

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7623237号
(P7623237)

(45)発行日 令和7年1月28日(2025.1.28)

(24)登録日 令和7年1月20日(2025.1.20)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 2 B	6/32 (2006.01)	G 0 2 B	6/32
G 0 2 B	6/42 (2006.01)	G 0 2 B	6/42
H 0 1 S	5/02253(2021.01)	H 0 1 S	5/02253
H 0 1 S	3/067(2006.01)	H 0 1 S	3/067

請求項の数 16 (全20頁)

(21)出願番号	特願2021-105977(P2021-105977)	(73)特許権者	000005290 古河電気工業株式会社 東京都千代田区大手町二丁目 6 番 4 号
(22)出願日	令和3年6月25日(2021.6.25)	(74)代理人	110002147 弁理士法人酒井国際特許事務所
(65)公開番号	特開2023-4354(P2023-4354A)	(72)発明者	早水 尚樹 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 古河電気工業株式会社内
(43)公開日	令和5年1月17日(2023.1.17)	(72)発明者	小栗 淳司 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 古河電気工業株式会社内
審査請求日	令和6年3月19日(2024.3.19)	(72)発明者	石毛 悠太 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 古河電気工業株式会社内
		(72)発明者	渋谷 哲

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学装置、光源装置、および光ファイバレーザ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ベースと、
前記ベースに設けられ、レーザ光を出力する複数の発光素子と、
前記ベースに設けられ、前記発光素子から出力されたレーザ光を光ファイバに伝送する複数の光学部品と、
を備え、
前記複数の光学部品は、
前記光ファイバの端部に向けて前記複数の発光素子からのレーザ光を集光する第一集光レンズと、
前記第一集光レンズに向けて前記複数の発光素子からのレーザ光を集光する第二集光レンズと、
を含み、
前記第一集光レンズおよび前記第二集光レンズは、合成石英で作られ、
前記第一集光レンズおよび前記第二集光レンズと、前記ベースとの間に、熱膨張係数が前記合成石英の熱膨張係数と前記ベースの熱膨張係数との間の値である中間部材が設けられ、
前記第一集光レンズおよび前記第二集光レンズは、それぞれ、接着剤により前記中間部材に固定され、
前記合成石英の熱膨張係数と前記中間部材の熱膨張係数との差が、 $1.1 \times 10^{-6} [1 /$

K] 以下であり、

前記中間部材の熱膨張係数と前記ベースとの熱膨張係数との差が、 1.1×10^{-6} [1 /

K] 以下であり、

前記ベースが冷却される、光学装置。

【請求項 2】

前記複数の光学部品は、前記ベースとの間に前記中間部材が介在しない光学部品を含む、請求項 1 に記載の光学装置。

【請求項 3】

前記中間部材として、前記第一集光レンズと前記ベースとの間に介在した第一中間部材を備えた、請求項 1 または 2 に記載の光学装置。

10

【請求項 4】

前記光ファイバの端部と一体化され当該光ファイバの断面積よりも大きい面積の端面を有したエンドキャップを備え、

前記第一中間部材は、前記ベースに設けられ、前記光ファイバ、前記エンドキャップ、および前記第一集光レンズを支持した第一支持部材である、請求項 3 に記載の光学装置。

【請求項 5】

前記ベースに設けられ前記光ファイバを支持した第二支持部材を備え、

前記第一中間部材は、前記第二支持部材と、前記第一集光レンズとの間に介在した、請求項 3 に記載の光学装置。

【請求項 6】

前記中間部材として、前記第二集光レンズと前記ベースとの間に介在した第二中間部材を備えた、請求項 3 ~ 5 のうちいずれか一つに記載の光学装置。

20

【請求項 7】

前記中間部材として、前記第一集光レンズおよび前記第二集光レンズと、前記ベースとの間に介在した第三中間部材を備えた、請求項 1 または 2 に記載の光学装置。

【請求項 8】

前記光ファイバの端部と一体化され当該光ファイバの断面積よりも大きい面積の端面を有したエンドキャップを備え、

前記第三中間部材は、前記ベースに設けられ、前記光ファイバと、前記エンドキャップと、前記第一集光レンズと、前記第二集光レンズとを支持した第三支持部材である、請求項 7 に記載の光学装置。

30

【請求項 9】

前記レーザー光の波長が、400 [nm] 以上かつ 520 [nm] 以下である、請求項 1 ~ 8 のうちいずれか一つに記載の光学装置。

【請求項 10】

前記第一集光レンズおよび前記第二集光レンズの、前記レーザー光に対する吸収率が、0.1 [%] 以下である、請求項 9 に記載の光学装置。

【請求項 11】

前記光ファイバからの光出力が、100 [W] 以上である、請求項 1 ~ 10 のうちいずれか一つに記載の光学装置。

40

【請求項 12】

前記中間部材を構成する材料の 400 [nm] 以上かつ 520 [nm] 以下の波長の光の吸収率は、前記ベースを構成する材料よりも低い、請求項 1 ~ 11 のうちいずれか一つに記載の光学装置。

【請求項 13】

前記中間部材は、銅タングステン合金または酸化アルミニウムで作られた、請求項 1 ~ 12 のうちいずれか一つに記載の光学装置。

【請求項 14】

前記ベースに、前記中間部材、前記第一集光レンズ、および前記第二集光レンズと熱的に接続された冷媒が通る冷媒通路が設けられた、請求項 1 ~ 13 のうちいずれか一つに記載

50

の光学装置。

【請求項 15】

請求項 1 ~ 14 のうちいずれか一つに記載の光学装置を備えた、光源装置。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の光源装置と、

前記光源装置から出力されたレーザ光を増幅する光増幅ファイバと、
を備えた、光ファイバレーザ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学装置、光源装置、および光ファイバレーザに関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来、複数の発光素子から出力されたレーザ光を複数の光学部品を介して光ファイバの端部に導く光学装置が知られている（例えば、特許文献 1）。特許文献 1 の光学装置では、放熱性を有したベース上に、複数の発光素子や複数の光学部品が実装されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】国際公開第 2017/134911 号

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

この種の光学装置では、複数のレーザ光を一つの光ファイバの端部に導くため、特に後段、すなわち光ファイバの端部に近い側の光学部品については、エネルギー密度が高くなる分、レーザ光の吸収等による温度上昇が大きくなりやすい。仮に、このような光学部品の温度上昇によって、光学部品とベースとの間で熱膨張の差が過度に大きくなると、光学部品がベースに対してずれるなどの不都合な事象が生じかねない。

【0005】

そこで、本発明の課題の一つは、例えば、光学部品の温度上昇による不都合を抑制することが可能となるような、より改善された新規な構成を備えた光学装置、光源装置、および光ファイバレーザを得ること、である。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の光学装置は、例えば、ベースと、前記ベースに設けられ、レーザ光を出力する複数の発光素子と、前記ベースに設けられ、前記発光素子から出力されたレーザ光を光ファイバに伝送する複数の光学部品と、を備え、前記複数の光学部品は、前記光ファイバの端部に向けて前記複数の発光素子からのレーザ光を集光する第一集光レンズと、前記第一集光レンズに向けて前記複数の発光素子からのレーザ光を集光する第二集光レンズと、を含み、前記第一集光レンズおよび前記第二集光レンズは、合成石英で作られ、前記第一集光レンズおよび前記第二集光レンズと、前記ベースとの間に、熱膨張係数が前記合成石英の熱膨張係数と前記ベースの熱膨張係数との間の値である中間部材が設けられる。

40

【0007】

前記光学装置では、前記第一集光レンズおよび前記第二集光レンズは、それぞれ、接着剤を介して前記中間部材に固定されてもよい。

【0008】

前記光学装置は、前記中間部材として、前記第一集光レンズと前記ベースとの間に介在した第一中間部材を備えてもよい。

【0009】

前記光学装置は、前記光ファイバの端部と一体化され当該光ファイバの断面積よりも大

50

大きい面積の端面を有したエンドキャップを備え、前記第一中間部材は、前記ベースに設けられ、前記光ファイバ、前記エンドキャップ、および前記第一集光レンズを支持した第一支持部材であってもよい。

