



- (51) 국제특허분류:
B22F 3/105 (2006.01) C04B 35/64 (2006.01)
B23H 7/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/000232
- (22) 국제출원일: 2013년 1월 11일 (11.01.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2012-0158355 2012년 12월 31일 (31.12.2012) KR
10-2013-0002735 2013년 1월 10일 (10.01.2013) KR
- (71) 출원인: 부산대학교 산학협력단 (PUSAN NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 609-735 부산시 금정구 부산대학로길 63 번길 2, Busan (KR).
- (72) 발명자: 강명창 (KANG, Myung Chang); 609-705 부산시 금정구 중앙대로 1617-12 푸르지오 101-2301, Busan (KR). 김광호 (KIM, Kwang Ho); 612-885 부산시 해운대구 마린시티 1로 91 두산위브 포세이돈 아파트 101동 2803호, Busan (KR). 허재영 (HEO, Jae Yeong); 607-803 부산시 동래구 온천천로 41 블루타운 503호, Busan (KR). 성진우 (SUNG, Jin Woo); 682-809 울산시 동구 남목 7길 36 우주아파트 3동 316호, Ulsan (KR).

- (74) 대리인: 주은희 (JOO, EunHeui); 135-839 서울시 강남구 테헤란로 64길 (대치동 890-54) 풀림아이원레몬 811B, Seoul (KR).

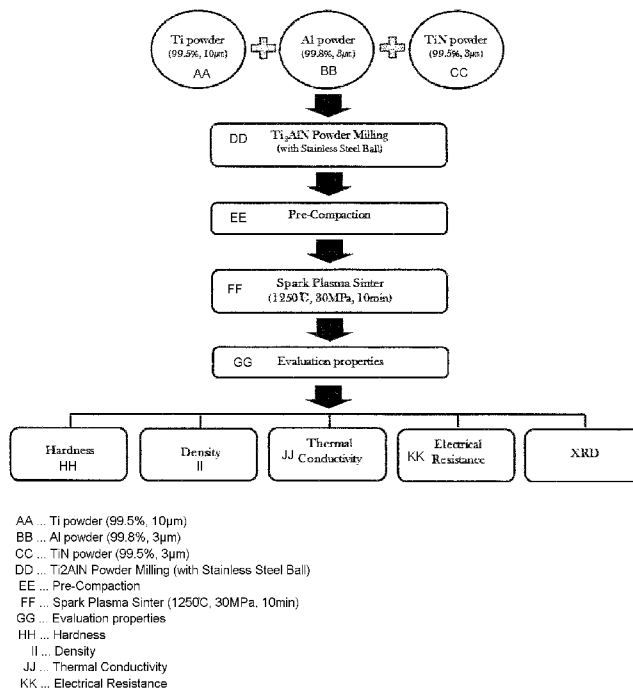
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR PREPARING Ti_2AlN BULK MATERIAL AND MICRO ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING METHOD

(54) 발명의 명칭: Ti_2AlN 벌크소재의 제조방법 및 마이크로 방전가공 방법



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a MAX phase Ti_2AlN bulk material and a micro machining method for said material. The present invention proposes a method for preparing MAX phase Ti_2AlN bulk material by mixing and synthesizing titanium (Ti) powder, Aluminum (Al) powder and titanium nitride (TiN) powder by the ratio of Ti:Al:TiN=1:1:1 by means of an attrition milling machine, and plasma sintering the synthesized powder using a discharge plasma sintering furnace. The present invention also proposes a machining method which applies micro electrical discharge machining to the prepared Ti_2AlN material so as to quickly perform a machining process for a high precision micro structure having a diameter of several tens to several hundreds μm .

(57) 요약서: 본 발명은 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재를 제공하고, 그에 대한 미세 가공을 제공하고자 한다. 본 발명은, 티타늄(Ti), 알루미늄(Al) 그리고 질화티탄(TiN) 분말을 Ti:Al:TiN=1:1:1의 비율로 마멸 밀링기(attrition milling machine)에서 혼합 및 합성하고, 합성된 분말은 방전 플라즈마 소결로를 이용하여 플라즈마 소결하여 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재를 제조하는 방법을 제시하며, 제조된 Ti_2AlN 벌크소재에, 마이크로 방전가공을 적용해 수십 내지 수백 μm 직경을 갖는 미세형상 가공을 고정밀도를 갖는 동시에 신속하게 실시할 수 있는 가공방법을 제시하였다.



