

(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

(43) 国際公開日
2014年4月24日(24.04.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/061196 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/02 (2006.01) H01L 21/265 (2006.01)
C30B 29/06 (2006.01) H01L 21/324 (2006.01)
C30B 31/22 (2006.01) H01L 27/12 (2006.01)
C30B 33/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/005396
- (22) 国際出願日: 2013年9月12日(12.09.2013)
- (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 2012-229111 2012年10月16日(16.10.2012) JP
- (71) 出願人: 信越半導体株式会社(SHIN-ETSU HAN-
DOTAI 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: 曲 偉峰(QU, Wei Feng); 〒3790196 群馬県
安中市磯部2丁目13番1号信越半導体株式会
社 半導体磯部研究所内 Gunma (JP). 田原 史夫
(TAHARA, Fumio); 〒3790196 群馬県安中市磯部2
丁目13番1号信越半導体株式会社 半導体磯
部研究所内 Gunma (JP). 大井 裕喜(OOI, Yuuki);
〒3790196 群馬県安中市磯部2丁目13番1号

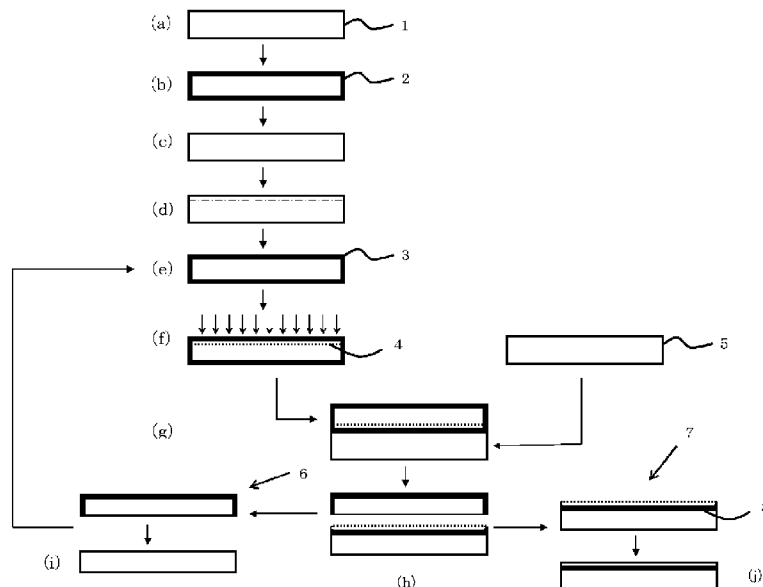
信越半導体株式会社 半導体磯部研究所内
Gunma (JP).

- (74) 代理人: 好宮 幹夫(YOSHIMIYA, Mikio); 〒
1100005 東京都台東区上野7丁目6番11号第
一下谷ビル8F 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, 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, 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, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(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, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: SOI WAFER MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: S O I ウェーハの製造方法



(57) Abstract: This SOI wafer manufactur-
ing method is characterized in performing,
prior to an oxide film forming step: a step
for performing heat treatment under an ox-
idizing atmosphere at a temperature of
1,100-1,250 °C for 30-120 minutes with re-
spect to a silicon wafer that has been pre-
pared; and a step for polishing, after the heat
treatment, a silicon wafer surface to be a
bonding surface. Consequently, provided is
the SOI wafer manufacturing method
whereby SOI wafers having almost no fail-
ure, i.e., a defect or the like, can be manu-
factured by sufficiently eliminating defects
of bond wafers in SOI wafer manufacture,
and furthermore, peeled wafers generated as
a by-product in an ion implantation peeling
method can be reused many times as the
bond wafers.

(57) 要約: 本発明は、S O I
ウェーハを製造する方法であっ
て、酸化膜形成工程の前に、準備
したシリコンウェーハに酸化性雰
囲気下で1100℃~1250℃
の温度で30分~120分間の熱

処理を施す工程、及び該熱処理後のシリコンウェーハの貼り合わせ面となる表面を研磨する工程を行うこ
とを特徴とするS O I ウェーハの製造方法である。これにより、S O I ウェーハの製造において、ボンド
ウェーハの欠陥を十分に消滅させて、欠陥等の不良のほとんどないS O I ウェーハを製造することがで
き、また、イオン注入剥離法において副産物として生成される剥離ウェーハをボンドウェーハとして何度
も再利用することができるS O I ウェーハの製造方法が提供される。

WO 2014/061196 A1

WO 2014/061196 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, 添付公開書類:
MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：ＳＯＩウェーハの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、イオン注入したウェーハを貼り合わせ後に剥離してＳＯＩ（*S i l i c o n o n I n s u l a t o r*）ウェーハを製造する、いわゆるイオン注入剥離法（スマートカット（登録商標）法とも呼ばれている）によるＳＯＩウェーハの製造方法に関する。

