(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2020 년 2 월 20 일 (20.02.2020)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2020/036346 A1

(51) 국제특허분류:
C21C 7/072 (2006.01) *G06T 7/60* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2019/009556

(22) 국제출원일: 2019 년 7 월 31 일 (31.07.2019)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2018-0094395 2018 년 8 월 13 일 (13.08.2018) KR

(71) 출원인: **주식회사 포스코 (POSCO)** [KR/KR]; 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동), Gyeongsangbuk-do (KR).

(72) 발명자: **김성줄 (KIM, Sung Jool)**; 37881 경상북도 포항시 남구 오천읍 중원로 71-30, 511-804, Gyeongsangbuk-do (KR). **차우열 (CHA, Woo Yeol)**; 37878 경상북도 포항시 남구 인덕로 71, 6-212, Gyeongsangbuk-do (KR). **홍재석 (HONG, Jae Suk)**; 37618 경상북도 포항시 북구 대곡로 21, 201-304, Gyeongsangbuk-do (KR).

(74) 대리인: **남승희 (NAM, Seung-Hee)**; 06251 서울시 강남구 역삼로 124, 2층 (역삼동, 청보빌딩), 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.

(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).

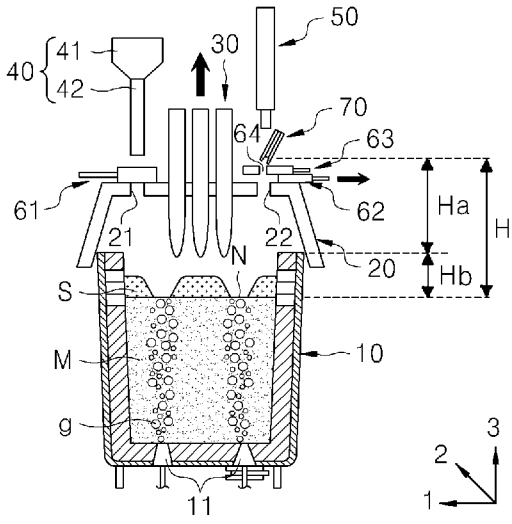
공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

WO 2020/036346 A1

(54) **Title:** REFINEMENT APPARATUS AND METHOD

(54) **발명의 명칭:** 정련 장치 및 방법



(57) **Abstract:** Proposed in the present invention are a refinement apparatus and a refinement method, the refinement apparatus comprising: a container unit having an open upper portion and a space for refining melt formed therein; a nozzle unit which is formed so as to blow gas and is installed in the container unit; a camera unit, provided above the container unit, for photographing a molten metal surface of the melt; and a control unit for calculating the size of naked molten metal on the molten metal surface by using the molten metal surface image obtained from the camera unit, installation information of the camera unit, and performance information of the camera unit, in which a gas flow rate may be controlled so that the size of the naked molten metal that is formed in the molten metal surface during an LF refining process falls within a preset reference size.

(57) **요약서:** 본 발명은, 상부가 개방되고, 내부에 용융물을 정련할 수 있는 공간이 형성되는 용기부, 가스를 취입할 수 있도록 형성되고, 용기부에 설치되는 노즐부, 용기부의 상측에 설치되고, 용융물의 탕면을 촬영하는 카메라부, 카메라부로부터 획득한 탕면 영상과 카메라부의 설치 정보와 카메라부의 성능 정보를 이용하여 탕면 중의 나탕 크기를 산출하는 제어부를 포함하는 정련 장치 및, 이를 이용한 정련 방법으로서, 엘에프 정련 공정 중에 탕면에 형성되는 나탕의 크기가 미리 입력된 기준 크기에 포함되도록 가스 유량을 조절할 수 있는 정련 장치 및 방법이 제시된다.

명세서

발명의 명칭: 정련 장치 및 방법

기술분야

[1] 본 발명은 정련 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 엘에프 정련 공정 중에 나탕 크기를 정확하게 산출하여 이를 기반으로 가스 유량을 적절하게 조절할 수 있는 정련 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 전로 정련 공정에서 생산된 용강은 성분 조정, 온도 제어 및 개재물 제거 등을 위하여 엘에프(LF, Ladle Furnace) 정련 공정으로 이송된다. 이후, 엘에프 정련 공정에서 용강에 합금철이나 탄재 등을 투입하여 용강 성분을 조정하고, 아크(arc)를 생성하거나 강한 버블링을 수행하여 온도를 조절한다. 이러한 과정은 공정의 초기와 중기에 수행된다.

[3] 엘에프 정련 공정의 말기에는 용강에 약한 버블링('청정 버블링'이라고도 한다)을 수행하여 용강에 혼입된 개재물을 부상 분리시킨다. 약한 버블링에 사용되는 아르곤 가스의 유량 범위는 용강의 강종 및 엘에프 정련 설비의 구조적 특성에 맞게 적정 기준이 존재하고, 조업자의 주관적 판단에 따라, 적정 기준 내에서 아르곤 가스의 유량이 세밀하게 조절된다.

[4] 용강에 주입된 가스는 용강의 탕면을 통하여 용강에서 빠져나온다. 이때, 가스에 의하여 탕면을 덮고 있던 슬래그가 일부 벌어질 수 있다. 슬래그가 벌어짐에 따라 해당 부분에서 용강의 탕면이 외기에 노출되며, 이 부분을 나탕이라 한다.

[5] 용강에 가스를 버블링함에 있어, 용강 전체를 골고루 교반시키기 위해서는 어느 정도의 나탕 발생은 불가피하다.

[6] 한편, 용강에 아르곤 가스를 주입하는 내화물 플러그가 손상되어 내화물 플러그에 크랙이 발생하면, 크랙에서 아르곤 가스가 누출되고, 누출된 아르곤 가스는 탕면의 소정 영역에 집중되어 소정 영역의 나탕 크기를 필요 이상으로 키울 수 있다. 즉, 아르곤 가스의 누출에 의해 나탕이 필요 이상으로 커질 수 있다. 이때, 나탕을 통하여 다량의 외기가 용강에 유입된다. 용강에 유입된 다량의 외기는 외래성 개재물 생성의 원인이 된다.

[7] 또한, 내화물 플러그가 막히면, 용강에 주입되는 아르곤 가스의 유량이 필요 이상으로 작아질 수 있고, 나탕이 적정 크기보다 작아질 수 있다. 이 경우, 개재물이 부상 분리되지 않는 문제점이 있다.

[8] 따라서, 개재물의 부상 분리 작용을 최대화하면서, 외기 유입을 최소화하기 위해서는 슬래그의 상태를 고려하여 적정 크기의 나탕을 유지할 필요가 있다. 이를 위해 내화물 플러그의 상태를 고려하여 아르곤 가스 유량을 제어할 필요가 있다.

[9] 본 발명의 배경이 되는 기술은 하기의 특허문헌에 게재되어 있다.

[10] (특허문헌 1) KR10-1779150 B1

[11] (특허문헌 2) KR10-2015-0050822 A

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[12] 본 발명은 엘에프 정련 공정 중에 탕면의 나탕 크기를 정확하게 산출하여 이를 기반으로 가스 유량을 적절하게 조절할 수 있는 정련 장치 및 방법을 제공한다.

과제 해결 수단

[13] 본 발명의 실시 형태에 따른 정련 장치는, 상부가 개방되고, 내부에 용융물을 정련할 수 있는 공간이 형성되는 용기부; 가스를 취입할 수 있도록 형성되고, 상기 용기부에 설치되는 노즐부; 상기 용기부의 상측에 설치되고, 상기 용융물의 탕면을 촬영하는 카메라부; 상기 카메라부로부터 획득한 탕면 영상과 상기 카메라부의 설치 정보와 상기 카메라부의 성능 정보를 이용하여 상기 탕면 중의 나탕 크기를 산출하는 제어부;를 포함한다.

[14] 상기 용기부의 개방된 상부를 커버하도록 장착되는 커버부;를 더 포함하고, 상기 커버부는 일측에 관통홀이 형성되고, 하나의 상기 카메라부가 상기 관통홀의 상측에 위치할 수 있다.

[15] 상기 커버부를 관통하도록 장착되는 전극봉;을 더 포함하고, 상기 커버부는 중심부에 상기 전극봉이 위치하고, 가장자리부에 상기 관통홀이 위치하며. 상기 카메라부는 경사지게 설치될 수 있다.

[16] 상기 관통홀과 상기 카메라부 사이에 배치되고, 상호 적층되며, 각기 수평 이동될 수 있는 게이트부들;을 더 포함하고, 상기 게이트부들 중 어느 하나는 상기 관통홀보다 작은 개구가 형성되며, 상기 카메라부는 상기 개구의 상측에 위치하고, 상기 개구가 형성된 게이트부의 상부에 고정될 수 있다.

[17] 상기 카메라부는, 상기 탕면을 촬영하여 탕면 영상을 생성하는 카메라; 상기 카메라가 수용되는 하우징; 상기 하우징과 상기 카메라 사이에 퍼지 가스를 주입하는 퍼지 유로; 및 상기 하우징의 내부에 냉매를 순환시키는 냉각 유로;를 포함할 수 있다.

[18] 상기 탕면 영상은 단시점 탕면 영상이고, 상기 설치 정보는 상기 카메라부의 설치 높이 및 설치 각도를 포함하고, 상기 성능 정보는 상기 카메라부의 화각 및 해상도를 포함할 수 있다.

[19] 상기 제어부는, 상기 탕면에 대한 상기 설치 높이를 도출하는 도출기; 상기 설치 높이, 상기 설치 각도, 상기 화각 및 상기 해상도를 이용하여, 상기 카메라의 촬영 영역의 픽셀 크기를 산출하는 제1산출기; 상기 탕면 영상에 포함된 나탕 영역의 픽셀 수를 분석하는 분석기; 상기 픽셀 수 및 상기 픽셀 크기를 이용하여 나탕 크기를 계산하는 제2산출기;를 포함할 수 있다.

[20] 상기 제어부는, 상기 나탕 크기에 따라 상기 노즐부로 공급되는 가스의 유량을

조절하는 유량 제어기;를 더 포함할 수 있다.

[21] 본 발명의 실시 형태에 따른 정련 방법은, 용융물이 담긴 용기부를 마련하는 과정; 상기 용융물에 가스를 취입하며 버블링하는 과정; 카메라로 상기 용융물의 탕면을 촬영하여 탕면 영상을 생성하는 과정; 상기 탕면 영상과 상기 카메라의 설치 정보와 상기 카메라의 성능 정보를 이용하여 상기 탕면 중의 나탕 크기를 산출하는 과정;을 포함한다.

[22] 상기 설치 정보는 상기 카메라의 설치 높이 및 설치 각도를 포함하고, 상기 성능 정보는 상기 카메라의 화각 및 해상도를 포함하며, 상기 탕면 영상을 생성하는 과정은, 하나의 상기 카메라로 상기 탕면을 촬영하여 상기 탕면의 단시점 탕면 영상을 생성하는 과정일 수 있다.

[23] 상기 탕면 영상을 생성하는 과정은, 상기 카메라를 상하 방향에 대하여 기울어지게 하여, 상기 카메라가 경사진 상태로 상기 탕면을 촬영하여 탕면 영상을 생성하는 과정을 포함할 수 있다.

[24] 상기 탕면 영상을 생성하는 과정 중에, 상기 카메라가 수용된 하우징의 내부에 냉매를 순환시키는 과정; 상기 하우징과 상기 카메라 사이에 퍼지 가스를 주입하는 과정;을 더 포함할 수 있다.

[25] 상기 나탕 크기를 산출하는 과정은, 상기 탕면에 대한 상기 설치 높이를 도출하는 과정; 상기 설치 높이, 상기 설치 각도, 상기 화각 및 상기 해상도를 이용하여, 상기 카메라의 촬영 영역의 픽셀 크기를 산출하는 과정; 상기 탕면 영상에 포함된 나탕 영역의 픽셀 수를 분석하는 과정; 상기 픽셀 수 및 상기 픽셀 크기를 이용하여 나탕 크기를 계산하는 과정;을 포함할 수 있다.

[26] 상기 설치 높이를 도출하는 과정은, 상기 카메라의 설치 위치를 이용하여 상기 카메라로부터 상기 용기부의 상단부까지의 제1높이를 구하는 과정; 상기 용기부 내의 용융물량을 이용하여 상기 용기부의 상단부에서 상기 탕면까지의 제2높이를 구하는 과정; 및 상기 제1높이 및 상기 제2높이를 합하여 상기 설치 높이를 산출하는 과정;을 포함할 수 있다.

[27] 상기 제2높이를 구하는 과정은, 미리 알고있는 용융물량과 탕면 높이 정보를 이용하여 용융물량과 탕면 높이의 비례 관계를 수립하고, 상기 비례 관계를 이용하여 상기 용기부 내의 용융물량에 대한 탕면 높이를 추정하여 제2높이를 구하는 과정을 포함할 수 있다.

