

(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2007-200386
(P2007-200386A)

(43) 公開日 平成19年8月9日(2007.8.9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 7/125 (2006.01)	G 1 1 B 7/125 A	2 K 0 0 8
G 1 1 B 7/0065 (2006.01)	G 1 1 B 7/0065	5 D 0 9 0
H O 1 S 5/14 (2006.01)	H O 1 S 5/14	5 D 7 8 9
G O 3 H 1/26 (2006.01)	G O 3 H 1/26	5 F 1 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2006-14952 (P2006-14952)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22) 出願日	平成18年1月24日 (2006.1.24)	(74) 代理人	100086841 弁理士 脇 篤夫
		(74) 代理人	100114122 弁理士 鈴木 伸夫
		(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
		(72) 発明者	加瀬川 亮 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

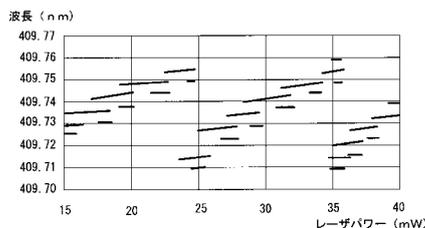
(54) 【発明の名称】 レーザ装置およびホログラム記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 安定した使用可能モードの領域でレーザ装置を働かせる。

【解決手段】 モード検出器を有する外部共振型レーザ装置であって、モード検出器は、オプティカルウェッジ16と、ホップモード検出用ディテク17と、を有し、ホップモード検出用ディテク17の受光面に干渉縞を生じさせ、レーザ光の発振モードに応じたモード検出信号を検出する。そして、制御器30は、レーザダイオード11に流れる電流を増減して、現在の発振モードから他の発振モードへのモードの移動が生じたか否かをモード検出信号によって検出し、現在の発振モードに留まるようにレーザダイオード11に流れるダイオード電流を制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光ビームを出力するレーザ装置であって、

内部共振器によって特定される一または複数の周波数で発振する複数の発振モードを有するレーザダイオードと、

前記レーザダイオードからのレーザ光を入力して特定の範囲の周波数を選択する外部共振器と、

前記外部共振器からのレーザ光を透過して出力するとともに、前記外部共振器からのレーザ光の一部を前記透過する方向とは異なる所定方向へ光路差を有して導く光学部材と、前記光路差によって発生させられる干渉縞の輝度に応じた信号を出力する受光素子と、を具備し、前記外部共振器からのレーザ光の発振モードに応じたモード検出信号を検出するモード検出器と、

10

前記モード検出信号に基づいて前記レーザダイオードに流れる電流を制御する制御器と、を備え、

所定の契機で、前記レーザダイオードに流れる電流を増減して、使用可能モードとされる現在の発振モードから他の使用可能モードまたは使用不能モードへの発振モードの移動が生じたか否かを前記モード検出信号によって検出し、

前記現在の発振モードに留まるように前記レーザダイオードに流れるダイオード電流を制御することを特徴とするレーザ装置。

【請求項 2】

20

前記制御器は、前記現在の発振モードから隣接する他の発振モードへのモードの移動が生じるようにレーザダイオードに流れるダイオード電流を増減をし、

前記ダイオード電流の増減の前の初期のダイオード電流の値と前記隣接する他の発振モードへのモードの移動が生じた時点におけるダイオード電流の値とから、現在の発振モードから他の発振モードへ移動する蓋然性のない適正使用領域におけるダイオード電流を設定することを特徴とする請求項 1 に記載のレーザ装置。

【請求項 3】

前記制御器は、現在の発振モードの範囲において、ダイオード電流を増減し、

前記モード検出信号が現在の発振モードに留まり続けていること検出する場合には、前記ダイオード電流の増減の前の初期のダイオード電流の値とすることを特徴とする請求項 1 に記載のレーザ装置。

30

【請求項 4】

前記モード検出器は、第 1 の受光素子および第 2 の受光素子と、

前記第 1 の受光素子および前記第 2 の受光素子からの干渉縞に応じた信号のいずれもが、前記外部共振器からのレーザ光がシングルモードである場合においては発生しないように諸定数が定められた前記光学部材と、を具備することを特徴とする請求項 1 に記載のレーザ装置。

【請求項 5】

ホログラム記録媒体に照射する光ビームを出力するレーザ装置を備えるホログラム記録再生装置であって、

40

前記レーザ装置は、

内部共振器によって特定される一または複数の周波数で発振する複数の発振モードを有するレーザダイオードと、

前記レーザダイオードからのレーザ光を入力して特定の範囲の周波数を選択する外部共振器と、

前記外部共振器からのレーザ光を透過して出力するとともに、前記外部共振器からのレーザ光の一部を前記透過する方向とは異なる所定方向へ光路差を有して導く光学部材と、前記光路差によって発生させられる干渉縞の輝度に応じた信号を出力する受光素子と、を具備し、前記外部共振器からのレーザ光の発振モードに応じたモード検出信号を検出するモード検出器と、

50

前記モード検出信号に基づいて前記レーザダイオードに流れる電流を制御する制御器と、を具備し、

所定の契機で、前記レーザダイオードに流れる電流を増減して、使用可能モードとされる現在の発振モードから他の使用可能モードまたは使用不能モードへの発振モードの移動が生じたか否かを前記モード検出信号で検出し、

前記現在の発振モードに留まるように前記レーザダイオードに流れるダイオード電流を制御することを特徴とするホログラム記録再生装置。

【請求項6】

前記所定の契機は、一定の時間間隔ごとであって、前記制御器が増減するダイオード電流の大きさは、前記現在の発振モードに留まることができる範囲内のものとして、記録の動作中に前記モード検出器が、現在の発振モードから他の発振モードへの移動が生じたことを知らせる場合には、記録の動作を中止することを特徴とする請求項5に記載のホログラム記録再生装置。

10

【請求項7】

前記所定の契機は、記録再生の動作中を除き、一定の時間間隔ごとであることを特徴とする請求項5に記載のホログラム記録再生装置。

【請求項8】

前記所定の契機は、記録の動作を開始する前であることを特徴とする請求項5に記載のホログラム記録再生装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、レーザ装置およびホログラム記録再生装置に関するものであり、より詳細には、レーザ光の発振モードを検出するレーザ装置、および、検出して制御するレーザ装置並びにこのようなレーザ装置を用いる記録再生装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

レーザ光源としては、ガスレーザ、レーザダイオード（半導体レーザ）等が従来用いられている。レーザ光源の産業上の応用は多岐に渡るが、特に、レーザダイオードは小型、省電力、取り扱いが容易であることから、CD、DVD等の光記録再生装置に多用されている。近年、次世代の光記録再生装置として、ホログラム記録媒体（ホログラムメモリ）に情報を記録し、ホログラム記録媒体から記録された情報を再生するホログラム記録再生装置（ホログラム記録装置またはホログラム再生装置並びにホログラム記録および再生装置）の開発が進んでいる。

30

【0003】

ホログラム記録装置では、ページ単位に構成された記録すべき情報（記録データ）によって変調された信号光と、その信号光を生成する同一のレーザ光源からの参照光とを発生させ、ホログラム記録媒体に照射する。それによって、ホログラム記録媒体上で信号光と参照光とが干渉してホログラム記録媒体中に干渉縞が形成され、その干渉縞をホログラム記録媒体の屈折率または透過率の変化による回折格子（ホログラム）として形状化して記録データが記録される。

40

【0004】

また、このようにして記録された回折格子（ホログラム）から記録データを再生するホログラム再生装置では、記録済みの記録媒体に形成された回折格子（ホログラム）に参照光を照射して発生された回折光（再生光）を受光素子で検出して記録データを再生できる。

【0005】

このようなホログラム記録再生装置に用いるレーザ光源としては、シングルモードにちかいレーザ光源が望ましいところから、ガスレーザ、SHGレーザ等が従来用いられていた。近年、レーザダイオードの発振波長が短波長化されてきており青色のレーザダイオ

50

ドも出現しているので、小型、省電力であるレーザダイオードを使用した波長を可変とする外部共振器型レーザ装置が注目されている。図9は、リトロウ(Littrow)型レーザ装置100の一例であり、マルチモードで発振するレーザダイオード101をレンズ103で平行光として、グレーティング102に照射して、支点105を中心として回折格子102をねじ104によって回転させて、グレーティング102とレーザダイオード101との相対角度を調整して、グレーティング102で回折してレーザダイオード101に戻る1次光のレーザ波長と等しい特定の波長を選択して発振させ、0次光を得るものである(例えば、非特許文献1を参照)。

【非特許文献1】Tomiji.Tanaka,et al. 「Littrow-type blue laser for holographic data storage」, Technical digest of Optical Data Storage 2004 p311

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

このような外部共振器型レーザ装置によればコヒーレンシーの良好なホログラム記録再生用のレーザ光源が実現できる。しかしながら、通常のレーザダイオードはマルチモードで発振するために、外部共振器型レーザ装置においても、レーザダイオードに印加されるレーザダイオード電流に応じて種々の発振のモードが得られ、外部共振器型レーザ装置によって得られるレーザ光が、すべてホログラム記録再生装置に用いるのに適しているという訳ではない。

【0007】

20

図1を参照してこれらの複数のモードの各々について説明する。図1は、図9に示すリトロウ型レーザ装置100で得られる記録再生に用いる光ビーム(0次光)の特性(発振モード)を示す。横軸は、レーザ光のパワー(レーザパワー)を示し、縦軸はレーザ光の波長を示す。例えば、レーザパワー30mWでは完全なシングルモードだが、32mWでは3つの波長を有している。これは、外部共振器によるモードホップが生じているためであり、以下、この3モード状態(3つの波長が生じている状態)を外部共振器ホップモードと称する。また、35mWでは409.75nm付近に3つの波長と409.715nm付近に3つの波長の計6つの波長が発生する。これは、レーザダイオードの内部共振器に基づくものであり、この6モード状態(6つの波長が生じている状態)をLDチップホップモードと称する。

30

【0008】

ホログラム記録再生に、このような特性を有するレーザ装置を使用する場合には、あるホログラム記録媒体では、32mWで代表される外部共振器ホップモードの状態は、完全なシングルモードの場合と同等の記録再生特性となることが知られており、ホログラム記録媒体への記録再生の特性については、シングルモードに準じて扱って良い。このようなホログラム記録媒体に対しては、完全なシングルモードとこの外部共振器ホップモード(この場合には、この2つのモードを使用可能モードと総称する)を、ホログラム記録再生に用いることができる。また、別のホログラム記録媒体では、良好なる記録再生特性を得るためには、シングルモードが必要となる場合もある。このようなホログラム記録媒体に対しては、シングルモード(この場合には、シングルモードを使用可能モードと称する)

