

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年9月18日(18.09.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/142147 A1

- (51) 国際特許分類:
H01S 5/022 (2006.01) G02B 6/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/056418
- (22) 国際出願日: 2014年3月12日(12.03.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-049772 2013年3月13日(13.03.2013) JP
- (71) 出願人: ウシオ電機株式会社(USHIO DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008150 東京都千代田区大手町2丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 吉野 雅也(YOSHINO, Masaya); 〒6710224 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ電機株式会社内 Hyogo (JP). 紺谷 亘(KONTANI, Toru); 〒6710224 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ電機株式会社内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 大井 正彦(OHI, Masahiko); 〒1130033 東京都文京区本郷三丁目43番13号 南江堂第2ビル Tokyo (JP).

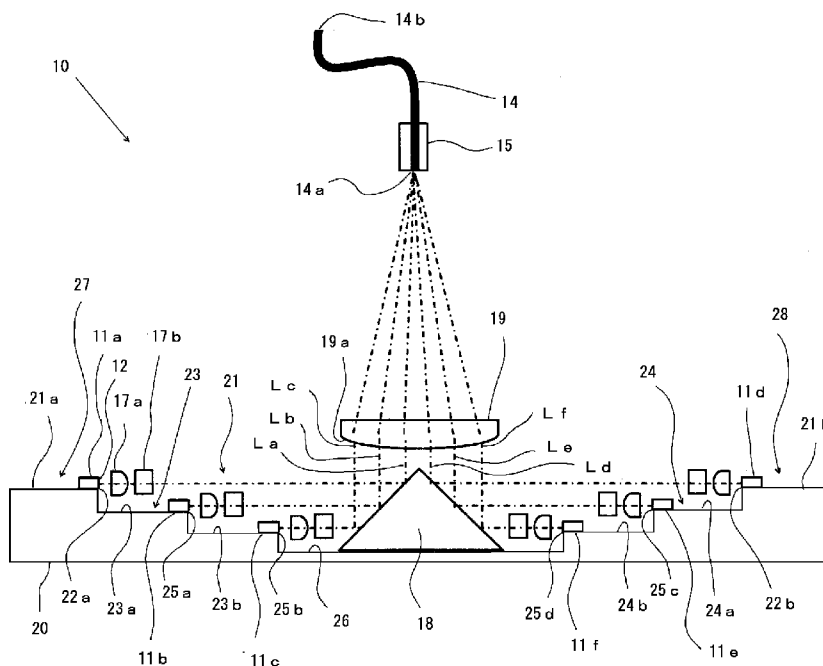
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体レーザ装置



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a semiconductor laser device capable of introducing light from a plurality of semiconductor laser arrays into an optical fiber with high efficiency even when the lengths of the incident optical paths to a condensing lens are different for the light from the plurality of semiconductor laser arrays, to thereby create high optical output. The semiconductor laser device according to the present invention is provided with a condensing lens onto which the light from the plurality of semiconductor laser arrays is incident through a collimating member, and an optical fiber onto which the light from the condensing lens is incident. A row of optical incidence is formed by the light beams from the plurality of semiconductor laser arrays on the optical incidence surface of the condensing lens. At least one of the plurality of semiconductor laser arrays has a relatively different incident optical path length to the condensing lens, that is, the length of optical path from the respective semiconductor laser array to the condensing lens.

The light from the semiconductor laser array having the longest incident optical path length to the condensing lens is incident at a position other than the outermost position in the row of optical incidence.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/142147 A1



本発明は、複数の半導体レーザアレイからの光において、集光レンズ入射光路長が異なる場合であっても、これらの複数の半導体レーザアレイからの光を高い効率で光ファイバに入射させることができ、従って高い光の出力が得られる半導体レーザ装置を提供することを目的とするものである。本発明の半導体レーザ装置は、複数の半導体レーザアレイからの光がコリメート部材を介して入射される集光レンズと、集光レンズからの光が入射される光ファイバとが設けられており、集光レンズの光入射面には、複数の半導体レーザアレイからの光の各々によって光入射列が形成され、複数の半導体レーザアレイのうちの少なくとも1個は、半導体レーザアレイからの光が集光レンズに至るまでの光路の長さである集光レンズ入射光路長が相対的に異なり、最も長い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイからの光が、光入射列の最外側以外の位置に入射されることを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：半導体レーザ装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体レーザ装置に関し、更に詳しくは、例えば、複数の半導体レーザアレイからのレーザ光が光ファイバに入射される構成の半導体レーザ装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、半導体レーザ装置の或る種のものとしては、直線状に並ぶ複数の発光部を有する半導体レーザアレイをレーザ光源とし、この半導体レーザアレイからのレーザ光が光ファイバによって導光されて外部に出射される構成のものが知られている（例えば、特許文献1参照。）。

このような半導体レーザ装置においては、高出力化の要請に応じて、光ファイバ1本当たりの光出力を大きくするため、1本の光ファイバに対して複数の半導体レーザアレイを用い、これらの複数の半導体レーザアレイからのレーザ光をできるだけ密にし、集光レンズを介して光ファイバに入射させることが提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

[0003] 具体的には、例えば図8に示すように、複数の半導体レーザアレイ11a～11fが、半導体レーザアレイ11a～11fの速軸方向に直線状に並ぶように積層配置されてなる半導体レーザ装置が知られている。

この半導体レーザ装置において、複数の半導体レーザアレイ11a～11fの光出射方向前方（図8における右方）には、集光レンズ19が設けられている。また、複数の半導体レーザアレイ11a～11fの各々と集光レンズ19との間における当該半導体レーザアレイ11a～11fに接近した位置には、遅軸用コリメートレンズアレイ17aおよび速軸用コリメートレンズアレイ17bよりなるコリメート部材が配置されている。

図8において、80は、ヒートシンクであり、15は、光ファイバ14を保持するための光ファイバ保持部材である。

[0004] このような半導体レーザ装置においては、半導体レーザアレイ間の間隔が狭くなることから、十分な排熱性が得られず、複数の半導体レーザアレイ 11a～11f の各々が高温となってしまう。そして、半導体レーザアレイ 11a～11f は、一般に温度が高くなるに従って出力が低下すると共に信頼性が低下するものである。そのため、半導体レーザ装置に十分な出力および信頼性が得られない、という問題がある。

[0005] 而して、半導体レーザ装置としては、図 9 に示すように、複数の半導体レーザアレイ 11a～11f が、ヒートシンク 50 の表面において、速軸方向に階段状に並ぶよう積層配置されてなる構成のものが提案されている（例えば、特許文献 2 参照。）。

このような半導体レーザ装置においては、互いに隣接する半導体レーザアレイを大きく離間した状態とすることができることから、複数の半導体レーザアレイ 11a～11f の各々が高温となることを抑制できる。

[0006] しかしながら、このような半導体レーザ装置においては、複数の半導体レーザアレイ 11a～11f からのレーザ光を有効に利用することができない、という問題が顕著となる。この問題は、レーザ光源として、発光部が 1 つのシングルエミッタ半導体素子ではなく、半導体レーザアレイを用いたことに起因して生じるものである。

具体的に説明すると、半導体レーザアレイ 11a～11f は、複数の発光部が直線状に並んだものであり、発光部間の間隔が一般に数十 μm ～百数十 μm 程度と狭いことから、コリメートによって遅軸方向に十分な平行状態を得ることが難しい。このため、コリメート部材によるコリメート光は一般に遅軸方向に数 mrad ～数十 mrad の広がりを持つものとなる。なお、シングルエミッタ半導体素子においては、コリメート光は略平行光と見なせるものとなる。そのため、半導体レーザアレイ 11a～11f と集光レンズ 19 との間の距離が長くなるに従って、集光レンズ 19 の配置位置におけるレーザ光の遅軸方向の光線幅（以下、「遅軸方向光線幅」ともいう。）が大きくなる。ここに、集光レンズ 19 に入射するレーザ光（コリメート光）の

遅軸方向光線幅 w_1 は、下記の数式（１）で示されるように、コリメート部材から出射したコリメート光の遅軸方向光線幅 w_0 に、コリメート光の発散角 θ と、コリメート光の集光レンズ １９までの伝播距離 L との積を加えることによって求められる値である。そして、遅軸方向光線幅の大きなレーザ光は、その一部が集光レンズ １９あるいは光ファイバ １４に入射されず、いわゆる蹴られ現象が生じて損失となり、光ファイバ １４から外部に出射されることがない。従って、半導体レーザ装置においては、ファイバ結合効率が小さくなってしまう。ここに、「ファイバ結合効率」とは、レーザ光源を構成する複数の半導体レーザアレイからのレーザ光のうちの光ファイバに入射されるレーザ光の割合（強度）を示す値である。

[0007] 数式（１）：

$$w_1 = w_0 + \theta \cdot L$$

[0008] 而して、集光レンズ １９との離間距離が最も長くなる半導体レーザアレイ １１ a からのレーザ光（以下、「最長レーザ光」ともいう。）は、その他の半導体レーザアレイ １１ b ～ １１ f からのレーザ光に比して、集光レンズ １９の配置位置における遅軸方向光線幅が大きくなる。また、最長レーザ光は、集光レンズ １９の光入射面 １９ a における周縁側を通過することになる。すなわち、図 １０に示すように、複数の半導体レーザアレイ １１ a ～ １１ f からのレーザ光は、光入射面 １９ a に、並列に並んで入射されることから、この複数の半導体レーザアレイ １１ a ～ １１ f からのレーザ光の光入射列 ３１において、最長レーザ光が最外側に入射されることとなる。ここに、光入射列 ３１とは、光入射面 １９ a において、複数の半導体レーザアレイ １１ a ～ １１ f からのレーザ光の各々が並列に並んで投影されて形成されるものである。この光入射列 ３１においては、半導体レーザアレイ １１ a ～ １１ f からのレーザ光による略矩形状の光入射領域 ３１ a ～ ３１ f が並列に並んでいる。その結果、最も遅軸方向光線幅の大きい最長レーザ光が、光ファイバ １４の円形状の一端面 １４ a よりなる光入射面の最も周縁側に入射されることとなるため、その一部が光ファイバ １４に入射されずに損失となりやすい。

図9において、L a～L fは、各々、半導体レーザアレイ11 a～11 fからのレーザ光の光路を示す。

また、図10において、矢印Fは、半導体レーザアレイ11 a～11 fの速軸方向を示し、また矢印Sは、半導体レーザアレイ11 a～11 fの遅軸方向を示す。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：米国特許第5 6 1 7 4 9 2号明細書

特許文献2：特開2 0 0 7－1 4 2 4 3 9号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 本発明は、以上のような事情に基づいてなされたものであって、その目的は、複数の半導体レーザアレイからの光において、集光レンズ入射光路長が異なる場合であっても、これらの複数の半導体レーザアレイからの光を高い効率で光ファイバに入射させることができ、従って高い光の出力が得られる半導体レーザ装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の半導体レーザ装置は、直線状に並ぶ複数の発光部を有する半導体レーザアレイを複数備え、当該複数の半導体レーザアレイからの光がコリメート部材を介して入射される集光レンズと、当該集光レンズからの光が略円形状の端面よりなる光入射面から入射される光ファイバとが設けられてなる半導体レーザ装置において、

