

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016 년 3 월 10 일 (10.03.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/036030 A1

- (51) 국제특허분류:
C30B 13/28 (2006.01) *C30B 29/40* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/008683
- (22) 국제출원일: 2015 년 8 월 20 일 (20.08.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2014-0116876 2014 년 9 월 3 일 (03.09.2014) KR
10-2014-0116888 2014 년 9 월 3 일 (03.09.2014) KR
10-2015-0085773 2015 년 6 월 17 일 (17.06.2015) KR
- (71) 출원인: 한국기초과학지원연구원 (KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE) [KR/KR]; 34133 대전시 유성구 과학로 169-148, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 윤재식 (YOON, Jae Sik); 34195 대전시 유성구 동서대로 725, 1210-1604, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 플러스 (PLUS INTERNATIONAL IP LAW FIRM); 35209 대전시 서구 한밭대로 809 10층, Daejeon (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, 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.

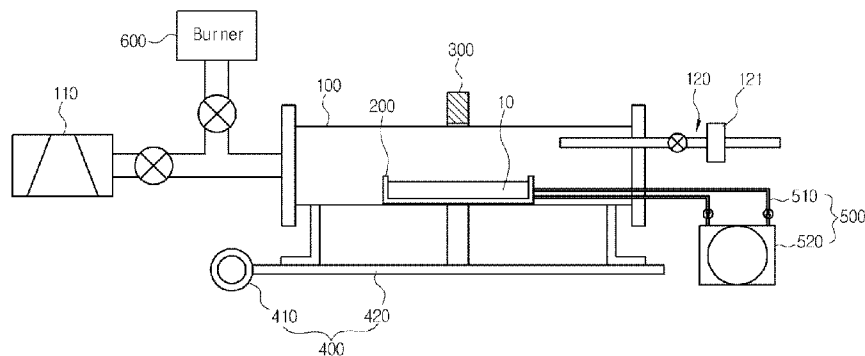
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,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

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING TRACE ELEMENTS OF LOW-MELTING POINT METAL

(54) 발명의 명칭 : 저융점 금속의 극미량 원소 제어장치 및 제어방법



(57) Abstract: The present invention relates to a method and an apparatus for controlling trace elements of a low-melting point metal and, more specifically, to a method and an apparatus for controlling trace elements of a low-melting point metal, wherein the apparatus for controlling trace metals contained in a metal, in order to increase the purity of the metal, can control even trace elements contained in a low-melting point metal, such as Ga or In, which is not easily recrystallized due to the low melting point thereof.

(57) 요약서: 본 발명은 저융점 금속의 극미량 원소 제어장치 및 제어방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 금속의 순도를 높이기 위하여 금속에 포함된 극미량의 원소를 제어하는 장치에 있어서 융점이 낮아 쉽게 재결정되지 않는 Ga, In 등의 저융점 금속에 포함된 극미량 원소까지 제어할 수 있도록 한 저융점 금속의 극미량 원소 제어장치 및 제어방법에 관한 것이다.

WO 2016/036030 A1

명세서

발명의 명칭: 저융점 금속의 극미량 원소 제어장치 및 제어방법 기술분야

- [1] 본 발명은 저융점 금속의 극미량 원소 제어장치 및 제어방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 금속의 순도를 높이기 위하여 금속에 포함된 극미량의 원소를 제어하는 장치에 있어서 융점이 낮아 쉽게 재결정되지 않는 Ga, In 등의 저융점 금속에 포함된 극미량 원소까지 제어할 수 있도록 한 저융점 금속의 극미량 원소 제어장치 및 제어방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 종래의 단결정 고체의 불순물을 제거하여 순도를 높이기 위한 공정을 존정제법(zone refining)이라고 한다.
- [4] 도 1에 이러한 존정제법의 원리를 간단하게 도시하였다. 폭이 좁은 고리 모양의 히터를 사용하여 막대 형상의 단결정 잉곳(ingot)을 가열하여 용융시키며, 이렇게 부분적으로 용융된 부분(molten zone)은 히터가 이동함에 따라 잉곳의 한쪽 끝에서 다른 끝으로 서서히 이동하게 된다. 이때 용융되어 액체였던 주 물질이 히터가 이동함에 따라 재결정될 때 같은 물질끼리 결정을 만들려는 경향 때문에 액체와 고체 계면에서 불순물(impurity)이 액체 상태인 용융 부분으로 이동하게 된다.
- [5] 즉, 잉곳은 부분적으로 용융 - 결정 과정을 반복하며, 점차 불순물은 히터의 이동방향을 따라 이동하여 마침내 한쪽 끝에 모이게 된다. 이러한 과정을 여러 번 반복하고 마지막에 불순물이 밀집된 잉곳의 한쪽 끝을 잘라냄으로써 고순도의 결정체를 얻을 수 있는 것이다.
- [6] 종래의 정제장치를 도 2에 도시하였다. 도시된 장치는 베드(1)의 일측에 회전가능하게 고정 지지되고 내부에 금속 게르마늄을 투입하여 회전시키는 회전튜브(3)와, 상기 회전튜브 내부를 진공상태로 만드는 진공펌프(5), 상기 회전튜브의 외측을 가열하여 내부의 금속 게르마늄을 용융시키고 용융 시 회전튜브의 축 방향을 따라 이동하여 금속 게르마늄에 포함된 불순물을 고온부에서 저온부로 이동시키는 히터(4)를 포함하여 이루어진 구조이며, 금속 게르마늄을 진공상태에서 완전용융 후 불순물을 한쪽으로 모아 잘라냄으로써 금속 게르마늄을 정제하는 장치이다.
- [7] 그러나 상술한 정제장치는 융점이 958.5°C인 게르마늄을 정제하는 장치이다. Ga, In 등과 같은 저융점 금속(low melting metals)(327.4°C에서 용융하는 Pb의 녹는점 이하에서 실용화되는 금속재료)의 경우에는, 히터가 이동하더라도 용융되었던 부분이 재결정화되지 않고 액체 상태로 남아있기 때문에 불순물을 한쪽으로 모을 수 없는 문제가 있다. 즉, 저융점 금속의 정제에는 적용될 수 없는

문제가 있다.

[8]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [9] 본 발명은 용점이 327.4°C 이하인 저융점 금속의 정제 시 쉽게 용융되어 재결정화되지 않는 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 저융점 금속에 포함된 극미량 원소들을 효과적으로 제어함으로써 저융점 금속의 고순도화 정제 공정이 가능하도록 한 저융점 금속의 극미량 원소 제어장치 및 제어방법을 제공하는 것이다.

[10]

과제 해결 수단

- [11] 본 발명의 일실시예에 따른 저융점 금속의 극미량 원소 제어장치는 내부에 빈 공간이 형성되어 대상 금속이 수용되는 튜브; 상기 튜브 내에 위치하며, 상기 대상 금속이 담기는 보트; 상기 튜브 내의 상기 대상 금속을 국부적으로 가열하여 액체 상태인 용융부(molten zone)를 만드는 가열수단; 상기 가열수단을 상기 튜브의 길이방향을 따라 이동시키는 이동수단; 상기 대상 금속에서 상기 용융부를 제외한 영역이 고체 상태인 결정부(crystal zone)가 되도록 상기 대상 금속을 냉각시키는 냉각수단; 및 상기 가열수단의 가열 온도, 상기 냉각수단의 냉각 온도, 상기 이동수단의 이동 속도, 및 상기 이동수단의 이동 범위 중 어느 하나 이상을 제어하는 제어부;를 포함하여 이루어지며, 상기 대상 금속에 포함된 불순물은 상기 용융부에 모이게 되고, 상기 가열수단이 이동함에 따라 상기 불순물을 상기 대상 금속의 한쪽 끝단부로 집중시키도록 할 수 있다.
- [12] 이때, 상기 대상 금속은 Ga, In, Bi, Pb, Sn, Li, Na, Rb 중 선택되는 어느 하나일 수 있다.
- [13] 또한, 상기 보트는 열전도성을 갖는 금속으로 형성되며, 테프론 재질로 코팅될 수 있다.
- [14] 또, 상기 냉각수단은 상기 보트의 하부 외측면 또는 길이방향을 좌우 외측면에 접하며 지그재그 형태의 굴곡이 형성되어 냉각수가 순환하는 통로인 미세 관, 및 상기 미세 관의 양 끝단이 연결되어 냉각수의 순환을 제어하는 냉각 제어장치,로 이루어질 수 있다.
- [15] 또한, 상기 가열수단은 상기 대상 금속과 일정 거리 이격되어 상기 냉각수단이 위치한 측면을 제외한 적어도 한면 이상의 상기 튜브의 외측면에 구비될 수 있다.
- [16] 또, 상기 튜브는 내부를 진공 상태로 만드는 진공 펌프와 연결되며, 일측에 분위기 가스가 유입되는 노즐이 구비될 수 있다.
- [17] 이때, 상기 튜브는 상기 제어부와 연결되며, 내부 온도를 측정하는 온도센서가 더 구비될 수 있다.

