

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2010년 11월 11일 (11.11.2010)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2010/128746 A1

- (51) 국제특허분류:
C30B 29/06 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2010/000089
- (22) 국제출원일: 2010년 1월 7일 (07.01.2010)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2009-0039740 2009년 5월 7일 (07.05.2009) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 아르케솔라주식회사 (ARCHESOLAR CO., LTD.) [KR/KR]; 경기도 용인시 기흥구 마북동 83, 446-912 Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 박성호 (PARK, Sung Ho) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 범계동 목련 2단지 대우선경아파트 209동 1301호, 431-775 Gyeonggi-do (KR). 손지권 (SHON, Ji Kwon) [KR/KR]; 경기도

성남시 분당구 수내동 양지마을 한양아파트 525동 303호, 463-922 Gyeonggi-do (KR). 이재욱 (LEE, Jae Wook) [KR/KR]; 경기도 성남시 분당구 구미동 무지개마을 건영아파트 308동 1604호, 463-706 Gyeonggi-do (KR).

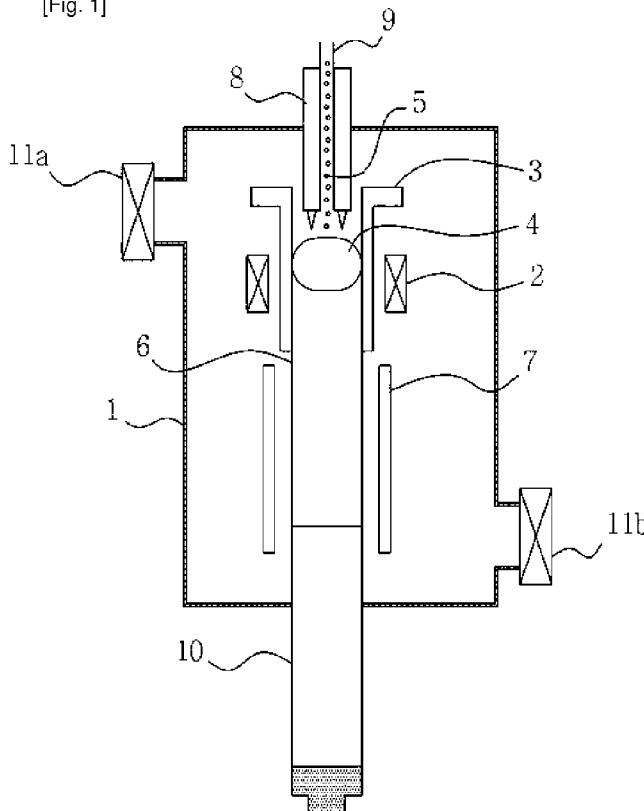
- (74) 대리인: 특허법인 다나 (DANA PATENT LAW FIRM); 서울특별시 강남구 역삼동 648-1 BYC 빌딩 5층, 135-080 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

[다음 쪽 계속]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR CONTINUOUS CASTING OF SILICON

(54) 발명의 명칭: 실리콘 연속 주조 장치 및 방법

[Fig. 1]



(57) Abstract: The present invention relates to a device and a method for continuous casting of silicon. More particularly, the device for continuous casting of silicon comprises: a chamber having a gas inlet and a gas outlet; a bottomless crucible placed inside the chamber; an induction coil connected to the bottomless crucible; a furnace arranged under the bottomless crucible; a raw material supply unit arranged above the bottomless crucible, for supplying raw materials into the bottomless crucible; and a plurality of plasma arc torches arranged radially, from the center of the raw material supply unit, with a space therebetween. The device and method according to the present invention can overcome limiting factors in solubility of raw materials, increasing solubility of the raw materials being introduced to thus increase casting speed and realize stable dissolution of the raw materials. This economic continuous casting makes it possible to manufacture high quality silicon ingots for a solar cell.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



(84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF,

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 발명은 실리콘 연속 주조 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 가스 유입구 및 가스 배출구를 갖는 챔버; 상기 챔버 내에 배치된 무저 도가니; 상기 무저 도가니와 연결된 유도 코일; 상기 무저 도가니의 하방에 배치되는 가열로; 상기 무저 도가니의 상방에 배치되며, 무저 도가니 내로 원료를 공급하는 원료 공급부; 및 상기 원료 공급부를 중심으로 방사형으로 이격 배치된 복수의 플라즈마 아크 토치를 포함하는 것을 특징으로 하며, 본 발명에 따른 장치 및 방법은 원료 용해성의 제한요소를 극복할 수 있고, 투입 원료의 용해성을 증가시켜 주조속도를 증가시키고, 안정적인 원료의 용해가 이루어지도록 하여 경제적인 연속 주조를 통해 고품질의 태양전지용 실리콘 잉곳을 제조할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 실리콘 연속 주조 장치 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 실리콘 연속 주조 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 원료 용해성의 제한요소를 극복할 수 있고, 투입 원료의 용해성을 증가시켜 주조속도를 증가시키고, 안정적인 원료의 용해가 이루어지도록 하여 경제적인 연속 주조를 통해 고품질의 태양전지용 실리콘 잉곳을 제조할 수 있는 실리콘 연속 주조 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 태양전지의 기관용으로 사용되는 실리콘 웨이퍼는 실리콘의 일 방향 응고 잉곳을 얇게 절단하는 것에 의해 제조되고 있다. 여기에서 실리콘 웨이퍼의 품질 및 비용은 실리콘 잉곳의 품질 및 비용에 의해 지배된다. 이러한 이유로 실리콘 웨이퍼의 품질을 높이고 비용을 낮추기 위해서는 고품질인 일 방향 응고 실리콘 잉곳을 제조하는 비용을 낮추어야 하며, 이를 위하여 실리콘 잉곳의 응고를 위한 주형으로 흑연 또는 석영 재질의 도가니가 필요하지 않아 주형의 손실이 없는 전자기 연속 주조법이 사용되었다.
- [3] 종래의 전자기 연속 주조법은 유도코일과 유도코일 내측에 배치된 도전성 소재(예를 들어, 무산소동)로 제작된 하부 개방형의 연속 주조형 도가니가 사용된다. 이러한 도가니는 둘레방향을 따라 적어도 일부분이 종 방향의 슬릿에 의해 여러 개의 세그먼트로 분할된 구조를 가지며, 용탕의 응고와 도가니의 보호를 목적으로 내부를 통하여 냉각수가 유동되는 수냉 구조로 이루어져 있다.
- [4] 종 방향으로 형성된 슬릿은 유도코일에 흐르는 고주파 전류에 의해 발생하는 자기장을 도가니 내부까지 투과시켜 용해 원료에 유도 전류를 발생시키게 되며, 이에 따른 주울 가열 효과로 인하여 연속적으로 공급되는 장입 원료를 가열 용해시킬 수 있을 뿐만 아니라 도가니의 내부로 전자기력이 발생하여 용해원료와 도가니 내측 벽면의 접촉을 경감시키게 된다. 이때 용해된 실리콘은 도가니 하방으로 응고되면서 하강하게 되고, 계속적으로 원료를 공급함으로써 실리콘의 일 방향 응고 잉곳을 연속적으로 생산할 수 있다. 이러한 전자기 연속 주조법은 도가니와의 접촉을 경감할 수 있으므로 원료의 오염을 억제할 수 있고, 실리콘 잉곳 제품의 품질을 향상시킬 수 있다.
- [5] 한편, 실리콘은 용점이 매우 높고 전기전도도가 낮은 반도체 재료로서 복사열 방출로 인한 냉각효과는 큰 반면 유도발열로 인한 가열효과는 작아 장입 원료를 효율적으로 연속 용해하는데 가열원의 효과적인 공급이 필요하다. 따라서, 플라즈마 아크 병용의 보조열원을 인가함에 있어 상부 용탕 표면에 플라즈마 열원이 장입된 고상의 소재를 용융온도(1414?)까지 가열하고, 이후 표면에 용융이 발생하면 액상으로 상변화를 일으키는 용해열이 요구되고, 이에 따라

지속적으로 투입되는 장입 원료의 용융온도까지의 가열 및 용해과정이 연속적으로 이루어지도록 해야 한다.

