



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0038009
(43) 공개일자 2018년04월13일

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 14/06 (2006.01) C23C 14/32 (2006.01)
H01J 37/32 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
C23C 14/0641 (2013.01)
C23C 14/325 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2018-7006274</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2015년09월04일
심사청구일자 2018년03월05일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2018년03월05일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/075270</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2017/037955
국제공개일자 2017년03월09일</p> | <p>(71) 출원인
오에스지 가부시키키가이샤
일본 아이치켄 도요카와시 혼노가하라 3쵸메 22반지</p> <p>(72) 발명자
사쿠라이 마사토시
일본 아이치켄 도요카와시 혼노가하라 1쵸메 15반지 오에스지 가부시키키가이샤 나이
왕 메이
일본 아이치켄 도요카와시 혼노가하라 1쵸메 15반지 오에스지 가부시키키가이샤 나이
스기타 히로아키
일본 아이치켄 도요카와시 혼노가하라 1쵸메 15반지 오에스지 가부시키키가이샤 나이</p> <p>(74) 대리인
특허법인코리아나</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

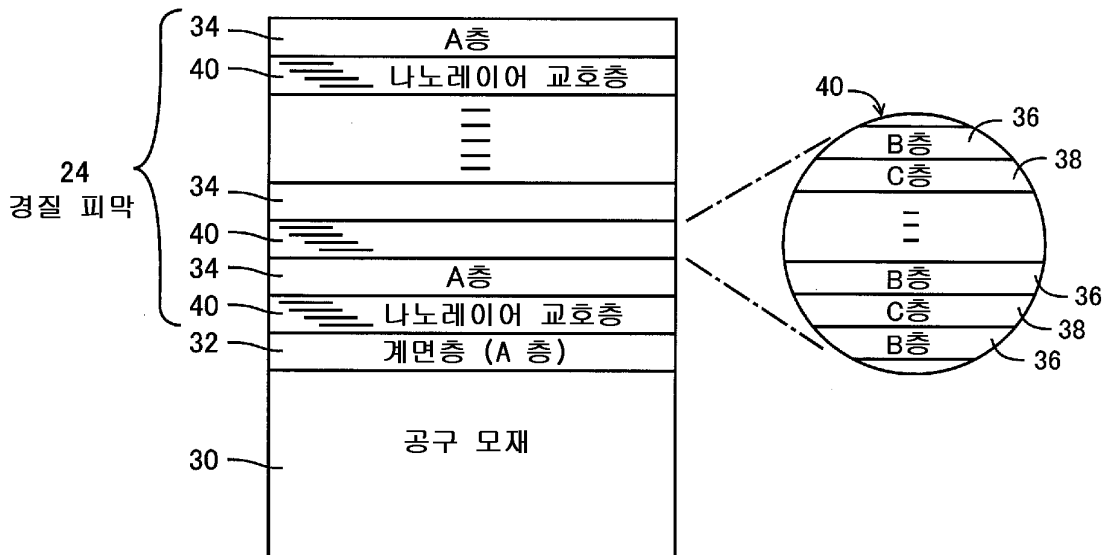
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 경질 피막 및 경질 피막 피복 부재

(57) 요약

공구 모재 (30) 의 표면에 피복되는 경질 피막 (24) 은, 물리적 증착법에 의해, A 층 (34) 과, B 층 (36) 및 C 층 (38) 이 나노 오더의 두께로 교대로 적층된 나노레이어 교호층 (40) 이 교대로 적층되어, 0.5 ~ 20 μm 의 층막두께가 되도록 구성된 것이고, A 층 (34) 은, 조성식이 $[Al_{1-U}Cr_U]N$ 이고, 원자비 U 가 0.20 ~ 0.80 으로 나타내어지는 AlCr 질화물로서, 50 ~ 1000 nm 의 두께를 갖는 것이고, B 층 (36) 은, 조성식이 $[Ti_{1-W}Al_W]N$ 이고, 원자비 W 가 0.30 ~ 0.85 로 나타내어지는 TiAl 질화물로서, 1 ~ 100 nm 의 두께를 갖는 것이고, C 층 (38) 은, 조성식이 $[Ti_{1-Y}Si_Y]N$ 이고, 원자비 Y 가 0.05 ~ 0.45 로 나타내어지는 TiSi 질화물로서, 1 ~ 100 nm 의 두께를 갖는 것이고, 나노레이어 교호층 (40) 은, 50 ~ 1000 nm 의 두께를 갖는 것이다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H01J 37/32055 (2013.01)

B23B 2228/10 (2013.01)

B23C 2228/10 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

모재의 표면에 피복되는 경질 피막으로서,

상기 경질 피막은, 물리적 증착법에 의해, A 층과, B 층 및 C 층이 교대로 적층된 나노레이어 교호층이 교대로 적층되어, 0.5 ~ 20 μm 의 총막두께가 되도록 구성된 것이고,

상기 A 층은, 조성식이 $[\text{Al}_{1-u}\text{Cr}_u]\text{N}$ 이고, 원자비 u 가 0.20 ~ 0.80 으로 나타내어지는 AlCr 질화물로서, 50 ~ 1000 nm 의 두께를 갖는 것이고,

상기 B 층은, 조성식이 $[\text{Ti}_{1-w}\text{Al}_w]\text{N}$ 이고, 원자비 w 가 0.30 ~ 0.85 로 나타내어지는 TiAl 질화물로서, 1 ~ 100 nm 의 두께를 갖는 것이고,

상기 C 층은, 조성식이 $[\text{Ti}_{1-y}\text{Si}_y]\text{N}$ 이고, 원자비 y 가 0.05 ~ 0.45 로 나타내어지는 TiSi 질화물로서, 1 ~ 100 nm 의 두께를 갖는 것이고,

상기 나노레이어 교호층은, 50 ~ 1000 nm 의 두께를 갖는 것인 것을 특징으로 하는 경질 피막.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 A 층의 막두께 T_A 와 상기 나노레이어 교호층의 막두께 T_{NL} 의 비의 값 T_A/T_{NL} 은 0.2 ~ 10 인 것을 특징으로 하는 경질 피막.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 A 층은, Si, V, Y, Zr, Nb, Mo, Ta, 및 W 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1 종의 원소로 이루어지는 첨가물 α 를, 20 at% 이하 포함하는 것을 특징으로 하는 경질 피막.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 B 층은, B, C, V, Cr, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta 및 W 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1 종의 원소로 이루어지는 첨가물 β 를, 10 at% 이하 포함하는 것을 특징으로 하는 경질 피막.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 C 층은, B, C, V, Y, Nb, Mo, 및 W 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1 종의 원소로 이루어지는 첨가물 γ 를, 10 at% 이하 포함하는 것을 특징으로 하는 경질 피막.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 경질 피막은, 상기 모재에 직접 피복되어 있는 것을 특징으로 하는 경질 피막.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 경질 피막은, 계면층을 개재하여 상기 모재에 피복되고,

상기 계면층은, 상기 A 층, 상기 B 층, 상기 C 층, 또는 상기 나노레이어 교호층과 동일한 재료로 50 ~ 1000 nm 의 두께로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 경질 피막.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 기재된 경질 피막에 의해 상기 모재의 일부 또는 전부가 피복된 것을 특징으로 하는 경질 피막 피복 부재.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 내열성, 내용착성이 우수한 경질 피막 및 경질 피막 피복 부재에 관한 것이고, 특히 AlCr 질화물인 A 층과, TiAl 질화물인 나노 오더 두께의 B 층 및 TiSi 질화물인 나노 오더 두께의 C 층의 나노레이어의 교호층을 교대로 적층한, 내마모성 및 내용착성이 우수한 경질 피막에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 드릴이나 엔드 밀, 프레이즈, 바이트 등의 절삭 공구, 스레드 포밍 탭, 전조 공구, 프레스 금형 등의 비절삭 공구 등의 여러 가지 가공 공구, 혹은 내마모성이 요구되는 마찰 부품 등의 여러 가지 공구 부재에 있어서, 초경 합금재 혹은 고속도 공구 강재의 모재의 표면에 경질 피막을 코팅함으로써, 내마모성이나 내구성을 향상시키는 것이 제안되어 있다.

[0003] 이에 대하여, 특허문헌 1 및 비특허문헌 1 에는, TiAlN 계/TiCrN 계의 경질 피막을 실시한 드릴이 제안되어 있다. 또, 특허문헌 2 에는, AlCrN 계와 TiSiN 계의 다층 구조로 이루어지는 경질 피막을 실시한 드릴이 제안되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 국제 공개 2013/000557호
 (특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 2008-534297호

비특허문헌

[0005] (비특허문헌 0001) : 오·디란-드루안, 에이·이·산타나, 에이·카리미, 브이·에이치·데르플링거, 에이·슈츠 (O.Durdnd-Drouhin, A.E.Santana, A.Karimi, V.H.Derflinger, A.Schutze) 저, 「메카니컬 프로퍼티즈 앤드 페일러 모델즈 오브 티아이에이엘(에스아이)엔 싱글 앤드 멀티레이어 신 필름즈 (Mechanical properties and failure models of TiAl(Si)N single and multilayer thin films)」, 서페이스 앤드 코팅 테크놀로지 (Surface and Coatings Technology), (스위스), 엘제비어 사이언스 (Elsevier Science), 2003년, 163-164권, p.260-266

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 그러나, 상기 특허문헌 1 및 비특허문헌 1 에 기재된 드릴은, 탄소강이나 주철의 구멍내기 가공에 사용되면, 내마모성이 충분히 얻어지지 않는다는 문제가 있었다. 또, 상기 특허문헌 2 에 기재된 드릴은, 합금강이나 스테인리스강의 구멍내기 가공에 사용되면, 내용착성이 충분하지 않기 때문에 충분한 성능이 얻어지지 않는다는 문제가 있었다.

