

(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	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/322	H O 1 L 21/322	5 F O 3 2
H O 1 L 21/02	H O 1 L 21/02	
H O 1 L 21/762	H O 1 L 27/12	
H O 1 L 27/12	H O 1 L 21/76	

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)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成16年4月23日 (2004. 4. 23)		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 康德
		(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

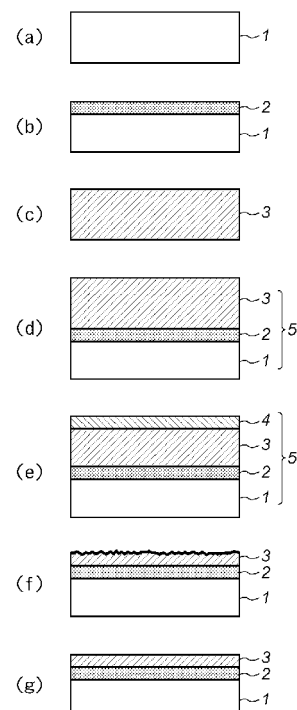
(57) 【要約】

【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ー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 2】

前記ゲッター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ー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】

前記ゲッター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】

前記ゲッター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ー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】

前記ゲッター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ー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】

前記ゲッター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ー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】

前記ゲッター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ー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】

前記ゲッター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ー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ー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】

前記ゲッターリング層を形成する工程の後で且つ前記前記ゲッター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 1 2 のいずれか 1 項に記載の基板の製造方法。

【請求項 1 4】

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基板の製造方法。

【請求項 1 5】

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 1 4 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。 10

【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、基板中にゲッター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。ゲッターリングする手法として、そのゲッターリングする部位により、エクストリンシックゲッターリング（ＥＧ）法とイントリンシックゲッターリング（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、ゲッター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ー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ーリング効果が高いと言われている。 20

【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ーリング法としては、ＳＯＩ半導体基板の活性層と絶縁層との界面にゲッター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ー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。 30

【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ー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ーリング層にゲッターリングされたままの状態、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、ゲッターリング層にゲッター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。 40

【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ー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ーリング層を除去する工程と、を含むことを特徴とする。

【００１２】

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】

10

[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InAsSi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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

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。これによって、図 1 (e) に示す工程において熱処理で使

20

【0022】

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。

【0023】

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を含む雰囲気を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

【0024】

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。

【0025】

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。

40

【0026】

[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。

【0027】

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。

【0028】

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。

【0029】

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】

10

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す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 S O I 半導体基板中に拡散し、S O I 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

【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。

30

[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、S O I 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。

40

【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

50

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、ゲッターリング層 4、4' のゲッター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ーリング層 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ーリング層 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、上記ゲッターリング層 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ーリング層 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ーリング層 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す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、ゲッター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ーリング層 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ーリング層 4、4' で捕獲されているため、ゲッターリング層 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ー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。

【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。 40

【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。

【 0 0 4 6 】

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 S O I 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

10

【 0 0 4 7 】

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 側の露出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。

【 0 0 4 8 】

これによって、図 4 (h) に示す工程において熱処理で使用す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 S O I 半導体基板中に拡散し、S O I 半導体基板

20

【 0 0 4 9 】

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。

【 0 0 5 0 】

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 S O I 基板の製造プロセスを応用例として説明する。

【 0 0 5 1 】

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 S O I 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。

【 0 0 5 2 】

まず、図 5 (a) に示す工程では、第 1 の基板 (seed wafer) 1 0 を形成するための単結晶 S i 基板 1 1 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 S i 層 1 2 を形成する。多孔質 S i 層 1 2 は、例えば、電解液 (化成液) 中で単結晶 S i 基板 1 1 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

【 0 0 5 3 】

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、H F 水溶液 (H F 濃度 = 4 9 w t %) 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。

【 0 0 5 4 】

また、多孔質 S i 層 1 2 を互いに多孔度の異なる 2 層以上の層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 49wt% 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/cm^2 、処理時間 5～11min の条件で第 1 層（表面側）を生成し、次いで、電流密度 $23\sim33\text{ mA/cm}^2$ 、処理時間 80sec～2min 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 SiO_2 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。 SiO_2 層 14 は、例えば、 O_2/H_2 雰囲気、1100、10～33min 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 SiO_2 層を形成した基板、石英等の光透過性の基板、サファイヤ等が好適である。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) N_2 雰囲気、1100、10min の条件で熱処理を実施し、2) O_2/H_2 雰囲気、1100、50～100min の条件で熱処理（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

基板 30 中の金属不純物が拡散して、ゲッターリング層 4' ' ' のゲッターリングサイトに金属不純物が捕獲される。このゲッターリング層 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。

【 0 0 6 3 】

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。

【 0 0 6 4 】

次いで、図 5 (d) に示す工程の第 2 段階では、ゲッターリング層 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エ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。

【 0 0 6 5 】

これによって、図 5 (c) に示す工程において熱処理で使用す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、ゲッターリング層に捕獲された金属不純物が、再度 S O I 半導体基板中に拡散し、S O I 半導体基板を逆汚染することを防止することができる。

【 0 0 6 6 】

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、S O I 層 (Semiconductor On Insulator 又は Silicon On Insulator) と呼ばれ、また、この

【 0 0 6 7 】

更に、分離後の第 1 の基板 10' の単結晶 S i 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 S i 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。

【 0 0 6 8 】

なお、本応用例では、ゲッターリング層 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、ゲッターリング層 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。

