



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년10월16일

(11) 등록번호 10-2033186

(24) 등록일자 2019년10월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**C23C 14/06** (2006.01) **C23C 14/08** (2006.01)  
**C23C 14/32** (2006.01) **C23C 14/35** (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2014-7003365  
 (22) 출원일자(국제) 2012년09월05일  
 심사청구일자 2017년07월05일  
 (85) 번역문제출일자 2014년02월10일  
 (65) 공개번호 10-2014-0059193  
 (43) 공개일자 2014년05월15일  
 (86) 국제출원번호 PCT/EP2012/067328  
 (87) 국제공개번호 WO 2013/034598  
 국제공개일자 2013년03월14일  
 (30) 우선권주장  
 10 2011 053 372.9 2011년09월07일 독일(DE)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020100025522 A\*  
 JP2010236092 A  
 JP2009120912 A  
 KR100614961 B1  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**발터 악티엔게젤샤프트**  
 독일연방공화국 데-72072 튜빙겐 데렌딩거스트라  
 세 53  
 (72) 발명자  
**쉬어 파이트**  
 독일 70771 라인펠덴-에히터딩겐 오베레 게르텐  
 21/1  
**앵겔하르트 볼프강**  
 독일 72555 메칭겐 임 바움가르텐 12  
 (74) 대리인  
**특허법인코리아나**

전체 청구항 수 : 총 12 항

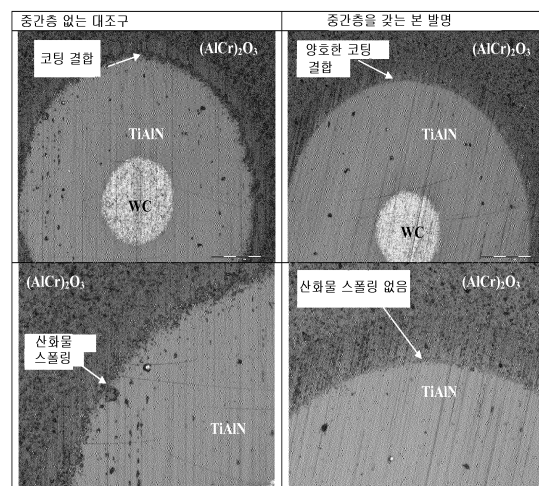
심사관 : 윤여분

(54) 발명의 명칭 크롬 함유 기능성층을 갖는 공구

**(57) 요약**

본 발명은 초경합금(cemented carbide), 서멧, 강 또는 고속도강(HSS)의 기재 및, PVD 프로세스에 의해서 이 기재 상에 증착된 다층 코팅을 갖는 절삭 공구에 관한 것이며, 이 다층 코팅은 적어도 알루미늄(Al) 및, 선택적으로 Al, Cr, Si, Y, Ru 및 Mo 으로부터 선택된 하나 이상의 추가의 금속을 함유하는, 하나가 다른 하나의 상층

(뒷면에 계속)

**대표도** - 도2

에 배치되는 니트라이드 또는 카보니트라이드의 하나 이상의 동일한 또는 상이한 층의 베이스층, 및 크롬 함유 산화물 (oxidic) 기능성층을 포함한다. 크롬 함유 기능성층의 부착을 향상시키기 위해서, 본 발명에 따르면, 금속들 Al, Cr, Si, 및/또는 Zr 의 하나 이상의 옥사이드들 또는 옥사이드 니트레이트의 중간층이 베이스층과 기능성층 사이에 제공되고, 중간층은 입방정 구조를 갖고, 크롬 함유 기능성층은 크롬 옥사이드 ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), 크롬 옥시 니트라이드, 알루미늄-크롬 옥사이드 ( $(\text{AlCr})_2\text{O}_3$ ), 알루미늄-크롬 옥시니트라이드 또는, 알루미늄, 크롬 및 추가 금속들의 혼합 옥사이드 ( $(\text{AlCrMe}_1, \text{Me}_n)_2$  옥사이드) 또는 혼합 옥시니트라이드 ( $(\text{AlCrMe}_1, \text{Me}_n)_2$  옥시니트라이드)로부터 선택되며, 여기서  $\text{Me}, \dots, \text{Me}_n$  은 Hf, Y, Zr 및 Ru로부터 선택된 하나 이상의 추가 금속을 의미하고, 그리고 기능성층은 삼방정 (rhomohedral) 구조를 갖는다.

