(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.^{7}
B32B 15/04

(11) 공개번호 **10-2004-0010234**
(43) 공개일자 **2004년01월31일**

(21) 출원번호 10-2003-0048807
(22) 출원일자 2003년07월16일

(30) 우선권주장 0202230-9 2002년07월16일 스웨덴(SE)

(71) 출원인 쎄코 툴스 에이비
스웨덴왕국, 화게르스타, 에스-737 82

(72) 발명자 셰렌야코브
스웨덴에스-73741파게르스타링베옌11

프리스크라르스
스웨덴에스-73731파게르스타우옐보베옌20아

(74) 대리인 특허법인코리아나

심사청구 : 없음

(54) P V D 피복 절삭 공구

요약

본 발명은 X-선 회절 패턴을 갖는 하나 이상의 층을 함유하는 피복 및 모재로 구성되는 절삭 공구에 관한 것이다. 상기 패턴은 비결정질 구조 및 결정질 구조의 존재를 보여준다. 바람직하게 상기 층은 (Ti, AL)(O, N)으로 구성된다. 상기 절삭 공구는 강, 경질강 또는 스테인레스 강의 기계가공, 바람직하게 스테인레스 강의 밀링에 특히 유용하다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 층으로부터의 X-선 회절 패턴을 도시하는 도면으로서, 이 도면에서 A는 SPIVV 조화 곡선 [1, 2], H는 비결정질 피크의 높이, P는 피복의 가장 높은 결정질 피크의 높이, B는 배경 레벨을 나타냄.

도 2는 본 발명에 따른 샘플로부터의 파쇄 단면의 SEM-현미경 사진.

도 3은 상이한 산소 함유량을 갖는 층으로부터의 θ - 2θ X-선 회절 스캔(20 ° < 2θ < 90 °).

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, 초경합금(cemented carbide), 서멧(cermet), 세라믹, 입방정 질화 붕소(cubic boron nitride; CBN) 또는 고속도강으로 된 모재, 및 단단하고 내마모성의 내화성 피복을 포함하는 절삭 공구에 관한 것으로서, 칩 제거에 의한 기계가공용 절삭 공구에 관한 것이다. 피복은 하나 이상의 내화성 화합물층으로 구성되며, 이 화합물층중 하나 이상의 층은 비결정질상 및 결정질상의 혼합물을 함유하는 조밀층, 특히 (Ti, Al)(O, N) 층을 포함한다.

미국특허 제 4,474,849 호에 개시되고 인성(toughness) 및 내마모성이 우수 한 피복 경질 합금은 경질 합금의 모재 및 이 모재 위에 형성된 하나 이상의 층을 포함하고, 상기 층중 하나 이상의 층은 비결정질 알루미나(alumina)이다.

미국특허 제 5,330,853 호에는 제 1 및 제 2의 3원층이 교대로 존재하는 피복 표면이 개시되어 있는데, 제 1 층($TiAlN_x$)은 제 2 층($TiAlN_y$) 보다 더 높은 질소 함유량을 갖고, 또한 상당히 더 얇다. 이러한 층들은 TiAl 타겟을 스퍼터링(sputtering)하여 적층된다.

미국특허 제 5,549,975 호에는 (Ti, Me) N의 내마모성 층으로 피복된 도성 합금 본체로 구성되는 피복 공구가 개시되어 있고, 상기 특허에서 Me는 700℃이상의 온도에서 안정된 산화물을 형성하는 1종 이상의 금속이다. 적층 공정은 증발 및 스퍼터링의 조합이다.

