

(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2015-115411

(P2015-115411A)

(43) 公開日 平成27年6月22日(2015.6.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 S 5/062 (2006.01)	HO 1 S 5/062	5 F 1 7 3
HO 1 S 5/40 (2006.01)	HO 1 S 5/40	
HO 1 S 5/12 (2006.01)	HO 1 S 5/12	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2013-255350 (P2013-255350)  
 (22) 出願日 平成25年12月10日 (2013.12.10)

(71) 出願人 000004226  
 日本電信電話株式会社  
 東京都千代田区大手町一丁目5番1号  
 (74) 代理人 110001243  
 特許業務法人 谷・阿部特許事務所  
 (72) 発明者 金井 拓也  
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
 本電信電話株式会社内  
 (72) 発明者 布谷 伸浩  
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
 本電信電話株式会社内  
 (72) 発明者 石井 啓之  
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

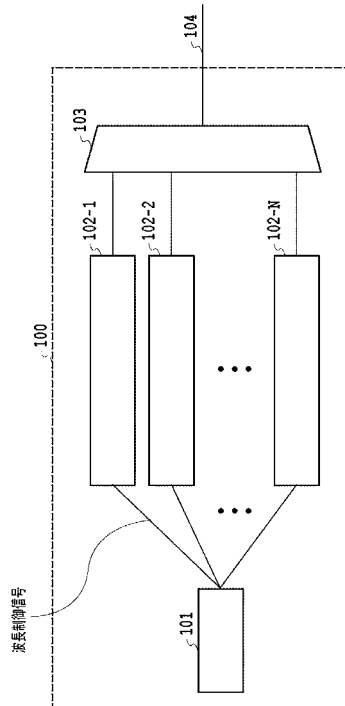
(54) 【発明の名称】 高速波長掃引光源

(57) 【要約】

【課題】光源に発振波長を電流制御可能な複数の波長可変レーザアレイを用いることで、広帯域で連続的に波長を変化させることができる高速波長掃引光源を提供すること。

【解決手段】高速波長掃引光源100は、N個の波長可変レーザ102-1~102-Nと、それらを制御するための制御器101と、各波長可変レーザから出力された光を合波し、光ファイバ104に出力する合波器103を備える。波長可変レーザ102-1~102-Nは、活性領域及び非活性領域を有していて、その非活性層領域への注入電流を変化させることで発振波長を変化させるタイプの波長可変レーザである。波長可変レーザ102-1~102-Nは、制御器101によってその発振波長が制御され、波長可変レーザ間の切り替えを行う際には隣接する波長可変レーザの出力を合波器103で合波することにより、出力の波長が連続的に変化するように制御される。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

発振波長が電流制御可能で、モードホップなく連続的に波長を変化させることができる、異なる可変波長域を有する複数の波長可変レーザと、前記複数の波長可変レーザの出力強度と発振波長を制御する制御器と、前記複数の波長可変レーザが接続された光合波器と、を有することを特徴とする高速波長掃引光源。

## 【請求項 2】

前記制御器は、前記各波長可変レーザの注入電流に対する発振波長の関係を表す波長可変特性に合わせて波長制御信号の波形を制御することにより、前記各波長可変レーザの発信波長を時間に対して線形に変化させることを特徴とする請求項 1 に記載の高速波長掃引光源。

10

## 【請求項 3】

隣接する前記波長可変レーザ間の前記可変波長域は、一部重なりを有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の高速波長掃引光源。

## 【請求項 4】

前記波長可変レーザは、半導体波長可変レーザであることを特徴とする請求項 1 乃至 3 に記載の高速波長掃引光源。

## 【請求項 5】

前記波長可変レーザは、TDA-DFBレーザであることを特徴とする請求項 1 乃至 3 に記載の高速波長掃引光源。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、高速且つ大きな波長可変域を有する波長可変レーザを用いた高速波長掃引光源に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、光通信、分光分析や光イメージングなど、様々な分野で波長を変化させることができる光源を用いたシステムや測定技術が多く開発されている。特に、高度な光通信システムや、高精度な測定器を実現するには、単一の波長で発振する高品質な単一モードレーザが必要不可欠である。また、測定技術の高度化には高速に波長を掃引することも必要な技術である。

