

明 細 書

発明の名称：

多結晶シリコンの破碎装置及び多結晶シリコンの破碎方法

技術分野

[0001] 本発明は、多結晶シリコンの破碎装置及び多結晶シリコンの破碎方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、固定刃及び可動刃を有し、固定刃と可動刃との間の最短ギャップを2～16mmに調整可能なジョークラッシャーを用いて、多結晶シリコンを破碎する多結晶シリコンの破碎方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2015-047594号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に開示されている固定刃と可動刃との間の最短ギャップでは、多結晶シリコンの微粉が発生する量が多くなり、所望の粒子サイズの多結晶シリコンの収率を十分に高くすることができないという問題がある。

[0005] 本発明の一態様は、所望の粒子サイズの多結晶シリコンの収率を向上するとともに、多結晶シリコンの微粉が発生する量を十分に低減することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る多結晶シリコンの破碎装置は、第1部材と、前記第1部材に対向するように配置される第2部材と、前記第1部材及び前記第2部材の少なくとも一方を駆動し、多結晶シリコンを前記第1部材と前記第2部材との間に挟み込むことにより、前記多結

晶シリコンを破碎する駆動部と、を備え、前記駆動部は、前記第 1 部材と前記第 2 部材との間の最短間隔が 17 mm 以上 30 mm 以下となるように、前記第 1 部材及び前記第 2 部材の少なくとも一方を駆動する。

- [0007] また、本発明の一態様に係る多結晶シリコンの破碎方法は、第 1 部材と、前記第 1 部材に対向するように配置される第 2 部材と、の間に多結晶シリコンを投入する投入工程と、前記第 1 部材及び前記第 2 部材の少なくとも一方を駆動し、前記投入工程によって投入された前記多結晶シリコンを前記第 1 部材と前記第 2 部材との間に挟み込むことにより、前記多結晶シリコンを破碎する駆動工程と、を含み、前記駆動工程において、前記第 1 部材と前記第 2 部材との間の最短間隔が 17 mm 以上 30 mm 以下となるように、前記第 1 部材及び前記第 2 部材の少なくとも一方を駆動する。

発明の効果

- [0008] 本発明の一態様によれば、所望の粒子サイズ of 多結晶シリコンの収率を向上するとともに、多結晶シリコンの微粉が発生する量を十分に低減することができる。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]図 1 は、本発明の一実施形態に係る多結晶シリコンの破碎装置の構成の一例を示す概略図である。
- [図2]図 1 に示す破碎装置が備える第 1 センサを説明するための図である。
- [図3]図 1 に示す破碎装置において、第 1 部材と第 2 部材との間の最短間隔を説明するための図である。
- [図4]図 1 に示す破碎装置が備える第 1 部材及び第 2 部材の下方に設けられた筐体を説明するための図である。
- [図5]図 1 に示す破碎装置の変形例 2 としての破碎装置の構成の一例を示す概略図である。
- [図6]本発明の実施例 1 に係る微粉発生率及び収率を示すグラフである。
- [図7]本発明の実施例 2 に係る充填率と割合との関係を示すグラフである。
- [図8]本発明の実施例 3 に係る微粉発生率と収率との関係を示すグラフである

。

発明を実施するための形態

[0010] 〔多結晶シリコンの破碎装置〕

図1は、本発明の一実施形態に係る多結晶シリコンSの破碎装置1の構成の一例を示す概略図である。図2は、図1に示す破碎装置1が備える第1センサ50を説明するための図である。図2では、駆動部30、制御部60、プレート受け部70及びトグルプレートT1が省略されている。以下の説明は、破碎装置1について説明するものであるが、多結晶シリコンSの破碎方法の説明も兼ねている。

[0011] 破碎装置1は、多結晶シリコンSを破碎する装置であり、ジョークラッシャーと呼ばれるものである。図1に示すように、破碎装置1は、第1部材10と、第2部材20と、駆動部30と、搬送部40と、第1センサ50と、制御部60と、プレート受け部70と、トグルプレートT1と、を備える。

[0012] (第1部材及び第2部材)

第1部材10は、所定位置に固定されており、破碎装置1が備える図示しないフレームに固定されている。第1部材10は固定歯10aを有する。第1部材10及び第2部材20は、多結晶シリコンSの破碎に用いられる。第2部材20は、駆動部30に固定されており、第1部材10に対向するように配置される。第2部材20は可動歯20aを有する。

