(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0036825
(43) 공개일자 2011년04월11일

(51) Int. Cl.
F16C 11/06 (2006.01) *F16C 11/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7002823
(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년07월27일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2011년02월07일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/051866
(87) 국제공개번호 WO 2010/012001
국제공개일자 2010년01월28일
(30) 우선권주장
61/083,834 2008년07월25일 미국(US)

(71) 출원인
케이블크래프트 모션 컨트롤즈 엘엘씨
미국 인디애나주 46774 뉴해븐 섬밋 스트리트 2110
(72) 발명자
카우프만 크리스토퍼 알랜
미국 인디애나 46835 포트 웨인 그린위치 코트 8305
그래브너 데이비드 프레더릭
미국 인디애나 46783 로아노크 노스 500 이스트 5275
(74) 대리인
정삼영, 송봉식

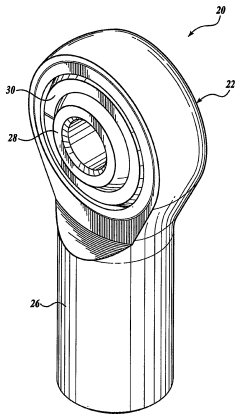
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 고온 베어링 조립체 및 고온 베어링 조립체의 제조 방법

(57) 요 약

고온 베어링 조립체 및 고온 베어링 조립체를 만드는 방법을 제공한다. 고온 베어링 조립체는 대체로 소켓 내에 배치되어 있는 스위블 장치, 그리고 상기 소켓과 상기 스위블 장치 사이에 배치되어 있는 레이스를 포함하고 있고, 상기 레이스는 고온 플라스틱으로 만들어져 있다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

고온 베어링 조립체로서,

(a) 소켓이 형성되어 있는 하우징 부분;

(b) 상기 소켓 내에 배치되어 있는 스위블 장치; 그리고

(c) 상기 소켓과 상기 스위블 장치 사이에 배치되어 있으며, 고온 플라스틱으로 만들어져 있는 레이스;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 고온 베어링 조립체.

청구항 2

고온 베어링 조립체로서,

(a) 소켓이 형성되어 있는 하우징 부분;

(b) 상기 소켓 내에 배치되어 있는 스위블 장치; 그리고

(c) 상기 소켓과 상기 스위블 장치 사이에 배치되어 있으며, 고온 플라스틱으로 형성되어 있고, 상기 스위블 장치가 상기 소켓 내에 압착될 때 상기 레이스가 접히도록 틈새를 포함하고 있는 레이스;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 고온 베어링 조립체.

청구항 3

고온 베어링 조립체로서,

(a) 소켓 내에 배치되어 있는 스위블 장치; 그리고

(b) 상기 소켓과 상기 스위블 장치 사이에 배치되어 있으며, 고온 플라스틱으로 만들어져 있는 레이스;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 고온 베어링 조립체.

청구항 4

고온 베어링 조립체를 제조하는 방법으로서,

(a) 고온 플라스틱으로 레이스를 형성하는 단계;

(b) 회전 조립체를 만들기 위해 스위블 장치 둘레에 상기 레이스를 압입하는 단계;

(c) 상기 레이스가 소켓과 스위블 장치 사이에 위치되도록, 상기 회전 조립체를 소켓 속에 삽입하는 단계; 그리고

(d) 상기 회전 조립체를 상기 소켓 내에 압착시키는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 고온 베어링 조립체를 제조하는 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 레이스가 적어도 약 450 °F 이하, 적어도 약 550 °F 이하, 적어도 약 650 °F 이하, 그리고 적어도 약 750 °F 이하로 이루어진 그룹으로부터 선택된 내고온성을 가지는 것을 특징으로 하는 고온 베어링 조립체.

청구항 6

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 레이스의 재료는 폴리이미드 기재 폴리머, 폴리에테르-에테르-케톤 열가소성 물질, 그리고 폴리에테르-케톤-에테르-케톤-케톤 열가소성 물질로 이루어지는 그룹으로부터 선택된 재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 고온 베어링 조립체.

청구항 7

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 레이스는 압축 성형 또는 사출 성형에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 고온 베어링 조립체.

청구항 8

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 레이스는 대체로 C자 형상인 것을 특징으로 하는 고온 베어링 조립체.

청구항 9

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 레이스는 틈새를 포함하는 것을 특징으로 하는 고온 베어링 조립체.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 틈새는 약 0.020 인치보다 작거나 같은 것을 특징으로 하는 고온 베어링 조립체.

청구항 11

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 레이스는 형상 또는 크기에 있어서 5%를 초과하여 변하지 않는 것을 특징으로 하는 고온 베어링 조립체.

청구항 12

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 레이스 및 스위블 장치가 상기 소켓 내에 압착되는 것을 특징으로 하는 고온 베어링 조립체.

청구항 13

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 하우징 부분은 로드 단부와 플레이트로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 고온 베어링 조립체.

청구항 14

제 4 항에 있어서, 상기 레이스는 상기 스위블 장치 둘레에 압입되기 전에 어닐링처리되는 것을 특징으로 하는 고온 베어링 조립체.

청구항 15

제 4 항 또는 제 14 항에 있어서, 상기 회전 조립체가 상기 소켓 내에 압착되기 전에 토크가 테스트되는 것을 특징으로 하는 고온 베어링 조립체.

청구항 16

제 4 항 또는 제 14 항에 있어서, 상기 회전 조립체가 상기 소켓 내에 압착된 후에 토크가 테스트되는 것을 특징으로 하는 고온 베어링 조립체.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 고온 베어링 조립체 및 고온 베어링 조립체의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래에 설계된 차량 엔진용 로드 앤드 베어링은 주로 직선형 핀 및 클레비스 (오정렬 방지(non-misaligning)) 피벗 조인트를 포함하고 있었다. 이러한 피벗 조인트는 바인딩(binding), 과도한 마모 및 공식(corrosion pitting: 국부적으로 격심하게 생기는 예측 곤란한 부식의 한 형태)을 포함하는 여러가지 단점을 가지고 있다. 고온에서 보다 강력한 내성(tolerance)과 보다 우수한 반응성을 요하는 여러가지 현대의 엔진에서는, 새로운 피

벗 조인트 설계를 필요로 한다.

