

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2011년 11월 3일 (03.11.2011)



(10) 국제공개번호
WO 2011/136479 A2

- (51) 국제특허분류:
H01L 31/18 (2006.01) H01L 31/042 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/002357
- (22) 국제출원일: 2011년 4월 5일 (05.04.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2010-0040101 2010년 4월 29일 (29.04.2010) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 한국화학연구원 (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY) [KR/KR]; 대전시 유성구 장동 100, 305-343 Daejeon (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 문상진 (MOON, Sang Jin) [KR/KR]; 대전시 유성구 어은동 한빛아파트 115동 1501호, 305-755 Daejeon (KR). 소원욱 (SO, Won Wook) [KR/KR]; 대전시 유성구 어은동 한빛아파트 125동 404호, 305-755 Daejeon (KR). 구명희 (KOO, Myung Hoo) [KR/KR]; 대전시 서구 둔산동 한마루아파트 1동 804호, 302-773 Daejeon (KR). 박동순

(PARK, Dong Soon) [KR/KR]; 대전시 서구 탄방동 공작한양아파트 9동 507호, 302-764 Daejeon (KR).

(74) 대리인: 이원희 (LEE, Won-Hee); 서울시 강남구 역삼동 642-16 성지하이츠 2차 8층, 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.

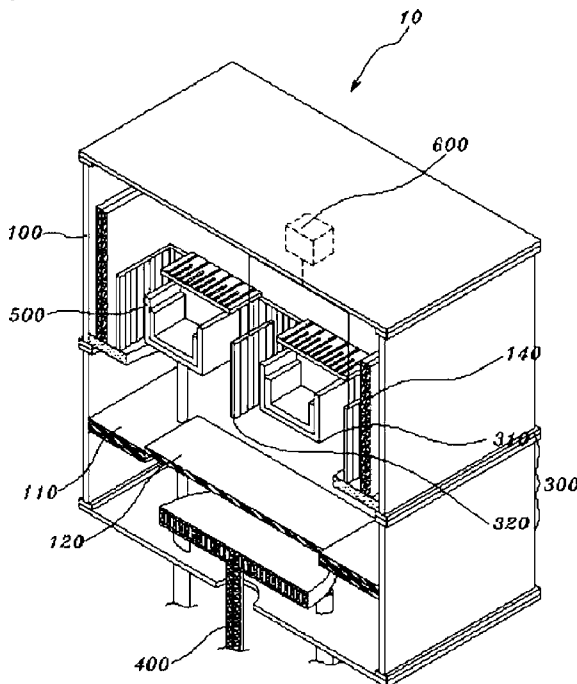
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: HIGH-OUTPUT APPARATUS FOR MANUFACTURING A POLYCRYSTAL SILICON INGOT FOR A SOLAR CELL

(54) 발명의 명칭 : 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치

[Fig. 1]



(57) Abstract: The present invention relates to a high-output apparatus for manufacturing a polycrystalline silicon ingot for a solar cell, and more particularly, to an apparatus for manufacturing a polycrystalline silicon ingot by means of heating and melting raw silicon in a vacuum chamber, and then cooling the molten silicon, wherein the apparatus comprises: a plurality of crucibles arranged so as to be horizontally separated from one another within the vacuum chamber, and in each of which raw silicon is filled for manufacturing polycrystalline silicon ingots; heating means provided at the outside of each of the crucibles so as to heat each crucible and melt the raw silicon filled therein; and cooling means for cooling the crucibles, so as to enable the silicon melted by the heating means to be cooled in one direction and be formed into polycrystalline ingots.

(57) 요약서: 본 발명은 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 진공챔버 내부에서 원료 실리콘을 가열하여 용융시킨 후, 냉각시켜 다결정 실리콘 잉곳을 제조하는 장치에 있어서, 상기 진공챔버 내부에 수평방향으로 상호 이격되도록 배열되며, 원료 실리콘이 각각 담겨져 다결정 실리콘 잉곳이 제조되는 다수의 도가니, 상기 각 도가니를 가열시켜 담겨진 원료 실리콘을 용융시키도록 상기 각 도가니의 외측에 구비되는 히터수단, 및 상기 히터수단에 의해 용융된 실리콘을 한 방향으로 냉각시켜 다결정 잉곳으로 성장시키기 위해 상기 도가니를 냉각시키는 냉각수단을 포함하여 이루어진다.



SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를
별도 공개함 (규칙 48.2(g))

명세서

발명의 명칭: 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치 기술분야

- [1] 본 발명은 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 다수의 도가니를 구비하고, 이 다수의 도가니에 충전한 원료 실리콘을 용융 및 방향성 응고시켜 종래의 하나의 잉곳 제조 시간에 여러 개 잉곳의 동시 제조가 가능한 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 최근 결정질 실리콘 태양전지에 의한 태양광 발전은 무공해, 안전성, 고성능, 신뢰성 등의 장점으로 인해 시험 단계를 지나 상업화 단계에 이르렀다.
- [4] 그 결과 독일, 일본, 한국 등의 나라에선 실리콘 태양전지를 이용하여 수천 ~ 수만 kW 정도의 대용량 태양광 발전이 이루어지고 있다.
- [5] 현재 태양광 발전에 이용되고 있는 태양전지는 주로 Czochralski 인상법에 의해 제조된 단결정 실리콘 잉곳이나 Bridgman방식에 의한 다결정 실리콘 잉곳을 이용하여 제조하고 있는데, 앞으로의 지속적인 대규모 용량화와 경제성 증진을 위해서는 실리콘 잉곳과 기판의 가격을 낮추고 생산성을 더욱 높여야 할 것으로 인식되고 있다.
- [6] 이와 같은 배경 아래 특히 실리콘 잉곳과 기판의 물성이 단결정의 그것보다 크게 저하되지 않으면서도 원가 절감이 용이한 다결정 실리콘 잉곳의 효율적인 생산에 많은 노력이 기울여져 왔다.
- [7] 태양전지용 다결정 실리콘 잉곳의 제조는 기본적으로 "방향성 응고"를 특징으로 하고 있다.
- [8] 석영이나 흑연으로 제조된 도가니 속에 태양전지급 원료 실리콘을 충전하고 이를 1420 °C 이상에서 용융시킨 후 실리콘의 응고열을 도가니 하부 쪽의 일정방향으로 제거하면 고화가 도가니 하부로부터 상부 쪽으로 퍼져나가는 방식이 방향성 응고 공정이다.
- [9] 잘 제어된 방향성 응고공정의 결과로 얻어진 잉곳은 많은 수의 단결정 기둥이 한 방향으로 합체된 주상구조(columnar structure)를 갖게 되어 결정 성장방향과 수직으로 기판을 제조하면 단결정과 마찬가지로 광에 의해 생성된 전자가 손실없이 전극 쪽으로 포집될 수 있는 구조가 된다.
- [10] 현재 상업 규모의 태양전지용 다결정 실리콘 잉곳은 크기가 약 400 ~ 450 kg 정도로서, 고품질을 확보하기 위해 회분(batch)방식으로 1회에 한개씩 제조하고 있는데 통상 2일 이상의 긴 공정 시간과 많은 전력 소모, 비싼 장치비를 수반하고 있다.
- [11] 기술적 핵심 사항으로는 원료 실리콘을 녹이고 방향성 응고시키되, 결정구조가

