

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5702346号
(P5702346)

(45) 発行日 平成27年4月15日 (2015. 4. 15)

(24) 登録日 平成27年2月27日 (2015. 2. 27)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 26/08 (2006. 01)

G O 2 B 26/08

E

G O 2 B 6/35 (2006. 01)

G O 2 B 6/35

G O 1 J 3/18 (2006. 01)

G O 1 J 3/18

請求項の数 16 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2012-204287 (P2012-204287)
 (22) 出願日 平成24年9月18日 (2012. 9. 18)
 (65) 公開番号 特開2013-65017 (P2013-65017A)
 (43) 公開日 平成25年4月11日 (2013. 4. 11)
 審査請求日 平成25年11月8日 (2013. 11. 8)
 (31) 優先権主張番号 13/234, 085
 (32) 優先日 平成23年9月15日 (2011. 9. 15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 510021199
 ニスティカ、インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国 ニュージャージー州 O
 8807、ブリッジウォーター、745
 ルート 202-206
 (73) 特許権者 000005186
 株式会社フジクラ
 東京都江東区木場1丁目5番1号
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100106909
 弁理士 棚井 澄雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光処理デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の光ポートと、

前記光ポートから受け取った光ビームを、複数の波長成分に空間的に分散させるための分散要素と、

前記分散要素から受け取った前記波長成分を光路変換系の内部において合焦するためのレンズ構成体と、

前記合焦された複数の波長成分を前記レンズ構成体から受け取り、前記波長成分のうちの少なくとも1つを前記光ポートのうちの1つに選択的に誘導するための光路変換系であって、前記光路変換系がデジタルマイクロミラーデバイス (DMD) を含み、少なくとも1つの波長成分が前記光ポートのうちの選択された1つに誘導される前に前記デジタルマイクロミラーデバイスから少なくとも2回反射され、前記デジタルマイクロミラーデバイスは、前記波長成分が前記デジタルマイクロミラーデバイスから1回目または2回目に反射されるとき、各波長のビームを所定の減衰率で減衰させるように、前記波長成分に光処理を実行する、光路変換系と、

前記光路変換系から前記光ポートのうちの1つに選択的に誘導される前記波長成分が横切る光路長を調整して、前記波長成分に実行される前記光処理を改善するための光路長補償器と、

を備えることを特徴とする、光処理デバイス。

【請求項 2】

10

20

振幅フィルタ処理の波長の分解能が、前記光路長を調整することによって改善されることを特徴とする、請求項 1 に記載の光処理デバイス。

【請求項 3】

前記デジタルマイクロミラーデバイスが前記波長成分を選択的に反射するための別々に作動可能なミラー要素のアレイを含み、前記光路変換系は、前記デジタルマイクロミラーデバイスからの前記反射波長成分を受け取り、且つ該反射波長成分を前記デジタルマイクロミラーデバイスの前記ミラー要素のうちの選択されたものに誘導して戻すための光学要素をさらに含み、前記レンズ構成体は、前記複数の波長成分が前記光学要素によって受け取られる前または後に前記複数の波長成分を前記ミラー要素上に合焦することを特徴とする、請求項 2 に記載の光処理デバイス。

10

【請求項 4】

前記波長成分が前記光学要素で受け取られる前または後に前記ミラー要素上に誘導された前記波長成分の各々のビーム直径が、前記光学要素上に誘導された前記波長成分の各々のビーム直径よりも小さいことを特徴とする、請求項 3 に記載の光処理デバイス。

【請求項 5】

前記レンズ構成体は、前記デジタルマイクロミラーデバイス上に前記複数の波長成分を合焦することを特徴とする、請求項 1 に記載の光処理デバイス。

【請求項 6】

前記光路長補償器は、前記光ポートのうちの 1 つによって受け取られ、且つ前記光路変換系に誘導される波長成分と、選択された光ポートに前記光路変換系から選択的に誘導される波長成分と、の間の異なる光路長を生成することを特徴とする、請求項 1 に記載の光処理デバイス。

20

【請求項 7】

前記レンズ構成体が集光レンズを含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の光処理デバイス。

【請求項 8】

光学要素が、反射表面を有する複数の平面ミラーを含み、該反射表面は、前記デジタルマイクロミラーデバイスの前記ミラー要素の反射表面と向き合っていることを特徴とする、請求項 7 に記載の光処理デバイス。

【請求項 9】

前記光路変換系が、前記波長成分の各々を、前記光ポートのうちの異なるものに選択的に誘導するように構成されることを特徴とする、請求項 1 に記載の光処理デバイス。

30

【請求項 10】

前記光路長補償器がシリコンを含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の光処理デバイス。

【請求項 11】

前記光路長補償器は複数の光学要素を含み、該複数の光学要素のそれぞれが前記光ポートのうちの 1 つに選択的に誘導される波長成分によって横切られる前記光路に配置されることを特徴とする、請求項 1 に記載の光処理デバイス。

【請求項 12】

前記光学要素が、選択された光ポートに隣接して配置されることを特徴とする、請求項 11 に記載の光処理デバイス。

40

【請求項 13】

前記光路長補償器が反射防止膜を含むことを特徴とする、請求項 12 に記載の光処理デバイス。

【請求項 14】

前記光路長補償器が、前記光処理デバイス内の反射の回数を最小にするように構成されることを特徴とする、請求項 1 に記載の光処理デバイス。

【請求項 15】

前記光路長補償器が、前記波長成分によって横切られる光路に対して傾斜した光軸を有

50

することを特徴とする、請求項 1 4 に記載の光処理デバイス。

【請求項 1 6】

光ビームを処理する方法であって、

光ポートから受け取った光ビームを、複数の波長成分に空間的に分散させる段階と、
前記波長成分を光路変換系の内部において合焦する段階と、

前記光ポートのうちの選択された 1 つに誘導される前に前記合焦された波長成分をデジタルマイクロミラーデバイスから少なくとも 2 回反射することによって、前記光路変換系から前記光ポートのうちの 1 つに前記合焦された波長成分のうちの少なくとも 1 つを選択的に誘導する段階と、

