

(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2018-200959

(P2018-200959A)

(43) 公開日 平成30年12月20日(2018.12.20)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)	
H O 1 S	5/022	(2006.01)	H O 1 S	5/022	2 H 1 3 7
H O 1 S	5/40	(2006.01)	H O 1 S	5/40	5 F 1 7 3
G O 2 B	6/42	(2006.01)	G O 2 B	6/42	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2017-105000 (P2017-105000)	(71) 出願人	000006013
(22) 出願日	平成29年5月26日 (2017. 5. 26)		三菱電機株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
		(74) 代理人	100082175
			弁理士 高田 守
		(74) 代理人	100106150
			弁理士 高橋 英樹
		(74) 代理人	100148057
			弁理士 久野 淑己
		(72) 発明者	加治屋 哲
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		Fターム(参考)	2H137 AB06 AC02 BA03 BB02 BB05
			BB14 BB17 BC03 BC12 BC31
			BC47 BC51 BC53 CD46
			最終頁に続く

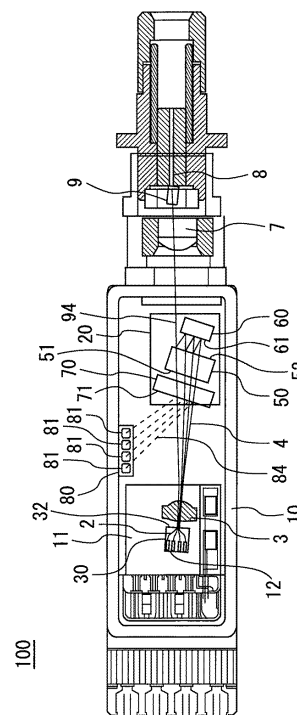
(54) 【発明の名称】 波長多重光送信モジュール

(57) 【要約】

【課題】本発明は、波長多重光送信モジュールに関し、小型化が可能な波長多重光送信モジュールを得ることを目的とする。

【解決手段】本発明に係る波長多重光送信モジュールは、互いに波長が異なる複数のレーザー光をそれぞれ出射する複数のレーザーと、複数のレーザー光を放射状に出射するレンズと、複数のレーザー光を複数の透過光と複数の反射光とにそれぞれ分岐させる分岐部と、バンドパスフィルタと、ミラーと、複数の反射光をそれぞれ受光する複数の受光素子と、を備え、複数の透過光は、波長が短い透過光ほど入射角度が大きくなるようにバンドパスフィルタに入射することでバンドパスフィルタを透過し、バンドパスフィルタの光出射面に対するミラーの反射面の傾斜角度は、複数の透過光が光出射面と反射面とによって反射されることで合波されるように設けられる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

互いに波長が異なる複数のレーザー光をそれぞれ出射する複数のレーザーと、
前記複数のレーザー光が入射し、前記複数のレーザー光を、互いに隣接するレーザー光の間の角度が一定となるよう放射状に出射するレンズと、
前記レンズの光出射方向に設けられ、前記複数のレーザー光を複数の透過光と、放射状に広がる複数の反射光と、にそれぞれ分岐させる分岐部と、
前記レンズの光出射方向に設けられ、前記複数の透過光を透過させ、入射角度が大きいほど透過中心波長が短いバンドパスフィルタと、
前記バンドパスフィルタの光出射方向において、前記バンドパスフィルタに対して傾いて設けられ、前記複数の透過光を反射させる反射面を有するミラーと、
前記複数の反射光をそれぞれ受光する複数の受光素子と、
を備え、
前記複数の透過光は、波長が短い透過光ほど前記入射角度が大きくなるように前記バンドパスフィルタに入射することで、前記バンドパスフィルタを透過し、
前記バンドパスフィルタの光出射面に対する前記反射面の傾斜角度は、前記バンドパスフィルタを透過した前記複数の透過光が、前記光出射面と前記反射面とによって反射されることで合波されるように設けられることを特徴とする波長多重光送信モジュール。

10

【請求項 2】

前記分岐部は、ハーフミラーであることを特徴とする請求項 1 に記載の波長多重光送信モジュール。

20

【請求項 3】

前記分岐部は、前記バンドパスフィルタの前記光出射面と反対側の面である光入射面であり、

前記複数の反射光は、前記光入射面でのフレネル反射により前記複数のレーザー光から分岐されることを特徴とする請求項 1 に記載の波長多重光送信モジュール。

【請求項 4】

前記分岐部は、前記バンドパスフィルタの前記光出射面と反対側の面である光入射面に設けられた反射膜を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の波長多重光送信モジュール。

