



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0034284  
(43) 공개일자 2025년03월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C22C 29/08 (2006.01) B22F 3/15 (2006.01)  
C22C 29/00 (2006.01) E21B 10/46 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
C22C 29/08 (2013.01)  
B22F 3/15 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2024-7039484  
(22) 출원일자(국제) 2023년07월04일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2024년11월27일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2023/068336  
(87) 국제공개번호 WO 2024/012930  
국제공개일자 2024년01월18일  
(30) 우선권주장  
22184187.7 2022년07월11일  
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인  
산드빅 마이닝 앤드 컨스트럭션 툴스 에이비  
스웨덴 81134 산드비켄 발스베르크스트로켓 14  
(72) 발명자  
오케손 레이프  
스웨덴 12680 베스트베르가 레르크로그스베엔 19  
산드빅 마이닝 앤드 컨스트럭션 툴스 에이비 씨/오  
투르바 크리스토프  
스웨덴 12680 베스트베르가 레르크로그스베엔 19  
산드빅 마이닝 앤드 컨스트럭션 툴스 에이비 씨/오  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인코리아나

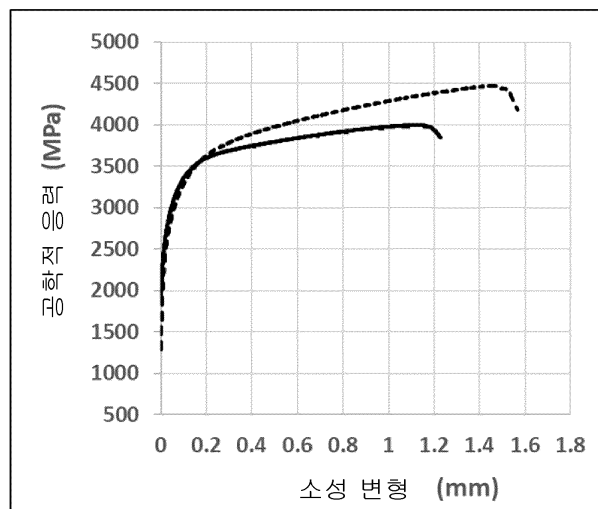
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 착암 인서트

(57) 요약

코발트를 포함하는 바인더상 내의 WC 의 경질 성분을 포함하는 초경합금의 본체를 포함하는 착암 인서트로서; 상기 초경합금은 4 ~ 18 wt% Co; 본체의 벌크의 Cr/Co 질량비가 0.04 ~ 0.19 가 되도록 하는 Cr; 잔부의 WC 및 임의의 불가피한 불순물들을 포함하고; 초경합금의 바인더상의 함량은 착암 인서트 전체에 걸쳐 실질적으로 동일하며; 상기 인서트는 0.70 ~ 0.81 사이의 보정된 CoM/wt% Co 비를 가지고, 상기 보정된 CoM/wt% Co 비는: 보정된 CoM/wt% Co = (자기-% Co + 1.13 \* wt% Cr) / wt% Co 에 따라 계산되고, 자기-% Co 는 자기 Co 의 중량 백분율이고, wt-% Co 및 wt-% Cr 은 각각 상기 초경합금 중 Co 및 Cr 의 중량 백분율이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

**C22C 29/005** (2013.01)

**E21B 10/46** (2020.05)

**B22F 2005/001** (2013.01)

**B22F 2998/10** (2021.08)

**B22F 2999/00** (2021.08)

**C22C 2202/02** (2013.01)

(72) 발명자

**보르그 이다**

스웨덴 12680 베스트베르가 레르크로그스베엔 19

산드빅 마이닝 앤드 컨스트럭션 툴스 에이비 씨/오

**릴리아 미리암**

스웨덴 73782 파게르스타 비외른박스베엔 2 셰코

툴스 에이비 씨/오

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

코발트를 포함하는 바인더상 내의 WC 의 경질 성분을 포함하는 초경합금의 본체를 포함하는, 착암 인서트 (2)로서,

상기 초경합금은 4 ~ 18 wt% Co,

상기 착암 인서트의 최내부 부분의 Cr/Co 질량비가 0.04 ~ 0.19 가 되도록 하는 Cr,

잔부의 WC 및 임의의 불가피한 불순물들을 포함하고,

상기 초경합금의 바인더상의 함량은 상기 착암 인서트 전체에 걸쳐 실질적으로 동일하며,

상기 착암 인서트는, EN ISO 6507-1:2005 (E) 에 따라 경도가 측정되는 적어도 800 HV20 의 경도를 가지며,

상기 초경합금의 WC 입자 크기 평균값은 상세한 설명에 정의된 Jeffries 방법에 따라 측정된 바와 같이 0.7  $\mu\text{m}$  초과 18  $\mu\text{m}$  미만이고,

상기 인서트는 0.70 ~ 0.81 사이의 보정된 CoM/wt% Co 비를 가지고, 에타-상이 실질적으로 없고, 에타-상은  $\text{M}_6\text{C}$  또는  $\text{M}_{12}\text{C}$  이고, 여기서 M = (Co, W, Cr) 이며,

상기 보정된 CoM/wt% Co 비는 다음에 따라 계산되고,

보정된 CoM/wt% Co = (자기-% Co + 1.13 \* wt% Cr) / wt% Co

자기-% Co 는 자기 Co 의 중량 백분율이고, wt-% Co 및 wt-% Cr 은 각각 상세한 설명에 정의된 상기 방법에 따라 측정된 상기 초경합금 중 Co 및 Cr 의 중량 백분율인 것을 특징으로 하는, 착암 인서트 (2).

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 코발트 함량은 8 ~ 18 wt% 사이인, 착암 인서트 (2).

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 코발트 함량은 4 ~ 8 wt% 사이인, 착암 인서트 (2).

#### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 보정된 CoM/wt% Co 는 0.73 ~ 0.79 사이인, 착암 인서트 (2).

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 착암 인서트의 표면 아래 0.3 mm 에서의 평균 경도와 상기 착암 인서트의 최내부 부분에서의 평균 경도 사이의 차이는 적어도 30 HV3 이고, 경도는 EN ISO 6507-1:2005 (E) 에 따라 측정되는, 착암 인서트 (2).

#### 청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 착암 인서트의 표면 아래 0.3 mm 임의의 지점에서의 경도와 상기 착암 인서트의 표면 아래 1 mm 에서의 경

도 사이의 차이는 적어도 20 HV3 이고, 경도는 EN ISO 6507-1:2005 (E) 에 따라 측정되는, 착암 인서트 (2).

