



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년11월28일
 (11) 등록번호 10-1334577
 (24) 등록일자 2013년11월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23B 27/14 (2006.01) *B23B 27/16* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2006-0054646
 (22) 출원일자 2006년06월17일
 심사청구일자 2011년04월18일
 (65) 공개번호 10-2006-0132507
 (43) 공개일자 2006년12월21일
 (30) 우선권주장
 0501410-5 2005년06월17일 스웨덴(SE)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP평성11140647 A
 JP2002370105 A
 JP2000515588 A
 JP2003094230 A

(73) 특허권자
 산드빅 인터랙츄얼 프로퍼티 에이비
 스웨덴 에스-811 81 산드비켄
 (72) 발명자
 리테세 페터
 스웨덴 에스이-141 71 후딩예 헤라드스베엔 206
 룬베리 베른
 스웨덴 에스이-122 44 엔스케데 쿠르스테타르베엔 96
 (74) 대리인
 특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 12 항

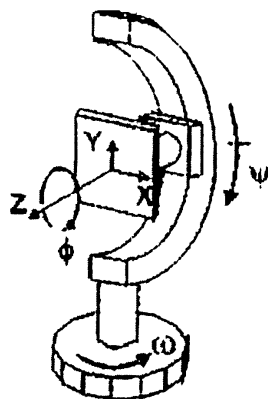
심사관 : 황상동

(54) 발명의 명칭 **코팅된 절삭 공구 인서트**

(57) 요약

본 발명은 50 ~ 390 MPa 의 낮은 인장 응력 레벨을 갖는 TiC_xN_y 층 및 AFM 기법에 의해 측정된 0.12 μm 이하의 평균 거칠기 R_a 를 갖는 높은 표면 매끄러움을 갖는 $\alpha-Al_2O_3$ 층을 포함한 CVD-코팅된 절삭 공구 인서트에 관한 것이다. 이 인서트는 코팅을 강한 습식 블래스팅 작업을 받게 함으로써 얻어질 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

1 이상의 경사면과 1 이상의 여유면을 가지면서 다각형 또는 둥근 형상의 물체를 포함하는 초경합금제 코팅된 절삭 공구 인서트에 있어서,

상기 인서트는, 6.4 ~ 8.6 중량% Co, 4 ~ 8.5 중량% 입방 탄화물, 잔부로서 WC 로 된 조성을 가지고, 또한 0.78 ~ 0.92 범위의 CW 비 및 입방 탄화물 TiC, TaC 및 NbC 이 고갈된 10 ~ 35 μm 두께의 표면 구역을 가지고,

상기 인서트는, $x \geq 0$, $y \geq 0$ 및 $x+y=1$ 인 1 이상의 TiC_xN_y 층 및 적어도 상기 경사면상의 외부층인 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층을 포함하는 코팅으로 적어도 부분적으로 코팅되며,

상기 1 이상의 경사면 상에서,

- 상기 TiC_xN_y 층은 5 ~ 15 μm 의 두께 및 50 ~ 390 MPa 의 인장 응력 레벨을 가지고,
- 3 ~ 12 μm 의 두께를 가진 상기 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층은, 1.3 이상의 XRD 회절 강도비 $I(012)/I(024)$, 및 AFM 기법에 의해 10 개의 임의로 선택된 면적 $10 \times 10 \mu\text{m}^2$ 에 대해 측정된 상기 경사면 상의 적어도 칩 접촉 영역에서 0.12 μm 이하의 평균 Ra 값 (MRa) 을 갖는 최외부층이며,

상기 여유면 상에서,

- 상기 TiC_xN_y 층은 500 ~ 700 MPa 범위의 인장 응력을 가지고,
- 상기 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층은, 1.5 미만의 XRD 회절 강도비 $I(012)/I(024)$ 를 가지며,

또는, 상기 1 개 이상의 경사면 및 상기 1 개 이상의 여유면 상에서,

- 상기 TiC_xN_y 층은, 5 ~ 15 μm 의 두께 및 50 ~ 390 MPa 의 인장 응력 레벨을 가지며,
- 3 ~ 12 μm 의 두께를 가진 상기 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층은, 1.3 이상의 XRD 회절 강도비 $I(012)/I(024)$, 및 상기 경사면 상에서 AFM 기법에 의해 10 개의 임의로 선택된 면적 $10 \times 10 \mu\text{m}^2$ 에 대해 측정된 상기 경사면 상의 적어도 상기 칩 접촉 영역에서 0.12 μm 이하의 평균 Ra 값 (MRa) 을 갖는 최외부층이고, 상기 여유면상에서 상부층은 착색된 내열성 페인트 또는 착색된 PVD-층으로 구성되는 것을 특징으로 하는 코팅된 절삭 공구 인서트.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 TiC_xN_y 층과 상기 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층 사이에는, $x \geq 0$, $z > 0$ 및 $y \geq 0$ 인 0.2 ~ 2 μm 두께의 얇은 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 결합층을 가지는 것을 특징으로 하는 코팅된 절삭 공구 인서트.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층은 1.3 초과와 조직 계수 (texture coefficient) $\text{TC}(012)$ 를 가진 012 방향으로의 조직을 가지는 것을 특징으로 하는 코팅된 절삭 공구 인서트.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층은 1.5 초과와 조직 계수 $\text{TC}(110)$ 를 가진 110 방향으로의 조직을 가지는 것을 특징으로 하는 코팅된 절삭 공구 인서트.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 코팅은 Ti, Nb, Hf, V, Ta, Mo, Zr, Cr, W 및 Al 으로부터 선택된 금속 원소와의 금속 질화물, 금속 탄화물, 및 금속 산화물 중 하나 이상으로 구성되는 추가의 층을 포함하고 상기 추가의 층의 총 층 두께가 5 μm 미만인 것을 특징으로 하는 코팅된 절삭 공구 인서트.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 조성은 7.0 ~ 8.0 중량% Co 를 포함하고, 상기 입방 탄화물 TiC, TaC 및 NbC 이 고갈된 상기 표면 구역은 15 ~ 25 μm 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 코팅된 절삭 공구 인서트.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 조성은 7.0 ~ 7.8 중량% Co 를 포함하는 것을 특징으로 하는 코팅된 절삭 공구 인서트.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 1 이상의 TiC_xN_y 층은 MTCVD 에 의해 증착되고,