[0013] (駆動部)

駆動部30は、第2部材20を駆動し、搬送部40によって投入される多結晶シリコンSを第1部材10と第2部材20との間に挟み込むことにより、多結晶シリコンSを破碎する。駆動部30は、回転軸31を有し、第2部材20は回転軸31に固定されている。駆動部30は、図示しないモータを有し、当該モータにより回転軸31を回転させ、回転軸31を基準として第2部材20を移動させる。このようにして、駆動部30は、第1部材10と第2部材20との間の距離が変更されるように、第2部材20を駆動する。

[0014] 駆動部30は、第1部材10と第2部材20との間の最短間隔D1が17

mm以上30mm以下となるように、第2部材20を駆動する。具体的には、最短間隔D1は、第1部材10と第2部材20とが最も接近した状態での間隔である。つまり、駆動部30では、最短間隔D1が17mm以上30mm以下となるように、回転軸31が回転可能な範囲が限定されている。

[0015] このように、駆動部30は、第1部材10と第2部材20との間の最短間隔D1が17mm以上30mm以下となるように、第2部材20を駆動する。これにより、粒子サイズが8mmよりも大きく50mm以下である多結晶シリコンSの収率を向上するとともに、粒子サイズが8mm以下である多結晶シリコンSの微粉が発生する量を低減することができる。

[0016] このような効果は、例えば、国連が提唱する持続可能な開発目標（SDGs）の目標12「持続可能な生産消費形態を確保する」等の達成にも貢献するものである。多結晶シリコンSの収率を向上することができる効果と、多結晶シリコンSの微粉が発生する量を低減することができる効果と、の詳細については後述の実施例1にて説明する。

[0017] また、上述した通り、第1部材10と第2部材20とが最も接近した状態で、第1部材10と第2部材20との間の最短間隔D1が17mm以上30mm以下となる。これにより、粒子サイズが8mmよりも大きく50mm以下である多結晶シリコンSの収率をより向上するとともに、粒子サイズが8mm以下である多結晶シリコンSの微粉が発生する量をより低減することができる。

[0018] 図3は、図1に示す破碎装置1において、第1部材10と第2部材20との間の最短間隔D1を説明するための図である。また、図3は、第1部材10の固定歯10a及び第2部材20の可動歯20aを上方から見た図である。図3に示すように、固定歯10a及び可動歯20aにはそれぞれ、複数の山部M1と複数の谷部V1とが交互に形成されている。最短間隔D1は、固定歯10a及び可動歯20aのうち一方の山部M1の頂点と、固定歯10a及び可動歯20aのうち他方における、当該一方の山部M1と対向する谷部V1の最も低い位置と、の間の間隔である。

[0019] (搬送部)

搬送部40は、多結晶シリコンSを搬送することにより、第1部材10と第2部材20との間に多結晶シリコンSを上方から投入する。搬送部40が多結晶シリコンSを投入する工程は、投入工程の一例である。搬送部40から投入された多結晶シリコンSは、固定歯10aと可動歯20aとの間に入り、固定歯10a及び可動歯20aによって破碎され、固定歯10aと可動歯20aとの間の隙間から下方に落下する。

[0020] 搬送部40は、例えば、振動することにより多結晶シリコンSを搬送する図示しない振動フィーダを含んでもよい。当該振動フィーダが振動することにより、多結晶シリコンSが搬送方向F1に搬送される。搬送方向F1は、搬送部40から駆動部30に向かう方向である。上記振動フィーダの振動は、制御部60によって制御される。

[0021] 上記振動フィーダは、搬送方向F1に対して斜め上方向に振動する。具体的には、上記振動フィーダの振動方向は、搬送方向F1と、水平面に直交する鉛直上方向と、の間の方向である。上記振動フィーダは、例えば、バイブレータを用いて振動する振動フィーダ、または、電磁石を用いて振動する電磁フィーダである。

[0022] 多結晶シリコンSを搬送する搬送部40として上記振動フィーダを用いることにより、搬送部40の外部への多結晶シリコンSの搬出を制御し易い。また、上記振動フィーダが振動することで、搬送部40の上において複数の多結晶シリコンSが水平方向に広がるため、第1部材10と第2部材20との間に投入される多結晶シリコンSの量を極力一定にすることができる。

