(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.
G01N 3/56 (2006.01)
G01N 3/00 (2006.01)
G01N 19/02 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0124665
(43) 공개일자 2006년12월05일

(21) 출원번호 10-2006-7013382
(22) 출원일자 2006년07월04일
심사청구일자 없음
번역문 제출일자 2006년07월04일
(86) 국제출원번호 PCT/US2004/040633
국제출원일자 2004년12월02일
(87) 국제공개번호 WO 2005/057181
국제공개일자 2005년06월23일

(30) 우선권주장 10/992,017 2004년11월18일 미국(US)
60/527,573 2003년12월05일 미국(US)

(71) 출원인 이 아이 듀폰 디 네모아 앤드 캄파니
미합중국 데라웨아주 (우편번호 19898) 윌밍톤시 마아켓트 스트리이트 1007

(72) 발명자 시노하라 겐이찌
일본 320-003 도찌기껭 우쯔노미야시 도또사또다이 2-15-3
부시마따 데이스께
일본 206-0804 도꾜도 이나게시 모무라 2106-3

(74) 대리인 주성민
안국찬

전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 마모 시험기 및 시험 방법

(57) 요약

윤활제가 사용될 때에도 재료 및 부품의 마찰 마모 특성을 시험하기 위한 마모 시험기 및 시험 방법이 기술된다. 마모 및 시험 방법은 장비의 실제 단편의 활주 특성과 우수한 일치성이 얻어질 수 있는 신뢰성 있는 마모 시험이 수행되도록 한다.

대표도

도 2

특허청구의 범위

청구항 1.

시험 시편을 지지하는 샘플 홀더와,

시험 시편에 대해 가압되어 가압 수단과 시험 시편 사이의 마찰 마모를 발생시키는 가압 수단과,

가압 수단에 결합되는 구동 유닛을 포함하며,

구동 유닛은 가압 수단이 시험 시편에 소정의 압력을 가하는 동안에 시험 시편의 평면 내에서 가압 수단의 소정의 이동을 수행하고,

가압 수단은 캠이고,

캠은 최소 직경(d1)과 최대 직경(d2)과 시험 시편의 표면으로부터 소정의 거리(L)에 위치되는 회전 중심축을 갖고, 회전 중심축에 대해 구동 유닛에 의해 회전되고, d1 < L < d2 일 때 간헐적으로 시험 시편과 직접 접촉하고, 접촉 시의 최대 응력이 고정되는 방식으로 시험 시편에 대해 가압하도록 제어되고,

샘플 홀더는, 홀더에 결합되는 탄성 부재에 의하여 시험 시편이 시험 시편에 가해지는 압력에 응답하여 가압 수단에 대하여 변위되도록 하는 마모 시험기.

청구항 2.

시험 시편을 샘플 홀더로 지지하는 단계와,

가압 수단과 시험 시편 사이의 마찰 마모를 발생시키기 위해 시험 시편에 대해 가압 수단을 가압하는 단계와,

가압 수단에 결합되는 구동 유닛을 사용하여 가압 수단이 시험 시편에 소정의 압력을 가하는 동안에 시험 시편의 평면 내에서 가압 수단의 소정의 이동을 수행하는 단계를 포함하는 마모 시험 방법이며,

가압 수단은 캠을 포함하고,

캠은 최소 직경(d1)과 최대 직경(d2)을 갖고, 시험 시편의 표면으로부터 소정의 거리(L)에 위치되는 회전 중심축을 갖고, 회전 중심축에 대해 구동 유닛에 의해 회전되고, d1 < L < d2 일 때 간헐적으로 시험 시편과 직접 접촉하고, 접촉 시의 최대 응력이 고정되는 방식으로 시험 시편에 대해 가압하도록 제어되고,

샘플 홀더는, 홀더에 결합되는 탄성 부재에 의하여 시험 시편이 시험 시편에 가해지는 압력에 응답하여 가압 수단에 대하여 변위되도록 하는 마모 시험 방법.

청구항 3.

제1항의 마모 시험기를 사용하는 구동 시스템 모터.

청구항 4.

제2항의 마모 시험 방법을 사용하는 구동 시스템 모터.

명세서

기술분야

본 발명은 금속, 플라스틱, 세라믹 및 고무를 포함하여, 다양한 타입의 재료의 마찰 마모 특성을 측정하기 위한 마모 시험기 및 시험 방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로는, 본 발명은 장비의 실제 단편의 활주 특성에 잘 일치하는 고도로 신뢰성 있는 마모 시험을 수행할 수 있는 활주 마모 시험기 및 시험 방법에 관한 것이다.

