



MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ロシア (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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本開示によるレーザ照射装置は、被照射物にレーザ光を照射する第 1 の照射ヘッド及び第 2 の照射ヘッドを含む照射ヘッド部と、第 1 のレーザ光を出力する第 1 のレーザ装置と第 2 のレーザ光を出力する第 2 のレーザ装置とを含むレーザ装置部と、レーザ装置部と照射ヘッド部との間の光路上に配置され、第 1 のレーザ光と第 2 のレーザ光とのいずれか一方が、第 1 の照射ヘッドと第 2 の照射ヘッドとのいずれか一方に入射するように第 1 のレーザ光と第 2 のレーザ光との光路を切り替えるビームデリバリー部と、第 1 のレーザ装置と照射ヘッド部との間の光路上に配置された第 1 のビーム特性可変部と、第 2 のレーザ装置と照射ヘッド部との間の光路上に配置された第 2 のビーム特性可変部とを備えてもよい。

明 細 書

発明の名称： レーザ照射装置

技術分野

[0001] 本開示は、レーザ照射装置に関する。

背景技術

[0002] レーザアニール装置は、基板上に成膜されたアモルファス（非結晶）シリコン膜にエキシマレーザ等のレーザシステムから出力された紫外線領域の波長を有するパルスレーザ光を照射し、ポリシリコン膜に改質する装置である。アモルファスシリコン膜をポリシリコン膜に改質することにより、TFT（薄膜トランジスタ）を作製することができる。このTFTは、比較的大きな液晶ディスプレイに使用されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2005-294493号公報
特許文献2：特開2012-227353号公報
特許文献3：特表平11-511295号公報
特許文献4：特開2002-176006号公報
特許文献5：特開2002-176007号公報
特許文献6：特開2012-243818号公報
特許文献7：国際公開第2015/151177号

概要

[0004] 本開示によるレーザ照射装置は、被照射物にレーザ光を照射する第1の照射ヘッド及び第2の照射ヘッドを含む照射ヘッド部と、第1のレーザ光を出力する第1のレーザ装置と第2のレーザ光を出力する第2のレーザ装置とを含むレーザ装置部と、レーザ装置部と照射ヘッド部との間の光路上に配置され、第1のレーザ光と第2のレーザ光とのいずれか一方が、第1の照射ヘッドと第2の照射ヘッドとのいずれか一方に入射するように第1のレーザ光と

第2のレーザ光との光路を切り替えるビームデリバリー部と、第1のレーザ装置と照射ヘッド部との間の光路上に配置され、ビームデリバリー部による光路の切り替えに応じて、第1のレーザ光と第2のレーザ光とのいずれか一方のビーム特性を変化させる第1のビーム特性可変部と、第2のレーザ装置と照射ヘッド部との間の光路上に配置され、ビームデリバリー部による光路の切り替えに応じて、第1のレーザ光と第2のレーザ光とのいずれか一方のビーム特性を変化させる第2のビーム特性可変部とを備えてもよい。

図面の簡単な説明

[0005] 本開示のいくつかの実施形態を、単なる例として、添付の図面を参照して以下に説明する。

[図1]図1は、比較例に係るレーザアニール装置の一構成例を概略的に示す。

[図2]図2は、図1に示したレーザアニール装置をY軸方向から見た一構成例を概略的に示す。

[図3]図3は、比較例に係るレーザアニール装置による被照射物へのラインビームの照射ラインの一例を概略的に示す。

[図4]図4は、本開示の第1の実施形態に係るレーザアニール装置の一構成例を概略的に示す。

[図5]図5は、第1の実施形態に係るレーザアニール装置において、第1のレーザ装置のみを発振させた場合の第1の状態を概略的に示す。

[図6]図6は、第1の実施形態に係るレーザアニール装置において、第1のレーザ装置のみを発振させた場合の第2の状態を概略的に示す。

[図7]図7は、図5の状態における、被照射物へのラインビームの照射ラインの例を概略的に示す。

[図8]図8は、図6の状態における、被照射物へのラインビームの照射ラインの例を概略的に示す。

[図9]図9は、制御部8による制御の流れの一例を示すフローチャートである。

[図10]図10は、図9から続くフローチャートである。

[図11]図 1 1 は、第 1 の実施形態に係るレーザアニール装置における第 1 及び第 2 のビーム特性可変部の第 1 の構成例を概略的に示す。

[図12]図 1 2 は、第 1 の実施形態に係るレーザアニール装置における第 1 及び第 2 のビーム特性可変部の第 2 の構成例に適用されるビーム転写器の一構成例を概略的に示す。

[図13]図 1 3 は、ビーム特性可変部の第 2 の構成例として、ビーム転写器と 1 軸ステージとを組み合わせた例を概略的に示す。

[図14]図 1 4 は、ビーム特性可変部の第 2 の構成例として、ビーム転写器と 1 軸ステージとを組み合わせた例を概略的に示す。

[図15]図 1 5 は、第 1 の実施形態に係るレーザアニール装置における第 1 及び第 2 のレーザ装置の構成例を概略的に示す。

[図16]図 1 6 は、第 1 の実施形態に係るレーザアニール装置における第 1 及び第 2 の照射ヘッドの第 1 の構成例を概略的に示す。

[図17]図 1 7 は、図 1 6 に示した照射ヘッドを Y 軸方向から見た一構成例を概略的に示す。

[図18]図 1 8 は、第 1 の実施形態に係るレーザアニール装置における第 1 及び第 2 の照射ヘッドの第 2 の構成例を概略的に示す。

[図19]図 1 9 は、図 1 8 に示した照射ヘッドを Y 軸方向から見た一構成例を概略的に示す。

[図20]図 2 0 は、第 1 の実施形態に係るレーザアニール装置における第 1 及び第 2 の照射ヘッドの第 3 の構成例を概略的に示す。

[図21]図 2 1 は、図 2 0 に示した照射ヘッドを Y 軸方向から見た一構成例を概略的に示す。

[図22]図 2 2 は、第 1 及び第 2 の照射ヘッドに適用されるフライアイレンズの一構成例を概略的に示す。

[図23]図 2 3 は、第 3 の実施形態に係るレーザアニール装置の一構成例を概略的に示す。

[図24]図 2 4 は、第 3 の実施形態に係るレーザアニール装置において、第 1

のレーザ装置のみを発振させた場合の第 1 の状態を概略的に示す。

[図25]図 2 5 は、第 3 の実施形態に係るレーザアニール装置において、第 1 のレーザ装置のみを発振させた場合の第 2 の状態を概略的に示す。

[図26]図 2 6 は、第 4 の実施形態に係るレーザアニール装置の一構成例を概略的に示す。

[図27]図 2 7 は、制御部のハードウェア環境の一例を示す。

実施形態

[0006] <内容>

< 1. 比較例> (レーザアニール装置) (図 1 ~ 図 3)

- 1. 1 構成
- 1. 2 動作
- 1. 3 課題

< 2. 第 1 の実施形態> (ビーム特性可変部を備えたレーザアニール装置) (図 4 ~ 図 1 0)

- 2. 1 構成
- 2. 2 動作
- 2. 3 作用・効果

< 3. 第 2 の実施形態> (各部のバリエーション、及び各部の具体例)

- 3. 1 ビーム特性可変部の第 1 の構成例 (光路長可変器) (図 1 1)
 - 3. 1. 1 構成
 - 3. 1. 2 動作
 - 3. 1. 3 作用・効果
- 3. 2 ビーム特性可変部の第 2 の構成例 (ビーム転写器) (図 1 2 ~ 図 1 4)
 - 3. 2. 1 構成
 - 3. 2. 2 動作
 - 3. 2. 3 作用・効果
- 3. 3 レーザ装置の構成例 (図 1 5)

3. 3. 1 構成

3. 3. 2 動作

3. 4 照射ヘッドのバリエーション

3. 4. 1 照射ヘッドの第1の構成例（ビームホモジナイザ）（図16、図17）

3. 4. 2 照射ヘッドの第2の構成例（マスクと転写レンズを含む構成例）（図18、図19）

3. 4. 3 照射ヘッドの第3の構成例（両テレセントリック光学系を含む構成例）（図20、図21）

3. 4. 4 フライアイレンズの構成例（図22）

<4. 第3の実施形態>（ビーム特性可変部の配置のバリエーション）（図23～図25）

4. 1 構成

4. 2 動作

<5. 第4の実施形態>（3台以上のレーザ装置を備えたレーザアニール装置）（図26）

5. 1 構成

5. 2 動作

5. 3 作用・効果

<6. 制御部のハードウェア環境>（図27）

<7. その他>

[0007] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。

以下に説明される実施形態は、本開示のいくつかの例を示すものであって、本開示の内容を限定するものではない。また、各実施形態で説明される構成及び動作の全てが本開示の構成及び動作として必須であるとは限らない。なお、同一の構成要素には同一の参照符号を付して、重複する説明を省略する。

[0008] <1. 比較例>

[1. 1 構成]

図 1 及び図 2 は、本開示の実施形態に対する比較例に係るレーザアニール装置 101 の一構成例を概略的に示している。図 2 は、図 1 に示したレーザアニール装置 101 を Y 軸方向から見た一構成例を概略的に示している。

[0009] なお、本明細書において、重力の方向に対して逆方向は Z 軸方向であってもよい。Z 軸方向に略直交する 2 つの方向は、X 軸方向と Y 軸方向とであってもよい。X 軸方向は、図 1 の紙面に略直交する方向であってもよい。

[0010] レーザアニール装置 101 は、被照射物 7 のアモルファスシリコン膜にパルスレーザ光を照射することによって結晶化させてポリシリコン膜に改質し、薄膜トランジスタを形成する装置であってもよい。被照射物 7 は、表面に非結晶のアモルファスシリコン膜がコートされたガラス基板であってもよい。

[0011] レーザアニール装置 101 は、ビームデリバリー部 102 と、光学システム 3 と、フレーム 4 と、XYZ ステージ 5 と、テーブル 6 と、制御部 8 と、レーザ装置部 10 とを備えていてもよい。

[0012] XYZ ステージ 5 は、フレーム 4 に固定されていてもよい。テーブル 6 は、XYZ ステージ 5 の上に配置され、XYZ ステージ 5 によって X 軸方向、Y 軸方向、及び Z 軸方向に移動可能であってもよい。XYZ ステージ 5 によるテーブル 6 の移動方向は、制御部 8 によって制御されてもよい。被照射物 7 は、テーブル 6 の上に固定されることにより、テーブル 6 と共に X 軸方向、Y 軸方向、及び Z 軸方向に移動可能であってもよい。

[0013] レーザ装置部 10 は、第 1 のレーザ光 12A を出力する第 1 のレーザ装置 11A と、第 2 のレーザ光 12B を出力する第 2 のレーザ装置 11B とを含んでもよい。第 1 及び第 2 のレーザ装置 11A, 11B はそれぞれ、被照射物 7 のアモルファスシリコン膜をアニールして結晶化するパルスレーザ光を、第 1 及び第 2 のレーザ光 12A, 12B として出力するレーザ装置であってもよい。第 1 及び第 2 のレーザ装置 11A, 11B はそれぞれ、例えばエキシマレーザ装置であってもよい。第 1 及び第 2 のレーザ装置 11A, 11

Bから出力される第1及び第2のレーザ光12A, 12Bのそれぞれのビームサイズ、及びビームダイバージェンス（ビーム発散角）等のビーム特性は略同じ仕様であってもよい。

[0014] ビームデリバリー部102は、第1の高反射ミラー31A, 31Bを含んでもよい。第1の高反射ミラー31Aは、第1のレーザ装置11Aからの第1のレーザ光12Aを光学システム3にデリバリーするように配置されていてもよい。第1の高反射ミラー31Bは、第2のレーザ装置11Bからの第2のレーザ光12Bを光学システム3にデリバリーするように配置されていてもよい。

[0015] 光学システム3は、照射ヘッド部20と、第2の高反射ミラー32A, 32Bと、第3の高反射ミラー33A, 33Bとを含んでもよい。照射ヘッド部20は、第1及び第2の照射ヘッド21A, 21Bを含んでもよい。

[0016] 第2の高反射ミラー32Aと第3の高反射ミラー33Aは、第1の照射ヘッド21Aに第1のレーザ光12Aが入射するように配置されていてもよい。第2の高反射ミラー32Bと第3の高反射ミラー33Bは、第2の照射ヘッド21Bに第2のレーザ光12Bが入射するように配置されていてもよい。

[0017] 第1及び第2の照射ヘッド21A, 21Bは、略同じ仕様であってもよい。第1の照射ヘッド21Aは、薄膜トランジスタを形成する被照射物7の第1の照射ライン14Aにラインビーム13Aを照射するように配置されていてもよい。第2の照射ヘッド21Bは、薄膜トランジスタを形成する被照射物7の第2の照射ライン14Bにラインビーム13Bを照射するように配置されていてもよい。

[0018] 第1の照射ヘッド21Aは、第1のフライアイレンズ23Aと、第1のコンデンサ光学系22Aとを含んでもよい。第2の照射ヘッド21Bは、第2のフライアイレンズ23Bと、第2のコンデンサ光学系22Bとを含んでもよい。

[0019] 第1のフライアイレンズ23Aと第1のコンデンサ光学系22Aは、第1の照射ライン14Aに照射されるラインビーム13Aが均一な照射領域となるように構成されていてもよい。

[0020] 第2のフライアイレンズ23Bと第2のコンデンサ光学系22Bは、第2の照射ライン14Bに照射されるラインビーム13Bが均一な照射領域となるように構成されていてもよい。

[0021] 第1のレーザ装置11Aと第1の照射ヘッド21Aの基準位置P1との間の第1のレーザ光12Aの光路長 $L(1)$ と、第2のレーザ装置11Bと第2の照射ヘッド21Bの基準位置P1との間の第2のレーザ光12Bの光路長 $L(2)$ は、略一致($L(1) \div L(2)$)させてもよい。なお、基準位置P1の具体例は、図16～図21を用いて後述する。

[0022] [1. 2 動作]

図3は、比較例に係るレーザアニール装置101による被照射物7へのラインビーム13A、13Bの照射ラインの一例を概略的に示している。

[0023] 制御部8は、図3に示したように、ラインビーム13A、13Bの照射位置がそれぞれ、初期位置となるようにXYZステージ5を制御してもよい。

[0024] 制御部8は、第1及び第2のレーザ装置11A、11Bから出力される第1及び第2のレーザ光12A、12Bが略同じ繰り返し周波数、略同じパルスエネルギーとなるように、第1及び第2のレーザ装置11A、11Bを略同時にレーザ発振させてもよい。

[0025] 次に、制御部8は、XYZステージ5を制御して、被照射物7がX軸方向に加速し、等速直線運動するように移動させてもよい。その結果、被照射物7における第1の照射ライン14Aに、第1の照射ヘッド21Aによるラインビーム13Aが照射され得る。また、被照射物7における第2の照射ライン14Bに、第2の照射ヘッド21Bによるラインビーム13Bが照射され得る。これにより、被照射物7のアモルファスシリコン膜がアニールされて、結晶化され得る。

[0026] 制御部8は、ラインビーム13A、13Bが、被照射物7の上を通過し終

わって所定の終了位置に達すると、XYZステージ5を制御して、被照射物7のX軸方向の移動を停止させてもよい。その結果、被照射物7の薄膜トランジスタを形成するライン上に結晶化されたシリコン膜が形成され得る。

[0027] [1. 3 課題]

レーザアニール装置101のように、複数台のレーザ装置を含み、被照射物7の複数の照射ラインを略同時にアニールする場合、故障やメンテナンスによって1台でもレーザ装置が停止して運転不可能になると、レーザアニール装置101全体が停止し、全体のアニール処理が困難になり得る。

[0028] 具体的には、例えば第2のレーザ装置11Bが故障したり、メンテナンスによって停止したとすると、第2の照射ヘッド21Bへの第2のレーザ光12Bのデリバリーが停止し得る。このため、被照射物7における第2の照射ライン14Bにラインビーム13Bを照射することが困難になり、被照射物7のアモルファスシリコン膜の必要な箇所をアニールすることが困難になり得る。

[0029] <2. 第1の実施形態>

次に、本開示の第1の実施形態に係るレーザアニール装置について説明する。なお、以下では上記比較例に係るレーザアニール装置の構成要素と略同じ部分については、同一符号を付し、適宜説明を省略する。

[0030] なお、本実施形態では、レーザ照射装置の一例として、レーザアニール装置の例を示すが、本開示による技術はレーザアニール装置に限定されるものではない。

[0031] [2. 1 構成]

図4は、本開示の第1の実施形態に係るレーザアニール装置1の一構成例を概略的に示している。

[0032] レーザアニール装置1は、比較例に係るレーザアニール装置101の構成に対して、ドライバ9と、第1及び第2のビーム特性可変部41A、41Bとを、さらに備えた構成であってもよい。また、レーザアニール装置1は、比較例に係るレーザアニール装置101におけるビームデリバリー部102

に代えてビームデリバリー部 2 を備えてもよい。

[0033] ビームデリバリー部 2 は、レーザ装置部 10 と照射ヘッド部 20 との間の光路上に配置されていてもよい。ビームデリバリー部 2 は、第 1 のレーザ光 12 A と第 2 のレーザ光 12 B とのいずれか一方が、第 1 の照射ヘッド 21 A と第 2 の照射ヘッド 21 B とのいずれか一方に入射するように第 1 のレーザ光 12 A と第 2 のレーザ光 12 B との光路を切り替え可能に構成されていてもよい。

[0034] ビームデリバリー部 2 による光路の切り替えは、ドライバ 9 を介して、制御部 8 によって制御されてもよい。

[0035] ビームデリバリー部 2 は、第 1 及び第 2 のリニアステージ 42 A, 42 B を含んでいてもよい。第 1 のリニアステージ 42 A 上に、第 1 の高反射ミラー 31 A がホルダを介して配置されていてもよい。また、第 2 のリニアステージ 42 B 上に、第 1 の高反射ミラー 31 B がホルダを介して配置されていてもよい。第 1 及び第 2 のリニアステージ 42 A, 42 B 上の第 1 の高反射ミラー 31 A, 31 B の位置を移動させることによって、第 1 及び第 2 のレーザ光 12 A, 12 B の光路を切り替え可能であってもよい。ビームデリバリー部 2 による光路の切り替えによって、第 1 及び第 2 の照射ヘッド 21 A, 21 B のいずれにも第 1 及び第 2 のレーザ光 12 A, 12 B を選択的に入射可能とされていてもよい。

[0036] 第 1 のビーム特性可変部 41 A は、第 1 のレーザ装置 11 A と照射ヘッド部 20 との間の光路上に配置されていてもよい。より詳しくは、第 1 のビーム特性可変部 41 A は、第 1 のレーザ装置 11 A とビームデリバリー部 2 との間の第 1 のレーザ光 12 A の光路上に配置されていてもよい。第 1 のビーム特性可変部 41 A は、ビームデリバリー部 2 による光路の切り替えに応じて、第 1 のレーザ光 12 A のビーム特性を変化させるように構成されていてもよい。

[0037] 第 2 のビーム特性可変部 41 B は、第 2 のレーザ装置 11 B と照射ヘッド部 20 との間の光路上に配置されていてもよい。より詳しくは、第 2 のビー

ム特性可変部4 1 Bは、第2のレーザ装置1 1 Bとビームデリバリー部2との間の第2のレーザ光1 2 Bの光路上に配置されていてもよい。第2のビーム特性可変部4 1 Bは、ビームデリバリー部2による光路の切り替えに応じて、第2のレーザ光1 2 Bのビーム特性を変化させるように構成されていてもよい。

[0038] 第1及び第2のビーム特性可変部4 1 A, 4 1 Bは、後述する図1 1に示すように、光路長可変器で構成されていてもよい。

[0039] 第1のビーム特性可変部4 1 Aは、第1のレーザ光1 2 Aの光路長を変化させる第1の光路長可変部であってもよい。第1の光路長可変部は、第1のレーザ光1 2 Aが第1の照射ヘッド2 1 Aに入射するように光路が切り替えられた場合の第1のレーザ装置1 1 Aと第1の照射ヘッド2 1 Aとの間の第1の光路長と、第1のレーザ光1 2 Aが第2の照射ヘッド2 1 Bに入射するように光路が切り替えられた場合の第1のレーザ装置1 1 Aと第2の照射ヘッド2 1 Bとの間の第2の光路長とが略同じとなるように、第1のレーザ光1 2 Aの光路長を調整可能であってもよい。

