(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0034672
(43) 공개일자 2016년03월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 28/00 (2006.01) *C23C 14/06* (2006.01)
C23C 16/27 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0125924
(22) 출원일자 2014년09월22일
심사청구일자 2014년09월22일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
김종국
경상남도 창원시 성산구 창이대로 733 사파동성아파트 109동 202호
김기택
대전광역시 대덕구 대화3길 4
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인가산

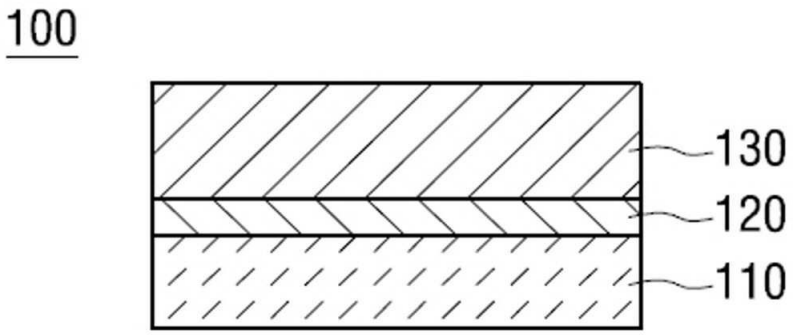
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **다아이몬드상 카본층을 포함하는 모재 및 이의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 모재부; 상기 모재부의 상부에 위치하는 제1DLC(Diamond Like Carbon)층; 및 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 상부에 위치하는 제2DLC(Diamond Like Carbon)층을 포함하며, 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층은 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률이 0.5 내지 1인 것을 특징으로 하는 모재에 관한 것으로, 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 도입을 통하여, 상기 제2DLC(Diamond Like Carbon)층과 상기 모재부의 사이의 밀착력을 향상시킴으로써, 따라서, 일정 두께 이상의 제2DLC(Diamond Like Carbon)층을 증착할 수 있다.

대 표 도 - 도3a



(72) 발명자

이승훈

경상남도 창원시 성산구 원이대로878번길 7 재료연구소아파트 201호

이성훈

경상남도 창원시 마산회원구 팔용로 215 중앙메트로하이츠 102-204

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	PNK3840
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	산업기술연구회
연구사업명	주요사업
연구과제명	자동차용 피스톤링에 수소가 없는 DLC막 3um 증착 및 공정 기술 개발(1/1)
기 여 율	1/1
주관기관	한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간	2014.01.01 ~ 2014.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

모재부;

상기 모재부의 상부에 위치하는 제1DLC(Diamond Like Carbon)층; 및

상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 상부에 위치하는 제2DLC(Diamond Like Carbon)층을 포함하며,

상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층은 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률이 0.5 내지 1인 것을 특징으로 하는 모재.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 내부응력은 3 내지 5 GPa이며, 경도는 20 내지 40GPa인 것을 특징으로 하는 모재.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제2DLC(Diamond Like Carbon)층은 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률이 0을 초과하고, 0.5 이하이고, 내부응력은 4 내지 10 GPa이며, 경도는 30 내지 80GPa인 것을 특징으로 하는 모재.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 두께는 10 내지 400nm이고, 상기 제2DLC(Diamond Like Carbon)층의 두께는 1.0 내지 10㎛인 것을 특징으로 하는 모재.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 모재부는 텅스텐 재질, 텅스턴 합금 재질 또는 초경 합금 재질인 모재.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 모재부는 철계 소재, 탄소강, 스테인레스스틸 또는 세라믹 소재인 모재.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 모재부와 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 사이에 위치하는 중간층을 포함하고,

상기 중간층은 상기 모재부의 상부에 위치하는 금속층 및 상기 금속층의 상부에 위치하는 금속카바이드층을 포함하는 모재.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 다아이몬드상 카본층을 포함하는 모재 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 일정 두

께 이상으로 코팅이 가능하면서, 박리가 발생하지 않는 다이아몬드상 카본층을 포함하는 모재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 피스톤과 실린더 내벽 사이의 기밀(氣密)을 유지하고 또 실린더 벽의 윤활유를 긁어내려 윤활유가 연소실로 들어가지 않도록 하기 위하여 피스톤 바깥 둘레의 홈에 끼우는 한 쌍의 링을 피스톤링이라고 한다.

[0003] 이러한 피스톤링은 작은 마찰계수를 가지면서도 내구성을 유지해야 한다. 이를 위해 일반적으로 피스톤링 외주면에는 크롬(Chrome)도금 또는 질화처리(가스질화)가 사용되고 있는데, 최근에는 고유가 및 CO_2 규제로 인해 마찰손실을 줄이고 내구성을 향상시키고자 CrN(Chrome Nitride)을 비롯한 다양한 표면처리 기술이 대두되고 있다.

[0004] 이러한 표면처리방법 중, 다이아몬드상 카본층(DLC(Diamond Like Carbon)층)은 다이아몬드와 흑연의 중간상으로 흑연의 낮은 마찰계수와 다이아몬드의 높은 경도, 내화학특성이 우수하여 피스톤링 외주면에 적용시 엔진 마찰손실을 더욱 줄일 수 있어 궁극적으로 차량의 연비를 향상시킬 수 있다.

