

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017년 3월 30일 (30.03.2017)



(10) 국제공개번호
WO 2017/052130 A1

- (51) 국제특허분류:
B22D 29/00 (2006.01) *B22D 25/00* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/010277
- (22) 국제출원일: 2016년 9월 12일 (12.09.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2015-0133297 2015년 9월 21일 (21.09.2015) KR
- (71) 출원인: 부산대학교 산학협력단 (PUSAN NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 46241 부산시 금정구 부산대학로 63번길 2 (장전동, 부산대학교), Busan (KR).
- (72) 발명자: 강정윤 (KANG, Chung Yun); 46236 부산시 금정구 금샘로 229번길 29, 101동 1009호 (구서동, 금강부광아파트), Busan (KR). 허희준 (HEO, Hoe Jun); 46993 부산시 북구 금곡대로 166, 203동 403호 (화명동, 화명롯데캐슬카이저), Busan (KR). 김상호 (KIM, Sang Ho); 35265 대전시 서구 대덕대로 168번길 18, 809호 (갈마동, 오벨리스크), Daejeon (KR). 나혜성 (NA, Hye Sung); 46526 부산시 북구 화명신도시로 70,

109호 1704호 (화명동, 코오롱하늘채 1차아파트), Busan (KR).

(74) 대리인: 김성현 (KIM, Sung-Hyun); 47504 부산시 연제구 중앙대로 1255, 7층(거제동) 아너스특허법률사무소, Busan (KR).

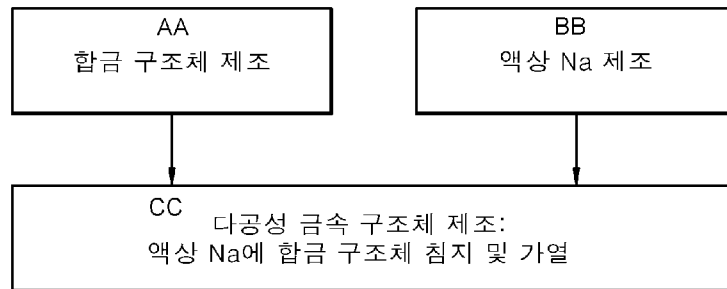
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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.

(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),

[다음 쪽 계속]

(54) Title: POROUS METAL STRUCTURE MANUFACTURING METHOD AND POROUS METAL STRUCTURE MANUFACTURED THEREBY

(54) 발명의 명칭 : 다공성 금속 구조체의 제조방법, 이에 의해 제조되는 다공성 금속 구조체



AA ... Manufacture alloy structure

BB ... Manufacture liquid Na

CC ... Manufacture porous metal structure: immerse alloy structure in liquid Na and heat same

(57) Abstract: The present invention relates to a porous metal structure manufacturing method and a porous metal structure manufactured thereby and, more particularly, to a porous metal structure manufacturing method comprising the steps of: (a) manufacturing an alloy structure comprising a first metal and a second metal; (b) melting Na, thereby manufacturing liquid Na; and (c) immersing the alloy structure in the liquid Na and then heating the same such that the second metal is selectively dissolved in the liquid Na, thereby manufacturing a porous metal structure comprising the first metal, wherein the alloy structure has a matrix formed by the first metal such that the second metal exists in the first metal matrix, and has a dual-phase structure formed by the first and second metals.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



WO 2017/052130 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, **공개:**
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 발명은 다공성 금속 구조체의 제조방법, 이에 의해 제조되는 다공성 금속 구조체에 관한 것으로, (a) 제 1 금속과 제 2 금속으로 이루어진 합금 구조체를 제조하는 단계; (b) Na를 용융시켜 액상 Na를 제조하는 단계; 및 (c) 상기 합금 구조체를 상기 액상 Na에 침지시킨 후 가열하여 상기 제 2 금속을 상기 액상 Na에 선택적으로 용해시킴으로써, 제 1 금속으로 이루어지는 다공성 금속 구조체를 제조하는 단계;를 포함하고, 상기 합금 구조체는 상기 제 1 금속이 기지를 형성하여 상기 제 2 금속이 제 1 금속 기지 내에 존재하고, 상기 제 1 금속과 제 2 금속의 2상의 조직을 가지는 것을 특징으로 하는, 다공성 금속 구조체의 제조방법에 관한 것이다.

명세서

발명의 명칭: 다공성 금속 구조체의 제조방법, 이에 의해 제조되는 다공성 금속 구조체

기술분야

- [1] 본 발명은 다공성 금속 구조체의 제조방법, 이에 의해 제조되는 다공성 금속 구조체에 관한 것으로서, 상세하게는 제1 금속과 제2 금속을 혼합, 주조 및 응고시켜 공정합금 구조체를 제조하고, 액상 Na에 상기 합금 구조체를 침지시키고, 가열하여 합금 구조체에서 제2 금속을 선택적으로 용해시켜 제1 금속으로 이루어지는 다공성 구조체를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 다공성 금속(Porous metal)은 기존의 벌크 금속에 비하여 높은 비강도, 충격 흡수성, 방음성, 단열성 및 넓은 비표면적을 가지는 고기능성 경량 소재로 구조재료 및 수송기기 분야는 물론 전자 재료, 생체재료, 스포츠 용품 분야에 이르기까지 광범위한 영역에서 사용된다.
- [3] 이 중, 용융금속의 응고 시 이원자 분자 가스성분(H_2 , N_2 , O_2)의 용해도 감소에 따른 또한, 본 발명은 상기 다공성 금속 주조품을 이용하여 제조되는 열교환기를 제공하는 것을 다른 해결과제로 한다.
- [4] 탈가스 반응에 일방향 응고법을 적용하여 방향성이 있는 기공을 갖도록 제조한 로터스형 다공성 금속(Lotus-type porous metal)은 기공의 직경이 수 μm - 수 mm의 범위에서 기공의 직경이 균일하고 기공 방향의 제어가 가능하며, 통상의 폐기공과는 달리 주위에 응력이 집중되지 않으므로 강도특성이 우수할 뿐만 아니라, 기공과 평행한 방향의 열전도도 및 전기 전도도가 우수하다. 특히 다공성 동은 표면적이 매우 크기 때문에 각종 냉각장치의 히트싱크로 주목받고 있다.
- [5] 로터스형 다공성 금속을 제조하는 방법에는 금형 주조법(Mold casting technique), 대용융법(Zone melting technique), 연속주조법(Continuous casting technique) 등이 있다. 이러한 주조법을 기반으로 한 다공성 금속의 제조법은 수소의 가압, 금속의 용해, 일방향 응고 공정을 거쳐 제조된다.
- [6] 그러나, 종래의 로터스형 다공성 금속의 제조방법은 기공을 및 기공 직경 조절이 용이하나, 수 기압에서 수 십기압의 수소 또는 수소와 아르곤의 혼합 가스를 이용해야 하기 때문에 고압을 견딜 수 있는 고가의 챔버를 갖추어야 하는 문제점이 있다.
- [7] 이에, 본 발명자는 상기 종래기술의 문제점을 해결하고자 액상 Na에 선택적으로 금속을 용해시켜 기공을 형성하는 본 발명을 완성하였다.