주상구조이고 결정입계(grain size)가 크며 결정결함(crystalline defect)과 불순물(impurity) 혼입이 충분히 적은 양질의, 즉, 태양전지용 사양에 맞는 다결정 잉곳을 제조하는 것이다.

- [12] 이의 구현을 위해 잉곳 제조장치의 핫존(hot zone)을 구성하는 히터(heater)와 단열부, 방향성 응고를 위한 하부 열전달 시스템, 불활성 가스와 진공 시스템, 그리고 도가니 코팅과 용융 실리콘 누설 대비 시스템 등의 최적설계와 더불어 실리콘 용융 및 응고 속도, 열처리 속도와 같은 공정변수들의 최적화가 수반되어야 한다.

- [13] 기존의 관련된 기술개발들은 이러한 장치 및 공정 상의 개선을 피하여 잉곳의 품질 확보는 물론 생산성과 경제성을 극대화하는데 초점이 맞추어져 왔다.

- [14] 이런 상황 하에서 현재의 주된 기술개발 방향은 1회 batch에 생산할 수 있는 잉곳의 크기를 보다 확대하는 방향으로 주로 추진되고 있으나, 생산성을 극대화하고 공정비용을 줄일 수 있는 또 다른 방안은 1회 batch에 다수의 잉곳을 생산하는 방안도 고려할 수 있다. 이에 본 발명은 공정시간이 늘어나지 않으면서도 동시에 다수의 잉곳을 생산할 수 있는 이러한 새로운 잉곳 제조장치 및 방법을 모색하며 이에 따른 부가적인 기술들을 함께 제시코자 하는 것이다.

[15]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [16] 종래의 batch별 공정시간을 늘이지 않으면서 1회 batch에 다수의 잉곳을 동시에 생산하면 전체 장치비는 물론 실리콘 용융 및 응고, 열처리에 따른 운전비용도 크게 줄일 수 있는데, 기술적으로 이를 구현하기 위해서는 종래에 없던 다음과 같은 새로운 과제들을 해결해야 한다.

- [17] 첫째, 다수의 잉곳 사이에 동일한 품질 상의 균일성을 확보해야 한다.

- [18] 통상 태양전지용 다결정 실리콘 기판은 한개의 큰 다결정 실리콘 잉곳을 여러개의 작은 크기의 블록(brick)으로 나누어 이로부터 제조되게 되므로 이들 블록들 사이의 품질 편차를 줄이기 위해 큰 노력들이 경주되게 된다.

- [19] 하물며 여러개의 잉곳을 동시에 제조하려면 우선 이들 다수 잉곳 사이의 품질 편차를 극소화하기 위해 장치 및 공정 상의 모든 요소들을 대칭적으로 동일하게 유지할수 있어야 한다.

- [20] 둘째, 다수의 도가니를 사용하게 됨에 따른 운전 상의 위험을 줄이고 장치 및 운전자의 안전을 확보하는 것이다.

- [21] 통상적으로 사용하는 석영이나 흑연 재질의 도가니는 본 다결정 실리콘 잉곳 제조시 맞게되는 1500 °C 정도의 고온과 큰 온도 변화, 진공 및 불활성 분위기의 큰 압력 변화 환경에서 가끔 금이 가거나 깨져 액상의 용융 실리콘이 누출될 수 있다.

- [22] 이때 장치 내부의 금속 표면이나 단열재 등과 접촉하면서 안전 상의 큰 문제를

야기할 수 있다.

- [23] 고온의 액상 실리콘이 스틸로 제조된 챔버 내측 부분과 직접 접촉 시 표면 파손에 의한 냉각수의 유출과 급격한 기화로 장치 폭발의 위험성까지 존재하게 된다.
- [24] 이런 문제는 종래의 단일 잉곳 제조장치에서도 발생할 수 있는 문제로 이때는 바로 장치의 운전을 멈춰 위험을 방지하게 되지만, 본 다수 도가니의 경우는 이럴 경우 정상적인 도가니의 동시 폐기로 큰 수율감소를 감수해야 한다.
- [25] 따라서 여러 개의 도가니 중 한 개의 도가니에서 문제가 생겨 실리콘이 누출되더라도 다른 도가니의 잉곳들은 공정을 끝까지 성공적으로 유지함으로써 수율 감소를 최소화할 수 있어야 하며, 또한 유출된 실리콘은 파손된 도가니의 하부에 격리되어 응고된 상태로 공정 종료 시까지 안전하게 유지될 필요가 있다.
- [26]
- [27] 이에 본 발명은 상기와 같은 문제점들을 해소하기 위해 안출된 것으로써, 다수의 도가니를 구비하되, 각 도가니를 균일하게 가열하고 요구되는 공정 온도를 안정적으로 유지할 수 있는 히터수단과, 방향성 응고에 필요한 냉각수단 및 단열수단, 그리고 비상시 유출된 용융 실리콘의 안전한 격리 수단을 구비하여 다수의 다결정 실리콘 잉곳을 동시에 생산할 수 있다.