[0003] 상기한 문제점을 해소하기 위한 몇 가지 만족스럽지 못한 시도가 있었다. 예를 들면, 바람직하지 못한 오정렬(또는 베어링에서의 보다 많은 자유 이동범위(유극))을 가진 로드 앤드 베어링(rod end bearing)은 바인딩(binding)을 회피하기 위한 시도로 설계되었다. 또한, 고온 코팅 및/또는 윤활제의 여러가지 변이체(variant)가 내부식성 및 내마모성을 증가시키는데 도움을 주기 위해 개발되었다. 윤활성을 증가시키면서 부식으로부터 보호해 주는 이러한 코팅 또는 윤활제는 가혹한 엔진 환경, 극심한 진동, 또는 높은 배기 온도 조건을 견뎌내기 위해 필요한 수명 또는 내마모성을 가지지 못했다. 부가적으로, 고온 특수 합금강(high-temperature specialty alloy steel)을 사용하여 제작한 시도가 있었지만, 특수 합금강으로 표면처리된 코팅도 고온에서 진동성 마모에 대한 내성이 거의 없거나 전혀 없는 동일한 문제점을 나타내었다.

[0004] 종래에는 고온 플라스틱을 사용하는 것이 성공하지 못했는데, 그 이유는 고온 플라스틱 재료가 부서지기 쉽거나 고온 베어링 레이스에 요구되는 형상으로 형성될 수 있었기 때문이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 고온, 진동, 라이프 사이클, 및 부식에 대해 내성을 가지는 새로운 고온 로드 앤드 베어링에 대한 필요성이 존재한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 항목은 아래의 [발명을 실시하기 위한 구체적인 내용] 부분에서 상세하게 설명되어 있는 발명사상을 간단한 형태로 소개하기 위한 것이다. 본 항목의 내용은 청구범위에 기재된 발명 대상의 주요 특징을 밝히기 위한 것도 아니고, 청구범위에 기재된 발명 대상의 범위를 결정하는데 도움을 주도록 사용되기 위한 것도 아니다.

[0007] 본 발명의 한 실시예에 따르면, 고온 베어링 조립체가 제공된다. 이 고온 베어링 조립체는 대체로 소켓이 형성되어 있는 하우징 부분, 상기 소켓 내에 배치되어 있는 스위블 장치, 그리고 상기 소켓과 상기 스위블 장치 사이에 배치되어 있는 레이스를 포함하고 있고, 상기 레이스는 고온 플라스틱으로 만들어져 있다.

[0008] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 고온 베어링 조립체가 제공된다. 이 고온 베어링 조립체는 대체로 소켓이 형성되어 있는 하우징 부분, 상기 소켓 내에 배치되어 있는 스위블 장치, 그리고 상기 소켓과 상기 스위블 장치 사이에 배치되어 있는 레이스를 포함하고 있다. 상기 레이스는 고온 플라스틱으로 형성되어 있으며 상기 레이스는 틈새를 포함하고 있어서, 상기 스위블 장치가 상기 소켓 내에 압착(壓着)되면 상기 레이스가 접혀진다.

[0009] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 고온 베어링 조립체가 제공된다. 이 고온 베어링 조립체는 대체로 소켓 내에 배치되어 있는 스위블 장치 및 상기 소켓과 상기 스위블 장치 사이에 배치되어 있는 레이스를 포함하고 있고, 상기 레이스는 고온 플라스틱으로 만들어져 있다.

[0010] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 고온 베어링 조립체를 제조하는 방법이 제공된다. 대체로 상기 방법은 고온 플라스틱으로부터 대체로 C자 형상으로 형성된 레이스를 형성하는 단계 및 회전 조립체를 만들기 위해 스위블 장치 둘레에 상기 레이스를 압입하는 단계를 포함하고 있다. 상기 방법은 상기 레이스가 소켓과 상기 스위블 장치 사이에 위치되도록 상기 회전 조립체를 소켓에 삽입하는 단계, 그리고 상기 회전 조립체를 상기 소켓 내에 압착하는 단계를 더 포함하고 있다.

발명의 효과

[0011] 본 발명의 구성에 의하면, 고온, 진동, 라이프 사이클 및 부식에 대해 내성을 가지는 고온 베어링 조립체를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 본 발명의 상기 실시형태 및 여러가지 수반되는 장점은 아래의 상세한 설명을 첨부된 도면과 함께 고려하면 보다 용이하게 잘 이해할 수 있다.

도 1은 본 발명의 한 실시예에 따라 형성된 고온 베어링 조립체의 사시도이고;

도 2는 도 1의 고온 베어링 조립체의 분해도이고;

도 3은 도 1의 고온 베어링 조립체의 정면도이고;

도 4a는 도 3의 4-4 평면을 따라 도시된 도 1의 고온 베어링 조립체의 압착되지 않은 상태의 단면도이고;

도 4b는 도 3의 4-4 평면을 따라 도시된 도 1의 고온 베어링 조립체의 압착된 상태의 단면도이고; 그리고

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따라 형성된 고온 베어링 조립체의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 발명의 한 실시예에 따라 제작된 고온 베어링 조립체는 도 1 내지 도 4b를 참고하면 잘 이해할 수 있다. 베어링 조립체(20)는 헤드(24) 및 헤드(24)로부터 뻗어나온 샤프트(26)를 가지고 있는 하우징 부분(22)을 포함하고 있다. 베어링 조립체(20)는 스위블 장치(28) 및 스위블 장치(28)를 둘러싸고 있는 레이스(30)를 더 포함하고 있고, 스위블 장치(28) 및 레이스(30)는 베어링(32)을 형성한다. 베어링(32)은 헤드(24) 내에 배치되어 있다. 사용시에, 베어링(32)은 헤드(24) 내에서 회전하여 베어링(32)이 헤드(24)에 대해 피벗 운동할 수 있도록 구성되어 있다. 아래에 보다 상세하게 설명되어 있는 바와 같이, 레이스(30)는 가혹한 엔진 환경, 극심한 진동, 및/또는 고온 상태에서 베어링 조립체(20)의 수명 및 내마모성을 향상시키도록 설계되어 있다.

