

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年1月30日(30.01.2014)



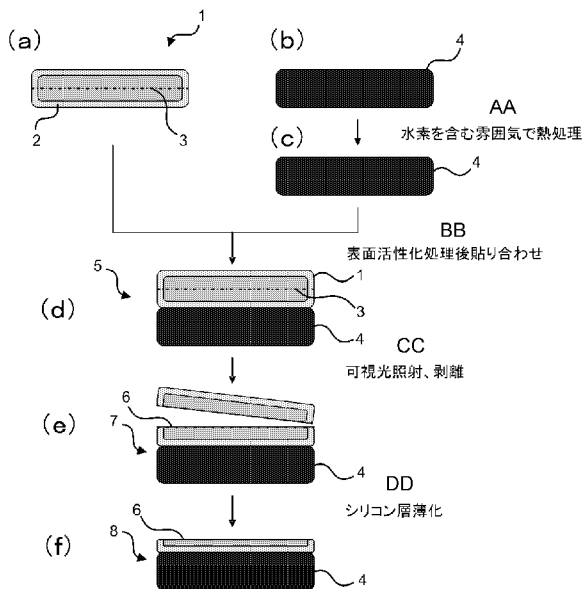
(10) 国際公開番号
WO 2014/017368 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 27/12 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/069480
- (22) 国際出願日: 2013年7月18日(18.07.2013)
- (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 2012-164673 2012年7月25日(25.07.2012) JP
- (71) 出願人: 信越化学工業株式会社 (SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小西 繁 (KONISHI Shigeru); 〒3790127 群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内 Gunma (JP). 久保田 芳宏 (KUBOTA Yoshihiro); 〒3790127 群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内 Gunma (JP). 川合 信 (KAWAI Makoto); 〒3790127 群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内 Gunma (JP). 秋山 昌次
- (74) 代理人: 小島 隆司, 外 (KOJIMA Takashi et al.); 〒1040061 東京都中央区銀座二丁目16番12号 銀座大塚ビル2階 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING SOS SUBSTRATES, AND SOS SUBSTRATE

(54) 発明の名称: SOS基板の製造方法及びSOS基板



- AA Heat treatment in atmosphere containing hydrogen
- BB Adhering after surface-activation treatment
- CC Visible-light irradiation, detachment
- DD Silicon-layer thinning

(57) Abstract: A method for producing SOS substrates which can be incorporated into a semiconductor production line, and is capable of producing SOS substrates which have few defects and no variation in defects, and in a highly reproducible manner, or in other words, a method for producing SOS substrates by: forming an ion-injection region (3) by injecting ions from the surface of a silicon substrate (1); adhering the ion-injection surface of the silicon substrate (1) and the surface of a sapphire substrate (4) to one another directly or with an insulating film (2) interposed therebetween; and then obtaining an SOS substrate (8) having a silicon layer (6) on the sapphire substrate (4), by detaching the silicon substrate in the ion-injection region (3). This method is characterized in that the orientation of the sapphire substrate (4) is in a C-plane having an off-angle of 1 degree or less.

(57) 要約: 欠陥数が少なく、かつそのばらつきの少ないSOS基板を再現性よく作製でき、更に半導体製造ラインに投入可能なSOS基板の製造方法、すなわち、シリコン基板1の表面からイオンを注入してイオン注入領域3を形成し、上記シリコン基板1のイオン注入した表面とサファイア基板4の表面とを直接又は絶縁膜2を介して貼り合わせた後、上記イオン注入領域3でシリコン基板1を剥離させてサファイア基板4上にシリコン6層を有するSOS基板8を得るSOS基板の製造方法であって、上記サファイア基板4の面方位がオフ角1度以下のC面であることを特徴とする。



WO 2014/017368 A1

ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：SOS基板の製造方法及びSOS基板

技術分野

[0001] 本発明は、サファイア基板上に単結晶シリコン層を貼り合わせ法により形成するSOS基板の製造方法及び該製造方法で製造される安価で、金属汚染がなく、かつ単結晶シリコン層の欠陥の少ないSOS基板に関する。

背景技術

[0002] 従来、高絶縁性で熱伝導率も高く、且つ高周波領域での損失が小さい特性を持つサファイアを支持基板として、Silicon-On-Sapphire (SOS) 基板のハイブリッド基板が高周波領域のデバイスとして用いられている。

[0003] SOSの製法として、サファイア基板にシリコンをヘテロエピ成長させることがよく知られているが、この方法はサファイアとシリコンとの格子定数差に起因した欠陥が多数発生する欠点を有している（例えば、非特許文献1）。

[0004] 上記問題に鑑み、水素イオンを注入したシリコン基板をサファイア基板と貼り合わせ、水素イオン注入層を脆化し、剥離することによって、単結晶シリコン薄膜をサファイア基板上に転写する方法が提案されている（例えば、特開2010-278337号公報（特許文献1））。

[0005] SOS基板では、サファイア基板とシリコン層との格子定数が近いことにより、サファイア基板としては基板の面方位としてR面のものが、シリコン基板としては基板の面方位として(100)面のものがよく使用されているが、R面のサファイア基板では、異方性があるため、熱膨張係数や熱伝導係数に異方性が現れ、MOS-FET作製後の閾値電圧に面内ではばらつきが生じるなどの問題点が指摘されている（国際公開第2011/077608号（特許文献2））。

[0006] そのため、特許文献2では、C面のサファイア基板の方が異方性が少なく

、デバイスの面内均一性を向上させることができることが述べられている。更に、C面サファイア基板は、LED等光学デバイスで多用されていることから、R面サファイア基板に比べ安価で入手することができ、SOS基板及びそれを用いたデバイスの低コスト化が可能である等の利点が述べられている。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献1：特開2010-278337号公報
特許文献2：国際公開第2011/077608号
特許文献3：特開平11-74562号公報
特許文献4：特開2004-111848号公報

