



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월15일  
(11) 등록번호 10-1676506  
(24) 등록일자 2016년11월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B22F 7/06* (2006.01) *C22C 1/05* (2006.01)  
*C22C 29/08* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2011-7013155
- (22) 출원일자(국제) 2009년11월11일  
심사청구일자 2014년09월11일
- (85) 번역문제출일자 2011년06월09일
- (65) 공개번호 10-2011-0089340
- (43) 공개일자 2011년08월05일
- (86) 국제출원번호 PCT/SE2009/051285
- (87) 국제공개번호 WO 2010/056191  
국제공개일자 2010년05월20일

- (30) 우선권주장  
08168848.3 2008년11월11일  
유럽특허청(EPO)(EP)
- (56) 선행기술조사문헌  
KR1020080060239 A\*  
JP06336634 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 19 항

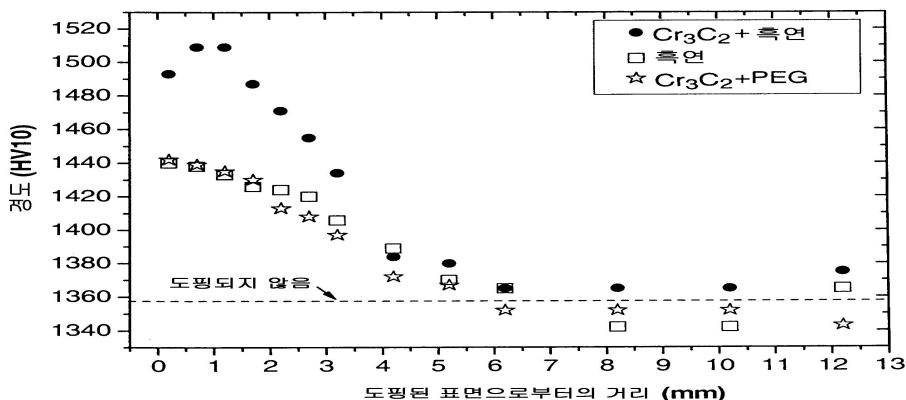
심사관 : 이상호

(54) 발명의 명칭 **초경합금체 및 방법**

**(57) 요 약**

본 발명은 하나 이상의 경질상 성분 및 바인더를 포함하는 WC-계 출발 재료의 컴팩트의 표면의 적어도 일부에, (1) 입자 미세화제 및 탄소 및/또는 질소를 포함하는 입자 미세화제 화합물, 및 (2) 입자 성장 촉진제를 제공한 후에, 상기 컴팩트를 소결하는 것을 포함하는 초경합금체의 제조 방법에 관한 것이고, 본 발명은 또한 WC계 경질상과 바인더상을 포함하는 초경합금체에 관한 것이고, 상기 중간 표면 영역 중 적어도 한 부분은 상기 초경합금체 더 안쪽 부분보다 낮은 평균 바인더 함량을 갖고, 상기 상부 표면 영역 중 적어도 한 부분은 평균적으로 상기 중간 표면 영역보다 큰 평균 WC 입경을 갖는다. 초경합금체는 금속 가공, 영 절삭 공구 인서트, 채광 공구, 또는 냉간성형 공구용 인서트로서 사용될 수 있다.

**대 표 도**



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

하나 이상의 경질상 성분 및 바인더를 포함하는 WC-계 출발 재료의 컴팩트의 표면의 적어도 일부에, (1) 입자 미세화제 및 탄소와 질소 중의 적어도 하나를 포함하는 입자 미세화제 화합물, 및 (2) 입자 성장 촉진제를 제공한 후에, 상기 컴팩트를 소결하는 것을 포함하고, 상기 입자 미세화제 화합물은 바나듐, 크롬, 탄탈륨 및 니오븀의 탄화물, 혼합 탄화물, 탄질화물 또는 질화물의 군으로부터 선택되는, 초경합금체의 제조 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 입자 미세화제 화합물은 크롬 또는 바나듐의 탄화물 또는 질화물인 초경합금체의 제조 방법.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 입자 성장 촉진제는 탄소인 초경합금체의 제조 방법.

#### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 우선 컴팩트를 제공한 후에 상기 컴팩트의 표면의 적어도 일부에 입자 미세화제 화합물 및 입자 성장 촉진제를 제공함으로써 상기 컴팩트의 표면에 입자 미세화제 화합물 및 입자 성장 촉진제를 제공하는 것을 포함하는 초경합금체의 제조 방법.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 입자 미세화제 화합물과 상기 입자 성장 촉진제 중의 적어도 하나는 상기 컴팩트에 개별의 또는 결합된 분산액 또는 슬리리의 형태로 적용함으로써 제공되는 초경합금체의 제조 방법.

#### 청구항 6

제 4 항에 있어서, 상기 입자 미세화제 화합물과 상기 입자 성장 촉진제 중의 적어도 하나는 상기 컴팩트에 고형 물질의 형태로 적용함으로써 제공되는 초경합금체의 제조 방법.

#### 청구항 7

제 4 항에 있어서, 상기 입자 성장 촉진제는 탄소이고 그리고 침탄 대기로부터 컴팩트 상에 제공되는 초경합금체의 제조 방법.

#### 청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 입자 미세화제 화합물과 입자 성장 촉진제를 컴팩트로 압축될 WC-계 출발 재료 분말과 결합함으로써 컴팩트의 표면에 입자 미세화제 화합물 및 입자 성장 촉진제를 제공하는 것을 포함하는 초경합금체의 제조 방법.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서, WC-계 출발 재료 분말의 도입 이전에 프레스 금형 안으로 입자 미세화제 화합물 및 입자 성장 촉진제를 도입한 후에 가압하는 것을 포함하는 초경합금체의 제조 방법.

#### 청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 초경합금체는 금속 가공을 위한 절삭 공구 인서트, 채광 공구를 위한 인서트, 또는 냉간성형 공구인 초경합금체의 제조 방법.

#### 청구항 11

제 1 항에 따른 초경합금체의 제조 방법에 의해 얻어진 초경합금체.

### 청구항 12

WC-계 경질상 및 바인더상을 포함하는 초경합금체로서, 상기 초경합금체는 상부 표면 영역 및 중간 표면 영역을 포함하고, 상기 중간 표면 영역 중 적어도 한 부분은 상기 초경합금체 더 안쪽 부분보다 낮은 평균 바인더 함량을 갖고, 상기 상부 표면 영역 중 적어도 한 부분은 평균적으로 상기 중간 표면 영역보다 큰 평균 WC 입경을 갖고, 상기 초경합금체는 상기 초경합금체의 표면 아래에서 적어도 하나의 경도 최대값을 포함하는 초경합금체.

### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

- 상기 상부 표면 영역은 표면 지점에서부터 아래로 깊이  $d_1$  까지의 거리를 포함하고,
- 상기 중간 표면 영역은  $d_1$  에서부터 아래로 깊이  $d_2$  까지, 또는 표면 지점으로부터 먼저 도달되는 최대 거리 부분까지의 거리를 포함하고,

$d_1 : d_2$  의 비는  $0.01 \sim 0.8$  인 초경합금체.

### 청구항 14

제 12 항 또는 제 13 항에 있어서, 깊이  $d_2$  아래의 벌크 영역의 바인더 농도: 표면 지점으로부터 1  $\text{mm}$  의 깊이에서의 바인더 농도의 중량비는  $1.05 \sim 5$  인 초경합금체.

### 청구항 15

제 12 항 또는 제 13 항에 있어서, 표면 지점에서부터의 최대 거리에서의 바인더 농도: 상기 표면 지점으로부터 깊이 1  $\text{mm}$  에서의 바인더 농도의 중량비는  $1.05 \sim 5$  인 초경합금체.

### 청구항 16

제 12 항 또는 제 13 항에 있어서, 상기 경도 최대값은  $0.1 \sim 4 \text{ mm}$  의 표면으로부터의 깊이에 있는 초경합금체.

### 청구항 17

제 12 항 또는 제 13 항에 있어서, 경도 최대값에 가장 가까운 표면 지점에서 초경합금체의 경도 (HV10) 에 대한 초경합금체에서의 경도 (HV10) 최대값의 비는  $1.008 \sim 1.075$  인 초경합금체.

### 청구항 18

제 12 항 또는 제 13 항에 있어서, 벌크 영역에서의 경도 (HV10) 와 초경합금체의 경도 (HV10) 최대값의 차는 적어도 70 HV10 인 초경합금체.

