(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0079643
(43) 공개일자 2020년07월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*C23C 14/06* (2006.01) *C23C 14/08* (2006.01)
*C23C 14/58* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*C23C 14/0641* (2013.01)
*C23C 14/081* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0168997
(22) 출원일자 2018년12월26일
심사청구일자 2018년12월26일

(71) 출원인
**한국야금 주식회사**
서울특별시 금천구 남부순환로 1350 (독산동)
(72) 발명자
**김경일**
충청북도 청주시 흥덕구 산단로 55(구 충북 청주시 흥덕구 송정동 53-16)
**안승수**
충청북도 청주시 흥덕구 산단로 55(구 충북 청주시 흥덕구 송정동 53-16)
**박제훈**
충청북도 청주시 흥덕구 산단로 55(구 충북 청주시 흥덕구 송정동 53-16)
(74) 대리인
**특허법인아이엠**

전체 청구항 수 : 총 6 항

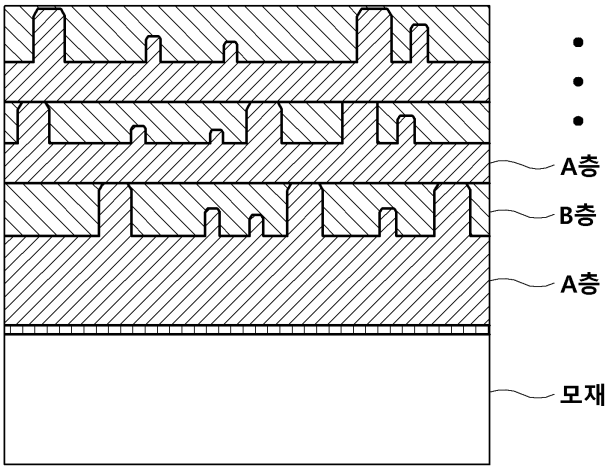
(54) 발명의 명칭 **절삭공구용 경질피막 및 이의 제조방법**

## (57) 요 약

본 발명은 절삭공구에 사용되는 초경합금이나 서멧(cermet)과 같은 경질모재상에 형성되는 경질피막에 관한 것이다.

본 발명에 따른 경질피막은, 경질 기체의 표면에 PVD법으로 형성되는 경질피막으로, 상기 경질피막은 A층과 B층이 1 이상 교대하여 반복적으로 적층되는 교대반복층을 포함하고, 상기 A층은 $Al_{1-a-b}Cr_bMe1_aC_xN_y$ ($0 \leq a \leq 1$, $0.01 \leq b \leq 1$, $x+y=1$, $0 \leq y \leq 1$, Me1은 V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W, Y, Si 중에서 선택된 1종 이상의 원소)으로 이루어지고, 상기 B층은 $Me2C_wN_z$ ($w+z=1$, $0 \leq z \leq 1$, Me2는 Cr, V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W, Y, Si 중에서 선택된 1종 이상의 원소)으로 이루어지고, 상기 B층의 내부에는 하부의 A층의 물질로 이루어지는 다수의 입자가 분산되어 있는 것을 특징으로 한다.

*대 표 도* - 도1



(52) CPC특허분류
*C23C 14/5873* (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

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

경질 기체의 표면에 PVD법으로 형성되는 경질피막으로,

상기 경질피막은 A층과 B층이 1 이상 교대하여 반복적으로 적층되는 교대반복층을 포함하고,

상기 A층은 $Al_{1-a-b}Cr_bMe1_aC_xN_y$ ($0 \leq a \leq 1$, $0.01 \leq b \leq 1$, $x+y=1$, $0 \leq y \leq 1$, Me1은 V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W, Y, Si 중에서 선택된 1종 이상의 원소)으로 이루어지고,

상기 B층은 $Me2C_wN_z$ ($w+z=1$, $0 \leq z \leq 1$, Me2는 Cr, V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W, Y, Si 중에서 선택된 1종 이상의 원소)으로 이루어지고,

상기 B층의 내부에는 하부의 A층의 물질로 이루어지는 다수의 입자가 분산되어 있는 절삭공구용 경질피막.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 다수의 입자 중에서 적어도 일부는 상기 B층의 하부에 형성된 A층과 일체로 연결되어 있는, 절삭공구용 경질피막.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 다수의 입자 중에서 적어도 일부는 상기 B층의 하부에 형성된 A층과 일체로 연결됨과 동시에, 상기 B층의 상부에 A층이 형성된 경우 상부의 A층과도 일체로 연결된 브릿지 구조를 형성한, 절삭공구용 경질피막.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 경질 기체는, 탄화텅스텐을 포함하는 초경합금, 탄질화티타늄을 포함하는 서멧, 세라믹 또는 입방정 질화붕소인, 절삭공구용 경질피막.