미국특허 제 5,503,912 호에는, 주기율표의 IVa, Va, VIa족의 원소 및 알루미늄과 붕소로 구성되는 족으로부터 선택된 1종 이상의 질화물 또는 1종 이상의 탄질화물(carbonitride)을 포함하는 초박층(ultra-thin layer)으로 형성된 피복이 개시되어 있다. 층이 일반 온도와 일반 압력 및 평형 상태하에서 입방 결정질 구조 이외의 결정질 구조를 갖는 가짐에도 불구하고 전체 화합물은 입방 결정질 X-선 회절 패턴을 갖는다. 이러한 피복은 실질적으로 TiN 및 AlN의 적층물이고, 각 층은 0.2 - 50 ㎚의 두께를 갖는다.

미국특허 제 5,879,823 호에는, IVB 족 금속-알루미늄 합금의 최내각 층, 및 물리적 증착에 의해 형성된 알루미나의 제 2 층을 갖는 피복 절삭 공구가 개시되어 있다. 미국특허 제 6,254,984 호에는, 주기율표의 4a, 5a, 6a 족의 성분의 카바이드, 질화물, 탄소질화물과 알루미늄으로 각각 구성된 제 1 층, 및 주기율표의 4a, 5a, 6a족의 성분의 산화물, 카르복시드, 옥시니트리드, 카르복시니트리드 및 알루미늄 적층물로 각각 구성된 제 2 층을 포함하는 다층 피복이 개시되어 있다. 제 2 층을 통해 인접한 제 1 층은 결정 방위에 있어서 연속적이다. 내산화성을 증가시키기 위해 적층된 외부 비결정질층이 또한 개시되어 있다.

미국특허 제 6,071,560 호에는 하나 이상의 MeX층을 함유하는 내마모성 피복이 개시되어 있고, 여기서 Me는 티타늄 및 알루미늄을 포함하고, X는 질소 및 탄소이다. MeX 층에 있어서, X-선 회절로 측정된 구조는 바람직하게 (200)이다.

루티어 및 레비(R. Luthier and F. Levy, J. Vac. Sci. Technol., A9 (1) (1991) 102)는 $TiN-Al_2O_3$로 구성되는 세라믹 타겟으로부터 rf 마그네트론 스퍼터링에 의해 TiAlON 층을 형성하였다. 그들은 $(Ti, Al)N_x$ 및 비결정질 $(Ti, Al)O_2$로 구성되는 혼합 구조를 얻었다. 그러한 층으로부터 얻어진 XRD 패턴은 비결정질 험프(hump) 함께 결정질 상으로부터 발생하는 피크로 구성된다.

가와타 및 다카이(K. Kawata, H. Sugimura, and O. Takai, Thin Solid Films 390 (2001) 64)는 플라즈마 화학 증착(PACVD)을 이용하여 상이한 Ti-Al-O-C-N 층을 형성하였다.

몇몇 저자들은 후-산화 단계 또는 고온에서의 사용중에 자연적으로 형성된 (Ti, Al)N의 위에 결정질 층 또는 비결정질 층이 형성됨을 보고하였다(예를 들어, 뮌츠 등(Munz et al, J. Vac. Sci. Technol. 4 (6) (1986)2717-2727 참조).

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 종래 기술로부터 공지된 여러가지 특성, 예를 들어 내산화성, 표면 거칠기(roughness), 층 인성 및 내마모성과 같은 특성을 개선하는 것이다.

비결정질 구조와 결합된 결정질 구조를 갖는 하나 이상의 층을 포함하는 하나 이상의 층으로 구성되는 피복이 제공되어 있는 피복 절삭 공구가 종래 기술의 피복과 비교하여 개선된 내마모성 및 인성을 갖는다는 것이 발견되었다.

발명의 구성 및 작용

따라서 본 발명은 피복 및 모재로 구성되는 절삭 공구에 관한 것이다. 모재는 초경합금, 서멧, 고속도강 또는 입방정 질화 붕소로 구성된다. 피복은, 비결정질 구조와 결합된 결정질 구조로 된 층을 포함하는 하나 이상의 층으로 구성된다. 상기 층은 0.3 - 20 ㎛, 바람직하게 0.3 - 10 ㎛의 두께를 갖는다. 전체 피복의 두께는 0.5 - 20 ㎛이다.