### 청구항 19

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서, 금속 가공을 위한 절삭 공구 인서트, 채광 공구를 위한 인서트, 또는 냉간성형 공구인 초경합금체.

### 청구항 20

삭제

### 청구항 21

삭제

## 발명의 설명

## 기술 분야

본 발명은 초경합금체 및 그 제조 방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한 공구에서의 초경합금체의 사용에 관

한 것이다.

## 배경기술

- [0002] 초경합금에서, 바인더 함량의 증가는 통상적으로 인성의 증가를 야기하지만 경도 및 내마모성의 감소를 야기한다. 또한, 텅스텐 탄화물의 입경은 일반적으로, 더 미세한 입경이 더 조대한 입경에 의해 주어지는 것보다 경도가 더 높고 내마모성이 더 우수한 재료를 제공한다는 점에서 특성에 영향을 준다.
- [0003] 절삭 및 드릴링 공구에 초경합금 재료를 적용할 시에, 효과, 내구성 및 공구 수명을 최대화하기 위해서 상이한 특성의 결합이 소망된다. 상기 재료로 만들어진 제품의 상이한 부분에서 재료에 대해 상이한 요구가 있을 수도 있다. 예를 들어, 암석 드릴링 및 광물 절단을 위한 인서트에서는, 표면 영역에서의 경질 재료가 충분한 내마모성을 얻기 위해서 소망될 수도 있는 반면 인서트의 파괴 위험을 최소화하기 위해서 내부 인성이 좋은 재료가 소망될 수도 있다.
- [0004] 채광 공구를 위한 초경합금으로 된 인서트는 일반적으로 사용 동안에 높이 또는 중량의 절반까지 소비된다. 인서트는, 인서트가 점진적으로 마모됨에 따라 변형이 바인더상을 경화시키는 충격 하중을 받아서, 인성을 증가시키게 된다. 일반적으로, 암석 드릴링 및 광물 절단의 경우에, 초경합금 인서트의 표면 영역에서 바인더 상의 초기 변형 경화가 처음 부분, 보통 비트 수명 길이의 처음 1 ~ 5 % 동안에 발생한다. 이는 상부 표면 영역의 인성을 증가시킨다. 이 초기 변형 경화 이전에, 작업의 매우 처음 단계 동안에는, 너무 낮은 인성으로 인해서 인서트에 대한 충격 손상의 위험이 있다. 표면에서 그리고 표면에 가장 가까운 재료 부분에서 내 충격성을 갖는 재료를 제공함으로써, 적어도 작업의 초기 단계 동안에는, 충분한 내부 인성, 표면 영역 경도 및 내마모성의 일반적인 요구에 대한 트레이딩-오프 없이 이 유형의 초기 손상의 위험을 최소화하는 것이 바람직할 것이다.
- [0005] 간헐적인 작업, 또는 타격 작업 등의 상당한 불연속 하중을 포함하는 금속 가공 작업에 사용하기 위한 초경합금 인서트는 손상 위험을 증가시키는 높은 충격 하중을 받는다. 또한 여기에서, 내부 인성, 경도 및 내마모성의 상기 일반적인 요구에 대한 트레이딩-오프 없이, 표면에서 그리고 표면에 가장 가까운 재료의 일부에서 내 충격성을 갖는 재료를 제공하는 것이 바람직할 것이다.
- [0006] WO 2005/056854 A1 은 암석 드릴링 및 광물 절단을 위한 초경합금 인서트를 개시하고 있다. 인서트의 표면 부분은 내부보다 미세한 입경 및 낮은 바인더상 함량을 갖는다. 인서트는 소결 전에 컴팩트 상에 탄소 및/ 또는 질소를 함유하는 결정 미세화제 분말을 위치시킴으로써 만들어진다.
- [0007] US 2004/0009088 A1 은 입자 성장 억제제가 적용되고 소결되는 WC 및 Co 의 생형체를 개시하고 있다.
- [0008] EP 1739201 A1 은 탄소, 봉소 또는 질소의 확산에 의해 발생되는 바인더 구배를 갖는 인서트를 포함하는 드릴 비트를 개시하고 있다.
- [0009] JP 04-128330 은 WC 및 Co 의 생형체를 크롬으로 처리하는 것을 개시하고 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0010] 본 발명의 목적은 내구성이 있고 공구 수명이 긴, 채광 공구용 인서트인 것이 바람직한 초경합금체를 제공하는 것이다.
- [0011] 특히 본 발명의 목적은 초기 충격 손상에 대한 내성이 높은 초경합금체를 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명은, 하나 이상의 경질상 성분 및 바인더를 포함하는 WC-계 출발 재료의 컴팩트의 적어도 일부에 (1) 입자 미세화제 및 탄소 및/또는 질소를 포함하는 입자 미세화제 화합물, 및 (2) 입자 성장 촉진제를 제공한 후에 상기 컴팩트를 소결하는 것을 포함하는 초경합금체의 제조 방법을 제공한다.
- [0013] WC-계 출발 재료는 적절하게는 약 4 ~ 약 30 wt%, 바람직하게는 약 5 ~ 약 15 wt% 의 바인더 함량을 갖는다. WC-계 출발 재료의 하나 이상의 경질상 형성 성분의 함량은 적절하게는 약 70 ~ 약 96 wt%, 바람직하게는 약 90 ~ 약 95 wt% 이다. 적절하게는, WC 는 70 wt% 초과, 바람직하게는 80 wt% 초과, 보다 바람직하게는 90 wt% 초과의 경질상 형성 성분을 포함한다. 가장 바람직하게는, 경질상 형성 성분은 본질적으로 WC 로 구성

되어 있다. WC 이외의 경질상 형성 성분의 예로는, 다른 탄화물, 질화물 또는 탄질화물이 있고, 그 예로는 TiC, TaC, NbC, TiN 및 TiCN 이 있다. 경질상 형성 성분 및 바인더 이외에, 부수적인 불순물이 WC-계 출발 재료에 존재할 수도 있다.

[0014] 바인더는 적절하게는 Co, Ni, 및 Fe 중 하나 이상이고, 바람직하게는 Co 및/또는 Ni, 가장 바람직하게는 Co 이다.

[0015] 컴팩트는 적절하게는 분말 형태의 WC-계 출발 재료를 압축함으로써 제공된다.

[0016] 초경합금체는 적절하게는 초경합금 공구, 바람직하게는 초경합금 공구 인서트이다. 일 실시형태에서, 초경합금체는 금속 가공을 위한 절삭 공구 인서트이다. 일 실시형태에서, 초경합금체는 암석 드릴링 공구 또는 광물 절단 공구 등의 채광 공구를 위한, 또는 석유 또는 가스 드릴링 공구를 위한 인서트이다. 일 실시형태에서, 초경합금체는 쓰레드, 음료 캔, 볼트 및 봇을 형성하기 위한 공구 등의 냉간성형 공구이다.

[0017] 입자 미세화제는 적절하게는 크롬, 바나듐, 탄탈륨 또는 니오븀이고, 바람직하게는 크롬 또는 바나듐이고, 가장 바람직하게는 크롬이다.

[0018] 입자 미세화제 화합물은 적절하게는 탄화물, 혼합 탄화물, 탄질화물 또는 질화물이다. 입자 미세화제 화합물은 적절하게는 바나듐, 크롬, 탄탈륨 및 니오븀으로 된 탄화물, 혼합 탄화물, 탄질화물 또는 질화물 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, 입자 미세화제 화합물은, Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>, Cr<sub>23</sub>C<sub>6</sub>, Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>N, CrN 또는 VC 등의 크롬 또는 바나듐으로 된 탄화물 또는 질화물이고, 가장 바람직하게는 Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>, Cr<sub>23</sub>C<sub>6</sub> 또는 Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub> 등의 크롬으로 된 탄화물이다.

[0019] 입자 성장 촉진제는 바람직하게는 초경합금체로 바인더의 이행을 촉진한다. 입자 성장 촉진제는 적절하게는 탄소이다. 컴팩트의 표면 상에 제공되는 탄소는 침탄 대기, 예컨대 수트 (soot) 및 카본 블랙 (carbon black)에 존재하는 비정질 탄소, 또는 흑연으로부터의 증착된 탄소의 형태일 수도 있다. 바람직하게는, 탄소는 수트 또는 흑연의 형태이다.

