

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6737232号
(P6737232)

(45) 発行日 令和2年8月5日(2020.8.5)

(24) 登録日 令和2年7月20日(2020.7.20)

(51) Int.Cl.		F I			
C 3 O B	29/06	(2006.01)	C 3 O B	29/06	Z
C 3 O B	15/00	(2006.01)	C 3 O B	15/00	Z
H O 1 L	21/66	(2006.01)	H O 1 L	21/66	N
G O 1 N	21/35	(2014.01)	G O 1 N	21/35	
			C 3 O B	29/06	5 O 2 J

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2017-97363 (P2017-97363)
 (22) 出願日 平成29年5月16日(2017.5.16)
 (65) 公開番号 特開2018-193270 (P2018-193270A)
 (43) 公開日 平成30年12月6日(2018.12.6)
 審査請求日 令和1年5月28日(2019.5.28)

(73) 特許権者 302006854
 株式会社 S U M C O
 東京都港区芝浦一丁目2番1号
 (74) 代理人 110000637
 特許業務法人樹之下知的財産事務所
 (72) 発明者 鈴木 憲哉
 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社
 S U M C O 内

審査官 山本 一郎

(56) 参考文献 特開2006-273631 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シリコン単結晶の評価方法およびシリコン単結晶の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

C O P を含むシリコン単結晶の直胴部から取得された評価用ウェーハの酸素濃度を測定する酸素濃度測定工程と、

前記酸素濃度測定工程における測定結果において、前記酸素濃度が低下する傾向が発生したとき、前記シリコン単結晶のLPDの発生状況を推定するLPD発生状況推定工程とを備えていることを特徴とするシリコン単結晶の評価方法。

【請求項2】

請求項1に記載のシリコン単結晶の評価方法において、

前記酸素濃度測定工程は、直胴部における固化率が15%以下の領域における酸素濃度を測定することを特徴とするシリコン単結晶の評価方法。

【請求項3】

前記評価用ウェーハは、前記シリコン単結晶のブロック分割時にサンプリングされたサンプルウェーハであることを特徴とする請求項1または請求項2記載のシリコン単結晶の評価方法。

【請求項4】

坩堝と、

前記坩堝を加熱することでシリコン融液を生成するヒータと、

種結晶を前記シリコン融液に接触させた後に引き上げる引き上げ部とを備えた単結晶引き上げ装置を利用したチョクラルスキー法によるシリコン単結晶の製造方法であって、

COPを含む第1のシリコン単結晶を製造する製造工程と、
請求項1から請求項3のいずれか一項に記載のシリコン単結晶の評価方法を用いて、前記第1のシリコン単結晶のLPDの発生状況を推定する評価工程と、

前記評価工程における推定結果に基づいて、COPを含む第2のシリコン単結晶の製造条件を設定する製造条件設定工程とを備えていることを特徴とするシリコン単結晶の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シリコン単結晶の評価方法およびシリコン単結晶の製造方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスの基板として用いられるシリコンウェーハ（以下、「ウェーハ」と言う場合がある）は、一般にチョクラルスキー法（以下、「CZ法」と言う場合がある）により育成されたシリコン単結晶から切り出され、研磨、熱処理等の工程を経て製造される。

図1は、引き上げられたシリコン単結晶の縦断面図であり、欠陥分布とV/Gの関係の一例を模式的に示す。Vはシリコン単結晶の引き上げ速度であり、Gは引き上げ直後におけるシリコン単結晶の成長方向の温度勾配である。温度勾配Gは、CZ炉のホットゾーン構造の熱的特性により、シリコン単結晶の引き上げの進行中において、概ね一定とみなされる。このため、引き上げ速度Vを調整することにより、V/Gを制御することができる。

20

【0003】

図1において、COP（Crystal Originated Particle）は、シリコン単結晶育成時に結晶格子を構成すべき原子が欠けた空孔の凝集体である。

OSF（Oxidation induced Stacking Fault：酸素誘起積層欠陥）領域は、高温（一般的には1000 から1200）で熱酸化処理した場合、OSF核がOSFとして顕在化する。

P_V領域とP_I領域は、COPも転位クラスターも含まず、P_V領域は、as-grown状態で酸素析出核を含んでおり、熱処理を施した場合、酸素析出物（BMD）が発生し易い。図2に示すように、V/Gが大きくなると、P_V領域における空孔型点欠陥の濃度は高くなる。

30

P_I領域は、as-grown状態でほとんど酸素析出核を含んでおらず、熱処理を施してもBMDが発生し難い。

【0004】

このようなシリコン単結晶の製造に際し、COPの個数を評価する方法が知られている（例えば、特許文献1参照）。

特許文献1には、シリコン単結晶から切り出したウェーハを鏡面研磨してから、COPの個数を評価する方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0005】

