



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년04월08일

(11) 등록번호 10-2792305

(24) 등록일자 2025년04월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**C23C 16/22** (2006.01) **B23B 27/14** (2006.01)  
**C23C 16/36** (2006.01) **C23C 16/40** (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
**C23C 16/22** (2013.01)  
**B23B 27/14** (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-7001732  
 (22) 출원일자(국제) 2020년07월28일  
 심사청구일자 2022년01월18일
- (85) 번역문제출일자 2022년01월18일  
 (65) 공개번호 10-2022-0020974  
 (43) 공개일자 2022년02월21일  
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2020/028793  
 (87) 국제공개번호 WO 2021/020365  
 국제공개일자 2021년02월04일
- (30) 우선권주장  
 JP-P-2019-138991 2019년07월29일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌  
 JP2009166216 A\*  
 JP2012071396 A\*  
 KR1020100135641 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

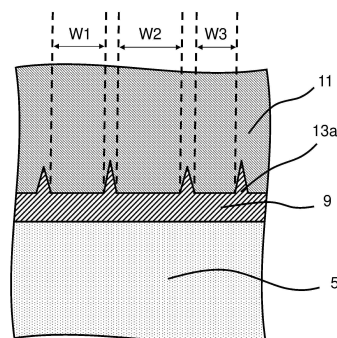
- (73) 특허권자  
**교세라 가부시키키가이샤**  
 일본국 교토후 교토시 후시미쿠 다케다 토바도노  
 초 6반지
- (72) 발명자  
**스가와 유우사쿠**  
 일본국 교토후 교토시 후시미쿠 다케다 토바도노  
 초 6반지 교세라 가부시키키가이샤 나이
- 이토 히로토시**  
 일본국 교토후 교토시 후시미쿠 다케다 토바도노  
 초 6반지 교세라 가부시키키가이샤 나이  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
**하영옥**

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 정석환

(54) 발명의 명칭 **피복 공구 및 그것을 구비한 절삭 공구****(57) 요약**

본 개시의 피복 공구는 기체와 상기 기체의 표면에 위치하는 피복층을 구비한다. 상기 피복층은 Ti를 함유하는 중간층과  $Al_2O_3$ 층을 갖는다. 상기  $Al_2O_3$ 층은 상기 중간층보다 상기 기체로부터 먼 위치에 있어서 상기 중간층에 접해서 위치하고 있다. 상기 중간층은 상기  $Al_2O_3$ 층을 향해서 돌출된 복수의 제 1 돌기를 갖는다. 상기 복수의 제 1 돌기의 평균 간격은 70nm 이상, 120nm 이하이다. 본 개시의 절삭 공구는 제 1 단으로부터 제 2 단을 향해서 신장되고, 상기 제 1 단측에 포켓을 갖는 홀더와 상기 포켓에 위치하는 상기의 피복 공구를 구비한다.

**대표도** - 도4

(52) CPC특허분류

*C23C 16/36* (2013.01)

*C23C 16/403* (2013.01)

(72) 발명자

**쿠마이 켄지**

일본국 교토후 교토시 후시미쿠 다케다 토바도노쵸  
6반지 교세라 가부시키키가이샤 나이

**스기야마 타카노리**

일본국 교토후 교토시 후시미쿠 다케다 토바도노쵸  
6반지 교세라 가부시키키가이샤 나이

**카즈마 타다시**

일본국 교토후 교토시 후시미쿠 다케다 토바도노쵸  
6반지 교세라 가부시키키가이샤 나이

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기체와 상기 기체의 표면에 위치하는 피복층을 구비한 피복 공구로서,  
 상기 피복층은 Ti를 함유하는 중간층과  $Al_2O_3$ 층을 갖고,  
 상기  $Al_2O_3$ 층은 상기 중간층보다 상기 기체로부터 먼 위치에 있어서 상기 중간층에 접해서 위치하고 있고,  
 상기 중간층은, 상기  $Al_2O_3$ 층을 향해서 돌출된 복수의 제 1 돌기를 갖고,  
 상기 제 1 돌기의 기슭은 인접한 다른 상기 제 1 돌기의 기슭과의 사이에 간격을 갖고,  
 상기 기체의 표면에 직교하는 단면에 있어서, 주사형 전자 현미경 또는 투과형 전자 현미경을 이용하여 30,000 배의 사진을 촬영하고, 인접하는 제 1 돌기의 기슭의 상기 기체의 표면에 평행한 방향에 있어서의 간격을 50개 이상 측정하고, 또한 상기 제 1 돌기의 기슭에 있어서의 상기 기체에 가장 가까운 위치를 측정하여 얻어지는, 상기 복수의 제 1 돌기의 평균 간격은 70nm 이상, 120nm 이하이고,  
 상기 복수의 제 1 돌기 중 적어도 하나는 제 1 돌기의 돌출 방향에 교차하는 방향으로 돌출된 제 2 돌기를 갖는 복합 돌기이고,  
 상기 복합 돌기는 상기 제 2 돌기의 돌출 방향에 교차하는 방향으로 돌출된 제 3 돌기를 갖고,  
 상기 제 1 돌기, 상기 제 2 돌기 및 상기 제 3 돌기의 조성이 동일인, 피복 공구.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,  
 상기 기체의 표면에 직교하는 단면에 있어서,  
 상기 제 1 돌기의 기슭에 있어서의 상기 기체에 가장 가까운 위치의 폭의 평균값이, 상기 복수의 제 1 돌기의 기슭의 평균 폭이고,  
 상기 제 1 돌기의 기슭에 있어서의 상기 기체에 가장 가까운 위치로부터 상기 제 1 돌기의 선단까지의 높이의 평균값이, 상기 복수의 제 1 돌기의 평균 높이이고,  
 상기 복수의 제 1 돌기의 기슭의 평균 폭에 대한 상기 복수의 제 1 돌기의 평균 높이의 비가 1.2 이하인, 피복 공구.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,  
 상기 기체의 표면에 직교하는 단면에 있어서,  
 상기 제 1 돌기의 기슭에 있어서의 상기 기체에 가장 가까운 위치의 폭의 평균값이, 상기 복수의 제 1 돌기의 기슭의 평균 폭이고,  
 상기 제 1 돌기의 기슭에 있어서의 상기 기체에 가장 가까운 위치로부터 상기 제 1 돌기의 선단까지의 높이의 평균값이, 상기 복수의 제 1 돌기의 평균 높이이고,  
 상기 제 1 돌기의 기슭의 평균 폭은 10nm 이상, 50nm 이하이고, 상기 제 1 돌기의 평균 높이는 10nm 이상, 60nm 이하인, 피복 공구.

#### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 기체의 표면에 직교하는 단면에 있어서, 주사형 전자 현미경 또는 투과형 전자 현미경을 이용하여 30,000 배의 사진을 촬영하고, 상기 제 1 돌기의 선단의 각도를 50개 이상 측정하여 얻어지는, 상기 제 1 돌기의 선단의 평균 각도는  $50^{\circ}$  이상,  $90^{\circ}$  이하인, 피복 공구.

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 기체의 표면에 직교하는 단면에 있어서, 주사형 전자 현미경 또는 투과형 전자 현미경을 이용하여 30,000 배의 사진을 촬영하고, 상기 복합 돌기를 50개 이상 측정하여 얻어지는, 상기 복합 돌기가 갖는 상기 제 2 돌기의 평균수는 1.2 이하인, 피복 공구.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 기체의 표면에 직교하는 단면에 있어서,

상기 제 1 돌기의 기슭에서의 상기 기체에 가장 가까운 위치의 폭의 평균값이, 상기 복수의 제 1 돌기의 기슭의 평균 폭이고,

상기 제 1 돌기의 기슭에 있어서의 상기 기체에 가장 가까운 위치로부터 상기 제 1 돌기의 선단까지의 높이의 평균값이, 상기 복수의 제 1 돌기의 평균 높이이고,

상기 제 2 돌기의 기슭에 있어서의 상기 제 1 돌기에 가장 가까운 위치의 폭의 평균값이, 상기 제 2 돌기의 기슭의 평균 폭이고,

상기 제 2 돌기의 기슭에 있어서의 상기 제 1 돌기에 가장 가까운 위치의 폭의 중앙부로부터 상기 제 2 돌기의 선단까지의 높이의 평균값이, 상기 제 2 돌기의 평균 높이이고,

상기 제 2 돌기의 기슭의 평균 폭에 대한 상기 제 2 돌기의 평균 높이의 비는 상기 복수의 제 1 돌기의 기슭의 평균 폭에 대한 상기 복수의 제 1 돌기의 평균 높이의 비보다 큰, 피복 공구.