非特許文献

- [0008] 非特許文献1：Yoshii et al., Japanese Journal of Applied Physics Vol. 21 Supplement 21-1, pp. 175-179 (1982)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0009] しかしながら、C面サファイア基板を用い、特許文献1で記載されている貼り合わせによってSOS基板を作製しても、使用したウェハによって単結晶シリコン膜の欠陥、例えばボイドやOSF (Oxidation induced Stacking Fault; 酸化誘起積層欠陥) 状の欠陥の数にばらつきがあり、再現性よく欠陥の少ないSOS基板を作製することが困難であった。

また、サファイア基板自身の金属濃度、特に基板表面におけるFeの濃度が高いという問題があった。典型的なサファイア基板におけるFeの濃度は、 $1 \times 10^{11} \sim 1 \times 10^{12} \text{ atoms/cm}^2$ であるが、シリコンデバイス等で要求される値 $1 \times 10^{10} \text{ atoms/cm}^2$ に比べて1~2桁高い値となってい

る。そのため、上記金属濃度を持つSOSは、半導体製造ラインを汚染するため、該半導体製造ラインに投入できない問題があった。また、金属濃度を下げるために、例えばシリコンウェハの洗浄で用いられているSC-2 ($\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$) 洗浄を行うことが考えられるが、この洗浄を施してもサファイア基板における金属濃度はなかなか減少せず、 $1 \times 10^{10} \text{ atoms/cm}^2$ 以下にするには洗浄を繰り返さなければならず、洗浄に要するコストや時間が増大する問題点があった。また、サファイア基板によっては、洗浄を繰り返してもFeの濃度が下がらないという問題点があった。

[0010] 本発明は、上記事情に鑑みなされたもので、欠陥数が少なく、かつそのばらつきのないSOS基板を再現性よく作製でき、更に半導体製造ラインに投入可能なSOS基板の製造方法及び該製造方法で製造されたSOS基板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] 本発明者らは、上記課題を解決するため鋭意検討した結果、C面サファイア基板のオフ角の大きさにより、単結晶シリコン膜の欠陥数に違いがあることと、そのばらつきの主因は面方位であり、これを一定の範囲以下に維持することが極めて重要であることを見出した。また、オフ角の大きさが1度を超えると、単結晶シリコン膜の欠陥数が多くなり、使用するC面サファイア基板のオフ角を1度以下とすることで、欠陥数が少なくかつそのばらつきのないSOS基板を再現性よく作製できることを見出した。また、サファイア基板における金属不純物、特にFeの濃度については、サファイア基板を還元性雰囲気、特に水素を含む雰囲気下で熱処理をすることにより、サファイア基板表面における金属不純物濃度を大幅に低減できることを見出した。更に、上記熱処理をしたサファイア基板を用いて貼り合わせ法によりSOSを作製すると、プロセスラインの汚染が極めて少なく、且つシリコン薄膜転写後のシリコン薄膜上の欠陥数が熱処理をしていない基板を使用した時に比べ、著しく少なくなることも見出し本発明に至った。

なお、C面サファイア基板にオフ角を設けることについては、例えば、特

開平 1 1 - 7 4 5 6 2 号公報（特許文献 3）に記載されているように、窒化物半導体層などをヘテロエピ成長させて形成する場合に、結晶性を良くする目的で意図的に形成されているが、本発明におけるように貼り合わせ法で単結晶の膜を転写する場合には、オフ角の効果は決して自明ではない。

また、サファイア基板を、水素を含む雰囲気中で熱処理する手法は、例えばサファイア基板上に直接窒化物半導体層をエピタキシャル成長する前に処理することが知られており、例えば特開 2 0 0 4 - 1 1 1 8 4 8 号公報（特許文献 4）に記載されている。しかしながら、これはエピ成長した膜の結晶性を向上させることを目的としたものであり、本発明のように結晶性のよい単結晶基板同士の貼り合わせで単結晶の膜を転写して形成するものとは膜の形成方法が異なる。また、還元雰囲気中で熱処理することが金属不純物濃度の減少に効果があることについては言及されていない。更に、上記熱処理を施したサファイア基板を用いて S O S 基板を製造することについては記載されておらず、このときにサファイア支持基板上に形成したシリコン層の欠陥数低減に効果があることについても自明ではない。即ち、貼り合わせを行う前にサファイア基板を水素を含む雰囲気中で貼り合わせ前に熱処理することが重要であり、このことにより、初めて金属不純物を除去でき、付帯効果として有機物等の異物も除去されるものである。その結果、貼り合わせ後の欠陥数を低減することができるものである。

これらの効果は、本発明者らにより初めて見出されたものである。

[0012] 従って、本発明は、上記目的を達成するため、下記の S O S 基板の製造方法及び S O S 基板を提供する。

〔1〕 シリコン基板の表面からイオンを注入してイオン注入領域を形成し、上記シリコン基板のイオン注入した表面とサファイア基板の表面とを直接又は絶縁膜を介して貼り合わせた後、上記イオン注入領域でシリコン基板を剥離させてサファイア基板上にシリコン層を有する S O S 基板を得る S O S 基板の製造方法であって、

上記サファイア基板の面方位がオフ角 1 度以下の C 面であることを特徴と

するSOS基板の製造方法。

〔2〕 上記サファイア基板を予め還元性雰囲気中で熱処理した後に上記シリコン基板と貼り合わせることを特徴とする〔1〕に記載のSOS基板の製造方法。

〔3〕 上記還元性雰囲気中での熱処理温度が700～1000℃であることを特徴とする〔2〕に記載のSOS基板の製造方法。

〔4〕 上記還元性雰囲気は、水素又は水素を含む不活性ガス雰囲気であることを特徴とする〔2〕又は〔3〕に記載のSOS基板の製造方法。

〔5〕 上記絶縁膜の厚さが300nm以下であることを特徴とする〔1〕～〔4〕のいずれかに記載のSOS基板の製造方法。

〔6〕 上記絶縁膜は、 SiO_xN_y （式中、 $x=0\sim 2$ 、 $y=0\sim 1.5$ であり、 $x+y>0$ である。）であることを特徴とする〔1〕～〔5〕のいずれかに記載のSOS基板の製造方法。