[28] 상기 픽셀 크기를 산출하는 과정은, 상기 설치 높이, 상기 설치 각도 및 상기 화각을 이용하여 상기 촬영 영역의 기울어진 방향의 제1길이를 구하는 과정; 상기 설치 높이 및 상기 화각을 이용하여 상기 촬영 영역의 기울어지지 않은 방향의 제2길이를 구하는 과정; 상기 제1길이와 상기 제2길이를 이용하여, 상기 촬영 영역의 크기를 구하는 과정; 상기 촬영 영역의 크기과 상기 해상도를 이용하여 상기 픽셀 크기를 구하는 과정;을 포함할 수 있다.

[29] 상기 픽셀 수를 분석하는 과정은, 상기 탕면 영상을 밝은 부분과 어두운 부분으로 이진화 처리하여, 밝은 부분과 어두운 부분의 경계에 폐곡선을 그리는

과정; 상기 폐곡선 내의 픽셀 수를 카운트하는 과정;을 포함할 수 있다.

[30] 상기 폐곡선이 복수이면, 각 폐곡선별로 픽셀 수를 카운트하여 가장 큰 값을 선택하는 정련 방법.

[31] 상기 나탕 크기를 계산하는 과정은, 상기 픽셀 수와 상기 픽셀 크기를 곱하여 나탕 크기를 산출하는 과정; 상기 나탕 크기와 동일 크기를 갖는 원 형상으로 상기 나탕 형상을 전환하는 과정; 상기 원 형상으로 전환된 나탕 형상의 직경을 구하여 나탕의 변환 크기를 구하는 과정;을 포함할 수 있다.

[32] 상기 나탕 크기를 산출하는 과정 이후에, 상기 나탕 크기를 이용하여 상기 가스의 유량을 조절하는 과정;을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[33] 본 발명의 실시 형태에 따르면, 하나의 카메라에서 획득한 하나의 단시점 탕면 영상('1채널 단시점 탕면 영상'이라고도 한다)과 해당 카메라의 설치 정보와 해당 카메라의 화각 및 해상도를 이용하여, 엘에프 정련 공정 중에 나탕 크기를 정확하게 산출할 수 있다.

[34] 즉, 나탕 크기 산출에 카메라의 설치 정보와 화각과 해상도를 이용함으로써, 하나의 카메라에서 획득한 하나의 단시점 탕면 영상만 가지고 나탕 크기를 정확하게 산출할 수 있다. 따라서, 나탕 크기의 산출을 위하여 여러 대의 카메라를 사용할 필요가 없으므로, 나탕 크기 산출을 위한 카메라의 개수를 단 하나로 줄일 수 있다. 이에, 장치 구조를 단순화시킬 수 있고, 그에 해당하는 비용을 절감할 수 있고, 용강의 스플레시와 같은 열악한 공정 환경에 의한 카메라의 손상 가능성을 최소화할 수 있다.

[35] 또한, 정확한 값으로 산출된 나탕 크기를 기반으로 하여 용강에 주입되는 아르곤 가스의 유량을 적절하게 조절할 수 있다. 따라서, 용강의 청정 버블링을 수행하는 중에, 나탕의 크기를 최적의 크기로 제어할 수 있고, 이에, 정련 공정의 효율을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[36] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 정련 장치의 제1작동도이다.

[37] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 정련 장치의 제2작동도이다.

[38] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 정련 장치의 제3작동도이다.

[39] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 정련 장치의 부분 확대도이다.

[40] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 촬영 영역의 픽셀 크기를 산출하는 방식을 설명하기 위한 도면이다.

[41] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 탕면 영상으로부터 나탕 영역의 픽셀 수를 분석하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

[42] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예에 한정되는 것이 아니고, 서로 다른

다양한 형태로 구현될 것이다. 단지 본 발명의 실시 예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 해당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 본 발명의 실시 예를 설명하기 위하여 도면은 과장될 수 있고, 도면상의 동일한 부호는 동일한 요소를 지칭한다.

[43] 도 1, 도 2 및 도 3은 각각 본 발명의 실시 예에 따른 정련 장치의 제1, 제2 및 제3 작동도이다. 그리고 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 정련 장치의 부분 확대도이다.

[44] 이하, 본 발명의 실시 예에 따른 정련 장치를 설명한다. 이하에서는 정련 장치로서 엘에프 정련 장치를 예시한다. 물론, 정련 장치는 각종 처리물의 처리 공정을 수행하는 다양한 처리 장치들에도 적용될 수 있다.

[45] 도 1 내지 3을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 정련 장치는, 상부가 개방되고, 내부에 용융물(M)을 정련할 수 있는 공간이 형성되는 용기부(10), 가스(g)를 취입할 수 있도록 형성되고, 용기부(10)에 설치되는 노즐부(11), 용기부(10)의 상측에 설치되고, 용융물(M)의 탕면을 촬영하는 카메라부(70), 카메라(70)부로부터 획득한 탕면 영상과 카메라부(70)의 설치 정보와 카메라부(70)의 성능 정보를 이용하여 탕면 중의 나탕 크기를 산출하는 제어부(미도시)를 포함한다.

[46] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 정련 장치는, 용기부(10)의 개방된 상부를 커버하도록 장착되고, 일측에 관통홀(22)이 형성되고, 타측에 투입구(21)가 형성되는 커버부(20), 커버부(20)를 관통하도록 장착되는 전극봉(30), 관통홀(22)을 커버할 수 있도록 커버부(20)에 장착되며 상호 적층되고, 각기 수평 이동될 수 있는 게이트부들(62, 63), 투입구(21)의 상측에 설치되는 투입부(40), 투입구(21)와 투입부(40) 사이에 배치되고, 수평 이동될 수 있는 개폐부(61), 관통홀(22)의 상측에 배치되는 샘플링부(50)를 더 포함할 수 있다.

[47] 또한, 본 발명의 실시 예에 따르면, 카메라부(70)는 관통홀(22)의 상측에 위치하고, 게이트부들(62, 63)은 카메라부(70)와 관통홀(22) 사이에 배치되며, 샘플링부(50)는 카메라부(70)의 상측에 위치할 수 있다. 전극봉(30)은 커버부(20)의 중심부에 위치할 수 있다. 그리고 전극봉(40)과의 간섭을 피하고자, 투입부(40)와 샘플링부(50)와 카메라부(70)는 전극봉(30)에서 이격되어 커버부(20)의 가장자리부에 각각 위치할 수 있다. 제어부는 산출된 나탕 크기를 이용하여 노즐부(11)에 공급되는 가스(g)의 유량을 조절할 수 있다.

[48] 용기부(10)는 래들(Ladle)을 포함할 수 있다. 래들은 바닥판 및 측벽을 구비할 수 있다. 바닥판은 수평 방향으로 연장되고, 소정 면적을 가질 수 있다. 바닥판은 예컨대 원판 형상일 수 있다. 측벽은 바닥판의 둘레를 따라 연장되고, 상측으로 소정 높이 돌출될 수 있다. 측벽은 예컨대 중공의 원통 형상일 수 있다.

[49] 용기부(10)는 상부가 개방되며, 바닥판과 측벽에 의하여 용융물(M)을 정련할 수 있는 공간이 정의될 수 있다. 용융물(M)은 전로 정련 공정에서 생산되는 용강을 포함할 수 있다. 물론, 용융물(M)은 용강 외에 다양할 수 있다.

용융물(M)은 용기부(10)에 수용될 수 있다.

[50] 노즐부(11)는 다공질 내화물 플러그('포러스 플러그'라고도 한다)를 포함할 수 있다. 노즐부(11)는 용융물(M)에 가스(g)를 취입할 수 있다. 노즐부(11)의 개수는 하나 또는 복수일 수 있다. 노즐부(11)는 용기부(10)의 바닥판을 관통하도록 설치될 수 있다.

[51] 노즐부(11)는 가스관에 연결될 수 있고, 가스관은 가스 공급원(미도시)에 연결될 수 있다. 가스관을 흐르는 가스(g)의 유량을 제어하기 위하여, 가스관에는 제어 밸브(미도시)가 장착될 수 있다. 제어 밸브는 상술한 제어부(미도시)에 의해 개도가 제어될 수 있다.

[52] 노즐부(11)는 가스(g) 예컨대 아르곤(Ar) 가스를 용융물(M)에 상대적으로 강하게 취입하며 버블링할 수 있다. 가스(g)의 강한 버블링에 의하여 용융물(M)이 고르게 교반될 수 있고, 용융물(M)의 온도가 낮아질 수 있다. 또한, 노즐부(11)는 가스(g)를 용융물(M)에 상대적으로 약하게 취입하여 버블링할 수 있다. 가스(g)의 약한 버블링에 의하여 용융물(M) 중의 개재물이 부상 분리될 수 있다.

[53] 용융물(M)의 탕면에 슬래그(S)의 층이 존재한다. 이때, 가스(g)의 버블링 중에 탕면을 빠져나가는 가스(g)에 의해 슬래그(S)가 벌어지면서 용융물(M)의 탕면이 상측으로 노출될 수 있다. 즉, 가스(g)의 버블링 중에 용융물(M)의 탕면에 나탕(N)이 형성될 수 있다.

[54] 한편, 용융물(M)을 전체적으로 원활하게 교반시켜주기 위해서는 나탕(N)의 발생이 불가피하다. 만약, 나탕(N)이 발생되지 않을 정도로 가스(g)의 취입량을 줄이면, 용기부(10)의 내부에 용융물(M)의 정체 영역이 생긴다.

[55] 노즐부(11)가 정상적으로 작동할 때 용융물(M)의 충분한 교반을 위하여 용융물(M)에 취입되는 소정량의 가스(g)에 의해 탕면에 불가피하게 발생되는 나탕(N)의 크기를 기준 크기라고 한다. 기준 크기보다 나탕(N)의 크기가 크면 나탕(N)을 통해 유입되는 외기에 의한 외래성 개재물이 증가하여, 용융물(M) 중에 개재물이 오히려 증가할 수도 있다. 기준 크기보다 나탕(N)의 크기가 작으면 용융물(M)의 교반이 약해지고, 개재물의 부상 분리가 둔화된다. 기준 크기는 용융물(M)의 종류 예컨대 강종, 용기부(10)의 용적, 노즐부(11)의 기공율 등에 따라 각기 다를 수 있다.

[56] 기준 크기는 융융물(M)과 가스(g)와 슬래그(S)의 물성을 가지고 이론적으로 정하거나, 엘에프 정련 공정의 축소 모형 실험을 통하여 실험적으로 정할 수 있다. 또는, 기준 크기는 이전 회차 엘에프 정련 공정들에서 획득한 나탕 크기 정보와 용강 샘플링 실적 등을 취합한 결과로부터 경험적으로 도출할 수 있다.

[57] 물론, 기준 크기를 정하는 방식은 다양할 수 있다. 기준 크기는 제어부에 미리 입력될 수 있다. 기준 크기를 정상 크기라고 지칭할 수도 있다.

[58] 가스(g)는 아르곤 가스 외에 다양할 수 있다. 예컨대 가스(g)는 버블링을 위한 각종 불활성 가스를 포함할 수 있다. 또는, 가스(g)는 용융물(M)의 정련을 위한

다양한 가스를 포함할 수도 있다. 가스(g)를 버블링하는 중에 용융물(M)과 슬래그(S)가 비산되나, 이때, 커버부(20)에 의하여 용융물(M)과 슬래그(S)의 외부 유출이 차단될 수 있다.

[59] 커버부(20)는 용기부(10)의 상측에 설치될 수 있다. 커버부(20)는 크레인(미도시)에 지지되거나, 혹은, 그 외의 각종 승강 수단(미도시)에 지지될 수 있다. 커버부(20)는 크레인 혹은 각종 승강 수단에 의하여 상하 방향으로 높이가 조절될 수 있다. 이때, 각종 승강 수단은 유압 실린더나 공압 실린더 등 다양할 수 있다.

[60] 커버부(20)는 하부가 개방될 수 있다. 커버부(20)는 용기부(10)의 개방된 상부를 커버할 수 있는 면적을 가질 수 있다. 커버부(20)는 용기부(10)의 개방된 상부를 커버하도록 장착될 수 있다. 커버부(20)는 냉각 유로(미도시)를 구비할 수 있다. 냉각 유로는 내부에 냉매(냉각수)를 순환시킬 수 있다. 즉, 커버부(20)는 수냉각 커버부일 수 있다. 냉각 유로는 커버부(20)에 내장되거나, 커버부(20)에 연결될 수 있다. 커버부(20)는 하부가 개방된 원뿔대 형상일 수 있다. 물론, 이 외에도 커버부(20)는 다양한 형상일 수 있다. 커버부(20)는 가장자리부에 관통홀(22)과 투입구(21)가 위치할 수 있다.

