

(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2005-311199

(P2005-311199A)

(43) 公開日 平成17年11月4日(2005.11.4)

(51) Int.Cl.⁷

H01L 21/322
H01L 21/02
H01L 21/762
H01L 27/12

F 1

H01L 21/322
H01L 21/02
H01L 27/12
H01L 21/76

テーマコード(参考)

5 F O 3 2

G

B

B

D

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願2004-128803 (P2004-128803)

(22) 出願日

平成16年4月23日 (2004.4.23)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100076428

弁理士 大塚 康徳

(74) 代理人 100112508

弁理士 高柳 司郎

(74) 代理人 100115071

弁理士 大塚 康弘

(74) 代理人 100116894

弁理士 木村 秀二

(72) 発明者 鳥嘴 修治

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板の製造方法

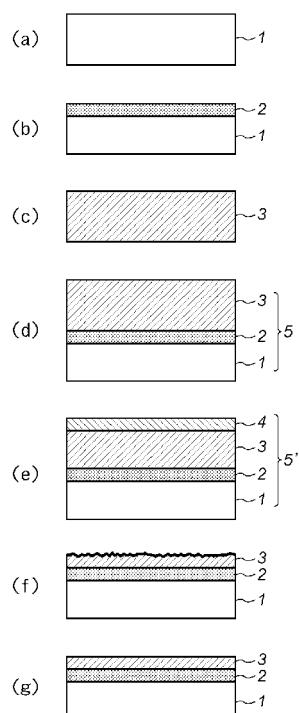
(57) 【要約】

【課題】 基板に含まれる金属不純物を低減すること。

【解決手段】

基板の製造方法は、少なくとも表面に絶縁体2を有する第1の基板1に第2の基板3を結合した結合基板5を準備する工程と、結合基板5の表面に金属不純物を捕獲するためのゲッタリング層4を形成し複合基板5'を作製する工程と、複合基板5'を熱処理する工程と、複合基板5'からゲッタリング層4を除去する工程と、を含むことを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも表面に絶縁体を有する第1の基板に第2の基板を結合した結合基板を準備する工程と、

前記結合基板の表面に金属不純物を捕獲するためのゲッタリング層を形成し複合基板を作製する工程と、

前記複合基板を熱処理する工程と、

前記複合基板から前記ゲッタリング層を除去する工程と、

を含むことを特徴とする基板の製造方法。

【請求項 2】

前記ゲッタリング層を形成する工程では、前記結合基板の前記第2の基板側の露出面に前記ゲッタリング層を形成することを特徴とする請求項1に記載の基板の製造方法。

【請求項 3】

前記ゲッタリング層を除去する工程の後に、前記第2の基板を所望の厚さまで除去する工程を更に含むことを特徴とする請求項2に記載の基板の製造方法。

【請求項 4】

前記ゲッタリング層を形成する工程では、前記結合基板の前記第1の基板側の露出面に前記ゲッタリング層を形成することを特徴とする請求項1に記載の基板の製造方法。

【請求項 5】

前記ゲッタリング層を形成する工程では、前記結合基板の前記第1、第2の基板側の露出面にそれぞれ前記ゲッタリング層を形成することを特徴とする請求項1に記載の基板の製造方法。

【請求項 6】

前記ゲッタリング層を除去する工程では、前記複合基板の前記第2の基板側の露出面に形成された前記ゲッタリング層を除去することを特徴とする請求項5に記載の基板の製造方法。

【請求項 7】

前記ゲッタリング層を除去する工程の後に、前記第2の基板を所望の厚さまで除去する工程を更に含むことを特徴とする請求項6に記載の基板の製造方法。

【請求項 8】

前記第2の基板を所望の厚さまで除去する工程の後に、前記複合基板の前記第1の基板側の露出面に形成された前記ゲッタリング層を除去する工程を更に含むことを特徴とする請求項7に記載の基板の製造方法。

【請求項 9】

前記ゲッタリング層を除去する工程の後に、さらに、還元性雰囲気、不活性ガス雰囲気又は両者の混合ガス雰囲気中で、前記複合基板に熱処理を施す工程を含むことを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれか1項に記載の基板の製造方法。

【請求項 10】

前記結合基板を準備する工程の後で且つ前記ゲッタリング層を形成する工程の前に、該結合基板に熱処理を施す工程を含むことを特徴とする請求項1に記載の基板の製造方法。

【請求項 11】

前記熱処理を施す工程の後で且つ前記ゲッタリング層を形成する工程の前に、さらに、前記結合基板に含まれる前記第2の基板の表面を所望の厚さまで除去する工程を含むことを特徴とする請求項10に記載の基板の製造方法。

【請求項 12】

前記ゲッタリング層を形成する工程の後で且つ前記前記ゲッタリング層を除去する工程の前に、還元性雰囲気、不活性ガス雰囲気又は両者の混合ガス雰囲気中で、前記複合基板に熱処理を施す工程を含むことを特徴とする請求項10又は請求項11に記載の基板の製造方法。

【請求項 13】

10

20

30

40

50

前記結合基板を準備する工程では、前記第1の基板に多孔質層を形成し、更に前記多孔質層の上に移設層を形成し、これにより第1の基板を作製し、該第1の基板と第2の基板とを結合して、結合基板を作製し、

当該製造方法は、前記熱処理する工程の後に、さらに、前記複合基板を前記多孔質層の部分で分離する工程を含むことを特徴とする請求項1乃至請求項12のいずれか1項に記載の基板の製造方法。

【請求項14】

少なくとも表面に絶縁体を有する第1の基板と表面に金属不純物を捕獲するためのゲッターリング層が形成された第2の基板とを準備する工程と、

その表面に前記ゲッターリング層が配置されるように前記第1の基板と前記第2の基板とを結合して複合基板を作製する工程と、

前記複合基板を熱処理する工程と、

前記複合基板から前記ゲッターリング層を除去する工程と、

を含むことを特徴とする基板の製造方法。

【請求項15】

前記準備する工程では、前記第1の基板に多孔質層を形成し、更に前記多孔質層の上に移設層を形成し、これにより第1の基板を作製し、

当該製造方法は、前記熱処理する工程の後に、さらに、前記複合基板を前記多孔質層の部分で分離する工程を含むことを特徴とする請求項14に記載の基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板の製造方法に関し、特に、絶縁層上に単結晶シリコン層を形成した基板の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

