(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0069926
(43) 공개일자 2025년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23B 27/14 (2006.01) *C23C 28/04* (2006.01)
C23C 30/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23B 27/148 (2013.01)
C23C 28/042 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2025-7012535
(22) 출원일자(국제) 2023년06월22일
심사청구일자 2025년04월16일
(85) 번역문제출일자 2025년04월16일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/023097
(87) 국제공개번호 WO 2024/261952
국제공개일자 2024년12월26일

(71) 출원인
스미또모 덴꼬오 하드메탈 가부시끼가이샤
일본 효고껭 이따미시 고야끼따 1쪼메 1방 1고
(72) 발명자
히키지 마사히토
일본 6640016 효고껭 이따미시 고야끼따 1쪼메 1방 1고 스미또모 덴꼬오 하드메탈 가부시끼가이샤 나이
야마니시 다카토
일본 6640016 효고껭 이따미시 고야끼따 1쪼메 1방 1고 스미또모 덴꼬오 하드메탈 가부시끼가이샤 나이
야마카와 다카히로
일본 6640016 효고껭 이따미시 고야끼따 1쪼메 1방 1고 스미또모 덴꼬오 하드메탈 가부시끼가이샤 나이
(74) 대리인
김태홍, 김진회

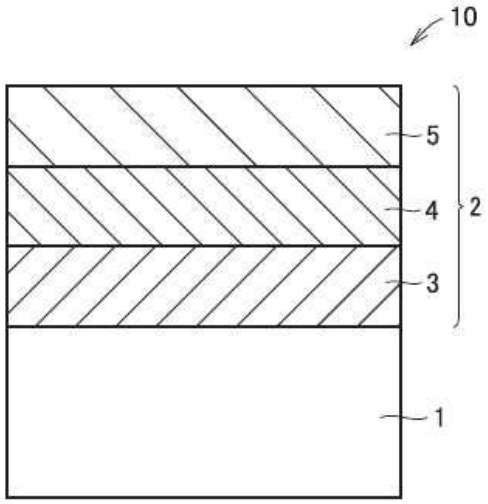
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **절삭 공구**

(57) 요 약

본 발명에 따른 절삭 공구는, 기재와, 상기 기재 상에 배치된 피막을 구비하는 절삭 공구로서, 상기 피막은, 상기 기재 상에 위치하는 제1 층과, 상기 제1 층 상에 위치하는 제2 층과, 상기 제2 층 상에 위치하는 제3 층을 포함하고, 상기 제1 층은 탄질화티탄으로 이루어지고, 상기 제2 층은 산화알루미늄으로 이루어지고, 상기 제3 층은 탄질화티타늄으로 이루어지며, 상기 제1 층 잔류 응력 X와, 상기 제2 층 잔류 응력 Y는, 식 1의 관계를 만족시키고, 상기 제2 층의 상기 잔류 응력 Y와, 상기 제3 층의 잔류 응력 Z는 식 2의 관계를 만족시키는 절삭 공구이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C23C 28/044 (2013.01)
C23C 30/005 (2013.01)
B23B 2228/105 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

기재와, 상기 기재 상에 배치된 피막을 구비하는 절삭 공구로서,

상기 피막은, 상기 기재 상에 위치하는 제1 층과, 상기 제1 층 상에 위치하는 제2 층과, 상기 제2 층 상에 위치하는 제3 층을 포함하고,

상기 제1 층은, 탄질화티탄으로 이루어지며,

상기 제2 층은, 산화알루미늄으로 이루어지고,

상기 제3 층은, 탄질화티탄으로 이루어지며,

상기 제1 층의 잔류 응력 X와, 상기 제2 층의 잔류 응력 Y는, 식 1의 관계를 만족시키고,

상기 제2 층의 상기 잔류 응력 Y와, 상기 제3 층의 잔류 응력 Z는, 식 2의 관계를 만족시키는 것인 절삭 공구.

$X<Y$ 식 1

$Z<Y$ 식 2

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 층의 상기 잔류 응력 X는, -1.0 GPa 이상 -0.3 GPa 이하인 것인 절삭 공구.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제2 층의 상기 잔류 응력 Y는, -0.5 GPa 이상 0.1 GPa 이하인 것인 절삭 공구.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제3 층의 상기 잔류 응력 Z는, -1.0 GPa 이상 -0.3 GPa 이하인 것인 절삭 공구.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 층의 두께는, 3 ㎛ 이상 15 ㎛ 이하인 것인 절삭 공구.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 층의 두께는, 3 ㎛ 이상 15 ㎛ 이하인 것인 절삭 공구.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제3 층의 두께는, 2 ㎛ 이상 4 ㎛ 이하인 것인 절삭 공구.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는, 절삭 공구에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래부터, 기재와, 상기 기재 상에 배치된 피막을 구비하는 절삭 공구가, 절삭 가공에 이용되고 있다(특허문헌 1~특허문헌 6).

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 일본 특허 공개 제2020-037150호 공보

(특허문헌 0002) 특허문헌 2: 일본 특허 공개 제2020-116645호 공보

(특허문헌 0003) 특허문헌 3: 국제 공개 제2009/112116호

(특허문헌 0004) 특허문헌 4: 국제 공개 제2022/244241호

(특허문헌 0005) 특허문헌 5: 국제 공개 제2022/244242호

(특허문헌 0006) 특허문헌 6: 국제 공개 제2022/244243호

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0004] 본 개시의 절삭 공구는,

[0005] 기재와, 상기 기재 상에 배치된 피막을 구비하는 절삭 공구로서,

[0006] 상기 피막은, 상기 기재 상에 위치하는 제1 층과, 상기 제1 층 상에 위치하는 제2 층과, 상기 제2 층 상에 위치하는 제3 층을 포함하고,

[0007] 상기 제1 층은, 탄질화티탄으로 이루어지며,

[0008] 상기 제2 층은, 산화알루미늄으로 이루어지며,

[0009] 상기 제3 층은, 탄질화티탄으로 이루어지며,

[0010] 상기 제1 층의 잔류 응력 X와, 상기 제2 층의 잔류 응력 Y는, 식 1의 관계를 만족시키고,

[0011] 상기 제2 층의 상기 잔류 응력 Y와, 상기 제3 층의 잔류 응력 Z는, 식 2의 관계를 만족시킨다.

[0012] $X<Y$ 식 1

[0013] $Z<Y$ 식 2

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 개시의 절삭 공구의 일 양태를 예시하는 모식 단면도이다.

도 2는 본 개시의 절삭 공구의 제조에 이용되는 CVD(Chemical Vapor Deposition) 장치의 일례의 모식적인 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] [본 개시가 해결하고자 하는 과제]

[0016] 최근, 공구 수명의 향상에 대한 요구가 점점 높아지고 있으며, 특히, 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서, 공구 수명의 한층 높은 향상이 요구되고 있다. 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서의 공구 수명의 한층 높은 향상에 중요한 요소로서, 「내마모성」과 「내결손성」을 들 수 있다. 또한, 내마모성을 향상시키는 관점에서, 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서, 기재와, 상기 기재 상에 배치된 피막을 구비하는 절삭 공구로서, 상기 피막은, 상기 기재 상에 위치하는 제1 층과, 상기 제1 층 상에 위치하는 제2 층과, 상기 제2 층 상에 위치하는 제3 층을 포함하고, 상기 제1 층은, 탄질화티탄으로 이루어지고, 상기 제2 층은, 산화알루미늄으로 이루어지며, 상기 제3 층은, 탄질화티탄으로 이루어진, 절삭 공구가 이용되고 있다. 그러나, 이러한 피막에 있어서는, 제1 층의 잔류 응력이 충분히 낮아지기 어려운 관계에서, 「내결손성」이 충분하지 않은 경우가 있었다. . 또한, 「내결손성」이 충분하지 않은 것에 기인하여 발생하는 미소한 손상에 의해, 마모가 발생하기 쉬운 경우가 있었다(즉, 「내마모성」이 충분하지 않은 경우가 있었다). 따라서, 우수한 「내마모성」과 우수한 「내결손성」을 겸비시킴으로써, 특히, 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에

있어서도, 공구 수명을 연장하는 것이 요구되고 있다.

[0017] 그래서, 본 개시는, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 긴 공구 수명을 갖는 절삭 공구를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0018] [본 개시의 효과]

[0019] 본 개시에 의하면, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 긴 공구 수명을 갖는 절삭 공구를 제공하는 것이 가능하다.

[0020] [본 개시의 실시형태의 설명]

[0021] 최초에 본 개시의 실시양태를 열기하여 설명한다.