배경기술

다음의 개시는 본 발명의 다양한 형태에 관련될 수 있고 다음과 같이 간략히 요약될 수 있다.

재료 및 윤활제의 마찰 마모 특성을 평가하기 위한 많은 시험기 및 시험 방법이 기술 분야에서 공지되어 있다. 존 윌리 & 손스 사, 백과사전 재판 시리즈, 저작권 1987, "폴리머, 공학적 특성의 백과식 자료책(Polymers, An Encyclopedic Sourcebook of Engineering Properties)"이라는 제목의 선행 기술 문헌 페이지 8 내지 11은 마찰 마모의 시험 절차에 대한 ASTM 표준 및 다양한 장치를 개시한다.

마찰학 자료책(Tribology Data Book)(테크노 시스템 슈판(Techno System Shuppan), 1991) 페이지 195 내지 205는 핀-온-디스크(pin-on-disk) 타입, 추력 실린더(thrust cylinder) 타입 및 블록-온-링(block-on-ring) 타입 시험기를 포함하여, 다양한 타입의 마모 시험기 및 그 특징을 기술한다. 또한, 위 문헌은 고정된 접촉 하중 및 고정된 마찰 속도 하에서 측정이 수행되는 것이 일반적이라고 언급한다.

일본공개특허공보 소화54-145584호는 왕복운동하는 활주 메커니즘을 사용하는 장비의 실제 단편과 같은 상태 하에서 변동하는 하중에 종속하는 시험 시편의 마찰 저항성의 측정 및 평가를 목표를 한다. 위 문헌은 소정의 활주 속도, 접촉 하중, 및 변동 하중 및 기간에 따라 변하기 위하여 편심 캠(cam)을 사용하는 시험기를 개시한다.

스몰리(Smalley) 등이 발명한 미국 특허 제4,939,922호는 상호 접촉하여 있는 동안 서로에 대해 활주하는 두 개의 시험 시편 사이의 활주 특성을 측정하기 위한 기술을 개시한다. 시험 시편 중 하나는 편심 캠을 통해 회전 구동 유닛에 의하여 회전되고, 다른 시험 시편은 탄성체에 의해 제1 시험 시편에 대해 가압된다.

선행 기술에서 개시된 시험기 및 시험 방법은 시험에서 얻어진 활주 결과가 장비(예컨대, 상용 장비)의 실제 단편에서 부품의 활주 특성과 항상 잘 일치하지는 않는다는 단점을 갖는다. 이는 다음 이유에 의한 것으로 판단된다. 장비의 상용 또는 실제 단편에서, (1) 하중 및 활주 속도는 종종 일정하지 않고, 대신 범위 이내에서 주기적으로 변한다. (2) 시험 시편이 계속적으로 상호 접촉한 상태에서 시험이 수행되기 때문에, 발생된 마찰열이 접촉 영역에서 증가하고 마찰 마모 동작이 온도의 잇따른 상승에 의해 강하게 영향받는다. (3) 마모에 의해 발생된 분말이 접촉면 상에서 증가하기 때문에, 마모 측정량이 재료의 마모 특성을 직접 나타내지 않는다.

또한, 윤활 오일 또는 그리스(grease)가 시험 시편의 접촉면에 적용되는 활주 타입 마모 시험에서, 마찰 계수는 상당히 낮고, 매우 적은 마모가 발생하고, 따라서 종종 분명한 차이가 측정에서 얻어지지 않고 가치있는 시험 결과를 얻는 것을 어렵게 만든다. 자동차 전기 부품에 사용되는 구동 시스템 모터를 포함하여, 산업용 또는 소비자용의 다양한 전기 제품에서, 활주 메커니즘 부품은 대체로 접촉면 상에 윤활 오일 또는 그리스와 함께 사용된다. 따라서, 실제 사용 상태와 같거나 유사한 상태에서 이러한 부품의 마찰 마모 특성을 측정 및 평가할 수 있고, 제품 수명을 예측가능하게 하여서 적절한 재료 선정 또는 설계가 수행될 수 있게 하는 높은 신뢰성을 제공하는 마모 시험기에 대한 필요가 있다.

