

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(10) 国際公開番号

WO 2009/150896 A1

PCT

(43) 国際公開日
2009年12月17日(17.12.2009)

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/205 (2006.01) H01L 21/304 (2006.01)
C23C 16/56 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/057759
- (22) 国際出願日: 2009年4月17日(17.04.2009)
- (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 2008-151980 2008年6月10日(10.06.2008) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社SUMCO (SUMCO CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1058634 東京都港区芝浦1丁目2番1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): 石橋 昌幸 (ISHIBASHI, Masayuki) [JP/JP]; 〒1058634 東京都港区芝浦1丁目2番1号 株式会社SUMCO 内 Tokyo (JP). 中原 信司(NAKAHARA, Shinji) [JP/

JP]; 〒1058634 東京都港区芝浦1丁目2番1号 株式会社SUMCO 内 Tokyo (JP). 岩下 哲郎 (IWASHITA, Tetsuro) [JP/JP]; 〒1058634 東京都港区芝浦1丁目2番1号 株式会社SUMCO 内 Tokyo (JP).

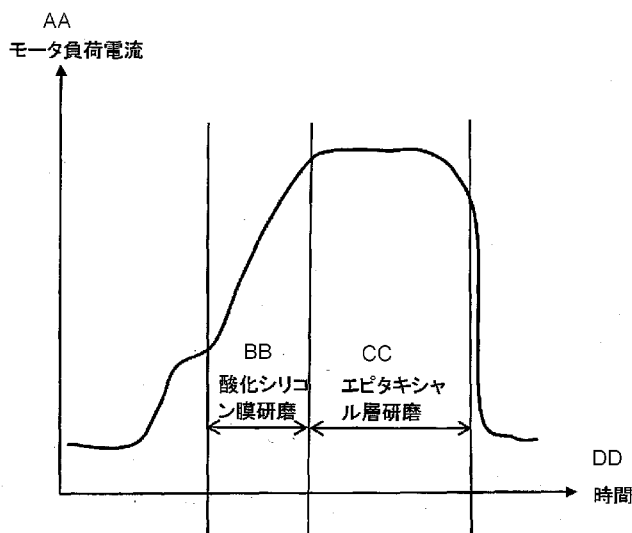
- (74) 代理人: とこしえ特許業務法人(TOKOSHIE PATENT FIRM); 〒1600023 東京都新宿区西新宿8丁目8番3号 星野第1ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, 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, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: SILICON EPITAXIAL WAFER AND METHOD FOR PRODUCTION THEREOF

(54) 発明の名称: シリコンエピタキシャルウェーハ及びその製造方法

[図1]



AA MOTOR LOAD CURRENT
BB POLISHING OF SILICON OXIDE FILM
CC POLISHING OF EPITAXIAL LAYER
DD TIME

(57) Abstract: Disclosed is a wafer having a good haze level in spite of the fact that the inclination angle of face [110] in the wafer is small. Also disclosed is a method for producing a silicon epitaxial wafer, which comprises the steps of: growing an epitaxial layer on a silicon monocrystal substrate having face [110] as the main face, wherein the off-angle of face [110] is less than 1 degree; and polishing the surface of the epitaxial layer until the surface of the epitaxial layer has a haze level of 0.18 ppm or less (as measured on SP2 at a DWO mode).

(57) 要約: 【課題】 {110} 面の傾斜角度が小さくてもヘイズレベルが良好なウェーハを提供する。【解決手段】 {110} 面を主面とし、{110} 面のオフアングルが1度未満のシリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させる工程と、前記エピタキシャル層表面のヘイズレベル(SP2, DWOモードで測定)が0.18ppm以下になるように、前記エピタキシャル層の表面を研磨する工程と、を備える。



(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, 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, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：シリコンエピタキシャルウェーハ及びその製造方法 技術分野

[0001] この発明は、P／P型シリコンエピタキシャルウェーハ及びその製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] {110}面を主面とするシリコンウェーハを用いると、pMOSトランジスターにおいてキャリア移動度が{100}面を主面とするウェーハよりも高いことから、pMOSトランジスターを高速化できることが知られている。

[0003] 一方、エピタキシャルウェーハは、エピタキシャル層の欠陥が極めてすくないことから高性能デバイスの素材として用いられている。このため、{110}面を主面としたエピタキシャルウェーハは、MPU等の高性能デバイスの素材として優れた特性を示すことが予想される。

[0004] しかしながら、{110}面を主面としたエピタキシャルウェーハでは、エピタキシャル成長後、表面にヘイズ(haze)と呼ばれる曇りが発生しやすく、パーティクルカウンターによるLPD(Light Point Defects、輝点欠陥)の測定さえ困難になり、ウェーハの品質保証ができない場合も生じる。

