

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4986964号
(P4986964)

(45) 発行日 平成24年7月25日 (2012. 7. 25)

(24) 登録日 平成24年5月11日 (2012. 5. 11)

(51) Int. Cl.

F I

C 3 0 B 28/06 (2006. 01)**F 2 7 B 17/00 (2006. 01)****F 2 7 D 9/00 (2006. 01)****F 2 7 D 11/02 (2006. 01)****F 2 7 D 5/00 (2006. 01)**

C 3 0 B 28/06

F 2 7 B 17/00

F 2 7 D 9/00

F 2 7 D 11/02

F 2 7 D 5/00

A

A

請求項の数 9 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-250165 (P2008-250165)
 (22) 出願日 平成20年9月29日 (2008. 9. 29)
 (65) 公開番号 特開2009-150637 (P2009-150637A)
 (43) 公開日 平成21年7月9日 (2009. 7. 9)
 審査請求日 平成20年10月9日 (2008. 10. 9)
 (31) 優先権主張番号 096149221
 (32) 優先日 平成19年12月21日 (2007. 12. 21)
 (33) 優先権主張国 台湾 (TW)

(73) 特許権者 508292110
 グリーン エナジー テクノロジー イン
 ク.
 台湾 タイペイ 104, サードセクショ
 ン., チャングシャン エヌ. ロード,
 22番
 (74) 代理人 110000659
 特許業務法人広江アソシエイツ特許事務所
 (72) 発明者 ショウ-ジェン レウ
 台湾 タイペイ 104, サードセクショ
 ン., チャングシャン エヌ. ロード,
 22番

審査官 松本 要

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対流冷却構造を有する結晶成長炉

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

上側本体および下側本体を含み、密封炉チャンバを形成するように前記下側本体が前記上側本体の底部に装着される炉本体と、

前記炉本体の前記炉チャンバに収容され、内部空間を共に形成する上側隔壁、複数の側方隔壁、および下側隔壁を含む加熱室であって、外部空間が前記複数の側方隔壁と前記炉本体の内壁との間で画定される加熱室と、

前記加熱室の前記内部空間に収容される少なくとも1つのヒータと、

を備える、対流冷却構造を有する結晶成長炉であって、

前記加熱室の前記上側隔壁には、上側開口部が設けられ、前記下側隔壁には、中央開口部が設けられ、

前記加熱室に、上側ドア、下側ドア、上側ドライバ、および下側ドライバが設けられ、前記上側ドライバが、前記上側隔壁の前記上側開口部に対応する前記上側ドアを選択的に開閉するために設けられ、前記下側ドライバが、前記下側隔壁の前記中央開口部に対応する前記下側ドアを選択的に開閉するために設けられ、

前記少なくとも1つのヒータが、懸架されて前記上側本体に装着される頂部ヒータを含み、

前記頂部ヒータが、上側ヒータおよび下側ヒータを含み、前記下側ヒータが前記上側ヒータよりも大きな外周を有することを特徴とする結晶成長炉。

【請求項 2】

10

20

出口を有し、前記炉本体内に深く延びる導入管をさらに備え、前記出口が前記加熱室の下部で、前記中央開口部に隣接して配置される、請求項 1 に記載の結晶成長炉。

【請求項 3】

前記上側ドライバがネジとモータを含む、請求項 1 に記載の結晶成長炉。

【請求項 4】

前記下側ドライバがネジとモータを含む、請求項 1 に記載の結晶成長炉。

【請求項 5】

前記加熱室の前記複数の隔壁が、断熱上側カバー構造を共に形成するように前記上側隔壁の底部に配列され固定される、請求項 1 に記載の結晶成長炉。

【請求項 6】

前記加熱室が、内側断熱層と外側保温層を含む 2 層構造を採用する、請求項 1 に記載の結晶成長炉。

【請求項 7】

台板および複数の支持柱を有する支持台をさらに備え、前記台板が前記加熱室の前記内部空間内に配置され、前記複数の支持柱によって前記下側本体に固定され、

前記少なくとも 1 つのヒータが、前記支持台の前記台板と一緒に組み立てられる底部ヒータを含む、請求項 1 に記載の結晶成長炉。

【請求項 8】

前記頂部ヒータの前記上側ヒータが、前記上側ヒータにそれぞれ電氣的に接続される 2 つのグラファイト電極を含む、請求項 1 に記載の結晶成長炉。

【請求項 9】

前記頂部ヒータの前記下側ヒータが、前記下側ヒータにそれぞれ電氣的に接続される 2 つのグラファイト電極を含む、請求項 1 に記載の結晶成長炉。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のシリコン結晶を成長させる炉、特に、対流冷却構造を有する結晶成長炉に関する。

