

(11) 特許出願公開番号

特開2010-101654

(P2010-101654A)

(43) 公開日 平成22年5月6日(2010.5.6)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

GO 1 J 9/04 (2006.01)

GO 1 J 9/04

26020

GO 1 J 3/447 (2006.01)

GO 1 J 3/447

2G086

GO 1 J 3/45 (2006.01)

GO 1 J 3/45

GO 1 M 11/00 (2006.01)

GO 1 M 11/00

T

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2008-271285 (P2008-271285)

(22) 出願日 平成20年10月21日 (2008.10.21)

(71) 出願人 000000572

アンリツ株式会社

神奈川県厚木市恩名五丁目1番1号

(74) 代理人 100119677

弁理士 岡田 賢治

(74) 代理人 100115794

弁理士 今下 勝博

(72) 発明者 齊藤 崇記

神奈川県厚木市恩名五丁目1番1号 アン

リツ株式会社内

Fターム(参考) 2G020 CA12 CB23 CB55 CC22 CC47

CD03 CD15 CD16 CD22 CD51

2G086 EE03

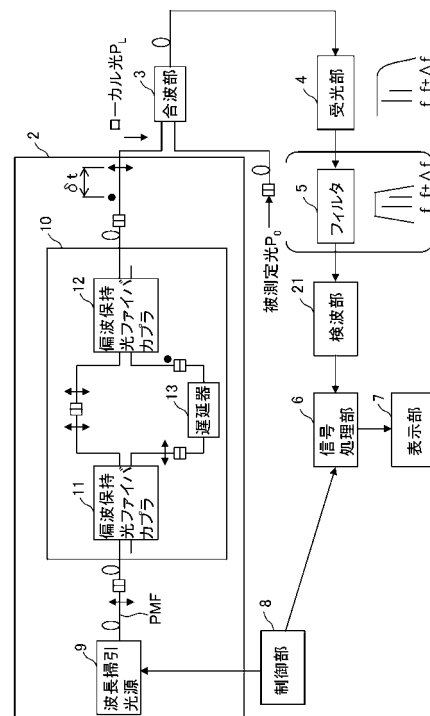
(54) 【発明の名称】 ヘテロダイン光スペクトラムアナライザ

(57) 【要約】

【課題】本発明は、ヘテロダイン光スペクトラムアナライザにおいて受光系を１系統にすることを目的とする。

【解決手段】本発明に係るヘテロダイン光スペクトラムアナライザは、互いに直交し且つ波長差を有する２つの直線偏光光のペアをローカル光 P_L として出射するローカル光光源２と、被測定光 P_0 とローカル光 P_L とを合波する合波部３と、合波部３からの合波光を受光して被測定光 P_0 とローカル光 P_L のヘテロダイン検波信号を出力する受光部４と、を備え、波長差は、受光部４におけるヘテロダイン検波の検波帯域よりも狭いことを特徴とする。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに直交し且つ波長差を有する 2 つの直線偏光光のペアをローカル光として出射するローカル光光源と、

被測定光と前記ローカル光とを合波する合波部と、

前記合波部からの合波光を受光して被測定光とローカル光のヘテロダイン検波信号を出力する受光部と、を備え、

前記波長差は、前記受光部におけるヘテロダイン検波の検波帯域よりも狭いことを特徴とするヘテロダイン光スペクトラムアナライザ。

【請求項 2】

前記受光部からのヘテロダイン検波信号に基づいて前記被測定光のスペクトラムを分析する信号処理部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載のヘテロダイン光スペクトラムアナライザ。

【請求項 3】

前記ローカル光光源は、

波長を連続可変して出力する波長掃引光源と、

前記波長掃引光源からの出力光を互いに直交する 2 つの直線偏光光に分離するとともに、該直交する 2 つの直線偏光光に遅延差を与えて出射する偏波遅延器を備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のヘテロダイン光スペクトラムアナライザ。

【請求項 4】

前記波長掃引光源は、直線偏光光を出力し、

前記偏波遅延器は、

前記波長掃引光源からの直線偏光光を 2 つに分岐する第 1 の偏波保持光ファイバカプラと、

前記第 1 の偏波保持光ファイバカプラからの 2 つの直線偏光光の偏波面が互いに垂直になるように合成する第 2 の偏波保持光ファイバカプラと、

前記第 1 の偏波保持光ファイバカプラ及び前記第 2 の偏波保持光ファイバカプラの間の 2 つの光路に光路差を与え、前記第 2 の偏波保持光ファイバカプラに入射する 2 つの直線偏光光に前記波長差を生じさせる遅延器と、を備えることを特徴とする請求項 3 に記載のヘテロダイン光スペクトラムアナライザ。

【請求項 5】

前記偏波遅延器は、偏波保持光ファイバであって、ファスト (Fast) 軸が前記波長掃引光源からの出力光の偏波面に対して略 45° 傾いていることを特徴とする請求項 3 に記載のヘテロダイン光スペクトラムアナライザ。