상기 1 이상의 경사면 상에서,

- 상기 TiC_xN_y 층은 6.5 ~ 13 μm 의 두께 및 50 ~ 300 MPa 의 인장 응력 레벨을 가지고,

- 상기 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층은 3.5 ~ 8 μm 의 두께를 가지고, 1.5 이상의 XRD 회절 강도비 $I(012)/I(024)$, 및 AFM 기법에 의해 10 개의 임의로 선택된 면적 $10 \times 10 \mu\text{m}^2$ 에 대해 측정된 상기 경사면 상의 적어도 상기 칩 접촉 영역에서 0.10 μm 이하의 평균 Ra 값 (MRa) 을 가지며,

상기 여유면 상에서,

- 상기 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층은, 상기 여유면 상에서 상기 인서트에 상이한 색상을 부여하는 0.1 ~ 2 μm 두께의 얇은 TiN, TiC_xN_y , ZrC_xN_y , 또는 TiC 층으로 덮여지는 것을 특징으로 하는 코팅된 절삭 공구 인서트.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 1 이상의 경사면상에서,

- 상기 TiC_xN_y 층은 7 ~ 13 μm 의 두께를 가지고,

- 상기 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층은 4 ~ 8 μm 의 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 코팅된 절삭 공구 인서트.

청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 1 이상의 경사면 및 상기 1 이상의 여유면 상에서,

- 상기 TiC_xN_y 층은 6 ~ 13 μm 의 두께 및 50 ~ 300 MPa 의 인장 응력 레벨을 가지고,

- 상기 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층은 3.5 ~ 8 μm 의 두께를 가지고, 1.5 이상의 XRD 회절 강도비 $I(012)/I(024)$ 를 가지며, 상기 경사면상에서 AFM 기법에 의해 10 개의 임의로 선택된 면적 $10 \times 10 \mu\text{m}^2$ 에 대해 측정된 상기 경사면 상의 적어도 상기 칩 접촉 영역에서 0.10 μm 이하의 평균 Ra 값 (MRa) 을 갖는 최외부층인 것을 특징으로 하는 코팅된 절삭 공구 인서트.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 1 이상의 경사면 및 상기 1 이상의 여유면 상에서,

- 상기 TiC_xN_y 층은 7 ~ 13 μm 의 두께를 가지고,
- 상기 $\alpha-Al_2O_3$ 층은 4 ~ 8 μm 의 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 코팅된 절삭 공구 인서트.