前記集光レンズには、当該集光レンズの光入射面に、前記複数の半導体レーザアレイからの光の各々が並列に並んで投影されて光入射列が形成され、

前記複数の半導体レーザアレイのうちの少なくとも1個の半導体レーザアレイは、当該半導体レーザアレイからの光が前記集光レンズに至るまでの光路の長さである集光レンズ入射光路長が相対的に異なり、最も長い集光レン

ズ入射光路長に係る半導体レーザアレイからの光が、前記集光レンズの光入射面における光入射列の最外側以外の位置に入射されることを特徴とする。

[0012] 本発明の半導体レーザ装置においては、前記集光レンズ入射光路長が互いに異なる半導体レーザアレイのうちの、長い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイからの光が、短い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイからの光に比して、前記集光レンズの光入射面における光入射列の中央側に入射されることが好ましい。

[0013] 本発明の半導体レーザ装置においては、前記半導体レーザアレイを3個以上備えており、これらの3個以上の半導体レーザアレイからの光の集光レンズ入射光路長が異なり、最も長い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイからの光が、他の半導体レーザアレイのうちの少なくとも1個の半導体レーザアレイからの光に比して、前記集光レンズの光入射面における光入射列の中央側に入射されることが好ましい。

[0014] 本発明の半導体レーザ装置においては、前記複数の半導体レーザアレイが、複数の素子設置面を階段状に有する階段状設置面における当該複数の素子設置面の各々に設置されることにより、前記集光レンズ入射光路長が互いに異なる状態とされていることが好ましい。

このような本発明の半導体レーザ装置においては、前記階段状設置面は、ヒートシンクの表面により形成されていることが好ましい。

また、このような本発明の半導体レーザ装置においては、対向配置された2つの階段状設置面における複数の素子設置面の各々に前記半導体レーザアレイが設置され、この2つの階段状設置面の間に折り返しミラーが配置されており、当該折り返しミラーによって折り返された複数の半導体レーザアレイからの光が前記集光レンズに入射されることが好ましい。

発明の効果

[0015] 本発明の半導体レーザ装置においては、複数の半導体レーザアレイからの光において、集光レンズ入射光路長が異なる場合であっても、集光レンズ入射光路長が最も長い光について、集光レンズの光入射面における入射位置が

制御されている。そのため、集光レンズ入射光路長が最も長い光、すなわち遅軸方向の光線幅が最も大きい光を、集光レンズの光入射面の中央側に入射させ、更に光ファイバの略円形状の光入射面の中心側に入射させることができる。これにより、集光レンズおよび光ファイバの各々において蹴られ現象の発生が抑制され、よってファイバ結合効率が大きくなる。

従って、本発明の半導体レーザ装置によれば、複数の半導体レーザアレイからの光を高い効率で光ファイバに入射させることができ、よって高い光の出力が得られる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の半導体レーザ装置の構成の一例の概要を示す説明図である。

[図2]本発明の半導体レーザ装置において、コリメート部材が半導体レーザアレイに接近した接近位置に配置された場合に、半導体レーザアレイの発光部からコリメート部材に向かってレーザ光が出射された状態を、複数の発光部の並ぶ方向に垂直な方向から示す説明用投影図である。

[図3]本発明の半導体レーザ装置において、コリメート部材が半導体レーザアレイから大きく離間した遠方位置に配置された場合に、半導体レーザアレイの発光部からコリメート部材に向かってレーザ光が出射された状態を、複数の発光部の並ぶ方向に垂直な方向から示す説明用投影図である。

[図4]図1の半導体レーザ装置における集光レンズの光入射面に形成される光入射列を示す説明図である。

[図5]本発明の半導体レーザ装置の構成の他の例の概要を示す説明図である。

[図6]図5の半導体レーザ装置を、当該図5における上方から示す説明用投影図である。

[図7]本発明の半導体レーザ装置の構成の更に他の例の概要を示す説明図である。

[図8]従来の半導体レーザ装置の構成の一例の概要を示す説明図である。

[図9]従来の半導体レーザ装置の構成の他の例の概要を示す説明図である。

[図10]図9の半導体レーザ装置における集光レンズの光入射面に形成される

光入射列を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の実施の形態について説明する。

[0018] (第1の実施形態)

図1は、本発明の半導体レーザ装置の構成の一例の概要を示す説明図である。

この半導体レーザ装置10は、レーザ光源として、直線状に並ぶ複数の発光部を有する、複数の半導体レーザアレイ11a～11fを備えており、これらの複数の半導体レーザアレイ11a～11fからのレーザ光が光ファイバ14を介して外部に出射される構成を有するものである。

複数の半導体レーザアレイ11a～11fは、例えば銅およびアルミニウムなどの金属よりなるヒートシンク20の上面(図1における上面)において、半導体レーザアレイ11a～11cと半導体レーザアレイ11d～11fとが、それぞれ対向するように配設されている。この複数の半導体レーザアレイ11a～11fの各々と、ヒートシンク20との間には、例えば銅タングステン(CuW)や窒化アルミニウム(AlN)などからなるサブマウント部材(図示省略)が介在している。

また、半導体レーザ装置10には、複数の半導体レーザアレイ11a～11fからのレーザ光を同一方向に進むように屈曲する、例えば三角プリズムよりなる折り返しミラー18と、この折り返しミラー18によって屈曲されたレーザ光を集光する集光レンズ19とが設けられている。

また、光ファイバ14は、円形状の一端面14aが光入射面とされ、円形状の他端面14bが光出射面とされており、集光レンズ19によって集光されたレーザ光が光入射面(一端面14a)に入射されるように配置されている。

この図の例において、集光レンズ19は、略円板形状の外観形状を有している。

また、図1において、La～Lfは、各々、半導体レーザアレイ11a～

1 1 f からのレーザ光の光路を示す。

[0019] また、複数の半導体レーザアレイ 1 1 a ~ 1 1 f からのレーザ光が折り返しミラー 1 8 に至るまでの光路上には、各半導体レーザアレイ 1 1 a ~ 1 1 f に対応して、当該半導体レーザアレイ 1 1 a ~ 1 1 f からのレーザ光をコリメートするためのコリメート部材が設けられている。このコリメート部材は、遅軸用コリメートレンズアレイ 1 7 a と、速軸用コリメートレンズアレイ 1 7 b とよりなる。

遅軸用コリメートレンズアレイ 1 7 a および速軸用コリメートレンズアレイ 1 7 b は、各々、半導体レーザアレイ 1 1 a ~ 1 1 f における複数の発光部の各々に対応するレンズセルを有するものである。すなわち、遅軸用コリメートレンズアレイ 1 7 a および速軸用コリメートレンズアレイ 1 7 b は、各々、直線状に並んだ複数のレンズセルを有するものである。

[0020] また、コリメート部材は、半導体レーザアレイ 1 1 a ~ 1 1 f に接近した位置に配置されている。

コリメート部材を半導体レーザアレイ 1 1 a ~ 1 1 f に接近した位置に配置することにより、半導体レーザアレイ 1 1 a ~ 1 1 f からのレーザ光を高い効率でコリメート部材に入射させることができる。しかしながら、その一方でコリメート部材によってコリメートされたレーザ光（コリメート光）が遅軸方向に数十 m r a d の広がりを持つものとなる。

[0021] ここに、コリメート部材を半導体レーザアレイ 1 1 a ~ 1 1 f に接近した位置に配置することにより、半導体レーザアレイ 1 1 a ~ 1 1 f からのレーザ光を高い効率でコリメート部材に入射させることができる理由、およびコリメート部材によるコリメート光が広がりを有するものとなる理由について、図 2 および図 3 を用いて具体的に説明する。

図 2 および図 3 は、半導体レーザアレイ 1 1 の発光部 1 3 からコリメート部材に向かってレーザ光が出射された状態を、複数の発光部 1 3 の並ぶ方向に垂直な方向から示す説明用投影図である。具体的には、図 2 は、コリメート部材が半導体レーザアレイ 1 1 に接近した接近位置に配置された場合を示

す説明用模式図であり、図3は、コリメート部材が半導体レーザアレイ11から大きく離間した遠方位置に配置された場合を示す説明用模式図である。

レーザ光源としてシングルエミッタ半導体素子を用いた場合には、当該シングルエミッタ半導体素子の発光部が1つであることから、コリメート部材（コリメートレンズ）によるコリメート光は略平行光となる。

然るに、半導体レーザアレイ11においては、複数の発光部13の間隔が一般に数十 μm ～百数十 μm 程度（具体的には、複数の発光部13の間隔が0.5mm程度、あるいはそれ以下）である。そのため、コリメート部材、具体的にはコリメートレンズアレイ16においては、当該コリメートレンズアレイ16を構成する各レンズセル16aの大きさ（半導体レーザアレイ11における複数の発光部13の並ぶ方向の長さ）が制約される。それゆえ、コリメートレンズアレイ16によるコリメートによって遅軸方向に十分な平行状態を得ることが難しく、よってコリメート光は一般に遅軸方向に数mrad～数十mradの広がりを持つものとなる。しかも、各レンズセル16aの大きさが制限され、また得られるコリメート光が広がりを有することに起因して、半導体レーザアレイ11とコリメートレンズアレイ16との離間距離が、コリメートレンズアレイ16におけるレーザ光の入射効率の観点から制約されることとなる。

具体的に説明すると、図2に示されているように、コリメートレンズアレイ16を半導体レーザアレイ11の接近位置に配置した場合には、レンズセル16aの焦点距離が、発光部13の幅（複数の発光部13の並ぶ方向の長さ）と近似した値となり、よって発光部13は点光源と見なせなくなる。そのため、発光部13において、端部13bからのレーザ光L2と中心部13aからのレーザ光L1とのなす角（発散角） θ_1 は、数十mradの大きさとなる。

一方、図3に示されているように、コリメートレンズアレイ16を半導体レーザアレイ11の遠方位置に配置した場合には、接近位置に配置した場合に比して、レンズセル16aの焦点距離が長くなる。そのため、端部13b

からのレーザ光 L_2 と中心部13aからのレーザ光 L_1 とのなす角（発散角） θ_2 は、接近位置に配置した場合に係る発散角 θ_1 よりも小さくなる。しかしながら、発光部13からのレーザ光は、その一部 L_{11} が当該発光部13に対応するレンズセル16aの光入射面から食み出し、入射されずに損失となる。

このように、コリメートレンズアレイ16を半導体レーザアレイ11の接近位置に配置することによれば、半導体レーザアレイ11からのレーザ光を高い効率でコリメートレンズアレイ16に入射させることができるが、その一方でコリメートレンズアレイ16によるコリメート光が遅軸方向に数十mradの広がりをもつものとなる。

