

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-129578

(P2020-129578A)

(43) 公開日 令和2年8月27日(2020.8.27)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 S 5/40 (2006.01)	HO 1 S 5/40	3 K O 1 3
F 2 1 S 2/00 (2016.01)	F 2 1 S 2/00 3 1 1	3 K 2 4 3
F 2 1 V 19/00 (2006.01)	F 2 1 V 19/00 1 0 0	5 F 1 7 3
F 2 1 V 13/02 (2006.01)	F 2 1 V 13/02 4 0 0	
F 2 1 V 5/00 (2018.01)	F 2 1 V 5/00 3 2 0	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-20731 (P2019-20731)
 (22) 出願日 平成31年2月7日 (2019.2.7)

(71) 出願人 000102212
 ウシオ電機株式会社
 東京都千代田区丸の内一丁目6番5号
 (74) 代理人 110000729
 特許業務法人 ユニアス国際特許事務所
 (72) 発明者 山田 裕貴
 東京都千代田区丸の内1丁目6番5号 ウシオ電機株式会社内
 Fターム(参考) 3K013 BA01
 3K243 AA01 BC01 BC09
 5F173 MC01 MC12 MC15 MD16 MD64
 MF03 MF39

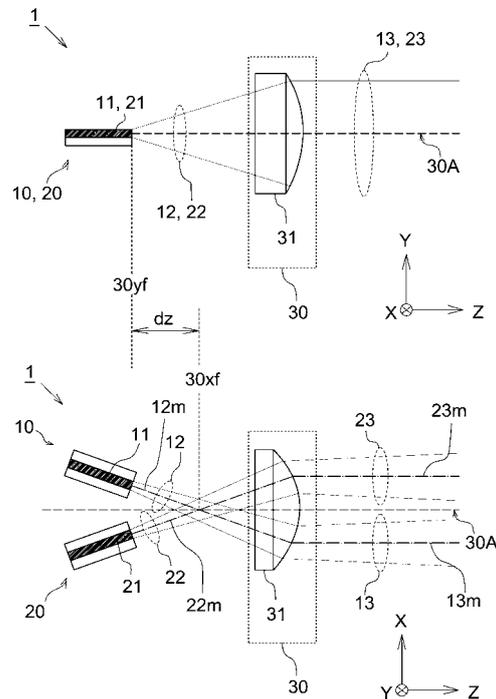
(54) 【発明の名称】 半導体レーザー光源装置

(57) 【要約】

【課題】複数の半導体レーザーチップを用いて、装置規模の拡大を抑制しながら光出力を高めた半導体レーザー光源装置を提供する。

【解決手段】半導体レーザー光源装置は、ヒートシンクの面の上面に形成され、光出射領域を有する複数の半導体レーザーチップと、光出射領域から出射された光線束が入射されて、進行方向を変換して出射する屈折光学系とを備える。少なくとも2つの半導体レーザーチップは、各半導体レーザーチップが有するそれぞれの光出射領域から出射される光線束の主光線同士が互いに非平行となるように、ヒートシンクの面に直交する第一方向から見て相互に傾斜して配置され、屈折光学系は、第一方向と当該屈折光学系の光軸方向とによって形成される第一平面上における第一焦点と、光軸方向と第一方向とに直交する第二方向とによって形成される第二平面上における第二焦点とが、光軸方向に関して変位した光学系で構成されている。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ヒートシンクと、

前記ヒートシンクの面の上面に形成され、光出射領域を有する複数の半導体レーザチップと、

前記複数の半導体レーザチップが有する前記光出射領域から出射された光線束が入射されて、進行方向を変換して出射する屈折光学系とを備え、

少なくとも2つの前記半導体レーザチップは、各半導体レーザチップが有するそれぞれの前記光出射領域から出射される前記光線束の主光線同士が互いに非平行となるように、前記ヒートシンクの面に直交する第一方向から見て相互に傾斜して配置され、

10

前記屈折光学系は、前記第一方向と当該屈折光学系の光軸方向とによって形成される第一平面上における焦点である第一焦点と、前記光軸方向と前記第一方向とに直交する第二方向とによって形成される第二平面上における焦点である第二焦点とが、前記光軸方向に関して変位した光学系で構成されていることを特徴とする、半導体レーザ光源装置。

【請求項 2】

隣接する前記半導体レーザチップが有する前記光出射領域から出射される前記主光線同士の、前記第二方向に係る間隔を d_1 とすると、

前記複数の半導体レーザチップは、前記光軸方向に関して、前記光出射領域から、前記屈折光学系よりも前記光出射領域側の特定位置までの間において、前記光軸方向に進行するに連れて前記間隔 d_1 が小さくなるように、相互に傾斜して配置されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の半導体レーザ光源装置。

20

【請求項 3】

前記第二焦点は、前記第一焦点よりも、前記光軸方向に関して前記屈折光学系に近い側に位置していることを特徴とする、請求項 2 に記載の半導体レーザ光源装置。

【請求項 4】

隣接する前記半導体レーザチップが有する前記光出射領域から出射される前記主光線同士を、前記屈折光学系とは反対側の方向に仮想的に延長して得られる仮想主光線同士の、前記第二方向に係る間隔を d_1 とすると、

前記複数の半導体レーザチップは、前記光軸方向に関して、前記光出射領域とは反対側の位置に係る端面に対応する仮想光出射領域から特定位置までの間において、前記光軸方向とは反対方向に進行するに連れて前記間隔 d_1 が小さくなるように、相互に傾斜して配置されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の半導体レーザ光源装置。

30

【請求項 5】

前記第二焦点は、前記第一焦点よりも、前記光軸方向に関して前記屈折光学系から離れた側に位置していることを特徴とする、請求項 4 に記載の半導体レーザ光源装置。

【請求項 6】

前記屈折光学系は、前記第一方向に係る焦点距離と、前記第二方向に係る焦点距離とが異なる、単一のレンズで構成されていることを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の、半導体レーザ光源装置。

【請求項 7】

前記屈折光学系は、

前記光出射領域から出射された前記光線束に対して、前記第一方向に係る発散角を縮小させる、前記第一焦点を焦点とした第一レンズと、

前記第一レンズの後段に配置され、前記光出射領域から出射された前記光線束に対して、前記第二方向に係る発散角を縮小させる、前記第二焦点を焦点とする第二レンズとを有することを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の、半導体レーザ光源装置。

40

【請求項 8】

前記屈折光学系は、

前記光出射領域から出射された前記光線束に対して、前記第一方向及び前記第二方向

50

に係る発散角を縮小させる、前記第一焦点を焦点とする第一レンズと、

前記第一レンズの後段に配置され、前記光出射領域から出射された前記光線束に対して、前記第二方向に係る発散角を縮小させる、前記第二焦点を焦点とする第二レンズとを有することを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の、半導体レーザ光源装置。

【請求項 9】

前記複数の半導体レーザチップは、直列に接続されていることを特徴とする、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の半導体レーザ光源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、半導体レーザ光源装置に関し、特に複数の半導体レーザチップを有する半導体レーザ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

プロジェクタ用の光源として、半導体レーザチップを利用することが進められている。近年、このように半導体レーザチップを光源として用いながらも、更に光出力を高めた光源装置が市場から期待されている。

【0003】

光源側の光出力を高めるためには、複数の半導体レーザチップから出射された光を集光する方法が考えられる。しかし、半導体レーザチップには一定の幅が存在し、これらを密接して配置することには限界がある。つまり、単に複数の半導体レーザチップを配置するだけでは、光源装置が大型化してしまう。

20

【0004】

かかる観点から、例えば下記特許文献 1 のように、第一の領域に半導体レーザチップ群を配置し、第一の領域とは別の第二の領域に別の半導体レーザチップ群を配置し、両半導体レーザチップ群から出射される光を、スリットミラーからなる光合成手段を用いて合成する技術が存在する。かかる方法により、単に同一箇所に複数の半導体レーザチップを並べた場合と比較して、配置面積を縮小しながらも光強度を高めることが可能となる。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2017 - 215570 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、光源側の光強度を高める方法として、半導体レーザチップを複数備えた光源モジュールを用いる方法が知られている。かかる構成によれば、半導体レーザチップの設置数に応じて、レーザ光を出射する領域（光出射領域：以下では「エミッタ」と称することがある。）が複数備えられる。本発明者は、このような光源モジュールを利用することで、光強度を高めることを検討したところ、以下のような課題が存在することを突き止めた。

40

【0007】

図 1 A は、一つのエミッタを備えた半導体レーザチップの構造を模式的に示す斜視図である。このような半導体レーザチップは、「シングルエミッタ型」と称されることがある。なお、図 1 A には、エミッタから出射される光（レーザ光）の光線束についても、模式的に図示している。なお、本明細書では、単一のエミッタから出射される束状に形成された光線群を「光線束」と称し、エミッタの中心から出射される光線を「主光線」と称する。

【0008】

50

図1Aに示されるような、いわゆる「端面発光型」の半導体レーザチップ100の場合、エミッタ101から射出される光線束101Lは、楕円錐型を示すことが知られている。本明細書では、光軸（図1Aに示すZ方向）に直交する2方向（X方向及びY方向）のうち、光線束101Lの発散角が大きい方向（図1Aに示すY方向）を、「速軸方向」と呼び、光線束101Lの発散角が小さい方向（図1Aに示すX方向）を、「遅軸方向」と呼ぶ。なお、「速軸」は、「Fast軸」と呼ばれることがあり、同様に、「遅軸」は、「Slow軸」と呼ばれることがある。

【0009】

図1Bは、光線束101Lを、X方向から見た場合と、Y方向から見た場合とに分けて模式的に図示したものである。図1Bに示すように、速軸方向については光線束101Lの発散角 θ_y が大きく、遅軸方向については光線束101Lの発散角 θ_x が小さい。

10

【0010】

なお、図1Bでは、エミッタ101の上端及び下端から出射される光線のみを描画しており、このような描画方法は、以下の図面においても適用される。また、以下の各図では、説明の都合上、光線束（光線束101Lなど）の発散角が実際よりも誇張して図示されている場合がある。

【0011】

半導体レーザチップ100を複数配置し、各半導体レーザチップ100から出射される光（光線束101L）を集光して利用する場合、光学部材のサイズを抑制する観点から、各光線束101Lを平行光化した後、レンズによって集光するのが一般的である。具体的には、半導体レーザチップ100の後段にコリメートレンズ（「コリメーションレンズ」とも称される。）を配置して、各光線束101Lの発散角を縮小することが行われる。

