

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-510839

(P2018-510839A)

(43) 公表日 平成30年4月19日(2018.4.19)

(51) Int.Cl.

C30B 29/06 (2006.01)
C30B 15/20 (2006.01)
C30B 30/04 (2006.01)

F 1

C30B 29/06
C30B 15/20
C30B 30/04

502G

502G

テーマコード(参考)

4GO77

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2018-504631 (P2018-504631)
(86) (22) 出願日 平成28年4月12日 (2016.4.12)
(85) 翻訳文提出日 平成29年10月10日 (2017.10.10)
(86) 國際出願番号 PCT/KR2016/003841
(87) 國際公開番号 WO2016/167542
(87) 國際公開日 平成28年10月20日 (2016.10.20)
(31) 優先権主張番号 10-2015-0052307
(32) 優先日 平成27年4月14日 (2015.4.14)
(33) 優先権主張国 韓国(KR)

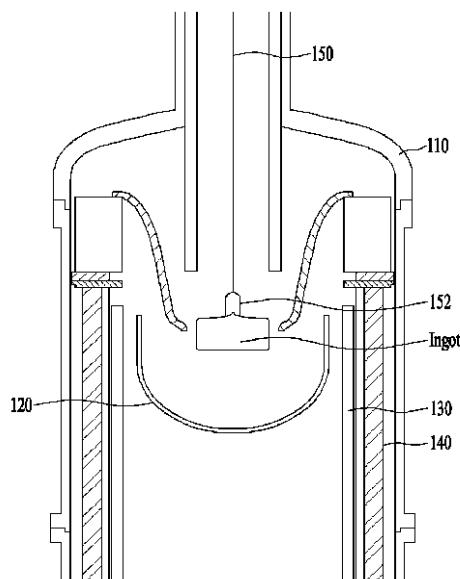
(71) 出願人 517354250
エスケイ・シルtron・カンパニー・リミテッド
大韓民国・730-724・ジョンサンブクード・グミーシ・イムスー-ロ・53
(74) 代理人 100098394
弁理士 山川 茂樹
(74) 代理人 100064621
弁理士 山川 政樹
(72) 発明者 ホン、ヨン・ホ
大韓民国・39400・ジョンサンブクード・グミーシ・3ゴンダン 3-ロ・13
2-11

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】シリコン単結晶インゴットの成長装置及び方法

(57) 【要約】

実施例は、チャンバ；前記チャンバの内部に具備され、シリコン融液が収容されるるつぼ；前記るつぼの下部に配置されるるつぼ支持台と回転軸；前記チャンバの内部に具備され、前記シリコン融液を加熱するヒーター；前記シリコン融液から成長するインゴットを回転しながら引き上げる引き上げ手段；および前記るつぼに水平磁場を印加する磁場発生ユニットを含み、前記回転軸が前記るつぼを回転させる第1方向と前記引き上げ手段が前記インゴットを回転させる第2方向は互いに同一なシリコン単結晶インゴットの成長装置を提供する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

チャンバ；

前記チャンバの内部に具備され、シリコン融液が収容されるるつぼ；

前記るつぼの下部に配置されるるつぼ支持台と回転軸；

前記チャンバの内部に具備され、前記シリコン融液を加熱するヒーター；

前記シリコン融液から成長するインゴットを回転しながら引き上げる引き上げ手段；および

前記るつぼに水平磁場を印加する磁場発生ユニットを含み、

前記回転軸が前記るつぼを回転させる第1方向と前記引き上げ手段が前記インゴットを回転させる第2方向は互いに同一なシリコン単結晶インゴットの成長装置。 10

【請求項 2】

前記ヒーターは、最大発熱位置が MGP (maximum gauss position) より下部に形成されるように前記るつぼの周辺を加熱する、請求項 1 に記載のシリコン単結晶インゴットの成長装置。

【請求項 3】

前記ヒーターは、最大発熱位置が前記 MGP より 100ないし 200 ミリメートル下部に形成されるように前記るつぼの周辺を加熱する、請求項 1 に記載のシリコン単結晶インゴットの成長装置。 20

【請求項 4】

前記ヒーターと引き上げ手段は、前記シリコン融液の半径方向の端部に均一に拡散境界層が分布するように前記るつぼを加熱して前記インゴットを引き上げる、請求項 1 に記載のシリコン単結晶インゴットの成長装置。

【請求項 5】

前記ヒーターと引き上げ手段は、前記拡散境界層が前記シリコン融液の表面から 12 ミリメートル下部に形成されるように前記るつぼを加熱して前記インゴットを引き上げる、請求項 4 に記載のシリコン単結晶インゴットの成長装置。 30

【請求項 6】

前記ヒーターと引き上げ手段は、前記拡散境界層が前記シリコン融液の端部から 300 ミリメートル以上の直径に分布するように前記るつぼを加熱して前記インゴットを引き上げる、請求項 5 に記載のシリコン単結晶インゴットの成長装置。 30

【請求項 7】

シリコン単結晶インゴットの成長方法において、

インゴットとるつぼを同一の方向に回転させ、最大発熱位置を MGP (maximum gauss position) より下部に位置させるシリコン単結晶インゴットの成長方法。

【請求項 8】

拡散境界層がシリコン融液の半径方向の端部に均一に分布する、請求項 7 に記載のシリコン単結晶インゴットの成長方法。

【請求項 9】

前記拡散境界層は、前記シリコン融液の表面から 12 ミリメートル下部で 300 ミリメートル以上の直径に分布する、請求項 8 に記載のシリコン単結晶インゴットの成長方法。 40

【請求項 10】

シリコン融液内で深さ方向に前記シリコン融液の流れが一定である、請求項 7 に記載のシリコン単結晶インゴットの成長方法。

【請求項 11】

前記最大発熱位置を前記 MGP より 100ないし 200 ミリメートル下部に位置させる、請求項 7 に記載のシリコン単結晶インゴットの成長装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

実施例は、シリコン単結晶インゴットの成長装置及び方法に関するものであり、より詳細には高ドーピングシリコン単結晶インゴットにおいて直径方向と半径方向の酸素濃度の均一性を確保しようとする。

【背景技術】

【0002】

通常のシリコンウェハーは、単結晶インゴット (Ingott) を作るための単結晶成長工程と、単結晶インゴットをスライシング (Slicing) して薄い円板状のウェハーを得るスライシング工程と、前記スライシング工程によって得られたウェハーの割れ、歪みを防止するためにその外周部を加工するグラインディング (Grinding) 工程と、前記ウェハーに残存する機械的加工による損傷 (Damage) を除去するラッピング (Lapping) 工程と、前記ウェハーを鏡面化する研磨 (Polishing) 工程と、研磨されたウェハーを研磨してウェハーに付着した研磨剤や異物を除去する洗浄工程とを含んで成り立つ。