【0010】

前記光学装置は、前記ベースに設けられ前記光ファイバを支持した第二支持部材を備え、前記第一中間部材は、前記第二支持部材と、前記第一集光レンズとの間に介在してもよい。

【0011】

前記光学装置は、前記中間部材として、前記第二集光レンズと前記ベースとの間に介在した第二中間部材を備えてもよい。

10

【0012】

前記光学装置は、前記中間部材として、前記第一集光レンズおよび前記第二集光レンズと、前記ベースとの間に介在した第三中間部材を備えてもよい。

【0013】

前記光学装置は、前記光ファイバの端部と一体化され当該光ファイバの断面積よりも大きい面積の端面を有したエンドキャップを備え、前記第三中間部材は、前記ベースに設けられ、前記光ファイバと、前記エンドキャップと、前記第一集光レンズと、前記第二集光レンズとを支持した第三支持部材であってもよい。

【0014】

前記光学装置では、前記合成石英の熱膨張係数と前記中間部材の熱膨張係数との差が、 $11 \times 10^{-6} [1/K]$ 以下であってもよい。

20

【0015】

前記光学装置では、前記中間部材の熱膨張係数と前記ベースとの熱膨張係数との差が、 $11 \times 10^{-6} [1/K]$ 以下であってもよい。

【0016】

前記光学装置では、前記レーザー光の波長が、 $400 [nm]$ 以上かつ $520 [nm]$ 以下であってもよい。

【0017】

前記光学装置では、前記第一集光レンズおよび前記第二集光レンズの、前記レーザー光に対する吸収率が、 $0.1 [%]$ 以下であってもよい。

30

【0018】

前記光学装置では、前記光ファイバからの光出力が、 $100 [W]$ 以上であってもよい。

【0019】

前記光学装置では、前記中間部材を構成する材料の $400 [nm]$ 以上かつ $520 [nm]$ 以下の波長の光の吸収率は、前記ベースを構成する材料より低くてもよい。

【0020】

前記光学装置では、前記中間部材は、銅タングステン合金または酸化アルミニウムで作られてもよい。

【0021】

本発明の光学装置は、例えば、ベースと、前記ベースに設けられ、レーザー光を出力する複数の発光素子と、前記ベースに設けられ、前記発光素子から出力されたレーザー光を光ファイバに伝送する複数の光学部品と、を備え、前記複数の光学部品は、前記複数の発光素子からのレーザー光を集光する集光レンズを含み、前記集光レンズと、前記ベースとの間に、熱膨張係数が前記集光レンズの熱膨張係数と前記ベースの熱膨張係数との間の値である中間部材が設けられる。

40

【0022】

前記光学装置では、前記集光レンズは、接着剤を介して前記中間部材に固定されてもよい。

【0023】

前記光学装置は、前記中間部材を冷却する冷却機構を備えてもよい。

50

【 0 0 2 4 】

また、本発明の光源装置は、例えば、前記光学装置を備える。

【 0 0 2 5 】

また、本発明の光ファイバレーザは、例えば、前記光源装置と、前記光源装置から出力されたレーザ光を増幅する光増幅ファイバと、を備える。

【発明の効果】

【 0 0 2 6 】

本発明によれば、より改善された新規な構成を備えた光学装置、光源装置、および光ファイバレーザを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

10

【 0 0 2 7 】

【図 1】図 1 は、第 1 実施形態の光学装置の例示的かつ模式的な平面図である。

【図 2】図 2 は、第 1 実施形態の光学装置に含まれる発光モジュールの例示的かつ模式的な平面図である。

【図 3】図 3 は、第 1 実施形態の光学装置に含まれるベースの例示的かつ模式的な斜視図である。

【図 4】図 4 は、第 1 実施形態の光学装置に含まれる支持構造の例示的かつ模式的な斜視図である。

【図 5】図 5 は、第 1 実施形態の光学装置に含まれる光ファイバおよびエンドキャップの例示的かつ模式的な平面図である。

20

【図 6】図 6 は、第 1 実施形態の光学装置に含まれるレンズの材料中に含まれる B_2O_3 の含有率とレンズの温度との相関関係の一例を示すグラフである。

【図 7】図 7 は、第 2 実施形態の光学装置に含まれる支持構造の例示的かつ模式的な斜視図である。

【図 8】図 8 は、第 3 実施形態の光学装置の例示的かつ模式的な平面図である。

【図 9】図 9 は、第 3 実施形態の光学装置に含まれるサブユニットの例示的かつ模式的な側面図である。

【図 10】図 10 は、第 4 実施形態の光学装置の例示的かつ模式的な平面図である。

【図 11】図 11 は、第 5 実施形態の光源装置の例示的な概略構成図である。

【図 12】図 12 は、第 6 実施形態の光ファイバレーザの例示的な概略構成図である。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 8 】

以下、本発明の例示的な実施形態が開示される。以下に示される実施形態の構成、ならびに当該構成によってもたらされる作用および結果（効果）は、一例である。本発明は、以下の実施形態が開示される構成以外によっても実現可能である。また、本発明によれば、構成によって得られる種々の効果（派生的な効果も含む）のうち少なくとも一つを得ることが可能である。

【 0 0 2 9 】

以下に示される複数の実施形態は、同様の構成を備えている。よって、各実施形態の構成によれば、当該同様の構成に基づく同様の作用および効果が得られる。また、以下では、それら同様の構成には同様の符号が付与されるとともに、重複する説明が省略される場合がある。

40

【 0 0 3 0 】

本明細書において、序数は、部品や、部位等を区別するために便宜上付与されており、優先順位や順番を示すものではない。

【 0 0 3 1 】

また、各図において、X 1 方向を矢印 X 1 で表し、X 2 方向を矢印 X 2 で表し、Y 方向を矢印 Y で表し、Z 方向を矢印 Z で表す。X 1 方向、Y 方向、および Z 方向は、互いに交差するとともに互いに直交している。また、X 1 方向と X 2 方向とは互いに逆方向である。

【 0 0 3 2 】

50

なお、図 1 , 8 ~ 10 において、レーザ光 L の光路は、実線の矢印で示されている。

【 0 0 3 3 】

[第 1 実施形態]

図 1 は、第 1 実施形態の光学装置 100 A (100) の概略構成図であって、光学装置 100 A の内部を Z 方向の反対方向に見た平面図である。

【 0 0 3 4 】

図 1 に示されるように、光学装置 100 A は、ベース 101 と、複数のサブユニット 100 a と、光合成部 108 と、集光レンズ 104 , 105 と、光ファイバ 120 と、を備えている。各サブユニット 100 a の発光モジュール 10 から出力されたレーザ光は、各サブユニット 100 a のミラー 103、光合成部 108、および集光レンズ 104 , 105 を経由して光ファイバ 120 の端部 (不図示) に伝送され、当該光ファイバ 120 と光学的に結合される。光学装置 100 A は、発光装置とも称されうる。

10

【 0 0 3 5 】

ベース 101 は、例えば、銅系材料やアルミニウム系材料のような、熱伝導率が高い材料で作られる。ベース 101 は、一つの部品で構成されてもよいし、複数の部品で構成されてもよい。また、ベース 101 は、カバー (不図示) で覆われている。複数のサブユニット 100 a、複数のミラー 103、光合成部 108、集光レンズ 104 , 105、および光ファイバ 120 の端部は、いずれもベース 101 上に設けられ、ベース 101 とカバーとの間に形成された収容室 (不図示) 内に収容されている。本実施形態では、収容室は気密封止されているが、これに限定されない。

20

【 0 0 3 6 】

光ファイバ 120 は、出力光ファイバであって、その端部を支持する支持構造 110 を介して、ベース 101 と固定されている。光ファイバ 120 からの光出力は、例えば、100 [W] 以上である。

【 0 0 3 7 】

サブユニット 100 a (100 a 1 , 100 a 2) は、発光モジュール 10、レンズ 43 A、およびミラー 103 を有している。レンズ 43 A は、発光モジュール 10 のレーザ光を、Y 方向において、すなわち遅軸においてコリメートする。

【 0 0 3 8 】

図 2 は、発光モジュール 10 を示す平面図である。図 2 に示されるように、発光モジュール 10 は、サブアセンブリ 30 と、を有している。なお、図 1 , 2 において、レーザ光の光軸を一点鎖線 A x で示している。

