

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3547004号

(P3547004)

(45) 発行日 平成16年7月28日(2004.7.28)

(24) 登録日 平成16年4月23日(2004.4.23)

(51) Int. Cl.⁷

C30B 15/04

F I

C30B 15/04

請求項の数 6 (全 4 頁)

(21) 出願番号	特願2000-261546 (P2000-261546)	(73) 特許権者	599119503
(22) 出願日	平成12年8月30日 (2000.8.30)		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2001-106590 (P2001-106590A)		Siltronic AG
(43) 公開日	平成13年4月17日 (2001.4.17)		ドイツ連邦共和国 ミュンヘン ハンスー
審査請求日	平成12年8月30日 (2000.8.30)		ザイデループラッツ 4
(31) 優先権主張番号	19941902.7		Hanns-Seidel-Platz
(32) 優先日	平成11年9月2日 (1999.9.2)		4, D-81737 Muenchen,
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		Germany
前置審査		(74) 代理人	100061815
			弁理士 矢野 敏雄
		(74) 代理人	100094798
			弁理士 山崎 利臣
		(74) 代理人	100099483
			弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 窒素をドーブした半導体ウェハの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ドーピング物質ガスを半導体材料に供給し、半導体材料の溶融物から単結晶を上げる工程、及び引上げた単結晶から窒素がドーブされた半導体ウェハを分離する工程を含む、 NH_3 を含有するドーピング物質ガスに由来する窒素がドーブされた半導体ウェハを製造する方法において、単結晶の一部の引上げが開始されるまでの間、融液に直接、 NH_3 を含有するドーピング物質ガスを供給し、該単結晶から半導体ウェハを分離することを特徴とする窒素がドーブされた半導体ウェハの製造方法。

【請求項 2】

ドーピング物質ガスを引上げ室を通して誘導し、かつ半導体ウェハにドーブされた窒素の濃度が最高 $5 \times 10^{15} \text{ at/cm}^3$ であることができるように設定した、引上げ室を通るドーピング物質ガスの貫流速度及びドーピング物質ガス内の NH_3 の濃度を調整することを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

重量 30 ~ 120 kg の CZ 法による単結晶の引上げの際に半導体材料に供給される NH_3 の量が 0.01 ~ 20 Nl であることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の方法。

【請求項 4】

単結晶を CZ 法により引上げ、かつ半導体材料に対するドーピング物質ガスの供給を、早くとも坩堝内に入れられた半導体材料が溶融された際に開始することを特徴とする請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 5】

単結晶を CZ 法により軸方向に配向された磁界内で引上げることを特徴とする請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 6】

単結晶を FZ 法により移動させ、かつ半導体材料に対するドーピング物質ガスの供給を、早くともネック部の移動が開始した後に開始し、かつドーピング物質ガスの供給を遅くとも、単結晶の直胴部の移動が開始する前に終了することを特徴とする請求項 1 又は 2 項記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、 NH_3 を含有するドーピング物質ガスから由来する窒素をドーブした半導体ウェハを製造する方法に関する。該方法は、半導体材料の熔融物から単結晶を引上げる工程及び引上げた単結晶から窒素をドーブした半導体ウェハを分離する工程を含む。

【0002】

【従来の技術】

単結晶から半導体ウェハを分離することは通常のことである。単結晶は、ゾーン移動 (floating zone method、FZ 法) によるか、又は坩堝内に入れられた熔融物の引上げ (Czochralski-Methode、CZ 法) により得られる。米国特許第 4,591,409 号明細書には、CZ 法により引上げられた単結晶内の窒素の均一な分配を達成することを目的とした方法が記載されてる。この方法によれば、引上げ工程中に酸化二窒素のようなガスの存在を保証すべきである。学問的文献においては、窒素ガス、又はヘリウムと NH_3 の混合物を熔融したシリコンと反応させることが報告されている (W. Kaiser, C. D. Thurmond, J. Appl. Phys. 30, No. 3, 427-431 (1959))。しかしながら、該刊行文献からは、如何にすれば窒素を所定の濃度でかつ均一に分配して含有する半導体ウェハを再現可能な方法で得ることができるかは想到することはできない。再現可能なドーピングは、 NH_3 の熱的不安定性のために適当な手段を用いないと達成不可能である。

20

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

従って、本発明の課題は、窒素を所定の濃度でかつ均一に分配して含有する半導体ウェハを再現可能に得ることができる方法を提供することである。

30

【0004】

【課題を解決するための手段】

前記課題は、本発明により、ドーピング物質ガスを半導体材料に供給する、半導体材料の熔融物から単結晶の引上げる工程、及び引上げた単結晶から窒素をドーブした半導体ウェハを分離する工程を含む、 NH_3 を含有するドーピング物質ガスから由来する窒素をドーブした半導体ウェハを製造する方法において、ドーピング物質ガスを半導体材料に最大、単結晶の一部の引出しが開始されるまでの間供給し、該単結晶から半導体ウェハを分離することにより解決される。

【0005】

40

本発明による方法は、前記の米国特許明細書に記載された方法と比較すると、単結晶内の窒素の軸方向の分布が均一である、即ち単結晶内の窒素濃度の軸方向の勾配があまり際立っていないという利点を有する。さらに、本方法により、ドーピング物質ガスから由来する酸素が引上げ装置内の黒煙含有の組込み部材を腐食させ、CO を生成しかつその結果半導体材料を炭素で不純化することが回避される。

