(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년07월18일
(11) 등록번호 10-2422356
(24) 등록일자 2022년07월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 14/06 (2006.01) *C23C 14/34* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C23C 14/0641 (2013.01)
C23C 14/345 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7006838
(22) 출원일자(국제) 2015년09월17일
심사청구일자 2020년09월17일
(85) 번역문제출일자 2017년03월13일
(65) 공개번호 10-2017-0055485
(43) 공개일자 2017년05월19일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2015/071318
(87) 국제공개번호 WO 2016/042072
국제공개일자 2016년03월24일
(30) 우선권주장
62/051,456 2014년09월17일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2007084899 A*
Satish Chinchanikar 외 1, Hard turning using HiPIMS-coated carbide tools: Wear behavior under dry and minimum quantity lubrication (MQL), Measurement, 2014년, vol.55, pp.536-548*
KR1020140099898 A
CN103382548 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
오를리콘 서피스 솔루션스 아크티엔게젤샤프트, 페피콘
스위스 8808 페피콘 에스제트 추러스트라쎄 120
히타치 긴조쿠 가부시키가이샤
일본국 도쿄토 미나토쿠 코난 1쵸메 2방 70고
가부시키가이샤 몰디노
일본국 도쿄도 스미다쿠 료고쿠 4쵸메 31반 11고
(72) 발명자
쿠라포브 데니스
스위스 8880 발렌슈타트 슐하우스가세 14
사사키 토모야
일본 시마네현 6928601 야스기시 야스기쵸 2107-2 메탈러지컬 리서치 레버러토리 히타치 긴조쿠 가부시키가이샤
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김해중

전체 청구항 수 : 총 7 항 심사관 : 최종운

(54) 발명의 명칭 **내마모성이 향상된 이중층 코팅 절삭 공구의 제조 방법**

(57) 요 약

본 발명은 경질 코팅으로 피복된 공구의 제조 방법에 관한 것으로, 제1마그네트론 스퍼터링 공정으로, 기판 상에 TiAlN 코팅층을 도포하는 단계, 제2마그네트론 스퍼터링 공정으로, TiAlN 층 상에 $Ti_xSi_{1-x}N$ 코팅층을 도포하는 단계(여기서 x는 0.85 이하, 바람직하게는 0.80 내지 0.70 사이)를 포함하고, 상기 제2마그네트론 스퍼터링 공정은 100W/cm^2 보다 큰 전력 밀도로 수행되고, HIPIMS(High Impulse Power Magnetron Sputtering) 공정인 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류
C23C 14/3485 (2013.01)
C23C 14/3492 (2013.01)
(72) 발명자
코세키 슈호
일본 시마네현 6928601 야스기시 야스기쵸 메탈러지컬 리서치 레버러토리 히타치 긴조쿠 가부시키가이샤
모리시타 카나
일본 시마네현 6928601 야스기시 야스기쵸 메탈러지컬 리서치 레버러토리 히타치 긴조쿠 가부시키가이샤
아부수이릭 살레 브레이크
일본 시마네현 6928601 야스기시 야스기쵸 메탈러지컬 리서치 레버러토리 히타치 긴조쿠 가부시키가이샤
이노우에 겐이치
일본 지바 2860825 나리타시 13-2 시니주미 히타치 쓰루 가부시키가이샤 나리타 플랜트

명 세 서

청구범위

청구항 1

경질 코팅(hard coating)으로 피복된 공구의 제조 방법에 있어서,

제1마그네트론 스퍼터링 공정으로, 기판 상에 TiAlN 코팅층을 도포하는 단계; 및

제2마그네트론 스퍼터링 공정으로, TiAlN 층 상에 $Ti_xSi_{1-x}N$ 코팅층을 도포하는 단계;를 포함하고, 이때 x는 0.80 내지 0.70 사이의 범위로 구성되며,

