



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0133191
(43) 공개일자 2017년12월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C23C 16/32 (2006.01) C01B 31/30 (2006.01)
C23C 14/06 (2006.01) C23C 16/52 (2006.01)
C23C 4/10 (2016.01)

(52) CPC특허분류

C23C 16/32 (2013.01)
C01B 32/914 (2017.08)

(21) 출원번호 10-2016-0064368

(22) 출원일자 2016년05월25일

심사청구일자 2016년05월25일

(71) 출원인

주식회사 티씨케이

경기도 안성시 미양면 개정산업단지 71

(72) 발명자

김강산

경기도 안성시 남파로 130, 102동 1505호 (당왕동, 쌍용아파트)

윤하나

부산광역시 기장군 기장읍 차성로326번길 9, 406호 (대진아파트)

(74) 대리인

특허법인 무한

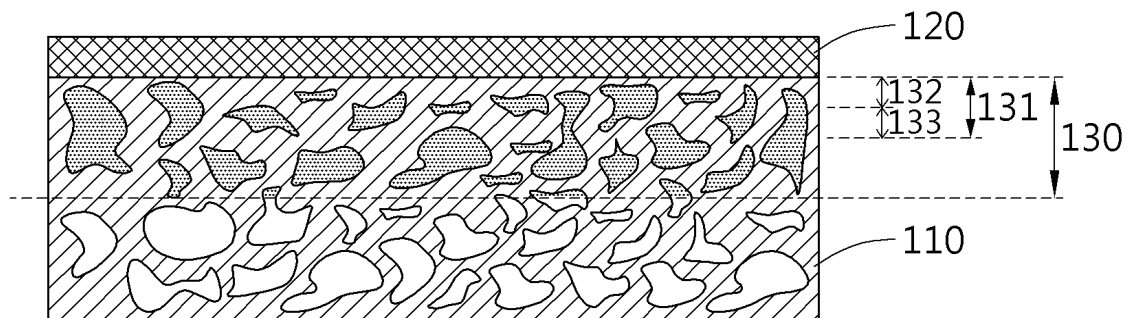
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 고경도 TaC 코팅 탄소 재료 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따르면, 탄소 모재; 및 상기 탄소 모재 상에 형성된 TaC 코팅층; 을 포함하고, 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 150 μm 까지의 영역의, TaC 의 함량이 15 부피% 내지 20 부피% 인 것인, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료가 제공된다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류

C23C 14/0635 (2013.01)

C23C 16/52 (2013.01)

C23C 4/10 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10049594

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 소재부품기술개발

연구과제명 CVD법을 통한 사파이어, SiC 단결정 성장용 도가니 및 서셉터의 TaC coating 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 주식회사 티씨케이

연구기간 2015.06.01 ~ 2016.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

탄소 모재; 및

상기 탄소 모재 상에 형성된 TaC 코팅층;

을 포함하고,

상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 80 μm 내지 150 μm 까지의 영역의 TaC의 함량이 15 부피% 내지 20 부피% 인 것인,

고경도 TaC 코팅 탄소 재료.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 40 μm 내지 75 μm 까지의 영역의 TaC의 함량이 16 부피% 내지 20 부피% 인 것이고,

상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 75 μm 내지 150 μm 까지의 영역의 TaC의 함량이 13 부피% 내지 18 부피% 인 것인,

고경도 TaC 코팅 탄소 재료.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 TaC 코팅층의 표면 스크래치 값은 3.5 N 이상인 것인,

고경도 TaC 코팅 탄소 재료.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 TaC 코팅층의 표면 스크래치 값은 아래의 [수학식 1]에 따른 것인,

고경도 TaC 코팅 탄소 재료.

[수학식 1]

표면 스크래치 값 (N) = 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 80 μm 내지 150 μm 까지의 영역의 TaC의 함량 (부피%) $\times$ (1.4 내지 1.6) - 19.5

청구항 5

평균 기공율이 15 부피% 내지 20 부피% 인, 탄소 모재를 준비하는 단계; 및

상기 탄소 모재의 표면에 TaC 코팅층을 형성하는 단계;를 포함하는,

고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 제조방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 TaC 코팅층을 형성하는 단계는,

상기 탄소 모재의 기공에 TaC가 함침되어, 상기 탄소 모재의 내부에, 상기 TaC 코팅층과 접하는, TaC 함침 영역을 형성하는 것인,

고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 제조방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 탄소 모재를 준비하는 단계는,

아래의 [수학식 2]에 따라, 상기 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 필요 표면 스크래치 값에 따른 기공율을 가지는 탄소 모재를 준비하는 것인,

고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 제조방법.

