



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2007년09월05일  
 (11) 등록번호 10-0755771  
 (24) 등록일자 2007년08월30일

(51) Int. Cl.

*B23B 27/14*(2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0026495  
 (22) 출원일자 2006년03월23일  
 심사청구일자 2006년04월03일  
 (65) 공개번호 10-2006-0103177  
 공개일자 2006년09월28일  
 (30) 우선권주장  
 0500648-1 2005년03월23일 스웨덴(SE)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 US04844951 A1  
 전체 청구항 수 : 총 17 항

(73) 특허권자  
 산드빅 인터렉츄얼 프로퍼티 에이비  
 스웨덴 에스-811 81 산드비켄  
 (72) 발명자  
 베르만데르 칼  
 스웨덴 에스-174 56 슌드뷔베리 스크바르드룬스바  
 켄 81  
 로드마르 마르쿠스  
 스웨덴 에스-186 35 발렌투나 쇠름란스베엔 26  
 (74) 대리인  
 특허법인코리아나

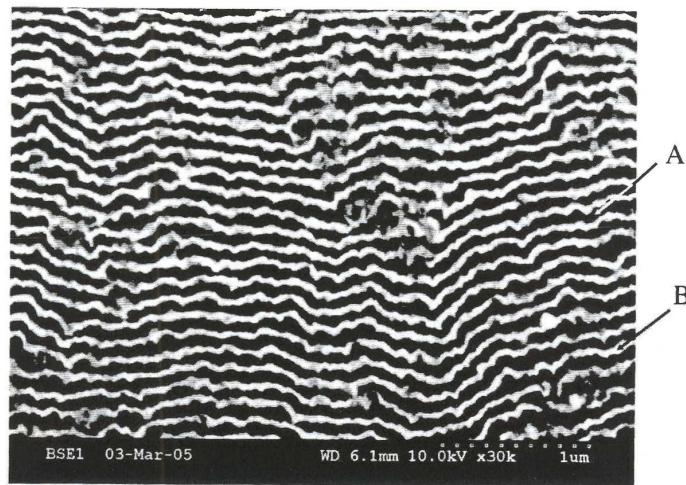
심사관 : 홍근조

**(54) 코팅된 절삭 공구 인서트**

**(57) 요약**

본 발명은, 저탄소강 및 스테인레스강의 기계가공에 사용될 때 플랭크 및 크레이터 마멸에 대한 우수한 저항성 뿐만 아니라 소성변형에 대한 특히 높은 저항성 및 박리에 대한 높은 저항성을 나타내는 금속 산화물 다층을 포함하는 코팅이 있는 금속 절삭 공구 인서트에 관한 것이다. 본 발명은 또한 그와 같은 절삭 공구를 만드는 방법에 관한 것이다.

**대표도** - 도1



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

경사면 및 이 경사면과 교차하여 절삭날을 규정하는 적어도 하나의 여유면을 가지며, 초경합금, 티타늄계 탄질 화물 또는 세라믹으로 만들어지며, 다층구조 MX+NX+MX+NX...를 포함하는 경질 코팅으로 코팅되고, 교대로 위치 하는 MX 층과 NX 층은 금속산화물을 포함하며, 여기서 금속원소 M 및 N 은 알루미늄, 지르코늄, 티타늄, 하프늄 및 크롬 중에서 선택되는 절삭 공구 인서트에 있어서,

상기 다층의 반복 간격은 20 nm 이상이면서 200 nm 미만인 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 다층의 반복 간격은 190 nm 미만인 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

**청구항 3**

제 2 항에 있어서,

상기 다층의 반복 간격은 175 nm 미만인 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서, 상기 MX 및 NX 층의 두께는 10 < 100 nm이고, 상기 다층의 총 두께는 0.1 ~ 20 μm인 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

**청구항 5**

제 4 항에 있어서,

상기 MX 및 NX 층의 두께는 10 ~ 90 nm 인 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

**청구항 6**

제 5 항에 있어서,

상기 다층의 총 두께는 0.1 ~ 12 μm인 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

**청구항 7**

제 1 항 또는 제 4 항에 있어서, 상기 MX 층은 산화알루미늄이고, 상기 NX 층은 10 부피% 보다 적은 단사정계 산화지르코늄을 가지면서 기본적으로 정방정계 구조인 산화지르코늄인 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

**청구항 8**

제 1 항 또는 제 4 항에 있어서, 상기 MX 층은 산화알루미늄이고, 상기 NX 층은 약 40 ~ 60 부피% 의 단사정계 산화지르코늄을 가지면서 단사정계와 정방정계의 혼합된 구조인 산화지르코늄인 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

**청구항 9**

제 1 항 또는 제 4 항에 있어서, 상기 MX 층은 산화알루미늄이고, 상기 NX 층은 산화티타늄인 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

**청구항 10**

제 1 항 또는 제 4 항에 있어서, 상기 다층은 0.5 ~ 40 μm 두께를 갖는 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 층에 증착되는 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

**청구항 11**

제 1 항 또는 제 4 항에 있어서, 상기 다층은 CIE 표준 색 차트에서  $x = 0.2 \pm 0.1$ ,  $y = 0.2 \pm 0.1$  인 색 좌표에 의해 묘사되는 파란색을 갖는 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

**청구항 12**

제 1 항 또는 제 4 항에 있어서, 상기 여유면에서,  $TiC_xN_yO_z(x+y+z = 1, x \geq 0, y \geq 0, \text{ 및 } z \geq 0)$ , 또는  $ZrC_xN_y(x+y = 1, x \geq 0, \text{ 및 } y \geq 0)$ 으로 된 최외곽층, 바람직하게는 TiN, ZrN,  $TiC_xN_y(x+y = 1, x \geq 0, \text{ 및 } y \geq 0)$ , 및 TiC 중 적어도 하나로 된 층을 갖고, 상기 다층은 경사면에서의 최외곽층인 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트.

