

(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2004-273620

(P2004-273620A)

(43) 公開日 平成16年9月30日(2004.9.30)

(51) Int.Cl.⁷

H01S 5/022

F I

H01S 5/022

テーマコード(参考)

5F073

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2003-60048 (P2003-60048)
 (22) 出願日 平成15年3月6日(2003.3.6)

(71) 出願人 000005201
 富士写真フイルム株式会社
 神奈川県南足柄市中沼210番地
 (74) 代理人 100073184
 弁理士 柳田 征史
 (74) 代理人 100090468
 弁理士 佐久間 剛
 (72) 発明者 永野 和彦
 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
 富士写真フイルム株式会社内
 Fターム(参考) 5F073 AB03 AB27 AB28 CA02 EA24
 FA05 FA24 GA12 GA22

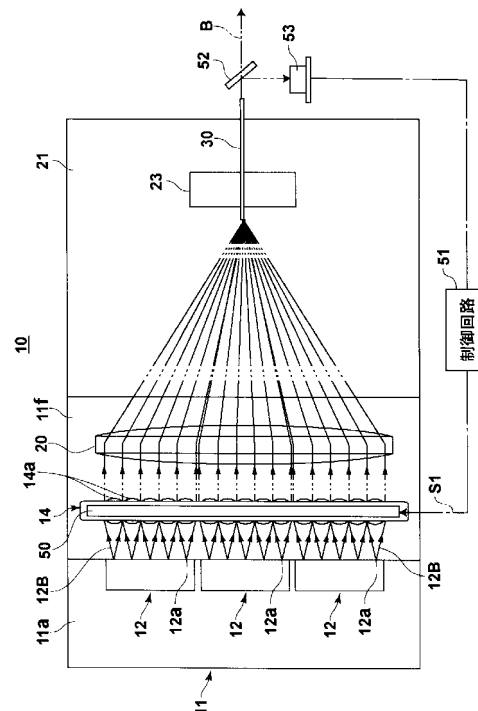
(54) 【発明の名称】 レーザー装置

(57) 【要約】

【課題】複数のレーザーダイオードとコリメーターレンズアレイとの組合せを有するレーザー装置において、前者の発光点ピッチと後者のレンズピッチとが互いにずれを防止する。

【解決手段】複数の発光点12aが一列に並ぶように構成されたレーザーダイオード12と、そこから発せられた発散光状態のレーザービーム12Bを各々平行光化するコリメーターレンズアレイ14と、平行光化されたレーザービーム12Bを集光する集光レンズ20と、集光されたレーザービーム12Bを1本に合波する光ファイバー30とを備えてなるレーザー装置において、レーザーダイオード12および/またはコリメーターレンズアレイ14を加温するヒータ50と、光ファイバー30から射出したレーザービームBの光量を検出する光量検出手段53と、この光量検出手段53が検出する光量が最大となるようにヒータ50の駆動を制御する制御回路51とを設ける。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の発光点が一行に並ぶように構成された 1 個または複数のレーザーダイオードと、前記複数の発光点から発せられた発散光状態のレーザービームを各々平行光化するコリメーターレンズが複数、一方向に並ぶ状態に一体化されてなるコリメーターレンズアレイと

、このコリメーターレンズアレイによって平行光化されたレーザービームを集光する集光レンズと、

この集光レンズによる複数のレーザービームの収束位置にコア端面が位置するように配されて、これらのレーザービームを 1 本に合波する光ファイバーとを備えてなるレーザー装置において、

前記レーザーダイオードおよび/またはコリメーターレンズアレイを温度調節する温度調節手段と、

前記光ファイバーから出射したレーザービームの光量を検出する光量検出手段と、

この光量検出手段が検出する光量が最大となるように前記温度調節手段の駆動を制御する制御回路とを備えたことを特徴とするレーザー装置。

10

【請求項 2】

複数の発光点が一行に並ぶように構成された 1 個または複数のレーザーダイオードと、前記複数の発光点から発せられた発散光状態のレーザービームを各々平行光化するコリメーターレンズが複数、一方向に並ぶ状態に一体化されてなるコリメーターレンズアレイと

、このコリメーターレンズアレイによって平行光化されたレーザービームを集光する集光レンズと、

この集光レンズによる複数のレーザービームの収束位置にコア端面が位置するように配されて、これらのレーザービームを 1 本に合波する光ファイバーとを備えてなるレーザー装置において、

前記レーザーダイオードおよび/またはコリメーターレンズアレイを温度調節する温度調節手段と、

前記レーザーダイオードおよび/またはコリメーターレンズアレイの温度を所定の目標値に設定するように前記温度調節手段の駆動を制御する制御回路とを備えたことを特徴とするレーザー装置。

20

30

【請求項 3】

前記レーザーダイオードおよび/またはコリメーターレンズアレイの温度を検出する温度検出手段が設けられ、

前記制御回路が、この温度検出手段が検出した温度に基づいて前記温度調節手段の駆動をフィードバック制御するものであることを特徴とする請求項 2 記載のレーザー装置。

【請求項 4】

前記レーザーダイオードを温度調節する温度調節手段が、冷却手段であることを特徴とする請求項 1 から 3 いずれか 1 項記載のレーザー装置。

【請求項 5】

前記コリメーターレンズアレイを温度調節する温度調節手段が、ヒータであることを特徴とする請求項 1 から 4 いずれか 1 項記載のレーザー装置。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はレーザー装置に関し、特に詳細には、レーザーダイオードから発せられた複数のレーザービームを、光ファイバーを用いて 1 本に合波するようにしたレーザー装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

50

従来、紫外域のレーザービームを発生させる装置として、半導体レーザー励起固体レーザーから発せられた赤外光を紫外域の第3高調波に変換する波長変換レーザーや、エキシマレーザーや、Arレーザーが実用に供されている。

【0003】

さらには近時、例えば非特許文献1に示されるように、400nm近傍の波長のレーザービームを発するGaN系半導体レーザー(レーザーダイオード)も提供されている。

【0004】

このような波長のレーザービームを発する光源は、350~420nmの紫外領域を含んだ所定の波長域(以下「紫外域」という)に感度を有する感光材料を露光する露光装置において、露光用光源として適用することも考えられている。その場合の露光用光源は、当然ながら、感光材料を感光させるのに十分な出力を備えることが求められる。

