(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[6]
B23C 5/20

(45) 공고일자 2004년02월11일
(11) 등록번호 10-0404702
(24) 등록일자 2003년10월27일

(21) 출원번호 10-1996-0010229
(22) 출원일자 1996년04월04일

(65) 공개번호 10-1996-0037188
(43) 공개일자 1996년11월19일

(30) 우선권주장 9501286-0 1995년04월05일 스웨덴(SE)

(73) 특허권자 산드빅 악티에볼라그
스웨덴 에스-811 81 산드비켄

(72) 발명자 뵈른 올손
스웨덴왕국 에스-141 71 후딩게 밀페겐 53

뵈른 륭베르크
스웨덴왕국 에스-122 44 엔스케데 쿨슈퇴타르페겐 96

(74) 대리인 장수길
주성민

심사관 : 권인섭

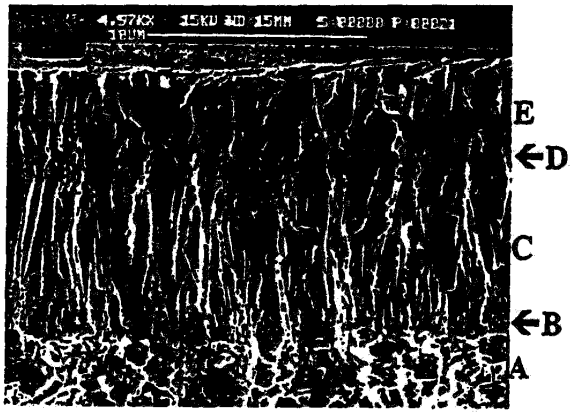
(54) 피복된절삭삽입체

요약

본 발명은 회주철의 건식 밀링 가공에 특히 유용한 피복된 절삭 삽입체를 개시한다. 삽입체는 WC-Co 초경합금 기판, 및 주상 입자를 갖는 $TiC_xN_yO_z$의 최내부층의 피복, 및 미세 입자의 α-Al_2O_3층으로 된 외부 피복을 특징으로 한다.