10

【0003】

単結晶成長は、フローティングゾーン (floating zone : FZ) 方法またはチョクラルスキー (Czochralski : CZ、以下、CZと称する) 方法を多く使用して来た。これらの方法の中で最も一般化されている方法がCZ方法である。

20

【0004】

CZ方法においては、石英るつぼに多結晶シリコンを装入し、これを黒煙発熱体によつて加熱して溶融させた後、溶融の結果形成されたシリコン溶融液に種子結晶を浸して界面で結晶化が起きる時シードを回転しながら引き上げることによって単結晶のシリコンインゴットを成長させる。

30

【0005】

シリコン単結晶の成長過程で成長履歴による結晶欠陥及び望まない不純物として特に酸素がシリコン単結晶に含まれるようになる。このように陷入された酸素は半導体素子の製造工程で加えられる熱によつて酸素沈殿物 (oxygen precipitates) に成長するようになるが、この酸素沈殿物はシリコンウェハーの強度を補強して金属汚染元素を捕獲するなど内部ゲッタリング (Internal Gettering) サイトとして作用するなど有益な特性を示しもするが、半導体素子の漏洩電流及び不良 (fail) を誘発する有害な特性を示す。

40

【0006】

したがつて、シリコン単結晶インゴットから製造されたウェハーの酸素濃度を長さ方向及び半径方向で均一にする必要があり、シリコン単結晶インゴットを成長させるときの工程変数であるシード (seed) 回転速度、るつぼ回転速度、融液 (melt) 表面と熱遮蔽材 (heat shield)との間の間隔であるメルトギャップ (melt gap)、インゴットの引き上げ速度 (pull speed)、ホットゾーン (hot zone) のデザイン変更、窒素や炭素などの第3の元素ドーピングなどを通じて酸素濃度を調節することができる。

40

【0007】

しかし、現在、製造されたシリコン単結晶インゴットから求められたウエハーの場合、特に端部に環形で酸素濃度が不均一な領域が発見されており、前述した内部ゲッタリング特性の不均一に起因し得る。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

実施例は、シリコン単結晶の成長時に長さ方向及び半径方向の酸素濃度の均一性を向上させようとする。

50

【課題を解決するための手段】

【0009】

実施例は、チャンバ；前記チャンバの内部に具備され、シリコン溶液が収容されるるつぼ；前記のつぼの下部に配置されるるつぼ支持台と回転軸；前記チャンバの内部に具備され、前記シリコン溶液を加熱するヒーター；前記シリコン溶液から成長するインゴットを回転しながら引き上げる引き上げ手段；及び前記のつぼに水平磁場を印加する磁場発生ユニットを含み、前記回転軸が前記のつぼを回転させる第1方向と前記引き上げ手段が前記インゴットを回転させる第2方向は互いに同一なシリコン単結晶インゴットの成長装置を提供する。

【0010】

ヒーターは、最大発熱位置がMGP (maximum gauss position)より下部に形成されるようによるつぼの周辺を加熱することができる。 10

【0011】

ヒーターは、最大発熱位置が前記MGPより100ないし200mm下部に形成されるようによるつぼの周辺を加熱することができる。

【0012】

ヒーターと引き上げ手段は、シリコン溶液の半径方向の端部に均一に拡散境界層が分布するように前記のつぼを加熱して前記インゴットを引き上げることができる。

【0013】

ヒーターと引き上げ手段は、前記拡散境界層が前記シリコン溶液の表面から12ミリメートル下部に形成されるように前記のつぼを加熱し、前記インゴットを引き上げることができる。 20

【0014】

ヒーターと引き上げ手段は、前記拡散境界層が前記のシリコン溶液の端部から300ミリメートル以上の直径に分布するように前記のつぼを加熱し、前記インゴットを引き上げることができる。

【0015】

他の実施例は、シリコン単結晶インゴットの成長方法において、インゴットとるつぼを同一の方向に回転させ、最大発熱位置をMGP (maximum gauss position)より下部に位置させるシリコン単結晶インゴットの成長方法を提供する。

【0016】

拡散境界層がシリコン溶液の半径方向の端部に均一に分布することができる。 30

【0017】

拡散境界層は、前記シリコン溶液の表面から12ミリメートル下部で300ミリメートル以上の直径に分布することができる。

【0018】

シリコン溶液内で深さ方向に前記シリコン溶液の流れが一定することができる。

【0019】

最大発熱位置を前記MGPより100ないし200ミリメートル下部に位置させることができます。

【発明の効果】

【0020】

前述した工程でシリコン単結晶インゴットを成長させる時、シリコン溶液の流れが一定して、拡散境界層がインゴットの端部に分布して、製造されたシリコンウェハーの酸素濃度が一定して、比抵抗が改善されたことがわかる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】実施例による単結晶インゴット製造装置を示した図である。

【図2】シリコン単結晶インゴットの成長時に最大ガウス地点 (Maximum Gauss Position) の移動を示した図である。

【図3】従来の最大発熱位置と実施例による最大発熱位置を示した図である。 50

【図4】図4aないし図4cは、実施例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法でシリコン溶液の流れを比較例とともに示した図である。

【図5】図5aないし図5cは、実施例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法でシリコン溶液内の酸素の分布を比較例とともに示した図である。

【図6a】実施例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法で酸素濃度の均一度を示した図である。

【図6b】比較例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法で酸素濃度の均一度を示した図ある。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明を具体的に説明するため、実施例を挙げて説明し、発明に対する理解を助けるために添付図面を参照して詳細に説明しようとする。しかし、本発明による実施例は様々な他の形態に変形され得、本発明の範囲が下で記述する実施例に限定されるものと解釈されてはいけない。本発明の実施例は当業界で平均的な知識を有した者に本発明をより完全に説明するために提供されるものである。

【0023】

本発明による実施例の説明において、各 element の“上(うえ)”または“下(した)(on or under)”に形成されるものと記載される場合において、上(うえ)または下(した)(on or under)は、二つの element が互いに直接(directly)接触したり一つ以上の他の element が前記二つの element の間に配置されて(indirectly)形成されるものをすべて含む。また“上(うえ)”または“下(した)(on or under)”と表現される場合、一つの element を基準に上側方向だけでなく下側方向の意味も含むことができる。

【0024】

また、以下で用いられる“第1”及び“第2”、“上部”及び“下部”などのような関係的用語は、その実体または要素などの間のどんな物理的または論理的関係または手順を必ず要求したり内包したりせず、ある一の実体または要素を他の実体または要素と区別するためにのみ利用され得る。