[0023] (第1センサ)

図2に示すように、第1センサ50は、第1部材10及び第2部材20の上方に設けられる。第1センサ50は、第1部材10及び第2部材20に挟まれている多結晶シリコンSと第1センサ50との間の距離D2を検知する。第1センサ50は、例えば、レーザー光L1を下方向に出射する図示しない発光部と、レーザー光L1が多結晶シリコンSで反射した光L2を受光す

る図示しない受光部と、を有するレーザーセンサである。

[0024] 具体的には、第1センサ50は、例えば、上記発光部がレーザー光L1を出射した時間から、上記受光部が光L2を受光した時間までの期間に基づき、距離D2を検知するレーザーセンサであってもよい。また、第1センサ50は、三角測量式のレーザーセンサであってもよい。

[0025] (制御部)

制御部60は、駆動部30の駆動と搬送部40の搬送とを制御する。制御部60は、第1センサ50による距離D2の検知結果に基づき、搬送部40の駆動を制御する。第1センサ50が検知した距離D2と、多結晶シリコンSの充填率と、の間には負の相関関係がある。

[0026] 具体的には、距離D2が短くなるほど、多結晶シリコンSの充填率は大きくなり、距離D2が長くなるほど、多結晶シリコンSの充填率は小さくなる。多結晶シリコンSの充填率は、固定歯10aと可動歯20aとの間の空間SP1の体積に対する、多結晶シリコンSが充填する部分の体積の割合である。

[0027] 制御部60は、第1センサ50が検知した距離D2が所定値以上であるかを判定する。制御部60は、第1センサ50が検知した距離D2が上記所定値以上であると判定した場合、搬送部40の駆動を継続する、つまり、上記振動フィーダの振動を継続する。

[0028] 一方、制御部60は、第1センサ50が検知した距離D2が上記所定値未満であると判定した場合、搬送部40の駆動を停止する、つまり、上記振動フィーダの振動を停止する。制御部60は、第1センサ50の検知結果に基づいて搬送部40の駆動を制御することにより、多結晶シリコンSの充填率を精度良く制御することができる。

[0029] また、制御部60は、搬送部40の駆動を制御している間、駆動部30の駆動を継続する。これにより、搬送部40の搬送が停止している間、多結晶シリコンSは、第1部材10及び第2部材20によって破碎され、第1部材10と第2部材20との間の隙間から下方に落下するため、多結晶シリコン

Sの充填率は低下する。制御部60は、搬送部40の駆動を停止した後、距離D2が上記所定値以上となった場合、搬送部40の駆動を再開する。

[0030] このように、制御部60は、第1部材10及び第2部材20に挟まれている多結晶シリコンSと第1センサ50との間の距離D2を検知する第1センサ50の検知結果に基づき、搬送部40の駆動を制御する。これにより、第1部材10及び第2部材20に挟まれる多結晶シリコンSの量を精度良く制御することができる。

[0031] よって、所望のサイズの多結晶シリコンSの収率を向上するとともに、多結晶シリコンSの微粉が発生する量を低減できるように、第1部材10及び第2部材20に挟まれる多結晶シリコンSの量を制御することができる。多結晶シリコンSの収率を向上するとともに、多結晶シリコンSの微粉が発生する量を低減できる効果の詳細については後述の実施例2にて説明する。

[0032] (プレート受け部及びトグルプレート)

第2部材20における可動歯20aとは反対側の下部には、トグルプレートT1が接続されている。トグルプレートT1は、第2部材20の下部とプレート受け部70とを、相対移動可能に接続している。破碎装置1は、1つのトグルプレートT1を備えるシングルトグル方式の装置である。プレート受け部70は上述したフレームに固定されている。

[0033] (筐体)

図4は、図1に示す破碎装置1が備える第1部材10及び第2部材20の下方に設けられた筐体80を説明するための図である。図4では、駆動部30、搬送部40、第1センサ50、制御部60、プレート受け部70及びトグルプレートT1が省略されている。図4に示すように、破碎装置1は、筐体80、81と、検知器82と、第2センサ83と、をさらに備えてもよい。

[0034] 筐体80は、第1部材10及び第2部材20の下方に設けられ、第1部材10及び第2部材20によって破碎された多結晶シリコンSが堆積する空間SP2を形成する。空間SP2には、第1部材10と第2部材20との間の