〔7〕 〔1〕～〔6〕のいずれかに記載のSOS基板の製造方法により得られたSOS基板。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、基板の面方位がオフ角1度以下のC面であるC面サファイア基板をシリコン基板と貼り合わせるので、シリコン層における欠陥数が少なく、かつそのばらつきが少ないSOS基板を製造することができる。また、サファイア基板を予め還元性雰囲気中で熱処理した後にシリコン基板と貼り合わせると、シリコン層における欠陥数をより低減でき、洗浄することなくサファイア基板の金属不純物が除去されて半導体製造ラインに投入可能なレベルとすることもできる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明に係るSOS基板の製造方法における製造工程の一例を示す概略図であり、(a)はイオン注入されたシリコン基板の断面図、(b)はサファイア基板の断面図、(c)は水素雰囲気下での熱処理後のサファイア基板の断面図、(d)はシリコン基板とサファイア基板を貼り合わせた状態を示

す断面図、(e)はイオン注入領域でシリコン基板を剥離させた状態を示す断面図、(f)はSOS基板の断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明に係るSOS基板の製造方法を図1に基づき、説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

本発明に係るSOS基板の製造方法は、図1に示すように、シリコン基板への水素イオン（希ガスイオン）注入工程（工程1）、サファイア基板の水素雰囲気下の熱処理工程（工程2）、シリコン基板及び／又はサファイア基板の表面活性化処理工程（工程3）、シリコン基板とサファイア基板の貼り合わせ工程（工程4）、可視光照射、剥離処理工程（工程5）、シリコン層薄化工程（工程6）の順に処理を行うものである。

[0016] （工程1：シリコン基板への水素イオン（希ガスイオン）注入工程）

まず、単結晶シリコン基板（ドナー基板）1の表面から水素イオン又は希ガス（即ち、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン）イオンを注入し、基板中に層状のイオン注入領域（イオン注入層ともいう）3を形成する（図1(a)）。

[0017] ここで、半導体基板である単結晶シリコン基板（以下、シリコン基板ともいう）1としては、特に限定されないが、例えばチョクラスキー（CZ）法により育成された単結晶をスライスして得られたもので、例えば直径が100～300mm、導電型がP型又はN型、抵抗率が $10\Omega\cdot\text{cm}$ 程度のものが挙げられる。

[0018] また、シリコン基板1の表面は、あらかじめ薄い絶縁膜2を形成していてもよい。絶縁膜2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るからである。絶縁膜2としては、例えば SiO_xN_y （式中、 $x=0\sim 2$ 、 $y=0\sim 1.5$ であり、 $x+y>0$ である。）で表される酸化物、酸窒化物、窒化物等を用いることができる。

[0019] 絶縁膜2の厚さは、好ましくは300nm以下、より好ましくは50nm以下、更に好ましくは20nm以下である。絶縁膜2の厚さが300nmを

超えると、該絶縁膜2はサファイアやシリコンに比べ、熱膨張係数の差のために、SOS基板を高温で処理すると膜の割れや剥がれが生じやすくなる。又、絶縁膜2としてSiO₂を用いた場合には、その熱伝導率が低いため、高パワーのデバイスを作製した場合には放熱性が悪く問題となる。その場合には、SiO₂よりも熱伝導性が良好な酸窒化物や窒化物、例えばSi₃N₄等を絶縁膜2として用いてもよい。なお、絶縁膜2の厚さの下限值は特に規定されないが、SOS基板製造時に発生するボイド発生を抑制する目的で20nm以上であることが好ましい。

[0020] イオン注入領域3の形成方法は、特に限定されず、例えば、シリコン基板1の表面から所望の深さにイオン注入領域3を形成できるような注入エネルギーで、所定の線量の水素イオン又は希ガスイオンを注入する。このときの条件として、例えば注入エネルギーは50~100keV、注入線量は $2 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{17} / \text{cm}^2$ とできる。注入される水素イオンとしては、 $2 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{17} (\text{atoms} / \text{cm}^2)$ のドーズ量の水素イオン(H⁺)、又は $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{16} (\text{atoms} / \text{cm}^2)$ のドーズ量の水素分子イオン(H₂⁺)が好ましい。特に好ましくは、 $8.0 \times 10^{16} (\text{atoms} / \text{cm}^2)$ のドーズ量の水素イオン(H⁺)、又は $4.0 \times 10^{16} (\text{atoms} / \text{cm}^2)$ のドーズ量の水素分子イオン(H₂⁺)である。

[0021] イオン注入された基板表面からイオン注入領域3までの深さ(即ち、イオン打ち込み深さ)は、支持基板であるサファイア基板上に設けるシリコン薄膜の所望の厚さに対応するものであるが、好ましくは300~500nm、更に好ましくは400nm程度である。また、イオン注入領域3の厚さ(即ち、イオン分布厚さ)は、機械衝撃等によって容易に剥離できる厚さが良く、好ましくは200~400nm、更に好ましくは300nm程度である。

[0022] (工程2: サファイア基板の水素雰囲気下の熱処理工程)

次に、サファイア基板4を予め還元性雰囲気中で熱処理する(図1(b)、(c))。

[0023] ここで、サファイア基板4は、SOS基板の支持基板(ハンドル基板)と

なる絶縁性の透明基板であり、基板の面方位がオフ角1度以下のC面であるC面サファイア基板である(図1(b))。即ち、サファイア基板4を構成する単結晶サファイアは、その結晶面(0001)面(C面)が基板の主面に平行であり、かつ結晶軸のc軸の基板の主面に対する傾きであるオフ角が1度以下、好ましくは0.6度以下である。オフ角が1度より大きくなると、後述するSOS基板における単結晶シリコン層の欠陥数が増加し、あるいはそのばらつきが大きくなり、更には膜の剥がれが生じやすくなる。また、サファイア基板4は、可視光領域(波長400~700nm)の光が貼り合わせたシリコン基板1のイオン注入領域3に到達するまでにエネルギー損失が少ないものであることが望ましく、上記可視光領域の透過率が70%以上であることが好ましい。

