



(43) 国際公開日
2008 年 12 月 4 日 (04.12.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/146443 A1

- (51) 国際特許分類:
C30B 29/06 (2006.01) *C30B 15/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/001029
- (22) 国際出願日: 2008 年 4 月 18 日 (18.04.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2007-142988 2007 年 5 月 30 日 (30.05.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越半導体株式会社 (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目 6 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 星亮二 (HOSHI, Ryoji) [JP/JP]; 〒9618061 福島県西白河郡西郷村大字

小田倉字大平 1 5 0 番地信越半導体株式会社 半導体白河研究所内 Fukushima (JP). 園川将 (SONOKAWA, Susumu) [JP/JP]; 〒9618061 福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平 1 5 0 番地信越半導体株式会社 白河工場内 Fukushima (JP).

(74) 代理人: 好宮幹夫 (YOSHIMIYA, Mikio); 〒1100005 東京都台東区上野 7 丁目 6 番 1 1 号第一下谷ビル 8 F Tokyo (JP).

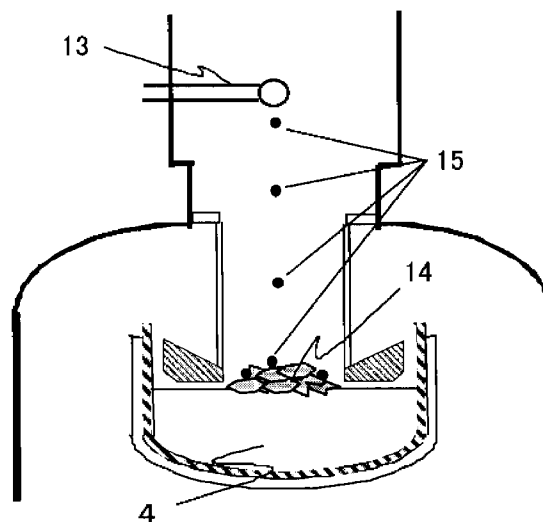
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG,

[続 葉 有]

(54) Title: METHOD FOR GROWING SILICON SINGLE CRYSTAL

(54) 発明の名称: シリコン単結晶の育成方法

[図3]



(57) Abstract: This invention provides a method for growing a carbon-doped silicon single crystal, comprising growing a silicon single crystal from a carbon-containing melt as a raw material by a Chokralsky method in a crucible. The method is characterized in that carbon as a doping material added to the raw material in the crucible is an extruding material or a molding material. According to this constitution, in a silicon single crystal pulling process using the Chokralsky method, carbon can be doped in the silicon single crystal in an easy and cost-effective manner. Further, the concentration of carbon in the silicon single crystal can be regulated with high accuracy.

(57) 要約: 本発明は、チョクラルスキー法により炭素を添加したルツボ中の原料融液からシリコン単結晶を育成する炭素ドーブシリコン単結晶の育成方法において、前記ルツボ中の原料に炭

[続 葉 有]

WO 2008/146443 A1



SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

素を添加するドーブ剤として押出成形材またはモールド成形材を用いることを特徴とするシリコン単結晶育成方法である。これにより、チョクラルスキー法によるシリコン単結晶引上げ工程において、シリコン単結晶中に炭素を容易且つ低コストにドーブでき、さらにシリコン単結晶中の炭素濃度を精度良く制御できる炭素ドーブのシリコン単結晶の育成方法が提供される。

明 細 書

シリコン単結晶の育成方法

技術分野

[0001] 本発明はメモリーやCPUなど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を切り出すシリコン単結晶の育成方法に関するものであり、特に最先端分野で用いられている炭素をドーピングして結晶欠陥及び不純物ゲッタリングのためのBMD密度を制御したシリコン単結晶の育成方法に関するものである。

背景技術

[0002] メモリーやCPUなど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を切り出すシリコン単結晶は、主にチョクラルスキー法（Czochralski Method、以下CZ法と略称する）により製造されている。

[0003] CZ法により作製されたシリコン単結晶中には酸素原子が含まれており、該シリコン単結晶から切り出されるシリコンウェーハを用いデバイスを製造する際、シリコン原子と酸素原子とが結合し酸素析出物（Bulk Micro Defect；以下BMDと略称する）が形成される。このBMDは、ウェーハ内部の重金属などの汚染原子を捕獲しデバイス特性を向上させるIG（Intrinsic Gettering）能力を有することが知られ、ウェーハのバルク部でのBMD密度が高くなるほど高性能のデバイスを得ることができる。すなわち、ウェーハ中に形成される酸素析出物が多いと、デバイスの高性能化につながる。

[0004] また、前記シリコンウェーハ中に形成される酸素析出物の量は、シリコン単結晶中の酸素濃度、シリコン単結晶の引き上げ中または引き上げ後に受ける熱履歴およびシリコン単結晶中の炭素濃度等に依存することが知られている。

