

(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
2018年2月1日(01.02.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/020918 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 21/268 (2006.01) H01L 21/336 (2006.01)
G02F 1/1368 (2006.01) H01L 29/786 (2006.01)
H01L 21/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/023048

(22) 国際出願日: 2017年6月22日(22.06.2017)

(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 2016-145883 2016年7月26日(26.07.2016) JP

(71) 出願人: 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).

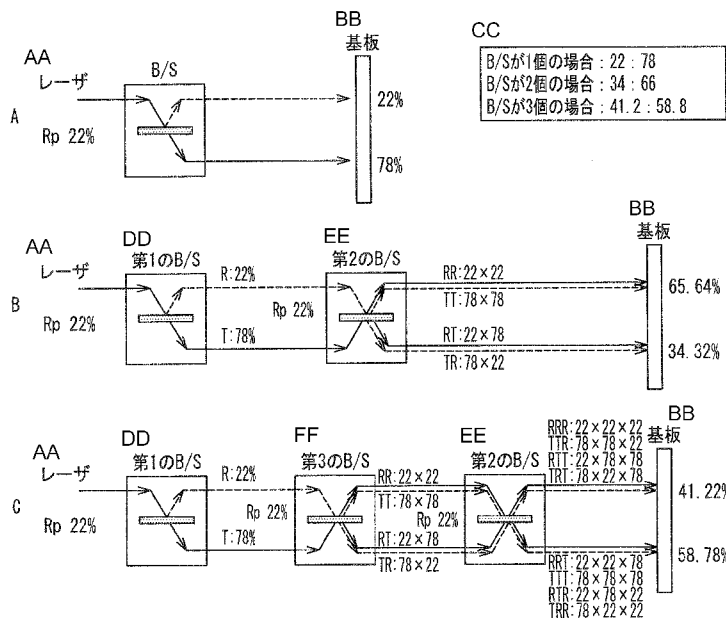
(72) 発明者: 鄭石煥(CHUNG Suk-Hwan); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦2丁目2番1号株式会社日本製鋼所内 Kanagawa (JP). 町田 政志(MACHIDA Masashi); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦2丁目2番1号株式会社日本製鋼所内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 横井 幸喜(YOKOI Koki); 〒1080014 東京都港区芝4丁目3番7号エムジー田町ビル4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,

(54) Title: LASER ANNEALING APPARATUS, METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE, AND METHOD FOR CRYSTALLIZING AMORPHOUS SILICON

(54) 発明の名称: レーザアニール加工装置、半導体装置の製造方法およびアモルファスシリコンの結晶化方法



AA Laser beam
BB Substrate
CC When B/S is 1: 22:78
When B/S is 2: 34:66
When B/S is 3: 41.2:58.8
DD First B/S
EE Second B/S
FF Third B/S

(57) Abstract: Provided is a laser processing apparatus that is equipped with: a laser light source that generates a laser beam; a first beam splitter to which the laser beam is inputted; a second beam splitter to which the laser beam that has passed through the first beam splitter is inputted; and a homogenizer that controls the energy density of the laser beam outputted



BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

from the second beam splitter. The laser beam outputted from the homogenizer includes a p polarization component and an s polarization component, and it is desirable that the ratio between the energy intensity of the p polarization component and that of the s polarization component is 0.74-1.23 on the surface of a subject to be processed.

(57) 要約: レーザビームを発生するレーザ光源と、前記レーザビームが入射される第1のビームスプリッタと、前記第1のビームスプリッタを通過したレーザビームが入射される第2のビームスプリッタと、前記第2のビームスプリッタから出射されたレーザビームのエネルギー密度を制御するホモジナイザと、を備えるレーザ加工装置が提供され、前記ホモジナイザから出力されたレーザビームが、p偏光成分とs偏光成分とを含み、p偏光成分とs偏光成分のエネルギー強度の比が前記被処理体面上で0.74以上かつ1.23以下であるのが望ましい。

明 細 書

発明の名称：

レーザアニール加工装置、半導体装置の製造方法およびアモルファスシリコンの結晶化方法

技術分野

[0001] この発明は、被処理体にレーザビームを照射して被処理体に対する加工を行う技術に関する。

背景技術

[0002] 液晶ディスプレイ、有機EL (electroluminescence) ディスプレイ等においては、画素のスイッチング用に結晶シリコン膜をチャネル領域とする薄膜トランジスタ (TFT (Thin Film Transistor)) が用いられている。結晶膜の製造方法として、非晶質 (アモルファス) のシリコンにレーザビームを照射して熱処理を行うレーザアニール法が知られている。非晶質のシリコンに比べ結晶シリコンは電子移動度が大きいため、TFTのスイッチング動作が高速になる。

[0003] 今までのレーザアニール処理ではレーザのエネルギーのばらつきを小さくする、ラインビームの強度均一性を向上するなどにより、レーザアニール装置によるシリコン薄膜の結晶化を改善してきている。

半導体膜、特にシリコン膜を乗せるマザーガラスはコストの低減のために年々大きくなっており、レーザアニールはガラス全面を照射する方法でシリコン膜を結晶化する。そのため、ガラスが大きくなると生産する量が減ってくる。その対策で、レーザアニール装置ではラインビームを長くし、ラインビームのスキャン回数を減らすことで生産性を向上している。ラインビームが長くなるにつれ、必要なレーザのエネルギーも大きくなり、高出力のレーザが必要になっている。しかし、レーザの性能を高出力にすることによって、レーザビームにおけるエネルギーのばらつきを悪くすることはできない。そのため、レーザエネルギーのばらつきが小さいレーザを複数台使用して、

各レーザから出るビームを同期し、かつ、ビームを結合することで必要なレーザエネルギーを得る方法が提案されている。

また、レーザビームを均一にするためにホモジナイザが用いられているが、レーザ光の出力源からホモジナイザまでは距離があり、結合されるレーザビームの特性の差により、照射結果が影響され、照射後のムラが発生するという問題がある。

[0004] 特許文献1では、レーザビームのパルス形状を簡易に制御して、レーザ出力の安定性を高めることができるレーザ加工装置が提案されている。具体的には、複数の固体レーザ装置から適当な時間差及び偏光面でレーザビームL₁₁～L₂₂を出射させ、各レーザビームL₁₁～L₂₂を結合光学系で結合させ、ホモジナイザによって2次光源に分解し、加工面上に重畳して入射している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2002-176006号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、レーザビームを照射する際に、エネルギーのバラツキだけではなく、レーザビームの偏光状態によって、処理後のシリコン薄膜の結果に大きな差が生じることが分かってきている。

従来技術では、複数のレーザビームを単純に空間的なビームを結合してラインビームを成形しているが、最適な偏光の成分が得られるものではなく、その状態によって結晶シリコンへの影響が大きくなる。

本発明者らは、鋭意研究した結果、シリコン薄膜に照射されるレーザビームの偏光を制御することにより、シリコン薄膜の結晶化を改善できることを見出し、本発明を完成するに至ったものである。

[0007] 本発明は、上記事情を背景としてなされたものであり、被処理体に照射さ

れるレーザ光の偏光状態を適切にして、被処理体に対する加工状態を良好にするレーザアニール加工装置、半導体装置の製造方法およびアモルファスシリコンの結晶化方法を提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0008] 本願の一実施の形態においては、

レーザビームを発生するレーザ光源と、前記レーザビームが入射される第1のビームスプリッタと、前記第1のビームスプリッタを通過したレーザビームが入射される第2のビームスプリッタと、前記第2のビームスプリッタから出射されたレーザビームのエネルギー密度を制御するホモジナイザと、を備えるレーザ加工装置が開示される。

その他の課題と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

発明の効果

[0009] 前記一実施の形態によれば、少なくとも第1のビームスプリッタと、第2のビームスプリッタを通過して被処理体にレーザビームが照射される際に、エネルギーの均一化とともに被処理体上におけるレーザビームの偏光状態を適切にして、良質な加工を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の一実施形態のレーザ加工装置の概略構成を示す図である。

[図2]他の実施形態のレーザ加工装置の概略構成を示す図である。

[図3]さらに他の実施形態のレーザ加工装置の概略構成を示す図である。

[図4]レーザ加工装置における偏光状態の変化を説明する図である。

[図5]さらに他の実施形態のレーザ加工装置の概略構成を示す図である。

[図6]さらに他の実施形態のレーザ加工装置の概略構成を示す図である。

[図7]偏光測定部を有するさらに他の実施形態のレーザ加工装置の概略構成を示す図である。

[図8]偏光状態の制御手順の例を示すフローチャートである。

[図9]本発明の一実施形態における半導体素子の製造過程を示すフロー図であ

る。

[図10]本発明の一実施形態におけるディスプレイに関し、A図は、本発明のディスプレイの画素を示す図であり、B図は、同じく、ディスプレイの一部構造における概略断面を示す図である。

[図11]本発明の液晶ディスプレイの製造過程を示すフロー図である。

[図12]実施例における偏光比と、結晶の周期性を表す緑光の強度と、の関係を示すグラフである。

[図13]同じく、偏光比を変えた際の結晶化後の基板表面の顕微鏡写真を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本願において、実施形態の記載は、必要に応じて、便宜上複数のセクションに分けて記載する場合もあるが、特にそうでない旨明示した場合を除き、これらは相互に独立別個のものではなく、単一の例の各部分、一方が他方の一部詳細または一部または全部の変形例等である。また、原則として、同様の部分は繰り返しを省略する。また、実施態様における各構成要素は、特にそうでない旨明示した場合、理論的にその数に限定される場合および文脈から明らかにそうでない場合を除き、必須のものではない。

[0012] (実施形態1)

<<レーザ加工装置の構成>>

以下に、一実施形態のレーザ加工装置1を添付図面に基づいて説明する。

レーザ加工装置1は、レーザビームを出力するレーザ光源2を有し、その光路上に第1のビームスプリッタ4が配置されており、その出射側では二つの光路が得られる。一方の光路には光学レンズ群であるコリメータ5Aが配置され、他方の光路には光学レンズ群であるコリメータ5Bが配置されている。コリメータ5A、5Bでは、入射されたレーザビームを平行光束に整形して出射する。

