

(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
2012 年 10 月 26 日(26.10.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/144403 A1

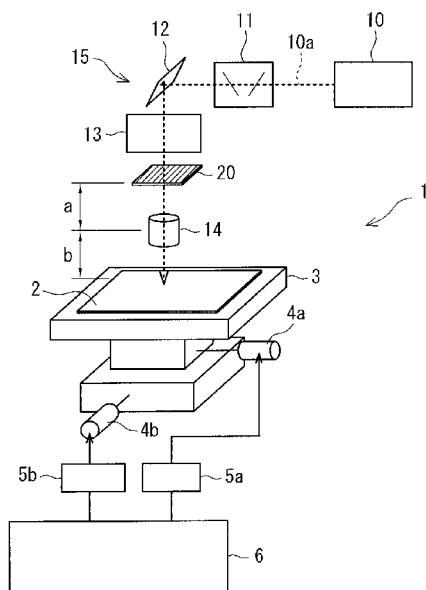
- (51) 国際特許分類:
H01L 21/268 (2006.01) *H01L 21/20* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/059978
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 12 日(12.04.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-093994 2011 年 4 月 20 日(20.04.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日本製鋼所 (THE JAPAN STEEL WORKS, LTD.) [JP/JP]; 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目 1 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): 鄭 石煥 (CHUNG Sughwan) [KR/JP]; 〒2360004 神奈川県横浜市中区金沢区福浦 2 丁目 2 番 1 号株式会社日本製鋼所内 Kanagawa (JP). 次田 純一 (SHIDA Junichi) [JP/JP]; 〒2360004 神奈川県横浜市中区金沢区福浦 2 丁目 2 番 1 号株式会社日本製鋼所内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 横井 幸喜 (YOKOI Koki); 〒1080073 東京都港区三田 3 丁目 4 番 1 号三田 3 丁目ビル 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, 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, KE, KG, KM, 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, 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: AMORPHOUS FILM CRYSTALLIZATION APPARATUS AND METHOD

(54) 発明の名称: アモルファス膜結晶化装置およびその方法

[図1]



(57) Abstract: [Problem] To suppress heating and temperature increase of an optical member for providing laser light with a pattern image when performing sequential lateral solidification. [Solution] The present invention is provided with: a laser light source (10) that outputs laser light (10a) with which an amorphous film is irradiated; an optical system (15) that guides the laser light to the amorphous film; an objective lens (14) constituting a part of the optical system (15) and collecting the laser light with which the amorphous film is irradiated; and an optical member (20) disposed in an earlier stage than the objective lens (14) in a laser light optical path of the optical system (15) and including a laser light transmitting region and a laser light blocking region. The optical member (20) includes, in the laser light blocking region, a temperature-increase-preventing laser light transmitting portion with a regulating size smaller than the value of the product of the resolution and the inverse of the magnification of the objective lens (14) and larger than the wavelength of the laser light (10a) such that transmission of the laser light (10) is enabled. [Solution] A laser light source (10) outputs laser light (10a) with which an amorphous film is irradiated. An optical system (15) guides the laser light to the amorphous film. An objective lens (14) constituting a part of the optical system (15) collects the laser light with which the amorphous film is irradiated. An optical member (20) is disposed in an earlier stage than the objective lens (14) in a laser light optical path of the optical system (15) and includes a laser light transmitting region and a laser light blocking region. The optical member (20) includes, in the laser light blocking region, a temperature-increase-preventing laser light transmitting portion enabling the transmission of the laser light (10) by having a regulating size smaller than the value of the product of the resolution and the inverse of the magnification of the objective lens (14) and larger than the wavelength of the laser

light (10a).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/144403 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】順次側面結晶化を行う際に、レーザ光にパターンイメージを与える光学部材の加熱昇温を抑える。【解決手段】アモルファス膜に照射するレーザ光 10a を出力するレーザ光源 10 と、レーザ光をアモルファス膜に誘導する光学系 15 と、光学系 15 の一部を構成し、アモルファス膜に照射するレーザ光を集光する対物レンズ 14 と、光学系 15 のレーザ光光路上で対物レンズ 14 よりも前段側に配置され、レーザ光透過領域およびレーザ光遮蔽領域を有する光学部材 20 を備え、光学部材 20 は、レーザ光遮蔽領域に、対物レンズ 14 の解像度と倍率の逆数との積の値よりも小さく、かつレーザ光 10a の波長よりも大きい規制寸法を有してレーザ光 10 の透過を可能にする昇温抑制用レーザ光透過部が設けられている。

明 細 書

発明の名称：アモルファス膜結晶化装置およびその方法

技術分野

[0001] この発明は、アモルファス膜にレーザ光を照射して順次側面結晶化を行うアモルファス膜結晶化装置およびその方法に関するものである。

背景技術

[0002] フラットパネルディスプレイの基板などに用いられる半導体薄膜では、アモルファス膜を用いるものの他、結晶薄膜を用いるものが知られている。この結晶薄膜に関し、アモルファス膜をアニールして結晶化させることにより製造する方法が提案されている。この他に、エネルギー源をレーザにしてシリコン結晶の側面成長を誘導して巨大な単結晶シリコンを製造する S L S (sequential lateral solidification: 順次側面結晶化) 技術が特許文献 1 や特許文献 2 で提案されている。

[0003] S L S 技術は、シリコンゲインが液状シリコンと固相シリコンの境界面でその境界面に対して垂直方向で成長するという現象に基づいている。レーザエネルギーの強さとレーザビームの走査範囲の移動を適切に調節して、シリコンゲインを所定の長さに側面成長させることで非晶質シリコン薄膜を結晶化させることである。

さらに、従来の装置では、シリコンを結晶化するために順次側面結晶化 (S L S) 方法を利用する時の生産効率の改善した手法を提供することが特許文献 3 で提案されている。

[0004] 特許文献 3 に示される装置では、上記工程を効率化するために、図 6 に示すように、光学部材に透過領域 40 a、41 a と遮断領域 40 b、41 b を有する 2 つのブロック 40、41 を横に並べて設け、さらに、これらブロックに並べて小さい四角形のスリット 42 a が多数形成された活性化領域 42 が設けられている。

上記光学部材では、透過領域をレーザビームが透過し、遮断領域はレーザ

ビームが透過できず光を吸収して熱に変化させることで、パターン化されたレーザビームが得られる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第97／45827パンフレット

