

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年12月6日 (06.12.2001)

PCT

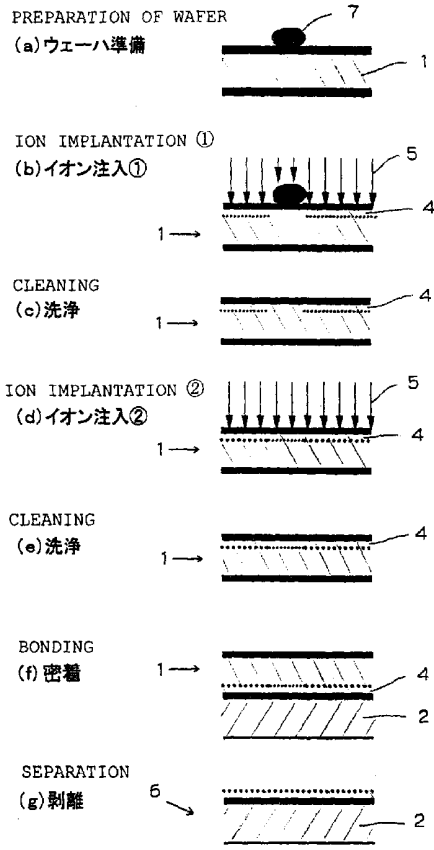
(10) 国際公開番号
WO 01/93334 A1

- | | | |
|--|-------------------------|---|
| (51) 国際特許分類: | H01L 27/12 | [JP/JP]; 〒100-0005 東京都千代田区丸の内1丁目4番2号 Tokyo (JP). |
| (21) 国際出願番号: | PCT/JP01/04499 | (72) 発明者; および |
| (22) 国際出願日: | 2001年5月29日 (29.05.2001) | (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中野正剛 (NAKANO, Masatake) [JP/JP]. 横川 功 (YOKOKAWA, Isao) [JP/JP]. 三谷 清 (MITANI, Kiyoshi) [JP/JP]; 〒379-0196 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). |
| (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2000-160499 2000年5月30日 (30.05.2000) JP | | (74) 代理人: 好宮幹夫 (YOSHIMIYA, Mikio); 〒111-0041 東京都台東区元浅草2丁目6番4号 上野三生ビル4F Tokyo (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.) | | (81) 指定国 (国内): JP, KR, US. |

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING BONDED WAFER AND BONDED WAFER

(54) 発明の名称: 貼り合わせウエーハの製造方法および貼り合わせウエーハ



(57) Abstract: A method for producing a bonded wafer comprising an ion implanting step of forming a micro bubble layer (implantation layer) in a first wafer by implanting at least one of hydrogen ions and rare gas ions at least from the surface of the first wafer, a bonding step for bringing the surface of the first wafer subjected to the ion implantation into close contact with the surface of a second wafer, and a separating step for separating the first wafer at the micro bubble layer, characterized in that ion implantation at the ion implanting step is performed a plurality of times. Such a bonded wafer, a method for producing a bonded wafer for reducing micro voids generated by ion-implantation separation method, and a bonded wafer having no micro void are also disclosed.

[続葉有]



WO 01/93334 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約:

本発明は、少なくとも第1ウエーハの表面より水素イオンまたは希ガスイオンの少なくとも一方を注入することにより第1ウエーハ内部に微小気泡層（注入層）を形成するイオン注入工程と、前記第1ウエーハのイオン注入が行われた表面と第2ウエーハの表面とを密着させる密着工程と、前記微小気泡層で第1ウエーハを剥離する剥離工程とを有する貼り合わせウエーハの製造方法において、前記イオン注入工程を複数回に分割して行うことを特徴とする貼り合わせウエーハの製造方法および貼り合わせウエーハである。これにより、イオン注入剥離法で発生するマイクロボイドを低減するための貼り合わせウエーハの製造方法、およびマイクロボイドの存在しない貼り合わせウエーハが提供される。

明 細 書

貼り合わせウエーハの製造方法および貼り合わせウエーハ

5 技術分野

本発明は、水素または希ガスイオンを注入したウエーハを他のウエーハに貼り合わせた後に、注入層で剥離する貼り合わせウエーハの製造方法に関し、特に、マイクロボイドと呼ばれる欠陥のない貼り合わせウエーハの製造方法およびその貼り合わせウエーハに関する。

10

背景技術

貼り合わせ法を用いた貼り合わせSOI (silicon on insulator) ウエーハの作製方法として、2枚のシリコンウエーハをシリコン酸化膜を介して貼り合わせる技術は、例えば特公平5-46086号公報に開示されている様に、少なくとも一方のウエーハに酸化膜を形成し、接合面に異物を介在させることなく相互に密着させた後、200～1200℃の温度で熱処理して結合強度を高める方法が、従来より知られている。

このように熱処理を行なうことにより結合強度が高められた貼り合わせウエーハは、その後の研削研磨工程が可能となるため、素子作製側ウエーハを研削及び研磨により所望の厚さに減厚加工することにより、素子形成を行なうSOI層を形成することができる。