[0005] この対策として、<100>軸方向へ、0.5度以上3度以下傾斜させたオフアングルを有するシリコン単結晶基板上にエピタキシャル層を成長させるとヘイズレベルが低下することが知られている(特許文献1)。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2005-39111号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、上記特許文献1に記載の方法では、{110}面が傾斜し

ているために、キャリアが傾斜した格子と衝突し、キャリアの移動度が低くなる懸念があり、また表面のヘイズレベルも十分とは言えないレベルである。

[0008] この発明が解決しようとする課題は、{110}面の傾斜角度が小さくてもヘイズレベルが良好なウェーハを提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] [1] 第1発明に係るシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法は、{110}面を主面とし、{110}面のオフアングルが1度未満のシリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させる工程と、前記エピタキシャル層表面のヘイズレベル（SP2，DWOモードで測定）が0.18ppm以下になるように、前記エピタキシャル層の表面を研磨する工程と、を備えることを特徴とする。

[0010] [2] 第2発明に係るシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法は、{110}面を主面とし、{110}面のオフアングルが1度未満のシリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させる工程と、前記エピタキシャル層表面の表面粗さの平均自乗根RMS（原子間力顕微鏡AFMにより10 μ m角の領域で測定）が0.060nm以下になるように、前記エピタキシャル層の表面を研磨する工程と、を備えることを特徴とする。

[0011] [3] 第3発明に係るシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法は、上記シリコンエピタキシャルウェーハの製造方法において、前記研磨工程における研磨代が0.05 μ m～1 μ mであることを特徴とする。

[0012] [4] この場合に、前記研磨処理後における前記エピタキシャル層表面のヘイズレベルが0.18ppm以下であり、かつ表面粗さの平均自乗根RMSが0.060nm以下であることがより好ましい。

[0013] [5] 第4発明に係るシリコンエピタキシャルウェーハは、{110}面を主面とするシリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させたシリコンエピタキシャルウェーハであって、前記エピタキシャル層を成長させるシリコン単結晶基板のオフアングルが1度未満であり、前記エピタキシャル層表面

のヘイズレベル（SP2，DWOモードで測定）が0.18ppm以下であることを特徴とする。

[0014] [6] 第5発明に係るシリコンエピタキシャルウェーハは、{110}面を主面とするシリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させたシリコンエピタキシャルウェーハであって、前記エピタキシャル層を成長させるシリコン単結晶基板のオフアングルが1度未満であり、前記エピタキシャル層表面の表面粗さRMS（原子間力顕微鏡AFMにより10 μ m角の領域で測定）が0.060nm以下であることを特徴とする。

[0015] [7] 第6発明に係るシリコンエピタキシャルウェーハは、{110}面を主面とするシリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させたシリコンエピタキシャルウェーハであって、前記エピタキシャル層表面のヘイズレベル（SP2，DWOモードで測定）が0.18ppm以下であり、かつ前記エピタキシャル層表面の表面粗さの平均自乗根RMS（原子間力顕微鏡AFMにより10 μ m角の領域で測定）が0.060nm以下であることを特徴とする。

[0016] [8] 第7発明に係るシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法は、エピタキシャル装置を用いてシリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させる工程と、
前記工程を終えたウェーハを前記エピタキシャル装置から取り出したのち研磨を行う工程と、を備えるシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法において、前記ウェーハを取り出してから10時間を経過した後には、前記研磨を行わないことを特徴とする。

[0017] [9] 第8発明に係るシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法は、シリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させる工程と、前記基板の表裏両面を同時に研磨する研磨工程と、を備えることを特徴とする。

[0018] [11] この場合に、前記シリコン単結晶基板が、{110}面を主面とするものであることがより好ましい。

発明の効果

- [0019] 上記発明によれば、 $\{110\}$ 面の傾斜角度が小さくてもヘイズレベルが良好なウェーハを得ることができる。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1]シリコンエピタキシャルウェーハを研磨したときのモータ負荷電流のプロファイルを示すグラフである。

[図2]研磨時間と研磨量との関係の一例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

- [0021] 以下、上記発明の実施形態を説明する。

- [0022] 《第1実施形態》

本実施形態による最良の製品は、 $\{110\}$ 面を主面とし、 $\{110\}$ 面のオフアングルが1度未満のシリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させたのち、エピタキシャル層の表面を研磨することにより得られる。

- [0023] 必要な研磨代としては、ヘイズレベルの改善の観点からは少なくとも、 $0.5\mu\text{m}$ 以上が必要であり、上限は特に限定されないがヘイズレベル改善の観点からは $1\mu\text{m}$ もあれば十分である。

