

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2007年8月23日 (23.08.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/094232 A1

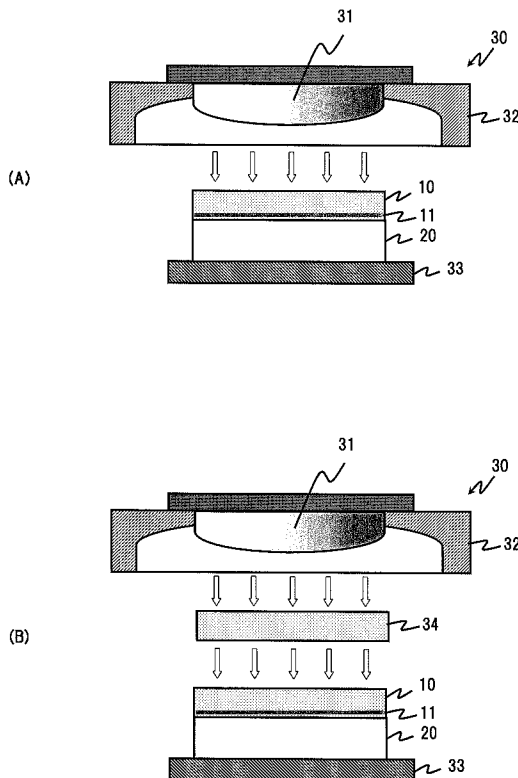
- (51) 国際特許分類:
H01L 21/02 (2006.01) H01L 27/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/052235
- (22) 国際出願日: 2007年2月8日 (08.02.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-039519 2006年2月16日 (16.02.2006) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 信越化学工業株式会社 (SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1000005 東京都千代田区大手町二丁目6番1号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 秋山 昌次 (AKIYAMA, Shoji) [JP/JP]; 〒3790195 群馬県安中市磯部2-13-1 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内 Gunma (JP). 久保田 芳宏 (KUBOTA, Yoshihiro) [JP/JP]; 〒3790195 群馬県安中市磯部2-13-1 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内 Gunma (JP). 伊藤 厚雄 (ITO, Atsuo) [JP/JP]; 〒3790195 群馬県安中市磯部2-13-1 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内 Gunma (JP). 川合 信 (KAWAI, Makoto) [JP/JP]; 〒3790195 群馬県安中市磯部2-13-1 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内 Gunma (JP). 飛坂 優二 (TOBISAKA, Yuuji) [JP/JP]; 〒3790195 群馬県安中市磯部2-13-1 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内 Gunma (JP). 田中 好一 (TANAKA, Koichi) [JP/JP];

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING SOI SUBSTRATE

(54) 発明の名称: S O I 基板の製造方法



(57) Abstract: A hydrogen ion-implanted layer is formed on the surface side of a first substrate of a single-crystal silicon substrate, and at least one of the surface of a second substrate, which is a transparent insulating substrate, and the surface of the first substrate is subjected to surface activation treatment, followed by lamination of both the substrates onto each other. The laminated substrate composed of the single-crystal Si substrate (10) and the transparent insulating substrate (20) thus obtained is mounted on a susceptor (33), and the assembly is placed under an infrared lamp (31). Light in a wave number range including an Si-H bond absorption band is applied to the assembly for a predetermined period of time to cut the Si-H bond localized within "fine cell layer" in the hydrogen ion-implanted layer (11) and thus to separate the thin film of silicon. Here the light to be applied is infrared light in a wave number range including an "Si-H bond" absorption band of 2200 to 2300 cm^{-1} . The Si crystal is substantially "transparent" to the light in the absorption band and thus can be separated without raising the substrate temperature.

(57) 要約: 単結晶シリコン基板である第1の基板の表面側に水素イオン注入層を形成し、透明絶縁性基板である第2の基板の表面及び第1の基板の表面の少なくとも一方に表面活性化処理を施して両基板を貼り合わせる。このようにして得られた単結晶Si基板(10)と透明絶縁性基板(20)の貼り合わせ基板をサセプタ(33)の上に載置して赤外線ランプ(31)の下に置き、Si-H結合の吸収帯を含む波数範囲の光を所定の時間だけ照射して水素イオン注入層(11)内の「微小気泡層」内に局在するSi-H結合を切断してシリコン薄膜層を剥離する。

ここで、照射光は $2200 \sim 2300 \text{ cm}^{-1}$ の「Si-H結合」吸収帯を含む波数範囲の赤外光である。Si結晶はこの吸収帯の光に対して事実上「透明」であるので、基板温度を高めることなく剥離が可能となる。



〒3790195 群馬県安中市磯部 2-13-1 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内 Gunma (JP).

