

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5352376号
(P5352376)

(45) 発行日 平成25年11月27日 (2013. 11. 27)

(24) 登録日 平成25年8月30日 (2013. 8. 30)

(51) Int. Cl.		F I
C 3 O B 15/08	(2006. 01)	C 3 O B 15/08
C 3 O B 15/14	(2006. 01)	C 3 O B 15/14
C 3 O B 15/26	(2006. 01)	C 3 O B 15/26

請求項の数 5 外国語出願 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願2009-184112 (P2009-184112)	(73) 特許権者	599119503
(22) 出願日	平成21年8月7日 (2009. 8. 7)		ジルトロニック アクチエンゲゼルシャフト
(65) 公開番号	特開2010-42988 (P2010-42988A)		Siltronic AG
(43) 公開日	平成22年2月25日 (2010. 2. 25)		ドイツ連邦共和国 ミュンヘン ハンスーザイデループラッツ 4
審査請求日	平成21年10月13日 (2009. 10. 13)		Hanns-Seidel-Platz
(31) 優先権主張番号	10 2008 038 810.6		4, D-81737 Muenchen, Germany
(32) 優先日	平成20年8月13日 (2008. 8. 13)	(74) 代理人	110001195
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		特許業務法人深見特許事務所
		(72) 発明者	ヴィルフリート フォン アモン
			オーストリア国 ホーホブルク ヴァングハウゼン 111

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体材料の単結晶を製造する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体材料の顆粒物を第 1 の誘導加熱コイルにより、前記半導体材料からなる流出管を備えた皿上で溶融させ、

溶融した顆粒物の、融液ネック部及び融液肩部の形で前記流出管から相界面にまで延びる融液を形成させ、

前記融液ネック部が貫通する開口部を有する第 2 の誘導加熱コイルにより前記融液に熱を供給し、及び

前記相界面で前記融液を結晶化することを有する、半導体材料の単結晶を製造する方法において、前記流出管と前記融液ネック部との間の界面の軸方向位置を制御するために、体積流の制御された冷却ガスを前記流出管及び前記溶融ネック部に向かって供給して、前記界面が上限位置よりも上方に変位した場合には前記体積流を増加させて前記界面を下方に変位させ、前記界面が下限位置よりも下方に変位した場合には前記体積流を減少させて前記界面を上方に変位させる、半導体材料の単結晶を製造する方法。

【請求項 2】

前記第 2 の誘導加熱コイルの中央部から前記上限位置および前記下限位置までの距離は 10 mm 以下である、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記界面の軸方向位置を、軸方向で第 2 の誘導加熱コイルを前記融液ネック部に向かって移動させることにより変更する、請求項 1 又は請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

半導体材料からなる顆粒物を収容するための皿を備え、前記皿はその中央に開口部を有し、前記開口部は流出管につながっており、

前記顆粒物を前記皿上で熔融させるための第 1 の誘導加熱コイルと、

熔融した顆粒物から形成される融液にエネルギーを伝達するための第 2 の誘導加熱コイルとをさらに備え、前記第 2 の誘導加熱コイルはその中央に前記融液用の貫通開口部を有し、

前記融液の融液ネックと前記流出管との間の界面の領域にガスを制御して供給するための装置をさらに備え、前記装置は、前記ガスの体積流を制御し、前記界面が上限位置よりも上方に変位した場合には前記体積流を増加させて前記界面を下方に変位させ、前記界面が下限位置よりも下方に変位した場合には前記体積流を減少させて前記界面を上方に変位させるように前記界面の軸方向位置を制御し、

前記装置は、カメラ、制御装置及びノズルを備える、半導体材料の単結晶を製造する装置。

【請求項 5】

前記第 2 の誘導加熱コイルの中央部から前記上限位置および前記下限位置までの距離は 10 mm 以下である、請求項 4 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体材料の顆粒物を半導体材料からなる流出管を備えた皿上で熔融させ、熔融された顆粒物の融液を形成させ、前記融液は前記流出管から融液ネック部及び融液肩部の形で相界面まで延び、誘導加熱コイルを用いて融液に熱を供給し、前記誘導加熱コイルは開口部を有し、前記開口部を前記融液ネック部が貫通し、かつ前記融液を相界面で結晶化させる、半導体材料の単結晶を製造する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

このような方法は、例えば US 2003145781 A に記載されている。前記方法は、原料として顆粒物を用いて半導体材料の単結晶を製造することを可能にしている。US 2003145781 A の図 4 は、前記方法を実施するために適した装置を示す。前記顆粒物は皿上で熔融され、前記皿の中央には流出管につながる貫通開口部が存在する。前記顆粒物の熔融のために、前記皿の上方に配置された第 1 の誘導加熱コイルが用いられる。この熔融される顆粒物は、先ず液膜を形成し、前記方法のさらなる経過において、融液を形成し、前記融液は相界面で結晶化し、その際に成長する単結晶の体積が増加する。前記の結晶化する体積は、新たに熔融される顆粒物の相応する体積により補われる。前記融液は、流出管から相界面にまで延び、前記相界面で前記単結晶が成長する。前記融液は流出管の範囲内で融液ネック部の形であり、前記融液ネック部は第 2 の誘導加熱コイルの開口部を貫通し、幅広の融液肩部に移行し、前記肩部は成長する単結晶上に置かれる。第 2 の誘導加熱コイルを用いて前記融液に熱が供給され、単結晶の成長が制御される。