[28]

과제 해결 수단

- [29] 상기 목적을 이루기 위한 본 발명은, 진공챔버와 이 내부에 위치하며 원료 실리콘이 충전된 도가니와 지지대, 다수의 도가니를 동시에 가열하여 충전된 원료 실리콘을 용융시킨 후 방향성 응고시켜 다결정 실리콘 잉곳을 제조하는 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치에 있어서, 상기 도가니 지지대 외측에 액상 실리콘의 유출 차단과 더불어 액상 실리콘의 응고열을 도가니 하부 쪽으로만 한정하여 제거되도록 하는 격리수단인 다수의 보호판을 설치하고, 상기 진공챔버 내부에 수평방향으로 상호 이격되도록 배열되며 원료 실리콘이 각각 담겨져 다결정 실리콘 잉곳이 제조되는 다수의 도가니, 상기 각 도가니를 가열시켜 충전된 원료 실리콘을 용융시키도록 상기 각 도가니의 외측에 구비되는 히터수단, 상기 및 상기 히터수단에 의해 용융된 원료 실리콘을 응고시켜 다결정 잉곳으로 성장시키기 위해 상기 도가니를 냉각시키는 냉각수단을 포함하여 이루어진다.
- [30] 바람직하게, 상기 진공챔버는 그 내부가 사각형의 공간부를 갖고, 상기 도가니는 네 개로 구비되되, 상기 공간부의 중간점을 지나는 십자형상의 가상선을 기준으로, 상기 각 도가니는 각 구역에 배열된다.
- [31] 그리고 상기 도가니는 도가니 지지대에 의해 고정되며, 도가니 지지대 외측에 다수의 액상 실리콘 유출 방지 보호판막을 설치하여 다수의 잉곳 제조 실험 중에 일부 도가니의 파손에 의해서도 미 파손 도가니 중의 실리콘은 잉곳 제조에

사용가능하도록 구성하며, 도가니 하부를 제외한 전면에 대하여 완벽한 단열 시스템으로 작용하여 용융 실리콘의 응고열을 도가니 하부 쪽으로 한정하여 제거되도록 하고, 그 결과 일방향성 제거가 가능하기 때문에 태양전지용 다결정 잉곳의 물성을 좌우하는 주상구조의 분율을 증가시켜 전체적인 수율 향상이 가능하다.

[32] 또한, 상기 히터수단은, 상기 진공챔버의 내측면을 향한 각 도가니의 면을 가열하도록 구비되는 외부히터, 및 상기 각 도가니의 상호 대향되는 면을 가열하도록 구비되는 내부히터를 포함하여 이루어진다.

[33] 그리고 상기 내부히터는 상기 십자형상의 가상선을 따라 십자형상으로 구비되며, 상호 대면되는 각 도가니의 면 사이에 각각 구비된다.

[34] 또한, 상기 각 내부히터는 가열관이 다수 번 절곡된 판형상으로 형성되거나 다수 개 배열된 봉이 상기 도가니 면과 대응되도록 형성된다.

[35] 그리고 상기 외부히터와 각 내부히터는 각각의 작동 및 온도제어가 가능하도록 제어부가 더 구비된다.

[36] 또한, 상기 냉각수단은, 상기 다수의 도가니 하측에 구비되어 다수의 도가니를 동시에 냉각시킨다.

[37] 그리고 상기 냉각수단은, 상기 각 도가니의 하측에 각각 구비되어 각 도가니를 각각 냉각시킨다.

[38] 또한, 상기 각 도가니를 외측에서 지지하는 다수의 지지대가 설치되고, 상기 지지대 주변에 하나 또는 복수의 유출방지 보호판이 더 구비된다.

[39]

발명의 효과

[40] 상기한 바와 같이, 본 발명에 의한 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치에 의하면, 외부히터와 내부히터로 구성된 히터수단의 각 온도를 제어하여 다수의 도가니를 균등히 가열시킬 수 있음에 따라 종래와 유사한 공정시간에 다수의 잉곳 생산이 가능하고, 또한 비상시 유출된 용융 실리콘의 안전한 격리 수단을 구비하여 장비 파손 및 폭발의 위험을 방지함과 더불어, 액상 실리콘 응고열의 일방향성 제어를 통해 고효율 태양전지 제조에 적합한 잉곳의 주상구조 분율을 극대화 할 수 있는 효과적인 발명이다.

[41]

도면의 간단한 설명

[42] 도 1은 본 발명에 따른 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치를 도시한 도면이고,

[43] 도 2는 본 발명에 따른 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치의 평면도를 도시한 도면이며,

[44] 도 3은 본 발명에 따른 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치의 히터수단을 도시한 도면이고,

- [45] 도 4는 본 발명에 따른 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치의 히터수단의 다른 실시 예를 도시한 도면이며,
- [46] 도 5는 본 발명에 따른 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치의 냉각수단의 다른 실시 예를 도시한 도면이다.
- [47] 도 6은 본 발명에 따른 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치의 액상 실리콘 유출 방지 보호판을 도시한 도면이다.

[48]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [49] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 설명한다.
- [50] 또한, 본 실시 예는 본 발명의 권리범위를 한정하는 것은 아니고 단지 예시로 제시된 것이며, 그 기술적 요지를 이탈하지 않는 범위 내에서 다양한 변경이 가능하다.
- [51] 도 1은 본 발명에 따른 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치를 도시한 도면이고, 도 2는 본 발명에 따른 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치의 평면도를 도시한 도면이며, 도 3은 본 발명에 따른 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치의 히터수단을 도시한 도면이고, 도 4는 본 발명에 따른 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치의 히터수단의 다른 실시 예를 도시한 도면이며, 도 5는 본 발명에 따른 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치의 냉각수단의 다른 실시 예를 도시한 도면이고, 도 6은 도가니 지지대 주변에 설치되어 충전된 원료 실리콘의 용융 및 냉각과정에서 도가니 파손에 의해 누출될 수 있는 액상 실리콘의 포집을 위한 유출 방지 보호판을 도시한 도면이다.
- [52] 이러한 유출 방지 보호판은 히터 외부의 측면 단열재, 도가니 하부의 하부 단열재와 더불어 장치 내부를 완전히 밀폐된 형태로 유지하기 때문에 도가니 파손에 의해 액상 실리콘이 유출된다고 하더라도 외부로의 유출을 완전히 차단시킬 수 있어 챔버 보호 역할을 한다.
- [53] 더불어 도가니 하부를 제외한 전면에 대하여 완벽한 단열 시스템으로 작용하여 용융 실리콘의 응고열을 도가니 하부 쪽으로 한정하여 제거되도록 하고, 그 결과 일방향성 제거가 가능하기 때문에 태양전지용 다결정 잉곳의 물성을 좌우하는 주상구조의 분율을 증가시켜 전체적인 수율 향상이 가능하다는 잇점도 있다.
- [54] 도면에서 도시한 바와 같이, 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치(10)는 진공챔버(100) 내부에서 원료 실리콘을 가열하여 용융시킨 후, 냉각시켜 다결정 실리콘 잉곳을 제조하게 된다.
- [55] 이때, 진공챔버(100) 내부에 원료실리콘이 각각 담겨져 다결정 실리콘 잉곳이 제조되는 도가니(200)가 다수 개 구비되는 것으로, 이 도가니(200)는 수평방향으로 상호 이격되도록 배열된다.
- [56] 이러한 각 도가니(200)는 셔셉터(500)에 의해 각각 감싸지며, 이 각