30

【請求項 5】

前記複数の反射光は、前記複数の受光素子に等間隔で入射することを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載の波長多重光送信モジュール。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、波長多重光送信モジュールに関する。

【背景技術】**【0002】**

特許文献 1 には、光送信モジュールが開示されている。この光送信モジュールでは、発光素子の光出力が受光素子でモニタリングされる。モニタリングの結果に基づいて、発光素子から出射される光の強度は、一定となるように制御される。

40

【0003】

特許文献 1 では、1 つのパッケージ内に複数の発光素子および複数の受光素子が密に実装される。このような構造では、1 つの受光素子にモニタリングすべき発光素子からの光以外に、他の発光素子からの漏れ光が入射される可能性がある。漏れ光が受光素子に入射されると、モニタリングすべき発光素子からの光のレベルを正確にモニタリングできない可能性がある。このため、発光素子から出射される光の強度を一定に制御することが困難となるおそれがある。そこで、特許文献 1 では漏れ光の影響を低減するため、遮光膜を設けている。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2016-181645号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

光送信モジュールでは、小型化のため、発光素子の間隔を小さくする場合がある。特許文献1に示される光送信モジュールでは、発光素子の間隔を小さくすると隣接する発光素子の光出力ビームが重なる可能性がある。この場合、発光素子の光の強度を正確にモニタリングすることができず、発光素子から出射される光の強度を一定に制御することが困難となる可能性がある。

10

【0006】

また、特許文献1では、発光素子毎にコリメートレンズを設けている。複数のコリメートレンズによって、複数の発光素子の光から複数のコリメート光がそれぞれ独立に構成される。従って、発光素子の間隔がコリメートレンズの大きさに制約される可能性がある。この場合、発光素子の間隔を、1mm以下に下げることが困難となる可能性がある。

【0007】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたもので、小型化が可能な波長多重光送信モジュールを得ることを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る波長多重光送信モジュールは、互いに波長が異なる複数のレーザー光をそれぞれ出射する複数のレーザーと、該複数のレーザー光が入射し、該複数のレーザー光を、互いに隣接するレーザー光の間の角度が一定となるよう放射状に出射するレンズと、該レンズの光出射方向に設けられ、該複数のレーザー光を複数の透過光と、放射状に広がる複数の反射光と、にそれぞれ分岐させる分岐部と、該レンズの光出射方向に設けられ、該複数の透過光を透過させ、入射角度が大きいほど透過中心波長が短いバンドパスフィルタと、該バンドパスフィルタの光出射方向において、該バンドパスフィルタに対して傾いて設けられ、該複数の透過光を反射させる反射面を有するミラーと、該複数の反射光をそれぞれ受光する複数の受光素子と、を備え、該複数の透過光は、波長が短い透過光ほど該入射角度が大きくなるように該バンドパスフィルタに入射することで、該バンドパスフィルタを透過し、該バンドパスフィルタの光出射面に対する該反射面の傾斜角度は、該バンドパスフィルタを透過した該複数の透過光が、該光出射面と該反射面とによって反射されることで合波されるように設けられる。

30

【発明の効果】

【0009】

本発明に係る波長多重光送信モジュールでは、レンズから複数のレーザー光が放射状に出射される。分岐部により、複数のレーザー光から複数の反射光がそれぞれ分岐される。複数の受光素子は、複数の反射光をそれぞれ受光する。ここで、複数の反射光は放射状に広がるため、互いに隣接する反射光の間隔は伝播に伴い大きくなる。このため、隣接するレーザーの間隔が小さくても、受光素子がモニタリングする反射光以外の反射光がその受光素子に入射することを抑制できる。従って、隣接するレーザーの間隔が小さくし、波長多重光送信モジュールを小型化できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態1に係る波長多重光送信モジュールの平面図である。

【図2】比較例に係る波長多重光送信モジュールの平面図である。

【図3】実施の形態2に係る波長多重光送信モジュールの平面図である。

【図4】実施の形態3に係る波長多重光送信モジュールの平面図である。

50

【図 5】実施の形態 4 に係る波長多重光送信モジュールの平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明の実施の形態に係る波長多重光送信モジュールについて図面を参照して説明する。同じ又は対応する構成要素には同じ符号を付し、説明の繰り返しを省略する場合がある。

【0012】

実施の形態 1 .