10

【0005】

しかし上記エキシマレーザーは、装置が大型で、コストやメンテナンスコストも高いという問題がある。

【0006】

また、赤外光を紫外域の第3高調波に変換する波長変換レーザーは、波長変換効率が非常に低いことから、高出力を得るのは極めて困難になっている。現在のところは、30Wの半導体レーザーで固体レーザー媒質を励起して10Wの基本波(波長1064nm)を発振させ、それを3Wの第2高調波(波長532nm)に変換し、それら両者の和周波である1Wの第3高調波(波長355nm)を得る、というのが現在の实用レベルである。その場合の半導体レーザーの電気-光効率は50%程度であり、そして紫外光への変換効率は1.7%程度と非常に低いものとなっている。そしてこのような波長変換レーザーは、高価な光波長変換素子を用いるために、コストがかなり高いものとなっている。

20

【0007】

またArレーザーは電気-光効率が0.005%と非常に低く、寿命が1000時間程度と非常に短いという問題がある。

【0008】

一方、GaN系半導体レーザーについては、低転位のGaN結晶基板が得られないことから、ELOGという成長方法によって約5μm程度の低転位領域を作り出し、その上にレーザー領域を形成して高出力化と高信頼性を実現する試みがなされている。しかし、こうして作製されるGaN系半導体レーザーにおいても、大面積に亘って低転位の基板を得るのが難しいので、500mW~1W級の高出力なものは未だ商品化されていない。

30

【0009】

また、半導体レーザーの高出力化の別の試みとして、例えば1つで100mWの光を出力するキャビティを100個形成することで10Wの出力を得るようなことも考えられているが、100個程度の多数のキャビティを高歩留まりで作成することは、ほとんど現実性が無いと言える。特に、シングルキャビティの場合でも99%以上の高歩留まり化は困難であるGaN系半導体レーザーにあっては、なおさらである。

【0010】

本出願人は上記の事情に鑑みて、特に高出力が得られる合波レーザー装置を先に提案した(特許文献1参照)。この特許文献1に示される合波レーザー装置は、複数のレーザーダイオードと、1本の光ファイバーと、上記複数のレーザーダイオードからそれぞれ出射したレーザービームを集光した上で上記光ファイバーに結合させる集光光学系とを備えてなるものである。このような構成によれば、光ファイバーから1本に合波された高出力のレーザービームを取り出すことができる。

40

【0011】

この合波レーザー装置の好ましい実施形態において、上記複数のレーザーダイオードは、それぞれの発光点が一方向に並ぶ状態に配設される。また、非特許文献1には、複数の発光点を有するマルチキャビティレーザーダイオードチップが複数個並べて固定されてなるレーザー装置が示されており、このようなマルチキャビティレーザーダイオードを1個あ

50

るいは複数、上記合波レーザー装置に適用することも可能である。

【0012】

また、上記合波レーザー装置における集光光学系としては、特許文献1にも記載があるように、レーザーダイオードから発散光状態で発せられた複数のレーザービームを各々平行光化するコリメーターレンズが複数、一方向に並ぶ状態に一体化されてなるコリメーターレンズアレイと、このコリメーターレンズアレイによって平行光化されたレーザービームを集光する集光レンズとからなるものを好適に用いることができる。

【0013】

【特許文献1】

特開2002-202442号公報

10

【0014】

【非特許文献1】

ジャパニーズ・アプライド・フィジックス・レターズ

(Japanese Applied Physics Letters), Vol. 37, (1998), p. L1020

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

上述のように複数の発光点が一行に並ぶように構成された1個または複数のレーザーダイオードと、コリメーターレンズアレイとの組み合わせを備えてなるファイバー合波型のレーザー装置においては、各発光点の発光軸と、アレイをなす各コリメーターレンズの光軸とが互いに0.1 μ m程度の高精度で揃っている必要がある。すなわち、そのようにならないと、各コリメーターレンズを通過した後に集光レンズで集光されたレーザービームが、ファイバーのコア端面上で正確に収束しなくなる。

20

【0016】

そこで、レーザーダイオードとコリメーターレンズアレイとは互いに高精度に位置合わせ調整されるが、従来装置においては、この位置合わせ精度が損なわれることがあった。その場合は当然、複数のレーザービームと光ファイバーとの結合効率が低下し、ひいては合波レーザービームの出力低下を招く。

【0017】

本発明者の研究によると、上記位置合わせ精度が損なわれる原因として、大別して2つのことが考えられることが分かった。一つは、マルチキャビティレーザーダイオードの発光点ピッチと、コリメーターレンズアレイのレンズピッチとが、それらの一方あるいは双方の製作誤差により僅かに異なっている点にある。もう一つは、レーザー装置を実際に使用すると、駆動されるレーザーダイオードの温度が上昇したり、レーザーダイオードが経時変化してその駆動電流が増大することにより、その発光点ピッチがコリメーターレンズアレイのレンズピッチとずれてしまう点にある。この後者の事態は、マルチキャビティレーザーダイオードを用いる場合にも、またシングルキャビティレーザーダイオードを複数用いる場合にも、共に起き得るものである。

30

【0018】

具体的に、上述のようなピッチずれは、0.1 μ m程度の微小なものでも、合波レーザービームの出力を明らかに低下させる原因となる。

40

【0019】

本発明は上記の事情に鑑みて、複数の発光点が一行に並ぶように構成された1個または複数のレーザーダイオードと、コリメーターレンズアレイとの組み合わせを有するファイバー合波型のレーザー装置において、前者の発光点ピッチと後者のレンズピッチとが互いにずれを防止して、複数のレーザービームと光ファイバーとの結合効率が高く安定したレーザー装置を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】

本発明によるレーザー装置は、レーザーダイオードおよび/またはコリメーターレンズア

50

レイの温度を変化させることにより、前者の発光点ピッチおよび/または後者のレンズピッチを調整して、両者を一致させるようにしたものである。

【0021】

すなわち、本発明による第1のレーザー装置は、

前述したように複数の発光点が一行に並ぶように構成された1個または複数のレーザーダイオードと、

前記複数の発光点から発せられた発散光状態のレーザービームを各々平行光化するコリメーターレンズが複数、一方向に並ぶ状態に一体化されてなるコリメーターレンズアレイと、

