

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(51) 。 Int. Cl.⁷
C23C 14/24(11) 공개번호 10-2005-0069940
(43) 공개일자 2005년07월05일(21) 출원번호 10-2005-0031701
(22) 출원일자 2005년04월16일(71) 출원인 울산대학교 산학협력단
울산 남구 무거동 산29(72) 발명자 김선규
울산 중구 태화동 157 동산맨션 801호

(74) 대리인 박영순

심사청구 : 있음

(54) 음극아크증착을 이용한 초고경도 티아이에이엘에스아이엔박막 증착방법

요약

본 발명은 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착방법에 관한 것으로, Ti 타겟과, AlSi 타겟을 아크소스에 설치하거나, TiAlSi 복합타겟을 아크소스에 설치하여 질소 가스를 주입하면서 아크방전을 유기하여 플라즈마를 형성하여 피처리물의 표면에 TiAlSiN 코팅층을 형성하도록 함으로써 초고경도의 절삭공구를 제조하는 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착방법을 제공함에 그 목적이 있다.

본 발명은 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착을 위한 음극아크 증착공정은 크게 Ti타겟과 AlSi 타겟 혹은 TiAlSi 타겟을 설치하는 타겟설치과정과; 상기 타겟들 및 피처리물이 설치된 챔버 내부의 진공도를 $10^{-5} \sim 10^{-7}$ Torr로 낮춰 상기 챔버 내부의 공기를 제거하는 과정과; 상기 챔버로 불활성 가스를 주입하여 상기 챔버 내부의 진공도를 $10^{-1} \sim 10^{-3}$ Torr로 세팅하여 피처리물 표면을 세정하는 플라즈마 클리닝 과정과; 질소를 챔버에 유입시킨 후 아크소스에 전류를 인가하여 플라즈마를 형성하고 바이어스 전압을 인가하여 TiAlSiN 층을 형성하는 과정으로 이루어진 것을 특징으로 한다.

본 발명을 적용하면, Ti 타겟에 인가되는 코팅전위는 18V이며, 코팅전류는 45A이고, AlSi 타겟에 인가하는 코팅전위는 19V이고, 코팅전류는 35A가 되도록 하여 음극 아크증착을 실시한 결과, 초고경도의 코팅박막을 얻게 되었다는 잇점이 있다.

대표도

도 2

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착을 행하기 위한 음극아크 증착 장치의 구성을 개략적으로 도시한 모식도,

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착공정을 도시한 플로우차트,

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막의 단면을 촬영한 전자현미경 사진,

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막의 나노 경도를 측정한 도면,

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막의 밀착력 시험결과를 나타내는 도면,

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막의 전자현미경 표면 사진이다.

도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10:챔버, 11:Ti 타겟,
12,14:아크소스, 13:AlSi타겟,
15,16:아크전력공급부, 17:피처리물,
18:피처리물지지대, 19:히터,
20:배류엄게이지, 21:히터 전력공급부,
22:터보펌프, 23:로터리펌프,
24:바이어스전압전력공급부, 25:온도조절기,
26:열전대.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착방법에 관한 것으로, 보다 상세하게 Ti 타겟과, AlSi 타겟을 아크소스에 설치하거나, TiAlSi 복합타겟을 아크소스에 설치하여 질소 가스를 주입하면서 아크방전을 유기하여 플라즈마를 형성하여 피처리물의 표면에 TiAlSiN 코팅층을 형성하도록 함으로써 초고경도의 절삭공구를 제조하는 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착방법에 관한 것이다.

주지된 바와 같이, 최근에는 산업체에서 각종 금속재질들이 합금 경화성, 내구성 등의 향상시키기 위해 각종 코팅법이 적용되어 재질 향상에 기여하고 있는 바, 그와 같은 금속재질을 절삭하기 위한 절삭공구도 역시 강도가 강화되어야만 하였다.