背景技術

[0002] ＳＯＩウェーハの製造方法としては、代表的なものにイオン注入剥離法がある。

このイオン注入剥離法を簡単に説明すると、まず、ボンドウェーハ及びベースウェーハとして、２枚のシリコンウェーハを準備し、少なくとも一方のシリコンウェーハ、例えばボンドウェーハにＳＯＩウェーハの埋め込み酸化膜となる酸化膜を形成した後に、該酸化膜を形成したシリコンウェーハの貼り合わせ面となる表面から前記酸化膜を通してイオン注入を行って、前記シリコンウェーハ中にイオン注入層を形成し、該イオン注入層を形成したシリコンウェーハとベースウェーハを貼り合わせて熱処理することによって、前記シリコンウェーハを前記イオン注入層で剥離して剥離ウェーハとＳＯＩウェーハとに分離させ、その後更に必要に応じて、結合熱処理を加えて強固に結合して、ＳＯＩウェーハを製造する方法である。

[0003] デバイスプロセスの微細化に伴い、ＳＯＩウェーハのＳＯＩ層を形成するボンドウェーハは無欠陥化を要求されてきており、現状ではＳＯＩのボンドウェーハとして低酸素、低欠陥のＮ領域（*N P C (N e a r l y P e r f e c t C r y s t a l)*）ウェーハを使用している（特許文献１）。

[0004] しかし、このようなＣＯＰ（*C r y s t a l O r i g i n a t e d P a r t i c l e*）フリーのNPCウェーハを使用しても、ＳＯＩウェーハの埋め込み酸化膜となる酸化膜を形成するため例えば９００℃で６時間の熱処

理を施すと、SOI層となる表層に酸素析出核や酸素析出物（Bulk Micro Defect：BMD）等の酸素析出関連欠陥であるHF欠陥が発生する場合があります、特に、剥離ウェーハをボンドウエーハとして再利用した場合に、このような欠陥の発生が顕著であった。

[0005] このような欠陥を発生させないようにするため、剥離したN領域ウェーハにRTA処理を行い、表層の欠陥を消滅させてからボンドウエーハとして再利用する方法が行われてきた（特許文献2～4）。

しかし、このようなRTA処理はその都度行わなければならない、また何度もRTA処理を繰り返すとボンドウエーハが破損しやすくなるという問題があった。

[0006] このような再生処理におけるボンドウエーハの熱処理回数を減らすため、SOIウェーハを作製する前に、非酸化性雰囲気下等でボンドウエーハを熱処理する方法も行われている（特許文献5）。

しかし、このような方法であっても、再利用する前の検査で欠陥が確認された場合には、再度熱処理を行う必要があった。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献1：特開2006-294737号公報
特許文献2：特開2011-238758号公報
特許文献3：特開2008-021892号公報
特許文献4：特開2007-149907号公報
特許文献5：特開2011-176293号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] これらの問題を解決するためには、LST（Laser Scattering Tomography（赤外散乱トモグラフィー））で検出されるBMD密度が例えば $1 \times 10^7 / \text{cm}^3$ 未満のウェーハをボンドウエーハとし

て使用する必要がある。

また、ＳＯＩウェーハのコスト低減を実現するため、ボンドウエーハの再利用を考えると、バルクまで完全に無欠陥となるウェーハの作製技術の開発が必要である。

[0009] 本発明は、上記問題に鑑みなされたものであって、ＳＯＩウェーハの製造において、ボンドウエーハの欠陥を十分に消滅させて、欠陥等の不良のほとんどないＳＯＩウェーハを製造することができるＳＯＩウェーハの製造方法を提供することを目的とする。また、イオン注入剥離法において副産物として生成される剥離ウェーハをボンドウエーハとして何度も再利用することができるＳＯＩウェーハの製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するため、本発明では、チョクラルスキー法により育成されたシリコン単結晶インゴットから切り出されたシリコンウェーハをボンドウエーハとして準備する工程と、該準備したシリコンウェーハに酸化膜を形成する工程と、該酸化膜を形成したシリコンウェーハの貼り合わせ面となる表面から前記酸化膜を通してイオン注入を行って、前記シリコンウェーハ中にイオン注入層を形成する工程と、該イオン注入層を形成したシリコンウェーハとベースウェーハを貼り合わせて、前記シリコンウェーハを前記イオン注入層で剥離して剥離ウェーハとＳＯＩウェーハとに分離させる工程とを含むＳＯＩウェーハを製造する方法であって、

前記酸化膜形成工程の前に、前記準備したシリコンウェーハに酸化性雰囲気下で１１００℃～１２５０℃の温度で３０分～１２０分間の熱処理を施す工程、及び該熱処理後のシリコンウェーハの貼り合わせ面となる表面を研磨する工程を行うことを特徴とするＳＯＩウェーハの製造方法を提供する。

[0011] このような本発明のＳＯＩウェーハの製造方法によれば、ＳＯＩウェーハの製造において、ボンドウエーハの欠陥を十分に消滅させて、欠陥等の不良のほとんどないＳＯＩウェーハを製造することができる。また、イオン注入剥離法において副産物として生成される剥離ウェーハをボンドウエーハとし

て何度も再利用することができる。

[0012] ここで、前記研磨工程において、前記熱処理後のシリコンウェーハに形成された酸化膜を除去した後、貼り合わせ面となる表面を $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$ 研磨することが好ましい。

[0013] このように、酸化膜を除去してから貼り合わせ面となる表面を $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$ 研磨すれば、酸化性雰囲気下での熱処理で形成される酸化膜直下の欠陥を確実に除去することができる。

