(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0106271
(43) 공개일자 2025년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 1/00 (2006.01) *B23K 1/008* (2006.01)
B23K 35/00 (2006.01) *B23K 35/02* (2006.01)
B23K 35/30 (2006.01) *C21D 1/06* (2006.01)
C21D 1/26 (2006.01) *C21D 1/76* (2006.01)
C21D 9/00 (2014.01) *C22C 38/10* (2006.01)
C22C 38/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23K 1/0008 (2013.01)
B23K 1/008 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2025-7012447
(22) 출원일자(국제) 2023년11월07일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2025년04월16일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2023/080905
(87) 국제공개번호 WO 2024/099997
국제공개일자 2024년05월16일
(30) 우선권주장
22206655.7 2022년11월10일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
에이비 산드빅 코로만트
스웨덴 811 81 산드비켄
(72) 발명자
달 레이프
스웨덴 811 81 산드비켄 모스베옌 10
울리츠카 팀
스웨덴 811 81 산드비켄 모스베옌 10
(74) 대리인
특허법인코리아나

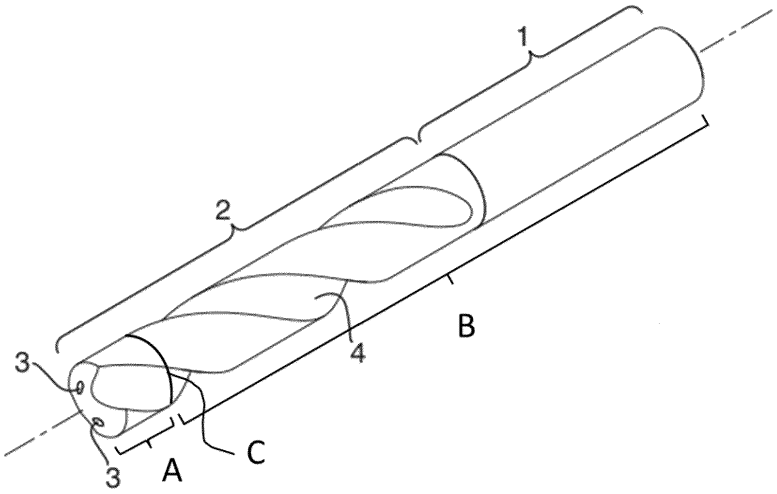
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **절삭 공구**

(57) 요 약

본 발명은 마레이징 강으로 제조된 캐리어 본체를 포함하는 회전식 절삭 공구 인서트에 관한 것이고, 적어도 하나의 절삭 요소는 적어도 하나의 절삭날을 포함한다. 회전식 절삭 공구 인서트는 상기 캐리어 본체와 상기 적어도 하나의 절삭 요소를 접합하는 브레이즈 접합부를 더 포함하고, 브레이즈 접합부는 Ti 를 포함하고 브레이즈 접합부는 절삭 요소에 인접한 0.03과 5 ㎛ 사이의 두께를 갖는 Ti 함유 접합층을 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B23K 35/004 (2013.01)
B23K 35/0233 (2013.01)
B23K 35/3006 (2013.01)
C21D 1/06 (2013.01)
C21D 1/26 (2013.01)
C21D 1/76 (2013.01)
C21D 9/0075 (2013.01)
C22C 38/105 (2013.01)
C22C 38/12 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

회전식 절삭 공구로서,

- 캐리어 본체, 및

- 적어도 하나의 절삭날을 포함하는 적어도 하나의 절삭 요소,

- 상기 캐리어 본체와 상기 적어도 하나의 절삭 요소를 접합하는 브레이즈 접합부를 포함하고,

상기 브레이즈 접합부는 Ti를 포함하고,

상기 브레이즈 접합부는 상기 절삭 요소에 인접한 0.03과 5 ㎛ 사이의 두께를 갖는 Ti 함유 접합층을 포함하며,

- 상기 캐리어 본체는 마레이징 강으로 제조되는, 회전식 절삭 공구.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 절삭 요소는 초경합금, 세라믹, 다결정 다이아몬드(PCD) 또는 입방정 질화붕소(PcBN) 중 하나로 제조되는, 회전식 절삭 공구.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 Ti 함유 접합층의 조성은 TiC, TiN, TiO_x 및 TiB_x 중 하나 또는 이들의 혼합물인, 회전식 절삭 공구.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 Ti 함유 접합층은 0.05와 0.5 ㎛ 사이의 두께를 갖는, 회전식 절삭 공구.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마레이징 강은 8 내지 25 중량% Ni, 전체 양이 7 내지 27 중량%인 Co, Mo, Ti, Al 및 Cr로부터 선택된 하나 이상의 합금 원소들, 0.03 중량% 미만의 C 및 잔부 Fe를 포함하는, 회전식 절삭 공구.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 브레이즈 접합부는 Cu, Ag 및 In을 포함하는, 회전식 절삭 공구.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 브레이즈 접합부는 30 내지 80 중량% 양의 Ag, 15 내지 50 중량% 양의 Cu, 0.3 내지 15 중량% 양의 Ti, 0 내지 10 중량% 양의 Sn 및 0 내지 30 중량% 양의 In을 포함하는, 회전식 절삭 공구.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마레이징 강의 상기 캐리어 본체는 300과 700 HV1 사이의 평균 코어 경도 및 300과 1200 HV1 사이의 평균 표면 경도를 갖는, 회전식 절삭 공구.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마레이징 강의 상기 캐리어 본체에는 표면 경도가 코어 경도보다 적어도 30% 더 높도록 경도 프로파일이 제공되는, 회전식 절삭 공구.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 절삭 요소는 플루트의 적어도 일부를 포함하는 헤드인, 회전식 절삭 공구.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 회전식 절삭 공구를 제조하는 방법으로서,

- 마레이징 강으로 제조된 캐리어 본체를 제공하는 단계,

- 적어도 하나의 절삭날을 포함하는 적어도 하나의 절삭 요소를 제공하는 단계,

- 충전제 재료의 0.3 내지 15 중량%의 양으로 Ti를 포함하는 상기 충전제 재료를 상기 캐리어 본체와 상기 절삭 요소 사이에 그리고 상기 캐리어 본체와 접촉하여 배치하는 단계,

- 600과 830℃ 사이의 온도에서 1과 60분 사이의 시간 기간 동안 노에서, 상기 충전제 재료를 사이에 갖는 상기 캐리어 본체 및 상기 절삭 요소에 브레이징 단계를 가하는 단계를 포함하고,

상기 브레이징은 진공에서 실시하는, 회전식 절삭 공구를 제조하는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 브레이징 단계 이후에 상기 캐리어 본체 및 상기 절삭 요소는 5 분과 12 시간 사이 동안 300과 600℃ 사이의 온도에서 시효 단계(ageing step)를 받는, 회전식 절삭 공구를 제조하는 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 브레이징 단계 후에 상기 캐리어 본체 및 상기 절삭 요소는 질화 분위기에서 300과 600℃ 사이의 온도에서 질화 단계를 받는, 회전식 절삭 공구를 제조하는 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 질화 단계는 질화 분위기에서 1 내지 100 시간 동안 50과 600 Pa 사이의 압력에서 300과 600℃ 사이의 온도에서 플라즈마 질화인, 회전식 절삭 공구를 제조하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 마레이징 강 캐리어 본체와 절삭 요소를 포함하는 회전식 절삭 공구에 관한 것으로서, 상기 캐리어 본체 및 상기 절삭 요소는 브레이징에 의해 접합된다. 본 발명은 또한 그러한 회전식 절삭 공구를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 초경합금의 둥근 공구 블랭크로부터 칩 성형 기계가공을 위한 드릴 또는 엔드밀과 같은 회전식 절삭 공구를 제조하는 것이 당업계에 일반적이다. 드릴 또는 엔드밀의 형상, 예를 들어 칩 플루트, 절삭날 등은 연삭에 의해 달성된다. 연삭은 시간 소모적이고 또한 비싸다. 이로 인해, 회전식 절삭 공구는 절삭날과 같이 마모된 부분을 재연삭하여 여러 차례 재조정이 가능하고 새로운 코팅을 구비할 수 있다.