#### 청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 초경합금의 WC 입자 크기 평균값은 1  $\mu\text{m}$  이상 10  $\mu\text{m}$  미만인, 착암 인서트 (2).

#### 청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 초경합금의 질량비 Cr/Co 는 0.05 ~ 0.17 인, 착암 인서트 (2).

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 초경합금의 질량비 Cr/Co 는 0.065 ~ 0.16 인, 착암 인서트 (2).

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 초경합금의 질량비 Cr/Co 는 0.075 ~ 0.15 인, 착암 인서트 (2).

#### 청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 초경합금의 질량비 Cr/Co 는 0.05 ~ 0.12 인, 착암 인서트 (2).

#### 청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 초경합금은 1750 HV20 이하의 상기 착암 인서트의 상기 최내부 부분의 경도를 가지는, 착암 인서트 (2).

#### 청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 보정된 CoM/wt% Co 비는 상기 착암 인서트 (2) 의 부피 전체에 걸쳐 실질적으로 동일한, 착암 인서트 (2).

#### 청구항 14

제 1 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 따른 하나 이상의 장착된 착암 인서트들 (2) 을 포함하는, 착암 비트 본체.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 보정된 CoM/중량% Co 의 특별히 선택된 좁고 제한된 범위를 갖는 크롬 합금 초경합금을 포함하는 착암 인서트에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 착암은, 암석에 드릴링할 목적으로 사용되는 인서트들이 드릴링의 고유 성질로 인한 가혹한 부식 조건들, 반복된 충격 및 높은 응력을 받는 기술 분야이다. 상이한 드릴링 기법은 접촉 응력, 충격, 전단 및 굽힘의 조합으로 인해 인서트에 상이한 부하를 생성할 것이다. 특히 가혹한 응력 조건들은, 착암 인서트들이 톱 해머 (TH) 디바이스, 다운 더 홀 (DTH) 드릴링 디바이스 또는 회전식 드릴링 디바이스, 레이즈 (raise) 보링 디바이스 또는 기계식 절삭 디바이스의 착암 비트 본체에 장착되는 것들과 같은 적용들에서 발견된다.

[0003] 전형적으로, 착암 인서트들은 코발트 (Co) 와 같은 바인더 상에 텅스텐 탄화물 (WC) 과 같은 경질 성분들을 포함하는 초경합금으로 만들어진 본체로 구성될 수도 있다. 이는 인서트들의 수명을 증가시키는 것이 바람직하다. WO 2018/060125 에는 초경합금에 크롬을 첨가함으로써, 드릴 비트의 성능이 향상되는 것이 개시되어 있다. 그러나, 특히 경질 암석 드릴링 적용에서 인서트의 성능 및 수명을 더욱 향상시킬 필요가 있다. EP 3763840 은 구배 미세조직을 갖는 초경합금 마이닝 인서트를 개시하고, EP 2011890 은 0.05 ~ 0.15 의 Cr/Co 중량비를 갖는 초경합금 조성물을 개시한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0004] 따라서, 해결되어야 할 문제는 드릴 인서트의 수명을 추가로 증가시키는 방법이다.

[0005] 정의

[0006] 본원에서 용어 "벌크 (bulk)" 는 착암 인서트의 최내부 부분 (중심) 의 초경합금을 의미한다. 이는 표면으로부터 외부 2 mm 를 제외한 인서트 (즉, 표면 및 서브 표면으로부터 이격된 모든 것) 의 부피로 간주된다.

[0007] 본원에서 용어 "에타-상" 은  $M_6C$  또는  $M_{12}C$  를 의미하며, 여기서  $M = (Co, W, Cr)$  이다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 초경합금 인서트들의 수명을 향상시키는 것이 본 발명의 목적이며, 이 목적은, 코발트를 포함하는 바인더상 중의 텅스텐 탄화물 (WC) 의 경질 성분을 포함하는 초경합금의 본체를 포함하는 착암 인서트를 제공하는 것에 의해 달성되며; 여기서 초경합금은 4 ~ 18 wt% Co; 본체의 벌크 중의 Cr/Co 질량비가 0.04 ~ 0.19 가 되도록 하는 Cr; 잔부의 WC 및 임의의 불가피한 불순물을 포함하고; 초경합금의 바인더상의 함량은 착암 인서트 전체에 걸쳐 실질적으로 동일하며; 상기 인서트는 0.70 ~ 0.81 사이의 보정된 CoM/wt% Co 비를 갖고, 인서트는 에타-상이 실질적으로 없으며; 상기 보정된 CoM/wt% Co 비는 식 1 에 따라 계산된다:

[0009] 보정된 CoM / wt% Co = (자기-% Co + 1.13 \* wt% Cr) / wt% Co      식 1

[0010] 여기서, 자기-% Co 는 자기 Co 의 중량 백분율이고, wt% Co 및 wt% Cr 은 각각 초경합금의 Co 및 Cr 의 중량 백분율이다.

[0011] 유리하게는, 놀랍게도, 이러한 특별한 범위의 보정된 CoM/wt% Co 를 갖는 인서트가, 높은 에너지 텀블링과 같은 기계적 후-소결 처리 공정을 통해 그리고/또는 실제 드릴링 공정을 통해 이루어질 수 있는, 정적/낮은 변형을 접촉 응력을 받을 때, 재료의 변형 경화 능력이 향상될 것이라는 것이 발견되었다. 이 재료는 또한 향상된 최종 압축 강도 (UCS) 를 나타내어, 암석 드릴링 적용에서 조기 인서트 파손의 위험을 줄인다. 이는, 당업자가 취성을 피하기 위해 더 높은 CoM/wt% Co 를 갖는 초경합금을 사용하는 것을 전형적으로 생각할 것이기 때문에 놀라운 것이다. 추가로, 보정된 CoM/wt% Co 가 이 범위에 있으면, 인서트의 마모 특성이 개선되어, 현장에서 사용될 때 인서트의 수명을 증가시키는데 기여하는 것으로 밝혀졌다.

[0012] 일 실시형태에서, 코발트 함량은 8 ~ 18 wt% 이다. 유리하게는, 이 범위는 재료에서 높은 파괴 인성을 획득하는 것을 용이하게 하여, 특히 회전식 드릴 비트, 레이즈 보링 파일릿 비트, 및 레이즈 보링 절삭기와 같은 인성-초점 암석 드릴링 적용에 적합하게 한다. 청구된 Cr/Co 질량비 및 보정된 CoM/wt% Co 비와 조합될 때 이 코발트 범위의 추가 이점은 압축 시 재료의 가소성이 향상될 것이라는 것이다. 용어 가소성은 본 명세서에서 고장의 시작 전에 더 높은 정도의 플라스틱 변형을 겪을 수 있는 재료의 능력을 지정하기 위해 사용된다.