[0014] また、前記剥離ウェーハを、SOIウェーハの製造の際にボンドウェーハとして再利用することが好ましい。

[0015] 本発明の製造方法で副生された剥離ウェーハは、本発明における酸化性雰囲気下での熱処理及び表面研磨により欠陥が十分に消滅しているため、これをボンドウェーハとして再利用すれば、生産性良く、低コストで高品質のSOIウェーハを製造することができる。

[0016] また、前記準備するシリコンウェーハとして、初期酸素濃度が 14 ppm 以下のN領域(NPC)のウェーハ又は初期酸素濃度が 7 ppm 以下の窒素ドープウェーハを用いることが好ましい。

[0017] このようなウェーハを用いれば、SOIウェーハの製造工程の酸化熱処理(SOIウェーハの埋め込み酸化膜となる酸化膜を形成するための熱処理)を繰り返し行っても、HF欠陥が殆ど形成されない。

[0018] 更に、前記窒素ドープウェーハとして、窒素濃度が $1 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ の窒素ドープウェーハを用いることが好ましい。

[0019] このような窒素濃度の窒素ドープウェーハを用いれば、本発明における酸化性雰囲気下での熱処理及び表面研磨により、バルク中までHF欠陥の原因となる酸素析出核や酸素析出物等を完全に消滅させることができる。

発明の効果

[0020] 以上説明したように、本発明によれば、ボンドウェーハの酸素析出関連欠陥を十分に消滅させることができるため、HF欠陥の発生を抑制することができる。そのため、SOIウェーハの製造工程中の熱処理(SOIウェーハ

の埋め込み酸化膜となる酸化膜を形成するための熱処理)を行っても、HF欠陥が発生、成長しないボンドウェーハとすることができ、SOI層に欠陥等の不良がほとんどなく、電気特性に優れた高品質のSOIウェーハを効率的に製造することができる。また、イオン注入剥離法において副産物として生成される剥離ウェーハをボンドウェーハとして何度も再利用することができるため、コストを削減でき経済的である。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明のSOIウェーハの製造方法の実施態様の一例を示すフロー図である。

[図2]実施例1、比較例1～3における再生回数別のHF欠陥密度を示すグラフである。

[図3]実施例2におけるHF欠陥密度を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明についてより詳細に説明する。

前述のように、従来SOIウェーハの製造においては、SOIウェーハ製造工程の酸化熱処理により中心部にHF欠陥が検出されることがあった。また、剥離したウェーハをボンドウェーハとして再利用する際には、その都度、又は少なくとも欠陥が確認された場合には熱処理を行い、表層の欠陥を消滅させる必要があった。

[0023] そこで、本発明者らは、欠陥等の不良のほとんどないSOIウェーハを製造することができ、イオン注入剥離法において副産物として生成される剥離ウェーハをボンドウェーハとして再利用する際に、剥離ウェーハの表層の結晶欠陥を消滅させる熱処理を頻繁に行わなくとも、HF欠陥が形成されない条件を検討した。尚、HF欠陥とは、SOIウェーハをHF溶液に浸漬することで検出されるSOI層中の結晶欠陥の総称であり、SOI層を貫通する欠陥部分を通してHF溶液が埋め込み酸化膜層をエッチングしてできた空洞を検出するものである。

[0024] その結果、埋め込み酸化膜となる酸化膜の形成工程前に、ボンドウェーハ

として準備したシリコンウェーハに対し、前処理として酸素雰囲気下、 $1100^{\circ}\text{C}\sim 1250^{\circ}\text{C}$ の温度で30分～120分間熱処理を施し、表面研磨を行うと、この最初の1回の熱処理（以下、便宜上「本発明の熱処理」ということもある）のみでSOIウェーハの製造工程の酸化熱処理を繰り返し行ってもHF欠陥が形成されないことを知見し、本発明を完成させた。

[0025] 以下、本発明について、実施態様の一例として、図を参照しながら詳細に説明するが、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SOIウェーハの製造方法の実施態様の一例を示すフロー図である。

まず、本発明の製造方法では、ボンドウェーハ1として、チョクラルスキー法により育成されたシリコン単結晶インゴットから切り出されたシリコンウェーハを準備する（図1（a））。

[0026] この準備するシリコンウェーハ（ボンドウェーハ1）としては、少なくとも一方の表面が鏡面研磨されたシリコンウェーハ等を挙げることができ、本発明においては、初期酸素濃度が 14 ppm a （JEIDA（日本電子工業振興協会）による換算係数を使用した値である。なお、JEIDAは現在JEITA（日本電子情報技術産業協会）に改名された）以下のN領域（NPC）のウェーハ又は初期酸素濃度が 7 ppm a （JEIDA）以下の窒素ドープウェーハを用いることが特に好ましい。

[0027] このように、N領域（NPC）のウェーハは初期酸素濃度が 14 ppm a （JEIDA）以下、窒素ドープウェーハではN領域ウェーハでなくても初期酸素濃度が 7 ppm a （JEIDA）以下であれば、SOIウェーハの製造工程の酸化熱処理を繰り返し行っても、当初本発明の熱処理をすることで、HF欠陥が形成されることが殆どない。

[0028] 特に、窒素ドープすると低酸素濃度のウェーハでは欠陥サイズが小さくなり、N領域のウェーハでなくても上記熱処理によりバルク中までHF欠陥の原因となる酸素析出核や酸素析出物等を完全に消滅させることができる。