- [0005] しかし、酸素濃度を高くすることで酸素析出物の量を増やすことはできるが、その一方で、デバイスに悪影響を及ぼすOSF (Oxidation-induced Stacking Fault) 欠陥が発生しやすくなるという問題があった。このOSFがシリコンウェーハ上のデバイス活性領域に存在すると、リーク電流増大などの不良原因となっていた。このため、IG能力に優れ、さらにはOSF密度が低減されたシリコン単結晶ウェーハが望まれている。
- [0006] このような要望に対し、シリコン単結晶中に炭素を意図的にドーピングして、OSFを抑制することが知られている。これは炭素の結晶格子はSi結晶格子よりも小さく、発生したひずみが吸収され、ウェーハ中に酸素が存在した場合にも格子間Siの析出が抑えられるためである。また、炭素をドーピングすることによって、ウェーハ表面近傍の活性領域より内部に微小欠陥を発生させ、IG能力を向上させることもできる。このため、近年では、シリコンウェーハ中のOSF欠陥を制御しつつ十分なIG能力を付与するために、炭素を意図的にドーピングしてシリコン単結晶を製造することが行われている。
- [0007] 単結晶に炭素をドーピングする方法としては、ガスドーピング（特開平11-302099号公報参照）、高純度炭素粉末（特開2002-293691号公報参照）、炭素塊（特開2003-146796号公報参照）などが提案されている。しかしながら、ガスドーピングでは結晶が乱れた場合の再溶融が不可能である、高純度炭素粉末では原料溶融時に導入ガス等によって高純度炭素粉末が飛散する、炭素塊では炭素が溶けにくい上に育成中の結晶が乱れる、という問題がそれぞれあった。
- [0008] これらの問題を解決できる手段として、特開平11-312683号公報では、炭素粉末を入れたシリコン多結晶製容器、炭素を気相成膜したシリコンウェーハ、炭素粒子を含む有機溶剤を塗布しベーキングしたシリコンウェーハ、あるいは炭素を所定量含有させた多結晶シリコンをルツボ内に投入することによりシリコン単結晶に炭素をドーピングする方法が提案されている。これらの方法を用いれば前述のような問題を解決可能である。しかしながら、

これらの方法はいずれも多結晶シリコンの加工やドーピング用ウェーハの熱処理などが伴い、炭素ドーピング剤の準備が容易ではない。更にはドーピング剤を調整するための加工やウェーハ熱処理において不純物の汚染を受ける可能性もあった。

- [0009] また、上記の問題を解決できる手段として、特開2005-320203号公報では、炭素粉末をウェーハに挟む方法が提案されている。しかし、この方法では、最初にドーピングすることはできるものの、炭素濃度の変更ができない、また、ひとつのルツボから複数本の単結晶を引上げる場合、2本目以降の結晶を引上げる際にこの方法ではドーパントの追加をすることができないという問題があった。

発明の開示

- [0010] 本発明は、上述の問題点を鑑みてなされたものであり、シリコン単結晶中に炭素を容易且つ低コストにドーピングでき、また、該シリコン単結晶を問題なく無転位化でき、さらに該シリコン単結晶中の炭素濃度を精度良く制御できる炭素ドーピングのシリコン単結晶の育成方法を提供することを目的とする。また、さらには従来困難であった炭素の追加ドーピングを容易に行うことができる炭素ドーピングのシリコン単結晶の育成方法を提供することを目的とする。
- [0011] 上記目的を達成するための本発明は、チョクラルスキー法により炭素を添加したルツボ中の原料融液からシリコン単結晶を育成する炭素ドーピングシリコン単結晶の育成方法において、前記ルツボ中の原料に炭素を添加するドーピング剤として押出成形材またはモールド成形材を用いることを特徴とするシリコン単結晶育成方法である。
- [0012] このように、異方性を有する押出成形材またはモールド成形材をルツボ中の原料に炭素を添加するドーピング剤として用いて炭素ドーピングシリコン単結晶を育成することで、育成する結晶の単結晶化に悪影響を及ぼすことなく、該シリコン単結晶中に炭素を容易且つ低コストにドーピングすることができる。
- [0013] この場合、前記押出成形材またはモールド成形材からなるドーピング剤は、押

出成形材またはモールド成形材を粒状に砕いたものとするのが好ましい。

[0014] 押出成形材やモールド成形材は比較的もろいので容易に砕くことができ、このように押出成形材またはモールド成形材を粒状に砕いたものをドーパ剤として用いて炭素ドーパシリコン単結晶を育成することで、ドーパ量をより正確に制御してシリコン単結晶中に炭素をドーパできるとともに、より容易且つ低コストにドーパすることが可能となる。この場合、該ドーパ剤の大きさは特に限定されるものではないが、0.1～30mmとするのが好ましい。