#### 청구항 8

삭제

#### 청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 피복층은 상기 기체로부터 순차적으로 제 1 TiCN층, 제 2 TiCN층, 상기 중간층, 상기  $Al_2O_3$ 층을 갖는, 피복 공구.

#### 청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 중간층은 C와 N을 함유하는, 피복 공구.

#### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 중간층은 O를 더 함유하는, 피복 공구.

#### 청구항 12

제 1 단으로부터 제 2 단을 향해서 신장되고, 상기 제 1 단측에 포켓을 갖는 홀더와,

상기 포켓에 위치하는 제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 피복 공구를 구비한, 절삭 공구.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 개시는 기체의 표면에 피복층을 갖는 피복 공구 및 그것을 구비한 절삭 공구에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 초경 합금이나 서멧, 세라믹스 등의 기체 표면에 결합막을 통해서  $Al_2O_3$ 층을 적층한 피복층을 형성한 절삭 공구 등의 피복 공구가 알려져 있다.

[0003] 절삭 공구는 최근의 절삭 가공의 고능률화에 따라, 큰 충격이 절삭날에 가해지는 중단속 절삭 등에 사용되는 기회가 증가하고 있다. 이러한 가혹한 절삭 조건에 있어서는 피복층에 큰 충격이 가해지고, 피복층의 치핑이나 박리가 발생하기 쉬워진다. 그 때문에 피복층에는 내마모성에 더해서 내결손성의 향상이 요구되고 있다.

[0004] 이러한 과제를 해결하기 위해서, 특허문헌 1에서는  $Al_2O_3$ 층과 접하는 계면에 있어서, 선단이 갈고리형으로 굴곡한 돌기를 배치하는 것이 기재되어 있다.

[0005] 또한 특허문헌 2 및 특허문헌 3에는  $Al_2O_3$ 층과 접하는 계면에 있어서, 피복층의 적층 방향으로 연장된 제 1 돌기의 측면에, 다수의 제 2 돌기를 갖는 복합 돌기를 배치하는 것이 기재되어 있다.

[0006] 이들 중 특허문헌 1과 특허문헌 2에 기재된 돌기 및 복합 돌기의 선단은 둔각으로 되어 있고, 성막성이 열악한 형상을 하고 있다. 또한 특허문헌 2 및 특허문헌 3에 기재된 복합 돌기는 제 1 돌기가 갖는 제 2 돌기의 수가 많고, 역시 성막성이 열악한 형상을 하고 있다. 특허문헌 1~3에 기재된 돌기나 복합 돌기는 모두 밀집해서 배치되어 있고, 성막성이 열악한 형상을 갖고 있다.

[0007] 또한, 특허문헌 4나 특허문헌 5에는 돌기끼리가 140nm 이상의 간격으로 배치된 예가 기재되어 있다. 이러한 구성의 경우에는 비교적 성막성이 우수하지만, 돌기의 수가 적어 충분한 밀착성이 얻어지지 않는다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 일본특허공개 2004-74324호 공보  
(특허문헌 0002) 미국공개 2013/0149527호 공보  
(특허문헌 0003) 일본특허공개 2009-166216호 공보  
(특허문헌 0004) 일본특허공개 2006-272515호 공보  
(특허문헌 0005) W02017/090765

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0009] 내결손성이 우수한 피복 공구를 제공한다.

### 과제의 해결 수단

[0010] 본 개시의 피복 공구는 기체와, 상기 기체의 표면에 위치하는 피복층을 구비한다. 상기 피복층은 Ti를 함유하는 중간층과  $Al_2O_3$ 층을 갖는다. 상기  $Al_2O_3$ 층은 상기 중간층보다 상기 기체로부터 먼 위치에 있어서 상기 중간층에 접해서 위치하고 있다. 상기 중간층은 상기  $Al_2O_3$ 층을 향해서 돌출된 복수의 제 1 돌기를 갖는다. 상기 복수의 제 1 돌기의 평균 간격은 70nm 이상, 120nm 이하이다. 본 개시의 절삭 공구는 제 1 단으로부터 제 2 단을 향해

서 연장되고, 상기 제 1 단측에 포켓을 갖는 홀더와, 상기 포켓에 위치하는 상술의 피복 공구를 구비한다.

### 도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 본 개시의 피복 공구의 일 예를 나타내는 개략적인 사시도이다.
- 도 2는 도 1의 피복 공구에 있어서의 피복층의 단면의 구성을 설명하기 위한 모식도이다.
- 도 3은 본 개시의 피복 공구의 중간층 및  $Al_2O_3$ 층 부근의 구성을 설명하기 위한 요부 확대도이다.
- 도 4는 본 개시의 피복 공구의 중간층 및  $Al_2O_3$ 층 부근의 구성을 설명하기 위한 요부 확대도이다.
- 도 5는 본 개시의 피복 공구에 있어서의 다른 형태의 피복층의 단면의 구성을 설명하기 위한 모식도이다.
- 도 6은 본 개시의 피복 공구에 있어서의 다른 형태의 피복층의 단면의 구성을 설명하기 위한 모식도이다.
- 도 7은 본 개시의 피복 공구에 있어서의 다른 형태의 피복층의 단면의 구성을 설명하기 위한 모식도이다.
- 도 8은 본 개시의 절삭 공구의 일 예를 나타내는 평면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 본 개시의 피복 공구는 도 1에 나타내는 예에 있어서는 주면이 대략 사각형상의 판형상이다. 단, 이 형상에 한정되는 것은 아니다. 피복 공구(1)는 제 1 면(2)과 제 2 면(3)을 갖고, 제 1 면(2)과 제 2 면(3)이 교차하는 부분의 적어도 일부에 절삭날(4)을 갖고 있다. 제 1 면(2)은 레이크면이라고 불리는 면이며, 제 2 면(3)은 플랭크면이라고 불리는 면이다. 그 때문에 레이크면(2)과 플랭크면(3)이 교차하는 부분의 적어도 일부에 절삭날(4)을 갖고 있다고도 할 수 있는 것이다.
- [0013] 또한, 도 2의 피복 공구(1)에 있어서의 피복층(7)의 단면의 구성을 설명하기 위한 모식도에 나타내는 바와 같이, 피복 공구(1)는 기체(5)와, 이 기체(5)의 표면에 위치하는 피복층(7)을 구비하고 있다.
- [0014] 피복 공구(1)의 기체(5)를 구성하는 재질은 경질 합금, 세라믹스 또는 금속을 들 수 있다. 경질 합금으로서 탄화 텅스텐(WC)과, 코발트(Co)나 니켈(Ni) 등의 철속 금속을 함유하는 초경 합금이어도 된다. 다른 경질 합금으로서, 탄질화 티탄(TiCN)과, 코발트(Co)나 니켈(Ni) 등의 철속 금속을 함유하는 Ti기 서멧이어도 된다. 세라믹스가  $Si_3N_4$ ,  $Al_2O_3$ , 다이아몬드, 입방정 질화 붕소(cBN)이어도 된다. 금속으로서서는 탄소 강, 고속도 강, 합금 강이어도 된다. 상기 재질 중에서도 피복 공구(1)로서 사용하는 경우에는, 기체(5)는 초경 합금 또는 서멧으로 이루어지는 것이 내결손성 및 내마모성의 점에서 좋다.
- [0015] 피복층(7)은 Ti를 함유하는 중간층(9)과  $Al_2O_3$ 층(11)을 갖고 있다.  $Al_2O_3$ 층(11)은 중간층(9)의 기체(5)로부터 먼 위치에 있어서 중간층(9)에 접하고 있다.
- [0016] 본 개시의 피복 공구(1)에 있어서의 중간층(9)은 Ti를 갖는 층이며, 예를 들면 TiN, TiC, TiNO 등을 함유하고 있어도 된다. 또한, 예를 들면 Ti와 C와 N을 함유하고 있어도 된다. 바꿔 말하면, 중간층(9)은 TiCN 결정을 함유하고 있어도 된다. 또한, 중간층(9)은 예를 들면, Ti와 C와 N과 O를 함유하고 있어도 된다. 바꿔 말하면, 중간층(9)은 TiCNO 결정을 함유하고 있어도 된다. 이러한 구성을 가지면,  $Al_2O_3$ 층(11)과 중간층(9)의 밀착성이 우수하다.
- [0017] 본 개시의 피복 공구(1)는 도 3에 나타내는 바와 같이,  $Al_2O_3$ 층(11)을 향해서 돌출된 복수의 제 1 돌기(13)를 갖고 있다.
- [0018] 제 1 돌기(13)는 제 1 돌기(13)의 돌출의 기점이 되는 기슭(13a)을 갖고 있다. 또한, 제 1 돌기(13)는 기체(5)로부터 가장 떨어진 위치에 선단(13b)을 갖고 있다. 바꿔 말하면, 제 1 돌기(13)는 기슭(13a)으로부터 선단(13b)을 향해서 신장하고 있다. 제 1 돌기(13)는 대표적으로는 삼각형상을 갖는다.
- [0019] 기슭(13a)이란 제 1 돌기(13)의 기체(5)에 가까운 위치를 나타낸다. 기슭(13a)이란 제 1 돌기(13)가 형성하는 삼각형의 저변이라 바꿔 말해도 된다.
- [0020] 도 4에 나타내는 바와 같이, 제 1 돌기(13)의 기슭(13a)은 인접한 다른 제 1 돌기(13)의 기슭(13a)과의 사이에 간격을 갖고 있다. 예를 들면, 도 4의 예에서는 제 1 돌기(13)의 기슭(13a)은 기체(5)의 표면에 평행한 방향에