- [18] 또한, 상기 가열수단은 상기 용융부가 복수 개 형성되도록 복수 개가 구비되며, 상기 대상 금속에 상기 용융부 및 결정부가 교번으로 형성되도록 상기 튜브의 길이방향을 따라 서로 이격되어 구비될 수 있다.
- [19] 또, 상기 제어부는 상기 가열수단의 이동 방향과 반대되는 방향을 기준으로, 상기 가열수단 간의 간격이 점점 넓어지도록 상기 가열수단 간의 이격 간격을 제어하거나 상기 각각의 가열수단 가열 온도가 점점 낮아지도록 상기 가열 온도를 제어할 수 있다.
- [20] 본 발명의 일실시예에 따른 저융점 금속의 극미량 원소 제어방법은 a) 정제하고자 하는 대상 금속이 담긴 보트가 튜브 내로 장입되는 단계(S100); b) 상기 튜브의 외면에 구비된 가열수단이 상기 대상 금속의 일측 단부 측에 위치되는 단계(S200); c) 상기 가열수단이 위치한 부분의 상기 대상 금속이 국부적으로 가열되어 액체 상태인 용융부(molten zone)가 되는 단계(S300); d) 상기 대상 금속에서 상기 용융부를 제외한 영역이 고체 상태인 결정부(crystal zone)가 되도록 상기 대상 금속이 냉각되는 단계(S400); 및 e) 상기 튜브의 길이방향을 따라 상기 가열수단이 일정 속도로 상기 대상 금속의 타측 단부 측으로 이동됨에 따라 상기 용융부도 같이 이동되며, 상기 대상 금속에 포함된 불순물 원소가 상기 용융부로 모이는 성질에 의해 상기 불순물 원소가 상기 대상 금속의 타측 단부로 이동되어 집중되는 단계(S500);를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [21] 또한, 상기 e)단계 이후 f) 불순물 원소가 집중된 상기 대상 금속의 타측 단부가 절단됨으로써 고순도의 대상 금속을 얻는 단계(S600);를 더 포함할 수 있다.
- [22] 이때, 상기 d)단계는 미리 결정된 온도로 냉각수가 냉각되는 단계(S410); 상기 보트의 외면에 접하도록 구비된 미세 관에 상기 냉각수가 공급되는 단계(S420); 및 상기 냉각수가 미세 관을 통해 순환됨으로써 상기 대상 금속이 냉각되는 단계(S430);를 포함하여 이루어질 수 있다.

[23]

발명의 효과

- [24] 종래의 정제장치는 히터가 이동했음에도 불구하고 금속의 용융되었던 부분이 재결정화되지 않는 문제로 인해 융점이 낮은 금속의 정제가 불가능하였으나, 본 발명에 따른 저융점 금속의 극미량 원소 제어장치는 정제하고자 하는 금속에 있어서 히터가 이동함에 따라 용융되었던 영역이 효과적으로 재결정화될 수 있도록 냉각하는 냉각수단을 더 구비함으로써 저융점 금속에 대해서도 고순도화 정제 공정이 가능하도록 하는 장점이 있다.
- [25] 또한, 본 발명은 히터를 복수 개 구비함으로써, 복수 개의 히터를 대상 금속의 일측 단부 측에서 타측 단부 측으로 한번 이동시켰음에도 불구하고 여러 번 반복 이동시킨 효과를 낼 수 있다. 따라서 히터의 개수만큼 대상 금속의 타측 단부에 집중된 극미량 원소의 농도가 증대되며, 이에 따라 반복 횟수가 감소되어 공정

시간이 단축됨과 동시에 대상 금속의 순도를 획기적으로 높일 수 있는 장점이 있다.

[26]

도면의 간단한 설명

[27] 도 1은 존 정제법의 원리를 도시한 그림.

[28] 도 2는 종래의 금속 게르마늄 정제장치의 개략도.

[29] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 저융점 금속의 극미량 원소 제어장치의 개략 단면도.

[30] 도 4는 도 3의 제어장치에 구비된 가열수단 및 냉각수단의 일예를 도시한 부분 사시도.

[31] 도 5는 도 3의 제어장치에 구비된 가열수단 및 냉각수단의 다른 예를 도시한 부분 사시도.

[32] 도 6은 도 4의 개략 단면도.

[33] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 제어장치의 개략 단면도.

[34] 도 8은 도 7의 제어장치에 구비된 제어부의 제어 동작을 나타낸 일예.

[35] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 저융점 금속의 극미량 원소 제어방법을 나타낸 블록도.

[36]

발명의 실시를 위한 형태

[37] 이하 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 저융점 금속의 극미량 원소 제어장치에 대해 상세히 설명한다.

[38] 다음에 소개되는 도면들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위한 예로서 제공되는 것이다. 따라서 본 발명은 제시되는 도면들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 또한, 명세서 전반에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

[39] 이 때, 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다.

[40]

[41] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 저융점 금속의 극미량 원소 제어장치의 개략 단면도이며, 도 4는 도 3의 제어장치에 구비된 가열수단 및 냉각수단의 일예를 도시한 부분 사시도, 도 5는 도 3의 제어장치에 구비된 가열수단 및 냉각수단의 다른 예를 도시한 부분 사시도이며, 도 6은 도 4의 개략 단면도를 나타낸다.

[42]

[43] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 저융점 금속의 극미량 원소 제어장치는 크게 튜브(100), 보트(200), 가열수단(300), 이동수단(400),

냉각수단(500) 및 제어부(미도시)를 포함하여 이루어진다.

- [44] 상기 튜브(100)는 내부에 빈 공간이 형성되어 정제하고자 하는 금속(이하, '대상 금속'이라 함)이 수용되는 공간으로, 내부를 진공 상태로 만드는 진공 펌프(110)와 연결되며, 일측에 분위기 가스가 유입되는 노즐(120)이 구비된다. 이때, 튜브(100)는 일반적으로 사용되는 석영 튜브(quartz tube)일 수 있다.
- [45] 또, 상기 보트(200)는 튜브(100) 내에 위치하여 대상 금속(10)이 담기는 용기로, 도면에는 상면이 개방된 상자 형태로 나타내었으나 보트(200)의 형태는 당업자에 따라 얼마든지 변형될 수 있는 부분으로 도면에 도시된 형태로 한정되는 것은 아니다. 이때, 보트(200)에 담기는 대상 금속(10)은 고체 또는 액체 상태일 수 있으며, 더욱 바람직하게는 운반 등 취급이 용이하도록 고체 상태인 것이 유리하다.
- [46]
- [47] 한편, 본 발명의 목적이 327.4°C 이하에서 실용화되는 저융점 금속을 고순도로 정제할 수 있는 극미량 원소 제어장치를 제공하는 것이므로, 상기 대상 금속(10)은 대표적인 저융점 금속인 Ga, In, Bi, Pb, Sn, Li, Na, Rb 중 선택되는 어느 하나일 수 있다.
- [48] 또, 대상 금속(10)은 벌크 상태의 잉곳 형태이며, 상기 대상 금속(10)이 담긴 보트(200)는 튜브(100)의 내부 중앙에 위치되도록 한다. 이후 진공 펌프(110)를 이용하여 튜브(100)를 진공 상태로 만든 후, 노즐(120)을 통해 수소 가스를 튜브(100) 내로 유입시켜 수소 분위기를 조성한다. 본 발명에 있어서 분위기 가스로 수소를 이용하였으나, 수소 이외에도 다양한 가스가 이용될 수 있다. 이때, 분위기 가스를 이용해 분위기를 조성하는 이유는, 튜브(100)에 수용된 대상 금속(10)의 반응을 막기 위함이다. 일반 대기와 같은 환경에서 공정이 진행된다면 대상 금속(10)은 대기 중의 산소와 반응하여 산화될 수 있기 때문에, 대상 금속(10)에 대해 반응성이 없는 수소 가스 등을 이용하여 공정 분위기를 조성하는 것이 바람직하다.
- [49] 참고로, 도 3에 도시된 노즐(120)의 중단부에 구비된 가스조절부(121)는 튜브(100) 내로 유입시키는 분위기 가스의 양을 조절하는 장치이며, 튜브(100)의 일측에 연결된 버너(600)는 폭발성이 있는 수소 가스를 연소시켜 배출하기 위해 구비된 것이다.
- [50]
- [51] 상기 가열수단(300)은 튜브(100) 내의 대상 금속(10)을 국부적으로 가열하여 액체 상태인 용융부(molten zone)(11)를 만드는 장치로, 통상의 히터나 플라즈마 발생기 등이 이용될 수 있다. 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 가열수단(300)은 대상 금속(10)과 일정 거리 이격되어 후술할 냉각수단(500)이 위치한 측면을 제외한 적어도 한 면 이상의 상기 튜브(100)의 외면에 구비된다.
- [52] 상기 이동수단(400)은 가열수단(300)을 튜브(100)의 길이방향을 따라 이동시키는 수단으로 도 3에 도시된 것처럼 기어(410)와 벨트(420)로 구성될

수도 있다. 그러나 이는 이동수단(400)의 일예로 도시한 것이며, 가열수단(300)을 이동시키는 동작을 하는 것이면 제한 없이 사용될 수 있다.

[53]

[54] 본 발명은 이동수단(400)에 의해 튜브(100)의 외면에 구비된 가열수단(300)이 튜브(100) 내에 수용된 대상 금속(10)과 일정 거리 이격된 상태로 대상 금속(10)의 일측 단부 측에서 타측 단부 측까지 서서히 이동함에 따라, 용융부(11)도 대상 금속(10)의 일측 단부에서 타측 단부로 이동하게 된다.

[55]

[56] 그러나 전술한 바와 같이 상기 대상 금속(10)은 용점이 낮은 저융점 금속이다. 예를 들어, 대표적인 저융점 금속인 Ga 금속은 용점이 사람의 체온보다도 낮은 29.76°C이다. 이는 사람의 손에서도 쉽게 녹아버릴 정도이기 때문에 Ga 금속을 국부적으로 용융시키는 것은 매우 어려울 수밖에 없다.

