(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년11월14일
(11) 등록번호 10-1201653
(24) 등록일자 2012년11월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*C23C 14/06* (2006.01) *C23C 14/34* (2006.01)
*C23C 16/26* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-7006629
(22) 출원일자(국제) 2005년07월19일
심사청구일자 2010년07월16일
(85) 번역문제출일자 2007년03월23일
(65) 공개번호 10-2007-0045347
(43) 공개일자 2007년05월02일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2005/007829
(87) 국제공개번호 WO 2006/021275
국제공개일자 2006년03월02일
(30) 우선권주장
10 2004 041 235.9 2004년08월26일 독일(DE)
(56) 선행기술조사문헌
DE19625329 A1*
US20030234176 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
**새플러 홀딩 게엠베하 운트 코. 카게**
독일 헤르쪼게나우라흐 (우편번호 91074) 인두스트리슈트라쎄 1-3
(72) 발명자
**호젠펠트 팀 마티아스**
독일 96106 에버른 아담-리제-슈트라세 7
**그렐 칼-루드비히**
독일 91086 아우라흐탈 뢰텐액커 슈트라세 67
(74) 대리인
**안국찬, 장수길**

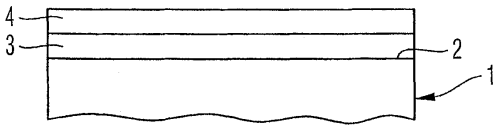
전체 청구항 수 : 총 21 항 심사관 : 이한욱

(54) 발명의 명칭 **내마모성 코팅과 이 내마모성 코팅의 제조 방법**

## (57) 요 약

본 발명은 특히 내연기관용으로 마찰 마모에 노출된 기계 부품(1)의 사전 지정된 표면에 도포되는 내마모성 코팅과 이 내마모성 코팅을 제조하기 위한 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 내마모성 코팅은 수소를 함유하지 않거나 혹은 거의 수소를 함유하지 않고 기계 부품(1)의 사전 지정된 표면(2)에 도포되는 적어도 하나의 사면체 비정질 탄소층(4)으로 구성되되, 이 비정질 탄소층(4)은 마찰을 감소시키고 기계 부품의 사전 지정된 표면의 내마모성을 상승시키기 위해 $sp^2$ 및 $sp^3$ 혼성화 탄소로 이루어진다.

*대 표 도* - 도4



## *특허청구의 범위*

**청구항 1**

내연기관용으로 마찰 마모에 노출되는 기계 부품(1)의 사전 지정된 표면(2) 상에 도포되는 내마모성 코팅으로서,

상기 기계 부품(1)의 사전 지정된 표면(2)상에 도포되고, 수소를 함유하지 않거나 또는 수소 함량이 최대 1 원자 백분율인 적어도 하나의 사면체 비정질 탄소층(4)으로 구성되며, 상기 탄소층(4)은 상기 기계 부품(1)의 사전 지정된 표면(2)의 마찰을 감소하고 그 내마모성을 증가시키기 위해 $sp^2$ 및 $sp^3$ 혼성화 탄소로 이루어져 있고,

상기 사면체 비정질 탄소층(4)은 30 GPa 내지 95 GPa의 경도값, 300 GPa 내지 820 GPa 영역의 탄성 계수, 그리고 적어도 0.15의 경도 대 탄성 계수 비율을 갖는 것을 특징으로 하는 내마모성 코팅.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 코팅은 적어도 97 원자백분율의 혼성화 탄소로 구성되되, 상기 혼성화 탄소 내의 $sp^3$ 혼성화 탄소의 비율은 적어도 50%인 것을 특징으로 하는 내마모성 코팅.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 사면체 비정질 탄소층(4)은 600℃의 열적 안정성 온도 또는 600℃까지의 산화 안정성을 갖는 것을 특징으로 하는 내마모성 코팅.

**청구항 6**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 사면체 비정질 탄소층(4)은 0.1㎛ 내지 4.0㎛의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 내마모성 코팅.

**청구항 7**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 기계 부품(1)의 사전 지정된 표면(2)과 상기 사면체 비정질 탄소층(4) 사이에 적어도 하나의 지지층(3)과 적어도 하나의 결합제층(3) 중 어느 하나 또는 두 층 모두가 제공되며, 이 지지층(3)과 결합제층(3) 중 어느 하나 또는 두 층 모두는 PVD 방법에 의해 금속을 함유하는 탄소층으로 형성되거나, 전이 금속의 탄화물과 질화물 중 어느 하나 또는 둘 모두를 함유하는 층으로 형성되거나, 열 처리에 의해 표면 경화되거나, 탄화되거나, 혹은 침질탄화되는 층으로 형성되거나, 열화학적 방법에 의해 질화되거나 혹은 붕화되는 층으로 형성되거나, 또는 전기 도금 방법에 의해 크롬을 함유하는 층으로 형성되는 것을 특징으로 하는 내마모성 코팅.

**청구항 8**

제7항에 있어서, 상기 적어도 하나의 지지층(3)과 상기 적어도 하나의 결합제층(3) 중 어느 하나 또는 두 층 모두는 0.1㎛ 내지 4.0㎛의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 내마모성 코팅.

**청구항 9**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 기계 부품(1)의 사전 지정된 표면(2)은 16MnCr5, C45, 100Cr6 또는 31CrMoV9으로 이루어진 것을 특징으로 하는 내마모성 코팅.

**청구항 10**

제1항 또는 제2항에 따르는 내마모성 코팅의 이용 방법에 있어서, 버킷 타입 태핏(5), 핑거 로커 암 혹은 로커 레버(11)로서 구현된 기계 부품 상의 상대 작동 부품 층으로서 적용되는 내마모성 코팅의 이용 방법.

**청구항 11**

제1항 또는 제2항에 따르는 내마모성 코팅의 이용 방법에 있어서, 버킷 타입 태핏(5)의 캠 접촉면(50), 혹은 버킷 타입 태핏(5)의 캠 접촉면(50) 및 버킷 몸체(51)는 완전하게 혹은 적어도 부분적으로 내마모성 코팅을 구비하여 구현되는 것을 특징으로 하는 내마모성 코팅의 이용 방법.

**청구항 12**

제1항 또는 제2항에 따르는 코팅의 이용 방법에 있어서,

기계식 및 유압식 버킷 타입 태핏, 유압식 지지 및 삽입 부재, 롤러 베어링 구성품, 엔진 영역에서 분사 노즐용으로 제공되는 제어 피스톤, 릴리스 베어링, 피스톤 핀, 베어링 부시, 선형 가이드를 포함하는 밸브 구동 장치 구성품의 사전 지정된 표면상에 도포되는 층으로서 적용되는 코팅의 이용 방법.