있어서 W1, W2, W3의 길이의 간격을 갖고 있다.

- [0021] 본 개시의 피복 공구(1)는 기체(5)의 표면에 직교하는 단면에 있어서, 기체(5)의 표면에 평행한 방향에 있어서 제 1 돌기(13)의 기슭(13a)의 평균 간격은 70nm 이상, 120nm 이하이다. 이러한 구성을 가지면, 중간층(9)과  $Al_2O_3$ 층(11)의 밀착성이 우수하고, 내결손성이 높고, 수명이 길다.
- [0022] 또한, 평균 간격이란 도 4에 나타내는 바와 같이, 기체(5)의 표면에 직교하는 단면에 있어서, 인접한 제 1 돌기(13)의 기슭(13a)의 기체(5)의 표면에 평행한 방향에 있어서의 간격 W1, W2, W3을 복수 측정한 평균값이다. 평균 간격은, 50 이상의 측정값의 평균으로 하면 된다. 평균 간격의 측정은 예를 들면, 주사형 전자현미경이나 투과형 전자현미경을 이용하여 30,000배의 사진을 촬영해서 행하면 된다. 촬영하는 사진의 수는, 존재하는 제 1 돌기(13)의 수에 따라 적시, 정하면 된다.
- [0023] 또한, 본 개시의 피복 공구(1)에 있어서, 제 1 돌기(13)는 도 3, 4에 나타내는 바와 같이, 선단(13b)이 예각이고, 높이가 10nm 이상이며, 복수의 제 1 돌기(13)의 기슭(13a)의 평균 폭에 대한 복수의 제 1 돌기(13)의 평균 높이의 비가 0.6 이상의 것을 의미한다.
- [0024] 본 개시의 피복 공구(1)는 복수의 제 1 돌기(13)의 기슭(13a)의 평균 폭에 대한 복수의 제 1 돌기(13)의 평균 높이의 비는 1.2 이하이어도 된다. 이러한 구성을 가지면 중간층(9)과  $Al_2O_3$ 층(11)의 밀착성이 우수하다.
- [0025] 복수의 제 1 돌기(13)의 기슭(13a)의 평균 폭에 대한 복수의 제 1 돌기(13)의 평균 높이의 비는 1.0 이하이어도 된다.
- [0026] 본 개시의 피복 공구(1)는 제 1 돌기(13)의 기슭(13a)의 평균 폭이 10nm 이상, 50nm 이하이고, 제 1 돌기(13)의 평균 높이가 10nm 이상, 60nm 이하이어도 된다. 이러한 구성을 가지면 중간층(9)과  $Al_2O_3$ 층(11)의 밀착성이 우수하다. 또한, 기슭(13a)의 평균 폭은 25nm 이상, 45nm 이하이어도 된다. 제 1 돌기(13)의 평균 높이는 10nm 이상, 50nm 이하이어도 된다.
- [0027] 본 개시의 피복 공구(1)는 제 1 돌기(13)의 선단(13b)의 평균 각도가  $50^\circ$  이상,  $90^\circ$  이하이어도 된다. 이러한 구성을 가지면,  $Al_2O_3$ 층(11)의 성막성이 우수하고, 중간층(9)과  $Al_2O_3$ 층(11)의 밀착성이 우수하다. 또한, 제 1 돌기(13)의 선단(13b)의 평균 각도는  $55^\circ$  이상이어도 된다. 또한, 제 1 돌기(13)의 선단(13b)의 평균 각도는  $80^\circ$  이하이어도 된다. 이러한 구성을 가지면,  $Al_2O_3$ 층(11)의 성막성이 우수하고, 또한 중간층(9)과  $Al_2O_3$ 층(11)의 밀착성이 우수하다.
- [0028] 도 5에 나타내는 바와 같이, 본 개시의 피복 공구(1)에 있어서는 복수의 제 1 돌기(13)의 적어도 하나는 제 1 돌기(13)의 돌출 방향에 교차하는 방향으로 돌출된 제 2 돌기(15)를 갖는 복합 돌기(17)이어도 된다. 또한, 본 개시의 피복 공구(1)에 있어서는 제 1 돌기(13)의 모두가 복합 돌기(17)이어도 된다. 이후, 제 1 돌기(13) 중 제 2 돌기(15)를 갖는 것을 복합 돌기(17)라고도 한다. 이러한 구성을 가지면, 중간층(9)과  $Al_2O_3$ 층(11)의 밀착성이 우수하다.
- [0029] 또한, 본 개시의 피복 공구(1)에 있어서의 제 2 돌기(15)란 제 2 돌기(15)의 돌출의 기점인 제 2 돌기(15)의 기슭(15a)의 중앙부로부터 제 2 돌기(15)의 선단(15b)까지의 높이가 10nm 이상인 것이다. 즉, 바꿔 말하면, 제 1 돌기(13)의 측면에 존재하는 미소한 요철은 본 개시의 피복 공구(1)에 있어서는 제 2 돌기(15)라고는 취급하지 않는다.
- [0030] 본 개시의 피복 공구(1)는, 복합 돌기(17)가 갖는 제 2 돌기(15)의 평균수는 1.2 이하이어도 된다. 바꿔 말하면, 복합 돌기(17)당의 제 2 돌기(15)의 수는 적어도 된다. 이러한 구성을 가지면,  $Al_2O_3$ 층(11)의 성막성이 우수하고, 또한 중간층(9)과  $Al_2O_3$ 층(11)의 밀착성이 우수하다. 또한, 복합 돌기(17)는 제 2 돌기(15)를 포함하는 것이기 때문에 평균수의 하한값에 1은 포함되지 않는다.
- [0031] 본 개시의 피복 공구(1)에 있어서의 제 2 돌기(15)의 기슭(15a)의 평균 폭에 대한 제 2 돌기(15)의 평균 높이의 비는 복수의 제 1 돌기(13)의 기슭(13a)의 평균 폭에 대한 복수의 제 1 돌기(13)의 평균 높이의 비보다 커도 좋다. 또한, 제 2 돌기(15)의 기슭(15a)의 평균 폭에 대한 제 2 돌기(15)의 평균 높이의 비란, 제 2 돌기(15)의 기슭(15a)의 중앙부로부터 제 2 돌기(15)의 선단(15b)까지의 평균 높이를, 제 2 돌기(15)의 기슭(15a)의 평균 폭으로 나눈 값이다. 이러한 구성을 가지면, 중간층(9)과  $Al_2O_3$ 층(11)의 밀착성이 우수하다.