[0003] 회전식 절삭 공구 본체의 일부, 예를 들어 생크 부분을 다른 덜 비싼 재료로 대체하려는 여러 시도가 있었다. 이는 또한 예를 들어 스크류와 같은 기계적 수단에 의해 체결되는 드릴 상에 느슨하고 교체가능한 상단을 갖는 것으로 알려져 있다.

[0004] 절삭 요소에서 보다 상이한 재료의 캐리어 본체에 절삭 요소를 용접 또는 브레이징하는 것은 당업계에 공지되어 있다.

[0005] 강을 캐리어 재료로 사용하는 것은 통상적으로 강의 낮은 경도 및/또는 인장 강도 및 브레이징의 문제로 인해 옵션으로 간주되지 않는다. 절삭 공구는 절삭 작업에 사용될 때 큰 힘을 받기 때문에, 브레이즈 접합부는 강해야 하고 캐리어 본체는 최적의 인성/경도 비를 가져야 한다. 또한, 초경합금, 다결정 다이아몬드(PCD) 또는 입방정 질화붕소(cBN)와 같은 재료와 강의 CTE(Coefficient of Thermal Expansion) 차이로 인하여 균열이 발생될 수 있다.

[0006] 또한, 일반적으로 냉각 채널이 제공되는 회전식 절삭 공구의 경우, 브레이징에 의해 절삭 요소를 캐리어 본체와 접합시키는 것은 브레이즈 재료에 의한 냉각 채널의 막힘을 초래할 수 있다.

[0007] 초경합금은 캐리어 본체로서 사용하는 것이 적합한 것으로 보이지만, 여전히 단점을 가지고 있다. 환경적인 이유로, 복잡한 공정인 초경합금의 재활용이 선호된다. 또한, 초경합금은 기계가공하기 어렵고 회전식 절삭 공구의 최종 형상에 도달하는 것은 일반적으로 광범위한 연삭 등을 필요로 한다.

[0008] 마레이징 강은 브레이즈 접합부 등의 강도와 관련하여 잘 작동하지만, 마레이징 강은 초경합금과 동일한 수준의 경도에 도달하지 않기 때문에 특정 절삭 적용에서 캐리어 본체로서의 단점을 여전히 가질 수 있다. 더 낮은 경도는 내마모성을 감소시킬 것이다. 예를 들어, 가공물 칩이 절삭 요소만이 아니라 캐리어 본체에 부딪힐 드릴링에서, 마레이징 강의 내마모성이 충분히 양호하지 않을 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 일 목적은 금속 절삭 작업시 힘을 견딜 수 있는 강 캐리어 본체를 갖는 회전식 절삭 공구를 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 다른 목적은 고강도 브레이즈 접합부로 강 캐리어 본체에 접합된 절삭 요소를 갖는 회전식 절삭 공구를 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 다른 목적은 초경합금 캐리어 본체에 비해 적은 노력으로 캐리어 본체를 성형할 수 있는 회전식 절삭 공구를 제공하는 것이다.

[0012] 본 발명의 다른 목적은 캐리어 본체가 가공물 칩으로부터의 높은 마모도를 견딜 수 있는 회전식 절삭 공구를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 정의

[0014] 회전식 절삭 공구는 본 명세서에서 칩 형성 기계가공 절삭 작업에 사용되는 임의의 둥근 공구를 의미한다. 드릴, 엔드밀 및 리머를 예로 들 수 있다.

[0015] 회전 절삭 공구(또한 솔리드 둥근 공구라고도 함)는 전형적으로 생크 부분 및 생크 부분과 일체화된 플루트 부분을 포함한다. 플루트 부분은 그의 원주방향 표면에 형성된 칩 플루트를 갖는 회전식 절삭 공구의 부분을 지칭한다. 하나 이상의 내부 냉각제 채널이 회전식 절삭 공구 내에 제공될 수 있다.

[0016] 절삭 요소는 본 명세서에서 절삭 작업에 결합되는 절삭 공구 인서트의 부분, 즉 적어도 하나의 절삭날을 포함하고 가공물과 접촉하는 부분을 의미한다. 절삭 요소는 절삭 적용에 따라 상이한 형상을 가질 수 있다.

예로서, 절삭 요소는 회전식 절삭 공구의 전체 상부 부분을 구성할 수 있거나(도 1 참조), 절삭 요소는 회전식 절삭 공구의 최외부 부분에 브레이징되는, 예를 들어 베인(vein) 또는 닙과 같이 더 작을 수 있다(도 2 참조).

[0017] 캐리어 본체는 본 명세서에서 절삭 요소를 구성하지 않는 절삭 공구 본체를 의미한다. 캐리어 본체는 전술한 바와 같은 회전식 절삭 공구의 임의의 형상을 가질 수 있고, 바람직하게는 플루트 부분의 적어도 일부를 포함한다.

[0018] 본 발명은 캐리어 본체, 및 적어도 하나의 절삭날을 포함하는 적어도 하나의 절삭 요소, 상기 캐리어 본체와 상기 적어도 하나의 절삭 요소를 접합하는 브레이즈 접합부를 포함하는 회전식 절삭 공구에 관한 것이며, 상기 브레이즈 접합부는 Ti를 포함하고, 상기 브레이즈 접합부는 상기 절삭 요소에 인접한 0.03과 5 ㎛ 사이의 두께를 갖는 Ti 함유 접합층을 포함한다. 상기 캐리어 본체는 마레이징 강으로 제조된다.

[0019] 절삭 요소는 금속 절삭 분야에 공지된 임의의 재료, 즉 초경합금, 서멧, 세라믹, 다결정 다이아몬드(PCD) 또는 소결된 입방정 질화붕소(PcBN) 중 하나로 제조될 수 있다.

[0020] 세라믹은 본 명세서에서 전이 금속 탄화물, 질화물 또는 탄질화물 결정립들, 예를 들어, 산화물 세라믹 매트릭스, 예를 들어, 산화알루미늄에 내장된 WC, Si_3N_4, SiAlON, Al_2O_3, SiC 위스커 등을 포함하는 재료를 의미하며, 여기서 전이 금속 탄화물, 질화물 또는 탄질화물 결정립들의 양은 5 내지 45 부피%이다. 이들은 일반적으로 고온 등방 가압 공정으로 소결된다.

[0021] 절삭 요소로서 사용되는 초경합금은 당업계의 임의의 초경합금으로 제조될 수 있다. 초경합금은 금속 바인더상 매트릭스에 매립된 경질상을 포함한다.

[0022] 초경합금은 본 명세서에서 경질상의 적어도 50 중량%가 WC인 것을 의미한다.

[0023] 적합하게는, 금속 바인더상의 양은 초경합금의 3 내지 20 중량%, 바람직하게는 4 내지 15 중량%이다. 바람직하게는, 금속 바인더상의 주성분은 Co, Ni 및 Fe 중 하나 이상으로부터 선택되고, 보다 바람직하게는 금속 바인더상의 주성분은 Co이다.

[0024] 주성분은 본 명세서에서 상기 언급된 것 이외의 어떠한 다른 원소도 바인더상을 형성하기 위해 첨가되지 않음을 의미한다. 그러나, 예를 들어 Cr과 같은 다른 성분들이 첨가되면, 이는 소결하는 동안 필연적으로 바인더 내에 용해될 것이다.

[0025] 본 발명의 일 실시형태에서, 초경합금은 또한 원소로서 또는 탄화물, 질화물 또는 탄질화물로서 존재하는 Cr, Ta, Ti, Nb 및 V로부터 선택된 초경합금 원소들에 공통인 다른 성분들을 포함할 수 있다.

