

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-253184

(P2009-253184A)

(43) 公開日 平成21年10月29日(2009.10.29)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)		
HO 1 L	21/02	(2006.01)	HO 1 L	27/12	B	5 F O 3 2
HO 1 L	27/12	(2006.01)	HO 1 L	21/76	D	
HO 1 L	21/762	(2006.01)	HO 1 L	21/02	B	
HO 1 L	21/265	(2006.01)	HO 1 L	21/265	Q	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-102150 (P2008-102150)  
 (22) 出願日 平成20年4月10日 (2008.4.10)

(71) 出願人 000002060  
 信越化学工業株式会社  
 東京都千代田区大手町二丁目6番1号  
 (74) 代理人 100102532  
 弁理士 好宮 幹夫  
 (72) 発明者 飛坂 優二  
 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越  
 化学工業株式会社精密機能材料研究所内  
 (72) 発明者 久保田 芳宏  
 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越  
 化学工業株式会社精密機能材料研究所内  
 (72) 発明者 伊藤 厚雄  
 東京都千代田区大手町2丁目6番1号 信  
 越化学工業株式会社本社内

最終頁に続く

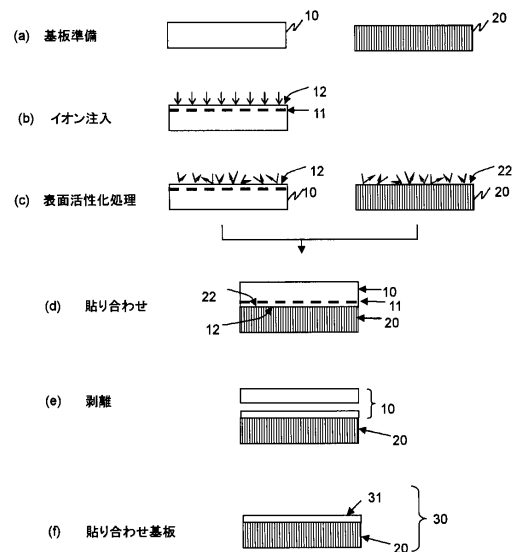
(54) 【発明の名称】 貼り合わせ基板の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 基板全面、特に、貼り合わせ終端部近傍においても良好な薄膜を有する貼り合わせ基板を製造する方法を提供する。

【解決手段】 半導体基板である第1の基板10の表面から水素イオン又は希ガスイオンあるいはこれらの両方を注入してイオン注入層11を形成する工程と、イオン注入した面12と第2の基板20の貼り合わせる面22の少なくとも一方の面に表面活性化処理を施す工程と、イオン注入した面12と貼り合わせる面22との貼り合わせを行う際、第1の基板10、第2の基板20の少なくとも一方を加熱して貼り合わせる貼り合わせ工程と、第1の基板10を前記イオン注入層11にて離間させ、第1の基板を薄膜化する剥離工程とにより、第2の基板20の上に薄膜31を有する貼り合わせ基板を製造する。

【選択図】 図6



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

第 1 の基板と第 2 の基板を貼り合わせ、前記第 1 の基板を薄膜化し、前記第 2 の基板の上に薄膜を有する貼り合わせ基板を製造する方法であって、少なくとも、

半導体基板である前記第 1 の基板の表面から水素イオン又は希ガスイオンあるいはこれらの両方を注入してイオン注入層を形成する工程と、

前記第 1 の基板のイオン注入した面と前記第 2 の基板の貼り合わせる面の少なくとも一方の面に表面活性化処理を施す工程と、

前記第 1 の基板のイオン注入した面と前記第 2 の基板の貼り合わせる面との貼り合せを行う際、前記第 1 の基板、前記第 2 の基板の少なくとも一方を加熱して貼り合わせる貼り合わせ工程と、

前記第 1 の基板を前記イオン注入層にて離間させ、前記第 1 の基板を薄膜化する剥離工程と

により、前記第 2 の基板の上に薄膜を有する貼り合わせ基板を製造することを特徴とする貼り合わせ基板の製造方法。

**【請求項 2】**

前記貼り合わせ工程において、前記貼り合わせ前に前記基板を加熱することにより、前記基板の貼り合わせ面上の相対湿度を 30% 以下とすることを特徴とする請求項 1 に記載の貼り合わせ基板の製造方法。

**【請求項 3】**

前記貼り合わせ工程において、前記貼り合わせ前に前記基板を 350℃ 以上に加熱することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の貼り合わせ基板の製造方法。

**【請求項 4】**

前記基板の加熱をランプ加熱又はホットプレートによる加熱とすることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。

**【請求項 5】**

前記第 1 の基板を、単結晶シリコン基板、表面に酸化膜を形成した単結晶シリコン基板、化合物半導体基板のいずれかとすることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。

**【請求項 6】**

前記第 2 の基板を、石英基板、サファイア（アルミナ）基板、SiC 基板、ホウ珪酸ガラス基板、結晶化ガラス基板、窒化アルミニウム基板、単結晶シリコン基板、表面に酸化膜を形成した単結晶シリコン基板、SiGe 基板のいずれかとすることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。

**【請求項 7】**

前記貼り合わせ工程の後、該貼り合わされた基板を、100℃～400℃で熱処理する熱処理工程を行い、その後、前記剥離工程を行うことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。