窒素ドープウェーハを用いる場合には、窒素濃度が $1\times 10^{13}\sim 1\times 10^{11}$

5 atoms/cm^3 の窒素ドープウェーハを用いることがより好ましい。

[0029] 次に、前記準備したシリコンウェーハに酸化性雰囲気下で $1100^\circ\text{C} \sim 1250^\circ\text{C}$ の温度で30分～120分間の熱処理を施す（図1（b））。

酸化性雰囲気としては、酸素雰囲気や、酸素ガスと希ガス等の混合ガス（この場合、酸素ガスの含有率は50%を超えるものとする）を用いることができる。どのような雰囲気で熱処理するかは使用するボンドウェーハの特性に従い適宜選択すればよいが、効率よく欠陥を消滅させることができることから、酸素雰囲気（酸素ガス100%）が特に好ましい。

[0030] このような熱処理は、例えば抵抗加熱熱処理炉で行うことができる。

熱処理の際の温度は $1100^\circ\text{C} \sim 1250^\circ\text{C}$ 、時間は30分～120分間である。

[0031] このように、 1100°C 以上の高温で30分以上の熱処理を行えば、一度の熱処理でバルク中の酸素析出核及び酸素析出物等を完全に消滅させることができ、その後の剥離ウェーハをボンドウェーハとして再利用する工程において、表層の欠陥を消滅させるための熱処理をその都度行う必要はないので、工程の簡略化を実現することができる。

[0032] 一方、 1250°C を超える熱処理はボンドウェーハに負担となり、スリップ転位の発生や不純物汚染の問題が生じる。また、120分程度熱処理を行えばバルク中の欠陥まで消滅させることができるため、熱処理による効果や効率等の観点から、熱処理は 1250°C 以下で120分以下とする。

好ましくは、 $1170^\circ\text{C} \sim 1200^\circ\text{C}$ 、60分～120分である。

[0033] このように、酸化性雰囲気下で $1100^\circ\text{C} \sim 1250^\circ\text{C}$ の温度で30分～120分間の熱処理を施すと、熱処理により格子間シリコンが注入され、バルク中の空孔が対消滅してHF欠陥の原因となる酸素析出核や酸素析出物等を減少させることができるので有効である。

[0034] 一方、このような酸化性雰囲気下での熱処理を行うと、酸化によるバルク析出を消滅すると同時に、酸化膜直下の表層付近（厚さは熱処理温度及び基板酸素固溶度に依存する）は酸素の内方拡散に伴い、結晶欠陥が成長（CO

P内面酸化膜が厚くなり、空洞内面に酸化膜が形成され、BMDも成長）して、欠陥が顕在化する傾向がある。そのため、前記熱処理後に、シリコンウェーハの貼り合わせ面となる表面を研磨する工程（図1（d））を行う必要がある。

[0035] このシリコンウェーハの貼り合わせ面となる表面の研磨代は、適宜決定することができるが、通常表面から0.2 μm 程度行えば十分であり、0.1～0.2 μm の研磨代とすることがより好ましい。

[0036] 尚、図1（b）に示すように、本発明の熱処理により、酸化膜2が形成される場合もあるので、このような場合には、酸化膜2を除去した後（図1（c））、図1（d）の研磨を行っても良い。

酸化膜2の除去は、エッチング等により行うことができる。また、上述の研磨の際、先に酸化膜を研磨により除去してから、シリコンウェーハ（ボンドウエーハ1）の貼り合わせ面の研磨を連続して行っても良い。

[0037] 次に、シリコンウェーハ（ボンドウエーハ1）にSOIウェーハの埋め込み酸化膜8となる酸化膜3を形成する（図1（e））。酸化膜3は、例えば900～1200℃程度の温度で5～6時間熱処理を行うことにより、形成することができる。図1（e）の場合は、シリコンウェーハ（ボンドウエーハ1）の表面全体に酸化膜3が形成されているが、貼り合わせ面のみに酸化膜3を形成しても良い。

[0038] 次に、該酸化膜3を形成したシリコンウェーハの貼り合わせ面となる表面から前記酸化膜3を通してイオン注入を行って、前記シリコンウェーハ中にイオン注入層4を形成する（図1（f））。

イオン注入層4の深さは、イオン注入エネルギーにより決定される。従って、深く注入するためには大きな注入エネルギーが必要とされるが、通常の場合、酸化膜3表面から深くても2 μm 程度であり、1 μm 以下の深さに注入することが多い。

[0039] 次に、該イオン注入層4を形成したシリコンウェーハ（ボンドウエーハ1）とベースウェーハ5（ベースウェーハ5としては、特に限定されず、例え

ばシリコンウェーハ等を準備することができる)を、酸化膜3を介して、前記イオン注入層4側を貼り合わせる(図1(g))。その後、剥離のための熱処理を行うことによって、前記シリコンウェーハ(ボンドウェーハ1)を前記イオン注入層4で剥離して剥離ウェーハ6とSOIウェーハ7とに分離させる(図1(h))。また、ボンドウェーハ1とベースウェーハ5とを貼り合わせる前に、どちらか一方又は両方のウェーハの貼り合わせ面にプラズマ処理を施して結合強度を高めることによって、剥離熱処理を省略し、機械的に剥離させることもできる。

[0040] そして、必要に応じて、結合強度を高めるための結合熱処理や、分離したSOIウェーハ7の表面を研磨等することで、欠陥のないSOI層を有するSOIウェーハを得ることができる(図1(j))。