청구항 12

제 3 항에 있어서,

상기 $\alpha-Al_2O_3$ 층은 1.5 초과의 조직 계수 TC(012) 를 가진 012 방향으로의 조직을 가지는 것을 특징으로 하는 코팅된 절삭 공구 인서트.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- [0006] 본 발명은 특히 높은 절삭 속도로 저합금강, 탄소강 및 인성 경화강과 같은 강의 선삭 세공에 유용한 코팅된 고성능 절삭 공구 인서트에 관한 것이다. 상기 인서트는 탄화 텅스텐 (WC), 입방 탄화물 및 코발트가 풍부한 표면 구역을 가지며 상기 절삭 인서트에 소성 변형에 대한 우수한 저항성 및 높은 인성 거동을 제공하는 코바인더 상에 기초한다. 또한, 상기 코팅은 공구 인서트에 놀라울 정도로 개선된 절삭 성능을 제공하는 표면 후처리를 받은 다수의 마모 저항층을 포함한다.
- [0007] 오늘날, 대부분의 절삭 공구는 TiC, TiC_xN_y , TiN, $TiC_xN_yO_z$ 및 Al_2O_3 과 같은 여러 단단한 층으로 코팅되는 초경합금 인서트에 기초한다. 개별 층의 배열 및 두께는 상이한 절삭 적용면과 절삭될 공작물 재료가 맞도록 신중히 선택된다. 가장 자주 사용되는 코팅 기법은 화학 증기 증착법 (CVD) 과 물리 증기 증착법 (PVD) 이다. 특히, CVD-코팅 인서트는 코팅되지 않은 인서트에 비하여 플랭크 마모 저항 및 크래이터 마모 저항에 대해 아주 큰 이점을 갖는다.
- [0008] CVD 기법은 보다 높은 온도 범위, 즉 950 ~ 1050°C 에서 수행된다. 이 높은 증착 온도 및 증착된 코팅 재료와 초경합금 공구 인서트 간의 열 팽창 계수에서의 부정합 때문에, CVD 는 냉각 크랙과 높은 인장 응력 (때로는 최대 1000 MPa) 을 갖는 코팅을 초래할 수 있다. 어떤 절삭 상태 하에서 상기 높은 인장 응력은 냉각 크랙이 초경합금체로 더욱 전달하여 절삭날의 파손을 야기하는 것을 촉진시킬 수 있기 때문에 단점일 수 있다.
- [0009] 금속 절삭 산업에서는, 절삭 상태 영역, 예컨대 저속으로 단절된 절삭을 하는 동안 파손이나 치핑을 저항하는 능력을 소모하지 않으면서 더 높은 절삭 속도를 견디는 능력을 증가시키기 위해 끊임없는 노력을 하고 있다.
- [0010] 적용 영역에서 현저한 개선이 바인더상이 풍부한 표면 구역을 갖는 인서트와 최적의 두께를 갖는 코팅을 결합함으로써 달성되었다.
- [0011] 그러나, 코팅 두께를 두껍게 함에 따라, 마모 저항에 대한 긍정적인 효과는 코팅 갈라질 위험성의 증가와 절삭 공구를 덜 신뢰적으로 만드는 인성의 감소의 형태로 부정적인 효과가 증가하기 때문에 균형을 잃게 된다. 이러한은, 특히 저탄소강 및 스테인레스강과 같은 더 연한 공작물 재료가 적용되고, 코팅 두께가 약 5 ~ 10 μm 일 경우에 적용된다. 또한, 두꺼운 코팅은 일반적으로 더욱 고르지 못한 표면과, 절삭이 저탄소강 및 스테인레스강과 같은 재료를 손상시킬 때 부정적인 특징을 갖는다. 개선책으로는, 여러 특허 문헌, 예컨대 EP 0 298 729, EP 1 306 150 및 EP 0 736 615 에 개시되어 있는 브러싱 또는 습식 블래스팅에 의해 코팅을 매끄럽게 하는 후작업을 적용할 수 있다. US 5,861,210 에서, 그 목적은, 예컨대 매끄러운 절삭날을 형성시키고 마모 감지층으로 사용되기 위해 여유면 상에 TiN 을 남기면서 레이크면 상의 상부층으로서 Al_2O_3 을 노출시키는데 있었다. 플레이크화에 대한 높은 저항성을 갖는 코팅을 얻을 수 있다.

- [0012] 예컨대 습식 또는 건식 블래스팅과 같은 기계적 효과에 표면, 예컨대 코팅 표면을 노출시키는 모든 후처리 기법은 표면 마무리 및 코팅의 응력 상태 (σ) 에 어느 정도 영향을 미칠 것이다.
- [0013] CVD-코팅에서 강한 블래스팅 효과가 인장 응력을 낮출 수 있지만, 이는 종종 냉각 크랙을 따라 흠의 발생에 의해 코팅 표면 마무리를 손실시킬 수 있거나 심지어는 코팅의 갈라짐을 초래할 수도 있다.
- [0014] EP-A-1 311 712 에 개시되어 있는 바와 같이 건식 블래스팅 기법이 사용된 매우 강한 처리는 심지어 높은 인장 응력에서 높은 압축 응력으로 커다란 응력 상태의 변화를 초래할 수 있다.
- [0015] 만일, 절삭 공구 인서트가 어떤 코팅 구조 및 두께를 갖는 어떤 초경합금 조성물과 결합한 다음, 통제된 단단한 상태 하에서 습식 블래스팅에 의해 코팅된 인서트를 후처리 한다면, 특히 강에서 놀라운 정도로 개선된 절삭 성능을 갖는 절삭 공구 인서트가 얻어질 수 있었다.
- [0016] 코발트 바인더상은 텅스텐과 매우 잘 섞인다. 바인더상 내의 텅스텐 함유량은 CW-비로서 다음과 같이 표현될 수 있다 :

[0017]
$$CW\text{-비} = Ms / (wt\text{-}\%Co * 0.0161)$$

- [0018] 여기서, Ms 는 측정된 포화 자기화이고, 그 단위는 hAm²/kg 이며, wt-%Co 는 초경합금 내의 코발트 함유량이다. 낮은 CW-비는 코발트(Co) 바인더상 내의 높은 텅스텐(W)함유량에 상응한다. 사용된 후처리는 상기 코팅에 바람직한 인장 응력 레벨을 제공할 것이고, Al₂O₃ 층에 어떤 중요한 결정학적인 특징 및 우수한 표면 마무리를 갖는 상부 표면을 제공할 것이다.
- [0019] 상기 언급된 블래스팅 기법과의 결합으로, 성능 손실 없이 적용될 수 있는 코팅 두께가 얼마인지에 대한 제한을 효과적으로 확장할 수 있다. 본 발명의 결과로서, 이제 상당한 폭의 면적이 적용될 수 있다. 인성 거동 및 코팅 접합에 대하여 달성된 현저한 개선은 놀라웠다.