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

초경합금 (hard metal carbide), 서멧, 강 또는 고속도강 (HSS) 의 기재 및, PVD 프로세스에 의해서 상기 기재 상에 증착된 다층 코팅을 갖는 절삭 공구로서,

상기 다층 코팅은 상기 기재로부터 시작하여 다음의 일련의 층들:

- a) 적어도 알루미늄 (Al) 및, 선택적으로 (optionally) Ti, Cr, Si, Y, Ru 및 Mo 으로부터 선택된 하나 이상의 추가의 금속을 함유하고, 하나가 다른 하나의 상층에 배치되는 니트라이드 또는 카보니트라이드의 하나 이상의 동일한 또는 상이한 층으로 구성된 베이스층,
- b) 상기 베이스층의 상층에 배치되고, Al, Cr, Si, 및 Zr 중 적어도 하나의 금속을 함유하는 하나 이상의 옥사이드들 또는 옥시니트라이드들로 구성되고, 입방정 구조 및 1 nm 내지 750 nm 의 코팅 두께를 나타내는 중간층,
- c) 상기 중간층의 상층에 배치되고, 크롬 옥사이드 ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), 크롬 옥시니트라이드, 알루미늄-크롬 옥사이드 ( $(\text{AlCr})_2\text{O}_3$ ), 알루미늄-크롬 옥시니트라이드 또는, 알루미늄, 크롬 및 추가의 금속들의 혼합된 옥사이드 ( $(\text{AlCrMe}_1, \dots, \text{Me}_n)_2$  옥사이드) 또는 혼합된 옥시니트라이드 ( $(\text{AlCrMe}_1, \dots, \text{Me}_n)_2$  옥시니트라이드) 로부터 선택되고, 삼방정 (rhombohedral) 구조를 나타내는 크롬 함유 기능성층으로서, 여기서  $\text{Me}_1, \dots, \text{Me}_n$  은 Hf, Y, Zr 및 Ru 로부터 선택된 하나 이상의 추가 금속을 의미하는, 상기 크롬 함유 기능성층을 포함하는, 절삭 공구.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 중간층은 입방정 알루미늄 옥사이드로 구성된 것을 특징으로 하는, 절삭 공구.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 크롬 함유 기능성층은 완전히 또는 적어도 90 vol.% 정도까지 삼방정 알루미늄-크롬 옥사이드 ( $(\text{AlCr})_2\text{O}_3$ ) 로 구성되는 것을 특징으로 하는, 절삭 공구.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 기능성층의 금속 원소들 중 크롬의 비율은 적어도 70 at.% Cr 인 것을 특징으로 하는, 절삭 공구.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 중간층은, 마그네트론 스퍼터링, 반응성 마그네트론 스퍼터링, 듀얼 마그네트론 스퍼터링, 고전력 임펄스 마그네트론 스퍼터링 (HIPIMS) 에 의해서 또는, 캐소드 원자화 (스퍼터 증착) 및 아크 증발 (아크 PVD) 의 동시 적용으로 증착되는 것을 특징으로 하는, 절삭 공구.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 기능성층은 아크 증발 (아크 PVD), 마그네트론 스퍼터링, 반응성 마그네트론 스퍼터링, 듀얼 마그네트론 스퍼터링, 고전력 임펄스 마그네트론 스퍼터링 (HIPIMS) 에 의해서 또는, 캐소드 원자화 (스퍼터 증착) 및 아크 증발 (아크 PVD) 의 동시 적용으로 증착되는 것을 특징으로 하는, 절삭 공구.

#### 청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 베이스층은 50 nm 내지 8  $\mu\text{m}$  의 코팅 두께를 나타내는 것을 특징으로 하는, 절삭 공구.