일반적으로, 재료 설계에서, 궁극적인 강도를 높이면 가소성이 감소하고 그 반대의 경우도 마찬가지이다.

본 발명에서, 이 코발트 범위에서, 재료의 변형 경화 능력, USC 및 압축에서의 가소성이 모두 동시에 향상되며, 이는 암석 드릴링 적용에서 조기 인서트 파단의 위험을 감소시킨다. 더욱이, 향상된 가소성 및 압축에서의 변형 경화는 재료 내의 유도된 잔류 응력의 최적으로 향상된 수준을 허용하며, 이는 조기 파손에 대한 인서트의 저항을 추가로 증가시켜 인서트 수명을 연장시킨다.

[0013] 다른 실시형태에서, 코발트 함량은 4 ~ 8 wt% 이다. 유리하게는, 이 범위는 톱 해머 및 다운 홀 드릴링과 같은 적용에서 전형적으로 요구되는 특히 높은 내마모성에 도달하는 것을 가능하게 한다.

[0014] 일 실시형태에서, 보정된 CoM/wt% Co 는 0.73 ~ 0.79 이다. 유리하게는, 이 범위는 8 ~ 18 wt% 의 코발트

함량과 조합될 때 압축에서 재료의 변형 경화 용량 및 그의 가소성의 가장 최적의 향상을 초래한다.

- [0015] 일 실시형태에서, 착암 인서트의 표면 아래 0.3 mm 에서의 평균 경도와 착암 인서트의 벌크 내의 평균 경도 사이의 차이는 적어도 30 HV3 이고, 여기서 경도는 EN ISO 6507-1:2005 (E) 에 따라 측정된다. 경도 차이는 기계적으로 유도된 압축 잔류 응력 및 바인더상의 변형 경화로부터 기인한다. 유리하게는, 이는 착암 인서트의 증가된 강도 및 겔보기 인성으로 이어져, 인서트의 조기 손상 및 고장의 위험을 감소시키고 결과적으로 인서트 수명을 증가시킨다.
- [0016] 일 실시형태에서, 착암 인서트의 표면 아래 0.3 mm 임의의 지점에서의 경도와 착암 인서트의 표면 아래 1 mm 에서의 경도 사이의 차이는 적어도 20 HV3 이고, 여기서 경도는 EN ISO 6507-1:2005 (E) 에 따라 측정된다. 경도 차이는 바인더상의 유도된 압축 잔류 응력 및 변형 경화를 반영하여, 인서트의 향상된 겔보기 인성 및 강도로 이어지며, 결과적으로 드릴링 동안 수명을 증가시킨다.
- [0017] 일 실시형태에서, 초경합금의 WC 입자 크기 평균값은 이하의 설명에서 정의된 제프리 방법에 따라 측정시 0.7  $\mu\text{m}$  초과 18  $\mu\text{m}$  미만이다. 유리하게는, 이러한 입자 크기는 암석 공구 적용을 위한 내마모성과 인성 사이의 최적의 균형을 제공한다.
- [0018] 일 실시형태에서, 초경합금의 평균 WC 입자 크기 값은 1.0  $\mu\text{m}$  이상 10  $\mu\text{m}$  미만이다. 유리하게는, 이러한 입자 크기는 암석 공구 적용을 위한 내마모성과 인성 사이의 최적의 균형을 제공한다.
- [0019] 일 실시형태에서, 초경합금의 질량비 Cr/Co 는 0.05 ~ 0.17, 바람직하게는 0.065 ~ 0.16, 훨씬 더 바람직하게는 0.075 ~ 0.15 이다. 유리하게는, 이는 최적의 내마모성 및 변형 경화를 위한 능력을 제공한다.
- [0020] 다른 실시형태에서, 초경합금의 질량비 Cr/Co 는 0.05 ~ 0.12 이다. 유리하게는, 이는 가소성, 변형 경화를 위한 능력, 내마모성, 및 파괴 인성 사이의 최적의 균형을 제공한다.
- [0021] 일 실시형태에서, 초경합금은 1750 HV20 이하의 벌크 경도를 갖는다. 유리하게는, 이는 인서트가 너무 취성이 없어 파손되기 쉽다는 것을 의미한다.
- [0022] 본 출원의 다른 양태에 따르면, 전술한 바와 같이 또는 후술하는 바와 같이 하나 이상의 장착된 착암 인서트를 포함하는 착암 비트 본체가 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1 은 마모 시험에 사용된 착암 인서트의 기하학적 구조의 개략도이다.
- 도 2 는 샘플 A 및 샘플 B 에 대한 일축 압축의 변형 곡선을 도시한다.
- 도 3 은 샘플 C 및 샘플 D 에 대한 일축 압축의 변형 곡선을 도시한다.
- 도 4 는 샘플 E 및 샘플 F 에 대한 일축 압축의 변형 곡선을 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 도 1 은 코발트를 포함하는 바인더상 중의 WC 의 경질 성분을 포함하는 초경합금의 본체를 포함하는 착암 인서트 (2) 를 도시하고; 여기서 초경합금은 4 ~ 18 wt% Co; 본체의 벌크 중의 Cr/Co 질량비가 0.04 ~ 0.19 가 되도록 하는 Cr; 잔부의 WC 및 임의의 불가피한 불순물을 포함하고; 초경합금의 바인더상의 함량은 착암 인서트 전체에 걸쳐 실질적으로 동일하며; 상기 인서트는 0.70 ~ 0.81 사이의 보정된 CoM/wt% Co 비를 갖고, 인서트는 에타-상이 실질적으로 없으며; 상기 보정된 CoM/wt% Co 비는 식 1 에 따라 계산된다:
- [0025] 보정된 CoM / wt% Co = (자기-% Co + 1.13 \* wt% Cr) / wt% Co      식 1
- [0026] 여기서, 자기-% Co 는 자기 Co 의 중량 백분율이고, wt% Co 및 wt% Cr 은 각각 초경합금의 Co 및 Cr 의 중량 백분율이다.
- [0027] 보정된 CoM/wt% Co 의 이 특정 범위는 탄소 함량의 신중한 제어에 의해 달성된다. 소결된 샘플의 보정된 CoM/wt% Co 는 상업적으로 입수가능한 Foerster Koerzimat CS 1.096 장비를 사용하여 측정 및 계산된다. Koerzimat CS 1.096 V3.09 매뉴얼에 설명된 대로 샘플은 중량측정된 후 자기 코일에 넣는다. 자기 모멘트가 측정되고, 이로부터 중량-비포화 자화 ( $\sigma_s$ ) 는 샘플의 중량에 대한 자기 모멘트의 비로부터 계산된다. 그 다음, 자기 재료 (%) (자기-% Co 로 알려짐) 의 비율은  $\sigma_s$  를 Co 에 대한 재료 상수로 나누어 계산되며, 재료