[0014] 본 발명의 실시예에 따른 베어링 조립체(20)의 개선된 특징은 고온 및 진동 내성 그리고 라이프 사이클 마모(life cycle wear)와 같은 베어링 조립체(20)의 성능을 향상시킨다. 이러한 고품질의 베어링은 매우 민감한 전자 제어식 센서 및 유압 또는 공압 작동 시스템에 배치되도록 사용될 수 있다. 이와 관련하여, 이러한 배치는 최소의 공전(空轉:lost motion) 상태로 이루어지는데, 공전이란 표현은 제어 시스템에서 민감도 감소 또는 정확성 감소로 달리 표현된다. 과거에는, 많은 제어장치에 있어서 밸브 또는 루버(louver)를 개폐하는 것만 요구되었지만, 이제는 배기가스의 배출 기준(emission standard) 및 작동 효율에 더 초점이 맞추어짐과 아울러, 정확한 베어링 배치가 요구된다. 아래에 보다 상세하게 설명되어 있는 바와 같이, 본 명세서에 기술된 베어링 조립체(20)는, 제어장치가 출력(output)을 기록할 것으로 예상되는 위치에 배치시킬 수 있게 하여 다양한 엔진 컨트롤 시스템의 수명 전체에 걸쳐서 상기 엔진 컨트롤 시스템의 효능 요구를 만족시킴으로써 정확한 배치가 이루어지는 것을 도와준다.

[0015] 도 1 내지 도 4b에 도시된 실시예에 있어서, 베어링 조립체(20)는 하우징 부분(22)이 로드 단부인 로드 앤드 베어링 조립체이다. 비록 로드 앤드 베어링 조립체(20)로 도시되어 있지만, 구면 베어링(spherical bearing), 평판 베어링(예를 들어, 도 5 참고) 및 다른 기계적인 관절연결 조인트를 포함하는 다른 타입의 베어링도 본 발명의 기술영역에 포함된다는 것을 알 수 있다. 이와 관련하여, 다른 적절한 하우징은 평평한 물품 및 플레이트, 납작하고 구멍이 뚫린 막대, 후프 등을 포함한다. 이러한 조인트는 컨트롤 로드, 스티어링 링크, 타이 로드의 단부, 또는 정밀한 관절연결 조인트를 필요로 하는 모든 위치에 사용된다.

[0016] 도시된 실시예에서, 베어링(32)은, 베어링(32)이 헤드(24) 내에서 피벗 운동할 수 있도록 헤드(24) 속으로 밀어넣어져서 헤드(24) 내에 압착될 수 있다. 회전 운동의 결과로, 베어링 조립체(20)는 2개의 부분(도시되어 있지 않음) 사이에 피벗 조인트를 제공한다. 이와 관련하여, 제 1 부분은 스위블 장치(28)에 연결될 수 있고 제 2 부분은 하우징 부분(22)의 단부 생크에 연결될 수 있다.

[0017] 상기한 바와 같이, 하우징 부분(22)은 헤드(24) 및 이 헤드(24)로부터 뻗어나온 샤프트(26)를 포함하고 있다. 헤드(24)는 베어링(32)을 수용하기 위한 소켓(40)을 포함하고 있다. 이와 관련하여, 소켓(40)은 소켓(40)을 관통하여 뻗어 있 내측 보어(42)를 가지고 있고, 이 내측 보어(42)는 내측 벽(44)과 제 1 단부(46) 및 제 2 단부(48)를 가지고 있다. 소켓(40)은 베어링(32)을 유지하면서도, 베어링(32)이 헤드(24)에 대해 피벗운동할 수 있도록 구성되어 있다. 도 4a 및 도 4b와 관련하여 아래에서 보다 상세하게 기술되어 있는 바와 같이, 소켓(40)의 제 1 단부(46)는 최상부 돌출부분(62)을 포함하고 있고, 이 최상부 돌출부분(62)은 신장된 상태(도 4a 참고)에서 시작하여 후퇴된 상태(도 4b 참고)로 압착된다. 최상부 돌출부분(62)이 후퇴된 상태로 압착되면, 이 최상부 돌출부분(62)은 스위블 장치(28) 및 레이스(30)를 소켓(40) 내에 유지시킨다.

[0018] 도 4b에 가장 잘 도시되어 있는 바와 같이, 소켓(40)의 내측 벽(44)은 스위블 장치(28) 및 레이스(30)를 수용하여 유지시키는 레이스웨이(raceway)로서 구성되어 있으며, 베어링 조립체(20)의 적용에 적합한 저항성을 가지고 있다. 도시된 실시예에서는, 상기 내측 벽(44)은 단면상으로 원형이고, 이 원형의 직경은 내측 보어(42)를 통하여 뻗어 있는 중심축을 따라서 변화하는 것으로 설계되어 있다. 이와 관련하여, 내측 벽(44)은 오목한 환형 리세스를 가지고 있으며 변형된 상태에 있을 때 레이스웨이의 중간부분의 직경보다 제 1 단부(46) 및 제 2 단부(48)의 직경이 더 작게 되도록 구성되어 있다. 이와 같이, 상기 내측 벽(44)에는 구형 또는 부분적으로 구형인

스위블 장치(28) 및 레이스(30)를 수용하여 유지하도록 내측 둘레를 따라서 오목부(50)가 형성되어 있다.

[0019] 하우징 부분(22)의 샤프트(26)는 헤드(24)로부터 뻗어있으며, 수용 부분(52)을 가진 암나사 타입(도 4a 및 도 4b 참고)이나 수나사 타입(도시되어 있지 않음) 중 어느 하나의 타입의 나사가 형성된 샤프트로 될 수 있다. 샤프트(26)는, 예를 들면, 샤프트(26)의 수용 부분(52) 내에 나사가 형성된 파스너(도시되어 있지 않음)를 수용하는 것에 의해서, 제 2 부분(도시되어 있지 않음)에 연결될 수 있다. 바람직한 차량 엔진 적용예에 있어서, 상기 제 2 부분은 터보 베인(turbo vane) 부분을 작동시키는 레버에 연결될 수 있는 다른 베어링이 될 수 있다.