コリメータ5A、5Bの出射側には第2のビームスプリッタ6が配置されており、第2のビームスプリッタ6の出射側には、ホモジナイザ7が配置さ

れている。

ホモジナイザ 7 の出射側には、集光レンズ 8 が配置され、集光レンズ 8 の焦点が被処理体の表面付近に位置する。ホモジナイザ 7 と集光レンズ 8 との間の光路では、ミラー、レンズ等の適宜の光学部材を有するものであってもよい。この実施形態では、被処理体は、表面にアモルファスシリコン膜（図示しない）が形成された基板 100 とする。

基板 100 は、図示しないステージなどに設置される。

[0013] レーザ光源 2 は、発振の種別が特に限定されるものではなく、ガスレーザー、固体レーザー等を適宜選択することができる。ガスレーザーとしては、塩素等のガスを用いるエキシマレーザーが例示される。

また、この実施形態では、第 1 のビームスプリッタ 4 の出射側および第 2 のビームスプリッタ 6 の出射側ではそれぞれ二つの光路を有するものとして説明したが、これらを共通する一つの光路とするものであってもよい。

なお、第 1 のビームスプリッタ 4 と第 2 のビームスプリッタ 6 は、本実施形態では、プレート型の形状で図示されているが、キューブ型でもよく、ビームスプリッタの構造が特定のものに限定されるものではない。

[0014] <<レーザー加工装置の動作>>

上記レーザー加工装置 1 の動作について説明する。

レーザー光源 2 から出力された一つのレーザービーム 3 は、第 1 のビームスプリッタ 4 に入射され、一部は透過し、一部は反射して二つのレーザービームに分割されて第 1 のビームスプリッタ 4 から出射される。第 1 のビームスプリッタ 4 では、レーザービームの透過光と反射光では偏光状態が異なる。ビームスプリッタの面で反射するレーザービームは s 偏光の直線偏光が p 偏光の直線偏光より強く、ビームスプリッタの面を透過するレーザービームは p 偏光の直線偏光が s 偏光の直線偏光より強くなる。

第 1 のビームスプリッタ 4 における偏光状態の変化は、第 1 のビームスプリッタ 4 で用いられる光学薄膜などの材質の選定によって異なってくる。例えば、この光学薄膜の材質によって透過光と反射光の比率が変わり、出射側

におけるレーザビームの p 偏光成分、s 偏光成分の比率が変化する。第 1 のビームスプリッタ 4 では、求める偏光状態の変化に応じて光学薄膜の材質を選択すればよく、本発明としては特定の材質に限定されるものではない。

[0015] 第 1 のビームスプリッタ 4 に入射されたレーザビーム 3 は、第 1 のビームスプリッタ 4 の特性に応じて、一部が所定の割合で反射して s 偏光のレーザビーム 3 R となり、一部が所定の割合で透過して p 偏光のレーザビーム 3 T としてそれぞれ出射される。

[0016] 第 1 のビームスプリッタ 4 で反射して出射されたレーザビーム 3 R は、コリメータ 5 A で平行光束に整形され、第 1 のビームスプリッタ 4 で透過して出射されたレーザビーム 3 T は、コリメータ 5 B で平行光束に整形される。コリメータ 5 A、5 B を通過したレーザビーム 3 R、3 T は、第 2 のビームスプリッタ 6 に入射される。

第 2 のビームスプリッタ 6 では、レーザビーム 3 R は第 2 のビームスプリッタ 6 の図示上方側に入射し、レーザビーム 3 T は第 2 のビームスプリッタ 6 の図示下方側に入射し、それぞれ、一部は透過し、一部は反射して 4 つのレーザビームに分割されて第 2 のビームスプリッタ 6 から出射される。

[0017] 第 2 のビームスプリッタ 6 では、レーザビームの透過、反射によって偏光状態が変化する。

第 2 のビームスプリッタ 6 における偏光状態の変化は、第 2 のビームスプリッタ 6 で用いられる光学薄膜などの材質の選定によって異なってくる。例えば、この光学薄膜の材質によって透過光と反射光の比率が変わり、出射側におけるレーザビームの p 偏光成分、s 偏光成分の比率が変化する。第 2 のビームスプリッタ 6 では、求める偏光状態の変化に応じて光学薄膜の材質を選択すればよく、本発明としては特定の材質に限定されるものではない。したがって、第 2 のビームスプリッタ 6 は、偏光ビームスプリッタである。

なお、第 1 のビームスプリッタ 4 と第 2 のビームスプリッタ 6 とは、同一種類のものを用いてもよく、また、異なる種類のものを用いてもよく、したがって偏光状態の調整が異なるものであってもよい。

また、この実施形態では、ビームスプリッタで、レーザビームの反射と透過を行うものとしたが、両面側で透過のみ、または両面側で反射のみを行うものであってもよい。

[0018] この実施形態では、第2のビームスプリッタ6に入射されたレーザビーム3R、3Tは、第2のビームスプリッタ6の特性に応じて、一部が所定の割合で反射して、一部が所定の割合で透過してそれぞれ出射される。すなわち、レーザビーム3Rは、一部が所定の割合で反射してレーザビーム3RRとなり、一部が所定の割合で透過してレーザビーム3RTとなる。また、レーザビーム3Tは、一部が所定の割合で反射してレーザビーム3TRとなり、一部が所定の割合で透過してレーザビーム3TTとなる。

[0019] 第2のビームスプリッタ6からは、レーザビーム3RRとレーザビーム3TTとが同一光路上を進み、レーザビーム3TRとレーザビーム3RTとが同一光路上を進むように出射される。これらのレーザビームは光路上を進み、必要に応じて設けられた、図示しない光学部材を経て集光レンズ8に入射される。この際に、ビーム断面形状を適宜の形状に整形する。ビーム断面形状としては、断面円形、方形などのスポット形状、ライン形状などに行うことができるが、本発明としては、ビーム断面形状が特に限定されるものではない。この実施形態では、レーザビームの断面形状がライン状となるように整形される。

[0020] 集光レンズ8を経たレーザビームは、基板100上のアモルファスシリコン膜に照射される。図示しないステージまたはレーザビームをライン状のレーザビームの短軸方向に移動させてレーザビームの相対的な走査を行うことで、基板100表面全体の結晶化処理を行う。

[0021] なお、各レーザビームは、同時にまたは時期をずらしてアモルファスシリコン膜に照射されるものであってもよく、また、交互に照射したり、順番に一つのレーザビームを照射したりするようにしてもよい。照射領域において偏光状態が制御された各レーザビームが照射されることでアモルファスシリコンの結晶化が良好に行われる。レーザビームと基板100とが相対的に走

査されることで、基板 100 の照射面に対し、レーザビーム照射による結晶化処理が行われる。相対的な走査は、レーザビームの照射位置の移動、基板の移動の一方または両方により行うことができる。

[0022] この実施形態では、レーザ光源の近くに第 1 のビームスプリッタを設け、ホモジナイザの上流側に第 2 のビームスプリッタを設けることで、各レーザビームは同一光学系（テレスコープレンズ）を通過し、各レーザビームの特性が平均化されることができる。

[0023] なお、好適には、照射面上の同じ領域で、p 偏光成分と s 偏光成分のエネルギー密度が所定の比率で照射されるようにし、その偏光比（p 偏光／s 偏光）は、0.69 以上 1.31 以下とするのが望ましい。基板 100 に到達したレーザビームが p 偏光成分と s 偏光成分の量がほぼ等しくなるようにすることで、結晶がより均一で、方向によりサイズも均等で、並びよく形成することができる。実際には、p 偏光成分／s 偏光成分が、0.74 以上かつ 1.23 以下の範囲で所望の結果が得られる。

この例では、p 偏光、s 偏光は、基板 100 上を基準とし、p 偏光は基板上の入射面に平行な方向の直線偏光をいい、s 偏光は入射面と垂直な方向の直線偏光をいう。なお、レーザビームの電界の振動方向を偏光方向と定義する。

上記した第 1 のビームスプリッタ 4、第 2 のビームスプリッタ 6 では、基板 100 の照射面上で上記偏光状態が得られるように、それぞれの偏光状態を設定する。

[0024] さらに、第 1 のビームスプリッタと第 2 のビームスプリッタを配置することで、ビームスプリッタから反射したビームは元のビームと左右が反転した状態で結合するために、ビームの対称性が改善される。その結果、ラインビームのエネルギーの均一性が向上する。

[0025] 上記のように、単一のレーザビームを利用する場合でも、レーザビームを分割し、再度結合する方法を利用することで、照射後の結晶化ムラの改善が得られる。ビームの分割後、片方のレーザビームの偏光成分を変化させるこ

とで、ラインビームの形成後、被処理体にレーザビームを照射する際の偏光成分が p 偏光成分と s 偏光成分の量の差が小さくなるように設置することで、より均一な結晶が得られる。

[0026] 特に、最適なエネルギー密度でも偏光を制御することで、ムラが少ない多結晶を得ることができるとともに、ムラが少ない多結晶シリコン膜もより広いエネルギー密度の範囲で処理を行うことが可能になる。

[0027] (実施形態 2)

上記実施形態 1 では、二つのビームスプリッタを有するものとして説明したが、さらに光路上のビームスプリッタを増やして 3 つ以上のビームスプリッタを有するものとしてもよい。

図 2 は、3 つのビームスプリッタをビーム進行方向に沿って配置した実施形態であり、実施形態 1 における第 1 のビームスプリッタ 4 と、第 2 のビームスプリッタ 6 との間の光路上に、第 3 のビームスプリッタ 9 を配置したものである。なお、実施形態 1 と同様の構成については同一の符号を付して、その説明を省略または簡略化する。

[0028] 第 1 のビームスプリッタ 4 と第 3 のビームスプリッタ 9 との間の光路上には、コリメータ 5 A、5 B が配置され、第 3 のビームスプリッタ 9 と第 2 のビームスプリッタ 6 との間には、コリメータ 5 C、5 D が配置されている。

[0029] この実施形態では、第 1 のビームスプリッタ 4 に入射されたレーザビーム 3 は、第 1 のビームスプリッタ 4 の特性に応じて、第 1 のビームスプリッタ 4 で反射されて出射されたレーザビーム 3 R はコリメータ 5 A で平行光束に整形され、第 1 のビームスプリッタ 4 で反射されて出射されたレーザビーム 3 T は、コリメータ 5 B で平行光束に整形される。コリメータ 5 A、5 B を通過したレーザビーム 3 R、3 T は、第 3 のビームスプリッタ 9 に入射される。

[0030] 第 3 のビームスプリッタ 9 では、レーザビームの透過、反射によって偏光状態が変化し、図示上側で反射するレーザビームは s 偏光の直線偏光が強く、図示下側で透過するレーザビームは p 偏光の直線偏光成分が強くなる。第

