



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0075061  
(43) 공개일자 2021년06월22일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C23C 14/06 (2006.01) C23C 14/02 (2006.01)  
C23C 14/32 (2006.01) C23C 14/35 (2006.01)  
C23C 28/00 (2006.01) C23C 28/04 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
C23C 14/0605 (2013.01)  
C23C 14/024 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-7002565
- (22) 출원일자(국제) 2019년09월02일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2021년01월26일
- (86) 국제출원번호 PCT/DE2019/100786
- (87) 국제공개번호 WO 2020/078505  
국제공개일자 2020년04월23일
- (30) 우선권주장  
10 2018 125 631.0 2018년10월16일 독일(DE)

- (71) 출원인  
새플러 테크놀로지스 아게 운트 코. 카게  
독일 헤르쾨게나우라흐 (우편번호 91074) 인두스  
트리슈트라쎄 1-3
- (72) 발명자  
브루크나라 리카르도 헨리쿠  
독일 91093 헤스도르프 암 제바흐 10베  
마크치판 나출립  
독일 90480 뉘른베르크 블뤼텐슈트라쎄 9데  
슐츠 에트가  
독일 91094 랑엔젠델바흐 에프너 비제 16
- (74) 대리인  
양영준, 황의철

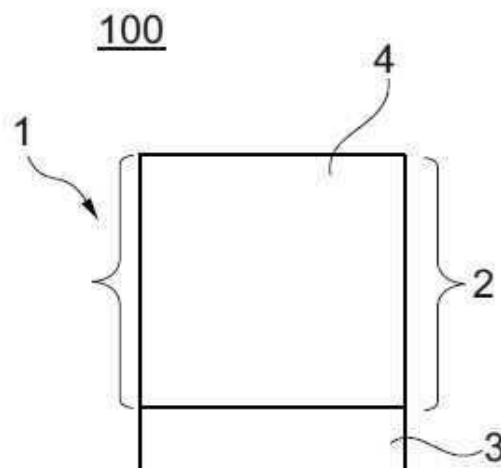
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 특히, 밸브 트레인 시스템을 위한 구성요소, 및 이러한 구성요소를 제조하기 위한 방법

(57) 요약

본 발명은 기관(3) 및 기관(3)에 적어도 부분적으로 제공된 층 시스템(1)을 포함하는 구성요소, 특히, 밸브 트레인 시스템을 위한 구성요소(100)에 관한 것으로서, 층 시스템(1)은 구성요소 표면을 형성하기 위한 마찰-감소 및 마모-감소 보호층(2)을 포함하며, 보호층(2)은 50% 이상의 몰 분율을 가진 sp<sup>3</sup>-하이브리드화 탄소를 포함하는 도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 하나 이상의 제1 하위-층(4, 4a)을 가지고, 제1 하위-층(4, 4a)은 0.1 at% 내지 3.0 at% 범위의 농도의 산소 및 0.1 at% 내지 15 at% 범위의 농도의 수소를 포함하며, 제1 하위-층(4, 4a)은 0.03 at% 내지 15 at% 범위의 농도의 다음 도펀트 중 하나 이상을 가지는데, 이들은: 크롬, 몰리브덴, 텅스텐, 실리콘, 구리, 니오븀, 지르코늄, 바나듐, 니켈, 철, 은, 하프늄, 불소, 보론, 질소이다. 또한, 본 발명은 이러한 구성요소(100)의 제조 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

*C23C 14/025* (2013.01)

*C23C 14/325* (2013.01)

*C23C 14/35* (2013.01)

*C23C 14/352* (2013.01)

*C23C 28/044* (2013.01)

*C23C 28/046* (2013.01)

*C23C 28/343* (2013.01)

*C23C 28/347* (2013.01)

*C23C 28/42* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기관(3) 및 기관(3)에 적어도 부분적으로 제공된 층 시스템(1)을 포함하는 구성요소, 특히, 밸브 트레인 시스템을 위한 구성요소로서, 층 시스템(1)은 구성요소 표면을 형성하기 위한 마찰-감소 및 마모-감소 보호층(2)을 포함하며, 보호층(2)은 50% 이상의 물 분율을 가진  $sp^3$ -하이브리드화 탄소를 포함하는 도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 하나 이상의 제1 하위-층(4, 4a)을 가지고, 제1 하위-층(4, 4a)은 0.1 at% 내지 3.0 at% 범위의 농도의 산소 및 0.1 at% 내지 15 at% 범위의 농도의 수소를 포함하며, 제1 하위-층(4, 4a)은 0.03 at% 내지 15 at% 범위의 농도의 다음 도펀트 중 하나 이상을 가지는데, 이들은: 크롬, 몰리브덴, 텅스텐, 실리콘, 구리, 니오븀, 지르코늄, 바나듐, 니켈, 철, 은, 하프늄, 불소, 보론, 질소인 것을 특징으로 하는 구성요소(100).