[0020] 블래스팅에 의해 코팅의 응력 상태를 상당히 변화시키기 위해서, 블래스팅 매개체, 예컨대 Al₂O₃ 그릿은 코팅 표면을 높은 임펄스로 충격을 주어야 한다. 그 충격력은, 예컨대 블래스팅 펄프 압력 (습식 블래스팅), 블래스팅 노즐과 코팅 표면 사이의 거리, 블래스팅 매개체의 입자 크기, 블래스팅 매개체의 농도 및 블래스팅 제트의 충돌 각도에 의해 제어될 수 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- [0021] 본 발명의 목적은 인성 특성이 개선된 CVD-코팅 공구 인서트를 제공하는 데 있다.
- [0022] 도 1 은 X-선 측정에 의한 잔류 응력의 평가를 위해 설치된 고니오미터를 나타내는데, 여기서
- [0023] E = 오일러 1/4-크래들
- [0024] S = 샘플
- [0025] I = 입사 X-선 빔
- [0026] D = 회절 X-선 빔
- [0027] θ = 회절 각도
- [0028] ω = θ
- [0029] Ψ = 오일러 1/4-크래들을 따른 경사 각도
- [0030] ϕ = 샘플 축을 중심으로 한 회전 각도이다.
- [0031] 도 2 는 종래 기술에 따른 인서트의 마모 패턴을 나타내며, 도 3 은 어떤 성능 시험을 받게 될 때, 본 발명에 따른 인서트의 마모 패턴을 나타낸다.
- [0032] 도 4 는 종래 기술에 따른 인서트의 플레이크화 시험의 결과를 나타내며, 도 5 는 본 발명에 따른 인서트의 플레이크화 시험의 결과를 나타낸다.
- [0033] 따라서, 본 발명은 코팅 기재 및 탄화물 기재가 포함된 1 개 이상의 경사면 및 1 개 이상의 여유면을 갖는 일반적으로 다각형이거나 둥근 형상의 몸체를 포함하는 코팅된 절삭 공구 인서트에 관한 것이다. 상기 몸체는

TiC, TaC 및/또는 NbC 이 고갈된 10 ~ 35 μm , 바람직하게는 15 ~ 25 μm 두께의 표면 구역을 가지고, 0.78 ~ 0.92 의 CW-비를 가지며, 6.4 ~ 8.6, 바람직하게 7.0 ~ 8.0, 가장 바람직하게는 7.0 ~ 7.8 중량% Co, 4 ~ 8.5 중량% 입방 탄화물, 나머지로서는 탄화 텅스텐의 조성을 갖는다. 상기 코팅은 1 이상의 TiC_xN_y -층과 하나의 정교하게 결정된 100% $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층을 포함한다. 그러한 하나의 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층은 경사면 상에 있으면서 절삭날 선을 따르는 가시적인 상부층이고, 충분히 큰 에너지로 강하게 습식 블래스팅되어 Al_2O_3 및 TiC_xN_y -층 양쪽에 인장 응력 이완을 발생시킬 수 있다. Al_2O_3 상부층은 적어도 경사면 상의 칩 접촉 영역에서 매우 매끄러운 표면을 갖는다.

[0034] 만일 일반적으로 1 이상의 경사면과 1 이상의 여유면을 가지면서 다각형이나 둥근 형상을 갖는 코팅된 절삭 공구 인서트나 다음 특징들을 취하기 위해 적어도 부분 코팅되어 제조된다면, 놀라울 정도로 현저하게 개선된 인장 성능을 얻을 수 있음을 알게 되었다 :

[0035] - $x \geq 0$, $y \geq 0$ 및 $x+y=1$ 이고, 두께가 5 ~ 15 μm , 바람직하게 6 ~ 13 μm , 가장 바람직하게는 7 ~ 13 μm 이며, 인장 응력이 50 ~ 390 MPa, 바람직하게는 50 ~ 300 MPa, 가장 바람직하게는 50 ~ 220 MPa 이면서 MTCVD 에 의해 바람직하게 제조되는 TiC_xN_y 의 제 2 층,

[0036] - 두께가 3 ~ 12 μm , 바람직하게는 3.5 ~ 8 μm , 가장 바람직하게는 4 ~ 8 μm 이고, 경사면 상에 있으면서 절삭날 선을 따르는 상부층이며, 10 $\mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$ 의 면적에 대하여 원자력 현미경 (AFM) 에 의해 측정된 적어도 경사면의 칩 접촉 영역에서 평균 거칠기 Ra 가 0.12 μm 이하, 바람직하게는 0.10 μm 이하이고, 및 XRD 회절 강도 (피크 높이-백그라운드) 비 I(012)/I(024) 가 1.3 이상, 바람직하게는 1.5 이상인 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 의 외부층.

[0037] 바람직하게는, TiC_xN_y -층과 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ -층 사이에서 $x \geq 0$, $z \geq 0$ 및 $y \geq 0$ 이고, 0.2 ~ 2 μm 두께의 얇은 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 결합층이 있다. 이들 두 층의 총 두께는 25 μm 이하이다.