대표도

제 1 도



명세서

도면의 간단한 설명

제1도는 본 발명에 따른 피복된 삽입체의 5000X 확대 상태의 현미경 사진.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 회주철(grey cast iron)의 건식 밀링 가공에 특히 유용한 피복된 절삭 공구[초경합금 삽입체(cemented carbide insert)]에 관한 것이다.
회주철은 일반적으로 초경합금 공구로 가공하기에 아주 용이한 재료이다. 통상, 긴 공구 수명이 얻어질 수 있다. 그러나, 주철의 기계 가공성은 상당히 변할 수 있다. 공구 수명은 냉각 조건들과 같은 사용된 주조 기술과 관련된 재료 내부의 화학 조성의 작은 변화에 의해 상당한 영향을 받을 수도 있다. 변화의 다른 원인으로서는 주물 표피(casting skin), 및 만일 있다면 모래 함유를 들 수 있고, 또는 재료를 절삭하기 위해 사용된 기계의 안정성도 들 수 있다. 주철의 기계 가공성은 배치(batch)에 따라 변할 수 있는 것으로 알려져 있다.
대량 생산 방식에서, 특히 무인 생산 방식이 사용될 때, 신뢰성 있고 안정적인 공구 수명이 항상 요구된다.
피복된 밀링 커터로 회주철을 기계 가공할 때, 커터는 소위 응착 마모 메카 니즘(adhesive wear mechanism)에 의해 주로 마모된다. 즉, 층들의 파편들 또는 개개의 입자들 및 초경합금의 나머지 부분들은 형성된 작업편 칩에 의해 절삭 에지로부터 연속적으로 빼내어진다. 이러한 마모 메카니즘은 통상 콤 크랙(comb crack)이라 불리우는, 절삭 에지를 따라 약 50 μm 이격되고 절삭 에지에 수직인 크랙의 형성에 의해 더욱 가속화된다. 이러한 것들은 모든 밀링 절삭 작업에 전형적인 간헐 절삭(intermittent cutting)에 의해 야기된 열적 피로의 결과이다. 따라서, 상업적인 초경합금 밀링 삽입체는 마모 기구에 영향을 미치는 열을 감소시키기 위해, 일반적으로 WC-TiC-Tac-NbC의 고용체인 감마 상(gamma phase)을 함유하고 있다.
피복이 마모되자마자, 그 아래에 놓인 초경합금이 신속하게 마모되게 된다. 이러한 것은 고 절삭력을 가져오게 된다. 형성된 콤 크랙은 얼마 후에, 절삭 에지의 심한 치핑(chipping)을 야기시키고, 손상된 공구는 가공된 부품의 불량면 또는 치핑을 발생시키게 된다.
응착 마모 형태를 주로 갖는 칩 형성 작업은 피복 및 초경합금 모두에 상당히 필요하다. 가능한 한 오래 콤 크랙 형성에 견딜 수 있는 초경합금과 초경합금에 양호하게 접착되는 피복이 바람직하다. 또한, 칩과 피복 사이의 접착력은 낮은 것이 바람직하고, 피복은 아주 중요하다고 믿어지는 성질인 높은 내부 강도(응집성)를 갖는 것이 바람직하다.
놀랍게도, 주로 주상 입자(columnar grain)를 구비한 $TiC_xN_yO_z$ 층 및 상부의 주상과 유사한 조직화된 미세 입자의 α-Al_2O_3 층으로 구성된 제1/내부 주상 입자 피 복 구조가 필수적으로 제공된, 본 명세서에서 기판으로서 표현한, 직선형 WC-Co 초경합금 본체는 특히 주철 밀링 가공을 아주 잘 수행하는 것으로 밝혀졌다. 사실, 이러한 공구는 종래 기술의 공구들보다 훨씬 나은 절삭 성능을 갖는 것으로 밝혀졌다.
제1도는 본 발명에 따른 피복된 삽입체의 5000X 확대 상태의 현미경 사진이다.
A - 기판
B - 등축 입자를 구비한 $TiC_xN_yO_z$ 층
C - 주상 입자를 구비한 $TiC_xN_yO_z$ 층
D - 등축 또는 침상 입자를 구비한 $TiC_xN_yO_z$ 층
E - 주상과 유사한 입자를 구비한 (012)-조직화된 α-Al_2O_3 층
본 발명에 따르면, 절삭 공구 삽입체에는 3 내지 15 중량%, 양호하게는 5 내지 12 중량%, 아주 양호하게는 5 내지 8 중량%의 Co를 함유하고 1 내지 2 μm, 양호하게는 1.5 μm의 WC 입자 크기를 갖는 WC+Co 조성물로 되어 있는 초경합금 기판이 제공된다. 또한, 기판은 TiC, TaC 및 NbC와 같은 주기율표의 IVb, Vb 또는 VIb족으로부터 선택된 금속의 입방 탄화물을 2 중량%까지 함유할 수 있다. 그러나, 직선형 WC+Co 조성물이 바람직하다.
상기 피복은,
- 크기가 0.5 μm 미만인 등축 입자를 갖고, x+y+z=1이고 양호하게는 z가 0.5 미만인, 두께 0.1 내지 2 μm의 제1 $TiC_xN_yO_z$ (최내부)층과,
- 직경이 약 5 μm 미만, 양호하게는 2 μm 미만인 주상 입자를 갖고, x+y+z=1 이고 z=0, x>0.3, y>0.3인 두께 2 내지 10 μm, 양호하게는 4 내지 7 μm의 후속 $TiC_xN_yO_z$ 층과,
- 크기가 0.5 μm 이하인 등축 또는 침상 입자를 갖고, x+y+z=1이고 z≤ 0.5, 양호하게는 z>0.1인 두께 0.1 내지 2 μm의, 최내부 층과 동일하거나 다른 후속 $TiC_xN_yO_z$ 층과,
- 측정 길이 0.25 mm에 대해 0.3 mm 이하의 표면 조도(R_a)를 갖고, 두께가 2 내지 10 μm, 양호하게는 3 내지 6 μm인 고르게 조직화된(smooth textured) 미세 입자의 (입자 크기는 약 1 μm) α-Al_2O_3 층의 외부 층을 포함한다. 양호하게는, 이러한 Al_2O_3 층은 최외부 층이지만, 또한 본 기술 분야에 공지된 것처럼, 예를 들어 TiN의 얇은 (약 0.1 내지 1 μm) 장식용 층과 같은 다른 층들을 수반할 수도 있다.