【0025】

図面において、各層の厚さや大きさは説明の便宜及び明確性のために誇張されたり省略されたりまたは概略的に図示された。また各構成要素の大きさは実際の大きさを全面的に反映したものではない。

【0026】

図1は、実施例による単結晶インゴット製造装置を示した図である。

【0027】

実施例によるシリコン単結晶インゴット製造装置(100)はチャンバー(110)、るつぼ(120)、ヒーター(130)、引き上げ手段(150)などを含むことができる。詳しくは、実施例によるシリコン単結晶インゴット製造装置(100)は、チャンバー(110)と、前記チャンバー(110)の内部に具備され、シリコン溶液を収容するるつぼ(120)と、前記チャンバー(110)の内部に具備され、前記るつぼ(120)を加熱するヒーター(130)及び種子結晶(152)が一端に結合された引き上げ手段(150)とるつぼ(120)に水平磁場を印加する磁場発生ユニット(図示せず)を含むことができる。

【0028】

チャンバ(110)は、半導体などの電子部品素材として使用されるシリコンウェハー(wafer)用の単結晶インゴット(ingot)を成長させるための所定の工程が遂行される空間を提供する。

【0029】

チャンバ(110)の内壁においては、ヒーター(130)の熱が前記チャンバ(110)の側壁部に放出されないように輻射断熱体(140)が設置され得る。

【0030】

シリコン単結晶成長時の酸素濃度を制御するために石英るつぼ(120)の回転速度やチャンバ内部の圧力条件など多様な因子を調節することができる。例えば、実施例は酸素濃度を制御するためにシリコン単結晶成長装置のチャンバ(110)内部にアルゴンガスなどを注入して下部に排出することができる。

【0031】

前記るつぼ(120)は、シリコン溶融液を収容することができるよう前記チャンバ(110)の内部に具備され、石英などからなることができる。前記るつぼ(120)の外部にはるつぼ(120)を支持することができるよう黒煙からなるるつぼ支持台(図示せず)が具備され得る。前記るつぼ支持台は、回転軸(図示せず)上に固定設置され、この回転軸は、駆動手段(図示せず)によって回転されてるつぼ(120)を回転及び昇降運動させながら固・液界面、すなわち、固化されたインゴットとシリコン溶液の境界面が同一な高さを維持するようできる。

10

【0032】

また、前記回転軸は、前記るつぼを回転させる第1方向に回転させ、前記引き上げ手段が前記インゴットを回転させる第2方向に回転させることができるが、第1方向と第2方向は互いに同一とすることができます。

【0033】

ヒーター(130)は、るつぼ(120)を加熱するようチャンバ(110)の内部に具備され得、例えば、前記ヒーター(130)は、るつぼ支持台を囲む円筒状に成り立つことができる。このようなヒーター(130)は、るつぼ(120)内に積載した高純度の多結晶シリコンの塊を溶融してシリコン溶液にするようになる。

20

【0034】

ヒーター(130)は、供給される熱によってるつぼ(120)が加熱されるが、るつぼの高さによる領域ごとに温度が異なる場合があり得、温度が最も高い領域はヒーターの最大発熱位置と対応することができる。

【0035】

実施例による、シリコン単結晶インゴット成長のための製造方法としては、単結晶である種子結晶(seed crystal、152)をシリコン溶液に浸した後ゆっくり引き上げながら結晶を成長させるチョクラルスキー(Czochralski: CZ)法を採用することができる。

30

【0036】

チョクラルスキー法を詳しく説明すれば下のとおりである。

【0037】

種子結晶(152)から細くて長い結晶を成長させるネッキング(necking)工程を経ると、結晶を直径方向に成長させて目標直径に作るショルダーリング(shoulder ringing)工程を経て、以後には一定な直径を有する結晶に成長させるボディーグロイング(body growing)工程を経て、一定な長さだけボディーグロイングが進行された後には結晶の直径を徐々に減少させて結局溶融シリコンと分離するテーリング(tailing)工程を経て単結晶成長が仕上げられる。

40

【0038】

本実施例においては、シリコン溶液にはP-タイプのドーパントとしてB(ボロン)が、N-タイプのドーパントとしてAs(砒素)、P(リン)、Sb(アンチモン)などがドーピングされ得る。高濃度のドーパントが投入される場合、ドーパントの濃度によってV/G(growth rate / temperature gradient)すなわち、温度勾配に対するインゴットの成長速度が変化することができ、これによってインゴットの内部、特にボディー(body)領域内で酸素濃度が変化することができる。

【0039】

本実施例においては、インゴットの成長時にインゴットとるつぼを同一の方向に回転させ、最大発熱位置がMGP(maximum gauss position)より下部

50

に位置するようにヒーターを配置し、インゴットの長さ方向と半径方向（面内方向）からの酸素濃度を一定にして生産されるウエハーの比抵抗を一定にすることができる。

【0040】

詳細には、前記磁場印加ユニットによってるつぼ（120）の周辺に磁場が印加されるが、磁場の強さが最も強い領域をMGP（maximum gauss position）と言うことができる。この時、ヒーターと磁場は最大発熱位置がMGP（maximum gauss position）より下部に形成されるように前記のつぼ（120）の周辺を加熱してつぼの周辺に磁場を印加することができ、詳細には最大発熱位置が前記MGPより100ないし200ミリメートル下部に形成されるようにすることができる。

10

【0041】

図2は、シリコン単結晶インゴットの成長時に最大ガウス地点（Maximum gauss position）の移動を示した図である。

【0042】

図2において、最大ガウス地点（MGP）は、るつぼ内部の領域である“A”や上部チャンバーの領域である“B”的境界面の上下に移動することができるが、MGPは前述した境界から“A”方向に“a”そして、“B”方向に“b”的範囲内で移動できるが、そのとき、ヒーターの最大発熱位置は前述したMGPより下部に位置することができる。

【0043】

図3は、従来の最大発熱位置と実施例による最大発熱位置を示した図である。

20

【0044】

実施例においては、図示した通り、従来より最大発熱位置が下部に位置し、特に、最大発熱位置がMGPより100ミリメートルないし200ミリメートル下部の距離（d）に位置させることができる。この時、シリコン溶液の流れ（flow）を変化させることができ、最大発熱位置がMGPより200ミリメートル以上下部に位置すると、シリコン溶液上部の流れが乱流（turbulence）になり得、0ないし100ミリメートル下部に位置すると、シリコン溶液下部の流れが乱流になり得る。

【0045】

実施例においては、最大発熱位置をMGPより100ミリメートルないし200ミリメートル下部に位置させ、シリコン融液の深さ方向、すなわち図1の上下方向回への流れを一定にすることができます。