따라서, 최근에는 고경도의 티타늄(Ti) 재질을 절삭공구에 적용하면서도, 그 경도를 더욱 우수하게 하기 위해 각종 코팅방법이 적용되고 있다. 그 중 하나가 마그네트론 스퍼터링방법이다. 즉, 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 TiAlN 피복경질층에 Cr을 첨가한 TiAlCrN 피복 경질층을 TiAlN 피복경질층과 교차하여 적층으로 절삭공구에 코팅함으로써 기존의 TiAlSiN 코팅공구 보다 피복 경질층의 경도 및 산화개시온도를 증가시켜 건식 고속가공이 가능한 경질 피복층의 제조방법이 개시되어 있는 현재까지의 기술이었다.

하지만, 이러한 TiAlN 피복경질층에 Cr을 첨가한 TiAlCrN 피복 경질층을 마그네트론 스퍼터링법을 통해 형성한 절삭공구의 경우에는 TiAlN 피복경질층만으로 이루어진 절삭공구에 비해 그 경도가 우수하기는 하나, 큰 차이가 없었으므로 그 효과면에서 많은 상승효과를 기대하기 어려웠다는 문제가 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 종래 기술의 사정을 감안하여 이루어진 것으로, Ti 타겟과, AlSi 타겟을 아크소스에 설치하거나, TiAlSi 복합타겟을 아크소스에 설치하여 질소 가스를 주입하면서 아크방전을 유기하여 플라즈마를 형성하여 피처리물의 표면에 TiAlSiN 코팅층을 형성하도록 함으로써 초고경도의 절삭공구를 제조하는 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착방법을 제공함에 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착을 위한 음극아크 증착공정은 크게 Ti타겟과 AlSi 타겟 혹은 TiAlSi 타겟을 설치하는 타겟설치과정과; 상기 타겟들 및 피처리물이 설치된 챔버 내부의 진공도를 $10^{-5} \sim 10^{-7}$ Torr로 낮춰 상기 챔버 내부의 공기를 제거하는 과정과; 상기 챔버로 불활성 가스를 주입하여 상기 챔버 내부의 진공도를 $10^{-1} \sim 10^{-3}$ Torr로 세팅하여 피처리물 표면을 세정하는 플라즈마 클리닝 과정과; 질소를 챔버에 유입시킨 후 아크소스에 전류를 인가하여 플라즈마를 형성하고 바이어스 전압을 인가하여 TiAlSiN 층을 형성하는 과정으로 이루어진 것을 특징으로 하는 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착방법이 제공된다.

바람직하게, 상기 플라즈마 클리닝 과정은 예칭전위는 310~320V, 예칭전류는 0.6A가 되도록 하며, 약 10분간 클리닝을 위한 예칭이 수행되도록 하는 것을 특징으로 하는 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착방법이 제공된다.

바람직하게, 상기 Ti 타겟에 공급되는 전위 및 전류는 14~22V, 35~55A 이며, AlSi 타겟에 공급되는 전위 및 전류는 15~23V, 25~55A 인 것을 특징으로 하는 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착방법이 제공된다.

바람직하게, 상기 Ti 타겟 및 AlSi 타겟의 피처리물에 대한 증착온도는 200~450℃인 것을 특징으로 하는 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착방법이 제공된다.

이하, 본 발명에 대해 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착을 행하기 위한 음극아크 증착장치의 구성을 개략적으로 도시한 모식도이며, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착공정을 도시한 플로우차트이다.

이를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착을 위한 음극아크 증착장치(2)는 Ti 타겟과, AlSi 타겟을 아크소스에 설치하여 질소 가스를 주입하면서 아크방전을 유기하여 플라즈마를 형성하여 피처리물의 표면에 TiAlSiN 코팅층을 형성하도록 함으로써 나노조직을 갖는 초고경도의 내마모성 절삭공구를 제조하는 방법이다.

