

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7370753号  
(P7370753)

(45)発行日 令和5年10月30日(2023.10.30)

(24)登録日 令和5年10月20日(2023.10.20)

(51)国際特許分類		F I	
H 0 1 S	5/02255(2021.01)	H 0 1 S	5/02255
G 0 2 B	6/42 (2006.01)	G 0 2 B	6/42
H 0 1 S	3/0941(2006.01)	H 0 1 S	3/0941
H 0 1 S	3/067(2006.01)	H 0 1 S	3/067
H 0 1 S	5/40 (2006.01)	H 0 1 S	5/40

請求項の数 10 (全16頁)

(21)出願番号	特願2019-132995(P2019-132995)	(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1年7月18日(2019.7.18)	(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2021-19053(P2021-19053A)	(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
(43)公開日	令和3年2月15日(2021.2.15)	(72)発明者	ガイダーチ ガーボル 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4年1月20日(2022.1.20)	(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
		(72)発明者	那須 秀行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光源ユニット、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】

マルチモードのレーザビームを出力する半導体レーザ素子と、前記レーザビームを鉛直方向にコリメートする放物面を有する反射体と、前記半導体レーザ素子を実装する実装面と、前記反射体がコリメートしたレーザビームを透過する窓部と、を有するパッケージ筐体と、を有し、前記パッケージ筐体の前記半導体レーザ素子を実装する実装面は放熱面であって、前記窓部は前記実装面と対向する面に設けられている、複数の半導体レーザモジュールと、

前記半導体レーザモジュールから出力されるレーザビームを、それぞれ反射する複数の第1の反射ミラーと、

前記半導体レーザモジュールから出力されるレーザビームを、コリメートする複数のSAC素子と、

前記半導体レーザモジュールおよび前記複数のSAC素子により、コリメートされたビームを、それぞれ反射する複数の第2の反射ミラーと、

前記複数の第2の反射ミラーからのレーザビームを集光する集光レンズと、

前記集光レンズが集光したビームを光結合する光ファイバと、

前記半導体レーザモジュールを実装する実装部材と、を備え、

前記実装部材の前記半導体レーザモジュールの実装面は階段状をなし、1つの段部に1つの前記半導体レーザモジュールがそれぞれ配置され、1つの段部にそれぞれ配置された前記半導体レーザモジュールから出力されたレーザビームは、前記複数の第1の反射ミラ

一、前記複数のSAC素子、および前記複数の第2の反射ミラーを介してそれぞれ反射またはコリメートされ、

前記集光レンズは、前記複数の第2の反射ミラーでそれぞれ反射されたレーザービーム群を集光することを特徴とする光源ユニット。

【請求項2】

マルチモードのレーザービームを出力する半導体レーザー素子と、前記レーザービームを鉛直方向にコリメートする放物面を有する反射体と、前記半導体レーザー素子を実装する実装面と、前記反射体がコリメートしたレーザービームを透過する窓部と、を有するパッケージ筐体と、を有し、前記パッケージ筐体の前記半導体レーザー素子を実装する実装面は放熱面であって、前記窓部は前記実装面と対向する面に設けられている、複数の半導体レーザーモジュールと、

10

前記半導体レーザーモジュールから出力されるレーザービームを、それぞれ反射する複数の第1の反射ミラーと、

前記半導体レーザーモジュールから出力されるレーザービームを、コリメートする複数のSAC素子と、

前記半導体レーザーモジュールおよび前記複数のSAC素子により、コリメートされたビームを、それぞれ反射する複数の第2の反射ミラーと、

前記複数の第2の反射ミラーからのレーザービームを集光する集光レンズと、

前記集光レンズが集光したビームを光結合する光ファイバと、

前記半導体レーザーモジュールを実装する実装部材と、を備え、

20

前記複数の半導体レーザーモジュールは、前記実装部材の同一の平面に実装され、前記複数の半導体レーザーモジュールから出力されたレーザービームは、前記複数の第1の反射ミラー、前記複数のSAC素子、および前記複数の第2の反射ミラーを介してそれぞれ反射またはコリメートされるように、前記第1の反射ミラー、前記複数のSAC素子、および前記複数の第2の反射ミラーからなる1組の光学系は同じ高さに配置されるとともに、各光学系はそれぞれ異なる高さに配置され、

前記集光レンズは、異なる高さに配置された前記複数の第2の反射ミラーでそれぞれ反射されたレーザービーム群を集光することを特徴とする光源ユニット。

【請求項3】

前記複数のSAC素子は、前記半導体レーザーモジュールと前記第1の反射ミラーとの間にそれぞれ配置されていることを特徴とする請求項1または2に記載の光源ユニット。

30

【請求項4】

マルチモードのレーザービームを出力する半導体レーザー素子と、前記レーザービームを鉛直方向にコリメートする放物面を有する反射体と、前記半導体レーザー素子を実装する実装面と、前記反射体がコリメートしたレーザービームを透過する窓部と、を有するパッケージ筐体と、を有し、前記パッケージ筐体の前記半導体レーザー素子を実装する実装面は放熱面であって、前記窓部は前記実装面と対向する面に設けられている、複数の半導体レーザーモジュールと、

前記半導体レーザーモジュールから出力されるレーザービームを、コリメートする複数のSAC素子と、

40

前記半導体レーザーモジュールおよび前記複数のSAC素子により、コリメートされたビームを、それぞれ反射する複数の第2の反射ミラーと、

前記複数の第2の反射ミラーからのレーザービームを集光する集光レンズと、

前記集光レンズが集光したビームを光結合する光ファイバと、

前記半導体レーザーモジュールを、半導体レーザー素子の実装面と垂直な側面で実装する実装部材と、を備え、

前記実装部材の前記半導体レーザーモジュールの実装面は階段状をなし、1つの段部に1組の前記半導体レーザーモジュール、前記複数のSAC素子、および前記複数の第2の反射ミラーが配置されるとともに、前記半導体レーザーモジュールは、前記半導体レーザーモジュールから出力されるレーザービームが前記段部と平行となるように配置され、