[수학식 2]

탄소 모재의 평균 기공율 (부피%) = (표면 스크래치 값 (N) + 19.5) × (0.65 내지 0.7)

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 TaC 코팅층을 형성하는 단계는, CVD법을 이용하여 2000 ℃ 내지 2500 ℃ 에서 수행되는 것인,

고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 제조방법.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 TaC 코팅층을 형성하는 단계는, 복수 회 수행되어, 복수 개의 TaC 코팅층을 형성하는 것인, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 탄소 모재와 탄소 모재상에 형성된 높은 부착력의 TaC 코팅층을 갖는 고경도 TaC 코팅 탄소 재료 및 그 제조방법 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 모재 표면에 여러 종류의 소재로 된 박막을 도입하여, 재료의 내마모성, 내식성 등을 향상시키는 연구는 다방면으로 진행되고 있다. 그 중, 탄화탄탈(TaC) 코팅은 내열성, 내마모성 및 내가스에칭성 등에 있어서 기존의 박막 재료에 비해 우수한 특징을 가지기 때문에, 특히 관심이 집중되고 있다. 최근 들어, TaC 코팅층을 탄소 재료에 형성한 탄화탄탈 피복 탄소 재료가 반도체용 단결정 제조장치 부재, 정밀 공작기, 엔진용 부품 등 다양한 산업

현장에서 사용되고 있다.

[0003] 이 때 형성되는 TaC 코팅층은, 모재와의 부착력에 있어서 종종 문제가 되어왔다. 따라서, 최근 탄소 모재 상에 부착력을 증가시키면서 표면 경도를 높게 유지하기 위한 TaC 박막 코팅 방법에 대해 다방면의 연구가 이어져 왔다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은, 상술한 바와 같이 탄소 모재와 부착력이 우수하면서도, 고경도를 지닌 우수한 물성의 TaC 코팅 탄소 재료를 제공하는 것이다.

[0005] 그러나, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 해당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 탄소 모재; 및 상기 탄소 모재 상에 형성된 TaC 코팅층; 을 포함하고, 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 150 μm 까지의 영역의 TaC 의 함량이 15 부피% 내지 20 부피% 인 것인, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료가 제공된다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 80 μm 까지의 영역의 TaC의 함량이 16 부피% 내지 20 부피% 인 것이고, 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 80 μm 내지 150 μm 까지의 영역의 TaC의 함량이 13 부피% 내지 18 부피% 인 것인, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료가 제공된다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 TaC 코팅층의 표면 스크래치 값은 3.5 N 이상인 것인, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료가 제공된다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 TaC 코팅층의 표면 스크래치 값은 아래의 [수학식 1]에 따른 것인, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료가 제공된다.

[0010] [수학식 1]

[0011] 표면 스크래치 값 (N) = 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 80 μm 내지 150 μm 까지의 영역의 TaC의 함량 (부피%) $\times$ (1.4 내지 1.6) - 19.5

[0012] 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 평균 기공율이 15 부피% 내지 20 부피% 인, 탄소 모재를 준비하는 단계; 및 상기 탄소 모재의 표면에 TaC 코팅층을 형성하는 단계;를 포함하는, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 제조방법이 제공된다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 TaC 코팅층을 형성하는 단계는, 상기 탄소 모재의 기공에 TaC가 함침되어, 상기 탄소 모재의 내부에, 상기 TaC 코팅층과 접하는, TaC 함침 영역을 형성하는 것인, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 제조방법이 제공된다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 탄소 모재를 준비하는 단계는, 아래의 [수학식 2]에 따라, 상기 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 필요 표면 스크래치 값에 따른 상기 평균 기공율을 가지는 탄소 모재를 준비하는 것인, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 제조방법이 제공된다.

[0015] [수학식 2]

[0016] 탄소 모재의 평균 기공율 (부피%) = (표면 스크래치 값 (N) + 19.5) $\times$ (0.65 내지 0.7)

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 TaC 코팅층을 형성하는 단계는, CVD법을 이용하여 2000 $^{\circ}\text{C}$ 내지 2500 $^{\circ}\text{C}$ 에서 수행되는 것인, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 제조방법이 제공된다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 TaC 코팅층을 형성하는 단계는, 복수 회 수행되어, 복수 개의 TaC 코팅층을 형성하는 것인, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 제조방법이 제공된다.

발명의 효과

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 우수한 부착력을 갖는 높은 경도의 TaC 코팅층이 포함된 탄소 재료를 제공할 수 있다. 이로써 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소 재료는, 반도체 생산 장비를 포함한 우수한 부착력, 높은 경도 등이 구비된 코팅 재료가 필요한 각종 산업 장비에 다양하게 활용될 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에서 제공하는, 기공을 포함하는 탄소 소재의 단면 개념도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른, 탄소 소재 및 탄소 소재 상에 형성된 TaC 코팅층을 포함하는, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 단면 개념도이다.

도 3은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른, 탄소 소재 및 탄소 소재 상에 여러 층으로 형성된 복수 개의 TaC 코팅층을 포함하는 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 단면 개념도이다.

도 4는 하기의 실시예 1에 따라 제조된, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의, TaC 코팅층 표면의 주사 전자 현미경(SEM) 분석 사진(a)과 이를 이미지화한 도면(b)이다.

도 5는 하기의 실시예 2에 따라 제조된, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의, TaC 코팅층 표면의 주사 전자 현미경(SEM) 분석 사진(a)과 이를 이미지화한 도면(b)이다.