- [6] 종래의 플라즈마 아크 토치의 수평방향 주사 방법을 병용한 전자기 연속 주조방법은 이러한 원료 용융성이 제한되는 문제점이 있으며, 이는 플라즈마 토치와 도가니 내측 벽면 사이의 사이드 아크 때문이다.
- [7] 유도출력이 높게 유지되면 유도코일로부터 실리콘 용탕에 가해지는 전자기력이 커지므로 열대류를 감소시킬 수 없고, 이로 인하여 고상인 실리콘 원료는 액상의 실리콘 용탕보다 비중이 낮으므로, 용탕 표면에서 장입 소재가 도가니 내측 벽면을 향하여 이동하는 양이 많아지게 된다.
- [8] 이때 이동된 장입 소재는 도가니 내벽으로 이동하여 도가니 내측 벽과 용탕의 전자기력에 의한 무접촉 간격을 매우거나, 체류시간이 길어지므로 지속적으로 투입되는 원료의 용해성능을 저해하게 되는 문제점이 발생한다.
- [9] 또한, 용해성능 향상을 위해 수평방향 주사 플라즈마 토치의 용량을 증가시키면 가열면에 가해지는 열량이 과도하여 짐에 따라 실리콘 용탕 휘발 및 실리콘 폼(fume: 연무상의 고체 미립자)의 발생이 많아지게 된다.
- [10] 아울러, 종래의 플라즈마 가열원의 수평방향의 용탕 표면 주사 방법에 따르면, 표면의 국소적인 열밀도가 달라져 원료의 용해성에 차이가 발생하게 되며, 플라즈마의 주사범위가 한정적이므로 원료 용해성이 제한되는 문제점이 있었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [11] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 원료 용해성의 제한요소를 극복할 수 있고, 투입 원료의 용해성을 증가시켜 주조속도를 증가시키고, 안정적인 원료의 용해가 이루어지도록 하여 경제적인 연속 주조를 통해 고품질의 태양전지용 실리콘 잉곳을 제조할 수 있는 실리콘 연속 주조 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [12] 본 발명의 상기한 목적을 달성하기 위하여,
- [13] 본 발명의 일 측면에 따르면, 가스 유입구 및 가스 배출구를 갖는 챔버; 상기 챔버 내에 배치된 무저 도가니; 상기 무저 도가니를 외부에서 감싸도록 배치된 유도 코일; 상기 무저 도가니의 하방에 배치되는 가열로; 상기 무저 도가니의 상방에 배치되며, 무저 도가니 내부로 원료를 공급하는 원료 공급부; 및 상기 원료 공급부를 중심으로 일정간격으로 이격 배치된 복수의 플라즈마 아크 토치를 포함하는 실리콘 연속 주조 장치가 제공된다.
- [14]
- [15] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 실리콘 원료를 용융하는 가열원으로서 플라즈마 아크 가열을 사용하고, 이 가열원에 의해 형성된 무저 도가니 내의

실리콘 용탕을 하강시키며 응고시키는 것에 의해 실리콘 잉곳을 연속적으로 인출하는 실리콘 연속 주조 방법에 있어서, 원료를 무저 도가니의 중심부에 투입하고, 원료 공급부를 중심으로 일정간격으로 이격 배치된 복수의 플라즈마 아크 토치로 무저 도가니 내의 실리콘 용탕 표면을 가열하는 단계를 포함하는 실리콘 연속 주조 방법이 제공된다.

발명의 효과

- [16] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 따른 실리콘 연속 주조 장치 및 방법은 원료 용해성의 제한요소를 극복할 수 있고, 투입 원료의 용해성을 증가시켜 주조속도를 증가시키고, 안정적인 원료의 용해가 이루어지도록 하여 경제적인 연속 주조를 통해 고품질의 태양전지용 실리콘 잉곳을 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [17] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 연속 주조 장치의 구성도.
 [18] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 연속 주조 장치의 상부를 상세하게 나타낸 단면도.
 [19] 도 3은 도 2의 선 A-A를 따라 절취한 상태의 단면도.
 [20] 도 4는 도 3에 대응되는 도면으로서, 용탕 표면에 인가되는 플라즈마 제트 가스가 용탕 표면에 형성하는 가열영역을 나타내는 개념도.
 [21] 도 5 도 4의 선 B-B를 따라 절취한 상태의 플라즈마 제트 가스에 의한 실리콘 용탕 표면의 단면도.
 [22] 도 6는 실시예와 비교예에 따른 고액계면의 변화를 나타내는 개념도.
 [23] 도 7은 비교예 2와 실시예 1에 따른 플라즈마 아크 토치에 의한 용탕표면의 가열영역을 나타내는 모식도.
 [24] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 연속 장치를 구성하는 원료 주입구의 수평 이동방향을 나타내는 개념도.
 [25] 도 9는 본 발명의 실시예 2에 대한 직사각 단면의 무저 도가니가 구비된 실리콘 연속 장치의 원료 주입구의 수평 이동 궤적을 나타내는 개념도.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [26] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 연속 주조 장치 및 방법을 첨부된 도면을 참고하여 상세히 설명한다. 첨부된 도면은 본 발명의 예시적인 형태를 도시한 것으로, 이는 본 발명을 보다 상세히 설명하기 위해 제공되는 것일 뿐, 이에 의해 본 발명의 기술적인 범위가 한정되는 것은 아니다.
- [27]
- [28] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 연속 주조 장치의 구성도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 연속 주조 장치의 상부를 상세하게 나타낸 단면도이며, 도 3은 도 2의 선 A-A를 따라 절취한 상태의 단면도이고, 도 4는 도 3에 대응되는 도면으로서, 용탕 표면에 인가되는 플라즈마 제트 가스 흐름이 각각 동심원을 그리며 용탕 표면에 형성된 가열면을 나타내는

개념도이며, 도 5 도 4의 선 B-B를 따라 절취한 상태의 플라스마 제트 가스에 의한 실리콘 용탕 표면의 단면도이고, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 연속 장치를 구성하는 원료 공급부의 수평 이동방향을 나타내는 개념도이다.

[29]

[30] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 연속 주조 장치는 가스 유입구(11a) 및 가스 배출구(11b)를 갖는 챔버(1); 상기 챔버(1) 내에 배치된 무저도가니(3); 상기 무저도가니와 연결된 유도 코일(2); 상기 무저도가니의 하방에 배치되는 가열로(7); 상기 무저도가니의 상방에 배치되며, 무저도가니 내로 원료를 공급하는 원료 공급부(9); 및 상기 원료 공급부를 중심으로 방사형으로 이격 배치된 복수의 플라스마 아크 토치(8)를 포함한다.

[31] 여기서, 상기 챔버(1) 내에는 주조 분위기가 유지되며, 가스 유입구(11a) 및 가스 배출구(11b)를 통해 비활성 가스가 순환된다.

[32] 무저도가니(3)는 무산소동 등의 도전성 재료로 이루어질 수 있고, 내부를 통하여 냉각수가 흐를 수 있는 구조를 구비하며, 이에 제한되지 않으나, 예를 들어 사각의 튜브 형상을 가질 수 있고, 유도코일(2)과 복수의 플라스마 아크 토치(8)를 가열원으로 함께 사용하여 실리콘 잉곳이 연속적으로 제조되는 공간을 제공한다.

[33] 원료 투입부(9)는 무저도가니의 상방에 배치되며, 실리콘 원료(5)를 적절한 속도로 조절하며 무저도가니(3) 내부로 장입시킨다.

[34] 이때, 원료 투입부(9)는 수직방향의 중심축이 실리콘 용탕(4)의 표면을 수평방향으로 이동할 수 있도록 X축 및 Y축의 2방향으로 구동될 수 있으며, 동시에 실리콘 용탕(4) 표면의 높이를 따라 승강이 가능하도록 Z축 방향(수직방향)으로 승, 하강 가능하도록 구동될 수 있다.