### 청구항 5

경질 기체의 표면 또는 인접한 부분에 PVD법으로, A층과 B층이 1회 이상 교대하여 반복적으로 적층하여 경질피막을 형성하는 방법으로,

(a) 표면에 다수의 드랍렛이 형성되도록 A층을 성막하는 단계;

(b) 상기 A층 상에 B층을 성막하는 단계;

(c) 상기 B층을 식각하여, 상기 다수의 드랍렛 중의 적어도 일부가 노출되도록 하는 단계;

(d) 상기 식각된 B층 상에 표면에 다수의 드랍렛이 형성되도록 A층을 성막하는 단계; 및

상기 (a) ~ (d) 단계를 1회 이상 교대 반복하는 단계;를 포함하고,

상기 A층은 $Al_{1-a-b}Cr_bMe1_aC_xN_y$ ($0 \leq a \leq 1$, $0.01 \leq b \leq 1$, $x+y=1$, $0 \leq y \leq 1$, Me1은 V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W, Y, Si 중에서 선택된 1종 이상의 원소)으로 이루어지고,

상기 B층은 $Me2C_wN_z$ ($w+z=1$, $0 \leq z \leq 1$, Me2는 Cr, V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W, Y, Si 중에서 선택된 1종 이상의 원소)으로 이루어지는, 절삭공구용 경질피막의 제조방법.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 (b) 단계에 있어서, 상기 B층의 성막은 하층에 형성된 A층의 드랍렛의 최고 높이보다 얇은 두께로 수행하는, 절삭공구용 경질피막의 제조방법.

## *발명의 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 절삭공구에 사용되는 초경합금, 서멧(cermet), 세라믹, 입방정 질화붕소와 같은 경질기체 상에 PVD법에 의해 형성되는 절삭공구용 경질피막과 이의 제조방법에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0003] 절삭성능 향상 및 수명개선을 위해 초경합금, 서멧, 엔드밀, 드릴류 등의 경질기체 위에 TiN, TiAlN, AlTiN, $Al_2O_3$와 같은 경질피막을 증착하는 방식이 사용되고 있다.

[0004] 구체적으로, 1980년대까지는 절삭공구에 단일 TiN을 코팅하여 절삭성능 및 수명을 향상시키고자 하였으나, 일반적인 절삭가공시 약 600 ~ 700℃ 정도 열이 발생하게 되므로, 1980년대 후반에는 기존의 TiN 보다 경도와 내산화성이 높은 TiAlN으로 코팅기술이 변천되었고, 내마모성 및 내산화성을 더욱 향상시키기 위해 Al을 더 첨가시킨 AlTiN 박막이 개발되었다. AlTiN 박막은 $Al_2O_3$ 산화층을 형성함으로써, 고온 내산화성을 향상시키는 효과를 얻었으나, AlTiN 박막의 경우에도 Al 함량을 70%이상 첨가하게 되면 h-AlN 상이 형성되어 경도가 감소하는 한계가 있었다.

[0005] 최근 들어, 피삭재는 점차 고경도화되고 있으며, 열전도도가 낮고 공구와 용착이 심한 난삭재에 대한 절삭가공이 많아지고 있다. 이러한 고경도 피삭재에 대한 고속 절삭가공 및 난삭재에 대한 고속 절삭 가공 시 우수한 절삭성능 및 수명을 얻기 위해서는 기존 단일 박막구조로 대응하기 어려워, 다양한 성질을 갖는 박막을 복합적으로 증착하여 다층 구조를 형성함으로써, 요구되는 물성을 구현하고 있다.

