

(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
2019年4月4日(04.04.2019)



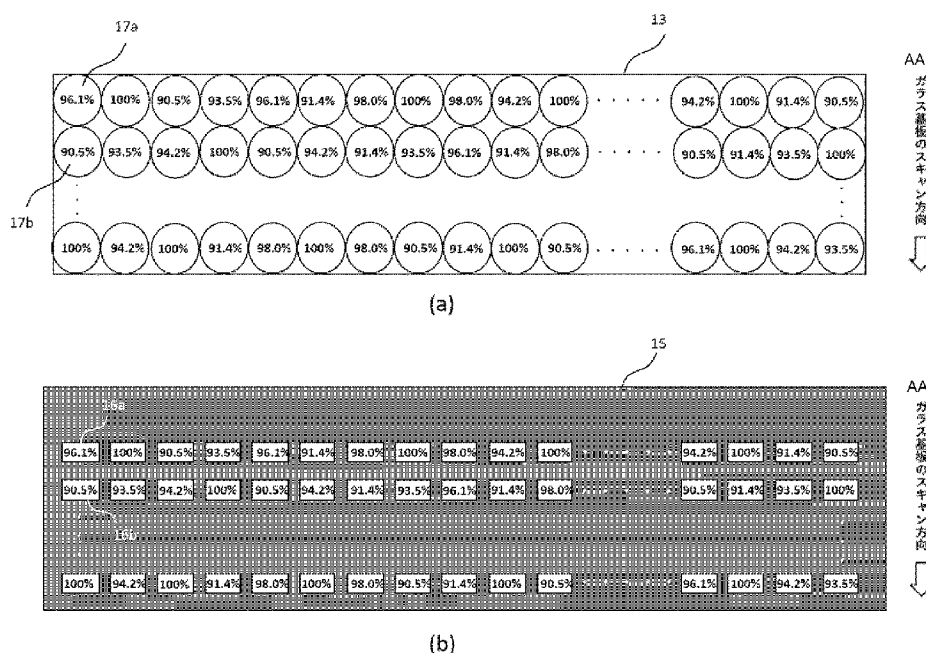
(10) 国際公開番号

WO 2019/065003 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/268 (2006.01) H01L 21/336 (2006.01)
H01L 21/20 (2006.01) H01L 29/786 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/030866
- (22) 国際出願日: 2018年8月21日(21.08.2018)
- (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 2017-185497 2017年9月26日(26.09.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社 ブイ・テクノロジー(V TECHNOLOGY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2400005 神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町 1 3 4 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 水村 通伸(MIZUMURA Michinobu); 〒2400005 神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町 1 3 4 番地 株式会社 ブイ・テクノロジー内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人白坂(SHIRASAKA & PATENT PARTNERS); 〒1006510 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号 新丸の内ビルディング 10 階 E G G J A P A N 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, 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,

(54) Title: LASER IRRADIATION DEVICE, LASER IRRADIATION METHOD AND PROJECTION MASK

(54) 発明の名称: レーザ照射装置、レーザ照射方法及び投影マスク



AA Glass substrate scanning direction

(57) Abstract: In one embodiment of the present invention, the laser irradiation device is characterized by comprising a light source that generates laser light, a projection lens that irradiates the laser light onto predetermined regions of a thin amorphous silicon film deposited on a substrate, and a projection mask pattern provided above the projection lens having a plurality of openings that allow the laser light to be irradiated onto the predetermined regions of the thin amorphous silicon film, wherein each of the plurality of openings have a transmittance based on the projection magnification of the projection lens.

[続葉有]



WO 2019/065003 A1

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)）

(57) 要約：本発明の一実施形態におけるレーザ照射装置は、レーザ光を発生する光源と、基板上に被着されたアモルファスシリコン薄膜の所定の領域に、前記レーザ光を照射する投影レンズと、前記投影レンズ上に設けられ、前記アモルファスシリコン薄膜の所定の領域に対して前記レーザ光が照射されるように、複数の開口部が設けられた投影マスクパターンと、を備え、前記複数の開口部の各々は、前記投影レンズの投影倍率に基づく透過率を有することを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：レーザ照射装置、レーザ照射方法及び投影マスク 技術分野

[0001] 本発明は、薄膜トランジスタの形成に関するものであり、特に、アモルファスシリコン薄膜にレーザ光を照射して、ポリシリコン薄膜を形成するためのレーザ照射装置、レーザ照射方法及び投影マスクに関する。

背景技術

[0002] 逆スタガ構造の薄膜トランジスタとして、アモルファスシリコン薄膜をチャネル領域に使用したものが存在する。ただ、アモルファスシリコン薄膜は電子移動度が小さいため、当該アモルファスシリコン薄膜をチャネル領域に使用すると、薄膜トランジスタにおける電荷の移動度が小さくなるという難点があった。

[0003] そこで、アモルファスシリコン薄膜の所定の領域をレーザ光により瞬間的に加熱することで多結晶化し、電子移動度の高いポリシリコン薄膜を形成して、当該ポリシリコン薄膜をチャネル領域に使用する技術が存在する。

[0004] 例えば、特許文献1には、基板にアモルファスシリコン薄膜を形成し、その後、このアモルファスシリコン薄膜にエキシマレーザ等のレーザ光を照射してレーザアニールすることにより、短時間での溶融凝固によって、ポリシリコン薄膜に結晶化させる処理を行うことが開示されている。特許文献1には、当該処理を行うことにより、薄膜トランジスタのソースとドレイン間のチャネル領域を、電子移動度の高いポリシリコン薄膜とすることが可能となり、トランジスタ動作の高速化が可能になる旨が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2016-100537号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ここで、特許文献1には、レーザ光をマイクロレンズアレイに含まれる複数のマイクロレンズを透過させて、1回のレーザ光の照射により、基板上の複数個所をレーザアニールすることが記載されている。しかしながら、マイクロレンズアレイに含まれる複数のマイクロレンズの各々は、その形状が互いに異なっている場合がある。そのため、複数のマイクロレンズを透過するレーザ光のエネルギー密度は、互いにばらつきが生じる場合が生じ、当該レーザ光を用いて形成されるポリシリコン薄膜の電子移動度にもばらつきが生じるおそれがある。薄膜トランジスタの特性は電子移動密度に依存するため、複数のマイクロレンズの各々を透過するレーザ光のエネルギー密度にばらつきがあることにより、基板上の複数の薄膜トランジスタの特性にばらつきが生じてしまうという問題が生じる。

[0007] 本発明の目的は、かかる問題点に鑑みてなされたものであって、基板に含まれる複数の薄膜トランジスタの特性のばらつきを抑制可能なレーザ照射装置、レーザ照射方法及び投影マスクを提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一実施形態におけるレーザ照射装置は、レーザ光を発生する光源と、基板上に被着されたアモルファスシリコン薄膜の所定の領域に、前記レーザ光を照射する投影レンズと、前記投影レンズ上に設けられ、前記アモルファスシリコン薄膜の所定の領域に対して前記レーザ光が照射されるように、複数の開口部が設けられた投影マスクパターンと、を備え、前記複数の開口部の各々は、前記投影レンズの投影倍率に基づく透過率を有することを特徴とする。

[0009] 本発明の一実施形態におけるレーザ照射装置において、前記投影レンズは、前記レーザ光を分離可能なマイクロレンズアレイに含まれる複数のマイクロレンズであり、前記複数の開口部の各々は、前記マイクロレンズの投影倍率に基づく透過率を有することを特徴としてもよい。

[0010] 本発明の一実施形態におけるレーザ照射装置において、前記複数の開口部の各々は、前記複数のマイクロレンズの各々の投影倍率のうちの最大値と、

前記マイクロレンズの投影倍率との差異に基づいて決定された透過率を有することを特徴としてもよい。

[0011] 本発明の一実施形態におけるレーザ照射装置において、前記複数のマイクロレンズのうち、前記投影倍率が最大値となる一のマイクロレンズの透過率は、予め定められた透過率であり、前記複数のマイクロレンズのうちの他のマイクロレンズは、前記予め定められた透過率と、前記最大値と前記他のマイクロレンズの投影倍率との差異に基づいて決定された透過率を有する、ことを特徴としてもよい。

[0012] 本発明の一実施形態におけるレーザ照射装置において、前記複数の開口部の各々は、前記複数のマイクロレンズの各々の投影倍率に基づいて決定された大きさであることを特徴としてもよい。

[0013] 本発明の一実施形態におけるレーザ照射装置において、前記複数の開口部の各々は長方形状であり、前記複数のマイクロレンズの各々の投影倍率に基づいて前記長方形状の長さ及び幅が決定されることを特徴としてもよい。

[0014] 本発明の一実施形態におけるレーザ照射装置において、前記投影レンズは、薄膜トランジスタに含まれるソース電極とドレイン電極との間に対応する領域に被着されたアモルファスシリコン薄膜にレーザ光を照射して、ポリシリコン薄膜を形成することを特徴としてもよい。

[0015] 本発明の一実施形態におけるレーザ照射方法は、レーザ光を発生する第1のステップと、基板上に被着されたアモルファスシリコン薄膜の所定の領域に、複数の開口部を含む投影マスクパターンが設けられた投影レンズを用いて、前記レーザ光を照射する第2のステップと、前記レーザ光が照射されるごとに、前記基板を所定の方向に移動する第3のステップと、を含み、前記複数の開口部の各々は、前記投影レンズの投影倍率に基づく透過率を有することを特徴とする。

[0016] 本発明の一実施形態におけるレーザ照射方法において、前記投影レンズは、前記レーザ光を分離可能なマイクロレンズアレイに含まれる複数のマイクロレンズであり、前記複数の開口部の各々は、前記マイクロレンズの投影倍

率に基づく透過率を有することを特徴としてもよい。

[0017] 本発明の一実施形態におけるレーザ照射方法において、前記複数の開口部の各々は、前記複数のマイクロレンズの各々の投影倍率のうちの最大値と、前記マイクロレンズの投影倍率との差異に基づいて決定された透過率を有することを特徴としてもよい。

[0018] 本発明の一実施形態におけるレーザ照射方法において、前記複数の開口部の各々は、前記複数のマイクロレンズの各々の投影倍率に基づいて決定された大きさであることを特徴としてもよい。