隙間から下方に落下する多結晶シリコンSが堆積する。筐体80は、例えば、樹脂から構成されており、上方が開放された箱状に形成されている。

[0035] このように、第1部材10及び第2部材20によって破砕された多結晶シリコンSが、筐体80によって形成される空間SP2に堆積するため、筐体80に堆積した多結晶シリコンSのうち、筐体80に接触しない多結晶シリコンSがある。よって、多結晶シリコンSが他の部材に接触することを低減することができ、多結晶シリコンSの表面汚染を低減することができる。

[0036] また、多結晶シリコンSが筐体80に堆積することにより、筐体80に多結晶シリコンSが堆積した状態では、第1部材10及び第2部材20から下方に落下した多結晶シリコンSは、筐体80に既に堆積している多結晶シリコンSに衝突するため、筐体80の底面80aに衝突することがない。よって、多結晶シリコンSにおける筐体80への接触を低減でき、多結晶シリコンSの表面が樹脂で汚染されることを低減できる。

[0037] 筐体81は、筐体80の側方に接続されており、筐体81の内部は筐体80の内部と連通している。つまり、筐体81が形成する空間SP3は、筐体80が形成する空間SP2と連通している。空間SP3には、空間SP2から空間SP3に流れ込む多結晶シリコンSが入る。筐体81は、例えば、樹脂から構成されており、下方が開放された箱状に形成されている。筐体81の下方から落下した多結晶シリコンSは、検知器82の上に載置される。筐体81は、筐体80の底面80aよりも下側に延伸している。

[0038] (第2センサ)

第2センサ83は、筐体80の内部に設けられ、筐体80の内部に堆積する多結晶シリコンSが、筐体80の底面80aからの所定の高さH1に達したかを検知する。第2センサ83は、第1センサ50と同じセンサであってもよい。第2センサ83が有する発光部は、例えば、レーザー光を水平方向に出射し、第2センサ83が有する受光部は、当該発光部から出射されたレーザー光が多結晶シリコンSで反射した光を受光する。当該受光部が光を受光した場合、第2センサ83は、多結晶シリコンSが所定の高さH1に達し

たことを検知する。

[0039] 制御部60は、筐体80の内部に堆積する多結晶シリコンSが、所定の高さH1に達したことを第2センサ83が検知した場合、搬送部40の駆動を停止する。これにより、筐体80の内部に多結晶シリコンSが堆積し続けることを防ぎ、筐体80の内部に多結晶シリコンSが詰まることを防ぐことができる。また、筐体80の外部に多結晶シリコンSの一部が露出することを防ぎ、多結晶シリコンSが筐体80の外部の部材に接触することを防ぐことができる。よって、多結晶シリコンSの表面汚染を低減することができる。

[0040] 具体的には、筐体80の内部に多結晶シリコンSが堆積し続けることを防ぐことができるため、筐体80の内部で棚吊りが発生する可能性を低減することができる。また、筐体80の外部に多結晶シリコンSの一部が露出することを防ぐことができるため、多結晶シリコンSが第1部材10または第2部材20に接触することを防ぐことができる。

[0041] (検知器)

検知器82は、例えば、金属を含む物体の存在を検知する金属検知器である。検知器82は、筐体81の下方から落下した多結晶シリコンSであって、検知器82の上に載置された多結晶シリコンSを検知する。また、検知器82は、多結晶シリコンSを載置可能な載置台としても機能する。

[0042] 検知器82は、多結晶シリコンSを第1位置から第2位置に供給し、上記第1位置と上記第2位置との間を移動可能なものであってもよい。上記第1位置は、筐体81の下方から落下する多結晶シリコンSを載置可能な位置である。上記第2位置は、上記第1位置から離れた位置であり、例えば、多結晶シリコンSの供給先の位置である。

[0043] 検知器82の移動は、制御部60により制御されてもよい。検知器82は、上記第1位置において筐体81の下方から落下した多結晶シリコンSを載置し、上記第2位置まで多結晶シリコンSを供給する。また、上記第2位置では、検知器82から多結晶シリコンSが取り除かれてもよい。多結晶シリコンSが取り除かれると、検知器82は、上記第2位置から上記第1位置に