[0022] (1) 본 개시의 절삭 공구는,

[0023] 기재와, 상기 기재 상에 배치된 피막을 구비하는 절삭 공구로서,

[0024] 상기 피막은, 상기 기재 상에 위치하는 제1 층과, 상기 제1 층 상에 위치하는 제2 층과, 상기 제2 층 상에 위치하는 제3 층을 포함하고,

[0025] 상기 제1 층은, 탄질화티탄으로 이루어지며,

[0026] 상기 제2 층은, 산화알루미늄으로 이루어지며,

[0027] 상기 제3 층은, 탄질화티탄으로 이루어지며,

[0028] 상기 제1 층의 잔류 응력 X와, 상기 제2 층의 잔류 응력 Y는, 식 1의 관계를 만족시키고,

[0029] 상기 제2 층의 상기 잔류 응력 Y와, 상기 제3 층의 잔류 응력 Z는, 식 2의 관계를 만족시킨다.

[0030] $X<Y$ 식 1

[0031] $Z<Y$ 식 2

[0032] 본 개시에 의하면, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 긴 공구 수명을 갖는 절삭 공구를 제공할 수 있다.

[0033] (2) 상기 (1)에 있어서, 상기 제1 층의 상기 잔류 응력 X는, -1.0 GPa 이상 -0.3 GPa 이하인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 보다 긴 공구 수명을 갖는 절삭 공구를 제공할 수 있다.

[0034] (3) 상기 (1) 또는 (2)에 있어서, 상기 제2 층의 상기 잔류 응력 Y는, -0.5 GPa 이상 0.1 GPa 이하인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 보다 긴 공구 수명을 갖는 절삭 공구를 제공할 수 있다.

[0035] (4) 상기 (1) 내지 (3) 중 어느 하나에 있어서, 상기 제3 층의 상기 잔류 응력 Z는, -1.0 GPa 이상 -0.3 GPa 이하인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 보다 긴 공구 수명을 갖는 절삭 공구를 제공할 수 있다.

[0036] (5) 상기 (1) 내지 (4) 중 어느 하나에 있어서, 상기 제1 층의 두께는, 3 ㎛ 이상 15 ㎛ 이하인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 보다 긴 공구 수명을 갖는 절삭 공구를 제공할 수 있다.

[0037] (6) 상기 (1) 내지 (5) 중 어느 하나에 있어서, 상기 제2 층의 두께는, 3 ㎛ 이상 15 ㎛ 이하인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 보다 긴 공구 수명을 갖는 절삭 공구를 제공할 수 있다.

[0038] (7) 상기 (1) 내지 (6) 중 어느 하나에 있어서, 상기 제3 층의 두께는, 2 ㎛ 이상 4 ㎛ 이하인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 보다 긴 공구 수명을 갖는 절삭 공구를 제공할 수 있다.

[0039] [본 개시의 실시형태의 상세]

[0040] 본 개시의 일 실시형태(이하, 「본 실시형태」라고도 기재한다.)의 절삭 공구의 구체예를, 이하에 도면을 참조

하면서 설명한다. 본 개시의 도면에 있어서, 동일한 참조 부호는, 동일 부분 또는 상당 부분을 나타내는 것이다. 또한, 길이, 폭, 두께, 깊이 등의 치수 관계는 도면의 명료화와 간략화를 위해 적절하게 변경되어 있으며, 반드시 실제의 치수 관계를 나타내는 것은 아니다.

[0041] 본 명세서에 있어서 「A~B」라는 형식의 표기는, 범위의 상한 하한(즉, A 이상 B 이하)을 의미하고, A에 있어서 단위의 기재가 없고, B에서만 단위가 기재되어 있는 경우, A의 단위와 B의 단위는 동일하다.

[0042] [실시형태 1: 절삭 공구]

[0043] 본 개시의 일 실시형태에 따른 절삭 공구에 대해서, 도 1을 이용하여 설명한다.

[0044] 본 개시의 일 실시형태(이하, 「본 실시형태」라고도 기재한다.)는,

[0045] 기재(1)와, 상기 기재(1) 상에 배치된 피막(2)을 구비하는 절삭 공구(10)로서,

[0046] 상기 피막(2)은, 상기 기재(1) 상에 위치하는 제1 층(3)과, 상기 제1 층(3) 상에 위치하는 제2 층(4)과, 상기 제2 층(4) 상에 위치하는 제3 층(5)을 포함하고,

[0047] 상기 제1 층(3)은, 탄질화티탄으로 이루어지며,

[0048] 상기 제2 층(4)은, 산화알루미늄으로 이루어지며,

[0049] 상기 제3 층(5)은, 탄질화티탄으로 이루어지며,

[0050] 상기 제1 층(3)의 잔류 응력 X와, 상기 제2 층(4)의 잔류 응력 Y는, 식 1의 관계를 만족시키고,

[0051] 상기 제2 층(4)의 상기 잔류 응력 Y와, 상기 제3 층(5)의 잔류 응력 Z는, 식 2의 관계를 만족시킨다.

[0052] $X<Y$ 식 1

[0053] $Z<Y$ 식 2

[0054] 본 개시에 의하면, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 긴 공구 수명을 갖는 절삭 공구를 제공하는 것이 가능하다. 그 이유는, 다음과 같이 추찰된다.

[0055] 제1 층(3)의 잔류 응력 X와, 제2 층(4)의 잔류 응력 Y는, 식 1의 관계를 만족시키고,

[0056] 상기 제2 층(4)의 상기 잔류 응력 Y와, 제3 층(5)의 잔류 응력 Z는, 식 2의 관계를 만족시킨다.

[0057] $X<Y$ 식 1

[0058] $Z<Y$ 식 2

[0059] 이것에 의해, 피막(2) 기재(1)측의 잔류 응력과, 피막(2) 표면측의 잔류 응력이 상대적으로 낮아지는 관계에서, 내결손성이 향상될 수 있다. 또한, 피막(2)의 기재(1)측의 영역과, 피막(2)의 표면측의 영역에 의해 끼워진 영역의 잔류 응력이 상대적으로 높아지는 관계에서, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서, 마모 진전의 억제에 기여하는 제2 층(4)의 용착에 의한 탈락을 억제하기 쉬워지기 때문에, 내마모성이 향상될 수 있다.

[0060] 즉, 본 개시에 의하면, 절삭 공구(1)가 우수한 「내마모성」과 우수한 「내결손성」을 겸비할 수 있기 때문에, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 긴 공구 수명을 갖는 절삭 공구를 제공하는 것이 가능해진다.

[0061] ≪절삭 공구≫

[0062] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 개시의 일 실시형태에 따른 절삭 공구(10)는, 기재(1)와, 상기 기재(1) 상에 배치된 피막(2)을 구비한다. 피막(2)은, 기재(1)의 전면을 피복하는 것이 바람직하지만, 기재(1)의 일부가 상기 피막(2)으로 피복되어 있지 않거나, 상기 피막(2)의 구성이 부분적으로 달랐다고 해도 본 실시형태의 범위를 벗어나는 것은 아니다. 기재(1)의 일부가 상기 피막(2)으로 피복되어 있지 않은 경우에 있어서는, 상기 피막(2)은, 기재(1)의 적어도 절삭에 관여하는 부분의 표면을 덮도록 배치되어 있는 것이 바람직하다. 본 명세서에 있어서, 기재(1)의 절삭에 관여하는 부분이란, 기재(1)의 크기나 형상에 따라 달라질 수 있으나, 기재(1)에 있어서, 그 날끝 능선과, 상기 날끝 능선으로부터 기재(1)측으로, 상기 날끝 능선의 접선의 수선(垂線)을 따르는 거리가, 예컨대, 5 ㎜, 3 ㎜, 2 ㎜, 1 ㎜, 0.5 ㎜ 중 어느 하나인 가상의 면에 둘러싸인 영역을 의미한다.

[0063] 본 실시형태의 절삭 공구(10)는, 드릴, 엔드밀, 드릴용 날끝 교환형 절삭 팁, 엔드밀용 날끝 교환형 절삭 팁, 프라이즈 가공용 날끝 교환형 절삭 팁, 선삭 가공용 날끝 교환형 절삭 팁, 메탈 소, 기어 절삭 공구, 리머, 탭 등의 절삭 공구(10)로서 적합하게 사용할 수 있다.

