

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-332022  
(P2007-332022A)

(43) 公開日 平成19年12月27日(2007.12.27)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>C01B 33/02</b> (2006.01)	C01B 33/02 E	4G072
<b>C30B 29/06</b> (2006.01)	C30B 29/06 5O1Z	4G077
<b>C30B 28/06</b> (2006.01)	C30B 28/06	5F051
<b>H01L 31/04</b> (2006.01)	H01L 31/04 X	

審査請求 有 請求項の数 9 OL (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2007-153180 (P2007-153180)	(71) 出願人	507191371
(22) 出願日	平成19年6月8日(2007.6.8)		ヨンサン・チョ
(31) 優先権主張番号	10-2006-0053214		CHO, Young Sang
(32) 優先日	平成18年6月13日(2006.6.13)		大韓民国、403-853 インチョン、
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		ブピョング、チョンチョンドン 2、
(31) 優先権主張番号	10-2007-0027424		175-25、エイテック・システム・
(32) 優先日	平成19年3月21日(2007.3.21)		インコーポレイテッド
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		A-Tech System Inc.
			175-25 Cheongcheon-
			Dong 2, Bupyung-Gu,
			Incheon, 403-853,
			Korea

最終頁に続く

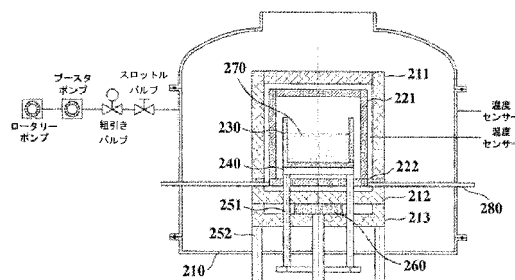
(54) 【発明の名称】 多結晶シリコンインゴット製造装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 冷却プレートを用いてルツボに溶融したシリコンを凝固させることにより、均一な結晶粒を形成する太陽電池用の多結晶シリコンインゴットを製造するための装置を提供する。

【解決手段】 多結晶シリコンインゴットの製造装置は、シリコンを溶融するためのルツボ230と、前記ルツボの高さを調節するための移送軸251と、前記ルツボ230を加熱するためのヒーター221, 222と、前記ルツボ230の下部に位置して前記ルツボを冷却するための冷却プレート260とを含む。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

シリコン溶融するためのルツボと、  
前記ルツボの高さを調節するための移送軸と、  
前記ルツボを加熱するためのヒーターと、  
前記ルツボの下部に位置して前記ルツボを冷却するための冷却プレートと  
を含む多結晶シリコンインゴット製造装置。

## 【請求項 2】

前記移送軸は、前記ルツボの下部に取り付けた受け台の角部に設けられる  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の多結晶シリコンインゴット製造装置。

10

## 【請求項 3】

前記ヒーターは、前記ルツボの前面に設けられる  
ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の多結晶シリコンインゴット製造装置。

## 【請求項 4】

前記ヒーターは、前記ルツボの下部に位置し、かつ複数個で形成され、水平に移動可能  
である  
ことを特徴とする請求項 3 に記載の多結晶シリコンインゴット製造装置。

## 【請求項 5】

前記冷却プレートの内部は、流体冷媒を用いる  
ことを特徴とする請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の多結晶シリコンインゴッ  
ト製造装置。

20

## 【請求項 6】

前記ルツボ、前記移送軸、前記ヒーター及び前記冷却プレートは、ポンプにより真空状  
態にされるチャンバ内に設けられる  
ことを特徴とする請求項 5 に記載の多結晶シリコンインゴットの製造装置。

## 【請求項 7】

前記チャンバの壁面内部には、冷却水が流れるための管が形成されている  
ことを特徴とする請求項 6 に記載の多結晶シリコンインゴットの製造装置。

## 【請求項 8】

前記ヒーターの周りには、熱の損失を防止するための複数の断熱板が設けられる  
ことを特徴とする請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項に記載の多結晶シリコンインゴッ  
トの製造装置。

30

## 【請求項 9】

前記断熱板は、前記ルツボの下部に位置し、かつ複数個で形成され、水平に移動移動可  
能である  
ことを特徴とする請求項 8 に記載の多結晶シリコンインゴット製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、シリコンインゴット製造装置に関し、より詳しくは、太陽電池として使用さ  
れる多結晶シリコンインゴットを製造するための装置に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