特許文献2：韓国特許出願公開第2001-004129号明細書

特許文献3：特開2005-5722号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 従来の装置で使用している光学部材は、上記のようにレーザ光透過領域とレーザ光遮蔽領域で構成されている。レーザ光遮蔽領域はレーザビームを完全に遮蔽することで、レーザ光透過領域のパターンを正確に被照射物であるアモルファス膜にイメージとして投影できるようにする。

レーザ光遮蔽領域は金属であるCrやCrO膜を石英ガラスに付けたものなどで構成され、入射されたレーザ光を吸収し、光を熱に変えることで、レーザ光を遮蔽している。そのために、高温の熱が発生し、Cr膜やCrO膜がダメージを受けるという問題がある。また、光学部材で熱が発生すると空気の対流が発生し、光学部材によるパターンイメージを歪める原因になる。

上記した熱の発生による弊害を防止するために光学部材を冷却する方法も考えられる。例えば、光学部材にエアーを吹き付けるなどして冷却することが考えられるが、光学部材を冷却した空気に乱流が発生し、パターンイメージの歪みを発生させるおそれがある。また、水などの冷却剤を用いる方法が考えられるが、冷却剤の流量制御や冷却剤の蒸発による蒸気の制御が難しいという問題がある。

[0007] この発明は、上記のような従来のものの課題を解決するためになされたものであり、冷却手段を講じることなくレーザ光照射時の前記光学部材における熱の発生を少なくして昇温による弊害を排除できることができるアモ

ルファス膜結晶化装置および結晶化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

[0008] すなわち、本発明のアモルファス膜結晶化装置のうち、第1の本発明は、アモルファス膜に照射するレーザ光を出力するレーザ光源と、前記レーザ光を前記アモルファス膜に誘導する光学系と、前記光学系の一部を構成し、前記アモルファス膜に照射するレーザ光を集光する対物レンズと、

前記光学系のレーザ光光路上で前記対物レンズよりも前段側に位置して配置され、前記レーザ光の一部を透過させるレーザ光透過領域および前記レーザ光の一部を遮蔽するレーザ光遮蔽領域を有し、前記レーザ光透過領域とレーザ光遮蔽領域とによってイメージパターンを形成する光学部材と、を備え、

前記光学部材は、前記レーザ光遮蔽領域に、前記対物レンズの解像度（ R ）と対物レンズの倍率（ M ）の逆数との積で求められる値（ R/M ）よりも小さく、かつ前記レーザ光の波長よりも大きい規制寸法を有して前記レーザ光の透過を可能にする昇温抑制用レーザ光透過部が設けられていることを特徴とする。

ただし、対物レンズの倍率（ M ）は、アモルファス膜と対物レンズとの距離（ b ）と前記光学部材と対物レンズとの距離（ a ）との比（ b/a ）、又は、アモルファス膜上のパターンイメージサイズ（ d ）と前記光学部材のパターンイメージサイズ（ D ）の比（ d/D ）により決定される。

[0009] 第2の本発明のアモルファス膜結晶化装置は、前記第1の本発明において、前記昇温抑制用レーザ光透過部は、前記レーザ光の照射面において前記規制寸法を短幅側に有する細片形状を有することを特徴とする。

第3の本発明のアモルファス膜結晶化装置は、前記第1または第2の本発明において、前記昇温抑制用レーザ光透過部は、前記レーザ光の照射面において前記規制寸法を径とする円形状を有することを特徴とする。

第4の本発明のアモルファス膜結晶化装置は、前記第1～第3の本発明の

いずれかにおいて、前記昇温抑制用レーザ光透過部は、貫通部位または前記レーザ光の透過率が相対的に高い部位で構成されていることを特徴とする。

第5の本発明のアモルファス膜結晶化装置は、前記第1～第4の本発明のいずれかにおいて、前記光学部材は、前記レーザ光が照射されない未照射領域を有することを特徴とする。

第6の本発明のアモルファス膜結晶化装置は、前記第1～第5の本発明のいずれかにおいて、前記レーザ光の照射によって前記アモルファス膜の順次側面結晶化を行うものであることを特徴とする。

[0010] 第7の本発明のアモルファス膜結晶化方法は、レーザ光透過領域とレーザ光遮蔽領域とを有する光学部材を通してレーザ光を照射し、前記レーザ光透過領域と前記レーザ光遮蔽領域に応じて前記光学部材を透過したパターンのレーザ光を対物レンズで集光してアモルファス膜に照射し、順次側面結晶化によって前記アモルファス膜を結晶化させる結晶化方法であって、

前記レーザ光遮蔽領域に照射される前記レーザ光の一部を、前記レーザ光遮蔽領域内で前記対物レンズの解像度と倍率の逆数との積よりも小さく絞って前記光学部材を透過させて、少なくともその一部を前記レーザ光透過領域を透過した前記レーザ光が前記アモルファス膜に照射される照射領域に照射することを特徴とする。

[0011] 本発明によれば、レーザ光遮蔽領域にある昇温抑制用レーザ光透過部に照射されたレーザ光は、レーザ光遮蔽領域のうち昇温抑制用レーザ光透過部の領域においてレーザ光が透過するものの、対物レンズの解像度と倍率の逆数との積よりも小さい規制寸法を有する領域を透過することでアモルファス膜上で十分なエネルギーを有して照射されることがない。

対物レンズの解像度は、レーザ光照射によって光学部材のパターンがアモルファス膜上でパターン化できる最小の寸法である。すなわち、SLS方法のプロセスに用いる条件（結晶化に用いるエネルギー密度および対物レンズの焦点位置）でアモルファス膜が結晶化されない最小の寸法（アモルファス膜表面換算）である。

また、対物レンズの倍率（M）は以下により決定することができる。

すなわち、対物レンズの倍率（M）＝（アモルファス膜と対物レンズとの距離（b））／（前記光学部材と対物レンズとの距離（a））、又は、

対物レンズの倍率（M）＝（アモルファス膜上のパターンイメージサイズ（d））／（光学部材のパターンイメージサイズ（D））

したがって、対物レンズの倍率は、光学部材と対物レンズとアモルファス膜との位置関係によって異なってくる。また、対物レンズと光学部材との距離は、光軸における対物レンズの光心と光学部材表面との距離、対物レンズとアモルファス膜との距離は、光軸における対物レンズの光心とアモルファス膜表面との距離で示すことができる。