[0064] ≪기재≫

[0065] 기재(1)로서는, 이 종류의 기재(1)로서 종래 공지된 것이면 어떤 것이든 사용할 수 있다. 예컨대, 초경합금(WC기 초경합금, WC 및 Co를 포함하는 초경합금, 또한, Ti, Ta, Nb 등의 탄질화물을 첨가한 초경합금 등), 서멧(TiC, TiN, TiCN 등을 주성분으로 하는 것), 고속도강, 세라믹스(탄화티탄, 탄화규소, 질화규소, 질화알루미늄, 산화알루미늄 등), 입방정형 질화붕소 소결체, 또는 다이아몬드 소결체 중 어느 하나인 것이 바람직하다.

[0066] 이들 각종 기재(1) 중에서도, 특히 WC기 초경합금, 서멧(특히, TiCN기 서멧)을 선택하는 것이 바람직하다. 이들 기재(1)는, 특히 고온에 있어서의 경도와 강도의 밸런스에 우수하기 때문에, 절삭 공구(10)의 기재(1)로서 이용한 경우에, 상기 절삭 공구(10)의 장수명화에 기여할 수 있다.

[0067] ≪피막≫

[0068] 피막(2)은, 기재(1) 상에 위치하는 제1 층(3)과, 상기 제1 층(3) 상에 위치하는 제2 층(4)과, 상기 제2 층(4) 상에 위치하는 제3 층(5)을 포함한다. 피막(2)은, 기재(1)를 피복함으로써, 절삭 공구(10)의 내마모성이나 내치핑성 등의 여러 가지 특성을 향상시켜, 절삭 공구(10)의 장수명화를 가져오는 작용을 갖는다. 또한, 피막(2)은, 본 개시의 효과를 손상시키지 않는 범위에서, 제1 층(3), 제2 층(4), 및 제3 층(5)에 더하여, 후술하는 「다른 층」을 포함할 수 있다.

[0069] 피막(2)의 두께는, 6 ㎛ 이상 30 ㎛ 이하인 것이 바람직하다. 피막(2)의 두께가 6 ㎛ 미만이면, 피막(2)의 두께가 너무 얇음에 기인하여, 절삭 공구(10)의 수명이 짧아지기 쉬운 경향이 있다. 한편, 피막(2)의 두께가 30 ㎛ 이상이면, 절삭 초기에 있어서 피막(2)의 치핑이 발생하기 쉬워지며, 절삭 공구(10)의 수명이 짧아지기 쉬운 경향이 있다. 피막(3)의 두께는, 주사형 전자 현미경(SEM)을 이용하여 피막(2)의 단면을 관찰함으로써 측정할 수 있다. 구체적으로는, 단면 샘플의 관찰 배율을 5,000~10,000배로 하고, 관찰 면적을 100~500 μm^2로 하고, 1 시야에 있어서 3 개소의 두께 폭을 측정하여, 그 평균값을 「두께」로 한다. 후술하는 각 층의 두께에 대해서도, 특별히 기재가 없는 한 동일하다.

[0070] <제1 층>

[0071] <제1 층의 조성>

[0072] 제1 층(3)은, 탄질화티탄으로 이루어진다. 여기서 「탄질화티탄으로 이루어진다」란, 본 개시의 효과를 나타내는 한, 탄질화티탄에 더하여, 불가피 불순물을 포함할 수 있다는 것을 의미한다. 상기 불가피 불순물로서는, 예컨대, 염소 원자(Cl) 등을 들 수 있다. 제1 층(3)에 있어서의 불가피 불순물 전체의 함유율은, 0 질량%보다 크고, 3 질량% 미만인 것이 바람직하다.

[0073] 제1 층(3)이 탄질화티탄으로 이루어진 것은, X선 회절법(XRD) 및 에너지 분산형 X선 분석(EDX)에 의해 특정된다. 제1 층(3)에 있어서의 불가피 불순물의 함유율은, 이차 이온 질량 분석법(SIMS)에 의해 측정된다. 또한, 동일의 절삭 공구(10)로 측정하는 한, 측정 개소를 임의로 선택하여도, 측정 결과에 편차가 없다는 것이 확인되었다.

[0074] <제1 층의 구조>

[0075] 제1 층(3)의 두께는, 3 ㎛ 이상 15 ㎛ 이하인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 보다 우수한 내마모성과 보다 우수한 내결손성을 양립할 수 있기 때문에, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 보다 긴 공구 수명을 갖는 절삭 공구를 제공할 수 있다. 제1 층(3)의 두께의 하한은, 3 ㎛ 이상인 것이 바람직하고, 5 ㎛ 이상인 것이 보다 바람직하고, 7 ㎛ 이상인 것이 더 바람직하다. 제1 층(3)의 두께의 상한은, 15 ㎛ 이하인 것이 바람직하고, 13 ㎛ 이하인 것이 보다 바람직하고, 11 ㎛ 이하인 것이 더 바람직하다. 제1 층(3)의 두께는, 5 ㎛ 이상 13 ㎛ 이하인 것이 보다 바람직하고, 7 ㎛ 이상 11 ㎛ 이하인 것이 더 바람직하다.

[0076] <제1 층의 잔류 응력>

[0077] 제1 층(3)의 잔류 응력 X는, -1.0 GPa 이상 -0.3 GPa 이하인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 미소한 결손이 발생했을 때에 손상의 확대를 억제하기 쉬워지기 때문에, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에

있어서도, 보다 긴 공구 수명을 갖는 절삭 공구를 제공할 수 있다. 제1 층(3)의 잔류 응력 X의 하한은, -1.0 GPa 이상인 것이 바람직하고, -0.9 GPa 이상인 것이 보다 바람직하고, -0.8 GPa 이상인 것이 더 바람직하다. 제1 층(3)의 잔류 응력 X의 상한은, -0.3 GPa 이하인 것이 바람직하고, -0.4 GPa 이하인 것이 보다 바람직하고, -0.5 GPa 이하인 것이 더 바람직하다. 제1 층(3)의 잔류 응력 X는, -0.9 GPa 이상 -0.4 GPa 이하인 것이 보다 바람직하고, -0.8 GPa 이상 -0.5 GPa 이하인 것이 더 바람직하다.

[0078] 제1 층(3)의 잔류 응력 X는, 제1 층(3)에 대하여, X선 잔류 응력 장치를 이용하여 sin2ψ법(「X선 응력 측정법」(일본 재료 학회, 1981년 (주)요켄도 발행)의 54~66 페이지 참조)으로 측정을 실행함으로써 특정할 수 있다. 또한, 상기 측정에 있어서, 온도는 실온(20℃)이다. 또한, 동일한 절삭 공구(10)로 측정하는 한, 측정 개소를 임의로 선택하여도, 측정 결과에 편차가 없다는 것이 확인되었다.

[0079] <제2 층>

[0080] <제2 층의 조성>

[0081] 제2 층(4)은, 산화알루미늄으로 이루어진다. 여기서 「산화알루미늄으로 이루어진다」란, 본 개시의 효과를 나타내는 한, 산화알루미늄에 더하여, 불가피 불순물을 포함할 수 있다는 것을 의미한다. 상기 불가피 불순물로서는, 예컨대, 염소 원자(Cl) 등을 들 수 있다. 제2 층(4)에 있어서의 불가피 불순물 전체의 함유율은, 0 질량%보다 크고, 3 질량% 미만인 것이 바람직하다.

[0082] 제2 층(4)이 산화알루미늄으로 이루어진 것은, X선 회절법(XRD) 및 에너지 분산형 X선 분석(EDX)에 의해 특정된다. 제2 층(4)에 있어서, 불가피 불순물의 함유율은, 이차 이온 질량 분석법(SIMS)에 의해 측정된다. 또한, 동일한 절삭 공구(10)로 측정하는 한, 측정 개소를 임의로 선택하여도, 측정 결과에 편차가 없다는 것이 확인되었다.

[0083] <제2 층의 구조>

[0084] 제2 층(4)의 두께는, 3 ㎛ 이상 15 ㎛ 이하인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 보다 우수한 내마모성과 보다 우수한 내결손성을 양립하는 것이 가능하기 때문에, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 보다 긴 공구 수명을 갖는 절삭 공구를 제공할 수 있다. 제2 층(4)의 두께의 하한은, 3 ㎛ 이상인 것이 바람직하고, 5 ㎛ 이상인 것이 보다 바람직하고, 7 ㎛ 이상인 것이 더 바람직하다. 제2 층(4)의 두께의 상한은, 15 ㎛ 이하인 것이 바람직하고, 13 ㎛ 이하인 것이 보다 바람직하고, 11 ㎛ 이하인 것이 더 바람직하다. 제2 층(4)의 두께는, 5 ㎛ 이상 13 ㎛ 이하인 것이 보다 바람직하고, 7 ㎛ 이상 11 ㎛ 이하인 것이 더 바람직하다.