50

前記集光レンズは、各段部に配置された複数の前記複数の第2の反射ミラーで反射されたレーザビーム群を集光することを特徴とする光源ユニット。

【請求項5】

前記パッケージ筐体は気密封止されていることを特徴とする請求項1～4のいずれか一つに記載の光源ユニット。

【請求項6】

前記パッケージ筐体は、前記実装面と垂直な側面のうちの少なくとも一面が放熱面であることを特徴とする請求項1～4のいずれか一つに記載の光源ユニット。

【請求項7】

前記反射体は、前記実装面に実装されていることを特徴とする請求項1～4のいずれか一つに記載の光源ユニット。

10

【請求項8】

前記反射体は、実装面がメタライズされているガラス材料からなり、半田によって前記パッケージ筐体の実装面に接合されていることを特徴とする請求項7に記載の光源ユニット。

【請求項9】

請求項1～8のいずれか一つに記載の光源ユニットを少なくとも1つ備えることを特徴とする光源装置。

【請求項10】

請求項9に記載の光源装置と、

前記光源ユニットから出力されるレーザ光により光励起される光増幅ファイバと、を備えることを特徴とする光ファイバレーザ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体レーザモジュール、光源ユニット、光源装置および光ファイバレーザに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、パッケージ筐体内に収容された半導体レーザ素子と、半導体レーザ素子から出力されたレーザビームを光ファイバの光入射端面に結合させる集光光学系とを備えたレーザモジュールが知られている（たとえば特許文献1参照）。

30

【0003】

このようなレーザモジュールでは、たとえばFACレンズやSACレンズを用いて、レーザビームの速軸方向および遅軸方向のビームをそれぞれコリメートしている。FACレンズ等のコリメートレンズは、パッケージ筐体の外部に配置されるため、焦点距離を短くできないほか、コリメートビーム幅が太くなるため、システムサイズが大きくなるという問題を有していた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2004-253783号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

パッケージ筐体内にコリメートレンズを内蔵することにより、コリメートビーム幅を狭くでき、システムの小型化が可能となる。しかしながら、コリメートレンズをパッケージ筐体内に固定する場合、固定剤がレーザビームの照射により劣化し、半導体レーザ素子の信頼性に悪影響を及ぼすおそれがある。

【0006】

50

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、信頼性が高く、小型化可能な半導体レーザーモジュール、光源ユニット、光源装置および光ファイバレーザ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】

【0007】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る半導体レーザーモジュールは、マルチモードのレーザービームを出力する半導体レーザー素子と、前記レーザービームを鉛直方向にコリメートする放物面を有する反射体と、前記半導体レーザー素子を実装する実装面と、前記反射体がコリメートしたレーザービームを透過する窓部と、を有するパッケージ筐体と、を備え、前記パッケージ筐体の前記半導体レーザーを実装する実装面は放熱面であって、前記窓部は前記実装面と対向する面に設けられていることを特徴とする。

10

【0008】

また、本発明に係る半導体レーザーモジュールは、上記発明において、前記パッケージ筐体は気密封止されていることを特徴とする。

【0009】

また、本発明に係る半導体レーザーモジュールは、上記発明において、前記パッケージ筐体は、前記実装面と垂直な側面のうちの少なくとも一面が放熱面であることを特徴とする。

【0010】

また、本発明に係る半導体レーザーモジュールは、上記発明において、前記反射体は、前記実装面に実装されていることを特徴とする。

20

【0011】

また、本発明に係る半導体レーザーモジュールは、上記発明において、前記反射体は、実装面がメタライズされているガラス材料からなり、半田によって前記パッケージ筐体の実装面に接合されていることを特徴とする。

【0012】

また、本発明に係る光源ユニットは、上記のいずれか一つに記載の半導体レーザーモジュールと、前記半導体レーザーモジュールから出力されるレーザービームを水平方向にコリメートするSAC素子と、前記半導体レーザーモジュールおよび前記SACレンズにより、鉛直方向および水平方向にコリメートされたビームを集光する集光レンズと、前記集光レンズが集光したビームを光結合する光ファイバと、を備えることを特徴とする。

30

【0013】

また、本発明に係る光源ユニットは、上記発明において、前記SAC素子は、レンズまたはミラーであることを特徴とする。

【0014】

また、本発明に係る光源ユニットは、上記のいずれか一つに記載の複数の半導体レーザーモジュールと、前記半導体レーザーモジュールから出力されるレーザービームを、それぞれ反射する複数の第1の反射ミラーと、前記半導体レーザーモジュールから出力されるレーザービームを、それぞれ水平方向にコリメートする複数のSACレンズと、前記半導体レーザーモジュールおよび前記SACレンズにより、鉛直方向および水平方向にコリメートされたビームを、それぞれ反射する第2の反射ミラーと、前記第2の反射ミラーからのレーザービームを集光する集光レンズと、前記集光レンズが集光したビームを光結合する光ファイバと、前記半導体レーザーモジュールを、半導体レーザー素子の実装面で実装する実装部材と、を備え、前記実装部材の前記半導体レーザーモジュールの実装面は階段状をなし、1つの段部に1つの前記半導体レーザーモジュールがそれぞれ配置され、1つの段部にそれぞれ配置された前記半導体レーザーモジュールから出力されたレーザービームは、前記複数の第1の反射ミラー、前記複数のSACレンズ、および前記複数の第2の反射ミラーを介してそれぞれ反射またはコリメートされ、前記集光レンズは、前記複数の第2の反射ミラーでそれぞれ反射されたレーザービーム群を集光することを特徴とする。

