

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5008831号  
(P5008831)

(45) 発行日 平成24年8月22日 (2012. 8. 22)

(24) 登録日 平成24年6月8日 (2012. 6. 8)

(51) Int. Cl. F I  
H O 1 S 3/137 (2006. 01) H O 1 S 3/137  
H O 1 S 5/14 (2006. 01) H O 1 S 5/14

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2005-28202 (P2005-28202)  
(22) 出願日 平成17年2月3日 (2005. 2. 3)  
(65) 公開番号 特開2006-216791 (P2006-216791A)  
(43) 公開日 平成18年8月17日 (2006. 8. 17)  
審査請求日 平成20年1月18日 (2008. 1. 18)

(73) 特許権者 000154325  
住友電工デバイス・イノベーション株式会  
社  
神奈川県横浜市栄区金井町 1 番地  
(74) 代理人 100087480  
弁理士 片山 修平  
(74) 代理人 100134511  
弁理士 八田 俊之  
(72) 発明者 エマニュエル, ル, タヤンディエ, デ, ガ  
ボリ  
山梨県中巨摩郡昭和町大字紙濃阿原 1 〇 〇  
〇 番地 ユーディナデバイス株式会社内  
(72) 発明者 東 敏生  
山梨県中巨摩郡昭和町大字紙濃阿原 1 〇 〇  
〇 番地 ユーディナデバイス株式会社内  
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ装置、レーザ装置の制御装置、レーザ装置の制御方法、レーザ装置の波長切換方法および  
レーザ装置の制御データ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

透過波長範囲が可変である波長選択手段が半導体光増幅器とミラーとの間に設けられた共振器を備えたレーザ装置の制御方法であって、

前記共振器の発振波長が前記透過波長範囲のピーク波長または前記透過波長範囲内かつ前記透過波長範囲のピーク波長よりも長波長側の波長になるように前記波長選択手段を制御する第 1 のステップと、

前記波長選択手段の透過波長範囲を短波長側にシフトさせる第 2 のステップと、

前記第 2 のステップの後に、前記透過波長範囲のピーク波長または前記透過波長範囲内かつ前記透過波長範囲のピーク波長よりも長波長側において前記共振器が所望の発振波長を出力しつつ前記所望の発振波長の光強度が所定の値になるように前記波長選択手段を制御する第 3 のステップとを含むことを特徴とするレーザ装置の制御方法。

【請求項 2】

前記レーザ装置は、周期的に複数の透過波長範囲を有するエタロンをさらに備え、

前記第 1 のステップは、前記波長選択手段の透過波長範囲が前記エタロンの複数の透過波長範囲のいずれか 1 つと重複するように前記波長選択手段の透過波長範囲を設定することにより、前記共振器から所望の波長光を出力させるステップであることを特徴とする請求項 1 記載のレーザ装置の制御方法。

【請求項 3】

前記レーザ装置は、前記共振器を共振する光の位相を調整する位相調整手段をさらに備

10

20

え、

前記第 1 のステップは、前記共振器を共振する光の位相を前記位相調整手段により調整することによって前記共振器から所望の波長光を出力させるステップであることを特徴とする請求項 1 記載のレーザ装置の制御方法。

【請求項 4】

前記第 3 のステップの後に、前記共振器が前記所望の波長光を出力し、かつ、前記所望の波長光の光強度が所定値になるように前記半導体光増幅器の出力強度を変化させる第 4 のステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のレーザ装置の制御方法。

【請求項 5】

透過波長範囲が可変である波長選択手段が半導体光増幅器とミラーとの間に設けられた共振器と、前記共振器から出力される光の外部への出力を制御する外部出力制御手段とを備えたレーザ装置の波長切換方法であって、

前記共振器の発振波長が前記透過波長範囲内かつ前記透過波長範囲のピーク波長よりも長波長側である第 1 の範囲の波長になるように前記波長選択手段を制御する第 1 のステップと、

前記第 1 のステップの後に、前記透過波長範囲のピーク波長または前記透過波長範囲内かつ前記透過波長範囲のピーク波長よりも長波長側において前記共振器が所望の発振波長を出力しつつ前記所望の発振波長の光強度が所定の値になるように前記波長選択手段を制御する第 2 のステップと、

前記共振器から出力される光の外部への出力が停止するように前記外部出力制御手段を制御する第 3 のステップと、

前記共振器の発振波長が前記透過波長範囲のピーク波長または前記透過波長範囲内かつ前記透過波長範囲のピーク波長よりも長波長側である第 2 の範囲の波長になるように前記波長選択手段を制御する第 4 のステップと、

前記波長選択手段の透過波長範囲を短波長側にシフトさせる第 5 のステップと、

前記第 5 のステップの後に、前記透過波長範囲のピーク波長または前記透過波長範囲内かつ前記透過波長範囲のピーク波長よりも長波長側において前記共振器が所望の発振波長を出力しつつ前記所望の発振波長の光強度が所定の値になるように前記波長選択手段を制御する第 6 のステップとを含むことを特徴とするレーザ装置の波長切換方法。