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 층 시스템(1)은 접촉층(6)을 가지며, 접촉층(6)은 기관(3)과 보호층(2) 사이에 배열되고, 접촉층(6)은 크롬 및/또는 티타늄 및/또는 텅스텐 및/또는 지르코늄 및/또는 몰리브덴 및/또는 크롬 니트라이드 및/또는 티타늄 니트라이드 및/또는 텅스텐 니트라이드 및/또는 몰리브덴 니트라이드 및/또는 지르코늄 니트라이드를 가지는 것을 특징으로 하는 구성요소(100).

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 접촉층(6)은 0.001  $\mu\text{m}$  내지 2.0  $\mu\text{m}$  범위의 층 두께를 가진 것을 특징으로 하는 구성요소(100).

#### 청구항 4

제2항 또는 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 층 시스템(1)은 중간층(7)을 가지며, 중간층(7)은 접촉층(6) 및 보호층(2) 사이에 배열되고 금속 또는 전이 금속 및/또는 비-금속의 카보니트라이드 및/또는 하나 이상의 카바이드를 가지는 것을 특징으로 하는 구성요소(100).

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 중간층(7)은 0.001  $\mu\text{m}$  내지 1.0  $\mu\text{m}$  범위의 층 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 구성요소(100).

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 보호층(2)은 도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 하나 이상의 제1 하위-층(4, 4a)들을 가지고, 추가로, 비-도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 하나 이상의 제2 하위-층(5)들을 가지며, 제1 및 제2 하위-층(4, 4a; 5)들은 서로 교대로 배열되는 것을 특징으로 하는 구성요소(100).

#### 청구항 7

전술한 항들 중 어느 한 항에 있어서, 보호층(2)은 40 GPa보다 큰 경도를 가지는 것을 특징으로 하는 구성요소(100).

#### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 슬라이딩 베어링 구성요소 또는 롤러 베어링 구성요소 또는 핑거 팔로우 또는 로커 암 또는 펌프 태핏 또는 롤러 태핏의 구성요소인 것을 특징으로 하는 구성요소(100).

#### 청구항 9

제8항에 있어서, 층 시스템(1)은 인접한 접촉 구성요소에 롤링 접촉 및/또는 마찰-방지 접촉 및/또는 슬라이딩

접촉으로 배열되는 것을 특징으로 하는 구성요소(100).

**청구항 10**

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 구성요소(100)의 제조 방법에 있어서, 도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 하나 이상의 제1 하위-층(4, 4a)이, 아크 증발 및/또는 고전력 펄스 마그네트론 스퍼터링에 의한 물리적 기상 증착에 의해 하나 이상의 제1 하위-층(4, 4a)에 제공되며, 하나 이상의 도펀트가 기체 상에 의해 하나 이상의 제1 하위-층(4, 4a) 내로 유입되거나 및/또는 도핑된 탄소로 제조된 표적이 사용되거나 및/또는 하나 이상의 도펀트가 공동-스퍼터링에 의해 하나 이상의 제1 하위-층(4, 4a) 내로 유입되는 것을 특징으로 하는 구성요소의 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 기관 및 기관에 적어도 부분적으로 제공된 층 시스템을 포함하는 구성요소, 특히 밸브 구동 시스템을 위한 구성요소에 관한 것으로서, 층 시스템은 구성요소 표면을 형성하기 위한 마찰-감소 및 마모-감소 보호층을 포함한다. 또한, 본 발명은 이러한 구성요소의 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 종래 기술의 다양한 실시예들로부터, 마찰 응력이 가해진 표면을 위한 코팅이 공지되어 있다. 기술적으로 중요한 적용 분야는 내연기관의 마찰과 마모를 줄이는 것이다. 서로에 대해 미끄러지는 표면 및 동력 전달에 관련된 구성요소들에 대한 높은 동적 하중으로 인해, 높은 경도와 내구성을 가진 고성능의 코팅이 필요하다. 이에 관해, 비정질 탄소 층들이 특히 유리한 등급의 층 시스템으로 입증되었다. 특히, 소위 다이아몬드-유사한 탄소(DLC) 층들이 디젤 엔진에서 크랭크 드라이브, 밸브 제어, 또는 연료 주입 시스템의 부품 코팅에 성공적으로 사용된다.

