능한 구성요소는 이러한 공간으로부터 오일을 배출시키거나 또는 이러한 공간으로 에어를 유입시킨다. 현대의 설계에서, 재순환 채널의 유동 저항이 충분히 낮지 않다면, 오일은 압축 동안 유체 밀봉으로부터 방출되거나, 또는 에어가 팽창 동안 유체 밀봉으로 유입될 것이다.

[0006] 또한, 오일과 같은 윤활제의 충분한 양은 손실을 오프셋하도록 모세관 밀봉 저장부(capillary seal reservoir)에 유지되어야 한다. 충격이 충분한 부피의 윤활제를 가진 모터에서 일어난다면, 회전 표면은 고정된 구성요소와 직접 접촉하게 될 수 있다. 건조한 표면-대-표면 접촉은 접촉 동안 모터의 마손(摩損; galling) 및 잠금 또는 입자 생성을 유도할 수 있다. 입자 생성 및 베어링 유체의 오염은 또한 스핀들 모터 또는 디스크 드라이브 구성요소의 감소된 성능 또는 오작동을 초래할 수 있다.

발명의 내용

[0007] 유체 동적 베어링을 위해, 유체 펌핑 및 모세관 특징을 가진 강건하고 충격 저항성 유체 밀봉 시스템을 제공하기 위한 장치 및 방법이 여기서 설명된다. 베어링은 고정 구성요소 및 회전 가능한 구성요소 사이에 형성되고, 이 경우 고정 구성요소 및 회전 가능한 구성요소는 상대적 회전을 위해 위치한 대향 표면을 갖는다. 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템은 모터 내에서 유체를 밀봉하기 위해 베어링의 적어도 일 단부에 위치한다. 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템은 유체 펌핑 그루브 및 모세관 밀봉을 포함한다. 유체 펌핑 그루브는 고정 구성요소 및 회전 가능한 구성요소 중 적어도 하나의 표면에 위치한 슬롯부 및 립부를 포함하고, 이 경우 슬롯부는 증가하게 발산한다. 모세관 밀봉은 발산하는 슬롯으로부터 연장하고, 이 경우 슬롯부는 모세관 밀봉 유체 메니스커스가 시프트하는 것을 가능하게 하도록 적어도 구역으로 발산한다. 이러한 그리고 다양한 다른 특징들 및 장점들은 이하의 상세한 설명을 읽음으로써 명확하게 될 것이다.

- [0008] 발명의 개념
- [0009] 이하의 개념들은 본 특허출원에 의해 지지되는 내용들이다:
- [0010] 개념 1:
- [0011] 유체 동적 베어링 모터로서,
- [0012] 고정 구성요소 및 회전 가능한 구성요소 사이에 형성된 베어링으로서, 상기 고정 구성요소 및 상기 회전 가능한 구성요소가 상대적 회전을 위해 위치한 대향 표면을 갖는, 베어링; 및
- [0013] 모터 내에서 유체를 밀봉하기 위해 상기 베어링의 적어도 일단부에 위치한 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템을 포함하고,
- [0014] 상기 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템은,
- [0015] 슬롯부 및 립부를 포함하며 상기 고정 구성요소 및 상기 회전 가능한 구성요소 중 하나 이상의 표면에 위치한 유체 펌핑 그루브로서, 상기 슬롯부는 증가하게 발산하는, 유체 펌핑 그루브; 및
- [0016] 발산하는 슬롯으로부터 연장하는 모세관 밀봉으로서, 상기 슬롯부가 모세관 밀봉 유체 메니스커스가 시프트하는 것을 가능하게 하도록 적어도 구역으로 발산하는, 모세관 밀봉을 포함하는,
- [0017] 유체 동적 베어링 모터.
- [0018] 개념 2:
- [0019] 개념 1에 있어서,
- [0020] 상기 베어링의 하나 이상이 단부가 축방향 연장 표면 상에 위치한 보조 펌핑 립을 추가로 포함하는,
- [0021] 유체 동적 베어링 모터.
- [0022] 개념 3:
- [0023] 개념 1에 있어서,
- [0024] 상기 유체 펌핑 그루브는 상기 베어링의 적어도 일단부에서 반경 방향 연장 표면 상에 위치하고, 상기 립부는,
- [0025] 상기 베어링의 적어도 일단부에서 축방향 연장 표면으로 연장하는 하나 이상의 스윙핑 립으로서, 상기 축방향 연장 표면으로부터 상기 반경 방향 연장 표면으로 그리고 상기 베어링을 향해 유체를 스윙핑하기 위한, 스윙핑 립;
- [0026] 상기 스윙핑 립에 인접하여 위치한 원추절단형 립으로서, 상기 원추절단형 립이 상기 스윙핑 립과 비교하여 더 짧은 반경 방향 거리를 연장하는, 원추절단형 립; 및
- [0027] 상기 원추절단형 립의 반경 방향 단부에 위치한 플레넘 영역을 포함하는,
- [0028] 유체 동적 베어링 모터.
- [0029] 개념 4:
- [0030] 개념 3에 있어서,
- [0031] 상기 스윙핑 립은 상기 베어링의 적어도 일단부의 축방향 연장 표면 상에 위치한 보조 펌핑 립과 결합하는,
- [0032] 유체 동적 베어링 모터.
- [0033] 개념 5:

- [0034] 개념 1에 있어서,
- [0035] 상기 베어링으로부터 에어를 배출하기 위해, 상기 베어링의 적어도 일단부에서 반경 방향 연장 표면에 의해 형성된 벤트 홀을 추가로 포함하는,
- [0036] 유체 동적 베어링 모터.
- [0037] 개념 6:
- [0038] 개념 1에 있어서,
- [0039] 상기 슬롯부가 상기 베어링에 반경 반향으로 가장 가까운 제 1 위치에서 30마이크론 이하의, 그리고 상기 베어링으로부터 반경 방향으로 가장 먼 제 2 위치에서 50마이크론 내지 400마이크론의 범위의 축방향 깊이를 갖는,
- [0040] 유체 동적 베어링 모터.
- [0041] 개념 7:
- [0042] 개념 1에 있어서,
- [0043] 상기 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템은 리미터 상에 형성되고, 상기 리미터는 상기 회전 가능한 부재에 부착되며 상기 고정 구성요소에 대해 상기 회전 가능한 구성요소의 축방향 변위를 제한하는,
- [0044] 유체 동적 베어링 모터.
- [0045] 개념 8:
- [0046] 개념 1에 있어서,
- [0047] 상기 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템은 접합부에서 결합하는 반경 방향 연장 표면 및 축방향 연장 표면을 갖고;
- [0048] 상기 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템은 컵 또는 리테이너의 형태로 형상화되며;
- [0049] 상기 리테이너의 경우에, 상기 축방향 연장 표면은 상기 접합부로부터 상기 모터의 축방향 대향 단부로부터 축방향으로 멀리 연장하고; 그리고
- [0050] 컵의 경우에, 상기 축방향 연장 표면은 상기 접합부로부터 상기 모터의 축방향 대향 단부를 향해 축방향으로 연장하는,
- [0051] 유체 동적 베어링 모터.
- [0052] 개념 9:
- [0053] 개념 1에 있어서,
- [0054] 상기 유체 펌핑 그루브는 나선형 또는 오닉 모양의 형태로 형상화되는,
- [0055] 유체 동적 베어링 모터.
- [0056] 개념 10:
- [0057] 개념 1에 있어서,
- [0058] 상기 고정 구성요소가 샤프트를 포함하고, 상기 회전 가능한 구성요소가 슬리브를 포함하는,
- [0059] 유체 동적 베어링 모터.

- [0060] 개념 11:
- [0061] 개념 1에 있어서,
- [0062] 상기 고정 구성요소 및 상기 회전 가능한 구성요소 중 적어도 하나가 원뿔로서 형상화되는,
- [0063] 유체 동적 베어링 모터.

- [0064] 개념 12:
- [0065] 개념 1에 있어서,
- [0066] 상기 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템으로부터 베어링의 축방향 대향 단부에 형성된 모세관 밀봉을 추가로 포함하고, 비대칭적 밀봉 시스템을 형성하는,
- [0067] 유체 동적 베어링 모터.

