

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4747668号
(P4747668)

(45) 発行日 平成23年8月17日(2011.8.17)

(24) 登録日 平成23年5月27日(2011.5.27)

(51) Int.Cl.		F I	
H O 1 S	5/0687	(2006.01)	H O 1 S 5/0687
G 1 1 B	7/0065	(2006.01)	G 1 1 B 7/0065
G 1 1 B	7/125	(2006.01)	G 1 1 B 7/125 C
G 1 1 B	7/135	(2006.01)	G 1 1 B 7/135 Z

請求項の数 8 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2005-144945 (P2005-144945)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成17年5月18日 (2005.5.18)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2006-324371 (P2006-324371A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成18年11月30日 (2006.11.30)	(74) 代理人	100082762
審査請求日	平成20年4月18日 (2008.4.18)		弁理士 杉浦 正知
		(72) 発明者	田中 富士
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		審査官	土屋 知久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ装置、レーザ波長検出方法およびホログラム装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体レーザを含む外部共振器型半導体レーザの構成のレーザ装置であって、
上記外部共振器型半導体レーザからの出射光が入射される回折格子と、
上記回折格子によって回折された1次光の光スポットの位置変化を検出する検出素子と

上記回折された1次光の楕円形状の長軸側を縮小するアナモフィックプリズムとを備え

上記検出素子に対する上記光スポットの位置変化から上記外部共振器型半導体レーザからの出射光の波長を判定するようにしたレーザ装置。

【請求項2】

上記判定された波長をモニタし、上記外部共振器型半導体レーザから外部に射出されるレーザ光のレーザパワーが、レーザチップによるモードホップの領域を回避するようにレーザパワーを制御して上記半導体レーザを駆動する請求項1に記載のレーザ装置。

【請求項3】

ホログラム記録媒体に対して波長多重によってデータを記録または再生するホログラム装置において、

半導体レーザを含む外部共振器型半導体レーザを光源として備え、

上記外部共振器型半導体レーザからの出射光が入射される回折格子と、

上記回折格子によって回折された1次光の光スポットの位置変化を検出する検出素子と

上記回折された1次光の楕円形状の長軸側を縮小するアナモフィックプリズムとを備え

上記検出素子に対する上記光スポットの位置変化から上記外部共振器型半導体レーザからの出射光の波長を判定するようにしたホログラム装置。

【請求項4】

半導体レーザを含む外部共振器型半導体レーザのレーザ波長検出方法であって、
 上記外部共振器型半導体レーザからの出射光を回折格子に入射させ、
 上記回折格子に回折された1次光を光スポットの位置変化を検出素子によって検出し、
アナモフィックプリズムによって、上記回折された1次光の楕円形状の長軸側を縮小し

10

上記検出素子に対する上記スポットの位置変化から上記外部共振器型半導体レーザからの出射光の波長を判定するレーザ波長検出方法。

【請求項5】

マルチモードのレーザ光を発生するレーザ光源と、
 上記レーザ光源からのレーザ光の中で、0次光を上記レーザ光源以外の所定の方向に反射し、1次光を上記レーザ光源側に反射する回折格子と、
 上記回折格子で反射された0次光を所定の方向に反射させると共に、上記回折格子で反射された0次光の一部を透過させる半透過ミラーと、
 上記半透過ミラーの透過光の光スポットの位置変化を検出する検出素子と、
 上記回折された0次光の楕円形状の長軸側を縮小するアナモフィックプリズムとを備え

20

上記検出素子に対する上記光スポットの位置変化から上記回折格子で反射された0次光の波長を判定するようにしたレーザ装置。

【請求項6】

上記回折格子と上記半透過ミラーのそれぞれの反射面がなす角度を一定に維持しつつ、
 上記回折格子と上記半透過ミラーのそれぞれの反射面の延長線が交わる箇所を支点として
 回転可能に構成された請求項5に記載のレーザ装置。

【請求項7】

ホログラム記録媒体に対して波長多重によってデータを記録または再生するホログラム
 装置において、
 マルチモードのレーザ光を発生するレーザ光源と、
 上記レーザ光源からのレーザ光の中で、0次光を上記レーザ光源以外の所定の方向に反
 射し、1次光を上記レーザ光源側に反射する回折格子と、
 上記回折格子で反射された0次光を所定の方向に反射させると共に、上記回折格子で反
 射された0次光の一部を透過させる半透過ミラーと、
 上記半透過ミラーの透過光の光スポットの位置変化を検出する検出素子と、
 上記回折された0次光の楕円形状の長軸側を縮小するアナモフィックプリズムとを備え

30

上記検出素子に対する上記光スポットの位置変化から上記回折格子で反射された0次光
 の波長を判定するようにしたレーザ装置を光源として有するホログラム装置。

40

【請求項8】

マルチモードのレーザ光を発生し、
 回折格子によって、上記レーザ光の中で、0次光を光源以外の所定の方向に反射し、1
 次光を上記光源側に反射し、
 半透過ミラーによって、上記回折格子で反射された0次光を所定の方向に反射させると
 共に、上記回折格子で反射された0次光の一部を透過させ、
 検出素子によって、上記半透過ミラーの透過光の光スポットの位置変化を検出し、
アナモフィックプリズムによって、上記回折された0次光の楕円形状の長軸側を縮小し

50

上記検出素子に対する上記光スポットの位置変化から上記回折格子で反射された0次光の波長を判定するようにしたレーザ波長検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、レーザ装置、レーザ波長検出方法およびホログラム装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、レーザ装置は、小型かつ低消費電力である等の理由から、情報機器に多く使われるようになってきた。例えば、ホログラフィックデータストレージ（HDS：Holographic Data Storage）については、1本のレーザ光をビームスプリッターで2本に分けた後に記録メディア上で再びあわせ、その干渉によってデータを記憶する。