[57]

구체적으로 설명하면, Ga 금속과 같은 저융점 금속의 경우, 용융부(11)가 결정부(12)로 재결정화되는 과정이 매우 오래 걸리게 되고, 이 과정에서 대상 금속(10)의 용융부(11)에 존재하는 극미량 원소들이 가열수단(300)의 이동을 따라 이동하지 못하고 그대로 결정화되어버릴 수 있으며, 더 나아가 가열수단(300)이 이동했음에도 불구하고 용융부(11)가 액체 상태로 남아있을 수도 있다.

[58]

더욱 심각한 문제는, 공정의 반복 횟수가 증가하면 증가할수록 튜브(100) 내부의 분위기 가스가 가열되어 튜브(100) 내부의 온도가 지속적으로 상승하게 됨에 따라 상기와 같은 문제가 더욱 심화된다는 것이다.

[59]

[60] 따라서 본 발명에 일실시예에 따른 제어장치는 대상 금속(10)에서 용융부(11)를 제외한 영역이 고체 상태인 결정부(crystal zone)(12)가 되도록 하는 냉각수단(500)을 더 구비한다. 다시 말해, 상기 냉각수단(500)은 대상 금속(10)에서 가열수단(300)이 이동함에 따라 용융되었던 용융부(11)가 효과적으로 재결정화되어 결정부(12)가 될 수 있도록 대상 금속(10)을 냉각시키는 역할을 담당한다.

[61]

[62] 이하, 상기와 같이 냉각수단(500)이 구비된 본 발명의 일실시예에 따른 제어장치를 이용하여 대상 금속(10)의 극미량 원소가 제어되는 과정을 보다 상세히 설명한다.

[63]

우선, 고상의 대상 금속(10)이 담긴 보트(200)가 튜브(100)에 위치되면, 냉각수단(500)에 의해 고체 상태를 유지하고 있는 상태이다. 이후, 가열수단(300)을 튜브(100)의 일측 단부(좌측)에 위치시키고 전원을 인가하면, 가열수단(300)이 위치한 영역의 대상 금속(10)이 용융되어 용융부(11)가 형성된다.

[64]

도 6에 도시된 것처럼, 가열수단(300)이 튜브(100)의 길이방향을 따라 우측으로

이동함에 따라 튜브(100) 내의 대상 금속(10)의 용융부(11)도 우측으로 이동하며, 상기 가열수단(300)이 지나간 후 용융되었던 부분이 냉각수단(500)에 의해 고체 상태인 결정부(12)로 재결정화되는 계면에서 대상 금속(10)에 포함된 불순물과 같은 극미량 원소들이 용융부(11) 쪽으로 모이게 되고, 용융부(11)가 이동함에 따라 용융부(11)에 존재하는 극미량 원소의 농도가 점차적으로 증가하여 최종적으로 대상 금속(10)의 타측 단부에 집중되게 된다.

[65] 이후, 대상 금속(10)을 꺼내어 부분적으로 분석하여 극미량 원소의 농도가 급격히 증가하기 시작하는 지점을 확인한 후 대상 금속(10)의 타측 단부의 일정 영역을 잘라냄으로써 고순도로 정제된 대상 금속(10)을 얻을 수 있다. 만약 대상 금속(10)이 원하는 순도를 갖도록 충분히 극미량 원소가 제거되지 않았다면, 상기 과정을 수회 반복할 수 있다.

[66] 즉, 본 발명은 냉각수단(300)을 더 구비함으로써, 가열수단(300)이 이동함에 따라 용융되었던 부분이 효과적으로 재결정화되어 극미량 원소들이 원활하게 이동하도록 할 수 있다. 따라서 본 발명은 용점이 낮아 쉽게 용융되어 재결정화되지 않는 대상 금속(10)에 대해서도 고순도화 정제 공정을 가능하게 하는 장점이 있다.

[67] 이때, 본 발명은 제어부(미도시)를 더 구비할 수 있다. 제어부는 가열수단(300)의 가열 온도, 냉각수단(500)의 냉각 온도, 이동수단(400)의 이동 속도, 및 이동수단(400)의 이동 범위 중 어느 하나 이상을 제어하는 장치이며, 상세한 동작에 대해서는 후술한다.

[68]

[69] 한편, 상기 냉각수단(500)은 도 3 내지 도 5에 도시된 것처럼, 미세 관(510) 및 냉각 제어장치(520)로 구성될 수 있다. 미세 관(510)은 보트(200)의 하부 외측면 또는 길이방향의 좌우 외측면에 접하며 지그재그 형태의 굴곡이 형성되어 냉각수가 순환하는 통로이며, 상기 냉각 제어장치(520)는 미세 관(510)의 양 끝단이 연결되어 냉각수가 순환하도록 제어하는 장치이다.

[70] 냉각 제어장치(520)는 대상 금속(10)의 용점에 따라 적절하게 냉각수의 온도를 설정하고, 설정된 온도로 냉각수를 냉각하여 미세 관(510)으로 공급하며, 냉각수는 미세 관(510)을 통해 순환함으로써 가열수단(300)에 의해 가열되고 있는 대상 금속(10)의 용융부(11)를 제외한 영역이 결정부(12)가 되도록 냉각한다. 이 때, 냉각수로 물이나 에틸렌글리콜 등이 사용될 수 있다.

[71] 도 4에 도시된 본 발명의 일실시예에 따르면, 미세 관(510)은 보트(200)의 하부 외측면에 접하도록 구성되며, 이에 따라 가열수단(300)은 튜브(100)의 하부 외측면을 제외한 나머지 측면의 일정 영역을 감싸는 띠 형태로 형성될 수 있다.

[72] 또한, 도 5에 도시된 다른 실시예에서는, 미세 관(510)이 보트(200)의 길이방향의 좌우 외측면에 접하도록 구성됨에 따라 가열수단(300)이 튜브(100)의 상하부 외측면에 형성될 수 있음을 나타내었다.

[73] 즉, 상기한 실시예와 같이, 가열수단(300)과 미세 관(510)이 서로 겹쳐지지

않도록 구비되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 가열수단(300)이 튜브를 상하좌우를 감싸는 띠 형태로 형성되고 미세 관(510)도 보트(200)의 하부와 측면 전체적으로 구비되었다면, 가열수단(300)과 미세 관(510)이 겹쳐지는 측면은 상호 영향을 받게 된다. 다시 말해, 가열수단(300)이 위치한 대상 금속(10)을 용융시키기 위해서는 그 사이의 미세 관(510)도 가열될 수 밖에 없고 이에 따라 전체적인 냉각수의 온도가 상승하게 된다. 냉각 제어장치(510)는 다시 용융부(11) 이외의 영역을 냉각시키기 위해 냉각수의 온도를 더욱 낮출 수밖에 없다. 이와 더불어 대상 금속(10)의 상부는 가열수단(300)만 구비되었으므로 용융부(11)를 형성하기 위한 상부와 측면의 온도 조건도 달라지게 된다. 결과적으로, 온도 조건을 정립하기가 어려워 일정한 띠 형태의 용융부(11)가 형성되지 못하는 등의 문제가 발생하므로, 상술한 바와 같은 형태로 가열수단(300)과 미세 관(510)을 구비하는 것이 유리하다.

[74] 그러나 도 4 및 도 5에 도시한 가열수단(300) 및 냉각수단(500)의 형태는 보트(200) 및 튜브(100)의 형태에 따라 상기한 실시예에 한정되지 않고 다양하게 변형되어 실시 가능하며, 냉각수단(500)의 냉각 방식 또한 냉각수의 순환을 이용하는 냉각 방식으로 한정되는 것이 아니라 다양한 수단이 이용될 수도 있음은 자명하다.

[75]

[76] 또한, 본 발명에 있어서, 전술한 바와 같이 미세 관(510)을 보트(200)의 외면에 접하도록 구비함과 동시에 상기 보트(200)를 열전도성을 갖는 금속으로 형성하는 것이 바람직하다. 이는 대상 금속(10)에 빠르게 열을 전도할 수 있도록 함으로써 대상 금속(10)의 냉각 효율을 높이도록 하는 것이다. 아울러, 보다 균일한 냉각을 위해 상기 미세 관(510)과 보트(200)의 하부 외측면 또는 길이방향의 좌우 외측면이 접촉되는 면적을 가능한 한 넓게 형성하는 것이 바람직하다.

[77] 따라서 보트(200)는 대표적으로 열전도성이 우수하고 저융점 금속에 비해 융점이 높은 금, 은, 구리, 알루미늄 등이 이용될 수 있으며, 그 중에서도 비용 대비 열전도성이 우수한 구리로 제작하는 것이 바람직하다.

[78] 상기와 같이 냉각을 위해 열전도성이 우수한 금속으로 형성된 보트(200)는 테프론 재질로 얇게 코팅되는 것이 바람직하다. 이는 보트(200)에 담기는 대상 금속(10)과의 반응을 막기 위한 것으로, 만약 보트(200)가 열전도성이 우수한 금속으로만 제작되었다면 용융된 대상 금속(10)과 서로 반응할 수 있기 때문이다.

[79]

[80] 한편, 대상 금속의 융점이 낮으면 낮을수록 가열수단(300)의 가열 온도와 냉각수단(500)의 냉각 온도의 섬세한 미세조절이 필수적이다.

[81] 이하, 상기 제어부의 동작을 보다 상세하게 설명한다.