40

【0009】

それに対して35mWで代表されるLDチップホップモードは、一群の3モード状態(3つの波長が生じている状態)が2つ有ると考えることができ、この2つの3モードの群の相互の間隔が40pm(ピコ・メータ)離れている。このような6モード状態では、ホログラムメモリとしての良好な記録再生特性を得ることができないことが知られている。例えば、使用可能モードでM#(エム・ナンバー)が6.5のホログラム記録媒体に、6モード状態で記録するとM#は2.5に劣化してしまう。そこで、この6モード状態を使用不能モードと称して、ホログラムの記録再生には用いない場合が多い。ここで、M#とは、重ね書き性能の指標であって、この指標が高い程データの多重度を高められ、記録密度を向

50

上させることができるものである。

【0010】

ここで、上述したシングルモード、外部共振器ホップモードおよびLDチップホップモードは、外部環境の変化に応じて、この3者の間で、一のモードから他のモードに相互に移動する場合がある。したがって、このような使用不能モードを有するレーザ装置をホログラムの記録再生に用いるに際しては、使用不能モードとなる蓋然性のない安定した使用可能モードでレーザ装置を動作させているか否かを検出して、良好なる記録再生特性を維持することが必要となる。しかしながら、従来は、このような場合の検出を簡便におこなう方法がなく、安定した使用可能モードでレーザ装置を動作させているか否かを検出し、あるいは、シングルモードであることを検出することが困難であった。そのため、安定した使用可能モード、または、シングルモードでレーザ装置が動作するようにダイオード電流を制御することは、さらに困難であった。

10

【0011】

本発明は上述の課題を解決し、安定した使用可能モードの領域（適正使用領域と以下、称する）でレーザ装置が動作しているか、使用不能モードとなる蓋然性の高い使用可能モードの領域（不適正使用領域と以下、称する）でレーザ装置が動作しているか、あるいは、使用不能モードでレーザ装置が動作しているか、を検出する発振モード検出器を用いるレーザ装置、および発振モードを検出後に所望の発振モードとするレーザ装置並びにこのようなレーザ装置を用いるホログラム記録再生装置を提供することを目的とするものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0012】

この発明のレーザ装置は、光ビームを出力するレーザ装置であって、内部共振器によって特定される一または複数の周波数で発振する複数の発振モードを有するレーザダイオードと、前記レーザダイオードからのレーザ光を入力して特定の範囲の周波数を選択する外部共振器と、前記外部共振器からのレーザ光を透過して出力するとともに、前記外部共振器からのレーザ光の一部を前記透過する方向とは異なる所定方向へ光路差を有して導く光学部材と、前記光路差によって発生させられる干渉縞の輝度に応じた信号を出力する受光素子と、を具備し、前記外部共振器からのレーザ光の発振モードに応じたモード検出信号を検出するモード検出器と、前記モード検出信号に基づいて前記レーザダイオードに流れる電流を制御する制御器と、を備え、所定の契機で、前記レーザダイオードに流れる電流を増減して、使用可能モードとされる現在の発振モードから他の使用可能モードまたは使用不能モードへの発振モードの移動が生じたか否かを前記モード検出信号によって検出し、前記現在の発振モードに留まるように前記レーザダイオードに流れるダイオード電流を制御する。

30

【0013】

このレーザ装置は、光ビームを出力するレーザ装置であって、レーザダイオードと、外部共振器と、モード検出器と、制御器と、を備える。レーザダイオードは、内部共振器によって特定される一または複数の周波数で発振する複数の発振モードを有する。また、外部共振器は、レーザダイオードからのレーザ光を入力して特定の範囲の周波数を選択する。また、モード検出器は、光学部材と、受光素子と、を具備している。そして、光学部材は、外部共振器からのレーザ光を透過して出力するとともに、外部共振器からのレーザ光の一部をこの透過する方向とは異なる所定方向へ光路差を有して導き、受光素子の受光面に干渉縞を生じさせ、受光素子から干渉縞の輝度に応じた信号を出力し、外部共振器からのレーザ光の発振モードに応じたモード検出信号を検出する。また、制御器は、モード検出信号に基づいて前記レーザダイオードに流れる電流を制御する。このような構成を有して、所定の契機で、レーザダイオードに流れる電流を増減して、使用可能モードとされる現在の発振モードから他の使用可能モードまたは使用不能モードへの発振モードの移動が生じたか否かを検出し、現在の発振モードに留まるようにレーザダイオードに流れるダイオード電流を制御する。

40

50

【 0 0 1 4 】

この発明のホログラム記録再生装置は、ホログラム記録媒体に照射する光ビームを出力するレーザ装置を備えるホログラム記録再生装置であって、前記レーザ装置は、内部共振器によって特定される一または複数の周波数で発振する複数の発振モードを有するレーザダイオードと、前記レーザダイオードからのレーザ光を入力して特定の範囲の周波数を選択する外部共振器と、前記外部共振器からのレーザ光を透過して出力するとともに、前記外部共振器からのレーザ光の一部を前記透過する方向とは異なる所定方向へ光路差を有して導く光学部材と、前記光路差によって発生させられる干渉縞の輝度に応じた信号を出力する受光素子と、を具備し、前記外部共振器からのレーザ光の発振モードに応じたモード検出信号を検出するモード検出器と、前記モード検出信号に基づいて前記レーザダイオードに流れる電流を制御する制御器と、を具備し、所定の契機で、前記レーザダイオードに流れる電流を増減して、使用可能モードとされる現在の発振モードから他の使用可能モードまたは使用不能モードへの発振モードの移動が生じたか否かを前記モード検出信号で検出し、前記現在の発振モードに留まるように前記レーザダイオードに流れるダイオード電流を制御する。

10

【 0 0 1 5 】

このホログラム記録再生装置は、ホログラム記録媒体に照射する光ビームを出力するレーザ装置を備えるホログラム記録再生装置である。そして、このレーザ装置は、光ビームを出力するレーザ装置であって、レーザダイオードと、外部共振器と、モード検出器と、制御器と、を備える。レーザダイオードは、内部共振器によって特定される一または複数の周波数で発振する複数の発振モードを有する。また、外部共振器は、レーザダイオードからのレーザ光を入力して特定の範囲の周波数を選択する。また、モード検出器は、光学部材と、受光素子と、を具備している。そして、光学部材は、外部共振器からのレーザ光を透過して出力するとともに、外部共振器からのレーザ光の一部をこの透過する方向とは異なる所定方向へ光路差を有して導き、受光素子の受光面に干渉縞を生じさせ、受光素子から干渉縞の輝度に応じた信号を出力し、外部共振器からのレーザ光の発振モードに応じたモード検出信号を検出する。また、制御器は、モード検出信号に基づいて前記レーザダイオードに流れる電流を制御する。このような構成を有して、所定の契機で、レーザダイオードに流れる電流を増減して、使用可能モードとされる現在の発振モードから他の使用可能モードまたは使用不能モードへの発振モードの移動が生じたか否かを検出し、現在の発振モードに留まるようにレーザダイオードに流れるダイオード電流を制御する。

20

30

【 発明の効果 】

【 0 0 1 6 】

使用可能モードのどの領域でレーザ装置が動作しているか、あるいは、使用不能モードでレーザ装置が動作しているか、を検出する発振モード検出器を用いるレーザ装置、または発振モードを検出後に所望の発振モードの所望領域とするレーザ装置並びにこのようなレーザ装置を用いる記録再生装置を提供することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 7 】

(レーザ装置)

図2を参照して、実施形態のレーザ装置10について、説明する。レーザ装置10は、マルチモードのレーザダイオード11、コリメートレンズ12、グレーティング13、ミラー14、波長制御用ディテクタ15、オブティカルウェッジ16、ホップモード検出用ディテクタ17およびホップモード検出用ディテクタ18を主要なる光学部品として備えるものである。

40

【 0 0 1 8 】

さらに、ミラー14とグレーティング13とは固着され、回転軸27を中心に紙面内の矢印で示す方向に回転可能とされている。ここで、グレーティング表面13aの延長線とミラー表面14aの延長線との各々の延長線が交わる点を回転軸27の中心としている。この回転軸27を中心として回転をさせるために、回転機構が歯車機構41b、歯車機構

50

4 1 c およびモータ 4 1 a から構成されている。すなわち、歯車機構 4 1 b がミラー 1 4 とグレーティング 1 3 とに固着され、この歯車機構 4 1 b と噛み合うように、歯車機構 4 1 c が配されており、歯車機構 4 1 c はモータ 4 1 a の回転軸に連結されている。これによって、モータ 4 1 a の回転に応じて、グレーティング表面とミラー表面とのなす角度を一定に保ちながら、ミラー 1 4 とグレーティング 1 3 とを回転軸 2 7 を中心として回転させることができる。また、モータ 4 1 a の制御は制御器 3 0 によっておこなわれるようになされている。

【0019】

制御器 3 0 は、処理回路 3 0 c と演算回路 3 0 a と演算回路 3 0 b とを有する。処理回路 3 0 c は、ハードウェアとして、RAM、ROM、外部回路とのインターフェイス（例えば、A/D変換器、D/A変換器、電力増幅器）およびCPU、並びに、ROMに記憶され、CPUが処理をおこなう処理手順を記載したソフトウェアを有するマイクロコンピュータとして構成されている。また、演算回路 3 0 a および演算回路 3 0 b は差、和の演算をおこなう演算増幅器と割り算をおこなう割り算器とを有している。
(レーザ光の波長の可変作用について)

10

【0020】

レーザ装置 1 0 の作用を、レーザ光の波長の可変の作用を中心として説明する。レーザダイオード 1 1 から出射された光ビーム 2 0 はコリメートレンズ 1 2 で平行光とされ、平行光とされた光ビーム 2 1 はグレーティング 1 3 で、波長ごとに異なった方向へ向かう回折光である1次光を発する。グレーティング 1 3 は、その波長ごとに異なった方向へ光ビームを回折するが、それらの1次光のうち、レーザダイオード 1 1 に戻る1次光もあり、レーザダイオード 1 1 に戻る方向の1次光が該当する波長が優勢となり、図 1 に示すように、上述した3つのモードを有して、レーザダイオード 1 1 からのレーザパワーに依存した発振モードで発振をおこなうこととなる。ここで、大半の光はグレーティング 1 3 がミラーであるかのように反射して光ビーム(0次光) 2 2 として、さらには、ミラー 1 4 で反射して、光ビーム(0次光) 2 4 として、最終的には光ビーム(0次光) 2 5 として、出射されるので、この光ビーム 2 5 を種々の機器、たとえばホログラム記録再生装置に使用することができる。グレーティング 1 3 は、本実施形態では外部共振器として機能するものである。

20

【0021】

ここで、グレーティング 1 3 のレーザダイオード 1 1 に対する角度を変えると、レーザ光の波長を変えることができるが、そうすると、光ビーム 2 5 の出射方向も変わって、種々の機器に適用することは困難である。そこで、本実施形態のレーザ装置 1 0 では、グレーティング表面 1 3 a とミラー表面 1 4 a との各々の延長線が交わる角度を一定、例えば 90度として、光ビーム 2 5 の出射方向を一定に維持して回転させ、光ビーム 2 5 の出射方向を一定の方向となるようにしている。