【背景技術】

【0002】

図 1 を参照すると、加熱室 91 が結晶成長炉内に設けられ、断熱カバー 911、ヒータ 912、坩堝 913、および支持台 914 が加熱室 91 内に配置される従来の結晶成長炉を示す概略図である。

【0003】

図 1 に示されるように、シリコンスラリーが溶融状態までヒータ 912 によって加熱され、結晶成長プロセスにおいて、断熱カバー 911 は、冷却ガス流が断熱カバー 911 の下から加熱室 91 に導入されるように持ち上げられる。ただし、支持台 914 は大きな塊で、比較的大きな熱容量を有するため、シリコンスラリーが充填される坩堝 913 の下部を冷却ガス流にかかわらず冷却するのは困難である。その結果、坩堝の上部および側部、特に隅部で、シリコンスラリーは冷却され既に凝固されているが、坩堝 913 の底部のシリコンスラリーは所望の結晶成長温度を得ることができない。

【0004】

シリコンスラリーが液体相から固体相に移ると、その体積は約 9.5% 拡大する。シリコンスラリーの従来の結晶成長プロセスでは、結晶成長は坩堝 913 の上部から始まり、続いて側部、最終的には坩堝 913 の中央部に至る。すなわち、坩堝の上部と周辺部のシリコンスラリーが最初に凝固して、後で坩堝 913 の中央部で凝固するシリコンスラリーから生成される拡張圧が、上方へ、および坩堝 913 の上部から外へ解放されないで、内部応力が形成される。上記内部応力のせいで、結晶インゴットの周囲、特に結晶インゴットの隅部でさらに激しく亀裂が生じることがある。たとえ亀裂が明白でなくても、後の切断処理が実行される際に、結晶インゴットまたはチップが割れる可能性がある。その結

10

20

30

40

50

果、結晶インゴットの生成で所望の品質を得ることができない。

【 0 0 0 5 】

さらに、結晶成長プロセス間、断熱カバー 9 1 1 が持ち上げられるため、断熱カバー 9 1 1 の内壁が上側板 9 1 0 にすれて、グラファイトの破片が剥れて、シリコンの結晶インゴットを汚染する。アニーリングの際、断熱カバー 9 1 1 は、加熱室 9 1 を閉鎖するように下方に降下され、冷却目的で再び持ち上げられる。上記断熱カバー 9 1 1 の上昇および降下のために、グラファイトの破片がシリコンスラリー内に落ちて、さらに多くの炭素を含む結果、シリコンの結晶インゴットの品質が劣化する。さらに、断熱カバー 9 1 1 の内壁が長時間、上側板 9 1 0 をこすするため、断熱カバー 9 1 1 の内壁と上側板 9 1 0 間の隙間が大きくなり、熱損失の状況が日々深刻になる。さらに、冷却期間を短縮するため、加熱室 9 1 の 6 つの側方隔壁は、加熱室 9 1 を温かく保つための追加の保温層なしで、グラファイト製の単独の断熱層 9 2 によって構成される。にもかかわらず、薄層を有する上記断熱手段は、効果的に熱を集めることができない。特に、断熱カバー 9 1 1 の底部が開放された後、結晶スラリーから結晶を均一に成長させるように坩堝 9 1 3 の底部で温度を下げる必要がある。その間、加熱室 9 1 の上部で高温を維持するために、より大きな電力が必要とされる。これらにより、結晶成長プロセスはさらに電力と時間を消費する。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

本発明は、炉本体、加熱室、および少なくとも 1 つのヒータを備える、対流冷却構造を有する結晶成長炉を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

