



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0077356  
(43) 공개일자 2017년07월06일

- |   |   |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>C30B 15/22 (2006.01) C30B 15/20 (2006.01)<br/>C30B 29/06 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>C30B 15/22 (2013.01)<br/>C30B 15/20 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2015-0187168<br/>(22) 출원일자 2015년12월28일<br/>심사청구일자 2015년12월28일</p> | <p>(71) 출원인<br/>주식회사 엘지실트론<br/>경상북도 구미시 임수로 53 (임수동)</p> <p>(72) 발명자<br/>박경태<br/>경상북도 구미시 3공단 3로 132-11</p> <p>(74) 대리인<br/>김기문</p> |
|---|---|

전체 청구항 수 : 총 8 항

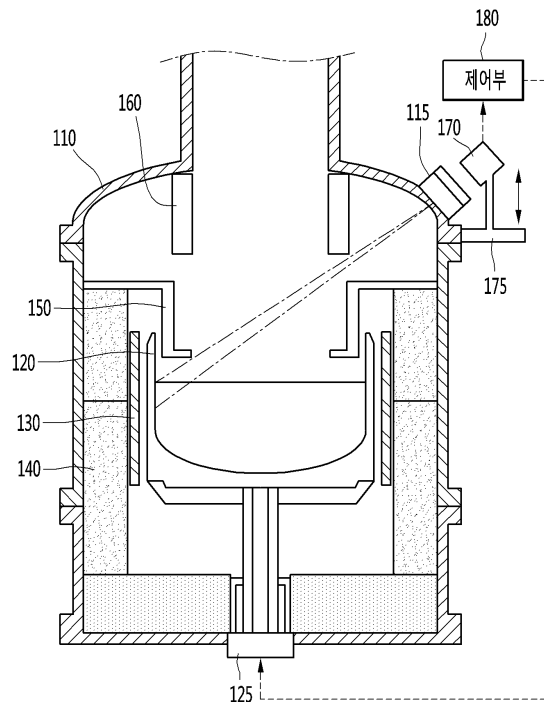
(54) 발명의 명칭 단결정 잉곳 성장장치

(57) 요약

본 발명은 단결정 잉곳 성장 중 실리콘 용액 계면 위치를 반복적으로 확인하고, 그에 따라 정확하게 멜트 캡을 제어할 수 있는 단결정 잉곳 성장장치에 관한 것이다.

본 발명은 단결정 잉곳을 성장시키는 밀폐 공간을 제공하는 챔버; 상기 챔버 내부에 구비되고, 다결정 실리콘을 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



녹여 실리콘 용액을 만드는 도가니; 상기 도가니를 상승시키는 도가니 승강부; 상기 도가니 둘레에 구비되고, 상기 도가니를 가열하는 히터; 상기 실리콘 용액 계면과 멜트 갭(melt gap)을 유지하고, 단결정 잉곳을 냉각시키는 열차폐부재(nop); 상기 도가니의 내주면 온도를 측정하는 온도센서; 상기 온도센서를 설정 시간 간격으로 승강시키는 센서 승강부; 및 상기 단결정 잉곳 성장 중 상기 온도센서가 승강됨에 따라 설정된 기준 온도로 측정되는 위치 변화(A-B=C)를 감지하고, 상기 위치 변화(C)에 따라 상기 도가니를 상승시켜 멜트 갭을 일정하게 유지하는 제어부;를 포함하는 단결정 잉곳 성장장치를 제공한다.

