(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3781982号
(P3781982)
(45)発行日　平成18年6月7日(2006.6.7)　(24)登録日　平成18年3月17日(2006.3.17)

(51)Int.Cl.			F I	
H01S	5/0683	(2006.01)	H01S	5/0683
H01S	5/022	(2006.01)	H01S	5/022
H01S	5/024	(2006.01)	H01S	5/024

請求項の数 13　(全 24 頁)

(21)出願番号　特願2001-132746(P2001-132746)
(22)出願日　平成13年4月27日(2001.4.27)
(65)公開番号　特開2002-237651(P2002-237651A)
(43)公開日　平成14年8月23日(2002.8.23)
審査請求日　平成15年3月13日(2003.3.13)
(31)優先権主張番号　特願2000-371471(P2000-371471)
(32)優先日　平成12年12月6日(2000.12.6)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000006013
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　100066474
弁理士　田澤　博昭
(74)代理人　100088605
弁理士　加藤　公延
(72)発明者　今城　正雄
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　平野　嘉仁
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】半導体レーザ装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

レーザビームを出射する半導体レーザと、

前記半導体レーザから出射されたレーザビームが通過するシリンドリカルレンズと、

前記シリンドリカルレンズを通過したレーザビームを受光する第１および第２の光検出器と、

前記半導体レーザと前記第１の光検出器との間の光路に設けられた波長フィルタと、

を備え、

前記第１および第２の光検出器のビーム受光面を含む平面の前記シリンドリカルレンズの軸線と平行な第１の方向のシリンドリカルレンズを通過するレーザビームの径が、前記第１の方向の前記第１および第２の光検出器のビーム受光面の合計長さより長く、前記第１および第２の光検出器のビーム受光面を含む平面の前記第１の方向と垂直な第２の方向のシリンドリカルレンズを通過するレーザビームの径が、前記第２の方向の前記第１および第２の光検出器のどのビーム受光面の長さより短いことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項２】

前記波長フィルタが、複屈折フィルタであることを特徴とする請求項１記載の半導体レーザ装置。

【請求項３】

前記波長フィルタが、YVO_4結晶、$LiNbO_3$結晶、および偏光子から成る複屈折フ

ィルタであることを特徴とする請求項１記載の半導体レーザ装置。
【請求項４】
開口を有し、前記半導体レーザと前記第１および第２の光検出器の間に配置されたビーム遮蔽板を備えたことを特徴とする請求項１記載の半導体レーザ装置。
【請求項５】
前記シリンドリカルレンズに接触する２つの平面を有する位置決め部材を備えたことを特徴とする請求項１記載の半導体レーザ装置。
【請求項６】
金－錫の合金または低融点のガラス材料により固定された位置決め部材を備えたことを特徴とする請求項１記載の半導体レーザ装置。
【請求項７】
前記第１および第２の光検出器の少なくとも１つが、複数のフォトダイオードから成ることを特徴とする請求１記載の半導体レーザ装置。
【請求項８】
前記第１および第２の光検出器のビーム受光面が、前記半導体レーザ装置の光軸に垂直な平面に対し傾斜していることを特徴とする請求項１記載の半導体レーザ装置。
【請求項９】
前記半導体レーザ装置、および前記半導体レーザの光軸と前記半導体レーザ装置の光軸と前記第１および第２の光検出器のビーム受光面を含む平面との交点との間の光学長さをＬとし、前記半導体レーザ装置の光軸と前記半導体レーザ装置の光軸から最遠点の前記第１および第２の光検出器のビーム受光面の位置との間の光学長をＤとすると、前記第１および第２の光検出器のビーム受光面を、前記半導体レーザ装置の光軸に垂直な平面に対し$\tan^{-1}$（Ｄ／Ｌ）より大きな角度で傾斜させたことを特徴とする請求項８記載の半導体レーザ装置。
【請求項１０】
前記シリンドリカルレンズの軸線が、前記半導体レーザ装置の光軸からずれていることを特徴とする請求項８記載の半導体レーザ装置。
【請求項１１】
前記半導体レーザ、前記第１および第２の光検出器、および前記波長フィルタを内部に収容するパッケージと、前記パッケージに取り付けられ、断面が楔形のウィンドウとを備え、前記半導体レーザが、前記楔形ウィンドウを通してパッケージの外側に送出される別のレーザビームを出射することを特徴とする請求項１記載の半導体レーザ装置。
【請求項１２】
前記半導体レーザと前記楔形ウィンドウとの間に設けられ、前記楔形ウィンドウから反射した別のレーザビームの一部を受光しないように、前記楔形ウィンドウから離間されて配置された別のレンズを備えたことを特徴とする請求項１記載の半導体レーザ装置。
【請求項１３】
前記楔形ウィンドウが、前記半導体レーザ装置の光軸に垂直な方向に対し傾斜した傾斜面を有することを特徴とする請求項１１記載の半導体レーザ装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
この発明は、半導体レーザから出力される光の波長を測定する波長モニタ装置および半導体レーザ装置に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
光ファイバーを利用した光通信において、高密度波長分割多重（ＤＷＤＭ）光通信が行われるようになってきている。このＤＷＤＭ光通信では、多数の半導体レーザから出射され様々な波長を有する光が多重化され、多重化された光が一本の光ファイバーに導かれ目的地へ伝送された後、元の多数の光に分割され利用されるものである。近年、この光伝送の

効率化を図るために高密度に光を多重化する技術が提案されている。この場合、多重化される光の波長間隔は狭くなり（例えば５０ＧＨｚ間隔のように狭くなり）、互いに干渉を生じさせずに光の多重化を行うためには、それぞれの半導体レーザ装置に対して高い光波長安定度が要求されるようになってきている。そのため、光ファイバーに導かれる半導体レーザの前方出射光とともに同時に出射されるエネルギーレベルの低い後方出射光の光強度および発振波長をモニタ（検出）し、後方出射光の発振波長を制御することにより、前方出射光の発振波長を制御することが行われている。また、光計測の分野においても、半導体レーザからの出射光について光強度と発振波長をモニタすることによって、例えば半導体レーザの単色光の波長などを精度良く測定することが行われている。

【０００３】

図２３は、特開平１０－７９５５１号公報に示された、半導体レーザからの出力光の光強度と発振波長をモニタする、この種の波長モニタ装置の構成を示す図である。半導体レーザ１２６の後方出射光はレンズ１２７によって平行光化される。平行光化された光は１／４波長板１２８に入射し、直線偏光を円偏光に変換した後、第１の偏光ビームスプリッタ（以下「ＰＢＳ」と略記する。）１２９に入射する。ＰＢＳ１２９では第１の出射光１３０と第２の出射光１３１に分離される。第１の出射端面にはバンドパスフィルタ膜１３２を備えており、第１の出射光１３０はバンドパスフィルタ膜１３２を透過して第１のフォトダイオード１３３にて受光される。第１のフォトダイオード１３３の光電流出力は半導体レーザ１２６の発振波長によって変動する。第２の出射光１３１は第２のＰＢＳ１３４に入射して、第３の出射光１３５と第４の出射光１３６に分離される。第３の出射端面にはバンドパスフィルタ膜１３７を備えており、第３の出射光１３５はバンドパスフィルタ膜１３７を通過して第２のフォトダイオード１３８にて受光される。第２のフォトダイオード１３８の光電流出力は半導体レーザ１２６の発振波長によって変動する。第４の出射光１３６はそのまま第３のフォトダイオード１３９にて受光される。第１のフォトダイオード１３３、第２のフォトダイオード１３８の光電流出力を波長モニタとして利用し、第３のフォトダイオード１３９の光電流出力を半導体レーザの後方出射光の強度モニタとして利用することで、波長と光強度の両方の安定化が可能になる。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

従来の波長モニタ装置は以上のように構成されているので、２つのＰＢＳ，２つのバンドパスフィルタ膜を用いるため、部品点数が多く、製品コストが高くなるという課題があった。

【０００５】

また、従来の波長モニタ装置は光の伝播方向が３方向あり、光部品、特に半導体レーザの後方出射光の光線広がりを調整するレンズ，ＰＢＳ，フォトダイオードのアライメントが難しいという課題があった。

【０００６】

さらに、従来の波長モニタ装置は温度変化または経年変化などによりフォトダイオードが実装されている３つの平面が別々の動きをして半導体レーザ，レンズまたはフォトダイオードなどの光学部品に位置ずれが生じると、半導体レーザから出射される光の強度が一定であっても、各フォトダイオードにて受光される光強度が変動するという課題があった。

【０００７】

さらに、従来の波長モニタ装置は第２のフォトダイオードと第３のフォトダイオードが互いに直交する異なる平面上に実装されているため、温度変化や経年変化によってフォトダイオードが実装されている平面が別々の動きをし、フォトダイオードの光電流出力が安定しないなどの課題があった。

【０００８】

一方、特開平５－１４９７９３号公報に、半導体レーザとその半導体レーザの発振波長を検出する波長モニタ装置が搭載された半導体レーザ装置が開示されている。また、実開昭５８－１２８３１号公報に、光の波長を検知する波長測定装置が開示されている。これら

の装置では光源からの光を一方の光検出器では直接に受光し他方の光検出器ではフィルタを介して受光するものである。しかしながら、光検出器は台座上に設置されるのでその上下方向での設置精度は比較的高いものの、水平方向で光検出器を正確に位置づけることはかなり難しい。そのため、２つの光検出器で等量のまたは設定された光を受光するように水平方向において光検出器を設置することは困難であった。また、温度変化または経年変化により２つの光検出器が水平方向において位置ずれを起こすこともあった。その結果、安定して光の波長を正確に検出することは困難なことであった。

【０００９】

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、複数の偏光ビームスプリッタと複数のバンドパスフィルタを組み合わせて構成する必要がなく、より簡潔な構成部品で半導体レーザの出力光の強度と発振波長を正確にモニタする波長モニタ装置、および半導体レーザ装置を得ることを目的とする。

【００１０】

また、この発明は、半導体レーザから出射される光の波長を常に精度良くモニタする波長モニタ装置、および半導体レーザとその半導体レーザの波長をモニタする波長モニタ装置が設けられた半導体レーザ装置を得ることを目的とする。