층의 구조에 대해서는, Cu K α - 방사($\lambda = 1.54$ Å)를 이용하여 배경 레벨(B), 비결정질 피크의 높이(H), 및 결정질 구조로부터의 최고 피크의 높이(P)가 정해진다(도 3 참조). SPVII-곡선 조화 알고리즘[1, 2]은 비결정질 피크 및 결정질 피크에 대한 데이터를 추출하는데 사용된다.

체비체프(Chebychev) 배경 방사[1, 2](B)는 $20^\circ < 2\theta < 60^\circ$ 사이에서 계산된다.

본 발명에 따르면, $H > 3B$ 이고, $P > 5B$이고, $0.75 < P/H < 3$ 이다.

바람직하게, 상기 층은 비결정질 구조와 결합된 결정질 (Ti, Al)N-오스보나이트 (NaCl) 구조를 갖는 (Ti, Al)(N, O)-층이다.

비결정질 구조는 $20^\circ < 2\theta < 48^\circ$ 과 $4^\circ < FWHM < 7^\circ$ 에서 넓은 피크에 의해 확인된다. 비결정질 구조에서는, 1.9 Å 와 4.4 Å 사이의 원자 거리에 대응하는 $30^\circ < 2\theta < 40^\circ$, 바람직하게 $32^\circ < 2\theta < 38^\circ$ 에서 브래그(Bragg) 반사가 발생되고, 2.5 Å 의 원자 거리에서 최대 H가 얻어진다.

(Ti, Al)N의 결정질 NaCl-구조는, Cu-Kα방사를 사용하여 θ - 2θ스캔에서 각각 위치 $2\theta = 37.5^\circ, 43.5^\circ, 63.5^\circ$ 에 대응하는 (111)-, (200)- , (220)-면으로부터의 반사에 의해 확인된다.

본 발명에 따른 층은 종래 기술에 공지된 바와 같이 모재 또는 하나 이상의 중간층(interlayer)상에 직접 적층될 수 있다. 마찬가지로 상기 층의 꼭대기상에 추가적인 층이 적층될 수 있다.

단일층인 경우의 (Ti, Al)(O, N)-층은, 작은 크기의 작은 양의 물방울을 갖는 매끄러운 표면, 철필 방법(stylus method)으로 2.5 mm의 길이를 통해 측정된 표면 거칠기 $R_a < 0.2$ ㎛ 을 또한 특징으로 한다.

$(Ti_x Al_{1-x})(O_y, N_{1-y})$ 층의 조성은, 10 kV 의 ZAF 보정 및 25 mm의 작업 거리로 정량적인 EDX 측정 방법을 이용하여 $0.20 < x < 0.70$과 $0.15 < y < 0.35$, 바람직하게 $0.25 < x < 0.55$와 $0.20 < y < 0.30$ 이다.

층은, N_2, O_2, Ar으로 구성된 반응 분위기에서 6 x 100 A로 설정된 증발기 전류(I_{EVAP})를 이용하여 $R_{Me} = Ti\%at/(Ti\%at + Al\%at)$-비, $0.20 < R_{Me} < 0.70$으로, 또한 적층중에 $1.0 < P < 10$ Pa로 설정된 전체 압력(P) 및 비율 $R_{Gas} = O_2/(N_2 + O_2)$, $0.05 < R < 0.15$로 금속 TiAl 타겟의 아크-증발(arc-evaporation)에 의해 적층된다. 인가된 바이어스 전압(U_{BIAS})은 $30 < U_{BIAS} < -600$ V 이다.

정확한 공정 변수는 사용된 피복 장치의 디자인에 따른다. 필요한 구조를 얻는 것을 결정하는 것 및 본 명세서에 다른 적층 상태를 변형하는 것이 당업자의 시야내에 존재한다는 것이 이해될 것이다.