[0019] 本発明の一実施形態における投影マスクは、光源から発生されたレーザ光を照射する投影レンズ上に配置される投影マスクであって、前記投影マスクは、所定の方向に移動する基板に被着されたアモルファスシリコン薄膜の所定の領域に対して前記レーザ光が照射されるように複数の開口部が設けられ、前記複数の開口部の各々は、前記投影レンズの投影倍率に基づく透過率を有することを特徴とする。

[0020] 本発明の一実施形態における投影マスクにおいて、前記投影レンズは、前記レーザ光を分離可能なマイクロレンズアレイに含まれる複数のマイクロレンズであり、前記複数の開口部の各々は、前記マイクロレンズの投影倍率に基づく透過率を有することを特徴としてもよい。

[0021] 本発明の一実施形態における投影マスクにおいて、前記複数の開口部の各々は、前記複数のマイクロレンズの各々の投影倍率のうちの最大値と、前記マイクロレンズの投影倍率との差異に基づいて決定された透過率を有することを特徴としてもよい。

[0022] 本発明の一実施形態における投影マスクにおいて、前記複数の開口部の各々は、前記複数のマイクロレンズの各々の投影倍率に基づいて決定された大きさであることを特徴としてもよい。

発明の効果

[0023] 本発明によれば、基板に含まれる複数の薄膜トランジスタの特性のばらつきを抑制可能な、レーザ照射装置、レーザ照射方法及び投影マスクを提供す

ることである。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]レーザ照射装置 10 の構成例を示す図である。

[図2]マイクロレンズアレイ 13 の構成例を示す図である。

[図3]所定の領域がアニール処理された薄膜トランジスタ 20 の例を示す模式図である。

[図4]レーザ照射装置 10 がレーザ光 14 を照射する基板 30 の例を示す模式図である。

[図5]マイクロレンズアレイ 13 の他の構成例を示す図である。

[図6]マイクロレンズアレイ 13 に含まれる複数のマイクロレンズ 17 に関する対応関係の例を示す表である。

[図7]マイクロレンズアレイ 13 の他の構成例を示す図である。

[図8]マイクロレンズアレイ 13 と、投影マスクパターン 15 の構成例を示す図である。

[図9]マイクロレンズアレイ 13 に含まれる複数のマイクロレンズ 17 に関する対応関係の他の例を示す表である。

[図10]マイクロレンズアレイ 13 に含まれる複数のマイクロレンズ 17 に関する対応関係の他の例を示す表である。

[図11]レーザ照射装置 10 の他の構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明の実施形態について、添付の図面を参照して具体的に説明する。

[0026] (第 1 の実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態におけるレーザ照射装置 10 の構成例を示す図である。

[0027] 本発明の第 1 の実施形態において、レーザ照射装置 10 は、薄膜トランジスタ (TFT) 20 のような半導体装置の製造工程において、例えば、チャネル領域形成予定領域にレーザ光を照射してアニール処理し、当該チャネル

領域形成予定領域を多結晶化するための装置である。

[0028] レーザ照射装置 10 は、例えば、液晶表示装置の周辺回路などの画素の薄膜トランジスタを形成する際に用いられる。このような薄膜トランジスタを形成する場合、まず、基板 30 上に Al 等の金属膜からなるゲート電極を、スパッタによりパターン形成する。そして、低温プラズマ CVD 法により、基板 30 上の全面に SiN 膜からなるゲート絶縁膜を形成する。その後、ゲート絶縁膜上に、例えば、プラズマ CVD 法によりアモルファスシリコン薄膜 21 を形成する。すなわち、基板 30 の全面にアモルファスシリコン薄膜 21 が形成（被着）される。最後に、アモルファスシリコン薄膜 21 上に二酸化ケイ素（SiO₂）膜を形成する。そして、図 1 に例示するレーザ照射装置 10 により、アモルファスシリコン薄膜 21 のゲート電極上の所定の領域（薄膜トランジスタ 20 においてチャネル領域となる領域）にレーザ光 14 を照射してアニール処理し、当該所定の領域を多結晶化してポリシリコン化する。なお、基板 30 は、例えばガラス基板であるが、基板 30 は必ずしもガラス素材である必要はなく、樹脂などの素材で形成された樹脂基板など、どのような素材の基板であってもよい。

[0029] 図 1 に示すように、レーザ照射装置 10 において、レーザ光源 11 から射出されたレーザ光 14 は、カップリング光学系 12 によりビーム系が拡張され、輝度分布が均一化される。レーザ光源 11 は、例えば、波長が 308 nm や 248 nm などのレーザ光 14 を、所定の繰り返し周期で放射するエキシマレーザである。

[0030] その後、レーザ光 14 は、マイクロレンズアレイ 13 上に設けられた投影マスクパターン 15（図示しない）の複数の開口部（透過領域）により、複数のレーザ光 14 に分離され、アモルファスシリコン薄膜 21 の所定の領域に照射される。マイクロレンズアレイ 13 には、投影マスクパターン 15 が設けられ、当該投影マスクパターン 15 によって所定の領域にレーザ光 14 が照射される。そして、アモルファスシリコン薄膜 21 の所定の領域が瞬間加熱されて熔融し、アモルファスシリコン薄膜 21 の一部がポリシリコン薄

膜 2 2 となる。なお、投影マスクパターン 1 5 は、投影マスクと呼称されてもよい。

[0031] ポリシリコン薄膜 2 2 は、アモルファスシリコン薄膜 2 1 に比べて電子移動度が高く、薄膜トランジスタ 2 0 において、ソース 2 3 とドレイン 2 4 とを電氣的に接続させるチャネル領域に用いられる。なお、図 1 の例では、マイクロレンズアレイ 1 3 を用いた例を示しているが、必ずしもマイクロレンズアレイ 1 3 を用いる必要はなく、1 個の投影レンズを用いてレーザ光 1 4 を照射してもよい。なお、実施形態 1 では、マイクロレンズアレイ 1 3 を用いて、ポリシリコン薄膜 2 2 を形成する場合を例にして説明する。

[0032] 図 2 は、アニール処理に用いるマイクロレンズアレイ 1 3 の構成例を示す図である。図 2 に示すように、マイクロレンズアレイ 1 3 において、スキャン方向の 1 列（又は 1 行）には、2 0 個のマイクロレンズ 1 7 が配置される。レーザ照射装置 1 は、アモルファスシリコン薄膜 2 1 の所定の領域に対して、マイクロレンズアレイ 1 3 の 1 列（又は 1 行）に含まれる 2 0 個のマイクロレンズ 1 7 の少なくとも一部を用いて、レーザ光 1 4 を照射する。なお、なお、マイクロレンズアレイ 1 3 に含まれる一列（又は一行）のマイクロレンズ 1 7 の数は、2 0 個に限られず、いくつであってもよい。

[0033] 図 2 に示すように、マイクロレンズアレイ 1 3 は、その一列（または一行）にマイクロレンズ 1 7 を 2 0 個含むが、一行（または一列）には例えば 1 6 5 個含む。なお、1 6 5 個は例示であって、いくつであってもよいことは言うまでもない。

[0034] 図 3 は、所定の領域がアニール処理された薄膜トランジスタ 2 0 の例を示す模式図である。なお、薄膜トランジスタ 2 0 は、最初にポリシリコン薄膜 2 2 を形成し、その後、形成されたポリシリコン薄膜 2 2 の両端にソース 2 3 とドレイン 2 4 を形成することで、作成される。

[0035] 図 3 に示すように、薄膜トランジスタ 2 0 は、ソース 2 3 とドレイン 2 4 との間に、ポリシリコン薄膜 2 2 が形成されている。レーザ照射装置 1 0 は、アモルファスシリコン薄膜 2 1 の所定の領域に対して、図 3 に示したマイ

クロレンズアレイ 13 の一列（または一行）に含まれる例えば 20 個のマイクロレンズ 17 を用いて、レーザ光 14 を照射する。すなわち、レーザ照射装置 10 は、アモルファスシリコン薄膜 21 の所定の領域に対して、20 ショットのレーザ光 14 を照射する。その結果、薄膜トランジスタ 20 となる領域において、アモルファスシリコン薄膜 21 の所定の領域が瞬間加熱されて熔融し、ポリシリコン薄膜 22 となる。

[0036] 図 4 は、レーザ照射装置 10 がレーザ光 14 を照射する基板 30 の例を示す模式図である。なお、基板 30 は、必ずしもガラス素材である必要はなく、樹脂などの素材で形成された樹脂基板など、どのような素材の基板であってもよい。図 4 に示すように、基板 30 は、複数の画素 31 を含み、当該画素 31 の各々に薄膜トランジスタ 20 を備える。薄膜トランジスタ 20 は、複数の画素 31 の各々における光の透過制御を、電氣的に ON/OFF することにより実行するものである。基板 30 には、その全面にアモルファスシリコン薄膜 21 が設けられている。当該アモルファスシリコン薄膜 21 の所定の領域は、薄膜トランジスタ 20 のチャネル領域となる部分である。

[0037] レーザ照射装置 10 は、アモルファスシリコン薄膜 21 の所定の領域（薄膜トランジスタ 20 においてチャネル領域となる領域）にレーザ光 14 を照射する。ここで、レーザ照射装置 10 は所定の周期でレーザ光 14 を照射し、レーザ光 14 が照射されていない時間に基板 30 を移動させ、次のアモルファスシリコン薄膜 21 の所定の領域に当該レーザ光 14 が照射されるようにする。図 4 に示すように、基板 30 は、その全面にアモルファスシリコン薄膜 21 が配置される。そして、レーザ照射装置 10 は、所定の周期で、基板 30 上に配置されたアモルファスシリコン薄膜 21 の所定の領域に、レーザ光 14 を照射する。

[0038] そして、レーザ照射装置 10 は、マイクロレンズアレイ 13 を用いて、基板上のアモルファスシリコン薄膜 21 の所定の領域に対して、レーザ光 14 を照射する。レーザ照射装置 10 は、例えば、基板 30 の全面に設けられている（被着している）アモルファスシリコン薄膜 21 のうち図 4 に示す領域

Aに対して、レーザ光14を照射する。また、レーザ照射装置10は、基板30の全面に設けられている（被着している）アモルファスシリコン薄膜21のうち図4に示す領域Bに対しても、レーザ光14を照射する。

[0039] ここで、レーザ照射装置10は、アニール処理を行うために、図2に示すマイクロレンズアレイ13の一行（又は一行）に含まれる20個のマイクロレンズ17の各々を用いて、レーザ光14を照射することが考えられる。