【００１１】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る半導体レーザ装置は、レーザビームを出射する半導体レーザと、前記半導体レーザから出射されたレーザビームが通過するシリンドリカルレンズと、前記シリンドリカルレンズを通過したレーザビームを受光する第１および第２の光検出器と、前記半導体レーザと前記第１の光検出器との間の光路に設けられた波長フィルタと、を備え、前記第１および第２の光検出器のビーム受光面を含む平面の前記シリンドリカルレンズの軸線と平行な第１の方向のシリンドリカルレンズを通過するレーザビームの径が、前記第１の方向の前記第１および第２の光検出器のビーム受光面の合計長さより長く、前記第１および第２の光検出器のビーム受光面を含む平面の前記第１の方向と垂直な第２の方向のシリンドリカルレンズを通過するレーザビームの径が、前記第２の方向の前記第１および第２の光検出器のどのビーム受光面の長さより短い半導体レーザから出射されたレーザビームが通過するシリンドリカルレンズと、シリンドリカルレンズを通過したレーザビームを受光する第１および第２の光検出器と、半導体レーザと第１の光検出器との間の光路に設けられた波長フィルタとを備えたものである。

【００３６】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の一形態を説明する。

実施の形態１．

図１は、この発明の半導体レーザ装置の実施の形態１を示す光学系を側面から見た図である。図において、１は前方（図の左方向）に光信号を出力する半導体レーザであり、この半導体レーザの後方（図の右方向）に出射される後方出射レーザ光である背面光（後方出射光信号２）が出射する方向に、レンズ３、波長フィルタ４、第１のフォトダイオード５、第２のフォトダイオード６が配置してある。レンズ３、波長フィルタ４、第１のフォトダイオード５（第１の光検出器）および第２のフォトダイオード６（第２の光検出器）はベースキャリア１１上に配置され、半導体レーザ１はベースキャリア１１上に設けられた台座５０上に配置される。また、サーミスタ９は半導体レーザ１の近くにてベースキャリア１１上に配置され、ベースキャリア１１は恒温化素子（ペルチェ素子）１０上に配置されて、半導体レーザ装置の図示しないパッケージ内に収容される。また、図において半導体レーザ１の背面光の出射方向をｚ軸方向（水平面上であって図２３において右方向）、台座５０に対して半導体レーザが載せられる方向をｙ軸方向（水平面に直交する上方向）、ｚ，ｙ軸方向に直交する方向をｘ軸方向（水平面上であって図２３において手前に向かう方向）とする。半導体レーザ１内では、活性層（図示省略）および活性層をはさむ両クラッド層（図示省略）がｙ軸方向に並んでいる。

【００３７】
次に動作について説明する。半導体レーザ１の後方出射光信号２は、レンズ３によって光線の広がり角を調整される。この光線のｘｙ面に対して平行な平面上の一部分が入射するように波長フィルタ４を配置する。図に示す例では、半導体レーザ１の出射光信号のビーム内における概ね下半分が、波長フィルタ４を通過するように、ｘｙ面に対して平行な平面内における下側に波長フィルタ４を配置している。したがって、波長フィルタ４を透過した光線を第１のフォトダイオード５で受光し、波長フィルタ４を通過していない光線を第２のフォトダイオード６で受光する。波長フィルタ４は透過率に波長依存性があり、入射光の波長にしたがって透過光の強度を変化させる性質を持つため、半導体レーザ１の発振波長の変動に伴って、第１のフォトダイオード５の光電流出力は変動する。この第１のフォトダイオード５の光電流出力を波長モニタ出力として利用する。また、第２のフォトダイオード６は、半導体レーザ１からの光線を直接受光しているため、第２のフォトダイオード６の光電流出力は波長依存性を持たず光強度モニタとして利用する。レンズ３による光線の広がり角は、拡散させずに図１に示すように平行光にするのが望ましい。こうすることにより、半導体レーザ１の光軸と第１のフォトダイオード５および第２のフォトダイオード６の光軸との間に軸ずれを生じた場合に、波長フィルタ４を透過した光線が第２のフォトダイオード６に入射して波長フィルタ４を通過していない光線と干渉するのを抑えることができる。これによって第１のフォトダイオード５と第２のフォトダイオード６との間隔をより近づけることができるようになる。この例では、１つのフォトダイオード基板上に第１のフォトダイオード５と第２のフォトダイオード６の２つの受光部を近接させて配置している。

【００３８】
波長フィルタ４の例としてファブリペロ（以下、ＦＰと略記する。）共振器が挙げられる。ＦＰ共振器は、平行に研磨したガラス基板の面上に鏡を堆積させたものである。図２は、波長フィルタとしてＦＰ共振器を使用した時の、第１のフォトダイオード５及び、第２のフォトダイオード６の光電流出力が半導体レーザ１の発振波長によってどのような特性になるかを示したものである。波形７は第１のフォトダイオード５の光電流出力であり、このようにＦＰ共振器を透過した光の電流出力は入射光の波長によって周期的に増減する特性を持つ。したがって、例えば半導体レーザ１の使用波長帯域が、図２に示すように第１のフォトダイオード５における光電流出力が右下がりに大幅に変化する波長帯Ｂと一致するような波長フィルタ４を用いることによって、第１のフォトダイオード５でモニタする光電流出力の大きさから半導体レーザ１の発振波長をモニタ（検出）することができる。この場合、波長が長波長側になるにつれて光電流出力が減少する特性を有する（或いは、図２に示すように第１のフォトダイオード５における光電流出力が右上がりに大幅に変化する波長帯と一致するような波長フィルタ４を用いても、第１のフォトダイオード５でモニタする光電流出力の大きさから半導体レーザ１の発振波長をモニタ（検出）することができる。この場合は、波長が長波長側になるにつれて光電流出力が増加する特性を有する。）。また、例えば予め実測によって得られた光電流出力と発振波長との換算表をメモリ（図示省略）に格納しておき、ＣＰＵ（図示省略）にてメモリの換算表を参照することによって、光電流出力値から対応する発振波長を計測することも可能である。波形８は第２のフォトダイオード６の光電流出力であり、こちらは波長フィルタを透過していないので、出力は半導体レーザ１の発振波長に対して変化がない。また、波長フィルタ４は透過光強度が入射光の波長に依存するものであれば、他のものでもかまわない。ＦＰ共振器以外の例として、ガラス基板上に誘電体多層膜を堆積させた光バンドパスフィルタ、複屈折結晶と偏光子を用いたフィルタ等がある。また、後方出射光信号の光線全体を受光するものであって、受光する部分において透過光強度が波長依存性を持つ部分と持たない部分とを有する波長フィルタでも構わない。

【００３９】
次に、波長を安定化させる制御の仕方を説明する。図３は波長分割多重（ＷＤＭ）半導体レーザ装置に適用される波長モニタ装置での波長安定化制御の方法を示す図であり、この

種の波長モニタ装置では、一般に光出力一定制御（以下、ＡＰＣと略記する。）がＡＰＣ回路２６によって行なわれ、動作温度一定制御（以下、ＡＴＣと略記する。）がＡＴＣ回路２７によって行なわれている。ＡＰＣ回路２６は、半導体レーザ１の後面光出射方向に配置された第２のフォトダイオード６からの光電流出力により、半導体レーザ１の前方から出射される前方出射レーザ光である前面光の強度が一定になるように、半導体レーザ１への電流を調節する。ＡＴＣ回路２７は半導体レーザ１の近くに設置されたサーミスタ９の抵抗値により、恒温化（ペルチェ）素子１０によるクーラーに流す電流を調節する。

【００４０】

この実施の形態による波長モニタ装置を用いたＷＤＭ用半導体レーザ装置では、第２のフォトダイオード６からの光電流出力により、ＡＰＣ回路２６によって半導体レーザ１の出力を設定出力に一定化させる。例えば、第２のフォトダイオード６からの光電流出力が設定出力より大きいときに、半導体レーザ１へ印加する入力ドライブ電流を小さくし、また第２のフォトダイオード６からの光電流出力が設定出力より小さいときに、半導体レーザ１への入力ドライブ電流を大きくするように制御する。また、温度検出器であるサーミスタ９の抵抗値により、ＡＴＣ回路２７が半導体レーザ１を設定温度に一定に保つ。さらに、第１のフォトダイオード５からの光電流出力が設定された電流値に一定に保たれるように、ＡＴＣ回路２７での設定温度を変えていくことで、半導体レーザ１の波長を設定された基準波長に安定化させることができる。例えば、半導体レーザ１が図２に示すように波長帯Ｂで使用される場合、第１のフォトダイオード５からの光電流出力が設定出力より大きい場合には半導体レーザ１からの光は基準波長に対し短波長側にずれているので、ＡＴＣ回路２７での設定温度を大きくし、また第１のフォトダイオード５からの光電流出力が設定出力より小さい場合には基準波長に対し長波長側にずれているので、ＡＴＣ回路２７での設定温度を小さくするように調整する（すなわち、第１のフォトダイオード５の出力を反転させずにＡＴＣ回路２７に帰還させる）。

【００４１】

図１に示した実施の形態では、光線の波長フィルタに入射する部分と、波長フィルタに入射しない部分とを、図中のｙ軸方向に分割しているが、半導体レーザ１と各フォトダイオードとのアライメント精度に問題のない限りで、ｘ軸方向に分割しても構わない。また、第１のフォトダイオード５と第２のフォトダイオード６の電流出力が、それぞれ波長モニタ及び光強度モニタとして機能している限り、光線の波長フィルタに入射する部分と波長フィルタに入射しない部分とをどのような割合で分割しても構わない。

【００４２】

なお、上記図１に示した実施の形態では、レンズ３によって半導体レーザ１の後方出射光信号の光線の広がりを調整しているが、第１のフォトダイオード５と第２のフォトダイオード６との干渉が問題にならなければ、調整した光線の広がり状態はコリメート状態、発散状態、収束状態のどの状態でも良い。さらに、レンズ３が無い形態でも構わない。

【００４３】

実施の形態２．

実施の形態２は、実施の形態１において、第１のフォトダイオード５及び第２のフォトダイオード６の受光部における受光面の形状を、図４に示す形状に変更したものである。図４に示すフォトダイオードは、１つのフォトダイオード素子１２に２つのフォトダイオード受光部１３，１４をもつモノリシックなフォトダイオードであり、このフォトダイオードを用いることによりフォトダイオードの実装を一度に行なうことができ、コストをさらに低減させることが可能である。

【００４４】

実施の形態３．

実施の形態３は、実施の形態１において第１のフォトダイオード５及び第２のフォトダイオード６の受光部における受光面の形状を、図５に示すフォトダイオード形状に変更したものである。実施の形態１では半導体レーザ１から出射され第１のフォトダイオード５および第２のフォトダイオード６に入射する光の有効面積を充分な大きさで確保するために