【請求項 6】

前記レーザ装置は、周期的に複数の透過波長範囲を有するエタロンをさらに備え、

前記第 4 のステップは、前記波長選択手段の透過波長範囲が前記エタロンの複数の透過波長範囲のいずれか 1 つと重複するように前記波長選択手段の透過波長範囲を設定することにより、前記共振器から所望の波長光を出力させるステップであることを特徴とする請求項 5 記載のレーザ装置の波長切換方法。

【請求項 7】

前記レーザ装置は、前記共振器を共振する光の位相を調整する位相調整手段をさらに備え、

前記第 4 のステップは、前記共振器を共振する光の位相を前記位相調整手段により調整することによって前記共振器から所望の波長光を出力させるステップであることを特徴とする請求項 5 記載のレーザ装置の波長切換方法。

【請求項 8】

前記第 6 のステップの後に、前記共振器が前記所望の波長光を出力し、かつ、前記所望の波長光の光強度が所定値になるように前記半導体光増幅器の出力強度を変化させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項 5 ~ 7 のいずれかに記載のレーザ装置の波長切換方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、レーザ装置、レーザ装置の制御装置、レーザ装置の制御方法、レーザ装置の波長切換方法およびレーザ装置の制御データに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、半導体レーザを応用した情報処理機器等が開発されている。この半導体レーザには、波長の可変性、安定性等の高品質な特性が要求される。そこで、外部共振器系に、透過波長を制御することができる波長可変手段を備える外部共振器付波長可変レーザが開発されている（例えば、非特許文献1参照）。この外部共振器付波長可変レーザは、グレーティングによって特定の波長の光をゲイン媒体（レーザダイオード）へ反射させる。これにより、発振波長が可変となる。

10

【0003】

【非特許文献1】Broad - Band Tunable Two - Section Laser Diode with External Grating Feedback (IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, VOL. 2, NO. 2, FEBRUARY 1990 P85 ~ P87)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記外部共振器付波長可変レーザは、所望のレーザ発振を行うためには、波長可変手段の最適な制御を行う必要がある。本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、所望のレーザ発振を安定的に行うことができるレーザ装置、レーザ装置の制御装置、レーザ装置の制御方法、レーザ装置の制御データ、レーザ制御方法および波長切換方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明に係るレーザ装置の制御方法は、透過波長範囲が可変である波長選択手段が半導体光増幅器とミラーとの間に設けられた共振器を備えたレーザ装置の制御方法であって、共振器の発振波長が透過波長範囲のピーク波長または透過波長範囲内かつ透過波長範囲のピーク波長よりも長波長側の波長になるように波長選択手段を制御する第1のステップと、波長選択手段の透過波長範囲を短波長側にシフトさせる第2のステップと、第2のステップの後に透過波長範囲のピーク波長または透過波長範囲内かつ透過波長範囲のピーク波長よりも長波長側において共振器が所望の発振波長を出力しつつ所望の発振波長の光強度が所定の値になるように波長選択手段を制御する第3のステップとを含むことを特徴とするものである。

30

【0021】

本発明に係るレーザ装置の制御方法においては、共振器の発振波長が透過波長範囲のピーク波長または透過波長範囲内かつ透過波長範囲のピーク波長よりも長波長側の波長になるように波長選択手段が制御され、共振器により所望の波長光が出力されつつ所望の波長光の光強度が変化するように波長選択手段の透過波長範囲が変化する。この場合、ピーク波長よりも長波長側の光透過度が低下することから、ピーク波長よりも長波長側の不所望な発振波長の出力が防止される。また、光増幅器のゲインは発振波長の短波長側において小さくなることから、ピーク波長よりも短波長側の不所望な発振波長の出力が防止される。したがって、所望の波長になるようにレーザ装置の出力光の波長を効率よく調整することができるとともに、レーザ装置の出力光の光強度を変化させることができる。その結果、所望のレーザ発振を安定的に行うことができる。

40

【0022】

レーザ装置は、周期的に複数の透過波長範囲を有するエタロンをさらに備え、第1のステップは、波長選択手段の透過波長範囲がエタロンの複数の透過波長範囲のいずれか1つと重複するように波長選択手段の透過波長範囲を設定することにより共振器から所望の波長光を出力させるステップであってもよい。この場合、波長選択手段の透過波長範囲とエ

50

タロンの透過波長範囲とが重複する波長範囲の光が出力される。したがって、本発明に係るレーザ装置は、所望の波長を選択することができる。

【0023】

レーザ装置は、共振器を共振する光の位相を調整する位相調整手段をさらに備え、第1のステップは、共振器を共振する光の位相を位相調整手段により調整することによって共振器から所望の波長光を出力させるステップであってもよい。この場合、位相調整手段により、共振器を共振する光の波長を調整することができる。したがって、所望の波長を選択することができる。