- [0024] 実施例1：CZ法により、主軸方位が $\langle 110 \rangle$ で、直径 305mm のp型シリコン単結晶インゴットを製造した。このインゴットを、直径 300mm に外周研削後ノッチ加工し、電気比抵抗 $5\sim 10\text{m}\Omega\cdot\text{cm}$ のブロックを複数切り出した。このブロックを、ワイヤーソーを用い、 $\{110\}$ 面の傾きが表1に示す傾斜方位 $\langle 100 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 、 $\langle 110 \rangle$ という3方位と、それぞれの傾斜方位に対するオフアングル $0\text{度}\sim 10\text{度}$ となるようにスライスした。

- [0025] このウェーハを、面取、ラッピング、仕上げ面取り、エッチング、両面研磨、テープ面取り、エッジの鏡面研磨、表面の片面研磨の順に加工して鏡面研磨ウェーハを得た。なお、工程間の洗浄処理の記述は省略するが、通常のウェーハ加工プロセスと同様に洗浄処理した。

- [0026] その後、枚葉式エピ炉を用いて厚み $4\mu\text{m}$ のエピタキシャル膜を成長させた。エピ炉から取り出したウェーハは、ただちにSC-1洗浄液でパッシベ

ーション処理した。得られたエピタキシャルウェーハの一部は、片面研磨装置を用いエピタキシャル面の表面を $0.3\mu\text{m}$ 研磨した。

[0027] 得られたエピタキシャル成長のままのウェーハと、表面を研磨したウェーハを、ケーエルエー・テンコール株式会社製のパターンなしウェーハ表面異物検査装置（モデル：Surfscan SP2）を用いて、DWOモード（Dark Field Wide Obliqueモード：暗視野・ワイド・斜め入射モード）で、エピタキシャル層表面のヘイズレベルを検査した。

[0028] また、AFM（原子間力顕微鏡）をもちいて、測定範囲 $10\mu\text{m}\times 10\mu\text{m}$ で表面粗さを測定し、表面粗さのRMS（Root Mean Square：平均自乗根）を算出した。この結果を表1に示す。

[0029]

[表1]

傾斜方位	エピ後研露	オフアングル(度)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	2	3	4	6	8	10
<100>	なし	Haze(ppm)	0.9	0.3	0.2	0.15	0.1	0.9	1.1	0.25	0.35	0.55	0.7	0.85
		RMS(nm)	0.3	0.25	0.2	0.16	0.11	0.15	0.65	0.9	1.3	1.5	1.7	1.85
	あり	Haze(ppm)	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.12	0.12	0.11	0.11
		RMS(nm)	0.049	0.048	0.049	0.05	0.05	0.048	0.051	0.049	0.05	0.49	0.49	0.05
<111>	あり	Haze(ppm)	0.12	0.11	0.12	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11
		RMS(nm)	0.048	0.5	0.049	0.05	0.51	0.049	0.051	0.49	0.051	0.49	0.5	0.049
<110>	あり	Haze(ppm)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.12	0.11	0.12	0.11	0.12
		RMS(nm)	0.49	0.51	0.049	0.5	0.049	0.51	0.048	0.05	0.49	0.05	0.049	0.5

実施例 1 のエピタキシャル層形成後に研磨したエピタキシャルウェーハは、傾斜方位、オフアングルによらずヘイズレベルが良好である。

[0030] 本実施形態に係る製造方法で得られた {110} 面を主面とするエピタキシャルウェーハは、研磨仕上げであるためヘイズレベルが良好で、パーティクルカウンターによるLPD等の品質管理が可能であり、またオフアングルが小さく、キャリア移動度の面でも良好である。

[0031] 《第2実施形態》

ところで、エピタキシャルウェーハは、その結晶構造の完全性から高性能デバイスの素材として用いられている。近年のデバイス工程の微細化に伴い、従来に比べ表面平坦度や純度に対する要求が厳しくなっており、エピタキシャル成長後、表面を研磨する方法が知られている（たとえば特開2006-120939号公報参照）。

[0032] しかしながら、これらの方法でエピタキシャル処理したウェーハを、研磨処理すると、ウェーハ表面のヘイズレベルが著しく悪化する場合があった。ヘイズレベルが高い場合、表面異物検査装置でLPDの測定ができず、品質の評価ができないという問題がある。

[0033] そこで本実施形態は、エピタキシャル処理したウェーハを、湿式洗浄や研磨処理した場合に発生することがある異常なヘイズレベルが高くなる現象が起こらないエピタキシャルウェーハの製造方法を提供することを目的とする。

[0034] 本発明者らは、研磨処理した場合に発生することがある異常なヘイズ（Haze）は、エピタキシャル装置の炉から取り出して、研磨を、取り出しから10時間より後に行うと発生することを見出した。