[0015] また、前記ドーパ剤を、シリコン原料とともにルツボ内に入れた後、原料を溶融し単結晶を育成することが好ましい。

[0016] このように、例えば粒状に砕いた押出成形材またはモールド成形材からなるドーパ剤をシリコン原料とともにルツボ内に入れた後、原料を溶融し単結晶を育成することで、該シリコン単結晶中に炭素を容易且つ低コストにドーパすることができ、無転位の炭素ドーパシリコン単結晶を得ることができる。また、押出成形材またはモールド成形材からなるドーパ剤が粒状であれば、所望の量を秤量することも容易となるため、原料融液中の炭素濃度を所望の濃度に制御することも容易となる。

[0017] また、前記ドーパ剤を、シリコン原料または融液の入ったルツボに上方から投下した後、単結晶を育成することができる。

[0018] このように、例えば粒状に砕いた押出成形材またはモールド成形材からなるドーパ剤を、シリコン原料または融液の入ったルツボに上方から投下した後、単結晶を育成することで、ひとつのルツボから複数本の単結晶を引上げる場合、2本目以降の単結晶を引上げる際にドーパントの追加をすることが可能となる。このような追加ドーパは従来法では非常に困難であり、本発明が有効である。

[0019] 本発明に係る炭素ドーパのシリコン単結晶の育成方法は、チョクラルスキー法により炭素を添加したルツボ中の原料融液からシリコン単結晶を育成する場合に、シリコン単結晶中に炭素を容易且つ低コストにドーパでき、また

、該シリコン単結晶を問題なく無転位化でき、さらにシリコン単結晶中の炭素濃度を精度良く制御できる炭素ドーパのシリコン単結晶の育成方法を提供することができる。また、本発明を用いればドーパントの追加を行うことも可能であり、炭素濃度の制御性に優れ、且つ安価でしかも極めて容易に実施することができる。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1]本発明におけるシリコン単結晶引上げ装置の概略図である。
- [図2]ルツボ中に炭素粒を仕込んだ状態を模式的に表した図である。
- [図3]ルツボ中に炭素粒を投入する様子を模式的に表した図である。
- [図4]実施例1において育成されたシリコン単結晶中の炭素濃度の計算値と実績値を比較したグラフである。
- [図5]実施例2において育成されたシリコン単結晶中の炭素濃度の計算値と実績値を比較したグラフである。

発明を実施するための最良の形態

- [0021] 前述のように、従来の技術では、再溶融の困難性、高純度炭素粉末の飛散、育成中の結晶の乱れ、炭素ドーパ剤の準備の困難性、不純物の汚染の可能性等の問題があった。また、さらに、炭素濃度の変更が困難であり、ひとつのルツボから複数本の単結晶を引上げる場合、2本目以降の結晶を引上げる際にドーパントの追加をすることができないという問題があった。
- [0022] ここで、ドーパ剤として用いられる炭素材としては、従来半導体産業において工業的に広く用いられているCIP（等方性）成形材が用いられ、CIP成形材は、細かく粉砕された原料を静水圧で固めるため、緻密で均質な組織を有しているが、緻密であるためにシリコン融液中で反応し難く、容易には溶解しないという問題があった。
- [0023] 一般に、黒鉛材は原料を粉砕後、捏合、成形、焼成、黒鉛化を経て作られるが、形成工程の違いにより前記CIP（等方性）成形材の他、押出成形材、モールド（型込）成形材の3種に分けられる。この内、CIP成形材は、

上記のように、細かく粉碎された原料を静水圧で固めるため、緻密で均質な組織をもっており、半導体産業において工業的に広く用いられている。しかし、前記CIP成形材は緻密であるためにシリコン融液中で反応し難く、容易には溶解しないという問題があった。

[0024] 一方で、CIP（等方性）成形材と同様に黒鉛材である押出成形材やモールド成形材は、異方性を有し、構成粒子が比較的大きく、硬度も低い。また、これらの材料はCIP成形材に比較してポーラス（多孔性）である。そこで、本発明者は、押出成形材やモールド成形材はシリコンとの反応性が高いのではないかと考え、鋭意実験および検討を行った。その結果、前記押出成形材やモールド成形材はシリコン融液に非常に容易に溶解することを見出した。

[0025] さらに、本発明者は、前記押出成形材またはモールド成形材をドーパ剤として使用し、該ドーパ剤をシリコン原料とともにルツボ内に入れた後、原料を溶融し単結晶を育成することで、シリコン単結晶中に炭素を容易且つ低コストにドーパでき、また、該シリコン単結晶を問題なく無転位化でき、さらにシリコン単結晶中の炭素濃度を精度良く制御できることを見出した。また、該ドーパ剤をシリコン原料または融液の入ったルツボに上方から投下した後、単結晶を育成することで、ひとつのルツボから複数本の単結晶を引上げる場合、2本目以降の単結晶を引上げる際に従来困難とされていたドーパントの追加をすることを可能とした。

[0026] 以下、本発明の実施の形態について具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

図1は、本発明の炭素をドーパしたシリコン単結晶を製造する方法を実施する際に用いるチョクラルスキー法（CZ法）による単結晶引上げ装置の一例である。単結晶引上げ装置のメインチャンバー1内には、溶融された原料融液4を収容するための石英ルツボ5とその石英ルツボ5を支持する黒鉛ルツボ6が設けられている。