**청구항 13**

절삭 공구 인서트를 제조하는 방법으로서,

상부면 및 이 상부면과 교차하여 절삭날을 규정하는 적어도 하나의 여유면을 가지며, 초경합금, 티타늄계 탄질 화물 또는 세라믹으로 만들어진 기재를  $MX + NX + MX + NX \dots$ 의 다층구조를 포함하는 경질 코팅으로 코팅하는 것을 포함하고, 교대로 위치하는 MX 및 NX 층은 금속산화물을 포함하며, 여기서 금속원소 M 및 N은 알루미늄, 지르코늄, 티타늄, 하프늄, 및 크롬 중에서 선택되고, 상기 다층의 반복 두께는 20 nm 이상이면서 200 nm 보다는 작고, 상기 코팅은 코팅될 기재를 950 ~ 1050 °C 의 온도로 유지시키고 상기 기재를 일종 이상의 금속 할라이드와 '수소화제 또는 산화제 중의 적어도 하나'를 포함하는 수소 캐리어 가스와 접촉시키고 금속산화물의 핵 생성 전의 CVD 반응기 분위기의 산화 포텐셜을 5 ppm 이하의 농도인 수증기, H<sub>2</sub>O 또는 다른 산화종으로 낮은 수준으로 유지시키는 CVD 법에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트의 제조방법.

**청구항 14**

제 13 항에 있어서, 코팅의 반복 주기는 HCl 및 CO<sub>2</sub> 가 Ar 또는 H<sub>2</sub> 또는 'Ar 및 H<sub>2</sub>' 분위기의 반응기에 우선 투입되고 다음에 대응하는 금속 할라이드가 들어가도록 반응 가스를 도입하여 이루어지는 한 금속산화물의 핵생성으로 시작되고, 반응기에서 금속 할라이드를 비우기 위해 금속 할라이드의 공급을 중단한 후에, 다른 금속산화물에 대해서도 상기 절차를 반복하여 다층의 한 주기를 완료하며, 두 금속산화물의 증착의 전환단계에서 대응 금속 할라이드의 혼합이 일어나지 않는 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트의 제조방법.

**청구항 15**

제 14 항에 있어서, 금속 할라이드는 AlCl<sub>3</sub> 및 ZnCl<sub>4</sub> 이고, 이리하여 α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 금속산화물 층 및 정방정계와 단사정계가 혼합된 구조인 ZrO<sub>2</sub> 금속산화물 층이 교대로 증착되는 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트의 제조방법.

**청구항 16**

제 13 항에 있어서, 코팅 반복 주기 전체에 걸쳐, 반응기는 반응 가스 HCl, CO<sub>2</sub> 및 황촉매가 있는 Ar 또는 H<sub>2</sub> 또는 'Ar 및 H<sub>2</sub>' 분위기를 포함하고, 서로 다른 두 금속 할라이드를 그 반응기 안에 번갈아가며 투입하여 대응하는 금속산화물 층을 핵생성 및 성장시키고, 서로 다른 두 금속산화물의 증착의 적어도 전환단계에서는, 대응하는 금속 할라이드의 혼합이 일어나는 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트의 제조방법.

**청구항 17**

제 16 항에 있어서, 금속 할라이드가 AlCl<sub>3</sub> 및 ZnCl<sub>4</sub> 이고, 이리하여 α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 금속산화물 층 및 기본적으로 정방정계 구조를 갖는 ZrO<sub>2</sub> 금속산화물 층이 교대로 증착되는 것을 특징으로 하는 절삭 공구 인서트의 제조방법.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