본 발명에 따른 피복 절삭 공구는 강, 경질강 또는 스테인레스 강의 기계가공, 바람직하게 스테인레스 강의 밀링에 특히 유용하다.

실시예 1

(Ti, Al)(O, N)-층은 박막 적층을 위한 상업적으로 입수가능한 아크 증발 적층 시스템에서 적층되었다.

6 중량% Co 및 94 중량% WC의 조성을 갖는 유리-세정 접합 카바이드 모재가 분석을 위해 사용되었다. 절삭 시험을 위해 사용된 인서트가 동일한 뱃치(batch)에서 피복되었다.

적층전에, 탈이온수 및 알콜의 알칼리 용액의 초음파 배스에서 모재가 세척되었다. 모재는 회전 고정물상에 장착되었다. 음극과 모재 사이의 최소 거리는 약 100 ㎜ 였다.

모재는 실질적인 피복 공정에 앞서 20분 동안 적외선 가열기에 의해 가열되었다.

후속 (Ti, Al)(O, N)-적층은 변화하는 가스 혼합물 $R_{Gas} = O_2/(N_2 + O_2)$, R_{Gas} = 0, 0.026, 0.079, 0.18, 0.2

4에서 실시되었다. 증발기 전류는 6 x 100A로 설정되었고, 모재 바이어스는 -120 V 이고, 전체 압력은 2.0 Pa 였다. 피복 공정중의 온도는 2개의 적외선 고온계로 측정한 결과 520℃ 였다.

피복의 결과 두께는 4.0 ㎛ 였다.

모재 전류 밀도는 1.2 mA/cm^2 였다.

XRD 분석은 모든 막이 입방 오스보나이트 구조를 나타낸다는 것을 보여주었다. 피복 공정의 낮은 산소 레벨을 갖는 층에 대해, 비결정질 구조로부터의 넓은 피크가 또한 발견되었다. 비결정질 구조는, EDX 측정 방법을 이용하여 각각 10%at, 및 22%at 층의 측정된 산소 함유량에 대응하는 비율 $\phi O_2/(\phi N_2 + \phi O_2) = 0.079$, 및 0.18에 대해 가장 탁월했다.

파단면에 대한 SEM 연구 결과, 각각 2%at 및 10%at의 피복의 산소 레벨로 발생하는 낮은 산소 레벨, $\phi O_2/(\phi N_2 + \phi O_2) = 0$ 및 0.026으로 적층된 층에 대해 주상 구조가 나타났다. 주상 구조는 산소 레벨이 도 2에서 처럼 증가될 때 사라졌다. 비결정질 피크(H/B)의 세기는 이하의 표에 기재되어 있다.

경도 및 영율(Young's modulus)은 나노압흔(nanoindentation)에 의해 측정되었다. 결과는 이하의 표에 기재되어 있다. 경도 및 영율은 층내의 산소의 레벨이 증가함에 따라 감소하고, 따라서 공정의 산소를 추가함으로써 인성이 개선된다.

응착 및 인성은 레브 시험(reve test)을 이용하여 측정되었다. 10 - 100 N 범위의 하중으로 다이아몬드 철필이 사용되었다. 모든 층은 매우 우수한 응착(> 60 N)을 보였고, 높은 산소 레벨을 갖는 층은 낮은 산소량을 갖는 층보다 덜 깨지기 쉬웠다. 레브 시험은, 본 발명에 따른 층이 산소없이 개발된 층과 비교하여 매우 개선된 인성 특성을 갖는다는 것을 보여준다.

표면 거칠기(R_a)는 페르토미터 도구(Perthometer instrument)를 이용하여 철필 조도계로 측정되었다. 피복되지 않은 모재의 표면 거칠기는 AFM(원자력 현미경(Atomic Force Microscope))으로 측정하여 Ra < 5 ㎚ 였고, 그것은 층의 거칠기 변수의 결과에 영향을 끼치지 않는다. 표면 거칠기는 산소 함유량이 증가할 때 감소한다는 것이 명백하다(표 1 참조). 표면 거칠기의 중요한 차이점은 산소가 있는 층과 산소가 없는 층과 비교할 때 발견된다.