図2および図3においては、発光部13の中心部13aからのレーザ光を実線で示し、端部13bからのレーザ光を破線で示す。

[0022] 複数の半導体レーザアレイ11a～11fは、各々、矩形平板状の外観形状を有しており、直線状に並ぶ複数の発光部を有する一面12が光出射面とされたものである。この光出射面（一面12）において、複数の発光部は、長手方向（図1における紙面に垂直な方向）に特定の間隔（例えば0.5mm程度、あるいはそれ以下の等間隔）で配列されている。

また、これらの複数の半導体レーザアレイ11a～11fは、複数の発光部が並ぶ方向の長さが同一のものであることが好ましい。

この図の例において、複数の半導体レーザアレイ11a～11fは、同一の規格を有するものである。

[0023] 半導体レーザアレイ11a～11fは、アレイ型半導体レーザ素子であってもよく、また複数のシングルエミッタ半導体素子が、0.5mm程度、あるいはそれ以下の間隔で直線状に並ぶように配置されてなる構成のものであってもよい。

[0024] ヒートシンク20は、長方体状の外観形状を有しており、上面には溝21が形成されている。この溝21は、ヒートシンク20の上面における短手方向（図1の紙面に垂直な方向）に直線状に伸び、断面形状が略台形状のもの

である。この溝 21 において、互いに対向する側面 23, 24 は、底面 26 に向かうに従って互いに接近する方向に、階段状に傾斜している。そして、ヒートシンク 20 の上面における溝 21 の一方側の周縁面 21 a および当該周縁面 21 a に連続する溝 21 の側面 23 により、半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 c を配置するための階段状設置面（以下、「第 1 階段状設置面」ともいう。）27 が構成されている。また、ヒートシンク 20 の上面における溝 21 の他方側の周縁面 21 b および当該周縁面 21 b に連続する溝 21 の側面 24 により、半導体レーザアレイ 11 d ~ 11 f を配置するための階段状設置面（以下、「第 2 階段状設置面」ともいう。）28 が構成されている。

この図の例において、側面 23 は、2 つのステップ面 23 a, 23 b を有する 2 段の階段形状を有しており、これらの 2 つのステップ面 23 a, 23 b は、矩形状であって周縁面 21 a および底面 26 に平行である。また、側面 24 は、側面 23 と同様の構成を有している。すなわち、側面 24 は、2 つのステップ面 24 a, 24 b を有する 2 段の階段形状を有しており、これらの 2 つのステップ面 24 a, 24 b は、矩形状であって周縁面 21 b および底面 26 に平行である。また、対向配置された第 1 階段状設置面 27 および第 2 階段状設置面 28 は、集光レンズ 19 の光軸に関して鏡面对称である。

[0025] 階段状設置面 27, 28 の各々において、一段の高さは、レーザ光利用性の観点から、半導レーザアレイ 11 a ~ 11 f からのレーザ光あるいはコリメート部材によってコリメートされたレーザ光（コリメート光）の速軸方向の光線幅に応じて適宜に定められる。ここに、階段状設置面 27, 28 の各々における一段の高さとは、第 1 階段状設置面 27 においては、周縁面 21 a とステップ面 23 a との位置レベルの差、およびステップ面 23 a とステップ面 23 b との位置レベルの差である。また、第 2 階段状設置面 28 においては、周縁面 21 b とステップ面 24 a との位置レベルの差、およびステップ面 24 a とステップ面 24 b との位置レベルの差である。

また、周縁面 21 a, 21 b およびステップ面 23 a, 23 b, 24 a, 24 b は、排熱性の観点から、半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f の下面（図 1 における下面）の全域を接触させることのできるような大きさであることが好ましい。

[0026] ヒートシンク 20 においては、周縁面 21 a, 21 b およびステップ面 23 a, 23 b, 24 a, 24 b の各々が素子設置面とされている。これらの複数の素子設置面には、各々、1 個の半導体レーザアレイが配置されている。具体的には、第 1 階段状設置面 27 における素子設置面には、半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 c が、速軸方向に階段状に並ぶように積層配置されている。また、第 2 階段状設置面 28 における素子設置面には、半導体レーザアレイ 11 d ~ 11 f が、速軸方向に階段状に並ぶように積層配置されている。

そして、半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 c と、半導体レーザアレイ 11 d ~ 11 f とは、各々、光出射面（一面 12）が対向するように配置されている。

また、底面 26 には、折り返しミラー 18 が配置されている。この折り返しミラー 18 は、複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f からのレーザ光（コリメート光）が入射されると共に、この折り返しミラー 18 で反射されることによって直角に屈曲したレーザ光が集光レンズ 19 に入射されるように位置されている。

この図の例において、複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f は、各々、光出射面（一面 12）が、周縁面 21 a, 21 b の外縁 22 a, 22 b 上またはステップ面 23 a, 23 b, 24 a, 24 b の外縁 25 a ~ 25 d 上に位置するように配置されている。また、各半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f に対応するコリメート部材は、対応する半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f が配置されている周縁面またはステップ面よりも 1 段下のステップ面または底面 26 の上方に配置されている。

また、折り返しミラー 18 は、溝 21 の中央部分に位置されており、この

折り返しミラー 18 の光出射方向（図 1 における上方）の近傍には、集光ミラー 19 が配置され、またこの集光ミラー 19 の焦点位置には、光ファイバ 14 の光入射面（一端面 14 a）が位置されている。

[0027] 以上のように、複数の半導体レーザアレイ 11 a～11 f を階段状設置面 27, 28 における素子設置面の各々に配置することにより、当該複数の半導体レーザアレイ 11 a～11 c からのレーザ光が集光レンズ 19 に至るまでの光路の長さ（集光レンズ入射光路長）が制御されている。

すなわち、半導体レーザアレイ 11 a～11 c を第 1 階段状設置面 27 における素子設置面の各々に配置することにより、これらの半導体レーザアレイ 11 a～11 c からのレーザ光の集光レンズ入射光路長が相対的に異なる状態とされている。また、半導体レーザアレイ 11 d～11 f を第 2 階段状設置面 28 における素子設置面の各々に配置することにより、これらの半導体レーザアレイ 11 d～11 f からのレーザ光の集光レンズ入射光路長が相対的に異なる状態とされている。

[0028] 具体的には、半導体レーザアレイ 11 a からのレーザ光、半導体レーザアレイ 11 b からのレーザ光および半導体レーザアレイ 11 c からのレーザ光は、この順に集光レンズ入射光路長が長くなっている。また、半導体レーザアレイ 11 d からのレーザ光、半導体レーザアレイ 11 e からのレーザ光および半導体レーザアレイ 11 f からのレーザ光は、この順に集光レンズ入射光路長が長くなっている。

この図の例において、対向配置された半導体レーザアレイからのレーザ光は、集光レンズ入射光路長が同一である。すなわち、半導体レーザアレイ 11 a に係る集光レンズ入射光路長と半導体レーザアレイ 11 d に係る集光レンズ入射光路長とは同一であり、半導体レーザアレイ 11 b に係る集光レンズ入射光路長と半導体レーザアレイ 11 e に係る集光レンズ入射光路長とは同一である。また、半導体レーザアレイ 11 c に係る集光レンズ入射光路長と半導体レーザアレイ 11 f に係る集光レンズ入射光路長とは同一である。

[0029] また、第 1 階段状設置面 27 と第 2 階段状設置面 28 との間に折り返しミ

ラー 18 を配置することにより、集光レンズ 19 の光入射面 19 a に並列に並んで入射される複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f からのレーザ光の入射位置が制御される。すなわち、図 4 に示すように、光入射面 19 a に形成される光入射列 31 において、最も長い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイ 11 a, 11 d からのレーザ光が、最外側以外の位置に入射する状態とされている。

ここに、光入射列 31 は、複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f からのレーザ光の各々が、光入射面 19 a に、並列に並んで投影されることによって形成されるものである。この光入射列 31 においては、半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f からのレーザ光による略矩形状の光入射領域 31 a ~ 31 f が並列に並んでいる。複数の光入射領域 31 a ~ 31 f は、これらの光入射領域 31 a ~ 31 f が並ぶ方向（図 4 における上下方向であって、以下、「光入射列並列方向」ともいう。）の寸法は同一であるが、光入射列並列方向に垂直な方向（図 4 における左右方向）の寸法（以下、「入射領域幅」ともいう。）は異なるものである。この光入射領域幅は、レーザ光の遅軸方向の光線幅（遅軸方向光線幅）によるものであることから、集光レンズ入射光路長が長くなるに従って大きくなる。

[0030] 具体的には、第 1 階段状設置面 27 に配置されている半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 c からのレーザ光は、光入射列 31 において、半導体レーザアレイ 11 a からのレーザ光、半導体レーザアレイ 11 b からのレーザ光および半導体レーザアレイ 11 c からのレーザ光の順により中心側に入射している。すなわち、最も長い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイ 11 a からのレーザ光は、光入射面 19 a の中心部に最も接近した位置（中心近傍位置）に入射し、一方、最も短い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイ 11 c からのレーザ光は、光入射面 19 a の中心部から最も離間した位置（周縁側位置）に入射している。また、第 2 階段状設置面 28 に配置されている半導体レーザアレイ 11 d ~ 11 f からのレーザ光は、光入射列 31 において、半導体レーザアレイ 11 d からのレーザ光、半導体レーザア

レイ 11 e からのレーザ光および半導体レーザアレイ 11 f からのレーザ光の順により中心側に入射している。すなわち、最も長い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイ 11 d からのレーザ光は、光入射面 19 a の中心部に最も接近した位置（中心近傍位置）に入射し、一方、最も短い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイ 11 f からのレーザ光は、光入射面 19 a の中心部から最も離間した位置（周縁側位置）に入射している。

この図の例において、対向配置された半導体レーザアレイからのレーザ光は、光入射面 19 a における入射位置が、当該光入射面 19 a の中心部に関して対称となっている。そして、光入射列 31 は、その中心部が光入射面 19 a の中心部上に位置しており、当該光入射列 31 の中心部、すなわち光入射面 19 a の中心部に関して、光入射列並列方向および当該光入射列並列方向に垂直な方向に対称な形状である。

[0031] 光ファイバ 14 は、円筒状のコア部分と、当該コア部分の周面に設けられたクラッド部分とを有するものであり、光入射面（一端面 14 a）においては、コア部分によって円形状の有効取り込み領域が形成されている。

光ファイバ 14 としては、例えば石英ファイバなどが用いられる。

図の例においては、光ファイバ 14 の一端面側の端部には、光ファイバ 14 の外径に適合した内径を有する円筒状の光ファイバ保持部材 15 が装着されている。

[0032] 以上の半導体レーザ装置 10 においては、複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f からのレーザ光は、コリメート部材（遅軸用コリメートレンズ 17 a および速軸用コリメートレンズ 17 b）によってコリメートされる。その後、このコリメート部材によってコリメートされたレーザ光は、折り返しミラー 18 によって集光レンズ 19 に向かって反射される。そして、折り返しミラー 18 によって反射されたレーザ光が集光レンズ 19 によって集光されて、光ファイバ 14 における光入射面（一端面 14 a）に入射する。このようにして、複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f からのレーザ光が、光ファイバ 14 の光入射面における有効取り込み領域に入射し、この光ファ