**청구항 13**

마찰 마모에 노출되는 기계 부품(1)의 사전 지정된 표면(2)상에 내마모성 코팅을 제조하기 위한 제조 방법에 있어서,

상기 사전 지정된 표면(2)의 마찰을 감소하고 그 내마모성을 증가시키기 위해 상기 기계 부품(1)의 사전 지정된 표면(2)상에, $sp^2$ 및 $sp^3$ 혼성화 탄소로 이루어지고 수소를 함유하지 않거나 또는 수소 함량이 최대 1 원자 백분율인 적어도 하나의 사면체 비정질 탄소층(4)을 증착하는 처리 단계를 포함하고,

상기 사면체 비정질 탄소층(4)은 30 GPa 내지 95 GPa의 경도값, 300 GPa 내지 820 GPa 영역의 탄성 계수, 그리고 적어도 0.15의 경도 대 탄성 계수 비율을 갖는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

**청구항 14**

제13항에 있어서, 상기 증착은 PVD 방법을 이용하여 구현되는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

**청구항 15**

제13항 또는 제14항에 있어서, 상기 사면체 비정질 탄소층(4)은 0.1㎛ 내지 4.0㎛의 두께를 구비하여 구현되는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

**청구항 16**

제13항 또는 제14항에 있어서, 코팅 공정은 최대 160℃에 이르는 온도에서 실행되는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

**청구항 17**

제13항 또는 제14항에 있어서, 마찰 감소를 목표로 한다면, 증착된 비정질 탄소층(4)의 열적 재가공과 기계적 재가공 중 하나 이하만 실행하는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

**청구항 18**

제13항 또는 제14항에 있어서, 마찰 마모로부터 보호하는 것을 목표로 할 때, 증착된 비정질 탄소층(4)이 기계적으로 재가공되는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

**청구항 19**

제13항 또는 제14항에 있어서, 상기 기계 부품(1)의 사전 지정된 표면(2)은 16MnCr5, C45, 100Cr6 또는 31CrMoV9으로 제조되는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

**청구항 20**

제13항 또는 제14항에 있어서, 증착 공정 전에, 상기 기계 부품(1)의 사전 지정된 표면(2)은 표면 경화되거나

탄화되거나 두 공정 모두 실행되고 템퍼링 가공되는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

**청구항 21**

제13항 또는 제14항에 있어서, 상기 기계 부품(1)의 사전 지정된 표면(2)과 상기 사면체 비정질 탄소층(4) 사이에, 적어도 하나의 지지층(3)과 적어도 하나의 결합제층(3) 중 어느 하나 또는 두 층 모두가 제공되며, 이 지지층과 결합제층(3) 중 어느 하나 또는 두 층 모두는 PVD 방법에 의해 금속을 함유하는 탄소층으로 형성되거나, 전이 금속의 탄화물과 질화물 중 어느 하나 또는 둘 모두를 함유하는 층으로 형성되거나, 열처리에 의해 표면 경화되거나, 탄화되거나, 혹은 질화되는 층으로 형성되거나, 열화학적 방법에 의해 질화되거나 붕화되는 층으로 형성되거나, 또는 전기 도금 방법을 이용하여 제공되어 크롬을 함유하는 층으로 형성되는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

**청구항 22**

제21항에 있어서, 상기 적어도 하나의 지지층(3)과 상기 적어도 하나의 결합제층(3) 중 어느 하나 또는 두 층 모두는 0.1㎛ 내지 4.0㎛의 두께를 구비하여 구현되는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

**청구항 23**

제13항 또는 제14항에 있어서, 상기 코팅은 적어도 97 원자백분율의 혼성화 탄소로 이루어져 구현되되, 상기 혼성화 탄소 내 $sp^3$ 혼성화 탄소의 비율은 적어도 50%인 것을 특징으로 하는 제조 방법.

# 명 세 서

## 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 마찰 마모에 노출되는 기계 부품들의 사전 지정된 표면상의 내마모성 코팅과 특히 내연기관의 기계 부품들용으로 상기한 내마모성 코팅을 제조하기 위한 방법에 관한 것이다.

[0002] 비록 임의의 기계 부품들에 적용될 수 있기는 하지만, 본 발명과 발명에 기초가 되는 목적은, 내연기관용 기계 부품과 관련하여, 특히 예컨대 버킷 타입 태핏(bucket type tappet)과 같은 밸브 구동 장치 구성품과 관련하여 더욱 상세하게 설명된다.

## 배 경 기 술

[0003] 예컨대 공기 흡입 밸브 및 공기 배출 밸브들을 포함하여 왕복 운동하는 피스톤과 함께 자동차 엔진에 내장되는 태핏 장치들은 공지되었다. 상기한 공기 흡입 밸브 및 공기 배출 밸브들은 크랭크축의 회전에 동조하거나, 혹은 크랭크축에 동기화되어 개방 및 폐쇄된다. 밸브 구동 장치는, 캠축이 크랭크축과 함께 회전할 때, 캠축에 장착된 캠의 운동을 밸브들에 전달하는데 이용된다. 이때, 캠축의 캠은 할당된 버킷 타입 태핏의 활주면과 마찰 접촉한다.

[0004] 일반적으로 예컨대 상기한 버킷 타입 태핏과 펌프 푸시 로드와 같은 현대의 밸브 구동 장치 구성품들은 내마모성 및 자원 보존과 관련하여 그 요건이 증가하고 있다. 증가하는 내마모성의 필요성에 대한 원인은 제어 캠 및 제어 태핏으로 구성되는 마찰공학적 시스템의 더욱더 높아지는 부하 및 하중에 있다. 이에 대한 원인은, 예컨대 가솔린 및 디젤 직접 분사 시스템과 같이, 분사 압력이 계속해서 상승하며, 윤활제 내 마모 입자 비율이 증가하며, 혼합 마찰의 비율을 상승시키는 결과를 초래하는 마찰 부품 쌍의 오일 공급이 결여되며, 그리고 비용 및 부피 절감을 위해 마찰 공학적으로 바람직하지 못한 강 소재 캠의 사용이 증가하고 있는 새로운 엔진 컨셉에 있다. 자원 보존을 위한 중요한 기여 사항은 밸브 구동 장치 내 마찰 손실을 감소시키는 것에 있으며, 그에 따라 연료를 절감하고, 그와 동시에 밸브 구동 장치 전체의 수명을 증가시킬 수 있다. 마찰 손실을 효과적으로 줄이기 위해, 모든 회전 속도 영역에서 마찰 모멘트를 줄이는 것이, 다시 말해 스트리백 곡선(Stribeck curve)을 전체적으로 아래로 변위시키는 것이 중요하다.

[0005] 상기한 버킷 타입 태핏을 내연기관의 밸브 제어 장치용 경금속 태핏으로서 구현하는 점은 공지되었다. 이 경금속 태핏은 태핏 몸체와 밸브 제어 장치의 제어 캠용 접촉면에 삽입되고 경화된 표면을 갖는 강판을 포함한다.

[0006] 그러나 상기한 개시 내용에 대한 단점으로, 작동할 때 상기한 버킷 타입 태핏은, 콜드 스타트 시에 -30℃에서부터 내연기관이 작동하는 동안 약 130℃까지 상대적으로 큰 온도 변동에 노출된다는 사실이 확인되었다. 이

때 문제가 되는 점은 이용되는 소재의 상이할 수도 있는 열 팽창에 있다. 비록 내마모성 삽입물로서 경금속 태핏 내에 삽입되는 강판이 우수한 마모 특성을 갖긴 하지만, 대응하는 열적 부하 시에 분리되는 성향이 있다. 그러므로 열적 부하 용량은 제한된다. 또 다른 적용 기술의 단점은, 밸브 제어 장치의 제어 캠에 의해 접촉되는 기능면 내지 캠 접촉면으로서 상대적으로 넓은 가장자리 형태의 설계 공간이 사라지는 것에 있다.

