

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7104356号  
(P7104356)

(45)発行日 令和4年7月21日(2022.7.21)

(24)登録日 令和4年7月12日(2022.7.12)

(51)国際特許分類 F I  
H 0 1 S 5/02255(2021.01) H 0 1 S 5/02255  
H 0 1 S 5/40 (2006.01) H 0 1 S 5/40

請求項の数 8 (全14頁)

(21)出願番号	特願2021-74881(P2021-74881)	(73)特許権者	000226057 日亜化学工業株式会社 徳島県阿南市上中町岡491番地100
(22)出願日	令和3年4月27日(2021.4.27)	(74)代理人	110000202 新樹グローバル・アイピー特許業務法人
(62)分割の表示	特願2017-90699(P2017-90699)の 分割	(72)発明者	笹室 岳 徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内
原出願日	平成29年4月28日(2017.4.28)	(72)発明者	小椋 涉 徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内
(65)公開番号	特開2021-106299(P2021-106299 A)	(72)発明者	今井 正裕 徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内
(43)公開日	令和3年7月26日(2021.7.26)	審査官	村井 友和
審査請求日	令和3年5月13日(2021.5.13)		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体レーザ装置

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

基体と、

該基体の上面に載置され、一方が第1方向に光を出射し、他方が前記第1方向と反対の方向に光を出射する一対の半導体レーザ素子と、

前記基体の上面に載置され、前記一対の半導体レーザ素子からの光を上方に反射する一対の反射部材と、

前記一対の反射部材によって反射される一対の光が下方から照射されることにより、第2方向よりも前記第2方向に垂直な方向の方が短い一対のスポットがその下面に形成される波長変換部材とを備える半導体レーザ装置であって、

上方から見て、前記一対の半導体レーザ素子の光導波路領域がずれており、前記波長変換部材の下面に形成される一対のスポットが部分的に重複するとともに、一対のスポットの全体が前記第2方向よりも前記第2方向に垂直な方向の方が短い形状であり、

前記一対の半導体レーザ素子のそれぞれから出射される光のスポットは、長軸と短軸を有する楕円形であり、前記第2方向は、前記半導体レーザ素子から出射される楕円形の光のスポットの長軸における両端のそれぞれを通る光が前記波長変換部材の下面に照射される各点を結ぶ直線に平行な方向であることを特徴とする半導体レーザ装置。

## 【請求項2】

前記基体は、表面に配線層を有し、セラミックからなる請求項1に記載の半導体レーザ装

置。

【請求項 3】

前記基体は、上方に開口した筐体の形状を有する、請求項 1 または 2 に記載の半導体レーザー装置。

【請求項 4】

前記波長変換部材は、YAG を含む蛍光体が含有された焼結体である、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の半導体レーザー装置。

【請求項 5】

前記一对のスポットは、前記波長変換部材の下面において、実質的に同じ形状かつ同じ大きさである、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の半導体レーザー装置。

10

【請求項 6】

前記一对の半導体レーザー素子のそれぞれに対応して、前記半導体レーザー素子と、該半導体レーザー素子から出射された光を反射する前記反射部材との間に配置され、該半導体レーザー素子から出射された光が通過する、一对の光学部品をさらに備える、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の半導体レーザー装置。

【請求項 7】

前記一对のスポットのそれぞれが、前記第 2 方向を長軸とし、前記第 2 方向に垂直な方向を短軸とする、楕円形の形状である、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の半導体レーザー装置。

【請求項 8】

前記一对の半導体レーザー素子を含む、複数の半導体レーザー素子を備える、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の半導体レーザー装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、半導体レーザー装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、高輝度の光源を必要とする装置において、放電ランプに代えて、発光ダイオード又は半導体レーザー素子等を備える光源装置が開発されている。

30

例えば、プロジェクター用途又は車載用ヘッドライト用途として、半導体レーザー素子を複数備える光源装置が提案されている（特許文献 1、2 等）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2015 - 22955 号公報

特開 2005 - 300954 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述した用途に対応した所望の波長の光を得るために、半導体レーザー素子の出射光を集光し、蛍光体に照射して励起する方法を採る場合があるが、半導体レーザー素子の集光スポットの強度分布は単峰型のため、複数のスポットが同じ位置に重ね合わされると、スポット中心の光密度が高くなり、蛍光体の励起効率が低下することがある。

40

このような状況下において、複数の半導体レーザー素子を用いた場合においても、用途に応じた、満足できる性能が得られる光源装置の開発が熱望されている。

本開示は、上記課題に鑑みなされたものであり、特に、出力の高い半導体レーザー素子を複数搭載した場合において、集光スポットの光強度分布における光強度差を緩和させることができる半導体レーザー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】

50

## 【 0 0 0 5 】

本開示は、以下の発明を含む。

## ( 1 ) 基体と、

該基体の上面に載置され、一方が第 1 方向に光を出射し、他方が前記第 1 方向と反対の方向に光を出射する一対の半導体レーザ素子と、

前記基体の上面に載置され、前記一対の半導体レーザ素子からの光を上方に反射する一対の反射部材と、

前記一対の反射部材によって反射される一対の光が下方から照射されることにより、第 2 方向よりも前記第 2 方向に垂直な方向の方が短い一対のスポットがその下面に形成される波長変換部材とを備える半導体レーザ装置であって、