[0024] 還元性雰囲気としては、例えば一酸化炭素、硫化水素、二酸化硫黄、水素、ホルムアルデヒドから選ばれるガス種又はそれらの組み合わせからなる還元性ガス、あるいは該還元性ガスと不活性ガスとの混合ガスからなる雰囲気が挙げられ、それらの中で、好ましくは少なくとも水素を含む雰囲気、即ち水素のみ又は水素を含む不活性ガスからなる雰囲気、より好ましくは水素のみからなる雰囲気である。

[0025] 熱処理温度の下限は、好ましくは600℃以上であり、より好ましくは700℃以上である。熱処理温度が600℃未満ではサファイア基板4表面の金属除去の効果及びシリコン薄膜表面の欠陥数低減効果が不十分となる場合がある。

[0026] 熱処理温度の上限は、好ましくは1100℃以下であり、より好ましくは1000℃以下であり、更に好ましくは900℃以下である。熱処理温度が1100℃超ではSOS基板のシリコン薄膜表面の欠陥数が逆に増加し、SOS基板として不適となるおそれがある。

[0027] 熱処理時間は、好ましくは10秒~12時間、より好ましくは1分~1時間である。熱処理時間が10秒より短いと、サファイア基板4表面の金属除去が不十分となったり、SOS基板のシリコン薄膜表面の欠陥数の低減が不

十分となるおそれがあり、12時間より長いと熱処理コストの増加となる場合がある。

[0028] 本熱処理を行う炉としては、還元性雰囲気とするために水素を導入できる炉であれば、チューブ炉やエピ成長炉、RTA (Rapid Thermal Annealing) 炉など使用することができ、特に限定はされない。

[0029] 以上の熱処理を施すことにより、サファイア基板4表面の金属濃度を当初より低減させることができ、例えば $1 \times 10^{10} \text{ atoms/cm}^2$ 以下とすることができる(図1(c))。また、上記範囲の熱処理でサファイア基板4の表面粗度を悪化させることはなく、シリコン基板1との貼り合わせが困難になることはない。

[0030] また、オフ角1度以下のC面サファイア基板を用い、熱処理温度が700~1000℃の場合に、後述するSOS基板のシリコン薄膜における欠陥数を従来よりも低減することができる。本熱処理により、サファイア基板4表面の微視的な形状変化や化学的变化が生じ、更にはパーティクルやその他の付着物が除去されたため、貼り合わせの密着力の増加及び/又は均一化が図られると推測されるが、その原因はよく分かっていない。

[0031] (工程3:シリコン基板及び/又はサファイア基板の表面活性化処理工程)
熱処理後で貼り合わせの前に、シリコン基板1のイオン注入された表面と、熱処理後のサファイア基板4の表面との双方もしくは片方に表面活性化処理を施す。

[0032] 表面活性化処理は、基板表面に反応性の高い未結合手(ダングリングボンド)を露出させること、又はその未結合手にOH基が付与されることで活性化を図るものであり、例えばプラズマ処理又はイオンビーム照射による処理により行われる。

[0033] プラズマで処理をする場合、例えば、真空チャンバ中にシリコン基板1及び/又はサファイア基板4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5~10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、シリコン基板 1 を処理する場合、表面を酸化する場合には酸素ガスのプラズマ、酸化しない場合には水素ガス、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等を挙げることができる。サファイア基板 4 を処理する場合は、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等を用いる。この処理により、シリコン基板 1 及び／又はサファイア基板 4 の表面の有機物が酸化して除去され、更に表面の OH 基が増加し、活性化される。

[0034] また、イオンビーム照射による処理は、プラズマ処理で使用するガスを用いたイオンビームをシリコン基板 1 及び／又はサファイア基板 4 に照射して表面をスパッタする処理であり、表面の未結合手を露出させ、結合力を増すことが可能である。

[0035] (工程 4 : シリコン基板とサファイア基板の貼り合わせ工程)

次に、シリコン基板 1 のイオン注入された表面と熱処理後のサファイア基板 4 の表面とを貼り合わせる (図 1 (d))。このとき、150~200℃程度に加熱しながら貼り合わせるとよい。以下、この接合体を貼り合わせ基板 5 という。シリコン基板 1 のイオン注入面とサファイア基板の表面の少なくとも一方が活性化処理されていると、より強く接合できる。なお、シリコン基板 1 の絶縁膜 2 を、サファイア基板 4 と貼り合わせる前に、エッチングや研磨等により、薄くあるいは除去してもよい。

[0036] 貼り合わせ後に、貼り合わせ基板 5 に熱を加えて熱処理 (第 2 の熱処理) を行う。この熱処理により、シリコン基板 1 とサファイア基板 4 の結合が強化される。このときの熱処理は、貼り合わせ基板 5 がシリコン基板 1 とサファイア基板 4 の熱膨率の差の影響 (熱応力) で破損しない温度を選択する。その熱処理温度は、好ましくは 300℃以下、より好ましくは 150~250℃、更に好ましくは 150~200℃である。また、熱処理の時間は、例えば 1~24 時間である。

[0037] (工程 5 : 可視光照射、剥離処理工程)

次に、貼り合わせ基板5におけるシリコン基板1のイオン注入領域3に向けて可視光を照射し、アニールを施す。このとき、透明なサファイア基板4側から照射するとよい。また、可視光は、400~700nmの範囲に極大波長を有する光であり、コヒーレント、インコヒーレントのいずれの光でもよく、波長領域が好ましくは400~700nm、より好ましくは500~600nmのレーザー光がよい。

[0038] 可視光としてレーザー光を照射した場合、レーザー光はサファイア基板4を透過し、ほとんど吸収されないので、サファイア基板4を熱することなくシリコン基板1に到達する。到達したレーザー光はシリコン基板1のサファイア基板4との貼り合わせ界面の近傍のみ、特に例えば水素イオン注入によりアモルファス化した部分であるイオン注入領域3を選択的に加熱し、イオン注入領域3の脆化を促す。