[0007] 종래 기술의 개시 내용에 따라, 마찰 마모에 노출되는 기계 부품들의 활주면에 마모 방지층을 제공하는 점도 마찬가지로 공지되었다. 이 마모 방지층은 각각의 적용에 따라 바람직하게는 전기 도금 방식으로 도포되는 금속으로 이루어지거나, 혹은 용사 코팅법으로 도포되는 금속으로 이루어지고/지거나 경우에 따라 경질 재료 첨가물을 함유하여 용사 코팅법으로 도포되는 금속 합금으로 이루어진다.

[0008] 그러나 상기한 개시 내용에서 단점으로서, 용사된 금속층들은 상대적으로 약한 강도를 갖는다는 사실이 확인되었으며, 그에 따라 강도를 개선하기 위해, 도포 이후 용사 소재가 동시에 표면 영역에서 용융된 기본 소재와 용융되어 혼합 및 합금되는 방식으로, 예컨대 플라즈마 빔, 레이저 빔, 전자 빔 혹은 아크를 통해 상기한 금속 층들을 재용융하는 점이 공지되었다. 그러나 재용융 합금 시에 상이한 조성의 불균일한 구역이 발생하며, 이러한 구역에서는 기본 소재뿐 아니라 층 소재가 일정 중량을 초과할 수 있다. 기본 소재 비율이 너무 높을 경우 층 마모도 너무 높으며, 그리고 기본 소재 비율이 낮은 경우는 층 조합물이 상이할 시에 큰 균열이 형성되는 위험이 발생하며, 그럼으로써 상기한 층들은 사용할 수 없게 된다. 이런 경우, 마찰 부하는 층들에 바람직하지 못한 점착성 마모를 야기할 수 있다.

[0009] 또한, 본 출원인의 개시 내용에 따라, 열 화학 처리를 이용하여 버킷 타입 태핏의 활주면을 탄화하고/하거나 침질 탄화하는 점이 공지되었다. 그러나 이런 개시 내용에서 단점으로서, 만족스러운 마찰 계수가 달성되지 않고, 너무 낮은 내마모성이 야기된다는 사실이 확인되었다.

[0010] 또한, 본 출원인에 의해, 망간 인산염층 혹은 슬라이딩 코팅을 이용하여 태핏의 활주면에 코팅하는 점도 공지되었다. 이런 경우 역시, 만족스러운 마찰 계수 및 내마모성을 달성하지 못한다. 더욱이, 상기한 재료들에 의해 환경이 불필요하게 손상된다. 이와 같은 사항은 마찬가지로 활주면에 도포될 수 있는 전기 도금 층에 대해서도 적용된다.

[0011] 또한, 종래 기술에서 코팅 소재로서 경질 금속 및 고속도강(ASP 23)이 공지되었다. 그러나 상기 소재들은 만족스럽지 못한 마찰 계수 및 만족스럽지 못한 내마모성 이외에 추가로 바람직하지 못한 높은 질량을 갖는다. 또한, 그에 따른 제조는 오로지 높은 제조 비용과 결부될 때만 가능하다.

[0012] 추가로 본 출원인에 의해, 예컨대 PVD 방법 혹은 (PA)CVD 방법을 이용하여 제조되는, 예컨대 TiN, CrN, (Ti, AL)N과 같은 경질 층이 개시되었다. 그러나 그 개시 내용의 단점으로서, 상기한 층들은 상대 부품 몸체의 높은 마모를 초래한다는 사실이 확인되었다.

[0013] 미국 특허 US 5,237,967로부터는 탄소를 바탕으로 하고 덮개층에 20 내지 60 원자백분율의 수소를 함유하는 PVD 및 (PA)CVD 층이 공지되었다. 이들 층들은 이른바 금속 함유 탄화수소 층(Me-C:H)과 비정질 탄화수소 층(a-C:H)이다. 그러나 상기한 층들은 너무 낮은 내마모성과 낮은 화학적 안정성을 갖는다. 또한, 상기한 층들은 너무 높은 유체 마찰 계수를 갖는데, 왜냐하면 오일로 윤활되는 상태에서 마찰 감소를 보장하지 못하기 때문이다.

## *발명의 상세한 설명*

[0014] 그러므로 본 발명의 목적은 전술한 종래 기술의 단점들을 제거하고, 특히 전체 사용 영역에서 마찰 모멘트를 감소시키며, 그리고 코팅된 기계 부품 및 그 상대 부품 몸체의 수명을 증가시키는 코팅과 이 코팅에 대한 제조 방법을 제공하는 것에 있다.

[0015] 상기 목적은 본 발명에 따라 장치와 관련하여서는 특허 청구항 제1항의 특징부를 갖는 내마모성 코팅에 의해, 그리고 방법과 관련하여서는 특허 청구항 제13항의 특징부를 갖는 방법에 의해 달성된다.

[0016] 본 발명의 기초가 되는 생각은, 거의 수소를 함유하지 않고 기계 부품(1)의 사전 지정된 표면(2)에 도포되는 적어도 하나의 사면체 비정질 탄소층(4)으로 구성되되, 이 비정질 탄소층(4)은 기계 부품의 사전 지정된 표면의 마찰을 감소시키고 그 내마모성을 상승시키기 위해 $sp^2$ 및 $sp^3$ 혼성화 탄소로 이루어지는 점에 있다. 이와 관련하여, 층 시스템은 예컨대 97 원자백분율 이상의 탄소로 구성되되, 수소 비율은 최대 3 원자백분율이 되어야 한다.

[0017] 그러므로 본 발명은, 종래 기술에 따라 공지된 개시 내용과 비교하여, 수소를 함유하지 않은 탄소층에 의해, 특히 오일로 윤활되는 상태에서, 마찰 모멘트는 대폭 감소한다는 이점을 갖는다. 또한, 표면 상태는 대폭 균일화 및 안정화된다. 추가로 내마모성은 $sp^3$ 결합 구조의 비율을 바탕으로 증대된다. 탁월한 마찰공학적 특성을 통해, 경제적이면서도 더욱 낮은 점도를 갖는 윤활제가 이용될 수 있되, 이 윤활제는 더욱 낮은 내부 마찰 특성을 갖는다. 그 외에도, 오일 교환 간격도 증가하며, 그에 따라 더욱 고객 친화적으로 구현될 수 있다. 유압유, 디젤 연료, 물에서 가솔린까지를 윤활제로서 이용할 수 있는 가능성을 통해, 식료품 산업, 유압 적용 분야, 그리고 또 다른 매체 윤활 방식의 적용 분야에서 완전히 새로운 응용 영역이 제공된다.

[0018] 종속항들에는 특허 청구항 제1항에 제시된 내마모성 코팅의 바람직한 구현예 및 개선 실시예가 제시될 뿐 아니라, 특허 청구항 제13항에 제시된 방법의 바람직한 구현예 및 개선 실시예가 제시된다.