20

【0012】

図2Aは、半導体レーザチップ100の後段にコリメートレンズ102を配置した場合において、YZ平面方向に進行する光線束を、模式的に示した図面である。

【0013】

図2Aによれば、光線束101Lは、コリメートレンズ102を通過した後、速軸方向（Y方向）に関して実質的な平行光線束（以下、「略平行光線束」と称する。）となる。なお、本明細書において、「実質的な平行光線束」又は「略平行光線束」とは、発散角が4°未満である光線束を指す。なお、図2A以下の各図において、略平行光線束は完全な平行光線束として図示されている場合がある。

30

【0014】

図2Bは、半導体レーザチップ100の後段にコリメートレンズ102を配置した場合において、XZ平面方向に進行する光線束を、模式的に示した図面である。図2Bによれば、光線束101Lは、コリメートレンズ102を通過した後、遅軸方向（X方向）に関しても略平行光線束となる。

【0015】

図3Aは、図1Aに示す半導体レーザチップ100を複数備えた光源モジュールの構造を模式的に図示したものである。図3Aに示すように、光源モジュール120は、サブマウント121を備え、このサブマウント121の面の上層に、複数の半導体レーザチップ（100, 110）を備えている。Z方向（光軸方向）から見ると、例えば、図3Bに示すように、各エミッタ（101, 111）が隣接して配置されている。なお、図3Aでは、図示の都合上、各エミッタ（101, 111）のX方向に係る離間が誇張して表示されている。

40

【0016】

図4は、図3Aに示す光源モジュール120が搭載する各エミッタ（101, 111）から出射される光線束（101L, 111L）を、図1Bにならって、X方向から見た場合と、Y方向から見た場合とに分けて模式的に図示したものである。なお、図4では、紙面の都合上、X方向から見た図については、エミッタ（101, 111）のみを表示している。

50

【 0 0 1 7 】

図 3 A 及び図 3 B に示すように、各半導体レーザチップ (1 0 0 , 1 1 0) は、エミッタ (1 0 1 , 1 1 1) の面が X 方向に並ぶように配列される。すなわち、各エミッタ (1 0 1 , 1 1 1) は、Y 方向については同一の座標位置に形成されるため、X 方向から見た場合には、光線束 (1 0 1 L , 1 1 1 L) は完全に重なっている。一方、各エミッタ (1 0 1 , 1 1 1) は、X 方向については異なる座標位置に形成されるため、Y 方向から見たときに光線束 (1 0 1 L , 1 1 1 L) はそれぞれの位置がずれて表示される。

【 0 0 1 8 】

図 3 A に図示された光源モジュール 1 2 0 の後段に、図 2 A 及び図 2 B と同様にコリメートレンズ 1 0 2 を配置した場合における光線束の態様について検討する。図 4 を参照して上述したように、X 方向から見たときに光線束 (1 0 1 L , 1 1 1 L) は完全に重なっている。このため、速軸方向 (Y 方向) に関しては、各光線束 (1 0 1 L , 1 1 1 L) は、コリメートレンズ 1 0 2 を通過した後、図 2 A と同様に略平行光線束となる。

10

【 0 0 1 9 】

図 5 は、光源モジュール 1 2 0 の後段にコリメートレンズ 1 0 2 を配置した場合において、X Z 平面方向に進行する光線束を、模式的に示した図面である。なお、紙面の都合上、光源モジュール 1 2 0 が備える各半導体レーザチップ (1 0 0 , 1 1 0) の大きさを一部縮小化して図示している。

【 0 0 2 0 】

上述したように、光源モジュール 1 2 0 は、複数の半導体レーザチップ (1 0 0 , 1 1 0) を備え、それぞれのエミッタ (1 0 1 , 1 1 1) は、X 方向に離間して配置される。このため、コリメートレンズ 1 0 2 の中心位置における X 座標と、各エミッタ (1 0 1 , 1 1 1) の中心位置における X 座標には不可避免的にずれが生じる。

20

【 0 0 2 1 】

この結果、エミッタ 1 0 1 から出射された光線束 1 0 1 L、及びエミッタ 1 1 1 から出射された光線束 1 1 1 L のそれぞれは、コリメートレンズ 1 0 2 を通過後に略平行光線束となるものの、光線束 1 0 1 L の主光線 1 0 1 L m と、光線束 1 1 1 L の主光線 1 1 1 L m とは、非平行となる。つまり、光線束 1 0 1 L と光線束 1 1 1 L とは、それぞれ X 方向に係る進行方向 (X Z 平面上の進行方向) を異ならせてしまう。

【 0 0 2 2 】

かかる構成の場合、例えば、後に集光光学系を用いて各光線束 (1 0 1 L , 1 1 1 L) を集光したとしても、集光後の光線束群に拡がりが生じ、目的とする方向に導くことのできない光線が生じてしまう。この結果、光の利用効率が低下する。

30

【 0 0 2 3 】

コリメートレンズ 1 0 2 を通過した後において、光線束 1 0 1 L と光線束 1 1 1 L の X Z 平面上における進行方向の、光軸 (Z 軸) に対する角度は、コリメートレンズ 1 0 2 の焦点距離に対する、エミッタ (1 0 1 , 1 1 1) 間の距離の相対値によって決定される。より詳細には、コリメートレンズ 1 0 2 の光軸と、コリメートレンズ 1 0 2 の光軸から最も遠い各エミッタ (1 0 1 , 1 1 1) の位置との間の距離を d 、コリメートレンズ 1 0 2 の焦点距離 f としたときに、光線束 (1 0 1 L , 1 1 1 L) のそれぞれの主光線 (1 0 1 L m , 1 1 1 L m) の進行方向とコリメートレンズ 1 0 2 の光軸とのなす角 θ は、 $\theta = \tan^{-1} (d / f)$ で規定される。このとき、主光線 1 0 1 L m と主光線 1 1 1 L m のなす角度 θ_{xm} は、上記 θ の 2 倍となる。

40

【 0 0 2 4 】

図 5 に示すように、主光線 1 0 1 L と主光線 1 1 1 L とは、コリメートレンズ 1 0 2 を通過後に、X 方向に関して相互に近づくように進行し、その後は両者が離れる方向に進行する。この結果、図 5 の態様では、光軸方向 (Z 方向) に関して、z 1 の位置で光線束 1 0 1 L と光線束 1 1 1 L とが完全に分離する。

【 0 0 2 5 】

逆にいえば、コリメートレンズ 1 0 2 の焦点距離に対して、エミッタ (1 0 1 , 1 1 1

50

間の距離が十分無視できる程度の大きさである場合には、X方向に関しても、光線束110Lの主光線101Lmと、光線束111Lの主光線111Lmとのなす角度は実質的に0°に近づき、各光線束(101L, 111L)が分離するようなことは生じない。しかし、このためには、コリメートレンズ102を、十分長い焦点距離を有するレンズとする必要があり、光学系のサイズが拡大してしまう。

【0026】

特に、光源モジュール120を複数配置して光源装置を構成する場合には、各光源モジュール120が備えるエミッタ(101, 111)に対応してコリメートレンズ102を配置する必要があるため、装置規模が極めて大きくなってしまふ。

【0027】

本発明は、上記の課題に鑑み、複数の半導体レーザチップを用いて、装置規模の拡大を抑制しながら光出力を高めた半導体レーザ光源装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0028】

本発明に係る半導体レーザ光源装置は、
ヒートシンクと、

前記ヒートシンクの面の上面に形成され、光出射領域を有する複数の半導体レーザチップと、

前記複数の半導体レーザチップが有する前記光出射領域から出射された光線束が入射されて、進行方向を変換して出射する屈折光学系とを備え、

少なくとも2つの前記半導体レーザチップは、各半導体レーザチップが有するそれぞれの前記光出射領域から出射される前記光線束の主光線同士が互いに非平行となるように、前記ヒートシンクの面に直交する第一方向から見て相互に傾斜して配置され、

前記屈折光学系は、前記第一方向と当該屈折光学系の光軸方向とによって形成される第一平面上における焦点である第一焦点と、前記光軸方向と前記第一方向とに直交する第二方向とによって形成される第二平面上における焦点である第二焦点とが、前記光軸方向に関して変位した光学系で構成されていることを特徴とする。

【0029】

図5を参照して上述したように、半導体レーザチップを複数備えた半導体レーザ光源装置においては、遅軸方向に関して光出射領域(エミッタ)が離間して配置される。この結果、遅軸方向に関して光線束に広がりが生じてしまふ。

【0030】

これに対し、上記の構成によれば、少なくとも2つの半導体レーザチップは、ヒートシンクの面上において、互いに傾斜して配置されている。より詳細には、少なくとも2つの半導体レーザチップは、各半導体レーザチップが有する光出射領域から出射される光線束の主光線同士が非平行となるように配置されている。

【0031】

まず、簡単のために、前記2つの半導体レーザチップが備える光出射領域から出射される光線束の主光線同士が、第二平面上を進行するに連れて相互に近づくように、2つの半導体レーザチップが傾斜して配置されている場合について説明する。この態様を、「第一の態様」と呼ぶ。この第一の態様の場合、各光出射領域から出射された光線束は、第二平面上を進行するに連れて、その離間距離が縮まる。

【0032】

ここで、本発明に係る半導体レーザ光源装置が備える屈折光学系は、第一平面上における焦点(第一焦点)と、第二平面上における焦点(第二焦点)とが、光軸方向に関して変位した光学系で構成される。例えば、光軸方向に関して光出射領域が存在する位置を第一焦点とし、それよりも光軸方向に関する前方の、各光出射領域から出射された光線束の主光線同士が交差する位置の近傍を第二焦点とすることができる。このとき、前記2つの光出射領域から出射して第二平面上を進行する光線束は、当該光出射領域の離間距離と比較して、屈折光学系の第二焦点の位置における離間距離の方が短くなる。屈折光学系を通過

10

20

30

40

50

した後の光線束の発散角は、焦点の位置における光線束のビーム幅に依存するため、かかる構成によれば、第二平面上を進行する光線束の発散角を抑制する効果が得られる。これにより、従来よりも光線束の拡がり抑制されるため、光の利用効率を維持しながら、後段に配置される集光光学系を小型化することができる。

【0033】

半導体レーザチップは、ヒートシンクの面上において、サブマウントを介して配置されているものとしても構わない。この場合において、1つのサブマウント上には、1つの半導体レーザチップを載置しても構わないし、複数の半導体レーザチップを載置しても構わない。