炉本体は上側本体および下側本体を含み、下側本体は密封炉チャンバを形成するように、上側本体の底部に装着される。加熱室は炉本体の炉チャンバ内に収容され、加熱室は上側隔壁、複数の側方隔壁部、および下側隔壁を含み、一緒に内部空間を形成する。外部空間は、複数の側方隔壁部と炉本体の内壁との間で画定される。少なくとも 1 つのヒータは、加熱室の内部空間に収容される。

【 0 0 0 8 】

また、加熱室の上側隔壁には、上側開口部が設けられ、下側隔壁には、中央開口部が設けられる。加熱室には、上側ドア、下側ドア、上側ドライバ、および下側ドライバが設けられる。本発明では、上側ドライバは、上側隔壁の上側開口部に対応する上側ドアを選択的に開閉するために設けられる。下側ドライバは、下側隔壁の中央開口部に対応する下側ドアを選択的に開閉するために設けられる。

30

さらに、少なくとも 1 つのヒータは、懸架されて上側本体に装着される頂部ヒータを含んでおり、この頂部ヒータは、上側ヒータおよび下側ヒータを含んでおり、下側ヒータは、上側ヒータよりも大きな外周を有する。

【 0 0 0 9 】

したがって、シリコンスラリーが冷却され凝固される際、冷却ガス流は中央開口部を通過して加熱室の下部に流れ込むことができる。次に、上側開口部が、上側ドライバによって駆動される上側ドアにより開放されるため、加熱されたガス流は上側開口部から排出され、炉壁に沿って下方に流れる。炉壁によって冷却された後、ガス流は中央開口部から加熱室に戻る。したがって、自動対流循環冷却流れ場が形成されて、シリコンスラリーは、時間を節減し、生産効率を向上しつつ、迅速に冷却することができる。さらに、冷却およびシリコンスラリーからの結晶成長処理中、凝固および結晶化はシリコンスラリーの底部から始まり上方へと進むため、シリコン結晶インゴットに内部応力および隅部亀裂は発生し得ず、所望される品質のシリコン結晶インゴットを得ることができる。

40

【 0 0 1 0 】

さらに、出口を有する導入管を結晶成長炉に設けることができ、そこで導入管は炉本体内に深く延びる。出口は加熱室の下部で中央開口部に隣接して配置されるため、加熱室内

50

のガスの清浄さを確保し、シリコン結晶インゴットの品質を向上させるためにアルゴンを導入することができる。

【 0 0 1 1 】

本発明では、上側ドライバは、ネジ、または水圧または空気圧シリンダ、および駆動モータなどを含むことができる。また、下側ドライバは、ネジ、または水圧または空気圧シリンダ、および駆動モータなどを含むことができる。

【 0 0 1 2 】

さらに、加熱室の複数の隔壁は、断熱上側カバー構造と一緒に形成するように、上側隔壁の底部に配列され固定される。断熱上側カバー構造は上側本体に固定され、下側隔壁は下側本体に固定される。したがって、下側隔壁が上側本体の底部に装着される下側本体に沿って上方に移動すると、断熱上側カバー構造は容易に、下側隔壁の頂部に対応し覆うことができる。さらに、本発明によると、加熱室は、内側断熱層（たとえば、グラファイト製）および外側保温層（たとえば、アルミナ繊維製）を含む2層構造を採用する。したがって、加熱室は、外側保温層による保温とともに内側グラファイト断熱層での断熱を実行することができ、シリコン材料の溶融処理中のエネルギーを節減することができる。

【 0 0 1 3 】

本発明によると、結晶成長炉は、台板および複数の支持柱を有する支持台をさらに含む。台板は、加熱室の内部空間内に配置され、複数の支持柱によって下側本体に固定される。少なくとも1つのヒータは、支持台の台板と一緒に組み立てられる底部ヒータを含む。

【 0 0 1 4 】

本発明では、少なくとも1つのヒータは、懸架されて上側本体に固定され、台板の上方に配置される頂部ヒータを含むことができる。頂部ヒータは、少なくとも2つの層の加熱構造、たとえば、正方形のフレーム状である上側ヒータおよび下側ヒータを含むことができる。中空フレームとして形成される下側ヒータは、上側ヒータよりも大きな外周を有し、上側および下側ヒータの両方で一緒にピラミッド形状を形成する。