【0024】

第3のステップの後に、共振器が所望の波長光を出力し、かつ、所望の波長光の光強度が所定値になるように半導体光増幅器の出力強度を変化させる第4のステップをさらに含んでいてもよい。この場合、本発明に係るレーザ装置は、所望の光強度の光を出力することができる。

【0025】

本発明に係るレーザ装置の波長切換方法は、透過波長範囲が可変である波長選択手段が半導体光増幅器とミラーとの間に設けられた共振器と、共振器から出力される光の外部への出力を制御する外部出力制御手段とを備えたレーザ装置の波長切換方法であって、共振器の発振波長が透過波長範囲内かつ透過波長範囲のピーク波長よりも長波長側である第1の範囲の波長になるように波長選択手段を制御する第1のステップと、第1のステップの後に、透過波長範囲のピーク波長または透過波長範囲内かつ透過波長範囲のピーク波長よりも長波長側において共振器が所望の発振波長を出力しつつ所望の発振波長の光強度が所定の値になるように波長選択手段を制御する第2のステップと、共振器から出力される光の外部への出力が停止するように外部出力制御手段を制御する第3のステップと、共振器の発振波長が透過波長範囲のピーク波長または透過波長範囲内かつ透過波長範囲のピーク波長よりも長波長側の波長である第2の範囲の波長になるように波長選択手段を制御する第4のステップと、波長選択手段の透過波長範囲を短波長側にシフトさせる第5のステップと、第5のステップの後に、透過波長範囲のピーク波長または透過波長範囲内かつ透過波長範囲のピーク波長よりも長波長側において共振器が所望の発振波長を出力しつつ所望の発振波長の光強度が所定の値になるように波長選択手段を制御する第6のステップとを含むことを特徴とするものである。

【0026】

本発明に係るレーザ装置の波長切換方法においては、共振器の発振波長が透過波長範囲内かつ透過波長範囲のピーク波長よりも長波長側である第1の範囲の波長になるように波長選択手段が制御され、その後、透過波長範囲のピーク波長または透過波長範囲内かつ透過波長範囲のピーク波長よりも長波長側において共振器が所望の発振波長を出力しつつ所望の発振波長の光強度が所定の値になるように波長選択手段が制御され、共振器から出力される光の外部への出力が停止するように外部出力制御手段が制御され、共振器の発振波長が透過波長範囲のピーク波長または透過波長範囲内かつ透過波長範囲のピーク波長よりも長波長側である第1の範囲の波長になるように波長選択手段が制御され、その後、透過波長範囲のピーク波長または透過波長範囲内かつ透過波長範囲のピーク波長よりも長波長側において共振器が所望の発振波長を出力しつつ所望の発振波長の光強度が所定の値になるように波長選択手段が制御される。この場合、波長選択手段の透過波長範囲が切り替わる際にはレーザ装置の外部への光出力が停止される。したがって、不安定な光の外部出力を防止することができる。また、所望の波長になるようにレーザ装置の出力光の波長を効率よく調整することができるとともに、レーザ装置の出力光の光強度を変化させることができる。その結果、所望のレーザ発振を安定的に行うことができる。

【0027】

レーザ装置は、周期的に複数の透過波長範囲を有するエタロンをさらに備え、第4のステップは、波長選択手段の透過波長範囲がエタロンの複数の透過波長範囲のいずれか1つと重複するように波長選択手段の透過波長範囲を設定することにより、共振器から所望の

10

20

30

40

50

波長光を出力させるステップであってもよい。この場合、波長選択手段の透過波長範囲とエタロンの透過波長範囲とが重複する波長範囲の光が出力される。したがって、本発明に係るレーザ装置は、所望の波長を選択することができる。

【0028】

レーザ装置は、共振器を共振する光の位相を調整する位相調整手段をさらに備え、第4のステップは、共振器を共振する光の位相を位相調整手段により調整することによって共振器から所望の波長光を出力させるステップであってもよい。この場合、位相調整手段により、共振器を共振する光の波長を調整することができる。したがって、所望の波長を選択することができる。

【0029】

第6のステップの後に、共振器が所望の波長光を出力し、かつ、所望の波長光の光強度が所定値になるように半導体光増幅器の出力強度を変化させるステップをさらに含んでいてもよい。この場合、本発明に係るレーザ装置は、所望の光強度の光を出力することができる。

【発明の効果】

【0035】

本発明によれば、所望の波長になるように出力光の波長を効率よく調整することができるとともに、出力光の光強度を変化させることができる。その結果、所望のレーザ発振を安定的に行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0036】

以下、本発明を実施するための最良の形態を説明する。

【実施例1】

【0037】

図1は、第1実施例に係るレーザ装置100の全体構成を示す模式図である。図1に示すように、レーザ装置100は、外部共振器部10、出力部20、波長モニタ部30、温度制御装置40および制御部50を備える。