(52) CPC특허분류

**C30B 29/06** (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

단결정 잉곳을 성장시키는 밀폐 공간을 제공하는 챔버;  
상기 챔버 내부에 구비되고, 다결정 실리콘을 녹여 실리콘 용액을 만드는 도가니;  
상기 도가니를 상승시키는 도가니 승강부;  
상기 도가니 둘레에 구비되고, 상기 도가니를 가열하는 히터;  
상기 실리콘 용액 계면과 멜트 갭(melt gap)을 유지하고, 단결정 잉곳을 냉각시키는 열차폐부재(nop);  
상기 도가니의 내주면 온도를 측정하는 온도센서;  
상기 온도센서를 설정 시간 간격으로 승강시키는 센서 승강부; 및  
상기 단결정 잉곳 성장 중 상기 온도센서가 승강됨에 따라 설정된 기준 온도로 측정되는 위치 변화(A-B=C)를 감지하고, 상기 위치 변화(C)에 따라 상기 도가니를 상승시켜 멜트 갭을 일정하게 유지하는 제어부;를 포함하는 단결정 잉곳 성장장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
상기 온도센서는,  
다결정 실리콘이 실리콘 용액으로 녹여진 최초 시점에 상기 도가니에 담긴 실리콘 용액 계면의 온도를 기준 온도로 측정하는 단결정 잉곳 성장장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,  
상기 온도센서는,  
1428℃ ~ 1430℃를 기준 온도로 측정하는 단결정 잉곳 성장장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,  
상기 센서 승강부는,  
다결정 실리콘의 무게에 따라 설정된 상한값과 하한값 범위 내에서 상기 온도센서를 승강시키는 단결정 잉곳 성장장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,  
상기 제어부는,  
상기 단결정 잉곳 성장 중 설정 시간 간격으로 상기 도가니를 설정 높이(D)만큼 상승시키도록 상기 도가니 승강부를 제어하는 단결정 잉곳 성장장치.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 위치 변화(C)가 상기 설정 높이(D)와 동일하면, 상기 도가니를 설정 높이(D)만큼 상승시키고,

상기 위치 변화(C)가 상기 설정 높이(D)와 다르면, 상기 도가니를 상기 위치 변화(C)와 설정 높이(D)의 차이만큼 상승시키는 단결정 잉곳 성장장치.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 위치 변화(C)가 1mm 이상이면, 상기 도가니를 상기 위치 변화(C)만큼 상승시키고,

상기 위치 변화(C)가 1mm 미만이면, 상기 도가니의 높이를 그대로 유지하는 단결정 잉곳 성장장치.

**청구항 8**

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 온도센서는,

상기 챔버의 상부 일측에 구비된 투명창 외부에 구비되는 광학 고온계(optical pyrometer)인 단결정 잉곳 성장장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 단결정 잉곳 성장 중 실리콘 용액 계면 위치를 반복적으로 확인하고, 그에 따라 정확하게 멜트 갭을 제어할 수 있는 단결정 잉곳 성장장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 일반적으로 초크랄스키법(Czochralski)에 따른 실리콘 단결정을 성장시키는 단결정 잉곳 성장장치는, 도가니의 내부에 다결정 실리콘을 적재하고, 히터로부터 복사되는 열로 도가니에 담긴 다결정 실리콘을 용융시켜 실리콘 용액으로 만든 다음, 시드(seed)를 실리콘 용액에 담근 상태에서 서서히 회전시키는 동시에 상승시킨다.

[0003] 따라서, 시드 주변에 실리콘 용액이 결정화되고, 실리콘 용액의 표면으로부터 단결정 잉곳이 성장된다.

[0004] 물론, 단결정 잉곳이 성장되는 위치의 온도는 실리콘 용액의 용융점 이하를 유지시키기 위하여 실리콘 용액 계면 상층에 히터의 열을 차단하기 위한 열차폐부재가 구비된다.

[0005] 이때, 실리콘 용액 계면과 열차폐부재 사이의 간격을 멜트 갭으로 설정하는데, 단결정 잉곳의 품질을 향상시키기 위하여 공정 중에 멜트 갭을 적정한 거리로 유지하는 것이 필요하다.

[0006] 그런데, 열차폐 부재는 고정되는 반면, 실리콘 용액 계면은 공정이 진행될수록 줄어들기 때문에 멜트 갭을 적정한 거리로 유지하는 것이 어려운 실정이다.

[0007] 일본공개특허 제2006-149890호에는 실리콘 단결정을 성장시키는 중에 용액의 액면 위치를 정확하게 감지할 수 있는 장치가 개시되고 있는데, 성장된 잉곳을 다시 용해하여 잉곳의 체적을 계산하고, 용액의 액면 위치를 확인하도록 구성된다.