30

【0022】

また、所望の周波数でレーザを発振させる目的を達成するために、上述したように波長制御用ディテクタ 1 5、制御器 3 0、モータ 4 1 a、歯車機構 4 1 b および歯車機構 4 1 c が配されている。すなわち、モータ 4 1 a および歯車機構 4 1 b、歯車機構 4 1 c は、レーザ光の波長を変えるための回転機構として機能するものであり、波長制御用ディテクタ 1 5 および制御器 3 0 は、レーザ光の波長を検出する機能を有するものである。

40

【0023】

波長制御用ディテクタ 1 5 は、ディテクタ 1 5 a とディテクタ 1 5 b とを有する2分割ディテクタとして構成されており、光ビーム(0次光) 2 3 を受光するディテクタ 1 5 a とディテクタ 1 5 b の各々の受光面は、図 1 における紙面の横方向に並べて配置されており、グレーティング表面 1 3 a とミラー表面 1 4 a とがともに回転する回転角度に応じて光ビーム 2 3 と波長制御用ディテクタ 1 5 との相対位置関係が異なることとなり、ディテクタ 1 5 a からの電圧 V 1 5 a とディテクタ 1 5 b からの電圧 V 1 5 b との大きさの割合が変化する。すなわち、電圧 V 1 5 a と電圧 V 1 5 b との差分(引算した成分)は、上述

50

した回転角度に応じたものとなる。この差分の値は、レーザパワーに比例するので、レーザパワーに比例する信号である電圧V15aと電圧V15bとの和分(加算した成分)で、この差分を割れば、レーザパワーの大きさに依存しない回転角度のみが検出できる。電圧V15aと電圧V15bとの差分を電圧V15aと電圧V15bとの和分で割った規格化差分信号S15dnは、演算回路30aの出力として得ることができる。

【0024】

ここで、上述したように、グレーティング表面13aとミラー表面14aとの回転角度に応じて、光ビーム25の波長が変化するので、規格化差分信号S15dnの値と光ビーム25の波長との対応関係を予め求めておき、この対応関係を処理回路30cのRAMの所定のテーブルに記憶しておけば、このテーブルを参照して、光ビーム25の波長を知ることができる。また、モータ駆動信号Smによって、モータ41aを回転させて、光ビーム25の波長を所望の値とすることができる。

10

【0025】

(ホップモードモニタについて)

レーザ装置10には、ホップモードモニタが組み込まれている。ホップモードモニタは光路中に置かれたオプティカルウェッジ16と、2分割ディテクタとして構成されたホップモード検出用ディテクタ17、または、ホップモード検出用ディテクタ17およびホップモード検出用ディテクタ17と同一構造のホップモード検出用ディテクタ18と、制御器30の演算回路30bおよび処理回路30cと、を有して構成されるものである。本実施形態では、ホップモード検出用ディテクタ17およびホップモード検出用ディテクタ18は、光路差によって発生させられる干渉縞の輝度に応じた信号を出力する受光素子として機能するものである。また、ホップモードモニタはモード検出器として機能するものである。

20

【0026】

オプティカルウェッジ16の表面、裏面で反射した光はホップモード検出用ディテクタ17およびホップモード検出用ディテクタ18の受光面上で干渉縞を形成する。光ビーム26の波長の成分が変わるとき、言い換えると一のモードから他のモードへと発振モードが変化する場合には、この干渉縞のパターンが変化するので、それを検知することによってモードホップを検出できる。ここで、干渉縞のパターンの変化は、シングルモードで単一の波長のみを光ビーム26、すなわち光ビーム25が有する場合には、単にホップモード検出用ディテクタ17の受光面上で干渉縞が移動するのみであるが、3モード状態(外部共振器ホップモード)、6モード状態(LDチップホップモード)では、複数の波長の干渉縞がホップモード検出用ディテクタ17およびホップモード検出用ディテクタ18の受光面上で、さらに、干渉するので干渉縞のパターンは、より複雑に変化するものとなっている。本実施形態では、オプティカルウェッジ16は、外部共振器からのレーザ光を透過するとともに、外部共振器からのレーザ光の一部をこの透過する方向とは異なる所定方向へ光路差を有して導く光学部材として機能するものである。

30

【0027】

ホップモード検出用ディテクタ17およびホップモード検出用ディテクタ18は、上述した干渉縞の変化をとらえる方向に、その各々が2分割ディテクタとして構成されている。ディテクタ17aとディテクタ17bとから出力されるホップモード検出信号、およびディテクタ18aとディテクタ18bとから出力される各々のホップモード検出信号を加算する等の演算をして、または、いずれか一方を選択的に、新たなホップモード検出信号とすることによって、光ビーム26、すなわち、光ビーム25が、シングルモードまたは外部共振器ホップモードの使用可能モードであるか、LDチップホップモードの使用不能モードであるかを知るための源となる波長に応じた信号が得られる。

40

【0028】

このように、ホップモード検出用ディテクタ17のみを用いてホップモード検出信号を検出するようにしても、ホップモード検出用ディテクタ17およびホップモード検出用ディテクタ18の両者を用いてホップモード検出信号を検出するようにしてもよいものであ

50

るが、以下の説明においては、ホップモード検出用ディテクタ17のみを用いてホップモード検出信号を検出する場合についてまず説明をし、変形例として両者を用いてホップモード検出信号を検出する場合を説明する。

【0029】

ホップモード検出信号は、干渉縞のパターンの変化を検出する方向に分割されたディテクタ17aからの電気信号である電圧V17aおよびディテクタ17bからの電気信号である電圧V17bを有するものであり、これらのホップモード検出信号の処理は、演算回路30bおよび処理回路30cによって行われる。

【0030】

図3は、光ビーム26がシングルモードであるとした場合の、干渉縞が生じる光強度Iと干渉縞変化方向の位置との関係を示す。シングルモードである場合には、光強度Iは略正弦波の波形となる、ここで、光ビーム26の波長 λ_1 における光強度を光強度I₁、波長 λ_2 における光強度を光強度I₂と表すものである。このように光ビーム26の波長が変化をすると、光強度Iは横軸方向に移動することとなる。これにともなって、光強度Iに応じたホップモード検出信号が、電圧V17aおよび電圧V17bとして得られる。

10

【0031】

したがって、ホップモード検出用ディテクタ17のディテクタ17aとディテクタ17bとを図示するように、干渉縞変化方向に配置することによって、干渉縞の移動、すなわち、干渉縞のパターン変化を検出することができる。ここで、外部共振器ホップモードの場合には略5 μm 毎に離間した3つの波長が干渉縞を形成するが、3つの波長の各々が形成する各々の干渉縞の干渉縞変化方向へのずれ量が、干渉縞の周期に対応する距離およびホップモード検出用ディテクタ17の干渉縞変化方向への長さに対して十分に小さいとみなせる場合には、シングルモードと同様なホップモード検出信号が得られる。

20

【0032】

一方、LDチップホップモードの場合には、略5 μm 毎に離間した3つの波長の群と略5 μm 毎に離間した別の3つの波長の群であって、各々の群の離間距離が40 μm 離間した6つの波長によって干渉縞のパターンが形成される。この6つの波長の各々によって生成される各々の干渉縞の干渉縞変化方向へのずれ量が、干渉縞の周期に対応する距離およびホップモード検出用ディテクタ17の干渉縞変化方向への長さに対して十分に小さいとみなせる場合には、同様にシングルモードと同様なホップモード検出信号が得られる。しかしながら、このような、設定によって干渉縞を生成すると波長変化に対して検出感度が低くなる。このために、適正な検出感度を得る結果として波長が40 μm 程度異なると干渉縞のずれ量が大きく変化し、逆位相となる場合もあり得る。この場合には、ホップモード検出用ディテクタ17とともにホップモード検出用ディテクタ18も用いることとなるが、この場合にどのようにして、LDチップホップモードを検出するかについては後述する。

30

【0033】

図4は、ホップモード検出信号に基づいて演算回路30bにおいて演算したホップモードモニタ信号S17dnとレーザダイオード11に流れるダイオード電流I_dとの関係を示すものである。

40

【0034】

ホップモードモニタ信号S17dnは演算回路30bによって、式(1)で示す演算をして得ることができるものである。

【0035】

$$S17dn = (V17a - V17b) / (V17a + V17b) \cdots (1)$$

【0036】

式(1)の割られる数は干渉縞の移動に応じた信号であり、割る数は光強度Iに応じた信号であるので、規格化をしていることとなる。これによって、レーザパワーの強度、すなわち、ダイオード電流I_dの大きさによって、干渉縞の移動量、すなわち、波長の検出

50

が誤差を含むことがないようにされている。

【0037】

図4に示すグラフの、ホップモードモニタ信号S17dnが急激な変化をする符号Xを付した領域は、LDチップホップモードを示すものであり、使用不能領域である。一方、符号aないし符号hを付した、ホップモードモニタ信号S17dnが緩慢な階段状の変化をする領域は外部共振器ホップモードまたはシングルモードを示すものである。ここで、符号Xを付したLDチップホップモードの範囲は、ダイオード電流Idの値としては、1mA程度の狭い範囲であり、符号aないし符号hを付した外部共振器ホップモードおよびシングルモードの範囲は、各々の範囲が3mA程度と広いものであり、この中で、シングルモードの範囲は、1.5mA程度のより狭い範囲に限られるものである。

10

【0038】

図4に示すグラフに基づき、理論的には光ビームを出射するレーザ装置の発振モード(レーザ光の発振モード)が検出されることとなるが、現実には、縦軸に示すホップモードモニタ信号S17dnの値は温度変化等によって容易に縦軸方向に移動するものであって、その絶対値を検出することによって、各々の発振モードを知ることが困難である。

【0039】

そこで、本実施形態においては、処理回路30cによってダイオード電流Idを制御し、ダイオード電流Idの値を増減して、ホップモードモニタ信号S17dnがどのように変化するかを処理回路30cにおいて検出して各々のモードを検出している。以下に、処理回路30cにおける処理内容を詳述する。本実施形態においては、処理回路30cおよびCPUで実行されるソフトウェアを有する制御器30は、レーザダイオード11に流れる電流を制御する制御器として機能するものである。

20

【0040】

図5に処理回路30cにおいて、CPUが行う処理をフローチャートで示す。処理は割込み処理によって行われる。割込みのタイミングは常時、一定の時間間隔、例えば、30Sec(秒)ごとに行うものであっても良く、記録時(ホログラム記録媒体に記録データを記録中)においてはこの割込みは行わず、再生時(ホログラム記録媒体から記録データを再生中)にのみ割込み処理を行うものであっても良く、記録開始の直前にのみ、この割込み処理を行うものであっても良い。割り込みをどのようなタイミングでおこなうかについては、ホログラム記録再生装置の動作として後述する。