戻る。

[0044] 〔変形例 1〕

駆動部 30 は、第 1 部材 10 及び第 2 部材 20 の少なくとも一方を駆動するものであってもよい。この場合、駆動部 30 は、多結晶シリコン S を第 1 部材 10 と第 2 部材 20 との間に挟み込むことにより、多結晶シリコン S を破碎する。また、駆動部 30 は、最短間隔 D1 が 17 mm 以上 30 mm 以下となるように、第 1 部材 10 及び第 2 部材 20 の少なくとも一方を駆動する。駆動部 30 が第 1 部材 10 及び第 2 部材 20 の少なくとも一方を駆動する工程は、駆動工程の一例である。

[0045] 例えば、駆動部 30 は、第 1 部材 10 及び第 2 部材 20 のうち第 1 部材 10 のみを駆動するものであってもよい。この場合、第 1 部材 10 は駆動部 30 に固定されており、第 2 部材 20 は上述したフレームに固定されている。

[0046] また、駆動部 30 は、第 1 部材 10 及び第 2 部材 20 の両方を駆動するものであってもよい。この場合、第 1 部材 10 は、図 1 に示す回転軸 31 とは別の回転軸に固定されており、第 2 部材 20 は、回転軸 31 に固定されている。駆動部 30 は、当該別の回転軸を有し、図示しないモータにより上記別の回転軸を回転させ、上記別の回転軸を基準として第 1 部材 10 を移動させる。

[0047] 〔変形例 2〕

図 5 は、図 1 に示す破碎装置 1 の変形例 2 としての破碎装置 1D の構成の一例を示す概略図である。図 5 に示すように、破碎装置 1D は、第 1 部材 10D と、第 2 部材 20D と、駆動部 30D と、プレート受け部 70D と、トグルプレート T2、T3 と、支持部 TS と、を備える。破碎装置 1D は、図 1 に示す搬送部 40、第 1 センサ 50 及び制御部 60 をさらに備える。また、破碎装置 1D は、図 4 に示す筐体 80、81、検知器 82 及び第 2 センサ 83 をさらに備えてもよい。

[0048] 第 1 部材 10D は第 1 部材 10 と同じものであり、第 2 部材 20D は第 2 部材 20 と同じものであり、駆動部 30D は駆動部 30 と同じものである。

第2部材20Dの下部には、トグルプレートT2が接続されている。トグルプレートT2は、第2部材20Dの下部と支持部TSとを、相対移動可能に接続している。支持部TSは、破碎装置1Dが備えるフレームに固定されている。

[0049] トグルプレートT3は、プレート受け部70Dと支持部TSとを、相対移動可能に接続している。プレート受け部70Dは、破碎装置1Dが備える上述したフレームに固定されている。破碎装置1Dは、2つのトグルプレートT2、T3を備えるダブルトグル方式の装置である。破碎装置1は、破碎装置1Dに比べて、多結晶シリコンSの微粉が発生する量を低減することができるが、破碎装置1Dについても本発明の技術的範囲に含まれてもよい。

[0050] 〔実施例1〕

図6は、本発明の実施例1に係る微粉発生率及び収率を示すグラフである。実施例1では、図1に示す破碎装置1において、第1部材10と第2部材20との間の最短間隔D1を変化させて、多結晶シリコンSの破碎を行った。

[0051] 図6の符号601に示すグラフにおいて、横軸は最短間隔D1 [mm]を示し、縦軸は微粉発生率 [%]を示す。当該微粉発生率は、第1部材10と第2部材20との間に投入された多結晶シリコンSの量に対する、粒子サイズが8mm以下である多結晶シリコンSの微粉が発生する量の割合である。

[0052] 図6の符号602に示すグラフにおいて、横軸は最短間隔D1 [mm]を示し、縦軸は収率 [%]を示す。当該収率は、第1部材10と第2部材20との間に投入された多結晶シリコンSの量に対する、粒子サイズが50mm以下である多結晶シリコンSの量の割合である。

[0053] 図6の符号601、602に示すグラフが示す結果に関し、本発明者らは、最短間隔D1について鋭意研究を行った。その結果、本発明者らは、微粉発生率を最小限に留めながら、最適な粒子サイズの多結晶シリコンSの収率を最大限に高める最短間隔D1の数値範囲RAを見出した。ここで、最適な粒子サイズは、8mmよりも大きく50mm以下であるサイズである。数値