규칙 4.17 에 의한 선언서:

— 신규성을 해치지 아니하는 개시 또는 신규성 상실의
예외에 관한 선언 (규칙 4.17(v))

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: Ti_2AlN 벌크소재의 제조방법 및 마이크로 방전가공 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 Ti, Al 그리고 TiN의 각각의 파우더를 혼합 및 합성하여 스파크 플라즈마 소결(spark plasma sintering, SPS)법을 이용하여 MAX 상(Phases)을 가지는 Ti_2AlN 벌크소재를 제조하는 방법에 관한 것이며, 그에 따라 제조된 소재에 대하여 수백에서 수십 마이크로 단위의 미세형상을 가공하는 마이크로 방전 가공 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 기존의 티타늄 합금은 다른 금속재료에 비하여 비강도 높고, 열 저항과 내식성이 우수하여 내연기관 부품과 같은 고온구조용 부품으로 많이 활용되고 있다. 대한민국특허공개제 10-2011-0131686호 등의 특허공개공보에서 이러한 $TiAlN$ 소재에 대해 코팅 막으로 제조하는 방법을 개시하나 벌크소재를 만드는 방법은 아직 알려져 있지 않다. 즉, MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재의 대한 연구는 전무한 상태이며 최근 Ti_2AlN 의 코팅에 관한 연구가 상기 공보에서처럼 간혹 보고되고 있다.
- [3] 또한, 이러한 티타늄 합금 소재는 화학적으로 활성이 큰 금속이므로 절삭가공 시, 공구수명을 단축시키는 단점과 방전가공 시, 낮은 전기전도율에 의해 가공시간이 오래 걸리고, 저 열전도율로 인해 벌크 소재가 타는 현상이 발생 되는 문제점이 있다. 현재까지 티타늄합금은 고온구조용 부품 소재로 다양한 산업분야에 적극 활용되고 있지만 절삭가공 시, 공구마모가 심하며, 방전가공 시, 가공효율이 떨어지는 단점을 극복하지 못하고 있다. 특히 항공기 터빈블레이드의 냉각 홀과 같은 미세하고 깊은 홀을 가공하는데 어려움이 많다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 따라서, 본 발명의 목적은 기존 티타늄합금의 장점은 유지하면서 세라믹의 우수한 내열성과 내마모성을 동시에 가지는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재의 제조방법을 제공하고자 하는 것이다.
- [5] 본 발명의 또 다른 목적은 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재의 가공성을 향상시키기 위해 마이크로 방전드릴링을 이용하여 기존의 전통적 가공방법인 절삭가공을 비전통적 가공방법인 방전가공(Electrical Discharge Machining, EDM)으로 대체하고자 하는 것이다. 즉, 본 발명은 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재에 대하여 수백에서 수십 마이크로 단위의 미세형상 가공을 위하여 마이크로 방전 드릴링 장비를 이용하여 적절한 가공조건을 제시하고자 하는 것이다.

과제 해결 수단

- [6] 상기 목적에 따라 본 발명은 티타늄(Ti), 알루미늄(Al) 그리고 질화티탄(TiN) 분말을 원료로 하여 밀링과 스파크 플라즈마 소결법에 의해 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재를 제조하는 방법을 제공한다.
- [7] 즉, 본 발명은, Ti, Al와 TiN의 분말을 혼합하여 혼성 분말을 합성하고,
- [8] 상기 혼성 분말을 금형에서 압축시킨 후, 압축체를 방전 플라즈마 소결로에서 플라즈마 소결하는 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 제조방법을 제공한다.
- [9] 또한, 본 발명은, 상기에 있어서, 상기 플라즈마 소결 단계는, 0.1 내지 0.5Pa 진공도에서 1000 내지 1500 °C 온도로 하여 진행되는 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 제조방법.
- [10] 또한, 본 발명은, 상기에 있어서, 상기 플라즈마 소결 단계에서 소결체에 기계적인 압력을 10 내지 50MPa로 가하는 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 제조방법을 제공한다.
- [11] 또한, 본 발명은, 상기에 있어서, 상기 혼성 분말의 합성은 마멸 밀링기 또는 믹서로 혼합하며, 혼합하는 동안 믹싱 챔버에 비활성 가스를 채워 혼성 파우더의 산화를 방지하는 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 제조방법을 제공한다.
- [12] 또한, 본 발명은, 상기에 있어서, 상기 믹싱 챔버 안에 다수의 스테인리스스틸 볼(stainless steel ball)을 넣어 혼합 효율을 높이는 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 제조방법을 제공한다.
- [13] 또한, 본 발명은, 상기에 있어서, MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재에 마이크로 방전 가공을 적용하여 가공하는 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 가공방법을 제공한다.
- [14] 또한, 본 발명은, 상기 방전가공에서, 인가 전압은 50 내지 70V, 인가 전류는 펄스 전류로 1 내지 75 A로 하여 가공하는 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 가공방법을 제공한다.
- [15] 또한, 본 발명은, 상기 펄스 전류는 2 내지 4단의 피크 전류로, On time이 10~20 μ s, Off time이 10~50 μ s 이고, 가공시간은 15 내지 40초인 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 가공방법을 제공한다.
- [16] 또한, 본 발명은, 상기 마이크로 방전 가공은 5 내지 500 μ m 수준의 2D(Dimension), 2.5D(Dimension), 3D(Dimension) 미세형상 또는 미세홀(hole)을 형성하는 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 가공방법을 제공한다.
- [17] 또한, 본 발명은, 상기의 가공방법에 의해 제조된 것을 특징으로 하는 내열성 및 내마모성 부품을 제공할 수 있다.