30

【0041】

図5に沿って、処理回路30cに配されたCPUが行う処理の内容をステップごとに示す。

まず、ダイオード電流Idの割込直後における値を初期電流Idiとして記憶する。ホップモードモニタ信号S17dnの値を検出し、この値を初期モニタ信号S17dnoとして記憶する(ステップST100)。

次に、処理回路30cが現在設定しているダイオード電流Idの値である初期電流Idiの値を初期電流Idi+nI1に変更し、この時のホップモードモニタ信号S17dnと初期モニタ信号S17dnoとの差値Snを求める(ステップST101)。

ここで、I1の値は、ホップモードモニタの検出精度と関係するものであり、I1(単位はmA)が小さい程、検出精度は向上するものの、処理の回数(後述する、M、N、K、Lの値で表される)が増えるので、外部共振器ホップモードまたはシングルモードの範囲である3mAに対して、その3mAの範囲どの位置であるかを、例えば、3%程度の精度で検出できる値として、例えば、0.1mAとする。

40

【0042】

次に、ステップST101の処理をN回繰り返す。すなわち、差値S1(n=1のときの差値)、差値S2(n=2のときの差値)・・・差値Sn(n=nのときの差値)・・・差値SN(n=Nのときの差値)の各々を求める。そして、繰り返しの数がNに達すると処理はステップST103に移動する(ステップST102)。

ここで、Nの値が大きいと、広い範囲に渡りダイオード電流Idの値をスweepすること

50

になり、記録再生に用いる光ビームは、いくつものモードでの発振をすることになり、記録再生の動作との関係で不都合を生じる場合もあり得る。一方、Nの値が小さいと、現在の領域で発振しているかを検出することが困難となる。そこで、本実施形態では、Nの値を10とし、ダイオード電流 I_d のスイープの幅を 1 mA ($I_1 \times N$) としている。

【0043】

次に、差値 S_1 から差値 S_N までの中の最大の差値である差値 $\text{Max } S_n$ を求める (ステップ $ST103$)、本実施形態のダイオード電流 I_d のスイープの幅を 1 mA とする設定では、通常は、差値 $\text{Max } S_n$ は、差値 S_N となる。すなわち、LDチップホップモードの範囲はダイオード電流 I_d に換算すると 1 mA 程度であるので、差値 S_N の変化が最も大きい場合であっても、このルーチンのスタートの当初の外部共振器ホップモードまたはシングルモード (以下、当初のモードと省略して用いる) の端部からLDチップホップモードまたはシングルモード (以下、他のモードと省略して用いる) の端部に動作点が移動するに過ぎないからである (例えば、図4における、符号 d を付した領域の右端から符号 e を付した領域の左端)。

10

【0044】

次に、ステップ $ST103$ で求めた差値 $\text{Max } S_n$ の絶対値が判定値 以上か否かを判断する (ステップ $ST104$)。

ここで、判定値 は、当初のモードから他のモードへ移動することを許さず、これを検出する場合 (すなわち、使用可能モードが、特定の同一の外部共振器ホップモードまたはシングルモードに限られる場合) には、ホップモードモニタ信号 S_{17dn} の差である変化量 1 (波長では 5 pm に相当する) よりも小さな値に設定される。この場合には、例えば、判定値 が変化量 1 の中間の値となるように判定値 $= 1/2$ に設定される。

20

【0045】

また、判定値 の別の設定方法としては、当初のモードから他のモードへ移動することは許し、これを検出せず、LDチップホップモードへ移動することは許さず、これを検出する場合 (すなわち、使用可能モードが、外部共振器ホップモードまたはシングルモードであれば、どの領域でも良い場合) には、ホップモードモニタ信号 S_{17dn} の差である変化量 1 よりも大きく、かつ、LDチップホップモードを挟む2つの外部共振器ホップモードまたはシングルモードの両者のホップモードモニタ信号 S_{17dn} の差である変化量 2 の $1/2$ (波長では 20 pm に相当する) よりも小さく設定されている。すなわち、判定値 の値を変化量 2 の $1/2$ よりも小さくしたのは、LDチップホップモードの幅が 1 mA であるので、例えば、図4に示す符号 d を付した領域の右端から 0.5 mA の範囲内に対応する位置に初期電流 I_{di} がある場合において、初期電流 I_{di} を 1 mA スイープすることによって、明確にLDチップホップモードの存在を検出することができるようにするためである。この場合には、例えば、判定値 が変化量 1 と 2 の $1/2$ の中間の値となるように判定値 $= 1 + (2/2 - 1) / 2$ に設定される。

30

【0046】

ステップ $ST104$ における判断が Yes (肯定) の場合には、処理はステップ $ST105$ に跳び、ステップ $ST104$ における判断が No (否定) の場合には、処理はステップ $ST108$ に跳ぶ。図5においては、 Yes は Y 、 No は N で記載を省略する、また後述する図7のフローチャートにおいても同様に Y 、 N と記載する。

40

【0047】

ステップ $ST105$ とステップ $ST106$ は、ステップ $ST104$ で当初のモードから他のモードへモードが移動したことを検出した後、どの大きさのダイオード電流 I_d の値で、他のモードに移動したかを知るための処理である。また、ステップ $ST107$ は、当初のモードにおいて最も適正使用領域を広くするためにダイオード電流 I_d の設定を変更するための処理である。

【0048】

ステップ $ST105$ では、差値 S_n の絶対値とモード閾値 とを比較し、差値 S_n の絶対値がモード閾値 以上であるか否かを判断する。

50

モード閾値 は、モードが変わったことを検出するためのものであり、確実に各々のモードの端を検出できる必要があるため、ホップモードモニタ信号 S_{17dn} のノイズレベルで誤動作することはない範囲であって、なるべく小さな値とされる。なお、温度による変化は、ステップ ST_{100} の処理開始からほとんど時間が経過していない（例えば、1秒以内の範囲）ので、このモード閾値 については考慮に入れる必要がないものである。

【0049】

この比較は、 M 回おこなわれる。 M の値は N よりも小さく、例えば 5 とされる。5 に選んだ理由は、 I_1 の値が 0.1 mA であるので、5 回、ステップ ST_{105} における比較の処理をおこなえばダイオード電流 I_d の初期電流 I_{di} の値に 0.5 mA を足すことになるが、このようにしてもモードが移動しない場合（ステップ ST_{106} の判断が Yes の場合）には、 0.5 mA の余裕があれば、初期電流 I_{di} である限り、LD チップホップモードへ移動する蓋然性のない適正領域で動作していることがこの段階で明かだからである。

すなわち、当初のモードの端から、電流の減少方向（図 4 の紙面左方向）に、ダイオード電流 I_d の値に換算して 0.5 mA 以上離れた当初のモードの範囲内を適正使用領域として、この範囲となるようにダイオード電流 I_d を再設定したこととなる。

そして、後述するステップ ST_{108} 以降のダイオード電流 I_d の減少側における、ダイオード電流 I_d の適正使用領域内における設定の処理を実行して、再設定後のダイオード電流 I_d の値がステップ ST_{114} で変更されない場合には、ダイオード電流 I_d の値を初期電流 I_{di} とする処理をステップ ST_{115} でおこなう。

【0050】

一方、5 回の範囲内の L 回でステップ ST_{105} の判断結果が Yes となった場合には、処理はステップ ST_{107} に移る。

ステップ ST_{107} では、例えば、 L が 4 である場合には、当初のモードの幅が 3 mA のダイオード電流 I_d に相当するものであった場合には、そのモードの中心付近に移動させる。このためには、 I_2 の値を 1.5 mA ($3\text{ mA} / 2$) として、ダイオード電流 I_d の値としては、初期電流 $I_{di} + L \cdot I_1 - I_2$ に設定する。

すなわち、当初のモードの中心付近に動作の領域を移し当初のモードの適正使用領域の範囲を最も広く確保したこととなる。

なお、ステップ ST_{107} で、不適正使用領域であることをコントローラ 40 に通知し、ダイオード電流 I_d の値としては、初期電流 $I_{di} + L \cdot I_1 - I_2$ に替えて初期電流 I_{di} として、適正領域であるか、不適正使用領域であるかを検出する検出器としての機能させるようにしても良いものである。

【0051】

上述の例では、 M の値を 5 に選択したが、 N 以下であれば、これに限るものではない。例えば、 M を N と等しくするものであっても良いものである。この場合は、他のモードに移動するのに、ダイオード電流 I_d の値に換算して、 0.5 mA 以上のマージンが在る場合においては、そのマージンに応じて、より正確にそのモードの中心付近に移動させることができることとなる。

ステップ ST_{107} の処理が終了すると、今回のルーチンの処理は終了して、次ぎの割込の処理の開始を待つこととなる。

【0052】

ステップ ST_{106} での判断結果が Yes の場合には、上述したように、処理は、ステップ ST_{108} に移り、ダイオード電流 I_d の減少側における、ダイオード電流 I_d の適正使用領域内における設定の処理を実行する。

ステップ ST_{108} では、初期電流 I_{di} の値を初期電流 $I_{di} - n \cdot I_1$ に変更し、この時のホップモードモニタ信号 S_{17dn} と初期モニタ信号 S_{17dno} との差値 S_n を求める。

【0053】

次に、ステップ ST_{108} の処理を N 回繰り返す（ステップ ST_{109} ）。

10

20

30

40

50

差値 S_1 から差値 S_N までの中の最大の差値である差値 $Max S_n$ を求める (ステップ $ST110$)。本実施形態のダイオード電流 I_d のスイープの幅を 1mA とする設定では、通常は、差値 S_N が最も大きい差値 $Max S_n$ となる。すなわち、差値 S_N の変化が最も大きい場合であっても、当初モードの端部から LD チップホップモードを挟み他のモードの端部にモードが移動するに過ぎないからである (例えば、図 4 における、符号 e を付した領域の左端から符号 d を付した領域の右端)。

【0054】

次に、ステップ $ST110$ で求めた差値 $Max S_n$ の絶対値が判定値 以上か否かを判断する (ステップ $ST111$)。

【0055】

ステップ $ST111$ における判断が Yes の場合には、処理はステップ $ST112$ に跳び、ステップ $ST111$ における判断が No の場合には、処理はステップ $ST115$ に跳ぶ。

10

【0056】

ステップ $ST112$ とステップ $ST113$ は、ステップ $ST112$ で当初のモードから他のモードへモードが移動したことを検出した後、いかなる値のダイオード電流 I_d において、他のモードに移動したかを知るための処理である。また、ステップ $ST114$ は、当初のモードにおいて最も適正使用領域を広くするためにダイオード電流 I_d の設定を変更して、再設定するための処理である。

【0057】

ステップ $ST112$ では、差値 S_n の絶対値とモード閾値 とを比較する。

20

【0058】

この比較は、 M 回おこなわれ、 M 回の範囲でモードが移動しない場合 (ステップ $ST113$ の判断が Yes の場合) には、処理はステップ $ST115$ に移る。