[0008] 그러나, 종래 기술은, 공정마다 다시 용해하는 공정을 진행함에 따라 공정 시간이 10시간 이상 증가될 수 있고, 열이 장시간에 걸쳐 도가니에 가해짐에 따라 도가니가 휘어지는 안전 사고가 발생될 수 있으며, 단결정 잉곳의 품질을 떨어뜨리는 문제점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 본 발명은 상기한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 단결정 잉곳 성장 중 실리콘 용액 계면 위치를 반복적으로 확인하고, 그에 따라 정확하게 멜트 갭을 제어할 수 있는 단결정 잉곳 성장장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 본 발명은 단결정 잉곳을 성장시키는 밀폐 공간을 제공하는 챔버; 상기 챔버 내부에 구비되고, 다결정 실리콘을 녹여 실리콘 용액을 만드는 도가니; 상기 도가니를 상승시키는 도가니 승강부; 상기 도가니 둘레에 구비되고, 상기 도가니를 가열하는 히터; 상기 실리콘 용액 계면과 멜트 갭(melt gap)을 유지하고, 단결정 잉곳을 냉각시키는 열차폐부재(nop); 상기 도가니의 내주면 온도를 측정하는 온도센서; 상기 온도센서를 설정 시간 간격으로 상승시키는 센서 승강부; 및 상기 단결정 잉곳 성장 중 상기 온도센서가 승강됨에 따라 설정된 기준 온도로 측정되는 위치 변화(A-B=C)를 감지하고, 상기 위치 변화(C)에 따라 상기 도가니를 상승시켜 멜트 갭을 일정하게 유지하는 제어부;를 포함하는 단결정 잉곳 성장장치를 제공한다.

**발명의 효과**

[0011] 본 발명에 따른 단결정 잉곳 성장장치는 단결정 잉곳 성장 공정 중 설정 시간 간격으로 센서 승강부가 작동되면, 온도센서가 승강됨에 따라 기준 온도로 측정되는 도가니의 내측면 위치 변화(C)를 감지하고, 위치 변화(C)에 따라 도가니를 상승시켜 멜트 갭을 일정하게 유지할 수 있다.

[0012] 따라서, 단결정 잉곳 성장 공정이 진행되는 중에 실리콘 용액 계면 위치를 정확하게 측정하고, 그에 따라 도가니의 상승을 제어하여 멜트 갭을 일정하게 유지함으로써, 공정 시간이 늘어나거나, 도가니가 휘어지는 안전사고를 사전에 방지할 수 있고, 나아가 단결정 잉곳의 품질을 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0013] 도 1은 본 발명의 단결정 잉곳 성장장치 일예가 도면.
- 도 2는 도 1에서 멜트 갭과 도가니의 온도 측정 위치가 도시된 도면.
- 도 3은 본 발명의 단결정 잉곳 성장 중 도가니의 높이에 따른 도가니의 온도 변화가 도시된 그래프.
- 도 4는 본 발명의 단결정 잉곳 성장방법 일예가 도시된 순서도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0014] 이하에서는, 본 실시예에 대하여 첨부되는 도면을 참조하여 상세하게 살펴보도록 한다. 다만, 본 실시예가 개시하는 사항으로부터 본 실시예가 갖는 발명의 사상의 범위가 정해될 수 있을 것이며, 본 실시예가 갖는 발명의 사상은 제안되는 실시예에 대하여 구성요소의 추가, 삭제, 변경 등의 실시변형을 포함한다고 할 것이다.

[0015] 도 1은 본 발명의 단결정 잉곳 성장장치 일예가 도면이고, 도 2는 도 1에서 멜트 갭과 도가니의 온도 측정 위치가 도시된 도면이다.

[0016] 본 발명의 단결정 잉곳 성장장치는 도 1 내지 도 2에 도시된 바와 같이 챔버(110)와, 도가니(120) 및 도가니 승강부(125)와, 히터(130)와, 단열재(140)와, 열차폐 부재(150)와, 냉각관(160)과, 온도센서(170) 및 센서 승강부(175)와, 제어부(180)를 포함하도록 구성된다.

[0017] 상기 챔버(110)는 실리콘 용액으로부터 잉곳을 성장시키기 위한 핫 존(Hot zone)을 형성하는 밀폐 공간으로써, 상기 도가니(120)와 히터(130) 및 단열재(140)가 내장된다.

[0018] 또한, 상기 챔버(110)의 상부 일측에 적어도 하나 이상의 투명창(115)이 구비되고, 상기 투명창(115)을 통하여 상기 챔버(110) 내부의 공정을 관찰할 수 있다.