#### 청구항 8

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 중간층은 10 nm 내지 50 nm 의 코팅 두께를 나타내는 것을 특징으로 하는, 절삭 공구.

#### 청구항 9

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 기능성층은 100 nm 내지 10  $\mu\text{m}$  의 코팅 두께를 나타내는 것을 특징으로 하는, 절삭 공구.

#### 청구항 10

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 기능성층은 2 GPa 미만의 표면에서의 압력 하중 (loadings) 을 나타내는 것을 특징으로 하는, 절삭 공구.

#### 청구항 11

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 베이스층은 티타늄-알루미늄 니트라이드 (TiAlN) 또는 티타늄-알루미늄-규소 니트라이드 (TiAlSiN) 로 구성된 것을 특징으로 하는, 절삭 공구.

#### 청구항 12

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 중간층은 0.1 내지 5 at.% 의 아르곤을 함유하는 것을 특징으로 하는, 절삭 공구.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 초경합금 (hard metal carbide), 서멧, 강 또는 고속도강 (HSS) 의 기재 및 이 기재 상에 PVD 프로세스에 의해서 증착된 다층 코팅을 갖는 절삭 공구에 관한 것이며, 이 다층 코팅은 적어도 알루미늄 (Al) 및 선택적으로 (optionally), Al, Cr, Si, Y, Ru 및 Mo 로부터 선택된 하나 이상의 추가의 금속을 함유하는 니트라이드 또는 카보니트라이드로 구성되며 하나가 다른 하나의 상층에 배치되는 하나 이상의 동일한 또는 상이한 층들의 베이스층, 및 크롬 함유 산화물 (oxidic) 기능성층을 포함한다.

#### 배경 기술

[0002] 예를 들어, 금속 제거 금속 기계가공을 위해서 이용되는 절삭 공구들은 일반적으로 경질 금속성 물질들, 옥사이드 층들 등의 내마모성 다층 코팅 또는 단층 코팅을 갖는, 초경합금, 서멧, 강 또는 고속도강의 베이스 (기재) 로 구성된다. 이러한 코팅들은 CVD (화학적 기상증착) 프로세스들 및/또는 PVD (물리적 기상증착) 프로세스들을 이용하여 도포된다.

[0003] EP 1 253 215 로부터, TiAlN 의 베이스층 및 알루미늄 옥사이드 또는 알루미늄-크롬 옥사이드의 기능성층을 갖는 다층 코팅이 PVD 프로세스를 이용하여 초경합금 기재에 증착되는 것이 공지된다. 여기서, 알루미늄 옥사이드는, 감마 알루미늄 옥사이드가 주로 생성되는 단일의 마그네트론 프로세스에 의해서 증착된다. 알루미늄-크롬 옥사이드는, 아크 (arc) PVD 프로세스를 이용하여, 안정된 알파 알루미늄-크롬 옥사이드를 생성하면서 증착되나, 이것은 아래에 놓인 TiAlN 베이스층에 대해서 열악한 결합 (bonding) 을 갖고, 그리고 프로세스에 의존하여 많은 수의 거대 입자들 (macro particles), 즉, 기능성층의 품질을 심하게 악화시키는 소위 액적들 (droplets) 이 형성된다.

[0004] DE 10 2010 028 558 은, 캐소드 원자화 프로세스 및 아크 증발 PVD 프로세스가 동시에 이용되는, 알루미늄-크롬 옥사이드 혼합 결정층들을 증착하기 위한 하이브리드 PVD 를 설명한다. 알루미늄-크롬 옥사이드 혼합 결정층들은, 거대 입자들 (액적들) 이 실질적으로 없는 안정된 알파상으로 주로 얻어진다. 최첨단 기술을 나타내는 공지된 프로세스들에 따르면, 안정된 알파 개질 (modification) 의 추가의 합금 원소들을 갖는 알루미늄-크롬 혼합 옥사이드 또는 혼합 옥사이드들, 또는 알루미늄 옥사이드를 생성하는 것이 가능하다. 그러나, 이 층들은, 예를 들어 TiAlN 층과 같은 질화물 (nitridic) 베이스층인 아래에 있는 기재에 대한 열악한 결합에 의해서 특정 지어진다. 기재의 표면 상에 직접적으로 증착된 옥사이드 층들은 마모 방지층으로서 기능하기에는 빈번하게 취성이 너무 크기 때문에 이러한 베이스층의 제공은 바람직하다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 따라서, 본 발명의 목적은 다층 코팅을 갖는 기재로 구성된 절삭 공구 상에서 니트라이드 또는 카보니트라이드를 함유하는 경질 물질들의 베이스층 상의 크롬 함유 기능성층의 결합을 향상시키는 것이었다.