【0034】

より詳細には、

隣接する前記半導体レーザチップが有する前記光出射領域から出射される前記主光線同士、前記第二方向に係る間隔を d_1 とすると、

前記複数の半導体レーザチップは、前記光軸方向に関して、前記光出射領域から、前記屈折光学系よりも前記光出射領域側の特定位置までの間において、前記光軸方向に進行するに連れて前記間隔 d_1 が小さくなるように、相互に傾斜して配置されているものとする

【0035】

このとき、前記第二焦点は、前記第一焦点よりも、前記光軸方向に関して前記屈折光学系に近い側に位置しているものとして構わない。

【0036】

なお、上記で説明した構成とは逆に、前記2つの半導体レーザチップが備える光出射領域から出射される光線束の主光線同士が、第二平面上を進行するに連れて相互に離れるように、2つの半導体レーザチップが傾斜して配置されていても構わない。この態様を、「第二の態様」と呼ぶ。この場合、各光出射領域から出射された光線束は、第二平面上を進行するに連れて、その離間距離は広がることになる。

【0037】

しかし、かかる構成であっても、仮想的に、各光出射領域から出射された光線束の主光線同士を進行方向とは逆向きに延長させたとき、これらの仮想的な主光線同士が交差する位置の近傍を第二焦点とし、光軸方向に関して光出射領域が存在する位置を第一焦点とすることで、上記と同様の効果が得られる。すなわち、この構成の場合であっても、前記2つの光出射領域から出射して第二平面上を進行する光線束は、光出射領域の離間距離と比較して、屈折光学系の第二焦点の位置における離間距離（ここでは、仮想光線束の離間距離に対応する。）の方が短くなる。上述したように、屈折光学系を通過した後の光線束の発散角は、焦点における光線束のビーム幅に依存するため、この第二の態様の場合であっても、第一の態様と同様に、第二平面上を進行する光線束の発散角を抑制する効果が得られる。

【0038】

より詳細には、隣接する前記半導体レーザチップが有する前記光出射領域から出射される前記主光線同士を、前記屈折光学系とは反対側の方向に仮想的に延長して得られる仮想主光線同士の、前記第二方向に係る間隔を d_1 とすると、

前記複数の半導体レーザチップは、前記光軸方向に関して、前記光出射領域とは反対側の位置に係る端面に対応する仮想光出射領域から特定位置までの間において、前記光軸方向とは反対方向に進行するに連れて前記間隔 d_1 が小さくなるように、相互に傾斜して配置されているものとする

【0039】

このとき、前記第二焦点は、前記第一焦点よりも、前記光軸方向に関して前記屈折光学系から離れる側に位置しているものとして構わない。

【0040】

前記屈折光学系は、前記第一焦点と前記第二焦点とが、前記光軸方向に関して変位した

10

20

30

40

50

光学系である限りにおいて、具体的な構成は任意である。

【0041】

一例として、

前記屈折光学系は、前記第一方向に係る焦点距離と、前記第二方向に係る焦点距離とが異なる、単一のレンズで構成されているものとしても構わない。このようなレンズとしては、アナモルフィックレンズなどを利用することができる。

【0042】

別の一例として、

前記屈折光学系は、

前記光出射領域から出射された前記光線束に対して、前記第一方向に係る発散角を縮小させる、前記第一焦点を焦点とした第一レンズと、

前記第一レンズの後段に配置され、前記光出射領域から出射された前記光線束に対して、前記第二方向に係る発散角を縮小させる、前記第二焦点を焦点とする第二レンズとを有するものとしても構わない。

【0043】

前記第一レンズは、FAC (Fast Axis Collimation) レンズとし、前記第二レンズは、SAC (Slow Axis Collimation) レンズとすることができる。

【0044】

更に別の一例として、

前記屈折光学系は、

前記光出射領域から出射された前記光線束に対して、前記第一方向及び前記第二方向に係る発散角を縮小させる、前記第一焦点を焦点とする第一レンズと、

前記第一レンズの後段に配置され、前記光出射領域から出射された前記光線束に対して、前記第二方向に係る発散角を縮小させる、前記第二焦点を焦点とする第二レンズとを有するものとしても構わない。

【0045】

この場合において、前記第一レンズは、速軸及び遅軸の双方向をコリメートするコリメートレンズとし、前記第二レンズは遅軸方向のみを屈折させるシリンドリカルレンズとすることができる。

【0046】

前記複数の半導体レーザーチップは、直列に接続されているものとしても構わない。特に、半導体レーザー装置が、本発明に係る半導体レーザーチップ（以下、ここでは「第一半導体レーザーチップ」という。）と、これよりも駆動電圧が高く、別の波長帯の光を出射する半導体レーザーチップ（以下、ここでは「第二半導体レーザーチップ」という。）とを備える場合において、第一半導体レーザーチップと第二半導体レーザーチップの駆動電源を共通化できる点で有用である。

【発明の効果】

【0047】

本発明によれば、複数の半導体レーザーチップを用いて、装置規模の拡大を抑制しながら光出力を高めた半導体レーザー光源装置が実現される。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1A】半導体レーザーチップの構造を模式的に示す斜視図である。

【図1B】図1Aの半導体レーザーチップから出射される光線束を、X方向から見た場合と、Y方向から見た場合とに分けて模式的に図示したものである。

【図2A】半導体レーザーチップの後段にコリメートレンズを配置した場合において、YZ平面方向に進行する光線束を、模式的に示した図面である。

【図2B】半導体レーザーチップの後段にコリメートレンズを配置した場合において、XZ平面方向に進行する光線束を、模式的に示した図面である。

【図3A】複数の半導体レーザーチップを備えた光源モジュールの構造を模式的に示す斜視

10

20

30

40

50

図である。

【図 3 B】図 3 A の光源モジュールが備えるエミッタを光軸方向から見たときの模式的な図面である。

【図 4】図 3 A の光源モジュールから出射される光線束を、X 方向から見た場合と、Y 方向から見た場合とに分けて模式的に図示したものである。

【図 5】図 3 A の光源モジュールの後段にコリメートレンズを配置した場合において、X Z 平面方向に進行する光線束を、模式的に示した図面である。

【図 6】半導体レーザ光源装置の第一実施形態の構成を模式的に示す図面である。

【図 7】半導体レーザ光源装置が備える半導体レーザチップの構成を模式的に示す図面である。

【図 8】図 6 の下段に図示された X Z 平面図の一部拡大図である。

【図 9 A】比較例 1 の半導体レーザ光源装置において、コリメートレンズを出射後の光線束群が示す遅軸方向と速軸方向の角度別の光強度分布を示すグラフである。

【図 9 B】比較例 2 の半導体レーザ光源装置において、コリメートレンズを出射後の光線束群が示す遅軸方向と速軸方向の角度別の光強度分布を示すグラフである。

【図 9 C】実施例 1 の半導体レーザ光源装置において、レンズを出射後の光線束群が示す遅軸方向と速軸方向の角度別の光強度分布を示すグラフである。

【図 9 D】実施例 2 の半導体レーザ光源装置において、レンズを出射後の光線束群が示す遅軸方向と速軸方向の角度別の光強度分布を示すグラフである。

【図 9 E】実施例 3 の半導体レーザ光源装置において、レンズを出射後の光線束群が示す遅軸方向と速軸方向の角度別の光強度分布を示すグラフである。

【図 9 F】実施例 4 の半導体レーザ光源装置において、レンズを出射後の光線束群が示す遅軸方向と速軸方向の角度別の光強度分布を示すグラフである。

【図 9 G】実施例 5 の半導体レーザ光源装置において、レンズを出射後の光線束群が示す遅軸方向と速軸方向の角度別の光強度分布を示すグラフである。

【図 9 H】実施例 6 の半導体レーザ光源装置において、レンズを出射後の光線束群が示す遅軸方向と速軸方向の角度別の光強度分布を示すグラフである。

【図 9 I】実施例 7 の半導体レーザ光源装置において、レンズを出射後の光線束群が示す遅軸方向と速軸方向の角度別の光強度分布を示すグラフである。

【図 9 J】実施例 1 ~ 7 及び比較例 2 の半導体レーザ光源装置において、レンズを出射後の光線束群が示す遅軸方向と速軸方向の角度別の光強度分布を示すグラフである。

【図 10】半導体レーザ光源装置の第二実施形態の構成を模式的に示す図面である。

【図 11】半導体レーザ光源装置の第三実施形態の構成を模式的に示す図面である。

【図 12】半導体レーザ光源装置の別実施形態の構成を模式的に示す図面である。

【発明を実施するための形態】

【0049】

本発明に係る半導体レーザ光源装置の各実施形態につき、適宜図面を参照して説明する。なお、以下の各図面は、いずれも模式的に図示されたものであり、実際の寸法比と図面上の寸法比は必ずしも一致しない。また、各図面間においても、寸法比は必ずしも一致しない。

【0050】

[第一実施形態]

本発明に係る半導体レーザ光源装置の第一実施形態について説明する。

【0051】

図 6 は、半導体レーザ光源装置の第一実施形態の構成を模式的に示す図面である。また、図 7 は、半導体レーザ光源装置が備える半導体レーザチップの構成を模式的に示す図面である。

【0052】

半導体レーザ光源装置 1 は、半導体レーザチップ (10, 20) と、屈折光学系 30 とを備える。各半導体レーザチップ (10, 20) は、図 7 に図示されるように、同一のヒ

10

20

30

40

50

ートシンク5上に形成されており、ケーシング部材6内に収容されている。そして、外部リード4から給電されることで、各半導体レーザチップ(10, 20)が有する光出射領域(11, 21)から光線束(12, 22)が出射される。この光線束(12, 22)は、例えば、ケーシング部材6に設けられた窓部材7を介して外部に取り出される。なお、本実施形態では、半導体レーザチップ10と、半導体レーザチップ20とが、相互に直列接続されている。

【0053】

なお、以下では、図6や図7などに図示されるXYZ座標系を適宜参照して説明される。すなわち、屈折光学系30の光軸30Aの方向を「Z方向」と規定する。また、各光出射領域(11, 21)から出射される光線束(12, 22)の速軸方向を「Y方向」と規定し、遅軸方向を「X方向」と規定する。このとき、Y方向が「第一方向」に対応し、X方向が「第二方向」に対応する。また、Y方向とZ方向とで規定されるYZ平面が「第一平面」に対応し、X方向とZ方向とで規定されるXZ平面が「第二平面」に対応する。図6及び図7では、いずれも、YZ平面上における構成及びXZ平面上における構成が上下段に分けて図示されている。なお、図7の上段は、X方向からケーシング部材6を見たときの状態が図示されているため、図7の下段に図示されている2本の外部リード4が、X方向に重なり合って表示されている。