[0012] なお、昇温抑制用レーザ光透過部の領域が、上記対物レンズの解像度と倍率の逆数との積よりも小さい寸法を有していない場合、該領域が透過したレーザ光が十分なエネルギーを有する状態でアモルファス膜に照射され、レーザ光遮蔽領域としての機能を損なう。なお、昇温抑制用レーザ光透過部が前記積より小さい規制寸法を有するとは、面方向における昇温抑制用レーザ光透過部のいずれの位置においても、いずれかの方向（面方向における）で前記積よりも小さい寸法を有していることを示している。

[0013] また、昇温抑制用レーザ光透過部の規制寸法が前記レーザ光の波長よりも大きい寸法を有していないと、昇温抑制用レーザ光透過部をレーザ光が透過する際に、回折が顕著に生じ、アモルファス膜の照射面以外に散乱する。このため、昇温抑制用レーザ光透過部は前記レーザ光の波長よりも大きい規制寸法を有していることが必要である。

なお、昇温抑制用レーザ光透過部が前記レーザ光の波長よりも大きい規制寸法を有していることについては、上記規制寸法がこの条件を満たすことを示している。

なお、上記対物レンズの解像度、レーザ光の波長は一律ではないので、昇温抑制用レーザ光透過部に要求される規制寸法も特定の数値に限定されるものではない。通常は、要求される規制寸法としてはアモルファス膜上におい

て0.5～1.0 μm となる寸法が例示される。

[0014] なお、本発明における光学部材としては、特定の材料に限定されるものではなく、レーザ光照射領域とレーザ光遮蔽領域とが得られるものであればよく、レーザ光遮蔽領域を光学部材表面への膜形成などによって形成することも可能である。

レーザ光透過領域は、レーザ光が透過してアモルファス膜へのレーザ光照射によって順次側面結晶化がなされる程度にアモルファス膜にエネルギーを付与できるものであればよい。レーザ光透過領域は、貫通部位で形成されていてもよく、また、透過率の相対的に高い部位で構成されているものであってもよい。

一方、レーザ光遮蔽領域は、レーザ光が透過しない領域の他、前記レーザ光透過領域に比べて相対的に低いエネルギーでレーザ光が透過するものであってもよい。すなわち、レーザ光遮蔽領域を透過するレーザ光のエネルギーがレーザ光透過領域を透過するレーザ光のエネルギーと区別されて順次側面結晶化が良好になされるものであればよい。

[0015] 本発明の昇温抑制用レーザ光透過部は、レーザ光遮蔽領域でレーザ光の透過がなされない場合、該レーザ光遮蔽領域内で部分的にレーザ光の透過を許容するものである。該レーザ光の透過は、レーザ光透過領域に比べてアモルファス膜に小さなエネルギーを与えるに過ぎない。また、レーザ光遮蔽領域で、制限されつつレーザ光の透過がなされる場合、昇温抑制用レーザ光透過部は、このレーザ光遮蔽領域よりも高い透過率でレーザ光が透過する。ただし、昇温抑制用レーザ光透過部における透過レーザ光は、レーザ光透過領域を透過するレーザ光よりもアモルファス膜に与えるエネルギー量は格段に小さくなっており、順次側面結晶化の支障とならない。

[0016] なお、昇温抑制用レーザ光透過部の形状は、上記規制寸法を満たすものであれば特に限定されるものではない。例えば、上記規定の規制寸法を短幅方向に有する細片形状とすることができる。昇温抑制用レーザ光透過部を貫通部位で構成する場合は、スリット形状と言うこともできる。該細片は、複数

を所定の間隔で並列させたり、縦横に並べて配置することができ、光学部材の昇温を効果的に抑制することができる。

また、昇温抑制用レーザ光透過部の形状として、上記規定の規制寸法を径とする円形状にすることもできる。昇温抑制用レーザ光透過部を貫通部位で構成する場合は、孔形状と言うこともできる。該円形状は、複数を点在させることで、光学部材の昇温を効果的に抑制することができる。昇温抑制用レーザ光透過部は、形状の異なるものを光学部材に設けるようにしてもよい。

[0017] 本発明は、液晶ディスプレイや有機ELディスプレイの画素スイッチや駆動回路に用いられる薄膜トランジスタの多結晶あるいは単結晶半導体膜を製造するSLS結晶化方法およびその装置として好適に用いることができる。

発明の効果

[0018] 以上説明したように本発明によれば、光学部材のレーザ光遮蔽領域内に設けた昇温抑制用レーザ光透過部を通して、レーザ光が結晶化に支障がないように透過し、光学部材での熱の発生を抑えて昇温による損傷を効果的に防止し、耐久性を向上させる。また光学部材での熱の発生を抑えることにより、パターンイメージの歪発生を防止することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の一実施形態のアモルファス膜結晶化装置を示す概略図である。

[図2]同じく、光学部材を示す平面図である。

[図3]同じく、光学部材を示す拡大した平面図である。

[図4]同じく、光学部材と対物レンズとアモルファス膜との位置関係を示す図である。

[図5]同じく、光学部材の変更例を示す拡大した平面図である。

[図6]従来の光学部材を示す平面図である。

[図7]従来の光学部材におけるレーザ光照射によるダメージ状態を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下に、本発明の一実施形態を添付図面に基づいて説明する。

図 1 は、本発明のアモルファス膜結晶化装置に相当するレーザアニール装置 1 を示す概略図である。

レーザアニール装置 1 は、アモルファスシリコン膜が形成された基板 2 を載置するステージ 3 を有している。さらに、該ステージ 3 を X 軸方向に移動する X 移動モータ 4 a、Y 軸方向に移動可能とする Y 移動モータ 4 b を有し、各モータには、X 移動ドライバ 5 a、Y 移動ドライバ 5 b が電氣的に接続されている。各ドライバは、コンピュータで構成されるシステムコントローラ 6 に接続されて、各移動モータの制御が可能になっている。

[0021] さらにレーザアニール装置 1 では、所定波長のレーザ光 10 a を出力するレーザ光源 10 を備えている。上記シリコン膜は、処理前においてアモルファスの状態にある。レーザ光源 10 としては、例えばコヒレント社のレーザ発振器 LS2000 (1) もしくは LSX315 (波長 308 nm、繰り返し発振数 300 Hz) を用いることができる。但し、本発明としてはレーザ光源 10 が特定のものに限定されるものではない。

[0022] レーザ光源 10 で発振されたレーザ光 10 a の照射方向には、アッテネータ 11 が配置され、アッテネータ 11 の出射方向に、ミラー 12、ビーム整形器 13、対物レンズ 14 などにより構成される光学系 15 が設置されている。この光学系 15 を通してレーザ光 10 a が誘導され、基板 2 のシリコン膜に照射される。

