

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-145327

(P2020-145327A)

(43) 公開日 令和2年9月10日(2020.9.10)

(51) Int.Cl.
H01S 5/022 (2006.01)

F I
H01S 5/022

テーマコード(参考)
5F173

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2019-41199(P2019-41199)
(22) 出願日 平成31年3月7日(2019.3.7)

(71) 出願人 000001993
株式会社島津製作所
京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
(74) 代理人 100083806
弁理士 三好 秀和
(74) 代理人 100095500
弁理士 伊藤 正和
(72) 発明者 門谷 章之
京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
株式会社島津製作所内
(72) 発明者 福士 一郎
京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
株式会社島津製作所内

最終頁に続く

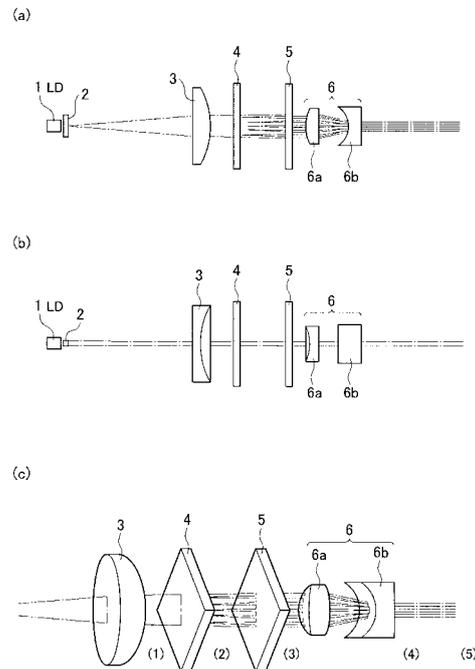
(54) 【発明の名称】 半導体レーザーモジュール及びその装置

(57) 【要約】

【課題】単一のエミッタを有する半導体レーザーのスロー軸方向のビーム品質を改善し、より小径に集光させることでビームを高効率に光ファイバに結合できる半導体レーザーモジュール。

【解決手段】単一のエミッタを有する半導体レーザー1と、半導体レーザーから出射されるファスト軸方向のレーザービームをコリメートするファスト軸コリメートレンズ2と、ファスト軸コリメートレンズからのレーザービーム内のスロー軸方向のレーザービームをコリメートするスロー軸コリメートレンズ3と、複数のマイクロレンズが略等間隔に併設され、レーザービームの分割数と集光スポット位置と集光径に応じたレンズピッチとレンズ曲率を有し、スロー軸コリメートレンズからのスロー軸方向のレーザービームを複数のレーザービームに分割し、分割されたスロー軸方向の複数のレーザービームを光軸方向に対して90度回転させてファスト軸方向に変位させるマイクロシリンダリカルレンズアレイ4, 5を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

単一のエミッタを有する半導体レーザと、

前記半導体レーザから出射されるファスト軸方向のレーザビームをコリメートするファスト軸コリメートレンズと、

前記ファスト軸コリメートレンズからのレーザビームの内のスロー軸方向のレーザビームをコリメートするスロー軸コリメートレンズと、

複数のマイクロレンズが略等間隔に併設され、前記レーザビームの分割数と集光スポット位置と集光径に応じたレンズピッチとレンズ曲率を有し、前記スロー軸コリメートレンズからのスロー軸方向のレーザビームを複数のレーザビームに分割し、分割されたスロー軸方向の複数のレーザビームを光軸方向に対して90度回転させてファスト軸方向に変位させるマイクロシリンドリカルレンズアレイと、
を備えることを特徴とする半導体レーザモジュール。

10

【請求項 2】

前記マイクロシリンドリカルレンズアレイは、

前記光軸方向に対して45度回転して配置され、前記スロー軸コリメートレンズからのレーザビームを複数のレーザビームに分割する第1のマイクロシリンドリカルレンズアレイと、

前記光軸方向に対して約45度度回転して配置され、前記第1のマイクロシリンドリカルレンズアレイで分割された複数のレーザビームを前記光軸方向に対して90度回転させる第2のマイクロシリンドリカルレンズアレイと、
を備えることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザモジュール。

20

【請求項 3】

前記第2のマイクロシリンドリカルレンズアレイから出射されるレーザビームに対して、前記ファスト軸方向と前記スロー軸方向との少なくとも一方の軸方向のレーザビームを縮小して光ファイバに導光する縮小光学系を備えることを特徴とする請求項2記載の半導体レーザモジュール。