[0003] 4면체로 배워된  $sp^3$ -하이브리드화 탄소의 크리스털인 다이아몬드와  $sp^2$ -하이브리드화 탄소 원자들의 결정질 층들로 구성된 그래파이트를 비교하면, 비정질 탄소는  $sp^2$ -하이브리드화 및  $sp^3$ -하이브리드화 탄소 원자들의 혼합물을 가지며, 일부 탄소는 그 밖의 다른 요소, 특히 수소와 결합될 수 있다. 기계적 특성들에 관해, 비정질 탄소 상(phase)들은 3개의 상이한 결합 즉 2개의  $sp^2$ -하이브리드화 탄소 원자 사이의 결합("그래파이트-유사한" 결합),  $sp^3$ -하이브리드화 탄소 원자 사이의 결합("다이아몬드-유사한" 결합) 및 탄소-수소 결합 타입의 혼합물을 가진 탄소 원자의 비정질 네트워크로 간주할 수 있다. 상당한 비율의  $sp^3$ -하이브리드화 탄소가 있는 경우, 관련 탄소 층들은 "다이아몬드-타입"으로 지칭되는데, 광범위한 상이한 탄소 코팅을 위한 총칭으로, "다이아몬드-타입 탄소"(또한, "다이아몬드-유사한 탄소"라고도 함)가 사용된다(분류 및 명명법에 대해서는 VDI 가이드 라인 2840 "탄소 층-기본, 층 유형 및 특성", 2012년 6월 참조). 이러한 층들의 다이아몬드-타입 특성, 특히 높은 경도와 높은 탄성계수는  $sp^3$  탄소-탄소 결합의 비율로부터 기인한다. 높은 비율의  $sp^3$ -하이브리드화 탄소를 가진 특정 형태의 DLC는 4면체 비정질 탄소로서 지칭된다. 코팅의 경우, 수소가 없는 4면체 비정질 탄소 층(ta-C로 약칭) 및 수소를 함유하는 4면체 비정질 탄소 층(ta-C:H)으로 구분된다(위에 언급된 VDI 가이드라인 2840 참조).

[0004] 엔진 요소, 가령, 주입 노즐, 버킷 태핏 또는 피스톤 핀에 이러한 코팅을 사용하면, 구성요소들에 우수한 마찰 특성, 낮은 접착력, 높은 표면 경도가 제공되고 연마 마모에 대한 보호가 증가된다. 성장 시에 매우 높은 온도를 필요로 하는 다이아몬드 층과 비교하면, 비정질 탄소 층은 낮은 온도에서 제조될 수 있으며 그에 따라 경제적이거나 장점이 있다. 그에 반해, 비정질 탄소 층의 단점은 낮은 기계적 인성(toughness)과 높은 잔류 압축 응력을 포함한다. 특히, 높은 잔류 압축 응력은, 예를 들어, 층 두께에 대한 제한 요소를 나타내며, 그에 따라, 곡면에 안정적인 방식으로 비정질 탄소 층을 제공하는 것이 어렵다.

[0005] 수소가 없는 4면체 비정질 탄소로 제조된 내마모성 코팅이 DE 10 2004 041 235 A1에 공지된다. WO 2017/148582는 수소가 없는 비정질 탄소 층 및 지르코늄으로 형성된 접착층을 가진 코팅에 관해 기술하고 있다. 공보 DE 10 2004 043 550 A1은 수소가 없는 4면체 비정질 탄소를 함유하고 있는 기능 층을 가진 코팅에 관해 기술하고 있으며, 실용신안 AT 14701 U1은 도핑된 탄소로 구성된 표적(도너 재료) 또는 코팅 공급원에 대해 기술하고 있다.