[0040] 第2のビーム特性可変部4 1 Bは、第2のレーザ光1 2 Bの光路長を変化させる第2の光路長可変部であってもよい。第2の光路長可変部は、第2のレーザ光1 2 Bが第2の照射ヘッド2 1 Bに入射するように光路が切り替えられた場合の第2のレーザ装置1 1 Bと第2の照射ヘッド2 1 Bとの間の第1の光路長と、第2のレーザ光1 2 Bが第1の照射ヘッド2 1 Aに入射するように光路が切り替えられた場合の第2のレーザ装置1 1 Bと第1の照射ヘッド2 1 Aとの間の第2の光路長とが略同じとなるように、第2のレーザ光1 2 Bの光路長を調整可能であってもよい。

[0041] また、第1及び第2のビーム特性可変部4 1 A, 4 1 Bは、後述する図1 2～図1 4に示すように、ビーム転写器を含む構成であってもよい。

[0042] 第1のビーム特性可変部4 1 Aは、第1のレーザ光1 2 Aのビーム特性を変化させる第1の転写光学系であってもよい。第1の転写光学系は、第1のレーザ光1 2 Aが第1の照射ヘッド2 1 Aに入射するように光路が切り替え

られた場合の第1のビームサイズ及び第1のビーム発散角と、第1のレーザ光12Aが第2の照射ヘッド21Bに入射するように光路が切り替えられた場合の第2のビームサイズ及び第2のビーム発散角とが略同じとなるように、第1のレーザ光12Aのビーム特性を調整可能であってもよい。

[0043] 第2のビーム特性可変部41Bは、第2のレーザ光12Bのビーム特性を変化させる第2の転写光学系であってもよい。第2の転写光学系は、第2のレーザ光12Bが第2の照射ヘッド21Bに入射するように光路が切り替えられた場合の第1のビームサイズ及び第1のビーム発散角と、第2のレーザ光12Bが第1の照射ヘッド21Aに入射するように光路が切り替えられた場合の第2のビームサイズ及び第2のビーム発散角とが略同じとなるように、第2のレーザ光12Bのビーム特性を調整可能であってもよい。

[0044] 第1及び第2のレーザ装置11A, 11Bはそれぞれ、故障又はメンテナンス等により自身が運転不可能となった場合に、所定の運転停止通知信号を制御部8に出力するように構成されていてもよい。

[0045] 制御部8は、第1及び第2のレーザ装置11A, 11Bのいずれか一方が運転不可能となった場合に、ビームデリバリー部2を制御して光路の切り替えを行うように構成されていてもよい。

[0046] 制御部8は、第1及び第2のレーザ装置11A, 11Bの双方が運転可能である場合には、図4に示したように、第1のレーザ光12Aが第1の照射ヘッド21Aに入射し、かつ、第2のレーザ光12Bが第2の照射ヘッド21Bに入射するように、ビームデリバリー部2を制御するようにしてもよい。

[0047] また、制御部8は、第1及び第2のレーザ装置11A, 11Bのいずれか一方が運転不可能である場合には、第1及び第2のレーザ装置11A, 11Bのうち運転可能なレーザ装置から出力されたレーザ光が、第1及び第2の照射ヘッド21A, 21Bのうちいずれか一方の照射ヘッドに入射した後、他方の照射ヘッドに入射するようにビームデリバリー部2を制御するようにしてもよい。例えば、運転可能なレーザ装置が第1のレーザ装置11Aであ

る場合、第1のレーザ光12Aを、後述する図5に示すように第1の照射ヘッド21Aに入射させた後、後述する図6に示すように第2の照射ヘッド21Bに入射させるように、ビームデリバリー部2を制御してもよい。

[0048] また、制御部8は、第1及び第2のレーザ装置11A、11Bのいずれか一方が運転不可能となった場合に、ビームデリバリー部2による光路の切り替えに応じて、第1及び第2のビーム特性可変部41A、41Bのいずれか一方を制御して、運転可能なレーザ装置から出力されたレーザ光のビーム特性を変化させるようにしてもよい。

[0049] その他の構成は、上記比較例に係るレーザアニール装置101と略同様であってもよい。

[0050] [2. 2 動作]

図5～図10を参照して、レーザアニール装置1の動作を説明する。

[0051] 図5は、レーザアニール装置1において、第1のレーザ装置11Aのみを運転可能なレーザ装置として発振させた場合の第1の状態を概略的に示している。図5の状態では、第1のレーザ装置11Aからの第1のレーザ光12Aが第1の照射ヘッド21Aに入射するように、ビームデリバリー部2による光路が設定されている。

[0052] 図6は、レーザアニール装置1において、第1のレーザ装置11Aのみを運転可能なレーザ装置として発振させた場合の第2の状態を概略的に示している。図6の状態では、第1のレーザ装置11Aからの第1のレーザ光12Aが第2の照射ヘッド21Bに入射するように、図5の状態に対してビームデリバリー部2による光路の切り替えがなされている。

[0053] 図7は、図5の状態における、被照射物7へのラインビーム13Aの照射ライン14Aの例を概略的に示す。図8は、図6の状態における、被照射物7へのラインビーム13B'の照射ライン14B'の例を概略的に示す。

[0054] 図9及び図10は、制御部8による制御の流れの一例を示すフローチャートである。

[0055] まず、制御部8は、ビームデリバリー部2の初期設定をしてもよい（ステ

ップS 1 0 1)。制御部8は、ドライバ9を介してビームデリバリー部2の第1及び第2のリニアステージ4 2 A, 4 2 Bを制御し、初期設定として、図4に示したように、第1のレーザ光1 2 Aが第1の照射ヘッド2 1 Aに入射し、かつ、第2のレーザ光1 2 Bが第2の照射ヘッド2 1 Bに入射するように、第1の高反射ミラー3 1 A, 3 1 Bの位置を制御してもよい。

[0056] 次に、制御部8は、全てのビーム特性可変部の初期設定をしてもよい（ステップS 1 0 2）。制御部8は、例えば、第1のレーザ装置1 1 Aから第1の照射ヘッド2 1 Aの基準位置P 1までの光路長と、第2のレーザ装置1 1 Bから第2の照射ヘッド2 1 Bの基準位置P 1までの光路長とが、所定の光路長となるように、第1及び第2のビーム特性可変部4 1 A, 4 1 Bを制御してもよい。例えば、第1及び第2のレーザ装置1 1 A, 1 1 Bと第1及び第2の照射ヘッド2 1 A, 2 1 Bとが略同じ仕様であれば、第1のレーザ装置1 1 Aから第1の照射ヘッド2 1 Aの基準位置P 1までの光路長と、第2のレーザ装置1 1 Bから第2の照射ヘッド2 1 Bの基準位置P 1までの光路長とを、互いに略同一の光路長としてもよい。

[0057] 次に、制御部8は、第1及び第2のレーザ装置1 1 A, 1 1 Bからの運転停止通知信号を受信したか否かを判断してもよい（ステップS 1 0 3）。制御部8は、運転停止通知信号を受信していないと判断した場合（ステップS 1 0 3 ; N）には、ステップS 1 0 4～S 1 0 8の処理を行ってもよい。制御部8は、運転停止通知信号を受信したと判断した場合（ステップS 1 0 3 ; Y）には、ステップS 1 0 9～S 1 1 9の処理を行ってもよい。ここで、例えば、運転停止通知信号を出力したレーザ装置は第2のレーザ装置1 1 Bであってもよい。

[0058] まず、ステップS 1 0 4～S 1 0 8の処理について説明する。

制御部8は、運転停止通知信号を受信していないと判断した場合（ステップS 1 0 3 ; N）には、次に、被照射物7が初期位置となるようにXYZステージ5を制御してもよい（ステップS 1 0 4）。

[0059] 次に、制御部8は、図4に示したように、全てのレーザ装置を発振させて

もよい（ステップS 1 0 5）。具体的には、制御部 8 は、第 1 及び第 2 のレーザ装置 1 1 A, 1 1 B から出力される第 1 及び第 2 のレーザ光 1 2 A, 1 2 B が略同じ繰り返し周波数、略同じパルスエネルギーとなるように、第 1 及び第 2 のレーザ装置 1 1 A, 1 1 B を略同時にレーザ発振させてもよい。

[0060] 次に、制御部 8 は、+ X 軸方向に被照射物 7 を移動するように X Y Z ステージ 5 を制御してもよい（ステップS 1 0 6）。

[0061] 次に、制御部 8 は、被照射物 7 が終了位置に到達したか否かを判断してもよい（ステップS 1 0 7）。制御部 8 は、被照射物 7 が終了位置に到達していないと判断した場合（ステップS 1 0 7 ; N）には、ステップS 1 0 7 の処理を繰り返してもよい。

[0062] 一方、被照射物 7 が終了位置に到達したと判断した場合（ステップS 1 0 7 ; Y）には、制御部 8 は、全てのレーザ装置の発振を停止させてもよい（ステップS 1 0 8）。その結果、図 3 に示したように、被照射物 7 における第 1 の照射ライン 1 4 A に、第 1 の照射ヘッド 2 1 A によるラインビーム 1 3 A が照射され得る。また、被照射物 7 における第 2 の照射ライン 1 4 B に、第 2 の照射ヘッド 2 1 B によるラインビーム 1 3 B が照射され得る。これにより、被照射物 7 のアモルファスシリコン膜がアニールされて、結晶化され得る。

[0063] 次に、ステップS 1 0 9 ~ S 1 1 9 の処理について説明する。

制御部 8 は、運転停止通知信号を受信したと判断した場合（ステップS 1 0 3 ; Y）には、次に、被照射物 7 が初期位置となるように X Y Z ステージ 5 を制御してもよい（ステップS 1 0 9）。

[0064] 次に、制御部 8 は、運転可能なレーザ装置を発振させてもよい（ステップS 1 1 0）。運転可能なレーザ装置は、図 5 に示したように、第 1 のレーザ装置 1 1 A であってもよい。制御部 8 は、運転可能なレーザ装置である第 1 のレーザ装置 1 1 A から出力される第 1 のレーザ光 1 2 A が所定の繰り返し周波数、所定のパルスエネルギーとなるように、第 1 のレーザ装置 1 1 A をレーザ発振させてもよい。

- [0065] 次に、制御部 8 は、図 7 に示したように、+X 軸方向に被照射物 7 を移動するように X Y Z ステージ 5 を制御してもよい（ステップ S 1 1 1）。
- [0066] 次に、制御部 8 は、被照射物 7 が終了位置に到達したか否かを判断してもよい（ステップ S 1 1 2）。制御部 8 は、被照射物 7 が終了位置に到達していないと判断した場合（ステップ S 1 1 2 ; N）には、ステップ S 1 1 2 の処理を繰り返してもよい。
- [0067] 一方、制御部 8 は、被照射物 7 が終了位置に到達したと判断した場合（ステップ S 1 1 2 ; Y）には、運転可能なレーザ装置の発振を停止させてもよい（ステップ S 1 1 3）。
- [0068] 次に、制御部 8 は、1 台の運転可能なレーザ装置からのレーザ光が運転停止中の照射ヘッドまでの光路に切り替わるようにビームデリバリー部 2 を制御してもよい（ステップ S 1 1 4）。制御部 8 は、例えば、運転可能なレーザ装置が第 1 のレーザ装置 1 1 A である場合、図 6 に示したように光路を切り替えてもよい。制御部 8 は、図 6 に示したように、例えば、第 1 のレーザ装置 1 1 A からの第 1 のレーザ光 1 2 A が第 2 の照射ヘッド 2 1 B に入射するように、ドライバ 9 を介してビームデリバリー部 2 を制御してもよい。この場合、図 6 に示したように、第 2 のリニアステージ 4 2 B によって第 1 の高反射ミラー 3 1 B を Y 軸方向に移動させると共に、第 1 のリニアステージ 4 2 A によって第 1 の高反射ミラー 3 1 A を -Y 軸方向に移動させてもよい。
- [0069] 次に、制御部 8 は、1 台の運転可能なレーザ装置からのレーザ光のビーム特性が所望の特性となるように、ビーム特性可変部を制御してもよい（ステップ S 1 1 5）。例えば、1 台の運転可能なレーザ装置から照射ヘッドまでの光路長が所望の光路長となるように、ビーム特性可変部を制御してもよい。制御部 8 は、例えば、運転可能なレーザ装置が第 1 のレーザ装置 1 1 A である場合、第 1 のレーザ装置 1 1 A から第 2 の照射ヘッド 2 1 B の基準位置 P 1 までの光路長が所望の光路長となるように、第 1 のビーム特性可変部 4 1 A を制御してもよい。その結果、第 2 の照射ヘッド 2 1 B によって形成さ

れる被照射物 7 へのラインビーム 1 3 B' のビーム特性の変化が抑制し得る。

[0070] 次に、制御部 8 は、1 台の運転可能なレーザ装置を発振させてもよい（ステップ S 1 1 6）。運転可能なレーザ装置は、図 6 に示したように、第 1 のレーザ装置 1 1 A であってもよい。制御部 8 は、運転可能なレーザ装置である第 1 のレーザ装置 1 1 A から出力される第 1 のレーザ光 1 2 A が所定の繰り返し周波数、所定のパルスエネルギーとなるように、第 1 のレーザ装置 1 1 A をレーザ発振させてもよい。

[0071] 次に、制御部 8 は、図 8 に示したように、-X 軸方向に被照射物 7 を移動するように X Y Z ステージ 5 を制御してもよい（ステップ S 1 1 7）。

[0072] 次に、制御部 8 は、被照射物 7 が終了位置に到達したか否かを判断してもよい（ステップ S 1 1 8）。制御部 8 は、被照射物 7 が終了位置に到達していないと判断した場合（ステップ S 1 1 8 ; N）には、ステップ S 1 1 8 の処理を繰り返してもよい。

[0073] 一方、被照射物 7 が終了位置に到達したと判断した場合（ステップ S 1 1 8 ; Y）には、制御部 8 は、1 台の運転可能なレーザ装置の発振を停止させてもよい（ステップ S 1 1 9）。制御部 8 は、例えば、運転可能なレーザ装置として第 1 のレーザ装置 1 1 A の発振を停止させてもよい。その結果、図 8 に示したように、被照射物 7 における第 1 の照射ライン 1 4 A に、第 1 の照射ヘッド 2 1 A によるラインビーム 1 3 A が照射された後、被照射物 7 における第 2 の照射ライン 1 4 B' に、第 2 の照射ヘッド 2 1 B によるラインビーム 1 3 B' が照射され得る。これにより、被照射物 7 のアモルファスシリコン膜がアニールされて、結晶化され得る。

[0074] その他の動作は、上記比較例に係るレーザアニール装置 1 0 1 と略同様であってもよい。

[0075] [2. 3 作用・効果]

本実施形態のレーザアニール装置 1 によれば、第 1 及び第 2 のレーザ装置 1 1 A, 1 1 B のうちの 1 台が運転不可能となった場合であっても、運転可

能なレーザ装置からのレーザ光をビームデリバリー部 2 を制御することによって、レーザ停止中のビームラインに導入し得る。その結果、停止中の照射ヘッドにレーザ光を入射し、被照射物 7 にレーザ光を照射し得る。

[0076] さらに、例えば、運転可能なレーザ装置から停止中の照射ヘッドまでの光路長が所望の光路長となるように第 1 及び第 2 のビーム特性可変部 4 1 A, 4 1 B を制御することによって、照射ヘッドに入射するレーザビームの特性の変化を抑制し得る。

[0077] その結果、停止中の照射ヘッドによって形成されるラインビームの形状や光強度分布の変化を抑制し得る。

[0078] また、1 台のレーザ装置が故障やメンテナンスで停止したとしても、残りの運転可能なレーザ装置からのレーザ光によって、必要な全ての照射ラインの被照射物 7 をアニールし得るので、アニール装置 1 の運転を停止させなくてもよくなる。

[0079] < 3. 第 2 の実施形態 >

次に、本開示の第 2 の実施形態として、上記第 1 の実施形態のレーザアニール装置における各部のバリエーション、及び各部の具体例を説明する。なお、以下では上記比較例、又は上記第 1 の実施形態に係るレーザアニール装置の構成要素と略同じ部分については、同一符号を付し、適宜説明を省略する。

[0080] [3. 1 ビーム特性可変部の第 1 の構成例（光路長可変器）]

（ 3. 1. 1 構成）

図 1 1 は、図 4 に示したレーザアニール装置 1 における第 1 及び第 2 のビーム特性可変部 4 1 A, 4 1 B の第 1 の構成例を概略的に示している。

[0081] 第 1 及び第 2 のビーム特性可変部 4 1 A, 4 1 B はそれぞれ、図 1 1 に示した光路長可変器 5 0 で構成されてもよい。

[0082] 光路長可変器 5 0 は、直角プリズム 5 1 と、第 1 の高反射ミラー 5 2 A と、第 2 の高反射ミラー 5 2 B と、プレート 5 4 と、プレート 5 5 と、1 軸ステージ 5 6 とを含んでいてもよい。また、光路長可変器 5 0 は、第 1 の高反

射ミラー５２Ａを保持する第１のホルダ５３Ａと、第２の高反射ミラー５２Ｂを保持する第２のホルダ５３Ｂと、直角プリズム５１を保持するホルダ５７とを含んでもよい。

[0083] 直角プリズム５１は、プレート５４にホルダ５７を介して固定されていてもよい。直角プリズム５１は、第１の反射面５１Ａと第２の反射面５１Ｂとを含んでもよい。第１の反射面５１Ａと第２の反射面５１Ｂは、互いに略直交する反射面であってもよい。第１の反射面５１Ａと第２の反射面５１Ｂとには、高反射膜がコートされていてもよい。

[0084] 第１及び第２の高反射ミラー５２Ａ，５２Ｂのそれぞれの表面には、高反射膜がコートされていてもよい。ここで、第１及び第２の高反射ミラー５２Ａ，５２Ｂは、互いの表面が略直交するように第１及び第２のホルダ５３Ａ，５３Ｂを介して、プレート５５に固定されていてもよい。プレート５５は、１軸ステージ５６上に固定されていてもよい。これにより、第１及び第２の高反射ミラー５２Ａ，５２Ｂは、プレート５５を介して１軸ステージ５６上を図１１に示したステージ移動方向に移動可能であってもよい。制御部８は、１軸ステージ５６を制御して、第１及び第２の高反射ミラー５２Ａ，５２Ｂの移動量を制御するようにしてもよい。

[0085] (３．１．２ 動作)

光路長可変器５０に入射したレーザ光の入射ビーム５８は、直角プリズム５１の第１の反射面５１Ａの法線に対して４５度の角度で入射すると共に、－４５度の角度で反射し得る。第１の反射面５１Ａで反射されたレーザ光の入射ビーム５８は、第１の高反射ミラー５２Ａと第２の高反射ミラー５２Ｂとで高反射され、直角プリズム５１の第２の反射面５１Ｂの法線に対して４５度の角度で入射し得る。そして、レーザ光の入射ビーム５８は、第２の反射面５１Ｂの法線に対して－４５度の角度で反射し、レーザ光の出射ビーム５９として、光路長可変器５０から出力され得る。

[0086] ここで、レーザ光の入射ビーム５８の直角プリズム５１の第１の反射面５１Ａに対する入射位置と第１の高反射ミラー５２Ａに対する入射位置との間

の光路長は L であってもよい。また、レーザ光の入射ビーム 5 8 の第 2 の高反射ミラー 5 2 B に対する入射位置と直角プリズム 5 1 の第 2 の反射面 5 1 B に対する入射位置との間の光路長は L であってもよい。これにより、光路長可変器 5 0 に入射したレーザ光の入射ビーム 5 8 の光路長は、光路長可変器 5 0 を経由しない場合に比べて、 $2L$ だけ長くなり得る。