は、半導体レーザ１と第１のフォトダイオード５および第２のフォトダイオード６との互いの光軸が合うように、各光学部品をアライメント調整する必要がある。図１に示したように、半導体レーザ１、レンズ３、第１のフォトダイオード５および第２のフォトダイオード６は、ベースキャリア１１あるいはベースキャリア１１上に設けられた台座５０の上に配置されるため、第１のフォトダイオード５および第２のフォトダイオード６の配列される方向（すなわちｙ軸方向、あるいは半導体レーザの搭載方向）のアライメントについては比較的精度が良い。これに対し第１のフォトダイオード５および第２のフォトダイオード６の配列方向に垂直な方向（すなわちｘ軸方向）のアライメントについては、半導体レーザ１や第１のフォトダイオード５および第２のフォトダイオード６を台座５０やベースキャリア１１に対して固定する際、半田付けや接着などによって行うため、半導体レーザ１と第１のフォトダイオード５および第２のフォトダイオード６との光軸の一致精度が悪くなる。図５に示すフォトダイオードは、１つのフォトダイオード素子１５に４つのフォトダイオード受光部１６，１７，１８，１９を持つフォトダイオードであり、このフォトダイオードを用いることにより、フォトダイオード受光部１６，１７に波長フィルタを透過した光線を受光し、フォトダイオード受光部１８，１９に波長フィルタを通過していない光線を受光する実施形態であれば、半導体レーザ１の後方出射光信号がｘ軸方向にずれても、フォトダイオードの受光部がｘ軸方向に増えているため、このずれによるフォトダイオードの光電流出力の減少を補償することができる。よって半導体レーザ、レンズ、フォトダイオードの実装において、ｘ軸方向に関する実装精度を緩和することが可能である。例えば、フォトダイオード受光部１８の出力電流とフォトダイオード受光部１９の出力電流の和を取り、その和によって光強度をモニタすることにより、半導体レーザ１の光軸とフォトダイオード受光部の光軸との軸ずれによる波長モニタ精度の劣化を緩和することができる。同様に、フォトダイオード受光部１６の出力電流とフォトダイオード受光部１７の出力電流の和を取り、その和によって波長に対応したフォトダイオード出力電流をモニタすることにより、半導体レーザ１の光軸とフォトダイオード受光部の光軸との軸ずれによる光強度モニタ精度の劣化を緩和することができる。また、要求される実装精度が厳しい場合には、受光部の数をｘ軸方向にさらに増やすことによってｘ軸方向に関する実装精度をより緩和することが可能である。

【００４５】

なお、上記図５に示すフォトダイオードにおいて、フォトダイオード受光部１６，１８に波長フィルタを透過した光線を受光し、フォトダイオード受光部１７，１９に波長フィルタの通過していない光線を受光する実施形態であれば、半導体レーザ１の後方出射光信号がｙ軸方向にずれても、フォトダイオードの受光部がｙ軸方向に増えているため、このずれによるフォトダイオードの光電流出力の減少を補償することができる。よって半導体レーザ、レンズ、フォトダイオードの実装において、ｙ軸方向に関する実装精度を緩和することも可能である。また要求される実装精度が厳しい場合には、受光部数をｙ軸方向にさらに増やすことによってｙ軸方向に関する実装精度を緩和することも可能である。

【００４６】

実施の形態４．

実施の形態４は、実施の形態１において、第１のフォトダイオード５及び第２のフォトダイオード６の受光部における受光面を、図６に示すような横長形状（ｘ軸方向に長い形状）に変更したものである。図６に示すフォトダイオードは、１つのフォトダイオード素子２０に２つの受光部２１，２２を持つフォトダイオードである。受光部２１，２２はｘ軸方向に受光部を拡大したものであり、受光部２１に波長フィルタを透過した光線を受光し、受光部２２に波長フィルタを透過していない光線を受光する実施形態であれば、半導体レーザ１の後方出射光信号がｘ軸方向にずれても、フォトダイオードの受光部形状がｘ軸方向に拡大してあるため、このずれによるフォトダイオードの光電流出力の減少を補償することができる。よって半導体レーザ、レンズ、フォトダイオードの実装において、ｘ軸方向に関する実装精度を緩和することが可能である。また、要求される実装精度が厳しい場合には、受光部形状をｘ軸方向にさらに増やすことによってｘ軸方向に関する実装精度

を緩和することが可能である。

【００４７】

なお、上記図６に示すフォトダイオードにおいて、ｘ軸方向のアライメント精度が問題にならない限り、ｘ，ｙ軸方向を交換した形状（すなわち波長フィルタ４をｘｙ面に平行な平面内の下側ではなく、ｘｙ面に平行な平面内の左もしくは右側に配置し、フォトダイオード受光部２１を左でフォトダイオード受光部２２を右、もしくはフォトダイオード受光部２１を右でフォトダイオード受光部２２を左に配置した形状）にしてもよい。その場合ｙ軸方向に受光部を拡大したフォトダイオードとなり、半導体レーザ１の後方出射光信号がｙ軸方向にずれても、このずれによるフォトダイオードの光電流出力の減少を補償することができる。よって半導体レーザ、レンズ、フォトダイオードの実装において、ｙ軸方向に関する実装精度を緩和することが可能である。また要求される実装精度が厳しい場合には、受光部形状をｙ軸方向にさらに増やすことによってｙ軸方向に関する実装精度を緩和することが可能である。

【００４８】

実施の形態５．

実施の形態５は、実施の形態１において、第１のフォトダイオード５及び第２のフォトダイオード６の受光部における受光面の形状を、図７に示す形状に変更したものである。図７に示すフォトダイオードは１つのフォトダイオード素子２３に２つのフォトダイオード受光部２４，２５を持つフォトダイオードである。フォトダイオード受光部２４，２５は半円状の形状である。このフォトダイオード受光部２４，２５の半円形状のそれぞれは光軸および前記第１，第２のフォトダイオードの配列方向に垂直な方向に伸びる弦を有する。半導体レーザ１からの出射光信号はほぼ円形のビーム形状をしており、受光部を半円状にすることにより、受光部分をほぼ半導体レーザ１のビーム形状に合わせることができ、ビームの面積とフォトダイオード受光部の面積を概ね一致させることができる。したがって、半導体レーザ１から出射されるビームを無駄なくフォトダイオードにて受光できるため、フォトダイオードで受光する光線の結合効率を上げることが可能である。また、アライメントの精度を考慮して受光部形状をｘ軸方向に拡大した半楕円形状でも構わない。この場合、上記図６に示したフォトダイオードと同様に、半導体レーザ、レンズ、フォトダイオードの実装においてｘ軸方向の実装精度を緩和することが可能である。

【００４９】

なお、上記図７に示すフォトダイオードにおいて、ｘ軸方向のアライメント精度が問題にならない限り、ｘ，ｙ軸方向を交換した形状（すなわち波長フィルタ４をｘｙ面内の下側ではなく、ｘｙ面内の左もしくは右側に配置し、フォトダイオード受光部２４を左でフォトダイオード受光部２５を右、もしくはフォトダイオード受光部２４を右でフォトダイオード受光部２５を左に配置した形状）にしてもよい。その場合受光部をｙ軸方向に拡大し、半楕円形状とすることで、半導体レーザ、レンズ、フォトダイオードの実装において、ｙ軸方向の実装精度を緩和することが可能である。

【００５０】

実施の形態６．

図８はこの発明の実施の形態６による波長モニタ装置を斜め側方から見た構成図である。なお、この実施の形態６の構成要素のうち図１または図３に示した実施の形態１の波長モニタ装置の構成要素と共通するものについては同一符号を付し、その部分の説明を省略する（以下、各実施の形態において同じ）。

【００５１】

図において、３０は半導体レーザ１（レーザダイオードＬＤ）である。たとえば、半導体レーザ３０は活性層中に回折格子を有する分布帰還型（ＤＦＢ）レーザ、加える電流または温度によって波長を変えることができる波長可変レーザダイオード、または電界吸収素子とレーザダイオードとを並列に配置した複合型（ＥＡ／ＬＤ）からなる。３１は半導体レーザ３０から出射される後方出射光（以下、光信号と称する。）を集光する円筒形状（シリンドリカル）のドラムレンズ（シリンドリカルレンズ）であり、その長手方向（円筒

の軸線方向）がｙ軸方向に一致するように半導体レーザ３０の後方に配置される。ドラムレンズ３１は入射光を１軸方向（つまりｘ軸方向）に集光するものの、他の軸（つまりｙ軸方向）に対し集光作用を有しない１軸集光機能を有するレンズである。それで、ドラムレンズ３１で集光された透過光は上下方向（ｙ軸方向）に長く、水平方向（ｘ軸方向）に短い縦長の楕円形状のビームとなる。

【００５２】

３２は透過率に波長依存性がある波長フィルタであり、ドラムレンズ３１で１軸集光された光信号の一部（本実施の形態では概ね下半分）を受光し、受光した光の波長にしたがって透過させる光の強度を変化させる性質を持つため、半導体レーザ３０の発振波長の変動に伴って透過光の強度が変動する。波長フィルタ３２の例として、実施の形態１の波長フィルタ４と同じくファブリペロ共振器があげられる。しかしながら、入射光の波長に依存する一定の割合（透過率）で入射光の強度を減ずる機能を有するという条件を満たせばいずれの波長フィルタであってもよい。たとえば、干渉型であるエタロンフィルタ、複屈折フィルタ（例えば、ＹＶＯ４結晶、ＬｉＮｂＯ３結晶、偏光子（ＰＢＳ）の３つの光学部品から成るフィルタ）またはガラス板上にコーティング層を複数積層してなる薄膜フィルタであってもよい。

【００５３】

３３は横長の第１のフォトダイオード（第１の光検出器）であり、ドラムレンズ３１で１軸集光された光信号であって波長フィルタ３２を通過しない光信号を受光し、その光信号強度（光電流値）をモニタ（検出）する。３４は横長の第２のフォトダイオード（第２の光検出器）であり、ドラムレンズ３１で１軸集光された光信号であって波長フィルタ３２を通過した光信号を受光し、その光信号強度（光電流値）をモニタ（検出）する。ドラムレンズ３１を透過した光信号の縦長の楕円状ビームをフォトダイオード３３，３４において最大限に多く受光すべく、第１のフォトダイオード３３は第２のフォトダイオード３４の上方に配置されるとともに、フォトダイオード３３，３４のｙ軸方向の長さの合計は光信号のｙ軸方向のビーム径よりも十分に小さく、かつフォトダイオード３３，３４のそれぞれのｘ軸方向の幅は光信号のｘ軸方向のビーム径よりも十分に大きい（図１１（Ａ）参照）。