- [0068] 개념 13:
- [0069] 고정 구성요소 및 회전 가능한 구성요소 사이에 형성된 베어링을 포함하는 유체 동적 베어링 모터에 있어서, 상기 고정 구성요소 및 상기 회전 가능한 구성요소가 상대적 회전을 위해 위치한 대향 표면을 갖고,
- [0070] 상기 베어링의 적어도 일단부에서 상기 고정 구성요소 및 상기 회전 가능한 구성요소 중 적어도 하나의 표면 상에 위치한 유체 펌핑 립 및 슬롯을 구비한 모터 내에서 유체를 밀봉하는 단계로서, 상기 슬롯이 증가하게 발산하는, 유체를 밀봉하는 단계; 및
- [0071] 상기 발산하는 슬롯으로부터 연장하는 모세관 유체 밀봉을 설치하는 단계로서, 상기 슬롯은 모세관 밀봉 유체 메니스커스가 시프트되는 것을 가능하게 하도록 적어도 구역으로 발산하는, 모세관 유체 밀봉을 설치하는 단계를 포함하는, 방법.

- [0072] 개념 14:
- [0073] 개념 13에 있어서,
- [0074] 상기 베어링의 적어도 일단부에서 축방향 연장 표면 상에 위치한 보조 펌핑 립을 구비한 베어링을 향해 유체를 펌프하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

- [0075] 개념 15:
- [0076] 개념 13에 있어서,
- [0077] 상기 베어링의 적어도 일단부에서 축방향 연장 표면으로부터 반경 방향 연장 표면으로 스윙핑 립으로 상기 베어링을 향해 유체를 스윙핑하는 단계; 및
- [0078] 상기 반경 방향 연장 표면에서 원추절단형 립의 반경 방향 단부에 위치한 유체 플레넘 영역을 제공하는 단계로서, 상기 원추절단형 립은 상기 스윙핑 립과 비교하여 더 짧은 반경 방향 거리를 연장하는, 유체 플레넘 영역을 제공하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

- [0079] 개념 16:
- [0080] 개념 15에 있어서,
- [0081] 상기 스윙핑하는 단계는 상기 베어링의 적어도 일단부의 축방향 연장 표면 상에 위치한 보조 펌핑 립과 결합하지 않는, 방법.

- [0082] 개념 17:
- [0083] 개념 13에 있어서,
- [0084] 관통하도록 형성된 벤트 홀로, 상기 베어링의 적어도 일단부에서 반경 방향 연장 표면으로부터 에어를 배출하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.
- [0085] 개념 18:
- [0086] 개념 13에 있어서,
- [0087] 상기 고정 구성요소에 대해 상기 회전 가능한 구성요소의 축방향 변위를 제한하도록 상기 베어링의 적어도 일단부에서 상기 대향 표면을 이용하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.
- [0088] 개념 19:
- [0089] 개념 13에 있어서,
- [0090] 상기 고정 구성요소 및 상기 회전 가능한 구성요소 중 적어도 하나의 표면은 접합부에서 결합하는 축방향 연장 표면 및 반경 방향 연장 표면을 포함하고;
- [0091] 상기 베어링의 적어도 일단부는 리테이너 또는 컵의 형태로 형상화되며;
- [0092] 상기 리테이너의 경우에, 상기 축방향 연장 표면은 상기 접합부로부터 상기 모터의 축방향 대향 단부로부터 멀리 축방향으로 연장하고; 그리고
- [0093] 상기 컵의 경우에, 상기 축방향 연장 표면은 상기 접합부로부터 상기 모터의 축방향 대향 단부를 향해 축방향으로 연장하는, 방법.
- [0094] 개념 20:
- [0095] 개념 13에 있어서,
- [0096] 상기 유체 펌핑 립 및 슬롯으로부터 상기 베어링의 축방향 대향 단부에 형성된 모세관 밀봉을 이용한 비대칭적 압력 밀봉 시스템을 형성하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.
- [0097] 개념 21:
- [0098] 제 1 표면을 포함한 제 1 구성요소;
- [0099] 상기 제 1 구성요소에 대해 회전하도록 작동 가능하며 제 2 표면을 포함한, 제 2 구성요소;
- [0100] 유체 동적 베어링을 구현하도록(implement) 상기 제 1 표면 및 상기 제 2 표면 사이에서 유동하도록 작동 가능한 제 1 유체; 및
- [0101] 상기 제 1 표면 및 상기 제 2 표면 사이에서 상기 제 1 유체를 펌프하도록 구성된 적어도 하나의 슬롯을 포함한 제 3 구성요소를 포함하고,
- [0102] 상기 적어도 하나의 슬롯은 뾰족해지고, 상기 제 3 구성요소는 모세관 밀봉을 이용하여 상기 모터 내부에서 상기 제 1 유체를 밀봉하도록 추가적으로 작동 가능한, 모터.
- [0103] 개념 22:
- [0104] 개념 21에 있어서,

- [0105] 상기 적어도 하나의 슬롯은 상기 모세관 밀봉이 시프트하는 것을 가능하게 하도록 발산하는, 모터.
- [0106] 개념 23:
- [0107] 개념 21에 있어서,
- [0108] 상기 슬롯은 제 1 단부 및 제 2 단부를 포함하고,
- [0109] 상기 제 1 단부에서 상기 슬롯의 제 1 폭은 상기 제 2 단부에서 상기 슬롯의 제 2 폭보다 큰, 모터.
- [0110] 개념 24:
- [0111] 개념 21에 있어서,
- [0112] 상기 슬롯은 제 2 단부 및 제 2 단부를 포함하고,
- [0113] 상기 제 1 단부에서 상기 슬롯의 제 1 높이가 상기 제 2 단부에서 상기 슬롯의 제 2 높이보다 큰, 모터.
- [0114] 개념 25:
- [0115] 개념 21에 있어서,
- [0116] 상기 제 3 구성요소가 제 3 표면 및 제 4 표면을 포함하고,
- [0117] 상기 제 3 표면이 상기 적어도 하나의 슬롯과 제 1 다수의 립을 포함하고, 상기 제 4 표면이 제 2 다수의 립을 포함하는, 모터.
- [0118] 개념 26:
- [0119] 개념 21에 있어서,
- [0120] 상기 제 1 표면은 반경 방향 연장 표면이고, 상기 제 2 표면은 축방향 연장 표면인, 모터.
- [0121] 개념 27:
- [0122] 개념 21에 있어서,
- [0123] 상기 적어도 하나의 슬롯은 나선형 또는 오늪 모양으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 형상을 포함하는, 모터.
- [0124] 개념 28:
- [0125] 개념 21에 있어서,
- [0126] 상기 제 3 구성요소가 상기 제 1 유체 내에 존재하는 제 2 유체를 배출하도록 작동 가능한 적어도 하나의 벤트 홀을 추가로 포함하는, 모터.
- [0127] 개념 29:
- [0128] 개념 21에 있어서,
- [0129] 상기 제 3 구성요소가 제 3 표면을 추가로 포함하고, 상기 제 3 표면이 제 1 다수의 립 및 제 2 다수의 립을 포함하고, 상기 제 1 다수의 립은 상기 제 2 다수의 립보다 긴, 모터.

- [0130] 개념 30:
- [0131] 개념 29에 있어서,
- [0132] 상기 제 1 유체 내에 제 2 유체가 존재하고,
- [0133] 상기 제 2 다수의 립이 플레넘 영역을 형성하며, 상기 제 3 구성요소가 상기 제 2 유체를 배출하도록 작동 가능한 적어도 하나의 벤트 홀을 추가로 포함하고, 상기 플레넘 영역은 상기 적어도 하나의 벤트 홀을 통해 상기 플레넘 영역에 배치된 상기 제 2 유체를 배출하기 위한 상기 적어도 하나의 벤트 홀에 연결되는, 모터.
- [0134] 개념 31:
- [0135] 개념 21에 있어서,
- [0136] 상기 제 3 구성요소는 상기 제 1 구성요소에 대해 상기 제 2 구성요소의 축방향 이동을 제한하도록 추가적으로 작동 가능한, 모터.
- [0137] 개념 32:
- [0138] 개념 21에 있어서,
- [0139] 상기 제 3 구성요소는 리테이너 및 컵으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 형상을 포함하는, 모터.
- [0140] 개념 33:
- [0141] 개념 21에 있어서,
- [0142] 상기 제 1 구성요소의 제 1 부분이 상기 제 1 표면을 포함하고, 상기 제 2 구성요소의 제 2 부분이 상기 제 2 표면을 포함하며, 상기 제 1 부분 및 상기 제 2 부분이 각각 원뿔 형상을 갖는, 모터.
- [0143] 개념 34:
- [0144] 제 1 구성요소의 제 1 표면 및 제 2 구성요소의 제 2 표면 사이에서 제 1 유체를 펌프하는 단계; 및
- [0145] 제 3 구성요소를 이용하여 모터 내에서 상기 제 1 유체를 밀봉하는 단계를 포함하고,
- [0146] 상기 펌프하는 단계는 상기 제 3 구성요소의 하나 이상의 슬롯을 이용하여 상기 제 1 유체를 펌프하는 단계를 포함하며, 상기 하나 이상의 슬롯은 뿔족해지고(tapered), 상기 제 2 구성요소는 상기 제 1 구성요소에 대해 회전하도록 작동 가능하며, 상기 제 1 표면 및 상기 제 2 표면은 유체 동적 베어링을 구현하도록 작동 가능하고,
- [0147] 상기 밀봉하는 단계는 모세관 밀봉을 이용하여 상기 모터 내에서 상기 제 1 유체를 밀봉하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.
- [0148] 개념 35:
- [0149] 개념 34에 있어서,
- [0150] 상기 하나 이상의 슬롯은 상기 모세관 밀봉이 시프트하는 것을 가능하게 하도록 발산하는, 방법.
- [0151] 개념 36:
- [0152] 개념 34에 있어서,
- [0153] 상기 슬롯은 제 1 단부 및 제 2 단부를 포함하고,