10

【0003】

このような、ホログラム記録再生用の光源としては、シングルモードのレーザ光源を使用する。例えば、ガスレーザ、SHGレーザを用いる。また、レーザダイオード（LD）を使用した外部共振器型半導体レーザも用いることができる。

【0004】

通常のレーザダイオードは、マルチモードであるためコヒーレンシーの点で不十分である。そこで、レーザダイオードを用いて、外部共振器型半導体レーザを構成すれば、シングルモード化でき、コヒーレンシーの良好なホログラム記録再生用の光源が実現できる。このような、外部共振器型半導体レーザを含むレーザ装置の代表的な構成が下記の非特許文献1に記載されている。

20

【0005】

【非特許文献1】L. Ricci, et al. : "A compact grating-stabilized diode laser system for atomic physics", Optics Communications, 117 1995, pp541-549

【0006】

図1は、レーザ光源を用いたホログラムの記録再生の光学系を示す。レーザ光源1より出射されたレーザ光2は、シャッター3によりオンオフされ、次のビームエキスパンダ4でビーム径が拡大され、拡大されたレーザ光5となり、ビームスプリッター6に入射する。そして、レーザ光5はビームスプリッター6で2方向に分けられる。

30

【0007】

分けられた2方向のレーザ光のうち、直進したレーザ光は、参照光7としてミラー8で反射され、レンズ14で絞られて、記録メディア13に照射される。

【0008】

他の一方向に進行するレーザ光は、液晶等で構成される空間変調器9で変調されて、信号光10となる。

【0009】

信号光10は、ミラー11で反射され、記録用レンズ12で絞られて記録メディア13上の参照光7が記録メディア13上に入射される場所と同じ場所に照射されて、記録メディア13にホログラムパターンとして記録される。

40

【0010】

ホログラムの記録にあたっては、レーザ光源1は、常に一定のパワーのレーザ光2を出力しており、記録用光路の途中にあるシャッター3を記録に最適な時間だけ開閉して記録する。

【0011】

図2は、レーザダイオードを用いたリットロー（Littrow）型と呼ばれる外部共振器型半導体レーザを示す。レーザダイオード15より出射されたレーザ光は、コリメータレンズ16で平行光とされて、反射型回折格子（以下、グレーティングと称する）17に入射し、反射される際に0次光と1次光に分離される。1次光の回折角は、波長によって変化する。

50

【 0 0 1 2 】

グレーティング 17 の角度に応じて特定の波長の 1 次光が矢印 18 に示すように再びコリメータレンズ 16 を通り、レーザダイオード 15 に逆注入される。この結果、レーザダイオード 15 が注入された 1 次回折光に共振してシングルモードの光を出射するようになり、その光の波長は、グレーティング 17 から戻ってきた光の波長と同じになる。すなわち、戻ったレーザ光によりグレーティング 17 とレーザダイオード 15 の間で共振器が形成され、グレーティング 17 の格子形状と、グレーティング 17 とレーザダイオード 15 との距離で定まる波長で、レーザダイオードが発振する。0 次光は、通常のみラーと同じように反射してホログラム記録再生用に使用される。

【 0 0 1 3 】

図 3 は、図 2 に示す外部共振型半導体レーザを含むリットロー型のレーザ装置の構成のより具体的構成の平面図である。レーザ装置では、レーザダイオード 51 から出射された縦多モードのレーザ光がレンズ 52 によって平行に集められ、グレーティング 53 に入射される。グレーティング 53 は、入射した光の 1 次回折光を出力する。グレーティング 53 の配置角度に応じた特定の波長の 1 次回折光が、レンズ 52 を介してレーザダイオード 51 に逆注入される。この結果、レーザダイオード 51 が、注入された 1 次回折光に共振してシングルモードの光（矢印 F によって表された 0 次光）を出射するようになり、その光の波長は、グレーティング 53 から戻ってきた光の波長と同じになる。

【 0 0 1 4 】

グレーティング 53 は、支持部 54 に保持されている。支持部 54 には、溝 56 が設けられており、支持部 54 に設けられたネジ 55 を回転させることにより、溝 56 の間隔が部分的に広がり、あるいは狭まり、それによってグレーティング 53 の水平方向の配置角度が僅かに変化する。グレーティング 53 の角度変化によってレーザ波長を変化させることができる。

【 0 0 1 5 】

同様の機構が、グレーティング 53 の垂直方向の角度を調整するために設けられている。グレーティング 53 を保持する支持部 54 は、支持部 57 に保持されている。支持部 57 には、溝（図示しない）が設けられており、支持部 57 に設けられたネジ 58 を回転させることにより、溝の間隔が部分的に広がり、あるいは狭まり、それによってグレーティング 53 の垂直方向の配置角度が僅かに変化する。

【 0 0 1 6 】

ここで、レーザダイオード 51 として例えば青色レーザダイオードが使用される。また、上述したように構成された外部共振型のレーザ装置は、単一モードのシングル性のレーザ光が要求されるホログラフィメモリ用ライタ等の用途にも利用可能である。

【 0 0 1 7 】

次に、図 4 のグラフを参照して、図 2 および図 3 で説明したような外部共振器型のレーザ装置から出力されるレーザ光のレーザパワーと波長の関係を説明する。図 4 に示すグラフの横軸はレーザパワーを示し、単位は mW である。一方、グラフの縦軸は波長を表しており、単位は nm である。図 4 から分かるように、レーザ光のレーザパワーの増加に伴って、レーザ光の波長は、概ね、のこぎり波状の変化を示す。

