

(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2010-143795

(P2010-143795A)

(43) 公開日 平成22年7月1日(2010.7.1)

(51) Int.Cl.

C30B 29/06 (2006.01)

F1

C30B 29/06 502H

テーマコード (参考)

4G077

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2008-323760 (P2008-323760)
 (22) 出願日 平成20年12月19日 (2008.12.19)

(71) 出願人 000184713
 SUMCO TECHXIV株式会社
 長崎県大村市雄ヶ原町1324番地2
 (74) 代理人 100106002
 弁理士 正林 真之
 (74) 代理人 100120891
 弁理士 林 一好
 (72) 発明者 福田 朋広
 長崎県大村市雄ヶ原町1324番地2 S
 SUMCO TECHXIV株式会社内
 (72) 発明者 西岡 研一
 長崎県大村市雄ヶ原町1324番地2 S
 SUMCO TECHXIV株式会社内

最終頁に続く

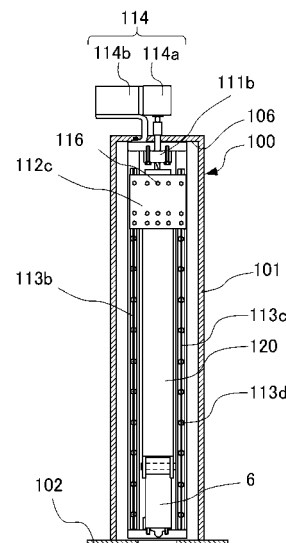
(54) 【発明の名称】 シリコン単結晶引上装置

(57) 【要約】

【課題】簡易な構成で試料管を供給部に送ることが可能であると共に、メンテナンス性の向上したシリコン単結晶引上装置を提供すること。

【解決手段】シリコン単結晶引上装置1は、ドーパされたシリコン単結晶をチョクラルスキー法により融液から引き上げるシリコン単結晶引上装置1であって、融液が収容される引上炉2と、引上炉2に外付けされ、引上炉2の内部と連通する中空の試料室100と、融液に供給する昇華性ドーパントが収容される試料管6と、試料管6を支持する支持体120と、支持体120を試料室100の内部で支持した状態で移動させることにより、支持体120に支持された試料管6を引上炉2の内部に移動させる移動手段110と、を備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ドーブされたシリコン単結晶をチョクラルスキー法により融液から引き上げるシリコン単結晶引上装置であって、

前記融液が収容される引上炉と、

前記引上炉に外付けされ、前記引上炉の内部と連通する中空の試料室と、

前記融液に供給する昇華性ドーパントが収容される試料管と、

前記試料管を支持する支持体と、

前記支持体を前記試料室の内部で支持した状態で移動させることにより、前記支持体に支持された前記試料管を前記引上炉の内部に移動させる移動手段と、

を備えることを特徴とするシリコン単結晶引上装置。

10

【請求項 2】

前記移動手段は、

雄ネジを有するボールネジ部と、

前記支持体に連結されると共に、前記雄ネジと螺合可能な雌ネジを有し、前記雄ネジに前記雌ネジを螺合させることにより、前記ボールネジ部の軸方向に移動可能な雌ネジ部と、

前記ボールネジ部を回転させる駆動源と、

前記雌ネジ部の回転を規制するガイド部と、

を有することを特徴とする請求項 1 に記載のシリコン単結晶引上装置。

20

【請求項 3】

前記ボールネジ部は、前記試料室の外部に配置されており、

前記試料室は、

前記支持体の少なくとも一部が収容される第 1 試料室と、

前記試料管を収容可能な第 2 試料室と、を有し、

前記第 1 試料室は、前記雌ネジ部に接合され、前記雌ネジ部の移動に連動して前記軸方向に伸縮可能に形成されることを特徴とする請求項 2 に記載のシリコン単結晶引上装置。

【請求項 4】

前記雌ネジ部は、

前記支持体に連結され、第 1 磁石を有する第 1 磁石部と、

前記第 1 磁石と引かれあう第 2 磁石及び前記雌ネジを有する第 2 磁石部と、を備え、

前記ガイド部は、前記第 2 磁石部の回転を規制することを特徴とする請求項 2 に記載のシリコン単結晶引上装置。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、シリコン単結晶引上装置に関し、具体的には、引上炉内の坩堝に融液を貯留し、チョクラルスキー（CZ）法により、ドーブされたシリコン単結晶を融液から引き上げるシリコン単結晶引上装置に関する。

【背景技術】

40

【0002】

例えば、ドーパントをシリコン結晶に添加する方法としては、昇華性ドーパントが収容されたドーブ管を引上炉内の所定位置まで下降させることにより、融液から輻射される輻射熱によって昇華され気体となったドーブ管内の昇華性ドーパントを、融液に導入する方法が知られている。

【0003】

この方法によると、昇華性ドーパントは、昇華して気体となった後、ドーブ管から引上炉内の融液の上方に配置された供給部へ送られ、アルゴンガス等の不活性ガスからなるキャリアガスによって搬送されると共に、供給部から融液に向けて吹き付けられる。

【0004】

50

ここで、昇華した昇華性ドーパントをドーブ管から供給部へ送る方法として、本願出願人は、ドーブ管が収容される試料室を引上炉に外付けして設け、ワイヤを使用してドーブ管を試料室から供給部に向かって昇降させる技術を発明し、特許出願を行った（特願2008-61659）。この特許出願の明細書に記載された発明は、例えば、耐熱性を有するアーム等を使用してドーブ管を供給部へ送る場合等と異なり、ドーブ管を供給部に送る装置全体を大型化することなく、簡易な構成でドーブ管を供給部に送ることが可能になる。また、試料室から供給部に向かってドーブ管を送るガイドレールを設置した場合には、ドーブ管の位置決めや位置の修正等の修正が不要となる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

しかしながら、試料室から供給部に向かってガイドレールを設置した場合には、ドーブ管を供給部へ送る供給路の一部がガイドレールにより占有されることとなる。そのため、例えば、昇華性ドーパントを大量投入させる場合等のようにドーブ管を大型化（大容量化）したい場合に、ガイドレールによってドーブ管の大きさが規制されるという問題がある。また、供給路の一部がガイドレールにより占有されるため、引上炉内のメンテナンスを行いにくい場合がある。

【0006】

本発明は、簡易な構成で試料管を供給部に送ることが可能であると共に、引上炉内のメンテナンス性の向上したシリコン単結晶引上装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

（１） 本発明のシリコン単結晶引上装置は、ドーブされたシリコン単結晶をチョクラルスキー法により融液から引き上げるシリコン単結晶引上装置であって、前記融液が収容される引上炉と、前記引上炉に外付けされ、前記引上炉の内部と連通する中空の試料室と、前記融液に供給する昇華性ドーパントが収容される試料管と、前記試料管を支持する支持体と、前記支持体を前記試料室の内部で支持した状態で移動させることにより、前記支持体に支持された前記試料管を前記引上炉の内部に移動させる移動手段と、を備えることを特徴とする。

【0008】

30

（２） 前記移動手段は、雄ネジを有するボールネジ部と、前記支持体に連結されると共に、前記雄ネジと螺合可能な雌ネジを有し、前記雄ネジに前記雌ネジを螺合させることにより、前記ボールネジ部の軸方向に移動可能な雌ネジ部と、前記ボールネジ部を回転させる駆動源と、前記雌ネジ部の回転を規制するガイド部と、を有することが好ましい。

【0009】

（３） また、前記ボールネジ部は、前記試料室の外部に配置されており、前記試料室は、前記支持体の少なくとも一部が収容される第１試料室と、前記試料管を収容可能な第２試料室と、を有し、前記第１試料室は、前記雌ネジ部に接合され、前記雌ネジ部の移動に連動して前記軸方向に伸縮可能に形成されることを特徴とする。

【0010】

40

（４） 前記雌ネジ部は、前記支持体に連結され、第１磁石を有する第１磁石部と、前記第１磁石と引かれあう第２磁石及び前記雌ネジを有する第２磁石部と、を備え、前記ガイド部は、前記第２磁石部の回転を規制することが好ましい。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、簡易な構成で試料管を供給部に送ることが可能であると共に、メンテナンス性の向上したシリコン単結晶引上装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面を参照しながら説明する。

50

【 0 0 1 3 】

[1] 第 1 実施形態

図 1 を参照して、本発明の第 1 実施形態に係るシリコン単結晶引上装置 1 について説明する。図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係るシリコン単結晶引上装置を模式的に示す断面図である。図 1 に示すように、シリコン単結晶引上装置 1 は、引上炉 2 と、坩堝 3 と、ヒータ 9 と、保温筒 1 3 と、整流筒 1 5 (1 5 a、1 5 b) と、引き上げ機構 4 と、試料室 1 0 0 と、遮蔽部 2 4 と、試料管としてのドーブ管 6 と、供給部 7 と、熱遮蔽部材 8 と、を備えて構成されている。