보다 상세하게, 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착을 위한 음극아크 증착장치(2)는 아크소스에 타겟을 부착하고 전압을 인가시켜 플라즈마를 발생시킴으로써 타겟에서 증발되는 물질이 플라즈마 내에서 이온화되어 피처리물에 증착되도록 하는 장치이다.

이러한 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착을 위한 음극아크 증착장치(2)는 내부가 중공된 형태의 챔버(10)가 제공되며, 그 챔버(10)의 내벽면에는 아크 소스(12, 14)가 부착되어져 있으며, 그 아크 소스(12, 14)에는 타겟 물질이 각각 결합되어져 있다.

제 1 아크소스(12)에는 Ti 타겟(11)이 결합되어져 있으며, 제 2 아크소스(14)에는 AlSi 타겟(13)이 결합되어져 있다. 제 1 아크소스(12)와 제 2 아크소스(14)에는 각각 아크전력 공급부(15, 16)가 전기적으로 접속되어져 그 아크소스(12, 14)로 전력을 공급하여 타겟(11, 13)으로부터 물질의 이온화가 이루어지도록 한다.

Ti 타겟(11)에 전력을 공급하는 아크전력 공급부(15)의 전위 및 전류는 14~22V, 35~55A 이며, AlSi 타겟(13)에 전력을 공급하는 아크전력 공급부(16)의 전위 및 전류는 15~23V, 25~55A 이며, 증착온도는 200~450℃이다.

또한, 상기 챔버(10)의 다른 내벽면에는 피처리물 지지부(18)가 챔버(10)의 내벽면으로부터 연장되게 형성되어져 있으며, 그 피처리물 지지부(18)에는 그 피처리물의 오염물질을 제거하기 위해 예칭 전위를 제공하는 바이어스 전압/전력 공급부(24)와 전기적으로 접속되어져 있으며, 그 피처리물 지지부(18)에는 피처리물(17)이 결합되어져 있다. 상기 바이어스 전압/전력 공급부(24)에서의 바이어스 전압은 50~400V이다.

이때, 상기 피처리물(17)은 본 발명에서는 통상 SKD11 이라고 명명되어진 공구강 재질을 사용하였으나, 이에 한정되는 것은 아니고 초경합금이나 비철금속으로도 충분히 사용 가능하다.

또한, 상기 피처리물(17)에는 열전대(26)가 가까이 부착되어져 그 피처리물(17)의 온도를 실시간으로 검출하도록 되어 있으며, 그 열전대(26)는 온도조절기(25)로 해당 온도데이터를 인가시키도록 접속되어져 있어 설정온도로 조절하게 되어 있으며, 상기 바이어스 전압/전력 공급부(24)는 상기 피처리물(17)로 인가되는 전위를 조절하게 되어져 있다.

따라서, 상기 Ti 타겟(11)과 AlSi 타겟(13)에 아크전력을 공급함으로써 이온화된 물질이 플라즈마를 형성하고, 그 플라즈마 상태의 물질이 상기 피처리물(17)에 음극 아크증착이 이루어지게 된다.

또한, 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착을 위한 음극아크 증착장치(2)의 챔버(10)중 다른 내벽면에는 히터(19)가 구성되어져 있으며, 그 히터(19)는 전력공급부(21)가 각각 연결되어져 있으며, 공지의 배류ئم 게이지(20)는 함체에 연결되어 진공도를 측정하게 되어 있다.

한편, 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착을 위한 음극아크 증착장치(2)의 챔버(10)의 내벽 소정부에는 챔버(10) 내부의 오염공기를 배출시키기 위해 챔버(10) 내부의 공기를 제거하는 수단이 구비되는 바, 그 수단으로는 터보펌프(22)와 로타리펌프(23)가 함께 장착되어져 있고, 그 펌프들에 의해 챔버(10) 내부의 진공도가 $10^{-5} \sim 10^{-7}$ Torr로 낮춰지게 된다.