【請求項 4】

請求項1乃至3のいずれか1項記載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と同一構成で且つ前記半導体レーザモジュールに対して90度回転させて配置された別の半導体レーザモジュールと、

前記別の半導体レーザモジュールからの第2の複数のレーザビームを反射させる反射ミラーと、

前記半導体レーザモジュールからの第1の複数のレーザビームを透過させ且つ前記反射ミラーからの第2の複数のレーザビームを反射させることにより前記第1の複数のレーザビームと前記第2の複数のレーザビームとを合波するビームスプリッタと、
を備えることを特徴とする半導体レーザモジュール装置。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、単一のエミッタを有する半導体レーザから出射されたレーザ光を集光する半導体レーザモジュール及びその装置に関する。

40

【背景技術】**【0002】**

従来この種の技術として、特許文献1に記載された半導体レーザ光集光装置が知られている。半導体レーザ光集光装置は、スロー軸方向に複数のエミッタを並べた半導体レーザアレイからレーザ光を放射し、レーザ光をコリメートレンズでコリメートし、コリメートされたレーザ光をレンズ、ミラー等でスロー軸方向に2分割し、2分割されたレーザ光をファスト軸方向に並び替えている。これにより、スロー軸方向のビーム品質を見掛け上改善し、光ファイバへのスロー軸方向の集光ビーム径を小さくすることができる。

50

【0003】

また、単一のエミッタを有する半導体レーザからレーザ光を放射し、レーザ光をコリメートレンズでコリメートし、コリメートされたレーザ光をウィンドウ、プリズム等でスロー軸方向に2分割し、2分割されたレーザ光をファスト軸方向に並べ積層する。これにより、光ファイバへのスロー軸方向の集光ビーム径を小さくすることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2003-279885号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

単一のエミッタを有する高出力の半導体レーザを小径、低NA（開口数）の光ファイバに結合する場合には、ファスト軸方向のビーム品質は問題とならない。

【0006】

しかし、スロー軸方向のビーム品質が悪く、ビームを高効率に光ファイバに結合することができない。

【0007】

本発明の課題は、単一のエミッタを有する半導体レーザのスロー軸方向のビーム品質を改善し、より小径に集光させることで、ビームを高効率に光ファイバに結合することができる半導体レーザモジュール及びその装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明に係る半導体レーザモジュールの請求項1の発明は、単一のエミッタを有する半導体レーザと、前記半導体レーザから出射されるファスト軸方向のレーザビームをコリメートするファスト軸コリメートレンズと、前記ファスト軸コリメートレンズからのレーザビームの内のスロー軸方向のレーザビームをコリメートするスロー軸コリメートレンズと、複数のマイクロレンズが略等間隔に併設され、前記レーザビームの分割数と集光スポット位置と集光径に応じたレンズピッチとレンズ曲率を有し、前記スロー軸コリメートレンズからのスロー軸方向のレーザビームを複数のレーザビームに分割し、分割されたスロー軸方向の複数のレーザビームを光軸方向に対して90度回転させてファスト軸方向に変位させるマイクロシリンドリカルレンズアレイを備えることを特徴とする。

【0009】

請求項2の発明では、前記マイクロシリンドリカルレンズアレイは、前記光軸方向に対して45度回転して配置され、前記スロー軸コリメートレンズからのレーザビームを複数のレーザビームに分割する第1のマイクロシリンドリカルレンズアレイと、前記光軸方向に対して約45度回転して配置され、前記第1のマイクロシリンドリカルレンズアレイで分割された複数のレーザビームを前記光軸方向に対して90度回転させる第2のマイクロシリンドリカルレンズアレイとを備えることを特徴とする。

【0010】

請求項3の発明は、前記第2のマイクロシリンドリカルレンズアレイから出射されるレーザビームに対して、前記ファスト軸方向と前記スロー軸方向との少なくとも一方の軸方向のレーザビームを縮小して光ファイバに導光する縮小光学系を備えることを特徴とする。

【0011】

請求項4の半導体レーザモジュール装置の発明は、請求項1乃至3のいずれか1項記載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と同一構成で且つ前記半導体レーザモジュールに対して90度回転させて配置された別の半導体レーザモジュールと、前記別の半導体レーザモジュールからの第2の複数のレーザビームを反射させる反射ミラ