[35] 복수의 플라스마 아크 토치(8)는 무저도가니(3)의 상방에 배치되며, 원료 투입부(9)를 중심으로 일정 간격으로 배치되며, 예를 들어 4개의 플라스마 아크 토치(8)를 사용한 경우에, 각각의 플라스마 아크 토치(8)가 사각의 무저도가니(3)의 내부 단면의 각 모서리부에 대응될 수 있도록 배치될 수 있다. 플라스마 아크 토치(8)의 간격은 원료 투입량 및/또는 용탕계면의 위치에 따라 조정하여 고정 운영한다.

[36] 또한, 플라스마 아크 토치(8)는 이송식 및/또는 비이송식으로 구성될 수 있으며, 이송식인 경우에는 플라스마 전원인 음극을 접속하고, 플라스마 전원의 양극을 챔버(1) 아래에 구비된 실리콘 잉곳(6)을 지지하는 도전성 더미블록(dummy block)(10)에 접속되도록 구성할 수 있다.

[37] 이와 같이 본 발명에 따른 실리콘 연속 주조 장치는 전자기 유도 가열(유도 코일(2))에 더하여 2차 가열원으로 플라스마 아크 가열원(플라스마 아크 토치(8))을 통해 가열함으로써, 무저도가니(3) 상부로 투입되는 원료(5)의 용해에 필요한 추가 열량을 플라스마 아크를 통해 실리콘 잉곳(6)에 공급할 수 있게 되고, 이로 인해 전자유도 가열 출력을 줄일 수 있게 된다.

- [38] 또한 플라즈마 가열을 병용하면 전자력에 의한 실리콘 용탕(4)의 열대류 억제 및 용탕(4)이 고상화되어 응고되기 시작하는 고액계면의 오목 현상을 완화시킬 수 있게 되고, 결과적으로 실리콘 잉곳(6)의 반경방향의 온도차이가 줄어들게 된다.
- [39]
- [40] 사각의 무저 도가니(3)에서는 플라즈마 아크 발열을 통해 초기원료가 용해되어 용탕(4) 표면이 형성되고, 유도코일(2)에 의한 전자기압의 영향으로 용탕(4) 표면의 중앙부가 고조된다. 실리콘 잉곳(6)은 유도코일(2) 하단부를 지나 냉각되어 무저 도가니(3)의 복사 냉각으로 셸(shell)을 형성하게 되고, 이때 실리콘 잉곳(6)은 고액계면이 오목하게 형성된다.
- [41] 복수의 플라즈마 아크 토치(8)에서 용탕 표면으로 인가되는 플라즈마 제트 가스를 통한 열원의 공급은 주조가 진행됨과 동시에 실리콘 잉곳(6)을 아래방향으로 인출하면서 지속적으로 장입되는 원료의 용해에 필요한 용해열을 표면에 고르게 형성하는데 유리하다.
- [42] 따라서, 복수의 플라즈마 아크 토치(8)를 사용하는 본 발명은 대면적의 실리콘 잉곳 생산에 유리하다.
- [43] 고정된 4개 이상의 플라즈마 아크 토치(8)로 구성한 본 발명의 가열원은 원료의 이동을 차단하는 역할을 함과 동시에 사각의 도가니 내측 모서리를 향한 열밀도를 안정적으로 유지시켜주며, 원료가 용탕 표면 중앙부에 체류하는 경우에도 단일 플라즈마 아크 토치(8) 주사방식에 비하여 충분한 용해열을 공급할 수 있게 된다.
- [44] 본 발명에 따른 실리콘 연속 주조 장치는 단일 플라즈마 아크 토치(8)를 사용시에 비하여 고른 용해열을 공급할 수 있는 구조를 가지며, 각각의 플라즈마 아크 토치(8)에 인가되는 출력을 줄일 수 있고 이에 따른 폭 발생을 억제할 수 있으며, 단일의 플라즈마 아크 토치(8)에 비해 폭의 발생으로 인한 불순물의 생성을 효과적으로 억제할 수 있다.
- [45] 또한, 단수의 플라즈마 아크 토치(8)는 실리콘 잉곳의 제한된 면적에만 인가되나 본 발명에서와 같이 복수의 플라즈마 아크 토치(8)를 고정하여 사용하는 경우에는 단수의 플라즈마 아크 토치(8)를 고정하거나 주사이동 하는 방식에 비해 적은 출력으로도 넓은 용탕 표면을 안정적으로 가열할 수 있고, 이로 인해 장입 원료의 가열면적이 넓게 형성되어 원료의 용해성을 현저히 높일 수 있다.
- [46]
- [47] 한편, 열전달 매체로 사용되는 플라즈마 제트 가스는 아르곤(Ar) 등 불활성 기체를 사용하며 플라즈마 아크 토치(8)의 분사구(노즐)를 통하여 실리콘 용탕(4) 표면을 향해 분출되어, 열을 공급함과 동시에 용탕 표면에 작은 덴트(dent)를 형성하게 된다.
- [48] 이러한 용탕 표면(4)의 덴트는 플라즈마 아크 토치(8) 분사구 축 방향과 동일 축

선상을 따라 용탕표면에 동심원을 그리며 중심부가 오목한 형상으로 발생하며, 플라스마 아크 토치(8)의 분사구에서 뿜어져 나온 기체의 흐름은 형성된 용탕 표면의 텐트를 따라 방사상으로 퍼지게 되며, 도우넛 형태의 영역(13)을 형성하게 된다(도 3 및 도 4 참조).

[49] 또한, 플라스마 아크 토치(8)의 수만큼 용탕(4)에 형성된 각각의 텐트를 중심으로 방사상으로 용탕 표면에 가해지는 플라스마 아크 토치(8)의 분사기체의 흐름은 인접한 텐트간의 경계부가 서로 중첩되어 장입 원료(5)의 도가니 내벽을 향한 이동을 차단하는 작용을 하게 된다.

[50]

[51] 이와 같은 구조를 갖는 실리콘 연속 주조 장치를 사용하여 실리콘 잉곳을 연속으로 주조하는 방법을 첨부된 도면을 참조하여 구체적으로 살펴본다.

[52] 우선, 가열로(7)의 내부에 도전성 더미블록(10)을 위치시키며, 도전성 더미블록(10) 위에는 초기원료가 배치될 수 있다.

[53] 초기 원료는 무저 도가니(3) 내부로 인입되어 유도코일(2)의 내측에 위치하게 된다. 초기 도전성 더미블록(10)은 일정속도로 하강이 가능하도록, 하강 속도를 제어할 수 있는 인출기가 물리적으로 연결될 수 있다.

[54] 이후, 비이송식인 플라스마 아크 토치(8)로 초기 원료의 표면을 예열한 후, 고상의 초기원료 표면에 용탕이 형성되면 이송식 가열을 위한 플라스마 전원을 인가한다(비이송식 플라스마 가열 방식에서 이송식 플라스마 가열 방식으로 변경).

[55] 특히, 이송식 가열은 실리콘 잉곳(6)의 주조와 함께 증가하는 잉곳 길이의 증가로 인해 저항이 증가함에 따라 고전압 플라스마 전원 공급을 필요로 하게 되며, 이로 인해 잉곳의 발열 및 플라스마 출력의 증가가 요구되므로 안정적인 용탕 표면 가열에 악영향을 미칠 수 있게 된다.

[56] 본 발명의 플라스마 아크 토치(8)의 운전은 초기 이송식에서 하부 지지의 비금속 재료에 접촉하는 전극이 실리콘 잉곳과 접촉하기 이전에 길이가 증가하는 시점에서 비이송식으로 전환하여 운전하도록 하는 것이 바람직하다.

[57] 이때 이송식 플라스마 전원의 양극은 도전성 더미블록(10) 표면에 접촉된 전극을 통하여 전기적으로 급전을 공급할 수 있는 구조로 구비된다.

[58] 또한 도전성 더미블록(10)에 접촉된 전극은 주조 시 인출이 진행됨에 따라 표면이 손상되지 않도록 설계되는 것이 바람직하다. 무저 도가니(3) 내면과 플라스마 아크 토치(8) 표면의 사이드 아크를 방지하기 위해서 무저 도가니(3)와 플라스마 아크 토치(8)의 내면 사이를 석영으로 된 차폐 판자로 절연시킬 수 있다.