[0087] 上記第 1 の実施形態で説明した例のように、例えば、第 2 のレーザ装置 1 1 B が運転不可能となった場合に、制御部 8 は、ビームデリバリー部 2 による光路の切り替えに応じて、第 1 のビーム特性可変部 4 1 A としての光路長可変器 5 0 を制御して、光路長を調節してもよい。制御部 8 は、例えば、第 1 のレーザ装置 1 1 A と第 1 の照射ヘッド 2 1 A との間の第 1 の光路長と、第 1 のレーザ装置 1 1 A と第 2 の照射ヘッド 2 1 B との間の第 2 の光路長とが略同じとなるように、光路長可変器 5 0 を制御してもよい。

[0088] (3. 1. 3 作用・効果)

光路長可変器 5 0 では、プレート 5 5 を介して第 1 及び第 2 の高反射ミラー 5 2 A, 5 2 B を 1 軸ステージ 5 6 上で移動させることによって、光路長を調節し得る。これにより、例えば、第 1 のレーザ装置 1 1 A から第 1 の照射ヘッド 2 1 A に第 1 のレーザ光 1 2 A を入射させる場合のビーム特性と、第 1 のレーザ装置 1 1 A から第 2 の照射ヘッド 2 1 B に第 1 のレーザ光 1 2 A を入射させる場合のビーム特性との変動が抑制され得る。

[0089] [3. 2 ビーム特性可変部の第 2 の構成例 (ビーム転写器)]

(3. 2. 1 構成)

図 1 2 ~ 図 1 4 は、図 4 に示したレーザアニール装置 1 における第 1 及び第 2 のビーム特性可変部 4 1 A, 4 1 B の第 2 の構成例を概略的に示している。

[0090] 第 1 及び第 2 のビーム特性可変部 4 1 A, 4 1 B は、図 1 2 に示したビーム転写器 6 0 を含む構成であってもよい。

[0091] 図 1 2 は、第 1 及び第 2 のビーム特性可変部 4 1 A, 4 1 B の第 2 の構成例に適用されるビーム転写器 6 0 の一構成例を示している。図 1 3 及び図 1

4は、第1及び第2のビーム特性可変部41A、41Bの第2の構成例として、ビーム転写器60と1軸ステージ65とを組み合わせた例を概略的に示している。

[0092] ビーム転写器60は、第1の凸レンズ61Aと、第2の凸レンズ61Bと、第1の凸レンズ61Aを固定する第1のホルダ62Aと、第2の凸レンズ61Bを固定する第2のホルダ62Bとを含んでいてもよい。

[0093] 第1の凸レンズ61Aと第2の凸レンズ61Bはそれぞれ、紫外線のレーザー光を透過する材料、例えば、合成石英やCaF₂結晶等で構成されていてもよい。第1の凸レンズ61Aと第2の凸レンズ61Bは、略同じ焦点距離Fのレンズであってもよい。第1の凸レンズ61Aと第2の凸レンズ61Bとの間隔は、焦点距離Fの2倍(2F)の距離となるように配置されていてもよい。

[0094] (3. 2. 2 動作)

ビーム転写器60に入射したレーザー光の入射ビーム63は、第1の凸レンズ61Aを透過し、第2の凸レンズ61Bの後側焦点の位置Bで集光し得る。ここで集光したレーザー光の入射ビーム63は、広がって、第2の凸レンズ61Bを透過することによってコリメートされ、レーザー光の出射ビーム64としてビーム転写器60から出力され得る。

[0095] ここで、第1の凸レンズ61Aの前側焦点の位置Aのレーザー光のビームは、第2の凸レンズ61Bの後ろ側焦点Cの位置に1:1の倍率で転写結像し得る。そのため、1:1で転写結像したCの位置におけるレーザー光のビームは、像は反転するものの、Aの位置のビームサイズやビーム発散角等のビーム特性と略一致し得る。

[0096] ビーム転写器60を、図13及び図14に示したように、1軸ステージ65に配置することで、第1及び第2のビーム特性可変部41A、41Bとしての第1及び第2の転写光学系を構成してもよい。

[0097] ビーム転写器60を1軸ステージ65に配置して、レーザー光の入射ビーム63の通過状態を切り替えることにより、見かけ上の光路を可変させること

ができる。すなわち、ビーム転写器 60 を通過させる場合（図 13）とビーム転写器 60 を通過させない場合（図 14）とで、レーザ光の入射ビーム 63 の見かけ上の光路を可変させることができる。

[0098] 制御部 8 は、ビームデリバリ部 2 による光路の切り替えに応じて、1 軸ステージ 65 を制御して、レーザ光の入射ビーム 63 をビーム転写器 60 に通過させるか否かを制御してもよい。

[0099] （3. 2. 3 作用・効果）

ビーム転写器 60 によって、1 : 1 のビーム転写した距離（4 F）だけ、光路長を長くしても、レーザ光のビーム特性の変化が抑制し得る。例えば、第 1 のレーザ装置 11 A と第 1 の照射ヘッド 21 A との間の第 1 の光路長と、第 1 のレーザ装置 11 A と第 2 の照射ヘッド 21 B との間の第 2 の光路長とが 4 F だけ異なってもよい。この場合、第 1 のレーザ光 12 A のビーム転写器 60 への通過状態を切り替えることにより、第 1 の照射ヘッド 21 A に入射する第 1 のレーザ光 12 A のビーム特性と、第 2 の照射ヘッド 21 B に入射する第 1 のレーザ光 12 A のビーム特性とが略一致し得る。

[0100] （その他）

図 12～図 14 では、転写光学系を 2 つの凸レンズで構成する場合を示したが、これに限定されることなく、レーザ光のビームを 1 : 1 に転写結像させる両テレセントリックな光学系であってもよい。また、例えば、ビーム転写器 60 を 2 個直列に配置して、転写像を正転させる構成にしてもよい。

[0101] [3. 3 レーザ装置の構成例]

（3. 3. 1 構成）

図 15 は、図 4 に示したレーザアニール装置 1 における第 1 及び第 2 のレーザ装置 11 A, 11 B の構成例を概略的に示している。

[0102] 第 1 及び第 2 のレーザ装置 11 A, 11 B はそれぞれ、例えば MOPA（Master Oscillator Power Amplifier）方式のエキシマレーザ装置であってもよい。例えば、第 1 及び第 2 のレーザ装置 11 A, 11 B はそれぞれ、図 15 に示したレーザ装置 70 で構成されていてもよい。

- [0103] レーザ装置 70 は、レーザ制御部 71 と、MO (Master Oscillator) 72 と、PA (Power Amplifier) 73 と、光学パルスストレッチャ 74 と、モニタモジュール 75 と、シャッタ 76 とを含んでもよい。
- [0104] MO 72 から出力されるパルスレーザ光の光路上に、PA 73 と、光学パルスストレッチャ 74 と、モニタモジュール 75 と、シャッタ 76 とを、この順序で配置してもよい。
- [0105] MO 72 は、レーザチャンバ 81 と、充電器 82 と、PPM (パルスパワーモジュール) 83 と、リアミラー 88 と、出力結合ミラー 89 とを含んでもよい。PPM 83 は、スイッチ 87 を含んでもよい。レーザチャンバ 81 の内部には、一对の放電電極 86 A, 86 B が配置されてもよい。レーザチャンバ 81 の光路上には、ウインドウ 84, 85 が配置されてもよい。リアミラー 88 と出力結合ミラー 89 とによって光共振器が構成されてもよい。
- [0106] PA 73 は、レーザチャンバ 91 と、充電器 92 と、PPM 93 とを含んでもよい。PPM 93 は、スイッチ 97 を含んでもよい。レーザチャンバ 91 の内部には、一对の放電電極 96 A, 96 B が配置されてもよい。レーザチャンバ 91 の光路上には、ウインドウ 94, 95 が配置されてもよい。
- [0107] レーザチャンバ 81, 91 の内部には、ArF、KrF、XeCl、又はXeFのレーザガスが封入されていてもよい。
- [0108] 光学パルスストレッチャ 74 は、凹面ミラー 111, 112, 113, 114 と、ビームスプリッタ 110 とを含んでもよい。
- [0109] モニタモジュール 75 は、ビームスプリッタ 120 と、光センサ 121 とを含んでもよい。
- [0110] (3. 3. 2 動作)
- まず、レーザ制御部 71 は、シャッタ 76 を閉じる制御信号をシャッタ 76 に出力してもよい。レーザ制御部 71 は、MO 72 から出力されたパルスレーザ光が PA 73 で増幅されるように、制御部 8 から発光トリガ信号 Tr

1を受信してもよい。レーザ制御部71は、充電器82, 92のそれぞれの充電電圧に応じて、発光トリガ信号Tr1のタイミングを補正して、スイッチ87及びスイッチ97に、補正された発光トリガ信号Tr1をそれぞれ送信してもよい。

[0111] MO72の一对の放電電極86A, 86B間に高電圧が印加されると、レーザチャンバ81において、一对の放電電極86A, 86B間で放電し、レーザガスが励起され得る。その結果、リアミラー88と出力結合ミラー89とからなる光共振器によってレーザ発振し、パルスレーザ光が出力結合ミラー89から出力され得る。

[0112] PA73には、MO72から出力されたパルスレーザ光が入力され得る。PA73では、パルスレーザ光が一对の放電電極96A, 96B間の空間を通過するのに同期して、レーザチャンバ91において、一对の放電電極96A, 96B間で放電し、レーザガスが励起され得る。これにより、PA73では、パルスレーザ光を増幅し得る。PA73で増幅されたパルスレーザ光は、光学パルスストレッチャ74によって、所定のパルス幅まで伸張され得る。

[0113] 光学パルスストレッチャ74を通過したパルスレーザ光の一部は、ビームスプリッタ120によって反射され、光センサ121に入射し得る。光センサ121では、パルスレーザ光のパルスエネルギーを計測し、そのデータをレーザ制御部71に送信してもよい。

[0114] レーザ制御部71は、目標パルスエネルギー E_t と計測されたパルス E との差 ΔE が0に近づくように、充電器82, 92のそれぞれの充電電圧を設定してもよい。レーザ制御部71は、 ΔE が許容範囲内に入ったらシャッタ76を開けて、レーザ装置70からパルスレーザ光を出力してもよい。

[0115] (その他)

図15では、PA73と光学パルスストレッチャ74とを配置した実施形態を示したが、この実施形態に限定されることなく、少なくともMO72が配置されていればよい。すなわち、必ずしも、光学パルスストレッチャ74

とPA73を配置しなくてもよい。

[0116] また、図15では、レーザ装置70の実施形態として、ダブルチャンバ方式のエキシマレーザ装置の例を示したが、この実施形態に限定されることなく、例えば、シングルチャンバのエキシマレーザ装置であってもよい。シングルチャンバのエキシマレーザ装置は、例えば、XeF、XeCl、KrF、ArFのエキシマレーザ装置であってもよい。また、エキシマレーザ装置に限らず、第1及び第2のレーザ装置11A、11Bを固体レーザ装置で構成してもよい。例えば、第1及び第2のレーザ装置11A、11Bを、紫外線のパルスレーザ光を出力する固体レーザ装置で構成してもよい。この場合、固体レーザ装置は、例えば、YAGレーザの第3高調波光（355nm）や第4高調波光（266nm）を出力するレーザ装置であってもよい。

[0117] また、目標パルスエネルギーEtの可変範囲が大きい場合は、レーザ装置70において、PA73とモニタモジュール75との間に透過率を可変できるアッテネータを配置してもよい。ただし、アッテネータは、レーザ装置70内ではなく、レーザ装置70から出力されるパルスレーザ光の光路上に配置してもよい。

[0118] [3.4 照射ヘッドのバリエーション]

(3.4.1 照射ヘッドの第1の構成例（ビームホモジナイザ）)

図16及び図17は、図4に示したレーザアニール装置1における第1及び第2の照射ヘッド21A、21Bの第1の構成例を概略的に示している。なお、図17は、図16に示した照射ヘッド21をY軸方向から見た一構成例を概略的に示している。

[0119] 第1及び第2の照射ヘッド21A、21Bはそれぞれ、図16及び図17に示した照射ヘッド21で構成されていてもよい。

[0120] 照射ヘッド21は、フライアイレンズ23とコンデンサ光学系22とを含むビームホモジナイザであってもよい。

[0121] フライアイレンズ23とコンデンサ光学系22は、ケラー照明となるように配置されてもよい。その結果、コンデンサ光学系22の焦点面で、光強

度が略均一化し得る。

[0122] コンデンサ光学系 22 の焦点距離は F であってもよい。レーザアニール装置 1 において、制御部 9 は、コンデンサ光学系 22 の焦点面の位置と被照射物 7 の表面とが略一致するように、XYZ ステージ 5 の Z 軸を制御してもよい。

[0123] 第 1 及び第 2 の照射ヘッド 21 A, 21 B を照射ヘッド 21 で構成する場合、照射ヘッド 21 の基準位置 P_1 はフライアイレンズ 23 の位置であってもよい。

[0124] (3. 4. 2 照射ヘッドの第 2 の構成例 (マスクと転写レンズを含む構成例))

図 18 及び図 19 は、図 4 に示したレーザアニール装置 1 における第 1 及び第 2 の照射ヘッド 21 A, 21 B の第 2 の構成例を概略的に示している。なお、図 19 は、図 18 に示した照射ヘッド 130 を Y 軸方向から見た一構成例を概略的に示している。

[0125] 第 1 及び第 2 の照射ヘッド 21 A, 21 B はそれぞれ、図 18 及び図 19 に示した照射ヘッド 130 で構成されていてもよい。

[0126] 照射ヘッド 130 は、ビームホモジナイザ 131 と、マスク 132 と、転写レンズ 133 とを含んでいてもよい。

[0127] ビームホモジナイザ 131 は、フライアイレンズ 23 とコンデンサ光学系 22 とを含み、図 16 及び図 17 に示した照射ヘッド 21 と略同じ光学系で構成されていてもよい。

[0128] マスク 132 を、ビームホモジナイザ 131 におけるコンデンサ光学系 22 の焦点面の位置に配置してもよい。

[0129] 照射ヘッド 130 では、マスク 132 をビームホモジナイザ 131 によってケーラー照明してもよい。そして、マスク 132 の像を転写レンズ 133 によって、被照射物 7 に転写してもよい。この場合、被照射物 7 上に形成されるレーザ光の強度分布の端部が急峻となり得る。

[0130] 第 1 及び第 2 の照射ヘッド 21 A, 21 B を照射ヘッド 130 で構成する

場合、照射ヘッド130の基準位置P1はフライアイレンズ23の位置であってもよい。

[0131] (3. 4. 3 照射ヘッドの第3の構成例(両テレセントリック光学系を含む構成例))

図20及び図21は、図4に示したレーザアニール装置1における第1及び第2の照射ヘッド21A, 21Bの第3の構成例を概略的に示している。なお、図21は、図20に示した照射ヘッド140をY軸方向から見た一構成例を概略的に示している。

[0132] 第1及び第2の照射ヘッド21A, 21Bはそれぞれ、図20及び図21に示した照射ヘッド140で構成されていてもよい。

[0133] 照射ヘッド140は、両テレセントリック光学系141と、ビームホモジナイザ131とを含んでいてもよい。

[0134] ビームホモジナイザ131は、フライアイレンズ23とコンデンサ光学系22とを含み、図16及び図17に示した照射ヘッド21と略同じ光学系で構成されていてもよい。

[0135] 両テレセントリック光学系141は、レーザビームをフライアイレンズ23に転写する共役な光学系であってもよい。両テレセントリック光学系141は、焦点距離F1の集光光学系142と、焦点距離F2のコリメータ光学系143とを含んでいてもよい。

[0136] 集光光学系142とコリメータ光学系143との距離は、約 $F_1 + F_2$ であってもよい。集光光学系142とコリメータ光学系143は、コリメータ光学系143の後側焦点の位置にフライアイレンズ23が配置されるように、配置されてもよい。

[0137] 第1及び第2の照射ヘッド21A, 21Bを照射ヘッド140で構成する場合、照射ヘッド140の基準位置P1は、両テレセントリック光学系141の入射物点位置であってもよい。照射ヘッド140では、 $F_1 = F_2$ の場合は、1:1で基準位置P1の像がフライアイレンズ23上に転写され得る。

[0138] (3. 4. 3 フライアイレンズの構成例)

図22は、第1及び第2の照射ヘッド21A、21Bに適用されるフライアイレンズ23の一構成例を概略的に示している。図22には、長方形のラインビーム状のケーラー照明を生成するための、フライアイレンズ23の実施形態を示す。図22には、フライアイレンズ23の正面図と、上面図と、側面図とを示す。

[0139] フライアイレンズ23は、パルスレーザ光を透過する材料からなる基板を加工して構成してもよい。基板の材料は例えば、合成石英や、 CaF_2 結晶であってもよい。

[0140] フライアイレンズ23の表面は、基板の表面を加工して、凹形状のシリンドリカル面151がY軸方向に一系列に並ぶように構成してもよい。

[0141] フライアイレンズ23の裏面は、基板の裏面を加工して、凹形状のシリンドリカル面152がX軸方向に一系列に並ぶように構成してもよい。

[0142] シリンドリカル面151、152の曲率半径は、互いの焦点の位置が略一致するように構成してもよい。

[0143] ここで、(Y軸方向のシリンドリカル面のピッチ Y_p) > (X軸方向のシリンドリカル面のピッチ X_p)であることが好ましい。

[0144] フライアイレンズ23にパルスレーザ光を透過させると、シリンドリカル面151、152の焦点の位置に2次光源が生成され得る。これにより、第1及び第2の照射ヘッド21A、21Bに適用した場合には、第1及び第2のコンデンサ光学系22A、22Bによって、第1及び第2のコンデンサ光学系22A、22Bの焦点面の位置に、長方形の形状でケーラー照明され得る。ここでケーラー照明される領域の形状は、ピッチ Y_p とピッチ X_p の部分で構成されるフライアイレンズ23の1個のレンズの相似形となり得る。

[0145] (その他)

図22では、レーザ光を透過する基板に、凹形状のシリンドリカル面151、152を形成する例を示したが、この例に限定されることなく、基板に凸形状のシリンドリカル面を形成してもよい。また、シリンドリカルレンズ

と略同じ機能を果たすフレネルレンズを形成するように基板を加工してもよい。

[0146] また、図 2 2 では、長方形のラインビームを形成する場合の実施形態を示したが、その他のビーム形状、例えば、正方形のビームを形成するようにしてもよい。ビーム形状は、ピッチ Y_p とピッチ X_p の部分で構成されるフライアイレンズ 2 3 のレンズの形状を適宜調節することで実現し得る。

[0147] < 4. 第 3 の実施形態 >

次に、本開示の第 3 の実施形態に係るレーザアニール装置について説明する。なお、以下では上記比較例、若しくは上記第 1 の実施形態に係るレーザアニール装置、又は上記第 2 の実施形態に係る各部のバリエーションの構成要素と略同じ部分については、同一符号を付し、適宜説明を省略する。

[0148] [4. 1 構成]

図 2 3 は、本開示の第 3 の実施形態に係るレーザアニール装置 1 A の一構成例を概略的に示している。

[0149] 上記第 1 の実施形態では、第 1 及び第 2 のビーム特性可変部 4 1 A, 4 1 B を、レーザ装置部 1 0 とビームデリバリー部 2 との間の光路上に配置した例を示したが、第 1 及び第 2 のビーム特性可変部 4 1 A, 4 1 B の配置位置はこれに限らない。

[0150] 例えば、図 2 3 に示したレーザアニール装置 1 A のように、第 1 及び第 2 のビーム特性可変部 4 1 A, 4 1 B を、ビームデリバリー部 2 と照射ヘッド部 2 0 との間の光路上に配置してもよい。

[0151] 例えば、第 1 のビーム特性可変部 4 1 A を、第 1 のレーザ装置 1 1 A と照射ヘッド部 2 0 との間の光路上に配置してもよい。より詳しくは、第 1 のビーム特性可変部 4 1 A を、ビームデリバリー部 2 と第 1 の照射ヘッド 2 1 A との間の光路上に配置してもよい。例えば、第 1 のビーム特性可変部 4 1 A を、光学システム 3 における第 2 の高反射ミラー 3 2 A と第 3 の高反射ミラー 3 3 A との間の光路上に配置してもよい。第 1 のビーム特性可変部 4 1 A は、ビームデリバリー部 2 による光路の切り替えに応じて、第 1 のレーザ光