[0019] 바람직한 개선 실시예에 따라, 코팅은 적어도 97 원자백분율의 혼성화 탄소로 구성되되, 사면체 비정질 탄소층 내의 $sp^3$ 혼성화 탄소의 비율은 50% 이상이다. 이와 같이 높은 비율의 $sp^3$ 결합 구조를 통해, 높은 경도값과 매우 낮은 건식 마찰값이 달성된다.

[0020] 또 다른 바람직한 실시예에 따라, 사면체 비정질 탄소층 내의 수소 비율은 최대 3 원자백분율이다. 이와 같은 낮은 비율의 수소는 바람직한데, 왜냐하면 수소는 예컨대 윤활제의 수소와 바람직하지 못한 방식으로 새롭게 결합될 수도 있기 때문이다. 그러므로 상기한 결합은 감소하며, 작동 시에 동일하게 유지되는 층 특성을 보장된다. 또한, 거의 수소를 함유하지 않은 탄소층을 통해, 오일로 윤활되는 상태에서 마찰은 표면 상태의 균일화 및 안정화의 알려진 효과를 고려할 때 대폭 감소한다.

[0021] 또 다른 바람직한 개선 실시예에 따라, 사면체 비정질 탄소층은 30 내지 95 GPa의 경도, 300 내지 820 GPa 영역의 탄성 계수, 그리고 적어도 0.15의 경도 대 탄성 계수 비율을 갖는다. 상기한 경도값은 바람직하게는 엔진의 전체 수명 동안 보장되는 증가한 내마모성에 기여한다.

[0022] 바람직하게는 사면체 비정질 탄소층은 약 600℃의 열적 안정성 온도 내지 약 600℃까지의 산화 안정성을 갖는다. 그러므로 예컨대 단지 350℃ 까지만의 열적 안정성을 가지며 수소를 함유하는 탄소층들과 비교하여, 증가한 열적 안정성이 달성되며, 그렇게 함으로써 확실히 더욱 많은 응용 영역이 제공된다.

[0023] 바람직하게는 수소를 함유하지 않은 사면체 비정질 탄소층은 약 0.1㎛ 내지 4.0㎛의 두께, 특히 2.0㎛의 두께를 갖는다. 탄소층의 대응하는 두께는 각각의 요건 내지 각각의 고객 요구에 부합하게 적응된다.

[0024] 또 다른 바람직한 실시예에 따라, 기계 부품의 사전 지정된 표면과 사면체 비정질 탄소층 사이에 적어도 하나의 지지층 및/또는 적어도 하나의 결합제층이 제공된다. 이 지지층 및/또는 결합제층은, PVD 방법에 의해, 금속을 함유하는, 예컨대 텅스텐을 함유하는 탄소층으로 형성되거나, 전이 금속의 탄화물 및/또는 질화물을 함유하는 층으로 형성되거나, 열처리에 의해 표면 경화되거나, 탄화되거나 혹은 침질 탄화되는 층으로 형성되거나, 열 화학적 방법에 의해 질화되거나 혹은 붕화되는(boronized) 층으로서 형성되거나, 예컨대 전기 도금 방법에 의해 크롬을 함유하는 층으로서 형성된다. 바람직하게는 적어도 하나의 지지층 및/또는 결합제층은 각각 0.1㎛ 내지 4.0㎛의 두께를 가지되, 그 두께는 다시금 대응하는 요건 내지 고객 요구에 각각 부합하게 적응된다.

[0025] 예를 들어 기계 부품의 사전 지정된 표면은 16MnCr5, C45, 100Cr6, 31CrMoV9 등으로 구성된다.

[0026] 본 발명에 따른 코팅은 바람직하게는, 내연기관에서 버킷 타입 태핏, 핑거 로커 암 혹은 로커 레버로서 구현된 상대 작동 부품 상의 상대 작동 부품 층으로서, 캠 접촉면으로서, 혹은 버킷 타입 태핏의 캠 접촉면 및/또는 버킷 몸체로서, 혹은 밸브 구동 장치 구성품의 사전 지정된 표면, 특히 기계식 및 유압식 버킷 타입 태핏, 유압식 지지 및 삽입 부재, 롤러 베어링, 제어 피스톤, 릴리스 베어링, 피스톤 핀, 베어링 부시, 선형 가이드 등의 사전 지정된 표면으로서 이용된다. 이와 관련하여 바람직하게는 개별 기계 부품들에서 오로지 지정된 표면만이, 혹은 기계 부품들의 표면 전체가 본 발명에 따른 코팅을 구비하여 구현될 수 있다.

[0027] 개별 층들은 바람직하게는 PVD 방법을 이용하여 증착된다. 이때, 바람직하게는 마찰 감소를 목표로 한다면, 바람직하게는 증착된 탄소층의 열적 및/또는 기계적 재가공은 이루어지지 않는다. 기계적 재가공은, 예컨대 증착된 탄소층의 정밀 연마 및/또는 브러시 연마는, 바람직하게는 마찰 마모로부터 보호를 목표로 할 때 실행된다. 코팅 공정은 바람직하게는 최대 160℃, 특히 120℃에 이르는 온도에서 실행된다.

[0028] 본 발명은 다음에서 첨부한 도면의 도들과 관련하는 실시예들에 따라 더욱 상세하게 설명된다.

## 실 시 예

[0033] 도면의 도들에는 상반되는 사항이 지시되어 있지 않은 점에 한해서 동일하거나 기능이 같은 구성품들은 동일한 도면 부호로 표시되어 있다.

[0034] 도1은 캠 접촉면(50) 및 버킷 몸체(51)를 구비한 버킷 타입 태핏(5)과 캠(6)으로 구성된 마찰 쌍을 도시하고 있다. 버킷 타입 태핏(5)은 도2에 분해도로 상세하게 도시되어 있으며, 도2로부터 버킷 몸체(51)는 캠 접촉면(50)을 중심으로 적어도 부분적으로 회전하는 것을 알 수 있다. 버킷 타입 태핏(5)은 일반적으로 내연기관 내의 기계 부품용으로 밸브의 축(7)과 연결되되, 그로 인해 버킷 타입 태핏(5)의 캠 접촉면(50)과 캠 표면이 인접함으로써 밸브가 개방되거나 폐쇄된다.

[0035] 일반적으로 예컨대 버킷 타입 태핏과 펌프 푸시 로드와 같이 현대의 밸브 구동 장치 구성품들은 특히 접촉면(50)에서와 같이 내마모성 및 자원 보존과 관련하여 높은 요건을 충족해야 한다.

[0036] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따라 기계 부품(1)에 대한, 예컨대 버킷 타입 태핏(5)에 대한 내마모성 코팅의 개략적 횡단면도를 도시하고 있는 도4와 결부하여, 본 발명의 실시예는 다음에서 더욱 상세하게 설명된다.