[61] 투입구(21)와 관통홀(22)은 커버부(20)의 가장자리부의 양측에 각기 형성되고, 수평 방향으로 상호 이격될 수 있다. 이때, 관통홀(22)은 커버부(20)의 가장자리부의 일측을 상하 방향으로 관통하도록 형성될수 있다. 또한, 투입구(21)는 커버부(20)의 가장자리부의 타측을 상하 방향으로 관통하도록 형성될 수 있다.

[62] 한편, 커버부(20)는 중심부에 전극봉(30)의 삽입을 위한 삽입구들이 형성될 수 있다. 전극봉(30)은 커버부(20)의 중심부의 삽입구들을 각각 상하 방향으로 관통하도록 장착될 수 있다. 전극봉(30)은 적어도 하부가 커버부(20)의 하부에 위치할 수 있다. 전극봉(30)은 예컨대 크레인(미도시) 혹은 각종 승강 수단(미도시)에 지지될 수 있다. 전극봉(30)은 크레인 혹은 각종 승강 수단에 의하여 높이가 조절될 수 있다. 전극봉(30)은 상승 시에 용융물(M) 및 슬래그(S)에서 이격될 수 있고, 하강 시에 슬래그(S) 혹은 용융물(M)에 침지될 수 있다. 전극봉(30)의 개수는 복수개 예컨대 세 개일 수 있다.

[63] 전극봉(30)은 전원 공급기(미도시)에 연결될 수 있고, 예컨대 3상 전류를 공급받을 수 있다. 전극봉(30)은 아크(arc)를 생성할 수 있다. 이때, 아크 열에 의하여 용융물(M)이 승온될 수 있다. 용융물(M)이 승온되는 중에, 용기부(10)와 커버부(20) 사이에 스플래시(splash, s')가 발생할 수 있다. 이때, 스플래시(s')는 커버부(20)에 의해 외부 유출이 최소화되거나 방지될 수 있다. 또한, 고온의 아크 열도 역시 커버부(20)에 의해 외부 방사가 차단될 수 있다.

[64] 투입부(40)는 용융물(M)에 합금철이나 탄재 등을 투입하여 용융물(M)의 성분을 조절할 수 있다. 투입부(40)는 투입구(21)의 상측에 배치되어 상하 방향으로 움직임이 가능하다. 투입부(40)는 합금철이나 탄재 등의 투입물이

수용되는 호퍼(41) 및 호퍼(41)에 장착되는 투입관(42)을 포함할 수 있다. 투입관(42)은 투입구(21)에 삽입될 수 있는 직경으로 형성될 수 있다. 투입관(42)은 일단이 호퍼(41)의 하부에 장착되고, 타단이 투입구(21)를 향하여 상하 방향으로 연장될 수 있다. 투입물(C)이 용융물(M)에 투입되면, 용융물(M)의 성분이 조정될 수 있다.

[65] 개폐부(61)는 투입구(21)를 개폐할 수 있도록 커버부(20)에 설치될 수 있다. 개폐부(61)는 유압 실린더, 공압 실린더 혹은 리니어 모터 등의 구동기(미도시)에 연결될 수 있다. 개폐부(61)는 구동기에 의하여 수평 방향으로 움직일 수 있다. 이러한 움직임에 의해 투입구(21)가 개폐될 수 있다.

[66] 샘플링부(50)는 관통홀(22)의 상측에 상하 방향으로 이동 가능하도록 구비될 수 있다. 샘플링부(50)는 하강 시에 관통홀(22)을 통과하여 용융물(M)에 침지될 수 있고, 용융물(M)의 일부를 채취할 수 있다. 샘플링부(50)는 용융물(M)을 채취할 수 있는 프로브를 포함할 수 있다. 샘플링부(50)가 채취한 용융물(M)의 시료로부터 용융물(M)의 성분을 분석할 수 있다. 샘플링부(50)는 용융물(M)의 온도 측정을 위한 온도 측정기를 더 포함할 수 있다. 온도 측정기는 프로브의 소정 위치에 구비될 수 있다. 샘플링부(50)는 유압 실린더, 공압 실린더 혹은 리니어 모터 등의 구동기(미도시)에 지지될 수 있다. 샘플링부(50)는 카메라부(70)와의 충돌을 피하고자, 상승 시에 카메라부(70)의 상측으로 높게 이격될 수 있다.

[67] 게이트부들(62, 63)은 하부 게이트부(62)와 상부 게이트부(73)를 포함할 수 있다. 이때, 하부 게이트부(62)는 관통홀(22)을 커버할 수 있도록 커버부(20)의 일측에 설치될 수 있다. 또한, 상부 게이트부(63)는 하부 게이트부(63)의 상부에 설치될 수 있다. 하부 게이트부(62)와 상부 게이트부(63)은 구동기(미도시)에 연결되며, 함께 움직일 수 있고, 또한, 개별로도 움직일 수 있다.

[68] 샘플링부(50)의 하강 시, 하부 게이트부(62)와 상부 게이트부(63)가 모두 수평 방향으로 움직여서 관통홀(22)의 개폐를 조절할 수 있다. 또한, 카메라부(70)의 작동 시, 하부 게이트부(62)만 움직여서 관통홀(22)의 외측으로 이동되고, 상부 게이트부(63)에 형성된 개구(64)를 통하여 카메라부(70)가 용융물(M)을 마주볼 수 있다. 이때, 개구(64)의 내경은 관통홀(22)의 내경보다 작을 수 있다.

[69]

[70] 이하, 카메라부(70)와 제어부가 정련 장치에 필요한 이유를 먼저 설명한다.

[71] 노즐부(11)를 이용하여, 용융물(M)에 가스(g)를 취입하여 버블링하는 중에, 노즐부(11)에 크랙이 발생하거나, 노즐부(11)가 막힐 수 있다. 이에, 가스(g)가 용융물(M)에 지나치게 많이 취입되거나, 지나치게 적게 취입될 수 있다.

[72] 여기서, 가스(g)가 용융물(M)에 지나치게 많이 취입된다는 것은 예컨대 용융물(M)의 전체 영역에 취입되는 가스(g)의 유량이 지나치게 많아지거나, 또는, 크랙과 인접한 용융물(M)의 소정 영역에 가스(g)가 편중되어 취입되는 것을 의미한다.

[73] 가스(g)가 용융물(M)에 지나치게 많이(과대하게) 취입되면, 나탕(N)이 크게 증가한다. 이에, 나탕(N)을 통하여 다량의 외기가 용융물(M)에 유입되어 개재물이 발생함으로써, 전체 개재물 양이 증가하거나, 혹은, 개재물이 용융물(M)에서 제거되는 속도가 줄어들 수 있다.

[74] 가스(g)가 용융물(M)에 지나치게 적게(과소하게) 취입되면, 용융물(M)이 원하는 것보다 약하게 교반되어 개재물이 충분히 부상 분리되지 않는다. 한편, 가스(g)가 용융물(M)에 지나치게 적게 취입되면, 나탕(N)의 크기는 기준 크기보다 작아진다.

[75] 따라서, 용융물(M)에 가스(g)를 취입하는 동안, 개재물 발생을 줄이면서, 용융물(M)의 균일한 교반을 위하여, 나탕(N)의 크기가 기준 크기를 유지하는지 확인할 필요가 있다. 또한, 나탕(N)의 크기가 기준 크기를 벗어나면, 나탕(N)의 크기가 기준 크기가 되도록 노즐부(11)로 공급되는 가스(g)의 유량을 조절할 필요가 있다.

[76] 한편, 나탕(N)의 크기 변화를 추적함으로써, 용융물(M)에 실제 취입되는 가스(g)의 취입량이 적절한지도 알 수 있다.

[77] 본 발명의 실시 예에서는 카메라부(70)를 이용하여 용융물(M)의 탕면 영상을 획득할 수 있다. 또한, 제어부(미도시)를 이용하여 나탕 크기를 정확하게 산출할 수 있고, 가스(g)의 유량을 조절할 수 있고, 나탕 크기를 적정 크기로 유지할 수 있다.

[78] 이하, 카메라부(70)가 본 발명의 실시 예에 따른 구조로 정련 장치에 구비되는 이유를 설명한다. 그리고 카메라부(70) 및 제어부(미도시)를 설명한다.

[79] 예컨대 용융물(M)의 탕면 영상으로부터 나탕 크기를 정확하게 산출하기 위하여, 가능한 탕면의 중심부를 수직하게 내려다보는 위치에 카메라부(70)를 배치시키고, 카메라부(70)를 이용하여 탕면 영상을 촬영하고, 촬영된 탕면 영상을 분석하여 나탕의 크기를 산출할 수 있다.

[80] 하지만, 용융물(M)의 정련 공정 예컨대 엘에프 정련 공정을 위해 전극봉(30)을 탕면의 중심부에 놓아야 한다. 따라서, 탕면의 중심부를 수직하게 내려다보는 위치(탕면의 중심부의 직상부)에서 카메라부(70)를 이용하여 탕면을 촬영하는 것은 매우 어렵다.

[81] 또는, 용융물(M)의 탕면 영상으로부터 나탕 크기를 정확하게 산출하기 위하여, 탕면의 가장자리부를 내려다보는 복수 위치에서 각기 다른 시점으로 여러 장의 탕면 영상을 촬영하고, 촬영된 여러 장의 탕면 영상을 가지고 나탕의 크기를 산출할 수도 있다.

[82] 하지만, 커버부(20)에 전극봉(30), 개폐부(61) 및 게이트부들(62, 63)이 각기 설치되고, 또한, 커버부(20)의 상측에 투입부(40) 및 샘플링부(50)가 설치된다. 즉, 전극봉(30), 개폐부(61) 및 게이트부들(62, 63)과 카메라부(70)의 간섭을 방지하는 것을 고려하면 카메라부(70)의 설치 위치는 제한적이다. 이처럼 커버부(20)의 구조적인 특성에 의하여 커버부(20)에 카메라부(70)의 설치를 위한

여유 공간을 마련하기 어렵다. 따라서, 커버부(20)에 복수개의 카메라부(70)를 설치하기 어렵다. 이로부터, 탕면의 가장자리부를 내려다보는 복수의 위치에서 각기 다른 시점으로 탕면을 촬영하는 것이 매우 어렵다.

[83] 또한, 커버부(20)에 많은 개수의 카메라부(70)를 설치할 경우, 스플래시(s') 및 각종 비산물에 의하여, 그 개수 만큼 카메라부(70)가 손상되는 빈도수가 증가한다. 따라서, 커버부(20)에 복수개의 카메라부(70)를 설치하면, 유지보수에 대한 부담이 크게 증가한다. 또한, 이처럼 열악한 환경에서는 카메라부(70)의 손상을 줄이기 위해 카메라부(70)의 형상은 얇은 핀 혹은 환봉 형상에 가까울수록 좋고, 직경 혹은 크기는 작을수록 좋다.

[84] 따라서, 본 발명의 실시 예에서는 카메라부(70)의 설치와 유지보수가 용이하도록, 하나의 카메라부(70)가 상부 게이트부(63)의 상부에 경사지게 설치될 수 있다. 또한, 용융물(M)에 대한 카메라부(70)의 노출을 최소화하도록, 카메라부(70)의 형상은 환봉 형상일 수 있다.

[85]

[86] 이하, 도 1 내지 도 4를 참조하여, 본 발명의 실시 예에 따른 카메라부(70)를 설명한다.

[87] 카메라부(70)는 용기부(10)의 상측에 설치될 수 있다. 이때, 하나의 카메라부(70)가 관통홀(22)의 상부에 위치할 수 있다. 이때, 카메라부(70)는 후술하는 중심축(L2)이 상하 방향의 축(L1)에서 소정의 각도(θ)로 기울어질 수 있도록 경사지게 설치될 수 있다. 즉, 카메라부(70)는 탕면에 대하여 사선으로 설치되며, 탕면의 중심부의 상측이 아니라 가장자리부의 상측에 위치할 수 있다. 카메라부(70)는 핀 형상일 수 있다. 카메라부(70)는 용융물(M)의 탕면을 촬영할 수 있고, 탕면 영상을 생성할 수 있다.

[88] 카메라부(70)는 제1방향(1) 예컨대 x축 방향에 경사지도록 설치되고, 제2방향(2) 예컨대 y축 방향에 경사지지 않도록 설치될 수 있다. 제3방향(3)은 z축 방향 혹은 상하 방향이라고 할 수 있다. 이때, 제1방향(1)과 제2방향(2)은 수평 방향과 나란한 방향이고, 제3방향(3)은 수평 방향에 교차하는 방향일 수 있다.

[89] 카메라부(70)와 관통홀(22) 사이에 상부 게이트부(63) 및 하부 게이트부(62)가 배치될 수 있다. 상부 게이트부(63)와 하부 게이트부(62)는 서로 적층될 수 있고, 각기 수평 이동될 수 있다.