[0040] この場合、基板30の全面に設けられている（被着している）アモルファスシリコン薄膜21のうち図4の領域Aは、まず、図2に示すマイクロレンズアレイ13のA列の第1のマイクロレンズ17を用いて、レーザ光14を照射される。その後、基板30を所定の間隔「H」だけ移動させる。基板30が移動している間、レーザ照射装置10は、レーザ光14の照射を停止してもよい。そして、基板30が「H」だけ移動した後、アモルファスシリコン薄膜21のうち図4の領域Aは、図2に示すマイクロレンズアレイ13のB列の第2のマイクロレンズ17を用いて、レーザ光14を照射される。なお、レーザ照射装置10は、基板30が移動している間レーザ光14の照射を停止してもよいし、移動し続けている当該基板30に対してレーザ光14を照射してもよい。

[0041] なお、レーザ照射装置10の照射ヘッド（すなわち、レーザ光源11、カップリング光学系12、マイクロレンズアレイ13及び投影マスクパターン15）が、基板30に対して移動してもよい。

[0042] レーザ照射装置10は、これを繰り返し実行して、最後に、アモルファスシリコン薄膜21のうち図4の領域Aに対して、図2に示すマイクロレンズアレイ13のT列のマイクロレンズ17（すなわち、最後のマイクロレンズ17）を用いて、レーザ光14を照射する。その結果、アモルファスシリコン薄膜21のうち領域Aは、図2に示すマイクロレンズアレイ13の一行（又は一行）に含まれる20個のマイクロレンズ17の各々を用いて、レーザ光14を照射されることになる。

[0043] 同様にして、レーザ照射装置10は、アモルファスシリコン薄膜21のう

ち図4の領域Bに対しても、図2に示すマイクロレンズアレイ13の一行（又は一行）に含まれる20個のマイクロレンズ17の各々を用いて、レーザ光14を照射する。ただ、領域Bは、領域Aに比べて基板30の移動方向に対して「H」だけ位置が異なるため、レーザ光14が照射されるタイミングが、1照射分だけ遅れる。すなわち、領域Aが図2のB列の第2のマイクロレンズ17を用いてレーザ光14を照射される時に、領域Bは、図2のA列の第1のマイクロレンズ17を用いてレーザ光14が照射される。そして、領域Aが図2のT列の第20のマイクロレンズ17（すなわち、最後のマイクロレンズ17）を用いてレーザ光14を照射される時には、領域Bは、一つ前のS列のマイクロレンズ17を用いて、レーザ光が照射されることになる。そして、領域Bは、次のレーザ光の照射のタイミングで、T列のマイクロレンズ17（すなわち、最後のマイクロレンズ17）を用いて、レーザ光が照射されることになる。

[0044] ここで、マイクロレンズアレイ13に含まれる複数のマイクロレンズ17の各々は、一定のばらつきを有しており、当該ばらつきによるレンズ曲率のばらつきが生じているため、複数のマイクロレンズ17ごとに投影倍率（基板30上のレーザ光14の投影倍率）が異なる可能性があった。投影倍率が異なると、基板30に照射されるレーザ光のエネルギー密度がばらつき、それによって、アニール処理の結果がばらつく要因となっていた。そのため、基板30上に形成されるポリシリコン薄膜の電子移動度にもばらつきが生じ、その結果として、薄膜トランジスタ20の特性にばらつきが生じるという問題が発生していた。

[0045] そこで、本発明の第1の実施形態では、マイクロレンズアレイ13に含まれる複数のマイクロレンズ17の各々の投影倍率を測定し、測定された投影倍率のうちの最低の投影倍率に基づいて、複数のマイクロレンズ17の各々のレーザ光14の透過率を調整する。レーザ光14の透過率を調整することで、複数のマイクロレンズ17の各々によって照射されるレーザ光14は、基板上におけるエネルギー密度が略同一となる。その結果、複数のマイクロレ

ンズ 17 の各々によって照射されるレーザ光 14 が形成するポリシリコン薄膜の電子移動度も、略同一となり、それにより薄膜トランジスタ 20 の特性のばらつきを低減することが可能となる。

[0046] 上記のように、複数のマイクロレンズ 17 の各々のレーザ光 14 の透過率を調整するために、本発明の第 1 の実施形態では、マイクロレンズアレイ 13 上に設けられる投影マスクパターン 15 の開口部（透過領域）の透過率を調整する。具体的には、マイクロレンズアレイ 13 に含まれる複数のマイクロレンズ 17 の各々の投影倍率を測定し、測定された投影倍率のうちの最低の投影倍率に基づいて、複数のマイクロレンズ 17 の各々に対応する投影マスクパターン 15 の開口部（透過領域）の透過率を設定する。

[0047] マイクロレンズ 17 の投影倍率が高いと透過率は低くなる場所、透過率を上げることはできないため、投影倍率が最も大きいマイクロレンズ 17（すなわち、最低の透過率）にあわせて、他のマイクロレンズ 17 の透過率を調整する。例えば、投影倍率が最も大きいマイクロレンズ 17 の透過率を 100% として、それに合わせて、他のマイクロレンズ 17 の透過率を設定する。なお、投影倍率が最も大きいマイクロレンズ 17 の透過率は、必ずしも 100% である必要はなく、100% 未満であってもよい。

[0048] 図 5 は、マイクロレンズアレイ 13 に含まれる複数のマイクロレンズ 17 の投影倍率を示す概略図である。なお、図 5 において、投影倍率は、所定の値を基準として、当該所定の値からの増減により示される。図 5 に示すように、マイクロレンズ 17 は、互いに異なる投影倍率となっている。例えば、マイクロレンズ 17 a の投影倍率は「+0.001%」であるのに対して、マイクロレンズ 17 b の投影倍率は「-0.005%」である。なお、上述したように、投影倍率が「+」になると、基板 30 上でのレーザ光 14 のエネルギー密度は低くなり、投影倍率が「-」になると、基板 30 上でのレーザ光 14 のエネルギー密度は高くなる。

[0049] 図 5 に例示するように、マイクロレンズアレイ 13 に含まれるマイクロレンズ 17 の各々は、その投影倍率が互いに異なる。なお、投影倍率は、複数

のマイクロレンズ17の各々を透過したレーザ光14が、基板30上に投影される場合の投影倍率である。

[0050] 図6は、マイクロレンズ17の投影倍率と、実際の投影倍率と、投影マスクパターン15の開口部に設定する透過率と、の対応関係を示す表である。図6に例示するように、マイクロレンズアレイ13に含まれるマイクロレンズ17のうち、最低の投影倍率のマイクロレンズ17kの透過率が100%となるように設定される。図6の例では、マイクロレンズ17kの投影倍率が「0.005」（実際の投影倍率は「0.205」）で最低であるため、当該マイクロレンズ17Kからのレーザ光14の透過率を「100%」と設定する。

[0051] そして、他のマイクロレンズ17は、透過率100%のマイクロレンズ17kの投影倍率に基づいて、当該他のマイクロレンズ17からのレーザ光の透過率が設定される。例えば、投影倍率が「-0.005」（実際の投影倍率は「0.195」）であるマイクロレンズ17aは、マイクロレンズ17kの投影倍率「0.005」（実際の投影倍率は「0.205」）との差異に基づいて、透過率は「90.5%」と設定される。また、マイクロレンズ17bは、投影倍率が「-0.004」（実際の投影倍率は「0.196」）であるため、マイクロレンズ17kの投影倍率「0.005」（実際の投影倍率は「0.205」）との差異に基づいて、透過率は「91.4%」と設定される。他のマイクロレンズc乃至jも、同様にして、透過率が設定される。

[0052] 図6に例示する「マイクロレンズ17の投影倍率」と、「実際の投影倍率」と、「投影マスクパターン15の開口部に設定する透過率」と、の対応関係に基づいて、図2のマイクロレンズアレイ13に含まれる各マイクロレンズ17について、透過率（投影マスクパターン15の開口部（透過領域）の透過率）が設定される。

[0053] 図7は、図6に例示する対応関係に基づいて、マイクロレンズアレイ13に含まれるマイクロレンズ17の各々に設定される透過率の状況を示す図で

ある。図 7 (a) に示すマイクロレンズアレイ 13 は、図 7 に示すマイクロレンズアレイ 13 と同様である。図 7 (a) に例示するように、マイクロレンズアレイ 13 に含まれる複数のマイクロレンズ 17 の各々の投影倍率は互いに異なる。そこで、当該複数のマイクロレンズ 17 の各々の透過率（投影マスクパターン 15 の開口部（透過領域）の透過率）を、図 6 に例示する対応関係に基づいて、図 7 (b) のように設定する。

[0054] 図 7 (b) に示すように、マイクロレンズ 17 a は、投影倍率が「+0.001」であるため、透過率は「96.1%」と設定される。また、マイクロレンズ 17 b は、投影倍率が「-0.005」であるため、透過率は「90.5%」と設定される。他のマイクロレンズ 17 についても、同様にして、投影倍率に基づいて、その透過率が設定される。

[0055] その結果、複数のマイクロレンズ 17 の各々の透過率（すなわち、投影マスクパターン 15 の開口部（透過領域）の透過率）は、レーザ光 14 の基板上におけるエネルギー密度が略同一となるように設定されることになる。具体的には、マイクロレンズアレイ 13 に含まれる全てのマイクロレンズ 17 が、最低の投影倍率のマイクロレンズ 17 の基板上におけるエネルギー密度と略同一となるように、当該マイクロレンズ 17 の各々の透過率が設定される。

[0056] 図 8 は、本発明の第 1 の実施形態における投影マスクパターン 15 の開口部 16 の透過率を説明するための図である。図 8 に例示するように、投影マスクパターン 15 に含まれる複数の開口部 16 の各々は、対応するマイクロレンズ 17 に設定された透過率でレーザ光 14 を透過するように、その透過率が設定される。図 8 において、開口部 16 a は透過率が「96.1%」と設定されたマイクロレンズ 17 a に対応するため、当該開口部 16 a のレーザ光 14 の透過率は、「96.1%」と設定される。また、開口部 16 b は透過率が「90.5%」と設定されたマイクロレンズ 17 b に対応するため、当該開口部 16 b のレーザ光 14 の透過率は、「90.5%」と設定される。同様にして、投影マスクパターン 15 に含まれる複数の開口部 16 の各々の透過率は、対応するマイクロレンズ 17 に設定された透過率となる。そ