[0085] <제2 층의 잔류 응력>

[0086] 제2 층(4)의 잔류 응력 Y는, -0.5 GPa 이상 0.1 GPa 이하인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 적절히 잔류 응력이 도입됨으로써, 알루미나의 조직을 파괴되기 어려운 관계로, 내결손성이 향상될 수 있으므로, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 보다 긴 공구 수명을 갖는 절삭 공구를 제공할 수 있다. 제2 층(4)의 잔류 응력 Y의 하한은, -0.5 GPa 이상인 것이 바람직하고, -0.4 GPa 이상인 것이 보다 바람직하고, -0.3 GPa 이상인 것이 더 바람직하다. 제2 층(4)의 잔류 응력 Y의 상한은, 0.1 GPa 이하인 것이 바람직하고, 0 GPa 이하인 것이 보다 바람직하고, -0.1 GPa 이하인 것이 더 바람직하다. 제2 층(4)의 잔류 응력 Y는, -0.4 GPa 이상 0 GPa 이하인 것이 보다 바람직하고, -0.3 GPa 이상 -0.1 GPa 이하인 것이 더 바람직하다.

[0087] 제2 층(4)의 잔류 응력 Y는, 제2 층(4)에 대해 측정이 실행되는 점을 제외하고는, 제1 층(3)의 잔류 응력 X의 측정 방법과 동일한 방법에 의해 특정할 수 있다. 또한, 동일의 절삭 공구(10)로 측정하는 한, 측정 개소를 임의로 선택하여도, 측정 결과에 편차가 없다는 것이 확인되었다.

[0088] <제3 층>

[0089] <제3 층의 조성>

[0090] 제3 층(5)은, 탄질화티탄으로 이루어진다. 여기서 「탄질화티탄으로 이루어진다」란, 본 개시의 효과를 나타내는 한, 탄질화티탄에 더하여, 불가피 불순물을 포함할 수 있다는 것을 의미한다. 상기 불가피 불순물로서는, 예컨대, 염소 원자(Cl) 등을 들 수 있다. 제3 층(5)에 있어서의 불가피 불순물 전체의 함유율은, 0 질량%보다 크고, 3 질량% 미만인 것이 바람직하다.

[0091] 제3 층(5)이 탄질화티탄으로 이루어진 것은, X선 회절법(XRD) 및 에너지 분산형 X선 분석(EDX)에 의해 특정된다. 제3 층(5)에 있어서, 불가피 불순물의 함유율은, 이차 이온 질량 분석법(SIMS)에 의해 측정된다.

또한, 동일의 절삭 공구(10)로 측정하는 한, 측정 개소를 임의로 선택하여도, 측정 결과에 편차가 없다는 것이 확인되었다.

[0092] <제3 층의 구조>

[0093] 제3 층(5)의 두께는, 2 ㎛ 이상 4 ㎛ 이하인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 보다 우수한 내결손성과 보다 우수한 내마모성의 양립이 가능하기 때문에, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 보다 긴 공구 수명을 갖는 절삭 공구를 제공할 수 있다. 제3 층(5)의 두께의 하한은, 2 ㎛ 이상인 것이 바람직하고, 2.5 ㎛ 이상인 것이 보다 바람직하다. 제3 층(5)의 두께의 상한은, 4 ㎛ 이하인 것이 바람직하고, 3.5 ㎛ 이하인 것이 보다 바람직하다. 제3 층(5)의 두께는, 2.5 ㎛ 이상 3.5 ㎛ 이하인 것이 보다 바람직하다.

[0094] <제3 층의 잔류 응력>

[0095] 제3 층(5)의 잔류 응력 Z는, -1.0 GPa 이상 -0.3 GPa 이하인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 마모의 기점이 되는 미소한 결손이 불균일하게 발생하는 것을 억제할 수 있기 때문에, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 보다 긴 공구 수명을 갖는 절삭 공구를 제공할 수 있다. 제3 층(5)의 잔류 응력 Z의 하한은, -1.0 GPa 이상인 것이 바람직하고, -0.9 GPa 이상인 것이 보다 바람직하고, -0.8 GPa 이상인 것이 더 바람직하다. 제3 층(5)의 잔류 응력 Z의 상한은, -0.3 GPa 이하인 것이 바람직하고, -0.4 GPa 이하인 것이 보다 바람직하고, -0.5 GPa 이하인 것이 더 바람직하다. 제3 층(5)의 잔류 응력 Z는, -0.9 GPa 이상 -0.4 GPa 이하인 것이 보다 바람직하고, -0.8 GPa 이상 -0.5 GPa 이하인 것이 더 바람직하다.

[0096] 제3 층(5)의 잔류 응력 Z는, 제3 층(5)에 대하여 측정이 실행되는 점을 제외하고는, 제1 층(3)의 잔류 응력 X의 측정 방법과 동일한 방법에 의해 특정할 수 있다. 또한, 동일한 절삭 공구(10)로 측정하는 한, 측정 개소를 임의로 선택하여도, 측정 결과에 편차가 없다는 것이 확인되어 있다.

[0097] <제1 층과 제2 층과 제3 층의 관계>

[0098] 제1 층(3)의 잔류 응력 X와, 제2 층(4)의 잔류 응력 Y는, 식 1의 관계를 만족시키고,

[0099] 상기 제2 층(4)의 상기 잔류 응력 Y와, 제3 층(5)의 잔류 응력 Z는, 식 2의 관계를 만족시킨다.

[0100] $X<Y$ 식 1

[0101] $Z<Y$ 식 2

[0102] 이것에 의해, 절삭 공구(10)는, 우수한 내마모성과 우수한 내결손성을 겸비할 수 있기 때문에, 특히 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 긴 공구 수명을 발휘하는 것이 가능하다.

[0103] Y-X는, 0.1 이상 0.6 이하인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 제1 층(3)에서 제2 층(4)에 걸쳐 치핑이 보다 발생하기 어려워지기 때문에, 절삭 공구(10)는, 보다 우수한 내결손성을 구비할 수 있다. Y-X는, 0.15 이상 0.55 이하인 것이 보다 바람직하고, 0.2 이상 0.5 이하인 것이 더 바람직하다.

[0104] Y-Z는, 0.1 이상 0.6 이하인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 제2 층(4)의 과도한 파괴가 보다 발생하기 어려워지기 때문에, 절삭 공구(10)는, 보다 우수한 내결손성과, 보다 우수한 내마모성을 구비할 수 있다. Y-Z는, 0.15 이상 0.55 이하인 것이 보다 바람직하고, 0.2 이상 0.5 이하인 것이 더 바람직하다.

[0105] <다른 층>

[0106] 다른 층으로서는, 예컨대, 하지 층(도시 없음), 중간 층(도시 없음), 및 표면 층(도시 없음) 등을 들 수 있다. 하지 층은, 기재(1)와 제1 층(3) 사이에 배치되는 층이다. 표면 층은, 피막(2)의 표면에 위치하는 층이다. 중간 층은, 제1 층(3)과 제2 층(4) 사이, 제2 층(4)과 제3 층(5) 사이, 또는 그 양쪽에 배치되는 층이다. 또한, 중간 층은, TiCNO 등이 얇은 밀착 층이다. 따라서, 중간 층은, 응력 분포에 영향을 주지 않는다.

[0107] [실시형태 2: 절삭 공구의 제조 방법]

[0108] 본 실시형태의 절삭 공구의 제조 방법에 대해서 도 2를 이용하여 설명한다. 도 2는, 본 실시형태의 절삭 공구의 제조에 이용되는 CVD 장치의 일례의 개략적인 단면도이다.

[0109] 본 실시형태의 절삭 공구의 제조 방법은, 실시형태 1에 기재된 절삭 공구의 제조 방법으로서,

[0110] 기재를 준비하는 제1 공정과,

[0111] 상기 기재 상에 피막을 형성하는 제2 공정과,

[0112] 상기 피막에 대해 블라스트 처리를 행함으로써, 절삭 공구를 얻는 제3 공정을 포함하고,

[0113] 상기 제 2공정은, CVD 법에 의해 제1 층을 형성하는 제2A 공정과, CVD 법에 의해 제2 층을 형성하는 제2B 공정과, CVD 법에 의해 제3 층을 형성하는 제2C 공정을 이 순서로 포함한다. 각 공정의 상세에 대해서, 이하에 설명한다.

[0114] ≪제1 공정≫

[0115] 제1 공정에서는, 기재를 준비한다. 기재는, 실시형태 1에 기재된 기재(基材)를 이용할 수 있다.