[82] 제어부는 상기 가열수단(300), 이동수단(400) 및 냉각 제어장치(520)와

전기적으로 연결되어 있으며, 제어부를 통해 미세 관(510)을 흐르는 냉각수의 온도 및 가열수단(300)의 가열 온도를 적절하게 조절함으로써 대상 금속(10)의 용융부 - 결정부 계면에 있어서 중간점에서의 접선을 계면 기울기(T)라 할 때 상기 계면 기울기(T)가 최대가 되도록 최적화시키는 것이 바람직하다. 이 때, 냉각수단(500)의 냉각 온도 및 가열수단(300)의 가열 온도는 상호 반비례 관계에 있으므로, 이를 상호 조절함으로써 계면 기울기(T)가 최대가 되는 지점을 찾는 것이다. 계면 기울기(T)가 수직에 가까우면 가까울수록 공정이 완료된 후 제거되는 부분(극미량 원소 농도가 급격히 증가하기 시작하는 지점부터 잘라냄)을 최소화할 수 있으므로 공정의 수율이 극대화되는 장점이 있다.

[83] 또한, 튜브(100) 내에는 제어부와 연결되어 튜브 내부 온도를 측정하는 온도센서(미도시)가 더 구비되는 것이 바람직하다. 전술한 바와 같이 공정이 반복 횟수가 증가함에 따라 튜브(100) 내부의 온도도 점차 상승하게 된다. 따라서, 온도센서를 통해 튜브 내의 온도를 지속적으로 체크하고 이를 제어부로 전송하며, 제어부가 이를 반영하여 가열수단(300) 및 냉각수단(500)의 온도를 미세하게 제어하도록 하는 것이다.

[84] 이와 더불어 가열수단(300)의 이동 속도 또한 적절하게 조절되어야 하며, 이동 속도가 빠르면 충분한 극미량 원소 제거가 이루어지지 않으므로 가능한 한 느리게 조절하는 것이 바람직하나, 이동 속도가 너무 느리면 공정 시간이 늘어날 뿐만 아니라 상기 계면 기울기(T)를 최대로 가져가기 위한 측면에서도 부적절하므로 적절하게 조절되어야 할 것이다.

[85] 아울러, 가열수단(300)의 이동 범위 또한 대상 금속(10)의 길이에 따라 적절하게 설정되어야 한다.

[86]

[87] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 제어장치의 개략 단면도이며, 도 8은 도 7의 제어장치에 구비된 제어부의 제어 동작을 나타낸 일예이다.

[88] 도시된 것처럼, 본 발명의 다른 실시예에 따른 제어장치는 상술한 일실시예에 따른 제어장치와 동일한 구성을 갖되, 가열수단(300)이 복수개가 형성된다는 점에서 차이가 있다. 따라서, 동일한 구성에 대한 설명은 생략하며, 차이점에 대해서만 설명한다.

[89] 통상의 정제장치에 있어서, 가열수단(300)의 이동 속도는 매우 느리게 설정된다. 이는 대상 금속(10)이 국부적으로 충분히 용융되어 용융부(11)가 형성되고 가열수단(300)이 지나간 후 용융되었던 부분이 재결정화되는 시간을 고려하여 용융부 - 결정부의 계면에서 극미량 원소들이 용융부(11) 쪽으로 최대한 모이도록 하기 위함이다. 구체적으로 예를 들면, 가열수단(300)의 폭이 30mm, 대상 금속(10)의 길이가 300mm로 가정하면, 가열수단(300)의 이동 속도는 30mm/h 정도로 설정될 수 있다. 즉, 가열수단(300)이 대상 금속(10)의 일측 단부 측에서 타측 단부 측까지 한번 이동하는데 10시간이 소요되는 것이다. 이 때, 금속의 정제 공정에 있어서, 한 번의 과정만으로 고순도의 금속을 얻는다는 것은

거의 불가능하다. 일반적으로 상기 과정이 수회 반복되어야 하기 때문에 엄청난 시간이 소요될 수밖에 없다.

[90] 상기와 같은 문제를 해결하기 위해 본 발명의 다른 실시예에 따른 제어장치는 도시된 것처럼, 가열수단(300)을 복수 개(310, 320, 330) 구비한 것이다.

[91] 이때, 복수 개의 가열수단(300)은 대상 금속(10)에 용융부(11) 및 결정부(12)가 교번으로 형성되도록 상기 튜브(100)의 길이방향을 따라 서로 이격되어 구비되는 것이 바람직하다.

[92] 즉, 가열수단(300)이 복수 개 구비됨에 따라 가열수단(300)을 한번 이동시켰음에도 불구하고 여러 번 반복 이동시킨 것과 같은 효과를 낼 수 있다. 가열수단(300)의 개수만큼 대상 금속(10)의 타측 단부에 집중된 극미량 원소의 농도가 증대되며, 이에 따라 반복 횟수가 감소되어 공정 시간이 굉장히 단축됨과 동시에 대상 금속의 순도 또한 매우 높일 수 있는 장점이 있다.

[93] 이 때, 각각의 가열수단(300)의 너비는 대상 금속(10)의 일정 영역이 완전히 용융될 수 있을 정도로 적절하게 선택되는 것이 바람직하다.

[94]

[95] 또한, 제어부는 가열수단(300)이 복수 개 구비됨에 따라 가열수단(300)의 가열 온도와 냉각수단(500)의 냉각 온도의 상호 조절뿐만 아니라, 가열수단(300) 간의 이격 간격도 세밀하게 제어해야 한다. 이격 간격이 짧을수록 구비될 수 있는 가열수단(300)의 개수가 늘어나 대상 금속(10)에 용융부 - 결정부가 형성되는 개수가 많아지기 때문에 대상 금속(10)의 정제 효율을 높일 수 있지만, 자칫 결정부(12)의 폭이 좁아져 결정부(12)를 중심으로 양쪽 용융부(11)가 연결되어버리는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 이를 고려하여 적절히 가열수단(300) 간의 이격 간격이 조절되도록 해야 한다.

[96] 제어부의 제어 동작의 일예를 도 7을 참고하여 설명하면, 제어부는 가열수단(300)의 이동 방향과 반대되는 방향을 기준으로, 상기 가열수단(300) 간의 간격이 점점 넓어지도록 상기 이격 간격을 제어하거나, 상기 가열수단(300) 각각의 가열 온도가 점점 낮아지도록 상기 가열 온도를 제어할 수 있다.

[97] 즉, 도 7(a)에 도시된 것처럼, 첫 번째 가열수단(310)부터 네 번째 가열수단(340)까지 각각의 이격 간격을 L1, L2, L3라 할 때, 점차 이격 간격이 넓어지도록($L1 < L2 < L3$) 배치하는 것이 바람직하다. 이 때, 가열수단(300)은 우측으로 이동하게 되며, 대상 금속(10)에서 첫 번째 가열수단(310)에 의해 형성되었던 용융부(11)가 가열수단(310)이 지나감에 따라 결정부(12)로 재결정된 이후 다시 두 번째 가열수단(320)에 의해 용융부(11)가 형성되는 과정이 반복된다. 따라서 대상 금속(10)은 부분적으로 용융부 - 결정부가 반복 형성됨에 따라 온도가 점점 상승할 수 있기 때문에 제어부가 도 7(a)과 같이 이격 간격을 조절하는 것이다.

[98] 또한, 도 7(b)에 도시된 것처럼, 가열수단(300) 각각의 온도를 T1, T2, T3라 할 때, 점차 가열 온도가 낮아지도록 제어하는 것이 바람직하다. 전술한 바와

마찬가지로 가열수단(300)이 우측으로 이동하여 용융부 - 결정부가 반복 형성됨에 따라 대상 금속(10)의 온도가 상승하기 때문에 제어부를 통해 도 7(b)와 같이 가열수단(300) 각각의 가열 온도를 제어함으로써 온도 구배를 두는 것이다. 이 때, 가열수단 간의 이격 간격(L1, L2)도 전술한 것처럼 제어될 수 있다.

[99]

[100] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 저융점 금속의 극미량 원소 제어방법을 나타낸 블록도이다. 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 제어방법은 a)단계 내지 e)단계를 포함하여 이루어질 수 있다.

[101] 먼저, a)단계는 정제하고자 하는 저융점 금속이 담긴 보트(200)가 튜브(100) 내로 장입되는 단계이다(S100). 이때, a)단계 이후, 튜브(100) 내부가 진공 상태로 되는 a1)단계(S110) 및 튜브(100) 내로 분위기 가스가 주입되어 공정 분위기가 조성되는 a2)단계(S120)가 수행됨으로써 초기 조건을 형성한다.

[102] 이후 b)단계에서 튜브(100)의 외면에 구비된 가열수단(300)이 대상 금속(10)의 일측 단부 측에 위치되도록 한다(S200). 이때, 보트(200)에 담긴 대상 금속(10)은 냉각수단(500)에 의해 고상으로 유지되고 있는 상태이다.

[103] 이어지는 c)단계에서 가열수단(300)이 위치한 부분과 인접한 대상 금속(10)의 일정 영역이 국부적으로 가열되어 액체 상태인 용융부(molten zone)(11)가 형성되며(S300), d)단계에서 대상 금속(10)에서 용융부(11)를 제외한 영역이 고체 상태인 결정부(crystal zone)(12)가 되도록 대상 금속(10)이 냉각되고(S400), 마지막 e)단계에서 튜브(100)의 길이방향을 따라 가열수단(300)이 일정 속도로 대상 금속(10)의 타측 단부 측으로 이동됨에 따라 용융부(11)도 같이 이동되며, 대상 금속(10)에 포함된 극미량 원소가 용융부(11)로 모이는 성질에 의해 대상 금속(10)에 포함된 극미량 원소들이 상기 대상 금속(10)의 타측 단부로 이동되어 집중된다(S500).

[104] 이때, 구체적으로 상기 d)단계는 냉각 제어장치(520)를 통해 대상 금속(10)의 융점에 따라 미리 결정된 온도로 냉각수가 냉각되는 단계(S410), 보트(200)의 외면에 접하도록 구비된 미세 관(510)에 냉각수가 공급되는 단계(S420) 및 냉각수가 미세 관(510)을 통해 순환됨으로써 보트(200) 내에 담긴 대상 금속(10)이 냉각되는 단계(S430)로 이루어질 수 있다.