上方から見て、前記一対の半導体レーザ素子の光導波路領域がずれており、前記波長変換部材の下面に形成される一対のスポットが部分的に重複するとともに、一対のスポットの全体が前記第 2 方向よりも前記第 2 方向に垂直な方向の方が短い形状であることを特徴とする半導体レーザ装置。

また、本開示は、以下の半導体レーザ装置を含む。

## ( 2 ) 基体と、

該基体の上面に載置され、互いに対向して配置された一対の半導体レーザ素子を含む複数の半導体レーザ素子と、

前記基体の上面に載置され、前記一対の半導体レーザ素子から出射される光を平行光にする一対の光学部品を含む複数の光学部品と、

前記基体の上面に載置され、前記一対の光学部品からの光を上方に反射する一対の反射部材を含む複数の反射部材と、

前記一対の反射部材によって反射される一対の光が下方から照射されることにより、長軸及び短軸を有する一対のスポットがその下面に形成される波長変換部材とを備える半導体レーザ装置であって、

上方から見て、前記一対の半導体レーザ素子の光導波路領域がずれていることにより、前記波長変換部材の下面に形成される一対のスポットが部分的に重複するとともにその長軸が互いに平行であることを特徴とする半導体レーザ装置。

## ( 3 ) 基体と、

該基体の上面に載置され、互いに対向して配置された一対の半導体レーザ素子を含む複数の半導体レーザ素子と、

前記基体の上面に載置され、前記一対の半導体レーザ素子から出射される光を平行光にする一対の光学部品を含む複数の光学部品と、

前記基体の上面に載置され、前記一対の光学部品からの光を上方に反射する一対の反射部材を含む複数の反射部材と、

前記一対の反射部材によって反射される一対の光が下方から照射されることにより、長軸及び短軸を有する一対のスポットがその下面に形成される波長変換部材とを備える半導体レーザ装置であって、

前記一対の半導体レーザ素子及び前記一対の反射部材の双方が前記基体の上面の主要領域に対して傾いていることにより、上方から見て、前記波長変換部材の下面に形成される一対のスポットが部分的に重複するとともにその長軸が互いに平行であることを特徴とする半導体レーザ装置。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 0 6 】

本開示によれば、出力の高い半導体レーザ素子を複数搭載した場合において、集光スポットの強度分布を緩和させることができる半導体レーザ装置を提供することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 0 7 】

【 図 1 A 】 本発明の一実施形態の半導体レーザ装置の構成を示す概略斜視図である。

【 図 1 B 】 図 1 A の半導体レーザ装置の部分拡大斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 1 C】図 1 A の半導体レーザ装置の部分拡大平面図である。

【図 1 D】図 1 A の半導体レーザ装置における一対の半導体レーザ素子等の側面図である。

【図 1 E】図 1 A の半導体レーザ装置における波長変換部材の下面のスポットを示す模式図である。

【図 2 A】本発明の別の実施形態の半導体レーザ装置の構成を示す概略部分拡大平面図である。

【図 2 B】図 2 A の半導体レーザ装置における半導体レーザ素子の光出射端面と向かい合う方向から見た半導体レーザ素子の概略部分拡大図である。

【図 3】本発明の実施形態の半導体レーザ装置の波長変換部材の下面に入射する集光スポットの形状を示す図である。

【図 4】本発明の一実施例の半導体レーザ装置及び比較例それぞれの半導体レーザ装置の X 軸、Y 軸に垂直な面の光強度を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下に説明する半導体レーザ装置は、本発明の技術思想を具体化するためのものであって、本発明を以下のものに限定しない。また、図面が示す部材の大きさや位置関係等は、説明を明確にするため、誇張していることがある。

本願においては、半導体レーザ装置から光を取り出す面側を、上方と称する。

【0009】

実施形態 1

この実施形態 1 の半導体レーザ装置 10 は、図 1 A ~ 1 D に示すように、基体 11 と、光導波路領域を有する、複数の半導体レーザ素子 12 と、複数の光学部品 13 と、複数の反射部材 14 と、波長変換部材 15 とを備える。

この半導体レーザ装置 10 では、上方から見て、少なくとも一対の半導体レーザ素子は、それらの光導波路領域がずれて配置されており、波長変換部材の下面に形成される一対のスポットが部分的に重複し、かつスポットを形成する光の長軸が互いに平行である。

このような構成によって、波長変換部材の下面において集光されたスポットの強度分布を緩和させることができ、波長変換部材での光の励起効率を向上させることができる。

【0010】

(基体 11)

基体 11 は、半導体レーザ素子 12 を実装するものである。また、半導体レーザ素子 12 を配線等と電気的に接続するために利用してもよい。従って、半導体レーザ素子を実装することができる材料及び形状が選択される。例えば、基体 11 は、金属、ガラス、セラミックス等によって形成することができる。特に、基体 11 の耐食性及び放熱性等を考慮して、銅、銅合金、鉄もしくは鉄合金等を含む金属又は窒化アルミニウムもしくは酸化アルミニウム等を含むセラミック等が挙げられる。なかでも、耐食性及び放熱性に優れているため、窒化アルミニウムが好ましい。基体 11 の平面形状は、略円形、略楕円、略多角形等の種々の形状が挙げられ、略矩形形状が好ましい。平面形状とは、上方から見た場合の基体 11 の外形を指す。