(74) 代理人: 大野 聖二, 外(OHNO, Seiji et al.); 〒1006036 東京都千代田区霞が関 3 丁目 2 番 5 号 霞が関ビル 3 6 階 大野総合法律事務所 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

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。

明 細 書

SOI基板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、透明絶縁性基板上に単結晶シリコン薄膜を有するSOI基板の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来の貼り合わせによるSOI基板の製造方法としては、SmartCut法やSiGen法などが知られている。

[0003] SmartCut法は、貼り合せ面側に水素イオンを注入したシリコン基板とシリコン基板や他の材料の基板とを貼り合わせ、400℃以上(例えば500℃)の熱処理を施して、注入水素イオンの濃度が最も高い領域からシリコン薄膜を熱剥離させてSOI基板を得る方法である(例えば、特許第3048201号公報(特許文献1)や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)(非特許文献1))。

[0004] また、SiGen法は、貼り合せ面側に水素イオン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、低温(例えば、100～300℃)で熱処理を施して接合強度を高めた後に、常温で機械的に剥離してSOI基板を得る方法である(例えば、米国特許第6263941号明細書(特許文献2)、米国特許第6513564号明細書(特許文献3)、米国特許第6582999号明細書(特許文献4))。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[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、SmartCut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、SiGen法は常温での剥離が可能である。

[0006] 一般に、貼り合せSOI基板の製造には、シリコン基板とシリコン以外の他種材料基板との貼り合わせが行われるが、このような異種材料同士は熱膨張率や固有耐熱温度などにおいて相違するのが通常であるから、製造工程中で貼り合わせ基板に施される熱処理の温度が高くなると、両基板間の熱的諸特性の相違に起因して、割れや局所的なクラックなどが生じ易くなる。このような観点からは、シリコン薄膜の剥離に高温を要するSmartCut法は、異種材料基板の貼り合わせによるSOI基板の製造方法として好ましいものとはいえない。

[0007] 一方、低温剥離が可能なSiGen法は、上述したような熱的諸特性の相違に起因した割れや局所的クラックは生じ難いものの、機械的にシリコン薄膜の剥離を実行するこの手法では、剥離工程中に基板の接着面が剥がれたり剥離痕が生じたり或いはシリコン薄膜に機械的なダメージが導入され易いという問題がある。

[0008] 本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、単結晶シリコン基板と透明絶縁性基板とを貼り合わせてSOI基板を製造する工程において、基板間の熱的諸特性の相違に起因する割れや局所的クラック等および機械的ダメージのSOI層への導入を回避し、もって膜厚均一性、結晶性、電氣的諸特性(キャリア移動度など)に優れたSOI層を有するSOI基板を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] このような課題を解決するために、本発明のSOI基板の製造方法は、単結晶シリコン基板である第1の基板の表面側に水素イオン注入層を形成する第1のステップと、第2の基板の表面及び前記第1の基板の表面の少なくとも一方に表面活性化処理を施す第2のステップと、前記第1の基板の表面と前記第2の基板の表面とを貼り合わせる第3のステップと、前記貼り合わせた基板にSi-H結合の吸収帯を含む波数範囲の光を照射して前記第1の基板からシリコン層を剥離して前記第2の基板の表面上にSOI層を形成する第4のステップとを備えている。

[0010] 本発明において、前記第4のステップの光照射は、Si-H結合の吸収帯 $2200\sim 2300\text{cm}^{-1}$ もしくは該吸収帯の整数倍の波数を含む波数範囲の光を照射して実行することができる。

[0011] また、本発明において、前記第2の基板は、例えば、石英基板、サファイア(アルミ

ナ) 基板、ホウ珪酸ガラス基板、又は結晶化ガラス基板などの透明絶縁性基板である。

[0012] 本発明において、前記第1のステップの水素イオンの注入量(ドーズ量)は、 $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^2$ であることが好ましく、また、前記第2のステップの表面活性化処理は、プラズマ処理又はオゾン処理の少なくとも一方で実行することができる。

[0013] さらに、本発明において、前記第3のステップは、前記貼り合わせ後に、前記第1の基板と前記第2の基板を貼り合わせた状態で $100 \sim 300^\circ\text{C}$ で熱処理するサブステップを備えるようにしてもよい。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、シリコン結晶にとって「透明」な波長範囲の光を照射してシリコン薄膜を剥離することとしたので、基板間の熱的諸特性の相違に起因する割れや局所的クラック等および機械的ダメージのシリコン基板の表面領域から剥離されるシリコン薄膜への導入が回避される。その結果、膜厚均一性、結晶性、電気的諸特性(キャリア移動度など)に優れたSOI層を有するSOI基板を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1] 図1は、本発明のSOI基板の製造プロセス例を説明するための図である。