[0006] 일례로, 하기 특허문헌에는, PVD법으로 증착된 AlCrBN 멀티 코팅층을 형성함에 있어서, 멀티 코팅층의 전체 두께의 적어도 일 부분에서 2개 이상의 AlCrBN 개별층이 2개 이상의 TiAlN 개별층과 조합되고, 상기 AlCrBN과 TiAlN의 개별층은 교대로 상하로 증착되고, 상기 AlCrBN 개별층의 두께는 상기 TiAlN 개별층의 두께보다 두껍게 하고, 상기 멀티 코팅층의 잔류 응력은 AlCrBN 단일층의 잔류 응력보다 낮게 하고, 상기 멀티 코팅층의 경도는 대응하는 유사한 AlCrBN 단일층의 경도보다 크거나 동일하게 함으로써, 층간 박리를 막고 내마모성이 우수한 물성을 구현하고자 하는 방법이 개시되어 있다.

[0007] 그런데, 다층 구조의 경우, 화학적 성질이 상이한 물질을 복합화하기 때문에 박막 간의 양호한 결합력을 확보하는 것이 문제가 되며, 이를 해결하기 위해 경사조성이나 잔류응력 제어 등의 다양한 방법이 사용되고 있으나, 여전히 결합력을 향상시키는데는 한계가 있다.

## *선행기술문헌*

### *특허문헌*

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국공개특허공보 제2012-0113790호

## *발명의 내용*

### *해결하려는 과제*

[0010] 본 발명의 과제는, 고경도 피삭재 및 난삭재 가공시 피삭재와의 높은 마찰력으로 인해 절삭공구에 형성된 경질

피막이 쉽게 마모되거나 떨어져나가 인선을 보호하지 못하는 문제점을 해결하기 위한 것으로, 경질피막의 적층 형상을 제어하여, 박막 간의 밀착력 향상과 함께, 공구의 내마모성, 내치핑성, 내열성 등이 전반적으로 향상될 수 있는 경질피막과 이의 제조방법을 제공하는데 있다.

## 과제의 해결 수단

[0012] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 측면은, 경질 기체의 표면에 PVD법으로 형성되는 경질피막으로, 상기 경질피막은 A층과 B층이 1 이상 교대하여 반복적으로 적층되는 교대반복층을 포함하고, 상기 A층은 $Al_{1-a-b}Cr_bMe1_aC_xN_y$ ($0\leq a\leq 1$, $0.01\leq b\leq 1$, $x+y=1$, $0\leq y\leq 1$, Me1은 V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W, Y, Si 중에서 선택된 1종 이상의 원소)으로 이루어지고, 상기 B층은 $Me2C_wN_z$ ($w+z=1$, $0\leq z\leq 1$, Me2는 Cr, V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W, Y, Si 중에서 선택된 1종 이상의 원소)으로 이루어지고, 상기 B층의 내부에는 하부의 A층의 물질로 이루어지는 다수의 입자가 분산되어 있는 절삭공구용 경질피막을 제공하는 것이다.

[0013] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 측면은, 경질 기체의 표면 또는 인접한 부분에 PVD법으로, A층과 B층이 1회 이상 교대하여 반복적으로 적층하여 경질피막을 형성하는 방법으로, (a) 표면에 다수의 드랍렛이 형성되도록 A층을 성막하는 단계; (b) 상기 A층 상에 B층을 성막하는 단계; (c) 상기 B층을 식각하여, 상기 다수의 드랍렛 중의 적어도 일부가 노출되도록 하는 단계; (d) 상기 식각된 B층 상에 표면에 다수의 드랍렛이 형성되도록 A층을 성막하는 단계; 및 상기 (a) ~ (d) 단계를 1회 이상 교대 반복하는 단계;를 포함하고, 상기 A층은 $Al_{1-a-b}Cr_bMe1_aC_xN_y$ ($0\leq a\leq 1$, $0.01\leq b\leq 1$, $x+y=1$, $0\leq y\leq 1$, Me1은 V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W, Y, Si 중에서 선택된 1종 이상의 원소)으로 이루어지고, 상기 B층은 $Me2C_wN_z$ ($w+z=1$, $0\leq z\leq 1$, Me2는 Cr, V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W, Y, Si 중에서 선택된 1종 이상의 원소)으로 이루어지는 절삭공구용 경질피막의 제조방법을 제공하는 것이다.