最近、毎年数十%に至る太陽電池の需要の増加につれ、太陽電池用の多結晶シリコンイ  
ンゴットの需要も同様に毎年大幅に増加している。一般的に、太陽電池用の多結晶シリコ  
ンインゴットは、石英又は黒鉛ルツボに原料シリコンを充填してから溶融及び方向性凝固  
の過程により製造される。

## 【0003】

図 1 は、従来 of シリコンインゴット製造装置の断面図である。

## 【0004】

50

既存のシリコンインゴット製造装置は、内部にホットゾーン(Hot zone)が形成されるチャンバからなる本体140と、原料シリコンを入れる石英又は黒鉛ルツボ170と、石英又は黒鉛ルツボ170を支持するための支持手段(図示せず)と、原料シリコンの溶融のための輻射熱エネルギーを提供するためにルツボ170の周辺に配置される組立型の四角ヒーター110と、ルツボ170周囲に放出される熱を遮断するためにルツボ170及び組立型の四角ヒーター110の周囲に配置される断熱部材190と、装置の温度制御のために冷却水の入口ライン150及び冷却水の出口ライン180を有する冷却ジャケット160とを備えてなる。従って、石英又は黒鉛ルツボの内部にルツボ保護層をコーティングして原料シリコンを充填した後、ルツボと完成済みの組立型の四角ヒーターをキャストイング装置に組み立てる(例えば、特許文献1参照)。

10

**【0005】**

このようにルツボと組立型の四角ヒーターとをキャストイング装置の内部に設けた後、真空をかけて装置内の空気を除去し、真空状態の装置内にアルゴンガスを供給して内部の圧力を常圧にする。こうした過程を3回以上繰り返す。装置壁面の冷却のために冷却水を供給し、続けて組立型の四角ヒーター側に電源を供給してルツボ内部の温度を1,450

以上に加熱した後、このような状態を2時間以上維持する。また、ルツボ内部の充填シリコンが完全溶融すれば、組立型の四角ヒーター側に提供される電源を制御してルツボ下部から上部の方への冷却を行う。

**【0006】**

しかしながら、ヒーターに提供される電源の制御のみではルツボの下部からの冷却が一定ではないことから、均一な結晶成長が困難であり、インゴット物性の不均一性をもたらず欠点がある。

20

**【0007】**

また、従来には、より改善された温度制御のためにルツボ170を上下に移動可能にするためにルツボの受け台の中心部に移送軸を備えたものがあるが、ルツボ170に加えられた熱が移送軸を通じて外部に逃げて損失される問題点がある(例えば、特許文献2、3参照)

**【0008】**

【特許文献1】米国特許第6,136,091号明細書

【特許文献2】特開平11-092284号公報

30

【特許文献3】特開平11-116386号公報

**【発明の開示】**

【発明が解決しようとする課題】

**【0009】**

前記の如く問題点を解決するために、本発明は、冷却プレートを用いて、ルツボに溶融したシリコンを凝固させることにより、均一な結晶粒を形成することができる太陽電池用の多結晶シリコンインゴットを製造するための装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

**【0010】**

本発明の多結晶シリコンインゴット製造装置は、シリコンを溶融するためのルツボと、前記ルツボの高さを調節するための移送軸と、前記ルツボを加熱するためのヒーターと、前記ルツボの下部に位置して前記ルツボを冷却するための冷却プレートとを含む。

40

【発明の効果】

**【0011】**

本発明の多結晶シリコンインゴット製造装置によれば、冷却プレートを用いてルツボに溶融したシリコンを凝固させることにより、欠陥が少なく、かつ均一な結晶粒が形成される太陽電池用多結晶シリコンインゴットを製造することができるという顕著で有利な効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

**【0012】**

50

以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態を詳細に説明する。まず、本明細書及び特許請求の範囲に使用された用語や単語は、通常かつ辞典的な意味で限定して解釈してはならず、発明者は自分自身の発明を最も良い方法で説明するために用語の概念を適切に定義することができるという原則に基づいて、本発明の技術的思想に符合する意味と概念として解釈すべきである。

【0013】

従って、本明細書に記載された実施の形態と図面に示された構成は、本発明の最も好適な一実施の形態に過ぎないものであり、本発明の技術的思想を全て代弁するものではないので、本出願時点においてこれらを代替できる様々な均等物と変形例があり得ることを理解しなければならない。

【0014】

図2は、本発明による多結晶シリコンインゴット製造装置の分解斜視図である。

【0015】

リング型のチャンバ210内にシリコンを溶解するためのルツボ230が位置している。チャンバ210の壁面内部には管が形成されていて、冷却水ライン(図示せず)から供給された冷却水が流れている。また、温度センサーが備えられてチャンバの温度を測定することができる。