[0038] 층 코팅 두께가 5 μm 이하인 것에 대하여 추가적인 층이 본 발명에 따른 기재와 층 사이에 Ti, Nb, Hf, V, Ta, Mo, Zr, Cr, W 및 Al 으로부터 선택된 금속 원소의 금속 질화물 및/또는 탄화물 및/또는 산화물로 구성되는 코팅 구조로 형성될 수 있다.

[0039] 압축 응력이 블래스팅에 의해 발생되었다면, 매우 높은 블래스팅 충격력이 요구되어 그러한 상태 하에서는 코팅의 플레이크화가 빈번히 발생할 수 있었기 때문에, TiC_xN_y 층에 약간의 인장 응력이 남겨지도록 하는 것은 바람직하다. 또한, 그렇게 야기된 압축 응력은 온도 상승에 대하여 안정하지 못하였는데, 이는 절삭 작업에서 일어나고, 코팅이 남아있는 약간의 인장 응력을 갖는 경우와 비교된다.

[0040] TiC_xN_y 의 내부층의 잔류 응력 (σ) 은 I.C. Noyan, J.B. Cohen, 회절에 의한 잔류 응력 측정 및 해석, Springer-Verlag, New York, 1987 (pp 117-130) 에 나타나 있는 바와 같이 잘 알려진 $\sin^2\Psi$ 법을 사용한 XRD 측정에 의해 결정된다. 상기 측정은 도 1 에 도시되는 고니오미터에 의한 TiC_xN_y (422) 상에 CuK_α -방사선을 사용하여 수행된다. 상기 측정은 가능한한 평평한 표면에 대해 실시된다. 0 ~ 0.5 의 $\sin^2\Psi$ -범위 ($\Psi = 45^\circ$) 내에서 등거리인 6 개 ~ 11 개의 Ψ -각도를 갖는 측면-경사 기법 (Ψ -기하학) 을 사용할 수 있다. 90° 의 ϕ -섹터 내에서 ϕ -각도의 등거리 분포가 또한 바람직하다. 2축 응력 상태를 확인하기 위해서, 샘플은 Ψ 로 경사져 있는 동안 ϕ 가 0° 에서 90° 로 회전되어야 한다. 전단 응력의 존재 가능성을 조사하여, 음과 양의 Ψ -각도를 측정해야 한다. 오일러 1/4-크래들의 경우에서, 이는 상이한 Ψ -각도에 대하여 ϕ 가 180° 및 270° 에서 샘플을 측정함으로써 또한 달성된다. 상기 $\sin^2\Psi$ 법은, MTCVD Ti(C,N) -층의 경우에 일정한 영스 모듈러스 ($E=480$ GPa) 및 포아송비 ($\nu=0.20$) 를 갖는 브루커 AXS 사로부터 제조된 $\text{DIFFRAC}^{\text{Plus}}$ Stress32 버전 1.04 와 같은 어떤 상업상 유용한 소프트웨어를 바람직하게 사용하여 잔류 응력을 평가하기 위해 사용되고, 유사-포크트-피트 (Pseudo-Voigt-Fit) 함수를 사용하여 반사부를 알아내는데 사용된다. 다음 파라미터의 경우에는 480 GPa 의 E-모듈러스 및 0.20 의 포아송비 (ν) 가 사용된다. 2축 응력 상태의 경우에, 인장 응력은 구해진 2축 응력들의 평균으로서 계산된다.

[0041] $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 에 대해서는, 요구되는 높은 2θ 각도 XRD-반사부가 10 개에 대하여 너무 약하기 때문에 $\sin^2\Psi$ 법을 사용하는 것은 일반적으로 불가능하다. 그러나, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 의 상태를 절삭 성능에 관련시키는 유용한 대안적

인 측정을 알아내었다.

[0042] α -Al₂O₃ 가루에 대하여, 회절 강도비 I(012)/I(024) 는 1.5 에 가깝다. Powder Diffraction File JCPDS 번호 43-1484 는 강도 I₀(012)=72 및 I₀(024)=48 을 나타낸다. 인장 응력 (σ 가 약 350 MPa 를 초과) 을 받는 초경합금 상의 CVD α -Al₂O₃-층에 대하여, 상기 강도비 I(012)/I(024) 는 예상값인 1.5 보다 놀라울 정도로 현저하게 작고, 대체로 1 보다 작다. 이러한 현상은 인장 응력에 의해 야기된 결정 격자 내의 어떤 무질서 때문일 수 있다. 그러한 층이 예컨대 강한 블래스팅 작업에 의해 응력을 받지 않을 때 또는 응력이 재료로부터 완전히 제거되어 가루화된다면, 상기 비 I(012)/I(024) 는 1.5 디펜던트에 가까워지고, 그와 같아지거나 그보다 훨씬 높아진다. 가해지는 블래스팅력이 높으면 높을수록, 상기 강도비는 더 높아질 것이다. 따라서, 이 강도비는 α -Al₂O₃ 층의 중요한 상태 특징으로서 사용될 수 있다.