【0038】

外部共振器部10は、半導体光増幅器11、位相調整器12、固定エタロン13、液晶エタロン14およびミラー15を含む。位相調整器12は、半導体光増幅器11の後部に固定されている。固定エタロン13、液晶エタロン14およびミラー15は、半導体光増幅器11および位相調整器12の後方に順に配置されている。

【0039】

半導体光増幅器11は、制御部50の指示に従って、所定の有効波長帯域を有する入力光にゲインを与えてレーザ光を出力する。半導体光増幅器11の前部にはミラー16が設けられている。位相調整器12の屈折率は、制御部50から与えられる電気信号に応じて変化する。位相調整器12の屈折率が変化すると、外部共振器部10の縦モードの位相が変化する。位相調整器12を透過した透過光は、固定エタロン13に入射される。

【0040】

固定エタロン13は、所定の波長周期で光を透過するバンドパスフィルタからなる。それにより、固定エタロン13に入射された光は、所定のピークを有する光となって固定エタロン13から液晶エタロン14に対して射出される。また、固定エタロン13は、半導体光増幅器11からの光に対して傾斜するように配置されている。本実施例においては、固定エタロン13は、88チャネル以上のエタロンピークを有する。以下、エタロンが透過光に与える波長ピークのことをエタロンピークと呼ぶ。なお、固定エタロンとは、入射光に対する屈折率が一定であるエタロンのことをいう。

【0041】

液晶エタロン14は、所定の波長周期で光を透過する液晶型バンドパスフィルタからなる。液晶エタロン14の屈折率は、制御部50から印加される電圧に応じて変化する。液晶エタロン14のエタロンピークの位相は、液晶エタロン14の屈折率が変化することに

10

20

30

40

50

より変化する。また、液晶エタロン 14 は、半導体光増幅器 11 からの光に対して傾斜するように配置されている。ミラー 15 は、液晶エタロン 14 を透過する光を反射する。ミラー 15 は、入射光の一部を反射する一部反射ミラーであってもよく、全反射ミラーであってもよい。

#### 【0042】

半導体光増幅器 11 により増幅された光は、半導体光増幅器 11 のミラー 16 により反射され、位相調整器 12、固定エタロン 13 および液晶エタロン 14 を透過してミラー 15 に入射される。ミラー 15 に入射される光は、ミラー 15 により反射され、液晶エタロン 14、固定エタロン 13 および位相調整器 12 を透過し、半導体光増幅器 11 のミラー 16 により反射される。このように、半導体光増幅器 11 により増幅された光は、ミラー 15 とミラー 16 との間で共振し、外部共振器部 10 の外部に出力される。

10

#### 【0043】

出力部 20 は、ビームスプリッタ 21 およびシャッタ 22 を含む。ビームスプリッタ 21 は、外部共振器部 10 から与えられた光の一部を透過してシャッタ 22 に与えるとともに、外部共振器部 10 から与えられた光の一部を反射して波長モニタ部 30 に与える。シャッタ 22 は、制御部 50 の指示に従って、ビームスプリッタ 21 から与えられた光の外部への出力を制御する。それにより、レーザ装置 100 が出力する光の波長、出力パワー、位相等の調整を行う際に不安定な光の外部出力を停止することができる。

#### 【0044】

波長モニタ部 30 は、ビームスプリッタ 31、ロッカ用エタロン 32 および光検知素子 33, 34, 35 を含む。ビームスプリッタ 31 は、ビームスプリッタ 21 から与えられた光の一部を透過してロッカ用エタロン 32 に与えるとともに、ビームスプリッタ 21 から与えられた光の一部を反射して光検知素子 34 に与える。ロッカ用エタロン 32 に与えられた光は、所定の周期の波長ピークを有する光となって光検知素子 33 に与えられる。

20

#### 【0045】

光検知素子 33 は、ロッカ用エタロン 32 から与えられた光の光強度を測定し、制御部 50 に測定結果を与える。光検知素子 34 は、ビームスプリッタ 31 から与えられた光の光強度を測定し、制御部 50 に測定結果を与える。また、液晶エタロン 14 が半導体光増幅器 11 からの光に対して傾斜していることから、ミラー 15 により反射される光の一部は、液晶エタロン 14 により反射される。光検知素子 35 は、液晶エタロン 14 により反射される光の光路上に配置されている。光検知素子 35 は、液晶エタロン 14 により反射される光の光強度を測定し、制御部 50 に測定結果を与える。

30

#### 【0046】

外部共振器部 10、出力部 20 および波長モニタ部 30 は、温度制御装置 40 上に配置されている。温度制御装置 40 は、制御部 50 の指示に従って、一定の温度を保持する。それにより、外部共振器部 10、出力部 20 および波長モニタ部 30 の温度が一定に保持され、レーザ装置 100 から出力される光の波長が安定化する。また、温度制御装置 40 は、内部に温度センサ（図示せず）を備える。この温度センサは、温度制御装置 40 の温度を制御部 50 に与える。なお、温度制御装置 40 の温度を制御することにより、液晶エタロン 14 およびロッカ用エタロン 32 のエタロンピークを調整することもできる。