【 0 0 1 4 】

引上炉 2 は、シリコン単結晶 4 1 を引き上げるための炉である。引上炉 2 は、その上方に開口を有する。引上炉 2 においては、この開口からシリコン単結晶 4 1 が引き上げられる。引上炉 2 は、その内部を真空に保ち、C Z 法による結晶成長に用いられる。

【 0 0 1 5 】

坩堝 3 は、引上炉 2 の内部に設けられている。坩堝 3 は、石英坩堝 3 1 と、石英坩堝を収容する黒鉛坩堝 3 2 と、を有する。坩堝 3 は、多結晶シリコン (S i) からなる原料を溶融した融液 5 を収容する。ヒータ 9 は、坩堝 3 の周囲に設けられている。ヒータ 9 は、坩堝 3 の中にあるシリコン原料を加熱して溶融する。保温筒 1 3 は、ヒータ 9 と引上炉 2 の内側の面との間に設けられている。保温筒 1 3 は、ヒータ 9 からの輻射熱を遮断し、保温する。なお、本明細書において「内側」とは引上炉 2 の中心側を意味し、「外側」とは引上炉 2 の中心から反対側へ離れた側を意味する。

【 0 0 1 6 】

整流筒 1 5 は、供給部 7 よりも内側における坩堝 3 の上方に設けられている。整流筒 1 5 は、上方のカーボン製の第 1 整流筒 1 5 a と、第 1 整流筒 1 5 a の下方に接続された石英製の第 2 整流筒 1 5 b とを有する。整流筒 1 5 は、バージガス (引上炉 2 の内部の不純物を除去するように排出されるガス) を引上炉 2 の上下方向に流通させる。

【 0 0 1 7 】

引き上げ機構 4 は、坩堝 3 の上方における整流筒 1 5 の内側に設けられている。引き上げ機構 4 は、引き上げ用ケーブル 4 a と、引き上げ用ケーブル 4 a の下端に取り付けられた種結晶ホルダ 4 b とを有する。引き上げ機構 4 は、種結晶ホルダ 4 b によって種結晶が把持される。

【 0 0 1 8 】

試料室 1 0 0 は、引上炉 2 の上方に外付けされている。試料室 1 0 0 は、中空に形成されている。試料室 1 0 0 は、その内部が引上炉 2 と連通している。試料室 1 0 0 の内部には、ドーブ管 6 を引上炉 2 の内部に移動させる後述の移動手段 1 1 0 が取り付けられている。

【 0 0 1 9 】

遮蔽部 2 4 は、試料室 1 0 0 と引上炉 2 との間に設けられており、遮蔽部 2 4 を閉めることにより、引上炉 2 の内部と試料室 1 0 0 の内部とを熱的に遮蔽する。引上炉 2 の内部の輻射熱及び雰囲気は、遮蔽部 2 4 を閉めることにより、試料室 1 0 0 と遮断される。つまり、遮蔽部 2 4 を開閉することにより、試料室 1 0 0 の内部の気圧を調整可能になる。

【 0 0 2 0 】

ドーブ管 6 は、移動手段 1 1 0 に取り付けられている後述の支持体 1 2 0 に支持されている。ドーブ管 6 は、移動手段 1 1 0 による支持体 1 2 0 の移動により、試料室 1 0 0 の内部と引上炉 2 の内部との間を移動する。また、ドーブ管 6 には、融液 5 に供給する昇華性ドーパントが収容されている。昇華性ドーパントは、ドーブ管 6 が坩堝 3 の上方の所定の位置まで移動されると、融液 5 から輻射される輻射熱によって加熱される。加熱された昇華性ドーパントは、昇華して気体となる。ドーブ管 6 は、この気体となった昇華性ドーパントを引上炉 2 の内部に設けられた供給部 7 に供給する。

【 0 0 2 1 】

供給部 7 は、第 2 整流筒 1 5 b の外面と一体化して引上炉 2 の内部に設けられている。

供給部 7 は、中空に形成されている。供給部 7 は、供給部 7 のドープ管 6 側の端部に設けられた凹状の接合部 7 1 により、引上炉 2 の内部へ移動してきたドープ管 6 と接合される。供給部 7 は、ドープ管 6 と接合されることにより、ドープ管 6 から排出される気化した昇華性ドーパントの供給を受ける。さらに、供給部 7 は、気化した昇華性ドーパントを融液 5 に供給する。

【0022】

熱遮蔽部材 8 は、引上炉 2 の内部における供給部 7 よりも外側に設けられる。熱遮蔽部材 8 は、融液 5 の輻射熱を遮蔽する。熱遮蔽部材 8 の内壁面には、整流筒 1 5 を載置するための載置部 1 8 が設けられている。

【0023】

次に、図 1 から図 5 を参照して、シリコン単結晶引上装置 1 の各部について詳細に説明する。

図 2 は、第 1 実施形態に係る試料室の正面側からみた内部構成を示す断面図である。図 3 は、第 1 実施形態に係る試料室の側面側からみた内部構成を示す断面図である。図 4 (a) は、図 3 に示す試料室の A - A 断面図であり、図 4 (b) は、図 3 に示す試料室の B - B 断面図であり、図 4 (c) は、図 3 に示す試料室の C - C 断面図である。図 5 は、第 1 実施形態に係る試料室の内部から外部にドープ管が移動した状態を示す断面図である。なお、試料室は、軸方向に立たせた状態で説明する。

【0024】

まず、試料室 1 0 0 について説明する。

上述の通り、試料室 1 0 0 は、引上炉 2 の上方に外付けされている。具体的には、試料室 1 0 0 は、遮蔽部 2 4 を介して引上炉 2 に外付けされている。また、試料室 1 0 0 は、中空に形成されている。試料室 1 0 0 は、引上炉 2 の内部と試料室 1 0 0 の内部とが連通するように引上炉 2 の上方に取り付けられている。試料室 1 0 0 の内部には、移動手段 1 1 0 が取り付けられている。

【0025】

図 2 から図 5 に示すように、試料室 1 0 0 は、試料室本体 1 0 1 と、フランジ部 1 0 2 とを有して構成されている。

試料室本体 1 0 1 は、上方側（引上炉 2 に取り付けられた状態の軸方向における上方側）が封止され、下方側（引上炉 2 に取り付けられた状態の軸方向における下方側）が開口した円筒状に形成されている。フランジ部 1 0 2 は、試料室本体 1 0 1 の下方側に連結されている。フランジ部 1 0 2 は、遮蔽部 2 4 に設けられたフランジ部（図示せず）と連結可能に形成されている。

【0026】

図 1 に示すように、試料室本体 1 0 1 は、その周面に、開閉可能な第 1 開閉部 1 0 3 と、開閉可能な第 2 開閉部 1 0 4 とを備えている。第 1 開閉部 1 0 3 は、試料室本体 1 0 1 の上方側に設けられている。第 1 開閉部 1 0 3 は、第 1 開口部 1 0 3 a と、第 1 扉部 1 0 3 b と、を有している。第 1 開口部 1 0 3 a は、試料室本体 1 0 1 の内部と外部とを連通させている。第 1 扉部 1 0 3 b は、第 1 開口部 1 0 3 a を開閉可能に取り付けられている。

【0027】

第 2 開閉部 1 0 4 は、試料室本体 1 0 1 の下方側に設けられている。具体的には、第 2 開閉部 1 0 4 は、試料室 1 0 0 の内部に収容された状態にあるドープ管 6 と対向する位置に設けられている。第 2 開閉部 1 0 4 は、第 1 開閉部 1 0 3 と同様に、第 2 開口部 1 0 4 a と、第 2 扉部 1 0 4 b と、を有している。第 2 開口部 1 0 4 a は、試料室本体 1 0 1 の内部と外部とを連通させており、試料室 1 0 0 の内部に収容されているドープ管 6 を取り出し可能に形成されている。第 2 扉部 1 0 4 b は、第 2 開口部 1 0 4 a を開閉可能に取り付けられている。

【0028】

次に、移動手段 1 1 0、支持体 1 2 0 及びドープ管 6 について説明する。

移動手段 110 は、主として、試料室 100 の内部に設けられている。移動手段 110 は、ドープ管 6 を支持した支持体 120 を供給部 7 に向かって移動させる。具体的には、移動手段 110 は、支持体 120 に支持されたドープ管 6 を引上炉 2 の内部に設けられた供給部 7 に接合させるために、支持体 120 を供給部 7 に向かって移動させる。