[105] 여기서, d)단계와 e)단계는 동시에 수행되는 것이 바람직하다. 또, 원하는 순도의 대상 금속(10)을 얻기 위해 상기 b)단계 내지 e)단계는 여러 번 반복 수행될 수 있다.

[106] 이후, 극미량 원소가 집중된 대상 금속(10)의 타측 단부를 절단함으로써 고순도의 대상 금속(10)을 얻는 f)단계(S600)가 수행된다. 전술한 바와 같이 만약 대상 금속(10)이 원하는 순도를 갖도록 충분히 극미량 원소가 제거되지 않았다면, 상기 b)단계 내지 e)단계를 수회 반복한다.

[107]

[108] 상기와 같은 구성을 포함하는 본 발명의 저융점 금속의 극미량 원소

제어장치는 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예가 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것 일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[109] 즉, 본 발명에 따른 제어장치는 저용점 금속뿐만 아니라 다른 금속의 정제 시에도 이용될 수도 있음은 물론이다.

[110] 따라서 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술되는 특허 청구 범위뿐 아니라 이 특허 청구 범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

[111]

[112] <부호의 설명>

[113] 10 : 대상 금속

[114] 11 : 용융부

[115] 12 : 결정부

[116] 100 : 튜브

[117] 110 : 진공 펌프

[118] 120 : 노즐

[119] 121 : 가스조절부

[120] 200 : 보트

[121] 300 : 가열수단

[122] 400 : 이동수단

[123] 410 : 기어

[124] 420 : 벨트

[125] 500 : 냉각수단

[126] 510 : 미세 관

[127] 520 : 냉각 제어장치

[128] 600 : 버너

청구범위

- [청구항 1] 내부에 빈 공간이 형성되어 대상 금속이 수용되는 튜브;
상기 튜브 내에 위치하며, 상기 대상 금속이 담기는 보트;
상기 튜브 내의 상기 대상 금속을 국부적으로 가열하여 액체 상태인 용융부(molten zone)를 만드는 가열수단;
상기 가열수단을 상기 튜브의 길이방향을 따라 이동시키는 이동수단;
상기 대상 금속에서 상기 용융부를 제외한 영역이 고체 상태인 결정부(crystal zone)가 되도록 상기 대상 금속을 냉각시키는 냉각수단; 및
상기 가열수단의 가열 온도, 상기 냉각수단의 냉각 온도, 상기 이동수단의 이동 속도, 및 상기 이동수단의 이동 범위 중 어느 하나 이상을 제어하는 제어부;
을 포함하여 이루어지며,
상기 대상 금속에 포함된 불순물은 상기 용융부에 모이게 되고,
상기 가열수단이 이동함에 따라 상기 불순물을 상기 대상 금속의 한쪽 끝단부로 집중시키는 것을 특징으로 하는 금속의 불순물 원소 제어장치.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
상기 대상 금속은,
Ga, In, Bi, Pb, Sn, Li, Na, Rb 중 선택되는 어느 하나인 것을
특징으로 하는 금속의 불순물 원소 제어장치.
- [청구항 3] 제 1항에 있어서,
상기 보트는,
열전도성을 갖는 금속으로 형성되며, 테프론 재질로 코팅되는
것을 특징으로 하는 금속의 불순물 원소 제어장치.
- [청구항 4] 제 1항에 있어서,
상기 냉각수단은,
상기 보트의 하부 외측면 또는 길이방향의 좌우 외측면에 접하며
지그재그 형태의 굴곡이 형성되어 냉각수가 순환하는 통로인 미세
관, 및
상기 미세 관의 양 끝단이 연결되어 냉각수의 순환을 제어하는
냉각 제어장치로 이루어지는 것을 특징으로 하는 금속의 불순물
원소 제어장치.
- [청구항 5] 제 1항에 있어서,
상기 가열수단은,
상기 대상 금속과 일정 거리 이격되어 상기 냉각수단이 위치한

[청구항 6]

측면을 제외한 적어도 한 면 이상의 상기 튜브의 외측면에
구비되는 것을 특징으로 하는 금속의 불순물 원소 제어장치.
제 1항에 있어서,

상기 튜브는,

내부를 진공 상태로 만드는 진공 펌프와 연결되며, 일측에 분위기
가스가 유입되는 노즐이 구비되는 것을 특징으로 하는 금속의
불순물 원소 제어장치.

[청구항 7]

제 1항에 있어서,

상기 튜브는,

상기 제어부와 연결되며, 내부 온도를 측정하는 온도센서가 더
구비되는 것을 특징으로 하는 금속의 불순물 원소 제어장치.

[청구항 8]

제 1항에 있어서,

상기 가열수단은,

상기 용융부가 복수 개 형성되도록 복수 개가 구비되며, 상기 대상
금속에 상기 용융부 및 결정부가 교번으로 형성되도록 상기
튜브의 길이방향을 따라 서로 이격되어 구비되는 것을 특징으로
하는 금속의 불순물 원소 제어장치.

[청구항 9]

제 8항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 가열수단의 이동 방향과 반대되는 방향을 기준으로, 상기
가열수단 간의 간격이 점점 넓어지도록 상기 가열수단 간의 이격
간격을 제어하거나 상기 각각의 가열수단 가열 온도가 점점
낮아지도록 상기 가열 온도를 제어하는 것을 특징으로 하는
금속의 불순물 원소 제어장치.

[청구항 10]

a) 정제하고자 하는 대상 금속이 담긴 보트가 튜브 내로 장입되는
단계(S100);

b) 상기 튜브의 외면에 구비된 가열수단이 상기 대상 금속의 일측
단부 측에 위치되는 단계(S200);

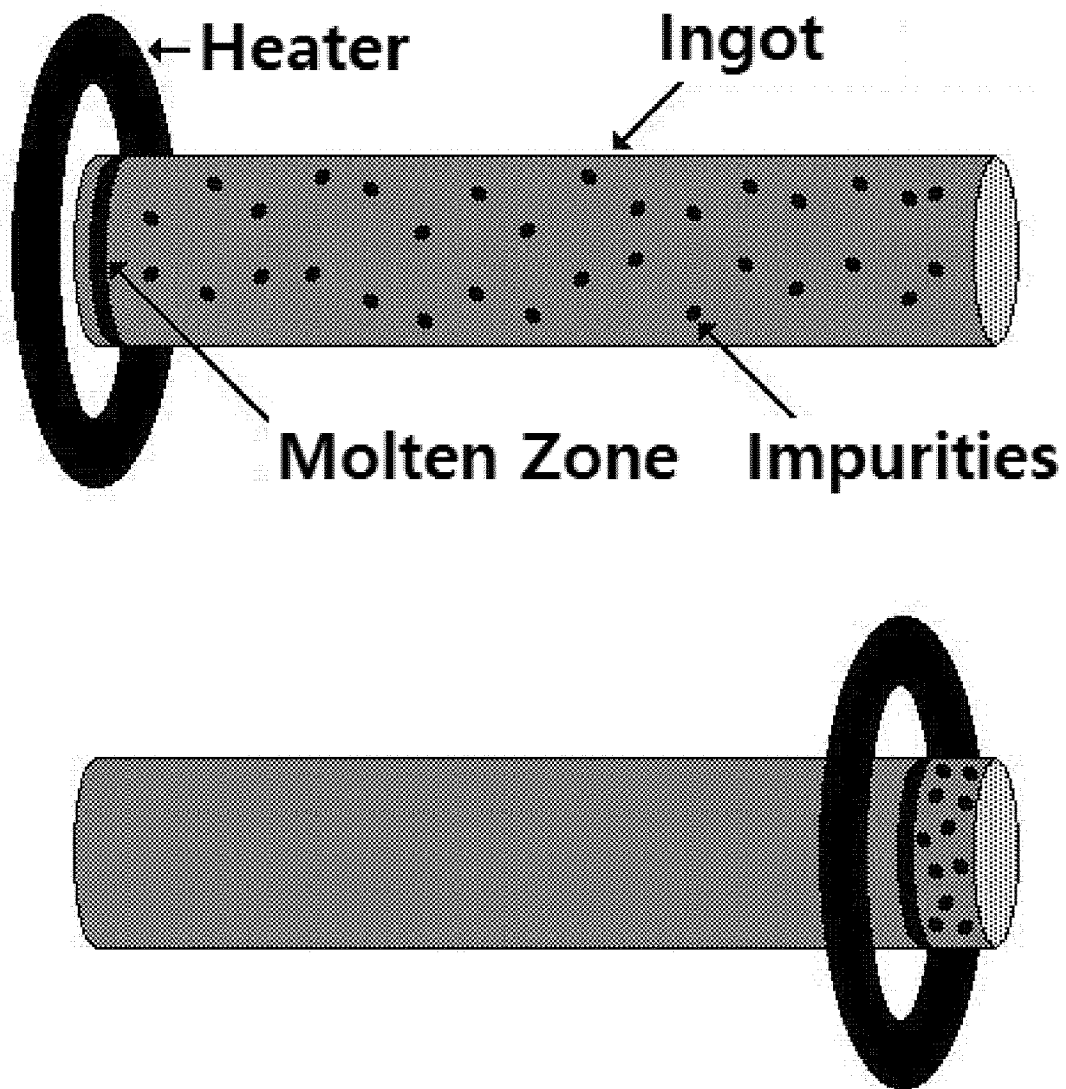
c) 상기 가열수단이 위치한 부분의 상기 대상 금속이 국부적으로
가열되어 액체 상태인 용융부(molten zone)가 되는 단계(S300);

d) 상기 대상 금속에서 상기 용융부를 제외한 영역이 고체 상태인
결정부(crystal zone)가 되도록 상기 대상 금속이 냉각되는
단계(S400); 및