図 1 は、実施の形態 1 に係る波長多重光送信モジュール 100 の平面図である。波長多重光送信モジュール 100 は、レーザーアレイ 30 を備える。レーザーアレイ 30 は、複数のレーザー 12 を備える。複数のレーザー 12 は、互いに波長が異なる複数のレーザー光 4 をそれぞれ出射する。レーザーアレイ 30 は、複数のレーザー 12 にそれぞれ設けられた複数の導波路 2 を備える。導波路 2 はレーザー光 4 をレーザーアレイ 30 の出射端面 32 に導く。レーザーアレイ 30 は、出射端面 32 から複数のレーザー光 4 を出射する。

【0013】

本実施の形態では、レーザーアレイ 30 は、4 つのレーザー 12 を備える。各々のレーザー 12 は、変調器集積 LD (Electro-absorption Modulator Integrated Laser Diode、EML) である。レーザーアレイ 30 は、1 つの半導体チップにモノリシック集積された EML アレイ素子である。

【0014】

レーザーアレイ 30 の光出射方向には、レンズ 3 が設けられる。レンズ 3 はレーザー光 4 の光路上に設けられる。レンズ 3 はコリメートレンズである。レンズ 3 には、複数のレーザー光 4 が入射する。レンズ 3 は、複数のレーザー光 4 を放射状に出射する。レンズ 3 から出射された複数のレーザー光 4 は、互いに隣接するレーザー光 4 の間の角度が一定となるように広がる。

【0015】

レンズ 3 の光出射方向には、分岐部 70 が設けられる。本実施の形態では、分岐部 70 はハーフミラー 71 である。分岐部 70 は、複数のレーザー光 4 を複数の透過光 94 と、複数の反射光 84 とにそれぞれ分岐させる。複数の反射光 84 は、複数のレーザー光 4 がハーフミラー 71 で反射されることによって得られる。複数の反射光 84 は放射状に広がる。また、複数の透過光 94 は、複数のレーザー光 4 がハーフミラー 71 を透過することによって得られる。複数の透過光 94 は放射状に広がる。

【0016】

レンズ 3 の光出射方向には、バンドパスフィルタ 50 が設けられる。バンドパスフィルタ 50 は、ガラスブロックと、ガラスブロックの光入射面側に設けられた薄膜から構成される。薄膜は蒸着により形成される。バンドパスフィルタ 50 は、複数の透過光 94 を透過させる。バンドパスフィルタ 50 の透過帯域幅は 4 nm である。

【0017】

バンドパスフィルタ 50 の光出射方向にはミラー 60 が設けられる。ミラー 60 は、透過光 94 の光路上に設けられる。ミラー 60 は、バンドパスフィルタ 50 に対して傾いて設けられる。ミラー 60 は、複数の透過光 94 を反射させる反射面 61 を有する全反射ミラーである。バンドパスフィルタ 50 とミラー 60 とによって反射されることで、4 つの透過光 94 は合波される。

【0018】

合波された透過光 94 の光路上には、集光レンズ 7 が設けられる。集光レンズ 7 は、すべての透過光 94 を集光する。集光レンズ 7 による透過光 94 の集光位置には、光ファイバ 8 が設けられる。集光レンズ 7 と光ファイバ 8 との間には、光アイソレータ 9 が設けられる。光アイソレータ 9 は、光ファイバ 8 に向かう光を透過させ、逆方向の光を遮断する。光ファイバ 8 によって、透過光 94 は外部に送信される。

【0019】

10

20

30

40

50

波長多重光送信モジュール１００はモニタＰＤ（Photo Diode）アレイ８０を備える。モニタＰＤアレイ８０は、パッケージ１０の側面に沿って配置される。モニタＰＤアレイ８０は、レンズ３と分岐部７０の間において、複数の反射光８４が入射する位置に設けられる。

【００２０】

モニタＰＤアレイ８０は、複数の受光素子８１を備える。本実施の形態では、モニタＰＤアレイ８０は、受光素子８１を４つ備える。複数の受光素子８１は、複数の反射光８４の光路上にそれぞれ設けられる。複数の受光素子８１は、複数の反射光８４をそれぞれ受光する。複数の受光素子８１は、複数の反射光８４をそれぞれ受光するように、位置が調整されている。受光素子８１は受光面に反射光８４が入射するように配置される。