**【請求項 8】**

前記表面活性化処理を、プラズマ処理によって行うことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。

**【請求項 9】**

前記剥離工程における前記第 1 の基板の前記イオン注入層における離間を、前記第 1 の基板の一端部から外部衝撃を付与し、該外部衝撃を付与した一端部から他端部に向かって進む劈開によって行うことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか一項に記載の貼り合わせ基板の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、貼り合わせ基板の製造方法に関する。

10

20

30

40

50

## 【背景技術】

## 【0002】

半導体デバイスの更なる高性能化を図るために、Silicon on insulator (SOI) 基板が近年注目を浴びている。また、支持基板（ハンドル基板）がシリコンではない、Silicon on quartz (SOQ) 基板やSilicon on sapphire (SOS) 基板なども、それぞれTFT-LCDや高周波(RF)デバイスなどの分野で用いられている。

## 【0003】

貼り合わせSOI基板の作製方法にはいくつかあるが、代表的なものとしてSmart cut法（登録商標）が挙げられる。これは酸化膜を形成した単結晶シリコン基板（ドナー基板（本明細書中では第1の基板と呼ぶ））に水素イオンを注入し、支持基板（ハンドル基板（本明細書中では第2の基板と呼ぶ））に貼り合わせた後に、500 近傍まで加熱し、水素イオン注入界面に沿ってシリコン基板を剥離し、単結晶シリコン薄膜をハンドル基板に転写する。このとき水素注入界面にはマイクロキャビティと呼ばれる水素の微小な空洞ができることにより、界面での剥離を可能としている。その後単結晶シリコン薄膜とハンドル基板との結合強度を高めるために、1000 以上の高温で熱処理をした後に、最終表面処理（CMP、熱処理等）を行うという方法である（例えば、特許文献1、2や非特許文献1参照）。

10

## 【0004】

一方、Si Gen法は、貼り合わせ面側に水素イオン等を注入したシリコン基板とシリコン基板あるいは他の材料の基板とを貼り合わせる前に、これらの基板の貼り合わせ面の双方もしくは一方の表面をプラズマ処理し、表面が活性化された状態で両基板を貼り合わせ、例えば350 のような低温で熱処理を施して貼り合わせ強度（接合強度）を高めた後に、常温で機械的に剥離して貼り合わせSOI基板を得る方法である（例えば、特許文献3～5参照）。

20

## 【0005】

これら2つの方法の相違点は、主としてシリコン薄膜の剥離プロセスにあり、Smart cut法はシリコン薄膜の剥離のために高温での処理を必要とするが、Si Gen法は常温での剥離が可能である。

## 【0006】

特に、シリコン基板のような半導体基板と他の材料基板とを貼り合わせて貼り合わせ基板を作製する場合には、異種材料間で熱膨張率や固有の耐熱温度の相違などが生じ、これにより貼り合わせた基板の割れや局所的なクラックなどが生じ易くなることから、可能な限り低温で剥離処理までの工程を実行することが望ましい。このため、低温剥離が可能なSi Gen法は異種材料基板の貼り合わせによる貼り合わせ基板の製造方法として好ましいものと考えられる。

30

## 【0007】

ところで、これらのような、貼り合わせ法による貼り合わせ基板の製造方法では、貼り合わせ界面に入り込んだ異物やガスにより、ポイドと呼ばれるような、半導体層が欠落した欠陥を生じることがある。このようなポイド等の欠陥はデバイス作製時に障害となるものであり、できるだけ少なくすることが求められている。このポイドは、異物等により貼り合わせ面が密着できず、剥離時にその部分の半導体層が転写されず起こるものである。このようなポイドの発生を防止するためには、貼り合わせ前の基板の清浄度と、貼り合わせ環境の清浄度が重要であり、貼り合わせ直前に洗浄したり、貼り合わせを行う雰囲気清浄度を高レベルに維持するようにされている。

40

## 【0008】

しかしながら、貼り合わせ前の基板の清浄度と、貼り合わせ環境の清浄度を高く保っていても、特に基板の貼り合わせ終端部にポイドが発生しやすいという問題があった。また、この貼り合わせ終端部におけるポイドを防止するためには、さらなる清浄化が必要となるが、そのためにはクリーンルームの一層の高精浄化等が必要であり、莫大なコストや労

50

力が必要となるという問題があった。

【0009】

【特許文献1】特許第3048201号公報

【特許文献2】特開平11-145438号公報

【特許文献3】米国特許第6263941号明細書

【特許文献4】米国特許第6513564号明細書

【特許文献5】米国特許第6582999号明細書

【非特許文献1】A. J. Auberton-Herve et al., "SMART CUT TECHNOLOGY: INDUSTRIAL STATUS of SOI WAFER PRODUCTION and NEW MATERIAL DEVELOPMENTS" (Electrochemical Society Proceedings Volume 99-3 (1999) p.93-106).