- <2> 본 발명은 박리(flaking) 및 소성변형에 대한 향상된 저항성을 갖는 다층 금속산화물로 코팅되어 특히 선삭, 밀링, 또는 유사한 칩 형성 기계가공법에 의해 강을 기계가공하기에 적합한 절삭 공구 인서트 및 그 제조방법에 관한 것이다.
- <3> 초경합금 절삭 공구 인서트가 금속의 기계가공에 사용될 때, 인서트는 절삭날의 마찰 및 화학적 마멸, 칩핑(chipping), 및 파쇄와 같은 여러 기구들에 의해 마멸된다. 상술한 마모 기구에 이외에 응착마멸(adhesive wear) 및 그에 따른 코팅의 박리가 또한 일어날 수 있기 때문에 어떤 금속은 다른 것들보다 기계가공 하기가 더 어렵다. 그와 같은 금속의 예로는 스테인레스강과 저탄소강이 있다. 절삭 작업 중 끈끈한 재료가 절삭날의 재료에 연속적으로 붙어 떼어낼 때 응착마멸이 일어나고, 이 결과 공구의 수명이 단축된다. 또한, 고 절삭속도로 절삭될 때, 절삭날에 전달되는 열에너지는 상당하고 인서트 날은 부분적으로 또는 전체적으로 소성 변형된다. 절삭날 악화의 이러한 형태는 소성변형 마멸로 알려져 있다.
- <4> 기재에 번갈아 적층된 서로 다른 재료의 제 1 및 제 2 층을 포함하는 다층 코팅에 있어서, 제 1 코팅층 각각은 제 1 두께를 갖고 제 2 코팅층 각각은 제 2 두께를 갖는 것은 본 기술분야에서 공지되어 있다. 두 층은 바람직하게 서로 다른 결정구조 및/또는 적어도 서로 다른 결정격자 간격을 가져야 한다. 그와 같은 구조에 대한 한 예는 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 성장이 짧은 TiN 증착 공정에 의해 주기적으로 중단될 때 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + TiN)<sub>x</sub> 다층구조를 만드는 것이다(Proceedings of the 12th European CVD Conference page pr. 8-349 참조). GB 2048960A 는 서로 다른 조성의 경질재료로 이루어진 0.02 ~ 0.1 μm 의 교대 다층을 갖는 다층 코팅을 개시한다.
- <5> 미국특허 제 5,827,570 호는 산화알루미늄, 산화이트륨 또는 산화지르코늄을 포함하는 연속적인 금속산화물 상 및 산화알루미늄, 산화이트륨 또는 산화지르코늄의 분리되고 분산된 제 2 상을 포함하는 불연속 금속산화물 상을 포함하는 도핑된 2 상 금속산화물 층을 갖는 내마모 복합 세라믹 코팅이 있는 초경 또는 세라믹 기재를 개시한다.
- <6> 미국특허 제 4,749,629 에서, ZrO<sub>2</sub> 의 집합체는 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub> 및 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 와 같은 서로 다른 엇갈리는 산화물로 구성되어 총 두께 0.3 ~ 20 μm 로 적층된 산화물 코팅에 의해 이루어지고, 각 산화물 층은 0.1 ~ 3 μm 내의 두께이다.
- <7> 기계가공된 부품의 높은 표면 마무리에 대한 요청은 깨끗하고 부드러운 날 선이 있는 인서트가 거의 마멸되지 않고 사용될 수 있도록 한다. 작업자가 맨눈으로 사용된 절삭날과 사용되지 않은 것을 구분하기는("사용된 날 구분") 점점 더 어렵게 된다. 만일 상층이 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 이어서 어두운 회색 또는 검은색을 나타낸다면, 이러한 구분은 특히 어렵다. 실수로, 예를 들어 야간 무인 작업 중에 사용된 인서트 날은 부품의 폐기 또는 바라지 않은 생산의 중단까지도 일으킬 수 있다. 만일 인서트가 TiC<sub>x</sub>N<sub>y</sub>O<sub>z</sub> 의 상층을 갖는다면, 특히 상층이 금속의 TiN 층이라면 날 구분은 더 쉽게 이루어질 수 있다.
- <8> EP-B-693574 는 확산형 마멸을 견디는 능력 때문에 경사면과 절삭날 선에 최외곽 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 층을 갖는 절삭 공구 인서트를 개시한다. 여유면은 MeC<sub>x</sub>N<sub>y</sub>O<sub>z</sub> 형 층을 갖는데, 여기서 Me 는 주기율표상의 IVB, VB, VIB 족에서 선택되는 금속(더 자세히 표시하면 TiC<sub>x</sub>N<sub>y</sub>O<sub>z</sub> )으로, "사용된 날 구분"의 가능성과 박리마멸에 대한 높은 저항성 때문이다. 이는 날 선만으로부터 또는 경사면과 날 선 모두로부터 TiC<sub>x</sub>N<sub>y</sub>O<sub>z</sub> 층을 기계적으로 제거하여 얻어진다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

- <9> 본 발명의 목적은 다음과 같은 특성이 개선된 공구 인서트를 제공하는 것이다.
- <10> - 절삭날에서 초경합금의 소성변형에 대한 저항성
- <11> - 확산형 크레이터 마멸(crater wear)에 대한 저항성
- <12> - 향상된 내박리성 및 밀링 가공시 빗살형 균열(comb crack)의 양 감소
- <13> - 색으로 등급을 구별할 수 있도록 공구 인서트에 색을 부여할 수 있을 것.