40

#### 【0047】

制御部 50 は、CPU（中央演算処理装置）、ROM（リードオンリメモリ）等から構成される。制御部 50 の ROM には、レーザ装置 100 の制御データ 200 が格納されている。制御部 50 は、制御データ 200 に基づいて、半導体光増幅器 11、位相調整器 12、液晶エタロン 14、光検知素子 33, 34, 35、シャッタ 22 および温度制御装置 40 の制御を行う。

#### 【0048】

次に、レーザ装置 100 の制御データ 200 について説明する。図 2 は、レーザ装置 100 の制御データ 200 を説明する図である。図 2 (a) は制御データ 200 のテーブルを示し、図 2 (b) は制御データ 200 が格納される記録媒体を示し、図 2 (c) は制御

50

データ 200 が利用者に送信される様子を示す図である。

【0049】

図 2 ( a ) に示すように、制御データ 200 は、初期データ 200 a および目標データ 200 b を含む。初期データ 200 a は、温度制御装置 40 が所定の温度である場合における半導体光増幅器 11 の制御電流値、位相調整器 12 の制御電気信号、液晶エタロン 14 の制御電圧値、光検知素子 33, 34, 35 のターゲット電流値および温度制御装置 40 の温度を含む。目標データ 200 b は、目標値 1, 2 を含む。それぞれの電圧値、電流値および目標値 1, 2 は、固定エタロン 13 の各チャネルごとに設定されている。目標値 1 はレーザ装置 100 の目標出力光強度であり、目標値 2 はレーザ装置 100 の出力光の目標位相である。

10

【0050】

初期データ 200 a は、図 1 の制御部 50 が半導体光増幅器 11、位相調整器 12 および液晶エタロン 14 の初期化を行う際に用いられる。このように、あらかじめ設定されている制御データ 200 に基づいてレーザ装置 100 の出力光の初期化を行うことができる。また、目標データ 200 b の目標値 1, 2 は、レーザ装置 100 の出力光の初期化後に制御部 50 がレーザ装置 100 の出力光強度および位相を制御する際に用いられる。

【0051】

次に、制御データ 200 の作成方法について説明する。まず、温度制御装置 40 の温度が所定の温度になるように、制御部 50 により温度制御装置 40 を制御する。次いで、ビームスプリッタ 21 から出力されるレーザ光のピーク波長および光強度が所定の値になるように、制御部 50 により外部共振器部 10 および波長モニタ部 30 を制御する。この場合の半導体光増幅器 11 の制御電流値、位相調整器 12 の制御電気信号、液晶エタロン 14 の制御電圧値、光検知素子 33, 34, 35 のターゲット電流値および温度制御装置 40 のサーミスタによる検知結果を制御部 50 の ROM に記録する。また、レーザ装置 100 の目標出力光強度およびレーザ装置 100 の出力光の目標波長を制御部 50 の ROM に記録する。以上の作業を固定エタロン 13 の各チャネルごとに行う。以上の作業により、制御データ 200 が作成される。

20

【0052】

また、図 2 ( b ) に示すように、制御データ 200 は、記録媒体 201 に格納されている。記録媒体 201 としては、半導体メモリ、磁気ディスク、CD-ROM 等の可搬媒体を用いることができる。制御部 50 は、記録媒体 201 に格納されている制御データ 200 を用いて、レーザ装置 100 が出力する光の波長の制御を行う。また、図 2 ( c ) に示すように、制御データ 200 は、インターネット 202 等の電子的送信手段により利用者があらかじめ準備する記録媒体に記録される。

30

【0053】

次に、レーザ装置 100 の制御方法について説明する。図 3 は、レーザ装置 100 の制御方法について説明する図である。図 3 ( a ) は液晶エタロン 14 のエタロンピーク帯域を示す図であり、図 3 ( b ) は固定エタロン 13 のエタロンピーク帯域を示す図であり、図 3 ( c ) は外部共振器部 10 の縦モードを示す図である。図 3 ( a ) ~ 図 3 ( c ) の横軸は波長を示し、図 3 ( a ) ~ 図 3 ( c ) の縦軸は透過光強度を示す。ここで、エタロンピーク帯域とは、エタロンピークを含みかつ相対的に高い透過性を有する波長帯域のことをいう。

40

【0054】

図 3 ( a ) の実線は初期データ 200 a に基づいた液晶エタロン 14 のエタロンピーク帯域を示し、図 3 ( c ) の実線は初期データ 200 a に基づいて発生した外部共振器部 10 の縦モードを示す。図 1 の外部共振器部 10 において共振する光の光強度は、液晶エタロン 14 のエタロンピーク帯域、固定エタロン 13 のエタロンピーク帯域および外部共振器部 10 の縦モードの合成ピークの光強度になる。