このコリメーターレンズアレイによって平行光化されたレーザービームを集光する集光レンズとを備えてなるレーザー装置において、

前記レーザーダイオードおよび/またはコリメーターレンズアレイを温度調節する温度調節手段と、

前記光ファイバーから出射したレーザービームの光量を検出する光量検出手段と、

この光量検出手段が検出する光量が最大となるように前記温度調節手段の駆動を制御する制御回路とを備えたことを特徴とするものである。

【0022】

また本発明による第2のレーザー装置は、上記とそれぞれ同様の1個または複数のレーザーダイオードと、コリメーターレンズアレイと、集光レンズとを備えてなるレーザー装置において、

前記レーザーダイオードおよび/またはコリメーターレンズアレイを温度調節する温度調節手段と、

前記レーザーダイオードおよび/またはコリメーターレンズアレイの温度を所定の目標値に設定するように前記温度調節手段の駆動を制御する制御回路とを備えたことを特徴とするものである。

【0023】

なお上記第2のレーザー装置において、より好ましくは、前記レーザーダイオードおよび/またはコリメーターレンズアレイの温度を検出する温度検出手段が設けられ、前記制御回路は、この温度検出手段が検出した温度に基づいて前記温度調節手段の駆動をフィードバック制御するように構成される。

【0024】

あるいは、この第2のレーザー装置において、前記制御回路は、所定のプログラムに基づいて前記温度調節手段の駆動をオープン制御するように構成されてもよい。その場合のオープン制御は、例えば、制御温度の目標値に応じて温度調節手段に供給する電流値を変える、といった処理によって実行される。

【0025】

また、上述の温度調節手段のうち、レーザーダイオードを温度調節するものとしてはペルチェ素子等の冷却手段を好適に用いることができ、他方、コリメーターレンズアレイを温度調節するものとしては、ヒータを好適に用いることができる。

【0026】

さらに本発明のレーザー装置においては、前記レーザーダイオードとして、複数の発光点を有するマルチキャビティレーザーダイオードが1個または複数設けられてもよいし、あるいは、1個の発光点を有するシングルキャビティレーザーダイオードが複数設けられてもよい。

【0027】

【発明の効果】

本発明による第1のレーザー装置は、レーザーダイオードおよび/またはコリメーターレンズアレイを温度調節する温度調節手段と、光ファイバーから出射したレーザービームの光量を検出する光量検出手段と、この光量検出手段が検出する光量が最大となるように上記温度調節手段の駆動を制御する制御回路とを備えたことにより、レーザーダイオードお

10

20

30

40

50

よび/またはコリメーターレンズアレイの温度は、自動的に、前者の発光点ピッチと後者のレンズピッチとが互いに一致する温度に制御される。つまり、この発光点ピッチと後者のレンズピッチとが互いに最も精度良く一致しているとき、複数のレーザービームと光ファイバーとの結合効率が最大になって、上記の検出される光量が最大になるからである。このような制御がなされることにより、本発明による第1のレーザー装置においては、複数のレーザービームと光ファイバーとの結合効率が高く安定したものとなる。

【0028】

一方、本発明による第2のレーザー装置は、レーザーダイオードおよび/またはコリメーターレンズアレイを温度調節する温度調節手段と、レーザーダイオードおよび/またはコリメーターレンズアレイの温度を所定の目標値に設定するように上記温度調節手段の駆動を制御する制御回路とを有するので、上記目標値の設定次第で、温度によって変化するレーザーダイオードの発光点ピッチとコリメーターレンズアレイのレンズピッチとを互いに一致させることができる。そうであれば、複数のレーザービームと光ファイバーとの結合効率を高く安定に保つことが可能になる。

10

【0029】

なおこの第2のレーザー装置において前述のフィードバック制御を適用する場合、制御する温度の目標値は、例えばレーザーダイオードおよび/またはコリメーターレンズアレイの温度を掃引するとともに、そのとき光ファイバーから出射したレーザービームの光量を検出して、該検出光量が最大値となったときの温度を目標値とする、等によって実験的あるいは経験的に求めることができる。

20

【0030】

また、この第2のレーザー装置において前述のオープン制御を適用する場合は、例えばレーザーダイオードの発光点ピッチの製造誤差や、レーザーダイオードの駆動時間増加に伴う経時劣化特性、さらには環境温度に対する発光点ピッチの変化特性等と、それらに対応した適切なレーザーダイオードおよび/またはコリメーターレンズアレイの温度とを参照テーブルの形で記憶手段に記憶させておき、使用するレーザーダイオードについて実測された発光点ピッチの製造誤差や、レーザーダイオードの通算駆動時間や、環境温度等に応じて参照テーブルから適切な温度を読み出して、それを制御温度の目標値とすればよい。

【0031】

このようにして定める目標値は、レーザー装置の駆動中に微小な時間間隔で随時設定し直すようにしてもよいし、また、例えばレーザー装置を立ち上げる毎に、あるいは1日毎に、さらには1週間毎に、等の比較的長い所定間隔で設定し直すようにしてもよい。

30

【0032】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【0033】

図1および図2はそれぞれ、本発明の第1の実施の形態によるレーザー装置10の平面形状、側面形状を示すものであり、また図3は図2のA-A線に沿った部分を示す正面図である。

【0034】

図示されるようにこのレーザー装置10は、銅または銅合金等からなるヒートブロック(ステム)11上に固定された、一例として3個のマルチキャビティレーザーダイオードチップ12, 12, 12と、合成樹脂あるいはガラスからなるコリメーターレンズアレイ14と、集光レンズ20とを有している。そしてこのヒートブロック11はベース板21上に固定されている。またこのベース板21上にはファイバーホルダ23が固定され、その上にマルチモード光ファイバー30の入射端部が保持されている。

40

【0035】

ヒートブロック11は、マルチキャビティレーザーダイオードチップ12を固定する水平なレーザー固定面11aと、このレーザー固定面11aよりも前方側(レーザービーム12Bの出射方向)に一段下げて形成された水平なレンズ固定面11fとを有している。こ