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、基板全面、特に、貼り合わせ終端部近傍においても良好な薄膜を有する貼り合わせ基板を製造する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】

【0011】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、第1の基板と第2の基板を貼り合わせ、前記第1の基板を薄膜化し、前記第2の基板の上に薄膜を有する貼り合わせ基板を製造する方法であって、少なくとも、半導体基板である前記第1の基板の表面から水素イオン又は希ガスイオンあるいはこれらの両方を注入してイオン注入層を形成する工程と、前記第1の基板のイオン注入した面と前記第2の基板の貼り合わせる面の少なくとも一方の面に表面活性化処理を施す工程と、前記第1の基板のイオン注入した面と前記第2の基板の貼り合わせる面との貼り合わせを行う際、前記第1の基板、前記第2の基板の少なくとも一方を加熱して貼り合わせる貼り合わせ工程と、前記第1の基板を前記イオン注入層にて離間させ、前記第1の基板を薄膜化する剥離工程とにより、前記第2の基板の上に薄膜を有する貼り合わせ基板を製造することを特徴とする貼り合わせ基板の製造方法を提供する（請求項1）。

20

30

【0012】

このような工程を含み、第1の基板と第2の基板の貼り合わせを、基板を加熱して貼り合わせる貼り合わせ基板の製造方法であれば、加熱により基板の温度を上げ貼り合わせ面上の相対湿度を低くすることにより、貼り合わせ時の密着部の伝搬速度を遅くすることができる。そのため、貼り合わせ界面に存在するガスや微小の異物を効率的に排出することができる。これにより、貼り合わせ終端部において付着物が濃縮され、閉じこめられることを防止することができるので、貼り合わせ終端部でのボイドの発生を防止して貼り合わせ基板の製造を行うことができる。

また、加熱により基板の貼り合わせ面上の相対湿度を低くするため、装置や作業する部屋といった、貼り合わせ環境全体を低湿度化することにより貼り合わせ面上の湿度を低くするよりも、簡単に実施することができコストを低減できる。

40

【0013】

この場合、前記貼り合わせ工程において、前記貼り合わせ前に前記基板を加熱することにより、前記基板の貼り合わせ面上の相対湿度を30%以下とすることが好ましい（請求項2）。

このように、基板を加熱し貼り合わせ面上の相対湿度を30%以下とすることにより基板の貼り合わせ時の密着部の伝搬速度をより確実に遅くすることができる。なお、ここで温度25で相対湿度24%において、水分量が6g/m<sup>3</sup>となる。

【0014】

50

また、前記貼り合わせ工程において、前記貼り合わせ前に前記基板を35 以上に加熱することが好ましい（請求項3）。

このように、基板の温度を35 以上に加熱することで、水分量を調整することなく、貼り合わせ面上の相対湿度を常温で貼り合わす場合に比べて低くすることができる。

【0015】

また、前記基板の加熱をランプ加熱又はホットプレートによる加熱とすることができる。（請求項4）

本発明で行われる基板の加熱は、他の装置又は方法によっても可能であるが、ランプ加熱又はホットプレートによる加熱方法によれば、比較的簡単かつ安価に基板を加熱できる。

【0016】

また、前記第1の基板を、単結晶シリコン基板、表面に酸化膜を形成した単結晶シリコン基板、化合物半導体基板のいずれかとすることができる（請求項5）。

本発明によれば、近年特に求められている良好なシリコン薄膜を有する高品質の貼り合わせ基板、例えばSOI基板を製造することができる。

また、本発明によれば、シリコン薄膜だけではなく、GaNなどの化合物半導体からなる良好な薄膜を有する貼り合わせ基板をも、製造することができる。

【0017】

また、本発明の貼り合わせ基板の製造方法では、前記第2の基板を、石英基板、サファイア（アルミナ）基板、SiC基板、ホウ珪酸ガラス基板、結晶化ガラス基板、窒化アルミニウム基板、単結晶シリコン基板、表面に酸化膜を形成した単結晶シリコン基板、SiGe基板のいずれかとすることができる（請求項6）。

本発明の貼り合わせ基板で使用する第2の基板は、作製する半導体デバイスの目的に応じて、これらの中から適宜選択することができる。

【0018】

また、本発明の貼り合わせ基板の製造方法では、前記貼り合わせ工程の後、該貼り合わせられた基板を、100～400 で熱処理する熱処理工程を行い、その後、前記剥離工程を行うことができる（請求項7）。

このように、第1の基板と第2の基板を貼り合わせた後、貼り合わせた基板を、100～400 で熱処理することで、第1の基板と第2の基板の貼り合わせ強度をより高めることができる。特に、熱処理温度が、100～300 であれば、異種材料の基板の貼り合わせでも、熱膨張係数の差異による熱歪、ひび割れ、剥離等が発生する恐れをより低減できる。一方、第1の基板及び第2の基板ともにシリコン基板とする場合のように、同種材料を貼り合わせる場合は、400 までの温度で熱処理することができ、貼り合わせ強度をより高めることができる。

【0019】

また、本発明の貼り合わせ基板の製造方法では、前記表面活性化処理を、プラズマ処理によって行うことが好ましい（請求項8）。

このように、表面活性化処理をプラズマ処理で行えば、基板の表面活性化処理を施した面は、OH基が増加するなどして活性化する。従って、この状態で、第1の基板のイオン注入した面と第2の基板の貼り合わせる面とを密着させれば、水素結合等により、基板同士をより強固に貼り合わせることができる。