도 6은 실시예 3에 따라 제조된, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의, TaC 코팅층 표면의 주사 전자 현미경(SEM) 분석 사진(a)과 이를 이미지화한 도면(b)이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 고경도 TaC 코팅 탄소 재료 및 그 제조방법의 실시예들을 상세히 설명한다. 아래 설명하는 실시예 및 도면들에는 다양한 변경이 가해질 수 있다. 또한, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 아래 설명하는 실시예들은 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.

[0022] 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0023] 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[0024] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 설명이 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0025] 일반적으로 탄소 재료 위에 TaC 코팅층을 형성하는 공정에서 문제되는 것은, 코팅된 TaC층의 경도 및 모재로 쓰인 탄소 재료와의 부착력이다. 최근 다방면에 있어, 모재의 다양한 물리적 성질에 따라 변화하는 TaC 코팅층의 경도 및 부착력을 향상시키기 위한 연구가 행해져 왔다. 본 발명은 상기 연구의 연장선상에서 탄소 재료의 기공률에 착안하여, TaC 코팅에 적합한 탄소 재료를 선정하는 것을 그 목적으로 한다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 탄소 모재; 및 상기 탄소 모재 상에 형성된 TaC 코팅층; 을 포함하고, 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 80 μm 내지 150 μm 까지의 영역 중, TaC의 함량이 15 부피% 내지 20 부피% 인 것인, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료가 제공된다.

[0027] 상기 탄소 모재는, 그라파이트를 포함하여 탄소를 주성분으로 한 모재는 무엇이든 포함될 수 있다. 상기 TaC 코팅층은 탄탈륨(Ta) 및 탄소(C)를 주성분으로 함유하는 어떠한 재료도 포함될 수 있다. 도 1에는, 본 발명의 상기 일 실시예에서 제공하는, 기공을 포함하는 탄소 모재(110)의 단면 개념도가 도시되어 있다. 상기 탄소 모재 상에 TaC 코팅층이 형성되면, 상기 기공으로 TaC 성분이 함침되어 함침 영역이 생성될 수 있다.

[0028] 도 2에는, 본 발명의 일 실시예에 따른, TaC 성분이 함침 영역(130)을 포함하는 탄소 모재(110) 및 탄소 모재 상에 형성된 TaC 코팅층(120)을 포함하는, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 단면 개념도가 도시되어 있다. 상기 함

침 영역(130)은 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 80 μm 내지 150 μm 까지의 영역(131)을 포함할 수 있다. 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 80 μm 내지 150 μm 까지의 영역은, 상기 TaC 코팅층의 TaC 성분이 상기 탄소 모재의 기공으로 함입되어 형성된 영역의, 실질적으로 코팅층의 표면 경도 및 모재 부착력에 영향을 미치는 영역일 수 있다.

[0029] 또한, 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 80 μm 내지 150 μm 까지의 영역의, TaC의 함량은 15 부피% 내지 20 부피% 인 것일 수 있다. 상기 영역의 TaC 함량이 15 부피% 내지 20 부피% 인 경우, 본 발명의 일 측면에서 의도하는 효과인, 부착력 및 표면 경도가 우수한 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 구현이 가능할 수 있다. 상기 영역의, TaC의 함량이 15 부피% 미만의 경우에는, TaC 코팅층과의 부착력이 약해지고, 표면 경도가 부족해지는 문제점이 있을 수 있고, TaC 함량이 20 부피% 초과인 경우에는 그라파이트의 기공이 과하게 형성되어 표면조도를 증가시키거나, 코팅층의 표면이 거칠게 형성되는 문제점이 있을 수 있다. 또한, 상기 영역의, TaC의 함량은 16.5 부피% 내지 20 부피% 인 것이 바람직하다. 또한, 상기 영역의, TaC의 함량은 18 부피% 내지 20 부피% 인 것이 보다 바람직하다. 상기 영역의, TaC의 함량이 증가한다는 것은, 탄소 모재상의 기공률이 높다는 것을 의미하고, 실질적으로 기공률이 높은 탄소 모재상에 형성된 TaC 코팅층이 형성된 재료일 수록, 더욱 우수한 부착력 및 표면경도를 가지게 된다.

[0030] 본 발명의 일 예로, 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 40 μm 내지 75 μm 까지의 영역의 TaC의 함량이 16 부피% 내지 20 부피% 이고, 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 75 μm 내지 150 μm 까지의 영역의 TaC의 함량이 13 부피% 내지 18 부피% 인 것일 수 있다.

[0031] 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 80 μm 내지 150 μm 까지의 영역(131)은, TaC 함량이 상이한, 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 40 μm 내지 75 μm 까지의 제 1 영역(132)과, 깊이 75 μm 내지 150 μm 까지의 제 2 영역(133)의 두 영역으로 구분할 수 있다.