このようにして作製された貼り合わせSOIウエーハは、SOI層の結晶性に優れ、SOI層直下に存在する埋め込み酸化膜の信頼性も高いという利点はあるが、研削及び研磨により薄膜化しているため、薄膜化に時間がかかる上、材料が無駄になり、しかも膜厚均一性は高々目標膜厚 $\pm 0.3 \mu\text{m}$ 程度しか得られなかった。

一方、近年の半導体デバイスの高集積化、高速度化に伴い、SOI層の厚さは更なる薄膜化と膜厚均一性の向上が要求されており、具体的には $0.1 \pm 0.01 \mu\text{m}$ 程度の膜厚及び膜厚均一性が必要とされている。

このような膜厚及び膜厚均一性をもつ薄膜SOIウエーハを貼り合わせウエーハで実現するためには従来の研削・研磨での減厚加工では不可能であるため、新たな薄膜化技術として、特開平5-211128号公報に開示されているイオン注入剥離法あるいは水素イオン剥離法と呼ばれる方法が開発された。

- 5 このイオン注入剥離法による貼り合わせSOIウエーハの作製方法は、二枚のシリコンウエーハのうち少なくとも一方に酸化膜を形成するとともに、一方のシリコンウエーハ（ボンドウエーハとも呼ぶ）の上面から水素イオンまたは希ガスイオンを注入し、該シリコンウエーハ内部に微小気泡層（封入層）を形成させた後、該イオン注入面を酸化膜を介して他方のウエーハ（ベースウエーハとも呼ぶ）
- 10 と密着させ、その後熱処理（剥離熱処理）を加えて微小気泡層を劈開面（剥離面）として一方のウエーハを薄膜状に剥離し、さらに熱処理（結合熱処理）を加えて強固に結合してSOIウエーハとする技術である。

- この方法では、剥離面は良好な鏡面であり、SOI層の膜厚均一性が極めて高いSOIウエーハが比較的容易に得られる上、剥離した一方のウエーハを再利用
- 15 できるので、材料を有効に使用できるという利点も有する。

- また、この方法は、酸化膜を介さずに直接シリコンウエーハ同士を結合することもできるし、シリコンウエーハ同士を結合する場合だけでなく、シリコンウエーハにイオン注入して、石英、サファイア、窒化珪素、窒化アルミニウム等の熱膨張係数の異なる絶縁性ウエーハと結合したり、絶縁性ウエーハにイオン注入し
- 20 て他のウエーハと結合することにより、これらの薄膜を有するウエーハを作製する場合にも用いられる。

さらに最近では、イオン注入剥離法の一つではあるが、注入される水素イオンを励起してプラズマ状態で注入することにより、剥離工程を室温で行うことができる技術も開発されている。

- 25 このイオン注入剥離法は、貼り合わせSOIウエーハの製造方法として極めて優れた方法であるが、これらのSOIウエーハを量産レベルで歩留まり良く生産するためには、貼り合わせ界面に発生するボイドと呼ばれる結合不良を低減する必要があるのである。

イオン注入剥離法を用いない通常の貼り合わせウエーハに発生し易いボイドの

主な発生原因は、貼り合わせ面に付着したパーティクルであることがわかっており、特許第2675691号公報によれば、そのパーティクルの粒径が $0.5\mu\text{m}$ 以上であればボイドが発生することが記載されている。すなわち、2枚のウエーハを結合した際に、このようなパーティクルが貼り合わせ面に存在すると、貼り合わせ界面には未結合部分（ボイド）が形成される。形成されるボイドの大きさはほぼ円形状の直径約 0.5mm ～数 10mm 程度のものであるため、ウエーハを室温で貼り合せたままの状態あるいは結合を強化する熱処理を加えた後でも、X線トポグラフ、超音波探傷計、赤外干渉法等で観察が可能である。従って、このようなボイドを低減するためには、貼り合わせる面に付着しているパーティクルを除去するためのウエーハ洗浄を行って、パーティクルを極力除去してから貼り合わせを行えばよい。

しかしながら、イオン注入剥離法を用いた貼り合わせウエーハの場合、剥離工程後の貼り合わせウエーハ表面を詳細に観察したところ、通常の貼り合わせウエーハに見られる直径約 0.5mm ～数 10mm 程度のボイドが全く発生していても、それより格段に小さいサイズ（直径約数 μm ～数 $10\mu\text{m}$ 、あるいはそれ以下）の結合不良部（以下、これをマイクロボイドと呼ぶ）が発生する場合があることがわかった。

発明の開示

そこで、本発明は、イオン注入剥離法で発生するこのようなマイクロボイドを低減するための貼り合わせウエーハの製造方法、およびマイクロボイドの存在しない貼り合わせウエーハを提供することを目的とする。