## 발명의 효과

[0015] 본 발명에 따른 절삭공구용 경질피막은, A-B 형태로 교대 반복하여 적층되는 다층 구조를 가지며, B층의 내부에 A층과 연결된 다수의 입자가 분산되도록 함으로써(특히 B층의 내부에 상부 및 하부의 A층과 연결된 브릿지 구조를 형성함으로써), 박막 간의 밀착력이 향상되고, 압축응력을 억제하면서 분산강화를 통해 박막의 물성이 향상되도록 하는 효과를 얻을 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명에 따른 절삭공구용 경질피막의 제조방법에 의하면, A-B 교대 반복 적층 구조에 있어서, B층의 내부에 A층의 물질로 이루어지며 A층과 일체화되고 분산된 다수의 브릿지 구조를 형성할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 경질피막의 구조를 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시형태에 따른 경질피막의 제조공정을 나타낸 것이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하 본 발명의 실시예에 대하여 첨부된 도면을 참고로 그 구성 및 작용을 설명하기로 한다. 하기에서 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 또한, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 '포함'한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0020] 본 발명에 따른 절삭공구용 경질피막은, 도 1에 도시된 바와 같이, 경질 기체의 표면 또는 인접한 부분(하지층을 개재한 경우)에 PVD법으로 형성되고, 상기 경질피막은 A층과 B층이 1 이상 교대하여 반복적으로 적층되는 교대반복층을 포함하고, 상기 A층은 $Al_{1-a-b}Cr_bMe1_aC_xN_y$ ($0\leq a\leq 1$, $0.01\leq b\leq 1$, $x+y=1$, $0\leq y\leq 1$, Me1은 V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W, Y, Si 중에서 선택된 1종 이상의 원소)으로 이루어지고, 상기 B층은 $Me2C_wN_z$ ($w+z=1$, $0\leq z\leq 1$,

Me2는 Cr, V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W, Y, Si 중에서 선택된 1종 이상의 원소)으로 이루어지고, 상기 B층의 내부에는 하부의 A층의 물질로 이루어지는 다수의 입자가 분산되어 있는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 본 발명의 일 실시형태에 따르면, 상기 다수의 입자 중에서 적어도 일부는 상기 B층의 하부에 형성된 A층과 일체로 형성되어 있을 수 있다.

[0022] 또한, 본 발명의 일 실시형태에 따르면, 상기 다수의 입자 중에서 적어도 일부는 상기 B층의 하부에 형성된 A층과 일체로 형성됨과 동시에, 상기 B층의 상부에 A층이 형성된 경우 상부에 A층과도 일체로 연결된 브릿지(bridge) 구조를 형성할 수 있다.

[0023] 또한, 상기 다수의 입자는 상부로 향할수록 크기가 줄어드는 쐐기 형상일 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명의 일 실시형태에 따르면, 상기 경질 기체는, 탄화텅스텐을 포함하는 초경합금, 탄질화티타늄을 포함하는 서멧, 세라믹 또는 입방정 질화붕소일 수 있다.

[0025] 또한, 상기 교대반복층의 전체 두께는 0.2㎛ 미만일 경우, 박막 본연의 특성을 발휘하기 어렵고, 10㎛ 초과일 경우, PVD공법에 의한 박막의 제조특성상 박막에 축적되는 압축응력이 박막의 두께 및 시간에 비례하는 것을 감안했을 때 박리의 위험성이 커지므로 두께는 0.2 ~ 10㎛ 범위가 바람직하고, 보다 바람직한 두께는 2 ~ 8㎛이다.

[0026] 또한, 상기 교대반복층을 구성하는 A층의 단위 두께는 5nm 미만일 경우 증착주기가 짧아 드랍렛이 생성되기 어렵고, 4㎛ 초과일 경우 단일층 박리의 발생가능성이 증가하므로 5nm ~ 4㎛ 범위가 바람직하다.

