



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년11월23일
(11) 등록번호 10-1203831
(24) 등록일자 2012년11월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 29/06 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2004-0084494
- (22) 출원일자 2004년10월21일
심사청구일자 2009년09월18일
- (65) 공개번호 10-2005-0039617
- (43) 공개일자 2005년04월29일
- (30) 우선권주장
0302783-6 2003년10월23일 스웨덴(SE)
- (56) 선행기술조사문현
JP03226576 A
JP10512624 A

전체 청구항 수 : 총 4 항

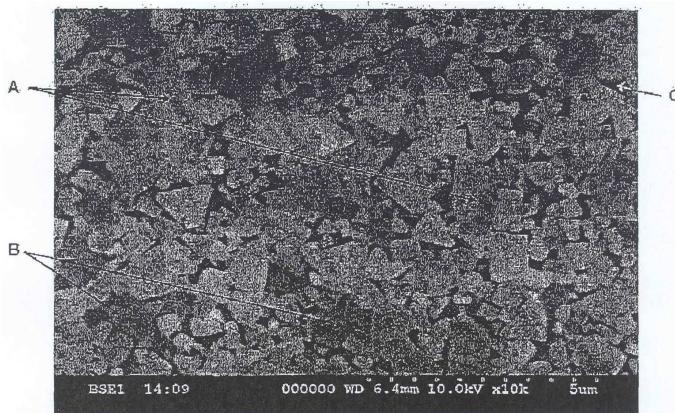
심사관 : 오준철

(54) 발명의 명칭 초경합금 및 그의 제조방법

(57) 요 약

본 발명은 WC; Co, Ni 또는 Fe 계 바인더상; 및 감마상을 함유하는 초경합금에 관한 것으로, 상기 감마상은 $1 \mu\text{m}$ 미만의 평균 결정립도를 갖는다. 또한, 본 발명은, 감마상을 형성하는 분말을 Ti, Ta, Nb, Zr, Hf 및 V 중 1종이상의 혼합 큐빅 카바이드로서 첨가하고, WC의 양 (WC의 몰분율로 표시)과 소결 온도에서의 평형 감마상 WC 함량 (WC의 몰분율로 표시) 사이의 비 (f_{WC})가 $f_{\text{WC}} = x_{\text{WC}} / x_{\text{eWC}}$ 일 때, f_{WC} 는 0.6 ~ 1.0인 초경합금의 제조방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

경질의 성분 및 바인더상을 형성하는 분말을 습식 밀링하고, 건조, 프레싱 및 소결하여, 원하는 형상과 크기의 본체로 만드는 분말야금학적 방법에 의해, WC; 3 ~ 15 중량% 의 Co, Ni 또는 Fe 계 바인더상; 및 3 ~ 25 부피% 의 감마상을 함유하는 초경합금을 제조하는 방법에 있어서, 감마상을 형성하는 분말이 큐빅 혼합 카바이드 (Me, W)C 로서 첨가되며, 여기서의 Me 는 Ti, Ta, Nb, Zr, Hf 및 V 중 1종 이상이고, 또한 WC 의 몰분율 (x_{WC}) 로 주어지는 WC 의 양과 합금되며, 이때 상기 x_{WC} 와 WC 의 몰분율로서 주어지는 소결온도에서의 평형 감마상 WC 함량(xe_{WC}) 사이의 비 ($f_{WC} = x_{WC} / xe_{WC}$) 는 0.8 ~ 1.0 이며, 여기서, Me 가 Ti, Ta 및 Nb 중 1종 이상인 경우, xe_{WC} 가 다음의 관계식으로 주어지는 것을 특징으로 하는 초경합금의 제조방법.

$$xe_{WC} = (0.383 \times x_{TiC} + 0.117 \times x_{NbC} + 0.136 \times x_{TaC}) / (x_{TiC} + x_{NbC} + x_{TaC})$$

청구항 7

삭제

청구항 8

제 6 항에 있어서, 감마상 분말이 1 μm 미만의 결정립도를 갖는 것을 특징으로 하는 초경합금의 제조방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서, WC 분말이 서브미크론인 것을 특징으로 하는 초경합금의 제조방법.