**발명의 구성 및 작용**

- <14> 놀랍게도 100 nm 보다 작은 두께인 복수의  $ZrO_2$  및  $Al_2O_3$  층을 갖는 코팅이 있는 절삭 공구 인서트는 상기의 요건을 모두 만족시킨다는 것을 알게 되었다.  $Ti(C,N) + \alpha-Al_2O_3$  코팅에서는 열적균열(thermal crack)이 일반적으로 존재하지만, 다층코팅 또는 아래의  $Ti(C,N)$  층에서는 예기치 않게도 열적균열이 발견되지 않는다. 본 발명에 따른 다층코팅을 갖는 인서트는 보는 각도에 관계없이 균일한 파란색을 갖는다는 것을 또한 알게 되었다.
- <15> 본 발명에 따른 공구 인서트는, 상부면, 하부면 및 그 상부 및 하부면과 교차하여 절삭날을 규정하는 적어도 하나의 여유면을 갖는 일반적으로 다각형 또는 둥근 형상의 기재를 포함하고, 초경합금, 티타늄계 탄질화물 또는 세라믹으로 만들어지며, 상기 인서트 위에는 다층코팅이 증착된다. 또한, 상기 기재는 공지의 기술에 따라 마이크로미터 범위의 두께를 갖는  $TiN$ ,  $TiC$ ,  $TiC_xN_y$  (여기서  $x+y=1$ ,  $x>0$  그리고  $y>0$ ), 또는  $TiAlN$  중 적어도 하나의 얇은 층으로 예비코팅 될 수 있다. 본 발명에 따른 코팅된 절삭 공구 인서트는 강 또는 주철 및 특히 스테인레스강을 기계가공하기 위해 사용될 때 공지 기술의 공구 인서트와 비교하여 향상된 내마멸성 및 인성을 나타낸다. 기재에 결합되는 상기 코팅은 0.1 ~ 20  $\mu m$ , 바람직하게 0.1 ~ 12  $\mu m$  두께의 다층구조(MX+NX+MX+NX...)로 되어있다. 교대로 위치하는 MX 및 NX 층은 금속산화물을 포함하며, 금속원소 M 및 N 은 알루미늄, 지르코늄, 티타늄, 하프늄 및 크롬 중에서, 바람직하게는 알루미늄, 지르코늄, 및 티타늄 중에서 선택된다. MX 및 NX 층은 바람직하게는 10 ~ 150 nm, 가장 바람직하게는 20 ~ 150 nm 의 평균입도와 10 ~ 100 nm, 바람직하게는 10 ~ 90 nm 의 두께를 갖는다. 층 두께는 주사전자현미경 사진에서 적어도 10 개의 임의의 MX 및 NX 층의 측정값의 평균으로 결정된다. 평균입도는 평균 층 두께를 초과할 수 있다. 그와 같은 경우에, 입자(grain)는 기재 표면에 수직인 방향에서 보다 기재 표면에 평행한 방향에서 더 크다. 반복 두께는 20 nm 이상이고 200 nm 미만, 바람직하게는 190 nm 미만, 가장 바람직하게는 175 nm 미만의 두께를 갖는다. 여기서 "반복 두께"는 서로 다른 금속원소를 갖는 두 인접한 층의 두께를 뜻한다. 총 코팅 두께는 2  $\mu m$  보다 크고, 바람직하게는 5  $\mu m$  보다 크고, 가장 바람직하게는 7  $\mu m$  보다 크되, 50  $\mu m$  보다는 작고, 바람직하게는 15  $\mu m$  보다 작고, 가장 바람직하게는 10  $\mu m$  보다 작아야 한다.
- <16> 바람직하게, 상기 다층은 CIE 표준 색 차트에서  $x = 0.2 \pm 0.1$ ,  $y = 0.2 \pm 0.1$  인 색 좌표에 의해 규정되는 파란색을 갖는다.
- <17> 일 실시예에서, 반복 두께는 전체 다층구조에 걸쳐 기본적으로 일정하다.
- <18> 다른 실시예에서, 연속되는 개별적 MX 및 NX 층은 전체 다층구조에 걸쳐 기본적으로 비주기적인 두께를 갖는다. 개별적 층 두께는 상술한 바와 같다. 하나의 개별적 층의 두께는 바로 밑에 있는 개별적 층의 두께에 좌우되지 않으며, 또는 그 위의 개별적 층과 어떠한 관계도 갖지 않는다. 따라서, 비주기적 코팅구조의 경우에는, 구조자체가 반복하는 두께를 의미하는 반복 두께가 없게 된다.
- <19> 일 실시예에서, MX 는  $\alpha-Al_2O_3$  이고 NX 는  $TiO_z$  (여기서,  $1.2 \leq z \leq 2$ , 바람직하게는  $1.5 \leq z \leq 2$ ) 이다. 바람직하게  $Al_2O_3$  층의 두께는  $TiO_z$  의 두께 이상이고, 더 바람직하게는  $Al_2O_3$  층 두께는  $TiO_z$  두께의 1.2 ~ 1.5 배이고, 가장 바람직하게는  $TiO_z$  두께의 약 1.4 배이다.
- <20> 일 실시예에서, MX 는  $\alpha-Al_2O_3$  이고 NX 는  $ZrO_2$  이며, 이  $ZrO_2$  는 XRD 에 의해 결정했을 때 단사정계(monoclinic)  $ZrO_2$  를 10 부피% 보다 작게 갖는 기본적으로 순수한 정방정계(tetragonal) 구조를 갖는다. 바람직하게  $Al_2O_3$  층의 두께는  $ZrO_2$  의 두께 이상이고, 더 바람직하게는  $Al_2O_3$  층 두께는  $ZrO_2$  층 두께의 1.1 ~ 1.4 배이며, 가장 바람직하게는  $ZrO_2$  층 두께의 약 1.2 배이다.
- <21> 일 실시예에서, MX 는  $\alpha-Al_2O_3$  이고 NX 는  $ZrO_2$  이며, 이  $ZrO_2$  는 XRD 에 의해 결정했을 때 약 40 ~ 60 부피% 의 단사정계  $ZrO_2$  를 갖는 단사정계 및 정방정계가 혼합된 구조를 갖는다. 바람직하게  $Al_2O_3$  층의 두께는  $ZrO_2$  층의 두께 이상이고, 더 바람직하게는  $Al_2O_3$  층 두께는  $ZrO_2$  층 두께의 1.1 ~ 1.4 배이며, 가장 바람직하게는  $ZrO_2$  층 두께의 약 1.2 배이다.
- <22> 일 실시예에서,  $\alpha-Al_2O_3$  는 집합조직 상수  $TC(hk1)$  가 1.5 보다 큰, 바람직하게는 3 보다 큰, (300) 방향의 집

합조직을 갖는데, TC(hkl) 은 다음과 같이 정의된다.

$$TC(hkl) = \frac{I(hkl)}{I_o(hkl)} \left\{ \frac{1}{n} \sum \frac{I(hkl)}{I_o(hkl)} \right\}^{-1}$$