10

【００２１】

レーザーアレイ３０とレンズ３は、ペルチェ素子１１の上に設けられている。ペルチェ素子１１は、レーザーアレイ３０を冷却する。レーザーアレイ３０は、ペルチェ素子１１によって例えば４０℃に保たれる。このため、レーザー１２の発振波長が外気温度によって変動することを防止できる。

【００２２】

また、バンドパスフィルタ５０とミラー６０と分岐部７０は実装平板２０の上に設けられている。レーザーアレイ３０、レンズ３、バンドパスフィルタ５０、ミラー６０、分岐部７０、モニタＰＤアレイ８０、ペルチェ素子１１および実装平板２０はパッケージ１０により封止されている。レーザー１２は、パッケージ１０によりハーメチック封止される。

20

【００２３】

次に、波長多重光送信モジュール１００における複数のレーザー光４の合波方法について説明する。出射端面３２は、レンズ３の焦点位置に配置されている。このため、レンズ３から出射された４つのレーザー光４はコリメート光となる。また、複数の導波路２は、出射端面３２において等間隔に並ぶ。このため、レンズ３から放射状に出射された複数のレーザー光４のうち、互いに隣接するレーザー光４の間の角度 $\Delta\theta$ は一定となる。本実施の形態では、 $\Delta\theta = 2.768^\circ$ となる。

【００２４】

レンズ３とバンドパスフィルタ５０との間には、分岐部７０が設けられる。各々のレーザー光４は、分岐部７０で反射光８４と透過光９４に分岐される。４つの透過光９４は、互いに隣接する透過光９４の間の角度が $\Delta\theta$ となるように広がる。４つの透過光９４は、バンドパスフィルタ５０に互いに異なる入射角度 θ_N で入射することとなる。ここで、一般にバンドパスフィルタ５０は入射角度 θ_N が大きいほど透過中心波長 λ_c が短い。バンドパスフィルタ５０の透過中心波長 λ_c は次のように表される。

30

【００２５】

【数１】

$$\lambda_c = \lambda_0 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\sin \theta_N}{n}\right)^2} \quad (1)$$

40

【００２６】

ここで、 λ_0 はバンドパスフィルタ５０への入射角度 θ_N が 0° の場合の透過中心波長である。 n はバンドパスフィルタ５０の実効屈折率である。

【００２７】

複数の透過光９４は、バンドパスフィルタ５０の光入射面５１に入射する。複数の透過光９４のバンドパスフィルタ５０への入射角度 θ_N は、それぞれ 18.306° 、 15.537° 、 12.769° 、 10° である。入射角度 θ_N の間隔は、 $\Delta\theta = 2.768^\circ$ を満たす。式１から、複数の透過光９４の入射角度 θ_N に対する透過中心波長 λ_c は、入射角度 θ_N の大きいほうから 1295.14 nm 、 1300.48 nm 、 1305.02 nm 、 1308.71 nm となる。

50

【 0 0 2 8 】

本実施の形態では、複数のレーザー 1 2 の発振波長 λ_N は、LAN-WDM (Local Area Network-Wavelength Division Multiplexing) 規格にて規定された波長である。複数のレーザー 1 2 の発振波長は入射角度 θ_N の大きいほうからそれぞれ 1 2 9 5 . 5 6 nm、1 3 0 0 . 0 5 nm、1 3 0 4 . 5 8 nm、1 3 0 9 . 1 4 nm である。

【 0 0 2 9 】

ここで、バンドパスフィルタ 5 0 の透過帯域幅は、透過中心波長 λ_c に対して ± 2 nm である。各々のレーザー 1 2 の発振波長 λ_N は、各々のレーザー 1 2 の入射角度 θ_N に対する透過中心波長 λ_c から ± 2 nm の範囲に収まっている。従って、複数の透過光 9 4 はバンドパスフィルタ 5 0 を透過できる。本実施の形態では、複数の透過光 9 4 は、波長が短い透過光 9 4 ほど入射角度 θ_N が大きくなるようにバンドパスフィルタ 5 0 に入射することで、バンドパスフィルタ 5 0 を透過する。

【 0 0 3 0 】

バンドパスフィルタ 5 0 を透過した複数の透過光 9 4 は、バンドパスフィルタ 5 0 の光出射面 5 2 から出射される。光出射面 5 2 は、バンドパスフィルタ 5 0 において複数の透過光 9 4 が出射される面である。光入射面 5 1 と光出射面 5 2 は平行である。光入射面 5 1 は、光出射面 5 2 と反対側の面である。