【0011】

基体 11 は、平板状の形態であってもよいが、図 1 A に示すように、上方に開口した筐体の形状を有することが好ましい。筐体の上面に波長変換部材 15 を備えた蓋体が固定されている。開口内であって基体の上面 11 A は、半導体レーザ素子 12、光学部品 13、反射部材 14 等が配置されるために平坦であることが好ましい。基体 11 を構成する筐体は、平坦な面を有するのみならず、配線層を配置するための段差、凹凸等を 1 以上有していてもよい。基体 11 は、その上面 11 A とそれに対向する下面とが平坦であり、かつ互いに平行であるものが好ましい。これによって、半導体レーザ素子を基体 11 上に配置した際に、後述する他の部材とのアライメントを容易とすることができ、また、高精度で上方に光を取り出すことができる。

【0012】

10

20

30

40

50

基体 1 1 は、その表面、内部等において、配線層及び外部電極等を備えていることが好ましい。配線層は、例えば、銅、金、銀、アルミニウム、チタン、白金、ニッケル、パラジウム又はその合金の 1 以上からなる単層または複数層によって形成することができる。外部電極は、例えば、銅、金、銀、アルミニウム、チタン、白金、ニッケル、パラジウム又はその合金の 1 以上からなる単層または複数層によって形成することができる。外部電極が、配線層と同じ材料であれば同様の工程で形成することができる。

#### 【 0 0 1 3 】

( 半導体レーザ素子 1 2 )

半導体レーザ素子 1 2 は、基体 1 1 の上面に載置され、上方から見て、少なくとも互いに対向して配置された一対の半導体レーザ素子、例えば、半導体レーザ素子 1 2 A、1 2 B 等を含む。半導体レーザ素子 1 2 は、さらに複数の対をなすように、複数含まれていることが好ましい。例えば、半導体レーザ素子 1 2 は、1 つの半導体レーザ装置において、2 つ、4 つ、6 つ、8 つ等、複数であることが好ましい。

10

複数の半導体レーザ素子 1 2 が基体 1 1 の上面に載置される場合、それらの配列は、例えば、任意の点に対して放射状に、かつ均等な距離で配置されていることが好ましい。具体的には、任意の点を中心とする正方形、正六角形、正八角形の頂点にそれぞれ半導体レーザ素子が配置されていることが好ましい。このような配置によって、任意の点から、さらに、隣接する半導体レーザ素子間においても、均等な距離で、互いに離間して配置することができる。

#### 【 0 0 1 4 】

四対の半導体レーザ素子 1 2 が配置される場合、図 1 C に示すように、8 つの半導体レーザ素子 1 2 A ~ 1 2 H が、任意の点を中心とした正八角形の各頂点に、互いに対向するように、つまり、半導体レーザ素子 1 2 A、1 2 B、半導体レーザ素子 1 2 C、1 2 D、半導体レーザ素子 1 2 E、1 2 F、半導体レーザ素子 1 2 G、1 2 H で対向するように配置することができる。そして、これらの各対の半導体レーザ素子では、それらの光導波路領域が互いにずれた状態で対向している。

20

このように配置することにより、隣接する半導体レーザ素子への熱干渉を低減でき、良好な放熱性を確保することができる。その結果、高輝度の出力が得られる。

#### 【 0 0 1 5 】

なお、二対の半導体レーザ素子 1 2 A、1 2 B、半導体レーザ素子 1 2 C、1 2 D を配置する場合には、各対の半導体レーザ素子は、90 度で交わる 2 つの対角線近傍において、対向する半導体レーザ素子の光導波路領域が互いにずれた状態で、中心から等距離の位置に配置されることが好ましい。

30

三対の半導体レーザ素子 1 2 A、1 2 B、半導体レーザ素子 1 2 C、1 2 D、半導体レーザ素子 1 2 E、1 2 F を配置する場合には、各対の半導体レーザ素子は、60 度で交わる 3 つの対角線近傍において、対向する半導体レーザ素子の光導波路領域が互いにずれた状態で、中心から等距離の位置に配置されることが好ましい。

四対の半導体レーザ素子 1 2 A、1 2 B、半導体レーザ素子 1 2 C、1 2 D、半導体レーザ素子 1 2 E、1 2 F、半導体レーザ素子 1 2 G、1 2 H を配置する場合には、各対の半導体レーザ素子は、45 度で交わる 2 つの対角線近傍において、対向する半導体レーザ素子の光導波路領域が互いにずれた状態で、中心から等距離の位置に配置されることが好ましい。

40

このように配置することにより、蛍光体に当たる光をずらす構成を容易に実現することができる。

#### 【 0 0 1 6 】

従来、複数の半導体レーザ素子を用いて高輝度の光源とする場合、半導体レーザ素子を密集して、例えばマトリクス状に配置しなければならなかった。そのために、半導体レーザ素子及び基体が高温となり、種々の放熱対策が施されていたが、十分な放熱対策を採ることができなかつた。それに対して、上述した配置によって、放熱性を向上させることができ、その結果、複数の半導体レーザ素子によって十分な輝度を実現することができる。