[0116] 예컨대, 기재로서 초경합금을 이용하는 경우는, 시판 기재를 이용하여도 좋고, 일반적인 분말 야금법으로 제조하여도 좋다. 일반적인 분말 야금법으로 제조하는 경우, 예컨대, 볼밀 등에 의해 WC 분말과 Co 분말 등을 혼합하여 혼합 분말을 얻는다. 상기 혼합 분말을 건조한 후, 소정의 형상으로 성형하여 성형체를 얻는다. 또한, 상기 성형체를 소결함으로써, WC-Co계 초경합금(소결체)을 얻는다. 이어서, 상기 소결체에 대해, 호닝 처리 등의 소정의 날끝 가공을 실시함으로써, WC-Co계 초경합금으로 이루어진 기재를 제조할 수 있다. 상기 이외의 기재여도, 이 종류의 기재로서 종래 공지된 것이면 모두 준비 가능하다.

[0117] ≪제2 공정≫

[0118] 제2 공정에서는, 상기 기재 상에 피막을 형성하여 절삭 공구를 얻는다. 피막의 형성은, 예컨대 도 2에 도시된 CVD 장치를 이용하여 행한다. CVD 장치(30)는, 기재(1)를 유지하기 위한 기재 세트 지그(31)의 복수와, 기재 세트 지그(31)를 덮는 내열 합금강제의 반응 용기(32)를 구비하고 있다. 또한, 반응 용기(32)의 주위에는, 반응 용기(32) 내의 온도를 제어하기 위한 온도 조절 장치(33)가 설치되어 있다. 반응 용기(32)에는 가스 도입구(34)를 갖는 가스 도입관(35)이 설치되어 있다. 가스 도입관(35)은, 기재 세트 지그(31)가 배치되는 반응 용기(32)의 내부 공간에 있어서, 연직 방향으로 연장되고, 상기 연직 방향을 축으로 회전 가능하게 배치되어 있으며, 또한, 가스를 반응 용기(32) 내에 분출하기 위한 복수의 분출공(관통공(36))이 형성되어 있다. 이 CVD 장치(30)를 이용하여, 다음과 같이 하여 상기 피막을 구성하는, 제1 층, 제2 층, 및 제3 층을 형성할 수 있다.

[0119] 제2 공정은, CVD 법에 의해 제1 층을 형성하는 제2A 공정과, CVD 법에 의해 제2 층을 형성하는 제2B 공정과, CVD 법에 의해 제3 층을 형성하는 제2C 공정을 이 순서로 포함한다. 피막이, 실시형태 1에 기재된 「다른 층」을 포함하는 경우는, 상기 「다른 층」은 종래 공지된 방법으로 형성할 수 있다.

[0120] <제2A 공정: CVD 법에 의해 제1 층을 형성하는 공정>

[0121] 제2A 공정에서는, CVD 법에 의해 제1 층을 형성한다. 보다 구체적으로는, 우선, 기재(1)를 기재 세트 지그(31)에 배치하고, 반응 용기(32) 내의 온도 및 압력을 소정의 범위로 제어하면서, 제1 층용 원료 가스를 가스 도입관(35)으로부터 반응 용기(32) 내에 도입시킨다. 이것에 의해, 기재(1) 상에 제1 층이 형성된다.

[0122] 제1 층용 원료 가스로서는, $TiCl_4$, CH_3CN, CO, N_2, HCl, 및 H_2의 혼합 가스가 이용된다.

[0123] 혼합 가스에 있어서의 $TiCl_4$의 함유율은, 8.0 체적% 이상 9.0 체적% 이하인 것이 바람직하다. 혼합 가스에 있어서의 CH_3CN의 함유율은, 0.2 체적% 이상 1.0 체적% 이하인 것이 바람직하다. 혼합 가스에 있어서의 CO의 함유율은, 1.3 체적% 이상 2.0 체적% 이하인 것이 바람직하다. 혼합 가스에 있어서의 N_2의 함유율은, 8.0 체적% 이상 12.0 체적% 이하인 것이 바람직하다. 혼합 가스에 있어서의 HCl의 함유율은, 1.0 체적% 이상 3.0 체적% 이하인 것이 바람직하다.

[0124] 반응 용기(32) 내의 온도는 800℃ 이상 850℃ 이하로 제어되는 것이 바람직하고, 반응 용기(32)내의 압력은 100 hPa 이상 120 hPa 이하로 제어되는 것이 바람직하다. 또한, 가스 도입시, 가스 도입관(35)을 회전시키는 것이 바람직하다.

[0125] 상기 제조 방법에 관하여, CVD 법의 각 조건을 제어함으로써, 제1 층의 양태가 변화된다. 예컨대, 성막 시간을 조정함으로써, 제1 층의 두께가 제어된다.

[0126] <제2B 공정: CVD 법에 의해 제2 층을 형성하는 공정>

[0127] 제2B 공정에서는, CVD 법에 의해 제2 층을 형성한다. 보다 구체적으로는, 우선, 기재 상에 제1 층이 형성된 제1 절삭 공구 전구체를, 기재 세트 지그(31)에 배치하고, 반응 용기(32) 내의 온도 및 압력을 소정의 범위로 제

어하면서, 제2 층용 원료 가스를 가스 도입관(35)으로부터 반응 용기(32) 내에 도입시킨다. 이것에 의해, 제1 층 상에 제2 층이 형성된다.

[0128] 제2 층용 원료 가스로서는, $AlCl_3$, CO_2, H_2S, 및 H_2의 혼합 가스가 이용된다.

[0129] 혼합 가스에 있어서의 $AlCl_3$의 함유율은, 2.0 체적% 이상 2.5 체적% 이하인 것이 바람직하다. 혼합 가스에 있어서의 CO_2의 함유율은, 2.5 체적% 이상 3.5 체적% 이하인 것이 바람직하다. 혼합 가스에 있어서의 H_2S의 함유율은, 0.5 체적% 이상 1.0 체적% 이하인 것이 바람직하다.

[0130] 반응 용기(32) 내의 온도는 980℃ 이상 1015℃ 이하로 제어되는 것이 바람직하고, 반응 용기(32) 내의 압력은 60 hPa 이상 75 hPa 이하로 제어되는 것이 바람직하다. 또한, 가스 도입시, 가스 도입관(35)을 회전시키는 것이 바람직하다.

[0131] 상기 제조 방법에 관하여, CVD 법의 각 조건을 제어함으로써, 제2 층의 양태가 변화된다. 예컨대, 성막 시간을 조정함으로써, 제2 층의 두께가 제어된다.

[0132] <제2C 공정: CVD 법에 의해 제3 층을 형성하는 공정>

[0133] 제2C 공정에서는, CVD 법에 의해 제3 층을 형성한다. 보다 구체적으로는, 우선, 기재 상에 제1 층이 형성되고, 또한, 상기 제1 층 상에 제2 층이 형성된 제2 절삭 공구 전구체를, 기재 세트 지그(31)에 배치하여, 반응 용기(32) 내의 온도 및 압력을 소정의 범위로 제어하면서, 제3 층용 원료 가스를 가스 도입관(35)으로부터 반응 용기(32) 내에 도입시킨다. 이것에 의해, 제2 층 상에 제3 층이 형성된다.

[0134] 제3 층용 원료 가스로서는, $TiCl_4$, CH_3CN, CO, N_2, HCl, 및 H_2의 혼합 가스가 이용된다.

[0135] 혼합 가스에 있어서의 $TiCl_4$의 함유율은, 8.0 체적% 이상 9.0 체적% 이하인 것이 바람직하다. 혼합 가스에 있어서의 CH_3CN의 함유율은, 0.2 체적% 이상 0.8 체적% 이하인 것이 바람직하다. 혼합 가스에 있어서의 CO의 함유율은, 1.3 체적% 이상 2.0 체적% 이하인 것이 바람직하다. 혼합 가스에 있어서의 N_2의 함유율은, 8.0 체적% 이상 12.0 체적% 이하인 것이 바람직하다. 혼합 가스에 있어서의 HCl의 함유율은, 1.0 체적% 이상 3.0 체적% 이하인 것이 바람직하다.

[0136] 반응 용기(32) 내의 온도는 950℃ 이상 1000℃ 이하로 제어되는 것이 바람직하고, 반응 용기(32) 내의 압력은 80 hPa 이상 100 hPa 이하로 제어되는 것이 바람직하다. 또한, 가스 도입시, 가스 도입관(35)을 회전시키는 것이 바람직하다.

[0137] 상기 제조 방법에 관하여, CVD 법의 각 조건을 제어함으로써, 제3 층의 양태가 변화된다. 예컨대, 성막 시간을 조정함으로써, 제3 층의 두께가 제어된다.