[90] 카메라부(70)가 용융물(M)에 노출되는 면적은 작을수록 좋다. 따라서, 카메라부(70)는 관통홀(22)을 통하여 용융물(M)에 노출되지 아니하고, 게이트부들(62, 63) 중 어느 하나에 관통홀(22)보다 작은 크기로 형성되는 개구(64)를 통하여 용융물(M)에 노출될 수 있다. 카메라부(70)는 개구(64)의 상측에 위치하고, 개구(64)가 형성된 게이트부의 상면에 고정될 수 있다.

[91] 관통홀(22)은 샘플링부(50)의 통과를 위한 소정의 크기로 형성되는데, 이 크기는 카메라부(70)에 필요 이상으로 크다. 이에, 상부 게이트부(63)에

관통홀(22)보다 작은 크기의 개구(64)를 마련하고, 개구(64)를 통하여 탕면에 카메라부(70)를 노출시킴으로서, 카메라부(70)가 용융물(M)의 고온에 노출되는 면적을 상당히 줄일 수 있다.

[92] 구체적으로, 상부 게이트부(63)의 중심부에 개구(64)가 상하 방향으로 관통되도록 형성될 수 있다. 또한, 카메라부(70)는 개구(64)의 상측에 위치할 수 있다. 또한, 상부 게이트부(63)의 상부에 소정의 브라켓(미도시)에 의해 고정될 수 있다.

[93] 하부 게이트부(62)가 수평 방향으로 이동하여 관통홀(22)을 개방시키면, 카메라부(70)가 용융물(M)의 탕면을 촬영할 수 있다. 더욱 구체적으로, 카메라부(70)는 상부 게이트부(63)에 형성된 개구(64)와 개구(64)의 하측에 위치하는 관통홀(22)을 통하여 용융물(M)의 탕면 영상을 원활하게 촬영할 수 있다.

[94] 카메라부(70)의 촬영이 끝나면 하부 게이트부(62)가 복귀하여 관통홀(22)과 개구(64) 사이를 폐쇄할 수 있다. 한편, 샘플링부(50)의 하강 시에는, 상부 게이트부(63)와 하부 게이트부(62)와 카메라부(70)가 함께 수평 방향으로 이동하여 관통홀(22)에서 멀어질 수 있다.

[95] 카메라부(70)는, 탕면 영상을 생성하는 카메라(72), 카메라(72)가 수용되는 하우징(71), 하우징(71)과 카메라(72) 사이에 퍼지 가스를 주입하는 퍼지 유로(74) 및 하우징(71)의 내부에 냉매를 순환시키는 냉각 유로(73)를 포함할 수 있다. 카메라(72)는 핀 형상일 수 있고, 카메라(72)의 중심축(L2)이 상하 방향의 축(L1)에 대하여 소정 각도(θ)로 경사질 수 있다. 즉, 카메라(72)는 상하 방향('연직 방향'이라고도 한다)에 대하여 사선으로 설치될 수 있다. 하우징(71)은 중공형의 환봉 형상일 수 있고, 내부에 카메라(72)가 삽입될 수 있다. 냉각 유로(73)는 냉매 공급원(미도시)에 연결될 수 있고, 냉매로서 예컨대 물을 공급받을 수 있다.

[96] 하우징(71)의 하단부는 카메라(72)의 하측으로 돌출되어 링 형상으로 형성될 수 있다. 하우징(71)의 하단부와 카메라(72) 사이의 공간에 퍼지 가스를 불어 넣으면, 카메라(72)를 각종 비산물과 스플래시(s')로부터 보호할 수 있다.

[97] 이를 위해, 퍼지 유로(74)가 돌출부를 관통하도록 형성될 수 있다. 또한, 퍼지 유로(74)의 단부(출구)가 돌출부의 내주면에 위치할 수 있다. 퍼지 유로(74)는 퍼지 가스 공급원(미도시)에 연결되고, 퍼지 가스를 공급받을 수 있다. 퍼지 가스는 예컨대 아르곤 가스, 질소 가스 및 공기 중 선택되는 적어도 1종 이상의 가스일 수 있다.

[98] 탕면 영상은 단시점 탕면 영상일 수 있다. 즉, 카메라(72)는 탕면을 촬영하여 단시점 탕면 영상을 생성할 수 있다. 이때, 단시점은 시점(viewpoint)이 하나인 것을 의미한다. 단시점 영상은 하나의 시점으로 한 위치에서 촬영된 영상을 의미한다. 단시점 영상에 반대되는 개념으로는 스테레오 영상 또는 다시점 영상이 있다.

[99] 탕면 영상이 하나의 카메라(72)에 의하여 촬영된다는 점에서, 탕면 영상을 1채널 단시점 탕면 영상이라고 할 수도 있다.

[100]

[101] 도 5의 (a) 및 (b)는 본 발명의 실시 예에 따른 촬영 영역의 픽셀 크기를 산출하는 방식을 설명하기 위한 도면이다. 촬영 영역은 카메라(72)의 촬영 영역을 의미한다. 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 탕면 영상으로부터 나탕 영역의 픽셀 수를 분석하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[102] 도 1 내지 도 6을 참조하여, 본 발명의 실시 예에 따른 제어부를 설명한다.

[103] 제어부(미도시)는 카메라부(70)로부터 획득한 탕면 영상과 카메라부(70)의 설치 정보와 카메라부(70)의 성능 정보를 이용하여 나탕 크기를 산출하고, 산출된 나탕 크기를 이용하여 노즐부(11)에 공급되는 가스(g)의 유량을 조절할 수 있다.

[104] 카메라부(70)의 설치 정보를 카메라 설치 정보 혹은 설치 정보라고 간단하게 지칭한다. 설치 정보는 구체적으로 카메라(72)의 설치 높이 및 설치 각도를 포함할 수 있다. 카메라부(70)의 성능 정보를 카메라 성능 정보 혹은 성능 정보라고 간단하게 지칭한다. 성능 정보는 구체적으로 카메라(72)의 화각 및 해상도를 포함할 수 있다. 카메라(72)의 설치 높이를 간단히 설치 높이라 지칭하고, 카메라(72)의 설치 각도를 간단히 설치 각도라 지칭한다. 또한, 카메라(72)의 화각을 간단히 화각이라 지칭하고, 카메라(72)의 해상도를 간단히 해상도라 지칭한다.

[105] 설치 각도는 카메라(72)의 설치 구조로부터 측정될 수 있고, 화각 및 해상도는 카메라(72)의 제조사 혹은 유통사에서 제공된 데이터 시트에서 확인할 수 있다. 설치 각도, 화각 및 해상도는 제어부에 미리 입력될 수 있다.

[106] 화각은 카메라(72)가 촬영할 수 있는 피사체의 범위를 광학계 예컨대 렌즈를 기준점으로 하여 각도로 나타낸 것이다. 해상도는 촬영된 영상을 구성하는 픽셀의 개수를 의미한다. 픽셀은 촬영된 영상을 구성하는 최소 단위의 화소를 의미한다.

[107] 제어부는 미리 입력된 설치 정보와 성능 정보를 이용하여 따라 카메라부(70)에서 촬영되는 하나의 단시점 탕면 영상만으로 나탕 크기를 정확하게 산출할 수 있다. 즉, 본 발명의 실시 예에서는 다시점 영상 혹은 깊이 영상 혹은 복수의 단시점 영상을 사용하지 아니하고, 하나의 단시점 탕면 영상으로부터 정확한 크기로 나탕 크기를 산출할 수 있다. 즉, 제어부에 의해 하나의 카메라부(70)만으로 정확한 크기로 나탕(N) 크기를 산출할 수 있다. 여기서, 나탕(N) 크기는 구체적으로 나탕(N)면적을 의미한다.

[108]

[109] 이하, 제어부의 구성과 작동 방식을 설명한다. 제어부는 도출기, 제1산출기, 분석기, 제2산출기 및 유량 제어기를 포함할 수 있다. 한편, 이하에서 제시되는 수치들은 본 발명의 실시 예를 설명하기 위한 일 예시이고, 본 발명을 한정하기

위한 것이 아니다.

[110] 제어부가 탕면 영상으로부터 나탕 크기를 정확하게 산출하기 위해서는, 나탕 영역의 픽셀 수를 분석하고, 픽셀 수에 따른 나탕(N)의 크기를 계산해야 한다. 이때, 픽셀 수에 따른 나탕 크기를 계산하기 위해서는 촬영 영역의 픽셀 크기가 필요하다. 또한, 촬영 영역의 픽셀 크기를 계산하기 위해서는 용융물(M)의 탕면에 대한 설치 높이가 필요하다.

[111] 도출기는 용융물(M)의 탕면에 대한 설치 높이를 도출할 수 있다. 더욱 상세하게는, 도출기는 카메라부(70)의 설치 위치와 용기부(10) 내의 용융물량을 이용하여 용융물(M)의 탕면에 대한 설치 높이를 산출하거나, 혹은, 측정할 수 있다. 여기서, 카메라부(70)의 설치 위치는 상세하게는, 카메라(72)의 설치 위치이고, 용융물량은 용융물 중량이다. 도출기가 용융물(M)의 탕면에 대한 설치 높이를 산출하는 방식을 설명한다.

[112] 도 3을 참조하면, 탕면에 대한 설치 높이(H)는 용기부(10)의 상단부에서 카메라(72)까지의 높이인 제1높이(Ha)와, 용기부(10)의 상단부에서 탕면까지의 높이인 제2높이(Hb)를 포함한다. 제1높이(Ha)는 용기부(10)와 커버부(20)의 형상과 설치 구조 및 카메라부(70)의 설치 위치로부터 계산되어지거나, 측정될 수 있다. 제1높이(Ha)는 도출기에 미리 입력될 수 있다.

[113] 제2높이(Hb)는 용기부(10) 내의 용융물량, 미리 알고있는 용융물(M) 중량과 탕면 높이 정보 및 비례식을 이용하여 산출할 수 있다.

[114]

[115] 미리 알고있는 용융물(M) 중량과 탕면 높이 정보는 표 1과 같다.

[116] [표1]

	용융물 중량(w)	탕면 높이(Hb)
1	345톤	400mm
2	250톤	1000mm

[117]

[118] 여기서, 용융물 중량과 탕면 높이는 반비례 관계이다. 그 이유는 용융물 중량이 작을수록 탕면의 높이가 낮고, 이에, 탕면이 용기부(10)의 상단부에서 멀어지기 때문이다.

[119] 미리 주어진 용융물(M) 중량과 탕면 높이 정보는 에컨대 축소 모형 실험 결과로부터 획득하거나, 이전 회차의 용융물(M)의 정련 공정들을 여러 번 수행하면서 용융물(M)의 탕면 높이를 실측하여 획득할 수 있다. 이 값들은 도출기에 미리 입력될 수 있다.

[120]

[121] 비례식은 수학식 1과 같다.

[122] (수학식 1)

[123] $Hbt = [(Hb2 - Hb1) \div (w1 - w2)] \times (w1 - wt) + Hb1$

[124]

[125] 여기서, w1은 미리 주어진 용융물 중량의 첫번째 값, w2는 미리 주어진 용융물 중량의 두번째 값, Hb1은 미리 주어진 탕면 높이의 첫번째 값, Hb2는 미리 주어진 탕면 높이의 두번째 값을 의미한다. wt는 용기부(10)에 수용된 용융물(M)의 중량을 의미한다. Hbt는 용기부(10)에 수용된 용융물(M)에 대한 제2높이 값이다.

[126] 예컨대 이번 회차에서 용기부(10)에 수용된 용융물(M)의 중량이 320톤이면, 제2높이(Hb)는 수학식 1에 따라 558mm가 된다(소수점 이하 반올림). 제1높이(Ha)가 1,434mm이면, 탕면에 대한 설치 높이(H)는 1992mm로 구해질 수 있다.

[127] 여기서, 상술한 수치는 도출기의 설명을 위한 일 예시일 뿐이다.

[128] 물론, 용기부(10)의 내부 공간의 형상 및 크기와 용융물(M)의 체적을 이용하여 제2높이(Hb)를 구할 수도 있다.

[129] 도출기가 용융물(M)의 탕면에 대한 설치 높이를 측정하는 경우, 도출기는 물리적인 수단을 구비할 수 있다. 예컨대 적외선 거리 측정기가 도출부에 구비될 수 있다. 이 경우, 적외선 거리 측정기는 예컨대 샘플링부(70)에 부착될 수 있고, 카메라부(70)와 용융물(M)의 탕면 사이의 거리를 측정할 수 있다.

[130]

[131] 도 5를 참조하면, 제1산출기는 설치 높이(H)와 설치 각도와 화각과 해상도를 이용하여, 카메라(72)의 촬영 영역의 픽셀 크기를 산출할 수 있다. 이때, 수학식 2와 수학식 3이 사용될 수 있다. 한편, 상술한 설치 각도는 상하 방향에 대한 카메라(72)의 중심축(L2)의 기울기를 의미한다.

