

(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2010-245122

(P2010-245122A)

(43) 公開日 平成22年10月28日(2010.10.28)

(51) Int.Cl.		F 1	テーマコード (参考)
<b>HO 1 S</b> 5/14 (2006.01)		HO 1 S 5/14	5 F 1 7 3
<b>HO 1 S</b> 5/50 (2006.01)		HO 1 S 5/50 6 1 0	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2009-89451 (P2009-89451)  
 (22) 出願日 平成21年4月1日(2009.4.1)

(71) 出願人 000004237  
 日本電気株式会社  
 東京都港区芝五丁目7番1号  
 (74) 代理人 100103090  
 弁理士 岩壁 冬樹  
 (74) 代理人 100124501  
 弁理士 塩川 誠人  
 (72) 発明者 鈴木 耕一  
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内  
 Fターム(参考) 5F173 AB33 AB44 AB47 AB50 AR06  
 AR07 AS01

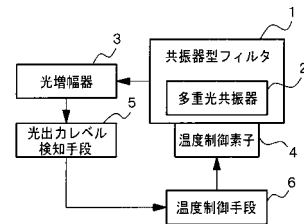
(54) 【発明の名称】 波長可変光源および狭線幅化方法

(57) 【要約】

【課題】特別な追加部品を設けることなく出力光の狭線幅化を図ることができる波長可変光源を提供する。

【解決手段】波長可変光源は、光路長が異なる複数の光共振器を有する多重光共振器2を含む共振器型フィルタ1と、共振器型フィルタ1の出力光を増幅する光増幅器3と、共振器型フィルタ1に対して設けられている温度制御素子4と、光増幅器3が出力する光の出力レベルを検知する光出力レベル検知手段5と、光出力レベル検知手段5が検知した出力レベルが最大になるように温度制御素子4の状態を制御する温度制御手段6とを備えている。

【選択図】 図6



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光路長が異なる複数の光共振器を有する多重光共振器を含む共振器型フィルタと、共振器型フィルタの出力光を増幅する光増幅器と、前記共振器型フィルタに対して設けられている温度制御素子とを備えた波長可変光源であって、

前記光増幅器が出力する光の出力レベルを検知する光出力レベル検知手段と、

前記光出力レベル検知手段が検知した出力レベルが最大になるように前記温度制御素子の状態を制御する温度制御手段とを備えた

ことを特徴とする波長可変光源。

## 【請求項 2】

温度制御素子は、共振器型フィルタを加熱または冷却する素子である

請求項 1 記載の波長可変光源。

## 【請求項 3】

温度制御素子は、ペルチェ素子である

請求項 2 記載の波長可変光源。

## 【請求項 4】

温度制御素子は、多重光共振器の共振波長を変化させる波長可変素子である

請求項 1 記載の波長可変光源。

## 【請求項 5】

温度制御素子は、複数の光共振器のそれぞれに対応して形成されている位相シフタである

請求項 4 記載の波長可変光源。

## 【請求項 6】

光出力レベル検知手段は、

前記光増幅器が出力する光の一部を取り出す光取出手段と、

前記光取出手段が取り出した光の出力レベルに応じた信号を出力する受光素子とを含む

請求項 1 から請求項 5 のうちのいずれか 1 項に記載の波長可変光源。

## 【請求項 7】

光路長が異なる複数の光共振器を有する多重光共振器を含む共振器型フィルタと、共振器型フィルタの出力光を増幅する光増幅器と、前記共振器型フィルタに対して設けられている温度制御素子とを備えた波長可変光源から出射される光出力の線幅を狭線幅化するための狭線幅化方法であって、

前記光増幅器が出力する光の出力レベルを検知し、

検知した出力レベルが最大になるように前記温度制御素子の状態を制御する

ことを特徴とする狭線幅化方法。

## 【請求項 8】

共振器型フィルタを加熱または冷却する温度制御素子としてのペルチェ素子に与えられる電力を制御する

請求項 7 記載の狭線幅化方法。

## 【請求項 9】

複数の光共振器のそれぞれに対応して形成されている位相シフタを温度制御素子として、位相シフタに与えられる電力を制御する

請求項 7 記載の狭線幅化方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、大容量光伝送システム等において使用され、複数の波長の光を発振することが可能な波長可変光源および狭線幅化方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