[0005] 도 1은 종래의 엔진 피스톤링을 도시한 개략적인 사시도이다.

[0006] 도 1을 참조하면, 종래의 엔진 피스톤링(10)은 피스톤링을 구성하는 모재(11)를 포함하며, 상기 모재(11) 상에 코팅된 DLC(Diamond Like Carbon)층(13)을 포함하며, 상기 모재(11)와 상기 DLC(Diamond Like Carbon)층(13)의 사이에 위치하는 금속 중간층(14)을 포함한다.

[0007] 상기 중간 금속층(14)은 상술한 DLC(Diamond Like Carbon)층(13)을 모재 상에 코팅함에 있어서, 모재(11)와 DLC(Diamond Like Carbon)층(13)간의 밀착력을 높이기 위한 것에 해당한다.

[0008] 하지만 DLC(Diamond Like Carbon)층(13)은 고온에서 장시간 노출시 마찰 및 내구성이 악화되고, 코팅내 잔류응력이 높아 코팅 두께 증대시 박리가 발생하는 문제가 있다.

[0009] 또한, 코팅 두께 증대시 박리가 발생하는 문제점으로 인하여, DLC(Diamond Like Carbon)층(13)을 일정 두께 이상으로 증착시키는 것이 어려운 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2013-0033580

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 일정 두께 이상으로 코팅이 가능하면서, 박리가 발생하지 않는 다이아몬드상 카본층을 포함하는 모재 및 이의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0012] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기 지적된 문제점을 해결하기 위해서 본 발명은 모재부; 상기 모재부의 상부에 위치하는 제1DLC(Diamond Like Carbon)층; 및 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 상부에 위치하는 제2DLC(Diamond Like Carbon)층을 포함하며, 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층은 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률이 0.5 내지 1인 것을 특징으로 하는 모재를 제공한다.

[0014] 또한, 본 발명은 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 내부응력은 3 내지 5 GPa이며, 경도는 20 내지 40GPa인 것을 특징으로 하는 모재를 제공한다.

[0015] 또한, 본 발명은 상기 제2DLC(Diamond Like Carbon)층은 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률이 0을 초과하고, 0.5

이하이고, 내부응력은 4 내지 10 GPa이며, 경도는 30 내지 80GPa인 것을 특징으로 하는 모재를 제공한다.

[0016] 또한, 본 발명은 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 두께는 10 내지 400nm이고, 상기 제2DLC(Diamond Like Carbon)층의 두께는 1.0 내지 10㎛인 것을 특징으로 하는 모재를 제공한다.

[0017] 또한, 본 발명은 상기 모재부와 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 사이에 위치하는 중간층을 포함하고, 상기 중간층은 상기 모재부의 상부에 위치하는 금속층 및 상기 금속층의 상부에 위치하는 금속카바이드층을 포함하는 모재를 제공한다.

발명의 효과

[0018] 상기한 바와 같은 본 발명에 따르면, 제1DLC층의 도입을 통해, 제2DLC층의 증착상태를 양호하게 할 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명에서는 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 도입을 통하여, 상기 제2DLC(Diamond Like Carbon)층과 상기 모재부의 사이의 밀착력을 향상시킴으로써, 따라서, 일정 두께 이상의 제2DLC(Diamond Like Carbon)층을 증착할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 종래의 엔진 피스톤링을 도시한 개략적인 사시도이다.

도 2는 본 발명에 따른 다이아몬드상 카본층을 설명하기 위한 도면이다.

도 3a는 본 발명의 제1실시예에 따른 다이아몬드상 카본층을 포함하는 모재를 도시한 개략적인 사시도이고, 도 3b는 본 발명의 제2실시예에 따른 다이아몬드상 카본층을 포함하는 모재를 도시한 개략적인 사시도이다.

도 4는 본 발명에 따른 DLC(Diamond Like Carbon)층의 제조장치를 도시하는 개략적인 도면이다.

도 5a는 Si 웨이퍼 상에 증착된 DLC(Diamond Like Carbon)층을 도시한 단면사진이고, 도 5b는 Si 웨이퍼 상에 증착된 DLC(Diamond Like Carbon)층을 도시한 평면사진이다.

도 6은 도 5의 DLC(Diamond Like Carbon)층의 라만스펙트럼을 도시한 그래프로써, 도 6a는 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 라만스펙트럼을 도시하고, 도 6b는 제2DLC(Diamond Like Carbon)층의 라만스펙트럼을 도시하고 있다.

도 7은 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률에 따른 잔류응력을 도시한 그래프이다.

도 8a는 실시예 1에 따른 DLC(Diamond Like Carbon)층의 증착상태를 도시한 실사진이고, 도 8b는 실시예 2에 따른 DLC(Diamond Like Carbon)층의 증착상태를 도시한 실사진이며, 도 8c는 비교예 1에 따른 DLC(Diamond Like Carbon)층의 증착상태를 도시한 실사진이고, 도 8d는 비교예 2에 따른 DLC(Diamond Like Carbon)층의 증착상태를 도시한 실사진이다.

도 9a는 제1DLC층이 없이 제2DLC층을 증착한 경우의 증착상태를 도시한 실사진이고, 도 9b 내지 도 9e는 제1DLC층을 형성한 이후에 제2DLC층을 증착한 경우의 증착상태를 도시한 실사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0022] 아래 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시를 위한 구체적인 내용을 상세히 설명한다. 도면에 관계없이 동일한 부재번호는 동일한 구성요소를 지칭하며, "및/또는"은 언급된 아이템들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.