以前から、SOI基板を作製するための研究が行われているが、近年においては、SIMOXと呼ばれる酸素イオン注入法と基板結合法とが、主なSOI半導体基板の作成法として知られている。

【0003】

酸素イオン注入法は、シリコン単結晶基板中に酸素イオンをイオン注入することによって、酸化シリコン層を形成するために1300度以上の高温熱処理を行うことによりSOI構造を形成する方法である。イオン注入される酸素イオンは 1×10^{18} ions/cm²以上であり、その後、酸化シリコン層を形成するために1300度以上の高温熱処理を行うことが必要となる。

【0004】

基板結合法は、半導体基板と絶縁体を有する半導体基板とを結合して結合基板を形成した後、この結合基板を熱処理することによって、SOI構造を形成する方法である。結合時の熱処理は300～1000近辺もしくはそれ以上の温度域で行われる。さらに、デバイス形成領域を薄膜化するために、半導体基板を所望の厚さに加工する必要があり、そのためには、研磨、研削、選択エッチング、イオン注入層での分離又はウォータージェット法による薄膜化が必要となる。半導体基板を所望の厚さに加工した後、場合によっては、再度、300～1200程度の熱処理が行われる。

【0005】

また、薄膜化の際の加工により、半導体基板表面の表面粗さは、従来用いられている半導体基板のものと比較して大きくなりがちである。そのため、研磨又は特許文献1に記載されているような熱処理による平坦化が行われている。

【特許文献1】特開平5-218053号公報

【特許文献2】特開平8-116038号公報

【特許文献3】特開平8-293589号公報

10

20

30

40

50

【特許文献4】特開平6-163862号公報

【特許文献5】特開平8-316442号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来のSOI基板作製方法では、1回もしくは複数回の高温熱処理を行う必要がある。高温での熱処理では、使用する雰囲気ガス、熱処理炉の構成部材等からの金属汚染が問題となる。そのために、熱処理中の金属汚染を低減することは困難であり、また、金属汚染の低減が可能であったとしても、使用する雰囲気ガスを高純度に保つために、高価な精製装置を用いるか、或いは、高価な高純度石英材料若しくは高純度炭化珪素材料等を多く用いなければならず、半導体基板を安価に作製することが困難であるという問題がある。

【0007】

通常、シリコン単結晶基板中の金属不純物を低減する方法として、基板中にゲッタリングサイトを形成して金属不純物を捕獲する方法が用いられる。ゲッタリングする手法として、そのゲッタリングする部位により、エクストリンシックゲッタリング(EG)法とイントリンシックゲッタリング(IG)法とに大別される。EG法は、シリコン単結晶基板の裏面に多結晶シリコン膜をCVD法等により形成したり、リン等の不純物の高濃度層を拡散若しくはイオン注入によって形成したりすることにより、ゲッタリング層を作製する方法である。一方、IG法は、シリコン単結晶基板中に存在する酸素を、所定の温度で熱処理を行うことにより、シリコン単結晶基板中に酸素を析出させ、この析出に伴い酸素析出物もしくは積層欠陥等の微少欠陥を導入することにより、シリコン単結晶基板内部にゲッタリング層を作製する方法である。一般に、IG法はEG法に比べて、金属不純物のゲッタリング効果が高いと言われている。

【0008】

また、SOI半導体基板においても、シリコン単結晶基板と同様にして、IG法及びEG法の適応例がある。EG法の一例としては、SOI半導体基板裏面に高濃度リン拡散層を形成する方法(特許文献2を参照)、IG法の一例としては、SOI半導体基板内部に酸素析出物と転位を導入する方法(特許文献3を参照)が挙げられる。また、SOI半導体基板に特有の金属不純物のゲッタリング法としては、SOI半導体基板の活性層と絶縁層との界面にゲッタリング層を形成する方法(特許文献4を参照)又は絶縁層と支持基板の界面にゲッタリング層を形成する方法(特許文献5を参照)等の方法が開示されている。

【0009】

しかし、結合SOI半導体基板の製造工程において、金属不純物のゲッタリング層を形成すると、その製造過程での金属汚染がゲッタリング層にゲッタリングされたままの状態で、半導体デバイス製造工程へと持ち込まれることになる。また、半導体デバイス製造における熱処理工程において、その熱処理の温度によっては、ゲッタリング層にゲッタリングされた金属汚染が、再度SOI半導体基板中に拡散して、SOI半導体基板を逆汚染し、半導体デバイス製造歩留まりを低下させる原因となりうる。

【0010】

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、基板に含まれる金属不純物を低減することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の第1の側面は、基板の製造方法に係り、少なくとも表面に絶縁体を有する第1の基板に第2の基板を結合した結合基板を準備する工程と、前記結合基板の表面に金属不純物を捕獲するためのゲッタリング層を形成し複合基板を作製する工程と、前記複合基板を熱処理する工程と、前記複合基板から前記ゲッタリング層を除去する工程と、を含むことを特徴とする。

【0012】

10

20

30

40

50

本発明の第2の側面は、基板の製造方法に係り、少なくとも表面に絶縁体を有する第1の基板と表面に金属不純物を捕獲するためのゲッタリング層が形成された第2の基板とを準備する工程と、その表面に前記ゲッタリング層が配置されるように前記第1の基板と前記第2の基板とを結合して複合基板を作製する工程と、前記複合基板を熱処理する工程と、前記複合基板から前記ゲッタリング層を除去する工程と、を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、基板に含まれる金属不純物を低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

[第1の実施形態]

図1は、本発明の好適な第1の実施形態に係る基板の製造方法を示す図である。

【0015】

以下、本発明の好適な第1の実施形態に係る基板の製造方法として、SOI基板等の基板の製造方法を例示的に説明する。図1は、本発明の好適な実施の形態に係る基板の製造方法を説明する図である。