【 0 0 1 8 】

外部共振器型のレーザ装置では、レーザパワーの増加に伴って射出されたレーザ光の波長が徐々に大きくなる外部共振器モードホップの領域と、レーザパワーが増加した場合に、射出されたレーザ光の波長が急激に小さくなる、半導体レーザ内のレーザチップによるモードホップの領域が存在する。レーザ光の波長は、レーザパワーの増加に伴い、ある程度離散的に推移する。

【 0 0 1 9 】

また、例えば、レーザパワーが 30 mW 付近では単一の波長のレーザ光が射出されて完全なシングルモードとなっているが、レーザパワーが 32 mW 付近では、3 つのモード（3 モード）の光が発生している。さらに、半導体レーザ内のレーザチップによるモードホ

10

20

30

40

50

ップの領域にあたる、レーザパワーが35 mWの付近においては、波長409.75 nm付近で3モードの光が発生し、さらに波長409.715 nm付近で3モードの光が発生し、全体として6モードの光が射出されている。

【0020】

図5は、いくつかのレーザ光のスペクトラムを表している。上述したように、レーザ光の波長が徐々に大きくなる外部共振器モードホップの領域では、図5A、図5B、図5Cに示すようなスペクトラムとなる。一方、例えば、レーザパワーが35 mW付近の半導体レーザ内のレーザチップによるモードホップの領域では、図5Dに示すようなスペクトラムとなる。

【0021】

これらのレーザ光をホログラフィックデータストレージに用いる場合、レーザパワーが32 mW付近で生じるような(すなわち、図5Aに示すような)3モードの光や、2モードの光(すなわち、図5Bに示すような光)は、完全なシングルモードの光(図5Cに示すスペクトラムの光)と同等の記録再生特性を示すので、シングルモードの光と同様に使用することができる。ここでは、例えば、レーザパワーが30 mW付近で発生するような完全なシングルモードと、例えば、レーザパワーが32 mW付近で生じるような3モードや2モードを総称して使用可能モードと呼ぶことにする。

【0022】

一方、例えば、図5Dに示すような、レーザパワーが35 mW付近で生じるような6モード状態は、2つの3モードの組が、互いに約40 pm程度離れているために、良好なホログラム記録を実現することができない。ここでは、このようなモードを使用不可モードと呼ぶことにする。

【0023】

使用可能モードのレーザ光が得られる領域は、上述の、外部共振器モードホップの領域にほぼ対応し、使用不可モードのレーザ光が得られる領域は、上述の、半導体レーザ内のレーザチップによるモードホップの領域にほぼ対応する。図4のグラフから分かるように、一般的には、使用可能モードのレーザ光が得られる領域の方が、使用不可モードのレーザ光が得られる領域よりはるかに広いので、使用不可モードのレーザ光を効果的に排除できれば、ホログラフィックデータストレージに外部共振器型半導体レーザを用いることは十分可能である。

【0024】

図6は、図4のグラフをのこぎり波で表した図である。上述したように、外部共振器型半導体レーザは、B領域とD領域のレーザパワーでは、レーザ光の発振スペクトラムが乱れる。このような発振スペクトラムの乱れるレーザ光を使用して、ホログラムの記録再生を行うとホログラムの記録再生特性が悪化する。

【0025】

また、周囲の温度が変化すると図4および図6に示すグラフが示す特性も乱れ、発振スペクトラムの乱れる領域となるレーザパワーの位置が変化する。したがって、外部共振器型半導体レーザ内の温度を、ほぼ一定に保ち、発振スペクトラムの乱れる領域が変動しないようにして、その領域を回避するようにレーザパワーをコントロールする必要がある。さらに、グレーティングの角度を変えることによって中心波長例えば407 nm付近に対して波長を±3 nm程度変える構成とした場合には、所望の波長に制御するために、波長を変えた際に実際の波長の値を把握することが重要であり、少なくとも数十pmの精度で波長を検出する必要がある。

【0026】

したがって、半導体レーザを含む外部共振器型半導体レーザを用いてホログラムの記録再生を行う際に、レーザ光の発振波長を判定し、この波長判定結果に対応して、レーザ光の波長を所望のものに制御することが望ましい。本願発明者は、先に、波長に応じてビームの位置が動くことを2分割ディテクタまたはポジションセンサーのような検出素子で検出し、検出結果からレーザパワーを制御するレーザ装置を提案している。

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0027】

ビーム位置の変化を検出素子例えば2分割ディテクタによって検出するためには、位置変化によって二つのフォトディテクタの受光量に差が生じることが必要である。しかしながら、半導体レーザから出射されたレーザビームは、その断面が楕円形状となるために、波長検出を精度良く行うことができない問題があった。例えば長軸と短軸の比が(2.7:1)程度の楕円形状を有する。実測した結果では、長軸が4mm程度のサイズであった。

【0028】

図7において、参照符号21がディテクタ例えばフォトディテクタ21aおよび21bがレーザビームLBの波長変化に伴う移動方向に順に配された2分割ディテクタを示す。フォトディテクタ21aおよび21bのそれぞれから得られる検出信号の差からビーム位置が検出される。しかしながら、レーザビームLBのスポットが楕円形状となり、その長軸の方向と光スポットの移動方向とが一致するために、レーザビームLBの位置が変化しても、差信号が殆ど変化せず、位置変化を正しく検出することができない問題があった。さらに、レーザビームがディテクタ21に到達するまでの経路で、望ましくない多重反射が生じ、ビーム内の強度ムラが発生することも、高精度の波長検出を阻害していた。

【0029】

したがって、この発明の目的は、かかる問題点を解決し、レーザビームの波長の変化を光スポットの位置の変化として正しく検出することを可能としたレーザ装置、レーザ波長検出方法およびホログラム装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0030】