【００５４】

また、フォトダイオード３３，３４はビーム中心と一致する光軸に対して概ね対称に配置される。また、ドラムレンズ３１、波長フィルタ３２およびフォトダイオード３３，３４はベースキャリア（図示省略）上に固定して配置される。特に、ドラムレンズ３１は金－錫の合金または低融点のガラスを用いてベースキャリアに固定されている。

【００５５】

ここで、第１のフォトダイオード３３でモニタされる光信号強度は半導体レーザ３０から出射される光信号そのものの強度を示すので、第１のフォトダイオード３３はパワーモニタフォトダイオードとして機能する。また、波長フィルタ３２を通過した光信号の強度はその入射光の波長に依存するので、第２のフォトダイオード３４でモニタされる光信号強度は半導体レーザ３０から出射される光信号の波長に依存して変動する。それで、第２のフォトダイオード３４は波長モニタフォトダイオードとして機能する。

【００５６】

図９は図８に示される波長モニタ装置が用いられる波長モニタ装置の波長制御系を示す波長モニタ装置のブロック図である。図１０は実施の形態１にしたがって半導体レーザ１から出射される光信号の円形ビームが両フォトダイオード上で受光される状態を説明する図であり、（Ａ）は光学部品の位置ずれがない場合に光信号の円形ビームが両フォトダイオード上で受光される状態を説明する図であり、（Ｂ）は光信号の円形ビームが両フォトダイオードの右側（ｘ軸方向）にずれて受光される状態を説明する図であり、（Ｃ）は光信号の円形ビームが両フォトダイオードの上方（ｙ軸方向）へずれて受光される状態を説明する図である。図１１は実施の形態６にしたがって半導体レーザ１から出射される光信号の縦長楕円ビームが両フォトダイオード上で受光される状態を説明する図であり、（Ａ）

は光学部品の位置ずれがない場合に光信号の縦長楕円ビームが両フォトダイオード上で受光される状態を説明する図であり、（Ｂ）は光信号の縦長楕円ビームが両フォトダイオードの上方へずれて受光される状態を説明する図であり、（Ｃ）は光信号の縦長楕円ビームが両フォトダイオードの右側にずれて受光される状態を説明する図である。図１２はドラムレンズの支持構造を説明する図である。

【００５７】

図において、３５はベースキャリア１１（図示省略）を介して半導体レーザ３０と接触する恒温化素子（たとえばペルチェ素子）であり、恒温化素子３５で発生する熱は、間接的に取り付けられた部材を通じた熱伝導により半導体レーザ３０に与えられる。３６は波長制御回路である。波長制御回路３６は第１のフォトダイオード３３でモニタされる光信号強度Ｓ１と第２のフォトダイオード３４でモニタされる光信号強度Ｓ２との比（Ｓ２／Ｓ１）を計算し、この比および予め設定された比に基づいて半導体レーザ３０から出射される光信号の波長が設定された波長と比べて短波長側にずれているかまたは長波長側にずれているかを判断し、半導体レーザ３０から出射される光信号の波長を設定波長に制御すべく恒温化素子３５で発生する熱量を調節して半導体レーザ３０の温度を調節する。この場合、信号強度比Ｓ２／Ｓ１は半導体レーザ３０の光出力に対し規格化した値に相当するので、ＡＰＣ回路２６において光信号強度Ｓ１にもとづき半導体レーザ３０から出射される光信号の強度が設定された値に制御されているか否かにかかわらず、光信号の波長と設定波長とのずれを示す。つまり、図２に示す波長帯Ｂ内に設定波長が位置付けられている場合、実施の形態１と同様に、信号強度比Ｓ２／Ｓ１が設定比よりも大きい場合には光信号の波長は短波長側にずれていると判断し、逆に信号強度比Ｓ２／Ｓ１が設定比よりも小さい場合には光信号の波長は長波長側にずれていると判断する。ここで、半導体レーザ３０の後方出射光が入射するドラムレンズ３１、第１のフォトダイオード３３、および第２のフォトダイオード３４にて波長モニタ装置が構成され、この波長モニタ装置と半導体レーザ３０と恒温化素子３５をパッケージ内に収容して半導体レーザ装置が構成され、更にこの半導体レーザ装置、ＡＰＣ回路２６および波長制御回路３６を基板上に搭載して所謂光送信器が構成されるが、ここでは光送信器も含めて半導体レーザ装置と呼ぶことにする。なお、波長モニタ装置の他の例として、半導体レーザ装置３０からの前方出力光を光導波路に接続させ、その光導波路の出力がドラムレンズ３１を経て、第１のフォトダイオード３３、第２のフォトダイオード３４に入射するように構成したもの、あるいは半導体レーザ装置３０からの前方出力光を分光器で分光させた光をドラムレンズ３１を経て、第１のフォトダイオード３３、第２のフォトダイオード３４に入射するように構成したものであっても、この実施の形態に係る発明の主旨とするところは同じである。

【００５８】

次に動作について説明する。

半導体レーザ３０から出射された光信号はドラムレンズ３１において１軸集光される。つまり、光信号はｘ軸方向に集光されるものの、ｙ軸方向に対し集光されない。この１軸集光された光信号の上方部分は直接に第１のフォトダイオード３３において受光される。第１のフォトダイオード３３は受光した光信号の光信号強度Ｓ１を検出しモニタし、この光信号強度Ｓ１と予め設定された光信号強度との差が実施の形態１と同様にＡＰＣ回路２６において算出される。光信号強度Ｓ１は半導体レーザ３０の光出力を示しているので、その差に応じて半導体レーザ３０への入力ドライブ電流がＡＰＣ回路２６によって調整され、半導体レーザ３０の光出力は一定に制御される。また、この１軸集光された光信号の下方部分は波長フィルタ３２を透過する。波長フィルタ３２は入射光の波長に依存する一定の割合で入射光の強度を減ずる。つまり、波長フィルタ３２は波長弁別特性を示す。その後、波長フィルタ３２を透過した光信号は第２のフォトダイオード３４において受光される。第２のフォトダイオード３４は波長フィルタ３２を透過した光信号の光信号強度Ｓ２を検出しモニタし、波長制御回路３６は信号強度比Ｓ２／Ｓ１を算出する。信号強度比Ｓ２／Ｓ１は、光信号強度Ｓ１の値に関係なく、光信号の波長と設定波長とのずれを示す。それで、波長制御回路３６は信号強度比Ｓ２／Ｓ１および予め設定された信号強度比にも

とづき恒温化素子３５を制御して光信号の波長が設定波長になるように半導体レーザ３０の温度を調整し、半導体レーザ３０から出射される光信号の波長を所望の波長に制御する。なお、実施の形態１と同様にサーミスタとＡＴＣ回路を設けて恒温化素子３５を制御しても良く、この場合は、サーミスタの検出温度に基づいてＡＴＣ回路によって半導体レーザ３０の設定温度を一定に保つように制御し、また波長検出回路の出力に応じて当該設定温度を波長が一定になるように調整を行う（これにより、ＡＴＣ回路を設けない場合と比べて波長制御回路３６の時定数が大きくなりノイズに強くなる。）。また、上述の例では恒温化素子３５の温度制御によって半導体レーザ３０の波長を安定化させる例について述べたが、ＡＣＣ（Auto Current Control）回路を設けることにより、半導体レーザ３０に印加して半導体レーザ３０を駆動するための入力ドライブ電流を、波長制御回路３６の出力に応じて調整し、光信号の波長が一定になるように制御する構成を用いても良い。

【００５９】

次に、ドラムレンズ３１において１軸集光する理由を述べる。たとえば実施の形態１においては、ｙ軸方向に並列に並べた２つのフォトダイオード３３，３４の全開口面積に比べてサイズが同程度もしくはそれ以下の円形ビームの光信号が半導体レーザ１から両軸集光のレンズ３を介してフォトダイオード５，６で受光される（図１０（Ａ）参照）。レンズ３等の光学部品に位置ずれが生じてフォトダイオード５，６で受光される光信号がｘ軸方向へ少しだけずれた場合、それぞれのフォトダイオード５，６で受光される光信号のビーム面積は依然としてほぼ同じであり（図１０（Ｂ）参照）、フォトダイオード５，６でモニタされる光信号強度Ｓ１，Ｓ２はほぼ同じ割合で増減する。それで、信号強度比Ｓ２／Ｓ１はｘ軸方向への位置ずれにもかかわらずほとんど変化しない。しかしながら、ある程度の位置ずれがｘ軸方向へ生じた場合、光信号はフォトダイオード５，６で十分に受光されなくなり、波長制御はできなくなる。また、フォトダイオード５，６で受光される光信号が位置ずれによりｙ軸方向へずれた場合、それぞれのフォトダイオード５，６で受光される光信号のビーム面積は大幅に異なることになり（図１０（Ｃ）参照）、信号強度比Ｓ２／Ｓ１はかなり変動し、波長制御において誤作動を引き起こす原因となる。このような不具合を解消するために、本実施例では、入射光をｘ軸方向に集光するもののｙ軸方向に対し集光作用を有しないドラムレンズ３１を使用する。この場合、フォトダイオード３３，３４で受光される光信号のビーム径はｘ軸方向で短くｙ軸方向で長くなる（図１１（Ａ）参照）。それで、光信号のｙ軸方向のビーム径よりも十分に小さい受光部を有するフォトダイオード３３，３４を用いることにより、ドラムレンズ３１等の光学部品にｙ軸方向への位置ずれが生じても光信号のｙ軸方向におけるビームが常にフォトダイオード３３，３４に入射することになる（図１１（Ｂ）参照）。光信号のビームのｙ軸方向での中心部分ではｘ軸方向のビーム径はほぼ一定であるため、信号強度比Ｓ２／Ｓ１はｙ軸方向の位置ずれにもかかわらずほとんど変化しない。また、光信号のｘ軸方向のビーム径よりも十分に大きい受光部を有するフォトダイオード３３，３４を用いることにより、ｘ軸方向への位置ずれが生じても光信号のビームがｘ軸方向においてフォトダイオード３３，３４の受光部からはずれることはない（図１１（Ｃ）参照）。それで、信号強度比Ｓ２／Ｓ１はｘ軸方向の位置ずれにもかかわらず変化しない。また、ｚ軸方向への位置ずれが生じてもフォトダイオード３３，３４上での光信号のビームの大きさが多少変動するだけであり、信号強度比Ｓ２／Ｓ１はｚ軸方向の位置ずれにもかかわらず変化しない。

【００６０】

その結果、半導体レーザ３０、ドラムレンズ３１またはフォトダイオード３３，３４にいかなる方向に位置ずれが生じて信号強度比Ｓ２／Ｓ１は実質的に変化せず、したがって位置ずれが生じても常に正確に波長制御がなされる。