ステップ $ST115$ では、再設定後のダイオード電流 I_d の値は、初期電流 I_{di} と等しい値とされる。このようにしておけば、他のモードに移動するのに、ダイオード電流 I_d がする場合のみならず、ダイオード電流 I_d が減少する場合でも、ダイオード電流 I_d の値に換算して、 0.5mA 以上のマージンが在り、当分の間、他のモードに移動する心配はないからである。

すなわち、当初のモードの両方の端から、ダイオード電流 I_d の値に換算して 0.5mA 以上離れた当初のモードの範囲内を適正使用領域として、この範囲となるように初期電流 I_{di} は、設定されていることとなる。

30

【0059】

一方、 K 回でステップ $ST112$ の判断結果が Yes となった場合には、処理はステップ $ST114$ に移る。

ステップ $ST114$ では、ダイオード電流 I_d の値としては、初期電流 $I_{di} - K \cdot I_1 + I_2$ して、当初のモードの中心付近に動作の領域を移し、処理は終了する。

すなわち、当初のモードの中心付近に動作の領域を移し当初のモードの適正使用領域の範囲を最も広く確保したこととなる。

なお、ステップ $ST114$ で、不適正使用領域であることをコントローラ 40 に通知し、ダイオード電流 I_d の値としては、初期電流 I_{di} として、適正領域であるか、不適正使用領域であるかを検出する検出器としてのみ機能させるようにしても良いものである。

40

【0060】

図 5 に示すフローチャートにおいて、判定値 の値をどのように定めるかによって、モードホップモニタの検出精度は変化することになるので、上述したように、使用可能モードと使用不能モードとを分離して検出するものであるか、使用可能モードの範囲内であっても、他の使用可能モードとを分離して検出するものであるかに応じて適宜、判定値 の値は定め得るものである。

【0061】

また、整数値 N の値と電流の刻み幅である I_1 との積の大きさは、初期のダイオード

50

電流 I_d である初期電流 I_{di} をどの程度の幅でスweepするかを定めるものであり、整数値 M は、現在の発振モードに留まっている範囲（すなわち、他の発振モードとの境界）を検出するものである。整数値 N および整数値 M の値を大きくする場合には、他の発振モードとの境界を見つけ易くできる。一方、整数値 N および整数値 M の値を比較的小さくし、さらに、整数値 N と整数値 M との値を等しくする場合には、境界を見つける精度が低下する場合もあるが、大きくダイオード電流 I_d を増減することなく、初期電流 I_{di} の値が、少なくとも適正使用領域の範囲であるか否かを検出することができる等の点においては好適である。この場合には、初期電流 I_{di} の値によっては、他の発振モードに移動させずに、現在の発振モードに留まりながら適切にダイオード電流 I_d の値を管理することも可能となる場合もある。このような各々の長所を利用する観点から整数値 M 、整数値 N の値は適宜、選択が可能となるものである。

10

【0062】

上述した、図5のフローチャートに示す処理では、当初のモードが外部共振器ホップモードまたはシングルモードであるとして説明をしたが、当初のモードがLDチップホップモードである場合には、上述の処理に不具合が生じる。したがって、フローチャートには図示しないが、図5のフローチャートの処理をおこなう前提として、何らかの方法で、当初のモードを外部共振器ホップモードまたはシングルモードとしておく必要がある。例えば、ダイオード電流 I_d の値を正側、負側の両方向の各々において、例えば、2mAの範囲でスweepして、ホップモードモニタ信号 S_{17dn} が2回大きな変化をすることがないことを確認しておく。仮に、ホップモードモニタ信号 S_{17dn} が2回大きな変化をする場合には、LDチップホップモードであるので（外部共振器ホップモードまたはシングルモードの幅は3mAに相当し、LDチップホップモードの幅は1mAに相当する場合にはこのようになる）、LDチップホップモードから抜け出すようにダイオード電流 I_d の値を変化させ、当初のモードが外部共振器ホップモードまたはシングルモードとなるように再設定をした後に、図5のフローチャートに示す処理を実行することとなる。

20

【0063】

（実施形態のレーザ装置の変形例）

【0064】

上述の実施形態の種々の代表的なる変形例を以下に記載する。

【0065】

まず2分割ディテクタについての変形例の説明をする。2分割ディテクタとされたホップモード検出用ディテクタ17を1個配置することによって、光ビーム26の波長を検出する場合について説明をしたが、ホップモード検出用ディテクタ17に加え、さらに、ホップモード検出用ディテクタ18を図3に示すがごとく、干渉縞の周期の略1/4周期もしくは略3/4周期、または、それらに、干渉縞の周期の整数倍（負の整数倍も含む）を加算した距離だけホップモード検出用ディテクタ17からホップモード検出用ディテクタ18を離間させて配置することによって、より良好なるホップモード検出信号を得ることができる。

30

【0066】

その背景となる理由を以下に述べる。第1の理由は、ホップモード検出用ディテクタ17のみを設ける場合には、干渉縞との関係において、図3に示す位置にホップモード検出用ディテクタ17を配置することによって、光ビーム26の波長の変化を、最も大きなホップモードモニタ信号 S_{17dn} の変化として得ることができる。一方、仮に、図3において、ホップモード検出用ディテクタ18が配されている位置にホップモード検出用ディテクタ17が配されているとすると、光ビーム26の波長の変化を、十分に大きなホップモードモニタ信号 S_{17dn} の変化として得ることが困難となる。したがって、良好な S/N （信号対雑音比）特性を得るためには、図3に示すホップモード検出用ディテクタ17が配置されている位置に配置されるように、2分割ディテクタの位置を微調整することが必要となり、量産性が悪くなる。

40

【0067】

50

一方、ホップモード検出用ディテクタ17およびホップモード検出用ディテクタ18の両方を備え、上述したように、図3に示すような相互の位置関係を有する場合には、一方の2分割ディテクタからの信号は必ず良好なものとなるので、ホップモード検出用ディテクタ17およびホップモード検出用ディテクタ18からの各々のホップモード検出信号を加算等して、これをホップモード検出信号として用いることによって、干渉縞と2分割ディテクタとの位置あわせは不要となる。一方、ホップモード検出用ディテクタ17とホップモード検出用ディテクタ18との相互の位置あわせは、光学部品を介することなく単に幾何学的な距離を合わせるだけであるので極めて容易にできるものである。また、ホップモード検出用ディテクタ17およびホップモード検出用ディテクタ18からの各々のホップモード検出信号を加算することなく、いずれか、より良好なS/N特性を呈する2分割ディテクタからのホップモード検出信号を選択的に用いるようにしても良いものである。

10

【0068】

第2の理由は、ホップモード検出信号の検出感度を高くした場合において、光学部品自体の生産時における精度のばらつき、調整時における調整ばらつきによっては、図6において符号Xで示す、LDチップホップモード、すなわち使用不能モードが、例えば、0V付近で、幅の広い平坦部として生じる場合がある。この現象が発生する理由は、波長が40μm程度異なる2つの波長（たとえば、一方の波長が409.75nm付近であり、他方の波長が409.715nm付近）の光ビームの各々がホップモード検出用ディテクタ17の受光面に発生させる干渉縞の位相が逆位相となる場合があり得るためである。

【0069】

このような場合には、オプティカルウェッジ16の作用によって本来は発生すべきである干渉縞に基づくホップモード検出信号が発生しない。したがってホップモード検出用ディテクタ17からは0V付近の電圧がホップモード検出信号として検出され、ホップモード検出用ディテクタ18からも0V付近の電圧がホップモード検出信号として検出される。したがって、ホップモード検出用ディテクタ17とホップモード検出用ディテクタ18の両方のホップモード検出信号が0V付近である場合には、直に使用不能モードであるとの判断が可能となる。この場合に、温度変化によってこの0V付近の電圧は変化を受け、さらに、2つの一群の波長の相互の波長間隔と光学系との関係によって、0Vよりもずれることがあるので、これらの要因が組み合わさって0Vからのずれ電圧が発生する場合があるものである。

20

30

【0070】

一方、ホップモード検出用ディテクタ17のみである場合には、このように、0V付近の平坦部（図6の符号Xを付した部分）が存在する場合には、ホップモード検出用ディテクタ17と干渉縞との位置関係によるものか、LDチップホップモードによって、干渉縞が打ち消されているか、いずれであるかを判断することが困難である。すなわち、干渉縞が打ち消されている場合には、LDチップホップモードであることを検出する判定値の値と各々の互いに隣接する2つの外部共振器ホップモードの間のホップモードモニタ信号S17dnの値の差値とが近接して、LDチップホップモードであるか、外部共振器ホップモードであるかの判断が困難となる場合が生じる。したがって、このような判断の困難性を回避する点において、ホップモード検出用ディテクタ17とホップモード検出用ディテクタ18との2つの2分割ディテクタを用いることは好ましいものである。

40

【0071】

次に、外部共振器型レーザ装置の変形例について説明をする。外部共振器型レーザ装置としてリトロウ型の外部共振器型レーザ装置を用いる場合について、ホップモードモニタの構成および作用についてこれまで説明してきたが、ホログラム記録再生に1次光を用いるリットマン型の外部共振器型レーザ装置を用いる場合にも、上述したホップモードモニタは同様な構成とし、同様な作用をなし、同様の効果を生じるものである。

【0072】

次に、使用可能モードと使用不能モードの分類についての変形例の説明をする。上述した実施形態では、外部共振器ホップモードまたはシングルモードを使用可能モードとして

50

分類し、LDチップホップモードを使用不能モードとして分類した。そして、使用可能モードでは安定した記録再生が可能となるとして説明をし、さらに、使用可能モードの中でも、安定して使用できる適正使用領域と、LDチップホップモードに移動する蓋然性の高い不適正使用領域とを分類した。

【0073】

しかしながら、使用可能モードと使用不能モードの範囲は、ホログラム記録媒体の特性、ホログラム記録再生装置の特性（例えば、記録密度、後述する誤り訂正方式の訂正スキーム等）、環境条件（温度変化、移動して使用するものか、据え置きで使用するものか等）、産業上の利用分野（民生用途か、公文書の保存のための記録再生装置か等）によって大きく変化する概念である。また、記録時と再生時とで使用可能モードの範囲を異ならせる場合もあり得るものである。このような種々の観点から考慮した場合に、例えば、使用可能モードをシングルモードのみとし、外部共振器ホップモードおよびLDチップホップモードを使用不能モードとし、このような判別をするホップモードモニタが必要とされる場合もあり得る。以下にシングルモードを検出するホップモードモニタについて説明をする。

10

【0074】

シングルモードを検出するホップモードモニタは、上述した、ホップモード検出用ディテクタ17およびホップモード検出用ディテクタ18の両方を備える場合において、波長が5 pm離間している場合に、各々の2分割ディテクタにおける干渉縞が消えるような設定にすることで実現できる。これは、オプティカルウェッジ16の諸定数、例えば、オプティカルウェッジ16の厚さ、ウェッジ角度（オプティカルウェッジ16の表面と裏面とのなす角度）の値等を調整して実現できる。

