



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0065401
(43) 공개일자 2020년06월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23B 27/14 (2006.01) B23C 5/16 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23B 27/14 (2013.01)
B23C 5/16 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0151845
(22) 출원일자 2018년11월30일
심사청구일자 2018년11월30일

(71) 출원인
한국야금 주식회사
서울특별시 금천구 남부순환로 1350 (독산동)
(72) 발명자
이성구
충북 청주시 흥덕구 산단로 55(구 충북 청주시 흥
덕구 송정동 53-16)
오세웅
충북 청주시 흥덕구 산단로 55(구 충북 청주시 흥
덕구 송정동 53-16)
안승수
충북 청주시 흥덕구 산단로 55(구 충북 청주시 흥
덕구 송정동 53-16)
(74) 대리인
특허법인아이엠

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **탄삭재용 절삭 인서트**

(57) 요약

본 발명은 인코넬이나 티타늄과 같이 열전도도가 낮은 탄삭재의 가공에 적합하게 사용될 수 있는 PVD 박막 코팅 절삭 인서트에 관한 것이다.

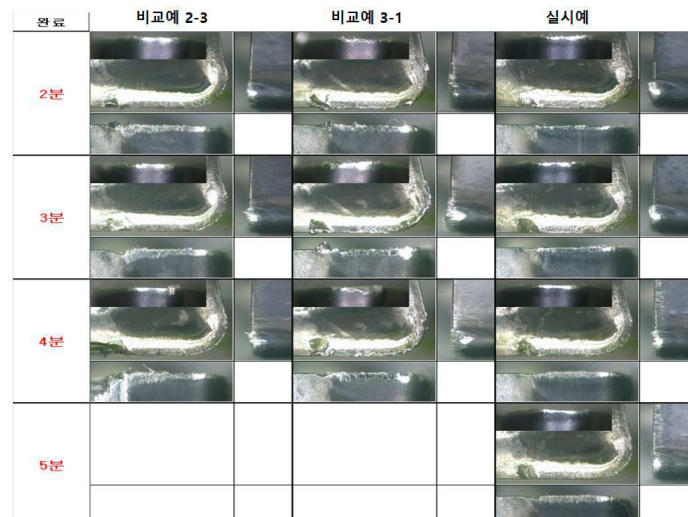
본 발명에 따른 절삭 인서트는, 하기 [식 1]에 의해 구해지는 SMS 값이 50 ~ 80인 초경합금 모재와, 상기 초경합금 모재 상에 형성된 두께 0.4 ~ 1.5 μ m의 세라믹 박막을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[식 1]

$SMS = \text{소결체의 포화자화값} \times 100 / TMS$

(TMS = 2010 $\times$ Co의 질량비)

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B23B 2222/28 (2013.01)

B23B 2226/18 (2013.01)

B23B 2228/08 (2013.01)

B23C 2222/28 (2013.01)

B23C 2226/18 (2013.01)

B23C 2228/08 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10067065

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 미래성장동력사업(기술개발)

연구과제명 항공 에너지 플랜트 고경도 내열합금 가공용 코팅초경/cBN/세라믹스 공구 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국야금

연구기간 2016.06.01 ~ 2020.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

하기 [식 1]에 의해 구해지는 SMS 값이 50 ~ 80%인 초경합금 모재와,
상기 초경합금 모재 상에 형성된 두께 0.4 ~ 1.5 μ m의 세라믹 박막을 포함하는, 난삭재용 절삭 인서트.