イバ１４によって導光されて光出射面（他端面１４ｂ）から外部に出射され、例えばプロジェクター装置の光源光として利用される。

[0033] 而して、半導体レーザ装置１０においては、複数の半導体レーザアレイ１１ａ～１１ｆが、ヒートシンク２０の表面（階段状設置面２７，２８）において、速軸方向に階段状に積層配置されている。そのため、互いに隣接する半導体レーザアレイが大きく離間した状態とされていることから、高い排熱性が得られる。その結果、複数の半導体レーザアレイ１１ａ～１１ｆの各々に高い信頼性および高い出力が得られる。

また、複数の半導体レーザアレイ１１ａ～１１ｆからのレーザ光は、集光レンズ１９の円形状の光入射面１９ａにおいて、集光レンズ入射光路長が長いものほど光入射面１９ａの中心部に接近した位置に入射して光入射列３１を形成する。すなわち、より遅軸方向光線幅の大きいレーザ光が、光入射面１９ａの中心部に接近し、より遅軸方向光線幅の小さいレーザ光が光入射面１９ａの周縁部に接近するように並列に並んで投影されて光入射列３１を形成している。そして、光入射列３１は、その全体形状が、光入射面１９ａより小径の円形状に近似したものとなる。そのため、複数の半導体レーザアレイ１１ａ～１１ｆからのレーザ光をコリメート部材を介して円形状の光入射面１９ａに高い効率で入射させることができる。また、集光レンズ１９から出射されたレーザ光を高い効率で光ファイバ１４における円形状の有効取り込み領域に高い効率で入射させることができる。その結果、集光レンズ１９および光ファイバ１４の各々において蹴られ現象の発生が抑制され、よってファイバ結合効率が大きくなる。

従って、半導体レーザ装置１０によれば、高い光の出力が得られる。

[0034] また、半導体レーザ装置１０においては、光入射列３１が、光入射面１９ａの中心部に関して、光入射並列方向および当該光入射列並列方向に垂直な方向に対称な形状であることから、光入射列３１の全体がより円形状に近似した形状となる。そのため、集光レンズ１９から出射されて光ファイバ１４における有効取り込み領域に入射するレーザ光が均一性を有するものとなる

。その結果、光ファイバ14の光出射面から出射されるレーザ光に高い均一性が得られる。

[0035] また、半導体レーザ装置10においては、複数の半導体レーザアレイ11a～11fに共通のヒートシンク20が用いられていることから、これらの複数の半導体レーザアレイ11a～11fを冷却するための冷却機構を簡易な構成のものとすることができる。従って、半導体レーザ装置10を簡易な構成のものとすることができる。

[0036] (第2の実施形態)

図5は、本発明の半導体レーザ装置の構成の他の例の概要を示す説明図であり、図6は、図5の半導体レーザ装置を、当該図5における上方から示す説明用投影図である。

この半導体レーザ装置40は、複数の半導体レーザアレイ11a～11fからのレーザ光が光ファイバ14を介して外部に出射される構成を有するものである。

半導体レーザ装置40において、複数の半導体レーザアレイ11a～11fは、ヒートシンク50の表面に、光出射面（一面12）が同一方向（図5および図6における右方）を向くように配置されている。これらの複数の半導体レーザアレイ11a～11fの各々と、ヒートシンク50との間には、サブマウント部材（図示省略）が介在している。

また、半導体レーザ装置40には、複数の半導体レーザアレイ11a～11fの各々に対応してコリメート部材（具体的には、遅軸用コリメートレンズアレイ17aおよび速軸用コリメートレンズアレイ17b）が設けられている。また、これら複数のコリメート部材によってコリメートされたレーザ光を集光するための集光レンズ19が、半導体レーザアレイ11d～11fの光出射面（一面12）に対向するように設けられている。また、複数のコリメート部材の光出射前方（図5および図6における右方）には、複数の半導体レーザアレイ11a～11cからのレーザ光（コリメート光）を屈曲させるための光屈曲機構が設けられている。この光屈曲機構は、第1の折り返

しミラー４２と第２の折り返しミラー４３とよりなり、これらの第１の折り返しミラー４２および第２の折り返しミラー４３は、例えば三角プリズムよりなる。

また、この半導体レーザ装置４０において、半導体レーザアレイ１１ａ～１１ｆ、コリメート部材（遅軸用コリメートレンズアレイ１７ａおよび速軸用コリメートレンズアレイ１７ｂ）、光ファイバ１４および集光レンズ１９は、図１の半導体レーザ装置１０における各部材と同様の構成を有するものである。

また、ヒートシンク５０は、１つの階段状設置面５６を有しており、この階段状設置面５６における素子設置面の各々が２つの半導体レーザアレイを配置することのできる大きさとされていること以外は、図１の半導体レーザ装置１０のヒートシンク２０と同様の構成を有するものである。

図５および図６において、Ｌａ～Ｌｆは、各々、半導体レーザアレイ１１ａ～１１ｆからのレーザ光の光路を示す。また、図６においては、半導体レーザアレイ１１ｃからのレーザ光の光路のみを示す。

[0037] このヒートシンク５０は、外観形状が略四角錐台状であって、４つの側面のうちの１つの側面５２が、上面５１ａから下面５１ｂに向かうに従って、対向する側面５７から離間する方向に、階段状に傾斜しており、他の４つの側面が上面５１ａおよび下面５１ｂに垂直なものである。そして、上面５１ａおよび側面５２により、半導体レーザアレイ１１ａ～１１ｆを配置するための階段状設置面５６が構成されている。

この図の例において、側面５２は、３つのステップ面５２ａ～５２ｃを有する３段の階段形状を有しており、これらの３つのステップ面５２ａ～５２ｃは、各々、矩形状であって上面５１ａおよび下面５１ｂに平行である。

[0038] 階段状設置面５６において、上面５１ａおよびステップ面５２ａ，５２ｂは、２つの半導体レーザアレイを配置することのできる大きさである。また、上面５１ａおよびステップ面５２ａ，５２ｂは、排熱性の観点からは、２つの半導体レーザアレイの下面（図６における下面）の全域を接触させるこ

とができると共に、当該２個の半導体レーザアレイを十分に離間した状態とすることのできるような大きさであることが好ましい。ここに、２個の半導体レーザアレイの間の離間距離は、例えば２mmである。

[0039] ヒートシンク５０においては、上面５１aおよびステップ面５２a、５２bの各々が素子設置面とされている。これらの複数の素子設置面には、各々、２個の半導体レーザアレイが配置されている。そして、半導体レーザアレイ１１a～１１cは、ヒートシンク５０の一方側（図６における下方側）において、速軸方向に階段状に並ぶように積層配置されている。また、半導体レーザアレイ１１d～１１fは、ヒートシンク５０の他方側（図６における上方側）において、速軸方向に階段状に並ぶように積層配置されている。

また、各素子設置面において、半導体レーザアレイ１１a～１１fは、光出射面（一面１２）が、上面５１aにおける側面５２との境界に係る外縁５３、またはステップ面における一段下のステップ面との境界に係る外縁５４a、５４bに沿って伸びるように位置されている。

この図の例において、半導体レーザアレイ１１a～１１fは、各々、光出射面（一面１２）が、上面５１aの外縁５３またはステップ面５２a、５２bの外縁５４a、５４b上に位置するように配置されている。また、各半導体レーザアレイ１１a～１１fに対応するコリメート部材は、対応する半導体レーザアレイ１１a～１１fが配置されている上面５１aまたはステップ面よりも１段下のステップ面の上方に配置されている。

[0040] 光屈曲機構は、半導体レーザアレイ１１a～１１cからのレーザ光がコリメート部材を介して入射されると共に、当該光屈曲機構から出射されたレーザ光が集光レンズ１９に入射され、かつ半導体レーザアレイ１１d～１１fからのレーザ光が入射されることのないように位置されている。

この光屈曲機構において、第１の折り返しミラー４２と第２の折り返しミラー４３とは、半導体レーザアレイ１１a～１１cからのレーザ光が、第１の折り返しミラー４２および第２の折り返しミラー４３をこの順に経ることによって集光レンズ１９に入射されるように配置されている。すなわち、半

導体レーザアレイ 11a～11c からのレーザ光は、先ず、第1の折り返しミラー42に入射して屈曲されて出射された後、第2の折り返しミラー43に入射し、この第2の折り返しミラー43によって屈曲されて出射されて集光レンズ19に入射することとなる。

[0041] このように、半導体レーザアレイ 11a～11c および半導体レーザアレイ 11d～11f を、それぞれ階段状に積層配置すると共に、半導体レーザアレイ 11a～11c からのレーザ光の光路を光屈曲機構によって屈曲したものとするることにより、複数の半導体レーザアレイ 11a～11f からのレーザ光の集光レンズ入射光路長、および入射面 19a における入射位置が制御されている。

[0042] 具体的には、半導体レーザアレイ 11a～11c を階段状設置面 56 における素子設置面の各々に配置すると共に、当該半導体レーザアレイ 11a～11c のレーザ光の光路の各々を光屈曲機構によって屈曲することにより、半導体レーザアレイ 11a からのレーザ光、半導体レーザアレイ 11b からのレーザ光および半導体レーザアレイ 11c からのレーザ光は、この順に集光レンズ入射光路長が長くなっている。また、半導体レーザアレイ 11d～11f を階段状設置面 56 における素子設置面の各々に配置することにより、半導体レーザアレイ 11d からのレーザ光、半導体レーザアレイ 11e からのレーザ光および半導体レーザアレイ 11f からのレーザ光は、この順に集光レンズ入射光路長が長くなっている。而して、半導体レーザアレイ 11a～11f からのレーザ光は、集光レンズ入射光路長が相対的に異なる状態とされており、半導体レーザアレイ 11a からのレーザ光が最も長い集光レンズ入射光路長を有している。

そして、半導体レーザアレイ 11a～11c からのレーザ光は、光入射面 19a に形成される光入射列において、半導体レーザアレイ 11a からのレーザ光、半導体レーザアレイ 11b からのレーザ光および半導体レーザアレイ 11c からのレーザ光の順により中心側に入射している。すなわち、最も長い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイ 11a からのレーザ光は