- [0154] 상기 제 1 단부에서 상기 슬롯의 제 1 폭은 상기 제 2 단부에서 상기 슬롯의 제 2 폭보다 큰, 방법.
- [0155] 개념 37:
- [0156] 개념 34에 있어서,
- [0157] 상기 슬롯은 제 1 단부 및 제 2 단부를 포함하고,
- [0158] 상기 제 1 단부에서 상기 슬롯의 제 1 높이는 상기 제 2 단부에서 상기 슬롯의 제 2 높이보다 큰, 방법.
- [0159] 개념 38:
- [0160] 개념 34에 있어서,
- [0161] 상기 제 3 구성요소는 제 3 표면 및 제 4 표면을 포함하고,
- [0162] 상기 제 3 표면은 하나 이상의 슬롯 및 제 1 다수의 립을 포함하고, 상기 제 4 표면은 제 2 다수의 립을 포함하는, 방법.
- [0163] 개념 39:
- [0164] 개념 34에 있어서,
- [0165] 상기 제 1 표면은 반경 방향 연장 표면이고, 상기 제 2 표면은 축방향 연장 표면인, 방법.
- [0166] 개념 40:
- [0167] 개념 34에 있어서,
- [0168] 상기 적어도 하나의 슬롯은 나선형 또는 오늪 모양으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 형상을 포함하는, 방법.
- [0169] 개념 41:
- [0170] 개념 34에 있어서,
- [0171] 상기 제 1 유체 내에 제 2 유체가 존재하고, 상기 제 3 구성요소는 적어도 하나의 벤트 홀을 추가로 포함하며,
- [0172] 상기 제 2 유체를 배출하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.
- [0173] 개념 42:
- [0174] 개념 34에 있어서,
- [0175] 상기 제 3 구성요소가 제 3 표면을 추가로 포함하고,
- [0176] 상기 제 3 표면은 제 1 다수의 립 및 제 2 다수의 립을 포함하며, 상기 제 1 다수의 립은 상기 제 2 다수의 립보다 긴, 방법.
- [0177] 개념 43:
- [0178] 개념 42에 있어서,
- [0179] 상기 제 1 유체 내에 제 2 유체가 존재하고, 상기 제 2 다수의 립은 플레넘 영역을 형성하며, 상기 제 3 구성요소는 상기 제 2 유체를 배출하도록 작동 가능한 적어도 하나의 벤트 홀을 추가로 포함하고, 상기 플레넘 영역이 상기 적어도 하나의 벤트 홀에 연결되며,

- [0180] 상기 제 2 유체를 배출하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.
- [0181] 개념 44:
- [0182] 개념 34에 있어서,
- [0183] 상기 제 3 구성요소를 이용하여 상기 제 1 구성요소에 대해 상기 제 2 구성요소의 축방향 이동을 제한하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.
- [0184] 개념 45:
- [0185] 개념 34에 있어서,
- [0186] 상기 제 3 구성요소가 리테이너 또는 컵으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 형상을 포함하는, 방법.
- [0187] 개념 46:
- [0188] 개념 34에 있어서,
- [0189] 상기 제 1 구성요소의 제 1 부분이 상기 제 1 표면을 포함하고, 상기 제 2 구성요소의 제 2 부분이 상기 제 2 표면을 포함하며, 상기 제 1 부분 및 상기 제 2 부분이 각각 원뿔 형상을 갖는, 방법.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0190] 본 발명의 실시예들을 자세히 참조할 것이고, 그 예는 부속된 도면에서 도시된다. 본 발명은 이하의 실시예와 관련하여 논의될 것이지만, 이는 본 발명을 이러한 실시예들에 국한시키려는 의도는 아니다. 반대로, 본 발명은 대안, 개조, 및 동등물을 커버하려고 하고, 이들은 부속된 청구항에 의해 정의된 것과 같은 본 발명의 사상 및 범위 내에 포함될 수 있다. 또한, 본 발명의 이하의 상세한 설명에서, 다수의 특정 상세한 내용이 설명되고, 이에 의해 본 발명의 완전한 이해를 제공한다. 그러나, 본 발명의 실시예들은 이러한 특정 상세 내용 없이 실시될 수 있다. 다른 예에서, 잘 알려진 방법, 절차, 구성요소 및 회로는 상세하게 설명되지 않았고, 이에 의해 본 발명의 태양을 불필요하게 불명료하게 하기 위함은 아니다.
- [0191] 본 발명의 실시예들
- [0192] 유체 동적 베어링을 위해 유체 펌핑 및 모세관 특징을 가진, 치밀하고 강건하며 전력 효율적인 유체 밀봉 시스템을 제공하기 위한 장치 및 방법이 여기서 설명된다. 본 발명은 향상된 충격 저항 및 진동 반응을 제공하고, 이에 의해 디스크 드라이브 메모리 시스템의 신뢰성 및 성능을 증가시킨다. 모터 조그의 염려가 언급되고, 조그는 상대적으로 회전 가능한 구성요소들(relatively rotatable components) 사이에서 축방향 공간들의 빠르고 반복된 개방 및 폐쇄이고, 이러한 회전 가능한 구성요소들은 이러한 공간으로부터 오일을 배출시키거나(dispel) 또는 이러한 공간들로 에어를 유입시킬 수 있다. 본 발명은 2.5 인치 디스크 드라이브와 같이 모터 높이에서의 제한사항을 가진 작은 형태 인자 디스크 드라이브에 특히 유용하고, 이는 높은 회전 속도 및 큰 면적 밀도를 포함한 높은 성능을 요구한다.
- [0193] 논의 사항 및 청구항의 특징은 디스크 드라이브 메모리 시스템, 낮은 프로파일 디스크 드라이브 메모리 시스템, 스핀들 모터, 브러쉬없는 DC 모터, 유체역학적 및 정역학적 베어링을 포함한 다양한 유체 동적 베어링 설계, 및 원뿔형 베어링을 이용하는 모터를 포함한 고정되고 회전 가능한 구성요소를 이용하는 다른 모터와 함께 이용될 수 있다. 또한, 본 발명의 실시예들은 회전하는 샤프트 또는 고정 샤프트와 함께 이용될 수 있다. 또한, 여기서 이용된 것처럼, "축방향으로" 또는 "축 방향"이란 용어는 샤프트의 중앙라인 축 길이를 따른 방향을 지칭하고(즉, 도 2에서 샤프트(202)의 축(260)을 따라서), "반경 방향으로" 또는 "반경 방향"이란 용어는 중앙라인 축(260)에 대해 수직한 방향을 지칭하고, 이는 중앙라인 축(260)을 통과한다. 또한, 여기서 이용된 것처럼, "위", "아래", "상부", "바닥부", "높이" 및 이와 유사한 것과 같은 방향을 나타내는 표현들은 특별한

작동 동안의 방향의 관점에서라기 보다는 도면에서 수직한 보기에 관련된 관점에서 적용된다. 이러한 방향 라벨은 이러한 설명에서 설명되는 도면의 이해를 촉진하고 돕기 위해 제공되며 제한적으로 해석되어서는 안된다.