- [0032] 또한, 도 6에 나타내는 바와 같이 본 개시의 피복 공구(1)에 있어서의 복합 돌기(17)는 제 2 돌기(15)의 돌출 방향에 교차하는 방향으로 돌출된 제 3 돌기(19)를 갖고 있어도 된다. 이러한 구성을 가지면, 중간층(9)과  $Al_2O_3$ 층(11)의 밀착성이 더욱 우수하다. 또한, 제 3 돌기(19)의 높이는 10nm 이상이다. 바꿔 말하면, 제 2 돌기(15)의 측면에 존재하는 미소한 요철은 본 개시의 피복 공구(1)에 있어서는 제 3 돌기(19)라고는 취급하지 않는다. 그러한 미소한 요철은 중간층(9)과  $Al_2O_3$ 층(11)의 밀착성에 실질적으로 기여하지 않는다.
- [0033] 본 개시의 피복 공구(1)에 있어서는 도 7에 나타내는 바와 같이, 피복층(7)이 기체(5)로부터 순차적으로, TiN층(10a), 제 1 TiCN층(10b), 제 2 TiCN층(10c), 중간층(9),  $Al_2O_3$ 층(11)을 갖고 있어도 된다. 이러한 구성을 가지면, 수명이 긴 피복 공구(1)가 된다. 제 1 TiCN층(10b)은 후술하는 MT-TiCN층이어도 된다. 제 2 TiCN층(10c)은 후술하는 HT-TiCN층이어도 된다. 또한, 표층(도시하지 않음)으로서, TiN층 등을 형성해도 된다. 표층은 질화 티탄 이외의 탄질화 티탄, 탄산 질화 티탄, 질화 크롬 등의 다른 재질이어도 된다. 표층은 유색의 재질로 이루어지고, 절삭날의 사용의 유무를 용이하게 판별하는 기능을 갖고 있어도 된다. 표층은  $0.1\mu m \sim 3.0\mu m$ 의 두께로 형성해도 된다.
- [0034] 본 개시의 피복 공구(1)에 있어서의 제 1 돌기(13), 제 2 돌기(15) 및 제 3 돌기(19)는 모두 Ti, C, N을 함유하고 있고, 조성이 동질이어도 된다. 또한, 제 1 돌기(13), 제 2 돌기(15) 및 제 3 돌기(19)는 모두 Ti, C, N 및 O를 함유하고 있고, 조성이 동질이어도 된다. 이 제 1 돌기(13), 제 2 돌기(15) 및 제 3 돌기(19)의 조성이 동질이면 제 1 돌기(13)와 제 2 돌기(15)와 제 3 돌기(19) 사이에서, 균열이나 파괴가 일어나기 어렵고, 각각의 조성이 다른 경우에 비하여 중간층(9)과  $Al_2O_3$ 층(11)의 밀착성이 높게 된다.
- [0035] 또한, 제 1 돌기(13), 제 2 돌기(15) 및 제 3 돌기(19)의 조성이 동질이다란 각각의 구성 성분의 차가 5% 이하인 것을 말한다.
- [0036] 또한, 각각의 조성의 차가 3% 이하이어도 된다. 또한, 1% 이하이어도 된다.
- [0037] 이러한 제 1 돌기(13), 제 2 돌기(15) 및 제 3 돌기(19)는 제 1 돌기(13), 제 2 돌기(15) 및 제 3 돌기(19)의 성막 시에, 같은 가스를 사용함으로써 얻을 수 있다.
- [0038] 또한, 제 1 돌기(13)와 제 2 돌기(15)의 조성이 달라도 되고, 제 2 돌기(15)와 제 3 돌기(19)의 조성이 달라도 된다.
- [0039] 조성이 다른 제 1 돌기(13), 제 2 돌기(15) 및 제 3 돌기(19)를 형성하기 위해서는 성막 시에 조성이 다른 가스를 사용하면 된다.
- [0040] 또한, 제 1 돌기(13)는 기체(5)의 제 1 면(2)에 대하여 수직하게 형성되어 있지 않아도 되고, 기체(5)의 제 1 면(2)에 대하여 경사져 있어도 된다.
- [0041] 또한, 중간층(9)의 두께가 10nm~35nm인 경우에는 중간층(9)의 경도가 저하하는 일이 없고, 또한  $Al_2O_3$ 층(11)이  $\alpha$ 형 결정 구조가 된다. 여기서, 중간층(9)의 두께란 제 1 돌기(13), 제 2 돌기(15), 제 3 돌기(19)를 제외한 것이다.
- [0042] 중간층(9)은 예를 들면 티탄을 30~70원자%, 탄소를 1~70원자%, 질소를 1~35원자%, 산소를 3~20원자%의 비율로 함유하고 있어도 된다. 또한, 알루미늄을 10원자% 이하 더 함유하고 있어도 된다. 또한, 염소나 크롬 등의 성분을 1~10원자% 함유하고 있어도 된다. 또한, 중간층(9)은 다른 미량 성분을 함유하고 있어도 된다.
- [0043] 본 개시의 피복 공구(1)에 있어서는 제 1 돌기(13), 제 2 돌기(15), 제 3 돌기(19)는 모두 같은 조성이어도 되고, 상술의 조성 범위이어도 된다.
- [0044] <제조 방법>
- [0045] 제 1 돌기를 갖는 중간층은 예를 들면 기체의 표면에, 화학 기상 증착(CVD)법에 의해 하기의 조건으로 성막함으로써 형성할 수 있다.
- [0046] 우선, 기체를 성막 장치의 챔버에 셋트하고, 예를 들면 성막 온도를  $900^{\circ}C \sim 990^{\circ}C$ , 가스압을 15kPa~40kPa로 하고, 반응 가스 조성이 사염화 티탄( $TiCl_4$ ) 가스를 3체적%~15체적%, 메탄( $CH_4$ ) 가스를 3체적%~10체적%, 질소( $N_2$ ) 가스를 3체적%~50체적%, 일산화탄소(CO) 가스를 0.2체적%~1.0체적%, 나머지가 수소( $H_2$ ) 가스로서 성막하면 된다. 이 공정을 편의적으로 중간층의 성막 공정의 전기 공정이라고 한다. 이 전기 공정의 성막 시간은 20분

이상, 40분 이하로 해도 된다. 이 반응 가스 조성의 질소( $N_2$ ) 가스를 30체적%~50체적%로 하면, 제 1 돌기의 기습의 평균 폭은 넓어지기 쉽고, 제 1 돌기의 평균 높이가 짧아지기 쉽다. 바꿔 말하면, 이러한 조건에서는 굽고, 짧고, 파손되기 어려운 제 1 돌기가 얻어지기 쉽다. 또한, 전기 공정의 성막 시간을 20분 이상, 40분 이하로 하면 된다. 이러한 성막 조건으로 하면, 기습의 평균 간격이 70nm 이상, 120nm 이하의 제 1 돌기를 형성하기 쉽다.