[0023] 비록 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물

론이다.

[0024] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0025] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0026] 공간적으로 상대적인 용어인 "아래(below)", "아래(beneath)", "하부(lower)", "위(above)", "상부(upper)" 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 구성 요소와 다른 구성 요소들과의 상관관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작시 구성요소들의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다. 예를 들면, 도면에 도시되어 있는 구성요소를 뒤집을 경우, 다른 구성요소의 "아래(below)" 또는 "아래(beneath)"로 기술된 구성요소는 다른 구성요소의 "위(above)"에 놓여질 수 있다. 따라서, 예시적인 용어인 "아래"는 아래와 위의 방향을 모두 포함할 수 있다. 구성요소는 다른 방향으로도 배향될 수 있고, 이에 따라 공간적으로 상대적인 용어들은 배향에 따라 해석될 수 있다.

[0027] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0028] 도 2는 본 발명에 따른 다이아몬드상 카본층을 설명하기 위한 도면이다.

[0029] 일반적으로 다이아몬드상 카본층(DLC(Diamond Like Carbon)층, 이하 "DLC 층"이라 함)은 PECVD 법 또는 PVD 법에 의하여 증착할 수 있다.

[0030] 이때, PECVD법은 탄화수소계를 이용하여 DLC 막을 증착하는 방법으로, 도 2에 도시된 바와 같이, 일반적으로 a-C:H로 표현될 수 있으며, 또한, PVD 법은 고체카본을 이용하여 증착하는 방법으로, 도 2에 도시된 바와 같이, 일반적으로 a-C 또는 a-Diamond로 표현될 수 있으며, 특히 SP^3의 분율이 높은 것은 ta-C라고 표현될 수 있다.

[0031] 본 발명에서는 이러한 DLC 층을 포함하는 모재 및 이의 제조방법에 관한 것이며, 특히 DLC 층 중에서도, 상술한 바와 같은 SP^3의 분율이 높은 것은 ta-C 층을 포함하는 모재 및 이의 제조방법에 더욱 바람직하게 적용될 수 있다.

[0032] 도 3a는 본 발명의 제1실시예에 따른 다이아몬드상 카본층을 포함하는 모재를 도시한 개략적인 사시도이고, 도 3b는 본 발명의 제2실시예에 따른 다이아몬드상 카본층을 포함하는 모재를 도시한 개략적인 사시도이다. 본 발명의 제2실시예에 따른 다이아몬드 상 카본층을 포함하는 모재는 후술는 차이점을 제외하고는 본 발명의 제1실시예와 동일할 수 있다.

[0033] 도 3a 및 도 3b의 다이아몬드상 카본층을 포함하는 모재에서의 모재는 상술한 바와 같은 피스톤링일 수 있으며, 다만, 본 발명에서 상기 모재의 종류를 제한하는 것은 아니다.

[0034] 먼저, 도 3a를 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 따른 다이아몬드상 카본층을 포함하는 모재(100)는 모재부(110)를 포함하고, 또한, 상기 모재부(110)의 상부에 위치하는 제1DLC(Diamond Like Carbon)층(120) 및 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층(120)의 상부에 위치하는 제2DLC(Diamond Like Carbon)층(130)을 포함한다.

[0035] 상기 모재부(110)는 텅스텐 재질, 텅스턴 합금 재질 또는 초경 합금 재질일 수 있으며, 다만, 본 발명에서 상기 텅스텐 재질, 텅스턴 합금 재질 또는 초경 합금 재질의 종류를 제한하는 것은 아니다.

[0036] 또한, 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층(120) 및 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층(120)은 상술한 ta-C층일 수 있다.

[0037] 이때, 본 발명에서 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층(120)은 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률이 0.5 내지 1인 것을 특징으로 하고, 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층(120)의 내부응력은 3 내지 5 GPa이며, 경도는 20 내지 40GPa인 것이 바람직하다.

[0038] 또한, 본 발명에서 상기 제2DLC(Diamond Like Carbon)층(130)은 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률이 0을 초과하

고, 0.5 이하인 것을 특징으로 하고, 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층(130)의 내부응력은 4 내지 10 GPa이고, 경도는 30 내지 80GPa인 것이 바람직하다.

[0039] 한편, 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층(120)의 두께는 10 내지 400nm일 수 있으며, 상기 제2DLC(Diamond Like Carbon)층(130)의 두께는 1.0 내지 10㎛일 수 있다.

[0040] 상술한 바와 같이, DLC(Diamond Like Carbon)층에서 SP^3의 분율이 높은 것은 ta-C라고 표현될 수 있다.

[0041] SP^3의 분율이 높은 DLC(Diamond Like Carbon)층의 경우, 경도 범위가 35 내지 80 GPa에 이르게 되고, 또한, 내부 응력도 3 내지 10 GPa에 달하게 되며, 따라서, 일반적으로 0.5㎛ 이상의 두께로 증착하는 것이 매우 어렵다.