[0194] 동일한 도면 부호들이 다양한 도면을 통해 동일한 요소를 표시하는 도면들을 참고하면, 도 1은 본 발명이 이용되는 일반적인 디스크 드라이브 데이터 기억 시스템(110)의 상부 평면도를 도시한다. 논의 내용 및 청구항의 특징은 이러한 특별한 설계에 제한되는 것은 아니고, 이는 예를 위한 목적으로만 도시된다. 디스크 드라이브(110)는 밀봉된 환경 외부의 요소들에 의한 오염으로부터 내부 구성요소를 보호하도록 밀봉된 환경을 형성하는 커버(114)와 결합된 베이스 플레이트(112)를 포함한다. 디스크 드라이브(110)는 디스크 클램프(118)에 의해 스핀들 모터 상의 회전을 위해 장착된 디스크 팩(116)을 추가로 포함한다(도 2에서 설명됨). 디스크 팩(116)은 다수의 개별 디스크들을 포함하고, 이들은 중앙축 주위로 공동 회전을 위해 장착된다. 각각의 디스크 표면은 연관된 헤드(120)(판독 헤드 및 기록 헤드)를 갖고, 이는 디스크 표면과의 소통을 위해 디스크 드라이브(110)에 장착된다. 도 1에서 도시된 예에서, 헤드(120)는 굴곡부(flexures; 122)에 의해 지지되고, 이는 액츄에이터 바디(126)의 헤드 장착 아암(124)에 차례로 부착된다. 도 1에서 도시된 액츄에이터는 회전식 이동 코일 액츄에이터이고, (128)로 일반적으로 도시된 보이스 코일 모터를 포함한다. 보이스 코일 모터(128)는 피봇 샤프트(130) 주위로 부착된 헤드(120)를 가진 액츄에이터 바디(126)를 회전시키고, 이에 의해 아크 경로(132)를 따라 바람직한 데이터 트랙 위에 헤드(120)를 위치시킨다. 이는 선택된 위치에서 디스크(116)의 표면 상에 자기적으로 인코딩된 정보를 판독하고 기록하는 것을 가능하게 한다.

[0195] 작동 동안 액츄에이터 바디(126)의 피봇 운동을 가능하게 하면서, 가요성 어셈블리는 액츄에이터 어셈블리를 위한 필수적인 전기적 연결 경로를 제공한다. 가요성 어셈블리(미도시)는 헤드 와이어가 연결된 디스크 드라이브(110)의 바닥부에 장착된 프린트된 회로 보드와의 소통을 위해 가요성 브래킷(flex bracket)에서 종결되고; 헤드 와이어는 액츄에이터 아암(124) 및 굴곡부(122)를 따라 헤드(120)로 경로가 지어진다. 프린트된 회로 보드는 기록 작동 동안 헤드로 가해진 기록 전류를 제어하기 위한 회로 및 판독 작동 동안 헤드(120)에 의해 생성된 판독 신호를 증폭시키기 위한 전치(前置) 증폭기를 일반적으로 포함한다.

[0196] 도 2를 참고하면, 측면면도는 디스크 드라이브 데이터 기억 시스템(110)에서 이용되는 현대의 스핀들 모터를 도시한다. 이 유체 동적 베어링 모터는 고정된 구성요소 주위로 상대적으로 회전 가능한 회전 가능한 구성요소를 포함하고, 이는 그 사이에서 저널 베어링(206)을 형성한다. 이 예에서, 회전 가능한 구성요소는 샤프트(202) 및 허브(210)를 포함한다. 대안적인 설계에서, 샤프트(202)는 고정된 구성요소이고, 슬리브(204)는 회전 가능한 구성요소이다. 허브(210)는 디스크 플랜지를 포함하고, 이는 샤프트(202)의 축(260) 주위로의 회전을 위한 디스크 팩(116)(도 1에서 도시됨)을 지지한다. 샤프트(202) 및 허브(210)는 백아이언(backiron; 215)과 일체화된다. 하나 이상의 자석(216)은 백아이언(215)의 둘레에 부착된다. 자석(216)은 베이스(220)에 부착된 라미네이션 스택(lamination stack; 214)과 상호작용하고, 이에 의해 허브(210)가 회전하도록 한다. 자석(216)은 단일의 환형 링으로서 형성될 수 있거나 또는 허브(210)의 둘레 주위로 이격된 다수의 개별적인 자석으로 형성될 수 있다. 자석(216)은 둘 이상의 자기 폴을 형성하도록 자화된다. 고정된 구성요소는 슬리브(204) 및 스테이터(211)를 포함하고, 이는 베이스 플레이트(220)에 부착된다. 베어링(206)은 슬리브(204) 및 회전 샤프트(202) 사이에 설치된다. 스러스트 베어링(thrust bearing; 207)은 허브(210) 및 슬리브(204) 사이에 설치된다. 스러스트 베어링(207)은 허브(210) 상에 윗방향 힘을 제공하고, 이에 의해 허브(210)의 중량을 포함한 아래 방향의 힘, 자석(216) 및 베이스 플레이트(220) 사이의 축방향 힘, 그리고 스테이터 라미네이션 스택(214) 및 자석(216) 사이의 축방향 힘의 균형을 맞춘다. 유체 동적 베어링 스핀들 모터의 경우에, 윤활 오일과 같은 유체는 샤프트(202) 및 슬리브(204) 사이의, 그리고 허브(210) 및 슬리브(204) 사이의, 또한 다른 고정 구성요소 및 회전 가능한 구성요소 사이의 계면 영역을 채운다. 본 도면은 윤활 유체와 함께 여기서 설명되었지만, 당업자는 이용 가능한 유체가 액체, 가스, 또는 액체 및 가스의 조합을 포함한다고 이해할 것이다.

[0197] 도 3은 유체 동적 베어링 모터의 일부의 단면도의 사시도이고, 이는 본 발명의 실시예에 따라 리테이너(PCS 리테이너(310)로서 지칭됨)의 형태로 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템(310)을 도시한다. 유체를 함유한 베어링(318)은 샤프트(302) 및 슬리브(304)의 대향 표면들 사이에서 형성된다. PCS 리테이너(310)는 모터 내에서 유체를 밀봉하기 위해 베어링의 단부에 위치한다. 도시된 예에서, 유체 저장부(322)를 가진 모세관 밀봉 구성요소(320)는 모터의 축방향 대향 단부에 위치한다. 대안적인 실시예에서, 보조(second) 펌핑 모세관 밀봉 시스템은 펌핑 모세관 밀봉 시스템(310)으로부터 모터의 축방향 대향 단부에서 이용된다. 다른 유체 밀봉 또는 설계는 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템(310)으로부터 축방향으로 대향 단부에서 이용될 수 있다. 또한, 본 발명은 대칭적 밀봉 시스템 또는 비대칭적 밀봉 시스템으로서 설계될 수 있거나 또는 이와 함께 이용될 수 있다.