[132] 여기서, 제1산출기가 픽셀 크기 산출에 설치 높이와 설치 각도와 화각과 해상도를 모두 이용하기 때문에, 하나의 카메라(72)가 커버부(20)의 가장자리부측에 경사지게 설치된 구조를 반영하여 카메라(72)의 촬영 영역의 픽셀 크기를 정확하게 산출할 수 있다. 이를테면, 제1산출기는 카메라(72)의 관찰 범위와 설치 정보를 토대로 하여 카메라(72)의 설치 각도가 반영된 촬영 영역의 픽셀 크기를 정확하게 구할 수 있다.

[133] 미리 입력된 해상도가 640×480픽셀이고, 설치 각도(θ1)가 15°이고, 화각(θ1)이 55°이며, 카메라부(70)가 카메라부(70)의 촬영 영역의 가로변과 세로변 중 가로변에 대하여 경사지게 설치되는 것을 기준으로, 제1산출기에서 촬영 영역의 픽셀 크기를 산출하는 방식을 구체적으로 설명한다. 이하에서, 설명의 편의를 위하여 카메라부(70)의 촬영 영역을 간단히 촬영 영역이라 지칭한다. 이때, 촬영 영역의 가로변은 x축 방향으로 연장된 변일 수 있고, 촬영 영역의 세로변은 Y축 방향으로 연장된 변일 수 있다.

[134]

[135] (수학식 2)

[136] (수학식 2-1) $X1 = \tan((0.5 \times \theta2) - \theta1) \times H$

[137] (수학식 2-2) $X2 = \tan((0.5 \times \theta2) + \theta1) \times H$

[138] (수학식 2-3) $X = X1 + X2$

[139] (수학식 2-4) $Y = 2 \times \tan(0.5 \times \theta2) \times H$

[140]

[141] 여기서, θ1은 설치 각도이고, θ2는 화각이다. H는 탕면에 대한 설치 높이이다.

[142] 우선, 촬영 영역의 가로변(X)의 길이를 구한다. 촬영 영역의 가로변(X)은 카메라부(70)가 기울어진 방향의 변이다. 계산이 용이하도록, 촬영 영역의 가로변(X)을 제1선분(X1) 및 제2선분(X2)으로 나눈다. 제1선분(X1)은 카메라부(70)가 설치된 지점(P1)에서 촬영 영역의 가로변(X)에 내린 제1수선(L1X)의 발을 촬영 영역의 가로변(X)의 일 끝단에 연결한 선분이다. 또한, 제2선분은 제1수선(L1X)의 발을 촬영 영역의 가로변(X)의 타 끝단에 연결한 선분이다. 한편, L2는 카메라부(70)의 중심축을 나타낸다. P2는 촬영 영역이 위치하는 지점 즉, 탕면 레벨을 나타낸다.

[143] 제1선분(X1)의 길이는 수학식 2-1을 이용하여 구할 수 있다. 제1빗변(L3)과 제1수선(L1X)의 사잇각을 구하고, 탄젠트의 정의를 이용하여 수학식 2-1과 같이 제1선분(X1)의 길이를 계산할 수 있다. 이때, 제1빗변(L3)은 카메라부(70)가 설치된 지점(P1)과 촬영 영역의 가로변(X)의 일 끝단을 연결한 선분이다.

[144] 제2선분(X2)의 길이는 수학식 2-2를 이용하여 구할 수 있다. 제2빗변(L4)과 제1수선(L1X)의 사잇각을 구하고, 탄젠트의 정의를 이용하여 수학식 2-2와 같이 제2선분(X2)의 길이를 계산할 수 있다. 이때, 제2빗변(L4)은 카메라부(70)가 설치된 지점(P1)과 촬영 영역의 가로변(X)의 타 끝단을 연결한 선분이다.

[145] 수학식 2-3을 이용하여 제1선분(X1)과 제2선분(X2)을 더하여 촬영 영역의 가로변(X)의 길이를 계산한다. 용융물(M) 중량이 320톤이고, 설치 높이(H)가 1,992mm이고, 해상도가 640×480픽셀이고, 설치 각도(θ1)가 15°이고, 화각(θ1)이 55°일 때, 촬영 영역의 가로변(X)의 길이를 계산하여, 2,267mm의 값을 얻었다. 이때, 계산 시 소수점 이하를 반올림하였다.

[146] 촬영 영역의 세로변(Y)의 길이를 구한다. 수학식 2-4를 이용하여, 촬영 영역의 세로변(Y)의 길이를 구할 수 있다. 촬영 영역의 세로변(Y)은 카메라부(70)가 기울어지지 않은 방향의 변이므로, 카메라부(70)가 설치된 지점(P1)에서 촬영 영역의 세로변(Y)으로 내린 제2수선(L1Y)이 촬영 영역의 세로변(Y)과 직각을 이룬다. 따라서, 제3빗변(L5)과 제2수선(L1Y)의 사잇각을 구하거나, 또는, 제4빗변(L6)과 제2수선(L1Y)의 사잇각을 구하고, 탄젠트의 정의를 이용하여 수학식 2-4와 같이 촬영 영역의 세로변(Y)의 크기를 계산할 수 있다.

[147] 제3빗변(L5)은 촬영 영역의 세로변(Y)의 일 끝단과 카메라부(70)가 설치된 지점(P1)을 연결한 선분이고, 제4빗변(L6)은 촬영 영역의 세로변(Y)의 타 끝단과 카메라부(70)가 설치된 지점(P1)을 연결한 선분이다. 한편, 제3빗변(L5)과 제4빗변(L6)은 제2수선(L1Y)에 대해 대칭할 수 있다.

[148] 용융물(M) 중량이 320톤이고, 설치 높이(H)가 1,992mm이고, 해상도가

640×480픽셀이고, 설치 각도(θ1)가 15°이고, 화각(θ1)이 55°일 때, 촬영 영역의 세로변(Y)의 길이를 계산하여, 2,074mm의 값을 얻었다. 이때, 계산 시 소수점 이하를 반올림하였다.

[149] 즉, 카메라부(70)는 용융물(M)의 탕면과 동일 높이의 소정 평면 상에서 기울어진 방향 에컨대 x축 방향으로 2,267mm의 크기, 기울어지지 않은 방향 에컨대 y축 방향으로 2,074mm의 크기에 해당하는 촬영 영역을 촬영하여 탕면 영상을 생성할 수 있다.

[150]

[151] (수학식 3)

[152] (수학식 3-1) dX = X ÷ 가로 해상도

[153] (수학식 3-2) dY = Y ÷ 세로 해상도

[154] (수학식 3-3) dA = dX × dY

[155]

[156] 여기서, 가로 해상도는 640픽셀이고, 세로 해상도는 480픽셀이다. X는 촬영 영역의 가로변의 길이로서, 그 값은 2,267mm이다. 또한, Y는 촬영 영역의 세로변의 길이로서, 그 값은 2,074mm이다. 물론, 이러한 수치는 제1산출기에서 촬영 영역의 픽셀 크기를 산출하는 방식을 구체적으로 설명하기 위한 일 예시이다. 여기서, 픽셀 크기는 1픽셀의 크기이다.

[157] 다음으로, 촬영 영역의 가로변 픽셀 길이(dX)를 구한다. 수학식 3-1을 이용하면, 촬영 영역의 가로변 픽셀 길이(dX)는 3.54mm로 계산될 수 있다. 촬영 영역의 세로변 픽셀 길이(dY)를 구한다. 수학식 3-2를 이용하면, 촬영 영역의 세로변 픽셀 길이(dY)는 4.32mm로 계산될 수 있다. 계산 시 소수점 이하 세번째 자리를 반올림하였다.

[158] 다음으로, 촬영 영역의 가로변 픽셀 길이(dX)와 촬영 영역의 세로변 픽셀 길이(dY)를 이용하여 촬영 영역의 픽셀 크기(dA)를 계산한다. 이때, 수학식 3-3을 이용하여, 촬영 영역의 가로변 픽셀 길이(dX)와 촬영 영역의 세로변 픽셀 길이(dY)를 곱하여, 촬영 영역의 픽셀 크기(dA)을 15.2928 mm2으로 계산할 수 있다.

[159] 이처럼 제1산출기는 설치 각도, 화각 및 설치 높이를 알면 촬영 영역의 가로변 길이와 세로변 길이를 구할 수 있고, 촬영 영역의 가로변 길이와 세로변 길이를 구한 후 해상도를 이용해서 촬영 영역의 픽셀 크기를 구할 수 있다.

[160] 한편, 카메라(72)는 가로 해상도와 세로 해상도가 언제든 바뀔 수 있다. 예컨대 카메라(72)가 하우징(71)내에 설치될 때, 카메라(72)의 중심축에 대하여 항상 같은 각도로 고정되지 않아서 카메라(720)의 가로 해상도와 세로 해상도가 바뀔 수 있다. 이처럼 카메라(72)의 가로 해상도 값과 세로 해상도 값이 서로 바뀌더라도, 촬영 영역의 픽셀 크기(dA)를 동일하게 구할 수 있다.

[161] 예컨대 가로 해상도를 480 픽셀로 정하고, 세로 해상도를 640 픽셀로 하여, 촬영 영역의 가로변 픽셀 길이를 구하고, 촬영 영역의 세로변 픽셀 길이를 구하고,

촬영 영역의 픽셀 크기(dA)를 계산하면, 그 결과가 15.2928 mm2으로 동일하게 계산될 수 있다. 즉, 상술한 일련의 계산을 통하여 촬영 영역의 픽셀 크기(dA)를 동일하게 구할 수 있다.

[162]

[163] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 탕면 영상으로부터 나탕 영역의 픽셀 수를 분석하는 과정을 설명하기 위한 도면이다. 도 6의 (a)는 촬영된 탕면 영상을 보여주는 사진이고, 도 6의 (b)는 나탕 영역을 표시한 탕면 영상을 보여주는 사진이고, 도 6의 (c)는 이진화 처리한 탕면 영상을 보여주는 사진이다.

[164] 도 6을 참조하면, 분석기는 탕면 영상에 포함된 나탕 영역의 픽셀 수를 분석할 수 있다. 구체적으로, 분석기는 탕면 영상의 해상도에 따른 밝기를 통해 나탕 영역의 픽셀 수를 분석한다. 분석기는 촬영된 탕면 영상을 입력받는다. 이때, 탕면 영상에는 나탕(N)과 슬래그(S)가 각각 소정의 영역을 이루고 있다. 분석기는 미리 입력된 기준 밝기를 이용하여 나탕 영역과 슬래그 영역을 구분한다. 분석기는 탕면 영상을 이진화 처리하고, 이진화 처리된 탕면 영상의 픽셀들 중, 기준 밝기보다 밝은 픽셀들을 나탕 영역의 픽셀들로 구분하고, 기준 밝기보다 어두운 픽셀들을 슬래그 영역의 픽셀들로 구분한다. 분석기는 나탕 영역의 픽셀들과 슬래그 영역의 픽셀들의 경계에 폐곡선을 그린 후, 폐곡선 내의 픽셀 수를 카운트하여 카운트된 픽셀 개수를 나탕 영역의 픽셀 수로 도출할 수 있다. 여기서, 폐곡선이 복수개이면 각각의 폐곡선 별로 픽셀 수를 도출한 후, 가장 큰 값을 나탕 영역의 픽셀 수로 선택할 수 있다.

[165] 기준 밝기는 탕면 영상에서 나탕과 슬래그를 구분할 수 있는 정도의 밝기이면 어떠한 밝기를 기준 밝기로 하여도 무방하다.

[166]

[167] 제2산출기는 나탕 영역의 픽셀 수와 산출된 촬영 영역의 픽셀 크기를 이용하여 나탕 크기를 계산할 수 있다. 예컨대 제2산출기는 분석기에서 도출한 픽셀 수를 제2산출기에서 산출한 픽셀 크기에 곱하여 나탕 크기를 계산할 수 있다.

[168] 유량 제어기는 제2산출기에서 계산된 나탕 크기에 따라 노즐부(11)로 공급되는 가스(g)의 유량을 조절할 수 있다. 즉, 유량 제어기는 나탕 크기를 미리 입력된 기준 크기와 대비하고, 대비 결과에 따라 노즐부(11)로 공급되는 가스(g)의 유량을 조절할 수 있다. 유량 제어기는 계산된 나탕 크기가 기준 크기보다 작으면 가스(g)의 유량을 증가시키고, 기준 크기보다 크면 가스(g)의 유량을 감소시킨다. 이러한 제어에 의해, 나탕 크기가 기준 크기를 추종할 수 있다. 유량 제어기의 이 같은 제어를 예컨대 나탕(N)의 면적을 이용한 제어라고 지칭할 수 있다.

[169]

[170] 반면, 유량 제어기는 나탕 크기를 변환하여 변환 크기를 구하고, 변환 크기를 미리 입력된 기준 변환 크기와 대비하여, 대비 결과에 따라 노즐부(11)로 공급되는 가스(g)의 유량을 조절할 수 있다.