이하, 도 2를 참조하여, 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착을 위한 음극아크 증착공정에 대해 설명한다.

음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착을 위한 음극아크 증착공정은 크게 Ti타겟(11)과 AlSi 타겟(13) 혹은 TiAlSi 타겟(11,13)을 설치하는 타겟설치과정(제 1 단계: ST-1)과; 상기 타겟(11, 13) 및 피처리물(17)이 설치된 챔버(10) 내부의 진공도를 $10^{-5} \sim 10^{-7}$ Torr로 낮춰 상기 챔버(10) 내부의 공기를 제거하는 과정(제 2 단계: ST-2)과; 상기 챔버(10)로 불활성 가스를 주입하여 상기 챔버 내부의 진공도를 $10^{-1} \sim 10^{-3}$ Torr로 세팅하여 불활성 가스를 주입하는 과정(제 3 단계: ST-3)과; 질소(N)를 챔버(10)에 유입시킨 후 아크소스에 전류를 인가하여 플라즈마를 형성하고 바이어스 전압을 인가하여 TiAlSiN 층을 형성하는 과정(제 5 단계: ST-5)으로 이루어져 있다.

보다 상세하게, 상기 TiAlSiN 층을 형성하는 과정(제 5 단계: ST-5)에서 Ti 타겟(11)에 인가하는 전위는 18V~22V 이고, 전류는 45~65A이고, AlSi 타겟(13)에 인가하는 전위는 18V~22V이고, 전류는 35A~55A이며, TiAlSi 타겟에 인가하는 전위는 15~25V이고 전류는 25~45A이다.

한편, 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착을 위한 음극아크 증착공정에서는 상기 TiAlSiN 층을 형성하는 과정(제 5 단계: ST-5)의 전단계에서 피처리물(17)의 표면에 부착된 오염물질을 제거하기 위한 프리에칭 과정(제 4 단계: ST-4)이 더 포함될 수 있으며, 프리에칭 과정은 상기 피처리물(17)에만 에칭 전위 및 에칭 전류를 인가시킴으로써 챔버(10)내부의 진공도를 $10^{-1} \sim 10^{-2}$ Torr로 세팅되게 하고, 에칭전위는 310~320V, 에칭전류는 0.6A가 되도록 하며, 프리에칭 과정은 약 10분간 프리에칭이 수행되도록 한다.

상기한 과정을 통해 코팅된 상기 TiAlSiN 층은 나노 인덴터로 경도 측정을 행한 결과, 40~50GPa의 경도를 얻을 수 있었으며, 밀착력은 스크래치 테스터로 측정한 결과 50N 이상의 임계하중을 얻었다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막의 단면을 촬영한 전자현미경 사진이며, 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막의 나노 경도를 측정한 도면이고, 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막의 밀착력 시험결과를 나타내는 도면, 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막의 전자현미경 표면 사진이다.

이를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막은 도 2의 과정에 의해 코팅된 상기 TiAlSiN 층을 형성하게 되는 바, 본 실시예에서의 상기 Ti 타겟(11)에 인가되는 코팅전위는 18V이며, 코팅전류는 45A이고, AlSi 타겟(13)에 인가하는 코팅전위는 19V이고, 코팅전류는 35A를 적용하였다.

또한, 증착온도는 300℃, 바이어스 전압은 -150V를 사용하여 한시간 증착을 행하여 얻어진 TiAlSiN 박막의 파단면을 FE-SEM으로 촬영하여 도 3에 나타내었다. 도 3을 분석해보면 해당 TiAlSiN 박막의 파단면은 무정형으로 되어 있는 것을 알 수 있었다.

또한, TiAlSiN 박막의 Ti, Al, Si, N의 함량비는 Ti 50.03, Al 32.50, N 14.20, Si 3.03(wt.%) 정도였으며, 불순물로서의 산소함량은 0.24% 정도였다.