- [0198] 펌핑 모세관 밀봉 시스템(310) 및 모세관 밀봉 구성요소(320)는 비대칭 밀봉 시스템을 제공한다. 펌핑 모세관 밀봉은 강건한 적은 부피의 밀봉으로서 작용하고, 모세관 밀봉은 연한 큰 부피의 밀봉으로서 작용한다. 강건한 그리고 연한이란 말은 모터의 포함된 부피로 유체를 밀어넣기 위한 각각의 밀봉의 경향을 말하며, 이는 압력 변화 대 부피 변화의 비의 측정이다. 모터가 고정 상태에서부터 스핀 상태로 변할 때, 펌핑 모세관 밀봉 시스템(310)은 유체를 모세관 밀봉으로 펌프한다. 두 개의 밀봉의 부정확한 균형은 따라서 허용될 수 있다. 펌핑 모세관 밀봉 시스템(310)은 펌핑 모세관 밀봉이 모세관 밀봉과의 평형 압력에 도달하도록 유체 부피를 감소시킬 때까지 모세관 밀봉을 향해 유체를 펌프한다. 즉, 모세관 밀봉의 압력 능력에서의 대응하는 증가(유체 부피를 증가시킴)보다 더 빠른 속도로 유체 부피를 느슨하게 하기 때문에 펌핑 모세관 밀봉의 압력 능력(capability)은 감소한다. 이에 의해 유체는 모터 내에 포함된다. 일 실시예에서, 유체에 의해 이전에 취해졌던 펌핑 모세관 밀봉 내의 구역은 벤트 홀(vent hole)(이하에서 설명됨)에 의해 에어에 의해 교체된다.
- [0199] 도시된 예시적 실시예에서, 고정 샤프트(302)는 펌핑 모세관 밀봉 시스템(310)에 뿐만 아니라 모세관 밀봉 구성요소(320)에 부착된다. 또한, 샤프트(302)는 부가된 모터 안정성을 위한 상부 커버(TCA)에 부착될 수 있다. 회전 가능한 허브(308) 및 슬리브(304)는 샤프트(302)의 중앙라인 축 주위로 회전한다. 축방향 공간 절약으로 모터를 설계할 때 모터 강성도의 트레이드 오프(tradeoff)가 있다. 본 발명은 이러한 염려에 대해 언급하고 향상된 강성도를 제공하며, 이에 의해 기억 장치가 진동에 노출될 때 기억 장치의 판독/기록 헤드는 디스크 상의 기억 트랙과 정확하게 정렬된다. 이에 의해 디스크는 증가된 트랙 밀도를 갖도록 설계되고, 또한 디스크의 증가된 저장 능력 및/또는 더 작은 디스크를 가능하게 한다. 특히, 유체 동적 베어링의 강성도는 중요하며, 이에 의해 회전 하중은 흔들림 또는 기울어짐 없이 스핀들 상에서 정확하게 그리고 안정적으로 지지된다.
- [0200] 펌핑 모세관 밀봉은 슬리브(304)를 통해 형성된 유체 재순환 통로(306)에 의해 모세관 밀봉으로 유체적으로(fluidly) 연결된다. 재순환 채널의 유동 저항 및 운할 유체의 손실에 의한 건조 표면-대-표면 접촉의 현대 모터 설계의 관심들은 본 발명의 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템 때문에 최소화된다.
- [0201] 일 실시예에서, 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템(310)은 또한 리미터(limiter)로서 형성되고, 이 리미터는 회전 가능한 구성요소에 부착된다. 이 리미터는 고정 구성요소에 대해 회전 가능한 구성요소의 축방향 변위를 제한하기 위해 이용된다. PCS 리테이너(310)의 반경 방향 연장 표면(346)(도 4)은 또한 유체 함유 표면을 제공하고, 이는 대향하는 상대적으로 회전 가능한 표면과 건조 표면-대-표면 접촉에 대한 관심을 언급한다.
- [0202] 도 4를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따라 도 3에서와 같이 리테이너(PCS 리테이너(310))의 형태로 펌핑 모세관 밀봉 시스템의 확대 사시도가 도시된다. PCS 리테이너(310)는 샤프트의 중앙라인 축 길이를 참고로 하여(즉, 도 2에서 도시된 샤프트(202)의 축(260)을 따라서), 축방향 연장 표면(348) 및 반경 방향 연장 표면(346)을 갖는다. 반경 방향 연장 표면(346)은 내부 지름(ID)(342)으로부터 외부 지름(OD)(344)으로 연장한다. 반경 방향 연장 표면(346) 및 축방향 연장 표면(348)은 OD(344)의 접합부에서 결합된다. 대안적으로, 표면(346, 348)은 실질적으로 축방향으로 또는 반경 방향으로 보다는 각을 이루면서(at an angle) 연장할 수 있다.
- [0203] 펌핑 모세관 밀봉 시스템은 베어링을 향해 유체를 펌핑하기 위해, 반경 방향 연장 표면(346) 상에 형성된 림부(rib portion; 334) 및 슬롯부(332)를 포함한다. 일 실시예에서, 이러한 유체 펌핑 그루브는 표면(340)의 외부 둘레에까지 연장하고, 이에 의해 림부 및 슬롯부는 내부 지름(342)으로부터 비어있다(absent from). 따라서, 유체는 유체 베어링(318)에 인접한 표면 상에서 연속적으로 유지된다. 슬롯부(332)는 도 7에서 추가적으로 도시된 것처럼, 베어링으로부터의 거리에 대해서(ID(342)로부터) 증가하게 발산하도록 축방향으로 뿔죽해지고 및/또는 반경 방향으로 뿔죽해진다(tapered). 이러한 유체 펌핑 그루브는 나선 형태 또는 오니 모양(herringbone)의 형태를 포함한 다양한 형태로 형상화될 수 있다.
- [0204] 또한, 펌핑 모세관 밀봉 시스템은 모세관 밀봉을 포함한다. 회전 가능한 구성요소가 고정 구성요소에 대해 고정되어 있을 때 뿔죽해진 슬롯(332)으로부터 연장하는 모세관 밀봉 유체 메니스커스가 베어링에 대해 반경 방향으로 시프트될 수 있도록 슬롯부(332)는 구역으로 적어도 발산한다(diverge). 모터가 회전할 때 베어링에 대해 유체 메니스커스가 반경 방향으로 시프트될 수 있다. 따라서, 슬롯부(332)는 모터가 고정되어 있을 때 유체 오염을 대비한다. 모터가 회전할 때, 나선형 펌핑 형상은 베어링을 향해 모세관 밀봉의 유체를 펌프한다. 슬롯(332)의 변하는 깊이는 유체 저장 및 에어 오염 그루브를 제공한다. 실시예에서, 에어 오염 그루브는 조그에 의한 유체 부피에서의 빠른 변화를 수용하도록 구멍이 뚫려 있다(vented).
- [0205] 도시된 실시예에서, 축방향 연장 표면(348)은 보조 펌핑 림(338)을 포함한다. 이러한 보조 펌핑 림(338)은 펌핑 표면을 먼 거리까지 연장시키고, 이는 추가적으로 유체가 모터 내에서 유지되는 것을 보장한다. 대안적인

실시예에서, 축방향 연장 표면(348)은 펌핑 립이 없다.