[0020] 상기한 바와 같이, 스위블 장치(28)는 구형 볼 스위블(spherical ball swivel) 또는 부분적으로 구형인 볼 스위블로 될 수 있다. 이와 관련하여, 스위블 장치(28)는 소켓(40) 내에서 적절한 저항을 가지면서 회전하도록 구성되어 있다. 스위블 장치(28)는, 스위블 장치(28)를 제 1 부분(도시되어 있지 않음)에 연결시키기 위해서 볼트 또는 다른 부착 부재(도시되어 있지 않음)가 통과할 수 있는 개구(60)를 포함할 수 있다. 바람직한 차량 엔진 적용예에 있어서, 상기 제 1 부분은 전자적으로 제어되는 액추에이터가 될 수 있다.

[0021] 도 4b를 참고하면, 레이스(30)는 소켓(40)과 스위블 장치(28) 사이에 배치되어 있다. 레이스(30)는 소켓(40)과 스위블 장치(28)에 윤활성을 부여하고 소켓(40)과 스위블 장치(28)의 마모를 방지하기 위해 소켓(40)과 스위블 장치(28) 사이에 쿠션(cushion)을 제공한다. 레이스(30)는, 스위블 장치(28)가 움직일 때 레이스(30)와 소켓(40) 사이에 적절한 저항을 제공하기 위해 소켓(40)의 내측 벽(44)과 간섭하도록 적절하게 형성되어 있다. 이와 관련하여, 레이스(30)는 중심부의 캐버티(54)와 내측 벽(56) 및 외측 벽(58)을 가지고 있다. 레이스웨이와 유사하게, 레이스(30)는 단면상으로 원형이고, 이 원형의 직경은 상기 중심부의 캐버티를 통하여 뻗어 있는 중심축을 따라서 변한다. 내측 벽(44)은 구형 또는 부분적으로 구형인 스위블 장치(28)를 수용하여 유지하기 위해 오목한 환형 리세스를 포함하고 있다. 외측 벽(58)은 소켓(40)의 내측 벽(44)에 있는 오목부(50)와 간섭하도록 돌출되어 있다.

[0022] 본 발명의 실시예에 따르면, 레이스(30)는 가혹한 엔진 환경, 극심한 진동, 및/또는 높은 배기가스 온도 조건에서 확실하게 작용할 수 있도록 설계되어 있다. 하나의 실시예에 있어서, 레이스(30)는 고온 플라스틱으로 만들어져 있다. 다른 실시예에서는, 레이스(30)가 적어도 약 450 °F에 달하는 내고온성(high-temperature resistance)을 가질 수 있다. 또 다른 실시예에서는, 레이스(30)가 적어도 약 550 °F에 달하는 내고온성을 가질 수 있다. 또 다른 실시예에서는, 레이스(30)가 적어도 약 650 °F에 달하는 내고온성을 가질 수 있다. 또 다른 실시예에서는, 레이스(30)가 적어도 약 750 °F에 달하는 내고온성을 가질 수 있다. 또 다른 실시예에서, 레이스(30)는, 예를 들면, 라이프 사이클 테스트 동안 약 10 파운드의 저하중 하에서, 시간이 경과함에 따라 원래의 형상과 크기에서 5% 보다 더 많이 변하지 않는다.

[0023] 레이스(30)는, 예를 들면, 사출 성형 또는 직접 압축 성형(direct compression molding)에 의해 적절한 설계형태로 형성될 수 있는 연성(ductility)을 가지고 있는 고온 플라스틱으로 적절하게 만들진다. 한 가지 적절한 고온 플라스틱은 열가소성 폴리머이다. 적절한 고온, 고성능 플라스틱의 한 가지 비제한적인 예는 VICTREX® PEEK™ 폴리에테르-에테르-케톤(PEEK) 열가소성 물질이다. 이 플라스틱은, 예를 들면, 사출 성형에 의해 원하는 형상의 레이스로 성형될 수 있으며, 이어서 스위블 장치(28)와 함께 소켓(40) 속으로 삽입되어 압착될 수 있다(도 4b 참고). 폴리에테르-에테르-케톤(PEEK)은 적어도 약 450 °F에 달하는 내고온성을 제공한다. 다른 적절한 레이스 재료는 폴리에테르-케톤-에테르-케톤-케톤(PEKEKK)이 될 수 있다. 폴리에테르-케톤-에테르-케톤-케톤(PEKEKK)은 적어도 약 550 °F에 달하는 내고온성을 제공한다.

[0024] 다른 적절한 레이스 재료는 폴리이미드 플라스틱이다. 적절한 고온 폴리이미드 플라스틱의 한 가지 비제한적인 예는 DUPONT™ VESPEL® 폴리이미드 기재 폴리머이다. 다른 등급과 브랜드의 폴리이미드 플라스틱도 본 발명의 기술영역 내에 있다. 폴리이미드는 약 650 °F에 달하는 내고온성을 가지고 있으며 약 700 °F대 중반 범위까지의 변동폭(excursion)를 가지고 있다. 그러나, 이러한 폴리이미드 재료는 사출 성형이 아니라 고압하에서 직접 압축 성형에 의해 성형되어야 하고, 성형된 후에는 부차적인 기계가공을 요할 수 있다.

[0025] 본 발명의 실시예에 따르면, 레이스(30)는 약 700 °F 이하의 온도에서 축 방향과 반경 방향의 양 방향에 있어서 자신의 강도를 유지할 것을 요한다. 바람직한 실시예에 있어서, 레이스의 열 변형 온도(heat deflection temperature)는, 베어링 조립체(20)가, 예를 들면, 적용 요건에 따라서, 적어도 약 450 °F, 적어도 약 550 °F, 적어도 약 650 °F, 적어도 약 750 °F 등에서 작동하는 시스템의 최대 설계 작동 온도와 적어도 대체로 동일하다. 강도에 부가하여, 레이스는 진동 및 라이프 사이클 마모에 대해 저항성을 가질 것을 요한다. 바람

직한 실시예에서, 레이스는 초기의 자유 이동 범위로부터 5% 미만의 변동값을 가진다.

[0026] 아래의 예 1 및 예 2에 보다 상세하게 기술되어 있는 바와 같이, 본 발명의 발명자는, 세라믹, 고온 코팅을 포함하는 적층 금속(metal-on-metal) 그리고 낮은 유리 전이(glass transition) 온도 또는 열 변형 온도를 가지는 플라스틱의 고온 및 라이프 사이클 성능은 본 명세서에 기술된 플라스틱 재료만큼 양호하지 못하다는 것을 알게되었다. 대체로, 본 발명의 발명자는 저온 유리 전이 플라스틱 또는 저온 열 변형 플라스틱은 고온에서 변형되고, 세라믹은 고부하에서 균열이 생기며, 적층 금속(metal-on-metal)은 라이프 사이클 테스트를 받는 동안 마모되어 베어링 조립체의 중요한 특성(토크 및 자유 이동범위)에 영향을 미친다는 것을 알게되었다. 게다가, 적층 금속 베어링은 가혹한 조건에서 부식되거나 고착되는 경향을 가지고 있다.

