(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4124845号
(P4124845)

(45)発行日　平成20年7月23日(2008.7.23)　(24)登録日　平成20年5月16日(2008.5.16)

(51)Int.Cl.		F I		
H01S 3/00	(2006.01)	H01S	3/00	
H04J 14/00	(2006.01)	H04B	9/00	E
H04J 14/02	(2006.01)	H04B	9/00	S
H04B 10/04	(2006.01)			
H04B 10/06	(2006.01)			

請求項の数 6　(全 15 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平9-292228
(22)出願日　平成9年10月24日(1997.10.24)
(65)公開番号　特開平11-126940
(43)公開日　平成11年5月11日(1999.5.11)
審査請求日　平成14年12月13日(2002.12.13)
審判番号　不服2005-22694(P2005-22694/J1)
審判請求日　平成17年11月24日(2005.11.24)

(73)特許権者　301005371
日本オプネクスト株式会社
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町２１６番地
(74)代理人　110000198
特許業務法人湘洋内外特許事務所
(72)発明者　芹澤　秀幸
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町２１６番地
株式会社日立製作所　情報通信事業部内

合議体
審判長　服部　秀男
審判官　里村　利光
審判官　吉野　公夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光波長安定制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

レーザから出力される光波長を安定化するための光波長安定制御装置において、

レーザから出力される光波長の変動要因となるパラメータの１つの、予め定められた目標値に対する第１の制御偏差を検知するためのパラメータ偏差検知手段と、

レーザから出力される光波長の予め定められた目標値に対する第２の制御偏差を検知するための光波長偏差検知手段と、

２以上の周囲条件をモニタし、当該モニタした周囲条件を用いて、上記第１および第２の制御偏差のうち一方の制御偏差を選択するための選択手段と、

上記選択された制御偏差が小さくなるように、上記パラメータの１つを操作するための操作手段とを有し、

上記パラメータの１つは、レーザの温度であること

を特徴とする光波長安定制御装置。

【請求項２】

請求項１記載の光波長安定制御装置において、

上記選択手段は、上記光波長偏差検知手段によって上記第２の制御偏差が安定して検知される場合、上記第２の制御偏差を選択し、そうでない場合、上記第１の制御偏差を選択すること

を特徴とする光波長安定制御装置。

【請求項３】

レーザと感温素子と冷却加熱素子とを搭載したレーザモジュールから出力される光波長を安定化するための光波長安定制御装置において、
上記光波長を安定化するための第１および第２の波長安定制御手段と、
２以上の周囲条件をモニタして当該モニタした周囲条件を用いて、上記第１および第２の波長安定制御手段のうちの一方を選択するための選択手段とを有し、
上記第１の波長安定制御手段は、
上記感温素子よりレーザの温度をモニタするための温度モニタ回路と、
該温度モニタ回路出力値とレーザ温度制御目標値との差を検知するための第１の比較部と、
検知された目標値との差が零となるように上記冷却加熱素子に流す電流値を決定するための第１の電流制御手段とを有し、
上記第２の波長安定制御手段は、
レーザモジュールの光出力を分岐するための光カプラと、
分岐された出力光の光波長をモニタするための光波長モニタ部と、
モニタされた光出力波長値と波長制御目標値との差を検知するための第２の比較部と、
検知された目標値との差が零となるように上記冷却加熱素子に流す電流値を決定するための第２の電流制御手段とを有すること
を特徴とする光波長安定制御装置。
【請求項４】
請求項３記載の光波長安定制御装置において、
上記第１および第２の電流制御手段は、上記第１および第２の波長安定制御手段に共通の電流制御部により実現されること
を特徴とする光波長安定制御装置。
【請求項５】
請求項３および４のいずれか一項記載の光波長安定制御装置において、
上記選択手段は、上記第１および第２の波長安定制御手段の一方の選択を周囲条件の変化に応じて変更する際に、周囲条件の変化に対して、予め定められた遅延時間をおいて変更を行うこと
を特徴とする光波長安定制御装置。
【請求項６】
請求項３から５のいずれか一項記載の光波長安定制御装置において、
上記レーザモジュールは、光送信器に搭載され、
上記光送信器から出力される光を伝送するための光伝送システムに、上記光波長安定制御装置の少なくとも一部が配置されること
を特徴とする光波長安定制御装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、光源から出力される光波長を安定化するための光波長安定制御装置に係り、特に、いかなる周囲条件においても光出力波長を安定化することに好適な光波長安定制御装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
近年、通信サービスのマルチメディア化に伴い、基幹伝送である光伝送システムの高速化大容量化が推し進められている。光伝送システムの高速大容量化を実現する手段として光波長多重伝送が注目されている。
【０００３】
この光波長多重伝送では、異なる光波長にそれぞれの信号を割り当てることによって複数のチャネルを共通の伝送路で伝送している。従って、光波長多重伝送では、隣接波長の光に対する干渉を少なくすることが、チャネル間の干渉を避けるために要求される。このた

め、光波長を高精度に安定化させることが求められている。

【０００４】

光送信器から出力される光波長が変動する要因としては、例えば、レーザ素子の温度変動とレーザ駆動電流変動との２つが挙げられる。

【０００５】

従来、出力される光波長を安定化するために、レーザ素子の温度を一定に保つことにより光波長の安定化を図る方式、出力される光の光波長をモニタして、その光波長を安定化する制御方式などがとられている。以下に、図１および図２を参照して、これらの方式について説明する。