前記合焦されていない波長成分が反射される場合を犠牲にして、前記合焦された波長成分が前記デジタルマイクロミラーデバイスから 1 回目または 2 回目に反射されるときに前記合焦された波長成分の分解能を改善する段階と、

を含むことを特徴とする、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、波長選択型光処理デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

伝統的に、入力路からのビーム信号を分散させる分散要素（例えば、回折格子）と、分散ビームの各々が複数の出力路のいずれかに入射することができるようする光路変換光学系とを含む光処理デバイスが使用されている。

【0003】

そのような光路変換光学系として、複数のマイクロミラー要素を含んでおり、該複数のマイクロミラー要素のそれぞれが別々に作動し得る DMD（デジタルマイクロミラーデバイス）が知られている（例えば、特許文献 1 を参照）。デジタルマイクロミラーデバイスは、ミラー要素の方向を調整してビームの反射方向を制御するような方法で、反射ビームの光路を多数の出力路のうちの任意の 1 つに選択的に切り替えることができる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、従来の光処理デバイスによって十分な波長分解能が得られていないので、波長分解能の改善への要求がある。

【0005】

本発明はそのような状況に鑑みて行われ、本発明の目的は優れた波長分解能を有する光処理デバイスを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明による光処理デバイスは、複数の光ファイバを含むビーム放出部分と、複数の光ファイバのうちの 1 つの光ファイバから放出されたビームを分散させる分散要素と、分散要素を通過するビームを合焦する集光レンズと、ビームが複数の光ファイバのうちの他の光ファイバの 1 つに入射するように集光レンズを通過するビームの光路を変換する光路変換光学系と、光路変換光学系から他の光ファイバの前記 1 つに入射するビームの光路長を調整する光路長調整部分とを含み、光路変換光学系は、第 1 の反射点でビームを反射するミラー要素と、ミラー要素から反射されたビームを中間反射点で反射する中間ミラーと、を含み、ミラー要素は中間ミラーから反射されたビームを第 2 の反射点で反射し、集光レンズはビームの焦点を第 1 の反射点で形成し、光路長調整部分は空気よりも高い屈折率を有し、ビームは光路長調整部分を通して送出され得る。

【0007】

光路長調整部分は、シリコンから形成してもよい。

【 0 0 0 8 】

第 2 の反射点としてミラー要素を含む領域の面積は、第 1 の反射点としてミラー要素を含む領域の面積よりも大きくしてもよい。

【 0 0 0 9 】

光路変換光学系は、分散要素によって分散されたビームが、ビームの波長に応じて複数の異なる光ファイバに入射することを可能にしてもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、ビームの焦点位置が第 1 の反射点であるので、波長分解能を改善することができる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態による光処理デバイスを示す概略図である。

【 図 2 】 図 1 の光処理デバイスの光路変換光学系と光ファイバの前端部部分とを示す概略図である。

【 図 3 】 図 1 の光処理デバイスの光路変換光学系を示す概略図である。

【 図 4 】 図 1 の光処理デバイスの光ファイバの前端部部分を示す概略図である。

【 図 5 】 図 1 の光処理デバイスの光路変換光学系を概略的に示す図であり、(a) はその側面から見たときのその図であり、(b) はその平面図である。

【 図 6 】 図 1 の光処理デバイスの光路変換光学系の主要部分を概略的に示す図であり、(a) はその側面から見たときのその図であり、図 (b) はその平面図である。

20

【 図 7 】 図 1 の光処理デバイスの光路変換光学系を概略的に示す平面図である。

【 図 8 】 図 1 の光処理デバイスの特定の構成の一例を示す構成図である。

【 図 9 】 試験結果を示すグラフである。

【 図 1 0 】 試験結果を示すグラフである。

【 図 1 1 】 試験結果を示すグラフである。

【 図 1 2 】 試験結果を示すグラフである。

【 図 1 3 】 試験結果を示すグラフである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 2 】

30

以下、本発明の一実施形態による光処理デバイスが、図面を参照して説明されるであろう。

【 0 0 1 3 】

図 1 は、本発明の一実施形態による光処理デバイス 1 0 を示す概略図である。図 2 は、光処理デバイス 1 0 の光路変換光学系 7 と光ファイバ 2 の前端部部分とを示す概略図である。図 3 は、光処理デバイス 1 0 の光路変換光学系 7 を示す概略図である。図 4 は、光処理デバイス 1 0 の光ファイバ 2 の前端部部分を示す概略図である。

【 0 0 1 4 】

図 1 に示されるように、光処理デバイス 1 0 は、複数の光ファイバ 2 を含むビーム放出部分 1 と、レンズ 3 および 4 (コリメートレンズ) と、レンズ 3 および 4 を通過するビームを分散させる回折格子 5 (分散要素) と、回折格子 5 を通過するビームを合焦 (f o c u s) するレンズ 6 (スキャンレンズ) (集光レンズ) と、レンズ 6 を通過するビームの光路を変換する光路変換光学系 7 と、ビームの光路長を調整する光路長調整部分 8 と、を含む。