40

【0015】

また、本発明に係る光源ユニットは、上記のいずれか一つに記載の複数の半導体レーザー

50

モジュールと、前記半導体レーザモジュールから出力されるレーザビームを、それぞれ反射する複数の第1の反射ミラーと、前記半導体レーザモジュールから出力されるレーザビームを、それぞれ鉛直方向にコリメートする複数のSACレンズと、前記半導体レーザモジュールおよび前記SACレンズにより、鉛直方向および水平方向にコリメートされたビームを、それぞれ反射する第2の反射ミラーと、前記第2の反射ミラーからのレーザビームを集光する集光レンズと、前記集光レンズが集光したビームを光結合する光ファイバと、前記半導体レーザモジュールを、半導体レーザ素子の実装面で実装する実装部材と、を備え、前記複数の半導体レーザモジュールは、前記実装部材の同一の平面に実装され、前記半導体レーザモジュールから出力されたレーザビームは、前記複数の第1の反射ミラー、前記複数のSACレンズ、および前記複数の第2の反射ミラーを介してそれぞれ反射またはコリメートされるように、前記第1の反射ミラー、前記SACレンズ、および前記第2の反射ミラーからなる1組の光学系は、それぞれ異なる高さに配置され、前記集光レンズは、異なる高さに配置された前記複数の第2の反射ミラーでそれぞれ反射されたレーザビーム群を集光することを特徴とする。

10

## 【0016】

また、本発明に係る光源ユニットは、上記発明において、前記SACレンズは、前記半導体レーザモジュールと前記第1の反射ミラーとの間にそれぞれ配置されていることを特徴とする。

## 【0017】

また、本発明に係る光源ユニットは、上記のいずれか一つに記載の複数の半導体レーザモジュールと、前記半導体レーザモジュールから出力されるレーザビームを、それぞれ水平方向にコリメートする複数のSACレンズと、前記半導体レーザモジュールおよび前記SACレンズにより、鉛直方向および水平方向にコリメートされたビームを、それぞれ反射する第2の反射ミラーと、前記第2の反射ミラーからのレーザビームを集光する集光レンズと、前記集光レンズが集光したビームを光結合する光ファイバと、前記半導体レーザモジュールを、半導体レーザ素子の実装面と垂直な側面で実装する実装部材と、を備え、前記実装部材の前記半導体レーザモジュールの実装面は階段状をなし、1つの段部に1組の前記半導体レーザモジュール、前記SACレンズ、および前記第2の反射ミラーが配置されるとともに、前記半導体レーザモジュールは、前記半導体レーザモジュールから出力されるレーザビームが前記段部と平行となるように配置され、前記集光レンズは、各段部に配置された複数の前記第2の反射ミラーで反射されたレーザビーム群を集光することを特徴とする。

20

30

## 【0018】

また、本発明に係る光源装置は、上記のいずれか一つに記載の光源ユニットを少なくとも1つ備えることを特徴とする。

## 【0019】

また、本発明に係る光ファイバレーザは、上記に記載の光源装置と、前記光源ユニットから出力されるレーザ光により光励起される光増幅ファイバと、を備えることを特徴とする。

## 【発明の効果】

40

## 【0020】

本発明によれば、小型化可能であって、信頼性の高い半導体レーザモジュール、光源ユニット、光源装置および光ファイバレーザを実現することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0021】

【図1】図1は、本発明の実施の形態1に係る半導体レーザモジュールの模式的な一部切欠図である。

【図2】図2は、図1の半導体レーザモジュールを使用した光源ユニットの模式的な平面図である。

【図3】図3は、図2に示す光源ユニットの側面を表す模式的な一部切欠図である。

50

【図 4】図 4 は、図 2 に示す光源ユニットにおける半導体レーザモジュールと光学系の配置を示す図である。

【図 5】図 5 は、図 2 の光源ユニットを使用する光源装置の概略図である。

【図 6】図 6 は、図 2 の光源ユニットを使用する光ファイバレーザの概略図である。

【図 7】図 7 は、図 2 に示す光源ユニットにおける半導体レーザモジュールと光学系の配置の他の例を示す図である。

【図 8】図 8 は、本発明の実施の形態 2 に係る光学ユニットの側面を表す模式的な一部切欠図である。

【図 9】図 9 は、本発明の実施の形態 3 に係る光源ユニットの模式的な平面図である。

【図 10】図 10 は、図 9 に示す光源ユニットの側面を表す模式的な一部切欠図である。

10

【図 11】図 11 は、図 9 に示す光源ユニットにおける半導体レーザモジュールと光学系の配置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下に、図面を参照して本発明に係る半導体レーザモジュール、光学ユニット、光源装置および光ファイバレーザの実施の形態を説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、図面の記載において、同一または対応する要素には適宜同一の符号を付している。また、図面は模式的なものであり、各要素の寸法の関係、各要素の比率などは、現実と異なる場合があることに留意する必要がある。図面の相互間においても、互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれている場合がある。

20

【0023】

(実施の形態 1)

まず、本発明の実施の形態に係る半導体レーザモジュールの構成について説明する。図 1 は、本発明の実施の形態に係る半導体レーザモジュールの模式的な一部切欠図である。半導体レーザモジュール 10 は、マルチモードのレーザビームを出力する半導体レーザ素子 11 と、レーザビームを鉛直方向にコリメートする放物面 13 a を有する反射体 13 と、半導体レーザ素子 11 を収容するパッケージ筐体 15 と、を備えている。

【0024】

半導体レーザ素子 11 は、マルチモードレーザであり、サブマウント 12 上に実装されている。半導体レーザ素子 11 は、紙面の右側である反射体 13 の方向にレーザビームを出力する。半導体レーザ素子 11 は、出力されるレーザ光の光強度が、1 W 以上、さらには、10 W 以上の高出力な半導体レーザ素子である。本実施の形態において、半導体レーザ素子 11 の出力するレーザ光の光強度は、たとえば 1 W である。また、半導体レーザ素子 11 は、たとえば、900 nm ~ 1000 nm の波長のレーザ光を出力する。