### 과제의 해결 수단

[0006] 본 발명에 따르면, 이 목적은, 초경합금, 서멧, 강 또는 고속도강 (HSS) 의 기재 및, PVD 프로세스를 이용하여 이 기재 상에 증착된 다층 코팅을 갖는 절삭 공구로서, 이 다층 코팅은 기재로부터 시작하여 다음의 일련의 층들:

[0007] a) 적어도 알루미늄 (Al) 및, 선택적으로 Ti, Cr, Si, Y, Ru 및 Mo 으로부터 선택된 하나 이상의 추가의 금속을 함유하고, 하나가 다른 하나의 상층에 배치되는 니트라이드 또는 카보니트라이드의 하나 이상의 동일한 또는 상이한 층들로 구성된 베이스층,

[0008] b) 상기 베이스층의 상층에 배치되고, 금속들 Al, Cr, Si, 및/또는 Zr 의 하나 이상의 옥사이드 또는 옥시니트라이드들로 구성되고, 입방정 구조를 나타내는 중간층,

[0009] c) 상기 중간층의 상층에 배치되고, 크롬 옥사이드 ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), 크롬 옥시니트라이드, 알루미늄-크롬 옥사이드 ( $(\text{AlCr})_2\text{O}_3$ ), 알루미늄-크롬 옥시니트라이드, 또는 알루미늄, 크롬 및 추가의 금속들의 혼합된 옥사이드 ( $(\text{AlCrMe}_1, \dots \text{Me}_n)_2$  옥사이드) 또는 혼합된 옥시니트라이드 ( $(\text{AlCrMe}_1, \dots \text{Me}_n)_2$  옥시니트라이드) 로부터 선택되는 삼방정 (rhomohedral) 구조를 나타내는 크롬 함유 기능성층으로서, 여기서  $\text{Me}_1, \dots \text{Me}_n$  은 Hf, Y, Zr 및 Ru 로부터 선택된 하나 이상의 추가 금속을 의미하는, 상기 크롬 함유 기능성층을 포함하는, 절삭 공구에 의해서 달성된다. n 은, 알루미늄 및 크롬을 제외하고, 혼합된 옥사이드 또는 혼합된 옥시니트라이드에 존재하는 추가 금속들의 개수에 대응하는 정수이다.

[0010] 본 발명의 실시형태의 바람직한 일 유형에 있어서, 절삭 공구의 코팅의 베이스층은 티타늄-알루미늄 니트라이드 (TiAlN) 또는 티타늄-알루미늄-규소 니트라이드 (TiAlSiN) 로 구성되고, 특히 바람직하게는 티타늄-알루미늄 니트라이드 (TiAlN) 로 구성된다. 티타늄-알루미늄 니트라이드 (TiAlN) 는 매우 인성 (tough) 이고 경질이며, 특히 금속 기계가공 동안에 발생하는 높은 온도들에서 뛰어난 마모 특성들을 갖기때문에, 베이스층으로서 매우 적합하다.