の結果、投影マスクパターン 15 を透過したレーザ光 14 は、基板 30 上において、エネルギー密度が略同一となる。

[0057] なお、投影マスクパターン 15 の一行において、20 個の開口部 16 の総透過率（透過率の合計値）は、所定の値（所定の面積）に設定することが望ましい。すなわち、図 8（b）に例示する投影マスクパターン 15 の各列の開口部 16 の総透過率は、いずれも所定の値（所定の透過率）に設定される。その結果、投影マスクパターン 15 のいずれの「行」を用いたとしても、アモルファスシリコン薄膜 21 の所定の領域に照射されるレーザ光 14 のエネルギー密度の総和は一定になる。なお、投影マスクパターン 15 の一行において、20 個の開口部 16 の総透過率は、必ずしも所定の値（所定の透過率）に設定される必要はなく、レーザ光 14 の総透過率が「行」によって異なってもよい。

[0058] また、図 8 の例では、基板 30 の移動方向（スキャン方向）に対して、投影マスクパターン 15 の開口部（透過領域）16 は、直交するように設けられる。なお、投影マスクパターン 15 の開口部（透過領域）16 は、基板 30 の移動方向（スキャン方向）に対して必ずしも直交する必要はなく、該移動方向（スキャン方向）に対して平行（略平行）に設けられていてもよい。

[0059] ここで、本発明の第 1 の実施形態におけるレーザ照射装置 10 の動作例について説明する。まず、基板 30 は、マイクロレンズアレイ 13 に対してレーザ光 14 が照射されるごとに、所定の距離だけ移動する。所定の距離は、基板 30 における複数の薄膜トランジスタ 20 間の距離「H」である。レーザ照射装置 10 は、基板 30 を当該所定の距離移動させる間、レーザ光 14 の照射を停止する。

[0060] 基板 30 が所定の距離「H」を移動した後、レーザ照射装置 10 は、マイクロレンズアレイ 13 に含まれるマイクロレンズ 17 を用いて、レーザ光 14 を再度照射する。なお、本発明の第 1 の実施形態では、図 2 に示すマイクロレンズアレイ 13 を用いるため、1 つのアモルファスシリコン薄膜 21 に対して、20 個のマイクロレンズ 17 によりレーザ光 14 が照射される。

[0061] そして、基板 30 のアモルファスシリコン薄膜 21 の所定の領域に、レーザ光 14 を用いてポリシリコン薄膜 22 を形成した後、別の工程において、当該薄膜トランジスタ 20 に、ソース 23 とドレイン 24 とが形成される。

[0062] 上記の通り、複数のマイクロレンズ 17 の各々の透過率は、レーザ光 14 の基板上におけるエネルギー密度が略同一となるように設定されるため、当該複数のマイクロレンズ 17 の各々の投影倍率のばらつきに起因した、当該基板 30 上に照射されるエネルギー密度のばらつきを低減することができる。レーザ光 14 のエネルギー密度が略同一になるため、当該レーザ光 14 を用いて形成されるポリシリコン薄膜の電子移動度のばらつきが低減されることになる。その結果、基板上の複数の薄膜トランジスタの特性のばらつきも低減することが可能となる。

[0063] (第 2 の実施形態)

本発明の第 2 の実施形態は、マイクロレンズ 17 の投影倍率に基づいて、投影マスクパターン 15 の開口部 16 の大きさが設定される場合の形態である。

[0064] 図 9 は、本発明の第 2 の実施形態における、「マイクロレンズ 17 の投影倍率」と、「実際の投影倍率」と、「投影マスクパターン 15 の開口部 16 の大きさ」と、の対応関係を示す表である。なお、開口部 16 は略長方形であり、「投影マスクパターン 15 の開口部 16 の大きさ」は、縦 (Y 方向)、および、幅 (X 方向) で示される。ただし、開口部 16 は、必ずしも略長方形である必要はなく、その場合「投影マスクパターン 15 の開口部 16 の大きさ」は、面積等で示されてもよい。

[0065] ここで、実施形態 1 でも示したように、マイクロレンズアレイ 13 に含まれる複数のマイクロレンズ 17 の各々は、一定のばらつきを有しており、当該ばらつきによるレンズ曲率のばらつきが生じているため、複数のマイクロレンズ 17 ごとに投影倍率 (基板 30 上のレーザ光 14 の投影倍率) が異なる可能性があった。そのため、仮に投影マスクパターン 15 の開口部 16 の

大きさが略同一である場合、投影倍率が異なることにより、基板30においてレーザアニール処理される範囲が、マイクロレンズ17ごとに異なることになる。その結果、基板30上に形成されるポリシリコン薄膜の電子移動度にもばらつきが生じることにより、薄膜トランジスタ20の特性にばらつきが生じるという問題が発生していた。

[0066] そこで、本発明の第2の実施形態では、マイクロレンズアレイ13に含まれる複数のマイクロレンズ17の各々の投影倍率を測定し、測定された投影倍率に基づいて、投影マスクパターン15の開口部16の大きさを調整する。その結果、複数のマイクロレンズ17の各々を透過するレーザ光14によってレーザアニール処理される範囲が略同一となるため、それにより薄膜トランジスタ20の特性のばらつきを低減することが可能となる。

[0067] 図9に例示するように、マイクロレンズアレイ13に含まれるマイクロレンズ17のうち、投影倍率が「0」（実際の投影倍率は「0.2」）のマイクロレンズ17fについて、「投影マスクパターン15の開口部16の大きさ」を、縦（Y方向）を「100（ μm ）」、および、幅（X方向）を「47.5（ μm ）」と設定する。すなわち、投影倍率が所定の値である場合を基準として、その場合の「投影マスクパターン15の開口部16の大きさ」を、「100（ μm ）」、および、幅（X方向）を「47.5（ μm ）」と設定する。その結果、実際の投影倍率が「0.2」であるから、基板30上では、縦（Y方向）が「20（ μm ）」、および、幅（X方向）が「9.5（ μm ）」の範囲がレーザアニール処理される。

[0068] そして、他のマイクロレンズ17は、透過率100%のマイクロレンズ17kの投影倍率に基づいて、当該他のマイクロレンズ17からのレーザ光の透過率が設定される。例えば、投影倍率が「-0.005」（実際の投影倍率は「0.195」）であるマイクロレンズ17aは、「投影マスクパターン15の開口部16の大きさ」を、縦（Y方向）を「102.56（ μm ）」、および、幅（X方向）を「48.72（ μm ）」と設定する。また、マイクロレンズ17bは、投影倍率が「-0.004」（実際の投影倍率は「

0.196」)であるため、「投影マスクパターン15の開口部16の大きさ」を、縦(Y方向)を「102.04(μm)」、および、幅(X方向)を「47.98(μm)」と設定する。他のマイクロレンズ17c乃至jも、同様にして、「投影マスクパターン15の開口部16の大きさ」が設定される。

[0069] 図5に例示するように、マイクロレンズアレイ13に含まれる複数のマイクロレンズ17の投影倍率は互いに異なるため、各マイクロレンズ17の投影倍率に基づいて、図9に例示する対応関係により、当該各マイクロレンズ17に対応する開口部16の大きさを調整する。例えば、図5のマイクロレンズ17aの投影倍率は「+0.001」(実際の投影倍率は「0.201」)であるため、当該マイクロレンズ17aに対応する開口部16の大きさは、縦(Y方向)を「99.50(μm)」、および、幅(X方向)を「47.26(μm)」と設定される。また、図5のマイクロレンズ17bの投影倍率は「-0.005」であるため、当該マイクロレンズ17bに対応する開口部16の大きさは、縦(Y方向)を「102.56(μm)」、および、幅(X方向)を「48.72(μm)」と設定される。同様にして、マイクロレンズアレイ13に含まれる複数のマイクロレンズ17に対応する開口部16の大きさが調整される。その結果、投影マスクパターン15の開口部16の各々は、対応するマイクロレンズ17の投影倍率に基づいた大きさになるため、当該マイクロレンズ17を透過したレーザ光14によってレーザアニール処理される範囲が略同一となる。

[0070] 上記の通り、マイクロレンズ17の投影倍率に基づいて、投影マスクパターン15の開口部16の大きさが設定されるため、複数のマイクロレンズ17の各々を透過するレーザ光14によってレーザアニール処理される範囲が略同一となり、それにより薄膜トランジスタ20の特性のばらつきを低減することが可能となる。

[0071] (第3の実施形態)

本発明の第3の実施形態は、マイクロレンズ17の投影倍率に基づいて、

複数のマイクロレンズ１７の各々の透過率（第１の実施形態）、及び、投影マスクパターン１５の開口部１６の大きさ（第２の実施形態）が設定される場合の形態である。

[0072] 図１０は、本発明の第３の実施形態における、「マイクロレンズ１７の投影倍率」と、「実際の投影倍率」と、「投影マスクパターン１５の開口部に設定する透過率」と、「投影マスクパターン１５の開口部１６の大きさ」と、の対応関係を示す表である。図１０において、「マイクロレンズ１７の投影倍率」と、「実際の投影倍率」と、「投影マスクパターン１５の開口部に設定する透過率」の関係は、図６に例示する対応関係と同様であるため、詳細な説明は省略される。また、図１０において、「マイクロレンズ１７の投影倍率」と、「実際の投影倍率」と、「投影マスクパターン１５の開口部１６の大きさ」の関係は、図９に例示する対応関係と同様であるため、詳細な説明は省略される。

[0073] 本発明の第３の実施形態では、図１０に例示する対応関係に基づいて、マイクロレンズ１７の投影倍率に基づいて、投影マスクパターン１５の開口部に設定する透過率が設定されるとともに、投影マスクパターン１５の開口部１６の大きさも設定される。その結果、その結果、（１）複数のマイクロレンズ１７の各々の透過率（すなわち、投影マスクパターン１５の開口部（透過領域）の透過率）は、レーザ光１４の基板上におけるエネルギー密度が略同一となるように設定されるとともに、（２）投影倍率に基づいて、投影マスクパターン１５の開口部１６の大きさも調整される。その結果、投影マスクパターン１５を透過したレーザ光１４は、基板３０上において、エネルギー密度が略同一となることに加えて、複数のマイクロレンズ１７の各々を透過するレーザ光１４によってレーザアニール処理される範囲が略同一となるため、薄膜トランジスタ２０の特性のばらつきを低減することが可能となる。