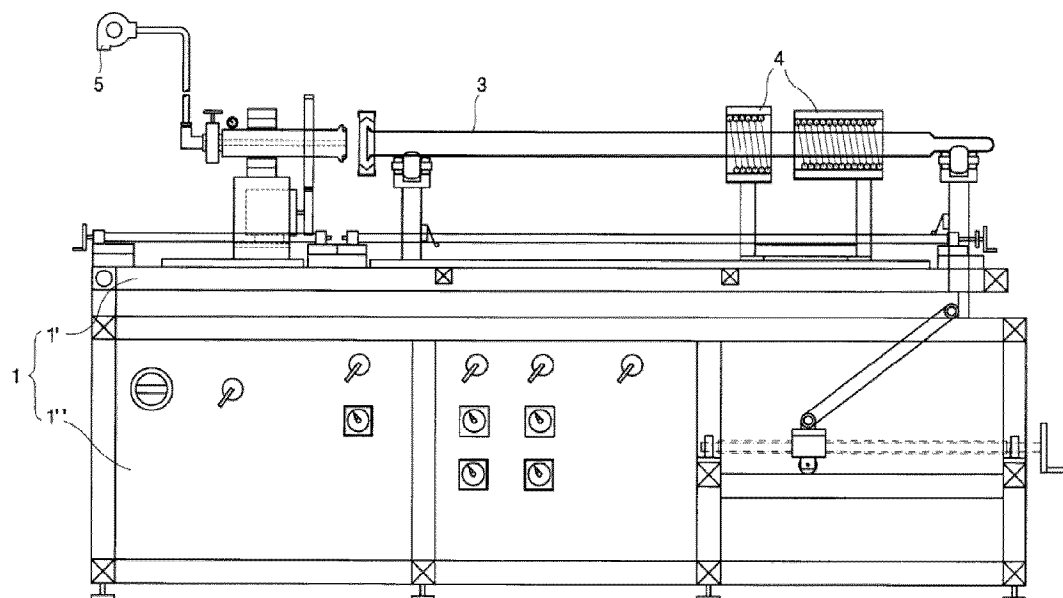
e) 상기 튜브의 길이방향을 따라 상기 가열수단이 일정 속도로
상기 대상 금속의 타측 단부 측으로 이동됨에 따라 상기 용융부도
같이 이동되며, 상기 대상 금속에 포함된 불순물 원소가 상기
용융부로 모이는 성질에 의해 상기 불순물 원소가 상기 대상
금속의 타측 단부로 이동되어 집중되는 단계(S500);

- [청구항 11] 를 포함하여 이루어지는 금속의 불순물 원소 제어방법.
제 10항에 있어서,
상기 d)단계와 e)단계가 동시에 수행되는 것을 특징으로 하는
금속의 불순물 원소 제어방법.
- [청구항 12] 제 10항에 있어서,
상기 e)단계 이후,
f) 불순물 원소가 집중된 상기 대상 금속의 타측 단부가
절단됨으로써 고순도의 대상 금속을 얻는 단계(S600);
를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 금속의 불순물 원소 제어방법.
- [청구항 13] 제 10항에 있어서,
상기 d)단계는,
미리 결정된 온도로 냉각수가 냉각되는 단계(S410);
상기 보트의 외면에 접하도록 구비된 미세 관에 상기 냉각수가
공급되는 단계(S420); 및
상기 냉각수가 미세 관을 통해 순환됨으로써 상기 대상 금속이
냉각되는 단계(S430);
를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 금속의 불순물 원소
제어방법.

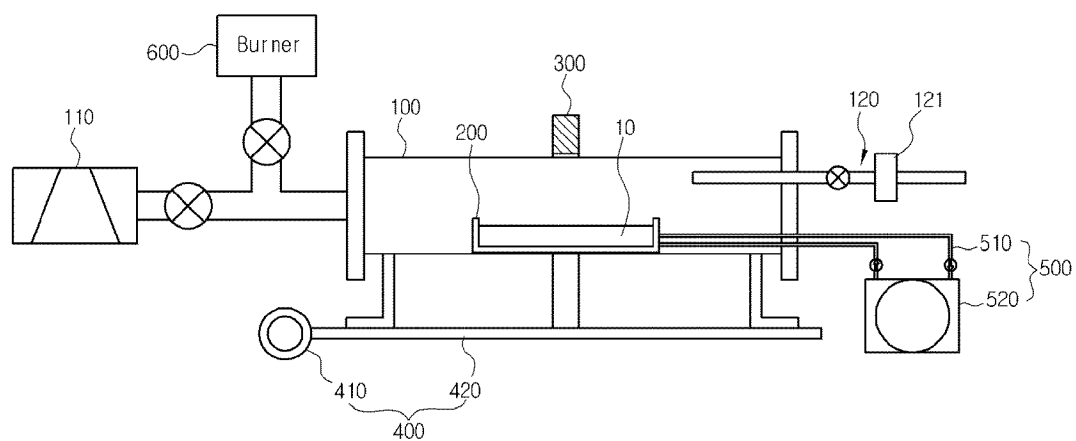
[Fig. 1]



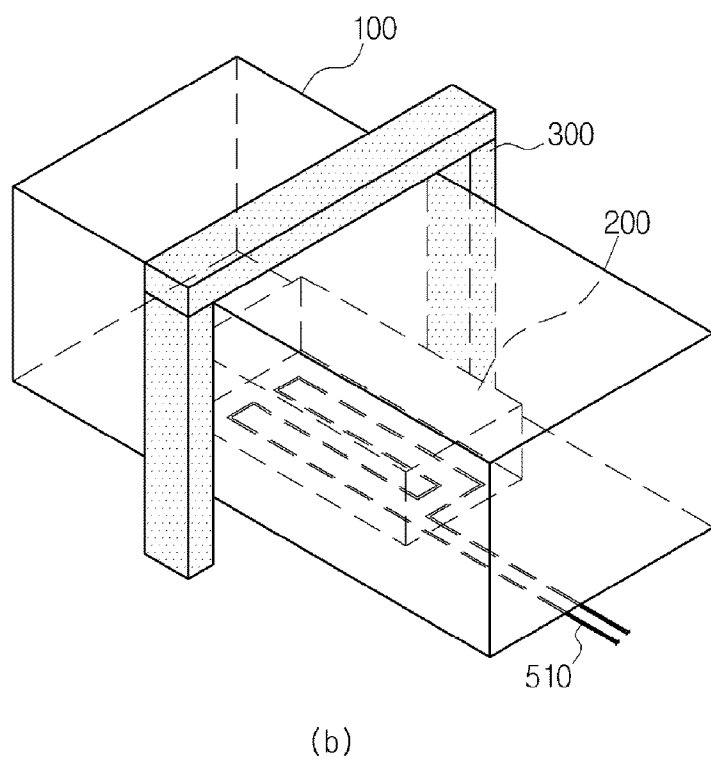
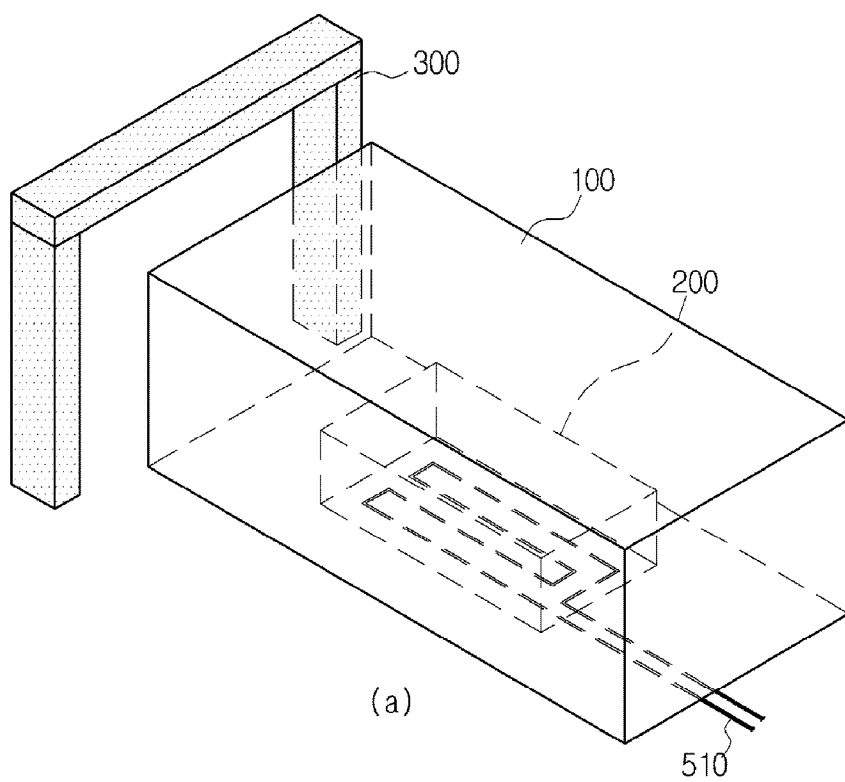
[Fig. 2]