표 1. 산소 레벨 및 (Ti, Al)(O, N) 층의 특성

라벨	$\phi O_2/(\phi N_2 + \phi O_2)$	H [GPa]	E [GPa]	Ra [㎛]	H/B	P/B	구조
1a	0	34.7	600	0.26	1.9	12.1	원주형
1b	0.026	28.8	420	0.16	1.5	29.9	원주형
1c	0.079	31.1	440	0.15	5.8	6.5	미세 입자 < 0.1 ㎛
1d	0.18	N/A	N/A	0.12	4.7	20.2	미세 입자 < 0.1 ㎛
1e	0.24	N/A	N/A	0.09	2.9	38.2	미세 입자 < 0.1 ㎛

실시예 2

실시예 1에서 사용된 인서트(insert)와 동일한 종류의 인서트는, (Ti, Al)(O, N)으로 구성된 결정질 구조 및 비결정질 구조의 혼합층에 의해 뒤따르는 원주형 구조를 갖는 (Ti, Al)N-층으로 구성된 2성분층으로 피복되었다.

피복전의 인서트의 전처리가 실시예 1에서와 동일한 방식으로 실시되었다. 피복 공정은 N_2-분위기에서 2.0 Pa로 실시되었고, 반면에 TiAl은 6개의 음극으로부터 증발되었다. 모재는 -120 V에서 편의되었고, 증발기 전류는 6 x 100A로 설정되었다. 적층 온도는 520℃ 였다. 이 층의 두께는 2.0 ㎛ 였다.

피복의 제 2 층은 실시예 1의 1c와 동일했다.

피복의 전체 두게는 4.0 ㎛ 였다.

입사 XRD 스캔을 우아하게 함으로써 단일층으로부터 이중층 피복을 구별할 수 있다. 그러한 분석에 대한 변수를 설정하는 것은 당업자의 시야내에 존재한다.

이러한 피복은 본원에서 2a로서 표시된다.

실시예 3

6 중량% Co, 0.5 중량% TaC, 93.5 중량% WC의 조성을 갖고 상이한 피복으로 덮인 접합 카바이드 절삭 공구 인서트는 강의 회전 작동에서 사용되었다(SS1672, AISI-1042, DIN-Ck 45).

피복:

실시예 1, 실시예 2에 개시된 피복, 및 종래 기술에 공지된 2종류의 피복, 즉 TiN과 (Ti, Al) 피복이 비교되었다.

절삭 데이터

인서트 기하학 SNUN120408

절삭 속도 250 m/min

절삭 깊이 1.5 mm

절삭 이송 0.35 mm

결과 (공구 수명)

1a 20 분 본 발명의 외부

1b 28 분 본 발명의 외부

1c 32 분 본 발명

1d 16 분 본 발명의 외부

1e 10 분 본 발명의 외부

2a 22 분 본 발명

TiN 12 분 종래 기술

(Ti, Al)N 18 분 종래 기술

실시예 4

13 중량% Co, 87 중량% WC의 조성을 갖고 실시예 1 및 실시예 2에 개시된 상이한 피복으로 덮인 접합 카바이드 절삭 인서트는 스테인레스 강의 정사각형 숄더 밀링 작동에서 사용되었다(SS2343, AISI-316, DIN-X5 CrNiMo 17 13 3).

절삭 데이터

인서트 기하학 XOMX090308TR-ME06

절삭 속도 260 m/min

절삭 깊이 3.0 mm

절삭 이송 0.23 mm

절삭 너비 5 mm

공구 수명 기준은 빌드 업(build up) 가장자리에 의해 발생된 치핑(chipping)으로 인한 절삭 가장자리의 파손이었다. 실험 결과는 실시예 2에서 설명된 이중층 피복을 갖는 인서트가 다른 피복으로 피복된 동일한 모재와 비교하여 더 긴 공구 수명을 보였다는 것을 나타낸다.