また、本発明の貼り合わせ基板の製造方法では、このように、表面活性化処理としてプラズマ処理を行っても、貼り合わせ終端部でのボイドを抑制することができる。

【0020】

また、本発明の貼り合わせ基板の製造方法では、前記剥離工程における前記第1の基板の前記イオン注入層における離間を、前記第1の基板の一端部から外部衝撃を付与し、該外部衝撃を付与した一端部から他端部に向かって進む劈開によって行うことが好ましい（請求項9）。

このように、剥離工程における第1の基板のイオン注入層における離間を、第1の基板

10

20

30

40

50

の一端部から外部衝撃を付与し、該外部衝撃を付与した一端部から他端部に向かって進む劈開によって行えば、劈開が一方向に向かって生じるため、劈開の制御が比較的容易であり、膜厚均一性の高い薄膜を得ることができる。

【発明の効果】

【0021】

以上説明したように、本発明の貼り合わせ基板の製造方法によれば、貼り合わせを行う際に基板を加熱して貼り合わせ面上の相対湿度を低くすることができ、それにより貼り合わせ時の密着部の伝搬速度を遅くすることができる。そのため、貼り合わせ界面に存在するガスや微小の異物を効率的に排出することができる。これにより、貼り合わせ終端部において付着物が濃縮され、閉じこめられることを防止することができるので、貼り合わせ終端部でのボイドの発生を防止して貼り合わせ基板の製造を行うことができる。

10

また、貼り合わせ面を加熱によって低湿度化するため、貼り合わせ環境全体を低湿度化するよりも簡単でありコストを低減できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【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、従来の貼り合わせ基板の製造方法では、貼り合わせ前の基板の清浄度と、貼り合わせ環境の清浄度を高く保っていても、特に基板の貼り合わせ終端部にボイドが発生しやすいという問題があった。また、この貼り合わせ終端部におけるボイドを防止するためには、さらなる清浄化が必要となるが、そのためには莫大なコストや労力が必要となってしまうなどの問題があった。

20

【0023】

本発明者らは、このように特に貼り合わせ終端部にボイドが発生しやすい原因について、以下のように検討を行った。

【0024】

貼り合わせは、2枚の基板を重ね合わせた状態で一部を密着させて行う。密着された部分の周囲は、基板同士の間隔が狭いことにより、自発的に密着し、その範囲は貼り合わせ開始部から他方へ向かい伝搬（伝播）していく。この貼り合わせ開始部周辺における密着部の伝搬の様子を図2に模式的に示す。密着部の伝搬の先端では、貼り合わせ界面に存在したガスや微小な異物が押し出され、それらを掃き出していく。大きな異物は貼り合わせ時に移動できずにその場に残る。

30

【0025】

貼り合わせ前に基板の洗浄を行った場合でも、洗浄後の雰囲気や基板収納部の雰囲気、貼り合わせ雰囲気に存在するガスや微小な異物が基板表面にわずかだが付着する。貼り合わせ前に基板表面を活性化すると、さらにそれらを吸着しやすくなる。このわずかに付着した物質は、貼り合わせ時に密着部の拡大とともに貼り合わせ界面を移動し、濃縮される。この濃縮された付着物は、貼り合わせ終端に無数のボイドとなって現れる。

【0026】

この貼り合わせ終端部のボイドの発生を軽減するために、本発明者らは、さらに検討及び実験を行った。その結果、貼り合わせ時の基板の貼り合わせ面上の湿度を低くすることにより、貼り合わせ終端部のボイドの発生を軽減できることを見出した。

40

このことは、貼り合わせ時の雰囲気ガスの水分量を少なくすることで密着部の伝搬速度を遅くし、濃縮された付着物を貼り合わせ界面から効率よく外へ排出すると説明することができる。

【0027】

本発明者らは、貼り合わせ時の雰囲気ガス中の水分量（湿度）と貼り合わせに要する時間の関係を測定した。温度20℃で測定したものについて、その結果を図3に示す。

図3からわかるように、雰囲気中の水分量が多い（湿度が高い）ほど貼り合わせ時間が短い。すなわち、貼り合わせ速度が速く、密着部の伝搬も速い。

通常クリーンルームの雰囲気は、基板表面への付着物軽減等を目的として、静電気防止

50

のために、湿度を45～65%程度にコントロールする。また、例えば特開2007-141946号公報では、洗浄装置及びクリーンルームの雰囲気について、湿度を25換算で46～60%としている。

#### 【0028】

貼り合わせ時の雰囲気中の水分量（湿度）により、貼り合わせ終端部付近の密着部の伝搬の様子が異なってくる。

貼り合わせ終端部付近の密着部の伝搬の様子を図1に模式的に示す。図1(a)には、水分量が少ない、すなわち、湿度が低い場合、図1(b)には水分量が多い、すなわち、湿度が高い場合（通常の場合）を示している。図1(b)に示したように、従来のように高湿度の場合、密着部の伝搬の速度が速く、外周部にも密着部が伝搬するため、貼り合わせ終端部では外周部からの密着部の伝搬もあり、付着物の掃き出し部分が狭くなり、付着部の閉じ込めが発生する。一方、図1(a)に示したように、低湿度の場合は、密着部の伝搬速度が遅く、外周部からの密着部の伝搬の影響がなく、付着物の掃き出し部分が確保でき、濃縮された付着物を効率的に除去できることになる。