10

20

30

40

50

波長が異なる複数の光信号を多重化して伝送する波長分割多重 (WDM: Wavelength Division Multiplexing) 通信システムや、WDMが高密度化された高密度波長分割多重 (DWDM: Dense Wavelength Division Multiplexing) 通信システムにおいて、発振波長が可変である光源 (波長可変光源: TLS (Tunable Laser Source)) が用いられている。

#### 【0003】

図7は、特許文献1に記載された波長可変光源を示す平面図である。図7に示す波長可変光源は、ゲイン領域111と位相制御領域112とを含む半導体光増幅器 (SOA: Semiconductor Optical Amplifier) 101と、リング共振器型フィルタ102とを備えている。リング共振器型フィルタ102は、PLC (Planar Lightwave Circuit: 平面光波回路) 基板に形成されている。

10

#### 【0004】

リング共振器型フィルタ102は、光路長がわずかに異なる複数のリング共振器103A, 103B, 103Cからなる多重光共振器110と、リング共振器103A, 103Bに設けられヒータとして機能するTO (Thermo-Optic) 位相シフタ104A, 104Bとを含む。多重光共振器110におけるリング共振器103A, 103B, 103Cは、光導波路106, 107で連結されている。

#### 【0005】

リング共振器型フィルタ102において、リング共振器103Aには、一端に高反射膜109が設けられている反射側光導波路105が連結されている。また、リング共振器103Cには、光を入出力する側の入出力側光導波路108が連結されている。

20

#### 【0006】

ガラスや化合物半導体によるリング共振器103A, 103Bにおけるリング状導波路において、ガラスや化合物半導体の屈折率が温度変化に応じて変化する。TO位相シフタ104A, 104Bは、リング共振器103A, 103Bのリング状導波路に熱を加えてリング状導波路の屈折率を別個に変化させることによって、リング共振器103A, 103Bの各光路長を変化させ、多重光共振器110における共振波長を変化させる波長可変素子である。

#### 【0007】

SOA101において、ゲイン領域111に電流が注入されると、発振のためのゲインが得られる。

30

#### 【0008】

位相制御領域112は、注入電流に応じて屈折率が変化する化合物半導体等で形成されている。そして、最適な発振特性が得られるように光の位相を制御するために、位相制御領域112に注入する電流を調整する。具体的には、CW (Continuous Wave) 光源としてのリング共振器型フィルタ102の光波長より短波の光波長がエネルギーバンドギャップ (化合物半導体材料によって決まる電子とキャリアのエネルギー) になるように半導体材料が設計されている。

#### 【0009】

また、出力光の波長 (発振波長) を制御するためにTO位相シフタ104A, 104Bがリング共振器103A, 103Bに熱を加えるので、PLC基板の温度が変化してしまう。PLC基板の温度が変化すると発振特性が変化するので、PLC基板の温度を一定にするための制御がなされている (例えば、特許文献2参照)。一般に、PLC基板の温度は、0.01~0.1の精度で制御されている。PLC基板の温度制御を行うために、例えば、PLC基板にペルチェ素子が付設されている。そして、PLC基板にサーミスタを設け、サーミスタを介して検知されるPLC基板の温度が一定になるようにペルチェ素子が制御される。

40

#### 【0010】

DWDM通信システムにおいて、大容量伝送を実現するために、WDMの波長チャンネル数を増大させたり1チャンネルあたりの伝送速度を増大させたりする。しかし、1チャンネル