30

【0025】

反射体 13 は、ガラス材料からなり、実装面 13 b がメタライズされている。反射体 13 は、半導体レーザ素子 11 の出力光を鉛直方向に略平行光とする位置に配置される。反射体 13 は、実装面 13 b がパッケージ筐体 15 の実装面である底面部 15 a に半田 14 を介して接合されている。反射体 13 は、ガラス材料以外にアルミニウム等の金属材料から形成されていてもよく、放物面 13 a は、保護膜つき、または保護膜なしの、アルミニウムコーティング、銀コーティングまたは金コーティングが形成されている。また、実装面 13 b にメタライズを施すことなく接着剤等で底面部 15 a に接合することもできるが、固定材である接着剤等の劣化の観点から、実装面 13 b をメタライズして、半田 14 で接合することが好ましい。

40

【0026】

パッケージ筐体 15 は、略直方体状の形状をなし、実装面である底面部 15 a と、底面部 15 a と垂直な側面部 15 b、15 c、15 d、15 e (15 e は、図 1 では切り欠かれており図示していない。図 4 参照) と、上面部 15 f と、を有している。パッケージ筐体 15 は、底面部 15 a と側面部 15 b、15 c、15 d、15 e とからなる箱部に、上面部 15 f を気密封止した状態で取り付けられている。サブマウント 12 を介して半導体

50

レーザ素子 1 1 が実装されている底面部 1 5 a は放熱面である。サブマウント 1 2 および底面部 1 5 a は、熱伝導性のよい材料からなることが好ましく、各種金属からなる金属部材や、窒化アルミニウム、酸化ベリリウム等の熱伝導性の高いセラミックスであってよい。また、底面部 1 5 a と対向する面である上面部 1 5 f には、レーザビームを透過する窓部 1 6 が設けられている。

#### 【 0 0 2 7 】

半導体レーザモジュール 1 0 では、半導体レーザ素子 1 1 がレーザビームを反射体 1 3 の方向に出力すると、反射体 1 3 は、このレーザビームをパッケージ筐体 1 5 の底面部 1 5 a に対して鉛直方向にコリメートして、窓部 1 6 が設けられている上面部 1 5 f 方向に反射する。半導体レーザモジュール 1 0 では、反射体 1 3 をパッケージ筐体 1 5 内に設けているため、反射体 1 3 によりコリメートされ、反射されるビーム幅を細くでき、システムを小型化することが可能となる。また、反射体 1 3 は、パッケージ筐体 1 5 の底面部 1 5 a に接合されるとともに、放物面 1 3 a には金属コーティングが施されているため、半導体レーザ素子 1 1 から照射されるビームが、反射体 1 3 の実装面に照射されることがなく、固定材の劣化を防止でき、固定材の劣化による半導体レーザ素子 1 1 の信頼性に悪影響を及ぼすことがない。

#### 【 0 0 2 8 】

次に、半導体レーザモジュール 1 0 を使用する光学ユニットについて説明する。図 2 は、図 1 の半導体レーザモジュールを使用した光源ユニットの模式的な平面図である。図 3 は、図 2 に示す光源ユニットの側面を表す模式的な一部切欠図である。図 4 は、図 2 に示す光源ユニットにおける半導体レーザモジュールと光学系の配置を示す図である。

#### 【 0 0 2 9 】

光源ユニット 1 0 0 は、6 つの半導体レーザモジュール 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 と、半導体レーザモジュール 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 から出力されるレーザビームを、それぞれ反射する 6 つの第 1 の反射ミラー 2 0 - 1 ~ 2 0 - 6 と、半導体レーザモジュール 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 から出力されるレーザビームを、それぞれ水平方向にコリメートする 6 つの SAC レンズ 3 0 - 1 ~ 3 0 - 6 と、半導体レーザモジュール 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 および SAC レンズ 3 0 - 1 ~ 3 0 - 6 により、鉛直方向および水平方向にコリメートされたビームを、それぞれ反射する第 2 の反射ミラー 4 0 - 1 ~ 4 0 - 6 と、第 2 の反射ミラー 4 0 - 1 ~ 4 0 - 6 からのレーザビームを集光する集光レンズ 6 0、6 2 と、光フィルタ 6 1 と、集光レンズ 6 0、6 2 が集光したビームを光結合する光ファイバ 6 6 と、半導体レーザモジュール 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 を実装する実装部材 5 2 と、を備える。

#### 【 0 0 3 0 】

半導体レーザモジュール 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6、第 1 の反射ミラー 2 0 - 1 ~ 2 0 - 6、SAC レンズ 3 0 - 1 ~ 3 0 - 6、第 2 の反射ミラー 4 0 - 1 ~ 4 0 - 6、集光レンズ 6 0、6 2 は、筐体 5 1 内に收容されている。筐体 5 1 は、図 3 に示すように蓋 5 1 a を備えるが、図 2 においては、パッケージ 5 1 a の蓋は、図示を省略している。また、光源ユニット 1 0 0 は、半導体レーザモジュール 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 に電流を注入するリードピン 5 3 を備える。

#### 【 0 0 3 1 】

図 3 に示すように、実装部材 5 2 の実装面は階段状をなし、1 つの段部に 1 つの半導体レーザモジュール 1 0 - 1 (または 1 0 - 2、・・・、1 0 - 6) がそれぞれ配置されている。半導体レーザモジュール 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 は、実装部材 5 2 によって、筐体 5 1 の内部に、段差をつけて配置されている。さらに、1 組の第 1 の反射ミラー 2 0 - 1 (または 2 0 - 2、・・・、2 0 - 6)、SAC レンズ 3 0 - 1 (または 3 0 - 2、・・・、3 0 - 6)、および第 2 の反射ミラー 4 0 - 1 (または 4 0 - 2、・・・、4 0 - 6) は、図 4 に示すように、半導体レーザモジュール 1 0 - 1 (または 1 0 - 2、・・・、1 0 - 6) から出力されたレーザビームを、反射または透過してコリメートしうるように、同じ高さ、かつ半導体レーザモジュール 1 0 - 1 (または 1 0 - 2、・・・、1 0 - 6) より上部に配置されている。半導体レーザモジュール 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6、第