[0019] 물론, 기존에도 상기 투명창(115) 외측에 광학 고온계를 구비함으로써, 상기 투명창(115)을 통하여 단결정 잉곳의 직경을 측정하거나, 실리콘 용액의 온도를 측정하고 있다.

[0020] 또한, 본 발명에서는 기존의 광학 고온계를 상기 온도센서(170)로 구성함으로써, 상기 도가니(120)의 내주면 온도를 측정하도록 구성하며, 하기에서 상세히 설명하기로 한다.

- [0021] 상기 도가니(120)는 실리콘 용액이 담기는 용기로써, 다결정 실리콘을 용융시켜 실리콘 용액을 만들게 된다. 실시예에서, 상기 도가니(120)는 석영 재질의 내주부와, 흑연 재질의 외주부로 구성된다.
- [0022] 상기 도가니 구동부(125)는 상기 도가니(120)의 하측에 구비되는데, 구동축과 페데스탈(pedestal)로 구성될 수 있으며, 단결정 잉곳 성장 공정이 진행되는 중 상기 도가니(120)를 회전 및 승강시킬 수 있다.
- [0023] 실시예에서, 상기 도가니 구동부(125)는 단결정 잉곳 성장 공정이 진행될수록 실리콘 용액이 줄어듦에 따라 벨트 갭(G)을 일정하게 유지하기 위하여 상기 도가니(120)를 10분 간격으로 1mm 상승시키도록 구성될 수 있으나, 한정되지 아니한다.
- [0024] 상기 히터(130)는 상기 도가니(120)를 가열하는 열원으로써, 상기 도가니(120) 둘레에 구비된다.
- [0025] 상기 단열재(140)는 상기 히터(130)의 열이 상기 챔버(110)의 측면을 통하여 빠져나가는 것을 방지하기 위하여 상기 히터(130)를 에워 싸도록 상기 챔버(110) 내주면에 구비된다.
- [0026] 상기 열차단부재(150)는 실리콘 용액으로부터 성장되는 단결정 잉곳이 통과할 수 있는 형태로 구성되는데, 그 상단이 상기 단열재(140)의 상측에 고정되고, 그 하단이 상기 도가니(120)에 담긴 실리콘 용액 계면과 벨트 갭(G)을 유지하도록 설치된다.
- [0027] 상기 냉각관(160)은 냉각수가 유동되는 관이 원통 형상의 케이스에 내장된 형태로 구성되는데, 상기 열차단부재(150)를 통과한 단결정 잉곳이 통과할 수 있도록 상기 챔버(110)의 내측 상단에 고정된다.
- [0028] 따라서, 실리콘 용액으로부터 성장되는 단결정 잉곳은 상기 열차단부재(150)와 냉각관(160)을 순차적으로 통과하면서 냉각된다.
- [0029] 상기 온도센서(170)는 상기 투명창을 통하여 상기 도가니(120)의 내주면 온도를 측정하는 광학 고온계로 구성되는데, 기존에 실리콘 용액 계면의 온도를 측정하기 위하여 설치되는 광학 고온계를 사용할 수 있으며, 측정 시야를 가릴 수 있는 냉각관(160)에 홀을 형성시킬 수도 있다.