【0006】

本発明によれば、引上げ装置内での単結晶の引上げ工程中に、最大、半導体ウェハへのさらなる加工が予定されている単結晶の部分が引上げられるまでの間、半導体材料にドーピング物質ガスを接触させることを提案する。単結晶の上記部分は、円柱状の形を有する単結晶、即ち直胴部の全部又はほぼ全部の区分を意味する。この区分に境を接する円錐状の

50

区分、即ち肩部及び尾部は、半導体ウェハに加工しないのが有利である。半導体材料へのドーピング物質ガスの供給の終了後に、単結晶を従来の方法で例えば純粋な不活性ガス雰囲気中で最後まで引上げる。

【0007】

CZ法により引上げる場合には、半導体材料とドーピング物質ガスの接触は、好ましくは早くとも、坩堝内に入れられた半導体材料が完全に溶融した際に開始すべきである。FZ法により移動させる場合には、半導体材料とドーピング物質ガスの接触は、好ましくは早くとも、いわゆるネック部の移動が既に開始した際、好ましくはネック部の移動が既に終了しかつ円錐部（肩部）始点が移動する際に開始すべきである。この場合には、半導体材料へのドーピング物質ガスの供給は、単結晶の直胴部の移動が開始する前に終了する。

10

【0008】

ドーピング物質ガスは、一定の貫流速度及びNH₃の一定の濃度で一定時間にわたり引上げ装置を貫流させる。好ましくは、ドーピング物質ガスは冷却した状態で供給する。また好ましくは、ドーピング物質ガスを溶融液状の半導体材料の自由表面に向けて導く。例えば、ガス流を冷却した管（特にFZ法の場合）を通して又は引上げるべき単結晶を包囲する熱シールド（特にCZ法の場合）を通して溶融物の自由表面に接近させて誘導する。さらに、磁力線が軸方向に配向された磁界内で単結晶を引上げるのが、CZ法の場合には単結晶内の窒素の軸方向で均一な分布のために有利であることが立証された。

【0009】

溶融物内の窒素の高すぎる濃度の存在は単結晶の成長を妨害することがありかつ溶融物内に溶解した窒素は実際にもはや溶融物から飛散することができないことが判明した。従って、単結晶内の窒素の濃度は $5 \times 10^{15} \text{ at/cm}^3$ 、好ましくは $3 \times 10^{15} \text{ at/cm}^3$ 以上に上昇させないのが特に有利である。それに相応して、引上げ室を通るドーピング物質ガスの貫流速度、ドーピング物質ガス内のNH₃の濃度及び半導体材料とドーピング物質ガスとの接触時間は、限界値をできるだけ上回らないように選択すべきである。典型的には、例えば30～120kgの重量でCZ法により1つの単結晶を引上げるためにはNH₃ 0.01～20Nl（Normliter）、好ましくは0.1～3Nlの全量で十分である。それというのも、提供されたNH₃のほぼ25～50%の窒素が溶融物表面に向けられた有効ガス誘導の際に半導体材料によって吸収されるからである。あまり有効でないガス誘導の際には、ドーピング物質ガスの需要は相応して増大する。

20

30

【0010】

ドーピング物質ガスとしては、NH₃を含有するガス、好ましくはNH₃と不活性ガスの混合物、特に好ましくはNH₃/アルゴン混合物を準備する。

【0011】

記載の方法で製造した単結晶を、公知方法で、好ましくはワイヤーソー又は内周刃ソーを用いて所望の厚さの半導体ウェハに分割する。通常は、実質的に円柱状の形を有する単結晶の区分のみを完全に又は部分的に半導体ウェハに分割する。

【0012】

【実施例】

CZ法により200mmの直径を有する単結晶を引上げた。単結晶の直胴部成長段階の開始前に、NH₃ 0.2%及びアルゴンのガス混合物を3.6l/分の引上げ室を通過する貫流速度で溶融物上に誘導した。直胴部成長段階を開始するために、引上げ室をなおアルゴンだけで洗浄した。単結晶の引き続いたの検査により、単結晶の、種結晶に境を接する区分の領域における約 $1 \times 10^{14} \text{ at/cm}^3$ の窒素の濃度、及び単結晶のこの区分の終端部までの、約 10^{-3} の偏折係数に相応するに過ぎない窒素濃度の上昇値が判明した。

40

フロントページの続き

- (74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
- (74)代理人 230100044
弁護士 ラインハルト・アインゼル
- (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/アッハ ヴァングハウゼン 1 1 1
- (72)発明者 ヘルベルト ヴァイトナー
ドイツ連邦共和国 ハイミング ブルクハウザー シュトラッセ 5
- (72)発明者 デイルク ツェムケ
ドイツ連邦共和国 マルクトル アム クロイツベルク 3 5
- (72)発明者 クリストフ フライ
ドイツ連邦共和国 ブルクハウゼン リリエンヴェーク 2 0

審査官 横山 敏志

- (56)参考文献 特開昭60-251190(JP,A)
特開昭57-017497(JP,A)
特開昭61-017495(JP,A)
特開平04-108685(JP,A)
特開平05-294780(JP,A)
特開平06-227888(JP,A)
特開平06-271399(JP,A)
特開平10-098047(JP,A)
特開平11-195565(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
C30B1/00-35/00