

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2018년 4월 5일 (05.04.2018)

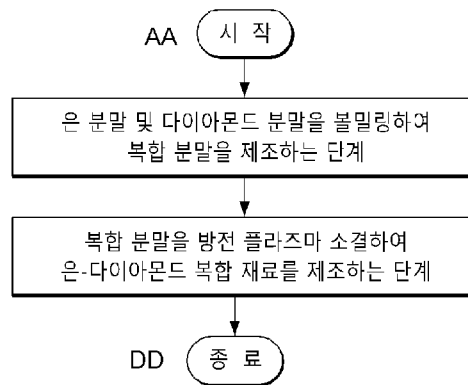


(10) 국제공개번호
WO 2018/062872 A1

- (51) 국제특허분류: **B22F 3/105** (2006.01) **B22F 9/04** (2006.01)
B22F 1/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/010758
- (22) 국제출원일: 2017년 9월 27일 (27.09.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2016-0125141 2016년 9월 28일 (28.09.2016) KR
- (71) 출원인: 부경대학교 산학협력단 (PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 48547 부산시 남구 신선로 365(용당동, 부경대학교), Busan (KR).
- (72) 발명자: 권한상 (KWON, Han Sang); 48275 부산시 수영구 광안해변로 459-5, 402호(민락동, 화인아트빌리지), Busan (KR).
- (74) 대리인: 김정수 (KIM, Jung Su); 05543 서울시 송파구 올림픽로 360, 5층(방이동), 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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.

(54) Title: SPARK PLASMA SINTERING METHOD FOR PREPARING SILVER-DIAMOND COMPOSITE MATERIAL AND SILVER-DIAMOND COMPOSITE MATERIAL PREPARED BY SAME

(54) 발명의 명칭: 은-다이아몬드 복합 재료의 제조를 위한 방전플라즈마소결 방법 및 이에 의해 제조된 은-다이아몬드 복합 재료



AA ... Start

BB ... Step of preparing composite powder by ball-milling silver powder and diamond powder

CC ... Step of preparing silver-diamond composite material by spark plasma sintering the composite powder

DD ... End

(57) Abstract: The present invention provides a method for preparing a silver-diamond composite material, the method comprising the steps of: (a) preparing a composite powder by ball-milling silver powder and diamond powder; and (b) preparing a silver-diamond composite material by spark plasma sintering (SPS) the composite powder prepared in step (a). According to the method for preparing a silver-diamond composite material according to the present invention, a highly dense and uniform silver-diamond composite material can be easily prepared by ball-milling silver powder and diamond powder to prepare a composite powder having a uniform dispersion, and using a spark plasma sintering (SPS) process to process the prepared composite powder into a composite material in a short amount of time, and since the conductivity of the composite material may be controlled through a method of adjusting the content of silver powder as necessary, a material that can be utilized in various fields may be prepared. Also, the silver-diamond composite material prepared by the above-described method has excellent mechanical characteristics (density, Vicker's hardness, etc.), and thus, may be

[다음 쪽 계속]



(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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

applied to the manufacture of components used in various fields such as a vehicles, trains, ships, and aerospace, and in particular, may be effectively utilized in the manufacture of bushings or the like requiring high strength and wear resistance.

(57) 요약서: 본 발명은, (a) 은 분말 및 다이아몬드 분말을 불밀링하여 복합 분말을 제조하는 단계; (b) 상기 단계 (a)에서 제조한 복합 분말을 방전 플라즈마 소결(spark plasma sintering, SPS) 하여 은-다이아몬드 복합 재료를 제조하는 단계를 포함하는 은-다이아몬드 복합 재료의 제조방법을 제공한다. 본 발명에 따른 은-다이아몬드 복합 재료의 제조방법에 따르면, 은 분말 및 다이아몬드 분말을 불밀링하여 균일한 분산도를 갖는 복합 분말을 제조하고, 제조한 복합 분말을 방전 플라즈마 소결(spark plasma sintering, SPS) 공정을 이용해 단시간에 복합화합으로써 손쉽게 고밀도의 균질한 은-다이아몬드 복합 재료를 제조할 수 있으며, 은 분말의 함량을 조절하는 방법을 통해 필요에 따라 복합 재료의 전도성을 제어할 수 있어 다양한 분야에 활용가능한 소재를 제조할 수 있다. 또한, 상기한 방법에 의해 제조된 은-다이아몬드 복합 재료는 우수한 기계적 특성(밀도, 비커스 경도 등)을 나타내어 자동차, 열차, 선박, 우주항공 등의 다양한 분야의 부품제조에 적용이 가능하며, 특히, 고강도 및 내마모성이 요구되는 부싱류(bushing) 등의 제조에 효과적으로 활용될 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 은-다이아몬드 복합 재료의 제조를 위한 방전플라즈마소결 방법 및 이에 의해 제조된 은-다이아몬드 복합 재료

기술분야

- [1] 본 발명은 방전 플라즈마 소결 공정을 이용하여 은-다이아몬드 복합 재료를 제조하는 방법과 이에 의해 제조된 은-다이아몬드 복합 재료에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 은-다이아몬드 복합 재료(silver-diamond composite)는, 전도성이 뛰어나지만 강도가 약하고 밀도가 높은 은(Ag)과 내마모성과 경도는 매우 우수하지만 은(Ag) 비해 대략 3.5배 정도 가볍고 절연성을 나타내는 다이아몬드를 복합화하여 은이 갖는 우수한 전기적 특성에 다이아몬드가 갖는 기계적 특성이 복합화되어 강화된 복합소재이다. 상기한 은-다이아몬드 복합 재료는 뛰어난 열안정성을 가질 뿐만 아니라 반도체 및 세라믹보다 상대적으로 낮은 열팽창률을 나타내어 은-다이아몬드 복합 재료는 열제어 장치, 미세 전자 기기 또는 광전자 등에서 히트 싱크 및 히트 스프레더 등과 같은 열제어 장치에 적합한 특성을 보인다.
- [3] 종래에는 상기와 같은 은-다이아몬드 복합 재료를 제조하기 위해서, 용융된 질산은(silver nitrate)을 다이아몬드 입자의 표면에 코팅하거나, 다공성 은 입자(porous silver particles)에 다이아몬드 입자를 코팅하여 은-다이아몬드 복합 재료를 제조하여 왔으나, 상기한 방법들은 질산은을 용융온도까지 가열하거나, 다공성 구조의 은 입자를 만드는 등의 공정이 필수적으로 수반되어 제조공정이 복잡할 뿐만 아니라, 다이아몬드가 다른 물질과의 결합력이 약해 균일한 특성을 나타내는 복합 재료의 제조가 어려운 문제점이 있어 이를 보완할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다.
- [4] (특허문헌 01) 한국공개특허 제10-2009-0017020호 (공개일: 2009.02.18)
- [5] (특허문헌 02) 한국등록특허 제10-0894122호 (공개일: 2009.04.20)
- [6] (특허문헌 03) 한국등록특허 제10-1201259호 (공개일: 2012.11.14)

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명은 상기한 바와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 은과 다이아몬드를 손쉽게 복합화하여 고강도 및 내마모성이 요구되는 다양한 제품에 활용이 가능한 은-다이아몬드 복합 재료의 제조방법에 관한 기술 내용을 제공하고자 하는 것이다.