[0041] また、上記のように本発明の製造方法で副生された剥離ウェーハ6を、他のSOIウェーハの製造において、ボンドウェーハとして再利用することが好ましい。

[0042] 前述したように、本発明の熱処理及び表面研磨を行ったボンドウェーハは、酸素析出核や酸素析出物等が殆ど存在しておらず、即ち、1 μ m程度のSOI層が剥離された後の剥離ウェーハであっても、酸素析出核、酸素析出物等が殆ど存在していない。従って、剥離ウェーハ6を少ない研磨代で研磨する(図1(i))だけで、再びボンドウェーハとして使用することができるため、生産性良く低コストでSOIウェーハを製造できる。

[0043] 剥離面を研磨するに際し、剥離面の研磨代は特に限定されないが、剥離面周辺部に形成されている段差とイオン注入層の歪を確実に除去し、結合不良の発生を十分に抑制するため、研磨代としては3 μ m以上、好ましくは5 μ mより多く研磨することが望ましい。

[0044] 上記のように再生処理としての剥離面の研磨を行った剥離ウェーハ6をボンドウェーハとして、再度、図1(e)～(g)の工程を行う。このように、本発明によれば、剥離ウェーハ6をボンドウェーハとして再利用する際に再度熱処理工程(b)を行わなくとも、HF欠陥が生じることのないSOI

ウェーハを製造することができる。また、このSOIウェーハ製造後の剥離ウェーハを再度上記の再生処理（研磨処理）を施して再利用する等、複数回再利用することもできる。これにより、低コストで高品質のSOIウェーハを製造することができる。

実施例

[0045] 以下、実施例及び比較例を示して本発明をより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、比較例1～3）

抵抗加熱処理の効果の証明

直径200mm、N領域（NPC）、初期酸素濃度12ppmaのシリコンウェーハに、前処理なし（条件1）、RTA（条件2）、抵抗加熱処理（条件3）、又は抵抗加熱処理＋研磨（条件4）を行った後、（1）900℃／6hrsの酸化熱処理を行い、（2）HFで酸化膜を除去（擬似剥離）した後に、（3）KLAテンコール社製SP1で65nm以上の表面のHF欠陥密度を測定し、（4）その後5μm研磨して、これを再生回数0回目とし、更に（1）～（4）を繰り返すことで擬似的にボンドウェーハの再利用工程を行い再生回数別のHF欠陥密度を比較した。結果を図2に示す。

[0046] 尚、（2）の「擬似剥離」とは、SOIウェーハの製造工程にて行われる剥離工程（ベースウェーハとの貼り合わせ＋イオン注入層での剥離）を、（1）の酸化熱処理後にボンドウェーハの酸化膜をHFで除去する工程に置き換えたものであり、このように置き換えて評価しても、実際のSOIウェーハのHF欠陥密度を測定した結果と同様の傾向が得られることがわかっている。

[0047] （比較例1）

条件1：NPC＋熱処理なし

（比較例2）

条件2：NPC＋RTA（Ar雰囲気、昇温速度50℃／秒、最高温度1250℃、保持時間10秒）

(比較例3)

条件3：NPC+抵抗加熱（Ar雰囲気、1200℃、60分）

(実施例1)

条件4：NPC+抵抗加熱（酸素雰囲気、1200℃、60分）+0.1μm表面研磨

[0048] 図2に示すように、条件1のNPC+熱処理なし（前処理として全く熱処理を行わなかった比較例1）では、再生回数0回目よりHF欠陥が検出された。再生回数2回目までは問題ない程度であったものの、再生回数を増やすに従いHF欠陥密度が増加した。条件2のNPC+RTA（前処理としてRTA処理を行った比較例2）では、再生回数4回目よりHF欠陥が検出され、再生回数5回目までは問題ない程度であったものの、その後再生回数を増やすに従いHF欠陥密度が増加した。条件3のNPC+抵抗加熱（前処理としてAr雰囲気下での熱処理を行った比較例3）では、再生回数1回目よりHF欠陥が検出された。再生回数3回目までは問題ない程度であったものの、再生回数を増やすに従いHF欠陥密度が増加した。

[0049] 一方、条件4のNPC+抵抗加熱（前処理として酸素雰囲気下での熱処理及び0.1μm表面研磨を行った実施例1）では、再生回数を増やしても、HF欠陥は殆ど検出されず、低いままの状態を保っていた。

[0050] (実施例2)

窒素ドープウェーハ及びNPCウェーハの初期酸素濃度の違いによる効果の検証

直径200mm、窒素濃度 $5 \times 10^{13} \text{ atoms/cm}^3$ 、初期酸素濃度3～17ppmaのウェーハ、及び直径200mm、N領域（NPC）、初期酸素濃度3～17ppmaのウェーハに、酸素雰囲気下で1200℃、60分間の熱処理を行い、その後、実施例1と同様に擬似的な再生方法を5回繰り返し、HF欠陥密度を測定した。結果を図3に示す。

[0051] その結果、いずれのウェーハにおいても、HF欠陥は問題ない程度であった。中でも、窒素ドープウェーハでは初期酸素濃度が7ppma以下、NP

Cウェーハでは初期酸素濃度が14 ppm以下においては、HF欠陥は殆ど検出されなかった。

[0052] (実施例3)