[0007] 본 발명은 이상의 사정을 배경으로 하여 이루어진 것으로, 그 목적으로 하는 점은, 탄소강이나 주철 등의 절삭에서는 내마모성이 얻어지고, 합금강이나 스테인리스강 등의 절삭에서는 내용착성이 얻어지는 경질 피막 피복

공구를 제공하는 것에 있다.

[0008] 본 발명자들은 이상의 사정을 배경으로 하여 여러 가지 연구를 거듭하던 중, AlCr 질화물로 이루어지는 A 층과, TiAl 질화물로 이루어지는 B 층 및 TiSi 질화물로 이루어지는 C 층의 나노레이어 교호층이, 총막두께가 20 μm 이하가 되도록 교대로 적층된 경질 피막을 공구에 사용하면, 탄소강이나 주철의 절삭에서는 내마모성이 얻어지고, 합금강이나 스테인리스강의 절삭에서는 내용착성이 얻어진다는 사실을 알아냈다. 본 발명은 이러한 조건에 기초하여 이루어진 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 즉, 제 1 발명의 요지로 하는 점은, (a) 모재의 표면에 피복되는 경질 피막으로서, (b) 상기 경질 피막은, 물리적 증착법에 의해, A 층과, B 층 및 C 층이 교대로 적층된 나노레이어 교호층이 교대로 적층되어, 0.5 ~ 20 μm 의 총막두께가 되도록 구성된 것이고, (c) 상기 A 층은, 조성식이 $[\text{Al}_{1-U}\text{Cr}_U]\text{N}$ 이고, 원자비 U 가 0.20 ~ 0.80 으로 나타내어지는 AlCr 질화물로서, 50 ~ 1000 nm 의 두께를 갖는 것이고, (d) 상기 B 층은, 조성식이 $[\text{Ti}_{1-W}\text{Al}_W]\text{N}$ 이고, 원자비 W 가 0.30 ~ 0.85 로 나타내어지는 TiAl 질화물로서, 1 ~ 100 nm 의 두께를 갖는 것이고, (e) 상기 C 층은, 조성식이 $[\text{Ti}_{1-Y}\text{Si}_Y]\text{N}$ 이고, 원자비 Y 가 0.05 ~ 0.45 로 나타내어지는 TiSi 질화물로서, 1 ~ 100 nm 의 두께를 갖는 것이고, (f) 상기 나노레이어 교호층은, 50 ~ 1000 nm 의 두께를 갖는 것인 것에 있다.

[0010] 또, 제 2 발명의 요지로 하는 점은, 상기 A 층의 막두께 T_A 와 상기 나노레이어 교호층의 막두께 T_{NL} 의 비의 값 T_A/T_{NL} 은 0.2 ~ 10 이다.

[0011] 또, 제 3 발명의 요지로 하는 점은, 상기 A 층은, Si, V, Y, Zr, Nb, Mo, Ta, 및 W 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1 종의 원소로 이루어지는 첨가물 α 를, 20 at% 이하 포함하는 것에 있다.

[0012] 또, 제 4 발명의 요지로 하는 점은, 상기 B 층은, B, C, V, Cr, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta 및 W 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1 종의 원소로 이루어지는 첨가물 β 를, 10 at% 이하 포함하는 것에 있다.

[0013] 또, 제 5 발명의 요지로 하는 점은, 상기 C 층은, B, C, V, Y, Nb, Mo, 및 W 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1 종의 원소로 이루어지는 첨가물 γ 를, 10 at% 이하 포함하는 것에 있다.

[0014] 또, 제 6 발명의 요지로 하는 점은, 상기 경질 피막은, 상기 모재에 직접 피복되어 있는 것에 있다.

[0015] 또, 제 7 발명의 요지로 하는 점은, 상기 경질 피막은, 계면층을 개재하여 상기 모재에 피복되고, 상기 계면층은, 상기 A 층, 상기 B 층, 상기 C 층, 또는 상기 나노레이어 교호층과 동일한 재료로 50 ~ 1000 nm 의 두께로 형성되어 있는 것에 있다.

[0016] 또, 제 8 발명의 요지로 하는 점은, 제 1 발명 내지 제 7 발명 중 어느 하나의 경질 피막에 의해 상기 모재의 일부 또는 전부가 피복된 경질 피막 피복 공구인 것에 있다.

발명의 효과

[0017] 제 1 발명에 의하면, 모재의 표면에 피복되는 경질 피막은, 물리적 증착법에 의해, A 층과, B 층 및 C 층이 교대로 적층된 나노레이어 교호층이 교대로 적층되어, 0.5 ~ 20 μm 의 총막두께가 되도록 구성된 것이고, 상기 A 층은, 조성식이 $[\text{Al}_{1-U}\text{Cr}_U]\text{N}$ 이고, 원자비 U 가 0.20 ~ 0.80 으로 나타내어지는 AlCr 질화물로서, 50 ~ 1000 nm 의 두께를 갖는 것이고, 상기 B 층은, 조성식이 $[\text{Ti}_{1-W}\text{Al}_W]\text{N}$ 이고, 원자비 W 가 0.30 ~ 0.85 로 나타내어지는 TiAl 질화물로서, 1 ~ 100 nm 의 두께를 갖는 것이고, 상기 C 층은, 조성식이 $[\text{Ti}_{1-Y}\text{Si}_Y]\text{N}$ 이고, 원자비 Y 가 0.05 ~ 0.45 로 나타내어지는 TiSi 질화물로서, 1 ~ 100 nm 의 두께를 갖는 것이고, 상기 나노레이어 교호층은, 50 ~ 1000 nm 의 두께를 갖는 것인 점에서, 각 층의 결정립이 미세화되고, 막 강도가 향상됨과 함께, 우수한 내산화성, 고경도, 고인성을 구비하고, 또한 A 층과 나노레이어 교호층이 교대로 적층된 교호 적층 구조가 크랙의 진행을 방지함으로써, 내마모성, 내결손성이 향상된다. 그 결과로서, 탄소강이나 주철 등의 절삭에서는 내마모성이 얻어지고, 합금강이나 스테인리스강 등의 절삭에서는 내용착성이 얻어지는 공구가 얻어진다.

[0018] 제 2 발명에 의하면, 상기 A 층의 막두께 T_A 와 상기 나노레이어 교호층의 막두께 T_{NL} 의 비의 값 T_A/T_{NL} 은 0.2 ~ 10 이므로, 탄소강이나 주철 등의 절삭에서는 내마모성이 얻어지고, 합금강이나 스테인리스강 등의 절삭에서

는 내용착성이 얻어지는 공구가 얻어진다.