[図2] 図2は、シリコン薄膜剥離のための光照射の様子を説明するための概念図である。

発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下に、図面を参照して本発明を実施するための最良の形態について説明する。なお、以下の説明では、第1の基板である単結晶シリコン基板との貼り合せに用いられる第2の基板を可視光の光に対して透明な絶縁性基板として説明するが、この第2の基板はシリコン基板のような不透明で非絶縁性の基板であってもよい。その場合には、第1および第2の基板の少なくとも一方の表面に酸化膜のような絶縁性の膜を形成しておき、この絶縁性膜をSOI基板の絶縁層として利用することとなる。

実施例

- [0017] 図1は、本発明のSOI基板の製造方法のプロセス例を説明するための図で、図1(A)に図示された第1の基板10は単結晶Si基板、第2の基板20は石英基板、サファイア(アルミナ)基板、ホウ珪酸ガラス基板、結晶化ガラス基板などの透明絶縁性基板である。
- [0018] ここで、単結晶Si基板10は、例えば、CZ法(チョクラルスキ法)により育成された一般に市販されているSi基板であり、その導電型や比抵抗率などの電気特性値や結晶方位や結晶径は、本発明の方法で製造されるSOI基板が供されるデバイスの設計値やプロセスあるいは製造されるデバイスの表示面積などに依存して適宜選択される。
- [0019] なお、これらの基板の直径は同一であり、後のデバイス形成プロセスの便宜のため、透明絶縁性基板20にも単結晶Si基板10に設けられているオリエンテーション・フラット(OF)と同様のOFを設けておき、これらのOF同士を一致させて貼り合わせるようにすると好都合である。
- [0020] 先ず、第1の基板(単結晶Si基)10の表面に水素イオンを注入し、水素イオン注入層を形成する(図1(B))。このイオン注入面が後の「接合面(貼り合せ面)」となる。この水素イオン注入により、単結晶Si基板10の表面近傍の所定の深さ(平均イオン注入深さL)に均一なイオン注入層11が形成され、単結晶Si基板10の表面領域での平均イオン注入深さLに対応する領域には、当該領域に局在する「微小気泡層」が形成される(図1(C))。
- [0021] イオン注入層11の単結晶Si基板10表面からの深さ(平均イオン注入深さL)はイオン注入時の加速電圧により制御され、どの程度の厚さのSOI層を剥離させるかに依存して決定される。例えば、平均イオン注入深さLを $0.5\mu\text{m}$ 以下とし、イオン注入条件を、ドーズ量 $1\times 10^{16}\sim 5\times 10^{17}\text{atoms}/\text{cm}^2$ 、加速電圧 $50\sim 100\text{keV}$ などとする。
- [0022] なお、Si結晶中へのイオン注入プロセスにおいて注入イオンのチャネリング抑制のために通常行われているように、単結晶Si基板10のイオン注入面に予め酸化膜等の絶縁膜を形成させておき、この絶縁膜を通してイオン注入を施すようにしてもよい。
- [0023] このようにしてイオン注入層11を形成した単結晶Si基板10と透明絶縁性基板20の

それぞれの接合面に、表面清浄化や表面活性化などを目的としたプラズマ処理やオゾン処理を施す(図1(D))。なお、このような表面処理は、接合面となる表面の有機物除去や表面上のOH基を増大させて表面活性化を図るなどの目的で行われるものであり、単結晶Si基板10と透明絶縁性基板20の双方の接合面に処理を施す必要は必ずしもなく、何れか一方の接合面にのみ施すこととしてもよい。

[0024] この表面処理をプラズマ処理により実行する場合には、予めRCA洗浄等を施した表面清浄な単結晶Si基板および／または透明絶縁性基板を真空チャンバ内の試料ステージに載置し、当該真空チャンバ内にプラズマ用ガスを所定の真空度となるように導入する。なお、ここで用いられるプラズマ用ガス種としては、単結晶Si基板の表面処理用として、酸素ガス、水素ガス、アルゴンガス、また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などがあり、単結晶Si基板の表面状態や目的などにより適宜変更され得る。

[0025] また、当該表面処理が単結晶Si表面を酸化させることをも目的とするような場合には、少なくとも酸素ガスを含有するものをプラズマ用ガスとして用いる。なお、透明絶縁性基板として、石英基板などのようにその表面が酸化状態にあるものを用いる場合には、このようなプラズマ用ガス種の選定に特別な制限はない。プラズマ用ガスの導入後、100W程度の電力の高周波プラズマを発生させ、プラズマ処理される単結晶Si基板および／または透明絶縁性基板の表面に5～10秒程度の処理を施して終了する。