[0042] 이는 높은 내부응력에 의하여 탄소막과 모재 사이의 밀착력이 문제시 되기 때문으로, 따라서, 본 발명에서는 1.0 내지 10㎛의 두께를 갖는 제2DLC(Diamond Like Carbon)층(130)을 증착하기 위하여, 상기 제2DLC(Diamond Like Carbon)층(130)과 상기 모재부(110)의 사이에 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층(120)을 도입하는 것을 특징으로 한다.

[0043] 상술한 바와 같이, 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층(120)은 내부응력은 3 내지 5 GPa이고, 경도는 20 내지 40GPa인 것이며, 이때의 두께는 10 내지 400nm에 해당한다.

[0044] 즉, 10 내지 400nm에 해당하는 제1DLC(Diamond Like Carbon)층(120)의 도입을 통하여, 상기 제2DLC(Diamond Like Carbon)층(130)과 상기 모재부(110)의 사이의 밀착력을 향상시킴으로써, 따라서, 1.0 내지 10㎛의 두께를 갖는 제2DLC(Diamond Like Carbon)층(130)을 증착할 수 있는 것이다.

[0045] 한편, 상술한 바와 같이, 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층(120)은 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률이 0.5 내지 1이고, 상기 제2DLC(Diamond Like Carbon)층(130)은 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률이 0을 초과하고, 0.5 이하인 것을 특징으로 하며, 이에 대해서는 후술하기로 한다.

[0046] 다음으로, 도 3b를 참조하면, 본 발명의 제2실시예에 따른 다이아몬드상 카본층을 포함하는 모재(200)는 모재부(210)를 포함하고, 또한, 상기 모재부(210)의 상부에 위치하는 제1DLC(Diamond Like Carbon)층(220) 및 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층(220)의 상부에 위치하는 제2DLC(Diamond Like Carbon)층(230)을 포함한다.

[0047] 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층(220) 및 상기 제2DLC(Diamond Like Carbon)층(230)의 경우, 상술한 제1실시예와 동일하므로, 이하 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0048] 계속해서, 도 3b를 참조하면, 본 발명의 제2실시예에서 상기 모재부(210)는 철계 소재, 탄소강, 스테인레스스틸 또는 세라믹 소재일 수 있다.

[0049] 다만, 본 발명에서 상기 모재부의 재질을 제한하는 것은 아니며, 본 발명에서 모재부의 재질을 통하여, 제1실시예와 제2실시예로 구분하는 것은 상기 모재부가 텅스턴 합금 재질 또는 초경 합금 재질인지의 여부를 통해 구분할 수 있다.

[0050] 즉, 상기 모재부가 텅스턴 합금 재질 또는 초경 합금 재질인 경우에는 상술한 제1실시예에서와 같이, 모재부의 상부에 직접 제1DLC(Diamond Like Carbon)층을 형성할 수 있으나, 상기 모재부가 텅스텐 합금 재질 또는 초경합금 재질이 아닌 경우, 후술하는 제2실시예에서와 같이, 모재부와 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 사이에 별도의 층을 포함할 수 있다.

[0051] 이하에서는, 상기 모재부가 철을 주성분으로 하는 소재(철계 소재), 탄소강, 스테인레스스틸 또는 세라믹 소재인 것, 즉, 텅스텐 합금 재질 또는 초경합금 재질이 아닌 경우를 설명하기로 한다.

[0052] 본 발명의 제2실시예에 따른 다이아몬드상 카본층을 포함하는 모재(200)는 상기 모재부(210)와 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층(220)의 사이에 위치하는 중간층(240, 250)을 포함할 수 있다.

[0053] 상기 중간층(240, 250)은 상기 모재부(210)와 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층(220)의 접착력을 더욱 향상시키는 층에 해당하며, 보다 구체적으로, 상기 모재부(210)의 상부에 위치하는 금속층(240) 및 상기 금속층(240)의 상부에 위치하는 금속카바이드층(250)을 포함할 수 있다.

[0054] 이때, 상기 금속층(240)은 Si, Cr, Ti 또는 W의 재질로 이루어질 수 있으며, 상기 금속카바이드층(250)은 SiC, CrC, TiC 또는 WC 등의 재질로 이루어질 수 있다.

[0055] 이하에서는 본 발명에 따른 DLC(Diamond Like Carbon)층의 제조방법을 설명하기로 한다.

[0056] 도 4는 본 발명에 따른 DLC(Diamond Like Carbon)층의 제조장치를 도시하는 개략적인 도면이다.

[0057] 도 4를 참조하면, 본 발명에 따른 DLC(Diamond Like Carbon)층의 제조장치(300)는 아크를 발생시키기 위한 아크 발생부(310) 및 상기 아크 발생부(310)로부터 발생된 아크가 공급되는 진공 챔버부(320)를 포함한다.

[0058] 상기 아크 발생부(310)는 카본 아크 타켓(311)을 포함하는 아크 증발부(312)를 포함하며, 상기 아크 증발부(312)로 발생된 아크를 여과하기 위한 필터부(313)을 포함하고 있다.

[0059] 이때, 상기 필터부(313)는 자장 여과 필터일 수 있으며, 이는 아크 방전 분야에서 자명한 사항이므로, 이하 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0060] 즉, 본 발명에서는 상기 아크 증발부(312)로 부터 발생된 아크를 상기 필터부(313)를 통해 여과함으로써, 상기 진공 챔버부(320)에 공급되는 아크는 자장 여과 아크 소스에 해당한다.