- [0030] 상기 센서 승강부(175)는 단결정 잉곳 성장 공정 중에 설정 시간 간격으로 상기 온도센서(170)를 상하 방향으로 이동시킬 수 있도록 구성되는데, 설정된 범위 내에서 상기 온도센서(170)를 승강시키도록 한다.
- [0031] 실시예에서, 상기 센서 승강부(175)는 넥(neck)과 숄더(shoulder) 및 바디(body)를 성장시키는 공정이 진행되는 동안 10분 간격으로 상기 온도센서(170)를 소정 범위 내에서 승강시킨다.
- [0032] 실시예에서, 150kg의 다결정 실리콘을 녹여 실리콘 용액으로 만들면, 최초 실리콘 용액 계면이 상기 도가니(120) 내측에 298mm ~ 302mm 높이에서 형성되는 것을 고려하여, 상기 센서 승강부(175)는 상기 온도센서(170)에 의해 측정되는 상기 도가니(120)의 내주면 위치를 하한값 298mm와 상한값 302mm 범위에 내에서 상기 온도센서(170)를 승강시킨다.
- [0033] 상기 제어부(180)는 상기 도가니 승강부(125)와 센서 승강부(175)의 작동을 제어하는데, 단결정 잉곳 성장 공정 중 기준 온도에 해당되는 도가니(120)의 내주면 위치(A,B)를 설정 시간 간격으로 확인하고, 기준 온도에 해당되는 도가니(120)의 내주면 위치가 변동(A-B=C)되는 것을 고려하여 도가니(120)의 상승시키도록 제어한다.
- [0034] 실시예에서, 상기 제어부(180)는 기준 온도를 실리콘 용액 계면의 온도인 1428℃ ~ 1430℃로 설정할 수 있으며, 한정되지 아니한다.
- [0035] 실시예에서, 상기 제어부(180)는 단결정 잉곳 성장 공정 중 10분 간격으로 상기 온도센서(160)가 1428℃로 측정하는 도가니(120)의 내주면 지점(A,B)을 확인하고, 1428℃로 측정되는 위치 변화(A-B=C)를 확인한 다음, 위치 변화(C)를 고려하여 상기 도가니 승강부(175)의 작동을 제어하여 상기 도가니(120)를 상승시킨다.
- [0036] 물론, 상기 도가니 승강부(175)는 자동 설정된 프로그램에 따라 상기 도가니(120)를 설정 시간 간격으로 상승시키거나, 별도로 자동 프로그램이 설정되지 않더라도 상기 제어부(180)에 의해 상기와 같이 그 작동이 제어될 수 있다.
- [0037] 도 3은 본 발명의 단결정 잉곳 성장 중 도가니의 높이에 따른 도가니의 온도 변화가 도시된 그래프이다.
- [0038] 본 발명의 단결정 잉곳 성장 공정을 진행하기 전, 도 3에 도시된 바와 같이 150kg의 다결정 실리콘을 용융시키면, 1430℃로 측정되는 실리콘 용액 계면의 높이가 도가니의 내주면 300mm 지점에 위치한다.
- [0039] 하지만, 시드가 실리콘 용액에 담긴 상태에서 서서히 회전하면서 인상됨에 따라 단결정 잉곳이 성장되고, 실리