30

【 0 0 3 9 】

サブアセンブリ 30 は、サブマウント 31 と、発光素子 32 と、レンズ 42 A と、を有している。

【 0 0 4 0 】

サブマウント 31 は、例えば、Z 方向に薄い扁平な直方体状の形状を有している。また、サブマウント 31 は、例えば、窒化アルミニウム (A I N) や、セラミック、ガラスのような絶縁材料で作られる。この他、熱伝導率が比較的大きいシリコンカーバイドやダイヤモンド等で作られていてもよい。サブマウント 31 上には、発光素子 32 に電力を供給する電極として、メタライズ層 31 a が形成されている。

40

【 0 0 4 1 】

発光素子 32 は、例えば、速軸 (F A) と遅軸 (S A) とを有し、出力が 5 [W] 以上の半導体レーザ素子である。発光素子 32 は、X 1 方向に延びている。発光素子 32 は、Z 方向と直交した X 1 方向の端部に位置する出射面 32 a に設けられた出射開口 (不図示) から、当該 X 方向に、レーザ光を出射する。本実施形態では、発光素子 32 の速軸は Z 方向に沿い、かつ遅軸は Y 方向に沿っている。また、発光素子 32 は、例えば、400 [nm] 以上かつ 520 [nm] 以下のレーザ光を出力する。

【 0 0 4 2 】

レンズ 42 A は、サブマウント 31 の X 1 方向の端面に取り付けられ、発光素子 32 の

50

出射面 3 2 a に対して X 1 方向に隣接して配置されている。レンズ 4 2 A は、発光素子 3 2 からのレーザ光を屈折するとともに透過する。発光素子 3 2 から出射し、レンズ 4 2 A を透過したレーザ光は、X 方向に向かう。また、レンズ 4 2 A は、例えば、コリメートレンズであり、速軸において、レーザ光をコリメートする。また、レンズ 4 2 A は、発光モジュール 1 0 からのレーザ光を光ファイバ 1 2 0 へ伝送する光学部品の一例である。

【 0 0 4 3 】

また、発光モジュール 1 0 は、筐体 2 0 を有してもよい。図 2 に示す例では、発光モジュール 1 0 の筐体 2 0 が部分的に破断され、発光モジュール 1 0 の内部の構成が示されている。図 2 に示す例では、サブマウント 3 1 は、筐体 2 0 の底壁 2 1 上に実装され、発光素子 3 2 は、筐体 2 0 およびサブマウント 3 1 を介して、ベース 1 0 1 に設けられている。さらに、レンズ 4 2 A は、筐体 2 0 およびサブマウント 3 1 を介して、ベース 1 0 1 に設けられている。

10

【 0 0 4 4 】

筐体 2 0 は、箱形の形状を有し、ハウジングとも称されうる。筐体 2 0 は、その内部に収容室 R を形成している。筐体 2 0 は、収容室 R 内に、サブアセンブリ 3 0 を収容している。筐体 2 0 は、収容室 R を気密封止し、これにより、サブアセンブリ 3 0 に筐体 2 0 外から、液体や、気体、塵芥等が作用するのを防止している。また、収容室 R 内には、例えば、不活性ガスや乾燥空気が封入される。

【 0 0 4 5 】

筐体 2 0 は、例えば、銅や銅合金のような銅系材料で作られている。

20

【 0 0 4 6 】

筐体 2 0 の底壁 2 1 は、例えば、銅や銅合金のような銅系材料で作られており、筐体 2 0 の Z 方向の反対方向の端部に位置している。底壁 2 1 は、Z 方向と交差し、X 方向および Y 方向に延びている。底壁 2 1 は、四角形状かつ板状の形状を有している。

【 0 0 4 7 】

なお、筐体 2 0 の底壁 2 1 は、熱伝導率の高い材料であることが好ましいため、筐体 2 0 の他の部分とは異なる材料で作られていてもよい。より具体的には、例えば、底壁 2 1 が熱伝導率の高い銅や銅合金のような銅系材料等で作られ、筐体 2 0 の側壁や蓋（不図示）が他の材料、例えば鉄ニッケルコバルト合金等で作られていてもよい。

【 0 0 4 8 】

筐体 2 0 の側壁の一つである前壁 2 2 は、筐体 2 0 の X 1 方向の端部に位置している。前壁 2 2 は、X 1 方向と交差し、Y 方向および Z 方向に延びている。前壁 2 2 は、四角形状かつ板状の形状を有している。

30

【 0 0 4 9 】

また、前壁 2 2 には、開口部 2 2 a が設けられている。開口部 2 2 a には、窓部材 2 3 が嵌められている。窓部材 2 3 は、レーザ光を透過する性質を有している。すなわち、窓部材 2 3 は、発光素子 3 2 が出射するレーザ光に対して透明である。

【 0 0 5 0 】

図 3 は、ベース 1 0 1 の斜視図である。図 3 に示されるように、ベース 1 0 1 の表面 1 0 1 b には、Y 方向に向かうにつれてサブユニット 1 0 0 a の位置が Z 方向の反対方向にずれる複数の段差 1 0 1 b 1 が設けられている。複数のサブユニット 1 0 0 a が Y 方向に所定間隔（例えば一定間隔）で並ぶアレイ A 1 , A 2 のそれぞれについて、サブユニット 1 0 0 a は、各段差 1 0 1 b 1 上に配置されている。これにより、アレイ A 1 に含まれるサブユニット 1 0 0 a の Z 方向の位置は、Y 方向に向かうにつれて Z 方向の反対方向にずれるとともに、アレイ A 2 に含まれるサブユニット 1 0 0 a の Z 方向の位置も、Y 方向に向かうにつれて Z 方向の反対方向にずれる。このような構成により、各アレイ A 1 , A 2 において、複数のミラー 1 0 3 から、光合成部 1 0 8 に、Y 方向に進む Z 方向に並んだ互いに平行なレーザ光を、入力することができる。なお、段差 1 0 1 b 1 は、Z 方向に対して Y 方向または Y 方向の反対方向に傾斜した方向にずれ、各ミラー 1 0 3 から、Y 方向に対して所定の仰角をもつ方向にレーザ光が進むよう構成されてもよい。

40

50

【 0 0 5 1 】

図 1 に示されるように、各ミラー 1 0 3 からのレーザ光は、光合成部 1 0 8 に入力され、当該光合成部 1 0 8 において合成される。光合成部 1 0 8 は、コンバイナ 1 0 8 a、ミラー 1 0 8 b、および 1 / 2 波長板 1 0 8 c を有している。

【 0 0 5 2 】

ミラー 1 0 3、コンバイナ 1 0 8 a、ミラー 1 0 8 b、および 1 / 2 波長板 1 0 8 c は、発光モジュール 1 0 からのレーザ光を光ファイバ 1 2 0 へ伝送する光学部品の一例である。これら光学部品は、ベース 1 0 1 に直接的にあるいは他の部材を介して間接的に設けられている。

【 0 0 5 3 】

ミラー 1 0 8 b は、アレイ A 1 のサブユニット 1 0 0 a からのレーザ光を 1 / 2 波長板 1 0 8 c を介してコンバイナ 1 0 8 a に向かわせる。1 / 2 波長板 1 0 8 c は、アレイ A 1 からの光の偏波面を回転させる。

【 0 0 5 4 】

他方、アレイ A 2 のサブユニット 1 0 0 a からのレーザ光は、コンバイナ 1 0 8 a に直接入力される。

【 0 0 5 5 】

コンバイナ 1 0 8 a は、二つのアレイ A 1 , A 2 からのレーザ光を合成する。コンバイナ 1 0 8 a は、偏波合成素子とも称されうる。

【 0 0 5 6 】

コンバイナ 1 0 8 a からのレーザ光は、集光レンズ 1 0 4 , 1 0 5 によって光ファイバ 1 2 0 の端部（不図示）に向けて集光され、光ファイバ 1 2 0 と光学的に結合され、光ファイバ 1 2 0 内を伝送される。集光レンズ 1 0 4 は、速軸において、集光レンズ 1 0 5 に向けてレーザ光を集光する。集光レンズ 1 0 5 は、遅軸において、光ファイバ 1 2 0 の端部（エンドキャップ、不図示）に向けてレーザ光を集光する。集光レンズ 1 0 4 , 1 0 5 は、発光モジュール 1 0 からのレーザ光を光ファイバ 1 2 0 へ伝送する光学部品の一例である。また、集光レンズ 1 0 4 は、第二集光レンズの一例であり、集光レンズ 1 0 5 は、第一集光レンズの一例である。