アッテネータ 11 は、レーザ光 10 a を減衰して所定のエネルギーに調節する。アッテネータ 11 には、減衰率の調整が可能な可変アッテネータを用いることも可能である。アッテネータ 11 では、例えばシリコン膜上で約 $600 \text{ mJ} / \text{cm}^2 - 1000 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ のエネルギー密度となるようにレーザ光 10 a の減衰率を調整する。

[0023] ミラー 12 は、レーザ光源 10 から出力されたレーザ光 10 a の照射方向を偏向するものであり、例えばレーザ光源 10 から水平方向に出力されたレーザ光 10 a をシリコン膜が形成された基板 2 に照射させるために垂直に向きを変えるものである。

ビーム整形器 13 は、レーザ光 10a を矩形状、円形状などのビーム断面形状に整形するものである。

対物レンズ 14 は、レーザ光 10a を集光して基板 2 上のシリコン膜表面付近に照射するものであり、光軸における対物レンズ 14 の光心とシリコン膜表面との距離は、図中 b で示されている。

[0024] また、レーザ光 10a の光路上には、対物レンズ 14 の入射側において、レーザ光遮蔽領域 20a とレーザ光透過領域 20b とを有し、これらのレーザ光透過領域 20a とレーザ光遮蔽領域 20b とによってパターンを形成する光学部材 20 が配置されている。光軸における光学部材 20 と対物レンズ 14 の距離は図中 a で示される。

なお、この形態では、シリコン膜を処理の対象としているが、本発明は、アモルファス膜を結晶膜に処理したり、結晶膜を改質処理したりするものであり、その材料がシリコンに限定されるものではない。

[0025] 光学部材 20 は、図 2 (a) に示すように、矩形の形状を有し、その内側に面方向において、短冊状のレーザ光透過領域 20a が長尺辺を隣接するようにして並列して設けられており、隣接するレーザ光透過領域 20a 間は小間隔になっている。光学部材 20 は、面方向において、レーザ光透過領域 20a 以外はレーザ光遮蔽領域 20b になっている。

[0026] 上記レーザ光透過領域 20a とレーザ光遮蔽領域 20b とを有する光学部材 20 の製造方法は本発明としては特に限定されるものではない。例えば、レーザ光を透過する材料で光学部材を構成し、レーザ光透過領域 20a の部分を覆うシャドウマスクなどを用いてレーザ光透過領域 20a 以外の領域に金属薄膜を蒸着などによって被覆することでレーザ光遮蔽領域 20b を形成することができる。また、光学部材表面に被覆された金属薄膜に対し、レーザ光透過領域 20a に相当する領域でエッチングなどによって金属薄膜を除去することによって光学部材 20 を得るようにしてもよい。

この実施形態では、光学部材 20 本体をレーザ光が透過する材料で構成し、レーザ光透過領域 20a を除いたレーザ光遮蔽領域 20b に Cr または C

r 0からなる金属膜が成膜されている。

[0027] さらに、光学部材20のレーザ光遮蔽領域20bには、図3に示すようにレーザ光透過領域20aの端縁に沿うように細幅の昇温抑制用レーザ光透過部21が間隔を置いて縦横に並列されている。この形態では、昇温抑制用レーザ光透過部21の幅と昇温抑制用レーザ光透過部21間の間隔幅とは略同幅になっている。したがって、レーザ光遮蔽領域20bにおいて、昇温抑制用レーザ光透過部21の総面積とそれ以外の総面積は、約1/2ずつになっている。

昇温抑制用レーザ光透過部21の幅は、対物レンズの解像度(R)と以下で説明する対物レンズの倍率(M)の逆数との積(R/M)よりも小さくなっている。さらに、昇温抑制用レーザ光透過部21の幅は、レーザ光10aの波長よりも大きくなっている。この形態では、その幅は、例えばレーザ光10aの波長である308nmを超えている。

対物レンズの倍率は、図4に示すように、基板2上のアモルファス膜と対物レンズ14との距離(b)と光学部材20と対物レンズ14との距離(a)との比(b/a)、又は、基板2上のアモルファス膜上のパターンイメージサイズ(d)と光学部材20のパターンイメージサイズ(D)の比(d/D)により決定される。各距離は光軸上で評価でき、対物レンズ14における距離の基点は、光心とする。

[0028] 次に、レーザアニール装置1の動作について説明する。

レーザ光源10からはレーザ光10aが出力される。この実施形態では、308nmの波長を持つエキシマレーザ光が出力される。レーザ光10aは、アッテネータ11で、シリコンの結晶化に適したエネルギーに調節され、ミラー12で偏向されてビーム整形器13に入射される。ビーム整形器13では、所望のビーム断面形状に成形される。例えば、長軸125mm、短軸6mmのビーム断面形状に整形する。

[0029] ビーム整形器13を経たレーザ光10aは、光学部材20に至り、レーザ光透過領域20aの形状、配置にしたがったパターンによってパターン化さ

れ、対物レンズ14に至る。レーザ光10aは、対物レンズ14を透過する際に集光されて基板2上のシリコン膜に所定のパターンイメージで照射される。光学部材20の位置を変えてレーザ光10aを基板2上のシリコン膜に所定のパターンイメージで照射することで順次側面結晶化を行うことができる。また、前記X移動モータ4a、Y移動モータ4bによってステージ2をピッチ送りしながら移動させることで、レーザ光10aとシリコン膜との相対的な位置を変更することができる。

[0030] なお、対物レンズ14と基板2との間に図示しないシャッタがあるが、シリコン（アモルファスシリコン）膜が塗布されていない基板の端面で、レーザ光を遮断させるためのものである。対物レンズ14の後にシャッタを配置する理由は以下の通りである。

対物レンズ14をレーザ光10aが通過するか否かにより、温度変化が生じて、対物レンズ14のフォーカスシフト等の影響を受ける。シャッタを閉じた状態でも、レーザ光10aを対物レンズ14に通過させることにより、その影響を緩和させることができる。シャッタには、45°傾けられたミラーが付いており、光学系に反射させることなく、図示しないビームダンプに向けてレーザ光10aのエネルギーを消費させることができる。