[0026] 表面処理をオゾン処理で実行する場合には、予めRCA洗浄等を施した表面清浄な単結晶Si基板および／または透明絶縁性基板を酸素含有の雰囲気とされたチャンバ内の試料ステージに載置し、当該チャンバ内に窒素ガスやアルゴンガスなどのプラズマ用ガスを導入した後に所定の電力の高周波プラズマを発生させ、当該プラズマにより雰囲気中の酸素をオゾンに変換させ、処理される単結晶Si基板および／または透明絶縁性基板の表面に所定の時間の処理が施される。

[0027] このような表面処理が施された単結晶Si基板10と透明絶縁性基板20の表面を接合面として密着させて貼り合わせる(図1(E))。上述したように、単結晶Si基板10と透明絶縁性基板20の少なくとも一方の表面(接合面)は、プラズマ処理やオゾン処

理などにより表面処理が施されて活性化しているために、室温で密着(貼り合せ)した状態でも後工程での機械的剥離や機械研磨に十分耐え得るレベルの接合強度を得ることができるが、より高い貼り合せ強度をもたせる場合には、図1(E)の「貼り合せ」に続いて、比較的低温で加熱して「接合処理」を施すサブステップを設けてもよい。

[0028] このときの接合処理温度は、貼り合せに用いられる基板の種類に応じて適宜選択されるが、単結晶Si基板と貼り合わされる基板が、石英基板、サファイア(アルミナ)基板、ホウ珪酸ガラス基板、又は結晶化ガラス基板などの透明絶縁性基板である場合には、350℃以下の温度、より好ましくは100～300℃の温度範囲とする。

[0029] 単結晶Si基板と貼り合わされる基板が透明絶縁性基板(例えば石英基板)である場合に350℃以下の温度選択とするのは、単結晶Siと石英との熱膨張係数差と当該熱膨張係数差に起因する歪量、およびこの歪量と単結晶Si基板10ならびに透明絶縁性基板20の厚みを考慮したものである。

[0030] 単結晶Si基板10と透明絶縁性基板20の厚みが概ね同程度である場合、単結晶Siの熱膨張係数(2.33×10^{-6})と石英の熱膨張係数(0.6×10^{-6})の間に大きな差異があるために、350℃を超える温度で熱処理を施した場合には、両基板間の剛性差に起因して、熱歪によるクラックや接合面における剥離などが生じたり、極端な場合には単結晶Si基板や石英基板が割れてしまうということが生じ得る。このため、熱処理温度の上限を350℃と選択し、好ましくは100～300℃の温度範囲で熱処理を施す。

[0031] このような貼り合せ処理に続いて、貼り合わされた基板に赤外域の光線を照射する(図1(F))。上述したように、水素のイオン注入により、平均イオン注入深さLに対応する領域に局在する「微小気泡層」が形成されるが、この「微小気泡層」には高密度の「Si-H結合」が発生している。

[0032] SiとHの結合状態(これを「Si-H」として表記する)としては、SiH、SiH₂、SiH₃などが知られており、これらの結合に起因する吸収帯はそれぞれ、2280、2220、および2200cm⁻¹であることが知られている(G. Lucovsky, "Chemical effects on the frequencies of Si-H vibrations in amorphous solids" Solid Stat. Commun., 29, 571 (1979)(非特許文献2))。