上述した課題を解決するために、この発明の第1の態様は、半導体レーザを含む外部共振器型半導体レーザの構成のレーザ装置であって、

外部共振器型半導体レーザからの出射光が入射される回折格子と、

回折格子によって回折された1次光の光スポットの位置変化を検出する検出素子と、

回折された1次光の楕円形状の長軸側を縮小するアナモフィックプリズムとを備え、

検出素子に対する光スポットの位置変化から外部共振器型半導体レーザからの出射光の波長を判定するようにしたレーザ装置である。

【0031】

この発明の第2の態様は、ホログラム記録媒体に対して波長多重によってデータを記録または再生するホログラム装置において、

半導体レーザを含む外部共振器型半導体レーザを光源として備え、

外部共振器型半導体レーザからの出射光が入射される回折格子と、

回折格子によって回折された1次光の光スポットの位置変化を検出する検出素子と、

回折された1次光の楕円形状の長軸側を縮小するアナモフィックプリズムとを備え、

検出素子に対する光スポットの位置変化から外部共振器型半導体レーザからの出射光の波長を判定するようにしたホログラム装置である。

【0032】

この発明の第3の態様は、半導体レーザを含む外部共振器型半導体レーザのレーザ波長検出方法であって、

外部共振器型半導体レーザからの出射光を回折格子に入射させ、

回折格子に回折された1次光を光スポットの位置変化を検出素子によって検出し、

アナモフィックプリズムによって、回折された1次光の楕円形状の長軸側を縮小し、

検出素子に対するスポットの位置変化から外部共振器型半導体レーザからの出射光の波長を判定するレーザ波長検出方法である。

【0033】

この発明の第4の態様は、マルチモードのレーザ光を発生するレーザ光源と、

レーザ光源からのレーザ光の中で、0次光をレーザ光源以外の所定の方向に反射し、1

10

20

30

40

50

次光をレーザ光源側に反射する回折格子と、

回折格子で反射された0次光を所定の方向に反射させると共に、回折格子で反射された0次光の一部を透過させる半透過ミラーと、

半透過ミラーの透過光の光スポットの位置変化を検出する検出素子と、

回折された0次光の楕円形状の長軸側を縮小するアナモフィックプリズムとを備え、

検出素子に対する光スポットの位置変化から回折格子で反射された0次光の波長を判定するようにしたレーザ装置である。

【0034】

この発明の第5の態様は、ホログラム記録媒体に対して波長多重によってデータを記録または再生するホログラム装置において、

マルチモードのレーザ光を発生するレーザ光源と、

レーザ光源からのレーザ光の中で、0次光をレーザ光源以外の所定の方向に反射し、1次光をレーザ光源側に反射する回折格子と、

回折格子で反射された0次光を所定の方向に反射させると共に、回折格子で反射された0次光の一部を透過させる半透過ミラーと、

半透過ミラーの透過光の光スポットの位置変化を検出する検出素子と、

回折された0次光の楕円形状の長軸側を縮小するアナモフィックプリズムとを備え、

検出素子に対する光スポットの位置変化から回折格子で反射された0次光の波長を判定するようにしたレーザ装置を光源として有するホログラム装置である。

【0035】

この発明の第6の態様は、マルチモードのレーザ光を発生し、

回折格子によって、レーザ光の中で、0次光を光源以外の所定の方向に反射し、1次光を光源側に反射し、

半透過ミラーによって、回折格子で反射された0次光を所定の方向に反射させると共に、回折格子で反射された0次光の一部を透過させ、

検出素子によって、半透過ミラーの透過光の光スポットの位置変化を検出し、

アナモフィックプリズムによって、回折された0次光の楕円形状の長軸側を縮小し、

検出素子に対する光スポットの位置変化から回折格子で反射された0次光の波長を判定するようにしたレーザ波長検出方法である。

【発明の効果】

【0036】

この発明によれば、レーザ波長を検出するための検出素子に対して入射されるレーザ光を、楕円形状の長軸側を縮小して小さな径に絞ることができ、検出素子による波長検出の精度を高くすることができる。その結果、高精度に波長を所望の値に制御することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

この発明の一実施形態は、中心波長を数nmの範囲に広範囲に変化させる場合に、所望の波長に制御するために、波長を変えた際に実際の波長の値をモニタすることを可能としたものである。

【0038】

以下、この発明の実施の形態について図面を参照して説明する。まず、この発明の一実施形態に係る外部共振器型半導体レーザの発振波長を判定する構成を図8を参照して説明する。

【0039】

図8Aは、発振波長の検出のための構成例を示す。グレーティングの傾きを変化させることによって出力レーザ光の波長を調整できるチューナブルな外部共振型半導体レーザ19から出射されたレーザ光は、グレーティング(反射型回折格子)20に対して例えば45°の入射角で入射する。外部共振型半導体レーザ19は、図2および図3を参照して説明した構成を有するものであり、グレーティング20は、波長検出のために設けられてい

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 4 0 】

グレーティング 2 0 で反射回折されることによって、レーザ光が 0 次光 L 0 と 1 次光 L 1 に分離される。1 次光 L 1 の回折角 は、回折格子 2 0 に入射するレーザ光の波長に依存する。したがって、レーザ 1 9 で発生したレーザ光の波長が変化すると、1 次光 L 1 は矢印 2 2 で示すように、2 分割ディテクタ 2 1 の二つのディテクタの配置方向に動く。すなわち、レーザ光の波長は、2 分割ディテクタ 2 1 上の 1 次光の光スポットの位置を検出することにより判定できる。