[0020] 입자 성장 촉진제에 대한 입자 미세화제 화합물의 중량비는, 적절하게는 약 0.05 ~ 약 50, 바람직하게는 약 0.1 ~ 약 25, 보다 바람직하게는 약 0.2 ~ 약 15, 보다 더 바람직하게는 약 0.3 ~ 약 12, 가장 바람직하게는 약 0.5 ~ 약 8 이다.

[0021] 입자 미세화제 화합물은 적절하게는 약 0.1 ~ 약 100 mg/cm<sup>3</sup>의 양, 바람직하게는 약 1 ~ 약 50 mg/cm<sup>3</sup>의 양으로 표면 또는 표면들 상에 제공된다. 입자 성장 촉진제는 적절하게는 약 0.1 ~ 약 100 mg/cm<sup>3</sup>의 양, 바람직하게는 약 0.5 ~ 약 50 mg/cm<sup>3</sup>의 양으로 표면 또는 표면들 상에 제공된다.

[0022] 컴팩트의 일 부분 또는 여러 별도의 부분들에는 입자 미세화제 화합물 및 입자 성장 촉진제가 제공될 수도 있다.

[0023] 일 실시형태에서, 상기 방법은, 먼저 컴팩트를 제공한 후에 상기 컴팩트의 표면의 적어도 일부에 입자 미세화제 화합물 및 입자 성장 촉진제를 제공함으로써 상기 컴팩트의 표면에 입자 미세화제 화합물 및 입자 성장 촉진제를 제공하는 것을 포함한다. 입자 미세화제 화합물 및/또는 입자 성장 촉진제는 컴팩트에 별도의 또는 결합된 액체 분산물 또는 슬러리의 형태로 적용함으로써 제공될 수도 있다. 이러한 경우에, 액상은 적절하게는 물, 알코올 또는 폴리에틸렌 글리콜 등의 폴리머이다. 입자 미세화제 화합물 및 입자 성장 촉진제는 대안적으로는 컴팩트에 고형 물질 형태, 바람직하게는 분말 형태로 적용함으로써 제공될 수도 있다. 컴팩트 상에 입자 미세화제 화합물 및 입자 성장 촉진제를 적용하는 것은 적절하게는 디핑, 분사, 페인팅에 의해 컴팩트 상에 입자 미세화제 화합물 및 입자 성장 촉진제를 적용함으로써, 또는 입의의 다른 방법으로 컴팩트 상에 적용함으로써 이루어진다. 입자 성장 촉진제가 탄소일 때는, 대안적으로 침탄 대기로부터 컴팩트 상으로 입자 미세화제 화합물 및 입자 성장 촉진제가 제공될 수도 있다. 침탄 대기는 적절하게는 일산화 탄소 또는 C<sub>1</sub> ~ C<sub>4</sub> 알칸 중 적어도 하나, 즉 메탄, 에탄, 프로판 또는 부탄을 포함한다. 침탄은 적절하게는 약 1200 ~ 약 1550 °C의 온도에서 실시된다.

[0024] 일 실시형태에서, 상기 방법은 입자 미세화제 화합물과 입자 성장 촉진제와 컴팩트로 압축될 WC-계 출발 재료 분말을 결합시킴으로써 컴팩트의 표면 상에 입자 미세화제 화합물 및 입자 성장 촉진제를 제공하는 것을 포함한다. 컴팩트의 표면 상에 입자 미세화제 화합물 및 입자 성장 촉진제를 제공하는 것은, 적절하게는 WC-계 출발 재료 분말의 도입 이전에 프레스 금형 안으로 입자 미세화제 화합물 및 입자 성장 촉진제를 도입한 후에 압

축합으로써 이루어진다. 입자 미세화제 화합물 및 입자 성장 촉진제는 적절하게는 분산제 또는 슬러리로서 프레스 금형 안으로 도입된다. 이러한 경우에, 입자 미세화제 화합물이 분산되거나 용해되는 액상은 적절하게는 물, 알코올 또는 폴리에틸렌 글리콜 등의 폴리머이다. 대안적으로, 입자 미세화제 화합물 및 입자 성장 촉진제 중 하나 또는 둘 모두가 고형 물질로서 프레스 금형 안으로 도입된다.

[0025] 입자 미세화제 및 입자 성장 촉진제가 제공되는 컴팩트의 엔벨로프 표면적은 절절하게는 컴팩트의 전체 엔벨로프 표면적의 약 1 ~ 약 100%, 바람직하게는 약 5 ~ 약 100 % 이다.

[0026] 드릴 비트용 인서트 등의, 채광 공구를 위한 인서트를 제조하는 경우에는, 입자 미세화제 및 입자 성장 촉진제가 적용되는 컴팩트의 일부가 절절하게는 텁부에 위치된다. 입자 미세화제 및 입자 성장 촉진제가 적용되는 엔벨로프 표면적은 절절하게는 컴팩트의 전체 인벨로프 표면적의 약 1 ~ 약 100 %, 바람직하게는 약 5 ~ 약 80 %, 보다 바람직하게는 약 10 ~ 약 60 %, 가장 바람직하게는 약 15 ~ 약 40 % 이다.

[0027] 입자 미세화제 함량 및 바인더 함량의 구배는 절절하게는 소결 동안에 컴팩트의 표면에서부터 안쪽으로 형성된다.

[0028] 소결 동안에, 입자 미세화제는 입자 미세화제 화합물이 제공되는 표면 또는 표면들로부터 멀리 확산되어서, 절절하게는 평균적으로 초경합금체 안으로 깊어질수록 입자 미세화제의 함량이 감소하는 영역을 형성하게 된다.

[0029] 소결 동안에 초경합금체 안으로 깊어질수록 평균적으로 바인더 함량이 증가하는 영역이 형성되는 것도 적절하다.

[0030] 소결 온도는 절절하게는 약 1000 °C ~ 약 1700 °C, 바람직하게는 약 1200 °C ~ 약 1600 °C, 가장 바람직하게는 약 1300 ~ 약 1550 °C 이다. 소결 시간은 절절하게는 약 15 분 ~ 약 5 시간, 바람직하게는 약 30 분 ~ 약 2 시간이다.

[0031] 본 발명은 또한 본 발명에 따른 방법에 의해 얻어지는 초경합금체에 관한 것이다.

[0032] 본 발명은 WC-계 경질상 및 바인더상을 포함하는 초경합금체를 더 제공하고, 상기 초경합금체는 상부 표면 영역과 중간 표면 영역을 포함하고, 상기 중간 표면 영역 중 적어도 일부는 초경합금체의 더 안쪽에 있는 부분보다 낮은 평균 바인더 함량을 갖고, 상부 표면 영역 중 적어도 일부는 중간 표면 영역보다 큰 평균 WC 입경을 갖는다.

[0033] 상부 표면 영역은 절절하게는 표면 지점에서부터 아래로 깊이 d1 까지의 거리를 포함한다. 중간 표면 영역은 절절하게는 d1 에서부터 아래로 거리 d2 까지의 거리를 포함한다. d2 에 대한 d1 의 비는 절절하게는 약 0.01 ~ 약 0.8, 바람직하게는 약 0.03 ~ 약 0.7, 가장 바람직하게는 약 0.05 ~ 약 0.6 이다.

[0034] 벌크 영역은 깊이 d2 아래에 선택적으로 존재한다. 벌크 영역에서, 초경합금은 절절하게는 존재하는 바인더 함량 또는 경도의 상당한 구배 또는 변화 없이 본질적으로 균질하다.

[0035] 깊이 d1 은 절절하게는 약 0.1 ~ 4 mm, 바람직하게는 약 0.2 ~ 3.5 mm 이다. 깊이 d2 는 절절하게는 약 4 ~ 약 15 mm, 바람직하게는 약 5 ~ 약 12 mm 이거나, 또는 제일 먼저 도달되는, 표면 지점으로부터 최대 거리 부분까지이다.

[0036] 일 실시형태에서, 상부 표면 영역의 적어도 한 부분은 평균적으로 벌크 영역보다 큰 평균 WC 입경을 갖는다.