【0029】

図 2 から図 5 に示すように、移動手段 110 は、ボールネジ部 111 と、雌ネジ部 112 と、ガイド部 113 と、駆動源としてのモータ部 114 と、を有して構成されている。

図 2 及び図 3 に示すように、ボールネジ部 111 は、ボールネジ 111a と、第 1 軸受け部 111b と、第 2 軸受け部 111c と、を有している。ボールネジ 111a は、周面に雄ネジが設けられた棒状に形成されている。ボールネジ 111a は、試料室本体 101 の上方側の端面 106 を貫通している。ボールネジ 111a は、端面 106 を貫通した部分において、上方側の端部が後述のヘッドギア 114a に連結されている。

10

【0030】

第 1 軸受け部 111b は、試料室本体 101 の上方側の端面 106 に固定されている。第 1 軸受け部 111b は、ボールネジ 111a の上方側を回転自在に支持している。第 2 軸受け部 111c は、試料室本体 101 の下方側の端部において、フランジ部 102 から試料室本体 101 の中心軸方向に延出した延出部 105 に固定されている。第 2 軸受け部 111c は、ボールネジ 111a の下方側の端部を回転自在に支持している。

【0031】

雌ネジ部 112 は、ナット部 112a と、第 1 プレート 112b と、第 2 プレート 112c と、を有している。ナット部 112a は、ボールネジ 111a の雄ネジと螺合可能な雌ネジを備えている。つまり、ナット部 112a は、ボールネジ 111a と螺合可能に形成されている。ボールネジ 111a に螺合されたナット部 112a は、ボールネジ 111a に対して相対的に回転することによりボールネジ 111a の軸方向に移動する。

20

【0032】

第 1 プレート 112b は、第 1 の面 115a と第 2 の面 115b とを有している。第 1 の面 115a と第 2 の面 115b とは、互いに直交した状態で連結されている。つまり、第 1 プレート 112b は、断面が直角に屈曲した略 L 字状に形成されている。

第 1 の面 115a は、ボールネジ 111a の軸方向と直交するように、ボールネジ 111a に螺合されたナット部 112a に連結されている。一方、第 2 の面 115b は、第 1 の面 115a をナット部 112a に連結させることにより、ボールネジ 111a の軸方向と略平行になる。

30

【0033】

第 2 プレート 112c は、矩形板状に形成されており、ネジ部材 116 により第 1 プレート 112b の第 2 の面 115b に連結されている。また、第 2 プレート 112c は、後述の第 1 ガイドレール 113b 及び第 2 ガイドレール 113c と当接しており、第 1 ガイドレール 113b 及び第 2 ガイドレール 113c に摺動可能に形成されている。第 2 プレート 112c は、第 1 ガイドレール 113b 及び第 2 ガイドレール 113c と当接した状態で第 2 の面 115b に連結されることにより、ナット部 112a の回転を規制する。また、第 2 プレート 112c は、第 1 ガイドレール 113b 及び第 2 ガイドレール 113c に摺動可能に形成されることにより、ボールネジ 111a が回転した場合に、相対的にナット部 112a をボールネジ 111a の軸方向に移動可能にする。

40

【0034】

図 4(a) から図 4(c) に示すように、ガイド部 113 は、ガイド支持板 113a と、第 1 ガイドレール 113b と、第 2 ガイドレール 113c と、を有している。ガイド支持板 113a は、試料室本体 101 の内周面の一部に沿うように半月状に形成されている。また、ガイド支持板 113a は、第 1 開閉部 103 及び第 2 開閉部 104 と対向する位置に設けられている。ガイド支持板 113a は、試料室本体 101 の内周面に沿うように内周面に接合されている。

【0035】

50

第1ガイドレール113bは、縦長の矩形板状に形成されている。第1ガイドレール113bは、長手方向がボールネジ111aの軸方向と同じになるように配置される。また、第1ガイドレール113bは、軸方向と直交する方向が第1扉部103bの厚み方向及び第2扉部104bの厚み方向と同じになるように配置される。つまり、第1ガイドレール113bは、板厚を構成する一方の面が第1扉部103b及び第2扉部104bと略平行になるように設けられている。また、板厚を構成する一方の面には、摺動部113dが設けられている。摺動部113dは、第2プレート112cと当接している。摺動部113dは、第2プレート112cを第1ガイドレール113bの長手方向に沿って摺動させるために設けられる。一方、第1ガイドレール113bの一方の面と反対側の他方の面は、ガイド支持板113aに接合されている。第1ガイドレール113bは、他方の面がガイド支持板113aに接合されることにより固定される。

【0036】

同様に、第2ガイドレール113cは、長手方向と短手方向を有する縦長の矩形板状に形成されている。第2ガイドレール113cは、ボールネジ111aを挟んで第1ガイドレール113bと対向するように設けられている。第2ガイドレール113cは、上述の第1ガイドレール113bと同様の構成で、第1ガイドレール113bと略平行に配置されている。また、第2ガイドレール113cの一方の面には、第1ガイドレール113bと同様に、摺動部113dが設けられている。摺動部113dは、第2プレート112cと当接している。摺動部113dは、第2プレート112cを第2ガイドレール113cの長手方向に沿って摺動させるために設けられる。一方、第2ガイドレール113cの一方の面と反対側の他方の面は、ガイド支持板113aに接合されている。第2ガイドレール113cは、他方の面がガイド支持板113aに接合されることにより固定される。

【0037】

モータ部114は、ヘッドギア114aと、モータ本体114bと、を有している。ヘッドギア114aは、第1ギア（図示せず）と、第2ギア（図示せず）と、を有している。第1ギアは、ボールネジ111aと連結されている。また、第2ギアは、モータ本体114bと連結されている。モータ本体114bから出力される動力は、モータ本体114bに連結された第2ギアと、ボールネジ111aに連結された第1ギアとが噛み合うことにより、ボールネジ111aに伝達される。

【0038】

図2から図5に示すように、支持体120は、縦長の矩形板状に形成されている。支持体120は、長手方向における上方側が第2プレート112cと連結されている。支持体120は、ネジ部材により第2プレート112cと連結される。一方、支持体120の長手方向における下方側には、ドープ管6が連結されている。ドープ管6は、支持体120に取り外し可能に連結されている。また、支持体120は、長手方向における長さが、試料室本体101の軸方向における長さよりも短くなるように形成されている。具体的には、支持体120は、ドープ管6を含めた長手方向における長さが、試料室本体101の軸方向における長さよりも短くなるように形成されている。つまり、支持体120は、連結される第2プレート112cが試料室本体101の上方にある場合には、ドープ管6と共に試料室本体101の内部に収容されるように形成されている。

【0039】

支持体120は、第1開閉部103及び第2開閉部104と、ボールネジ111aとの間に配置される。支持体120は、剛体により形成されている。なお、ここでの剛体には、多少の撓みや歪み等が生じる剛体も含む。

【0040】

ドープ管6は、成長させるシリコン単結晶41にドープさせる昇華性ドーパント（不純物）を収容する。ドープ管6は、支持体120の下方側の端部に連結されている。

図1に示すように、ドープ管6は、供給部7側に向かって突出する凸部61と、管状のドープ管本体64と、を備える。凸部61は、ドープ管6を支持体120に連結させた場合に、供給部7側となるドープ管本体64の端部に設けられている。具体的には、凸部6

1 は、ドープ管本体 6 4 の供給部 7 側の端部における略中央部から、供給部 7 側に突出している。また、凸部 6 1 は、略球状に形状されている。なお、「略球状の形状」とは、完全な球状ではないが、大部分が球状の曲面を備えていることを意味する。

【0041】

ドープ管 6 に収容する昇華性ドーパントとしては、シリコン単結晶 4 1 に N 型の電気的特性を与えるための N 型用のドーパントである、砒素 As 及び赤燐 P が挙げられる。砒素 As 及び赤燐 P は、昇華可能な昇華性ドーパントであるため、比較的低い温度で固相から気相に気化させることができる。

【0042】

次に、第 1 実施形態に係るシリコン単結晶引上装置 1 の使用の例について説明する。

まず、シリコン単結晶引上装置 1 においては、種結晶ホルダ 4 b によって種結晶（図示せず）が把持された状態で、坩堝 3 の中にシリコン原料を入れ、ヒータ 9 を用いて加熱すると、シリコン原料が溶融して融液 5 になる。融液 5 の溶融状態が安定化したところで、引上げ用ケーブル 4 a を降下して種結晶ホルダ 4 b に把持させた種結晶を融液 5 に浸漬させる。融液 5 に浸漬させ、種結晶を融液 5 になじませると、次に、引上げ用ケーブル 4 a を上昇させ、融液 5 からシリコン単結晶（シリコン単結晶インゴット）4 1 を引上げる。融液 5 からシリコン単結晶 4 1 が引上げられると、シリコン単結晶 4 1 は、成長を開始する。シリコン単結晶 4 1 を成長させる際においては、坩堝 3 を回転軸 1 6 によって回転させるとともに、引上げ機構 4 の引上げ用ケーブル 4 a を、回転軸 1 6 の回転方向と同じ方向又は逆の方向に回転させる。なお、回転軸 1 6 は鉛直方向にも駆動することができ、坩堝 3 を任意の上方方向の位置に上下動させることもできるように構成されている。