【 0 0 4 1 】

レーザ 1 9 から 2 分割ディテクタ 2 1 に対して入射されるレーザビームは、光スポットの変化の方向 2 2 を長軸とする楕円形となる。この発明の一実施形態では、図 8 B に示すように、グレーティング 2 0 で反射された 1 次光 L 1 をアナモフィック (anamorphic) プリズム 2 3 を介して 2 分割ディテクタ 2 1 に照射するようになされる。

【 0 0 4 2 】

図 9 は、アナモフィックプリズム 2 3 の一例を概略的に示す。アナモフィックプリズム 2 3 は、二つの同一形状のプリズム 2 4 a および 2 4 b から構成されている。入射ビームサイズ D 1 が縮小された出射ビームサイズ D 2 が得られる。所定の波長例えば 4 0 5 n m の半導体レーザの楕円形状のビームの長軸方向をアナモフィックプリズム 2 3 によって縮小することによって、ビームスポットの径を縮小することができる。

【 0 0 4 3 】

例えば半導体レーザを出射レーザビームの楕円形状の長軸と短軸の比が (2 . 7 : 1) であり、長軸の長さが 4 mm である場合、短軸の長さが 1 . 4 8 mm となる。長軸方向を 1 / 2 . 7 に縮小すれば、直径が 1 . 4 8 mm の真円形状のレーザビームを 2 分割ディテクタ 2 1 の受光面に入射することができる。短軸方向を拡大することによっても光スポットを真円形状とすることができるが、その場合では、スポット径が長軸のサイズ (この例では、4 mm) となる。スポット径が大きくなることは、強度ムラの発生を招き、ノイズを増大させる。好ましくは、光スポットの直径が 2 mm 以下であることが望ましい。なお、スポットの形状を円とすることが重要ではなく、例えば長軸を縮小した結果、元々長軸であったものが短軸となる楕円形状としても良い。勿論、縮小が過度になると、ビームが僅かでも動くと、2 分割ディテクタの一方のディテクタしか照射しなくなる問題が生じる。この発明の一実施形態によれば、数 p m の精度で波長測定を行うことが可能となった。

【 0 0 4 4 】

なお、この発明においては、アナモフィックプリズムの代わりに他の光学素子を使用しても良い。円筒レンズ、凸レンズ等を使用して 1 次回折光の長軸方向を縮小するようにしても良い。

【 0 0 4 5 】

図 8 C に示すように、アナモフィックプリズム 2 3 を介して楕円形状の長軸が縮小された 1 次光 L 1 による光スポット L B が 2 分割ディテクタ 2 1 の受光面上に照射される。光スポット 2 4 の位置は、波長の変化に伴い回折角が変化するので、矢印で示す方向に変化する。

【 0 0 4 6 】

光スポットの位置検出は、2 分割ディテクタ 2 1 の各ディテクタ 2 1 a および 2 1 b のそれぞれからの光電流 A、B を演算式 (位置 (波長) = (A - B) / (A + B)) により求めることができる。光電流の和 (A + B) によってノーマライズされた差信号の値からディテクタ上の光スポットの位置を検出できる。検出結果から、例えば、予め作成しておいた検出結果と波長の対応関係を表すテーブルを利用して、レーザ光の波長を判定できる。

【 0 0 4 7 】

図 1 0 は、グレーティング 2 0 の角度を変化させて出力レーザ波長を変化させた場合の上述した検出方式による演算出力 (A - B) / (A + B) の変化を概略的に示す。例えば

10

20

30

40

50

変化範囲の中心の基準波長例えば403.5nmのレーザ光を発生させる場合に、演算出力が0となるように設定され、基準波長0に対する波長のずれに対応して演算出力が正または負に変化するように設定される。

【0048】

演算出力がレーザ光の波長に対応した値となるので、演算出力の値をモニタすることによって、波長のずれを検出することができる。検出結果に基づいてグレーティングの角度を制御することによって所望の波長のレーザ光を出力することができる。

【0049】

なお、この発明の一実施形態は、グレーティング20の角度を変化させた場合の波長の変化に比して極めて小さな波長の変化である、半導体レーザのモードホップによる波長の変化の検出に対しても適用可能である。その場合には、レーザパワーを制御することによって、発振スペクトラムの乱れるレーザ光が発生することを防止できる。

【0050】

検出素子としては、2分割ディテクタ21に限らず、図11に示す1次元PSD(Position Sensitive Detector)25を使用することができる。PSD25は、高抵抗半導体基板の片面または両面に均一な抵抗層が形成され、抵抗層の両端に信号取り出し用の一対の電極が設けられた構成を有している。受光面が抵抗層と同時にPN接合も形成し、光起電力効果によって光電流が生成される。受光面上の光スポットLBの位置に応じて両端の電極から光電流A、Bが発生する。受光面の中央位置に光スポットが位置する場合には、光電流AおよびBが等しい値となる。

【0051】

したがって、受光面の光スポットLBの位置は、波長の変化に伴って矢印方向に移動する。この位置変化は、PSD25からの光電流A、Bを以下の演算式：位置(波長) = (A - B) / (A + B)により検出でき、レーザ光の波長を判定することができる。

【0052】

上述した一実施形態では、アナモフィックプリズムによってビーム形状の長軸側を縮小している。但し、アナモフィックプリズムを使用しなくてもレーザ波長を正確に検出することが可能である。すなわち、図12に示すように、2分割ディテクタ21の各ディテクタ21aおよび21bの配列方向がレーザビームのスポットLBの短軸方向と一致すれば、短軸の長さが2m以下であるので、ビームの位置変化に応じた差信号を得ることができる。

【0053】

このように、ビームスポットLBを90°回転させるために、図13Aおよび図13Bに示すように、レーザ19の出射光を/2板31を介してグレーティング20に入射させる。図13Aは、図8Aと同様の構成を示し、図13Bは、この構成を上から見た図である。