[0037] 초경합금체는 절절하게는 약 4 ~ 약 30 wt% 바람직하게는 약 5 ~ 약 15 wt% 의 전체 평균 바인더 함량을 갖는다. 초경합금체의 WC-계 경질상 전체 평균 함량은 절절하게는 약 70 ~ 약 96 wt%, 바람직하게는 약 85 ~ 약 95 wt% 이다. WC-계 경질상은 절절하게는 약 70 wt%, 바람직하게는 80 wt% 초과, 보다 바람직하게는 90 wt% 초과의 WC 를 포함한다. 가장 바람직하게는, WC-계 경질상은 본질적으로 WC 로 이루어진다. WC 이외의 경질상의 성분의 예로는, 다른 탄화물, 질화물 또는 탄질화물이 있고, 그 예로는 TiC, TaC, NbC, TiN 및 TiCN 이 있다. WC-계 경질상 및 바인더 이외에, 부수적인 불순물이 초경합금체에 존재할 수도 있다.

[0038] 바인더는 절절하게는 Co, Ni, 및 Fe 중 하나 이상이고, 바람직하게는 Co 및/또는 Ni 이다.

[0039] 초경합금체는 바람직하게는 입자 미세화제의 함량 구배를 포함한다. 입자 미세화제는 절절하게는 크롬 또는 바나듐, 바람직하게는 크롬이다. 입자 미세화제의 함량은 절절하게는 평균적으로 초경합금체의 표면 지점에서부터 내부로 중간 표면 영역을 통해 감소한다. 벌크 영역이 존재한다면, 입자 미세화제의 함량은 절절하게는 평균적으로 초경합금체의 표면 지점에서부터 벌크 영역으로 감소한다.

- [0040] 상부 표면 영역에서 입자 미세화제의 함량은 적절하게는 약 0.01 ~ 약 5 wt%, 바람직하게는 약 0.05 ~ 약 3 wt%, 가장 바람직하게는 약 0.1 ~ 약 1 wt% 이다.
- [0041] 초경합금체는 적절하게는 바인더의 함량 구배를 포함한다. 바인더의 함량은 적절하게는 평균적으로 초경합금체의 중간 표면 영역을 통과해 증가한다. 벌크 영역이 존재한다면, 상기 구배는, 적절하게는 평균적으로 중간 표면 영역을 통해 벌크 영역으로 증가하는 바인더 함량을 포함한다. 표면 지점에서부터 1  $\mu\text{m}$  깊이에서의 바인더 농도에 대한 벌크 영역에서의 바인더 농도의 중량비는 적절하게는 약 1.05 ~ 약 5, 바람직하게는 약 1.1 ~ 약 3.5, 가장 바람직하게는 약 1.3 ~ 약 2.5 이다. 벌크 영역이 없다면, 표면 지점으로부터 1  $\mu\text{m}$  의 깊이에서의 바인더 농도에 대한 표면 지점으로부터 최대 거리 부분에서의 바인더 농도의 중량비는 적절하게는 약 1.05 ~ 약 5, 바람직하게는 약 1.1 ~ 약 4, 가장 바람직하게는 약 1.2 ~ 약 3.5 이다.
- [0042] 평균 원상당경으로서 평균 WC 입경은 적절하게는 약 0.5 ~ 약 10  $\mu\text{m}$ , 바람직하게는 약 0.75 ~ 약 7.5  $\mu\text{m}$  이다.
- [0043] 초경합금체의 상이한 부분에서의 경도 (HV10) 는 적절하게는 약 1000 ~ 약 1800 의 범위 내에 있다.
- [0044] 초경합금체는 적절하게는 표면 아래에 있는 적어도 하나의 최대 경도를 포함한다.
- [0045] 경도 최대값은 적절하게는 표면으로부터 약 0.1 ~ 약 4  $\mu\text{m}$  의 깊이에, 바람직하게는 약 0.2 ~ 약 3.5 의 깊이에 있다. 일 실시형태에서는, 하나를 초과하는 경도 최대값이 초경합금체에서 이 깊이에 있다.
- [0046] 경도 (HV10) 최대값이 1300 HV10 이상이면, 경도 최대값은 적절하게는 표면으로부터 약 0.2 ~ 약 3  $\mu\text{m}$  의 깊이, 바람직하게는 약 0.3 ~ 약 2  $\mu\text{m}$  의 깊이에 있다.
- [0047] 경도 (HV10) 최대값이 1300 HV10 미만이면, 경도 최대값은 적절하게는 표면으로부터 약 0.5 ~ 약 4  $\mu\text{m}$  의 깊이, 바람직하게는 약 0.7 ~ 약 3.5  $\mu\text{m}$  의 깊이에 있다.
- [0048] 경도 최대값에 가장 가까운 표면 지점에서 초경합금체의 경도 (HV10) 에 대한 초경합금체에서의 경도 (HV10) 최대값의 비는 적절하게는 약 1.001 ~ 약 1.075, 바람직하게는 약 1.004 ~ 약 1.070, 보다 바람직하게는 약 1.006 ~ 약 1.065, 보다 더 바람직하게는 약 1.008 ~ 약 1.060, 보다 더 바람직하게는 1.010 ~ 약 1.055, 가장 바람직하게는 약 1.012 ~ 약 1.050 이다. 실질적인 이유로, 표면 지점 경도는 적절하게는, 경도 최대값이 적절하게는 0.1  $\mu\text{m}$  미만의 깊이에서 측정된 임의의 값이 취해질 수 있는 0.2  $\mu\text{m}$  이하의 깊이에 있는 경우를 제외하고는, 0.2  $\mu\text{m}$  의 깊이에서 측정된 값으로서 취해진다.
- [0049] 벌크 영역에서의 경도 (HV10) 와 초경합금체의 경도 (HV10) 최대값의 차는, 적절하게는 적어도 약 50 HV10, 바람직하게는 적어도 70 HV10 이다.
- [0050] 원상당경법으로 측정된, 초경합금체에서의 평균 입경이 4  $\mu\text{m}$  미만이라면, 벌크 영역에서의 경도 (HV10) 와 초경합금체의 경도 (HV10) 최대값의 차는 적절하게는 적어도 약 100 HV10, 바람직하게는 적어도 130 HV10 이다.
- [0051] 적절하게는, 초경합금체에서 경도 최대값에 가장 가까운 적어도 하나의 표면 지점은 채광 공구 인서트의 텁부에 위치된다.
- [0052] 초경합금체의 적어도 한 부분에서, 벌크 영역에서, 또는 5  $\mu\text{m}$  깊이에서의 입경에 대한 0.3  $\mu\text{m}$  의 깊이에서의 입경의 비는, 적절하게는 약 1.01 ~ 약 1.5, 바람직하게는 약 1.02 ~ 약 1.4, 보다 바람직하게는 약 1.03 ~ 약 1.3, 가장 바람직하게는 약 1.04 ~ 약 1.25 이다. 입경은 원상당경으로서 측정된다.
- [0053] 초경합금체의 적어도 한 부분에서, 벌크 영역에서, 또는 3  $\mu\text{m}$  깊이에서의 입경에 대한 0.3  $\mu\text{m}$  의 깊이에서의 입경의 비는, 적절하게는 약 1.01 ~ 약 1.5, 바람직하게는 약 1.02 ~ 약 1.3, 보다 바람직하게는 약 1.03 ~ 약 1.2, 가장 바람직하게는 약 1.04 ~ 약 1.15 이다. 입경은 원상당경으로서 측정된다.
- [0054] 초경합금체는 종래에 알려진 과정에 따라 하나 이상의 층으로 코팅될 수 있다. 예를 들어, TiN, TiCN, TiC, 및/또는 알루미늄 산화물의 층이 초경합금체 상에 제공될 수도 있다.
- [0055] 초경합금체는 적절하게는 초경합금 공구, 바람직하게는 초경합금 공구 인서트이다. 일 실시형태에서, 초경합금체는 금속 가공을 위한 절삭 공구이다. 일 실시형태에서, 초경합금체는 암석 드릴링 공구 또는 광물 절단 공구 등의 채광 공구용, 또는 석유 및 가스 드릴링 공구용 인서트이다. 일 실시형태에서, 초경합금체는 쓰레드, 음료 캔, 볼트 및 못을 형성하기 위한 공구 등의 냉간성형 공구이다.
- [0056] 채광 공구 인서트를 위해서, 인서트의 기하학적 구조는 통상적으로 탄도형, 구형 또는 원뿔형 형상이지만 치즐 (chisel) 형상 및 다른 기하학적 구조도 본 발명에 적합하다. 인서트는 적절하게는 직경 D, 및 길이 L, 및

팁부를 갖는 원통형 베이스부를 갖는다. L/D 는 적절하게는 약 0.5 ~ 약 4, 바람직하게는 약 1 ~ 약 3 이다.