- [0206] 이제 도 5로 돌아가면, 유체 동적 베어링 모터의 일부의 단면의 사시도가 도시되고, 이는 본 발명의 다른 실시예에 따라 컵 형태의 펌핑 모세관 밀봉을 도시한다. 유체를 포함한 베어링(418)은 샤프트(402) 및 슬리브(404)의 대향 표면 사이에 형성된다. PCS 컵(410)은 모터 내에서 유체를 밀봉하기 위해 베어링의 단부에 위치한다. 도시된 예에서, 유체 저장부(422)를 가진 모세관 밀봉 구성요소(420)는 모터의 축방향으로의 대향 단부에 위치한다.
- [0207] 펌핑 모세관 밀봉 시스템(410) 및 모세관 밀봉 구성요소(420)는 비대칭적 밀봉 시스템을 제공한다. 펌핑 모세관 밀봉은 강건한 적은 부피의 밀봉으로서 작용하고, 모세관 밀봉은 연한 큰 부피의 밀봉으로서 작용한다. 강건한 그리고 연한이란 용어는 모터에 포함된 부피로 유체를 푸쉬하기 위한 개별적인 밀봉의 경향을 지칭하며, 이는 압력 변화 대 부피 변화의 비의 측정이다. 모터가 고정 상태에서부터 스핀 상태로 변할 때, 펌핑 모세관 밀봉 시스템(410)은 유체를 모세관 밀봉으로 펌프한다. 두 개의 밀봉의 부정확한 균형은 따라서 허용될 수 있다. 펌핑 모세관 밀봉 시스템(410)은 펌핑 모세관 밀봉이 모세관 밀봉과의 평형 압력에 도달하도록 충분한 유체 부피를 감소시킬 때까지 모세관 밀봉을 향해 유체를 펌프한다. 즉, 모세관 밀봉의 압력 능력에서의 대응하는 증가(유체 부피를 증가시킴)보다 더 빠른 속도로 유체 부피를 느슨하게 하기 때문에 펌핑 모세관 밀봉의 압력 능력(pressure capability)은 감소한다. 이에 의해 유체는 모터 내에 포함된다.
- [0208] 도시된 예시적 실시예에서, 고정 샤프트(402)는 펌핑 모세관 밀봉 시스템(410) 및 모세관 밀봉 구성요소(420)에 부착된다. 추가적으로, 샤프트(402)는 첨가된 안정성을 위해 상부 커버(TCA)에 부착될 수 있다. 회전 가능한 허브(408) 및 슬리브(404)는 샤프트(402)의 중앙라인 축 주위로 회전한다.
- [0209] 펌핑 모세관 밀봉은 슬리브(404)를 통해 형성된 유체 재순환 통로(406)에 의해 모세관 밀봉에 유체적으로 연결된다. 재순환 채널의 유동 저항 및 윤활 유체의 손실에 의한 건조 표면-대-표면 접촉(dry surface-to-surface contact)의 현대의 모터 설계의 관심은 본 발명의 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템에 의해 최소화된다.
- [0210] 실시예에서, 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템(410)은 또한 리미터로서 형성되고, 이 리미터는 회전 가능한 구성요소에 부착된다. 리미터는 고정 구성요소에 대해 회전 가능한 구성요소의 축방향 변위를 제한하기 위해 이용된다. 또한, PCS 컵(410)의 반경 방향 연장 표면(446)(도 6)은 유체 함유 표면을 제공하고, 이는 대향하는 상대적으로 회전 가능한 표면과 건조 표면-대-표면 접촉에 대한 관심을 언급한다.
- [0211] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 도 5에서와 같은 컵 형태의(PCS 컵(410)) 펌핑 모세관 밀봉 시스템의 확대 사시도를 도시한다. PCS 컵(410)은 샤프트의 중앙라인 축 길이에 대해(도 2에서 도시된 샤프트(202)의 축(260)을 따라서) 반경 방향 연장 표면(446) 및 축방향 연장 표면(448)을 갖는다. 반경 방향 연장 표면(446)은 내부 지름(ID)(442)으로부터 외부 지름(OD)(444)으로 연장한다. 반경 방향 연장 표면(446) 및 축방향 연장 표면(448)은 OD(444)의 접합부에서 결합한다. 대안적으로 표면들(446, 448)은 실질적으로 축방향으로 또는 반경 방향으로 보다는 각을 이룬 채로 연장할 수 있다.
- [0212] 펌핑 모세관 밀봉 시스템은 베어링을 향해 유체를 펌프하기 위해 반경 방향 연장 표면(446) 상에 형성된 립부(434) 및 슬롯부(432)를 포함한다. 실시예에서, 이러한 유체 펌핑 그루브는 표면(440)의 외부 둘레로 연장하고, 이 경우 표면(440)은 샤프트(402)와 상호작용한다. 슬롯부(432)는 도 7에서 추가적으로 설명되는 것처럼, 베어링으로부터의(ID(442)로부터) 거리에 대해 증가하게 발산하도록 축방향으로 뿔쫂해지고 및/또는 반경 방향으로 뿔쫂해진다. 이러한 유체 펌핑 그루브는 나선 형태 또는 오니 모양의 형태를 포함한 다양한 형태로 형상화될 수 있다.
- [0213] 또한, 펌핑 모세관 밀봉 시스템은 모세관 밀봉을 포함한다. 회전 가능한 구성요소가 고정 구성요소에 대해 고정되어 있을 때 뿔쫂해진 슬롯(432)으로부터 연장하는 모세관 밀봉 유체 메니스커스가 베어링에 대해 반경 방향으로 시프트될 수 있도록 슬롯부(432)는 구역으로 적어도 발산한다. 모터가 회전할 때 베어링에 대해 유체 메니스커스가 반경 방향으로 시프트될 수 있다. 따라서, 슬롯부(432)는 모터가 고정되어 있을 때 유체 오염을 대비한다. 모터가 회전할 때, 나선형 펌핑 형상은 베어링을 향해 모세관 밀봉의 유체를 펌프한다. 슬롯(432)의 변하는 깊이는 유체 저장 및 에어 오염 그루브를 제공한다. 실시예에서, 에어 오염 그루브는 조그에 의한 유체 부피에서의 빠른 변화를 수용하도록 벤트(450)에 의해 구멍이 뚫려 있다.
- [0214] 도시된 실시예에서, 축방향 연장 표면(448)은 보조 펌핑 립(438)을 포함한다. 이러한 보조 펌핑 립(438)은 먼 거리까지 펌핑 표면을 연장시키고, 이는 추가적으로 유체가 모터 내에서 유지됨을 보장한다. 대안적인 실시예에서, 축방향 연장 표면(448)은 펌핑 립이 없다.

- [0215] 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 도 4 또는 도 6에서 도시된 것과 같은 펌핑 모세관 밀봉 그루브 또는 슬롯으로부터 오일 부피를 도시하는 대표도이다. 도시된 오일 부피는 슬롯부(332) 내부의 부피를 나타낸다(도 4). 내부 지름(ID)(342) 및 외부 지름(OD)(344)이 표시된다. 슬롯부(332)는 베어링으로부터(ID(342)로부터)의 거리에 대해 증가하게 발산하도록 축방향으로 뿔죽해지고 및/또는 반경 방향으로 뿔죽해진다. 실시예에서, 이러한 슬롯부(332)는 3차원으로 뿔죽해진다. 예시적 실시예에서, 슬롯부(332)는 베어링에 대해 반경 방향으로 가장 가까운 내부 지름(ID)(342)에서 30마이크론 이하 그리고 베어링으로부터 반경 방향으로 가장 먼 외부 지름(OD)(344)에서 50마이크론 내지 400마이크론의 범위의 축방향 깊이를 갖는다.
- [0216] 도시된 것과 같은 예시적 실시예에서, 슬롯부(332)의 공칭 총 오일 부피는 0.59mm^3 이다. 공칭 유체 메니스커스 높이는 0.17mm 이고, 이는 모터가 휴식 및 고정되어 있을 때 모터의 축방향 대향 단부에서 모세관 밀봉의 공칭 메니스커스 높이와 동등하다. 슬롯부(332)의 공칭 총 에어 부피는 1.19mm^3 이다. 또한, 축방향 조그를 위해 이용 가능한 공간을 나타낸다. 재순환 통로(306) 및 슬롯부(332)의 접합부에서 공칭 펌핑 압력은 10krpm에서 1.4psi이다. 다른 값은 펌핑 모세관 밀봉 시스템 내에서 설계될 수 있고, 여기서의 개시 내용에 의해 기대된다.
- [0217] 도 8은 도 3에서 도시된 것과 같이 리테이너(510)의 형태의 펌핑 모세관 밀봉의 확대 사시도의 다른 실시예를 도시하고, 이는 본 발명의 실시예에 따라 스윙핑 립(552A-552C) 및 플레넘 영역(554)을 추가로 포함한다. 스윙핑 립(552A-552C) 및 플레넘 영역(554)은 반경 방향 연장 표면 상에 위치한다. 스윙핑 립(552A)은 축방향 연장 표면 상에 위치한 보조 펌핑 립(538)으로 연장한다. 유사하게, 스윙핑 립(552B, 552C)은 축방향 연장 표면 상에 위치한 다른 보조 펌핑 립으로 연장한다. 스윙핑 립(552A-552C)은 축방향 연장 표면으로부터 반경 방향 연장 표면으로 그리고 베어링을 향해 유체를 스윙핑하도록 위치한다. 또한, 도시된 예에서, 3개의 원추절단형 립(truncated ribs; 532A, 532B, 532C)이 스윙핑 립(552A, 552B) 사이에 위치한다. 원추절단형 립에 인접한 3개의 슬롯 또는 그루브는 서로 유체 소통한다. 또한, 원추절단형 립은 베어링을 향해 유체를 펌프하지만, 스윙핑 립과 비교하여 더 짧은 반경 방향 거리로 연장하고, 이에 의해 원추절단형 립의 반경 방향 단부에 위치한 플레넘 영역(554)을 제공한다. 실시예에서, 이 플레넘 영역(554)은 벤트 홀(550)과 소통하고, 이에 의해 모든 슬롯이 벤트되는 것을 보장한다.
- [0218] 모터가 고정되어 있을 때 유체 함유는 원추절단형 립 및 스윙핑 립에 인접한 슬롯 내에 제공된다. 그러나, 플레넘 영역(554)은 예를 들어 조그 또는 충격 이벤트에 의해 갑작스런 오일 부피 변화에 대해 부가된 그리고 증가된 유체 오염 영역을 제공한다. 또한, 이러한 슬롯은 에어 오염을 제공하고, 이는 벤트 홀(550)에 의해 모터로부터 벤트될 수 있다. 벤트 홀(550)은 플레넘 영역 내에 위치한다. 벤트 홀(550)이 없는 대안적인 실시예에서, 모터가 회전하고 펌핑 모세관 밀봉이 유체를 유체 저장부로 전달하기 때문에 슬롯은 대응하는 펌핑 그루브로부터 에어를 수용한다.
- [0219] 도 9는 도 5에서와 같이 컵(610)의 형태로 펌핑 모세관 밀봉의 확대 사시도를 도시하고, 이는 본 발명의 실시예에 따라 플레넘 영역(654) 및 스윙핑 립(652A-652C)을 추가로 포함한다.
- [0220] 스윙핑 립(652A-652C) 및 플레넘 영역(654)은 반경 방향 연장 표면 상에 위치한다. 스윙핑 립(652C)은 축방향 연장 표면 상에 위치한 보조 펌핑 립(638)으로 연장한다. 유사하게, 스윙핑 립(652A, 652B)은 축방향 연장 표면 상에 위치한 다른 보조 펌핑 립으로 연장한다. 스윙핑 립(652A-652C)은 축방향 연장 표면으로부터 반경 방향 연장 표면으로 그리고 베어링을 향해 유체를 스윙핑하도록 위치한다. 또한, 도시된 예에서, 3개의 원추절단형 립(632A, 632B, 632C)이 스윙핑 립(652A, 652B) 사이에 위치한다. 또한, 원추절단형 립은 베어링을 향해 유체를 펌프하지만, 스윙핑 립과 비교하여 짧은 반경 방향 거리를 연장하고, 이에 의해 원추절단형 립의 반경 방향 단부에 위치한 플레넘 영역(654)을 제공한다. 실시예에서, 이러한 플레넘 영역(654)은 벤트 홀(650)과 소통하고, 이에 의해 모든 슬롯이 벤트되는 것을 보장한다.
- [0221] 모터가 고정되어 있을 때 유체 오염이 스윙핑 립 및 원추절단형 립에 인접한 슬롯 내에 제공된다. 그러나, 플레넘 영역(654)은 예를 들어 조그 또는 충격 이벤트에 의한 빠른 오일 부피 변화에 대해 부가되고 증가된 유체 오염을 제공한다. 또한, 이러한 슬롯은 공기 오염을 제공하고, 이는 벤트 홀(650)에 의해 모터로부터 벤트될 수 있다. 벤트 홀(650)은 플레넘 영역 내에 위치한다. 벤트 홀(650)이 없는 대안적인 실시예에서, 모터가 스핀하고 펌핑 모세관 밀봉이 유체를 유체 저장부로 전달하기 때문에, 슬롯은 대응하는 펌핑 그루브로부터 에어를 수용한다.
- [0222] 도 10을 참고하면, 원뿔형 구성요소를 가진 유체 동적 베어링 모터의 일부의 측단면도가 도시되고, 이는 본 발