**발명의 내용**

- [0006] 이러한 기술적 배경에서, 본 발명의 목적은 낮은 마찰 계수, 높은 내마모성 및 낮은 내부 응력을 가진 층 시스템을 가지며, 곡면, 특히 엔진 구성요소들을 코팅하는 데 적합한 구성요소들을 제공하는 것이다.
- [0007] 상기 목적은, 기관 및 기관에 적어도 부분적으로 제공된 층 시스템을 포함하는 구성요소에 의해 구현되는데, 상기 층 시스템은 구성요소 표면을 형성하기 위한 마찰-감소 및 마모-감소 보호층을 포함하며, 보호층은 50% 이상의 물 분율을 가진  $sp^3$ -하이브리드화 탄소를 포함하는 도핑된(doped) 4면체 비정질 탄소로 형성된 하나 이상의 제1 하위-층을 가지고, 제1 하위-층은 0.1 at% 내지 3.0 at% 범위의 농도의 산소 및 0.1 at% 내지 15 at% 범위의 농도의 수소를 포함하며, 제1 하위-층은 0.03 at% 내지 15 at% 범위의 농도의 다음 도펀트 중 하나 이상을 가지는데, 이들은: 크롬, 몰리브덴, 텅스텐, 실리콘, 구리, 니오븀, 지르코늄, 바나듐, 니켈, 철, 은, 하프늄, 불소, 보론, 질소이다.
- [0008] 도핑된 4면체 비정질 탄소로부터 제1 하위-층을 형성하기 위하여, 높은 비율의  $sp^3$ -하이브리드화 탄소 원자를 형성해야 한다. 하이브리드화에 필요한 전자 전달은 에너지의 유입에 의해 자극되며, 이 에너지는 예를 들어, 이온-보조 코팅 공정 또는 플라즈마-기반 공정으로, 아크 증발 또는 스퍼터 증착을 통해 공급되는 고-에너지 입자들과의 상호작용을 통해 탄소에 공급된다. 하지만, 이러한 고-에너지 입자의 작용은 동시에 탄소 네트워크 구조의 왜곡을 초래하고 높은 잔류 압축 응력을 생성하며, 이는 특히 층 두께에 대한 제한 요소를 나타낸다. 또한, 응력이 층을 변형시키는 경향이 있기 때문에, 기계적 응력을 받는 층이 기관에 대해 접촉되는 접촉력이 감소하며, 그에 따라 층은 마찰 응력 하에서 분리되거나 찢어질 수 있다. 층을 곡면 구성요소 표면에 제공하는 것은, 기관의 기하학적 형태로 인해, 미리 결정된 변형이 층에 부과되기 때문에, 더 어려워진다. 4면체 비정질 탄소에 수소와 산소를 통합함으로써, 잔류 압축 응력이 실질적으로 감소되고 제1 하위-층의 탄성이 증가될 수 있고, 충분한 층 두께와 우수한 접촉력을 가지며, 곡면에서 사용될 수 있는 층 시스템을 형성할 수 있다.
- [0009] 수소와 산소의 통합은 또한 강철과 슬라이딩 접촉할 때 수분에 의해 오직 무시할 정도로 감소되는 마찰 계수를 가진 제1 하위-층을 생성한다. 더욱이, 수소와 산소로 형성된 4면체 비정질 탄소 층은 열적 안정성을 증가시킨다.
- [0010] 특히, 금속으로 제1 하위-층을 추가로 도핑하는 것이, 잔류 압축 응력을 줄이는 데 더욱 효과적인 방법으로 입증되었다. 잔류 압축 응력을 감소시키는 것 외에도, 제1 하위-층의 다른 특성 및 이에 따른 보호층의 다른 특성은 적절하게 선택된 도핑된 요소에 의해 표적 방식으로 향상될 수 있다. 특히, 불소, 실리콘 및/또는 구리로 도핑하면, 4면체 비정질 탄소 층들의 마찰 특성이 크게 향상된다. 실리콘으로 도핑하면, 강철과 슬라이딩 접촉할 때, 수분에 의해 오직 무시할 정도로 감소되는 마찰 계수를 갖는 보호층이 생성된다. 또한, 실리콘과 혼합된 4면체 비정질 탄소 층은 열 안정성을 증가시킨다. 불소와 연관되어, 보론으로 도핑하면, 높은 경도와 소수성 특성이 결합된 보호층이 생성되고, 텅스텐을 첨가하면 마찰이 크게 감소할 수 있다. 또 다른 가능한 도펀트는, 보호층에 낮은 마찰 계수와 긴 서비스 수명을 제공하는 질소이다.
- [0011] 본 발명에 따르면, 제1 하위-층은 0.03 at% 내지 15 at% 범위의 각각의 농도로 도펀트(들)를 함유한다. 각각의 농도는 바람직하게는 0.2 at% 내지 10 at% 범위, 특히 바람직하게는 0.2 at% 내지 5 at% 범위이다.
- [0012] 본 발명의 추가적인 유리한 실시예에 따르면, 층 시스템은 접촉층을 가지며, 접촉층은 기관과 보호층 사이에 배열되고, 접촉층은 크롬 및/또는 티타늄 및/또는 텅스텐 및/또는 지르코늄 및/또는 몰리브덴 및/또는 크롬 니트라이드 및/또는 티타늄 니트라이드 및/또는 텅스텐 니트라이드 및/또는 몰리브덴 니트라이드 및/또는 지르코늄 니트라이드를 가진다. 4면체 비정질 탄소 층의 잔류 압축 응력으로 인한 보호층의 분리를 방지하기 위해, 기관에 대한 접촉력은, 이러한 방식으로 기관과 보호층 사이에 선택된 접촉층으로 향상될 수 있다. 전술한 재료로 형성된 접촉층을 제공함으로써, 기관 상의 보호층의 접촉 강도가 현저히 향상될 수 있으며, 그에 따라 마찰 응력을 받는 구성요소들에 사용될 수 있다.
- [0013] 바람직하게는 티타늄 또는 크롬으로 형성된 금속성의 접촉층이 특히 강철에 대한 접촉력을 현저하게 향상시킬 수 있다.
- [0014] 본 발명의 추가적인 유리한 실시예에 따르면, 접촉층은 0.001  $\mu\text{m}$  내지 2.0  $\mu\text{m}$  범위의 층 두께를 가진다. 층 두께는 바람직하게는 0.001  $\mu\text{m}$  내지 1.0  $\mu\text{m}$  범위, 특히 바람직하게는 0.001  $\mu\text{m}$  내지 0.5  $\mu\text{m}$  범위이다.
- [0015] 본 발명의 추가적인 유리한 실시예에 따르면, 층 시스템은 중간층을 가지며, 중간층은 접촉층 및 보호층 사이에