발명의 상세한 설명

간략히 언급하면, 본 발명의 일 형태에 따르면, 시험 시편을 지지하는 샘플 홀더와, 시험 시편에 대해 가압되어 가압 수단과 시험 시편 사이의 마찰 마모를 발생시키는 가압 수단과, 가압 수단에 결합되는 구동 유닛을 포함하는 마모 시험기가 제공된다. 구동 유닛은 가압 수단이 시험 시편에 소정의 압력을 가하는 동안에 시험 시편의 평면 내에서 가압 수단의 소정의 이동을 수행한다. 가압 수단은 캠이고, 캠은 최소 직경(d1)과 최대 직경(d2)과 시험 시편의 표면으로부터 소정의 거리(L)에 위치되는 회전 중심축을 갖고, 회전 중심축에 대해 구동 유닛에 의해 회전되고, $d1 < L < d2$ 일 때 간헐적으로 시험 시편과 직접 접촉하고, 접촉 시의 최대 응력이 고정되는 방식으로 시험 시편에 대해 가압하도록 제어된다. 샘플 홀더는, 홀더에 결합되는 탄성 부재에 의하여 시험 시편이 시험 시편에 가해지는 압력에 응답하여 가압 수단에 대하여 변위되도록 한다.

본 발명의 다른 형태에 따르면, 시험 시편을 샘플 홀더로 지지하는 단계와, 가압 수단과 시험 시편 사이의 마찰 마모를 발생시키기 위해 시험 시편에 대해 가압 수단을 가압하는 단계와, 가압 수단에 결합되는 구동 유닛을 사용하여 가압 수단이 시험 시편에 소정의 압력을 가하는 동안에 시험 시편의 평면 내에서 가압 수단의 소정의 이동을 수행하는 단계를 포함하는 마모 시험 방법이 제공된다. 위 방법은 가압 수단이 캠을 포함하며, 캠은 최소 직경(d1)과 최대 직경(d2)을 갖고, 시험 시편의 표면으로부터 소정의 거리(L)에 위치되는 회전 중심축을 갖고, 회전 중심축에 대해 구동 유닛에 의해 회전되고, d1 < L < d2 일 때 간헐적으로 시험 시편과 직접 접촉하고, 접촉 시의 최대 응력이 고정되는 방식으로 시험 시편에 대해 가압하도록 제어되는 것과, 샘플 홀더는, 홀더에 결합되는 탄성 부재에 의하여 시험 시편이 시험 시편에 가해지는 압력에 응답하여 가압 수단에 대하여 변위되도록 하는 것을 특징으로 한다.

실시예

상기 언급된 바와 같이, 선행 기술의 활주 타입 마모 시험기 및 시험 방법은 장비의 실제 단편의 활주 특성과 잘 일치하지 않는다. 따라서, 실제 장비(즉, 자동차 전기 부품에서 사용되는 구동 시스템 모터를 포함하여 다양한 자동차 및 전기 용도)에서 경험되는 마찰 마모와 그러한 마모 시험기를 사용하여 얻어지는 결과 사이의 일치가 잘 이루어지지 않는다. 또한, 그러한 시험 결과는 시험기 및 사용 상태에 따라 다양하게 변하고, 따라서 재현성을 손상시킨다. 따라서 불가능하진 않았지만 본 발명 이전에 마찰 마모 특성을 신뢰성 있게 측정하는 것은 대단히 어려웠다.

본 발명은 두 개의 요소, 즉 마모 시험기 및 마모 시험 방법을 포함한다. 본 발명의 일 요소는 시험 시편을 지지하는 샘플 홀더와, 시험 시편에 대해 가압되어 가압 수단과 시험 시편 사이의 마찰 마모를 발생시키는 가압 수단과, 가압 수단에 결합되는 구동 유닛을 갖는 마모 시험기를 제공한다. 구동 유닛은 가압 수단이 구동 유닛 움직임에 의해 발생되는 압력을 시험 시편에 가하는 동안에 시험 시편의 평면 내에서 가압 수단의 소정의 이동(즉, 가압 이동)을 수행한다. 가압 수단은 캠이고, 캠은 최소 직경(d1)과 최대 직경(d2)을 갖고, 시험 시편의 표면으로부터 소정의 거리(L)에 위치되는 회전 중심축을 갖고, 회전 중심축에 대해 구동 유닛에 의해 회전되고, d1 < L < d2 일 때 간헐적으로 시험 시편과 직접 접촉하고, 접촉 시의 최대 응력이 고정되는 방식으로 시험 시편에 대해 가압하도록 제어된다. 샘플 홀더는, 홀더에 결합되는 탄성 부재에 의하여 시험 시편이 시험 시편에 가해지는 압력에 응답하여 가압 수단에 대하여 변위되도록 한다.