[8]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [9] 본 발명은 다공성 금속 구조체의 제조방법을 제공하는 것을 그 해결과제로 한다.
- [10] 또한, 본 발명은 상기 방법으로 제조되는 다공성 금속 구조체를 제공하는 것을 다른 해결과제로 한다.

과제 해결 수단

- [11] 상기 본 발명의 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르면,
- [12] (a) 제1 금속과 제2 금속으로 이루어진 합금 구조체를 제조하는 단계;
- [13] (b) Na를 용융시켜 액상 Na를 제조하는 단계; 및
- [14] (c) 상기 합금 구조체를 상기 액상 Na에 침지시킨 후 가열하여 상기 제2 금속을 상기 액상 Na에 선택적으로 용해시킴으로써, 제1 금속으로 이루어지는 다공성 금속 구조체를 제조하는 단계;를 포함하고,
- [15] 상기 합금 구조체는 상기 제1 금속이 기지를 형성하여 상기 제2 금속이 제1 금속 기지 내에 존재하고, 상기 제1 금속과 제2 금속의 2상의 조직을 가지는 것을 특징으로 하는, 다공성 금속 구조체의 제조방법을 제공한다.

- [16]
- [17] 또한, 상기 본 발명의 다른 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 다공성 금속 구조체의 제조방법에 따라 제조되는 다공성 금속 구조체를 제공한다.

발명의 효과

- [18] 본 발명의 방법에 따르면, 액상 Na로 금속을 선택적으로 용해시켜 다공성 금속 구조체를 제조할 수 있고, 특히 제1 금속과 제2 금속의 조성 및 냉각 속도에 따라 다공성 금속 구조체의 기공 크기를 조절할 수 있어 다공성 금속 구조체의 기공 형상을 제어할 수 있고, 폼형 또는 로터스형의 기공을 형성할 수 있는 효과가 있다. 뿐만 아니라, 본 발명에서 사용된 제2 금속은 회수가 가능한 효과가 있다.
- [19] 또한, 본 발명의 다공성 금속 구조체는 다공성 구조의 특성으로 인한 넓은 비표면적을 가지므로 열교환기(차량용/선박용/플랜트용/전자재료용), 흡음기, 마찰식 베어링, 범퍼재, 건축자재, 전자재료, 생체재료, 전동기, 센서, 차량용/선박용/플랜트용 배기후처리 장치, 필터 및 수송기기, 전자재료 방열판 등에 적용할 수 있는 효과가 있다. 또한 본 발명의 방법을 이용함에 따라 상기 다공성 금속 구조체를 이용하여 제조되는 다양한 제품에 적용시 기존의 접합방식에 의하지 않고 간소한 공정으로 제조하면서 금속품의 변형 등의 문제를 해결할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [20] 도 1은 본 발명의 다공성 금속 구조체의 제조방법을 나타낸 흐름도이다.
- [21] 도 2는 본 발명의 (a) 폼형과 (b) 로터스형 기공의 제작과정을 모식도로 나타낸 것이다.