[0026] "서멧"은 본 명세서에서 금속 바인더상 내에 경질 성분을 포함하는 재료를 의미하고, 상기 경질 성분은 TiN, TiC 및/또는 TiCN과 같은 Ta, Ti, Nb, Cr, Hf, V, Mo 및 Zr 중 하나 이상의 탄화물 또는 탄질화물을 포함한다.

[0027] PCD(다결정 다이아몬드)는 본 명세서에서 함께 소결된 다이아몬드 결정들을 포함하는 재료를 의미하며, 여기서 다이아몬드 결정들의 양은 50 내지 100 부피% 사이이다. 다이아몬드 결정은 전형적으로 0.5와 30 ㎛ 사이의 결정립 크기를 갖는다. PCD는 또한 Al, Cr, Co, Ni, V, Fe 및 Si로부터 선택된 하나 이상의 성분을 포함할 수 있다.

[0028] PcBN은 본 명세서에서 금속 및/또는 세라믹 바인더에 매립된 cBN 결정립들을 포함하는 재료를 의미하며, 여기서 cBN 결정립들의 양은 30 내지 99 부피% 사이이다. 세라믹 바인더는 Co, Ni 및 원소 주기율표의 4-6 족 중에서 선택된 원소의 탄화물, 질화물, 탄질화물, 붕소화물 또는 산화물인 하나 이상의 성분들을 함유할 수 있다.

[0029] 다결정 다이아몬드(PCD) 및 소결된 입방정 질화붕소(PcBN)는 "프리 스탠딩(free standing)" 이라고 하는 그대로 제공되거나, "탄화물 백킹(carbide backed)" 이라고 하는 초경합금 지지체와 함께 제공될 수 있다. 다결정 다이아몬드(PCD) 및 소결된 입방정 질화붕소(PcBN)는 일반적으로 소결된 콤팩트(통상적으로 1400℃, 5 GPa)를 형성하기 위해 고온-고압(HP/HT) 소결 단계를 거치는 적합한 분말 혼합물을 제공함으로써 제조된다.

[0030] 다결정 다이아몬드(PCD) 및 소결된 입방정 질화붕소(PcBN)가 초경합금 지지체를 구비할 때, 이는 다결정 다이아몬드(PCD) 및 소결된 입방정 질화붕소(PcBN)의 소결 이전에 이미 준비된다. 이를 수행하는 일 방법은 바닥에 초경합금 디스크를 가진 컵을 사용하는 것이다. 이어서, 선택된 PCD 또는 cBN 분말 혼합물로 컵을 충전하고, 이어서 컵을 밀봉한다. 이어서, 밀봉된 컵은 고온-고압(HPHT) 소결 단계를 거친다. 다이아몬드 또는 cBN 재료는 소결 단계 동안 초경합금에 결합된다. 이어서, 디스크는 예를 들어 레이저 또는 WEDM(wire

electrical discharge machining)을 사용하여 적합한 피스들로 절삭될 수 있다.

[0031] 다결정 다이아몬드(PCD) 및 소결된 입방정 붕소(PcBN)에 대한 지지체로서 사용되는 초경합금은, 전술한 정의를 참조하면, 당업계에서 일반적인 임의의 초경합금으로 제조될 수 있다.

[0032] 마레이징 강은 적합하게는 8 내지 25 중량% Ni, 및 7과 27 중량% 사이, 바람직하게는 7과 23 중량% 사이의 합금 원소의 총량으로 Co, Mo, Ti, Al 및 Cr로부터 선택된 하나 이상의 합금 원소를 함유한다. 마레이징 강은 전형적으로 종래의 강보다 적은 탄소, 적합하게는 0.03 중량% 이하의 탄소를 함유한다. 잔부는 Fe이다.

[0033] 본 발명의 일 실시형태에서, 마레이징 강은 11 내지 25 중량% Ni, 바람직하게는 15 내지 25 중량% Ni를 함유한다. 합금 원소는 적합하게는 7 내지 15 중량% Co, 바람직하게는 8.5 내지 12.5 중량% Co, 3 내지 10 중량% Mo, 바람직하게는 3 내지 6 중량% Mo, 0.1 내지 1.6 중량% Ti, 바람직하게는 0.5 내지 1.2 중량% Ti, 0 내지 0.15 중량% Cr, 0 내지 0.2 중량% Al 및 0.03 중량% 미만의 C 이다. 잔부는 Fe이다.

[0034] 본 발명의 일 실시형태에서, 마레이징 강은 17 내지 19 중량% Ni, 8.5 내지 12.5 중량% Co, 4 내지 6 중량% Mo, 0.5 내지 1.2 중량% Ti, 0 내지 0.15 중량% Cr, 0 내지 0.2 중량% Al, 0.03 중량% 미만의 C의 조성을 갖는다. 잔부는 Fe이다.

[0035] 본 발명의 다른 실시형태에서, 마레이징 강은 8 내지 11 중량% Ni, 바람직하게는 9 내지 10 중량% Ni, 2.5 내지 4 중량% Cr, 바람직하게는 3 내지 3.5 중량% Cr, 3.5 내지 5 중량% Mo, 바람직하게는 4 내지 4.5 중량% Mo, 0.4 내지 1.1 중량% Ti, 바람직하게는 0.7 내지 0.9 중량% Ti, 0.4 중량% 미만의 Si, 0.4 중량% 미만의 Mn 및 잔부 Fe의 조성을 갖는다.

[0036] 모든 합금만큼, 마레이징 강은 또한 불가피한 불순물을 함유할 수 있다. 불순물은 본 명세서에서 강의 특성에 어떠한 영향도 미치지 않는 소량으로 마레이징 강에 존재할 수 있는 임의의 원소를 의미한다. 불순물의 총량은 0.50 중량% 미만, 바람직하게는 0.15 중량% 미만이다. 이러한 원소의 예들은 Mn, P, Si, B 및 S이다.

[0037] 본 발명의 일 실시형태에서, Mn의 함량은 0.05 중량% 미만이고, P의 함량은 0.003 중량% 미만이며, Si의 함량은 0.004 중량% 미만이고, S의 함량은 0.002 중량% 미만이다.

[0038] 마레이징 강 부분의 평균 경도는, 하기와 같이, 임의의 시효/질화 단계가 수행되었는지의 여부에 따라 달라질 것이다.

[0039] 본 발명의 일 실시형태에서, 마레이징 강으로 제조된 캐리어 본체는 경도에 대한 구배가 제공되지 않으며, 평균 경도는 300과 1200 HV1 사이, 바람직하게는 500과 1100 HV1 사이이다. 경도 값들의 표준 편차는 적합하게는 0과 150 HV1 사이, 바람직하게는 0과 100 HV1 사이이다.

[0040] 본 발명의 일 실시형태에서, 마레이징 강으로 제조된 캐리어 본체는 경도 구배를 구비하는데, 즉 캐리어 본체는 코어에서보다 표면 영역에서 증가된 경도를 갖는다. 이는 본 명세서에서 경도가 표면에서 그의 최고 값을 갖고 이어서 코어를 향해 점진적으로 감소한다는 것을 의미한다. 이어서, 마레이징 강으로 제조된 캐리어 본체는 300과 700 HV1 사이, 바람직하게는 500과 700 HV1 사이의 평균 코어 경도를 갖는다. 코어 경도 값들의 표준 편차는 적합하게는 0과 20 HV1 사이, 바람직하게는 0과 15 HV1 사이이다. 이어서, 마레이징 강의 표면은 300과 1200 HV1 사이, 바람직하게는 500과 1100 HV1 사이의 평균 코어 경도를 갖는다. 경도 값들의 표준 편차는 적합하게는 0과 150 HV1 사이, 바람직하게는 0과 100 HV1 사이이다. 표면 경도는 코어 경도보다 적어도 30% 더 높고, 바람직하게는 코어 경도보다 적어도 40% 더 높다.

[0041] "코어"는 본 명세서에서 단면 상에서 측정될 때 경도가 더 이상 변하지 않는, 마레이징 강 캐리어 본체의 내부 부분을 의미한다.