[0027] 또한, 상기 교대반복층을 구성하는 B층의 단위 두께는 2nm 미만일 경우 증착주기가 짧아 드랍렛 형성 및 두께 제어가 어렵고 1.3㎛ 초과일 경우 A층의 드랍렛 높이를 초과하여 브릿지 구조를 형성하기 어렵기 때문에 5nm ~ 1.5㎛ 범위가 바람직하다.

[0028] 또한, 상기 교대반복층은, A-B로 이루어진 2층, A-B-A로 이루어진 3층, A-B-A-B로 4층 및 그 이상의 마이크로 다층(단위층의 두께가 1㎛ 이상인 경우) 또는 나노다층(단위층의 두께가 1㎛ 미만인 경우) 구조로 이루어질 수 있다.

[0029] 또한, 상기 A층은 $Al_{1-a-b}Cr_bMe1_aC_xN_y$ ($0 \le a \le 1$, $0.01 \le b \le 1$, $x+y=1$, $0 \le y \le 1$, Me1은 V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W, Y, Si 중에서 선택된 1종 이상의 원소)으로 이루어지는 것이 드랍렛을 형성하는 측면에서 바람직하다.

[0030] 또한, 상기 B층은 $Me2C_wN_z$ ($w+z=1$, $0 \le z \le 1$, Me2는 Cr, V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W, Y, Si 중에서 선택된 1종 이상의 원소)으로 이루어지는 것이 박막의 물성을 증가시키는 측면에서 바람직하다.

[0031] 또한, 본 발명에 따른 경질피막의 제조방법은, 경질 기체의 표면 또는 인접한 부분에 PVD법으로, A층과 B층이 1회 이상 교대하여 반복적으로 적층하여 경질피막을 형성하는 방법으로, (a) 표면에 다수의 드랍렛이 형성되도록 A층을 성막하는 단계; (b) 상기 A층 상에 B층을 성막하는 단계; (c) 상기 B층을 식각하여, 상기 다수의 드랍렛 중의 적어도 일부가 노출되도록 하는 단계; (d) 상기 식각된 B층 상에 표면에 다수의 드랍렛이 형성되도록 A층을 성막하는 단계; 및 상기 (a) ~ (d) 단계를 1회 이상 교대 반복하는 단계;를 포함하고, 상기 A층은 $Al_{1-a-b}Cr_bMe1_aC_xN_y$ ($0 \le a \le 1$, $0.01 \le b \le 1$, $x+y=1$, $0 \le y \le 1$, Me1은 V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W, Y, Si 중에서 선택된 1종 이상의 원소)으로 이루어지고, 상기 B층은 $Me2C_wN_z$ ($w+z=1$, $0 \le z \le 1$, Me2는 Cr, V, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W, Y, Si 중에서 선택된 1종 이상의 원소)으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0032] 또한, 상기 A층의 성막 과정에 형성되는 드랍렛의 최대 높이(H)는 0.02㎛ 미만일 경우 B층의 제어가 어렵고, 1.5㎛ 초과일 경우 전체 박막 두께에 영향을 주므로, 0.02 ~ 1.5㎛ 인 것이 바람직하다.

[0033] 또한, 상기 드랍렛의 밀도는 단위 면적당 $1.0\times10^4$ ea/㎟ 미만일 경우 가장 이상적이고, $5\times10^7$ ea/㎟ 초과일 경우 표면조도에 영향을 끼치므로, $1.0\times10^4$ ea/㎟ ~ $5\times10^7$ ea/㎟ 인 것이 바람직하다.

[0034] 또한, 박막의 표면에 형성된 드랍렛의 높이(T)에 대한 B층의 두께(T)의 비(T/H)는 0.1 ~ 0.9 인 것이 바람직하다.

[0035] 또한, 상기 드랍렛의 형성 및 높이는 상기 A층 박막의 증착시 질소 함량 및 캐소드 전류 제어를 통해 제어될 수 있다.

[0036] 또한, 상기 (b) 단계에 있어서, 상기 B층의 성막은 하층에 형성된 A층의 드랍렛의 최고 높이보다 얇은 두께로 수행하는 것이, B층의 내부에 A층의 물질로 이루어진 브릿지(bridge) 구조를 형성하기 용이하므로 바람직하다.

[0038] [실시예]

[0039] 경질피막의 제조

[0040] 먼저, WC-Co를 기반으로 하는 경질 기체로 이루어진 인써트(한국야금 형번: CNMA120408)를 준비하였다.