- [22] 도 3는 본 발명의 일 실시예에 따른 (a) 상평형 그림과 (b) Cu-Ag 합금의 응고과정 및 이에 따라 형성되는 기공형상을 모식화하여 나타낸 것이다.
- [23] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 액상 Na 침지 전과 후의 SEM 사진이다.
- [24] 도 5는 본 발명의 은이 용해되어 있는 액상 Na로부터 회수된 은의 SEM 사진이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [25] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명을 상세히 설명하기로 한다.
- [26] 본 발명은 다공성 금속 구조체의 제조방법 및 이에 의해 제조되는 다공성 금속 구조체에 관한 것으로서, 상세하게는 제1 금속과 제2 금속을 혼합, 주조 및 응고시켜 합금 구조체를 제조하고, 액상 Na에 상기 합금 구조체를 침지시키고, 가열하여 합금 구조체에서 제2 금속을 선택적으로 용해시켜 제1 금속으로 이루어지는 다공성 금속 구조체를 제조하는 방법 및 상기 방법으로 제조되는 다공성 금속 구조체와 그 적용제품에 관한 것이다.
- [27] 따라서 본 발명의 일 측면에 따르면 본 발명은,
- [28] (a) 제1 금속과 제2 금속으로 이루어진 합금 구조체를 제조하는 단계; (b) Na를 용융시켜 액상 Na를 제조하는 단계; 및 (c) 상기 합금 구조체를 상기 액상 Na에 침지시킨 후 가열하여 상기 제2 금속을 상기 액상 Na에 선택적으로 용해시킴으로써, 제1 금속으로 이루어지는 다공성 금속 구조체를 제조하는 단계;를 포함하고, 상기 합금 구조체는 상기 제1 금속이 기지를 형성하여 상기 제2 금속이 제1 금속 기지 내에 존재하고, 상기 제1 금속과 제2 금속의 2상의 조직을 가지는 것을 특징으로 한다.
- [29] 도 1은 본 발명의 다공성 금속 구조체의 제조방법을 흐름도로 나타낸 것이다. 상기 도 1을 참조하면, 본 발명의 다공성 금속 구조체의 제조방법은 공정합금 구조체를 제조하고, 액상 Na를 제조한 후, 액상 Na에 합금 구조체를 침지 및 가열하여 다공성 금속 구조체를 제조하게 된다.
- [30] 단계를 나누어 구체적으로 살펴보면, 먼저 상기 공정합금의 제조단계는, 제1 금속 및 상기 제1 금속과 공정을 이룰 수 있는 제2 금속을 혼합한 후, 주조 및 응고시켜 공정합금 구조체를 제조한다. 예를 들면, 고주파유도 용해로에 상기 제1 금속과 상기 제2 금속을 장입하고 승온시켜 장입원료들을 모두 용해시킨 후, 상기 용해된 합금을 주형에 주입하고 냉각 및 응고시켜 공정합금 구조체를 제조할 수 있다.
- [31] 이때, 상기 제1 금속은 구리(Cu), 알루미늄(Al), 니켈(Ni) 및 티타늄(Ti), 지르코늄(Zr), 철(Fe)으로 이루어진 그룹 중 선택되는 어느 하나의 금속이고, 상기 제2 금속은 은(Ag)이다. 바람직하게는 상기 제1 금속은 구리(Cu)를 사용할 수 있다.
- [32] 다음으로 액상 Na를 제조하는 단계는 Na를 가열하여 용융시켜 용융상태의 액상 Na를 제조하는 단계로, 구체적으로는 Na를 97 내지 880 °C로 가열하여 액상

Na를 제조할 수 있다. 이때, 상기 Na의 용융 온도가 80 °C 미만일 경우, Na이 고상이기 때문에 바람직하지 못하고, 880 °C 초과일 경우, 기상이기 때문에 바람직하지 못하다.

- [33] 다음으로 다공성 금속 구조체를 제조하는 단계는 상기 액상 Na에 선택적으로 제2 금속을 용해시켜 기공을 형성하는 단계로, 상기 공정합금 구조체를 상기 액상 Na에 침지시킨 후 가열하면 공정을 이루는 제2 금속이 상기 액상 Na와 반응하면서 선택적으로 용해되어 기공이 형성됨으로써, 제1 금속만으로 이루어지는 다공성 구조체가 제조된다. 상세하게는, 상기 구조체를 상기 액상 Na에 침지하고, 진공분위기에서 97 내지 880 °C로 가열시키는 것이 바람직하다. 이 때, 상기 가열 온도가 97 °C 미만일 경우, 고상이기 때문에 바람직하지 못하고, 880 °C 초과일 경우, 기상이기 때문에 바람직하지 못하다.
- [34] 또한 상기 다공성 금속 구조체를 제조한 후, 상기 구조체를 세척하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상세하게는 상기 구조체를 알코올에 침지하고 초음파를 가하여 상기 구조체에 남아있는 Na를 세척하여 제거할 수 있다.
- [35] 또한 본 발명에 있어서, 상기 다공성 금속 구조체는 폼(Foam)형 또는 로터스(Lotus)형 기공을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [36] 도 2는 (a) 폼(Foam)형 금속의 제조방법과 (b) 로터스(Lotus)형 기공 구조 금속의 제조방법을 나타낸 모식도이다. 상기 도 2(a)를 참조하면, 상기 폼(Foam)형 금속의 제조는 제1 금속 및 제2 금속을 혼합, 주조 및 응고시켜 합금 구조체를 만들고, 상기 합금 구조체를 액상 Na에 침지시켜 상기 제2 금속만을 선택적으로 용해시켜 개방되거나 또는 폐쇄된 형상의 폼형 다공성 금속 구조체를 제조할 수 있다. 상기 도 2(b)를 참조하면, 상기 로터스(Lotus)형 금속의 제조방법은 제1 금속 및 제2 금속을 일방향 응고 방법으로 합금 구조체를 만들고, 상기 합금 구조체를 액상 Na에 침지시켜 상기 제2 금속만을 선택적으로 용해시켜 일방향 원통형 기공을 갖는, 로터스형 다공성 금속 구조체를 제조할 수 있다. 이 때, 상기 일방향 응고방법은 기존의 등축정 초내열합금 터빈블레이드 주조품을 사용할 때, 응력에 수직으로 작용하는 횡방향의 입계, 즉 균열의 시작점을 제거하여 제품의 수명을 연장시키는 응고기술로 브리지만(Bridgman)방식의 진공로(vacuum furnace)를 사용하여 제조할 수 있다.
- [37] 또한 본 발명에 있어서, 상기 합금 구조체는 공정합금 주조제일 수 있고, 상기 공정합금 주조제의 제조시 제1 금속과 제2 금속의 조성과 상기 주조제의 냉각속도에 따라 제2 금속이 분포되는 것에 의하여, 아공정(Hypoeutectic) 영역 또는 공정점(Eutectic point) 또는 과공정(Hypereutectic) 영역의 합금 주조제가 제조된다. 이 경우 상기 합금 주조제에서 공정을 이루는 제2 금속이 분포되는 형상에 따라, 최종적으로 제조되는 다공성 주조품의 형상이 달라지게 된다. 구체적으로, 상기 아공정 영역 또는 공정점에서의 상기 주조제는 액상 Na에 침지 후, 제2 금속을 선택적으로 용해시킴에 따라 개방된 형상의 다공성 금속 주조품을 제조하게 되고, 과공정 영역의 합금 주조제는, 액상 Na에 침지 후, 제2

금속을 선택적으로 용해시킴에 따라 폐쇄된 형상의 다공성 금속 주조품을 제조할 수 있게 된다. 따라서 본 발명에 따르면 상기 합금 주조재의 제조시 합금의 조성 및 냉각속도의 제어에 의하여 다공성 금속 주조품의 기공형상을 제어할 수 있게 되는 효과를 가져오게 된다.