[0061] 한편, 상기 아크 발생부(310)는 상기 아크 증발부에 불활성 가스를 공급하기 위한 불활성 가스 공급부를 더 포함할 수 있다.

[0062] 계속해서, 도 4를 참조하면, 상기 진공 챔버부(320)는 반응챔버(321) 및 상기 반응 챔버의 내부에 위치하고, 모재(100)를 안착시키기 위한 지그부(322)를 포함하며, 상기 반응 챔버(320)에 전원을 인가하기 위한 전원 인가부(323) 및 상기 반응 챔버(320)의 진공을 제어하기 위한 진공 펌프부(324)를 포함할 수 있다.

[0063] 이때, 상기 지그부(322)는 회전이 가능한 회전 지그일 수 있다.

[0064] 이상과 같은 DLC(Diamond Like Carbon)층의 제조장치를 통한 본 발명에 따른, DLC(Diamond Like Carbon)층의 제조는 다음과 같다.

[0065] 먼저, 상기 반응 챔버(320)의 지그부(322)에 피코팅재, 즉, 모재(100)를 안착시키는 단계를 포함한다.

[0066] 다음으로, 상기 반응 챔버를 진공배기하는 단계를 포함하며, 이때, 상기 반응 챔버의 진공도는 5×10^{-5} torr 이하인 것이 바람직하다.

[0067] 다음으로, 상기 아크 증발부에 불활성 가스를 공급하고, 상기 카본 아크 타켓(311)에 전원을 인가하여 상기 카본 아크 타켓(311)에 아크를 발생시키는 단계를 포함한다.

[0068] 다음으로, 상기 발생된 아크에 의하여 불활성 가스 및 카본을 플라즈마화하는 단계를 포함하고, 상기 발생된 플라즈마를 상기 필터부(313)의 자기장을 이용하여 여과하는 단계를 포함한다.

[0069] 이때, 상기 여과된 플라즈마는 자장 여과 아크 소스에 해당한다.

[0070] 다음으로, 상기 여과된 플라즈마를 상기 지그부로 이송하는 단계를 포함하고, 상기 지그부에 고전압을 인가하여, 상기 여과된 플라즈마를 이용하여 제1탄소막을 형성하는 단계를 포함한다.

[0071] 이때, 본 단계에 의해 형성된 제1탄소막이, 상술한 제1DLC(Diamond Like Carbon)층에 해당한다.

[0072] 한편 상기 제1탄소막의 경우, 불활성가스를 주입하여 플라즈마를 발생시켰으므로, 후술하는 제2탄소막의 경우, 불활성가스를 주입함이 없이 플라즈마를 발생시키게 된다.

[0073] 따라서, 상기 제1탄소막을 형성하는 단계 이후, 상기 불활성 가스를 차단하여, 순수한 카본만을 상기 회전지그로 수송하여 제2탄소막을 형성하게 된다.

[0074] 이때, 상기 제2탄소막이 상술한 제2DLC(Diamond Like Carbon)층에 해당한다.

[0075] 상기 제2탄소막의 제조방법은 불활성 가스를 차단하는 것을 제외하고, 상기 제1탄소막의 제조방법과 동일하므로, 이하, 제2탄소막의 제조방법은 생략하기로 한다.

[0076] 다만, 상기 제2탄소막의 경우, 불활성 가스와 카본을 이용하여 플라즈마를 발생시켜 증착하기 때문에, 불활성 가스, 예를 들면 Ar을 0.01 ~ 10%로 포함할 수 있다.

[0077] 또한, 상기 제2탄소막의 경우, 불활성 가스를 차단하고 순수한 카본만을 이용하여 플라즈마를 발생시켜 증착하기 때문에, 본 발명에서 상기 제2탄소막, 즉, 제2DLC(Diamond Like Carbon)층은 수소 원자의 함유량이 1%미만일 수 있다.

[0078] 한편, 상기 회전 지그로 입사하는 플라즈마(불활성 가스 이온 및 카본이온)의 에너지를 제어하고, 축적되는 전

하를 방전시키기 위하여 상기 피코팅재에 AC 펄스전압을 인가하고, 이때, AC 펄스전압은 5 ~ 350 KHz의 주파수가 인가되어 방전될 수 있다.

[0079] 특히, 상기 제1탄소막의 증착에서는 불활성가스를 주입하여 공정 진공도가 0.2 ~ 10 mTorr일 수 있으며, 이때 회전지그에 인가되는 상기의 AC 펄스전압으로 -200 ~ - 1000V가 인가될 수 있다.

[0080] 또한, 상기 제2탄소막의 증착에서는 공정 진공도가 0.5mTorr 이하일 수 있으며, 이때, 회전지그에 인가되는 상기 AC 펄스 전압으로 0 ~ -200V가 인가될 수 있다.

[0081] 한편, 상기 탄소막의 증착에 있어서, Si, W, Ti, Cr 등 선택된 하나 또는 둘 이상의 결합된 원소를 코팅하기 위하여, 상기 진공챔버부(320)는 마그네트론스퍼터 또는 진공아크 증발원(325)를 더 포함할 수 있으며, 또한 피코팅재의 산화물을 제거하기 위하여 양극층 이온원을 더 포함할 수 있다.