[식 1]

SMS = 소결체의 포화산화값 $\times$ 100/TMS

(TMS = 2010 $\times$ Co의 질량비)

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 초경합금 모재는, Co 4 ~ 8중량%, 텅스텐(W)를 제외한, 주기율표 중 4족, 5족, 6족 금속에서 선택되는 1종 이상의 금속의 탄화물, 탄질화물, 탄산질화물, 또는 이들의 혼합물을 포함하는 입성장억제제 5중량% 이하, 나머지 WC를 포함하는 초경합금인, 난삭재용 절삭 인서트.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 초경합금 모재는 추가로 희토류 원소 1종 이상을 포함하고,
상기 입성장억제제와 희토류 원소의 합이 5중량% 이하인, 난삭재용 절삭 인서트.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 절삭 인세트는, 절삭속도(Vc) 20 ~ 100mm/min의 조건용인, 난삭재용 절삭 인서트.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 초경합금 모재는, 델타 또는 프리카본과 같은 비정상 조직이 없는, 난삭재용 절삭 인서트.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 초경합금 모재와 세라믹 박막간의 밀착도는 스크래치 테스트로 75N 이상인, 난삭재용 절삭 인서트.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 세라믹 박막의 경도는 30GPa 이상인, 난삭재용 절삭 인서트.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 세라믹 박막은, PVD법으로 형성되는 $Ti_{1-a-b}Al_aMe_bN$ (Me은 Si, W, Nb, Mo, Ta, Hf, Zr, Y 중에서 선택되는 적어도 1종, $0.3 \leq a \leq 0.7$, $0 \leq b \leq 0.1$)을 포함하는 1층 이상으로 이루어진, 난삭재용 절삭 인서트.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 인코넬이나 티타늄과 같이 열전도도가 낮은 난삭재의 가공에 적합하게 사용될 수 있는 PVD 세라믹 박막 코팅 절삭 인서트에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 금속의 절삭 가공에 사용되는 내마모성 공구나 절삭 공구의 소재로는, 주로 초경합금(WC-Co 합금), TiC나 Ti(C,N) 등을 경질재로 사용하고 Co, Ni, Fe를 바인더로 사용한 써메트(cermet), 기타 세라믹 또는 고속도강 등이 사용된다.
- [0004] 이중, 초경합금은 경질의 텅스텐 탄화물(WC) 입자가 인성이 우수한 코발트(Co), 니켈(Ni) 또는 철(Fe)과 같은 바인더 금속에 분산되어 있는 복합재료로, 경도가 높고 인성이 강하여 절삭공구용 소재로 널리 사용되고 있다. 이러한 절삭공구용 소재의 내마모성, 인성, 고온특성과 같은 기계적 물성을 향상시키기 위하여 탄화바나듐(V)과 같은 결정립 성장 억제 물질을 첨가하여 미립조직을 얻거나, 소결체 표면에 바인더 금속의 농도를 감소시키거나 부화시키는 것과 같은 미세조직 제어가 많이 사용되어 왔다.
- [0005] ISO 피삭재 분류상 S 영역에 해당되는 인코넬, 티타늄(Ti) 합금 등은 경도와 인장강도가 높으면서 열전도도가 낮아 가공이 어려운 난삭재에 해당된다. 일반적으로 난삭재의 가공에서는 절삭공구 절미를 향상시키는 날카로운 인선 형태를 적용하는데, 이 구성은 높은 경도를 가지면서 동시에 용착성이 있는 난삭재의 저속가공에서 구선 인선을 최소화하기 위한 선택이다.
- [0006] 그런데, 실제 열전도도가 매우 낮은 난삭재의 절삭가공에서는 날카로운 절삭 인서트의 날끝에 가공열이 집중되기 때문에 용착에 의한 날끝의 파괴를 효과적으로 막기가 매우 어려운 실정이다. 이러한 이유로, 일반적으로 난삭재 가공용 절삭 인서트에 절삭가공 시 열차단 효과, 내마모성 향상 효과, 초경합금 소재와의 용착을 막기 위해 세라믹 물질을 코팅한다.
- [0007] 한편, 세라믹 물질이 코팅된 절삭 인서트를 난삭재 가공에 사용한 후, 날끝의 손상 부위를 자세히 관찰하면, 세라믹 박막의 뜯김과 부서짐 손상이 발생하면서 모재와의 용착 및 급속마모가 진행되는 것을 확인할 수 있다. 따라서, 난삭재용 절삭 인서트의 수명을 증가시키기 위해서는 절삭 가공시 발생하는 세라믹 박막의 뜯김과 부서짐 손상을 억제할 수 있는 것이 중요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1859644호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명의 해결 과제는 난삭재 가공시 절삭 인서트의 날끝 부위에서 발생하는 세라믹 박막의 소성변형을 억제하여, 세라믹 박막의 뜯김 또는 부서짐을 지연시킬 수 있는 절삭 인서트를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 과제를 해결하기 위한 수단으로 본 발명은, 하기 [식 1]에 의해 구해지는 SMS 값이 50 ~ 80%인 초경합금 모재와, 상기 초경합금 모재 상에 형성된 두께 0.4 ~ 1.5 μ m의 세라믹 박막을 포함하는, 난삭재용 절삭 인서트를