SOIウェーハの製造1

ボンドウエーハとして、直径200mm、N領域(NPC)、初期酸素濃度12 ppmの鏡面研磨されたシリコンウェーハを準備し、ボンドウエーハの欠陥消滅のための熱処理を、酸素雰囲気中で1200℃、60分行った後、HFでエッチングして酸化膜を除去してから貼り合わせ面となる表面を0.1 μm研磨した。そして、(i) 900℃/6hrsの酸化熱処理を行って酸化膜を形成した後、(ii) この酸化膜を通して水素イオンを注入(注入条件は、加速エネルギー70 keV、注入量 $6 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ である)し、(iii) イオン注入したボンドウエーハを、ベースウェーハ(シリコンウェーハ)と室温で貼り合わせた後、500℃、30分の剥離熱処理を加えることにより、イオン注入層で剥離し、SOIウェーハを作製した。

[0053] この際、SOIウェーハから分離した剥離ウェーハが副生された。この剥離ウェーハを用いて、上記(i) ~ (iii)を繰り返した。

再生回数5回目のHF欠陥を測定した結果、HF欠陥は問題のないレベルであった。

[0054] また、得られたSOIウェーハも、SOI層に欠陥等の不良がなく、電気特性に優れた高品質のものであった。

[0055] (実施例4)

SOIウェーハの製造2

ボンドウエーハとして、直径200mm、窒素ドーパ(窒素濃度 $5 \times 10^{13} \text{ atoms} / \text{cm}^3$)、初期酸素濃度6 ppmの鏡面研磨されたシリコンウェーハを準備した以外は、実施例3と同様にして、SOIウェーハを作製した。

[0056] 再生回数5回目のHF欠陥を測定した結果、HF欠陥は問題のないレベルであった。

また、得られたＳＯＩウェーハは、ＳＯＩ層に欠陥等の不良がなく、電気特性に優れた高品質のものであった。

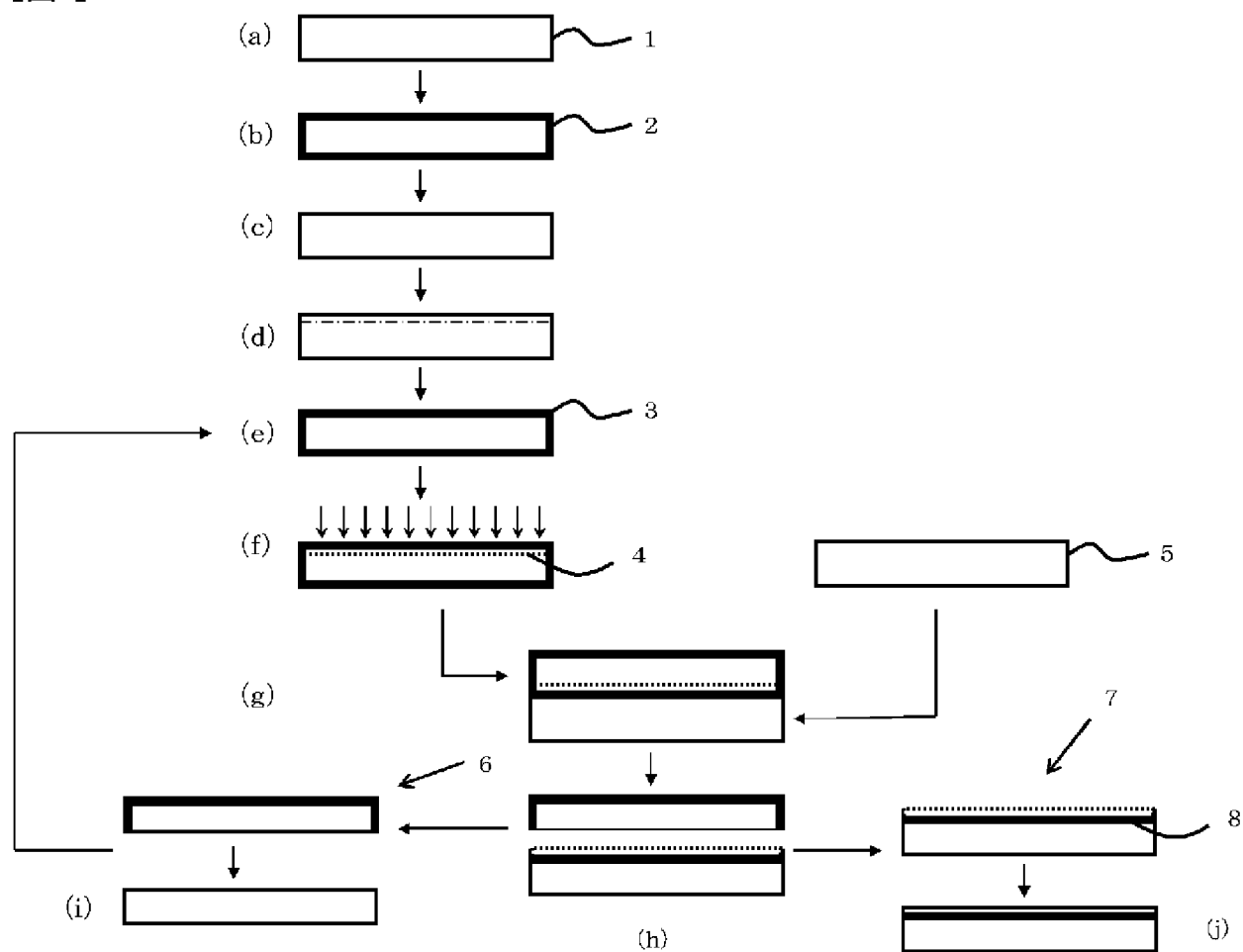
[0057] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