【 0 0 6 9 】

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 】

【 0 0 7 0 】

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 S i O₂ 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 μ m 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 μ m 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 μ m 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/cm 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 μ m 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 μ m 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 μ m 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 μ m 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 μ m 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 μ m 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 $730\text{ }\mu\text{m}$ まで薄くし（図 4（f）に対応）、第 1 の半導体基板 1 の裏面に $1 \times 10^{15}\text{ atoms/cm}$ の濃度のリンをイオン注入し、 1000 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おいて、 1100 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。

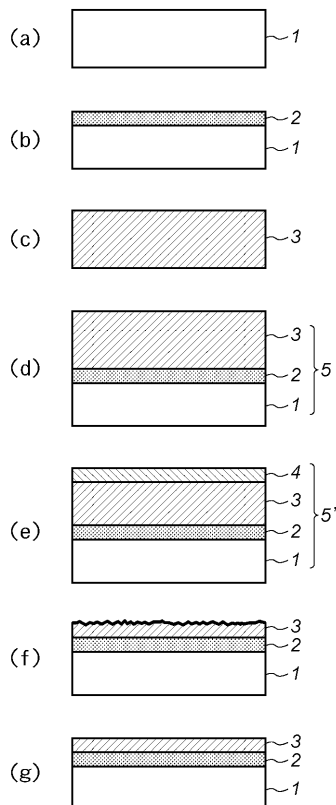
【符号の説明】

【0075】

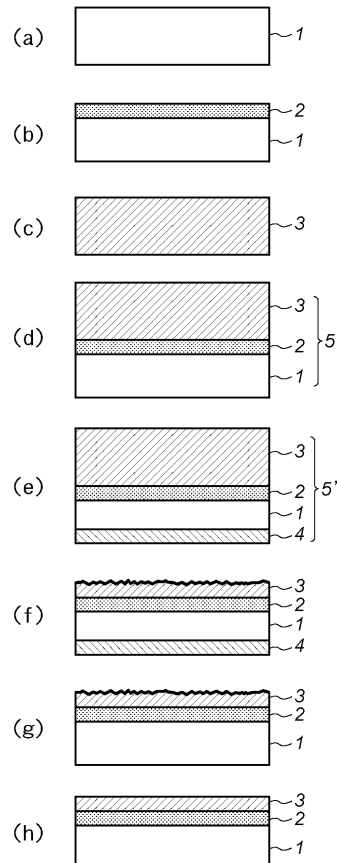
- 1 第 1 の半導体基板
- 2 絶縁層
- 3 第 2 の半導体基板
- 4 ゲッタリング層
- 5 結合基板
- 5' 複合基板

20

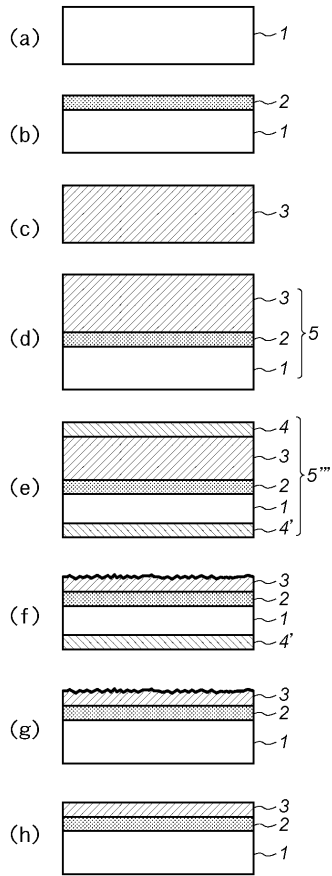
【図 1】



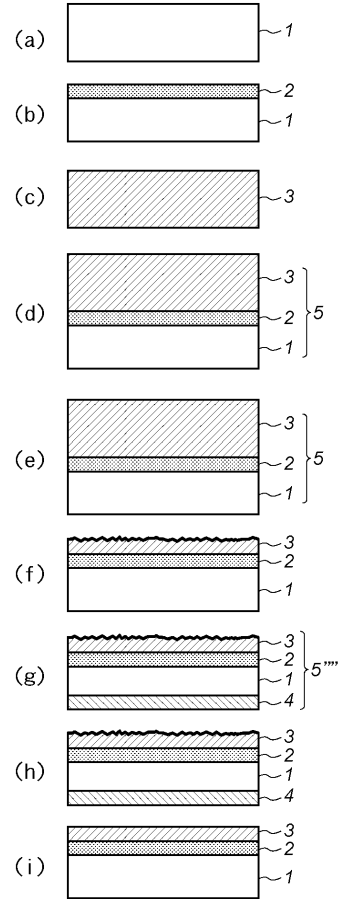
【図 2】



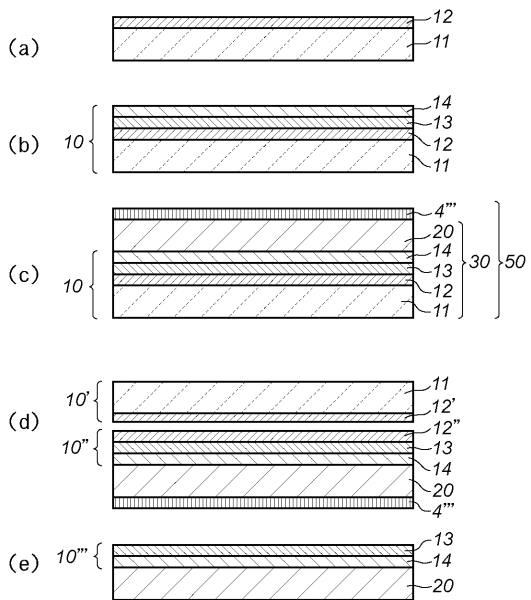
【 図 3 】



【 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