

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7579112号
(P7579112)

(45)発行日 令和6年11月7日(2024.11.7)

(24)登録日 令和6年10月29日(2024.10.29)

(51) 國際特許分類

H 0 1 L 21/20 (2006.01) H 0 1 L 21/20
H 0 1 L 21/268(2006.01) H 0 1 L 21/268

F I

0 1 L 21/20
0 1 L 21/268 J

請求項の数 18 (全25頁)

(21)出願番号	特願2020-187793(P2020-187793)	(73)特許権者	521476506 J S W アクティナシステム株式会社
(22)出願日	令和2年11月11日(2020.11.11)		
(65)公開番号	特開2022-77121(P2022-77121A)		神奈川県横浜市金沢区福浦二丁目 2 番地
(43)公開日	令和4年5月23日(2022.5.23)		1
審査請求日	令和5年8月15日(2023.8.15)	(74)代理人	100103894 弁理士 家入 健
		(72)発明者	田中 博也 東京都品川区大崎一丁目 11 番 1 号 株式会社日本製鋼所内
		(72)発明者	鄭 石煥 東京都品川区大崎一丁目 11 番 1 号 株式会社日本製鋼所内
		(72)発明者	小田嶋 保 東京都品川区大崎一丁目 11 番 1 号 株式会社日本製鋼所内

(54)【発明の名称】 レーザ照射装置、及び半導体装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザ光をラインビーム状にして、対象物に照射する光学系モジュールと、前記対象物で反射した反射光を吸収するビームダンパと、備えたレーザ照射装置であつて、

前記レーザ光が透過するスリットが形成された遮断板をさらに備えており、

前記ビームダンパは、前記遮断板で反射した反射光を吸収し、

前記ビームダンパは、第1部材と、前記第1部材に対向するよう固定された第2部材とを備え、

前記第1部材は前記反射光が入射する底部を備え、

前記底部は、前記対象物で反射した反射光を前記第1部材と前記第2部材とで囲まれた内部空間に向けて反射する反射面を有しており、

前記底部に設けられた前記反射面が凹面の曲面鏡となっており、

前記ラインピームの長手方向と直交する断面視において、円弧状又は放物線状となっており、

前記曲面鏡の曲率中心が、前記内部空間の外側、かつ、対象物側に配置されて

ザ照射装置。

【請求項 2】
前記ビームダンパには、前記内部空間に向けて配置され、前記反射光を吸収する光吸收

【請求項 3】

前記ビームダンパは、

前記光吸收素子が設けられた終端部と、

前記底部と、前記終端部との間に配置された対向部と、をさらに備え、

前記対向部には、上側反射面と、前記上側反射面と対向する下側反射面とが設けられ、

前記底部の前記反射面で反射した反射光の少なくとも一部が、前記上側反射面と前記下側反射面で反射して、前記光吸收素子に入射する請求項2に記載のレーザ照射装置。

【請求項 4】

前記上側反射面と前記下側反射面とが互いに平行な平面となっており、

前記終端部には、前記対向部からの反射光を前記光吸收素子に向けて反射する終端部反射面が設けられており、

前記底部の前記反射面で反射した反射光の一部は前記上側反射面と前記下側反射面での反射を繰り返して、前記終端部反射面に入射し、

前記ラインビームの長手方向と直交する断面において、前記終端部反射面は、前記対象物側かつ前記対向部側を向いた凹面となっており、かつ、円弧状又は放物線状の曲面となっており、

前記ラインビームの長手方向と直交する断面において、前記終端部反射面の曲率中心が前記内部空間内にある、

請求項3に記載のレーザ照射装置。

【請求項 5】

前記対象物の主面と直交する直交方向において、前記終端部が前記下側反射面よりも前記対象物側に窪んだ凹部を備え、

前記凹部に前記光吸收素子が配置されている請求項3、又は4に記載のレーザ照射装置。

【請求項 6】

前記底部は、前記反射光が通過する開口部を有しており、

前記遮断板からの反射光が前記開口部を介して前記ビームダンパの前記内部空間に入射する請求項1～5のいずれか1項に記載のレーザ照射装置。

【請求項 7】

前記遮断板と前記ビームダンパとを収容する密閉筐体をさらに備えた請求項6に記載のレーザ照射装置。

【請求項 8】

前記第1部材及び前記第2部材の前記内部空間に向いた面が入射した前記反射光の一部を吸収する請求項1～7のいずれか1項に記載のレーザ照射装置。

【請求項 9】

前記第1部材及び前記第2部材には、冷却管が設けられている請求項1～8のいずれか1項に記載のレーザ照射装置。

【請求項 10】

(A) 光学系モジュールからレーザ光を、半導体を含む膜が形成された基板に向けて出射させる工程と、

(B) ラインビーム状の前記レーザ光を、前記基板に照射する工程と、

(C) 前記基板に照射されたレーザ光のうち、前記基板で反射した反射光をビームダンパに受光させるステップと、を備え、

前記光学系モジュール

前記ビームダンパは、第1部材と、前記第1部材に対向するように固定された第2部材と、を備え、

前記第1部材は前記反射光が入射する底部を備え、

前記底部は、前記基板で反射した反射光を前記第1部材と前記第2部材とで囲まれた内部空間に向けて反射する反射面を有しており、

前記レーザ光を遮断板に形成されたスリットを通過させ、前記スリットを通過したレーザ光が前記基板に照射され、

10

20

30

40

50

前記底部に設けられた前記反射面が凹面の曲面鏡となっており、
前記ラインビームの長手方向と直交する断面において、円弧状又は放物線状となつて
おり、

前記曲面鏡の曲率中心が、前記内部空間の外側、かつ、基板側に配置されている
半導体装置の製造方法。

【請求項 1 1】

前記ビームダンパには、前記内部空間に向けて配置され、前記反射光を吸収する光吸收素子が設けられている請求項 1 0 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 2】

前記ビームダンパは、
 前記光吸收素子が設けられた終端部と、
 前記底部と、前記終端部との間に配置された対向部と、をさらに備え、
 前記対向部には、上側反射面と、前記上側反射面と対向する下側反射面とが設けられ、
 前記底部の前記反射面で反射した反射光の少なくとも一部が、前記上側反射面と前記下側反射面で反射して、前記光吸收素子に入射する請求項 1 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 3】

前記上側反射面と前記下側反射面とが互いに平行な平面となつており、
 前記終端部には、前記対向部からの反射光を前記光吸收素子に向けて反射する終端部反射面が設けられており、
 前記底部の前記反射面で反射した反射光の一部は前記上側反射面と前記下側反射面での反射を繰り返して、前記終端部反射面に入射し、
 前記終端部反射面は、前記基板側かつ前記対向部側を向いた凹面となつており、
 前記ラインビームの長手方向と直交する断面において、前記終端部反射面は、円弧状又は放物線状の曲面となつており、
 前記ラインビームの長手方向と直交する断面において、前記終端部反射面の曲率中心が前記内部空間内にある、
 請求項 1 2 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 4】

前記基板の主面と直交する直交方向において、前記終端部が前記下側反射面よりも前記基板側に窪んだ凹部を備え、

前記凹部に前記光吸收素子が配置されている請求項 1 2 又は 1 3 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 5】

前記底部は、前記反射光が通過する開口部を有しており、
 前記遮断板からの反射光が前記開口部を介して前記ビームダンパの前記内部空間に入射する請求項 1 0 ~ 1 4 のいずれか 1 項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 6】

前記遮断板と前記ビームダンパとが密閉筐体に収容されている請求項 1 5 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 7】

前記第 1 部材及び前記第 2 部材の前記内部空間に向いた面が入射した前記反射光の一部を吸収する請求項 1 0 ~ 1 6 のいずれか 1 項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 8】

前記第 1 部材及び前記第 2 部材には、冷却管が設けられている請求項 1 0 ~ 1 7 のいずれか 1 項に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明はレーザ照射装置、及び半導体装置の製造方法に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】**【0002】**

シリコン基板やガラス基板などに形成された非晶質膜にレーザ光を照射し、非晶質膜を結晶化させるレーザアニール装置が知られている。特許文献1には、スリットを通過させることによって、レーザ光の光軸に直交する断面において、強度が減少する端部を遮断し、一様な強度のレーザ光を照射光として用いるレーザアニール装置が開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【文献】特開2018-60927号公報

10

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

特許文献1に開示されたレーザアニール装置は、スリットが形成された遮断板と、遮断板で反射した反射光を吸収する反射光受光部材とを備えている。反射光受光部材としては、多層熱吸収膜が用いられている。

【0005】

このようなレーザアニール装置では、スリットや基板などで反射した反射光により、光学系モジュールの温度が上昇してしまう。光学系モジュールの温度上昇により、各光学素子の位置ずれが発生して、照射ムラが発生してしまう。したがって、温度上昇を抑制することが望まれる。

20

【0006】

また、特許文献1では、多層吸収膜を用いて反射光を吸収している。高出力レーザ光を用いた場合、多層吸収膜が損傷、又は変色してしまうおそれがある。多層吸収膜が損傷又は変色すると吸収率が低下して、温度上昇を招くおそれがある。

【0007】

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。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

30

一実施の形態にかかるレーザ照射装置は、レーザ光を対象物に照射する光学系モジュールと、前記対象物で反射した反射光を吸収するビームダンパと、備えたレーザ照射装置であって、前記ビームダンパは、第1部材と、前記第1部材に対向するように固定された第2部材とを備え、前記第1部材は前記反射光が入射する底部を備え、前記底部は、前記対象物で反射した反射光を前記第1部材と前記第2部材とで囲まれた内部空間に向けて反射する反射面を有している。

【0009】

一実施の形態にかかる半導体装置の製造方法は、(A)光学系モジュールからレーザ光を、半導体を含む膜が形成された基板に向けて出射させる工程と、(B)前記レーザ光を、前記基板に照射する工程と、(C)前記基板に照射されたレーザ光のうち、前記基板で反射した反射光をビームダンパに受光させるステップと、を備え、前記ビームダンパは、第1部材と、前記第1部材に対向するように固定された第2部材とを備え、前記第1部材は前記反射光が入射する底部を備え、前記底部は、前記基板で反射した反射光を前記第1部材と前記第2部材とで囲まれた内部空間に向けて反射する反射面を有している。

40

【発明の効果】**【0010】**

前記一実施の形態によれば、安定してレーザ光を照射することができるレーザ照射装置及び半導体装置の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】**【0011】**