또한, X-레이 회절(XRD) 측정치로 결정된 바와 같이, α-Al_2O_3 층은 (012), (104) 또는 (110) 방향 중 어느 한 방향, 양호하게는 (012) 방향의 양호한 결정 성장 방향을 갖는다. 조직 계수 TC(Tecxture Coefficient)는 다음과 같이 한정된다.

$$TC(hkl)=\frac{I(hkl)}{I_0(hkl)}\left\{\frac{1}{n}\sum\frac{I(hkl)}{I_0(hkl)}\right\}^{-1}$$

여기서,
I(hkl) = (hkl) 반사광의 측정 강도
I_0(hkl) = ASTM 표준 분말 형상 회절 데이터의 표준 강도
n = 산출에 사용된 반사광의 수, 사용된 (hkl) 반사광은 (012), (104), (110), (113), (024) 및 (116) 방향이다.
본 발명에 따르면, (012), (104) 또는 (110) 결정면 세트의 TC는 0.3보다 크고, 양호하게는 1.5보다 크다.
본 발명의 방법에 따르면, WC-Co계 기판은 다음 층들로 피복된다.
- 종래의 CVD 방법을 사용하여 형성된, 크기가 0.5 μm 미만인 등축 입자들을 갖고, x+y+z=1이고 양호하게는 z<0.5인 두께 0.1 내지 2 μm의 제1 $TiC_xN_yO_z$ (최내부)층,
- 직경이 약 5 μm 미만, 양호하게는 2 μm 미만인 주상 입자들을 갖고, x+y+z=1이고 양호하게는 z=0 및 x>0.3 및 y>0.3인 두께 2 내지 10 μm, 양호하게는 4 내지 7 μm의 후속 $TiC_xN_yO_z$ 층, 이층은 MTCVD 기술(700 내지 900℃의 온도 범위에서 층을 형성시키기 위해 탄소 또는 질소 공급원으로서 아세토니트릴을 사용함)에 의해 또는 고온 CVD 기술(1000 내지 1100℃)에 의해 피복되고, 공정 조건은 주상 입자를 갖는 층들을 성장시키도록 선택되는데, 일반적으로 높은 공정 압력(0.3 내지 1 바아)이다. 그러나, 정확한 조건들은 사용되는 설비의 설계에 따라 특정 범위를 결정한다.
- 크기가 0.5 μm 이하인 등축 또는 침상 입자를 갖고, x+y+z=1이고 z≤ 0.5, 양호하게는 z>0.1인 두께 0.1 내지 2 μm의 후속 $TiC_xN_yO_z$ 층, 이러한 층은 공지된 CVD 방법을 이용하여 형성되고 최내부 층과 동일하거나 다르다.
- 스웨덴 특허 제501 527호 또는 스웨덴 특허 출원 제9304283-6호 또는 제9400089-0호에 따라 형성된, 측정 길이 0.25 mm에 대해 0.3 μm 미만의 표면 조도(R_a)를 갖고, 두께가 2 내지 10 μm, 양호하게는 3 내지 6 μm인 고르게 조직화된 α-Al_2O_3 층의 외부 층,
z>0인 $TiC_xN_yO_z$ 층이 바람직한 경우, CO_2 및/또는 CO가 반응 가스 혼합물에 첨가된다.
예1
A) Co 6% 및 잔부는 WC인 조성을 갖는 TNEF1204AN-65 형태 및 SEKN1204AZ 형태의 초경합금 밀링 삽입체들을 MTCVD 기술(공정 온도 850℃)을 이용하여 0.5 μm의 등축 TiCN 층을 피복한 다음, 주상 입자들을 갖는 5 μm 두께의 TiCN 층을 피복하였다. 동일한 피복 사이클 동안 연속 공정 단계에서, $TiC_xN_yO_z$ 층(대략 x=0.6, y=0.2, z=0.2)의 등축 입자를 갖는 1 μm 두께의 층을 피복한 다음, 스웨덴 특허 제501 527호에서 주어진 조건에 따라 4 μm 두께의 (012) 조직화된 α-Al_2O_3 층으로 피복하였다. XRD 측정치는 1.5의 조직 계수 TC(012)를 나타냈다. 피복 후에, 삽입체들을 습식 블라스팅(wet blasting)함으로써 고르게 하였다.
B) TNEF1204AN-65 형태의 초경합금 밀링 삽입체들을 고온 CVD 기술(1020℃, 공정 압력 400 mbar)에 의해 TiCN의 등축 입자들을 갖는 1 μm 층으로 피복한 다음 TiCN의 주상 입자들을 갖는 5 μm 두께의 층을 피복하였다. 동일한 피복 사이클 동안 연속 공정 단계에서, 스웨덴 특허 제501 527호에서 주어진 조건에 따라 $TiC_xN_yO_z$ 층(대략 x=0.6, y=0.2, z=0.2)의 등축 입자를 갖는 1 μm 두께의 층을 피복한 다음, (012) 조직화된 α-Al_2O_3 의 4 μm 두께의 층을 피복하였다. XRD 측정치는 1.6의 조직 계수 TC(012)를 나타냈다. 피복 후에, 삽입체들을 습식 블라스팅함으로써 고르게 하였다.
C) Co 5.5%, 입방 탄화물 8.5% 및 잔부 WC인 조성을 갖는 TNEF1204AN-65 형태의 초경합금 밀링 절삭 삽입체들을 A)에 제시된 공정에 따라 피복하였다. 피복후에, 삽입체들을 습식 블라스팅함으로써 고르게 하였다.
D) C)에서와 동일한 초경합금 배치로부터 밀링 삽입체들을 종래 기술에 따라 등축 5 μm TiCN 피복 및 4 μm α-Al_2O_3 로 피복함으로써 층 내에 조질 α-Al_2O_3 와 미세 κ-Al_2O_3 입자의 혼합물을 발생시켰다. 삽입체들을 습식 블라스팅함으로써 고르게 하였다.
예 2
A)로부터 얻은 삽입체들을 아래에서와 같은 2개의 비교물에 대하여 시험하였다.
작업 : 직경 250 mm인 샌드빅 오토(SANDVIK AUTO) 커터를 사용한 면 밀링
작업편 : 특별히 설계된 부품
재료 : SSO125 (회주철 HB=205)
절삭 속도 : 129 mm/분
이송률 : 0.24 mm/톱니
절삭 깊이 : 2.0 mm
삽입체 유형 : TNEF1204AN-65
비고 : 작업은 냉각제없이 진행됐음(건식).