範囲RAは、17mm以上30mm以下である。

[0054] 〔実施例2〕

図7は、本発明の実施例2に係る充填率と割合との関係を示すグラフである。実施例2では、図1に示す破碎装置1において、上述した多結晶シリコンSの充填率を変化させて、多結晶シリコンSの破碎を行った。図7に示すグラフにおいて、横軸は充填率[%]を示し、縦軸は、第1部材10と第2部材20との間に投入された多結晶シリコンSの量に対する特定の多結晶シリコンSの量の割合[%]を示す。

[0055] また、図7に示すグラフにおいて、グラフG1は、投入された多結晶シリコンSの量に対する、粒子サイズが8mm以下である多結晶シリコンSの微粉が発生する量の割合を示す。グラフG2は、投入された多結晶シリコンSの量に対する、粒子サイズが50mm以下である多結晶シリコンSの量の割合を示す。グラフG3は、投入された多結晶シリコンSの量に対する、粒子サイズが50mmよりも大きい多結晶シリコンSの量の割合を示す。

[0056] 図7に示すように、充填率が増加すると、粒子サイズが50mm以下である多結晶シリコンSの量の割合が増加する一方、粒子サイズが8mm以下である多結晶シリコンSの微粉が発生する量の割合も増加する。よって、充填率が増加し過ぎると、複数の多結晶シリコンSが互いに衝突することで割れが発生し、必要以上に小さく破碎される。

[0057] 図7に示すグラフにより、粒子サイズが50mm以下である多結晶シリコンSの量を増加させつつ、微粉発生量を低減するためには、充填率を制御することが好ましい。したがって、上述した通り、制御部60は、第1センサ50による距離D2の検知結果に基づき、搬送部40の駆動を制御することが好ましい。

[0058] 〔実施例3〕

図8は、本発明の実施例3に係る微粉発生率と収率との関係を示すグラフである。実施例3では、図1に示すシングルトル方式の破碎装置1と、図5に示すダブルトル方式の破碎装置1Dと、のそれぞれにおいて、多結晶

シリコンSの破碎を行った。図8に示すグラフにおいて、横軸は微粉発生率 [%] を示し、縦軸は収率 [%] を示す。図8の微粉発生率及び収率の定義は、実施例1で定義したものと同一である。

[0059] また、図8に示すグラフにおいて、グラフG4は、破碎装置1を用いて多結晶シリコンSの破碎を行った場合の収率を示し、グラフG5は、破碎装置1Dを用いて多結晶シリコンSの破碎を行った場合の収率を示す。図8に示すように、破碎装置1を用いた場合では、破碎装置1Dを用いた場合に比べて、収率が高く、かつ、微粉発生率が低い傾向にあった。したがって、破碎装置1は、破碎装置1Dに比べて、多結晶シリコンSについて収率を向上し、微粉が発生する量を低減することができる。

[0060] [ソフトウェアによる実現例]

破碎装置1, 1D (以下、「装置」と呼ぶ) の機能は、当該装置としてコンピュータを機能させるためのプログラムであって、当該装置の制御ブロック (制御部60) としてコンピュータを機能させるためのプログラムにより実現することができる。

[0061] この場合、上記装置は、上記プログラムを実行するためのハードウェアとして、少なくとも1つの制御装置 (例えばプロセッサ) と少なくとも1つの記憶装置 (例えばメモリ) を有するコンピュータを備えている。この制御装置と記憶装置により上記プログラムを実行することにより、上記各実施形態で説明した各機能が実現される。

[0062] 上記プログラムは、一時的ではなく、コンピュータ読み取り可能な、1または複数の記録媒体に記録されていてもよい。この記録媒体は、上記装置が備えていてもよいし、備えていなくてもよい。後者の場合、上記プログラムは、有線または無線の任意の伝送媒体を介して上記装置に供給されてもよい。

[0063] また、上記各制御ブロックの機能の一部または全部は、論理回路により実現することも可能である。例えば、上記各制御ブロックとして機能する論理回路が形成された集積回路も本発明の範疇に含まれる。この他にも、例えば