[0035] この理由は明確ではないが、ウェーハを保管する雰囲気中のなんらかのガス成分が、ウェーハの構成元素であるシリコンと反応して反応生成物ができ、研磨で脱離するとピットが生成しヘイズレベルが悪化するものと推察される。

[0036] 実施例 2：

CZ法により、主軸方位が $\langle 110 \rangle$ で、直径305mmのp型シリコン単結晶インゴットを製造した。このインゴットを、直径300mmに外周研削後ノッチ加工し、電気比抵抗 $5 \sim 10 \text{ m}\Omega \cdot \text{cm}$ のブロックを切り出した。このブロックを、ワイヤーソーを用い、オフアングル0度でスライスした。

[0037] このウェーハを、面取、ラッピング、仕上げ面取り、エッチング、両面研磨、テープ面取り、エッジの鏡面研磨、表面の片面研磨の順に加工して鏡面研磨ウェーハを得た。なお、工程間の洗浄処理の記述は省略するが、通常のウェーハ加工プロセスと同様に洗浄処理した。

[0038] その後、枚葉式エピタキシャル炉を用いて厚み $5 \mu\text{m}$ のエピタキシャル膜を成長させた。エピ炉から取り出したウェーハは、ただちにSC-1洗浄液でパッシベーション処理した。得られたエピタキシャルウェーハを、FOUPに入れ、クリーンルーム内で所定時間保持後、片面研磨装置を用いエピタキシャル層の表面を、 $0.3 \mu\text{m}$ 研磨した。

[0039] こうして得られたエピタキシャル層表面が研磨されたウェーハを、ケーエルイー・テンコール株式会社製のパターンなしウェーハ表面異物検査装置（モデル：Surfscan SP2）を用いて、DWOモード（Dark Field Wide Obliqueモード：暗視野・ワイド・斜め入射モード）で、エピタキシャル層表面のヘイズレベルを検査した。この結果を表2に示す。

[0040]

[表2]

保持時間(時間)	1	10	12	16	24	48
Haze(ppm)	0.05	0.05	0.10	0.35	1.50	1.55

保持時間 10 時間までは、H a z e レベルは良好であるが、保持時間 10 時間を越えるとヘイズレベルは徐々に悪化することがわかる。

[0041] 本実施形態の方法で得られたエピタキシャルウェーハは、異常なヘイズの発生がなく、安定して表面異物検査装置での L P D 測定が可能であり、デバイス用ウェーハとして好適である。

[0042] 《第 3 実施形態》

上述したとおり、エピタキシャルウェーハは、その結晶構造の完全性から高性能デバイスの素材として用いられている。しかしながら、近年のデバイス工程の微細化に伴い、従来に比べ表面平坦度に対する要求が厳しくなっている。エピタキシャルウェーハの平坦度を改善する方法としては、エピタキシャル成長後、表面を研磨する方法が知られている（たとえば特開 2006-120939 号公報参照）。

[0043] また、{110} 面を主面とするシリコンウェーハを用いると、p M O S トランジスターにおいてキャリア移動度が {100} 面を主面とするウェーハよりも高いことから、p M O S トランジスターを高速化できることが知られている。

[0044] 一方、エピタキシャルウェーハは、エピタキシャル層の欠陥が極めてすくないことから高性能デバイスの素材として用いられている。このため、{110} 面を主面としたエピタキシャルウェーハは、M P U 等の高性能デバイスの素材として優れた特性を示すことが予想される。

[0045] しかしながら、{110} 面を主面としたエピタキシャルウェーハでは、エピタキシャル成長後、表面にヘイズ（H a z e）と呼ばれる曇りが発生しやすく、パーティクルカウンターによる L P D の測定さえ困難になり、ウェーハの品質保証が出来ない場合も生じる。

[0046] 本実施形態は、表面の平坦度が良好で、ソリの少ないエピタキシャルウェーハを提供することを目的とする。

[0047] 本実施形態の最良の製法は、通常のエピタキシャルウェーハの製造方法で製造したウェーハを、両面同時研磨装置で研磨する方法である。両面同時研

磨での研磨代は、必ずしも同じ厚みである必要はなく、表裏で異なった研磨代としてもよく、これは表裏の研磨代は両面研磨装置の回転速度を異なったものとするとか、研磨パッド材質を上下で異なったものにする等で達成できる。高回転パッド側の表面は研磨代が大きくなり、また酸化膜厚みの薄い方の面の研磨代が大きくなる。

[0048] 本実施形態の方法で得られた、エピタキシャル成長後に両面研磨されたウェーハは、平坦度が良好で反りが少ないという特性を有し、さらに { 1 1 0 } 面を主面とするシリコン単結晶基板を用いるとヘイズレベルが良好な { 1 1 0 } 面を主面とするエピタキシャルウェーハが得られる。