10

20

30

40

50

ーと、前記半導体レーザモジュールからの第1の複数のレーザビームを透過させ且つ前記反射ミラーからの第2の複数のレーザビームを反射させることにより前記第1の複数のレーザビームと前記第2の複数のレーザビームとを合波するビームスプリッタとを備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、複数のマイクロレンズが略等間隔に併設され、レーザビームの分割数と集光スポット位置と集光径に応じたレンズピッチとレンズ曲率を有するマイクロシリンドリカルレンズアレイが、スロー軸コリメートレンズからのスロー軸方向のレーザビームを複数のレーザビームに分割し、分割されたスロー軸方向の複数のレーザビームを光軸方向に対して90度回転させてファスト軸方向に変位させる。

10

【0013】

従って、単一のエミッタを有する半導体レーザのスロー軸方向のビーム品質を改善し、より小径に集光させることで、ビームを高効率に光ファイバに結合することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施例1の半導体レーザモジュールの構成図である。

【図2】本発明の実施例1の半導体レーザモジュールのマイクロシリンドリカルレンズアレイの側面図である。

【図3】元のビームプロファイルの一例を示す図である。

20

【図4】本発明の実施例1の半導体レーザモジュールの各部におけるビームプロファイルを示す図である。

【図5】本発明の実施例2の半導体レーザモジュール備えた半導体モジュール装置の構成図である。

【図6】本発明の実施例2の2つの半導体レーザモジュールの出力を合成して得られたビームプロファイルを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の半導体レーザモジュールの実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

30

【0016】

(実施例1)

図1(a)は、実施例1の半導体レーザモジュールの上面図である。図1(b)は、実施例1の半導体レーザモジュールの側面図である。図1(c)は、実施例1の半導体レーザモジュールの内のスロー軸コリメートレンズ3、マイクロシリンドリカルレンズアレイ4、5及び縮小光学系6の斜視図である。

【0017】

半導体レーザモジュールは、半導体レーザ(レーザダイオードLD)1、ファスト軸コリメートレンズ(FACレンズ)2、スロー軸コリメートレンズ(SACレンズ)3、マイクロシリンドリカルレンズアレイ(MCLA)4、マイクロシリンドリカルレンズアレイ(MCLA)5、縮小光学系6を備えている。

40

【0018】

半導体レーザ1は、単一のエミッタからなり、楕円状のレーザビームを出力する。半導体レーザ1は、電流駆動によって注入された電子およびホールからなるキャリア注入によって励起され、注入された電子およびホールのキャリア対消滅の際に発生する誘導放出によって励起光を発生する。

【0019】

ファスト軸コリメートレンズ2は、例えば、ファスト軸シリンドリカルレンズからなり、半導体レーザ1の近傍に配置され、半導体レーザ1からのレーザビームの内のファスト軸方向のビームをコリメートする。

50

【 0 0 2 0 】

スロー軸コリメートレンズ 3 は、例えば、スロー軸シリンダリカルレンズからなり、ファスト軸コリメートレンズ 2 に対向して配置され、ファスト軸コリメートレンズ 2 からのビームの内のスロー軸方向のビームをコリメートする。

【 0 0 2 1 】

ここで、ファスト軸は、半導体レーザ 1 の活性層に対して垂直方向に広がりをもつビーム軸である。スロー軸は、半導体レーザ 1 の活性層に対して水平方向に広がりをもつビーム軸である。

【 0 0 2 2 】

ファスト軸コリメートレンズ 2、スロー軸コリメートレンズ 3 は、互いに直交する X 軸と Y 軸の一方の軸のみにレンズとして作用する曲率が形成され、他方の軸にはレンズとして作用する曲率は形成されていない。

【 0 0 2 3 】

マイクロシリンダリカルレンズアレイ 4、5 は、スロー軸コリメートレンズ 3 からのスロー軸方向のレーザビームを複数のレーザビームに分割し、分割されたスロー軸方向の複数のレーザビームを回転させてファスト軸方向に変位させる。

【 0 0 2 4 】

マイクロシリンダリカルレンズアレイ 4、5 は、図 2 に示すように、平板部 4 a に複数の凸型のマイクロレンズ 4 b 1 ~ 4 b 4 (この例では 4 個) が略等間隔に併設されている。マイクロレンズ 4 b 1 ~ 4 b 4 のピッチは、 P_h である。マイクロレンズ 4 b 1 ~ 4 b 4 の焦点距離は f_h である。

【 0 0 2 5 】

マイクロシリンダリカルレンズアレイ 4、5 は、ビームの分割数、集光スポット位置、集光径に応じたレンズピッチ P_h とマイクロレンズ 4 b 1 ~ 4 b 4 の凸曲面の曲率を有している。