40

【 0 0 1 5 】

図 1 および図 2 に示されるように、ビーム放出部分 1 は、外部デバイスに入力され、それから出力されるビームを伝搬させる複数の光ファイバ 2 と、幅方向に 1 列に配列されたファイバを保持する保持部分 2 0 と、を含む。ビーム放出部分 1 として、例えば、光ファイバアレイを有するビーム放出部分を使用することができる。

【 0 0 1 6 】

50

図 2 に示されるように、光ファイバ 2 (2 A から 2 F) は複数の光ファイバグループ 9 (9 A および 9 B) を含むことができる。

【 0 0 1 7 】

光ファイバグループ 9 は複数の光ファイバ 2 を含み、該複数の光ファイバ 2 は、互いに光学的に結合することができる。図面に示された例では、光ファイバ 2 A から 2 C は第 1 の光ファイバグループ 9 A を構成し、光ファイバ 2 D から 2 F は第 2 の光ファイバグループ 9 B を構成する。図面に示された例では、光ファイバグループ 9 の各々は 3 つの光ファイバ 2 を含むが、本発明はそれに限定されない。例えば、光ファイバグループは 2 つ以上の光ファイバ 2 を含むことができる。

【 0 0 1 8 】

光ファイバグループ 9 A において、光ファイバ 2 B から放出されたビーム L 1 の光路 (入力路) は光路変換光学系 7 で変換することができ、その結果、ビームは戻りビーム L 2 として光ファイバ 2 A および 2 C (出力路) に入射することができる。光ファイバグループ 9 B において、光ファイバ 2 E から放出されたビーム L 1 の光路 (入力路) は光路変換光学系 7 によって変換することができ、その結果、ビームは戻りビーム L 2 として光ファイバ 2 D および 2 F (出力路) に入射することができる。

【 0 0 1 9 】

入力路としての光ファイバ 2 の前端部表面 2 a と、出力路としての光ファイバ 2 の前端部表面 2 a とは、光路方向において同じ位置に配置されることが望ましい。図面に示された例において、すべての光ファイバ 2 (2 A から 2 F) の前端部表面 2 a は光路方向において同じ位置に配置されている。

【 0 0 2 0 】

回折格子 5 は、光ファイバ 2 から放出されたビーム L (ビーム L 1) を、異なる波長を有する多数のビームに分散させることができる。回折格子 5 のビーム放出方向に波長依存性があり、回折格子 5 は光路変換光学系 7 に対して波長ごとに異なるビーム入射位置を設定することが望ましい。

【 0 0 2 1 】

レンズ 6 (スキャンレンズ) は、回折格子 5 を通過する放出ビーム L 1 を合焦し、光路変換光学系 7 の内部に焦点を形成することができる。

【 0 0 2 2 】

レンズ 6 (スキャンレンズ) は、異なる波長を有する多数のビームを平行にする。

【 0 0 2 3 】

図 2 および図 3 に示されるように、光路変換光学系 7 は、複数の光ファイバ 2 のうちの 1 つの光ファイバ 2 から放出されたビーム L 1 の光路を変換し、その結果、そのビームは戻りビーム L 2 (ビーム L) として他の光ファイバ 2 に入射する。

【 0 0 2 4 】

光路変換光学系 7 は、本体部分 1 1 と中間反射部分 1 2 とを含み、該中間反射部分 1 2 は、本体部分 1 1 の戻り方向側 (図 2 および 3 の左側) で、本体部分 1 1 に対して所定の間隙をもって設置される。

【 0 0 2 5 】

本体部分 1 1 は、支持体部分 1 3 と、支持体部分 1 3 の戻り方向側の表面に設置される複数のミラー要素 1 5 (1 5 a 、 1 5 b 、 1 5 c 、 ...) と、を含む。ミラー要素 1 5 は支持体部分 1 3 の戻り方向側の表面に沿った区域に平行に配設することができ、それによって、ミラー要素アセンブリ 1 5 A が形成される。

【 0 0 2 6 】

ミラー要素 1 5 の各々の傾きは調整可能であり、傾きを調整することによってビームの反射方向が制御されるとき、反射ビームの光路が設定されることができる。

【 0 0 2 7 】

本体部分 1 1 として、複数のマイクロミラー要素を有し、且つ複数のマイクロミラー要素のそれぞれが別々に作動可能である DMD (デジタルマイクロミラーデバイス) を使用

10

20

30

40

50

することができる。

【 0 0 2 8 】

中間反射部分 1 2 はフレーム 1 8 を含み、該フレーム 1 8 は、ビームが該窓部分を通過することを可能にする複数の窓部分 1 7 と、フレーム 1 8 に設置された複数の中間ミラー 1 9 (1 9 a から 1 9 d) と、を有する。

【 0 0 2 9 】

中間ミラー 1 9 は、ミラー要素 1 5 から反射されたビームが別のミラー要素 1 5 に向けて反射されるように、フレーム 1 8 の放出方向 (図 2 および 3 の右側) の表面に設置される。中間ミラー 1 9 は、図 2 および図 3 の垂直方向に、ある間隔で設置される。図面に示された例では、各窓部分 1 7 は、垂直方向に互いに隣接する中間ミラー 1 9 の間に形成される。

10

【 0 0 3 0 】

光路変換光学系 7 は、回折格子 5 によって分散されたビームの光路を、ミラー要素 1 5 に応じて異なる光路に変換し、その結果、戻りビーム L 2 は光ファイバ 2 のいずれか 1 つに入射することができる。

【 0 0 3 1 】

例えば、戻りビーム L 2 は、各波長に応じて異なる光ファイバ 2 に入射することができる。このため、光路変換光学系 7 はスイッチ光学系として機能することができる。この場合、光処理デバイス 1 0 は波長選択スイッチとして機能する。