[0027] 石英ルツボ中に、本発明の炭素ドーパのシリコン単結晶の原料である多結

晶シリコンと炭素ドーパ剤を充填する。本発明に用いられる炭素ドーパ剤は、押出成形材またはモールド成形材である。前述のように、押出成形材やモールド成形材はシリコンとの反応性がよく、極めて溶解しやすいので、投入するドーパ剤の大きさは特に限定されるものではないが、濃度制御性、作業性の面から、0.1～30mmであるのが好ましい。図1に示されるような単結晶引上げ装置の炉内に石英ルツボ5を装備して、CZ法を用いて結晶を育成する。CZ法では融液が充填されたルツボ（5、6）と、該ルツボを取り囲むように配置されたヒーター7を有する。このルツボ中に種結晶を浸漬した後、溶融液から棒状の単結晶3が引き上げられる。ルツボは結晶成長方向に昇降可能であり、結晶成長中に結晶化して減少した融液の液面下降分を補うように該ルツボを上昇させる。これにより、融液表面の高さは常に一定に保たれる。なお、単結晶の育成においては、ヒーター7の外側に断熱部材8が設けられチャンバーを保護するようにし、結晶の冷却を促進するためガス整流筒11、遮熱部材12を設けるようにしてもよい。

[0028] この場合、ルツボ内に添加される炭素ドーパ剤は、例えば図2に示すように、砕いて粒状にして純化处理した炭素粒15を溶融前のシリコン多結晶原料14とともに石英ルツボ5内に充填するのが好ましい。

[0029] そして、石英ルツボ5中に原料を充填した後、真空ポンプ（不図示）を稼働させてガス流出口9から排気しながら引上げチャンバー2に設置されたガス導入口10からArガスを流入し、内部をAr雰囲気置換する。

[0030] 次に、黒鉛ルツボ6を囲繞するように配置されたヒーター7で加熱し、原料を溶融させて原料融液4を得る。この時、前記ドーパ剤である炭素粒15が融液4中に溶け込み炭素が添加される。炭素粒15は極めて融解しやすいので、すばやく融解し原料融液4中に溶け込む。粒径を例えば0.1～30mmとすることで、Arガスにより飛散することなく原料融液中に融解することができる。このように、融解時に炭素が失われることが無いため、原料融液4中の炭素濃度を所望の濃度に高精度で制御することが可能となる。

[0031] 原料およびドーパ剤を溶融後、種結晶を原料融液4に浸漬し、種結晶を回

転させながら引き上げて棒状のシリコン単結晶 3 を育成する。こうして、所望濃度の炭素がドーピングされたシリコン単結晶を製造する。

- [0032] また、図 3 に示されるように、原料を融解中あるいは融解後に投下部品 1 3 から所望の量の前記ドーピング剤である炭素粒 1 5 をルツボ内に投入することも可能である。この方法であれば、例えば、ひとつのルツボで複数本の単結晶インゴットを育成する場合に、1 本目を育成後、ルツボ内に追加原料を入れる必要がある時、追加原料とともに、あるいは、原料を追加した後に、ルツボに上方からドーピング剤を投入することができる。

実施例

- [0033] 以下に本発明の実施例をあげてさらに具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

(実施例 1)

単結晶引上げ装置の炉内に直径 22 インチ (550 mm) の石英ルツボを装備して、CZ 法を用いて直径 8 インチ (200 mm) のシリコン単結晶を育成した。上記のような CZ 法において、シリコン多結晶原料と炭素粒を用意し、該炭素粒をシリコン多結晶原料とともに前記石英ルツボ内に入れた。この時の炭素粒重量は偏析現象の計算から、直胴 0.6 cm にて該シリコン単結晶中のカーボン濃度が 0.8 ppm となるような量とした。該炭素粒はモールド成形材を粒径 3—10 mm に砕き、純化处理したものをを用いた。該シリコン多結晶原料と該炭素粒とをともに熔融し、その後単結晶種を融液に浸けた後、直径 8 インチ (200 mm) のシリコン単結晶を育成した。この単結晶シリコンの直胴部から数箇所ウェーハ状のサンプルを切り出し、FT—IR 法にて炭素濃度を測定した。その結果を図 4 に示した。

- [0034] (比較例 1)

炭素粒をルツボに入れなかったことを除いて、実施例 1 と同じ条件で直径 8 インチ (200 mm) のシリコン単結晶を育成した。実施例 1 と同じ位置からウェーハ状のサンプルを切り出し、FT—IR 法にて炭素濃度を測定し

た。その結果、どの位置でも炭素濃度は測定下限 0.03 ppm 以下であった。

[0035] 図 4 に示されたように、実施例 1 では計算値通りの炭素濃度が得られた。また、結晶のライフタイムを調べたところ、比較例 1 における炭素ドーピング無しシリコン単結晶のライフタイムと同程度であり、重金属等の汚染も無く、しかも、結晶が有転位化することなく、実施例 1 において得られたシリコン単結晶は問題なく無転位化されていることが確認できた。このことから、炭素粒をドーピングしたことで、シリコン結晶中に狙い通りに炭素が取り込まれたことが証明された。