1 2 Aと第2のレーザ光1 2 Bとのいずれか一方のビーム特性を変化させるように構成されていてもよい。

[0152] また、例えば、第2のビーム特性可変部4 1 Bを、第2のレーザ装置1 1 Bと照射ヘッド部2 0との間の光路上に配置してもよい。より詳しくは、第2のビーム特性可変部4 1 Bを、ビームデリバリー部2と第2の照射ヘッド2 1 Bとの間の光路上に配置してもよい。例えば、第2のビーム特性可変部4 1 Bを、光学システム3における第2の高反射ミラー3 2 Bと第3の高反射ミラー3 3 Bとの間の光路上に配置してもよい。第2のビーム特性可変部4 1 Bは、ビームデリバリー部2による光路の切り替えに応じて、第1のレーザ光1 2 Aと第2のレーザ光1 2 Bとのいずれか一方のビーム特性を変化させるように構成されていてもよい。

[0153] その他の構成は、上記第1の実施形態に係るレーザアニール装置1と略同様であってもよい。

[0154] [4. 2 動作]

図2 4は、レーザアニール装置1 Aにおいて、第1のレーザ装置1 1 Aのみを発振させた場合の第1の状態を概略的に示している。図2 4の状態では、第1のレーザ装置1 1 Aからの第1のレーザ光1 2 Aが第1の照射ヘッド2 1 Aに入射するように、ビームデリバリー部2による光路が設定されている。

[0155] 図2 5は、レーザアニール装置1 Aにおいて、第1のレーザ装置1 1 Aのみを発振させた場合の第2の状態を概略的に示している。図2 5の状態では、第1のレーザ装置1 1 Aからの第1のレーザ光1 2 Aが第2の照射ヘッド2 1 Bに入射するように、図2 4の状態に対してビームデリバリー部2による光路の切り替えがなされている。

[0156] 制御部8は、第1及び第2のレーザ装置1 1 A, 1 1 Bの双方が運転可能である場合には、図2 3に示したように、第1のレーザ光1 2 Aが第1の照射ヘッド2 1 Aに入射し、かつ、第2のレーザ光1 2 Bが第2の照射ヘッド2 1 Bに入射するように、ビームデリバリー部2を制御してもよい。

[0157] また、制御部 8 は、第 1 及び第 2 のレーザ装置 1 1 A, 1 1 B のいずれか一方が運転不可能である場合には、第 1 及び第 2 のレーザ装置 1 1 A, 1 1 B のうち運転可能なレーザ装置から出力されたレーザ光が、第 1 及び第 2 の照射ヘッド 2 1 A, 2 1 B のうちいずれか一方の照射ヘッドに入射した後、他方の照射ヘッドに入射するようにビームデリバリー部 2 を制御してもよい。例えば、運転可能なレーザ装置が第 1 のレーザ装置 1 1 A である場合、第 1 のレーザ光 1 2 A を、図 2 4 に示すように第 1 の照射ヘッド 2 1 A に入射させた後、図 2 5 に示すように第 2 の照射ヘッド 2 1 B に入射させるように、ビームデリバリー部 2 を制御してもよい。

[0158] また、制御部 8 は、第 1 及び第 2 のレーザ装置 1 1 A, 1 1 B のいずれか一方が運転不可能となった場合に、ビームデリバリー部 2 による光路の切り替えに応じて、第 1 及び第 2 のビーム特性可変部 4 1 A, 4 1 B のいずれか一方を制御して、運転可能なレーザ装置から出力されたレーザ光のビーム特性を変化させてもよい。

[0159] 例えば、図 2 4 に示す状態では、第 1 のビーム特性可変部 4 1 A によって、第 1 のレーザ光 1 2 A のビーム特性を変化させてもよい。また、図 2 5 に示す状態では、第 2 のビーム特性可変部 4 1 B によって、第 1 のレーザ光 1 2 A のビーム特性を変化させてもよい。

[0160] その他の動作、及び作用・効果は、上記第 1 の実施形態に係るレーザアニール装置 1 と略同様であってもよい。

[0161] < 5. 第 4 の実施形態 >

次に、本開示の第 4 の実施形態に係るレーザアニール装置について説明する。なお、以下では上記比較例、若しくは上記第 1、及び第 3 の実施形態に係るレーザアニール装置、又は上記第 2 の実施形態に係る各部のバリエーションの構成要素と略同じ部分については、同一符号を付し、適宜説明を省略する。

[0162] [5. 1 構成]

図 2 6 は、本開示の第 4 の実施形態に係るレーザアニール装置 1 B の一構

成例を概略的に示している。

[0163] 上記各実施形態では、レーザ装置と照射ヘッドとがそれぞれ2台である場合の構成例を示したが、これに限らず、レーザ装置と照射ヘッドとをそれぞれ3台以上、備えた構成であってもよい。

[0164] 例えば、図26に示したレーザアニール装置1Bのように、レーザ装置と照射ヘッドとをそれぞれ3台備えた構成であってもよい。

[0165] レーザアニール装置1Bは、レーザ装置部10Aと、ビームデリバリー部2Aと、光学システム3Aとを備えていてもよい。また、レーザアニール装置1Bは、第1及び第2のビーム特性可変部41A、41Bに加えて、第3のビーム特性可変部41Cを備えていてもよい。

[0166] レーザ装置部10Aは、第1及び第2のレーザ装置11A、11Bに加えて、第3のレーザ光12Cを出力する第3のレーザ装置11Cを含んでもよい。第1、第2及び第3のレーザ装置11A、11B、11Cから出力される第1、第2及び第3のレーザ光12A、12B、12Cのそれぞれのビームサイズ、及びビーム発散角等のビーム特性は、略同じ仕様であってもよい。

[0167] 光学システム3Aは、第2の高反射ミラー32A、32Bに加えて、第2の高反射ミラー32Cを含んでもよい。また、光学システム3Aは、第3の高反射ミラー33A、33Bに加えて、第3の高反射ミラー33Cを含んでもよい。また、光学システム3Aは、照射ヘッド部20Aを含んでもよい。

[0168] 照射ヘッド部20Aは、第1及び第2の照射ヘッド21A、21Bに加えて、第3の照射ヘッド21Cを含んでもよい。第3の照射ヘッド21Cは、第3のコンデンサ光学系22Cと、第3のフライアイレンズ23Cとを含んでもよい。

[0169] ビームデリバリー部2Aは、第1の高反射ミラー31A、31Bに加えて、第1の高反射ミラー31Cを含んでもよい。また、ビームデリバリー部2Aは、第1及び第2のリニアステージ42A、42Bに加えて、第3のリニアステージ42Cを含んでもよい。第3のリニアステージ42C上に、

第1の高反射ミラー31Cがホルダを介して配置されていてもよい。

[0170] 第1、第2及び第3のリニアステージ42A、42B、42C上の第1の高反射ミラー31A、31B、31Cの位置を移動させることによって、第1、第2及び第3のレーザ光12A、12B、12Cの光路を切り替え可能であってもよい。ビームデリバリー部2Aによる光路の切り替えによって、第1、第2及び第3の照射ヘッド21A、21B、21Cのいずれにも、第1、第2及び第3のレーザ光12A、12B、12Cを選択的に入射可能とされていてもよい。

[0171] 第3のビーム特性可変部41Cは、第3のレーザ装置11Cと照射ヘッド部20Aとの間の光路上に配置されていてもよい。より詳しくは、第3のビーム特性可変部41Cは、第3のレーザ装置11Cとビームデリバリー部2Aとの間の第3のレーザ光12Cの光路上に配置されていてもよい。第3のビーム特性可変部41Cは、ビームデリバリー部2Aによる光路の切り替えに応じて、第3のレーザ光12Cのビーム特性を変化させるように構成されていてもよい。

[0172] 第1、第2及び第3の照射ヘッド21A、21B、21Cは、略同じ仕様であってもよい。第3の照射ヘッド21Cは、薄膜トランジスタを形成する被照射物7の第3の照射ライン14Cにラインビーム13Cを照射するように配置されていてもよい。

[0173] 第3のフライアイレンズ23Cと第3のコンデンサ光学系22Cは、第3の照射ライン14Cに照射されるラインビーム13Cが均一な照射領域となるように構成されていてもよい。

[0174] 第1、第2及び第3のレーザ装置11A、11B、11Cはそれぞれ、故障又はメンテナンス等により自身が運転不可能となった場合に、所定の運転停止通知信号を制御部8に出力するように構成されていてもよい。

[0175] [5. 2 動作]

制御部8は、第1、第2及び第3のレーザ装置11A、11B、11Cの全てが運転可能である場合には、図26に示したように、第1のレーザ光1

2 Aが第1の照射ヘッド2 1 Aに入射し、かつ、第2のレーザ光1 2 Bが第2の照射ヘッド2 1 Bに入射するように、ビームデリバリー部2 Aを制御してもよい。また、第3のレーザ光1 2 Cが第3の照射ヘッド2 1 Cに入射するように、ビームデリバリー部2 Aを制御してもよい。

[0176] また、制御部8は、第1、第2及び第3のレーザ装置1 1 A, 1 1 B, 1 1 Cのうち、例えば少なくとも1台のレーザ装置が運転不可能である場合には、運転可能な少なくとも1台のレーザ装置から出力されたレーザ光が、運転可能なレーザ装置に対応する照射ヘッドに入射した後、運転不可能なレーザ装置に対応する他の照射ヘッドに入射するようにビームデリバリー部2 Aを制御してもよい。例えば、運転不可能なレーザ装置が第3のレーザ装置1 1 Cである場合、まず、第1及び第2のレーザ装置1 1 A, 1 1 Bを発振させ、第1のレーザ光1 2 Aが第1の照射ヘッド2 1 Aに入射し、かつ、第2のレーザ光1 2 Bが第2の照射ヘッド2 1 Bに入射するように、ビームデリバリー部2 Aを制御してもよい。次に、第1のレーザ装置1 1 Aのみを発振させ、第1のレーザ光1 2 Aを、運転不可能なレーザ装置に対応する第3の照射ヘッド2 1 Cに入射させるように、ビームデリバリー部2 Aを制御してもよい。

[0177] また、制御部8は、少なくとも1台のレーザ装置が運転不可能となった場合に、ビームデリバリー部2 Aによる光路の切り替えに応じて、第1、第2及び第3のビーム特性可変部4 1 A, 4 1 B, 4 1 Cの少なくとも1つを制御して、運転可能なレーザ装置から出力されたレーザ光のビーム特性を変化させてもよい。

[0178] [5. 3 作用・効果]

本実施形態のレーザアニール装置1 Bによれば、複数のレーザ装置のうちの少なくとも1台が運転不可能となった場合であっても、運転可能な少なくとも1台のレーザ装置からのレーザ光を、ビームデリバリー部2 Aを制御することによってレーザ停止中のビームラインに導入し得る。その結果、停止中の照射ヘッドにレーザ光を入射し、被照射物7にレーザ光を照射し得る。

[0179] その他の構成、動作、及び作用・効果は、上記第１の実施形態に係るレーザアニール装置１と略同様であってもよい。

[0180] ＜６．制御部のハードウェア環境＞

当業者は、汎用コンピュータ又はプログラマブルコントローラにプログラムモジュール又はソフトウェアアプリケーションを組み合わせ、ここに述べられる主題が実行されることを理解するだろう。一般的に、プログラムモジュールは、本開示に記載されるプロセスを実行できるルーチン、プログラム、コンポーネント、データストラクチャーなどを含む。

[0181] 図２７は、開示される主題の様々な側面が実行され得る例示的なハードウェア環境を示すブロック図である。図２７の例示的なハードウェア環境１００は、処理ユニット１０００と、ストレージユニット１００５と、ユーザインターフェイス１０１０と、パラレルＩ／Ｏコントローラ１０２０と、シリアルＩ／Ｏコントローラ１０３０と、Ａ／Ｄ、Ｄ／Ａコンバータ１０４０とを含んでもよいが、ハードウェア環境１００の構成は、これに限定されない。

[0182] 処理ユニット１０００は、中央処理ユニット（ＣＰＵ）１００１と、メモリ１００２と、タイマ１００３と、画像処理ユニット（ＧＰＵ）１００４とを含んでもよい。メモリ１００２は、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）とリードオンリーメモリ（ＲＯＭ）とを含んでもよい。ＣＰＵ１００１は、市販のプロセッサのいずれでもよい。デュアルマイクロプロセッサや他のマルチプロセッサアーキテクチャが、ＣＰＵ１００１として使用されてもよい。

[0183] 図２７におけるこれらの構成物は、本開示において記載されるプロセスを実行するために、相互に接続されていてもよい。

[0184] 動作において、処理ユニット１０００は、ストレージユニット１００５に保存されたプログラムを読み込んで、実行してもよい。また、処理ユニット１０００は、ストレージユニット１００５からプログラムと一緒にデータを読み込んでもよい。また、処理ユニット１０００は、ストレージユニット１００５にデータを書き込んでもよい。ＣＰＵ１００１は、ストレージユニッ

ト 1005 から読み込んだプログラムを実行してもよい。メモリ 1002 は、CPU 1001 によって実行されるプログラム及び CPU 1001 の動作に使用されるデータを、一時的に保管する作業領域であってもよい。タイマ 1003 は、時間間隔を計測して、プログラムの実行に従って CPU 1001 に計測結果を出力してもよい。GPU 1004 は、ストレージユニット 1005 から読み込まれるプログラムに従って、画像データを処理し、処理結果を CPU 1001 に出力してもよい。

[0185] パラレル I/O コントローラ 1020 は、XYZ ステージ 5、制御部 8、レーザ制御部 71、及びシャッタ 76 等の、処理ユニット 1000 と通信可能なパラレル I/O デバイスに接続されてもよく、処理ユニット 1000 とそれらパラレル I/O デバイスとの間の通信を制御してもよい。シリアル I/O コントローラ 1030 は、制御部 8、レーザ制御部 71、第 1、第 2 及び第 3 のリニアステージ 42A、42B、42C、1 軸ステージ 56、並びに 1 軸ステージ 65 等の、処理ユニット 1000 と通信可能な複数のシリアル I/O デバイスに接続されてもよく、処理ユニット 1000 とそれら複数のシリアル I/O デバイスとの間の通信を制御してもよい。A/D、D/A コンバータ 1040 は、アナログポートを介して、光センサ 121 等の各種センサやアナログデバイスに接続されてもよく、処理ユニット 1000 とそれらアナログデバイスとの間の通信を制御したり、通信内容の A/D、D/A 変換を行ってもよい。

[0186] ユーザインターフェイス 1010 は、操作者が処理ユニット 1000 にプログラムの停止や、割込みルーチンの実行を指示できるように、処理ユニット 1000 によって実行されるプログラムの進捗を操作者に表示してもよい。

[0187] 例示的なハードウェア環境 100 は、本開示における制御部 8 等の構成に適用されてもよい。当業者は、それらのコントローラが分散コンピューティング環境、すなわち、通信ネットワークを介して繋がっている処理ユニットによってタスクが実行される環境において実現されてもよいことを理解する

だろう。本開示において、制御部 8 等は、イーサネット（登録商標）やインターネットといった通信ネットワークを介して互いに接続されてもよい。分散コンピューティング環境において、プログラムモジュールは、ローカル及びリモート両方のメモリストレージデバイスに保存されてもよい。

[0188] < 7. その他 >

上記の説明は、制限ではなく単なる例示を意図したものである。従って、添付の特許請求の範囲を逸脱することなく本開示の実施形態に変更を加えることができることは、当業者には明らかであろう。

[0189] 本明細書及び添付の特許請求の範囲全体で使用される用語は、「限定的でない」用語と解釈されるべきである。例えば、「含む」又は「含まれる」という用語は、「含まれるものとして記載されたものに限定されない」と解釈されるべきである。「有する」という用語は、「有するものとして記載されたものに限定されない」と解釈されるべきである。また、本明細書、及び添付の特許請求の範囲に記載される不定冠詞「1つの」は、「少なくとも1つ」又は「1又はそれ以上」を意味すると解釈されるべきである。

請求の範囲

- [請求項1] 被照射物にレーザ光を照射する第1の照射ヘッド及び第2の照射ヘッドを含む照射ヘッド部と、
- 第1のレーザ光を出力する第1のレーザ装置と第2のレーザ光を出力する第2のレーザ装置とを含むレーザ装置部と、
- 前記レーザ装置部と前記照射ヘッド部との間の光路上に配置され、前記第1のレーザ光と前記第2のレーザ光とのいずれか一方が、前記第1の照射ヘッドと前記第2の照射ヘッドとのいずれか一方に入射するように前記第1のレーザ光と前記第2のレーザ光との光路を切り替えるビームデリバリー部と、
- 前記第1のレーザ装置と前記照射ヘッド部との間の光路上に配置され、前記ビームデリバリー部による光路の切り替えに応じて、前記第1のレーザ光と前記第2のレーザ光とのいずれか一方のビーム特性を変化させる第1のビーム特性可変部と、
- 前記第2のレーザ装置と前記照射ヘッド部との間の光路上に配置され、前記ビームデリバリー部による光路の切り替えに応じて、前記第1のレーザ光と前記第2のレーザ光とのいずれか一方のビーム特性を変化させる第2のビーム特性可変部と
- を備えるレーザ照射装置。
- [請求項2] 前記第1のビーム特性可変部は、
- 前記第1のレーザ光が前記第1の照射ヘッドに入射するように光路が切り替えられた場合の前記第1のレーザ装置と前記第1の照射ヘッドとの間の第1の光路長と、前記第1のレーザ光が前記第2の照射ヘッドに入射するように光路が切り替えられた場合の前記第1のレーザ装置と前記第2の照射ヘッドとの間の第2の光路長とが略同じとなるように、前記第1のレーザ光の光路長を変化させる第1の光路長可変部である
- 請求項1に記載のレーザ照射装置。

- [請求項3] 前記第2のビーム特性可変部は、
前記第2のレーザ光が前記第2の照射ヘッドに入射するように光路が切り替えられた場合の前記第2のレーザ装置と前記第2の照射ヘッドとの間の第1の光路長と、前記第2のレーザ光が前記第1の照射ヘッドに入射するように光路が切り替えられた場合の前記第2のレーザ装置と前記第1の照射ヘッドとの間の第2の光路長とが略同じとなるように、前記第2のレーザ光の光路長を変化させる第2の光路長可変部である
請求項1に記載のレーザ照射装置。
- [請求項4] 前記第1のビーム特性可変部は、
前記第1のレーザ光が前記第1の照射ヘッドに入射するように光路が切り替えられた場合の第1のビームサイズ及び第1のビーム発散角と、前記第1のレーザ光が前記第2の照射ヘッドに入射するように光路が切り替えられた場合の第2のビームサイズ及び第2のビーム発散角とが略同じとなるように前記第1のレーザ光のビーム特性を変化させる第1の転写光学系である
請求項1に記載のレーザ照射装置。
- [請求項5] 前記第2のビーム特性可変部は、
前記第2のレーザ光が前記第2の照射ヘッドに入射するように光路が切り替えられた場合の第1のビームサイズ及び第1のビーム発散角と、前記第2のレーザ光が前記第1の照射ヘッドに入射するように光路が切り替えられた場合の第2のビームサイズ及び第2のビーム発散角とが略同じとなるように、前記第2のレーザ光のビーム特性を変化させる第2の転写光学系である
請求項1に記載のレーザ照射装置。
- [請求項6] 前記第1のレーザ装置と前記第2のレーザ装置とのいずれか一方が運転不可能となった場合に、前記ビームデリバリ一部を制御して光路の切り替えを行う制御部、をさらに備えた

請求項 1 に記載のレーザ照射装置。

[請求項7]

前記制御部は、

前記第 1 のレーザ装置と前記第 2 のレーザ装置との双方が運転可能である場合には、前記第 1 のレーザ光が前記第 1 の照射ヘッドに入射し、かつ、前記第 2 のレーザ光が前記第 2 の照射ヘッドに入射するように、前記ビームデリバリー部を制御し、

前記第 1 のレーザ装置と前記第 2 のレーザ装置とのいずれか一方が運転不可能である場合には、運転可能な前記第 1 のレーザ装置から出力された前記第 1 のレーザ光と運転可能な前記第 2 のレーザ装置から出力された前記第 2 のレーザ光とのうちいずれか一方が、前記第 1 の照射ヘッドと前記第 2 の照射ヘッドとのうちいずれか一方に入射した後、他方に入射するように前記ビームデリバリー部を制御する