상수는  $2010 \cdot 10^{-7} \text{ Tm}^3/\text{kg}$  이다. 크롬 함유 재료의 경우에, 식 1 에서와 같이,  $1.13 \cdot \text{wt\% Cr}$  의 보정 계수가 사용되고 ( $1.13$  계수는 코발트 및 크롬의 원자량 비로부터 유래):

[0028] 보정된  $\text{CoM} / \text{wt\% Co} = (\text{자기-Co} + 1.13 \cdot \text{wt\% Cr}) / \text{wt\% Co}$  식 1

[0029] 여기서, 자기-Co 는 자기 Co 의 중량 백분율이고,  $\text{wt\% Co}$  및  $\text{wt\% Cr}$  은 각각 초경합금의 Co 및 Cr 의 중량 백분율이다.

[0030] 원하는 보정된  $\text{CoM}/\text{wt\% Co}$  는 밀로부터 분말 블렌드 슬러리의 샘플을 취하여 달성되고, 이는 이어서 건조되고, 가압되고, 소결되어, 보정된  $\text{CoM}/\text{wt\% Co}$  가 측정되고 계산될 수 있다. 당업자에 의해 공지된 방법을 사용하여, 원하는 보정된  $\text{CoM}/\text{wt\% Co}$  를 달성하기 위해 첨가될 탄소 (그을음) 또는 매우 미세한 텅스텐 금속 분말의 양을 계산할 수 있다. 이는, 본질적으로 탄소 균형을 제어하기 위한 수단이지만, 절대 탄소 함량이 바인더 함량, Cr 함량 및 소결 조건과 같은 다른 요인에 의해 영향을 받기 때문에 절대 탄소 함량을 측정하고 제어하는 것보다 원하는 특성의 정의를 위해 전술한 바와 같은 방법을 사용하는 것이 필요하다. 본 발명의 착암 인서트 (2) 는, 초경합금의 원소들을 포함하는 가압 준비가 된 분말을 밀링, 분무 건조에 의해 제조한 후 콤팩트로 압축하고 이를 그 후 소결하는 프로세스에 의해 제조된다. 드릴 인서트의 정확한 치수를 얻기 위한 연삭 단계가 일반적으로 수행된다. 본 발명의 드릴 인서트는 일반적으로 반구형, 원추형 또는 비대칭형인 둥근 상단 및 원통형 베이스부를 갖는다. 착암 인서트는 도 1 에 도시된 것과 다른 기하학적 구조를 가질 수 있다는 것을 이해해야 한다. 통상적으로, 원통형 베이스부의 곡면을 연삭하여 원하는 정확한 직경을 얻고, 반면에 상단부 및 원형 베이스부의 표면들은 소결된 상태로 유지된다. 그 후, 드릴 인서트는 고 에너지 텀블링과 같은, 인서트에 높은 수준의 압축 응력을 도입하는 기계적 후처리를 받는다.

[0031] 초경합금의 바인더상 함량은 착암 인서트 전체에 실질적으로 동일하고, 즉, 착암 인서트의 표면으로부터 그 내부로 갈 때 Co 함량의 상당한 구배는 존재하지 않는다. 바람직하게는, 또한 착암 인서트의 표면으로부터 그 내부로 갈 때 존재하는 크롬 함량에 상당한 구배가 없다.

[0032] 일 실시양태에서, 코발트 함량은 바람직하게는 5 내지 16 wt%이다.

[0033] 또 다른 실시양태에서, 코발트 함량은 8 내지 18 중량%, 바람직하게는 10 내지 16 중량%이다.

[0034] 또 다른 실시양태에서, 코발트 함량은 4 내지 10 중량%, 바람직하게는 4 내지 8 중량%이다.

[0035] 일 실시양태에서, 보정된  $\text{CoM}/\text{wt\% Co}$  는 0.70 ~ 0.81, 바람직하게는 0.72 ~ 0.80, 보다 바람직하게는 0.73 ~ 0.79 이다.

[0036] 일 실시양태에서, 착암 인서트의 표면 아래 0.3 mm 에서의 평균 경도와 착암 인서트의 벌크 내의 평균 경도 사이의 차이는 적어도 30 HV3, 바람직하게는 적어도 35 HV3, 더욱 바람직하게는 적어도 40 HV3, 더욱 더 바람직하게는 적어도 40 HV3, 더욱 더 바람직하게는 적어도 50 HV3, 더욱 더 바람직하게는 적어도 60 HV3 이고, 여기서 경도는 EN ISO 6507-1:2005 (E) 에 따라 측정된다.

[0037] 일 실시양태에서, 착암 인서트의 표면 아래 0.3 mm 임의의 지점에서의 경도와 착암 인서트의 표면 아래 1 mm 에서의 경도 사이의 차이는 적어도 20 HV3, 바람직하게는 적어도 35 HV3, 더욱 바람직하게는 적어도 40 HV3, 더욱 바람직하게는 적어도 45 HV3 이며, 여기서 경도는 EN ISO 6507-1:2005 (E) 에 따라 측정된다.

[0038] HV3 측정은 KB Prüftechnik GmbH 에 의한 KB30S 프로그램가능 경도 시험기를 사용하여 다음과 같은 방식으로 수행하였다:

[0039] - 종축을 따라 인서트 샘플을 절단.

[0040] - 점진적으로 미세한 그릿 및 연마 현탁액을 사용하여 절단된 표면을 연삭 및 연마.

[0041] - 샘플의 에지를 스캐닝.

[0042] - 에지에 대한 규정된 거리에 일련의 만입부들을 만들도록 경도 시험기를 프로그래밍.

[0043] - 에지에서 0.3 mm 이상까지의 각 거리에서 개별 만입부들 사이의 거리를 프로그래밍.