발명의 효과

[18] 본 발명에 따르면, 금속과 비금속의 장점을 동시에 가지는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재를 제조하여 기존의 티타늄합금 소재를 대체할 수 있다.

[19] 뿐만 아니라, Ti_2AlN 벌크소재의 우수한 열전도도와 전기전도도를 활용하여 마이크로 방전드릴링을 이용함에 따라 일반 기계가공으로는 실시할 수 없는 5 내지 500 μm 수준의 미세 형상 가공 및 미세홀 가공 등이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

[20] 도 1은 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재를 제조하기 위한 일련의 과정을 나타내는 순서도 이다.

[21] 도 2는 기존의 벌크소재인 Ti6242, Al_2O_3 와 본 발명의 Ti_2AlN 의 물성을 대비한 테이블 도이다.

[22] 도 3은 본 발명의 Ti_2AlN 벌크 소재에 대한 마이크로 방전 가공의 조건들을 정리한 테이블 도이다.

[23] 도 4는 기존의 벌크소재인 Ti6242 와 본 발명의 Ti_2AlN 의 가공시간을 대비한 그래프들이다.

[24] 도 5는 본 발명의 Ti_2AlN 의 마이크로 방전 가공을 실시하는 장치의 개략적인 구성도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[25] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 첨부도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[26] 먼저, Ti(99.5% purity, 10 μm), Al(99.8% purity, 3 μm)와 TiN(99.5% purity, 3 μm)의 분말을 Ti:Al:TiN=1:1:1의 비율로 마멸 밀링기(attrition milling machine)에서 200rpm의 회전속도로 1.5시간 동안 혼합하여 합성하였다. 합성하는 동안 믹싱 챔버(mixing chamber)는 먼저 진공상태에서 혼합된 파우더를 산화로부터 보호하기 위해 아르곤(Ar)가스를 채웠으며 혼합 효율을 높이기 위해 5mm 직경의 스테인레스스틸 볼(stainless steel ball)을 챔버 안에 넣었다. 합성된 분말은 직경 30mm의 흑연금형에 넣어 미리 눌러 압축시킨 다음 방전 플라즈마 소결로를 이용하여 소결하였다. 샘플은 인가전류를 조절하면서 0.1 내지 0.5Pa, 바람직하게는, 0.3Pa 진공 속에서 20분보다 적은 시간 동안 1000 내지 1500°C, 바람직하게는 1250°C까지 가열하였다. 다음, 기계적인 압력을 10 내지 50 MPa, 바람직하게는 30MPa로 가하여, 10분 정도 유지시키며 소결과정을 진행한다. 따라서 소결온도 1250°C, 기계적 압력 30MPa, 10분 정도 가압을 유지시켜 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재를 제조하였다. 제조된 소재는 경도, 밀도, 열전도도와 전기전도도를 측정하여 기존의 티타늄합금(Ti6242)과 재료적 특성을 비교하였다.

[27] 도 2에 도시된 테이블은 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재와 Ti6242 그리고 Al_2O_3 의 재료적 특성평가에 대한 데이터를 보여준다. 이는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재와 기존의 티타늄합금(Ti6242)의

가공성을 비교하기 위한 것과 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재의 적절한 가공조건을 선정하기 위한 것이다. Al_2O_3 는 세라믹으로서 비전도성 성질을 지니므로 방전가공이 불가능하다.