- [0019] 제 3 발명에 의하면, 상기 A 층은, Si, V, Y, Zr, Nb, Mo, Ta, 및 W 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1 종의 원소로 이루어지는 첨가물 α 를, 20 at% 이하 포함하는 점에서, A 층 중에서 고용 강화가 생겨 AlCr 질화물의 경도를 높일 수 있고, 절삭 시의 고온에 의해, 강도가 향상됨과 함께 산화물이 표면에 형성되어 우수한 내마모성이 얻어지고, 내용착성과의 밸런스가 바람직한 것이 되어 긴 공구 수명이 얻어진다.
- [0020] 제 4 발명에 의하면, 상기 B 층은, B, C, V, Cr, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta 및 W 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1 종의 원소로 이루어지는 첨가물 β 를, 10 at% 이하 포함하는 점에서, B 층 중에서 고용 강화가 생기는 것에 의해 TiAl 질화물의 경도를 높일 수 있어, 우수한 내마모성이 얻어진다.
- [0021] 제 5 발명에 의하면, 상기 C 층은, B, C, V, Y, Nb, Mo, 및 W 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1 종의 원소로 이루어지는 첨가물 γ 를, 10 at% 이하 포함하는 점에서, C 층 중에서 고용 강화가 생기는 것에 의해 TiSi 질화물의 경도를 높일 수 있으므로, 우수한 내마모성이 얻어진다. 특히, V, Nb, Mo, 및 W 는, 절삭 시의 고온에 의해 산화물을 형성하여 자기 윤활 작용이 얻어지므로, 한층 긴 공구 수명이 얻어진다.
- [0022] 제 6 발명에 의하면, 상기 경질 피막은, 상기 모재에 직접 피복되어 있는 점에서, 상기 경질 피막과 상기 모재 사이의 계면층이 불필요해지므로, 제조가 용이해진다.
- [0023] 제 7 발명에 의하면, 상기 경질 피막은, 계면층을 개재하여 상기 모재에 피복되고, 상기 계면층은, 상기 A 층, 상기 B 층, 상기 C 층, 또는 상기 나노레이어 교호층과 동일한 재료로 50 ~ 1000 nm 의 두께로 형성되어 있다. 이 때문에, 경질 피막과 모재 간의 부착 강도가 한층 높아진다.
- [0024] 제 8 발명에 의하면, 제 1 발명 내지 제 7 발명 중 어느 하나의 경질 피막에 의해 상기 모재의 일부 또는 전부가 피복된 경질 피막 피복 공구인 점에서, 탄소강이나 주철의 절삭에서는 내마모성이 얻어지고, 합금강이나 스테인리스강의 절삭에서는 내용착성이 얻어지는 공구가 얻어진다.
- [0025] 여기서, 바람직하게는 상기 경질 피막 피복 공구는, 드릴이나 프레이즈 등의 회전 절삭 공구, 바이트 등의 비회전의 절삭 공구, 혹은 스레드 포밍 탭, 전조 공구, 프레스 금형 등의 비절삭 공구 등, 여러 가지 경질 피막 피복 가공 공구에 바람직하게 적용된다. 그러나, 그러한 가공 공구 이외에도 베어링 부재 등 내마모성이나 내산화성이 요구되는 여러 가지 내마모성의 경질 피막 피복 부재로서 적용될 수 있다.
- [0026] 또, 본 발명의 경질 피막은, 바람직하게는 아크 이온 플레이팅법이나 이온 빔 지원 증착법, 스퍼터링법 등의 PVD 법, 그 밖의 물리적 증착법에 의해 성막된다.
- [0027] 또, 본 발명의 경질 피막이 피복되는 모재로는, 초경합금이나 고속도 공구강이 바람직하게 사용되지만, 서멧, 세라믹스, 다결정 다이아몬드, 다결정 CBN 등 여러 가지 공구 재료를 채용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1 은 본 발명의 일 실시예의 경질 피막이 형성된 드릴을 나타내는 정면도이다.
- 도 2 는 도 1 의 드릴의 구성을 설명하기 위해서 그 선단측으로부터 나타내는 확대 저면도이다.
- 도 3 은 도 1 의 드릴에 피복된 경질 피막의 적층 구조예를 설명하는 모식도이다.
- 도 4 는 도 1 의 드릴에 피복된 경질 피막의 다른 적층 구조예를 설명하는 모식도이다.
- 도 5 는 도 1 의 드릴에 피복된 경질 피막의 다른 적층 구조예를 설명하는 모식도이다.
- 도 6 은 도 1 의 드릴에 피복된 경질 피막의 다른 적층 구조예를 설명하는 모식도이다.
- 도 7 은 도 1 의 경질 피막을 공구 모재 상에 성막하는 물리적 증착 장치의 일례인 아크 이온 플레이팅 장치를 설명하는 개략도이다.
- 도 8 은 경질 피막을 구성하는 A 층, B 층, 및 C 층의 구성 원소의 종류 및 비율, 첨가물의 종류 및 조성 비율, 및 막두께를 변화시킨 시험품 1 ~ 시험품 50 에 대해, A 층을 구성하는 AlCr 질화물의 구성 원소의 종류 및 비율을 각각 나타내는 도표이다.
- 도 9 는 도 8 의 시험품 1 ~ 시험품 50 에 대해, B 층을 구성하는 TiAl 질화물의 구성 원소의 종류 및 비율을 각각 나타내는 도표이다.

도 10 은 도 8 의 시험품 1 ~ 시험품 50 에 대해, C 층을 구성하는 TiSi 질화물의 구성 원소의 종류 및 비율을 각각 나타내는 도표이다.

도 11 은 도 8 의 시험품 1 ~ 시험품 50 에 대해, A 층, B 층, 및 C 층의 두께, B 층과 C 층의 적층 로그, 나노레이어 교호층의 두께, 계면층의 두께, A 층과 나노레이어 교호층의 적층 로그, 경질 피막의 총막두께를 각각 나타내는 도표이다.

도 12 는 도 8 의 시험품 1 ~ 시험품 50 에 대해, 피막 경도, 마모폭, 절삭 거리, 판정 결과를 각각 나타내는 도표이다.

도 13 은 도 8 의 시험품 1 ~ 시험품 50 중 시험품 1, 5, 15, 19, 20, 41, 27 에 대해, 절삭 거리의 증가에 수반하는 마모폭의 증가 특성을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 본 발명의 경질 피막의 일 실시예에 대해 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0030] 실시예
- [0031] 도 1 및 도 2 는, 본 발명의 경질 피막 (24) 이 피복된 경질 피막 피복 공구 혹은 경질 피막 피복 부재의 일례인 드릴 (10) 을 나타내는 도면이다. 도 1 은 축심 (0) 과 직각인 방향으로부터 본 정면도, 도 2 는 절삭날 (12) 이 형성된 선단측으로부터 본 확대 저면도이다. 이 드릴 (10) 은, 2 개 날의 트위스트 드릴이고, 생크 (14) 및 보디 (16) 를 축 방향으로 일체로 구비하고 있고, 보디 (16) 에는 축심 (0) 의 시계 방향으로 비틀린 1 쌍의 홈 (18) 이 형성되어 있다. 보디 (16) 의 선단에는, 홈 (18) 에 대응하여 1 쌍의 절삭날 (12) 이 형성되어 있고, 생크 (14) 측에서 볼 때 축심 (0) 의 시계 방향으로 회전 구동됨으로써 절삭날 (12) 에 의해 구멍을 절삭 가공함과 함께, 절삭 부스러기가 홈 (18) 을 통하여 생크 (14) 측으로 배출된다.
- [0032] 보디 (16) 의 선단면에 있어서, 1 쌍의 절삭날 (12) 에 인접하는 각각의 플랭크면 (20) 에는, 생크 (14) 의 단면 (端面) 으로부터 생크 (14) 및 보디 (16) 를 세로로 통하게 한 1 쌍의 절삭액 도출 구멍 (22) 이 개구되어 있다. 또한, 도 1 에 있어서 사선 부분은, 경질 피막으로서의 경질 피막 (24) 의 코팅 부분을 나타내고 있다. 본 실시예에서는, 경질 피막 (24) 은, 드릴 (10) 의 일부인 보디 (16) 에 코팅되어 있지만, 드릴 (10) 전체가 코팅되어도 상관없다.
- [0033] 도 3 은, 드릴 (10) 의 경질 피막 (24) 의 단면 (斷面) 을 확대하여 설명하는 모식도이다. 도 3 에 있어서, 예를 들어 초경합금제의 공구 모재 (30) 상에는, 물리적 증착법에 의해 50 ~ 1000 nm 정도의 두께로 형성된 계면층 (32) 을 개재하여 경질 피막 (24) 이 적층되어 있다. 이 경질 피막 (24) 은, 물리적 증착법에 의해 50 ~ 1000 nm 의 두께를 갖도록 형성된 A 층 (34) 과, 1 ~ 100 nm 의 두께의 B 층 (36) 및 1 ~ 100 nm 의 두께의 C 층 (38) 이 50 ~ 1000 nm 의 두께가 되도록 교대로 적층된 복층 영역인 나노레이어 교호층 (40) 이 교대로 적층되어, 0.5 ~ 20 μm 의 총막두께가 되도록 구성된 것이다.
- [0034] A 층 (34) 은, 조성식은, $[Al_{1-U}Cr_U]N$ 이고, 원자비 U 가 0.20 ~ 0.80 이고, Si, V, Y, Zr, Nb, Mo, Ta, 및 W 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1 개의 원소 로 이루어지는 첨가물 α 를, 20 at% 이하 포함하는 AlCr 질화물로서, 50 ~ 1000 nm 의 두께를 갖는 것이다. 즉, A 층 (34) 은, 조성식이 $[Al_{1-U}Cr_U\alpha]N$ 이고, 원자비 U 가 0.20 ~ 0.80, 원자비 V 가 0 ~ 0.20 인 AlCr 질화물이다. 첨가물 α 는, 고용 강화가 생겨 AlCr 질화물의 경도를 높이거나, 절삭 시의 고온에 의해, AlCr 질화물의 강도를 향상시킴과 함께 산화물을 AlCr 질화물의 표면에 형성하여, 내마모성을 높인다는 특징이 있다.
- [0035] B 층 (36) 은, 조성식이 $[Ti_{1-W}Al_W]N$ 이고, 원자비 W 가 0.30 ~ 0.85 이고, B, C, V, Cr, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta 및 W 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1 종의 원소로 이루어지는 첨가물 β 를, 10 at% 이하 포함하는 TiAl 질화물로서, 1 ~ 100 nm 의 두께를 갖는 것이다. 즉, B 층 (36) 은, 조성식이 $[Ti_{1-W-X}Al_W\beta_X]N$ 이고, 원자비 W 가 0.30 ~ 0.85, 원자비 X 가 0 ~ 0.10 으로 나타내어지는 TiAl 질화물이다. 첨가물 β 는, 고용 강화가 생겨 TiAl 질화물의 경도를 높여, 내마모성을 높이는 것에 기여한다.
- [0036] C 층 (38) 은, 조성식이 $[Ti_{1-Y}Si_Y]N$ 이고, 원자비 Y 가 0.05 ~ 0.45 이고, B, C, V, Y, Nb, Mo, 및 W 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1 종의 원소로 이루어지는 첨가물 γ 를, 10 at% 이하 포함하는 TiAl 질화물로서, 1 ~ 100 nm 의 두께를 갖는 것이다. 즉, C 층 (38) 은, 조성식이 $[Ti_{1-Y-Z}Si_Y\gamma_Z]N$ 이고, 원자