10

【0054】

また、以下では、単に「X方向」、「Y方向」、又は「Z方向」と記載されている場合には、方向の正負を区別しないこととする。一方で、方向の正負を区別して記載する場合には、「+X方向」、「-X方向」などと表記される。

20

【0055】

図7に示されるように、半導体レーザチップ(10, 20)は、ヒートシンク5の面上に形成されている。ここでは、ヒートシンク5の面が、XZ平面に平行である場合が図示されている。そして、半導体レーザチップ10と、半導体レーザチップ20とは、X方向に離間して配置されている。

【0056】

なお、図7には図示されていないが、半導体レーザチップ(10, 20)は、ヒートシンク5の面上にサブマウントを介して載置されているものとしても構わない。ヒートシンク5は、半導体レーザチップ(10, 20)の発光時に生じる熱を排熱する目的で設けられており、銅や銅合金などの熱伝導率の高い材料で構成されている。サブマウントは、例えば面上に不図示の電極配線が設けられることで、半導体レーザチップ(10, 20)に対する給電のための電氣的な接続を形成すると共に、半導体レーザチップ(10, 20)の発光時に生じる熱を、ヒートシンク5側に導く機能も有している。サブマウントは、放熱性、絶縁性、半導体レーザチップ(10, 20)との線膨張係数差などに鑑み、適宜材料が選択される。一例として、サブマウントは、AlN、Al₂O₃、SiC、CuWなどの材料で構成される。

30

【0057】

更に、図7の下段に示されるように、半導体レーザチップ(10, 20)は、Y方向から見たときに、相互に傾斜して配置されている。この点につき、図6に戻って説明を続ける。

40

【0058】

図6において、上段の図は、半導体レーザチップ(10, 20)が備える光出射領域(11, 21)から出射された光線束(12, 22)が、YZ平面に沿って進行する様子を模式的に示す図面である。また、図6の下段の図は、光線束(12, 22)が、XZ平面に沿って進行する様子を模式的に示す図面である。すなわち、図6において、上段の図は、紙面上方向が光出射領域(11, 21)の速軸方向に対応し、下段の図は、紙面上方向が光出射領域(11, 21)の遅軸方向に対応する。

【0059】

なお、図6では、光線束(12, 22)の主光線(12m, 22m)を、便宜上一点鎖

50

線で図示している。以下の図面においても共通である。

【0060】

上述したように、半導体レーザチップ(10, 20)は、光出射領域(11, 21)から、楕円錐型の光線束(12, 22)を出射する。図4を参照して上述したのと同様に、各光出射領域(11, 21)は、Y方向については同一の座標位置に形成されるため、X方向から見たときに各光線束(12, 22)は完全に重なっている(図6の上段参照)。また、上述したように、半導体レーザチップ(10, 20)は、X方向に離間して配置されているため、各光出射領域(11, 21)は、X方向については異なる座標位置に形成される。このため、Y方向から見たときに各光線束(12, 22)はそれぞれの位置がずれて表示される(図6の下段参照)。

10

【0061】

ここで、本実施形態の半導体レーザ光源装置1が備える屈折光学系30は、YZ平面上における焦点距離と、XZ平面上における焦点距離が異なるレンズ31で構成される。このようなレンズ31としては、例えば、アナモルフィックレンズなどを利用することができる。

【0062】

より詳細には、レンズ31は、YZ平面上における焦点 $30y f$ とレンズ31の中心位置とのZ方向に係る焦点距離と、XZ平面上における焦点 $30x f$ とレンズ31の中心位置とのZ方向に係る焦点距離とが異なる。焦点 $30y f$ が「第一焦点」に対応し、焦点 $30x f$ が「第二焦点」に対応する。このとき、焦点 $30y f$ と焦点 $30x f$ とは、Z方向に関して変位している。本実施形態の構成では、焦点 $30x f$ は、Z方向に関して焦点 $30y f$ よりも距離 d_z だけレンズ31側に位置している。

20

【0063】

レンズ31は、YZ平面上に進行する光線束(12, 22)に対しては、図2Aを参照して上述した、コリメートレンズ102と同様の機能を有する。図4を参照して上述したのと同様の理由により、半導体レーザチップ(10, 20)から出射される光線束(12, 22)は、速軸方向に関して大きい発散角 θ_y を有して進行する。すなわち、仮にレンズ31が存在しない場合、光線束(12, 22)は、Y方向に拡がりながら、YZ平面上を進行する。レンズ31は、光線束(12, 22)のY方向への拡がりを抑制する目的で設けられている。より好ましくは、レンズ31は、YZ平面上をZ方向に進行する光線束(12, 22)を、略平行光線束(13, 23)に変換する。このため、レンズ31は、YZ平面上における焦点 $30y f$ が、半導体レーザチップ(10, 20)の光出射領域(11, 21)の位置の近傍となるように配置される。

30

【0064】

なお、ここでいう「光出射領域(11, 21)の位置の近傍」とは、Z座標が、光出射領域(11, 21)のZ座標(以下、便宜上「座標 Z_0 」という。)と完全に一致する場合の他、座標 Z_0 と、レンズ31のZ座標とのZ方向に係る離間距離を z_c としたときに、座標 Z_0 に対して前記離間距離 z_c の10%以内の長さだけZ方向に前後に変位した領域を含む。

【0065】

一方で、上述したように、半導体レーザチップ(10, 20)は、XZ平面上においては、互いに傾斜した状態で配置されている。本実施形態の場合には、半導体レーザチップ10が備える光出射領域11から出射される光線束12の主光線 $12m$ と、半導体レーザチップ20が備える光出射領域21から出射される光線束22の主光線 $22m$ とが、Z方向に進行するに伴ってX方向に関して徐々に近づくように、半導体レーザチップ(10, 20)が傾斜して配置されている。

40

【0066】

より詳細には、図8に拡大して図示されるように、半導体レーザチップ10は、光出射領域11の端面をX方向に平行に配置した状態から、XZ平面上で時計回りに角度 θ_{11} だけ回転させた状態で配置される。一方、半導体レーザチップ20は、光出射領域21の端

50

面を X 方向に平行に配置した状態から、X Z 平面上で反時計回りに角度 θ_{12} だけ回転させた状態で配置される。なお図示の都合上、図 8 では、図 6 とは異なり、光線束 (12, 22) については主光線 (12m, 22m) のみが代表して図示されている。

【0067】

光出射領域 11 と光出射領域 21 とは、端面において X 方向に関して距離 d_0 だけ離間しているため、各主光線 (12m, 22m) についても、端面近傍においては距離 d_0 だけ離間した状態で X Z 平面上を進行する。しかし、上述したように、各半導体レーザチップ (10, 20) が相互に傾斜して配置されているため、主光線 12m と主光線 22m とは、互いに X 方向に係る間隔 d_1 を近づけながら、X Z 平面上を進行する。このことは、光出射領域 11 から出射される光線束 12 と、光出射領域 21 から出射される光線束 22 とが、X 方向に関して互いに近づきながら、X Z 平面上を進行することを意味する (図 6 の下段参照)。

10

【0068】

このとき、図 8 に模式的に示すように、ある特定位置 40 において、主光線 12m と主光線 22m とが、X Z 平面上で交差する。この特定位置 40 は、光線束 12 と光線束 22 とが X 方向に関して最も近接した位置に対応する。よって、レンズ 31 の X Z 平面上における焦点 $30 \times f$ をこの特定位置 40 の近傍にすることで、レンズ 31 に入射される光線束 (12, 22) は、あたかも特定位置 40 近傍に存在する、ビーム径の小さい仮想光源から出射された光線束とみなすことができる。この結果、レンズ 31 によって、X Z 平面上を進行する光線束 (12, 22) についても略平行光線束 (13, 23) に変換することができる。

20

【0069】

なお、ここでいう「特定位置 40 の近傍」とは、Z 座標が、特定位置 40 の Z 座標 (以下、便宜上「座標 Z 40」いう。) と完全に一致する場合の他、光出射領域 (11, 21) の Z 座標 (上記「座標 Z 1」に対応) と座標 Z 40 との Z 方向の変位量を z_a としたときに、座標 Z 40 に対して変位量 z_a の 25% 以内の長さだけ Z 方向に前後に変位した領域を含む。

【0070】

なお、レンズ 31 の X Z 平面上における焦点 $30 \times f$ は、特定位置 40 の位置の近傍であるのが好ましいが、X 方向に係る光線束 (12, 22) の間隔 d_1 が光出射領域 (11, 21) の間隔 d_0 よりも短くなる位置であれば、特定位置 40 の位置の近傍から Z 方向に離れた位置であっても構わない。

30

【0071】

[検証]

本実施形態の半導体レーザ光源装置 1 によれば、レンズ 31 を出射した後の光線束 (13, 23) の遅軸方向 (X 方向) に係る拡がり抑制される点につき、シミュレーション結果に基づいて説明する。シミュレーションの条件は以下の通りである。

【0072】

(比較例 1)

図 5 に示したように、X Z 平面上において各光出射領域 (101, 111) が平行に配置された半導体レーザチップ (100, 110) と、速軸方向に係る焦点距離 F_f と遅軸方向に係る焦点距離 F_s とが共に同一 (4 mm) のコリメートレンズ 102 とを備える半導体レーザ光源装置を、比較例 1 の構成とした。

40

【0073】

なお、光出射領域 101 の中心位置と光出射領域 111 の中心位置の、X 方向に係る間隔 d_0 の長さを $112.5 \mu\text{m}$ とした。また、光出射領域 101 及び光出射領域 111 の、X Y 平面上における形状を、X 方向に係る長さが $75 \mu\text{m}$ 、Y 方向に係る長さが $1 \mu\text{m}$ の矩形とした。

【0074】

また、光出射領域 (101, 111) から出射される光線束 (101L, 111L) の

50

、速軸方向（Y方向）に係る発散角を 33° とし、遅軸方向（X方向）に係る発散角を 12° とした。

【0075】

（比較例2）

図8に示す角度 θ_{11} 及び角度 θ_{12} を共に 15° とし、XZ平面上において各光出射領域（11, 21）が相互に 30° 傾斜するように配置された半導体レーザチップ（10, 20）と、速軸方向に係る焦点距離Ffと遅軸方向に係る焦点距離Fsとが共に同一（4mm）のコリメートレンズ102とを備える半導体レーザ光源装置を、比較例2の構成とした。光出射領域11の中心位置と光出射領域21の中心位置のX方向に係る間隔d0の長さ、光出射領域11及び光出射領域21のXY平面上における形状については、比較例1
10
と共通とした。また、各光出射領域（11, 21）から出射される光線束（12, 22）の速軸方向及び遅軸方向の発散角についても、比較例1における光線束（101L, 111L）と共通とした。