- [28] 본 발명은 제조된 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재의 가공성을 비교 및 평가하기 위해 기존의 티타늄합금(Ti6242)과 대비하여 가공시간에 대하여 알아보았다. 또한 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재의 적절한 방전가공조건을 알아보기 위해 다구찌 실험방법을 이용하여 마이크로 방전 드릴링 장비로 제어 인자(전압, 피크 전류, On time, Off time)를 조절하며 적절한 방전가공조건을 산출하였다.
- [29] 도 3에 도시된 테이블에는 기본적인 가공조건을 제시하며, 이를 바탕으로 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재와 기존의 티타늄합금(Ti6242)의 가공성을 비교하기 위해 혼합직교배열표 $L_{18}(2^1 \times 3^7)$ 을 이용하여 실험을 실시하였다. 도 5의 마이크로 방전 드릴링 장비를 이용하여 방전 가공을 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.
- [30] 즉, 모든 제어인자에서 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재가 종래 티타늄합금(Ti6242)에 비하여 가공시간이 약 2배 정도 빠르게 나타났다.
- [31] 또한, MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재의 적절한 가공조건을 선정하기 위하여 혼합직교배열표 $L_{18}(2^1 \times 3^7)$ 에 의한 실험결과를 바탕으로 다구찌 방법을 사용하였다. 그 결과 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재의 적절한 가공조건은, 전압 50 내지 70V, 더욱 바람직하게는 60V, 2 내지 4단의 피크 전류, 10~20 μs 의 On time, 10~50 μs 의 Off time 인 것으로 나타났으며 그와 같은 조건으로 가공한 결과 가공시간은 15 내지 40초, 평균 26초로 나타났다. 이는 매우 신속한 가공에 해당하며, 도 4는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재와 Ti6242의 가공시간에 대한 대비를 보여준다. 참고로 방전가공장치는 한국NSD-200을 사용하였다.
- [32] 따라서 본 발명의 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재에 대한 마이크로 방전가공은 수 내지 수백 μm 수준, 즉, 5 내지 500 μm 수준의 2D(Dimension), 2.5D(Dimension), 3D(Dimension) 미세형상 또는 미세홀(hole)을 매우 높은 생산성 및 우수한 가공형상과 치수정밀도로 실시할 수 있게 한다.
- [33]
- [34] 본 발명의 권리는 위에서 설명된 실시예에 한정되지 않고 청구범위에 기재된 바에 의해 정의되며, 본 발명의 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 청구범위에 기재된 권리범위 내에서 다양한 변형과 개작을 할 수 있다는 것은 자명하다.

발명의 실시를 위한 형태

- [35] 본 발명은 다음과 같이 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재를 제조한다.
- [36] Ti, Al와 TiN의 고순도 분말을 혼합하여 밀링기 또는 믹서에 넣어 혼성 분말을 만든다. 본 실시예에서는 마멸 밀링기(attrition milling machine)를 사용하였다.
- [37] 혼성 분말을 만드는 과정은, 진공상태에서 혼합된 파우더를 산화로부터

보호하기 위해 비활성 가스 분위기하에서 실시되며, 혼합 효율을 높이기 위해 다수의 스테인레스스틸 볼(stainless steel ball)을 챔버 안에 넣을 수 있다.

- [38] 본 실시예에서는 아르곤(Ar)가스를 채웠으며 5mm 직경의 스테인레스스틸 볼(stainless steel ball)을 챔버 안에 넣었다. 합성된 분말은 금형에 넣어 미리 눌러 압축시킨 다음 방전 플라즈마 소결로를 이용하여 소결한다.
- [39] 소결로 내 압력은 진공도를 0.1 내지 0.5Pa로 하고, 1000 내지 1500°C 온도로 하여 생성된 플라즈마에 의해 20 분 이내로 플라즈마 소결을 실시한다. 이때 기계적인 가압체로 10 내지 50 MPa로 1가압하여 준다.
- [40] 이와 같은 과정을 통해 제조된 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재의 경도, 밀도, 열전도도와 전기전도도 등의 물성을 측정 분석하여 보고, 마이크로방전 가공조건을 모색한다.
- [41] 즉, MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재의 적절한 방전가공조건을 알아보기 위해 다구찌 실험방법을 이용하여 마이크로 방전 드릴링 장비로 제어 인자(전압, 피크 전류, On time, Off time)를 조절하며 적절한 방전가공조건을 산출하였다.
- [42] 그 결과 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재의 적절한 가공조건은, 전압 50 내지 70V, 펄스 전류 1 내지 75 A, 바람직하게는, 2 내지 4단의 피크 전류로, 10~20 μ s의 On time, 10~50 μ s의 Off time인 것으로 나타났으며 그와 같은 조건으로 가공한 결과 가공시간은 15 내지 40초로 나타나 매우 신속한 가공이 가능하였고 가공형상 및 치수정밀도가 향상되었다.