상기 제2마그네트론 스퍼터링 공정은 100 W/cm^2 보다 큰 전력 밀도로 수행되고, HIPIMS(High Impulse Power Magnetron Sputtering) 공정이며,

TiAlN 코팅층과 $Ti_xSi_{1-x}N$ 코팅층을 도포함으로써 이중층 코팅이 실시되어, 2층 코팅의 공구가 제조되고,

제2마그네트론 스퍼터링 공정은 -60V 내지 -100V 범위의 값을 갖는 부의 바이어스를 기판에 인가함으로써 수행되도록 구성되는 것을 특징으로 하는

경질 코팅으로 피복된 공구의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

TiAlN 층의 스퍼터링을 위해, Ti : Al의 농도 비율을 40 at.% : 60 at.%로 하여 타깃을 선택하는 것을 특징으로 하는

경질 코팅으로 피복된 공구의 제조 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

X=0.75인 것을 특징으로 하는

경질 코팅으로 피복된 공구의 제조 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

제2마그네트론 스퍼터링 공정은 -70V 내지 -80V 사이의 값을 갖는 부의 바이어스를 기판에 인가함으로써 수행되도록 구성되는 것을 특징으로 하는

경질 코팅으로 피복된 공구의 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

제1마그네트론 스퍼터링 공정은 HIPIMS 공정인 것을 특징으로 하는

경질 코팅으로 피복된 공구의 제조 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

제1마그네트론 스퍼터링 공정은 -40V 내지 -70V 사이의 값을 갖는 부의 바이어스를 기판에 인가함으로써 수행되는 것을 특징으로 하는

경질 코팅으로 피복된 공구의 제조 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

HIPIMS 공정은 100 W/cm^2 이상의 전력 밀도 및 마이크로 초(microsecond) 내지 밀리 초(millisecond) 범위의 임펄스 지속 시간을 갖는 펄스형 방전 효과를 사용하는 것을 특징으로 하는

경질 코팅으로 피복된 공구의 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 금속 재료의 절단에 사용되는 용도의, 내마모성이 향상된 이중층 코팅 절삭 공구에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근, 절삭 속도 및 공구 수명과 관련한 절삭 성능 개선에 대한 요구사항이 증가되고 있다. 예컨대, 엔드밀(endmill) 및 인서트(insert)의 내마모성을 개선하기 위해, TiN 및/또는 TiCN과 같은 기존의 경질 코팅 재료가 TiAlN으로 대체되었다.

[0003] 이러한 코팅 효율을 추가로 증가시키기 위해, 일본특허 등록번호 제2,793,773호에서는 TiAlN에 Si를 첨가하는 것을 제안하고 있다.

[0004] 그러나 단순히 Si를 함유하는 피막은 더 큰 취성을 갖는 한편으로, 압축 응력의 증가로 인해, 피막(coating film)이 형성된 직후에 절삭 공구로부터 피막이 박리되기 쉽다.

[0005] 이러한 문제점에 대해 유럽특허 제 1174528 A2호에서는, Si가 함유된 필름과 더불어 기판에 대해 우수한 접착성을 갖는 다른 경질 피막을 함께 사용되는 것이 바람직하다는 내용을 개시하고 있다. 또한, 이러한 Si 함유 피막은 Si 농도가 상대적으로 높은 위상과 Si 농도가 상대적으로 낮은 위상을 포함하는 조성-분리식 다결정 막이다.

[0006] 유럽특허 제 1174528 A2호에 기술된 바와 같은 방안이 우수한 해결책으로 제시되었지만, 불행히도 이러한 위상 분리(phase segregation)에 대한 기술은 지금까지 아크 방전 이온 플레이팅(arc discharge ion-plating)에 의해서만 구현되는 것으로 알려져 있다. 반응성 아크 방전 코팅 방법에서 알려진 가장 큰 문제점은 액적(droplet)의 발생으로, 이들은 코팅층을 비교적 거칠게 만들어 버린다. 이러한 점은 일반적인 크기를 갖는 공구에 있어서는 사소한 문제점일 수 있으나, 지름이 2밀리미터 이하인 엔드밀과 같은 소형 공구의 경우에는 상대적으로 높은 표면 거칠기로 인해, 사용하는 도중에 공구에 손상을 입힐 수 있다. 또 다른 단점은, 아크 방전 이온 플레이팅으로 제조된 층의 Si 함유량이 물질을 이송하는 타깃(material delivering target)의 Si 함유량과 비교하여 낮다는 점이다.