[0011] 바람직하게는 TiAlN 으로 구성된 본 발명에 따른 베이스층의 상층에 본 발명에 따른 중간층의 제공은 중간층의 상층에 배치된 크롬 함유 기능성층의 결합 및 밀착 (adhesion) 을 크게 향상시킨다는 점이 보여졌다. 초경합금 기재, 본 발명에 따른 베이스층, 입방정 옥사이드 또는 옥시니트라이드로 구성된, 바람직하게는 입방정 감마 알루미늄 옥사이드로 구성된 본 발명에 따른 중간층, 및 삼방정 구조를 갖는 본 발명에 따른 기능성층, 예를 들어 알루미늄-크롬 옥사이드의 층으로 구성된 절삭 공구들을 이용하는 기계가공 테스트에 있어서, 중간층이 없는 대응하는 절삭 공구에 비해서 중간층을 갖는 본 발명에 따른 코팅으로 크게 감소된 공구 마모가 얻어졌다.

[0012] 본 발명에 따르면, 크롬 함유 기능성층은 삼방정 결정 구조를 나타낸다. 기능성층은 순수한 크롬옥사이드 ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), 크롬 옥시니트라이드, 알루미늄-크롬 옥사이드 ( $(\text{AlCr})_2\text{O}_3$ ), 알루미늄-크롬 옥시니트라이드 또는, Hf, Y, Zr 및 Ru 로부터 선택된 추가의 금속들을 갖는 알루미늄-크롬 혼합 옥사이드 또는 알루미늄-크롬 혼합 옥시니트라이드일 수 있다. 특히 바람직하게는, 크롬 함유 기능성층은 완전히 또는 적어도 90 vol.% 정도까지, 삼방정 결정 구조를 갖는 알루미늄-크롬 옥사이드, 즉 알파 개질의 알루미늄-크롬 옥사이드로 구성된다. 여

기서 알루미늄-크롬 옥사이드 ( $(\text{AlCr})_2\text{O}_3$ ) 를 언급할 때, 이것은 반드시 원소들, 즉 알루미늄 및 크롬이 동일한 화학양론적 비율들로 존재한다는 것을 의미하지 않는다. 크롬의 비율은 알루미늄-크롬 옥사이드층에서 알루미늄의 비율보다 더 크거나 더 작을 수 있다.

[0013] 본 발명의 실시형태의 바람직한 일 유형에 있어서, 기능성층의 금속 원소들 중 크롬의 비율은 적어도 70 at.% Cr 이다. 실시형태의 다른 유형에 있어서, 크롬의 비율은 적어도 85 at.% Cr 또는 적어도 95 at.% Cr 이다. 기능성층에서 크롬의 높은 비율은 원하는 삼방정 구조로 기능성층의 성장을 촉진하는 장점을 갖는다.

[0014] 베이스층의 바로 상층에 배치된 본 발명에 따른 중간층은 금속들 Al, Cr, Si 및/또는 Zr 의 옥사이드들 또는 옥시니트라이드들로 구성되고, 그리고 입방정 구조를 나타낸다. 본 발명의 실시형태의 바람직한 일 유형에 있어서, 중간층은 입방정 감마 알루미늄 옥사이드 ( $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) 로 구성된다.

[0015] 입방정 구조를 갖는 본 발명에 따른 중간층의 제공을 통해서 베이스층에 대한 기능성층의 밀착 및 결합에서의 향상은 놀라웠다. 지금까지, 단지 이러한 입방정 중간층이 왜 베이스층 상에 대한 기능성층의 밀착 및 결합을 이와 같은 방식으로 향상시키는 지에 대한 증명된 설명이 없다. 본 출원의 발명자들은 본 발명에 따른 층들 (베이스층, 중간층 및 기능성층) 상에서 XPS (X-선 광전자 분광법) 측정들을 실시하였다. 본 발명에 따른 중간층을 갖는 코팅의 기능성층에서 XPS 측정들은, 본 발명에 따른 중간층이 없는 코팅에 비교하여 중간층을 대향하는 기능성층의 표면 상에서 증가된 크롬의 금속 비율을 밝혀 냈다. 발명자들은, 이 이론에 묶여 있지는 않지만, 입방정 중간층과 삼방정 기능성층 사이의 금속 결합들의 더 큰 비율을 갖는 전이 구역의 형성이 기능성층의 향상된 결합을 유발하거나 이에 공헌할 수 있다고 간주한다.

