

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第4868430号  
(P4868430)

(45) 発行日 平成24年2月1日(2012.2.1)

(24) 登録日 平成23年11月25日(2011.11.25)

(51) Int.Cl.

F I

C 3 O B 29/06 (2006.01)

C 3 O B 29/06 5 O 2 A

C 3 O B 15/02 (2006.01)

C 3 O B 15/02

請求項の数 11 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2003-33055 (P2003-33055)	(73) 特許権者	000184713
(22) 出願日	平成15年2月12日 (2003.2.12)		SUMCO TECHXIV株式会社
(65) 公開番号	特開2004-244236 (P2004-244236A)		長崎県大村市雄ヶ原町1324番地2
(43) 公開日	平成16年9月2日 (2004.9.2)	(74) 代理人	100115897
審査請求日	平成18年1月16日 (2006.1.16)		弁理士 田中 秀晴
審判番号	不服2009-15810 (P2009-15810/J1)	(72) 発明者	田中 英樹
審判請求日	平成21年8月27日 (2009.8.27)		神奈川県平塚市四之宮三丁目25番1号
			コマツ電子金属株式会社内
		(72) 発明者	松隈 伸
			神奈川県平塚市四之宮三丁目25番1号
			コマツ電子金属株式会社内
		(72) 発明者	金原 崇浩
			神奈川県平塚市四之宮三丁目25番1号
			コマツ電子金属株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リチャージ装置、インゴット引上げ装置、及びインゴット製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

略筒状のホッパー本体と、前記ホッパー本体の下端開口部を開閉する底蓋と、前記底蓋を吊り下げたシャフトと、を有するリチャージ装置において、

塊状の多結晶シリコンが装填される前記ホッパー本体の下部筒体を透明石英で構成し、前記底蓋の材質に、透明石英よりも赤外線透過率の低い物質を用いたことを特徴とするリチャージ装置。

【請求項2】

略筒状のホッパー本体と、前記ホッパー本体の下端開口部を開閉する底蓋と、前記底蓋を吊り下げたシャフトと、を有するリチャージ装置において、

前記底蓋は、中空円錐形状であって、底面に空気穴を有し、前記底蓋の材質に、気泡を含んだ石英ガラスを用いたことを特徴とするリチャージ装置。

【請求項3】

略筒状のホッパー本体と、前記ホッパー本体の下端開口部を開閉する底蓋と、前記底蓋を吊り下げたシャフトと、を有するリチャージ装置において、

塊状の多結晶シリコンが装填される前記ホッパー本体の下部筒体を透明石英で構成し、前記底蓋の材質に、赤外線透過率が40%～60%の石英を用いたことを特徴とするリチャージ装置。

【請求項4】

前記底蓋は、中空円錐形状であって、底面に空気穴を有することを特徴とする請求項 1 または 3 に記載のリチャージ装置。

【請求項 5】

前記シャフトに設けられ前記ホッパー本体を掛止するためのストッパーを有することを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れか 1 つに記載のリチャージ装置。

【請求項 6】

前記ホッパー本体に、前記シャフトを覆う略円筒形状の石英管を有することを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れか 1 つに記載のリチャージ装置。

【請求項 7】

前記ホッパー本体に、回り止めを有することを特徴とする請求項 1 ~ 6 の何れか 1 つに記載のリチャージ装置。

【請求項 8】

ホッパー本体と、シャフトと、底蓋とを有するリチャージ装置において、

前記ホッパー本体は、略円筒形状の石英ガラスの筒体と、前記筒体の上部を覆う天板と、前記天板に穿設されたシャフト挿通用の貫通穴と、前記筒体の外周に設けられた第 1 のストッパーと、を有し、

前記シャフトは、吊り棒と、前記吊り棒の中程に固定され前記ホッパー本体を掛止するための第 2 のストッパーと、前記底蓋と一体として成形された石英ガラス棒と、前記吊り棒と前記石英ガラス棒とを連結する連結器と、前記吊り棒と前記石英ガラス棒と前記連結器とを覆う略円筒形状の石英管と、を有し、

前記底蓋は、気泡を含んだ石英ガラスからなる、ことを特徴とするリチャージ装置。

【請求項 9】

インゴットの原料融液を収容する坩堝と、前記原料融液を加熱するヒータと、前記坩堝及びヒータを収容するチャンバと、前記インゴットの原料を追加するためのリチャージ装置と、を有するインゴット引上げ装置において、

前記リチャージ装置は、略筒状のホッパー本体と、前記ホッパー本体の下端開口部を開閉する底蓋と、前記底蓋を吊り下げたシャフトと、を有し、

前記底蓋は、中空円錐形状であって、底面に空気穴を有し、

前記底蓋の材質に気泡を含んだ石英ガラスを用いたことを特徴とするインゴット引上げ装置。

【請求項 10】

インゴットの原料融液を収容する石英坩堝と、前記石英坩堝を囲繞する黒鉛坩堝と、前記黒鉛坩堝を囲繞するヒータと、前記各部材を収容するチャンバと、チャンバの上部にゲートバルブを介して設けられたサブチャンバと、前記サブチャンバの前面に設けられた開閉可能なサブチャンバ蓋と、前記サブチャンバの内面に設けられたフランジ状のゲートと、上下動可能に支持したシード軸と、前記シード軸に吊り下げられたホッパーと、を有するインゴット引上げ装置において、

前記ホッパーは、ホッパー本体と、シャフトと、底蓋とを有し、

前記ホッパー本体は、略円筒形状の石英ガラスの筒体と、前記筒体の上部を覆う天板と、前記天板に穿設されたシャフト挿通用の貫通穴と、前記筒体の外周に設けられ前記ホッパー本体を前記ゲートに掛止することができる第 1 のストッパーと、を有し、

前記シャフトは、長さ調節が可能な吊り棒と、前記吊り棒の中程に固定され前記ホッパー本体を掛止することができる第 2 のストッパーと、前記底蓋と一体として成形された石英ガラス棒と、前記吊り棒と前記石英ガラス棒とを連結する連結器と、前記吊り棒と前記石英ガラス棒と前記連結器とを覆う略円筒形状の石英管と、を有し、

前記底蓋は、気泡を含んだ石英ガラスからなる、ことを特徴とするインゴット引上げ装置。

【請求項 11】

インゴットの原料融液を収容する坩堝と、前記原料融液を加熱するヒータと、前記坩堝及びヒータを収容するチャンバと、前記原料融液に種結晶の少なくとも一部を浸して引上

10

20

30

40

50

げることによりインゴットを作成する引上げ手段と、前記塊状の多結晶シリコンを追加するためのホッパーと、上記請求項 1 ～ 8 の何れか 1 つに記載されたりチャージ装置を有するインゴット引上げ装置または上記請求項 10 に記載されたインゴット引上げ装置を用いてインゴットを製造する方法であって、