【0043】

このとき、シリコン単結晶引上装置 1 は、引上炉 2 の内部を外気と遮断して真空状態（例えば数 KPa 程度）に減圧し、パージガスとして不活性ガスのアルゴンガス 1 7 を供給しつつ、ポンプ（図示せず）を用いてアルゴンガス 1 7 を排気する。つまり、シリコン単結晶引上装置 1 は、引上炉 2 の内部にアルゴンガス 1 7 を流通させることにより、引上炉 2 の内部で発生した蒸発物を、アルゴンガス 1 7 とともに引上炉 2 の外部に除去する。なお、このときのアルゴンガス 1 7 の供給流量は、結晶成長の各プロセスによって各々設定することができる。

【0044】

シリコン単結晶 4 1 が成長してくると、融液 5 の減少によって融液 5 と坩堝 3 との接触面積が変化し、坩堝 3 からの酸素溶解量が変化する。そのため、引き上げられるシリコン単結晶 4 1 中の酸素濃度分布に影響が出る。ここで、坩堝 3 の上方及びシリコン単結晶 4 1 の周囲には、熱遮蔽部材 8 が設けられている。そのため、引上炉 2 の上方より供給されるアルゴンガス 1 7 は、熱遮蔽部材 8 により融液表面 5 a の中央に導かれ、さらに融液表面 5 a を経由して融液表面 5 a の周縁部に導かれる。これにより、アルゴンガス 1 7 は、融液 5 からの蒸発物とともに、引上炉 2 の下部に設けた排気口（図示せず）から排出される。このようにして、シリコン単結晶引上装置 1 は、融液表面 5 a 上のガス流速を安定化させ、融液 5 から蒸発する酸素を安定な状態に保つように構成されている。

【0045】

また、坩堝 3、融液 5、ヒータ 9 等の高温部で発生する輻射熱の大部分は、熱遮蔽部材 8 により、種結晶及び成長するシリコン単結晶 4 1 に対して遮断される。熱遮蔽部材 8 の下端と融液表面 5 a との距離は、坩堝 3 の上下動によって調整してもよく、熱遮蔽部材 8 の昇降装置による上下動によって調整してもよい。

【0046】

次に、図 6 及び図 7 を参照して、昇華性ドーパント（図示せず）の投入の例について説明する。図 6 は、第 1 実施形態に係るシリコン単結晶引上装置 1 に設けられる試料室と遮蔽部とドープ管との位置関係を模式的に示す断面図である。図 7 は、図 6 に示す試料室の内部から引上炉の内部にドープ管が移動した状態を模式的に示す断面図である。

【0047】

稼働中の上述の引上炉 2 の内部に昇華性ドーパント（図示せず）を投入するにあたっては、まず、作業者がドーブ管 6 に昇華性ドーパントを投入することから開始される。昇華性ドーパントのドーブ管 6 への投入は、遮蔽部 2 4 を閉じた状態で試料室 1 0 0 の第 2 扉部 1 0 4 b を開き、第 2 開口部 1 0 4 a から、試料室 2 7 に収容されているドーブ管 6 を取り出して行われる。ここで、支持体 1 2 0 に連結されるドーブ管 6 は、通常、図 6 に示すように、遮蔽部 2 4 が閉じられ、支持体 1 2 0 とともに試料室 1 0 0 の内部に収容された状態にある。つまり、ドーブ管 6 は、第 2 開閉部 1 0 4 と対向する位置にある。そのため、作業者は、第 2 開閉部 1 0 4 の第 2 扉部 1 0 4 b を開くことにより、容易にドーブ管 6 を取り出すことができる。

【 0 0 4 8 】

10

作業者は、ドーブ管 6 を取り出すと、所定の昇華性ドーパントをドーブ管 6 に投入する。昇華性ドーパントをドーブ管 6 に投入すると、作業者は、ドーブ管 6 を再び支持体 1 2 0 に連結させ、第 2 扉部 1 0 4 b を閉める。

【 0 0 4 9 】

作業者によりドーブ管 6 が再び支持体 1 2 0 に連結されると、シリコン単結晶 4 1 に昇華性ドーパントをドーブし始めるタイミング、すなわちシリコン単結晶 4 1 の肩部から直胴部の前半部まで成長したタイミングで、シリコン単結晶引上装置 1 は、遮蔽部 2 4 を開放する。なお、遮蔽部 2 4 を開放する際には、昇華性ドーパントを試料室 1 0 0 の所定の位置に収納して第 2 扉部 1 0 4 b を閉めた後、試料室 1 0 0 側の真空ポンプ（図示せず）を作動させて引上炉 2 の内部と試料室 1 0 0 の内部とを調圧してから、遮蔽部 2 4 を開放するようにする。

20

【 0 0 5 0 】

遮蔽部 2 4 を開放すると、次に、シリコン単結晶引上装置 1 は、ドーブ管 6 を引上炉 2 の内部に移動させる。ドーブ管 6 の移動は、モータ本体 1 1 4 b を駆動させることにより行われる。具体的には、モータ本体 1 1 4 b を駆動させると、モータ本体 1 1 4 b に連結された第 2 ギアとボールネジ 1 1 1 a に連結された第 1 ギアとが噛み合い、モータ本体 1 1 4 b の回転力（動力）が第 1 ギア及び第 2 ギアを介してボールネジ 1 1 1 a に伝達される。ボールネジ 1 1 1 a にモータ本体 1 1 4 b の回転力（動力）が伝達されると、この回転力によりボールネジ 1 1 1 a が回転する。

【 0 0 5 1 】

30

ここで、ボールネジ 1 1 1 a には、ナット部 1 1 2 a が螺合されている。一方、ナット部 1 1 2 a は、第 1 プレート 1 1 2 b を介して第 2 プレート 1 1 2 c と連結されている。第 2 プレート 1 1 2 c は、第 1 ガイドレール 1 1 3 b 及び第 2 ガイドレール 1 1 3 c に当接しており、ナット部 1 1 2 a は、回転が規制されている。そのため、ボールネジ 1 1 1 a が回転しても、ボールネジ 1 1 1 a に螺合されているナット部 1 1 2 a は回転できない。これにより、ボールネジ 1 1 1 a が回転すると、ナット部 1 1 2 a は、ボールネジ 1 1 1 a のボールネジ 1 1 1 a の軸方向に引上炉 2 の内部側に移動する。

【 0 0 5 2 】

図 7 に示すように、ナット部 1 1 2 a が引上炉 2 の内部側に移動を開始すると、ナット部 1 1 2 a に連結される第 2 プレート 1 1 2 c が第 1 ガイドレール 1 1 3 b 及び第 2 ガイドレール 1 1 3 c に沿って引上炉 2 側に摺動を開始する。第 2 プレート 1 1 2 c が摺動を開始すると、第 2 プレート 1 1 2 c と連結される支持体 1 2 0 も移動を開始する。支持体 1 2 0 は、遮蔽部 2 4 を介して引上炉 2 と連通される引上炉 2 の内部に向かって移動を開始する。支持体 1 2 0 が引上炉 2 の内部に移動を開始すると、支持体 1 2 0 の端部に連結されたドーブ管 6 も引上炉 2 の内部に向かって移動する。

40

【 0 0 5 3 】

ここで、図 1 に示すように、ドーブ管 6 は、引上炉 2 の内部に配置される供給部 7 に向かって移動するように支持体 1 2 0 に支持されている。そのため、ドーブ管 6 が引上炉 2 の内部の所定の位置に移動すると、ドーブ管 6 は、ドーブ管 6 の下方に配置されている供給部 7 に接合される。具体的には、ドーブ管 6 の供給部 7 側の端部に設けられた凸部 6 1

50

が、供給部 7 のドープ管 6 側の端部に設けられた接合部 7 1 と嵌合する。ドープ管 6 の供給部 7 側の端部には、排出口（図示せず）が形成されており、排出口には、細かい複数の貫通孔（図示せず）を備える板状体（図示せず）が取り付けられている。このため、凸部 6 1 と接合部 7 1 とが接合されると、板状体の複数の貫通孔を介してドープ管 6 と供給部 7 との間を連通する通路（図示せず）が形成される。気化した昇華性ドーパントは、この通路を流通し、ドープ管 6 から供給部 7 へ供給される。