본 발명의 제2 요소는 시험 시편을 샘플 홀더로 지지하는 단계와, 가압 수단과 시험 시편 사이의 마찰 마모를 발생시키기 위해 시험 시편에 대해 가압 수단을 가압하는 단계와, 가압 수단에 결합되는 구동 유닛을 사용하여 가압 수단이 시험 시편에 소정의 압력을 가하는 동안에 시험 시편의 평면 내에서 가압 수단의 소정의 이동을 수행하는 단계를 포함하는 마모 시험 방법을 제공한다. 위 방법은 가압 수단이 캠이고, 캠은 최소 직경(d1)과 최대 직경(d2)을 갖고, 시험 시편의 표면으로부터 소정의 거리(L)에 위치되는 회전 중심축을 갖고, 회전 중심축에 대해 구동 유닛에 의해 회전되고, d1 < L < d2 일 때 간헐적으로 시험 시편과 직접 접촉하고, 접촉 시의 최대 응력이 고정되는 방식으로 시험 시편에 대해 가압하도록 제어되는 것과, 샘플 홀더는, 홀더에 결합되는 탄성 부재에 의하여 시험 시편이 시험 시편에 가해지는 압력에 응답하여 가압 수단에 대하여 변위되도록 하는 것을 특징으로 한다.

도면을 참조하여 본 발명을 상세히 기술한다. 도1은 본 발명의 마모 시험기 상의 캠(3)과 시험 시편(2) 사이의 관계를 도시하는 개략도를 보여준다. 본 발명의 마모 시험기 및 시험 방법에서, 가압 수단은 캠이고, 캠은 샘플 홀더(1) 상에 위치되는 시험 시편(2)과 접촉하고, 최대 직경(d2)의 적어도 하나의 로브(lobe)를 갖는다. 중심축으로부터 시험 시편(2)의 대향 재료와의 접촉면까지의 거리(L)에 대하여 캠(3)의 최소 직경(d1)과 최대 직경(d2) 사이에 d2 > L > d1 인 관계가 만족될 때, 캠(3)의 회전은 접촉면 상에서 간헐적으로 또는 주기적으로 변동하는 응력을 발생시키고, 따라서 장비의 실제 단편에서 직면하는 상태에 보다 비슷하게 근접시키는 마모 동작의 재현이 가능하다.

비원형 캠(3)의 형상은 최대 직경(d2)이 회전축으로부터 시험 시편(2)의 대향 재료면까지의 거리(L)를 초과하는 조건을 만족하기 때문에, 최대 길이(d2)의 단부 근처의 캠(3) 부분은 시험 시편(2)의 대향 재료면과 접촉하고 재료면에 압력을 가한다. 샘플 홀더(1) 상의 시험 시편(2)에 가해지는 압력에 응답하여, 샘플 홀더(1)에 결합되는 탄성 부재(도1에서 도시 않음)에 의해 발생되는 탄성 반발력이 있다. 최소 직경(d1)은 회전축(4)으로부터 시험 시편(2)의 대향 재료면까지의 거리(L)보다 짧기 때문에, 캠(3)은 때때로 시험 시편의 대향 재료면과 접촉하지 않는다. 이는 도1에서 캠(3)의 실선 도시에 의해 보여진다. 캠(3)이 중심축(4)에 대해 회전될 때, 접촉은 캠 표면으로부터 중심까지의 거리가 중심부터 시험 시편의 대향 재료면 까지의 거리(L)인 지점 부근에서 시작한다. 시험 시편 표면과 접촉하여 회전되는 캠은 도1에서 캠의 점선 도시에 의해 보여진다. 최대 직경(d2)이 직각으로 시험 시편 표면과 접촉하는 지점에서, 캠은 시험 시편의 표면 상의 대향 재료를 정확히 (L-d2)의 거리만큼 아래로 가압하고, 가압량에 대응하는 최대 응력을 발생시킨다. 캠(3)이 계속적으로 회전될 때, 시험 시편(2) 표면과 캠(3) 사이의 접촉이 시작하는 때부터 접촉이 다시 끝나는 때까지, 접촉 지점에서의 응력은 0부터 최대

응력값까지 변한다. 최대 응력은 샘플 두께 및 시험 시편 아래 탄성체 스프링의 최초 하중에 따라 조절될 수 있다. 위 순환은 간헐적으로 반복된다. 캠 직경의 변화에 대응하는 탄성 변형으로 인해 캠(3)에 의해 시험 시편(2)의 표면에 대해 발생되는 압력(도1의 F)은 동시에 접촉면 상의 활주에 의해 수반된다.