【請求項 6】

前記偏波遅延器は、

前記波長掃引光源からの出力光を互いに直交する 2 つの直線偏光光に分離する第 1 の偏光ビームスプリッタと、

前記第 1 の偏光ビームスプリッタからの 2 つの直線偏光光の偏波面が互いに垂直になるように合成する第 2 の偏光ビームスプリッタと、

前記第 1 の偏光ビームスプリッタ及び前記第 2 の偏光ビームスプリッタの間の 2 つの光路に光路差を与え、前記第 2 の偏光ビームスプリッタに入射する 2 つの直線偏光光に前記波長差を生じさせる遅延器と、を備えることを特徴とする請求項 3 に記載のヘテロダイン光スペクトラムアナライザ。

【請求項 7】

前記遅延器は、前記第 1 の偏波保持光ファイバカプラからの直線偏光光の偏波面を維持する偏波保持光ファイバであることを特徴とする請求項 4 に記載のヘテロダイン光スペクトラムアナライザ。

【請求項 8】

前記ローカル光光源は、

波長を連続可変して直線偏光光を出力する第1の波長掃引光源と、
前記第1の波長掃引光源と一定波長異なる直線偏光光を出力する第2の波長掃引光源と

、

前記第1の波長掃引光源からの直線偏光光と前記第2の波長掃引光源からの直線偏光光との偏波面が互いに垂直になるように合成する偏波保持光ファイバカプラと、

を備えることを特徴とする請求項1又は2に記載のヘテロダイン光スペクトラムアナライザ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、ヘテロダイン光スペクトラムアナライザに関連し、特に偏波無依存化の技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来のヘテロダイン光スペクトラムアナライザは、掃引光を垂直偏波の直線偏光光と水平偏波の直線偏光光とに分け、それぞれをヘテロダイン検波してその信号を加算することで偏波無依存化をしていた（例えば、特許文献1参照。）。

【特許文献1】特開平7-111378号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0003】

従来は、それぞれをヘテロダイン検波していたので、受光系が2系統必要だった。そこで、本発明は、ヘテロダイン光スペクトラムアナライザにおいて受光系を1系統に減少させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0004】

上記課題を解決するために、本発明に係るヘテロダイン光スペクトラムアナライザは、直交する偏波間に時間差を与えて同時に検波することの特徴とする。

【0005】

30

具体的には、本発明に係るヘテロダイン光スペクトラムアナライザは、互いに直交し且つ波長差を有する2つの直線偏光光のペアをローカル光として出射するローカル光光源と、被測定光と前記ローカル光とを合波する合波部と、前記合波部からの合波光を受光して被測定光とローカル光のヘテロダイン検波信号を出力する受光部と、を備え、前記波長差は、前記受光部におけるヘテロダイン検波の検波帯域よりも狭いことを特徴とする。

【0006】

互いに直交し且つ波長差を有する2つの直線偏光光のペアをローカル光としてヘテロダイン検波するので、互いに直交する2つの直線偏光光の両方のコヒレント光を同時に検波することができる。このとき、直線偏光光の波長差がヘテロダイン検波の検波帯域よりも十分狭ければ、2つの直線偏光光の波長を掃引することで、検波波長帯域における全ての偏波状態の被測定光を、波長差を有する直線偏光光のペアのいずれかによって検波することができる。したがって、ヘテロダイン光スペクトラムアナライザにおいて受光系を1系統にすることができる。

40

【0007】

本発明に係るヘテロダイン光スペクトラムアナライザでは、前記受光部からのヘテロダイン検波信号に基づいて前記被測定光のスペクトラムを分析する信号処理部をさらに備えていてもよい。

信号処理部をさらに備えることで、被測定光のスペクトラムを取得することができる。

【0008】

本発明に係るヘテロダイン光スペクトラムアナライザでは、前記ローカル光光源は、波長を連続可変して出力する波長掃引光源と、前記波長掃引光源からの出力光を互いに直交

50

する 2 つの直線偏光光に分離するとともに、該直交する 2 つの直線偏光光に遅延差を与えて出射する偏波遅延器を備えていてもよい。

【0009】

本発明に係るヘテロダイン光スペクトラムアナライザでは、前記波長掃引光源は、直線偏光光を出力し、前記偏波遅延器は、前記波長掃引光源からの直線偏光光を 2 つに分岐する第 1 の偏波保持光ファイバカプラと、前記第 1 の偏波保持光ファイバカプラからの 2 つの直線偏光光の偏波面が互いに垂直になるように合成する第 2 の偏波保持光ファイバカプラと、前記第 1 の偏波保持光ファイバカプラ及び前記第 2 の偏波保持光ファイバカプラの間の 2 つの光路に光路差を与え、前記第 2 の偏波保持光ファイバカプラに入射する 2 つの直線偏光光に前記波長差を生じさせる遅延器と、を備えていてもよい。

10

【0010】

本発明に係るヘテロダイン光スペクトラムアナライザでは、前記偏波遅延器は、偏波保持光ファイバであって、ファスト (Fast) 軸が前記波長掃引光源からの出力光の偏波面に対して略 45°傾いていてもよい。