[0042] 표면으로부터 측정된 경도 구배의 깊이, 질화 깊이는 경도 구배가 제공된 마레이징 강 캐리어의 횡단면 상에서 경도 깊이 곡선을 만듬으로써, 경도가 더 이상 변하지 않을 때까지 표면에 근접하여 시작하여 코어를 향해, 표준 DIN EN ISO 6507-1 에 따라 HV 0.3 또는 HV0.5를 측정함으로써 결정된다. 질화 깊이는 질화된 캐리어 본체의 표면으로부터 한계 경도의 지점까지의 수직 거리로 주어지며, 여기서 한계 경도는 평균 코어 경도 +50 HV0.3 또는 50 HV0.5로 규정된다 (도 4 참조).

[0043] 마레이징 강 캐리어 본체의 평균 질화 경도 깊이는 0.001과 0.8 mm 사이, 바람직하게는 0.01과 0.3 mm 사이이다. 경도 값의 표준 편차는 적절하게는 0과 0.03 mm 사이, 바람직하게는 0과 0.02 mm 사이이다.

[0044] 마레이징 강 캐리어의 표면 상의 경도를 증가시킴으로써, 그것은 증가된 내마모성을 가질 것이다. 이는 본 발명에 따른 절삭 공구 인서트가 가공물 재료로부터의 칩이 마레이징 강 캐리어에 부딪히는 절삭 적용들에 사용될 때 큰 장점이 될 수 있다.

[0045] 브레이징 기법은 소위 활성 브레이징이다. 이는 접합부가 단지 충전제 재료를 용융시키고 금속 결합을 형성함으로써 형성되는 것이 아니라, 접합될 재료들 중 하나 또는 둘 다와의 화학 반응을 또한 수반한다는 것을 의미한다. 충전제 재료의 접합 원소는 일반적으로 Ti 이지만, Hf, V, Zr 및 Cr과 같은 원소들도 활성 원소들인 것으로 간주된다. 본 발명에 따르면, Ti는 활성 원소이다.

[0046] 브레이즈 접합부는 본 명세서에서 충전제 재료에 의해 충전되고 브레이징 공정 동안 형성되는 초경합금과 마레이징 강 부분 사이의 영역 또는 질량을 의미한다(아래 참조).

[0047] 브레이즈 접합부의 두께는 적합하게는 5와 200 ㎛ 사이, 바람직하게는 15와 100 ㎛ 사이이다.

[0048] 브레이즈 접합부는 균질한 상이 아니다. 대신에, 브레이징 후에, 충전제 재료 내의 원소들은 상이한 합금상들을 형성한다.

[0049] 브레이즈 접합부는, 브레이징 후에, 절삭 요소에 인접한 Ti 함유 접합층을 포함한다. Ti는 매우 반응적이고, 브레이징 동안, 절삭 요소에 존재하는 하나 이상의 요소들과 반응할 것이다. 가장 일반적으로, 공유 결합은 탄소, 질소, 산소 및 붕소 중 하나 이상과 형성되고, 브레이즈 접합부와 절삭 요소 사이의 계면에서 강한 Ti 함유 접합층을 형성한다.

[0050] Ti 함유 접합층의 조성은 절삭 요소가 어떤 재료로 만들어지는지에 따라 달라질 것이지만, 일반적으로 TiC, TiN, TiO_x 및 TiB_x 중 하나 또는 이들의 혼합물로 구성된다. 형성된 접합층은 세라믹 성질이기 때문에, 층 성장이 제어되지 않으면 접합부는 부서지기 쉬워질 수 있다.

[0051] 예를 들어, 브레이즈 접합부에 가장 가까운 재료가 PCD(다결정 다이아몬드) 또는 초경합금인 경우, 전체 절삭 요소가 초경합금으로 제조되거나, 탄화물 백킹된 PCD 또는 PcBN 절삭 요소인 경우, Ti 함유 접합층은 TiC 층이다. 브레이즈 접합부 내의 Ti는 WC 또는 다이아몬드 내의 탄소와 반응하여 TiC를 형성할 것이다.

[0052] 다른 예로서는, 절삭 요소가 고체(또한 "프리 스탠딩"으로 불림) PcBN으로 제조되면, Ti가 cBN 내의 질소와 반응할 것이기 때문에 접합층은 TiN일 것이지만, 예를 들어 TiB_2와 같이 더 적은 양의 TiB_x를 함유할 수도 있다는 것이다.

[0053] 절삭 요소가 세라믹, 예를 들어 Al_2O_3/WC 소결된 세라믹 복합체로 제조될 때, 접합층은 TiC/TiO_x 층일 것이다.

[0054] 사용되는 장비의 유형에 따라 접합층의 존재를 검출하는 여러 방법들이 있다.

[0055] 충분히 높은 분해능을 갖는 주사 전자 현미경(SEM)을 사용하면, 접합층은 절삭 요소에 인접하여 분명하게 볼 수 있다. 층의 조성을 확인하기 위해, WDS(wave length dispersive spectroscopy)를 갖는 SEM-EDS(energy dispersive spectroscopy) 및/또는 SEM-EPMA(electron probe microscopy analysis)를 사용하여 접합층의 개별 원소를 식별할 수 있다.

[0056] 본 발명의 일 실시형태에서, 접합층의 두께는 0.03과 5 ㎛ 사이, 바람직하게는 0.05와 1 ㎛ 사이, 보다 바람직하게는 0.05와 0.5 ㎛ 사이, 가장 바람직하게는 0.05와 0.25 ㎛ 사이이다.

[0057] 사용된 SEM 이미지가 접합층을 검출하기에 충분한 분해능을 갖지 않는 경우, 충전제 재료와 절삭 요소 사이의 계면에서의 Ti 및/또는 C의 축적은 예를 들어 SEM-EDS 또는 WDS를 갖는 SEM-EPMA를 사용하여 알 수 있다. Ti의 축적은 본 명세서에서 Ti 축적층이라 칭하며, SEM 이미지에서 시각적으로 검출되지 않더라도, 접합층이 형성된다는 하나의 지표이다. Ti-축적층은 실제 접합층보다 상당히 더 두꺼우며, 이는 모든 Ti가 TiC/TiN/TiO_x/TiB_x를 형성하지는 않을 것임을 의미할 수 있다. Ti-축적층 두께는 또한 분석 방법에 의해 부분적으로 영향을 받는다.

[0058] 바람직하게는, 브레이즈 접합부는, Ti에 더하여, Ag, Cu, Sn, In, Zr, Hf 및 C, 보다 바람직하게는 Ag, Cu 및 In으로부터 선택된 하나 이상의 원소들을 추가로 포함한다.

[0059] 브레이즈 접합부는 또한 불가피한 불순물로 간주되는 더 적은 양의 다른 원소들을 포함할 수 있다. 불가피한 불순물은 본 명세서에서 브레이징 단계 이전에, 위에 열거된 것 외에 브레이즈 재료 중에 존재할 수 있는 소

량의 원소들뿐만 아니라, 접합될 재료로부터의 원소들, 예를 들어 초경합금으로부터의 Co, W 등 및 마레이징 강으로부터의 Fe, Ni 등을 의미한다. 접합될 부분들로부터의 소량의 원소들은 브레이징 단계 동안 증가된 온도를 받을 때 브레이즈 재료에 불가피하게 용해되며, 이에 의해 브레이즈 재료가 용해되고 접합 부분들로부터의 확산을 허용한다. 온도 및 시간과 같은 브레이징 공정 파라미터가 본 발명에 따른 범위 내에 있는 한, 불가피한 불순물의 총량은 브레이즈 접합부의 성능에 영향을 미치지 않을 정도로 작을 것이다.