20

【0075】

このようにすると、外部共振器ホップモードでは、オプティカルウェッジ16の作用によって本来は発生すべきである干渉縞が発生しない。したがってホップモード検出用ディテクタ17からは0 V付近の電圧がホップモード検出信号として検出され、ホップモード検出用ディテクタ18からも0 V付近の電圧がホップモード検出信号として検出される。したがって、ホップモード検出用ディテクタ17とホップモード検出用ディテクタ18の両方のホップモード検出信号が0 V付近である場合には、あるいは、両者のホップモード検出信号の和が0 V付近である場合には、直に外部共振器ホップモードであるとの判断が可能となる。このようにして、シングルモードと外部共振器ホップモードを分離して、シングルモードのみを使用可能モードとして分離して検出することもできる。

30

【0076】

図7のフローチャートを参照して、シングルモードを検出するための制御器30において、CPUが行う処理を説明する。ここで、シングルモードを検出するための光学部は、上述した構成を採用して、シングルモードである場合には、ホップモード検出用ディテクタ17およびホップモード検出用ディテクタ18の両者から、0 V付近の電圧がホップモード検出信号として検出されるようになされている。

【0077】

まず、現在のダイオード電流 I_d を初期電流 I_{di} として記憶する。また、ホップモード検出用ディテクタ17からのホップモードモニタ信号 S_{17dn} の値を検出して、これを初期モニタ信号 S_{17dno} として記憶する。また、ホップモード検出用ディテクタ18からのホップモードモニタ信号 S_{18dn} の値を検出して、これを初期モニタ信号 S_{18dno} として記憶する（ステップST200）。

40

【0078】

次に、初期モニタ信号 S_{17dno} の値がシングルモード閾値 以下で、かつ、初期モニタ信号 S_{18dno} の値がシングルモード閾値 以下であるかを判断する（ステップST201）。

シングルモード閾値 は、ホップモードモニタ信号 S_{17dn} およびホップモードモニタ信号 S_{18dn} のノイズレベルと温度変化による0 Vからの変化量との和よりも大きな値

50

であって、検出誤差を生じないように、なるべく小さな値とされている。

【0079】

ステップST201における判断がYesの場合には、現在のモードがシングルモードであるので、シングルモードを検出したことを示すシングルモード検出信号をコントローラ40に出力して(ステップST202)、処理は終了する。

なお、ステップST202では、シングルモード領域中のどの部分で動作しているかは不明である。

温度変化等の環境変化にもかかわらず安定して使用できる領域である適正使用領域(例えば、外部共振器ホップモードからダイオード電流 I_d の値に換算して、 0.3 mA 以上離れている領域)と、外部共振器ホップモードに移動する蓋然性の高い不適正使用領域(例えば、外部共振器ホップモードからダイオード電流 I_d の値に換算して、 0.3 mA 未満の範囲離れている領域)とにさらに領域を分けて、必ず、適正使用領域において動作させる場合には、このステップST202の処理をおこなわず、ステップST203に無条件で処理が移るようにすることもできる。

しかしながら、ステップST202の処理を採用する場合には、シングルモードに現在あるものを、一旦、外部共振器ホップモードに移動させた後に、再び、シングルモードの適正使用領域の範囲に再設定するという点で優れたものである。一方、このステップST202の処理をおこなわない場合には、適正使用領域の幅が狭いシングルモードにおいては、温度変化等に対して、突然にシングルモードからモードが移動する場合もあり得ることとなる。

【0080】

次に、ダイオード電流 I_d の値を初期電流 I_{di+n} I_1 として、このときのホップモード検出用ディテクタ17からのホップモードモニタ信号 S_{17dn} の値を検出して、初期モニタ信号 S_{17dno} との差値 S_{17n} を求める。また、このときのホップモード検出用ディテクタ18からのホップモードモニタ信号 S_{18dn} の値を検出して、初期モニタ信号 S_{18dno} との差値 S_{18n} を求める(ステップST203)。

ここで、 I_1 はスイープの刻み幅であり、図5のフローチャートに示すと同様に 0.1 mA とした。

また、 n は刻々のスイープ値を示すものであり、ステップST204に記述されている整数値 N はスイープ範囲を示すものである。例えば、シングルモードの範囲が 1 mA 程度であるから、 $N=10$ に選んでシングルモードの範囲をすべて覆うようにしている。

n の値が1から N の範囲でステップST203に示す処理を繰り返し、各々の n に対する差値 S_{17n} および差値 S_{18n} を検出し、 n の値が $N(10)$ となった場合には処理をステップST205に移す(ステップST204)。

【0081】

ステップST205では、差値 S_{17n} の値がシングルモード閾値 以下である場合における、 n (変数)の値である整数値 p ないし整数値 q を求める。また、差値 S_{18n} の値がシングルモード閾値 以下である n の値である整数値 r ないし整数値 s を求める。

次に、整数値 p ないし整数値 q と、整数値 r ないし整数値 s との一致する範囲である、整数値 u ないし整数値 v を求める(ステップST206)。

【0082】

なお、ステップST205の結果は以下の3つのケースがあり得る。括弧内に示す数は一例であるが以下に示す。

(ケース1) 整数値 p ないし整数値 q が(2、3、4、5、6)であり、整数値 r ないし整数値 s が(4、5、6、7、8)である場合には、整数値 u ないし整数値 v は(4、5、6)となる。

すなわち、ダイオード電流 I_d が、初期電流 I_{di} から初期電流 $I_{di}+0.6\text{ mA}$ ($6\times 0.1\text{ mA}$)の範囲でシングルモードであることを示している。

【0083】

10

20

30

40

50

(ケース2) 整数値 p ないし整数値 q が (1, 2, 3) であり、整数値 r ないし整数値 s が (1, 2, 3, 4, 5, 6) である場合には、整数値 u ないし整数値 v は (1, 2, 3) となる。

すなわち、ダイオード電流 I_d が、少なくとも、初期電流 I_{di} から初期電流 $I_{di} + 0.3 \text{ mA}$ ($3 \times 0.1 \text{ mA}$) の範囲でシングルモードであることを示している。そして、初期電流 I_{di} よりもダイオード電流 I_d が小さい範囲でシングルモードであるか否かは不明であるので、後述するステップ ST 210 に示す以降の処理をおこなって、さらに検出を続けるべきものである。

【0084】

(ケース3) 整数値 p ないし整数値 q が (6, 7, 8, 9) であり、整数値 r ないし整数値 s が (1, 2, 3, 4) である場合には、両者は一致せず、整数値 u ないし整数値 v は存在しない。

すなわち、ダイオード電流 I_d が、少なくとも、初期電流 I_{di} より大きい範囲ではシングルモードでないことを示している。そして、初期電流 I_{di} よりもダイオード電流 I_d が小さい範囲でシングルモードであるか否かは不明であるので、後述する ST 210 に示す以降の処理をおこなって、さらに検出を続けるべきものである。

【0085】

次に、整数値 p ないし整数値 q と、整数値 r ないし整数値 s とのいずれかが一致するかどうかを判断する (ステップ ST 207)。

Yes、すなわち、一致する整数値の数が一つでもある場合には処理はステップ ST 208 に移る。例えば、上述のケース1またはケース2である。

一方、No、すなわち、一致する整数値の数が一つもない場合には処理はステップ ST 210 に移る。例えば、上述のケース3である。

【0086】

ステップ ST 208 では、一致する整数値の数の最小値である整数値 u の値が1であるかどうかを判断する。

Yes、すなわち、整数値 u の値が1である場合には、処理はステップ ST 210 に移る。例えば、上述のケース2である。

一方、No、すなわち、整数値 u の値が1でない場合には処理はステップ ST 209 に移る。例えば、上述のケース1である。

【0087】

ステップ ST 209 では、ダイオード電流 I_d の値を初期電流 $I_{di} + v(I_1 - I_2)$ に設定する。ここで、 I_2 は、シングルモードの幅の $1/2$ の 0.75 mA とされる。例えば、整数値 v の値が6である場合には、ダイオード電流 I_d の値は、初期電流 $I_{di} + 0.1 \text{ mA}$ ($6 \times 0.1 \text{ mA} - 0.75 \text{ mA}$) とされる。これによって、ダイオード電流 I_d の値はシングルモードの中心付近となるように再設定される。

すなわち、シングルモードの中心付近に動作の領域を移し、適正使用領域の範囲を最も広く確保したこととなる。

そして、処理は終了し、次の割込みを待つこととなる。

【0088】

ステップ ST 210 では、ダイオード電流 I_d の値を初期電流 $I_{di} - n(I_1)$ として、このときのホップモード検出用ディテクタ 17 からのホップモードモニタ信号 S_{17dn} の値を検出して、初期モニタ信号 S_{17dno} との差値 S_{17n} を求める。また、このときのホップモード検出用ディテクタ 18 からのホップモードモニタ信号 S_{18dn} の値を検出して、初期モニタ信号 S_{18dno} との差値 S_{18n} を求める。

n の値が1から N の範囲でステップ ST 210 に示す処理を繰り返し、各々の n に対する差値 S_{17n} および差値 S_{18n} を検出し、 n の値が $N(10)$ となった場合には処理をステップ ST 212 に移す (ステップ ST 211)。

【0089】

ステップ ST 212 では、差値 S_{17n} の値がシングルモード閾値 以下である場合

10

20

30

40

50

の n の値である、整数値 c ないし整数値 d を求める。また、差値 $S18n$ の値がシングルモード閾値 以下である場合の n の値である、整数値 e ないし整数値 f を求める。

【0090】

次に、整数値 c ないし整数値 d と、整数値 e ないし整数値 f との一致する範囲である整数値 g ないし整数値 h を求める (ステップ $ST213$)。

【0091】

なお、ステップ $ST213$ の結果は以下の3つのケースがあり得る。括弧内に示す数は一例であるが以下に示す。

【0092】

(ケース4) 整数値 c ないし整数値 d が、(2、3、4、5、6) であり、整数値 e ないし整数値 f が、(4、5、6、7、8) である場合には、整数値 g ないし整数値 h は、(4、5、6) となる。

すなわち、ダイオード電流 I_d が、初期電流 I_{di} から初期電流 $I_{di} - 0.6 \text{ mA}$ ($6 \times 0.1 \text{ mA}$) の範囲でシングルモードであることを示している。

【0093】

(ケース5) 整数値 c ないし整数値 d が、(1、2、3、4、5、6、7、8) であり、整数値 e ないし整数値 f が、(1、2、3、4、5、6) である場合には、整数値 g ないし整数値 h は、(1、2、3、4、5、6) となる。

すなわち、ダイオード電流 I_d が、少なくとも、初期電流 I_{di} から初期電流 $I_{di} - 0.3 \text{ mA}$ ($3 \times 0.1 \text{ mA}$) の範囲でシングルモードであることを示している。