- [0047] 또한, 상기의 중간층의 성막의 후기에 있어서, 원료 가스의 배합을 변경하지 않고, 성막 온도를 내려서 성막 온도를 900~940℃의 범위로 하면 제 2 돌기가 형성된다. 이 성막 시간은 전기 공정과의 합계로 30~90분으로 해도 된다.
- [0048] 중간층의 성막의 후기, 즉, 제 2 돌기를 형성하는 공정에 있어서, 성막 시간을 연장하면, 제 2 돌기의 수가 증가하고, 폭이나 높이가 증가하기 쉽다. 또한, 돌출 방향이 기체를 향해서 연장되고 있는 제 2 돌기가 형성되기 쉽다. 또한, 성막 시간을 연장하면, 제 2 돌기로부터 돌출된 제 3 돌기가 형성된다.
- [0049]  $Al_2O_3$ 층은 중간층의 성막 후에 성막 온도를 900℃~990℃, 가스압을 5kPa~20kPa로 하고, 반응 가스의 조성이 3염화 알루미늄( $AlCl_3$ ) 가스를 3.5체적%~15체적%, 염화 수소( $HCl$ ) 가스를 0.5체적%~2.5체적%, 이산화탄소( $CO_2$ ) 가스를 0.5체적%~5.0체적%, 황화 수소( $H_2S$ ) 가스를 0체적%~1.0체적%, 나머지가 수소( $H_2$ ) 가스로서 성막해도 된다.  $Al_2O_3$ 층은,  $\alpha$ -알루미나로 이루어지는 것이어도 된다.
- [0050] 이상, 기체 상에 중간층과  $Al_2O_3$ 층이 순차적으로 형성된 예를 설명했다. 피복층은 기체로부터 순차적으로, TiN층, 제 1 TiCN층, 제 2 TiCN층을 갖고 있어도 된다. 그리고, 이 제 2 TiCN층 상에, 순차적으로 중간층,  $Al_2O_3$ 층을 갖고 있어도 된다. 또한,  $Al_2O_3$ 층 상에 Ti와 N을 함유하는 표층을 더 갖고 있어도 된다.
- [0051] 기체의 표면에 TiN층을 형성하는 경우에는 성막 온도를 800℃~940℃, 가스 압을 8kPa~50kPa로 하고, 반응 가스의 조성을, 사염화 티탄( $TiCl_4$ ) 가스를 0.5체적%~10체적%, 질소( $N_2$ ) 가스를 10체적%~60체적%로 하고, 나머지를 수소( $H_2$ ) 가스로서 성막해도 된다.
- [0052] TiN층 상에 제 1 TiCN층, 제 2 TiCN층을 형성해도 된다. 제 1 TiCN층은, 소위 MT(moderate temperature)-TiCN층이어도 된다. 이 MT-TiCN층은, 예를 들면 사염화 티탄( $TiCl_4$ ) 가스, 질소( $N_2$ ) 가스 및 아세토니트릴( $CH_3CN$ ) 가스 등을 포함하는 원료를 사용하고, 성막 온도를 780℃~880℃로서 비교적 저온에서 성막함으로써, 형성되는 제 1 TiCN층의 두께가 2 $\mu m$ ~15 $\mu m$ 이면 제 1 TiCN층의 내마모성과 내결손성이 높다. 제 1 TiCN층 중에 포함되는 탄질화 티탄 결정은 피복층의 두께 방향으로 가늘고 긴 기둥형상 결정으로 해도 된다.
- [0053] 제 2 TiCN층은, 소위 HT(high temperature)-TiCN층이어도 된다. HT-TiCN층은, 예를 들면 원료 가스로서 사염화 티탄( $TiCl_4$ ) 가스, 질소( $N_2$ ) 가스, 메탄( $CH_4$ ) 가스 등을 이용하여, 아세토니트릴( $CH_3CN$ ) 가스를 포함하지 않고, 성막 온도가 900℃~1050℃의 범위에서 성막해도 된다. 또한, 제 1 TiCN층보다 고온에서 성막해도 된다. 제 2 TiCN층의 두께는 10nm~900nm로 해도 된다.
- [0054] 여기서, 제 1 TiCN층과 제 2 TiCN층의 사이에는 티탄을 30~70원자%, 탄소를 15~35원자%, 질소를 15~35원자%, 산소를 2~10원자%의 비율로 함유하는 계면층(도시하지 않음)이 배치되어 있어도 된다. 계면층의 두께는 5nm~50nm로 해도 된다.
- [0055] 이하에 제 1 TiCN층의 성막 조건의 예를 설명한다. 성막 온도를 780℃~880℃, 가스압을 5kPa~25kPa로 하고, 반응 가스 조성으로서, 체적%로 사염화 티탄( $TiCl_4$ ) 가스를 0.5체적%~10체적%, 질소( $N_2$ ) 가스를 5체적%~60체적%, 아세토니트릴( $CH_3CN$ ) 가스를 0.1체적%~3.0체적%, 나머지를 수소( $H_2$ ) 가스로서 성막해도 된다. 이 때, 아세토니트릴( $CH_3CN$ ) 가스의 함유 비율을 성막 초기보다 성막 후기에서 증가시킴으로써 제 1 TiCN층을 구성하는 탄질화 티탄 기둥형상 결정의 평균 결정 폭을 기체측보다 표면측이 큰 구성으로 할 수 있다.
- [0056] 다음에 제 2 TiCN층의 성막 조건에 관하여 설명한다. 성막 온도를 900℃~990℃, 가스압을 5kPa~40kPa로 하고, 반응 가스의 조성을 사염화 티탄( $TiCl_4$ ) 가스를 1체적%~4체적%, 질소( $N_2$ ) 가스를 5체적%~20체적%, 메탄( $CH_4$ ) 가스를 0.1체적%~10체적%, 나머지를 수소( $H_2$ ) 가스로서 성막해도 된다.
- [0057] 그 후, 소망에 의해, 성막한 피복층 표면의 적어도 절삭날부를 연마 가공한다. 이 연마 가공에 의해, 절삭날부

가 평활하게 가공되어 피삭재의 용착을 억제하고, 또한 내결손성이 우수한 공구가 된다.

[0058] 이상, 본 개시의 피복 공구에 관하여 설명했지만, 본 개시는 상술의 실시형태에 한정되지 않고, 본 개시의 요지를 일탈하지 않는 범위에 있어서, 각종 개량 및 변경을 행해도 된다.

[0059] <절삭 공구>

[0060] 다음에 본 개시의 절삭 공구에 대해서 도면을 사용하여 설명한다.

[0061] 본 개시의 절삭 공구(101)는 도 8에 나타내는 바와 같이, 예를 들면 제 1 단(도 8에 있어서의 상단)으로부터 제 2 단(도 8에 있어서의 하단)을 향해서 연장되는 막대 형상체이다. 절삭 공구(101)는 도 8에 나타내는 바와 같이, 제 1 단측(선단측)에 포켓(103)을 갖는 홀더(105)와 포켓(103)에 위치하는 상기의 피복 공구(1)를 구비하고 있다. 절삭 공구(101)는 피복 공구(1)를 구비하고 있기 때문에, 장기에 걸쳐 안정한 절삭 가공을 행할 수 있다.

[0062] 포켓(103)은 피복 공구(1)가 장착되는 부분이고, 홀더(105)의 하면에 대하여 평행한 착석면과, 착석면에 대하여 경사지는 구속 측면을 갖고 있다. 또한, 포켓(103)은 홀더(105)의 제 1 단측에 있어서 개구하고 있다.

[0063] 포켓(103)에는 피복 공구(1)가 위치하고 있다. 이 때, 피복 공구(1)의 하면이 포켓(103)에 직접적으로 접하고 있어도 되고, 또한 피복 공구(1)와 포켓(103)의 사이에 시트(도시하지 않음)가 끼워져 있어도 된다.

[0064] 피복 공구(1)는 제 1 면(2) 및 제 2 면(3)이 교차하는 능선에 있어서의 절삭날(4)로서 사용되는 부분의 적어도 일부가 홀더(105)로부터 외방으로 돌출되도록 홀더(105)에 장착된다. 본 실시형태에 있어서는 피복 공구(1)는 고정 나사(107)에 의해 홀더(105)에 장착되어 있다. 즉, 피복 공구(1)의 관통 구멍(17)에 고정 나사(107)를 삽입하고, 이 고정 나사(107)의 선단을 포켓(103)에 형성된 나사 구멍(도시하지 않음)에 삽입해서 나사부끼리를 나사 결합시킴으로써 피복 공구(1)가 홀더(105)에 장착되어 있다.

[0065] 홀더(105)의 재질로서는 강, 주철 등을 사용할 수 있다. 이들의 부재 중에서 인성이 높은 강을 사용해도 된다.

[0066] 본 실시형태에 있어서는 소위, 선삭 가공에 사용되는 절삭 공구(101)를 예시하고 있다. 선삭 가공으로서는, 예를 들면 내경 가공, 외경 가공 및 홈입 가공 등을 들 수 있다. 또한, 절삭 공구(101)로서는 선삭 가공에 사용되는 것에 한정되지 않는다. 예를 들면, 선삭 가공에 사용되는 절삭 공구에 상기의 실시형태의 피복 공구(1)를 사용해도 된다.

## [0067] 실시예

[0068] 우선, 평균 입경  $1.2\mu\text{m}$ 의 금속 코발트 분말을 6질량%, 평균 입경  $2.0\mu\text{m}$ 의 탄화 티탄 분말을 0.5질량%, 평균 입경  $2.0\mu\text{m}$ 의 탄화 니오브 분말을 5질량%, 잔부가 평균 입경  $1.5\mu\text{m}$ 의 텅스텐 카바이드 분말의 비율로 첨가, 혼합하고, 프레스 성형에 의해 공구 형상(CNMG120408)으로 성형했다. 그 후, 탈바인더 처리를 실시하고, 아르곤 분위기 및 질소 분위기 등의 비산화성 분위기 중에서  $1450^{\circ}\text{C} \sim 1600^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서, 1시간 소성해서 초경 합금으로 이루어지는 기체를 제작했다. 그 후, 제작한 기체에 브러시 가공을 하고, 절삭날이 되는 부분에 R호닝을 실시했다.