본 발명에서, 최대 응력은 넓은 범위에서 시험될 수 있다. 범위는 샘플 두께 및 스프링 하중에 따라 0부터 500N 이상일 수 있다. 예를 들면, 파워 조향 기어와 같은 용도에서, 기어 인게이지(engage)에 의한 표면 접촉력은 200 내지 400N의 압력이다. 도3을 참조하면, 약 300N의 압력의 실제 예를 제공한다. 본 발명의 마모 시험기는 또한 시험 시편을 증가시키고(예컨대, 샘플 두께가 약 6mm 일때, 최대 압력은 535N 임), 스프링을 더 큰 스프링 상수로 바꿈으로써(스프링 상수는 다음 스프링 관계식에 의해 수정될 수 있다. $K = G \times d^4 / 8 \times n \times D^3$, 여기서 G는 금속 스프링의 탄성 계수, d는 스프링 코일의 직경, D는 평균 코일 직경, n은 권취수) 또는 위로 지지 베이스(20,도2)를 밀어 올려서 스프링에 초기 인장을 줌으로써, 500N 이상까지 더 큰 압력을 발생시킬 수 있다. 바람직하게는 본 발명의 마모 시험기에 의해 발생되는 더 큰 압력은 500N 이상이다.

계속해서 도1을 참조하여, 본 발명의 실시에서, 캠(3)의 중심축(4)부터 시험 시편(2) 상의 접촉면까지의 거리(L)에 대한 최소 직경(d1)과 최대 직경(d2)의 관계 $d2 > L > d1$ 가 캠 회전축(4)부터 대향 시험 시편(2)의 표면까지 가장 짧은 지점과 결합하는 선 상에서 만족될 때, 시험 시편의 표면에 대해 아래로 가압하는 힘(F)이 발생된다. 시험 시편 표면의 대향 재료 상에 발생되는 힘은 표면 응력이다. 그러한 시험 시편(2)의 표면에 응력의 발생은 예를 들면, 1) 샘플 홀더의 대향면 상의 시험 시편(2) 아래에 스프링과 같은 탄성체를 위치시키거나, 또는 2) 지지부의 한 지점 또는 지지부의 스팬(span) 두 지점으로부터 밖으로 시험 시편 외팔보를 가짐으로써(예를 들면, 시험 시편은 바(bar)와 유사하고, 홀더는 바의 일 단부를 고정시키고 바는 굽힘 모드에서 캠의 접촉 구역 주위에서 위아래로 이동함) 이뤄질 수 있다. 예 1)의 접근이 선택된다면, 힘이 발생될 수 있고, 힘은 시험 시편(2)이 스프링 상수에 의해 아래로 가압되는 양을 증가시킴으로써 얻어지는 양이다. 본 발명의 이러한 실시예의 실시에서, 아래방향의 압력(F)은 0 내지 500N 이상의 범위 이내에서 발생된다. 예 2)의 접근이 선택된다면, 시험 시편은 한 단부 또는 양 단부에 고정되고, 시편의 다른 단부 또는 중심은 아래에 가압되고, 따라서 시험 시편(2)의 탄성 상수에 대응하는 힘을 발생시키도록 설정된다.

누군가가 시험에서 시험 시편 접촉면에서 발생되는 표면 응력을 직접 측정하고자 한다면, 한 방법은 캠(3)의 접촉 영역의 내부에 응력 센서를 매립하는 것이다. 다른 방법은 지지 스프링의 바닥 단부에 하중 셀(cell)을 설치하는 것이다. 이러한 배열은 시험 동안 시험 시편 접촉면에 가해지는 힘의 시간에 대한 변화를 관찰하는 것이 가능하게 한다.

본 발명에서, 접촉하는 두 개의 시험 시편 상의 하나 또는 두 개의 접촉면은 만곡면이다. 이론적으로, 위 시험 시편이 완전한 강체라면, 접촉면은 점접촉 또는 선접촉의 형태를 가진다. 만곡면은 아치형, 타원형 또는 다른 형태일 수 있다. 그러나, 회전축(4)의 중심으로부터 캠 표면의 최말단 지점까지의 거리(즉, 캠의 가장 긴 반경)가 아치형으로 알려져 있다면, 각각의 접촉 지점에서 발생되는 응력은 쉽게 결정될 수 있다.

본 발명에서, "간헐적"이라는 용어는 시험 시편(2)의 표면과 캠(3) 로브가 이들 요소 중 하나 또는 모두에 의해 회전 동안 마찰 접촉할지라도, 캠 및 로브가 접촉하지 않는 때가 있음을 의미한다. 시험 시편(2)이 그러한 상호 분리된 상태에 있는 때를 제공하는 것은 마찰열로 인한 온도의 계속적인 상승을 억제하고 또한 접촉면 사이에서 마모에 의해 발생되는 분말의 계속적인 증가로 인한 2차 에러의 최소화를 돕는다.