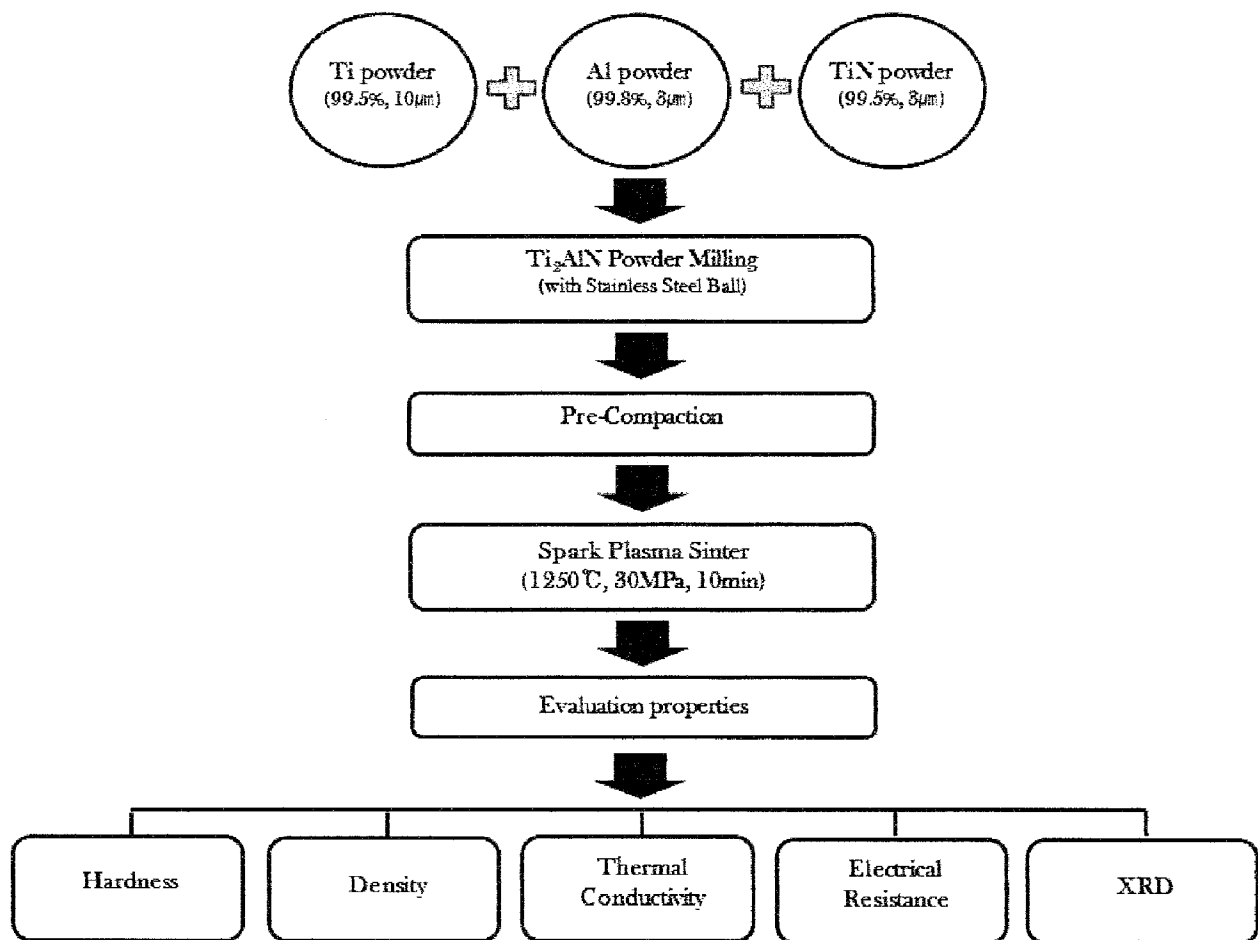
산업상 이용가능성

- [43] 본 발명의 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재는 고온에 대한 내식성이 요구되는 내열성 및 내마모성 부품, 즉, 항공기 부품, 자동차 부품, 전력, 화학플랜트, 해양·토목, 의료·복지, 내연기관 부품 등에 널리 이용될 수 있으며, 본 발명의 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재에 대한 마이크로방전가공 방법은 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재에 미세 요철이나 미세 노즐 등 다양한 미세형상을 형성할 수 있어 상기와 같은 부품들의 미세가공이 필요한 분야에 널리 적용될 수 있다.
- [44]
- [45]

청구범위

- [청구항 1] Ti, Al와 TiN의 분말을 혼합하여 혼성 분말을 합성하고, 상기 혼성 분말을 금형에서 압축시킨 후, 압축체를 방전 플라즈마 소결로에서 플라즈마 소결하는 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 제조방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 플라즈마 소결 단계는, 0.1 내지 0.5Pa 진공도에서 1000 내지 1500 °C 온도로 하여 진행되는 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 제조방법.
- [청구항 3] 제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 플라즈마 소결 단계에서 소결체에 기계적인 압력을 10 내지 50MPa로 가하는 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 제조방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 혼성 분말의 합성은 마멸 밀링기 또는 믹서로 혼합하며, 혼합하는 동안 믹싱 챔버에 비활성 가스를 채워 혼성 파우더의 산화를 방지하는 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 제조방법.
- [청구항 5] 제1항 또는 제4항에 있어서, 상기 믹싱 챔버 안에 다수의 스테인리스스틸 볼(stainless steel ball)을 넣어 혼합 효율을 높이는 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 제조방법.
- [청구항 6] 제1항의 제조방법에 의해 제조된 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재에 마이크로 방전 가공을 적용하여 가공하는 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 가공방법.
- [청구항 7] 제6항에 있어서, 상기 방전가공에서, 인가 전압은 50 내지 70V, 인가 전류는 펄스 전류로 1 내지 75 A로 하여 가공하는 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 가공방법.
- [청구항 8] 제7항에 있어서, 상기 펄스 전류는 2 내지 4단의 피크 전류로, On time이 10~20 μ s, Off time이 10~50 μ s이고, 가공시간은 15 내지 40초인 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 가공방법.
- [청구항 9] 제6항에 있어서, 상기 마이크로 방전 가공은 5 내지 500 μ m 수준의 2D(Dimension), 2.5D(Dimension), 3D(Dimension) 미세형상 또는 미세홀(hole)을 형성하는 것을 특징으로 하는 MAX 상(Phases) Ti_2AlN 벌크소재 가공방법.
- [청구항 10] 제6항의 가공방법에 의해 제조된 것을 특징으로 하는 내열성 및 내마모성 부품.