【 0 0 1 5 】

さらに、頂部ヒータの上側ヒータは、加熱目的で上側ヒータに電力を供給するように、それぞれが上側ヒータに電氣的に接続される2つのグラファイト電極を含むことができる。同様に、頂部ヒータの下側ヒータは、加熱目的で下側ヒータに電力を供給するように、それぞれが下側ヒータに電氣的に接続される2つのグラファイト電極を含むことができる。上側隔壁には複数の貫通孔が設けられ、複数のグラファイト電極が複数の貫通孔を通過して、その後上側本体に固定される。

【 0 0 1 6 】

本発明の他の目的、利点、および新規の特徴は、添付の図面と組み合わせて以下の詳細な説明からさらに自明となるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 7 】

図2を参照すると、炉本体1、加熱室2、および少なくとも1つのヒータ3を備える、対流冷却構造を有する本発明に係る結晶成長炉を示す断面図である。

【 0 0 1 8 】

本発明によると、炉本体1は上側本体11および下側本体12を含み、下側本体12は、密封炉チャンバ10を形成するように、上方で上側本体11の底部に装着される。加熱室2は炉本体1の炉チャンバ10に収容され、加熱室2は、内部空間201を共に形成する上側隔壁21、4つの側方隔壁22、および下側隔壁23を含む。外部空間202は、6つの隔壁21、22、23と炉本体1の内壁との間で画定される。

【 0 0 1 9 】

さらに、加熱室2の4つの隔壁22は、断熱上側カバー構造を共に形成するように上側隔壁21の底部に並べられ固定される。断熱上側カバー構造は上側本体11に固定され、下側隔壁23は下側本体12に固定される。したがって、下側隔壁23が上側本体11の底部に装着される下側本体12と一緒に上昇すると、断熱上側カバー構造は容易に、下側

10

20

30

40

50

隔壁 2 3 に対応しその上を覆うことができる。さらに、本発明によると、加熱室 2 は、内側断熱層 2 2 1 (たとえば、グラファイト製) と外側保温層 2 2 2 (たとえば、アルミナ繊維製) とを含む 2 層構造を採用する。

【 0 0 2 0 】

したがって、加熱室 2 は、外側アルミナ保温層 2 2 2 による保温と同時に、内側グラファイト断熱層 2 2 1 を通じた断熱を実行することができ、シリコン溶融および結晶成長処理中のエネルギーを節減することができる。

【 0 0 2 1 】

図 2 に示されるように、ヒータ 3 は加熱室 2 の内部空間 2 0 1 に收容され、懸架されて上側本体 1 1 に固定され、台板 5 1 の上方に配置される頂部ヒータ 3 2 を含む。頂部ヒータ 3 2 は、たとえば、正方形の中空フレームである上側ヒータ 3 2 1 および下側ヒータ 3 2 2 を含む 2 層加熱構造を有する。下側ヒータ 3 2 2 は、上側ヒータ 3 2 1 よりも大きな外周を有し、上側および下側ヒータ 3 2 1、3 2 2 は、図 2 に示されるシリコン原材料を積み重ねることによって形成される形状と一致するように、共にピラミッド構造で形成される。

10

【 0 0 2 2 】

頂部ヒータ 3 2 の上側ヒータ 3 2 1 は、加熱目的で上側ヒータ 3 2 1 に電力を供給するように、2 つのグラファイト電極 3 2 3 にそれぞれ電氣的に接続される。同様に、頂部ヒータ 3 2 の下側ヒータ 3 2 2 は、加熱目的で下側ヒータ 3 2 2 に電力を供給するように、2 つのグラファイト電極 3 2 4 にそれぞれ電氣的に接続される。上側隔壁 2 1 には 8 つの貫通孔が設けられ、4 つのグラファイト電極 3 2 3、3 2 4 はそれらのうちの 4 つを貫通し、上側本体 1 1 に固定される。一方、電氣的に中性に接続される 4 つのグラファイトバーは、他の 4 つの貫通孔を通過して上側本体 1 1 に固定される。