[0044] - 모든 프로그래밍된 좌표들에서 3 kg 부하로 만입.

[0045] - 컴퓨터가 만입부를 가진 각 좌표로 스테이지를 이동하고 자동 조정 광과 자동 포커스를 실행한 다음 각 만입

부의 크기를 자동으로 측정.

[0046] - 사용자는 만입부의 모든 사진에서 잘못된 결과를 초래할 수 있는 포커스 오류 및 기타 효과를 검사하고 각 시리즈에서 선택한 잘못된 것을 수동으로 재평가.

[0047] 표면으로부터 특정 깊이에서 평균 경도는 인서트 둘레에 균등하게 분포된 깊이에서 적어도 50 개의 측정된 경도 값들의 평균으로 규정된다.

[0048] 일 실시형태에서, 초경합금 입자 크기의 평균값은 설명에서 정의된 Jeffries 방법에 따라 측정된 바와 같이 0.7  $\mu\text{m}$  초과 내지 18  $\mu\text{m}$  미만이다.

[0049] WC 입자 크기는, 예를 들어 인성, 강도, 내마모성 및 열전도도의 측면에서 초경합금의 원하는 최종 특성에 맞도록 선택된다. 일 실시형태에 따르면, WC 평균 입자 크기는 0.7  $\mu\text{m}$  초과, 또는 0.9  $\mu\text{m}$  초과, 또는 1  $\mu\text{m}$  초과, 또는 1.25  $\mu\text{m}$  초과, 또는 1.5  $\mu\text{m}$  초과, 또는 1.75  $\mu\text{m}$  초과, 또는 2.0  $\mu\text{m}$  초과이다. WC 입자 크기가 너무 크면, 재료는 소결하기 어렵게 된다. 따라서, WC 평균 입자 크기가 18  $\mu\text{m}$  미만, 또는 15  $\mu\text{m}$  미만, 또는 10  $\mu\text{m}$  미만, 또는 6  $\mu\text{m}$  미만인 것이 바람직하다.

[0050] WC 입자 크기 평가를 위한 현미경 사진은 후방 산란 전자 (BSE) 콘트라스트에서 주사 전자 현미경 (SEM) 을 사용하여 얻었다. 이미징 전에, 재료 샘플을 표준 절차를 사용하여 연마하고 Murakami 용액으로 에칭하여 입자 경계에서 콘트라스트를 생성하였다. 평균 WC 입자 크기는 그 후 아래에 기술된 Jeffries 방법을 사용하여 각각의 재료에 대해 적어도 2 개의 상이한 현미경 사진들로부터 평가되었다. (각각의 재료에 대해, 제각각) 개별 현미경 사진들로부터 얻은 평균 입자 크기 값들로부터 평균값을 계산하였다. 수정된 Jeffries 방법을 사용하여 평균 입자 크기 평가를 위한 절차는 다음과 같았다:

[0051] 최소 300 개의 WC 입자들을 포함하도록 SEM 현미경 사진 내에서 적절한 크기의 직사각형 프레임이 선택되었다. 프레임 내측의 입자들과 프레임에 의해 교차된 입자들은 수동으로 카운팅되고, 평균 입자 크기는 식들 (2 ~ 4) 로부터 획득된다:

[0052]

$$M = \frac{L_{scale\ mm} \times 10^{-3}}{L_{scale\ micro} \times 10^{-6}} \quad \text{식 2}$$

[0053]

$$vol\%WC = 100 \times \left( -1.308823529 \times \frac{\left( \frac{wt\%Co}{100} - 1 \right)}{\left( \frac{wt\%Co}{100} + 1.308823529 \right)} \right) \quad \text{식 3}$$

[0054]

$$d = \frac{1500}{M} \times \sqrt{\frac{L_1 \times L_2 \times vol\%WC}{\left( n_1 + \frac{n_2}{2} \right) \times 100}} \quad \text{식 4}$$

[0055] 여기서:

[0056] d = 평균 WC 입자 크기 ( $\mu\text{m}$ )

[0057]  $L_1$ ,  $L_2$  = 프레임의 측면들의 길이 (mm)

[0058] M = 배율

[0059]  $L_{scale\ mm}$  = 현미경 사진에서 스케일 바의 측정 길이 (mm)

[0060]  $L_{scale\ micro}$  = 배율에 대한 스케일 바의 실제 길이 ( $\mu\text{m}$ )

[0061]  $n_1$  = 프레임 내에 완전히 있는 입자들의 수

[0062]  $n_2$  = 프레임 경계로 교차하는 입자들의 수

[0063] wt% Co = 알려진 코발트 함유량 (중량%).