[0032] 상기 제 1 영역은, 상기 TaC 코팅층과 인접한 층으로서, TaC 성분이 모재의 기공으로 충분히 함침 될 수 있는 영역에 해당한다. 따라서, 탄소 모재에서 가장 높은 함침율이 발현되는 영역이다. 상기 탄소 모재 상에 형성된 TaC 코팅층의 부착력 및 표면경도는, 공정 온도 및 Ta/C 비율 등의 공정 조건에 따라 달라질 수 있으나, TaC 코팅층 형성 결과 생성된 상기 제 1 영역의 상기 TaC 함량이 16 부피% 내지 20 부피% 일 때, 우수한 표면 경도를 가질 수 있다. 상기 제 2 영역은, 상기 제 1 영역보다 모재 표면에서 더 깊은, 상기 제 1 영역과 인접한 층으로서, 상기 코팅층의 TaC 성분이 상대적으로 덜 함침되는 영역에 해당한다. 그러나, 이 영역의 TaC 함량 또한, 탄소 모재 상에 형성된 TaC 코팅층의 부착력 및 표면 경도에 영향을 미칠 수 있다. 상기 제 2 영역의 상기 TaC 함량이 13 부피% 내지 18 부피% 일 때, 상기 탄소 모재 상에 형성된 TaC 코팅층은, 우수한 부착력 및 표면 경도를 가질 수 있다. 상기 제1 영역과 제2 영역의 TaC 함량을 점진적으로 변화하는 것일 수 있다.

[0033] 본 발명의 일 예로, 상기 TaC 코팅층의 표면 스크래치 값은 3.5 N 이상일 수 있다. 상기 TaC 코팅층의 우수한 부착력을 확인하는 방법으로서, 4- Point Bening시험, Peel-Off 시험, Scotch tape 시험, Direct Full Off 시험을 비롯한 다양한 시험방법들이 이용되고 있다. 그 중, 스크래치 시험(Scrach Test)은, 시편 준비가 쉽고 측정이 간편하여, 산업계에서 흔히 이용되고 있는, 박막 코팅층의 부착력을 확인하는 시험방법이다. 상기 스크래치 시험은 끝이 둥근 탐사침(stylus)을 이용하여 박막의 표면에 하중을 증가시키면서 기판을 이동시켜 박막이 벗겨질 때의 임계 하중 값을 가지고 접착력을 계산한다. 따라서, 스크래치 값이 높을수록 부착력의 세기가 강함을 의미한다. 본 발명의 일 예로 제공되는 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의, 상기 TaC 코팅층의 표면 스크래치 값은 3.5 N 이상일 수 있다. 상기 TaC 코팅층의 표면 스크래치 값이 3.5 N 미만일 경우, 모재 표면과의 부착력이 부족해져 산업에 적용되기 어려운 문제점이 생길 수 있다. 또한, 상기 TaC 코팅층의 표면 스크래치 값은 6.5 N 이상인 것이 바람직하다. 또한, 상기 TaC 코팅층의 표면 스크래치 값은 8.0 N 이상인 것이 더욱 바람직하다. 상기 표면 스크래치 값은, 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 80 μm 내지 150 μm 까지의 영역의 TaC의 함량이 증가할수록 평균적으로 증가하는 경향을 보인다. 상기 TaC의 함량은 탄소 모재상의 기공으로 상기 TaC 성분이 함침되어 결정되는 것이므로, 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 80 μm 내지 150 μm 까지의 평균 기공률이 증가할 수록, 상기 TaC 코팅층과 상기 탄소 모재간의 부착력이 증가함을 의미한다.

[0034] 본 발명의 일 예로, 상기 TaC 코팅층의 표면 스크래치 값은 아래의 [수학식 1]에 따른 것일 수 있다.

[0035] [수학식 1]

[0036] 표면 스크래치 값 (N) = 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 80 μm 내지 150 μm 까지의 영역의 TaC의 함량 (부피%) $\times$ (1.4 내지 1.6) - 19.5