[0043] 본 발명에 따르면, 절삭 공구 인서트에는 TiC_xN_y의 제 2 층 및 α -Al₂O₃의 외부층을 포함하는 CVD-코팅이 제공된다. 특허 EP 0603144 에 따르면, Al₂O₃ 층에 012-방향의 조직 계수 TC(012) 가 1.3 보다 크고, 바람직하게는 1.5 보다 큰 결정학적 조직을 제공하는 Al₂O₃ 을 제조할 수 있고, 또는 특허 US 5,851,687 및 US 5,702,808 에 따르면, 조직 계수 TC(110) 가 1.5 보다 큰 110-방향의 조직을 제공하는 Al₂O₃ 을 제조할 수 있다. 높은 표면 매끄러움 및 낮은 인장 응력 레벨을 얻기 위해서, 코팅은 약 10-20 초/인서트에 대하여 2.2-2.6 바의 공기 압으로 수중에서 Al₂O₃ 의 F150 그릿 (FEPA-표준 규격) 으로 구성되는 슬러리에 의해 습식 블래스팅 작업을 받게 된다. 분무기는 90° 의 분무 각도를 가지면서 인서트로부터 대략 100 mm 떨어져 배치된다. 상기 인서트는 검정 경사면 상에서보다 여유면 상에 상이한 색을 갖는다. $x \geq 0$, $y \geq 0$ 및 $x+y=1$ 인 TiN (노란색), TiC_xN_y (회색 또는 청동색), ZrC_xN_y (붉은색 또는 청동색) 또는 TiC (회색) 의 0.1 ~ 2 μ m 의 얇은 최외부 유색 층이 바람직하게 증착된다. 그리고 나서, 상기 인서트는 Al₂O₃ 의 검은색 층을 드러내는 상부층을 제거하면서 블래스팅된다. 경사면 상의 코팅은 소망하는 낮은 인장 응력 (50 ~ 390 MPa) 을 가질 것이고, 여유면은 코팅의 선정 및 사용되는 초경합금 인서트의 열 팽창 계수 (CTE) 에 따라 500 ~ 700 MPa 범위에서의 높은 인장 응력을 가질 것이다. 본 발명의 다른 실시형태에서, 코팅된 인서트는 경사면과 여유면 양쪽에서 블래스팅되며, 사용되는 절삭날을 확인하기 위해서 유색의 열 저항성 페인트가 여유면 상에 분무되거나 거기에 PVD 유색층이 증착된다.

발명의 구성 및 작용

[0044] 예 1

[0045] A) 입방 탄화물이 고갈된 표면 구역 (22 μ m) 을 가지며, 조성이 7.5 중량% Co, 2.9 중량% TaC, 0.5 중량% NbC, 1.9 중량% TiC, 0.4 중량% TiN, 나머지는 탄화텅스텐인 초경합금 절삭 인서트. 0.82 의 CW-비를 제공하는 포화 자기화 (Ms) 는 0.99 hAm²/kg 으로 측정되었다. 인서트는 930°C 에서 종래의 CVD 기법을 사용하여 0.5 μ m 두께의 TiN 층으로 코팅된 다음, 885°C 의 온도에서 처리 가스로서 TiCl₄, H₂, N₂ 및 CH₃CN 를 사용한 MTCVD 기법을 사용하여 9 μ m 두께의 TiC_xN_y 층으로 코팅되었다. 동일한 코팅 사이클 동안에 이어서 일어나는 처리 단계로는, TiCl₄, CO 및 H₂ 을 사용하여 1000°C 에서 약 0.5 μ m 두께의 TiC_xO₂ 층이 증착된 다음, 7 μ m 두께의 α -Al₂O₃ 층이 증착되기 전에 2 분 동안 2% CO₂, 3.2% HCl 및 94.8% H₂ 의 혼합물로 반응기를 플러싱 (flushing) 함으로써 Al₂O₃ 처리가 시작되었다. 상부에는 대략 0.5 μ m 두께의 얇은 TiN 층이 증착되었다. 증착 단계 동안에 처리 상태는 다음과 같다 :

	TiN	TiC _x N _y	TiC _x O _z	Al ₂ O ₃ -start	Al ₂ O ₃
단계	1 및 6	2	3	4	5
TiCl ₄	1.5 %	1.4 %	2 %		
N ₂	38 %	38 %			
CO ₂ :				2 %	4 %
CO			6 %		
AlCl ₃ :					3.2 %
H ₂ S	-				0.3 %
HCl				3.2 %	3.2 %
H ₂ :	나머지 %	나머지 %	나머지 %	나머지 %	나머지 %
CH ₃ CN	-	0.6 %			
압력 :	160 mbar	60 mbar	60 mbar	60 mbar	70 mbar
온도 :	930°C	885°C	1000°C	1000°C	1000°C
시간 :	30 분	6 시간	20 분	2 분	7 시간

[0046]

[0047]

증착된 Al₂O₃ 층의 XRD-분석은 그 층이 다음과 같이 정의된 조직 계수 TC(012) 가 1.4 이면서 단지 α-상으로 구성됨을 보여주었다 :

$$TC(012) = \frac{I(012)}{I_0(012)}$$

[0048]

[0049]

여기서, I(hkl) 는 측정된 (hkl) 반사부의 강도이고, I₀(hkl) 는 Powder Diffraction File JCPDS No 43-1484 의 표준 강도이며, n 은 계산에서 사용된 반사부 개수이고, 사용되는 (hkl) 반사부는 (012), (104), (110), (113), (024), (116) 이다.