50

あたりの伝送速度を10Gbps以上にすると波長分散や偏波モード分散による影響を受けて光信号の伝送距離が制限されしまう。

【0011】

伝送速度が40Gbps以上の光伝送システムが実用化されつつある。伝送速度が10Gbps程度の光伝送システムでは、光信号のON（発光状態）とOFF（消光状態）の変化によって情報を伝送する強度変調（Amplitude Shift Keying）が広く用いられている。1チャンネル当たりの伝送速度が40Gbps以上の光伝送システムでは、光信号の伝送距離を延ばす等の目的で、DPSK（Differential Phase Shift Keying）やDQPSK（Differential Quadrature Phase Shift Keying）等の位相変調が用いられる。それらの位相変調を用いるために、光源のスペクトル線幅が狭い狭線幅の波長可変光源が要求される。なお、一般的なDFB-LD（Distributed FeedBack Laser Diode）を用いたCW光源の線幅は概ね10MHzを越えている。

10

【0012】

位相変調を用いる場合には周波数利用効率を高めるために位相情報を制御する必要があるが、搬送波に相当するCW光源の周波数揺らぎは位相変調において抑制したり補正したりすることができないので、線幅が広いことは伝送制限を招く。従って、周波数揺らぎが小さい（1MHz未満）CW光源の実現が求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】特開2008-60445号公報

【特許文献2】特開2008-193003号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

ゲイン領域111と位相制御領域112とを含むSOA101を用い、位相制御領域112を制御することによって共振モードの最適化を図るように構成されている波長可変光源において、位相制御領域112は電流変動に対する感度が高いので、線幅が拡大しがちである。一例として、注入電流のゆらぎに対する周波数ゆらぎの比率で感度を表現すると、 $f/I = 0.1 \sim 1$  (MHz/ $\mu$ A)程度の感度がある。回路等から10 $\mu$ A程度の電流雑音が発生し、電流雑音がSOA101に入ると、線幅に、1MHzから10MHz程度のランダム雑音が加わることになる。10 $\mu$ A程度の電流雑音は、光送信器等における演算増幅器等のショット雑音やサーマル雑音に起因して容易に発生してしまう。

30

【0015】

なお、1チャンネルあたりの伝送速度が10Gbps程度の光伝送システムでは10MHz程度の線幅があっても光伝送に支障を来さないが、1チャンネル当たりの伝送速度が40Gbps以上の光伝送システムでは、10MHz程度の線幅は、劣化させるような影響を伝送特性に与える。

【0016】

特許文献1には、位相制御領域を含まないSOAを用い、図7に示された入出力側光導波路108に圧電素子が設けられた波長可変光源が記載されている。そして、共振モードの最適化を図るために、圧電素子によって入出力側光導波路108に加えられる応力を制御する。そのような構成によれば、位相制御領域に注入される電流の変動に起因した線幅の変動は生じないが、リング共振器型フィルタに、追加部品を搭載しなければならない。

40

【0017】

そこで、本発明は、特別な追加部品を設けることなく、出力光の狭線幅化を図ることができる波長可変光源および狭線幅化方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明による波長可変光源は、光路長が異なる複数の光共振器を有する多重光共振器を

50

含む共振器型フィルタと、共振器型フィルタの出力光を増幅する光増幅器と、共振器型フィルタに対して設けられている温度制御素子とを備えた波長可変光源であって、光増幅器が出力する光の出力レベルを検知する光出力レベル検知手段と、光出力レベル検知手段が検知した出力レベルが最大になるように温度制御素子の状態を制御する温度制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0019】

本発明による狭線幅化方法は、光路長が異なる複数の光共振器を有する多重光共振器を含む共振器型フィルタと、共振器型フィルタの出力光を増幅する光増幅器と、共振器型フィルタに対して設けられている温度制御素子とを備えた波長可変光源から出射される光出力の線幅を狭線幅化するための狭線幅化方法であって、光増幅器が出力する光の出力レベルを検知し、検知した出力レベルが最大になるように温度制御素子の状態を制御することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、特別な追加部品を設けることなく、出力光の狭線幅化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明による波長可変光源の第1の実施形態を示す平面図および断面図である。