[0036] (実施例 2)

実施例 1 で用いた単結晶引き上げ装置よりもひとまわり小さな単結晶引き上げ装置の炉内に直径 18 インチ (450 mm) のルツボを装備して、シリコン原料を溶融し、直径 5 インチ (125 mm) のシリコン単結晶の引き上げを行った。このときシリコン多結晶原料を溶融している途中で、図 3 のように、上方から炭素粒をルツボ内に投入する方法を試みた。該炭素粒はモールド成形材を粒径 3—10 mm に碎き純化处理したものをを用いた。また、ドーピング量は直胴長さ 0 cm のときに該シリコン単結晶中の炭素濃度が 1.0 ppm になる量とした。該シリコン多結晶原料が完全に溶解した後、単結晶種を融液に浸け、直径 5 インチ (125 mm) のシリコン単結晶を育成した。該シリコン単結晶の直胴部から数箇所ウェーハ状のサンプルを切り出し、FT—IR 法にて炭素濃度を測定した。その結果、図 5 に示したように計算値通りの炭素濃度が得られた。また、得られたシリコン単結晶は、重金属等の汚染も無く、問題なく無転位化されていることが確認できた。

[0037] (比較例 2)

炭素ドーピング剤として、CIP 成形材を適度 (1~3 mm 程度) に砕いたものをを用いたこと以外は、実施例 2 と同じ条件で直径 5 インチ (125 mm) のシリコン単結晶を育成した。シリコン原料が溶解した後、単結晶種を融液に浸け、結晶を引き上げようとしたが、結晶が乱れてしまい全長に渡る単結

晶を得ることができなかった。一部単結晶になった部分から、ウェーハ状のサンプルを切り出し、FT-IR法にて炭素濃度を測定した。その結果、炭素濃度は計算値より低い値となった。これはCIP成形材が難溶性であり、シリコン融液に全部溶けきれず、一部解けきれなかったものが異物として融液内に残存し、単結晶化を妨げたためであると考えられる。

[0038] 実施例2の結果より、実施例1のように初期段階で炭素ドーパ量を決めて引上げなくとも、途中で追加することができることが判った。ひとつのルツボから複数本の単結晶を引上げる場合などには、追加ドーパが必要となるが、この方法を用いて追加すれば炭素濃度の均一性を保つことが可能である。また、CIP成形材をドーパ剤として用いた比較例2では、結晶が乱れてしまい全長に渡る単結晶を得ることができなかったのに対し、実施例2では、モールド成形材をドーパ剤として用いたことで、重金属等の汚染も無く、問題なく無転位化されたシリコン単結晶が得られた。このことから、炭素ドーパのシリコン単結晶を育成する際に、ドーパ剤としてCIP成形材ではなくモールド成形材を用いることが非常に有効であることが確認できた。

[0039] 以上の結果より、本発明に係るシリコン単結晶の育成方法を用いることで、シリコン単結晶中に炭素を容易且つ低コストにドーパでき、また、該シリコン単結晶を問題なく無転位化でき、さらにシリコン単結晶中の炭素濃度を精度良く制御できることが明らかとなった。また、さらには、従来困難であった炭素の追加ドーパを容易に行うことが可能となる。