본 발명의 캠 형상은 상기 기술된 관계가 만족되는 한 임의의 수의 로브를 가질 수 있다. 캠이 시험 시편의 접촉면에서 고정된 응력을 주기적으로 발생시키는 한 단순한 편심 캠 조차 사용가능하다. 또한, 본 발명에서, 회전축과 시험 시편(2)의 접촉면 사이의 양쪽 거리(L)를 바꿈으로써, 접촉 빈도 및 접촉 응력이 쉽게 조정될 수 있다. 본 발명의 캠 시험 시편(2)이 금속 또는 세라믹으로 제작된다면, 절삭, 압출, 주조 또는 단조와 같은 공정으로 제작될 수 있다. 플라스틱 또는 고무로 제작된다면, 사출 성형, 압출 또는 절삭(기계가공)에 의해 제작될 수 있다. 또한, 마모 시험에서, 접촉하게 되는 부분만의 상태를 측정하는 것이 가능하기 때문에(예를 들면, 캠 바깥쪽 면과 시험 시편 표면 접촉 영역), 같은 재료로 전체 캠을 제작할 필요가 없다. 설계는 대상 재료(즉, 마찰 및 마모 동작을 시험하려는 재료)로 만들어진 만곡면이 시험 시편 표면과 접촉하는 영역에서만 캠 형상 베이스재료에 통합되는 것을 생각할 수 있다. 사용될 수 있는 그러한 방법의 예는 박막 같은 재료를 캠의 만곡면 위에 가하는 단계, 또는 시험 시편 재료의 표면과 접촉하는 영역에서만 삽압체로 만곡면에 작은 부품을 끼워 맞추는 단계를 포함한다. 이러한 접근들은 예를 들면, 가공하기 어려운 캠을 개별적으로 제작할 필요를 없애기 때문에 캠 시험 시편 면 위에서 다양한 재료를 비교적으로 시험하고자 하는 경우에 유용하다. 또한, 시험을 위해 표준 시험 시편을 제공하는 대신에, 활주 메커니즘 부품이 실제로 사용되는 것과 동일한 타입의 캠 위에 직접 사용되고, 따라서 장비의 실제 단편 위의 사용에서 직면하는 것과 동일한 조건 하에서 시험이 수행되도록 한다.

본 발명의 마모 시험기 또는 시험 방법을 사용한 마찰력의 측정이 간략히 기술된다. 캠이 대향 재료 면 위로 활주할 때 발생되는 마찰력은 캠을 회전시키는 축 상의 토크(T)(도2의 만곡된 화살표(22)로 도시됨)를 측정함으로써 결정될 수 있다(토크(T)를 위한 캠의 회전은 도1 및 도2에 도시된 바와 같이 본 발명에서 시계반대방향 또는 시계방향일 수 있음). 최대 동마찰계수는 다음 식을 사용하여 계산된다.

$\mu m = T \cdot (1/d2) \cdot (1/F)$

여기서 T는 측정된 회전 토크, d2는 최대 직경, 그리고 F는 접촉면에 가해지는 수직력이다. 접촉면 상에 발생되는 마찰력의 변화는 토크 센서를 사용하여 시간에 대한 회전 토크를 관찰함으로써 추적될 수 있다. 시험 동안 또는 윤활제의 고갈로 인하여, 마모가 발생할 때 변하는 마찰력은 회전 토크의 변화로 민감하게 감지될 수 있다.

캠의 회전 속도는 모터측에 회전속도계를 설치함으로써 관찰될 수 있다. 회전 속도가 초기에 고정값으로 설정될 때조차, 마찰계수가 변함에 따라 회전속도가 변하는 때가 있을 것이고, 따라서 회전 속도 관찰이 시험 결과의 재현성을 위해 또한 필요하다.

본 발명은 또한 기계 오일, 그리스, 고체 윤활제 등이 활주 영역에 적용되는 경우를 위한 시험은 시험 시편에 윤활제의 적용을 포함하는 시험 방법을 사용하여 수행되도록 된다. 또한, 접촉면 사이의 윤활제가 시험 과정에서 사라짐에 따라 마모 또는 마찰 계수의 발생의 증가로 결과가 나타나는 과정을 검사하는 것이 가능하다.

본 발명에 따른 마모 시험기 및 시험 방법의 실시예가 도2 및 도3을 참조하여 아래에 상세히 기술된다. 도2는 본 발명의 마모 시험기의 주 특징부를 도시하는 개략도이고 내부 구조의 부분 절취도를 포함한다. 도3은 본 발명의 마모 시험기를 사용한 마찰력 측정 결과를 도시한다. 도2는 본 발명의 마모 시험기의 주 특징부를 도시하고, 또한 내부 구조의 부분 절취도를 포함한다. 구체적으로, 도면은 캠(10), 커플러(12)를 통해 모터(13)에 연결되는 회전축(11)을 도시한다. 모터(13)의 모터축(14)은 축에 연결되는 디지털 회전속도계(16)와 토크계(15)를 갖고, 회전 속도 및 토크의 계속적인 측정을 가능하게 한다.