【図2】第1の実施形態における制御部の動作を示すフローチャートである。

20

【図3】位相制御領域を有するSOAからの光出力における線幅と、本実施形態のSOAからの光出力における線幅との測定結果を示す説明図である。

【図4】本発明による波長可変光源の第2の実施形態を示す平面図である。

【図5】第2の実施形態における制御部の動作を示すフローチャートである。

【図6】本発明による波長可変光源の主要部を示すブロック図である。

【図7】特許文献1に記載された波長可変光源を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

まず、本発明の要点を説明する。

光伝送システムにおいて、伝送速度が高速化（例えば、40Gbps以上、さらには100Gbpsにまで）することに伴って、波長分散の影響をより受けやすくなることから、上述したように、主信号を位相変調するコヒーレント伝送が考慮されている。コヒーレント伝送を実現するために、線幅が狭い光源が求められる。線幅が広い光源はランダムな周波数揺らぎが乗っているため、光ファイバー伝送中に周波数揺らぎが位相雑音に変換されてしまい、十分な伝送特性が得られない。

30

【0023】

線幅が狭い光源を実現するには、共振長を大きく取ることができる図7に示されたようなリング共振器のような外部共振構造が有利である。図7に示されたリング共振型の波長可変光源では、発振モードを最適化するために、SOAの位相制御領域に対する注入電流を制御することによって位相制御領域の屈折率を制御していた。しかし、SOAの位相制御領域を制御する構造では、電流雑音の影響で線幅が広がる傾向がある。

40

【0024】

ところが、一例として、SOAの位相制御領域への注入電流が10mAであれば線幅が4GHzであり、1mAであれば線幅が400MHzであり、1μAであれば線幅が400kHzになる。これはSOA位相領域の注入電流に対する屈折率変動が非線形であり、大きな注入電流にするほど屈折率変動が減少するためである。すなわち、位相制御領域への注入電流が小さくなるほど、線幅は大きくなってしまふ。よって、SOAの位相制御領域に対する制御を行うのではなく、他の制御によって発振モードを最適化するようにすれば、より効果的に狭線幅化を達成することができる。

【0025】

50

そこで、本発明による波長可変光源では、SOAの位相制御領域を制御するのではなく、PLC基板の温度制御によって発振モードを最適化する。しかも、追加部品なしで、発振モードを最適化する。発振モードが最適になるのは、SOAから外部に出射される光出力が最大になるときである。よって、本発明では、SOAの光出力をモニタしつつ、光出力が最大になる状態が維持されるようにPLC基板の温度制御を行う。

【0026】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

【0027】

実施形態1.

図1(A)は、本発明による波長可変光源の第1の実施形態を示す平面図である。図1(B)は、図1(A)に示す波長可変光源のB-B断面を模式的に示す断面図である。

10

【0028】

図1に示すように、波長可変光源100は、リング共振器型フィルタ11と、光信号を増幅するゲイン領域を含むSOA12とを備えている。

【0029】

リング共振器型フィルタ11は、光路長がわずかに異なる3つのリング共振器21, 22, 23からなる多重光共振器20と、リング共振器21, 22に設けられヒータとして機能するTO位相シフタ31, 32とを含む。多重光共振器20におけるリング共振器21, 22, 23は、光導波路43, 44で連結されている。

20

【0030】

リング共振器型フィルタ11において、リング共振器21には、一端に高反射膜41が設けられている反射側光導波路42が連結されている。また、リング共振器23には、光を入出力する側の入出力側光導波路45が連結されている。

【0031】

多重光共振器20において、リング共振器21は粗調整用の共振器に相当し、リング共振器22は微調整用の共振器に相当する。リング共振器23は発振波長固定用の共振器に相当する。

【0032】

リング共振器型フィルタ11は、PLC基板10に形成されている。PLC基板10において、リング共振器21, 22, 23、反射側光導波路42、光導波路43, 44および入出力側光導波路45は、例えば、シリコン基板やガラス基板上に石英系ガラスを堆積した石英系ガラス導波路で形成されている。

30

【0033】

TO位相シフタ31, 32は、例えば、リング共振器型フィルタ11におけるリング共振器21, 22に対応する位置に蒸着されたアルミニウム膜からなる膜状ヒータとして形成される。このようなTO位相シフタ31, 32によってリング共振器21, 22の光路長が熱光学効果で制御される。