[Fig. 1]



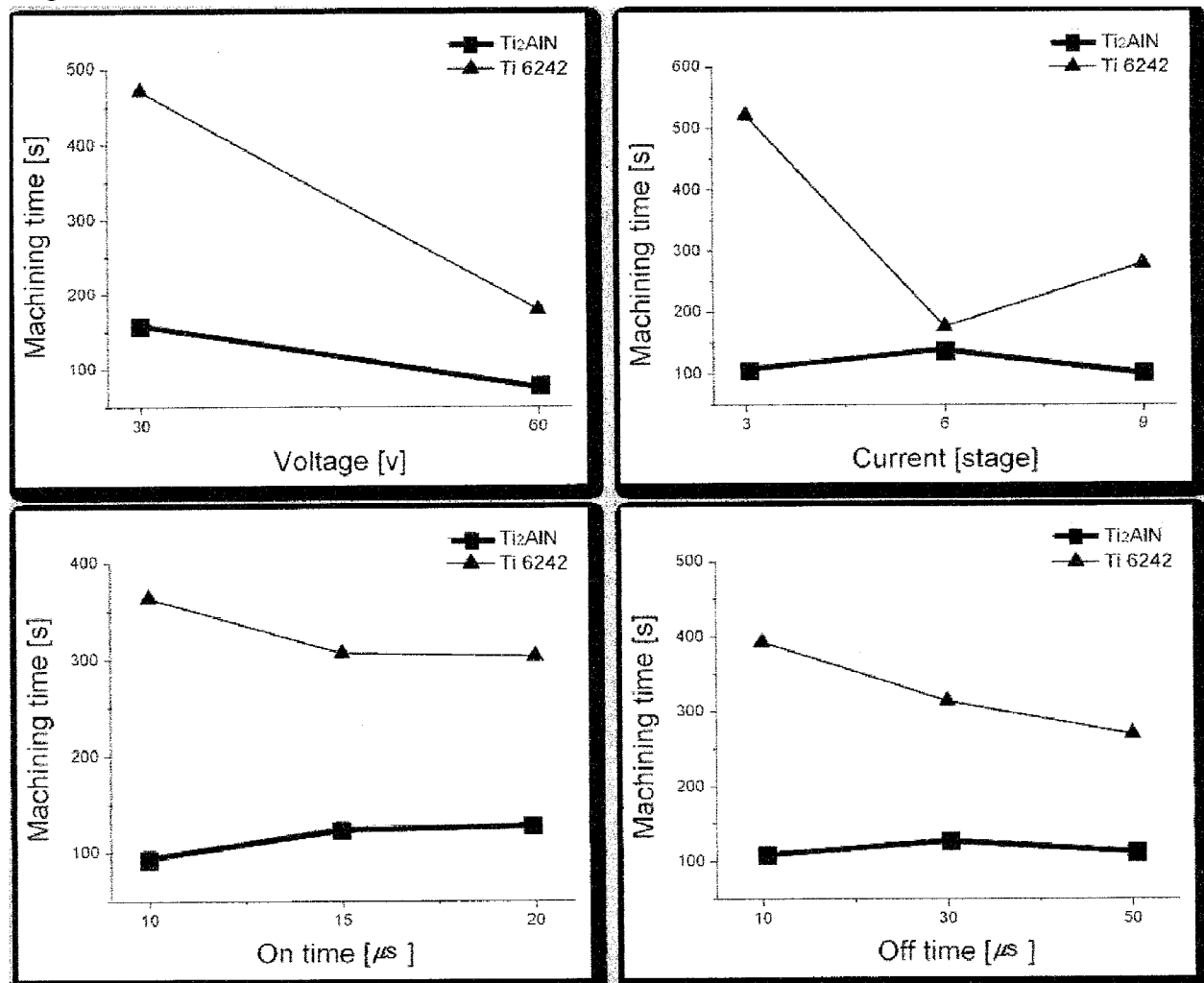
[Fig. 2]