[0016] 본 발명에 따른 코팅의 중간층은 임의의 적합한 PVD 프로세스를 이용하여 실질적으로 증착될 수 있다. 그러나, 마그네트론 스퍼터링, 반응성 마그네트론 스퍼터링, 듀얼 마그네트론 스퍼터링, 고전력 임펄스 마그네트론 스퍼터링 (HIPIMS) 또는, 하이브리드 PVD 프로세스들로도 칭해지는, 캐소드 원자화 (스퍼터 증착) 및 아크 증발 (아크 PVD) 의 동시 적용이 선호된다.

[0017] 또한, 기능성층은 임의의 적합한 PVD 프로세스를 이용하여 증착될 수 있다. 아크 증발 (아크 PVD), 마그네트론 스퍼터링, 반응성 마그네트론 스퍼터링, 듀얼 마그네트론 스퍼터링, 고출력 임펄스 마그네트론 스퍼터링 (HIPIMS) 또는, 캐소드 원자화 (스퍼터 증착) 및 아크 증발 (아크 PVD) 의 동시 적용, 또는 하이브리드 PVD 프로세스들이 선호된다.

[0018] 본 발명에 따른 절삭 공구의 실시형태의 바람직한 일 유형에 있어서, 베이스층은 50 nm 내지 8  $\mu\text{m}$ , 바람직하게는 500 nm 내지 5  $\mu\text{m}$ , 특히 바람직하게는 2  $\mu\text{m}$  내지 4  $\mu\text{m}$  의 코팅 두께를 갖는다.

[0019] 본 발명에 따른 절삭 공구의 실시형태의 다른 유형에 있어서, 중간층은 1 nm 내지 2  $\mu\text{m}$ , 바람직하게는 5 nm 내지 750 nm, 특히 바람직하게는 10 nm 내지 50 nm 의 코팅 두께를 갖는다.

[0020] 본 발명에 따른 절삭 공구의 실시형태의 바람직한 다른 유형에 있어서, 기능성층은 100 nm 내지 10  $\mu\text{m}$ , 바람직하게는 500 nm 내지 5  $\mu\text{m}$ , 특히 바람직하게는 750 nm 내지 2  $\mu\text{m}$  의 코팅 두께를 갖는다.

[0021] 본 발명에 따른 절삭 공구의 실시형태의 바람직한 다른 유형에 있어서, 기능성층은 2 GPa 미만, 바람직하게는 1 GPa 미만의 표면에서의 압력 하중 (pressure loadings) 을 나타낸다. 놀랍게도, 기능성층이 더 큰 코팅 두께를 가지면, 표면에서 압력 하중이 2 GPa 미만일 때 층간박리의 위험이 더 적다는 점이 발견되었다. 1 GPa 미만의 표면에서의 압력 하중으로 다른 개선점이 관찰되었다.

[0022] 본 발명에 따른 절삭 공구의 실시형태의 바람직한 다른 유형에 있어서, 중간층은 0.1 내지 5 at.%, 바람직하게는 0.5 내지 4 at.%, 특히 바람직하게는 1.0 내지 3 at.% 의 아르곤을 함유한다. 아르곤 비율은 PVD 증착으로부터의 반응성 가스로부터 유래하고, 몇몇 경우에 있어서 아래에 있는 중간층에 대한 기능성층의 결합에 대해 유리한 영향을 준다.

## 도면의 간단한 설명

[0023] 도 1 은 마모 [mm] 를 상이한 밀링 거리들 [mm] 에 대해서 도시하고,  
도 2 는 연삭된 절삭 공구들의 광학 현미경 이미지들을 도시한다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용



[0024] 이제 본 발명은 실시형태 예들 및 관련된 도면들을 참조하여 더 설명될 것이다.