【 0 0 2 6 】

マイクロシリンダリカルレンズアレイ 4 は、本発明の第 1 のマイクロシリンダリカルレンズアレイに対応し、光軸方向に対して 45 度回転して配置され、FAC レンズ 2 からのレーザビームを複数のレーザビームに分割する。

【 0 0 2 7 】

マイクロシリンダリカルレンズアレイ 5 は、本発明の第 2 のマイクロシリンダリカルレンズアレイに対応し、光軸方向に対して約 45 度度回転して配置され、マイクロシリンダリカルレンズアレイ 4 で分割された複数のレーザビームを光軸方向に対して 90 度回転させる。

【 0 0 2 8 】

縮小光学系 6 は、シリンダリカルレンズ 6 a と凹レンズ 6 b とを備える。シリンダリカルレンズ 6 a は、マイクロシリンダリカルレンズアレイ 5 で光軸方向に対して 90 度回転された複数のレーザビームに対して、ファスト軸方向とスロー軸方向との少なくとも一方の軸方向のレーザビームを縮小させる。凹レンズ 6 b は、シリンダリカルレンズ 6 a で縮小された複数のレーザビームを所定の集光ビーム径にする。

【 0 0 2 9 】

次にこのように構成された実施例 1 の半導体レーザモジュールの動作を詳細に説明する。

【 0 0 3 0 】

まず、図 3 に元のビームプロファイルの一例を示す。元のビームプロファイル BPF 1 は、半導体レーザ 1 の活性層から出射されたビームである。図 3 において、横軸は、スロー軸方向である。縦軸は、ファスト軸方向である。図 3 に示すように、ビームは、スロー軸方向に長い。

【 0 0 3 1 】

次に、ファスト軸コリメートレンズ 2 は、半導体レーザ 1 からのレーザビームの内のフ

10

20

30

40

50

ファスト軸方向のビームをコリメートする。スロー軸コリメートレンズ3は、ファスト軸コリメートレンズ2からのビームの内のスロー軸方向のビームをコリメートする。

【0032】

スロー軸コリメートレンズ3から出射されたビームプロファイルを図4(a)に示す。図4(a)に示すビームプロファイルBPF2は、図3に示す元のビームプロファイルBPF1よりもスロー軸方向の幅が小さくなっている。ビームプロファイルBPF2の横軸は、スロー軸である。

【0033】

次に、マイクロシリンダリカルレンズアレイ4は、FACレンズ2からのレーザビームを複数のレーザビーム(この例では、6つのレーザビーム)に分割する。マイクロシリンダリカルレンズアレイ4は、光軸方向に対して45度回転して配置されるので、図4(b)に示すように、分割されたビームプロファイルBPF3は、光軸方向に対して45度回転して配置される。

【0034】

次に、マイクロシリンダリカルレンズアレイ5は、光軸方向に対して90度回転して配置されているので、マイクロシリンダリカルレンズアレイ4で分割された複数のレーザビーム(この例では、6つのレーザビーム)を光軸方向に対して90度回転させる。図4(b)に示すように、分割されたビームプロファイルBPF4は、光軸方向に対して90度回転して配置される。

【0035】

このため、ビームプロファイルBPF4の縦軸がスロー軸方向となり、横軸がファスト軸方向となる。即ち、スロー軸方向をファスト軸方向に並び替えるようにすることができる。

【0036】

さらに、縮小光学系6のシリンダリカルレンズ6aは、マイクロシリンダリカルレンズアレイ5からの複数のレーザビームに対して、ファスト軸方向とスロー軸方向との少なくとも一方の軸方向のレーザビームを縮小させる。これにより、図4(d)に示すような縮小されたビームプロファイルBPF5が得られる。

【0037】

さらに、集光レンズによりビームプロファイルBPF5は、集光されて、図4(e)に示すような集光スポットBPF6が得られる。

【0038】

このように、実施例1の半導体レーザモジュールによれば、マイクロシリンダリカルレンズアレイ4が、スロー軸コリメートレンズからのスロー軸方向のレーザビームを複数のレーザビームに分割し、マイクロシリンダリカルレンズアレイ5が、分割された複数のレーザビームをファスト軸方向に積層するので、単一のエミッタを有する半導体レーザのスロー軸方向のビーム品質を改善し、より小径に集光させることで、ビームを高効率に光ファイバに結合することができる。

【0039】

また、マイクロシリンダリカルレンズアレイ4,5を用いるのみで、スロー軸方向のビーム品質を改善できるので、特許文献1に記載された半導体レーザ光集光装置よりも部品点数が少なく済み、コストダウンを図ることができる。