분으로 나타낸 결과 (공구 수명)

1a 14 본 발명의 외부

1b 12 본 발명의 외부

1c 12 본 발명

1d 8 본 발명의 외부

1e 6 본 발명의 외부

2a 16 본 발명

TiN 8 종래 기술

(Ti, Al)N 14 종래 기술

실시예 5

10 중량% Co, 90 중량% WC의 조성을 갖고 실시예 1 및 실시예 2에 개시된 상이한 피복으로 덮인 고체 카바이드 드릴은 강의 바닥없는 구멍 드릴 작동에서 사용 되었다(SS1672, AISI-1042, DIN-Ck 45).

절삭 데이터

드릴형 SD 25-6, 0-32-6R5

절삭 속도 80 m/min

절삭 깊이 24 mm

절삭 이송 0.16 mm

구멍의 개수의 결과 (공구 수명)

1a 1000 본 발명의 외부

1b 1200 본 발명의 외부

1c 1600 본 발명

1d 600 본 발명의 외부

1e 200 본 발명의 외부

2a 1000 본 발명

참고

[1] Bruker AXS (2000)

Topas V2.0 : 분말 회절 데이터용 일반 프로파일 및 구조 분석 소프트웨어

- 사용자 매뉴얼, Bruker AXS, Karlsruhe, 독일

[2] Cheary, R.W., Coelho, A.A. (1992)

X-선 라인 프로파일 맞춤(fitting)에 대한 기초 변수

- J. Appl. Cryst., 25, 109-121

발명의 효과

본 발명에 따르면, 비결정질 구조와 결합된 결정질 구조를 하나 이상의 층이 갖는 하나 이상의 층으로 구성되는 피복이 제공되어 있는 피복 절삭 공구가 종래 기술의 피복과 비교하여 개선된 내마모성 및 인성을 제공한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

X-선 회절 패턴을 갖는 하나 이상의 층을 함유하는 피복 및 모재로 구성된 절삭 공구 인서트에 있어서, 상기 패턴은 좁은 피크, 최고 피크, 높이(P)를 갖는 결정질 구조 뿐만 아니라 높이(H), $H > 3B$, $P > 5B$, $0.75 < P/H < 3$의 넓은 피크를 갖는 비결정질 구조도 포함하는 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 결정질 구조는 입방 구조, 바람직하게 오스보나이트 구조인 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

청구항 3.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 층은 (Ti, Al)(O, N)으로 구성되는 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

청구항 4.

제 3 항에 있어서, 상기 (Ti, Al)(O, N)-층은 $(Ti_x Al_{1-x})(O_y, N_{1-y})$층이 $0.20 < x < 0.70$ 및 $0.15 < y < 0.35$가 되도록 조성을 갖는 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

청구항 5.

제 1 항 내지 제 4 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 층은 피복의 최외각 층인 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

청구항 6.