【 0 0 3 1 】

ここで、バンドパスフィルタ 5 0 の光出射面 5 2 に対するミラー 6 0 の反射面 6 1 の傾斜角度 θ_t は、バンドパスフィルタ 5 0 を透過した複数の透過光 9 4 が、光出射面 5 2 と反射面 6 1 とによって反射されることで合波されるように設けられる。なお、傾斜角度 θ_t は、平面視における傾斜角度である。本実施の形態では、傾斜角度 θ_t は、角度 $\Delta\theta$ の 2 分の 1 である。つまり、 $\theta_t = \Delta\theta / 2 = 1 . 3 8 4 ^\circ$ である。また、光出射面 5 2 と反射面 6 1 は実装平板 2 0 の上面と垂直である。

【 0 0 3 2 】

透過光 9 4 には、ミラー 6 0 での反射により、 $2\theta_t$ の角度変化が生じる。このため、透過光 9 4 はミラー 6 0 に反射されることで隣接する透過光 9 4 と重なる。従って、複数の透過光 9 4 は、反射面 6 1 と光出射面 5 2 との間で多重反射され、順次合波される。なお、複数の透過光 9 4 のうち最も入射角度 θ_N が大きい透過光 9 4 は、ミラー 6 0 に反射されず集光レンズ 7 側に向かう。以上から、1 本の光となった複数の透過光 9 4 は、パッケージ 1 0 より出射される。

【 0 0 3 3 】

パッケージ 1 0 より出射された複数の透過光 9 4 は、集光レンズ 7 により集光され、光アイソレータ 9 を透過して、光ファイバ 8 により導波される。複数の透過光 9 4 は、シングルモードの光ファイバ 8 の導波モードとなる。

【 0 0 3 4 】

また、複数のレーザー光 4 から分岐された複数の反射光 8 4 は、複数の受光素子 8 1 によってそれぞれ受光される。複数の反射光 8 4 も、互いに隣接する反射光 8 4 の間の角度が $\Delta\theta$ となるように放射状に広がる。このため、モニタ PD アレイ 8 0 への複数の反射光 8 4 の入射角度は、互いに異なる。各々の受光素子 8 1 は、受光した反射光 8 4 の強度をモニタする。これにより、各々の受光素子 8 1 は、受光した反射光 8 4 に対応するレーザー光 4 の強度をモニタする。以上から、波長多重光送信モジュール 1 0 0 では、出射光のレベルがモニタされ、モニタ結果に応じて、出射光のレベルが一定になるように制御される。

【 0 0 3 5 】

図 2 は、比較例に係る波長多重光送信モジュール 2 0 0 の平面図である。波長多重光送信モジュール 2 0 0 は、複数のレーザー 2 1 2 を備える。複数のレーザー 2 1 2 は複数のレーザー光をそれぞれ出射する。複数のコリメートレンズ 2 0 3 は、複数のレーザー光から複数のコリメート光をそれぞれ構成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

波長多重光送信モジュール 2 0 0 は、ビームスプリッタ 2 9 1 を備える。ビームスプリッタ 2 9 1 により複数のコリメート光は複数の反射光と、複数の透過光とにそれぞれ分岐される。複数の反射光は、受光素子 2 9 2 によって受光される。また、複数の透過光は、ビームスプリッタ 2 9 1 から出射され、中継器 2 9 3 に入射される。中継器 2 9 3 は、複数の透過光を合波する。合波された複数の透過光は、集光レンズ 2 0 7 によって集光され、光ファイバ 2 0 8 により導波される。波長多重光送信モジュール 2 0 0 は遮光膜 2 9 0 を備える。遮光膜 2 9 0 は、受光素子 2 9 2 への隣接する反射光からの漏れ光の影響を低減するため設けられている。

【 0 0 3 7 】

ここで、波長多重光送信モジュール 2 0 0 では、複数のレーザー 2 1 2 の間隔を小さくすると隣接するレーザー光が重なる可能性がある。この場合、波長多重光送信モジュール 2 0 0 の出射光の強度を正確にモニタすることができない可能性がある。また、波長多重光送信モジュール 2 0 0 では、レーザー 2 1 2 毎にコリメートレンズ 2 0 3 を設けている。この構成では、レーザー 2 1 2 の間隔がコリメートレンズ 2 0 3 の大きさに制約される可能性がある。この場合、レーザー 2 1 2 の間隔を、1 mm 以下に下げることが困難となる可能性がある。