[0082] 즉, 철계 및 철계 합금 등을 사용하는 엔진부품은 탄소막과 쉽게 반응하므로, 상기의 마크네트론 스퍼터 또는 진공아크 증발원을 이용하여 버퍼층(상술한 도 3b의 중간층)을 형성할 수 있다.

[0083] 이때, 상기 피코팅재의 표면의 산화물을 제거하고 상기 버퍼층을 잘 부착시키기 위하여 양극층 이온원을 사용하여 이온빔 에칭하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0084] 도 5a는 Si 웨이퍼 상에 증착된 DLC(Diamond Like Carbon)층을 도시한 단면사진이고, 도 5b는 Si 웨이퍼 상에 증착된 DLC(Diamond Like Carbon)층을 도시한 평면사진이다.

[0085] 도 5a에서 D1는 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 두께를 도시하고, D2는 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 두께를 도시하며, D3는 제1DLC(Diamond Like Carbon)층과 제1DLC(Diamond Like Carbon)층을 합한 두께를 도시하는 것으로, 도 5a 및 도 5b에 도시된 바와 같이, 약 3.5㎛의 DLC(Diamond Like Carbon)층이 양호하게 증착되었음을 확인할 수 있다.

[0086] 도 6은 도 5의 DLC(Diamond Like Carbon)층의 라만스펙트럼을 도시한 그래프로써, 도 6a는 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 라만스펙트럼을 도시하고, 도 6b는 제2DLC(Diamond Like Carbon)층의 라만스펙트럼을 도시하고 있다.

[0087] 먼저, 도 6a에 도시된 바와 같이, 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 라만스펙트럼에서, D peak(1350 cm^{-1})에서의 Intensity는 약 0.9이었고, D peak(1580 cm^{-1})에서의 Intensity는 약 1.0이었다.

[0088] 또한, 도 6b에 도시된 바와 같이, D peak(1350 cm^{-1})에서의 Intensity는 약 0.3이었고, D peak(1580 cm^{-1})에서의 Intensity는 약 1.0이었다.

[0089] 즉, 제1DLC(Diamond Like Carbon)층의 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률은 약 0.9이며, 제2DLC(Diamond Like Carbon)층의 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률은 약 0.3에 해당하였다.

[0090] 이하에서는, DLC(Diamond Like Carbon)층의 제조에 있어서의 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률에 따른 영향을 검토하기로 한다.

[0091] 도 7은 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률에 따른 잔류응력을 도시한 그래프이다.

[0092] 도 7을 참조하면, Type 1 내지 Type 3에 따라 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률이 상이하며, 이에 따라 잔류응력도 상이함을 알 수 있다.

[0093] 즉, 도 7을 참조하면, Type 1의 경우, 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률이 0.5 ~ 1.5에 해당하며, 이 경우의 잔류응력은 3 내지 6 GPa 정도이고, 또한 경도는 20 내지 40 GPa에 해당하였다.

[0094] 또한, Type 2의 경우, 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률이 0 ~ 0.5에 해당하며, 이 경우의 잔류응력은 6 내지 10 GPa 정도이고, 또한 경도는 30 내지 80 GPa에 해당하였다.

[0095] 또한, Type 3의 경우, 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률이 1.5 이상에 해당하며, 이 경우의 잔류응력은 0 내지 3 GPa 정도이고, 또한 경도는 20 GPa 이하에 해당하였다.

[0096] 상기 도 7의 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률에 따른 DLC(Diamond Like Carbon)층의 증착 조건을 하기 표 1에 도시하였다.

표 1

[0097]

구분	실시예 1	실시예 2	비교예 1	비교예 2
박막구조 (제1DLC층-제2DLC층)	Type 1-Type 2	Type 1-Type 2	Type 2-Type 2	Type 3-Type 2
제1DLC층 I(D)/I(G)	0.8	0.8	0.3	1.6
제2DLC층 I(D)/I(G)	0.35	0.35	0.35	0.35
제1DLC층 두께	10~15nm	100~300nm	10~15nm	10~15nm
제2DLC층 두께	150nm	9000nm	150nm	100nm

[0098] 도 8a는 실시예 1에 따른 DLC(Diamond Like Carbon)층의 증착상태를 도시한 실사진이고, 도 8b는 실시예 2에 따른 DLC(Diamond Like Carbon)층의 증착상태를 도시한 실사진이며, 도 8c는 비교예 1에 따른 DLC(Diamond Like Carbon)층의 증착상태를 도시한 실사진이고, 도 8d는 비교예 2에 따른 DLC(Diamond Like Carbon)층의 증착상태를 도시한 실사진이다. 이때, 도 8a 내지 도 8d는 실리콘 기판상에 DLC(Diamond Like Carbon)층을 증착하였다.

[0099] 도 8a 및 도 8b를 참조하면, 제1DLC층으로 Type 1의 DLC(Diamond Like Carbon)층을 형성한 경우, 즉, 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률이 0.8인 경우, 제2DLC층의 양호한 증착특성을 확인할 수 있고, 특히, 도 8b에 있어서, 제2DLC층의 두께도 9000nm로 매우 두꺼운 두께로 증착이 가능함을 알 수 있다.