[0007] 높은 Si 함량을 가진 안정된 타깃을 생산하는 것은 매우 어렵기 때문에, 층 내의 가능한 Si 농도는 15 at.% 미만으로 구성된다.

[0008] 따라서, 유럽특허 제 1174528 A2호의 위상 분리된 필름과 적어도 동등한 개선 기능을 가지면서도, 액적의 발생 문제가 없고 이로 인해 잠재적으로 매끄러운 코팅층을 제조할 수 있는 코팅 방법에 대한 필요성이 대두되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 목적은 유럽특허 제 1174528 A2호의 위상 분리된 필름과 적어도 동등한 개선 기능을 가지면서도, 액적의 발생 문제가 없고 이로 인해 잠재적으로 매끄러운 코팅층을 제조할 수 있는 코팅 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적은 본 발명에 따른 HIPIMS(High Impulse Power Magnetron Sputtering)과 관련된 코팅 방법에 의해 제공되며, 상기 방법은 기판 상에 TiAlN 코팅층을 도포하는 단계(제1마그네트론 스퍼터링 공정) 및 TiAlN 층 상에

$Ti_xSi_{1-x}N$ 코팅층을 도포하는 단계(제2마그네트론 스퍼터링 공정, 여기서 x는 0.85 이하, 바람직하게는 0.80 내지 0.70 사이)를 포함하며, 상기 제2마그네트론 스퍼터링 공정은 100 W/cm^2 보다 큰 전력 밀도로 수행되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따라, 유럽특허 제 1174528 A2호의 위상 분리된 필름과 적어도 동등한 개선 기능을 가지면서도, 액적의 발생 문제가 없고 이로 인해 잠재적으로 매끄러운 코팅층을 제조할 수 있는 코팅 방법이 제공된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 본 발명에 따른 해결책을 잘 이해하기 위해서는 마그네트론 스퍼터링(magnetron sputtering)의 원리를 대략적으로 설명하는 것이 도움이 된다.

[0013] 스퍼터링 시, 타깃(캐소드)에 이온이 충돌함으로써 타깃으로부터 물질이 탈출하도록 구성된다. 플라즈마로부터 타겟 표면의 방향에 대한 이온의 가속화는 전기장에 의해 구현된다. 마그네트론 스퍼터링 시의 경우, 타깃 표면에는 자기장이 형성되는데, 이에 의해 플라즈마 내의 전자들이 나선 경로로 유도된 후 타깃 표면을 순환하도록 구성된다. 이와 같이 증가된 경로로 인해, 전자와 원자의 충돌 횟수가 대폭 증가함으로써, 타깃 표면의 이러한 영역에 대한 더 높은 이온화를 유도하는 한편, 이에 따라 타깃에서 스퍼터링 물질의 탈출을 촉진시킴으로써, 스퍼터링 속도를 증가시킨다. 종래의 스퍼터링 방법은 DC 모드 및 일반적으로 20 W/cm^2의 전력 밀도에서 수행된다. 이러한 종래의 스퍼터링 방법은 타깃으로부터 탈출한 물질의 이온화율이 매우 낮다는 단점이 있다. 이는 기판에 인가된 부의 바이어스(negative bias)가 스퍼터링된 물질을 기판 방향으로 직접 가속시키지 않는다는 것을 의미한다. 따라서 종래의 스퍼터링 방법으로 도달할 수 있는 코팅 밀도는 아크 방전 이온 플레이팅으로 구현될 수 있는 코팅 밀도보다 상당히 낮다.