50

これらのレーザー固定面11aおよびレンズ固定面11fは、平面度が $0.5\mu\text{m}$ 以下である高平坦面に加工されている。

【0036】

一方マルチキャビティレーザーダイオードチップ12は、一例としてGaN系レーザーダイオードからなる発振波長が 405nm のもので、5個のキャビティを備えたもの、つまり5個の発光点12aを有するものとされている。そして3個のマルチキャビティレーザーダイオードチップ12, 12, 12は、それぞれの発光点12aの並び方向と同じ方向に並べて配置されている。本実施の形態において、上記5個の発光点12aは 0.35mm のピッチで形成され、各々から出力 30mW のレーザービーム12Bが発せられる。

【0037】

コリメーターレンズアレイ14は、15個のコリメーターレンズ14aが一行に一体的に形成されてなるものである。本実施の形態において1つのコリメーターレンズ14aは、軸対称レンズの光軸を含む一部を細長く切り取った形状とされ、その焦点距離は 0.9mm 、有効高さは 1.3mm で、レーザービーム12Bの断面形状に合わせて縦横比が例えば3:1とされている。これら15個のコリメーターレンズ14aのピッチは、それぞれマルチキャビティレーザーダイオードチップ12の発光点ピッチに合わせて 0.35mm （誤差は $0.2\mu\text{m}$ 以下）とされている。また5個ずつのコリメーターレンズ14aの間には、3個のマルチキャビティレーザーダイオードチップ12の間の隙間に対応させて、 0.05mm の隙間14cが設けられている。

【0038】

コリメーターレンズアレイ14はその下端面を上記レンズ固定面11fに支持させた状態で、該レンズ固定面11fにロウ材で固定することによって取り付けられている。なおこのレンズ固定面11fには、後述する集光レンズ20も上記と同様にして固定されている。

【0039】

上述のようにコリメーターレンズアレイ14をヒートブロック11に取り付ける際、マルチキャビティレーザーダイオードチップ12の15本の発光軸と、各コリメーターレンズ14aの光軸とが一致し、また各コリメーターレンズ14aの焦点位置がマルチキャビティレーザーダイオードチップ12の各発光点12aに来るように、コリメーターレンズアレイ14が位置調整される。

【0040】

他方、集光レンズ20は幅が 6mm 、有効高さが 1.8mm 、焦点距離が 14mm のトラック型レンズである。またマルチモード光ファイバー30はコア径が $50\mu\text{m}$ 、NA（開口数）が 0.2 のものである。

【0041】

上記の構成において、マルチキャビティレーザーダイオードチップ12から発せられた合計15本のレーザービーム12Bは、コリメーターレンズアレイ14の各コリメーターレンズ14aによって平行光とされ、次いで集光レンズ20によって集光され、マルチモード光ファイバー30のコア（図示せず）の入射端面上で収束する。これらのレーザービーム12Bはマルチモード光ファイバー30のコアに入射してそこを伝搬し、1本のレーザービームBに合波されてマルチモード光ファイバー30から出射する。なおマルチモード光ファイバー30としては、ステップインデックス型のもの、グレーデッドインデックス型のもの、およびそれらの複合型のものが全て適用可能である。また、マルチモード光ファイバーに代えてシングルモード光ファイバーが使用されてもよい。

【0042】

15本のレーザービーム12Bは集光レンズ20により集光されて、マルチモード光ファイバー30のコア端面に集光スポット径約 $40\mu\text{m}$ で収束する。これらのレーザービーム12Bのファイバー結合における損失、およびコリメーターレンズ14a並びに集光レンズ20を透過する際の損失の合計は 20% である。その場合、各レーザービーム12Bの出力が前述のように 30mW であるならば、 360mW の高出力、高輝度の合波レーザー

10

20

30

40

50

ビーム B が得られることになる。

【0043】

ここで、コリメーターレンズアレイ 14 のレンズピッチとマルチキャビティレーザーダイオードチップ 12 の発光点ピッチは、先に説明したような理由により、互いにずれてしまうことがある。以下、これらのピッチのずれを解消するための構成について説明する。

【0044】

コリメーターレンズアレイ 14 の上面には、ほぼその全長に亘って延びる、電熱体からなるヒータ 50 が固定されている。このヒータ 50 は、制御回路 51 から供給される駆動電流 S1 を受けて駆動し、コリメーターレンズアレイ 14 の温度を変化させる。こうしてコリメーターレンズアレイ 14 の温度が変化すると、そのレンズピッチが僅かに変わるこ
10

【0045】

光検出器 53 は、検出した光量を示す光量検出信号 S2 を上記制御回路 51 に入力する。制御回路 51 は、入力された光量検出信号 S2 に応じて駆動電流 S1 を変化させることにより、該光量検出信号 S2 が示す光量が最大となるようにヒータ 50 の温度をフィードバック制御する。

【0046】

このような制御がなされることにより、コリメーターレンズアレイ 14 の温度は自動的に、そのレンズピッチがマルチキャビティレーザーダイオードチップ 12 の発光点ピッチと一致する温度に制御される。つまり、この発光点ピッチとレンズピッチとが互いに最も精度良く一致しているとき、集光レンズ 20 による 15 本のレーザービーム 12 B の収束位置が最も精度良く一致するので、該レーザービーム 12 B と光ファイバーとの結合効率が最大になって上記検出光量が最大になるからである。このようにマルチキャビティレーザーダイオードチップ 12 の温度を制御することにより、本実施の形態においては、15 本のレーザービーム 12 B とマルチモード光ファイバー 30 との結合効率が高く安定したも
20

【0047】

なお本実施の形態では、コリメーターレンズアレイ 14 の温度を制御しているが、それに代えてマルチキャビティレーザーダイオードチップ 12 の温度を制御するようにしても、上記発光点ピッチとレンズピッチとを一致させることができる。この点は、後述する実施の形態についても同様である。そのようにする場合は、高温になるマルチキャビティレーザーダイオードチップ 12 を冷却するペルチェ素子等の冷却手段を温度調節手段として適用することが望ましい。また、コリメーターレンズアレイ 14 とマルチキャビティレーザーダイオードチップ 12 の双方の温度を制御するようにしてもよい。
30

【0048】

なお、発光点を 5 個有するマルチキャビティレーザーダイオードチップ 12 を 3 個用いる代わりに、発光点を 15 個有するマルチキャビティレーザーダイオードチップを 1 個用い
40