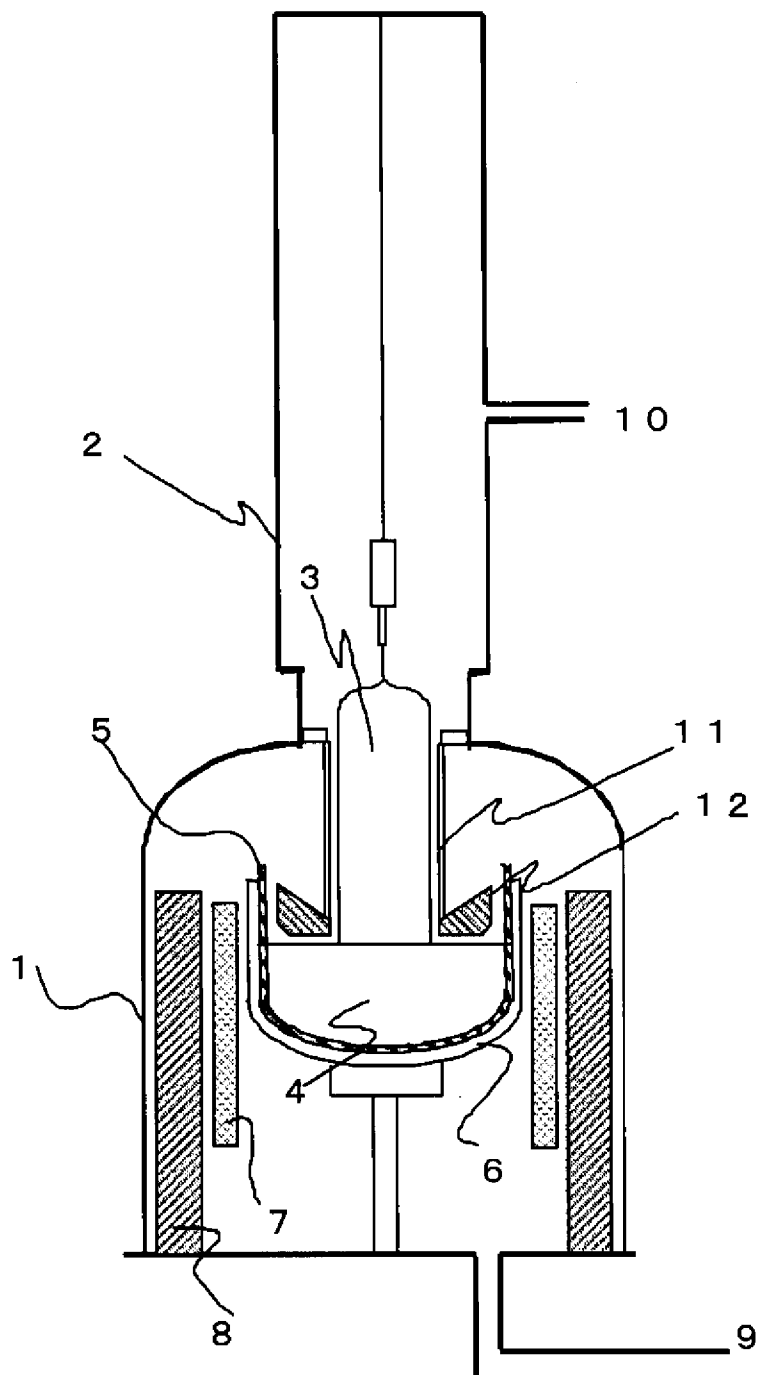
[0040] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な効果を奏するいかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

[0041] 上記では、炭素を添加するドーパ剤としてモールド成形材を用いている場合につき例を示して説明したが、押出成形材を用いた場合も同様の結果が得られた。

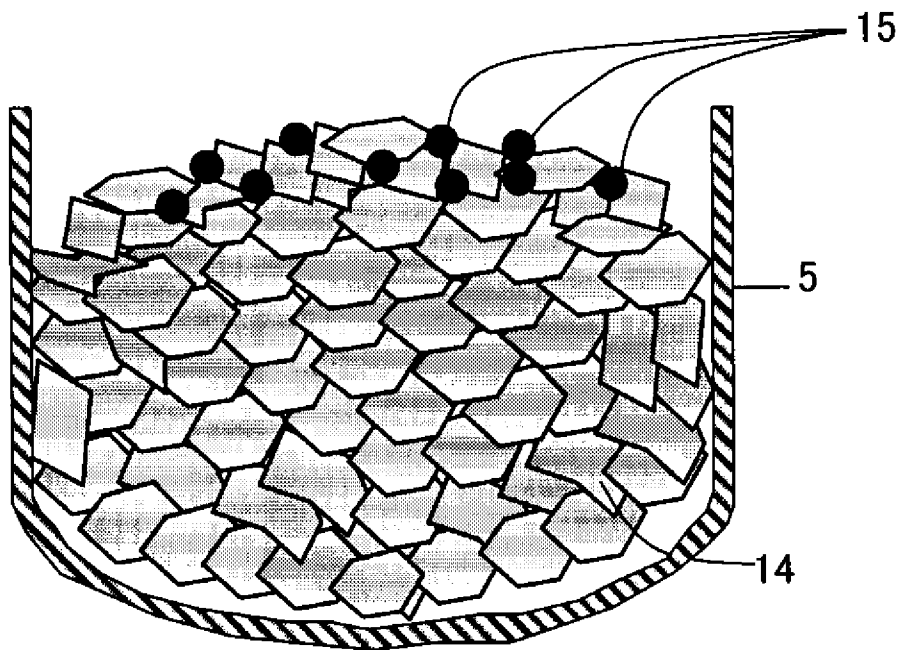
請求の範囲

- [1] チョクラルスキー法により炭素を添加したルツボ中の原料融液からシリコン単結晶を育成する炭素ドーピングシリコン単結晶の育成方法において、前記ルツボ中の原料に炭素を添加するドーピング剤として押出成形材またはモールド成形材を用いることを特徴とするシリコン単結晶育成方法。
- [2] 請求項 1 に記載の炭素ドーピングしたシリコン単結晶の育成方法において、前記押出成形材またはモールド成形材からなるドーピング剤は、押出成形材またはモールド成形材を粒状に砕いたものとすることを特徴とするシリコン単結晶育成方法。
- [3] 請求項 1 及び請求項 2 に記載の炭素ドーピングしたシリコン単結晶の育成方法において、前記ドーピング剤を、シリコン原料とともにルツボ内に入れた後、原料を溶融し単結晶を育成することを特徴とするシリコン単結晶育成方法。
- [4] 請求項 1 及び請求項 2 に記載の炭素ドーピングしたシリコン単結晶の育成方法において、前記ドーピング剤を、シリコン原料または融液の入ったルツボに上方から投下した後、単結晶を育成することを特徴とするシリコン単結晶育成方法。