배열되고 금속 또는 전이 금속의 하나 이상의 카바이드 및/또는 금속 또는 전이 금속 및/또는 비-금속의 카보나이드를 가진다.

- [0016] 중간층의 층 두께는 0.001  $\mu\text{m}$  내지 1.0  $\mu\text{m}$  범위인 것이 바람직하다. 특히, 중간층의 층 두께는 0.001  $\mu\text{m}$  내지 0.5  $\mu\text{m}$  범위, 특히 바람직하게는 0.001  $\mu\text{m}$  내지 0.05  $\mu\text{m}$  범위이다. 중간층은 유리하게는 보호층과 접촉층 사이의 접촉력을 향상시킬 수 있다. 중간층은 별도의 성장 단계에서 증착될 수 있거나, 또는 예를 들어, 접촉층의 자유 표면에 탄소가 주입된다는 점에서, 접촉층과 탄소층 사이의 경계(interface)에서 카바이드 형성에 의해 형성될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 추가적인 유리한 실시예에 따르면, 보호층은 도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 단일의 제1 하위-층으로 구성된다. 상기 실시예에서, 도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 제1 하위-층은 기관에 직접 제공되고 층 시스템은 어떠한 추가적인 접촉층 또는 중간층을 갖지 않는다. 이러한 방식으로, 보호층의 형성에 필요한 상이한 층들에 대한 별도의 성장 단계 없이 특히 간단한 공정 제어가 유리하게 구현될 수 있다.
- [0018] 본 발명의 추가적인 유리한 실시예에 따르면, 보호층은 도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 하나 이상의 제1 하위-층들을 가지고, 추가로, 비-도핑된(undoped) 4면체 비정질 탄소로 형성된 하나 이상의 제2 하위-층들을 가지며, 제1 및 제2 하위-층들은 서로 교대로 배열된다. 교대로 배열된 도핑된 제1 하위-층들 및 비-도핑된 제2 하위-층들의 구조로 인해, 보호층의 기계적 특성들은 몇 가지 실험을 통해 표적 방식으로 긍정적인 영향을 받을 수 있다. 이러한 층 구조에서는, 예를 들어, 재료 균열의 전파가 억제되고 보호층의 인성이 향상된다. 다층 구조의 특성은 도핑의 정도와 제1 및 제2 하위-층의 개수 및 두께에 의해 추가로 영향을 받을 수 있다.
- [0019] 본 발명의 추가적인 유리한 실시예에 따르면, 보호층은 40 GPa보다 큰 경도를 가진다. 경도 명세는 DIN EN ISO 14577-4(2017년 4월)에 따른 나노인덴테이션(nanoindentation)을 사용한 측정과 관련된다.
- [0020] 구성요소는, 특히, 슬라이딩 베어링 구성요소 또는 롤러 베어링 구성요소 또는 핑거 팔로워 또는 로커 암 또는 펌프 태핏 또는 롤러 태핏의 구성요소이다. 특히, 층 시스템은 인접한 접촉 구성요소에 롤링 접촉 및/또는 마찰-방지 접촉 및/또는 슬라이딩 접촉으로 배열된다.
- [0021] 특히, 구성요소는 롤링 요소, 특히, 캠 롤러, 예를 들어, 캠 팔로워로서, 층 시스템은 이러한 롤링 요소의 작동 표면 및/또는 롤링 요소의 하나 이상의 측면 표면들에 형성된다. 이러한 타입의 롤링 요소는 예를 들어 롤러 핑거 팔로워의 일부로서 내연기관의 밸브 트레인에 사용된다. 내연기관에서 핑거 팔로워는 캠과 푸시로드 사이의 전달 요소로서 기능한다. 롤러 핑거 팔로워의 경우, 캠은 캠 롤러 또는 캠 팔로워에 의해 픽업된다. 본 발명에 따른 층 시스템을 표면에 제공함으로써, 롤러 표면의 마찰 하중으로 인한 마모 현상이 유리하게 감소될 수 있고 마찰 손실이 감소될 수 있다.
- [0022] 하지만, 구성요소는 유리하게는 마찰-방지 베어링의 외부 링, 내부 링 또는 마찰-방지 요소 또는 슬라이딩 베어링의 외부 링 또는 내부 링일 수 있다.
- [0023] 본 발명의 또 다른 목적은 본 발명에 따른 구성요소를 제조하기 위한 방법을 제공하는 것으로서, 도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 제1 하위-층은 아크 증발, 특히, 아크 공정 및/또는 고전력 펄스 마그네트론 스퍼터링(고전력 임펄스 마그네트론 스퍼터링, HiPIMS, 또는 고전력 펄스 마그네트론 스퍼터링, HPPMS)에 의한 물리적 기상 증착에 의해 제1 하위-층에 의해 제공되며, 하나 이상의 도펀트(dopant)가 기체 상에 의해 하나 이상의 제1 하위-층 내로 유입되거나 및/또는 도핑된 탄소로 제조된 표적 재료(기여 재료)가 사용되거나 및/또는 하나 이상의 도펀트가 공동-스퍼터링(co-sputtering)에 의해 보호층 내로 유입된다.