- [0064] 식 3 은 재료에서 알려진 Co 함량을 기반으로 WC 분율을 추정하는데 사용된다. 식 4 는 그 후 프레임에서 총 WC 면적 대 그 안에 함유된 입자들의 수의 비로부터 평균 WC 입자 크기를 산출한다. 식 4 는 또한 랜덤 2D 단면에서 모든 입자들이 최대 직경을 통해 절단되지 않는다는 사실을 보상하는 보정 계수도 포함한다.
- [0065] 일 실시형태에서, 초경합금의 질량비 Cr/Co 는 0.05 ~ 0.17, 보다 바람직하게는 0.065 ~ 0.16, 보다 더 바람직하게는 0.075 ~ 0.15 이다.
- [0066] 다른 실시형태에서, 초경합금의 질량비 Cr/Co 는 0.05 ~ 0.12, 바람직하게는 0.05 ~ 0.10 이다.
- [0067] 또 다른 실시형태에 따르면,  $M_7C_3$  상은 초경합금에 존재하며, 여기서 M 은 Cr, Co 및 W 의 조합, 즉 (Cr,Co,W) $_7C_3$  을 나타낸다. Co 용해도는  $M_7C_3$  탄화물 중 금속 함량의 38 at% 만큼 높게 도달할 수 있다. Cr:Co:W 의 균형은 초경합금의 전체 탄소 함량에 의해 영향을 받는다.
- [0068] 다른 실시형태에서, 초경합금 인서트는 1750 HV20 이하, 바람직하게는 1700 HV20 이하, 더욱 바람직하게는 1650 HV20 이하의 벌크 경도를 갖는다. 착암 인서트의 초경합금은 적절하게는 적어도 800 HV20, 또는 적어도 900 HV20, 또는 적어도 950 HV20, 또는 적어도 1000 HV20 의 벌크 경도를 갖는다. 경도는 EN ISO 6507-1:2005 (E) 에 따라 측정된다.
- [0069] 다른 실시형태에서, 초경합금 인서트는 1 면적% 미만의 에타-상, 바람직하게는 0.8 면적% 미만의 에타-상을 포함한다. 에타-상의 양은 광학 현미경을 사용하여 이진 이미지 분석에 의해 측정되고, 10 개의 랜덤 영역을 측정하고 평균 영역 % 를 계산한다.
- [0070] 다른 실시형태에서, 초경합금 인서트는 에타-상이 실질적으로 없다. 본 명세서에서 에타-상이 실질적으로 없는 것은 0.5 면적% 미만의 에타-상을 의미한다. 에타-상의 양은 광학 현미경을 사용하여 이진 이미지 분석에 의해 측정되고, 10 개의 랜덤 영역을 측정하고 평균 영역 % 를 계산한다.
- [0071] 일 실시형태에서, 보정된 CoM/wt% Co 는 초경합금 인서트의 부피 전체에 걸쳐 실질적으로 동일하다.
- [0072] 일 실시형태에서, 코발트 함량은 초경합금 인서트의 부피 전체에 걸쳐 실질적으로 동일하다. 예를 들어, 이는 EDS 를 사용하여 측정될 수 있다.
- [0073] 일 실시형태에서, 크롬 함량은 초경합금 인서트의 부피 전체에 걸쳐 실질적으로 동일하다. 예를 들어, 이는 EDS 를 사용하여 측정될 수 있다.
- [0074] 일 실시형태에서, 사용되는 소결 온도는 1350 ~ 1550℃, 바람직하게는 1400 ~ 1530℃ 이다.
- [0075] 일 실시형태에 따르면, 본 발명에 따른 착암 인서트 (2) 는 탐-해머 (TH) 디바이스 또는 다운-더-홀 (DTH) 드릴링 디바이스 또는 회전식 드릴링 디바이스 또는 레이즈 보링 파일릿 비트 디바이스 또는 레이즈 보링 절삭기 디바이스 또는 푸시 보링 (블라인드 보링) 디바이스 또는 기계식 절삭 디바이스 또는 수평 방향 드릴링 (HDD) 디바이스의 착암 비트 본체에 장착된다. 회전식 드릴링 디바이스는 오일 및 가스 회전식 절삭기 디바이스일 수도 있다.
- [0076] 실시예 1 - 샘플들
- [0077] 표 1 에 나타난 샘플들은, 볼 밀에서 92% 알코올을 함유하는 밀링 액체 중에서, 2% 폴리에틸렌 글리콜 (PG8000) 을 갖는 Co 및  $Cr_3C_2$  로  $dm_{FSSS} = 1.2 \sim 18.0 \mu m$  를 갖는 WC 를 밀링함으로써 제조하였다. 보정된 CoM/wt% Co 비를 목표 값에 대해 조정하기 위해, 소량의 슬러리를 밀로부터 취하여, 건조시키고, 마지막 20 분 동안 55 bar Ar 압력으로 1410℃ 에서 60 분 동안 소결 HIP 노에서 소결된 생형체로 가압하였다. 보정된 CoM/wt% Co 비를 전술한 바와 같이 측정 및 계산하였다. 보정된 CoM/wt% Co 비가 너무 낮으면 탄소 (그을음) 를 밀에 추가하고 너무 높으면 매우 미세한 텅스텐 금속 분말을 추가하였다. 첨가될 그을음 또는 텅스텐의 양은 보정된 CoM/wt% Co 목표값으로부터의 편차가 얼마나 큰지에 기반하여 각각의 재료에 대해 구체적으로 계산되었다. 그런 다음, 볼 밀을 짧은 시간 동안 실행하여 슬러리를 균질화하였다. 이어서, 슬러리를  $N_2$  분위기에서 분무 건조시켰다. 분말을 일축 가압하여 생형체를 형성한 후 상기와 동일한 방법으로 생형체를 소결하여 인서트를 제조하였다. 인서트의 특성은 전술한 바와 같은 방법을 사용하여 측정되었다.

표 1

| 샘플         | Co<br>함량<br>(wt%) | Cr<br>함량<br>(wt%) | Cr / Co<br>질량비 | 벌크내<br>HV20 | 평균<br>입자 크기<br>( $\mu\text{m}$ ) | 보정된<br>CoM / wt%<br>Co |
|------------|-------------------|-------------------|----------------|-------------|----------------------------------|------------------------|
| A<br>(비교예) | 11.0              | 1.10              | 0.10           | 1099        | 4.92                             | 0.88                   |
| B (본발명)    | 11.0              | 1.10              | 0.10           | 1092        | 4.31                             | 0.78                   |
| C<br>(비교예) | 13.5              | 1.35              | 0.10           | 1095        | 3.74                             | 0.87                   |
| D (본발명)    | 13.5              | 1.35              | 0.10           | 1059        | 3.76                             | 0.74                   |
| E<br>(비교예) | 6.0               | 0.60              | 0.10           | 1449        | 2.10                             | 0.91                   |
| F (본발명)    | 6.0               | 0.60              | 0.10           | 1499        | 2.00                             | 0.79                   |
| G<br>(비교예) | 7.0               | 1.05              | 0.15           | 1502        | 1.30                             | 0.99                   |
| H (본발명)    | 7.0               | 1.05              | 0.15           | 1570        | 1.60                             | 0.79                   |

샘플 요약

[0078]

[0079]

실시예 2 - 일축 압축 시험/소성 변형

[0080]

샘플들 A-F 은, 부하-변위 곡선을 기록하는 동안 0.6 mm/min 과 동일한 크로스헤드 변위의 일정한 속도로, Instron 5989 시험 프레임을 사용하여 과단될 때까지 일축 압축에서 실온에서 변형되었다. 시험 고정구, 카운터 표면들의 경도 및 평행도, 뿐만 아니라 샘플 기하학적 구조는 ISO 4506:2017 E 표준 "Hardmetals - Compression test" 에 따랐다. 시험 링 및 부하 스트링의 탄성 변형을 고려하여, 샘플 없이 시험 고정구를 로딩함으로써 얻어지는 컴플라이언스 곡선은 각각의 측정 동안 직접 샘플에 대해 측정된 부하-변위 곡선으로부터 차감되었다. 공학적인 응력은 시험 전에 각각의 개별 시험 샘플에서 측정된 최소 직경으로부터 얻은 초기 최소 단면적으로 부하를 나눔으로써 부하 값으로부터 계산되었다. 샘플들의 탄성 변형은 샘플들의 소성 변형만을 분리하기 위해 선형 회귀를 사용하여 시험 데이터 후처리 동안 응력-변위 곡선으로부터 차감되었다. 응력-변위 곡선으로부터 소성 변형의 이러한 분리는 다음과 같이 수행되었다:

[0081]

- 시각적으로 선형으로 추정된 응력-변위 곡선의 초기 섹션에 대응하는 데이터 세트의 일부에 선형 회귀를 적용하였다.