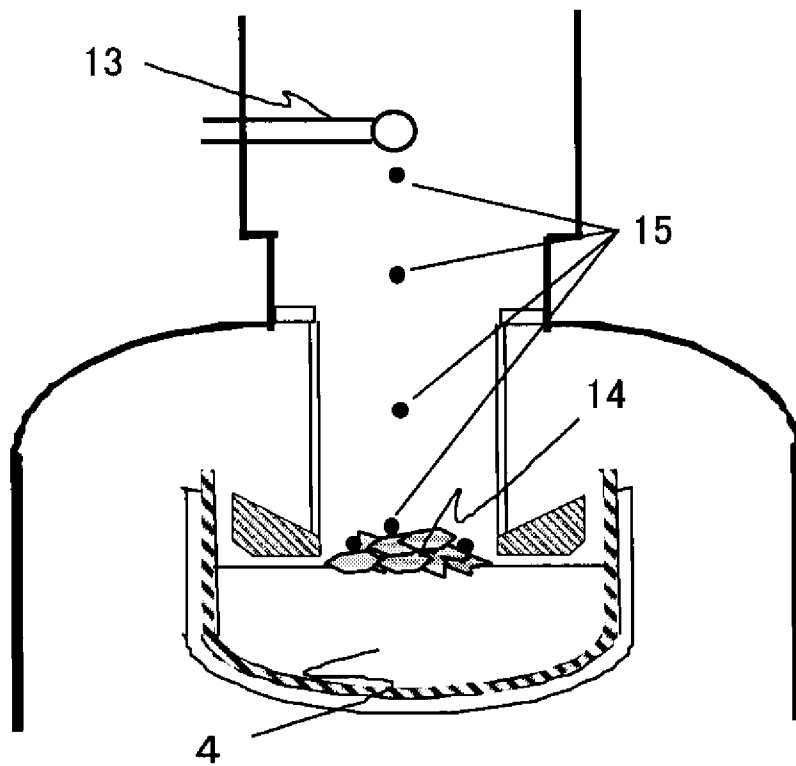
[図1]



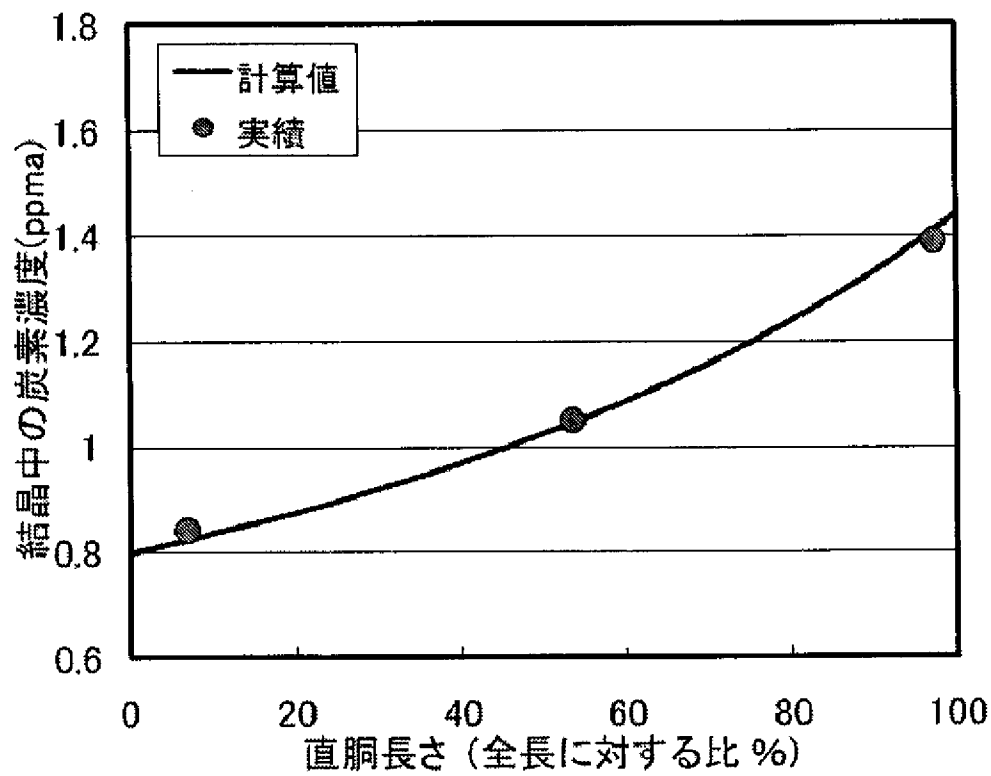
[図2]