【0040】

また、マイクロシリンダリカルレンズアレイ4,5を用いているので、マイクロレンズを増やすことで分割数を増加させることができるので、スロー軸方向のビーム品質をさらに改善できる。また、 M^2 値を良くすることができる。

【0041】

(実施例2)

図5は、本発明の実施例2の半導体レーザモジュールを備えた半導体モジュール装置の構成図である。半導体モジュール装置は、第1半導体レーザモジュールAと、第2半導体

10

20

30

40

50

レーザモジュール B と、反射ミラー 2 2、偏光ビームスプリッタ 2 1 とを備えている。

【0042】

第 1 半導体レーザモジュール A は、実施例 1 で述べた半導体レーザモジュールからなり、出力される第 1 の複数のレーザビームの偏光方向は、例えば、図 5 に示すように、紙面に対して上下方向である。

【0043】

第 2 半導体レーザモジュール B は、本発明の別の半導体レーザモジュールに対応し、第 1 半導体レーザモジュール A と同一構成で且つ第 1 半導体レーザモジュール A に対して 90 度回転させて配置されている。第 2 半導体レーザモジュール B から出力される第 2 の複数のレーザビームの偏光方向は、例えば、図 5 に示すように、紙面の上面から下面に向かう方向である。

10

【0044】

反射ミラー 2 2 は、第 2 半導体レーザモジュール B からの第 2 の複数のレーザビームを反射させて、反射された第 2 の複数のレーザビームを偏光ビームスプリッタ 2 1 に導く。偏光ビームスプリッタ 2 1 は、半導体レーザモジュール A からの第 1 の複数のレーザビームを透過させ且つ反射ミラー 2 2 からの第 2 の複数のレーザビームを反射させることにより第 1 の複数のレーザビームと第 2 の複数のレーザビームとを合波する。

【0045】

図 6 に、実施例 2 の 2 つの半導体レーザモジュール A、B の出力を合成して得られたビームプロファイルを示す。第 1 半導体レーザモジュール A によるビームプロファイルは、横方向に並んだ 6 つのプロファイル P A 1 ~ P A 6 からなる。6 つのプロファイル P A 1 ~ P A 6 の縦軸方向がスロー軸方向である。

20

【0046】

第 2 半導体レーザモジュール B によるビームプロファイルは、縦方向に並んだ 6 つのプロファイル P B 1 ~ P B 6 からなる。6 つのプロファイル P B 1 ~ P B 6 の横軸方向がスロー軸方向である。

【0047】

6 つのプロファイル P A 1 ~ P A 6 と 6 つのプロファイル P B 1 ~ P B 6 との合波によりビーム強度を 2 倍にすることができる。

【0048】

なお、実施例 2 では、2 つの半導体レーザモジュールのレーザビームを合波したが、3 つ以上の半導体レーザモジュールのレーザビームを合波しても良く、この場合には、さらに、ビーム強度を大きくすることができる。

30

【0049】

また、複数の半導体レーザモジュールの各々が異なる波長を有し、複数の半導体レーザモジュールの複数のビームを合波することにより、波長を多重化してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0050】

本発明は、レーザ加工、レーザ治療、レーザ半田等のレーザ装置に適用可能である。

【符号の説明】

40

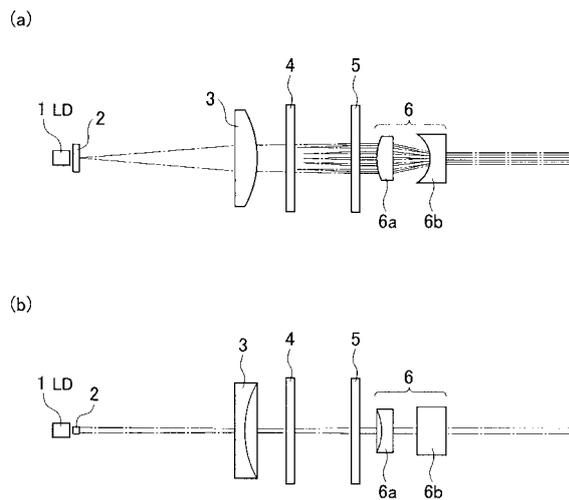
【0051】

- 1 半導体レーザ
- 2 ファスト軸コリメートレンズ
- 3 スロー軸コリメートレンズ
- 4, 5 マイクロシリンドリカルレンズアレイ
- 6 縮小光学系
- 6 a シリンドリカルレンズ
- 6 b 凹レンズ
- 2 1 偏光ビームスプリッタ
- 2 2 反射ミラー