上記課題を解決するために、本発明に係る貼り合わせウエーハの製造方法は、少なくとも第1ウエーハの表面より水素イオンまたは希ガスイオンの少なくとも一方を注入することにより第1ウエーハ内部に微小気泡層（注入層）を形成するイオン注入工程と、前記第1ウエーハのイオン注入が行われた表面と第2ウエーハの表面とを密着させる密着工程と、前記微小気泡層で第1ウエーハを剥離する剥離工程とを有する貼り合わせウエーハの製造方法において、前記イオン注入工程を複数回に分割して行うことを特徴としている。

このように、イオン注入工程を複数回に分割して行えば、マイクロボイドの発生起因となるイオン注入面に付着したパーティクルの直下にできるイオン注入の影となる部分にも気泡が次第に拡散してイオン濃度の著しく少ない領域が縮小し、剥離熱処理による剥離不良もなくマイクロボイドの発生を防止することができる。

5 この場合、前記複数のイオン注入工程間に少なくとも1回のウエーハ洗浄工程を行うことが好ましい。

このように、複数のイオン注入工程間に少なくとも1回のウエーハ洗浄工程を行えば、イオン注入面に付着したパーティクルが除去されるので、イオン注入の障害を排除することができ、剥離熱処理による剥離不良もなくマイクロボイドの

10 発生を防止することができる。

さらにこの場合、前記複数のイオン注入工程における注入イオンの注入角度を変えてイオン注入を行うことが好ましい。

このように、複数のイオン注入工程における注入イオンの注入角度を変えてイオン注入を行えば、たとえウエーハ表面にパーティクルが付着していたとしても、

15 パーティクル下のイオンの未注入領域（影の部分）を縮小することができ、均一に剥離することができる。

そして本発明の製造方法においては、第1ウエーハとしてシリコン単結晶ウエーハを用いることができる。

このように、第1ウエーハとしてシリコン単結晶ウエーハを用いれば、膜厚が

20 極めて均一なSOI層を有するSOIウエーハを低コストで作製できるので、各種デバイスへ広範囲に適用することができる。

また、イオン注入前の第1ウエーハの表面に予め酸化膜を形成するのが好ましい。

これは、イオン注入前の表面に熱酸化膜、あるいはCVD酸化膜等を形成して

25 おくと、イオン注入時にチャネリング現象による注入プロファイルの悪化（深さ方向の広がり）を低減することができるし、第2ウエーハとの結合時にボイド（未結合部）の発生を低減できるからである。

また、本発明では、第2ウエーハとしてシリコン単結晶ウエーハを用いることができる。

第2ウエーハ、すなわちベースウエーハとしてシリコン単結晶ウエーハを用いれば、平坦度に優れたウエーハが得られ、しかも直径200mmや300mmあるいはそれ以上の大口径ウエーハも得ることができる。

さらに、密着前の第2ウエーハの表面に予め酸化膜を形成するようにしてもよい。

このように、第2ウエーハ表面に熱酸化膜、あるいはCVD酸化膜等を形成しておくことにより、第1ウエーハとの結合によるボイドの発生を低減することができる。

そして、本発明の方法によって、マイクロボイドの発生を低減した極めて高品質な貼り合わせウエーハを得ることができる。

このように、本発明によれば、イオン注入剥離法においてマイクロボイドの存在しない貼り合わせウエーハを提供することができる。

さらに本発明に係る貼り合わせウエーハは、水素イオンまたは希ガスイオンの少なくとも一方が注入された微小気泡層（注入層）を有する第1ウエーハに、該第1ウエーハのイオン注入された面に第2ウエーハを密着し、前記第1ウエーハの微小気泡層で剥離させた貼り合わせウエーハであって、イオン注入面に付着したパーティクルに起因するマイクロボイドが存在しないことを特徴としている。

このように、本発明では特に、イオン注入剥離法によって作製したウエーハであって、イオン注入面に付着したパーティクルに起因するマイクロボイドが存在しない貼り合わせウエーハを提供することができる。

以上に説明したように、本発明のイオン注入剥離法によれば、イオン注入面に付着したパーティクルに起因して発生するマイクロボイドを低減させあるいはなくすことができ高品質貼り合わせウエーハを容易に製造することができる。

25 図面の簡単な説明

図1は、本発明のイオン注入剥離法の工程を示す工程図である。

図2は、本発明のイオン注入剥離法の別の工程を示す工程図である。

図3は、従来のイオン注入剥離法におけるマイクロボイドの発生メカニズムを説明した説明図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

5 本発明者等がイオン注入剥離法におけるマイクロボイドの発生位置について調査したところによれば、発生位置は、貼り合わせ直前、すなわちイオン注入を行わない洗浄工程を通した後に測定したパーティクルの位置と一致するものが多かった。しかし、中には貼り合わせ直前のパーティクルの位置とは無関係に発生するものもあった。

10 そこで次に、イオン注入直後のパーティクルの位置との相関を調査した結果、イオン注入直後のパーティクルの位置と一致するマイクロボイドが存在することが判明した。このような事実に基づいてマイクロボイドの発生原因について検討したところ、以下の見解を得ることができた。図3は、そのマイクロボイドの発生メカニズムを模式的に説明する図である。