[0037] 버킷 타입 태핏(5)은, 마찰 계수를 감소시키고 내마모성을 증가시키기 위해, 캠 접촉면(50)의 영역에, 혹은 필요에 따라 캠 접촉면(50) 및 버킷 몸체(51)의 영역에 본 발명에 따른 내마모성 코팅으로 코팅된다. 개방된 측면의 영역에서 버킷 타입 태핏(50)의 버킷 몸체(51)의 변형이 높은 경우, 선택적으로, 버킷 몸체(51)를 부분적으로 코팅하거나, 오로지 캠 접촉면(50)만을 코팅하거나, 혹은 버킷 타입 태핏(5)의 버킷 몸체(51) 영역에서 내마찰성 코팅을 차후에 적어도 부분적으로 제거할 수 있다.

[0038] 이런 경우, 우선적으로 버킷 타입 태핏(5)의 캠 접촉면(50)이 기계 부품의 사전 지정된 표면(2)으로서 간주되는 가정이 적용된다. 당업자라면 분명하게 임의의 기계 부품에서 임의로 사전 지정한 표면을 본 발명에 따른 코팅으로 코팅할 수 있다.

[0039] 사전 지정된 표면(2)은, 다시 말해 본원에서는 버킷 타입 태핏(5)의 캠 접촉면(50)은 바람직하게는 코팅 전에 표면 경화되거나 탄화되며, 그리고 템퍼링 가공된다.

[0040] 기본 몸체는, 특히 본원에서는 버킷 타입 태핏(5)의 캠 접촉면(50)은 본 실시예에 따라 오로지 지지층(3) 및/또는 결합제층(3)으로 코팅되되, 상기 버킷 타입 태핏(5)은 바람직하게는 예컨대 16MnCr5, C45, 100Cr6, 31CrMoV9 등과 같은 적정 가격의 강 소재로 구성된다. 지지층(3) 내지 결합제층(3)은 예컨대 각각 금속을 함유하는 탄소로, 예컨대 텅스텐 및 탄소로 이루어진 화합물로 구성될 수 있거나, 혹은 기타 금속 소재뿐 아니라 전이 금속의 붕화물, 탄화물 및 질화물로 구성될 수 있다. 지지층(3) 및/또는 결합제층(3)은, 예컨대 열처리, 예컨대 표면 경화, 탄화, 침질 탄화에 의해, 열화학적 방법, 예컨대 질화, 붕화에 의해, 전기 도금 방법, 예컨대 크롬 함유 층의 도포에 의해, 혹은 PVD 방법, 예컨대 Me-C의 도포, 전이 금속의 탄화 및 질화를 이용하여 형성될 수 있다. 예컨대 스퍼터링 혹은 아크(ARC) 기법과 같은 PVD 방법의 경우, 동시에 금속들이 기화되어 형성될 층 내에 제공된다. 이때, 흑연이 고체 출발 재료로서 기화되고, 높은 에너지를 제공함으로써 농축화를 이용하여 버킷 타입 태핏(5)의 사전 지정된 표면(2)상에 부분 결정 층으로서 증착된다.

[0041] 또한, 대체되는 방법에 따라, 오로지 하나의 지지층(3) 또는 하나의 결합제층(3)만이, 다수의 지지층(3) 또는 다수의 결합제층(3)만이, 혹은 그 두 층으로 조합된 층이 기본 몸체상에, 또는 버킷 타입 태핏(5)의 사전 지정된 표면(2)상에 형성될 수도 있다. 기본 몸체상에서 여전히 형성될 내마모성 코팅 내지 지지층의 결합을 개선하는 점을 목표로 하는 경우, 층은 예컨대 0.1㎛ 내지 2.0㎛의 두께를 갖는 결합제층(3)으로서 기본 몸체상에 형성된다. 그러나 층이 기본 몸체와 여전히 형성될 내마모성 코팅 사이의 지지층으로서, 다시 말해 기계적 지지부로서 이용되어야 하는 경우라면, 예컨대 2.0㎛ 내지 4.0㎛의 두께가 바람직하다. 지지층에 의해 내피로성은 증가하는데, 다시 말해 여전히 형성될 내마모성 코팅의 균열 및 파손은 억제된다. 상기한 균열은 개별 층들 내지 기본 몸체 및 내마모성 코팅의 상이한 경도, 탄성 계수, 변형성을 바탕으로 캠(6)과 접촉할 시에 버킷 타입 태핏(5)의 굽힘 및 변형 시에 발생할 수 있다. 이런 경우 지지층(3)으로서 이루어지는 층(3)의 형성은 단독으로 실행되거나, 적합한 결합제층과 조합되어 실행될 수 있다.

[0042] 도4에 도시한 바와 같이, 본 실시예에 따라, 지지층 및/또는 결합제층(3)을 형성한 후에, 내마모성 코팅은 상기한 지지층 및/또는 결합제층(3)상에 형성된다. 내마모성 코팅은 바람직하게는 수소를 함유하지 않거나 적어도 거의 수소를 함유하지 않은 사면체 비정질 탄소층(ta-C-층)으로 구성되거나, 혹은 다수의 상기한 층으로 구성된다. 비정질 탄소층(4)은 바람직하게는 $sp^2$ 및 $sp^3$ 혼성화 탄소로만 구성되되, 바람직하게는 비정질 탄

소층(4) 내에 $sp^2$ 결합 구조보다는 $sp^3$ 결합 구조가 더욱 많이 제공된다. 그렇게 함으로써, 내마모성을 증가시키기 위한 코팅의 경도는 증대된다.

[0043] 코팅 내의 수소 비율은 바람직하게는 최대 3 원자백분율이며, 그럼으로써 극한의 순도가 보장된다. 이는, 코팅 내 수소가 예컨대 윤활제의 수소와 새로이 결합할 수도 있기 때문에 바람직하다. 본 발명에 따라, 수소 비율을 낮게 하거나 코팅 내에서 수소를 배제함으로써 작동 시에 기계 부품(1)의 전체 수명에 걸쳐 동일하게 유지되는 층 특성이 보장되며, 이는 다수의 응용 영역으로 엔진 및 기계장치에서의 사용을 가능케 한다.

[0044] 바람직하게는, 수소를 함유하지 않은 사면체 비정질 탄소층(4)(ta-C 층)의 경도값은, 모든 다른 경질 재료 층과 비교하여, 각각의 적용 분야에 부합하게 적응되는 30 GPa 내지 95 GPa(EN ISO 14577-1에 따른 마르텐스 경도)의 매우 광범위한 스펙트럼으로 설정된다.