【 0 0 5 7 】

ベース 1 0 1 には、サブユニット 1 0 0 a（発光モジュール 1 0）や、支持構造 1 1 0（支持部材 1 1 1 A）、集光レンズ 1 0 4 , 1 0 5、コンバイナ 1 0 8 a、中間部材 1 3 0 A 1 , 1 3 0 A 2 等を冷却する冷媒通路 1 0 9 が設けられている。冷媒通路 1 0 9 では、例えば、冷却液のような冷媒が流れる。冷媒通路 1 0 9 は、例えば、ベース 1 0 1 の各部品の実装面の近く、例えば直下またはその近傍を通り、冷媒通路 1 0 9 の内面および冷媒通路 1 0 9 内の冷媒（不図示）は、冷却対象の部品や部位、すなわち、サブユニット 1 0 0 a や、支持構造 1 1 0、集光レンズ 1 0 4 , 1 0 5、コンバイナ 1 0 8 a、中間部材 1 3 0 A 1 , 1 3 0 A 2 等と、熱的に接続されている。ベース 1 0 1 を介して冷媒と部品や部位との間で熱交換が行われ、部品が冷却される。なお、冷媒通路 1 0 9 の入口 1 0 9 a および出口 1 0 9 b は、一例として、ベース 1 0 1 の Y 方向の反対方向の端部に設けられているが、他の位置に設けられてもよい。冷媒通路 1 0 9 は、冷媒のポンプや、バルブ、当該ポンプやバルブ等の制御装置等とともに、冷却機構を構成している。

【 0 0 5 8 】

また、図 1 , 3 に示されるように、ベース 1 0 1 の表面 1 0 1 b 上には、支持構造 1 1 0 の支持部材 1 1 1 A が設けられている。支持部材 1 1 1 A は、ベース 1 0 1 に固定されるとともに、光ファイバ 1 2 0 や、集光レンズ 1 0 5 等を支持している。言い換えると、支持部材 1 1 1 A は、ベース 1 0 1 と、光ファイバ 1 2 0 や、集光レンズ 1 0 5 のような光学部品との間に介在している。支持部材 1 1 1 A は、中間部材 1 3 0 A 1 であり、第一支持部材および第一中間部材の一例である。

【 0 0 5 9 】

図 4 は、支持構造 1 1 0 の斜視図である。図 4 に示されるように、支持構造 1 1 0 は、

10

20

30

40

50

支持部材 1 1 1 A と、カバー 1 1 2 と、ホルダ 1 1 4 と、を有し、光ファイバ 1 2 0、エンドキャップ 1 1 3、および集光レンズ 1 0 5 を支持している。

【 0 0 6 0 】

支持部材 1 1 1 A は、Y 方向に延びた直方体状の形状を有しており、Y 方向に延びた光ファイバ 1 2 0 を支持している。また、支持部材 1 1 1 A は、Z 方向の反対方向を向いた面 1 1 1 a と、Z 方向を向いた面 1 1 1 b と、を有している。

【 0 0 6 1 】

カバー 1 1 2 は、Z 方向と交差しかつ直交している。カバー 1 1 2 は、X 1 , X 2 方向に短く Y 方向に長くかつ Z 方向に薄い長方形かつ板状の形状を有している。

【 0 0 6 2 】

支持部材 1 1 1 A およびカバー 1 1 2 は、いずれも、熱伝導性の高い材料で作られる。

【 0 0 6 3 】

光ファイバ 1 2 0 は、支持部材 1 1 1 A とカバー 1 1 2 との間に設けられ X 方向に延びる収容室 1 4 0 内に、部分的に収容されている。収容室 1 4 0 内には、光ファイバ 1 2 0 からの漏洩光を処理する光処理機構が設けられてもよい。

【 0 0 6 4 】

カバー 1 1 2 は、例えば、ねじのような固定具 1 1 6 によって、支持部材 1 1 1 A と固定されている。光ファイバ 1 2 0 は、支持部材 1 1 1 A とカバー 1 1 2 とによって支持されている。

【 0 0 6 5 】

エンドキャップ 1 1 3 は、支持部材 1 1 1 A と、当該支持部材 1 1 1 A とは反対側に位置されたホルダ 1 1 4 とによって、取り囲まれている。ホルダ 1 1 4 は、支持部材 1 1 1 A との間にエンドキャップ 1 1 3 を挟む状態で、ねじのような固定具 1 1 6 によって、支持部材 1 1 1 A に取り付けられている。エンドキャップ 1 1 3 は、例えば融着等により、光ファイバ 1 2 0 の剥離端部 1 2 0 a (芯線 1 2 1) と一体化されている。

【 0 0 6 6 】

集光レンズ 1 0 5 は、支持部材 1 1 1 A の面 1 1 1 b 上に、接着剤のような接合材 (不図示) によって固定されている。接合材は、例えば、電磁波硬化性の接着剤や、熱硬化性の接着剤、湿気硬化性の接着剤である。

【 0 0 6 7 】

図 5 は、光ファイバ 1 2 0 の先端とエンドキャップ 1 1 3 とを示す平面図である。図 5 には、エンドキャップ 1 1 3 内において光ファイバ 1 2 0 の芯線 1 2 1 の先端 1 2 0 a 1 に至るまでのレーザ光 L の光路が破線で示されている。仮に、エンドキャップ 1 1 3 が設けられていない構成において、剥離端部 1 2 0 a の先端 1 2 0 a 1 に向けて集光レンズ 1 0 5 等によって集光されたレーザ光が到来すると、界面となる先端 1 2 0 a 1 においてビーム径が小さくなるのに伴ってパワー密度が過度に大きくなり、これにより過度な温度上昇が生じ、ひいては当該先端 1 2 0 a 1 が損傷してしまう虞がある。この点、本実施形態では、レーザ光 L は、先端 1 2 0 a 1 よりも広い、すなわち光ファイバ 1 2 0 の断面積よりも広い面積のエンドキャップ 1 1 3 の端面 1 1 3 a 1 に、ビーム径がより大きくパワー密度がより小さい状態で到達するため、界面となる端面 1 1 3 a 1 および芯線 1 2 1 の先端 1 2 0 a 1 の双方において、過度な温度上昇ひいては損傷を、抑制することができる。エンドキャップ 1 1 3 は、緩和部材とも称されうる。

【 0 0 6 8 】

なお、エンドキャップ 1 1 3 の突出部 1 1 3 b とは反対側の端面 1 1 3 a 1 には、A R (anti reflection) コーティングが施されている。これにより、端面 1 1 3 a 1 における光の反射が抑制されている。

【 0 0 6 9 】

また、図 1 , 3 に示されるように、ベース 1 0 1 の表面 1 0 1 b 上には、中間部材 1 3 0 A 2 が設けられている。中間部材 1 3 0 A 2 は、ベース 1 0 1 に固定されるとともに、集光レンズ 1 0 4 を支持している。言い換えると、中間部材 1 3 0 A 2 は、ベース 1 0 1

10

20

30

40

50

と、光学部品としての集光レンズ104との間に介在している。中間部材130A2は、例えば、はんだや、ろう、接着剤のようや接合材による接合、溶接などにより、ベース101に固定されている。また、集光レンズ104は、中間部材130A2に、例えば、接着剤のような接合材（不図示）によって固定されている。接合材は、例えば、電磁波硬化性の接着剤や、熱硬化性の接着剤、湿気硬化性の接着剤である。中間部材130A2は、第二中間部材の一例である。