**도면의 간단한 설명**

- [0024] 본 발명의 추가 세부 사항 및 이점은 도면에 도시된 예시적인 실시예를 참조하여 아래에서 설명될 것이다. 도면에서:
  - 도 1a 층 시스템이 기관 상에 있는 본 발명에 따른 구성요소의 예시적인 실시예의 개략도;
  - 도 1b 층 시스템이 기관 상에 있는 본 발명에 따른 구성요소의 예시적인 실시예의 개략도;
  - 도 2a 층 시스템이 기관 상의 접촉층을 포함하는 본 발명에 따른 구성요소의 예시적인 실시예의 개략도;
  - 도 2b 층 시스템이 기관 상의 접촉층을 포함하는 본 발명에 따른 구성요소의 예시적인 실시예의 개략도;
  - 도 3a 층 시스템이 기관 상의 중간층을 포함하는 본 발명에 따른 구성요소의 예시적인 실시예의 개략도;

도 3b 층 시스템이 기관 상의 중간층을 포함하는 본 발명에 따른 구성요소의 예시적인 실시예의 개략도;

도 4a 층 시스템이 기관 상의 접착층 및 중간층을 포함하는 본 발명에 따른 구성요소의 예시적인 실시예의 개략도;

도 4b 층 시스템이 기관 상의 접착층 및 중간층을 포함하는 본 발명에 따른 구성요소의 예시적인 실시예의 개략도;

도 5 롤링 요소 형태의 본 발명에 따른 구성요소의 예시적인 실시예의 개략도;