[0045] 이와 비교하여, 지금까지 이용되던 경질 재료 층들(Me-C:H; a-C:H; 금속 질화물 경질 재료 층)로는 오로지 약 20 GPa 내지 40 GPa의 경도 영역만이 충족되며, 그럼으로써 결과적으로 ta-C 층은 분명히 더욱 높은 경도값을 가지며, 그 결과 단지 최대 부하를 받는 구성품에 대해 충분한 내마모성을 갖는다. 그러므로 ta-C 층들은 다이아몬드 현탁액(입자 크기: 0.25㎛)을 이용한 구형캡 연삭(spherical cap grinding)에서 $V_r < 0.5 \times 10^{-15}$ $m^3 N m^{-1}$의 극히 낮은 마모율을 달성하며, 이는 그에 상응하게 극히 높은 내마모성에 상응하는데, 왜냐하면 측정 파라미터 및 그 조건이 동일할 시에 지금까지 이용된 모든 층들(Me-C:H; a-C:H; 금속 질화물 경질 재료 층)은 $0.6 \times 10^{-15}$ $m^3 N m^{-1}$ 내지 $50 \times 10^{-15}$ $m^3 N m^{-1}$이상의 마모율($V_r$)을 가지기 때문이다. 주요한 품질 특징은 복합 경도[GPa] 대 탄성 계수[GPa]의 비율이다. 이런 경우, 가능한 한 높은 비율이 달성되어야 하는데, 다시 말하면 가능한 한 낮은 접촉 응력을 전달하고, 낮은 부하 유도 응력을 층 시스템, 경계면 및 구성품으로 공급하며, 그로 인해 높은 국부 강도(피로 강도)를 실현하기 위해, 높은 경도와 그로 인해 높은 내마모성 및 낮은 비율의 탄성 계수를 갖는 층이 달성되어야 한다.

[0046] 수소를 함유하지 않은 사면체 비정질 탄소층의 탄성 계수는 300 GPa 내지 820 GPa 영역이며, 강은 약 210 GPa의 탄성 계수를 가지며, 그리고 a-C:H 층은 250 GPa 내지 500 GPa의 탄성 계수를 갖는다. 그로 인해 지금까지 이용되던 모든 여타의 층 시스템 및 표면과 비교하여, 수소를 함유하지 않은 사면체 비정질 탄소층은, 최고의 경우 0.10 내지 0.15였던 것과 달리, 0.20[GPa/GPa]까지의 분명히 더욱 높은 경도-대-탄성 계수 비율을 갖는다.

[0047] 본원에서 기술한 엔진 적용 분야에서 마찰 쌍 사이에 존재하면서 증가하는 경질 입자는 표면으로 높은 국부 응력을 유도하는데, 이는, 유도된 응력이 층 시스템의 국부 피로 강도 이상일 때, 국부 재료 피로를 초래한다. 그러므로 가능한 한 높은 피로 강도값 내지 경도값 및 가능한 한 높은 비율의 탄성 변형성을 갖는 층 시스템이 필요하다. 다시 말하면, 경질 입자에 의한 재료 변형이 동일할 시에, 가능한 한 높은 비율의 변형이 탄성적으로 재변형되고, 그로 인해 표면에서 가능한 한 낮은 비율의 소성 변형 내지 손상이 남아 있도록 해야된다. 품질 특징을 정량적으로 검출하기 위해, EN ISO 14577-1 "경도 및 기타 재료 파라미터를 측정하기 위해 계기를 이용한 침투탐상 검사"에 따른 탄성 비율($\eta_\pi$)이 이용된다. 이런 경우, 수소를 함유하지 않은 사면체 비정질 탄소층으로부터 도출된 값은 95%까지 달성되고, 75%와 95% 사이에서 설정된다. 이와 비교하여, 경화된 강(100Cr6 (60HRC + 4HRC))은 약 30%이며, 지금까지 이용된 층들은 약 60% 내지 80%이다.

[0048] 사면체 비정질 탄소층(4)은 바람직하게는 PVD 방법을 이용하여 지지층 내지 결합제층(3)상에 증착된다. 이때, 예컨대 흑연으로부터 탄소 원자로 이루어진 이온 빔이 유리되어 버킷 타입 태핏(5) 내지 기계 부품(1)의 표면상으로 집중될 수 있는 방식으로, 흑연은 고에너지의 빔을 이용하여 가열된다. 그렇게 함으로써, $sp^2$ 결합 구조 및 $sp^3$ 결합 구조가 지지층 내지 결합제층(3)상에 증착된다. 탄소 원자로 이루어진 이온 빔의 이온은 예컨대 60 내지 160 전자볼트의 에너지를 갖되, 이런 이온의 에너지에 따라, $sp^2$ 결합 구조 및 $sp^3$ 결합 구조의 각각의 비율이 제어될 수 있다. 탄소 원자로 구성된 이온 빔의 이온의 에너지가 상승하면 $sp^3$ 결합 구조의 비율도 상승한다. 그러므로 적은 결정 영역(crystalline range)을 가지면서 전체적으로 비정질인 코팅이 제공되되, 이 코팅은 높은 내마모성 및 낮은 마찰 계수를 갖는다.

[0049] 사면체 비정질 탄소층(4)을 증착할 시에, 코팅될 기본 몸체는 증착 챔버 내에서, 예컨대 매 회전주기마다 $sp^2$ 및 $sp^3$ 혼성화 탄소의 층이 기본 몸체, 또는 지지층 내지 결합제층(3)상에 형성되는 방식으로 회전된다.

[0050] 비정질 탄소층(4)의 두께는 0.1㎛와 4.0㎛ 사이, 특히 2.0㎛일 수 있다. 만일 비정질 탄소층(4)이 우수한 표면 품질을 갖는 층에 증착된다면, 예컨대 두께는 0.1㎛ 내지 2.0㎛인 것만으로도 충분하다. 왜냐하면, 탄소 코팅층은 특히 마찰 계수를 감소시키는 역할을 하기 때문이다. 그와 반대로 탄소 코팅층이 오히려 거친 표면에 증착된다면, 코팅층의 두께는 바람직하게는 대략 2.0㎛와 4.0㎛ 사이이다. 왜냐하면, 이와 관련하여 상기한 코팅층은 바람직하게는 내마모성을 증가시키는 역할을 하기 때문이다. 코팅층의 경도값은 바람직하게는 지금까지 이용되던 경질 재료 층(a-C:H; Me-C:H; 금속 질화물층)과 비교하여 분명하게 더욱 높은 내마모성을 제공하기 위해 60과 95 GPa의 사이이다.

[0051] 최대의 마찰 기계적 특성을 달성하기 위해, 다시 말해 마찰 상대 부품을 코팅함으로써 시스템의 마찰을 최소화하고, 코팅된 구성품의 정적 강도 및 주기적 강도를 증가시키며, 그리고 추가로 코팅되지 않은 마찰 상대 부품을 마모로부터 보호하기 위해, 코팅 후의 평균 거칠기($R_a$)는 최대 0.035㎛로 제한하여야 한다. 만일 코팅 후의 평균 거칠기($R_a$)가 0.035㎛ 이상이 된다면, 예컨대 정밀 연마 및/또는 브러시 연마를 통해 수소를 함유하지 않은 사면체 비정질 탄소층의 기능면, 다시 말해 표면을 연속해서 기계적으로 재가공해야 한다. 금속 상대 부품 몸체에 대한, 다시 말해 본원에서는 캠(6)에 대한 가능한 한 낮은 점착성, 높은 연마 내마모성, 높은 내화학성, 오일과 접촉 시에도 높은 기계적 강도 그리고 높은 경도/탄성계수 비율을 달성하기 위해, 앞서 이미 설명한 바와 같이, 탄소층은 바람직하게는 3 원자백분율의 최대 수소 비율을 함유한다. 그로 인해 수소를 함유하지 않거나, 혹은 적어도 거의 수소를 함유하지 않은 사면체 비정질 탄소층이 증착되되, 이 탄소층은, 통상적인 수소 함유 탄소층과 비교하여, 마모와 관련하여 편광 특성, 즉 윤활 및 마찰 감소를 보조하는 특성을 갖는 반마찰성 표면(tribophobe surface)을 포함한다. 그렇게 함으로써 금속 재료와 건식 마찰 접촉 시에 뿐만 아니라 윤활되는 상태에서도 마찰 감소가 제공된다. 윤활제로서 소정의 적용을 위해 물이나 가솔린까지 극히 낮은 점도를 갖는 유체도 이용될 수 있다.