50

## 【0017】

半導体レーザ素子12は、例えば、窒化物半導体（主として一般式  $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ 、 $0 < x$ 、 $0 < y$ 、 $x + y < 1$ ）で表される）などの半導体層を備え、光を共振する領域となる光導波路領域をその内部に備える。例えば、半導体層の表面にリッジを有するもの、電流阻止領域を有するものなど、公知の形態が包含される。その窒化物半導体の組成を調整することにより、半導体レーザ素子12の発振波長を調整することができる。例えば、400～530 nmの範囲に発振波長を有する半導体レーザ素子を用いることができる。例えば、YAG系蛍光体と組み合わせる場合は、発振波長が420～490 nmの範囲にある半導体レーザ素子12が好ましい。複数の半導体レーザ素子12は、一部又は全部が異なる発振波長を有するものであってもよいが、総ての半導体レーザ素子が同じ発振波長を有するものが好ましい。

10

半導体レーザ素子12は、シングルモード及びマルチモードのいずれの光を出射するものであってもよく、光出射端面から出射された光のスポットが長軸と短軸とを有するものであってもよい。

## 【0018】

半導体レーザ素子12は、レーザ光の発振面、言い換えると、光出射端面が基体11の上面に垂直となるように配置されることが好ましい。ここでの垂直とは、 $\pm 10$ 度程度の傾きは許容される。そして、少なくとも一対の半導体レーザ素子12は、上方から見て、それらの光導波路領域がずれた状態で互いに対向して配置されている。さらに一対以上の半導体レーザ素子12が配置される場合には、それらの各対の半導体レーザ素子12においても、上方から見て、それらの光導波路領域がずれた状態で互いに対向して配置されていることが好ましい。

20

## 【0019】

ここで、一対の半導体レーザ素子の光導波路領域がずれて配置されるとは、例えば、半導体レーザ素子12A及び半導体レーザ素子12Bにおいて、光出射端面は対向し、互いに平行に配置しているが、図1Cに示すように、上方から見て、各対における光導波路領域を延長した延長領域の全部が重ならないことを指す。言い換えると、一対の半導体レーザ素子の光導波路領域を延長した延長領域であって、上方から見て、その延長方向の中央部を通る線（以下、単に「光導波路領域の延長線」と記載することがある）が、重ならず、平行となるように、半導体レーザ素子が配置されていることを意味する。

30

## 【0020】

一対の半導体レーザ素子の光導波路領域のずれの程度は、用いる半導体レーザ素子の特性、後述する光学部品及び/又は反射部材の特性、これらの位置等によって、適宜設定することができる。例えば、光導波路領域のずれの程度は、上方から見て、一対の半導体レーザ素子の光導波路領域の延長線同士の最短距離が、半導体レーザ素子の幅の1.5倍～3倍とすることができる。具体的には、0.2～4 mmが挙げられる。

あるいは、そのずれの程度は、後述する波長変換部材の下面に形成される一対のスポットが部分的に重複し、かつそのスポットを形成する光の長軸が互いに平行となるように設定されることが好ましい。

## 【0021】

40

半導体レーザ素子12は、基体11の上面に直接配置してもよいが、上面にサブマウント16を介して配置することが好ましい。これにより、半導体レーザ素子12の光出射端面を基体11から離すことができ、半導体レーザ素子12からの光が基体11に当たるのを回避することができる。サブマウント16としては、例えば、炭化珪素、窒化アルミニウム等を用いることができる。サブマウント16を配置する場合においても、半導体レーザ素子12は、出射した光が、基体11の上面に対して実質的に平行な方向に進行するように実装することが好ましい。

サブマウントの形状は、適宜設定することができ、直方体又は立方体等の塊状のものであってもよいし、任意の部位にフィンが複数配置された形状であってもよい。

## 【0022】

50

( 光学部品 1 3 )

光学部品 1 3 は、基体 1 1 の上面に載置され、半導体レーザー素子 1 2 から出射される光を平行光にする部品である。光学部品 1 3 としては、例えば、凹レンズと凸レンズとを組み合わせるガリレオ式レンズ、凸レンズ同士を組み合わせるケプラー式レンズ等のコリメートレンズ等が挙げられる。

光学部品 1 3 は、半導体レーザー素子 1 2 の数に応じて、1 対 1 で配置されることが好ましいが、半導体レーザー素子 1 2 の配置形態によっては、半導体レーザー素子の数よりも少なくてもよい。光学部品 1 3 は、基体 1 1 の上面であって、半導体レーザー素子 1 2 からの光を通過し得る位置に配置されていることが好ましい。

光学部品 1 3 は、半導体レーザー素子 1 2 と反射部材 1 4 との間に配置している限り、光学部品 1 3 の一部又は全部において、半導体レーザー素子 1 2 からの距離が異なってもよいが、光学部品 1 3 の全てが、半導体レーザー素子 1 2 から同じ距離で配置されていることが好ましい。

10

【 0 0 2 3 】

例えば、このような光学部品を用いずに、つまり、半導体レーザー素子 1 2 から出射される光を平行光にしない場合、基体 1 1 の外部に平行光とする光学部品を配置する場合には、波長変換部材に集光するスポットのサイズが大きくなり、後段の光学系の大型化を招き、光の利用効率を低下させるという問題がある。

これに対して、基体 1 1 上において、半導体レーザー素子 1 2 に近接して、平行光にする光学部品 1 3 を配置するため、集光スポットを小径することができる。そのため、後述する波長変換部材に小径のスポットを形成することができ、効率的に波長変換部材における蛍光体を励起させることができる。それによって、波長変換後の光束の最も強度が高い発光点を小径とすることができる。その結果、光の利用効率を向上させることができる。例えば、プロジェクター用途に用いる場合は、エテンデュを小さくすることができ、半導体レーザー装置の後段で用いられる光学系を小型化することができる。また、車載用ヘッドライト用途に用いる場合は、発光点の小径化によってレンズ、リフレクター等の光学部品を小型化でき、小型、軽量、薄型のヘッドライトが可能となり、デザインの自由度を向上させることができる。