과제 해결 수단

- [8] 상기한 바와 같은 기술적 과제를 달성하기 위해서 본 발명은, (a) 은 분말 및 다이아몬드 분말을 볼밀링하여 복합 분말을 제조하는 단계; 및 (b) 상기 단계 (a)에서 제조한 복합 분말을 방전 플라즈마 소결(spark plasma sintering, SPS)하여 은-다이아몬드 복합 재료를 제조하는 단계를 포함하는 은-다이아몬드 복합 재료의 제조방법을 제공한다.
- [9] 또한, 상기 복합 분말은 40 내지 90 부피%의 은 분말 및 10 내지 60 부피%의 다이아몬드 분말을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [10] 또한, 상기 은 분말은 입자의 크기(D50)가 1 내지 5 μm 인 것을 특징으로 한다.
- [11] 또한, 상기 다이아몬드 분말은 입자의 크기(D90)가 0.1 내지 10 μm 인 것을 특징으로 한다.
- [12] 또한, 상기 단계 (a)에서는, 볼(ball)에 대한 상기 은 분말 및 다이아몬드 분말의 중량비를 10 : 1 내지 1 : 10으로 설정하여 유성 볼밀링 공정(planetary ball milling process)을 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [13] 또한, 상기 유성 볼밀링 공정은 100 내지 500 rpm으로 1 내지 20시간 동안 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [14] 또한, 상기 단계 (c)는, 30 내지 100 MPa의 압력으로 방전 플라즈마 소결을 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [15] 또한, 상기 단계 (c)는, 700 내지 900 °C의 온도로 방전 플라즈마 소결을 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [16] 또한, 상기 단계 (c)는, 3 내지 20분 동안 방전 플라즈마 소결을 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [17] 또한, 본 발명은 상기에 기재된 방법을 이용해 제조된 은-다이아몬드 복합 재료를 제공한다.
- [18] 또한, 상기 은-다이아몬드 복합 재료는 70 부피%의 은 및 30 부피%의 다이아몬드를 포함하며, 비커스 경도가 140 HV인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [19] 본 발명에 따른 은-다이아몬드 복합 재료의 제조방법에 따르면, 은 분말 및 다이아몬드 분말을 볼밀링하여 균일한 분산도를 갖는 복합 분말을 제조하고, 제조한 복합 분말을 방전 플라즈마 소결(spark plasma sintering, SPS) 공정을 이용해 단시간에 복합화합으로써 손쉽게 고밀도의 균질한 은-다이아몬드 복합 재료를 제조할 수 있으며, 은 분말의 함량을 조절하는 방법을 통해 필요에 따라 복합 재료의 전도성을 제어할 수 있어 다양한 분야에 활용가능한 소재를 제조할 수 있다.
- [20] 또한, 상기한 방법에 의해 제조된 은-다이아몬드 복합 재료는 우수한 기계적 특성을 나타내어 자동차, 열차, 선박, 우주항공 등의 다양한 분야의 부품제조에 적용이 가능하며, 특히, 고강도 및 내마모성이 요구되는 부상류(bushing) 등의 제조에 효과적으로 활용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [21] 도 1은 본 발명에 따른 은-다이아몬드 복합 재료의 제조방법을 나타낸 공정도이다.
- [22] 도 2는 실시예 1에 따라 250 rpm으로 10시간 동안 유성 볼밀링 공정을 수행하여 제조한 복합 분말을 촬영한 전자현미경 이미지이다.
- [23] 도 3은 (a) 실시예 2-1, (b) 실시예 2-2 및 (c) 실시예 2-3에 따른 방법에 의해 제조한 복합 분말을 촬영한 전자현미경 이미지이다.
- [24] 도 4는 실시예 2-3에 따른 방법에 의해 제조한 복합 분말(Ag-30vol% + D powder), 은-다이아몬드 복합 재료 소결체(Ag-30vol% + D composite) 및 순수한 은 분말(Ag powder)의 X선 회절 분석 결과(XRD diffraction pattern)이다.
- [25] 도 5는 실시예 1에 따른 방법에 의해 제조한 복합 분말을 촬영한 전자현미경 이미지이다.
- [26] 도 6은 실시예 2-3에 따른 방법에 의해 제조한 복합 분말을 촬영한 전자현미경 이미지이다.
- [27] 도 7은 실시예 3에 따른 방법에 의해 제조한 복합 분말을 촬영한 전자현미경 이미지이다.
- [28] 도 8은 (a) 실시예 1, (b) 실시예 2-3 및 (c) 실시예 3에 따른 방법에 의해 제조한 은-다이아몬드 복합 재료 소결체를 촬영한 실제 이미지이다.
- [29] 도 9는 (a) 실시예 2-3, (b) 실시예 4 및 (c) 실시예 5에 따른 방법에 의해 제조한 은-다이아몬드 복합 재료 소결체를 촬영한 실제 이미지이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [30] 이하, 본 발명을 상세히 설명하도록 한다.
- [31] 본 발명은, (a) 은 분말 및 다이아몬드 분말을 볼밀링하여 복합 분말을 제조하는 단계; 및 (b) 상기 단계 (a)에서 제조한 복합 분말을 방전 플라즈마 소결(spark plasma sintering, SPS)하여 은-다이아몬드 복합 재료를 제조하는 단계를 포함하는 은-다이아몬드 복합 재료의 제조방법을 제공한다(도 1).
- [32] 상기 단계 (a)는, 은 분말(silver powder) 및 다이아몬드 분말(diamond powder)을 볼밀링하여 복합 분말을 제조하는 단계로서, 본 단계에서는 상기 2종의 분말을 볼밀링하여 균일한 분산도를 갖는 복합 분말을 제조할 수 있다.
- [33] 상기 은 분말은 입자의 크기(D50)가 1 내지 5 μm 인 것을 사용할 수 있으며, 상기 다이아몬드 분말은 입자의 크기(D90)가 0.1 내지 10 μm 인 것을 사용하여 후술할 단계에서 방전 플라즈마 소결 공정을 수행하여 물성이 우수한 복합 재료를 제조할 수 있다.
- [34] 참고로, 상기 은 분말의 입자 크기(D50)는, 레이저 회절 산란식 입도 분포 측정법에 의해 측정된 50% 체적 누적 입경을 의미하는 것이고, 상기 다이아몬드 분말의 입자 크기(D90)는, 레이저 회절 산란식 입도 분포 측정법에 의해 측정된 90% 체적 누적 입경을 의미하는 것이다.

- [35] 특히, 상기 다이아몬드 분말의 입자 크기는 후술할 단계에서 제조되는 복합 재료의 밀도, 기계적 특성 등에 영향을 미칠 수 있어, 이를 고려하여 다이아몬드 분말의 입자 크기를 선택하는 것이 바람직하며, 본 단계에서는 상기 다이아몬드 분말을 방전 플라즈마 소결하여 복합 재료를 제조할 수 있도록 상기 다이아몬드는 입자의 크기(D90)가 0.1 내지 10 μm 인 것을 사용할 수 있다.
- [36] 상기 다이아몬드 분말의 평균입경이 0.1 μm 미만인 경우에는, 상기 다이아몬드 분말이 소결 공정 중에 은과 함께 응집되어 균일하게 분산되기 어렵고, 상기 다이아몬드 분말의 평균입경이 10 μm 를 초과하는 경우에는, 다이아몬드 입자의 고온 크립특성이 저하되어 불균일한 구조의 복합 재료가 형성될 수 있어, 상기의 범위로 평균입경을 가지는 다이아몬드 분말을 사용하는 것이 바람직하며, 이에 의해 기계적 강도가 우수한 은-다이아몬드 복합 재료를 제조할 수 있다. 보다 바람직하게는, 상기 다이아몬드는 입자의 크기(D90)가 0.1 내지 2 μm 인 것을 사용할 수 있다.
- [37] 상기 은-다이아몬드 복합 재료는 다이아몬드의 부피분율(volume fraction)에 의해 기계적 특성이 영향을 받을 수 있어, 상기 복합 분말은 40 내지 90 부피%의 은 분말 및 10 내지 60 부피%의 다이아몬드 분말을 포함하도록 구성할 수 있으며, 상기 다이아몬드 분말의 부피분율이 10 부피% 미만인 경우, 기계적 특성이 떨어지며, 60 부피%를 초과하는 경우에는 전기적 특성의 저하 및 균질한 크기의 복합 재료 입자가 형성되기 어렵다. 바람직하게는, 상기 복합 분말은 30 부피%의 부피분율로 다이아몬드를 포함하여 기계적 특성과 전기적 특성이 우수한 복합 재료를 제조할 수 있다. 나아가, 은의 부피분율을 조절하는 방법을 통해 복합 재료의 전도성을 제어할 수 있다.
- [38] 또한, 본 단계에서는, 전동 볼밀링, 교반 볼밀링, 유성 볼밀링 등의 다양한 형태의 볼밀링 공정을 통해 상기 은 분말 및 다이아몬드 분말을 혼합하여 균질한 복합 분말을 제조할 수 있다.
- [39] 바람직하게는, 본 단계에서는 유성 볼밀링 공정(planetary ball milling process)을 수행하여 복합 분말을 제조할 수 있으며, 볼(ball)에 대한 상기 은 분말 및 다이아몬드 분말의 중량비(BPR)를 10 : 1 내지 1 : 10으로 설정하여 유성 볼밀링 공정을 수행할 수 있으며, 바람직하게는 BPR을 6 : 1로 설정하여 유성 볼밀링 공정을 수행함으로써, 균질한 복합 분말을 제조할 수 있다.
- [40] 또한, 상기 유성 볼밀링 공정을 100 내지 500 rpm으로 1 내지 20시간 동안 수행할 수 있으며, 상기 유성 볼밀링 공정을 수행하는 시간이 1시간 미만인 경우, 은 분말 및 다이아몬드 분말이 조대한 입자를 형성하여 후술할 단계에서 방전 플라즈마 소결을 통해 복합 재료를 제조시 복합 재료의 물성이 떨어지는 문제가 있을 수 있다. 보다 바람직하게는, 상기 유성 볼밀링 공정을 250 rpm으로 5 내지 10시간 동안 수행하도록 구성하여 균질한 복합 분말을 제조할 수 있다.
- [41] 아울러, 본 단계에서는 은 분말 및 다이아몬드 분말을 볼밀링하기 위해서, 상기 은 분말 및 다이아몬드 분말의 혼합 분말에 이형제를 추가로 공급하여 볼밀링

공정 중에 발생할 수 있는 스티킹(sticking) 현상 등을 방지하도록 구성할 수 있으며, 상기 이형제로는 스테아릭산(stearic acid)을 대표적인 예로 들 수 있다. 이때, 상기 이형제는 상기 은 분말 및 다이아몬드 분말의 혼합 분말에 물성을 해치지 않는 범위로 첨가할 수 있다.