[0041] 상기 인써트 상에는 아래 표 1과 같은 구조의 경질 피막을 형성하였다.

표 1

[0042]

| 번호 | 구조 | 박막 조성 | 박막 두께 (㎛) | 박막 경도 (GPa) | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1-1 | 단일층 | TiN | 2.5㎛ | 25.2 Gpa | 비교예 |
| 1-2 | | AlTiN | 3.1㎛ | 31.3 Gpa | 비교예 |
| 1-3 | | AlCrN | 2.8㎛ | 29.8 Gpa | 비교예 |
| 2-1 | 마이크로 다층 | AlCrN+CrSiN 6회 적층 | 2.5㎛ | 32.5Gpa | 비교예 |
| 2-2 | | AlCrN+CrSiN 10회 적층 | 4.1㎛ | 33.8Gpa | 비교예 |
| 2-3 | | AlCrN+AlCrVN 6회 적층 | 2.6㎛ | 31.9Gpa | 비교예 |
| 2-4 | | AlCrN+AlCrVN 10회 적층 | 3.95㎛ | 31.1Gpa | 비교예 |
| 2-5 | | AlCrN+CrMoN 6회 적층 | 2.2㎛ | 30.5Gpa | 비교예 |
| 2-6 | | AlCrN+CrMoN 10회 적층 | 3.85㎛ | 32.1Gpa | 비교예 |
| 2-7 | | AlCrN+AlTaN 6회 적층 | 3.0㎛ | 28.5Gpa | 비교예 |
| 2-8 | | AlCrN+AlTaN 10회 적층 | 4.2㎛ | 30.2Gpa | 비교예 |
| 3-1 | 브릿지 구조 | AlCrN+CrSiN 6회 적층 | 2.28㎛ | 32.0Gpa | 실시예 |
| 3-2 | | AlCrN+CrSiN 10회 적층 | 4.5㎛ | 34.6Gpa | 실시예 |
| 3-3 | | AlCrN+AlCrVN 6회 적층 | 2.48㎛ | 32.0Gpa | 실시예 |
| 3-4 | | AlCrN+AlCrVN 10회 적층 | 3.8㎛ | 31.6Gpa | 실시예 |
| 3-5 | | AlCrN+CrMoN 6회 적층 | 2.05㎛ | 30.4Gpa | 실시예 |
| 3-6 | | AlCrN+CrMoN 10회 적층 | 3.6㎛ | 31.5Gpa | 실시예 |
| 3-7 | | AlCrN+AlTaN 6회 적층 | 2.9㎛ | 29.2Gpa | 실시예 |
| 3-8 | | AlCrN+AlTaN 10회 적층 | 4.15㎛ | 29.8Gpa | 실시예 |

[0044] 비교예로 사용한 단일층 TiN, AlTiN, AlCrN 박막은 통상적인 PVD 방법을 통해 형성하였다.

[0045] 또한, 비교예로 사용한 ①AlCrN/CrSiN 마이크로 다층 박막과 ②AlCrN/AlCrVN 마이크로 다층박막, ③AlCrN/CrMoN 마이크로 박막, ④AlCrN/AlTaN 마이크로 다층 박막은 식각 공정 없이, 교대반복 적층을 수행한 것

이다.

[0046] 본 발명의 실시예에 따른 AlCrN 피막은, 아크 타입의 PVD 증착설비를 사용하여 증착한 것으로, 챔버에 질소($N_2$) 가스를 주입하고 AlCr 타겟을 사용하여 아크를 통한 플라즈마를 생성시키고 생성된 플라즈마가 질소(N)와 반응하여 표면에 AlCrN 박막을 형성하도록 하는 방법을 사용하여 형성하였다. 이때 AlCrN 피막의 표면에 다량의 드랍넷이 형성되도록 하였다.