【0016】

まず、図1(a)に示す工程では、第1の半導体基板(支持基板)1を準備する。第1の半導体基板1としては、Si、Ge、SiGe、SiC、C、GaAs、GaN、AlGaAs、InGaAs、InP及びInAs等を含む基板、これらの基板上に絶縁体を形成した基板、石英等の光透過性の基板並びにサファイヤ等が好適である。

【0017】

次いで、図1(b)に示す工程では、第1の半導体基板(支持基板)1の上に絶縁層2を形成する。絶縁層2の絶縁体材料としては、例えば、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化ハフニウム、酸化チタン、酸化スカンジウム、酸化イットリウム、酸化ガドリニウム、酸化ランタン、酸化ジルコニウム、及びこれらの混合物ガラス等が好適である。絶縁層2は、例えば、第1の半導体基板1の表面を酸化させたり、CVD法又はPVD法により絶縁体物質を堆積させたりすることにより形成され得る。なお、第1の半導体基板1又は第2の半導体基板3が表面に絶縁体を含む場合には、図1(b)に示す工程を省略してもよい。

【0018】

次いで、図1(c)に示す工程では、第2の半導体基板3を準備する。第2の半導体基板3としては、Si、Ge、SiGe、SiC、C、GaAs、GaN、AlGaAs、InGaAs、InP及びInAs等を含む基板又はこれらの基板上に絶縁体を形成した基板が好適である。しかし、第2の半導体基板3は、貼り合わせ(結合)に供される面が十分に平坦であれば十分であり、他の種類の基板であってもよい。

【0019】

次いで、図1(d)に示す工程では、第1の半導体基板1と第2の半導体基板3とを、第2の半導体基板3と絶縁層2とが面するように室温で密着させて結合基板5を作成する。なお、絶縁層2は、上記のように第1の半導体基板1に形成しても良いし、第2の半導体基板3上に形成しても良く、両者に形成しても良く、結果として、第1の半導体基板1と第2の半導体基板3を密着させた際に、図1(d)に示す状態になれば良い。また、第1の半導体基板1と第2の半導体基板2とが完全に密着した後、両者の結合を強固にする処理を実施することが好ましい。この処理に加えて、或いは、この処理に代えて、陽極接合処理、加圧処理及び接着剤による接合処理の少なくとも1つを実施してもよい。

【0020】

次いで、図1(e)に示す工程では、活性層となる第2の半導体基板3側の露出面に、その内部の金属不純物を捕獲するゲッタリングサイトを含むゲッタリング層4を形成し複合基板5'を作製する。ゲッタリング層4は、例えば、(1)半導体基板の表面に多結晶シリコン膜、非晶質シリコン膜、窒化シリコン膜又はこれらの組み合わせをCVD(化学

10

20

30

40

50

気相成長)法等を用いて形成すること、(2)半導体基板内にP、B、As等の不純物を熱拡散させること、(3)半導体基板にP、B、As、C、Si、O、Ar等をイオン注入すること、(4)半導体基板の表面にレーザ照射を行うこと、等によって形成されうる。さらに、ゲッタリング層4を形成した複合基板5'に対して、結合を強固にする熱処理を行う。この熱処理温度は、300以上前記半導体基板の融点以下であればよい。また、この熱処理によって、複合基板5'中の金属不純物が拡散して、ゲッタリング層4のゲッタリングサイトに金属不純物が捕獲される。ゲッタリング層4に金属不純物が拡散させるために行われる熱処理は、好適には、上記の結合を強固にする熱処理と実質的に同一の工程で行われることが望ましく、更に好適には、この熱処理を同一装置で行なうことが望ましい。

10

【0021】

次いで、図1(f)に示す工程では、複合基板5'の第2の半導体基板3側の露出面に形成されたゲッタリング層4を除去し、更に活性層となる第2の半導体基板3を所望の厚さまで除去する。この除去工程としては、例えば、フッ酸を含む混酸若しくはアルカリ溶液によるウエットエッティング加工、ドライエッティング加工、遊離砥粒を用いたメカノケミカル研磨加工、固定砥粒を用いた研削加工、イオン注入により形成されたイオン注入層での分離加工若しくは特開平11-005064号に示されるウォータージェット法による分離加工等が挙げられる。これによって、図1(e)に示す工程において熱処理で使用される雰囲気ガスや熱処理炉の構成部材等から複合基板5'に付着した若しくは混入した金属不純物を取り除くことができる。その結果、この後の半導体デバイス製造工程における熱処理によって、ゲッタリング層に捕獲された金属不純物が、再度SOI半導体基板中に拡散し、SOI半導体基板を逆汚染することを防止することができる。

20

【0022】

次いで、図1(g)に示す工程では、複合基板5'の表面を平滑化する。この平滑化は、例えば、還元性雰囲気、不活性ガス雰囲気又は両者の混合ガス雰囲気中で、高温熱処理を行うことによって実現される。このような雰囲気としては、例えば、還元性雰囲気としては水素ガスを含む雰囲気を、不活性ガス雰囲気としては水素ガス含む雰囲気を用いることができる。この高温熱処理の温度は、800~1300の範囲内であることが望ましい。

30

【0023】

なお、本実施形態では、結合基板5を形成した後にゲッタリング層4を形成したが、これに限定されず、結合基板5を形成する前にゲッタリング層4を形成してもよい。この場合、予め第2の半導体基板3にゲッタリング層を形成しておくことも可能である。

【0024】

以上のように、本実施形態によれば、ゲッタリング層とその下層の半導体基板とを続けて除去することによって、本来の半導体基板の除去工程に新たな工程を付加することなく、結合工程及び結合基板の熱処理までに半導体基板に付着又は混入した金属不純物を効果的に除去することができる。

[第2の実施形態]

図2は、本発明の好適な第2の実施形態に係る基板の製造方法を示す図である。

40

【0025】

以下、本発明の好適な第2の実施形態に係る基板の製造方法として、SOI基板等の基板の製造方法を例示的に説明する。図1は、本発明の好適な実施の形態に係る基板の製造方法を説明する図である。図2において、図1と同様の構成要素には、同じ参照番号を付している。