한편, TiAlSiN 박막의 경도는 나노인덴터로 측정한 결과를 도 4에 나타낸 바, 그 TiAlSiN 박막의 경도는 49GPa를 나타낼 정도로 초고경도화가 되었음을 알 수 있었다. 또한, 도 5에는 스크래치 테스터를 사용하여 상기 TiAlSiN 박막의 밀착력을 측정한 결과 52N의 임계하중을 얻었다.

또, 도 6은 상기 TiAlSiN 박막을 전자현미경으로 촬영한 이미지인 바, 해당 이미지를 살펴보면 10nm의 나노 미세구조를 갖고 있음을 알 수 있었다.

또한, 본 발명의 실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착방법은 TiAlSi 복합타겟을 아크소스에 설치하여 질소 가스를 주입하면서 아크방전을 유기하여 플라즈마를 형성하여 피처리물의 표면에 TiAlSiN 코팅층을 형성하도록 하는 경우에도 도 4, 5, 6에 도시된 결과치와 대동소이한 초고경도의 코팅박막을 얻을 수 있었으며, 본 발명의 실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착방법은 바이어스 전압, 챔버 내부의 온도 등의 해당 설정 범위에서 다소 허용 에러치를 감안하여 가변될 수도 있다.

한편, 본 발명의 실시예에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착방법은 단지 상기한 실시예에 한정되는 것이 아니라 그 기술적 요지를 이탈하지 않는 범위내에서 다양한 변경이 가능하다.

발명의 효과

상기한 바와 같이, 본 발명에 따른 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착방법은 Ti 타겟에 인가되는 코팅 전위는 18V이며, 코팅전류는 45A이고, AlSi 타겟에 인가하는 코팅전위는 19V이고, 코팅전류는 35A가 되도록 하여 음극아크증착을 실시한 결과, 초고경도의 코팅박막을 얻게 되었다는 잇점이 있으며, 실제로 초경 엔드밀에 적용하여 절삭시험한 결과 TiAlN에 비해 5배의 경도를 얻게 된 장점이 있었다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착을 위한 음극아크 증착공정은 크게 Ti타겟과 AlSi 타겟 혹은 TiAlSi 타겟을 설치하는 타겟설치과정과;

상기 타겟들 및 피처리물이 설치된 챔버 내부의 진공도를 $10^{-5} \sim 10^{-7}$ Torr로 낮춰 상기 챔버 내부의 공기를 제거하는 과정과;

상기 챔버로 불활성 가스를 주입하여 상기 챔버 내부의 진공도를 $10^{-1} \sim 10^{-3}$ Torr로 세팅하여 피처리물 표면을 세정하는 플라즈마 클리닝 과정과;

질소를 챔버에 유입시킨 후 아크소스에 전류를 인가하여 플라즈마를 형성하고 바이어스 전압을 인가하여 TiAlSiN 층을 형성하는 과정으로 이루어진 것을 특징으로 하는 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 플라즈마 클리닝 과정은 에칭전위는 310~320V, 에칭전류는 0.6A가 되도록 하며, 약 10분간 클리닝을 위한 에칭이 수행되도록 하는 것을 특징으로 하는 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착방법.

청구항 3.