- [0033] 一方、Si結晶は $2200\sim 2300\text{cm}^{-1}$ の波数の光に対して事実上「透明」であるから、当該波数範囲の光を照射しても、この光を吸収して結晶中で熱に変わり温度上昇することはない。
- [0034] したがって、 $2200\sim 2300\text{cm}^{-1}$ の「Si-H結合」吸収帯の波数範囲の光を貼り合わされた基板に照射すれば、基板温度を高めることなく、当該範囲の光を「Si-H結合」に吸収させてこの結合を切断することが可能である。
- [0035] なお、「Si-H結合」の光吸収には $2200\sim 2300\text{cm}^{-1}$ の波数の光を吸収する「一音子吸収」のほかに、これらの吸収帯の整数倍の波数の光の「高調波」の吸収も生じるから、 $2200\sim 2300\text{cm}^{-1}$ の吸収帯の整数倍(たとえば、2次: $4400\sim 4600\text{cm}^{-1}$ 、3次: $6600\sim 6900\text{cm}^{-1}$ 、4次: $8800\sim 9200\text{cm}^{-1}$ など)の波数を含む波数範囲の光を照射してもよい。
- [0036] ここで、一般に赤外線とは $14,000\sim 20\text{cm}^{-1}$ の波数範囲($0.7\sim 500\mu\text{m}$ の波長範囲)の光を意味するとされるから、上記の波数範囲は何れも赤外域にある。
- [0037] このような光照射を施すと、イオン注入層11中でのSi-H結合により照射光が吸収されて当該化学結合の切断が生じ、結果として、単結晶Si基板10の表面近傍の所定の深さ(平均イオン注入深さL)に相当する位置の結晶面に沿って単結晶シリコン薄膜の剥離が生じ(図1(G))、第2の基板20上にSOI層が得られる(図1(H))。
- [0038] 図2(A)は、シリコン薄膜剥離のための光照射部の様子を説明するための概念図である。この図において、符号30が光照射部であり、赤外線ランプ31とランプハウス(ランプシェード)32とを備え、ランプボックス32の内側面は赤外線の反射効率を高めるために金コートが施されている。
- [0039] 本実施例では、赤外線ランプ31として炭化珪素ランプ(放射波長 $1.0\sim 50\mu\text{m}$ であり波数範囲 $10,000\sim 200\text{cm}^{-1}$ に相当)を用いているが、その他にも、タングステンランプ(放射波長 $1.0\sim 2.5\mu\text{m}$ であり波数範囲 $10,000\sim 4000\text{cm}^{-1}$ に相当)、セシウムキセノンランプ(放射波長 $0.8\sim 2.5\mu\text{m}$ であり波数範囲 $12,500\sim 4000\text{cm}^{-1}$ に相当)、カーボンアークランプ(放射波長 $2.0\sim 25\mu\text{m}$ であり波数範囲 $5,000\sim 400\text{cm}^{-1}$ に相当)などを用いてもよい。
- [0040] 単結晶Si基板10と透明絶縁性基板20の貼り合わせ基板をサセプタ33の上に載

置して赤外線ランプ31の下に置き、所定の時間の光照射を施してイオン注入層11内の「微小気泡層」内に局在するSi-H結合を切断する。なお、ここではサセプタ33の材質を石英ガラスとしたが、その材質は適宜変更可能なものである。照射光の波数範囲を考慮して、照射光の吸収によりサセプタ温度が上昇して貼り合せ基板の温度上昇が顕著なものとならない材質のものを選択することが好ましい。

[0041] なお、上述したように、シリコン結晶は $2200\sim 2300\text{cm}^{-1}$ の波数の光に対して事実上「透明」であり当該波数の整数倍の光に対しても同様であるが、概ね $500\sim 1300\text{cm}^{-1}$ の波数範囲にはシリコン結晶を構成するSi原子同士の「Si-Si」結合による固有の吸収帯やシリコン原子と格子間酸素との結合に起因する「Si-O」結合に起因の光吸収帯がある。このような吸収帯による光吸収起因の基板温度上昇が問題となる場合には、サセプタ33に試料冷却機能をもたせて基板温度上昇を回避したり、例えば図2(B)に図示したように、赤外線ランプ31と貼り合せ基板との間にダミーのシリコンウエハ34を設けてこれを「色フィルタ」として用い、このダミーウエハ34を透過してきた赤外線を貼り合せ基板に照射するようにしてもよい。

[0042] このようなダミーウエハ34を用いた場合には、シリコン結晶固有の赤外吸収はダミーウエハ34内で生じるから、これを透過してきた光の中には最早シリコン結晶固有の「Si-Si」結合による光吸収は生じることがなく、基板温度の上昇を回避することができる。

[0043] このようにして得られた剥離後のSOI層の表面は、局所的なシリコン薄膜の剥がれや剥離痕あるいは未転写領域といった欠陥もなく、極めて平坦な状態を呈している。剥離後のSOI層表面の $10\mu\text{m}\times 10\mu\text{m}$ の領域を原子間力顕微鏡(AFM)で測定したところ、RMSの平均値は6nm以下と良好であった。

[0044] このように、本発明においては、単結晶Si基板10と透明絶縁性基板20との接合工程およびSOI層の剥離工程の何れの工程においても、従来法のような高温処理や機械的剥離処理を必要とせず、しかも、一貫して低温(透明絶縁性基板の場合で 350°C 以下)での処理が可能である。

[0045] 従来から知られているSOI基板の製造方法の多くは高温処理工程を備えているために、熱歪に起因して生じるクラックや剥離を回避するための特別の工夫が必要であ

ったが、本発明の剥離プロセスは、高温処理および機械的剥離処理の何れをも必要としないため、膜厚均一性、結晶性、電氣的諸特性(キャリア移動度など)に優れたSOI層を有するSOI基板を提供することが可能となることに加え、SOI基板の製造工程の安定化と簡易化の観点から極めて有利である。