【0026】

まず、図2(a)~図2(d)に示す工程は、第1の実施形態に係る基板の製造方法における図1(a)~図1(d)に示す工程と同様である。

【0027】

次いで、図2(e)に示す工程では、支持基板である第1の半導体基板1側の露出面に

50

、その内部の金属不純物を捕獲するゲッタリングサイトを有するゲッタリング層4を形成し複合基板5'を作製する。本実施形態は、複合基板5'の第1の半導体基板1側の露出面にゲッタリング層4を形成する点で、第2の半導体基板3側の露出面にゲッタリング層4を形成する第1の実施形態とは相違する。その他のゲッタリング層4の材料及び形成方法については、第1の実施形態で示したものと同様である。次いで、第1の実施形態と同様に、ゲッタリング層4を形成した複合基板5'に対して、結合を強固とする熱処理を行う。この熱処理温度は、300以上前記半導体基板の融点以下であればよい。また、この熱処理によって、複合基板5'中の金属不純物が拡散して、ゲッタリング層4のゲッタリングサイトに金属不純物が捕獲される。

【0028】

次いで、図2(f)に示す工程では、活性層となる第2の半導体基板3を所望の厚さまで除去する。この除去工程については、図1(f)で示したものと同様にして実現され得る。

【0029】

次いで、図2(g)に示す工程では、第1の半導体基板1側の露出面に形成されたゲッタリング層4を除去する。この除去工程については、図2(f)と同様にして実現され得る。

【0030】

これによって、図2(e)に示す工程において熱処理で使用される雰囲気ガスや熱処理炉の構成部材等から複合基板5'に付着した若しくは混入した金属不純物を取り除くことができる。したがって、この後の半導体デバイス製造工程における熱処理によって、ゲッタリング層に捕獲された金属不純物が、再度SOI半導体基板中に拡散し、SOI半導体基板を逆汚染することを防止することができる。

【0031】

次いで、図2(h)に示す工程では、複合基板5'の第1の半導体基板3側の表面を平滑化する。この平滑化については、図1(g)で示したものと同様にして実現され得る。

【0032】

以上のように、本実施形態によれば、活性層となる第2の半導体基板を除去した後にゲッタリング層を除去することによって、第2の半導体基板の除去工程までに半導体基板に付着又は混入した金属不純物を効果的に除去することができる。

[第3の実施形態]

図3は、本発明の好適な第3の実施形態に係る基板の製造方法を示す図である。

【0033】

以下、本発明の好適な第3の実施形態に係る基板の製造方法として、SOI基板等の基板の製造方法を例示的に説明する。図3は、本発明の好適な実施の形態に係る基板の製造方法を説明する図である。図3において、図1、図2と同様の構成要素には、同じ参照番号を付している。

【0034】

まず、図3(a)～図3(d)に示す工程は、第1の実施形態に係る基板の製造方法における図1(a)～図1(d)に示す工程と同様である。

【0035】

次いで、図3(e)に示す工程では、活性層となる第2の半導体基板3側の表面及び支持基板である第1の半導体基板1側の露出面に、その内部の金属不純物を捕獲するゲッタリングサイトを有するゲッタリング層4、4'をそれぞれ形成し複合基板5'を作製する。本実施形態は、第1の半導体基板1及び第2の半導体基板3の各々の表面にゲッタリング層4、4'を形成する点で、第2の半導体基板3側の露出面にゲッタリング層4を形成する第1の実施形態及び第1の半導体基板1側の露出面にゲッタリング層4を形成する第2の実施形態とは相違する。その他のゲッタリング層4、4'の材料及び形成方法は、第1、第2の実施形態と同様である。この後、第1、第2の実施形態と同様に、ゲッタ

リング層 4、4' を形成した複合基板 5''' に対して、結合を強固とする熱処理を行う。この熱処理温度は、300 以上前記半導体基板の融点以下であればよい。また、この熱処理によって、複合基板 5''' 中の金属不純物が拡散して、ゲッタリング層 4、4' のゲッタリングサイトに金属不純物が捕獲される。本実施形態では、複合基板 5''' の表面の両側にゲッタリング層 4、4' が形成されているため、より多くの金属不純物を捕獲することができる。

【0036】

次いで、図 3 (f) に示す工程では、複合基板 5''' の第 2 の半導体基板 3 側の露出面に形成されたゲッタリング層 4 を除去し、更に活性層となる第 2 の半導体基板 3 を所望の厚さまで除去する。この除去工程については、図 1 (f) で示したものと同様にして実現され得る。10

【0037】

次いで、図 3 (g) に示す工程では、上記ゲッタリング層 4 と同様にして、複合基板 5''' の第 1 の半導体基板 1 側の露出面に形成されたゲッタリング層 4' を除去する。

【0038】

このように図 3 (f) 及び図 3 (g) に示す工程でゲッタリング層 4、4' を除去することによって、図 3 (e) に示す工程において熱処理で使用される雰囲気ガスや熱処理炉の構成部材等から複合基板 5''' に付着した若しくは混入した金属不純物を取り除くことができる。したがって、この後の半導体デバイス製造工程における熱処理によって、ゲッタリング層に捕獲された金属不純物が、再度 SOI 半導体基板中に拡散し、SOI 半導体基板を逆汚染することを防止することができる。また、本実施形態では、複合基板 5''' の表面の両側にゲッタリング層 4、4' が形成されることによって、より多くの金属不純物がゲッタリング層 4、4' で捕獲されているため、ゲッタリング層 4、4' の両方を除去することによって、より多くの金属不純物を取り除くことができる。20

【0039】

次いで、図 3 (h) に示す工程では、複合基板 5''' の第 1 の半導体基板 3 側の表面を平滑化する。この平滑化については、図 1 (g) で示したものと同様にして実現され得る。