캠(10)은 원통형 드럼(18) 위에 고정되는 대향 시험 시편(17)과 접촉하게 된다. 원통형 드럼(18)은 그 안에 코일 스프링(19)을 수용한다. 따라서, 캠(10)이 시험 시편(17)을 수직으로 움직일 때, 스프링(19)에 의한 반발력이 캠(10)과 시험 시편(17) 사이의 접촉면에서 발생한다. 스프링(19)의 다른 단부에서 발생하는 힘은 개재하는 지지 베이스(20) 아래에 부착되는 스트레스/스트레인 게이지(21)에 의해 결정된다. 토크계, 회전속도계 및 스트레인 게이지로부터 신호가 컴퓨터로 보내지고 기록장치로 출력되고, 정밀 분석을 수행할 수 있게 한다.

다음으로 도3a 및 도3b를 참조한다. 도3a 및 도3b는 비강화 나일론, 즉 본 실시예에서 델라웨어주 윌밍톤(Wilmington)의 이 아이 듀퐁 드 네무어스 & 코.(E.I. duPont de Nemours & Co.)에서 제작된 나일론 66의 활주 특성이 본 발명에 따른 마모 시험기를 사용하여 측정되었을 때 얻어진 실제 결과를 도시한다. 도3a의 그래프 축은 시간(초)에 대한 활주력(N,뉴턴)이다. 도3a에서 0 이하의 활주력은 탄성체 운동의 반동 효과(즉, 스프링 효과)로부터 기인한다. 도3b의 그래프 축은 시간(초)에 대한 표면의 가압 응력(N, 뉴턴)이다.

위 경우에 사용된 캠은 12.5mm의 최소 직경과 16.5mm의 최대 직경을 가졌고, 5mm 두께의 S45C 강철로 제작되었다. 사용된 대향 재료는 비강화 6,6-나일론으로 제작된 시험 시편(17)이었고, 접촉면 위에 리튬 비누화(lithium-saponified) 그리스가 적용되었다. 캠 축부터 대향 재료로서 사용된 시험 시편(17) 까지 거리는 13.5mm 로 조정되었다. 시험 시편(17)의 접촉면에 수직하게 가해진 최대 평면 응력은 캠 가압량(즉, 약 3mm로 조정됨) 및 코일 스프링의 스프링 상수(즉, 본 경우에서 107N/mm 사용됨)로부터 약 321N이 되도록 결정되었다. 도3b는 실제 최대 하중 측정(즉, 힘의 최고치)가 약 270N임을 보여주고, 이는 탄성체(즉, 스프링, 도2 참조)의 관성 효과 때문에 321N 보다 51N이 낮다. 또한, 캠(10)이 시험 시편(17)의 대향 재료면과 접촉하는 접촉폭은 약 14.5mm가 되도록 계산되었다. 캠은 30rpm의 회전 속도로 설정되었고 응력 최고치의 간격은 2초였다. 도3b는 코일 스프링의 바닥 단부에서 압력 게이지의 변화를 도시한다. 이로부터 캠(10)이 시험 시편과 간헐적으로 접촉할 때 시험 시편(17) 위에 최대 응력이 항상 고정되는 것이 분명하다. 도3a는 캠의 회전 토크로부터 야기되는 활주력을 도시한다. 이로부터 압력 게이지(21)의 변위는 측정 동안 항상 일정하게 유지되고, 접촉면에 가해지는 응력은 고정되고 변하지 않음을 나타내는 것이 분명하다.

또한 위 실시예에서 측정으로부터 분명한 바와 같이, 본 발명의 마모 시험기의 사용은 활주 메커니즘에서의 미묘한 변화를 추적할 수 있게 한다.

따라서, 본 발명에 따르면, 상기에 기술된 목적 및 이점을 완전히 충족시키는 마모 시험기 및 시험 방법이 제공됨은 분명하다. 본 발명이 특정 실시예와 관련하여 기술되었지만, 많은 변경, 수정 및 변형은 기술 분야에서 숙련된 자들에게 분명함은 자명하다. 따라서, 첨부된 청구항들의 요지 및 넓은 범위 이내에 있는 그러한 모든 변경, 수정 및 변형을 포함함을 알 수 있다.

도면의 간단한 설명

본 발명은 첨부 도면과 관련하여 다음의 상세한 기술로부터 보다 상세히 이해될 것이다.

도1은 본 발명의 마모 시험기의 캠과 시험 시편 사이의 관계를 도시하는 개략도이다.