[0025] **1. 중간층이 있는 절삭 공구 및 중간층이 없는 절삭 공구의 제조**

[0026] 약 10 wt% 의 Co 함량 및 약 1  $\mu\text{m}$  의 평균 입자 사이즈를 갖는 초경합금 기제가 먼저 다음의 파라미터들을 적용하여 아크 증발 (아크 PVD) 에 의해서 4.6  $\mu\text{m}$  의 두께를 갖는 TiAlN 베이스층으로 피복되었다:

[0027] 베이스층

[0028] 대상 (아크 PVD) : TiAl (33 at.% / 67 at.%) 금속

[0029] 대상 직경 [mm] : 63

[0030]  $U_{\text{bias}}$  [-V] : 40 (DC)

[0031]  $N_2$  부분 압력 [Pa] : 3.2

[0032]  $I_{\text{아크 PVD}}$  [A] : 65

[0033] 본 발명에 따른 절삭 공구를 제조하기 위해서, 14 nm 의 두께를 갖는 감마 알루미늄 옥사이드의 중간층은 듀얼 마그네트론 스퍼터링 (DMS) 에 의해서 이 베이스층 상에 다음의 파라미터들로 증착되었다:

[0034] 중간층

[0035] 대상들 (DMS) : 2 x Al 금속

[0036] 대상 사이즈 [mm x mm] 160 x 820

[0037] 전력 (DMS) [kW] : 20

[0038]  $U_{\text{bias}}$  [V] : 60 (단극 펄스, 70 Hz)

[0039] 기간 [분] : 6

[0040] Ar 부분 압력 [Pa] : 0.5

[0041] 이것 다음에, 1.5  $\mu\text{m}$  두께의 삼방정 알파 알루미늄-크롬 옥사이드 코팅이 본 발명에 따른 중간층을 갖는 공구 (발명) 및 중간층이 없는 공구 (대조) 상에 듀얼 마그네트론 스퍼터링 (DMS) 및 아크 증발 (아크 PVD) 을 동시에 적용하는 하이브리드 PVD 프로세스에 의해서 다음의 파라미터들로 증착되었다:

[0042] 기능성층

[0043] 대상들 (DMS) : 2 x Al 금속

[0044] 대상 사이즈 [mm x mm] : 160 x 820

[0045] 전력 (DMS) [kW] : 20

[0046] 대상들 (아크 PVD) : 8 x Cr 금속

[0047]  $I_{\text{아크 PVD}}$  [A] : 65

[0048]  $U_{\text{bias}}$  [-V] : 60 (단극 펄스, 70 Hz)

[0049] 기간 [분] : 6

[0050] **2. 기계가공 테스트들**

[0051] 1 에서 설명된 바와 같이 먼저 제조된 중간층을 갖는 절삭 공구 및 중간층이 없는 절삭 공구는 절삭 속도  $V_c = 235$  m/분 및 이송율  $f_z = 0.2$  mm 로 42CrMo4 로 만들어진 공작물을 밀링하기 위해서 이용되었다. 마모 [mm] 가 상이한 밀링 거리들 [mm] 에 대해서 도시되는 도 1 에 도시된 그래프로 결과들이 재현된다. 결과들은, 중간층을 갖도록 제조된 절삭 공구들의 마모가 중간층이 없는 절삭 공구들의 마모에 비하여 매우 적다는 점을 나타낸다. 800 mm 의 밀링 거리와 관련하여, 중간층을 갖는 본발명에 따른 절삭 공구들 상에는 어떠한 마모도 전혀 발견되지 않았다. 1600 mm 의 밀링 거리와 관련하여, 중간층이 없는 절삭 공구의 마모는 본 발명에

따른 중간층을 갖는 본 발명에 따른 절삭 공구의 마모의 2 배였다.

[0052] 기능성층의 상당히 향상된 밀착 및 결합은 절삭 공구들에게 크게 감소된 마모 및 결과적으로 지금까지에 비해서 훨씬 더 길어진 수명도 제공한다. 이것은 절삭 공구들의 절삭, 절삭 공구들의 덜 빈번한 교체, 그리고 이에 따른 더 적은 고장 및 기계의 다운시간, 더 큰 생산성 및 더 적은 비용을 의미한다.