【0094】

(ケース6) 整数値 c ないし整数値 d が、(6、7、8、9) であり、整数値 e ないし整数値 f が、(1、2、3、4) である場合には、両者は一致せず、整数値 g ないし整数値 h は、存在しない。

【0095】

次に、整数値 c ないし整数値 d と、整数値 e ないし整数値 f とのいずれかが一致するか否かを判断する (ステップ $ST214$)。

Yes、すなわち、一致する整数値の数が一つでもある場合には処理はステップ $ST215$ に移る。例えば、上述のケース4またはケース5である。

一方、No、すなわち、一致する整数値の数が一つもない場合には処理はステップ $ST216$ に移る。例えば、上述のケース6である。

【0096】

ステップ $ST216$ では、ダイオード電流 I_d を、少なくとも、初期電流 I_{di} に対して、正、負の 1 mA の幅でスイープした範囲には、シングルモードの範囲がないことを示すものであるので、この旨をコントローラ40に知らせる。そして処理は終了し、次の割込みを待つ。

【0097】

ステップ $ST215$ では、一致する整数値の数の最小値である整数値 g の値が1であるか否かを判断する。

Yes、すなわち、整数値 g の値が1である場合には、処理はステップ $ST217$ に移る。

ステップ $ST217$ では、ダイオード電流 I_d の値を初期電流 $I_{di} - (h - v) / 2$) I_1 に設定する。該当するのは、例えば、上述のケース2とケース5の場合である。この場合には、整数値 h の値が6、整数値 v の値が3であるので、ダイオード電流 I_d の値は、初期電流 $I_{di} - 0.15 \text{ mA}$ ($(6 - 3) / 2 \times 0.1 \text{ mA}$) とされる。これによって、ダイオード電流 I_d の値はシングルモードの中心付近となるように再設定される。

すなわち、シングルモードの中心付近に動作の領域を移し、適正使用領域の範囲を最も広く確保したこととなる。

そして処理は終了し、次の割込みを待つ。

【0098】

一方、No、すなわち、整数値uの値が1でない場合には処理はステップST218に移る。

【0099】

ステップST218では、ダイオード電流I_dの値を初期電流I_di-h I₁+ I₂に設定する。例えば、整数値hの値が6である場合には、ダイオード電流I_dの値は、初期電流I_di-0.1mA(-6×0.1mA+0.75mA)とされる。

すなわち、シングルモードの中心付近に動作の領域を移し、適正使用領域の範囲を最も広く確保したこととなる。

そして処理は終了し、次の割込みを待つ。

【0100】

また、実施形態の別変形例として、シングルモードと外部共振器ホップモードを分離して検出し、さらに、安定な、外部共振器ホップモードと、LDチップホップモードに移動する蓋然性の高い、不安定な、外部共振器ホップモードと、を分離する場合においては、図5のフローチャートで示した処理と図7のフローチャートで示した処理とを併用することができる。また、同様の効果を得る、さらに別の変形例としては、シングルモードと、外部共振器ホップモードと、を区別するためのオプティカルウェッジと2分割ディテクタとの組み合わせを有する第1のホップモードモニタと、外部共振器ホップモードまたはシングルモードと、LDチップホップモードと、を区別するためのオプティカルウェッジと2分割ディテクタとの組み合わせを有する第2のホップモードモニタとの両者を光ビームの通過する光路中に配するようによい。

【0101】

(ホログラム記録再生装置)

次に、上述したホップモードモニタを有する外部共振型半導体レーザ装置の好適なる応用例としてのホログラム記録再生装置について説明する。

【0102】

図8は、上述したレーザ装置10または上述した変形例を用いる実施形態のホログラム記録再生装置50の光学系を中心にした概念図であるが、上述した種々の変形例も含め図8では、レーザ装置10として記載がされている。まず、このホログラム記録再生装置50について簡単に説明して、その後、ホップモードモニタをどのように記録再生において用いるかについて説明する。

【0103】

図8に示すのは、二光束方式の記録再生装置であり、光学系としては、レーザ装置10、空間フィルタ51、ビームスプリッタ52、記録すべきデジタル情報を表示する液晶等によって構成され、空間的に光ビームに変調を施す空間光変調器53、固定ミラー54、対物レンズ55、角度可変ミラー56、対物レンズ57およびアレイ型受光素子58を有している。さらに、この装置の全体の動作を制御するコントローラ40を有している。

【0104】

ホログラム記録再生装置50は、コントローラ40を介して他の装置である外部装置に接続されるようになされている。また、コントローラ40は、CPUと、このCPUおよび他のコントローラ構成部にバスラインで相互に接続されRAM、ROMおよびインターフェイス回路を具備するマイクロコンピュータとして構成されている。そして、コントローラ40が、ホログラム記録再生装置50の全体の記録および再生の動作を管理し、制御しており、管理および制御の手順(ソフトウェア)は、コントローラ40に配されたROMに記憶されている。

【0105】

ホログラム記録再生装置50の記録の動作について説明をする。レーザ装置10の説明において上述したようにして、レーザ装置10からは、レーザ光のうちから特定した波長のレーザ光(光ビーム)を得、空間フィルタ51で、波面を均一化したレーザ光を得て、ビームスプリッタ52で光ビームを二方向に分離し、一方向に分離された光ビームに空間光変調器53で空間変調を施して、信号光を得て、この信号光を固定ミラー54で反射さ

10

20

30

40

50

せ、対物レンズ 55 によって、ホログラム記録媒体 60 の所定領域に信号光 71 を集光する。

【0106】

一方、ビームスプリッタ 52 で他方向に分離された光ビームは、角度可変ミラー 56 によって反射され、角度可変ミラー 56 の反射面に入射する光ビームの角度に応じた所定角度で対物レンズ 57 に参照光を入射させ、対物レンズ 57 によってホログラム記録媒体 60 の所定領域に参照光 70 を集光する。ここで、角度可変ミラー 56 の角度を変化させることによって参照光 70 のホログラム記録媒体への入射角度を調整できる。角度可変ミラー 56 の角度の制御はコントローラ 40 によっておこなわれ、いわゆる、角度多重による記録再生も可能とされている。

10

【0107】

参照光 70 と信号光 71 とはホログラム記録媒体 60 のフォトポリマー等で構成された記録層において干渉縞を形成し、これにより光の強い部分ではメディア内のモノマーがより多くポリマーとなり、屈折率の縞（ホログラム）が形成される。このようにして、空間光変調器 53 に表示される記録データに応じて 1 ページ単位ごとにホログラムの形成という態様で記録がおこなわれる。

【0108】

再生においては、記録時の参照光とほぼ同じ方向から参照光 70 を照射すると、記録されたホログラムによって回折した再生光 72 を生じる。再生光 72 の回折方向に CCD 等のアレイ型受光素子 58 を配置することによって、このアレイ型受光素子 58 からの電気信号をコントローラ 40 で処理して記録データを再生できる。

20

【0109】

なお、上述した図 8 に示すホログラム記録再生装置 50 は、いわゆる、二光束方式のホログラム記録再生装置を示すものであるが、ホログラム記録再生装置の他の代表例としては、参照光と信号光とが同軸状に入射される、コアキシャル方式ホログラム記録再生装置が知られている。上述したレーザ装置 10 は、二光束方式のホログラム記録再生装置 50 に用いることができるのみならず、コアキシャル方式ホログラム記録再生装置においても用いることが可能である。

【0110】

次に、このような、ホログラム記録再生装置 50 において、どのような契機（所定の契機）で、ホップモードモニタを使用するかについての代表的な例について説明する。いずれの場合にも、記録再生の動作の全体を制御するコントローラ 40 と制御器 30 とが相互に信号をやり取りして、レーザ装置 10 においては、ホップモードモニタで光ビームの発振モードを検出してコントローラ 40 に知らせ、コントローラから 40 からの指令または制御器 30 の自らで定めた手順に従い、コントローラ 40 による記録または再生の制御に応じて、処理回路 30c がダイオード電流 I_d を制御するものである。

30

【0111】

（ホログラム記録再生装置におけるホップモードモニタの第 1 使用例）

記録再生の動作を行っているときを除き、例えば、30 Sec 毎に、図 5 のフローチャートに示す制御を行って、レーザダイオード 11 のダイオード電流 I_d を制御して、使用可能モードの適正使用領域（この第 1 使用例では、シングルモードおよび外部共振器ホップモードを使用可能モードと称し、LD チップホップモードを使用不能モードと称し、同一のシングルモードまたは外部共振器ホップモードにとどまる蓋然性の高い、例えば、そのモードの端から十分離れた領域を適正使用領域と称する）となるように制御する。そして、記録または再生を行う場合には、図 5 のフローチャートに示す制御をおこなった後のダイオード電流 I_d として一定の値に保つ。

40

【0112】

このようにすれば、記録再生において、ダイオード電流 I_d は変化しないので、ダイオード電流 I_d はなんら記録再生特性に影響を与えない。そして、長くとも、記録再生の直前 30 Sec 以内には、安定した使用可能モードであることとされるので、この

50

30 Sec 内に記録再生中の環境変化（温度、光学系の位置ずれ等）が生じることは少なく、安定した記録再生が可能となる。

【0113】

（ホログラム記録再生装置におけるホップモードモニタの第2使用例）

記録の動作の直前のみ、図5のフローチャートに示す制御を行って、レーザダイオード11のダイオード電流 I_d を制御して、使用可能モードの適正使用領域（この第2使用例では、シングルモードおよび外部共振器ホップモードを使用可能モードと称し、LDチップホップモードを使用不能モードと称し、同一のシングルモードまたは外部共振器ホップモードにとどまる蓋然性の高い、そのモードの端から十分離れた領域を適正使用領域と称する）となるように制御する。そして、待機中（記録再生を行わないとき）、記録再生中には、レーザダイオード11のダイオード電流 I_d を一定の値に保つ。

10

【0114】

このようにすれば、記録の直前には、安定した使用可能モードであることとされるので、記録中の環境変化（温度、光学系の位置ずれ等）が少ない範囲の時間内では安定した記録が可能となる。一方、再生中には、誤り訂正方式（コントローラ40で行う処理であり、訂正符号を予め記録データに付加し、再生時には、訂正符号に基づき、再生された記録データの誤りを検出し、訂正可能な範囲で誤りを訂正する記録再生方式をいうものである）を採用し、訂正が不能となった場合にのみ、図5のフローチャートに示す制御を行って、レーザダイオード11のダイオード電流 I_d を制御し、再生できなかった部分を再び読み出すことによって安定した、高速な再生が可能となる。

20

【0115】

（ホログラム記録再生装置におけるホップモードモニタの第3使用例）

【0116】

所定時間毎、例えば、30 Sec 毎に、図5のフローチャートに示す制御を行って、レーザダイオード11のダイオード電流 I_d を制御して、使用可能モードの適正使用領域（この第3使用例では、シングルモードおよび外部共振器ホップモードを使用可能モードと称し、LDチップホップモードを使用不能モードと称し、同一のシングルモードまたは外部共振器ホップモードにとどまる蓋然性の高い、そのモードの端から十分離れた領域を適正使用領域と称する）となるように制御する。この場合において、適正使用領域の範囲に応じた範囲にスイープの範囲を狭くして、現在の発振モードから、動作モードが逸脱しないようにする。