- [0046] 以上、実施例により本発明のSOI基板の製造方法について説明したが、本発明は当該実施例において説明された範囲のものに限定して解釈されるものではなく、用いられる基板や光照射条件などを適宜変更して適用可能であることはいうまでもない。

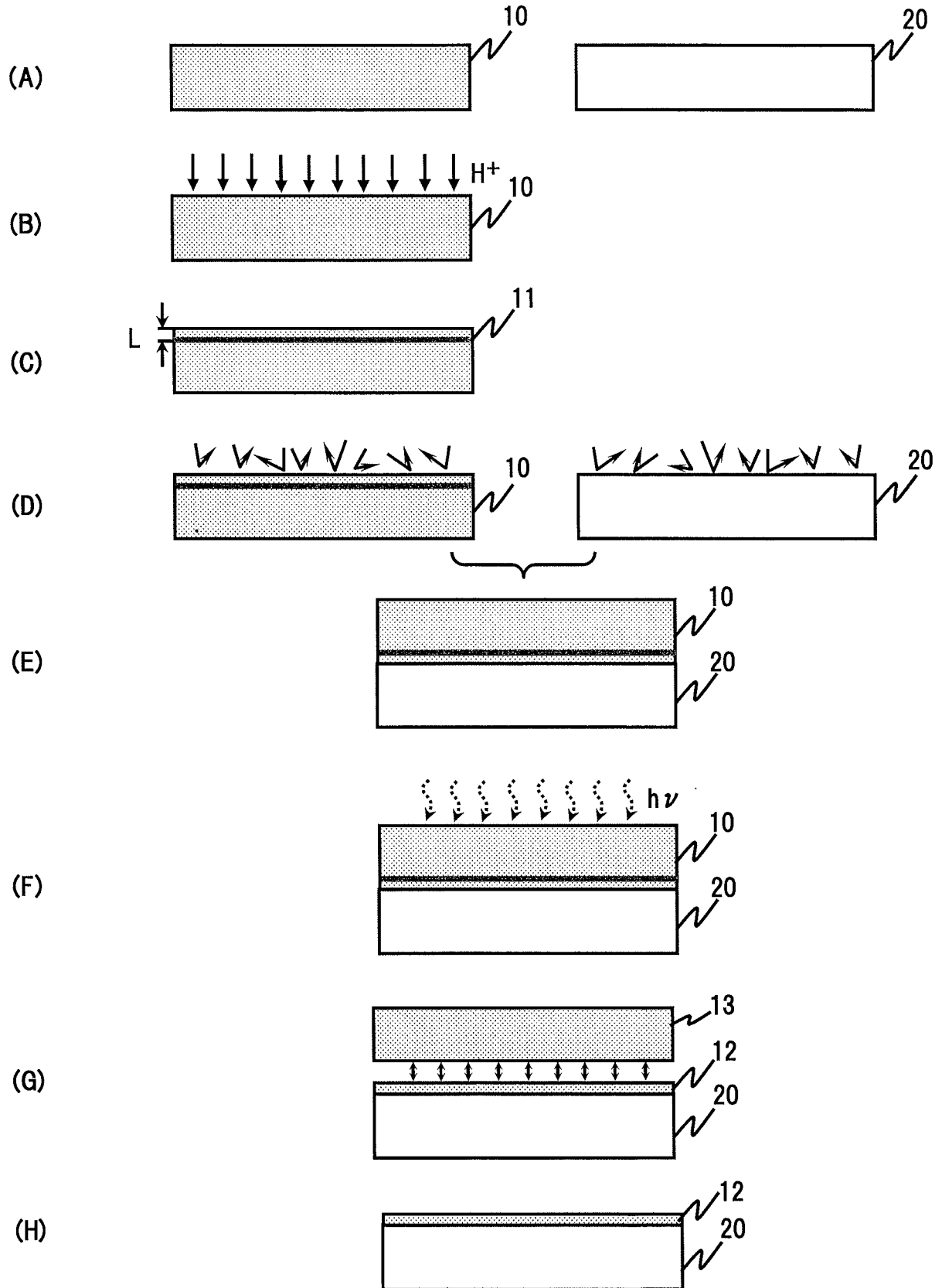
産業上の利用可能性

- [0047] 本発明によれば、単結晶シリコン基板と透明絶縁性基板とを貼り合わせてSOI基板を製造する工程において、基板間の熱的諸特性の相違に起因する割れや局所的クラック等および機械的ダメージのSOI層への導入を回避することが可能となる。その結果、膜厚均一性、結晶性、電氣的諸特性(キャリア移動度など)に優れたSOI層を有するSOI基板を提供することが可能となる。