請求項 6 に記載のレーザ照射装置。

[請求項8]

前記制御部は、

前記第 1 のレーザ装置と前記第 2 のレーザ装置とのいずれか一方が運転不可能となった場合に、前記ビームデリバリー部による光路の切り替えに応じて、前記第 1 のビーム特性可変部と第 2 のビーム特性可変部とのいずれか一方を制御して、前記運転可能なレーザ装置から出力されたレーザ光のビーム特性を変化させる

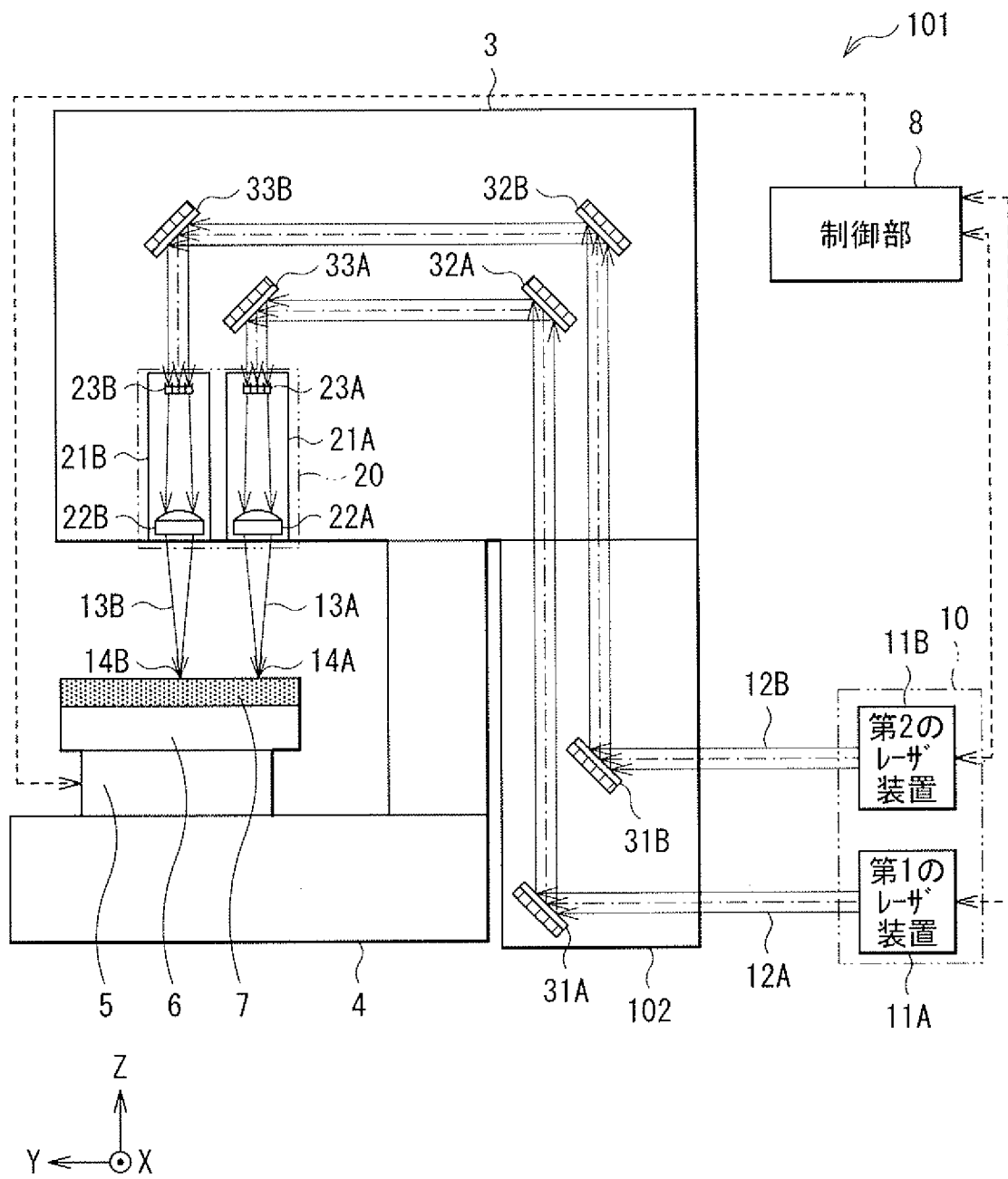
請求項 7 に記載のレーザ照射装置。

[請求項9]

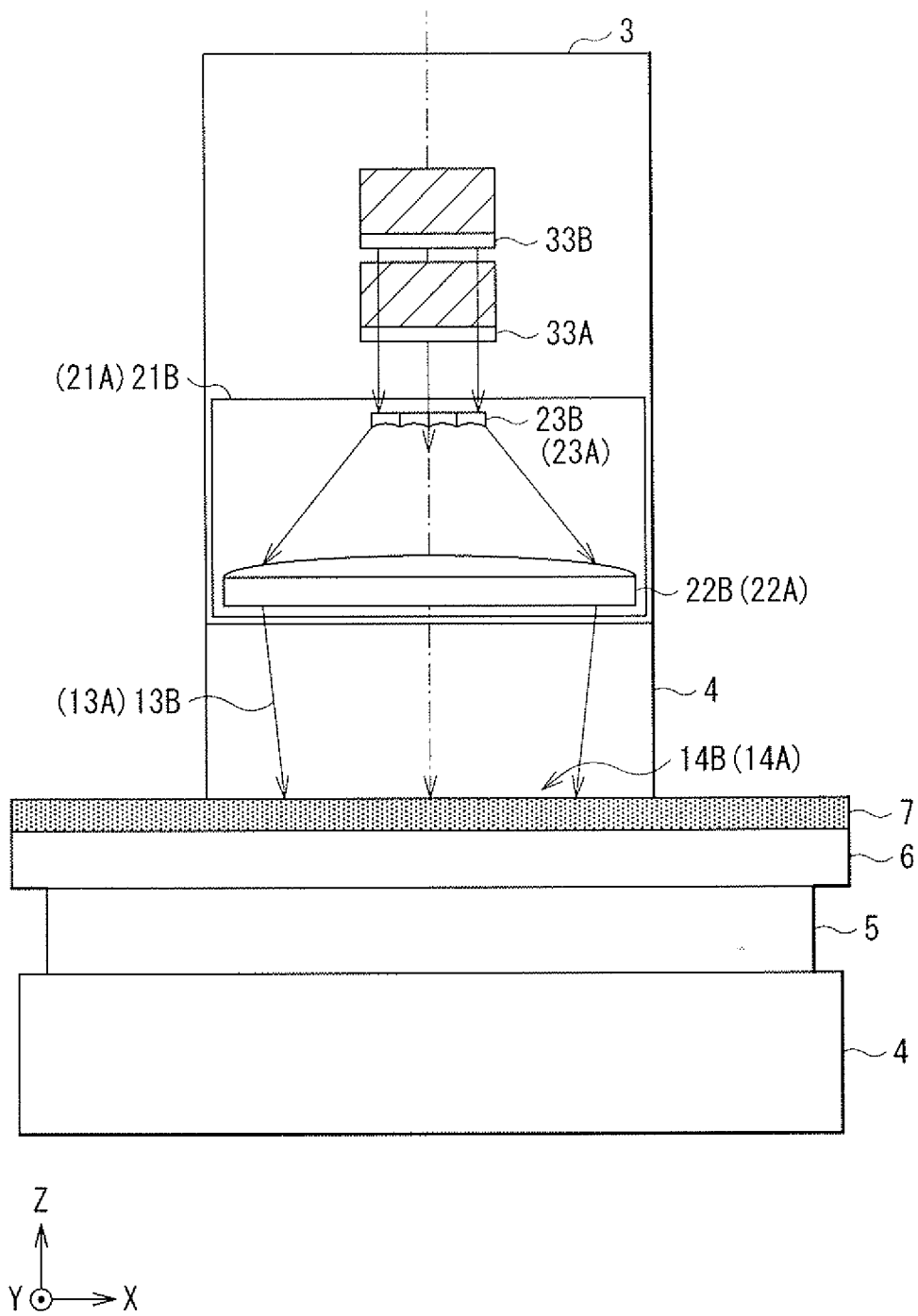
前記第 1 のレーザ装置と前記第 2 のレーザ装置とのうちいずれかが運転不可能となった場合に、その運転不可能となった装置は、所定の運転停止通知信号を前記制御部に出力する

請求項 6 に記載のレーザ照射装置。

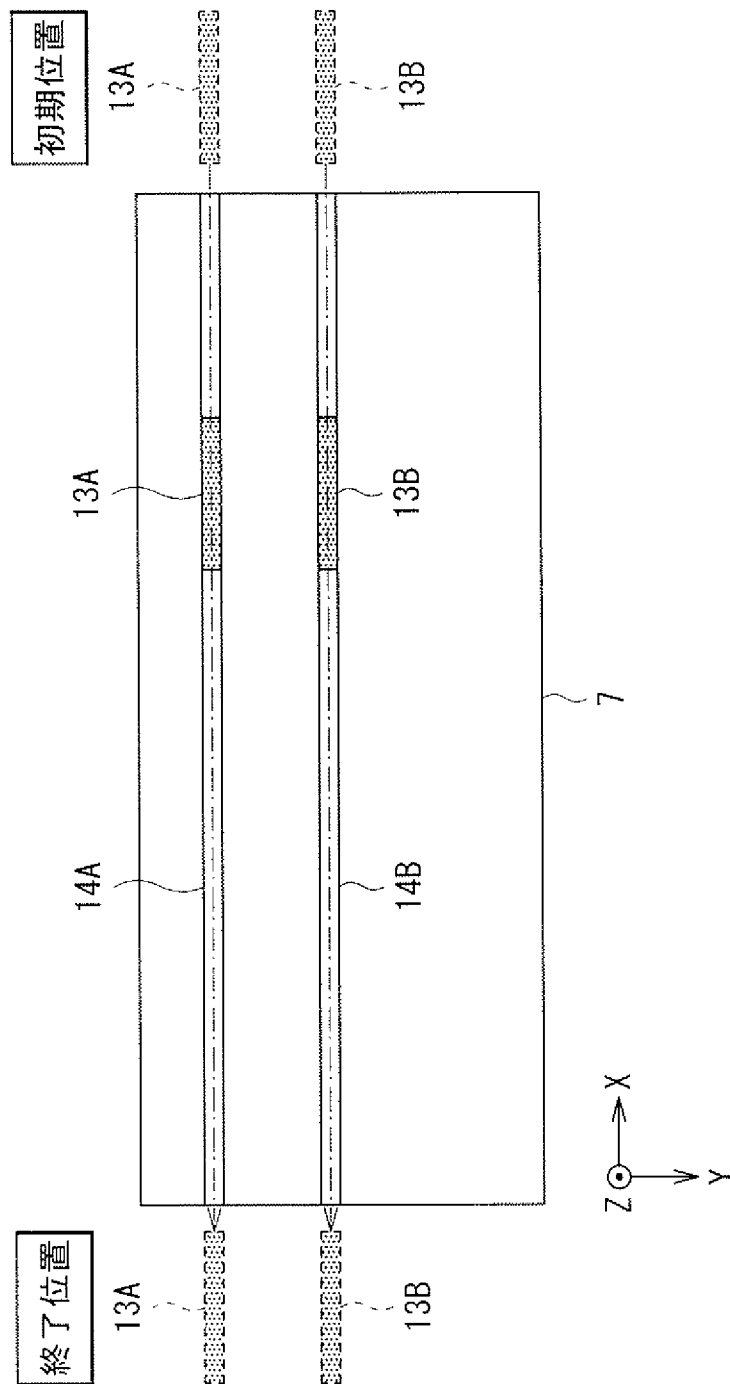
[図1]



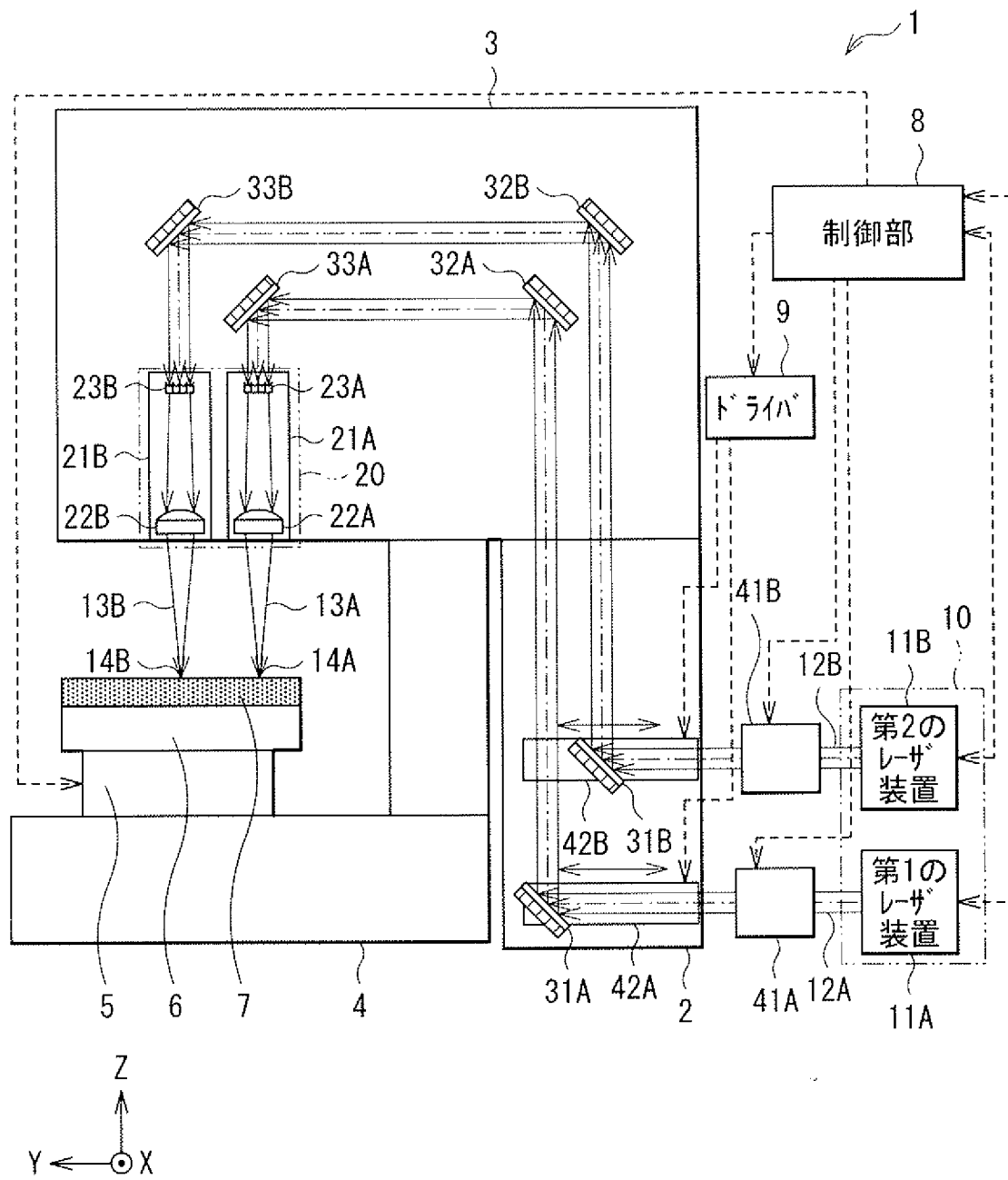
[図2]



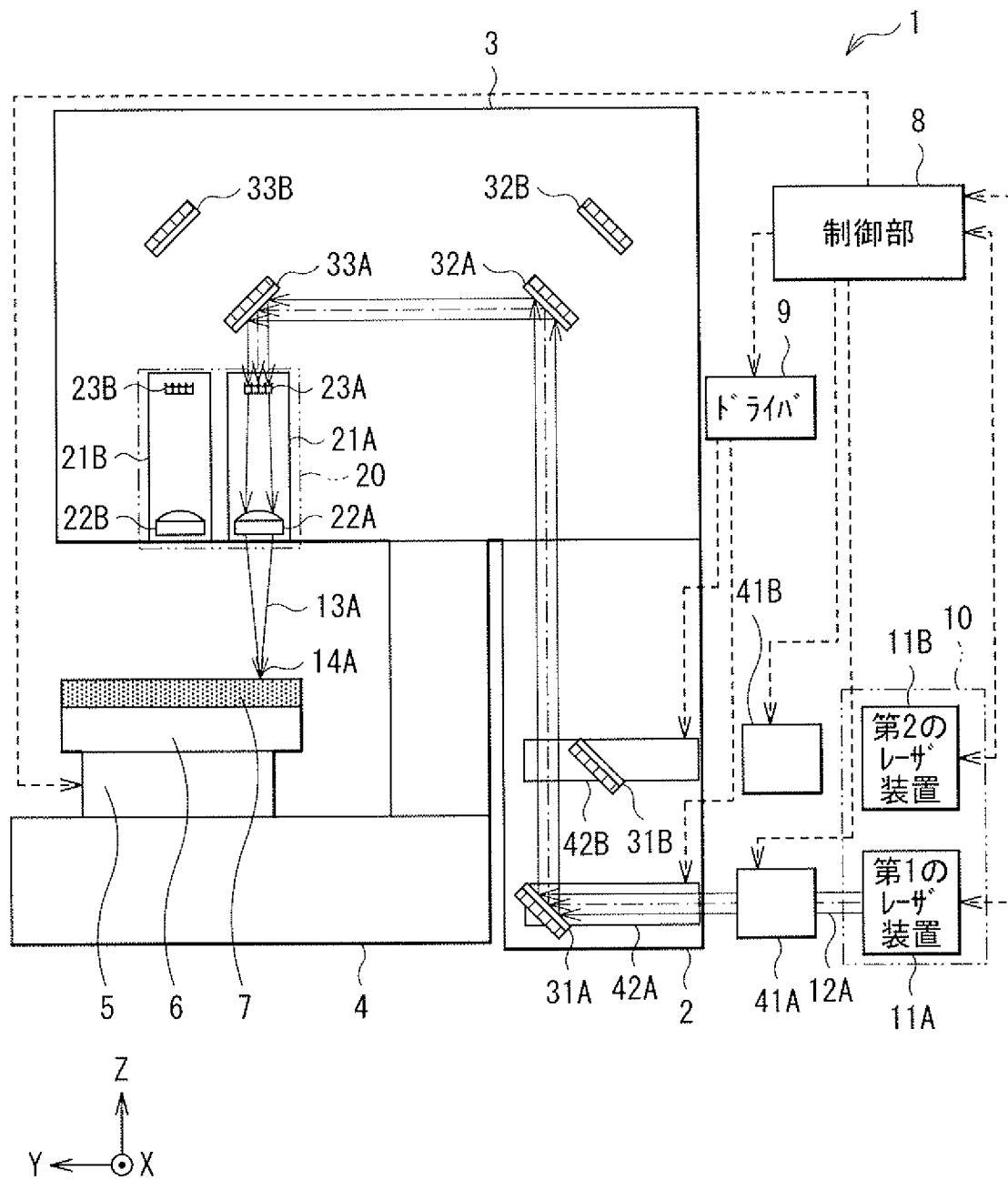
[図3]