【０００６】

まず、図１を参照して、レーザ素子の温度を一定に保つことにより光波長の安定化を図る方式について説明する。

【０００７】

図１において、光送信器は、レーザダイオード（ＬＤ）共に、感温素子５および冷却加熱素子１０が搭載されているレーザモジュール４と、上記感温素子５を用いてレーザダイオードの温度をモニタするための温度モニタ回路６と、レーザダイオードの温度を制御すべきレーザ温度制御目標値を設定するための目標値設定回路８と、上記温度モニタ回路６によってモニタされる温度の値および上記目標値設定回路８によって設定された目標値を比較するための比較部ａ７と、上記比較部ａ７における比較の結果に基づいて上記冷却加熱素子１０に与える電流を制御するための電流制御部９とを有して構成されている。

【０００８】

このような光送信器では、感温素子５および温度モニタ回路６によりモニタされるレーザ温度と、設定回路８で設定されたレーザ温度制御目標値との差が、比較部ａ７で検知され、電流制御部９に送られる。電流制御部９では、検知された差が零となるように電流値を決定し、決定した電流値で冷却加熱素子１０を駆動する。

【０００９】

このような温度制御により、レーザ素子（この場合は、レーザダイオード）の温度が一定に保たれ、レーザ素子から出力される光の波長が安定化される。

【００１０】

同様の制御方式としては、特開昭57-186383号公報に記載される半導体レーザ装置がある。

【００１１】

次に、図２を参照して、出力される光の光波長をモニタして、その光波長を安定化する制御方式について説明する。

【００１２】

図２において、光送信器は、レーザダイオード（ＬＤ）共に、感温素子５および冷却加熱素子１０が搭載されているレーザモジュール４と、上記レーザダイオードから出力される光を分岐するための光カプラ１１と、分岐された光の一方を受光し、その波長をモニタするための光波長モニタ部１２と、光波長を制御すべき波長制御目標値を設定するための目標値設定回路１３と、上記光波長モニタ部１２でモニタされる光波長の値および上記目標値設定回路１３によって設定された目標値を比較するための比較部ｂ１４と、比較部ｂ１４における比較の結果に基づいて上記冷却加熱素子１０に与える電流を制御するための電流制御部９とを有して構成されている。

【００１３】

このような光送信器では、レーザモジュール４から出力される光の波長が、光波長モニタ部１２においてモニタされる。モニタされた波長と設定回路１３で設定された波長制御目標値との差が、比較部ｂ１４により検知され、電流制御部９に送られる。電流制御部９では、検知された差が零となるように電流値を決定し、決定した電流値で冷却加熱素子１０を駆動する。同様の制御方式としては、１９９７年電子情報通信学会総合大会予稿集Ｂ－10-215,P724に記載の制御回路がある。

【００１４】
この方式では、波長そのものをモニタするため、レーザ素子温度変動やレーザ駆動電流の変動に起因する波長変動を抑圧することができる。
【００１５】
【発明が解決しようとする課題】
一般に、レーザを長期間運転すると、経時劣化による出力変動が生じる。このため、自動出力制御（Auto Poer Control;APC）回路によって、出力変動を抑えるようにレーザ駆動電流が制御されている。ところが、レーザから出力される光波長は、レーザ駆動電流の変動によっても変化する。
【００１６】
このため、レーザからの光出力波長は、上述したレーザ素子の温度を一定に保つことにより光波長の安定化を図る方式では、図３に示すように変動する。
【００１７】
図３において、レーザ運転期間が短いうちは、レーザダイオード（ＬＤ）駆動電流が一定と見なせる。この範囲では、周囲温度の変化によりレーザダイオードの温度が変動しても、これを一定の目標値（レーザ温度制御目標値）とするように、電流制御部９（図１参照）からの出力が制御され、この出力電流により冷却加熱素子１０（図１参照）が駆動される。従って、短期的には光出力波長は安定化されている。
【００１８】
レーザ運転期間が長くなり、レーザの経時劣化によりAPC回路によってレーザ駆動電流If(t)が増減してしまうことがある。この場合、レーザ駆動電流増減に起因する波長変動量△λは、次の（式１）のように表される。
【００１９】
$$\triangle\lambda = \alpha \cdot \{If(tn) - If(t0)\} \qquad \cdots（式１）$$
α　　；レーザ駆動電流－波長変動変換定数
If(t0)；初期時間t0におけるレーザ駆動電流値
If(tn)；時間tnだけ経過したときのレーザ駆動電流値
この波長変動量△λはレーザダイオードの温度に依らずに発生するため、この制御方式では、上記波長変動分を補正することはできない。
【００２０】
また、温度を一定にするためのフィードバック制御では、一般に、操作（冷却加熱）に対する応答（温度変化）の遅延が大きいため、フィードバックゲインを大きくすると、フィードバックループが発振することがある。このため、フィードバックゲインを小さくしなければならない。制御の誤差は、フィードバックゲインの逆数に比例するため、レーザ温度は、必ずしも高い精度で一定にはならないことがある。従って、この制御方式では、光波長を安定化する制御を高精度化することは困難である。
【００２１】
これに対して、レーザから出力される光の光波長をモニタして、その光波長を安定化する制御方式では、
出力される光波長をモニタし、その変動を抑えるようにレーザ温度を制御するため、レーザ駆動電流値が変動しても、光波長を安定化することができる。従って、レーザが経時劣化するような長い期間においても、波長を安定化することができる。
【００２２】
また、光の波長は、高速かつ高精度にモニタすることができるので、波長を高い精度で安定化することができる。
【００２３】
しかし、この制御方式では、波長モニタ値が零または不安定となる場合、制御目標値との波長差が大きいと認識され、電流制御部９（図２参照）は、レーザ素子を過剰に加熱、冷却する出力電流値を冷却加熱素子１０に与えてしまう。これによって、レーザ素子を破壊もしくは劣化させてしまう可能性がある。