3のビームスプリッタ9における偏光状態の変化は、第3のビームスプリッタ9で用いられる光学薄膜などの材質の選定によって異なってくる。例えば、この光学薄膜の材質によって透過光と反射光の比率が変わり、出射側におけるレーザビームのp偏光成分、s偏光成分の比率が変化する。第3のビームスプリッタ9では、求める偏光状態の変化に応じて光学薄膜の材質を選択すればよく、本発明としては特定の材質に限定されるものではない。したがって、第3のビームスプリッタ9は、偏光ビームスプリッタである。

なお、第1のビームスプリッタ4と第3のビームスプリッタ9とは、同一種類のものを用いてもよく、また、異なる種類のものを用いてもよい。

[0031] 第3のビームスプリッタ9に入射されたレーザビーム3Rは、第3のビームスプリッタ9の特性に応じて、一部が所定の割合で反射してレーザビーム3RRとなり、一部が所定の割合で透過してレーザビーム3RTとなる。

第3のビームスプリッタ9に入射されたレーザビーム3Tは、第3のビームスプリッタ9の特性に応じて、一部が所定の割合で反射してレーザビーム3TRとなり、一部が所定の割合で透過してレーザビーム3TTとなる。

また、反射光と透過光の比率に基づいてp偏光成分とs偏光成分の比率を変えたい場合には、無偏光のビームスプリッタを用いることもできる。

[0032] 第3のビームスプリッタ9からは、レーザビーム3RRとレーザビーム3TTとが同一光路上を進み、レーザビーム3TRとレーザビーム3RTとが同一光路上を進むように出射される。これらのレーザビームは、第2のビームスプリッタ6に入射される。

[0033] 第2のビームスプリッタ6に入射された各レーザビームは、第2のビームスプリッタ6の特性に応じて、一部が所定の割合で反射し、一部が所定の割合で透過してそれぞれ出射され、反射光はs偏光となり、透過光はp偏光となる。

すなわち、レーザビーム3RRは、一部が所定の割合で反射してレーザビーム3RRRとなり、一部が所定の割合で透過してレーザビーム3RRTとなる。

レーザビーム 3 T T は、一部が所定の割合で反射してレーザビーム 3 T T R となり、一部が所定の割合で透過してレーザビーム 3 T T T となる。

また、レーザビーム 3 T R は、一部が所定の割合で反射してレーザビーム 3 T R R となり、一部が所定の割合で透過してレーザビーム 3 T R T となる。さらに、レーザビーム 3 R T は、一部が所定の割合で反射してレーザビーム 3 R T R となり、一部が所定の割合で透過してレーザビーム 3 R T T となる。

また、反射光と透過光の比率に基づいて p 偏光成分と s 偏光成分の比率を変えたい場合には、無偏光のビームスプリッタを用いることもできる。

[0034] 第 2 のビームスプリッタ 6 から出射されたレーザビーム 3 R T T、3 R R R、3 T R T、3 T T R は、同一光路上を進み、第 2 のビームスプリッタ 6 から出射されたレーザビーム 3 R T R、3 R R T、3 T R R、3 T T T は、同一光路上を進み、必要に応じて設けられた、図示しない光学部材を経て集光レンズ 8 に入射される。

[0035] 集光レンズ 8 を経たレーザビームは、基板 1 0 0 上のアモルファスシリコン膜に照射される。なお、各レーザビームは、同時にまたは時期をずらして照射したり、交互に照射したり、順番に一つのレーザビームを照射する。

レーザビームと基板 1 0 0 とが相対的に走査されることで、基板 1 0 0 の必要面に対し、レーザビーム照射による結晶化処理が行われる。

好適には、照射面上の同じ領域で、p 偏光成分と s 偏光成分のエネルギー密度が、0.74 以上かつ 1.23 以下とするのが望ましい。

上記した第 1 のビームスプリッタ 4、第 3 のビームスプリッタ 9、第 2 のビームスプリッタ 6 では、基板 1 0 0 の照射面上で上記偏光状態が得られるように、それぞれの偏光状態を設定する。

[0036] (実施形態 3)

なお、上記実施形態 1、2 では、ビームスプリッタのみで偏光状態を制御するものとして説明したが、これに加えて光路上に偏光素子を配置してさらに偏光状態を制御するようにしてもよい。

図3は、この実施形態における一部構成を示すものである。

この構成では、ビームスプリッタ10と、ビームスプリッタ10の反射側にミラー11が設置されており、ビームスプリッタ10の透過側には偏光素子12が配置されている。

[0037] ビームスプリッタ10に入射されたレーザビーム3Cは、一部が所定の割合で反射してレーザビーム3CRとなり、一部が所定の割合で透過してレーザビーム3CTとなる。

レーザビーム3CTは、ビームスプリッタ10を透過して偏光素子12に至り、偏光素子12を通過する際に、偏光状態が変化する。レーザビーム3CRは、ミラー11で反射されて光路上を進行する。偏光素子12の種別は特に限定されるものではない。

[0038] レーザビーム3CR、3CTは、基板100に照射されて表面のアモルファスシリコンを結晶化する。この際に、照射面上でレーザビームのp偏光成分とs偏光成分のエネルギー密度が、0.74以上1.23以下となるようにする。

この実施形態では、ビームスプリッタ10は、第1のビームスプリッタ、第2のビームスプリッタのいずれでもよく、第1のビームスプリッタ、第2のビームスプリッタのレーザビーム進行側にそれぞれ偏光素子を配置するようにしてもよい。

すなわち、レーザ光源から出力されるレーザビームの偏光状態などによっては、複数のレーザビームの中で一部分のレーザビームのみ偏光を変化させることで偏光状態を制御するものであってもよい。

[0039] 次に、ビームスプリッタを通過することによる偏光状態の変化の例について図4に基づいて説明する。

なお、以下ではビームスプリッタをB/Sとして記載する。

各例では、同じB/Sが使用されており、B/Sでは、入射されたランダム偏光のレーザビームについて、エネルギー密度で50%が反射され、エネルギー密度で50%が透過して出射される。この際に、ビームスプリッタの

上面側で反射するレーザービームは s 偏光成分が強くなり、ビームスプリッタの下面側で透過するレーザービームは p 偏光成分が強くなる。ビームスプリッタはエネルギー密度が同量に (R 50%, T 50%) 分割すると、偏光成分は P 偏光 78%、S 偏光 50% で透過し、P 偏光 22%、S 偏光 50% で反射する。

[0040] 図 4 A の例では、光路には B/S が一つのみ配置されている。

すなわち、一つのレーザービームが一つの B/S に入射し、50% の透過光と 50% の反射光とが出射されて基板に照射される。B/S には、上面側で、反射または透過するレーザービームは p 偏光の直線偏光を有し、下面側で反射または透過するレーザービームは s 偏光の直線偏光を有する特性を有している。

この結果、B/S の上面側に入射されて反射されたレーザービームでは、基板表面上で、s 偏光成分が 50%、p 偏光成分が 22% で出射され、B/S の上面側に入射されて透過したレーザービームでは、基板表面上で、s 偏光成分が 50%、p 偏光成分が 78% で出射される。したがって、偏光比 (p 偏光成分 / s 偏光成分) は、それぞれのレーザービームで、 $22\% / 50\% = 0.44$ 、 $78\% / 50\% = 1.56$ となる。

[0041] 図 4 B の例では、レーザービームが第 1 の B/S に入射した後、第 2 の B/S に入射して、それぞれ偏光状態が調整されて、基板にレーザービームが照射される。

第 1 の B/S では、反射光 R は、エネルギー密度が 50%、透過光 T はエネルギー密度が 50% となる。

第 2 の B/S では、上面側で反射光 R が反射した反射光 R R は、p 偏光成分が $22\% \times 22\% = 4.84\%$ となり、上面側で透過光 T が透過した透過光 T T は、p 偏光成分が $78\% \times 78\% = 60.8\%$ となり、このレーザービームの p 偏光成分は、基板表面上で、合計 65.64% となる。

また、下面側で透過光 T が反射した反射光 T R は、p 偏光成分が $78\% \times 22\% = 17.16\%$ となり、下面側で反射光 R が透過した透過光 R T は、

p 偏光成分が $22\% \times 78\% = 17.16\%$ となり、このレーザービームの p 偏光成分は、基板表面上で、合計 34.32% となる。

[0042] 図 4 C の例では、レーザービームが第 1 の B/S に入射した後、第 3 の B/S に入射して、それぞれ偏光状態が調整され、さらに第 2 の B/S に入射して、それぞれ偏光状態が調整されて、基板にレーザービームが照射される。

下段 (C) では、中段 (B) で第 2 の B/S から出射されたレーザービームを第 3 の B/S を出射されたレーザービームとみなせるので、これを第 2 の B/S に入射させるものとする。

[0043] 第 2 の B/S で入射した RR 成分は、上面側で反射した反射光 RRR となり、 $22\% \times 22\% \times 22\% = 1.06\%$ の p 偏光成分を有する。

TT 成分が上面側で反射した反射光 TTR は、 $78\% \times 78\% \times 22\% = 13.38\%$ 、RT 成分が上面側で透過した透過光 RTT は、 $22\% \times 78\% \times 78\% = 13.38\%$ 、TR 成分が上面側で透過した透過光 TRT は、 $78\% \times 22\% \times 78\% = 13.38\%$ となり、このレーザービームの p 偏光成分は、基板表面上で、合計 41.22% となる。

[0044] 一方、RT 成分が下面側で反射した反射光 RTR は、 $22\% \times 22\% \times 78\% = 3.775\%$ 、TR 成分が下面側で反射した反射光 TRR は、 $78\% \times 22\% \times 22\% = 3.775\%$ 、RR 成分が下面側で透過した透過光は、 $22\% \times 22\% \times 78\% = 3.775\%$ 、TT 成分が下面側で透過した透過光は、 $78\% \times 78\% \times 78\% = 47.45\%$ となり、p 偏光成分は、基板表面上で、合計 58.78% となる。

したがって、ビームスプリッタを 2 つの使用時では、それぞれのレーザービームの偏光比 (p 偏光成分 / s 偏光成分) は、 $65.64\% / 50\%$ で約 1.31 、 $34.32\% / 50\% =$ 約 0.68 となる。