[59] 태양전지용 실리콘 잉곳 제조를 위해서는 고상인 실리콘 초기원료의 용해가 필요하며 상온에서 고상인 실리콘 초기원료는 고저항의 상태로 전자기 유도가열만으로는 실리콘 용탕을 형성할 수 없으므로 초기 용탕의 형성에 필요한 가열원이 필요하며 플라스마 아크 토치(8)의 비이송식 운전으로 초기

용탕을 형성한 후 900?이상인 용탕 표면에 이송식 플라즈마 아크 전류를 급전하여 초기원료의 온전한 용탕 형성을 기할 수 있다.

[60] 무저 도가니(3) 내에서 용탕(4)이 형성되면 비로소 전자기 유도가열로 인한 실리콘 용액(4)의 발열을 통해 장입 원료의 용해에 필요한 열량만큼의 플라즈마 아크 전류를 인가함에 의해 연속 주조공정에 돌입할 수 있으며, 전자기 연속 주조방법과 병용하여 플라즈마 아크 토치(8)로 실리콘 용탕(5) 표면을 주사하게 되면 주사 범위의 한정과 속도의 조절 및 안정적 운전이 필요하므로 균일한 고액계면의 형상 유지를 위하여, 장입 원료(5)의 용해에 필요한 플라즈마 아크 가열원의 동작이 이루어져야 한다.

[61] 플라즈마 아크 토치(8)에서 고상의 초기원료에 공급되는 열량을 통해 초기원료가 용융되면 유도코일(2)에 유도전류를 흘려 도가니 내부에 위치한 실리콘 용탕을 가열하도록 하며, 상부의 원료투입부(9)를 통해 실리콘 원료(5)를 투입하면서 챔버(1) 아래쪽의 인출기(도시되지 않음)로 도전성 더미블록(10)을 인출하면서 실리콘 용탕(4)의 높이를 유지하며 연속 주조를 할 수 있다.

[62] 이 때 상부의 복수의 이송식 플라즈마 아크 토치(8) 열원은 도전성 더미블록(10)에 접촉된 전극이 도가니에서 빠져 나온 고상화된 실리콘 잉곳(6)에 닿기 전에 비이송식으로 전환하여 인출을 지속하게 된다.

[63] 상부의 투입 원료는 무저 도가니(3) 내에 형성된 실리콘 용탕(4) 표면의 중앙에 장입된 후, 플라즈마 아크 가열 및 전자기 유도가열에 의해 빠르게 용해되며 인출과 함께 실리콘 잉곳(6)이 무저 도가니(3)의 내벽 측과 무접촉 상태로 인출이 이루어지면서 사각의 형태로 굳어진 잉곳을 제조할 수 있다.

[64] 무저 도가니(3) 내부에서 가열과 냉각의 평형을 유지하며 형성되는 고액계면은 발열이 이루어지는 코일 하단을 빠져나오면서 아래에서 실리콘의 용융온도인 1414°C 이하로 하강하며 고상화되고, 오목한 셸(shell)을 형성하게 된다.

발명의 실시를 위한 형태

[65] 실시예

[66] 도 6는 본 발명의 일 실시예와 비교예에 따른 고액계면의 변화를 나타내는 개념도이며, 이하 본 발명을 비교예와 실시예를 통하여 보다 구체적으로 설명한다.

[67]

[68] 실시예 1

[69] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 연속 주조 장치를 사용하였으며, 구체적으로는 4개의 플라즈마 아크 토치(8) 다발로 구성된 플라즈마 가열원을 무저 도가니(3) 상부에 구비하였다.

[70] 4개의 플라즈마 아크 토치(8) 중앙부에는 외경 45mm의 원료 투입부(9)를 배치하였다.

[71] 각각의 플라즈마 아크 토치(8)는 외경 60mm, 길이 800mm의 이송식 및

비이송식 운전이 모두 가능하고, 각 토치간 이격 거리는 80 내지 205mm이고, 무저 도가니(3) 내벽에서 각 토치 외경까지 거리는 40 내지 60mm로 셋팅이 가능하도록 구성하였다.

[72] 각 토치(8)는 최 하단이 무저 도가니(3) 상부로부터 150mm 이격 되도록 위치되고, 치수는 345*345mm이고, 길이는 400mm이며, 슬릿이 24개인 무저 도가니(3)로 구성하였다.

[73] 유도코일(2)은 6turn 코일을 사용하였으며 내경 365mm, 외경 405mm, 높이 150mm의 것으로 구성하고, 도가니(3) 하단에서부터 상부로 100mm 높이에 코일 하단이 위치되도록 하였다.

[74]

[75] 실시예 2

[76] 실시예 1과 모두 동일하며, 다만 원료 투입부(9)를 도 8에서와 같이, X-Y방향으로 속도 조절이 가능하도록 수평 방향으로 이동할 수 있도록 구비하였고, 원료투입부(9)의 외경은 45mm이며, 이동 범위는 인접하는 토치간의 이격 거리인 80 내지 205mm의 범위 내에서 조절이 가능하도록 하였다.

[77] 원료 투입부(9)의 수평이동 속도는 100cm/min으로 실시하였다.

[78] 유도가열의 전원공급장치의 출력을 조절하여 유도코일(2)에서 발열되는 직류 전압과 직류 전류를 측정하여 750 내지 980kW 범위 내에서 조절하고, 플라스마 전원공급장치는 각각의 플라스마 아크 토치(8)에 대하여 10 내지 60kW 범위에서 출력을 조정하였다.

[79]

[80] 실시예 3

[81] 도 9에 도시된 바와 단면이 직사각형인 무저 도가니와 6개의 플라스마 아트 토치(8)를 사용하였다. 무저 도가니의 치수는 345*670mm이고, 길이가 400mm이며, 슬릿이 36개 이며, 플라스마 아크 토치(8)는 실시예 1과 동일 사양의 것을 사용하였다.

[82] 유도코일(2)은 6turn 코일을 사용하였으며 내경 365*430mm, 외경 405*810mm, 높이 150mm의 것으로 구성하고, 도가니(3) 하단에서부터 상부로 100mm 높이에 코일 하단이 위치되도록 하였다. 유도가열의 전원 공급장치의 출력을 조절하여 유도코일(2)에서 발열되는 직류 전압과 직류 전류를 측정하여 750 내지 980kW 범위 내에서 조절하고, 플라스마 전원공급장치는 각각의 플라스마 아크 토치(8)에 대하여 10 내지 60kW 범위에서 출력을 조정되도록 하였다.

[83]

[84] 비교예 1

[85] 유도가열 만을 사용하여 주조를 시행하고 코일의 치수 및 출력은 실시예와 같다.

[86] 비교예 2

[87] 종래의 단일 플라스마 아크 토치(8)를 함께 사용하는 전자기 연속 주조방법을

위한 장치를 준비하였다. 실리콘 용탕 표면을 향하도록 구비된 플라즈마 아크 토치(8)는 무저 도가니 내벽을 따라 주사 이동하면서 2차 가열원으로 작용하도록 하며, 주사 이동을 위해서 플라즈마 아크 토치(8)를 상부에서 지지하고 챔버와 실링을 유지한 상태에서 X축 및 Y축 방향으로 속도 조절이 가능하도록 수평 이동 및 Z축 방향으로 승강이 가능하도록 구성하고 도가니 내에 유도코일을 위치시켰다.

[88] 플라즈마 아크 토치(8)의 주사 이동은 도가니의 중심과 동 축으로 플라즈마 아크 토치(8)의 중앙까지의 거리가 80 내지 130mm 되도록 구성하고, 도가니(3)와 유도코일(2)은 아래에 설명하는 실시예 1과 동일 치수의 것을 사용하였다.