30

## 【0003】

単一モードレーザ発振を実現する方法としては、光導波路に周期的な凹凸の構造をした回折格子を用いるものがある。回折格子が形成された光導波路においては、光導波路の等価屈折率を  $n$ 、回折格子の周期を  $\Lambda$  とすると、その反射波長  $\lambda_B$  は以下の(1)式で表される。

$$\lambda_B = 2n\Lambda \quad (1)$$

## 【0004】

上記(1)式より、光導波路の等価屈折率を変化させることで反射波長を変化させることができることがわかる。つまり、回折格子を用いた光共振器を構成することで、選択的に波長を変化させられる波長可変レーザを構成することができる。

40

## 【0005】

回折格子を利用した波長可変レーザとしては、DBR(Distributed Bragg Reflector)レーザ、SG(Sampled Grating)-DBRレーザやSSG(Super Structure Grating)-DBRレーザなどがある。また、これらのレーザにおいて、DBR部分への注入電流を制御することでキャリアプラズマ効果により導波路内の等価屈折率変化が生じ、高速に波長を変化させることができる。その他の高速に波長を掃引する技術としては、機械的に外部鏡(例えば、

50

反射型回折格子など)を制御することで波長を変化させる技術などがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2008-103466号公報

【特許文献2】特開2008-218947号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、SG-DBRやSSG-DBRは、多数の反射ピークを持つ反射器を使い、モードホップを利用して広帯域な波長可変幅を実現しているため、反射ピーク波長だけでなく位相も合わせた制御が必要となり、制御系が非常に複雑になってしまうという課題がある。また、外部鏡を用いた波長掃引光源に関しては、機械的に制御するため、その駆動部の速度に波長掃引速度が律速される課題がある。

10

【0008】

本発明は、このような課題を鑑みてなされたもので、その目的とするところは、光源に発振波長を電流制御可能な複数の波長可変レーザアレイを用いることで、広帯域で連続的に波長を変化させることができる高速波長掃引光源を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の課題を解決するために、本発明は、高速波長掃引光源であって、発振波長が電流制御可能で、モードホップなく連続的に波長を変化させることができる、異なる可変波長域を有する複数の波長可変レーザと、前記複数の波長可変レーザの出力強度と発振波長を制御する制御器と、前記複数の波長可変レーザが接続された光合波器と、を有することを特徴とする。

20

【0010】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の高速波長掃引光源において、前記制御器は、前記各波長可変レーザの注入電流に対する発振波長の関係を表す波長可変特性に合わせて波長制御信号の波形を制御することにより、前記各波長可変レーザの発信波長を時間に対して線形に変化させることを特徴とする。

30

【0011】

請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の高速波長掃引光源において、隣接する前記波長可変レーザ間の前記可変波長域は、一部重なりを有することを特徴とする。

【0012】

請求項4に記載の発明は、請求項1乃至3に記載の高速波長掃引光源において、前記波長可変レーザは、半導体波長可変レーザであることを特徴とする。

【0013】

請求項5に記載の発明は、請求項1乃至3に記載の高速波長掃引光源において、前記波長可変レーザは、TDA-DFBレーザであることを特徴とする。

【発明の効果】

40

【0014】

本発明によれば、光源に発振波長を電流制御可能な複数の波長可変レーザアレイを用いることで、簡易な制御系を用いて広帯域で連続的に高速波長掃引できる高速波長掃引光源を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施形態1に係る波長可変レーザを有する高速波長掃引光源の構造を示す図である。

【図2】本発明の高速波長掃引光源の出力光の波長の時間変化を示す図である。

【図3】本発明の実施形態2に係る波長可変分布活性(TDA)-DFBレーザアレイを

50

有する高速波長掃引光源を示す図である。

【図4】TDA-DFBレーザの基本的な構造を示す図である。

【図5】TDA-DFBレーザアレイの制御電圧に対する発振波長の特性例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態について、詳細に説明する。尚、以下に説明する実施形態は本発明の実施例であり、本発明は、以下の実施形態に制限されるものではない。