결과 :	공구 수명, 분(min)
단계 A (본 발명에 따름)	40
비교물 1 (종래 기술)	20
비교물 2 (종래 기술)	25

공구 수명 기준은 작업편의 출구 측면 상의 치핑이었다.

예 3

A)로부터 얻은 삽입체들을 아래에서와 같이 2개의 다른 비교물에 대하여 다른 밀링 작업으로 시험하였다.

작업 : 직경 63 mm인 샌드빅 145-커터(SANDVIK 145-cutter)를 사용한 면 밀링

작업편 : 유압 엔진 부품

재료 : SS0125 (회주철 HB=220)

절삭 속도 : 178 mm/분

이송률 : 0.17 mm/톱니

절삭 깊이 : 2 내지 3 mm

삽입체 유형 : SEKN1204AZ

비고 : 작업은 냉각제없이 진행됐음(건식).

결과 :	공구 수명, 시간(hour)
단계 A (본 발명)	24
비교물 3 (종래 기술)	15
비교물 4 (종래 기술)	16

공구 수명 기준은 표면 마무리 상태였다.

예4

A), C) 및 D)로부터 얻은 삽입체들을 밀링 작업으로 서로 시험하였다.

작업 : 직경 250 mm인 샌드빅 오토 커터를 사용한 면 밀링

작업편 : 엔진 블록

재료 : SS0125 (GG26Cr) 회주철

절삭 속도 : 120 mm/분

이송률 : 0.28 mm/톱니

절삭 깊이 : 4 내지 5 mm

삽입체 유형 : TNEF1204AN-65

비고 : 작업은 냉각제없이 진행됐음(건식).

삽입체들을 모두 868회 주행시켰고, 에지 치핑에 관해 비교하였다.

결과 : 변형예	에지 치핑의 정도
A (본 발명)	없음
C (피복만 개선)	작음
D (종래 기술)	심함

결과는 본 발명에 따른 피복뿐만 아니라 최대 실행치를 얻기 위해 WV/Co 탄화물 기판과 조합하는 것의 이점을 보여준다.

예 5

A), B) 및 D)로부터의 삽입체들을 밀링 작업으로 서로 시험하였다.