前記坩堝内に塊状の多結晶シリコンを供給して初期チャージし、

該初期チャージされた多結晶シリコンを前記ヒータで加熱することにより溶融させて前記坩堝内に原料融液を作成し、

前記初期チャージされた多結晶シリコンが溶融してできた前記原料融液に前記引上げ手段により前記種結晶の少なくとも一部を浸す前に、前記ホッパーにより前記坩堝内の前記原料融液に塊状の多結晶シリコンを追加する、ことを特徴とするインゴット製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、チョクラルスキー法（CZ法）によるインゴット引上げ装置に係り、特に、原料シリコンを追加投入するリチャージ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体デバイスを作製するための基板として用いられる鏡面ウェーハは、単結晶インゴットを薄板部材にスライスし、その表裏面を研削・研磨等することにより得られる。この単結晶インゴットは、例えば、チョクラルスキー法等により製造することができる。図10は、チョクラルスキー法を用いた一般的な単結晶インゴット引上げ装置110の縦断面図である。以下、図10を用いて、単結晶インゴット引上げ装置110による単結晶インゴットの製造方法について簡単に説明する。

20

【0003】

単結晶インゴット引上げ装置110の内部は、真空またはアルゴンガス等の不活性雰囲気で満たされており、図10(a)に示すように、石英坩堝120内には予め多結晶シリコンの塊状のランプ材50が投入されている。次に、石英坩堝120周囲に設けられたヒータ24により石英坩堝120を加熱する。すると図10(b)に示すように、ヒータ24の熱により石英坩堝120内の多結晶シリコンのランプ材50は溶融し、原料融液38となる。次に、単結晶シリコンの種結晶42をシード軸16に吊るした状態で矢印方向に下降させ、原料融液38に浸す。そしてシード軸16を引上げるに連れて種結晶42の下に単結晶が成長し、図10(c)に示すように、円柱形状の単結晶インゴット1を得ることができる。

30

【0004】

そして、成長した単結晶インゴット1を炉外に取り出す。従来、この後、ヒータによる加熱を停止して、単結晶インゴット引上げ装置110の内部を冷却し、新たな石英坩堝と原料多結晶シリコンの再投入を行う必要がある。通常、石英坩堝120の中に原料融液38が残ったままシリコンの融点以下に冷却すると、融液の凝固時の膨張により石英坩堝120が壊れるため、1つの石英坩堝120から1本の単結晶インゴットしか製造することができず、コストが増大することになる。そのため、1つの単結晶インゴットの製造工程が終了した後、装置を冷却せずに、石英坩堝120の中の原料融液38の凝固を防ぎながら次の単結晶インゴット製造のための原料多結晶シリコンの再投入を行い、多結晶シリコンを溶融して、再度単結晶インゴットを引上げる単結晶インゴット製造方法が提案されている。

40

【0005】

この原料多結晶シリコンの再投入に用いられるリチャージ装置としては、例えば特開昭57-95891号公報があげられる。また、類似の構成を有するものとして、特開平6-88865号公報に示すドーピング装置があげられる。

【0006】

これらのリチャージ装置やドーピング装置として用いられる通常の中吊り式のホッパーは

50

、単結晶への不純物汚染の防止と耐熱性を考慮して、材料として石英を選択し、なおかつホッパー内部の状況が確認できるように透明なものを用いて製作されている。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、図 1 1 に示す底蓋 1 3 6 に透明石英を用いた中吊り式のホッパー 1 3 0 にランプ材 5 0 を詰めて、ランプ材 5 0 を追加投入する場合、透明石英は熱を透過し易いため、炉内に保持される時間が長くなるに連れて融液 3 8 からの輻射熱によりホッパー 1 3 0 内部が高温になる。そのため、ランプ材 5 0 同士あるいはランプ材 5 0 と石英とが固着し、ランプ材 5 0 が落下しづらくなるという問題があった。

【 0 0 0 8 】

また、特開昭 5 7 - 9 5 8 9 1 号公報に示すリチャージ装置は、形状が複雑でモリブデン、ステンレス等の耐熱材料が用いられており、これらの金属材料を融液直上で使用しているため、シリコン融液が汚染される可能性がある。更に、ヒンジ等を金属部品で製作すると、上記雰囲気では潤滑が不可能なため、焼付や摺動部の消耗が問題となる。

【 0 0 0 9 】

また、ランプ状半導体原料、及び、ホッパー自身の重量の合計はシード軸と底蓋の接合部に加わる。筒体に装填された原料のランプ材は、その重量を筒体に負荷するため、ほとんどの重量を、底蓋と筒体の先端部の当接部で支持することになる。

【 0 0 1 0 】

更に、筒体は石英ガラス製であり、底蓋はモリブデン板製のため、負荷する重量が増大した場合に、筒体と石英ガラスとの接触部の破損の可能性が大きくなる。

【 0 0 1 1 】

また、特開平 6 - 8 8 8 6 5 号公報に示すドーピング装置は、これを大型化してランプ状半導体原料を装填して、リチャージに使用することも考えられるが、これを吊り上げた状態では、全重量が石英製底蓋とシード軸の接合部、ついで、石英製底蓋の上辺周辺部とテーパ管下端に加わる。

【 0 0 1 2 】

この部分は石英ガラス同士の接触のため、負荷する重量が増大した場合に破損の可能性が大きくなる。また、石英ガラス製の底蓋を吊着するにはタングステンワイヤ等が用いられるが、テーパ管にランプ材を充填した時に、ランプ材と接触して、金属汚染の原因となる。また、タングステンワイヤとランプ材との摩擦により、テーパ管をリングプレートに掛止した後に、引上軸を降下しつづけても底蓋が開かないことがある。

【 0 0 1 3 】

本出願に係る発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、その第 1 の目的とするところは、ランプ材の温度上昇を低減し、ランプ材が底蓋上で溶解して貼り付いたり、熱膨張によりブリッジを形成して落下しなくなることを防止することができるリチャージ装置を提供することにある。

【 0 0 1 4 】

また、本出願に係る発明の第 2 の目的は、インゴットの大型化、チャージ量の増大、リチャージ重量の増大に対して、大重量のランプ状半導体原料を装填可能にするため、筒体の重量が底蓋にかからないリチャージ装置を提供することにある。

【 0 0 1 5 】

更に、本出願に係る発明の第 3 の目的は、高温部に金属材料を使用せず、また、ランプ材と金属材料が直接接触しないリチャージ装置を提供することにある。

【 0 0 1 6 】

また、本出願に係る発明の第 4 の目的は、動作がシンプルで、金属同士の摺動部がないリチャージ装置を提供することにある。

【 0 0 1 7 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本出願に係る第 1 の発明は、略筒状のホッパー本体と、前記ホ

10

20

30

40

50

ッパー本体の下端開口部を開閉する底蓋と、前記底蓋を吊り下げたシャフトと、を有するリチャージ装置において、前記シャフトに設けられ前記ホッパー本体を掛止するためのストッパーを有することを特徴とするリチャージ装置である。