さらに、3 つを使った例では偏光比 (p 偏光成分 / s 偏光成分) は、 $41.22\% / 50\% =$ 約 0.82 、 $58.78\% / 50\% =$ 約 1.18 となる。

偏光比は、 $0.69 \sim 1.31$ の範囲内にある。さらにビームスプリッタを

増加させても、偏光比はこの範囲内となる。

[0045] (実施形態4)

なお、上記実施形態では、一つのレーザビームを分割して使用する場合には、
ついて説明を行ったが、複数のレーザ光源から出力された複数のレーザビームを使用してレーザ加工を行うことも可能である。

以下に、複数のレーザ光源を用いた実施形態4を図5に基づいて説明する。
なお、前記各実施形態と同様の構成については同一の符号を付してその説明を省略または簡略化する。

[0046] 実施形態3では、二つのレーザ光源2A、2Bを有し、それぞれレーザビーム30、31を出力する。レーザ光源2A、2Bの下流側には、第1のビームスプリッタ4が配置されている。レーザ光源2A、2Bの発振種別が特に限定されないことは前記実施形態と同様である。

第1のビームスプリッタ4の光路進行方向には、コリメータ5A、5Bが配置され、その光路進行方向側に第2のビームスプリッタ6が配置されている。第2のビームスプリッタ6の光路進行方向側には、ホモジナイザ7、集光レンズ8が配置されて基板100に対するレーザビーム照射が可能になっている。

[0047] レーザ光源2A、2Bから出力されたレーザビーム30、31は、同時期に第1のビームスプリッタ4に入射され、レーザビーム30は、所定の比率で、一部が反射して反射光30R（s偏光成分）となり、一部が透過して透過光30T（p偏光成分）となる。また、レーザビーム31は、一部が反射して反射光31R（s偏光成分）となり、一部が透過して透過光31T（p偏光成分）となる。

レーザビーム30R、30T、31R、31Tは、コリメータ5A、5Bで平行光束に整形された後、第2のビームスプリッタ6に入射される。レーザビーム30R、31Tがp偏光の直線偏光を有し、レーザビーム30T、31Rは、s偏光の直線偏光を有している。

[0048] 第2のビームスプリッタ6では、レーザビーム30Rは、上面側で一部が

反射してレーザビーム30RRとなり、下面側で一部が透過してレーザビーム30RTとなる。また、レーザビーム30Tは、下面側一部が反射してレーザビーム30TRとなり、上面側で一部が透過してレーザビーム30TTとなる。

レーザビーム31Rは、上面側で一部が反射してレーザビーム31RRとなり、下面側で一部が透過してレーザビーム31RTとなる。また、レーザビーム31Tは、下面側で一部が反射してレーザビーム31TRとなり、上面側で一部が透過してレーザビーム31TTとなる。

レーザビーム30RR、30TT、31RT、31TRは、第2のビームスプリッタ6の上面側で同一光路を進み、レーザビーム30RT、30TR、31RR、31TTは、第2のビームスプリッタ6の下面側で同一光路を進む。

これらのレーザビームは、ホモジナイザ7に入射されてエネルギー密度の均一化がなされ、その後、集光レンズ8を経て基板100のアモルファスシリコン膜に照射され、良好な結晶化がなされる。

[0049] この実施形態では、複数のレーザ光源から同時発振されたレーザビームを用いて基板上に照射することができる。なお、レーザ光源の数は限定されるものではなく、さらにレーザ光源を3以上にしてレーザビームを照射するものであってもよい。

レーザビームは、複数のレーザ光源の同時照射によっても、p偏光成分とs偏光成分とが、エネルギー密度の比率で基板の照射面上で0.74以上1.23以下の範囲内になるようにする。

複数のレーザを用いたレーザアニール法でも、偏光の成分を制御することで、シリコン膜の結晶化の結果がより均一な結晶を作ることができるとともに、レーザエネルギー密度に対して、より、広い範囲で良い結晶が得られるようになる。

さらに、特性が異なる複数のレーザを用いる場合、ホモジナイザ側にビームスプリッタを設けることで、レーザの特性の差が被処理対に与える影響を

最小限にすることができる。

[0050] (実施形態5)

上記実施形態では、複数のレーザ光源から出力されたレーザビームを同時に照射するものとして説明したが、照射を交互に行うようにしてもよい。以下に、当該照射を可能にしたレーザ加工装置の実施形態5を、図6に基づいて説明する。

この実施形態では、交互に発振を行うレーザ光出力源2A、2Bを有し、それぞれの出力源から出力されたレーザビームが同一構成の光路を通して基板100に照射される。光路には、第1のビームスプリッタ4、コリメータ5A、5B、第2のビームスプリッタ6、ホモジナイザ7、集光レンズ8を有している。この実施形態においても、第1のビームスプリッタ4、第2のビームスプリッタ6を通したレーザビームは偏光状態が前記各実施形態と同様に制御されて基板100の照射面上で、結晶化を良好に行うことができる。

なお、この実施形態では、同一の光路上にある、同一の光学部材を利用するものであり、便宜上、図面ではそれぞれ光路を記載している。

また、この実施形態ではレーザ光源2A、2Bから出力されたレーザビームが同一の光路を進むものとしたが、本発明としては、一部で光路、光学部材を異にして基板に照射するように構成するものであってもよい。ただし、各レーザビームにおいて、できるだけ共通する光学系を経るのが望ましい。

[0051] 特に、各レーザを交互に照射するレーザアニール法においては、各レーザが被照射物に別々に照射される。すなわち各レーザビームは交わらないために、被処理体に与える影響が大きく、レーザ特性によるムラがはっきり見える。レーザ光源とレーザ光源に一番近いレンズとの間にビーム結合部を設けて、レーザの特性を平均化されるようにレーザを結合することで、レーザの特性のばらつきに影響されず、被照射物の照射結果を改善することが可能である。

[0052] (実施形態6)

上記各実施形態においては、照射面上で適正な偏光状態で照射を行うことで、良好な結晶化を達成しており、偏光状態を制御することが重要になる。

この実施形態6では、図7に示すように、照射面上でレーザビームの一部を受けて偏光状態を計測する計測部20を有しており、実施形態1の装置に組み込まれたものとする。

計測部20は、レーザビームが相対的に移動する際には、レーザビームの相対的な移動に追従する構成としてもよい。例えば、レーザビームの相対的な移動に際し、基板側移動する場合、計測部20を基板とともに移動させる。また、計測部20を移動させず、一時的にレーザビームを受けて偏光状態を測定するようにしてもよい。

[0053] 計測部20の構成は、特に限定されるものではなく、偏光子、波長板、回転検光子やその他の偏光素子、光強度検出器を用いて構成することができ、既知のものを用いることができる。光強度として検出することで偏光特性を求めることができる。

なお、この実施形態では、照射面上でレーザビームを計測部20で受けて偏光状態の測定を行うものとしたが、計測部20の設置位置は、光路上であれば設置位置が特に限定されるものではない。例えば、最終的な偏光状態となる前にレーザビームを受けても、その後の変化を予測して、照射面上で所定の偏光状態になるように、測定位置における偏光状態を制御することが可能である。

[0054] 計測部20の測定結果は、モニタ付き制御部21に接続されている。モニタ付き制御部21は、CPUとCPU上で動作するプログラム、動作設定パラメータなどによって構成することができる。モニタ付き制御部21は、レーザ光源2に出力されてレーザ光源の偏光状態をフィードバック制御する。モニタ付き制御部21では、計測部20の計測結果に基づいて、レーザ光源2を制御する。制御部21では、予め照射面上の偏光状態とレーザ光源2の設定内容を関連付けておき、偏光状態の変化に基づいてレーザ光源2の偏光状態を制御する。モニタ付き制御部21は、レーザ加工装置に付随して設け

られるものであってもよく、また、制御線やネットワークを介してレーザ加工装置に接続されるものであってもよい。

[0055] レーザ光源 2 では、レーザ光学系の調整、レーザ電圧、レーザガスの混合比などを調整することで偏光状態を制御することができる。

また、計測結果は、モニタ付き制御部 21 のモニタに表示するものとしてもよい。さらに、制御部を設けず、計測結果をモニタなどに表示し、その結果に基づいて手動走査によってレーザ光源の調整を行うようにしてもよい。

[0056] 図 8 は、図 7 に示すレーザ加工装置において、偏光状態を制御する手順を示すフローチャートである。制御手順は、図 7 に示した制御部によって実行される。

レーザ光源では、予め定められた設定パラメータによってレーザビームが出力される（ステップ s 1）。レーザビームは、計測器によって偏光状態が計測され（ステップ s 2）、計測結果がモニタに表示され（ステップ s 3）、さらに、制御部において、計測値が設定値の範囲内にあるかを判定し（ステップ s 4）、範囲内であれば（ステップ s 4、YES）、レーザビームの発振を行って、基板に対する処理を行う（ステップ s 5）。

一方、計測によって得た計測値が設定値と異なる場合（ステップ s 4、NO）、ステップ s 1 において、所望の計測状態が得られるようにレーザ出力部を制御する（ステップ s 1）。その後、上記手順を繰り返し、所望の偏光状態でレーザビームが基板に照射されるように制御する。

この実施形態では、レーザ照射前に偏光状態を制御し、所定の偏光状態が得られると、レーザ照射を行うようにすることができるが、レーザ照射中にレーザビーム一部を取り出して、偏光状態の制御を動的に行う用にしてもよい。

[0057] なお、上記各実施形態では、レーザ加工装置を、アモルファスシリコン膜を結晶化させる際に使用するものとして説明したが、本発明としてはこれに限定されず、

例えば、Ga₂N₃の結晶化、酸化物の結晶化などに利用することができる。

[0058] (実施形態7)

実施形態1によって製造された半導体膜は、薄膜トランジスタ(TFT(Thin Film Transistor))等の半導体素子に用いることができる。

以下に、その一例として、薄膜トランジスタ150の製造方法を図9のフロー図に基づいて説明する。

基板100の上層に、ベースコート膜101が形成されている。基板100の材料には適宜材料を用いることができ、例えば、ガラス、プラスチック(アクリル樹脂)等の材料が用いられる。ベースコート膜101には、例えば、酸化シリコン、窒化シリコン等が用いられる。