[0039] 次に、可視光照射後、貼り合わせ基板5のイオン注入領域3に外部から機械的衝撃等の衝撃を付与して脆化したイオン注入領域3に沿って剥離し、シリコン基板1の一部を半導体層となるシリコン薄膜6（絶縁膜2が設けられ、除去されていない場合は絶縁膜2を有する）としてサファイア基板4に転写してウェハ7とする。即ち、サファイア基板4に結合したシリコン薄膜6をシリコン基板1から剥離させてSOI層（シリコン層）とする。なお、剥離は、イオン注入領域3に沿って貼り合わせ基板5の一端から他端に向かうへき開によるものが好ましい。

[0040] ここで、シリコン薄膜の剥離のための外部からの衝撃付与の手法としては種々のものがあり、例えば、熱衝撃により剥離を行う方法、機械的衝撃により剥離を行う方法、振動衝撃により剥離を行う方法等が挙げられるが、本方法によりシリコン薄膜6とサファイア基板4界面で剥がれが生じないこと、本方法のプロセス温度がSOI基板に過剰な温度とならないことが必要条件である。

[0041] なお、熱衝撃により剥離を行う方法としては、貼り合わせ基板5のいずれかの一方の面、例えばシリコン基板1側の面を加熱し、サファイア基板4と

の間に温度差を生じさせることにより、シリコン基板 1 側の急激な膨張によって両基板間で大きな応力を発生させ、この応力によってイオン注入領域 3 における剥離を生じさせる方法が挙げられる。

[0042] また、機械的衝撃により剥離を行う方法としては、ジェット状に噴出させたガスや液体などの流体をシリコン基板 1 の側面から吹き付けることで衝撃を与える方法や、ブレードの先端部をイオン注入領域 3 の近傍領域に押し当てるなどして衝撃を付与する方法等が挙げられる。

[0043] なお、剥離処理の際、貼り合わせ基板 5 のシリコン基板 1 側に補強材を配置して機械的衝撃を加えることが好ましい。上記補強材としては、好ましくは、保護テープ、静電チャック及び真空チャックからなる群から選択される。シリコン基板 1 側に割れ防止のために保護テープをシリコン基板 1 側に貼り付けて剥離を行う方法や、又は静電チャック又は真空チャックにシリコン基板 1 側を密着させて剥離を行うことでより確実に剥離を行うことができる。保護テープは、特に材質、厚さ等に限定されず、半導体製造工程で用いられるダイシングテープや BG テープ等が使用できる。静電チャックは、特に限定されず、炭化ケイ素や窒化アルミニウム等のセラミックス静電チャック等が挙げられる。真空チャックは、特に限定されず、多孔質ポリエチレン、アルミナ等の真空チャックが挙げられる。

[0044] また、振動衝撃により剥離を行う方法としては、超音波発振器の振動板から発振される超音波で振動衝撃を付与してイオン注入領域 3 における剥離を生じさせる方法が挙げられる。

[0045] (工程 6 : シリコン層薄化 (イオン注入ダメージ層除去) 工程)

次に、ウェハ 7 のサファイア基板 4 上のシリコン薄膜 6 表層において、上記イオン注入によりダメージを受けて結晶欠陥を生じている層を除去する。

[0046] ここで、イオン注入ダメージ層の除去は、ウェットエッチング又はドライエッチングにより行うことが好ましい。ウェットエッチングとしては、例えば KOH 溶液、NH₄OH 溶液、NaOH 溶液、CsOH 溶液、アンモニア水 (28 質量%)、過酸化水素水 (30~35 質量%)、水 (残部) からな

るSC-1溶液、EDP（エチレンジアミンピロカテコール）溶液、TMAH（4メチル水酸化アンモニウム）溶液、ヒドラジン溶液のうち、少なくとも1つのエッチング溶液を用いて行うとよい。また、ドライエッチングとしては、例えばフッ素系ガス中にサファイア基板4上のシリコン薄膜6を曝してエッチングする反応性ガスエッチングやプラズマによりフッ素系ガスをイオン化、ラジカル化してシリコン薄膜6をエッチングする反応性イオンエッチング等が挙げられる。

[0047] また、本工程において除去対象となる領域は、少なくとも結晶欠陥に拘るシリコン薄膜6のイオン注入ダメージ層全てであり、シリコン薄膜6表面の好ましくは120nm以上の厚み分、より好ましくは150nm以上の厚み分である。サファイア基板4上のシリコン薄膜6の厚さは、100～400nmとなる。

[0048] 最後に、サファイア基板4上のシリコン薄膜6表面を鏡面仕上げする。具体的には、シリコン薄膜6に化学機械研磨（CMP研磨）を施して鏡面に仕上げる。ここではシリコンウェハの平坦化等に用いられる従来公知のCMP研磨でよい。なお、このCMP研磨で上記イオン注入ダメージ層の除去を兼ねてもよい。

[0049] 以上の工程を経て、サファイア基板4（支持基板）の金属不純物が除去されて半導体製造ラインに投入可能なSOS基板8を製造することができる。また、シリコン薄膜6表面の欠陥数を低減できる。

実施例

[0050] 以下に、本発明の試験例を挙げて、更に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。

[0051] [試験例1]

図1に示す製造工程に従って、SOS基板を作製した。なお、シリコン基板1と熱処理を施したサファイア基板4の貼り合わせ及びシリコン薄膜6の転写（シリコン薄膜形成）は、特開2010-278337号公報（特許文献1）記載の方法に従った。具体的には次の通りである。

[0052] (工程1) 予め絶縁膜2としてシリコン酸化膜を厚さ100nm成長させた外径150mmφ、厚さ625μmのシリコン基板1に、57keV、ドーズ量 $6.0 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ で水素イオンを注入した。