【 0 0 3 2 】

20

光路変換光学系 7 は光ファイバ 2 に入射しないようにビームの方向を制御することができるので、光路変換光学系は、各波長のビームが他の光ファイバ 2 のうちの 1 つに別々に入射するか、または他の光ファイバ 2 のどれにも入射しないかを選択することができる。

【 0 0 3 3 】

このため、光路変換光学系 7 は遮断光学系としても機能することができる。この場合、光処理デバイス 1 0 は波長ブロックとして機能する。

【 0 0 3 4 】

光路変換光学系 7 は、各波長のビームを所定の減衰率で減衰させることによってビームが光ファイバ 2 に入射するように、光路を変換することができる。例えば、所定の波長のビームは、ミラー要素 1 5 を使用して反射量を調整することによってビームを減衰させながら光ファイバ 2 に入射することができる。

30

【 0 0 3 5 】

このため、光路変換光学系 7 はフィルタ光学系としても機能することができる。この場合、光処理デバイス 1 0 は波長フィルタとして機能する。

【 0 0 3 6 】

図 2 および図 4 に示されるように、光路長調整部分 8 は、ビームを送出し、かつ空気よりも高い屈折率を有する材料から形成される。例えば、シリコン (S i) (3 . 5 の屈折率)、 $S i O_2$ (1 . 4 5 の屈折率)、 $S i O N$ (1 . 5 の屈折率) などを使用することができる。特に、大きい屈折率を有する S i が使用される場合、光路方向における光路長調整部分 8 の寸法を減少させることができ、それは、別の光ファイバ 2 に入射するか、またはそれから放出されるビームを妨害しないようにすることができる点で望ましい。

40

【 0 0 3 7 】

光路長調整部分 8 の形状は特に限定されず、例えば、光ファイバ 2 の光軸方向に円柱形状または直方体形状とされてもよい。

【 0 0 3 8 】

光路長調整部分 8 は、戻りビーム L 2 がそれに入射するように、出力路としての光ファイバ 2 の前端部表面 2 a と向き合う位置に設置することができる。光路長調整部分 8 は入力路としての光ファイバ 2 の前端部表面 2 a と向き合う表面に設置されないため、放出ビーム L 1 は光路長調整部分 8 を通過することができない。

【 0 0 3 9 】

50

図 2 に示された例では、光路長調整部分 8 は、光ファイバ 2 A から 2 F の中で出力路である光ファイバ 2 A、2 C、2 D、および 2 F の前端部表面 2 a の各々と向き合う位置に設置され、入力路である光ファイバ 2 B および 2 E の前端部表面 2 a の各々に向き合う位置には設置されない。

【 0 0 4 0 】

戻りビーム L 2 の光路長は、放出ビーム L 1 が光路長調整部分 8 を通過しないようにし、戻りビーム L 2 が光路長調整部分 8 を通過するようにすることによって調整することができる。

【 0 0 4 1 】

さらに、光路長調整部分 8 の設置位置は、戻りビーム L 2 の光路長を調整することができさえすれば図面に示された例に限定されず、他の位置、例えば、光路変換光学系 7 の近傍に配置することができる。

10

【 0 0 4 2 】

図 1 および図 2 に示されるように、光ファイバ 2 の内部を伝搬するビームおよび光ファイバ 2 から放出されたビーム L 1 は、異なる波長を有する多数の信号ビームを含む波長多重光 (wavelength multiplexed light) とすることができる。

【 0 0 4 3 】

光ファイバ 2 の前端部表面 2 a から放出されたビーム L 1 はレンズ 3 および 4 (コリメータレンズ) によって平行にされ、次に、回折格子 5 によって異なる波長を有する多数のビームに分散される。

20

【 0 0 4 4 】

分散された放出ビーム L 1 は、光路変換光学系 7 に向けて移動すると同時にレンズ 6 (スキャンレンズ) によって合焦される。

【 0 0 4 5 】

図 2 および図 3 に示されるように、光路変換光学系 7 において、放出ビーム L 1 は中間反射部分 1 2 の各窓部分 1 7 を通過し、各ミラー要素 1 5 に到達し、ミラー要素 1 5 から反射されたビームは中間ミラー 1 9 に向けて移動する。

【 0 0 4 6 】

例えば、図 3 に示されるように、光ファイバ 2 B から放出されたビーム L 1 はミラー要素 1 5 b で反射され、次に、異なる波長を有する反射ビーム L 3 および L 4 はそれぞれ中間ミラー 1 9 a および 1 9 b に向けて移動することができる。放出ビーム L 1 がミラー要素 1 5 によって最初は反射される点は、第 1 の反射点 R 1 と呼ばれる (図 3 を参照)。この例では、第 1 の反射点 R 1 はミラー要素 1 5 b である。

30

【 0 0 4 7 】

反射ビーム L 3 および L 4 はそれぞれ中間ミラー 1 9 a および 1 9 b で反射され、反射ビーム L 5 および L 6 はそれぞれミラー要素 1 5 a および 1 5 c に向けて移動してミラー要素 1 5 a および 1 5 c で反射され、次に、反射ビーム (戻りビーム L 2) は中間反射部分 1 2 の窓部分 1 7 を通過して光ファイバ 2 A および 2 C (出力路) に向けて移動する (図 2 を参照)。

40

【 0 0 4 8 】

図 3 に示されるように、ビーム L 3 および L 4 が中間ミラー 1 9 (1 9 a および 1 9 b) で反射される点は、中間反射点 R i と呼ばれる。