- [38] 관련하여, 도 3은 Cu-Ag 합금 주조시 상평형 그림과 Cu-Ag 합금의 응고과정 및 이에 따라 형성되는 기공형상을 모식화하여 나타낸 것이고, 도 4는 본 발명의 실시예 1의 액상 Na 침지 전과 후의 SEM 사진이다.
- [39] 이를 참고하면, 상기 구리의 함량이 0 내지 26.7 중량%일 경우는 아공정 영역의 Cu-Ag 합금을 형성하게 되는데, 상기 아공정 영역의 Cu-Ag 합금의 응고과정을 살펴보면, 상기 구리와 상기 은이 혼합 및 주조된 합금이 응고하면서 순수한 은과 초정 형상(Proeutectic)의 은이 정출되고, 상기 구리와 은이 공정 형상(Eutectic mixture)으로 정출된다. 따라서 상기 아공정 합금을 액상 Na에 침지시키면, 상기 순수한 은과 초정형상의 은 및 공정 형상의 은이 선택적으로 용해되어 개방형 형상의 다공성 금속 구조체가 제조된다. 이 때 형성된 기공의 크기는 1 내지 50 μm 이며, 바람직하게는 5 내지 10 μm 의 기공을 가질 수 있다.
- [40] 다음으로 상기 구리의 함량이 26.7 중량%일 경우는 공정점의 Cu-Ag 합금을 형성하고, 상기 공정점의 Cu-Ag 합금의 응고과정을 살펴보면, 상기 구리와 은이 공정 형상으로 정출된다. 따라서 상기 공정점에서의 합금을 액상 Na에 침지시키면, 상기 공정 형상의 은이 선택적으로 용해되어 개방형 형상의 다공성 금속 구조체가 제조된다.
- [41] 또한 상기 구리의 함량이 26.7 내지 100 중량%일 경우는 과공정 영역의 Cu-Ag 합금을 형성하게 되는 바, 상기 과공정 영역의 Cu-Ag 합금의 응고과정을 살펴보면, 상기 구리와 상기 은이 혼합 및 주조된 합금이 응고하면서 순수한 구리와 초정 형상의 구리가 정출되고, 상기 구리와 은이 공정 형상으로 정출된다. 따라서 상기 과공정 합금을 액상 Na에 침지시키면, 상기 공정 형상의 은이 선택적으로 용해되어 폐쇄형 형상의 다공성 금속 구조체가 제조된다.
- [42] 또한 본 발명에 있어서, 상기 공정합금 구조체를 액상 Na에 침지시킨 후 가열온도는 97 내지 880 $^{\circ}\text{C}$ 인 것을 특징으로 하며, 바람직하게는 350 $^{\circ}\text{C}$ 인 것을 특징으로 한다. 상기 가열온도가 97 $^{\circ}\text{C}$ 미만일 경우, Na이 고상이기 때문에 바람직하지 못하고, 880 $^{\circ}\text{C}$ 초과일 경우, Na이 기상이기 때문에 바람직하지 못하다.
- [43] 또한 본 발명에 있어서, 상기 제1 금속으로 이루어지는 다공성 금속 구조체를 제조한 후, 상기 액상 Na에 용해된 상기 제2 금속을 응고시켜 여과함으로써 상기 제2 금속을 회수하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다. 상세하게는, 은이 용해되어있는 액상 Na를 응고시킨 뒤, 알코올로 세척하고 여과하여 은을 회수할 수 있다. 바람직하게는 상기 알코올은 에탄올을 사용할 수 있다.
- [44] 관련하여, 도 5는 은이 용해되어 있는 액상 Na로부터 회수된 은의 SEM 사진이다. 이를 참고하면 기공을 형성하기 위해 사용되었던 은을 액상 Na로부터

회수가 가능함을 확인할 수 있다.

[45] 본 발명의 다른 측면에 따르면,

[46] 상기 다공성 금속 구조체의 제조방법에 따라 제조되는 다공성 금속 구조체가 제공된다. 상기 다공성 금속 구조체는 높은 표면적 비와 전기 전도도가 높은 특성 때문에 전동기, 센서 및 차량용/선박용/플랜트용 배기후처리 장치 등에 적용이 가능하다. 또한, 다공성 구조의 특성으로 인한 넓은 비표면적을 가지므로 소리를 흡수할 수 있는 흡음기, 높은 열전달이 요구되는 열교환기, 기상이나 액상 중의 작은 고형물을 제거하기 위한 필터 및 연료전지용 다공성 금속재료로 사용할 수 있다.

[47] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다.

[48] 이들 실시예는 오로지 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 요지에 따라 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되지 않는다는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에 있어서 자명할 것이다.

[49]

발명의 실시를 위한 형태

[50] 실시예

[51] <실시예 1>

[52] 구리 26.7 wt%와 은 73.3 wt%으로 형성된 합금 구조체를 도가니 안에 담고, 액상의 소듐 용액을 일정량 넣어서 침지시킨 뒤, STS case 안에 상기 도가니를 넣고, 진공분위기에서 350 °C, 24 시간동안 가열하였다. 가열 후, 상기 도가니를 꺼내어 응고된 소듐 및 합금 구조체를 분리시키고 상온에서 응고시켰다. 상기 합금 구조체에 붙은 Na를 세척하여 제거하기 위해, 메탄올 또는 에탄올에 침지시키고 초음파 세척을 하였다. 상기 세척 후, 다공성 구리 구조체를 수득하였다.