- [0037] 상기 탄소 모재 상에 형성된 상기 TaC 코팅층의 부착력을 결정하는 요인은 다양하게 존재할 수 있고, 상기와 같이 탄소 모재 표면으로부터 깊이 80 μm 내지 150 μm 까지의 TaC 함량, 즉 해당 부분으로의 TaC 성분의 함침량은 상기 TaC 코팅층의 탄소 모재에 대한 부착력에 큰 영향을 미치게 된다. 본 발명의 일 예에 따른 상기 TaC 코팅층의 표면 스크래치 값(N)은, 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 80 μm 내지 150 μm 까지의 영역의, TaC의 함량(부피%)을 변수로 하는 일차함수의 수식을 따르게 된다. 그에 따라 결정된 상기 TaC 코팅층의 표면 스크래치 값(N)은, 상기 탄소 모재 표면으로부터 깊이 80 μm 내지 150 μm 까지의 영역의 TaC의 함량(부피%) $\times$ (1.4 내지 1.6) - 19.5의 값을 나타낼 수 있다.
- [0038] 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 평균 기공율이 15 부피% 내지 20 부피% 인 탄소 모재를 준비하는 단계; 및 상기 탄소 모재의 표면에 TaC 코팅층을 형성하는 단계;를 포함하는, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 제조방법을 제공한다. 본 발명의 일 측면에서는, 부착력이 좋은 고경도 TaC 코팅 탄소 재료를 제조하기 위해, 평균 기공율이 15 부피% 내지 20 부피% 인 탄소 모재를 준비하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 평균 기공율이 15 부피% 내지 20 부피% 인 탄소 모재를 준비함으로써, 본 발명의 일 측면에서 의도하는 효과인, 부착력 및 표면 경도가 우수한 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 구현이 가능할 수 있다. 또한, 상기 평균 기공율은 16.5 부피% 내지 20 부피% 인 것이 바람직하다. 또한, 상기 평균 기공율은 18 부피% 내지 20 부피% 인 것이 보다 바람직하다. 탄소 모재 내의 TaC의 함량이 증가한다는 것은, 탄소 모재상의 기공률이 높다는 것을 의미하고, 실질적으로 기공률이 높은 탄소 모재 상에 TaC 코팅층이 형성된 재료일 수록, 더욱 우수한 부착력 및 표면경도를 가지게 된다. 상기 탄소 모재의 평균 기공율 측정 방법은 수은흡착법에 의해 기공률 분석기(Prosimeter)를 사용하여 측정할 수 있다.
- [0039] 본 발명의 일 예로, 상기 TaC 코팅층을 형성하는 단계는, 상기 탄소 모재의 기공에 TaC 성분이 함침되어, 상기 탄소 모재의 내부에 상기 TaC 코팅층과 접하는 함침 영역을 형성하는 것을 포함할 수 있다. 상기 탄소 모재 상의 상기 TaC 코팅층이 고온에서 형성될 경우, 상기 TaC 성분은 상기 탄소 모재의 표층 기공에서부터 안쪽의 기공에 이르기까지 함침되기 시작한다. 이로써, 상기 탄소 모재의 내부에 TaC 코팅층과 접하는 함침 영역이 형성될 수 있다. 상기 함침 영역의 탄소 모재 표면으로부터 깊이 80 μm 내지 150 μm 까지의 영역은, 상기 TaC 코팅 탄소 재료의 부착력 및 표면경도를 결정하는데 있어 실질적으로 의미를 가지는 영역이 될 수 있다.
- [0040] 본 발명의 일 예로, 상기 탄소 모재를 준비하는 단계는, 아래의 **[수학식 2]**에 따라, 상기 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 필요 표면 스크래치 값에 따른 상기 평균 기공율을 가지는 탄소 모재를 준비하는 것일 수 있다.
- [0041] **[수학식 2]**
- [0042] 탄소 모재의 평균 기공율(부피%) = (표면 스크래치 값(N) + 19.5) $\times$ (0.65 내지 0.7)
- [0043] 즉, 상기 **[수학식 2]**에 기초하여, 모재의 기공율을 조절하여 TaC 코팅층 표면의 물성을 제어할 수 있는 것이다.
- [0044] 상기 탄소 모재 상에 형성되는 상기 TaC 코팅층의 부착력을 결정하는 요인은 다양하게 존재할 수 있고, 상기와 같이 탄소 모재의 평균 기공율은 상기 TaC 코팅층의 부착력에 큰 영향을 미치게 된다. 본 발명의 일 예에 따른 상기 탄소 모재의 평균 기공율은, 후술할 실시예와 같이, 상기 TaC 코팅층의 표면 스크래치 값을 변수로 하는 일차함수의 수식을 따르게 된다. 그에 따라 결정된 상기 탄소 모재의 평균 기공율은, (표면 스크래치 값(N) + 19.5) $\times$ (0.65 내지 0.7)의 값을 나타낼 수 있다. 이로써 본 발명의 일 측면에 따르면, 산업 현장에서 재료의 쓰임새에 따라 필요한 TaC 코팅층의 부착력을 계산하고, 표면 스크래치 값으로 환산하여, 제조공정 단계에서 그에 부합되는 탄소 모재를 사전에 준비할 수 있는 효과가 있다.
- [0045] 본 발명의 일 예로, 상기 TaC 코팅층을 형성하는 단계는, CVD법을 이용하여 2000 $^{\circ}\text{C}$ 내지 2500 $^{\circ}\text{C}$ 에서 수행되는 것일 수 있다. 상기 탄소 모재의 표면에 TaC 코팅층을 형성하는 단계는, CVD(Chemical Vapor Deposition) 기법, 스퍼터링(Sputtering) 기법, 컨버전(CVR) 기법, 용사 기법 또는 물리 증착(PVD) 기법에 의하여 수행되는 것일 수 있다. 특히, CVD 기법은 큰 기관 영역에도 빠른 속도로 얇은 두께의 층을 형성하여, 코팅층을 증착할 수 있는 장점이 있다.
- [0046] 본 발명의 일 예로, 상기 TaC 코팅층을 형성하는 단계는, 2000 $^{\circ}\text{C}$ 내지 2500 $^{\circ}\text{C}$ 에서 수행되는 것일 수 있다. 상기 TaC 코팅층을 형성하는 단계에서, 공정 온도가 높을수록 TaC 코팅층의 표면 결정립이 커져, TaC 코팅층의 표면 경도, 내마모성 등이 향상될 수 있다. 2000 $^{\circ}\text{C}$ 미만의 경우에는 TaC 코팅층의 증착물이 감소하거나, 결정상이 불안정해지는 문제점이 있을 수 있고, 2500 $^{\circ}\text{C}$ 를 초과하는 경우에는 설비의 비용이 증가하고, 온도가 너무 높아져 TaC 성분이 상기 탄소 모재의 기공 안으로 함침되기 어려워 부착력이 감소하는 문제점이 있을 수 있다. 상기 온도는, 바람직하게는 2000 $^{\circ}\text{C}$ 내지 2300 $^{\circ}\text{C}$ 에서 수행되는 것일 수 있다.