비 Y 가 0.05 ~ 0.45, 원자비 Z 가 0 ~ 0.10 으로 나타내어지는 TiSi 질화물이다. 첨가물 γ 는, 고용 강화가 생겨 TiSi 질화물의 경도를 높여, 내마모성을 높이는 것에 기여한다. 또, 상기 첨가물 γ 중 V, Nb, Mo, 및 W 는, 절삭 시의 고온에 의해 산화물을 형성하여 자기 윤활 작용을 발생시키므로, 공구 수명에 기여한다.

[0037] 계면층 (32) 은, 경질 피막 (24) 과 동일한 물리적 증착법에 의해 50 ~ 1000 nm 의 두께가 되도록, A 층 (34) 을 구성하는 AlCr 질화물, B 층 (36) 을 구성하는 TiAl 질화물, C 층 (38) 을 구성하는 TiSi 질화물, 또는 나노레이어 교호층 (40) 과 동일한 나노레이어 적층 구조의 재료 (TiAl 질화물/TiSi 질화물) 로 구성될 수 있다. 도 3 에서는, 일례로서 계면층 (32) 이 A 층 (34) 과 동일한 재료 즉 AlCr 질화물로 구성되어 있다. 나노레이어 교호층 (40) 에서는, B 층 (36) 및 C 층 (38) 의 적층수가 짝수여도 되고, 3 이상의 홀수여도 되며, 그 최상층 혹은 최하층은, B 층 (36) 및 C 층 (38) 중 어느 것이어도 된다. 또, 경질 피막 (24) 에서는, A 층 (34) 과 나노레이어 교호층 (40) 의 적층수는, 짝수여도 되고, 3 이상의 홀수여도 되며, 그 최상층 혹은 최하층은, A 층 (34) 및 나노레이어 교호층 (40) 중 어느 것이어도 된다.

[0038] 도 4, 도 5, 도 6 은, 경질 피막 (24) 의 다른 구성예를 각각 나타내고 있다. 도 4 의 경질 피막 (24) 은, 도 3 과 비교해, A 층 (34) 과 나노레이어 교호층 (40) 의 적층수가 홀수인 점, 및 나노레이어 교호층 (40) 내의 B 층 (36) 과 C 층 (38) 의 적층수가 홀수인 점, 및 계면층 (32) 이 B 층 (36) 과 동일한 재료인 TiAl 질화물로 구성되어 있는 점에서 상위하다. 도 5 에 나타내는 경질 피막 (24) 은, 도 3 과 비교해, 공구 모재 (30) 와 경질 피막 (24) 사이에 개재된 계면층 (32) 이 나노레이어 교호층 (40) 과 동일한 나노레이어 적층 구조의 재료 (TiAl 질화물/TiSi 질화물) 로 구성되어 있는 점에서 상위하다. 도 6 에 나타내는 경질 피막 (24) 은, 도 3 과 비교해, 경질 피막 (24) 의 최상층이 나노레이어 교호층 (40) 인 점, 및 경질 피막 (24) 이 계면층 (32) 을 개재하지 않고 공구 모재 (30) 상에 직접 적층되어 있는 점에서 상위하다.

[0039] 도 7 은, 드릴 (10) 의 제조에 사용되는 아크 이온 플레이팅 장치 (50) 를 설명하는 개략 구성도 (모식도) 이다. 아크 이온 플레이팅 장치 (30) 는, 물리적 증착법의 일종인 아크 이온 플레이팅법에 의해, 계면층 (32), A 층 (34), B 층 (36), C 층 (38) 을, 도 1 및 도 2 에 나타내는 드릴 (10) 과 동일한 형상을 갖는 공구 모재 (30) 상에 성막한다.

[0040] 아크 이온 플레이팅 장치 (50) 는, 예를 들어 복수의 워크 즉 경질 피막 (24) 을 피복하기 전의 절삭날 (12), 홈 (18) 등이 형성된 복수개의 공구 모재 (30) 를 유지하고, 대략 수직인 회전 중심 둘레로 회전 구동되는 회전 테이블 (54), 공구 모재 (30) 에 부 (負) 의 바이어스 전압을 인가하는 바이어스 전원 (56), 공구 모재 (30) 등을 내부에 수용하고 있는 처리 용기로서의 챔버 (58), 챔버 (58) 내에 설치된 히터 (59), 챔버 (58) 내에 소정의 반응 가스를 공급하는 반응 가스 공급 장치 (60), 챔버 (58) 내의 기체를 진공 펌프 등으로 배출하여 감압하는 배기 장치 (62), 제 1 아크 전원 (64), 제 2 아크 전원 (66), 제 3 아크 전원 (68) 등을 구비하고 있다. 회전 테이블 (54) 은, 상기 회전 중심을 중심으로 하는 원통 형상 혹은 다각기둥 형상을 이루고 있고, 선단이 상방으로 돌출되는 자세로 복수개의 공구 모재 (30) 를 외주부에 유지하고 있다. 또, 반응 가스 공급 장치 (60) 는, 아르곤 가스 (Ar) 를 저장하는 탱크 및 질소 가스를 저장하는 탱크를 구비하고 있고, 계면층 (32), A 층 (34), B 층 (36), C 층 (38) 을 형성할 때에는 질소 가스를 공급한다.

[0041] 제 1 아크 전원 (64), 제 2 아크 전원 (66) 및 제 3 아크 전원 (68) 은, 모두 증착 재료로 이루어지는 제 1 증발원 (70), 제 2 증발원 (74), 제 3 증발원 (78) 을 캐소드로 하여, 애노드 (72, 76, 80) 와의 사이에 소정의 아크 전류를 선택적으로 통전하여 아크 방전시킴으로써, 그것 등의 제 1 증발원 (70), 제 2 증발원 (74), 제 3 증발원 (78) 으로부터 증발 재료를 선택적으로 증발시키는 것이고, 증발한 증발 재료는 정 (正) 이온이 되어 부 (-) 의 바이어스 전압이 인가되고 있는 공구 모재 (30) 에 피복된다. 계면층 (32), A 층 (34), B 층 (36), C 층 (38) 이 얻어지도록, 소정의 조성을 증발시키도록, 제 1 아크 전원 (64), 제 2 아크 전원 (66) 및 제 3 아크 전원 (68) 이 선택되도록 설정됨과 함께, 아크 전류, 바이어스 전압이 정해지고, 동시에 400 ~ 550 °C 의 온도, 2 ~ 10 Pa 의 진공도 등의 성막 조건이 정해진다. 상기 계면층 (32), A 층 (34), B 층 (36), C 층 (38) 의 두께에 대해서는, 성막 시간의 제어로 조정된다.

[0042] 예를 들어, 제 1 증발원 (70) 은, 조성식이 $[Al_{1-u}Cr_u]N$ 이고, 원자비 U 가 0.20 ~ 0.80, 첨가물 α 가 20 at% 이하인 AlCr 질화물로 구성되어 있다. 제 2 증발원 (74) 은, 조성식이 $[Ti_{1-w}Al_w]N$ 이고, 원자비 W 가 0.30 ~ 0.85, 첨가물 β 10 at% 이하의 TiAl 질화물로 구성되어 있다. 제 3 증발원 (78) 은, 조성식이 $[Ti_{1-y}Si_y]N$ 이고, 원자비 Y 가 0.05 ~ 0.45, 첨가물 γ 가 10 at% 이하인 TiSi 질화물로 구성되어 있다. 공구

모재 (30) 상에 계면층 (32) 을 형성할 때는, 제 1 아크 전원 (64) 에 의해 제 1 증발원 (70) 으로부터 AlCr 질화물이 증발되거나, 혹은 제 2 아크 전원 (66) 에 의해 제 2 증발원 (74) 으로부터 TiAl 질화물이 증발된다.