[42] 또한, 본 단계에서는, 상기와 같이 제조한 복합 분말을 예비하여 성형체를 제조하는 단계를 추가로 포함할 수 있으며, 상기와 같은 성형체를 방전 플라즈마 소결하여 복합 재료를 제조할 수 있다. 상기 성형체는 분말을 이용한 통상적인 성형체의 형성방법이라면 제한받지 않고 사용할 수 있으며, 몰드에 복합 분말을 공급하여 예비 성형체를 제조하는 방법을 대표적인 예로 들 수 있다.

[43] 예를 들면, 상기 복합 분말을 방전 플라즈마 소결(spark plasma sintering) 장치의 챔버에 구비되는 몰드에 복합 분말을 충전하는 과정을 통해 예비 성형체를 제조할 수 있다. 상기 몰드는 봉상 또는 판상의 다양한 형상으로 구비될 수 있으며, 후술할 방전 플라즈마 소결 공정에서 불순물로 작용될 수 없도록, 고온에서도 안정한 소재로 이루어진 몰드를 사용할 수 있다.

[44] 상기 단계 (b)는, 제조한 복합 분말을 방전 플라즈마 소결(spark plasma sintering, SPS)하여 은-다이아몬드 복합 재료를 제조하는 단계이다.

[45] 상기 방전 플라즈마 소결은, 압력이 가해지는 조건에서 상기 복합 분말에 직류 전류를 가해 복합 분말의 입자 사이로 흐르는 펄스상의 직류 전류에 의해 불꽃방전 현상이 발생되고, 이에 의해 순간적으로 발생하는 방전 플라즈마의 높은 에너지에 의한 열확산 및 전계 확산과 몰드의 전기저항에 의한 발열 및 가해지는 압력과 전기에너지에 의해 복합 분말이 소결되어 단시간에 복합 분말을 복합화하여 치밀화를 이루어 복합 재료를 제조할 수 있으며, 이러한 소결능을 통해 복합 재료의 결정립 성장의 효과적인 제어를 달성할 수 있고, 균일한 미세구조를 갖는 복합 재료를 제조할 수 있다.

[46] 본 발명에서는 상기 방전 플라즈마 소결 공정을 위해, 예를 들어, 상부전극 및 하부전극이 구비되어 전류를 공급하여 방전 플라즈마를 발생시켜 복합 분말을 소결할 수 있는 몰드를 수용하는 공간을 형성하는 챔버, 냉각수를 유통시켜 상기 챔버를 냉각할 수 있는 냉각부, 상기 상부전극 및 하부전극에 전류를 공급하는 전류공급부, 상기 챔버에 온도를 검출할 수 있는 온도감지부, 상기 챔버 내부에 내기를 외부로 배출할 수 있는 펌프, 상기 챔버 내부에 압력을 공급할 수 있는 압력공급부, 상기 온도감지부가 감지하는 온도에 따라 방전 플라즈마 소결 공정의 온도를 제어하는 제어부 및 상기 제어부를 조절할 수 있는 조작부를 구비한 방전 플라즈마 소결장치를 이용하여 방전 플라즈마 소결 공정을 수행할 수 있다.

[47] 본 단계에서는 상기 복합 분말을 방전 플라즈마 소결하기 위해서, 상기 방전 플라즈마 장치에 구비된 펌프를 이용하여 챔버의 내부가 진공 상태가 될 때까지, 배기하여 감압시킴으로써, 챔버 내에 존재하는 가스 상의 불순물을 제거하고, 산화를 방지하도록 구성하여 방전 플라즈마 소결 공정을 수행할 수 있다.

- [48] 또한, 상기 복합 분말을 100 °C/분의 승온 속도로 소결 온도까지 가열하여 상기 복합 분말을 선예열한 후, 방전 플라즈마 소결을 수행할 수 있고, 상기와 같은 승온속도로 복합 분말을 선예열하여, 방전 플라즈마 소결 공정을 통해 복합 분말의 내부 및 외부에 균일한 온도가 공급됨으로 인해 균일한 구조의 은-다이아몬드 복합 재료를 형성시킬 수 있다.
- [49] 또한, 상기 방전 플라즈마 소결 공정은 승온 속도를 조절하여 은-다이아몬드 복합 재료 입자의 성장을 억제할 수 있어 제조되는 은-다이아몬드 복합 재료의 크기를 제어할 수 있다.
- [50] 상기한 방전 플라즈마 소결 공정은 바람직하게는, 700 내지 900 °C의 온도에서 3 내지 20분 동안 수행하도록 구성하여 은-다이아몬드 복합 재료를 제조할 수 있다. 이때, 방전 플라즈마 소결온도가 700 °C 미만일 경우, 저밀도를 가지는 소결체가 제조되며, 방전 플라즈마 소결 온도가 900 °C를 초과하는 경우 은-다이아몬드 복합 재료의 결정립이 급성장하여 기계적 특성이 저하될 수 있다. 또한, 3분 미만으로 방전 플라즈마 소결 공정을 수행할 경우, 불완전한 소결로 인해 충분한 소결 효과를 기대하기 어렵고, 소결 시간이 20분을 초과하는 경우, 에너지의 소모가 증가해 비경제적일 뿐만 아니라, 소결에 의한 치밀화 효과를 더 이상 기대하기 어렵다.
- [51] 아울러, 상기 방전 플라즈마 소결 공정은 30 내지 100 MPa의 압력하에서 수행하도록 구성하여 복합 분말을 가압하여 은-다이아몬드 복합 재료를 제조할 수 있으며, 30 MPa 미만의 압력하에서는 은-다이아몬드 복합 재료의 밀도가 저하되는 단점이 있고, 100 MPa를 초과하는 경우에는 압력이 높아 은-다이아몬드 복합 재료에 균열이 발생할 수 있어 상기한 조건으로 방전 플라즈마 소결 공정을 수행할 수 있다. 보다 바람직하게는 850 °C의 온도 및 50 MPa의 압력하에서 5분 동안 방전 플라즈마 소결 공정을 수행하여 기계적 특성이 우수한 은-다이아몬드 복합 재료를 제조할 수 있으며, 상기와 같은 방전 플라즈마 소결공정을 통해 제조한 은-다이아몬드 복합 재료는 은과 다이아몬드의 결합으로 인해 형성되는 이차상(secondary phase) 또는 산화물 등이 생성되지 않고, 순수하게 은 및 다이아몬드 만을 포함하는 복합재료를 형성하여 복합재료의 기계적 특성이 매우 우수하다.
- [52] 또한, 본 단계에서는 상기와 같은 은-다이아몬드 복합 재료를 소결한 후, 상기 은-다이아몬드 복합 재료를 냉각하는 단계를 추가로 포함할 수 있으며, 이를 통해 기계적 특성이 우수한 은-다이아몬드 복합 재료를 수득할 수 있다.
- [53] 본 단계에서는 10 내지 100 MPa의 압력을 유지하는 조건에서 상기 은-다이아몬드 복합 재료를 냉각하도록 구성하여 상기 은-다이아몬드 복합 재료의 표면 및 내부에 형성되는 보이드 등의 형성을 억제할 수 있다.
- [54] 상기한 바와 같은 본 발명에 따른 은-다이아몬드 복합 재료의 제조방법에 따르면, 은 분말 및 다이아몬드 분말을 볼밀링하여 균일한 분산도를 갖는 복합 분말을 제조하고, 제조한 복합 분말을 방전 플라즈마 소결(spark plasma sintering,

SPS) 공정을 이용해 단시간에 복합화합으로써 손쉽게 고밀도의 균질한 은-다이아몬드 복합 재료를 제조할 수 있으며, 은 분말의 함량을 조절하는 방법을 통해 필요에 따라 복합 재료의 전도성을 제어할 수 있어 다양한 분야에 활용가능한 소재를 제조할 수 있다.