[0057] 본 발명은 또한 암석 드릴링 또는 광물 절단 작업시 초경합금 공구의 사용에 관한 것이다.

[0058] 본 발명은 이하의 비제한적 실시예에 의해 더 설명된다.

### 도면의 간단한 설명

[0059] 도 1 은 표면 아래의 상이한 거리에서 측정된 경도 (HV10) 를 도시한다.

도 2 는 표면 아래 상이한 거리에서 샘플 3 의 코발트, 탄소 및 크롬 함량을 도시한다.

도 3 은 또한 크롬 구배의 상세도를 도시한다.

도 4 및 도 5 는 각각 0.3 및 10  $\text{mm}$  깊이에서 샘플 3 (본 발명) 의 비교를 도시한다.

도 6 은 도핑된 표면 아래에서 측정된 경도 (HV10, 샘플 5, 6 및 7) 를 도시한다.

도 7 은 0.3  $\text{mm}$  깊이에서 샘플 6 의 대표적인 SEM 이미지를 도시한다.

도 8 은 샘플 6 의 원래 벌크부 (10  $\text{mm}$ ) 의 이미지이다.

도 9 는 도핑된 표면 아래에서 측정된 경도 (HV10) 를 도시한다.

도 10 은 도핑된 표면 아래에서 측정된 경도 (HV10) 를 도시한다.

도 11 은 iso 경도 라인이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

#### 실시예 1

[0061] 초경합금 분말 블렌드가 94 wt% 의 WC 및 6 wt% 의 Co 의 조성을 갖는 표준 원재료를 이용하여 만들어졌다.

[0062] 컴팩트가 10  $\text{mm}$  의 직경의 원통형 베이스와 구형 (반구형) 팁을 갖는 길이 16  $\text{mm}$  의 드릴 비트의 형태인 채광 공구용 인서트의 형태로 만들어졌다.

[0063] 평균 원상당경으로서 측정된 평균 입경은 약 1.25  $\mu\text{m}$  였다.

[0064] 팁에는, 표 1 에 따라, 입자 미세화제 화합물로서  $\text{Cr}_3\text{C}_2$ , 입자 성장 촉진제로서 흑연 또는 그 결합체가 적용, 즉 "도핑" 되었다. 다른 참조로서, 하나의 인서트에는 어떠한 것도 적용되지 않았고, 즉 도핑되지 않았다.

표 1

샘플	
1	$\text{Cr}_3\text{C}_2$ -도핑
2	흑연 도핑
3 (본 발명)	$\text{Cr}_3\text{C}_2$ -흑연 도핑
4	(도핑되지 않음)

[0065]

[0066] 입자 미세화제 화합물 ( $\text{Cr}_3\text{C}_2$ ) 은 폴리에틸렌 글리콜에 25 wt% 의  $\text{Cr}_3\text{C}_2$  의 분산체에 팁을 디핑함으로써 단독으로 적용되었다. 입자 성장 촉진제 흑연이 물에서 10 wt% 의 슬러리에 팁을 디핑한 후에 건조시킴으로써 단독으로 적용되었다.  $\text{Cr}_3\text{C}_2$  및 흑연의 결합체가 물에서 25 wt% 의  $\text{Cr}_3\text{C}_2$  및 7.5 wt% 의 흑연을 포함하는 결합된 분산체에 의해 적용되었다. 모든 샘플에 있어서, 약 20 mg 의 슬러리 또는 분산체가 약 1.6  $\text{cm}^3$  의 팁 상에서 적용되었다.

[0067] 인서트는 건조된 후에 1410 °C 에서 1 시간 동안 종래의 가스 압력 소결에 의해 소결되었다.

[0068] 상이한 깊이, 즉 표면으로부터의 거리에서 인서트에 대해 비커스 경도가 측정되었다.

[0069] 도 1 은 표면 아래의 상이한 거리에서 측정된 경도 (HV10) 를 도시한다.  $\text{Cr}_3\text{C}_2$  를 갖는 흑연이 두드러진 경도 구배를 발생시킨다. 흑연 용액을 이용한 도핑은 비도핑 샘플에 비해 약 80 HV 주변에서 표면 경도를 증가시킨다. 액체 PEG 에서  $\text{Cr}_3\text{C}_2$  로 도핑된 샘플은 도핑되지 않은 샘플보다 높은 80 HV 정도의 거의 동일한 경도 증가를 갖는다. 흑연 용액에서  $\text{Cr}_3\text{C}_2$  로 도핑된 샘플은 150 HV 초과의 경도 증가를 얻는다. 경도가 표면 바로 아래에서 떨어지는 것을 볼 수 있다.

[0070] 도 2 는 표면 아래 상이한 거리에서 샘플 3 의 코발트, 탄소 및 크롬 함량을 도시한다. 도 3 은 또한 크롬 구배의 상세도를 도시한다. 코발트 및 크롬의 명확한 구배가 존재한다.

[0071] 전자 후방산란 회절 (EBSD) 상으로부터 입경이 산출되었다.

[0072] 도 4 및 도 5 는 각각 0.3 및 10  $\text{mm}$  깊이에서 샘플 3 (본 발명) 의 비교를 도시한다.

[0073] 표 2 는 샘플 1 ( $\text{Cr}_3\text{C}_2$  도핑) 과 샘플 3 ( $\text{Cr}_3\text{C}_2$  흑연 도핑) 의 입경의 비교를 도시한다.

표 2

표면 아래 거리 (mm)	평균 원 상당 경 ( $\mu\text{m}$ )	
	샘플 1 $\text{Cr}_3\text{C}_2$ -도핑	샘플 3 $\text{Cr}_3\text{C}_2$ -흑연 도핑
0.3 (= 상부 표면 영역 )	1.24	1.55
10 (= 벌크 영역)	1.29	1.26

[0074]

[0075] 최대 입자가 표면 가장 가까이에서 발견된다. 최대 경도가 표면 아래 1  $\text{mm}$  주변에서 발견된다.

### 실시예 2

[0077] 표 3 에 따라 실시예 1 과 동일한 크기 및 조성의 컴팩트가 입자 미세화제 화합물로서 및/또는 입자 성장 촉진제로서 적용, 즉  $\text{Cr}_2\text{N}$  또는  $\text{CrN}$  으로 도핑되었다.

표 3

샘플	
5	흑연 도핑
6 (본 발명)	$\text{Cr}_2\text{N}$ -흑연 도핑
7 (본 발명)	$\text{CrN}$ -흑연 도핑

[0078]

[0079] 입자 성장 촉진제 흑연이 물에서 10 wt% 의 흑연의 슬러리로 텁을 도핑한 후에 건조시킴으로써 단독으로 적용되었다.  $\text{Cr}_2\text{N}$ , 또는  $\text{CrN}$ , 및 흑연의 결합체가 물에서 각각 20wt% 의  $\text{CrN}$  및 8 wt% 의 흑연, 또는 22 wt% 의  $\text{CrN}$  및 8.8 wt% 의 흑연을 포함하는 결합 분산체에 의해 적용되었다. 모든 샘플에 대해 약 20 mg 의 슬러리 또는 분산체가 약 1.6  $\text{cm}^3$  의 텁에 적용되었다.

[0080] 인서트는 건조된 후에 1410 °C 의 온도에서 1 시간 동안 종래의 가스 압력 소결에 의해 소결되었다.

[0081] 비커스 경도가 상이한 깊이, 즉 표면으로부터의 거리에서 인서트에 대해 측정되었다.

[0082] 도 6 은 도핑된 표면 아래에서 측정된 경도 (HV10, 샘플 5, 6 및 7) 를 도시한다.  $\text{Cr}_2\text{N}$  또는  $\text{CrN}$  을 갖는 흑연을 이용하여 두드러진 경도 구배를 발생시킨다는 것이 명백하다.

[0083] 표 4 는 표면으로부터 상이한 거리에 있는 샘플 6 ( $\text{Cr}_2\text{N}$  흑연 도핑) 과 샘플 7 ( $\text{CrN}$  흑연 도핑) 에 대한 경도를

도시한다.