【0018】

また、本出願に係る第2の発明は、略筒状のホッパー本体と、前記ホッパー本体の下端開口部を開閉する底蓋と、前記底蓋を吊り下げたシャフトと、を有するリチャージ装置において、前記底蓋の材質に、気泡を含んだ石英ガラスを用いたことを特徴とするリチャージ装置である。

【0019】

更に、本出願に係る第3の発明は、略筒状のホッパー本体と、前記ホッパー本体の下端開口部を開閉する底蓋と、前記底蓋を吊り下げたシャフトと、を有するリチャージ装置において、前記底蓋の材質に、赤外線透過率が40%～60%の石英を用いたことを特徴とするリチャージ装置である。

10

【0020】

また、本出願に係る第4の発明は、略筒状のホッパー本体と、前記ホッパー本体の下端開口部を開閉する底蓋と、前記底蓋を吊り下げたシャフトと、を有するリチャージ装置において、前記ホッパー本体内に、前記シャフトを覆う略円筒形状の石英管を有することを特徴とするリチャージ装置である。

【0021】

更に、本出願に係る第5の発明は、略筒状のホッパー本体と、前記ホッパー本体の下端開口部を開閉する底蓋と、前記底蓋を吊り下げたシャフトと、を有するリチャージ装置において、前記ホッパー本体に、回り止めを有することを特徴とするリチャージ装置である。

20

【0022】

また、本出願に係る第6の発明は、石英ガラスの略筒状のホッパー本体と、前記ホッパー本体の下端開口部を開閉する錐体の底蓋と、前記底蓋を吊り下げたシャフトと、前記ホッパー本体に設けられホッパー本体を坩堝上方の所定位置に掛止するための第1のストッパーと、を有するリチャージ装置において、前記ホッパー本体は、上端開口部を覆う天板と、前記天板に穿設されたシャフト挿通用の貫通穴と、を有し、前記シャフトは、長さ調節が可能な吊り棒と、前記吊り棒の中程に固定され前記ホッパー本体を掛止するための第2のストッパーと、前記底蓋と一体として成形された石英ガラス棒と、前記吊り棒と前記石英ガラス棒とを連結する連結器と、を有することを特徴とするリチャージ装置である。

30

【0023】

更に、本出願に係る第7の発明は、ホッパー本体と、シャフトと、底蓋とを有するリチャージ装置において、前記ホッパー本体は、略円筒形状の石英ガラスの筒体と、前記筒体の上部を覆う天板と、前記天板に穿設されたシャフト挿通用の貫通穴と、前記筒体の外周に設けられた第1のストッパーと、を有し、前記シャフトは、吊り棒と、前記吊り棒の中程に固定され前記ホッパー本体を掛止するための第2のストッパーと、前記底蓋と一体として成形された石英ガラス棒と、前記吊り棒と前記石英ガラス棒とを連結する連結器と、前記吊り棒と前記石英ガラス棒と前記連結器とを覆う略円筒形状の石英管と、を有し、前記底蓋は、気泡を含んだ断熱性の高い石英ガラスからなる、ことを特徴とするリチャージ装置である。

40

【0024】

また、本出願に係る第8の発明は、前記底蓋は、中空円錐形状であって、底面に空気穴を有することを特徴とする上記第1～第7の発明の何れか1つに記載のリチャージ装置である。

【0025】

更に、本出願に係る第9の発明は、インゴットの原料融液を収容する坩堝と、前記原料融液を加熱するヒータと、前記坩堝及びヒータを収容するチャンバと、前記インゴットの原料を追加するためのリチャージ装置と、を有するインゴット引上げ装置において、前記リチャージ装置は、略筒状のホッパー本体と、前記ホッパー本体の下端開口部を開閉する底

50

蓋と、前記底蓋を吊り下げたシャフトと、を有し、前記底蓋の材質に気泡を含んだ石英ガラスを用いたことを特徴とするインゴット引上げ装置である。

【 0 0 2 6 】

また、本出願に係る第 1 0 の発明は、インゴットの原料融液を収容する石英坩堝と、前記石英坩堝を囲繞する黒鉛坩堝と、前記黒鉛坩堝を囲繞するヒータと、前記各部材を収容するチャンバと、チャンバの上部にゲートバルブを介して設けられたサブチャンバと、前記サブチャンバの前面に設けられた開閉可能なサブチャンバ蓋と、前記サブチャンバの内面に設けられたフランジ状のゲートと、上下動可能に支持したシード軸と、前記シード軸に吊り下げられたホッパーと、を有するインゴット引上げ装置において、前記ホッパーは、ホッパー本体と、シャフトと、底蓋とを有し、前記ホッパー本体は、略円筒形状の石英ガラスの筒体と、前記筒体の上部を覆う天板と、前記天板に穿設されたシャフト挿通用の貫通穴と、前記筒体の外周に設けられ前記ホッパー本体を前記ゲートに掛止することができる第 1 のストッパーと、を有し、前記シャフトは、長さ調節が可能な吊り棒と、前記吊り棒の中程に固定され前記ホッパー本体を掛止することができる第 2 のストッパーと、前記底蓋と一体として成形された石英ガラス棒と、前記吊り棒と前記石英ガラス棒とを連結する連結器と、前記吊り棒と前記石英ガラス棒と前記連結器とを覆う略円筒形状の石英管と、を有し、前記底蓋は、気泡を含んだ断熱性の高い石英ガラスからなる、ことを特徴とするインゴット引上げ装置である。

10

【 0 0 2 7 】

更に、本出願に係る第 1 1 の発明は、インゴットの原料融液を収容する坩堝と、前記原料融液を加熱するヒータと、前記坩堝及びヒータを収容するチャンバと、前記原料融液に種結晶の少なくとも一部を浸して引上げるによりインゴットを作成する引上げ手段と、前記塊状の多結晶シリコンを追加するためのホッパーと、を有するインゴット引上げ装置を用いてインゴットを製造する方法であって、前記坩堝内に塊状の多結晶シリコンを供給し、該多結晶シリコンを前記ヒータで加熱することにより前記坩堝内に前記原料融液を作成し、前記引上げ手段により前記原料融液に前記種結晶の少なくとも一部を浸す前に、前記ホッパーにより前記坩堝内に塊状の多結晶シリコンを追加する、ことを特徴とするインゴット製造方法である。

20

【 0 0 2 8 】

【発明の実施の形態】

30

以下、本発明の実施の形態について、図 1 乃至図 8 を用いて説明する。但し、以下は本発明の 1 実施の形態に過ぎず、当業者の技術常識に基づいて適宜変更可能であり、本発明の技術的思想はこれらの具体例に限定されるものではない。