(工程2) 支持基板として、外径150mmφ、厚さ0.6mmのオフ角0.3度のC面サファイア基板4を用いた。このサファイア基板4を拡散炉内に配置し、水素とArの混合ガス(水素:Ar=5:95)雰囲気とした後、900°Cで5分保持することで熱処理を行った。熱処理後のサファイア基板4表面の金属濃度はTRXF(Total Reflection X-ray Fluorescence)法で検出される代表的な金属元素Feについて測定した(その検出下限濃度は $0.6 \times 10^{10} \text{ atoms/cm}^2$ である)。その結果、対象元素Feは検出限界($0.6 \times 10^{10} \text{ atoms/cm}^2$)以下(DL(Detection Limit))であった。

(工程3) 上記シリコン基板1及び熱処理を施したサファイア基板4について、それぞれの貼り合わせ面にイオンビーム活性化処理を行った。

(工程4) 次いで、上記シリコン基板1のイオン注入側の面とサファイア基板4とを150°Cに加熱して貼り合わせるにより接合体である貼り合わせ基板5を得た。次いで、貼り合わせ基板5を225°Cで24時間熱処理を行った。

(工程5) 次に、貼り合わせ基板5を200°Cに加熱しながらサファイア基板4側から波長532nmのグリーンレーザー光を照射した。貼り合わせ基板5全面に該レーザー光を照射した後、貼り合わせ界面近傍のイオン注入領域3に機械的衝撃を加え、剥離することで、シリコン薄膜6をサファイア基板4に転写したウェハ7を作製した。

(工程6) 最後に、ウェハ7上のシリコン薄膜6をCMP研磨で厚さ200nmまで薄化することによりSOS基板であるSOS基板8を得た。得られたSOS基板8を50質量%フッ化水素に10分間浸漬し、純水でリンスした後に、シリコン薄膜6表面の欠陥数を欠陥検査装置(KURABO社製)によってカウントしたところ、1ウェハで38個であった。

[0053] [試験例 2]

試験例 1 において、試験例 1 で用いたサファイア基板に代えて、オフ角 0.5 度の C 面サファイア基板 4 を用い、それ以外は、試験例 1 と同様にして SOS 基板を作製した。なお、水素を含む雰囲気での熱処理後のサファイア基板 4 表面の金属 (Fe) 濃度を TRXF 法で測定したところ、検出限界 ($0.6 \times 10^{10} \text{ atoms/cm}^2$) 以下 (DL) であった。また、得られた SOS 基におけるシリコン薄膜 6 表面の欠陥数を上記欠陥検査装置によってカウントしたところ、1 ウェハで 61 個であり、試験例 1 よりも欠陥数が増加しており、オフ角が大きくなると欠陥数も増える傾向を示した。

[0054] [試験例 3]

試験例 1 において、試験例 1 で用いたサファイア基板に代えて、オフ角 1.0 度の C 面サファイア基板 4 を用い、それ以外は、試験例 1 と同様にして SOS 基板を作製した。なお、水素を含む雰囲気での熱処理後のサファイア基板 4 表面の金属 (Fe) 濃度を TRXF 法で測定したところ、検出限界 ($0.6 \times 10^{10} \text{ atoms/cm}^2$) 以下 (DL) であった。また、得られた SOS 基におけるシリコン薄膜 6 表面の欠陥数を上記欠陥検査装置によってカウントしたところ、1 ウェハで 217 個であり、試験例 2 に比べて更に欠陥数は多くなる傾向を示したが、後述するオフ角 1.5 度の試験例 4 に比べるとオーダーが一桁小さい数値であった。

[0055] [試験例 4]

試験例 1 において、試験例 1 で用いたサファイア基板に代えて、オフ角 1.5 度の C 面サファイア基板 4 を用い、それ以外は、試験例 1 と同様にして SOS 基板を作製した。なお、水素を含む雰囲気での熱処理後のサファイア基板 4 表面の金属 (Fe) 濃度を TRXF 法で測定したところ、検出限界 ($0.6 \times 10^{10} \text{ atoms/cm}^2$) 以下 (DL) であった。また、得られた SOS 基におけるシリコン薄膜 6 表面の欠陥数を上記欠陥検査装置によってカウントしたところ、1 ウェハで 2000 個であり、熱処理を行わない試験例 9 (後述) よりも欠陥数が多かった。

[0056] [試験例 5]

試験例 1 において、工程 2 の熱処理温度を 600℃とし、それ以外は試験例 1 と同様にして SOS 基板 8 を作製した。なお、水素を含む雰囲気での熱処理後のサファイア基板 4 表面の金属 (Fe) 濃度を TRXF 法で測定したところ、Fe 濃度は $2.0 \times 10^{10} \text{ atoms/cm}^2$ であり、熱処理温度を 700℃ (試験例 6 (後述)) より更に下げると、表面の Fe 濃度は高くなり、金属不純物除去効果が更に小さくなることが分かった。また、得られた SOS 基におけるシリコン薄膜 6 表面の欠陥数を上記欠陥検査装置によってカウントしたところ、1 ウェハで 500 個と熱処理なしの試験例 9 (後述) よりも欠陥数が若干減少した程度であり、熱処理温度が低いとサファイア基板表面の構造が熱処理前の場合とほとんど変わらないためと推測される。

[0057] [試験例 6]

試験例 1 において、工程 2 の熱処理温度を 700℃とし、それ以外は試験例 1 と同様にして SOS 基板 8 を作製した。なお、水素を含む雰囲気での熱処理後のサファイア基板 4 表面の金属 (Fe) 濃度を TRXF 法で測定したところ、Fe 濃度は $1.9 \times 10^{10} \text{ atoms/cm}^2$ であり、処理温度が低くなると Fe の除去効果が小さくなる傾向を示した。また、得られた SOS 基におけるシリコン薄膜 6 表面の欠陥数を上記欠陥検査装置によってカウントしたところ、1 ウェハで 302 個であり、試験例 1 と同じオフ角の C 面サファイア基板を用いているが、試験例 1 よりも欠陥数は多かった。ただし、オフ角 1.5 度の試験例 4 に比べて、欠陥数はオーダーが一桁小さい数値であった。

[0058] [試験例 7]