청구항 10

제 6 항에 있어서, 내마모성 코팅이 제공된 것을 특징으로 하는 초경합금의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 Co, Ni 또는 Fe 계 금속성 바인더의 제 2 상 및 서브미크론 크기의 감마상 (큐빅 카바이드 (cubic

carbide) 상) 에 의해 결합되며, 특히 서브미크론 결정립도를 갖는 WC 를 포함하는 초경합금에 관한 것이다.

[0006] 일반적으로 금속 절삭용 등급의 초경합금은, 1 내지 $5 \mu\text{m}$ 의 평균 결정립도를 갖는 WC, 감마상 (TiC, NbC, TaC, ZrC, HfC 및 VC 중 적어도 하나와 상당량의 용해된 WC 의 고용체), 및 일반적으로 Co 인 5 ~ 15 중량%의 바인더상을 함유한다. 이러한 초경합금의 특성은 WC 결정립도, 바인더상 및/또는 감마상의 부피분율, 감마상의 조성을 변화시킴으로써 그리고 탄소함량을 조절함으로써 최적화된다.

[0007] 오늘날, 서브미크론의 WC 결정립도 조직을 갖는 초경합금은 인성과 내마모성이 모두 크게 요구되는 용도에서 강, 스테인레스강 및 내열합금의 기계가공에 상당한 정도로 이용되고 있다. 다른 중요한 용도로는 소위 PCB-드릴로 불리우는 인쇄회로기판의 기계가공용 마이크로드릴이 있다.

[0008] 서브미크론 초경합금은 입자성장 억제제를 함유한다. 일반적인 입자성장 억제제는 바나듐, 크롬, 탄탈, 니오븀 및/또는 티타늄, 또는 이들의 화합물을 포함한다. 입계성장 억제제는 일반적으로 카바이드로서 첨가되어 소결동안 입자성장을 제한하지만, 인성 거동에 안좋은 영향을 미치는 부작용도 또한 갖고 있다. 바나듐 또는 크롬의 첨가는 특히 해로우므로, 이들이 소결 거동에 미치는 안좋은 영향을 제한하기 위해 매우 적은 양으로 유지되어야 한다. 바나듐과 크롬은 모두 소결 활동도 (sintering activity) 를 감소시켜, 종종 소결 조직에 불균일한 바인더상 분포와 인성을 감소시키는 결함이 발생한다. 많이 첨가되는 경우 취화상 (embrittling phase) 이 석출되는 것도 또한 공지되어 있다.

[0009] 금속 절삭용 초경합금에 있어서, 초경합금 등급의 질은 실질적으로 그의 고온 특성으로 결정된다. 초경합금의 경도는 몇몇의 경우에서 온도가 상승함에 따라 급격히 감소한다. 이는 특히 서브미크론 초경합금에서 그러한데, 이 서브미크론 초경합금은 일반적으로 비교적 높은 Co 함량을 갖고 있다.

[0010] 초경합금의 고온 경도 및 화학적 내마모성을 모두 증가시키는 일반적인 방법은, 적절한 양의 감마상을 형성하는 큐빅 카바이드를 첨가하는 것이다. 그러나, 서브미크론 초경합금에 NbC, TaC, TiC, ZrC 및 HfC 와 같은 서브미크론 큐빅 카바이드 또는 이들의 혼합 카바이드를 첨가하면, 소결 동안 형성된 감마상은 $2 \sim 4 \mu\text{m}$ 정도의 결정립도를 갖게 될 것이다. 따라서, 결정립도는 서브미크론이 아니고, 서브미크론 WC 결정립도의 유리한 효과는 거의 사라질 것이다. 소결 동안 형성된 감마상은 용해 및 석출 과정에 의해 성장하여, 많은 양의 텅스텐을 용해할 것이다.

[0011] 위의 사항은 더 조대한 결정립도의 초경합금에도 관계되지만, 이 경우 효과가 덜하다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0012] 본 발명의 목적은 서브미크론 감마상을 가지며, 바람직하게는 서브미크론 결정립도를 갖는 초경합금을 제공하는 것이다.

[0013] 본 발명의 또 다른 목적은 바람직하게는 서브미크론 결정립도를 가지며, 바람직하게는 서브미크론 감마상을 갖는 초경합금을 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

[0014] 놀랍게도 서브미크론 큐빅 카바이드 원료를 WC 와 합금하면 소결된 재료에 서브미크론 감마상이 형성되는 것을 발견하였다.