15 図3(a)は水素イオン注入を行う直前の第1ウエーハを示している。水素イオン注入の前には第1ウエーハ(ボンドウエーハ)1の洗浄が行なわれているものの、イオン注入装置にセットする間、あるいはイオン注入中に第1ウエーハ表面にパーティクル7が付着することがある。パーティクル7が付着した状態でイオン注入が行われると図3(b)のように、パーティクルの影になる部分に水素
20 イオン5が注入されない領域が発生する。

そして、イオン注入後の第1ウエーハを洗浄することにより図3(c)のように第1ウエーハ表面に付着していたパーティクルを除去することが可能であるが、第2ウエーハ(ベースウエーハ)2と密着させた後(図3(d))、剥離熱処理を行って剥離したとしても、イオン注入が行われなかった領域には剥離に必要な微小気泡層(注入層)4が形成されていないため、その部分での剥離が発生せず、
25 結合面で剥がれてしまう(図3(e))。このようにして、剥離後の貼り合わせウエーハ6の表面にマイクロボイド8が発生するものと考えられる。

すなわち、イオン注入時に第1ウエーハ表面に付着しているパーティクルを皆無にすればこのようなマイクロボイドの発生を完全に防ぐことができることにな

るが、そのようなパーティクルを皆無にすることは極めて困難である。そこで、イオン注入を分割して行うことを発想した。

つまり、イオン注入を複数回に分けて行い、各注入工程のトータルの注入線量が剥離に必要な注入線量となるように設定し、例えばそれぞれの注入工程間において、少なくとも1回のウエーハ洗浄を行えば、最初の注入工程でパーティクルが付着していたとしても、一旦洗浄してそのパーティクルを除去すれば、再度同一部分にパーティクルが付着する確率は極めて低いので、次の注入により最初の注入工程で注入されなかった領域にもイオンが注入されることになる。

ここで、複数のイオン注入工程間に行うウエーハ洗浄工程では、通常パーティクル除去に用いられるアンモニア、過酸化水素、水系の薬剤洗浄（SC-1）等の薬液を使用する洗浄を用いることができるが、これには限らず、パーティクルの除去が可能であれば、超音波を印加した純水リンスや電解イオン水による洗浄等の薬液を使用しない洗浄を用いてもかまわない。

図1は、イオン注入を2回に分けて行い、その間の工程で洗浄を1回行なった場合の貼り合わせウエーハの製造工程を示している。

図1(a)は第1回目の水素イオン注入を行う直前の第1ウエーハを示しており、水素イオン注入の前に第1ウエーハ1の洗浄が行なわれているが、イオン注入装置にセットする間、あるいはイオン注入中に第1ウエーハ表面にパーティクル7が付着することがある。パーティクル7が付着した状態でイオン注入が行われると図1(b)のように、パーティクル7の影になる部分に水素イオンが注入されない領域が発生する。

そして、第1回目のイオン注入後の第1ウエーハを洗浄することにより図1(c)のように第1ウエーハ表面に付着していたパーティクルが除去され、イオン注入がされていない領域の上のパーティクル7がなくなる。次いで第2回目の水素イオン注入を行えば、パーティクルの影になっていた領域にも十分水素イオンが注入され、剥離に必要な微小気泡層が形成される(図1(d))。その後2回の水素イオン注入を終えた第1ウエーハを洗浄して清浄な表面を確保する(図1(e))。次に第2ウエーハ2と密着させた後(図1(f))、剥離熱処理を行えば、剥離後はマイクロボイドは全く存在しない貼り合わせウエーハ6(図1(g))

を作製することができる。

パーティクルが付着していた領域はトータルの注入線量が完全に注入された領域に比べ少なく、剥離に必要な注入線量に達していない可能性もあるが、元々、そのような領域は極く僅かであるため、ある程度の欠陥層（微小気泡層、注入層）が形成されていれば、その領域の周囲から過剰な気泡が拡散してくる等の理由により、剥離を発生させることができる。

また、分割された各イオン注入工程で注入角度を変えてイオン注入を行うことによっても、パーティクルに起因する未注入領域を縮小することが可能である。この場合、注入する角度を適切に設定すれば、各注入工程間でウエーハ洗浄を行わなくても目的を達成することも出来る。

図2にイオン注入角度を変えた場合の工程を示した。第1回目のイオン注入はパーティクルの左斜め上から注入し（図2（b））、第2回目のイオン注入はパーティクルの右斜め上から注入している状態を表している（図2（c））。

これによって、パーティクルの影となる部分が極めて小さくなり、剥離後にマイクロボイドの発生が見られない（図2（f））。

本発明では、貼り合わせるウエーハとしては、目的に応じて任意に選択することができ、特に限定されるものではないが、例えば、第1ウエーハとしてシリコン単結晶ウエーハを用いれば、膜厚が極めて均一なSOI層を有するSOIウエーハを低コストで作製できるので、各種デバイスへ広範囲に適用することができる。また、シリコンウエーハであれば、大口径化にも適している。