【0017】

(実施形態1)

図1に、本発明の実施形態1に係る波長可変レーザを有する高速波長掃引光源の構造を示す。高速波長掃引光源100は、N個の波長可変レーザ102-1~102-Nと、それらを制御するための制御器101と、各波長可変レーザから出力された光を合波し、光ファイバ104に出力する合波器103(例えば、パワースプリッタ(PS)やArrayed waveguide grating (AWG)など)を備える。

【0018】

波長可変レーザ102-1~102-Nは、活性領域及び非活性領域を有していて、その非活性層領域への注入電流を変化させることで発振波長を変化させるタイプの波長可変レーザである。波長可変レーザ102-1~102-Nは、それぞれが隣接する波長可変レーザ間で一部重なりを有しながら異なる可変波長域を有している。波長可変レーザ102-1~102-Nは、制御器101によってその発振波長が制御され、波長可変レーザ間の切り替えを行う際には隣接する波長可変レーザの出力を合波器103で合波することにより、出力の波長が連続的に変化するように制御される。

【0019】

図2に、本発明の高速波長掃引光源の出力光の波長の時間変化を示す。制御器101は、各波長可変レーザ102-1~102-Nにおける非活性領域への注入電流又は制御電圧と発振波長との関係を表す波長可変特性を予め有しており、その波長可変特性に合わせて発振波長を制御する。これにより、高速波長掃引光源100の出力光の波長を時間に対して線形に変化するように制御することができる。また、波長可変レーザ102-1~102-Nの各可変波長域の一部が僅かに重なるように隣接しているので、高速波長掃引光源100の出力光の波長を途切れることなく連続的に変化させることができる。

【0020】

また、波長可変レーザ102-1~102-Nは、その出力を増幅もしくは一定にするために光増幅器(例えば、半導体増幅器(SOA)など)をそれぞれ有することができる。波長可変レーザ102-1~102-Nが光増幅器を有する場合、各光増幅器は制御器101によって制御され、波長可変レーザ102-1~102-Nの各出力強度を制御するシャッターの役割も担うことができる。

【0021】

(実施形態2)

図3に、本発明の実施形態2に係る波長可変分布活性(TDA)-DFBレーザアレイを有する高速波長掃引光源を示す。高速波長掃引光源300は、N個のTDA-DFBレーザ302-1~302-Nと、それらを制御する制御器301と、TDA-DFBレーザ302-1~302-Nから出力された光を合波し、光ファイバ304に出力する合波器303(例えば、PSやAWGなど)を備える。

【0022】

TDA-DFBレーザは、連続的に波長を変化させることのできる波長可変半導体レーザである。図4に、TDA-DFBレーザの基本的な構造を示す。TDA-DFBレーザ400は、基板401上に活性導波路層402と非活性導波路層403(波長制御領域)がそれぞれ一定の長さ $L_a$ 、 $L_t$ で交互に周期的に形成された構造になっている(例えば、特許文献1参照)。活性導波路層402と非活性導波路層403の上部には、中央付近

10

20

30

40

50

に位相シフト領域 404 が形成された回折格子 405 が形成されており、回折格子 405 の周期に応じた波長のみ選択的に反射されるようになっている。また、基板 401 の表面には 1 つの電極 406 が形成され、回折格子 401 の表面には活性導波路層 402 上に形成された電極 407 と非活性導波路層 403 上に形成された電極 408 とからなる 2 つの電極が形成されている。

#### 【0023】

この TDA - DFB レーザ 400 においては、活性導波路層 402 へ電流  $I_a$  を注入することで利得が生じ、回折格子 405 で選択的に反射された波長においてレーザ発振が起こる。一方、非活性導波路層 403 に電流  $I_t$  を注入すると、キャリアプラズマ効果により導波路内の屈折率変化が生じ、非活性導波路 403 における回折格子 405 の反射波長が変化する。そのため、非活性導波路層 403 に注入する電流量を変化させることで、TDA - DFB レーザの発振波長を変化させることができる（特許文献 1、2 参照）。また、TDA - DFB レーザはその構造上、波長変化時に原理的にモードホップが生じず、連続的に波長を変化させられるという特徴がある。