[0027] 도시된 실시예에서 잘 알 수 있는 바와 같이, 레이스(30)는, 다양한 조립 방법(도 3 참고)에 있어서의 차이 뿐만아니라 레이스 재료에 있어서의 연성의 차이를 수용하는데 도움이 되도록, 예를 들면, C자 형상의 틈새(64)를 가진 형태로 형성될 수 있다. 이러한 C자 형상의 설계에 있어서, 레이스(30)는 단면 형상이 대체로 원형이면서, 원호를 따라서 틈새(64)를 가지고 있다. 레이스(30)가 가압되어 스위블 장치(28)와 소켓(40) 사이에서 헤드(24)에 끼워맞추어질 때, 틈새(64)는 레이스(30), 소켓(40), 또는 스위블 장치(28)를 손상시키지 않으면서 레이스(30)가 접혀질 수 있게 한다. 이러한 C자 형상 레이스의 접히는 특성(collapsability)은 이상적인 파지성(grip) 및 볼 대 레이스의 일치성(ball-to-race conformity)을 부여한다. 이러한 일치성은 레이스(30)의 마모 표면을 증가시켜서, 레이스(30)에 의한 베어링 조립체(20) 내에서의 진동 흡수성 및 부하 분포성을 증대시킬 수 있다. 비록 도시된 실시예에서는 레이스가 C자 형상으로 설계된 것으로 도시되어 있지만, 완전히 원형인 레이스도 본 발명의 기술영역 내에 포함된다는 사실을 알고 있어야 한다.

[0028] C자 형상의 설계에 있어서의 상기 틈새(64)의 크기는, 베어링 조립체(20)에 대한 특정의 사용처에만 국한되는 것이 아니라, 헤드(24), 스위블 장치(28), 또는 레이스(30) 등의 재료의 예상되는 팽창 또는 팽윤(swelling)을 포함하여 여러가지 요인에 따라 좌우된다. 비제한적인 하나의 예에 있어서, 상기 틈새(64)는 약 0.020 인치에 달하는 크기로 될 수 있다. C자 형상 설계로 도시되어 있지만, 레이스(30)는 2개 이상의 틈새를 가지도록 설계될 수 있다. 예를 들면, 상기 레이스가 대체로 단면 형상이 원형인 레이스를 함께 형성하는 2개 이상의 부분으로 이루어질 수 있다. C자 형상 설계의 장점은 틈새(64)가 복수개의 부분으로 될 필요가 없다는 점이다. C자 형상 레이스(30)의 접히는 특성 및 일치성은 통상적으로 플라스틱이 부하를 받은 상태에서 변형되기 쉽게 될 경우에 고온에서도 변함없이 유지된다.

[0029] 상기의 베어링 조립체(20)를 만드는 방법은 이하에서 보다 상세하게 설명한다. 상기한 바와 같이, 레이스(30)는, 예를 들면, 사출 성형 또는 직접 압축 성형에 의해, 적절한 형상으로 성형될 수 있다. 레이스가 직접 압축 성형에 의해 성형되면, 레이스는 원하는 세부사항을 만족시키기 위해 성형되는 동안 부차적인 기계가공을 필요로 할 수 있다.

[0030] 도 4a를 참고하면, 레이스(30)는 스위블 장치(28)와 함께 소켓(40) 속으로 삽입된다. 이와 관련하여, 레이스(30)가 스위블 장치(28) 둘레에 압입된 다음 베어링(32)(또는 레이스(30)와 스위블 장치(28)의 결합체)이 소켓(40) 내에 끼워넣어진다. 본 발명의 다른 방법에 따르면, 레이스(30)가 스위블 장치(28)와는 독립적으로, 스위블 장치(28)가 소켓(40) 속에 삽입되기 전이나 삽입된 후에, 소켓(40) 속으로 삽입될 수 있다.

[0031] 레이스(30)와 스위블 장치(28)가 소켓(40) 내에 삽입되면, 소켓(40) 내에서의 자유 이동범위를 제한하지 않은 상태에서 원하는 토크를 얻기 위해서 스위블 장치(28)를 소켓(40)에 대해 상대적으로 운동시키는 테스트 프레스(test press)를 이용하여 베어링 조립체(20)의 토크가 테스트된다. 원하는 토크가 얻어지면, 원하는 토크에서 스위블 장치(28)와 레이스(30)를 소켓(40) 내에 유지시키기 위해 최상부 돌출부분(62)이 제위치로 압착된다(도 4b 참고). 본 발명의 한 가지 방법에 따르면, 최상부 돌출부분(62)이 제위치로 압착된 후, 테스트 프레스는 부하를 해제하지만, 적절한 압착(crimping) 및 적절한 토크가 얻어지는 것을 보장하기 위해서 스위블 장치(28)는 테스트 프레스에 의해 계속하여 이동된다.

[0032] 상기한 바와 같이, 컨트롤 시스템에 있어서 증가된 민감도(sensitivity) 및 정밀도(accuracy)는 베어링 사용처에서 중요하게 취급되고 있다. 본 명세서에 기술된 베어링 조립체를 만드는 방법에 의해 얻어진 토크 측정의 정확성으로 인해 정밀한 컨트롤 시스템을 제공할 수 있으며 베어링 조립체(20)에 있어서의 바람직하지 못한 오정렬(또는 자유 이동범위)을 방지할 수 있다.