[89] 다음 표 1은 초기 원료의 용융 후 주조실험을 수행하고 인출속도 2.0mm/min의 속도로 장입 및 주조 시 소재가 쌓이지 않는 조건을 유지할 때의 출력을 측정한 결과이다. 유도코일만으로 실리콘 원료를 용융(비교예 1)하는 데는 플라즈마 아크 토치(8)를 병용한 비교예 2의 경우보다 많은 전류가 인가되며, 플라즈마 아크 토치(8)를 스캔하지 않고 4개의 플라즈마 아크 토치(8)를 고정하여 가열하는 실시예 1의 경우 플라즈마 인가 출력은 각각의 토치에서 용탕에 전달되는 열량이 적었고, 4개의 플라즈마 출력 합은 단일 플라즈마 아크 토치(8)을 사용시 보다 많이 필요하였으나, 유도가열 출력이 줄었고 결과적으로 단일 플라즈마 아크 토치(8)의 스캔 방법보다 적은 출력이 필요하였다. 실시예 2의 경우는 고정된 4개의 플라즈마 아크 토치(8) 사이의 공간을 도 8과 같이 원료 투입부를 스캔하는 방식으로 실시예 1의 경우보다 적은 출력이 필요함을 확인할 수 있었다.

[90] 실시예 3은 도 9와 같이 각각 단면이 직사각형인 코일과 무저 도가니를 사용하고 용탕 표면을 향하여 6개의 플라즈마 아크 토치(8)를 셋팅하여 고정하고 토치 사이의 공간에 구성된 원료 투입부(9)를 스캔하는 방식으로 실시예 1 및 2에 비하여 높은 유도가열 출력과 플라즈마 출력이 필요하나, 실시예 1 내지 2의 경우에 비해 2배 증가된 단면적의 실리콘 용탕을 형성 및/또는 유지하는데 필요한 출력은 단위 면적당 요구 출력이 감소하는 것을 확인할 수 있었으며, 보다 넓은 면적의 잉곳을 제조하는 데에도 효율적임을 알 수 있었다.

[91] 표 1

	유도전원 출력(kW)	플라즈마 출력(kW)	출력 합(kW)	단위면적당 출력(kW/cm ²)
비교예1	980	-	980	0.82
비교예2	693	30	723	0.61
실시예1	498	208	706	0.59
실시예2	471	199	686	0.58
실시예3	996	312	1308	0.57

[92] 아래의 표 2는 인출속도 2.0mm/min로 인출하며 장입 원료가 쌓이지 않는 경우에 대하여 유도발열 효과와 플라즈마 발열의 영향을 주조된 실리콘 잉곳의 절단면이 나타내는 고액계면 형상을 비교하고, 제조된 잉곳으로 절단하여 웨이퍼 효율을 측정한 결과이다.

[93] 표 2

	가열방법	반경방향의 온도구배(°C/cm)	고액계면의 깊이(mm)	변환효율
비교예 1	전자유도	15	180	13.2
	단일 플라즈마(고정)	12	190	14.1
비교예 2	단일 플라즈마(주사)	9	150	14.3
실시예 1	4개의 플라즈마(고정)	8	140	14.6
실시예 2	4개의 플라즈마(원료 이동)	7	135	14.9

[94] 표 2에서 나타난 바와 같이, 실리콘 용탕이 형성하는 잉곳과의 고액계면의 깊이는 전자유도에 비하여 단일 플라즈마 아크 토치(8)를 고정하는 경우가 깊어지나 단일 플라즈마 아크 토치(8)를 스캔하는 경우 줄어드는 것을 알 수 있었다.

[95] 4개의 플라즈마 아크 토치(8)를 고정하여 장입 원료를 중앙에 투입하는 경우(실시예 1) 및 원료투입부를 스캔하는 경우(실시예 2)에는 단일 플라즈마 아크 토치(8)를 스캔하는 경우에 비해 약간의 증가가 나타나지만 반경방향의 온도구배는 줄었고 변환효율이 증가하였다. 변환 효율은 유도가열만 사용하여 제조된 잉곳의 그것보다 열플라즈마를 병용한 경우가 좋은 결과를 나타내며, 이것보다는 4개의 복수의 플라즈마 아크 토치(8)를 고정하여 병용한 경우에 더욱 증가함을 알 수 있다.

[96] 도 6을 참조하면, 고액계면의 형상이 유도가열보다는 단일 플라즈마 아크 토치(8)를 병용한 것이 완만하고, 잉곳의 응고 셀의 두께가 얇아지고, 이것 보다 4개의 플라즈마 아크 토치(8)를 병용하여 원료를 중앙에 투입한 경우 응고 셀이 보다 얇아지고, 고액계면의 형상이 보다 완만하게 변화하는 것을 확인할 수 있었다.

[97] 원료를 스캔하는 경우 완만한 정도가 향상되며 도우넛 모양의 가열면(13) 내에서 용탕 표면으로의 장입 원료(5)의 고른 분산이 용융성 증가에 효과적임을 알 수 있다.

[98] 표 3

	플라즈마 제트가스 가열위치(도가니 내면~토치 중심)(mm)	플라즈마 아크 토치의 분사구 간 간격(mm)	장입 속도(g/min)	원료의 용융상 황	고액계면의 깊이(mm)
실험예 1	40	205	102	△	165
실험예 2	40	205	153	○	145
실험예 3	40	205	204	△	155
실험예 4	50	185	102	◎	135
실험예 5	50	185	153	◎	125
실험예 6	50	185	204	○	140
실험예 7	60	165	102	◎	135
실험예 8	60	165	153	○	130
실험예 9	60	165	204	△	145
실험예 10	50	185	204	◎	130
실험예 11	60	165	204	◎	135
비교예	42.5	-	204	○	160

- [99] 표 3은 복수의 플라즈마 아크 토치(8)를 사용하여 도가니 내면에서 토치 중심간 거리를 40 내지 60mm로 조절하고, 각 경우에 대하여 플라즈마 아크 토치(8) 간의 거리를 조절하며, 2 내지 4mm/min으로 인출하며 원료의 용융상황을 조사한 결과이다.
- [100] 무저 도가니 내면과 플라즈마 아크 토치(8)의 외피간의 거리는 50mm 이상인 경우 원료의 용해 속도가 빨랐으며 상기 거리가 60mm 인 경우는 플라즈마 제트가스가 용탕에 형성하는 덴트간 거리가 좁아 원료의 장입속도가 빠른 경우 용융속도가 저감되었다. 원료투입부를 스캔한 경우 용탕 표면의 동일 가열면적에 대한 원료의 분산성이 늘어나서 원료의 용융속도가 증대되어 유도전류의 필요 출력이 줄었고 고액계면의 깊이가 보다 줄어든 것을 확인할 수 있었다.
- [101] 결과적으로 복수의 플라즈마 아크 토치(8) 및 원료의 중앙부 장입을 병행한 실리콘의 전자기 연속 주조에서 단일 플라즈마 아크 토치(8)를 사용하여 중앙에 고정하거나 도가니 내경의 변두리를 주사 이동하는 종래의 방법에 비하여 고품질의 실리콘 잉곳을 고속으로 주조하는데 유리함을 확인할 수 있었다.