[0047] 본 발명의 일 예로, 상기 TaC 코팅층을 형성하는 단계는, 복수 회 수행되어, 복수 개의 TaC 코팅층을 형성하는 것일 수 있다. 즉, 두 번 이상의 TaC 코팅층이 형성되는 과정을 포함할 수 있고, 이로써 두 층 이상의 TaC 코팅층이 형성되는 탄소 재료의 제조방법을 포함할 수 있다. 더 나아가, 추가적인 TaC 코팅층이 형성되어 3개, 4개와 같이 더 많은 수의 코팅층을 형성하는 과정이 수행되어, 더 많은 수의 코팅층이 형성되는 것을 포함할 수 있다.

[0048] 도 3은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른, 탄소 모재 및 탄소 모재 상에 여러 층으로 형성된 복수 개의 TaC 코팅층을 포함하는 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 단면 개념도이다. 상기의 복수 회 수행되어, 복수 개의 TaC 코팅층을 형성하는 것인 TaC 코팅층을 형성하는 단계를 이용하여, 최초의 코팅층을 형성하는 과정을 통해 형성된 제 1 코팅층(121) 위로, 제 2 코팅층(122) 및 제 3 코팅층(123)이 형성된 것을 확인할 수 있다. TaC 코팅층 결정립의 크기는, 형성된 코팅층의 표면 경도를 결정하는 또 하나의 요인이 된다. 상기 TaC 코팅층 상에 다시 TaC 코팅층이 적층되는 경우에는, 하나의 층만으로 TaC 코팅층을 형성한 경우에 비해, 재료 외측 표면을 형성하는 TaC 코팅층의 결정립의 크기가 증가할 수 있고, 이는 표면 경도가 향상되는 효과를 가져온다. 이로써, 본 발명의 일 측면에서 제공하는, 여러 번의 TaC 코팅층을 형성하는 과정을 포함하는 것인, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의 제조방법이 구현될 수 있다.

[0049] 이하, 하기 실시예 및 비교예를 참조하여 본 발명을 상세하게 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명의 기술적 사상이 그에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[0050] 실시예

[0051] CVD 기법에 의해, 본 발명의 일 측면에서 제공하는 TaC 코팅 탄소 재료를 제조하였다. 본 발명의 일 측면에 따른 평균 기공율을 갖는 열팽창 계수가 $4.9 \sim 6.0 \times 10^{-6}/K$, 직경 400mm 및 두께 10 mm 탄소 모재들에 대하여, 온도 2000 ℃, 압력 500 Torr, 및 T 전구체($TaCl_5$) 5000 sccm, C 전구체(CH_4) 50 sccm의 CVD 처리조건에서 TaC 코팅층을 형성하였다. 이 때, 탄화탄탈 피복막의 C/Ta의 조성비는 1:1.05로 조정하였다. 각각의 탄소 모재들의 기공률은 수은흡착법으로 측정하였다.

[0052] 상기의 조건에서 제조된 고경도 TaC 코팅 탄소 재료들 각각에, 스크래치 시험을 수행하였다. 하기의 표 1은 본 발명의 일 측면에서 제공하는 실시예에 따라 제공된 고경도 TaC 코팅 탄소 재료들의 탄소 모재의 평균 기공율에 따른 스크래치 시험 결과값이다.

표 1

CASE	탄소 모재의 평균 기공율(부피%)	스크래치 값 (N)	크랙Free 개수(ea)
실시예 1	18.7	8.47	48
실시예 2	16.9	5.48	58
실시예 3	15.5	3.71	83

[0054] 상기 실시예 1 내지 3은 본 발명의 일 측면에서 제공하는 탄소 모재인, 탄소 모재의 평균 기공율이 15 부피% 내지 20 부피% 에 해당하는 탄소 모재에 상기 공정 조건으로 TaC 코팅층을 형성한 것이다. 상기 실험 결과를 통해, 본 발명의 일 측면에서 제공하는 상기 탄소 모재의 평균 기공율이 15 부피% 내지 20 부피% 인 탄소 모재를 사용할 경우, 상기 스크래치 값은 3.5 N 이상의 값이 나타남을 확인할 수 있었다. 반면, 상기 탄소 모재의 평균 기공율이 15 부피% 미만인 탄소 모재를 사용할 경우, 상기 스크래치 값은 3.5 N 미만의 값이 나타남을 확인할 수 있었다. 이를 통해, 상기 탄소 모재의 평균 기공율이 15 부피% 미만인 탄소 모재의 경우, 본 발명의 일 측면에서 의도하는 높은 부착력을 구현하기 어려움을 확인할 수 있었다.