【特許文献1】特開2005-281071号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載のような方法では、シリコン単結晶製造後、鏡面研磨を経てCOP評価が終了するまでの期間が長いと、COPに起因するLPD（Light Point Defect：ライト・ポイント・デフェクト）の発生状況を評価する場合、評価結果を得るまでに時間を要するおそれがある。

【0007】

50

本発明の目的は、シリコン単結晶製造後の早い段階で、LPDの発生状況を推定できるシリコン単結晶の評価方法およびシリコン単結晶の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のシリコン単結晶の評価方法は、COPを含むシリコン単結晶の酸素濃度を測定する酸素濃度測定工程と、前記酸素濃度の測定結果に基づいて、前記シリコン単結晶のLPDの発生状況を推定するLPD発生状況推定工程とを備えていることを特徴とする。

【0009】

シリコン単結晶の酸素濃度の測定は、一般的に、シリコン単結晶引上後のブロック分割時にサンプリングされたサンプルウェーハに対して行われる。このため、酸素濃度の測定結果は、鏡面研磨されたウェーハの評価結果と比べて、早い段階で得ることができる。

10

本発明によれば、酸素濃度の測定結果に基づいて、シリコン単結晶製造後の早い段階でLPDの発生状況を推定できる。

【0010】

本発明のシリコン単結晶の評価方法において、前記酸素濃度測定工程は、直胴部における固化率が15%以下の領域における酸素濃度を測定することが好ましい。

【0011】

本発明によれば、酸素濃度の測定位置を選択するだけの簡単な方法で、LPDの発生状況を精度良く推定できる。

なお、固化率とは、シリコン単結晶を引き上げる前のシリコン融液の総重量に対する固化した重量の割合を意味する。

20

【0012】

本発明のシリコン単結晶の製造方法は、坩堝と、前記坩堝を加熱することでシリコン融液を生成するヒータと、種結晶を前記シリコン融液に接触させた後に引き上げる引き上げ部とを備えた単結晶引き上げ装置を利用したチョコラルスキー法によるシリコン単結晶の製造方法であって、COPを含む第1のシリコン単結晶を製造する製造工程と、上述のシリコン単結晶の評価方法を用いて、前記第1のシリコン単結晶のLPDの発生状況を推定する評価工程と、前記評価工程における推定結果に基づいて、COPを含む第2のシリコン単結晶の製造条件を設定する製造条件設定工程とを備えていることを特徴とする。

【0013】

30

第1のシリコン単結晶がLPDが多く発生している不良品の場合、製造条件を変更するまでは、その後に製造される全てのシリコン単結晶が不良品となる。

本発明によれば、第1のシリコン単結晶製造後の早い段階で得られたLPDの発生状況の推定結果に基づいて、第2のシリコン単結晶の製造条件を設定するため、不良品の数を減らすことができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】シリコン単結晶における欠陥分布とV/Gとの関係の一例を示す説明図。

【図2】シリコン単結晶におけるV/Gと空孔型点欠陥濃度との関係を示すグラフ。

【図3】本発明を導くために行った実験1, 2および本発明の一実施形態で用いる単結晶引き上げ装置の概略構成を示す模式図である。

40

【図4】前記単結晶引き上げ装置の概略構成を示す模式図であり、図3の状態よりも引き上げが進行した状態を示す。

【図5】前記実験1におけるヒータバッチ数と第1領域の酸素濃度の移動平均値との関係を示すグラフ。

【図6】前記実験1におけるヒータバッチ数と第1領域のLPDの移動平均値との関係を示すグラフ。

【図7】前記実験1における第1領域の酸素濃度の移動平均値とLPDの移動平均値との関係を示すグラフ。

【図8】前記実験2における第2領域の酸素濃度の移動平均値とLPDの移動平均値との

50

関係を示すグラフ。

【図9】前記実験2における第3領域の酸素濃度の移動平均値とLPDの移動平均値との関係を示すグラフ。

【図10】前記実験2における第4領域の酸素濃度の移動平均値とLPDの移動平均値との関係を示すグラフ。

【図11】前記実験2における固化率と酸素濃度の移動平均値およびLPDの移動平均値の相関係数の絶対値との関係を示すグラフ。

【図12】前記一実施形態におけるシリコン単結晶の製造方法を示すフローチャート。

【図13】前記一実施形態の効果の説明図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

[本発明を導くに至った経緯]

[実験1：シリコン単結晶の酸素濃度とLPDの発生状況との関係調査]

まず、本実験で用いた単結晶引き上げ装置について説明する。

図3に示すように、単結晶引き上げ装置1は、CZ法(チョクラルスキー法)に用いられる装置であって、引き上げ装置本体2と、メモリ3と、制御部4とを備えている。

引き上げ装置本体2は、チャンバ21と、このチャンバ21内の中心部に配置された坩堝22と、この坩堝22を加熱するヒータ23と、引き上げ部24と、熱遮蔽体25とを備えている。