【0076】

（実施例1）

図8に示す角度 θ_{11} 及び角度 θ_{12} を共に 15° とし、XZ平面上において各光出射領域（11, 21）が相互に 30° 傾斜するように配置された半導体レーザチップ（10, 20）と、速軸方向に係る焦点距離Ffが4mmで遅軸方向に係る焦点距離Fsが3.9mmのレンズ31とを備える半導体レーザ光源装置1を、実施例1の構成とした。光出射領域11の中心位置と光出射領域21の中心位置の、X方向に係る間隔d0の長さ、及び光
20
出射領域11及び光出射領域21の、XY平面上における形状については、比較例1及び2と共通とした。また、各光出射領域（11, 21）から出射される光線束（12, 22）の速軸方向及び遅軸方向の発散角についても、比較例1と共通とした。

【0077】

（実施例2～7）

遅軸方向に係る焦点距離Fsを異ならせた点を除き、実施例1と共通とした。具体的には、以下の通りである。

・実施例2： レンズ31の速軸方向に係る焦点距離Ffを4mmとし、遅軸方向に係る焦点距離Fsを3.8mmとした。

・実施例3： レンズ31の速軸方向に係る焦点距離Ffを4mmとし、遅軸方向に係る焦点距離Fsを3.7mmとした。
30

・実施例4： レンズ31の速軸方向に係る焦点距離Ffを4mmとし、遅軸方向に係る焦点距離Fsを3.6mmとした。

・実施例5： レンズ31の速軸方向に係る焦点距離Ffを4mmとし、遅軸方向に係る焦点距離Fsを3.5mmとした。

・実施例6： レンズ31の速軸方向に係る焦点距離Ffを4mmとし、遅軸方向に係る焦点距離Fsを3.4mmとした。

・実施例7： レンズ31の速軸方向に係る焦点距離Ffを4mmとし、遅軸方向に係る焦点距離Fsを3.3mmとした。

【0078】

比較例1～2、及び実施例1～7の各半導体レーザ光源装置において、コリメートレンズ102又はレンズ31から出射される光線束群の角度別の光強度を、速軸方向（Y方向）及び遅軸方向（X方向）のそれぞれについてシミュレーションにより算出した。この結果を図9A～図9Iに示す。各図において、横軸は角度であり、縦軸は光強度の相対値である。また、各図において、「fast」は速軸方向（Y方向）への発散角に対応し、「slow」は遅軸方向（X方向）への発散角に対応する。
40

【0079】

また、図9Jは、比較例2及び実施例1～7の結果をプロットしてまとめたグラフである。図9Jにおいて、横軸はレンズ31の遅軸方向に係る焦点距離Fsであり、縦軸は遅軸方向に係る光線束群の角度強度分布の半値半幅（HWHM：half width at half maxim
50

um) の値である。なお、図 9 J には、比較のために、比較例 1 における前記半値半幅の値についても、横軸に平行な破線にて表示している。その他のプロットは、横軸 F_s が右側から順に実施例 1 ~ 7、すなわち F_s が 3.9 mm ~ 3.3 mm の場合に相当する。

【0080】

図 9 A に示すように、従来構成の半導体レーザ光源装置（比較例 1）の場合、コリメートレンズ 102 を出射した後の光線束群は、遅軸方向に関して 2 つの光線束として分離していることが分かる。そして、光強度が半値を示す領域（半値全幅）によれば、2 つの光線束群は遅軸方向に関して約 4.4° の発散角を有していることが分かる。このときの半値半幅（HWHM）値は、約 2.2° である。

【0081】

図 9 B に示すように、比較例 1 の半導体レーザチップ（100, 110）に代えて、XZ 平面上において相互に傾斜させた半導体レーザチップ（10, 20）を備えた比較例 2 の場合も、比較例 1 と同様に、コリメートレンズ 102 を出射した後の光線束群は、遅軸方向に関して 2 つの光線束として分離していることが分かる。なお、この光線束群の、遅軸方向に関する発散角は、比較例 1 よりも大きい約 4.7° を示している。このときの半値半幅（HWHM）値は、約 2.4° である。

【0082】

図 9 C に示すように、比較例 2 のコリメートレンズ 102 に代えて、遅軸方向の焦点距離 F_s を速軸方向の焦点距離 F_f （4.0 mm）よりも短い 3.9 mm としたレンズ 31 を備えた実施例 1 の場合も、比較例 1 及び比較例 2 と同様に、レンズ 31 を出射した後の光線束群は、遅軸方向に関して 2 つの光線束（13, 23）として分離していることが分かる。ただし、光強度が半値を示す領域（半値全幅）によれば、実施例 1 では、2 つの光線束群は遅軸方向に関して約 4.2° の発散角を有していることが分かる。この結果により、比較例 1 及び比較例 2 と比べて、実施例 1 では、遅軸方向に関する発散角が抑制できていることが示される。なお、このときの半値半幅（HWHM）値は、約 2.1° である。

【0083】

図 9 D ~ 図 9 G に示すように、遅軸方向の焦点距離 F_s を実施例 1 よりも順次短くしていくと（実施例 2 ~ 5）、これに伴って遅軸方向に関する強度分布の半値幅が更に減少していることが分かる。このことは、レンズ 31 を出射した後の光線束群の、遅軸方向に関する発散角が、更に抑制できていることを示すものである。なお、実施例 3 ~ 5 の結果によれば、レンズ 31 を出射した後の光線束群は、遅軸方向に関して重なり合っていることが分かる。

【0084】

なお、実施例 5 から更に遅軸方向の焦点距離 F_s を小さくすると（実施例 6, 実施例 7）、遅軸方向に関する強度分布の半値幅が上昇傾向を示すことが確認される（図 9 H ~ 図 9 J 参照）。ただし、実施例 6 において遅軸方向に関する光強度の半値全幅は約 2.0°（半値半幅は約 1.0°）であり、実施例 7 において遅軸方向に関する半値全幅は約 3.2°（半値半幅は約 1.6°）である。すなわち、実施例 6 及び 7 においても、比較例 1 及び比較例 2 よりは、遅軸方向に関する光強度の半値幅が小さい値を示しており、遅軸方向に関する光線束群の発散角が抑制されていることが分かる。

【0085】

実施例 6 及び 7 の状態は、図 8 に示したように、主光線 12 m と主光線 22 m とが、XZ 平面上で交差する点である特定位置 40 よりも、Z 方向（光軸 30 A の方向）に関してレンズ 31 に近い位置に、レンズ 31 の XZ 平面上における焦点 30 x f を位置させたことを意味する。つまり、この位置では、主光線（12 m, 22 m）同士の間隔 d_1 は、特定位置 40 よりも広がっているものの、光出射領域（11, 21）の端面における間隔 d_0 よりも近づいている。このため、比較例 1 よりも遅軸方向（X 方向）に係る光線束（13, 23）の拡がりも抑制されたものと結論付けられる。

【0086】

10

20

30

40

50

[第二実施形態]

本発明に係る半導体レーザ光源装置の第二実施形態について、第一実施形態と異なる箇所を中心に説明する。

【 0087 】

第一実施形態で上述したように、屈折光学系30は、YZ平面上における焦点距離と、XZ平面上における焦点距離が異なる光学系である。第一実施形態では、屈折光学系30を1枚のレンズ31で構成していたが、本実施形態では、屈折光学系30が複数枚のレンズで構成される点異なる。なお、他の構成については、第一実施形態と共通である。

【 0088 】

より詳細には、図10に示すように、本実施形態の半導体レーザ光源装置1において、屈折光学系30は、第一レンズ32と第二レンズ33とを備える。

10

【 0089 】

第一レンズ32は、Z方向に進行する光線束(12, 22)に対して、Y方向(速軸方向)への発散を抑制する機能のみを有し、X方向(遅軸方向)への拡散を抑制する機能を有しないレンズであり、FAC(Fast Axis Collimation)レンズという名称で呼ばれる場合がある。一方、第二レンズ33は、Z方向に進行する光線束(12, 22)に対して、X方向(遅軸方向)への拡散を抑制する機能のみを有し、Y方向(速軸方向)への拡散を抑制する機能を有しないレンズであり、SAC(Slow Axis Collimation)レンズという名称で呼ばれる場合がある。

【 0090 】

第一レンズ32は、第一実施形態のレンズ31と同様に、YZ平面上における焦点 $30y_f$ が、半導体レーザチップ(10, 20)の光出射領域(11, 21)の位置の近傍となるように配置される。また、第二レンズ33は、第一実施形態のレンズ31と同様に、XZ平面上における焦点 $30x_f$ が、主光線12mと主光線22mとが交差する特定位置40の近傍となるように配置される。

20

【 0091 】

第一レンズ32は、YZ平面上を進行する光線束(12, 22)に対しては、第一実施形態で上述したレンズ31と同様の機能を奏する。一方、第二レンズ33は、YZ平面上に進行する光線束(12, 22)に対しては、光線束を屈折させる機能を有さず、入射された光線束をそのまま透過させる。この結果、図10の上段に示すように、各光出射領域(11, 21)から出射されて、YZ平面上を進行する光線束(12, 22)は、第一レンズ32及び第二レンズ33を通過した後、第一実施形態と同様に、略平行光線束(13, 23)に変換される。

30

【 0092 】

第一レンズ32は、XZ平面上に進行する光線束(12, 22)に対しては、光線束を屈折させる機能を有さず、入射された光線束をそのまま透過させる。一方、第二レンズ33は、XZ平面上を進行する光線束(12, 22)に対しては、第一実施形態で上述したレンズ31と同様の機能を奏する。この結果、図10の下段に示すように、各光出射領域(11, 21)から出射されて、XZ平面上を進行する光線束(12, 22)は、第一レンズ32をそのまま通過した後、第二レンズ33に入射されると、屈折する。ここで、第一実施形態と同様に、第二レンズ33は、XZ平面上の焦点 $30x_f$ が主光線12mと主光線22mとが交差する特定位置40の近傍となるように配置されているため、第二レンズ33を通過した後の光線束(13, 23)は、それぞれの主光線(13m, 23m)がXZ平面上において略平行となる。この結果、第一実施形態と同様に、第二レンズ33を通過した後の光線束(13, 23)は、XZ平面上においても略平行光線束となる。