- 써셉터(500)는 지지대(미 도시)에 의해 진공챔버(100)의 내부에 고정되고, 각 도가니(200) 주위에 방출되는 열을 차단하기 위한 단열재(미 도시)가 구비된다.
- [57] 이 써셉터(500:susceptor)는 도가니(200)를 보호하고, 외측에서 전달되는 열 또는 냉기를 도가니(200)에 용이하게 전도시키는 것으로, 열 전달이 우수한 카본 또는 흑연으로 이루어진다.
- [58] 그리고 도가니(200)는 석영 또는 흑연 중 선택된 어느 하나 이상으로 형성된다.
- [59] 히터수단(300)은 각 도가니(200)를 가열시켜 충전된 원료 실리콘을 용융시키기 위한 것으로, 각 도가니(200)의 외측에 구비되어 복사열을 전달함에 따라 각 도가니(200)에 충전된 원료 실리콘을 용융시키게 된다.
- [60] 또한 냉각수단(400)은 각 도가니(200)를 냉각시키기 위해 구비되는 것으로, 히터수단(300)에 의해 가열된 각 도가니(200)를 냉각시킴에 따라 용융된 원료 실리콘을 냉각시켜 다결정으로 성장시키게 된다.
- [61] 물론, 히터수단(300)과 냉각수단(400) 사이에는 이동공(112)이 통공된 단열층(110)과 이 이동공(112)을 개폐시키는 차단도어(120)가 구비되는 것으로, 이 차단도어(120)는 도가니(200) 하측에 구비되어 단열층(110)과 함께 진공챔버(100)를 선택적으로 구획하게 된다.
- [62] 다시 말해, 원료 실리콘을 용융시키기 위한 도가니(200)의 가열 시, 히터수단(300)의 온도를 유지하여 가열시간을 단축시키기 위해 히터수단(300) 및 도가니(200)가 위치된 구역과 냉각수단(400)이 위치된 구역으로 차단도어(120)에 의해 구획되는 것이다.
- [63] 이때, 도 2에서 도시한 바와 같이, 진공챔버(100)는 그 내부가 사각형의 공간부를 갖는 것으로, 사각형 공간부의 형성 및 열 효율을 향상시키기 위해 전체적으로 사각형으로 형성됨이 바람직하다.
- [64] 그리고 본 발명에서 다수 개의 도가니(200)는 네 개로 구비되되, 진공챔버(100) 공간부의 중간점을 지나는 십자형상의 가상선을 기준으로, 각 도가니(200)가 각 구역에 배열된다.
- [65] 물론, 각 도가니(200)의 면은 상호 일정간격으로 이격되도록 설치된다.
- [66] 그리고 히터수단(300)은 외부히터(310)와 내부히터(320)로 구성되며, 외부히터(310)와 내부히터(320)는 각 도가니(200)의 각 면에 복사열을 전달하여 각 도가니(200)를 가열시키게 된다.
- [67] 다시 말해, 외부히터(310)는 진공챔버(100)의 내측면을 향한 각 도가니(200)의 면을 가열하도록 구비되고, 내부히터(320)는 각 도가니(200)의 상호 대향되는 면을 가열하도록 구비된다.
- [68] 여기서, 내부히터(320)는 십자형상의 가상선을 따라 십자형상으로 구비되되, 상호 대면되는 각 도가니(200)의 면 사이에 각각 구비되도록 네 개로 구성된다.
- [69] 이에 따라 외부히터(310)와 내부히터(320)에 의해 네 개의 도가니(200)의 모든 면에 복사열을 전달함에 따라 각 도가니(200)에 담겨진 실리콘 원 소재를 용융시킬 수 있는 것이다.

- [70] 이러한 외부히터(310)와 내부히터(320)는 도 3에서 도시한 바와 같이, 가열관이 다수 번 절곡된 판형상으로 형성되는 것으로, 전극(미 도시)을 통해 인가되는 전력에 의해 고열을 발생시켜 써셉터(500)를 가열하고, 가열된 써셉터(500)는 도가니(200)에 열을 전달하여 담겨진 원료 실리콘을 용융시키게 된다.
- [71]
- [72] 한편, 도 4에서 도시한 바와 같이, 외부히터(310)와 내부히터(320)는 다수 개 배열된 봉이 도가니(200) 면과 대응되도록 형성되어 전극(미 도시)을 통해 인가되는 전력에 의해 고열을 발생시켜 써셉터(500)를 가열하고, 가열된 써셉터(500)는 도가니(200)에 열을 전달하여 담겨진 원료 실리콘을 용융시키게 된다.
- [73] 이와 같이, 다수 번 절곡된 판형상 또는 봉 형상으로 이루어진 외부히터(310)와 각 내부히터(320)는 각각의 작동 및 온도제어가 가능하도록 제어부(600)가 더 구비되는 것으로, 각 도가니(200)의 용융온도를 제어 및 유지할 수 있어 종래와 유사한 시간동안 동시에 다수의 도가니(200)에서 원료 실리콘을 용융시킬 수 있다.
- [74]
- [75] 그리고 냉각수단(400)은 다수의 도가니(200) 하측에 구비되어 다수의 도가니(200)를 동시에 냉각시킴에 따라 각 도가니(200)에서 용융된 실리콘을 냉각시키며 주상구조를 갖는 다결정 잉곳으로 성장시키게 된다.
- [76] 한편, 냉각수단(400)은 도 5에서 도시한 바와 같이, 각 도가니(200)의 하측에 각각 구비되어 각 도가니(200)를 각각 냉각시킬 수도 있다.
- [77] 이는, 각 도가니(200)의 온도를 각각 냉각시키기 위함으로, 각 도가니(200)를 냉각시키기 위해 각 써셉터(500)를 냉각시켜 냉각 효율을 향상시킴이 바람직하다.
- [78] 이에 따라, 다수의 도가니(200)에서 각각의 다결정 실리콘 잉곳을 제조함에 따라 종래보다 최소 3배 이상의 생산성을 향상시킬 수 있는 것이다.
- [79]
- [80] 또한 도 6에서 도시한 바와 같이, 다수의 도가니를 이용하여 다수의 잉곳을 동시에 제조하는 본 발명의 경우 도가니(200)를 지지하는 도가니 지지대(700)가 구비되고, 이 도가니 지지대(700)와 단열층(110) 사이에 유출방지 보호판(800)이 더 구비된다.
- [81] 이 유출방지 보호판(800)은 하나 또는 복수 개로 구성되며, 냉각수단(400)의 이동구간을 밀폐시켜 도가니(200)에 담겨진 액상 실리콘이 냉각수단(400)의 이동구간으로 유출되는 것을 방지하는 것이다.
- [82] 또한 유출방지 보호판(800)은 냉각수단(400)이 이동되는 도가니(200) 하측을 밀폐시켜 냉각수단(400)과 도가니(200) 하측으로만 열교환이 이루어지게 하여 도가니(200)의 용융된 실리콘을 하측에서 상측으로 냉각시킴에 따라 순차적으로 응고되는 것이다.