[0031] 図2（b）は、レーザ光10aが照射されているレーザ光透過領域20aの周辺を示す図であり、光学部材20の一部を図示している。

なお、装置の振動やレーザ光10aの位置の揺らぎのため、レーザ光透過領域20aに合ったサイズでレーザ光10a光学部材20に入射することはできない。そこで、パターンサイズよりレーザ光10aを大きく整形し、光学部材20に入射するため、レーザ光10aは、レーザ光透過領域20a間のレーザ光遮蔽領域20bに照射されるだけでなく、レーザ光透過領域20aの周囲にもレーザ光10aが照射され高温が発生する。また、レーザ光遮蔽領域20bで、レーザ光が照射されない領域は、非照射領域でもある。

従来の光学部材では、図7に示すように、特にレーザ光透過領域20aの周囲にあるレーザ光遮蔽領域20bの一部が特に高温になり、経時的に損傷

が生じやすくなる。また、損傷が生じる前においても、空気の対流が生じ、光学部材 20 によるパターンイメージが損なわれる。

[0032] 一方、この実施形態の光学部材 20 では、本来のレーザ光遮蔽領域 20 b のうち、 $1/2$ の面積は昇温抑制用レーザ光透過部 21 になっており、この部分ではレーザ光 10 a が照射された際の加熱が抑えられる。これにより光学部材 20 全体の昇温が小さくなる。

以上のように、この実施形態によれば、光学部材 20 のレーザ光遮蔽領域 20 b の金属部分を最小限にすることで、熱の発生を抑えることができるために、光学部材 20 のダメージを低減することができる。さらに、光学部材 20 のパターンをアモルファスシリコン膜に正確に投影することができる。

[0033] なお、光学部材のレーザ光遮蔽領域に設ける昇温抑制用レーザ光透過部としては、上記細幅形状のものに限定されるものではなく、本発明の規制寸法の規定を満たせばその形状は特定のものに限定されるものではない。

図 5 は、他の形態の光学部材 30 を示すものであり、該光学部材 30 は、前記実施形態と同様にレーザ光透過領域 30 a、レーザ光遮蔽領域 30 b を有している。光学部材 30 では、昇温抑制用レーザ光透過部 21 に代えて、円形の昇温抑制用レーザ光透過部 31 をレーザ光遮蔽領域 30 b に点在させたものであり、昇温抑制用レーザ光透過部 31 の径は、対物レンズ 14 の解像度よりも小さく、レーザ光 10 a の波長よりも大きくなっている。昇温抑制用レーザ光透過部 30 a とレーザ光遮蔽領域 30 b の残部の合計面積は略同じになっている。

この実施形態においても、レーザ光 10 a を照射した際に、レーザ光遮蔽領域 30 b での熱の発生が抑えられ、光学部材 30 の昇温によるダメージの発生やパターンイメージの歪み発生が防止される。

符号の説明

- [0034]
- | | |
|---|-----------|
| 1 | レーザアニール装置 |
| 2 | 基板 |
| 3 | ステージ |

- 4 a X移動モータ
- 4 b Y移動モータ
- 1 0 レーザ光源
 - 1 0 a レーザ光
- 1 1 アッテネータ
- 1 2 ミラー
- 1 3 ビーム整形器
- 1 4 対物レンズ
- 2 0 光学部材
 - 2 0 a レーザ光透過領域
 - 2 0 b レーザ光遮蔽領域
- 2 1 昇温抑制用レーザ光透過部
- 3 0 光学部材
 - 3 0 a レーザ光透過領域
 - 3 0 b レーザ光遮蔽領域
- 3 1 昇温抑制用レーザ光透過部

請求の範囲

- [請求項1] アモルファス膜に照射するレーザ光を出力するレーザ光源と、
 前記レーザ光を前記アモルファス膜に誘導する光学系と、
 前記光学系の一部を構成し、前記アモルファス膜に照射するレーザ光を集光する対物レンズと、
 前記光学系のレーザ光光路上で前記対物レンズよりも前段側に位置して配置され、前記レーザ光の一部を透過させるレーザ光透過領域および前記レーザ光の一部を遮蔽するレーザ光遮蔽領域を有し、前記レーザ光透過領域とレーザ光遮蔽領域とによってイメージパターンを形成する光学部材と、を備え、
 前記光学部材は、前記レーザ光遮蔽領域に、前記対物レンズの解像度（ R ）と対物レンズの倍率（ M ）の逆数との積で求められる値（ R/M ）よりも小さく、かつ前記レーザ光の波長よりも大きい規制寸法を有して前記レーザ光の透過を可能にする昇温抑制用レーザ光透過部が設けられていることを特徴とするアモルファス膜結晶化装置
 ただし、対物レンズの倍率（ M ）は、アモルファス膜と対物レンズとの距離（ b ）と前記光学部材と対物レンズとの距離（ a ）との比（ b/a ）、又は、アモルファス膜上のパターンイメージサイズ（ d ）と前記光学部材のパターンイメージサイズ（ D ）の比（ d/D ）により決定される。
- [請求項2] 前記昇温抑制用レーザ光透過部は、前記レーザ光の照射面において前記規制寸法を短幅側に有する細片形状を有することを特徴とする請求項1記載のアモルファス膜結晶化装置。
- [請求項3] 前記昇温抑制用レーザ光透過部は、前記レーザ光の照射面において前記規制寸法を径とする円形状を有することを特徴とする請求項1または2に記載のアモルファス膜結晶化装置。
- [請求項4] 前記昇温抑制用レーザ光透過部は、貫通部位または前記レーザ光の透過率が相対的に高い部位で構成されていることを特徴とする請求項