콘 용액 계면의 높이가 낮아지는데, 1430℃로 측정되는 실리콘 용액 계면 높이가 도가니의 내주면 220mm 지점에 위치한다.

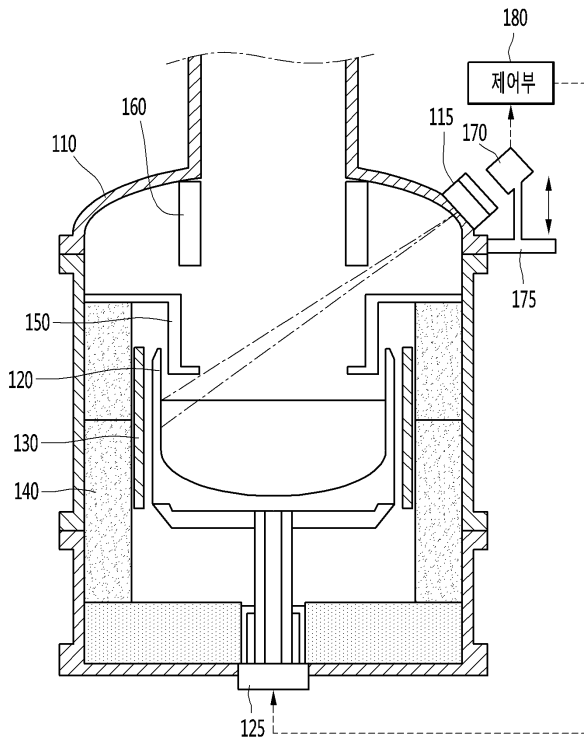
- [0040] 따라서, 도가니의 내주면 온도를 측정하면, 단결정 잉곳 성장 공정이 진행되는 중에 실리콘 용액 계면 높이를 정확하게 측정할 수 있다.
- [0041] 도 4는 본 발명의 단결정 잉곳 성장방법 일예가 도시된 순서도이다.
- [0042] 먼저, 벨팅 공정을 진행한 다음, 기준 온도의 도가니 위치(A)를 확인한다.(S1,S2 참조)
- [0043] 기준 온도는 실리콘 용액 계면의 온도인 1428℃ ~ 1430℃ 범위 내에서 설정되고, 벨팅 완료 시점에서 기준 온도로 측정되는 도가니 내주면의 위치(A)가 최소 실리콘 용액 계면의 위치로 볼 수 있다.
- [0044] 다음, 잉곳 성장 공정을 진행하는 동안, 설정 시간 간격으로 기준 온도의 도가니 위치(B)를 확인한다.(S3,S4,S5 참조)
- [0045] 잉곳 성장 공정이 진행될수록 실리콘 용액으로부터 넥과 솔더 및 바디가 순차적으로 성장되고, 도가니에 남은 실리콘 용액이 줄어들어 따라 실리콘 용액 계면 위치가 도가니의 내측에서 낮아지게 된다.
- [0046] 따라서, 10분 간격으로 이전에 측정된 기준 온도의 도가니 위치(A)보다 현재에 측정된 기준 온도의 도가니 위치(B)도 역시 도가니의 내측에서 낮아지게 된다.
- [0047] 다음, 기준 온도의 도가니 위치 변화(A-B=C)를 산출한다.(S6 참조)
- [0048] 그런데, 잉곳 성장 공정 중 벨트 갭을 일정하게 유지하기 위하여 도가니를 설정 시간 간격으로 설정 높이(D)만큼 상승시키도록 자동 제어하는 경우와, 자동 제어하지 않는 경우로 나뉜다.
- [0049] 도가니의 승강을 자동 제어하는 경우, 위치 변화(C)가 설정 높이(D)와 동일하면, 도가니를 설정 높이(D)만큼 상승시키고, 위치 변화(C)가 설정 높이(D)와 다르면, 도가니를 설정 위치 변화(C)와 설정 높이(D)의 차이만큼 상승시킨다.(S7,S8,S9 참조)
- [0050] 대개, 잉곳 성장 공정 중에 도가니를 10분 간격으로 1mm 상승시키도록 자동 제어하고 있다.
- [0051] 도가니의 승강을 자동 제어하지 않는 경우, 위치 변화(C)가 1mm 이상이면, 도가니를 위치 변화(C)만큼 상승시키고, 위치 변화(C)가 1mm 미만이면, 도가니의 높이를 그대로 유지하도록 제어할 수도 있다.
- [0052] 상기와 같이, 잉곳 성장 공정이 진행되는 동안, 반복적으로 도가니의 내주면 온도에 따라 실리콘 용액 계면 위치를 확인하고, 실리콘 용액 계면이 변화한 정도에 따라 도가니의 상승을 제어함으로써, 벨트 갭을 일정하게 유지할 수 있고, 나아가 단결정 잉곳의 품질을 향상시킬 수 있다.

**부호의 설명**

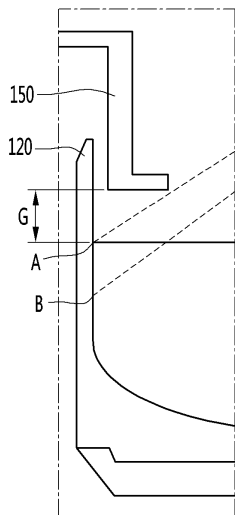
- [0053] 110 : 챔버      120 : 도가니
- 125 : 도가니 승강부      130 : 히터
- 140 : 단열재      150 : 열차폐부재
- 160 : 냉각관      170 : 온도센서
- 175 : 센서 승강부      180 : 제어부

도면

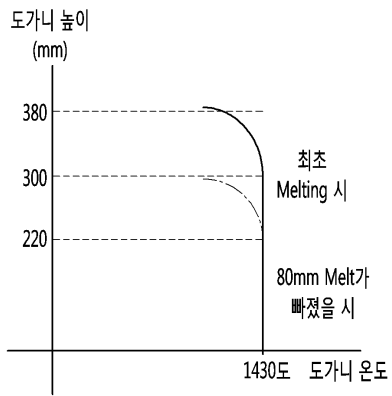
도면1



도면2



도면3



도면4