量子コンピュータにより上記各制御ブロックの機能を実現することも可能である。

[0064] 〔まとめ〕

本発明の態様 1 に係る多結晶シリコンの破碎装置は、第 1 部材と、前記第 1 部材に対向するように配置される第 2 部材と、前記第 1 部材及び前記第 2 部材の少なくとも一方を駆動し、多結晶シリコンを前記第 1 部材と前記第 2 部材との間に挟み込むことにより、前記多結晶シリコンを破碎する駆動部と、を備え、前記駆動部は、前記第 1 部材と前記第 2 部材との間の最短間隔が 17 mm 以上 30 mm 以下となるように、前記第 1 部材及び前記第 2 部材の少なくとも一方を駆動する。

[0065] 駆動部は、第 1 部材と第 2 部材との間の最短間隔が 17 mm 以上 30 mm 以下となるように、第 1 部材及び第 2 部材の少なくとも一方を駆動する。これにより、粒子サイズが 8 mm よりも大きく 50 mm 以下である多結晶シリコンの収率を向上するとともに、粒子サイズが 8 mm 以下である多結晶シリコンの微粉が発生する量を低減することができる。

[0066] 本発明の態様 2 に係る多結晶シリコンの破碎装置は、前記態様 1 において、前記第 1 部材と前記第 2 部材との間に前記多結晶シリコンを上方から搬送する搬送部と、前記第 1 部材及び前記第 2 部材の上方に設けられる第 1 センサであって、前記第 1 部材及び前記第 2 部材に挟まれている前記多結晶シリコンと前記第 1 センサとの間の距離を検知する第 1 センサと、前記第 1 センサによる前記距離の検知結果に基づき、前記搬送部の駆動を制御する制御部と、をさらに備えてもよい。

[0067] 制御部は、第 1 部材及び第 2 部材に挟まれている多結晶シリコンと第 1 センサとの間の距離を検知する第 1 センサの検知結果に基づき、搬送部の駆動を制御する。これにより、第 1 部材及び第 2 部材に挟まれる多結晶シリコンの量を精度良く制御することができる。よって、所望のサイズの多結晶シリコンの収率を向上するとともに、多結晶シリコンの微粉が発生する量を低減できるように、第 1 部材及び第 2 部材に挟まれる多結晶シリコンの量を制御

することができる。

[0068] 本発明の態様3に係る多結晶シリコンの破碎装置は、前記態様1または2において、前記第1部材及び前記第2部材の下方に設けられ、前記第1部材及び前記第2部材によって破碎された前記多結晶シリコンが堆積する空間を形成する筐体をさらに備えてもよい。

[0069] 第1部材及び第2部材によって破碎された多結晶シリコンが、筐体によって形成される空間に堆積するため、筐体に堆積した多結晶シリコンのうち、筐体に接触しない多結晶シリコンがある。よって、多結晶シリコンが他の部材に接触することを低減することができ、多結晶シリコンの表面汚染を低減することができる。

[0070] 本発明の態様4に係る多結晶シリコンの破碎装置は、前記態様1から3のいずれかにおいて、前記第1部材と前記第2部材との間に前記多結晶シリコンを上方から搬送する搬送部と、前記筐体の内部に設けられる第2センサであって、前記筐体の内部に堆積する前記多結晶シリコンが、前記筐体の底面からの所定の高さに達したかを検知する第2センサと、前記筐体の内部に堆積する前記多結晶シリコンが、前記所定の高さに達したことを前記第2センサが検知した場合、前記搬送部の駆動を停止する制御部と、をさらに備えてもよい。

[0071] 制御部は、筐体の内部に堆積する多結晶シリコンが、所定の高さに達したことを第2センサが検知した場合、搬送部の駆動を停止する。これにより、筐体の内部に多結晶シリコンが堆積し続けることを防ぎ、筐体の内部に多結晶シリコンが詰まることを防ぐことができる。また、筐体の外部に多結晶シリコンの一部が露出することを防ぎ、多結晶シリコンが筐体の外部の部材に接触することを防ぐことができる。よって、多結晶シリコンの表面汚染を低減することができる。

[0072] 本発明の態様5に係る多結晶シリコンの破碎装置では、前記態様1から4のいずれかにおいて、前記最短間隔は、前記第1部材と前記第2部材とが最も接近した状態での間隔であってもよい。