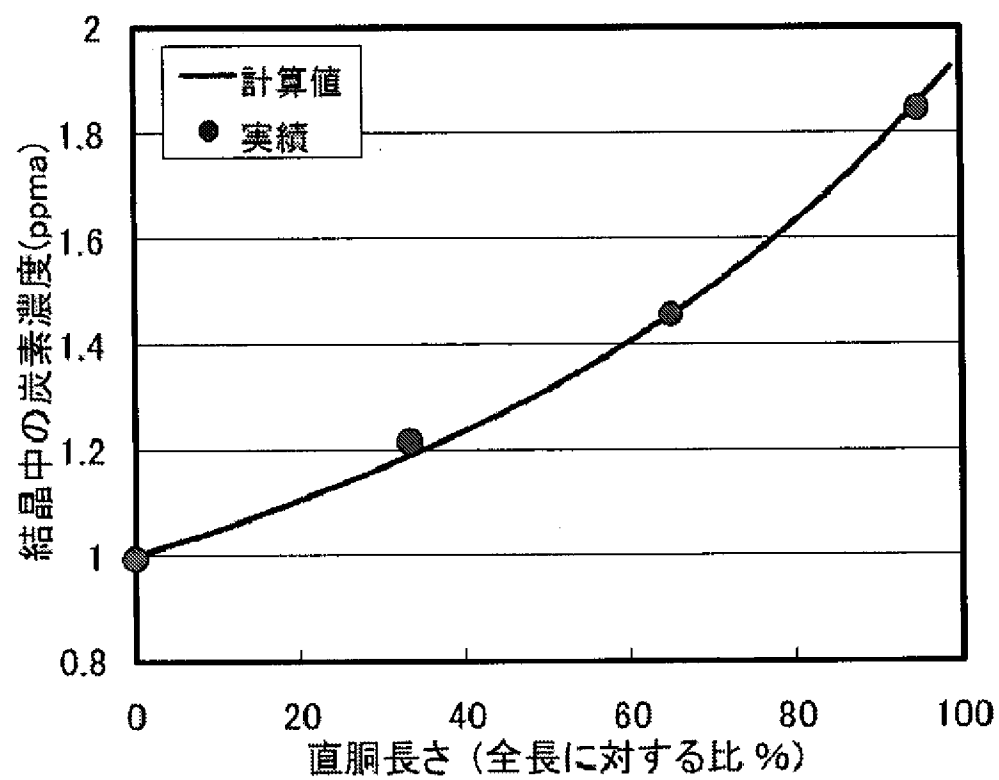
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/001029

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C30B29/06(2006.01) i, C30B15/04(2006.01) 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)

C30B1/00-35/00, C01B31/00-31/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2003-146796 A (Hynix Semiconductor Inc.), 21 May, 2003 (21.05.03), Claims 1, 6; Par. Nos. [0008] to [0010] & US 2003/0079677 A1 & DE 10164379 A	1, 3, 4 2
Y A	JP 2002-68886 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 08 March, 2002 (08.03.02), Par. Nos. [0012], [0013] (Family: none)	1, 3, 4 2
Y	JP 2002-293691 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 09 October, 2002 (09.10.02), Par. Nos. [0021], [0029] to [0037] (Family: none)	4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 May, 2008 (22.05.08)

Date of mailing of the international search report
03 June, 2008 (03.06.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/001029

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 58-151392 A (Sumitomo Metal Mining Co., Ltd.), 08 September, 1983 (08.09.83), Page 1, left column, line 15 to right column, line 6 (Family: none)	1,2
A	JP 60-33210 A (Komatsu Electronic Metals Co., Ltd.), 20 February, 1985 (20.02.85), Page 1, right column, line 13 to page 2, upper left column, line 5 & US 4565913 A	1,2

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C30B29/06 (2006.01) i, C30B15/04 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C30B 1/00-35/00, C01B 31/00-31/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 2003-146796 A (株式会社ハイニックスセミコンダクター) 2003.05.21, 請求項 1, 6, 【0008】 - 【0010】 & US 2003/0079677 A1 & DE 10164379 A	1, 3, 4 2
Y A	JP 2002-68886 A (信越半導体株式会社) 2002.03.08, 【0012】, 【0013】 (ファミリーなし)	1, 3, 4 2
Y	JP 2002-293691 A (信越半導体株式会社) 2002.10.09, 【0021】, 【0029】 - 【0037】 (ファミリーなし)	4

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 2 . 0 5 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 6 . 2 0 0 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

宮澤 尚之

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 1 6

4 G

4 1 4 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 58-151392 A (住友金属鉱山株式会社) 1983. 09. 08, 第 1 頁左欄第 15 行-右欄第 6 行 (ファミリーなし)	1, 2
A	JP 60-33210 A (小松電子金属株式会社) 1985. 02. 20, 第 1 頁右欄第 13 行-第 2 頁左上欄第 5 行 & US 4565913 A	1, 2