、光入射面 19 a の中心部に最も接近した位置（中心近傍位置）に入射し、一方、最も短い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイ 11 c からのレーザ光は、光入射面 19 a の中心部から最も離間した位置（周縁側位置）に入射している。また、半導体レーザアレイ 11 d～11 f からのレーザ光は、光入射面 19 a に形成される光入射列において、半導体レーザアレイ 11 d からのレーザ光、半導体レーザアレイ 11 e からのレーザ光および半導体レーザアレイ 11 f からのレーザ光の順により中心側に入射している。すなわち、最も長い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイ 11 d からのレーザ光は、光入射面 19 a の中心部に最も接近した位置（中心近傍位置）に入射し、一方、最も短い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイ 11 f からのレーザ光は、光入射面 19 a の中心部から最も離間した位置（周縁側位置）に入射している。而して、最も長い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイ 11 a からのレーザ光は、半導体レーザアレイ 11 b, 11 c, 11 e, 11 f からのレーザ光に比して、集光レンズ 19 における光入射列の中心側に入射している。

この図の例において、同一の素子設置面に配置されたレーザアレイからのレーザ光は、光入射面 19 a における入射位置が、当該光入射面 19 a の中心部に関して対称となっている。そして、光入射面 19 a に形成される光入射列は、その中心部が光入射面 19 a の中心部上に位置しており、当該光入射列の中心部、すなわち光入射面 19 a の中心部に関して、光入射列並列方向に垂直な方向に対称な形状である。

[0043] 以上の半導体レーザ装置 40 においては、複数の半導体レーザアレイ 11 a～11 f からのレーザ光は、コリメート部材（遅軸用コリメートレンズ 17 a および速軸用コリメートレンズ 17 b）によってコリメートされる。その後、このコリメート部材によってコリメートされた半導体レーザアレイ 11 d～11 f からのレーザ光は、集光レンズ 19 に向かう。一方、コリメート部材によってコリメートされた半導体レーザアレイ 11 a～11 c からのレーザ光は、光屈曲機構によって集光レンズ 19 に向かうように屈曲される

。そして、半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f からのレーザ光（コリメート光）が集光レンズ 19 によって集光されて、光ファイバ 14 における光入射面（一端面 14 a）に入射する。このようにして、複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f からのレーザ光が、光ファイバ 14 の光入射面における有効取り込み領域に入射し、この光ファイバ 14 によって導光されて光出射面（他端面 14 b）から外部に出射され、例えばプロジェクター装置の光源光として利用される。

[0044] 而して、この半導体レーザ装置 40 においては、半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 c および半導体レーザアレイ 11 d ~ 11 f が、ヒートシンク 50 の表面（階段状設置面 56）において、それぞれ速軸方向に階段状に積層配置されている。そのため、互いに隣接する半導体レーザアレイが大きく離間した状態とされていることから、高い排熱性が得られる。その結果、複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f の各々に高い信頼性および高い出力が得られる。

また、集光レンズ 19 の円形状の光入射面 19 a においては、半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 c からのレーザ光は、集光レンズ入射光路長が長いもののほど光入射面 19 a の中心部に接近した位置に入射している。一方、半導体レーザアレイ 11 d ~ 11 f からのレーザ光は、集光レンズ入射光路長が長いもののほど光入射面 19 a の中心部に接近した位置に入射している。このように、半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 c からのレーザ光、および半導体レーザアレイ 11 d ~ 11 f において、各々、より遅軸方向光線幅の大きいレーザ光が、光入射面 19 a の中心部に接近し、より遅軸方向光線幅の小さいレーザ光が光入射面 19 a の周縁部に接近するように並列に並んで投影されて光入射列を形成している。そして、光入射列は、その全体形状が、光入射面 19 a より小径の円形状に近似したものとなる。そのため、複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f からのレーザ光をコリメート部材を介して円形状の光入射面 19 a に高い効率で入射させることができる。また、集光レンズ 19 から出射されたレーザ光を高い効率で光ファイバ 14 における円形

状の有効取り込み領域に高い効率で入射させることができる。その結果、集光レンズ１９および光ファイバ１４の各々において蹴られ現象の発生が抑制され、よってファイバ結合効率が大きくなる。

従って、半導体レーザ装置４０によれば、高い光の出力が得られる。

[0045] また、半導体レーザ装置４０においては、光入射面１９ａに形成される光入射列が、当該光入射列の中心部に関して、光入射並列方向に略対称であって光入射列並列方向に垂直な方向に対称な形状であることから、光入射列の全体がより円形状に近似した形状となる。そのため、集光レンズ１９から出射されて光ファイバ１４における有効取り込み領域に入射するレーザ光が均一性を有するものとなる。その結果、光ファイバ１４の光出射面から出射されるレーザ光に高い均一性が得られる。

[0046] また、半導体レーザ装置４０においては、複数の半導体レーザアレイ１１ａ～１１ｆに共通のヒートシンク５０が用いられていることから、これらの複数の半導体レーザアレイ１１ａ～１１ｆを冷却するための冷却機構を簡易な構成のものとすることができる。従って、半導体レーザ装置４０を簡易な構成のものとすることができる。

[0047] （第３の実施形態）

図７は、本発明の半導体レーザ装置の構成の更に他の例の概要を示す説明図である。

この半導体レーザ装置６０は、複数の半導体レーザアレイ１１ａ～１１ｆからのレーザ光が光ファイバ１４を介して外部に出射される構成を有するものである。

半導体レーザ装置６０において、複数の半導体レーザアレイ１１ａ～１１ｆは、光出射面（一面１２）が同一方向（図７における右方）を向くように配置されている。また、これらの複数の半導体レーザアレイ１１ａ～１１ｆは、２つのヒートシンク５０、５０の表面上において、当該ヒートシンク５０、５０との間にサブマウント部材を介在した状態で配置されており、この２つのヒートシンク５０、５０は、階段状設置面５６、５６を構成する素子

設置面が対向するように配置されている。

また、半導体レーザ装置 60 には、複数の半導体レーザアレイ 11a～11f の各々に対応してコリメート部材（具体的には、遅軸用コリメートレンズアレイ 17a および速軸用コリメートレンズアレイ 17b）が設けられている。また、これらの複数のコリメート部材によってコリメートされたレーザ光を集光するための集光レンズ 19 が、複数の半導体レーザアレイ 11a～11f の光出射面（一面 12）に対向するように設けられている。

また、この半導体レーザ装置 60 において、半導体レーザアレイ 11a～11f、コリメート部材（遅軸用コリメートレンズアレイ 17a および速軸用コリメートレンズアレイ 17b）、光ファイバ 14 および集光レンズ 19 は、図 1 の半導体レーザ装置 10 における各構成部材と同様の構成を有するものである。

[0048] 2つのヒートシンク 50, 50 は、各々、階段状設置面 56 における素子設置面の各々が 1 個の半導体レーザアレイを配置することのできる大きさとされていること以外は、図 5 および図 6 の半導体レーザ装置 40 のヒートシンク 50 と同様の構成を有するものである。

この半導体レーザ装置 60 において、2つのヒートシンク 50, 50 は、同一構造を有しており、階段状設置面 56, 56 が互いに対向すると共に、この階段状設置面 56, 56 を構成する各素子設置面が対向するよう、集光レンズ 19 の光軸に関して鏡面对称に配置されている。

[0049] 2つのヒートシンク 50, 50 においては、各々、階段状設置面 56 を構成する素子設置面の各々に、1 個の半導体レーザアレイが配置されている。そして、半導体レーザアレイ 11a～11c は、一方（図 7 において下方）のヒートシンク 50 において、速軸方向に階段状に並ぶように積層配置されている。また、半導体レーザアレイ 11d～11f は、他方（図 7 における上方）のヒートシンク 50 において、速軸方向に階段状に並ぶように積層配置されている。このようにして、半導体レーザアレイ 11a～11f は、集光レンズ 19 の光軸に関して鏡面对称となるように速軸方向に V 字状に積層

配置されている。

また、各素子設置面において、半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f は、光出射面（一面 12）が、上面 51 a における側面 52 との境界に係る外縁 53、またはステップ面における一段下のステップ面との境界に係る外縁 54 a, 54 b に沿って伸びるように位置されている。

この図の例において、複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f は、各々、光出射面（一面 12）が、上面 51 a の外縁 53 上、またはステップ面 52 a, 52 b の外縁 54 a, 54 b 上に位置するように配置されている。また、各半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f に対応するコリメート部材は、対応する半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f が配置されている上面 51 a またはステップ面よりも一段下のステップ面の上方に配置されている。

[0050] 2つのヒートシンク 50, 50 においては、各々、上面 51 a およびステップ面 52 a, 52 b は、図 1 の半導体レーザ装置 10 における素子設置面と同様に、排熱性の観点から、半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f の下面（図 7 における下面）の全域を接触させることのできるような大きさであることが好ましい。

[0051] このように、複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f を集光レンズ 19 の光軸に関して鏡面对称となるように速軸方向に V 字状に積層配置することにより、複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f からのレーザ光の集光レンズ入射光路長、および光入射面 19 a における光入射位置が制御されている。

具体的には、半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 c が一方のヒートシンク 50 の階段状設置面 56 における素子設置面の各々に配置されることにより、半導体レーザアレイ 11 a からのレーザ光、半導体レーザアレイ 11 b からのレーザ光および半導体レーザアレイ 11 c からのレーザ光は、この順に集光レンズ入射光路長が長くなっている。また、半導体レーザアレイ 11 d ~ 11 f が他方のヒートシンク 50 の階段状設置面 56 における素子設置面の各々に配置されることにより、半導体レーザアレイ 11 d からのレーザ光、

半導体レーザアレイ 11 e からのレーザ光および半導体レーザアレイ 11 f からのレーザ光は、この順に集光レンズ入射光路長が長くなっている。而して、半導体レーザアレイ 11 a～11 c からのレーザ光、および半導体レーザアレイ 11 d～11 f からのレーザ光は、各々、集光レンズ入射光路長が相対的に異なる状態とされている。

そして、半導体レーザアレイ 11 a～11 c からのレーザ光は、光入射面 19 a において、半導体レーザアレイ 11 a からのレーザ光、半導体レーザアレイ 11 b からのレーザ光および半導体レーザアレイ 11 c からのレーザ光の順により中心側に入射している。すなわち、集光レンズ入射光路長の最も長い半導体レーザアレイ 11 a からのレーザ光は、光入射面 19 a の中心部に最も近傍した位置（中心近傍位置）に入射し、一方、集光レンズ入射光路長の最も短い半導体レーザアレイ 11 c からのレーザ光は、光入射面 19 a の中心部から最も離間した位置（周縁側位置）に入射している。また、半導体レーザアレイ 11 d～11 f からのレーザ光は、光入射面 19 a において、半導体レーザアレイ 11 d からのレーザ光、半導体レーザアレイ 11 e からのレーザ光および半導体レーザアレイ 11 f からのレーザ光の順により中心側に入射している。すなわち、集光レンズ入射光路長の最も長い半導体レーザアレイ 11 d からのレーザ光は、光入射面 19 a の中心部に最も近傍した位置（中心近傍位置）に入射し、一方、集光レンズ入射光路長の最も短い半導体レーザアレイ 11 f からのレーザ光は、光入射面 19 a の中心部から最も離間した位置（周縁側位置）に入射している。