- <23>
- <24> 여기서 I(hkl) = (hkl) 반사강도,
- <25>  $I_o(hkl)$  = PDF 카드 no. 10-173 에 따른 기준강도,
- <26> n = 계산에 사용된 반사 수이고,
- <27> 사용된 (hkl) 반사는 (012), (104), (110), (113), (024), (116), (124), (030) 이다.
- <28> 다른 실시예에서,  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 는 상술한 정의에 따른 집합조직 상수 TC(hkl) 가 1.5 보다 큰, 바람직하게는 2 보다 큰, (104) 방향의 집합조직을 갖는다.
- <29> 일 실시예에서, 다층은 코팅의 최외곽층이 된다.
- <30> 다른 실시예에서, 다층은 절삭날 선을 따른, 또는 절삭날 선 및 경사면 모두를 따른 코팅의 최외곽층이 된다. 여유면에서는, 최외곽층은 바람직하게 TiC<sub>x</sub>N<sub>y</sub>O<sub>z</sub> 층(x+y+z = 1, x ≥ 0, y ≥ 0, 및 z ≥ 0), 또는 ZrC<sub>x</sub>N<sub>y</sub> 층(x+y = 1, x ≥ 0, 및 y ≥ 0)이고, 가장 바람직하게는 TiN, ZrN, TiC<sub>x</sub>N<sub>y</sub> (x+y = 1, x ≥ 0, 및 y ≥ 0), 및 TiC 중 적어도 하나로 된 층이다.
- <31> 또 다른 실시예에서, 다층은 0.5 ~ 40 μm 두께의 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 층에 적용된다.
- <32> 본 발명은 또한 상술한 인서트를 만드는 방법에 관한 것으로, 직접적으로 기재 위에 또는 이미 그 기재에 증착된 예를 들어 알루미늄, 티타늄 탄화물, 티타늄 탄질화물 등과 같은 공지의 다른 내산화물, 탄화물, 및/또는 질화물 층 위에 증착되는 적어도 하나의 내화 다층으로, 초경합금, 티타늄계 탄질화물 또는 세라믹으로 된 기재를 코팅하는 것을 포함한다. 상기 다층은 교대로 위치하는 금속산화물 층을 포함하고, 금속산화물 층은 알루미늄, 지르코늄, 티타늄, 하프늄, 및 크롬 중에서 선택되는, 바람직하게 알루미늄, 지르코늄, 및 티타늄 중에서 선택되는 금속원소를 갖고, 상기 다층은 CVD(화학기상증착법)에 의해 증착되며, 이때 코팅되는 기재는 950 ~ 1050 °C 로 유지되고, 일종 이상의 금속 할라이드와 수소화 및/또는 산화제를 포함하는 수소 캐리어 가스와 접촉하게 된다. 향상된 증착 속도를 얻기 위해 황 촉매가 이러한 가스 혼합물에 또한 첨가될 수 있다. 상술한 금속산화물의 핵생성에 앞서 CVD 반응기 분위기의 산화 포텐셜은 5 ppm 이하의 농도인 수증기 (H<sub>2</sub>O) 또는 CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> 등과 같은 다른 산화종으로 낮은 수준 유지된다.
- <33> 다층에는 예를 들어 탄화티타늄, 질화티타늄 등과 같은 공지의 외곽 내화 층이 제공될 수 있다.
- <34> 다층의 특징은 두 개의 서로 다른 금속산화물을 포함하는 주기에 있다.
- <35> 일 실시예에서, 이 주기는 HCl 및 CO<sub>2</sub> 가 Ar 및/또는 H<sub>2</sub> 분위기의 반응기에 우선 주입되고 다음에 대응하는 금속 할라이드가 들어가도록 반응 가스를 도입하여 이루어지는 한 금속산화물의 핵생성으로 시작된다. 금속산화물의 핵생성이 일어나면, 황촉매, 바람직하게 H<sub>2</sub>S 가 향상된 증착 속도를 얻기 위해 반응 가스 혼합물에 첨가될 수 있다. 이 후, 금속 할라이드의 공급이 중단되어 반응기에서 금속 할라이드를 비우도록 한다. 그런 다음 다른 금속산화물에 대해서도 상술한 절차가 반복되어 다층의 한 주기가 완료된다. 여기서 두 금속산화물의 증착의 전환단계에 있어서, 대응하는 금속 할라이드의 혼합이 일어나지 않는다.
- <36> 두번째 실시예에서, 주기 전체에 걸쳐 반응기는 반응 가스 HCl, CO<sub>2</sub> 및 황촉매(바람직하게는 H<sub>2</sub>S)가 있는 Ar 및/또는 H<sub>2</sub> 분위기를 포함하고, 또한 서로 다른 두 금속 할라이드가 반응기에 교대로 들어가서 대응하는 금속산화물 층의 핵생성 및 성장이 일어난다. 따라서, 서로 다른 두 금속산화물의 증착의 적어도 전환단계에서는, 대응하는 금속 할라이드의 혼합이 일어난다.
- <37> 예시적 실시예에서, 금속 할라이드는 AlCl<sub>3</sub> 및 ZnCl<sub>4</sub> 이고, 두 금속산화물 층의 증착의 전환단계에서, 대응하는

할라이드의 혼합이 일어난다. 교대로 증착된 금속산화물 층은  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  및  $\text{ZrO}_2$  이고,  $\text{ZrO}_2$  는 기본적으로 정방정계 구조를 갖는다.

<38> 다른 예시적 실시예에서, 금속 할라이드는  $\text{AlCl}_3$  및  $\text{ZnCl}_4$  이고, 두 금속산화물 층의 증착의 전환단계에서, 대응하는 할라이드의 혼합은 일어나지 않는다. 교대로 증착된 금속산화물 층은  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  및  $\text{ZrO}_2$  이고,  $\text{ZrO}_2$  는 정방정계와 단사정계가 혼합된 구조를 갖는다.