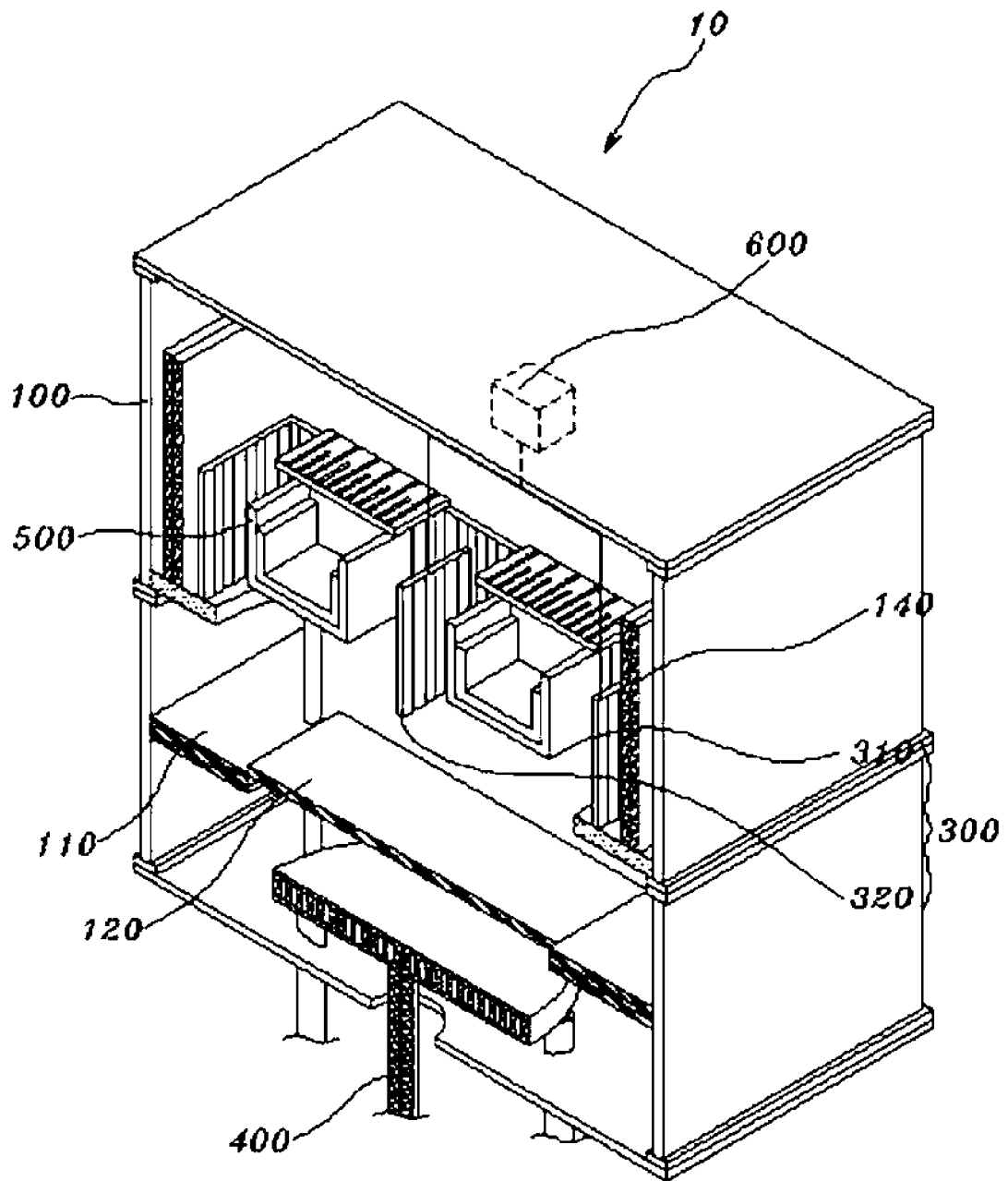
- [83] 다시 말해, 유출방지 보호판(800)은 외부히터(310)의 측면 단열재(140)와 도가니(200) 하부의 단열층(110)와 더불어 진공챔버(100) 내부를 완전히 밀폐된 형태로 유지시키게 된다.
- [84] 이에 따라, 도가니(200)에 담겨진 용융된 실리콘에 대한 응고열의 일방향성 제거가 가능하여 태양전지용 다결정 잉곳의 물성을 좌우하는 주상구조의 분율을 증가시켜 추가적인 수율 향상도 가능한 것이다.
- [85] 또한 도가니(200)에 충전된 고상 원료 실리콘의 용융 및 냉각과정에서 발생할 수 있는 액상 실리콘이 개방된 단열층(110)의 이동공(112)를 통해 유출되는 것을 막을 수 있는 것이다.
- [86] 이러한 유출방지 보호판(800)은 흑연으로 형성됨이 바람직하다.
- [87]
- [88] 본 명세서에서 사용되는 부호는 하기와 같다.
- [89] 10 : 잉곳 제조 장치 100 : 진공챔버
- [90] 110 : 단열층 120 : 차단도어
- [91] 130 : 지지대 140 : 단열재
- [92] 200 : 도가니 300 : 히터수단
- [93] 310 : 외부히터 320 : 내부히터
- [94] 400 : 냉각수단 500 : 씨셉터
- [95] 600 : 제어부 700 : 도가니 지지대
- [96] 800 : 유출방지 보호판
- [97]