[0138] <제3 공정: 피막에 대하여 블라스트 처리를 행함으로서 절삭 공구를 얻는 공정>

[0139] 제3 공정에서는, 피막에 대하여 블라스트 처리를 행함으로써, 절삭 공구를 얻는다. 여기서, 「블라스트 처리」란, 강철 또는 비철금속(예컨대, 세라믹스) 등의 다수의 작은 구체(미디어)를 고속으로, 경사면 등의 피막 표면에 충돌시킴으로써(투사시킨다), 상기 표면의 잔류 응력 등의 여러 가지 성질을 변화시키는 처리를 의미한다.

[0140] 미디어의 종류로서는, 예컨대, 세라믹스, 질코니아, 알루미나 등을 들 수 있다.

[0141] 미디어의 평균 입경은, 예컨대, 5 ㎛ 이상 15 ㎛ 이하이다.

[0142] 투사되는 미디어의 농도는, 100 g/분 이상 350 g/분 이하이다. 투사되는 미디어의 농도는, 100 g/분 이상 250 g/분 이하인 것이 바람직하다.

[0143] 미디어를 투사하는 투사부와 피막 표면과의 거리(이하, 「투사 거리」라고도 기재한다.)는, 30 ㎜ 이상 55 ㎜ 이하이다. 투사 거리는, 30 ㎜ 이상 40 ㎜ 이하인 것이 바람직하다.

[0144] 미디어의 투사 각도는, 피막의 표면에 대하여 45° 이다.

[0145] 투사할 때에 상기 미디어에 가해지는 압력(이하, 「투사압」이라고도 기재한다.)은, 0.10 ㎫ 이상 0.50 ㎫ 이하인 것이 바람직하다.

[0146] 블라스트의 처리 시간은, 15초 이상 30초 이하인 것이 바람직하다.

[0147] 전술한 블라스트 처리의 각 조건은, 상기 피막의 구성에 맞추어 적절하게 조정하는 것이 가능하다.

[0148] <그 밖의 공정>

[0149] 본 실시형태에 따른 제조 방법에서는, 전술한 공정 외에도, 본 실시형태의 효과를 손상하지 않는 범위에서 추가 공정을 적절하게 행하여도 좋다.

[0150] <본 실시형태의 절삭 공구의 제조 방법의 특징>

[0151] 상기한 제조 방법에서 얻어진 절삭 공구는, 기재와, 상기 기재 상에 배치된 피막을 구비하는 절삭 공구로서, 상기 피막은, 상기 기재 상에 위치하는 제1 층과, 상기 제1 층 상에 위치하는 제2 층과, 상기 제2 층 상에 위치하는 제3 층을 포함하고, 상기 제1 층은, 탄질화티탄으로 이루어지고, 상기 제2 층은, 산화알루미늄으로 이루어지고, 상기 제3 층은, 탄질화티탄으로 이루어지며, 상기 제1 층의 잔류 응력 X와, 상기 제2 층의 잔류 응력 Y는, 식 1의 관계를 만족시키고, 상기 제2 층의 상기 잔류 응력 Y와, 상기 제3 층의 잔류 응력 Z는, 식 2의 관계를 만족시키는, 절삭 공구를 제조할 수 있다.

[0152] $X<Y$ 식 1

[0153] $Z<Y$ 식 2

[0154] 그 이유는 이하와 같다고 추찰된다.

[0155] 본 실시형태의 절삭 공구의 제조 방법은, 특히, 제2C 공정에서, 제2 층 상에 위치하는 제3 층이 형성된 뒤에, 제3 공정에서, 평균 입경 5~15 ㎛의 미세한 미디어를 이용하여, 투사되는 미디어의 농도를 100 g/분 이상 350 g/분 이하로 하고, 또한, 투사 각도를 피막의 표면에 대하여 45° 로 하고, 또한, 투사 거리를 30 mm 이상 55 mm 이하로 함으로써 실행되는 것을 특징으로 한다. 미세한 미디어를 투사 각도 45° 방향에서 투사함으로써, 피막의 표면측에 응력이 도입되기 쉬워진다. 또한, 미디어의 농도가 낮기 때문에, 미디어의 투사 속도를 올리기 쉬워, 피막의 기재측에 응력이 도입되기 쉬워진다. 또한, 투사 거리가 가깝기 때문에, 제3 층의 응력과 제2 층의 응력에 차이를 두는 것이 가능해진다. 이상에 의해, 제1 층의 잔류 응력 X와, 제2 층의 잔류 응력 Y는, 상기 식 1의 관계를 만족시키고, 상기 제2 층의 상기 잔류 응력 Y와, 제3 층의 잔류 응력 Z는, 상기 식 2의 관계를 만족시키는 것이 가능해진다. 이것은, 본 발명자들이 예의 검토한 결과, 새롭게 발견한 것이다.

[0156] **실시예**

[0157] 본 실시형태를 실시예에 의해 더욱 구체적으로 설명한다. 단, 이들 실시예에 의해 본 실시형태가 한정되는 것은 아니다.

[0158] ≪절삭 공구의 제작≫

[0159] 이하와 같이 하여, 시료 1~31, 101~104에 따른 절삭 공구를 제작했다.

[0160] <제1 공정>

[0161] 기재로서, TaC(2.0 질량%), Co(11.0 질량%) 및 WC(잔부)로 이루어진 조성(단, 불가피 불순물을 포함한다)의 초경합금제 날끝 교환형 절삭 팁(형상: 스미토모 덴코 하드메탈(주) 제조, CNMG120408N-UX)을 준비했다.

[0162] <제2 공정>

[0163] 제1 층의 조성이 표 3 및 표 4에 기재된 바와 같도록, 이하의 조건으로, CVD 법에 의해, 상기 기재 상에 제1 층을 형성했다(제2A 공정). 성막 시간은, 제1 층이 표 3 및 표 4에 기재된 두께가 되도록 적절하게 조제했다.

[0164] (제2A 공정의 조건)

[0165] ·혼합 가스에 있어서의 $TiCl_4$의 함유율: 8.0~9.0 체적%

[0166] ·혼합 가스에 있어서의 CH_3CN의 함유율: 0.2~1.0 체적%

[0167] ·혼합 가스에 있어서의 CO의 함유율: 1.3~2.0 체적%

[0168] ·혼합 가스에 있어서의 N_2의 함유율: 8.0~12.0 체적%

[0169] ·혼합 가스에 있어서의 HCl의 함유율: 1.0~3.0 체적%

[0170] · 혼합 가스에 있어서의 H_2의 함유율: 나머지

[0171] · 온도: 800~850℃

[0172] · 압력: 100~120 hPa

[0173] 이어서, 제2 층의 조성이 표 3 및 표 4에 기재된 바와 같도록, 이하의 조건으로, CVD 법에 의해, 상기 제1 층 상에 제2 층을 형성했다(제2B 공정). 성막 시간은, 제2 층이 표 3 및 표 4에 기재된 두께가 되도록 적절하게 조제했다.

[0174] (제2B 공정의 조건)

[0175] · 혼합 가스에 있어서의 $AlCl_3$의 함유율: 2.0~2.5 체적%

[0176] · 혼합 가스에 있어서의 CO_2의 함유율: 2.5~3.5 체적%

[0177] · 혼합 가스에 있어서의 H_2S의 함유율: 0.5~1.0체적%

[0178] · 혼합 가스에 있어서의 H_2의 함유율: 나머지

[0179] · 온도: 980~1015℃

[0180] · 압력: 60~75 hPa

[0181] 이어서, 제3 층의 조성이 표 3 및 표 4에 기재된 바와 같도록, 이하의 조건으로, CVD 법에 의해, 상기 제2 층 상에 제3 층을 형성했다(제2C 공정). 성막 시간은, 제3 층이 표 3 및 표 4에 기재된 두께가 되도록 적절하게 조제했다.

[0182] (제2C 공정의 조건)

[0183] · 혼합 가스에 있어서의 $TiCl_4$의 함유율: 8.0~9.0 체적%

[0184] · 혼합 가스에 있어서의 CH_3CN의 함유율: 0.2~0.8 체적%

[0185] · 혼합 가스에 있어서의 CO의 함유율: 1.3~2.0 체적%

[0186] · 혼합 가스에 있어서의 N_2의 함유율: 8.0~12.0 체적%

[0187] · 혼합 가스에 있어서의 HCl의 함유율: 1.0~3.0 체적%

[0188] · 혼합 가스에 있어서의 H_2의 함유율: 나머지

[0189] · 온도: 950~1000℃

[0190] · 압력: 80~100 hPa

[0191] <제3 공정>

[0192] 제1 층, 제2 층, 및 제3 층이 형성된 절삭 공구(바꾸어 말하면, 피막이 형성된 절삭 공구)의 표면에 대하여, 표 1 및 표 2에 기재된 조건으로 블라스트 처리를 실행했다.