【0034】

具体的には、TO位相シフタ31, 32に与えられる電力が、制御部13によって制御される。ガラスや化合物半導体によるリング共振器21, 22におけるリング状導波路において、ガラスや化合物半導体の屈折率が温度変化に応じて変化する。制御部13は、TO位相シフタ31, 32に与えられる電力を制御することによって、所望の発振波長に応じた熱をリング共振器21, 22のリング状導波路に加える。加えられた熱によって、リング状導波路の屈折率が別個に変化する。屈折率の変化に応じて、リング共振器21, 22の各光路長が変化し、多重光共振器20における共振波長が変化する。

40

【0035】

また、制御部13は、SOA12に注入される電流を制御して、発振のためのゲインを生じさせる。

【0036】

図1(B)に示すように、PLC基板10には、温度制御素子の好ましい一例であるペ

50

ルチェ素子 16 が付設されている。

【0037】

また、SOA 12 の光出力側には、入射光の 10 分の 1 程度の光量の光の出射方向を 90° 変えて出射させる光取出手段としてのプリズムカップラ 14 と、プリズムカップラ 14 から出射された光のレベルを検出する受光素子 15 が設けられている。受光素子 15 は、例えば、光電変換素子として機能するフォトダイオードである。受光素子 15 が検出したレベルに応じた信号が、制御部 13 に入力される。

【0038】

次に、図 2 のフローチャートを参照して、制御部 13 の動作を説明する。制御部 13 は、所望の発振波長に応じた電力を TO 位相シフタ 31, 32 に供給して波長可変光源 10 10 から所望の波長の光を出射させている状態で (ステップ S 11)、受光素子 15 から信号を入力する (ステップ S 12)。そして、受光素子 15 から信号が示す光出力レベルに応じてペルチェ素子 16 に対する電力 (具体的には、電流もしくは電圧または両方) を増減させる (ステップ S 13)。また、必要であれば電流の極性を変える。

10

【0039】

制御部 13 は、例えば、複数回のタイミングで受光素子 15 から入力した信号が光出力レベルの増加傾向を示している場合には、ペルチェ素子 16 に流れる電流の増加傾向または減少傾向を維持する。つまり、ペルチェ素子 16 に流れる電流を徐々に増加させているときには、電流を徐々に増加させる状態を維持する。また、ペルチェ素子 16 に流れる電流を徐々に減少させているときには、電流を徐々に減少させる状態を維持する。

20

【0040】

また、制御部 13 は、複数回のタイミングで受光素子 15 から入力した信号が光出力レベルの減少傾向を示している場合には、ペルチェ素子 16 に流れる電流を徐々に増加させていたときには、電流を徐々に減少させるように変更する。複数回のタイミングで受光素子 15 から入力した信号が光出力レベルの減少傾向を示している場合には、ペルチェ素子 16 に流れる電流を徐々に減少させていたときには、電流を徐々に増加させるように変更する。そして、複数回のタイミングで受光素子 15 から入力した信号が光出力レベルの安定傾向 (レベル変化がないこと) を示している場合には、ペルチェ素子 16 に流れる電流を維持するように制御する。ペルチェ素子 16 の状態 (具体的には、発熱量または吸熱量) を維持する。

30

【0041】

なお、ペルチェ素子 16 に流れる電流の極性を変えると、発熱状態と冷却状態とが逆になるが、発熱状態では、電流増加に伴って発熱の程度が大きくなり、冷却状態では、電流増加に伴って冷却の程度が大きくなる。

【0042】

以上のような制御によって、SOA 12 の光出力が最大になる状態が維持されるように PLC 基板の温度制御が実行される。光出力最大制御のために SOA 注入電流を変化させることがないため、スペクトル線幅の拡大を惹き起こすことなく波長可変レーザの安定動作を実現することができる。

【0043】

なお、上述した制御部 13 によるペルチェ素子 16 の制御方法は一例であって、SOA 12 の光出力が最大になる状態が維持されるように PLC 基板の温度制御がなされるのであれば、上述した制御方法とは異なる方法を実施してもよい。