20

【 0 0 2 4 】

( 反射部材 1 4 )

反射部材 1 4 は、基体 1 1 の上面に載置され、光学部品 1 3 を通過した光を上方に反射する部材であり、光学部品 1 3 を通過した光を反射し得る位置に配置されている。反射部材 1 4 は、基体 1 1 の上面に対して傾斜した反射面を有しており、この反射面によって、光学部品 1 3 を通過した光を上方に反射するように配置されている。

30

反射部材 1 4 は、その反射面が、後述する波長変換部材 1 5 の下方に位置するように配置されることが好ましい。特に、上方から見て、反射部材 1 4 で反射する光が波長変換部材 1 5 の下面に最も強度の強い反射光として入射し得る位置に配置されることが好ましい。言い換えると、上方から見て、光導波路領域の延長線上で、反射部材 1 4 の反射面においてレーザー光が反射し、かつその反射光の略全部が波長変換部材 1 5 に入射されるように配置されることが好ましい。上述したように、一対の半導体レーザー素子 1 2 では、光導波路領域が互いにずれて配置されるが、これら一対の半導体レーザー素子 1 2 に対応する反射部材は、上述した反射を実現する限り、それぞれ、半導体レーザー素子と同様に、上方からみてもずれていてもよいし、ずれていなくてもよい。

40

【 0 0 2 5 】

反射部材 1 4 としては、例えば、三角柱、四角錐台等の形状の光学ガラスの斜面に、反射膜が設けられた部材を用いることができる。基体 1 1 の上面と反射部材 1 4 の斜面との角度は、例えば、60 度以下が挙げられ、50 度以下が好ましく、45 度以下がさらに好ましい。また、20 度以上が挙げられ、30 度以上が好ましく、35 度以上がより好ましい。ここでの基体 1 1 の上面と反射部材 1 4 の斜面の角度とは、基体 1 1 の上面のうち反射部材 1 4 の下面と対向する領域と、反射部材 1 4 の斜面とがなす角度をいう。例えば、こ

50

の角度は、図 1 D に示した反射部材 1 4 の反射面 1 4 a と、基体 1 1 の上面 1 1 A とがなす角度を指す。

【 0 0 2 6 】

反射部材 1 4 は、半導体レーザ素子 1 2 の数に応じて、1 対 1 で配置されることが好ましい。その場合、反射部材 1 4 は、それぞれ、半導体レーザ素子に対向するように配置されることが好ましい。ただし、半導体レーザ素子 1 2 の配置形態によっては、半導体レーザ素子の数よりも少なくてもよい。

【 0 0 2 7 】

( 波長変換部材 1 5 )

波長変換部材 1 5 は、半導体レーザ素子 1 2 から出射されたレーザ光の波長を変換する部材であり、一対の反射部材 1 4 によって反射される一対の光が下方から照射されることにより、長軸及び短軸を有する一対のスポットがその下面に形成される位置に配置されている。

10

【 0 0 2 8 】

波長変換部材 1 5 は、蛍光体を含有することが好ましく、例えば、蛍光体そのものを焼結させたもの、蛍光体に焼結助剤を添加して焼結させた焼結体とすることができる。

蛍光体は、半導体レーザ素子 1 2 と組み合わせて白色光が得られるような材料を選択するのが好ましい。例えば、半導体レーザ素子 1 2 から青色光が出射される場合には、半導体レーザ素子 1 2 の出射光を励起光として黄色光を発する蛍光体を用いることができる。黄色光を発する蛍光体としては、YAG系の蛍光体が挙げられる。また、半導体レーザ素子 1 2 から青色光よりも短波の光（例えば紫外光等）が出射される場合には、青色、緑色及び赤色の各色を発光する蛍光体を用いることができる。

20

【 0 0 2 9 】

波長変換部材 1 5 は、保持部材によって、上述した適所に配置されていることが好ましい。保持部材は、例えば、筐体状の基体 1 1 に対する蓋体として機能するものであってもよい。図 1 A では、上方に開口した筐体の形状である基板 1 1 と波長変換部材 1 5 を備えた蓋体とが離れているが、筐体の中を説明するための図であって、実際の半導体レーザ装置は、この筐体の上面に蓋体が接合されている。このような保持部材を利用することによって、波長変換部材 1 5 は、基体 1 1、半導体レーザ素子 1 2 等に対して、適所に固定することができる。また、波長変換部材 1 5 で生じた熱を、保持部材を介して効率的に放熱させることができる。

30

【 0 0 3 0 】

波長変換部材 1 5 は、上方から見て、略円形、略楕円、略多角形等の種々の形状を採ることができる。その大きさは、波長変換部材 1 5 に照射されるスポット径によって適宜調整することができる。例えば、スポット径の最大長さの 1 倍以上、1.5 倍以上等が挙げられる。波長変換部材 1 5 は、照射される光の全てが蛍光体に照射されて適度に波長変換することができる程度の厚みを有することが好ましく、例えば、0.2 ~ 1 mm が挙げられる。