### [0053] 3. 중간층을 갖는 절삭 공구 및 중간층이 없는 절삭 공구의 광학 현미경 (light-optical microscopic) 시험

[0054] 1 에서 설명된 바와 같이 제조된 본 발명에 따른 중간층을 갖는 절삭 공구 및 중간층이 없는 절삭 공구의 코팅에 칼로트 형상 (calotte-shaped) 의 구멍이 연삭되었고, 그리고 다음으로 중간에서 아래로 초경합금 기재에 연장되는 트라프 (trough) 를 생성하기 위해서 볼 (ball) 이 이용되었다. 이것은 초경합금 기재, 즉 TiAlN 베이스층 및 알루미늄 크롬 옥사이드층이 광학 현미경 하에서 보이는 것을 허용하였다. 몇 나노미터 두께의 중간층은 광학 현미경 하에서 분석되지 않고, 그래서 선명한 층으로서 보여지지 않는다. 연삭된 절삭 공구들의 광학 현미경 이미지들은 도 2 에 재생된다.

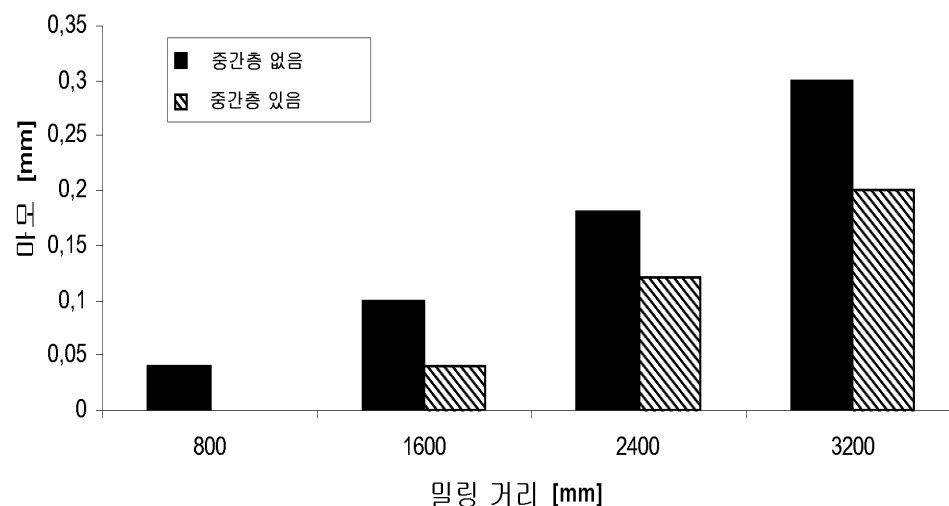
[0055] 본 발명에 따른 중간층이 없는 절삭 공구에서, TiAlN 베이스층과 알루미늄 크롬 옥사이드 기능성층 사이의 접합 (junction) 은, 이 2 개의 층들 사이의 코팅의 열악한 결합을 나타내는 소위 스포링 (spalling) 의 분명하고 어둡고 닳아진 중간 링을 드러낸다. 이 2 개의 층들 사이의 밀착은, 이 2 개의 층들 사이의 접합이 날카로운 에지를 보일 때 양호하다. 이것은, 본 발명에 따른 입방형 중간층을 갖는 본 발명에 따른 절삭 공구의 경우에 명확하게 가시적이다.

### [0056] 4. 본 발명에 따른 중간층을 갖는 절삭 공구 및 중간층을 갖지 않는 절삭 공구의 기능성층의 XPS (x-선 광전자 분광법)

[0057] 1 에서 설명된 바와 같이 제조된 중간층을 갖는 절삭 공구 및 중간층이 없는 절삭 공구의 기재를 향하는 측부상의 기능성층의 XPS 스펙트럼들은, 본 발명에 따른 중간층을 갖는 절삭 공구의 기능성층이 본 발명에 따른 중간층이 없는 절삭 공구보다 경계에서 더 높은 크롬의 금속 비율을 나타낸다는 점을 나타낸다. 이미 언급된 바와 같이, 발명자들은, 기능성층의 향상된 결합이 입방형 중간층과 삼방형 기능성층 사이의 더 높은 금속 결합 비율을 갖는 전이 구역의 형성 때문인 것으로 추측한다.

## 도면

### 도면1





도면2