제공한다.

[0013] [식 1]

[0014] $SMS = \text{소결체의 포화자화값} \times 100 / TMS$

[0015] (TMS = $2010 \times Co$ 의 질량비)

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 절삭 인서트는 내소성변형성이 향상된 모재와 밀착도와 경도가 강화된 얇은 세라믹 박막의 조합을 통해, 고온, 고압하의 절삭 인서트의 날끝에서 발생하는 세라믹 박막의 뜯김 및 부서짐을 억제하여, 난삭재 가공에 사용될 때 절삭 인서트의 수명을 크게 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 절삭 인서트의 절삭 시험 후의 상태를 나타낸 것이다.

도 2는 도 1의 절삭시험 후 인선부에 대한 확대 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 다음에 예시하는 본 발명의 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예는 당 업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이다.

[0021] 본 발명자들은 난삭재의 가공 시에, 고온, 고압하의 절삭 인서트의 날끝에서 미세한 소성변형이 발생하고, 이러한 미세한 소성변형에 의해 세라믹 박막이 부서지며, 이로 인해 노출된 모재 부분에서 급격한 용착이 일어나 큰 용착 탈락으로 이어져, 결과적으로 인선 손상을 초래하는 점을 밝혀내었다. 이를 통해, 상기 미세한 소성변형을 억제할 경우, 난삭재 가공 시에 절삭 인서트의 수명을 현저하게 향상시킬 수 있음을 확인하고, 본 발명에 이르게 되었다.

[0022] 본 발명에 따른 난삭재용 절삭 인서트는, 하기 [식 1]에 의해 구해지는 SMS 값이 50 ~ 80%인 초경합금 모재와, 상기 초경합금 모재 상에 형성된 두께 0.4 ~ 1.5 μm 의 세라믹 박막을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0023] [식 1]

[0024] $SMS = \text{소결체의 포화자화값} \times 100 / TMS$

[0025] (TMS = $2010 \times Co$ 의 질량비)

[0026] 본 발명에 따른 절삭 인서트는, 모재로 SMS를 50 ~ 80% 수준의 초경합금을 사용함으로써 내소성변형성을 향상시키고, 동시에 모재에 형성되는 세라믹 박막의 두께를 얇게 형성함으로써, 고온, 고압하의 절삭 인서트의 날끝에서 미세한 소성변형이 발생하는 것을 억제한다.

[0027] 상기 SMS가 50 ~ 80% 범위 내에 있지 않을 경우, 모재의 미세 조직 내에 델타와 프리 카본과 같은 비정상 조직이 생성되거나, 내소성변형성이 충분하지 않을 수 있으므로 바람직하지 않다. 내소성변형성의 측면에서 보다 바람직한 SMS 범위는 50 ~ 70%이다.

[0028] 상기 세라믹 박막의 두께가 0.4 μm 미만일 경우, 절삭가공에 요구되는 내마모성 등을 얻을 수 없고, 1.5 μm 를 초과할 경우, 미세 소성변형이 발생하여 절삭 인서트의 수명이 저하되므로 0.4 ~ 1.5 μm 가 바람직하며, 보다 바람직한 세라믹 박막의 두께는 0.4 ~ 1.0 μm 이다.

[0029] 또한, 상기 초경합금 모재는, 바람직하게, Co 4 ~ 8중량%, 텅스텐(W)를 제외한, 주기율표 중 4족, 5족, 6족 금속속에서 선택되는 1종 이상의 금속의 탄화물, 탄질화물, 탄산질화물, 또는 이들의 혼합물을 포함하는 입성장억제제 5중량% 이하, 나머지 WC를 포함할 수 있다.