【0049】

また、マルチキャビティレーザーダイオードチップの発光点数や、それを複数設置する場合の設置数は勿論上記の例に限定されるものではなく、例えば 7 個の発光点を有するマルチキャビティレーザーダイオードチップを横に 2 つ並設し、それを上下に 2 組配設して合計 28 本のレーザービームを発生させることも可能である。さらには、5 個の発光点を有するマルチキャビティレーザーダイオードチップを上下に 3 つ設置して、15 本のレーザ
50

ービームを発生させることも可能である。

【0050】

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。図4は、本発明の第2の実施の形態によるレーザー装置10'の平面形状を示すものである。なおこの図4において、図1中の要素と同等の要素には同番号を付し、それらについての説明は特に必要のない限り省略する(以下、同様)。

【0051】

この第2の実施の形態によるレーザー装置10'は、図1~3に示したレーザー装置10と比べると、コリメーターレンズアレイ14の温度を制御する構成が異なるものであり、その他の点は基本的に図1~3のレーザー装置10と同様に構成されている。

10

【0052】

本実施の形態において、コリメーターレンズアレイ14の端部にはその温度を検出するサーミスタ60が取り付けられ、該サーミスタ60が出力する温度検出信号S3は制御回路61に入力される。制御回路61は、入力された温度検出信号S3に応じて駆動電流S1を変化させることにより、該温度検出信号S3が示す温度が所定の目標値となるようにヒータ50の温度をフィードバック制御する。この場合、例えばコリメーターレンズアレイ14の温度を掃引するとともに、そのときマルチモード光ファイバー30から出射するレーザービームBを図1のハーフミラー52および光検出器53等により一部分岐して検出し、その検出光量が最大値となったときの温度が上記目標値とされる。

【0053】

このような制御を行うことにより、本実施の形態でもコリメーターレンズアレイ14の温度は、そのレンズピッチがマルチキャビティレーザーダイオードチップ12の発光点ピッチと一致する温度に制御される。そこで、本実施の形態においても、15本のレーザービーム12Bとマルチモード光ファイバー30との結合効率が高く安定したものとなる。

20

【0054】

なお、上記検出光量が最大値となるコリメーターレンズアレイ14の温度は、マルチキャビティレーザーダイオードチップ12の経時変化等によって変わる可能性があるから、制御温度の目標値を求めて設定する作業は、例えば1か月に1回等の頻度で行うことが望ましい。

【0055】

次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。図5は、本発明の第3の実施の形態によるレーザー装置10''の平面形状を示すものである。この第3の実施の形態によるレーザー装置10''は、図1~3に示したレーザー装置10と比べると、コリメーターレンズアレイ14の温度を制御する構成が異なるものであり、その他の点は基本的に図1~3のレーザー装置10と同様に構成されている。

30

【0056】

本実施の形態において、駆動電流S1を変化させることによりヒータ50の温度を制御する制御回路71には、参照テーブル72と入力部73とが接続されている。参照テーブル72には、マルチキャビティレーザーダイオードチップ12の発光点ピッチの製造誤差や、その駆動時間増加に伴う経時劣化特性、さらには環境温度に対する発光点ピッチの変化特性等と、それらに対応したコリメーターレンズアレイ14の適切な温度とが記憶されている。この適切な温度とは、コリメーターレンズアレイ14のレンズピッチがマルチキャビティレーザーダイオードチップ12の発光点ピッチと一致するようになる温度である。

40

【0057】

一方入力部73は、例えば図示しないマルチキャビティレーザーダイオードチップ12の駆動回路に接続された自動入力部と、キーボード等の手動入力部とからなり、自動入力部からはマルチキャビティレーザーダイオードチップ12の通算駆動時間を示す情報が、また手動入力部からは、使用するマルチキャビティレーザーダイオードチップ12について実測された発光点ピッチの製造誤差を示す情報や、一定に保たれる該レーザー装置10''の設置室内の温度を示す情報が制御回路71に入力される。

50

【0058】

制御回路71は、これらの情報を示す信号S5を受けると、それが示すマルチキャビティレーザーダイオードチップ12の発光点ピッチの製造誤差や、その通算駆動時間や、レーザー装置10”の設置室内の温度に対応したコリメーターレンズアレイ14の適切な温度を参照テーブル72から読み出し、その温度を制御目標値として決定する。そして制御回路71は該目標値に応じて駆動電流S1の値を変え、コリメーターレンズアレイ14を上記目標値の温度に設定する。

【0059】

コリメーターレンズアレイ14の温度を上述のようにオープン制御することにより、該コリメーターレンズアレイ14のレンズピッチはマルチキャビティレーザーダイオードチップ12の発光点ピッチと一致するようになる。そこで、本実施の形態においても、15本のレーザービーム12Bとマルチモード光ファイバー30との結合効率が高く安定したものとなる。

【0060】

なお、上述のようして定める制御温度の目標値は、レーザー装置10”の駆動中に微小な時間間隔で随時設定し直すようにしてもよいし、また、例えばレーザー装置10”を立ち上げる毎に、あるいは1日毎に、さらには1週間毎に、等の比較的長い所定間隔で設定し直すようにしてもよい。

【0061】

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。図6および7はそれぞれ、本発明の第4の実施の形態によるレーザー装置110の平面形状および側面形状を示すものである。図示されるようにこのレーザー装置110は、銅または銅合金等から階段状に形成されたヒートブロック(ステム)111と、その上に上下方向および前後方向位置を変えて固定された2個のマルチキャビティレーザーダイオードチップ12'、12'と、合成樹脂あるいはガラスから形成されて各々マルチキャビティレーザーダイオードチップ12'、12'に対応させて配設された2個のコリメーターレンズアレイ14'、14'と、集光レンズ20とを有している。そしてこのヒートブロック111はベース板21上に固定されている。またこのベース板21上にはファイバーホルダ23が固定され、その上にマルチモード光ファイバー30の入射端部が保持されている。

【0062】

ヒートブロック111は、マルチキャビティレーザーダイオードチップ12'を固定する水平なレーザー固定面111aと、このレーザー固定面111aよりも前方側(レーザービーム12Bの出射方向)に一段下げて形成された水平なレンズ固定面111fとの組を2つ有している。各レーザー固定面111aおよびレンズ固定面111fは、平面度が0.5μm以下である高平坦面に加工されている。