[0014] HIPIMS(High Impulse Power Magnetron Sputtering)는 100 W/cm^2 이상의 전력 밀도 및 마이크로 초(microsecond) 내지 밀리 초(millisecond) 범위의 임펄스 지속 시간을 갖는 펄스형 방전 효과를 사용하는, 종래의 스퍼터링으로부터 진화된 프로세스이다. 재료에 따라 달라지나, HIPIMS 기술은 스퍼터링된 입자의 최대 100%까지 이온화를 달성할 수 있어, 종래의 스퍼터링 방법에 대한 큰 단점을 개선할 수 있음이 밝혀졌다.

[0015] 본 발명에 따른 방법은 HIPIMS 스퍼터링에 관한 것으로, 다음 단계를 포함한다:

[0016] - 제1마그네트론 스퍼터링 공정으로, 기판 상에 TiAlN 코팅층을 도포하는 단계,

[0017] - 제2마그네트론 스퍼터링 공정으로, TiAlN 층 상에 $Ti_xSi_{1-x}N$ 코팅층을 도포하는 단계로서, 여기서 x는 0.85 이하, 바람직하게는 0.80 내지 0.70 사이이며,

[0018] 상기 제2마그네트론 스퍼터링 공정은 100 W/cm^2 보다 큰 전력 밀도로 수행되고, HIPIMS 공정인 것을 특징으로 한다.

[0019] 이러한 방법에 의해 생성된 층은 어떠한 위상 분리도 나타나지 않는 것으로 나타났다. 또한 놀랍게도, 전술한 방법에 따라 코팅된 공구는, 유럽특허 제 1174528 A2호에 기술된 바와 같이 아크 방전 이온 플레이팅으로 코팅되고 위상 분리를 유발하는 동일한 도구와 비교하여 비슷하거나 또는 때로는 보다 우수한 성능을 나타내었다.

[0020] 상이한 코팅 파라메터에 의해, 다수의 이중층 코팅이 실시되었다. 예컨대, TiAlN 층의 스퍼터링을 위해, Ti : Al의 농도 비율을 40 at.% : 60 at.%로 하여 타깃을 선택하였다.

[0021] TiSiN 층 내의 하나의 중요한 파라미터(변동됨)는, TiSiN 층을 스퍼터링하기 위한 스퍼터링 타깃 내의 Si 함량이었다. 실험에 따르면, 이러한 층에서 Si의 함량이 높게 나타났으며, X=0.75인 $Ti_xSi_{1-x}N$ 층을 갖는 코팅이 가장 좋은 결과를 보여주었다.

[0022] 또 다른 중요한 파라미터는, 코팅 중의 기판 바이어스로서, 일반적으로 HIPIMS 프로세스의 수행시 마다 이러한 프로세스 중에 인가되는 바이어스를 높게 설정하는 것이 유리하다. 반면 $Ti_xSi_{1-x}N$ 층을 갖는 코팅의 경우, 바이어스는 -150V 이하로 약하게 선택되어야 하는데, 이러한 바이어스 값에서 공구가 쉽게 마모되기 때문이다.

[0023] 따라서, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 제2마그네트론 스퍼터링 공정은 -60V 내지 -100V 사이의 값, 특

히 바람직하게는 -70V 내지 -80V 사이의 값을 갖는 부의 바이어스를 기판에 인가함으로써 수행되도록 구성된다.

[0024] 본 발명의 또 다른 바람직한 실시예에 따르면, 제1마그네트론 스퍼터링 공정은 HIPIMS 공정이다. 이 경우, 제1 마그네트론 스퍼터링 공정은 -40V 내지 -70V 사이의 값을 갖는 부의 바이어스를 기판에 인가함으로써 수행되는 것이 특히, 바람직하다.