40

【0044】

本実施形態では、SOA の位相制御領域での制御をせず、リング共振器型フィルタ 11 の温度制御によって、最適な発振特性が得られるように光の位相を制御する。よって、位相制御領域に入る電流雑音に起因する線幅の増大を排除することができる。また、T L S モジュールの熱容量は比較的大きいので、位相制御として温度制御を用いる場合に、温度制御において雑音的な乱れが生じたとしても L P F として機能するため SOA 位相制御領域に雑音が入ることはほとんどない。

50

## 【 0 0 4 5 】

図 3 は、図 7 に示されたような位相制御領域を有する S O A からの光出力における線幅と、本実施形態の S O A からの光出力における線幅との測定結果を示す説明図である。図 3 において、横軸は波長可変光源の発振波長を示し、縦軸は線幅を示す。図 3 に示すように、S O A の位相制御領域が制御される場合には、線幅が 1 . 5 ~ 4 . 6 M H z になるのに対して、本実施形態では、発振波長によらず、すなわち発振波長によらず、ほぼ 0 . 5 M H z である。すなわち、本実施形態の波長可変光源では、狭線幅化が実現されている。

## 【 0 0 4 6 】

実施形態 2 .

図 4 は、本発明による波長可変光源の第 2 の実施形態を示す平面図である。図 4 に示す波長可変光源 2 0 0 では、多重光共振器 2 0 におけるリング共振器 2 3 に、ヒータとして機能する T O 位相シフタ 3 3 が設けられている。

10

## 【 0 0 4 7 】

第 1 の実施形態では、温度制御素子として P L C 基板 1 0 に付設されているペルチェ素子 1 6 を用いたが、第 2 の実施形態では、温度制御素子として T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 を用いる。すなわち、第 2 の実施形態では、制御部 1 3 は、第 1 の実施形態の場合とは異なり、受光素子 1 5 から信号にもとづいてペルチェ素子 1 6 を制御するのではなく、T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 に与えられる電力量を制御する。

## 【 0 0 4 8 】

次に、図 5 は、第 2 の実施形態における制御部 1 3 の動作を示すフローチャートである。第 2 の実施形態では、制御部 1 3 は、所望の発振波長に応じた電力を T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 に供給して波長可変光源 2 0 0 から所望の波長の光を出射させている状態で ( ステップ S 2 1 )、受光素子 1 5 から信号を入力する ( ステップ S 2 2 )。そして、受光素子 1 5 からの信号が示す光出力レベルに応じて T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 を制御する ( ステップ S 2 3 )。

20

## 【 0 0 4 9 】

制御部 1 3 は、例えば、複数回のタイミングで受光素子 1 5 から入力した信号が光出力レベルの増加傾向を示している場合には、T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 に与えられる電力の増加傾向または減少傾向を維持する。つまり、T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 に与えられる電力を各々同一の電力を徐々に増加させる。なお、T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 に与えられる電力が増加することによって、リング共振器 2 1 , 2 2 の温度が上昇する。その結果、P L C 基板 1 0 の温度は上昇する。T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 に与えられる電力を同じ電力分だけ減少させているときには、電力を徐々に減少させる状態を維持する。すなわち、T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 の発熱量の各々の差分を維持するようにする。このように制御を実施することによって光源の最適位相を制御することができる。

30

## 【 0 0 5 0 】

また、制御部 1 3 は、複数回のタイミングで受光素子 1 5 から入力した信号が光出力レベルの減少傾向を示している場合には、T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 に与えられる電力を同じ電力分だけ徐々に減少させるように変更する。複数回のタイミングで受光素子 1 5 から入力した信号が光出力レベルの減少傾向を示している場合には、T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 に与えられる電力を徐々に減少させていたときには、電力を徐々に同じ電力分増加させるように変更する。そして、複数回のタイミングで受光素子 1 5 から入力した信号が光出力レベルの安定傾向 ( レベル変化がないこと ) を示している場合には、T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 に与えられる電力を維持するように制御する。

40

## 【 0 0 5 1 】

なお、制御部 1 3 は、それぞれの T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 に対する電力の増減量が同じになるように、T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 に与えられる電力量を制御する。つまり、T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 に与えられる電力を増加させるときには、全ての T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 に対する電力増加量を同じにする。また、T O 位相