【0063】

このヒートブロック111は、下から順に4枚の薄い平板111A、111B、111Cおよび111Dが積層固定されてなるものである。これらの平板111A、111B、111Cおよび111Dは一例としてAlNからなるものであり、互いにメタル固定されている。なお平板の材料としてはこれに限らず、その他Cu、Cu合金、Si等を用いることもできる。AlNからなる平板を用いる場合は、互いの接合面とレーザー固定面およびレンズ固定面をメタライズしてから、互いをメタル固定する。また、Cuからなる平板を用いる場合は、互いの接合面をAuメッキしてから、半田によって互いを固定する。

【0064】

本実施の形態におけるヒートブロック111は、階段状とされた複数の取付け部分の高さ位置およびコリメーターレンズ光軸方向位置が異なる毎に1枚ずつ平板111A、111B、111Cおよび111Dが積層されてなるものとされている。すなわち、平板111Aの上面のうち平板111Bより前方に突出した部分そのままレンズ固定面111fとされ、平板111Bの上面のうち平板111Cより前方に突出した部分そのままレーザー固定面111aとされ、平板111Cの上面のうち平板111Dより前方に突出した部

10

20

30

40

50

分がそのままレンズ固定面 1 1 1 f とされ、平板 1 1 1 D の上面がそのままレーザー固定面 1 1 1 a とされている。

【 0 0 6 5 】

本実施の形態では、平板 1 1 1 C のレンズ固定面 1 1 1 f に、幅 1 m m 程度、深さ 4 μ m 程度で図 6 の上下方向に延びる溝 1 2 0 がエッチングによって形成されている。この溝 1 2 0 の表面部分は A u メッキが施されている。そして、この溝 1 2 0 内に半田をセットし、端面がメタライズされたコリメーターレンズアレイ 1 4 ' を溝 1 2 0 の上部において高精度に位置決めした後、半田を加熱することにより、該コリメーターレンズアレイ 1 4 ' がレンズ固定面 1 1 1 f に固定される。また、平板 1 1 1 A のレンズ固定面 1 1 1 f にも同様の溝 1 2 0 が 2 本形成され、上記と同様にしてこのレンズ固定面 1 1 1 f にコリメーターレンズアレイ 1 4 ' および集光レンズ 2 0 が半田固定される。

10

【 0 0 6 6 】

なお、ここでは、レンズ固定面 1 1 1 f の方に溝 1 2 0 を形成しているが、そのような溝をコリメーターレンズアレイ 1 4 ' の方に形成してもよいし、さらには双方に溝を形成してもよい。また、レンズ固定面 1 1 1 f のコリメーターレンズアレイ 1 4 ' が置かれる部分を凸形状にしておくこと、両者の接合面積を小さくすることができ、それにより、半田融解時の熱歪による影響を低減することができる。

【 0 0 6 7 】

また、平板 1 1 1 B、1 1 1 D のレーザー固定面 1 1 1 a に対するマルチキャビティレーザーダイオードチップ 1 2 ' の固定にも、上述のような固定法を適用することができる。さらに、コリメーターレンズアレイ 1 4 ' および集光レンズ 2 0、並びにマルチキャビティレーザーダイオードチップ 1 2 ' は、接着剤を用いてヒートブロック 1 1 1 に固定することも可能である。

20

【 0 0 6 8 】

コリメーターレンズアレイ 1 4 ' および集光レンズ 2 0 は、レンズ固定面 1 1 1 f に密着しているため、上述のような方法で固定する際に半田が融解しても位置ズレを起こすことがなく、よって高精度でヒートブロック 1 1 1 に固定可能となる。

【 0 0 6 9 】

本実施の形態では、上記の通りコリメーターレンズアレイ 1 4 ' および集光レンズ 2 0 を金属（半田）固定するとともに、マルチキャビティレーザーダイオードチップ 1 2 ' も金属固定するようにしているため、レンズ固定面 1 1 1 f およびレーザー固定面 1 1 1 a の表面を T i P t A u でメタライズしてから、その上に A u を蒸着している。このような金属固定を適用することにより、平板 1 1 1 A ~ 1 1 1 D の積層界面の接触抵抗の増大が抑えられるので、マルチキャビティレーザーダイオードチップ 1 2 ' からヒートブロック 1 1 1 への熱拡散が良好になされ得る。

30

【 0 0 7 0 】

そして、複数の平板 1 1 1 A ~ 1 1 1 D を積層固定して形成されるヒートブロック 1 1 1 は、1 つの部材を切削加工して形成されるヒートブロックと比べるとより安価に形成可能であり、したがって、このようなヒートブロック 1 1 1 を用いることによりレーザー装置のコストダウンが実現される。

40

【 0 0 7 1 】

上述のような平板 1 1 1 A ~ 1 1 1 D は、通常は両面研磨加工で形成されるため、高平坦度、高平行度で、かつ厚み精度も高いものが低コストで得られるようになっている。そこで、このような平板 1 1 1 A ~ 1 1 1 D を積層して形成されるヒートブロック 1 1 1 は、切削加工されるブロックと比較しても寸法精度が特に劣るようなことはない。具体的に、レンズ固定面 1 1 1 f やレーザー固定面 1 1 1 a は、前述したように平面度が 0 . 5 μ m 以下の高平坦面に加工される必要があるが、このヒートブロック 1 1 1 は、そのような要求も満足するものとなっている。

【 0 0 7 2 】

一方マルチキャビティレーザーダイオードチップ 1 2 ' は、一例として G a N 系レーザー

50

ダイオードからなる発振波長が405nmのもので、10個のキャビティを備えたもの、つまり10個の発光点12aを有するものとされている。本実施の形態において、上記10個の発光点12aは0.35mmのピッチで形成され、各々から出力50mWのレーザービーム12Bが発せられる。

【0073】

各コリメーターレンズアレイ14'は、10個のコリメーターレンズ14aが一行に一体的に形成されてなるものである。本実施の形態において1つのコリメーターレンズ14aは、軸対称レンズの光軸を含む一部を細長く切り取った形状とされ、その焦点距離は0.9mm、有効高さは1.3mmで、レーザービーム12Bの断面形状に合わせて縦横比が例えば3:1とされている。これら10個のコリメーターレンズ14aのピッチは、それぞれマルチキャビティレーザーダイオードチップ12'の発光点ピッチに合わせて0.35mm(誤差は0.2μm以下)とされている。