공구 모재 (30) 상에 A 층 (32) 을 형성할 때는, 제 1 아크 전원 (64) 에 의해 제 1 증발원 (70) 으로부터 AlCr 질화물이 증발된다. 공구 모재 (30) 상에 나노레이어 교호층 (40) 을 형성할 때는, 제 2 아크 전원 (66) 에 의해 제 2 증발원 (74) 으로부터 TiAl 질화물이 증발되는 구간과 제 3 아크 전원 (68) 에 의해 제 3 증발원 (78) 으로부터 TiSi 질화물이 증발되는 구간이 교대로 형성됨으로써, TiAl 질화물로 이루어지는 나노레이어 오더의 B 층 (34) 과 TiSi 질화물로 이루어지는 나노레이어 오더의 C 층 (36) 이 교대로 적층된다. 이와 같은 동작의 선택에 의해, 예를 들어 도 3 에 나타내는 경질 피막 (24) 이 공구 모재 (30) 상에 적층된다.

[0043] 본 발명자는, 내마모성 및 내용착성을 확인하기 위해서, 도 7 의 아크 이온 플레이팅 장치 (50) 를 사용하여, 도 1 및 도 2 에 나타내는 드릴 (10) 과 동일한 형상을 갖는 초경합금제의 공구 모재 (30) 상에 형성된 도 3 에 나타내는 경질 피막 (24) 의, 계면층 (32), A 층 (34), B 층 (36), C 층 (38) 의 조성 비율 (at%) 및 막두께 (nm), 나노레이어 교호층 (40) 내의 B 층 (36) 및 C 층 (38) 의 적층 로그, 나노레이어 교호층 (40) 의 두께, A 층 (32) 및 나노레이어 교호층 (40) 의 적층 로그를, 도 8, 도 9, 도 10, 도 11 에 나타내는 바와 같이 상위하게 한 50 종류의 시험품 1 ~ 시험품 50 을 제작하였다. 그리고, 이들 시험품 1 ~ 시험품 50 의 피막의 경도를 이하에 나타내는 피막 경도 (비커스 경도) 측정 방법에 따라 각각 측정함과 함께, 이하에 나타내는 절삭 시험 조건에 따라 시험품 1 ~ 시험품 50 을 사용하여 각각 절삭했을 때의 마모폭 및 절삭 거리를, 이하에 나타내는 측정 방법에 따라 측정하고, 절삭 성능을 판정하였다. 도 12 는 그들의 평가 결과를 나타낸다. 또한, 도 8, 도 9, 도 10, 도 11 에 나타내는 조성값의 단위는 at% (원자%) 이다.

[0044] (피막 경도 측정 방법)

[0045] 비커스 경도 시험법 (JISG0202, Z2244) 에 따라, 경도 기호 HV0.025 로 나타내어지는 조건하에서 시험품 1 ~ 시험품 50 의 경질 피막의 HV 값 (비커스 경도) 을 측정.

[0046] (절삭 시험 조건)

[0047] 피삭재 : S50C

[0048] 절삭 속도 : 100 m/min.

[0049] 회전 속도 : 5305 min⁻¹

[0050] 이송량 : 0.18 mm/rev.

[0051] 가공 깊이 : 30 mm 멈춤

[0052] 스텝량 : 논스텝

[0053] 절삭액 : 수용성 절삭유

[0054] (마모폭의 측정 방법)

[0055] 드릴의 선단 절삭날의 절삭 거리가 50 m 에 도달할 때까지 구멍 가공을 반복하고, 절삭 거리가 50 m 에 도달했을 때의, 드릴의 선단 2 번째면에 있어서의 피막의 마모폭 즉 절삭날에 인접한 기재의 노출폭을, 스케일이 내장된 실체 현미경을 사용하여 실측하고, 도 12 의 ※1 에 나타냈다.

[0056] (절삭 거리의 측정 방법 및 합격 판정 방법)

[0057] 절삭 시험 조건 (회전 속도 : 5305 min⁻¹, 이송량 : 0.18 mm/rev, 가공 깊이 : 30 mm) 과, 드릴의 마모폭이 0.2 mm 에 도달할 때까지의 구멍 가공수 (총가공 깊이) 에 기초하여 드릴의 선단 절삭날의 절삭 거리를 산출하고, 도 12 의 ※2 에 나타냈다. 이 절삭 거리가 50 m 미만이면 불합격 판정으로서 × 표를, 50 m 이상이면 합격 판정으로서 ○ 표를 도 12 의 ※3 에 나타냈다.

[0058] 도 12 에 나타내는 바와 같이, 실시예품에 대응하는 시험품 7 ~ 시험품 50 의 피막 경도는 2990 ~ 3490 (HV0.025) 이고, 비교예품에 대응하는 시험품 1 ~ 시험품 6 보다 높은 피막 경도가 얻어졌다.

[0059] 또, 도 12 에 나타내는 바와 같이, 비교예품에 대응하는 시험품 1 ~ 시험품 6 은, 마모폭이 0.2 mm 에 도달할 때까지의 절삭 거리가 합격 판정값 50 m 미만이기 때문에 불합격 판정되었다. 시험품 1 은 B 층 (36) 및 C 층 (38) 의 교호층인 나노레이어 교호층 (40) 을 구비하고 있지 않고, 계면층 (32) 의 막두께가 1000 nm 를 초

과하고 있다. 시험품 2 는, A 층 (34) 의 두께가 1000 nm 를 초과하고 있다. 시험품 3 은, A 층 (34) 을 구비하고 있지 않고, B 층 (36) 의 막두께 T_B 및 C 층 (38) 의 막두께 T_C 가 100 nm 를 초과하고, 나노레이어 교호층 (40) 의 두께가 1000 nm 를 초과하고, 또한 총막두께가 20 μm 를 초과하고 있다. 시험품 4 는, A 층 (34) 의 막두께 T_A 가 얇아서 50 nm 를 하회하고, 또한 계면층 (32) 의 막두께가 1000 nm 를 초과하고 있다.

시험품 5 는, A 층 (34) 을 구비하고 있지 않고, B 층 (36) 의 막두께 T_B 두께가 얇아서 1 nm 를 하회하고 있다. 시험품 6 은, A 층 (34) 의 막두께 T_A 가 얇아서 50 nm 를 하회하고, B 층 (36) 의 막두께 T_B 및 C 층 (38) 의 막두께 T_C 가 1 nm 를 하회하고, 계면층 (32) 의 막두께가 50 nm 를 하회하고, 또한 총막두께가 0.5 μm 를 하회하고 있다.

[0060] 그러나, 실시예품에 대응하는 시험품 7 ~ 시험품 50 은, 마모폭이 0.2 mm 에 도달할 때까지의 절삭 거리가 합격 판정값 50 m 이상이기 때문에 합격 판정되었다. 또한, 경질 피막 (24) 의 최상층이 나노레이어 교호층 (40) 이고 적층수가 홀수인 도 4 에 나타내는 드릴, 계면층 (32) 이 없는 것 이외에는 도 3 과 동일한 도 5 에 나타내는 드릴, 계면층 (32) 이 없고 경질 피막 (24) 의 적층수가 홀수 또한 나노레이어 교호층 (40) 의 적층수가 짝수인 도 6 에 나타내는 드릴에서도, 도 12 와 동일한 결과가 얻어졌다. 즉, 계면층 (32) 의 유무, 경질 피막 (24) 의 최상층 혹은 최하층이 A 층 (34) 인지 나노레이어 교호층 (40) 인지, 경질 피막 (24) 의 적층수가 짝수인지 홀수인지, 나노레이어 교호층 (40) 의 적층수가 홀수인지 짝수인지에 관계없이, 도 12 와 동일한 결과가 얻어졌다.

[0061] 도 12 의 실시예품에 대응하는 시험품 7 ~ 시험품 50 에 있어서, A 층 (34) 의 조성 범위는, 예를 들어 도 8 의 시험품 7, 13 에 나타내는 바와 같이, Al 은 20 ~ 80 at% 의 범위 내, Cr 은 80 ~ 20 at% 의 범위 내, 첨가물 α 는, Si, V, Y, Zr, Nb, Mo, Ta, 및 W 로서, 0 ~ 20 at% 의 범위 내이다. 즉, A 층 (34) 의 바람직한 조성은, 조성식이 $[\text{Al}_{1-u}\text{Cr}_u\alpha_v]\text{N}$ 이고, 원자비 U 가 0.20 ~ 0.80, 원자비 V 가 0 ~ 0.20 으로 나타내어지는 AlCr 질화물이다. 또, A 층 (34) 의 막두께 T_A 의 바람직한 범위는, 예를 들어 도 11 의 시험품 7, 및 시험품 15 에 나타내는 바와 같이 50 ~ 1000 nm 이다.