【0070】

集光レンズ104, 105は、例えば、合成石英で作られる。合成石英は、レーザ光に対する吸収率が低い。よって、集光レンズ104, 105を合成石英によって作ることで、レーザ光の吸収による集光レンズ104, 105の温度上昇を抑制することができる。このような観点から、集光レンズ104, 105による波長が400[nm]以上かつ520[nm]以下であるレーザ光の吸収率は、0.1[%]以下であるのが好ましい。

10

【0071】

発明者らは、光学装置100Aにおいて、酸化ホウ素(B_2O_3)の含有率(質量含有率)が異なる材料で作られた集光レンズ105をそれぞれ装着してレーザ光を照射し、各場合の集光レンズ105の温度、および光出力のような光学特性を計測する実験を行った。図6は、酸化ホウ素の含有率と、集光レンズ105の最高温度との相関関係を示すグラフである。グラフの横軸は、集光レンズ105中の酸化ホウ素(B_2O_3)の質量含有率(質量[%])であり、縦軸は、集光レンズ105の温度[]である。この実験において、レーザ光の波長は、465[nm]、レーザ光のパワーの合計は、220[W]であった。図6から、酸化ホウ素の含有率が高いほど、集光レンズ105の温度が高くなること

20

【0072】

この実験の結果、光学装置100Aにおいて光学特性が所期範囲に収まった集光レンズ105の温度の閾値 T_{th} (最高温度)は、57[]であり、当該閾値 T_{th} に対応した酸化ホウ素の質量含有率の閾値 P_{th} (最大含有率)は、2[%]であった。すなわち、集光レンズ104, 105の材料中の酸化ホウ素の質量含有率は、2[%](質量[%])以下であるのが好ましいことが判明した。

【0073】

また、上述した構成において、中間部材130A1は、熱膨張係数が集光レンズ105の熱膨張係数とベース101の熱膨張係数との間の値である材料で作られるとともに、中間部材130A2は、熱膨張係数が集光レンズ104の熱膨張係数とベース101の熱膨張係数との間の値である材料で作られるのが好適である。仮に、集光レンズ104, 105がベース101に直接取り付けられた場合、例えば銅系金属で作られるベース101の熱膨張係数と、例えば合成石英で作られる集光レンズ104, 105の熱膨張係数との差によって、集光レンズ104, 105とベース101との間で、温度変化に伴う体積変化の差が大きくなってしまふ。このような体積変化の差が、例えば集光レンズ104, 105をベース101に固定する接着剤の接合状態を維持できる範囲を超えてしまうと、集光レンズ104, 105がベース101に対してずれたり、傾いたり、外れたりし、ひいては光学装置100Aにおいて所期の光学特性が得られなくなってしまう虞がある。この点、本実施形態では、集光レンズ104, 105は、中間部材130A1, 130A2を介してベース101に固定されているため、集光レンズ104, 105と中間部材130A1, 130A2との間で、温度変化に伴う体積変化の差をより小さくすることができる。よって、ベース101による中間部材130A1, 130A2を介した集光レンズ104, 105の固定状態を所期の状態に維持しやすくなり、ひいては、集光レンズ104, 105のベース101に対する相対的な位置や姿勢の変化に伴って光学装置100Aにおいて所期の光学特性が得られなくなるのを抑制することができる。

30

40

【0074】

50

このような中間部材 130A1, 130A2 の材料としては、例えば、銅タングステン合金（例えば、Cu を質量含有率で 10 ~ 20 [%] 程度含むもの）や、酸化アルミニウム等が好ましい。また、光学装置 100A 内の迷光（漏洩光）による発熱を抑制するため、中間部材 130A1, 130A2 は、ベース 101 を構成する材料（本実施形態では銅）よりも波長が 400 [nm] 以上かつ 520 [nm] 以下であるレーザ光の吸収率が低い材料で作られることが好ましい。

【0075】

さらに、発明者らは、鋭意検討により、合成石英で作られた集光レンズ 104 の熱膨張係数と中間部材 130A2 の熱膨張係数との差、合成石英で作られた集光レンズ 105 の熱膨張係数と中間部材 130A1 の熱膨張係数との差、中間部材 130A2 の熱膨張係数とベース 101 の熱膨張係数との差、ならびに中間部材 130A1 の熱膨張係数とベース 101 の熱膨張係数との差が、いずれも 11×10^{-6} [1/K] 以下であれば、集光レンズ 104, 105 のベース 101 に対する固定状態について所期の信頼性を確保することができ、ひいては、集光レンズ 104, 105 の位置や姿勢のずれに起因した光学装置 100A の光学特性の低下が生じないか、あるいは問題にならないレベルであることを、確認した。

【0076】

以上、説明したように、本実施形態では、集光レンズ 104, 105 が合成石英で作られている。集光レンズ 104, 105 は、複数のレーザ光が入力されるとともに、特に集光レンズ 105 は、集光レンズ 104 から集光された光が入力されるため、レーザ光が比較的高いエネルギー密度で入力される。このため、集光レンズ 104, 105、特に集光レンズ 105 は、エンドキャップ 113 を除く他の光学部品に比べて、温度が上昇しやすい。集光レンズ 104, 105 において、過度な温度上昇が生じた場合には、集光レンズ 104, 105 のベース 101 に対する固定状態の信頼性の低下や、それに伴う光学装置 100A の光学特性の信頼性の低下を、招く虞がある。この点、本実施形態では、集光レンズ 104, 105 がレーザ光の吸収率が低い合成石英で作られているため、集光レンズ 104, 105 の過度な温度上昇を抑制することができ、ひいては、集光レンズ 104, 105 のベース 101 に対する固定状態の信頼性の低下や、それに伴う光学装置 100A の光学特性の信頼性の低下を、抑制することができる。

【0077】

また、本実施形態では、集光レンズ 104, 105 は、中間部材 130A1, 130A2 を介して、ベース 101 に固定されており、当該中間部材 130A1, 130A2 の熱膨張係数は、集光レンズ 104, 105 の熱膨張係数とベース 101 の熱膨張係数との間の値である。このような構成により、集光レンズ 104, 105 がベース 101 に直接固定されている場合に比べて、当該集光レンズ 104, 105 の所期の固定状態を維持しやすくなる。

【0078】

[第2実施形態]

図7は、第2実施形態の支持構造 110 の斜視図である。本実施形態の光学装置 100B (100) は、支持構造 110 が相違する点を除き、上記第1実施形態の光学装置 100A と同様の構成を備えている。

【0079】

本実施形態の支持構造 110 では、支持部材 111B と、集光レンズ 105 との間に板状の中間部材 130B が介在している。中間部材 130B は、支持部材 111B とエンドキャップ 113 との間には介在していない。本実施形態でも、中間部材 130B は、熱膨張係数が、集光レンズ 105 の熱膨張係数とベース 101 の熱膨張係数との間の値である材料で作られており、具体的には、銅タングステン合金または酸化アルミニウムで作られている。このような構成の光学装置 100B においても、ベース 101 と集光レンズ 105 との間に中間部材 130B を備えていることにより、上記第1実施形態と同様の効果が得られる。中間部材 130B は、第一中間部材の一例であり、支持部材 111B は、第二

10

20

30

40

50

支持部材の一例である。

【0080】

支持部材111Bの熱膨張係数は、ベース101の熱膨張係数と中間部材130Bの熱膨張係数との間の値であってもよいし、ベース101の熱膨張係数と近いあるいは同じ値であってもよい。また、支持部材111Bは、ベース101と別の部材として構成されベース101に固定されてもよいし、ベース101の一部であってもよい。

【0081】

[第3実施形態]

図8は、第3実施形態の光学装置100Cの平面図である。本実施形態の光学装置100Cは、サブユニット100aの構成が上記第1実施形態と相違するとともに、支持構造110の構成が上記第1実施形態と相違している。これらを除き、光学装置100Cは、上記第1実施形態の光学装置100Aと同様の構成を備えている。

10

【0082】

図9は、サブユニット100a1(100a)の構成を示す側面図である。図9に示されるように、サブユニット100a1において、発光素子32から出力されたレーザー光Lは、レンズ41C、レンズ42C、およびレンズ43Cをこの順に経由し、少なくともZ方向およびY方向でコリメートされる。レンズ41C、レンズ42C、およびレンズ43Cは、いずれも筐体20外に設けられている。