【 0 0 3 1 】

上述したように、半導体レーザ素子 1 2 から出射された光のスポットは楕円形であって、それぞれ長軸と短軸とを有する。このような光は、光学部品を通過しても、さらに反射部材で反射されても、依然として長軸及び短軸を有する光のスポット形状が維持される。従って、反射部材によって反射されて、波長変換部材に入射される光も、波長変換部材の下面に形成されるスポットが、長軸及び短軸を有する。このような長軸及び短軸を有する各スポットは、1 つのスポット内において、実際には光強度は略ガウシアン分布の単峰型であるために、複数の半導体レーザ素子 1 2 から出射される光を集光した場合でも、集光スポット内で、光の強度が均一とならない。よって、このような光を波長変換部材で波長変換する場合に、光が照射された蛍光体の励起が不均一となり、蛍光体の励起効率を低減することがある。

40

【 0 0 3 2 】

50



これに対して、本実施形態の半導体レーザ装置では、波長変換部材 15 において、例えば、図 1 E に示すように、その下面に形成された一対のスポット 17 A、17 B のそれぞれの長軸 L A、L B が、互いに重ならず、平行であり、かつ、一対のスポット 17 A、17 B が、部分的にのみ重複するようにならされている。これにより、集光スポット内で、光強度の強弱分布を緩和することができるので、蛍光体の励起効率を向上させることができる。また、一対のスポット 17 A、17 B は、波長変換部材 15 の下面において、実質的に同じ形状かつ同じ大きさであることが好ましく、全てのスポットは、実質的に同じ形状かつ同じ大きさであることがより好ましい。

さらに、一対のスポット 17 A、17 B は、波長変換部材 15 の下面において、短軸 S の方向に平行移動したように形成されることが好ましく、各スポットの全てが、それぞれ、短軸 S の方向に平行移動したように形成されることがより好ましい。

10

このようなずれは、一対のスポット 17 A、17 B が短軸 S 方向において完全に重複していなければよいが、例えば、長軸 L A と長軸 L B との距離 D (長軸 L A、L B 同士の距離 D) が短軸 S の長さの  $1/10$  以上が挙げられ、 $1/4$  以上が好ましく、 $1/2$  以上であることがより好ましい。また、一対のスポット 17 A、17 B が短軸 S 方向において重なっていなければよいが、長軸 L A と長軸 L B との距離 D (長軸 L A、L B 同士の距離 D) が短軸 S の長さの  $9/10$  以下が挙げられ、 $7/4/5$  が好ましく、 $3/4$  以下であることがより好ましい。

具体的には、ずれの程度は、スポットの短軸方向の幅の  $1/2 \sim 3/4$  が挙げられ、集光レンズの NA によるが、スポットの短軸方向の幅が、例えば、 $0.5 \text{ mm}$  である場合、ずれの程度は、約  $0.2 \sim 0.4 \text{ mm}$  が例示される。

20

一対のスポット 17 A、17 B では、短軸 S が互いに平行であることが好ましく、一対のスポット 17 A、17 B は、長軸方向には、同じ位置に形成されていることがより好ましい。つまり、互いに短軸 S が一致することがより好ましい。

このような構造を有する半導体レーザ装置では、波長変換部材の下面において集光されたスポットの強度分布を緩和させることができ、波長変換部材での光の励起効率を向上させることができる。

#### 【0033】

例えば、一対の半導体レーザ素子 12 A、12 B を用いた場合には、波長変換部材 15 の下面に入射する光、二対の半導体レーザ素子 12 A、12 B、半導体レーザ素子 12 C、12 D を用いた場合には、波長変換部材 14 の下面に入射する光、三対の半導体レーザ素子 12 A、12 B、半導体レーザ素子 12 C、12 D、半導体レーザ素子 12 E、12 F を用いた場合には、波長変換部材 14 の下面に入射する光、四対の半導体レーザ素子 12 A、12 B、半導体レーザ素子 12 C、12 D、半導体レーザ素子 12 E、12 F、半導体レーザ素子 12 G、12 H を用いた場合には、波長変換部材 14 の下面に入射する光は、それぞれ、図 3 に示すスポット形状となる。

30

#### 【0034】

また、実施例として、一対の半導体レーザ素子 12 A、12 B を用いた場合において、集光スポットの長軸と平行な方向を X 軸、長軸と垂直な方向 (短軸と平行な方向) を Y 軸とし、X 軸、Y 軸に垂直な面の光強度を、図 4 A、4 B にそれぞれに示す。

40

これに対する比較例として、一対の半導体レーザ素子のスポットが同じ位置に重ね合わさる半導体レーザ装置における X 軸、Y 軸に垂直な面の光強度を、それぞれ図 4 C、4 D に示す。

図 4 において、横軸はビーム巾であり、中心が 0 度に位置する。縦軸は光強度であり、単位は任意強度である。図 4 中、点線が半導体レーザ素子 1 つの強度であり、実線が 2 つの半導体レーザ素子を用いた場合の強度である。

この結果からわかるように、実施例は、比較例に対して、長軸と垂直な方向 (Y 軸) において集光スポットの中心の光の強度を緩和させ、半値幅を広くすることにより、強度分布を緩和させることができる。その結果、波長変換部材での光の励起効率を向上させることができる。