#### 【0029】

このとき、十分に効率的に上記貼り合わせ終端部のポイドを低減するための具体的な数値を、相対湿度が30%以下、とすればよいことを見出した。

#### 【0030】

そして本発明者らは、更に検討を進め、上記のような相対湿度を簡単に低減できる方法として、基板を加熱することによって、貼り合わせ面のみを低湿度化することができ、それにより密着部の伝搬速度が遅くなり貼り合わせ終端部のポイドを低減できることを見出し、本発明を完成させた。

#### 【0031】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

図6は、本発明を適用することができる貼り合わせ基板の製造方法である。

#### 【0032】

まず、図6(a)に示すように、半導体基板である第1の基板10と、第2の基板20を準備する（工程a）。

このとき、第1の基板10を、単結晶シリコン基板とすることができ、特に、表面に酸化膜を形成した単結晶シリコン基板とすることもできる。第1の基板としてこれらの材料を選択すれば、シリコン薄膜を有する貼り合わせ基板を製造することができる。表面に酸化膜を形成した単結晶シリコン基板を用いれば、SOI基板を作製するのに都合が良い。また、シリコン薄膜ではなく、GaNなどの化合物半導体薄膜を有する貼り合わせ基板を製造するため、第1の基板10を、GaNなどの化合物半導体基板とすることもできる。

#### 【0033】

また、第2の基板20を、石英基板、サファイア（アルミナ）基板、SiC基板、ホウ珪酸ガラス基板、結晶化ガラス基板、窒化アルミニウム基板のいずれかの絶縁性基板とすることもできるし、あるいは、単結晶シリコン基板、表面に酸化膜を形成した単結晶シリコン基板、SiGe基板のいずれかとすることもできる。第2の基板20は、作製する半導体デバイスの目的に応じて、これらの中から適宜選択するようによれば良い。もちろん、これ以外の材料を用いてもよい。

#### 【0034】

次に、図6(b)に示すように、第1の基板10の表面（イオン注入面）12から水素イオンを注入してイオン注入層11を形成する（工程b）。

このイオン注入層11の形成には、水素イオンだけではなく、希ガスイオンあるいは水素イオンと希ガスイオンの両方をイオン注入するようにしても良い。注入エネルギー、注入線量、注入温度等その他のイオン注入条件も、所定の厚さの薄膜を得ることができるよう適宜選択すれば良い。具体例としては、注入時の基板の温度を250～400とし

10

20

30

40

50

、イオン注入深さを $0.5\ \mu\text{m}$ とし、注入エネルギーを $20\sim 100\ \text{keV}$ とし、注入線量を $1\times 10^{16}\sim 1\times 10^{17}\ \text{cm}^{-2}$ とすることが挙げられるが、これらに限定されない。

なお、表面に酸化膜を形成した単結晶シリコン基板を用いて、酸化膜を通してイオン注入を行えば、注入イオンのチャネリングを抑制する効果が得られ、イオンの注入深さのバラツキをより抑えることができる。これにより、より膜厚均一性の高い薄膜を形成することができる。

#### 【0035】

次に、図6(c)に示すように、第1の基板10のイオン注入した面12と、第2の基板20の貼り合わせる面22に表面活性化処理を施す(工程c)。なお、第2の基板20の貼り合わせる面22とは、次の工程dの貼り合わせ工程で第1の基板と貼り合わせる面のことである。

もちろん、第1の基板10のイオン注入した面12と第2の基板20の貼り合わせる面22のいずれか一方の面にのみ表面活性化処理を施すようにしても良い。

この時、表面活性化処理を、プラズマ処理とすることができる。このように、表面活性化処理を、プラズマ処理で行えば、基板の表面活性化処理を施した面は、OH基が増加するなどして活性化する。従って、この状態で、第1の基板のイオン注入した面12と第2の基板の貼り合わせる面22とを密着させれば、水素結合等により、基板をより強固に貼り合わせる事ができる。また、表面活性化処理はそのほかにオゾン処理等でも行うことができ、複数種の処理を組み合わせてもよい。

#### 【0036】

プラズマで処理をする場合は、真空チャンバ中にRCA洗浄等の洗浄をした基板を載置し、プラズマ用ガスを導入した後、100W程度の高周波プラズマに5~30秒程度さらし、表面をプラズマ処理する。プラズマ用ガスとしては、例えば、表面に酸化膜を形成した単結晶シリコン基板を処理する場合には、酸素ガスのプラズマ、表面に酸化膜を形成しない単結晶シリコン基板を処理する場合には、水素ガス、アルゴンガス、又はこれらの混合ガスあるいは水素ガスとヘリウムガスの混合ガスを用いることができる。また、不活性ガスの窒素ガスを用いても良い。

#### 【0037】

オゾンで処理をする場合は、大気を導入したチャンバ中にRCA洗浄等の洗浄をした基板を載置し、窒素ガス、アルゴンガス等のプラズマ用ガスを導入した後、高周波プラズマを発生させ、大気中の酸素をオゾンに変換することで、表面をオゾン処理する。