[0074] 図５に例示するように、マイクロレンズアレイ１３に含まれる複数のマイクロレンズ１７の投影倍率は互いに異なるため、各マイクロレンズ１７の投影倍率に基づいて、図１０に例示する対応関係により、当該各マイクロレン

ズ17に対応する開口部16の大きさを調整する。例えば、図5のマイクロレンズ17aの投影倍率は「+0.001」（実際の投影倍率は「0.201」）であるため、開口部16aのレーザ光14の透過率は、「96.1%」と設定されるとともに、当該マイクロレンズ17aに対応する開口部16の大きさは、縦（Y方向）を「99.50（ μm ）」、および、幅（X方向）を「47.26（ μm ）」と設定される。

[0075] また、図5のマイクロレンズ17bの投影倍率は「-0.005」であるため、当該開口部16bのレーザ光14の透過率は、「90.5%」と設定されるとともに、当該マイクロレンズ17bに対応する開口部16の大きさは、縦（Y方向）を「102.56（ μm ）」、および、幅（X方向）を「48.72（ μm ）」と設定される。同様にして、マイクロレンズアレイ13に含まれる複数のマイクロレンズ17に対応する開口部16の透過率、および、当該開口部16の大きさが調整される。その結果、投影マスクパターン15の開口部16の各々は、基板30上において、エネルギー密度が略同一となる透過率であり、かつ、対応するマイクロレンズ17の投影倍率に基づいた大きさになるため、当該マイクロレンズ17を透過したレーザ光14のエネルギー密度が略同一になり、かつ、レーザアニール処理される範囲が略同一となる。

[0076] 上記の通り、本発明の第3の実施形態は、（1）複数のマイクロレンズ17の各々の透過率（すなわち、投影マスクパターン15の開口部（透過領域）の透過率）が、レーザ光14の基板上におけるエネルギー密度が略同一となるように設定されるとともに、（2）投影倍率に基づいて、投影マスクパターン15の開口部16の大きさが調整される。その結果、投影マスクパターン15を透過したレーザ光14は、基板30上において、エネルギー密度が略同一となることに加えて、複数のマイクロレンズ17の各々を透過するレーザ光14によってレーザアニール処理される範囲が略同一となるため、薄膜トランジスタ20の特性のばらつきを低減することが可能となる。

[0077] （第4の実施形態）

本発明の第４の実施形態は、マイクロレンズアレイ１３の代わりに、１個の投影レンズ１８を用いて、レーザアニールを行う場合の実施形態である。

[0078] 単一の投影レンズにおいて、例えば、収差等の影響で、中央部に比べて周辺部の投影倍率が異なることがある。そのような場合、投影倍率が異なると、基板３０に照射されるレーザ光のエネルギー密度がばらつき、それによって、アニール処理の結果がばらつく要因となっていた。また、仮に投影マスクパターン１５の開口部１６の大きさが略同一である場合、投影倍率が異なることにより、基板３０においてレーザアニール処理される範囲が、投影レンズ１８の中央部か周辺部かにより異なることになる。その結果、基板３０上に形成されるポリシリコン薄膜の電子移動度にもばらつきが生じることにより、薄膜トランジスタ２０の特性にばらつきが生じるという問題が発生していた。

[0079] そこで、第４の実施形態では、単一の投影レンズ１８上に設けられる投影マスクパターン１５の開口部１６の透過率を変えることで、均一な照射を実現する。例えば、単一の投影レンズにおいて、中央部に比べて周辺部の投影倍率が少ない場合は、当該投影レンズの中央部に対応する「投影マスクパターン１５の中央部の開口部１６」の透過率を高くし、一方で、当該投影レンズの周辺部に対応する「投影マスクパターン１５の周辺部の開口部１６」の透過率を当該中央部の透過率に比べて低く設定することにより、投影マスクパターン１５全体で均一な照射を実現することが可能となる。

[0080] また、単一の投影レンズ１８の所定の部分の各々において投影倍率を測定し、測定された投影倍率に基づいて、投影マスクパターン１５の開口部１６の大きさを調整する。その結果、単一の投影レンズ１８の所定の部分の各々を透過するレーザ光１４によってレーザアニール処理される範囲が略同一となるため、それにより薄膜トランジスタ２０の特性のばらつきを低減することが可能となる。

[0081] なお、第４の実施形態において、（１）投影マスクパターン１５の開口部１６の透過率を変更することと、（２）投影マスクパターン１５の開口部１

6の大きさを調整することは、いずれか一方のみが実施されても、いずれもが実施されてもよい。

[0082] 図11は、本発明の第4の実施形態におけるレーザ照射装置10の構成例を示す図である。図11に示すように、本発明の第4の実施形態におけるレーザ照射装置10は、レーザ光源11と、カップリング光学系12と、投影マスクパターン15と、投影レンズ18とを含む。なお、レーザ光源11と、カップリング光学系12とは、図1に示す本発明の第1の実施形態におけるレーザ光源11と、カップリング光学系12と同様の構成であるため、詳細な説明は省略される。また、投影マスクパターンは、本発明の第1の実施形態における投影マスクパターンと同様の構成であるため、詳細な説明は省略される。

[0083] レーザ光は、投影マスクパターン15（図示しない）の開口（透過領域）を透過し、投影レンズ18により、アモルファスシリコン薄膜21の所定の領域に照射される。その結果、アモルファスシリコン薄膜21の所定の領域が瞬間加熱されて熔融し、アモルファスシリコン薄膜21の一部がポリシリコン薄膜22となる。

[0084] 本発明の第4の実施形態においても、レーザ照射装置10は所定の周期でレーザ光14を照射し、レーザ光14が照射されていない時間に基板30を移動させ、次のアモルファスシリコン薄膜21の箇所に当該レーザ光14が照射されるようにする。第4の実施形態においても、図3に示すように、基板30は、移動方向に対して、所定の間隔「H」でアモルファスシリコン薄膜21が配置される。そして、レーザ照射装置10は、所定の周期で、基板30上に配置されたアモルファスシリコン薄膜21の部分に、レーザ光14を照射する。

[0085] ここで、投影レンズ18を用いる場合、レーザ光14が、当該投影レンズ18の光学系の倍率で換算される。すなわち、投影マスクパターン15のパターン（開口部16のパターン）が、投影レンズ18の光学系の倍率で換算され、基板30上の所定の領域がレーザアニールされる。

- [0086] すなわち、投影マスクパターン15のマスクパターン（開口部16のパターン）は、投影レンズ18の光学系の倍率で換算され、基板30上の所定の領域がレーザアニールされる。例えば、投影レンズ18の光学系の倍率が約2倍であると、投影マスクパターン15のマスクパターンは、約 $1/2$ （0.5）倍され、基板30の所定の領域がレーザアニールされる。なお、投影レンズ18の光学系の倍率は、約2倍に限られず、どのような倍率であってもよい。投影マスクパターン15のマスクパターンは、投影レンズ18の光学系の倍率に応じて、基板30上の所定の領域がレーザアニールされる。例えば、投影レンズ18の光学系の倍率が4倍であれば、投影マスクパターン15のマスクパターン（開口部16のパターン）は、約 $1/4$ （0.25）倍され、基板30の所定の領域がレーザアニールされる。
- [0087] また、投影レンズ18が倒立像を形成する場合、基板30に照射される投影マスクパターン15の縮小像は、投影レンズ18のレンズの光軸を中心に180度回転したパターンとなる。一方、投影レンズ18が正立像を形成する場合、基板30に照射される投影マスクパターン15の縮小像は、当該投影マスクパターン15そのままとなる。
- [0088] ここで、上述したように、投影レンズ18において、例えば、収差等の影響で、中央部に比べて周辺部の投影倍率が異なることがあるところ、投影倍率が異なると、基板30に照射されるレーザ光のエネルギー密度がばらつき、それによって、アニール処理の結果がばらつく要因となる。そのため、基板30上に形成されるポリシリコン薄膜の電子移動度にもばらつきが生じ、その結果として、薄膜トランジスタ20の特性にばらつきが生じるという問題が発生していた。
- [0089] そこで、本発明の第4の実施形態では、例えば、投影レンズ18の中央部や周辺部など、当該投影レンズ18を所定の部分に分けて投影倍率を測定し、測定された投影倍率のうちの最低の投影倍率の部分（例えば、一の周辺部）に基づいて、他の部分（中央部や他の周辺部）の各々のレーザ光14の透過率を調整する。レーザ光14の透過率を調整することで、投影レンズ18

の所定の部分の各々によって照射されるレーザ光 14 は、基板上におけるエネルギー密度が略同一となる。その結果、投影レンズ 18 によって照射されるレーザ光 14 が形成するポリシリコン薄膜の電子移動度も、略同一となり、それにより薄膜トランジスタ 20 の特性のばらつきを低減することが可能となる。

[0090] 上記のように、投影レンズ 18 のレーザ光 14 の透過率を調整するために、本発明の第 4 の実施形態では、当該投影レンズ 18 の所定の部分に対応する投影マスクパターン 15 の開口部 16（透過領域）の透過率を調整する。具体的には、投影レンズ 18 の所定の部分の各々の投影倍率を測定し、測定された投影倍率のうち最低の投影倍率（所定の部分のうちの一の部分の投影倍率）に基づいて、他の所定の部分の各々に対応する投影マスクパターン 15 の開口部 16（透過領域）の透過率を設定する。

[0091] 投影レンズ 18 の所定の部分において、透過率を上げることはできないため、投影倍率が最も大きい位置の部分（すなわち、最低の透過率）にあわせて、他の部分の透過率を調整する。例えば、投影倍率が最も大きい一の部分の透過率を 100% として、それに合わせて、他の部分の透過率を設定する。なお、投影倍率が最も大きい一の部分の透過率は、必ずしも 100% である必要はなく、100% 未満であってもよい。

[0092] また、仮に投影マスクパターン 15 の開口部 16 の大きさが略同一である場合、投影倍率が異なることにより、基板 30 においてレーザアニール処理される範囲が、投影レンズ 18 の所定の部分の各々ごとに異なることになる。その結果、基板 30 上に形成されるポリシリコン薄膜の電子移動度にもばらつきが生じることにより、薄膜トランジスタ 20 の特性にばらつきが生じるという問題が発生していた。