[0059] ベースコート層101の上層には、導電膜102が形成され、所定のパターンでエッチング処理がされる。

その上層に、ベース絶縁膜103が形成され、さらに、その上層に非晶質シリコン膜104が形成される。

[0060] 非晶質シリコン膜104には、レーザビーム照射工程によってレーザ光が照射される。

レーザビーム照射工程で非晶質シリコン膜は多結晶シリコン膜105となる。その後、所定形状にパターニングされる。

[0061] 次に、多結晶シリコン膜105の上にゲート絶縁膜106が形成され、その上部に、ゲート電極107が形成される。

多結晶シリコン膜105には、一端側にリンやボロン等の不純物がドーパされたソース領域108と、他端側が、不純物がドーパされたドレイン領域109と、中間部分のチャネル領域110が形成される。

[0062] ゲート絶縁膜106上には、層間絶縁膜111が設けられる。次いで、ソース領域108に接続されたソース電極112とドレイン領域109に接続されたドレイン電極113が形成される。

上記のレーザビーム照射工程において、実施形態1で説明したように互いに交差する方向の偏光状態を有する複数のレーザビームが遅延時間をもって照

射される。これによって、結晶粒径がほぼ均一であり、電子移動度が十分に高い良質な多結晶シリコン膜 105 が得られる。多結晶シリコン膜 105 は薄膜トランジスタ 150 のソース領域、ドレイン領域およびチャネル領域を構成していることから、薄膜トランジスタ 150 のスイッチング速度を高めることができる。

[0063] (実施形態 8)

次に、実施形態 7 の薄膜トランジスタ 150 の使用例として TFT-LCD (Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display) について、図 10 に基づいて説明する。

図 10 A は、ディスプレイに格子状に配列されたサブセル 200 の概略構造を示すものであり、付加容量型を示している。薄膜トランジスタ 150 は、画素の駆動制御に用いられる。なお、駆動方式は特に限定されるものではなく、フレーム反転、分割駆動などの適宜の方式を選択することができる。

[0064] サブセル 200 では、ディスプレイにマトリックス状に配列されたゲート電極線 201 とソース電極線 202 とを有しており、両者間に絶縁膜 209 が設けられている。これら電極線に薄膜トランジスタ 150 のソース電極 204、ゲート電極 203 が電氣的に接続されている。

205 はドレイン電極であり、ソース電極 204、ドレイン電極 205、ゲート電極 203 間に、絶縁膜 206 を有している。

212 は表示電極であり、210 は、蓄積電極で、その周囲を絶縁膜 211 で覆っている。蓄積電極 210 への配線を隣のゲート電極線と兼ねて製造工程を簡略化している。

[0065] 次に、サブセルの断面図を図 10 B に示す。

バックライトモジュール 300 上に、偏光板 301 を介して基板 302 が配置されており、基板 302 上で、シール材 304 が格子状に配置されて画素毎に区切られた液晶領域 305 が設けられている。液晶領域 305 の下部側に ITO (Indium Tin Oxide) 電極 303 が配置されている。

各画素の液晶領域 305 には、画素を駆動する薄膜トランジスタ 150 が設置され、液晶領域 305 内には、液晶が封入されている。液晶領域 305 の上側には、共通電極である ITO 電極 307 が設置され、その上方には、薄膜トランジスタ 150 上に位置するブラックマトリックス 308 とカラーフィルター 309 とが並んで配置されている。さらに、その上層にはカラーフィルター基板 310 が積層され、その上層に偏光板 311 が配置されて液晶ディスプレイ (TF-T-LCD 320) が構成されている。

[0066] (実施形態 9)

次に、液晶ディスプレイの製造手順を図 11 のフローチャートに基づいて説明する。

まず、ガラス基板を用意し、洗浄をして次工程に備える。次工程では、ガラス基板上に金属膜を形成し、その上層にレジストを塗布し、パターンを形成したマスクを介して露光を行い、現像する。

その後、エッチング・剥離によりパターニングを行い、パターン検査を行う。次いで、その上層に絶縁膜を成膜する。この基板に対し、本発明に基づくレーザアニール処理を行う。さらに、保護膜、信号線形成、電極形成、スパッタリング等の工程を実施し、最終検査を行う。最終検査後に、カラーフィルターとの組み合わせなどを実施し、TF-T-LCD が完成する。

本実施形態に用いられる薄膜トランジスタ 150 は高速なスイッチング動作が可能であるため、各サブ画素の液晶に印加する電圧の高速な切り替えが可能となる。これにより、本実施形態の TF-T-LCD は画像の動きに対し高速応答が可能となる。

[0067] なお、上記では、TF-T-LCD について説明を行ったが、薄膜トランジスタ 150 の使用例としてはこれに限定されるものではなく、有機 EL (electroluminescence) ディスプレイ等の表示装置にも適用可能である。

実施例 1

[0068] 従来の装置でのレーザ光源とラインビームを形成する光学系の間に、偏光

を変化させる光学系素子として減衰素子を配置し、P 偏光成分と S 偏光成分を図 1 2 に示すように変化させることが出来た。減衰素子に入射される角度を変えることによって、照射面上における p 偏光 / s 偏光の比を変えてアモルファスシリコン膜に対する結晶化を行った。

得られた結晶膜に対し、結晶化の周期性を調べるために、偏光光学顕微鏡によって取り込まれた画像の輝度分布を暗視野計で測定した。この例では、信号輝度が高いものを良質な結晶粒であるものとして評価した。

その結果を図 1 2 に示した。偏光比が 1 に近いものほど基板の輝度が高くなっており、顕微鏡、目視ともにショットむらが減少されていることを確認した。

図 1 3 は、顕微鏡による測定結果を示すものである。偏光比が 1 に近いものほど基板の輝度が上昇していることが分かる。

[0069] 以上、本発明について上記実施形態に基づいて説明を行ったが、本発明は、上記実施形態の内容に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱しない限りは前記実施形態に対する適宜の変更が可能である。

符号の説明

- [0070]
- | | |
|-------|---------------|
| 1 | レーザ加工装置 |
| 2 | レーザ光源 |
| 3 | レーザビーム |
| 4 | 第 1 のビームスプリッタ |
| 5 A | コリメータ |
| 5 B | コリメータ |
| 6 | 第 2 のビームスプリッタ |
| 7 | ホモジナイザ |
| 8 | 集光レンズ |
| 9 | 第 3 のビームスプリッタ |
| 1 0 0 | 基板 |
| 1 0 7 | ゲート電極 |

1 0 8	ソース領域
1 0 9	ドレイン領域
1 1 0	チャネル領域
1 1 2	ソース電極
1 1 3	ドレイン電極
1 5 0	薄膜トランジスタ
2 0 0	サブセル
3 2 0	T F T - L C D

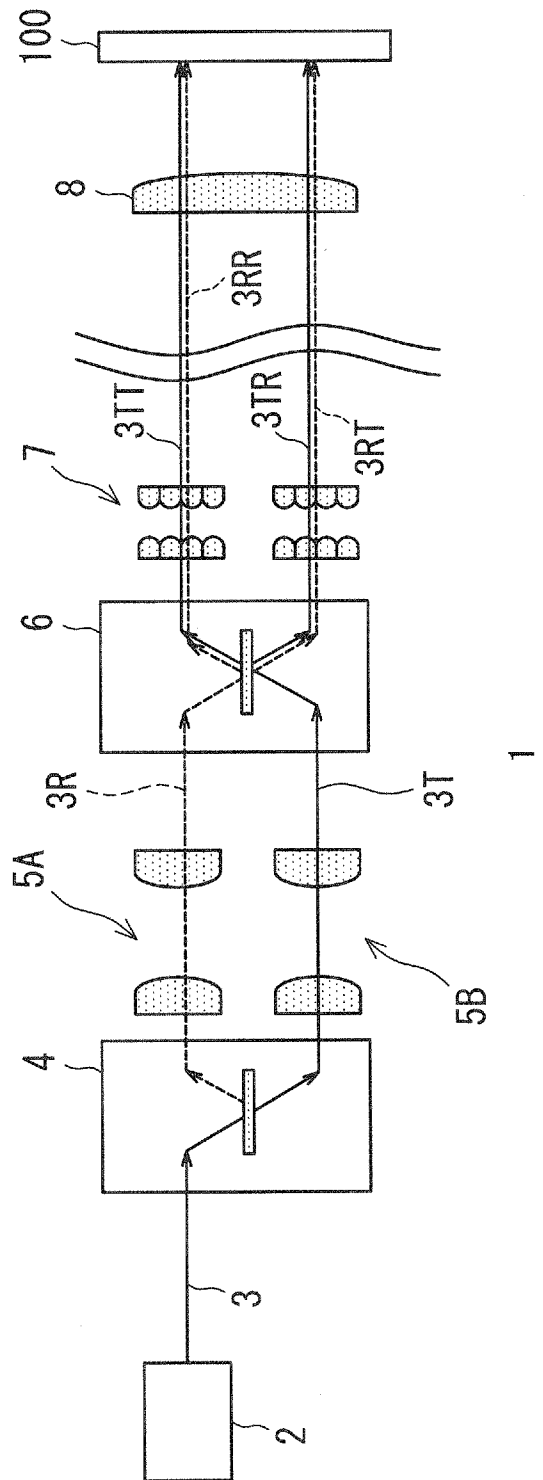
請求の範囲

- [請求項1] レーザ光源から出力されたレーザビームを、ホモジナイザを介して被処理体に照射するレーザ加工装置であって、
- レーザビームを発生するレーザ光源と、
- 前記レーザビームが入射される第1のビームスプリッタと、
- 前記第1のビームスプリッタを通過したレーザビームが入射される第2のビームスプリッタと、
- 前記第2のビームスプリッタから出射されたレーザビームのエネルギー密度を制御するホモジナイザと、を備えることを特徴とするレーザ加工装置。
- [請求項2] 前記ホモジナイザから出力されたレーザビームが、p偏光成分とs偏光成分とを含み、p偏光成分とs偏光成分のエネルギー強度の比が前記被処理体面上で0.74以上かつ1.23以下であることを特徴とする請求項1記載のレーザ加工装置。
- [請求項3] さらに、第3のビームスプリッタを有し、
- 前記第1のビームスプリッタから出射されたレーザビームが前記第3のビームスプリッタを介して前記第2のビームスプリッタに入射されることを特徴とする請求項1または2に記載のレーザ加工装置。
- [請求項4] 前記レーザビームを出力する前記レーザ光源を、複数有し、前記各レーザ光源から出力された複数の前記レーザビームが使用されることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のレーザ加工装置。
- [請求項5] 前記第1のビームスプリッタは、レーザビームを複数に分割し、前記第2のビームスプリッタは、分割されたレーザビームを結合するものであることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のレーザ加工装置。
- [請求項6] 複数のレーザビームの少なくとも一方の光路上に、該光路上のレーザビームの偏光状態を変える偏光素子を有することを特徴とする請求項4または5に記載のレーザ加工装置。