【0054】

以上のように構成された本実施形態に係るシリコン単結晶引上装置によれば、以下のようない効果が奏される。

【0055】

第 1 実施形態によると、シリコン単結晶引上装置 1 は、ドープ管 6 を支持する支持体 1 2 0 を試料室 1 0 0 の内部で支持した状態で移動させることにより、支持体 1 2 0 に支持されたドープ管 6 を引上炉 2 の内部に移動可能な移動手段 1 1 0 を備えて構成されている。そのため、シリコン単結晶引上装置 1 は、引上炉 2 の内部のドープ管 6 の投入経路において、試料管 1 0 0 の内部から引上炉 2 の内部にまで至るドープ管 6 を褶動させるガイドレールを設ける必要がなくなり、ドープ管 6 を投入させる投入経路を広く使用することが可能になる。これにより、シリコン単結晶引上装置 1 は、例えば、投入するドープ管 6 の形状や直径を大きくすること等が可能になる。また、シリコン単結晶引上装置 1 は、例えば、ドープ管 6 の容量を大きくすることが可能になる。つまり、シリコン単結晶引上装置 1 は、使用するドープ管 6 の大きさ等を選択する自由度が広がる。

【0056】

また、シリコン単結晶引上装置 1 は、引上炉 2 の内部にまで至るガイドレールがなくなるため、通常の状態における投入経路が広がる。そのため、シリコン単結晶引上装置 1 は、例えば、引上炉や引上炉 2 におけるドープ管 6 の投入経路等のメンテナンスが容易になる。

また、シリコン単結晶引上装置 1 は、引上炉 2 の内部にまで至るガイドレールがなくなるため、例えば、引上炉 2 の内部を構成する部品点数を減少させることが可能になる。

【0057】

また、第 1 実施形態によると、移動手段 1 1 0 は、ボールネジ部 1 1 1 と、雌ネジ部 1 1 2 と、ガイド部 1 1 3 と、モータ部 1 1 4 と、を有して構成されている。そのため、シリコン単結晶引上装置 1 は、例えば、耐熱性を有するアーム等を使用してドープ管 6 を移動させる場合等よりも装置全体を小型化することが可能になる。また、シリコン単結晶引上装置 1 は、主として、ボールネジ部 1 1 1 と雌ネジ部 1 1 2 とで支持体 1 2 0 を介してドープ管 6 を移動させる。そのため、シリコン単結晶引上装置 1 は、例えば、簡易な構成で引上炉の内部にドープ管 6 を移動させることが可能になる。

【0058】

また、第 1 実施形態によると、シリコン単結晶引上装置 1 は、試料室 1 0 0 に試料室 1 0 0 の内部を視認可能な第 1 開閉部 1 0 3 が設けられている。そのため、作業者は、第 1 開閉部 1 0 3 を開閉させることにより、容易に試料室 1 0 0 の内部を視認することが可能になる。これにより、シリコン単結晶引上装置 1 は、容易にメンテナンスを行うことが可能になる。また、シリコン単結晶引上装置 1 は、試料室 1 0 0 の下方側に試料室 1 0 0 の内部を視認可能な第 2 開閉部 1 0 4 が設けられている。第 2 開閉部 1 0 4 は、試料室 1 0 0 に収容されたドープ管 6 と対向する位置に設けられている。そのため、作業者は、容易にドープ管 6 の交換等を行うことが可能になる。これにより、シリコン単結晶引上装置 1 は、ドープ管 6 のメンテナンスが容易になる。

【0059】

次に、図 8 から図 1 1 を参照して、本発明の第 2 実施形態に係るシリコン単結晶引上装置及び第 3 実施形態に係るシリコン単結晶引上装置について説明する。なお、第 2 実施形態及び第 3 実施形態においては、主として、第 1 実施形態との相違点を説明し、第 1 実施形態と同様の構成については同じ符号を付し、説明を省略する。つまり、第 2 実施形態及

び第3実施形態において特に説明されない点については、第1実施形態についての説明が適宜適用される。また、第2実施形態及び第3実施形態によれば、第1実施形態と同様の効果が奏される。

【0060】

[2] 第2実施形態

第2実施形態に係るシリコン単結晶引上装置は、主として、試料室200の形状、移動手段210及び支持体220の形状が異なる点において、第1実施形態と相違する。以下、試料室200の形状、移動手段210及び支持体220を中心に説明する。

なお、第2実施形態においては、第1実施形態と同様又は対応する構成については、符号の百の位に付される数字を1から2に変更したものをを用いて説明する。

図8は、第2実施形態に係る試料室の正面側から見た内部構成を模式的に示す断面図である。図9は、第2実施形態に係る試料室の内部からドープ管が移動した状態を模式的に示す断面図である。

【0061】

図8及び図9に示すように、第2実施形態に係る試料室200は、第1試料室201aと、第2試料室201bと、フランジ部202と、支持台部204と、を有して構成されている。

【0062】

第1試料室201aは、円筒状に形成されており、その周壁が蛇腹状に形成されている。つまり、第1試料室201aは、軸方向に伸縮自在に形成されている（図8及び図9参照）。第1試料室201aは、上方側が移動手段210を構成する後述の第2プレート212cに接合されている。第1試料室201は、その内部が第2プレート212cに封止された状態で第2プレート212cと接合されている。一方、第1試料室201aの下方側は、第2試料室201bと連結されている。第1試料室201aは、その内部に支持体220の少なくとも一部を収容する。

【0063】

第2試料室201bは、円筒状に形成されている。また、第2試料室201bは、上方側に支持体220を挿通可能な挿通穴203を備えている。挿通穴203には、支持体220が挿通される。第2試料室201bは、支持体220に支持されたドープ管6を収容可能に形成されている。

【0064】

フランジ部202は、第2試料室201bの下方側に連結されている。フランジ部202は、遮蔽部24に設けられたフランジ部（図示せず）と連結可能に形成されている。

支持台部204は、フランジ部202に連結されている。支持台部204は、立設部204aと、支持部204bとを有する。立設部204aと支持部204bとは、直交した状態で連結されている。つまり、支持台部204は、断面が略L時状になるように形成されている。立設部204aは、第1試料室201a及び第2試料室201bと略平行にフランジ部202から立設している。支持部204bには、後述のボールネジ211aを支持する第1軸受け部211bが固定される。

【0065】

図8及び図9に示すように、第2実施形態に係る移動手段210は、試料室200の外部に設けられている。具体的には、移動手段210は、試料室200の外部に設けられた支持台部204及びフランジ部202に支持される。

移動手段210は、ボールネジ部211と、雌ネジ部212と、駆動源としてのモータ部214と、を有して構成されている。ボールネジ部211は、ボールネジ211aと、第1軸受け部211bと、第2軸受け部211cと、を有している。ボールネジ211aは、周面に雄ネジが設けられた棒状に形成されている。ボールネジ211aは、支持部204bを貫通している。つまり、第2実施形態におけるボールネジ211aは、支持部204bを貫通した部分において、上方側の端部が後述のヘッドギア214aに連結されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 6 】

第 1 軸受け部 2 1 1 b は、支持部 2 0 4 b に固定されている。第 1 軸受け部 2 1 1 b は、ボールネジ 2 1 1 a の上方側を回転自在に支持している。第 2 軸受け部 2 1 1 c は、フランジ部 2 0 2 から第 2 試料室 2 0 2 の中心軸方向に延出した延出部 2 0 5 に固定されている。第 2 軸受け部 2 1 1 c は、ボールネジ 2 1 1 a の下方側の端部を回転自在に支持している。

【 0 0 6 7 】

雌ネジ部 2 1 2 は、ナット部 2 1 2 a と、第 1 プレート 2 1 2 b と、第 2 プレート 2 1 2 c と、を有している。ナット部 2 1 2 a は、ボールネジ 2 1 1 a の雄ネジと螺合可能な雌ネジを備えている。つまり、ナット部 2 1 2 a は、ボールネジ 2 1 1 a と螺合可能に形成されている。ボールネジ 2 1 1 a に螺合されたナット部 2 1 2 a は、ボールネジ 2 1 1 a に対して相対的に回転することによりボールネジ 2 1 1 a の軸方向に移動する。

10

【 0 0 6 8 】

第 1 プレート 2 1 2 b は、平板状に形成されている。第 1 プレート 2 1 2 b は、ボールネジ 2 1 1 a の軸方向と直交するように、ボールネジ 2 1 1 a に螺合されたナット部 2 1 2 a に連結されている。