この図の例において、対向配置された半導体レーザアレイからのレーザ光は、集光レンズ入射光路長が同一である。すなわち、半導体レーザアレイ 11 a に係る集光レンズ入射光路長と半導体レーザアレイ 11 d に係る集光レンズ入射光路長とは同一であり、半導体レーザアレイ 11 b に係る集光レンズ入射光路長と半導体レーザアレイ 11 e に係る集光レンズ入射光路長とは同一である。また、半導体レーザアレイ 11 c に係る集光レンズ入射光路長と半導体レーザアレイ 11 f に係る集光レンズ入射光路長とは同一である。

また、対向配置された半導体レーザアレイからのレーザ光は、光入射面 19 a における入射位置が、当該光入射面 19 a の中心部に関して対称となっている。そして、光入射面 19 a に形成される光入射列は、その中心部が光入射面 19 a の中心部上に位置しており、当該光入射列の中心部、すなわち光入射面 19 a の中心部に関して、光入射列並列方向および当該光入射列並列方向に垂直な方向に対称な形状である。

[0052] 以上の半導体レーザ装置 60 においては、複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f からのレーザ光は、コリメート部材（遅軸用コリメートレンズ 17 a および速軸用コリメートレンズ 17 b）によってコリメートされる。その後、このコリメート部材によってコリメートされたレーザ光は、集光レンズ 19 によって集光されて、光ファイバ 14 における光入射面（一端面 14 a）に入射する。このようにして、複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f からのレーザ光が、光ファイバ 14 の光入射面における有効取り込み領域に入射し、この光ファイバ 14 によって導光されて光出射面（他端面 14 b）から外部に出射され、例えばプロジェクター装置の光源光として利用される。

[0053] 而して、この半導体レーザ装置 60 においては、複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f が、2つのヒートシンク 50, 50 の表面（階段状設置面 56, 56）において、速軸方向にV字状に積層配置されており、よって互いに隣接する半導体レーザアレイが大きく離間した状態とされているため、高い排熱性が得られる。その結果、複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f の各々に高い信頼性および高い出力が得られる。

また、複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f からのレーザ光は、集光レンズ 19 の円形状の光入射面 19 a において、集光レンズ入射光路長が長いものほど光入射面 19 a の中心部に接近した位置に入射して光入射列を形成する。すなわち、より遅軸方向光線幅の大きいレーザ光が、光入射面 19 a の中心部に接近し、より遅軸方向光線幅の小さいレーザ光が光入射面 19 a の周縁部に接近するように並列に並んで投影されて光入射列を形成してい

る。そして、光入射列は、その全体形状が、光入射面 19 a より小径の円形状に近似したものとなる。そのため、複数の半導体レーザアレイ 11 a ~ 11 f からのレーザ光をコリメート部材を介して円形状の光入射面 19 a に高い効率で入射させることができる。また、集光レンズ 19 から出射されたレーザ光を高い効率で光ファイバ 14 における円形状の有効取り込み領域に高い効率で入射させることができる。その結果、集光レンズ 19 および光ファイバ 14 の各々において蹴られ現象の発生が抑制され、よってファイバ結合効率が大きくなる。

従って、半導体レーザ装置 60 によれば、高い光の出力が得られる。

[0054] また、半導体レーザ装置 60 においては、光入射面 19 a に形成される光入射列が、当該光入射列の中心部に関して光入射領域が並ぶ方向および当該光入射領域が並ぶ方向に垂直な方向に対称な形状であることから、光入射列の全体がより円形状に近似した形状となる。そのため、集光レンズ 19 から出射されて光ファイバ 14 における有効取り込み領域に入射するレーザ光が均一性を有するものとなる。その結果、光ファイバ 14 の光出射面から出射されるレーザ光に高い均一性が得られる。

[0055] 本発明の半導体レーザ装置は、上記の実施の形態に限定されず、複数の半導体レーザアレイは、そのうちの少なくとも 1 個の半導体レーザアレイからのレーザ光の集光レンズ入射光路長が相対的に異なっており、最も長い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイからのレーザ光が、集光レンズの光入射面において形成される光入射列の最外側以外の位置に入射される構成のものであればよい。

例えば、第 1 の実施形態および第 3 の実施形態においては、最も長い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイからのレーザ光が、集光レンズにおける光入射列の最外側以外の位置に入射されていればよい。よって、その他の半導体レーザアレイからのレーザ光が当該光入射列のいずれの位置に入射されていてもよい。

また、第 2 の実施形態においては、最も長い集光レンズ入射光路長に係る

半導体レーザアレイからのレーザ光が、他の半導体レーザアレイのうちの少なくとも1個の半導体レーザアレイからのレーザ光に比して、集光レンズにおける光入射列の中央側の位置に入射されていればよい。よって、最も長い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイからのレーザ光に比して、集光レンズにおける光入射列の中央側の位置に入射されるレーザ光があってもよい。

更に、半導体レーザ装置は、第1の実施形態、第2の実施形態および第3の実施形態に限定されず、集光レンズの光入射面に形成される光入射列、あるいは複数の半導体レーザアレイからのレーザ光の集光レンズ入射光路長が、従来公知の種々光学部材によって制御されてなる構成を有するものであってもよい。

[0056] 以下、本発明の作用効果を確認するために行った実験例について説明する。

[0057] [実験例1]

先ず、図1の構成に基づいて、ヒートシンクの表面に対向するように形成された2つの階段状設置面における素子設置面の各々に、同一の規格を有する8個の半導体レーザアレイが配置されてなる構成の半導体レーザ装置（以下、「半導体レーザ装置（1）」ともいう。）を作製した。

半導体レーザ装置（1）において、2つの階段状設置面の各々には4個の半導体レーザアレイを等間隔で配置した。これらの4個の半導体レーザアレイの配置間隔は、半導体レーザアレイの光軸方向の間隔が15mmであって、当該光軸に垂直な方向の間隔が1mmである。また、最も短い集光レンズ入射光路長は150mmである。

8個の半導体レーザアレイは、半導体レーザアレイ長さ（複数の発光部が並ぶ方向の長さ）が4mmのものである。集光レンズは、焦点距離が20mmのものである。光ファイバは、コア径が0.8mmであって開口数（NA）が0.22のものである。

また、この半導体レーザ装置（1）において、コリメート部材から出射さ

れるレーザ光は、波長640nmであり、またその光線サイズは、速軸方向の長さ（速軸方向の光線幅）が0.8mmであって遅軸方向の長さ（遅軸方向の光線幅）が4mmであり、速軸方向の発散角半値幅が2mradであって遅軸方向の発散角半値幅が50mradである。

[0058] この半導体レーザ装置（1）について、ファイバ結合効率を確認したところ、98%であった。

[0059] 次いで、図9の構成に基づいて、同一の規格を有する8個の半導体レーザアレイが、ヒートシンクの表面に形成された階段状設置面における素子設置面の各々に配置されてなる構成の半導体レーザ装置（以下、「比較用半導体レーザ装置（1）」ともいう。）を作製した。

比較用半導体レーザ装置（1）は、ヒートシンクが1つの階段状設置面を有するものであり、この1つの階段状設置面における素子設置面の各々に8個の半導体レーザアレイが積層配置されていること以外は、半導体レーザ装置（1）と同様の構成を有するものである。

この比較用半導体レーザ装置（1）について、ファイバ結合効率を確認したところ、92%であった。

符号の説明

- [0060] 10 半導体レーザ装置
11, 11a～11f 半導体レーザアレイ
12 一面
13 発光部
13a 中心部
13b 端部
14 光ファイバ
14a 一端面
14b 他端面
15 光ファイバ保持部材
16 コリメートレンズアレイ

- 1 6 a レンズセル
- 1 7 a 遅軸用コリメートレンズアレイ
- 1 7 b 速軸用コリメートレンズアレイ
- 1 8 折り返しミラー
- 1 9 集光レンズ
- 1 9 a 光入射面
- 2 0 ヒートシンク
- 2 1 溝
- 2 1 a, 2 1 b 周縁面
- 2 2 a, 2 2 b 外縁
- 2 3 側面
- 2 3 a, 2 3 b ステップ面
- 2 4 側面
- 2 4 a, 2 4 b ステップ面
- 2 5 a～2 5 d 外縁
- 2 6 底面
- 2 7 第1階段状設置面
- 2 8 第2階段状設置面
- 3 1 光入射列
- 3 1 a～3 1 f 光入射領域
- 4 0 半導体レーザ装置
- 4 2 第1の折り返しミラー
- 4 3 第2の折り返しミラー
- 5 0 ヒートシンク
- 5 1 a 上面
- 5 1 b 下面
- 5 2 側面
- 5 2 a～5 2 c ステップ面

5 3, 5 4 a, 5 4 b 外縁

5 6 階段状設置面

5 7 側面

6 0 半導体レーザ装置

8 0 ヒートシンク

請求の範囲

[請求項1] 直線状に並ぶ複数の発光部を有する半導体レーザアレイを複数備え、当該複数の半導体レーザアレイからの光がコリメート部材を介して入射される集光レンズと、当該集光レンズからの光が略円形状の端面よりなる光入射面から入射される光ファイバとが設けられてなる半導体レーザ装置において、

前記集光レンズには、当該集光レンズの光入射面に、前記複数の半導体レーザアレイからの光の各々が並列に並んで投影されて光入射列が形成され、

前記複数の半導体レーザアレイのうちの少なくとも1個の半導体レーザアレイは、当該半導体レーザアレイからの光が前記集光レンズに至るまでの光路の長さである集光レンズ入射光路長が相対的に異なり、最も長い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイからの光が、前記集光レンズの光入射面における光入射列の最外側以外の位置に入射されることを特徴とする半導体レーザ装置。

[請求項2] 前記集光レンズ入射光路長が互いに異なる半導体レーザアレイのうちの、長い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイからの光が、短い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイからの光に比して、前記集光レンズの光入射面における光入射列の中央側に入射されることを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザ装置。

[請求項3] 前記半導体レーザアレイを3個以上備えており、これらの3個以上の半導体レーザアレイからの光の集光レンズ入射光路長が異なり、最も長い集光レンズ入射光路長に係る半導体レーザアレイからの光が、他の半導体レーザアレイのうちの少なくとも1個の半導体レーザアレイからの光に比して、前記集光レンズの光入射面における光入射列の中央側に入射されることを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザ装置。