- [0030] 상기 Co는 주경질상인 WC를 고정하는 바인더 역할을 하는 것으로, Co 함량이 증가함에 따라 인성이 증가하고 그 함량이 감소함에 따라 인성이 감소하는 경향을 보인다. Co함량이 4중량% 미만일 경우 모재의 인성이 부족하게 되고, Co 함량이 8중량%를 초과하게 될 경우, 내소성변형성이 낮아지므로, 4 ~ 8중량%가 바람직하다.
- [0031] 상기 입성장억제제는 5중량%를 초과할 경우 WC와 바인더와의 결합력이 떨어져 외부로부터 받는 충격에 의해 WC와 바인더 간의 균열발생이 쉽게 일어나기 때문에 공구수명을 저하시킬 수 있기 때문에, 입성장억제제는 5중량% 이하로 포함하는 것이 바람직하다. 또한, 입성장억제제의 함량이 0.1중량% 미만일 경우 입성장 억제 효과의 감소와 고온 내소성변형성이 감소할 수 있으므로, 0.1중량% 이상으로 포함하는 것이 보다 바람직하다.
- [0032] 상기 초경합금에는 내소성변형성을 증가시키기 위하여 고용강화 효과를 갖도록 하는 희토류 원소를 1종 이상 추가로 포함할 수 있으며, 이 경우 입성장억제제와 희토류 원소의 합이 5중량% 이하가 되도록 할 수 있다. 희토류 원소로는 예를 들어 Ru, Gd, Re 등이 사용될 수도 있다.
- [0033] 상기 초경합금 모재는, 기계적 물성을 저하시키는 델타(δ) 상과 프리카본(free carbon) 상과 같은 비정상 조직을 실질적으로 포함하지 않는 것이 바람직하다.
- [0034] 본 발명에 따른 절삭 인서트는, 특히 절삭속도(Vc) 20 ~ 100mm/min의 조건에서 우수한 특성을 나타내므로, 바람직하게, 상기와 같은 절삭 조건에서 사용될 수 있다.
- [0035] 상기 초경합금 모재와 세라믹 박막간의 밀착도는 스크래치 테스트로 75N 이상을 유지하는 것이 바람직하다. 밀착도는 상기 범위 이상이면 본 발명에서 목적하는 효과를 달성할 수 있으므로, 그 상한값은 특별히 제한하지 않는다.
- [0036] 상기 세라믹 박막의 경도는 절삭가공 시 미세 소성변형을 억제하기 위하여, 30GPa 이상인 것이 바람직하다.
- [0037] 상기 세라믹 박막은 PVD법으로 형성되는 $Ti_{1-a-b}Al_aMe_bN$ (Me은 Si, W, Nb, Mo, Ta, Hf, Zr, Y 중에서 선택되는 적어도 1종, $0.3 \leq a \leq 0.7$, $0 \leq b \leq 0.1$)을 포함하는 1층 이상의 다층 구조로 이루어질 수 있다.
- [0039] [실시예]
- [0040] 본 발명의 실시예에 따른 절삭공구에 사용된 모재인 초경합금은 다음과 같은 공정을 통해 제조하였으며, 본 발명의 실시예에 따른 모재와의 비교를 위하여 다양한 조성 및 공정에 따른 초경합금을 함께 제조하였다.
- [0041] 이를 위해, 먼저 아래 표 1의 조성을 갖도록 초경합금 제조용 원료분말을 제조하였다.

표 1

[0042]

순번	모재 조성			냉각속도	SMS (%)
	WC	Co	Cr_3C_2		
1	94	6	0	-2℃/분	92
2	94	6	0	-10℃/분	82
3	93.5	6	0.5	-2℃/분	77
4	93.5	6	0.5	-10℃/분	68
5	92.8	6	1.2	-2℃/분	52
6	92.8	6	1.2	-10℃/분	47

[0044] 상기와 같이 준비된 원료분말에 초경 볼과 유기용매를 첨가하여 13시간 혼합 분쇄 이후 건조해 혼합분말을 얻었다. 얻어진 혼합분말을 가지고 CNMA120408(한국야금)의 형변의 금형으로 2ton/cm²의 압력으로 프레스를 수행하여 성형체를 제조하였다.