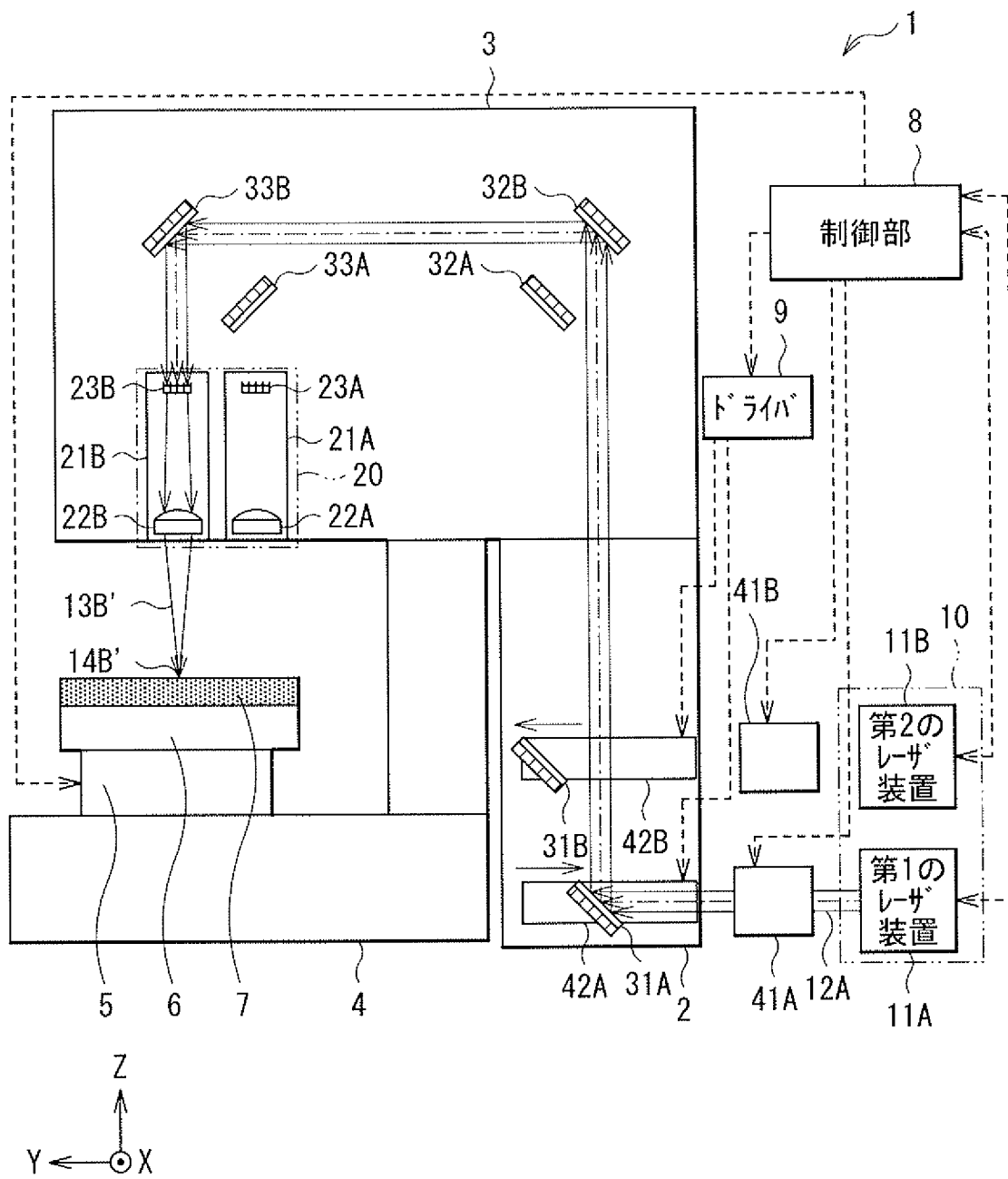
[図4]



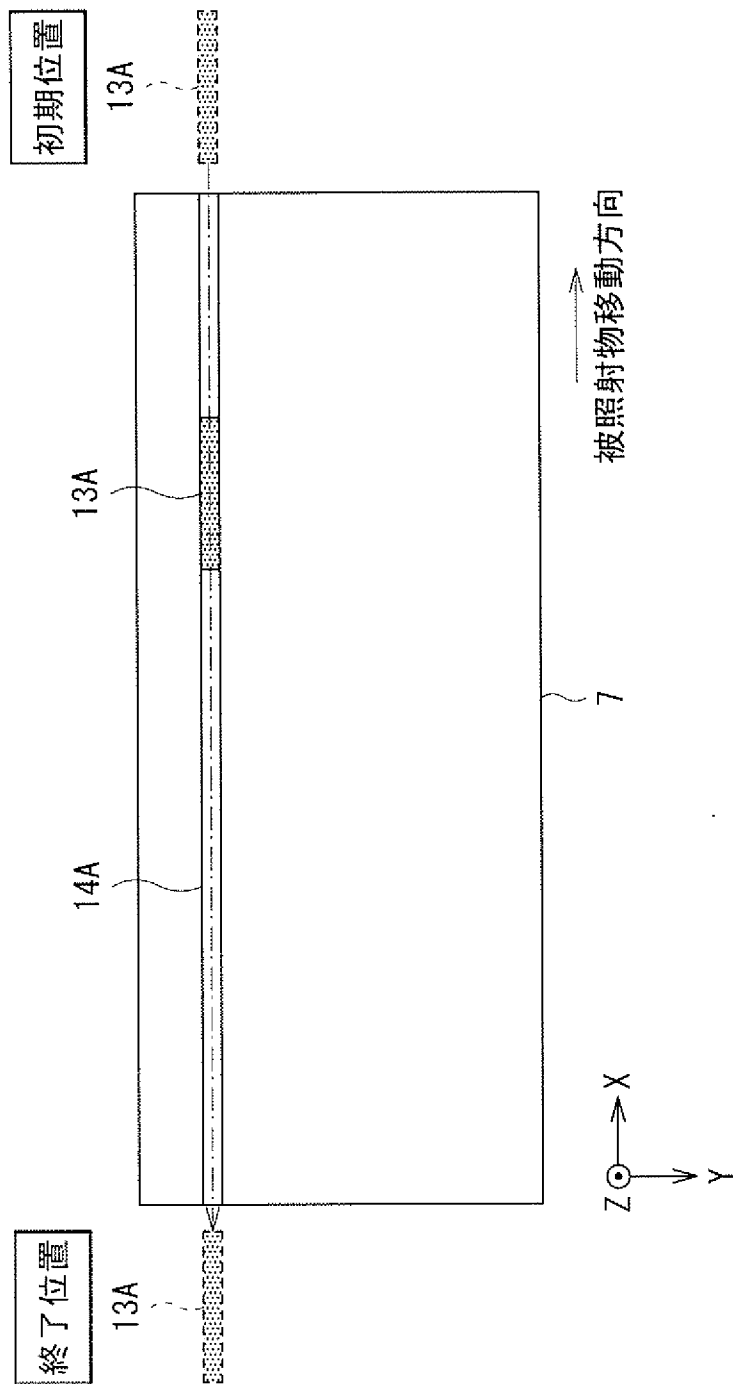
[図5]



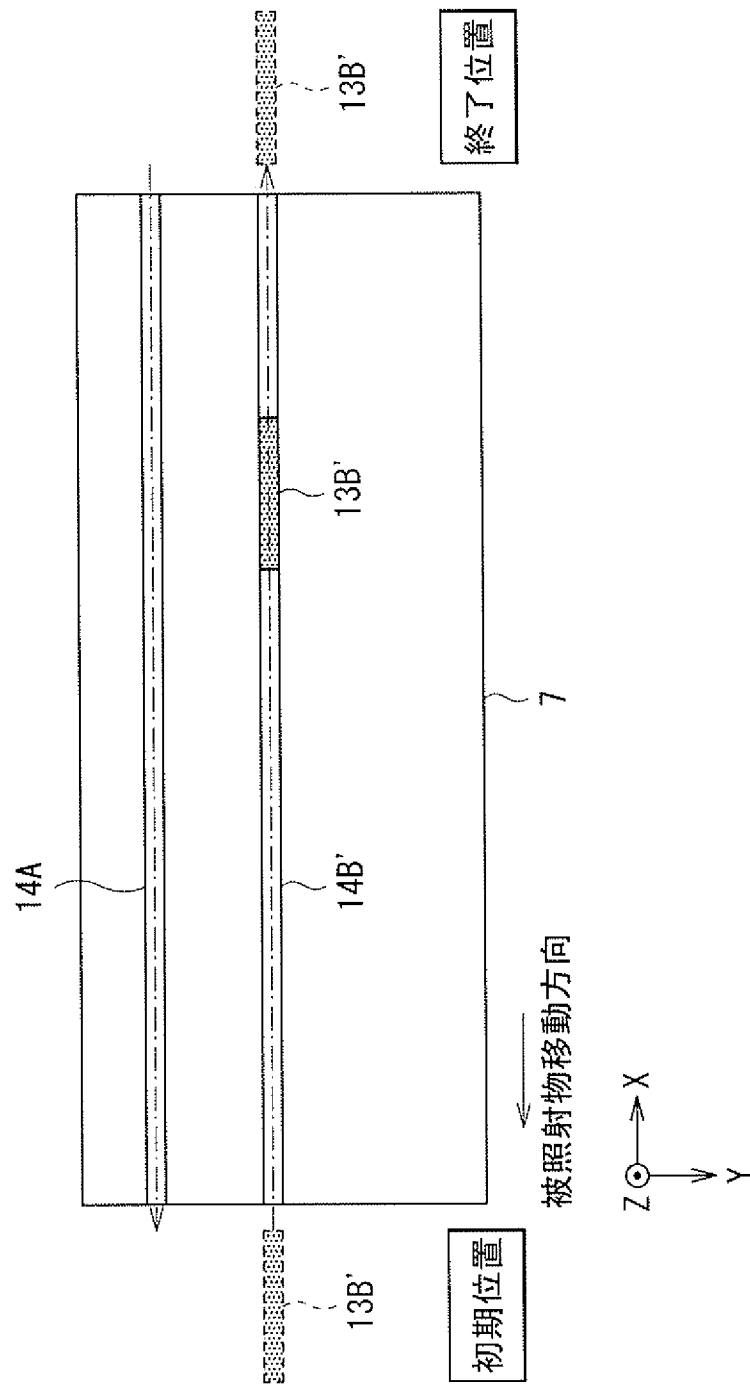
[図6]



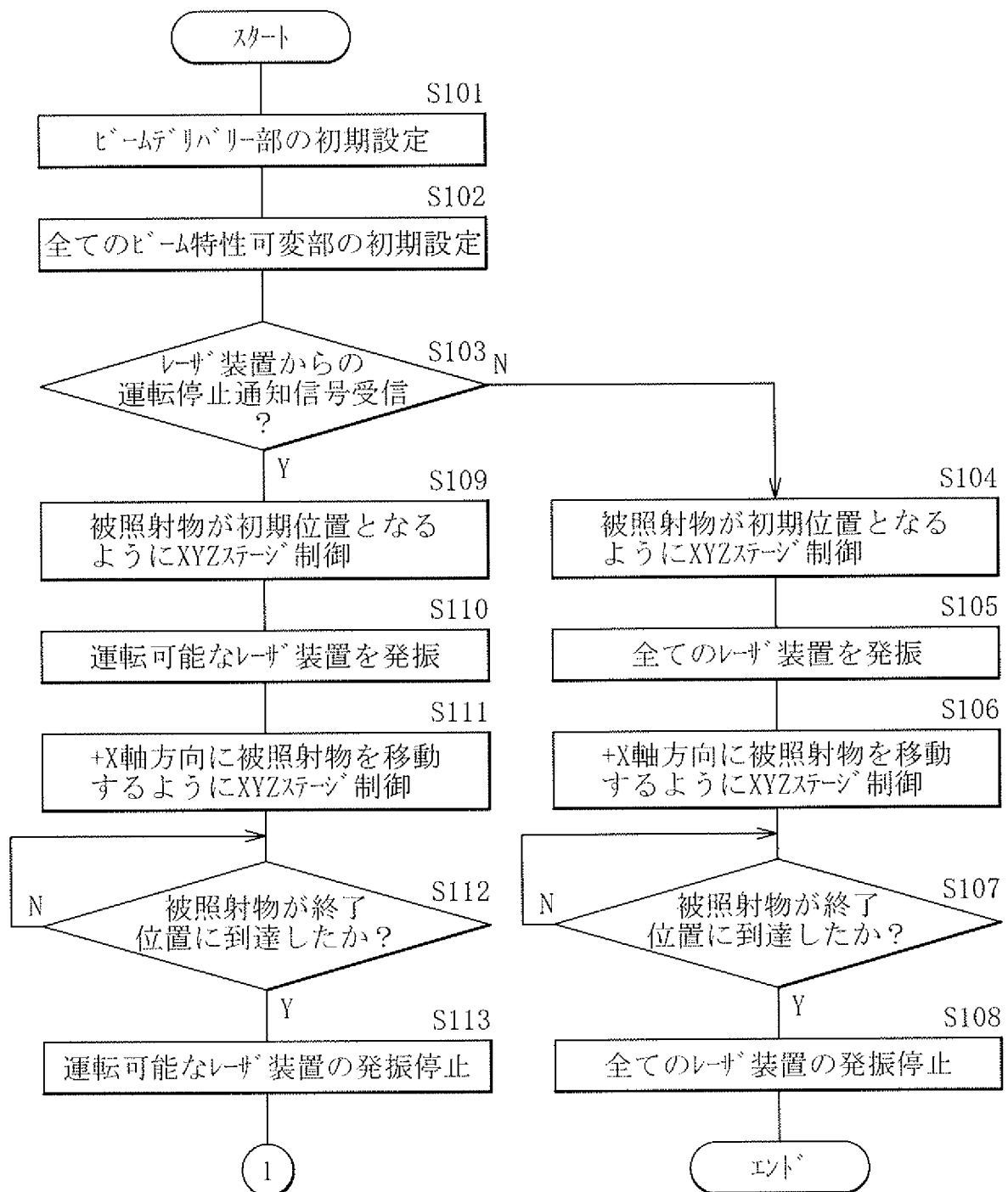
[図7]



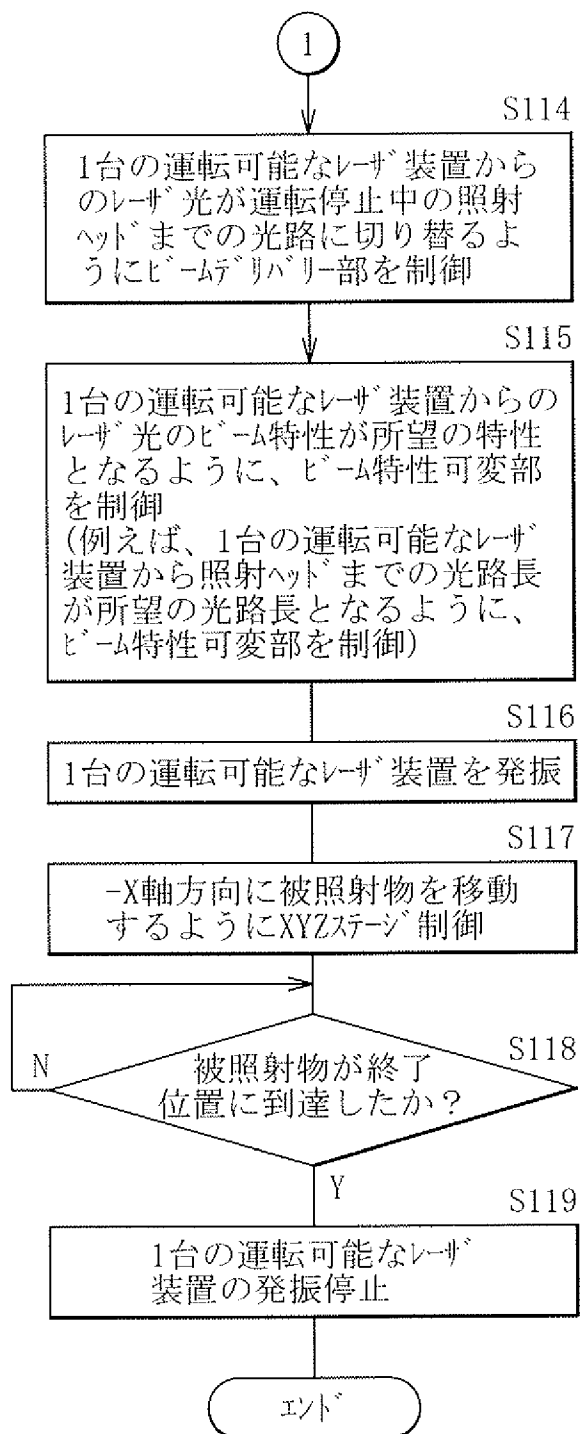
[図8]



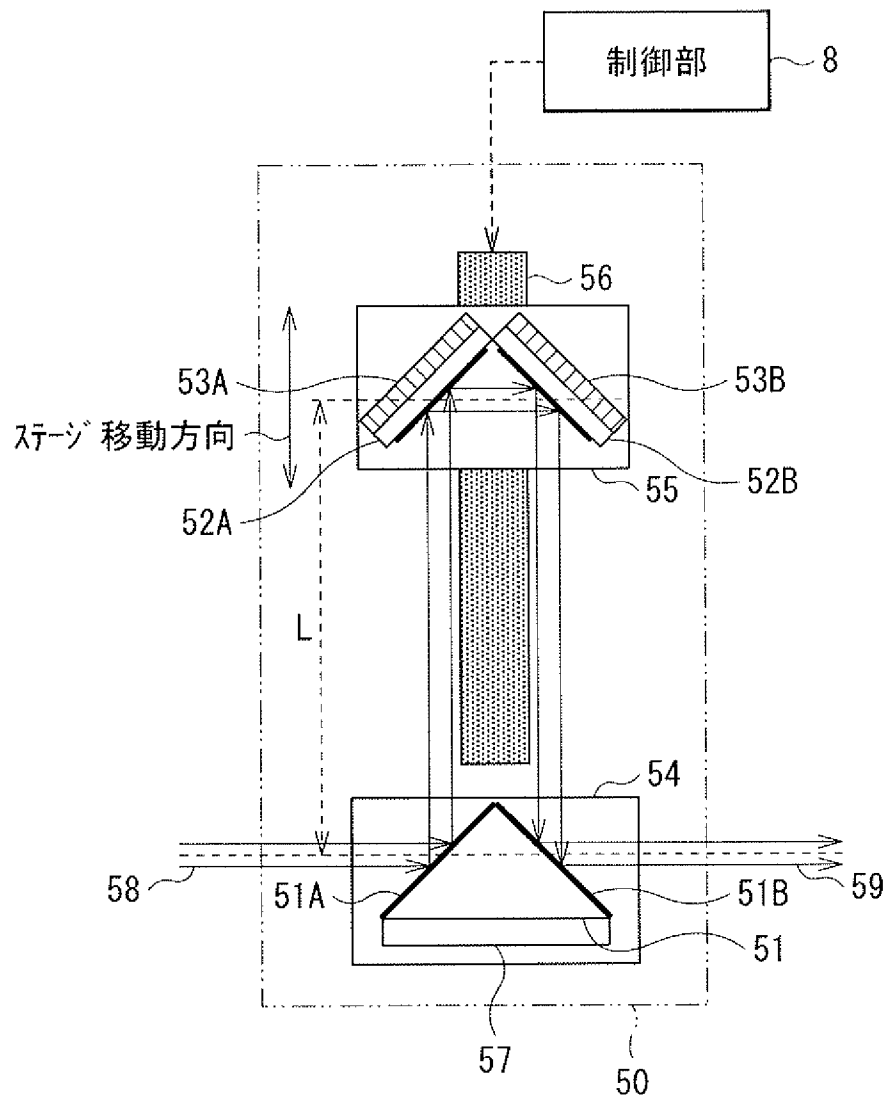
[図9]



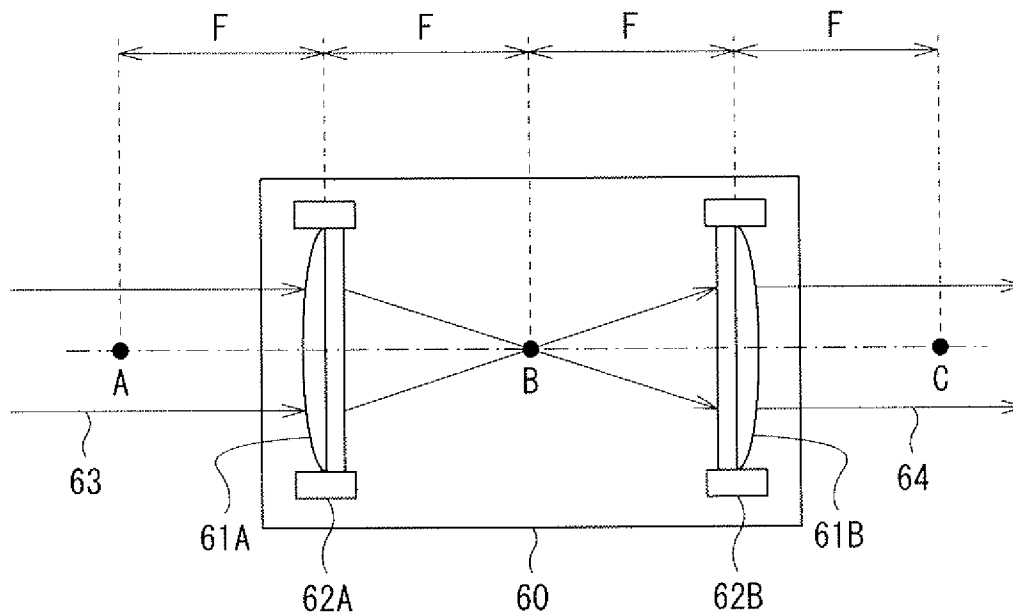
[図10]