30

【0046】

成長するインゴットから製造されるシリコンウェハーのハイゲッタリング（high gettering）および均一性（uniformity）向上のために、インゴット内から酸素濃度が長さ方向および半径方向に一定であることが有利である。これのために拡散境界層が成長中のシリコン融液の表面から12ミリメートル程度の深さで、約300ミリメートルの直径外部の領域に分布することができる。実施例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法においてシリコン融液内の拡散境界層が半径方向の端部に均一に分布できるが、拡散境界層はシリコン融液の温度を測定して確認することができる。

【0047】

このとき、前記のヒーターと引き上げ手段は、前記シリコン融液の半径方向の端部に均一に拡散境界層が分布するように前記のつぼを加熱して前記インゴットを引き上げることができる。詳細には前記ヒーターと引き上げ手段は、前記拡散境界層が前記シリコン融液の表面から12ミリメートル下部に形成されるように前記のつぼを加熱して前記インゴットを引き上げることができる。

40

【0048】

詳細には拡散境界層は、拡散速度が $10^{-8} \text{ m}^2/\text{初程度}$ である領域であり、本実施例において1700ケルビン（Kelvin）程度の温度で拡散境界層は最大直径が320ミリメートルであり得る。

【0049】

50

図4aないし図4cは、実施例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法でシリコン融液の流れを比較例とともに示した図である。

【0050】

左側がシリコン融液の表面でのシリコン融液の流れであり、右側に行くほど下部領域での流れを示し、最右側はるつぼの底面でのシリコン融液の流れを示す。

【0051】

図4bと図4cの第1実施例と第2実施例、特に第1実施例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法でシリコン融液の流れのパターンが下部領域でも維持されるが、従来技術の場合、シリコン融液の流れのパターンが下部では薄れ得る。。

【0052】

図5aないし5cは、実施例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法でシリコン融液の酸素の分布を比較例とともに示した図である。図5bと図5cにおいて拡散境界層がインゴットの端部で維持されてシリコン融液の速度変化が抑制されて酸素濃度が深さ方向に2200ミリメートルまで均一であるが、図5aの比較例の場合、シリコン融液の流れが一定せず酸素濃度が深さ方向に2000ミリメートルで不均一であり得る。

【0053】

図6aは、実施例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法において酸素濃度の均一度を示した図面であり、図6bは、比較例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法において酸素濃度の均一度を示した図である。

【0054】

図6aにおいて、シリコンウェハーは、直径がそれぞれ180ミリメートルと220ミリメートルであり、比抵抗がそれぞれ0.09と0.11であり、一つのインゴットから製造されたシリコンウェハーの酸素濃度が半径方向でほとんど均一である。図6dにおいてシリコンウェハーは、直径が110ミリメートルと180ミリメートルであり、比抵抗がそれぞれ0.16と0.19であり、一つのインゴットから製造されたシリコンウェハーの酸素濃度が半径方向で大きい散布を示している。

【0055】

したがって、前述した実施例による工程でシリコン単結晶インゴットを成長させる時、シリコン融液の流れが一定して、拡散境界層がインゴットの端部に分布して、製造されたシリコンウェハーの酸素濃度が一定し、比抵抗が改善されることがわかる。

【0056】

以上、実施例を中心に説明したがこれは单なる例示に過ぎず、本発明を限定するものではなく、本発明が属する分野の通常の知識を有した者であれば本実施例の本質的な特性を逸脱しない範囲で、以上で例示されていない様々な変形と応用が可能であることが理解できるだろう。例えば、実施例に具体的に示された各構成要素は変形して実施することができるものである。そして、このような変形と応用に係る差異点は添付された請求範囲で規定する本発明の範囲に含まれるものと解釈されるべきである。

【0057】

[産業上利用可能性]

実施例は、シリコン単結晶インゴットの成長装置および方法は、シリコン単結晶インゴットで直径方向と半径方向の酸素濃度の均一性を向上させることができる。

10

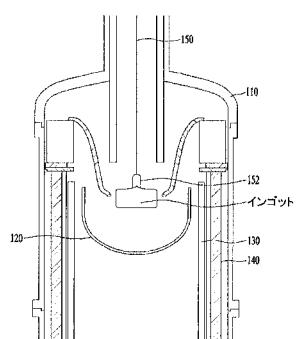
20

30

40

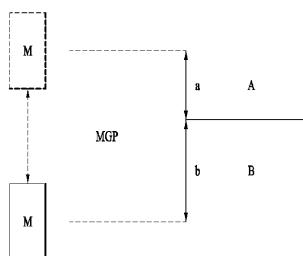
【図1】

図1



【図2】

[図2]



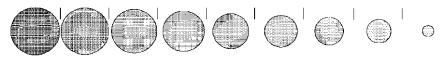
【図5 b】

[図5b]



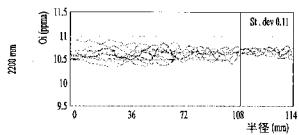
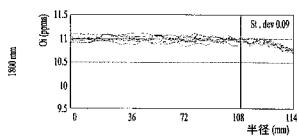
【図5 c】

[図5c]



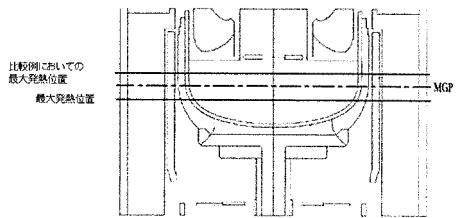
【図6 a】

図6 a



【図3】

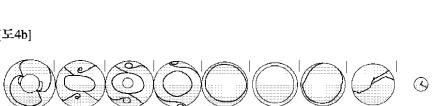
図3



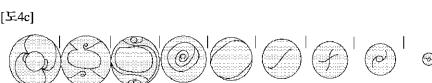
【図4 a】



【図4 b】

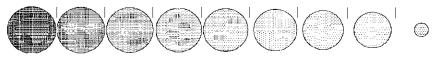


【図4 c】

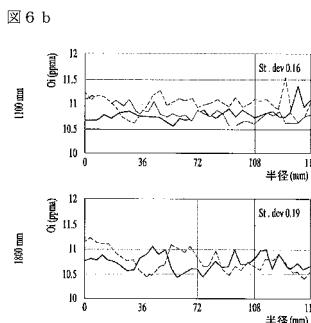


【図5 a】

[図5a]



【図6 b】



【手続補正書】

【提出日】平成29年10月10日(2017.10.10)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

実施例は、シリコン単結晶インゴットの成長装置及び方法に関するものであり、より詳細には高ドーピングシリコン単結晶インゴットにおいて直径方向と半径方向の酸素濃度の均一性を確保しようとする。