청구범위

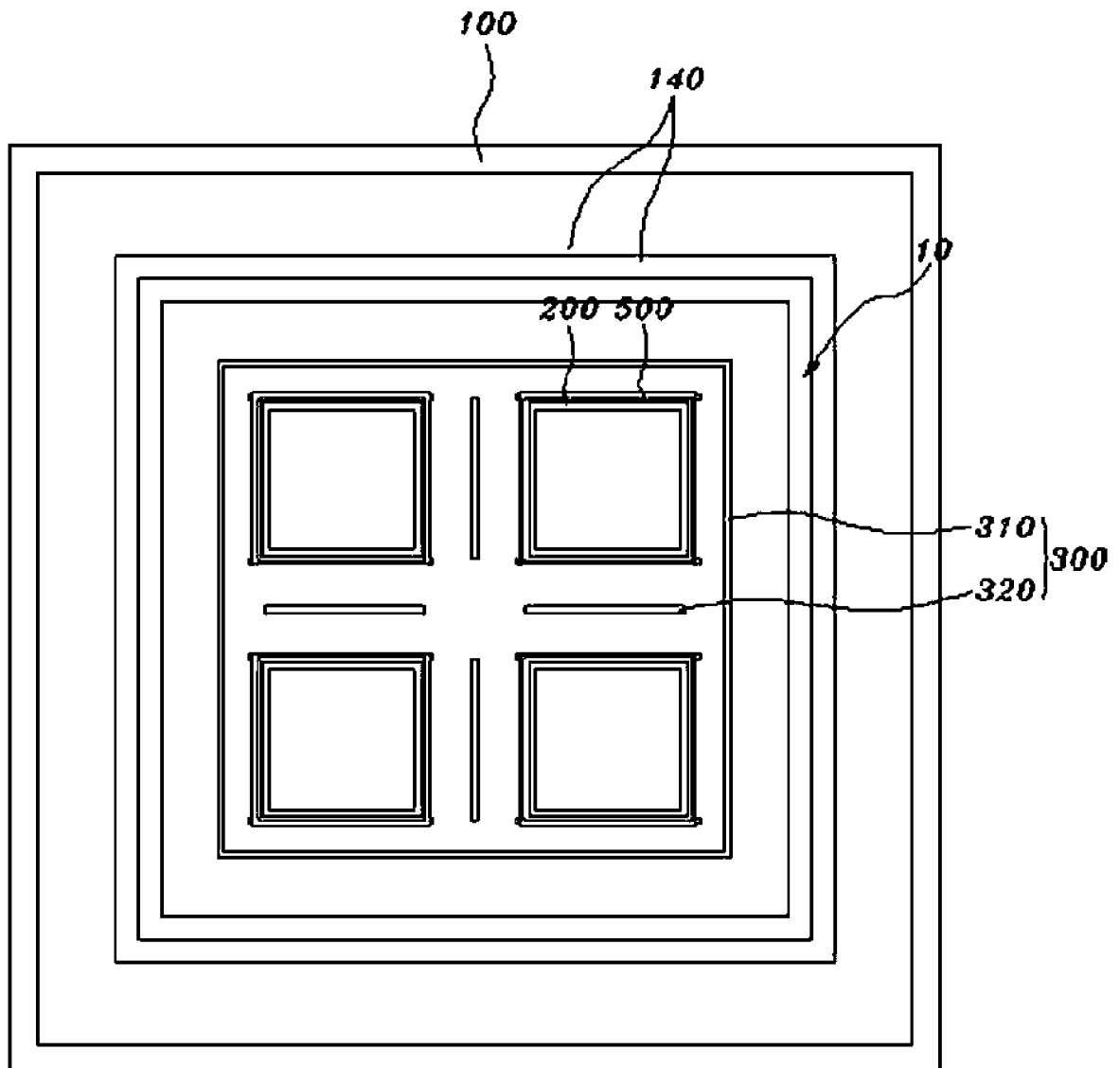
- [청구항 1] 진공챔버 내부에서 도가니에 충전된 원료 실리콘을 가열하여 용융시킨 후, 냉각시켜 다결정 실리콘 잉곳을 제조하는 태양전지용 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치에 있어서, 상기 진공챔버 내부에 수평방향으로 상호 이격되도록 배열되며, 원료 실리콘 이 각각 담겨져 다결정 실리콘 잉곳이 제조되는 다수의 도가니;
상기 각 도가니를 가열시켜 담겨진 원료 실리콘을 용융시키도록 상기 각 도가니의 외측에 구비되는 히터수단; 및
상기 히터수단에 의해 용융된 실리콘을 냉각시켜 다결정 잉곳으로 성장시키기 위해 상기 도가니를 냉각시키는 냉각수단을 포함하여 이루어지는 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 진공챔버는 그 내부가 사각형의 공간부를 갖고,
상기 도가니는 네 개로 구비되되, 상기 공간부의 중간점을 지나는 십자형상의 가상선을 기준으로, 상기 각 도가니는 각 구역에 배열되는 것을 특징으로 하는 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서, 상기 히터수단은,
상기 진공챔버의 내측면을 향한 각 도가니의 면을 가열하도록 구비되는 외부히터; 및
상기 각 도가니의 상호 대향되는 면을 가열하도록 구비되는 내부히터를 포함하여 이루어지는 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
상기 내부히터는 상기 십자형상의 가상선을 따라 십자형상으로 구비되되, 상호 대면되는 각 도가니의 면 사이에 각각 구비되는 것을 특징으로 하는 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
상기 각 내부히터는 가열관이 다수 번 절곡된 판형상으로 형성되거나 다수 개 배열된 봉이 상기 도가니 면과 대응되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치.
- [청구항 6] 제4항에 있어서,
상기 외부히터와 각 내부히터는 각각의 작동 및 온도제어가 가능하도록 제어부가 더 구비되는 것을 특징으로 하는 태양전지용