【００２４】
波長モニタ値が零または不安定となる要因としては、例えば、光波長モニタ部１２（図２参照）に導入される光出力が小さくなること、および、レーザモジュール４（図２参照）から出力される光波長が不安定になることが挙げられる。従って、光出力停止信号入力時、光カプラ１１以降における光出力断発生時、電源電圧投入時の波長不安定状態時などには、波長モニタ値が零または不安定となり、レーザ素子を破壊もしくは劣化させるような温度制御を行う可能性がある。
【００２５】
例えば、図４に示すように、光出力停止信号が入力された時、ＬＤ駆動電流が停止し、レーザからの光出力が小さくなる。このような状態では、光波長モニタ部１２（図２参照）の出力は、波長が０である状態を示す。すると、比較部ｂ１４（図２参照）から出力される波長差の値は、max値となり、電流制御部９（図２参照）の出力電流値もmax値となる。このため、冷却加熱素子１０（図２参照）によって、レーザモジュール４（図２参照）は、加熱または冷却されすぎて、破壊または劣化を引き起こしてしまう。
【００２６】
上述したように、レーザ温度を一定に保つ方式では、レーザ駆動電流の変化に伴う、光波長の変動を補正することはできないという問題がある。また、光波長値をモニタしてくる方式では、周囲条件によっては波長モニタが不安定になるため、レーザを破壊または劣化させる虞があるという問題がある。
【００２７】
本発明の第１の目的は，周囲条件によらずいかなる場合においても長期的に光出力波長を高精度で高安定化させることができる高精度光波長安定制御装置を提供することにある。
【００２８】
また、本発明の第２の目的は、周囲条件によらずいかなる場合においても、チャネルごとのレーザ波長が干渉することが避けられる光波長多重送信器を提供することにある。
【００２９】
【課題を解決するための手段】
上記第１の目的を達成するために、本発明の第１の態様によれば、
レーザから出力される光波長を安定化するための光波長安定制御装置において、
レーザから出力される光波長の変動要因となるパラメータの１つの、予め定められた目標値に対する第１の制御偏差を検知するためのパラメータ偏差検知手段と、
レーザから出力される光波長の予め定められた目標値に対する第２の制御偏差を検知するための光波長偏差検知手段と、
上記第１および第２の制御偏差のうち一方の制御偏差を選択するための選択手段と、
上記選択された制御偏差が小さくなるように、上記パラメータの１つを操作するための操作手段とを有すること
を特徴とする光波長安定制御装置が提供される。
【００３０】
本発明の第２の形態によれば、
レーザと感温素子と冷却加熱素子とを搭載したレーザモジュールから出力される光波長を安定化するための光波長安定制御装置において、
上記光波長を安定化するための第１および第２の波長安定制御手段と、
上記第１および第２の波長安定制御手段のうちの一方を、周囲条件に応じて選択するための選択手段とを有し、
上記第１の波長安定制御手段は、
上記感温素子よりレーザの温度をモニタするための温度モニタ回路と、
該温度モニタ回路出力値とレーザ温度制御目標値との差を検知するための第１の比較部と、
検知された目標値との差が零となるように上記冷却加熱素子に流す電流値を決定するための第１の電流制御手段とを有し、

上記第２の波長安定制御手段は、
レーザモジュールの光出力を分岐するための光カプラと、
分岐された出力光の光波長をモニタするための光波長モニタ部と、
モニタされた光出力波長値と波長制御目標値との差を検知するための第２の比較部と、
検知された目標値との差が零となるように上記冷却加熱素子に流す電流値を決定するための第２の電流制御手段とを有すること
を特徴とする光波長安定制御装置が提供される。
【００３１】
また、上記第２の目的を達成するための、本発明の第３の態様によれば、
複数の異なる波長の光を送信するための光波長多重送信器において、
共通のヒートシンクに取り付けられた複数のレーザダイオードと、
上記ヒートシンクの温度を予め定められた温度に制御するための温度制御部と、
上記各レーザダイオードの発振波長をそれぞれ検知するための光センサと、
上記複数のレーザダイオードの各々を駆動するための駆動電源と、
上記検知される各レーザダイオードの発振波長を、各レーザダイオードにそれぞれ定められる目標波長に近づけるように、上記駆動電源が各レーザダイオードを駆動する電流をそれぞれ制御するための電流制御部とを有し、
上記電流制御部は、上記複数のレーザダイオードのうちいずれかが光出力を停止しているとき、および、光出力を開始してから予め定められた時間が経過していないとき、当該レーザダイオードの駆動電流を予め定められた目標電流に近づけるように制御すること
を特徴とする光波長多重送信器が提供される。
【００３２】
本発明の第４の態様によれば、
複数の異なる波長の光を送信するための光波長多重送信器において、
複数のレーザダイオードと、
上記複数のレーザダイオードをそれぞれ駆動するための駆動電源と、
上記複数のレーザダイオードの各々の発振波長をそれぞれ検知するための光センサと、
上記複数のレーザダイオードの各々の温度をそれぞれ検知するための温度センサと、
上記各レーザダイオードについて、当該レーザダイオードの発振波長が安定して検知されるとき、検知される発振波長を該レーザダイオードに定められた目標波長に近づけるように該レーザダイオードの温度を制御し、かつ、そうでないとき、当該レーザダイオードの温度を、レーザダイオードごとに予め定められた温度に制御するための温度制御部とを有すること
を特徴とする光波長多重送信器が提供される。
【００３３】
【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について説明する。
【００３４】
まず、図５および図６を参照して、本発明の第１の実施の形態について説明する。本実施の形態では、光波長を制御するための制御方式を２つ備え、これらのうちから一方の制御方式を周囲条件に応じて選択する。
【００３５】
図５において、本実施の形態の光波長安定制御装置は、レーザ温度の制御目標値に対する偏差を検知するための温度偏差検知部１１０と、レーザから出力される光波長の制御目標値に対する偏差を検知するための光波長偏差検知部１２０と、周囲条件に応じて制御方式を決定して、その制御方式に対応する偏差検知部を温度偏差検知部１１０および光波長偏差検知部１２０のうちから選択するための選択部１３０と、上記選択部１３０により選択された偏差検知部から出力される偏差に応じてレーザ温度を操作するための温度操作部１４０とを有して構成される。
【００３６】