[0069] 다음에, 상기의 초경 합금의 기체에 대하여, 화학 기상 증착(CVD)법에 의해 피복층을 성막했다. 표 1의 예에서는 기체에 직접, 중간층,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 층을 성막했다. 또한, 표 2의 예에서는, 상기의 초경합금의 기체의 표면에 TiN층을 형성하고, TiN층 상에 순차적으로 제 1 TiCN층, 제 2 TiCN층, 중간층,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 층을 형성했다. 각각 시료의 중간층의 성막 조건은 표 1, 2에 기재했다. 또한, 중간층의 성막에 있어서는  $\text{TiCl}_4$  가스,  $\text{N}_2$  가스, CO 가스 및  $\text{H}_2$  가스를 사용했다. 표 1, 2에 나타내는 원료 가스의 란에 기재한 것은 각각의 가스의 체적%이다. 표 1, 2에 있어서, 전기, 후기로 나타낸 성막 조건에서, 전기, 후기의 순서로 성막했다. 또한, 전기만 기재하고, 후기의 기재가 없는 시료에서는, 성막 조건을 변경하지 않고 전기의 성막 조건만으로 성막했다.

[0070]  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 층의 성막 온도는  $950^{\circ}\text{C}$ 로 했다. 가스압은  $7.5\text{kPa}$ 로 했다. 반응 가스의 조성은 3염화 알루미늄( $\text{AlCl}_3$ ) 가스를 3.7체적%, 염화 수소( $\text{HCl}$ ) 가스를 0.7체적%, 이산화 탄소( $\text{CO}_2$ ) 가스를 4.3체적%, 황화 수소( $\text{H}_2\text{S}$ ) 가스를 0.3체적%, 나머지를 수소( $\text{H}_2$ ) 가스로 했다.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 층의 성막 시간은, 380분으로 했다.

[0071] 표 2의 예에 있어서의 TiN층의 성막 조건을 이하에 나타낸다. TiN층의 성막 온도는  $850^{\circ}\text{C}$ 로 했다. 가스압은  $16\text{kPa}$ 로 했다. 반응 가스의 조성은 사염화 티탄( $\text{TiCl}_4$ ) 가스를 1.0체적%, 질소( $\text{N}_2$ ) 가스를 38체적%, 나머지를

수소(H<sub>2</sub>) 가스로 했다. 성막 시간은 180분으로 했다.

표 2의 예에 있어서의 제 1 TiCN층의 성막 조건을 이하에 나타낸다. 성막 온도를 850℃, 가스압을 9.0kPa로 했다. 반응 가스 조성은 체적%로 사염화 티탄(TiCl<sub>4</sub>) 가스를 4.0체적%, 질소(N<sub>2</sub>) 가스를 23체적%, 아세토니트릴(CH<sub>3</sub>CN) 가스를 0.4체적%, 나머지를 수소(H<sub>2</sub>) 가스로 했다. 성막 시간은 400분으로 했다.

표 2에 있어서의 제 2 TiCN층의 성막 조건을 이하에 나타낸다. 성막 온도는 950℃로 했다. 가스압은 13kPa로 했다. 반응 가스의 조성은, 사염화 티탄(TiCl<sub>4</sub>) 가스를 4체적%, 질소(N<sub>2</sub>) 가스를 20체적%, 메탄(CH<sub>4</sub>) 가스를 8체적%, 나머지를 수소(H<sub>2</sub>) 가스로 했다. 성막 시간은 80분으로 했다.

표 1, 2의 시료에 대해서, 피복층을 포함하는 단면에 있어서, SEM 관찰을 행하고, 제 1 돌기의 기슭의 평균 간격을 측정했다. 또한, 제 1 돌기 및 복합 돌기의 형태를 관찰했다. 그 결과를 표 1, 2에 나타낸다.

얻어진 시료를 이용하여 하기의 조건에 있어서, 단속 절삭 시험을 행하고, 내결손성을 평가했다. 시험 결과는 표 1, 2에 나타낸다. 표 1, 2에 나타내는 충격회수(비율)는 시료 No.1에 있어서의 충격 회수에 대한 각각의 시료의 충격 회수의 비율이다. 충격 회수(비율)가 클수록 내결손성이 우수하다고 하는 것이다.

<단속 절삭 조건>

피삭재: 크롬몰리브덴강 4개 홈입 강재(SCM440)

공구 형상: CNMG120408

절삭 속도: 300m/분

이송 속도: 0.3mm/rev

절개: 1.5mm

기타: 수용성 절삭액 사용

평가 항목: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>층 박리에 이르는 충격 회수를 측정

표 1

| 시료 No. | 중간층의 성막조건 |                   |                |                 |      |                |         |          |        | 제1돌기의 기슭의 평균간격 (nm) | 제1돌기의 평균폭 (nm) | 제1돌기의 평균높이 (nm) | 제1돌기의 높이/폭 | 제1돌기의 선단의 각도 (°) | 복합돌기의 비율 (%) | 제2돌기의 평균수 | 제2돌기의 높이/폭 | 제3돌기의 유무 | 충격회수 (비율) |
|--------|-----------|-------------------|----------------|-----------------|------|----------------|---------|----------|--------|---------------------|----------------|-----------------|------------|------------------|--------------|-----------|------------|----------|-----------|
|        |           | TiCl <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> | CO   | H <sub>2</sub> | 온도 (°C) | 압력 (kPa) | 시간 (분) |                     |                |                 |            |                  |              |           |            |          |           |
| 1      | 전기        | 4.0               | 20             | 8               | 1.40 | 전부             | 970     | 10       | 30     | 68                  | 20             | 95              | 4.75       | 12               | 35           | 1.5       | 4.10       | 유        | 1         |
|        | 후기        | 4.0               | 20             | 8               | 1.40 | 전부             | 940     | 10       | 10     |                     |                |                 |            |                  |              |           |            |          |           |
| 2      | 전기        | 4.0               | 40             | 8               | 1.40 | 전부             | 970     | 10       | 30     | 51                  | 30             | 65              | 2.17       | 26               | 35           | 1.5       | 2.03       | 유        | 1.1       |
|        | 후기        | 4.0               | 40             | 8               | 1.40 | 전부             | 940     | 10       | 10     |                     |                |                 |            |                  |              |           |            |          |           |
| 3      | 전기        | 4.0               | 40             | 8               | 0.45 | 전부             | 970     | 20       | 30     | 80                  | 40             | 45              | 1.13       | 48               | 25           | 1.4       | 1.22       | 유        | 1.3       |
|        | 후기        | 4.0               | 40             | 8               | 0.40 | 전부             | 940     | 20       | 10     |                     |                |                 |            |                  |              |           |            |          |           |
| 4      | 전기        | 4.0               | 40             | 8               | 0.45 | 전부             | 970     | 20       | 30     | 85                  | 36             | 32              | 0.89       | 59               | -            | -         | -          | 무        | 1.2       |
|        | 후기        | 4.0               | 40             | 8               | 0.30 | 전부             | 940     | 20       | 10     |                     |                |                 |            |                  |              |           |            |          |           |
| 5      | 전기        | 4.0               | 40             | 8               | 0.45 | 전부             | 970     | 20       | 30     | 80                  | 40             | 40              | 1.00       | 53               | 22           | 1.3       | 1.18       | 유        | 1.5       |
|        | 후기        | 4.0               | 40             | 8               | 0.30 | 전부             | 940     | 20       | 10     |                     |                |                 |            |                  |              |           |            |          |           |
| 6      | 전기        | 4.0               | 40             | 8               | 0.45 | 전부             | 970     | 20       | 30     | 80                  | 40             | 36              | 0.90       | 58               | 18           | 1.2       | 1.10       | 유        | 1.6       |
|        | 후기        | 4.0               | 40             | 8               | 0.20 | 전부             | 940     | 20       | 10     |                     |                |                 |            |                  |              |           |            |          |           |
| 7      | 전기        | 4.0               | 40             | 8               | 0.40 | 전부             | 970     | 20       | 30     | 91                  | 36             | 40              | 1.11       | 48               | 22           | 1.3       | 1.22       | 유        | 1.5       |
|        | 후기        | 4.0               | 40             | 8               | 0.30 | 전부             | 940     | 20       | 10     |                     |                |                 |            |                  |              |           |            |          |           |
| 8      | 전기        | 4.0               | 40             | 8               | 0.40 | 전부             | 970     | 20       | 30     | 91                  | 36             | 35              | 0.97       | 54               | 18           | 1.2       | 1.15       | 유        | 1.8       |
|        | 후기        | 4.0               | 40             | 8               | 0.20 | 전부             | 940     | 20       | 10     |                     |                |                 |            |                  |              |           |            |          |           |
| 9      | 전기        | 4.0               | 40             | 8               | 0.20 | 전부             | 970     | 20       | 30     | 113                 | 32             | 21              | 0.66       | 75               | 15           | 1.1       | 0.90       | 유        | 2.0       |
|        | 후기        | 4.0               | 40             | 8               | 0.20 | 전부             | 940     | 20       | 10     |                     |                |                 |            |                  |              |           |            |          |           |
| 10     | 전기        | 4.0               | 20             | 8               | 0.05 | 전부             | 970     | 20       | 30     | 138                 | 25             | 35              | 1.40       | 39               | -            | -         | -          | 무        | 1         |