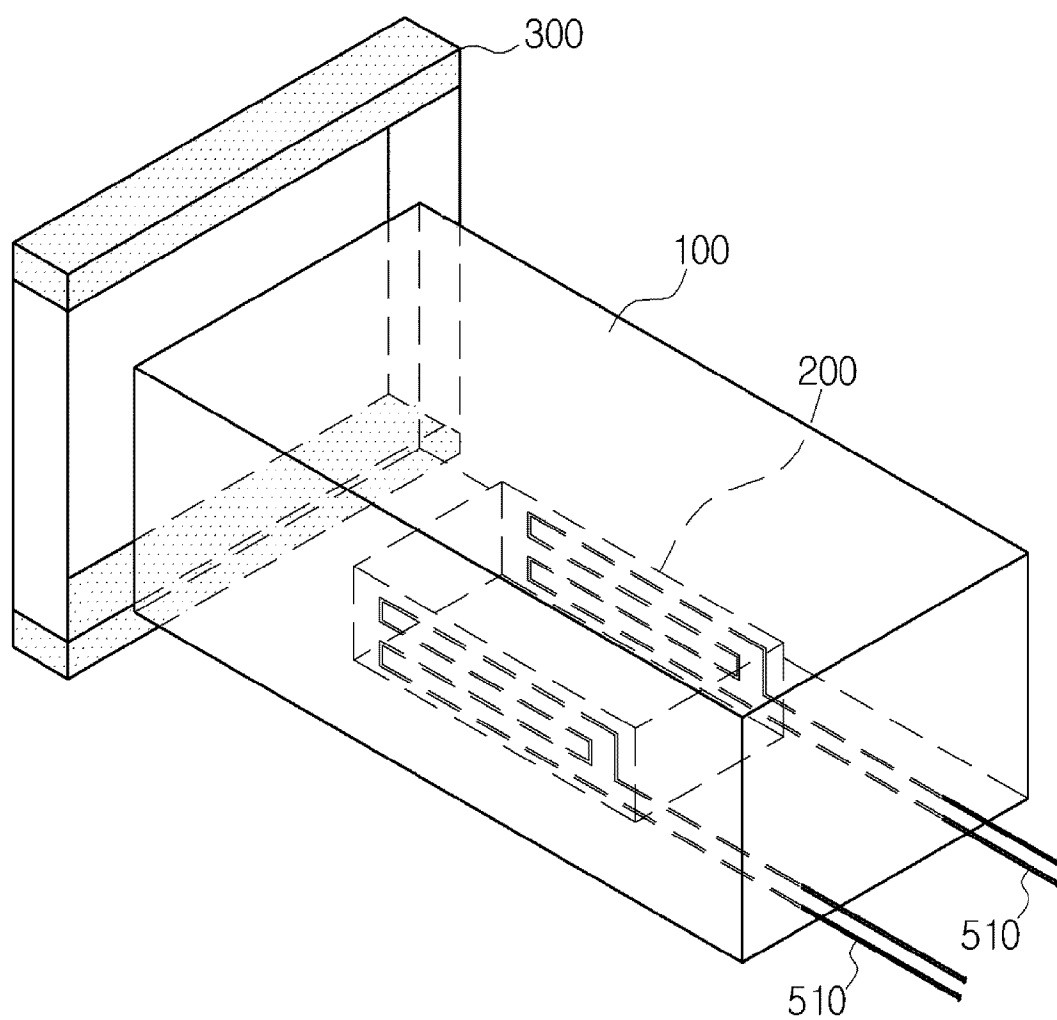
[Fig. 3]



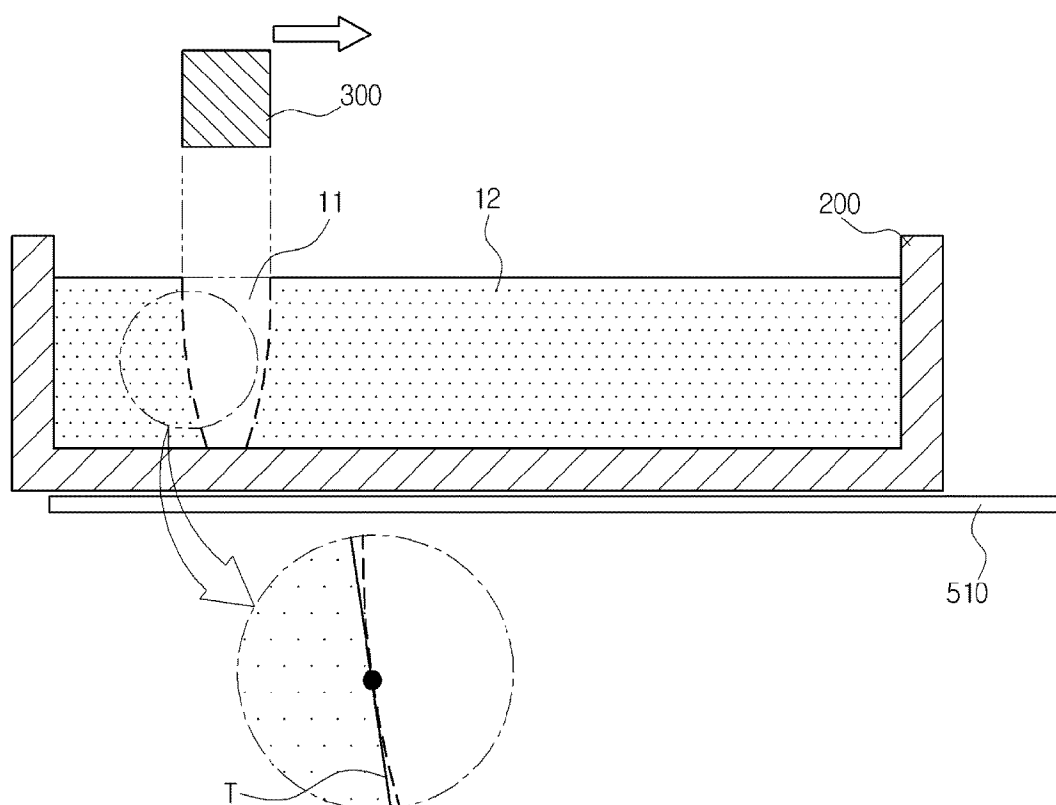
[Fig. 4]



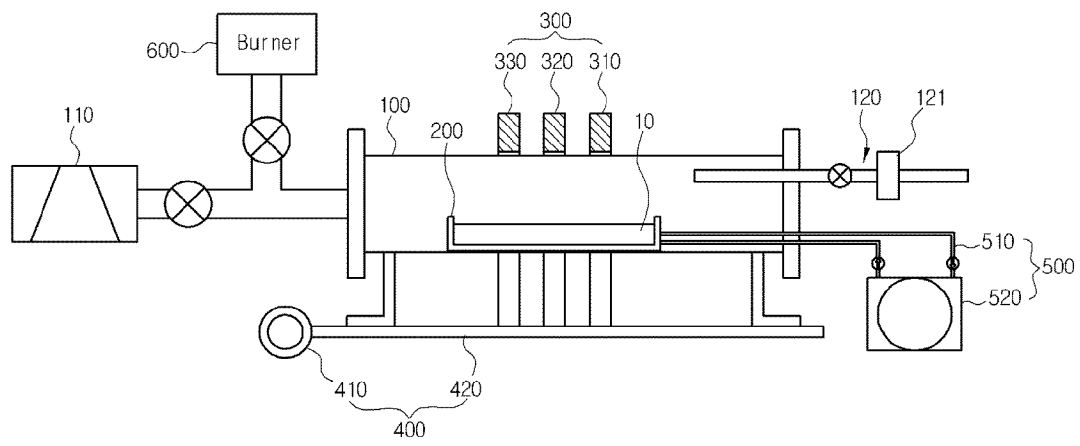
[Fig. 5]