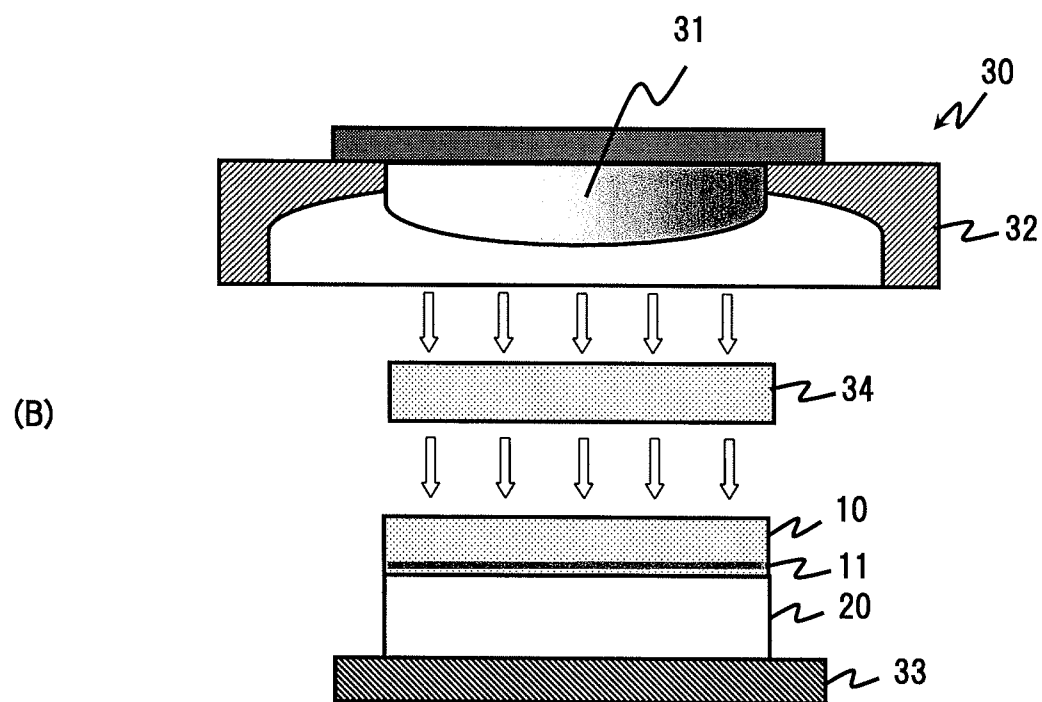
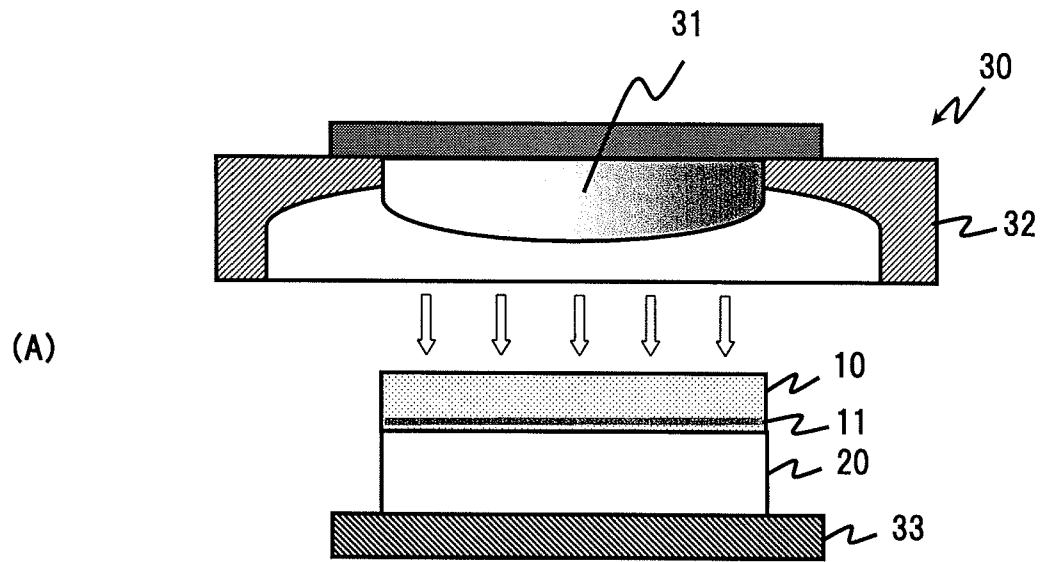
請求の範囲