[0015] Ti, Nb 및 Ta 계 감마상에 대한 일반적인 소결 온도인 1450°C 에서 핵사고날 WC 와 평형을 이룬 상태에서 감마상에 용해된 WC 의 양은, 채트필드 (Chatfield, "1723 K 에서 TiC-NbC-TaC-WC 4원계에서의 감마/WC 용해도 경계 (solubility boundary)", J. Mat. Sci., Vol 21 (1986), No 2, p. 577 ~ 582) 에 의해 실험적으로 결정하였다. 물분율로 표현되는 감마상에서의 WC 의 평형 용해도 (x_{eWC}) 는 다음 식에 의해 매우 정확하게 표현될 수 있다.

$$x_{\text{eWC}} = (0.383 \times x_{\text{TiC}} + 0.117 \times x_{\text{NbC}} + 0.136 \times x_{\text{TaC}}) / (x_{\text{TiC}} + x_{\text{NbC}} + x_{\text{TaC}}) \quad (1)$$

[0017] 선합금 (prealloyed) 큐빅 카바이드 원재료에서의 WC 의 양 (x_{WC}) 과 평형 양과의 관계는 다음 식과 같다.

$$x_{\text{WC}} = f_{\text{WC}} \times x_{\text{eWC}} \quad (2)$$

[0019] 인자 f_{WC} 는 큐빅 카바이드 원재료의 WC 함량과 감마상에서의 WC 용해도 사이의 비이고, f_{WC} 는 소결 온도에서 감마상의 분해를 방지하기 위해 1 이하이어야 한다. 당업자는, TiC, TaC, NbC, ZrC, HfC 및 VC 의 상이한 조합을 베이스로 하는 다른 혼합 큐빅 카바이드에 대한 일반적인 소결 온도에서의 WC 용해도에 대한 문헌에서

이용할 수 있는 실험 데이터로부터 식 (1) 과 유사한 식을 유도할 수 있다.

발명의 구성 및 작용

[0020] 본 발명에 따르면, WC; Co, Ni 또는 Fe 계 바인더상; 및 서브미크론 감마상을 함유하는 초경합금이 제공된다. 바인더상 함량은 3 ~ 15 중량%, 바람직하게는 6 ~ 12 중량%이고, 1 μm 미만의, 바람직하게는 0.8 μm 미만의 평균 결정립도를 갖는 감마상의 양은 3 ~ 25 부피%, 바람직하게는 5 ~ 15 부피%이다. 큐빅 카바이드 원료의 WC 함량과 감마상에서의 WC 용해도 사이의 비 (식 (2)에서 규정된 인자 f_{WC})는 0.6 ~ 1.0, 바람직하게는 0.8 ~ 1.0이다. 평균 WC 결정립도는 바람직하게는 1 μm 미만, 가장 바람직하게는 0.8 μm 미만이다.

[0021] 또한, 본 발명은, 경질의 성분 및 바인더상을 형성하는 분말을 습식 밀링하고, 건조, 프레싱 및 소결하여, 원하는 형상과 크기의 본체로 만드는 분말야금학적 방법에 의해, WC; Co, Ni 또는 Fe 계 바인더상; 및 감마상을 함유하는 초경합금을 제조하는 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 감마상을 형성하며, 바람직하게는 서브미크론 결정립도를 갖는 분말이 큐빅 혼합 카바이드 (Me, W)C로서 첨가되며, 여기서의 Me는 Ti, Ta, Nb, Zr, Hf 및 V 중 1종이상이고, 바람직하게는 Me는 Ti, Ta 및 Nb 중 1종이상이고, 또한 WC의 몰분율 (x_{WC})로 주어지는 WC의 양과 합금되며, 이때 상기 x_{WC} 와 WC의 몰분율로서 주어지는 소결온도에서의 평형 감마상 WC 함량 (x_{eWC}) 사이의 비 ($f_{\text{WC}} = x_{\text{WC}} / x_{\text{eWC}}$)는 0.6 ~ 1.0, 바람직하게는 0.8 ~ 1.0이다. (Ti, Ta, Nb, W)C 큐빅 혼합 카바이드의 소결온도에서의 WC 용해도는 다음 관계식으로 주어진다.

$$x_{\text{eWC}} = (0.383 \times x_{\text{TiC}} + 0.117 \times x_{\text{NbC}} + 0.136 \times x_{\text{TaC}}) / (x_{\text{TiC}} + x_{\text{NbC}} + x_{\text{TaC}})$$

[0023] 당업자는 다른 혼합 큐빅 카바이드의 일반적인 소결온도에서의 WC 용해도에 관한 문헌에서 이용가능한 실험 데이터로부터 유사한 식을 유도할 수 있다.