표 4

표면 아래 거리 (mm)	경도 (HV10)		
	샘플 5 (흑연 도핑)	샘플 6 (Cr <sub>2</sub> N-흑연 도핑)	샘플 7 (CrN-흑연 도핑)
0.2	1432	1493	1505
0.7	1446	1496	1510
1.2	1431	1506	1522
1.7	1443	1490	1506
2.7	1436	1470	1464
5.2	1358	1388	1386
8.2	1354	1358	1357

[0084]

[0085] 본 발명에 따른 샘플을 위한 원래 벌크재 (8.2 mm 깊이) 와 비교하여 약 140 ~ 160 유닛 (HV) 의 경도 증가가 있다. 오직 흑연 도핑된 샘플은 약 90 유닛 (HV) 만의 경도 증가를 도시한다. 최대 경도는 본 발명에 따른 샘플에 대한 표면 아래 1.2 mm 주위에서 발견된다.

[0086]

도 7 은 0.3 mm 깊이에서 샘플 6 의 대표적인 SEM 이미지를 도시한다. 도 8 은 샘플 6 의 원래 벌크부 (10 mm) 의 이미지이다.

[0087]

### 실시예 3

[0088]

실시예 1 과 동일한 크기 및 조성의 컴팩트가 입자 미세화제 화합물로서 및/또는 입자 성장 촉진제로서 적용, 즉 Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub> 로 도핑되었다.

[0089]

Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub> 로 및 흑연 또는 수트의 결합체가 물에서 흑연 또는 수트로서 20 wt% 의 Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub> 및 10 wt% 의 탄소를 포함하는 결합 분산체에 의해 적용되었다. 모든 샘플에 대해서 약 20 mg 의 슬러리 또는 분산체가 약 1.6 cm<sup>3</sup> 의 텁에 적용되었다.

[0090]

인서트는 건조된 후에 1410 °C 의 온도에서 1 시간 동안 종래의 가스 압력 소결에 의해 소결되었다.

[0091]

비커스 경도가 상이한 깊이, 즉 표면으로부터의 거리에서 인서트에 대해 측정되었다.

[0092]

도 9 는 도핑된 표면 아래에서 측정된 경도 (HV10) 를 도시한다. Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub> 를 갖는 수트를 이용하여 Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub> 를 갖는 흑연을 이용할 때만큼 두드러진 경도 구배를 발생시킨다는 것이 명백하다.

[0093]

본 발명에 따른 샘플을 위한 원래 벌크재 (8 ~ 10 mm 깊이) 와 비교하여 약 160 유닛 (HV) 의 경도 증가가 있다. 최대 경도는 표면 아래 2 mm 주위에서 발견된다.

[0094]

### 실시예 4

[0095]

초경합금 분말 블렌드가 93.5 wt% 의 WC 및 6.5 wt% 의 Co 의 조성을 갖는 표준 원료를 이용하여 만들어졌다.

[0096]

컴팩트가 16 mm 직경의 원통형 베이스 및 원뿔형 텁을 갖는 25 mm 길이의 채광 공구용 인서트의 형태로 만들어졌다.

[0097]

원상당경으로서 측정된 평균 입경은 약 6 μm 였다.

[0098]

입자 미세화제로서 Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub> 와 입자 성장 촉진제로서 흑연의 결합체가 물 중의 25 wt% 의 Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub> 및 7.5 wt% 의 흑연을 포함하는 결합 분산체로서 텁에 적용, 즉 "도핑" 되었다. 모든 샘플에 대하여, 약 40 mg 의 슬러리 또는 분산체가 약 3.2 cm<sup>3</sup> 의 텁에 적용되었다.

[0099]

인서트가 건조된 후에 1520 °C 에서 1 시간 동안 종래의 가스 압력 소결에 의해 소결되었다.

[0100]

상이한 깊이에서, 즉 표면으로부터의 거리에서 인서트에 대해 비커스 경도가 측정되었다.

[0101] 도 10 은 도핑된 표면 아래에서 측정된 경도 (HV10) 를 도시한다.

[0102] 표 6 은 표면으로부터 상이한 거리에서 경도 (HV10) 를 도시한다.

표 6

표면 아래 거리 (mm)	경도 (HV10)
0.2	1137
0.7	1168
1.2	1153
1.7	1166
2.7	1170
3.2	1153
4.2	1153
5.2	1146
6.2	1128
8.2	1094
10.2	1082

[0103]

[0104] 본 발명에 따른 샘플을 위한 원래 벌크재 (8 ~ 10 mm 깊이) 와 비교하여 약 85 유닛 (HV) 의 경도 증가가 있다. 최대 경도는 표면 아래 2.5 mm 주위에서 발견된다.

#### 실시예 5

[0106]

본 발명에 따른 내충격성 초경 합금 인서트가 스웨덴의 키루나에 있는 폐석의 암석 드릴링의 광범위 시험에서 종래의 균질한 초경합금 인서트와 비교되었다. 종래의 초경합금 인서트는 94 wt% 의 WC 및 6 wt% 의 Co 의 조성을 가졌다. 또한 본 발명의 초경합금 인서트의 구배는 전체적으로 94 wt% 의 WC 및 6 wt% 의 Co 를 포함하였지만, 본 발명에 따른 구배로 분배되었다. 본 발명의 초경합금 인서트는 실시예 1 의 과정을 따라 만들어졌다. 구배 초경합금이 비트당 3 개의 전방 인서트 및 6 개이지 인서트를 구비한 20 개의 드릴 비트에서 시험되었다. 드릴 비트는 49.5 mm 의 초기 개이지 직경을 가지고 45 ~ 46 mm 에서 스크레이핑되었다 (scraped). 개이지 및 전방 인서트는 각각 10 mm 와 9 mm 였다. 구배 초경합금 인서트가 비트의 가장 민감한 부분인 개이지에서 시험되었다. 전방 인서트는 표준 균질 초경합금이었다. 이는, 키루나 폐석에서 낫다고 여겨지는 암석 조건에서의 회피불가한 스프레드 (spread) 를 잘 커버해야 하는, 시험된 20 × 6=120 구배 인서트를 의미한다. 표준 초경합금으로 된 20 개의 동일한 비트가 기준으로서 사용되었다. 인서트는 구형 둠 텁을 가지고 기하학적 구조는 표준 구배 인서트와 새로운 구배 인서트 모두에 대해서 모든 10 mm 및 9 mm 인서트에 대해 각각 동일하였다. 하나의 인서트가 단면에 걸쳐 70 HV10 측정을 받았고 iso 경도 라인이 도 11 에 도시된 바와 같이 산출되었다. 도핑된 표면 바로 아래에 있는 영역의 경도가, 경도 최대값이 발견된 도핑된 표면 1 ~ 2 mm 아래의 경도 HV1491 보다 낮은 1477 HV10 임을 명확하게 볼 수 있다.

[0107]

Sandvik Tamrock 의 탑 해머 드릴 리그 (rig) 로 시험이 실시되었다. 유압식 탑 해머는 210 bar 의 작업 압력 및 90 bar 의 공급 압력을 갖는 HFX5 였다. 회전은 70 bar 의 회전 압력을 갖는 230 rpm 이었다.

[0108]

표 7 은 이하에서 비트당 평균 드릴 미터, DM, 비트 개이지 직경의 마모 (mm) 당 평균 드릴 미터, DM/mm 및 첫 번째 고장까지의 평균 드릴 미터 (DMF) 를 나타낸다. 비트는 약 58 ~ 59 드릴 미터 이후에 재그라인딩되었다 (약 12 구멍/리그라인딩).