【0055】

まず、制御部 50 は、制御データ 200 の初期データ 200 a を用いて、液晶エタロン

50

１４に印加する電圧、位相調整器１２に与える電気信号および半導体光増幅器１１に与える電気信号を制御する。本実施例においては、液晶エタロン１４のエタロンピーク帯域、固定エタロン１３のエタロンピーク帯域および位相調整器１２の縦モードが重なる波長域において、固定エタロン１３の所望のエタロンピークおよび位相調整器１２の所望の縦モードは液晶エタロン１４のエタロンピークよりも短波長側に存在する。この場合、外部共振器部１０において共振する光の光強度は、図３（ａ）の点Ｐで示される光強度になる。

【００５６】

次に、制御部５０は、外部共振器部１０の縦モードが固定エタロン１３のエタロンピークに一致するように位相調整器１２の縦モードを制御する。この場合、固定エタロン１３を透過する透過光の光強度が増大するように外部共振器部１０の縦モードを制御する。なお、光検知素子３３，３４の検知結果を用いて位相調整器１２に与える電気信号を制御することにより、外部共振器部１０の縦モードを制御することができる。この場合、外部共振器部１０において共振する光の光強度は、図３（ａ）の点Ｒで示される光強度になる。

【００５７】

次いで、制御部５０は、液晶エタロン１４のエタロンピークが固定エタロン１３のエタロンピークに一致するように液晶エタロン１４のエタロンピークを制御する。この場合、液晶エタロン１４を透過する透過光の光強度が増大するように液晶エタロン１４のエタロンピークを制御する。なお、光検知素子３４，３５の検知結果を用いて液晶エタロン１４に印加する電圧を制御することにより、液晶エタロン１４のエタロンピークを制御することができる。この場合、外部共振器部１０において共振する光の光強度は、図３（ａ）の点Ｓで示される光強度になる。

【００５８】

次に、制御部５０は、制御データ２００aに基づいて半導体光増幅器１１に与える電流を制御することにより、レーザ装置１００から出力される光の光強度および位相を調整する。以上の行程により、レーザ装置１００から出力される光の波長および光強度が調整される。なお、制御部５０は、外部共振器部１０の縦モードを固定エタロン１３のエタロンピークに一致させた後、外部共振器部１０の縦モードが固定エタロン１３のエタロンピークに常に一致するように、位相調整器１２に与える電気信号を制御する。

【００５９】

以上のように、本実施例に係るレーザ装置１００を用いることにより、外部に出力される光の波長が所望の波長になるように制御されるとともに、外部に出力される光の光強度を所望の強度に制御する際の電力効率が向上する。

【００６０】

なお、本実施例においては、液晶エタロン１４のエタロンピーク帯域、固定エタロン１３のエタロンピーク帯域および外部共振器部１０の縦モードが重なる波長域において、固定エタロン１３のエタロンピークおよび外部共振器部１０の縦モードは液晶エタロン１４のエタロンピークよりも短波長側に存在するが、長波長側にあっても構わない。

【００６１】

また、本実施例においては、外部共振器部１０の縦モードが固定エタロン１３のエタロンピークに一致するように位相調整器１２が制御されているが、外部共振器１０の縦モードが固定エタロン１３のエタロンピーク側に变化するように位相調整器１２を制御すれば本発明の効果が得られる。同様に、液晶エタロン１４のエタロンピークが固定エタロン１３のエタロンピークに一致するように液晶エタロン１４のエタロンピークが制御されているが、液晶エタロン１４のエタロンピークが固定エタロン１３のエタロンピーク側に变化するように液晶エタロン１４を制御すれば本発明の効果が得られる。

【００６２】

続いて、波長切換方法について説明する。まず、制御部５０は、図３で説明したように、半導体光増幅器１１、位相調整器１２、液晶エタロン１４を制御する。次に、制御部５０は、シャット２２により、外部共振器部１０からの光の外部への出力を停止する。この場合、外部共振器部１０においては光の共振は常に行われている。



## 【 0 0 6 3 】

次いで、制御部 5 0 は、制御データ 2 0 0 の初期データ 2 0 0 a の他のチャネルになるように、液晶エタロン 1 4 に印加する電圧、位相調整器 1 2 に与える電気信号および半導体光増幅器 1 1 に与える電気信号を制御する。それにより、液晶エタロン 1 4 のエタロンピークおよび外部共振器部 1 0 の縦モードが、固定エタロン 1 3 の他のエタロンピークと重複するようになる。次に、制御部 5 0 は、図 3 で説明したレーザ装置の制御方法に従って、半導体光増幅器 1 1、位相調整器 1 2、液晶エタロン 1 4 を制御する。

## 【 0 0 6 4 】

以上のことから、レーザ装置 1 0 0 が出力する光の波長、出力パワー、位相等の調整を行う際に不安定な光が外部に出力されることを停止することができるとともに、チャネル切換後に外部に出力される光の波長が所望の波長になるように効率よく制御される。