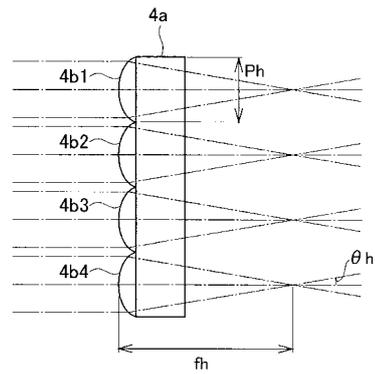
50

- A 第1半導体レーザモジュール
- B 第2半導体レーザモジュール
- BPF1 ~ BPF6 ビームプロファイル

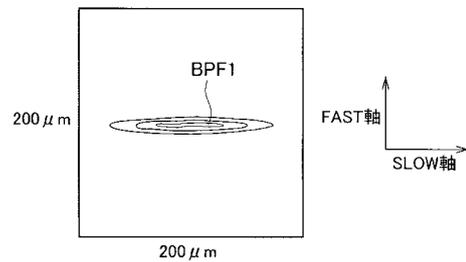
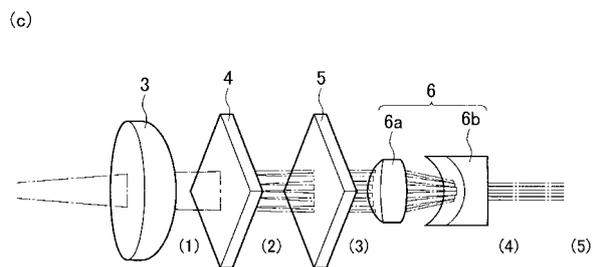
【図1】



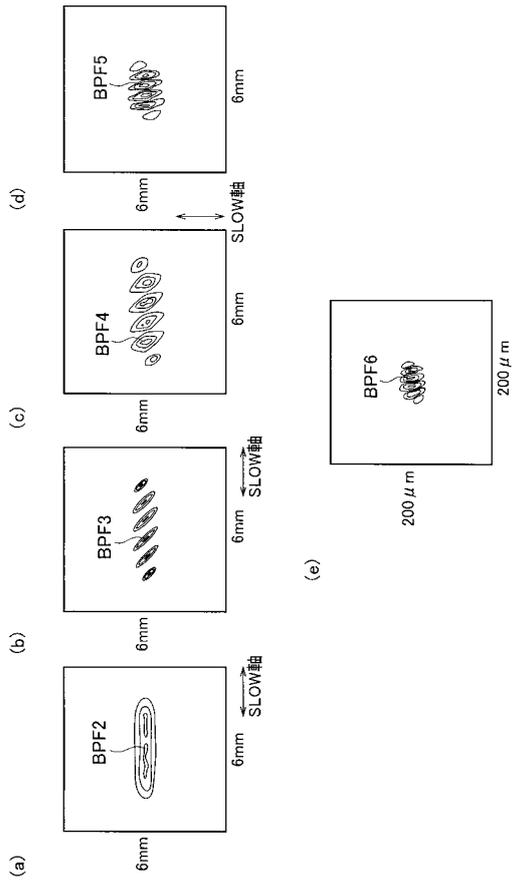
【図2】



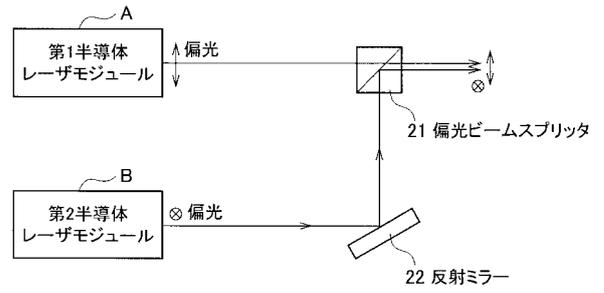
【図3】



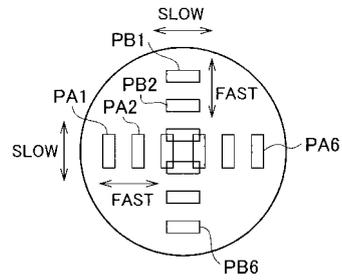
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 東條 公資

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内

Fターム(参考) 5F173 MA08 MA10 MB03 MC15 ME44 MF03 MF27 MF28 MF34 MF39