[0050]

예 2

[0051]

예 1 에서의 코팅된 인서트는 다양한 상태 하에서 초기에 언급된 블래스팅 방법에 의해 후처리 되었다. 상기 인서트의 경사면은 블래스팅되었다. 4 개의 상이한 블래스팅 압력 (2.0, 2.2, 2.4 및 2.6 bar) 및 상이한 노출 시간이 사용되었다. 어떤 인서트는 또한 절삭날을 따라 및 절삭날 근방에 코팅 표면을 매끄럽게 하기 위해서 SiC 입자를 포함한 나일론 브러시로 브러시되었고, 어떤 인서트는 US 5,861,210 에 따라 블래스팅되었다. 후처리된 다양한 인서트의 코팅은 고배율 주사 전자 현미경 (SEM) 으로 조사되었다. 2.6 바에서 블래스팅된 일부 인서트가 절삭날에서의 코팅의 플레이크화의 일부 소수의 점을 나타내었음이_상기 조사로부터 밝혀졌다.

[0052]

잘 알려진 거칠기 값 (Ra) 으로 나타낸 코팅 표면의 매끄러움이, 브러시되고 블래스팅되지 않은 인서트를 제외한 모든 인서트에 대해 Surface Imaging System AG (SIS) 사로부터 제조된 장치의 AFM 에 의해 측정되었다. 상기 거칠기는 경사면 상의 칩 접촉 영역에서 10 개의 임의 선택된 평판 표면 면적 (10 μm × 10 μm) 에 대하여 측정되었다. 이들 10 개의 Ra 값으로부터의 평균값은 하기 표 1 에서 평균 Ra (MRa) 으로 불려지는 거칠기 값으로 사용되었다.

[0053]

Bragg-Brentano 회절계인 시멘스 D5000 을 사용한 X-선 회절 분석이 CuK_α-방사선을 사용하여 I(012)/I(024) 비를 결정하기 위해 사용되었다.

[0054]

구해진 여유면 상의 I(012)/I(024) 비는 모든 인서트에 대하여 1.5 보다 작았다. 경사면에 대하여 상응하는 측정이 표 1 에 나타나 있다.

[0055]

레이저 비디오 위치 제어, 오일러 1/4-크래들, X-선원과 같은 회전 양극 (CuK_α-방사선) 및 면적 감지기 (Hi-star) 가 구비된 X-선 회절계 브루커 D8 디스커버-GADDS 대한 ψ-기하학을 사용하여 잔류 응력이 결정되었다. 크기가 0.5 mm 인 시준기가 빔의 초점을 맞추는데 사용되었다. 고니오미터 세팅 (2θ=126°, ω=63° 및 φ=0°, 90°, 180°, 270°) 을 사용하여 TiC_xN_y (422) 반사부에 대한 분석이 수행되었고, 각각의 φ-각도에

대하여 0° ~ 70° 사이의 8 개의 Ψ 경사가 이루어졌다. $\sin^2\Psi$ 법은 일정한 영스 모듈러스 (E=480 GPa) 및 포아송비 ($\nu=0.20$) 를 갖는 브루커 AXS 사로부터 제조된 DIFFRAC^{Plus} Stress32 버전 1.04 소프트웨어를 사용하여 잔류 응력을 평가하기 위해 사용되었고, 유사-포크트-피트 함수를 사용하여 반사부를 알아내는데 사용되었다. 2축 응력 상태가 확인되어, 그 평균값을 잔류 응력 값으로서 사용하였다. 경사면과 여유면에 대한 측정을 수행하였다. 구해진 여유면 상의 인장 응력은 모든 인서트에 대하여 500 ~ 700 MPa 내에 있었고, 경사면에 대하여 상응하는 측정은 표 1 에 나타나 있다.

[0056] 예 3

[0057] 상이한 후처리를 받은 인ებ트는 높은 인성 요구 특성을 가지면서 절삭 작업에서 시험되었다. 다음의 조건들이 사용되었다.

[0058] 건조 상태

[0059] 절삭 속도 $V = 120$ m/분

[0060] 이송 속도 f(t, 분) $f = 0.15 \cdot (1+t/1.5)$ mm/rev

[0061] 절삭 깊이 $a = 1.5$ mm

[0062] 반복 횟수 = 10

표 1

인서트	압력, 바/ 블래스팅 시간, S	평균 거칠기 값/ MRa	파손될 중간시간 (분)	I(012) / I(024) Al ₂ O ₃ 층	TiC _x N _y 층에서의 응력
A	브러쉬 뮐	----	0.84	0.8	565
B	2.0 / 5	0.13	1.27	1.1	440
C	2.0 / 10	0.11	1.49	1.3	383
D	2.0 / 20	0.11	1.67	1.4	330
E	2.2 / 10	0.10	1.92	1.6	274
F	2.4 / 10	0.09	2.05	1.9	213
G	2.4 / 20	0.08	2.73	2.2	185
H	2.6 / 10	0.09	2.61	2.3	55

[0063]

[0064] 인서트 "B" 는 Al₂O₃ 그릿 150 메시를 가지면서 US 5,861,210 에 따라 블래스팅되었다. 인서트 "C-H" 는 예 2 에 따라 블래스팅되었다.