チャンバ21の上部には、Arガスなどの不活性ガスをチャンバ21内に導入するガス導入口21Aが設けられている。チャンバ21の下部には、チャンバ21内の気体を排出するガス排気口21Bが設けられている。

坩堝22は、ウェーハの原料である多結晶のシリコンを融解し、シリコン融液Mとするものである。坩堝22は、所定の速度で回転および昇降が可能な支持軸26に支持されている。

ヒータ23は、坩堝22の周囲に配置されており、坩堝22内のシリコンを融解する。

引き上げ部24は、一端に種結晶SCが取り付けられる引き上げケーブル241と、この引き上げケーブル241を昇降および回転させる引き上げ駆動部242とを備えている。

。

熱遮蔽体25は、ヒータ23から上方に向かって放射される輻射熱を遮断する。

メモリ3には、チャンバ21内のガス流量や炉内圧、ヒータ23に投入する電力、坩堝22やシリコン単結晶SMの回転数など、シリコン単結晶SMの製造に必要な各種情報を記憶している。

【0016】

上述の単結晶引き上げ装置1を用いて、直径が200mmのシリコン単結晶SMを製造した。具体的に、新品のヒータ23をチャンバ21に取り付けた。そして、チャンバ21内を減圧下の不活性ガス雰囲気維持し、種結晶SCをシリコン融液Mに着液させた後に、V/Gの値が図1のAに相当する値よりも大きくなるように引き上げることで、ネック部SM1、肩部SM2、直胴部SM3、および、図示しないテール部を有し、直胴部SM3にCOPを含むシリコン単結晶SMを製造した。この引き上げ中、坩堝22は、回転しつつ、図3および図4に示すように、シリコン融液Mの液面と熱遮蔽体25の下端との距離GP(ギャップGP)がほぼ一定になるように上昇した。

その後、ヒータ23を交換せずに、同じ単結晶引き上げ装置1を用いて複数のシリコン単結晶SMを製造した。

【0017】

上述のように製造したシリコン単結晶SMにおける酸素濃度と、LPDの発生状況とを評価した。

評価用のウェーハは、直胴部SM3における固化率が15%以下の領域(以下、第1領域という)から取得した。このウェーハに対してミラーエッチングを行った後、FTIR(Fourier Transform Infrared Spectrometer: フーリエ変換赤外分光光度計)を用いて

10

20

30

40

50

A S T M F - 1 2 1 (1 9 7 9) により酸素濃度を測定した。1枚のウェーハの酸素濃度測定結果を1バッチの測定結果とした。

L P Dの測定は、第1領域における評価用ウェーハの取得領域よりも引き上げ方向下端側の領域から得たウェーハに対し、面取り、ラッピング、平面研削、エッチング、鏡面面取り、一次研磨などを経て鏡面研磨を行い、表面検査装置（K L A - T e n c o r社製 S P - 1）を用いて、表面で観察される1枚あたりのL P Dをカウントした。サイズが120 nm以上のL P Dを測定対象とし、100枚～200枚程度のウェーハにおけるL P D測定結果の平均値を1バッチの測定結果とした。

【0018】

バッチ数（以下、「ヒータバッチ数」という）と酸素濃度の移動平均値との関係を図5に示す。また、ヒータバッチ数とL P Dの移動平均値との関係を図6に示す。

図5および図6において、Nバッチ目の移動平均値とは、Nバッチ目を含む直近4バッチの平均値を意味する。なお、同じ単結晶引き上げ装置1を用いて、本実験の対象（C O Pを含むシリコン単結晶）と異なる品質のシリコン単結晶も製造したため、移動平均値は、品質が本実験の対象と異なるシリコン単結晶を含まない直近4バッチの平均値である。

【0019】

図5および図6に示すように、ヒータバッチ数が100バッチとなるあたりを境にして、酸素濃度が低下するとともにL P Dが増加する傾向が見られた。

本発明者は、この理由を以下のように推測した。

【0020】

シリコン単結晶S Mの製造中、シリコン融液MからはS i Oガスが発生し、このS i Oガスは、坩堝22とヒータ23との間を通過してチャンバ21下方に導かれる。このとき、S i Oガスとヒータ23のカーボンとが反応し、ヒータ23のカーボンが減肉する。S i Oガスは上方から下方に導かれるため、上記反応はヒータ23の上部の方が下部よりも顕著に発生し、ヒータ23の上部が下部よりも劣化することになる。このようにヒータ23の上部が劣化すると、当該上部の抵抗率が下部よりも高くなり、上部の加熱比率が増加し、下部の加熱比率が減少する。