- [1] SOI基板の製造方法であって、
単結晶シリコン基板である第1の基板の表面側に水素イオン注入層を形成する第1のステップと、
第2の基板の表面及び前記第1の基板の表面の少なくとも一方に表面活性化処理を施す第2のステップと、
前記第1の基板の表面と前記第2の基板の表面とを貼り合わせる第3のステップと、
前記貼り合わせた基板にSi-H結合の吸収帯を含む波数範囲の光を照射して前記第1の基板からシリコン層を剥離して前記第2の基板の表面上にSOI層を形成する第4のステップと、
を備えていることを特徴とするSOI基板の製造方法。
- [2] 前記第4のステップの光照射は、Si-H結合の吸収帯 $2200\sim 2300\text{cm}^{-1}$ もしくは該吸収帯の整数倍の波数を含む波数範囲の光を照射して実行されることを特徴とする請求項1に記載のSOI基板の製造方法。
- [3] 前記第2の基板は、石英基板、サファイア(アルミナ)基板、ホウ珪酸ガラス基板、又は結晶化ガラス基板の何れかの透明絶縁性基板であることを特徴とする請求項1または2に記載のSOI基板の製造方法。
- [4] 前記第1のステップの水素イオンの注入量(ドーズ量)は、 $1\times 10^{16}\sim 5\times 10^{17}\text{atom s/cm}^2$ であることを特徴とする請求項1乃至3の何れか1項に記載のSOI基板の製造方法。
- [5] 前記第2のステップの表面活性化処理は、プラズマ処理又はオゾン処理の少なくとも一方で実行されることを特徴とする請求項1乃至4の何れか1項に記載のSOI基板の製造方法。
- [6] 前記第3のステップは、前記貼り合わせ後に、前記第1の基板と前記第2の基板を貼り合わせた状態で $100\sim 300^{\circ}\text{C}$ で熱処理するサブステップを備えていることを特徴とする請求項1乃至5の何れか1項に記載のSOI基板の製造方法。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/052235

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/02(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, 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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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.
Y	JP 2001-244444 A (Lee Tien-Hsi), 07 September, 2001 (07.09.01), Par. Nos. [0029] to [0047]; Figs. 1 to 6 & TW 452866 A & US 6486008 B1	1-6
Y	H. Iwata, et al., "Analysis of platelet distribution in Hion-implanted silicon", Journal of Crystal Growth, Vol. 210, No.1-3, 01 March, 2000 (01.03.00), pp. 94-97	1-6



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

"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
26 April, 2007 (26.04.07)

Date of mailing of the international search report
15 May, 2007 (15.05.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/052235

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-118242 A (Canon Inc.), 19 April, 2002 (19.04.02), Par. No. [0175] & EP 843344 A1 & AU 9745182 A & CA 2221100 A & JP 10-200080 A & SG 65697 A1 & KR 98042471 A & US 5966620 A & JP 2001-291851 A & DE 69710031 E & CN 1183635 A & JP 2002-118242 A & ES 2171252 T3 & TW 483162 A	6
A	JP 2005-142524 A (S.O.I. Tec Silicon Insulator Technologies), 02 June, 2005 (02.06.05), Par. Nos. [0051] to [0054] & EP 1473765 A2 & FR 2854493 A1 & US 2004/0248379 A1	1-6

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, 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, 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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2007年
日本国実用新案登録公報	1996-2007年
日本国登録実用新案公報	1994-2007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 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-244444 A (リー ティエンシー) 2001.09.07, 段落【0029】-【0047】, 第1-6図 & TW 452866 A & US 6486008 B1	1-6
Y	H. Iwata, et al., "Analysis of platelet distribution in H ion-implanted silicon", Journal of Crystal Growth, Vol. 210, No. 1-3, 2000.03.01, pp. 94-97	1-6

☒ 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

26.04.2007

国際調査報告の発送日

15.05.2007

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100-8915
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)

萩原 周治

4 L

9835

電話番号 03-3581-1101 内線 3498

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
Y	JP 2002-118242 A (キヤノン株式会社) 2002. 04. 19, 段落【0 1 7 5】 & EP 843344 A1 & AU 9745182 A & CA 2221100 A & JP 10-200080 A & SG 65697 A1 & KR 98042471 A & US 5966620 A & JP 2001-291851 A & DE 69710031 E & CN 1183635 A & JP 2002-118242 A & ES 2171252 T3 & TW 483162 A	6
A	JP 2005-142524 A (エス. オー. アイ. テック、シリコン、オン、インシュレーター、テクノロジーズ) 2005. 06. 02, 段落【0 0 5 1】 — 【0 0 5 4】 & EP 1473765 A2 & FR 2854493 A1 & US 2004/0248379 A1	1-6