[0060] 브레이징 후 브레이즈 접합부의 조성은 원소들이 균일하게 분포되지 않기 때문에 결정하기 어렵다. 이용가능하다면, 가장 쉬운 방법은 페이스트 또는 호일이 균질한 블렌드이기 때문에 사용된 충전제 재료를 보는 것이다. 또한, 브레이즈 접합부는 접합될 재료들로부터의 소량의 원소, 예를 들어 초경합금으로부터의 Co, W 및 마레이징 강으로부터의 Fe, Ni 등을 포함할 수도 있다.

[0061] 브레이즈 접합부 내의 Ti 및 가능한 추가의 원소들의 양은 또한 에너지-분산 X-선 분광법 분석(EDS)을 사용하여 측정될 수 있다. 그러나, 브레이즈 접합부 내의 석출된 원소들의 불균일한 분포로 인해, 많은 측정점들이 사용될 필요가 있고 표준 편차가 클 것이다. 바람직하게는, 브레이즈 접합부는 평균으로, 30 내지 80 중량%, 바람직하게는 40 내지 75 중량%의 Ag, 15 내지 50 중량%, 바람직하게는 15 내지 40 중량%의 Cu, 0.3 내지 15 중량%, 바람직하게는 0.5 내지 5 중량%의 Ti, 0 내지 10 중량%, 바람직하게는 0 내지 2 중량%의 Sn 및 0 내지 30 중량%, 바람직하게는 5 내지 25 중량%의 In 을 포함한다.

[0062] 브레이즈 접합부와 마레이징 강 부분 사이의 계면에서, Ti는 또한 브레이즈 접합부 내에 축적되고, 그곳에서 강 중의 철과 금속 결합을 형성한다. 마레이징 강 표면에서의 Ti의 축적층의 두께는 바람직하게는 1과 10 ㎛ 사이, 바람직하게는 2와 5 ㎛ 사이이고, 예를 들어 EDS에 의해 측정될 수 있다.

[0063] 본 발명의 일 실시형태에서, 절삭 요소는 헤드라고도 불리는 회전식 절삭 공구의 상단을 구성한다. 이는 본 명세서에서 절삭 요소가 적어도 하나의 절삭날뿐만 아니라 플루트 부분의 일부를 포함한다는 것을 의미한다. 회전식 절삭 공구가 하나 이상의 냉각 채널을 구비하는 경우, 냉각 채널은 캐리어 본체와 절삭 요소 모두를 통과한다. 이러한 회전식 절삭 공구의 일 예는 도 1에서 볼 수 있다.

[0064] 본 발명의 일 실시형태에서, 절삭 요소는 닙 또는 베인이다. 이러한 회전식 절삭 공구의 일 예는 도 2에서 볼 수 있다.

[0065] 본 발명은 또한 다음의 단계를 포함하는 상기에 따른 절삭 공구의 제조 방법에 관한 것이다:

[0066] - 마레이징 강으로 제조된 캐리어 본체를 제공하는 단계,

[0067] - 적어도 하나의 절삭날을 포함하는 적어도 하나의 절삭 요소를 제공하는 단계,

[0068] - 충전제 재료의 0.3 내지 15 중량%의 양으로 Ti를 포함하는 충전제 재료를 캐리어 본체와 절삭 요소 사이에 그리고 캐리어 본체와 접촉하여 배치하는 단계,

[0069] - 600과 830℃ 사이의 온도에서 1과 60분 사이의 시간 기간 동안 노에서, 충전제 재료를 사이에 갖는 캐리어 본체 및 절삭 요소에 브레이징 단계를 가하는 단계를 포함하고, 브레이징은 진공에서 실시한다.

[0070] 본 발명에 따른 충전제 재료(블레이즈 금속이라고도 함)는 충전제 재료의 0.3 내지 15 중량%, 바람직하게는 1 내지 5 중량%의 총량으로 Ti를 함유한다. 본 발명의 충전제 재료는 적합하게는 490와 1125℃ 사이, 바람직하게는 600와 700℃ 사이의 고상선 온도를 갖는다. 또한, 본 발명의 충전제 재료는 610와 1180℃ 사이, 바람직하게는 700과 750℃ 사이의 액상 온도를 갖는다. 충전제 재료는, Ti에 추가하여, Ag, Cu, Sn, In, Zr, Hf 및 Cr로부터 선택된 하나 이상의 원소들을 더 포함한다.

[0071] 본 발명의 일 실시형태에서, 충전제 재료는 30 내지 80 중량%, 바람직하게는 40 내지 75 중량%의 Ag, 15 내지 50 중량%, 바람직하게는 15 내지 40 중량%의 Cu, 0.3 내지 15 중량%, 바람직하게는 0.5 내지 5 중량%의 Ti, 0 내지 10 중량%, 바람직하게는 0 내지 2 중량%의 Sn 및 0 내지 30 중량%, 바람직하게는 5 내지 25 중량%의 In을 포함한다.

[0072] 적절하게는, 충전제 재료는 호일 또는 페이스트로서 제공된다.

[0073] 충전제 재료는 절삭 요소와 마레이징 강 캐리어의 접합 표면 상에 제공된다.

[0074] 브레이징 공정 이전에 접합 표면들 상에 제공된 충전제 재료의 두께는 재료의 유형, 즉 호일 또는 페이스트에 따른다. 페이스트를 사용하면, 브레이징될 표면이 덮이도록 충분한 재료가 도포된다. 통상적으로, 두께

는 5와 200 ㎛ 사이, 바람직하게 15과 100 ㎛ 사이이다.

[0075] 부분들, 즉 충전제 재료를 사이에 가진 절삭 요소와 마레이징 강 캐리어는 불활성 또는 환원 환경을 갖는 노, 즉 최소량의 산소를 갖는 노에 배치된다. 바람직하게는, 노 내의 브레이징 온도는 600과 830℃ 사이, 바람직하게는 650과 820℃ 사이, 더 바람직하게는 700과 750℃ 사이이다.

[0076] 브레이징 온도의 선택은 여러 개의 것에 따라 따른다. 예를 들어, 절삭 요소가 PCD로 제조되는 경우, 브레이징 온도는 다이아몬드의 흑연화를 피하기 위해 750℃ 미만이어야 하는 반면, 절삭 요소가 초경합금으로 제조되는 경우, 전술한 가장 넓은 온도 범위가 사용될 수 있다.

[0077] 부분들이 승온 온도를 받는 시간은 1과 60 분 사이, 바람직하게는 5와 15 분 사이이다. 승온 온도에서의 시간이 더 짧으면, 브레이즈 접합부가 형성되고 Ti가 반응하여 원하는 브레이즈 접합부 강도에 도달하기에 충분한 시간이 없다. 승온 온도에서의 시간이 더 길면, Ti-함유 취성 반응 구역이 제어되지 않게 성장할 것이며, 이는 접합부 특성, 예를 들어 전단 강도에 부정적인 영향을 미친다.

[0078] 브레이징은 적절하게는 진공 중에서 또는 낮은 분압의 아르곤의 존재와 함께 일어난다. 본 명세서에서 진공은 노 내의 압력이 $5x10^{-4}$ mbar 미만, 바람직하게는 $5x10^{-5}$ mbar 미만인 것을 의미한다. 아르곤이 존재하는 경우, 아르곤 압력은 $1x10^{-2}$ mbar 미만이다.

[0079] 본 발명에 따라 사용되는 브레이징 노는 전술한 바와 같이 진공, 가열 및 냉각 속도 등과 관련하여 매우 잘 제어된 조건을 제공할 수 있는 임의의 노일 수 있다.

[0080] 본 발명의 일 실시형태에서, 브레이징된 부분들에 300과 600℃ 사이, 바람직하게는 350과 500℃ 사이, 가장 바람직하게는 400과 440℃ 사이의 승온 온도까지 5 분과 12 시간 사이, 바람직하게는 30 분과 8 시간 사이, 보다 바람직하게는 3과 6 시간 사이 동안 가함으로써, 상기 부분들을 브레이징 단계 후에 시효 단계(ageing step)를 가한다.