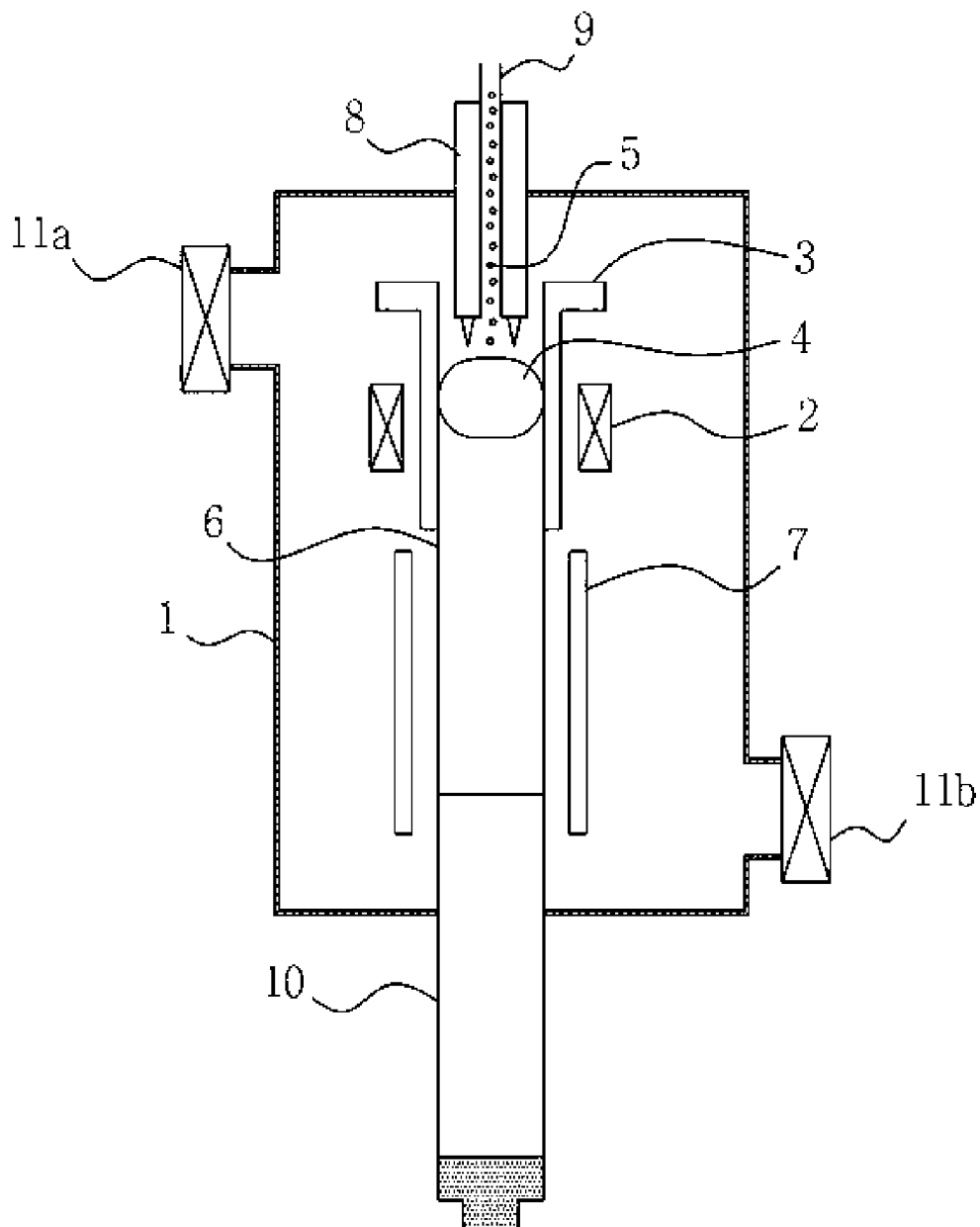
청구범위

- [청구항 1] 가스 유입구 및 가스 배출구를 갖는 챔버;
상기 챔버 내에 배치된 무저 도가니;
상기 무저 도가니와 연결된 유도 코일;
상기 무저 도가니의 하방에 배치되는 가열로;
상기 무저 도가니의 상방에 배치되며, 무저 도가니 내로 원료를 공급하는 원료 공급부; 및
상기 원료 공급부를 중심으로 일정한 간격으로 배치된 복수의 플라즈마 아크 토치를 포함하는 실리콘 연속 주조 장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 무저 도가니는 사각의 튜브 구조를 가지고,
각 플라즈마 아크 토치는 상기 무저 도가니의 내면을 따라 일정한 간격으로 배치하는 것을 특징으로 하는 실리콘 연속 주조 장치.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 원료 공급부는 토치 중심선을 중심으로 무저 도가니 상부에서 수평 이동 및 수직 이동을 위하여 구동되는 것을 특징으로 하는 실리콘 연속 주조 장치.
- [청구항 4] 실리콘 원료를 용융하는 가열원으로서 플라즈마 아크 가열을 사용하고, 이 가열원에 의해 형성된 무저 도가니 내의 실리콘 용탕을 하강시키며 응고시키는 것에 의해 실리콘 잉곳을 연속적으로 인출하는 실리콘 연속 주조 방법에 있어서,
원료를 무저 도가니의 중심부에 투입하고, 원료 투입부를 중심으로 일정 간격으로 배치된 복수의 플라즈마 토치로 무저 도가니 내의 실리콘 용탕 표면을 가열하는 단계를 포함하는 실리콘 연속 주조 방법.
- [청구항 5] 제 4 항에 있어서,
상기 무저 도가니는 사각의 튜브 구조를 가지고,
각 플라즈마 아크 토치는 상기 무저 도가니의 내면을 따라 일정한 간격으로 배치하는 것을 특징으로 하는 실리콘 연속 주조 방법.
- [청구항 6] 제 4 항에 있어서,
상기 원료 공급부는 무저 도가니 상부에서 수평 이동 및 수직 이동을 하며 원료를 공급하는 것을 특징으로 하는 실리콘 연속 주조 방법.
- [청구항 7] 제 4 항에 있어서,
상기 플라즈마 아크 토치는 이송식이며,
플라즈마 전극은 도전성 더미블록의 표면에 접속되어 있는 것을 특징으로 하는 실리콘 연속 주조 방법.

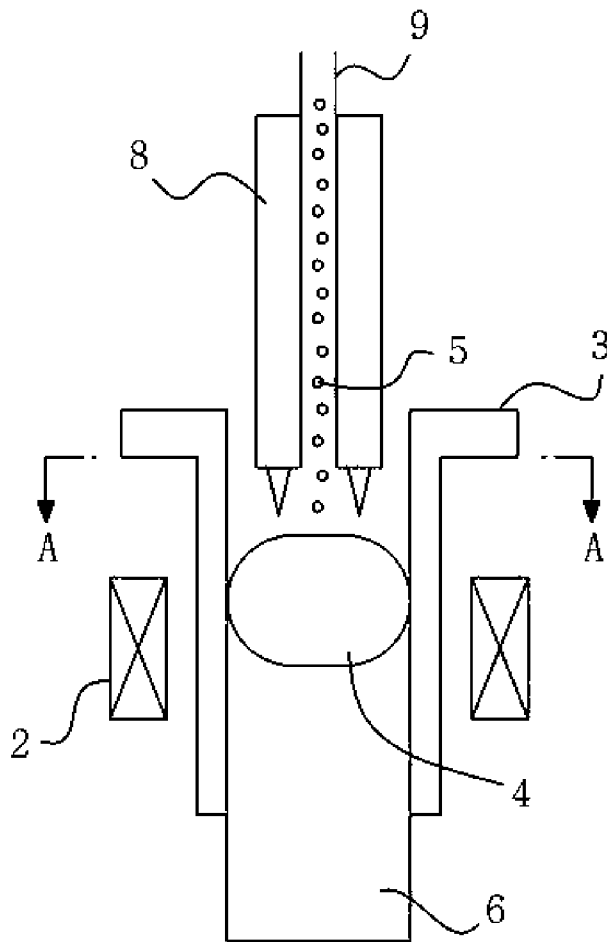
[청구항 8]

제 7 항에 있어서,
상기 플라즈마 아크 토치는 도전성 더미블록에 접속된 전극이
무저 도가니에서 인출된 고상화된 실리콘 잉곳에 접촉하기 전에
비이송식으로 전환되는 것을 특징으로 하는 실리콘 연속 주조
방법.

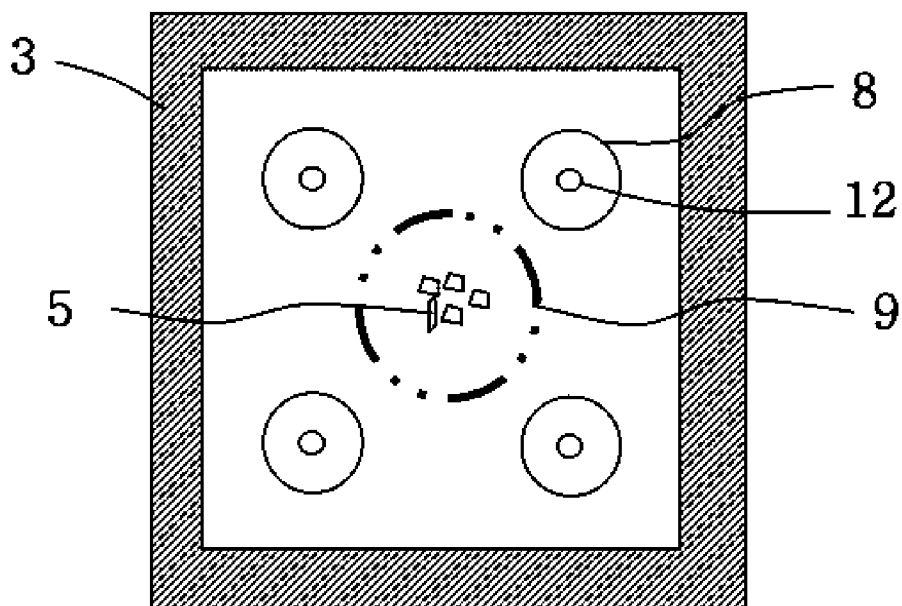
[Fig. 1]