작업 : 직경 250 mm인 샌드빅 오토 커터를 사용한 면 밀링

작업편 : 특별히 설계된 시험 부품

재료 : SS0125 회주철, HB=205

절삭 속도 : 129 mm/분

이송률 : 0.30 mm/톱니

절삭 깊이 : 2 mm

삽입체 유형 : TNEF1204AN-65

비고 : 작업은 냉각제없이 진행됐음(건식).
삽입체들을 48회 주행시켰고, 에지 치핑에 관해 비교하였다.

결과 : 변형예	치핑된 면적의 상대적인 폭
A (본 발명)	0.3
C (본 발명)	0.4
D (종래 기술)	1.0

결과는 A) 및 B)의 성능이 실질적으로 동일함으로 보여준다. 단지 차이점은 TiCN 층들을 피복할 때 사용되는 피복 온도이다. 종래의 삽입체들은 최대 마모치를 보여준다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

기판 및 피복을 포함하는 회주철 밀링용 절삭 삽입체이며,
상기기판은 WC, 3 내지 15 중량%의 Co 및 주기율표의 IVA, VA 또는 VIA족에서 선택된 금속의 탄화물 2중량% 이하로 구성되고,
상기 피복은,
- 크기가 0.5 μm 미만인 등축 입자를 갖는 x+y+z=1이고 z가 0.5 미만인, 두께 0.1 내지 2 μm의 제1 최내부 TiCxNyOz 층과,
- 직경이 5 μm 미만인 주상 입자들을 갖는 x+y+z=1이고 x>0.3, y>0.3 및 z=0인, 두께 2 내지 10 μm의 다음 TiCxNyOz 층,
- 크기가 0.5 μm 이하인 등축 또는 침상 입자를 갖는 x+y+z=1이고 z가 0.5이하인, 두께 0.1 내지 2 μm의 다음 TiCxNyOz 층 및
- 두께가 2 내지 10 μm인 고르게 조직화된 미세 입자의 α-Al_2O_3 층이며 조직계수(TC)가 1.3보다 큰 (012)-방향 또는 (104)-방향 또는 (110)-방향의 외부층을 연속적 순서로 포함하며,
- 여기서 TC는 $TC(hkl)=\frac{I(hkl)}{I_0(hkl)}\left\{\frac{1}{n}\sum\frac{I(hkl)}{I_0(hkl)}\right\}^{-1}$로 한정되며,

여기서, I(hkl)은 (hkl) 반사광의 측정 광도이고, I_0(hkl)은 ASTM 표준 분말형상 회절 데이터의 표준 강도이며, n은 산출에 사용된 반사광의 수이고, 사용된 (hkl) 반사광은 (012), (104), (110), (113), (024) 및 (116) 방향인 것을 특징으로 하는 절삭 삽입체.

청구항 2.

제1항에 있어서, 0.1 내지 1 μm의 얇은 TiN층의 최외부층 피복을 갖는 것을 특징으로 하는 절삭 삽입체.

청구항 3.

기판 및 피복으로 구성되는 절삭 삽입체의 제조 방법이며,
상기 기판은 WC, 3 내지 15 중량%의 Co 및 주기율표의 IVA, VA 또는 VIA족에서 선택된 금속의 탄화물 2중량% 이하로 구성되고
상기 WC-Co계 기판은
- 공지된 CVD 방법을 사용하여 x+y+z=1이고 z가 0.5 미만이고, 크기가 0.5μm미만인 등축 입자들을 갖는 두께 0.1 내지 2μm의 제1(최내부) $TiC_xN_yO_z$ 층,
- 700 내지 900°C의 온도 범위에서 층을 형성하기 위해 탄소 및 질소 공급원으로서 아세토니트릴을 사용하는 MTCVD 기술, 또는 1000 내지 1100°C의 온도 범위에서 고온 CVD 기술 중 하나에 의해 증착된 x+y+z=1이고 x>0.3, y>0.3 및 z=0인, 직경이 5μm 미만인 주상 입자를 갖는 두께 2 내지 10μm의 $TiC_xN_yO_z$ 층,
- 공지된 CVD 방법으로 피복된, x+y+z=1이고 z가 0.5 이하이고, 크기가 0.5μm 미만인 등축 또는 침상 입자들을 갖는 두께 0.1 내지 2μm의 $TiC_xN_yO_z$ 층 및
- 공지된 CVD 방법으로 피복된 두께 2 내지 10μm의 고르게 조직화된 α-Al_2O_3 층의 외부 층
으로 연속적으로 피복되는 것을 특징으로 하는 절삭 삽입체 제조 방법.

도면

도면1