【0083】

本実施形態では、レンズ41C、レンズ42C、およびレンズ43Cは、X1方向にこの順に並んでいる。発光素子32から出力されたレーザー光Lは、レンズ41C、レンズ42C、およびレンズ43Cを、この順に通過する。また、発光素子32から出て、レンズ41C、レンズ42C、およびレンズ43Cを通過する迄の間、レーザー光Lの光軸は直線状であり、レーザー光Lの速軸方向はZ方向に沿い、かつレーザー光Lの遅軸方向はY方向に沿う。

20

【0084】

レンズ41Cは、窓部材23からX1方向に僅かに離間するか、あるいは窓部材23に対してX1方向に接している。レンズ41Cは、筐体20に接着剤等を介して固定されてもよい。

【0085】

レンズ41Cには、窓部材23を通過したレーザー光Lが入射する。レンズ41Cは、光軸に沿う中心軸Axに対する軸対称形状を有したレンズであり、中心軸Ax周りの回転体として構成されている。レンズ41Cは、中心軸AxがX1方向に沿うとともにレーザー光Lの光軸と重なるように配置される。レンズ41Cの入射面41aおよび出射面41bは、それぞれ、X1方向に延びた中心軸Ax周りの回転面を有している。出射面41bは、X1方向に凸の凸曲面である。出射面41bは、入射面41aよりも大きく突出している。レンズ41Cは、所謂凸レンズである。

30

【0086】

レンズ41Cを出たレーザー光Lのビーム幅は、X1方向に進むにつれて狭くなる。なお、ビーム幅は、レーザー光のビームプロファイルにおいて、光強度が所定値以上となる領域の幅である。所定値は、例えば、ピークの光強度の $1/e^2$ である。レンズ41Cは、レーザー光Lを、Z方向、Y方向、およびZ方向とY方向との間の方向において集束するため、レーザー光Lの収差が小さくなるという効果が得られる。

40

【0087】

レンズ42Cは、Z方向と交差しかつ直交した平面としての仮想中心面Vc2に対する面对称形状を有している。レンズ42Cの入射面42aおよび出射面42bは、Y方向に沿う母線を有しY方向に延びた柱面を有している。入射面42aは、X1方向の反対方向に凸の凸曲面である。また、出射面42bは、X1方向に凹の凹曲面である。

【0088】

レンズ42Cは、レーザー光Lを、Z方向におけるビーム幅 W_{zc} が、レンズ41Cへの

50

入射面 4 1 a での Z 方向におけるビーム幅 W_{za} よりも小さい状態で、Z 方向において、すなわち速軸においてコリメートする。レンズ 4 2 C は、Y 方向と直交する断面において凹レンズである。レンズ 4 2 C は、コリメートレンズとも称されうる。

【0089】

また、レンズ 4 2 C は、レンズ 4 1 C によるレーザー光 L の Z 方向の集束点 P_{cz} よりもレンズ 4 1 C の近くに位置されている。仮に、レンズ 4 2 C が、Z 方向の集束点 P_{cz} よりもレンズ 4 1 C の遠くに位置された場合、レンズ 4 1 C とレンズ 4 2 C との間のレーザー光 L の光路上に、Z 方向の集束点 P_{cz} が出現することになる。この場合、エネルギー密度の高い Z 方向の集束点 P_{cz} において塵芥が集積するなどの不都合が生じる虞がある。この点、本実施形態では、レンズ 4 2 C が Z 方向の集束点 P_{cz} よりもレンズ 4 1 C の近くに位置されているため、レーザー光 L が集束点 P_{cz} に到達する前にレンズ 4 2 C によってコリメートされる。すなわち、本実施形態によれば、レーザー光 L の光路上に Z 方向の集束点 P_{cz} が出現しないため、当該集束点 P_{cz} による不都合が生じるのを、回避することができる。

10

【0090】

なお、レーザー光 L の Y 方向における集束点（不図示）は、レンズ 4 1 C とレンズ 4 2 C との間に出現するが、Y 方向における集束点でのエネルギー密度はそれほど高くないため、塵芥の集積のような問題は生じ無い。

【0091】

発光素子 3 2 から出力されレンズ 4 1 C およびレンズ 4 2 C を経由したレーザー光 L の Y 方向のビーム幅は、X 1 方向に進むにつれて広がる。レンズ 4 3 C には、レンズ 4 2 C を経由して Y 方向において広がっている先太りのレーザー光 L が入射する。

20

【0092】

レンズ 4 3 C は、Y 方向と交差しかつ直交した平面としての仮想中心面に対する面对称形状を有している。レンズ 4 3 C の入射面 4 3 a および出射面 4 3 b は、Z 方向に沿う母線を有し Z 方向に延びた柱面を有している。入射面 4 3 a は、X 1 方向と直交する平面である。また、出射面 4 3 b は、X 1 方向に凸の凸曲面である。

【0093】

レンズ 4 3 C は、レーザー光 L を、Y 方向において、すなわち遅軸においてコリメートする。レンズ 4 3 C は、Z 方向と直交する断面において凸レンズである。レンズ 4 3 C は、コリメートレンズとも称されうる。

30

【0094】

また、本実施形態では、図 8 に示されるように、支持部材 1 1 1 C は、集光レンズ 1 0 4 , 1 0 5 を支持している。支持部材 1 1 1 C は、中間部材 1 3 0 C である。当該中間部材 1 3 0 C は、熱膨張係数が、集光レンズ 1 0 4 , 1 0 5 の熱膨張係数とベース 1 0 1 の熱膨張係数との間の値である材料で作られており、具体的には、銅タングステン合金または酸化アルミニウムで作られている。

【0095】

このような構成の光学装置 1 0 0 C においても、ベース 1 0 1 と集光レンズ 1 0 4 , 1 0 5 との間に中間部材 1 3 0 C を備えていることにより、上記第 1 実施形態と同様の効果が得られる。中間部材 1 3 0 C は、第三中間部材の一例であり、支持部材 1 1 1 C は、第三支持部材の一例である。

40

【0096】

本実施形態の光学装置 1 0 0 C は、二つの集光レンズ 1 0 4 , 1 0 5 について一つの間中部材 1 3 0 C が設けられている分、上記第 1 実施形態の光学装置 1 0 0 A および第 2 実施形態の光学装置 1 0 0 B に比べて、中間部材 1 3 0 C の数、ひいては光学装置 1 0 0 C の部品点数を減らすことができるため、例えば、製造の手間やコストを低減できる場合がある。このような構成は、集光レンズ 1 0 4 , 1 0 5 が比較的近くに配置される場合には特に有利である。これに対し、集光レンズ 1 0 4 , 1 0 5 が比較的遠くに配置される場合には、上記第 1 実施形態や第 2 実施形態のように、集光レンズ 1 0 4 , 1 0 5 に対してそ

50

れぞれ別の中間部材 130A1 (130B), 130A2 を設けた構成が、中間部材をより小さくし、ひいては光学装置 100 の質量の増大を抑制できるという点で、有利となる場合がある。

【0097】

[第4実施形態]

図10は、第4実施形態の光学装置100Dの平面図である。本実施形態の光学装置100Dは、複数の発光素子32が、互いに異なる波長(1, 2, ..., n-1, n)のレーザ光を出力し、1/2波長板108cを有さず、かつサブアセンブリ30が筐体20内に収容されていない点を除き、上記実施形態の光学装置100と同様の構成を備えている。複数の波長の間隔は、例えば、中心波長間で、5[nm]~20[nm]である。また、ここで合成される光には、青色のレーザ光が含まれてもよい。

10

【0098】

このような構成の光学装置100Dにおいても、ベース101と集光レンズ104, 105との間に中間部材130Cを備えていることにより、上記第1実施形態と同様の効果が得られる。

【0099】

[第5実施形態]

図11は、上記第1~第4実施形態のいずれかの光学装置100(発光装置)が実装された第5実施形態の光源装置1000の構成図である。光源装置1000は、励起光源として、複数の光学装置100を備えている。複数の光学装置100から出力されたレーザ光は、光ファイバ120を介して光結合部としてのコンバイナ200に伝送される。光ファイバ120の出力端は、複数入力1出力のコンバイナ200の複数の入力ポートにそれぞれ結合されている。なお、光源装置1000は、複数の光学装置100を有するものに限定されるものではなく、少なくとも1つの光学装置100を有していればよい。