【 0 0 3 8 】

これに対し、本実施の形態では、複数のレーザー光 4 は、レンズ 3 によって放射状に出射される。複数のレーザー光 4 の出射角度は互いに異なる。複数のレーザー光 4 の伝播に伴い、互いに隣接するレーザー光 4 の間隔が大きくなる。複数のレーザー光 4 からそれぞれ分岐した複数の反射光 8 4 では、伝播に伴い、互いに隣接する反射光 8 4 の間隔がさらに大きくなる。

【 0 0 3 9 】

これに応じて、複数の反射光 8 4 をそれぞれ受光する複数の受光素子 8 1 の間隔を大きくできる。このため、各々の反射光 8 4 に対応する受光素子 8 1 に、隣接する反射光 8 4 が入射することを抑制できる。ここで、反射光 8 4 に対応する受光素子 8 1 とは、その反射光 8 4 を受光するための受光素子 8 1 である。

【 0 0 4 0 】

従って、本実施の形態では、複数のレーザー 1 2 の間隔が小さくても、各々の反射光 8 4 に対応する受光素子 8 1 に、隣接する反射光 8 4 が入射することを抑制できる。従って、隣接するレーザー 1 2 の間隔が小さくできる。このため、波長多重光送信モジュール 1 0 0 を小型化できる。また、遮光膜など漏れ光を抑制する構造を省略できる。このため、波長多重光送信モジュール 1 0 0 をさらに小型化できる。また、漏れ光を抑制することで、波長多重光送信モジュール 1 0 0 の出射光の強度を精度良く制御できる。

【 0 0 4 1 】

また、本実施の形態では、バンドパスフィルタ 5 0 の直前に分岐部 7 0 が設けられる。分岐部 7 0 とバンドパスフィルタ 5 0 との距離は、分岐部 7 0 とレンズ 3 との距離よりも短い。複数のレーザー光 4 がバンドパスフィルタ 5 0 への入射直前に分岐されることで、さらに複数の反射光 8 4 の間隔を大きくすることができる。これにより、モニタ PD アレイ 8 0 において、隣接する反射光 8 4 からの漏れ光をさらに抑制できる。従って、精度良く出射光のレベルを制御できる。

【 0 0 4 2 】

また、本実施の形態では、複数のレーザー光 4 は、1 つのレンズ 3 によって出射角度がそれぞれ異なる複数のコリメート光に一括変換される。このため、複数のレーザー 1 2 の間隔がレンズ 3 の大きさに制約されることを防止できる。従って、複数のレーザー 1 2 の間隔を小さくし、波長多重光送信モジュール 1 0 0 を小型化できる。

【 0 0 4 3 】

また、バンドパスフィルタ 5 0 は、複数の透過光 9 4 の入射角度 θ_N の違いから、複数の透過光 9 4 を透過させる。さらに、バンドパスフィルタ 5 0 から出射された複数の透過

10

20

30

40

50

光 9 4 は、ミラー 6 0 とバンドパスフィルタ 5 0 による反射によって合波される。以上から、1つのレンズ 3 および 1つのバンドパスフィルタ 5 0 によって、互いに波長が異なる複数の透過光 9 4 を合波できる。従って、波長多重光送信モジュール 1 0 0 では、複数のレンズおよび複数のバンドパスフィルタを備える必要がなく、小型化が可能になる。

【 0 0 4 4 】

本実施の形態ではレーザーアレイ 3 0 は、4つのレーザー 1 2 を有する。この変形例として、レーザーアレイ 3 0 が有するレーザー 1 2 の数は2つ以上であれば良い。また、実装平板 2 0 は設けられなくても良く、バンドパスフィルタ 5 0 とミラー 6 0 は直接パッケージ 1 0 の実装平面上に設けられても良い。

【 0 0 4 5 】

これらの変形は以下の実施の形態に係る波長多重光送信モジュールについて適宜応用することができる。なお、以下の実施の形態に係る波長多重光送信モジュールについては実施の形態 1 との共通点が多いので、実施の形態 1 との相違点を中心に説明する。

【 0 0 4 6 】

実施の形態 2 .