[53] 상기 다공성 구리 구조체는 도 4에 나타내었다. 도 4를 참고하면 액상 Na 침지 전, 초정 형상의 Ag와 공정형상의 Ag, Cu를 확인할 수 있고, 침지 후에 초정형상의 Ag가 제거되고 기공이 형성된 것을 알 수 있다. 이 때, 상기 합금 구조체는 이론상으로는 공정형상으로만 이루어져야 하지만, 빠른 냉각속도에 의해서 공정형상의 Ag, Cu뿐만 아니라 초정형상의 Ag가 형성된 것으로 판단된다.

[54]

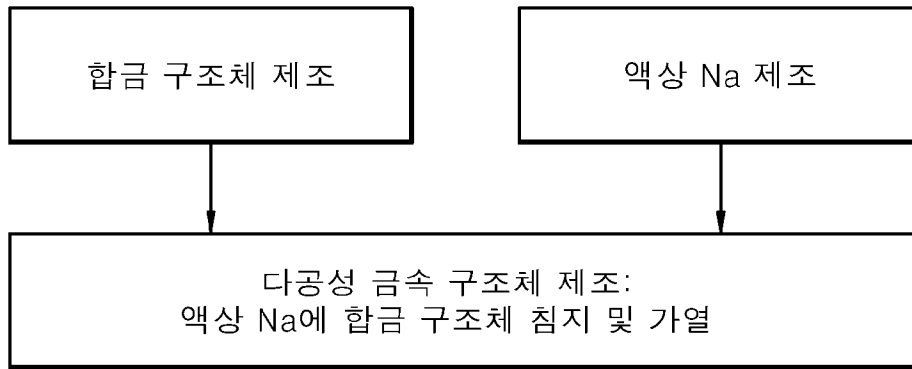
[55] 이제까지 본 발명에 대하여 바람직한 실시예를 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예는 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본

발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

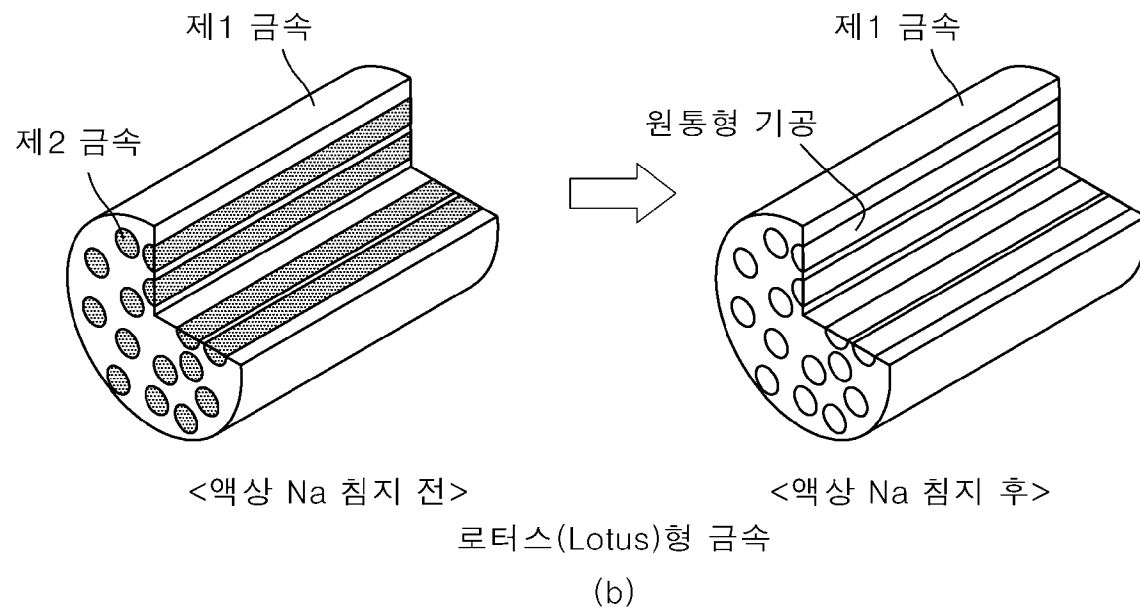
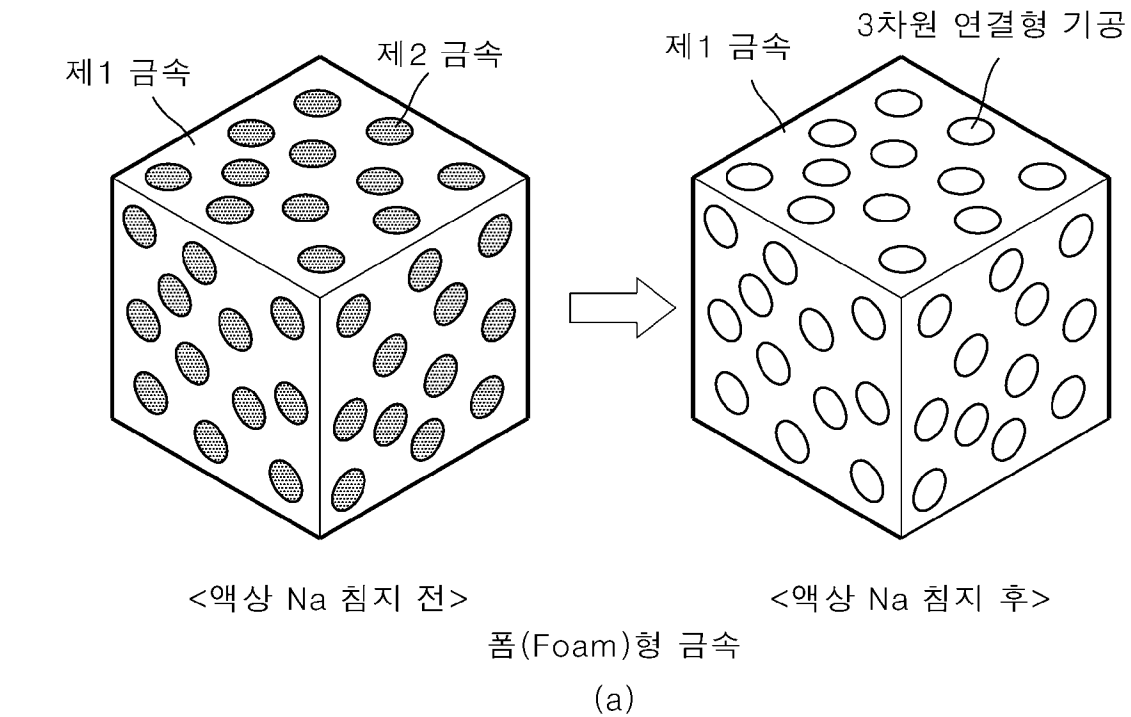
청구범위