【0040】

以上のように、本実施形態によれば、結合基板の両側の表面にゲッタリング層を形成することによって、金属不純物の除去能力を向上させることができる。30

[第 4 の実施形態]

図 4 は、本発明の好適な第 4 の実施形態に係る基板の製造方法を示す図である。

【0041】

以下、本発明の好適な第 4 の実施形態に係る基板の製造方法として、SOI 基板等の基板の製造方法を例示的に説明する。図 4 は、本発明の好適な実施の形態に係る基板の製造方法を説明する図である。図 4 において、図 1 ~ 図 3 と同様の構成要素には、同じ参照番号を付している。40

【0042】

まず、図 4 (a) ~ 図 4 (d) に示す工程は、第 1 の実施形態に係る基板の製造方法における図 1 (a) ~ 図 1 (d) に示す工程と同様である。

【0043】

次いで、図 4 (e) に示す工程では、結合基板 5 に対して、結合を強固とする熱処理を行う。この熱処理温度は、300 以上前記半導体基板の融点以下であればよい。

【0044】

次いで、図 4 (f) に示す工程では、活性層となる第 2 の半導体基板 3 を所望の厚さまで除去する。この除去工程については、図 1 (f) で示したものと同様にして実現され得る。

【0045】

次いで、図 4 (g) に示す工程では、支持基板である第 1 の半導体基板 1 側の露出面に50

、その内部の金属不純物を捕獲するゲッタリングサイトを有するゲッタリング層4を形成し複合基板5'、'を作製する。本実施形態は、第2の半導体基板3を所望の厚さまで除去した後にゲッタリング層4を形成する点で、第1～第3の実施形態とは相違する。その他のゲッタリング層4の材料及び形成方法については、第1～第3の実施形態と同様である。

【0046】

次いで、図4(h)に示す工程では、複合基板5'、'に熱処理を施す。この熱処理によって、複合基板5'、'の第1の半導体基板3側の表面が平滑化される。この平滑化については、図1(g)で示したものと同様にして実現され得る。また、この熱処理によって、再度SOI半導体基板中の金属不純物が拡散し、ゲッタリング層4のゲッタリングサイトに金属不純物が捕獲される。10

【0047】

次いで、図4(i)に示す工程では、複合基板5'、'の第1の半導体基板1側の露外面に形成されたゲッタリング層4を除去する。ゲッタリング層4の除去方法は、第1～第3の実施形態に示したものと同様である。

【0048】

これによって、図4(h)に示す工程において熱処理で使用される雰囲気ガスや熱処理炉の構成部材等から結合基板5に付着した若しくは混入した金属不純物を取り除くことができる。したがって、この後の半導体デバイス製造工程における熱処理によってゲッタリング層に捕獲された金属不純物が、再度SOI半導体基板中に拡散し、SOI半導体基板を汚染することを防止することができる。20

【0049】

以上のように、本実施形態によれば、支持基板となる第1の半導体基板の表面を平滑化した後にゲッタリング層を除去することによって、第1の半導体基板の表面を平滑化するまでに半導体基板に付着又は混入した金属不純物を効果的に除去することができる。

【0050】

したがって、第1～第4の実施形態によれば、高温での熱処理工程での雰囲気ガス及び熱処理炉の構成部材等からの金属汚染を低減することができる。その結果、使用する雰囲気ガスを高純度に保つために高価な精製装置、高価な高純度石英材料及び高純度炭化珪素材料等を多く用いることなく、半導体基板を安価に作製し、提供することができる。30

[応用例]

次に、本発明の好適な第1～第4の実施形態に係る基板製造方法を利用した結合SOI基板の製造プロセスを応用例として説明する。

【0051】

図5は、本発明の好適な第1～第4の実施形態に係る基板製造方法を利用した結合SOI基板の製造プロセスを示す図である。図5において、図1と同様の構成要素には、同じ参照番号を付している。

【0052】

まず、図5(a)に示す工程では、第1の基板(seed wafer)10を形成するための単結晶Si基板11を用意して、上記の陽極化成装置を利用して、その主表面上に分離層としての多孔質Si層12を形成する。多孔質Si層12は、例えば、電解液(化成液)中で単結晶Si基板11に陽極化成処理(陽極処理)を施すことによって形成することができる。40

【0053】

ここで、電解液としては、例えば、弗化水素を含む溶液、弗化水素及びエタノールを含む溶液、弗化水素及びイソプロピルアルコールを含む溶液等が好適である。より具体的な例を挙げると、電解液としては、例えば、HF水溶液(HF濃度=4.9wt%)とエタノールを体積比2:1で混合した混合液が好適である。

【0054】

また、多孔質Si層12を互いに多孔度の異なる2層以上からなる多層構造として50

もよい。ここで、多層構造の多孔質 Si 層 12 は、表面側に第 1 の多孔度を有する第 1 の多孔質 Si 層、その下に、第 1 の多孔度より大きい第 2 の多孔度を有する第 2 の多孔質 Si 層を含むことが好ましい。このような多層構造を採用することにより、後の非多孔質層 13 の形成工程において、第 1 の多孔質 Si 層上に、欠陥等の少ない非多孔質層 13 を形成することができると共に、後の分離工程において、所望の位置で結合基板を分離することができる。ここで、第 1 の多孔度としては、10% ~ 30% が好ましく、15% ~ 25% が更に好ましい。また、第 2 の多孔度としては、35% ~ 70% が好ましく、40% ~ 60% が更に好ましい。

【0055】

電解質溶液として上記の混合液 (HF 濃度が 4.9 wt % の弗化水素酸 : エタノール = 2 : 1) を利用する場合は、例えば、電流密度 8 mA / cm²、処理時間 5 ~ 11 min の条件で第 1 層 (表面側) を生成し、次いで、電流密度 2.3 ~ 3.3 mA / cm²、処理時間 8.0 sec ~ 2 min の条件で第 2 層 (内部側) を生成することが好ましい。