[0084]

표 2

| 시료<br>No. | 중간층의 성장조건         |                |                 |    |                |            |             |           |    | 제1돌기의<br>기습의<br>평균간격<br>(nm) | 제1돌기의<br>평균폭<br>(nm) | 제1돌기의<br>평균높이<br>(nm) | 제1돌기의<br>높이/폭 | 제1돌기의<br>선단의 각도<br>(°) | 복합돌기의<br>비율<br>(%) | 제2돌기의<br>평균수 | 제2돌기의<br>높이/폭 | 제3돌기의<br>유무 | 총격회수<br>(비율) |
|-----------|-------------------|----------------|-----------------|----|----------------|------------|-------------|-----------|----|------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------|------------------------|--------------------|--------------|---------------|-------------|--------------|
|           | TiCl <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> | CO | H <sub>2</sub> | 온도<br>(°C) | 압력<br>(kPa) | 시간<br>(분) |    |                              |                      |                       |               |                        |                    |              |               |             |              |
| 11        | 전기                | 4.0            | 20              | 8  | 1.40           | 전부         | 970         | 10        | 30 | 60                           | 30                   | 130                   | 4.33          | 13                     | 35                 | 1.5          | 4.00          | 유           | 1.6          |
|           | 후기                | 4.0            | 20              | 8  | 1.40           | 전부         | 940         | 10        | 10 |                              |                      |                       |               |                        |                    |              |               |             |              |
| 12        | 전기                | 4.0            | 40              | 8  | 1.40           | 전부         | 970         | 10        | 30 | 45                           | 60                   | 120                   | 2.00          | 28                     | 35                 | 1.5          | 2.00          | 유           | 1.7          |
|           | 후기                | 4.0            | 40              | 8  | 1.40           | 전부         | 940         | 10        | 10 |                              |                      |                       |               |                        |                    |              |               |             |              |
| 13        | 전기                | 4.0            | 40              | 8  | 0.45           | 전부         | 970         | 20        | 30 | 70                           | 50                   | 65                    | 1.30          | 42                     | 25                 | 1.4          | 1.50          | 유           | 2.1          |
|           | 후기                | 4.0            | 40              | 8  | 0.40           | 전부         | 940         | 20        | 10 |                              |                      |                       |               |                        |                    |              |               |             |              |
| 14        | 전기                | 4.0            | 40              | 8  | 0.45           | 전부         | 970         | 20        | 30 | 75                           | 45                   | 45                    | 1.00          | 53                     | -                  | -            | -             | 무           | 1.8          |
|           | 후기                | 4.0            | 40              | 8  | 0.30           | 전부         | 940         | 20        | 10 |                              |                      |                       |               |                        |                    |              |               |             |              |
| 15        | 전기                | 4.0            | 40              | 8  | 0.45           | 전부         | 970         | 20        | 30 | 70                           | 50                   | 58                    | 1.16          | 47                     | 22                 | 1.3          | 1.25          | 유           | 2.3          |
|           | 후기                | 4.0            | 40              | 8  | 0.30           | 전부         | 940         | 20        | 10 |                              |                      |                       |               |                        |                    |              |               |             |              |
| 16        | 전기                | 4.0            | 40              | 8  | 0.45           | 전부         | 970         | 20        | 30 | 70                           | 50                   | 52                    | 1.04          | 51                     | 18                 | 1.2          | 1.10          | 유           | 2.4          |
|           | 후기                | 4.0            | 40              | 8  | 0.20           | 전부         | 940         | 20        | 10 |                              |                      |                       |               |                        |                    |              |               |             |              |
| 17        | 전기                | 4.0            | 40              | 8  | 0.40           | 전부         | 970         | 20        | 30 | 80                           | 45                   | 57                    | 1.27          | 43                     | 22                 | 1.3          | 1.30          | 유           | 2.2          |
|           | 후기                | 4.0            | 40              | 8  | 0.30           | 전부         | 940         | 20        | 10 |                              |                      |                       |               |                        |                    |              |               |             |              |
| 18        | 전기                | 4.0            | 40              | 8  | 0.40           | 전부         | 970         | 20        | 30 | 80                           | 45                   | 50                    | 1.11          | 48                     | 18                 | 1.2          | 1.15          | 유           | 2.6          |
|           | 후기                | 4.0            | 40              | 8  | 0.20           | 전부         | 940         | 20        | 10 |                              |                      |                       |               |                        |                    |              |               |             |              |
| 19        | 전기                | 4.0            | 40              | 8  | 0.20           | 전부         | 970         | 20        | 30 | 100                          | 40                   | 35                    | 0.88          | 59                     | 15                 | 1.1          | 0.90          | 유           | 2.8          |
|           | 후기                | 4.0            | 40              | 8  | 0.20           | 전부         | 940         | 20        | 10 |                              |                      |                       |               |                        |                    |              |               |             |              |
| 20        | 전기                | 4.0            | 20              | 8  | 0.05           | 전부         | 970         | 20        | 30 | 122                          | 35                   | 50                    | 1.43          | 39                     | -                  | -            | -             | 무           | 1.3          |
|           | 후기                |                |                 |    |                |            |             |           |    |                              |                      |                       |               |                        |                    |              |               |             |              |

[0085]

[0086]

표 1에 있어서, 기습의 평균 간격이 70nm 이상, 120nm 이하이고, 본 개시의 실시예인 시료 No.3~9의 피복 공구는 모두 내결손성이 우수하였다. 기습의 평균 간격이 70nm 미만인 시료 No.1, 2는 시료 No.3~9보다 내결손성이 열악하였다. 또한, 기습의 평균 간격이 120nm를 초과하는 시료 No.10도 시료 No.3~9보다도 내결손성이 열악하였다.

[0087]

표 2에 있어서, 기습의 평균 간격이 70nm 이상, 120nm 이하이고, 본 개시의 실시예인 시료 No. 13~19의 피복 공구는 모두 내결손성이 우수하였다. 기습의 평균 간격이 70nm 미만인 시료 No. 11, 12는 시료 No. 13~19보다 내결손성이 열악하였다. 또한, 기습의 평균 간격이 120nm를 초과하는 시료 No.20도 시료 No.13~19보다 내결손성이 열악하였다.

### 부호의 설명

[0088]

- 1 피복 공구
- 2 제 1 면, 레이크면
- 3 제 2 면, 플랭크면
- 4 절삭날
- 5 기체
- 7 피복층
- 9 중간층
- 10a TiN층
- 10b 제 1 TiCN층
- 10c 제 2 TiCN층
- 11 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>층
- 13 제 1 돌기
- 13a 제 1 돌기의 기습
- 13b 제 1 돌기의 선단
- 15 제 2 돌기