50



シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 に与えられる電力を減少させるときには、全ての T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 に対する電力減少量を同じにする。

【 0 0 5 2 】

また、上述した制御部 1 3 による T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 に与えられる電力の制御方法は一例であって、 S O A 1 2 の光出力が最大になる状態が維持されるように P L C 基板の温度制御がなされるのであれば、上述した制御方法とは異なる方法を実施してもよい。

【 0 0 5 3 】

以上に説明したように、上記の各実施形態では、 S O A の位相制御領域に対する制御を行うのではなく、リング共振器型フィルタ 1 1 の温度を制御することによって発振モードを最適化するので、より効果的に狭線幅化を達成することができる。

【 0 0 5 4 】

なお、一般に、波長可変光源には温度を一定に保つためのペルチェ素子等の温度制御素子が備えられているので、第 1 の実施形態では、特別な追加部品を設けることなく、出力光の狭線幅化を図ることができる。

【 0 0 5 5 】

また、第 2 の実施形態では、温度制御素子として T O 位相シフタ 3 1 , 3 2 , 3 3 を用いるので、 T O 位相シフタ 3 3 が追加されるが、その他の特別な追加部品を設けることなく、出力光の狭線幅化を図ることができる。

【 0 0 5 6 】

図 6 は、本発明による波長可変光源の主要部を示すブロック図である。図 6 に示すように、波長可変光源は、光路長が異なる複数の光共振器（図 1 に示すリング共振器 2 1 , 2 2 , 2 3 に相当）を有する多重光共振器 2（図 1 に示す多重光共振器 2 0 に相当）を含む共振器型フィルタ 1（図 1 に示すリング共振器型フィルタに相当）と、共振器型フィルタ 1 の出力光を増幅する光増幅器 3（図 1 に示す S O A 1 2 に相当）と、共振器型フィルタ 1 に対して設けられている温度制御素子 4（図 1 に示すペルチェ素子 1 6 に相当）とを備えた波長可変光源であって、光増幅器 3 が出力する光の出力レベルを検知する光出力レベル検知手段 5（図 1 に示す受光素子 1 5 に相当）と、光出力レベル検知手段 5 が検知した出力レベルが最大になるように温度制御素子 4 の状態を制御する温度制御手段 6（図 1 に示す制御部 1 3 に相当）とを備えている。

【符号の説明】

【 0 0 5 7 】

- 1 共振器型フィルタ
- 2 多重光共振器
- 3 光増幅器
- 4 温度制御素子
- 5 光出力レベル検知手段
- 6 温度制御手段
- 1 0 P L C 基板
- 1 1 リング共振器型フィルタ
- 1 2 S O A（半導体光増幅器）
- 1 3 制御部
- 1 4 プリズムカブラ
- 1 5 受光素子
- 1 6 ペルチェ素子
- 2 0 多重光共振器
- 2 1 , 2 2 , 2 3 リング共振器
- 3 1 , 3 2 , 3 3 T O 位相シフタ
- 4 1 高反射膜
- 4 2 反射側光導波路