【0016】

本発明によると、チャンバ210内に真空を形成するためのポンプとしてブースタポンプ及びロータリーポンプを使用することができる。なお、適切な真空度を保持するための粗引きバルブ(roughing valve)とスロットルバルブ(throttle valve)を用いている。

【0017】

ルツボ230の下部には炭素素材の受け台240があり、ルツボ230を加熱するためにルツボ230の前面に第1及び第2ヒーター221、222が備えられている。ヒーターは、チャンバの外部から連結された電源供給装置(図示せず)と連結されていて、供給された電源により熱を発する。熱はヒーターの付近に備えられた複数の温度センサーを通じて制御部に表示される。受け台240の下部にはルツボ230を上下に移動させるために第1移送軸251が備えられている。第1移送軸251は、受け台240の4箇所角部に備えられている。一般的に、受け台の中心部に移送軸を備えた場合、ルツボ230に加えられた熱が移送軸を通じて外部に逃げて損失するが、受け台の角部に移送軸251を備える場合は、こうした熱損失を極力抑えることができる利点がある。ルツボ230の下部にある第2ヒーター222は、開閉可能な二つのヒーターからなり、ルツボ230の加熱時には閉鎖されているが、加熱を完了した後、冷却を行うために第1移送軸251の作動によりルツボ230が下向きに移動する前に、水平に作動する移送ジグ280により互いに隣接したチャンバの壁面に移動することにより開放される。

【0018】

第2ヒーター222の下部は、第2ヒーター222と同様に水平に作動する移送ジグ280により開閉可能な二つの断熱板212からなっていることから、第1移送軸251によりルツボ230が下部に移動する前に、第2ヒーター222と同様に水平に移動することにより開放される。

【0019】

第2断熱板の下部には冷却プレート260が備えられており、加熱されたルツボ230を冷却させる。冷却プレート260を使用すると、冷却速度を加速させて冷却効率を極大化することができる。つまり、冷却速度を適切に調節することにより、溶融シリコンの凝固工程の最適化を図ることができる。

【0020】

本発明による他のチャンバは、制御板によりチャンバ内の真空度、ヒーターの温度、チャンバの温度、加熱時間及び各構成を自動的に制御することができる。

【0021】

図3乃至図7は、溶融したシリコンを冷却させる工程を示すものである。

## 【0022】

まず、チャンバ210内に備えられたルツボ230に高純度のシリコン原料を装入してチャンバ210を密閉させる。

## 【0023】

本発明の実施の形態によると、シリコン原料以外にn型又はp型の不純物を共に添加して多結晶シリコンの電気的特性を制御することができる。

## 【0024】

密閉されたチャンバ210内部は、ポンプとバルブを用いて $10^{-2}$ 乃至 $10^{-4}$  torr範囲の真空度を保持する。次に第1及び第2ヒーター221、222を作動してルツボ230を加熱する。ルツボ230が加熱されると、装入されたシリコンは次第に溶融し始める。溶融が完了すると、さらにルツボ230を冷却させて溶融したシリコン270を凝固させる必要がある。

10

## 【0025】

図3に示すように、冷却プレート260を用いて溶融したシリコン270を凝固させるために、先ず、第1ヒーター221の温度は下げ、第2ヒーター222は電源を遮断する。次に、第2移送軸252を作動させて第3断熱板213を下部に移動することにより、第2ヒーター222と第2断熱板212を露出させる。露出したところにルツボ230の熱が放出されながら溶融したシリコン270の部分凝固が始まる。

## 【0026】

この際に、図4に示すように、第1断熱板211と第3断熱板213との間に形成された空間に移送ジグ280を作動させて第2ヒーター222と第2断熱板212を水平に動かして開放する。

20

## 【0027】

本発明による断熱板211、212、213は、複数層に形成することにより、ルツボの冷却速度を調節することができる。

## 【0028】

次に、図5に示すように、ルツボ230の下部に取り付けられた受け台240に冷却プレート260を接触させた後、第1移送軸251を動かす方式を取る。

## 【0029】

本発明による冷却プレート260は内部に流体冷媒、例えば、冷却水が流れる水冷式を用いることができる。冷却プレート260を用いてルツボ230の下部の冷却を促進すると、溶融したシリコン270は、冷却プレートが接しているルツボの下部から凝固し始めて上部方向に進行する。この際、冷却速度は、上下への移送軸251、252の移送速度、冷却プレート260内へ流れる冷媒の温度、ヒーターの温度などを調節することで制御される。ルツボ230は、冷却プレート260により冷却すると共に下降し、同時に冷却の極大化が進行し、第3断熱板213と接触する。冷却プレート260により溶融したシリコン270の凝固が完了すると、再びルツボ230を上部へ移送し、追加して第1及び第2ヒーター221、222を加熱して900乃至1200でアニーリング工程を行う。