15a 제 2 돌기의 기슭

15b 제 2 돌기의 선단

17 복합 돌기

19 제 3 돌기

101 절삭 공구

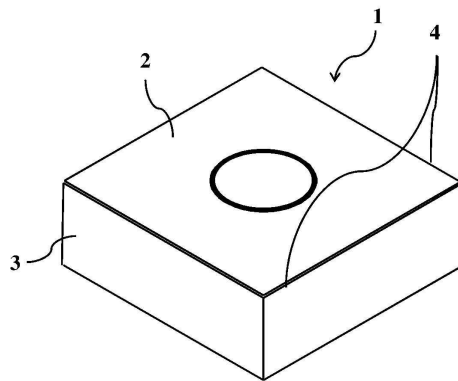
103 포켓

105 홀더

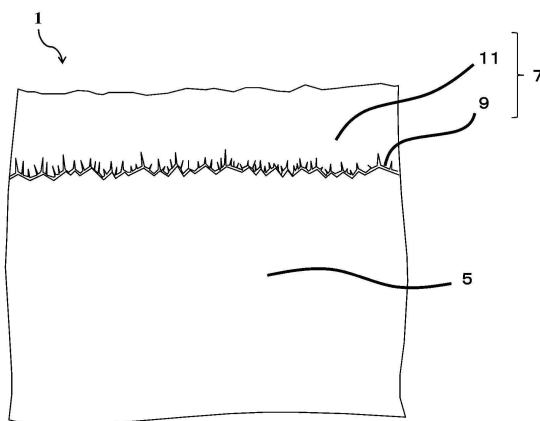
107 고정 나사

## 도면

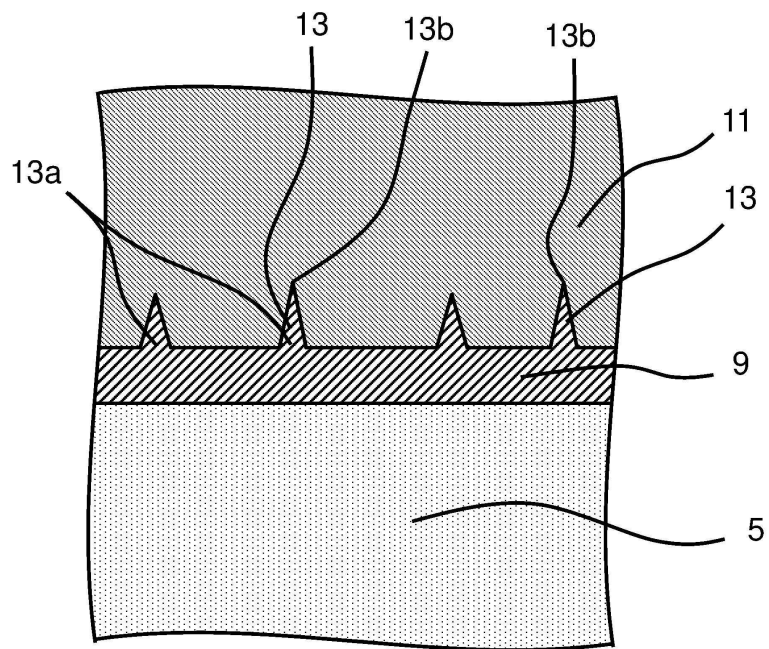
### 도면1



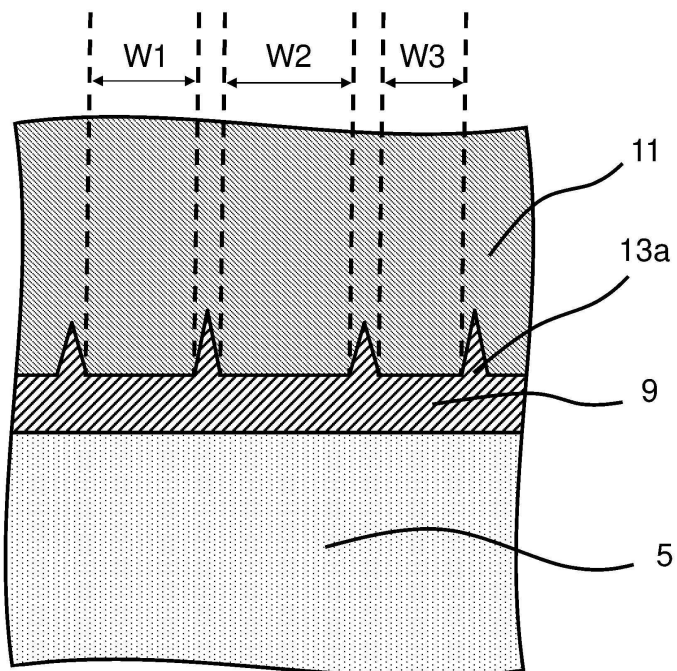
### 도면2



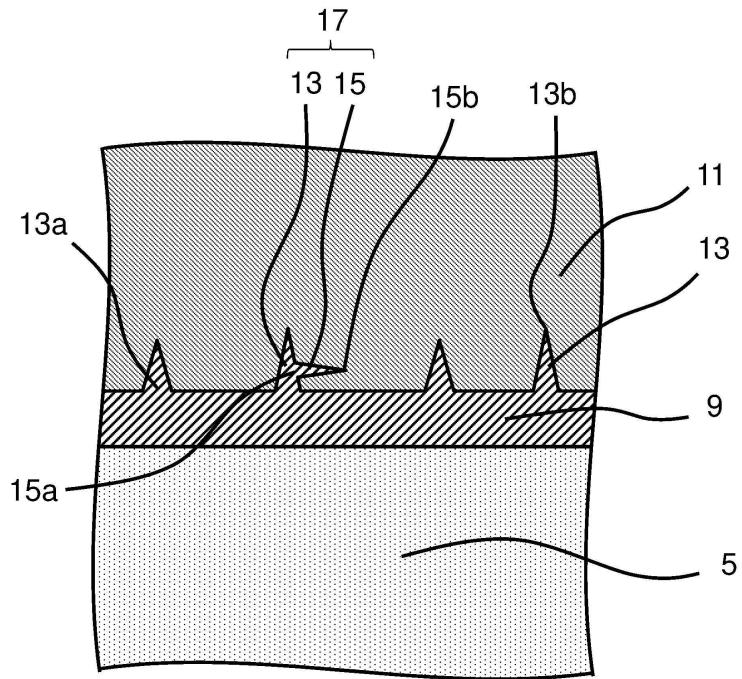
도면3



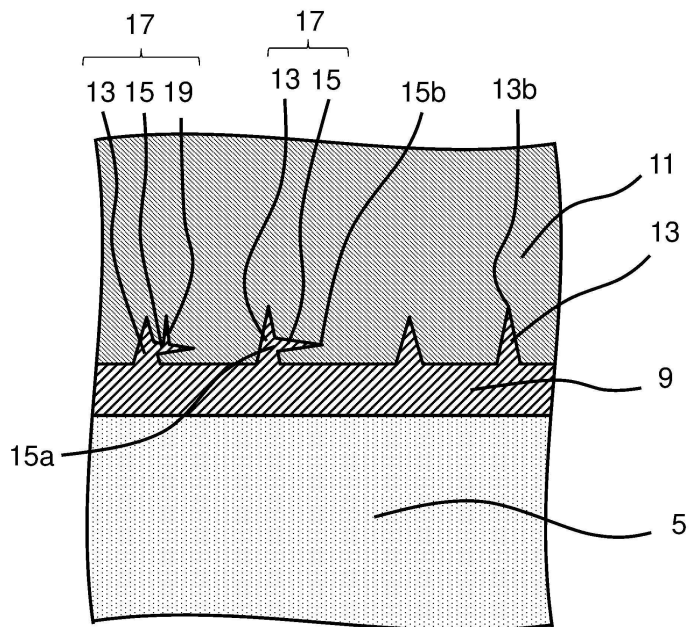
도면4



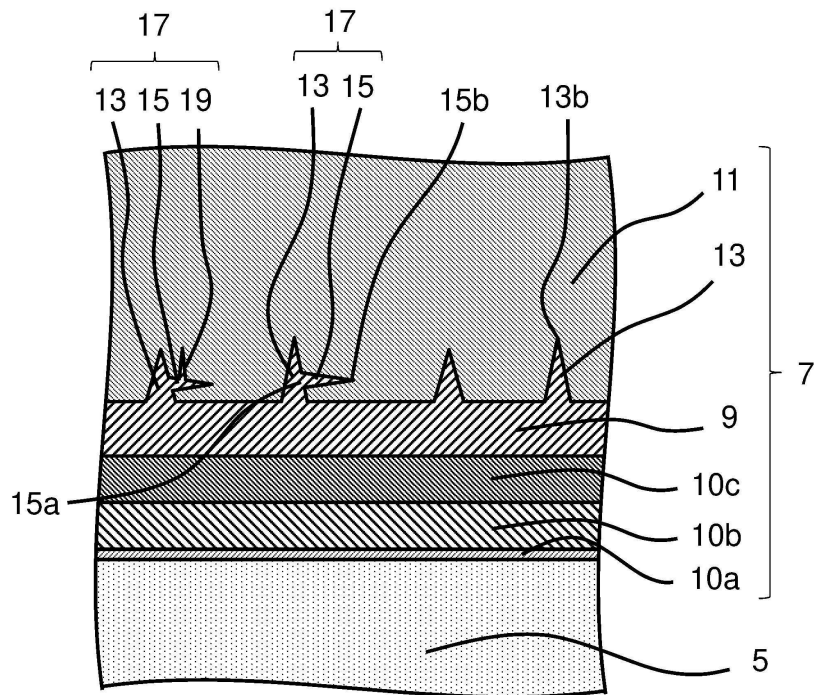
도면5



도면6



도면7



도면8