50

- 【図 1】実施形態 1 に係るレーザ照射装置を例示した断面図である。
- 【図 2】実施形態 1 に係るレーザ照射装置の要部を例示した断面図である。
- 【図 3】図 2 に示すレーザ照射装置の要部の切断線 I I I - I I I における断面図である。
- 【図 4】図 2 に示すレーザ照射装置の要部の切断線 I V - I V における断面図である。
- 【図 5】実施形態 1 に係るレーザ照射装置のレーザ光とスリットとの関係を例示した斜視図である。
- 【図 6】実施形態 1 に係るレーザ照射装置を用いたレーザ照射方法を例示したフローチャート図である。
- 【図 7】レーザ照射装置に配置されたビームダンパの構成を示す X Z 断面図である。 10
- 【図 8】ビームダンパの構成を示す斜視図である。
- 【図 9】ビームダンパの内部空間における反射光の光路を示す X Z 断面図である。
- 【図 10】ビームダンパの内部空間における反射光の光路を示す X Z 断面図である。
- 【図 11】光吸收素子の取付構造の一例を示す斜視図である。
- 【図 12】変形例にかかるビームダンパの構成を示す X Z 断面図である。
- 【図 13】有機 E L ディスプレイの構成を簡略化して示す断面図である。
- 【図 14】本実施の形態にかかる半導体装置の製造方法を示す工程断面図である。 20
- 【図 15】本実施の形態にかかる半導体装置の製造方法を示す工程断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

(実施形態 1)

実施形態 1 に係るレーザ照射装置を説明する。本実施形態に係るレーザ照射装置は、レーザ光を被照射体に照射する装置である。被照射体は、例えば、非晶質膜等の半導体を含む膜が形成された基板である。この場合には、レーザ照射装置は、非晶質膜にレーザ光を照射して結晶化させるレーザアニール処理を行う。例えば、レーザ光として、エキシマレーザを用いてレーザアニール処理する場合には、レーザ照射装置は、エキシマレーザアニール (E L A : Excimer Laser Anneal) 装置として用いられる。

【0013】

まず、レーザ照射装置の構成を説明する。図 1 は、実施形態 1 に係るレーザ照射装置を例示した断面図である。図 2 は、実施形態 1 に係るレーザ照射装置の要部を例示した断面図である。図 3 は、図 2 に示すレーザ照射装置の要部の切断線 I I I - I I I における断面図である。図 4 は、図 2 に示すレーザ照射装置の要部の切断線 I V - I V における断面図である。図 5 は、実施形態 1 に係るレーザ照射装置のレーザ光とスリットとの関係を例示した斜視図である。 30

【0014】

図 1 に示すように、レーザ照射装置 1 は、光源 10 、光学系モジュール 20 、密閉部 30 、処理室 40 を有している。処理室 40 は、例えば、水平な土台 48 上に設けられている。処理室 40 の上方に密閉部 30 が設けられ、密閉部 30 の上方に光学系モジュール 20 が設けられている。光学系モジュール 20 は、光源 10 から放出されるレーザ光 L 1 を受光することが可能な位置に設けられている。

【0015】

ここで、レーザ照射装置 1 を説明するために、 X Y Z 直交座標軸を導入する。土台 48 の上面に直交する方向を Z 軸方向とし、上方を + Z 軸方向、下方を - Z 軸方向とする。光源 10 と光学系モジュール 20 とを結ぶ方向を X 軸方向とし、光源 10 から光学系モジュール 20 に向かう方向を + X 軸方向、逆方向を - X 軸方向とする。X 軸方向及び Z 軸方向に直交する方向を Y 軸方向とし、一方を + Y 軸方向、逆方向を - Y 軸方向とする。 40

【0016】

図 1 に示すように、光源 10 は、レーザ光 L 1 を放出する。光源 10 は、例えば、エキシマレーザ光源であり、中心波長 308 nm のエキシマレーザのレーザ光 L 1 を放出する。また、光源 10 は、パルス状のレーザ光 L 1 を放出する。光源 10 は、レーザ光 L 1 を光学系モジュール 20 に向けて出射する。レーザ光 L 1 は、例えば、 + X 軸方向に進み、 50

光学系モジュール 20 に入射する。なお、必要に応じて、光源 10 と、光学系モジュール 20 との間のレーザ光 L1 の光路上に、エネルギー密度を調整するアテニュエータ等の光学素子を配置してもよい。

【 0 0 1 7 】

図 1 ~ 4 に示すように、光学系モジュール 20 は、外形を構成する光学系筐体 21、ミラー 22、レンズ等の光学素子、及び、封止窓 23 を含んでいる。光学系筐体 21 は、例えば、アルミニウム等の材料で構成された箱状の部材である。光学系モジュール 20 の各光学素子は、光学系筐体 21 の内部にホルダ等で保持されている。このような各光学素子により、光学系モジュール 20 は、光源 10 から放出されたレーザ光 L1 の照射方向、光量等を調整する。封止窓 23 は、光学系筐体 21 の一部、例えば、光学系筐体 21 の下面に設けられている。レーザ光 L1 は、光学系モジュール 20 で調整された後に、封止窓 23 から密閉部 30 に向けて出射される。このようにして、光学系モジュール 20 は、レーザ光 L1 を被照射体（対象物ともいう）に照射する。

【 0 0 1 8 】

図 5 に示すように、レーザ光 L1 は、光学系モジュール 20 において、ラインビーム状となっている。すなわち、レーザ光 L1 の光軸 C1 に直交する断面は、一方向に延びた細長い線状となっている。例えば、ミラー 22 で反射されたレーザ光 L1 の光軸に直交する断面は、Y 軸方向に延びた線状となっている。

【 0 0 1 9 】

図 2 ~ 4 に示すように、密閉部 30 は、密閉筐体 31、遮断板 51、ビームダンパ 60 、封止窓 33、ガス入口 34、ガス出口 35 を有している。図が煩雑にならないように、図 3 では、ガス入口 34、ガス出口 35 を省略し、図 4 では、ビームダンパ 60、封止窓 33、ガス入口 34、ガス出口 35 を省略している。なお、説明を明確にするため、各図面は、適宜、簡略化されている。

【 0 0 2 0 】

密閉筐体 31 は、内部が空洞の箱状の部材である。密閉筐体 31 の内部に、遮断板 51 、ビームダンパ 60 が配置されている。密閉筐体 31 の所定の側面には、ガス入口 34 及びガス出口 35 が設けられている。ガス入口 34 及びガス出口 35 は、例えば、密閉筐体 31 における対向する側面に設けられている。例えば、ガス出口 35 は、ガス入口 34 よりも上方に設けられている。ガス入口 34 からは、ガス 37、例えば、窒素等の不活性ガスが導入される。ガス入口 34 から密閉筐体 31 の内部に導入されたガス 37 は、ガス出口 35 から排出される。ガス 37 は、密閉筐体 31 の内部に連続的に供給されることが望ましい。また、ガス 37 は、密閉筐体 31 の外部に連続的に排出されるのが望ましい。ガス 37 の流量は、密閉筐体 31 の内部を常時換気された状態になるように、所定の流量に制御される。

【 0 0 2 1 】

図 2 ~ 5 に示すように、遮断板 51 は、光学系モジュール 20 の封止窓 23 から出射したレーザ光 L1 が、処理室 40 に到達する光路上に配置されている。遮断板 51 は、例えば、複数の部材を含んでいる。遮断板 51 は、例えば、遮断板 51a 及び遮断板 51b を含んでいる。遮断板 51a 及び遮断板 51b は、一方向、例えば Y 軸方向に延びた板状の部材となっている。遮断板 51a 及び遮断板 51b は、板面を Z 軸方向に向けて配置されている。遮断板 51a 及び遮断板 51b は、Y 軸方向に間隔を空けて並んで配置されている。したがって、遮断板 51a 及び遮断板 51b の間には、スリット 54 が形成されている。各遮断板 51a 及び 51b は、+Y 軸方向及び -Y 軸方向に図示しないモータで可動であり、スリット 54 の幅（遮断板 51a と遮断板 51b との間の長さ）は、適宜設定可能である。レーザ光 L1 は、スリット 54 を通過する。このように、遮断板 51 には、レーザ光 L1 が通過するスリット 54 が形成されている。

【 0 0 2 2 】

レーザ光 L1 の Y 軸方向における両端部は、遮断板 51a 及び遮断板 51b に遮断される。遮断板 51a 及び遮断板 51b に遮断されたレーザ光 L1 の端部は、遮断板 51a 及

び遮断板 5 1 b で反射し、反射光 R 1 となる。このように、スリット 5 4 及び遮断板 5 1 に対して照射されたレーザ光 L 1 のうち、遮断板 5 1 で遮断されたレーザ光 L 1 が、遮断板 5 1 で反射する。なお、図 1 ~ 図 5 では遮断板 5 1 は、XY 平面に平行な平板となっているが、XY 平面から傾斜するように配置されていてもよい(図 9 参照)。

【0023】

遮断板 5 1 の光学系モジュール 2 0 側の面に、反射ミラー 5 7 が設けられてもよい。これにより、遮断板 5 1 に遮断されたレーザ光 L 1 が、遮断板 5 1 に吸収されることを抑制することができる。よって、遮断板 5 1 の温度が上昇することにより、遮断板 5 1 の近傍の雰囲気が乱れることを抑制することができる。反射ミラー 5 7 に施される反射膜は、レーザ光 L 1 の入射角度に対して所定の耐性を有する仕様に処理されていることが望ましい。一般的に、反射膜には、レーザ光 L 1 の入射角度によって反射率が極端に変化するものから、レーザ光 L 1 の入射角によっても反射率があまり変化しないものまである。本実施形態では、被照射体に対してレーザ照射を実施する際に想定しうるレーザ光 L 1 の入射角の変化に対して、反射率が所定の範囲内に収まる反射膜を用いる。

10

【0024】

ビームダンパ 6 0 は、遮断板 5 1 と、光学系モジュール 2 0 との間に配置されている。例えば、ビームダンパ 6 0 は、光学系モジュール 2 0 の外側に、光学系モジュール 2 0 との間に間隔を有するように配置されている。ビームダンパ 6 0 の詳細な構成については後述する。ビームダンパ 6 0 は、遮断板 5 1 で遮断されたレーザ光 L 1 が遮断板 5 1 で反射された反射光 R 1 を受光することが可能ないように配置されている。例えば、レーザ光 L 1 の入射角と、反射光 R 1 の反射角とを考慮して、ビームダンパ 6 0 を、反射光 R 1 の光路上に配置する。

20

【0025】

封止窓 3 3 は、密閉筐体 3 1 の一部、例えば、密閉筐体 3 1 の下面に設けられている。光学系モジュール 2 0 の封止窓 2 3 から出射したレーザ光 L 1 は、遮断板 5 1 の間のスリット 5 4 を通る。そして、スリット 5 4 を通ったレーザ光 L 1 は、封止窓 3 3 から処理室 4 0 に向けて出射する。