【0003】

前記流出管は半導体材料からなるためエネルギー導入量が相応して高い場合に、前記流出管は第 2 の誘導加熱コイルによって融液にすることができる。反対に、第 2 の誘導加熱コイルにより供給されるエネルギーが、前記流出管の範囲内で前記融液を液体に保つために十分ではない場合に、前記流出管は下方に成長することができる。しかしながら、流出管と融液との間の界面の位置は、広く軸方向に、つまり上方又は下方に向かって任意に動かすことは許されない。前記流出管が熔融されるために、前記界面が上方に向かって移行しすぎる場合、前記融液ネック部の体積は増大し、前記融液が第 2 の誘導加熱コイルに接触するか又は前記融液ネック部が細くなりすぎるか又は破断するという危険が生じる。前記流出管が下方に向かって成長するために、前記界面が下方に向かって移行しすぎる場合、前記流出管は固まり、融液流は停止するという危険が生じる。前記単結晶の更なる成長

10

20

30

40

50

が妨げられるため、この両方の状況が生じることは許されない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】US 2003145781 A

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従って、本発明の課題は、前記界面の軸方向位置をより有効に制御できるように前記方法を改良することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記課題は、半導体材料の顆粒物を第1の誘導加熱コイルにより、前記半導体材料からなる流出管を備えた皿上で溶融させ、融液ネック部及び融液肩部の形で前記流出管から相界面にまで延びる、溶融した顆粒物の融液を形成させ、前記融液ネック部が貫通する開口部を有する第2の誘導加熱コイルにより融液に熱を供給し、前記相界面で前記融液を結晶化することを有する半導体材料の単結晶を製造する方法において、前記流出管と前記融液ネック部との間の界面の軸方向位置を制御するために、冷却ガスを流出管及び溶融ネック部に向かって供給する、半導体材料の単結晶を製造する方法により解決される。

【0007】

20

さらに、前記課題は、次の特徴を有する半導体材料の単結晶を製造する装置によって解決される：半導体材料の顆粒物を収容するための皿、前記皿はその中央に開口部を有し、前記開口部は流出管につながっている；

前記顆粒物を前記皿上で溶融させるための第1の誘導加熱コイル；

溶融した顆粒物から形成される融液にエネルギーを伝達するための第2の誘導加熱コイル、前記第2の誘導加熱コイルはその中央に前記融液用の貫通開口部を有する；及び

前記融液の融液ネックと流出管とが接触する範囲にガスを制御して供給するための装置

【図面の簡単な説明】

【0008】

30

【図1】前記方法を実施するために特に適した装置を示す。

【発明を実施するための形態】

【0009】

顆粒物13は、漏斗14から回転可能な皿9上で溶融され、前記皿の中央には流出管11につながる貫通開口部が存在する。前記顆粒物13の溶融のために、前記皿の上方に配置された第1の誘導加熱コイルが用いられる。この第1の誘導加熱コイルは、有利に、コイル端子5を介して供給される高周波電流は、主にコイル体1及び複数のセグメント2を通して流れるように構成されている。前記の複数のセグメントは、その下端部で薄いパー3により相互に導電性に接続されている。前記コイル体1は、半径方向に向いた電流ガイド溝を有し、前記電流ガイド溝は電流が前記コイル体を通してメアング状の経路に流れるようにする。このように、前記皿の表面の全領域は均一に電磁フィールドによってカバーされることが保証されている。前記コイル体1は、外側領域では、半導体材料の前記顆粒物13を回転する皿9に供給するための少なくとも1つの貫通開口部6を有する。この第1の誘導加熱コイルは、さらに冷却システムが備え付けられていて、前記冷却システムは前記コイル体1中に冷却通路7を有し、前記冷却通路7を通して冷媒、例えば水が流れる。複数のセグメント2の集中的な冷却を達成するために、前記冷却通路は前記セグメントに近づけられ、橋状管8を介して相互に接続されている。前記橋状管は、前記コイル体1の上側の中央でセグメント2にまで延びていて、前記セグメントに例えらる接又は溶接されている。前記橋状管8は1箇所又は数箇所曲がっているため、前記橋状管は十分に高いインダクタンスを有する。従って、前記高周波電流は主に、複数のセグメント2を接続

40

50

するバー 3 を介して流れ、前記橋状管 8 を介して流れない。前記の電流の流れにより、磁力線密度が前記バーの領域で特に高く、単結晶 10 の製造の際に前記バー 3 に直接対峙する融液の部分の誘導加熱が特に有効である。有利に同じ電位が、特に有利にグランド電位が前記溶融液及び前記バーに印加される。