【 0 0 2 9 】

ここで、図 1 は本発明の実施の形態におけるチョクラルスキー法を用いたシリコン単結晶引上げ装置 1 0 の縦断面図、図 2 ( a ) は図 1 の A - A 断面におけるシリコン単結晶引上げ装置 1 0 の横断面図、図 2 ( b ) は図 1 の B - B 断面におけるシリコン単結晶引上げ装置 1 0 の横断面図、図 3 はリチャージ工程におけるシリコン単結晶引上げ装置 1 0 の縦断面図、図 4 はリチャージ工程においてランプ材 5 0 を投入中のシリコン単結晶引上げ装置 1 0 の縦断面図、図 5 はリチャージ工程において空になったホッパー 3 0 を引き上げ中のシリコン単結晶引上げ装置 1 0 の縦断面図、図 6 は単結晶インゴット引上げ工程においてシード軸 1 6 に種結晶 4 2 を吊り下げた状態のシリコン単結晶引上げ装置 1 0 の縦断面図、図 7 は単結晶インゴット引上げ工程において単結晶インゴット 1 を引上げた状態のシリコン単結晶引上げ装置 1 0 の縦断面図、図 8 は石英坩堝 2 0 に投入されたランプ材が溶融される前の状態のシリコン単結晶引上げ装置 1 0 の縦断面図、である。

40

【 0 0 3 0 】

まず、シリコン単結晶引上げ装置 1 0 の全体構成について簡単に説明し、その後各装置について詳しく説明する。図 1 に示すように、本実施の形態におけるシリコン単結晶引上げ装置 1 0 は、主として、石英坩堝 2 0 と黒鉛坩堝 2 2 とヒータ 2 4 を囲繞するチャンバ 1 2 と、チャンバ 1 2 の上部に設けられ原料融液から引上げられた単結晶インゴットを保持

50

し取り出すためのサブチャンバ 14 と、種結晶またはホッパー 30 を掛止するシード軸 16 と、から構成される。

【0031】

まず、チャンバ 12 について説明する。図 1 に示すように、有底円筒形状のチャンバ 12 は、その底部中央から回転軸を鉛直上方に向けた状態で、上下動自在な支持軸 28 を配置している。支持軸 28 の上端には碗状の黒鉛坩堝 22 を固定しており、黒鉛坩堝 22 の内部には碗状の石英坩堝 20 を嵌合している。石英坩堝 20 と黒鉛坩堝 22 の 2 重構造としたのは、原料融液に直接接する坩堝はシリコンに対する汚染を防止するために、石英坩堝 20 とすることが望ましいからである。一方、石英は高温で軟化すると共に、脆く破損しやすいという性質を有するため、その周囲を黒鉛坩堝 22 で囲繞している。

10

【0032】

黒鉛坩堝 22 の周囲はヒータ 24 に囲繞されており、このヒータ 24 により石英坩堝 20 内に投入された多結晶シリコンのランプ材 50 を溶融する。ヒータ 24 の周囲にはチャンバ 12 と同心円状に円筒形状の断熱材 26 を配置している。断熱材 26 はヒータ 24 からの熱がチャンバ 12 に直接輻射されることを防止している。

【0033】

図 1 に示すように、チャンバ 12 上部にはゲートバルブ 18 を介して略円筒形状のサブチャンバ 14 が連結されている。チャンバ 12 とサブチャンバ 14 とは、このゲートバルブ 18 により連通または遮断可能となっている。一方、図示しないが、サブチャンバ 14 の上端は天板により封鎖されている。図 2 (a) に示すように、サブチャンバ 14 の前面には開閉可能なサブチャンバ蓋 40 を備えており、このサブチャンバ蓋 40 を開くことにより、引上げられた単結晶インゴット 1 の取り出しや、ホッパー 30 のシード軸 16 への取り付けを可能としている。なお、図 1 に示すように、サブチャンバ 14 の内周面には、後述のストッパー 64 を掛止するための中心に向かって突出したフランジ状のゲート 44 を設けている。

20

【0034】

サブチャンバ 14 上部には、図示しないシード軸引上げ装置を設けている。シード軸引上げ装置は、シード軸 16 を上下動自在に保持しており、シード軸 16 は天板を通して、サブチャンバ 14 の中心軸に沿って吊り下げられている。シード軸 16 の下端には、単結晶インゴット引上げ工程の際には種結晶が吊り下げられ、リチャージ工程の際にはホッパー 30 が吊り下げられる。

30

【0035】

次に、リチャージの際にシード軸 16 に掛止するホッパー 30 の構成について図 1 を用いて説明する。本実施の形態のホッパー 30 は主としてホッパー本体 32 と、シャフト 34 と、底蓋 36 とから構成される。

【0036】

図 1 に示すように、ホッパー本体 32 は小径略円筒形状の上部筒体 52 と、大径略円筒形状の下部筒体 54 とを上下に直列に接続した形状をしている。上部筒体 52 の下端にはフランジ 56 を設けている。一方、下部筒体 54 の上端にはフランジ 58 を設けている。

【0037】

下部筒体 54 は、シリコンへの汚染を防止するために、石英製としている。なお、下部筒体 54 を透明の石英で構成することにより、ホッパー 30 内部に装填した多結晶シリコンのランプ材 50 が全て落下したか否かを確認することができる。

40

【0038】

フランジ 56 の周縁部下端には略円筒形状で断面コ字型の連結器 60 をボルトにより固定している。連結器 60 は周方向に分割された 2 つの部材よりなり、フランジ 58 を挟み込んで固定している。この連結器 60 の下面には 4 つのねじ穴を設け、このねじ穴に 4 本の SUS 製のストッパー 64 を固定している。このストッパー 64 は、ゲート 44 に掛止させるためのものである。

【0039】

50

図 1 及び図 2 ( a ) に示すように、フランジ 5 6 には 2 本の回り止め 6 2 を固定している。鍵形の回り止め 6 2 は根元部をフランジ 5 6 に固定している。一方、回り止め 6 2 の先端部にはポリテトラフルオロエチレン等のフッ素系樹脂よりなるローラ 6 2 a を回転可能に設けている。ローラ 6 2 a は水平な回転軸を中心として回転可能となっている。そのため、ホッパー 3 0 は、ローラ 6 2 a をサブチャンバ 1 4 の内壁面に当接した状態で滑らかに上下動可能となっている。

【 0 0 4 0 】

このように回り止め 6 2 及びローラ 6 2 a を設けることにより、ホッパー 3 0 を吊った状態でランプ材 5 0 を装填しても、ホッパー 3 0 が不用意に回転しない。また、ランプ材 5 0 を投下したときにも、ホッパー 3 0 が不用意に回転しないため、振れ等により、炉内品及びチャンバと接触破損することを防止することができる。

10

【 0 0 4 1 】

このように構成されたホッパー本体 3 2 の内部に、図 1 に示すように、シャフト 3 4 を挿通している。シャフト 3 4 は主として、ストッパー 7 0 と、吊り棒 7 2 と、連結器 7 4 と、石英管 7 8 と、底蓋 3 6 と一体として成形された石英ガラス棒 7 6 と、からなる。