【0026】

図 1 に示すように、処理室 4 0 は、ガスボックス 4 1、遮断板 5 2、基板ステージ 4 5、基台 4 6、走査装置 4 7 を有している。例えば、処理室 4 0 において、基板ステージ 4 5 上に載置された基板 M 1 にレーザ光 L 1 が照射され、基板 M 1 上の非晶質膜を結晶化するレーザアニール処理が行われる。基板ステージ 4 5 は、フロートタイプステージ、すなわち、被照射体である基板 M 1 を浮上させながら搬送するステージでもよい。

30

【0027】

図 2 及び図 3 に示すように、ガスボックス 4 1 は、箱状の部材であって、内部は空洞となっている。ガスボックス 4 1 は、基板ステージ 4 5 の上方であって、密閉部 3 0 における封止窓 3 3 の下方に配置されている。ガスボックス 4 1 の上面には、導入窓 4 2 が設けられている。導入窓 4 2 は、封止窓 3 3 に対向するように配置されている。また、ガスボックス 4 1 の下面には、照射窓 4 3 が設けられている。照射窓 4 3 は、基板 M 1 上の非晶質膜に対向するように配置されている。

40

【0028】

ガスボックス 4 1 の所定の側面には、ガス入口 4 4 が設けられている。ガスボックス 4 1 には、ガス入口 4 4 から、所定のガス 3 7、例えば、窒素等の不活性ガスが供給される。ガスボックス 4 1 に供給されたガス 3 7 は、ガスボックス 4 1 の内部を充填した後、照射窓 4 3 から排出される。

【0029】

遮断板 5 2 は、密閉部 3 0 の封止窓 3 3 から出射したレーザ光 L 1 が、基板 M 1 上の非晶質膜に到達する光路上に配置されている。遮断板 5 2 は、例えば、ガスボックス 4 1 の内部において、照射窓 4 3 を覆うように配置されている。

【0030】

50

図3及び図5に示すように、遮断板52は、例えば、複数の部材を含んでいる。遮断板52は、例えば、遮断板52a及び遮断板52bを含んでいる。遮断板52a及び遮断板52bは、一方向に延びた板状の部材である。遮断板52a及び遮断板52bは、板面をZ軸方向に向け、延びた方向をY方向にして配置されている。遮断板52a及び遮断板52bは、Y軸方向に間隔を空けて並んで配置されている。したがって、遮断板52a及び遮断板52bの間には、スリット55が形成されている。各遮断板52a及び52bは、+Y軸方向及び-Y軸方向に図示しないモータで可動であり、スリット55の幅(遮断板52aと遮断板52bとの間の長さ)は、適宜設定可能である。レーザ光L1は、スリット55を通過する。このように、遮断板52には、スリット54を通過したレーザ光L1が通過するスリット55が形成されている。

10

【0031】

レーザ光L1のY軸方向における両端部は、遮断板52a及び遮断板52bに遮断される。遮断板52a及び遮断板52bに遮断されたレーザ光L1の端部は、遮断板52a及び遮断板52bで反射し、反射光R2となる。このように、スリット55及び遮断板52に対して照射されたレーザ光L1のうち、遮断板52で遮断されたレーザ光L1が、遮断板52で反射する。

【0032】

ビームダンパ60は、スリット55及び遮断板52に対して照射されたレーザ光L1のうち、遮断板52で遮断されたレーザ光L1が遮断板52で反射された反射光R2を受光することができるよう配置されている。

20

【0033】

遮断板52の光学系モジュール20側の面に、反射ミラー57が設けられてもよい。これにより、遮断板52に遮断されたレーザ光L1が、遮断板52に吸収されることを抑制することができる。よって、遮断板52の温度が上昇することにより、遮断板52の近傍の雰囲気が乱れることを抑制することができる。反射ミラー57に含まれる反射膜は、レーザ光L1の入射角度に対し、所定の耐性を有する仕様に処理されることが望ましい。

【0034】

遮断板52の間のスリット55を通ったレーザ光L1は、照射窓43から出射し、基板M1上の非晶質膜を照射する。レーザ光L1は-X方向かつ-Z方向に進んで、基板M1に照射される。つまり、レーザ光L1は、基板M1の主面(XY平面)の法線から傾いた方向から、基板M1に入射する。

30

【0035】

基板M1は、基板ステージ45上に載置されている。基板M1は、例えば、シリコン基板等の半導体基板、または、石英基板等である。なお、基板M1は、半導体基板及び石英基板に限らない。基板M1上には、非晶質膜等の半導体を含む膜が形成されている。非晶質膜は、例えば、アモルファスシリコン(aSi)を含んでいる。基板M1上の非晶質膜をレーザ光L1によって照射することにより、結晶化させる。結晶化することにより、基板M1上には、例えば、ポリシリコン(polySi)を含む結晶質膜が形成される。

【0036】

基板M1上の非晶質膜を照射したレーザ光L1は、非晶質膜または基板M1で反射し、反射光R3となる。ビームダンパ60は、非晶質膜または基板M1を照射したレーザ光L1が非晶質膜または基板M1で反射した反射光R3を受光することができるよう配置されている。

40

【0037】

図1に示すように、基板ステージ45は、走査装置47上に、例えば、基台46を介して載置されている。基板ステージ45は、走査装置47により、X軸方向、Y軸方向及びZ軸方向に移動可能となっている。レーザアニール処理を行う際には、基板ステージ45を、走査装置47の走査により、例えば、-X軸方向の搬送方向49に搬送させる。

【0038】

次に、実施形態1に係るレーザ照射装置1を用いたレーザ照射方法を説明する。図6は

50

、実施形態 1 に係るレーザ照射装置を用いたレーザ照射方法を例示したフローチャート図である。

【 0 0 3 9 】

図 6 のステップ S 1 1 に示すように、まず、光学系モジュール 2 0 からレーザ光 L 1 を出射させる。光源 1 0 から放出されたレーザ光 L 1 の照射方向、光量等を光学系モジュール 2 0 において調整し、密閉部 3 0 に対してレーザ光 L 1 を出射させる。例えば、被照射体が、非晶質膜等の半導体を含む膜が形成された基板 M 1 の場合には、光学系モジュールからレーザ光を、基板 M 1 に向けて出射させる。

【 0 0 4 0 】

次に、図 6 のステップ S 1 2 に示すように、レーザ光 L 1 を、遮断板 5 1 に形成されたスリットを通過させる。すなわち、レーザ光 L 1 が通過するスリット 5 4 が形成された遮断板 5 1 を設け、スリット 5 4 及び遮断板 5 1 に対して照射されたレーザ光 L 1 のうち、スリット 5 4 に対して照射されたレーザ光 L 1 について、スリット 5 4 を通過させる。また、スリット 5 5 が形成された遮断板 5 2 を設け、スリット 5 4 を通過し、スリット 5 5 及び遮断板 5 2 に対して照射されたレーザ光 L 1 のうち、スリット 5 5 に対して照射されたレーザ光 L 1 について、スリット 5 5 を通過させる。なお、レーザ照射装置 1 が、遮断板 5 1 及び遮断板 5 2 を有していない構成である場合、ステップ S 1 2 は、省略可能である。つまり、本実施の形態では、遮断板 5 1 及び遮断板 5 2 を有していない構成にも適用可能である。

【 0 0 4 1 】

ここでは、スリット 5 4 及び遮断板 5 1 に対して照射されたレーザ光 L 1 のうち、遮断板 5 1 に対して照射されたレーザ光 L 1 を遮断板 5 1 で遮断する。また、スリット 5 5 及び遮断板 5 2 に対して照射されたレーザ光 L 1 のうち、遮断板 5 2 に対して照射されたレーザ光 L 1 を、遮断板 5 2 で遮断する。これにより、レーザ光 L 1 の光軸に直交する断面において、端部を遮断し、端部以外の部分を被照射体の照射に用いる。

【 0 0 4 2 】

次に、図 6 のステップ S 1 3 に示すように、レーザ光 L 1 を被照射体に照射する。すなわち、スリット 5 4 及び遮断板 5 1 に対して照射されたレーザ光 L 1 のうち、スリット 5 4 を通過させたレーザ光 L 1 を、被照射体に照射する。被照射体が、非晶質膜等の半導体を含む膜が形成された基板の場合には、非晶質膜に対してレーザ光 L 1 を照射する。具体的には、基板 M 1 の搬送方向 4 9 、例えば、- X 軸方向に基板 M 1 を搬送しながら、基板 M 1 に形成された非晶質膜に対してレーザ光 L 1 を照射する。

【 0 0 4 3 】

次に、図 6 のステップ S 1 4 に示すように、反射光 R をビームダンパ 6 0 に受光させる。例えば、基板 M 1 を照射したレーザ光 L 1 が、基板 M 1 で反射した反射光 R 3 をビームダンパ 6 0 に受光させる。遮断板 5 1 に対して照射されたレーザ光 L 1 が遮断板 5 1 で反射した反射光 R 1 を、ビームダンパ 6 0 に受光させる。また、遮断板 5 2 に対して照射されたレーザ光 L 1 が遮断板 5 2 で反射した反射光 R 2 を、ビームダンパ 6 0 に受光させる。なお、ビームダンパ 6 0 は、光学系モジュール 2 0 と遮断板 5 1 との間に配置されている。

【 0 0 4 4 】

このようにして、実施形態 1 に係るレーザ照射装置 1 を用いて、レーザ照射をすることができる。

【 0 0 4 5 】

次に、ビームダンパ 6 0 の構成について、図 7 を用いて説明する。図 7 は、ビームダンパ 6 0 を含む密閉筐体 3 1 の断面構成を示す模式図である。上記のように、ビームダンパ 6 0 は、上記の反射光 R 1 ~ R 3 を受光するように配置されている。密閉筐体 3 1 には、不活性ガスとして、窒素ガス N 2 が供給されている。レーザ光 L 1 が - X 方向に進んでいるため、反射光 R 1 ~ R 3 も - X 方向に進んでいる。よって、ビームダンパ 6 0 は、基板におけるレーザ光 L 1 の照射位置よりも - X 側に配置されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

ビームダンパ60を、光学系モジュール20との間に断熱材58を介して取り付けてられている。これにより、ビームダンパ60と光学系モジュール20との間の断熱性を保つことができる。あるいは、ビームダンパ60を、光学系モジュール20との間に断熱空気層となる隙間58bを設けて、隙間58bを局所排気してもよい。これにより、ビームダンパ60と光学系モジュール20との間の断熱性を保つことができる。