上記温度偏差検知部１１０は、予め定められたレーザ温度制御目標値に対する、レーザ素子温度の偏差を検出するためのものである。この偏差は、レーザ素子温度を一定に保つ制御方式に用いられる。温度偏差検知部１１０は、レーザダイオード（ＬＤ）と共にレーザモジュール４に搭載されている感温素子５と、感温素子５を用いてレーザダイオードの温度をモニタするための温度モニタ回路６と、レーザダイオードの温度を制御すべきレーザ温度制御目標値を設定するための目標値設定回路８と、上記温度モニタ回路６によってモニタされる温度の値および上記目標値設定回路８によって設定された目標値を比較するための比較部ａ７とを有して構成される。

【００３７】

上記光波長偏差検知部１２０は、予め定められた波長制御目標値に対する、レーザから出力される光の波長の偏差を検出するためのものである。この偏差は、レーザから出力される光の光波長をモニタして、その光波長を安定化する制御方式に用いられる。光波長偏差検知部１２０は、レーザモジュール４上のレーザダイオード（ＬＤ）から出力される光を分岐するための光カプラ１１と、分岐された光の一方を受光し、その波長をモニタするための光波長モニタ部１２と、光波長を制御すべき波長制御目標値を設定するための目標値設定回路１３と、上記光波長モニタ部１２でモニタされる光波長の値および上記目標値設定回路１３によって設定された目標値を比較するための比較部ｂ１４とを有して構成される。光波長モニタ部１２としては、例えば、波長計、バンドパスフィルタを用いた波長ロッカを使用することができる。

【００３８】

上記選択部１３０は、レーザの周囲条件に応じて制御方式を決定し、その制御方式に対応する偏差を選択して上記温度操作部１４０に与えるためのものである。選択部１３０は、周囲条件を読み込み、読み込んだ周囲条件に基づいて制御方式を決定するための制御方式決定回路１と、各制御方式の応答時間、温度制御の応答時間などを考慮して予め定められた遅延時間に応じて、制御方式の切り替えを遅延させるための遅延時間生成回路３と、決定された制御方式に対応して制御方式を選択するための制御方式選択回路２とを有して構成される。本実施の形態における制御方式選択回路２では、決定された制御方式を示す信号を制御方式決定回路１から遅延時間生成回路３を介して受け付け、受け付けた信号が示す制御方式に用いられる偏差を出力する偏差検知部を上記温度偏差検知部１１０および光波長偏差検知部１２０のうちから選択し、選択した検知部からの出力を度操作部１４０に与える。なお、遅延時間生成回路３としては、例えば、ロウパスフィルタ等を用いて構成することができる。また、制御方式選択回路２は、例えば、アナログスイッチ等を用いて構成することができる。さらに、制御方式決定回路１と遅延時間生成回路３とを統合してマイコンを使用しても実現可能である。

【００３９】

上記温度操作部１４０は、上記選択部１３０によって選択された制御方式に従ってレーザダイオードの温度を操作するためのものである。温度操作部１４０は、レーザダイオード（ＬＤ）共にレーザモジュール４に搭載される冷却加熱素子１０と、上記選択部１３０によって選択された制御方式に従って、上記冷却加熱素子１０に与える電流を制御するための電流制御部９とを備えて構成される。

【００４０】

次に、本実施の形態における光波長安定制御装置の動作について説明する。

【００４１】

まず、２つの制御方式のうちの一方である、レーザ温度一定制御の状態における動作について説明する。この制御方式では、レーザモジュール４に内蔵された感温素子５を用いて温度モニタ回路６によりレーザ温度がモニタされる。温度モニタ回路６からの出力値とレーザ温度制御目標値８との差を比較部ａ７で検知し、電流制御部９では、この検知された目標値との差が零となるように、レーザモジュール４に内蔵された冷却加熱素子１０に流す電流値を決定し駆動する。これによって、レーザ素子（ＬＤ）の温度は一定に保たれる。従って、短期的には高精度で波長安定は得られる。レーザ素子温度はレーザ出力光に関