30

## 【0030】

本発明によるアニーリング工程は、溶融したシリコン270が凝固しつつ結晶成長する過程で熱応力などにより発生する多結晶シリコン内の各種欠陥を最小化するに役立つ。

40

## 【0031】

アニーリング工程が完了すると、図7に示すように、チャンバ210内にパージガスを注入し、チャンバ210内の圧力が常圧に至ると、チャンバ210を開放して凝固した試料を取り出す。

## 【0032】

本発明の実施の形態によれば、多結晶シリコンインゴットを形成するためにシリコンシード(seed)を用いた場合、結晶成長面において、面111を中心とする多結晶シリコンの製造が可能で、面111の法線から30°以内の面を中心とする結晶が40%以上を占め

50

る多結晶シリコンも製造することができる。

【0033】

前述した過程は、制御部に入力した設定値により自動的に行われる。

【0034】

以上、好適な実施の形態を挙げて説明したが、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の精神を逸脱しない範囲内で、当該発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者によって各種変更及び修正が可能であることは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】従来のポリシリコンインゴット製造装置の断面図。

10

【図2】本発明による多結晶シリコンインゴット製造装置の断面図。

【図3】本発明によるインゴット製造装置の工程順序図。

【図4】本発明によるインゴット製造装置の工程順序図。

【図5】本発明によるインゴット製造装置の工程順序図。

【図6】本発明によるインゴット製造装置の工程順序図。

【図7】本発明によるインゴット製造装置の工程順序図。

【符号の説明】

【0036】

210 チャンバ

211 第1断熱板

20

212 第2断熱板

213 第3断熱板

221 第1ヒーター

222 第2ヒーター

230 ルツボ

240 受け台

251 第1移送軸

252 第2移送軸

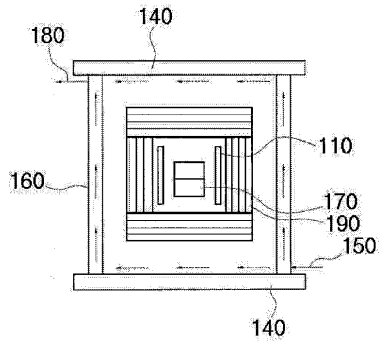
260 冷却プレート

270 溶融シリコン

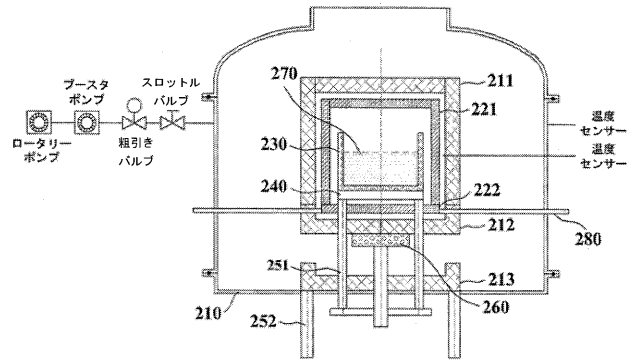
30

280 移送ジグ