1～3のいずれかに記載のアモルファス膜結晶化装置。

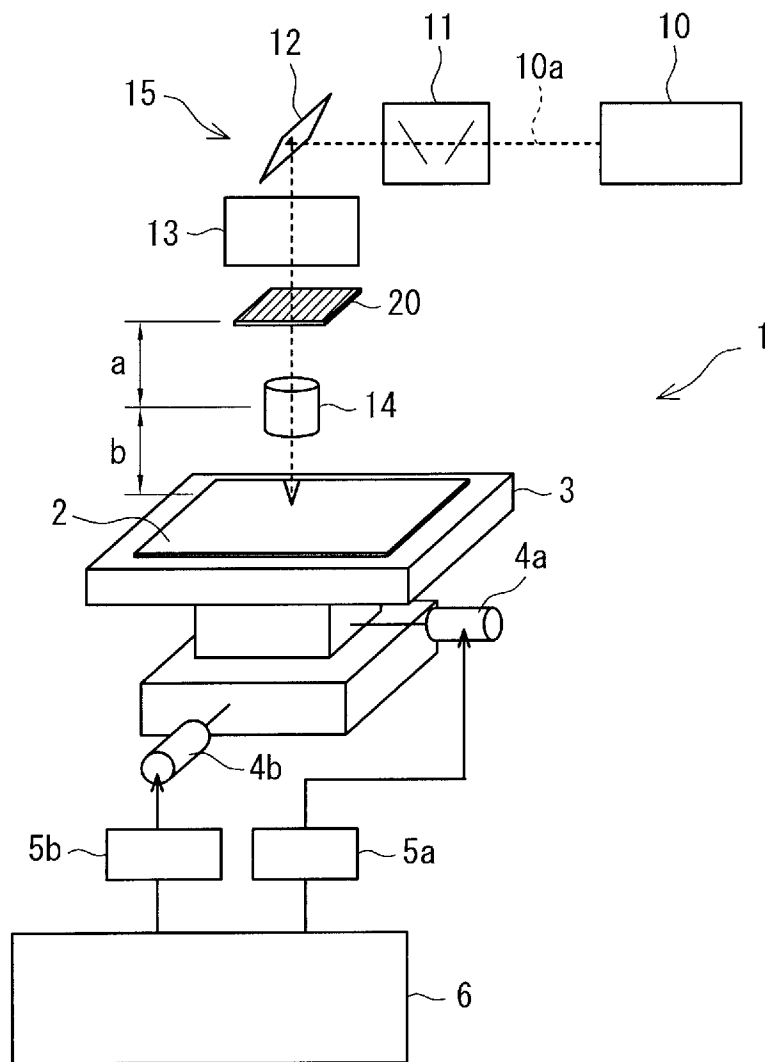
[請求項5] 前記光学部材は、前記レーザ光が照射されない未照射領域を有することを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のアモルファス膜結晶化装置。

[請求項6] 前記レーザ光の照射によって前記アモルファス膜の順次側面結晶化を行うものであることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のアモルファス膜結晶化装置。

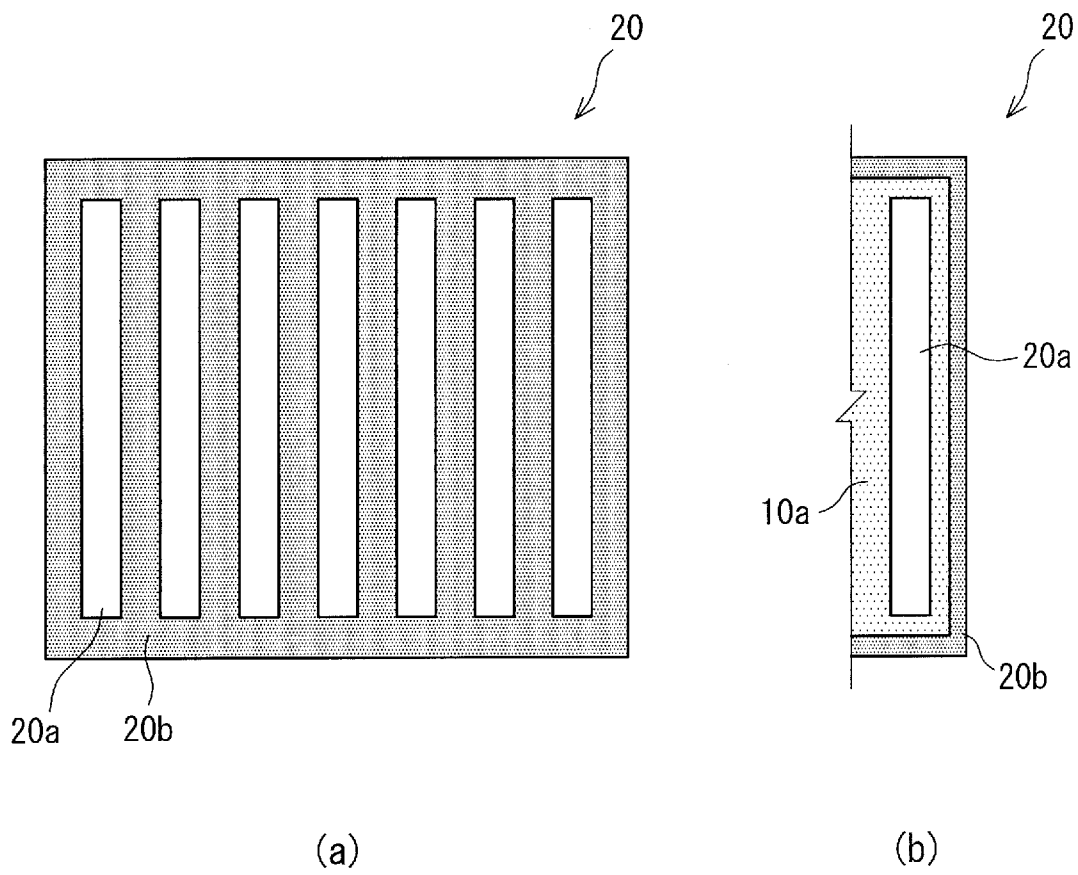
[請求項7] レーザ光透過領域とレーザ光遮蔽領域とを有する光学部材を通してレーザ光を照射し、前記レーザ光透過領域と前記レーザ光遮蔽領域に応じて前記光学部材を透過したパターンのレーザ光を対物レンズで集光してアモルファス膜に照射し、順次側面結晶化によって前記アモルファス膜を結晶化させる結晶化方法であって、

前記レーザ光遮蔽領域に照射される前記レーザ光の一部を、前記レーザ光遮蔽領域内で前記対物レンズの解像度と倍率の逆数との積よりも小さく絞って前記光学部材を透過させて、少なくともその一部を前記レーザ光透過領域を透過した前記レーザ光が前記アモルファス膜に照射される照射領域に照射することを特徴とするアモルファス膜結晶化方法。