[0024] 바람직한 실시형태에서는 WC 분말도 또한 서브미크론이다.

[0025] 본 발명에 따른 초경합금 본체는 공지되어 있는 얇은 내마모성 코팅이 제공될 수 있다.

예 1 (본 발명)

[0027] 절삭 공구 인서트형 N123G2-0300-0003-TF 는, $f_{\text{WC}} = 0.867$ 에 상당하는 몰분율 $x_{\text{TiC}} = 0.585$, $x_{\text{TaC}} = 0.119$ 및 $x_{\text{NbC}} = 0.296$ 으로 표현되는 조성을 가지며 0.6 μm 의 FSSS 결정립도를 갖는 (Ti, Ta, W)C 분말 0.04 kg, Co 분말 0.2 kg 및 0.8 μm 의 FSSS 결정립도를 갖는 WC 1.75 kg를 습식 밀링하고, 건조, 프레싱 및 1410 °C에서 1시간 동안 소결하여 제조하였다. 미세조직을 도 1에 나타내었다. 미세조직은 16 부피% Co ('C'로 표시), 77 부피% 서브미크론 WC ('A'로 표시) 및 0.7 μm 의 결정립도를 갖는 7 부피% 감마상 ('B'로 표시)으로 이루어져 있다.

예 2 (비교예)

[0029] 예 1이 반복되었지만, 감마상 형성 성분을 동일한 조성에 단일 카바이드, 즉 TiC 및 TaC로서 첨가하였다. 그 미세조직이 도 2에 나타나있는데, 도 2에서 'A'는 WC를, 'B'는 감마상을, 그리고 'C'는 바인더상을 각각 가리킨다. 감마상 'B'는 약 3 μm 의 크기를 가지며 넓은 면적으로 존재한다.

예 3

[0031] 예 1 및 2의 절삭 인서트는, 절삭 속도 $VC = 200 \text{ m/min}$, 이송/회전 (feed/rev) = 0.2 mm , 그리고 절삭 깊이 10 mm 로 강 SS2541의 그루빙 (grooving) 가공으로 시험하였다. 기준 절삭 인서트로는, 0.8 μm WC와 10 중량% Co로 이루어진 샌드빅 코로만트 그레이드 (Sandvik Coromant grade) GC1025를 사용하였다. 예 1 및 2의 인서트와 기준 인서트를 동일한 배치 (batch)에서 종래기술에 따라 (TiAl)N + TiN으로 PVD 코팅하였다.

[0032] 도 3은 기준 인서트의 마모 패턴을 보여주고, 도 4는 본 발명에 따라 제조된 인서트의 마모를 보여준다. 예 2의 인서트는 25회 통과 (pass) 후 깨졌고, 기준 인서트는 52회 통과 후 깨졌으며, 본 발명에 따른 인서트는 82회 통과 후 깨졌다.

발명의 효과

[0033] 본 발명에 의해, 서브미크론 감마상을 가지며 바람직하게는 서브미크론 결정립도를 갖는 초경합금과 그의 제조방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0001] 도 1은 본 발명에 따른 서브미크론 초경합금의 미세조직을 주사전자현미경으로 10000 배 확대하여 보여준다.