[0100] 하지만, 도 8c 및 도 8d를 참조하면, 제1DLC층으로 Type 2의 DLC(Diamond Like Carbon)층을 형성한 경우, 즉, 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률이 0.3인 경우 및 제1DLC층으로 Type 3의 DLC(Diamond Like Carbon)층을 형성한 경우, 즉, 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률이 0.6인 경우 제2DLC층의 증착특성이 매우 좋지 않음을 알 수 있다.

[0101] 따라서, 본 발명에서 상기 제1DLC(Diamond Like Carbon)층은 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률이 0.5 내지 1인 바람직하며, 이를 통하여, 두꺼운 두께를 갖는 제2DLC(Diamond Like Carbon)층을 증착할 수 있다.

[0102] 도 9a는 제1DLC층이 없이 제2DLC층을 증착한 경우의 증착상태를 도시한 실사진이고, 도 9b 내지 도 9e는 제1DLC층을 형성한 이후에 제2DLC층을 증착한 경우의 증착상태를 도시한 실사진이다.

[0103] 도 9a 내지 도 9e에서는 WC-Co의 적층구조의 기판상에 DLC층을 증착하였다.

[0104] 이때, 도 9a는 제1DLC층을 형성함이 없이 제2DLC층을 150nm의 두께로 증착한 경우이고, 도 9b 내지 도 9e는 제1DLC층의 두께를 각각, 5, 109, 20, 60nm로 하고, 제2DLC층을 각각 150nm로 증착한 경우에 해당한다.

[0105] 한편, 제1DLC층의 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률을 0.8로 하였으며, 제2DLC층의 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률을 0.35로 하였다.

[0106] 도 9a 내지 도 9e에 도시된 바와 같이, 제2DLC층의 라만스펙트럼의 I(D)/I(G) 분률을 0.35로 동일하게 하고, 또한, 제2DLC 층의 두께를 150nm로 동일하게 하더라도, 제1DLC층의 유무에 의하여, 제2DLC층의 증착상태가 달라짐을 알 수 있다.

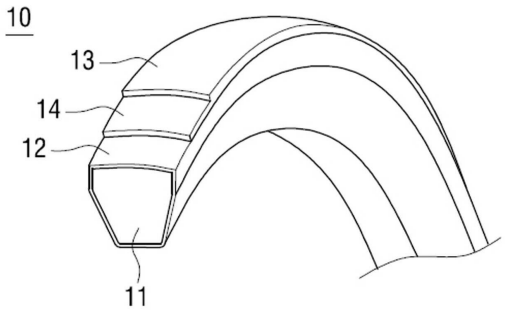
[0107] 즉, 도 9a에서는 제1DLC층이 없이 제2DLC층을 형성하였기 때문에, 증착상태가 좋지 않으나, 도 9b 내지 도 9e에서는 제1DLC층을 형성한 이후에, 제2DLC층을 형성하였기 때문에, 증착상태가 매우 양호함을 알 수 있다.

[0108] 따라서, 본 발명에서는 제1DLC층의 도입을 통해, 제2DLC층의 증착상태를 양호하게 할 수 있음을 알 수 있다.

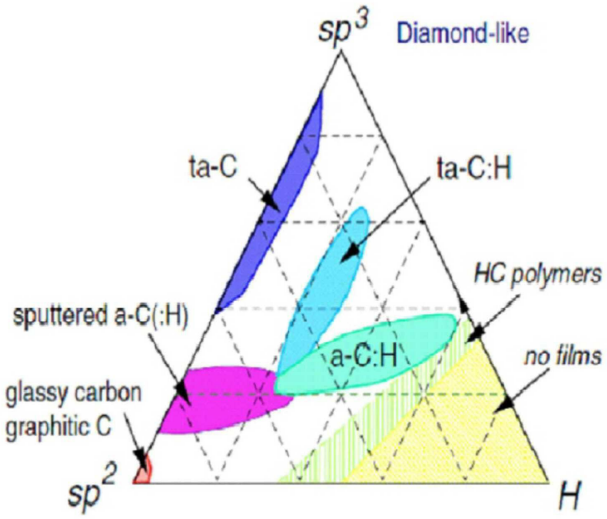
[0109] 이상과 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