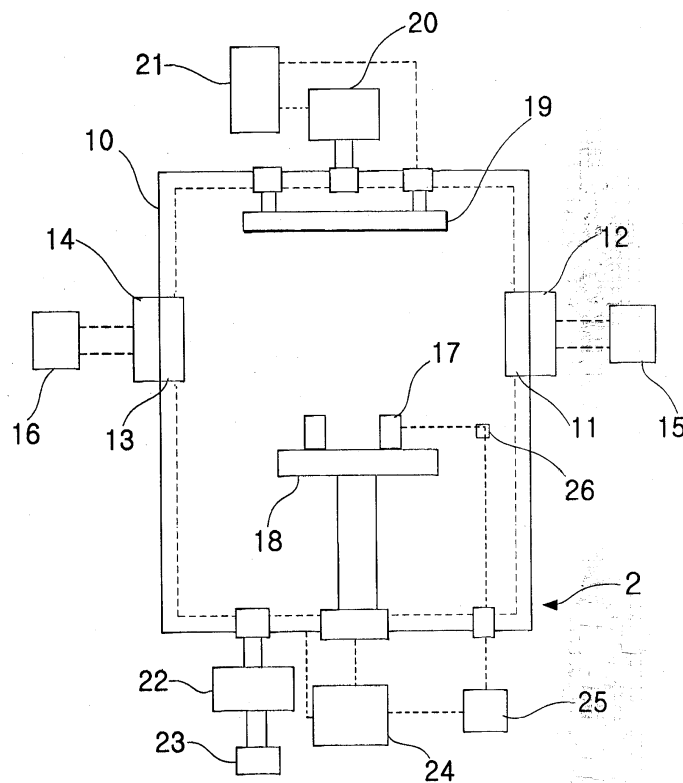
제 1 항에 있어서, 상기 Ti 타겟에 공급되는 전위 및 전류는 14~22V, 35~55A 이며, AlSi 타겟에 공급되는 전위 및 전류는 15~23V, 25~55A 인 것을 특징으로 하는 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착방법.

청구항 4.

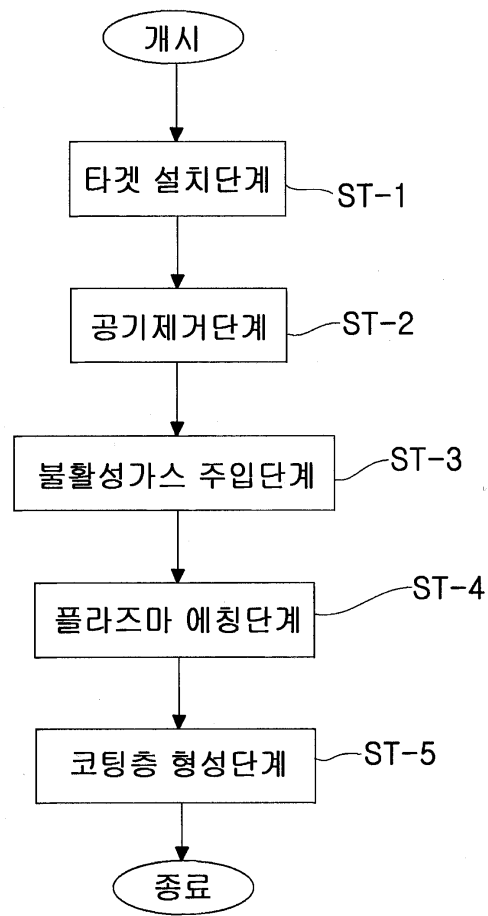
제 1 항에 있어서, 상기 Ti 타겟 및 AlSi 타겟의 피처리물에 대한 증착온도는 200~450℃인 것을 특징으로 하는 음극아크증착을 이용한 초고경도 TiAlSiN 박막 증착방법.