【背景技術】

【0002】

通常のシリコンウェハーは、単結晶インゴット(Ing o t)を作るための単結晶成長工程と、単結晶インゴットをスライシング(S l i c i n g)して薄い円板状のウェハーを得るスライシング工程と、前記スライシング工程によって得られたウェハーの割れ、歪みを防止するためにその外周部を加工するグラインディング(G r i n d i n g)工程と、前記ウェハーに残存する機械的加工による損傷(D a m a g e)を除去するラッピング(L a p p i n g)工程と、前記ウェハーを鏡面化する研磨(P o l i s h i n g)工程と、研磨されたウェハーを研磨してウェハーに付着した研磨剤や異物を除去する洗浄工程とを含んで成り立つ。

【0003】

単結晶成長は、フローティングゾーン(f l o a t i n g z o n e : F Z)方法またはチョクラルスキー(C z o c h r a l s k i : C Z 、以下、C Zと称する)方法を多く使用して来た。これら の方法の中で最も一般化されている方法がC Z方法である。

【0004】

C Z方法においては、石英るつぼに多結晶シリコンを装入し、これを黒煙発熱体によって加熱して溶融させた後、溶融の結果形成されたシリコン溶融液に種子結晶を浸して界面で結晶化が起きる時シードを回転しながら引き上げることによって単結晶のシリコンインゴットを成長させる。

【0005】

シリコン単結晶の成長過程で成長履歴による結晶欠陥及び望まない不純物として特に酸素がシリコン単結晶に含まれるようになる。このように陷入された酸素は半導体素子の製造工程で加えられる熱によって酸素沈殿物(o x y g e n p r e c i p i t a t e s)に成長するようになるが、この酸素沈殿物はシリコンウェハーの強度を補強して金属汚染元素を捕獲するなど内部ゲッタリング(I n t e r n a l G e t t e r i n g)サイトとして作用するなど有益な特性を示しもするが、半導体素子の漏洩電流及び不良(f a i l)を誘発する有害な特性を示す。

【0006】

したがって、シリコン単結晶インゴットから製造されたウェハーの酸素濃度を長さ方向及び半径方向で均一にする必要があり、シリコン単結晶インゴットを成長させるときの工程変数であるシード(s e e d)回転速度、るつぼ回転速度、融液(m e l t)表面と熱遮蔽材(h e a t s h i e l d)との間の間隔であるメルトギャップ(m e l t g a p)、インゴットの引き上げ速度(p u l l s p e e d)、ホットゾーン(h o t z o n e)のデザイン変更、窒素や炭素などの第3の元素ドーピングなどを通じて酸素濃度を調節することができる。

【0007】

しかし、現在、製造されたシリコン単結晶インゴットから求められたウェハーの場合、

特に端部に環形で酸素濃度が不均一な領域が発見されており、前述した内部ゲッタリング特性の不均一に起因し得る。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

実施例は、シリコン単結晶の成長時に長さ方向及び半径方向の酸素濃度の均一性を向上させようとする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

実施例は、チャンバ；前記チャンバの内部に具備され、シリコン溶液が収容されるるつぼ；前記るつぼの下部に配置されるるつぼ支持台と回転軸；前記チャンバの内部に具備され、前記シリコン溶液を加熱するヒーター；前記シリコン溶液から成長するインゴットを回転しながら引き上げる引き上げ手段；及び前記るつぼに水平磁場を印加する磁場発生ユニットを含み、前記回転軸が前記るつぼを回転させる第1方向と前記引き上げ手段が前記インゴットを回転させる第2方向は互いに同一なシリコン単結晶インゴットの成長装置を提供する。

【0010】

ヒーターは、最大発熱位置がMGP (maximum gauss position) より下部に形成されるるつぼの周辺を加熱することができる。

【0011】

ヒーターは、最大発熱位置が前記MGPより100ないし200mm下部に形成されるるつぼの周辺を加熱することができる。

【0012】

ヒーターと引き上げ手段は、シリコン溶液の半径方向の端部に均一に拡散境界層が分布するように前記るつぼを加熱して前記インゴットを引き上げることができる。

【0013】

ヒーターと引き上げ手段は、前記拡散境界層が前記シリコン溶液の表面から12ミリメートル下部に形成されるるつぼを加熱し、前記インゴットを引き上げることができる。

【0014】

ヒーターと引き上げ手段は、前記拡散境界層が前記のシリコン溶液の端部から300ミリメートル以上の直径に分布するるつぼを加熱し、前記インゴットを引き上げることができる。

【0015】

他の実施例は、シリコン単結晶インゴットの成長方法において、インゴットとるつぼを同一の方向に回転させ、最大発熱位置をMGP (maximum gauss position) より下部に位置させるシリコン単結晶インゴットの成長方法を提供する。

【0016】

拡散境界層がシリコン溶液の半径方向の端部に均一に分布することができる。

【0017】

拡散境界層は、前記シリコン溶液の表面から12ミリメートル下部で300ミリメートル以上の直径に分布することができる。

【0018】

シリコン溶液内で深さ方向に前記シリコン溶液の流れが一定することができる。

【0019】

最大発熱位置を前記MGPより100ないし200ミリメートル下部に位置させることができます。

【発明の効果】

【0020】

前述した工程でシリコン単結晶インゴットを成長させる時、シリコン溶液の流れが一定

して、拡散境界層がインゴットの端部に分布して、製造されたシリコンウェハーの酸素濃度が一定して、比抵抗が改善されたことがわかる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】実施例による単結晶インゴット製造装置を示した図である。

【図2】シリコン単結晶インゴットの成長時に最大ガウス地点（Maximum Gau ss Position）の移動を示した図である。

【図3】従来の最大発熱位置と実施例による最大発熱位置を示した図である。

【図4】図4aないし図4cは、実施例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法でシリコン溶液の流れを比較例とともに示した図である。

【図5】図5aないし図5cは、実施例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法でシリコン溶液内の酸素の分布を比較例とともに示した図である。

【図6a】実施例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法で酸素濃度の均一度を示した図である。

【図6b】比較例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法で酸素濃度の均一度を示した図ある。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明を具体的に説明するため、実施例を挙げて説明し、発明に対する理解を助けるために添付図面を参照して詳細に説明しようとする。しかし、本発明による実施例は様々な他の形態に変形され得、本発明の範囲が下で記述する実施例に限定されるものと解釈されてはいけない。本発明の実施例は当業界で平均的な知識を有した者に本発明をより完全に説明するために提供されるものである。

【0023】

本発明による実施例の説明において、各 element の“上（うえ）”または“下（した）（on or under）”に形成されるものと記載される場合において、上（うえ）または下（した）（on or under）は、二つの element が互いに直接（directly）接触したり一つ以上の他の element が前記二つの element の間に配置されて（indirectly）形成されるものをすべて含む。また“上（うえ）”または“下（した）（on or under）”と表現される場合、一つの element を基準に上側方向だけでなく下側方向の意味も含むことができる。