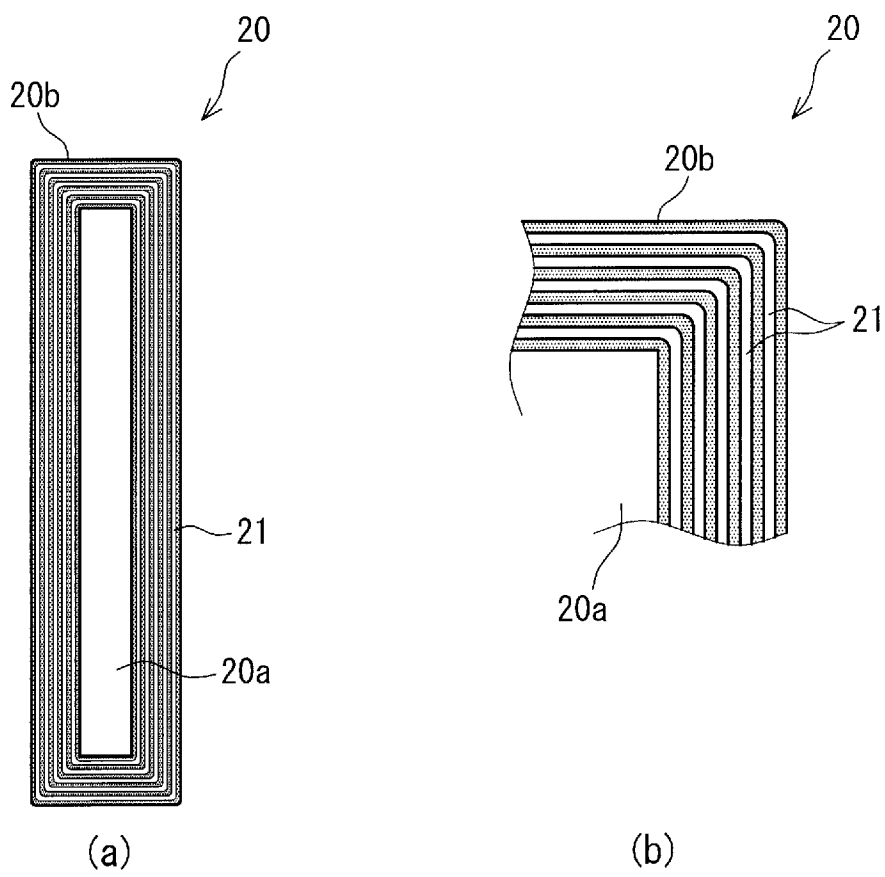
[図1]



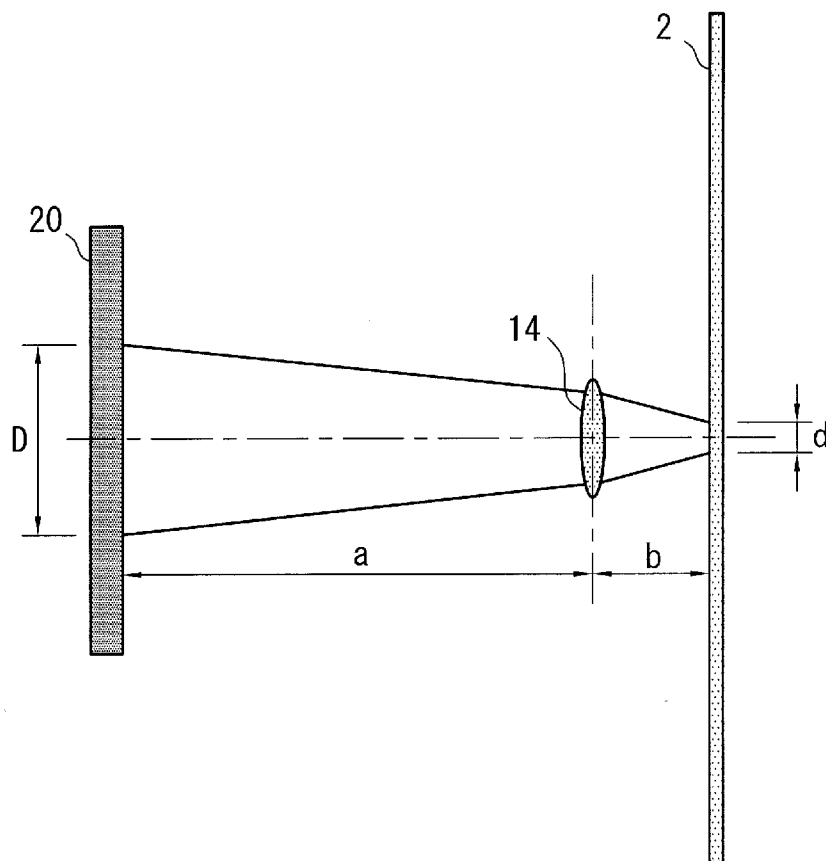
[図2]



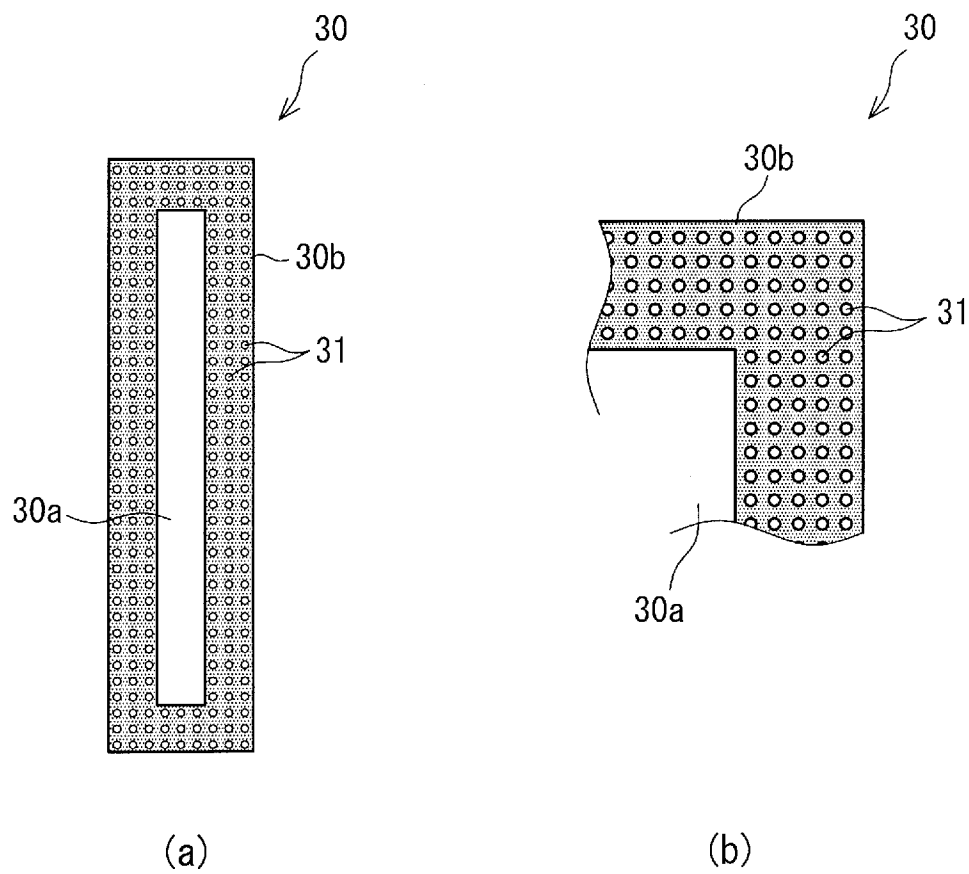
[図3]