10

#### 【0024】

TDA - DFB レーザ 400 の波長可変幅は最大で 8 nm 程度である。その TDA - DFB レーザを同一の半導体上に二次元的に配列した TDA - DFB レーザアレイとすることで 40 nm 以上の広帯域な波長可変幅を実現することができる。

#### 【0025】

TDA - DFB レーザ 302 - 1 ~ 302 - N は、それぞれが隣接する波長可変レーザ間で一部重なりを有しながら異なる可変波長域を有している。TDA - DFB レーザ 302 - 1 ~ 302 - N は、制御器 301 によってその発振波長が制御され、波長可変レーザ間の切り替えを行う際には隣接する波長可変レーザの出力を合波器 303 で合波することにより、出力の波長が連続的に変化するように制御される。

20

#### 【0026】

図 5 に、TDA - DFB レーザアレイの制御電圧に対する発振波長の特性例を示す。制御器 301 は、各 TDA - DFB レーザ 302 - 1 ~ 302 - N における非活性領域への注入電流又は制御電圧と発振波長との関係を表す波長可変特性を予め有しており、その波長可変特性に合わせて発振波長を制御する。制御器 301 は、この波長特性に合わせて制御信号の波形を制御することで、高速波長掃引光源 300 の出力光の波長を時間に対して線形に変化するように制御することができる。

30

#### 【0027】

また、TDA - DFB レーザ 302 - 1 ~ 302 - N の各可変波長域の一部が僅かに重なるように隣接しているので、高速波長掃引光源 300 の出力光の波長を途切れることなく連続的に変化させることができる。

#### 【0028】

以上のように、N 個の波長可変レーザもしくは TDA - DFB レーザからなるレーザアレイを組み合わせることで、シンプルな構成で広帯域且つ連続的に波長を掃引できる高速波長掃引光源を実現することができる。

#### 【符号の説明】

40

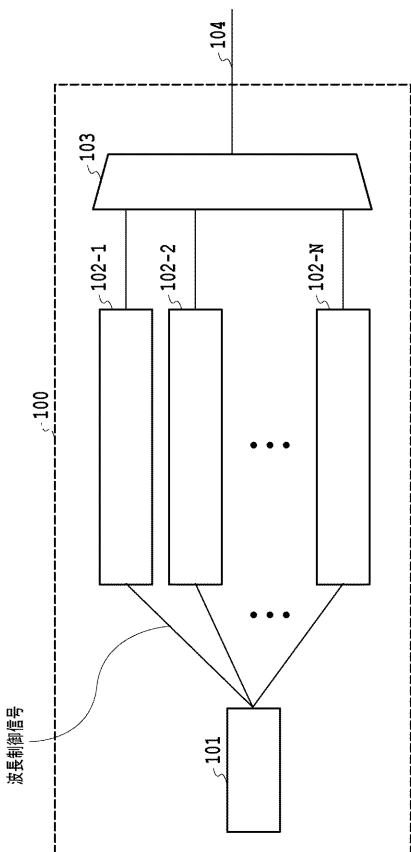
#### 【0029】

- 100、300 高速波長掃引光源
- 101、301 制御器
- 102 - 1 ~ 102 - N 波長可変レーザ
- 103、303 合波器
- 104、304 光ファイバ
- 302 - 1 ~ 302 - N TDA - DFB レーザ
- 400 TDA - DFB レーザ
- 401 基板
- 402 活性導波路層