【0056】

次いで、図 5 (b) に示す工程の第 1 段階では、多孔質 Si 層 12 上に第 1 の非多孔質層 13 を形成する。第 1 の非多孔質層 13 としては、単結晶 Si 層、多結晶 Si 層、非晶質 Si 層等の Si 層、Ge 層、SiGe 層、SiC 層、C 層、GaAs 層、GaN 層、AlGaAs 層、InGaAs 層、InP 層、InAs 層等が好適である。

【0057】

次いで、図 5 (b) に示す工程の第 2 段階では、第 1 の非多孔質層 13 の上に第 2 の非多孔質層として SiO₂ 層 (絶縁層) 14 を形成する。これにより第 1 の基板 10 が得られる。SiO₂ 層 14 は、例えば、O₂ / H₂ 雰囲気、1100 ~ 10 ~ 33 min の条件で生成され得る。

【0058】

次いで、図 5 (c) に示す工程の第 1 段階では、第 2 の基板 (handle wafer) 20 を準備し、第 1 の基板 10 と第 2 の基板 20 とを、第 2 の基板 20 と絶縁層 14 とが面するように室温で密着させて結合基板 30 を作成する。

【0059】

なお、絶縁層 14 は、上記のように単結晶 Si 層 13 側に形成しても良いし、第 2 の基板 20 上に形成しても良く、両者に形成しても良く、結果として、第 1 の基板と第 2 の基板を密着させた際に、図 5 (c) に示す状態になれば良い。しかしながら、上記のように、絶縁層 14 を活性層となる第 1 の非多孔質層 (例えば、単結晶 Si 層) 13 側に形成することにより、第 1 の基板 10 と第 2 の基板 20 との結合の界面を活性層から遠ざけることができるため、より高品位の SOI 基板等の半導体基板を得ることができる。

【0060】

第 2 の基板 20 としては、Si 基板、Si 基板上に SiO₂ 層を形成した基板、石英等の光透過性の基板、サファイア等が好適である。しかし、第 2 の基板 20 は、結合に供される面が十分に平坦であれば十分であり、他の種類の基板であってもよい。

【0061】

次いで、図 5 (c) に示す工程の第 2 段階では、結合基板 30 の第 2 の基板 3 側の露出面に、その内部の金属不純物を捕獲するゲッタリングサイトを有するゲッタリング層 4' ' を形成し複合基板 50 を作製する。ゲッタリング層 4' ' の形成工程については、図 1 (e) と同様にして実現され得る。

【0062】

さらに、基板 10、20 が完全に密着した後、両者の結合を強固にする処理を実施することが好ましい。この熱処理温度は、300 以上前記半導体基板の融点以下であればよい。この処理の一例としては、例えば、1) N₂ 雰囲気、1100 ~ 10 min の条件下熱処理を実施し、2) O₂ / H₂ 雰囲気、1100 ~ 50 ~ 100 min の条件下で熱処理 (酸化処理) を実施する処理が好適である。この処理に加えて、或いは、この処理に代えて、陽極接合処理及び / 又は加圧処理を実施してもよい。この熱処理によって、結合

10

20

30

40

50

基板 30 中の金属不純物が拡散して、ゲッタリング層 4'、'、'のゲッタリングサイトに金属不純物が捕獲される。このゲッタリング層 4'、'、'を形成する際に行われる熱処理は、好適には、基板 10、20 の結合を強固にする処理と実質的に同一の工程で行われることが望ましく、更に好適には、この熱処理を同一装置で行うことが望ましい。

次いで、図 5 (d) に示す工程の第 1 段階では、複合基板 50 を機械的強度が脆弱な多孔質層 12 の部分で分離する。この分離方法としては、各種の方法を採用しうるが、例えば、流体を多孔質層 12 に打ち込む方法、或いは、流体により多孔質層 12 に静圧を印加する方法など、流体を利用する方法が好ましい。

【0063】

この分離工程により、第 1 の基板 10 の移設層（非多孔質層 13、絶縁層 14）が第 2 の基板 20 上に移設される。なお、第 1 の基板 10 の多孔質層 12 上に非多孔質層 13 のみを形成する場合の移設層は、非多孔質層 13 のみである。

【0064】

次いで、図 5 (d) に示す工程の第 2 段階では、ゲッタリング層 4'、'、'を除去する。この除去工程としては、例えば、フッ酸を含む混酸若しくはアルカリ溶液によるウェットエッチング加工、ドライエッチング加工、遊離砥粒を用いたメカノケミカル研磨加工、固定砥粒を用いた研削加工、イオン注入により形成されたイオン注入層での分離加工若しくは特開平 11 - 005064 号に示されるウォータージェット法による分離加工等が挙げられる。

【0065】

これによって、図 5 (c) に示す工程において熱処理で使用される雰囲気ガスや熱処理炉の構成部材等から結合基板 30 又は複合基板 50 に付着した若しくは混入した金属不純物を取り除くことができる。したがって、この後の半導体デバイス製造工程における熱処理によって、ゲッタリング層に捕獲された金属不純物が、再度 SOI 半導体基板中に拡散し、SOI 半導体基板を逆汚染することを防止することができる。

【0066】

図 5 (e) に示す工程では、分離後の第 2 の基板 20 上の多孔質層 12" をエッチング等により選択的に除去する。これにより、絶縁層 14 上に非多孔質層 13 を有する基板が得られる。例えば、非多孔質層 13 が半導体層である場合、このような半導体層は、SOI 層 (SemiconductorOn Insulator 又は Silicon On Insulator) と呼ばれ、また、このような SOI 層を有する基板は、SOI 基板と呼ばれる。

【0067】

更に、分離後の第 1 の基板 10' の単結晶 Si 基板 11 上の多孔質層 12' をエッチング等により選択的に除去する。このようにして得られる単結晶 Si 基板 11 は、再び第 1 の基板 10 を形成するための基板又は第 2 の基板 20 として利用され得る。

【0068】

なお、本応用例では、ゲッタリング層 4'、'、'を第 2 の基板 20 側に形成したが、これに限定されず、第 1 の基板 10 側に形成してもよいし、第 1、第 2 の基板 10、20 の両方の表面に形成してもよい。また、ゲッタリング層 4'、'、'を形成する工程及び除去する工程は、本応用例で示したものに限定されず、これらの工程の様々な変更や修正が可能である。