20

【 0 0 2 3 】

再び図 2 を参照すると、本発明によると、加熱室 2 の上側隔壁 2 1 には上側開口部 2 1 0 が設けられ、下側隔壁 2 3 には中央開口部 2 3 0 が設けられる。さらに、加熱室 2 には、上側ドア 2 1 1、下側ドア 2 3 1、上側ドライバ 2 1 2、および下側ドライバ 2 3 2 が設けられる。本発明では、上側ドライバ 2 1 2 は、上側隔壁 2 1 の上側開口部 2 1 0 に対応する上側ドア 2 1 1 を選択的に開閉するためのネジおよび駆動モータを含む。また、下側ドライバ 2 3 2 は、下側隔壁 2 3 の中央開口部 2 3 0 に対応する下側ドア 2 3 1 を選択的に開閉するための別のネジおよび駆動モータを含む。

30

【 0 0 2 4 】

図 2 を参照すると、支持台 5 は台板 5 1 と複数の支持柱 5 2 とを含み、台板 5 1 は、加熱室 2 の内部空間 2 0 1 内に配置され、支持柱 5 2 を介して下側本体 1 2 に固定される。

【 0 0 2 5 】

ヒータ 3 は、支持台 5 の台板 5 1 と一緒に組み立てられる底部ヒータ 3 1 をさらに含む。搭載フレーム 6 は台板 5 1 上に配置され、下板 6 1 と 4 つの側板 6 2 とを含み、そこで側板 6 2 は、坩堝 7 を收容するための内部空間を覆い、一緒に形成する下板 6 1 を囲んでその上に立つ。

【 0 0 2 6 】

加熱室 2 の下側隔壁 2 3 には、複数の支持柱 5 2 がそこを通過して下側本体 1 2 に固定される複数の貫通孔 2 3 3 が設けられる。本発明では、各支持柱 5 2 は、底部ヒータ 3 1 の底部を支持するだけでなく、熱エネルギーのための電力を底部ヒータ 3 1 に供給するための電気接続を形成することのできるグラファイト電極柱とすることができる。

40

【 0 0 2 7 】

加熱が開始されると、加熱室 2 の上側および下側ドア 2 1 1、2 3 1 が閉鎖され、坩堝 7 は、坩堝 7 内でのシリコン原材料の溶融効率を高めるように、頂部および底部ヒータ 3 2、3 1 を介して上下両方から加熱される。さらに、頂部ヒータ 3 2 の上側および下側ヒータ 3 2 1、3 2 2 は、シリコン原材料が積み重ねられる構造に一致するようにピラミッド形状に配置および配列される。そのようにして、上側および下側ヒータ 3 2 1、3 2 2

50

をシリコン原材料により接近させることができる。これによって、最初の段階で、シリコン原材料の熱エネルギー吸収が促進され、ピラミッド形状の頂上でシリコン原材料が溶融された後、液体溶融シリコンスラリーは、ピラミッド形状の内部でシリコン原材料の粒子間に直接流れ込み、シリコン原材料の内部の熱エネルギー吸収を促進する。したがって、坩堝 7 全体におけるシリコン原材料が加熱され迅速に溶融され、多くのエネルギーおよび時間が節減されるように、所望のサイクルを実行することができる。

【 0 0 2 8 】

本発明によると、図 2 に示されるように、アルゴンを受け取るために出口 4 1 を有する導入管 4 が設けられ、炉本体 1 内に深く延びる。出口 4 1 は、結晶成長炉の加熱処理中、外部のアルゴンが保護ガスとしての役割を果たすために導入管 4 を通じて炉内に導入されるように、加熱室 2 内とその下部、および中央開口部 2 3 0 の近傍に配置される。このため、シリコン原材料の不純物が溶融および脱酸処理中に蒸発し、既に加熱室 2 の底部に流れ込んでいる加熱されたアルゴンを追うことによって加熱室 2 内を上方に流れる。脱酸処理中、上側ドア 2 1 1 はわずかに開放されているので、揮発分が加熱室 2 から、その後排出管を通して結晶成長炉から逃げ、加熱室 2 は、所望品質のシリコン結晶インゴットを確保するように清浄な気体雰囲気を維持することができる。