【0054】

図13Bに示すように、グレーティング20に対する入射光、0次光L0、1次光L1が重なって見える。但し、2分割ディテクタ21に対して入射されるのは、1次光L1のみである。/2板31によってレーザビームの偏光状態が90°回転され、p偏光がs偏光とされてグレーティング20に入射される。図13Aに示すように、グレーティング20の溝が並ぶ方向と、2分割ディテクタ21のディテクタ21aおよび21bの配列方向とが一致するようになされる。

【0055】

次に、図14を参照して、この発明を適用できる外部共振器型半導体レーザの発振波長を判定する構成について説明する。図14の構成では、波長検出用にグレーティングを設ける一実施形態と異なり、チューナブルレーザ装置の内部で波長検出を行うものである。

【0056】

図14に示すように、レーザ40は、レーザダイオード41、コリメートレンズ42、グレーティング43、半透過ミラー44および2分割ディテクタ45を備えている。レー

10

20

30

40

50

ザダイオード 4 1 は、マルチモードのレーザ光を発光する。コリメートレンズ 4 2 は、レーザ光を平行光とする。なお、本明細書において、半透過ミラーの「半」の用語は、透過率 5 0 % を意味するものではなく、透過率が 1 0 % 以下例えば 5 % のような少量の透過光を生じさせるミラーを意味する。

【 0 0 5 7 】

グレーティング 4 3 は、波長毎に異なる方向へ 1 次光を発生し、その内の特定の波長例えば 4 1 0 n m に対応した 1 次光がレーザダイオード 4 1 に戻るように、グレーティング 4 3 の角度が設定されている。その結果、レーザダイオード 4 1 内でその波長成分だけが大きくなり、シングルモードとなる。レーザダイオード 4 1 により発光されるレーザ光の大半は、1 次光ではなく、0 次光である。したがって、リットロー型と呼ばれる外部共振器型半導体レーザでは、グレーティング 4 3 の角度を変えることで発振波長を可変することができる。

10

【 0 0 5 8 】

図 1 5 は、波長とグレーティング 4 3 で反射された光の出射角の関係を示す特性の一例である。

【 0 0 5 9 】

半透過ミラー 4 4 は、グレーティング 4 3 で反射された 0 次光を所定の方向に反射するが、完全に光を反射せずに、一部の 0 次光を透過させる。2 分割ディテクタ 4 5 が半透過ミラー 4 4 を透過した光が当たる位置に配置されている。

【 0 0 6 0 】

20

グレーティング 4 3 と半透過ミラー 4 4 とは、グレーティング 4 3 の反射面と半透過ミラー 4 4 の反射面とが所定の角度をなすように配置され、これらの反射面の延長線の交点を回転支点 4 6 となるように配置されている。このように、回転支点 4 6 を設定すると、グレーティング 4 3 および半透過ミラー 4 4 の角度を保持したまま、これらを回転させても、半透過ミラー 4 4 によって反射され、外部に出射されるレーザ光の方向が変わらないようにすることができる。

【 0 0 6 1 】

グレーティング 4 3 の角度によってグレーティング 4 3 で反射されて半透過ミラー 4 4 に対して入射されるレーザ光の方向も変化する。その結果、グレーティング 4 3 の角度を変えると、2 分割ディテクタ 4 5 に対する光の入射位置が矢印で示すように変化する。この変化を検出することによって、レーザ光の波長を検出することができる。

30

【 0 0 6 2 】

すなわち、一実施形態と同様に、2 分割ディテクタ 4 5 の二つのディテクタからの光電流 A および B を以下の式にしたがって演算することによって位置を検出することができる。また、2 分割ディテクタ 4 5 の代わりに P S D を使用しても良い。

【 0 0 6 3 】

$$\text{位置 (波長)} = (A - B) / (A + B)$$

【 0 0 6 4 】

$$\text{光量} = A + B$$

【 0 0 6 5 】

40

図 1 6 は、図 1 4 に示す構成のより具体的な構成を示す。グレーティング 4 3 および半透過ミラー 4 4 が保持部材 4 8 により保持され、グレーティング 4 3 および半透過ミラー 4 4 のそれぞれの反射面が常に所定の角度に保持される。保持部材 4 8 が支点 4 6 を中心として回転可能とされる。保持部材 4 8 の他の側のレバー 4 8 a が板バネ 4 9 による弾性が付与されると共に、ネジ 5 0 の回転によって弾性の方向に沿って変位可能とされている。したがって、ネジ 5 0 を回転させることによって、保持部材 4 8 を回転させることができ、レーザの波長を変化させることができる。

【 0 0 6 6 】

図 1 7 は、上述したレーザに対してこの発明を適用したさらに他の実施形態を示す。半透過ミラー 4 4 の透過光の光路中にアナモフィックプリズム 4 7 が挿入される。上述した

50

ように、アナモフィックプリズム 47 によって、透過光のスポットが楕円の長軸側が縮小される。その結果、2分割ディテクタ 45 における検出を正確に行うことが可能となる。アナモフィックプリズム 47 に代えて、円筒凸レンズ、凸レンズ等の光学素子を使用しても良い。

【0067】

この発明は、上述したこの発明の実施形態に限定されるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲内で様々な変形や応用が可能である。例えばこの発明のレーザ装置をホログラムの記録再生以外の用途に利用することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図1】ホログラム記録再生の光学系の一例を示す略線図である。