- 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치.
- [청구항 7] 제2항에 있어서, 상기 냉각수단은,
상기 다수의 도가니 하측에 구비되어 다수의 도가니를 동시에 냉각시키는 것을 특징으로 하는 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치.
- [청구항 8] 제2항에 있어서, 상기 냉각수단은,
상기 각 도가니의 하측에 각각 구비되어 각 도가니를 각각 냉각시키는 것을 특징으로 하는 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치.
- [청구항 9] 제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 각 도가니를 하측에서 지지하는 도가니 지지대가 설치되고,
상기 도가니 지지대와 단열층 사이 냉각수단의 이동구간을 밀폐시키도록 하나 또는 복수의 유출방지 보호판이 더 구비되는 것을 특징으로 하는 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 유출방지 보호판의 재질은 흑연으로 된 것을 특징으로 하는 태양전지용 고 생산성 다결정 실리콘 잉곳 제조 장치.

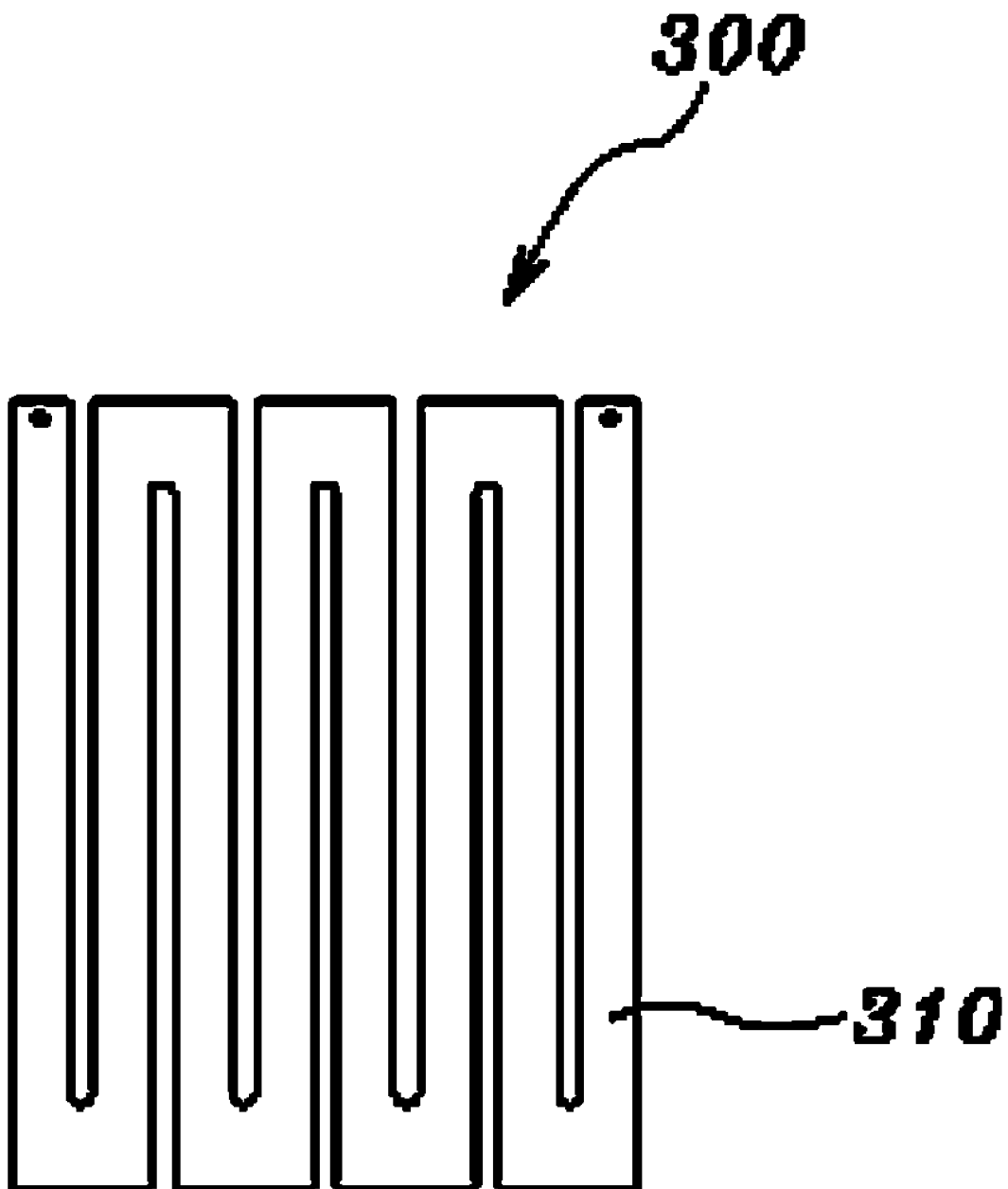
[Fig. 1]