20

【0100】

[第6実施形態]

図12は、図11の光源装置1000が実装された光ファイバレーザ300の構成図である。光ファイバレーザ300は、図11に示された光源装置1000およびコンバイナ200と、希土類添加光ファイバ330と、出力側光ファイバ340と、を備える。希土類添加光ファイバ330の入力端及び出力端には、それぞれ高反射FBG310, 321(fiber Bragg grating)が設けられている。

30

【0101】

コンバイナ200の出力端には、希土類添加光ファイバ330の入力端が接続され、希土類添加光ファイバ330の出力端には、出力側光ファイバ340の入力端が接続されている。なお、複数の光学装置100から出力されるレーザ光を希土類添加光ファイバ330に入力する入力部は、コンバイナ200に換えて他の構成を使用してもよい。例えば、複数の光学装置100における出力部の光ファイバ120を並べて配置し、複数の光ファイバ120から出力されたレーザ光を、レンズを含む光学系等の入力部を用いて、希土類添加光ファイバ330の入力端に入力するように構成してもよい。希土類添加光ファイバ330は、光増幅ファイバの一例である。

40

【0102】

第5実施形態の光源装置1000、あるいは第6実施形態の光ファイバレーザ300によれば、上記第1~第4実施形態の光学装置100を備えることにより、上記第1~第4実施形態と同様の効果が得られる。

【0103】

以上、本発明の実施形態が例示されたが、上記実施形態は一例であって、発明の範囲を限定することは意図していない。上記実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、組み合わせ、変更を行うことができる。また、各構成や、形状、等のスペック(構造や、種類、方向、型式、大きさ、長さ、幅、厚さ、高さ、数、配置、位置、材質等)は、適宜に変更して実施

50

することができる。

【 0 1 0 4 】

例えば、以上の実施形態では、光学装置が二つの集光レンズを有する構成を示したが、これには限定されない。より具体的には、光学装置は、例えば、二つの集光レンズに代えて、三つ以上の集光レンズを有してもよいし、速軸および遅軸の双方において光ファイバの端部に向けてレーザ光を集光する一つの集光レンズを有してもよい。

【 0 1 0 5 】

また、サブユニットや、発光モジュール、各光学部品、突出部、遮蔽部等の、構成や、配置、組み合わせは、上記実施形態には限定されない。また、迷光の進行方向も、上述した方向には限定されない。

10

【符号の説明】

【 0 1 0 6 】

1 0 ... 発光モジュール

2 0 ... 筐体

2 1 ... 底壁

2 2 ... 前壁

2 2 a ... 開口部

2 3 ... 窓部材

3 0 ... サブアセンブリ

3 1 ... サブマウント

20

3 1 a ... メタライズ層

3 2 ... 発光素子

3 2 a ... 出射面

4 1 C ... レンズ

4 1 a ... 入射面

4 1 b ... 出射面

4 2 A , 4 2 C ... レンズ (光学部品)

4 2 a ... 入射面

4 2 b ... 出射面

4 3 A , 4 3 C ... レンズ (光学部品)

30

4 3 a ... 入射面

4 3 b ... 出射面

1 0 0 , 1 0 0 A ~ 1 0 0 D ... 光学装置

1 0 0 a , 1 0 0 a 1 , 1 0 0 a 2 ... サブユニット

1 0 1 ... ベース

1 0 1 b ... 表面

1 0 1 b 1 ... 段差

1 0 3 ... ミラー (光学部品)

1 0 4 ... 集光レンズ (第二集光レンズ、光学部品)

1 0 5 ... 集光レンズ (第一集光レンズ、光学部品)

40

1 0 8 ... 光合成部

1 0 8 a ... コンバイナ (第一光学部品、光学部品)

1 0 8 b ... ミラー (第一光学部品、光学部品)

1 0 8 c ... 1 / 2 波長板 (第一光学部品、光学部品)

1 0 9 ... 冷媒通路

1 0 9 a ... 入口

1 0 9 b ... 出口

1 1 0 ... 支持構造

1 1 1 A ~ 1 1 1 C ... 支持部材

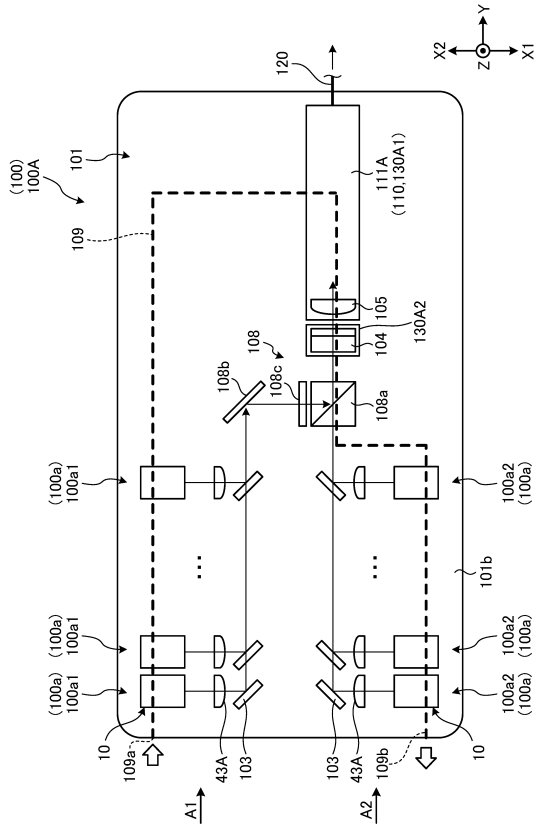
1 1 1 a ... 面

50

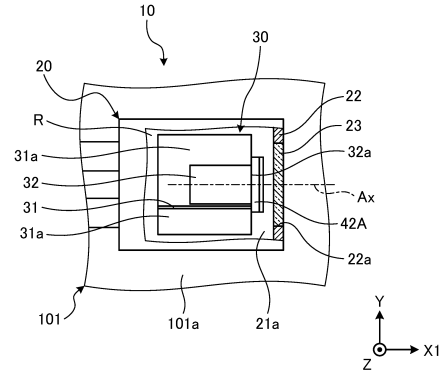
1 1 1 b ...面	
1 1 2 ...カバー	
1 1 3 ...エンドキャップ	
1 1 3 a 1 ...端面	
1 1 3 b ...突出部	
1 1 4 ...ホルダ	
1 1 6 ...固定具	
1 2 0 ...光ファイバ	
1 2 0 a ...剥離端部	
1 2 0 a 1 ...先端	10
1 2 1 ...芯線	
1 3 0 A 1 ...中間部材(第一中間部材)	
1 3 0 A 2 ...中間部材(第二中間部材)	
1 3 0 B ...中間部材(第二中間部材)	
1 3 0 C ...中間部材(第三中間部材)	
1 4 0 ...収容室	
2 0 0 ...コンバイナ	
3 0 0 ...光ファイバレーザ	
3 1 0 , 3 2 0 ...高反射 F B G	
3 3 0 ...希土類添加光ファイバ	20
3 4 0 ...出力側光ファイバ	
1 0 0 0 ...光源装置	
A x ...中心軸	
A 1 , A 2 ...アレイ	
L ...レーザ光	
P c z ...集束点	
P t h ...閾値	
R ...収容室	
T t h ...閾値	
V c 2 ...仮想中心面	30
W z a ... (Z 方向における) ビーム幅	
W z c ... (Z 方向におけるコリメートされた) ビーム幅	
X 1 ...方向	
X 2 ...方向	
Y ...方向	
Z ...方向	