10

【0074】

上述のようにコリメーターレンズアレイ14'をヒートブロック111に取り付ける際、マルチキャビティレーザーダイオードチップ12'の10本の発光軸と、各コリメーターレンズ14aの光軸とが一致し、また各コリメーターレンズ14aの焦点位置がマルチキャビティレーザーダイオードチップ12'の各発光点12aに来るように、コリメーターレンズアレイ14'が位置調整される。

【0075】

他方、集光レンズ20は幅が5mm、有効高さが3.8mm、焦点距離が11mmのトラック型レンズである。またマルチモード光ファイバー30はコア径が50μm、NA(開口数)が0.2のものである。

20

【0076】

上記の構成において、1個のマルチキャビティレーザーダイオードチップ12'から発せられた10本のレーザービーム12Bは、コリメーターレンズアレイ14'の各コリメーターレンズ14aによって平行光とされ、次いで集光レンズ20によって集光され、マルチモード光ファイバー30のコア(図示せず)の入射端面上で収束する。また、もう1個のマルチキャビティレーザーダイオードチップ12'から発せられた10本のレーザービーム12Bについても同様である。これらの20本のレーザービーム12Bはマルチモード光ファイバー30のコアに入射してそこを伝搬し、1本のレーザービームBに合波されてマルチモード光ファイバー30から出射する。

30

【0077】

20本のレーザービーム12Bは、マルチモード光ファイバー30のコア端面に集光スポット径約40μmで収束する。これらのレーザービーム12Bのファイバー結合における損失、およびコリメーターレンズ14a並びに集光レンズ20を透過する際の損失の合計は20%である。その場合、各レーザービーム12Bの出力が前述のように50mWであるならば、800mWの高出力、高輝度の合波レーザービームBが得られることになる。

【0078】

本実施の形態では、2個のコリメーターレンズアレイ14'の各々にヒータ50が取り付けられ、また各ヒータ50に対して、前記第3実施の形態で用いられたものと同様の制御回路71、参照テーブル72および入力部73が設けられている。それにより2個のコリメーターレンズアレイ14'は、互いに独立して温度調節可能となっている。この温度調節は、上記第3実施の形態におけるのと全く同様にしてなされる。それにより本実施の形態においても、コリメーターレンズアレイ14'のレンズピッチがマルチキャビティレーザーダイオードチップ12'の発光点ピッチと一致するようになる。そこで、20本のレーザービーム12Bとマルチモード光ファイバー30との結合効率が高く安定したものとなる。

40

【0079】

なおこの図6および図7に示したような光学要素からなるレーザー装置に対しても、第1あるいは第2の実施の形態でなされたような温度調節を行うことが可能である。

50

【0080】

以上、マルチキャビティレーザーダイオードを用いる実施の形態について説明したが、シングルキャビティレーザーダイオードを複数用いるレーザー装置においても、シングルキャビティレーザーダイオードの配設ピッチ（この場合はそれが発光点ピッチとなる）がそれを固定したブロックの温度変化による膨張、収縮によって変わることがあり、また温度変化に起因してコリメーターレンズアレイのレンズピッチが変わることもあるので、本発明を適用することが好ましいと言える。

【0081】

また本発明に用いるコリメーターレンズアレイは、前述した図1や図4の集光レンズ20と一体化して、集光作用も備えるように形成されてもよい。

10

【0082】

また本発明のレーザー装置において、レーザーダイオードとしては、GaN系レーザーダイオードに限らず、その他の種類のものを適用することも勿論可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態によるレーザー装置の平面図