[0049] なお、以上説明した実施形態は、上記発明の理解を容易にするために記載されたものであって、上記発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記の実施形態に開示された各要素は、上記発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

[0050] たとえば、エピタキシャル層が形成されたウェーハ基板を研磨する工程においては、研磨定盤による研磨時間を所定値に設定することによって所定の研磨代（研磨量）だけ研磨する。このとき、エピタキシャル層の表面には酸化シリコン膜が形成されており、当該酸化シリコン膜の厚さは洗浄後の経過時間によって異なるため、酸化シリコン膜の研磨代だけ誤差が生じる。

[0051] しかしながら、本発明者らが探究したところ、酸化シリコン膜を研磨し始めてから当該酸化シリコン膜を全て除去し、次いでエピタキシャル膜の研磨に移行する際の、研磨定盤を駆動するモータの負荷電流には、図 1 に示すような特有のプロファイルが観察される。すなわち、酸化シリコン膜を研磨しているときのモータ負荷電流は増加傾向を示すが、エピタキシャル膜の研磨に移行するとモータの負荷電流は一定の値を維持するか漸減する傾向を示す。

[0052] このプロファイルに基づいて研磨代を制御することができる。すなわち、モータの負荷電流を検出し、酸化シリコン膜の研磨を終了した時点から研磨時間の計測を開始し、図 2 に示すような研磨代－研磨時間の関係に基づいて

目標とする研磨代だけ研磨する。

請求の範囲

- [請求項1] {110}面を主面とし、{110}面のオフアングルが1度未満のシリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させる工程と、
- 前記エピタキシャル層表面のヘイズレベル（SP2，DWOモードで測定）が0.18ppm以下になるように、前記エピタキシャル層の表面を研磨する工程と、を備えることを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。
- [請求項2] {110}面を主面とし、{110}面のオフアングルが1度未満のシリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させる工程と、
- 前記エピタキシャル層表面の表面粗さの平均自乗根RMS（原子間力顕微鏡AFMにより10 μ m角の領域で測定）が0.060nm以下になるように、前記エピタキシャル層の表面を研磨する工程と、を備えることを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法において、
- 前記研磨工程における研磨代が0.01 μ m～1 μ mであることを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。
- [請求項4] 請求項3に記載のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法において、
- 前記研磨処理後における前記エピタキシャル層表面のヘイズレベルが0.18ppm以下であり、かつ表面粗さの平均自乗根RMSが0.060nm以下であることを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。
- [請求項5] {110}面を主面とするシリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させたシリコンエピタキシャルウェーハであって、
- 前記エピタキシャル層を成長させるシリコン単結晶基板のオフアングルが1度未満であり、

前記エピタキシャル層表面のヘイズレベル（SP2，DWOモードで測定）が0.18ppm以下であることを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハ。

[請求項6] {110}面を主面とするシリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させたシリコンエピタキシャルウェーハであって、

前記エピタキシャル層を成長させるシリコン単結晶基板のオフアングルが1度未満であり、

前記エピタキシャル層表面の表面粗さRMS（原子間力顕微鏡AFMにより10 μ m角の領域で測定）が0.060nm以下であることを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハ。

[請求項7] {110}面を主面とするシリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させたシリコンエピタキシャルウェーハであって、

前記エピタキシャル層表面のヘイズレベル（SP2，DWOモードで測定）が0.18ppm以下であり、かつ前記エピタキシャル層表面の表面粗さの平均自乗根RMS（原子間力顕微鏡AFMにより10 μ m角の領域で測定）が0.060nm以下であることを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハ。

[請求項8] エピタキシャル装置を用いてシリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させる工程と、

前記工程を終えたウェーハを前記エピタキシャル装置から取り出したのち研磨を行う工程と、を備えるシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法において、

前記ウェーハを取り出してから10時間を経過した後には、前記研磨を行わないことを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。