10

20

30

40

50

1の反射ミラー20-1~20-6、SACレンズ30-1~30-6、第2の反射ミラー40-1~40-6、集光レンズ60、62、光フィルタ61は、それぞれ筐体51の内部に固定されている。

【0032】

光ファイバ66のレーザービームを入射する側の一端は、筐体51の内部に收容されている。また、光ファイバ66の筐体51への挿入部には、ルースチューブ65が設けられ、ルースチューブ65の一部と挿入部を覆うように、筐体51の一部にブーツ64が外嵌されている。

【0033】

また、図3に示すように、光ファイバ66は、光学部品としてのガラスキャピラリ67に挿通されている。光ファイバ66は、被覆部66aを備えるが、光ファイバ66のガラスキャピラリ67に挿通される部分は、被覆部66aが除去されている。また、光ファイバ66は、入射側の一部にガラスキャピラリ67から突出した突出部66bを備える。ガラスキャピラリ67は、その外周を光吸収体68に覆われている。そして、光吸収体68は、筐体51に固定されている。

10

【0034】

筐体51は、内部の温度上昇を抑制するため、熱伝導性のよい材料からなることが好ましく、各種金属からなる金属部材であってよい。また、筐体51は、図3に示すように、ガラスキャピラリ67が配置された領域において、底面が当該光源ユニット100を設置する面と離間していることが好ましい。これにより、筐体51をねじ等で固定する際、筐体51底面のそりの影響を低減することができる。

20

【0035】

実装部材52は、上述したように、筐体51内に固定されており、半導体レーザーモジュール10-1~10-6の高さを調節し、半導体レーザーモジュール10-1~10-6が出力するレーザービームの光路が互いに干渉しないようにしている。なお、実装部材52は、筐体51と一体として構成されていてもよい。

【0036】

半導体レーザーモジュール10-1~10-6、第1の反射ミラー20-1~20-6、SACレンズ30-1~30-6、および第2の反射ミラー40-1~40-6からなる光学系は、実施の形態に係る光源ユニット100のように複数であってもよいが、1つであってもよく、その数は特に限定されない。

30

【0037】

リードピン35は、不図示のボンディングワイヤを介して半導体レーザーモジュール10-1~10-6に電力を供給する。供給する電力は、一定の電圧であってよいが、変調電圧であってもよい。

【0038】

第1の反射ミラー20-1~20-6は、各種の金属膜、または誘電体膜を備えるミラーであってよく、半導体レーザーモジュール10-1~10-6の出力するレーザー光の波長において、反射率が高いほど好ましい。また、第1の反射ミラー20-1~20-6は、対応する半導体レーザーモジュール10-1~10-6のレーザービームを、SACレンズ30-1~30-6に反射する。

40

【0039】

SACレンズ30-1~30-6は、たとえば焦点距離が5mmのシリンダリカルレンズである。SACレンズ30-1~30-6は、半導体レーザーモジュール10-1~10-6からの出力光を、それぞれ水平方向にコリメートする。SACレンズ30-1~30-6は、半導体レーザーモジュール10-1~10-6からの出力光を略平行光とする位置に配置される。

【0040】

第2の反射ミラー40-1~40-6は、各種の金属膜、または誘電体膜を備えるミラーであってよく、半導体レーザーモジュール10-1~10-6の出力するレーザー光の波長

50

において、反射率が高いほど好ましい。また、第2の反射ミラー40-1~40-6は、対応する1つの半導体レーザーモジュール10-1~10-6のレーザー光を光ファイバ66に好適に結合するように、反射方向を微調整することができる。

#### 【0041】

集光レンズ60、62は、互いに曲率が直交したシンドリカルレンズであり、半導体レーザーモジュール10-1~10-6が出力し、各段部に配置された複数の第2の反射ミラー40-1~40-6で反射されたレーザー光を集光し、光ファイバ66に好適に結合する。集光レンズ60、62は、たとえば半導体レーザーモジュール10-1~10-6が出力したレーザー光の光ファイバ66への結合効率が85%以上となるように、光ファイバ66に対する位置が調整されている。

10

#### 【0042】

光フィルタ61は、たとえば波長1060nm~1080nmの光を反射し、900nm~1000nmの光を透過するローパスフィルタである。その結果、光フィルタ61は、半導体レーザーモジュール10-1~10-6が出力したレーザー光を透過するとともに、波長1060nm~1080nmの光が半導体レーザーモジュール10-1~10-6に外部から照射されることを防止する。また、光フィルタ61は、光フィルタ61でわずかに反射された半導体レーザーモジュール10-1~10-6の出力レーザー光が半導体レーザーモジュール10-1~10-6に戻らないように、レーザー光の光軸に対して角度をつけて配置されている。

#### 【0043】

光ファイバ66は、たとえばコア径が105 $\mu$ m、クラッド系が125 $\mu$ mのマルチモード光ファイバであってよいが、シングルモード光ファイバであってよい。光ファイバ112のNAは、たとえば0.15~0.22であってよい。

20

#### 【0044】

光源ユニット100において、段差をつけて配置された各半導体レーザーモジュール10-1~10-6は、リードピン53から電力を供給されてレーザー光を出力する。出力された各レーザー光は、それぞれ各半導体レーザーモジュール10-1~10-6内の反射体13により鉛直方向にコリメートされ、窓部16を介して第1の反射ミラー20-1~20-6に出力される。出力されたレーザー光は、第1の反射ミラー20-1~20-6でそれぞれ90°折り曲げてSACレンズ30-1~30-6の方向にそれぞれ反射され、SACレンズ30-1~30-6でそれぞれ水平方向にコリメートされる。つぎに、各レーザー光は、第2の反射ミラー40-1~40-6によって、光ファイバ66の方向に反射され、各レーザー光は、集光レンズ60および集光レンズ62によって集光されて光ファイバ66に結合される。光ファイバ66に結合したレーザー光は、光ファイバ66によって、光源ユニット100の外部に導波されて出力される。光源ユニット100は、実装部材52の階段状の段差部に配置された半導体レーザーモジュール10-1~10-6等の段差によって、レーザー光に不要な損失が生じることを防いでいる。なお、本実施の形態において、各半導体レーザーモジュール10-1~10-6の出力光の光強度が、それぞれ11Wであり、結合効率が85%であるとする、光源ユニット100の出力光の光強度は、56Wとなる。