【 0 0 4 9 】

中間ミラー 1 9 から反射されたビーム L 5 および L 6 がミラー要素 1 5 で反射される点は、第 2 の反射点 R 2 と呼ばれる。この例では、第 2 の反射点 R 2 はミラー要素 1 5 a および 1 5 c である。

【 0 0 5 0 】

図 5 は、光路変換光学系 7 を概略的に示す図であり、(a) はその側面から見たときのその図であり、(b) はその平面図である。図 6 は、光路変換光学系 7 の主要部分

50

を示す図であり、(a)はその側面から見たときのその図であり、(b)はその平面図である。

【0051】

図5(a)に示されるように、レンズ6(スキャンレンズ)(図1を参照)を通過する放出ビームL1は、ミラー要素15(15b)(第1の反射点R1)で反射されて中間ミラー19に向けて移動し、中間ミラー19(19aおよび19b)(中間反射点Ri)で反射され、ミラー要素15(15aおよび15c)(第2の反射点R2)で再度反射されて戻りビームL2として形成される。

【0052】

光処理デバイス10において、放出ビームL1の焦点位置は、中間反射点Riではなく第1の反射点R1である。

10

【0053】

焦点位置はレンズ6の光学特性に依存するので、焦点位置は最適特性を有するレンズ6を選択することによって第1の反射点R1に位置合わせすることができる。さらに、焦点位置は、光路方向にレンズ6(スキャンレンズ)(図1を参照)の位置を調整することによって最適化することができる。

【0054】

放出ビームL1の焦点位置は第1の反射点R1に設定されるので、第1の反射点R1での放出ビームL1のビーム直径は減少し、それによって、波長分解能を改善することができる。

20

【0055】

焦点位置を第1の反射点R1に設定することによって波長分解能が改善される理由は、反射損を抑制して小さくし、その結果、放出ビームL1が最初にミラー要素15で反射されるときビーム直径が小さくなるようにすることができ、それによって、ビームを波長ごとに分割する精度が改善されるからである。

【0056】

したがって、焦点が光ファイバ2から光路変換光学系7を通過して光ファイバ2に至る往復路の中間点としての中間反射点Riで形成される場合、ビームの焦点は第1の反射点R1で焦点がぼけ、そのため、十分な波長分解能を得ることが難しい。

【0057】

30

さらに、焦点位置は第1の反射点R1に正確には設定されないことがあるが、光路方向において第1の反射点R1からはずれた位置に配置することができる。すなわち、焦点位置は、第1の反射点R1またはその近傍に設定することができる。

【0058】

図5(b)は、ビームの方向と、光路変換光学系7のミラーの平面構成とを概略的に示す図である。図面において、矢印はミラー要素15の傾き方向を示す(図3を参照)。具体的には、上向きの矢印は、ミラー要素15が図3において斜め上向きに向くことを示し、下向きの矢印は、ミラー要素15が図3において斜め下向きに向くことを示す。

【0059】

例えば、第1の反射点R1を含むミラー要素アセンブリ15Aの領域A1と第2の反射点R2を含むミラー要素アセンブリ15Aの領域A2とのそれぞれにおいて、すべてのミラー要素15が矢印で示された方向(斜め上向きまたは斜め下向き)を向く。

40

【0060】

図5(b)に示されるように、放出ビームL1の焦点位置が第1の反射点R1に設定される(事例1)場合、第1の反射点R1のビーム直径は、焦点位置が中間反射点Riに設定される(事例2)場合よりも小さくなる。事例1では、中間反射点Riおよび第2の反射点R2でのビーム直径は事例2よりも大きくなる。

【0061】

図5(b)および図6(b)に示されるように、第2の反射点R2でのビーム直径は増加するので、第2の反射点R2としてのミラー要素15(15aおよび15c)を含む領

50

域 A 2 は事例 2 の領域 A 2 よりも大きくなるように設定されることが望ましい。

【 0 0 6 2 】

図面に示された例では、第 2 の反射点 R 2 としてのミラー要素 1 5 (1 5 a および 1 5 c) を含む領域 A 2 の幅 W 2 (図 6 (b) の横方向の寸法) は、第 1 の反射点 R 1 としてのミラー要素 1 5 (1 5 b) を含む領域 A 1 の幅 W 1 よりも大きくなるように設定される。このため、領域 A 2 の面積は領域 A 1 よりも広くなる。

【 0 0 6 3 】

したがって、第 2 の反射点 R 2 でのビームの損失は減少することができ、そのため、波長分解能の劣化を防止することができる。

【 0 0 6 4 】

以下、領域 A 2 の幅 W 2 が領域 A 1 の幅 W 1 よりも大きくなるように設定することは、拡大と呼ばれる。

【 0 0 6 5 】

図 9 は、拡大が行われる場合と行われなかった場合との出力特性を示す。例 2 では、図 6 (b) の事例 2 に示されるように、領域 A 2 の幅は領域 A 1 の幅と等しくなるように設定された。例 1 では、事例 1 に示されるように、領域 A 2 の幅 (W 2) は領域 A 1 の幅 (W 1) よりも大きくなるように設定された。

【 0 0 6 6 】

図 9 から理解されるように、拡大が行われた例 1 では、優れた出力特性が得られた。

【 0 0 6 7 】

図 1 および図 2 に示されるように、戻りビーム L 2 はレンズ 6 によって平行にされ、レンズ 3 および 4 によって合焦され、光路長調整部分 8 を通過し、次に、光ファイバ 2 の前端部表面 2 a に入射する。図 2 および図 4 に示された例では、戻りビーム L 2 は光路長調整部分 8 を通過し、光ファイバ 2 A、2 C、2 D、および 2 F に入射する。