【図2】リットロー型レーザの構成を示す略線図ある。

【図3】リットロー型レーザの構成の具体的構成例を示す略線図ある。

【図4】外部共振器型半導体レーザから射出されるレーザ光の波長とレーザパワーの変化との関係を示すグラフである。

【図5】外部共振器型半導体レーザから射出されるレーザ光のモードのパターンを示す略線図である。

【図6】レーザ光の波長とレーザパワーの変化との関係をのこぎり波状に示すグラフである。

【図7】2分割フォトディテクタの受光面上に形成されるビームスポットを示す略線図である。

【図8】この発明の一実施形態の説明に用いる略線図である。

【図9】この発明の一実施形態に使用したアナモフィックプリズムを説明するための略線図である。

【図10】この発明によるレーザ波長の制御方法を説明するための略線図である。

【図11】この発明に使用できる1次元PSDを示す略線図である。

【図12】この発明の他の実施形態の説明に用いるビームスポットと検出素子の関係を示す略線図である。

【図13】この発明の他の実施形態の説明に用いる略線図である。

【図14】この発明を適用できる外部共振器型半導体レーザの他の例を示す略線図である。

【図15】波長とグレーティングで反射された光の出射角の関係を示す特性の一例である。

【図16】図14に示す構成のより具体的な構成を示す。

【図17】この発明のさらに他の実施形態を示す略線図である。

【符号の説明】

【0069】

1・・・レーザ光源

2・・・レーザ光

9・・・空間変調器

10・・・信号光

15・・・レーザダイオード

16・・・コリメーターレンズ

17・・・グレーティング

19・・・レーザ

20・・・グレーティング(回折格子)