30

40

#### 【0045】

光源ユニット100は、光源装置に使用することができる。図5は、図2の光源ユニットを使用する光源装置の概略図である。

#### 【0046】

光源装置110は、光源ユニット100を複数有し、光結合部としてのコンバイナ90を備える。光源装置110は、光源ユニット100を励起光源として用いている。光源装置110に含まれる複数の光源ユニット100において、光ファイバ66によりコンバイナ90に伝搬される。光ファイバ66の出力端は、複数入力1出力のコンバイナ90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110は、複数の光源ユニット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つの光源ユニット100

50

を有していればよい。

【 0 0 4 7 】

また、光源ユニット 1 0 0 は、光ファイバレーザに使用することができる。図 6 は、図 2 の光源ユニットを使用する光ファイバレーザの概略図である。光ファイバレーザ 2 0 0 は、光源ユニット 1 0 0 を複数有し、励起光源として使用する光源装置 1 1 0 と、コンバイナ 9 0 と、希土類添加光ファイバ 1 3 0 と、出力側光ファイバ 1 4 0 と、を備える。希土類添加光ファイバ 1 3 0 の入力端及び出力端には、それぞれ高反射 F B R ( Fiber Bragg Grating ) 1 2 0、1 2 1 が設けられている。

【 0 0 4 8 】

コンバイナ 9 0 の出力端には、希土類添加光ファイバ 1 3 0 の入力端が接続され、希土類添加光ファイバ 1 3 0 の出力端には、出口側光ファイバ 1 4 0 の入力端が接続されている。なお、複数の光源ユニット 1 0 0 から出力されるレーザ光を希土類添加光ファイバ 1 3 0 に入射させる入射部は、コンバイナ 9 0 に換えて他の構成を使用してもよい。例えば、複数の光源ユニット 1 0 0 における出力部の光ファイバ 6 6 を並べて配置し、複数の光ファイバ 6 6 から出力されたレーザ光を、レンズを含む光学系等の入射部を用いて、希土類添加光ファイバ 1 3 0 の入力端に入射させるように構成してもよい。

【 0 0 4 9 】

上述した光源ユニット 1 0 0、光源装置 1 1 0 および光ファイバレーザ 2 0 0 は、半導体レーザモジュール 1 0 を使用することにより、システムの小型化が可能となる。

【 0 0 5 0 】

なお、光源ユニット 1 0 0 は、第 1 の反射ミラー 2 0 - 1 ~ 2 0 - 6、および S A C レンズ 3 0 - 1 ~ 3 0 - 6 に換えて、S A C ミラーを使用するものであってもよい。図 7 は、図 2 に示す光源ユニットにおける半導体レーザモジュールと光学系の配置を示す他の例の図である。

【 0 0 5 1 】

S A C ミラー 7 0 - 1 は、半導体レーザモジュール 1 0 - 1 から出力されるレーザビームを反射しながら、水平方向にコリメートする。第 2 の反射ミラー 4 0 - 1 は、半導体レーザモジュール 1 0 - 1 および S A C ミラー 7 0 - 1 により、鉛直方向および水平方向にコリメートされたビームを、反射する。

【 0 0 5 2 】

半導体レーザモジュール、S A C ミラーおよび第 2 の反射ミラーを備える光源ユニットも、光源ユニット 1 0 0 と同様に、光源装置や光ファイバレーザとして使用した場合に、システムの小型化が可能となる。

【 0 0 5 3 】

( 実施の形態 2 )

つぎに、実施の形態 2 について説明する。図 8 は、本発明の実施の形態 2 に係る光学ユニットの側面を表す模式的な一部切欠図である。以下では実施の形態 2 に係る光源ユニット 1 0 0 A の実施の形態 1 の光源ユニット 1 0 0 との主な相違点について説明する。

【 0 0 5 4 】

光源ユニット 1 0 0 A では、光源ユニット 1 0 0 と同様に、6 つの半導体レーザモジュール 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 と、半導体レーザモジュール 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 から出力されるレーザビームを、それぞれ反射する 6 つの第 1 の反射ミラー 2 0 - 1 ~ 2 0 - 6 と、半導体レーザモジュール 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 から出力されるレーザビームを、それぞれ水平方向にコリメートする 6 つの S A C レンズ 3 0 - 1 ~ 3 0 - 6 と、半導体レーザモジュール 1 0 - 1 ~ 1 0 - 6 および S A C レンズ 3 0 - 1 ~ 3 0 - 6 により、鉛直方向および水平方向にコリメートされたビームを、それぞれ反射する第 2 の反射ミラー 4 0 - 1 ~ 4 0 - 6 と、第 2 の反射ミラー 4 0 - 1 ~ 4 0 - 6 からのレーザビームを集光する集光レンズ 6 0、6 2 と、光フィルタ 6 1 と、集光レンズ 6 0、6 2 が集光したビームを光結合する光ファイバ 6 6 と、を備えている。

【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

50

光源ユニット100Aにおいて、半導体レーザモジュール10-1~10-6は、実装部材52Aの同一の平面に実装されている。また、第1の反射ミラー20-1（または20-2、・・・、20-6）、SACレンズ30-1（または30-2、・・・、30-6）、および第2の反射ミラー40-1（または40-2、・・・、40-6）からなる1組の光学系は、半導体レーザモジュール10-1（または10-2、・・・、10-6）から出力されたレーザビームを、第1の反射ミラー20-1（または20-2、・・・、20-6）、SACレンズ30-1（または30-2、・・・、30-6）、および第2の反射ミラー40-1（または40-2、・・・、40-6）を介してそれぞれ反射またはコリメートされるように、同じ高さに配置されるとともに、半導体レーザモジュール10-1~10-6が出力するレーザビームの光路が互いに干渉しないように、各光学系はそれぞれ異なる高さに配置されている。第1の反射ミラー20-1~20-6、SACレンズ30-1~30-6、および第2の反射ミラー40-1~40-6からなる各光学系を、それぞれ異なる高さに配置することによって、半導体レーザモジュール10-1~10-6から出力され、第1の反射ミラー20-1~20-6、SACレンズ30-1~30-6、および第2の反射ミラー40-1~40-6で反射されたレーザビーム群を集光レンズ60、62で集光し、不要な損失なく光ファイバ66に光結合することができる。