【 0 0 6 8 】

上述のように、放出ビーム L 1 の焦点位置は第 1 の反射点 R 1 に設定されるので、第 1 の反射点 R 1 の後のビーム (反射ビーム L 3 から L 6 および戻りビーム L 2) の光路の長さ (実際の光路の長さ) は放出ビーム L 1 の光路の長さよりも長い。

【 0 0 6 9 】

光処理デバイス 1 0 において、戻りビーム L 2 の光路長 (光路の長さ) は光路長調整部分 8 を設けることによって調整される。このため、第 1 の反射点 R 1 の後のビーム (反射ビーム L 3 から L 6 および戻りビーム L 2) の光路長は放出ビームの光路長 L 1 に応じて最適化することができる。

【 0 0 7 0 】

したがって、焦点位置を第 1 の反射点 R 1 に設定することに伴う光学特性の劣化 (例えば、挿入損失の増加) を防止することが可能である。

【 0 0 7 1 】

図 1 0 および図 1 1 は、光路長調整部分 8 が設置されている場合と、設置されていない場合との出力特性を示すグラフである。

【 0 0 7 2 】

図 1 0 に示されるように、S i から形成された光路長調整部分 8 (光路方向に 2 0 0 m m の長さを有する) が設けられる場合、図 1 1 に示されるような光路長調整部分 8 が設けられない場合と比較して、優れた出力特性が得られている。

【 0 0 7 3 】

さらに、入力路である光ファイバ 2 の前端部位置と出力路である光ファイバ 2 の前端部位置とが光路方向にシフトされている場合、第 1 の反射点 R 1 の後のビーム (反射ビーム L 3 から L 6 および戻りビーム L 2) の光路長は、放出ビーム L 1 の光路長に応じて調整することができる。

【 0 0 7 4 】

図 7 は、光路変換光学系 7 を使用方法の一例を示す平面図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 5 】

この例では、互いに隣接する3つのチャンネルC H 1からC H 3が設けられる。第1のチャンネルC H 1において、戻りビームL 2は第1のチャンネルの光ファイバ2（図示せず）に入射する。第3のチャンネルC H 3において、戻りビームL 2は第3のチャンネルの光ファイバ2（図示せず）に入射する。チャンネルC H 1とチャンネルC H 3との間に配置された第2のチャンネルC H 2において、ビームは光ファイバ2のいずれにも入射しない。

【 0 0 7 6 】

第1のチャンネルC H 1において、ミラー要素1 5 bは斜め上向きに向き、ミラー要素1 5 aは斜め下向きに向き、それによって、反射ビームは中間ミラー1 9 aとミラー要素1 5 aとを通過して第1のチャンネルの光ファイバ2に向けて移動する。

10

【 0 0 7 7 】

第3のチャンネルC H 3において、ミラー要素1 5 bは斜め下向きに向き、ミラー要素1 5 cは斜め上向きに向き、それによって、反射ビームは中間ミラー1 9 bとミラー要素1 5 cとを通過して第3のチャンネルの光ファイバ2に向けて移動する。

【 0 0 7 8 】

第2のチャンネルC H 2において、第2の反射点R 2としてのミラー要素1 5は外向きに向き、その結果、ビームは光ファイバ2のいずれにも入射しない。すなわち、ミラー要素1 5 aが使用される場合、ミラー要素は斜め上向きに向く。ミラー要素1 5 cが使用される場合、ミラー要素は斜め下向きに向く。したがって、反射ビームは光ファイバ2に向けて移動しない。

20

【 0 0 7 9 】

しかし、上述のように、チャンネルC H 1およびチャンネルC H 3では、拡大が行われて、第2の反射点R 2であるミラー要素1 5 aおよび1 5 cを含む領域A 2の幅が増大される。したがって、第2の反射点R 2を含む領域のミラー要素1 5が第2のチャンネルC H 2において単一の方角に向くように製作された場合、第2のチャンネルC H 2のビームの一部がチャンネルC H 1またはチャンネルC H 3の区域A 2にどの方角にも誘導され、その結果、ビームは光ファイバ2への漏洩ビームとして入射する。

【 0 0 8 0 】

これを避けるために、この例では、第2のチャンネルC H 2のミラー要素1 5（1 5 b）を含む領域A 1が、第1のチャンネルC H 1に隣接する第1のチャンネル側領域A 1 1と第3のチャンネルC H 3に隣接する第3のチャンネル側領域A 1 2とに分割される。

30

【 0 0 8 1 】

第1のチャンネル側領域A 1 1では、ミラー要素1 5 bは第1のチャンネルC H 1のミラー要素1 5 bの方角と反対の方角（斜め下向き）に向き、それによって、反射ビームは中間ミラー1 9 bとミラー要素1 5 cとを通過して光ファイバ2からはずれた方角に移動する。

【 0 0 8 2 】

第3のチャンネル側領域A 1 2では、ミラー要素1 5 bは第3のチャンネルC H 3のミラー要素1 5 bの方角と反対の方角（斜め上向き）に向き、それによって、反射ビームは中間ミラー1 9 aとミラー要素1 5 aとを通過して光ファイバ2からはずれた方角に移動する。

【 0 0 8 3 】

したがって、漏洩ビームは、C H 2のビームがチャンネルC H 1およびC H 3の領域A 2に誘導されないようにすることによって防止することができる。

40

【 0 0 8 4 】

図1 2および図1 3は、光路変換光学系7が図7に示された構成を有する場合の出力特性を示すグラフである。

【 0 0 8 5 】

これらの図面から、第1のチャンネルC H 1の出力特性（図1 2）および第3のチャンネルC H 3の出力特性（図1 3）は満足のいくようになることが見いだされる。