試験例 1 において、工程 2 の熱処理温度を 1000℃とし、それ以外は試験例 1 と同様にして SOS 基板 8 を作製した。なお、水素を含む雰囲気での熱処理後のサファイア基板 4 表面の金属 (Fe) 濃度を TRXF 法で測定したところ、検出限界 ($0.6 \times 10^{10} \text{ atoms/cm}^2$) 以下 (DL) であり、処理温度が高めであることによる Fe の除去効果が認められた。また、得

られたSOS基におけるシリコン薄膜6表面の欠陥数を上記欠陥検査装置によってカウントしたところ、1ウェハで279個であり、試験例1と同じオフ角のC面サファイア基板を用いているが、試験例1よりも欠陥数は多かった。ただし、オフ角1.5度の試験例4に比べて、欠陥数はオーダーが一桁小さい数値であった。

[0059] [試験例8]

試験例1において、工程2の熱処理温度を1100℃とし、それ以外は試験例1と同様にしてSOS基板8を作製した。なお、水素を含む雰囲気での熱処理後のサファイア基板4表面の金属(Fe)濃度をTRXF法で測定したところ、検出限界($0.6 \times 10^{10} \text{ atoms/cm}^2$)以下(DL)であり、処理温度が高めであることによるFeの除去効果が認められた。また、得られたSOS基におけるシリコン薄膜6表面の欠陥数を上記欠陥検査装置によってカウントしたところ、1ウェハで4200個であり、試験例1と同じオフ角のC面サファイア基板を用いているが、試験例1よりも欠陥数は著しく多かった。原因は定かではないが、処理温度が高すぎるとサファイア基板表面が逆に粗くなり、また表面にピットが生じるなどして、それらが原因となって欠陥数が増加しているものと考えられる。

[0060] [試験例9]

試験例1において、工程2の水素を含む雰囲気での熱処理を行わず、それ以外は、試験例1と同様にしてSOS基板を作製した。なお、熱処理なし(即ち、熱処理前)のサファイア基板4表面の金属(Fe)濃度をTRXF法で測定したところ、Fe濃度は $430 \times 10^{10} \text{ atoms/cm}^2$ と高い濃度を示していた。これを試験例1のように水素含有雰囲気での熱処理すると検出限界以下の濃度となり、アニールによる金属不純物濃度低減の効果が確認された。また、得られたSOS基におけるシリコン薄膜6表面の欠陥数を上記欠陥検査装置によってカウントしたところ、1ウェハで523個であり、オフ角1.5度の試験例4よりも欠陥数は少なかった。なお、試験例9の欠陥数は水素含有雰囲気での熱処理したもの(試験例1、6、7)よりも多いが、こ

これはサファイア基板4表面の異物の影響と考えられ、試験例1、6、7では熱処理によりその異物が除去されたと考えられる。

以上の結果を表1に示す。

[0061] [表1]

	サファイア基板				SOS基板
	オフ角 (度)	熱処理条件		表面Fe濃度 ($\times 10^{10}$ atoms/cm ²)	シリコン膜 表面欠陥数 (個/Wf)
		温度(°C)	処理時間(分)		
試験例1	0.3	900	5	DL	38
試験例2	0.5	900	5	DL	61
試験例3	1.0	900	5	DL	217
試験例4	1.5	900	5	DL	2000
試験例5	0.3	600	5	20	500
試験例6	0.3	700	5	1.9	302
試験例7	0.3	1000	5	DL	279
試験例8	0.3	1100	5	DL	4200
試験例9	0.3	—	—	430	523

[0062] 以上より、C面サファイア基板を用いた貼り合わせSOS基板について、C面サファイア基板のオフ角によって、シリコン層の欠陥数に差異が生じることが分かった。また、欠陥数を小さく保つには、オフ角1度以下にする必要があることが判明した。また貼り合わせ前に還元性雰囲気ですファイア基板のみを熱処理をすることは、サファイア基板表面の金属不純物や異物の除去効果があることがわかった。また理由はよくわからないが、このときの熱処理温度を適切な範囲とすることで、SOS化後の欠陥数を低減することが分かった。

[0063] なお、これまで本発明を図面に示した実施形態をもって説明してきたが、本発明は図面に示した実施形態に限定されるものではなく、他の実施形態、追加、変更、削除など、当業者が想到することができる範囲内で変更することができ、いずれの態様においても本発明の作用効果を奏する限り、本発明の範囲に含まれるものである。