[0045] 다음으로, 600℃에서 탈지(dewaxing) 공정을 수행하여, 성형체 제조과정에 투입된 유기 바인더 성분을 제거한 후, 불활성 가스 분위기에서 소결온도 1450℃, 소결시간 1 ~ 2시간의 조건으로 소결을 진행하고, 600℃까지 불활성 가스 분위기에서 상기 표 1과 같은 냉각속도 냉각시킨 후, 자연냉각시키는 방법으로 소결공정을 수행하였다.

[0046] 이상과 같이 제조된 초경합금 소결체의 SMS를 측정된 결과, 상기 표 1과 같은 결과를 얻었다. 표 1에 나타난 바와 같이, 초경합금 소결체의 SMS는 모재에 포함되는 성분과 냉각속도의 차이를 통해 다양하게 조절이 가능하다.

[0047] 이와 같이 제조된 초경합금 모재의 표면에, 상용화된 PVD법을 사용하여, 0.3 μ m, 0.5 μ m, 1.2 μ m, 1.9 μ m로 두께를 변화시켜 Ti_{0.46}Al_{0.52}Si_{0.02}N 박막을 코팅하여, 절삭 인서트를 제조하였다.

[0049] 절삭 성능 평가

[0050] 이상과 같이 세라믹 박막이 형성된 절삭 인서트를 다음과 같은 조건으로 내마모성을 평가하였으며, 그 결과를 아래 표 2에 정리하였다.

[0051] - 피삭재: Inconel 718 Φ 100

[0052] - Vc(절삭속도): 50mm/min

[0053] - fn(이송속도): 0.25mm/rev

[0054] - ap(절입깊이): 2.0mm

[0055] - 건/습식: 습식(wet)

표 2

[0056]

No.	SMS (%)	박막두께 (μ m)	절삭수명 (초)	수명종료유형	비고
1-1	92	0.3	30	초기용착 마모	비교예
1-2	92	0.5	55	초기박리 후 용착	비교예
1-3	92	1.2	60	초기박리+경계치핑	비교예
1-4	92	1.9	60	초기박리+경계치핑	비교예
2-1	82	0.3	45	초기용착 마모	비교예
2-2	82	0.5	120	박리 후 용착	비교예
2-3	82	1.2	90	초기박리 후 용착	비교예
2-4	82	1.9	60	초기박리+경계치핑	비교예
3-1	77	0.3	165	박리 후 용착	비교예
3-2	77	0.5	360	정상마모 후 박리용착	실시예
3-3	77	1.2	305	정상마모 후 박리용착	비교예
3-4	77	1.9	125	초기박리+경계치핑	비교예
4-1	68	0.3	220	박리 후 용착	비교예
4-2	68	0.5	480	정상마모 후 박리용착	실시예
4-3	68	1.2	390	정상마모 후 박리용착	실시예
4-4	68	1.9	135	초기박리+경계치핑	비교예
5-1	52	0.3	280	박리 후 용착	비교예
5-2	52	0.5	420	정상마모 후 박리용착	실시예
5-3	52	1.2	360	정상마모 후 박리용착	실시예
5-4	52	1.9	120	초기박리+경계치핑	비교예
6-1	47	0.3	20	초기박리+모재뜯김	비교예
6-2	47	0.5	52	초기박리+모재뜯김	비교예
6-3	47	1.2	30	초기박리+모재뜯김	비교예
6-4	47	1.9	20	초기박리+모재뜯김	비교예

[0058] 위 표 2에서 확인되는 바와 같이, SMS 50 ~ 80%를 나타내는 초경합금 모재에, 세라믹 박막의 두께가 0.5 ~ 1.2 μ m를 만족하는 절삭 인서트가 이러한 조건을 만족하지 않는 절삭 인서트에 비해 월등한 절삭수명을 나타낸다.