[0065] 절삭 시험에 따른 결과는, TiC_xN_y 층에서 가장 낮은 인장 응력을 가지는 인서트 (E, F, G 및 H) 이 가장 좋은 인성 성능을 나타내고 있음을 명백히 보여주고 있다. 인서트 (C 및 D) 는 또한 종래 인서트의 응력값보다 현저히 낮은 응력값을 갖는다. Al₂O₃ 층의 I(012)/I(024) 비가 높으면 높을수록, 평균 Ra 값은 낮아진다. 이들 사실은 절삭 공구 인서트의 수명에 직접 관련있는 특성을 갖는 어떤 파라미터 스페이스가 존재함을 보여주고 있다. 결과적으로, 절삭 공구 인서트의 높은 성능을 달성하기 위해서 많은 상태들과 특징들이 동시에 존재해야 한다.

[0066] 예 4

[0067] 크랭크 샤프트를 제조하는 최종 사용자의 작업으로 E 에 따라 제조된 인서트가 고성능 절삭 그레이드 GC4025 (판매량 세계 최대 강 절삭 그레이드에 따름) 에 대해 시험되었다. 그 작업이 단절된 커트를 포함하였고, 인서트의 인성을 시험하였다.

[0068] E 에 따라 제조된 인서트가 단지 소수의 날 치핑을 가지면서 41 개의 요소를 다루었던 반면 (도 2), 상기 GC4025 인서트는 31 개의 요소 이후에 언급된 파손된 날을 갖게 되었다 (도 1).

[0069] 예 5

[0070] 최종 사용자에 있어 경화된 강 경우에서의 E 와 GC4025 를 비교하는 또 다른 기계 가공 시험에서, 플레이크 저항의 차이가 도 3 및 도 4 에 나타나 있다. 또한, 이 경우에서 본 발명에 따라 제조된 인서트 그 자체는 종래 기술로 제조된 인서트보다 우수하다는 것을 입증하였다.

발명의 효과

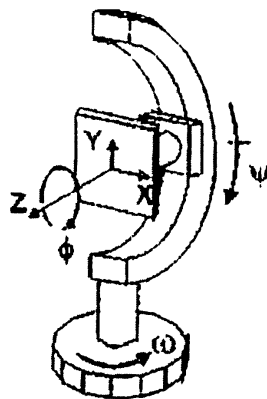
[0071] 본 발명에 의하면, 절삭 인서트에 소성 변형에 대한 우수한 저항성 및 높은 인성 거동을 제공하는 코발트가 풍부한 표면 구역을 갖는 코바인더상을 포함시킴으로써 인성 특성이 개선된 CVD-코팅 공구 인서트를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

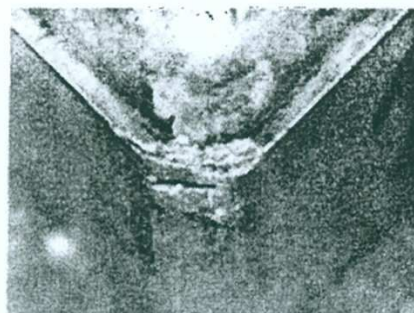
- [0001] 도 1 은 X-선 측정기에 의한 잔류 응력의 평가를 위해 설치된 고니오미터를 나타낸다.
- [0002] 도 2 는 종래 기술에 따른 인서트의 마모 패턴을 나타낸다.
- [0003] 도 3 은 어떤 성능 시험을 받게 될 때, 본 발명에 따른 인터트의 마모 패턴을 나타낸다.
- [0004] 도 4 는 종래 기술에 따른 인서트의 플레이크화 시험의 결과를 나타낸다.
- [0005] 도 5 는 본 발명에 따른 인서트의 플레이크화 시험의 결과를 나타낸다.

도면

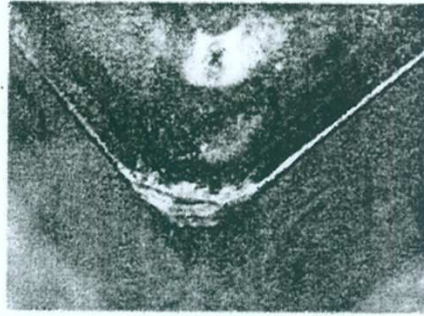
도면1



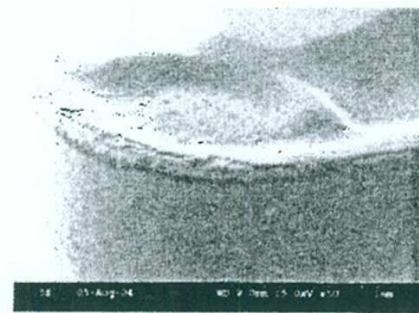
도면2



도면3



도면4



도면5