【 0 0 4 2 】

シャフト 3 4 の上部は金属製の吊り棒 7 2 により構成されており、その上端はシード軸 1 6 に固定されている。上部筒体 5 2 の天板 6 6 には吊り棒 7 2 が挿通するための貫通穴 6 8 が穿設されており、吊り棒 7 2 は、貫通穴 6 8 を通して、ホッパー本体 3 2 内部に挿通されている。吊り棒 7 2 の中程には、円筒形状の金属製のストッパー 7 0 が固着されている。ストッパー 7 0 の外径は、貫通穴 6 8 の径よりも大きくしているため、ストッパー 7 0 によりホッパー本体 3 2 が掛止される。

20

【 0 0 4 3 】

このように構成することにより、ストッパー 7 0 によりホッパー本体 3 2 の全重量を支えることができる。なお、吊り棒 7 2 は長さ調節が可能ないように構成しており、ストッパー 7 0 でホッパー本体 3 2 を掛止したときに、底蓋 3 6 と下部筒体 5 4 との隙間が無くなると共に、ホッパー本体 3 2 の重量が底蓋 3 6 周縁部にかからないように長さを調節している。

【 0 0 4 4 】

この吊り棒 7 2 の下端を、連結器 7 4 を介して石英ガラス棒 7 6 上端と連結している。そして、金属製の吊り棒 7 2 と石英ガラス棒 7 6 を覆うように、上部が小径な略円筒形状の石英管 7 8 を配置している。この石英管 7 8 により、金属部分をカバーし、原料シリコンであるランプ材 5 0 に対する金属汚染を防止している。

30

【 0 0 4 5 】

一方、前述のように、石英ガラス棒 7 6 は底蓋 3 6 と一体として成形されており、底蓋 3 6 は石英ガラス棒 7 6 の下端に位置している。底蓋 3 6 は円錐形状をしており、底面の直径は下部筒体 5 4 の内径よりも大きい。底蓋 3 6 は気泡を含むことによって断熱性の高くなった石英ガラスから構成し、底蓋 3 6 の内部は空洞である。底蓋 3 6 には図 2 ( b ) に示すように、4 つの空気穴 8 0 が穿設されている。この空気穴 8 0 により、チャンバ 1 2 やサブチャンバ 1 4 の内部と底蓋 3 6 内の空洞部の気圧を同一に保っている。

40

【 0 0 4 6 】

なお、本実施の形態では、気泡を含んだ石英ガラスから底蓋 3 6 を構成したが、透明石英ガラスよりも赤外線透過率の低い部材であれば良く、例えば、透明石英に比し、赤外線透過率が 4 0 % ~ 7 0 % 低い不透明石英等を用いることができる。また、色付き石英ガラスなどの、その他の素材から構成しても良い。更に、耐熱性に優れると共に、図 3 に示す融液 3 8 からの輻射熱を反射してランプ材 5 0 の温度上昇を防止すべく、モリブデン製の薄い板を底蓋 3 6 内の空洞部の内壁の一部に貼っても良い。ただし、原料シリコンへの汚染を考慮すると、底蓋 3 6 は、気泡を含んだ断熱性の高い石英ガラスから構成するのが最も好ましい。

【 0 0 4 7 】

50



本発明のシリコン単結晶引上げ装置 10 ではホッパー本体 32 と、シャフト 34 と、ランプ材 50 とは、底蓋 36 の上部に位置し、融液 38 からの輻射熱は下方から当たっている。また、不透明石英の赤外線透過率は 40% ~ 60% であり、透明石英の 90% に比べ格段に低い。そのため、融液 38 からの輻射熱によるランプ材 50 の温度上昇を減少させることができる。したがって、従来のシリコン単結晶引上げ装置によると、リチャージの際、ランプ材が底蓋上で溶融して貼り付いたり、熱膨張によりブリッジを形成して落下しなくなることがあったが、本発明のシリコン単結晶引上げ装置 10 によれば、ランプ材 50 の加熱を抑制し、ランプ材 50 の引っかかり頻度を格段に改善することができる。

【0048】

なお、図 4 に示すように、ホッパー 30 の内部に装填したランプ材 50 が熱膨張によりブリッジを形成することにより、石英管 78 が下部筒体 54 に固定され、石英管 78 が底蓋 36 と共に下降しないことがある。このように石英管 78 が下降せず、底蓋 36 のみが下降しても、底蓋 36 を石英ガラス棒 76 により吊り下げる構造としているため、ランプ材 50 が金属部に接触することがない。

【0049】

次に、上記のように構成されたシリコン単結晶引上げ装置 10 の動作について、図 1 及び図 3 乃至図 7 を用いて説明する。

【0050】

まず始めに、シリコン単結晶引上げ装置 10 は、ゲートバルブ 18 を開き、サブチャンバ蓋 40 を閉じた状態にしておく。

【0051】

次に、チャンバ 12 及びサブチャンバ 14 の内部を不活性ガスで置換した後、不活性ガスを流したままの状態での低圧に保つ。その後、ヒータ 24 を加熱することにより、予め石英坩堝 20 の内部に投入されている多結晶シリコンのランプ材 50 を溶融し、原料融液 38 とする。

【0052】

次に、ゲートバルブ 18 を閉め、チャンバ 12 とサブチャンバ 14 とを遮断する。これにより、チャンバ 12 内を不活性雰囲気中に保持し原料融液 38 の酸化を防止した状態で、サブチャンバ 14 内を常圧に戻す。その後、サブチャンバ蓋 40 を開き、図 6 に示すように、シード軸 16 の下端に種結晶 42 を吊り下げる。

【0053】

シード軸 16 の下端に種結晶 42 を吊り下げた後、サブチャンバ蓋 40 を閉じ、サブチャンバ 14 を密閉する。その後、サブチャンバ 14 を減圧し、サブチャンバ 14 内部を不活性雰囲気で満たす。次に、ゲートバルブ 18 を開き、チャンバ 12 とサブチャンバ 14 とを連通する。この状態で、種結晶 42 は融液 38 の直上に位置するため、融液 38 の輻射熱により予熱される。

【0054】

次に、シード軸 16 引上げ装置を駆動し、シード軸 16 下端に吊り下げられた種結晶 42 を下降させ、種結晶 42 の少なくとも一部を原料融液 38 に浸す。種結晶 42 が原料融液 38 に浸されると、種結晶 42 下方に徐々に単結晶シリコンが成長する。単結晶シリコンが成長するに従い、所定速度で種結晶 42 を引き上げるることにより、所望の直径及び長さを有する単結晶インゴット 1 を引上げることができる。

【0055】

その後、成長した単結晶インゴット 1 を、サブチャンバ 14 まで上昇させる。図 7 に示すように、単結晶インゴット 1 が、サブチャンバ 14 まで完全に上昇した後に、ゲートバルブ 18 を閉め、チャンバ 12 とサブチャンバ 14 とを遮断する。これにより、チャンバ 12 内を不活性雰囲気中に保持し、原料融液 38 の酸化を防止した状態で、サブチャンバ 14 内を常圧に戻す。その後、サブチャンバ蓋 40 を開き、単結晶インゴット 1 を取り出す。以上により単結晶インゴットの製造工程が終了する。