図 3 は、実施の形態 2 に係る波長多重光送信モジュール 3 0 0 の平面図である。本実施の形態では、分岐部 3 7 0 の構造が実施の形態 1 と異なる。分岐部 3 7 0 は、バンドパスフィルタ 5 0 の光入射面 5 1 である。分岐部 3 7 0 により、複数のレーザー光 4 は複数の透過光 3 9 4 と、複数の反射光 3 8 4 とにそれぞれ分岐される。複数の反射光 3 8 4 は、光入射面 5 1 でのフレネル反射により複数のレーザー光 4 から分岐される。複数の反射光 3 8 4 は、モニタ P D アレイ 3 8 0 に入射する。

【 0 0 4 7 】

本実施の形態では、分岐部 3 7 0 として別個に部品を設ける必要がない。このため、波長多重光送信モジュール 3 0 0 の部品点数を削減できる。従って、波長多重光送信モジュール 3 0 0 をさらに小型化できる。

【 0 0 4 8 】

実施の形態 3 .

図 4 は、実施の形態 3 に係る波長多重光送信モジュール 4 0 0 の平面図である。本実施の形態では、分岐部 4 7 0 の構造が実施の形態 1 と異なる。分岐部 4 7 0 は反射膜 4 5 4 を備える。反射膜 4 5 4 は、バンドパスフィルタ 5 0 の光入射面 5 1 に設けられる。分岐部 4 7 0 により、複数のレーザー光 4 は複数の透過光 4 9 4 と、複数の反射光 4 8 4 とにそれぞれ分岐される。複数の反射光 4 8 4 は、モニタ P D アレイ 4 8 0 に入射する。

【 0 0 4 9 】

本実施の形態では、反射膜 4 5 4 の反射率を調節することで、モニタ P D アレイ 4 8 0 に適切なレベルの反射光 4 8 4 を入射させることができる。従って、波長多重光送信モジュール 4 0 0 の出射光のレベルを精度良くモニタできる。また、本実施の形態では分岐部 4 7 0 としてハーフミラー等を設ける必要がない。このため、波長多重光送信モジュール 4 0 0 の構造を簡易化できる。従って、波長多重光送信モジュール 4 0 0 をさらに小型化できる。

【 0 0 5 0 】

実施の形態 5 .

図 5 は、実施の形態 4 に係る波長多重光送信モジュール 5 0 0 の平面図である。本実施の形態では、モニタ P D アレイ 5 8 0 の構造が実施の形態 2 と異なる。実施の形態 2 では、モニタ P D アレイ 3 8 0 は、パッケージ 1 0 の側面に沿って配置された。これに対し、図 5 に示されるように、モニタ P D アレイ 5 8 0 は、パッケージ 1 0 の側面に対して傾いて設けられても良い。

【 0 0 5 1 】

本実施の形態では、モニタ P D アレイ 5 8 0 に複数の反射光 3 8 4 が等間隔で入射するように、モニタ P D アレイ 5 8 0 の分岐部 3 7 0 に対する傾きが設定される。この結果、複数の反射光 3 8 4 は、複数の受光素子 8 1 に等間隔で入射する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

実施の形態 2 では、複数の受光素子 8 1 は、複数の反射光 3 8 4 をそれぞれ受光するように、位置が調整されている。このとき、複数の受光素子 8 1 の間隔は等間隔に限られない。これに対し本実施の形態では、複数の反射光 3 8 4 が等間隔でモニタ P D アレイ 5 8 0 に入射される。このため、モニタ P D アレイ 5 8 0 では複数の受光素子 8 1 を等間隔に配置すれば良い。従って、モニタ P D アレイ 5 8 0 の製造を容易にできる。

【 0 0 5 3 】

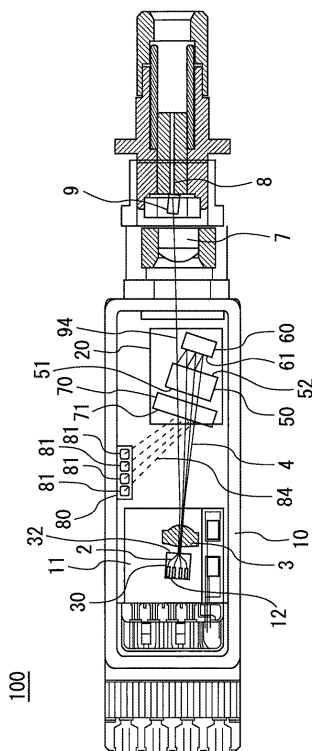
本実施の形態では、分岐部として分岐部 3 7 0 を採用しているが、分岐部 7 0、4 7 0 を採用しても良い。なお、各実施の形態で説明した技術的特徴は適宜に組み合わせて用いてもよい。