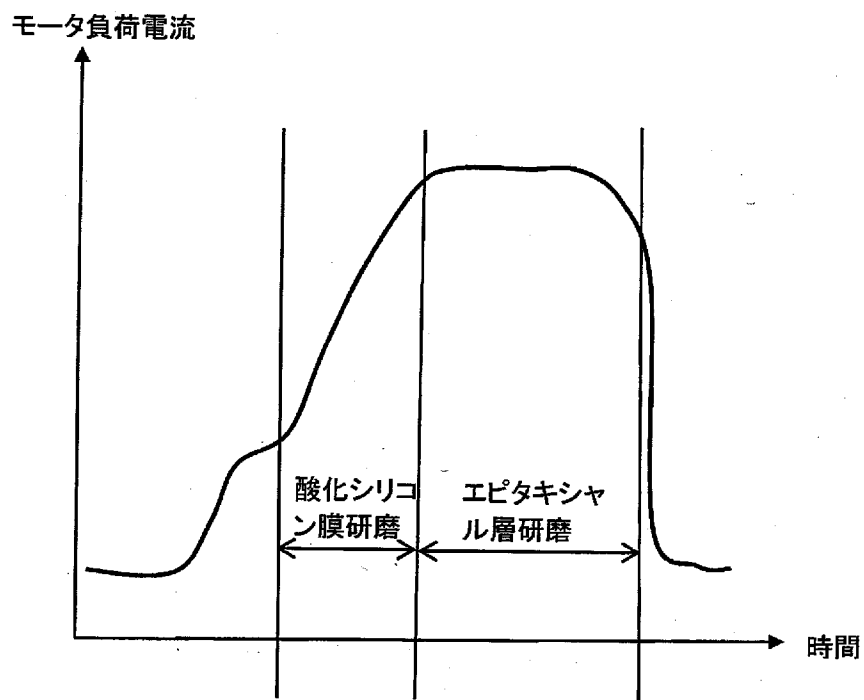
[請求項9] シリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させる工程と、

前記基板の表裏両面を同時に研磨する研磨工程と、を備えることを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。

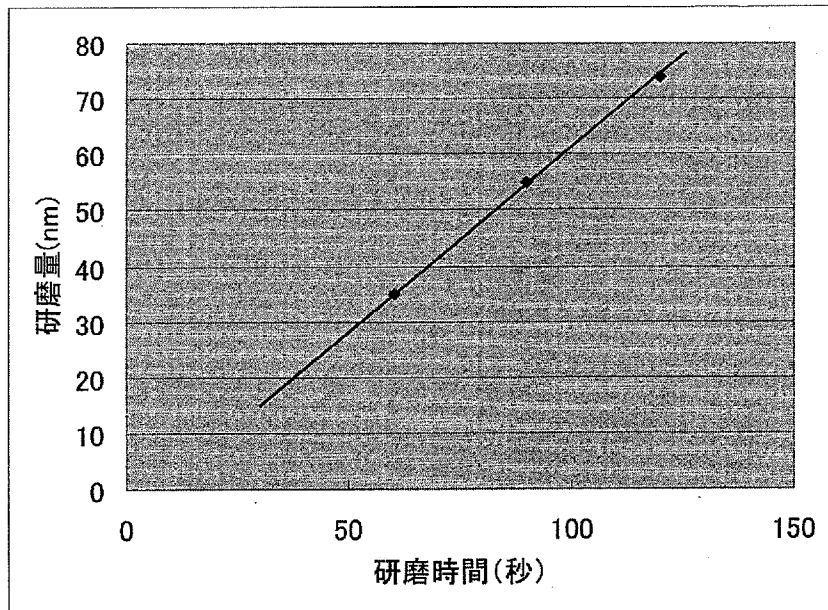
[請求項10] 請求項9に記載のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法において、

前記シリコン単結晶基板が、 $\{110\}$ 面を主面とするものであることを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/057759

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/205(2006.01) i, C23C16/56(2006.01) i, H01L21/304(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)

H01L21/205, C23C16/56, H01L21/304

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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.
X	JP 2008-88051 A (SUMCO Corp.), 17 April, 2008 (17.04.08), Par. Nos. [0033] to [0034]; Figs. 1, 2 & US 2008/0057324 A1 & EP 1900858 A1 & CN 101140868 A & KR 10-2008-0022511 A	1-7
X	JP 2006-100596 A (SUMCO Corp.), 13 April, 2006 (13.04.06), Par. Nos. [0003], [0020] & US 2006/0068568 A1 & US 2008/0048300 A1	5-7
X	JP 2004-265918 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 24 September, 2004 (24.09.04), Par. Nos. [0048] to [0052]; Fig. 9 & US 2006/0131553 A1 & EP 1592045 A1 & WO 2004/070798 A1 & KR 10-2005-0098860 A & CN 1748287 A	5-7

☒ 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
30 June, 2009 (30.06.09)

Date of mailing of the international search report
14 July, 2009 (14.07.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/057759

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2005-39111 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 10 February, 2005 (10.02.05), Claim 1; Par. Nos. [0036] to [0038]; Fig. 2 (Family: none)	5-7
A	JP 3-295235 A (Toshiba Corp.), 26 December, 1991 (26.12.91), Claim 1; Fig. 1 & EP 451855 A1	1-7
A	JP 5-326467 A (Toshiba Corp.), 11 February, 1993 (11.02.93), Claims 7, 8; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/057759

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

As stated in the "extra sheet" attached, the claims of the present international application include three groups of inventions grouped as follows: [1-7]; [8]; and [9, 10].