【0056】

次に、リチャージ工程について説明する。原料となる多結晶シリコンのランプ材 50 をホッパー 30 に装填した後に、サブチャンバ蓋 40 を開き、ホッパー 30 をシード軸 16 に吊り下げる。この状態では、ホッパー本体 32 はストッパー 70 により掛止されているが、底蓋 36 とホッパー本体 32 との間に隙間はない。

【0057】

次に、サブチャンバ蓋 40 を閉じ、サブチャンバ 14 を密閉する。その後、サブチャンバ 14 を減圧し、サブチャンバ 14 内部を不活性雰囲気で満たす。次に、ゲートバルブ 18 を開き、チャンバ 12 とサブチャンバ 14 とを連通する。この状態で、シード軸 16 を下降させることにより、シード軸 16 と共に、シード軸 16 に吊り下げられたホッパー 30 が下降する。

10

【0058】

ホッパー 30 が下降していくと、図 3 に示すように、ストッパー 64 がゲート 44 に当接する。この状態から更にシード軸 16 を下降させると、ゲート 44 によりホッパー本体 32 の下降が阻止され、図 4 に示すようにシャフト 34 と底蓋 36 が更に下降する。すると、ホッパー本体 32 と、底蓋 36 との間に隙間 82 ができ、この隙間 82 から多結晶シリコンのランプ材 50 が自重により石英坩堝 20 内に落下する。

【0059】

ホッパー 30 内部に装填された全ての多結晶シリコンのランプ材 50 が、石英坩堝 20 内に投入された後、シード軸 16 を上昇させる。すると、シード軸 16 と共にシャフト 34 と底蓋 36 が上昇する。シャフト 34 が一定距離上昇し、図 5 に示す状態となると、ストッパー 70 が天板 66 に接触することにより、ホッパー本体 32 が掛止される。この状態から更にシード軸 16 を上昇させると、シード軸 16 と共に、シャフト 34 , 底蓋 36 , ホッパー本体 32 が一体となって上昇する。

20

【0060】

ホッパー 30 が、サブチャンバ 14 まで完全に上昇した後に、ゲートバルブ 18 を閉め、チャンバ 12 とサブチャンバ 14 とを遮断する。これにより、チャンバ 12 内を不活性雰囲気に保持し、原料融液 38 の酸化を防止した状態で、サブチャンバ蓋 40 を開き、サブチャンバ 14 内を常圧に戻す。その後、ホッパー 30 を取り出す。以上によりリチャージ工程が終了する。

【0061】

上記の単結晶インゴット引上げ工程と、リチャージ工程とを繰り返すことにより、石英坩堝 20 を交換することなく単結晶インゴットを連続して製造することができる。

30

【0062】

なお、本実施の形態では底蓋 36 の内部を空洞としたが、底蓋 36 を内部が空洞でない円錐形状としても良い。

【0063】

また、本実施の形態では、ホッパー本体 32 を略円筒形状にしたため、底蓋 36 を円錐形状としたが、底蓋 36 の形状は円錐形状に限られず、ホッパー本体 32 下端開口部を封止できれば、どのような形状としても良い。例えば、ホッパー本体 32 を直方体形状とした場合は、底蓋 36 の形状は四角錐とすることができる。

40

【0064】

更に、本実施の形態では、ゲートバルブ 18 とゲート 44 とを別々に構成したが、ゲートバルブ 18 とゲート 44 とを一体として構成しても良い。

【0065】

また、本実施の形態では、単結晶インゴットを引上げた後のリチャージのために、本リチャージ装置を使用した。しかし、本リチャージ装置の用途はリチャージに限るものではなく、大量チャージ等にも使用することができる。

【0066】

ここで、大量チャージとは、1 回の単結晶インゴット引上げにおいて、なるべく長い単結晶インゴットを引上げることにより原価低減を図ることを目的とし、初期チャージされた

50

多結晶シリコンのランプ材 50 が溶融した後に、更に多結晶シリコンのランプ材 50 を追加投入し、石英坩堝 20 内に原料融液 38 を大量にチャージすることをいう。

【0067】

すなわち、素材として図 1 に示す多結晶シリコンのランプ材 50 を用いているため、溶解後に各ランプ材 50 間の隙間部 84 が埋まり、図 8 に示すように、融液 38 の液面レベルが下がる。そのため溶解後に本リチャージ装置により多結晶シリコンを追加投入することができる。

【0068】

図 9 は、多結晶シリコンのランプ材 50 を石英坩堝 20 に追加投入した後の図である。ランプ材 50 を追加投入することにより、図 9 に示すように、融液 38 の液面レベルが上がり、石英坩堝 20 内に大量の原料シリコンをチャージすることができる。これにより、より長い単結晶インゴットを引上げることができ、原価低減を図ることができる。

【0069】

更に、インゴットの材質及び大きさに関しては、本発明を実施するにあたり何ら制限は無く、現在製造されている直径及び長さのシリコン、GaAs、GaP、InP 等の単結晶インゴットは勿論のこと、将来製造可能となる非常に大きな直径及び長さのインゴットに対しても本発明を適用することができる。

【0070】

このように本願発明は、上記実施の形態に限定されるものではなく、底蓋の形状や材質、その他の構造に関し、発明の要旨の範囲内において、種々の応用、変形を加えることが可能である。

【0071】

[実施データ]

従来のホッパーを用いてリチャージを行った場合と、本願発明におけるホッパーを用いてリチャージを行った場合との効果について、表 1 を用いて以下に具体的に説明する。

【0072】

【表 1】

石英種類	ヒータパワー(kw)	融液上待機時間(sec)	ランプ材引っかかり率(%)
透明	110	120	20
	115	110	40
	115	120	50
	120	100	80
不透明	115	120	0
	120	100	5

【0073】

表 1 は、ホッパーを用いてランプ材をリチャージする際、ランプ材が底蓋上で溶融して、貼り付いたり、熱膨張によりブリッジを形成したりして、落下しなくなる割合を示したものである。

【0074】

表 1 に示すように、底蓋を不透明石英で構成した本願発明のホッパーを用いた場合に、底蓋を透明石英で構成した従来のホッパーを用いた場合に比し、リチャージの際のランプ材引っかかり率が格段に改善された。ここでランプ材引っかかり率とは、全リチャージ回数に対するランプ材の引っかかりが発生したバッチ数の割合をいう。

【0075】

次に本件発明の前記実施の形態から把握できる請求項以外の技術的思想を、その効果とともに記載する。

【0076】

シャフトと、ホッパー本体と、底蓋と、を有するホッパーにおいて、透明石英に比し赤外線透過率の低い物質により底蓋を構成する。このように、赤外線透過率の低い物質により

底蓋を構成することにより、融液からの輻射熱によるランプ材の温度上昇を抑制し、ランプ材が底蓋上で溶融して貼り付いたり、熱膨張によりブリッジを形成して落下しなくなることを抑制することができる。