10

## 【 0 0 6 5 】

本実施例においては、液晶エタロン 1 4 が波長選択手段に相当し、外部共振器部 1 0 が共振器に相当し、制御部 5 0 が制御手段およびレーザ装置の制御装置に相当し、固定エタロン 1 3 がエタロンおよび第 2 のエタロンに相当し、ロック用エタロン 3 2 が第 3 のエタロンに相当し、光検知素子 3 3 が光検知手段に相当し、シャッタ 2 2 が外部出力制御手段に相当し、位相調整器 1 2 が位相調整手段に相当し、初期データ 2 0 0 a が第 1 の制御値および第 2 の制御値に相当し、目標データ 2 0 0 b が第 1 の目標値および第 2 の目標値に相当し、エタロンピーク帯域が透過波長範囲に相当する。

20

## 【 実施例 2 】

## 【 0 0 6 6 】

次に、第 2 実施例に係るレーザ装置 1 0 0 a について説明する。レーザ装置 1 0 0 a の構成は、図 1 のレーザ装置 1 0 0 の構成と同様である。以下、レーザ装置 1 0 0 a の制御方法について説明する。図 4 は、レーザ装置 1 0 0 a の制御方法について説明するための図である。図 4 の縦軸は液晶エタロン 1 4 の光透過度を示し、図 4 の横軸は波長を示す。

## 【 0 0 6 7 】

図 4 の実線は初期データ 2 0 0 a に基づいた液晶エタロン 1 4 のエタロンピーク帯域を示す。本実施例においては、外部共振器部 1 0 の所望の縦モードは、液晶エタロン 1 4 のエタロンピークよりも長波長側になるように設定されている。また、液晶エタロン 1 4 のエタロンピーク帯域に固定エタロン 1 3 のエタロンピークが複数含まれる。

30

## 【 0 0 6 8 】

この場合、液晶エタロン 1 4 のエタロンピーク帯域と固定エタロン 1 3 のエタロンピークとの重複ピークのうち出力光強度の許容値の下限を超えるピークの光がレーザ装置 1 0 0 a の外部に出力されるが、上記重複ピークのうち他のピークの光もレーザ装置 1 0 0 a の外部に出力されるおそれがある。そこで、本実施例においては、制御部 5 0 は、以下の制御を行う。

## 【 0 0 6 9 】

まず、制御部 5 0 は、制御データ 2 0 0 の初期データ 2 0 0 a を用いて、液晶エタロン 1 4 に印加する電圧、位相調整器 1 2 に与える電気信号および半導体光増幅器 1 1 に与える電気信号を制御する。本実施例においては、液晶エタロン 1 4 のエタロンピーク帯域、固定エタロン 1 3 のエタロンピーク帯域および位相調整器 1 2 の縦モードが重なる波長域において、固定エタロン 1 3 のエタロンピークおよび位相調整器 1 2 の縦モードは液晶エタロン 1 4 のエタロンピークまたはエタロンピークよりも長波長側に存在する。

40

## 【 0 0 7 0 】

この場合、長波長側の液晶エタロン 1 4 の光透過度が低下することから、長波長側の上記重複ピークの光強度が減少する。したがって、長波長側の上記重複ピークが外部に出力されることが抑制される。なお、所望の波長ピークの光強度は出力光強度の許容値の下限を下回らない範囲で低下することから、所望の波長光の出力が停止することはない。

## 【 0 0 7 1 】

一方、液晶エタロン 1 4 のエタロンピークが短波長側に変化すると、短波長側の液晶エ

50

タロン 14 の光透過度が増大する。しかしながら、半導体光増幅器 11 のゲインが発振波長の短波長側において小さくなることから、短波長側の上記重複ピークの光強度の増大は抑制される。したがって、短波長側の上記重複ピークが外部に出力されることが抑制される。

【0072】

以上のように、液晶エタロン 14 のエタロンピーク帯域に固定エタロン 13 のエタロンピークが複数含まれる場合でも、液晶エタロン 14 のエタロンピークを短波長側に变化させることにより、複数のピーク波長の光が外部に出力されることが防止される。

【0073】

次に、制御部 50 は、図 3 の制御方法と同様に、外部共振器部 10 の縦モードが固定エタロン 13 のエタロンピークに一致するように位相調整器 12 の縦モードを制御する。この場合、固定エタロン 13 を透過する透過光の光強度が増大するように外部共振器部 10 の縦モードを制御する。なお、光検知素子 33, 34 の検知結果を用いて位相調整器 12 に与える電気信号を制御することにより、外部共振器部 10 の縦モードを制御することができる。

10

【0074】

次いで、制御部 50 は、液晶エタロン 14 のエタロンピークが外部共振器部 10 の発振波長よりも短波長側になる範囲で、液晶エタロン 14 のエタロンピークを制御する。この場合、液晶エタロン 14 のエタロンピークが長波長側に变化するように液晶エタロン 14 を制御すれば、液晶エタロン 14 を透過する透過光の光強度が増大する。一方、液晶エタロン 14 のエタロンピークが短波長側に变化するように液晶エタロン 14 を制御すれば、外部共振器部 10 の発振状態が維持される。