【 0 0 8 6 】

図8は、光処理デバイス1 0の特定の構成の一例を示す。図面に示された光処理デバイ

50

ス 1 0 は、ビーム放出部分 1 と、レンズ 3 および 4 (コリメートレンズ) と、レンズ 3 および 4 からのビームを分散させる回折格子 5 A および 5 B と、レンズ 6 (スキャンレンズ) と、光路変換光学系 7 と、光路長調整部分 (図示せず) と、を備えるケース 2 1 を含む。参照符号 2 2 から 2 4 はミラーを示す。

【 0 0 8 7 】

ビーム放出部分 1 の光ファイバの数は特に限定されず、任意とすることができ、例えば、3 つ以上とすることができる。さらに、光路変換光学系のミラー要素の数は 1 つまたは複数に任意に設定することができる。さらにミラー要素および中間ミラーでビームを反射する回数は上述の例に限定されない。

【 符号の説明 】

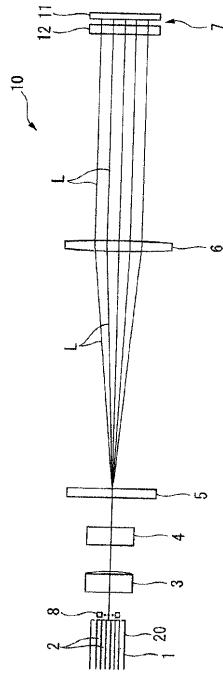
10

【 0 0 8 8 】

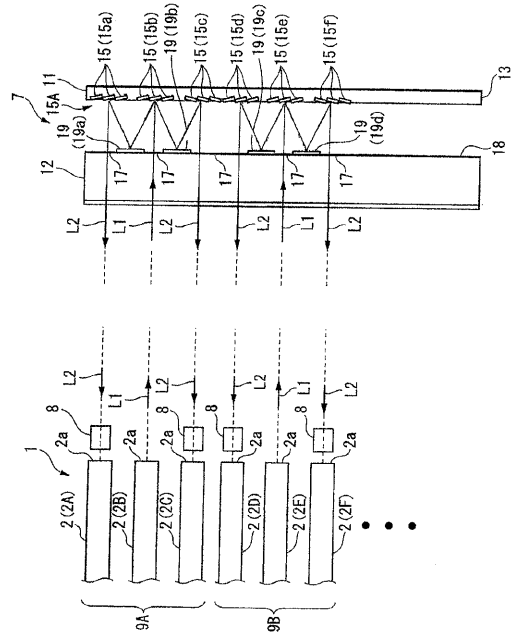
- 1 ビーム放出部分
- 2 光ファイバ
- 3、4 レンズ (コリメートレンズ)
- 5 回折格子 (分散要素)
- 6 レンズ (集光レンズ)
- 7 光路変換光学系
- 8 光路長調整部分
- 1 5 ミラー要素
- 1 9 中間ミラー
- L 1 放出ビーム
- L 2 戻りビーム
- R 1 第 1 の反射点
- R 2 第 2 の反射点
- R i 中間反射点
- A 1 第 1 の反射点を含むミラー要素アセンブリの区域
- A 2 第 2 の反射点を含むミラー要素アセンブリの区域