【0077】

シャフトと、ホッパー本体と、底蓋と、を有するホッパーにおいて、シャフトに固定したストッパーにより、ホッパー本体を掛止する。このように、ストッパーによりホッパー本体を掛止することにより、ホッパー本体の重量が底蓋の周縁部に負荷されず、石英で構成されたホッパー本体の下端と、底蓋の周縁部の破損を防止することができる。

【0078】

シャフトと、ホッパー本体と、底蓋と、を有するホッパーにおいて、シャフトを覆う石英製の管を有する。このように、シャフトを石英製の管で覆うことにより、ランプ材への汚染を防止することができる。

10

【0079】

シャフトと、ホッパー本体と、底蓋と、を有するホッパーにおいて、ホッパーの回転を抑制する回り止めを設ける。このように、ホッパーが回り止めを有することにより、ホッパーをサブチャンバに入れホッパーを吊った状態でランプ材を装填しても、ホッパーが不用意に回転しない。また、ランプ材を投下したときにも、ホッパーが不用意に回転しないため、振れ等により、炉内品或いはチャンバと接触破損することを防止することができる。

【0080】

シャフトと、ホッパー本体と、底蓋と、を有するホッパーにおいて、回り止めの先端に回転可能なローラを設ける。このように、回り止めの先端に回転可能なローラを設けることにより、ホッパーはサブチャンバ内を滑らかに上下動することができる。

20

【0081】

【発明の効果】

本発明のシリコン単結晶引上げ装置によれば、リチャージの際、融液からの輻射熱によるランプ材の加熱を抑制することができるため、ランプ材をスムーズに石英坩堝に投入することができる。

【0082】

すなわち、本発明のシリコン単結晶引上げ装置ではホッパー本体と、シャフトと、ランプ材とは、底蓋の上部に位置し、融液からの輻射熱は下方から当たっている。また、不透明石英の赤外線透過率は40%～60%であり、透明石英の90%に比べ格段に低い。そのため、融液からの輻射熱によるランプ材の温度上昇を減少させることができる。したがって、従来のシリコン単結晶引上げ装置によると、リチャージの際、ランプ材が底蓋上で溶融して貼り付いたり、熱膨張によりブリッジを形成して落下しなくなることがあったが、本発明のシリコン単結晶引上げ装置によれば、ランプ材の加熱を抑制し、ランプ材の引っかかり頻度を格段に改善することができる。

30

【0083】

また、近年、半導体ウェーハの直径は200mmを越えた300mmのものが主流になりつつあり、それに伴って単結晶インゴットに要求される直径も大きくなっている。この単結晶の大型化に伴うチャージ量の増大、リチャージ重量の増大に対して、大重量のランプ状半導体原料を装填可能にするため、本発明のシリコン単結晶引上げ装置は、重量をシャフトで支持する構造としている。すなわち、本発明のシリコン単結晶引上げ装置では、ストッパーによりホッパー本体の全重量が支えられているため、ホッパー本体の重量が底蓋の周縁部にかからない。

40

そのため、破損の可能性を小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態におけるシリコン単結晶引上げ装置の縦断面図である。

【図2】図2(a)は図1のA-A断面におけるシリコン単結晶引上げ装置の横断面図、図2(b)は図1のB-B断面におけるシリコン単結晶引上げ装置の横断面図である。

【図3】リチャージ工程におけるシリコン単結晶引上げ装置の縦断面図である。

50

【図４】リチャージ工程においてランプ材投入中のシリコン単結晶引き上げ装置の縦断面図である。

【図５】リチャージ工程において空になったホッパーを引き上げ中のシリコン単結晶引き上げ装置の縦断面図である。

【図６】単結晶インゴット引き上げ工程においてシード軸に種結晶を吊り下げた状態のシリコン単結晶引き上げ装置の縦断面図である。

【図７】単結晶インゴット引き上げ工程において単結晶インゴットを引き上げた状態のシリコン単結晶引き上げ装置の縦断面図である。

【図８】石英坩堝に投入されたランプ材が溶融された後の状態のシリコン単結晶引き上げ装置の縦断面図である。

10

【図９】多結晶シリコンのランプ材を石英坩堝に追加投入した後の図である。

【図１０】チョクラルスキー法を用いた一般的な単結晶インゴット引き上げ装置の縦断面図である。

【図１１】中吊り式のホッパーに透明石英を用いた従来のシリコン単結晶引き上げ装置の縦断面図である。

#### 【符号の説明】

１ ... 単結晶インゴット

１０ ... シリコン単結晶引き上げ装置

１２ ... チャンバ

１４ ... サブチャンバ

１６ ... シード軸

１８ ... ゲートバルブ

２０ ... 石英坩堝

２２ ... 黒鉛坩堝

２４ ... ヒータ

２６ ... 断熱材

２８ ... 支持軸

３０ ... ホッパー

３２ ... ホッパー本体

３４ ... シャフト

３６ ... 底蓋

３８ ... 融液

４０ ... サブチャンバ蓋

４２ ... 種結晶

４４ ... ゲート

５０ ... ランプ材

５２ ... 上部筒体

５４ ... 下部筒体

５６ ... フランジ

５８ ... フランジ

６０ ... 連結器

６２ ... 回り止め

６２ａ ... ローラ

６４ ... ストッパー

６６ ... 天板

６８ ... 貫通穴

７０ ... ストッパー

７２ ... 吊り棒

７４ ... 連結器

７６ ... 石英ガラス棒

20

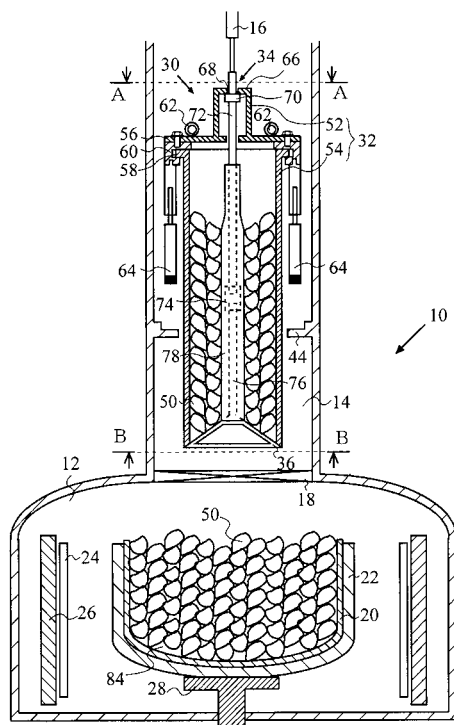
30

40

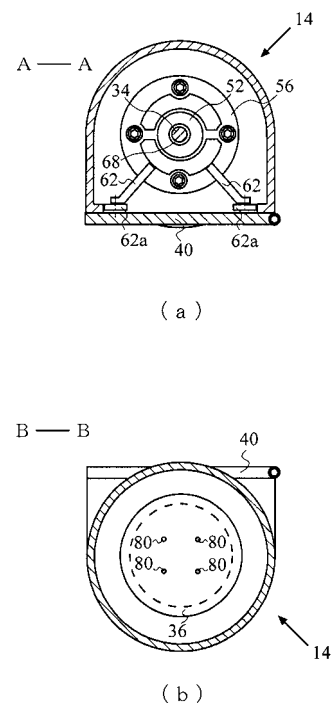
50

- 7 8 ... 石英管  
 8 0 ... 空気穴  
 8 2 ... 隙間  
 8 4 ... 隙間部  
 1 1 0 ... シリコン単結晶引き上げ装置  
 1 2 0 ... 石英坩堝  
 1 3 6 ... 底蓋。