[0062] 또, 도 12 의 실시예품에 대응하는 시험품 7 ~ 시험품 50 에 있어서, B 층 (36) 의 조성 범위는, 예를 들어 도 9 의 시험품 8, 19 에 나타내는 바와 같이 Ti 는 15 ~ 69 at% 의 범위 내, Al 은 85 ~ 30 at% 의 범위 내, 첨가물 β 는, B, C, V, Cr, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta 및 W 중의 적어도 1 개의 원소이고, 0 ~ 10 at% 의 범위 내이다. 즉, B 층 (36) 의 바람직한 조성은, 조성식이 $[\text{Ti}_{1-w}\text{Al}_w\beta_x]\text{N}$ 이고, 원자비 W 가 0.30 ~ 0.85, 원자비 X 가 0 ~ 0.10 으로 나타내어지는 TiAl 질화물이다. 또, B 층 (36) 의 막두께 T_B 의 바람직한 범위는, 예를 들어 도 11 의 시험품 15, 25 에 나타내는 바와 같이 1 ~ 100 nm 이다.

[0063] 또, 도 12 의 실시예품에 대응하는 시험품 7 ~ 시험품 50 에 있어서, C 층 (38) 의 조성 범위는, 예를 들어 도 10 의 시험품 14, 16 에 나타내는 바와 같이 Ti 는 55 ~ 94.5 at% 의 범위 내, Si 는 5 ~ 45 at% 의 범위 내, 첨가물 γ 는, B, C, V, Y, Nb, Mo, 및 W 중의 적어도 1 개의 원소로서, 0 ~ 10 at% 의 범위 내이다. 즉, C 층 (38) 의 바람직한 조성은, 조성식이 $[\text{Ti}_{1-y-z}\text{Si}_y\gamma]\text{N}$ 이고, 원자비 Y 가 0.05 ~ 0.45, 원자비 Z 가 0 ~ 0.10 으로 나타내어지는 TiSi 질화물이다. 또, C 층 (38) 의 막두께 T_C 의 바람직한 범위는, 예를 들어 도 11 의 시험품 14, 15 에 나타내는 바와 같이 1 ~ 100 nm 이다.

[0064] 또, 도 12 의 실시예품에 대응하는 시험품 7 ~ 시험품 50 에 있어서, 나노레이어 교호층 (40) 의 두께 범위는, 예를 들어 도 11 의 시험품 7, 27, 28 에 나타내는 바와 같이 50 ~ 1000 nm 이다. 또, A 층 (34) 의 막두께 T_A 와 나노레이어 교호층 (40) 의 막두께 T_{NL} 의 비의 값 T_A/T_{NL} 은, 0.2 ~ 10 의 범위이다.

[0065] 또, 도 12 의 실시예품에 대응하는 시험품 7 ~ 시험품 50 에 있어서, 계면층 (32) 의 두께 범위는, 예를 들어 도 11 의 시험품 10, 11 에 나타내는 바와 같이 50 ~ 1000 nm 이다.

[0066] 또, 도 12 의 실시예품에 대응하는 시험품 7 ~ 시험품 50 에 있어서, 경질 피막 (24) 의 종합 두께의 범위는, 예를 들어 도 11 의 시험품 7, 25 에 나타내는 바와 같이 0.5 ~ 20 μm 이다.

[0067] 그리고, 도 12 의 실시예품에 대응하는 시험품 7 ~ 시험품 50 에 있어서, B 층 (36) 및 C 층 (38) 이 적층된 나노레이어 교호층 (40) 에 있어서의 반복수 즉 1 쌍의 B 층 (36) 및 C 층 (38) 의 로그는, 예를 들어 시험품 27, 43 에 나타내는 바와 같이 1 ~ 100 이다. 또, A 층 (34) 및 나노레이어 교호층 (40) 이 적층된 경질

피막 (24) 에 있어서의 반복수 즉 1 쌍의 A 층 (34) 및 나노레이어 교호층 (40) 의 로그는, 예를 들어 시험품 7, 15 에 나타내는 바와 같이 2 ~ 199 이다.

[0068] 도 13 은, 시험품 1 ~ 시험품 50 중의, 비교예품에 대응하는 시험품 1, 5 와 실시예품에 대응하는 시험품 15, 19, 20, 41, 27 에 대해, 상기 절삭 시험에 있어서의 절삭 거리의 증가에 수반하는 마모폭의 증가 특성을 나타내고 있다. 비교예품에 대응하는 시험품 1, 5 의 마모폭의 증가율은, 실시예품에 대응하는 시험품 15, 19, 20, 41, 27 에 비교해 매우 크다.

[0069] 본 실시예에 의하면, 공구 모재 (30) 의 표면에 피복되는 경질 피막 (24) 은, 물리적 증착법에 의해, A 층 (34) 과, B 층 (36) 및 C 층 (38) 이 나노 오더의 두께로 교대로 적층된 나노레이어 교호층 (40) 이 교대로 적층되어, 0.5 ~ 20 μm 의 막두께가 되도록 구성된 것이고, A 층 (34) 은, 조성식이 $[\text{Al}_{1-x}\text{Cr}_x]\text{N}$ 이고, 원자비 U 가 0.20 ~ 0.80 으로 나타내어지는 AlCr 질화물로서, 50 ~ 1000 nm 의 두께를 갖는 것이고, B 층 (36) 은, 조성식이 $[\text{Ti}_{1-w}\text{Al}_w]\text{N}$ 이고, 원자비 W 가 0.30 ~ 0.85 로 나타내어지는 TiAl 질화물로서, 1 ~ 100 nm 의 두께를 갖는 것이고, C 층 (38) 은, 조성식이 $[\text{Ti}_{1-y}\text{Si}_y]\text{N}$ 이고, 원자비 Y 가 0.05 ~ 0.45 로 나타내어지는 TiSi 질화물로서, 1 ~ 100 nm 의 두께를 갖는 것이고, 나노레이어 교호층 (40) 은, 50 ~ 1000 nm 의 두께를 갖는 것인 점에서, 탄소강이나 주철 등의 절삭에서는 내마모성이 얻어지고, 합금강이나 스테인리스강 등의 절삭에서는 내용착성이 얻어지는 드릴 (10) 이 얻어진다.

[0070] 또, 본 실시예에 의하면, A 층 (34) 의 막두께 T_A 와 나노레이어 교호층 (40) 의 막두께 T_{NL} 의 비의 값 T_A/T_{NL} 은 0.2 ~ 10 이므로, 탄소강이나 주철 등의 절삭에서는 내마모성이 얻어지고, 합금강이나 스테인리스강 등의 절삭에서는 내용착성이 얻어지는 공구가 얻어진다.

[0071] 또, 본 실시예에 의하면, A 층 (34) 은, Si, V, Y, Zr, Nb, Mo, Ta, 및 W 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1 종의 원소로 이루어지는 첨가물 α 를, 20 at% 이하의 비율로 포함하는 점에서, A 층 (34) 중에서 고용 강화가 생기는 것에 의해 AlCr 질화물의 경도를 높일 수 있고, 절삭 시의 고온에 의해, 강도가 향상됨과 함께 산화물이 표면에 형성되어 우수한 내마모성이 얻어지고, 내용착성과의 밸런스가 바람직한 것이 되어 드릴 (10) 의 긴 공구 수명이 얻어진다.

[0072] 또, 본 실시예에 의하면, B 층 (36) 은, B, C, V, Cr, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta 및 W 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1 종의 원소로 이루어지는 첨가물 β 를, 10 at% 이하의 비율로 포함하는 점에서, B 층 (36) 중에서 고용 강화가 생기는 것에 의해 TiAl 질화물의 경도를 높일 수 있어, 드릴 (10) 의 우수한 내마모성이 얻어진다.

[0073] 또, 본 실시예에 의하면, C 층 (38) 은, B, C, V, Y, Nb, Mo, 및 W 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1 종의 원소로 이루어지는 첨가물 γ 를, 10 at% 이하의 비율로 포함하는 점에서, C 층 (38) 중에서 고용 강화가 생기는 것에 의해 TiSi 질화물의 경도를 높일 수 있으므로, 드릴 (10) 의 우수한 내마모성이 얻어진다. 특히, V, Nb, Mo, 및 W 는, 절삭 시의 고온에 의해 산화물을 형성하여 자기 윤활 작용이 얻어지므로, 한층 긴 드릴 (10) 의 공구 수명이 얻어진다.

[0074] 또, 본 실시예에 의하면, 도 6 에 나타내는 경질 피막 (24) 은, 공구 모재 (30) 에 직접 피복되어 있는 점에서, 경질 피막 (24) 과 공구 모재 (30) 사이의 계면층이 불필요해지므로, 제조가 용이해진다.

[0075] 또, 본 실시예에 의하면, 도 3, 도 4, 도 5 에 나타내는 경질 피막 (24) 은, 계면층 (32) 을 개재하여 공구 모재 (30) 에 피복되고, 계면층 (32) 은, A 층 (34), B 층 (36), 또는 나노레이어 교호층 (40) 과 동일한 재료로 50 ~ 1000 nm 의 두께로 형성되어 있다. 이 때문에, 경질 피막 (24) 과 공구 모재 (30) 사이의 부착 강도가 한층 높아진다.

[0076] 또, 본 실시예의 드릴 (10) 에 의하면, 경질 피막 (24) 에 의해 일부가 피복된 경질 피막 피복 공구인 점에서, 탄소강이나 주철 등의 절삭에서는 내마모성이 얻어지고, 합금강이나 스테인리스강 등의 절삭에서는 내용착성이 얻어진다.