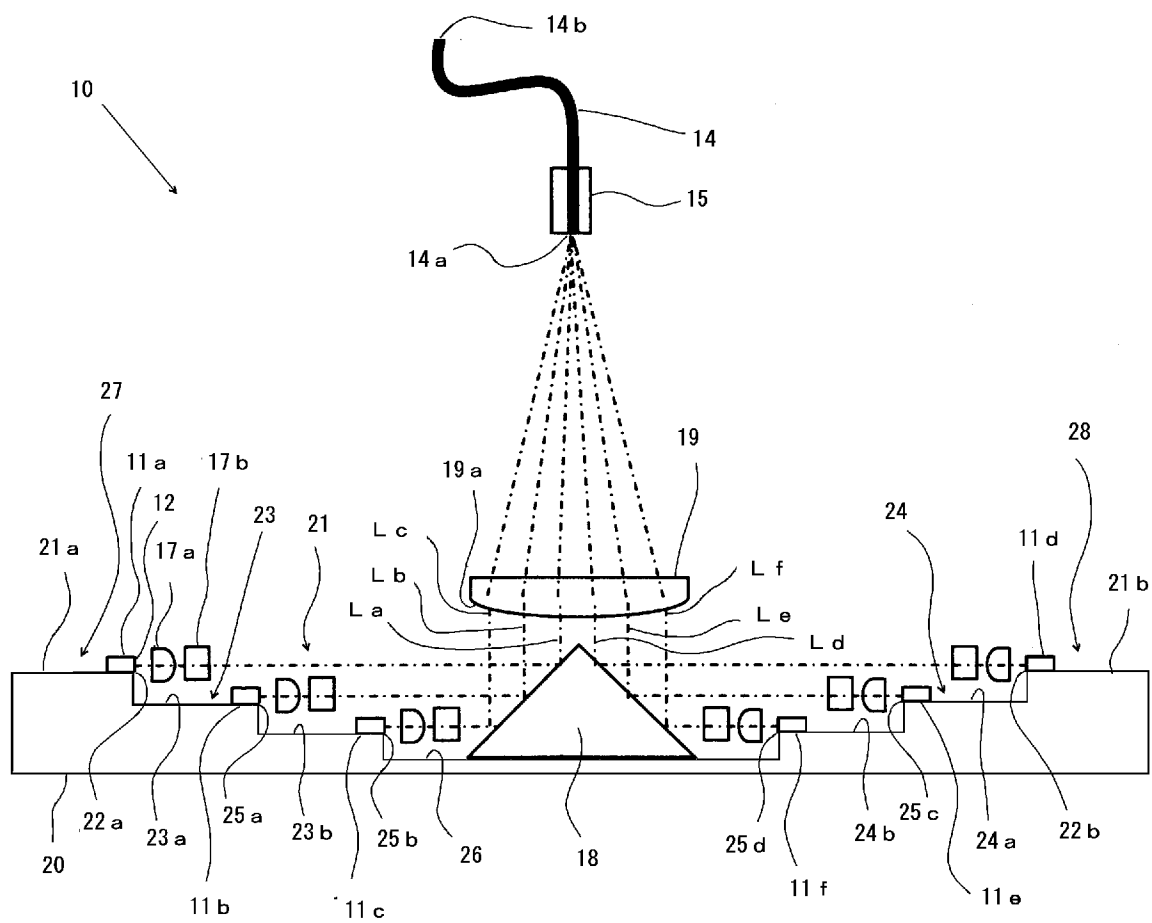
[請求項4] 前記複数の半導体レーザアレイが、複数の素子設置面を階段状に有

する階段状設置面における当該複数の素子設置面の各々に設置されることにより、前記集光レンズ入射光路長が互いに異なる状態とされていることを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

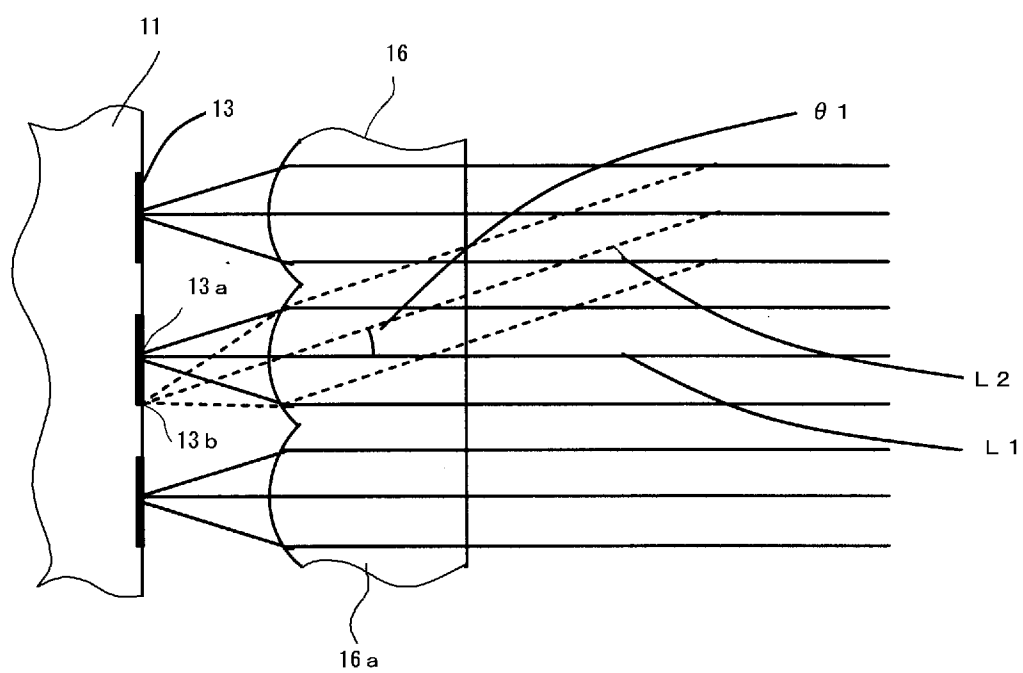
[請求項5] 前記階段状設置面は、ヒートシンクの表面により形成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の半導体レーザ装置。

[請求項6] 対向配置された 2 つの階段状設置面における複数の素子設置面の各々に前記半導体レーザアレイが設置され、この 2 つの階段状設置面の間に折り返しミラーが配置されており、当該折り返しミラーによって折り返された複数の半導体レーザアレイからの光が前記集光レンズに入射されることを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の半導体レーザ装置。

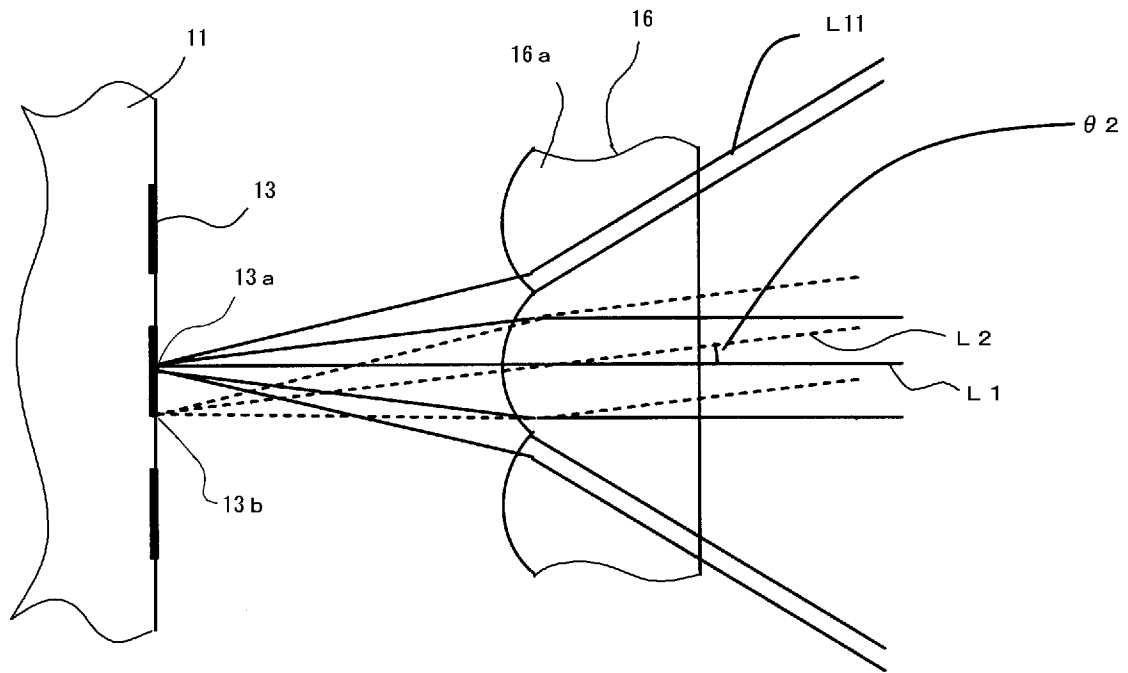
[図1]



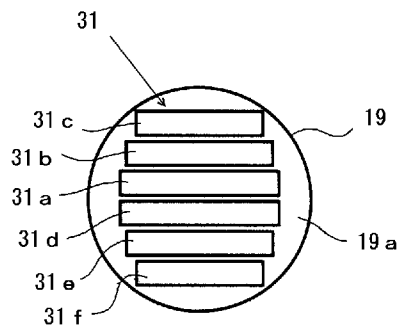
[図2]



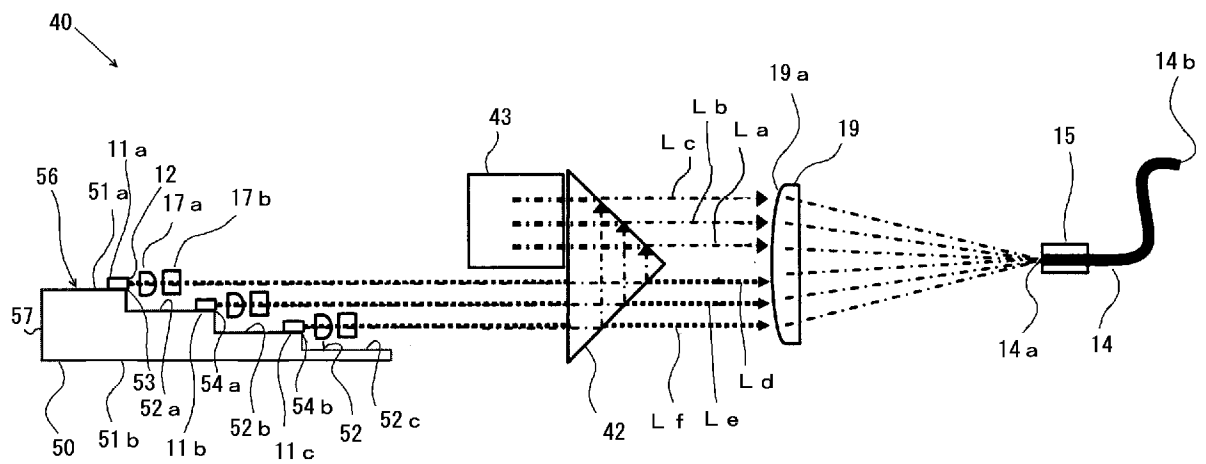
[図3]