표 7

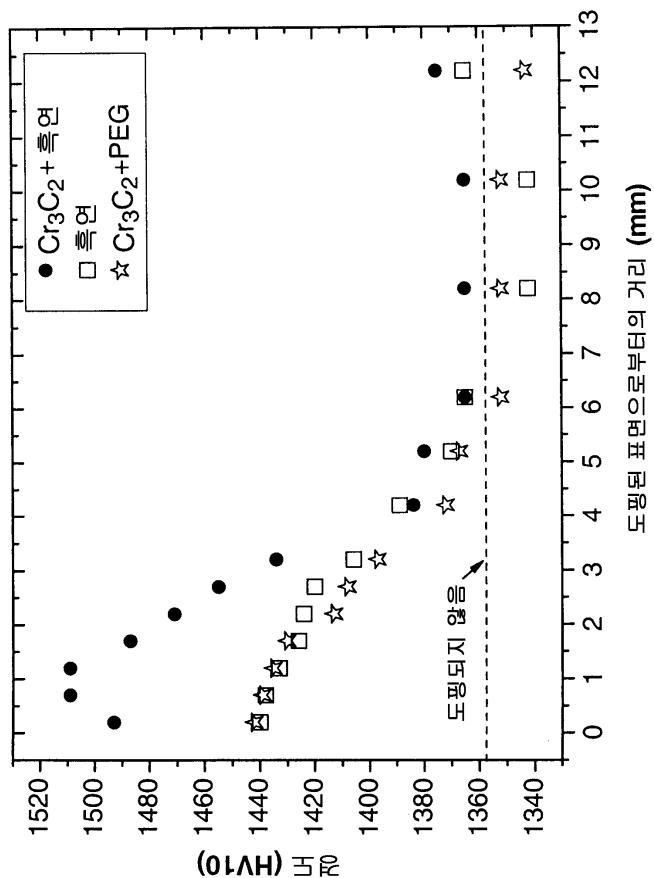
	DM	DM/mm	DMF	경도 (HV10)
균질한 종래 발명	455	125	284	1430
Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub> -흑연 도핑	551	149	395	1370-1520

[0109]

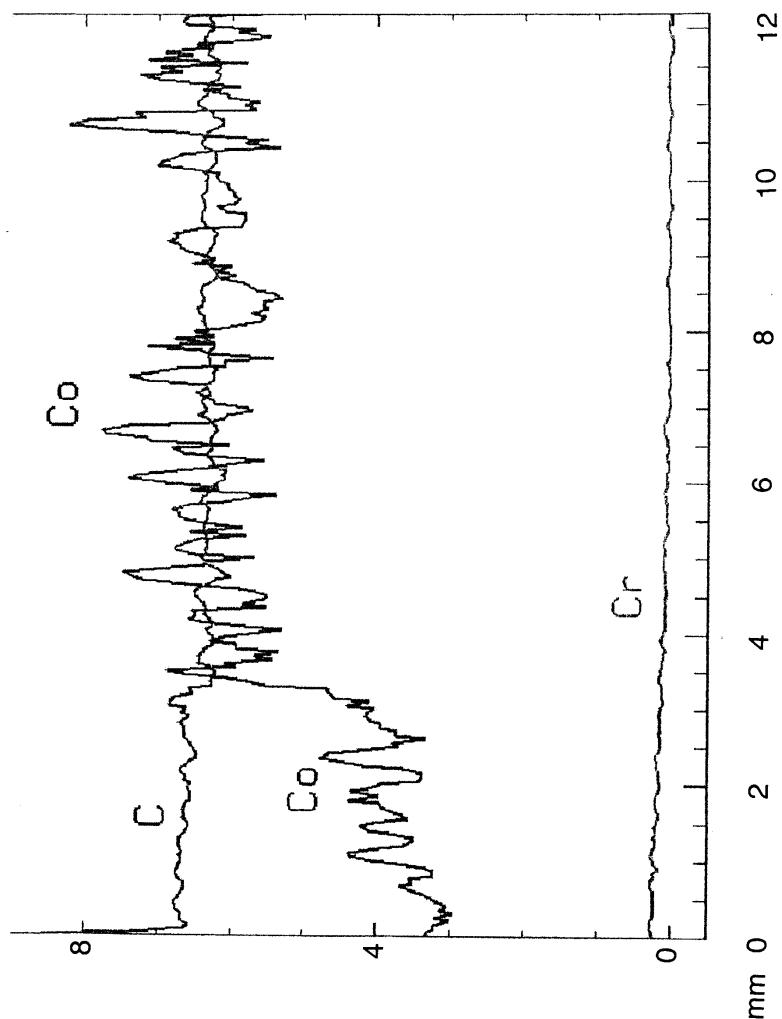
[0110] 결과는 본 발명에 따른 인서트를 갖는 드릴 비트와 종래 인서트를 갖는 드릴 비트의 비교시에 20 % 의 내마모성 (DM 및 DM/mm) 의 증가 및 40 % 의 공구 수명의 증가 (DMF) 를 보여준다.