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1 - 7

Remark on Protest
the

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

The common matter among the inventions of claims 1-4 is "a method for producing a silicon epitaxial wafer, which comprises the steps of: growing an epitaxial layer on a silicon monocrystal substrate having face [110] as the main face, wherein the off-angle of the face [110] is less than 1 degree; and polishing the surface of the epitaxial layer".

However, as a result of the search, it is found that the "method for producing a silicon epitaxial wafer" is already disclosed in a document: JP 2008-88051 A (SUMCO Corp.) 17 April, 2008 (17.04.08), [0033]-[0034], Figs. 1 and 2 & US 2008/0057324 A1 & EP 1900858 A1 & CN 101140868 A & KR 10-2008-0022511 A, and is therefore not novel.

Thus, the "method for producing a silicon epitaxial wafer" is still within the scope of the prior art, and the common matter cannot be regarded as a special technical feature in the meaning within PCT Rule 13.2, second sentence.

Consequently, there is no common matter among all of the inventions of claims 1-4.

The common matter between the inventions of claims 1 and 6 is "a silicon epitaxial wafer which comprises a silicon monocrystal substrate having face [110] as the main face and an epitaxial layer grown on the silicon monocrystal substrate, wherein the off-angle of the silicon monocrystal substrate on which the epitaxial layer is to be grown is less than 1 degree".

However, as a result of the search, it is found that the "silicon epitaxial wafer" is already disclosed in a document: JP 2006-100596 A (SUMCO Corp.) 13 April, 2006 (13.04.06), [0003], [0020] & US 2006/0068568 A1 & US 2008/0048300 A1, a document: JP 2004-265918 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.) 24 September, 2004 (24.09.04), [0048]-[0052], Fig. 9 & US 2006/0131553 A1 & EP 1592045 A1 & WO 2004/070798 A1 & KR 10-2005-0098860 A & CN 1748287 A, a document: JP 2005-39111 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.) 10 February, 2005 (10.02.05), claim 1, [0036]-[0038], Fig. 2 (having no family member), and is therefore not novel.

Thus, the "silicon epitaxial wafer" is still within the scope of the prior art, and the common matter cannot be regarded as a special technical feature in the meaning within PCT Rule 13.2, second sentence.

Consequently, there is no common matter between the inventions of claims 1 and 6.

The common matter among the inventions of claims 1 and 8-10 is "a method for producing a silicon epitaxial wafer, which comprises: a step of growing an epitaxial layer on a silicon monocrystal substrate; and a polishing step of polishing the substrate".

However, as a result of the search, it is found that the "method for producing a silicon epitaxial wafer" is already disclosed in a document: JP 3-295235 A (Toshiba Corp.) 26 December, 1991 (26.12.91), claim 1, Fig. 1 & EP 451855 A1, a document: JP 5-326467 A (Toshiba Corp.) 11 February, 1993 (11.02.93), claims 7 and 8, Figs. 1 and 2 (having no family member), and is therefore not novel.

Thus, the "method for producing a silicon epitaxial wafer" is still within the scope of the prior art, and the common matter cannot be regarded as a special technical feature in the meaning within PCT Rule 13.2, second sentence.

Consequently, there is no common matter among all of the inventions of claims 1 and 8-10.

(continued to next sheet)

Next, examination was made on the number of groups of inventions which are so linked as to form a single general inventive concept (i.e., the number of inventions) in the claims of the present international application. Based on the general inventive concepts, the claims of the present international application appear to include five groups of inventions grouped as follows: [1, 3-5, 7]; [2]; [6]; [8]; and [9, 10].

Each of the inventions of claims 2 and 6 merely includes a well-known technique in addition to the invention of claim 1. Therefore, these inventions are grouped into the same group as the invention of claim 1.

Consequently, it is considered that the claims of the present international application include three groups of inventions grouped as follows: [1-7]; [8]; and [9,10].