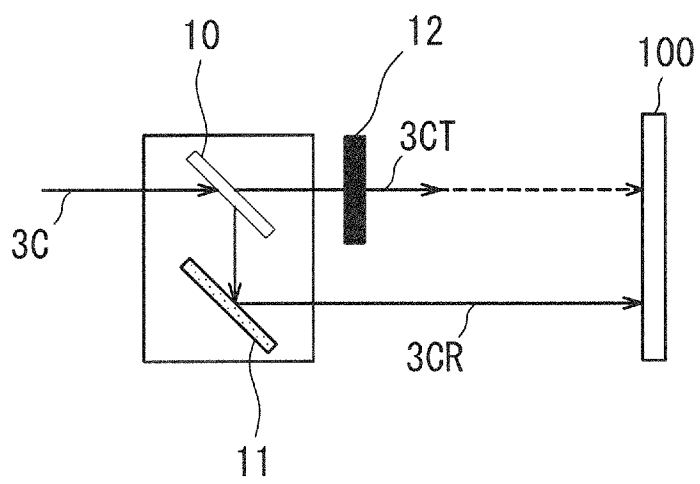
- [請求項7] 前記ホモジナイザから出力されたレーザビームの偏光状態を計測する偏光計測部を有することを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のレーザ加工装置。
- [請求項8] 前記偏光計測部の計測結果を受け、前記計測結果に基づいて、前記レーザビームの偏光状態を制御する制御部を有することを特徴とする請求項7記載のレーザ加工装置。
- [請求項9] 前記レーザ光源がエキシマレーザ光源である、請求項1～8のいずれか1項に記載のレーザ加工装置。
- [請求項10] 前記レーザ光源が固体レーザ光源である、請求項1～9のいずれか1項に記載のレーザ加工装置。
- [請求項11] 前記被処理体がアモルファスシリコン膜であり、前記レーザ加工装置が前記アモルファスシリコン膜を結晶化するための装置である、請求項1～10のいずれか1項に記載のレーザ加工装置。
- [請求項12] 以下の工程を含む半導体装置の製造方法：
(a) 基板上にアモルファスシリコンを形成する工程；
(b) 前記アモルファスシリコンにレーザビームを照射し、ポリシリコンを形成する工程、
前記工程(b)において、レーザ光源から出射された前記レーザビームが複数のビームスプリッタを介して前記アモルファスシリコンに照射される。
- [請求項13] 前記工程(b)において、アモルファスシリコンに照射される前記レーザビームのp偏光成分とs偏光成分のエネルギー強度の比が前記アモルファスシリコン上で0.74以上かつ1.23以下であることを特徴とする請求項12記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項14] 前記ポリシリコンはTFTのチャネル部となる、請求項12または13に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項15] 前記TFTは液晶ディスプレイに使用され、かつ前記TFTは画素の制御に使用される、請求項14記載の半導体装置の製造方法。

- [請求項16] 前記TFTはOLEDディスプレイに使用され、かつ前記TFTは画素の制御に使用される、請求項14記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項17] 前記基板はガラス基板またはプラスチック基板である、請求項12～請求項16のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項18] 以下の工程を含む、アモルファスシリコンの結晶化方法：
- (a) レーザ光源からレーザビームを出射する工程；
 - (b) 前記レーザビームを第1のビームスプリッタに入射する工程；
 - (c) 前記第1のビームスプリッタから出射された前記レーザビームを第2のビームスプリッタに入射する工程；
 - (d) 前記第2のビームスプリッタから出射された前記レーザビームをホモジナイザに入射し、前記レーザビームのエネルギー密度を制御する工程；
 - (e) 前記ホモジナイザから出射された前記レーザビームをアモルファスシリコンに照射し、結晶化する工程。
- [請求項19] 前記ホモジナイザから出射された前記レーザビームのp偏光成分とs偏光成分のエネルギー強度の比が前記アモルファスシリコン上で0.74以上かつ1.23以下であることを特徴とする請求項18記載のアモルファスシリコンの結晶化方法。
- [請求項20] 前記レーザビームが少なくとも二つからなり、各レーザビームをアモルファスシリコン上に、交互に、または順番に一つのレーザずつ、照射することを特徴とする請求項18または19に記載のアモルファスシリコンの結晶化方法。

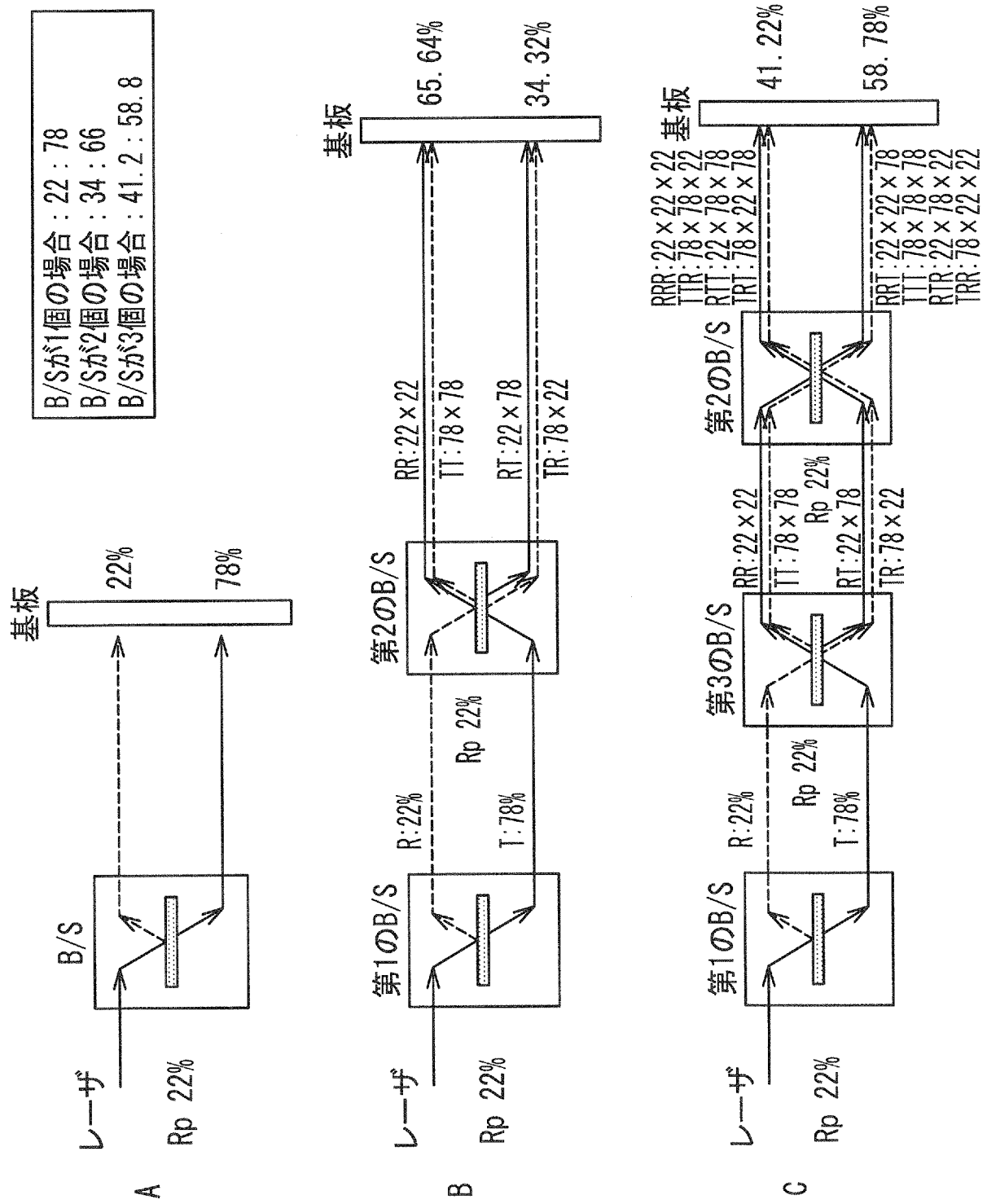
[図1]



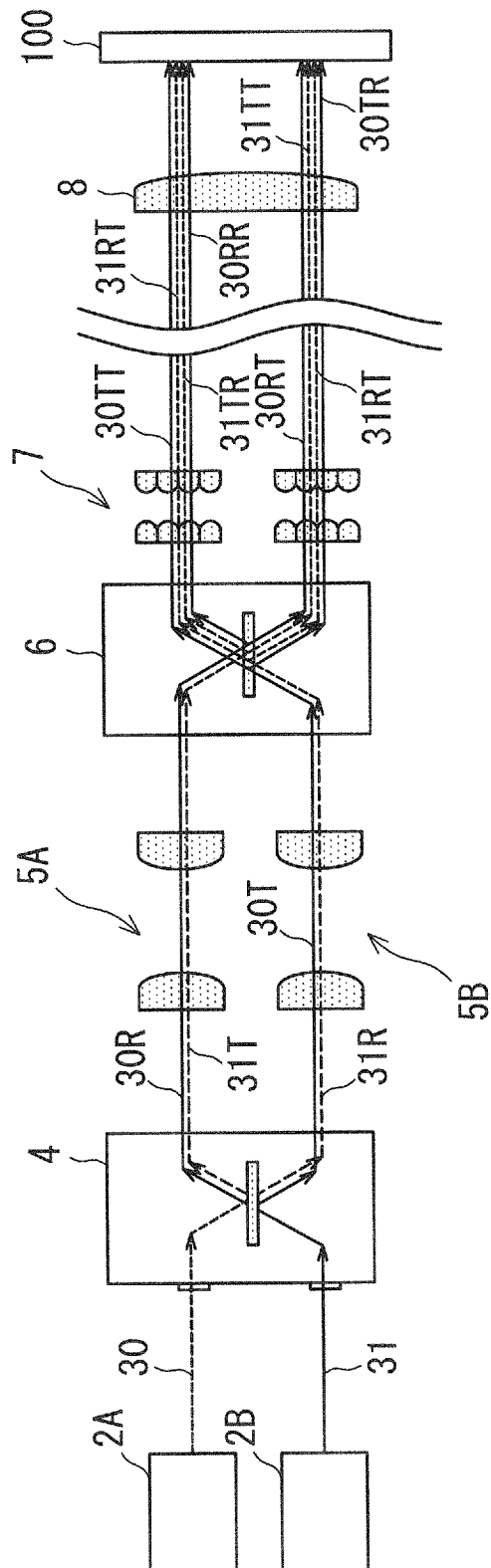
[図3]