【 0 0 4 7 】

ビームダンパ60は閉じ込め構造体600と、閉じ込め構造体600の内部に収容された光吸収素子660とを備えている。閉じ込め構造体600は、例えば、アルミニウムやその合金などの金属材料により形成されている。閉じ込め構造体600は入射した反射光R1～R3を閉じ込め可能な構造を有している。閉じ込め構造体600には、水冷用の冷却管（図7では不図示）が設けられている。

10

【 0 0 4 8 】

閉じ込め構造体600の内部には、光吸収素子660が取り付けられている。光吸収素子660は、例えば、SiO₂とCrとが交互に積層された多層吸収膜を有している。光吸収素子660は、レーザ波長に対して高い吸収率を有している。例えば、光吸収素子660は、レーザ波長に対して95%以上、より好ましくは98%以上の吸収率を有している。なお、レーザ波長は、308nmとしたが、これに限られるものではない。例えば、レーザ波長は、248nm、351nm、355nm等の紫外領域である。もちろん、光吸収素子660は、多層膜構造に限られるものはない。

20

【 0 0 4 9 】

閉じ込め構造体600に入射した反射光R1～R3は、閉じ込め構造体600内で反射を繰り返しながら、光吸収素子660に入射する。閉じ込め構造体600は、入射した反射光R1～R3を閉じ込めることができる。閉じ込め構造体600は、その内部空間601に入射した反射光R1～R3が外側に漏れないような形状となっている。

【 0 0 5 0 】

具体的には、閉じ込め構造体600は+X側の端部に、反射光R1～R3が入射する開口部631を有している。内部空間601の-X側の端部には、光吸収素子660が設けられている。開口部631から内部空間601に入射した反射光R1～R3は、内部空間601内を-X方向に伝播していく。内部空間601において、閉じ込め構造体600の内壁で1回又は複数回反射した反射光R1～R3は、光吸収素子660に入射する。光吸収素子660は、反射光R1～R3の一部を吸収する。

30

【 0 0 5 1 】

さらに、閉じ込め構造体600の内壁はレーザ波長に対する光反射率が90%程度となっている反射面となっている。閉じ込め構造体600の内部空間601を構成する内壁は、反射光の一部を吸収する。換言すると、反射光R1～R3は、閉じ込め構造体600で反射する毎に、その一部が吸収される。これにより、光吸収素子660に入射するエネルギーを抑制することができるため、光吸収素子660の劣化を防ぐことができる。

【 0 0 5 2 】

このように、閉じ込め構造体600は、内部空間601に入射した反射光の一部を吸収する。閉じ込め構造体600は、熱伝導率の高い金属材料により構成されており、かつ水冷されている。よって効率良くレーザエネルギーを吸収することができ、温度上昇を抑制することができる。

40

【 0 0 5 3 】

ビームダンパ60の構成の一例について、図8を用い説明する。図8はビームダンパ60の詳細な構成を示す斜視図である。図8は、ビームダンパ60を斜め下方から見た断面図である。

【 0 0 5 4 】

閉じ込め構造体600は、部材610と、部材620とを備えている。部材620は、部材610の下側に配置されている。部材620は、部材610に対向するように固定さ

50

れている。例えば、ボルト（不図示）を下側から部材 620 に挿通することで、部材 620 を部材 610 に取り付けることができる。あるいは、上側から部材 610 にボルトを挿通することで、部材 610 と部材 620 とを固定してもよい。もちろん、部材 610 と部材 620 と固定する方法は特に限定されるものではなく、プラケットなどによって、部材 610 と部材 620 とが固定されていてもよい。

【0055】

部材 610 と部材 620 との間には、内部空間 601 が形成される。部材 610 が内部空間 601 の上端 (+Z 側の端部) を規定し、部材 620 が内部空間 601 の下端 (-Z 側の端部) を規定している。部材 610 と部材 620 と間の内部空間 601 を反射光 R1 ~ R3 が伝播していく。

10

【0056】

部材 610 及び部材 620 は、アルミニウムなどの金属材料により形成されている。部材 610 には、冷却管 611、及び冷却管 612 が設けられている。部材 610 に Y 方向に沿った貫通穴を設けることで、部材 610 の内部に冷却管 611、及び冷却管 612 を通すことができる。冷却管 611、及び冷却管 612 は、Y 方向に沿って配置されている。もちろん、水冷ジャケットなどにより、冷却管 611、及び冷却管 612 を部材 610 に固定してもよい。

【0057】

同様に、部材 620 には、冷却管 621、及び冷却管 622 が設けられている。部材 620 に Y 方向に沿った貫通穴を設けることで、部材 620 の内部に冷却管 621、及び冷却管 622 を通すことができる。冷却管 621、622 は、光吸收素子 660 の直下に配置されている。冷却管 621、及び冷却管 622 は、Y 方向に沿って配置されている。水冷ジャケットなどにより、冷却管 621、及び冷却管 622 を部材 620 に固定してもよい。

20

【0058】

このように、冷却管 611、冷却管 612、冷却管 621、冷却管 622 に冷却水を流すことで、閉じ込め構造体 600 を効果的に冷却することができる。もちろん、冷却管 611、冷却管 612、冷却管 621、冷却管 622 の配置や数は、図 7 に示す構成に限定されるものではない。冷却管 621、冷却管 622 を光吸收素子 660 の近傍に配置することで効率よく冷却することができる。

30

【0059】

閉じ込め構造体 600 は、底部 630、対向部 640、及び終端部 650 を有している。+X 側から、底部 630、対向部 640、及び終端部 650 の順番で配置されている。つまり、底部 630 が最も +X 側に配置され、終端部 650 が最も -X 側に配置されている。閉じ込め構造体 600 の最も +X 側の部分が底部 630 となり、最も -X 側の部分が終端部 650 となる。X 方向において、対向部 640 が底部 630 と終端部 650 との間に配置されている。

【0060】

部材 610 は、部材 620 よりも +X 側にはみ出して配置されており、このはみ出した部分が、底部 630 となる。反射光 R1 ~ R3 は、底部 630 に入射する。底部 630 には、部材 620 が配置されていないため、底部 630 の下側に開口部 631 が形成される。また、底部 630 において、部材 610 の下面が反射面 632 となっている。開口部 631 を介して、反射光 R1 ~ R3 が反射面 632 に入射する。反射面 632 は、-X 側かつ -Z 側を向いて配置された凹面となっている。例えば、反射面 632 は、Y 方向を軸方向とするシリンドリカルミラーとして機能する。反射面 632 で反射した反射光は -X 方向かつ -Z 方向に進み、内部空間 601 を伝播する。つまり、反射面 632 は、対向部 640 又は終端部 650 に向けて反射光を反射する。

40

【0061】

対向部 640 は、上側反射面 641 と下側反射面 642 を備えている。上側反射面 641 は、部材 610 の下面である。下側反射面 642 は、部材 620 の上面である。対向

50

部 6 4 0 において、部材 6 2 0 は + Z 側に突出した凸部 6 4 5 を有している。凸部 6 4 5 の頂面が、下側反射面 6 4 2 となる。上側反射面 6 4 1 と下側反射面 6 4 2 とは、対向配置されている。上側反射面 6 4 1 と下側反射面 6 4 2 とは、Z 方向に離れて配置されている。上側反射面 6 4 1 と下側反射面 6 4 2 との間の空間が内部空間 6 0 1 の一部となる。

【 0 0 6 2 】

上側反射面 6 4 1 と下側反射面 6 4 2 とは、平面となっている。例えば、上側反射面 6 4 1 と下側反射面 6 4 2 とは、XY 平面に平行になっている。上側反射面 6 4 1 と下側反射面 6 4 2 とは、平面鏡として機能する。上側反射面 6 4 1 は、反射光を - X 方向かつ - Z 方向に反射する。下側反射面 6 4 2 は、反射光を - X 方向かつ + Z 方向に反射する。したがって、上側反射面 6 4 1 又は下側反射面 6 4 2 で反射した反射光は、終端部 6 5 0 に向けて進んでいく。上側反射面 6 4 1 と下側反射面 6 4 2 とは、互いに平行な平面となっているが、上側反射面 6 4 1 と下側反射面 6 4 2 とは非平行な平面であってもよい。例えば、上側反射面 6 4 1 下側反射面 6 4 2 とは、- X 方向に進むにつれて、上側反射面 6 4 1 と下側反射面 6 4 2 との間隔が広くなっていくようなテープ面となっていても良い。

10

【 0 0 6 3 】

終端部 6 5 0 には、光吸收素子 6 6 0 が設けられている。光吸收素子 6 6 0 は、部材 6 2 0 に固定されている。終端部 6 5 0 において、光吸收素子 6 6 0 は、部材 6 2 0 の上面に、上側を向いて配置されている。凸部 6 4 5 の - X 側には、凹部 6 5 5 が設けられおり、この凹部 6 5 5 に光吸收素子 6 6 0 が配置されている。光吸收素子 6 6 0 は、例えば、XY 平面を主面とする板状の部材である。XY 平面視において、光吸收素子 6 6 0 は、Y 方向を長手方向、X 方向を短手方向とする長方形となっている。

20

【 0 0 6 4 】

光吸收素子 6 6 0 の上方には、反射面 6 5 1 が配置されている。反射面 6 5 1 と光吸收素子 6 6 0 との間の空間が内部空間 6 0 1 の一部となる。反射面 6 5 1 は、+ X 側かつ - Z 側を向いて配置された凹面となっている。反射面 6 5 1 は、内部空間 6 0 1 の例えば、反射面 6 5 1 は、Y 方向を軸方向とするシリンドリカルミラーとして機能する。反射面 6 5 1 で反射された反射光は + X 方向かつ - Z 方向に進み、光吸收素子 6 6 0 に入射する。光吸收素子 6 6 0 は、入射した反射光を吸収する。反射面 6 5 1 は、終端部 6 5 0 において、内部空間 6 0 1 の上端 (+ Z 側の端部) を規定する。反射面 6 5 1 は、内部空間 6 0 1 の - X 側の端部を規定する。

30

【 0 0 6 5 】

このように、閉じ込め構造体 6 0 0 の内部空間 6 0 1 は、開口部 6 3 1 を除いて、反射面 6 3 2 、上側反射面 6 4 1 、下側反射面 6 4 2 、及び反射面 6 5 1 で囲まれている。閉じ込め構造体 6 0 0 の内部空間 6 0 1 には、開口部 6 3 1 を介して、基板 M からの反射光 R 3 が入射する。開口部 6 3 1 を介して入射した反射光は、反射面 6 3 2 、上側反射面 6 4 1 、下側反射面 6 4 2 、反射面 6 5 1 等で入射する。また、反射面 6 3 2 、上側反射面 6 4 1 、下側反射面 6 4 2 、及び反射面 6 5 1 の反射率は 90 % 程度になっている。よって、反射光は、反射面 6 3 2 、上側反射面 6 4 1 、下側反射面 6 4 2 、及び反射面 6 5 1 で反射される毎に、反射光の一部が部材 6 1 0 又は部材 6 2 0 で吸収される。