명의 다른 실시예에 따라 펌핑 모세관 밀봉 시스템(710)을 도시한다. 베어링(714)은 원뿔형 구성요소(707) 및 슬리브(704) 사이에 형성된다. 상호연결 통로(718)는 상대적으로 회전 가능한 샤프트(702) 및 슬리브(704) 사이에 형성된다. 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템(710)은 모터 내에서 유체를 밀봉하기 위해 베어링의 적어도 일 단부에 위치한다. 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템(710)은 쉴드(shield; 708) 또는 원뿔형 구성요소(707)의 대향 표면 상에 위치할 수 있다. 도시된 예에서, 쉴드(708) 및 원뿔형 구성요소(707)는 슬리브(704)에 고정된다. 유체 통로(706)는 원뿔형 구성요소(707)를 통해 형성되고 베어링(718)과 유체 소통한다. 설명된 이전의 설계에서와 같이, 유체 펌핑 모세관 밀봉 시스템(710)은 유체 펌핑 그루브 및 모세관 밀봉을 포함한다. 유체 펌핑 그루브는 슬롯부 및 립부를 포함하고, 이 경우 슬롯부는 증가하게 발산한다. 펌핑 방향은 예로서 도시된다. 모세관 밀봉은 쉴드(708) 및 원뿔형 구성요소(707)의 대향 표면에 위치한다. 슬롯부는 발산하는 슬롯으로부터 연장하는 모세관 밀봉 유체 메니스커스(705)가 시프트하는 것을 가능하게 하도록 적어도 구역으로 발산한다.

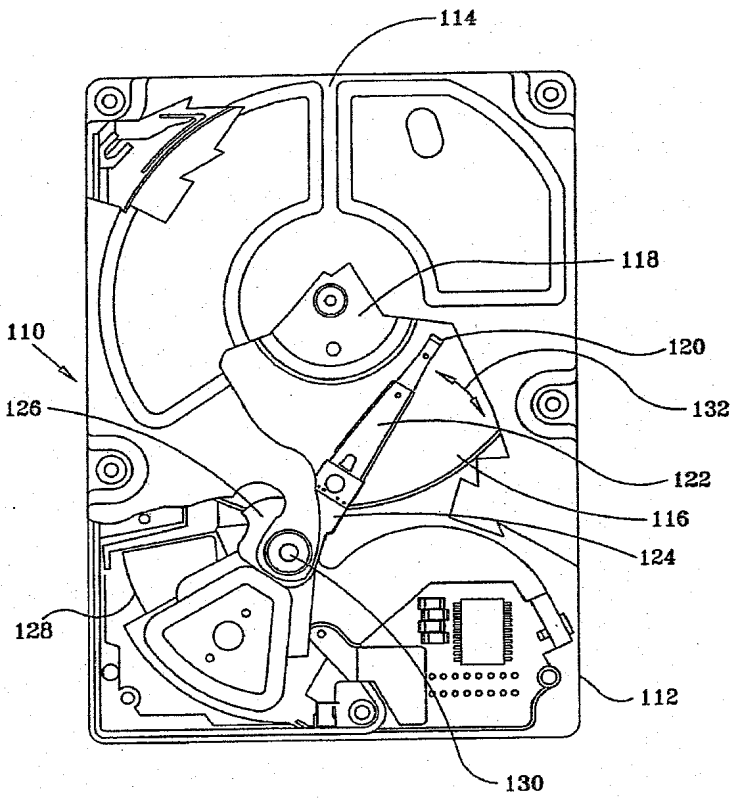
[0223] 이전의 상세한 설명에서, 본 발명의 실시예들은 구현으로부터 구현으로 변할 수 있는 다수의 특정 상세한 내용들을 참고하여 설명되었다. 따라서, 출원인에 의해 의도되는 것의 독립적이고 배타적인 표시기는 어떠한 이후의 교정을 포함하여 이러한 청구항들이 제기하는 특정 형태의 이러한 출원으로부터 발생하는 청구항들의 세트이다. 따라서, 청구항에서 명확하게 언급되지 않은 제한, 요소, 성질, 특징, 장점 또는 속성은 어떠한 방식으로든 이러한 청구항의 범위를 제한하여서는 안된다. 따라서, 상세한 설명 및 도면은 제한적인 관점보다는 예시적인 것으로 간주되어야 한다.