50

## 【 0 0 3 5 】

## 実施形態 2

この実施形態 2 の半導体レーザ装置 2 0 は、図 2 A に示したように、半導体レーザ装置 1 0 と同様に、基体 2 1 と、光導波路領域を有し、サブマウント 2 6 上に載置された、複数の半導体レーザ素子 2 2 A ~ 2 2 H と、複数の光学部品 2 3 と、複数の反射部材 2 4 と、これら反射部材 2 4 の上方に配置された波長変換部材とを備える。1 つの半導体レーザ素子 2 2 と、この半導体レーザ素子 2 2 から出射された光を通過させる光学部品 2 3 と、その光を反射する反射部材 2 4 との配置の関係は、実施形態 1 でのそれらの配置と実質的に同様である。

一方、一对の半導体レーザ素子 2 2 A、2 2 B 及び一对の反射部材 2 4 の双方が、基体 2 1 の上面の主要領域 2 1 A に対して傾斜して配置されている。また、半導体レーザ装置 1 0 と同様に、波長変換部材の下面に形成される一对のスポットが部分的に重複し、かつ、スポットを形成する光の長軸が互いに平行である。

10

ここでの基体 2 1 の上面の主要領域 2 1 A とは、半導体レーザ素子 2 2 と反射部材 2 4 とを傾斜させて配置するための傾斜面 2 1 C ではなく、複数の半導体レーザ素子 2 2 A ~ 2 2 H、光学部品 2 3、反射部材 2 4 等を一体的に保持するための基体 2 1 の本来の主面を意味し、例えば、基体 2 1 の下面 2 1 B に対して平行な領域と言い換えることができる。

## 【 0 0 3 6 】

つまり、一对の半導体レーザ素子 2 2 A、2 2 B は、半導体レーザ素子 2 2 A、2 2 B の光出射端面 2 2 a と向かい合う方向から半導体レーザ素子 2 2 A、2 2 B を見たときに、それぞれ同じ側に傾いている。従って、反射部材 2 4 も、半導体レーザ素子 2 2 A、2 2 B と同様に傾いている。

20

言い換えると、一对の半導体レーザ素子 2 2 のそれぞれの光導波路領域の延長線を軸とした場合、一对の半導体レーザ素子 2 2 の軸は互いに平行に配置されているが、その軸を一致させた場合に、一对の半導体レーザ素子 2 2 A、2 2 B の傾きは、互いに反対方向となる。

## 【 0 0 3 7 】

さらに言い換えると、半導体レーザ素子 2 2 の光導波路領域の延長線を軸として回転させるように、半導体レーザ素子 2 2 と、その半導体レーザ素子 2 2 から出射された光を反射させる反射部材 2 4 とが、基体 1 1 の上面の主要領域 2 1 A に対して傾斜している。

30

## 【 0 0 3 8 】

傾きの程度は、上述したように、波長変換部材の下面に形成される一对のスポットが、部分的に重複し、かつスポットを形成する光の長軸が互いに平行である状態を実現することができる程度であればよい。

図 2 B に示すように、例えば、半導体レーザ素子 2 2 の光出射端面 2 2 a と向かい合う方向から半導体レーザ素子 2 2 を見た場合、基体 2 1 の主要領域 2 1 A を基準として、半導体レーザ素子 2 2 等の傾斜角度は、10 度 ~ 40 度が挙げられ、20 度 ~ 30 度が好ましい。また、基体 2 1 の主要領域 2 1 A が、下面 2 1 B に対して平行な領域である場合にはその下面 2 1 B を、あるいは、半導体レーザ素子 2 2 の光導波路領域を含む平面を基準としてもよい。なお、傾きの程度は、一对の半導体レーザ素子 2 2 A、2 2 B で同じであることが好ましく、全ての半導体レーザ素子 2 2 A ~ 2 2 H で同じであることがより好ましい。

40

## 【 0 0 3 9 】

上述した以外は、実質的に実施形態 1 と同様の構成を有する。

このような構成によっても、実施形態 1 と同様の効果を発揮することができる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 4 0 】

1 0、2 0 半導体レーザ装置

1 1、2 1 基体

1 1 A 上面

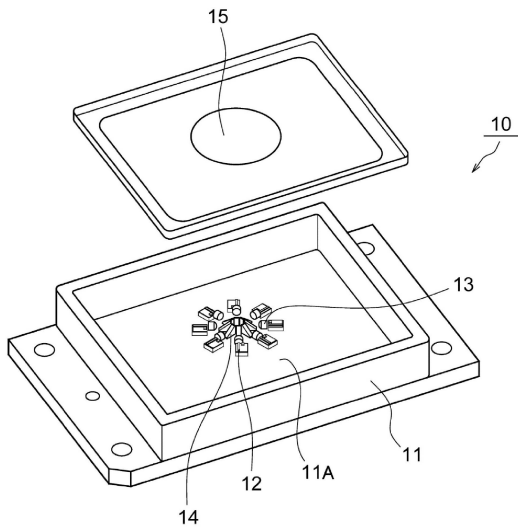
50

- 2 1 B 下面
- 1 2、1 2 A、1 2 B、1 2 C、1 2 D、1 2 E、1 2 F、1 2 G、1 2 H、2 2、2 2 A、2 2 B、2 2 C、2 2 D、2 2 E、2 2 F、2 2 G、2 2 H 半導体レーザ素子
- 1 3、2 3 光学部品
- 1 4、2 4 反射部材
- 1 5 波長変換部材
- 1 6、2 6 サブマウント
- 1 7 A、1 7 B スポット
- 2 1 A 主要領域
- 2 1 C 傾斜面
- 2 2 a 光出射端面
- L 長軸
- S 短軸
- 傾斜角度