[0077] 이상, 본 발명의 실시예를 도면에 기초하여 상세하게 설명했지만, 이것 등은 어디까지나 일 실시형태이고, 본 발명은 당업자의 지식에 의거하여 여러 가지 변경, 개량을 가한 양태로 실시할 수 있다.

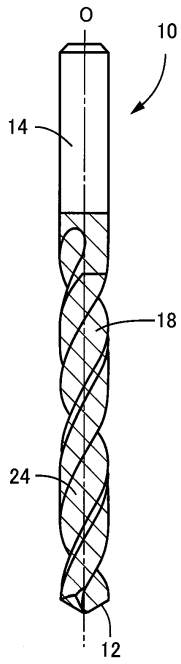
부호의 설명

[0078] 10 : 드릴 (경질 피막 피복 공구, 경질 피막 피복 부재)

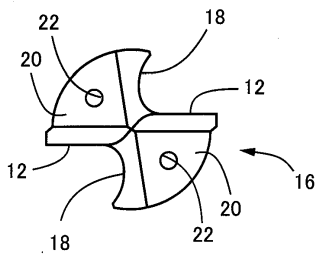
- 22 : 공구 모재 (모재)
- 24 : 경질 피막
- 34 : A 층
- 36 : B 층
- 38 : C 층
- 40 : 나노레이어 교호층

도면

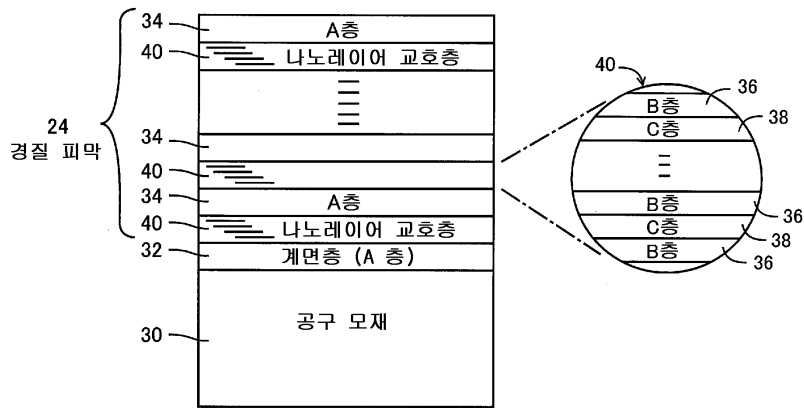
도면1



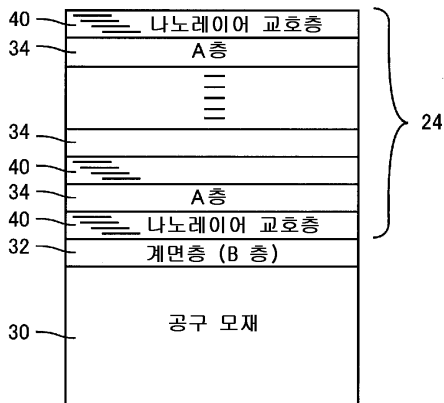
도면2



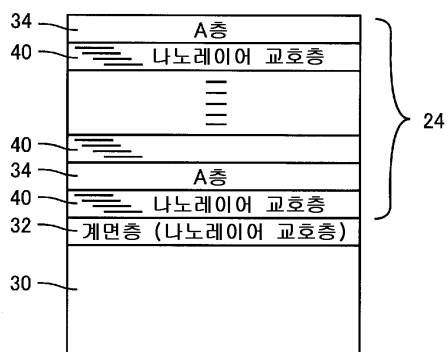
도면3



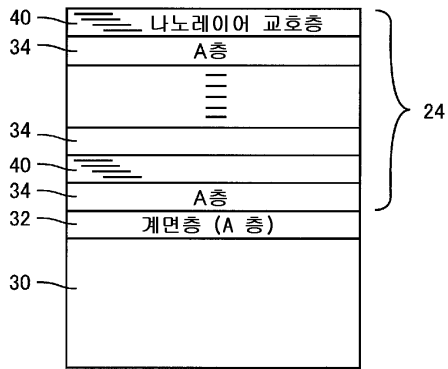
도면4



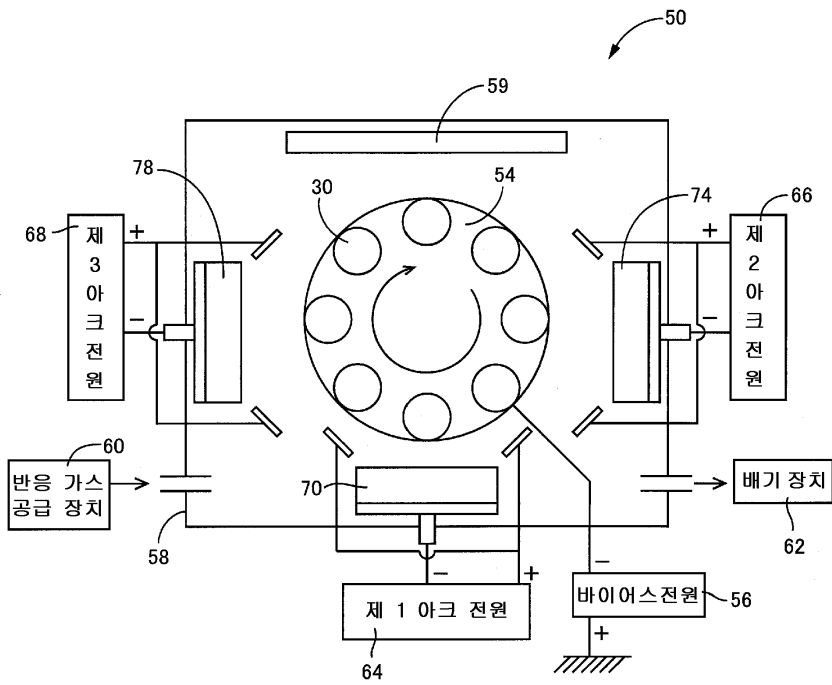
도면5



도면6



도면7



도면8

조성	A층 (at%)									
	Al	Cr	Si	V	Y	Zr	Nb	Mo	Ta	W
시험품 1	80	20								
시험품 2	20	80								
시험품 3	0	0								
시험품 4	100									
시험품 5	0	0								
시험품 6	0	100								
시험품 7	80	20								
시험품 8	75	25								
시험품 9	65	35								
시험품 10	60	40								
시험품 11	50	50								
시험품 12	30	70								
시험품 13	20	80								
시험품 14	80	20								
시험품 15	25	75								
시험품 16	20	80								
시험품 17	50	50								
시험품 18	64.8	20	15.2							
시험품 19	63.6	24.5	11.9							
시험품 20	66	30	4							
시험품 21	66	33.5	0.5							
시험품 22	27.5	69	3.5							
시험품 23	75	23			2					
시험품 24	45	54.2			0.8					
시험품 25	30	50			20					
시험품 26	75	24.5				0.5				
시험품 27	58.3	28				13.7				
시험품 28	35	63.4				1.6				
시험품 29	74.5	25.2		0.3						
시험품 30	30.5	55		14.5						
시험품 31	20	69	10	1						
시험품 32	46.9	50.2	0.5	2.4						
시험품 33	74.5	20					5.5			
시험품 34	45.6	50.2					4.2			
시험품 35	40.9	45							14.1	
시험품 36	70.5	24.5							5	
시험품 37	24.5	55.6						19.9		
시험품 38	70.5	24.3						5.2		
시험품 39	33	64.2						0.3	2.5	
시험품 40	69.8	20						9.7	0.5	
시험품 41	65	28	5					2		
시험품 42	30.5	64.4	2.5						2.6	
시험품 43	65.4	29	3.2						2.4	
시험품 44	30	55.3	2.5						12.2	
시험품 45	20	63.5	10	5.1					1.4	
시험품 46	20	77								3
시험품 47	35	63								2
시험품 48	67	30.5								2.5
시험품 49	70	21							5	4
시험품 50	35	64						0.5		0.5