10

20

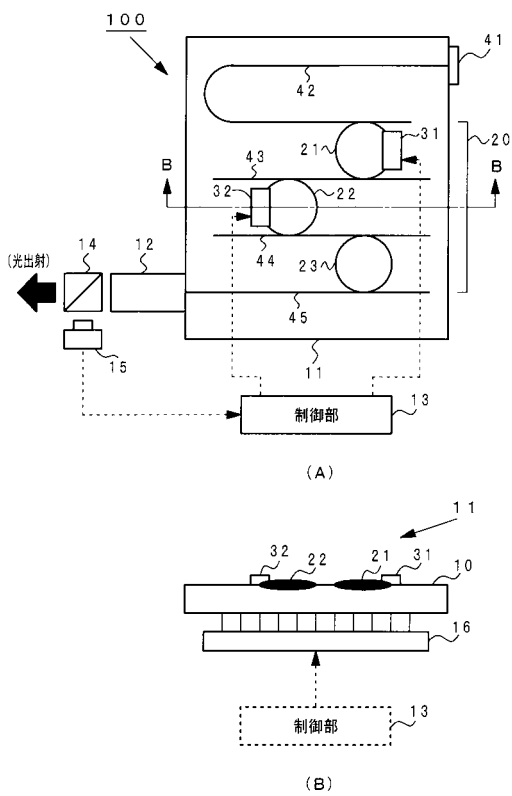
30

40

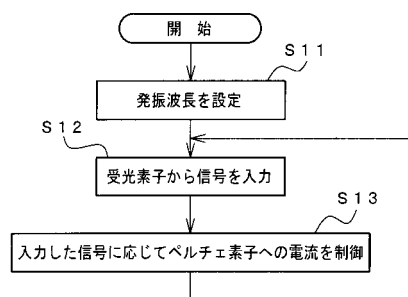
50

- 4 3 , 4 4 光導波路
- 4 5 入出力側光導波路
- 1 0 0 , 2 0 0 波長可変光源 ( T L S )
- 1 0 1 S O A
- 1 0 2 リング共振器型フィルタ
- 1 0 3 A , 1 0 3 B , 1 0 3 C リング共振器
- 1 0 4 A , 1 0 4 B , 1 0 4 C T O 位相シフタ
- 1 0 5 反射側光導波路
- 1 0 6 , 1 0 7 光導波路
- 1 0 8 入出力側光導波路
- 1 0 9 高反射膜
- 1 1 0 多重光共振器
- 1 1 1 ゲイン領域
- 1 1 2 位相制御領域

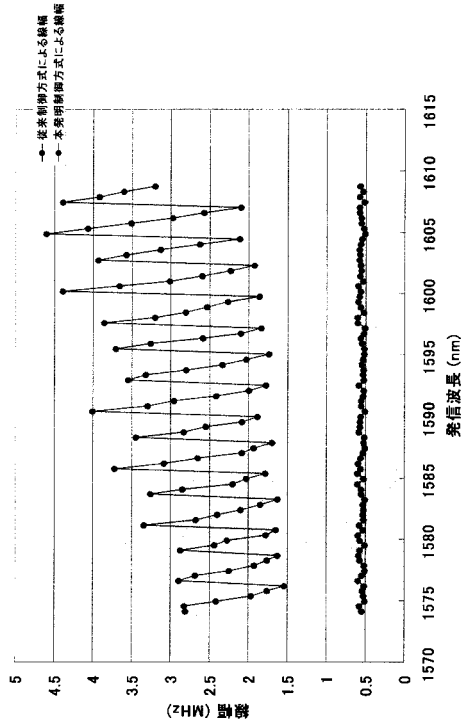
【 図 1 】



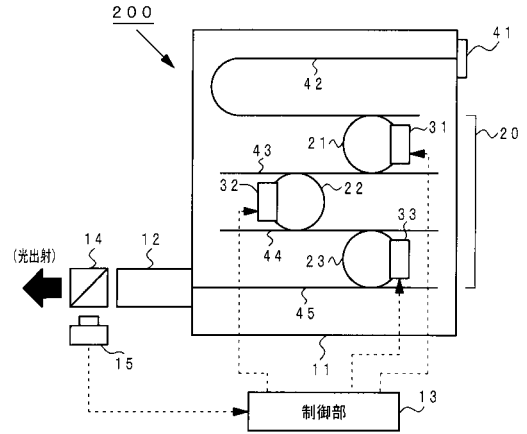
【 図 2 】



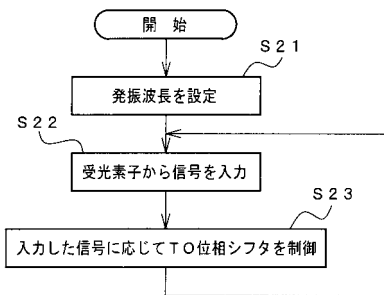
【 図 3 】



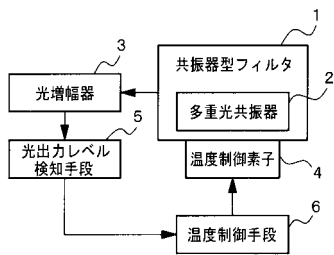
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