【００６１】

以上で明らかなように、この実施の形態６によれば、半導体レーザ３０から出射される光信号を集光するドラムレンズ３１をその長手方向がｙ軸方向に一致するように配置し、かつｘ軸方向に横長のフォトダイオード３３，３４をｙ軸方向に並列に配置するように構成したので、ドラムレンズ３１で得られるｘ軸方向に集光されるもののｙ軸方向に対し集光

されない光信号は、そのｙ軸方向のビーム径がフォトダイオード３３，３４のｙ軸方向の合計長さよりも十分に大きくかつｘ軸方向のビーム径がｘ軸方向長さよりも十分に小さい状態で、フォトダイオード３３，３４で受光される。それで、半導体レーザ３０、ドラムレンズ３１またはフォトダイオード３３，３４にいかなる方向に位置ずれが生じても常に正確に波長モニタすることができる効果を奏する。また、モニタされた波長に基づき半導体レーザ３０から出射される光信号の制御を行うことができる効果を奏する。

【００６２】

この実施の形態６では、半導体レーザ３０から出射される光信号がｘ軸方向に集光されるようにドラムレンズ３１が用いられたが、ドラムレンズ３１を透過した光信号のビームがｘｚ面に平行な平面においてｚ軸方向に沿って平行化（コリメート）されるように半導体レーザ３０とドラムレンズ３１との距離を設定してもよい。この場合、フォトダイオード３３，３４での反射光角度は狭い範囲に限定されるので、フォトダイオード３３，３４で反射した光が戻り光として半導体レーザ３０に戻る現象を防ぐ対策を容易に行うことができる効果を奏する。

【００６３】

また、この実施の形態６では、横長のフォトダイオード３３，３４が用いられた。しかしながら、縦長のフォトダイオードをｙ軸方向に並べてもよい。この場合、ドラムレンズ３１で入射光をｘ軸方向に集光する度合いを上げる必要があるものの、フォトダイオードで受光する光の量が増えるので、波長制御をさらに精度よく行うことができるようになる効果を奏する。

【００６４】

また、ドラムレンズ３１は鉛－錫の合金に比べて融点の高い金－錫または合金に比べて融点の高いガラスを用いてベースキャリアに固定されているので、波長フィルタ装置の製造における後工程でドラムレンズ３１またはベースキャリアの温度が上昇してもドラムレンズ３１に位置ずれが生じる可能性は大幅に減少する効果を奏する。また、金－錫の合金の引張強度（２９ｋｇｆ/ｍｍ^{2}程度）は鉛－錫の合金の引張強度（５．６ｋｇｆ/ｍｍ^{2}程度）よりも大きいので、外部から与えられる波長フィルタ装置への機械的衝撃によりドラムレンズ３１に位置ずれが生じる可能性は大幅に減少する効果を奏する。

【００６５】

また、この実施の形態６では、ベースキャリア（図示省略）上に縦置きで配置されるドラムレンズ３１の位置決めが難しくなる可能性がある。このような場合、図１２に示すように、ドラムレンズ３１の下端面近くをエッジ形状に切り欠き部３１ａを形成し、この切り欠き部３１ａに位置決め部材３７を当てることによってドラムレンズ３１の位置決めを行うようにしてもよい。また、ドラムレンズ３１の他の位置決め方法として、位置決め部材３７に、ｙ軸方向を溝方向としたＶ字形状の切り欠き溝を設けて、溝面にドラムレンズ３１の円筒面を当接させても良い。もしくは、位置決め部材３７をＬ字状に切り欠き、ドラムレンズ３１の円筒面をこのＬ字状の２面に当接させても良い。

【００６６】

また、この実施の形態６では、ドラムレンズ３１は半導体レーザ３０と波長フィルタ３２との間に配置されたが、波長の検出精度に問題のない限りで波長フィルタ３２とフォトダイオード３３，３４との間に配置してもよい。

【００６７】

また、この実施の形態６では、第１のフォトダイオード３３は第２のフォトダイオード３４の上方に配置されたが、第１のフォトダイオード３３を第２のフォトダイオード３４の下方に配置してもよい。この場合、波長フィルタ３２は、ドラムレンズ３１で１軸集光された光信号の上方部分の光を透過させて光強度を減ずるように配置される。さらに、第１、第２のフォトダイオード３３，３４の各取付面は、互いに平行であって半導体レーザに対向する位置にあれば、両取付面間に段差が有っても良い。

【００６８】

また、この実施の形態６では、信号強度比Ｓ２／Ｓ１に基づいて波長制御が行われるので

、半導体レーザ３０から出射される光信号の強度の変動の有無にかかわらず波長制御を精度よく行うことができる。それで、波長制御のみの観点から言えば、ＡＰＣ回路２６は必ずしも必要とはしない。

【００６９】

実施の形態７．

図１３はこの発明の実施の形態７による波長モニタ装置を斜め側方から見た構成図である。実施の形態６ではドラムレンズ３１はその長手方向がｙ軸方向に一致するように配置されかつフォトダイオード３３，３４はｙ軸方向に並列に配置されたが、実施の形態７ではドラムレンズ３１はその長手方向がｘ軸方向に一致するように配置されかつｙ軸方向に縦長のフォトダイオード３３，３４がｘ軸方向に並列に配置される。それで、ドラムレンズ３１で集光された透過光は水平方向（ｘ軸方向）に長く上下方向（ｙ軸方向）に短い横長の楕円形状となり、そのｘ軸方向のビーム径はフォトダイオード３３，３４のｘ軸方向の合計長さよりも十分に大きくかつｙ軸方向のビーム径はフォトダイオード３３，３４のそれぞれのｙ軸方向長さよりも十分に小さい。フォトダイオード３３，３４はｘ軸方向に並列に配置されているので、実施の形態６と同様に、半導体レーザ３０またはドラムレンズ３１にいかなる方向に位置ずれが生じて信号強度比Ｓ２／Ｓ１は実質的に変化せず、したがって位置ずれが生じても常に正確に波長制御がなされる。

【００７０】

以上で明らかなように、この実施の形態７によれば、半導体レーザ３０から出射される光信号を集光するドラムレンズ３１をその長手方向がｘ軸方向に一致するように配置し、かつｙ軸方向に縦長のフォトダイオード３３，３４をｘ軸方向に並列に配置するように構成したので、ドラムレンズ３１で得られるｙ軸方向に集光されるもののｘ軸方向に対し集光されない光信号は、そのｘ軸方向のビーム径がフォトダイオード３３，３４のｘ軸方向の長さ合計よりも十分に大きくかつｙ軸方向のビーム径がフォトダイオード３３，３４のｙ軸方向長さよりも十分に小さい状態で、フォトダイオード３３，３４で受光される。それで、半導体レーザ３０またはドラムレンズ３１にいかなる方向に位置ずれが生じても常に正確に波長モニタすることができる効果を奏する。また、モニタされた波長に基づき半導体レーザ３０から出射される光信号の制御を行うことができる効果を奏する。

【００７１】

この実施の形態７では、ベースキャリア１１（図示省略）上にドラムレンズ３１は横置きで配置されので、ドラムレンズ３１がベースキャリア１１上で転がり易く位置決めが難しくなる。それで、図１４に示すように、ドラムレンズ３１表面に互いに対向する２つの平面部（切り込み部）３８を設け、片方の平面部３８がベースキャリア１１に接するようにドラムレンズ３１をベースキャリア１１上に配置してもよい。この場合、光信号が通過するドラムレンズ３１表面上に光反射防止剤（ＡＲコート）をコーティングするのが一般的であるので、ベースキャリア１１上にドラムレンズ３１を配置する作業において光反射防止剤がコーティングされていない２つの平面部３８を把持することによって配置作業の能率化を図ることができるとともに、配置作業においてドラムレンズ３１表面上にコーティングされた光反射防止剤を傷つける恐れが無いという効果を奏する。

【００７２】

また、この実施の形態７では、半導体レーザ３０から出射される光信号ｙ軸方向に集光するようなドラムレンズ３１を用いたが、ドラムレンズ３１を透過した光信号のビームがｙｚ面に平行な平面においてｚ軸方向に沿って平行化 （コリメート）されるように半導体レーザ３０とドラムレンズ３１との距離を設定してもよい。この場合、フォトダイオード３３，３４での反射光角度は狭い範囲に限定されるので、フォトダイオード３３，３４で反射した光が戻り光として半導体レーザ３０に戻る現象を防ぐ対策を容易に行うことができる効果を奏する。

また、この実施の形態７では、縦長のフォトダイオード３３，３４が用いられた。しかしながら、ｘ軸方向に横長のフォトダイオードをｘ軸方向に並べてもよい。この場合、ドラムレンズ３１で入射光をｙ軸方向に集光する度合いを上げる必要があるものの、フォトダ

イオードで受光する光の量が増えるので、波長制御をさらに精度よく行うことができるようになる効果を奏する。

【００７３】

実施の形態８．

図１５はこの発明の実施の形態８による波長モニタ装置をｘｚ面に平行な平面（または真上）から見た構成図であり、図１６はフォトダイオードに入射する光信号の入射角および反射光の反射角を説明する図である。実施の形態６においてフォトダイオード３３，３４上で光信号の一部は反射し、その反射光の一部が半導体レーザ３０の出射面に戻り光として戻り半導体レーザ３０の特性を劣化させる可能性がある。また、半導体レーザ３０の出射面の反射率は高く設定されているので、半導体レーザ３０の出射面といずれかのフォトダイオード３３，３４との間で光信号が共振され、この共振された光信号がフォトダイオード３３，３４においてノイズとして検出され、波長制御が正確に行うことができなくなる可能性がある。半導体レーザ３０への戻り光の発生は、フォトダイオード３３，３４に入射する光信号の一部が正反射（反射光がドラムレンズ３１へ戻るような反射）して半導体レーザ３０の出射面に戻ることに起因する。そこで実施の形態８での波長モニタ装置は、フォトダイオード３３，３４に入射する光信号の全てが正反射にならないようにフォトダイオード３３，３４をｙ軸回りに回転させることによって傾けている。