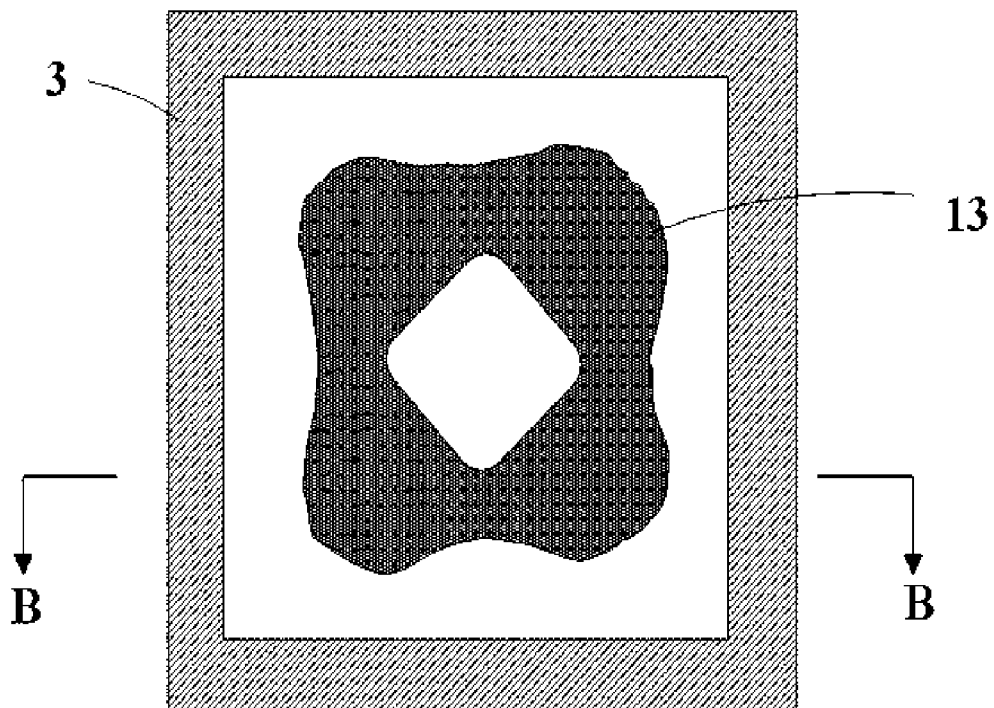
[Fig. 2]



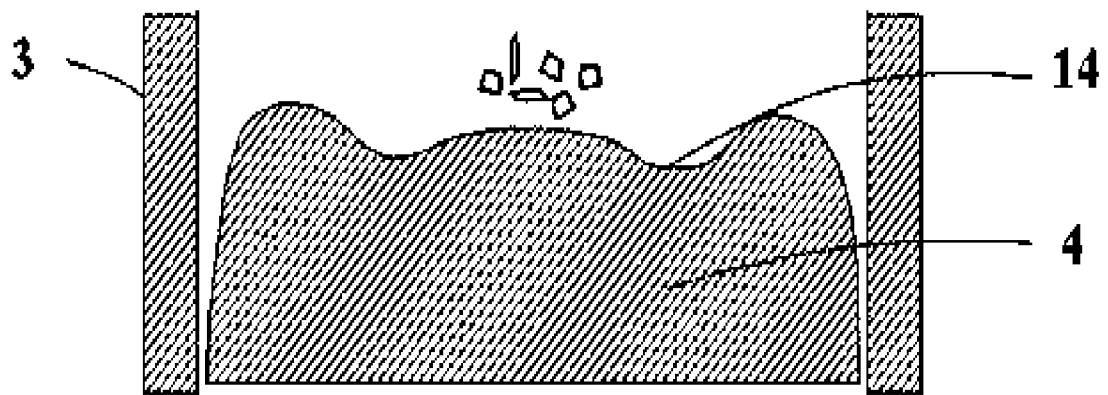
[Fig. 3]



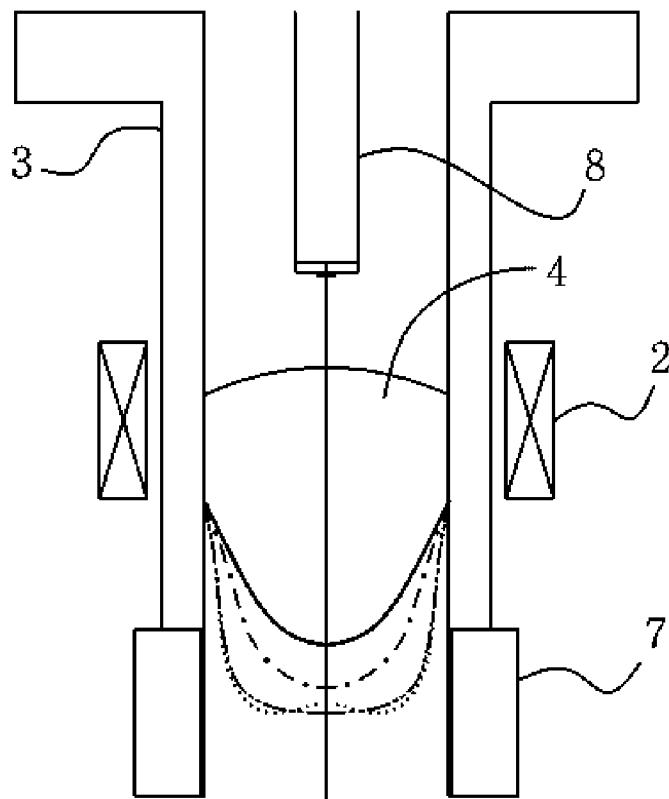
[Fig. 4]



[Fig. 5]

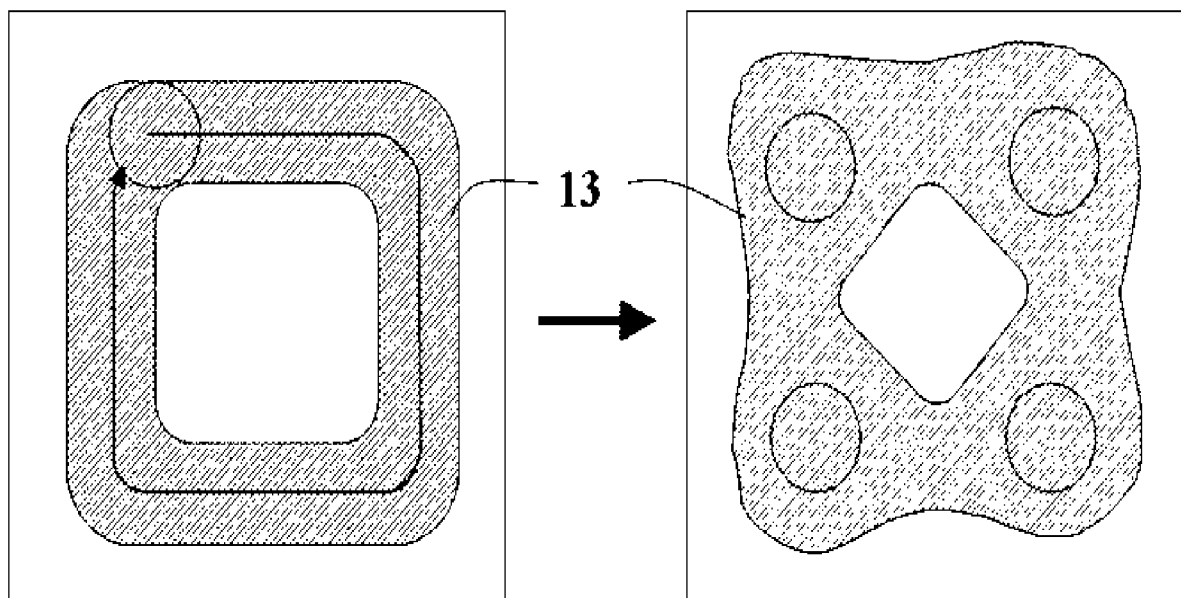


[Fig. 6]