도면의 간단한 설명

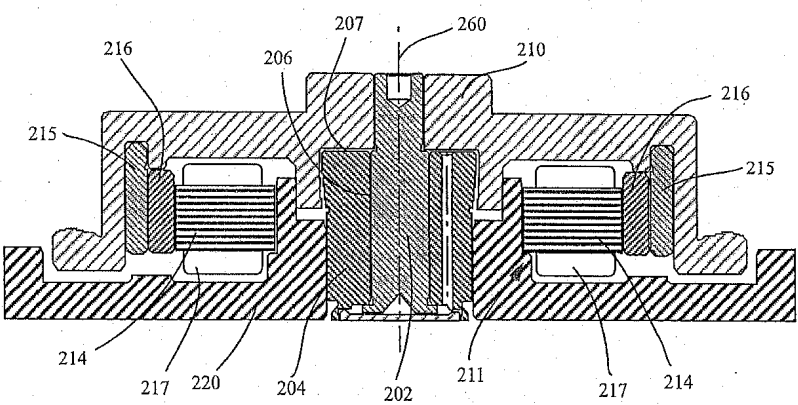
- [0224] 본 발명은 예에 의해 제한 없이 도시되고, 부착된 도면에서 동일한 도면 부호는 유사한 요소를 지칭한다.
- [0225] 도 1은 디스크 드라이브 데이터 저장 시스템의 평면도이고, 이 시스템에서 본 발명은 본 발명의 실시예에 따라 유용하게 이용된다.
- [0226] 도 2는 현대의 유체 밀봉 시스템을 통한 디스크 드라이브 데이터 저장 시스템에서 이용되는 현대의 스핀들 모터의 측단면도이다.
- [0227] 도 3은 유체 동적 베어링 모터의 일부의 단면 사시도이고, 이는 본 발명의 실시예에 따라 리테이너(retainer)의 형태로 펌핑 모세관 밀봉 시스템을 도시한다.
- [0228] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 도 3에서 도시된 것과 같이 리테이너의 형태로 펌핑 모세관 밀봉 시스템의 확대 사시도를 도시한다.
- [0229] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따라 컵의 형태로 펌핑 모세관 밀봉 시스템을 도시하는, 유체 동적 베어링 모터의 일부의 단면 사시도이다.
- [0230] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 도 5에서와 같이 컵의 형태로 펌핑 모세관 밀봉 시스템의 확대 사시도를 도시한다.
- [0231] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 도 4 또는 도 6에서와 같이 펌핑 모세관 밀봉 그루브 또는 슬롯으로부터 오일 부피를 도시하는 대표도이다.
- [0232] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 도 3에서와 같이 리테이너의 형태의 펌핑 모세관 밀봉 시스템의 확대 사시도를 도시하고, 이는 추가적으로 스위핑 립(sweeping ribs) 및 플레넘 영역을 포함한다.
- [0233] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 도 5에서와 같이 컵의 형태로 펌핑 모세관 밀봉 시스템의 확대 사시도를 도시하고, 이는 추가적으로 스위핑 립 및 플레넘 영역을 포함한다.
- [0234] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따라 펌핑 모세관 밀봉 시스템을 도시하는 원뿔형 구성요소를 가진 유체 동적 베어링 모터의 일부의 측단면도이다.

도면

도면1

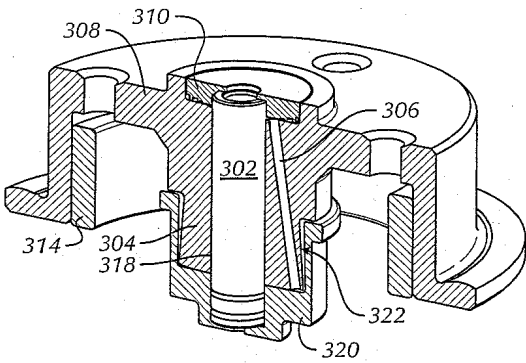


도면2

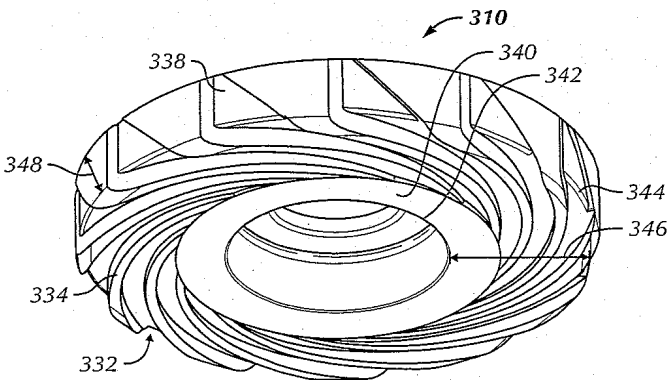


(종래 기술)

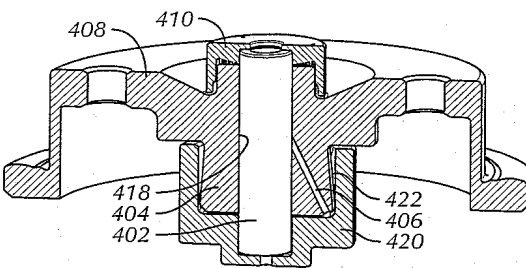
도면3



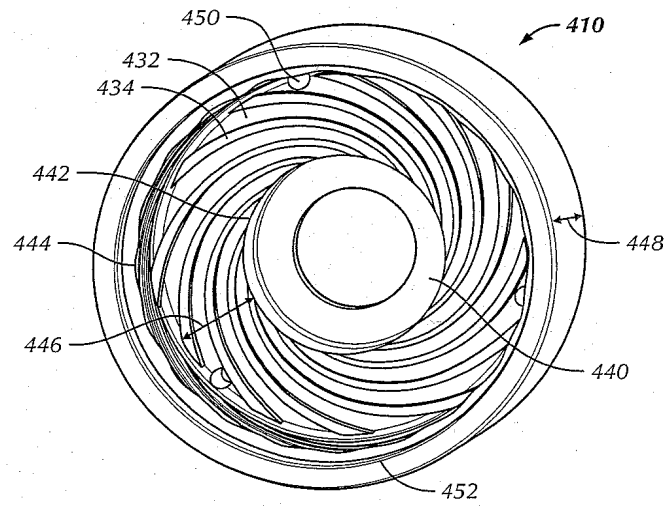
도면4



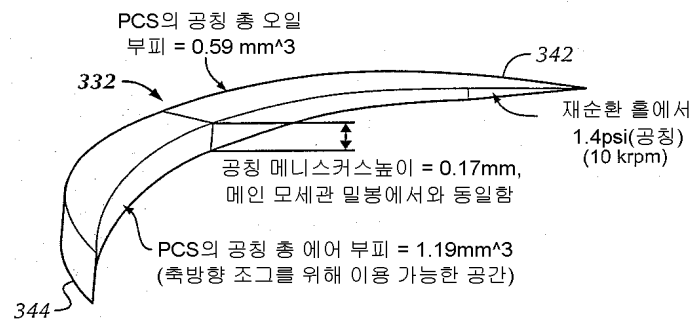
도면5



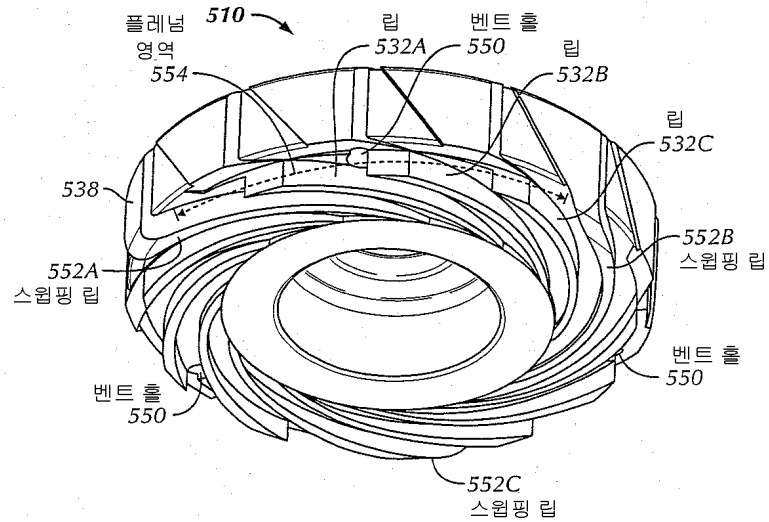
도면6



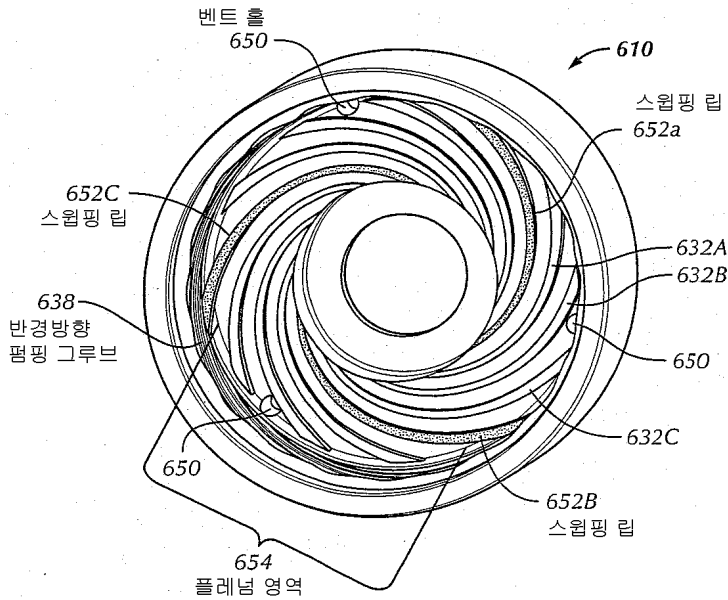
도면7



도면8



도면9



도면10