【 0 0 2 9 】

下側ドア 2 3 1 が開放されたときの本発明に係る結晶成長炉を示す断面図である図 3 に示されるように、シリコンスラリーが冷却されると結晶成長が開始される。坩堝 7 内のシリコンスラリーが結晶成長の段階に入ると、上側ドア 2 1 1 は再び固く閉鎖され、底部ヒータ 3 1 への電力が切断される。その後、坩堝 7 の底部が冷却され、加熱室 2 の下側ドア 2 3 1 が次第に開放されるため、冷たいガス流が坩堝 7 の底部に均等に流れ込むことができる。加えて、アルゴンが、下側ドア 2 3 1 に隣接する導入管 4 の出口 4 1 から導入されて、その後、シリコンスラリーが坩堝 7 の底部から冷却、凝固、および結晶化される。坩堝 7 の上方へと次第に冷却されるため、シリコン結晶は、坩堝 7 の底部から頂部へと成長および拡大する。このとき、頂部ヒータ 3 2 への電力供給は次第に低減されるので、温度も次第に低下する。

【 0 0 3 0 】

したがって、固化結晶化過程において、シリコン結晶の拡大のために生成される圧力は、上方に導入することができ、坩堝 7 の上部のシリコンスラリーはいまだに軟状態であるため、シリコンスラリーが完全に凝固し、結晶成長が完了するまで、問題なく圧力を解放することができる。その結果、坩堝周囲のシリコンスラリーがまず凝固し、坩堝の中央部でその後凝固するシリコン結晶によって押圧されるため従来技術で生じていた重大な応力集中という欠点を克服することができる。さらに、本発明では、加熱室 2 が十分温かく保たれるため、次第に凝固するシリコン結晶インゴットを特定の軟度に保持するのに必要な電力が少なく済む。これにより、シリコン結晶インゴットの結晶成長中に生じる内部応力および亀裂の可能性が排除されて、そのようにして、エネルギーを節減できることは言うまでもなく、所望品質のシリコン結晶インゴットを得ることができる。

【 0 0 3 1 】

図 3 に示されるように、下側隔壁 2 3 は中央開口部 2 3 0 で、下側ドア 2 3 1 との短い接触線を有し、加熱室 2 に関する限り、下側ドア 2 3 1 は最も低い位置を有する。また、下側隔壁 2 3 および下側ドア 2 3 1 は、坩堝 7 の開放端とその下の台板 5 1 から遠く離れる。その結果、結晶成長処理中、下側ドア 2 3 1 が開放され、下側隔壁 2 3 からゆっくりと離れていくとき、下側ドア 2 3 1 および下側隔壁 2 3 に対して互いにこすれあうことから生じるグラファイトの破片はごくわずかである。さらに、破片は決して坩堝 7 内に落下しないので、坩堝 7 内のシリコン結晶インゴットを汚染せず、所望品質のシリコン結晶インゴットを確保することができる。

【 0 0 3 2 】

次に図 4 を参照すると、上側ドア 2 1 1 および下側ドア 2 3 1 が開放されると、結晶成長が終了した後、坩堝 7 内のシリコンスラリーが冷却段階に進む本発明に係る結晶成長炉

を示す断面図である。この瞬間、頂部ヒータ 3 2 の電力は切断され、加熱室 2 の上側ドア 2 1 1 が再開放される。加熱されたガス流は加熱室 2 内で上方に流れ、上側開口部 2 1 0 から排出される。炉本体 1 は、加熱されたガス流が上側本体 1 1 および下側本体 1 2 の内壁に沿って下方へ流れるように、外側で水を注ぐ、あるいは噴霧することによって冷却することができる。したがって、加熱されたガス流は、炉壁による熱吸収によって冷却され、その後、加熱されたガス流は、中央開口部 2 3 0 から加熱室 2 へ再び戻っていく。繰り返し、そのようにして、対流循環冷却流れ場を形成することができ、シリコン結晶インゴットを、時間を節減するように自然流循環によって迅速に冷却させることができる。

【 0 0 3 3 】

さらに、図 5 を参照すると、上側ドア 2 1 1、下側ドア 2 3 1、および下側本体 1 2 が開放されるときの本発明に係る結晶成長炉を示す断面図であり、炉の内部が安全温度まで冷却された場合、図示されるように、下側本体 1 2 が下方に開放されるため、大量の外気が坩堝 7 の周囲に流れて、既に成長させられていたシリコン結晶インゴットを直接冷却する。冷却は予め実行されているため、この段階での冷却はより迅速に進み、シリコン結晶インゴットを迅速に急増させることができ、待ち時間を節減し、生産量を増やす。