係なくモニタすることができるため、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時であっても、制御は安定して行われる。

【００４２】

次に、制御方式の他方である、光波長をモニタして、光波長を一定にする制御の状態における動作について説明する。この制御方式では、レーザモジュール４の光出力を光カプラ１１で分岐し、分岐された出力光の光波長を光波長モニタ部１２によりモニタし、モニタされた光出力波長値と波長制御目標値１３との差を比較部ｂ１４により検知する。検知された目標値との差が零となるよう電流制御部９により該レーザモジュール４に内蔵された冷却加熱素子１０に流す電流値を決定し駆動する。これにより、レーザから出力される光波長が安定化される。この制御方式においては、波長そのものがモニタされるため、レーザ素子温度変動やレーザ駆動電流の変動に起因する波長変動を抑圧することができる。従って、長期的に高精度な波長安定化が達成できる。ただし、光波長のモニタが困難である場合、例えば、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時には、誤動作をする可能性がある。

【００４３】

本光波長安定制御装置では、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時には、上記レーザ温度一定制御の制御方式を、それ以外の場合には、上記光波長をモニタして、光波長を一定にする制御方式を適用する。これによって、いかなる周囲条件であっても光波長を高精度で安定化することが可能となる。

【００４４】

次に、図６を参照して、上記選択部１３０における制御方式の選択について説明する。

【００４５】

本発明の高精度光波長安定制御装置では、周囲条件を制御方式決定回路１にて読み込む。制御方式決定回路１は、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時等の条件により、Ｈｉｇｈレベルの信号およびＬｏｗレベルの信号のいずれかを選択して出力する。Ｈｉｇｈ／Ｌｏｗレベル信号が入力された遅延時間生成回路３は、既に入力されている状態の信号をある一定時間出力した後、入力されたＨｉｇｈ／Ｌｏｗレベル信号を出力する。これにより各制御方式の応答時間、もしくは、冷却加熱素子１０の応答時間に対応した制御方式の切り替えが可能となる。制御方式選択回路２では、入力された信号がＬｏｗレベルの時には短期波長変動に有効であり、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時でも波長安定化できる、レーザ素子温度を一定に保つ制御方式を選択し、Ｈｉｇｈレベル入力時には長期的に波長を高精度に安定化でき、レーザの経時劣化による波長変動等を補正可能な、波長モニタ制御方式を選択する。

【００４６】

本実施の形態では、周囲条件として、電源の状態（電源電圧Ｖｓ）、光出力を停止する信号の有無（ＳＤ）、光出力の状態（ＯＰＴ）について、下記のように論理記号に設定した。

【００４７】

Ｖｓ　；電源電圧ＯＮ　＝１
　　電源電圧ＯＦＦ　＝０
ＳＤ　；光出力停止信号ＯＮ　＝１
　　光出力停止信号ＯＦＦ＝０
ＯＰＴ；光出力正常時　＝１
　　光出力断時　＝０

このとき、上記信号が制御方式決定回路１に入力された場合の制御方式決定回路１出力は、（式２）の論理式で表される。

【００４８】

【数１】

数1

$$\text{制御方式決定回路出力} = \overline{SD + \overline{V_S} + \overline{OPT}} \qquad \text{（式２）}$$

【００４９】

例えば、光出力停止信号ＯＮ時には、（式２）より制御方式決定回路１出力はＬｏｗレベルとなり、制御方式選択回路２は光出力停止信号入力時でも波長を安定化できるレーザ素子温度を一定に保つ制御方式を選択し、波長を安定に保つことができる。

【００５０】

さらに、長期安定時においては、電源電圧ＯＮ、光出力停止信号ＯＦＦ、光出力正常であるから（式２）より、制御方式決定回路１出力はＨｉｇｈレベルとなり、制御方式選択回路２は長期的に波長を安定化でき、レーザの経時劣化による波長変動等を補正可能な波長モニタ制御方式を選択し、波長を高精度で安定に保つことができる。

【００５１】

以降、電源投入時、光出力断時も同様に動作することにより、いかなる周囲条件においても光出力波長を高精度で安定化させることができる。

【００５２】

本実施の形態によれば、上記レーザ素子温度を一定に保つ制御方式の場合、短期的には高精度で波長安定は得られ、かつレーザ出力光には関係ないため、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時に有効であり、波長モニタ制御方式では、波長そのものをモニタするため、レーザ素子温度変動やレーザ駆動電流の変動に起因する波長変動を抑圧することができる点から、長期的に高精度な波長安定化が達成できる。これにより、安定化を実現するだけでなく高精度の波長安定化制御が達成できる。

【００５３】

また、電流制御部９が制御方式によらず共通化されているため、制御方式ごとに電流駆動部を備えなくもよい。従って、回路規模の小型化が図れる。

【００５４】

さらに、遅延時間生成回路３により、制御方式選択回路２と制御方式決定回路１との間に制御方式を切り替える時間に遅延を持たせることができる。これによって、制御方式の切り替え時間を任意に設定できるため、採用した制御方式の応答速度、冷却加熱素子１０の応答速度に対応した制御方式選択が可能となる。

【００５５】

このような光波長安定制御装置を備えた光送信器を複数併設することにより、周囲条件によらずいかなる場合においても、チャネルごとのレーザ波長が干渉することが避けられる光波長多重送信器を構成することができる。