[0081] 적합하게는, 시효 온도까지의 가열 속도는 1과 50 ℃/분 사이, 바람직하게는 5와 10℃/분 사이이다. 적합하게는, 시효 온도로부터 적어도 충전제 재료의 고상선 온도 미만, 바람직하게는 300℃ 미만의 온도까지의 냉각 속도는 1과 50℃/분 사이, 바람직하게는 5와 10℃/분 사이이다.

[0082] 본 발명의 일 실시형태에서, 시효는 브레이징 단계가 수행되는 것과 동일한 노 내에서 브레이징 단계 직후에 수행된다.

[0083] 본 발명의 일 실시형태에서, 시효는 진공 브레이징과 상이한 노 내에서 브레이징 단계 직후에 수행된다.

[0084] 본 발명의 일 실시형태에서, 시효는 코팅의 성막 이전 또는 성막 동안 동일한 노/성막 챔버에서 발생한다.

[0085] 시효 단계는 마레이징 강의 전체 경도를 증가시킬 것이다.

[0086] 본 발명의 일 실시형태에서, 시효 단계는 질화 분위기에서 적어도 부분적으로 수행된다. 질화 동안 온도 때문에, 시효 효과도 나타날 것이고, 그리하여 일반적으로 질화가 수행되면 추가의 별도 시효 단계가 나타나지 않는다.

[0087] 질화 단계는 플라즈마 질화 또는 가스 질화, 바람직하게는 플라즈마 질화를 사용하여 수행될 수 있다. 질화 분위기는 질소 함유 가스, 예를 들어 N_2, NH_3에 의해 제공될 수 있다.

[0088] 본 발명의 일 실시형태에서, 질화 단계는 플라즈마 질화를 사용하여 수행된다. 이는 본 명세서에서 질화 분위기가 제공될 수 있는 플라즈마 발생기가 제공되는 진공 용기에서 질화가 발생하는 것을 의미한다. 온도는 적합하게는 300과 600℃ 사이, 바람직하게는 350과 550℃ 사이이고, 지속기간은 1과 100 시간 사이일 수 있다. 압력은 바람직하게는 낮아야 하며, 적절하게는 50과 600 Pa 사이이다. 플라즈마 질화의 경우, 가스는 바람직하게는 N_2이고, 이는 예를 들어 H_2와 혼합될 수 있다.

[0089] 본 발명의 일 실시형태에서, 질화 단계는 가스 질화를 사용하여 수행된다. 가스 질화는 450과 600℃ 사이의 온도, 바람직하게는 500과 520℃ 사이의 온도에서 수행하는 것이 바람직하다. 가스 질화는 바람직하게는 반응기에서 H_2 및 N_2로 분할된 NH_3에 의해 수행된다. 가스 질화는 저압, 바람직하게는 0.05 ~ 0.02 MPa에서 또는 대기압에 가깝게 수행될 수 있다.

[0090] 질화 가스의 정확한 온도, 지속기간 및 선택은 여러 사항들, 마레이징 강에 대한 원하는 질화 효과, 사용되는

특정 유형의 장비 등에 의존한다.

[0091] 본 발명의 일 실시형태에서, 마레이징 강 부분은 다음의 조성 18 내지 19 중량% Ni, 8 내지 10 중량% Co, 4 내지 6 중량% Mo, 0.5 내지 1.2 중량% Ti, 0 내지 0.15 중량% Cr, 0 내지 0.2 중량% Al, 0.03 중량% 미만의 C, 0.04 중량% 미만의 Si, 0.05 중량% 미만의 Mn, 0.003 중량% 미만의 P, 0.002 중량% 미만의 S 및 0.0005 중량% 미만의 B를 갖는다. 잔부는 Fe이다. 충전제 재료는 다음의 조성 40 내지 75 중량% Ag, 20 내지 40 중량% Cu, 0.5 내지 5 중량% Ti, 0 내지 2 중량% Sn 및 10 내지 25 중량% In을 갖는다.

[0092] 본 발명의 일 실시형태에서, 마레이징 강 부분은 다음의 조성 9 내지 10 중량% Ni, 3 내지 3.5 중량% Cr, 4 내지 4.5 중량% Mo, 0.7 내지 0.9 중량% Ti, 0.4 중량% 미만의 Si, 0.4 중량% 미만의 Mn 및 잔부 Fe를 갖는다. 충전제 재료는 다음의 조성 40 내지 75 중량% Ag, 20 내지 40 중량% Cu, 0.5 내지 5 중량% Ti, 0 내지 2 중량% Sn 및 10 내지 25 중량% In을 갖는다.

[0093] 하나의 재료, 예를 들어 초경합금만으로 제조된 회전식 절삭 공구를 제조하는 가장 일반적인 방법은 최종 형상으로 연삭되는 원통형 로드, 즉 적어도 하나의 플루트 및 적어도 하나의 절삭날로 시작하는 것이다. 본 발명에 따른 회전식 절삭 공구를 제조할 때, 브레이징 단계는 플루트 및 적어도 하나의 절삭날의 형성 전 또는 후에 발생할 수 있다. 회전식 절삭 공구가 질화로 또는 질화 없이 시효 단계를 받는 경우, 플루트 및 적어도 하나의 절삭날의 형성은 바람직하게는 질화로 또는 질화 없이 브레이징 단계 후이지만 시효 단계 전에 발생한다.

[0094] 본 발명의 일 실시형태에서, 적어도 하나의 플루트 및 적어도 하나의 절삭날은 브레이징 단계 전에 형성될 수 있다.

[0095] 본 발명의 일 실시형태에서, 회전식 절삭 공구는 절삭 성능을 추가로 향상시키기 위해 내마모성 코팅으로 코팅될 수 있다. 코팅은 PVD 또는 CVD 기술을 사용하여 디포짓될 수 있지만, PVD는 회전식 절삭 공구에 대한 가장 일반적인 기술이다.

도면의 간단한 설명

[0096] 도 1은 절삭 요소 A가 드릴 헤드이고 B가 사이에 브레이즈 접합부 C를 갖는 마레이징 강의 캐리어 본체인 예시적인 드릴을 도시한다. 드릴은 생크부(1), 플루트(4)를 갖는 플루트부(2) 및 또한 냉각 채널들(3)을 갖는다.

도 2는 절삭 요소가 베인인 드릴(닙이라고도 함)을 보여주며, 여기서 절삭 요소 A는 베인이고 B는 사이에 브레이즈 접합부 C가 있는 마레이징 강의 캐리어 본체(비도시)이다.

도 3은 전단 시험 디바이스의 개략도를 도시하며, 여기서 1은 강 부분, 2는 초경합금 부분, F는 인가된 힘이다.

도 4는 표면으로부터 코어를 향해 감소하는 경도 값들을 도시하는 경도 깊이 곡선의 예를 도시하며, 여기서 A는 평균 코어 경도이고, B는 제한 경도이며, C는 질화 깊이이다.

도 5는 브레이즈 접합부의 SEM 이미지를 도시하고, 여기서 A는 초경합금, B는 브레이즈 접합부, C는 마레이징 강 캐리어, D는 Ti 함유층이 위치하는 계면을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0097] 실시예 1 (본 발명)

[0098] 10 중량% Co, 1 중량% 다른 탄화물 및 나머지 WC의 조성의 초경합금 부분들과 함께 실린더 형태의 마레이징 강 1.2709으로 제조된 강 부분들이 제공되었다. 마레이징 강은 브레이징 이전에 대략 340 HV1의 경도를 가졌다.

[0099] 브레이즈 재료(WBC Group으로부터의 Incusil ABA)는 100 ㎛의 두께를 갖는 포일 형태로 제공되었다. 브레이즈 재료는 59.0 중량% Ag, 27.5 중량% Cu, 12.5 중량% In, 및 1.25 중량% Ti의 조성을 가졌다. 고상선 온도는 약 605℃이었고, 액상선 온도는 약 715℃이었다.