[0047] 또한, AlCrN 피막의 표면에 형성되는 ①CrSiN 피막과 ②AlCrVN 피막, ③CrMoN 피막, ④AlTaN은 아크 타입의 PVD 증착설비를 사용하여 증착한 것으로, 챔버에 질소($N_2$) 가스를 주입하고 각각 ①Si를 포함하는 Cr 타겟과 ②V이 포함된 AlCr타겟, ③CrMo타겟, 그리고 ④AlTa 타겟을 사용하여 아크를 통한 플라즈마를 생성시켜 생성된 플라즈마가 질소(N)와 반응하여 표면에 각각의 박막을 형성하도록 하는 방법을 사용하여 형성하였다.

[0048] 또한, 상기 ①CrSiN 피막과 ②AlCrVN 피막, ③CrMoN 피막, ④AlTaN 피막을 에칭하여 ①CrSiN 피막과 ②AlCrVN 피막, ③CrMoN 피막, ④AlTaN 피막의 표면에 AlCrN 피막의 형성 과정에 생성된 드랍넷이 노출되도록 하는 과정은 2가지 방법 중 하나를 사용할 수 있다.

[0049] 첫째는, 아르곤 플라즈마 에칭 방법으로, 이 방법은 챔버 내 아르곤을 플라즈마화시킨 후, 아르곤 플라즈마를 가속시켜 ①CrSiN 피막과 ②AlCrVN 피막, ③CrMoN 피막, ④AlTaN 피막에 충돌하게 하는 방법이다.

[0050] 둘째는, 금속 플라즈마 에칭 방법으로, 이 방법은 챔버 내 금속 이온들을 플라즈마화시킨 후, 금속 플라즈마를 가속시켜 ①CrSiN 피막과 ②AlCrVN 피막, ③CrMoN 피막, ④AlTaN 피막에 충돌하게 하는 방법이다.

[0052] 경질피막 물성 평가

[0053] 상기 표 1의 구조로 구성한 복합 다층 피막의 내박리성 및 내마모성을 다음과 같은 평가조건으로 평가하였다.

[0054] (1) 내박리성 평가 : 박막 뜯김에 의한 비정상 마모 유무

[0055] 피삭재: STS304

[0056] 샘플형번: CNMG120408-MM

[0057] 절삭 속도: 120m/min

[0058] 절삭 이송: 0.2mm/ rev

[0059] 절삭 깊이: 1.5mm

[0060] (2) 내마모성 평가 : 인써트 여유면 및 경사면 마모

[0061] 피삭재: SCM440

[0062] 샘플형번: CNMG120408-HS

[0063] 절삭 속도: 200m/min

[0064] 절삭 이송: 0.2mm/rev

[0065] 절삭 깊이: 2mm

[0066] 이상과 같은 조건으로 평가한 결과를 아래 표 2에 나타내었다.

표 2

[0067]

| 번호 | 구조 | 조성 | 내박리성 | | 내마모성 | | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 가공길이 (m) | 마모유형 | 가공길이 (Km) | 마모유형 | 비고 |
| 1-1 | 단일층 | TiN 단일층 | 47.5 | 치핑 및 파손 | 0.95 | 과대 마모, 파손 | 비교예 |
| 1-2 | | AlTiN 단일층 | 190 | 용착/치핑 | 2.85 | 마모 후 파손 | |
| 1-3 | | AlCrN 단일층 | 220 | 용착/치핑 | 2.85 | 마모 후 파손 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2-1 | 마이크로 다층 | AlCrN+CrSiN 6회 적층 | 238 | 용착/치핑 | 3.8 | 마모 후 치핑 | 비교예 |
| 2-2 | | AlCrN+CrSiN 10회 적층 | 332 | 용착/치핑 | 4.75 | 마모 후 치핑 | |
| 2-3 | | AlCrN+AlCrVN 6회 적층 | 238 | 용착/치핑 | 2.85 | 마모 후 치핑 | |
| 2-4 | | AlCrN+AlCrVN 10회 적층 | 238 | 용착/치핑 | 3.35 | 마모 후 치핑 | |
| 2-5 | | AlCrN+CrMoN 6회 적층 | 380 | 용착/치핑 | 2.85 | 마모 후 치핑 | |
| 2-6 | | AlCrN+CrMoN 10회 적층 | 332 | 용착/치핑 | 3.35 | 마모 후 치핑 | |
| 2-7 | | AlCrN+AlTaN 6회 적층 | 190 | 용착/치핑 | 2.85 | 마모 후 치핑 | |
| 2-8 | | AlCrN+AlTaN 10회 적층 | 220 | 용착/치핑 | 3.35 | 마모 후 치핑 | |
| 3-1 | 브릿지 구조 | AlCrN+CrSiN 6회 적층 | 238 | 용착/치핑 | 3.8 | 마모 후 치핑 | 실시예 |
| 3-2 | | AlCrN+CrSiN 10회 적층 | 380 | 용착/치핑 | 4.75 | 마모 후 치핑 | |
| 3-3 | | AlCrN+AlCrVN 6회 적층 | 238 | 용착/치핑 | 2.85 | 마모 후 치핑 | |
| 3-4 | | AlCrN+AlCrVN 10회 적층 | 238 | 용착/치핑 | 3.35 | 마모 후 치핑 | |
| 3-5 | | AlCrN+CrMoN 6회 적층 | 410 | 용착/치핑 | 2.85 | 마모 후 치핑 | |
| 3-6 | | AlCrN+CrMoN 10회 적층 | 332 | 용착/치핑 | 3.35 | 마모 후 치핑 | |
| 3-7 | | AlCrN+AlTaN 6회 적층 | 220 | 용착/치핑 | 2.85 | 마모 후 치핑 | |
| 3-8 | | AlCrN+AlTaN 10회 적층 | 220 | 용착/치핑 | 3.35 | 마모 후 치핑 | |