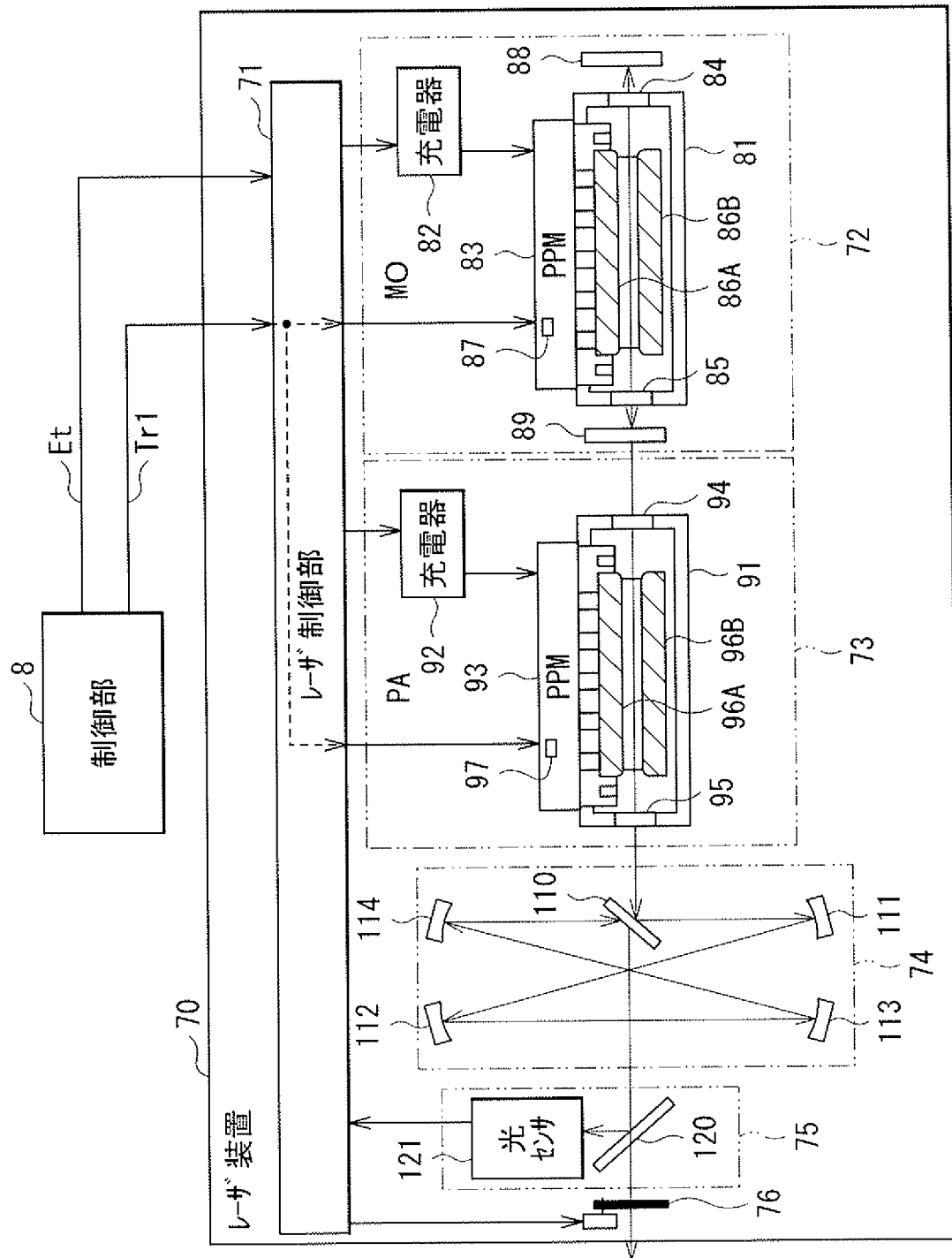
[図11]



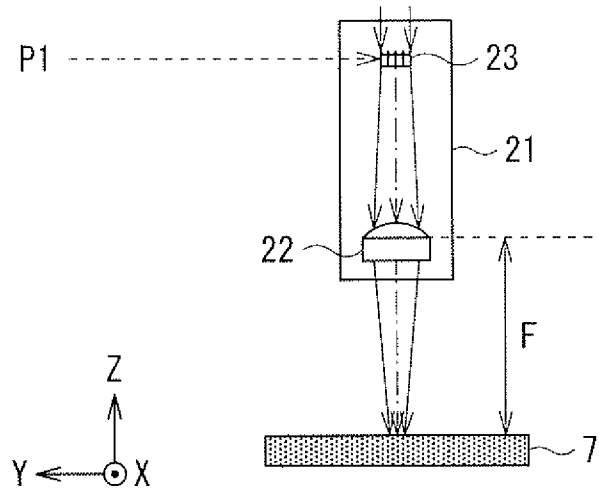
[図12]



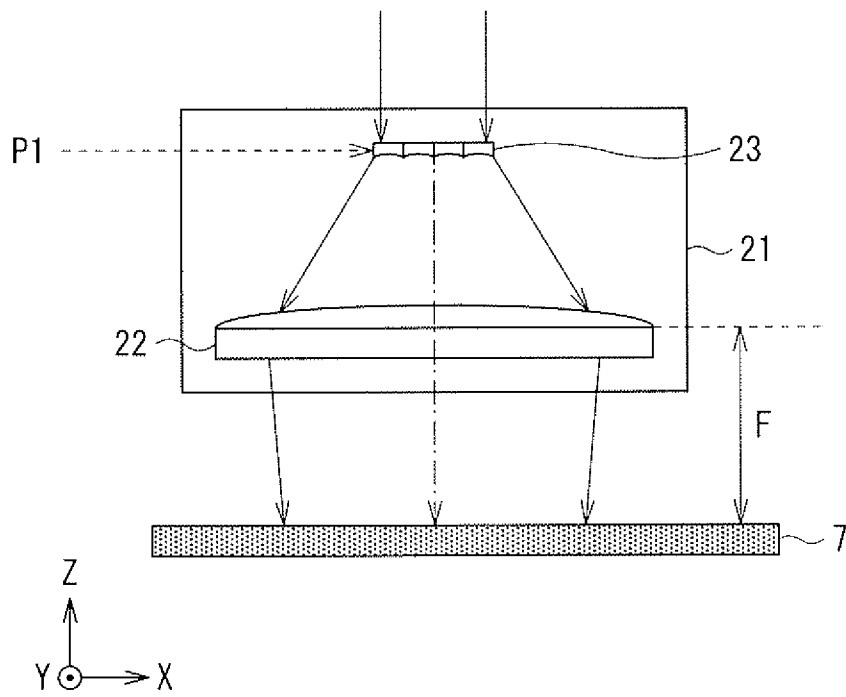
[図15]



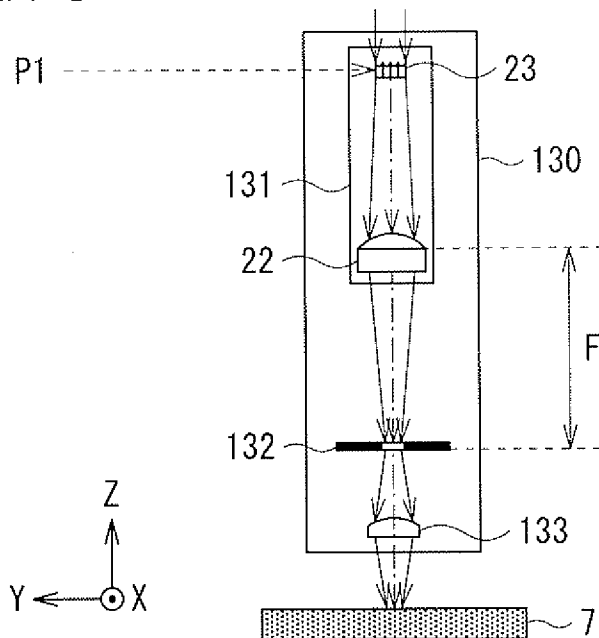
[図16]



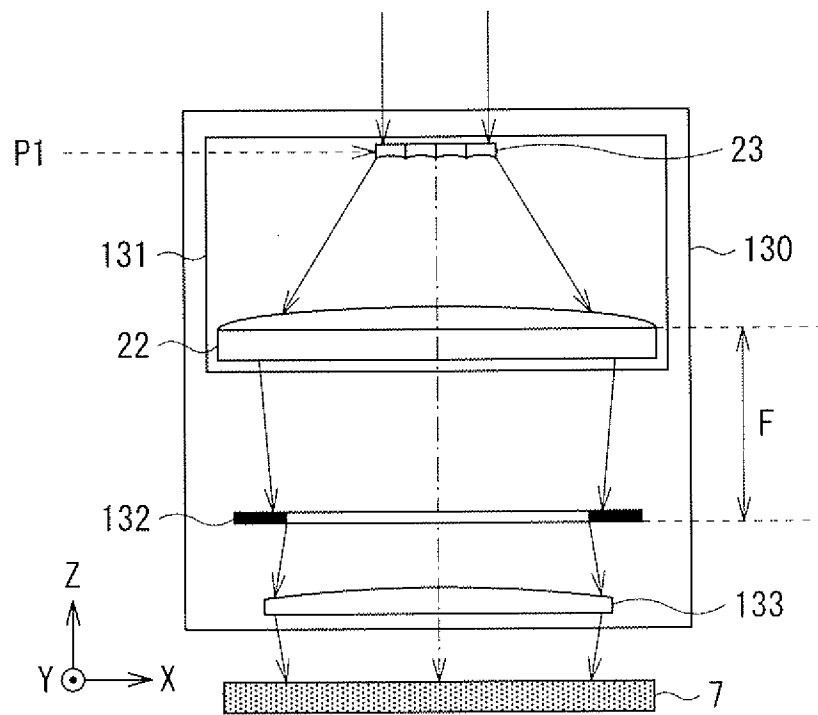
[図17]



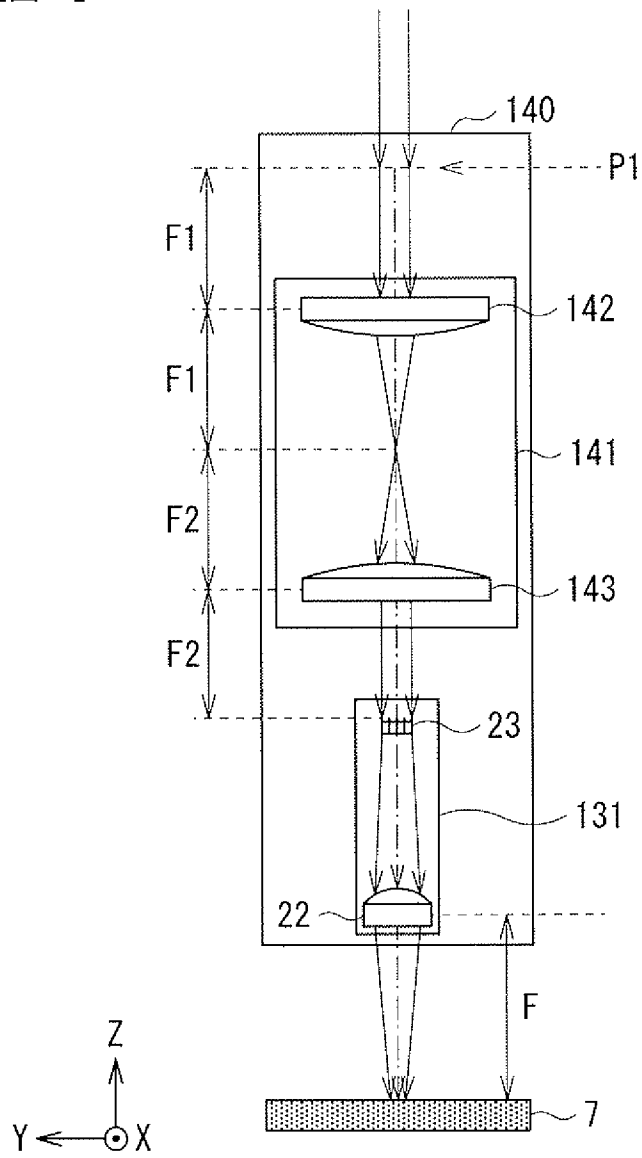
[図18]



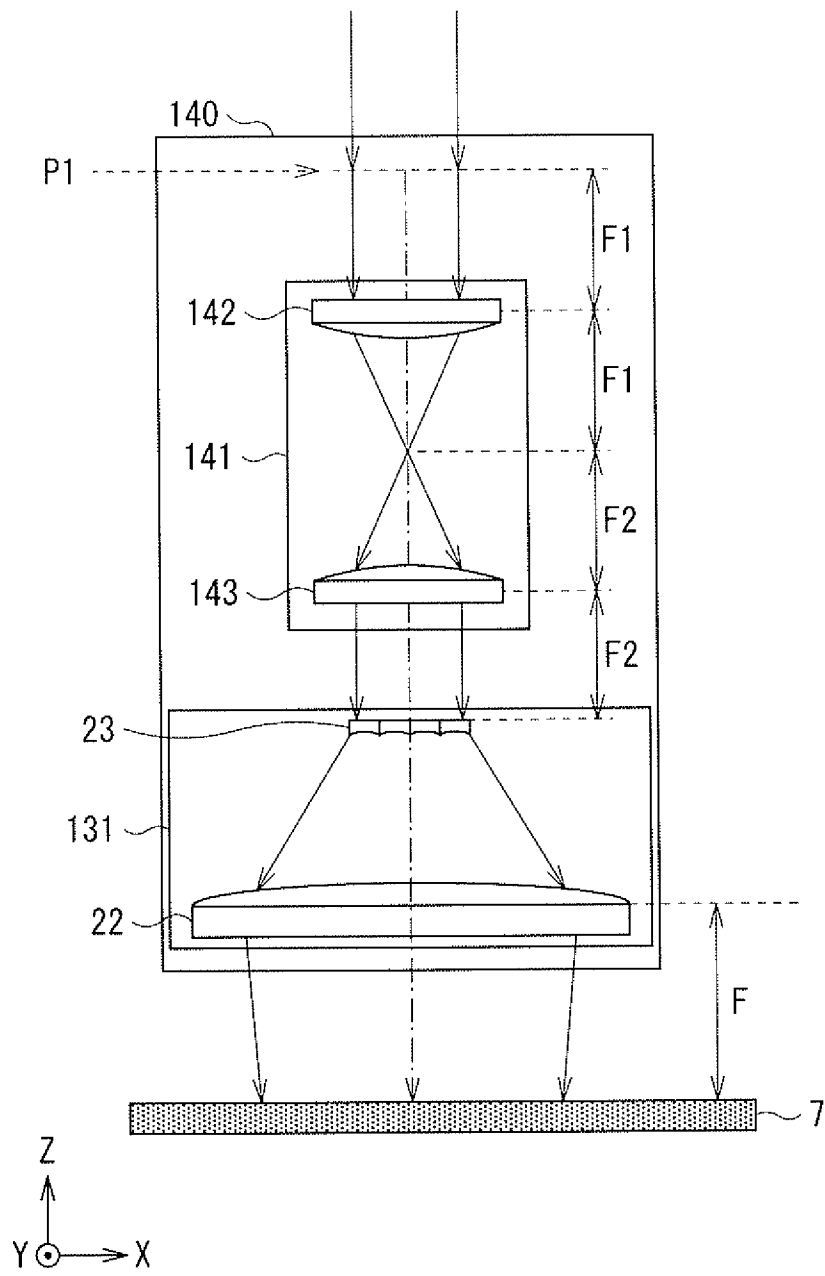
[図19]



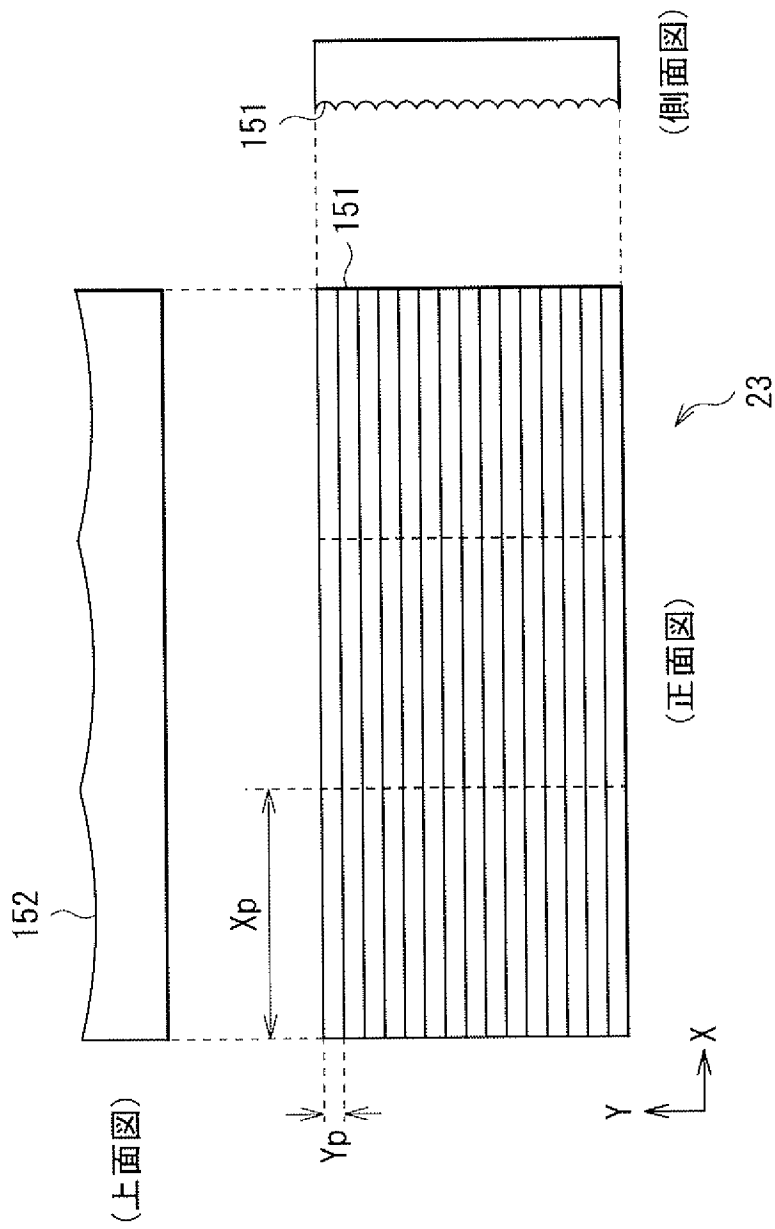
[図20]