[0055] 상기 실험 결과를 통해, 탄소 모재의 평균 기공율이 높아질수록, 상기 탄소 모재 상의 TaC 코팅층의 부착력이 증가함을 알 수 있었다. 또한, 상기 실험 결과를 통해, 탄소 모재의 평균 기공율과 상기 탄소 모재 상의 TaC 코팅층의 스크래치 값 간에, 상기 탄소 모재 상의 TaC 코팅층의 표면 스크래치 값을 변수로 하는 일차함수의 상관관계가 성립함을 확인할 수 있었다. 상기 상관관계는 위에서 설명한 [수학식 2]와 같다.

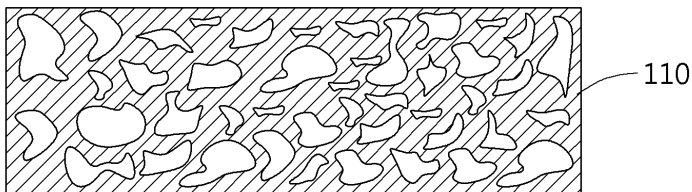
[0056] 또한, 상기의 실시예 1 내지 3에 대하여, TaC 코팅층 표면을 주사 전자 현미경(SEM)으로 촬영하였다. 본 실험에서는, 상기 실시예 1 내지 3의 TaC 코팅층 표면에 압력을 가한 결과 발생한 갈라짐에 따른 면적 및 개수를 관찰하였다.

[0057] 도 4는, 상기 실시예 1에 따라 제조된, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의, TaC 코팅층 표면의 주사 전자 현미경(SEM) 분석 사진(a)과 이를 이미지화한 도면(b)이다. 도 5는, 상기 실시예 2에 따라 제조된, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의, TaC 코팅층 표면의 주사 전자 현미경(SEM) 분석 사진(a)과 이를 이미지화한 도면(b)이고, 도 6은, 상기 실시예 3에 따라 제조된, 고경도 TaC 코팅 탄소 재료의, TaC 코팅층 표면의 주사 전자 현미경(SEM) 분석 사진(a)과 이를 이미지화한 도면(b)이다.

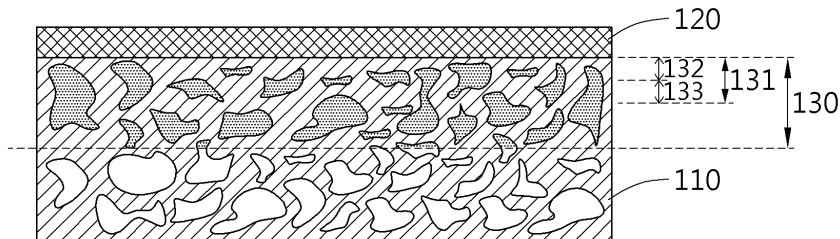
[0058] 상기 탄소 모재의 평균 기공율 18.7 부피%의 실시예 1의 경우, 갈라짐의 발생 후 각 조각의 평균 면적이 가장 큰 것이 확인되었고, 상기 탄소 모재의 평균 기공율 15.5 부피%의 실시예 3의 경우, 갈라짐의 발생 후 각 조각의 평균 면적이 가장 작은 것이 확인되었다. 이로써, 상기 탄소 모재의 평균 기공율이 작을수록 더 많은 갈라짐이 발생함이 확인되었다.