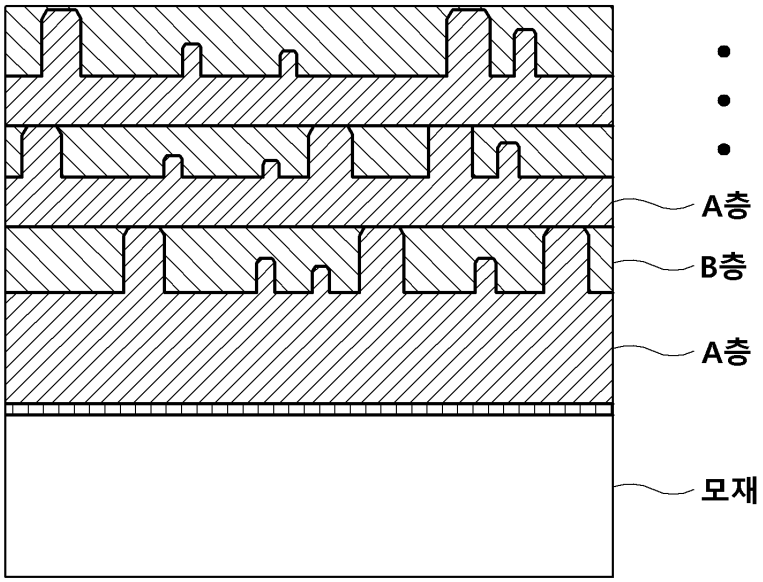
[0069] 상기 표 2에서 확인되는 바와 같이, 본 발명에 따른 적층 구조를 갖는 실시예는 단일층이나 단순 교대하여 반복 적층하는 마이크로 다층구조의 비교예에 비하여 내박리성 및/또는 내마모성이 향상될 수 있음을 알 수 있다.

[0070] 특히, 비교예 샘플 2-1 ~ 2-8과 실시예 샘플 3-1 ~ 3-8과 동일한 조성을 갖는 피막임에도 불구하고, 구조적인 차이(단순 적층과 브릿지 구조)로 인해 내박리성, 내마모성, 내치핑성에 현저한 차이를 보이고 있어, 본 발명에 따른 브릿지 구조가 박막 다층간의 결합력 향상, 경도 및 인성의 향상 효과를 가지게 함을 알 수 있다. 한편, 동일한 박막 구조에서 Me 원소의 종류 및 반복적층 횟수에 따라 내마모성, 내치핑성의 차이가 존재함을 알 수 있다.

[0071] 즉, 본 발명에 따른 조성, 경도 및 적층 구조를 갖는 경질피막이, 기존의 단순 반복 교대 적층 구조를 갖는 경질피막에 비해 향상된 내박리성, 내마모성 및 내치핑성을 구현할 수 있다.

## 도면

### 도면1



도면2