30

【 0 0 6 6 】

光吸收素子 6 6 0 は、終端部 6 5 0 の凹部 6 5 5 に配置されている。光吸收素子 6 6 0 の両端には、固定具 6 2 6 が設けられている。固定具 6 2 6 は、例えば、ボルトなどであり、光吸收素子 6 6 0 を部材 6 2 0 に固定する。また、固定具 6 2 6 の頂部は、カバー 6 2 5 で覆われている。カバー 6 2 5 は、部材 6 1 0 、部材 6 2 0 と同様に金属材料により形成されている。

40

【 0 0 6 7 】

図 9 は、遮断板 5 1 で反射した反射光 R 1 の光路を示す模式図である。図 1 0 は、基板 M で反射した反射光 R 3 の光路を示す模式図である。図 9 、及び図 1 0 は、X Z 断面における反射光 R 1 、及び反射光 R 3 の光路をそれぞれ示している。

【 0 0 6 8 】

50

図9に示すように、反射光R1は、開口部631を介して、反射面632に入射する。反射面632で反射された反射光R11が、閉じ込め構造体600の内部空間601に導かれる。反射面632からの反射光R11の一部は、下側反射面642、反射面651の順で反射される。反射面632からの反射光R11の一部は、直接、反射面651に入射する。反射面632からの反射光R11の一部は、上側反射面641、及び反射面651の順で反射される。反射面651は、反射光R11を光吸收素子660に向けて反射する。光吸收素子660は、入射した反射光R1を吸収する。また、図9では、反射光R1をビームダンパ60に受光させるために、遮断板51がXY平面から傾斜して配置されている。あるいは、遮断板51を部分的に屈曲することで、反射光R1をビームダンパ60につ受光させてもよい。

10

【0069】

同様に、図10に示すように、基板Mからの反射光R3は、開口部631を介して、反射面632に入射する。反射面632で反射された反射光R31が、閉じ込め構造体600の内部空間601に導かれる。反射面632で反射された反射光R31は、下側反射面642に入射する。下側反射面642で反射された反射光R31の一部は下側反射面642で反射して、反射面651に入射する。下側反射面642で反射された反射光R31の一部は下側反射面642と上側反射面641で反射の反射を繰り返して、反射面651に入射する。反射面651で反射された反射光R31は、直接又はカバー625で反射して光吸收素子660に入射する。光吸收素子660は、入射した反射光R31を吸収する。反射光R3は、反射光R1に比べて、Z方向に近い方向で進むため、内部空間601内における反射回数がより多くなる。

20

【0070】

このように、閉じ込め構造体600は、様々な角度で反射面632に入射した反射光を閉じ込めることができる。つまり、反射面632に入射した反射光のほぼ全てが、開口部631から閉じ込め構造体600の外部に漏れ出すことなく、光吸收素子660に導かれる。よって、反射光を効率よく吸収することができ、温度上昇による光学素子のずれを抑制することができる。また、図示は省略するが、遮断板52により反射した反射光R2も閉じ込め構造体600に閉じ込められて、光吸收素子660に吸収される。

【0071】

例えば、XZ平面視において、反射面632は曲率中心O1を有する曲面鏡とすることができます。つまり、XZ平面視において、反射面632は曲率中心O1を中心とする円弧状に形成されている。曲率中心O1は、内部空間601の外側に配置されている。具体的には、曲率中心O1は、対向部640の下側(-Z側)に配置される。もちろん、XZ平面視における反射面632の形状は真円の円弧状に限らず、橢円の円弧状や、放物線状など曲面であってもよい。また、反射面632は-Z方向かつ-X方向を向いた傾斜平面であってもよい。

30

【0072】

XZ平面視において、反射面651を曲面とすることが好ましい。XZ平面視において、反射面651は90°の円弧となっている。反射面651の曲率中心O2は、内部空間601内にある。なお、反射面651の形状は、真円の円弧に限らず、橢円の円弧や、放物線状など曲面であってもよい。また、反射面651の-Z方向かつ+X方向を向いた傾斜平面であってもよい。

40

【0073】

対向部640において、部材620には、+Z側に突出した凸部645が設けられている。終端部650において、部材620には、-Z側に窪んだ凹部655が設けられている。下側反射面642は、光吸收素子660よりも+Z側に配置されている。このようにすることで、反射光を効率的に内部空間601に閉じ込めることができる。つまり、光吸收素子660や反射面651で反射されて-Z方向かつ+X方向に進む反射光が閉じ込め構造体600から漏れ出すのを防ぐことができる。これにより、効率的に反射光を吸収することができるために、温度上昇による光学系のずれを抑制することができる。

50

【 0 0 7 4 】

本実施の形態の構成により、光学系モジュールの温度上昇を抑制することができる。例えば、光吸收素子 660 の表面での反射及び散乱が少なからず存在している。高出力レーザではこの反射光、散乱光の影響が大きくなり、密閉筐体内部の部材（例えば、遮断板 51）がその光を吸収し温度上昇を引き起こすおそれがある。本実施の形態の構成により、温度上昇による密閉筐体 31 の内部の光学素子に対する影響を抑制することができる。密閉筐体 31 が遮断板 51 とビームダンパ 60 とを収容している。このため遮断板 51 に対する影響を抑制することができる。

【 0 0 7 5 】

本実施の形態により、反射光 R1 ~ R3 の照射による光学系モジュールの温度の上昇を抑制することができ、光学系モジュールの筐体の変形を抑制する。これにより、光学系モジュールに設けられた各光学素子の位置ずれを抑制し、レーザ光の照射ムラを抑制することができる。安定してレーザ光を基板 M に照射することができる。

10

【 0 0 7 6 】

また、閉じ込め構造体 600 や光吸收素子 660 の温度上昇により、密閉筐体 31 内部の気体の密度分布を不均一になると、レーザ光の光路長に影響を及ぼし照射結果に悪影響を与えるおそれがある。本実施の形態では、密閉筐体 31 に対する影響を抑制することができるため、レーザ照射プロセスを安定して行うことができる。

【 0 0 7 7 】

高出力のレーザ光を用いた場合でも、光吸收素子 660 の劣化を抑制することができる。本実施の形態で、光吸收素子 660 に反射光が直接入射しないようにしているため、光吸收素子 660 の温度上昇を抑制することができる。つまり、反射光の一部は、水冷されている閉じ込め構造体 600 で吸収される。よって、光吸收素子 660 の劣化を抑制することができたため、光吸收素子 660 を長寿命化することができる。これにより、生産性を向上することができる。

20

【 0 0 7 8 】

さらに、ビームダンパ 60 の大型化を防ぐことができるため、設置スペースが限定されるレーザ照射装置 1 にも適用可能である。

【 0 0 7 9 】

以下、本実施形態の構成と比較例の構成での温度上昇の測定結果について説明する。本実施の形態の閉じ込め構造体 600 を採用していない構成を比較例とする。つまり、比較例は、特許文献 1 のように、基板 M や遮断板 51 からの反射光が直接、光吸收素子 660 に入射する構成となっている。

30

【 0 0 8 0 】

ここでは、Y 方向におけるビーム長を 500 mm、ビーム出力を 360 W とした時の測定結果について説明する。なお、冷却水流量を 1.2 l / min としている。光吸收素子の温度上昇は、比較例で 50.8 、本実施の形態で 7.9 である。本実施形態の構成により、光吸收素子 660 の温度上昇を抑制することができる。

【 0 0 8 1 】

冷却水の温度上昇は比較例では、2.6 であり、本実施形態では 3.8 である。なお、レーザ光の光エネルギーが全て冷却水の温度上昇に使われた場合の冷却水の温度上昇は 4.3 である。本実施形態の構成により、冷却水による冷却効率を上昇することができる。したがって、温度上昇による光吸收素子 660 の劣化を抑制することができる。

40

【 0 0 8 2 】

ビームダンパ 60 に入射光に対する散乱光・漏れ光の割合は、比較例では 40 %、本実施の形態では、12 % である。散乱光から推定される光学系モジュール 20 の部品の温度は、比較例では 40 、本実施の形態では 28 となる。このように、光学部品の温度上昇を抑制することができる。さらに、レーザ光出力を 0.64 kW とした場合、比較例の構成では、10 分の連続使用で光吸收素子 660 に変色がみられたが、本実施の形態では 4 時間の連続使用でも変色がみられない。

50

【0083】

閉じ込め構造体600のサイズの一例について説明する。まず、Z方向の寸法について説明する。Z方向における閉じ込め構造体600のサイズ(大きさ)は78mmとなっている。つまり、部材610の上面(上端)から部材620の下面(下端)までの距離は、78mmとなっている。Z方向における部材610のサイズ(大きさ)は、50mmとなっている。つまり、Z方向において、下側反射面642から部材610の上端までの距離は50mmとなっている。

【0084】

Z方向における部材620のサイズ(大きさ)は、28mmとなっている。つまり、Z方向において、下側反射面642から部材620の下面までの距離は28mmとなる。Z方向において、上側反射面641から部材610の上面までの距離は17mmとなる。Z方向における上側反射面641と下側反射面642との間隔は、例えば33mmとなっている。Z方向において、凸部645の高さ、つまり凹部655の深さは8mmとなる。

10

【0085】

次に、X方向の寸法について説明する。X方向における閉じ込め構造体600のサイズは180mmとなる。X方向において、庇部630のサイズは、60mmとなる。X方向において、対向部640と終端部650との合計サイズは、120mmとなる。

【0086】

次に、曲面となる反射面651及び反射面632について説明する。XZ平面視において、反射面651は、曲率半径33mmの円弧となっている。反射面651は、90°の扇型の円弧となっている。XZ平面視において、反射面632は、曲率半径100mmの円弧とすることができます。もちろん、閉じ込め構造体600は、上記のサイズに限られるものではない。レーザ光L1の拡がり角、基板Mや遮断板51までの距離に応じて、適宜、閉じ込め構造体600を設計すればよい。

20

【0087】

次に、図11を参照して、光吸收素子660を閉じ込め構造体600に取り付ける取付構造の一例について説明する。図11は、光吸收素子660の取付構造を模式的に示す斜視図である。図11は凹部655の底部周辺における閉じ込め構造体600の断面構成を示している。