[0082]

- 그런 다음, 선형 회귀에 사용된 이 부분 데이터 세트의 변위 범위를 피트의  $R^2$  값을 최대화하도록 변경하였다.

[0083]

- 결과 회귀 식의 1 차 도함수 (피팅된 선의 기울기) 를 사용하여 아래 식 5 의 관계를 사용하여 총 측정된 변위로부터 소성 변형을 계산하였다.

[0084]

$$e_{\text{plast}} = e - \sigma/a \quad \text{식 5}$$

[0085]

여기서, " $e_{\text{plast}}$ " 는 소성 변형을 나타내고, " $e$ " 는 컴플라이언스 곡선의 감산 후의 측정된 변위, " $\sigma$ " 는 엔지니어링 응력, 및 " $a$ " 는 전술한 바와 같이 응력-변위 곡선의 탄성 부분에 선형 회귀에 의해 피팅된 선의 기울기에 대응하는 계수이다.

[0086]

도 2 는 샘플 A 및 B 에 대한 일축 압축에서의 변형 곡선을 비교하는데, 즉 샘플들은 11 wt% Co 를 가진다. 샘플 A (비교 샘플) 는 실선으로 예시되고 샘플 B (본 발명의 샘플) 는 점선으로 예시된다.

[0087]

도 3 은 샘플 C 및 D 에 대한 일축 압축에서의 변형 곡선을 비교하는데, 즉 샘플들은 13.5 wt% Co 를 가진다.

샘플 C (비교 샘플) 는 실선으로 예시되고 샘플 D (본 발명의 샘플) 는 점선으로 예시된다.

[0088] 도 4 는 샘플 E 및 F 에 대한 일축 압축에서의 변형 곡선을 비교하는데, 즉 샘플들은 6 wt% Co 를 가진다. 샘플 E (비교 샘플) 는 실선으로 예시되고 샘플 F (본 발명의 샘플) 는 점선으로 예시된다.

[0089] 도 2 ~ 도 4 의 변형 곡선은 0.001 mm 의 소성 변형에서 플롯팅되었다.

[0090] 본 발명의 샘플 B 및 D 는, 비교 샘플 A 및 C 와 비교하여, 파괴까지의 변형의 대부분에 걸쳐, 보다 현저한 변형 경화, 즉, 더 가파른 변형 곡선; 더 높은 극한 압축 강도 (UCS) 및 실질적으로 더 큰 가소성 (파괴에 대한 소성 변형) 을 나타낸다. 도 3 은 샘플이 동일한 바인더상 함량을 갖는 것에 더하여, 동일한 평균 텅스텐 탄화물 입자 크기를 가질 때 이러한 효과가 또한 존재함을 나타낸다.

[0091] 본 발명의 샘플 F 는 비교 샘플 E 와 비교하여 더 높은 극한 압축 강도 (UCS) 및 더 현저한 변형 경화를 나타낸다. 도 4 는 샘플이 동일한 바인더상 함량을 갖는 것에 더하여, 동일한 평균 텅스텐 탄화물 입자 크기를 가질 때 이러한 효과가 또한 존재함을 나타낸다. 이는, 샘플 B - D 의 특성들과 함께, 본 발명의 효과가 광범위한 코발트 함량과 입자 크기에 걸쳐 존재함을 보여준다.

[0092] 실시예 3 - 마멸 마모 시험

[0093] 10 mm 외경 및 반구형 상부 기하학적 형상을 갖는 착암 비트 인서트들은 8 가지 재료들 (A, B, C, D, E, F, G, H) 모두로부터 제조되었고, 접지 상태로서 인서트/암석 접촉을 목표로 하는 연속적인 물 유동과 함께 회전하는 화강암 로그 대향 표면을 사용하여 마모 시험을 거쳤다. 시험 동안, 10 kgf (98 N) 의 일정한 힘을 인가하여 인서트/암석 접촉을 유지하였다. 인서트들은 그 원통형 섹션에서만 접지되었기 때문에, 암석 표면과 접촉하는 인서트의 일부는 모든 경우에 소결된 상태로 있었다. 화강암 로그가 회전하는 동안, 인서는 0.9 mm/s 의 일정한 공급 속도로 함께 이동하여 432 내지 446 m 의 총 미끄럼 거리를 생성했다. 모든 인서트들은 시험 전후에 주의깊게 중량측정되었다. 그런 다음 측정된 질량 손실 및 밀도에서 각 재료에 대해 슬라이딩 거리 단위당 부피 마모를 계산하였다. 8 가지 재료들 (A, B, C, D, E, F, G 및 H) 각각에 대해 3 개의 인서트들을 시험하였고 3 개의 시험들에서 슬라이딩 거리 단위당 부피 마모에 대한 평균값을 계산하였다. 결과를 하기 표 2 에 나타낸다:

표 2

| 샘플                         | A        | B        | C        | D        | E        | F        | G        | H        |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 부피 마모 (mm <sup>3</sup> /m) | 1.53E-03 | 8.95E-04 | 1.37E-03 | 1.06E-03 | 4.71E-04 | 2.65E-04 | 2.31E-04 | 1.41E-04 |
| 표준 편차                      | 1.05E-04 | 6.84E-05 | 7.59E-05 | 1.04E-04 | 7.16E-05 | 4.09E-05 | 1.95E-05 | 1.97E-05 |

화강암 대향면에 대한 마멸 마모 시험에서  
마모율 (슬라이딩 거리 미터당 부피 손실)

[0094]

[0095] 본 발명의 샘플들 각각에 대해 더 낮은 부피 마모 (더 높은 내마모성) 가 기록되었다. 특히, 재료 D 는 동일한 공칭 바인더 함량, 동일한 평균 WC 입자 크기 및 더 낮은 실온 경도를 가짐에도 불구하고 재료 C 보다 더 낮은 부피 마모를 나타내는 것으로 확인되었다. 재료 F 는 동일한 공칭 바인더 함량 및 동일한 평균 WC 입자 크기를 가짐에도 불구하고 재료 E 보다 더 낮은 부피 마모를 나타내는 것으로 확인되었다.