また、第1ウエーハは、注入前に予め表面に酸化膜を形成するのが好ましい。

これは、イオン注入前の表面に熱酸化膜、あるいはCVD酸化膜等を形成しておくこと、イオン注入時にチャネリング現象による注入プロファイルの悪化（深さ方向の広がり）を低減することができるし、第2ウエーハとの結合時にボイド（未結合部）の発生を低減できるからである。

また、本発明では、第2ウエーハとしてシリコン単結晶ウエーハを用いることができるし、目的に応じてシリコン以外のウエーハを用いることもできる。

第2ウエーハ、すなわちベースウエーハとしてシリコン単結晶ウエーハを用いれば、平坦度に優れたウエーハが得られるので、貼り合わせ後のウエーハの平坦

度も向上し、その後のデバイス工程でも好ましいものとなる。しかも直径200 mmや300 mmあるいはそれ以上の大口径ウエーハを得ることも比較的容易である。

さらに、密着前の第2ウエーハの表面に予め酸化膜を形成するようにしてもよい。このように、第2ウエーハ表面に熱酸化膜、あるいはCVD酸化膜等を形成しておくことにより、第1ウエーハとの結合によるボイドの発生を低減することができる。

以下、本発明の実施例と比較例を挙げて本発明を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。

10

(実施例1)

図1に示した工程に従って貼り合わせウエーハを10枚作製した。

(a) 第1ウエーハの準備：直径200 mm、方位<100>、酸化膜厚さ400 nmのシリコン単結晶ウエーハを用意した。

15 (b) 第1回水素イオン注入：注入エネルギー100 keV、注入線量 $5 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ 。

(c) 洗浄：SC-1 ($\text{H}_2\text{O} / \text{H}_2\text{O}_2 / \text{NH}_4\text{OH}$ 系洗浄液、70°C、3分間浸漬)にて洗浄後、超音波リンスにかけ、IPAで乾燥する。

20 (d) 第2回水素イオン注入：注入エネルギー100 keV、注入線量 $3 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ 。

(e) 洗浄：SC-1、SC-2 ($\text{H}_2\text{O} / \text{H}_2\text{O}_2 / \text{HCl}$ 系洗浄液、80°C 3分間浸漬)、SC-1の順に洗浄し、IPAで乾燥する。

(f) 密着：室温にてシリコン単結晶第2ウエーハ(酸化膜なし)と密着させる。

(g) 剥離：窒素雰囲気中、500°Cで30分間熱処理して剥離する。

25 <マイクロボイドの観察>

マイクロボイドは、レーザー等を光源とする光散乱方式のパーティクル測定器を用いて貼り合わせウエーハの表面を測定し、貼り合わせウエーハ面内のパーティクルの座標を得て、散乱光の強度が強くサイズが大きい輝点(パーティクル)として検出されたものを光学顕微鏡で観察することにより、結合不良部すなわち

マイクロボイドとして確認することが可能である。パーティクル測定器で検出された輝点のサイズと光学顕微鏡観察の結果によりある程度の相関関係が得られるので、パーティクル測定器のみによっても簡便な評価は可能である。そこで、測定装置にはパーティクル測定器および光学顕微鏡を使用し、ウエーハ全面を観察した結果、いずれのウエーハにもマイクロボイドは全く観察されなかった。

(実施例 2)

図 2 に示した工程に従って貼り合わせウエーハを 10 枚作製した。

- (a) 第 1 ウエーハの準備：直径 200 mm、方位 $\langle 100 \rangle$ 、酸化膜厚さ 400 nm のシリコン単結晶ウエーハを用意した。
- (b) 第 1 回水素イオン注入：注入角度 15° 、注入エネルギー 100 keV、注入線量 $4 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ 。
- (c) 第 2 回水素イオン注入：注入角度 -15° 、注入エネルギー 100 keV、注入線量 $4 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ 。
- (d) 洗浄：SC-1、SC-2、SC-1 の順に洗浄し、IPA で乾燥する。
- (e) 密着：室温にてシリコン単結晶第 2 ウエーハ（酸化膜なし）と密着させる。
- (f) 剥離：窒素雰囲気中、 500°C で 30 分間熱処理して剥離する。

<マイクロボイドの観察>

- 直径約 $1 \mu\text{m}$ サイズのマイクロボイドの密度は、平均約 3 個 / 直径 200 mm ウエーハと極めて低密度であった。

(比較例 1)

図 3 に示した工程に従って貼り合わせウエーハを 10 枚作製した。

- (a) 第 1 ウエーハの準備：直径 200 mm、方位 $\langle 100 \rangle$ 、酸化膜厚さ 400 nm のシリコン単結晶ウエーハを用意した。
- (b) 水素イオン注入：注入エネルギー 100 keV、注入線量 $8 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ で 1 回で注入した。
- (c) 洗浄：SC-1、SC-2、SC-1 の順に洗浄し、IPA で乾燥する。
- (d) 密着：室温にてシリコン単結晶第 2 ウエーハ（酸化膜なし）と密着させる。