【 0 0 3 4 】

上述したように、加熱室 2 は、所望の断熱、保温、および有効な加熱方法に基づき、シリコンスラリー内の揮発分を上側および下側ドア 2 1 1、2 3 1 を開閉することによって排除することができる。また、冷却場のガス流を制御することによって、熔融シリコンスラリーは凝固を開始し、結晶が底部から上方へと均一に成長する。シリコンスラリーの凝固と拡大から生じる圧力は、まだ結晶化していないシリコンスラリーの上部に向かって解放させることができる。そのようなものとして、シリコン結晶インゴットは、内部応力または亀裂とともに存在しない。本発明によると、冷却場ガス流の非均一分布、シリコンスラリーの周囲および上部からの先行凝固、および結晶成長後に結晶インゴットで発生する内部応力および隅部亀裂などの従来技術の欠点を克服することができると理解される。さらに、本発明によると、冷却場のガス流は、対流循環冷却流れ場を通じて適切に制御することができるため、最小の熱エネルギーと時間の消費でシリコンスラリーから結晶成長を実現することができ、所望品質のシリコン結晶インゴットが得られる。さらに、自然循環方法を採用できるので、炉本体 1 での冷却を通じて、結晶インゴットを迅速に冷却することができる。これによって、材料置換のための待ち時間が節減され、生産量が増大する。

【 0 0 3 5 】

すなわち、本発明は、シリコン材料の加熱と融解、揮発分の排除、結晶インゴットの冷却までのシリコン結晶の成長、エネルギーと時間の総消費の点で、従来技術よりはるかに優れている。

【 0 0 3 6 】

本発明を好適な実施形態に関連して説明したが、本発明の範囲を逸脱せずに、他の多くの変更および変形が可能であると理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 7 】

【図 1】従来の結晶成長炉を示す概略図である。

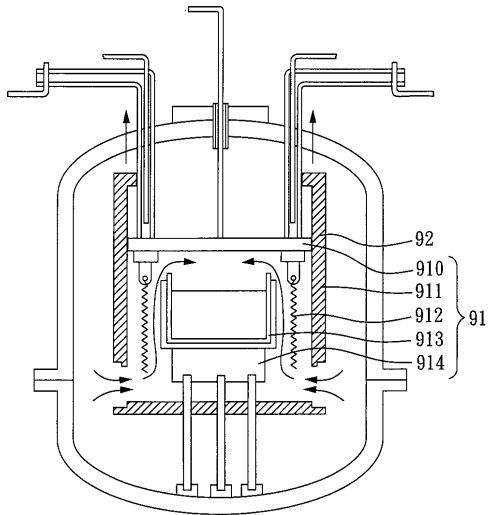
【図 2】本発明に係る結晶成長炉を示す断面図である。

【図 3】下側ドアが開放されるときの本発明に係る結晶成長炉を示す断面図である。

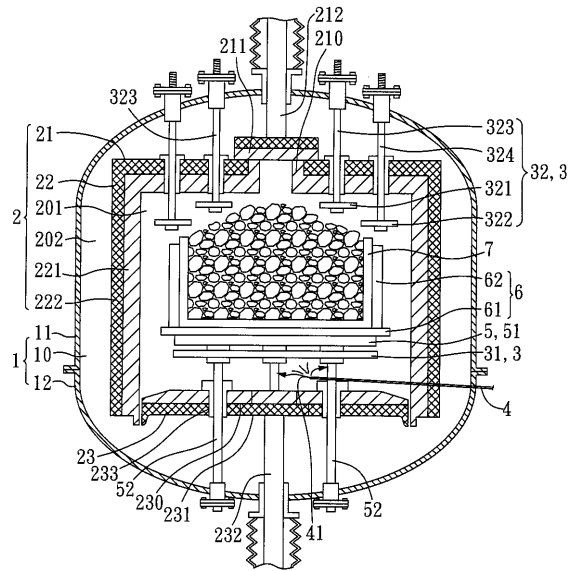
【図 4】上側ドアと下側ドアが開放されるときの本発明に係る結晶成長炉を示す断面図である。