#### 【0038】

次に、図6(d)に示すように、第1の基板のイオン注入した面12と第2の基板の貼り合わせる面22とを密着させ、貼り合わせる(工程d)。

このように、表面活性化処理をした表面を貼り合わせ面として、例えば減圧又は常圧下、基板を密着させれば、高温処理を施さなくても、両基板を後の機械的剥離に耐え得るほど十分に強固に貼り合わせる事ができる。

そして、本発明では、この貼り合わせ工程において、貼り合わせを行う際に基板を加熱する。

この際、十分に効率的に貼り合わせ末端部のポイドを低減するために、基板の貼り合わせ面上の相対湿度を30%以下とする必要がある。

基板の温度が40℃になるまで加熱し貼り合わせた場合、貼り合わせに要した時間は29~37秒であった(図3参照)。これより、図3に示す、貼り合わせの際に基板を40℃に加熱し貼り合わせた場合の貼り合わせ時間と、基板の周囲環境の湿度の違いによる貼り合わせ時間のデータから貼り合わせの際の貼り合わせ面上の湿度は約23%と推定される(図4参照)。以上より、貼り合わせ面上の湿度を本発明の効果が確実に得られる上限30%以下とするためには、加熱により基板の温度を35℃以上にすることが望ましい。なお、ここでの「湿度」とは相対湿度、すなわち、その温度での飽和水分量に対する水分量の比のことを指す。

10

20

30

40

50

## 【0039】

このように、本発明では、図3に示される通り室内湿度は60%（23において）でありながら、貼り合わせる基板を加熱することによって、貼り合わせ面上の相対湿度を30%以下にすることができ、それにより本発明の貼り合わせ工程においてボイドが発生することを防止できるとともに、室内全体の湿度を制御する必要がないので、簡単かつ安価で実施することができる。

## 【0040】

この場合、基板を加熱する方法としては、特に限定されないが、ランプ加熱又はホットプレートによる加熱による加熱方法が望ましい。このような方法であれば、簡単かつ低コストで、貼り合わせる基板を加熱することができる。また、基板の加熱方法としては、加熱室などの特殊な装置を使用することで貼り合わせる双方の基板を均一に加熱することもできる。ただし、この場合には新たな装置が必要となるため、ランプ加熱又はホットプレートによる加熱と比べ、コスト的に高くなってしまう。

10

## 【0041】

なお、この第1の基板と第2の基板を貼り合わせる工程の後、該貼り合わせた基板を、100～400で熱処理する熱処理工程を行うことができる。

このように、第1の基板と第2の基板を貼り合わせた後、該貼り合わせた基板を、100～400で熱処理することで、第1の基板と第2の基板の貼り合わせの強度を高めることができる。特に、熱処理温度が、100～300であれば、異種材料の基板の貼り合わせでも、熱膨張係数の差異による熱歪、ひび割れ、剥離等が発生する恐れが少ない。貼り合わせ強度を高めれば、剥離工程での不良の発生を減少させることができる。

20

## 【0042】

次に、図6(e)に示すように、第1の基板10をイオン注入層11にて離間させ、第1の基板10を薄膜化する剥離工程を行う(工程e)。

この第1の基板の離間(剥離、薄膜化)は、例えば、機械的な外力を加えることにより行うことができる。特に、第1の基板の一端部から外部衝撃を付与し、該外部衝撃を付与した一端部から他端部に向かって進む劈開によって行えば、劈開が一方向に向かって生じるため、劈開の制御が比較的容易であり、膜厚均一性の高い薄膜を得ることができるので好ましい。なお、この場合、外部衝撃を付与する一端部と、工程dの貼り合わせの際の貼り合わせ開始部とは特に関連性はなく、製造工程の都合等によりそれらの位置を決定することができる。

30

## 【0043】

そして、以上の工程(図6(a)～(e))を経ることによって、図6(f)に示すような、第2の基板20の上に薄膜31を有する貼り合わせ基板30を製造する。

## 【0044】

本発明では、上記のように、工程dの貼り合わせ工程を行う際に、基板を加熱し貼り合わせ面上の湿度を低くすることにより、密着部の伝搬速度を遅くし、貼り合わせ終端部において付着物を効率的に除去し、付着物の閉じ込めを防止することができる。そのため、その後の剥離工程(工程e)等を行い、貼り合わせ終端部にボイドが発生することを防止して製造することができる。

40

## 【実施例】

## 【0045】

以下、本発明の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。

## 【0046】

(実施例1)

以下のように、図6に示したような、貼り合わせ法による貼り合わせ基板の製造方法に従って、貼り合わせ基板を製造した。

まず、第1の基板10として、鏡面研磨された直径200mmの単結晶シリコン基板を準備した。そして、第1の基板には、その表面に熱酸化によりシリコン酸化膜層を100

50

n m 形成した。また、第 2 の基板 2 0 として、直径 2 0 0 m m の合成石英基板を準備した ( 工程 a ) 。

次に、第 1 の基板 1 0 に、形成してあるシリコン酸化膜層を通して水素イオンを注入し、イオンの平均進行深さにおいて表面に平行な微小気泡層 ( イオン注入層 ) 1 1 を形成した ( 工程 b ) 。イオン注入条件は、注入エネルギーが 3 5 k e V 、注入線量が  $9 \times 10^{16} / \text{cm}^2$  、注入深さは 0 . 3  $\mu\text{m}$  である。