[0052] 100Cr6로 구성된 강 소재 볼(이동거리: 1.0㎜; 진동 주파수: 25Hz; 볼 직경: 10㎜; 코팅된 표면상에 작용하는 볼의 수직항력: 20N)과 진동하는 방식으로 마찰 접촉할 때, 건식 마찰 접촉 시에 마찰은 80% 이상 정도 감소하며, 그리고 엔진 오일과 접촉 시에도 마찰은 10% 이상 정도 감소한다. 이와 같은 유일무이한 마찰공학적 특성으로 인해, 버킷 바닥면을 코팅함으로써 밸브 구동 장치에서는, 각각 마찰 상대 부품의 오일 온도 및 상대 속도에 따라 6% 내지 28%의 마찰 감소가 달성된다. 지금까지 이용되던 층 시스템에 대한 특별한 차이점에 따라서, 2000 $Umin^{-1}$ 내지 7000 $Umin^{-1}$의 회전 속도 영역에서 분명한 마찰 감소가 제공되며, 그럼으로써 지금까지 실현되지 못하고 있던 밸브 구동 장치의 마찰 감소의 가능성과, 그에 따라 바람직하게는 전체 엔진 수명에 걸쳐서 극히 높은 내마모성을 바탕으로 획득되는 연료 절감 내지 자원 보존을 위한 가능성이 제공된다.

[0053] 그 외에도 ta-C-층은, 종래 기술에 따른 층과 비교하여, 약 600℃까지 증가한 산화 안정성; 더욱 높은 내부식성; 더욱 낮은 전도도; 그리고 삽입 시에 동일하게 유지되는 품질을 보장하는 더욱 높은 화학적 안정성;을 제공한다. 극히 높은 내마모성을 바탕으로, 단지 극미한 층 두께만이 필요하며, 그렇게 함으로써 등가의 응력 최대값이 경계면에 존재하는 헤르츠압(Hertzian pressure)에서 사용할 때 발생하는 위험은 회피될 수 있다. 그 외에도 공차는 결코 요구되지 않으며, 그리고 증착 시간과 그에 따른 증착 비용 내지 코팅 비용은 대폭 절감될 수 있다.

[0054] 코팅된 몸체의 마모 방지 이외에도, 기본 몸체는 또한 탄소층 내지 탄소층들(4)의 탁월한 마찰공학적 층 특성을 바탕으로 보호된다. 코팅을 이용함으로써, 경제적인 재료를 지지 구조로서 이용할 수 있다. 이런 경우 상대 부품 몸체로서 경량 구조 및 비용 절감의 의미에서 예컨대 캠축 내지 캠(6)용으로 철-탄소-합금 역시 실현될 수 있다. 그 외에도, 저점성 및 저첨가성 오일을 이용할 수 있으며, 그렇게 함으로써 최소 윤활 혹은 증가된 오일 교환 간격이 실현될 수 있다.

[0055] 다음에서는 본 발명에 따른 코팅의 또 다른 바람직한 이용이 더욱 상세하게 설명된다. 도3은 피스톤(9) 및 하우징(10)을 구비한 유압 지지 부재(8)의 분해도를 도시하고 있다. 유압 지지 부재(8)는 핑거 로커 암(11)과 결합되되, 이 핑거 로커 암(11)은 롤러 베어링(12)을 통해 요동 가능하게 장착된다. 또한, 도3으로부터 알 수 있듯이, 피스톤(9)은 피스톤(9)과 핑거 로커 암(11) 사이에 접촉 영역(90)을 포함한다. 또한, 피스톤(9)은 피스톤(9)과 하우징(10) 사이에 접촉 영역(91)을 포함한다. 피스톤(9)과 핑거 로커 암(11) 사이의 접촉 영역(90)에서 마모를 감소시키기 위해, 접촉 영역(90)은 마찬가지로 본 발명에 따라 수소를 함유하지 않거나 거의 수소를 함유하지 않은 사면체 비정질 탄소층(4)으로 코팅되되, 이 탄소층(4)은 예컨대 중간에 지지층 및/또는 결합제층이 중간에 배치되어 있는 $sp^2$ 결합 구조 및 $sp^3$ 결합 구조로 구성된다. 이때 내마찰성 코팅

은 도1과 도2에 따른 제1 실시예에서 설명한 코팅에 상응한다.

[0056] 또한, 마찬가지로 피스톤(9)과 하우징(10) 사이의 접촉 영역(91)은 각각의 적용 및 제조 기술에 따라 상기한 코팅으로 코팅될 수 있다. 그렇게 함으로써 도시한 마찰공학적 시스템의 전체 수명은 증가하며, 그럼으로써 작동 동안 개별 기계 부품들의 고장은 감소하고, 그로 인해 전체적으로 비용은 절감될 수 있다.

[0057] 또한, 롤러 베어링(12)의 소정의 롤러 베어링 구성품들, 예컨대 롤러 몸체, 롤러 베어링(12)의 내부 및 외부 링, 롤러 베어링 케이지, 액시얼 디스크 등도 마찬가지로 내마모성을 상승시키고 마찰을 감소시키기 위해 전술한 바와 같이 수소를 함유하지 않거나 거의 수소를 함유하지 않은 사면체 비정질 탄소층(4)으로 코팅될 수 있되, 이 탄소층은 예컨대 지지층 및/또는 결합제층(3)이 중간에 배치되어 있는 $sp^2$ 결합 구조 및 $sp^3$ 결합 구조로 구성된다.

[0058] 전술한 층 시스템은 자명한 사실로서, 예컨대 지지 및 삽입 부재, 롤러 베어링 구성품, 릴리스 베어링, 피스톤 핀, 베어링 부시, 엔진 영역에서 예컨대 분사 노즐용 제어 피스톤, 선형 가이드, 그리고 기타 기계적 및 마찰공학적으로 높은 부하를 받는 부품들과 같은 여타의 구조 및 기능 유닛들에도 적합하다.

[0059] 상기한 점에 대체되는 점에 따라, 비정질 탄소층(4)은 코팅될 기계 부품의 기본 몸체상에 직접 증착될 수 있되, 이때 지지층(3) 내지 결합제층(3)은 그 사이에 도포되지 않는다.