【 0 0 6 9 】

第 2 プレート 2 1 2 c は、平板状に形成されている。第 2 プレート 2 1 2 c は、第 1 試料室 2 0 1 の内部を封止可能に円形状に形成されている。第 2 プレート 2 1 2 c の一方側は、第 1 プレート 2 1 2 b に連結されている。また、第 2 プレート 2 1 2 c の他方側は、第 1 試料室 2 0 1 a に接合されている。第 2 プレート 2 1 2 c は、円筒形に形成された第 1 試料室 2 0 1 に接合されることにより、ボールネジ 2 1 1 a の軸方向と直交する方向への動きが規制される。つまり、第 2 プレート 2 1 2 c と連結するナット部 2 1 2 a の回転が規制される。

20

【 0 0 7 0 】

モータ部 2 1 4 は、ヘッドギア 2 1 4 a と、モータ本体 2 1 4 b と、を有している。ヘッドギア 2 1 4 a は、第 1 ギア（図示せず）と、第 2 ギア（図示せず）と、を有している。第 1 ギアは、ボールネジ 2 1 1 a と連結されている。また、第 2 ギアは、モータ本体 2 1 4 b と連結されている。モータ本体 2 1 4 b から出力される動力は、モータ本体 2 1 4 b に連結された第 2 ギアと、ボールネジ 2 1 1 a に連結された第 1 ギアとが噛み合うことにより、ボールネジ 2 1 1 a に伝達される。

30

【 0 0 7 1 】

支持体 2 2 0 は、棒状に形成されている。支持体 2 2 0 は、上述の挿通穴 2 0 3 に挿通可能に形成されている。支持体 2 2 0 は、上方側の端部が第 2 プレート 2 1 2 c に接合されている。また、支持体 2 2 0 の下方側は、ドープ管 6 を支持している。

【 0 0 7 2 】

次に、第 2 実施形態に係るドープ管 6 の投入の例について説明する。

まず、作業者がドープ管 6 に昇華性ドーパントを投入し、ドープ管 6 を支持体 2 2 0 に装着すると、シリコン単結晶 4 1 に昇華性ドーパントをドーブし始めるタイミング、すなわちシリコン単結晶 4 1 の肩部から直胴部の前半部まで成長したタイミングで、シリコン単結晶引上装置は、遮蔽部 2 4 を開放する。なお、遮蔽部 2 4 を開放する際には、昇華性ドーパントを試料室 2 0 0 の所定の位置に収納して試料室 2 0 0 側の真空ポンプ（図示せず）を作動させて引上炉 2 の内部と試料室 2 0 0 の内部とを調圧してから、遮蔽部 2 4 を開放するようにする。

40

【 0 0 7 3 】

遮蔽部 2 4 を開放すると、次に、シリコン単結晶引上装置は、ドープ管 6 を引上炉 2 の内部に移動させる。ドープ管 6 の移動は、モータ本体 2 1 4 b を駆動させることにより行われる。具体的には、モータ本体 2 1 4 b を駆動させると、モータ本体 2 1 4 b に連結された第 2 ギアとボールネジ 2 1 1 a に連結された第 1 ギアとが噛み合い、モータ本体 2 1 4 b の回転力（動力）が第 1 ギア及び第 2 ギアを介してボールネジ 2 1 1 a に伝達される

50

。ボールネジ 2 1 1 a にモータ本体 2 1 4 b の回転力（動力）が伝達されると、この回転力によりボールネジ 2 1 1 a が回転する。

【 0 0 7 4 】

ここで、ボールネジ 2 1 1 a には、ナット部 2 1 2 a が螺合されている。一方、ナット部 2 1 2 a は、第 1 プレート 2 1 2 b を介して第 2 プレート 2 1 2 c と連結されている。第 2 プレート 2 1 2 c は、第 1 試料室 2 0 1 a に接合されている。つまり、第 2 プレート 2 1 2 c が第 1 試料室 2 0 1 a に接合されることにより、ナット部 2 1 2 a は、回転が規制される。そのため、ボールネジ 2 1 1 a が回転しても、ボールネジ 2 1 1 a に螺合されているナット部 2 1 2 a は回転できない。これにより、ナット部 2 1 2 a は、ボールネジ 2 1 1 a の回転に対して相対的にボールネジ 2 1 1 a の軸方向に移動する。

10

【 0 0 7 5 】

図 9 に示すように、ナット部 2 1 2 a が移動を開始すると、ナット部 2 1 2 a に連結される第 2 プレート 2 1 2 c がナット部 2 1 2 a の移動に連動して移動する。第 2 プレート 2 1 2 c が移動を開始すると、第 2 プレート 2 1 2 c に接続される第 1 試料室 2 0 1 a が変形を開始する。ここで、第 1 試料室 2 0 1 a は、伸縮可能に蛇腹状に形成されている。そのため、第 1 試料室 2 0 1 a は、第 2 プレート 2 1 2 c の移動に連動して縮まる方向に変形する。これにより、第 2 プレート 2 1 2 c に接続された支持体 2 2 0 は、遮蔽部 2 4 を介して引上炉 2 と連通される引上炉 2 の内部に向かって移動可能になる。支持体 2 2 0 が引上炉 2 の内部に移動を開始すると、支持体 2 2 0 の端部に連結されたドープ管 6 も引上炉 2 の内部に向かって移動する。このようにして、ドープ管 6 は、引上炉 2 の内部に投入される。

20

【 0 0 7 6 】

第 2 実施形態に係るシリコン単結晶引上装置は、前記第 1 実施形態に係るシリコン単結晶引上装置 1 と同様の構成により生じる効果に加え、以下の効果を奏する。

【 0 0 7 7 】

第 2 実施形態によると、シリコン単結晶引上装置は、第 2 試料室 2 0 1 b にドープ管 6 を収容させ、蛇腹状に形成された第 1 試料室 2 0 1 a に支持体 2 2 0 を収容させている。また、第 1 試料室 2 0 1 a は、移動手段 2 1 0 に連結されている。そのため、第 1 試料室 2 0 1 a を移動手段 2 1 0 の動きに連動させて伸縮させることにより、移動手段 2 1 0 を試料室 2 0 0 の外部に設けることが可能になる。これにより、例えば、試料室 2 0 0 の内部を清潔に保った状態で、移動手段 2 1 0 のメンテナンスを行うことが可能になる。また、移動手段 2 1 0 を試料室 2 0 0 の外部に設けることにより、試料室 2 0 0 の内部の不純物汚染要素を軽減させることが可能になる。

30

【 0 0 7 8 】

また、例えば、移動手段 2 1 0 の故障等によりメンテナンスが必要になった場合においても、試料室 2 0 0 を外したりすることなく容易にメンテナンスを行うことが可能になる。

【 0 0 7 9 】

[3] 第 3 実施形態

第 3 実施形態に係るシリコン単結晶引上装置は、試料室 3 0 0、移動手段 3 1 0 及び支持体 3 2 0 の形状が異なる点において、第 1 実施形態と相違する。以下、試料室 3 0 0、移動手段 3 1 0 及び支持体 3 2 0 を中心に説明する。

40

なお、第 3 実施形態においては、第 1 実施形態と同様又は対応する構成については、符号の百番台に付される符号の百の位に付される数字を 1 から 3 に変更したものをを用いて説明する。

図 1 0 は、第 3 実施形態に係る試料室の正面側から見た内部構成を模式的に示す断面図である。図 1 1 は、第 3 実施形態に係る試料室の内部からドープ管が移動した状態を模式的に示す断面図である。

【 0 0 8 0 】

図 1 0 及び図 1 1 に示すように、試料室 3 0 0 は、中空に形成されている。試料室 3 0

50

0 の内部には、移動手段 3 1 0 の一部が配置されている。

【0081】

試料室 3 0 0 は、試料室本体 3 0 1 と、フランジ部 3 0 2 と、突起部 3 0 3 と、を有して構成されている。

試料室本体 3 0 1 は、上方側（引上炉 2 に取り付けられた状態の軸方向における上方側）が封止され、下方側（引上炉 2 に取り付けられた状態の軸方向における下方側）が開口した円筒状に形成されている。また、図 1 0（b）に示すように、試料室本体 3 0 1 には、後述の第 2 磁石部 3 1 2 c が試料室本体 3 0 1 の内部において回転することを規制する溝部 3 0 1 a が形成されている。溝部 3 0 1 a は、試料室本体 3 0 1 の軸方向に延びるように形成されている。

10

フランジ部 3 0 2 は、試料室本体 3 0 1 の下方側に連結されている。フランジ部 3 0 2 は、遮蔽部 2 4 に設けられたフランジ部（図示せず）と連結可能に形成されている。突起部 3 0 3 は、試料室本体 3 0 1 の中心軸方向に突起した状態で設けられている。突起部 3 0 3 は、後述の第 2 磁石部 3 1 2 c が試料室 3 0 0 の内部から脱落することを防止する。