【図面】

【図 1】



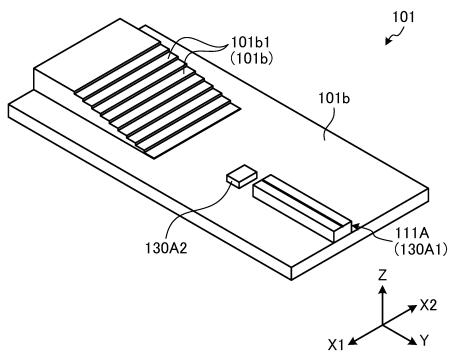
【図 2】



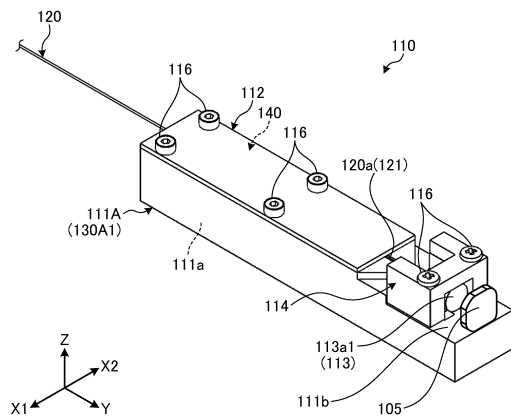
10

20

【図 3】



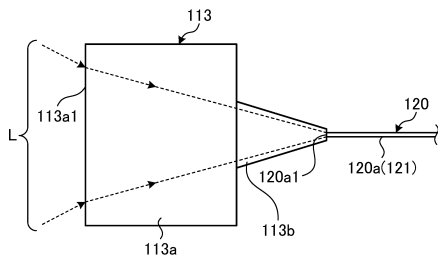
【図 4】



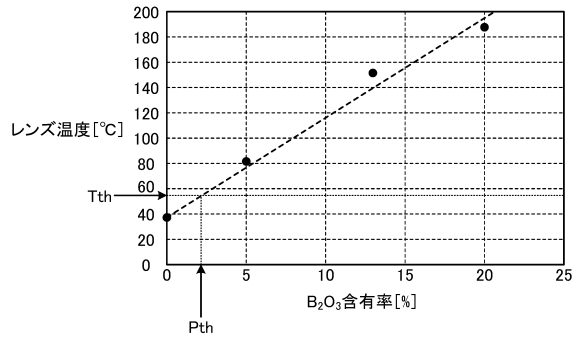
30

40

【図5】

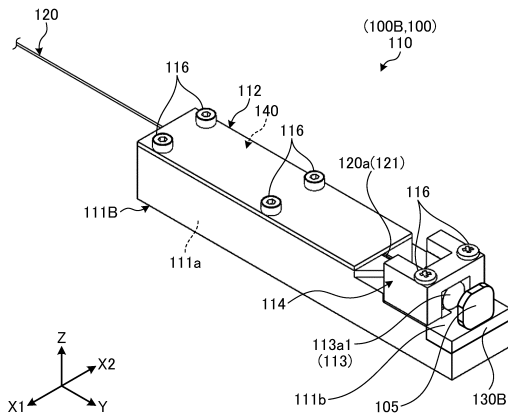


【図6】

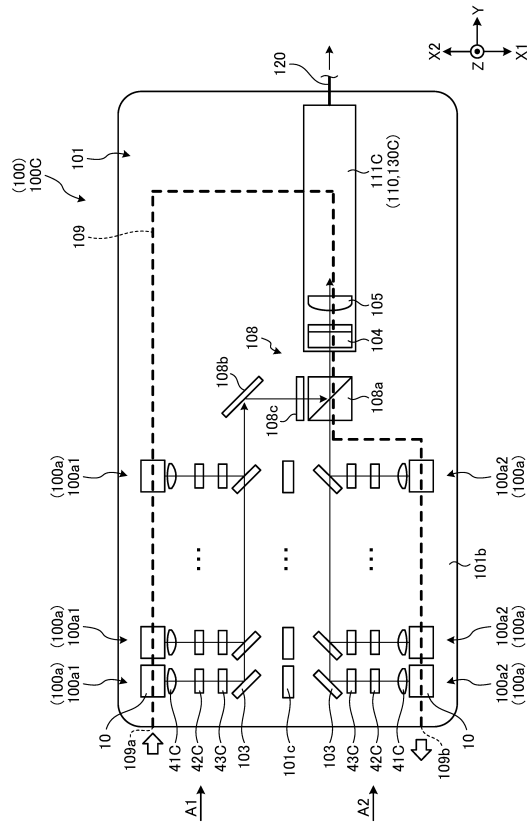


10

【図7】



【図8】



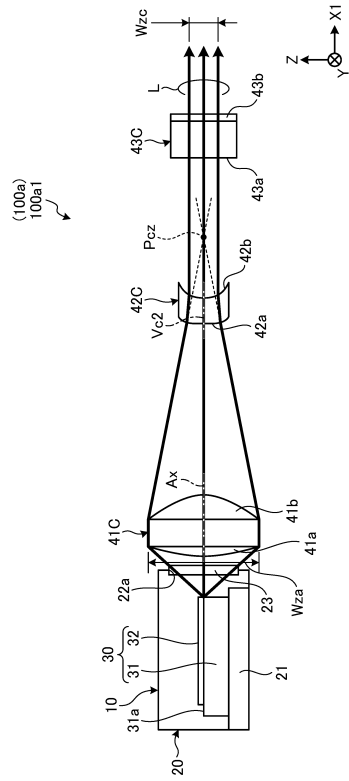
20

30

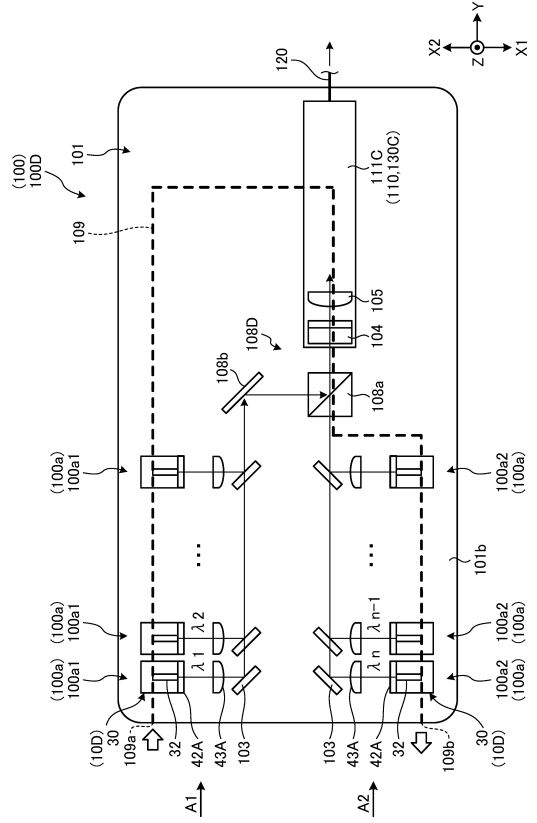
40

50

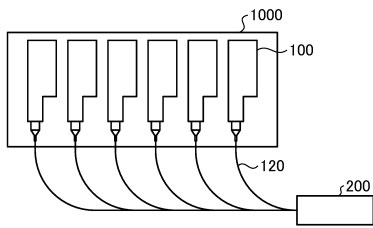
【 図 9 】



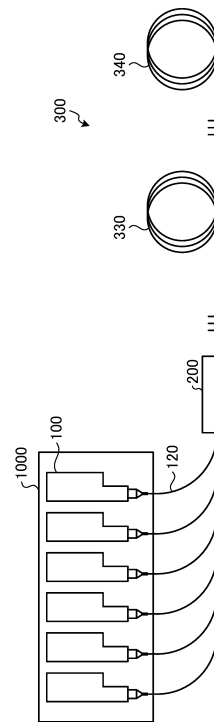
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内

(72)発明者 吉崎 達也

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内

審査官 林 祥恵

- (56)参考文献 国際公開第2020/196562(WO, A1)
特開2012-113094(JP, A)
国際公開第2015/151177(WO, A1)
特開平08-313805(JP, A)
特開2003-232994(JP, A)
特開2009-253074(JP, A)
特開平03-120884(JP, A)
特開2017-152677(JP, A)
米国特許出願公開第2012/0128290(US, A1)
中国特許出願公開第111025494(CN, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G02B 6/26 - 6/27
G02B 6/30 - 6/34
G02B 6/42 - 6/43
H01S 5/00 - 5/50
G02B 3/00