[55] 또한, 본 발명은 상기에 기재된 방법을 이용해 제조된 은-다이아몬드 복합 재료를 제공한다.

[56] 특히, 상기 은-다이아몬드 복합 재료는 70부피%의 은 및 30 부피%의 다이아몬드를 포함할 수 있으며, 상기 부피분율로 은 및 다이아몬드를 포함하는 은-다이아몬드 복합재료는 순수한 은에 비해 밀도가 낮으나, 비커스 경도가 140 HV으로 우수한 기계적 특성을 나타낸다.

[57] 따라서, 상기한 은-다이아몬드 복합 재료는 우수한 기계적 특성(밀도, 비커스 경도 등)을 나타내어 자동차, 열차, 선박, 우주항공 등의 다양한 분야의 부품제조에 적용이 가능하며, 특히, 고강도 및 내마모성이 요구되는 부싱류(bushing) 등의 제조에 효과적으로 활용될 수 있다.

[58] 이하, 본 발명을 실시예를 들어 더욱 상세히 설명하도록 한다.

[59] 제시된 실시예는 본 발명의 구체적인 예시일 뿐이며, 본 발명의 범위를 제한하기 위한 것은 아니다.

[60] <실시예 1>

[61] 전체 입자 분포중 50%의 위치를 차지하고 있는 입자의 크기(D50)가 2 μm 인 은 분말(D50 = 2 μm)과, 전체 입자 분포중 90%의 위치를 차지하고 있는 입자의 크기(D90)가 125 nm인 단결정 나노 다이아몬드 분말(D90 = 125 nm) 10 부피%를 유성볼 밀링 장치에 공급하고, 1g의 스테아릭산(stearic acid)을 투입하였다. 볼(ball)과 복합 분말의 중량비를 각각 6 : 1로 설정하여 볼을 투입하고, 250 rpm으로 10시간 동안 유성 볼밀링 공정(planetary ball milling process)을 수행하여 복합 분말(도 2)을 제조하였으며, 대기 분위기 하에서 간격(interval)을 10분:10분으로 설정하여 유성 볼밀링 공정을 수행하였다.

[62] 제조한 복합 분말을 몰드(graphite 재질)에 장입하고, 몰드를 방전 플라즈마 소결 장치의 챔버에 장착하였다. 챔버에 압력을 진공상태가 되도록 조절하고, 상부 전극 및 하부 전극에 전류를 인가하여 850 °C의 온도 및 50 MPa의 압력조건하에서 5분 동안 방전 플라즈마 소결 공정을 수행하여, 도 8(a)에 나타낸 바와 같은, 은-나노 다이아몬드 복합 재료 소결체(Ag-10vol% + 125nm D composite)를 제조하였다.

[63] <실시예 2-1>

[64] 나노 다이아몬드 분말 30 부피%를 공급하고, 1시간 동안 유성 볼밀링 공정을 수행하여 복합 분말(5h ball milled Ag-30vol% 125nm D powder)을 제조하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여, 은-나노 다이아몬드 복합 재료 소결체(1h ball milled, Ag-30vol% 125nm D composite)를 제조하였다.

[65] <실시예 2-2>

- [66] 나노 다이아몬드 분말 30 부피%를 공급하고, 5시간 동안 유성 볼밀링 공정을 수행하여 복합 분말(5h ball milled Ag-30vol% 125nm D powder)을 제조하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여, 은-나노 다이아몬드 복합 재료 소결체(5h ball milled, Ag-30vol% 125nm D composite)를 제조하였다.
- [67] <실시예 2-3>
- [68] 나노 다이아몬드 분말 30 부피%를 공급하고 10시간 동안 유성 볼밀링 공정을 수행하여 복합 분말(10h ball milled Ag-30vol% 125nm D powder)을 제조하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여, 도 8(b) 및 도 9(a)에 나타난 바와 같은, 은-나노 다이아몬드 복합 재료 소결체(Ag-30vol% 125nm D composite)를 제조하였다.
- [69] <실시예 3>
- [70] 나노 다이아몬드 분말 60 부피%를 공급하여 복합 분말(Ag-60vol% 125nm D powder)을 제조하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여, 도 8(c)에 나타난 바와 같은, 은-나노 다이아몬드 복합 재료 소결체(Ag-60vol% 125nm D composite)를 제조하였다.
- [71] <실시예 4>
- [72] 입자의 크기(D90)가 250 nm인 나노 다이아몬드 분말(D90 = 250 nm)을 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 2-3과 동일한 방법을 이용하여, 도 9(b)에 나타난 바와 같은, 은-나노 다이아몬드 복합 재료 소결체(Ag-30vol% 250nm D composite)를 제조하였다.
- [73] <실시예 5>
- [74] 입자의 크기(D90)가 2 μm 인 다이아몬드 분말(D90 = 2 μm)을 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 2-3과 동일한 방법을 이용하여, 도 9(c)에 나타난 바와 같은, 은-다이아몬드 복합 재료 소결체(Ag-30vol% 2 μm D composite)를 제조하였다.
- [75] <비교예>
- [76] 은 분말(D50 = 2 μm) 만을 이용하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건으로 유성 볼밀링 공정 및 스파크 방전 플라즈마 공정을 수행하여 은 시편(pure Ag bulk)을 제조하였다.
- [77] <실험예 1> 볼밀링 공정의 수행시간이 미치는 영향 분석
- [78] 복합 재료 소결체의 제조에서, 볼밀링 공정의 수행시간이 복합재료의 물성에 미치는 영향을 분석하기 위해서, 주사전자현미경을 이용해 실시예 2-1 내지 2-3에 따른 방법에 의해 제조된 복합 분말의 표면을 전자현미경을 이용해 촬영하였으며, 그 결과를 도 3에 나타내었다.
- [79] 도 3에 나타난 바와 같이, 볼밀링 공정을 1시간 동안 수행하여 제조한 실시예 2-1의 복합 분말(도 3(a))은 입자가 냉간압접(cold welding)이 유도돼 복합 분말이 조립(agglomeration)되어 조대한 입자가 일부 형성되어 불균일한 입자를 갖는 복합 분말이 형성된다는 사실을 확인할 수 있었다. 반면에, 볼밀링 공정을 5시간 동안 수행하여 제조한 실시예 2-2의 복합 분말(도 3(b)) 및 볼밀링 공정을 10시간

동안 수행하여 제조한 실시예 2-3의 복합 분말(도 3(c))은 조대한 입자가 파괴되어 복합 분말의 입자가 정제되어 정제된 입자들로 포화를 이룬다는 사실을 확인할 수 있었다. 이를 통해, 볼밀링 공정을 5시간 이상 수행하여 복합 분말을 제조하는 것이 바람직하며, 볼밀링 공정을 5시간 이상 수행하여 복합 분말에 정제된 입자들이 포화를 이루어 각각의 입자들이 균질하게 분산됨에 따라, 스파크 플라즈마 방전 소결공정을 수행시 균질한 복합 재료를 제조할 수 있음을 확인할 수 있었다.

[80] <실험예 2> 제조한 은-다이아몬드 복합 재료 소결체의 상변화 분석

[81] 실시예에 따른 방법에 의해 제조된 은-다이아몬드 복합 재료의 상변화를 분석하기 위해서, 실시예 2-3의 복합 분말(Ag-30vol% D powder) 및 실시예 2-3의 은-나노 다이아몬드 복합 재료 소결체(Ag-30vol% D composite)와 순수한 은 분말(Ag powder)의 X선 회절 분석(XRD diffraction pattern)을 수행하였으며, 그 결과를 도 4에 나타내었다.

[82] 도 4에 나타난 바와 같이, 실시예 2-3의 은-나노 다이아몬드 복합 재료 소결체는 순수한 은 분말이 갖는 것과 동일한 XRD 패턴이 확인되었으며, 이를 통해, 스파크 플라즈마 방전 소결 공정에 의한 상변화가 발생되지 않아, 공정에 따른 성분의 변화가 발생되지 않는다는 것을 확인할 수 있었다.

[83] <실험예 3> 다이아몬드의 포함함량이 미치는 영향 분석

[84] 다이아몬드의 포함함량이 은-다이아몬드 복합 재료에 미치는 영향을 분석하기 위해서, 주사전자현미경을 이용하여 실시예 1(도 5), 실시예 2-3(도 6) 및 실시예 3(도 7)의 복합 분말의 형태학적 특성을 분석하였다.