また、シリコン融液Mへの酸素のメインの供給元は坩堝22の底部であるため、ヒータ23下部の加熱比率が減少すると、坩堝22の底部の加熱量も減少し、シリコン融液Mへの酸素の供給量も減少する。以上のことから、ヒータバッチ数が増加すると、ヒータ23上部の劣化も進行し、その結果、シリコン単結晶S Mの酸素濃度が低下すると推測した。

【0021】

また、ヒータバッチ数の増加に伴いヒータ23上部の加熱比率が増加すると、シリコン融液Mから引き上げられたシリコン単結晶S Mの冷却が抑制され、ヒータ23上部の加熱比率が増加しない場合と比べてV / Gの値も大きくなる。その結果、図2に示すように、空孔型点欠陥濃度が高くなり、空孔型点欠陥が凝集して形成されるC O Pが増加し、L P Dが増加すると推測した。

【0022】

図5および図6の結果から得られる酸素濃度の移動平均値とL P Dの移動平均値の関係を調べると、図7に示すように、両者の間に相関があることがわかった。

図7のデータに基づく近似直線L A 1の式は、酸素濃度の移動平均値をX（ $\times 10^{17}$ atoms / cm³）、L P Dの移動平均値をY（個 / 枚）とした場合、以下の式（1）で表される。

$$Y = -103.72 \times X + 1680.3 \quad \dots \quad (1)$$

【0023】

図7に示す関係から、本実験で用いた単結晶引き上げ装置1においては、シリコン単結晶S Mの酸素濃度が 13.4×10^{17} atoms / cm³以下の場合に、当該シリコン単結晶S Mから得られるウェーハ1枚あたりのL P Dが300個以上になり、 13.4×10^{17} atoms / cm³を超える場合に、L P Dが300個未満になると推定できる。

10

20

30

40

50

したがって、酸素濃度の測定結果に基づいて、シリコン単結晶SMの製造後の早い段階でLPDの発生状況を推定できることが確認できた。そして、酸素濃度測定に用いたシリコン単結晶SMを第1のシリコン単結晶とした場合、酸素濃度の測定結果に基づいて、当該第1のシリコン単結晶以降に製造される第2のシリコン単結晶の製造条件を設定する、具体的に、引き上げ速度を遅くすることで、不良品の数を減らすことができる。

【0024】

[実験2：直胴部の固化率と酸素濃度およびLPD発生状況の相関との関係調査]

実験1のシリコン単結晶SMにおける固化率が15%を超え30%以下の領域(以下、第2領域という)、30%を超え50%以下の領域(以下、第3領域という)、50%を超える領域(以下、第4領域という)からウェーハを得た。そして、これらのウェーハにおけるヒータパッチ数と酸素濃度の移動平均値との関係、ヒータパッチ数とLPDの移動平均値との関係を求め、これらの関係から酸素濃度の移動平均値とLPDの移動平均値との関係を調べた。

10

第2領域の関係を図8に、第3領域の関係を図9に、第4領域の関係を図10にそれぞれ示す。

図8～図10に示すように、各図のデータに基づく近似直線LA2～LA4を参照すると、第2～第4領域においても、第1領域と同様に、酸素濃度の移動平均値が大きくなると、LPDの移動平均値が小さくなることが確認できた。

【0025】

また、第1～第4領域における、酸素濃度の移動平均値とLPDの移動平均値との相関係数の絶対値を算出した。その結果を図11に示す。

20

図11に示すように、第1領域における相関が他の領域と比べて高かった。

本発明者は、この理由を以下のように推測した。

【0026】

固化率が低いほど、シリコン融液Mの量が多い。シリコン単結晶SMの引き上げ中、ギャップGPはほぼ一定のため、固化率が低いほど坩堝22の位置が低くなり、当該坩堝22の底部とヒータ23の下部との距離が短くなる。このため、ヒータ23上部の劣化に伴い下部の加熱比率が減少し、坩堝22底部の加熱量が減少したときの影響は、固化率が低いほど大きくなる。以上のことから、固化率が15%以下の領域における酸素濃度を測定することによって、他の領域の測定を行う場合と比べて、LPDの発生状況を精度よく推定できると推測した。

30

【0027】

なお、図5～図11に示す実験1,2の結果は、単結晶引き上げ装置の各構成部材のサイズや配置位置により異なるが、酸素濃度とLPD発生状況との相関関係は、各構成部材のサイズや配置位置によらず実験1,2の結果と同じであると考えられる。

【0028】

[実施形態]