#### 【 0 0 4 7 】

次に、プラズマ処理装置中にイオン注入した第 1 の基板 1 0 を載置し、プラズマ用ガスとして窒素を導入した後、2 T o r r ( 2 7 0 P a ) の減圧条件下で 1 3 . 5 6 M H z の高周波を直径 3 0 0 m m の平行平板電極間に高周波パワー 5 0 W の条件で印加することで、高周波プラズマ処理をイオン注入した面に 1 0 秒行った。このようにして、第 1 の基板 1 0 のイオン注入面 1 2 に表面活性化処理を施した。

一方、第 2 の基板 2 0 については、プラズマ処理装置中に載置し、狭い電極間にプラズマ用ガスとして窒素ガスを導入した後、電極間に高周波を印加することでプラズマを発生させ、高周波プラズマ処理を 1 0 秒行った。このようにして、第 2 の基板 2 0 の、次の貼り合わせ工程において貼り合わせる面 2 2 にも表面活性化処理を施した ( 工程 c ) 。

#### 【 0 0 4 8 】

以上のようにして表面活性化処理を行った第 1 の基板 1 0 と第 2 の基板 2 0 を、表面活性化処理を行った面を貼り合わせ面として室温で密着させた後、両基板の裏面を厚さ方向に強く押圧した ( 工程 d ) 。

この貼り合わせ工程では、周囲環境の温度 2 3 、相対湿度 6 0 % の下で P P S ( ポリフェニレンサルファイド ) 製のウェーハ台をランプにより約 4 5 に加熱し、第 1 の基板 1 0 を該ウェーハ台に載せ、第 2 の基板 2 0 は隙間を空け対面させた位置にセットし、3 分間放置した後に貼り合わせを実施した。この際、貼り合わせ時の基板温度は約 4 0 、貼り合わせ面上の推定相対湿度は約 2 3 % であり、貼り合わせに要した時間は 3 7 秒であった。

なお、このとき密着部の伝搬の様子を、第 2 の基板 ( 透明な合成石英基板 ) 側から観察した。貼り合わせ終端部付近では、図 1 ( a ) に示したような伝搬の様子となっていた。

次に、貼り合わせ強度を高めるため、第 1 の基板 1 0 と第 2 の基板 2 0 とを貼り合わせた基板を、3 0 0 で 6 時間熱処理した。

#### 【 0 0 4 9 】

次に、劈開の起点を形成するため、紙切りバサミの刃により、第 1 の基板のイオン注入層 1 1 にその一端部から外部衝撃を付与した。その後、第 1 の基板 1 0 と第 2 の基板とを、相対的に離していくことにより、第 1 の基板 1 0 と第 2 の基板 2 0 を外部衝撃を付与した一端部から他端部に向かってイオン注入層 1 1 にて順次離間させた ( 工程 e ) 。

#### 【 0 0 5 0 】

このようにして、第 2 の基板 2 0 上に薄膜 3 1 を有する貼り合わせ基板 3 0 を製造した。この貼り合わせ基板 3 0 を第 2 の基板 ( 透明な合成石英基板 ) 側から観察したところ、基板面内にポイドは見られず、また、貼り合わせ終端部においてもポイドは見られなかった ( 図 5 参照 ) 。

#### 【 0 0 5 1 】

( 比較例 )

実施例 1 と同様に、ただし、貼り合わせ工程 ( 工程 d ) の貼り合わせの際に基板を加熱しないで、周囲環境の温度 2 3 、相対湿度 6 0 % の下で、貼り合わせ基板の製造を行った。この時の貼り合わせに要した時間は 1 0 秒であった。

密着部の伝搬の様子を実施例 1 の場合と同様に観察したところ、貼り合わせ終端部付近では、図 1 ( b ) に示したような伝搬の様子となっていた。

このようにして製造した貼り合わせ基板のポイドの発生状況を実施例 1 の場合と同様に観察したところ、貼り合わせ終端部に多数のポイドが見られた ( 図 5 参照 ) 。

#### 【 0 0 5 2 】

以上の結果より、図3及び図5に示すように、周囲環境の湿度60%であっても貼り合わせの際に基板を加熱することによって基板周囲の相対湿度を下げた場合、除湿により周囲環境の湿度を30%とした場合と貼り合わせ時間が同程度になり、貼り合わせ終端部のボイドの発生を防止することができるという本発明の効果が明らかとなった。

【0053】

尚、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。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】貼り合わせ終端部での密着部の伝搬の様子を模式的に示す説明図であり、(a)は本発明に係る低湿度の場合、(b)は従来の高湿度の場合を示すものである。

【図2】貼り合わせ開始部での密着部の伝搬の様子を模式的に示す説明図である。

【図3】基板周囲環境の水分量及び相対湿度と、貼り合わせ時間との関係を示すグラフであり、さらに本発明に係る貼り合わせ時間のデータを示すものである。

【図4】基板周囲環境の水分量及び相対湿度と、貼り合わせ時間との関係を示すグラフであり、さらに本発明に係る貼り合わせ時間のデータを示すものである。

【図5】貼り合わせ界面付近の水分量及び相対湿度と、貼り合わせによる欠陥数との関係を示すグラフである。

【図6】本発明の貼り合わせ基板の製造方法が適用できる貼り合わせ基板の製造方法の一例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0055】