도면9

조성	B층 (at%)											
	Ti	Al	B	C	V	Cr	Zr	Nb	Mo	Hf	Ta	W
시험품 1	0	0										
시험품 2	60	40										
시험품 3	30	70										
시험품 4	40	60										
시험품 5	80	20										
시험품 6	10	90										
시험품 7	45	55										
시험품 8	15	85										
시험품 9	30	70										
시험품 10	40	60										
시험품 11	50	50										
시험품 12	65	35										
시험품 13	55	45										
시험품 14	20	80										
시험품 15	40	60										
시험품 16	45	55										
시험품 17	15	85										
시험품 18	30	70										
시험품 19	69	30				1.5						
시험품 20	65	30				5						
시험품 21	15	83.5				1.5						
시험품 22	70	30	0.1									
시험품 23	45	45	10									
시험품 24	15	80	5									
시험품 25	35	58		7								
시험품 26	38	60		2								
시험품 27	68	30			2							
시험품 28	65	30			5.5							
시험품 29	15	82.6			2.4							
시험품 30	35	56.3					8.7					
시험품 31	41.9	51.1					7					
시험품 32	68.4	31.5					0.1					
시험품 33	25	67				0.5	7.5					
시험품 34	15	80				4.5	0.5					
시험품 35	20	70.2						9.8				
시험품 36	68	30.5						2				
시험품 37	42	45				5		8				
시험품 38	30	68							2			
시험품 39	56	41.3							2.7			
시험품 40	39	54.5								6.5		
시험품 41	32	62.5									5.5	
시험품 42	36	61									3	
시험품 43	40	55.4										4.6
시험품 44	60	35										5
시험품 45	68	30										2
시험품 46	55	35							8			2
시험품 47	15	77						4				4
시험품 48	50	44.8								0.5		4.7
시험품 49	40	50.8								0.8	5	3.4
시험품 50	58	30		0.5					1.5			10

도면10

조성	C종(at%)								
	Ti	Si	B	C	V	Y	Nb	Mo	W
시험품1	80	20							
시험품2	0	0							
시험품3	55	45							
시험품4	95	5							
시험품5	85	15							
시험품6	55	45							
시험품7	85	15							
시험품8	80	20							
시험품9	60	40							
시험품10	85	15							
시험품11	80	20							
시험품12	75	25							
시험품13	65	35							
시험품14	55	45							
시험품15	55	44.5				0.5			
시험품16	94.5	5				0.5			
시험품17	85	5				10.0			
시험품18	85	13.5				1.5			
시험품19	90	5.5			4.5				
시험품20	85.3	14.2			0.5				
시험품21	91.5	5			3.5				
시험품22	80.2	15.2			4.6				
시험품23	93.5	5.0					1.5		
시험품24	60	35.0					5		
시험품25	55	44.5					0.5		
시험품26	85.5	12.5						2	
시험품27	80.8	9.2						10	
시험품28	72.3	27.5						0	
시험품29	55	42			1.5			2	
시험품30	85	14							1
시험품31	55	35.0							10
시험품32	79	20.5							0.5
시험품33	66.8	32.5						1	0.2
시험품34	55	44.5	0.5						
시험품35	76.4	13.6	10.0						
시험품36	65.8	29.3	4.9						
시험품37	81.2	18.7		0.1					
시험품38	90.5	5.5		4					
시험품39	90	5		1.5					3.5
시험품40	85.3	5		9.2					0.5
시험품41	85	12.5		2.5					
시험품42	94.1	5		0.9					
시험품43	56	42.9		1.1					
시험품44	80.6	9.5		9.9					
시험품45	85	5.5		9.5					
시험품46	70	20		6			4		
시험품47	55	40.4		0.6				4	
시험품48	68	15			10	7			
시험품49	63.4	24				5.5	7.1		
시험품50	75	15							10

도면11

구성	막두께							
	A층 (nm)	B층 (nm)	C층 (nm)	B층과C층의 적층 로그	나노레이어 교호층 (nm)	계면층 (nm)	A층과 나노레이어층의 적층 로그	총막두께 (μm)
시험품1	600	0.0	2000	15	30000	1300	1	31.9
시험품2	1500	10	20	10	300	30	4	7.2
시험품3	0	200	300	3	1500	40	16	24.1
시험품4	30	50	20	3	210	1200	20	16.8
시험품5	0	0.5	1	10	15	40	150	2.7
시험품6	40	0.5	0.5	12	12	35	1	0.4
시험품7	50	2	3	10	50	50	199	20.0
시험품8	400	30	12	5	210	100	12	7.4
시험품9	600	3	3	67	402	200	16	16.2
시험품10	400	100	25	6	750	50	11	12.7
시험품11	1000	80	10	9	810	1000	3	6.4
시험품12	350	2	2	15	53	500	12	5.3
시험품13	550	3	4	14	98	90	25	16.3
시험품14	850	5	1	17	102	1000	5	5.8
시험품15	1000	100	100	3	600	200	2	3.1
시험품16	200	2	1	17	51	200	44	11.2
시험품17	200	3	1	14	56	50	35	9.0
시험품18	250	5	1	9	54	60	15	4.6
시험품19	300	10	2	7	84	70	15	5.8
시험품20	400	2	3	12	60	50	20	9.3
시험품21	600	6	4	6	60	100	15	10.0
시험품22	1000	3	3	10	60	200	3	3.4
시험품23	980	12	4	15	240	300	3	4.0
시험품24	450	20	20	10	400	500	2	2.2
시험품25	50	1	1	25	50	50	4	0.5
시험품26	990	100	50	6	900	200	2	4.4
시험품27	1000	7	3	100	1000	350	2	4.0
시험품28	820	6	4	100	1000	400	2	3.9
시험품29	1000	18	9	35	945	550	2	4.2
시험품30	990	12	8	43	860	1000	5	10.3
시험품31	870	65	100	6	990	50	7	13.1
시험품32	940	15	20	12	420	200	6	8.4
시험품33	920	50	50	9	900	350	3	5.8
시험품34	850	15	30	17	765	450	4	6.9
시험품35	750	10	4	36	504	900	2	3.3
시험품36	50	1	2	17	51	50	4	0.5
시험품37	400	7	3	35	350	250	12	9.3
시험품38	450	15	5	15	300	50	6	4.6
시험품39	810	20	10	9	270	1000	9	10.7
시험품40	480	30	20	6	300	50	8	6.3
시험품41	400	50	5	9	495	300	22	20.0
시험품42	400	60	20	3	240	150	10	6.6
시험품43	400	100	50	1	150	100	8	4.5
시험품44	1000	50	100	5	750	200	3	5.5
시험품45	1000	30	50	8	640	200	3	5.1
시험품46	450	5	5	5	50	80	15	7.6
시험품47	820	10	15	40	1000	150	8	14.7
시험품48	100	20	5	2	50	500	14	2.6
시험품49	1000	40	10	7	350	500	5	7.3
시험품50	590	50	1	9	459	300	7	7.6

도면12

조성	피막 경도 (HV0.025)	마모폭 (mm)※1	절삭 거리 (m)※2	판정 ※3	비고
시험품1	2720	0.345	48.3	×	비교예품
시험품2	2200	0.365	30.5	×	비교예품
시험품3	2360	0.289	27.8	×	비교예품
시험품4	2100	0.335	28.3	×	비교예품
시험품5	2700	0.351	42.6	×	비교예품
시험품6	2450	0.441	35.3	×	비교예품
시험품7	2990	0.189	87.3	○	실시예품
시험품8	3047	0.139	112.3	○	실시예품
시험품9	3110	0.124	117.6	○	실시예품
시험품10	3100	0.110	135.9	○	실시예품
시험품11	3320	0.094	121	○	실시예품
시험품12	3200	0.163	112	○	실시예품
시험품13	3450	0.189	110	○	실시예품
시험품14	3120	0.144	132	○	실시예품
시험품15	3120	0.143	188.2	○	실시예품
시험품16	3310	0.139	140.9	○	실시예품
시험품17	3250	0.189	135.3	○	실시예품
시험품18	3110	0.084	134.3	○	실시예품
시험품19	3140	0.139	170.4	○	실시예품
시험품20	3250	0.122	200.1	○	실시예품
시험품21	3240	0.134	145.3	○	실시예품
시험품22	3240	0.187	139.4	○	실시예품
시험품23	3220	0.142	168.7	○	실시예품
시험품24	3190	0.099	159.2	○	실시예품
시험품25	3300	0.141	144.3	○	실시예품
시험품26	3250	0.124	132.2	○	실시예품
시험품27	3200	0.198	169.8	○	실시예품
시험품28	3260	0.193	144.5	○	실시예품
시험품29	3190	0.143	131.7	○	실시예품
시험품30	3250	0.158	120.3	○	실시예품
시험품31	3230	0.178	129.3	○	실시예품
시험품32	3260	0.138	121.3	○	실시예품
시험품33	3290	0.133	111.9	○	실시예품
시험품34	3270	0.122	119.3	○	실시예품
시험품35	3210	0.154	129.7	○	실시예품
시험품36	3250	0.143	170.3	○	실시예품
시험품37	3280	0.186	149.4	○	실시예품
시험품38	3290	0.093	113	○	실시예품
시험품39	3320	0.124	102.9	○	실시예품
시험품40	3270	0.134	113.5	○	실시예품
시험품41	3280	0.177	180.9	○	실시예품
시험품42	3280	0.152	179.2	○	실시예품
시험품43	3280	0.176	132.1	○	실시예품
시험품44	3260	0.168	168.9	○	실시예품
시험품45	3260	0.199	156.9	○	실시예품
시험품46	3340	0.135	145.5	○	실시예품
시험품47	3490	0.199	169.3	○	실시예품
시험품48	3320	0.179	155.9	○	실시예품
시험품49	3520	0.145	160.1	○	실시예품
시험품50	3440	0.159	176.8	○	실시예품

도면13