- [청구항 1] (a) 제1 금속과 제2 금속으로 이루어진 합금 구조체를 제조하는 단계;
(b) Na을 용융시켜 액상 Na을 제조하는 단계; 및
(c) 상기 합금 구조체를 상기 액상 Na에 침지시킨 후 가열하여 상기 제2 금속을 상기 액상 Na에 선택적으로 용해시킴으로써, 제1 금속으로 이루어지는 다공성 금속 구조체를 제조하는 단계;를 포함하고,
상기 합금 구조체는 상기 제1 금속이 기지를 형성하여 상기 제2 금속이 제1 금속 기지 내에 존재하고, 상기 제1 금속과 제2 금속의 2상의 조직을 가지는 것을 특징으로 하는, 다공성 금속 구조체의 제조방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 제1 금속은 구리(Cu), 알루미늄(Al), 니켈(Ni) 및 티타늄(Ti), 지르코늄(Zr), 철(Fe)으로 이루어진 그룹 중 선택되는 어느 하나의 금속이고, 상기 제2 금속은 은(Ag)인 것을 특징으로 하는 다공성 금속 구조체의 제조방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 다공성 금속 구조체는 폼(Foam)형 또는 로터스(Lotus)형 기공을 갖는 것을 특징으로 하는 다공성 금속 구조체의 제조방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 합금 구조체는 공정합금 주조제이고,
상기 공정합금 주조제는 아공정(Hypoeutectic) 영역 또는 공정점(Eutectic point) 또는 과공정(Hypereutectic) 영역의 합금이 형성되고; 상기 아공정 영역 또는 공정점의 합금 주조제의 제조시 개방된 형상의 다공성 주조품이 제조되고, 과공정 영역의 합금 주조제의 제조시 폐쇄된 형상의 다공성 주조품이 제조되는 것을 특징으로 하는 다공성 금속 구조체의 제조방법.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 액상 Na에 침지시킨 후, 가열온도는 97 내지 880 °C인 것을 특징으로 하는 다공성 금속 구조체의 제조방법.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 제1 금속으로 이루어지는 다공성 금속 구조체를 제조한 후, 상기 액상 Na에 용해된 상기 제2 금속을 응고시켜 여과함으로써 상기 제2 금속을 회수하는 단계를 더 포함하는, 다공성 금속 구조체의 제조방법.
- [청구항 7] 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따라 제조되는 것을 특징으로 하는 다공성 금속 구조체.

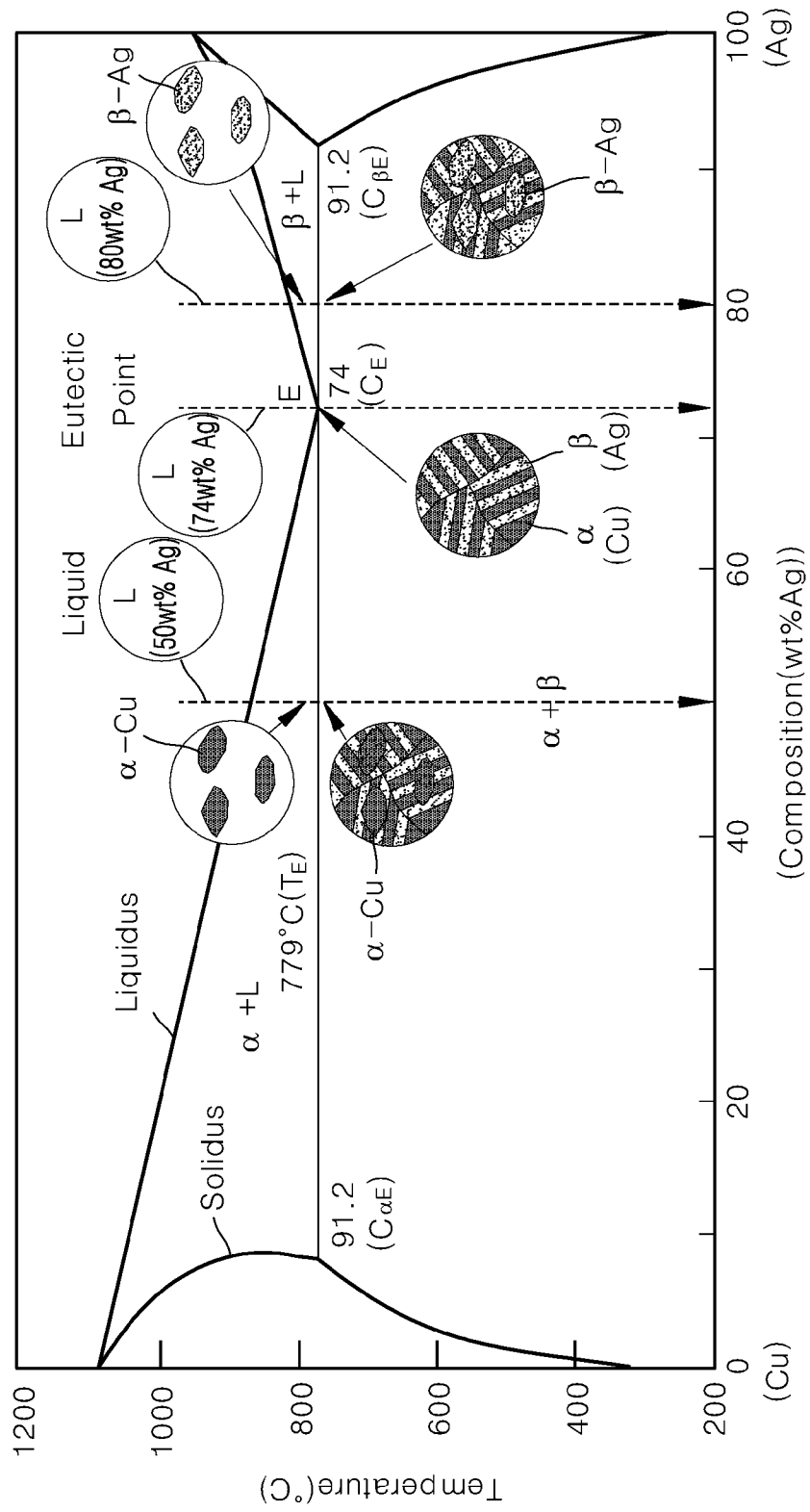
[도1]