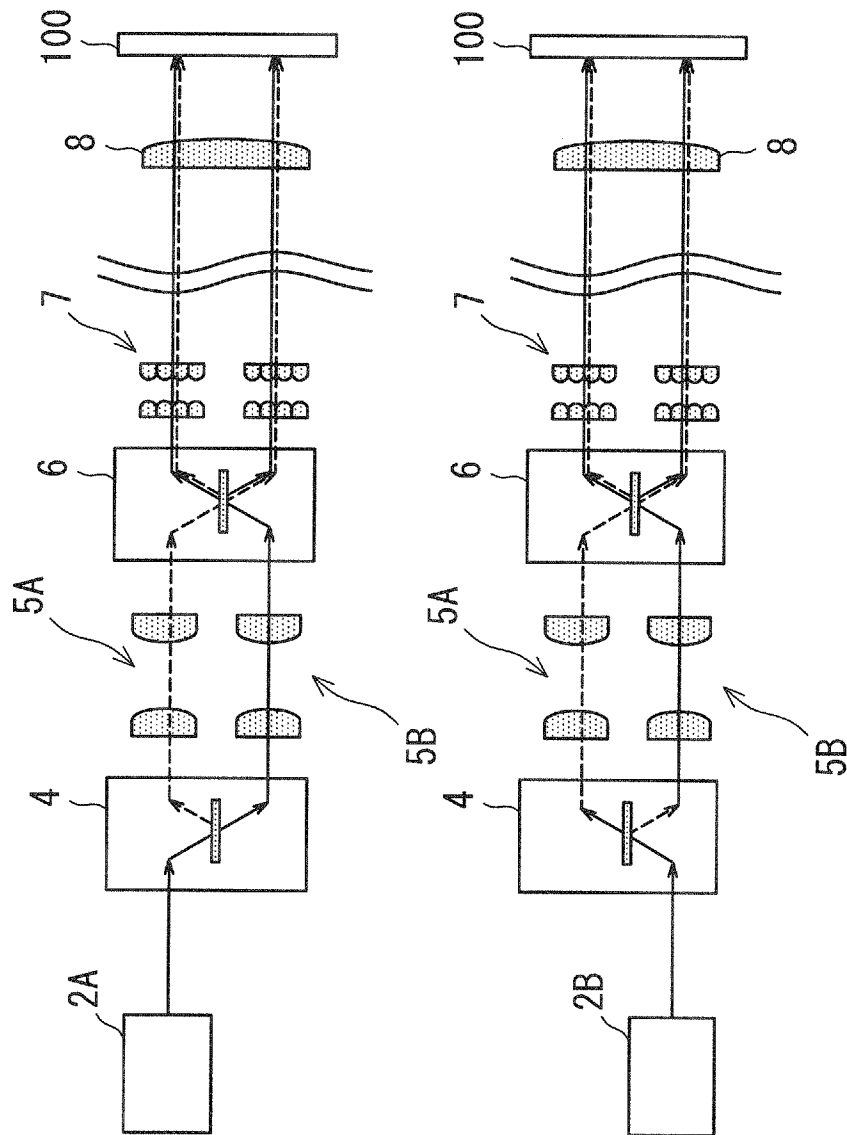
[図4]



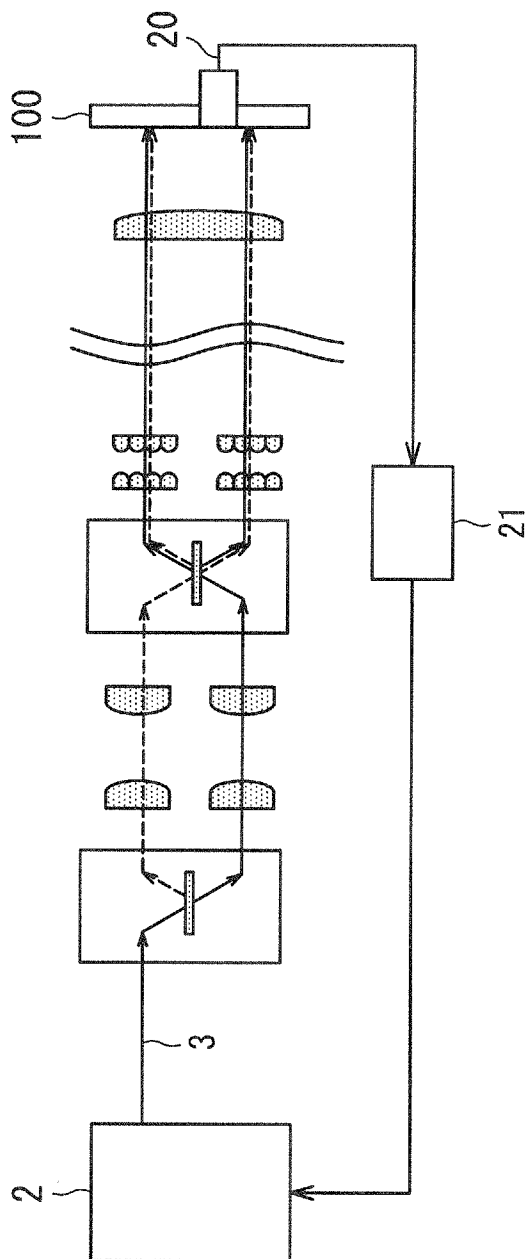
[図5]



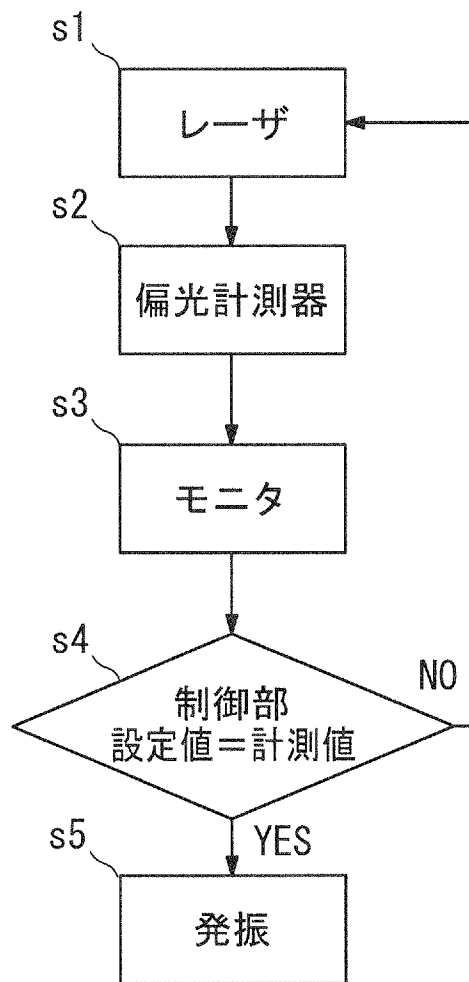
[図6]



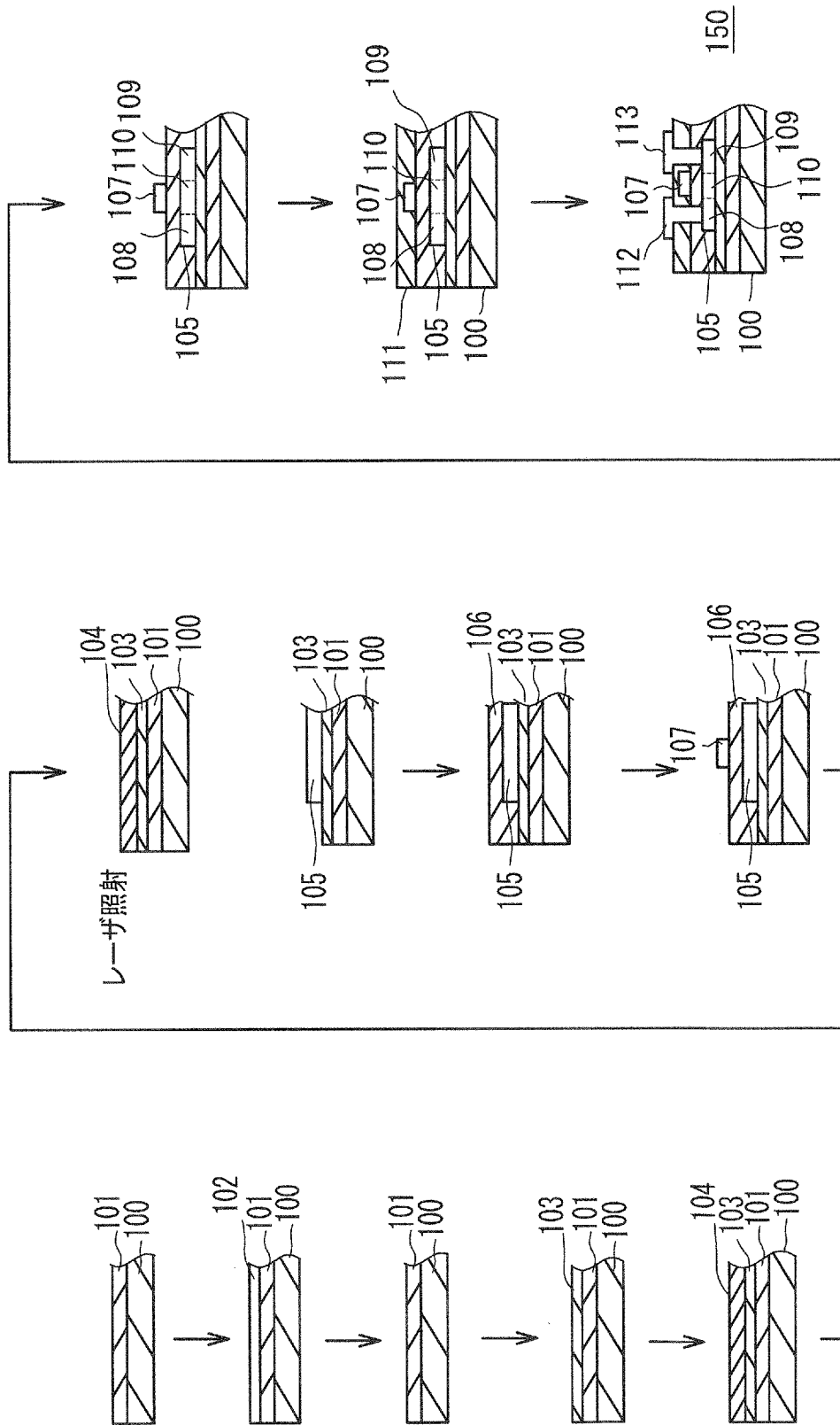
[図7]