【0088】

上記のように、部材620に設けられた凹部655に、光吸收素子660が配置されている。部材620と光吸收素子660とに間には、シート661が配置されている。シート661は、例えば、厚さ0.5mmのグラファイトシートなどである。部材620と光吸收素子660との間にシート661を介在させることで、光吸收素子660の熱を効率良く部材620に伝導させることができる。これにより、光吸收素子660の温度上昇を抑制することができる。

30

【0089】

さらに、X方向における光吸收素子660の両側には、板バネ662が設けられている。板バネ662は、ボルトなど固定具626(図8参照)で部材620に固定されている。板バネ662がX方向における光吸收素子660の端部の上まで延在している。つまり、部材620に取り付けられた板バネ662が光吸收素子660の上まではみ出している。板バネ662を介して、光吸收素子660が部材620に固定されている。

40

【0090】

板バネ662は、光吸收素子660を-Z方向に付勢する付勢力を発生する。板バネ662がシート661に光吸收素子660を押しつけている。これにより、光吸收素子660の熱を効率良く放熱することができる。もちろん、板バネ662以外の弾性体により、光吸收素子660を-Z方向に付勢しても良い。

【0091】

さらに、X方向における光吸收素子660の両端には、カバー625が設けられている。カバー625は、板バネ662を覆うように配置されている。カバー625は、例えば

50

部材 620 に固定されている。カバー 625 を設けることで、光吸収素子 660 の表面での反射光及び散乱光が、閉じ込め構造体 600 から漏れ出すことを防ぐことができる。カバー 625 は、部材 610 及び部材 620 と同様に、アルミニウム合金などの金属材料により形成されている。カバー 625 は、レーザ波長に対する吸収率が高くなるように表面処理を行ってもよい。このような構成により、反射光の漏れを抑制することができるとともに、効率よく放熱することができる。

【0092】

本実施形態のレーザ照射装置 1 は、ビームダンパ 60 を有している。ビームダンパ 60 は、遮断板 51 により反射した反射光 R1、遮断板 52 により反射した反射光 R2 及び基板 M により反射した反射光 R3 を受光するように配置されている。反射光 R1～R3 が、光学系モジュール 20 に到達することを抑制することができる。反射光 R1～R3 の照射による光学系モジュールの温度の上昇を抑制することができ、光学系モジュールの筐体の変形を抑制する。これにより、光学系モジュールに設けられた各光学素子の位置ずれを抑制し、レーザ光の照射ムラを抑制することができる。

10

【0093】

また、反射光 R1～R3 が、ビームダンパ 60 に到達するようにしている。よって、光学系モジュール 20 との間に温度勾配を発生させる要因を、例えば、ビームダンパ 60 だけに限定し、光学系モジュール 20 の温度上昇を抑制する対策を容易にすることができる。

【0094】

ビームダンパ 60 は、光学系モジュール 20 に直接取り付けず、光学系モジュール 20 との間に間隔を有するように配置されている。これにより、ビームダンパ 60 と光学系モジュール 20 との間の断熱性を向上させることができる。また、ビームダンパ 60 を、光学系モジュール 20 に断熱材を介して間隔を有するように取り付ける。これによつても、ビームダンパ 60 と光学系モジュール 20 との間の断熱性を向上させることができる。

20

【0095】

ビームダンパ 60 をガスボックス 41 の上方に設けられた封止窓 33 よりも上方へ配置している。よって、反射光 R1～R3 を受光して仮にビームダンパ 60 の近傍の温度が上昇しても、ビームダンパ 60 と、基板 M1 との間には、ガスボックス 41 が配置されているので、基板 M1 の近傍の雰囲気が乱れることを抑制することができる。よって、雰囲気の乱れによる照射ムラを抑制することができる。

30

【0096】

遮断板 51 及び 52 の光学系モジュール 20 側の面に、反射ミラー 57 を設けることにより、遮断板 51 及び 52 によるレーザ光 L1 の吸収を抑制することができる。これにより、遮断板 51 及び 52 の温度が上昇することにより、遮断板 51 及び 52 の近傍の雰囲気が乱れることを抑制することができる。よって、雰囲気の乱れによる照射ムラを抑制することができる。少なくとも、光学系モジュール 20 に近い遮断板 51 に反射ミラー 57 を設けることにより、雰囲気の乱れによる照射ムラを抑制することができる。

【0097】

密閉筐体 31 の内部を常時換気された状態になるように、ガス 37 の流量を制御している。これにより、密閉筐体 31 の内部の雰囲気における温度上昇を抑制することができる。よって、レーザ光 L1 が通過する雰囲気の温度勾配により、流体密度が変化し、屈折率が変動することを抑制し、照射ムラを抑制することができる。

40

【0098】

(变形例 1)

実施形態 1 では、部材 610 と部材 620 とが Z 方向に並んで配置されていたのに対して、变形例 1 では 2 つの部材が X 方向に並んで配置されている。变形例 1 にかかるビームダンパ 60 について、図 12 を用いて説明する。部材 670 の -X 側に部材 680 が取り付けられている。部材 670 が内部空間 601 の上端及び下端を規定している。部材 680 が内部空間 601 の -X 側の端部を規定している。

【0099】

50

閉じ込め構造体 600 は、底部 630 と対向部 640 を備えている。すなわち、変形例 1 では、閉じ込め構造体 600 に、終端部 650 が設けられていない。底部 630 と対向部 640 とは、部材 670 に設けられている。実施の形態 1 と同様に、底部 630 は、開口部 631 及び反射面 632 を有している。実施の形態 1 と同様に、対向部 640 は、上側反射面 641 と下側反射面 642 を備えている。

【0100】

変形例 1 では、終端部 650 が設けられていない。対向部 640 の -X 側に光吸收素子 660 が配置されている。従って、変形例 1 では凹部 655 及び凸部 645 が設けられていない。光吸收素子 660 が +X 側を向いて配置されている。従って、-X 側に進む反射光が光吸收素子 660 で吸収される。

10

【0101】

部材 680 には、冷却管 681、682 が設けられている。冷却管 681 及び冷却管 682 は、光吸收素子 660 の -X 側に配置されている。部材 670 には、冷却管 671、672 が設けられている。このような構成でも、反射光 R1～R3 を閉じ込め構造体 600 内に閉じ込めることができるため、温度上昇を抑制することができる。

【0102】

(有機 E L ディスプレイ)

上記のポリシリコン膜を有する半導体装置は、有機 E L (ElectroLuminescence) ディスプレイ用の TFT (Thin Film transistor) アレイ基板に好適である。すなわち、ポリシリコン膜は、TFT のソース領域、チャネル領域、ドレイン領域を有する半導体層として用いられる。

20

【0103】

以下、本実施の形態にかかる半導体装置を有機 E L ディスプレイに適用した構成について説明する。図 13 は、有機 E L ディスプレイの画素回路を簡略化して示す断面図である。図 13 に示す有機 E L ディスプレイ 300 は、各画素 PX に TFT が配置されたアクティブラチタクス型の表示装置である。

【0104】

有機 E L ディスプレイ 300 は、基板 310、TFT 層 311、有機層 312、カラーフィルタ層 313、及び封止基板 314 を備えている。図 13 では、封止基板 314 側が視認側となるトップエミッション方式の有機 E L ディスプレイを示している。なお、以下の説明は、有機 E L ディスプレイの一構成例を示すものであり、本実施の形態は、以下に説明される構成に限られるものではない。例えば、本実施の形態にかかる半導体装置は、ボトムエミッション方式の有機 E L ディスプレイに用いられていてもよい。

30

【0105】

基板 310 は、ガラス基板又は金属基板である。基板 310 の上には、TFT 層 311 が設けられている。TFT 層 311 は、各画素 PX に配置された TFT 311a を有している。さらに、TFT 層 311 は、TFT 311a に接続される配線（図示を省略）等を有している。TFT 311a、及び配線等が画素回路を構成する。

【0106】

TFT 層 311 の上には、有機層 312 が設けられている。有機層 312 は、画素 PX ごとに配置された有機 E L 発光素子 312a を有している。さらに、有機層 312 には、画素 PX 間において、有機 E L 発光素子 312a を分離するための隔壁 312b が設けられている。

40

【0107】

有機層 312 の上には、カラーフィルタ層 313 が設けられている。カラーフィルタ層 313 は、カラー表示を行うためのカラーフィルタ 313a が設けられている。すなわち、各画素 PX には、R (赤色)、G (緑色)、又は B (青色) に着色された樹脂層がカラーフィルタ 313a として設けられている。

【0108】

カラーフィルタ層 313 の上には、封止基板 314 が設けられている。封止基板 314

50

は、ガラス基板などの透明基板であり、有機層 312 の有機 E L 発光素子の劣化を防ぐために設けられている。

【 0109 】

有機層 312 の有機 E L 発光素子 312a に流れる電流は、画素回路に供給される表示信号によって変化する。よって、表示画像に応じた表示信号を各画素 P X に供給することで、各画素 P X での発光量を制御することができる。これにより、所望の画像を表示することができる。

【 0110 】

有機 E L ディスプレイ等のアクティブマトリクス型表示装置では、1つの画素 P X に、1つ以上の TFT (例えは、スイッチング用 TFT、又は駆動用 TFT) が設けられている。そして、各画素 P X の TFT には、ソース領域、チャネル領域、及びドレイン領域を有する半導体層が設けられている。本実施の形態にかかるポリシリコン膜は、TFT の半導体層に好適である。すなわち、上記の製造方法により製造したポリシリコン膜を TFT アレイ基板の半導体層に用いることで、TFT 特性の面内ばらつきを抑制することができる。よって、表示特性の優れた表示装置を高い生産性で製造することができる。

10

【 0111 】

(半導体装置の製造方法)

本実施の形態にかかるレーザ照射装置を用いた半導体装置の製造方法は、TFT アレイ基板の製造に好適である。TFT を有する半導体装置の製造方法について、図 14、図 15 を用いて説明する。図 14、図 15 は半導体装置の製造工程を示す工程断面図である。以下の説明では、逆スタガード (inverted staggered) 型の TFT を有する半導体装置の製造方法について説明する。図 14、図 15 では、半導体製造方法におけるポリシリコン膜の形成工程を示している。なお、その他の製造工程については、公知の手法を用いることができるため、説明を省略する。

20

【 0112 】

図 14 に示すように、ガラス基板 401 上に、ゲート電極 402 が形成されている。ゲート電極 402 の上に、ゲート絶縁膜 403 が形成されている。ゲート絶縁膜 403 の上に、アモルファスシリコン膜 404 を形成する。アモルファスシリコン膜 404 は、ゲート絶縁膜 403 を介して、ゲート電極 402 と重複するように配置されている。例えば、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法により、ゲート絶縁膜 403 とアモルファスシリコン膜 404 とを連続成膜する。