【 符号の説明 】

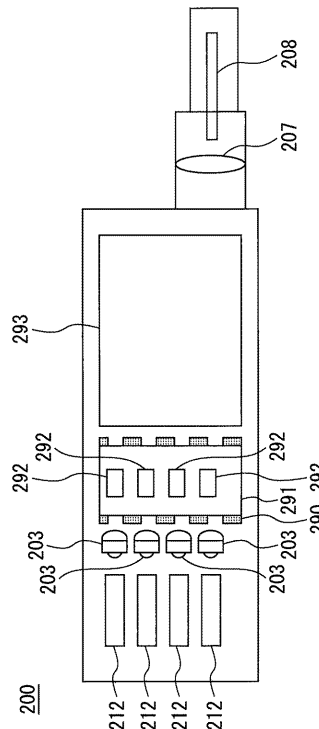
【 0 0 5 4 】

1 0 0、3 0 0、4 0 0、5 0 0 波長多重光送信モジュール、3 レンズ、4 レーザ光、1 2 レーザ、 λ_c 、 λ_o 透過中心波長、5 0 バンドパスフィルタ、5 1 光入射面、5 2 光出射面、6 0 ミラー、6 1 反射面、 θ_N 入射角度、 θ_t 傾斜角度、 $\Delta\theta$ 角度、7 0、3 7 0、4 7 0 分岐部、7 1 ハーフミラー、8 1 受光素子、8 4、3 8 3、4 8 4 反射光、9 4、3 9 4、4 9 4 透過光、4 5 4 反射膜

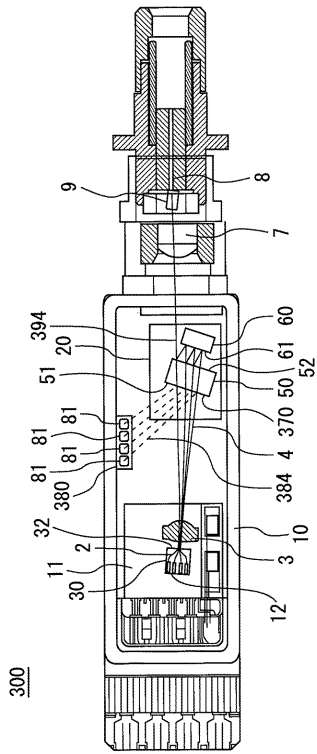
【 図 1 】



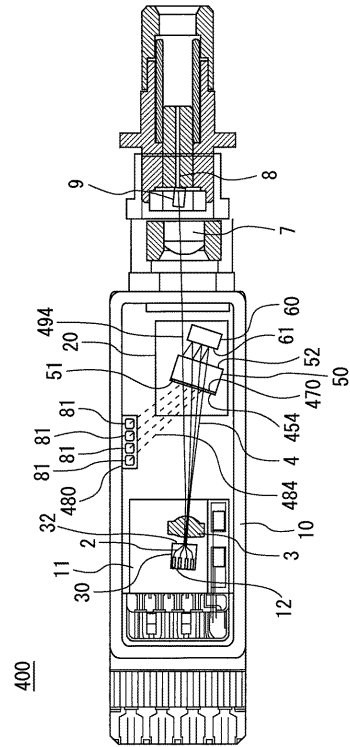
【 図 2 】



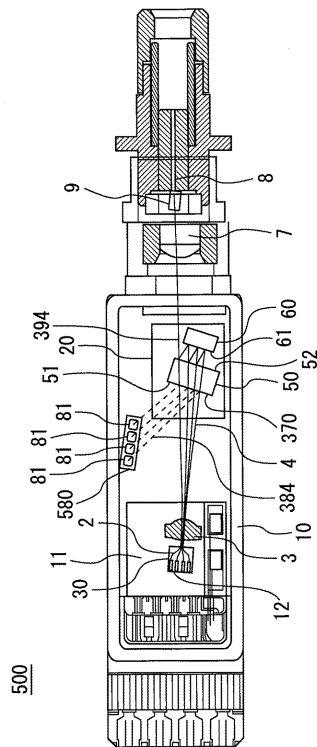
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5F173 MA02 MB03 MC01 MC02 MC17 MD65 ME25 MF12 MF28 MF29
MF36 MF39 MF40