도면

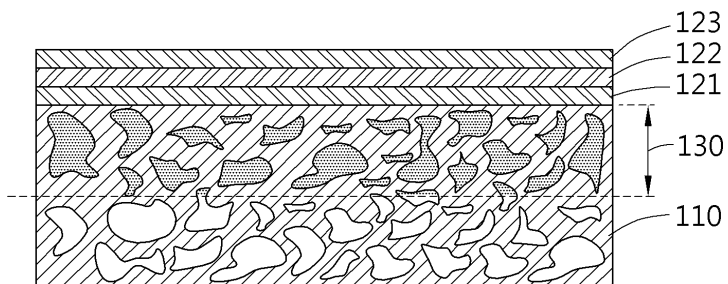
도면1



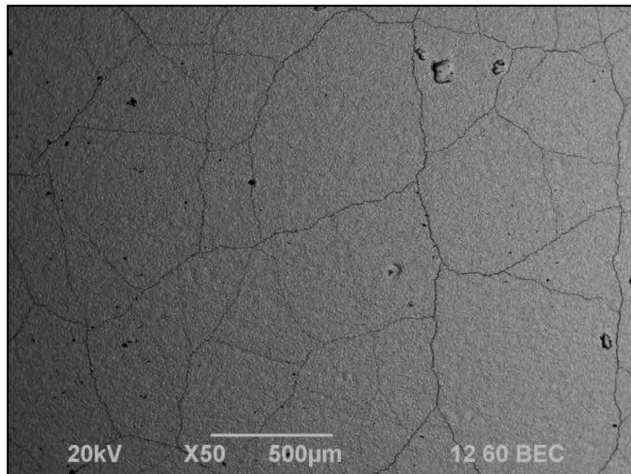
도면2



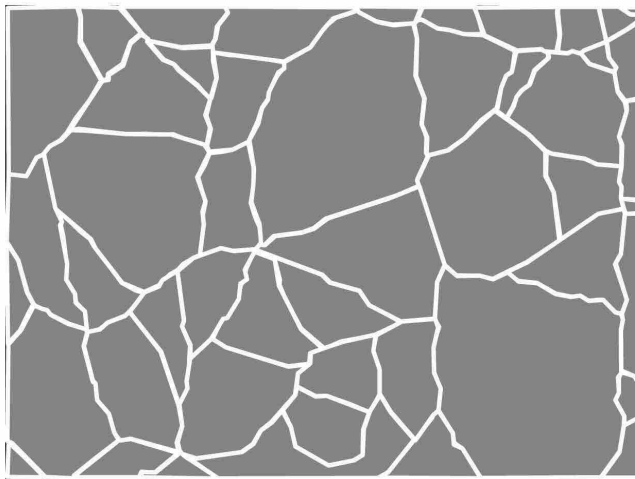
도면3



도면4

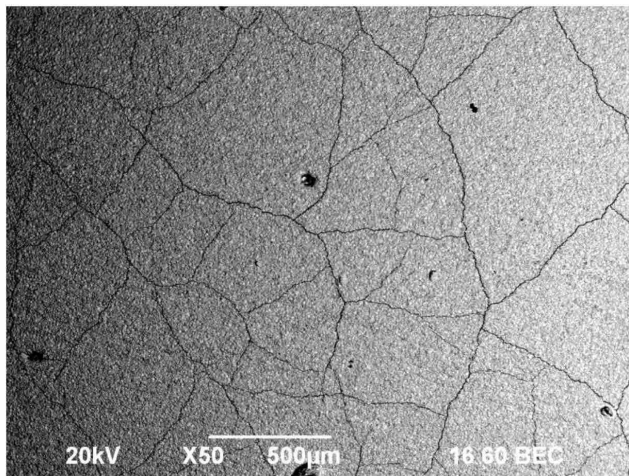


(a)

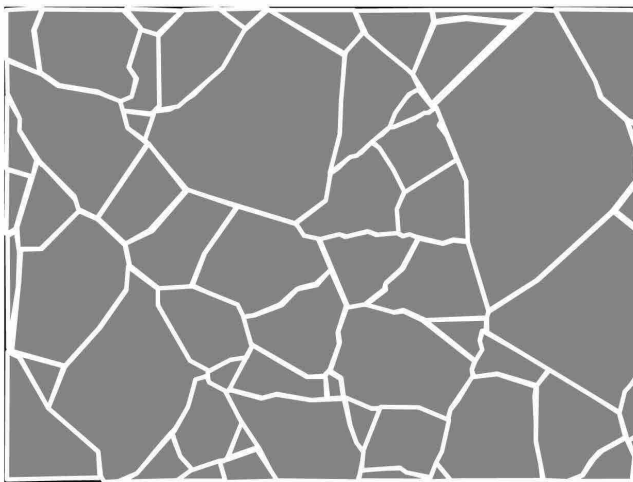


(b)

도면5

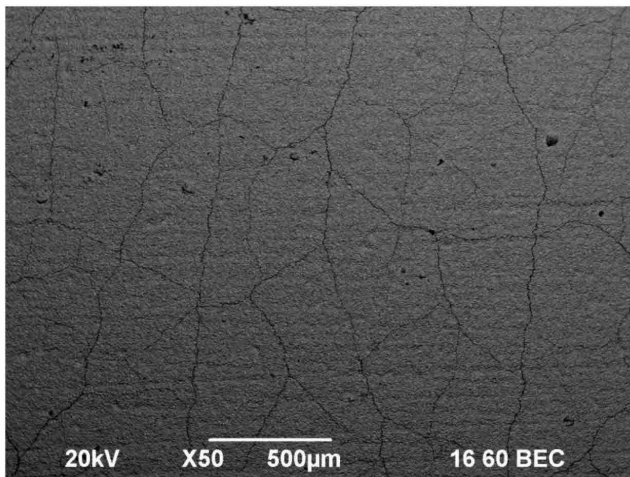


(a)

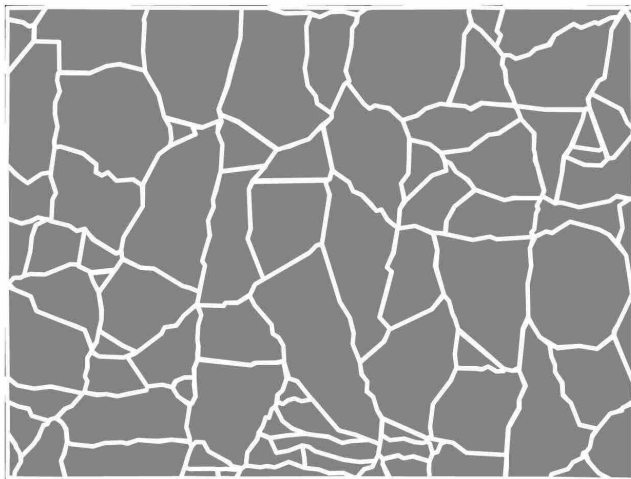


(b)

도면6



(a)



(b)