[0096] 실시예 4 - 필드 시험

[0097] 탑 해머 비트들은 10 mm 직경의 6 개의 주변 인서트들 및 8 mm 의 3 개의 전방 인서트들을 갖는 약 49 mm 의 초기 비트 직경을 갖도록 제조되었다. 인서트 기하학적 형상은 3.5 mm 반경의 반-탄도 (semi-ballistic) 상단을 갖는 원주형이었다. 주변부 상에 샘플 E 인서트들을 갖는 3 개의 비트들 및 주변부 상에 샘플 F 인서트들을 갖는 3 개의 비트들이 시험되었다. 전방 인서트들은 시험된 모든 비트들에 대해 표준 재료 (WC-6%Co) 이었다. 드릴링 동안 샘플 E 인서트들을 가진 하나의 비트가 손실되어 비교를 위해 2 개의 비트들을 남겼다. 비트들은 스웨덴 스톡홀름의 함마르비 쇼스타드에 있는 건설 현장에서 중간 경질 및 중간 연마 화

강압에서 시험되었다. 드릴 리그에는 30 kW 의 충격 전력과 100 Hz 의 충격 주파수를 갖는 최대 전력으로 작동하는 COP3038 암석 드릴이 장착되었다. 비트는, 침투 속도가 드릴링을 계속하기 전에 다시 날카로워야 할 필요성을 나타낼 때까지, 드릴링되었다. 2 ~ 3 개의 비트들로부터의 평균 결과들은 하기 표 3 에 나타난다:

표 3

| 샘플 | 마모 전<br>평균 드릴링된 깊이<br>(m) | 비트 직경 손실<br>(mm/m) | 비트 직경 손실의<br>mm당 드릴링된 미터<br>(m/mm) |
|----|---------------------------|--------------------|------------------------------------|
| E  | 157                       | 0.0037             | 289                                |
| F  | 280                       | 0.0025             | 401                                |

필드 시험 결과들

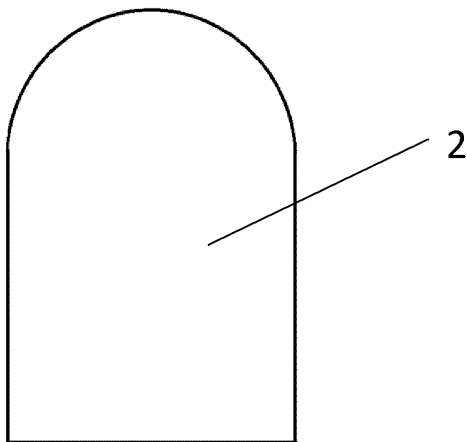
[0098]

[0099]

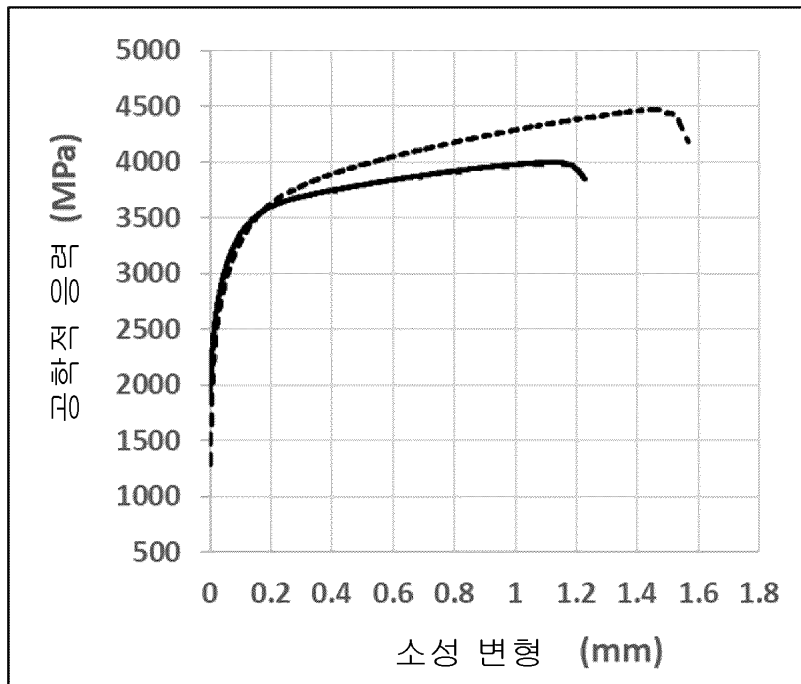
본 발명의 인서트들의 성능은 비교 인서트들에 비해 향상됨을 알 수 있다.

도면

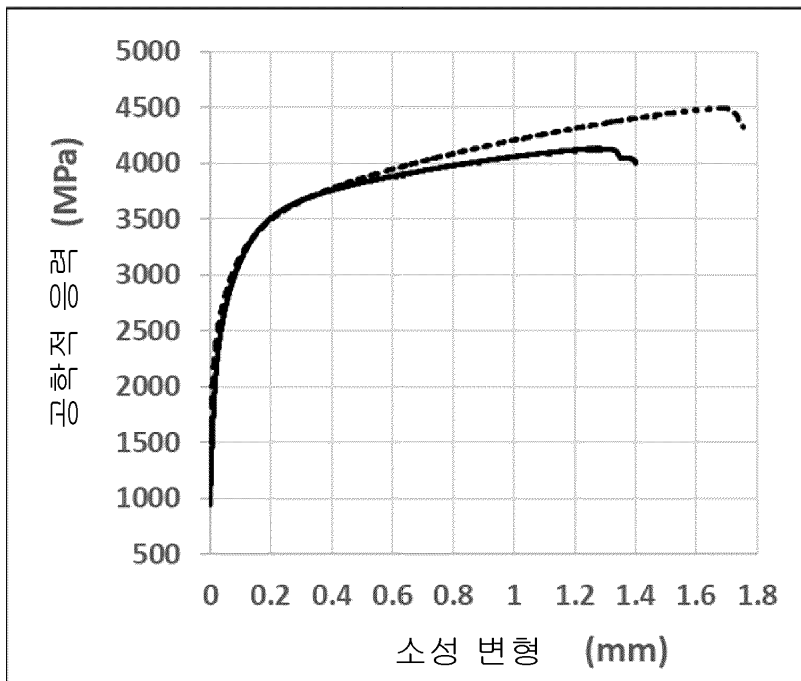
도면1



도면2



도면3



도면4