(e) 剥離：窒素雰囲気中、500℃で30分間熱処理して剥離する。

<マイクロボイドの観察>

直径約1μmサイズのマイクロボイドの密度は、平均約28個/直径200mmウエーハと非常に欠陥の多いものであった。

5

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。

10 本発明によれば、イオン注入剥離法によって作製したウエーハであって、前記のシリコン単結晶ウエーハ同士を貼り合わせたもののみならず、SOI層を有するSOIウエーハとすることができるし、シリコン単結晶ウエーハと絶縁ウエーハ、絶縁ウエーハ同士を貼り合わせたウエーハも提供することができる。

請 求 の 範 囲

1. 少なくとも第1ウエーハの表面より水素イオンまたは希ガスイオンの少なくとも一方を注入することにより第1ウエーハ内部に微小気泡層（注入層）を形成するイオン注入工程と、前記第1ウエーハのイオン注入が行われた表面と第2ウエーハの表面とを密着させる密着工程と、前記微小気泡層で第1ウエーハを剥離する剥離工程とを有する貼り合わせウエーハの製造方法において、前記イオン注入工程を複数回に分割して行うことを特徴とする貼り合わせウエーハの製造方法。
- 5
- 10
2. 前記複数のイオン注入工程間に少なくとも1回のウエーハ洗浄工程を行うことを特徴とする請求項1に記載した貼り合わせウエーハの製造方法。
3. 前記複数のイオン注入工程における注入イオンの注入角度を変えてイオン注入を行うことを特徴とする請求項1または請求項2に記載した貼り合わせウエーハの製造方法。
- 15
4. 前記第1ウエーハとしてシリコン単結晶ウエーハを用いることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載した貼り合わせウエーハの製造方法。
- 20
5. 前記第1ウエーハのイオン注入前の表面に予め酸化膜を形成することを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載した貼り合わせウエーハの製造方法。
- 25
6. 前記第2ウエーハとしてシリコン単結晶ウエーハを用いることを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか1項に記載した貼り合わせウエーハの製造方法。

7. 前記第2ウエーハの表面に酸化膜を形成することを特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載した貼り合わせウエーハの製造方法。

8. 請求項1ないし請求項7のいずれか1項に記載の製造方法によって作製されたことを特徴とする貼り合わせウエーハ。

9. 水素イオンまたは希ガスイオンの少なくとも一方が注入された微小気泡層（注入層）を有する第1ウエーハに、該第1ウエーハのイオン注入された面に第2ウエーハを密着し、前記第1ウエーハの微小気泡層で剥離させた貼り合わせウエーハであって、イオン注入面に付着したパーティクルに起因するマイクロボイドが存在しないことを特徴とする貼り合わせウエーハ。