[0059] 본 발명의 실시예(시편번호 3-2, 4-2, 4-3, 5-2, 5-3) 중에서는 SMS가 50 ~ 70%로 낮고, 세라믹 박막의 두께가 0.4 ~ 0.8 μ m 정도로 더 얇은 것(시편번호 4-2, 5-2)이 더 우수한 절삭수명을 나타내므로 보다 바람직하다고 할 수 있다.

[0060] 도 1은 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 절삭 인서트에 절삭 시험 후의 상태를 나타낸 것이다. 도 1에서 확인되는 바와 같이, 비교예에 따른 절삭 인서트의 경우 4분간의 절삭 가공을 수행할 경우, 인선부에 현저한 손상이 관찰된다.

[0061] 이에 비해 본 발명의 실시예에 따른 절삭 인서트는 4분간의 절삭 가공에도 인선부가 양호한 상태를 나타내며, 6분 정도 절삭 가공을 수행한 후에도 비교예에 비해 양호한 상태를 나타내어 난삭재 가공용으로 매우 우수한 특성을 나타냄을 알 수 있다.

[0062] 도 2는 도 1의 절삭시험 후 인선부에 대한 확대 이미지이다. 도 2에서 확인되는 바와 같이, 비교예 2-3번에 따른 절삭 인서트의 경우, 60초간의 절삭 가공 후에 인선부에 비교적 큰 박막 탈락이 관찰되었고, 비교예 3-1번에 따른 절삭 인서트는 인선부에 비교적 작은 박막 탈락이 관찰되었다. 이에 비해 본 발명의 실시예 4-2번에 따른 절삭 인서트의 경우 박막 탈락 현상이 관찰되지 않았다. 즉, 표 2와 같은 절삭성능의 차이는 절삭 가공 초기에 박막 탈락이 생성되는지 여부에 큰 영향을 받음을 알 수 있다.

[0064] 박막 밀착도 평가

[0065] 절삭 인서트에 형성된 박막의 밀착강도가 절삭공구에 미치는 영향을 확인하기 위하여, 표 1의 No. 4의 초경합금 모재를 사용하여, 초경합금 모재에 아래 표 3과 같이 다양한 금속 결합층을 형성한 후 적용한 후, PVD TiAlN 코팅을 수행하여 절삭 인서트를 제조하고, 위의 방법과 동일한 방법으로 절삭 성능을 평가하였다.

표 3

[0066]

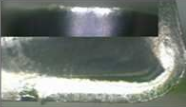
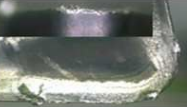
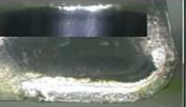
모재	금속 결합층	밀착도 (N)	막두께	절삭가공 수명	수명종료유형
4	없음	55	0.5	15초	초기박리 파손
4	Ti	65	0.5	50초	초기박리 파손
4	TiN	75	0.5	360초	정상마모 후 종료
4	Cr	85	0.5	420초	정상마모 후 종료
4	CrN	100	0.5	500초	정상마모 후 종료
4	Ti/TiN	115	0.5	490초	정상마모 후 종료

[0068] 위 표 3에서 확인되는 바와 같이, 초경합금 모재 상에 형성되는 TiAlN 박막과 모재와의 밀착도가 75N 이상일 경우가 그렇지 않은 경우에 비해 우수한 절삭가공 수명을 나타냄을 확인하였다.

[0069] 한편, 세라믹 박막의 밀착도를 향상시키는 방식은, 전처리 방식, 결합층 적용 방식, 응력 제어 방식 등 공지된 다양한 방식이 적용될 수 있으며, 그 방식에 제한되지 않고 75N 이상(보다 바람직하게는 80N 이상)의 밀착도를 가지면, 본 발명에서 목적으로 하는 물성을 달성할 수 있다.

도면

도면1

원료	비교예 2-3		비교예 3-1		실시에	
2분						
						
3분						
						
4분						
						
5분						
						

도면2