30

【 0113 】

そして、アモルファスシリコン膜 404 にレーザ光 L 1 を照射することで、図 15 に示すように、ポリシリコン膜 405 が形成される。すなわち、図 1 等で示したレーザ照射装置 1 によって、アモルファスシリコン膜 404 を結晶化する。これにより、シリコンが結晶化したポリシリコン膜 405 がゲート絶縁膜 403 上に形成される。ポリシリコン膜 405 は、上記したポリシリコン膜 101b に相当する。

【 0114 】

さらに、上記の説明では、本実施の形態にかかるレーザアニール装置が、アモルファスシリコン膜にレーザ光を照射してポリシリコン膜を形成するものとして説明したが、アモルファスシリコン膜にレーザ光を照射してマイクロクリスタルシリコン膜を形成するものであってもよい。さらには、アニールを行うレーザ光は Nd : YAG レーザに限定されるものではない。また、本実施の形態にかかる方法は、シリコン膜以外の薄膜を結晶化するレーザアニール装置に適用することも可能である。すなわち、非晶質膜にレーザ光を照射して、結晶化膜を形成するレーザアニール装置であれば、本実施の形態にかかる方法は適用可能である。本実施の形態にかかるレーザアニール装置によれば、結晶化膜付き基板を適切に改質することができる。

40

【 0115 】

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可

50

能であることはいうまでもない。

【符号の説明】

【0 1 1 6】

1 レーザ照射装置		
1 0 光源		
2 0 光学系モジュール		
2 1 光学系筐体		
2 2 ミラー		
2 3 封止窓		
3 0 密閉部	10	
3 1 密閉筐体		
3 3 封止窓		
3 4 ガス入口		
3 5 ガス出口		
3 7 ガス		
4 0 処理室		
4 1 ガスボックス		
4 2 導入窓		
4 3 照射窓		
4 4 ガス入口	20	
4 5 基板ステージ		
4 6 基台		
4 7 走査装置		
4 8 土台		
4 9 搬送方向		
5 1 遮断板		
5 2 遮断板		
5 4 スリット		
5 5 スリット		
5 7 反射ミラー	30	
5 8 断熱材		
6 0 ビームダンパ		
2 0 1 ガラス基板		
2 0 2 ゲート電極		
2 0 3 ゲート絶縁膜		
2 0 4 アモルファスシリコン膜		
2 0 5 ポリシリコン膜		
2 0 6 層間絶縁膜		
2 0 7 a ソース電極		
2 0 7 b ドレイン電極	40	
3 0 0 有機ELディスプレイ		
3 1 0 基板		
3 1 1 TFT層		
3 1 1 a TFT		
3 1 2 有機層		
3 1 2 a 有機EL発光素子		
3 1 2 b 隔壁		
3 1 3 カラーフィルタ層		
3 1 3 a カラーフィルタ		
3 1 4 封止基板	50	

C 1 光軸
 L 1 レーザ光
 M 1 基板
 R 1 反射光
 R 2 反射光
 R 3 反射光
 6 0 0 閉じ込め構造体
 6 0 1 内部空間
 6 1 0 部材
 6 1 1 冷却管
 6 1 2 冷却管
 6 2 0 部材
 6 2 1 冷却管
 6 2 2 冷却管
 6 2 5 カバー
 6 2 6 固定具
 6 3 0 底部
 6 3 1 開口部
 6 3 2 反射面
 6 4 0 対向部
 6 4 1 上側反射面
 6 4 2 下側反射面
 6 4 5 凸部
 6 5 0 終端部
 6 5 1 反射面
 6 5 5 凹部
 6 6 0 光吸收素子
 6 6 1 シート
 6 6 2 板バネ