21・・・ディテクタ

26・・・ビームスプリッター

27・・・フォトディテクタ

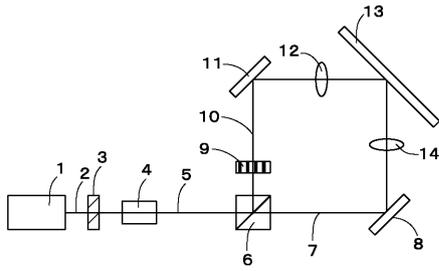
10

20

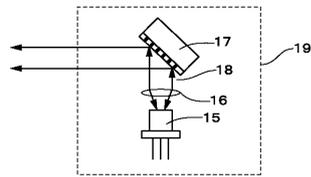
30

40

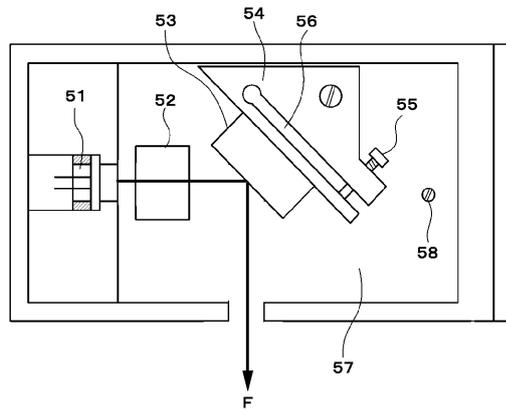
【図1】



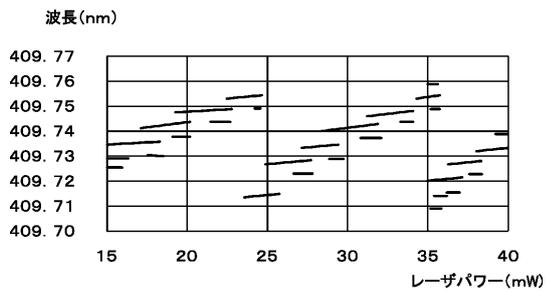
【図2】



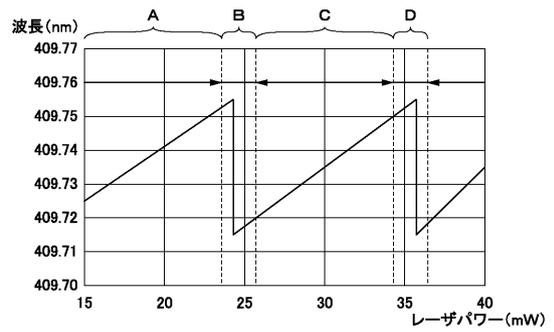
【図3】



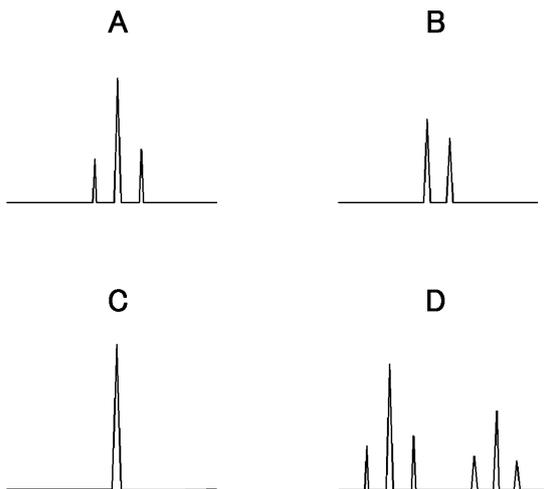
【図4】



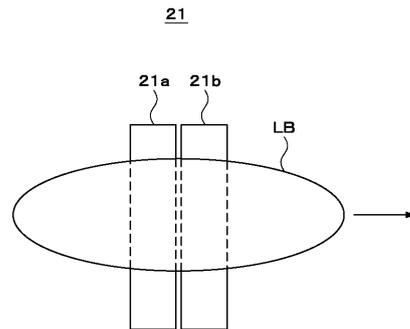
【図6】



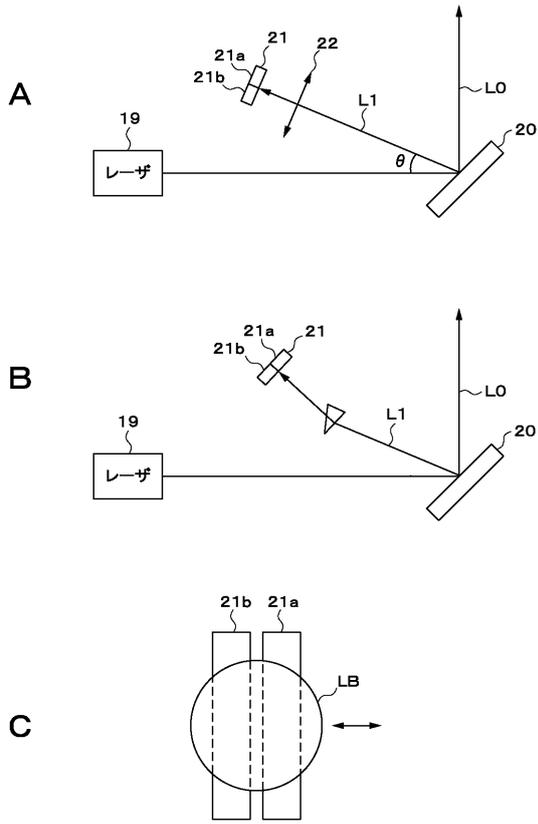
【図5】



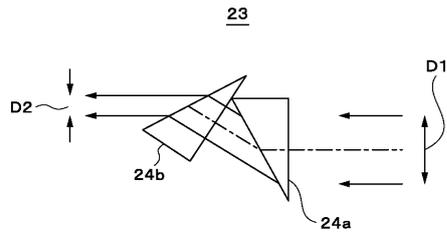
【図7】



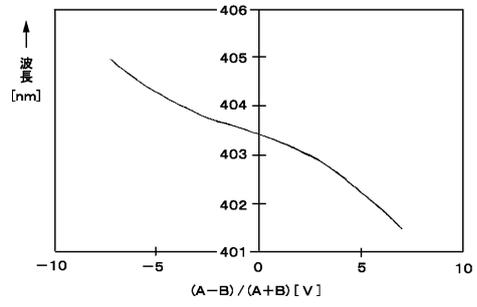
【図8】



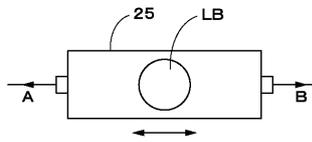
【図9】



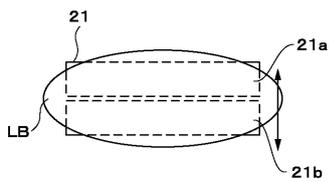
【図10】



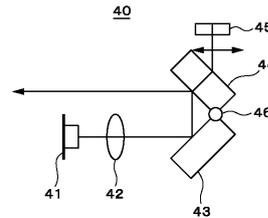
【図11】



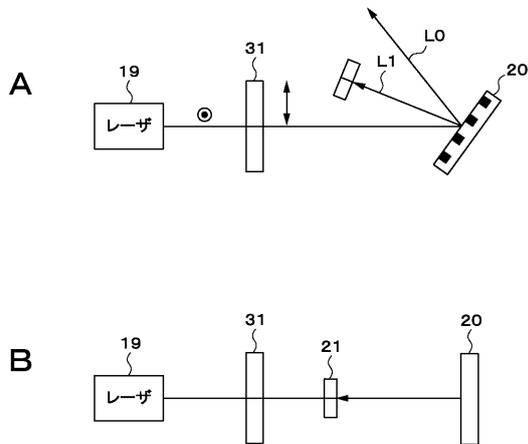
【図12】



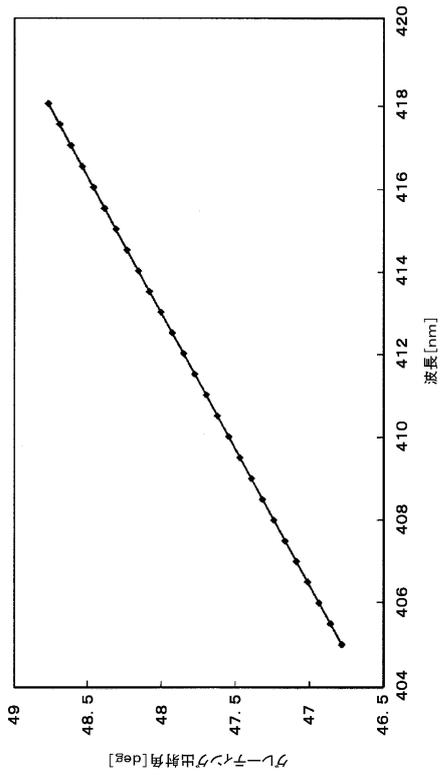
【図14】



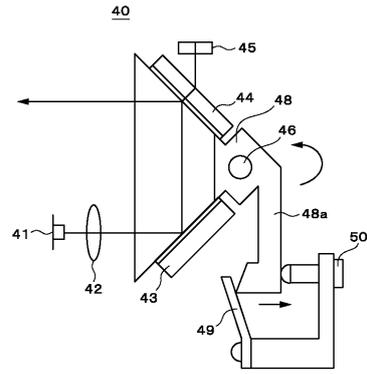
【図13】



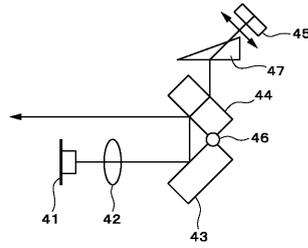
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭62-005677(JP,A)
特開2001-284716(JP,A)
特開平03-185887(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01S 3/00 - 3/02
H01S 3/04 - 3/0959
H01S 3/098 - 3/102
H01S 3/105 - 3/131
H01S 3/136 - 3/213
H01S 3/23 - 4/00
H01S 5/00 - 5/50