【図 5】上側ドア、下側ドア、および下側本体が開放されるときの本発明に係る結晶成長炉を示す断面図である。

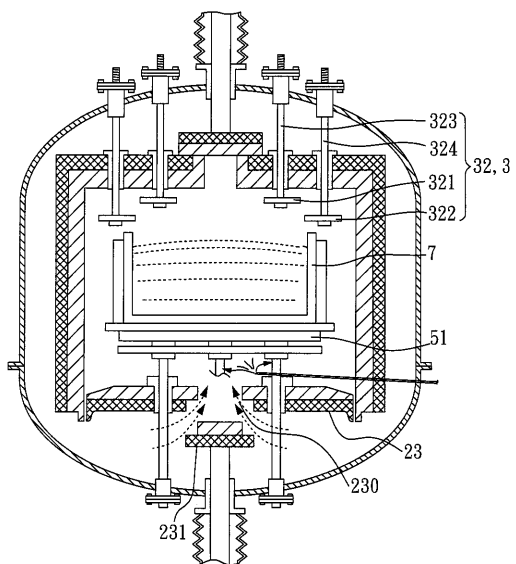
【図 1】



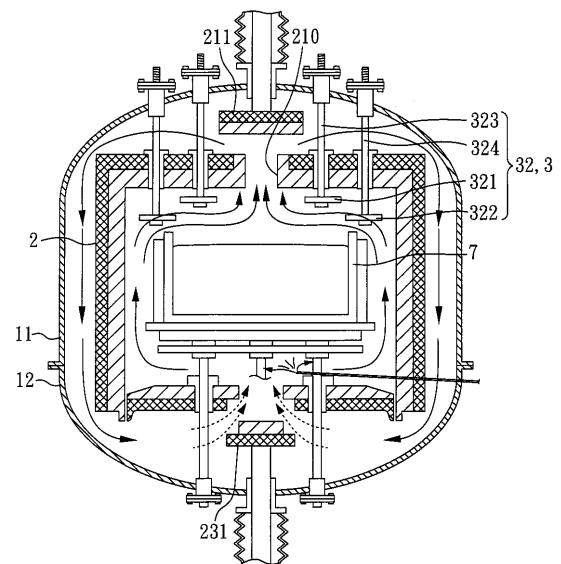
【図 2】



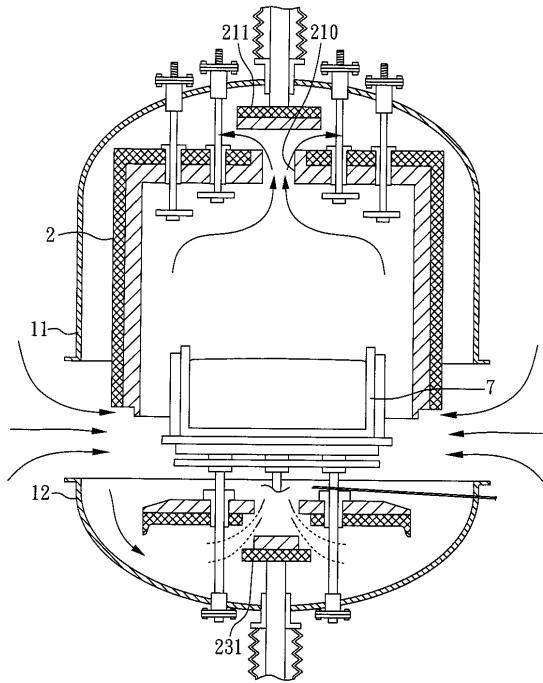
【図 3】



【図 4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
C 0 1 B 33/02 (2006.01) C 0 1 B 33/02 Z

(56)参考文献 米国特許出願公開第2007/0283882(US,A1)

特開昭63-049694(JP,A)
特開平11-310496(JP,A)
特開平05-147918(JP,A)
特開2001-048696(JP,A)
特開2003-165716(JP,A)
特開2000-319094(JP,A)
特開2005-121308(JP,A)
特開平11-079880(JP,A)
特開昭56-129696(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

C 3 0 B 1 / 0 0 - 3 5 / 0 0
F 2 7 B 1 7 / 0 0
F 2 7 D 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0
C 0 1 B 3 3 / 0 2