- [0073] 第1部材と第2部材とが最も接近した状態で、第1部材と第2部材との間の最短間隔が17mm以上30mm以下となる。これにより、粒子サイズが8mmよりも大きく50mm以下である多結晶シリコンの収率をより向上するとともに、粒子サイズが8mm以下である多結晶シリコンの微粉が発生する量をより低減することができる。
- [0074] 本発明の態様6に係る多結晶シリコンの破碎方法は、第1部材と、前記第1部材に対向するように配置される第2部材と、の間に多結晶シリコンを投入する投入工程と、前記第1部材及び前記第2部材の少なくとも一方を駆動し、前記投入工程によって投入された前記多結晶シリコンを前記第1部材と前記第2部材との間に挟み込むことにより、前記多結晶シリコンを破碎する駆動工程と、を含み、前記駆動工程において、前記第1部材と前記第2部材との間の最短間隔が17mm以上30mm以下となるように、前記第1部材及び前記第2部材の少なくとも一方を駆動する。
- [0075] 本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、実施形態に開示された複数の技術的手段を適宜組み合わせ得られる構成についても本発明の技術的範囲に含まれる。

符号の説明

- [0076] 1、1D 破碎装置
- 10、10D 第1部材
 - 20、20D 第2部材
 - 30、30D 駆動部
 - 40 搬送部
 - 50 第1センサ
 - 60 制御部
 - 80 筐体
 - 80a 底面
 - 83 第2センサ
 - D1 最短間隔

D 2 距離

F 1 搬送方向

S 多結晶シリコン

S P 2 空間

請求の範囲

- [請求項1] 第1部材と、
 前記第1部材に対向するように配置される第2部材と、
 前記第1部材及び前記第2部材の少なくとも一方を駆動し、多結晶シリコンを前記第1部材と前記第2部材との間に挟み込むことにより、
 前記多結晶シリコンを破砕する駆動部と、を備え、
 前記駆動部は、前記第1部材と前記第2部材との間の最短間隔が17mm以上30mm以下となるように、前記第1部材及び前記第2部材の少なくとも一方を駆動することを特徴とする多結晶シリコンの破砕装置。
- [請求項2] 前記第1部材と前記第2部材との間に前記多結晶シリコンを上方から搬送する搬送部と、
 前記第1部材及び前記第2部材の上方に設けられる第1センサであって、前記第1部材及び前記第2部材に挟まれている前記多結晶シリコンと前記第1センサとの間の距離を検知する第1センサと、
 前記第1センサによる前記距離の検知結果に基づき、前記搬送部の駆動を制御する制御部と、をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の多結晶シリコンの破砕装置。
- [請求項3] 前記第1部材及び前記第2部材の下方に設けられ、前記第1部材及び前記第2部材によって破砕された前記多結晶シリコンが堆積する空間を形成する筐体をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の多結晶シリコンの破砕装置。
- [請求項4] 前記第1部材と前記第2部材との間に前記多結晶シリコンを上方から搬送する搬送部と、
 前記筐体の内部に設けられる第2センサであって、前記筐体の内部に堆積する前記多結晶シリコンが、前記筐体の底面からの所定の高さに達したかを検知する第2センサと、
 前記筐体の内部に堆積する前記多結晶シリコンが、前記所定の高さ

に達したことを前記第 2 センサが検知した場合、前記搬送部の駆動を停止する制御部と、をさらに備えることを特徴とする請求項 3 に記載の多結晶シリコンの破碎装置。

[請求項 5] 前記最短間隔は、前記第 1 部材と前記第 2 部材とが最も接近した状態での間隔であることを特徴とする請求項 1 に記載の多結晶シリコンの破碎装置。

[請求項 6] 第 1 部材と、前記第 1 部材に対向するように配置される第 2 部材と、の間に多結晶シリコンを投入する投入工程と、

前記第 1 部材及び前記第 2 部材の少なくとも一方を駆動し、前記投入工程によって投入された前記多結晶シリコンを前記第 1 部材と前記第 2 部材との間に挟み込むことにより、前記多結晶シリコンを破碎する駆動工程と、を含み、

前記駆動工程において、前記第 1 部材と前記第 2 部材との間の最短間隔が 17 mm 以上 30 mm 以下となるように、前記第 1 部材及び前記第 2 部材の少なくとも一方を駆動することを特徴とする多結晶シリコンの破碎方法。