次に、本発明の一実施形態として、COPを含むシリコン単結晶SMの製造方法について図面を参照して説明する。

本実施形態では、抵抗率が $8 \cdot \text{cm}$ 以上 $12 \cdot \text{cm}$ 以下、外周研削後の直胴部SM3の直径が 200 mm となるようなp型のシリコン単結晶SMを製造する場合を例示する。また、シリコン単結晶SMの第1領域における酸素濃度とLPD発生状況との関係が、図7に示す関係となるような単結晶引き上げ装置1を用いる場合を例示する。さらに、メモリ3には、図7に示すような関係を示すLPD発生状況推定用情報が記憶されている。

40

なお、直胴部SM3の外周研削後の直径は、 300 mm 、 450 mm など他の大きさであってもよい。

【0029】

まず、単結晶引き上げ装置1の制御部4は、シリコン単結晶SMの製造条件、例えばヒータ電力、Ar流量、炉内圧、坩堝22やシリコン単結晶SMの回転数などを設定する。

次に、制御部4は、坩堝22を加熱することで、当該坩堝22内のポリシリコン素材(

50

シリコン原料)およびドーパントを融解させ、シリコン融液Mを生成する。その後、制御部4は、図12に示すように、チャンバ21内を減圧下の不活性雰囲気中に維持し、坩堝22を回転させつつ、ギャップGPがほぼ一定になるように上昇させながら、直胴部SM3にCOPを含む第1のシリコン単結晶SMを製造する(ステップS1:製造工程)。

【0030】

次に、作業者は、第1のシリコン単結晶SMにおける直胴部SM3の酸素濃度を測定する(ステップS2:酸素濃度測定工程(評価工程))。このステップS2において、作業者は、第1のシリコン単結晶における直胴部SM3から評価用ウェーハを取得する。評価用ウェーハは、直胴部SM3における固化率が15%以下の領域から取得することが好ましい。そして、作業者は、実験1と同様に、ミラーエッチング後の評価用ウェーハの酸素濃度を、FTIRで測定する。なお、作業者は、酸素濃度の他に、抵抗率やカーボン濃度も測定してもよい。

10

【0031】

この後、制御部4は、作業者によって酸素濃度が入力されると、この酸素濃度と、メモリ3の図7に示すようなLPD発生状況推定用情報とに基づいて、LPDの発生状況を推定する(ステップS3:LPD発生状況推定工程(評価工程))。

このステップS3において、制御部4は、酸素濃度が判断閾値以下の場合、ウェーハ1枚あたりのLPDが品質基準値以上であると推定し、判断閾値未満の場合、品質基準値未満であると推定する。本実施形態では、判断閾値は、 $1.3 \cdot 4 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ であり、品質基準値は、300個である。

20

【0032】

そして、制御部4は、LPDが品質基準値以上であると推定した場合、製造条件を変更し(ステップS4:製造条件設定工程)、この変更した製造条件で、直胴部SM3にCOPを含む第2のシリコン単結晶SMを製造する(ステップS5)。ステップS4において、制御部4は、第2のシリコン単結晶SMにおけるLPDの発生個数を減らすために、引き上げ速度を遅くする。この場合、COP濃度と引き上げ速度との関係を予め求めておき、この関係に基づいて、減らしたいLPDの個数に対応する引き上げ速度を求めればよい。

ここで、ステップS4における製造条件変更は、ステップS3の工程中にシリコン単結晶SMが製造されている場合には、当該シリコン単結晶SMについて行うのではなく、その次のバッチの第2のシリコン単結晶SMについて行われる。また、ステップS3の工程中にシリコン単結晶SMが製造されていない場合には、次のバッチの第2のシリコン単結晶SMについて行われる。

30

【0033】

一方、制御部4は、LPDが品質基準値未満であると推定した場合、製造条件を維持し(ステップS6:製造条件設定工程)、第1のシリコン単結晶SMと同じ製造条件で第2のシリコン単結晶SMを製造する(ステップS5)。

【0034】

[実施形態の作用効果]

上記実施形態によれば、以下のような作用効果を奏することができる。

40

従来、LPDの発生状況に基づく製造条件設定は、図13に示すように、本実施形態のステップS1, S2の工程を行った後、直胴部SM3の残りの部分に対して、スライスから鏡面研磨にかけての工程を行う(ステップS11)。そして、鏡面研磨後のウェーハのLPDを測定し(ステップS12)、LPDが品質基準値以上か否かに基づいて、製造条件を変更あるいは維持していた(ステップS13)。このような方法では、特にステップS11の工程に時間を要するため、第1のシリコン単結晶SMの製造バッチの次バッチを1バッチ目とした場合、例えば7バッチ目の途中でしかLPDの測定結果を得ることができず、8バッチ目からしか製造条件を設定することができない。この場合、1バッチ目から7バッチ目のシリコン単結晶SMが不良品になってしまうおそれがある。