40

【 0093 】

よって、本実施形態の半導体レーザ光源装置1においても、第一実施形態と同様の理由により、遅軸方向(X方向)への発散角が抑制された光線束(13, 23)を得ることができる。

【 0094 】

50

[第三実施形態]

本発明に係る半導体レーザ光源装置の第二実施形態について、第一実施形態と異なる箇所を中心に説明する。

【 0095 】

第一実施形態で上述したように、屈折光学系30は、YZ平面上における焦点距離と、XZ平面上における焦点距離が異なる光学系である。第一実施形態では、屈折光学系30を1枚のレンズ31で構成していたが、本実施形態では、第二実施形態と同様に、屈折光学系30が複数枚のレンズで構成される点異なる。なお、他の構成については、第一実施形態と共通である。

【 0096 】

より詳細には、図11に示すように、本実施形態の半導体レーザ光源装置1において、屈折光学系30は、第一レンズ34と第二レンズ35とを備える。

【 0097 】

第一レンズ34は、図2A及び図2Bを参照して上述したコリメートレンズ102と同様、Z方向に進行する光線束(12, 22)に対して、Y方向(速軸方向)及びX方向(遅軸方向)への拡散を抑制する機能を示すレンズである。また、第二レンズ35は、Z方向に進行する光線束(12, 22)に対して、X方向(遅軸方向)への拡散を抑制する機能のみを有し、Y方向(速軸方向)への拡散を抑制する機能を有しないレンズであり、シリンドリカルレンズで構成される。なお、第二実施形態で上述した、SACレンズを用いることができる。

【 0098 】

第一レンズ34は、第一実施形態のレンズ31と同様に、YZ平面上における焦点 $30yf$ が、半導体レーザチップ(10, 20)の光出射領域(11, 21)の位置の近傍となるように配置される。なお、第一レンズ34は、通常のコリメートレンズであるため、Y方向の焦点距離とX方向の焦点距離とが同じである。このため、図示しないが、第一レンズ34は、XZ平面上における焦点についても、半導体レーザチップ(10, 20)の光出射領域(11, 21)の位置の近傍となる。

【 0099 】

一方、第二レンズ35は、XZ平面上における焦点を、第一レンズ34と異ならせることで、第一レンズ34のXZ平面上の焦点を事実上、Z方向に変位させる機能を示す。すなわち、第二レンズ35は、第一レンズ34との合成光学系(屈折光学系30)のXZ平面上の焦点 $30xf$ が、主光線12mと主光線22mとが交差する特定位置40の近傍となるように、焦点が調整される。

【 0100 】

第一レンズ34は、YZ平面上を進行する光線束(12, 22)に対しては、第一実施形態で上述したレンズ31と同様の機能を奏する。一方、第二レンズ33は、YZ平面上に進行する光線束(12, 22)に対しては、光線束を屈折させる機能を有さず、入射された光線束をそのまま透過させる。この結果、図11の上段に示すように、各光出射領域(11, 21)から出射されて、YZ平面上を進行する光線束(12, 22)は、第一レンズ32及び第二レンズ33を通過した後、第一実施形態と同様に、略平行光線束(13, 23)に変換される。

【 0101 】

第一レンズ34は、XZ平面上に進行する光線束(12, 22)に対しても、屈折させる機能を示す。このため、光線束(12, 22)は、XZ平面上を進行して第一レンズ34を通過すると、屈折した後に第二レンズ35に入射される。ここで、上述したように、第二レンズ35は、第一レンズ34との合成光学系において、XZ平面上の焦点 $30xf$ が特定位置40の近傍となるように設置されている。このため、光線束(12, 22)は、XZ平面上を進行して第二レンズ35を通過すると、第一実施形態と同様の理由により、略平行光線束(13, 23)に変換される。

【 0102 】

10

20

30

40

50

よって、本実施形態の半導体レーザ光源装置 1 においても、第一実施形態と同様の理由により、遅軸方向 (X 方向) への発散角が抑制された光線束 (13, 23) を得ることができる。

【0103】

[別実施形態]

以下、別実施形態につき説明する。

【0104】

1 上記実施形態では、半導体レーザチップ 10 が備える光出射領域 11 から出射される光線束 12 の主光線 12m と、半導体レーザチップ 20 が備える光出射領域 21 から出射される光線束 22 の主光線 22m とが、Z 方向に進行するに伴って X 方向に関して徐々に近づくように、半導体レーザチップ (10, 20) が傾斜して配置されている場合について説明した。しかし、図 12 に示すように、主光線 12m と主光線 22m とが、Z 方向に進行するに伴って X 方向 (遅軸方向) に離れるように、半導体レーザチップ (10, 20) が傾斜して配置されているものとしても構わない。

10

【0105】

この構成の場合、各主光線 (12m, 22m) を、光出射領域 (11, 21) とは反対側 (-Z 方向) に仮想的に延長させると、光出射領域 (11, 21) とは反対側の端面 (11a, 12a) から仮想的に出射される光線束の主光線 (12ma, 22ma) 同士が交差する位置が存在する。この交差位置を上記特定位置 40 とし、この特定位置 40 の近傍に、レンズ 31 の XZ 平面上における焦点 30xf を位置させるものとしても構わない。

20

【0106】

かかる構成であっても、第一実施形態と同様に、XZ 平面上を進行してレンズ 31 に入射される光線束 (12, 22) は、あたかも特定位置 40 近傍に存在するビーム径の小さい仮想光源から出射された光線束とみなすことができる。この結果、レンズ 31 によって、XZ 平面上を進行する光線束 (12, 22) についても略平行光線束 (13, 23) に変換することができる。

【0107】

なお、図 12 では、屈折光学系 30 が第一実施形態で上述したレンズ 31 で構成される場合を図示しているが、第二実施形態、第三実施形態の構成を採用することも可能である。

30

【0108】

2 第二実施形態及び第三実施形態では、屈折光学系 30 が、2 枚のレンズを有する場合について説明した。しかし、本発明は、屈折光学系 30 が 3 枚以上のレンズを有する場合を排除しない。

【0109】

3 上記各実施形態では、同一のヒートシンク 5 上に搭載されている 2 つの半導体レーザチップ (10, 20) は、それぞれが直列に接続されており、外部リード 4 を通じて給電されるものとして説明した。しかし、本発明は、同一のヒートシンク 5 上に搭載されている 2 つの半導体レーザチップ (10, 20) が互いに並列接続されている場合を排除しない。

40

【0110】

4 上記各実施形態では、半導体レーザ光源装置 1 が、同一のヒートシンク 5 上に 2 つの半導体レーザチップ (10, 20) が搭載されている場合を例示して説明した。しかし、本発明に係る半導体レーザ光源装置 1 は、同一のヒートシンク 5 上に 3 つ以上の半導体レーザチップを備えていても構わない。この場合において、少なくとも 2 つの半導体レーザチップが有する光出射領域から出射される主光線同士が非平行となるように配置されればよく、隣接する 2 つの光出射領域から出射される主光線同士が非平行となるように配置されているのが好ましい。更に、隣接する全ての光出射領域から出射される主光線同士が互いに非平行となるように配置されているのが特に好ましい。

50

【 0 1 1 1 】

5 上記各実施形態では、各半導体レーザチップ（10，20）が、それぞれ1つの光出射領域（11，21）を備える場合について説明した。しかし、各半導体レーザチップ（10，20）がそれぞれ複数の光出射領域を備える構成（マルチエミッタ型）であっても構わない。

【 0 1 1 2 】

6 各実施形態で説明した屈折光学系30は、ケーシング部材6の内側に收容されていても構わないし、窓部材7を兼用していても構わないし、ケーシング部材6の外側に配置されていても構わない。

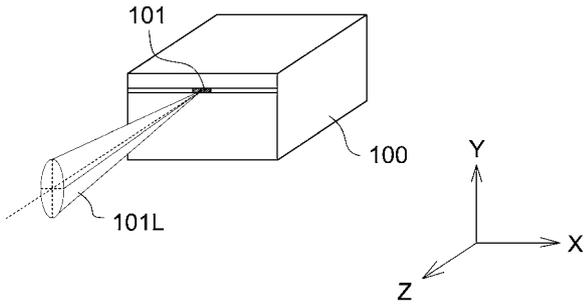
【 符号の説明 】

10

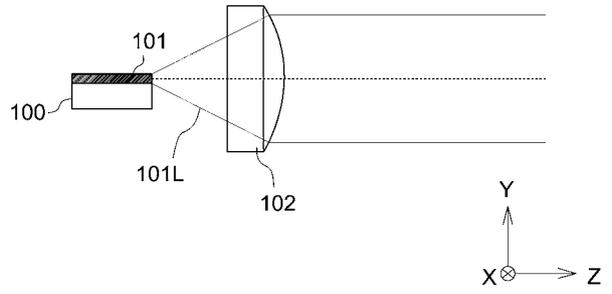
【 0 1 1 3 】

1	:	半導体レーザ光源装置	
4	:	外部リード	
5	:	ヒートシンク	
6	:	ケーシング部材	
7	:	窓部材	
10	:	半導体レーザチップ	
11	:	光出射領域	
12	:	光線束	
20	:	半導体レーザチップ	20
21	:	光出射領域	
22	:	光線束	
30	:	屈折光学系	
30 A	:	屈折光学系の光軸	
30 x f	:	屈折光学系の第二焦点	
30 y f	:	屈折光学系の第一焦点	
31	:	レンズ	
32	:	第一レンズ	
33	:	第二レンズ	
34	:	第一レンズ	30
35	:	第二レンズ	
40	:	特定位置	
100	:	半導体レーザチップ	
101	:	光出射領域（エミッタ）	
101 L	:	エミッタから出射される光線束	
102	:	コリメートレンズ	
120	:	光源モジュール	
121	:	サブマウント	
y	:	速軸方向の発散角	
x	:	遅軸方向の発散角	40