【 0 0 1 0 】

前記皿 9 は、前記顆粒物 1 3 と同じ半導体材料からなり、有利に DE 102 04 178 A1 に記載されている容器と同様の様式で構成されていて、前記の内容はこれにより明確に参照される。しかしながら、前記皿は、中央に流出管を備えた簡単な平坦なプレートとして構成されていてよい。

【 0 0 1 1 】

前記の顆粒物は、この方法の進行において融液を形成し、前記溶融液は連続した液膜 1 2、融液ネック部 1 8 及び融液肩部 1 6 に区分することができる。前記融液は、相界面 4 で結晶化し、その際に成長する単結晶 10 の体積を増大させる。前記の結晶化する体積は、新たに溶融される顆粒物の相応する体積により補われる。前記融液ネック部 1 8 は、前記流出管 1 1 の下端部から融液肩部 1 6 にまで延びていて、第 2 の誘導加熱コイル 1 5 の開口部を貫通している。融液ネック部と比較して幅広の融液肩部 1 6 は、成長する単結晶上に置かれている。第 2 の誘導加熱コイル 1 5 を用いて前記融液に熱が供給され、単結晶 10 の成長が制御される。有利に能動的に冷却される金属プレートからなるシールド 1 9 は、前記の誘導加熱コイルの間に配置され、前記誘導加熱コイルを相互に電磁的に遮閉する。さらに、前記シールド 1 9 は、前記皿 9 の底部を冷却する。

【 0 0 1 2 】

本発明による方法の実施のために、前記流出管と前記溶融ネック部との間の界面 1 7 の範囲の流出管 1 1 及び融液ネック部 1 8 へ冷却ガスを制御して供給することを可能にする装置が設けられている。図示された実施態様の場合に、前記装置はノズル 20 を有し、前記ノズル 20 を通して冷却ガス、有利にアルゴンが前記流出管 1 1 及び前記融液ネック部 1 8 の側に向かって供給される。前記ノズル 20 は、有利に第 2 の誘導加熱コイル中に組み込まれている。前記ノズルは、シールド 1 9 内に又はシールド 1 9 に接して取り付けられていてもよい。さらに、前記装置は、前記界面 1 7 の軸方向位置の光学的認識のためのカメラ 21 及び前記冷却ガスを前記ノズルに供給するための制御装置 22 を有する。前記カメラ、前記ノズル及び前記制御装置は接続され、制御回路を形成している。前記界面の軸方向の位置は、前記カメラにより、前記流出管と前記融液との明るさの著しい差異により認識される。前記制御装置、有利に PID 制御装置（比例制御装置、積分制御装置及び微分制御装置）は、ノズルを通過する前記ガスの体積流を、前記界面 1 7 の検出された位置の関数として制御する。前記界面 1 7 が許容される上限位置を超えて上方に移行する場合に、前記制御装置が前記体積流を増加させるため、冷却効果が高められ、融液状の半導体材料は前記流出管の端部で凝固し、前記流出管が延長される。この効果は、前記界面 1 7 を下側に移動させる。前記界面 1 7 が、許容される下限位置を下回って下方に移行する場合に、前記調節装置は前記体積流を低下させるため、流出管の冷却効果が低下し、前記流出管の下端部は溶融する。この効果は、前記界面を上側に移動させる。

【 0 0 1 3 】

第 2 の誘導加熱コイル 1 5 の中央から上限位置まで及び下限位置までの距離は、有利に 10 mm を超えず、特に 5 mm を超えない。前記界面 1 7 の軸方向位置は、前記界面 1 7 が有利に 20 mm より短い、特に有利に 10 mm より短い軸方向長さを有する領域内に維持されるように制御される。

【 0 0 1 4 】

前記制御は、第 2 の誘導加熱コイル 1 5 を横方向へ移動させて、融液ネック部 1 8 がもはや前記皿の回転軸に対して及び前記単結晶に対して軸対称に前記第 2 の誘導加熱コイルの開口部を貫通しないことによって支援することができる。この措置は、単結晶の直径が最終直径に拡張する期間において特に有利である。第 2 の誘導加熱コイルが前記の融液ネック部に近づけばそれだけ、全体のエネルギー導入は強くなり、つまり溶融ネック部に全

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 ルートヴィヒ アルトマンスホーファー
ドイツ連邦共和国 マッシング キルヒェンヴェーク 2 ゴットホルピング
- (72)発明者 ヘルゲ リーマン
ドイツ連邦共和国 シュルツェンドルフ エルンスト-テールマン-シュトラーセ 75
- (72)発明者 イェルク フィッシャー
ドイツ連邦共和国 ベルリン ズーダーマンシュトラーセ 143

審査官 若土 雅之

- (56)参考文献 特開2003-226595(JP,A)
特開平11-189486(JP,A)
特開平11-292682(JP,A)
特開平09-142988(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C30B 1/00-35/00