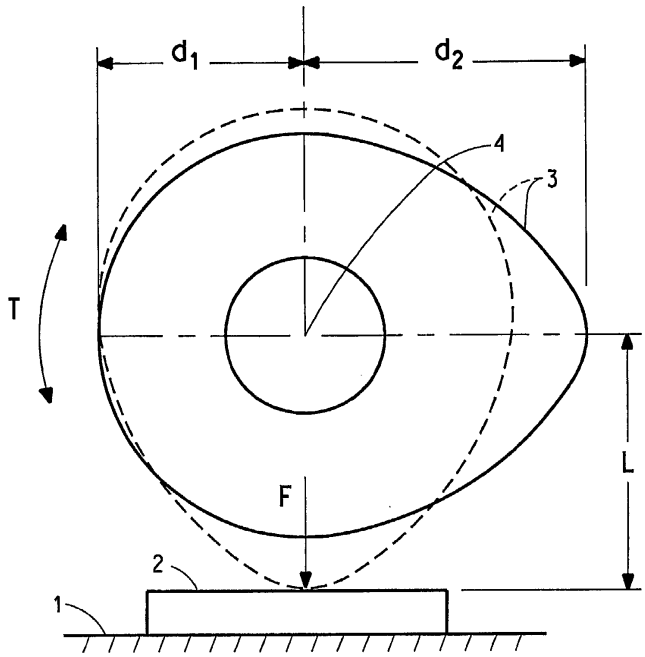
도2는 원통형 드럼에 포함되는 코일 스프링의 절취도를 포함하여 본 발명의 마모 시험기의 주 특징부를 도시하는 본 발명의 개략도이다.

도3a 및 도3b는 본 발명을 사용한 마찰력 측정의 그래프 결과를 도시한다.

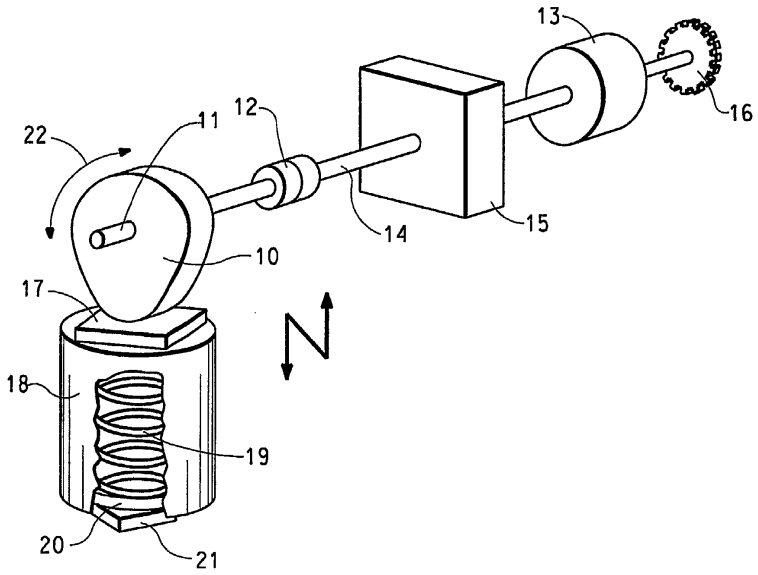
본 발명이 바람직한 실시예에 관련하여 기술될지라도, 본 발명이 실시예에 한정되지 않음을 알 수 있다. 오히려, 첨부된 청구항에 의해 한정되는 발명의 요지 및 범위 이내에 포함될 수 있는 모든 변경, 수정, 및 균등물을 포함함을 알 수 있다.

도면

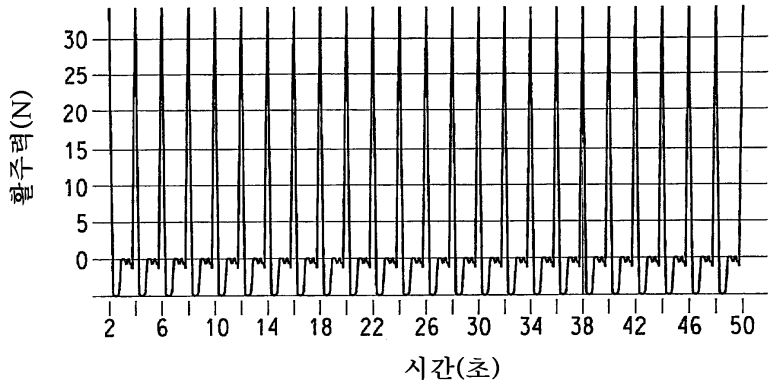
도면1



도면2



도면3a



도면3b