20

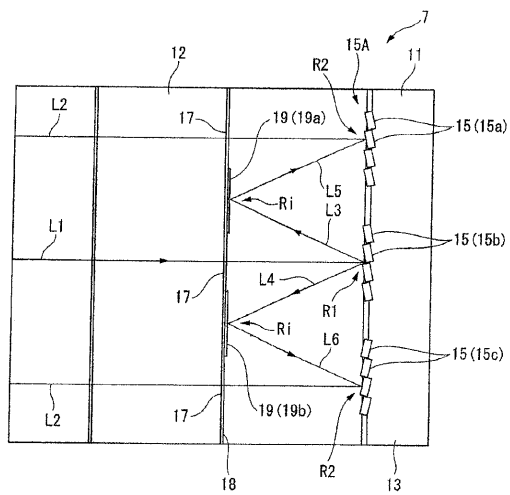
【図 1】



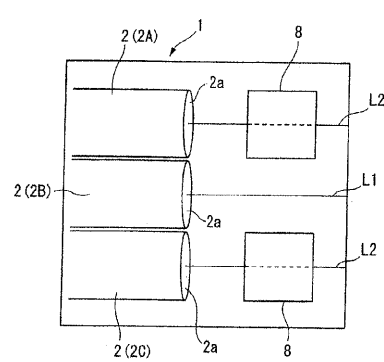
【図 2】



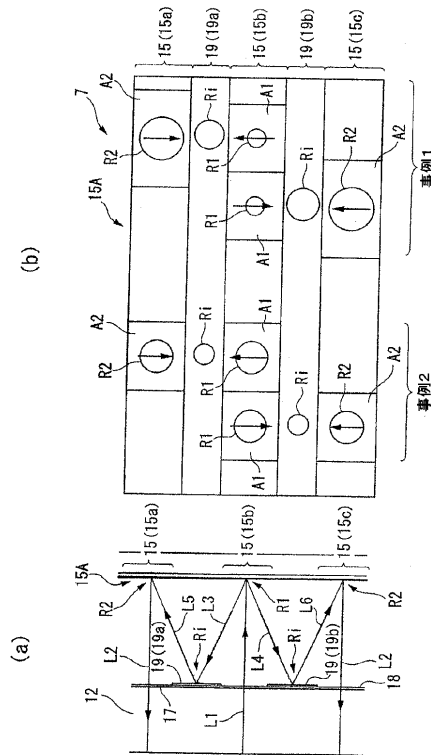
【図 3】



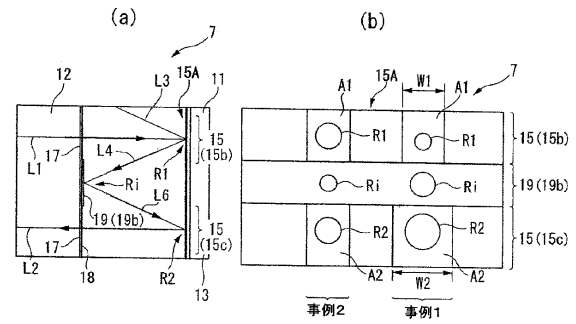
【図 4】



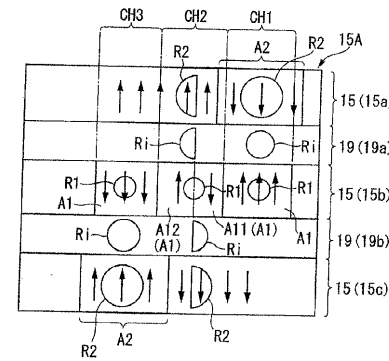
【図 5】



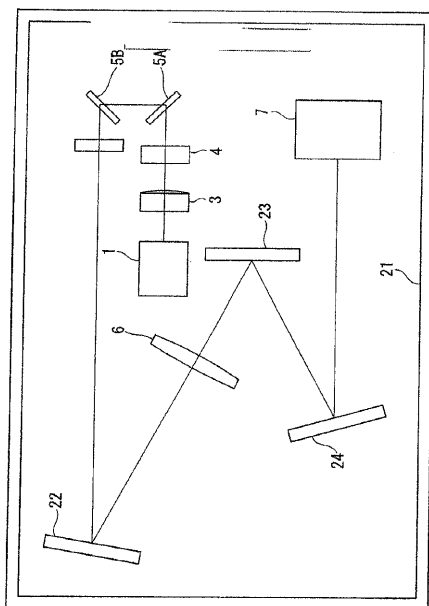
【図 6】



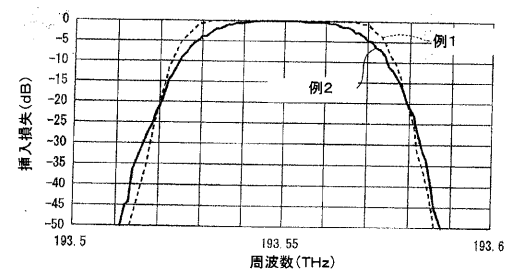
【図 7】



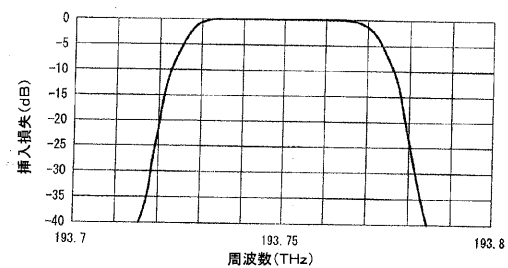
【図 8】



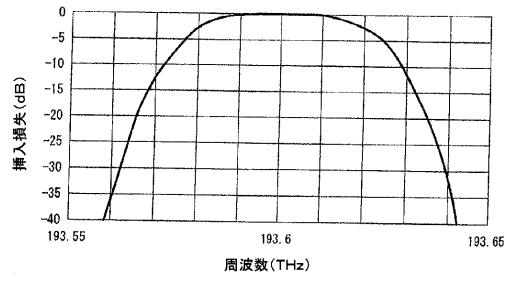
【図 9】



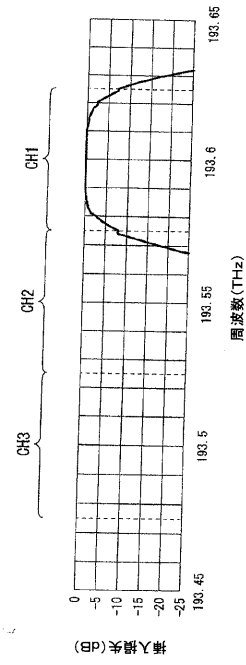
【図 10】



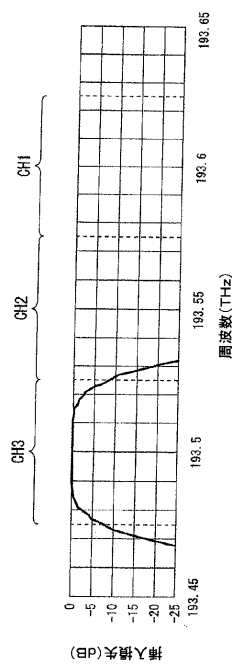
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 ジェファーソン・エル・ワグナー
アメリカ合衆国・ニュージャージー・07960・モリスタウン・スカイライン・ドライブ・45
- (72)発明者 中谷 晋
東京都江東区木場1丁目5番1号
- (72)発明者 石川 隆朗
東京都江東区木場1丁目5番1号

審査官 堀部 修平

- (56)参考文献 特表2010-534864(JP, A)
国際公開第2010/001734(WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | | | |
|---------|-----------|---|-----------|
| G 0 2 B | 2 6 / 0 0 | - | 2 6 / 0 8 |
| G 0 2 B | 6 / 3 5 | | |