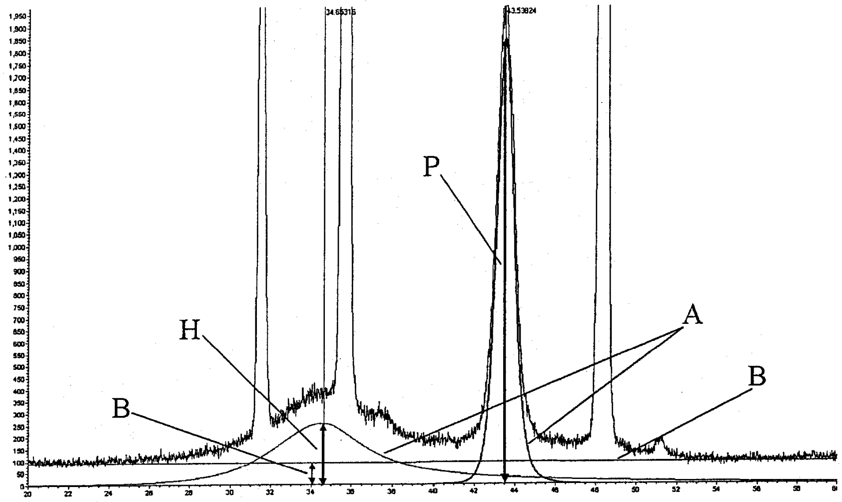
제 1 항 내지 제 5 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 모재는 초경합금, 서멧, 세라믹 또는 입방정 질화 붕소인 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

청구항 7.

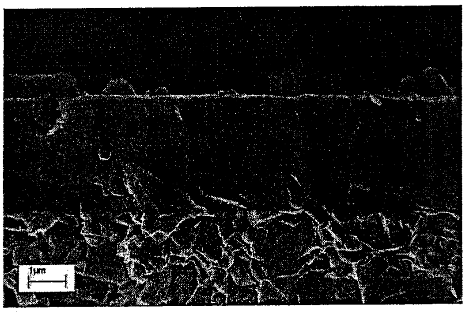
금속 기계가공용 피복 절삭 공구를 생산하기 위한 방법으로서, 하나 이상의 층이 (Ti, Al)(O, N)으로 구성된 피복 절삭 공구 생산 방법에 있어서, 상기 (Ti, Al)(O, N)-층은, $1.0 < P < 10$ Pa로 설정된 전체 압력 및 비율 $R = O_2/(N_2 + O_2)$, $0.05 < R < 0.15$에서 N_2, O_2, Ar로 구성되는 반응 분위기에서 TiAl-타겟의 아크-증발에 의해 적층되는 것을 특징으로 하는 피복 절삭 공구 생산 방법.

도면

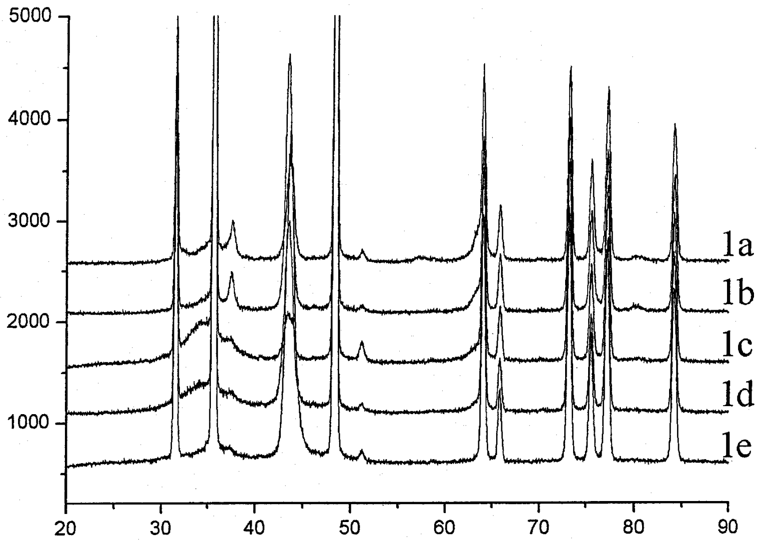
도면1


34.65315
43.53824
P
H
A
B
B
1,950
1,900
1,850
1,800
1,750
1,700
1,650
1,600
1,550
1,500
1,450
1,400
1,350
1,300
1,250
1,200
1,150
1,100
1,050
1,000
950
900
850
800
750
700
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
50
52
54
56
58
60

도면2


1μm

도면3


5000
4000
3000
2000
1000
20
30
40
50
60
70
80
90
1a
1b
1c
1d
1e