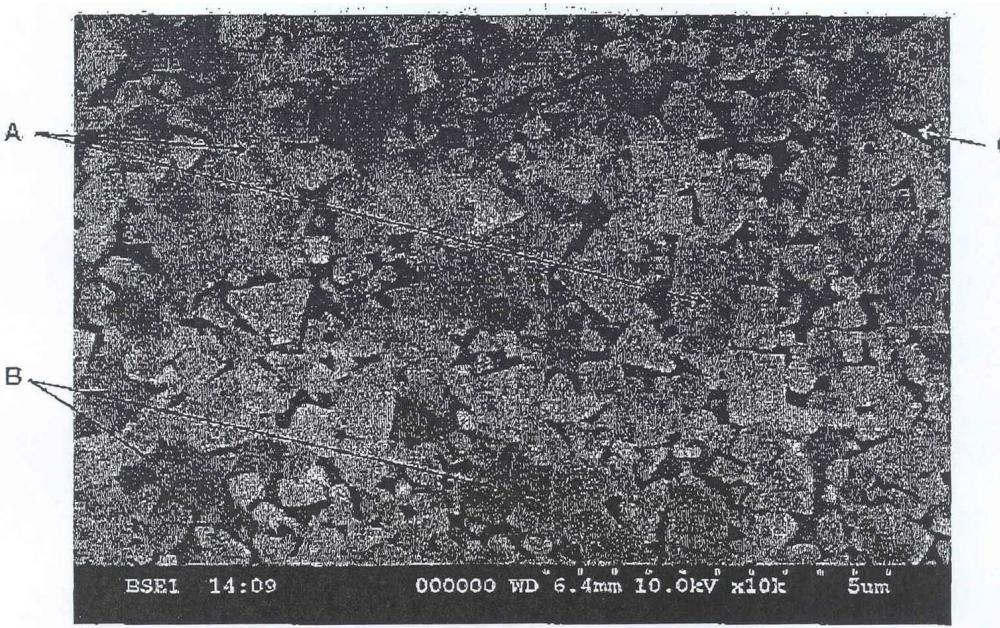
[0002] 도 2는 비교예의 서브미크론 초경합금의 미세조직을 주사전자현미경으로 10000 배 확대하여 보여준다.

[0003] (도 1 및 2에서, A는 WC, B는 감마상, 그리고 C는 바인더상을 가리킨다.)

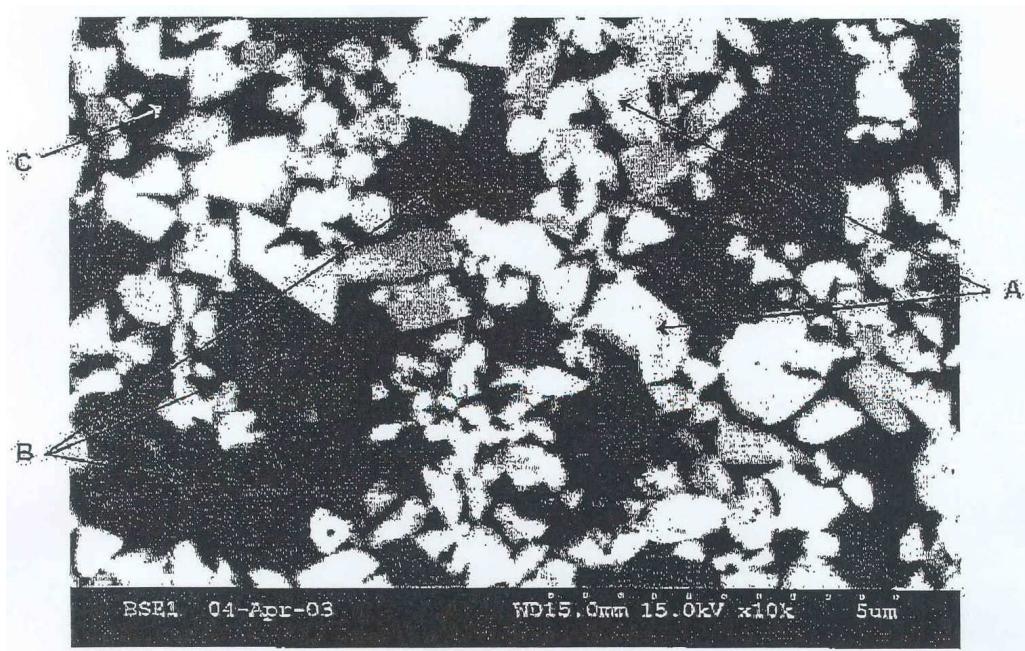
[0004] 도 3a, 3b, 3c 및 도 4a, 4b, 4c는 기준 인서트의 마모 패턴과 본 발명에 따라 제조된 인서트의 마모 패턴을 약 10 배로 확대하여 보여준다.

도면

도면1



도면2



도면3a



도면3b



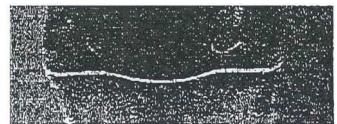
도면3c



도면4a



도면4b



도면4c