[85] 도 5 및 도 7에 나타난 바와 같이, 10 부피%의 나노 다이아몬드 분말을 포함하는 실시예 1의 복합 분말 및 60 부피%의 나노 다이아몬드 분말을 포함하는 실시예 3의 복합 분말은 균질하지 않은 입자 크기를 갖는 것을 확인할 수 있는 반면에, 도 6에 나타난 바와 같이, 30 부피%의 나노 다이아몬드 분말을 포함하는 실시예 2-3의 복합 분말은 균질한 크기를 갖는 입자가 형성되어 있음을 확인할 수 있어, 다이아몬드의 부피분율이 복합 분말 소결체의 균질화에 영향을 미친다는 사실을 확인할 수 있었다.

[86] 또한, 다이아몬드의 포함함량이 복합 재료에 미치는 영향을 분석하기 위해서, 실시예 1 내지 3 및 비교예에 따른 방법에 의해 제조된 은-다이아몬드 복합 재료 소결체의 밀도(density, g/cm) 및 비커스 경도(hardness, HV)를 측정하였으며, 그 결과를 하기의 표 1에 나타내었다.

[87] [표1]

시료	밀도(g/cm)	경도(HV)
비교예	10.49 (100%)	25 HV
실시예 1	9.79 (93%)	96 HV
실시예 2-3	8.39 (87%)	140 HV
실시예 3	6.29 (83%)	104 HV

[88] 표 1에 나타낸 바와 같이, 실시예 1, 실시예 2-3 및 실시예 3의 은-나노 다이아몬드 복합 재료 소결체는, 모두 비교예의 은 시편(pure Ag bulk)에 비해 밀도가 낮은데도 불구하고, 경도가 현저히 높은것을 확인할 수 있었고, 다이아몬드의 부피분율(volume fraction)이 증가함에 따라 밀도가 감소하는 경향을 보이는 것을 확인할 수 있어, 다이아몬드의 부피 분율이 복합 재료의 특성에 영향을 미친다는 사실을 확인할 수 있었다.

[89] 특히, 다이아몬드의 부피분율이 30부피%인 실시예 2-3의 경우, 경도가 가장 우수한 것을 확인할 수 있었고, 비커스 경도는 다이아몬드의 부피분율이 30부피%까지는 증가하였으나, 다이아몬드의 부피분율이 증가함에 따라 감소하는 것을 확인할 수 있어, 실시예 2-3의 은-나노 다이아몬드 복합 재료 소결체가 가장 우수한 기계적 강도를 갖는다는 사실을 확인할 수 있었고, 이를 통해, 다이아몬드의 최적 부피분율을 특정지을 수 있었다.

[90] <실험예 4> 다이아몬드 분말의 입자 크기가 미치는 영향을 분석

[91] 다이아몬드 분말의 입자크기가 은-다이아몬드 복합 재료에 미치는 영향을 분석하기 위해서, 실시예 2-3, 실시예 4 및 실시예 5와 비교예에 따른 방법에 의해 제조된 은-나노 다이아몬드 복합 재료와 은-다이아몬드 복합 재료 소결체의 밀도 및 비커스 경도를 측정하였으며, 그 결과를 하기의 표 2에 나타내었다.

[92] [표2]

시료	밀도(g/cm)	경도(HV)
비교예	10.49 (100%)	25 HV
실시예 2-3	8.39 (87%)	140 HV
실시예 4	8.39 (91%)	124 HV
실시예 5	8.39 (91%)	111 HV

[93] 표 2에 나타낸 바와 같이, 다이아몬드 분말의 직경은 복합 재료의 밀도에 영향을 주지 않았으나, 다이아몬드 분말의 입자 크기가 작을수록 복합 재료의 경도가 더욱 우수하다는 사실을 확인할 수 있었고, 실시예 2에 따른 은-나노 다이아몬드 복합 재료 소결체의 비커스 경도는 비교예의 은 시편에 비해 밀도가 낮은데도 불구하고, 대략 6배 정도로 비커스 경도가 높아, 실시예에 따른 방법에

의해 제조된 은-다이아몬드 복합 재료는 자동차, 열차, 선박, 우주항공 등의 다양한 분야의 부품제조에 적용이 가능하며, 특히, 고강도 및 내마모성이 요구되는 부싱류(bushing) 등의 제조에 효과적으로 활용될 수 있음을 확인할 수 있었다.

산업상 이용가능성

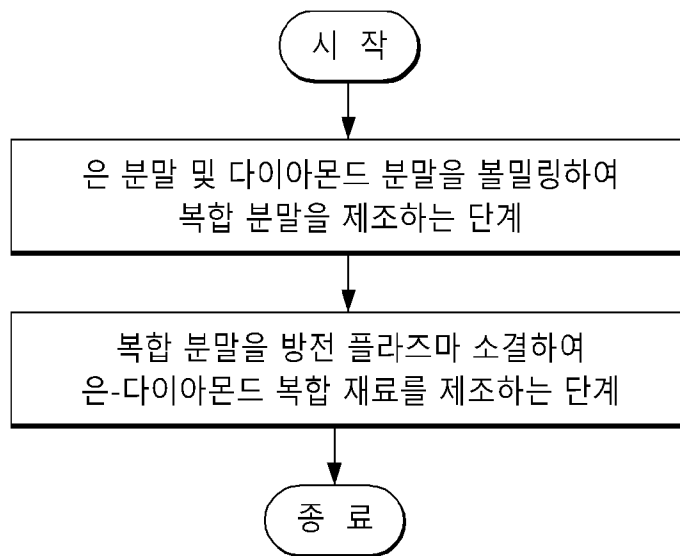
- [94] 본 발명은 은 분말 및 다이아몬드 분말을 불밀링하여 균일한 분산도를 갖는 복합 분말을 제조하고, 제조한 복합 분말을 방전 플라즈마 소결(spark plasma sintering, SPS) 공정을 이용해 단시간에 복합화합으로써 손쉽게 고밀도의 균질한 은-다이아몬드 복합 재료를 제조할 수 있으며, 은 분말의 함량을 조절하는 방법을 통해 필요에 따라 복합 재료의 전도성을 제어할 수 있어 다양한 분야에 활용 가능할 수 있다.
- [95] 본 발명에 의해 제조된 은-다이아몬드 복합 재료는 우수한 기계적 특성을 나타내어 자동차, 열차, 선박, 우주항공 등의 다양한 분야의 부품제조에 적용이 가능하며, 특히, 고강도 및 내마모성이 요구되는 부싱류(bushing) 등의 제조에 효과적으로 활용될 수 있다.