【0024】

また、以下で用いられる“第1”及び“第2”、“上部”及び“下部”などのような関係的用語は、その実体または要素などの間のどんな物理的または論理的関係または手順を必ず要求したり内包したりせず、ある一の実体または要素を他の実体または要素と区別するためにのみ利用され得る。

【0025】

図面において、各層の厚さや大きさは説明の便宜及び明確性のために誇張されたり省略されたりまたは概略的に図示された。また各構成要素の大きさは実際の大きさを全面的に反映したものではない。

【0026】

図1は、実施例による単結晶インゴット製造装置を示した図である。

【0027】

実施例によるシリコン単結晶インゴット製造装置（100）はチャンバー（110）、るつぼ（120）、ヒーター（130）、引き上げ手段（150）などを含むことができる。詳しくは、実施例によるシリコン単結晶インゴット製造装置（100）は、チャンバー（110）と、前記チャンバー（110）の内部に具備され、シリコン溶液を収容するるつぼ（120）と、前記チャンバー（110）の内部に具備され、前記るつぼ（120）を加熱するヒーター（130）及び種子結晶（152）が一端に結合された引き上げ手段（150）とるつぼ（120）に水平磁場を印加する磁場発生ユニット（図示せず）を含

むことができる。

【0028】

チャンバ(110)は、半導体などの電子部品素材として使用されるシリコンウェハー(wafer)用の単結晶インゴット(ingot)を成長させるための所定の工程が遂行される空間を提供する。

【0029】

チャンバ(110)の内壁においては、ヒーター(130)の熱が前記チャンバ(110)の側壁部に放出されないように輻射断熱体(140)が設置され得る。

【0030】

シリコン単結晶成長時の酸素濃度を制御するために るつぼ(120)の回転速度やチャンバ(110)内部の圧力条件など多様な因子を調節することができる。例えば、実施例は酸素濃度を制御するためにシリコン単結晶成長装置のチャンバ(110)内部にアルゴンガスなどを注入して下部に排出することができる。

【0031】

前記るつぼ(120)は、シリコン溶融液を収容することができるよう前記チャンバ(110)の内部に具備され、石英などからなることができる。前記るつぼ(120)の外部にはるつぼ(120)を支持することができるよう黒煙からなるるつぼ支持台(図示せず)が具備され得る。前記るつぼ支持台は、回転軸(図示せず)上に固定設置され、前記回転軸は、駆動手段(図示せず)によって回転されてるつぼ(120)を回転及び昇降運動させながら固・液界面、すなわち、固化されたインゴットとシリコン溶液の境界面が同一な高さを維持するようになる。

【0032】

また、前記回転軸は、前記るつぼを回転させる第1方向に回転させ、前記引き上げ手段が前記インゴットを回転させる第2方向に回転させることができるが、第1方向と第2方向は互いに同一とすることができます。

【0033】

ヒーター(130)は、るつぼ(120)を加熱するようにチャンバ(110)の内部に具備され得、例えば、前記ヒーター(130)は、るつぼ支持台を囲む円筒状に成り立つことができる。このようなヒーター(130)は、るつぼ(120)内に積載した高純度の多結晶シリコンの塊を溶融してシリコン溶液にするようになる。

【0034】

ヒーター(130)は、供給される熱によってるつぼ(120)が加熱されるが、るつぼ(120)の高さによる領域ごとに温度が異なる場合があり得、温度が最も高い領域はヒーター(130)の最大発熱位置と対応することができる。

【0035】

実施例による、シリコン単結晶インゴット成長のための製造方法としては、単結晶である種子結晶(seed crystal、152)をシリコン溶液に浸した後ゆっくり引き上げながら結晶を成長させるチョクラルスキー(Czochralsk: CZ)法を採用することができる。

【0036】

チョクラルスキー法を詳しく説明すれば下のとおりである。

【0037】

種子結晶(152)から細くて長い結晶を成長させるネッキング(necking)工程を経ると、結晶を直径方向に成長させて目標直径に作るショルダーリング(shoulder ringing)工程を経て、以後には一定な直径を有する結晶に成長させるボディーグロイング(body growing)工程を経て、一定な長さだけボディーグロイングが進行された後には結晶の直径を徐々に減少させて結局溶融シリコンと分離するテーリング(tailing)工程を経て単結晶成長が仕上げられる。

【0038】

本実施例においては、シリコン溶液にはP-タイプのドーパントとしてB(ボロン)が

、N-タイプのドーパントとしてAs(砒素)、P(リン)、Sb(アンチモン)などがドーピングされ得る。高濃度のドーパントが投入される場合、ドーパントの濃度によってV/G(growth rate / temperature gradient)すなわち、温度勾配に対するインゴットの成長速度が変化することができ、これによってインゴットの内部、特にボディー(body)領域内で酸素濃度が変化することができる。

【0039】

本実施例においては、インゴットの成長時にインゴットとるつぼを同一の方向に回転させ、最大発熱位置がMGP(maximum gauss position)より下部に位置するようにヒーターを配置し、インゴットの長さ方向と半径方向(面内方向)からの酸素濃度を一定にして生産されるウェハーの比抵抗を一定にすることができる。

【0040】

詳細には、前記磁場印加ユニットによってるつぼ(120)の周辺に磁場が印加されるが、磁場の強さが最も強い領域をMGP(maximum gauss position)と言うことができる。この時、ヒーターと磁場は最大発熱位置がMGP(maximum gauss position)より下部に形成されるように前記るつぼ(120)の周辺を加熱してるつぼの周辺に磁場を印加することができ、詳細には最大発熱位置が前記MGPより100ないし200ミリメートル下部に形成されるようにすることができる。

【0041】

図2は、シリコン単結晶インゴットの成長時に最大ガウス地点(Maximum gauss position)の移動を示した図である。

【0042】

図2において、最大ガウス地点(MGP)は、るつぼ内部の領域である“A”や上部チャンバーの領域である“B”的境界面の上下に移動することができるが、MGPは前述した境界から“A”方向に“a”そして、“B”方向に“b”的範囲内で移動できるが、そのとき、ヒーターの最大発熱位置は前述したMGPより下部に位置することができる。

【0043】

図3は、従来の最大発熱位置と実施例による最大発熱位置を示した図である。

【0044】

実施例においては、図示した通り、従来より最大発熱位置が下部に位置し、特に、最大発熱位置がMGPより100ミリメートルないし200ミリメートル下部の距離(d)に位置させることができる。この時、シリコン溶液の流れ(flow)を変化させることができ、最大発熱位置がMGPより200ミリメートル以上下部に位置すると、シリコン溶液上部の流れが乱流(turbulence)になり得、0ないし100ミリメートル下部に位置すると、シリコン溶液下部の流れが乱流になり得る。