【００７４】

図１５において、半導体レーザ３０、ドラムレンズ３１、波長フィルタ３２およびフォトダイオード３３，３４からなる光学系の光軸（光ビームの中心軸に一致する）に対するドラムレンズ３１を透過した光信号のビームの最大角度をαで表した場合、この最大角度αでフォトダイオード３３，３４へ入射した光信号の反射光がドラムレンズ３１への方向へ戻らないように、フォトダイオード３３，３４をｙ軸回りに回転させることによって傾けて配置される。言い換えれば、フォトダイオード３３，３４をｙ軸回りに回転させることによって角度αより大きい角度βで傾けて配置すると光信号の全てが正反射にならない。図１６に示すように、フォトダイオード３３，３４をｙ軸左回りで傾けた場合、ｘ軸の正の方向へ光軸に対し最大角度αで進む光信号のビームは、傾けられたフォトダイオード３３，３４へその受光面の法線に対しｘ軸の負の方向側の入射角β－αで入射し、ｘ軸の負の方向へ光軸に対して角度αより大きい角度２β－αで光信号は反射される。ｘ軸の負の方向へ光軸に対し最大角度αで進む光信号のビームは、ｘ軸の負の方向へ光軸に対して角度αより大きい角度２β＋αで反射される。同様に、フォトダイオード３３，３４をｙ軸右回りで傾けた場合、ｘ軸の負の方向へ光軸に対し最大角度αで進む光信号のビームは、傾けられたフォトダイオード３３，３４へその受光面の法線に対しｘ軸の負の方向側の入射角β－αで入射し、ｘ軸の正の方向へ光軸に対して角度αより大きい角度２β－αで光信号は反射される。ｘ軸の正の方向へ光軸に対し最大角度αで進む光信号のビームは、ｘ軸の正の方向へ光軸に対して角度αより大きい角度２β＋αで反射される。

【００７５】

具体例として、ドラムレンズ３１の直径が２ｍｍであって、半導体レーザ３０とドラムレンズ３１との距離が０．９ｍｍである場合、フォトダイオード３３，３４をｙ軸右回りまたは左回りで角度２０度より大きい角度で傾けることにより、フォトダイオード３３，３４に入射する光信号の全てが正反射にならない。

【００７６】

以上で明らかなように、この実施の形態８によれば、光信号のビームの光軸に対する最大角度αより大きい角度βでフォトダイオード３３，３４をｙ軸回りに回転させることによって傾けるように構成したので、フォトダイオード３３，３４に入射する光信号の全てが正反射にならない。したがって、反射光が半導体レーザ３０の出射面に戻り光として達することはないので、戻り光に起因する半導体レーザ３０の光出射特性の劣化を防ぐ効果を奏する。また、反射率が高く設定された半導体レーザ３０の出射面といずれかのフォトダイオード３３，３４との間で光信号が共振され、この共振された光信号がフォトダイオード３３，３４においてノイズとして検出されるようなことを防ぐことができる効果を奏す

る。

【００７７】

この実施の形態８では、実施の形態６におけるドラムレンズ３１の配置に基づき、フォトダイオード３３，３４が傾けられ、光信号がフォトダイオード３３，３４で側方（ｘ軸方向）へ反射された。しかしながら、実施の形態７におけるドラムレンズ３１の配置に基づき、フォトダイオード３３，３４を傾けるようにしてもよい。この場合、光信号がフォトダイオード３３，３４で上方（ｙ軸正の方向）へ反射されるように、フォトダイオード３３，３４をｘ軸回りに回転させることによって光信号のビームの光軸に対する最大角度αより大きい角度βで傾けるように構成すればよい。

【００７８】

実施の形態９．

図１７はこの発明の実施の形態９による波長モニタ装置をｙｚ面に平行な平面（または真横）から見た構成図であり、図１８はフォトダイオードに入射する光信号および反射する光信号の光軸に対する角度を説明する図である。実施の形態６において光信号のうち下方へ進行するビーム部分がフォトダイオード３３，３４上で反射すると、その反射光は下方へ向くので、その反射光がベースキャリア１１等の部品においてさらに反射を繰り返し、最終的にフォトダイオード３３，３４においてノイズとして検出され、波長制御を正確に行うことができなくなる可能性がある。実施の形態９では、フォトダイオード３３，３４において反射する光が全て上方へ向くように、フォトダイオード３３，３４をｘ軸回りに回転させることによって、フォトダイオード３３，３４を上向き（ｙ軸正の方向）に傾けることに特徴がある。なお、ドラムレンズ３１はｙ軸方向への集光作用はなく、かつ第１のフォトダイオード３３は第２のフォトダイオード３４の真上に配置されているので、第１のフォトダイオード３３からの反射光は第２のフォトダイオード３４の反射光よりもさらに上方向へ向く。それで、第２のフォトダイオード３４の下端で反射する光信号のビームが上方向へ向くようにフォトダイオード３３，３４を傾ければよい。

【００７９】

図において、半導体レーザ３０、ドラムレンズ３１、波長フィルタ３２およびフォトダイオード３３，３４からなる光学系において、フォトダイオード３３，３４の光軸と交差する点と半導体レーザ３０との間の光学長（両者間の光伝搬路に有する各光学部品の屈折率と長さの積と、空間の長さとの和）をＬで表し，光軸と第２のフォトダイオード３４の下端との光学長をＤで表すと、フォトダイオード３３，３４はｘ軸回りの回転により上向きに角度$\theta_0 = \tan^{-1}(D/L)$よりも大きい角度θで傾けて配置される。この場合、光軸に対し角度θ_0で第２のフォトダイオード３４の下端へ入射する光信号は、傾けられた第２のフォトダイオード３４の受光面の下端へｙ軸の負の方向側の入射角$\theta - \theta_0$で入射し、光軸に対して角度θ_0以上である角度$2\theta - \theta_0$で光信号はｙ軸の正の方向へ反射される（図１８参照）。

【００８０】

以上で明らかなように、この実施の形態９によれば、フォトダイオード３３，３４をｘ軸回りに回転させることによって上向き（ｙ軸正の方向）に角度$\theta_0 = \tan^{-1}(D/L)$よりも大きい角度θで傾けるように構成したので、フォトダイオード３３，３４において反射する光信号のビームが全て上方へ向くようになる。したがって、この反射した光信号がフォトダイオード３３，３４においてノイズとして検出されるようなことを防ぐことができる効果を奏する。

【００８１】

この実施の形態９では、実施の形態６におけるドラムレンズ３１の配置に基づき、フォトダイオード３３，３４が傾けられた。しかしながら、実施の形態７におけるドラムレンズ３１の配置に基づき、フォトダイオード３３，３４を傾けるようにしてもよい。この場合、光信号がフォトダイオード３３，３４で側方へ反射されるように、フォトダイオード３３，３４をｙ軸回り（ｙ軸右回りおよびｙ軸左回りのいずれでもよい）に回転させて角度$\theta_0 = \tan^{-1}(D/L)$よりも大きい角度θで傾けるように構成すればよい。

【００８２】
実施の形態１０．
図１９はこの発明の実施の形態１０による波長モニタ装置をｘｚ面に平行な平面（または真上）から見た構成図である。実施の形態８では光学系の光軸に対してドラムレンズ３１は対称に配置されていたが、実施の形態１０ではドラムレンズ３１をｘ軸の正の方向（または負の方向）へずらして配置する。
【００８３】
図において、フォトダイオード３３，３４をｙ軸右回り（またはｙ軸左回り）で傾けるとともに、ドラムレンズ３１の中心軸（軸線）を、光軸の中心と交差する位置からｘ軸の正の方向（または負の方向）へずらして配置する。この場合、半導体レーザ３０からドラムレンズ３１へ入射する光信号はドラムレンズ３１の中心軸がｘ軸の正の方向（または負の方向）へずれるので、実施の形態８と比べて、ドラムレンズ３１を通過した光信号の向きは、実施の形態８と比べてｘ軸の負の方向（または正の方向）へ傾いて、第１、第２のフォトダイオード３３，３４へ入射することになる。それで、第１、第２のフォトダイオード３３，３４で反射した光信号は、実施の形態８と比べて、さらに半導体レーザ３０と離れる方向へ進む。
【００８４】
以上で明らかなように、この実施の形態１０によれば、フォトダイオード３３，３４をｙ軸右回り（またはｙ軸左回り）で傾けるとともに、ドラムレンズ３１を光軸からｘ軸の正の方向（または負の方向）へずらして配置するように構成したので、反射光が半導体レーザ３０の出射面に戻り光として達することはさらに防がれ、戻り光に起因する半導体レーザ３０の光出射特性の劣化をさらに防ぐことができる効果を奏する。
【００８５】
この実施の形態１０では、実施の形態６におけるドラムレンズ３１の配置に基づき、ドラムレンズ３１の位置がずらされた。しかしながら、実施の形態７におけるドラムレンズ３１の配置に基づきドラムレンズ３１の位置をずらしてもよい。この場合、光信号がフォトダイオード３３，３４でさらに上方へ反射されるように、ドラムレンズ３１を光軸からｙ軸の正の方向へずらして配置するように構成すればよい。
【００８６】
実施の形態１１．
図２０はこの発明の実施の形態１１による波長モニタ装置を斜め上方から見た構成図である。実施の形態６では、半導体レーザ３０から出射される光信号の一部はフォトダイオード３３，３４で受光されることなく余分な光（迷光）として波長モニタ装置を囲むパッケージの壁（図示省略）、ベースキャリア１１（図示省略）および他の部材などで多重反射を繰り返し、これらの部材および壁において徐々に吸収されていく。しかしながら、十分に迷光が減衰する前にフォトダイオード３３，３４で検出された場合、波長制御においてノイズとなる。本実施の形態では迷光がノイズとなることを防ぐ波長モニタ装置について述べる。
【００８７】
図において、４１はドラムレンズ３１と波長フィルタ３２との間に配置され、ドラムレンズ３１側の面が吸光するように黒色塗装されたアパーチャである。アパーチャ４１はドラムレンズ３１を透過した光信号のうち第１、第２のフォトダイオード３３，３４の受光部の方向へ向かう光信号のみを通すように開口部を有し、フォトダイオード３３，３４の受光部の方向へ向かわない光信号は、アパーチャ４１にて大部分が吸収され、また残りの部分が第１、第２のフォトダイオード３３、３４に受光されないようにアパーチャ４１より外側方向に反射される。また、ドラムレンズ３１を透過した光信号のうちベースキャリア１１（図示省略）で反射した後、波長フィルタ３２を透過し、次いで第１のフォトダイオード３３に達しようとする光信号はベースキャリア１１で反射する前にアパーチャ４１にて吸収される。
【００８８】

以上で明らかなように、この実施の形態１１によれば、アパーチャ４１をドラムレンズ３１と波長フィルタ３２との間に配置するように構成したので、フォトダイオード３３，３４の受光部の方向へ向かわない光信号はアパーチャ４１にて吸収され、迷光が発生する可能性は大幅に小さくなり、波長モニタをさらに精度良く行うことができる効果を奏する。また、モニタされた波長に基づき半導体レーザ３０から出射される光信号の制御をさらに精度良く行うことができる効果を奏する。