[0100] 호일은 피스들 둘 모두가 호일에 접촉하도록 마레이징 강 부품과 초경합금 부품 사이에 배치되었다. 그 후, 조립된 접합 피스를 Schmetz 진공 노(유형: EU 80/1H 30 x 45 x 30 6 bar System *2RV*)에 배치하고, 여기서 온도는 20℃/분의 속도로 740℃까지 먼저 증가되었다. 브레이징 온도 740℃를 15 분 동안 유지하였고, 그

후 피스들을 5℃/분의 속도로 300℃까지 냉각시켰다. 300℃ 후에, 이는 실온으로 자유 냉각되었다.

[0101] 열적 응력 균열의 징후가 없는 우수한 습윤성이 관찰될 수 있었으며, 이는 높은 전단 시험 결과에 의해 입증되었다.

[0102] 이 샘플은 본 명세서에서 본 발명 1로 표시된다.

[0103] 실시예 2 (본 발명)

[0104] 10 중량% Co, 1 중량% 다른 탄화물 및 나머지 WC의 조성의 초경합금 부분들과 함께 실린더 형태의 마레이징 강 1.2709으로 제조된 강 부분들이 제공되었다. 마레이징 강은 브레이징 이전에 대략 340 HV1의 경도를 가졌다.

[0105] 브레이즈 재료(Tokyo Braze 로부터의 TB-651)는 100 ㎛의 두께를 갖는 포일 형태로 제공되었다. 브레이즈 재료는 65.0 wt% Ag, 28.0 wt% Cu, 2.0 wt% Ti, 및 5.0 wt% Sn의 조성을 가졌다. 고상선 온도는 약 700℃이었고, 액상선 온도는 약 750℃이었다.

[0106] 호일은 피스들 둘 모두가 호일에 접촉하도록 마레이징 강 부품과 초경합금 부품 사이에 배치되었다. 그 후, 조립된 접합 피스를 Schmetz 진공 노(유형: EU 80/1H 30 x 45 x 30 6 bar System *2RV*)에 배치하고, 여기서 온도는 20℃/분의 속도로 815℃까지 먼저 증가되었다. 브레이징 온도 815℃를 시간 15 분간 유지하였고, 그 후 피스들을 5℃/분의 속도로 300℃까지 냉각시켰다. 300℃ 후에, 이는 자유 냉각되었다.

[0107] 열적 응력 균열의 징후가 없는 우수한 습윤성이 관찰될 수 있었으며, 이는 높은 전단 시험 결과에 의해 입증되었다.

[0108] 이 샘플은 본 명세서에서 본 발명 2로 표시된다.

[0109] 실시예 3 (시효)

[0110] 브레이징 단계 후, 본 발명 1 및 본 발명 2의 샘플들은 마레이징 강의 경도를 유지하도록 시효 공정을 받았다. 피스들은 먼저 온도가 5℃/분의 속도로 490℃까지 증가되는 노 내에 배치되었다. 온도 580℃를 3시간 동안 유지하고, 그 후 5℃/분의 속도로 300℃까지 피스를 냉각시켰다. 300℃ 후에, 이는 자유 냉각되었다. 결과는 표 1에서 확인할 수 있다.

[0111] 실시예 4 (플라즈마 질화)

[0112] 본 발명 1 및 본 발명 2 에 따른 샘플들을 3 mbar의 챔버 압력에서 350:50 ml/분 H_2:N_2의 가스 유동에서 플라즈마 질화 단계를 수행하였다. 챔버 내의 온도는 490℃였다. 샘플들이 플라즈마 질화 단계를 받은 시간은 16 시간이었다. 질화 전에 브레이즈 접합부의 마스킹이 사용되지 않았다. 16 시간 동안 플라즈마 질화된 본 발명 2의 단면에 대한 SEM 이미지를 도 5에 도시한다.

[0113] 실시예 5 (가스 질화)

[0114] 본 발명 1에 따른 샘플을 NH_3 분할에 의해 가스 질화 단계를 수행하였다. 챔버 내의 온도는 510℃였다. 샘플들이 가스 질화 단계를 받은 시간은 23 또는 55 시간이었다. 질화 전에 브레이즈 접합부의 마스킹이 사용되지 않았다.

[0115] 실시예 6 (비교예)

[0116] 탄소-경화 냉간가공 강 1.2714 로 제조된 강 부분을, 10 중량% Co, 1 중량% 기타 탄화물, 및 잔부 WC의 조성을 갖는 초경합금 부분과 함께 제공하였다.

[0117] 브레이즈 금속은 두께가 100 ㎛인 포일 형태로 제공되었다. 브레이즈 재료 1은 100.0 중량% Cu의 조성을 가졌다. 용융 온도는 1085℃이다.

[0118] 호일은 강 부분과 초경합금 부분 사이에 배치되었고, 조립된 접합 피스들은 논 내로 배치되었으며, 여기서 온도는 먼저 20℃/분의 속도로 650℃까지 증가되었고 5 분 동안 유지되었다. 그 후, 650℃로부터 온도를 10 K/분의 속도로 브레이징 온도 1100℃까지 증가시켰고, 여기서 체류 시간은 15분이다. 체류 시간 후에, 실온까지 자유 냉각을 개시하였다.

[0119] 이어서, 탄소-경화 냉간가공 강 1.2714 부분을 갖는 초경합금-강 접합부가 토치에 의해 10분간 850℃의 온도로

가열되었고, 그 후 오일 중에서 실온으로 켄칭되었다. 그 후 2시간 동안 200℃의 진공 노에서 인장 이완을 하였다.

[0120] 그 후, 상기 탄소 경화 냉간 가공 강 1.2714 파트를 갖는 초경합금 강 접합부를 500℃까지 2시간 동안 시효시켰다.

[0121] 샘플은 본원에서 이후에 비교예 1이라고 칭해진다.

[0122] 실시예 7

[0123] 샘플들을 전단 강도, 표면 경도, 코어 경도 및 경도 깊이 곡선에 대해 분석하였다.

[0124] 전단 강도는, 도 3 에서 도시된 바와 같이 전단 디바이스 설정에 의해 분석되었고, 여기서 1은 강 실린더 형상의 강 부분(Ø=20 mm, h=5 mm)이고, 2는 초경합금 실린더 형상의 초경합금 부분(Ø=10 mm, h=5 mm)이다. 강 실린더는 전단 강도 시험 디바이스의 간극에 위치되고 이에 따라서 로딩 방향으로만 이동될 수 있다. 디바이스의 표면 내로 침식된 노치는, 접합된 부분들을 정확한 위치에 유지하고 브레이즈 접합부 내로의 균일하게 분포된 힘 유도를 보장한다. 인가된 힘, F는 브레이즈 접합부가 파괴되고 초경합금 실린더가 전단될 때까지 지속적으로 증가되었다. 그 후, 최대 측정된 힘 및 초기 접합 표면(A=78.5 ㎟)의 몫에 의해 극한 전단 강도를 계산하였다. 브레이즈 재료는 브레이징된 접합부 전단 강도의 결정 전에 제거되지 않았다.

[0125] 실시예 4에 따라 질화 깊이를 결정하기 위해, 실온에서 평균 질화 경도 깊이를 결정하였다. 이는, 질화된 샘플의 횡단면 상에서, 표준 DIN EN ISO 6507-1에 따라 HV 0.3을 측정하고, 에지로부터 제1 만입부 0.025 ~ 0.1 mm 로부터 시작하여, 경도가 더 이상 변하지 않을 때까지 0.03 ~ 0.10 mm 마다 측정함으로써, 경도 깊이 곡선을 형성하여 수행되었다. 획득된 경도 값들은 표면으로부터의 거리의 함수로서 기록된다. 이 경도 곡선으로부터, 질화 경도 깊이를 표면과 한계 경도 사이의 거리로 취하였다(여기서 한계 경도는 평균 코어 경도(HV 0.3)+50HV 0.3 임). 실시예 5에 대해, 질화 깊이는 실시예 3과 동일한 방식으로 결정되었지만, HV 0.5가 사용되었다는 차이가 있었다.