【0045】

実施例においては、最大発熱位置をMGPより100ミリメートルないし200ミリメートル下部に位置させ、シリコン融液の深さ方向、すなわち図1の上下方向回への流れを一定にすることができます。

【0046】

成長するインゴットから製造されるシリコンウェハーのハイゲッタリング(high gettering)および均一性(uniformity)向上のために、インゴット内から酸素濃度が長さ方向および半径方向に一定であることが有利である。これのために拡散境界層が成長中のシリコン融液の表面から12ミリメートル程度の深さで、約300ミリメートルの直径外部の領域に分布することができる。実施例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法においてシリコン融液内の拡散境界層が半径方向の端部に均一に分布できるが、拡散境界層はシリコン融液の温度を測定して確認することができる。

【0047】

このとき、前記のヒーターと引き上げ手段は、前記シリコン融液の半径方向の端部に均一に拡散境界層が分布するように前記るつぼを加熱して前記インゴットを引き上げること

ができる。詳細には前記ヒーターと引き上げ手段は、前記拡散境界層が前記シリコン融液の表面から12ミリメートル下部に形成されるように前記るつぼを加熱して前記インゴットを引き上げることができる。

【0048】

詳細には拡散境界層は、拡散速度が $10^{-8} \text{ m}^2/\text{初程度}$ である領域であり、本実施例において1700ケルビン(Kelvin)程度の温度で拡散境界層は最大直径が320ミリメートルであり得る。

【0049】

図4aないし図4cは、実施例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法でシリコン融液の流れを比較例とともに示した図である。

【0050】

左側がシリコン融液の表面でのシリコン融液の流れであり、右側に行くほど下部領域での流れを示し、最右側はるつぼの底面でのシリコン融液の流れを示す。

【0051】

図4bと図4cの第1実施例と第2実施例、特に第1実施例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法でシリコン融液の流れのパターンが下部領域でも維持されるが、従来技術の場合、シリコン融液の流れのパターンが下部では薄れ得る。。

【0052】

図5aないし5cは、実施例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法でシリコン融液の酸素の分布を比較例とともに示した図である。図5bと図5cにおいて拡散境界層がインゴットの端部で維持されてシリコン融液の速度変化が抑制されて酸素濃度が深さ方向に2200ミリメートルまで均一であるが、図5aの比較例の場合、シリコン融液の流れが一定せず酸素濃度が深さ方向に2000ミリメートルで不均一であり得る。

【0053】

図6aは、実施例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法において酸素濃度の均一度を示した図面であり、図6bは、比較例によるシリコン単結晶インゴットの成長方法において酸素濃度の均一度を示した図である。

【0054】

図6aにおいて、シリコンウェハーは、直径がそれぞれ1800ミリメートルと2200ミリメートルであり、比抵抗がそれぞれ0.09と0.11であり、一つのインゴットから製造されたシリコンウェハーの酸素濃度が半径方向でほとんど均一である。図6bにおいてシリコンウェハーは、直径が1100ミリメートルと1800ミリメートルであり、比抵抗がそれぞれ0.16と0.19であり、一つのインゴットから製造されたシリコンウェハーの酸素濃度が半径方向で大きい散布を示している。

【0055】

したがって、前述した実施例による工程でシリコン単結晶インゴットを成長させる時、シリコン融液の流れが一定して、拡散境界層がインゴットの端部に分布して、製造されたシリコンウェハーの酸素濃度が一定し、比抵抗が改善されることがわかる。

【0056】

以上、実施例を中心説明したがこれは單なる例示に過ぎず、本発明を限定するものではなく、本発明が属する分野の通常の知識を有した者であれば本実施例の本質的な特性を逸脱しない範囲で、以上で例示されていない様々な変形と応用が可能であることが理解できるだろう。例えば、実施例に具体的に示された各構成要素は変形して実施することができるものである。そして、このような変形と応用に係る差異点は添付された請求範囲で規定する本発明の範囲に含まれるものと解釈されるべきである。

【0057】

[産業上利用可能性]

実施例は、シリコン単結晶インゴットの成長装置および方法は、シリコン単結晶インゴットで直径方向と半径方向の酸素濃度の均一性を向上させることができる。

【手続補正2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

チャンバ；

前記チャンバの内部に具備され、シリコン融液が収容されるるつぼ；

前記るつぼの下部に配置されるるつぼ支持台と回転軸；

前記チャンバの内部に具備され、前記シリコン融液を加熱するヒーター；

前記シリコン融液から成長するインゴットを回転しながら引き上げる引き上げ手段；および

前記るつぼに水平磁場を印加する磁場発生ユニットを含み、

前記回転軸が前記るつぼを回転させる第1方向と前記引き上げ手段が前記インゴットを回転させる第2方向は互いに同一であり

前記ヒーターは、最大発熱位置が前記MGPより100ないし200ミリメートル下部に形成されるように前記るつぼの周辺を加熱するシリコン単結晶インゴットの成長装置。

【請求項2】

前記ヒーターは、最大発熱位置がMGP(maximum gauss position)より下部に形成されるように前記るつぼの周辺を加熱する、請求項1に記載のシリコン単結晶インゴットの成長装置。

【請求項3】

前記ヒーターと引き上げ手段は、前記シリコン融液の半径方向の端部に均一に拡散境界層が分布するように前記るつぼを加熱して前記インゴットを引き上げる、請求項1乃至請求項2のうちいずれか一つに記載のシリコン単結晶インゴットの成長装置。

【請求項4】

前記ヒーターと引き上げ手段は、前記拡散境界層が前記シリコン融液の表面から12ミリメートル下部に形成されるように前記るつぼを加熱して前記インゴットを引き上げる、請求項3に記載のシリコン単結晶インゴットの成長装置。

【請求項5】

前記ヒーターと引き上げ手段は、前記拡散境界層が前記シリコン融液の端部から300ミリメートル以上の直径に分布するように前記るつぼを加熱して前記インゴットを引き上げる、請求項4に記載のシリコン単結晶インゴットの成長装置。

【請求項6】

前記回転軸は、前記るつぼ内の固化されたインゴットとシリコン溶液の境界面が同一な高さを維持するように前記るつぼを昇降運動させる、請求項1乃至請求項5のうちいずれか一つに記載のシリコン単結晶インゴットの成長装置。