図 1

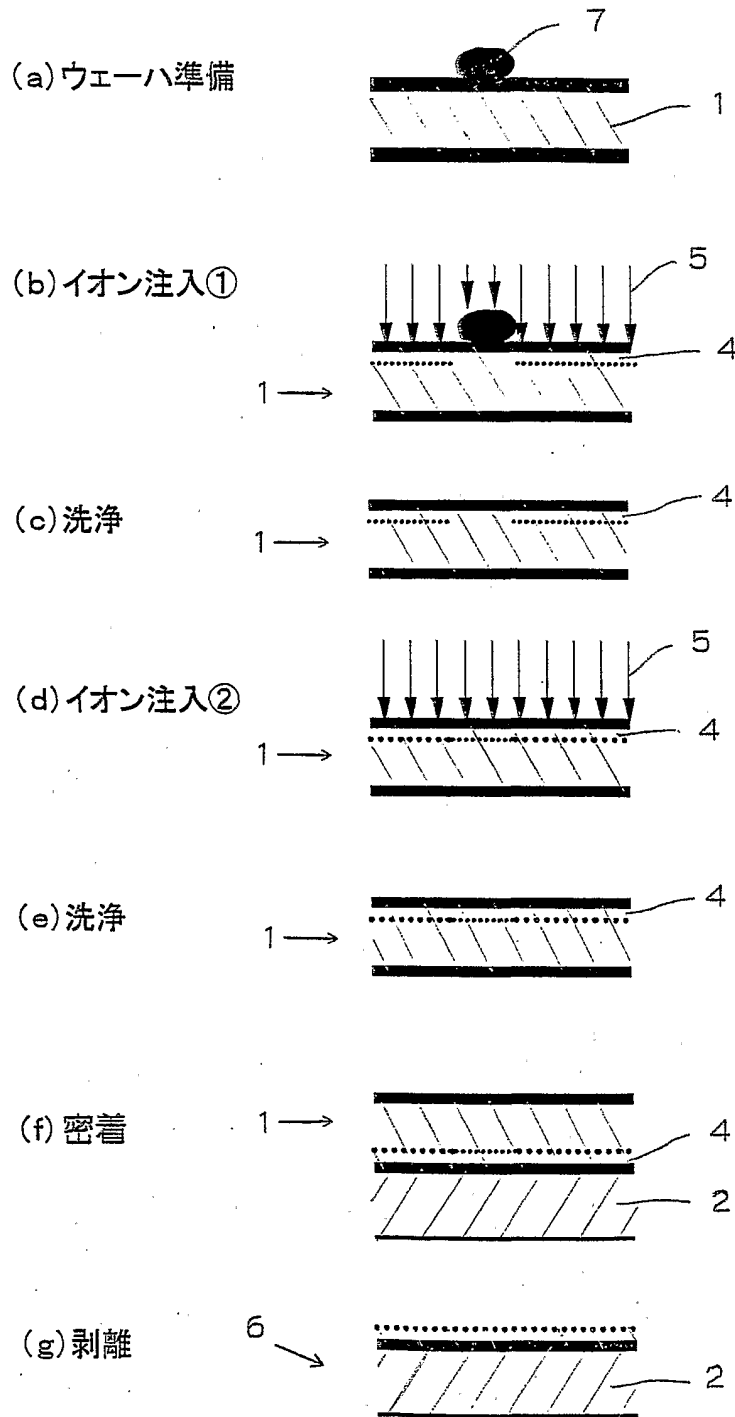


図 2

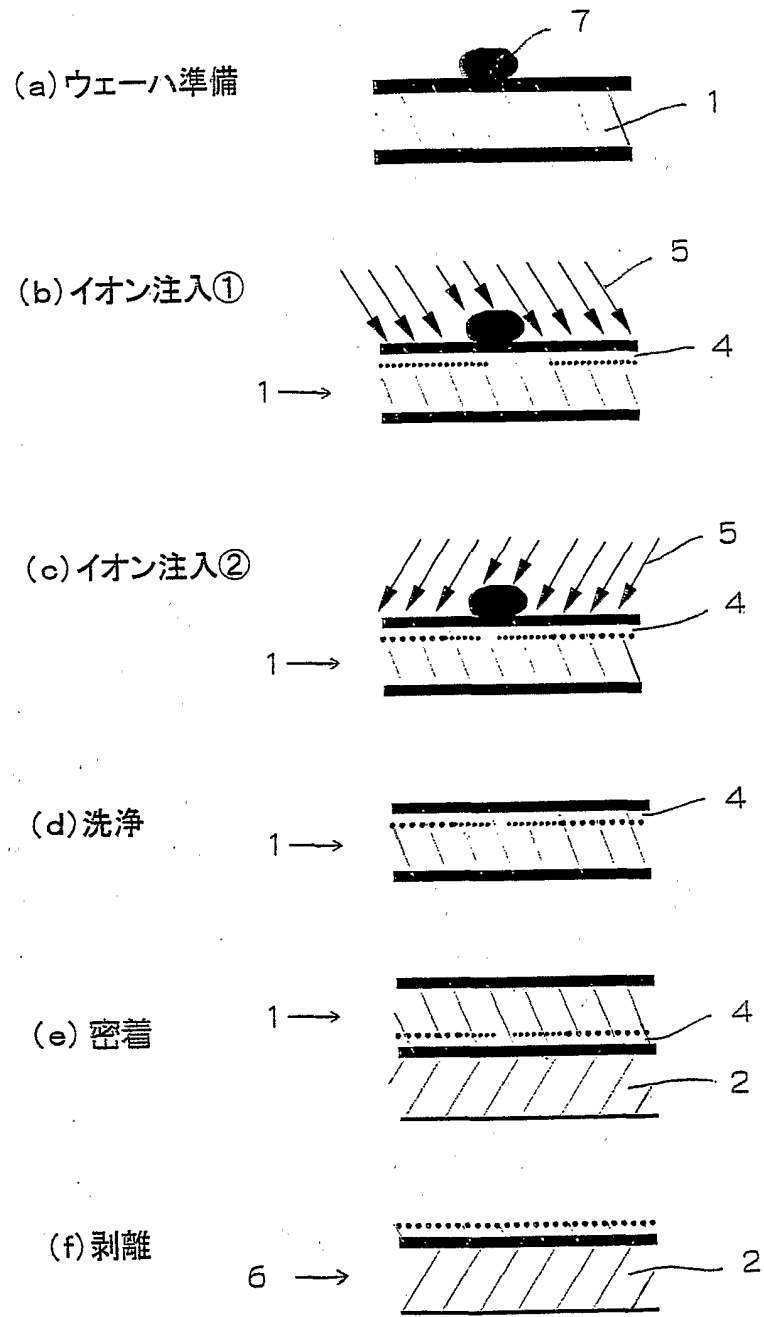
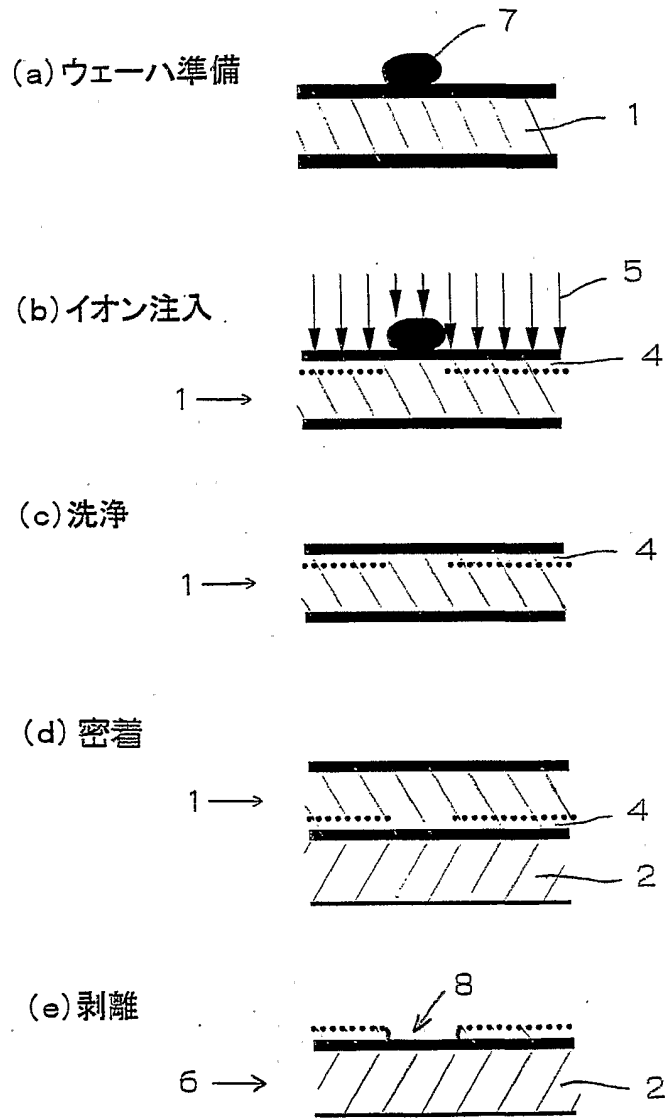