これに対し、本実施形態では、ステップS11, S12の工程を行わずに、評価用ウェ

50

一八の酸素濃度測定結果に基づきLPDの発生状況を推定し(ステップS3)、この推定結果に基づいて、製造条件を変更あるいは維持する(ステップS4, S6)。このように、時間を要するステップS11の工程を行わないため、例えば、2バッチ目の途中でLPDの推定結果を得ることができる。また、このLPDの推定結果に基づいて、3バッチ目(第2のシリコン単結晶SM)の製造条件を設定することができる。したがって、1バッチ目のシリコン単結晶SMが不良品であっても、2バッチ目以降のシリコン単結晶SMを良品にすることができ、不良品の数を減らすことができる。

【0035】

[変形例]

なお、本発明は上記実施形態にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の改良ならびに設計の変更などが可能である。

10

例えば、判断閾値、品質基準値は、上記値に限らずニーズに応じて他の値にしてもよい。

第1領域に加えて、あるいは、第1領域に代えて、第2~第4領域のうち少なくとも1つの領域のLPD発生状況推定用情報をメモリ3に記憶してもよい。この場合、制御部4は、作業者によって酸素濃度および評価用ウェーハの取得領域が入力されると、この取得領域に対応するLPD発生状況推定用情報と、酸素濃度とに基づいて、LPDの発生状況を推定してもよい。

ステップS3~S6の処理を作業者が行ってもよい。

酸素濃度およびLPDの移動平均値に基づいて、酸素濃度とLPD発生状況との関係を求めたが、各バッチのデータをそのまま用いて求めてもよい。

20

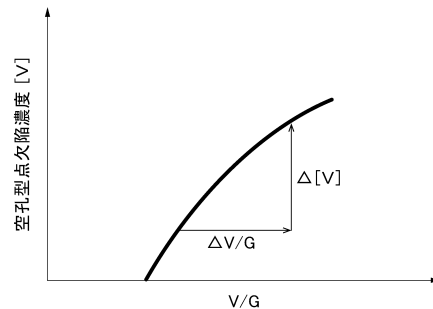
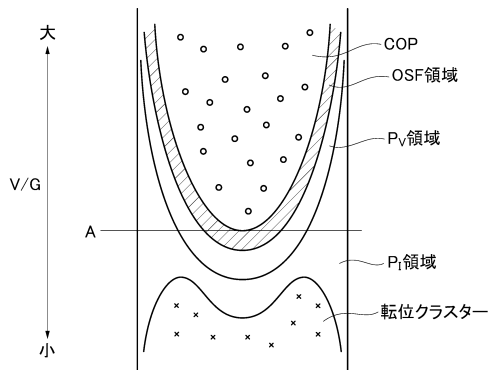
【符号の説明】

【0036】

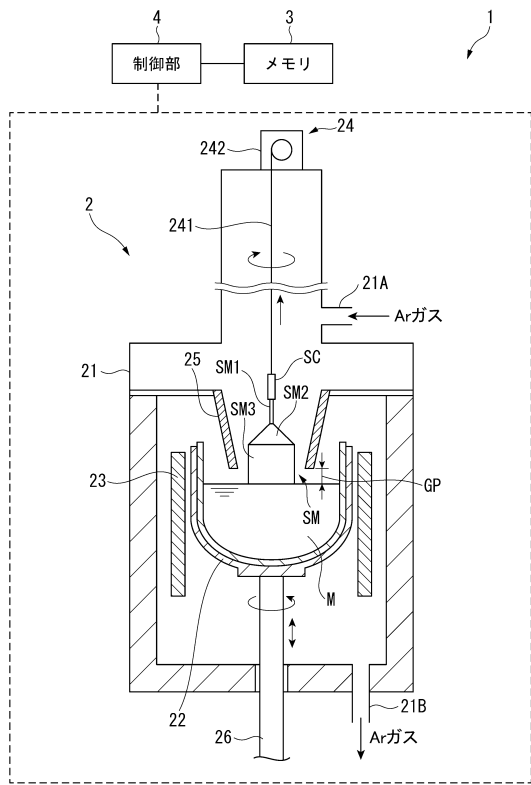
1...単結晶引き上げ装置、22...坩堝、23...ヒータ、24...引き上げ部、SM...シリコン単結晶、SM3...直胴部。