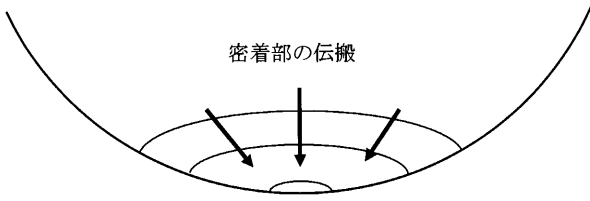
- 10 ... 第1の基板、 11 ... イオン注入層、 12 ... イオン注入面、
- 20 ... 第2の基板、 22 ... 貼り合わせる面、
- 30 ... 貼り合わせ基板、 31 ... 薄膜。

10

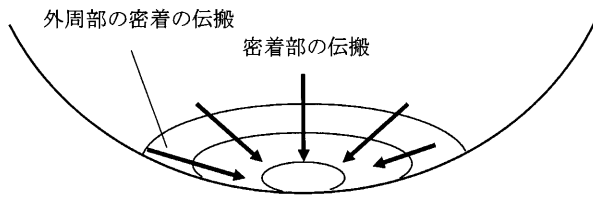
20

【 図 1 】

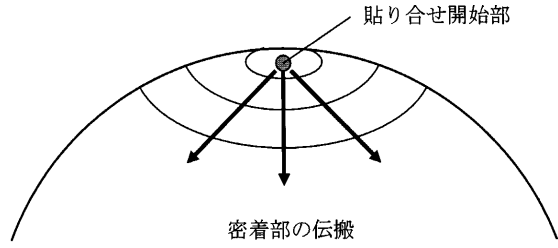
(a)



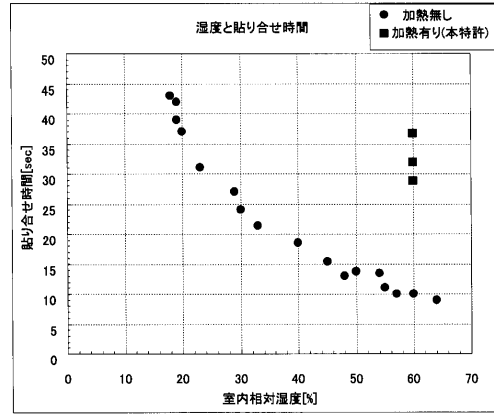
(b)



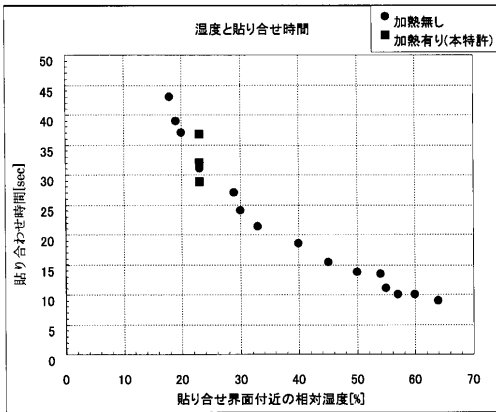
【 図 2 】



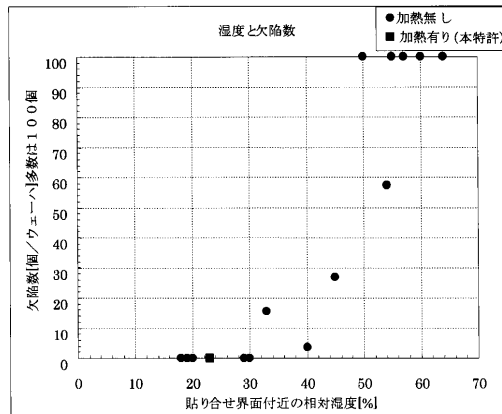
【 図 3 】



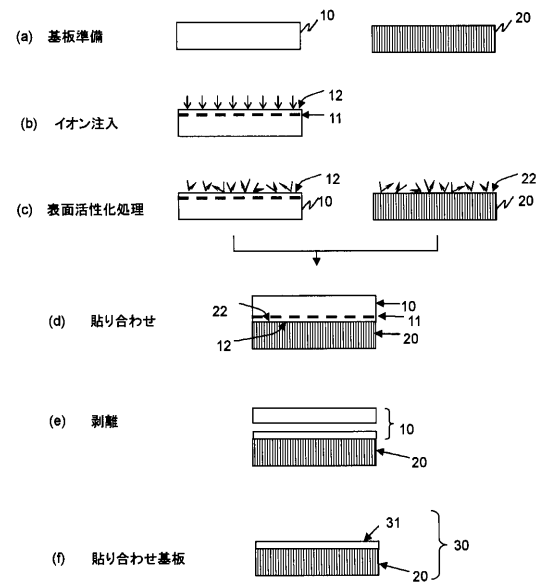
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 田中 好一  
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社精密機能材料研究所内
- (72)発明者 川合 信  
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社精密機能材料研究所内
- (72)発明者 秋山 昌次  
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社精密機能材料研究所内
- (72)発明者 田村 博  
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社精密機能材料研究所内
- Fターム(参考) 5F032 AA91 CA05 CA09 DA21 DA41 DA53 DA60 DA71 DA74