[171]

[172] (수학식 4)

[173] Deq = sqrt(나탕 크기 × 4/π)

[174]

[175] 여기서, sqrt는 루트, Deq는 변환 크기를 의미한다. 변환 크기(Deq)는 길이의 차원을 가지는 값일 수 있다. 반면, 나탕 크기는 넓이의 차원을 가지는 값일 수 있다.

[176] 변환 크기(Deq)는 나탕 크기(면적)와 동일한 크기(면적)의 원을 상정하고, 해당 원의 직경을 구하여, 구한 직경을 변환 크기(Deq)로 정한 것이다. 유량 제어기는 수학식 4를 사용하여, 변환 크기(Deq)를 구할 수 있다. 즉, 2차원 값을 가지는 나탕 크기를 1차원 값을 가지는 변환 크기로 변환하여 차원을 낮출 수 있다.

[177] 그리고 유량 제어기는 변환 크기(Deq)에 따라 노즐부(11)로 공급되는 가스(g)의 유량을 조절할 수 있다. 즉, 유량 제어기는 변환 크기(Deq)를 미리 입력된 기준 변환 크기와 대비하고, 대비 결과에 따라 노즐부(11)로 공급되는 가스(g)의 유량을 조절할 수 있다. 유량 제어기는 변환 크기(Deq)가 기준 변환 크기보다 작으면 가스(g)의 유량을 증가시키고, 기준 변환 크기보다 크면 가스(g)의 유량을 감소시킨다. 이에 의해 나탕의 변환 크기(Deq)가 기준 변환 크기를 추종할 수 있다. 유량 제어기의 이러한 제어를 변환 크기(Deq)를 이용한 제어라고 지칭할 수 있다.

[178] 탕면에 형성되는 나탕의 형상은 예컨대 직사각형이나 원형으로 일정한 것이 아니라, 도 6에 도시된 것처럼 불규칙한 형상을 가진다. 기준 크기가 탕면의 실제 형상을 반영하기 어려운 만큼, 기준 크기를 정할 때, 탕면 형상을 원형으로 가정하면 기준 크기를 쉽게 정할 수 있다. 여기서, 기준 변환 크기는 기준 크기와 동일한 면적을 가지는 원형으로 가정한 탕면 형상의 직경을 기준 변환 크기라고 한다. 따라서, 유량 제어기는 변환 크기를 이용하여 보다 편리한 제어가 가능하다.

[179]

[180] 이하, 본 발명의 실시 예에 따른 정련 방법을 상세하게 설명한다. 본 발명의 실시 예에 따른 정련 방법은 엘에프 정련 공정에 적용될 수 있다. 즉, 정련 방법은 엘에프 정련 방법일 수 있다.

[181] 본 발명의 실시 예에 따른 정련 방법은, 용융물(M)이 담긴 용기부(10)를 마련하는 과정, 용융물(M)에 가스(g)를 취입하며 버블링하는 과정, 카메라(72)로 용융물(M)의 탕면을 촬영하여 탕면 영상을 생성하는 과정, 탕면 영상과 카메라(72)의 설치 정보와 카메라(72)의 성능 정보를 이용하여 탕면 중의 나탕 크기를 산출하는 과정을 포함한다.

[182] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 정련 방법은, 용기부(10)를 마련하는 과정과 버블링하는 과정 사이에, 전극봉(30)을 이용하여 용융물(M)의 상부에 아크를 생성하는 과정을 더 포함할 수 있다. 또한, 아크를 생성하는 과정과 버블링하는

과정 사이에, 용융물(M)에 투입물을 투입하여 용융물(M)의 성분을 조정하는 과정을 더 포함할 수 있다. 성분을 조정하는 과정과 아크를 생성하는 과정과 버블링하는 과정을 통칭하여 엘에프 정련 과정이라고 할 수 있다.

[183] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 정련 방법은, 나탕 크기를 산출하는 과정 이후에, 나탕 크기를 이용하여 가스 유량을 조절하는 과정을 더 포함할 수 있다.

[184] 한편, 설치 정보는 상기 카메라의 설치 높이 및 설치 각도를 포함하고, 성능 정보는 카메라의 화각 및 해상도를 포함할 수 있다. 탕면 영상을 생성하는 과정은, 하나의 카메라(72)로 탕면을 촬영하여 탕면의 단시점 탕면 영상을 생성하는 과정일 수 있다.

[185] 먼저, 용융물(M)이 담긴 용기부(10)를 마련한다. 예컨대 용융물(M)은 엘에프 정련 공정을 수행하기 위해 준비된 용강일 수 있다. 즉, 전로 정련 공정에서 생산된 용강을 용기부(10)에 출강한다. 이후, 용기부(10)를 이송하여, 커버부(20) 아래에 위치시킨다. 그리고 커버부(30)를 하강시켜 용기부(10)의 개방된 상부에 커버부(20)를 장착한다.

[186] 이후, 투입부(40)를 하강시키고, 투입구(21)를 개방하며, 투입구(21)를 통하여 투입부(40)에 수용된 투입물을 용융물(M)에 투입한다. 이에, 용융물(M)의 성분 조성을 조정할 수 있다. 이때, 노즐부(11)를 이용하여 용융물(M)에 가스(g)의 강한 버블링을 수행한다(도 1 참조). 이때, 상부 게이트부(63)와 하부 게이트부(62)에 의하여 관통홀(22)은 폐쇄된 상태이다. 용융물(M)의 성분 조정이 끝나면, 가스(g)의 강한 버블링을 종료하고, 투입구(21)를 폐쇄한다.

[187] 이후, 전극봉(30)을 하강시켜 슬래그(S)에 침지시키고, 전극봉(30)을 이용하여 용융물(M)의 상부에 아크를 발생시킨다. 이 과정을 통하여 용융물(M)의 온도를 승온시킨다(도 2 참조). 용융물(M)의 승온이 끝나면 전극봉(30)을 상승시킨다.

[188] 이후, 하부 게이트부(62)를 수평 이동시켜 관통홀(22)의 외측으로 이동시키고, 상부 게이트부(63)에 형성된 개구(64)를 통하여 카메라(72)에 탕면을 노출시킨다. 이후, 노즐부(11)를 이용하여 용융물(M)의 가스(g)를 취입하며, 약한 버블링을 수행한다(도 3 참조). 이와 함께, 카메라(72)로 용융물의 탕면을 촬영하여 탕면 영상을 생성한다. 더욱 구체적으로, 카메라(72)를 상하 방향으로 소정의 각도로 기울어지게 하여, 카메라(72)가 경사진 상태로 탕면을 촬영하여 탕면 영상을 생성할 수 있다. 즉, 탕면에 대하여 사선으로 설치된 카메라(72)로 탕면을 촬영하여 탕면 영상을 생성한다.

[189] 한편, 카메라(72)로 탕면을 촬영하여 탕면 영상을 생성하는 과정 중에, 카메라가 수용된 하우징(71)의 내부에 냉매를 순환시키고, 하우징(71)과 카메라(72) 사이에 퍼지 가스를 주입한다. 이에, 카메라(72)가 탕면을 촬영하는 동안에 카메라(72)가 고온의 열기와 비산물로부터 보호될 수 있다.

[190] 이후, 약한 버블링 과정을 계속 진행하면서, 탕면 영상과 카메라의 설치 정보와 카메라의 성능 정보를 이용하여 탕면 중의 나탕 크기를 산출한다.

[191] 즉, 제어부의 도출기를 이용하여 탕면에 대한 설치 높이를 도출하고, 제어부의

제1산출기를 이용하여, 설치 높이와 설치 각도와 화각과 해상도를 이용하여, 촬영 영역의 픽셀 크기를 산출한다. 이후, 제어부의 분석기를 이용하여, 탕면 영상에 포함된 나탕 영역의 픽셀 수를 분석한다. 이후, 제어부의 제2산출기를 이용하여, 픽셀 수 및 픽셀 크기를 이용하여 나탕 크기를 계산한다. 탕면에 대한 설치 높이를 도출하는 과정과, 픽셀 크기를 산출하는 과정과, 픽셀 수를 분석하는 과정과, 나탕 크기를 계산하는 과정의 구체적인 내용은 상술한 정련 장치의 제어부를 설명하면서 상세하게 설명하였으므로, 이하에서는 간단하게 설명하기로 한다.

[192]

[193] 먼저, 설치 높이를 도출하는 과정은 다음과 같다. 카메라(72)의 설치 위치를 이용하여 카메라(72)로부터 용기부(10)의 상단부까지의 제1높이(Ha)를 구한다. 드리고 용기부(10) 내의 용융물량을 이용하여 용기부(10)의 상단부에서 탕면까지의 제2높이(Hb)를 구한다. 이후, 제1높이 및 제2높이를 합하여 설치 높이(H)를 산출할 수 있다.

[194] 여기서, 제2높이(Hb)를 구하는 과정은 다음과 같다. 미리 알고있는 용융물량과 탕면 높이 정보를 이용하여 용융물량과 탕면 높이의 비례 관계를 상술한 수학식 1과 같이 수립하고, 수학식 1을 이용하여 용기부 내의 용융물량에 대한 탕면 높이를 추정하여 추정된 높이를 제2높이로 구할 수 있다.

[195] 픽셀 크기를 산출하는 과정은 다음과 같다. 설치 높이(H), 설치 각도(θ1) 및 화각(θ2)을 이용하여 촬영 영역의 기울어진 방향의 제1길이 예컨대 촬영 영역의 가로변(X)의 길이를 구하고, 설치 높이 및 화각을 이용하여 촬영 영역의 기울어지지 않은 방향의 제2길이 예컨대 촬영 영역의 세로변(Y)의 길이를 구한 후, 제1길이와 제2길이를 이용하여, 촬영 영역의 크기(A)를 구한다. 이후, 촬영 영역의 크기과 해상도를 이용하여 픽셀 크기(dA)를 구한다. 이 과정에서 상술한 수학식 2와 수학식 3이 사용된다.

[196] 픽셀 수를 분석하는 과정은 다음과 같다. 탕면 영상을 밝은 부분과 어두운 부분으로 이진화 처리하여 밝은 부분과 어두운 부분의 경계에 폐곡선을 그린다. 이후, 폐곡선 내의 픽셀 수를 카운트하여 픽셀 수로 도출할 수 있다. 이때, 폐곡선이 복수이면, 각 폐곡선별로 픽셀 수를 카운트하여 가장 큰 값을 선택하여 픽셀 수로 도출할 수 있다.

[197] 나탕 크기를 계산하는 과정은 다음과 같다. 픽셀 수와 픽셀 크기를 곱하여 나탕 크기를 산출한다. 이후, 상술한 수학식 4를 사용하여, 나탕 면적과 동일 면적을 갖는 원 형상으로 나탕 형상을 전환하고, 원 형상으로 전환된 나탕 형상의 직경을 구하여 나탕의 변환 크기를 구할 수도 있다.

[198]

[199] 이후, 제어부의 유량 제어기를 이용하여 나탕 크기에 따라 가스 유량을 조절한다. 즉, 유량 제어기는 나탕 크기를 미리 입력된 기준 크기와 대비하고, 나탕 크기가 기준 크기에 포함되면 가스 유량을 유지한다. 또는, 유량 제어기는

나탕 크기가 기준 크기보다 작으면, 노즐부(11)로 공급되는 가스 유량을 증가시킨다. 또는, 유량 제어기는 나탕 크기가 기준 크기보다 크면 노즐부(11)로 공급되는 가스 유량을 감소시킨다.

[200] 또는, 유량 제어기는 나탕의 변환 크기를 이용하여 가스 유량을 조절할 수도 있다. 이때, 상술한 나탕의 변환 크기는 직경 즉, 길이 차원(1차원)의 값을 가진다. 반면, 나탕 크기는 면적 즉, 넓이 차원(2차원)의 값을 가진다. 나탕의 변환 크기를 이용한 제어는 직관적인 모니터링이 가능하여 공정의 수행이 용이할 수 있다.

[201] 유량 제어기가 변환 크기를 이용하여 가스 유량을 제어하는 과정의 구체적인 내용은 상술한 정련 장치의 제어부를 설명하면서 상세히 설명하였으므로, 여기서는 설명을 생략한다.

[202] 가스(g)를 용융물(M)에 약하게 취입하며 약한 버블링을 하는 과정에서 개재물이 용융물(M)의 탕면으로 부상 분리되어 슬래그(S)에 포집되는데, 나탕이 불가피하게 발생한다. 이때, 유량 제어기가 제2산출기에서 산출된 나탕 크기를 유량 제어기에 미리 입력된 기준 크기와 대비하여, 그 결과에 따라 노즐부(11)로의 가스 공급량을 상술한 바와 같이 조절함으로써, 약한 버블링 중에 나탕(N)의 크기가 기준 크기로 유지될 수 있다. 따라서, 용융물(M)의 교반이 최대화되면서, 외래성 개재물의 생성이 최소화 혹은 억제될 수 있다.