【図2】図1のレーザー装置の側面図

【図3】図1のレーザー装置の部分正面図

【図4】本発明の第2の実施の形態によるレーザー装置の平面図

【図5】本発明の第3の実施の形態によるレーザー装置の平面図

【図6】本発明の第4の実施の形態によるレーザー装置の平面図

20

【図7】図6のレーザー装置の側面図

【符号の説明】

10、10'、10"、110 レーザー装置

12、12' マルチキャビティレーザーダイオードチップ

12a 発光点

12B レーザービーム

14、14' コリメーターレンズアレイ

14a コリメーターレンズ

20 集光レンズ

30 マルチモード光ファイバー

30

50 ヒータ

51、61、71 制御回路

52 ハーフミラー

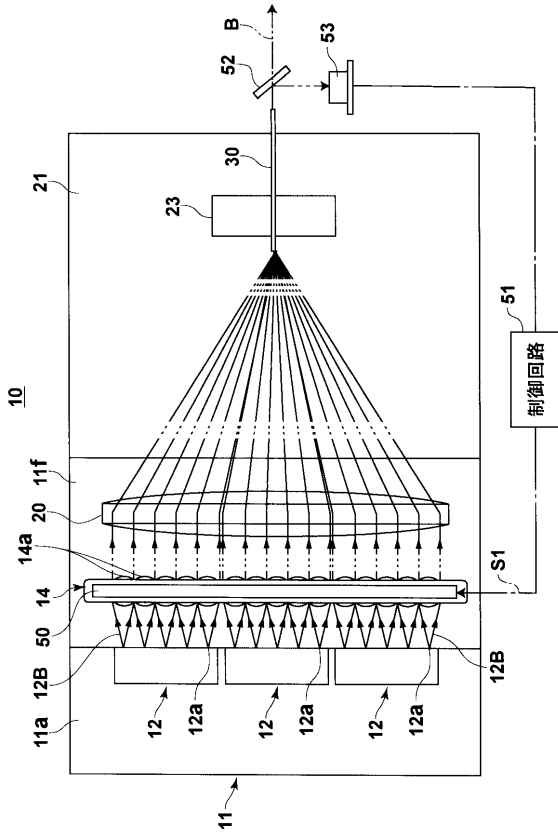
53 光検出器

60 サーミスタ

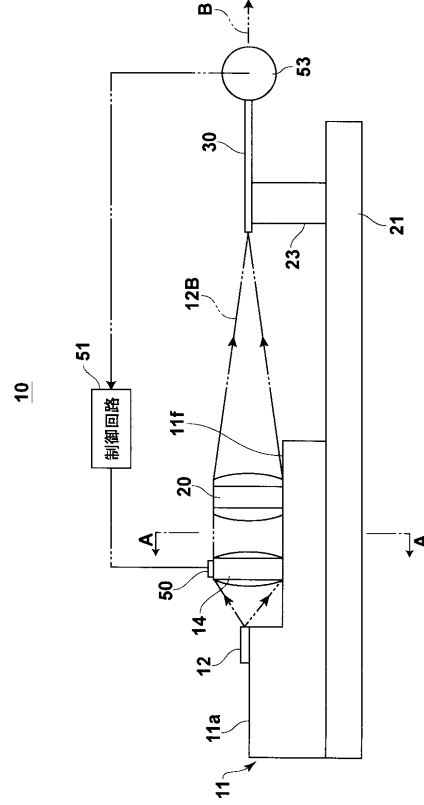
72 参照テーブル

73 入力部

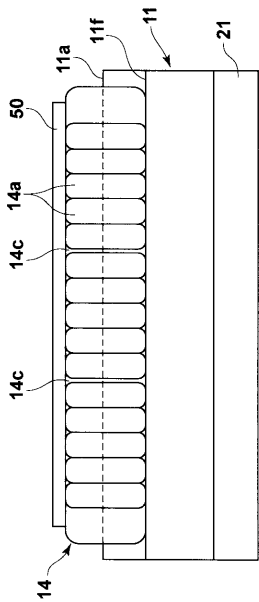
【図1】



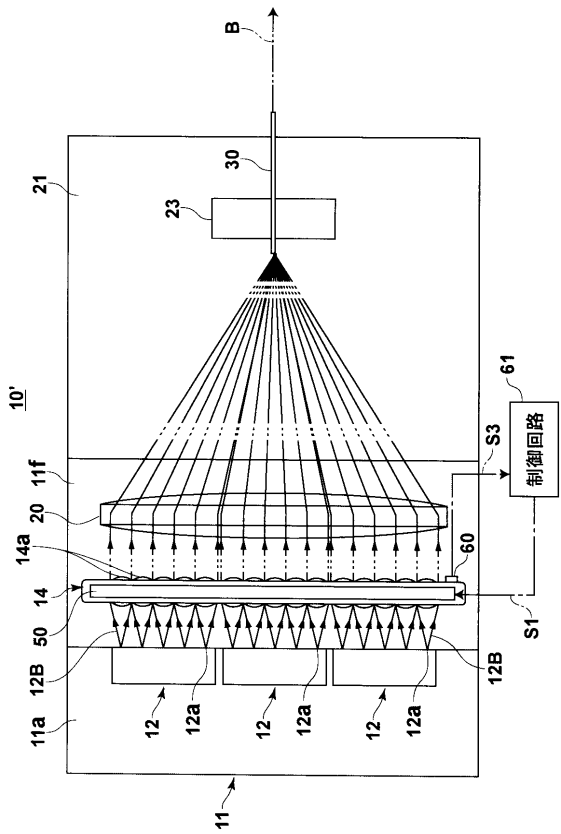
【図2】



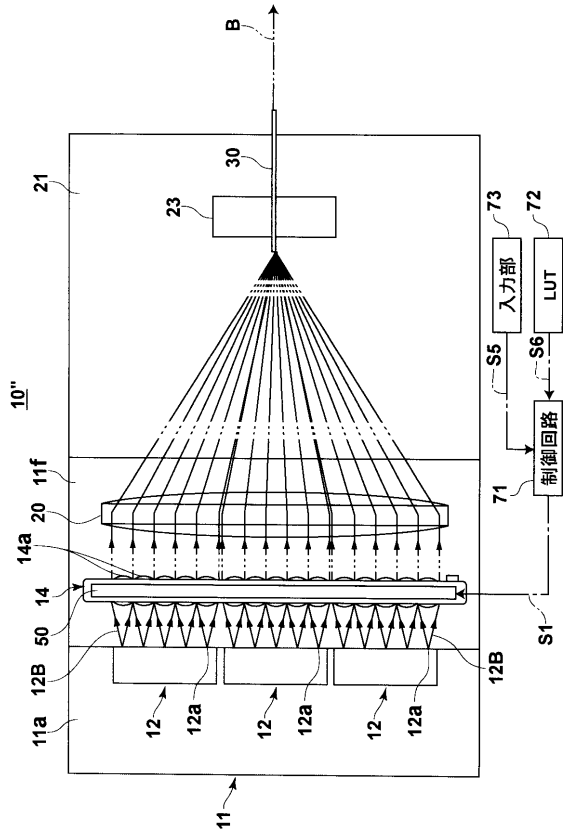
【図3】



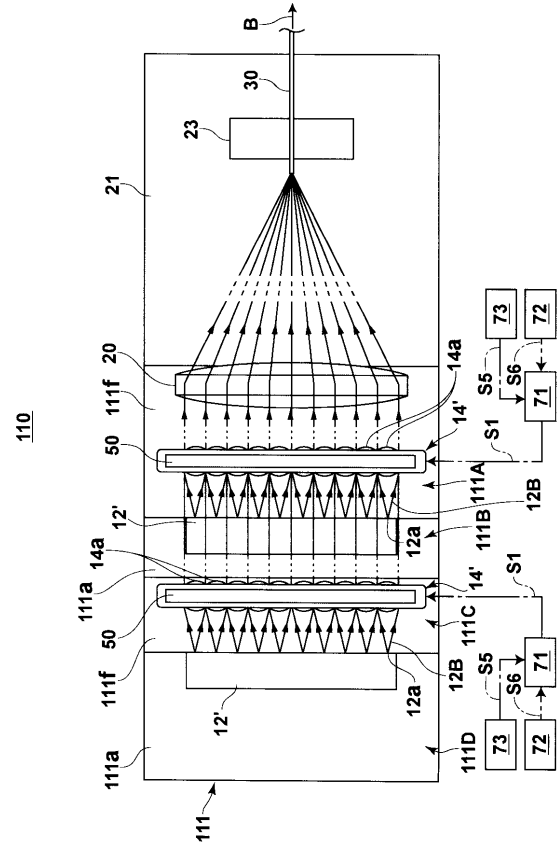
【図4】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