[0033] 몇 가지 고온 적용예에 있어서, 본 발명의 발명자는 사용하는 동안 레이스 재료가 약간 팽창할 수 있다는 사실을 알게 되었다. 이러한 팽창은 사용하는 동안 스위블 장치(28)와 소켓(40) 사이의 바람직한 저항에 영향을 미

친다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 레이스(30)는, 팽창이나 팽윤을 수용할 수 있는 틈새(64)를 가진 C자 형상의 설계로 되어 있다. 부가적으로, 레이스(30)는 베어링 조립체(20)에 사용하기 전에 약 700 °F의 고온으로 미리 가열될 수 있다. 이와같이 레이스를 미리 가열하는 것에 의해 레이스(30)를 어닐링처리하여 사용하는 동안 부가적인 팽창을 방지할 수 있다. 그러나, 사용하는 동안 온도 및 부하에 있어서 변화가 있고, 이것도 베어링 조립체의 성능 및 요건에 영향을 미치기 때문에 사전 가열에 의한 어닐링처리(pre-bake annealing)는 모든 사용처에 필요한 것은 아니라는 점을 알고 있어야 한다.

[0034] 이하에서는 도 5를 참고하여, 본 발명의 다른 실시예에 따라 형성된 베어링 조립체를 상세하게 설명한다. 이 베어링 조립체는, 아래에서 보다 상세하게 설명할 베어링 조립체의 하우징 부분에 관한 차이를 제외하면, 재료 및 작동에 있어서 상기한 실시예와 대체로 동일하다. 아래의 설명에서 명료성을 기하기 위해, 베어링 조립체(20)의 구성요소와 유사한 구성요소의 참고 번호는 상기 실시예의 경우와 유사하지만, 도 5의 실시예의 참고 번호는 상기 실시예의 참고 번호에 100을 더한 것이다.

[0035] 상기한 바와 같이, 본 발명의 실시예는 로드 앤드 베어링 조립체에만 국한되는 것은 아니다. 도시된 실시예에서는, 플레이트 베어링 조립체(120)가 도시되어 있다. 도 5를 참고하면, 플레이트 베어링 조립체(120)가 하우징 부분(122)을 포함하고 있고, 이 하우징 부분(122)은 하나 이상의 소켓(140)이 형성되어 있는 플레이트 형태이다. 도 1 내지 도 4a에 도시된 실시예에서 설명한 소켓과 마찬가지로, 본 실시예의 소켓(140)은 스위블 장치(128)와 소켓(140)의 내측면 사이에 배치되어 있는 레이스(130)를 가지고 있는 스위블 장치(128)를 수용하도록 구성되어 있다. 비록 예시된 실시예에는 하나의 소켓(140)과 하나의 스위블 장치(128)가 있는 것으로 도시되어 있지만, 하우징 부분(122)은 임의의 갯수의 스위블 장치(128)를 수용하도록 구성될 수 있다.

[0036] 예 1

[0037] **고온에서의 강도 데이터**

[0038] 로드 앤드 베어링 조립체에 있어서 강도 테스트는 700 °F 이하의 온도에서 2개의 방향: 즉, 축 방향(보어의 축의 방향)과 반경 방향(하우징의 축의 방향)에서 실행되었다. 무전해 니켈 테플론(electroless nickel TEFLON®) 코팅과 같은 고온 코팅을 가지고 있는 적층 금속(metal-on-metal) 베어링 뿐만아니라, 세라믹, 나일론 플라스틱, 폴리이미드, 그리고 폴리에테르-에테르-케톤(PEEK) 레이스를 포함하는 몇 가지 상이한 재료가 강도 테스트에서 레이스용으로 사용되었다. 강도 테스트의 결과는 아래의 표 1에 기록되어 있다. 합격(PASS) 또는 불합격(FAIL) 표시는 약 68 °F(상온)에서부터 약 700 °F(고온)까지의 온도 사이클에 걸쳐서 약 250 파운드의 베어링 유지 부하가 지속될 수 있는지 여부를 나타낸다.

표 1

[0039]

레이스 재료	68 °F	700 °F
세라믹	불합격	불합격
나일론	합격	불합격
DUPONT™ VESPEL® 폴리이미드 기재 폴리머	합격	합격
VICTREX® PEEK™ 폴리에테르-에테르-케톤 열가소성 물질	합격	합격
무전해 니켈 테플론(electroless nickel TEFLON®) 코팅을 가지고 있는 강	합격	합격

[0040] 표 1: 고온에서의 강도 데이터

[0041] 전부 강으로 된 구조(all-steel construction)의 결과로서 고온 코팅을 가진 적층 금속 베어링이 강도 테스트에서 가장 좋은 결과를 나타내었다. 그러나, 적층 금속 베어링은 아래에 기술되어 있는 예 2의 라이프 사이클 테

스트에서 불합격하기 쉽다.

[0042] 플라스틱(나일론, 폴리이미드, 그리고 폴리에테르-에테르-케톤(PEEK)) 레이스와 세라믹 레이스는 매우 큰 압축 강도를 가지고 있어서, 베어링 조립체가 반경 방향으로 큰 부하를 성공적으로 견뎌낼 수 있었다. 불합격(고장) 유형 테스트(failure mode testing)는 반경 방향으로 부하를 받은 상태에서 레이스와 스위블이 고장나기 전에 하우징 또는 연결 링크장치가 고장나는 결과를 종종 초래하였다.

[0043] 축 방향에 있어서, 플라스틱 레이스와 세라믹 레이스의 강도 차이는 더욱 뚜렷하게 된다. 세라믹의 낮은 파괴 인성(low-fracture toughness)으로 인해, 세라믹은 온도에 관계없이 거의 즉시 불합격되었다. 대부분의 테스트에서, 세라믹은 다른 재료(플라스틱 및 적층 금속)보다 70% 작은 부하에서 균열이 발생하였다.

[0044] 용인할 수 없는 플라스틱 레이스(예를 들면, 나일론)에 있어서의 최종적인 불합격 유형은 다양한 플라스틱의 열변형 온도(heat deflection temperature) 또는 그 근처에서 발견되었다. 베어링 유지 부하는 재료가 열변형 온도에 접근했을 때 레이스 강성의 손실로 인해 거의 제로로 감소되었다. 나일론과 같은, 많은 일반적인 폴리머는 약 700 °F에 달하는 고온 사용예보다 훨씬 낮은 열변형 온도를 가지고 있다.