【００８９】

また、波長フィルタ３２を透過した後、第１のフォトダイオード３３に達する光信号の発生がアパーチャ４１によって防がれるので、波長モニタをさらに精度良く行うことができる効果を奏する。

【００９０】

この実施の形態１１では、アパーチャ４１はドラムレンズ３１と波長フィルタ３２との間に配置された。しかしながら、半導体レーザ３０とフォトダイオード３３，３４との間に配置されるのであれば配置位置は制限されない。たとえば、半導体レーザ３０とドラムレンズ３１との間に配置してもよく、また波長フィルタ３２とフォトダイオード３３，３４との間に配置してもよい。また、アパーチャ４１は一枚のみ配置されたが複数枚でもよい。この場合、迷光を吸収する機能が増す効果を奏する。また、アパーチャ４１の開口部は円形形状であるがその形は制限されない。

【００９１】

実施の形態１２．

図２１はこの発明の実施の形態１２による半導体レーザ装置を真横から見た構成図である。実施の形態６乃至１１では半導体レーザ３０から出射される後方出射光に関して述べたが、本実施の形態では半導体レーザ３０から前方へ出射される出力光信号が反射してフォトダイオード３３，３４でノイズとして検出されることを防ぐ半導体レーザ装置について述べる。

【００９２】

図において、５１は半導体レーザ３０から前方へ出射される出力光信号を集光する第１レンズ（出力光レンズ）、５２は下側の幅が細く上側の幅が広い楔形形状に形成されるウインドウ（楔形ウインドウ）である。第１レンズ５１で集光された出力光信号の主要部分はウインドウ５２を透過するものの、一部はウインドウ５２の表面で斜め方向へ反射する。この反射した出力光信号が第１レンズ５１に入射しないようにウインドウ５２と第１レンズ５１との間隔は十分にとられている。５３は第１のレンズ５１で集光されウインドウ５２を透過した出力光信号を外部の光ファイバー５５へほとんど減衰なく導くとともに光ファイバー５５からの戻り光を遮断する光アイソレータであり、５４は光学部品３０，３１，３２，３３，３４、ベースキャリア１１および恒温化素子３５をパッケージングする金属のパッケージである。

【００９３】

次に動作について説明する。

半導体レーザ３０から前方（図において左方向）へ出射される出力光信号は第１レンズ５１で集光され、集光された出力光信号の主要部分はウインドウ５２を透過し、光アイソレータ５３をほとんど減衰することなく透過し、前方の光学系（図示省略）を介して外部の光ファイバー５５（図示省略）に結合する。また、第１レンズ５１で集光された出力光信号の一部はウインドウ５２の表面で反射して後方（図において右方向）へ進行する。また、前方の光学系からの戻り光が光アイソレータ５３を透過してウインドウ５２の表面へ入射する。この場合、ウインドウ５２は下側の幅が細く上側の幅が広い楔形形状に形成されているので、第１レンズ５１で集光された出力光信号がウインドウ５２の表面で反射されると、後方の斜め下方向へ進むことになる。ウインドウ５２と第１レンズ５１との間隔は十分にとられているので、反射した出力光信号は、第１レンズ５１での集光を受けることなく半導体レーザ３０の下方へ進む。半導体レーザ３０の下方にはベースキャリア１１および恒温化素子３５が配置されているので反射した出力光信号は進行を阻まれ半導体レー

ザ３０より後方へ進行することはない。それで、反射した出力光信号がフォトダイオード３３，３４でノイズとして検出されることはない。また、楔形形状に形成されるウインドウ５２はその厚みが上下方向において徐々に変化する形状であるので、出力光信号がウインドウ５２内部で共振を起こすようなことはない。

【００９４】

以上で明らかなように、この実施の形態１２によれば、下側の幅が細く上側の幅が広い楔形形状に形成されるウインドウ５２を半導体レーザ３０から前方へ出射される出力光信号に対して設け、ウインドウ５２と第１レンズ５１との間隔を十分にあけるように構成したので、ウインドウ５２で反射した出力光信号およびウインドウ５２を透過する戻り光がフォトダイオード３３，３４でノイズとして検出されることはない。

【００９５】

この実施の形態１２では、楔形形状に形成されるウインドウ５２を配置したが、平板のウインドウを、前方へ出射される出力光信号が後方斜め下方向に反射されるように、傾けて配置してもよい。この場合、半導体レーザ装置の構造は簡略されるものの、平板のウインドウ内で出力光信号がエタロン効果で共振を起こす可能性がある。

【００９６】

実施の形態１３.

図２２はこの発明の実施の形態１３による波長モニタ装置を斜め上方から見た構成図である。実施の形態１で述べたように、温度変化および経年変化などによる光学部品のｘ軸方向におけるアライメント精度の劣化はｙ軸方向におけるそれよりも激しい。それで、フォトダイオード３３，３４に要求されるｘ軸方向における光強度検出の精度はｙ軸方向におけるそれよりも高い。本実施の形態ではフォトダイオード３３，３４のセット（ツインフォトダイオード）をｘｙ面に平行な平面内においてｘ軸方向に複数個並べて配置し、ｘ軸方向における光強度検出の精度を向上させた波長モニタ装置について述べる。

【００９７】

図において、６１は波長フィルタ３２と同じ機能を有する横長な波長フィルタであって、ドラムレンズ３１を透過した光信号がｘ軸方向に並列に配置される第２のフォトダイオード３４群に達する前に入射光の波長に依存する一定の割合で入射光の強度を減ずる。フォトダイオード３３，３４のセット群は、１つのフォトダイオード素子に複数の受光部を形成することによって得られ、受光部間の間隔は可能な限り狭く設定される。それで実施の形態６と比べて、ｘ軸方向に比較的幅広な縦長の楕円形状を有する光信号のビームをフォトダイオード３３，３４のセット群において受光することができる。つまり、ｘ軸方向における受光面積が増えるのでｘ軸方向における光強度検出の精度（トレランス）が向上する。

【００９８】

以上で明らかなように、この実施の形態１３によれば、フォトダイオード３３，３４のセットをｘｙ面に平行な平面内においてｘ軸方向に複数個並べて配置するように構成したので、ｘ軸方向における光強度検出の精度（トレランス）を向上させることができる効果を奏する。

【００９９】

【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、偏光ビームスプリッタを用いずに波長と光強度の両方をモニタでき、部品点数を抑えることができるため、製品コストの低減が可能である。また、フォトダイオードに入射する光線の伝播方向が１方向であるため、アライメントを容易に調整することが可能であるという効果がある。

【０１００】

また、この発明によれば、波長をモニタするフォトダイオードと光強度をモニタするフォトダイオードが同一平面上にあるため、経年変化や温度変化がフォトダイオードの光電流出力に与える影響を小さくすることができる効果がある。

【０１０２】

また、この発明によれば、前記半導体レーザと前記第１および第２の光検出器との間にシリンドリカルレンズを配置することにより、半導体レーザ、シリンドリカルレンズまたは両光検出器に水平方向および上下方向により形成される面に平行な面内においていかなる方向に位置ずれが生じても、常に正確に波長モニタすることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図１】　この発明の実施の形態１を示す波長モニタ装置の光学系図である。

【図２】　この発明の実施の形態１における第１のフォトダイオード及び第２のフォトダイオードの光電流出力特性を示す図である。

【図３】　この発明の実施の形態１における半導体レーザ装置に適用される波長モニタ装置での波長安定化制御の方法を示す図である。

【図４】　この発明の実施の形態２に使用するフォトダイオード形状である。

【図５】　この発明の実施の形態３に使用してアライメント精度をさらに緩和することのできるフォトダイオード形状を示す図である。

【図６】　この発明の実施の形態４に使用してアライメント精度をさらに緩和することのできるフォトダイオード形状を示す図である。

【図７】　この発明の実施の形態５に使用してアライメント精度をさらに緩和することのできるフォトダイオード形状を示す図である。

【図８】　この発明の実施の形態６による波長モニタ装置を斜め側方から見た構成図である。

【図９】　図８に示される波長モニタ装置が用いられる半導体レーザ装置の波長制御系を示す波長モニタ装置のブロック図である。

【図１０】　実施の形態１にしたがって半導体レーザから出射される光信号の円形ビームが両フォトダイオード上で受光される状態を説明する図であり、（Ａ）は光学部品の位置ずれがない場合に光信号の円形ビームが両フォトダイオード上で受光される状態を説明する図であり、（Ｂ）は光信号の円形ビームが両フォトダイオードの左側にずれて受光される状態を説明する図であり、（Ｃ）は光信号の円形ビームが両フォトダイオードの上方へずれて受光される状態を説明する図である。

【図１１】　実施の形態６にしたがって半導体レーザから出射される光信号の縦長楕円ビームが両フォトダイオード上で受光される状態を説明する図であり、（Ａ）は光学部品の位置ずれがない場合に光信号の縦長楕円ビームが両フォトダイオード上で受光される状態を説明する図であり、（Ｂ）は光信号の縦長楕円ビームが両フォトダイオードの上方へずれて受光される状態を説明する図であり、（Ｃ）は光信号の縦長楕円ビームが両フォトダイオードの左側にずれて受光される状態を説明する図である。

【図１２】　ドラムレンズの下端面近くにエッジ形状に切り込み部を形成した状態を説明する図である。

【図１３】　この発明の実施の形態７による波長モニタ装置を斜め側方から見た構成図である。

【図１４】　ドラムレンズ表面に設けられた互いに対向する２つの平面を説明する図である。

【図１５】　この発明の実施の形態８による波長モニタ装置をｘｚ面に平行な平面から見た構成図である。

【図１６】　フォトダイオードに入射する光信号の入射角および反射光の反射角を説明する図である。

【図１７】　この発明の実施の形態９による波長モニタ装置をｙｚ面に平行な平面（または真横）から見た構成図である。

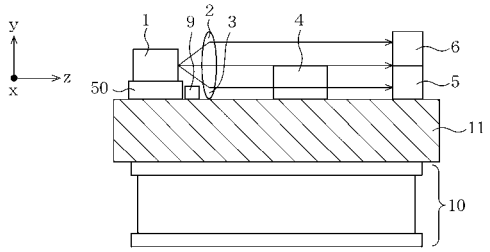
【図１８】　フォトダイオードに入射する光信号および反射する光信号の光軸に対する角度を説明する図である。