[0193] 이상의 절차에 따라, 시료 1~31, 101~104에 따른 절삭 공구를 제작했다.

표 1

시료 No.	제 3 공정							
	미디어			투사 각도 [°]	투사 거리 [mm]	투사압 [MPa]	시간 [초]	절삭 공구의 회전 속도 [rpm]
	종류	평균입경 [μm]	농도 [g/분]					
시료 1	세라믹스	10	350	45	55	0.30	20	60
시료 2	세라믹스	10	350	45	45	0.30	20	60
시료 3	세라믹스	10	350	45	30	0.30	20	60
시료 4	세라믹스	10	250	45	55	0.30	20	60
시료 5	세라믹스	10	250	45	45	0.30	20	60
시료 6	세라믹스	10	250	45	30	0.30	20	60
시료 7	세라믹스	10	100	45	55	0.40	20	60
시료 8	세라믹스	10	100	45	45	0.40	20	60
시료 9	세라믹스	10	100	45	30	0.40	20	60
시료 10	세라믹스	10	350	45	55	0.45	20	60
시료 11	세라믹스	10	350	45	55	0.45	20	60
시료 12	세라믹스	10	350	45	55	0.45	20	60
시료 13	세라믹스	10	350	45	55	0.45	20	60
시료 14	세라믹스	10	100	45	55	0.45	20	60
시료 15	세라믹스	10	150	45	55	0.45	20	60
시료 16	세라믹스	10	250	45	40	0.15	20	60
시료 17	세라믹스	10	200	45	40	0.15	20	60
시료 18	세라믹스	10	350	45	55	0.45	20	60
시료 19	세라믹스	10	350	45	55	0.45	20	60
시료 20	세라믹스	10	350	45	55	0.45	20	60

[0194]

표 2

시료 No.	제 3 공정							
	미디어			투사 각도 [°]	투사 거리 [mm]	투사압 [MPa]	시간 [초]	절삭 공구의 회전 속도 [rpm]
	종류	평균 입경 [μm]	농도 [g/분]					
시료 21	세라믹스	10	350	45	55	0.50	20	60
시료 22	세라믹스	10	300	45	50	0.45	20	60
시료 23	세라믹스	10	150	45	35	0.10	20	60
시료 24	세라믹스	10	300	45	50	0.10	20	60
시료 25	세라믹스	10	350	45	55	0.45	20	60
시료 26	세라믹스	10	350	45	55	0.45	20	60
시료 27	세라믹스	10	350	45	55	0.45	20	60
시료 28	세라믹스	10	350	45	55	0.45	20	60
시료 29	세라믹스	10	350	45	30	0.45	20	60
시료 30	세라믹스	10	200	45	35	0.45	20	60
시료 31	세라믹스	10	200	45	45	0.15	20	60
시료 101	세라믹스	10	400	45	55	0.40	20	60
시료 102	세라믹스	10	350	45	60	0.40	20	60
시료 103	세라믹스	10	400	45	60	0.40	20	60
시료 104	세라믹스	10	450	45	55	0.40	20	60

[0195]

표 3

시료 No.	피막												공구 수명 [분]
	제 1 층			제 2 층			제 3 층			두께 [μm]	Y-X	Y-Z	
	조성	두께 [μm]	X [GPa]	조성	두께 [μm]	Y [GPa]	조성	두께 [μm]	Z [GPa]				
시료 1	TiCN	3	-0.3	Al_2O_3	15	-0.2	TiCN	2	-0.3	20	0.1	0.1	30
시료 2	TiCN	3	-0.3	Al_2O_3	15	-0.2	TiCN	2	-0.5	20	0.1	0.3	35
시료 3	TiCN	3	-0.3	Al_2O_3	15	-0.2	TiCN	2	-0.8	20	0.1	0.6	30
시료 4	TiCN	15	-0.5	Al_2O_3	3	-0.2	TiCN	4	-0.3	22	0.3	0.1	35
시료 5	TiCN	15	-0.5	Al_2O_3	3	-0.2	TiCN	4	-0.5	22	0.3	0.3	40
시료 6	TiCN	15	-0.5	Al_2O_3	3	-0.2	TiCN	4	-0.8	22	0.3	0.6	35
시료 7	TiCN	9	-1.0	Al_2O_3	9	-0.4	TiCN	3	-0.5	21	0.6	0.1	30
시료 8	TiCN	9	-1.0	Al_2O_3	9	-0.4	TiCN	3	-0.7	21	0.6	0.3	35
시료 9	TiCN	9	-1.0	Al_2O_3	9	-0.4	TiCN	3	-1.0	21	0.6	0.6	30
시료 10	TiCN	2	-0.6	Al_2O_3	15	-0.5	TiCN	3	-0.6	20	0.1	0.1	25
시료 11	TiCN	3	-0.6	Al_2O_3	15	-0.5	TiCN	3	-0.6	21	0.1	0.1	30
시료 12	TiCN	16	-0.6	Al_2O_3	9	-0.5	TiCN	3	-0.6	28	0.1	0.1	25
시료 13	TiCN	15	-0.6	Al_2O_3	9	-0.5	TiCN	3	-0.6	27	0.1	0.1	30
시료 14	TiCN	9	-1.1	Al_2O_3	9	-0.5	TiCN	3	-0.6	21	0.6	0.1	25
시료 15	TiCN	9	-1.0	Al_2O_3	9	-0.5	TiCN	3	-0.6	21	0.5	0.1	30
시료 16	TiCN	9	-0.2	Al_2O_3	9	0.1	TiCN	3	-0.3	21	0.3	0.4	20
시료 17	TiCN	9	-0.3	Al_2O_3	9	0.1	TiCN	3	-0.3	21	0.4	0.4	30
시료 18	TiCN	15	-0.6	Al_2O_3	2	-0.5	TiCN	3	-0.6	20	0.1	0.1	25
시료 19	TiCN	15	-0.6	Al_2O_3	3	-0.5	TiCN	3	-0.6	21	0.1	0.1	30
시료 20	TiCN	3	-0.6	Al_2O_3	16	-0.5	TiCN	3	-0.6	22	0.1	0.1	25

[0196]

표 4

[0197]

시료 No.	피막												공구 수명 [분]
	제 1 층			제 2 층			제 3 층			두께 [μm]	Y-X	Y-Z	
	조성	두께 [μm]	X [GPa]	조성	두께 [μm]	Y [GPa]	조성	두께 [μm]	Z [GPa]				
시료 21	TiCN	9	-0.7	Al_2O_3	9	-0.6	TiCN	3	-0.7	21	0.1	0.1	25
시료 22	TiCN	9	-0.7	Al_2O_3	9	-0.5	TiCN	3	-0.7	21	0.2	0.2	30
시료 23	TiCN	9	-0.3	Al_2O_3	9	0.2	TiCN	3	-0.3	21	0.5	0.5	20
시료 24	TiCN	9	-0.3	Al_2O_3	9	0.1	TiCN	3	-0.3	21	0.4	0.4	30
시료 25	TiCN	9	-0.6	Al_2O_3	9	-0.5	TiCN	1	-0.6	19	0.1	0.1	25
시료 26	TiCN	9	-0.6	Al_2O_3	9	-0.5	TiCN	2	-0.6	20	0.1	0.1	30
시료 27	TiCN	9	-0.6	Al_2O_3	9	-0.5	TiCN	5	-0.6	23	0.1	0.1	25
시료 28	TiCN	9	-0.6	Al_2O_3	9	-0.5	TiCN	4	-0.6	22	0.1	0.1	30
시료 29	TiCN	9	-0.7	Al_2O_3	9	-0.5	TiCN	3	-1.1	21	0.2	0.6	25
시료 30	TiCN	9	-0.7	Al_2O_3	9	-0.5	TiCN	3	-1.0	21	0.2	0.5	30
시료 31	TiCN	9	-0.3	Al_2O_3	9	0.1	TiCN	3	-0.2	21	0.4	0.3	20
시료 101	TiCN	9	-0.4	Al_2O_3	9	-0.4	TiCN	3	-0.5	21	0	0.1	15
시료 102	TiCN	9	-0.5	Al_2O_3	9	-0.4	TiCN	3	-0.4	21	0.1	0	15
시료 103	TiCN	9	-0.4	Al_2O_3	9	-0.4	TiCN	3	-0.4	21	0	0	15
시료 104	TiCN	9	-0.3	Al_2O_3	9	-0.4	TiCN	3	-0.5	21	-0.1	0.1	15

[0198] ≪절삭 공구의 특성 평가≫

[0199] <제1 층의 조성>

[0200] 각 시료에 따른 절삭 공구에 대해서, 제1 층의 조성을 실시형태 1에 기재된 방법에 의해 구했다. 얻어진 결과를, 표 3 및 표 4의 「제1 층」 란의 「조성」 란에 기재한다. 표 3 및 표 4의 「제1 층」 란의 「조성」 란에, 「TiCN」이라고 기재되어 있는 경우, 제1 층은, 탄질화티탄으로 이루어진 것을 의미한다.