[0093] そこで、本発明の第 4 の実施形態では、単一の投影レンズ 18 の所定の部分の各々の投影倍率を測定し、測定された投影倍率に基づいて、投影マスクパターン 15 の開口部 16 の大きさを調整する。その結果、単一の投影レンズ 18 の所定の部分の各々を透過するレーザ光 14 によってレーザアニール

処理される範囲が略同一となるため、それにより薄膜トランジスタ 20 の特性のばらつきを低減することが可能となる。

[0094] 上記の通り、本発明の第 4 の実施形態は、(1) 単一の投影レンズ 18 の所定の部分の各々の透過率（すなわち、投影マスクパターン 15 の開口部（透過領域）の透過率）が、レーザ光 14 の基板上におけるエネルギー密度が略同一となるように設定されるとともに、(2) 投影倍率に基づいて、投影マスクパターン 15 の開口部 16 の大きさが調整される。その結果、投影マスクパターン 15 を透過したレーザ光 14 は、基板 30 上において、エネルギー密度が略同一となることに加えて、単一の投影レンズ 18 の所定の部分の各々を透過するレーザ光 14 によってレーザアニール処理される範囲が略同一となるため、薄膜トランジスタ 20 の特性のばらつきを低減することが可能となる。

[0095] なお、上述したように、第 4 の実施形態において、(1) 投影マスクパターン 15 の開口部 16 の透過率を変更することと、(2) 投影マスクパターン 15 の開口部 16 の大きさを調整することは、いずれか一方のみが実施されても、いずれもが実施されてもよい。

[0096] なお、以上の説明において、「垂直」「平行」「平面」「直交」等の記載がある場合に、これらの各記載は厳密な意味ではない。すなわち、「垂直」「平行」「平面」「直交」とは、設計上や製造上等における公差や誤差が許容され、「実質的に垂直」「実質的に平行」「実質的に平面」「実質的に直交」という意味である。なお、ここでの公差や誤差とは、本発明の構成・作用・効果を逸脱しない範囲における単位のことを意味するものである。

[0097] また、以上の説明において、外観上の寸法や大きさが「同一」「等しい」「異なる」等の記載がある場合に、これらの各記載は厳密な意味ではない。すなわち、「同一」「等しい」「異なる」とは、設計上や製造上等における公差や誤差が許容され、「実質的に同一」「実質的に等しい」「実質的に異なる」という意味である。なお、ここでの公差や誤差とは、本発明の構成・作用・効果を逸脱しない範囲における単位のことを意味するものである。

[0098] 本発明を諸図面や実施形態に基づき説明してきたが、当業者であれば本開示に基づき種々の変形や修正を行うことが容易であることに注意されたい。従って、これらの変形や修正は本発明の範囲に含まれることに留意されたい。例えば、各手段、各ステップ等に含まれる機能等は論理的に矛盾しないように再配置可能であり、複数の手段やステップ等を1つに組み合わせたり、或いは分割したりすることが可能である。また、上記実施の形態に示す構成を適宜組み合わせることとしてもよい。

符号の説明

- [0099]
- 1 0 レーザ照射装置
 - 1 1 レーザ光源
 - 1 2 カップリング光学系
 - 1 3 マイクロレンズアレイ
 - 1 4 レーザ光
 - 1 5 投影マスクパターン
 - 1 6 開口部（透過領域）
 - 1 7 マイクロレンズ
 - 1 8 投影レンズ
 - 2 0 薄膜トランジスタ
 - 2 1 アモルファスシリコン薄膜
 - 2 2 ポリシリコン薄膜
 - 2 3 ソース
 - 2 4 ドレイン
 - 3 0 基板

請求の範囲

- [請求項1] レーザ光を発生する光源と、
基板上に被着されたアモルファスシリコン薄膜の所定の領域に、前記レーザ光を照射する投影レンズと、
前記投影レンズ上に設けられ、前記アモルファスシリコン薄膜の所定の領域に対して前記レーザ光が照射されるように、複数の開口部が設けられた投影マスクパターンと、を備え、
前記複数の開口部の各々は、前記投影レンズの投影倍率に基づく透過率を有することを特徴とするレーザ照射装置。
- [請求項2] 前記投影レンズは、前記レーザ光を分離可能なマイクロレンズアレイに含まれる複数のマイクロレンズであり、
前記複数の開口部の各々は、前記マイクロレンズの投影倍率に基づく透過率を有する
ことを特徴とする請求項1に記載のレーザ照射装置。
- [請求項3] 前記複数の開口部の各々は、前記複数のマイクロレンズの各々の投影倍率のうちの最大値と、前記マイクロレンズの投影倍率との差異に基づいて決定された透過率を有する
ことを特徴とする請求項2に記載のレーザ照射装置。
- [請求項4] 前記複数のマイクロレンズのうち、前記投影倍率が最大値となる一のマイクロレンズの透過率は、予め定められた透過率であり、
前記複数のマイクロレンズのうちの他のマイクロレンズは、前記予め定められた透過率と、前記最大値と前記他のマイクロレンズの投影倍率との差異に基づいて決定された透過率を有する、
ことを特徴とする請求項2又は3に記載のレーザ照射装置。
- [請求項5] 前記複数の開口部の各々は、前記複数のマイクロレンズの各々の投影倍率に基づいて決定された大きさである
ことを特徴とする請求項2乃至4のいずれか一項に記載のレーザ照射装置。

- [請求項6] 前記複数の開口部の各々は長方形形状であり、前記複数のマイクロレンズの各々の投影倍率に基づいて前記長方形形状の長さ及び幅が決定される
- ことを特徴とする請求項5に記載のレーザ照射装置。
- [請求項7] 前記投影レンズは、薄膜トランジスタに含まれるソース電極とドレイン電極との間に対応する領域に被着されたアモルファスシリコン薄膜にレーザ光を照射して、ポリシリコン薄膜を形成する
- ことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか一項に記載のレーザ照射装置。
- [請求項8] レーザ光を発生する第1のステップと、
- 基板上に被着されたアモルファスシリコン薄膜の所定の領域に、複数の開口部を含む投影マスクパターンが設けられた投影レンズを用いて、前記レーザ光を照射する第2のステップと、
- 前記レーザ光が照射されるごとに、前記基板を所定の方向に移動する第3のステップと、を含み、
- 前記複数の開口部の各々は、前記投影レンズの投影倍率に基づく透過率を有する
- ことを特徴とするレーザ照射方法。
- [請求項9] 前記投影レンズは、前記レーザ光を分離可能なマイクロレンズアレイに含まれる複数のマイクロレンズであり、
- 前記複数の開口部の各々は、前記マイクロレンズの投影倍率に基づく透過率を有する
- ことを特徴とする請求項8に記載のレーザ照射方法。
- [請求項10] 前記複数の開口部の各々は、前記複数のマイクロレンズの各々の投影倍率のうちの最大値と、前記マイクロレンズの投影倍率との差異に基づいて決定された透過率を有する
- ことを特徴とする請求項9に記載のレーザ照射方法。
- [請求項11] 前記複数の開口部の各々は、前記複数のマイクロレンズの各々の投

影倍率に基づいて決定された大きさである

ことを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載のレーザ照射方法。

[請求項12] 光源から発生されたレーザ光を照射する投影レンズ上に配置される投影マスクであって、

前記投影マスクは、

所定の方向に移動する基板に被着されたアモルファスシリコン薄膜の所定の領域に対して前記レーザ光が照射されるように複数の開口部が設けられ、

前記複数の開口部の各々は、前記投影レンズの投影倍率に基づく透過率を有する

ことを特徴とする投影マスク。

[請求項13] 前記投影レンズは、前記レーザ光を分離可能なマイクロレンズアレイに含まれる複数のマイクロレンズであり、

前記複数の開口部の各々は、前記マイクロレンズの投影倍率に基づく透過率を有する

ことを特徴とする請求項 12 に記載の投影マスク。

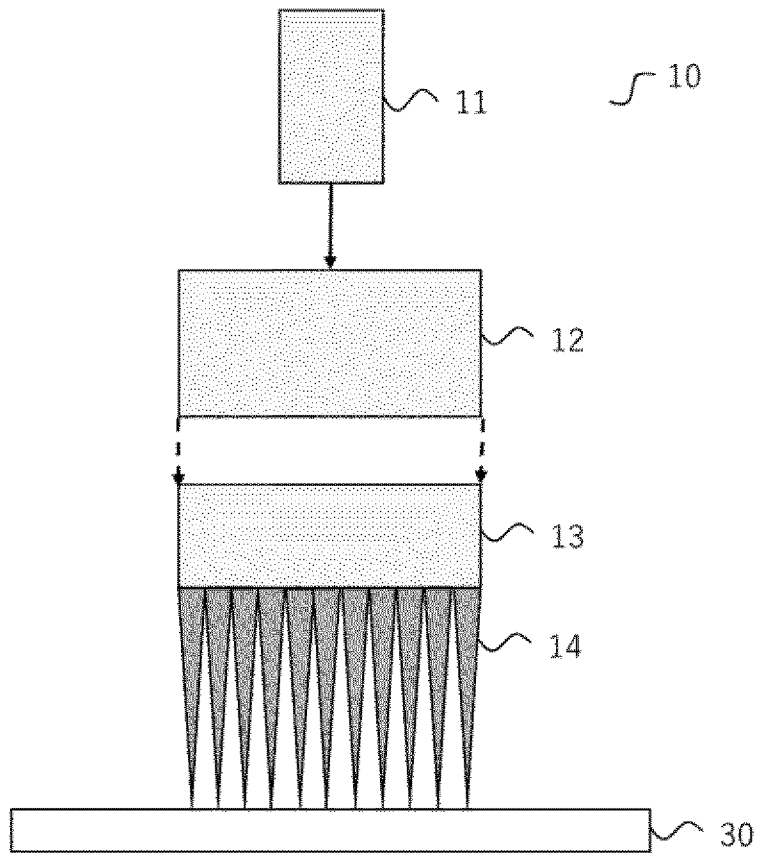
[請求項14] 前記複数の開口部の各々は、前記複数のマイクロレンズの各々の投影倍率のうちの最大値と、前記マイクロレンズの投影倍率との差異に基づいて決定された透過率を有する