符号の説明

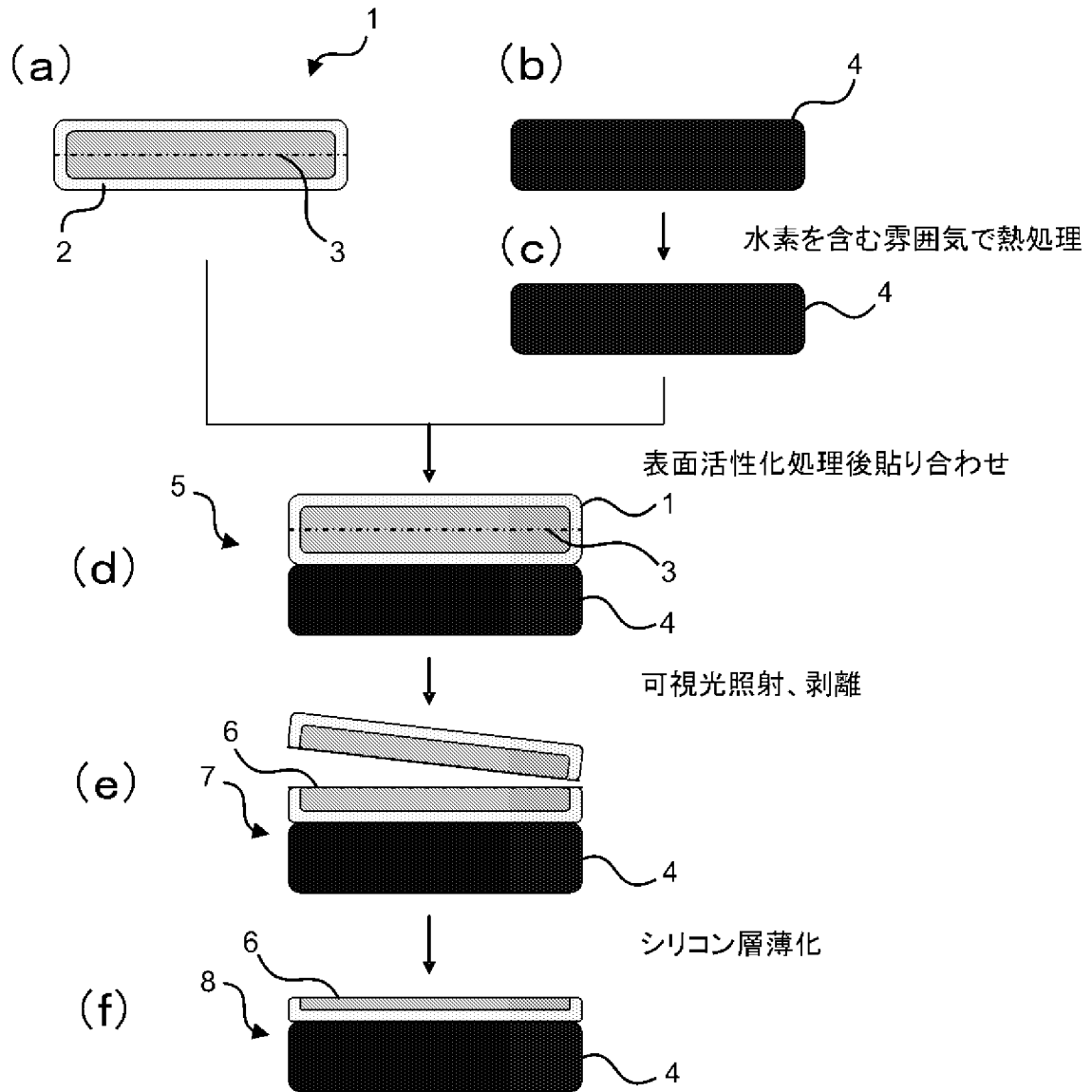
[0064] 1 シリコン基板

- 2 絶縁膜（シリコン酸化膜）
- 3 イオン注入領域
- 4 サファイア基板
- 5 貼り合わせ基板（接合体）
- 6 シリコン薄膜
- 7 ウェハ
- 8 SOS基板

請求の範囲

- [請求項1] シリコン基板の表面からイオンを注入してイオン注入領域を形成し、上記シリコン基板のイオン注入した表面とサファイア基板の表面とを直接又は絶縁膜を介して貼り合わせた後、上記イオン注入領域でシリコン基板を剥離させてサファイア基板上にシリコン層を有するSOS基板を得るSOS基板の製造方法であって、
上記サファイア基板の面方位がオフ角1度以下のC面であることを特徴とするSOS基板の製造方法。
- [請求項2] 上記サファイア基板を予め還元性雰囲気中で熱処理した後に上記シリコン基板と貼り合わせることを特徴とする請求項1に記載のSOS基板の製造方法。
- [請求項3] 上記還元性雰囲気中での熱処理温度が700～1000℃であることを特徴とする請求項2に記載のSOS基板の製造方法。
- [請求項4] 上記還元性雰囲気は、水素又は水素を含む不活性ガス雰囲気であることを特徴とする請求項2又は3に記載のSOS基板の製造方法。
- [請求項5] 上記絶縁膜の厚さが300nm以下であることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のSOS基板の製造方法。
- [請求項6] 上記絶縁膜は、 SiO_xN_y (式中、 $x=0\sim 2$ 、 $y=0\sim 1.5$ であり、 $x+y>0$ である。)であることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載のSOS基板の製造方法。
- [請求項7] 請求項1～6のいずれか1項に記載のSOS基板の製造方法により得られたSOS基板。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/069480

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L27/12(2006.01) i, H01L21/02(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)
H01L27/12, H01L21/02

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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	WO 2010/137587 A1 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 02 December 2010 (02.12.2010), entire text; all drawings & JP 2010-278337 A & US 2012/0119323 A1 & EP 2437281 A1 & KR 10-2012-0041164 A	1-7
Y	WO 2011/077608 A1 (Panasonic Corp.), 30 June 2011 (30.06.2011), entire text; all drawings & JP 2011-138818 A & TW 201133805 A	1-7
Y	JP 2005-019872 A (Hitachi Cable, Ltd.), 20 January 2005 (20.01.2005), paragraphs [0046] to [0047] & US 2005/0042789 A1	2-7

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 11 October, 2013 (11.10.13)	Date of mailing of the international search report 22 October, 2013 (22.10.13)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/069480

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 2004-343359 A (Fujitsu Media Devices Ltd.), 02 December 2004 (02.12.2004), entire text; all drawings & US 2004/0226162 A1	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H01L27/12(2006.01)i, H01L21/02(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（IPC）） Int.Cl. H01L27/12, H01L21/02		
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 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013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 請求項の番号
Y	WO 2010/137587 A1（信越化学工業株式会社）2010.12.02, 全文、全 図 & JP 2010-278337 A & US 2012/0119323 A1 & EP 2437281 A1 & KR 10-2012-0041164 A	1-7 1-7
Y	WO 2011/077608 A1（パナソニック株式会社）2011.06.30, 全文、全 図 & JP 2011-138818 A & TW 201133805 A	2-7
Y	JP 2005-019872 A（日立電線株式会社）2005.01.20, 段落【0046】- 【0047】 & US 2005/0042789 A1	2-7
<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 11.10.2013	国際調査報告の発送日 22.10.2013	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/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） 右田 勝則 電話番号 03-3581-1101 内線 3559	50 9173

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 請求項の番号
A	JP 2004-343359 A (富士通メディアデバイス株式会社) 2004. 12. 02, 全文、全図 & US 2004/0226162 A1	1 - 7