請求の範囲

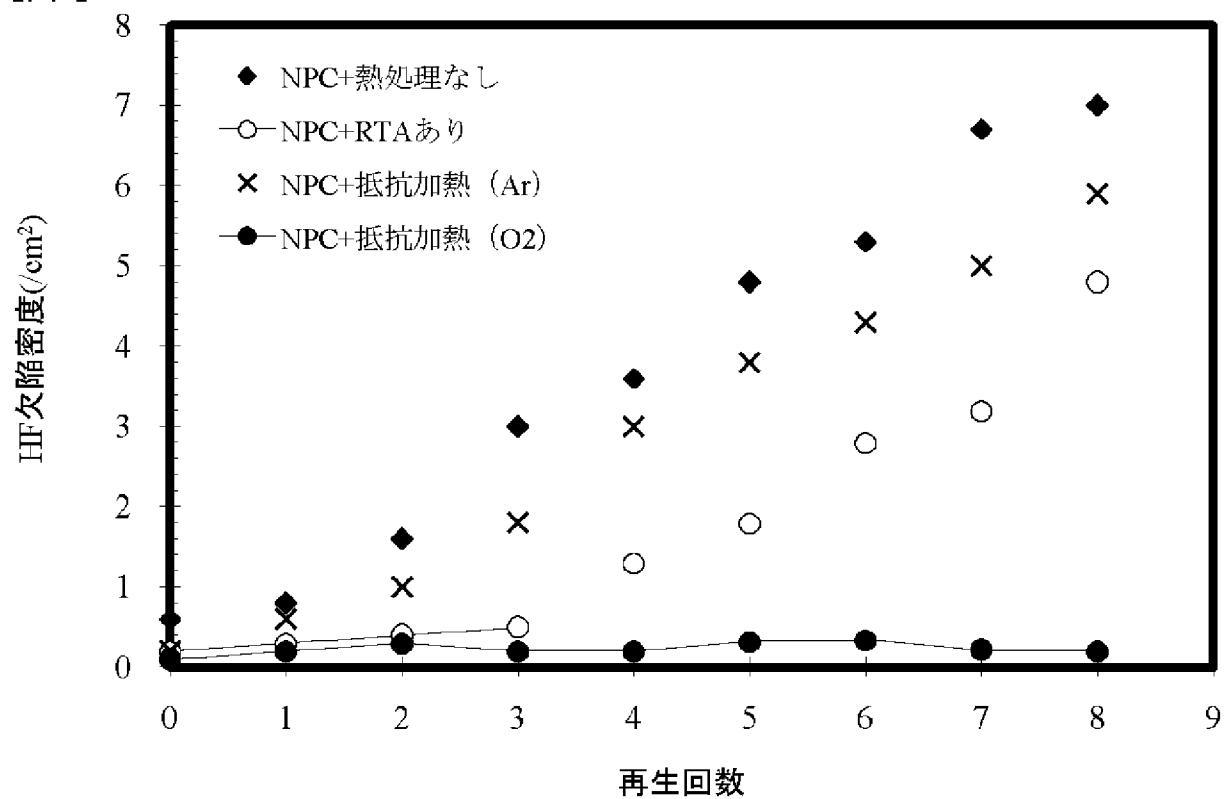
- [請求項1] チョクラルスキー法により育成されたシリコン単結晶インゴットから切り出されたシリコンウェーハをボンドウェーハとして準備する工程と、該準備したシリコンウェーハに酸化膜を形成する工程と、該酸化膜を形成したシリコンウェーハの貼り合わせ面となる表面から前記酸化膜を通してイオン注入を行って、前記シリコンウェーハ中にイオン注入層を形成する工程と、該イオン注入層を形成したシリコンウェーハとベースウェーハを貼り合わせて、前記シリコンウェーハを前記イオン注入層で剥離して剥離ウェーハとSOIウェーハとに分離させる工程とを含むSOIウェーハを製造する方法であって、
- 前記酸化膜形成工程の前に、前記準備したシリコンウェーハに酸化性雰囲気下で $1100^{\circ}\text{C}\sim 1250^{\circ}\text{C}$ の温度で30分～120分間の熱処理を施す工程、及び該熱処理後のシリコンウェーハの貼り合わせ面となる表面を研磨する工程を行うことを特徴とするSOIウェーハの製造方法。
- [請求項2] 前記研磨工程において、前記熱処理後のシリコンウェーハに形成された酸化膜を除去した後、貼り合わせ面となる表面を $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$ 研磨することを特徴とする請求項1に記載のSOIウェーハの製造方法。
- [請求項3] 前記剥離ウェーハを、SOIウェーハの製造の際にボンドウェーハとして再利用することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のSOIウェーハの製造方法。
- [請求項4] 前記準備するシリコンウェーハとして、初期酸素濃度が 14ppm a以下のN領域(NPC)のウェーハ又は初期酸素濃度が 7ppm a以下の窒素ドープウェーハを用いることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載のSOIウェーハの製造方法。
- [請求項5] 前記窒素ドープウェーハとして、窒素濃度が $1\times 10^{13}\sim 1\times 10^{15}\text{atoms}/\text{cm}^3$ の窒素ドープウェーハを用いることを特徴と