[0045] 고품질의 폴리이미드 및 폴리에테르-에테르-케톤(PEEK) 재료에 있어서, 열변형 온도는 예상된 고온 사용예에 대해 필요한 것보다 상당히 높다. 폴리이미드 플라스틱은 고온(예를 들면, 800 °F 이상)에서 용융되기 보다는 시간이 경과함에 따라 산화되는 경향이 있으며 플라스틱이 부서지기 쉽게 되도록 재료 내의 접착제(binder)를 열화시킨다. 상기 테스트에서 산화가 발견되지는 않았다. 이와 관련하여, 폴리이미드 레이스는 특정 등급의 폴리이미드 및 베어링의 특정 부하 및 사용예를 기초로 하여 약 -40 °F에서부터 약 500 °F 대 중반 또는 약 700 °F 대 중반에 이르기까지의 범위에서 진행된 테스트에서 원래의 강도의 95% 이상을 유지하였다. 폴리이미드 재료는 상기 온도 범위에서 녹지않기 때문에, 상기 용인할 수 없는 플라스틱 레이스와 마찬가지로, 몇 가지 산화 열화(oxidation degradation)가, 특히 작은 부하 조건에서, 용인될 수 있다.

[0046] **예 2**

[0047] **라이프 사이클 데이터**

[0048] 라이프 사이클 테스트는, 사용예의 예상 온도 범위(예를 들어, 700 °F 이하)에 걸쳐서 반복적인 사이클(예를 들어, 3천만 사이클 이하) 이동의 양에 있어서의 여러 변이형태(링크장치의 각운동, 예를 들어, 20도로 전후 이동)를 포함하였다. 폴리이미드 레이스, 폴리에테르-에테르-케톤(PEEK) 레이스, 그리고 무전해-니켈 테플론(electroless-nickel TEFLON®) 및 고온 건식 필름 윤활제(high-temperature dry film lubricant)(moly)와 같은 다양한 고온 코팅을 가진 적층 금속 베어링을 포함하는, 몇 가지 상이한 재료들이 라이프 사이클에 있어서의 레이스용으로 사용되었다. 특히, 세라믹 레이스 및 나일론 레이스는 예 1에서 상기한 강도 테스트에서 불합격하였기 때문에 라이프 사이클 테스트를 하지 않았다.

[0049] 테스트의 결과는 아래의 표 2에 기록되어 있다. 표 2의 데이터는, 약 10 파운드보다 작은 무시할만한 베어링 부하를 받고 있는 상태에서 약 70 °F(대략 상온)에서 예를 들어 약 700 °F의 온도까지의 온도 사이클로 20,000,000 사이클 후에 다양한 재료로 만들어진 레이스를 가진 베어링 조립체에서의 유극(play) 또는 자유 이동범위(free movement)의 증가도를 백분율로 나타내고 있다.

표 2

[0050]

레이스 재료	사이클 완료시의 유극의 평균 % 증가도
DUPONT™ VESPEL® 폴리이미드 기재 폴리머	5% 미만
VICTREX® PEEK™ 폴리에테르-에테르-케톤 열가소성 물질	5% 미만
무전해-니켈 테플론(electroless-nickel TEFLON®) 코팅을 가진 강	100% 초과
고온 건식 필름 윤활제(moly)를 가진 강	100% 초과

[0051] 표 2: 20,000,000 사이클후의 축방향의 유극

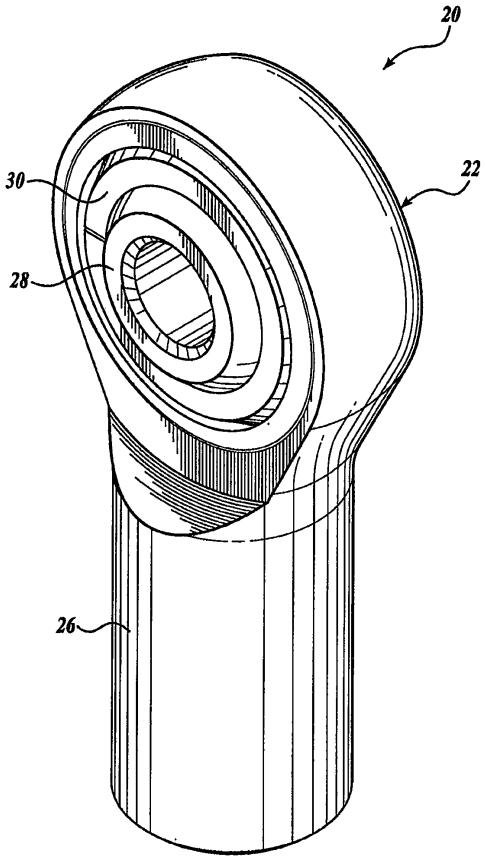
[0052] 라이프 사이클 테스트후, 고온 코팅을 가진 적층 금속 베어링은 사이클식 이동의 중요 지점(key point)에서 지속적으로 마모되었고, 이로 인해 베어링 조립체의 토크에 있어서의 바람직하지 않은 변화 및 자유 이동범위에 있어서의 바람직하지 않은 변화를 초래하였다. 본 발명의 발명자는, 부하를 받고 있는 상태에서 서로 접촉하게 하는 2개의 거친 금속 표면의 반복적인 이동의 결과로 사이클식 이동을 하는 동안 상기 코팅이 열화되고, 그 열화의 경사도(slope)가 급격하다는 것을 알게 되었다. 대부분의 테스트에 있어서, 본 발명의 발명자는, 중요한 특성(토크 및 자유 이동범위(free motion))가 예상된 라이프 사이클의 약 50%에서 변화되는 것을 알게 되었다. 초기에는, 소켓 내의 잔해물(다시 말해서, 베어링 또는 레이스웨이 자체로부터 발생된 부스러기 또는 마모 입자)의 증가로 인해 부품들이 조여진다. 이때 링크장치를 작용시키는데 필요한 토크가 증가한다. 부품들이 열화됨에 따라, 자유 이동범위가 시스템 내에서의 정확한 이동을 위해 용인할 수 있는 수준을 넘어서는 상태로 마모가 가속화된다. 데이터는 일단 코팅이 마모되면(대체로 예상 라이프 사이클의 절반 이내에), 그 다음의 마모는 시스템에서의 초기의 자유 이동범위에 비해 10배로 증가한다는 것을 보여준다. 이 수준의 자유 이동범위에서는, 스위블 자체가 레이스웨이로부터 이탈되기 쉽다. 이러한 타입의 마모는, 잔해물(먼지, 모래)을 포함한 가속화된 마모 테스트 및/또는 온도 사이클을 수반한 진동 테스트를 받을 때 훨씬 더 심해졌다.