【００５６】

次に、図７を参照して、本発明の第２の実施の形態について説明する。本実施の形態は、温度一定制御に代えて、駆動電流一定制御を、制御方式の１つに用いることにおいて第１の実施の形態と相違する。以下、相違点を中心に説明する。

【００５７】

図７において、本実施の形態の光波長安定制御装置は、レーザ駆動電流の制御目標値に対する偏差を検知するための電流偏差検知部２１０と、レーザから出力される光波長の制御目標値に対する偏差を検知するための光波長偏差検知部２２０と、周囲条件に応じて制御方式を決定して、その制御方式に対応する偏差検知部を電流偏差検知部２１０および光波

長偏差検知部２２０のうちから選択するための選択部２３０と、上記選択部２３０により選択された偏差検知部から出力される偏差に応じてレーザ駆動電流を操作するための駆動電流制御部１５とを有して構成される。

【００５８】

上記電流偏差検知部２１０は、予め定められたレーザ駆動電流制御目標値に対する、レーザ駆動電流の偏差を検出するためのものである。この偏差は、レーザ駆動電流を一定に保つ制御方式に用いられる。電流偏差検知部２１０は、レーザダイオード（ＬＤ）が駆動されている電流をモニタするための駆動電流モニタ回路１８と、レーザを駆動すべきレーザ駆動電流制御目標値を設定するための目標値設定回路１７と、上記駆動電流モニタ回路１８によってモニタされる駆動電流の値および上記目標値設定回路１７によって設定された目標値を比較するための比較部ｃ１６とを有して構成される。

【００５９】

上記光波長偏差検知部２２０は、予め定められた波長制御目標値に対する、レーザから出力される光の波長の偏差を検出するためのものである。この偏差は、レーザから出力される光の光波長をモニタして、その光波長を安定化する制御方式に用いられる。光波長偏差検知部２２０は、第１の実施の形態における光波長偏差検知部１２０（図５参照）と同様に構成されるので詳細な説明は省略する。

【００６０】

上記選択部２３０は、レーザの周囲条件に応じて制御方式を決定し、その制御方式に対応する偏差を選択して上記駆動電流制御部１５に与えるためのものである。選択部２３０は、第１の実施の形態における選択部１３０（図５参照）と同様に構成されるので詳細な説明は省略する。本実施の形態における選択部２３０は、周囲条件に応じて決定した制御方式に用いられる偏差を出力する偏差検知部を上記駆動電流偏差検知部２１０および光波長偏差検知部２２０のうちから選択し、選択した検知部からの出力を駆動電流制御部１５に与える。

【００６１】

上記駆動電流制御部１５は、上記選択部１３０によって選択された制御方式に従ってレーザダイオードを駆動する駆動電流を操作するためのものである。

【００６２】

次に、本実施の形態における光波長安定制御装置の動作について説明する。

【００６３】

まず、２つの制御方式のうちの一方である、レーザ駆動電流一定制御の状態における動作について説明する。この制御方式では、レーザモジュール４が駆動される駆動電流が駆動電流モニタ回路１８によりモニタされる。駆動電流モニタ回路１８からの出力値とレーザ駆動電流制御目標値１７との差を比較部ｃ１６で検知し、駆動電流制御部１５では、この検知された目標値との差が零となるように、レーザ素子（ＬＤ）を駆動する電流値を決定し駆動する。これによって、レーザ駆動電流は一定に保たれる。従って、短期的には高精度で波長安定は得られる。レーザ駆動電流はレーザ出力光に関係なくモニタすることができるため、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時であっても、制御は安定して行われる。

【００６４】

制御方式の他方である、光波長をモニタして、光波長を一定にする制御の状態における動作は、第１の実施の形態と同様に行われるので、ここでの説明は省略する。

【００６５】

本光波長安定制御装置では、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時には、上記レーザ駆動電流一定制御の制御方式を、それ以外の場合には、上記光波長をモニタして、光波長を一定にする制御方式を適用する。これによって、いかなる周囲条件であっても光波長を高精度で安定化することが可能となる。

【００６６】

このための制御方式の決定および選択は、選択部２３０で行われる。選択部２３０におけ

る制御方式の決定および選択は、第１の実施の形態と同様にして行われるので、このでの説明は省略する。

【００６７】

なお、本実施の形態における光波長安定制御装置は、レーザ温度を一定に制御するための温度制御部２５０を更に備えることができる。レーザ温度が一定に制御された状態で、レーザ駆動電流の制御を行うことができる。このため、光波長のレーザ温度依存する変動を避けた状態で、レーザ駆動電流の制御を制御することにより光波長の安定化を行うことが可能となる。従って、単純な制御内容で、高精度に光波長を安定化することができる。

【００６８】

本実施の形態によれば、上記駆動電流を一定に保つ制御方式の場合、光波長は短期的には安定化され、かつレーザ出力光には関係ないため、電源投入時や光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時に有効であり、波長モニタ制御方式では、波長そのものをモニタするため、レーザ素子温度変動やレーザ駆動電流の変動に起因する波長変動を抑圧することができる点から、長期的に高精度な波長安定化が達成できる。これにより、安定化を実現するだけでなく高精度の波長安定化制御が達成できる。

【００６９】

また、駆動電流制御部１５が制御方式によらず共通化されているため、制御方式ごとに電流駆動部を備えなくもよい。従って、回路規模の小型化が図れる。

【００７０】

さらに、遅延時間生成回路３により、制御方式選択回路２と制御方式決定回路１との間に制御方式を切り替える時間に遅延を持たせることができる。これによって、制御方式の切り替え時間を任意に設定できるため、採用した制御方式の応答速度に対応した制御方式選択が可能となる。