청구범위

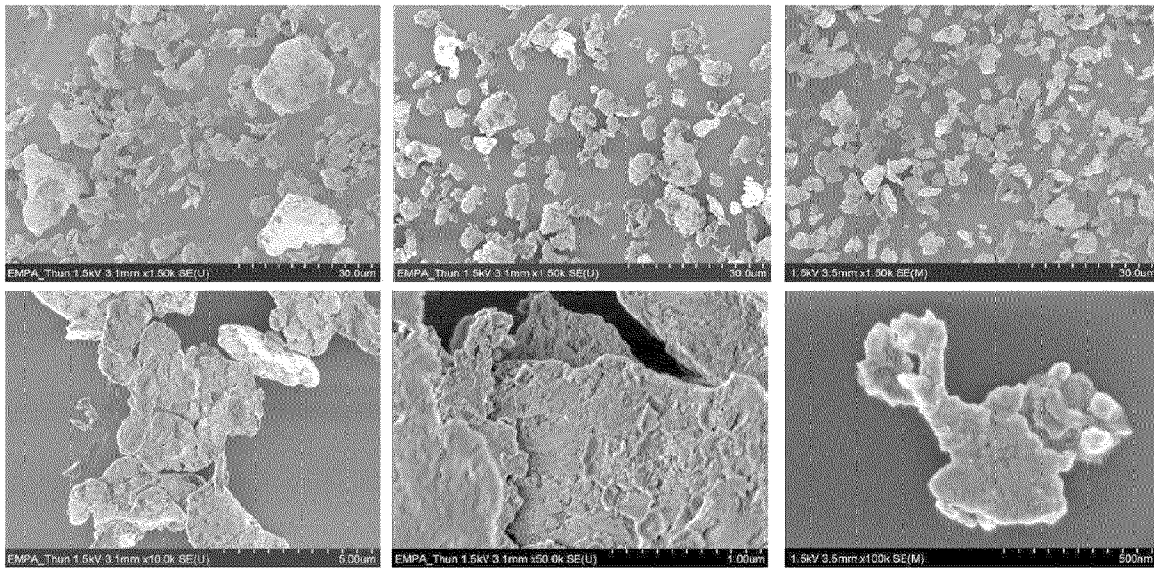
- [청구항 1] (a) 은 분말 및 다이아몬드 분말을 볼밀링하여 복합 분말을 제조하는 단계;
및
(b) 상기 단계 (a)에서 제조한 복합 분말을 방전 플라즈마 소결(spark plasma sintering, SPS)하여 은-다이아몬드 복합 재료를 제조하는 단계를 포함하는 은-다이아몬드 복합 재료의 제조방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 복합 분말은 40 내지 90 부피%의 은 분말 및 10 내지 60 부피%의 다이아몬드 분말을 포함하는 것을 특징으로 하는 은-다이아몬드 복합 재료의 제조방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 은 분말은 입자의 크기(D50)가 1 내지 5 μm 인 것을 특징으로 하는 은-다이아몬드 복합 재료의 제조방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 다이아몬드 분말은 입자의 크기(D90)가 0.1 내지 10 μm 인 것을 특징으로 하는 은-다이아몬드 복합 재료의 제조방법.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 단계 (a)에서는, 볼(ball)에 대한 상기 은 분말 및 다이아몬드 분말의 중량비를 10 : 1 내지 1 : 10으로 설정하여 유성 볼밀링 공정(planetary ball milling process)을 수행하는 것을 특징으로 하는 은-다이아몬드 복합 재료의 제조방법.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
상기 유성 볼밀링 공정은 100 내지 500 rpm으로 1 내지 20시간 동안 수행하는 것을 특징으로 하는 은-다이아몬드 복합 재료의 제조방법.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 단계 (b)는, 30 내지 100 MPa의 압력으로 방전 플라즈마 소결을 수행하는 것을 특징으로 하는 은-다이아몬드 복합 재료의 제조방법.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 단계 (b)는, 700 내지 900 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도로 방전 플라즈마 소결을 수행하는 것을 특징으로 하는 은-다이아몬드 복합 재료의 제조방법.
- [청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 단계 (b)는, 3 내지 20분 동안 방전 플라즈마 소결을 수행하는 것을 특징으로 하는 은-다이아몬드 복합 재료의 제조방법.
- [청구항 10] 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 기재된 방법을 이용해 제조된 은-다이아몬드 복합 재료.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,
70부피%의 은 및 30 부피%의 다이아몬드를 포함하며, 비커스 경도가 140

HV인 것을 특징으로 하는 은-다이아몬드 복합 재료.

[도1]

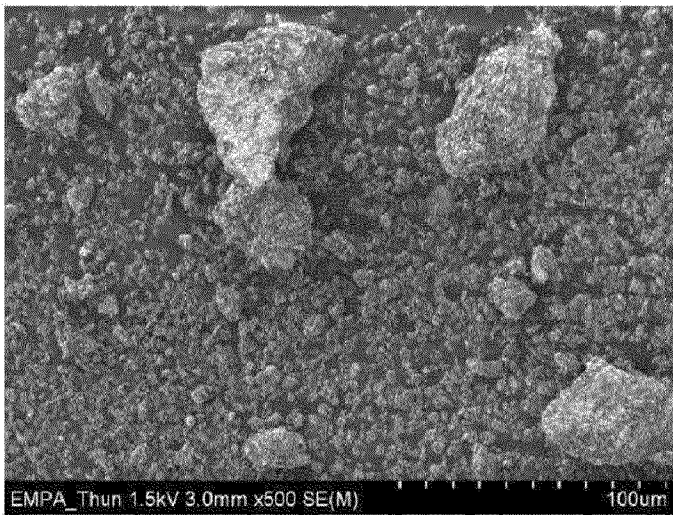


[도2]

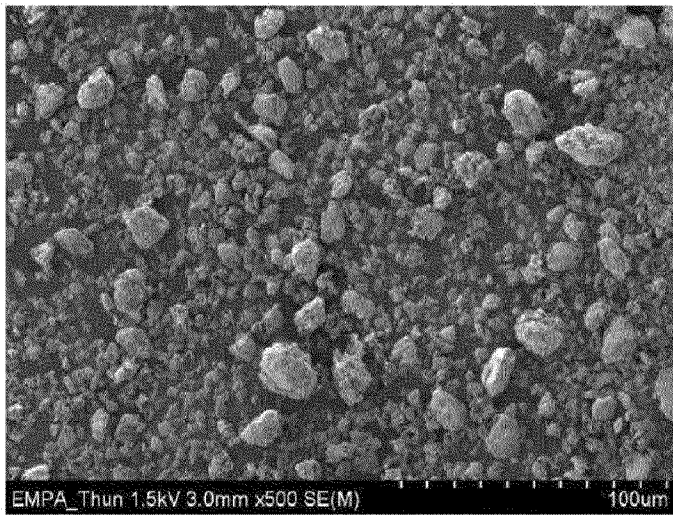


[도3]

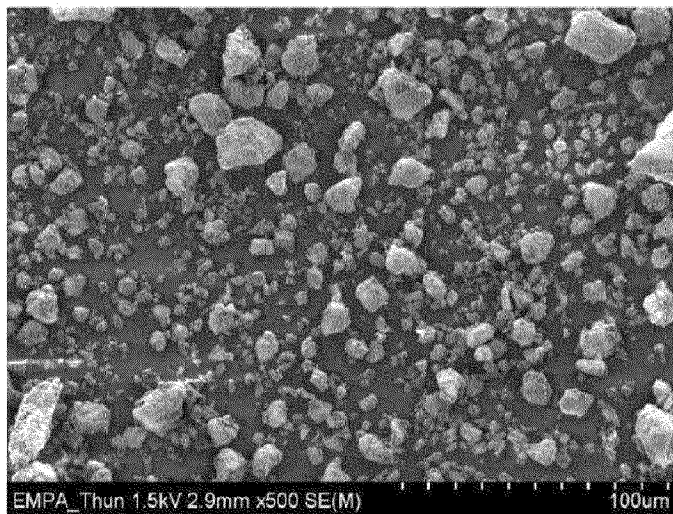
(a)



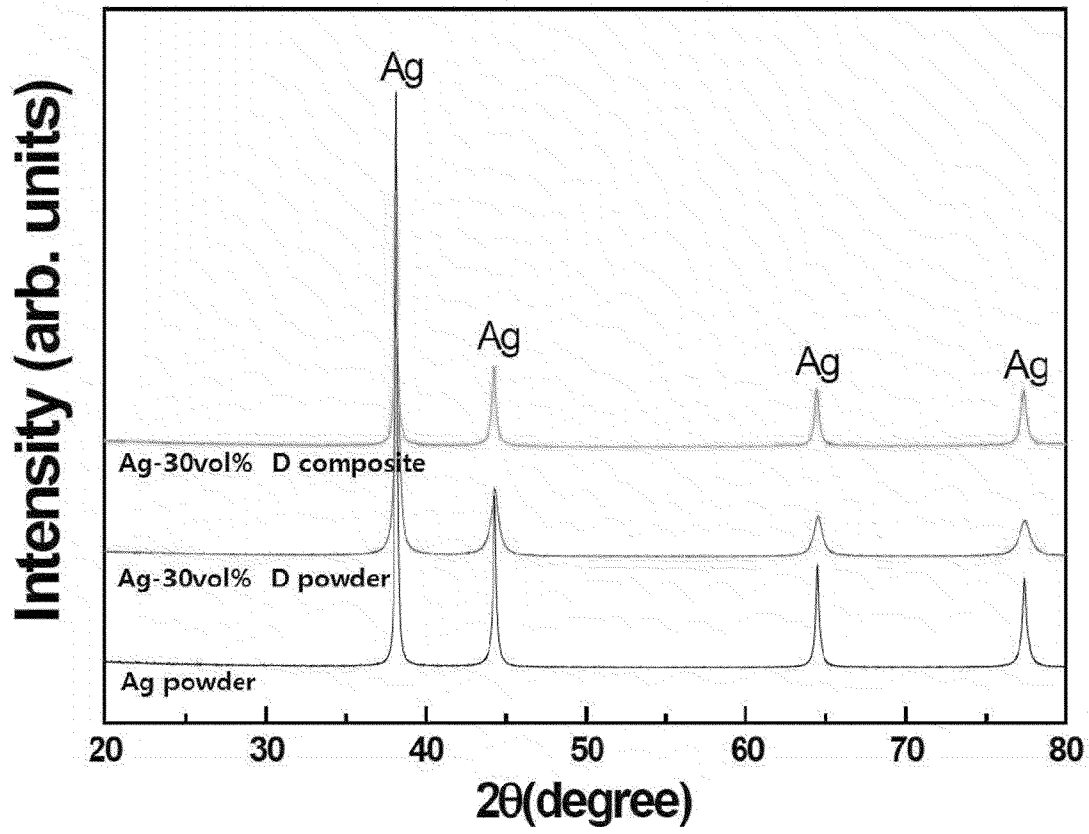
(b)