Properties	Ti 6242	Ti ₂ AlN	Al ₂ O ₃
Hardness (GPa)	3~4	6~6.5	21
Density (g/cm ³)	4.50	4.20~4.40	3.9~4
Melting point (°C)	1668	2200~2600	2072
Electrical resistivity (μΩ.cm)	42	28~40	>10 ¹⁷
Thermal conductivity (W/m.K)	21.9	48~60	28~35

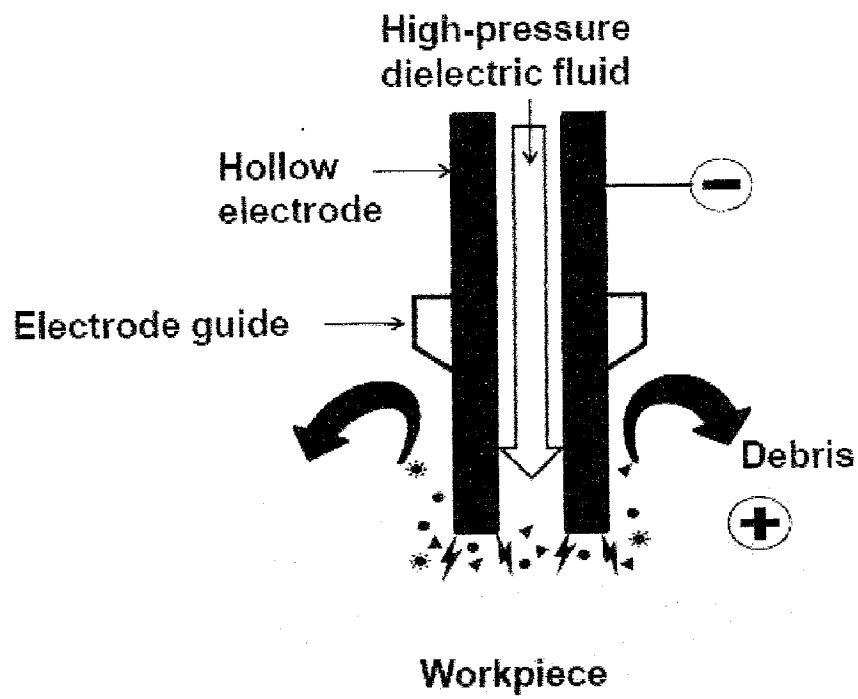
[Fig. 3]

Electrode	Material	Copper, Brass, W, WC
	Thermal conductivity	401 W/(m · K)
	Out × Inner diameter	ø300μm × ø100μm
	Length	300mm
Workpiece	Materials	Ti6242, Ti ₂ AlN
	Thickness	1.2mm
Control factors	Voltage	30V, 60 V (30~60)
	Current	3, 6, 9 stage (3~9)
	On time	10, 15, 20 μs (10~20)
	Off time	10, 30, 50 μs (10~50)

[Fig. 4]



[Fig. 5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/000232**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****B22F 3/105(2006.01)i, B23H 7/00(2006.01)i, C04B 35/64(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B22F 3/105; C04B 35/64; C22C 14/00; C04B 35/584; B82B 3/00; C04B 35/58; C23C 14/32; C22C 29/16; C04B 35/626; B22F 3/15; B23H 7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: electrical discharge machining, powder, mixing, TiN, Ti2AlN, bulk, bulk, sintering, SPS, plasma sintering, discharge, spark, spark, plasma, electric, machining

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-131493 A (DOSHISHA) 31 March 2007 See paragraphs [0011], [0014], [0016]; claims 1-5.	1-5
A		6-10
Y	JP 2010-236060 A (HITACHI TOOL ENGINEERING LTD.) 21 October 2010 See abstract; paragraph [0043]; claims 1, 6, 8, 9.	1-5
A	KR 10-2011-0093504 A (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 18 August 2011 See paragraphs [0028]-[0030], [0034]; claim 9.	1-10
A	JP 08-225879 A (AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL) 03 September 1996 See abstract; paragraph [0008]; claim 1.	1-10
A	JP 2000-154064 A (SUMITOMO ELECTRIC IND., LTD.) 06 June 2000 See abstract; claim 6.	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

03 JULY 2013 (03.07.2013)

Date of mailing of the international search report

03 JULY 2013 (03.07.2013)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/000232

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1 to 5 pertain to a method for manufacturing Ti2AlN bulk material,
Claims 6 to 10 pertain to a method for electric discharge machining Ti2AlN bulk material.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2013/000232