<39> 다른 예시적 실시예에 있어서, 금속 할라이드는  $\text{AlCl}_3$  및  $\text{ZnCl}_4$  이고, 증착된 금속산화물층은  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  및  $\text{TiO}_2(1.2 \leq z \leq 2)$  이다

<40> 일 실시예에서, 코팅에 브러싱, 연마 또는 블라스팅과 같은 후처리를 수행하여 절삭날 선에 있는 또는 절삭날 선 및 절삭 인서트의 경사면 모두에 있는 최외곽 층을 부분적으로 또는 완전히 제거할 수 있다.

<41> 예 1 (본 발명)

<42> Co 7.5 중량%, 입방정 탄화물( $\text{TiC}+\text{TaC}+\text{NbC}$ ) 5.3 중량%, 및 나머지 WC 의 기재 조성을 갖고, 입방정 탄화물이 없는 25  $\mu\text{m}$  두께의 표면 구역을 갖는 초경합금 절삭 인서트 CNMG 120408-PM 가 다음과 같은 순서에 따라 CVD 법으로 코팅되었다. : 0.7  $\mu\text{m}$  TiN, 5.0  $\mu\text{m}$  Ti(C,N), 6.5  $\mu\text{m}$  의 반복되는 ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2$ )\*N 다층 (N=43), 다층에서 각 반복 두께는 150 nm 였고,  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  의 두께는 85 nm 였으며,  $\text{ZrO}_2$  의 두께는 65 nm 였다. 더 정확하게, 반복되는 ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2$ )\*N 다층의 공정 파라미터는 다음 표에 정리되어 있다.

**【표 1】**

가스흐름 (부피 %) T=1010 °C, P=55 mbar.	( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3+\text{ZrO}_2$ )*N	
	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\text{ZrO}_2$
$\text{H}_2$	87.5	87.2
HCl	5.5	6.5
$\text{CO}_2$	4.4	5.2
$\text{H}_2\text{S}$	0.33	0.39
$\text{AlCl}_3$	2.2	NA
$\text{ZrCl}_4$	NA	0.65
증착속도 ( $\mu\text{m}/\text{hrs}$ )	1.1	1.1

<43>

<44> 반응기에  $\text{ZrCl}_4$  가 주입되기 전에  $\text{AlCl}_3$  가 비워지게 되고(그 반대도 마찬가지), 따라서 전환 영역에서  $\text{AlCl}_3$  와  $\text{ZrCl}_4$  의 중첩, 즉 그와 같은 염화물의 혼합이 일어나지 않는다.

<45> SEM 현미경사진은 개별적  $\text{Al}_2\text{O}_3$  와  $\text{ZrO}_2$  층이 매우 미세한 입자로 되어있고 서로 다른 두 산화물 층 사이의 전환단계는 날카로운 것을 보여준다.

<46>  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  는 집합조직을 갖지 않고  $\text{ZrO}_2$  은 약 50 부피%의 단사정계 상을 갖는 정방정계 및 단사정계 상의 혼합물임이 XRD 에 의해 나타났다.

<47> 결과적인 다층은 파란색을 갖는다. CIE 색채 시스템의 색 좌표인 x 및 y 값은 다음과 같이 설정된 Perkin Elmer Lambda 900 Spectrophotometer 를 이용하여 코팅된 기재에서 측정되었다.

<48> 통합 구체 : 스펙트라론(spectralon) 재료에 의해 덮혀 있음

<49> 스펙트럼 분해능 : < 5nm

<50> 발광체 : D65

<51> 입사각(표준 대비) : 5 ~ 8 도

<52> 검출 : 반구형

<53> 표시 : 전체 및 확산 반사율

- <54> CIE 색채 시스템의 다음과 같은 좌표가 얻어졌다 :  $x = 0.266$ ,  $y = 0.257$
- <55> 코팅된 인서트는  $Al_2O_3$  그릿(grit)을 이용하여 2.2 bar 의 압력으로 블라스팅 후처리 되었다.
- <56> 예 2 (본 발명)
- <57>  $0.7 \mu m$  TiN의 부가적 상층이 있는 것을 제외하고는 예 1 에서와 동일하게 샘플이 준비되었다. 코팅된 인서트는  $Al_2O_3$  그릿을 이용하여 2.2 bar 의 압력으로 블라스팅함에 의해 후처리 되었고, 여기서 TiN 상층은 전체 경사면에서뿐만 아니라 날 선을 따라 제거되어 과란색의 반복되는 ( $\alpha-Al_2O_3 + ZrO_2$ )\*N 다층을 드러내었다.
- <58> 예 3 (본 발명)
- <59> 예 1 에서와 동일한 종류 및 조성의 초경합금 절삭 인서트를 다음과 같은 순서에 따라 CVD 법으로 코팅하였다.:  $0.7 \mu m$  TiN,  $5.0 \mu m$  Ti(C,N),  $6.0 \mu m$  의 반복되는 ( $\alpha-Al_2O_3 + ZrO_2$ )\*N 다층 (N=200), 다층에서 각 반복 두께는 30 nm 였고,  $\alpha-Al_2O_3$  층의 두께는 20 nm 였으며,  $ZrO_2$  층의 두께는 10 nm 였다. 더 정확하게, 반복되는 ( $\alpha-Al_2O_3 + ZrO_2$ )\*N 다층의 공정 파라미터는 다음 표 2 에 정리되어 있다.