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0025] 층 시스템(1)을 가진 본 발명에 따른 구성요소(100)의 도 1a에 도시된 예시적인 실시예에서, 상기 구성요소는 도핑된 4면체 비정질 탄소의 단일의 균질한 제1 하위-층(4)으로 형성된 보호층(2)으로 구성되는데, 이 보호층은 기관(3)에 직접 제공된다.
- [0026] 도 1b에 도시된 예시적인 실시예에서, 구성요소(100)는 일련의 몇몇 제1 하위-층(4a)들 및 제2 하위-층(5)들로 형성된 보호층(2)을 포함하며, 도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 제1 하위-층(4a)이 기관(3)에 직접 제공되고, 비-도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 제2 하위-층(5)이 상기 기관에 배열된다. 도핑된 제1 하위-층(4a)들 및 비-도핑된 제2 하위-층(5)들은 상측 제2 하위-층(5)까지 계속하여 교대로 배열된다.
- [0027] 여기서, 그리고, 도 2b, 3b 및 4b에 도시된 층 시스템(1)들은 단지 예시적으로 도시된 도면들이다. 도핑된 제1 하위-층(4a)들 및 비-도핑된 제2 하위-층(5)들의 교대로 배열되는 것은, 이론상 임의의 개수의 제1 하위-층(4a)들 및 제2 하위-층(5)들을 포함할 수 있다.
- [0028] 도 2a에 도시된 구성요소(100)의 예시적인 실시예에서, 접착층(6)이 기관(3) 및 보호층(2) 사이에 배열되며, 그에 따라 보호층(2)이 기관(3)에 결합되는 것이 향상되고, 보호층(2)과 함께 층 시스템(1)을 형성한다.
- [0029] 도 2b에 도시된 구성요소(100)의 예시적인 실시예에서, 접착층(6)이 기관(3) 및 보호층(2) 사이에 배열되며, 상기 접착층은, 교대로 배열된, 도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 제1 하위-층(4a)들 및 비-도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 제2 하위-층(5)들을 포함한다.
- [0030] 도 3a에 도시된 구성요소(100)의 예시적인 실시예에서, 보호층(2)과 함께 층 시스템(1)을 형성하는 중간층(7)이, 도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 오직 제1 하위-층(4a)을 포함하는 보호층(2)과 기관(3) 사이에 배열된다.
- [0031] 도 3b에 도시된 구성요소(100)의 예시적인 실시예에서, 중간층(7)이 보호층(2) 및 제1 하위-층(4a)들과 제2 하위-층(5)들 사이에 배열되어 기관(3)에 제공된 층 시스템(1)을 형성하며, 상기 보호층은, 교대로 배열된, 도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 제1 하위-층(4a)들 및 비-도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 제2 하위-층(5)들을 포함한다.
- [0032] 도 4a에 도시된 구성요소(100)의 예시적인 실시예에서, 접착층(6) 및 중간층(7)이, 도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 제1 하위-층(4a) 형태의 보호층(2) 및 기관(3) 사이에 배열되어, 보호층(2)과 함께 층 시스템(1)을 형성한다. 접착층(6)은 중간층(7)이 기관(3)에 결합되는 것을 향상시키는 한편, 중간층(7)은 접착층(6)과 보호층(2) 사이의 접착 촉진제로서 기능한다. 제작 공정 동안, 중간층(7)은, 접착층(6) 뒤에, 그리고, 보호층(2) 앞에 개별적으로 증착될 수 있거나 또는, 예를 들어, 접착층(6) 및 보호층(2) 사이의 반응에 의해 또는 접착층(6) 내에 탄소를 주입시킴으로써 형성될 수 있다.
- [0033] 도 4b에 도시된 구성요소(100)의 예시적인 실시예에서, 접착층(6) 및 중간층(7)이 보호층(2) 사이에 배열되고, 상기 보호층은, 도 4a와 유사하게, 교대로 배열된, 도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 제1 하위-층(4a)들 및 비-도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 제2 하위-층(5)들을 포함하며, 기관(3)에 결합되는 것이 향상된다.
- [0034] 도 5에 도시된 구성요소(100)가 롤링 요소(8) 형태로 구성되면, 롤링 요소(8)의 작동 표면(9)에는, 내연기관의 밸브 조절의 일부로서 유용한 롤링 요소(8)를 이용하는 보호층(2)의 마찰-감소 및 마모-감소 특성을 이용하기 위해 층 시스템(1)이 제공된다. 선택적으로는, 롤링 요소(8)의 측면 표면(10, 11)들에 층 시스템(1)이 제공될 수도 있다.
- [0035] 위에 기술된 롤링 요소(8)는 특히 캠 롤러(8)로서, 층 시스템(1)의 한 실시예가 롤링 요소(8)의 작동 표면(9) 및/또는 롤링 요소(8)의 하나 이상의 측면 표면(10, 11)들에 형성된다.