[0060] 그로 인해, 본 발명은 내마모성 코팅뿐 아니라 이 내마모성 코팅을 제조하기 위한 방법을 제공하며, 그렇게 함으로써 마찰 마모에 노출된 기계 부품들의 내마모성은 증가하며, 상기한 기계 부품들과 대응하는 상대 부품 몸체 사이의 너무 높은 마찰 모멘트는 억제된다. 약 0.1㎛ 내지 4.0㎛ 두께의 코팅(4 내지 3, 4)에 의해, 치수 및 표면 거칠기는 거의 변경되지 않는다. 층의 마찰공학적 특성은 개선되며, 기계적 부하는 본원의 목적과 160℃ 이하의 낮은 코팅 온도를 바탕으로 적정 가격의 강에 제조될 수 있는 기본 몸체를 이용하여 분할된다. 그렇게 함으로써 통상적이면서도 경제적인 제조 기술이 적용될 수 있다.

[0061] 제안되는 수소를 함유하지 않은 탄소층은 표면 상태의 균일화의 실현된 효과를 고려할 때 오일로 윤활되는 상태에서 마찰을 감소시킨다. 오일로 윤활되는 상태에서 마찰 상대 부품으로서 강 혹은 주철을 이용한 경우 약 20%만큼 더욱 낮은 마찰 모멘트가 측정되었다. 그러므로 성능 상승 및 자원 보존에 대한 분명한 기여가 달성된다. 탁월한 마찰공학적 특성을 통해, 더욱 경제적이면서도 저점성의 윤활제가 이용될 수 있되, 이런 윤활제는 더욱 낮은 내부 마찰 특성을 갖는다. 또한, 오일 교환 간격도 고객 친화적으로 증가할 수 있다.

[0062] 그 외에도, 제안된 ta-C 층은 수소를 함유하는 탄소층에서 보이는 350℃와 비교하여 약 600℃의 분명히 더욱 높은 열적 안정성을 가지며, 그럼으로써 더욱 넓은 응용 영역이 제공된다. 유압유, 디젤 연료, 물에서 가솔린까지를 윤활제로서 이용할 수 있는 가능성을 통해, 식료품 산업, 유압 적용 분야 및 또 다른 매체 윤활 방식의 적용 영역에서 새로운 응용 영역이 제공된다.

[0063] 비록 본 발명이 바람직한 실시예들에 따라 앞서 기술되기는 했지만, 기술된 실시예에만 국한되지 않고 다양한 방법으로 수정될 수 있다.

[0064] <도면 부호 리스트>

[0065] 1: 기계 부품

[0066] 2: 기계 부품의 사전 지정된 표면

[0067] 3: 지지층/결합제층

[0068] 4: 사면체 비정질 탄소층

[0069] 5: 버킷 타입 태핏

[0070] 6: 캠

[0071] 7: 밸브 축

[0072] 8: 유압식 지지 부재

[0073] 9: 피스톤

[0074] 10: 하우징

[0075] 11: 핑거 로커 암

[0076] 12: 롤러 베어링

[0077] 50: 캠 접촉면

[0078] 51: 버킷 몸체

[0079] 90: 피스톤과 핑거 로커 암 사이의 접촉 영역

[0080] 91: 피스톤과 하우징 사이의 접촉 영역

## 도면의 간단한 설명

[0029] 도1은 내연기관의 밸브를 작동하기 위한 버킷 타입 태핏 및 캠축으로 구성된 마찰 쌍을 도시한 정면도이다.

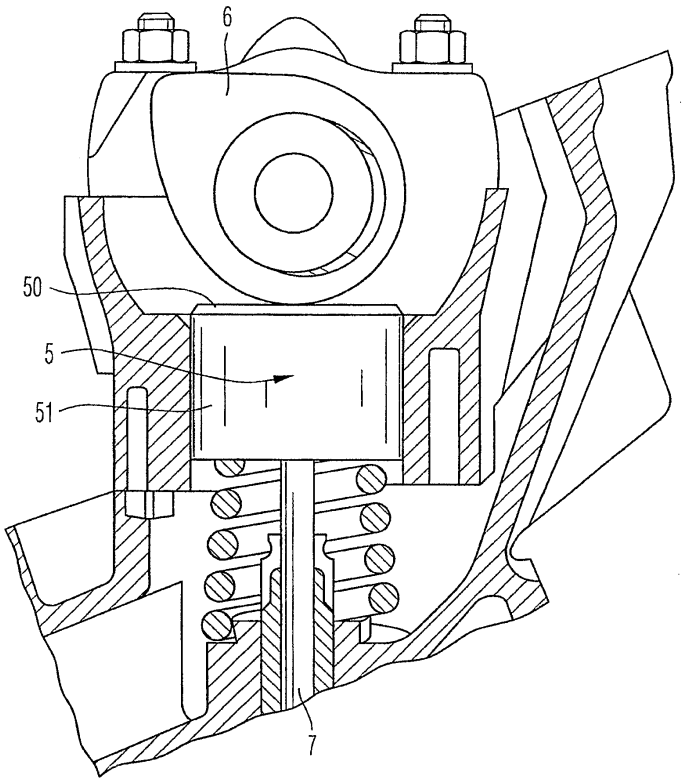
[0030] 도2는 도1에 따른 버킷 타입 태핏을 도시한 분해도이다.

[0031] 도3은 롤러 베어링 구성품을 통해 핑거 로커 암과 연결되어 있는 유압식 지지 부재를 도시한 분해도이다.

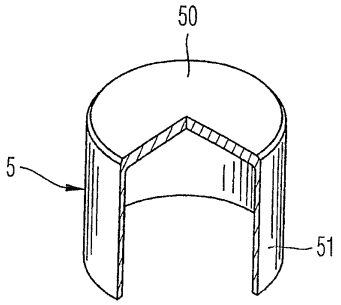
[0032] 도4는 본 발명의 일 실시예에 따른 내마모성 코팅을 구비한 기계 부품을 개략적으로 도시한 횡단면도이다.

## 도면

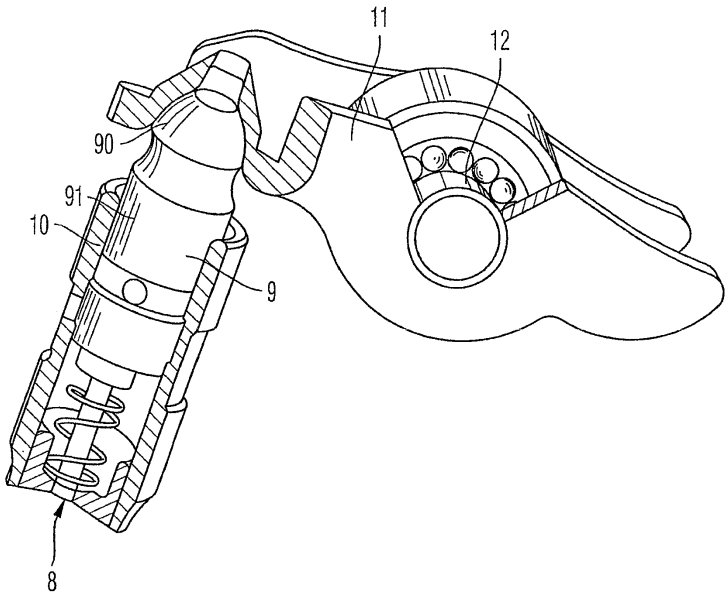
### 도면1



도면2




도면3




도면4