図 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/04499

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. ⁷ H01L27/12		
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) Int.Cl. ⁷ H01L21/02, H01L21/26-21/268, H01L21/304, H01L21/306, H01L21/322-21/326		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001		
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 A A	JP 11-307747 A (NEC Corporation), 05 November, 1999 (05.11.99), Full text; Figs. 1 to 2 & US 6211041 B1 & FR 2782572 A1 & KR 99083256 A	1, 4-9 2, 3
A	US 5909627 A (Philips Electronics North America Corporation), 01 June, 1999 (01.06.99), Full text; Figs. 1 to 3 & EP 1025580 A2 & WO 99/60605 A2	1-9
A	EP 971396 A1 (Shin-Etsu Handotai Company Limited), 12 January, 2000 (12.01.00), Full text; Fig. 1 & JP 2000-30992 A Full text; Fig. 1 & KR 2000011625 A	1-9
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* "A" "E" "L" "O" "P"	Special categories of cited documents: document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance earlier document but published on or after the international filing date 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) document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means 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 13 August, 2001 (13.08.01)	Date of mailing of the international search report 28 August, 2001 (28.08.01)	
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer	
Facsimile No.	Telephone No.	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/04499

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 8-78647 A (Nippon Steel Corporation), 22 March, 1996 (22.03.96), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	2-8
A	JP 10-98005 A (Nippon Steel Corporation), 14 April, 1998 (14.04.98), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	2-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))	
Int. Cl ⁷ H01L27/12	
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 (IPC))	
Int. Cl ⁷ H01L21/02, H01L21/26-21/268, H01L21/304, H01L21/306, H01L21/322-21/326	
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2001年 日本国登録実用新案公報 1994-2001年 日本国実用新案登録公報 1996-2001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
X A	JP 11-307747 A (日本電気株式会社) 5. 11月. 1999 (05. 11. 99), 全文, 第1-2図 全文, 第1-2図 & US 6211041 B1 & FR 2782572 A1 & KR 99083256 A
	関連する 請求の範囲の番号
	1, 4-9 2, 3
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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、一般的な技術水準を示すもの	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
13. 08. 01	28.08.01
国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官 (権限のある職員)
日本国特許庁 (ISA/JP)	棚田 一也
郵便番号100-8915	4L 9835
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	電話番号 03-3581-1101 内線 3496

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	US 5909627 A (Philips Electronics North America Corporation) 1. 6月. 1999 (01. 06. 99), 全文, 第1-3図 & EP 1025580 A2 & WO 9960605 A2	1-9
A	EP 971396 A1 (SHIN-ETSU HANDOTAI COMOPANY LIMITED) 12. 1月. 2000 (12. 01. 00), 全文, 第1図 & JP 2000-30992 A 全文, 第1図 & KR 2000011625 A	1-9
A	JP 8-78647 A (新日本製鐵株式会社) 22. 3月. 1996 (22. 03. 96), 全文, 第1-5図 (ファミリーなし)	2-8
A	JP 10-98005 A (新日本製鐵株式会社) 14. 4月. 1998 (14. 04. 98), 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	2-8