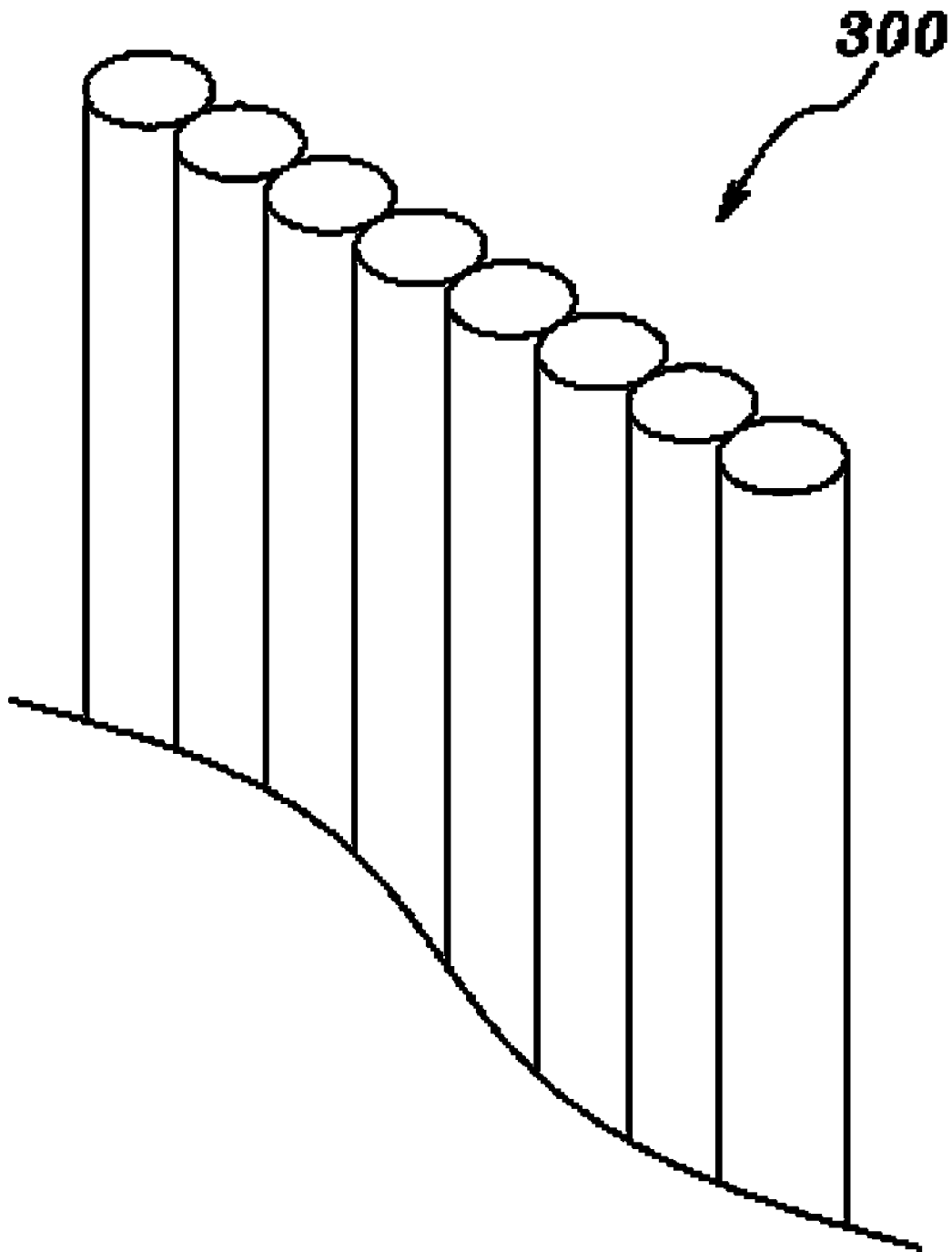
[Fig. 2]



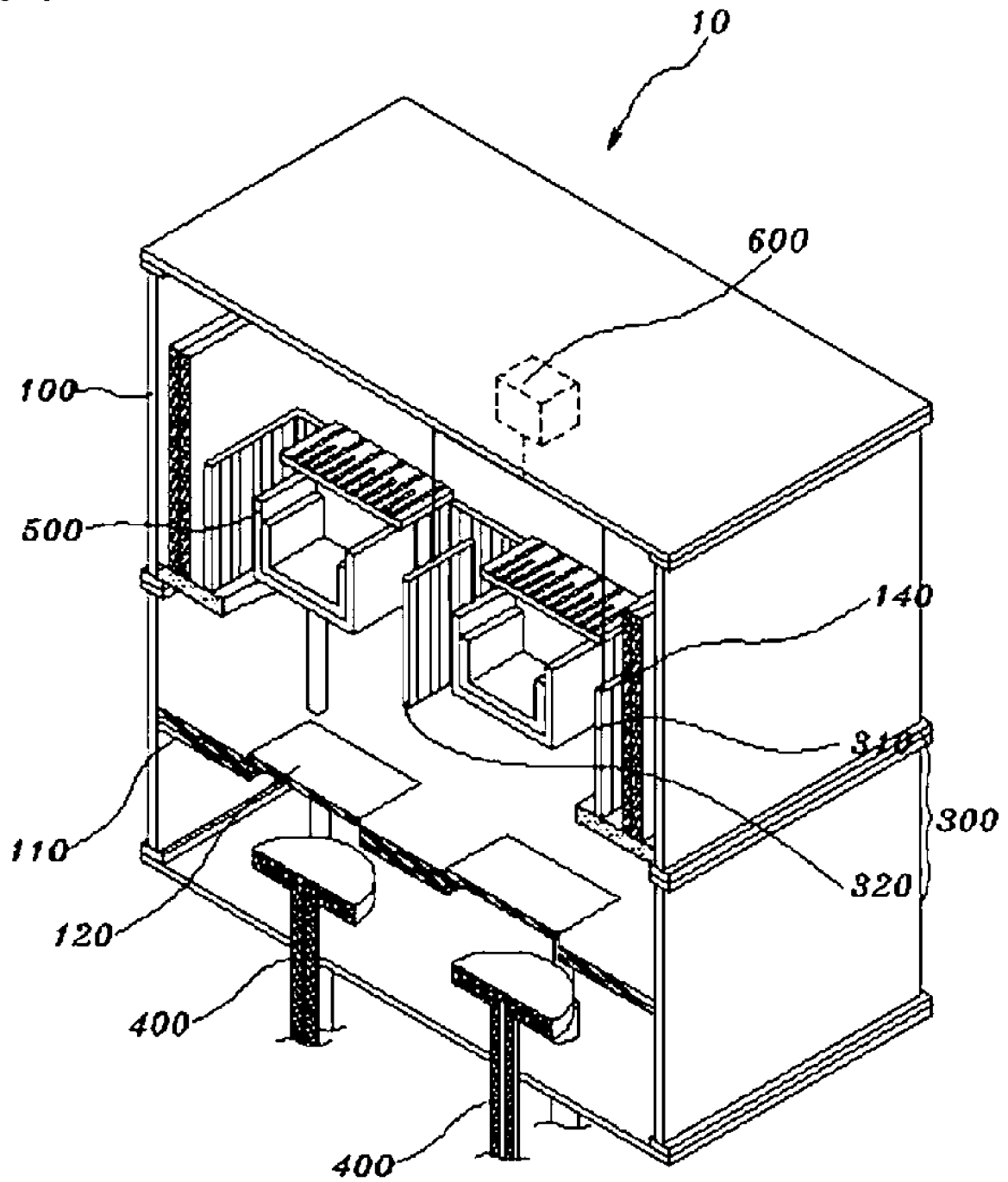
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]