[203] 가스(g)의 약한 버블링이 종료되면, 노즐부(11)로의 가스(g)의 공급을 중단하고, 커버부(20)를 상승시킨 후, 후속 공정으로 용기부(10)를 이송한다. 후속 공정은 예컨대 진공 탈가스 공정 또는 연속 주조 공정일 수 있다.

[204] 본 발명의 실시 예에 따르면, 제어부가 나탕의 크기를 정량화할 수 있고, 이렇게 정량화된 나탕의 크기를 이용하여, 나탕의 크기가 기준 크기를 추종하도록 가스 공급을 제어할 수 있다. 이에, 다이나믹한 가스의 유량 제어가 가능하여, 정련 공정 예컨대 엘에프 정련 공정의 품질을 최적의 품질로 향상시킬 수 있다.

[205]

[206] 본 발명의 상기 실시 예는 본 발명의 설명을 위한 것이고, 본 발명의 제한을 위한 것이 아니다. 본 발명의 상기 실시 예에 개시된 구성과 방식은 서로 결합하거나 교차하여 다양한 형태로 변형될 것이고, 이 같은 변형 예들도 본 발명의 범주로 볼 수 있음을 주지해야 한다. 즉, 본 발명은 청구범위 및 이와 균등한 기술적 사상의 범위 내에서 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 본 발명이 해당하는 기술 분야에서의 업자는 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 다양한 실시 예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

청구범위

[청구항 1] 상부가 개방되고, 내부에 용융물을 정련할 수 있는 공간이 형성되는 용기부;
가스를 취입할 수 있도록 형성되고, 상기 용기부에 설치되는 노즐부;
상기 용기부의 상측에 설치되고, 상기 용융물의 탕면을 촬영하는 카메라부;
상기 카메라부로부터 획득한 탕면 영상과 상기 카메라부의 설치 정보와 상기 카메라부의 성능 정보를 이용하여 상기 탕면 중의 나탕 크기를 산출하는 제어부;를 포함하는 정련 장치.

[청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 용기부의 개방된 상부를 커버하도록 장착되는 커버부;를 더 포함하고,
상기 커버부는 일측에 관통홀이 형성되고,
하나의 상기 카메라부가 상기 관통홀의 상측에 위치하는 정련 장치.

[청구항 3] 청구항 2에 있어서,
상기 커버부를 관통하도록 장착되는 전극봉;을 더 포함하고,
상기 커버부는 중심부에 상기 전극봉이 위치하고, 가장자리부에 상기 관통홀이 위치하며.
상기 카메라부는 경사지게 설치되는 정련 장치.

[청구항 4] 청구항 3에 있어서,
상기 관통홀과 상기 카메라부 사이에 배치되고, 상호 적층되며, 각기 수평 이동될 수 있는 게이트부들;을 더 포함하고,
상기 게이트부들 중 어느 하나는 상기 관통홀보다 작은 개구가 형성되며,
상기 카메라부는 상기 개구의 상측에 위치하고, 상기 개구가 형성된 게이트부의 상부에 고정되는 정련 장치.

[청구항 5] 청구항 1에 있어서,
상기 카메라부는,
상기 탕면을 촬영하여 탕면 영상을 생성하는 카메라;
상기 카메라가 수용되는 하우징;
상기 하우징과 상기 카메라 사이에 퍼지 가스를 주입하는 퍼지 유로; 및
상기 하우징의 내부에 냉매를 순환시키는 냉각 유로;를 포함하는 정련 장치.

[청구항 6] 청구항 1에 있어서,
상기 탕면 영상은 단시점 탕면 영상이고,
상기 설치 정보는 상기 카메라부의 설치 높이 및 설치 각도를 포함하고,
상기 성능 정보는 상기 카메라부의 화각 및 해상도를 포함하는 정련 장치.

[청구항 7] 청구항 6에 있어서,

상기 제어부는,
상기 탕면에 대한 상기 설치 높이를 도출하는 도출기;
상기 설치 높이, 상기 설치 각도, 상기 화각 및 상기 해상도를 이용하여, 상기 카메라의 촬영 영역의 픽셀 크기를 산출하는 제1산출기;
상기 탕면 영상에 포함된 나탕 영역의 픽셀 수를 분석하는 분석기;
상기 픽셀 수 및 상기 픽셀 크기를 이용하여 나탕 크기를 계산하는 제2산출기;를 포함하는 정련 장치.

[청구항 8] 청구항 1에 있어서,
상기 제어부는,
상기 나탕 크기에 따라 상기 노즐부로 공급되는 가스의 유량을 조절하는 유량 제어기;를 더 포함하는 정련 장치.

[청구항 9] 용융물이 담긴 용기부를 마련하는 과정;
상기 용융물에 가스를 취입하며 버블링하는 과정;
카메라로 상기 용융물의 탕면을 촬영하여 탕면 영상을 생성하는 과정;
상기 탕면 영상과 상기 카메라의 설치 정보와 상기 카메라의 성능 정보를 이용하여 상기 탕면 중의 나탕 크기를 산출하는 과정;을 포함하는 정련 방법.

[청구항 10] 청구항 9에 있어서,
상기 설치 정보는 상기 카메라의 설치 높이 및 설치 각도를 포함하고,
상기 성능 정보는 상기 카메라의 화각 및 해상도를 포함하며,
상기 탕면 영상을 생성하는 과정은,
하나의 상기 카메라로 상기 탕면을 촬영하여 상기 탕면의 단시점 탕면 영상을 생성하는 과정인 정련 방법.

[청구항 11] 청구항 10에 있어서,
상기 탕면 영상을 생성하는 과정은,
상기 카메라를 상하 방향에 대하여 기울어지게 하여, 상기 카메라가 경사진 상태로 상기 탕면을 촬영하여 탕면 영상을 생성하는 과정을 포함하는 정련 방법.

[청구항 12] 청구항 9에 있어서,
상기 탕면 영상을 생성하는 과정 중에,
상기 카메라가 수용된 하우징의 내부에 냉매를 순환시키는 과정;
상기 하우징과 상기 카메라 사이에 퍼지 가스를 주입하는 과정;을 더 포함하는 정련 방법.

[청구항 13] 청구항 11에 있어서,
상기 나탕 크기를 산출하는 과정은,
상기 탕면에 대한 상기 설치 높이를 도출하는 과정;
상기 설치 높이, 상기 설치 각도, 상기 화각 및 상기 해상도를 이용하여, 상기 카메라의 촬영 영역의 픽셀 크기를 산출하는 과정;

상기 탕면 영상에 포함된 나탕 영역의 픽셀 수를 분석하는 과정;
상기 픽셀 수 및 상기 픽셀 크기를 이용하여 나탕 크기를 계산하는 과정;을 포함하는 정련 방법.

[청구항 14] 청구항 13에 있어서,
상기 설치 높이를 도출하는 과정은,
상기 카메라의 설치 위치를 이용하여 상기 카메라로부터 상기 용기부의 상단부까지의 제1높이를 구하는 과정;
상기 용기부 내의 용융물량을 이용하여 상기 용기부의 상단부에서 상기 탕면까지의 제2높이를 구하는 과정; 및
상기 제1높이 및 상기 제2높이를 합하여 상기 설치 높이를 산출하는 과정;을 포함하는 정련 방법.

[청구항 15] 청구항 14에 있어서,
상기 제2높이를 구하는 과정은,
미리 알고있는 용융물량과 탕면 높이 정보를 이용하여 용융물량과 탕면 높이의 비례 관계를 수립하고, 상기 비례 관계를 이용하여 상기 용기부 내의 용융물량에 대한 탕면 높이를 추정하여 제2높이를 구하는 과정을 포함하는 정련 방법.

[청구항 16] 청구항 13에 있어서,
상기 픽셀 크기를 산출하는 과정은,
상기 설치 높이, 상기 설치 각도 및 상기 화각을 이용하여 상기 촬영 영역의 기울어진 방향의 제1길이를 구하는 과정;
상기 설치 높이 및 상기 화각을 이용하여 상기 촬영 영역의 기울어지지 않은 방향의 제2길이를 구하는 과정;
상기 제1길이와 상기 제2길이를 이용하여, 상기 촬영 영역의 크기를 구하는 과정;
상기 촬영 영역의 크기과 상기 해상도를 이용하여 상기 픽셀 크기를 구하는 과정;을 포함하는 정련 방법.

[청구항 17] 청구항 13에 있어서,
상기 픽셀 수를 분석하는 과정은,
상기 탕면 영상을 밝은 부분과 어두운 부분으로 이진화 처리하여, 밝은 부분과 어두운 부분의 경계에 폐곡선을 그리는 과정;
상기 폐곡선 내의 픽셀 수를 카운트하는 과정;을 포함하는 정련 방법.

[청구항 18] 청구항 17에 있어서,
상기 폐곡선이 복수이면, 각 폐곡선별로 픽셀 수를 카운트하여 가장 큰 값을 선택하는 정련 방법.

[청구항 19] 청구항 18에 있어서,
상기 나탕 크기를 계산하는 과정은,
상기 픽셀 수와 상기 픽셀 크기를 곱하여 나탕 크기를 산출하는 과정;

상기 나탕 크기와 동일 크기를 갖는 원 형상으로 상기 나탕 형상을 전환하는 과정;

상기 원 형상으로 전환된 나탕 형상의 직경을 구하여 나탕의 변환 크기를 구하는 과정;을 포함하는 정련 방법.

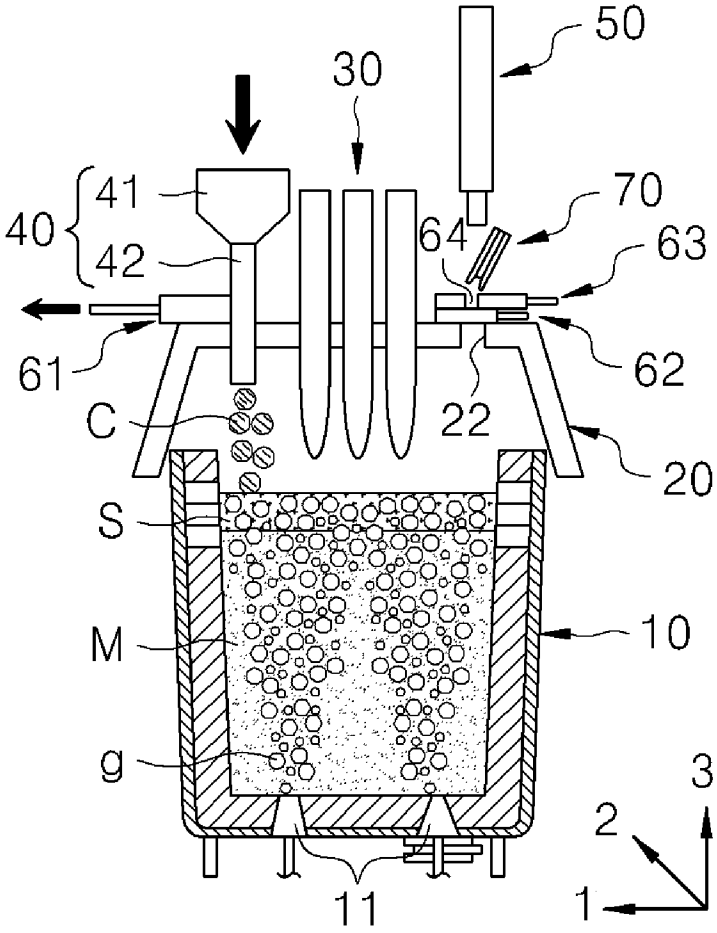
[청구항 20] 청구항 9에 있어서,

상기 나탕 크기를 산출하는 과정 이후에,

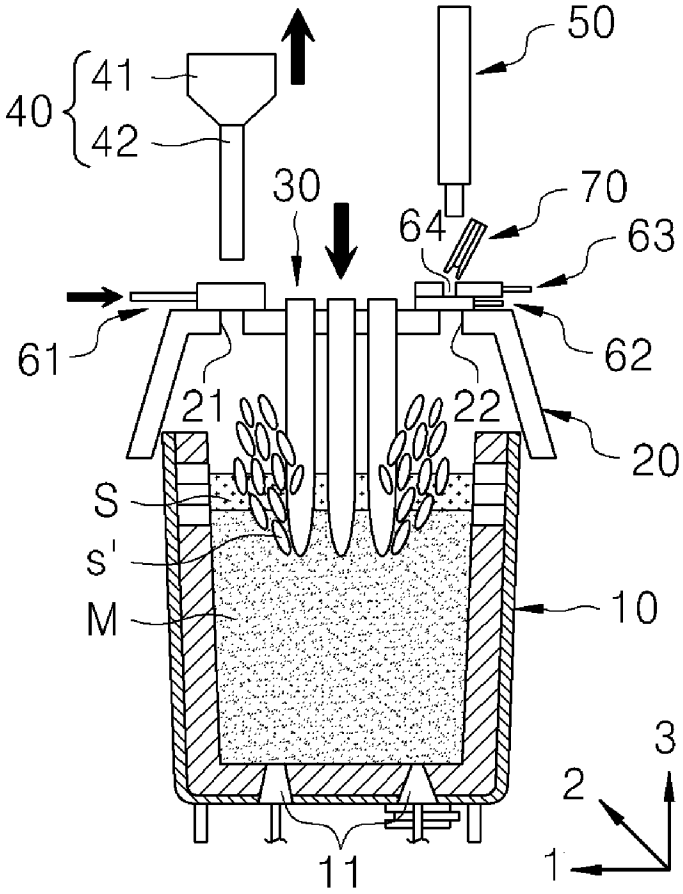
상기 나탕 크기를 이용하여 상기 가스의 유량을 조절하는 과정;을 더 포함하는 정련 방법.