【図１９】　この発明の実施の形態１０による波長モニタ装置をｘｚ面に平行な平面から見た構成図である。

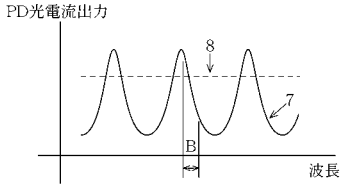
【図２０】　この発明の実施の形態１１による波長モニタ装置を斜め上方から見た構成図

である。
【図２１】　この発明の実施の形態１２による半導体レーザ装置を真横から見た構成図である。
【図２２】　この発明の実施の形態１３による波長モニタ装置を斜め上方から見た構成図である。
【図２３】　従来の波長モニタと光強度モニタを備えた波長モニタ装置の光学系図である。
【符号の説明】
１　半導体レーザ、２　後方出射光信号、３　レンズ、４　波長フィルタ、５第１のフォトダイオード、６　第２のフォトダイオード、７　第１のフォトダイオードからの光電流出力、８　第２のフォトダイオードからの光電流出力、９サーミスタ、１０　ペルチェ素子、１１　ベースキャリア、１２　フォトダイオード素子、１３　フォトダイオード受光部、１４　フォトダイオード受光部、１５　フォトダイオード素子、１６　フォトダイオード受光部、１７　フォトダイオード受光部、１８　フォトダイオード受光部、１９　フォトダイオード受光部、２０　フォトダイオード素子、２１　フォトダイオード受光部、２２　フォトダイオード受光部、２３　フォトダイオード素子、２４　フォトダイオード受光部、２５　フォトダイオード受光部、２６　ＡＰＣ回路、２７　ＡＴＣ回路、３０　半導体レーザ、３１　ドラムレンズ（シリンドリカルレンズ）、３１ａ　切り欠き部、３２，６１　波長フィルタ、３３　第１のフォトダイオード（第１の光検出器）、３４　第２のフォトダイオード（第２の光検出器）、３５　恒温化素子、３６　波長制御回路、３７　位置決め部材、３８　平面部（切り込み部）、４１　アパーチャ、５０　台座、５１　第１レンズ（出力光レンズ）、５２ウインドウ（楔形ウインドウ）、５３　光アイソレータ、５４　パッケージ、５５　光ファイバー。

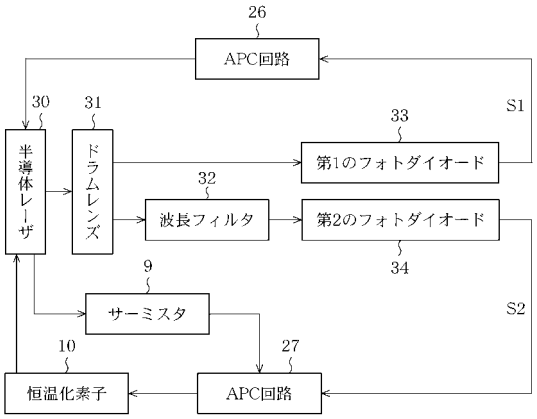
【図１】



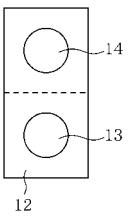
【図２】



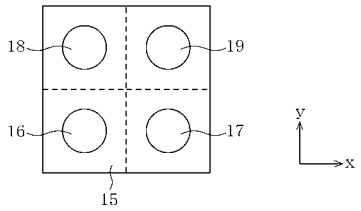
【図３】



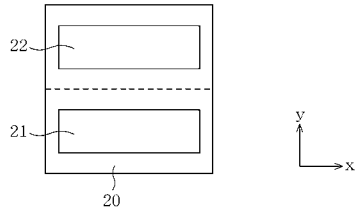
【図４】



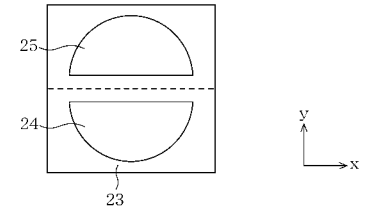
【図５】



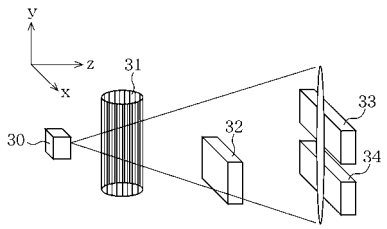
【図６】



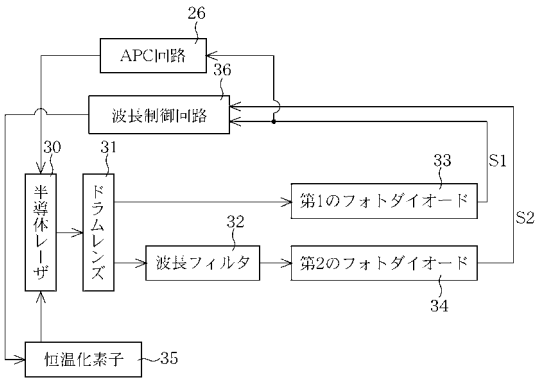
【図７】



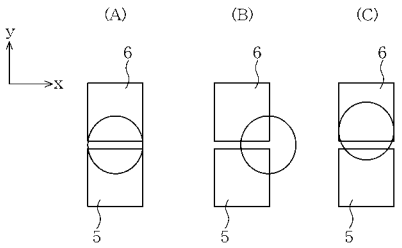
【図８】



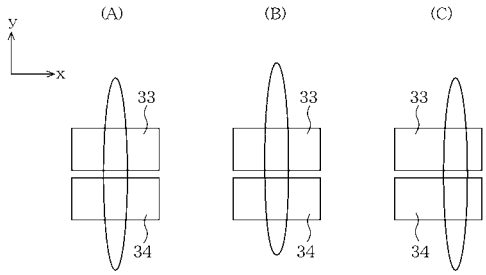
【図９】



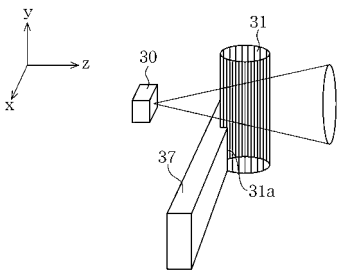
【図１０】



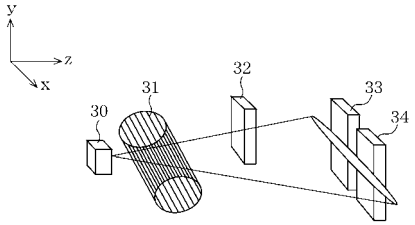
【図１１】



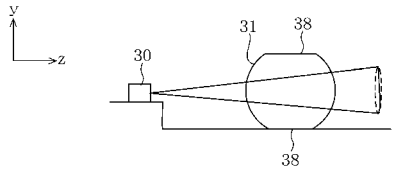
【図１２】



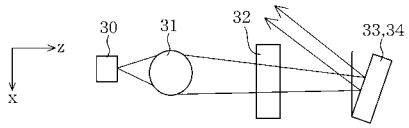
【図１３】



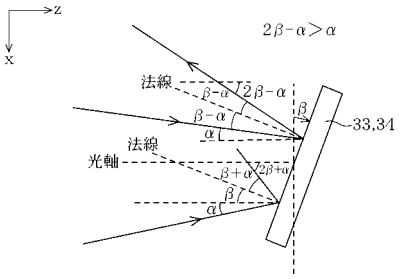
【図１４】



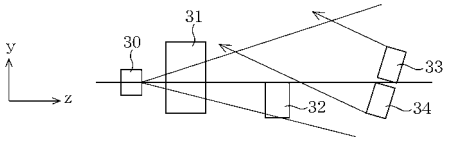
【図１５】



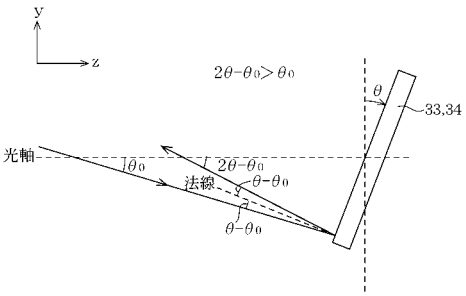
【図１６】



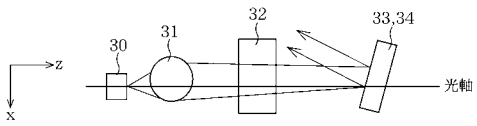
【図１７】



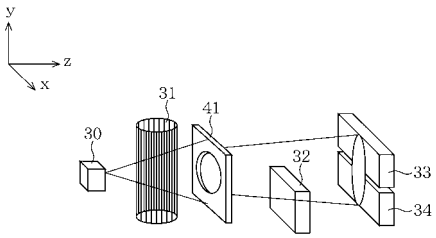
【図１８】



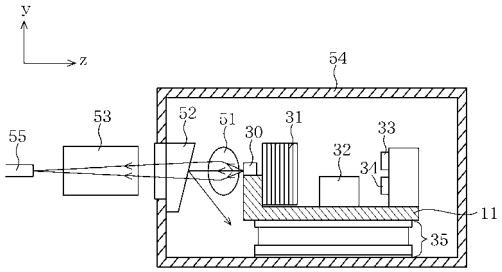
【図１９】



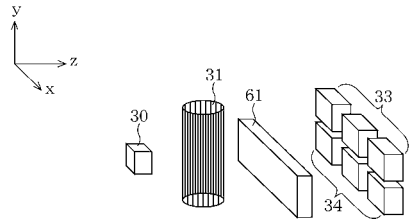
【図２０】



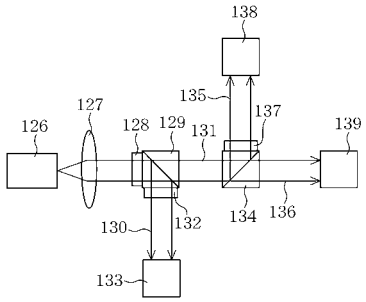
【図２１】



【図２２】


y
z
x
30
31
61
33
34

【図２３】


138
135
127
126
128
129
131
137
139
130
132
134
136
133

フロントページの続き

(72)発明者　佐藤　睦
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　増田　健之
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　足立　明宏
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　西村　靖典
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　▲たか▼木　晋一
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内

審査官　橿本　英吾

(56)参考文献　特開昭５８－０５６５３９（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２５４７７７（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２１３６８６（ＪＰ，Ａ）
実開平０６－０４５３６３（ＪＰ，Ｕ）
特開平０５－１４２４５０（ＪＰ，Ａ）
実開昭６２－１１８４６７（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01S　5/00-5/50