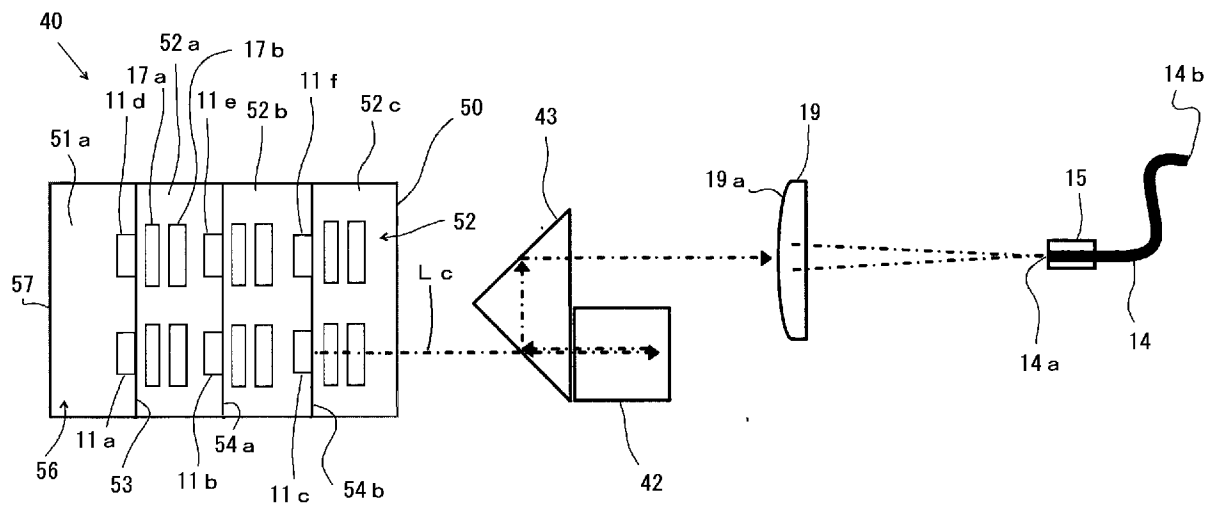
[図4]



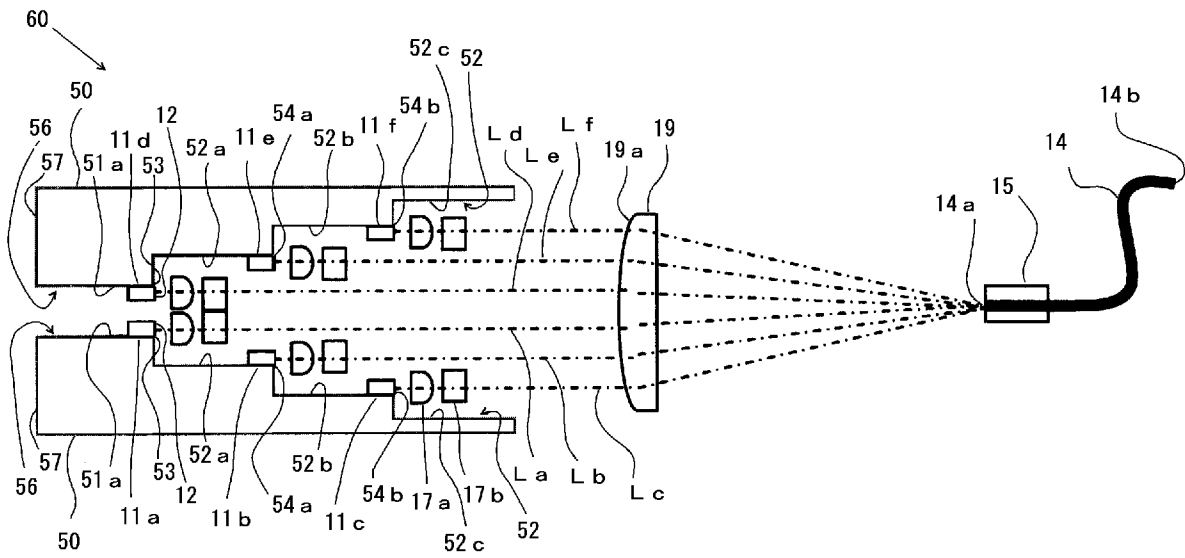
[図5]



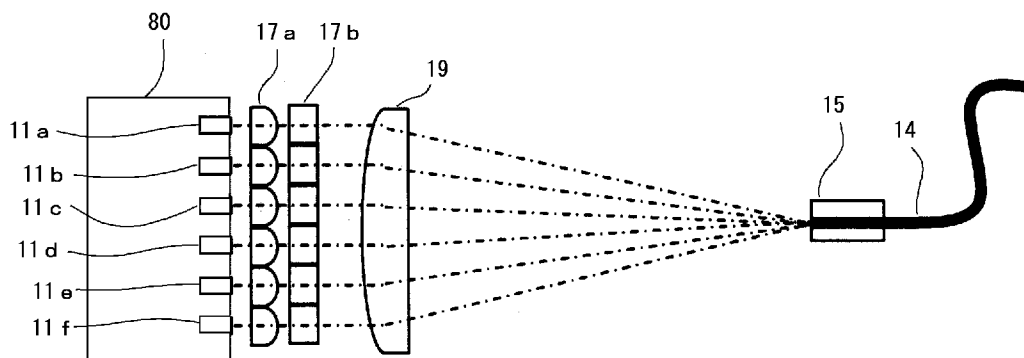
[図6]



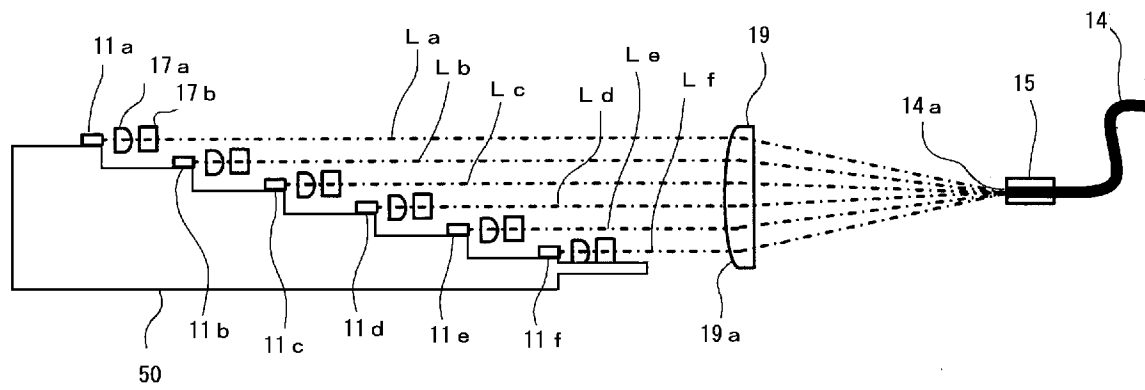
[図7]



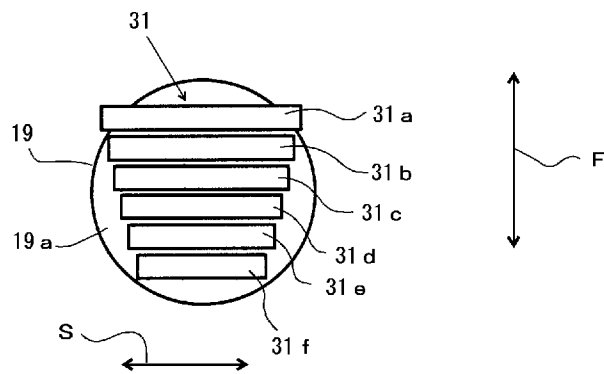
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/056418

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S5/022(2006.01)i, G02B6/42(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01S5/00-5/50, G02B6/42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5418880 A (POLAROID Corp.), 23 May 1995 (23.05.1995), specification, column 7, line 64 to column 10, line 9; fig. 1 to 8 & WO 96/004701 A1	1-6
Y	JP 2004-179607 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 24 June 2004 (24.06.2004), specification, paragraphs [0034] to [0062]; fig. 1 to 5 & US 2004/0114648 A1	1-6
Y	JP 2005-300954 A (Ricoh Co., Ltd.), 27 October 2005 (27.10.2005), specification, paragraphs [0037] to [0044], [0057]; fig. 1 to 3, 7, 8 (Family: none)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 May, 2014 (30.05.14)

Date of mailing of the international search report
10 June, 2014 (10.06.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/056418

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-286481 A (JTEKT Corp.), 01 November 2007 (01.11.2007), specification, paragraphs [0001] to [0046]; fig. 1 to 11 (Family: none)	1-6
A	JP 2012-118129 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 21 June 2012 (21.06.2012), specification, paragraphs [0021] to [0042]; fig. 1 (Family: none)	1-6
A	JP 2003-103389 A (Toyoda Machine Works, Ltd.), 08 April 2003 (08.04.2003), specification, paragraphs [0031] to [0042]; fig. 3 to 5 (Family: none)	1-6
A	JP 2009-204871 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 10 September 2009 (10.09.2009), specification, paragraphs [0001] to [0070]; fig. 1 to 11 (Family: none)	1-6
A	JP 2000-251308 A (Sony Corp.), 14 September 2000 (14.09.2000), specification, paragraphs [0033] to [0035], [0077], [0078]; fig. 3, 16 to 18 (Family: none)	1-6
A	US 2012/0019909 A1 (Ding-Rong QIAN, Yi-Xuan XIAO), 26 January 2012 (26.01.2012), specification, paragraphs [0031] to [0063]; fig. 1 to 21 & EP 2413179 A1 & WO 2010/108446 A1	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01S5/022(2006.01)i, G02B6/42(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01S5/00-5/50, G02B6/42

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	US 5418880 A (POLAROID Corporation) 1995.05.23, 明細書第7欄第64行－第10欄第9行, F I G. 1－F I G. 8 WO 96/004701 A1	1-6
Y	JP 2004-179607 A (富士写真フイルム株式会社) 2004.06.24, 明細書【0034】－【0062】欄, 図1－5 & US 2004/0114648 A1	1-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

3 0 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 6 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

百瀬 正之

2 X

4 0 8 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3294

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2005-300954 A (株式会社リコー) 2005. 10. 27, 明細書【0037】－【0044】、【0057】欄, 図1－3, 7, 8 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2007-286481 A (株式会社ジェイテクト) 2007. 11. 01, 明細書【0001】－【0046】欄, 図1－11 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2012-118129 A (三洋電機株式会社) 2012. 06. 21, 明細書【0021】－【0042】欄, 図1 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2003-103389 A (豊田工機株式会社) 2003. 04. 08, 明細書【0031】－【0042】欄, 図3－5 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2009-204871 A (三洋電機株式会社) 2009. 09. 10, 明細書【0001】－【0070】欄, 図1－11 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2000-251308 A (ソニー株式会社) 2000. 09. 14, 明細書【0033】－【0035】、【0077】、【0078】欄, 図3, 16－18 (ファミリーなし)	1-6
A	US 2012/0019909 A1 (Ding-Rong QIAN, Yi-Xuan XIAO) 2012. 01. 26, 明細書【0031】－【0063】欄, Fig. 1－Fig. 21 & EP 2413179 A1 & WO 2010/108446 A1	1-6