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/205 (2006.01) i, C23C16/56 (2006.01) i, H01L21/304 (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. H01L21/205, C23C16/56, H01L21/304

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 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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 請求項の番号
X	JP 2008-88051 A (株式会社 S U M C O) 2008.04.17, 【0033】 — 【0034】、図1, 2 & US 2008/0057324 A1 & EP 1900858 A1 & CN 101140868 A & KR 10-2008-0022511 A	1-7
X	JP 2006-100596 A (株式会社 S U M C O) 2006.04.13, 【0003】、 【0020】 & US 2006/0068568 A1 & US 2008/0048300 A1	5-7
X	JP 2004-265918 A (信越半導体株式会社) 2004.09.24, 【0048】 — 【0052】、図9 & US 2006/0131553 A1 & EP 1592045 A1 & WO	5-7

☒ 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

3 0 . 0 6 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 7 . 2 0 0 9

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100-8915

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）

大塚 徹

4 R

3 9 4 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3471

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 請求項の番号
	2004/070798 A1 & KR 10-2005-0098860 A & CN 1748287 A	
X	JP 2005-39111 A (信越半導体株式会社) 2005.02.10, 請求項 1、【0036】－【0038】、図 2 (ファミリーなし)	5-7
A	JP 3-295235 A (株式会社東芝) 1991.12.26, 特許請求の範囲 1、第 1 図 & EP 451855 A1	1-7
A	JP 5-326467 A (株式会社東芝) 1993.02.11, 請求項 7, 8、図 1, 2 (ファミリーなし)	1-7

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

（特別ページ）に記載されたとおり、この国際出願の請求の範囲には、[1-7]、[8]、[9, 10]に区分される3個の発明が記載されていると認める。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

1-7

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求項1-4に係る発明の共通の事項は、「{110}面を主面とし、{110}面のオフアングルが1度未満のシリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させる工程と、前記エピタキシャル層の表面を研磨する工程と、を備えることを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法」である。

しかしながら、調査の結果、前記「シリコンエピタキシャルウェーハの製造方法」は、文献 JP 2008-88051 A (株式会社SUMCO) 2008.04.17, 【0033】-【0034】、図1, 2 & US 2008/0057324 A1 & EP 1900858 A1 & CN 101140868 A & KR 10-2008-0022511 A に開示されているから、新規でないことが明らかとなった。

結果として前記「シリコンエピタキシャルウェーハの製造方法」は先行技術の域を出ないから、PCT規則13.2の第2文の意味において、この共通事項は特別な技術的特徴ではない。それ故、請求項1-4に係る発明全てに共通の事項はない。

請求項1, 6に係る発明の共通の事項は、「{110}面を主面とするシリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させたシリコンエピタキシャルウェーハであって、前記エピタキシャル層を成長させるシリコン単結晶基板のオフアングルが1度未満であることを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハ」である。

しかしながら、調査の結果、前記「シリコンエピタキシャルウェーハ」は、文献 JP 2006-100596 A (株式会社SUMCO) 2006.04.13, 【0003】、【0020】 & US 2006/0068568 A1 & US 2008/0048300 A1、文献 JP 2004-265918 A (信越半導体株式会社) 2004.09.24, 【0048】-【0052】、図9 & US 2006/0131553 A1 & EP 1592045 A1 & WO 2004/070798 A1 & KR 10-2005-0098860 A & CN 1748287 A、文献 JP 2005-39111 A (信越半導体株式会社) 2005.02.10, 請求項1、【0036】-【0038】、図2 (ファミリーなし) に開示されているから、新規でないことが明らかとなった。

結果として前記「シリコンエピタキシャルウェーハ」は先行技術の域を出ないから、PCT規則13.2の第2文の意味において、この共通事項は特別な技術的特徴ではない。それ故、請求項1, 6に係る発明全てに共通の事項はない。

請求項1, 8-10に係る発明の共通の事項は、「シリコン単結晶基板にエピタキシャル層を成長させる工程と、前記基板を研磨する研磨工程とを備えるシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法」である。

しかしながら、調査の結果、前記「シリコンエピタキシャルウェーハの製造方法」は、文献 JP 3-295235 A (株式会社東芝) 1991.12.26, 特許請求の範囲1、第1図 & EP 451855 A1、文献 JP 5-326467 A (株式会社東芝) 1993.02.11, 請求項7, 8、図1, 2 (ファミリーなし) に開示されているから、新規でないことが明らかとなった。

結果として前記「シリコンエピタキシャルウェーハの製造方法」は先行技術の域を出ないから、PCT規則13.2の第2文の意味において、この共通事項は特別な技術的特徴ではない。それ故、請求項1, 8-10に係る発明全てに共通の事項はない。

次に、この国際出願の請求項に記載されている、一般的発明概念を形成するように連関している発明の群の数、すなわち、発明の数につき検討するに、一般的発明概念からして、この国際出願の請求項には、[1, 3-5, 7]、[2]、[6]、[8]、[9, 10] に区分される5個の発明が記載されていると認める。

ここで、請求項2, 6に係る発明については、請求項1に係る発明に周知技術を付加したものであるから、請求項1と同じ発明区分とする。

そうすると、この国際出願の請求項には、[1-7]、[8]、[9, 10] に区分される3個の発明が記載されていると認める。