10

【0056】

（実施の形態3）

つぎに、実施の形態3について説明する。図9は、本発明の実施の形態3に係る光源ユニットの模式的な平面図である。図10は、図9に示す光源ユニットの側面を表す模式的な一部切欠図である。図11は、図9に示す光源ユニットにおける半導体レーザモジュールと光学系の配置を示す図である。以下では実施の形態3に係る光源ユニット100Bの実施の形態1の光源ユニット100との主な相違点について説明する。

20

【0057】

光源ユニット100Bでは、半導体レーザモジュール10-1~10-6から出力されるレーザビームを、それぞれ反射する6つの第1の反射ミラー20-1~20-6を有していない点で、光源ユニット100と異なる。また、図9~11に示すように、半導体レーザモジュール10-1~10-6は、パッケージ筐体15の側面部15bで実装部材52に実装されている。

30

【0058】

実装部材52の実装面は階段状をなし、1つの段部に1組の半導体レーザモジュール10-1（または10-2、・・・、10-6）、SACレンズ30-1（または30-2、・・・、30-6）、および第2の反射ミラー40-1（または40-2、・・・、40-6）が配置されている。半導体レーザモジュール10-1~10-6は、半導体素子11の実装面と垂直な側面（図1に示す側面15b）で実装部材52に実装されている。半導体レーザモジュール10-1~10-6は、実装部材52によって、筐体51の内部に、段差をつけて配置されている。さらに、SACレンズ30-1~30-6、第2の反射ミラー40-1~40-6は、図11に示すように、それぞれ対応する1つの半導体レーザモジュール10-1~10-6から出力されたレーザビームを、透過または反射しうるように、同じ高さに配置されている。

40

【0059】

光源ユニット100Bにおいて、段差をつけて配置された各半導体レーザモジュール10-1~10-6は、リードピン53から電力を供給されてレーザ光を出力する。出力された各レーザ光は、それぞれ各半導体レーザモジュール10-1~10-6内の反射体13により鉛直方向にコリメートされ、窓部16を介してSACレンズ30-1~30-6の方向にそれぞれ射出される。SACレンズ30-1~30-6は、レーザビームをそれぞれ水平方向にコリメートし、コリメートされた各レーザ光は、第2の反射ミラー40-1~40-6によって、光ファイバ66の方向に反射され、各レーザ光は、集光レンズ60および集光レンズ62によって、不要な損失なく光ファイバ66に光結合することがで

50

きる。

【0060】

なお、半導体レーザーモジュール10-1~10-6は、実装面である底面部15aを放熱面とするが、底面部15aに加え、底面部15aと垂直な側面部のうちの少なくとも一面を放熱面としてもよい。底面部15aと垂直な側面部のうちの少なくとも一面を放熱面とする場合、実装部材52への実装面である側面部15bを放熱面とすることが好ましい。