20

【0075】

次に、制御部 50 は、半導体光増幅器 11 に与える電気信号を制御することにより、レーザ装置 100a から出力される光の光強度を調整する。以上の行程により、レーザ装置 100a から出力される光の波長および光強度が調整される。なお、制御部 50 は、外部共振器部 10 の縦モードを固定エタロン 13 のエタロンピークに一致させた後、外部共振器部 10 の縦モードが固定エタロン 13 のエタロンピークに常に一致するように、位相調整器 12 に与える電気信号を制御する。

【0076】

30

以上のように、本実施例に係るレーザ装置 100a を用いることにより、外部に出力される光の波長が所望の波長になるように制御されるとともに、外部に出力される光の光強度が所望の強度に制御される。また、複数のピーク波長の光が外部に出力されることが防止される。

【0077】

また、本実施例においては、外部共振器部 10 の縦モードが固定エタロン 13 のエタロンピークに一致するように位相調整器 12 が制御されているが、位相調整器 12 の縦モードが固定エタロン 13 のエタロンピーク側に变化するように位相調整器 12 を制御すれば本発明の効果が得られる。

【0078】

40

また、本実施例においても、第 1 実施例の波長切換方法と同様の方法を用いれば、レーザ装置 100a が出力する光の波長、出力パワー、位相等の調整を行う際に不安定な光が外部に出力されることを停止することができるとともに、チャンネル切換後に外部に出力される光の波長が所望の波長になるように効率よく制御される。

【0079】

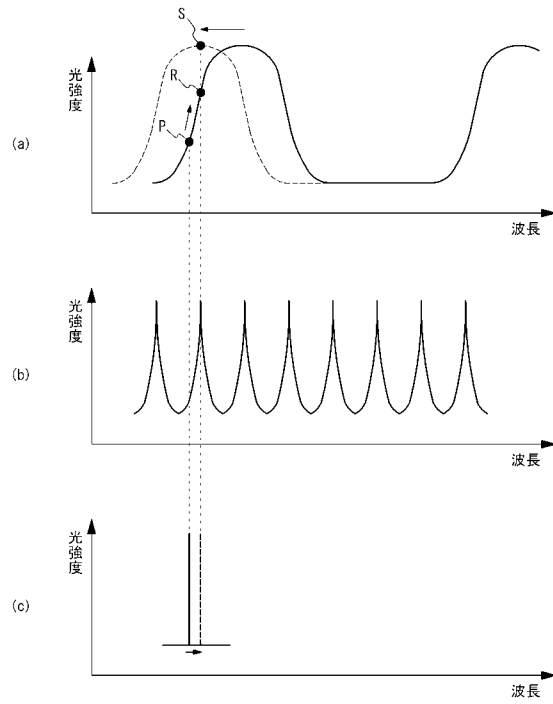
なお、本発明に係るレーザ装置 100, 100a は、出力光の波長選択精度を向上させるために位相調整器 12 および固定エタロン 13 を備えるが、必ずしも必要な構成部品ではない。例えば、液晶エタロン 14 により出力光の波長を变化させることにより本発明の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

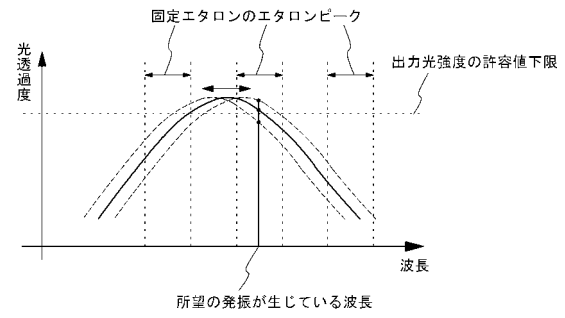
50



【図 3】



【図 4】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 山内 康之  
山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漣阿原１０００番地 ユーディナデバイス株式会社内
- (72)発明者 田中 宏和  
山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漣阿原１０００番地 ユーディナデバイス株式会社内
- (72)発明者 渡辺 準治  
山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漣阿原１０００番地 ユーディナデバイス株式会社内

審査官 傍島 正朗

- (56)参考文献 米国特許第０６６６５３２１（ＵＳ，Ｂ１）  
米国特許第０６６６７９９８（ＵＳ，Ｂ１）  
特開平１０－１９０１０５（ＪＰ，Ａ）  
特開平０４－１２７４８８（ＪＰ，Ａ）  
特開平０４－１４２０９０（ＪＰ，Ａ）  
特開平０３－２４４１７６（ＪＰ，Ａ）  
国際公開第０３／００５５０１（ＷＯ，Ａ１）  
特開２００３－２８３０４４（ＪＰ，Ａ）  
特開２００５－０７２４８８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

H 0 1 S      3 / 0 0   -      5 / 5 0