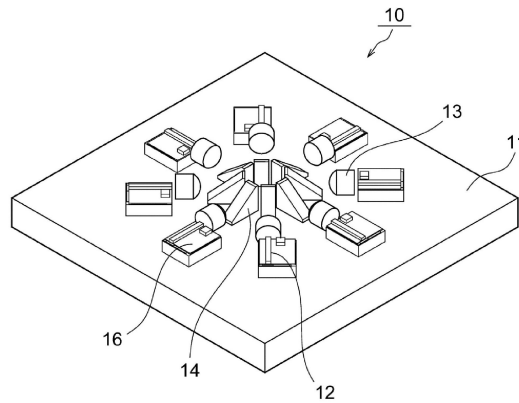
10

【図面】

【図 1 A】



【図 1 B】



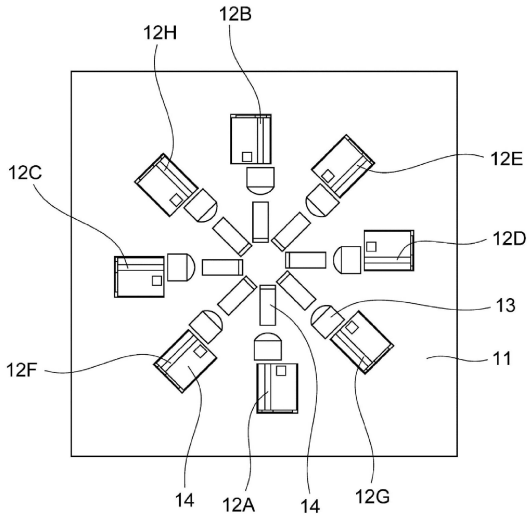
20

30

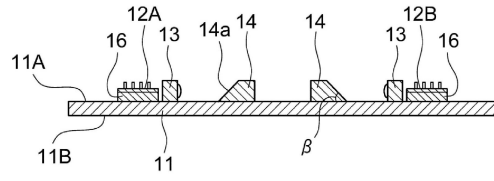
40

50

【図 1 C】

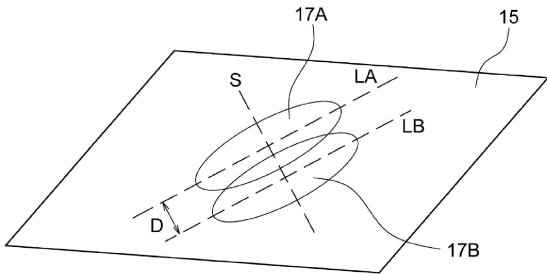


【図 1 D】

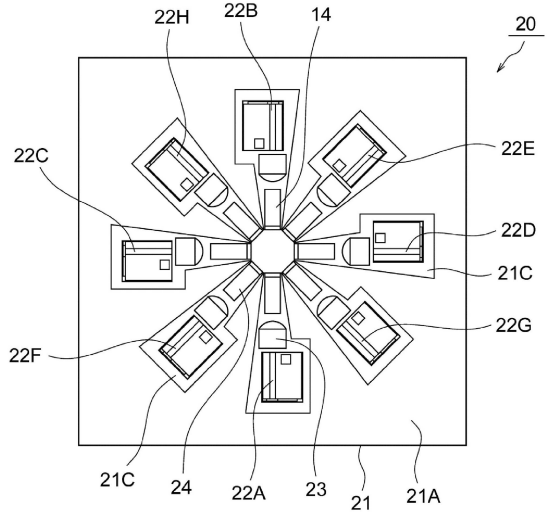


10

【図 1 E】



【図 2 A】



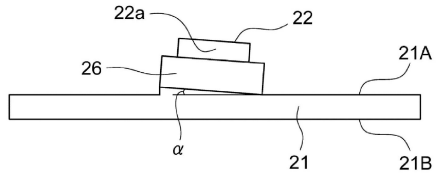
20

30

40

50

【図 2 B】



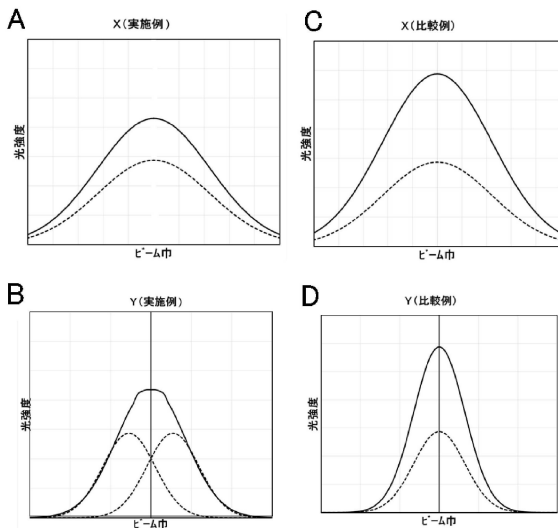
【図 3】

半導体レーザー素子の配置	波長変換部材の下面に入射する集光スポットの形状

10

20

【図 4】



30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2018-190805(JP,A)  
特開2015-133231(JP,A)  
特開2001-044547(JP,A)  
特表2012-512508(JP,A)  
特開2015-228401(JP,A)  
特開2015-022955(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H01S 5/00-5/50