【図1】

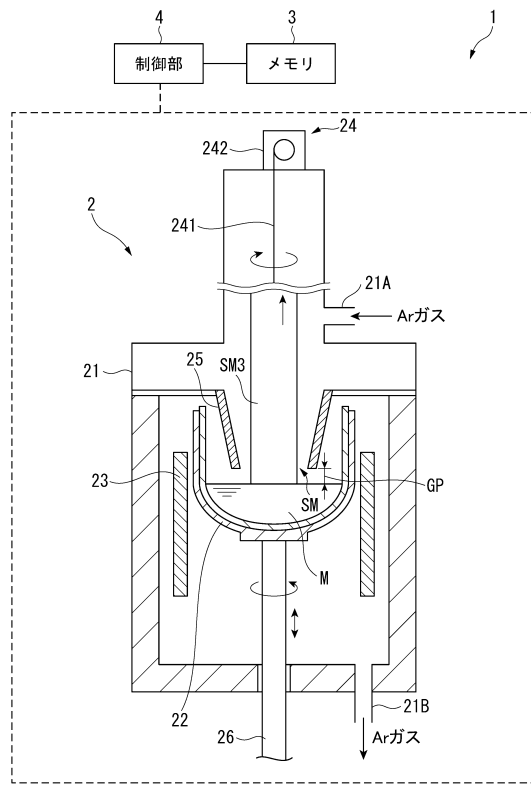
【図2】



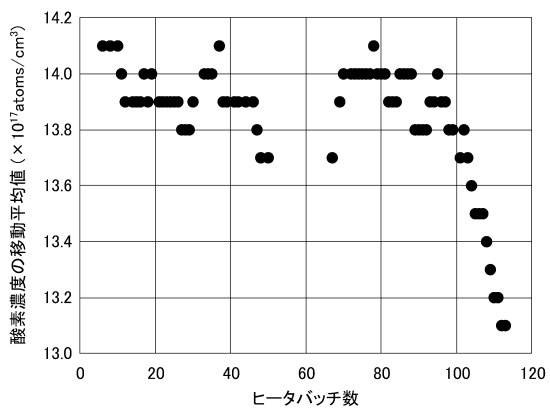
【図3】



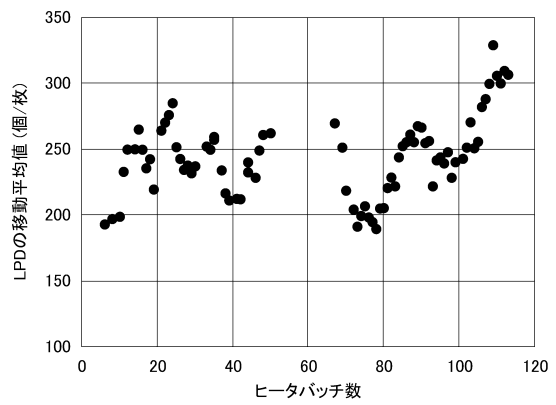
【図4】



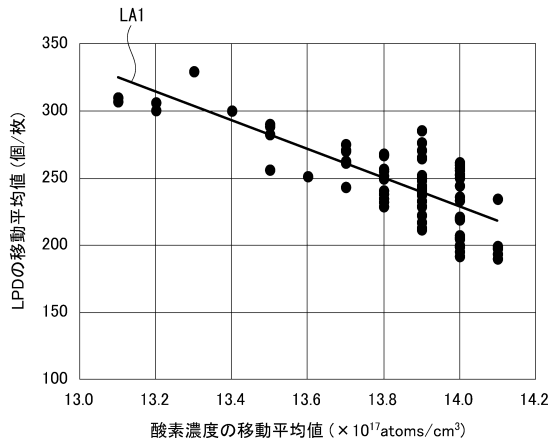
【図5】



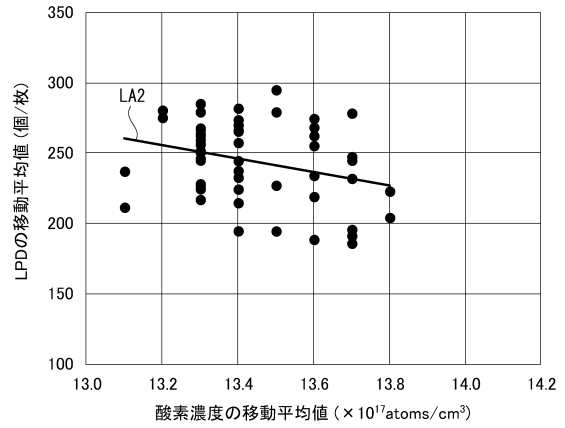
【図6】



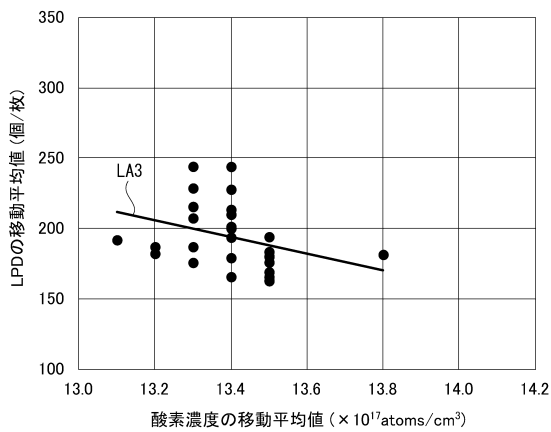
【 図 7 】