도면

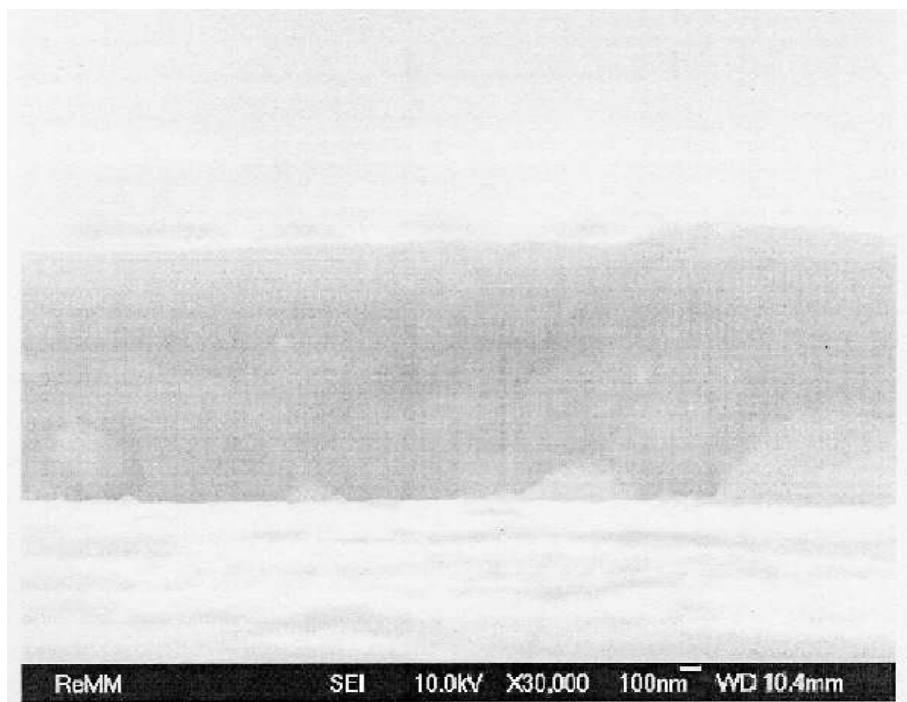
도면1



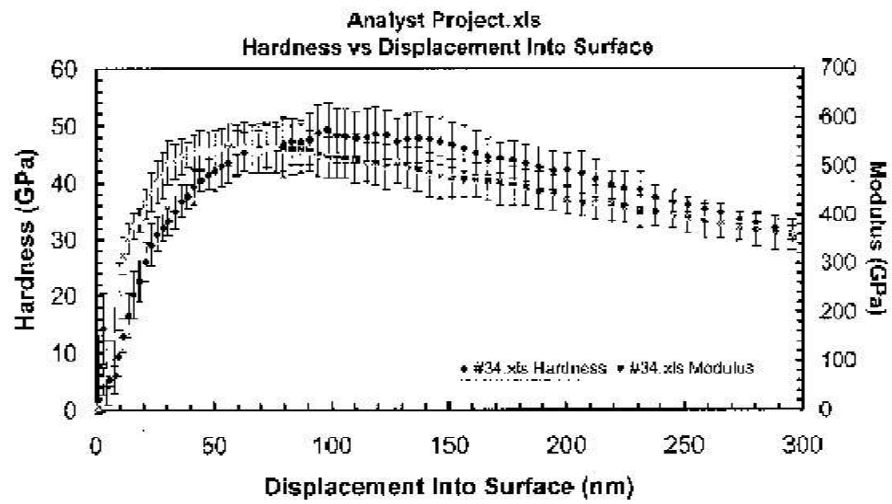
도면2



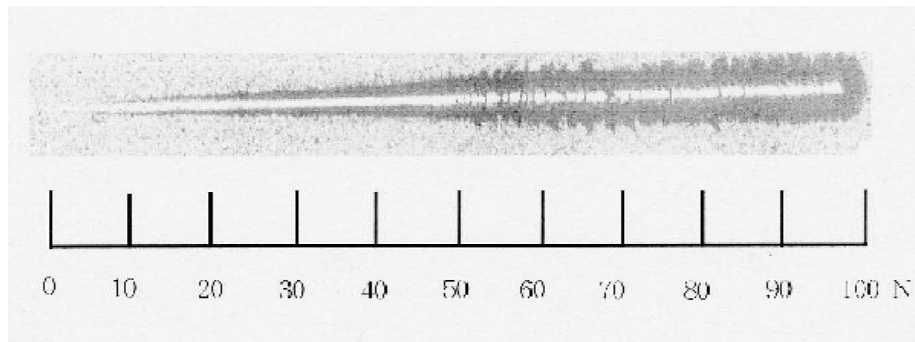
도면3



도면4



도면5



도면6