ことを特徴とする請求項 13 に記載の投影マスク。

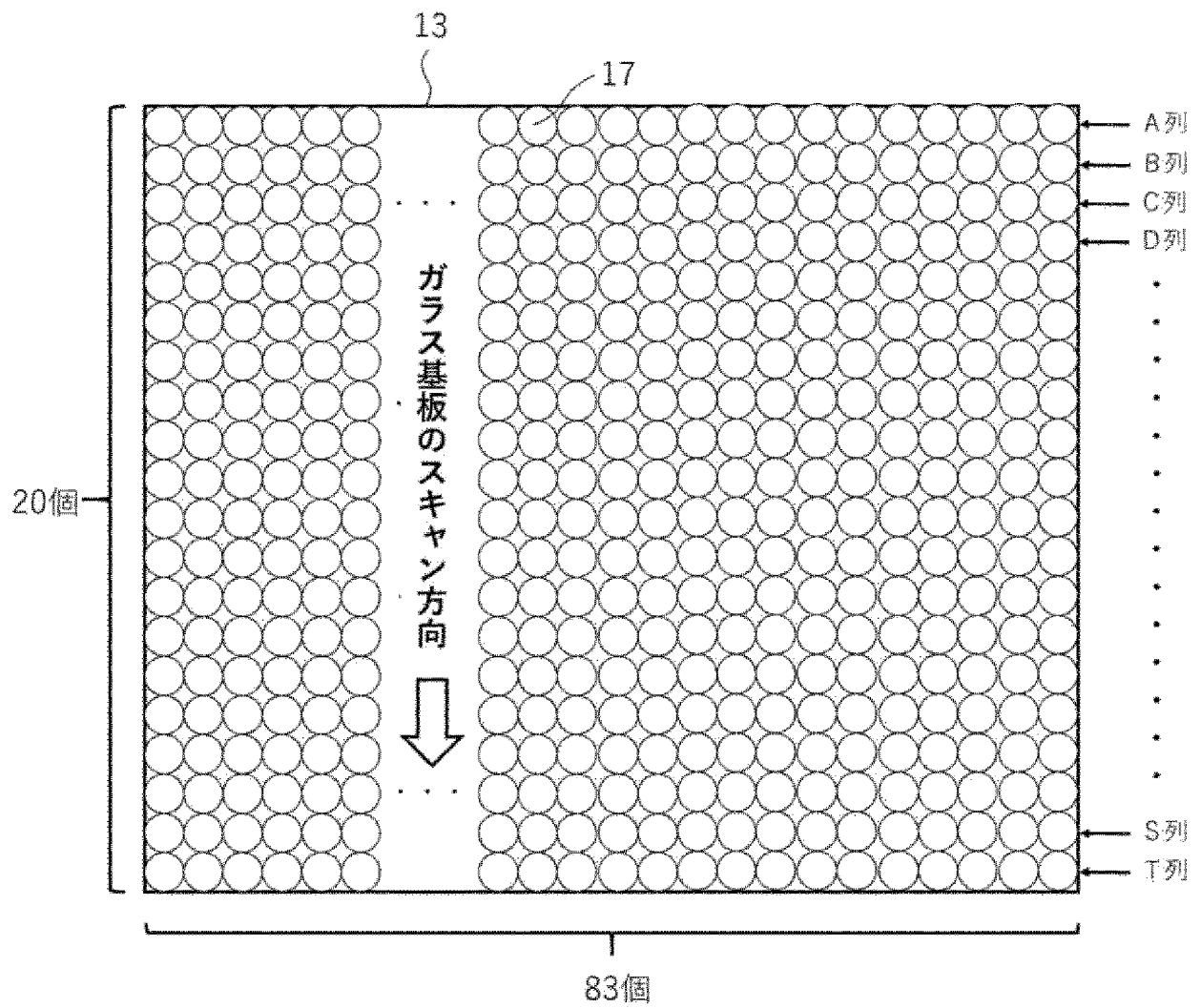
[請求項15] 前記複数の開口部の各々は、前記複数のマイクロレンズの各々の投影倍率に基づいて決定された大きさである

ことを特徴とする請求項 13 又は 14 に記載の投影マスク。

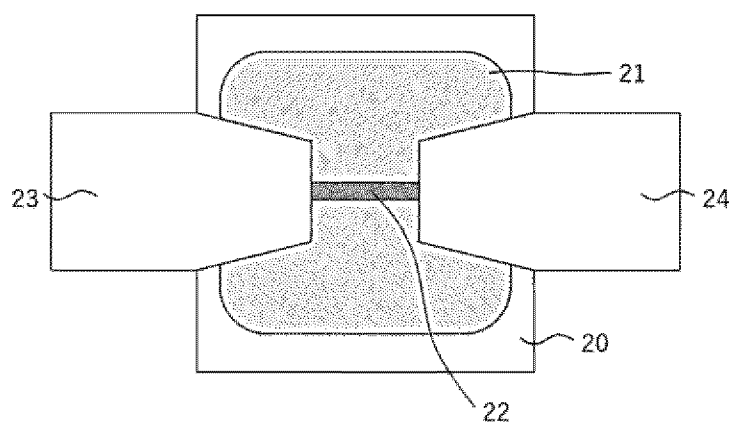
[図1]



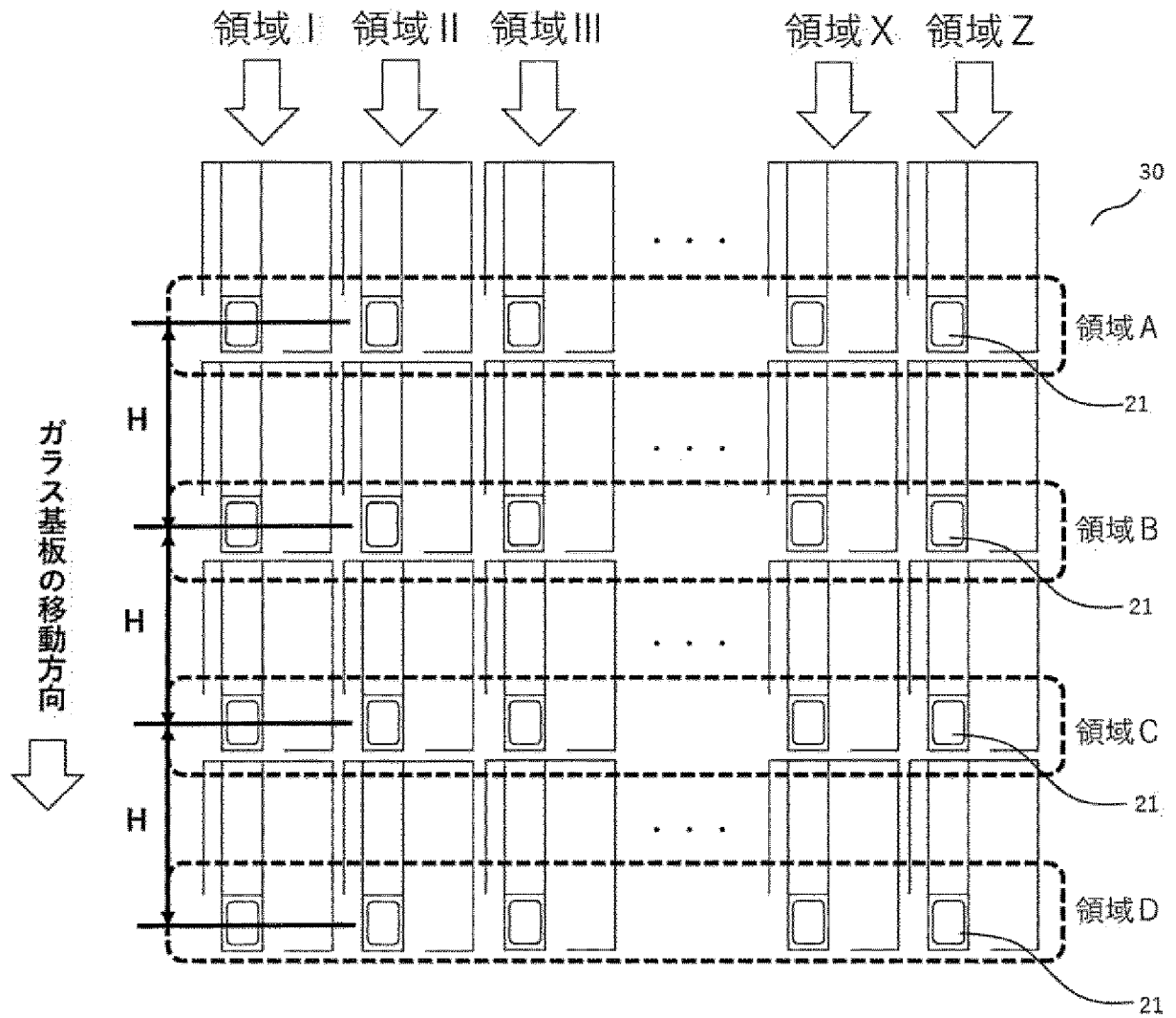
[図2]



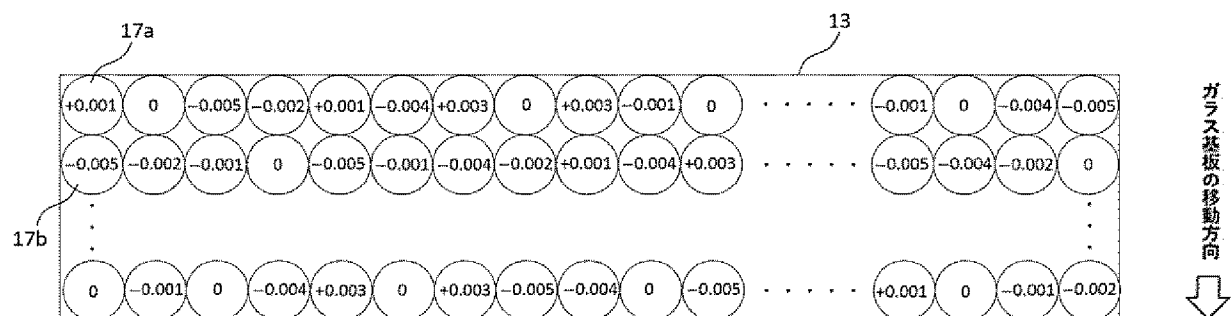
[図3]