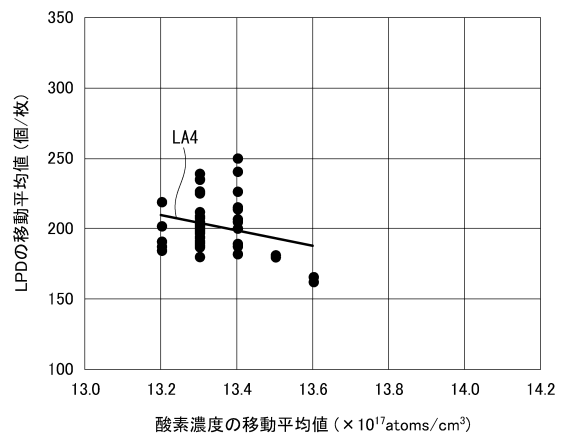
【 図 8 】



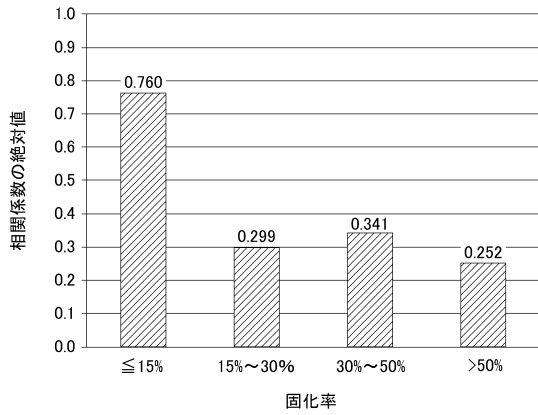
【 図 9 】



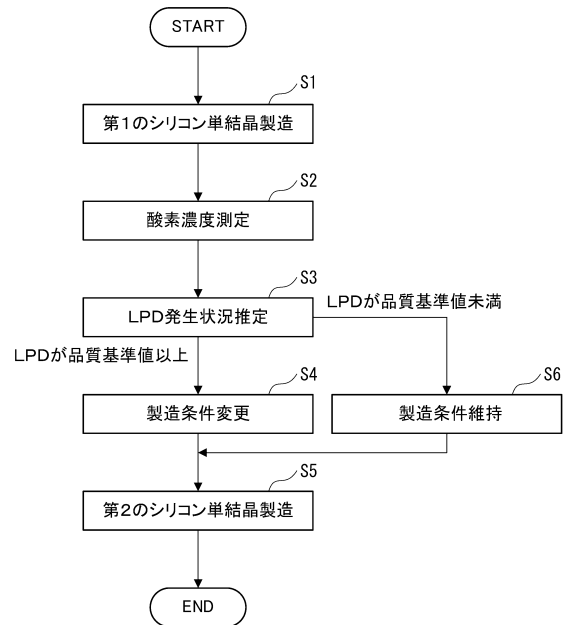
【 図 10 】



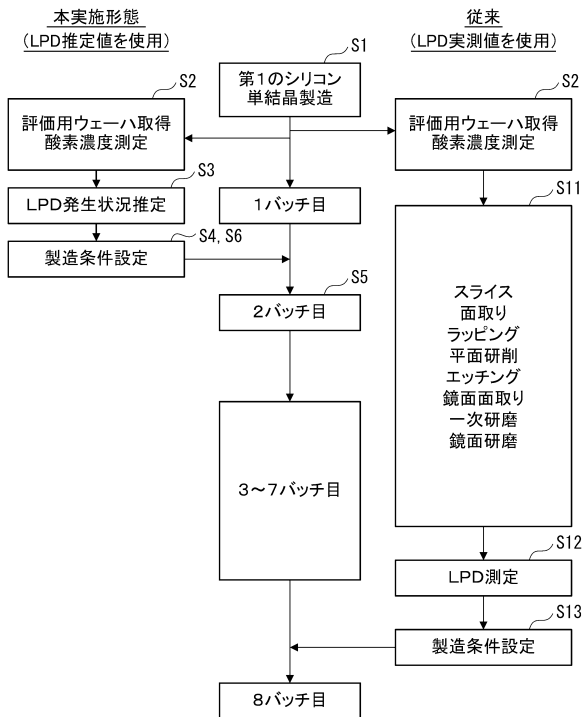
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

C 3 0 B	2 9 / 0 6
C 3 0 B	1 5 / 0 0
G 0 1 N	2 1 / 3 5
H 0 1 L	2 1 / 6 6