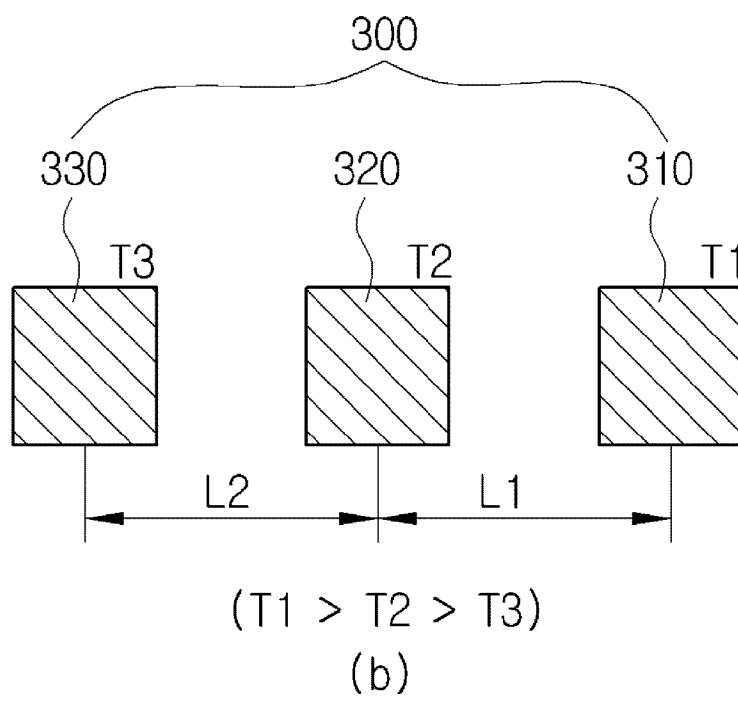
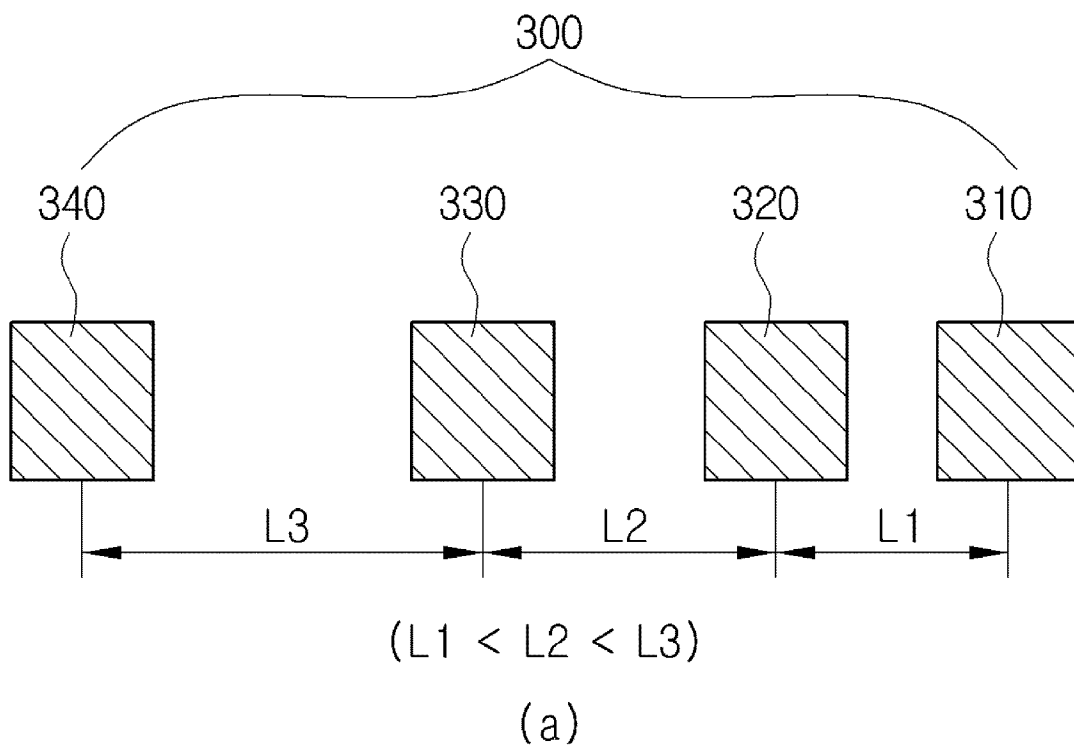
[Fig. 6]



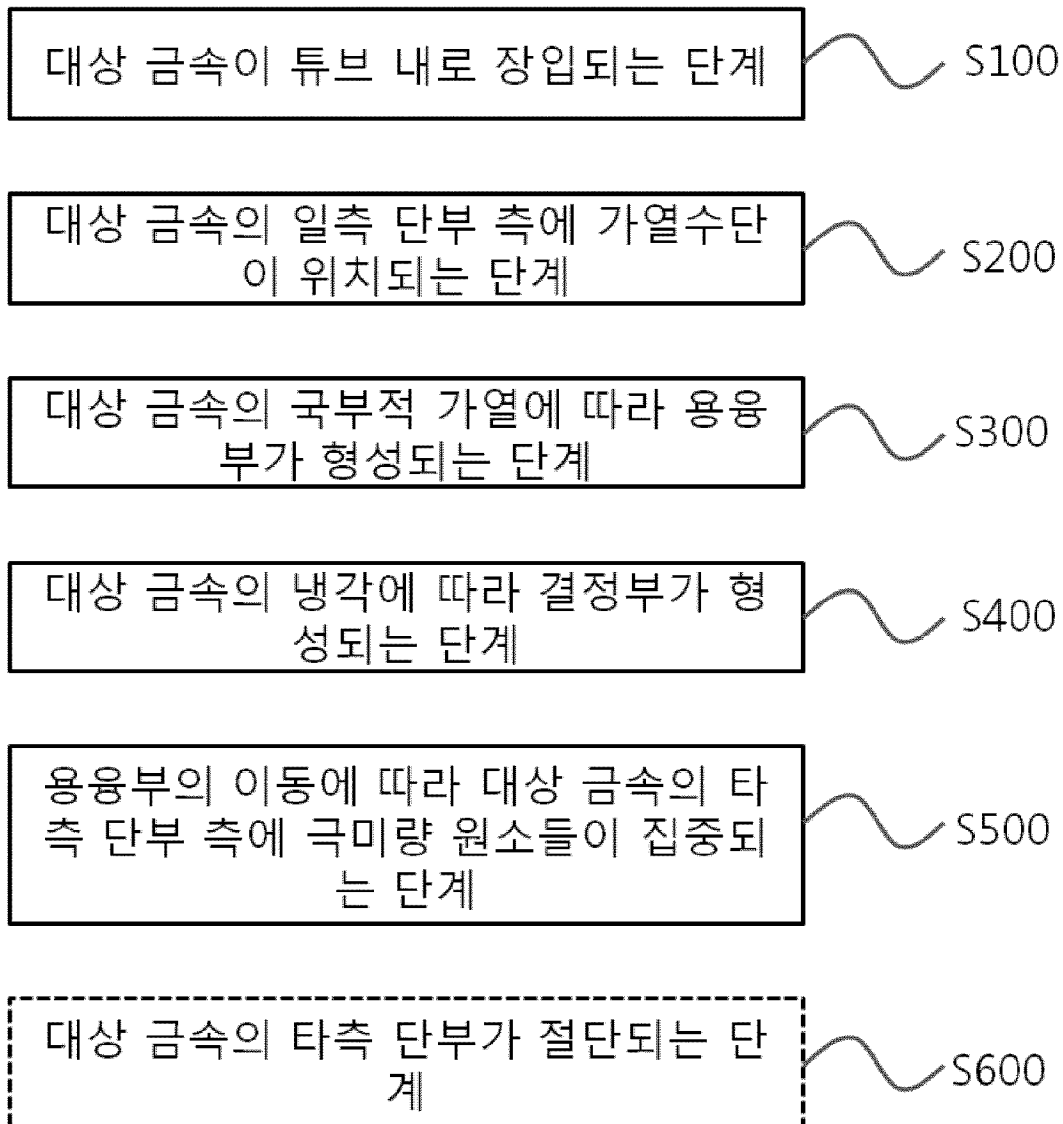
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/008683

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C30B 13/28(2006.01)i, C30B 29/40(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)

C30B 13/28; H01L 21/324; B05D 7/14; G02F 1/13; C01G 17/00; C22B 58/00; C22B 9/02; C30B 29/40

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: tube, boat, molten zone, heating means, moving means, crystal zone, cooling means, controller, metal, impurities

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-123232 A (FURUKAWA CO., LTD.) 08 May 2001 See paragraphs [0023] - [0025] and claim 1.	1-3,5-12
A		4,13
Y	KR 10-2012-0126268 A (TERASEMICON CORPORATION) 21 November 2012 See paragraphs [0012] - [0014], [0031] - [0033]; claims 1 - 5; and figures 1 - 3.	1-3,5-12
Y	KR 10-2003-0063009 A (LEE, Woo Seok) 28 July 2003 See claim 1.	3
A	US 4888051 A (BOLLONG, Alan B. I. et al.) 19 December 1989 See abstract; claim 1; and figure 1.	1-13
A	KR 10-2003-0005722 A (9DIGIT CO., LTD.) 23 January 2003 See claims 1 - 3 and figures 1 - 3.	1-13



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

07 DECEMBER 2015 (07.12.2015)

Date of mailing of the international search report

07 DECEMBER 2015 (07.12.2015)

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/KR2015/008683

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2001-123232 A	08/05/2001	JP 4190678 B2	03/12/2008
KR 10-2012-0126268 A	21/11/2012	NONE	
KR 10-2003-0063009 A	28/07/2003	KR 10-0467901 B1	24/01/2005
US 4888051 A	19/12/1989	NONE	
KR 10-2003-0005722 A	23/01/2003	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C30B 13/28(2006.01)i, C30B 29/40(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C30B 13/28; H01L 21/324; B05D 7/14; G02F 1/13; C01G 17/00; C22B 58/00; C22B 9/02; C30B 29/40

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: 튜브, 보트, 용융부, 가열수단, 이동수단, 결정부, 냉각수단, 제어부, 금속, 불순물 원소

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	JP 2001-123232 A (FURUKAWA CO., LTD.) 2001.05.08 단락 [0023] - [0025] 및 청구항 1 참조.	1-3,5-12
A		4,13
Y	KR 10-2012-0126268 A (주식회사 테라세미콘) 2012.11.21 단락 [0012] - [0014], [0031] - [0033]; 청구항 1 - 5; 및 도면 1 - 3 참조.	1-3,5-12
Y	KR 10-2003-0063009 A (이우석) 2003.07.28 청구항 1 참조.	3
A	US 4888051 A (BOLLONG, ALAN B. I. 등) 1989.12.19 요약; 청구항 1; 및 도면 1 참조.	1-13
A	KR 10-2003-0005722 A ((주)나인디지트) 2003.01.23 청구항 1 - 3 및 도면 1 - 3 참조.	1-13

☐ 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

2015년 12월 07일 (07.12.2015)

국제조사보고서 발송일

2015년 12월 07일 (07.12.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

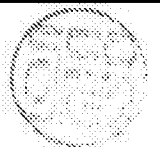
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

이동욱

전화번호 +82-42-481-8163



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2001-123232 A	2001/05/08	JP 4190678 B2	2008/12/03
KR 10-2012-0126268 A	2012/11/21	없음	
KR 10-2003-0063009 A	2003/07/28	KR 10-0467901 B1	2005/01/24
US 4888051 A	1989/12/19	없음	
KR 10-2003-0005722 A	2003/01/23	없음	