**【표 2】**

가스흐름 (부피 %) T=1010 °C, P=55 mbar.	( $\alpha-Al_2O_3+ZrO_2$ )*N	
	$\alpha-Al_2O_3$	$ZrO_2$
H <sub>2</sub>	87.5	87.2
HCl	5.5	6.5
CO <sub>2</sub>	4.4	5.2
H <sub>2</sub> S	0.33	0.39
AlCl <sub>3</sub>	2.2	NA
ZrCl <sub>4</sub>	NA	0.65
증착속도 ( $\mu m/hr$ s)	0.8	0.8

- <60>
- <61> 전환시에 AlCl<sub>3</sub> 가 흘러들어오면 ZrCl<sub>4</sub> 가 흘러나가게 되어(그 반대로 마찬가지로) 어느 정도까지 전환영역에서 AlCl<sub>3</sub> 와 ZrCl<sub>4</sub> 의 증착, 즉 반응기에서 혼합이 있었다.
- <62> SEM 현미경사진은 개별적  $Al_2O_3$  와  $ZrO_2$  층이 매우 미세한 입자로 되어있는 것을 보여주었다.
- <63>  $\alpha-Al_2O_3$  는 TC(300) 값이 4.31 인 강한 (300) 집합조직을 갖고,  $ZrO_2$  는 정방정계 상만으로 되어 있음이 XRD 에 의해 나타났다.
- <64> 코팅된 인서트는  $Al_2O_3$  그릿을 이용하여 2.2 bar 의 압력으로 블라스팅 후처리 되었다.
- <65> 예 4 (종래기술)
- <66> 예 1 에서와 동일한 종류 및 조성의 초경합금 인서트가 다음과 같은 순서에 따라 CVD 법으로 코팅되었다.:  $0.7 \mu m$  TiN,  $5.0 \mu m$  Ti(C,N),  $6.5 \mu m$   $\alpha-Al_2O_3$  .  $\alpha-Al_2O_3$  층은 EP-A-603144 에 따라 미세한 입자인  $\alpha-Al_2O_3$  을 제공하는 방법으로 증착되었다. 다른 층들은 종래기술에 따라 증착되었다. 코팅된 인서트는  $Al_2O_3$  그릿을 이용하여 2.2 bar 의 압력으로 블라스팅 후처리 되었다.
- <67> 예 5
- <68> 예 1, 2, 및 4 로부터의 인서트를 선삭 작업에서의 소성변형에 관하여 평가하였다.
- <69> 작업 : 700×180 mm 막대를 길이방향 선삭함
- <70> 작업물 재질 : 경화 및 뜨임된 저탄소강, SS2541
- <71> 절삭 속도 : 100 ~ 180 m/min

- <72> 이송량 : 0.7 mm/rev
- <73> 절삭 깊이 : 2.0 mm
- <74> 인서트 종류 : CNMG 120408-PM
- <75> 비고 : 건식 기계가공

**【표 3】**

예	산화물 코팅의 종류	주어진 절삭 속도에서 날 함몰량 (μm)		
		120 (m/min)	150 (m/min)	180 (m/min)
1 (본 발명)	$\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +ZrO <sub>2</sub> 다층	29	55	80
2 (본 발명)	$\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +ZrO <sub>2</sub> 다층 및 TiN	30	56	81
4 (종래기술)	$\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	41	68	96

- <76>
- <77> 이 예는 다층코팅이 이러한 작업에서 종래기술에 따른 코팅과 비교하여 소성변형 저항성을 증가시킴을 보여준다.

<78> 예 6

- <79> 예 1, 2, 및 4 로부터의 인서트를 선삭 작업에서의 소성변형에 관하여 평가하였다.

<80> 작업 : 정면가공

<81> 작업물 재질 : 경화 및 뜨임된 저탄소강, SS2541

<82> 절삭 속도 : 200 m/min

<83> 이송량 : 0.35 mm/rev

<84> 절삭 깊이 : 2.0 mm

<85> 인서트 종류 : CNMG 120408-PM

<86> 비고 : 건식 기계가공

- <87> 이러한 시험에서 공구 인서트의 수명 기준은 절삭날의 최대 플랭크 마멸(flank wear)이 0.5 mm 인 것으로 하였다.

**【표 4】**

예	산화물 코팅의 종류	패스의 횟수
1 (본 발명)	$\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +ZrO <sub>2</sub> 다층	40
2 (본 발명)	$\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +ZrO <sub>2</sub> 다층 및 TiN	41
4 (종래기술)	$\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32

- <88>
- <89> 이 예는 종래기술에 따른 코팅과 비교하여 향상된 소성변형 저항성을 보여준다.

- <90> 예 7
- <91> 예 3 및 4 로부터의 인서트를 선삭 작업에서 경사면 박리에 대하여 평가하였다.
- <92> 작업 : 정면가공
- <93> 작업물 재질 : 구상흑연주철, SS0717
- <94> 절삭 속도 : 160 m/min
- <95> 이송량 : 0.10 mm/rev
- <96> 절삭 깊이 : 2.0 mm
- <97> 인서트 종류 : CNMG 120408-PM
- <98> 비교 : 건식 기계가공
- <99> 박리된 면적은 칩이 인서트와 접촉하는 총 절삭 면적에 대한 백분율로서 측정되었다.