する請求項4に記載のSOIウェーハの製造方法。

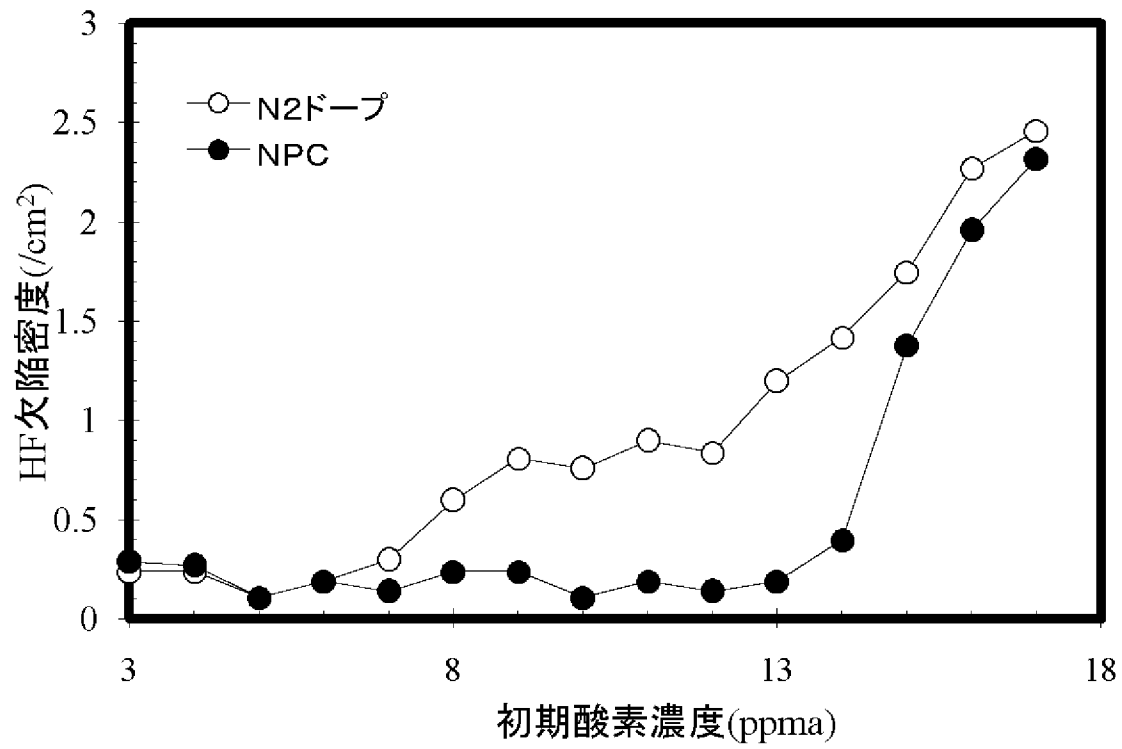
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/005396

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/02(2006.01)i, C30B29/06(2006.01)i, C30B31/22(2006.01)i, C30B33/02(2006.01)i, H01L21/265(2006.01)i, H01L21/324(2006.01)i, H01L27/12(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)

H01L21/02, C30B29/06, C30B31/22, C30B33/02, H01L21/265, H01L21/324, H01L27/12

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 Y	WO 2004/073057 A1 (Sumitomo Mitsubishi Silicon Corp.), 26 August 2004 (26.08.2004), page 19, line 22 to page 21, line 4; page 12, line 26 to page 13, line 8 & US 2005/0229842 A1 & EP 1513193 A1 & KR 10-2005-0111528 A & CN 1692482 A	1-3 4, 5
Y	JP 2012-153548 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 16 August 2012 (16.08.2012), paragraphs [0020] to [0031] & WO 2012/101957 A1	4, 5



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

"I" 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
07 November, 2013 (07.11.13)

Date of mailing of the international search report
19 November, 2013 (19.11.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/02(2006.01)i, C30B29/06(2006.01)i, C30B31/22(2006.01)i, C30B33/02(2006.01)i,
H01L21/265(2006.01)i, H01L21/324(2006.01)i, H01L27/12(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. H01L21/02, C30B29/06, C30B31/22, C30B33/02, H01L21/265, H01L21/324, H01L27/12

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 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 Y	WO 2004/073057 A1（三菱住友シリコン株式会社）2004. 08. 26, 第 19 頁第 22 行～第 21 頁第 4 行, 第 12 頁第 26 行～第 13 頁第 8 行 & US 2005/0229842 A1 & EP 1513193 A1 & KR 10-2005-0111528 A & CN 1692482 A	1-3 4, 5
Y	JP 2012-153548 A（信越半導体株式会社）2012. 08. 16, 段落 0020-0031 & WO 2012/101957 A1	4, 5

☐ 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

0 7 . 1 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 9 . 1 1 . 2 0 1 3

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）

綿引 隆

5 F

2 9 3 4

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