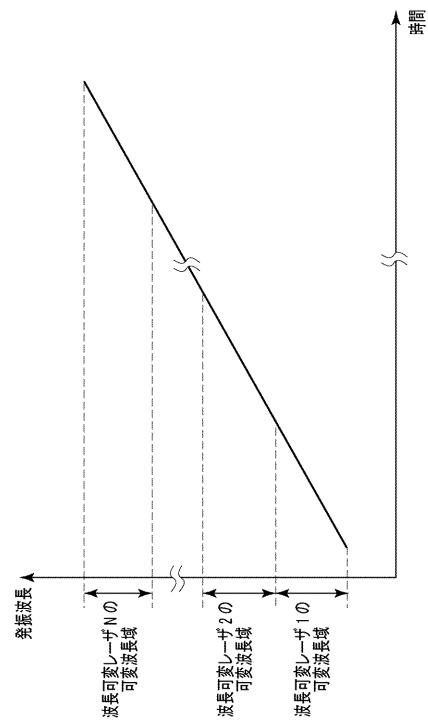
50

- 4 0 3 非活性導波路層
- 4 0 4 位相シフト領域
- 4 0 5 回折格子
- 4 0 6 ~ 4 0 8 電極

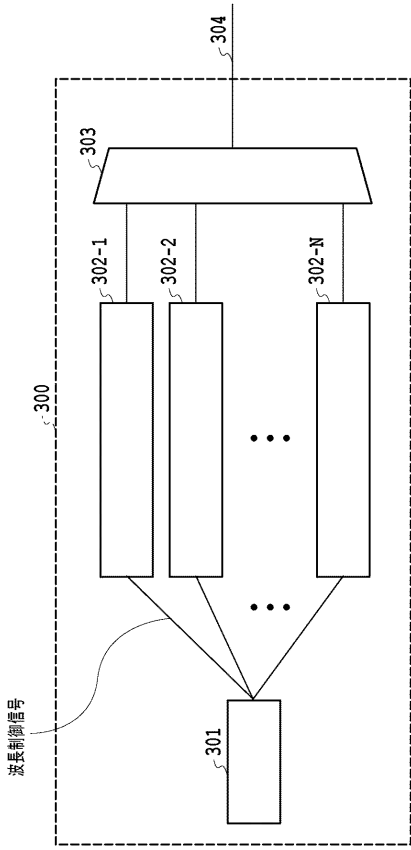
【 図 1 】



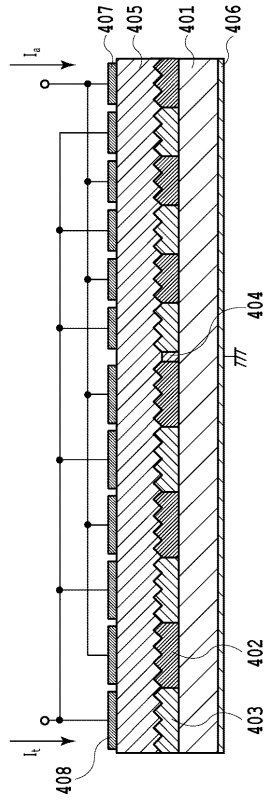
【 図 2 】



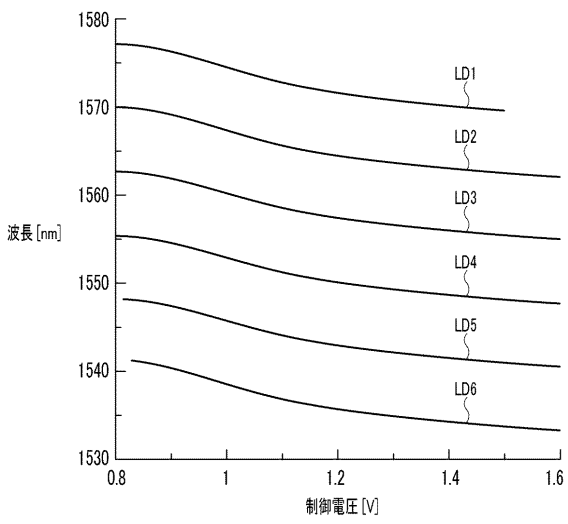
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 下小園 真

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5F173 AB03 AB14 AB17 AB50 AD06 AK21 AR06 MA02 MA10 ME44  
MF27 SA03 SA06 SA26 SA32 SC02 SC10 SE02 SG21