【産業上の利用可能性】

【0061】

以上のように、本発明に係る半導体レーザーモジュール、光源ユニットおよび光源装置は、主に高出力の光ファイバレーザに利用して好適なものである。

10

【符号の説明】

【0062】

10、10-1~10-6 半導体レーザーモジュール

11 半導体レーザー素子

12 サブマウント

13 反射体

14 半田

15 パッケージ筐体

16 窓部

20-1~20-6 第1の反射ミラー

30-1~30-6 SACレンズ

40-1~40-6 第2の反射ミラー

51 筐体

52 実装部材

53 リードピン

60、62 集光レンズ

61 光フィルタ

64 ブーツ

65 ルースチューブ

66 光ファイバ

67 ガラスキャピラリ

68 光吸収体

70-1 SACミラー

90 コンバイナ

100、100A、100B 光源ユニット

110 光源装置

130、131 高反射FBG

140 希土類添加光ファイバ

150 出力側光ファイバ

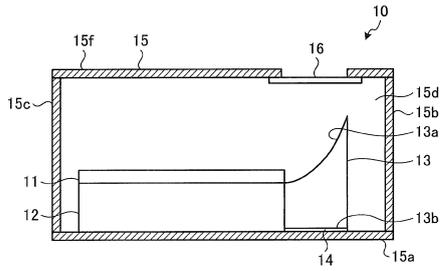
200 光ファイバレーザ

20

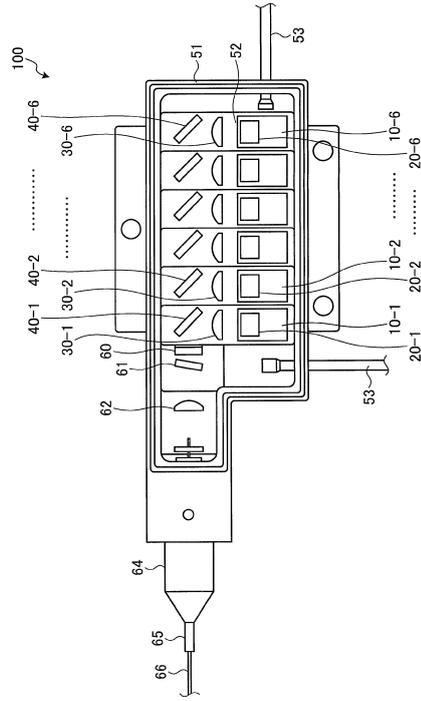
30

40

【図面】  
【図 1】



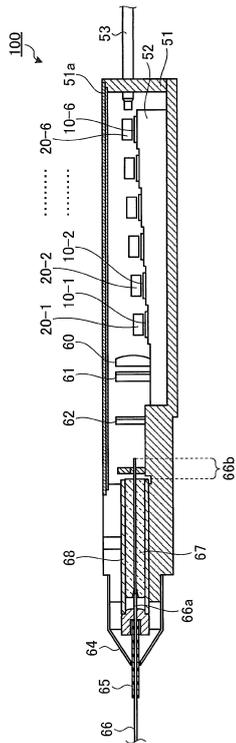
【図 2】



10

20

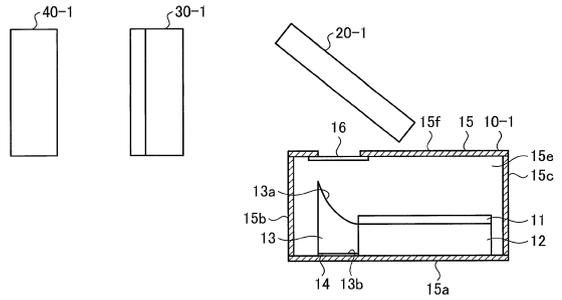
【図 3】



30

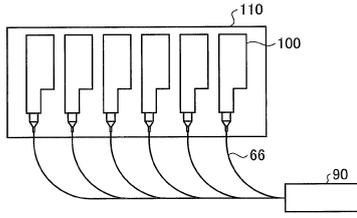
40

【図 4】

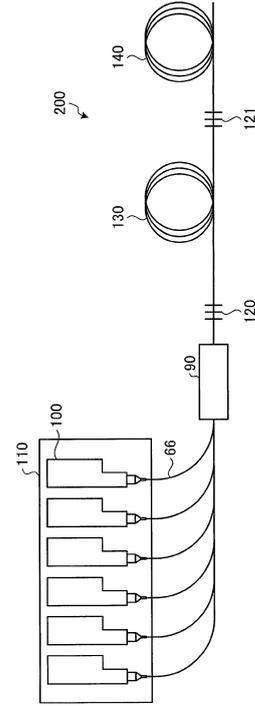


50

【図 5】



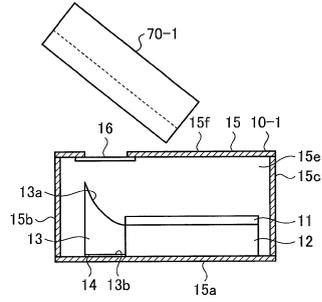
【図 6】



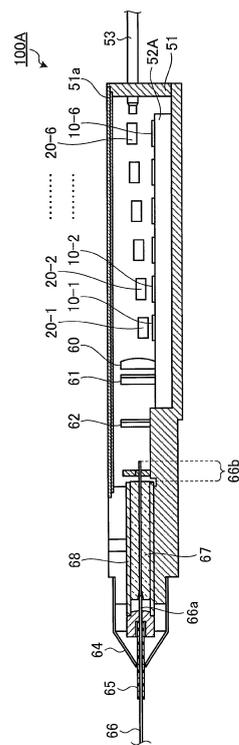
10

20

【図 7】



【図 8】

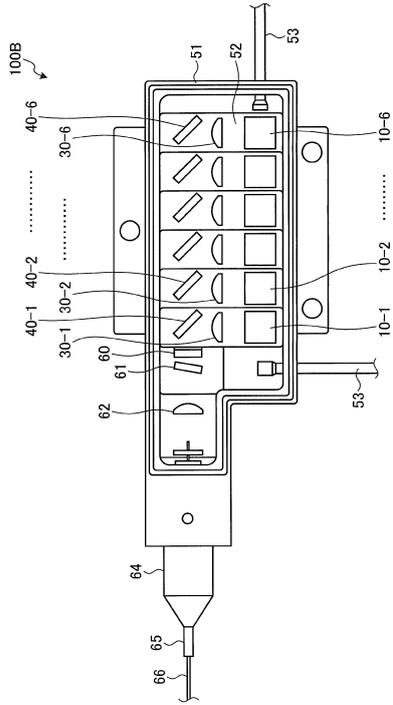


30

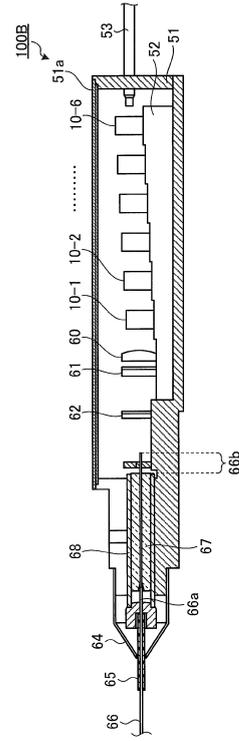
40

50

【図 9】



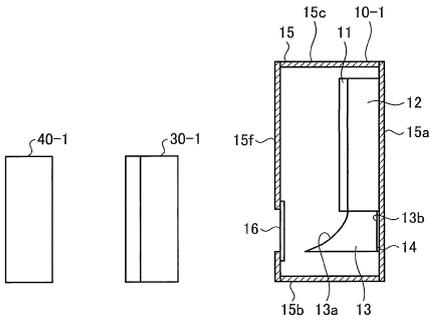
【図 10】



10

20

【図 11】



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

審査官 百瀬 正之

- (56)参考文献 特開昭62-298194(JP,A)  
特開2003-309309(JP,A)  
特開2012-109201(JP,A)  
特開2016-224376(JP,A)  
特開2014-126852(JP,A)  
特開2015-031739(JP,A)  
特開2018-170431(JP,A)  
米国特許出願公開第2015/0124846(US,A1)  
米国特許出願公開第2014/0029639(US,A1)  
米国特許第10218151(US,B1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H01S 5/00 - 5/50  
H01S 3/00 - 3/30  
G02B 6/42