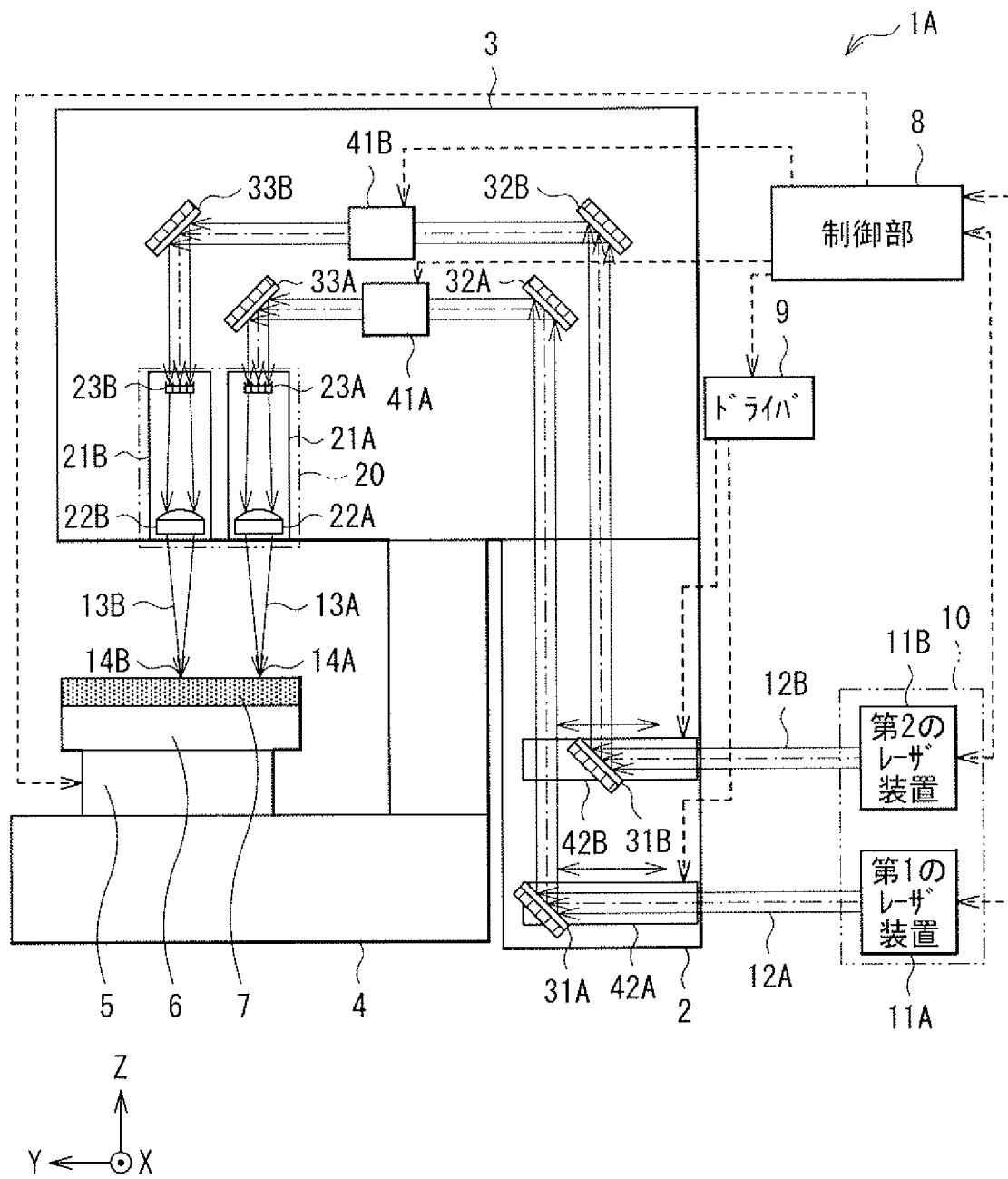
[図21]



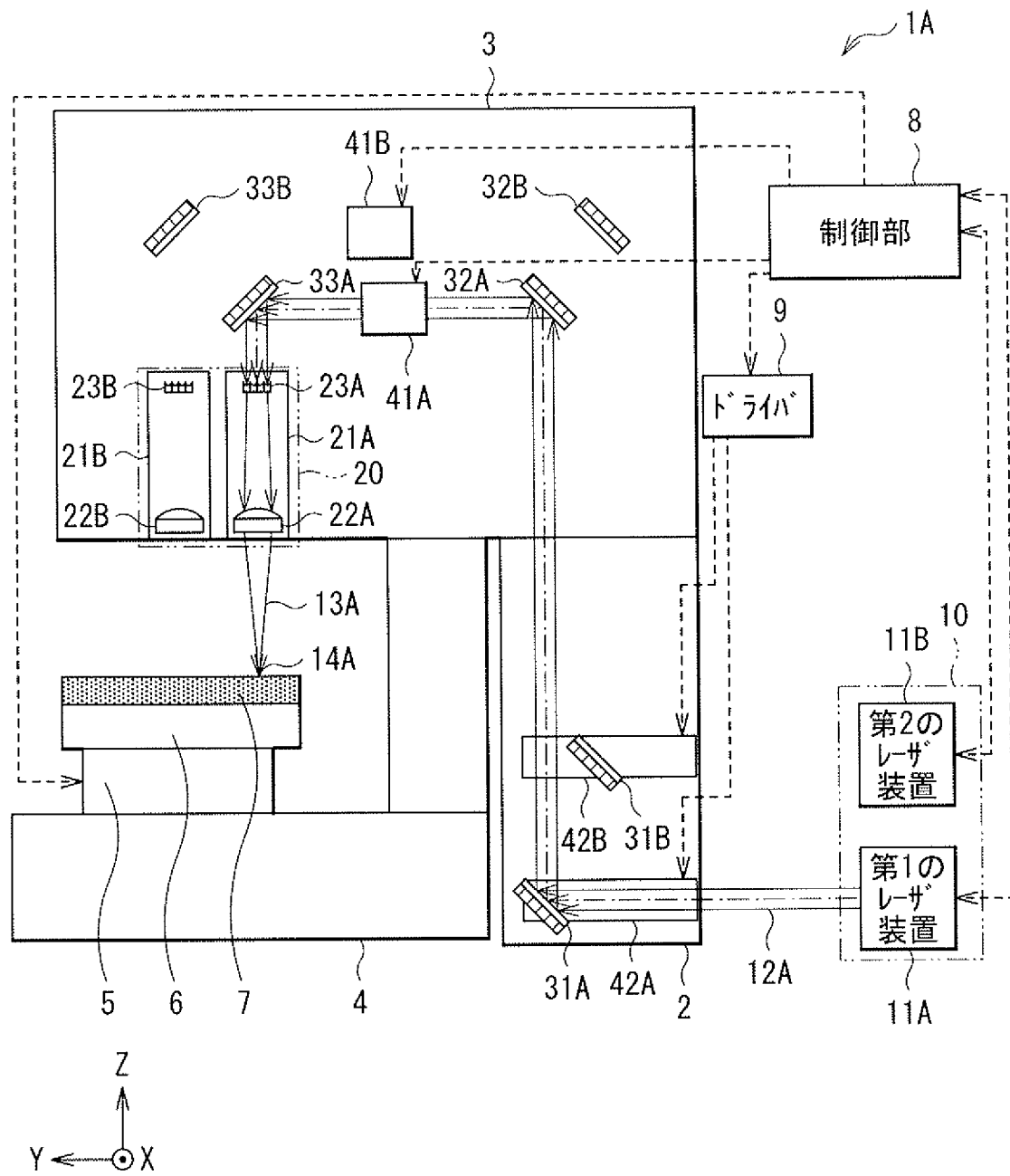
[図22]

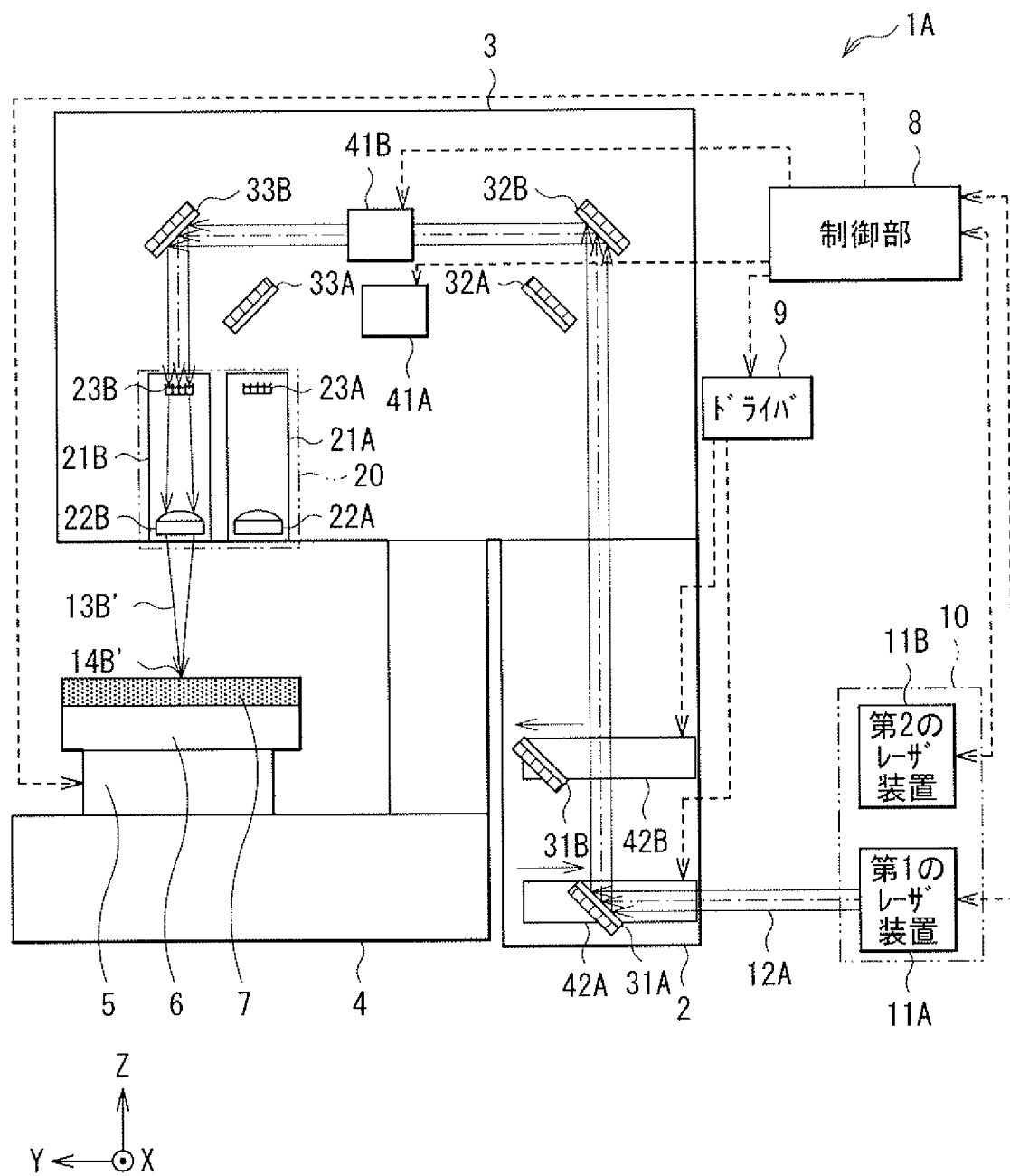


[図23]

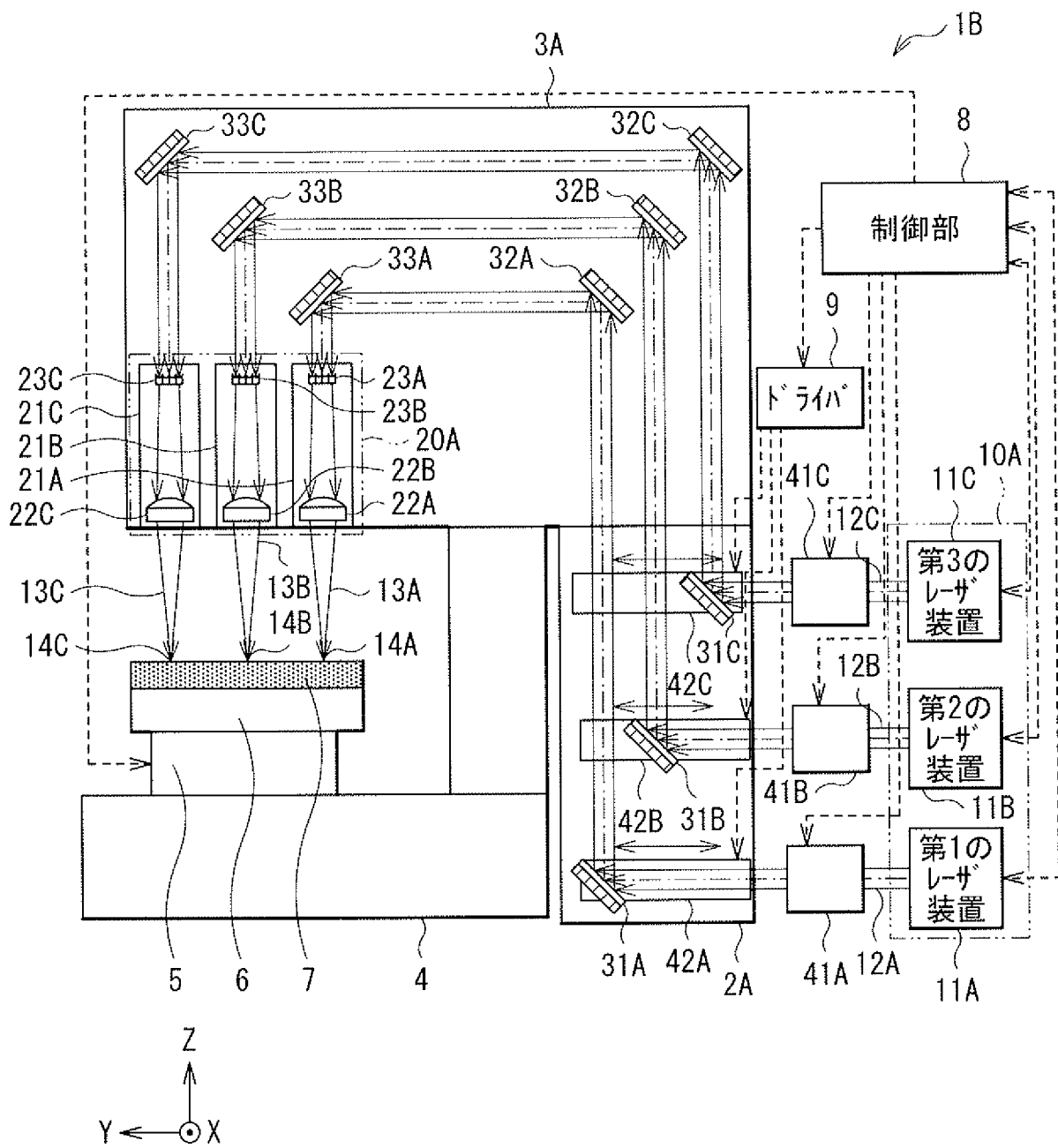


[図24]

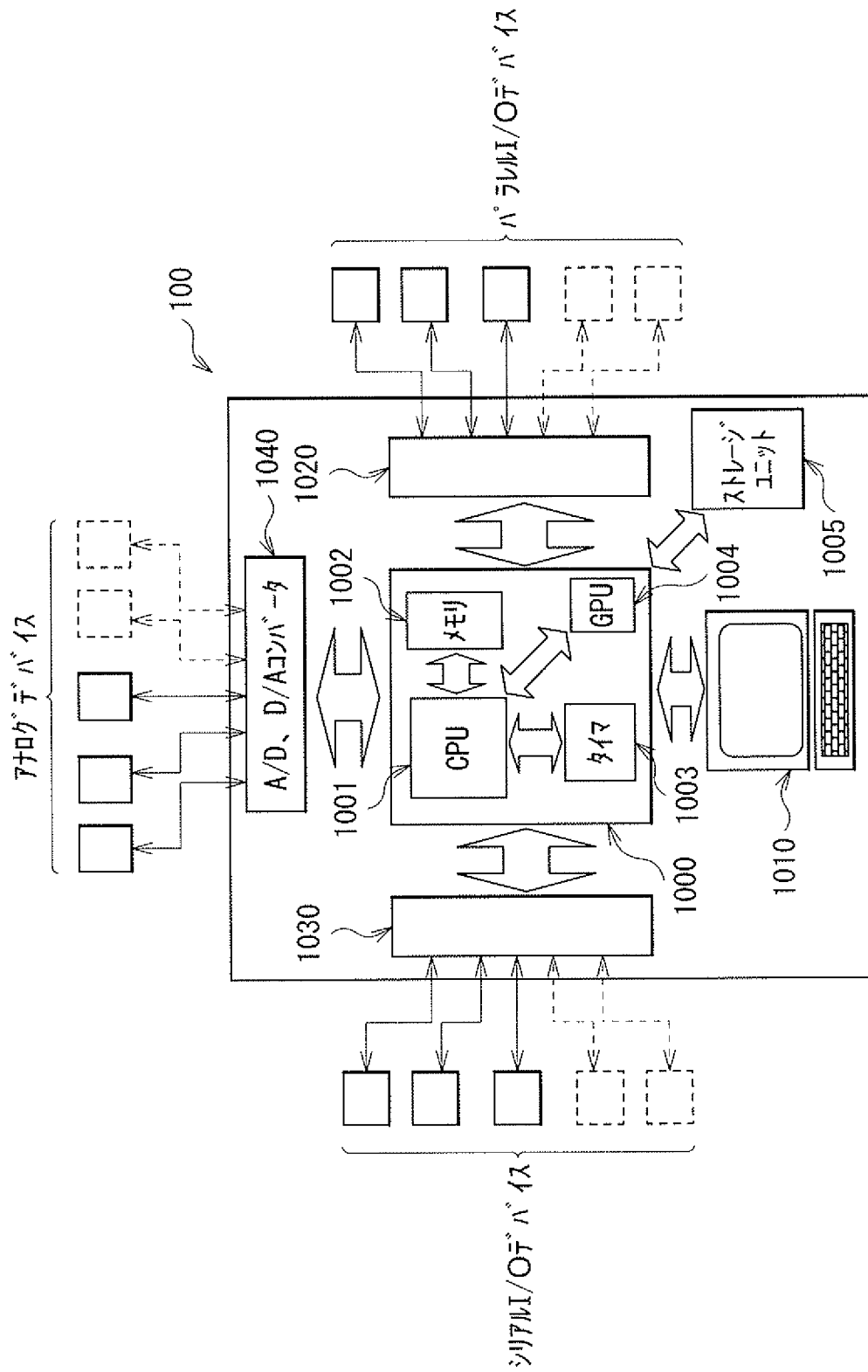




[図26]



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/086161

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/268(2006.01)i, B23K26/00(2014.01)i, B23K26/073(2006.01)i,
H01L21/20(2006.01)i, H01S3/00(2006.01)i, H01S3/10(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, B23K26/00, B23K26/073, H01L21/20, H01S3/00, H01S3/10

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-033767 A (Honda Motor Co., Ltd.), 09 February 1999 (09.02.1999), claims; paragraphs [0009] to [0034]; fig. 1 to 7 & US 6127647 A claims; column 2, line 14 to column 5, line 29; fig. 1 to 7 & GB 2327059 A & CA 2242930 A	1-9
Y	JP 2008-281705 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 20 November 2008 (20.11.2008), claims; paragraphs [0011] to [0014]; fig. 5 to 8, 11 (Family: none)	1-9

☒ 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
07 March 2016 (07.03.16)

Date of mailing of the international search report
22 March 2016 (22.03.16)

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/JP2015/086161

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2015/151177 A1 (Gigaphoton Inc.), 08 October 2015 (08.10.2015), claims; paragraphs [0107] to [0123]; fig. 7 to 8 (Family: none)	1-9

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, B23K26/00(2014.01)i, B23K26/073(2006.01)i, H01L21/20(2006.01)i, H01S3/00(2006.01)i, H01S3/10(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, B23K26/00, B23K26/073, H01L21/20, H01S3/00, H01S3/10

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	JP 11-033767 A (本田技研工業株式会社) 1999.02.09, 特許請求の範囲, 段落【0009】 - 【0034】, 第1-7図 & US 6127647 A, 請求の範囲, 第2欄第14行-第5欄第29行, 第1-7図 & GB 2327059 A & CA 2242930 A	1-9
Y	JP 2008-281705 A (大日本スクリーン製造株式会社) 2008.11.20, 特許請求の範囲, 段落【0011】 - 【0014】, 第5-8, 11図 (ファミリーなし)	1-9

☑ 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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

07.03.2016

国際調査報告の発送日

22.03.2016

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)

桑原 清

50

9375

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	WO 2015/151177 A1 (ギガフォトン株式会社) 2015.10.08, 請求の範囲, 段落【0107】 - 【0123】, 第7-8 図 (ファミリーなし)	1 - 9