[0201] <제1 층의 잔류 응력 X>

[0202] 각 시료에 따른 절삭 공구에 대해서, 제1 층의 잔류 응력 X를 실시형태 1에 기재된 방법에 의해 구했다. 얻어진 결과를, 표 3 및 표 4의 「X[GPa]」 란에 기재한다.

[0203] <제2 층의 조성>

[0204] 각 시료에 따른 절삭 공구에 대해서, 제2 층의 조성을 실시형태 1에 기재된 방법에 의해 구했다. 얻어진 결과를, 표 3 및 표 4의 「제2 층」 란의 「조성」 란에 기재한다. 표 3 및 표 4의 「제2 층」 란의 「조성」 란에, 「Al_2O_3」이라고 기재되어 있는 경우, 제2 층은, 산화알루미늄으로 이루어진 것을 의미한다.

[0205] <제2 층의 잔류 응력 Y>

[0206] 각 시료에 따른 절삭 공구에 대해서, 제2 층의 잔류 응력 Y를 실시형태 1에 기재된 방법에 의해 구했다. 얻어진 결과를, 표 3 및 표 4의 「Y[GPa]」 란에 기재한다.

[0207] <제3 층의 조성>

[0208] 각 시료에 따른 절삭 공구에 대해서, 제3 층의 조성을 실시형태 1에 기재된 방법에 의해 구했다. 얻어진 결과를, 표 3 및 표 4의 「제3 층」 란의 「조성」 란에 기재한다. 표 3 및 표 4의 「제3 층」 란의 「조성」 란에, 「TiCN」라고 기재되어 있는 경우, 제3 층은, 탄질화티탄으로 이루어진 것을 의미한다.

[0209] <제3 층의 잔류 응력 Z>

[0210] 각 시료에 따른 절삭 공구에 대해서, 제3 층의 잔류 응력 Z를 실시형태 1에 기재된 방법에 의해 구했다. 얻어진 결과를, 표 3 및 표 4의 「Z[GPa]」 란에 기재한다.

[0211] <피막의 두께>

[0212] 각 시료에 따른 절삭 공구에 대해서, 피막의 두께를 실시형태 1에 기재된 방법에 의해 구했다. 얻어진 결과를, 표 3 및 표 4의 「피막」 란의 「두께[㎛]」 란에 기재한다.

[0213] <절삭 시험>

[0214] 각 시료에 따른 절삭 공구를 이용하여, 이하의 절삭 조건에 의해, 절삭 시험을 실행했다. 경사면 마모와 경미한 결손이 복합되어 손상이 진전되고, 경사면 마모 진전에 의한 결손 혹은 능선 부분으로부터의 결손이 발생하는 시간을 공구 수명으로서 측정했다. 얻어진 결과를, 표 3 및 표 4의 「공구 수명[분]」 란에 기재한다.

[0215] (절삭 조건)

[0216] 피삭재: SCM420H(원봉)

[0217] 가공: 원봉 외경 선삭

[0218] 절삭 속도: 400 m/분

[0219] 이송량: 0.3 mm/rev

[0220] 절입량: 2.0 mm

[0221] 절삭액: 수용성 절삭액

[0222] 상기한 절삭 조건은, 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공의 절삭 조건에 해당한다.

[0223] 시료 1~31에 따른 절삭 공구는 실시예에 해당한다. 시료 101~104에 따른 절삭 공구는 비교예에 해당한다. 표 3 및 표 4의 결과로부터, 시료 1~31에 따른 절삭 공구는, 시료 101~104에 따른 절삭 공구에 비하여, 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 긴 공구 수명을 갖는 것으로 확인되었다.

[0224] 이상으로부터, 시료 1~31에 따른 절삭 공구는, 탄소 함유량이 적은 강의 고속 선삭 가공에 있어서도, 긴 공구 수명을 갖는 것으로 확인되었다.

[0225] 이상과 같이 본 개시의 실시형태 및 실시예에 대해서 설명을 행했지만, 전술한 각 실시형태 및 실시예의 구성을 적절하게 조합하거나, 여러 가지로 변형하는 것도 처음부터 예정된 것이다.

[0226] 이번에 개시된 실시형태 및 실시예는 모든 점에서 예시이며, 제한적인 것은 아니라고 생각되어야 한다. 본 발명의 범위는 상기한 실시형태 및 실시예가 아닌 청구의 범위에 의해 나타나며, 청구의 범위와 균등의 의미, 및 범위 내에서의 모든 변경이 포함되는 것이 의도된다.

부호의 설명

[0227] 1 : 기재 2 : 피막

3 : 제1 층 4 : 제2 층

5 : 제3 층 10 : 절삭 공구

30 : CVD 장치 31 : 기재 세트 지그

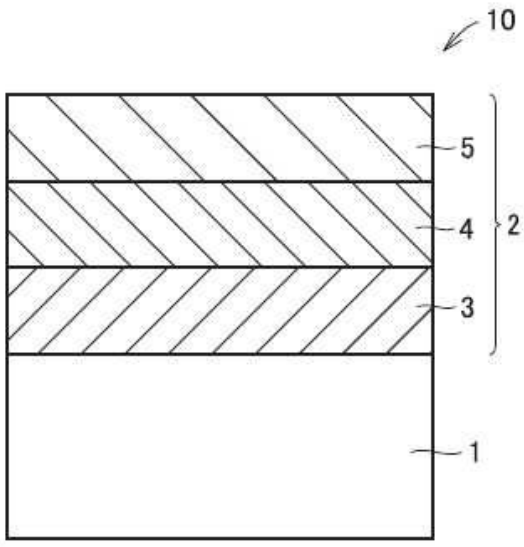
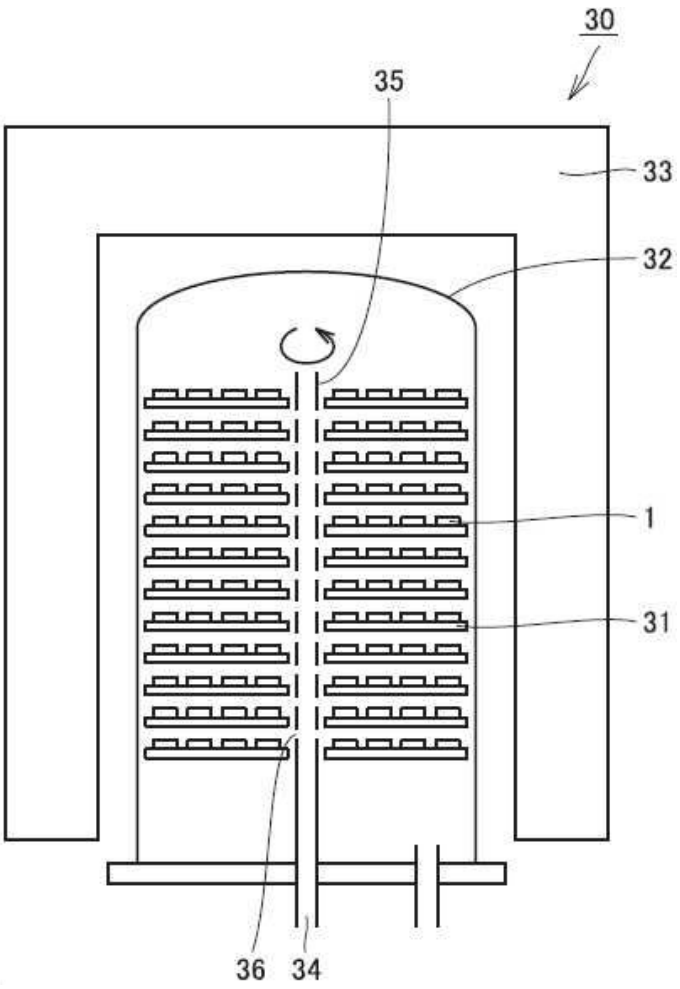
32 : 반응 용기 33 : 온도 조절 장치

34 : 가스 도입구 35 : 가스 도입관

36 : 관통공

도면

도면1



도면2