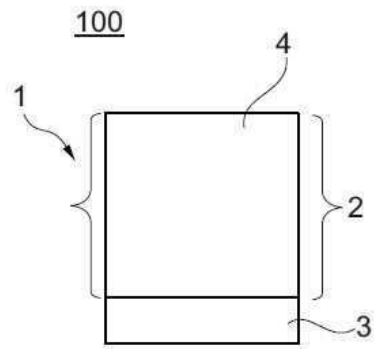
[0036] 위에서 기술된 구성요소(100) 및 위에서 기술된 롤링 요소(8)는 본 발명에 따른 방법의 한 실시예로 제조될 수 있으며, 도핑된 4면체 비정질 탄소의 하나 이상의 제1 하위-층(4a)을 포함하는 보호층(2)이 기관(3) 또는 작동 표면(9) 및/또는 측면 표면(10, 11)들에 제공되고, 보호층(2)은 아크 증발 및/또는 고전력 펄스 마그네트론 스퍼터링에 의한 물리적 기상 증착에 의해 제공되며, 하나 이상의 도펀트(dopant)가 기체 상에 의해 하나 이상의 제1 하위-층(4a) 내로 유입되거나 및/또는 도핑된 탄소로 제조된 표적(target)이 사용되거나 및/또는 하나 이상의 도펀트가 공동-스퍼터링에 의해 하나 이상의 제1 하위-층(4a) 내로 유입된다.

**부호의 설명**

- [0037]
- 1 : 층 시스템
  - 2 : 보호층
  - 3 : 기관
  - 4, 4a : 도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 제1 하위-층
  - 5 : 비-도핑된 4면체 비정질 탄소로 형성된 제2 하위-층
  - 6 : 접착층
  - 7 : 중간층
  - 8 : 롤링 요소
  - 9 : 작동 표면
  - 10 : 제1 측면
  - 11 : 제2 측면
  - 100 : 구성요소

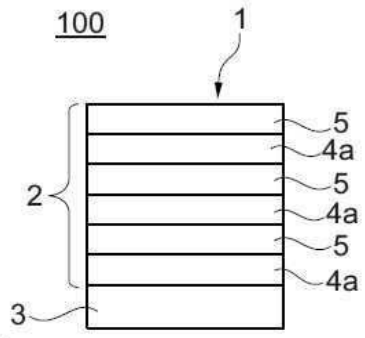
**도면**

**도면1a**

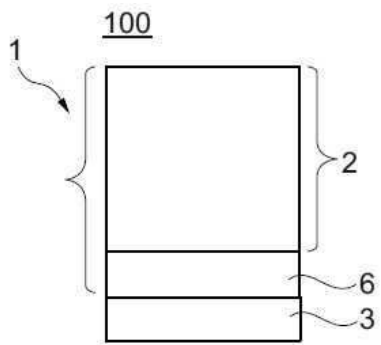




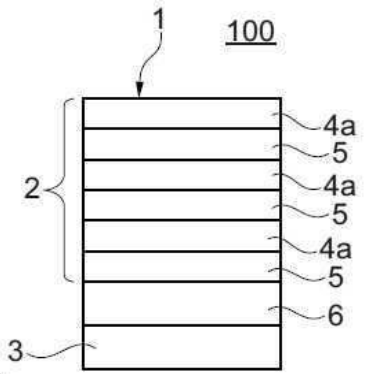
도면1b



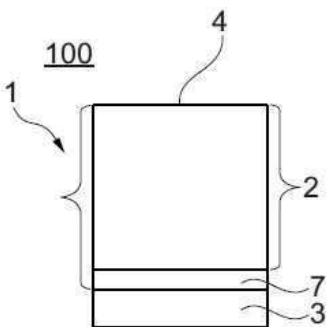
도면2a



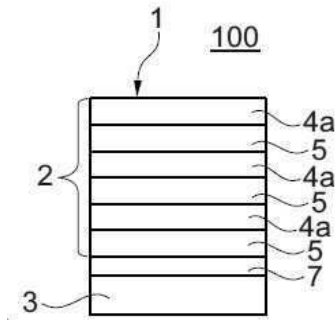
도면2b



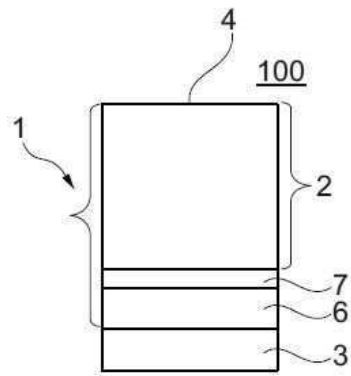
도면3a



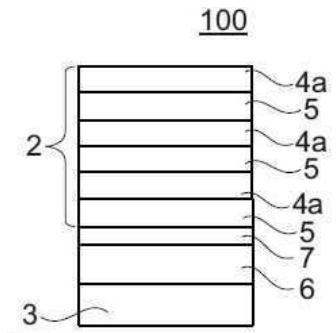
도면3b



도면4a



도면4b



도면5