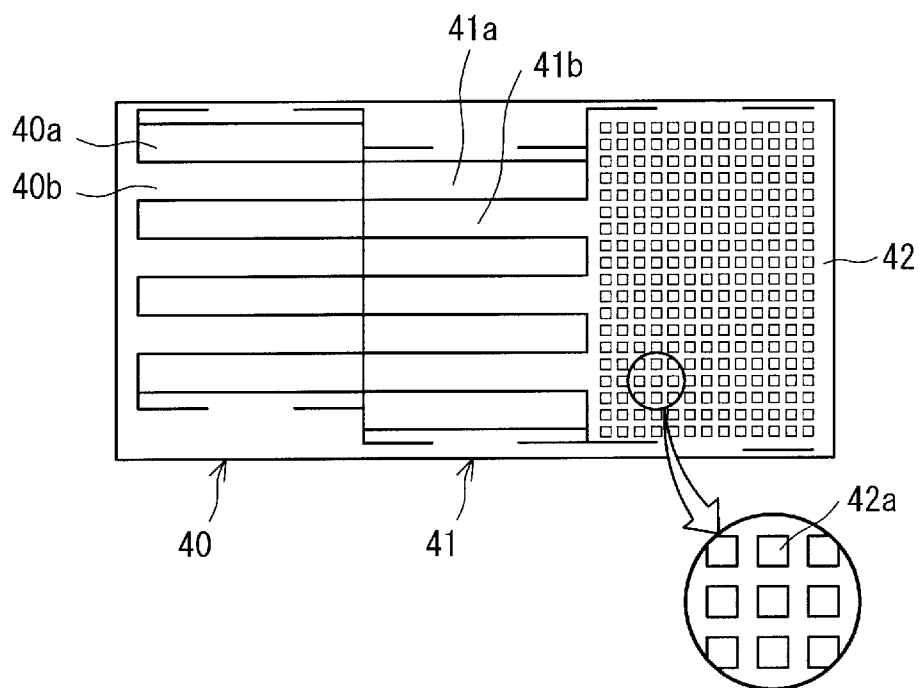
[図4]



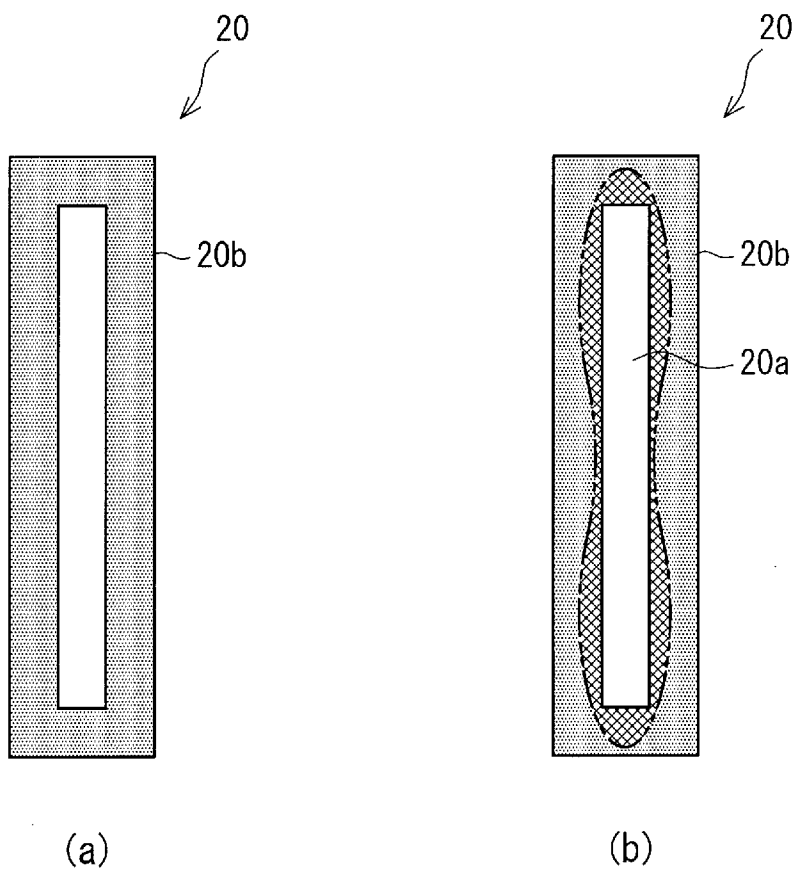
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059978

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/268(2006.01) i, H01L21/20(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)

H01L21/268, H01L21/20

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
X	JP 2004-349269 A (Sharp Corp.), 09 December 2004 (09.12.2004), paragraphs [0059] to [0079]; fig. 2, 3 & US 2006/0154456 A1 & WO 2004/064133 A1 & TW 236704 B & KR 10-2005-0086962 A	1, 2, 4-7
A	JP 2005-347380 A (Sharp Corp.), 15 December 2005 (15.12.2005), paragraphs [0036] to [0049]; fig. 3, 4 (Family: none)	1-7

☐ 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
19 June, 2012 (19.06.12)

Date of mailing of the international search report
03 July, 2012 (03.07.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. H01L21/268 (2006.01)i, H01L21/20 (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. H01L21/268, H01L21/20

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	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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
X	JP 2004-349269 A（シャープ株式会社）2004.12.09, 段落0059 —段落0079、図2, 3 & US 2006/0154456 A1 & WO 2004/064133 A1 & TW 236704 B & KR 10-2005-0086962 A	1, 2, 4-7
A	JP 2005-347380 A（シャープ株式会社）2005.12.15, 段落0036 —段落0049、図3, 4（ファミリーなし）	1-7

☐ 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

19.06.2012

国際調査報告の発送日

03.07.2012

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）

岩本 勉

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

5 F

9355