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2007-131493 A	31.05.2007	JP 5093433 B2	12.12.2012
JP 2010-236060 A	21.10.2010	JP 5051168 B2	17.10.2012
KR 10-2011-0093504 A	18.08.2011	KR 10-1195066 B1	29.10.2012
JP 08-225879A	03.09.1996	JP 2735152 B2	02.04.1998
JP 2000-154064 A	06.06.2000	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B22F 3/105(2006.01)i, B23H 7/00(2006.01)i, C04B 35/64(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B22F 3/105; C04B 35/64; C22C 14/00; C04B 35/584; B82B 3/00; C04B 35/58; C23C 14/32; C22C 29/16; C04B 35/626; B22F 3/15; B23H 7/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 방전가공, 분말, 혼합, TiN, Ti₂AlN, 벌크, bulk, 소결, SPS, 플라즈마 소결, 방전, 스파크, spark, plasma, electric, machining

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	JP 2007-131493 A (DOSHISHA) 2007.05.31 단락 [0011],[0014],[0016]; 청구항 1-5 참조.	1-5
A		6-10
Y	JP 2010-236060 A (HITACHI TOOL ENGINEERING LTD.) 2010.10.21 요약; 단락 [0043]; 청구항 1,6,8,9 참조.	1-5
A	KR 10-2011-0093504 A (한국과학기술원) 2011.08.18 단락 [0028]-[0030],[0034]; 청구항 9 참조.	1-10
A	JP 08-225879 A (AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL) 1996.09.03 요약; 단락 [0008]; 청구항 1 참조.	1-10
A	JP 2000-154064 A (SUMITOMO ELECTRIC IND., LTD.) 2000.06.06 요약; 청구항 6 참조.	1-10

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2013년 07월 03일 (03.07.2013)

국제조사보고서 발송일

2013년 07월 03일 (03.07.2013)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

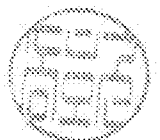
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 82-42-472-7140

심사관

송호근

전화번호 82-42-481-5580



제2기재란 일부 청구항을 조사할 수 없는 경우의 의견(첫 번째 용지의 2의 계속)

PCT 제17조(2)(a)의 규정에 따라 다음과 같은 이유로 일부 청구항에 대하여 본 국제조사보고서가 작성되지 아니하였습니다.

1. ☐ 청구항:
이 청구항은 본 기관이 조사할 필요가 없는 대상에 관련됩니다. 즉,
2. ☐ 청구항:
이 청구항은 유효한 국제조사를 수행할 수 없을 정도로 소정의 요건을 충족하지 아니하는 국제출원의 부분과 관련됩니다. 구체적으로는,
3. ☐ 청구항:
이 청구항은 종속청구항이나 PCT규칙 6.4(a)의 두 번째 및 세 번째 문장의 규정에 따라 작성되어 있지 않습니다.

제3기재란 발명의 단일성이 결여된 경우의 의견(첫 번째 용지의 3의 계속)

본 국제조사기관은 본 국제출원에 다음과 같이 다수의 발명이 있다고 봅니다.

청구항 1-5는 Ti₂AlN 벌크소재를 제조하는 방법에 관한 것이고,
청구항 6-10는 Ti₂AlN 벌크소재를 방전가공하는 방법에 관한 것이다.

1. ☐ 출원인이 모든 추가수수료를 기간 내에 납부하였으므로, 본 국제조사보고서는 모든 조사 가능한 청구항을 대상으로 합니다.
2. ☒ 추가수수료 납부를 요구하지 않고도 모든 조사 가능한 청구항을 조사할 수 있었으므로, 본 기관은 추가수수료 납부를 요구하지 아니하였습니다.
3. ☐ 출원인이 추가수수료의 일부만을 기간 내에 납부하였으므로, 본 국제조사보고서는 수수료가 납부된 청구항만을 대상으로 합니다. 구체적인 청구항은 아래와 같습니다.
4. ☐ 출원인이 기간 내에 추가수수료를 납부하지 아니하였습니다. 따라서 본 국제조사보고서는 청구범위에 처음 기재된 발명에 한정되어 있으며, 해당 청구항은 아래와 같습니다.

이의신청에
관한 기재

- ☐ 출원인의 이의신청 및 이의신청료 납부(해당하는 경우)와 함께 추가수수료가 납부되었습니다.
- ☐ 출원인의 이의신청과 함께 추가수수료가 납부되었으나 이의신청료가 보정요구서에 명시된 기간 내에 납부되지 아니하였습니다.
- ☐ 이의신청 없이 추가수수료가 납부되었습니다.

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2007-131493 A	2007.05.31	JP 5093433 B2	2012.12.12
JP 2010-236060 A	2010.10.21	JP 5051168 B2	2012.10.17
KR 10-2011-0093504 A	2011.08.18	KR 10-1195066 B1	2012.10.29
JP 08-225879A	1996.09.03	JP 2735152 B2	1998.04.02
JP 2000-154064 A	2000.06.06	없음	