**【표 5】**

예	산화물 코팅의 종류	산화물 상층의 박리량 (%)	기재까지 전체 코팅의 박리량 (%)
1 (본 발명)	$\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +ZrO <sub>2</sub> 다층	3	1
2 (본 발명)	$\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +ZrO <sub>2</sub> 다층 및 TiN	4	1
3 (본 발명)	$\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +ZrO <sub>2</sub> 다층	0	0
4 (종래기술)	$\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8	3

- <100>
- <101> 예 8
- <102> Co 12.6 중량%, 입방정 탄화물(TaC+NbC) 1.57 중량%, 및 나머지 WC 인 조성을 갖는 초경합금 절삭 인서트 R390-11T308M-PM (P-Milling) 가 다음과 같은 순서에 따라 CVD 법으로 코팅되었다.: 0.7  $\mu$ m TiN, 2.8  $\mu$ m Ti(C,N), 3.2  $\mu$ m 의 반복되는 ( $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + ZrO<sub>2</sub>)\*N 다층 (N = 24, 각 반복 두께는 128 nm), 그리고 0.7  $\mu$ m TiN.
- <103>  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 ZrO<sub>2</sub> 층은 상술한 예 1 에서 설명된 바와 같이 증착되었다.
- <104> 인서트는 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 그릿을 이용하여 2.2 bar 의 압력으로 블라스팅 후처리 되어, TiN 상층은 전체 경사면에서만 아니라 날 선을 따라 제거되었다.
- <105> 예 9 (예 8 에 대한 비교예)
- <106> 3.2  $\mu$ m 의 반복되는 ( $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + ZrO<sub>2</sub>)\*N 다층 대신에 3.2  $\mu$ m 의  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 가 증착되는 것을 제외하고는 예 8 에 서와 동일하게 샘플이 준비되었다.
- <107> 예 10
- <108> 예 8 및 9 로부터의 인서트를 밀링 작업에서 빗살형 균열의 외관에 대하여 평가하였다.
- <109> 작업 : 견부(shoulder) 밀링
- <110> 작업물 재질 : 경화된 저탄소강, SS2244

- <111> 절삭 속도 : 200 m/min
- <112> 날당 이송(Feed per tooth) 0.21 mm
- <113> 축방향 절삭 깊이 3.0 mm
- <114> 반경방향 절삭 깊이 7.0 mm
- <115> 절삭 직경 80 mm
- <116> 인서트 종류 : R390-11T308M-PM
- <117> 비고 : 습식 기계가공

**【표 6】**

예	산화물 코팅의 종류	빗살형 균열의 수 (평균수/사용된 날)
8 (본 발명)	$\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +ZrO <sub>2</sub> 다층 및 TiN	0
9 (비교예)	$\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 및 TiN	8

- <118>
- <119> 예 11 (본 발명)

<120> Co 7.5 중량%, 입방정 탄화물(TiC+TaC+NbC) 5.3 중량%, 및 나머지 WC 인 조성으로 되고, 입방정 탄화물이 없는 25  $\mu$ m 두께의 표면 구역을 갖는 초경합금 절삭 인서트 CNMG 120408-PM 가 다음과 같은 순서에 따라 CVD 법으로 코팅되었다.: 0.7  $\mu$ m TiN, 5.0  $\mu$ m Ti(C,N), 6.0  $\mu$ m 의 반복되는 ( $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)\*N 다층 (N = 50), 다층에 서 각 반복 두께는 120 nm 였고,  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 의 두께는 70 nm 였으며, Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 의 두께는 50 nm 였다. 더 정확하 게, 반복되는 ( $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)\*N 다층의 공정 파라미터는 다음 표에서 정리되었다.

**【표 7】**

가스흐름 ( 부피 %) . T=1010 °C, P=55 mbar.	( $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )*N	
	$\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
H <sub>2</sub> (%)	87.5	88.0
HCl (%)	5.5	7.6
CO <sub>2</sub> (%)	4.4	2.0
H <sub>2</sub> S (%)	0.33	0
AlCl <sub>3</sub> (%)	2.2	NA
TiCl <sub>4</sub> (%)	NA	2.3
증착속도 ( $\mu$ m/hrs)	1.1	1.5

- <121>
- <122> 반응기에 TiCl<sub>4</sub> 가 주입되기 전에 AlCl<sub>3</sub> 가 비워지게 되어(그 반대로 마찬가지로), 그와 같은 염화물의 혼합이 일어나지 않는다.
- <123> SEM 현미경사진은 두 서로 다른 산화물 층 사이의 전환단계는 날카롭고, 개별적 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 와 Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 층은 매우 미세한 입자로 되어있는 것을 나타내었다.
- <124> 결과의 다층은 파란색을 갖는다. CIE 색채 시스템의 색 좌표인 x 및 y 값은 다음과 같이 설정된 Perkin Elmer Lambda 900 Spectrophotometer 를 이용하여 코팅된 기재에서 측정되었다.
- <125> 통합 구체 : 스펙트라론(spectralon) 재료에 의해 덮혀 있음

- <126> 스펙트럼 분해능: < 5nm
- <127> 발광체: D65
- <128> 입사각(표준 대비): 5 ~ 8 도
- <129> 검출: 반구형
- <130> 표시: 전체 및 확산 반사율
- <131> CIE 색채 시스템의 다음과 같은 좌표가 얻어졌다.:  $x = 0.251, y = 0.242$

**발명의 효과**

<132> 본 발명에 따라, 절삭날에서 초경합금의 소성변형에 대한 향상된 저항성, 확산형 크레이터 마멸(crater wear)에 대한 향상된 저항성, 향상된 박리 저항성 및 밀링에 있어 빗살형 균열(comb crack) 양의 감소 등과 같은 특성의 향상이 있게 되는 절삭 공구 인서트를 만들 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

<1> 도 1 은 본 발명에 따른 예시적인 다층에 대한 30000 배 주사전자현미경 (SEM)사진을 보여주는데, 여기서 A 는  $Al_2O_3$ , B 는  $ZrO_2$  이다.

**도면**

**도면1**