[도2]



[도3a]

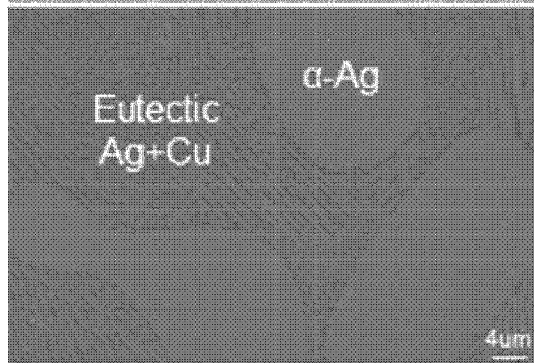
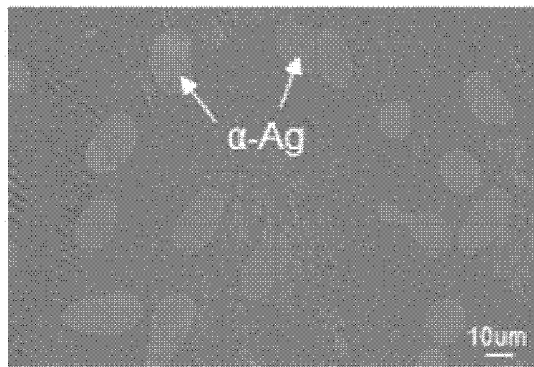


[도3b]

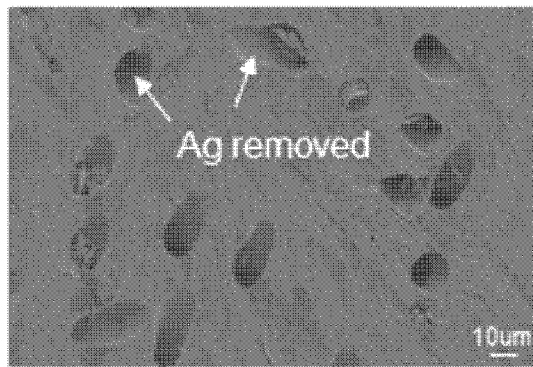
		응고 과정	Na 부식 후	기공 형상
$\frac{R_0}{F_0} \frac{F_0}{O}$	$0 < Cu < 26.7 \text{ wt. \%}$			Open Cell
	$Liquid_0 \rightarrow \alpha-Ag + Liquid_1$ $\rightarrow \alpha-Ag + (Ag + Cu)$			
$\frac{R_0}{F_0}$	$Cu = 26.7 \text{ wt. \%}$			Open Cell
	$Liquid_0 \rightarrow Ag + Cu$			
$\frac{R_0}{F_0} \frac{F_0}{F_1}$	$26.7 < Cu < 100 \text{ wt. \%}$			Close Cell
	$Liquid_0 \rightarrow \alpha-Cu + Liquid_1$ $\rightarrow \alpha-Cu + (Ag + Cu)$			

[도4]

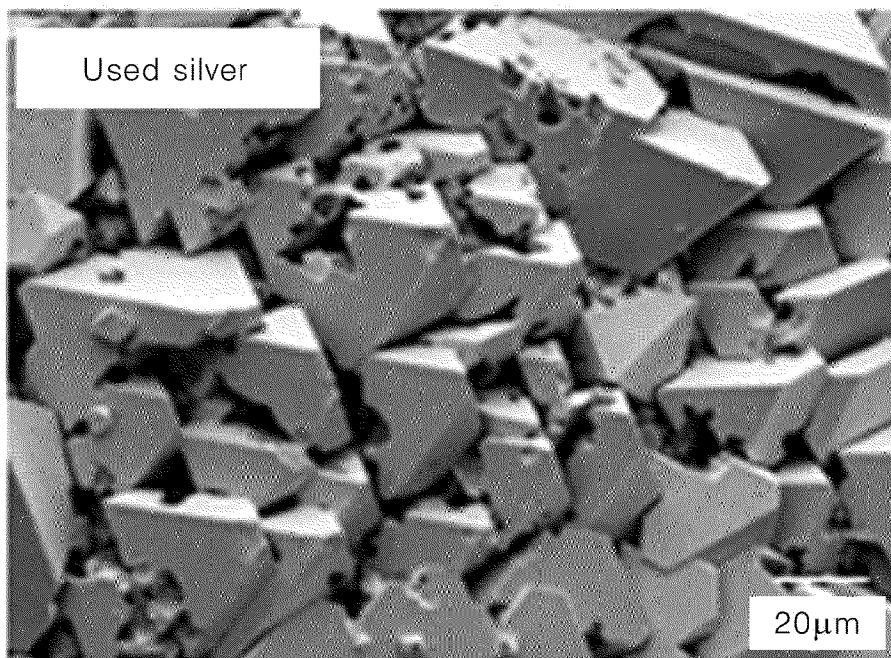
<Na 침지 전>



<Na 침지 후>



[도5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/010277**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****B22D 29/00(2006.01)i, B22D 25/00(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)