[0126] 표 1에 주어진 코어 경도는, HV1로 그리고 1 kgf(kilogram force)의 하중 및 15 초의 로딩 시간을 적용하여, 마레이징 강 부분의 단면에서 비커스 경도 시험기에 의해 측정되었다.

[0127] 1.5 mm 떨어져 배치된 5개의 만입부들의 패턴은 표준에 따라 수행되었고 표 1에 주어진 값은 5개의 만입부들의 평균이다.

[0128] 표면 경도 측정들을 질화 표면에 대해 수행하였고, 여기서 1.5 mm 떨어져 배치된 적어도 5개의 만입부들을 수행하였고, 표 1에 주어진 값은 5개의 만입부들의 평균이다. 경도는 1 kgf(kilogram force)의 부하 및 15 초의 부하 시간을 적용하여 비커스 경도 시험기를 사용하여 측정들이 수행되었다.

표 1

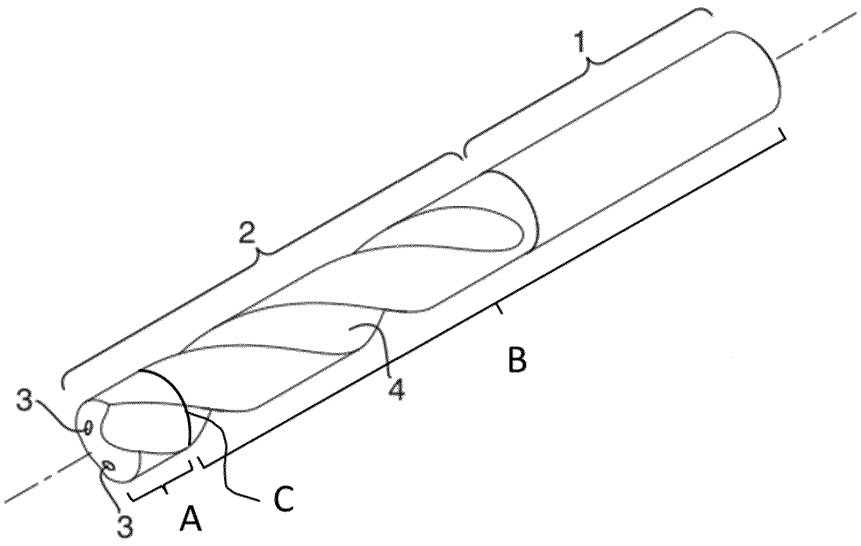
샘플	시효/질화	TiC 층 (nm)	Ti-축적 층 (μm)	평균 질화 경도 깊이 (mm)	전단 강도 (MPa)	코어 경도 (HV1)	표면 경도 (HV1)
본 발명 1	시효	131	1-1.5	-	-	-	-
본 발명 1	플라즈마 질화	-	--	0.07	150.2	522.8	878
본 발명 1	가스 질화 (23h)	-	-	0.16	127.7	487	739
본 발명 1	가스 질화 (55h)	142	-	0.17	108.2	505.3	821
본 발명 2	시효	131	1-1.5	-	-	-	-
본 발명 2	플라즈마 질화	-	1-1.5	0.08	121.3	599.2	898
비교예 1	시효	-	-	-	접합부 파괴	468	-

[0129]

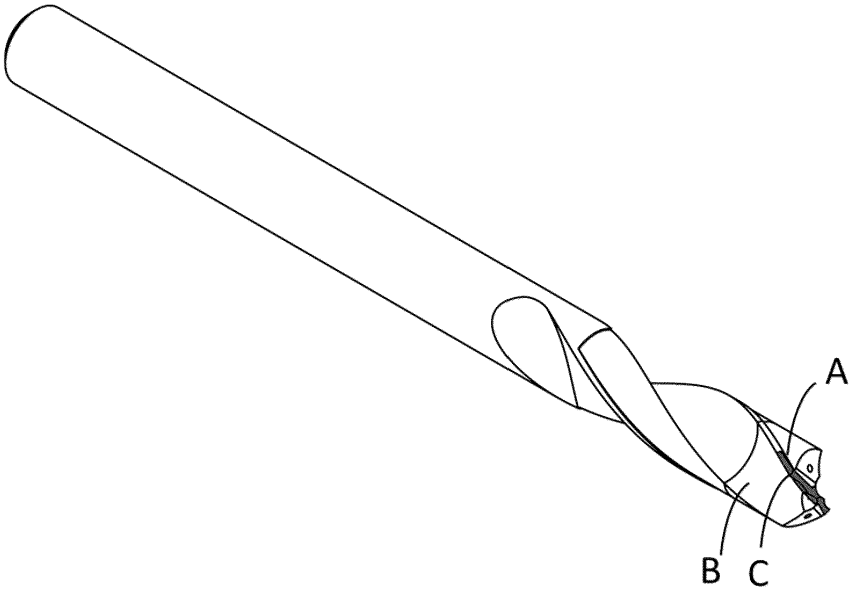
[0130] 표 1에서 알 수 있는 바와 같이, 질화는 증가된 내마모성을 초래할 코어보다 상당히 더 높은 경도를 갖는 표면을 생성할 것이다.

도면

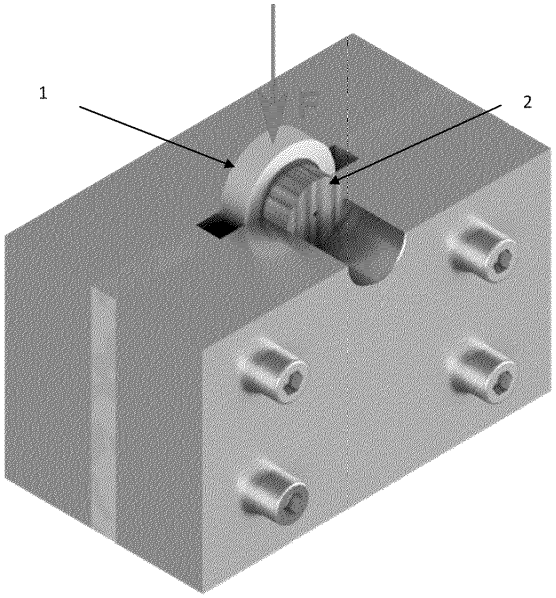
도면1



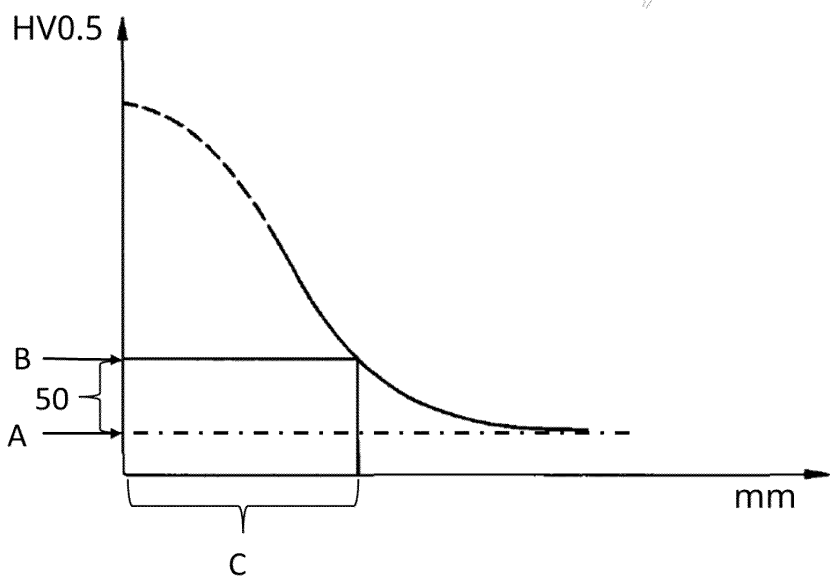
도면2



도면3



도면4



도면5