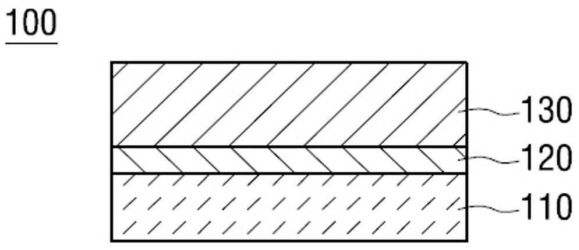
도면1



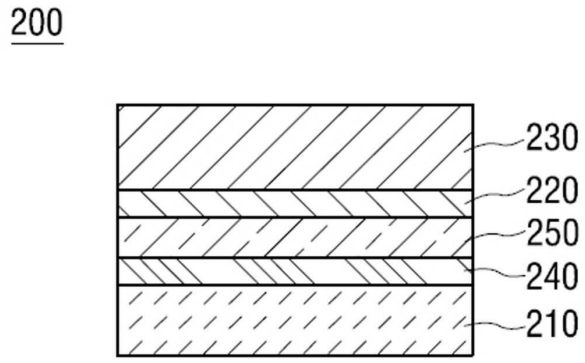
도면2



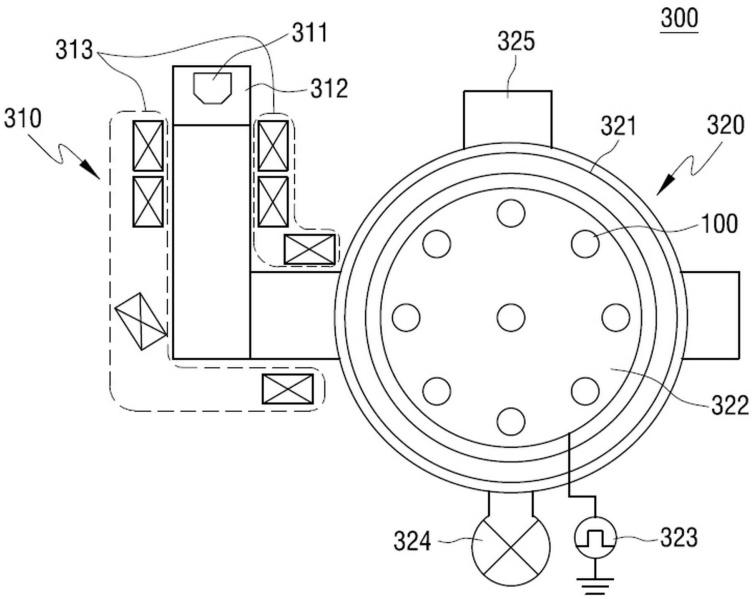
도면3a



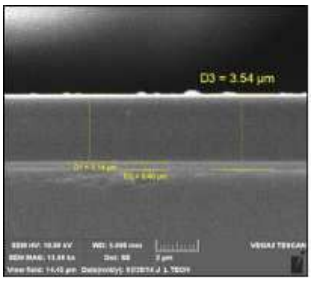
도면3b



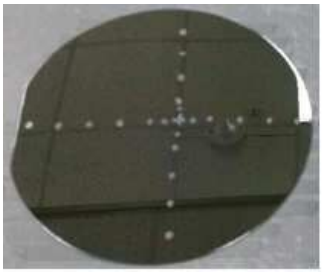
도면4



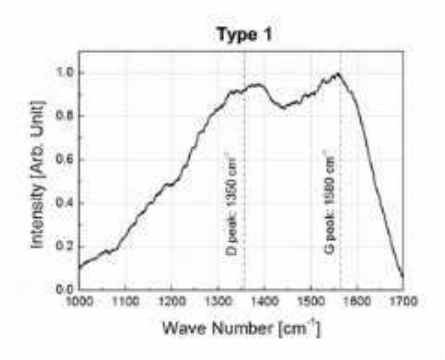
도면5a



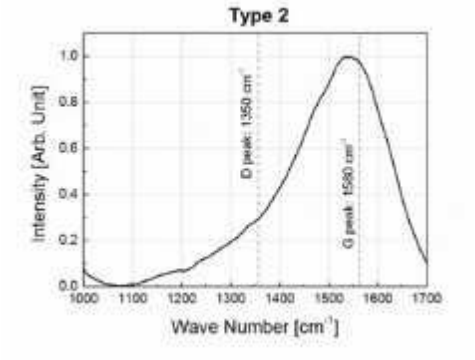
도면5b



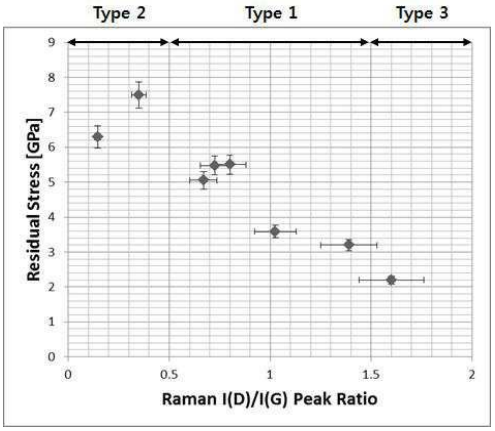
도면6a



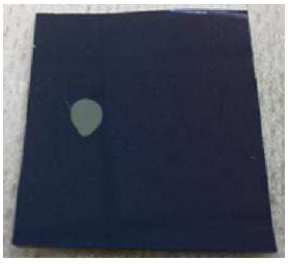
도면6b



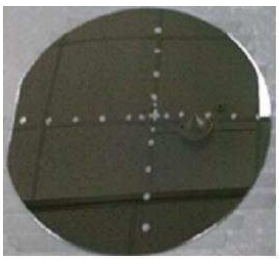
도면7



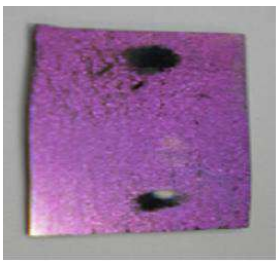
도면8a



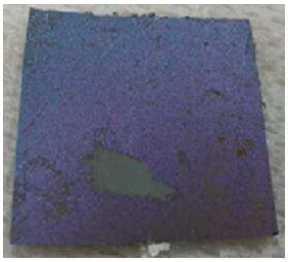
도면8b



도면8c



도면8d



도면9a



도면9b



도면9c



도면9d



도면9e