[0053] 이러한 적용예에서는 플라스틱 재료(예를 들어, 폴리이미드 및 폴리에테르-에테르-케톤(PEEK))가 플라스틱의 자체 윤활 특성으로 인해 적층 금속과 동일한 마찰성 마모를 가지고 있지 않다. 부가적으로, 플라스틱 재료가 진동 테스트 동안 충격 응력을 흡수하였다. 그러나, 열 사이클(예를 들어, 700 °F 이하)을 수반하는 라이프 사이클 테스트는 용인할 수 없는 플라스틱(예를 들어, 나일론)의 불합격을 가속시켰다. 용인할 수 있는 폴리이미드 및 폴리에테르-에테르-케톤(PEEK) 재료는 초기의 자유 이동 범위로부터 5% 보다 많이 변하지 않았다.

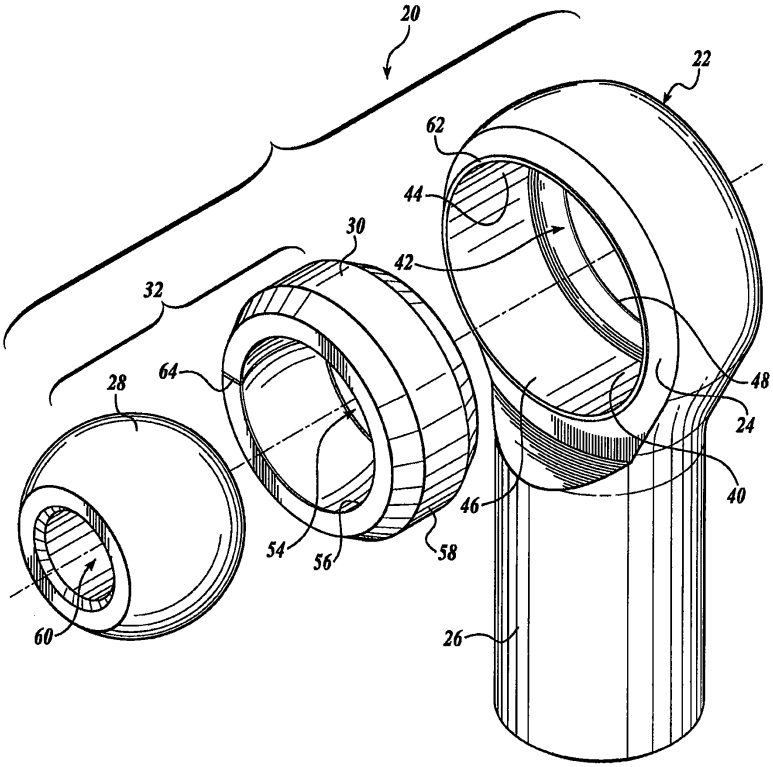
[0054] 지금까지 바람직한 실시예를 도시하고 기술하였지만, 본 발명의 기술사상 및 기술영역으로부터 벗어나지 않고서 상기 실시예에 다양한 변형이 이루어질 수 있다는 것은 자명하다.

도면

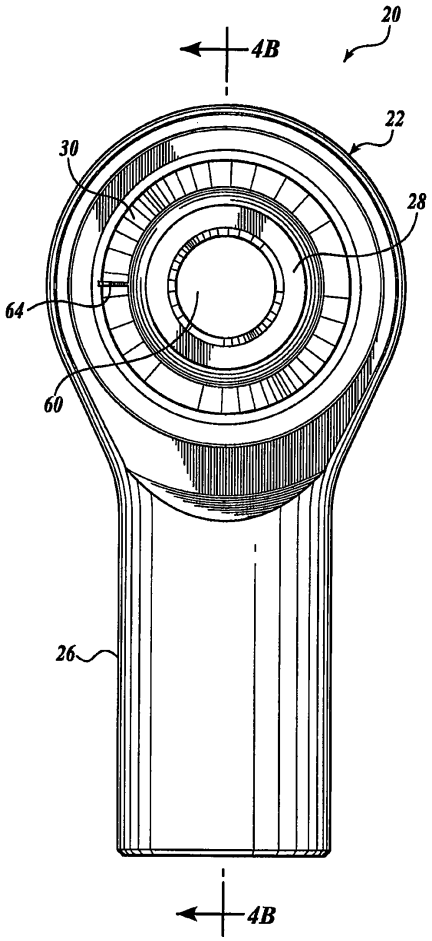
도면1



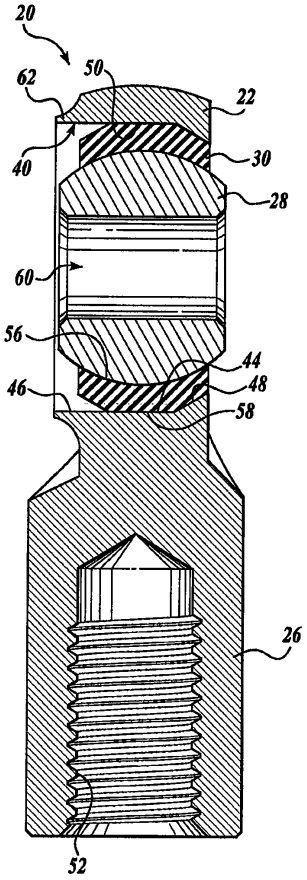
도면2



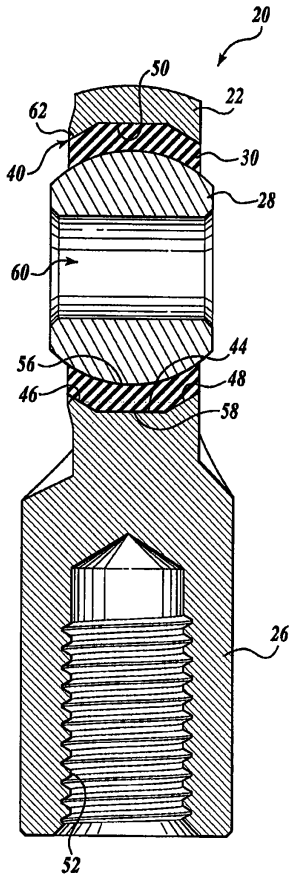
도면3



도면4a



도면4b



도면5