【0069】

以下に本発明を実施例に基づき説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されない。

【実施例 1】

【0070】

図 1 は、第 1 の実施例を示す図である。第 1 の半導体基板（支持基板）1 として、直径 8 インチ、結晶方位 (100)、厚さ 725 μm の単結晶シリコンウェーハを準備し（図 1 (a) に対応）、1000 の温度で 45 分の熱酸化をして、第 1 の半導体基板 1 の表面に 200 nm の SiO₂ 層 2 を形成した（図 1 (b) に対応）。次いで、第 2 の半導体基板 3 として、結晶方位 (100)、厚さ 725 μm の単結晶シリコンウェーハ 3 を準備

10

20

30

40

50

し（図1（c）に対応）、第1の半導体基板1と結合して（図1（d）に対応）、結合用の熱処理炉に導入し、第2の半導体基板3の裏面に 1×10^{20} atoms/cm³の濃度のリンをガス拡散させた後、1100 の温度で1時間の熱処理を行うと同時にリン高濃度拡散層4を得た（図1（e）に対応）。その後、第2の半導体基板3の裏面側から、研削により、結合した2枚の半導体基板の厚さを730 μmまで薄くし（図1（f）に対応）、さらに、水素ガスを含む雰囲気中において、1100 の温度で、1時間の熱処理を行った（図1（g）に対応）。実施例1によれば、半導体基板中の金属不純物を効果的に除去することができた。

【実施例2】

【0071】

図2は第2の実施例を示す図である。第1の半導体基板（支持基板）1として、直径8インチ、結晶方位（100）、厚さ725 μmの単結晶シリコンウェーハ1を準備し（図2（a）に対応）、1000 の温度で45分の熱酸化をして、第1の半導体基板1の表面に200 nmのSiO₂層2を形成した（図2（b）に対応）。次いで、第2の半導体基板3として、結晶方位（100）、厚さ725 μmの単結晶シリコンウェーハ3を準備し（図2（c）に対応）、第1の半導体基板1と結合して（図2（d）に対応）、結合用の熱処理炉に導入し、第1の半導体基板1の裏面に 1×10^{15} atoms/cm³の濃度のリンをイオン注入した後、1100 の温度で1時間の熱処理を行うと同時にリン高濃度拡散層4を得た（図2（e）に対応）。その後、第2の半導体基板3の裏面側から、研削により、結合した2枚の半導体基板の厚さを730 μmまで薄くし（図2（f）に対応）、第1の半導体基板1の裏面に形成したリン高濃度拡散層をKOH溶液を用いて除去し（図2（g）に対応）、さらに、水素ガスを含む雰囲気中において、1100 の温度で、1時間の熱処理を行った（図2（h）に対応）。実施例2によれば、第2の半導体基板3の裏面側から研削するまでの半導体基板中の金属不純物を効果的に除去することができた。

【実施例3】

【0072】

図3は第3の実施例を示す図である。第1の半導体基板（支持基板）1として、直径8インチ、結晶方位（100）、厚さ725 μmの単結晶シリコンウェーハ1を準備し（図3（a）に対応）、1000 の温度で45分の熱酸化をして、第1の半導体基板1の表面に200 nmのSiO₂層2を形成した（図3（b）に対応）。次いで、第2の半導体基板3として、結晶方位（100）、厚さ725 μmの単結晶シリコンウェーハ3を準備し（図3（c）に対応）、第1の半導体基板1と結合して（図3（d）に対応）、結合用の熱処理炉に導入し、第1の半導体基板1及び第2の半導体基板3の裏面に 1×10^{20} atoms/cm³の濃度のリンをガス拡散させた後、1100 の温度で1時間の熱処理を行うと同時にリン高濃度拡散層4、4'を得た（図2（e）に対応）。その後、第2の半導体基板3の裏面側から、研削により、結合した2枚の半導体基板の厚さを730 μmまで薄くし（図2（f）に対応）、さらに、第1の半導体基板1の裏面に形成したリン高濃度拡散層4'をKOH溶液を用いて除去した（図2（g）に対応）。次いで、水素ガスを含む雰囲気中において、1100 の温度で、1時間の熱処理を行った（図2（h）に対応）。実施例3によれば、基板の両側から金属不純物を更に効果的に除去することができた。

【実施例4】

【0073】

図4は第4の実施例を示す図である。第1の半導体基板（支持基板）1として、直径8インチ、結晶方位（100）、厚さ725 μmの単結晶シリコンウェーハ1を準備し（図4（a）に対応）、1000 の温度で45分の熱酸化をして、第1の半導体基板1の表面に200 nmのSiO₂層2を形成した（図4（b）に対応）。次いで、第2の半導体基板3として、結晶方位（100）、厚さ725 μmの単結晶シリコンウェーハ3を準備し（図4（c）に対応）、第1の半導体基板1と結合して（図4（d）に対応）、結合用の熱処理炉に導入し、1100 の温度で1時間の熱処理を行った（図4（e）に対応）。その後、第2の半導体基板3の裏面側から、研削により、結合した2枚の半導体基板の厚さを730 μmまで薄くし（図2（f）に対応）、さらに、第1の半導体基板1の裏面に形成したリン高濃度拡散層4'をKOH溶液を用いて除去した（図2（g）に対応）。次いで、水素ガスを含む雰囲気中において、1100 の温度で、1時間の熱処理を行った（図2（h）に対応）。実施例4によれば、基板の両側から金属不純物を更に効果的に除去することができた。

厚さを $730 \mu\text{m}$ まで薄くし(図4(f)に対応)、第1の半導体基板1の裏面に $1 \times 10^5 \text{ atoms/cm}^2$ の濃度のリンをイオン注入し、 1000°C の温度で1時間の熱処理を行ってリン高濃度拡散層4を得た(図4(g)に対応)。さらに、水素ガスを含む雰囲気中ににおいて、 1100°C の温度で、1時間の熱処理を行った後(図4(h)に対応)、第1の半導体基板1の裏面に形成したリン高濃度拡散層をKOH溶液を用いて除去した(図4(i)に対応)。実施例4によれば、水素ガスを含む雰囲気中で熱処理を行うまでの半導体基中の金属不純物を効果的に除去することができた。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図1】本発明の好適な第1の実施形態に係る基板の製造方法を示す図である。