## 도면

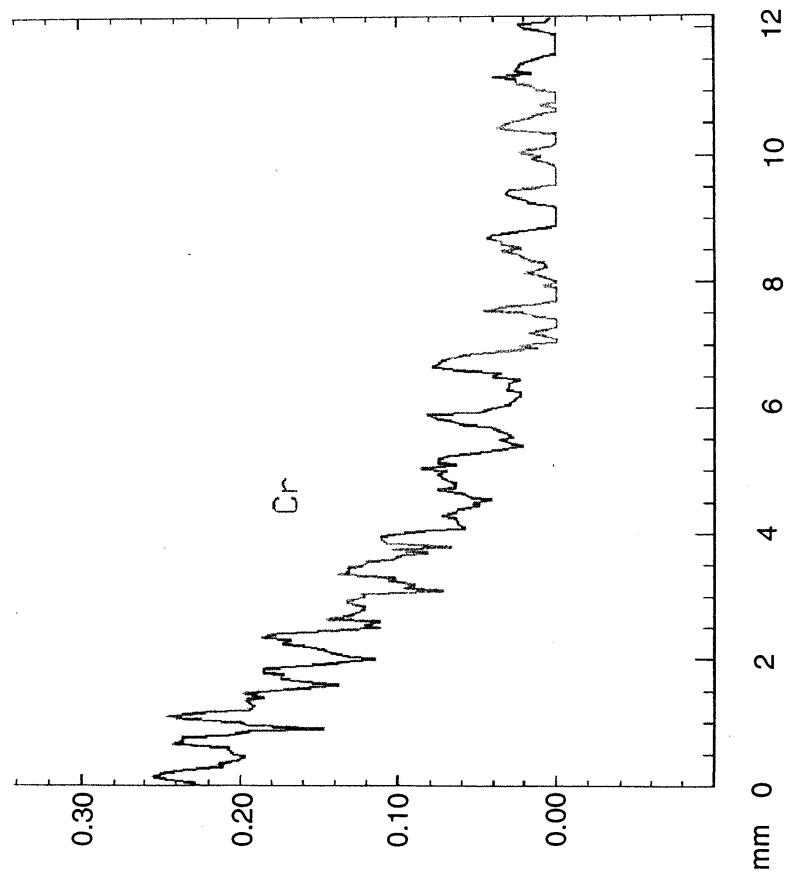
### 도면1



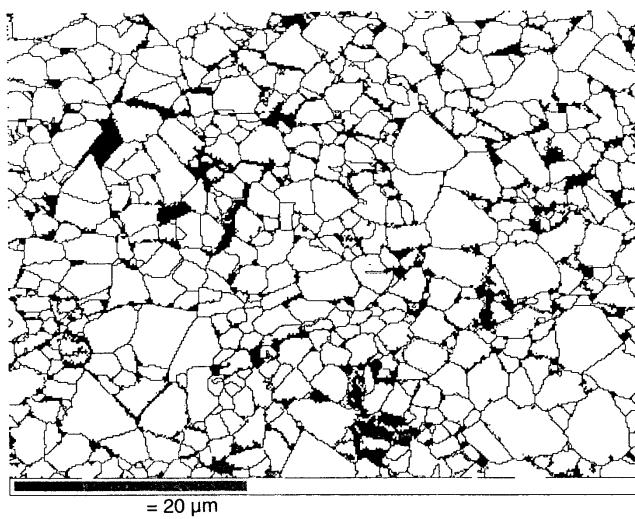
도면2



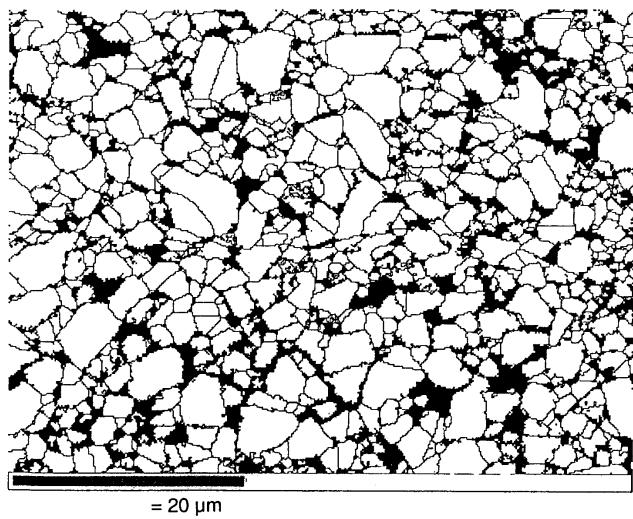
도면3



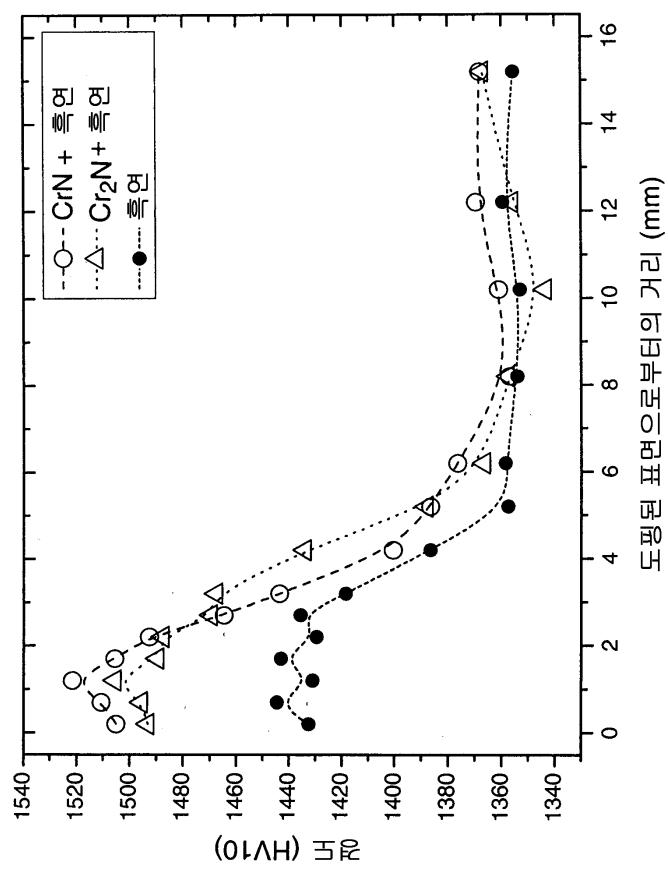
도면4



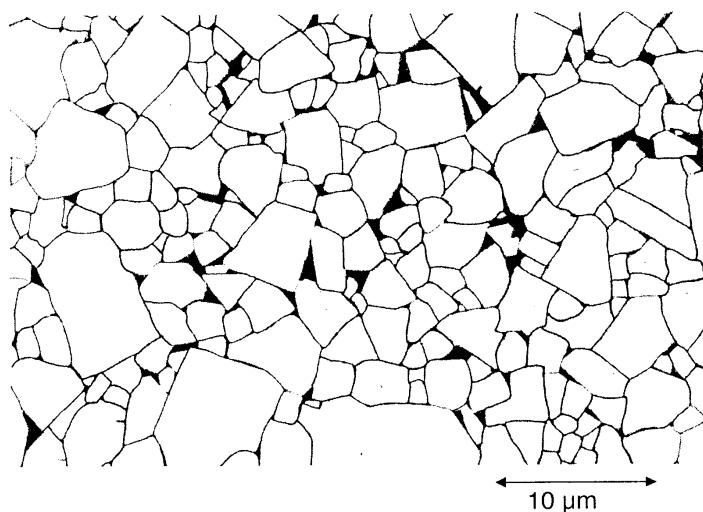
도면5



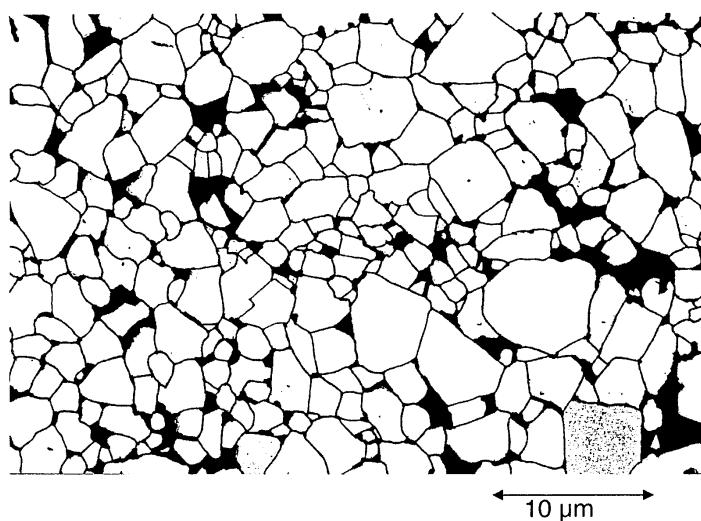
도면6



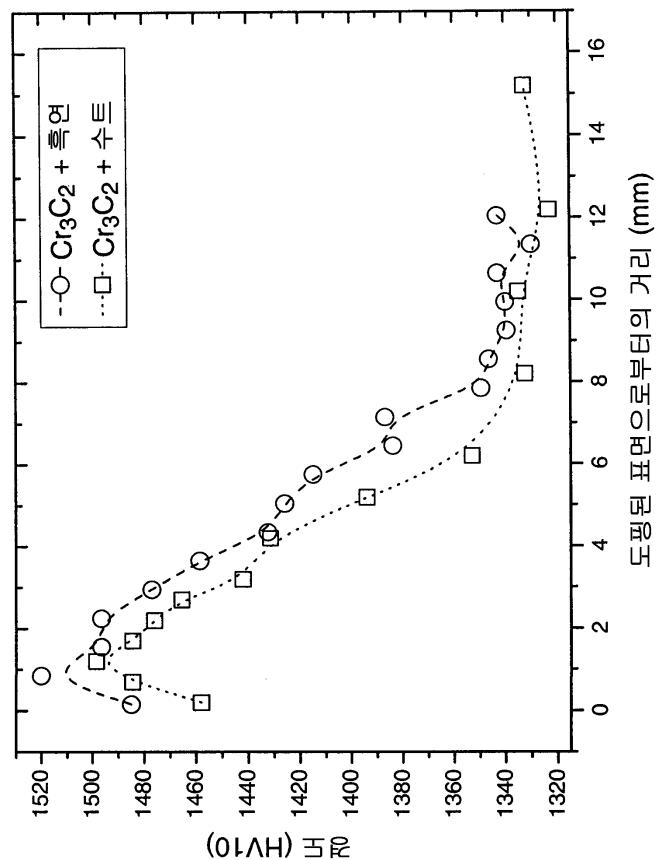
도면7



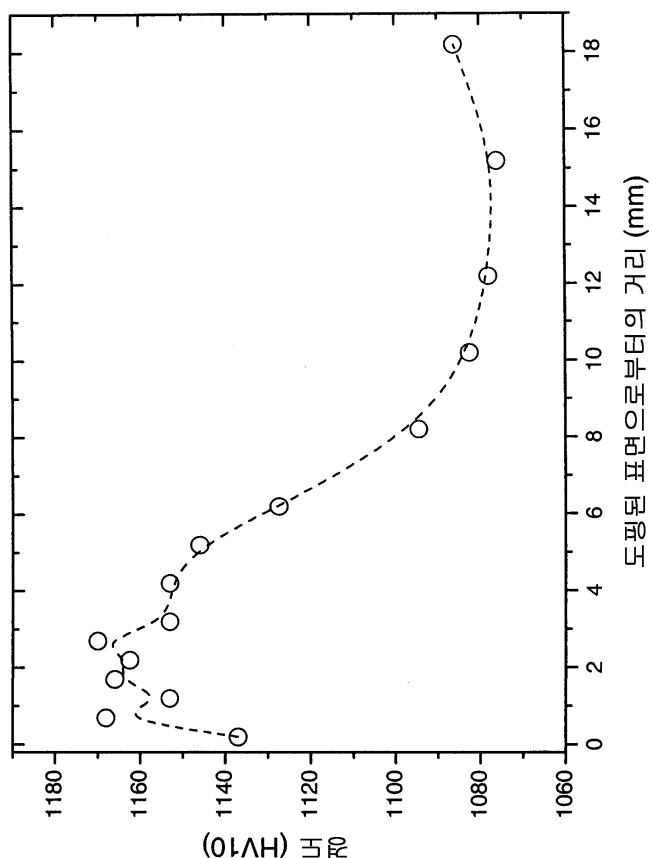
도면8



도면9



도면10



도면11