【0082】

図 1 0 及び図 1 1 に示すように、第 3 実施形態に係る移動手段 3 1 0 は、ボールネジ部 3 1 1 と、雌ネジ部 3 1 2 と、支持台部 3 1 3 と、駆動源としてのモータ部 3 1 4 と、を有して構成されている。

ボールネジ部 3 1 1 は、ボールネジ 3 1 1 a と、第 1 軸受け部 3 1 1 b と、第 2 軸受け部 3 1 1 c と、を有している。ボールネジ 3 1 1 a は、周面に雄ネジが設けられた棒状に形成されている。ボールネジ 3 1 1 a は、支持台部 3 1 3 の上面 3 1 3 a を貫通している。つまり、第 3 実施形態のボールネジ 3 1 1 a は、支持台部 3 1 3 の上面 3 1 3 a を貫通した部分において、上方側の端部が後述のヘッドギア 3 1 4 a に連結されている。

20

【0083】

第 1 軸受け部 3 1 1 b は、支持台部 3 1 3 の上面 3 1 3 a に固定されている。第 1 軸受け部 3 1 1 b は、ボールネジ 3 1 1 a の上方側を回転自在に支持している。第 2 軸受け部 3 1 1 c は、フランジ部 3 0 2 に固定されている。第 2 軸受け部 3 1 1 c は、ボールネジ 3 1 1 a の下方側の端部を回転自在に支持している。

【0084】

雌ネジ部 3 1 2 は、ナット部 3 1 2 a と、第 1 磁石部 3 1 2 b と、第 2 磁石部 3 1 2 c と、を有している。ナット部 3 1 2 a は、ボールネジ 3 1 1 a の雄ネジと螺合可能な雌ネジを備えている。つまり、ナット部 3 1 2 a は、ボールネジ 3 1 1 a と螺合可能に形成されている。ボールネジ 3 1 1 a に螺合されたナット部 3 1 2 a は、ボールネジ 3 1 1 a に対して相対的に回転することによりボールネジ 3 1 1 a の軸方向に移動する。第 1 磁石部 3 1 2 b は、直方体状に形成されている。第 1 磁石部 3 1 2 b は、ナット部 3 1 2 a を内部に収容している。第 1 磁石部 3 1 2 b は、直方体状に形成されることにより、円筒状に形成された支持台部 3 1 3 の内壁に係合し、ナット部 2 1 2 a の回転を規制する。

30

【0085】

第 2 磁石部 3 1 2 c は、試料室本体 3 0 1 の内部に配置されている。第 2 磁石部 3 1 2 c は、第 2 磁石 3 1 2 d と、連結部 3 1 2 e とを有している。第 2 磁石 3 1 2 d は、試料室本体 3 0 1 の周壁を介して第 1 磁石部 3 1 2 b と対向する位置に配置されている。第 2 磁石部 3 1 2 c は、第 2 磁石 3 1 2 d が第 1 磁石部 3 1 2 b と磁力により引き合うことにより、試料室 3 0 0 の内部に保持されている。また、第 2 磁石 3 1 2 d には、試料室 3 0 0 に設けられた溝部 3 0 1 a に係合可能な凸部 3 1 2 f が設けられている。第 2 磁石 3 1 2 d は、凸部 3 1 2 f が溝部 3 0 1 a と係合することにより、回転することが規制され、試料室本体 3 0 1 の軸方向にのみ移動可能になる。

40

【0086】

支持台部 3 1 3 は、中空に形成されている。支持台部 3 1 3 は、上方側が封止され、下方側が開口した円筒状に形成されている。また、支持台部 3 1 3 は、その内部に試料室 3 0 0 を収容可能に形成されている。また、支持台部 3 1 3 は、試料室 3 0 0 と支持台部 3

50

13との間に形成される空間にボールネジ部311と、雌ネジ部312と、が配置可能に形成されている。支持台部313は、フランジ部302に接合されている。

【0087】

モータ部314は、ヘッドギア314aと、モータ本体314bと、を有している。ヘッドギア314aは、第1ギア（図示せず）と、第2ギア（図示せず）と、を有している。第1ギアは、ボールネジ311aと連結されている。また、第2ギアは、モータ本体314bと連結されている。モータ本体314bから出力される動力は、モータ本体314bに連結された第2ギアと、ボールネジ311aに連結された第1ギアとが噛み合うことにより、ボールネジ311aに伝達される。

支持体320は、棒状に形成されている。支持体320は、上述の連結部312eに連結されている。

【0088】

次に、第3実施形態に係るドーブ管6の投入の例について説明する。

【0089】

まず、作業者がドーブ管6に昇華性ドーパントを投入し、ドーブ管6を支持体320に装着すると、シリコン単結晶41に昇華性ドーパントをドーブし始めるタイミング、すなわちシリコン単結晶41の肩部から直胴部の前半部まで成長したタイミングで、シリコン単結晶引上装置は、遮蔽部24を開放する。なお、遮蔽部24を開放する際には、昇華性ドーパントを試料室300の所定の位置に収納して試料室300側の真空ポンプ（図示せず）を作動させて引上炉2の内部と試料室300の内部とを調圧してから、遮蔽部24を

【0090】

遮蔽部24を開放すると、次に、シリコン単結晶引上装置は、ドーブ管6を引上炉2の内部に移動させる。ドーブ管6の移動は、モータ本体314bを駆動させることにより行われる。具体的には、モータ本体314bを駆動させると、モータ本体314bに連結された第2ギアとボールネジ311aに連結された第1ギアとが噛み合い、モータ本体314bの回転力（動力）が第1ギア及び第2ギアを介してボールネジ311aに伝達される。ボールネジ311aにモータ本体314bの回転力（動力）が伝達されると、この回転力によりボールネジ311aが回転する。

【0091】

ここで、ボールネジ311aには、ナット部312aが螺合されている。ナット部312aは、第1磁石部312bの内部に収容されている。第1磁石部312bは直方体状に形成されており、支持台部313により回転することが規制されている。そのため、ボールネジ311aが回転しても、ボールネジ311aに螺合されているナット部312aは回転できない。これにより、ナット部312aは、ボールネジ311aの回転に対して相対的にボールネジ311aの軸方向に移動する。

【0092】

図11に示すように、ナット部312aが移動を開始すると、ナット部312aが収容される第1磁石部312bと引き合う第2磁石部312cがナット部312aの移動に連動して移動する。第2磁石部312cが移動を開始すると、第2磁石部312cの連結部に接続される支持体320も移動を開始する。これにより、第2磁石部312cに接続された支持体320は、遮蔽部24を介して引上炉2と連通される引上炉2の内部に向かって移動可能になる。支持体320が引上炉2の内部に移動を開始すると、支持体320の端部に連結されたドーブ管6も引上炉2の内部に向かって移動する。このようにして、ドーブ管6は、引上炉2の内部に投入される。

【0093】

第3実施形態に係るシリコン単結晶引上装置は、前記第1実施形態に係るシリコン単結晶引上装置1と同様の構成により生じる効果に加え、以下の効果を奏する。

【0094】

第3実施形態によると、シリコン単結晶引上装置は、磁石により引き合う雌ネジ部31

2により、移動手段310を構成している。そのため、支持体を滑らかに移動させることが可能になる。

【0095】

また、第3実施形態によると、シリコン単結晶引上装置は、磁石により、支持体320を移動させるため、複雑な構成を有しない。そのため、シリコン単結晶引上装置は、例えば、引上炉2の内部を構成する部品点数を減少させることが可能になる。

【0096】

本発明の実施形態は、上記の実施形態に何ら限定されることなく、本発明の技術的範囲は、これに限定されるものではない。例えば、本実施形態においては、吹き付け法により昇華性ドーパントを融液5に供給するようにしているが、供給部7の供給管を融液5に浸漬する浸漬法を用いて昇華性ドーパントを融液5に供給してもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0097】