【請求項7】

前記るつぼ支持台は、前記回転軸の上に具備される、請求項1乃至請求項6のうちいずれか一つに記載のシリコン単結晶インゴットの成長装置。

【請求項8】

シリコン単結晶インゴットの成長方法において、

インゴットとるつぼを同一の方向に回転させ、最大発熱位置をMGP(maximum gauss position)より下部に位置させ、

前記最大発熱位置を前記MGPより100ないし200ミリメートル下部に位置させるシリコン単結晶インゴットの成長方法。

【請求項9】

拡散境界層がシリコン融液の半径方向の端部に均一に分布する、請求項8に記載のシリコン単結晶インゴットの成長方法。

【請求項10】

前記拡散境界層は、前記シリコン融液の表面から 12 ミリメートル下部で 300 ミリメートル以上の直径に分布する、請求項 9 に記載のシリコン単結晶インゴットの成長方法。

【請求項 11】

シリコン融液内で深さ方向に前記シリコン融液の流れが一定である、請求項 9 または請求項 10 に記載のシリコン単結晶インゴットの成長方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/KR2016/003841
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>C30B 15/20(2006.01)i, C30B 15/10(2006.01)i, C30B 29/06(2006.01)i</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) <i>C30B 15/20; C30B 15/00; C30B 29/06; H01L 21/208; C30B 15/22; C30B 15/30; C30B 15/10</i>		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: magnetic field, maximum heating location, MGP, diffusion boundary layer, silicon single crystal ingot, heater		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-1379798 B1 (LG SILTRON INCORPORATED) 01 April 2014 See claim 1; paragraph [0031]; figure 2.	1-3,7,11
Y		4-6,8-10
Y	JP 2014-214067 A (SHIN ETSU HANDOTAI CO., LTD.) 17 November 2014 See claim 1.	4-6,8-10
A	KR 10-0239864 B1 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.) 15 January 2000 See claim 1.	1-11
A	KR 10-2010-0089457 A (SILTRON INC.) 12 August 2010 See claims 1, 3.	1-11
A	KR 10-0954291 B1 (SILTRON INC.) 26 April 2010 See claim 1.	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 22 JULY 2016 (22.07.2016)	Date of mailing of the international search report 22 JULY 2016 (22.07.2016)	
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Authorized officer Telephone No.	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/003841

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1379798 B1	01/04/2014	CN 104334774 A JP 2015-519285 A KR 10-1366154 B1 KR 10-1379799 B1 KR 10-2013-0130962 A US 2015-0147258 A1 WO 2013-176396 A1	04/02/2015 09/07/2015 25/02/2014 01/04/2014 03/12/2013 28/05/2015 28/11/2013
JP 2014-214067 A	17/11/2014	WO 2014-174752 A1	30/10/2014
KR 10-0239864 B1	15/01/2000	EP 0745706 A1 EP 0745706 B1 JP 02940437 B2 JP 08-333191 A KR 10-1997-0001604 A US 5792255 A US 5980630 A	04/12/1996 22/08/2001 25/08/1999 17/12/1996 24/01/1997 11/08/1998 09/11/1999
KR 10-2010-0089457 A	12/08/2010	KR 10-1105475 B1	13/01/2012
KR 10-0954291 B1	26/04/2010	CN 101498032 A EP 2083098 A1 EP 2083098 B1 JP 2009-173536 A KR 10-2009-0080394 A US 2009-0183670 A1	05/08/2009 29/07/2009 31/12/2014 06/08/2009 24/07/2009 23/07/2009

국 제 조 사 보 고 서		국제출원번호 PCT/KR2016/003841
A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) C30B 15/20(2006.01)i, C30B 15/10(2006.01)i, C30B 29/06(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) C30B 15/20; C30B 15/00; C30B 29/06; H01L 21/208; C30B 15/22; C30B 15/30; C30B 15/10		
조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC		
국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 자기장, 최대발열위치, MGP, 확산경계층, 실리콘 단결정 잉곳, 히터		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-1379798 B1 (주식회사 엘지실트론) 2014.04.01 청구항 1; 단락 [0031]; 도면 2 참조.	1-3,7,11
Y		4-6,8-10
Y	JP 2014-214067 A (SHIN ETSU HANDOTAI CO., LTD.) 2014.11.17 청구항 1 참조.	4-6,8-10
A	KR 10-0239864 B1 (신에쓰 한도타이 가부시키가이샤) 2000.01.15 청구항 1 참조.	1-11
A	KR 10-2010-0089457 A (주식회사 실트론) 2010.08.12 청구항 1, 3 참조.	1-11
A	KR 10-0954291 B1 (주식회사 실트론) 2010.04.26 청구항 1 참조.	1-11
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.		<input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장을 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2016년 07월 22일 (22.07.2016)		국제조사보고서 발송일 2016년 07월 22일 (22.07.2016)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 이동욱 전화 번호 +82-42-481-8163

국제조사보고서 대응특허에 관한 정보		국제출원번호 PCT/KR2016/003841	
국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1379798 B1	2014/04/01	CN 104334774 A JP 2015-519285 A KR 10-1366154 B1 KR 10-1379799 B1 KR 10-2013-0130962 A US 2015-0147258 A1 WO 2013-176396 A1	2015/02/04 2015/07/09 2014/02/25 2014/04/01 2013/12/03 2015/05/28 2013/11/28
JP 2014-214067 A	2014/11/17	WO 2014-174752 A1	2014/10/30
KR 10-0239864 B1	2000/01/15	EP 0745706 A1 EP 0745706 B1 JP 02940437 B2 JP 08-333191 A KR 10-1997-0001604 A US 5792255 A US 5980630 A	1996/12/04 2001/08/22 1999/08/25 1996/12/17 1997/01/24 1998/08/11 1999/11/09
KR 10-2010-0089457 A	2010/08/12	KR 10-1105475 B1	2012/01/13
KR 10-0954291 B1	2010/04/26	CN 101498032 A EP 2083098 A1 EP 2083098 B1 JP 2009-173536 A KR 10-2009-0080394 A US 2009-0183670 A1	2009/08/05 2009/07/29 2014/12/31 2009/08/06 2009/07/24 2009/07/23

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,R0,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,D0,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JP,KE,KG,KN,KP,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ

(72)発明者 パク , ヒュン・ウ
大韓民国・39400・ギヨンサンブク - ド・グミ - シ・3ゴンダン 3 - 口・132 - 11

(72)発明者 ソン , ス・ジン
大韓民国・39400・ギヨンサンブク - ド・グミ - シ・3ゴンダン 3 - 口・132 - 11

(72)発明者 キム , ナム・ソク
大韓民国・39400・ギヨンサンブク - ド・グミ - シ・3ゴンダン 3 - 口・132 - 11

F ターム(参考) 4G077 AA02 BA04 CF10 EG01 EG12 EG18 EJ02 PD01 PD11 PE01
PG01 PG03