【００７１】

このような光波長安定制御装置を備えた光送信器を複数併設することにより、周囲条件によらずいかなる場合においても、チャネルごとのレーザ波長が干渉することが避けられる光波長多重送信器を構成することができる。特に、本実施の形態は、複数のレーザが共通のヒートシンクに取り付けられる場合には、温度制御部を共通化することができ、光波長多重送信器全体を小型化することができる。また、ヒートシンク相互の熱流遮断を省略しても、高精度で光波長を安定化することができる。

【００７２】

【発明の効果】

本発明によれば、光出力停止信号入力時や光出力断時、電源電圧投入時等の短期的波長変動において、または、レーザ経時劣化による駆動電流増加に起因する長期的波長変動においても、波長安定化が可能な制御方式を常に選択することができる。このため、光出力波長の安定制御が達成できる。

【００７３】

また、制御方式として、レーザ素子温度一定制御方式と、波長モニタ制御方式とを備えるならば、レーザ素子温度一定制御方式が選択される場合、短期的には高精度で波長安定が実現され、かつ、レーザ出力光に関係なく制御が実行可能であるため、電源投入時、光出力停止信号入力時、カプラ以降での光出力断時などに有効である。そして、波長モニタ制御方式が選択される場合、波長そのものをモニタするため、レーザ素子温度変動やレーザ駆動電流の変動に起因する波長変動を抑圧することができ、長期的に高精度な光波長安定化が達成できる。従って、安定化が実現されるだけでなく、高精度の波長安定化制御が達成できる。

【００７４】

さらに、電源制御部を制御手段によらず共通化することにより、制御方式ごとに電流駆動部を備えなくともよいため、回路規模の小型化が図れる。

【００７５】

また、制御方式を切り替える時間に遅延を持たせることができるため、制御方式の切り替

え時間を任意に設定することができる。従って、採用される制御方式の応答速度、冷却加熱素子の応答速度などに対応した制御方式選択が可能となる。

【００７６】

そして、機能の少なくとも一部を光伝送システム内に配置することにより、光送信器部分を小型化することが可能となり、かつ、高精度高安定な光出力波長安定制御が達成できる。

【００７７】

また、このような光波長安定制御を行うレーザを複数併設することにより、周囲条件によらずいかなる場合においても、チャネルごとのレーザ波長が干渉することが避けられる光波長多重送信器を構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　従来の、レーザ温度を一定に保つ方式の光波長安定化制御装置の構成を示すブロック図である。

【図２】　従来の、光波長値をモニタしてくる光波長安定化制御構成例を示すブロック図である。

【図３】　従来の、レーザ温度を一定に保つ光波長安定化制御時の動作模式図である。

【図４】　従来の、波長値をモニタしてくる光波長安定化制御時の動作模式図である。

【図５】　本発明を適用した高精度光波長安定制御装置の構成例を示すブロック図である。

【図６】　本発明が適用されたときの光波長安定制御動作模式図である。

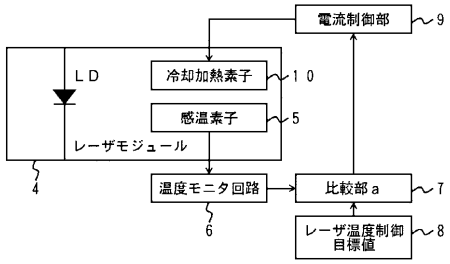
【図７】　本発明を適用した高精度光波長安定制御装置の他の構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

１…制御方式決定回路
２…制御方式選択回路
３…遅延時間生成回路
４…レーザモジュール
５…感温素子
６…温度モニタ回路
７…比較部ａ
８…レーザ温度制御目標値
９…電流制御部
１０…冷却加熱素子
１１…光カプラ
１２…光波長モニタ部
１３…波長制御目標値
１４…比較部ｂ
１５…駆動電流制御部
１６…比較部ｃ
１７…レーザ駆動電流制御目標値
１１０…温度偏差検知部
１２０…光波長偏差検知部
１３０…選択部
１４０…温度操作部
２１０…電流偏差検知部
２２０…光波長偏差検知部
２３０…選択部
２５０…温度制御部