10

【図2】本発明の好適な第2の実施形態に係る基板の製造方法を示す図である。

【図3】本発明の好適な第3の実施形態に係る基板の製造方法を示す図である。

【図4】本発明の好適な第4の実施形態に係る基板の製造方法を示す図である。

【図5】第1～4の実施形態に係る基板の製造方法の応用例を示す図である。

【符号の説明】

【0075】

1 第1の半導体基板

2 絶縁層

3 第2の半導体基板

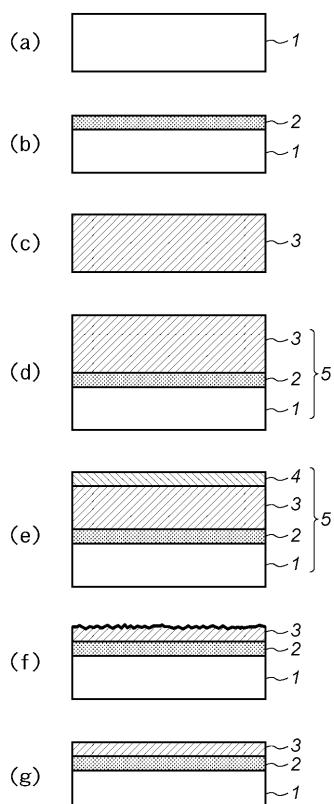
4 ゲッタリング層

5 結合基板

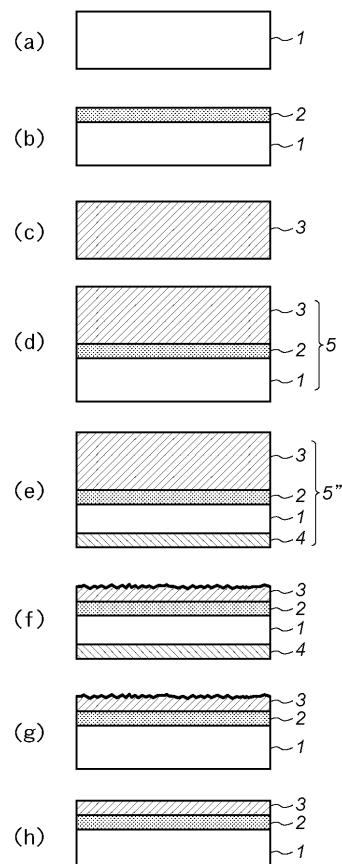
5' 複合基板

20

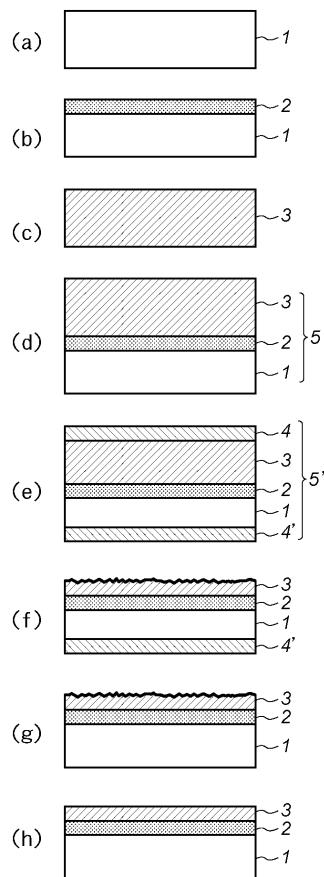
【図1】



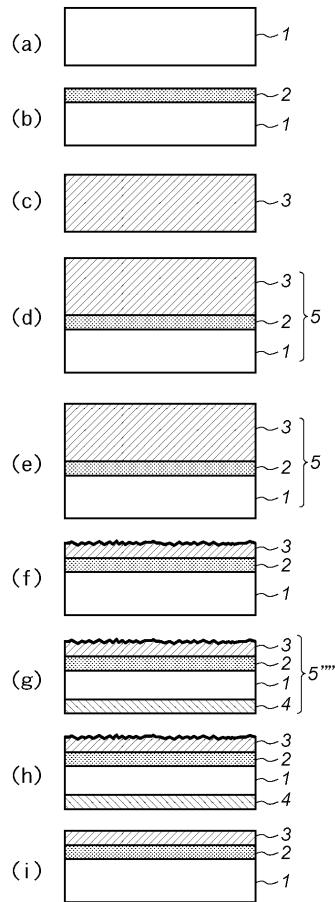
【図2】



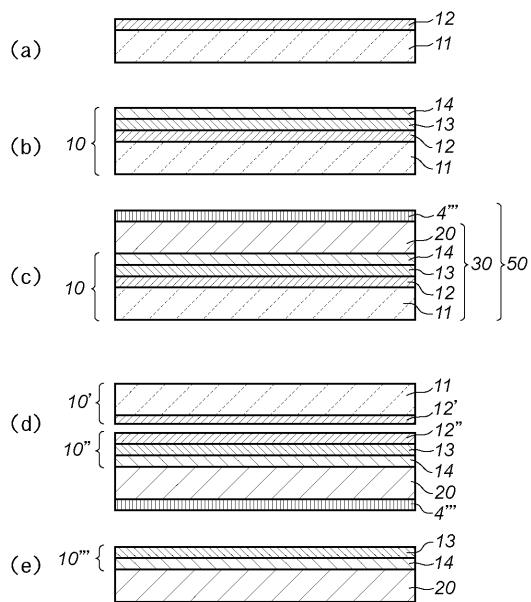
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5F032 AA91 CA05 CA06 CA09 CA10 DA01 DA02 DA21 DA23 DA24
DA33 DA34 DA41 DA43 DA45 DA53 DA67 DA71 DA74