WO 2020/036346 PCT/KR2019/009556

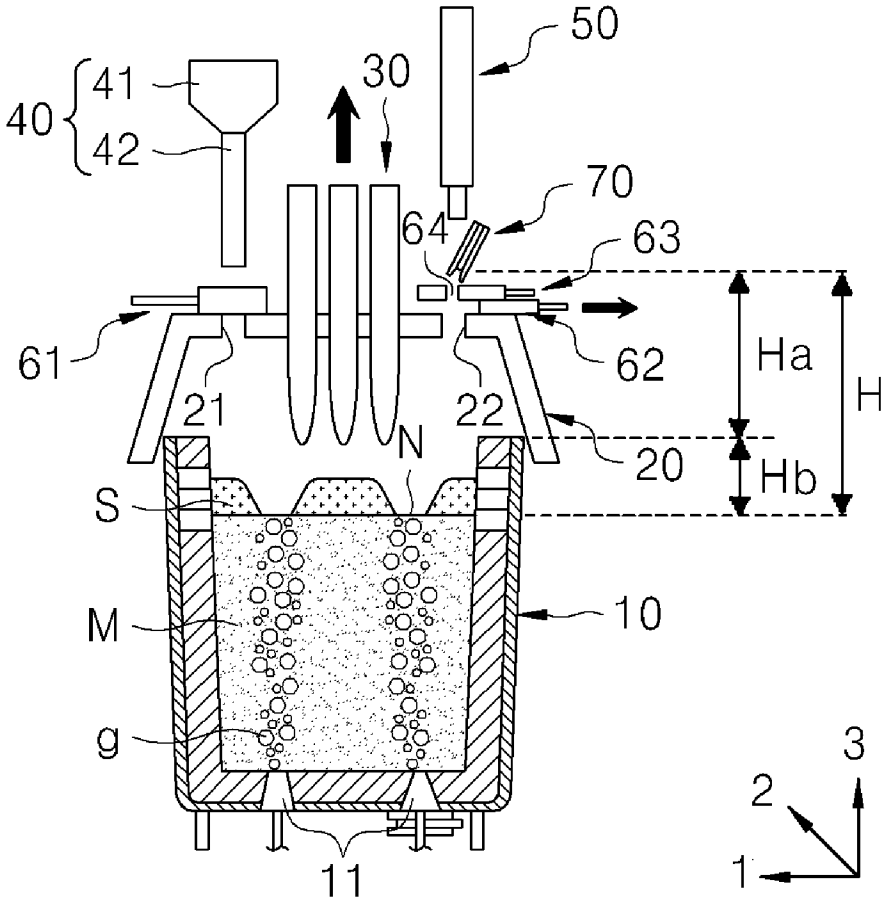
[도1]



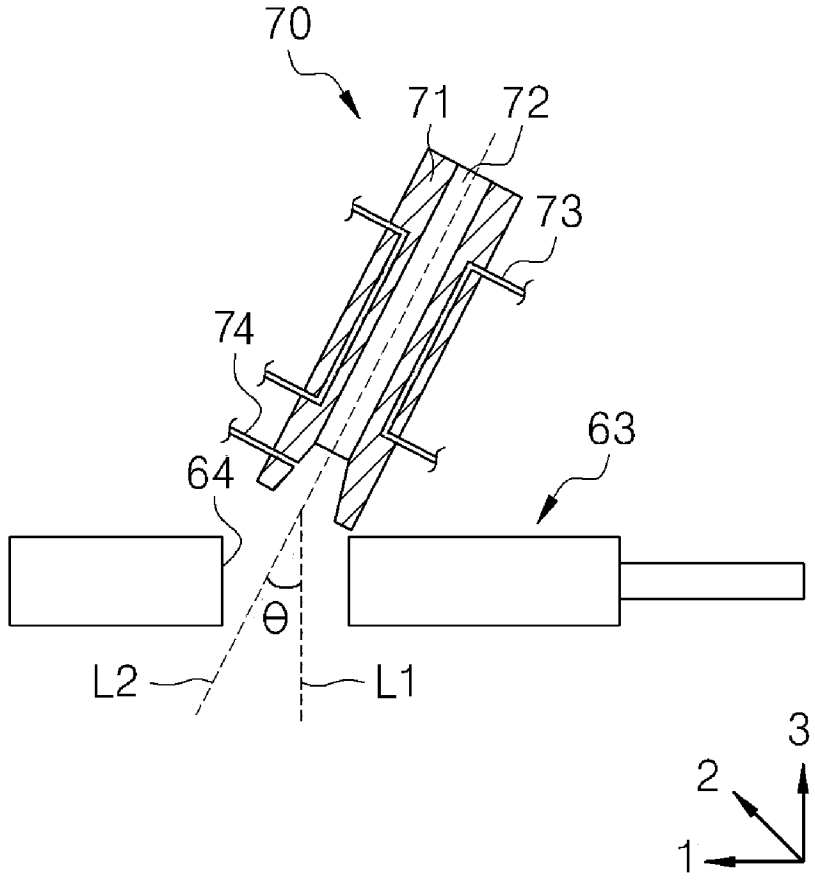
[도2]



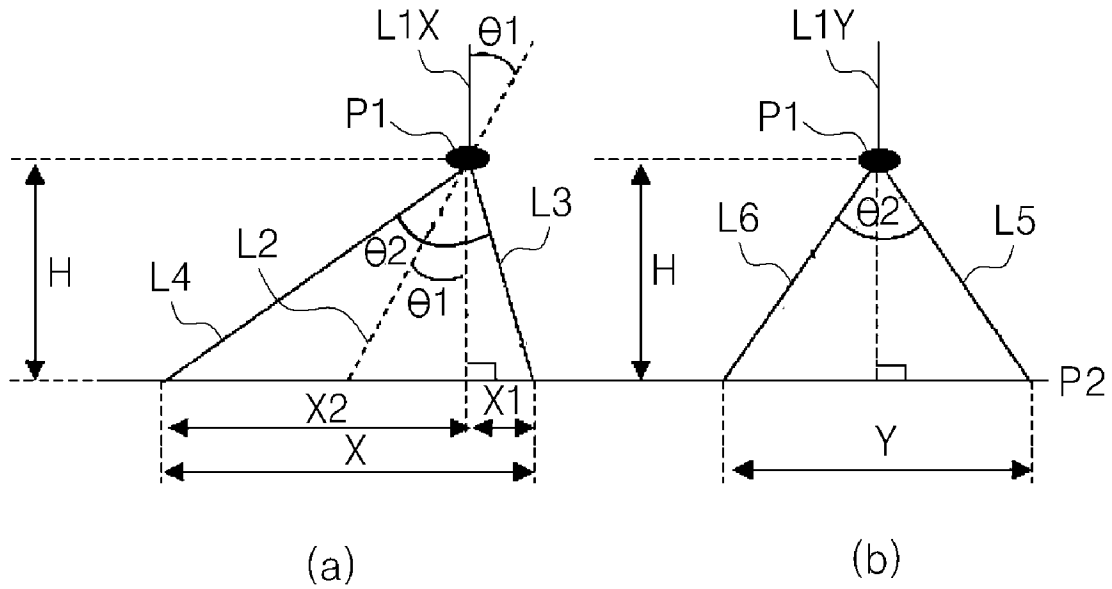
[도3]


50
40
41
42
30
70
64
63
61
62
Ha
H
21
22
N
20
Hb
S
M
10
g
3
2
1
11

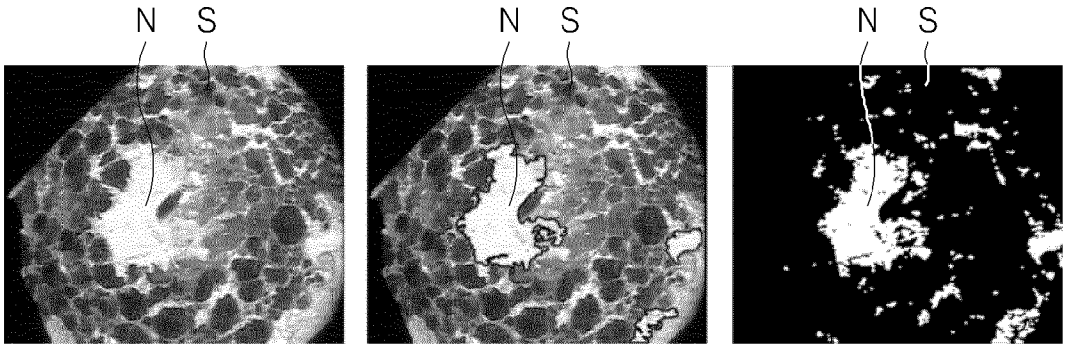
[도4]


70
71
72
73
74
63
64
θ
L2
L1
3
2
1

[도5]



[도6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2019/009556

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21C 7/072(2006.01)i, G06T 7/60(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)

C21C 7/072; C21C 5/06; C21C 7/00; C22B 9/20; G01B 11/24; G01B 11/28; G06T 7/60

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: refining, naked molten metal, camera, gas, resolution, pixel

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2001-0057957 A (POHANG RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY) 05 July 2001 See page 2, line 4-page 3, line 29; claim 1; and figure 3.	1-20
Y	JP 2016-133478 A (TAISEI CORP.) 25 July 2016 See paragraphs [0016]-[0017]; claim 1; and figures 1-2.	1-20
Y	JP 03-260025 A (NKK CORP.) 20 November 1991 See figure 1.	3-4
Y	KR 10-2012-0073412 A (POSCO) 05 July 2012 See paragraphs [0001]-[0017]; claim 1; and figure 1.	4-5,12
A	KR 10-2014-0017151 A (HYUNDAI STEEL COMPANY) 11 February 2014 See paragraphs [0020]-[0029]; claim 1; and figure 1.	1-20

☐ 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	Date of mailing of the international search report
05 NOVEMBER 2019 (05.11.2019)	**06 NOVEMBER 2019 (06.11.2019)**
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, 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/KR2019/009556

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2001-0057957 A	05/07/2001	KR 10-0403472 B1	01/11/2003
JP 2016-133478 A	25/07/2016	JP 6510246 B2	08/05/2019
JP 03-260025 A	20/11/1991	None	
KR 10-2012-0073412 A	05/07/2012	None	
KR 10-2014-0017151 A	11/02/2014	KR 10-1412550 B1	26/06/2014

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2019/009556

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C21C 7/072(2006.01)i, G06T 7/60(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C21C 7/072; C21C 5/06; C21C 7/00; C22B 9/20; G01B 11/24; G01B 11/28; G06T 7/60

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: 정련(refining), 나탕(naked molten metal), 카메라(camera), 가스(gas), 해상도(resolution), 픽셀(pixel)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2001-0057957 A (재단법인 포항산업과학연구원) 2001.07.05 페이지 2, 라인 4 - 페이지 3, 라인 29; 청구항 1; 및 도면 3 참조.	1-20
Y	JP 2016-133478 A (TAISEI CORP.) 2016.07.25 단락 [0016]-[0017]; 청구항 1; 및 도면 1-2 참조.	1-20
Y	JP 03-260025 A (NKK CORP.) 1991.11.20 도면 1 참조.	3-4
Y	KR 10-2012-0073412 A (주식회사 포스코) 2012.07.05 단락 [0001]-[0017]; 청구항 1; 및 도면 1 참조.	4-5,12
A	KR 10-2014-0017151 A (현대제철 주식회사) 2014.02.11 단락 [0020]-[0029]; 청구항 1; 및 도면 1 참조.	1-20

☐ 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

"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

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

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

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

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

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

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

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

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2019년 11월 05일 (05.11.2019)	2019년 11월 06일 (06.11.2019)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
방승훈
전화번호 +82-42-481-5560

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2019/009556

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2001-0057957 A	2001/07/05	KR 10-0403472 B1	2003/11/01
JP 2016-133478 A	2016/07/25	JP 6510246 B2	2019/05/08
JP 03-260025 A	1991/11/20	없음	
KR 10-2012-0073412 A	2012/07/05	없음	
KR 10-2014-0017151 A	2014/02/11	KR 10-1412550 B1	2014/06/26