10

20

30

【図面】

【図1】

1

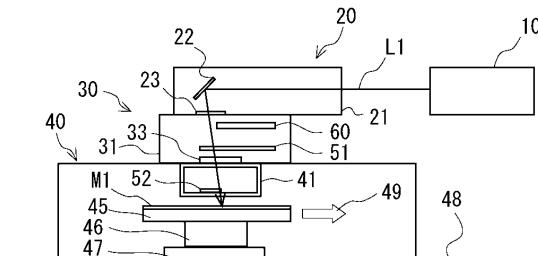


Fig. 1

【図2】

1

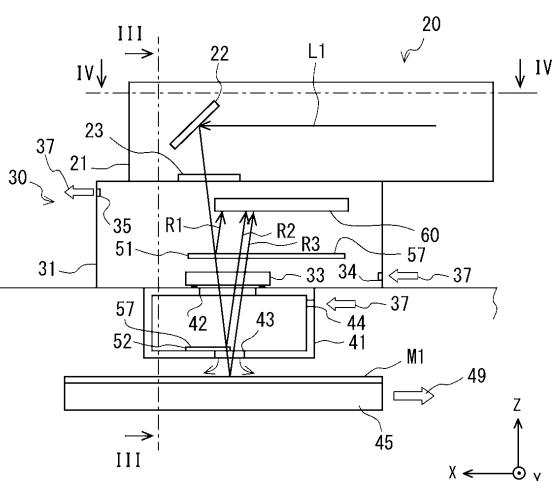


Fig. 2

40

50

【図3】

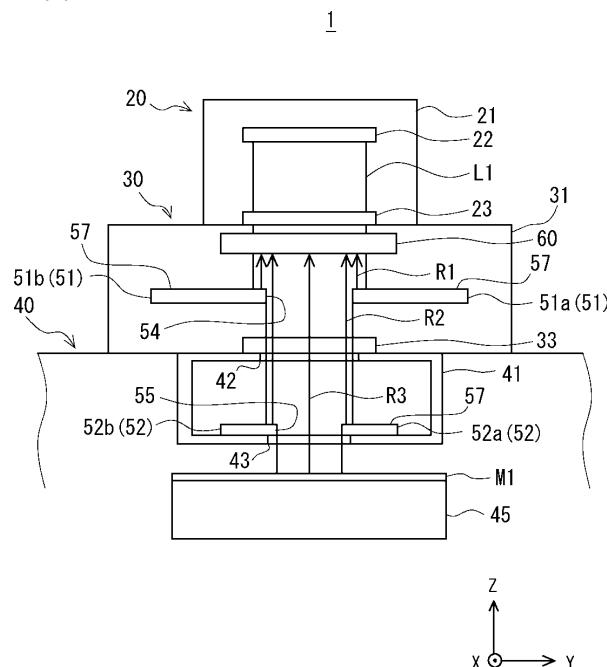


Fig. 3

【図4】

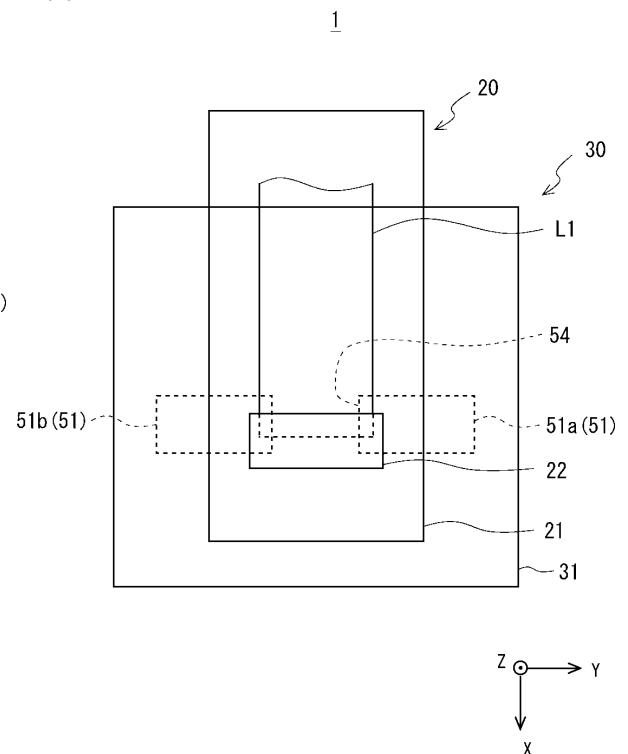


Fig. 4

【図5】

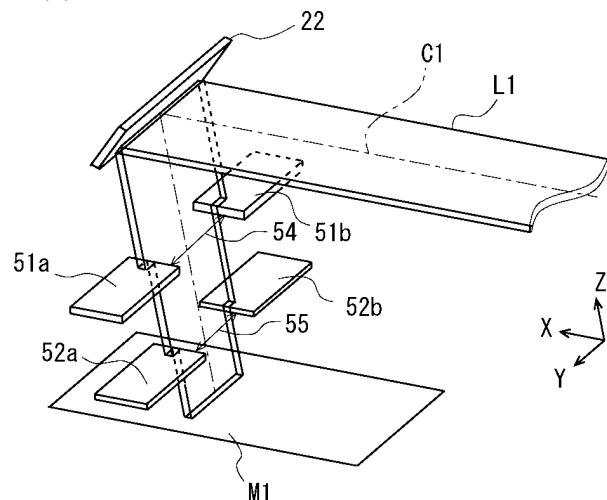


Fig. 5

【図6】

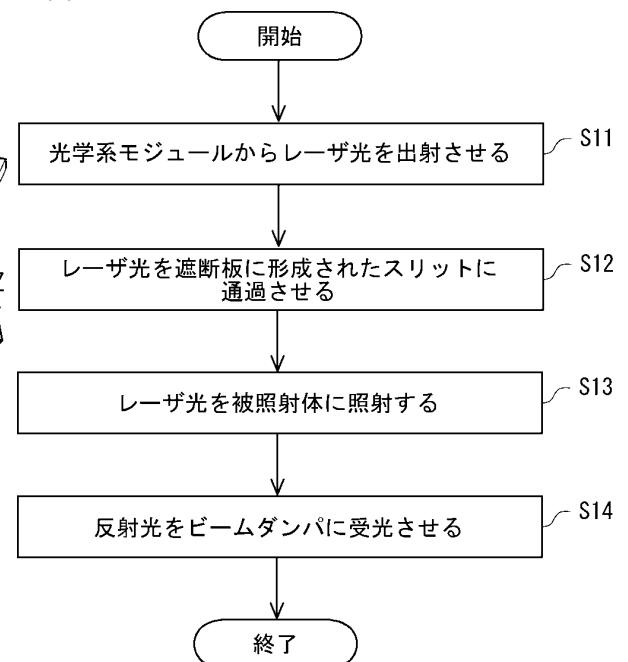


Fig. 6

【図 7】

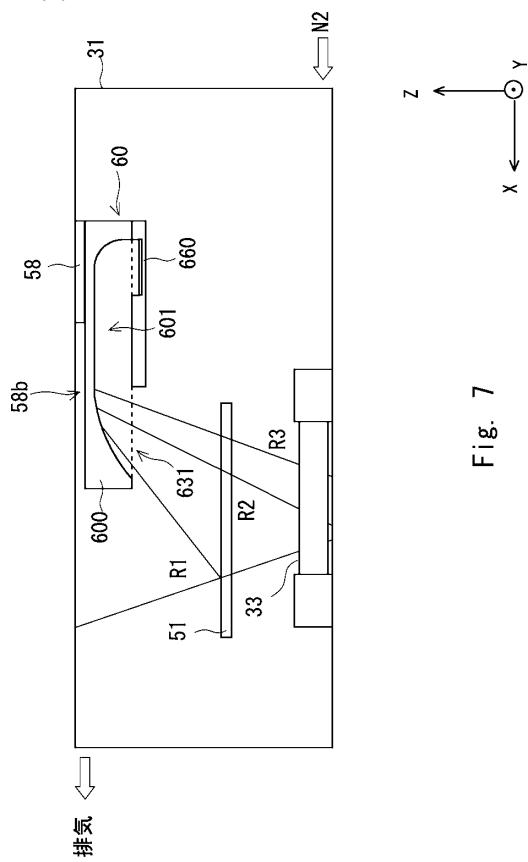


Fig. 7

【図 8】

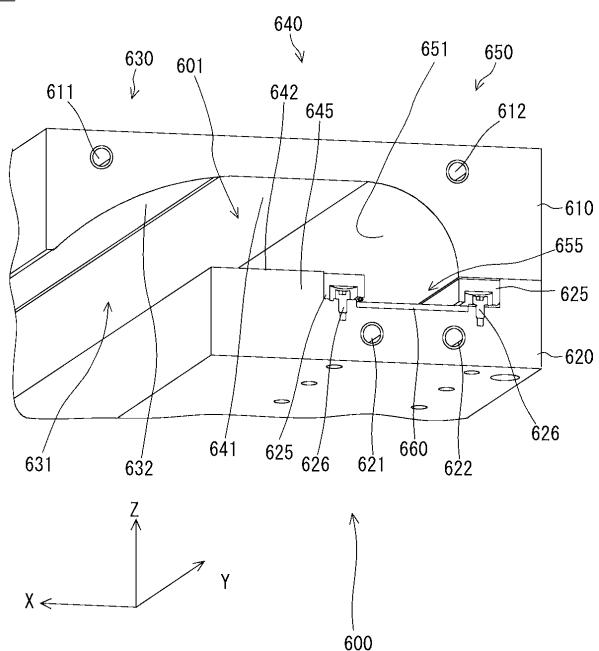


Fig. 8

【図 9】

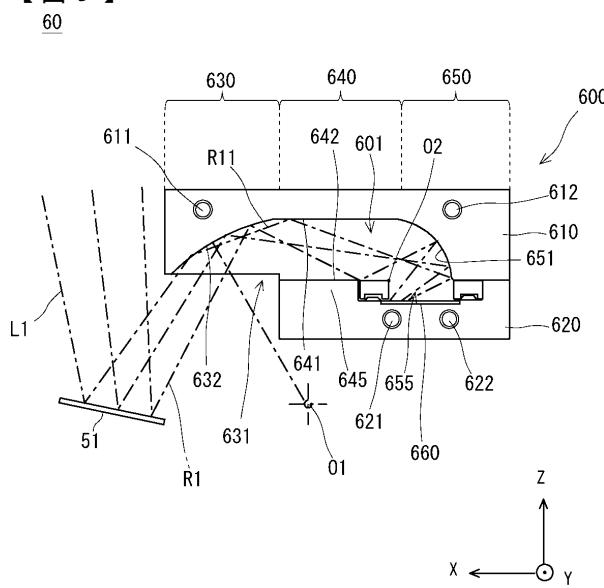


Fig. 9

【図 10】

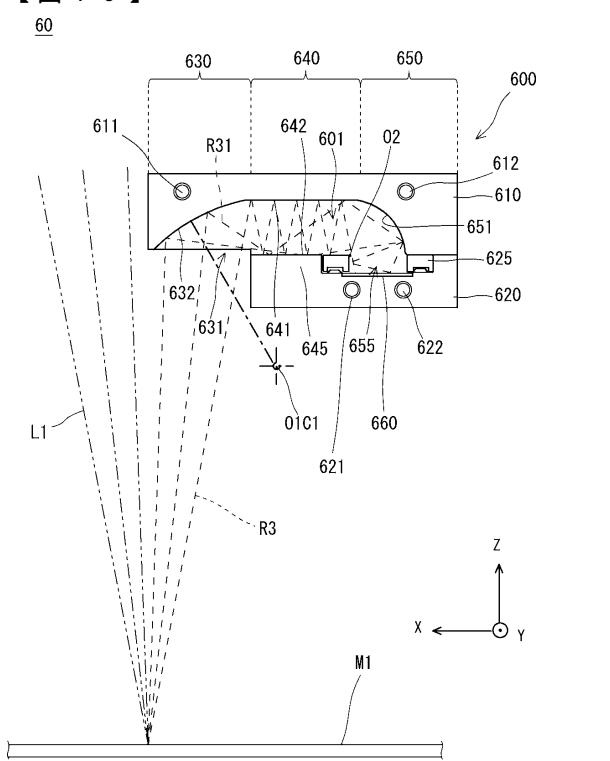
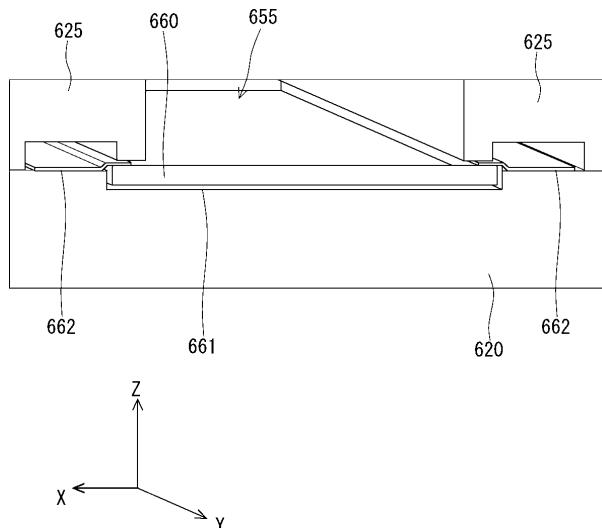
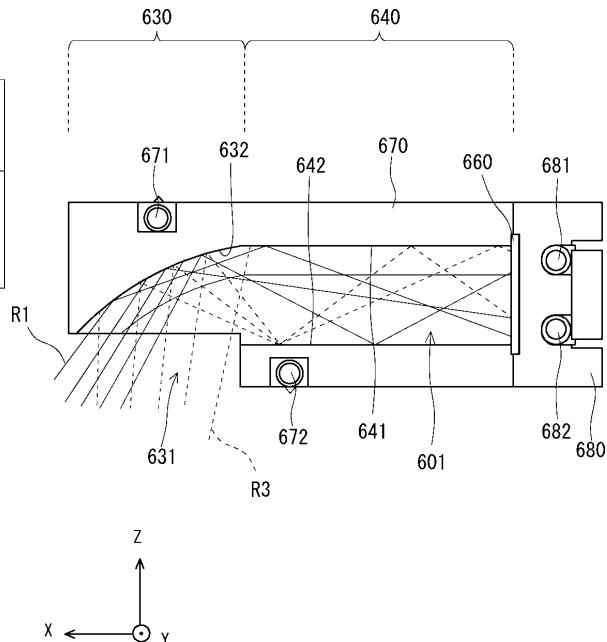


Fig. 10

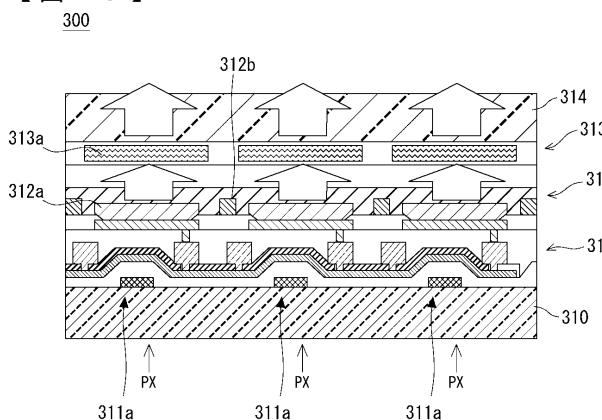
【図 1 1】



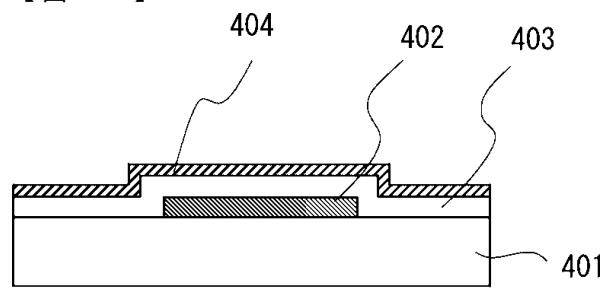
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



10

20

30

40

50

【図 15】

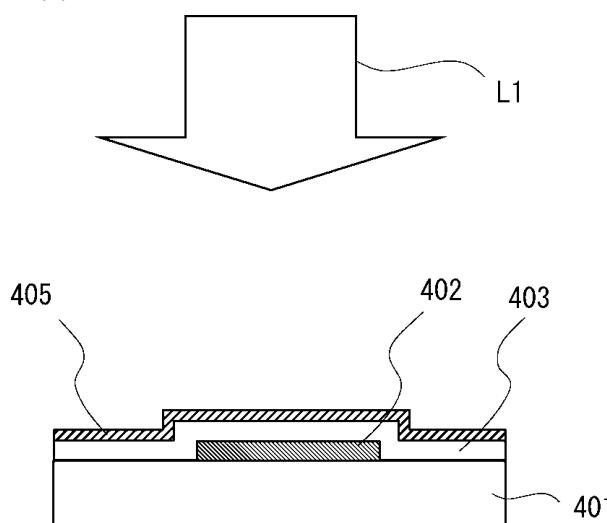


Fig. 15

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 大介
東京都品川区大崎一丁目11番1号 株式会社日本製鋼所内

審査官 桑原 清

(56)参考文献 特開2018-060927 (JP, A)
特開2003-080390 (JP, A)
特開2005-140964 (JP, A)
特開2016-161786 (JP, A)
特開2003-151916 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01L 21/20
H01L 21/268