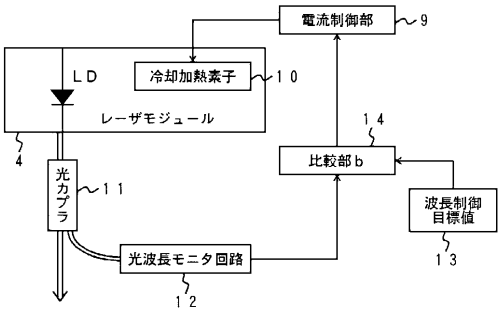
【図１】

図 1



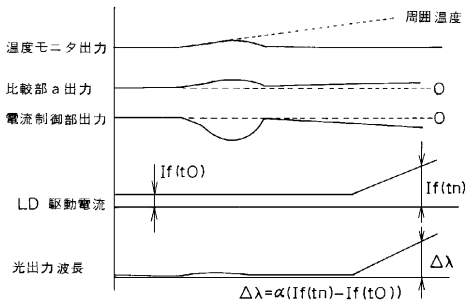
【図２】

図 2



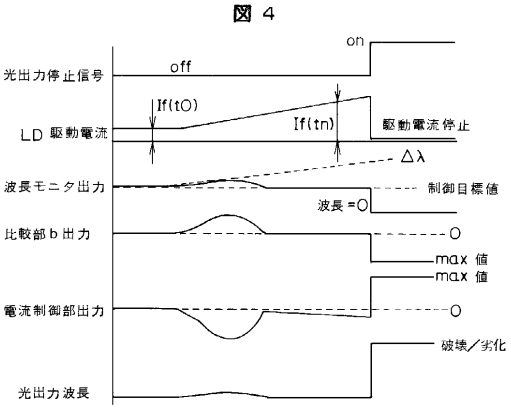
【図３】

図 3



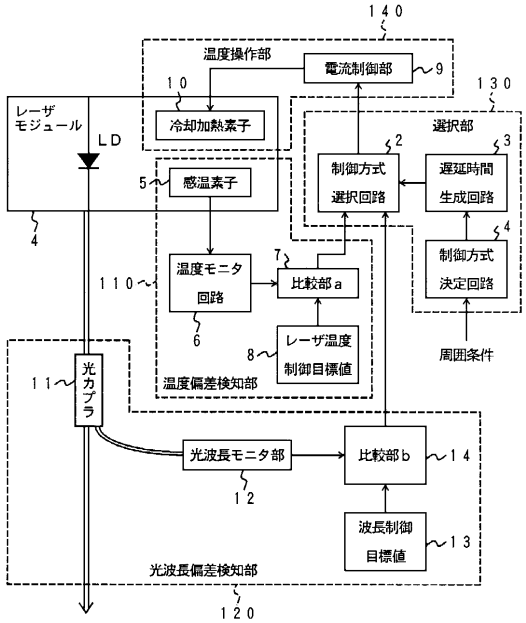
【図４】

図 4



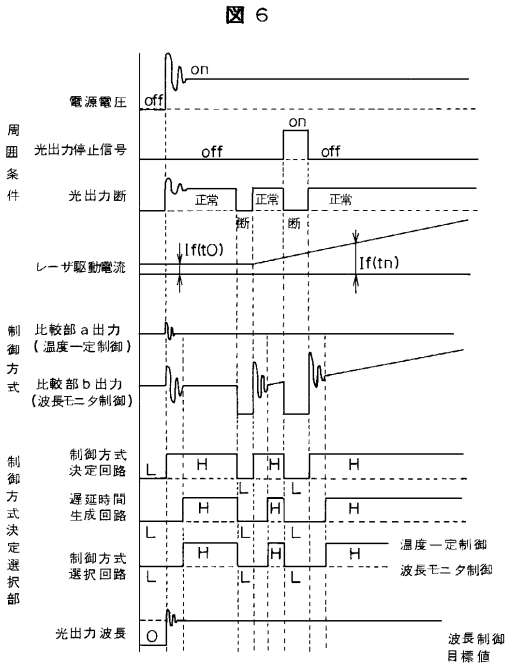
【図５】

図 5



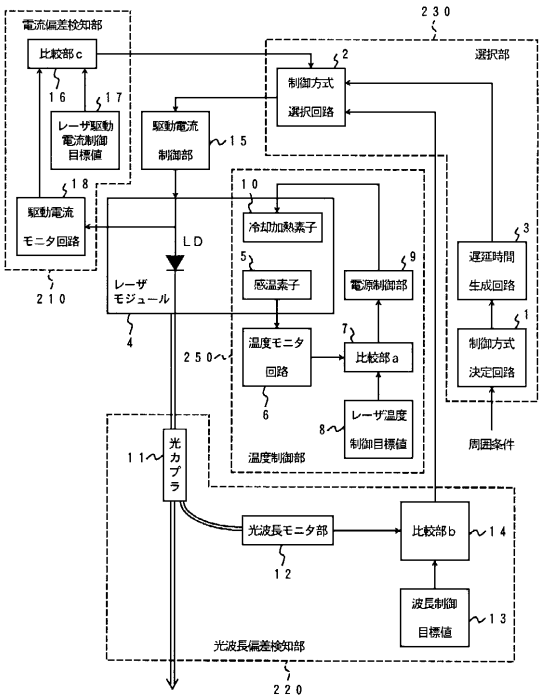
【図６】

図 6



【図７】

図 7


電流偏差検知部
比較部ｃ
１６
１７
レーザ駆動
電流制御
目標値
１８
駆動電流
モニタ回路
２１０
２３０
選択部
２
制御方式
選択回路
駆動電流
制御部
１５
１０
冷却加熱素子
５
感温素子
９
電源制御部
３
遅延時間
生成回路
１
制御方式
決定回路
LD
レーザ
モジュール
４
２５０
温度モニタ
回路
７
比較部ａ
６
８
レーザ温度
制御目標値
温度制御部
周囲条件
１１
光
カ
プ
ラ
光波長モニタ部
１２
比較部ｂ
１４
波長制御
目標値
１３
光波長偏差検知部
２２０

フロントページの続き

(51)Int.Cl. ＦＩ
Ｈ０４Ｂ 10/14 (2006.01)

(56)参考文献 特開平６－３１０７９６（ＪＰ，Ａ）
特開平９－１２１０７０（ＪＰ，Ａ）
特開平５－２０６５５０（ＪＰ，Ａ）
実開平５－５５５６９（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01S5/00-5/50