30

【0117】

このようにすれば、現在の発振モードに留まる限りは、ダイオード電流 I_d を少し変化させても、記録再生になんら影響を与えない。そして、現在の発振モードから他の発振モードに移動したことをホップモードモニタが検出した場合にだけ、以下の処理をおこなう。記録中であれば、直に記録の動作を中止する。一方、再生の動作の場合には、図5のフローチャートに示す処理を続行し、所望の発振モードである現在の発振モードの適正使用領域であって、特に、現在の発振モードの中央部付近で動作するようにダイオード電流 I_d の値を設定する。この間、コントローラ40に配された再生回路における誤り訂正が可能で、記録データの再生に問題が生じないのであれば、再びの再生の動作（リトライ）を行わない。もし、誤り訂正が不可能であれば、コントローラ40がその旨を知り、誤り訂正ができなかった箇所から、再び、再生の動作（リトライ）を続行する。

40

【0118】

記録に関しては、使用可能モードである現在の発振モードの移動を検出し、記録を中止後は、現在の発振モードの適正使用領域であって、特に、現在の発振モードの中央部付近で動作するようにダイオード電流 I_d の値を設定し、記録中止直後の記録データから、それ以降の記録データの再びの記録の動作（リトライ）を行う。このようにして、環境変化等によって現在の発振モードが変化しない場合には、ホップモードモニタを用いた発振モードの制御と記録再生の動作を同時におこなうことができるので高速の記録再生が可能となる。一方、万一、発振モードの変化が生じた場合においても、記録データは、再記録の

50

動作によって、確実に記録される。

【0119】

(ホログラム記録再生装置におけるホップモードモニタの第4使用例)

第1使用例ないし第3使用例を、図7のフローチャートに示すシングルモードの検出に置き換えるものである。この第4の使用例では、使用可能モードの適正使用領域の用語は、シングルモードの全領域、または、シングルモードの適正使用領域(例えば、シングルモードの端から0.5mA以上離れたシングルモードの範囲)と読み替えるものである。

【0120】

上述した実施形態のレーザ装置によれば、使用可能モードと使用不能モードとを検出し、さらに、使用不能モードである場合には使用可能モードにモードを移動させることができる。さらに、使用可能モードの中でも、適正使用領域と不適正使用領域とを判別することもでき、また、さらには、不適正使用領域であることを判別した場合には、適正使用領域に移動させることができる。

10

【0121】

上述した実施形態のレーザ装置を用いたホログラム記録再生装置によれば、使用可能モードと使用不能モードとを検出し、さらに、使用不能モードである場合には使用可能モードにモードを移動させることができる。さらに、使用可能モードの中でも、適正使用領域と不適正使用領域とを判別することもでき、また、さらには、不適正使用領域であることを判別した場合には、適正使用領域に移動させることができる。そして、所定の契機で、適正使用領域に移動させることによって、ホログラム記録再生装置の記録再生特性の向上を図ることができる。

20

【0122】

なお、本発明は、上述した実施形態に限られるものではなく、開示された技術的思想の範囲内におよぶものである。また実施形態についても、例として挙げた上述の実施形態に限られず、これらを様々に変形し、組み合わせた実施形態が実施可能であることは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0123】

【図1】実施形態のレーザ装置の発振モードを説明する図である。

【図2】実施形態のレーザ装置を説明する図である。

30

【図3】実施形態のオプティカルウェッジの作用によって生じる干渉縞の光強度と干渉縞変化方向の位置との関係を示す図である。

【図4】実施形態の2分割ディテクタからのホップモードモニタ信号とダイオード電流との関係を示す図である。

【図5】実施形態の処理回路において、CPUが行う処理をフローチャートで示すものである。

【図6】実施形態の2分割ディテクタからのホップモードモニタ信号とダイオード電流との関係を示す図である。

【図7】実施形態の処理回路において、CPUが行う処理をフローチャートで示すものである。

40

【図8】実施形態のホログラム記録再生装置の光学系を中心にした概念図である

【図9】背景技術の外部共振型半導体レーザ装置を示す図である。

【符号の説明】

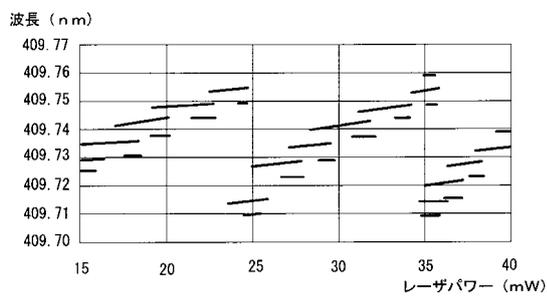
【0124】

10 レーザ装置、11 レーザダイオード、12 コリメートレンズ、13 グレーティング、13a グレーティング表面、14 ミラー、14a ミラー表面、15 波長制御用ディテクタ、15a、15b、17a、17b、18a、18b ディテクタ、16 オプティカルウェッジ、17、18 ホップモード検出用ディテク、20、21、22、23、24、25、26 光ビーム、27 回転軸、30 制御器、30a、30b 演算回路、30c 処理回路、40 コントローラ、41a モータ、41b、41c

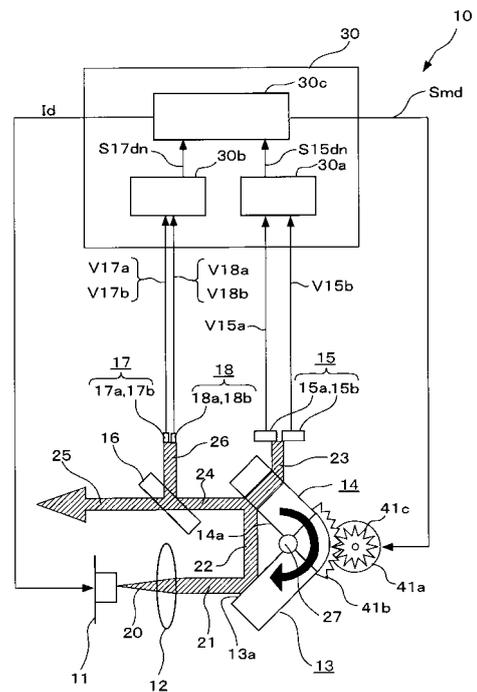
50

歯車機構、50 ホログラム記録再生装置、51 空間フィルタ、52 ビームスプリッタ、53 空間光変調器、54 固定ミラー、55、57 対物レンズ、56 角度可変ミラー、57 対物レンズ、58 アレイ型受光素子、60 ホログラム記録媒体、70 参照光、71 信号光、72 再生光

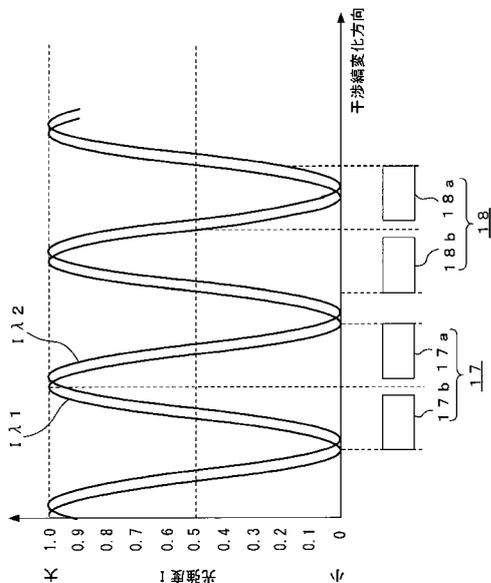
【図1】



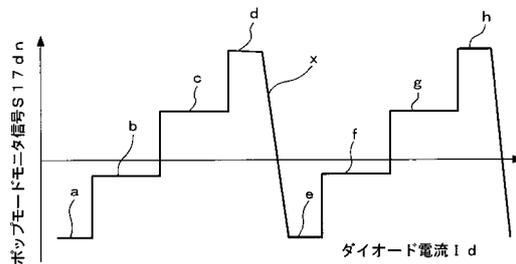
【図2】



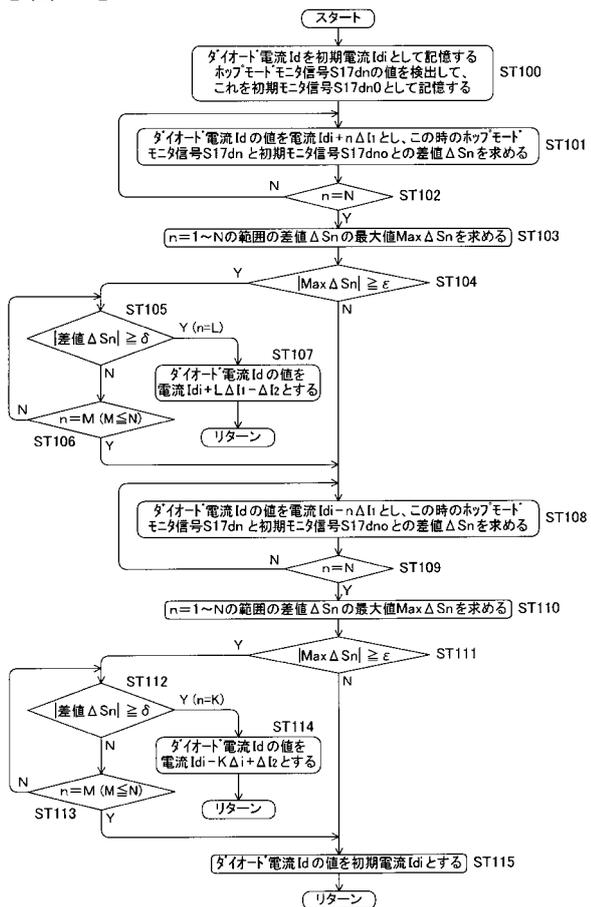
【 図 3 】



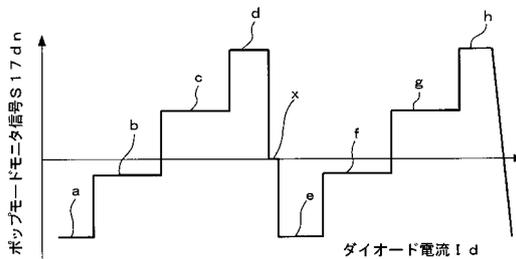
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 酒匂 景康

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

Fターム(参考) 2K008 AA04 BB04 CC01 CC03 HH01 HH18 HH19 HH26
5D090 BB16 CC18 EE01 EE11 JJ20 KK03
5D789 AA11 AA23 BB20 FA05 HA13 HA44
5F173 AB34 AR04