【図1】本発明の第1実施形態に係るシリコン単結晶引上装置1を模式的に示す断面図である。

【図2】第1実施形態に係る試料室の正面側から見た内部構成を模式的に示す断面図である。

【図3】第1実施形態に係る試料室の側面側から見た内部構成を示す断面図である。

【図4】(a)は、図3に示す試料室のA-A断面図であり、(b)は、図3に示す試料室のB-B断面図であり、(c)は、図3に示す試料室のC-C断面図である。

20

【図5】第1実施形態に係る試料室の内部からドーブ管が移動した状態を模式的に示す断面図である。

【図6】第1実施形態に係るシリコン単結晶引上装置1に設けられる試料室と遮蔽部とドーブ管との位置関係を模式的に示す断面図である。

【図7】図6に示す試料室の内部から引上炉の内部にドーブ管が移動した状態を模式的に示す断面図である。

【図8】第2実施形態に係る試料室の正面側から見た内部構成を模式的に示す断面図である。

【図9】第2実施形態に係る試料室の内部からドーブ管が移動した状態を模式的に示す断面図である。

30

【図10】第3実施形態に係る試料室の正面側から見た内部構成を模式的に示す断面図である。

【図11】第3実施形態に係る試料室の内部からドーブ管が移動した状態を模式的に示す断面図である。

【符号の説明】

【0098】

1 シリコン単結晶引上装置

2 引上炉

5 融液

6 ドーブ管

7 供給部

40

100 試料室

103 第1開閉部

104 第2開閉部

110 移動手段

111 ボールネジ部

112 雌ネジ部

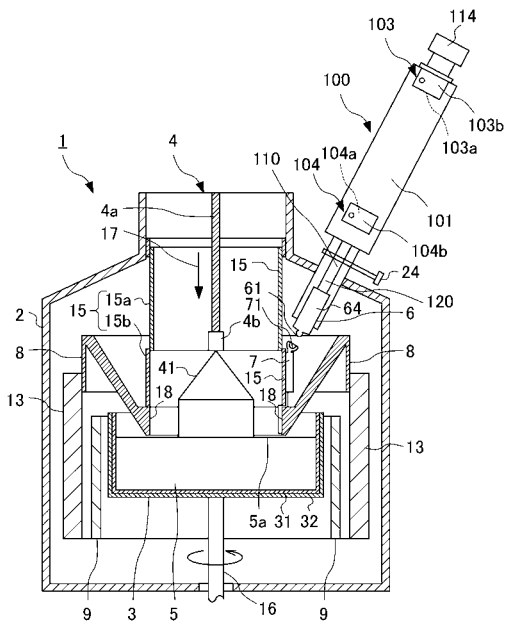
113 ガイド部

114 モータ部

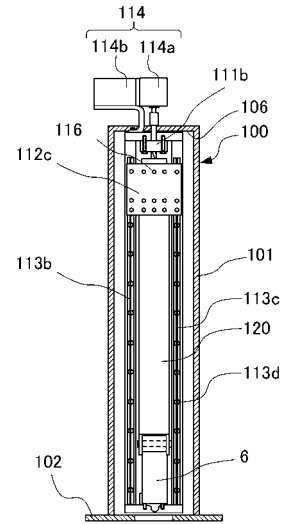
120 支持体

50

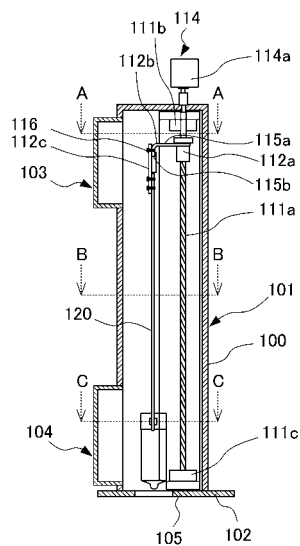
【図 1】



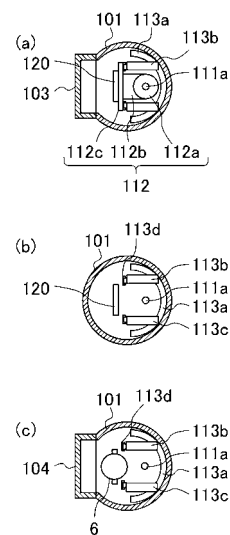
【図 2】



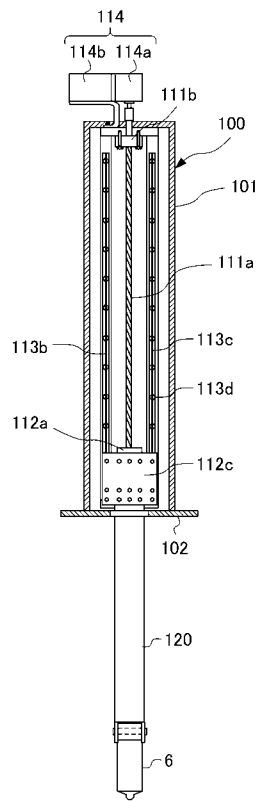
【図 3】



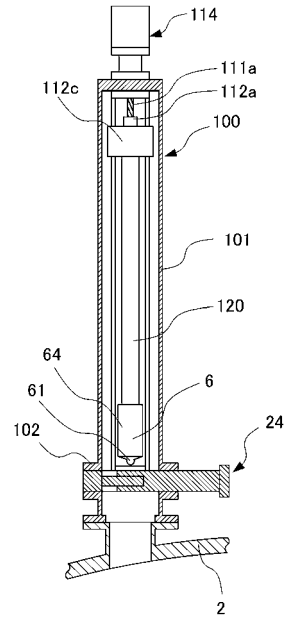
【図 4】



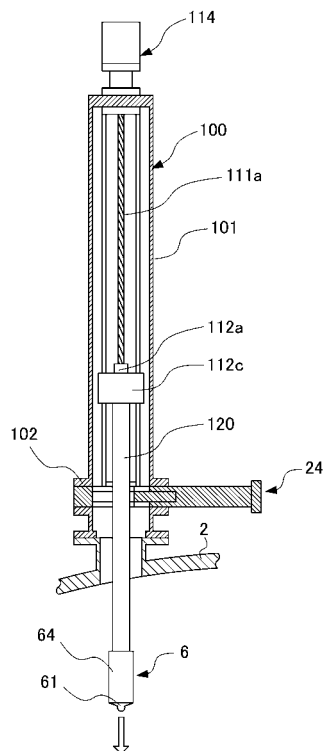
【図 5】



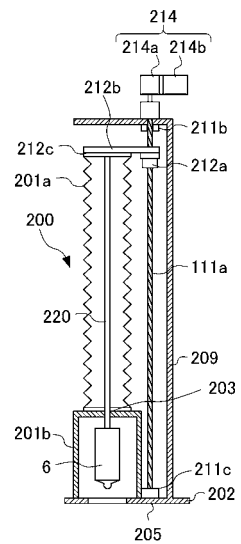
【図 6】



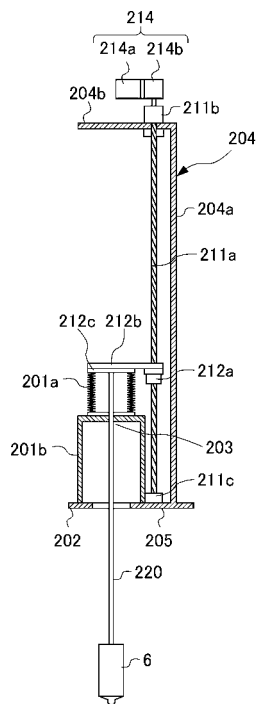
【図 7】



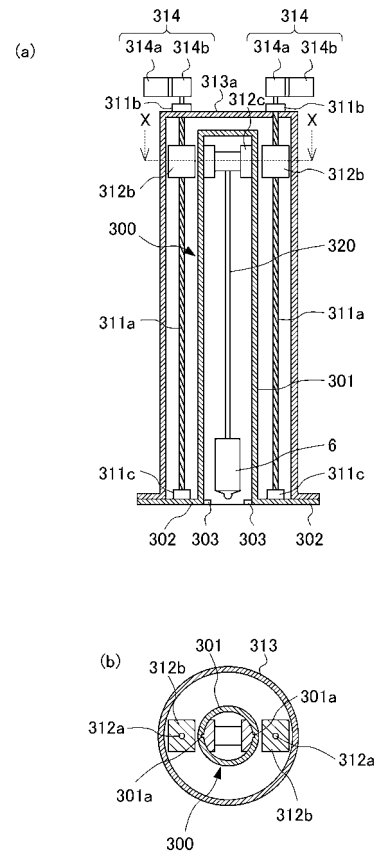
【図 8】



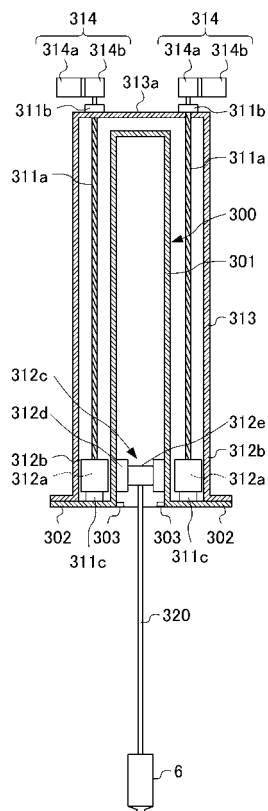
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 須田 歩

長崎県大村市雄ヶ原町 1 3 2 4 番地 2 SUMCO TECHXIV株式会社内

Fターム(参考) 4G077 AA02 BA04 CF01 EB03 HA12 PB11 PB14