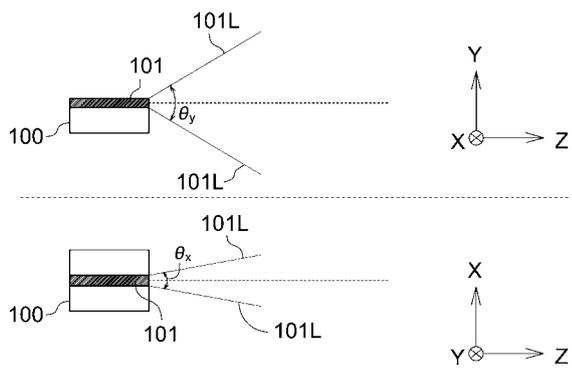
【 図 1 A 】



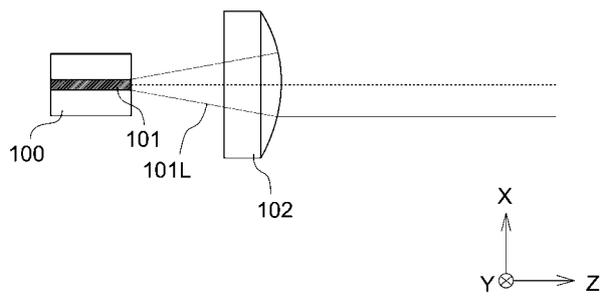
【 図 2 A 】



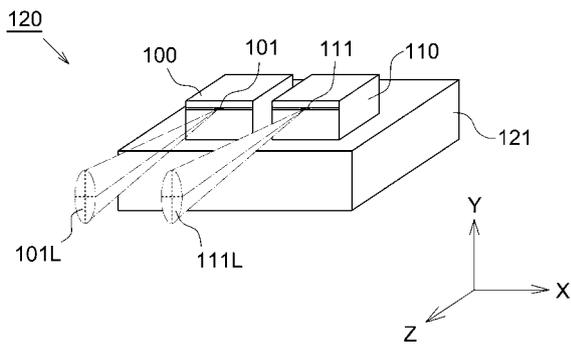
【 図 1 B 】



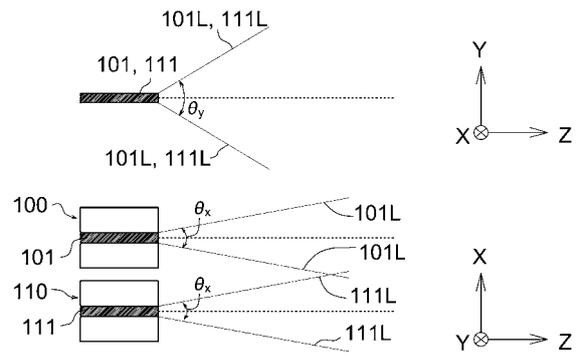
【 図 2 B 】



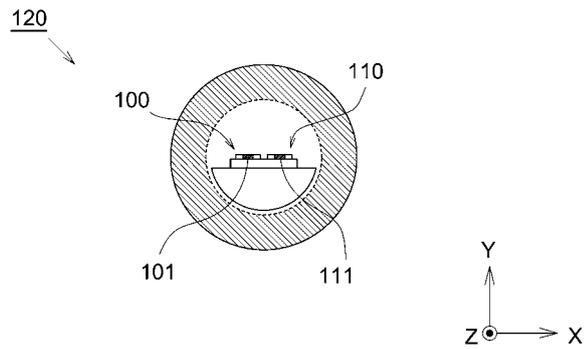
【 図 3 A 】



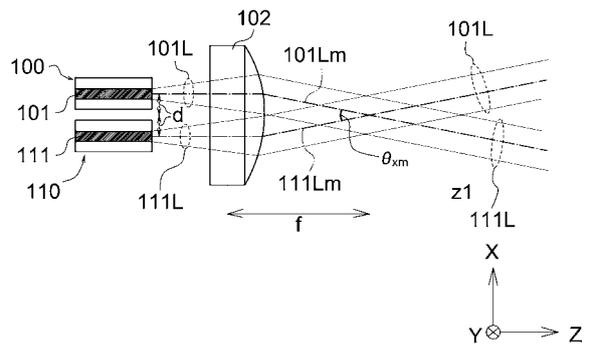
【 図 4 】



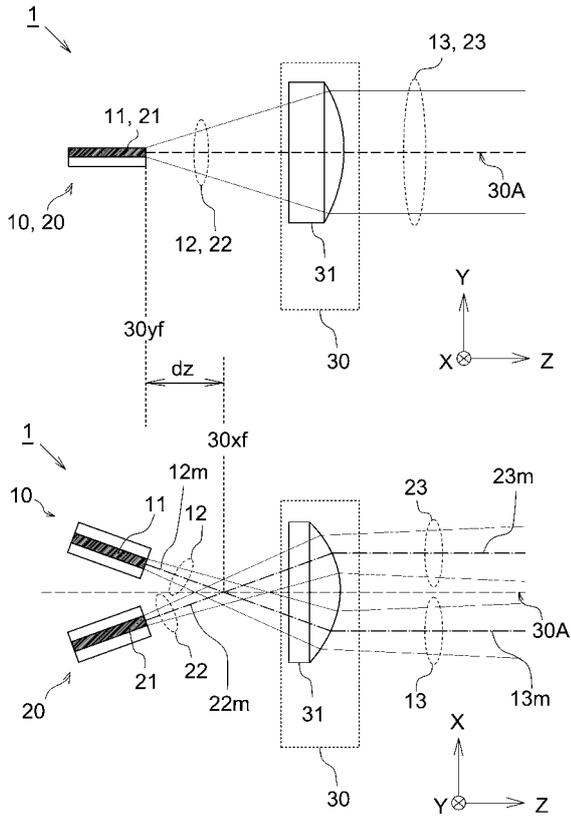
【 図 3 B 】



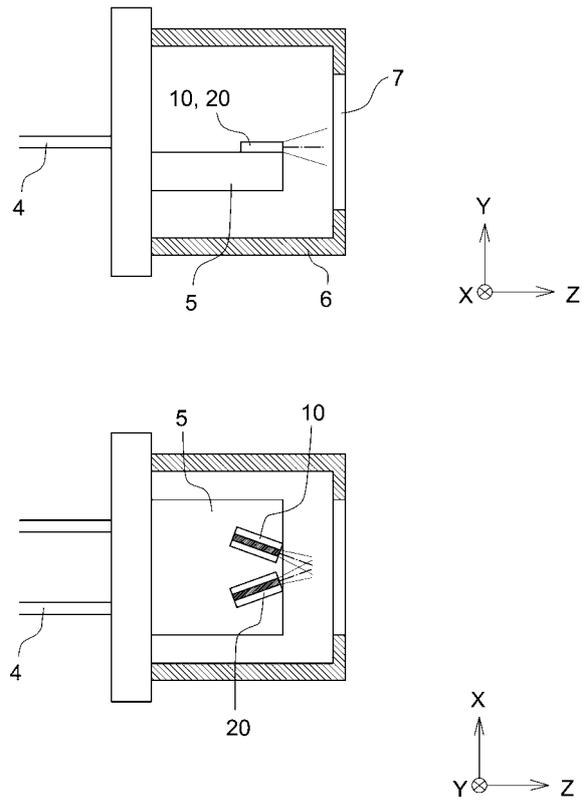
【 図 5 】



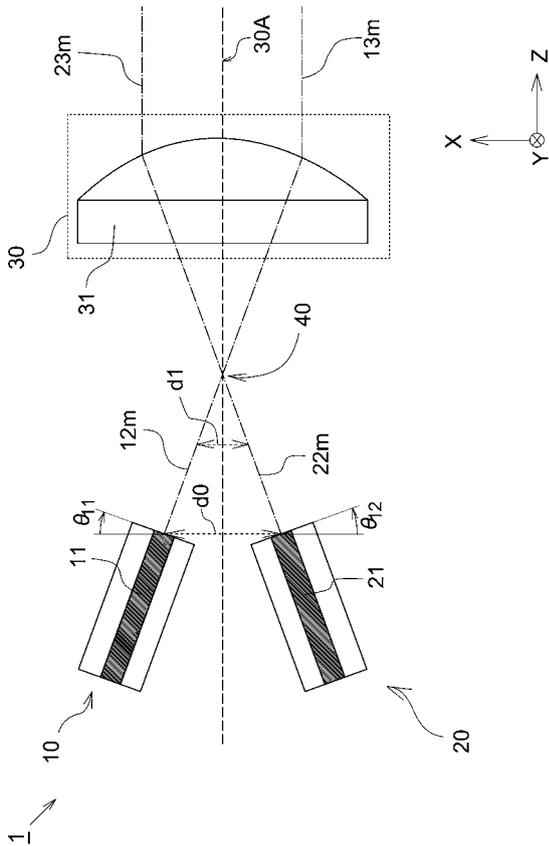
【 図 6 】



【 図 7 】

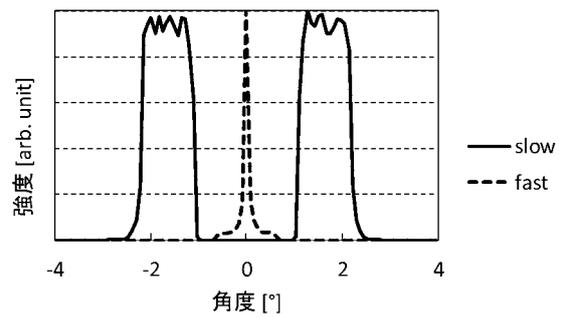


【 図 8 】



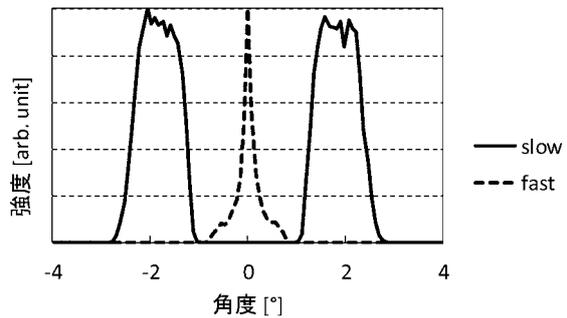
【 図 9 A 】

[比較例1] $F_f = 4\text{mm}$, $F_s = 4\text{mm}$, 傾斜なし



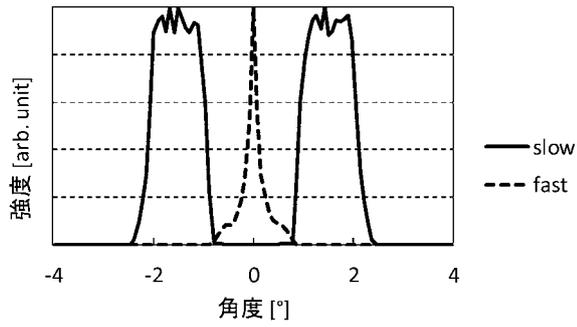
【 図 9 B 】

[比較例2] $F_f = 4\text{mm}$, $F_s = 4\text{mm}$, 傾斜 30°



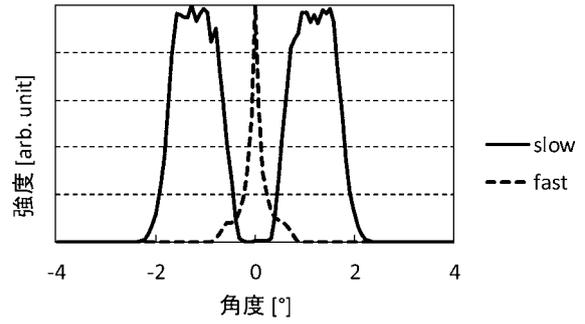
【 図 9 C 】