B22D 29/00; C22C 1/08; C22C 1/10; C22C 5/06; C22C 1/02; B22F 1/00; B23K 31/02; B22D 25/00

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: porous, metal, sodium, immersion, copper, silver, Lotus

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2014-0087714 A (KOOKMIN UNIVERSITY INDUSTRY ACADEMY COOPERATION FOUNDATION) 09 July 2014 See paragraphs [0017], [0028]-[0030] and claims 1-3.	7
A		1-6
A	KR 10-2015-0084452 A (INHA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 22 July 2015 See paragraphs [0042]-[0048] and claim 1.	1-7
A	US 2010-0028710 A1 (GROS et al.) 04 February 2010 See paragraphs [0079]-[0082] and claim 135.	1-7
A	KR 10-2005-0092332 A (THE UNIVERSITY OF QUEENSLAND) 21 September 2005 See claims 1, 2, 15 and figure 1.	1-7
A	KR 10-1997-0010991 A (CHAE, Chang-Keun et al.) 27 March 1997 See abstract and claims 1, 2.	1-7



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

23 DECEMBER 2016 (23.12.2016)

Date of mailing of the international search report

23 DECEMBER 2016 (23.12.2016)

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/010277

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2014-0087714 A	09/07/2014	KR 10-1478286 B1	06/01/2015
KR 10-2015-0084452 A	22/07/2015	NONE	
US 2010-0028710 A1	04/02/2010	CA 2648728 A1 CN 101553447 A EP 2021303 A1 EP 2021303 A4 WO 2007-121575 A1	01/11/2007 07/10/2009 11/02/2009 26/05/2010 01/11/2007
KR 10-2005-0092332 A	21/09/2005	AU 2004-201143 A1 CA 2462385 A1 CA 2462385 C EP 1402978 A1 EP 1402978 B1 EP 1577037 A1 JP 03841301 B2 JP 04351096 B2 JP 2004-115917 A JP 2005-254325 A KR 10-0768983 B1 US 2004-0060683 A1 US 2004-0173335 A1 US 2005-0161189 A1 US 6823928 B2 US 6997232 B2 US 7036550 B2	29/09/2005 15/09/2005 22/12/2009 31/03/2004 30/11/2005 21/09/2005 01/11/2006 28/10/2009 15/04/2004 22/09/2005 22/10/2007 01/04/2004 09/09/2004 28/07/2005 30/11/2004 14/02/2006 02/05/2006
KR 10-1997-0010991 A	27/03/1997	JP 09-059729 A KR 10-0149565 B1	04/03/1997 16/11/1998

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B22D 29/00(2006.01)i, B22D 25/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B22D 29/00; C22C 1/08; C22C 1/10; C22C 5/06; C22C 1/02; B22F 1/00; B23K 31/02; B22D 25/00

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: 다공성, 금속, 나트륨, 침지, 구리, 은, 로터스

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-2014-0087714 A (국민대학교산학협력단) 2014.07.09 단락 [0017], [0028]-[0030] 및 청구항 1-3 참조.	7
A		1-6
A	KR 10-2015-0084452 A (인하대학교 산학협력단) 2015.07.22 단락 [0042]-[0048] 및 청구항 1 참조.	1-7
A	US 2010-0028710 A1 (GROS et al.) 2010.02.04 단락 [0079]-[0082] 및 청구항 135 참조.	1-7
A	KR 10-2005-0092332 A (더 유니버시티 오브 퀸슬랜드) 2005.09.21 청구항 1, 2, 15 및 도면 1 참조.	1-7
A	KR 10-1997-0010991 A (채창근 등) 1997.03.27 요약 및 청구항 1, 2 참조.	1-7

☐ 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

2016년 12월 23일 (23.12.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 12월 23일 (23.12.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



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

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

배근태

전화번호 +82-42-481-3547



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2014-0087714 A	2014/07/09	KR 10-1478286 B1	2015/01/06
KR 10-2015-0084452 A	2015/07/22	없음	
US 2010-0028710 A1	2010/02/04	CA 2648728 A1 CN 101553447 A EP 2021303 A1 EP 2021303 A4 WO 2007-121575 A1	2007/11/01 2009/10/07 2009/02/11 2010/05/26 2007/11/01
KR 10-2005-0092332 A	2005/09/21	AU 2004-201143 A1 CA 2462385 A1 CA 2462385 C EP 1402978 A1 EP 1402978 B1 EP 1577037 A1 JP 03841301 B2 JP 04351096 B2 JP 2004-115917 A JP 2005-254325 A KR 10-0768983 B1 US 2004-0060683 A1 US 2004-0173335 A1 US 2005-0161189 A1 US 6823928 B2 US 6997232 B2 US 7036550 B2	2005/09/29 2005/09/15 2009/12/22 2004/03/31 2005/11/30 2005/09/21 2006/11/01 2009/10/28 2004/04/15 2005/09/22 2007/10/22 2004/04/01 2004/09/09 2005/07/28 2004/11/30 2006/02/14 2006/05/02
KR 10-1997-0010991 A	1997/03/27	JP 09-059729 A KR 10-0149565 B1	1997/03/04 1998/11/16