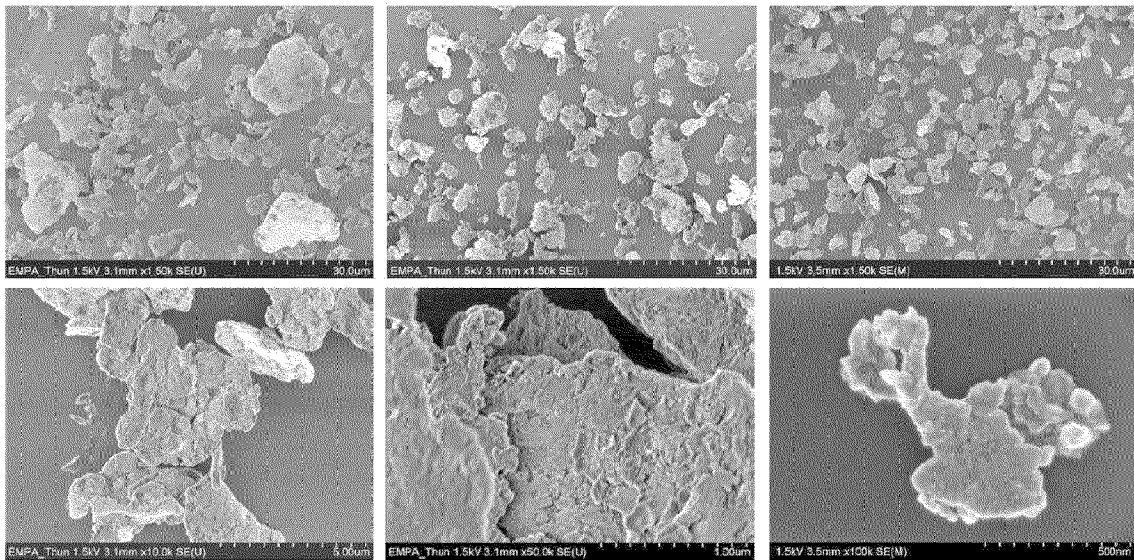
(c)



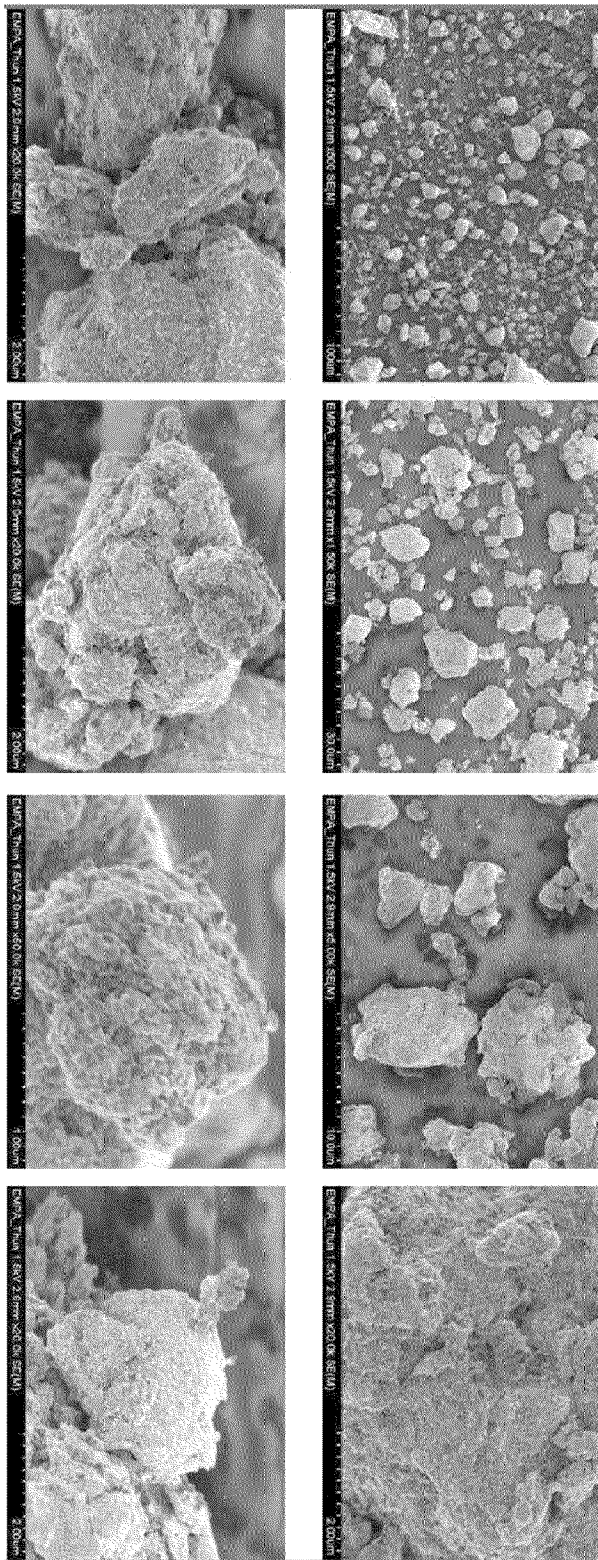
[도4]



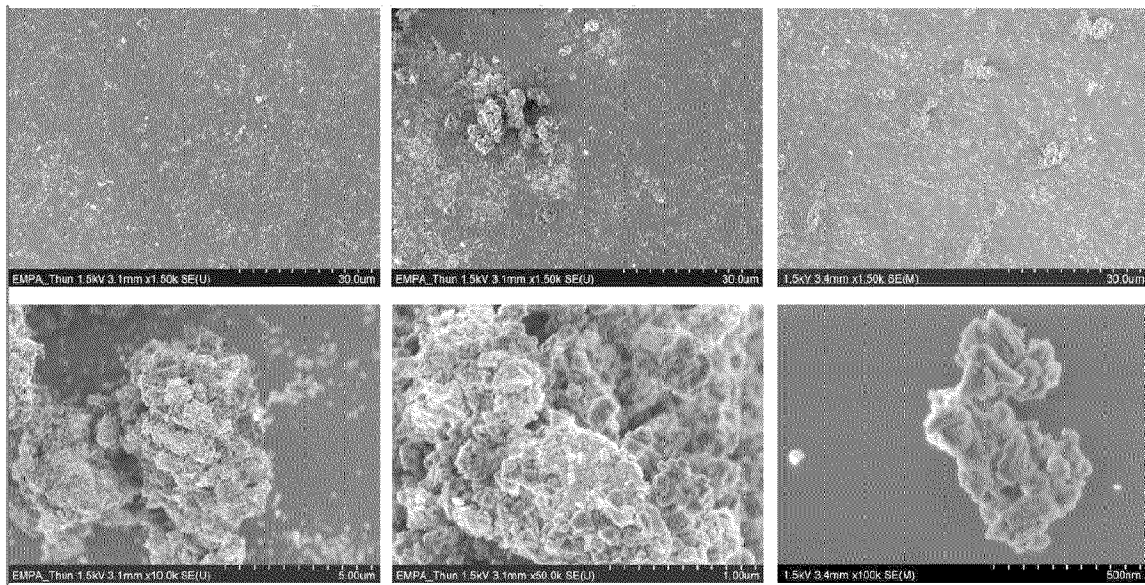
[도5]