- 유도가열
 - · - · - 유도가열 + 플라스마 가열(단일, 주사)
 · · · · · 유도가열 + 플라스마(복수, 고정)
 - - - - 유도가열 + 플라스마(복수, 고정, 장입원료의 이동)

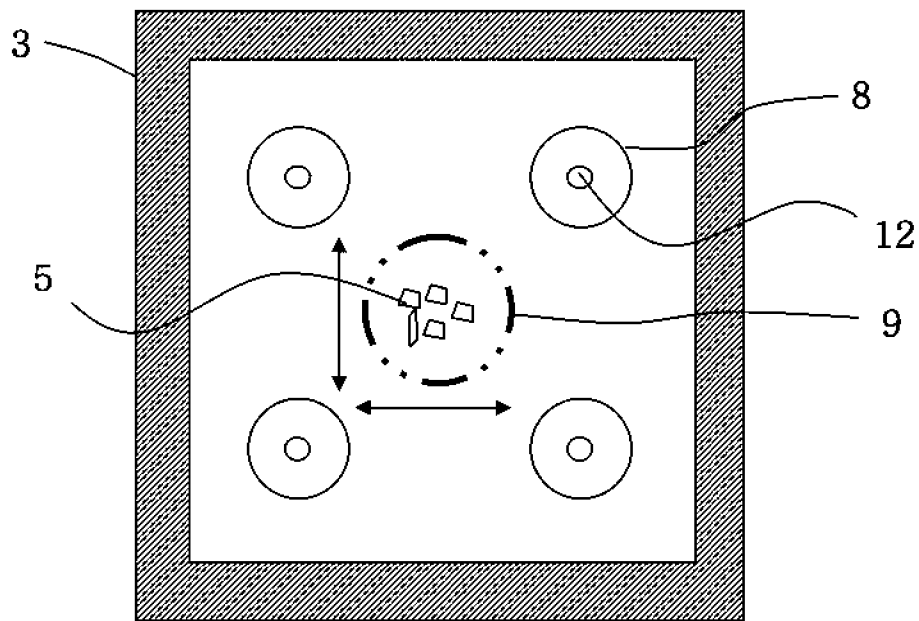
[Fig. 7]



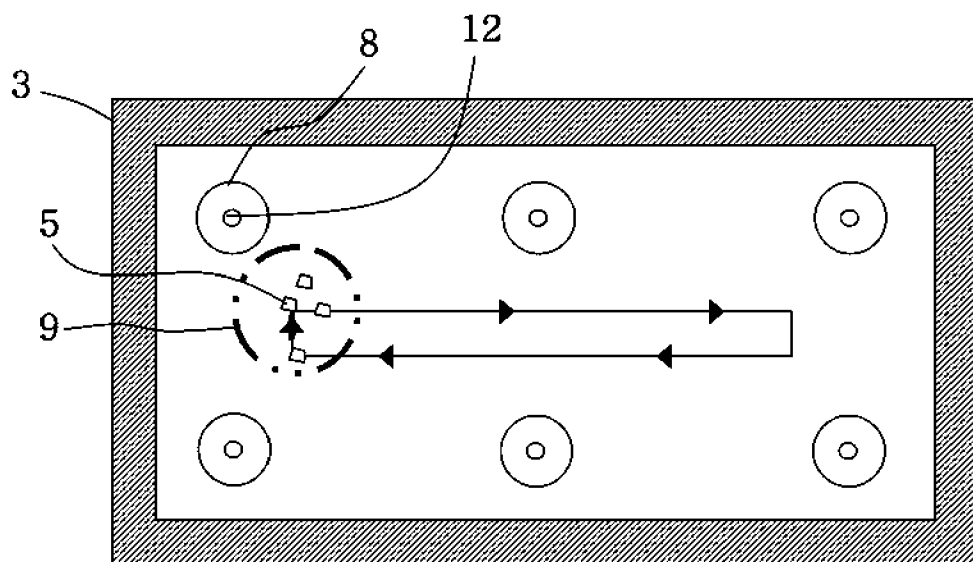
주사 방식 (단일 토치)

복수 고정방식 (복수 토치)

[Fig. 8]



[Fig. 9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2010/000089**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****C30B 29/06(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 29/06; C01B 33/02; C30B 11/00; C30B 13/00; C30B 28/06

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: continuous casting, electromagnetic induction heating, plasma arc heating**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-019594 (SUMITOMO SITIX OF AMAGASAKI INC) 23 January 2001 See abstract, paragraphs [0030]-[0044], claims 1-4 and figures 1-5.	1-8
A	JP 2001-019593 A (SUMITOMO SITIX OF AMAGASAKI INC) 23 January 2001 See abstract, paragraphs [0033]-[0036], claim 2 and figure 1.	1-8
A	US 2003-0150374 A1 (KENICHI SASATANI et al.) 14 August 2003 See abstract, paragraphs [0060]-[0074] and figures 1-5.	1-8
A	JP 04-285095 A (OSAKA TITANIUM CO LTD) 09 October 1992 See abstract, paragraphs [0005]-[0006] and figure 1.	1-8



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

09 AUGUST 2010 (09.08.2010)

Date of mailing of the international search report

13 AUGUST 2010 (13.08.2010)

Name and mailing address of the ISA/KR


 Korean Intellectual Property Office
 Government Complex-Daejeon, 139 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/KR2010/000089

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2001-019594 A	23.01.2001	JP 3646570 B2	11.05.2005
JP 2001-019593 A	23.01.2001	JP 3603676 B2	22.12.2004
US 2003-0150374 A1	14.08.2003	DE 60037944 T2	22.01.2009
		EP 1254861 A1	06.11.2002
		EP 1254861 A4	21.06.2006
		EP 1254861 B1	30.01.2008
		US 6994835 B2	07.02.2006
		WO 02-053496 A1	11.07.2002
JP 04-285095 A	09.10.1992	JP 3183352 B2	09.07.2001

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) C30B 29/06(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) C30B 29/06; C01B 33/02; C30B 11/00; C30B 13/00; C30B 28/06 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: 실리콘 연속 주조, 전자기 유도 가열, 플라즈마 아크 가열		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	JP 2001-019594 A (SUMITOMO SITIX OF AMAGASAKI INC) 2001.01.23 요약, 단락 [0030] - [0044], 청구항 1-4 및 도면 1-5 참조.	1-8
A	JP 2001-019593 A (SUMITOMO SITIX OF AMAGASAKI INC) 2001.01.23 요약, 단락 [0033] - [0036], 청구항 2 및 도면 1 참조.	1-8
A	US 2003-0150374 A1 (KENICHI SASATANI 외 2명) 2003.08.14 요약, 단락 [0060] - [0074] 및 도면 1-5 참조.	1-8
A	JP 04-285095 A (OSAKA TITANIUM CO LTD) 1992.10.09 요약, 단락 [0005] - [0006] 및 도면 1 참조.	1-8
☐ 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 “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 2010년 08월 09일 (09.08.2010)		국제조사보고서 발송일 2010년 08월 13일 (13.08.2010)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 선사로 139, 정부대전청사 팩스 번호 82-42-472-7140		심사관 강원길 전화번호 82-42-481-8711 

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2001-019594 A	2001.01.23	JP 3646570 B2	2005.05.11
JP 2001-019593 A	2001.01.23	JP 3603676 B2	2004.12.22
US 2003-0150374 A1	2003.08.14	DE 60037944 T2	2009.01.22
		EP 1254861 A1	2002.11.06
		EP 1254861 A4	2006.06.21
		EP 1254861 B1	2008.01.30
		US 6994835 B2	2006.02.07
		WO 02-053496 A1	2002.07.11
JP 04-285095 A	1992.10.09	JP 3183352 B2	2001.07.09