[図4]



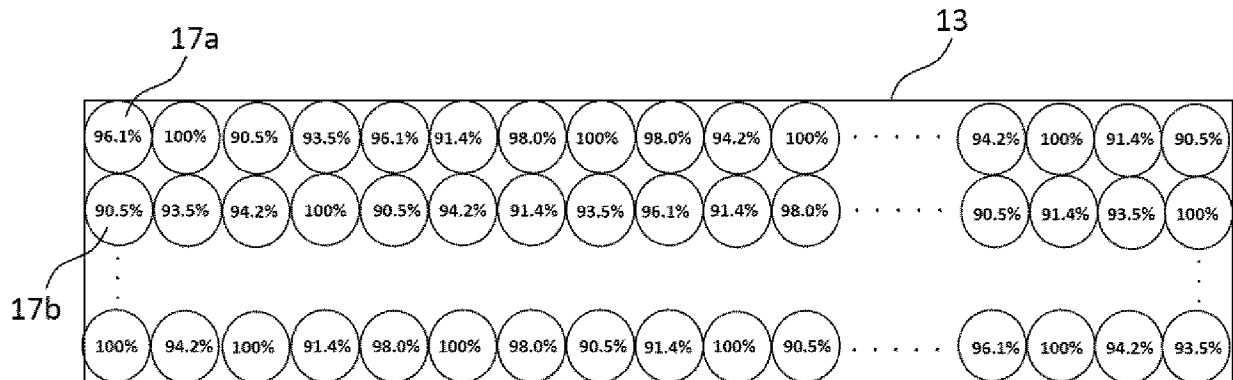
[図5]



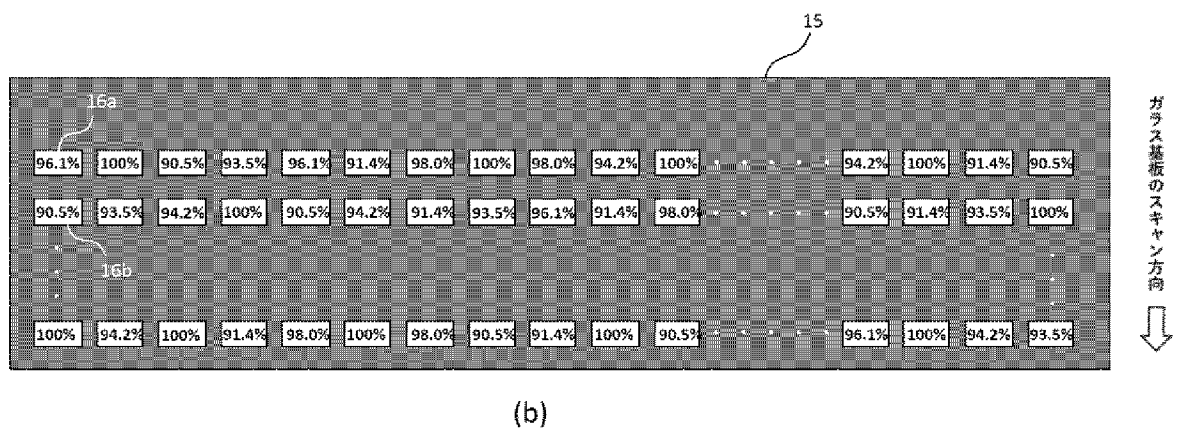
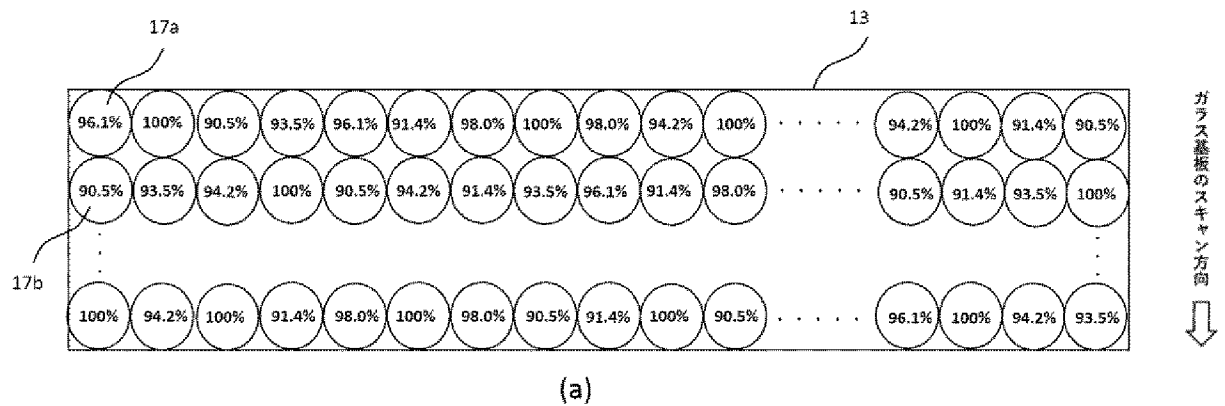
[図6]

マイクロ レンズ	17a	17b	17c	17d	17e	17f	17g	17h	17i	17j	17k
投影倍率	-0.005	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	0	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005
実倍率	0.195	0.196	0.197	0.198	0.199	0.2	0.201	0.202	0.203	0.204	0.205
透過率	90.5%	91.4%	92.3%	93.3%	94.2%	95.2%	96.1%	97.1%	98.0%	99.0%	100%

[図7]



[図8]



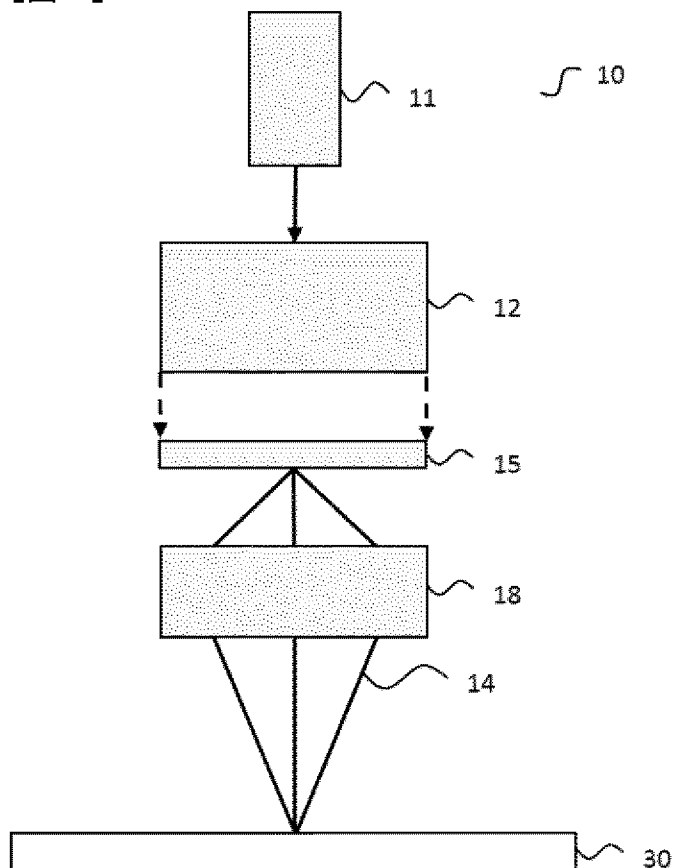
[図9]

マイクロ レンズ	17a	17b	17c	17d	17e	17f	17g	17h	17i	17j	17k
投影倍率	-0.005	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	0	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005
実倍率	0,195	0.196	0.197	0.198	0.199	0.2	0.201	0.202	0.203	0.204	0.205
X方向	102.56	102.04	101.52	101.01	100.50	100	99.50	99.01	98.52	98.04	97.56
Y方向	48.72	48.47	48.22	47.98	47.74	47.50	47.26	47.03	46.80	46.57	46.34

[図10]

マイクロ レンズ	17a	17b	17c	17d	17e	17f	17g	17h	17i	17j	17k
投影倍率	-0.005	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	0	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005
実倍率	0,195	0.196	0.197	0.198	0.199	0.2	0.201	0.202	0.203	0.204	0.205
透過率	90.5%	91.4%	92.3%	93.3%	94.2%	95.2%	96.1%	97.1%	98.0%	99.0%	100%
X方向	102.56	102.04	101.52	101.01	100.50	100	99.50	99.01	98.52	98.04	97.56
Y方向	48.72	48.47	48.22	47.98	47.74	47.50	47.26	47.03	46.80	46.57	46.34

[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/030866

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01L21/268 (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)

Int. Cl. H01L21/268, H01L21/20, H01L21/336, H01L29/786

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
A	JP 2011-100838 A (V TECHNOLOGY CO., LTD.) 19 May 2011, entire text, all drawings & US 2012/0220140 A1 & WO 2011/055618 A1 & TW 201123312 A & CN 102714149 A & KR 10-2012-0109496 A	1-15
A	JP 2013-520822 A (EXCICO FRANCE) 06 June 2013, entire text, all drawings & US 2013/0082195 A1 & WO 2011/104198 A2 & EP 2364809 A1 & TW 201200280 A & SG 183341 A1 & CN 102844144 A & KR 10-2012-0135511 A	1-15
A	JP 2017-168614 A (V TECHNOLOGY CO., LTD.) 21 September 2017, entire text, all drawings & WO 2017/159153 A1 & TW 201739057 A	1-15

☐ 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
04.10.2018

Date of mailing of the international search report
16.10.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

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, 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, 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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
A	JP 2011-100838 A (株式会社ブイ・テクノロジー) 2011.05.19, 全文, 全図 & US 2012/0220140 A1 & WO 2011/055618 A1 & TW 201123312 A & CN 102714149 A & KR 10-2012-0109496 A	1-15
A	JP 2013-520822 A (エクシコ フランス) 2013.06.06, 全文, 全図 & US 2013/0082195 A1 & WO 2011/104198 A2 & EP 2364809 A1 & TW 201200280 A & SG 183341 A1 & CN 102844144 A & KR 10-2012-0135511 A	1-15

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

04.10.2018

国際調査報告の発送日

16.10.2018

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
A	JP 2017-168614 A (株式会社ブイ・テクノロジー) 2017.09.21, 全文, 全図 & WO 2017/159153 A1 & TW 201739057 A	1-15