[実施例1] Ff = 4mm, Fs = 3.9mm, 傾斜30°



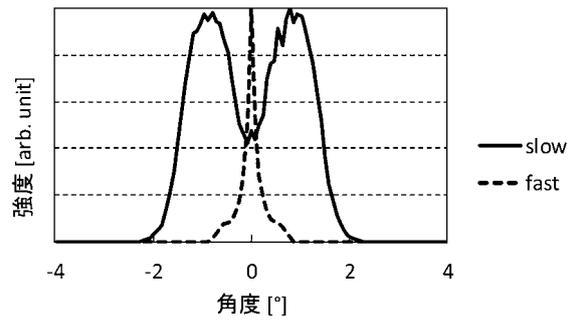
【 図 9 D 】

[実施例2] Ff = 4mm, Fs = 3.8mm, 傾斜30°



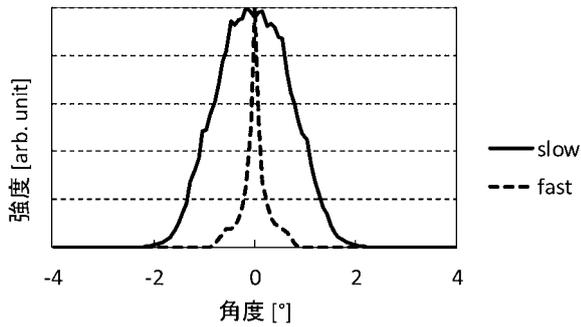
【 図 9 E 】

[実施例3] Ff = 4mm, Fs = 3.7mm, 傾斜30°



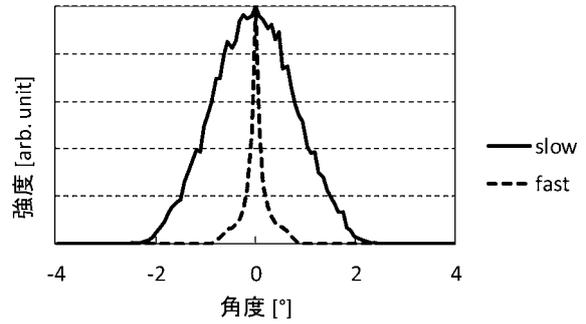
【 図 9 F 】

[実施例4] Ff = 4mm, Fs = 3.6mm, 傾斜30°



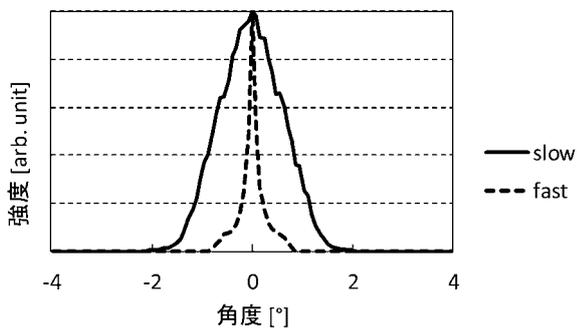
【 図 9 H 】

[実施例6] Ff = 4mm, Fs = 3.4mm, 傾斜30°



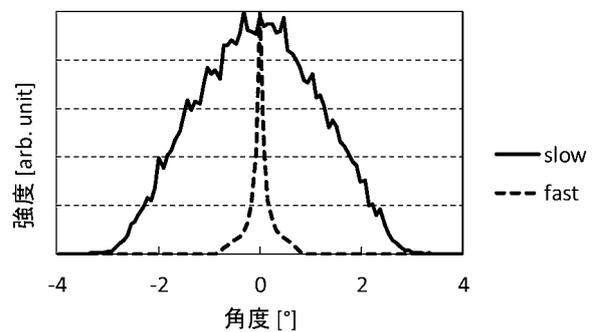
【 図 9 G 】

[実施例5] Ff = 4mm, Fs = 3.5mm, 傾斜30°

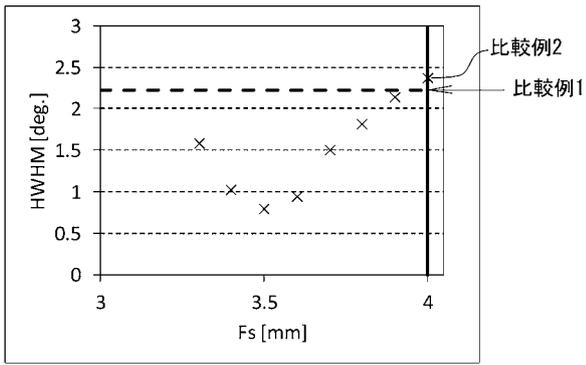


【 図 9 I 】

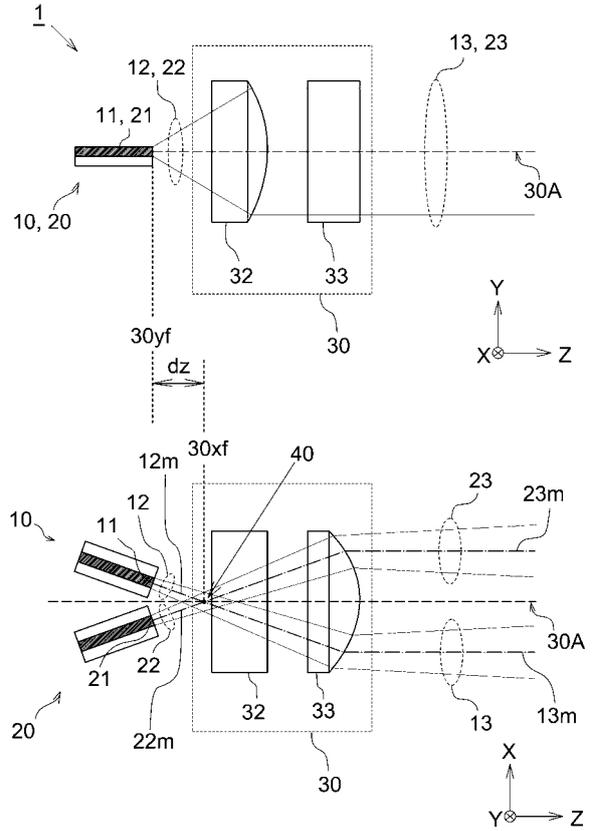
[実施例7] Ff = 4mm, Fs = 3.3mm, 傾斜30°



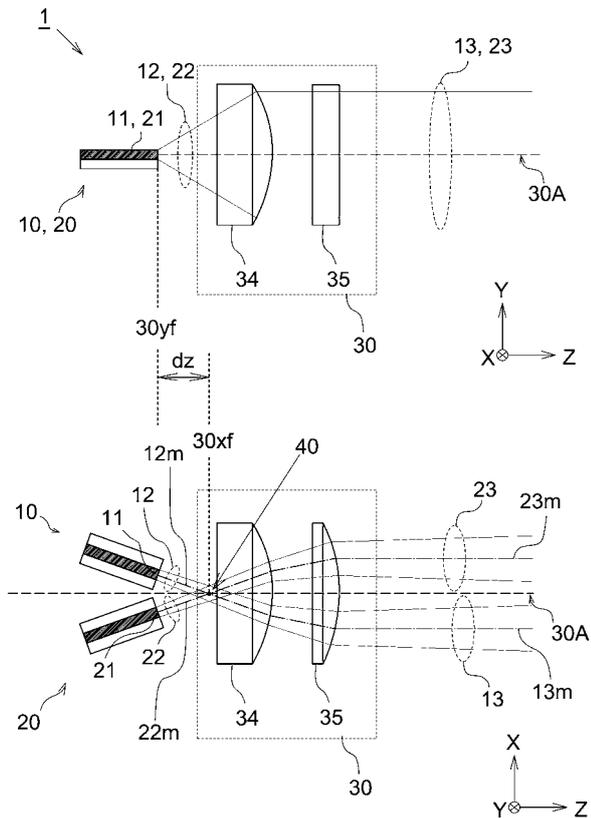
【 図 9 J 】



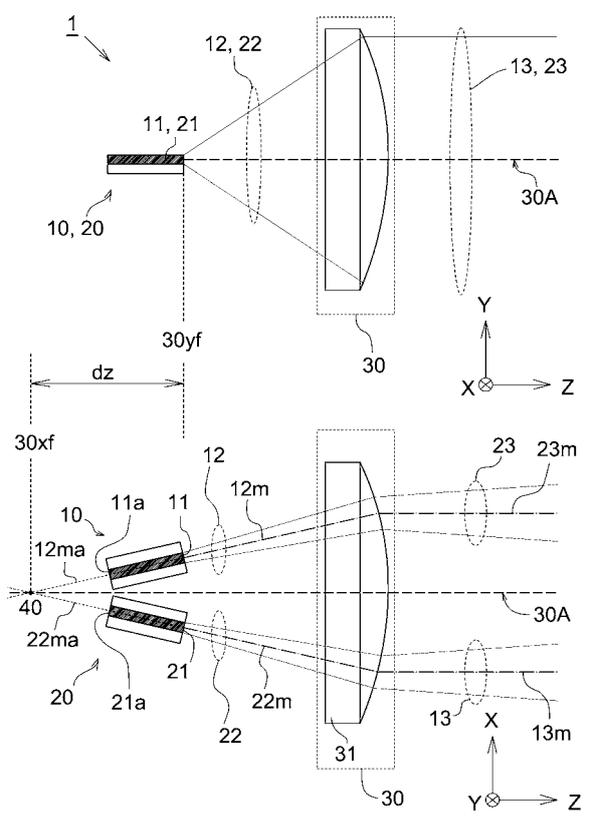
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.

F 2 1 V 5/04 (2006.01)

F I

F 2 1 V 5/04

テーマコード(参考)