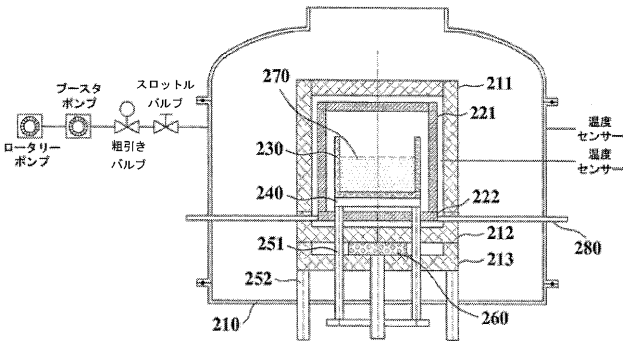
【 図 1 】



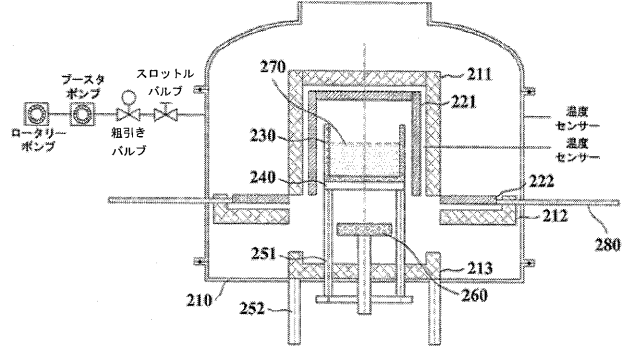
【 図 3 】



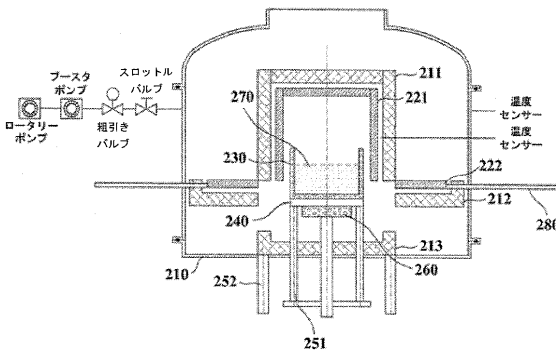
【 図 2 】



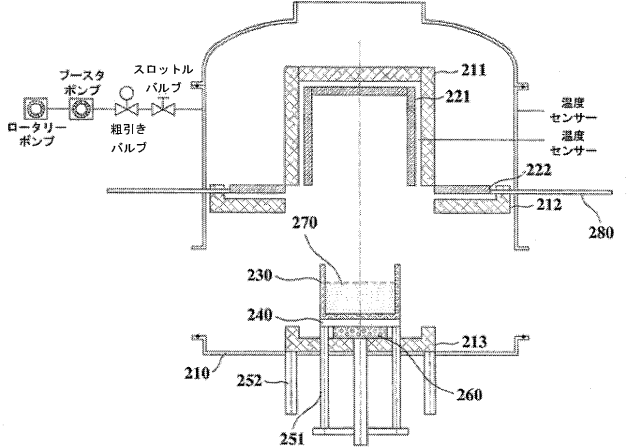
【 図 4 】



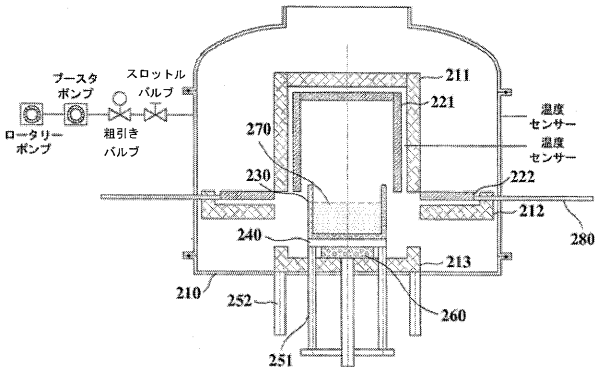
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



## フロントページの続き

(71)出願人 507191382

ヨンジョ・キム

KIM, Young Jo

大韓民国、402-749 インチョン、ナム-グ、ドホワ-ドン 177、ユヴァーシティー・  
オブ・インチョン・ビジネス・インキュベーター 109、インソテック・インコーポレイテッド  
Insolteq Inc. #109 University of Incheon Bus  
iness Incubator, 177 Dohwa-dong, Nam-gu, Inc  
heon, 402-749, Korea

(74)代理人 100110423

弁理士 曾我 道治

(74)代理人 100084010

弁理士 古川 秀利

(74)代理人 100094695

弁理士 鈴木 憲七

(74)代理人 100111648

弁理士 梶並 順

(74)代理人 100147566

弁理士 上田 俊一

(72)発明者 ヨンサン・チョ

大韓民国、403-853 インチョン、ブピョン-グ、チョンチョン-ドン 2、175-25  
、エイ-テック・システム・インコーポレイテッド

(72)発明者 ヨンジョ・キム

大韓民国、402-749 インチョン、ナム-グ、ドホワ-ドン 177、ユヴァーシティー・  
オブ・インチョン・ビジネス・インキュベーター 109、インソテック・インコーポレイテッド

Fターム(参考) 4G072 AA01 BB01 BB12 GG01 GG03 GG04 GG05 HH01 LL03 MM08

NN01 RR21 UU02

4G077 AA02 CD08 EG15 EG18 EG19 EG25 HA01 MB14 MB22 MB24

MB26

5F051 CB05 CB30