[図8]

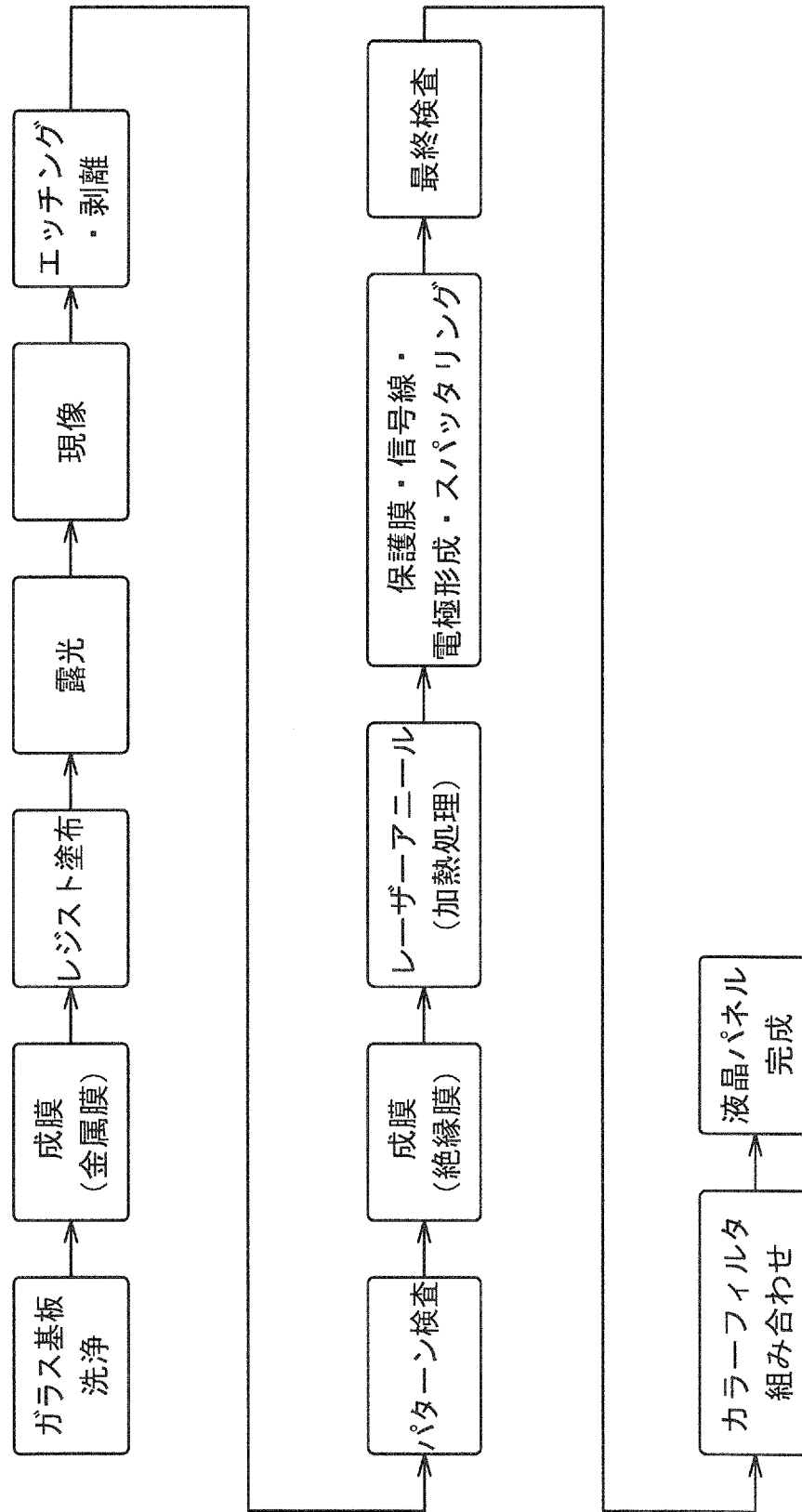


[図9]

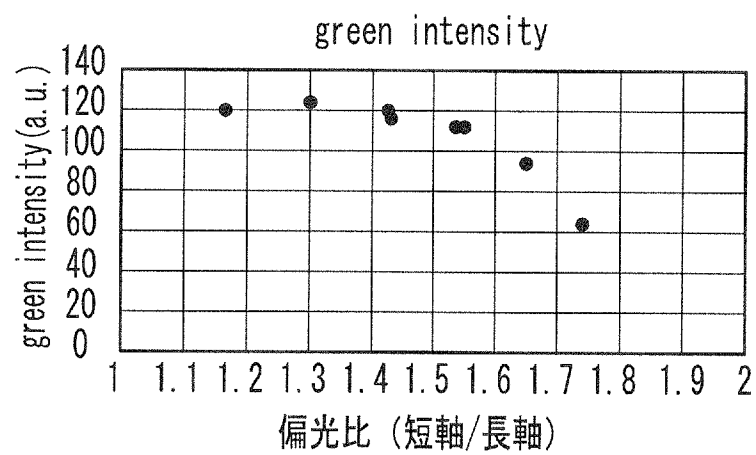


[図11]

液晶パネルの製造工程

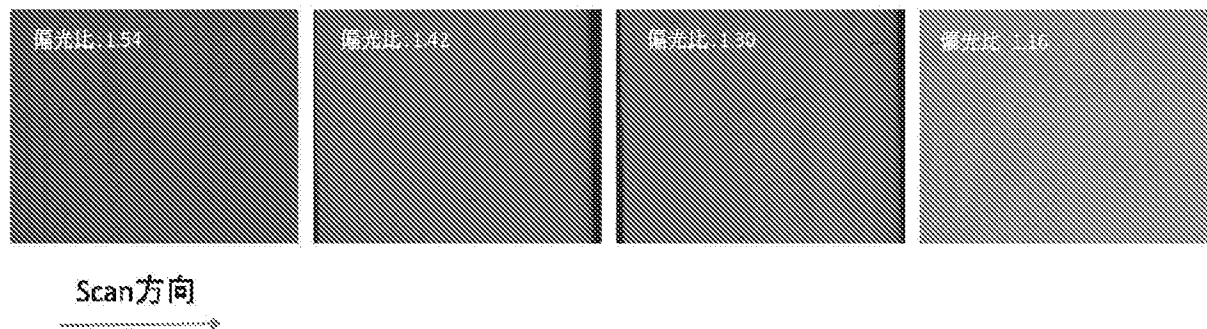


[図12]



偏光比が1に近づくに従い、基板の輝度は上昇。
顕微鏡、目視ともにショットムラの減少を確認。

[図13]



図面代用写真

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/023048

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/268(2006.01)i, G02F1/1368(2006.01)i, H01L21/20(2006.01)i,
H01L21/336(2006.01)i, H01L29/786(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, G02F1/1368, H01L21/20, H01L21/336, H01L29/786

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 Y	JP 2009-260268 A (Advanced LCD Technologies Development Center Co., Ltd.), 05 November 2009 (05.11.2009), paragraphs [0052] to [0071], [0080] to [0085]; fig. 3, 5, 7, 8 & US 2009/0246939 A1 paragraphs [0063] to [0084], [0093] to [0098]; fig. 3, 5, 7, 8	1-3, 5, 9-19 4, 6-8, 20
Y	JP 2012-023171 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 02 February 2012 (02.02.2012), paragraphs [0044] to [0050], [0101]; fig. 7 (Family: none)	4, 6-8, 20

☒ 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
06 September 2017 (06.09.17)

Date of mailing of the international search report
19 September 2017 (19.09.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/023048

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 2007-335654 A (Advanced LCD Technologies Development Center Co., Ltd.), 27 December 2007 (27.12.2007), paragraph [0053]; fig. 1 (Family: none)	6-8
Y	JP 2007-027289 A (Sony Corp.), 01 February 2007 (01.02.2007), paragraphs [0012], [0017] to [0039]; fig. 1 (Family: none)	7, 8
A	JP 2006-156676 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 15 June 2006 (15.06.2006), entire text (Family: none)	1-20
A	JP 2014-075562 A (The Japan Steel Works, Ltd.), 24 April 2014 (24.04.2014), entire text & WO 2014/054687 A1 & TW 201421548 A & CN 104704610 A & KR 10-2015-0060743 A	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/268(2006.01)i, G02F1/1368(2006.01)i, H01L21/20(2006.01)i, H01L21/336(2006.01)i, H01L29/786(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. H01L21/268, G02F1/1368, H01L21/20, H01L21/336, H01L29/786

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 Y	JP 2009-260268 A（株式会社 液晶先端技術開発センター） 2009.11.05, 段落[0052]-[0071], [0080]-[0085], 図3, 5, 7, 8 & US 2009/0246939 A1, 段落[0063]-[0084], [0093]-[0098], 図3, 5, 7, 8	1-3, 5, 9-19 4, 6-8, 20
Y	JP 2012-023171 A（住友重機械工業株式会社）2012.02.02, 段落 [0044]-[0050], [0101], 図7（ファミリーなし）	4, 6-8, 20
Y	JP 2007-335654 A（株式会社 液晶先端技術開発センター） 2007.12.27, 段落[0053], 図1（ファミリーなし）	6-8

☑ 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

06.09.2017

国際調査報告の発送日

19.09.2017

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）

佐藤 靖史

50

5895

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

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
Y	JP 2007-027289 A (ソニー株式会社) 2007.02.01, 段落 [0012], [0017]-[0039], 図 1 (ファミリーなし)	7, 8
A	JP 2006-156676 A (住友重機械工業株式会社) 2006.06.15, 全文 (フ ァミリーなし)	1-20
A	JP 2014-075562 A (株式会社日本製鋼所) 2014.04.24, 全文 & WO 2014/054687 A1 & TW 201421548 A & CN 104704610 A & KR 10-2015-0060743 A	1-20