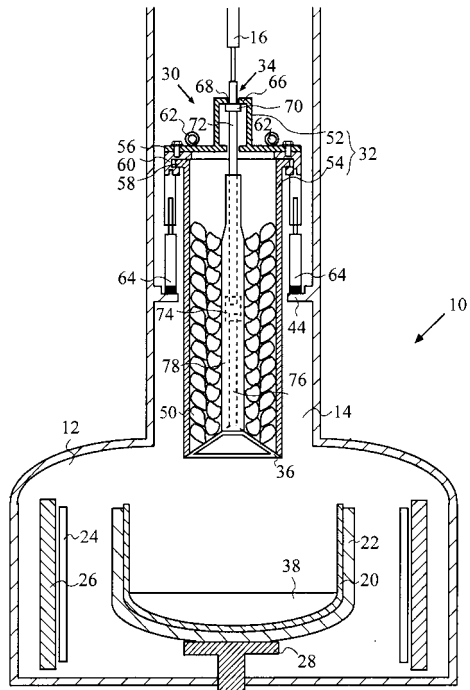
【図 1】



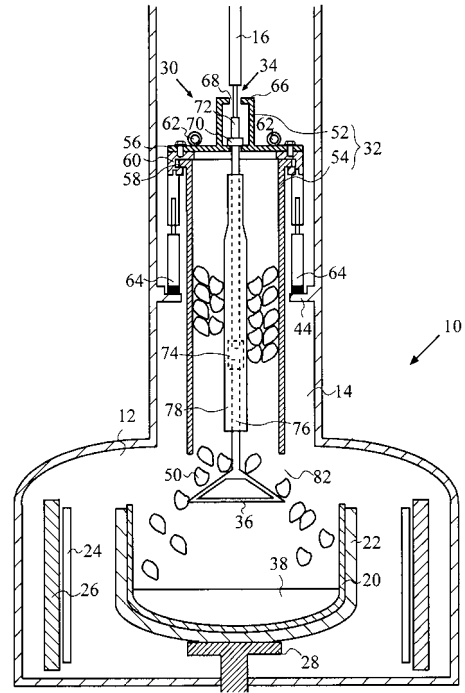
【図 2】



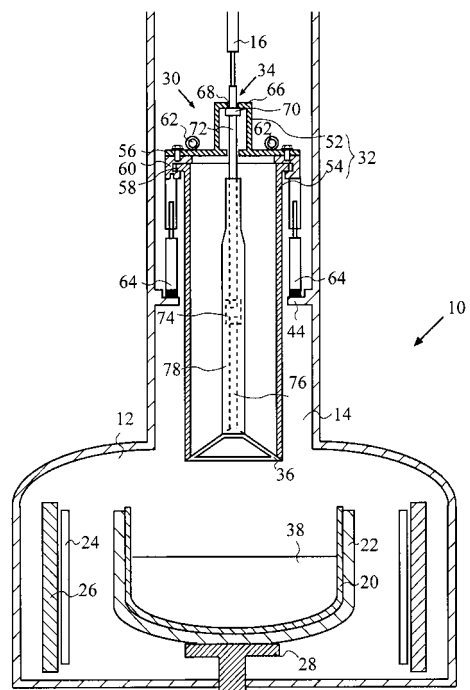
【図 3】



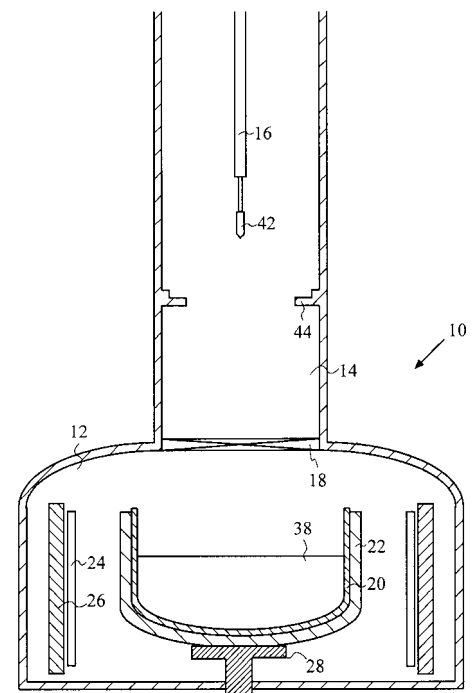
【図 4】



【図 5】



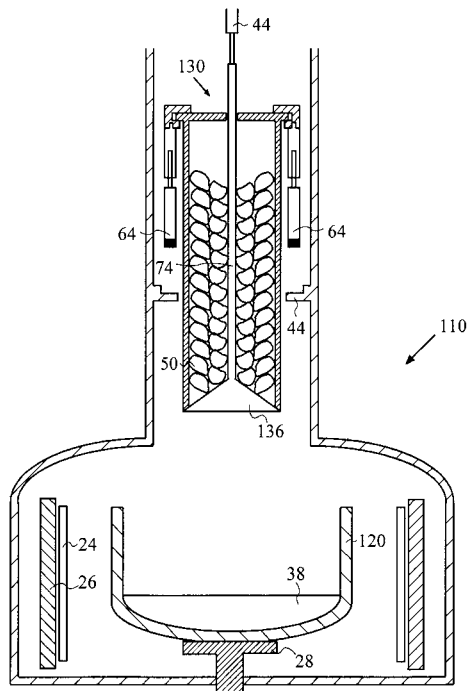
【図 6】







【図 11】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 田村 政利  
神奈川県平塚市四之宮三丁目 2 5 番 1 号 コマツ電子金属株式会社内
- (72)発明者 宮本 泰三  
神奈川県平塚市四之宮三丁目 2 5 番 1 号 コマツ電子金属株式会社内
- (72)発明者 浦 雅富見  
神奈川県平塚市四之宮三丁目 2 5 番 1 号 コマツ電子金属株式会社内

## 合議体

審判長 木村 孔一  
審判官 中澤 登  
審判官 斉藤 信人

- (56)参考文献 国際公開第 0 2 / 0 6 8 7 3 2 ( W O , A 1 )  
特開平 0 9 - 2 0 8 3 6 8 ( J P , A )  
特開平 0 8 - 2 9 5 5 9 1 ( J P , A )  
特開平 0 7 - 2 3 7 9 2 7 ( J P , A )  
特開平 0 6 - 3 2 9 4 9 3 ( J P , A )  
特開昭 5 9 - 0 5 0 0 9 6 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
C30B 1/00-35/00