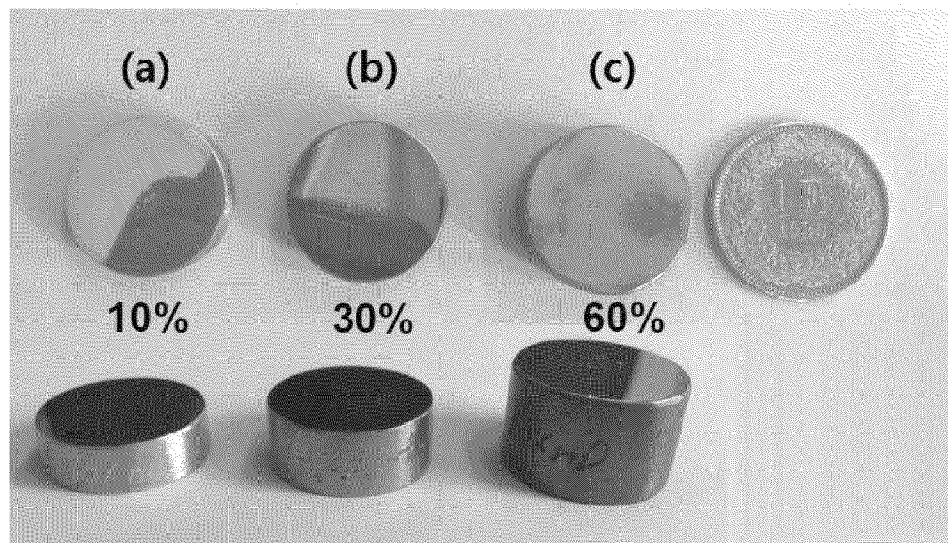
[도6]



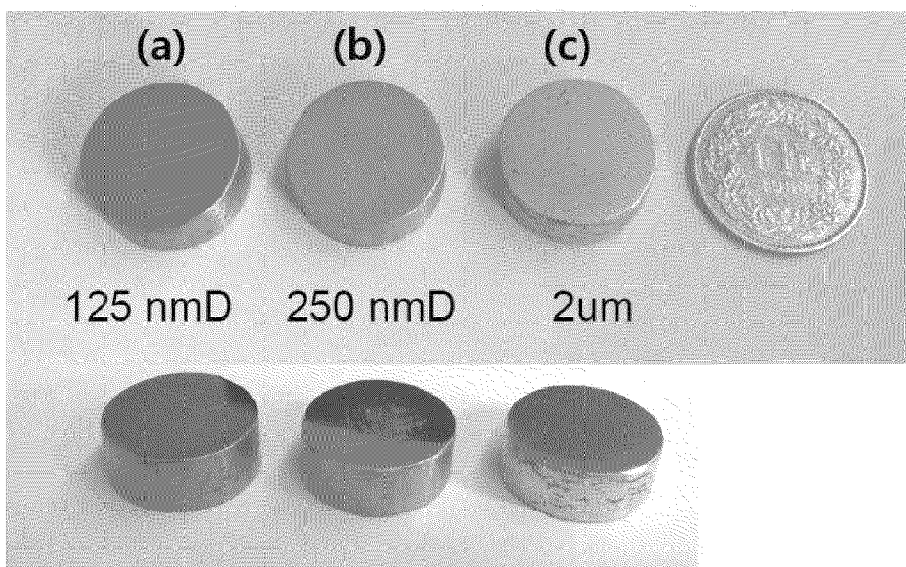
[도7]



[도8]



[도9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/010758**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****B22F 3/105(2006.01)i, B22F 1/00(2006.01)i, B22F 9/04(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; H01H 1/023; C22C 1/05; C22C 5/06; B22F 7/00; B22F 1/00; H01H 1/021; H01H 1/0237; B22F 9/04

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: silver, diamond, ball milling, composite, powder, spark plasma, sintering

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2015-0103569 A (HEE SUNG METAL LTD.) 11 September 2015 See paragraphs [0014]-[0033] and claims 1, 3, 5, 7.	1-11
A	JP 08-239724 A (DEGUSSA AG.) 17 September 1996 See paragraph [0012] and claims 1, 2.	1-11
A	JP 2012-507623 A (AMI DODUCO GMBH.) 29 March 2012 See paragraphs [0023]-[0025] and claims 1, 5, 6.	1-11
A	JP 07-062187 B2 (SUMITOMO ELECTRIC IND. LTD.) 05 July 1995 See claims 1, 2.	1-11
A	KR 10-2015-0063272 A (LSIS CO., LTD. et al.) 09 June 2015 See paragraph [0056] and claims 1-3, 10, 12.	1-11



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

24 JANUARY 2018 (24.01.2018)

Date of mailing of the international search report

24 JANUARY 2018 (24.01.2018)

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. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/010758

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2015-0103569 A	11/09/2015	NONE	
JP 08-239724 A	17/09/1996	AT 207236 T DE 19503184 C1 EP 0736885 A2 EP 0736885 A3 EP 0736885 B1 ES 2165931 T3 ZA 9600751 A	15/11/2001 02/05/1996 09/10/1996 29/10/1997 17/10/2001 01/04/2002 29/08/1996
JP 2012-507623 A	29/03/2012	BR P10921338 A2 CN 102395389 A CN 102395389 B DE 102008056263 A1 EP 2346543 A2 EP 2346543 B1 ES 2511035 T3 JP 05559183 B2 RU 2011118850 A RU 2497632 C2 US 2011-0262293 A1 US 8992826 B2 WO 2010-051922 A2 WO 2010-051922 A3	29/12/2015 28/03/2012 16/12/2015 27/05/2010 27/07/2011 23/07/2014 22/10/2014 23/07/2014 20/12/2012 10/11/2013 27/10/2011 31/03/2015 14/05/2010 01/07/2010
JP 07-062187 B2	05/07/1995	JP 62-284030 A	09/12/1987
KR 10-2015-0063272 A	09/06/2015	BR 102014029992 A2 CN 104681312 A CN 104681312 B EP 2879145 A1 JP 06126066 B2 JP 2015-105439 A US 2015-0155066 A1 US 9570207 B2	15/09/2015 03/06/2015 22/09/2017 03/06/2015 10/05/2017 08/06/2015 04/06/2015 14/02/2017

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**B22F 3/105(2006.01)i, B22F 1/00(2006.01)i, B22F 9/04(2006.01)i****B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B22F 3/105; H01H 1/023; C22C 1/05; C22C 5/06; B22F 7/00; B22F 1/00; H01H 1/021; H01H 1/0237; B22F 9/04

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: 은, 다이아몬드, 불밀링, 복합, 분말, 방전 플라즈마, 소결

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-2015-0103569 A (희성금속 주식회사) 2015.09.11 단락 [0014]-[0033] 및 청구항 1, 3, 5, 7 참조.	1-11
A	JP 08-239724 A (DEGUSSA AG) 1996.09.17 단락 [0012] 및 청구항 1, 2 참조.	1-11
A	JP 2012-507623 A (AMI DODUCO GMBH) 2012.03.29 단락 [0023]-[0025] 및 청구항 1, 5, 6 참조.	1-11
A	JP 07-062187 B2 (SUMITOMO ELECTRIC IND. LTD.) 1995.07.05 청구항 1, 2 참조.	1-11
A	KR 10-2015-0063272 A (엘에스산전 주식회사 등) 2015.06.09 단락 [0056] 및 청구항 1-3, 10, 12 참조.	1-11

☐ 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

2018년 01월 24일 (24.01.2018)

국제조사보고서 발송일

2018년 01월 24일 (24.01.2018)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

김진호

전화번호 +82-42-481-8699



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2015-0103569 A	2015/09/11	없음	
JP 08-239724 A	1996/09/17	AT 207236 T DE 19503184 C1 EP 0736885 A2 EP 0736885 A3 EP 0736885 B1 ES 2165931 T3 ZA 9600751 A	2001/11/15 1996/05/02 1996/10/09 1997/10/29 2001/10/17 2002/04/01 1996/08/29
JP 2012-507623 A	2012/03/29	BR PI0921338 A2 CN 102395389 A CN 102395389 B DE 102008056263 A1 EP 2346543 A2 EP 2346543 B1 ES 2511035 T3 JP 05559183 B2 RU 2011118850 A RU 2497632 C2 US 2011-0262293 A1 US 8992826 B2 WO 2010-051922 A2 WO 2010-051922 A3	2015/12/29 2012/03/28 2015/12/16 2010/05/27 2011/07/27 2014/07/23 2014/10/22 2014/07/23 2012/12/20 2013/11/10 2011/10/27 2015/03/31 2010/05/14 2010/07/01
JP 07-062187 B2	1995/07/05	JP 62-284030 A	1987/12/09
KR 10-2015-0063272 A	2015/06/09	BR 102014029992 A2 CN 104681312 A CN 104681312 B EP 2879145 A1 JP 06126066 B2 JP 2015-105439 A US 2015-0155066 A1 US 9570207 B2	2015/09/15 2015/06/03 2017/09/22 2015/06/03 2017/05/10 2015/06/08 2015/06/04 2017/02/14