波長掃引光源からの出力光を偏波保持光ファイバに 45°入射させることで、当該出力光を互いに直交する 2 つの直線偏光光に分離することができる。偏波保持光ファイバでは直交する偏波間で伝搬遅延が異なるので、偏波保持光ファイバから出力される光に波長差が生じる。これによって、前記ローカル光を出射することができる。

【0011】

本発明に係るヘテロダイン光スペクトラムアナライザでは、前記偏波遅延器は、前記波長掃引光源からの出力光を互いに直交する 2 つの直線偏光光に分離する第 1 の偏光ビームスプリッタと、前記第 1 の偏光ビームスプリッタからの 2 つの直線偏光光の偏波面が互いに垂直になるように合成する第 2 の偏光ビームスプリッタと、前記第 1 の偏光ビームスプリッタ及び前記第 2 の偏光ビームスプリッタの間の 2 つの光路に光路差を与え、前記第 2 の偏光ビームスプリッタに入射する 2 つの直線偏光光に前記波長差を生じさせる遅延器と、を備えていてもよい。

20

【0012】

本発明に係るヘテロダイン光スペクトラムアナライザでは、前記遅延器は、前記第 1 の偏波保持光ファイバカプラからの直線偏光光の偏波面を維持する偏波保持光ファイバであってもよい。

30

【0013】

本発明に係るヘテロダイン光スペクトラムアナライザでは、前記ローカル光光源は、波長を連続可変して直線偏光光を出力する第 1 の波長掃引光源と、前記第 1 の波長掃引光源と一定波長異なる直線偏光光を出力する第 2 の波長掃引光源と、前記第 1 の波長掃引光源からの直線偏光光と前記第 2 の波長掃引光源からの直線偏光光との偏波面が互いに垂直になるように合成する偏波保持光ファイバカプラと、を備えていてもよい。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、ヘテロダイン光スペクトラムアナライザにおいて受光系を 1 系統にすることができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

添付の図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。以下に説明する実施の形態は本発明の構成の例であり、本発明は、以下の実施の形態に制限されるものではない。

【0016】

図 1 は、本実施形態に係るヘテロダイン光スペクトラムアナライザの構成概略図である。本実施形態に係るヘテロダイン光スペクトラムアナライザは、ローカル光光源 2 と、合波部 3 と、受光部 4 と、フィルタ 5 と、検波部 21 と、信号処理部 6 と、制御部 8 と、表示部 7 と、を備える。信号処理部 6、制御部 8 及び表示部 7 には、情報処理装置を用いてもよい。ローカル光光源 2 から合波部 3 までは、PMF (Polarization M

50

aintaining Fiber：偏波保持ファイバ）で接続される。

【0017】

ローカル光光源 2 は、互いに直交し且つ波長差を有する 2 つの直線偏光光のペアをローカル光 P_L として出射する。例えば、異なる波長の垂直偏波の直線偏光光と水平偏波の直線偏光光を出射する。一定の波長差は、2 つの直線偏光光のいずれかを遅延器 13 で遅延させることで生じさせることが好ましく、1 個の光源でヘテロダイン検波を行うことができる。被測定光 P_0 のスペクトラムを取得するため、ローカル光光源 2 は、制御部 8 からの制御信号によって波長掃引される。

【0018】

合波部 3 は、被測定光 P_0 とローカル光 P_L とを合波する。受光部 4 は、合波部 3 からの合波光を受光して被測定光 P_0 とローカル光のヘテロダイン検波信号を出力する。フィルタ 5 は、受光部 4 の出力信号からビート信号を抽出する。検波部 21 は、フィルタ 5 からのビート信号を検波する。

【0019】

制御部 8 は、ローカル光光源 2 が出射するローカル光 P_L の波長、及び、信号処理部 6 が処理する波長を制御する。例えば、波長掃引光源 9 は、制御部 8 から指示された波長掃引速度で波長掃引する。信号処理部 6 は、波長掃引光源 9 の波長掃引速度を制御部 8 から取得し、検波部 21 からの出力信号と波長掃引光源 9 の波長を対応付けて記憶する。そして、受光部 4 からのヘテロダイン検波信号に基づいて被測定光 P_0 のスペクトラムを分析する。表示部 7 は、信号処理部 6 の処理結果を表示する。

【0020】

図 2 に、ローカル光の一例を示す。垂直偏波の直線偏光光 101 と水平偏波の直線偏光光 102 は、一定の波長差を保ちながら周波数掃引される。波長差は（遅延時間 δt ） $\times$ （ローカル光の掃引速度 V ）となる。このとき、ローカル光光源 2 におけるローカル光 P_L の波長掃引速度 V は、2 THz/ms 以上であることが好ましい。

【0021】

図 3 に、ローカル光の波長差と受光部の検波帯域との関係の一例を示す。垂直偏波の直線偏光光 101 と水平偏波の直線偏光光 102 の波長差 $\delta \lambda$ は、受光部におけるヘテロダイン検波の検波帯域 100 よりも狭い。直線偏光光 101 と 102 の間で波長差 $\delta \lambda$ をもつローカル光を被測定光とヘテロダイン検波すると、図のように、両方の直線偏光光を検波することになる。このとき、検波帯域 100 が直線偏光光 101 と 102 の波長差 $\delta \lambda$ よりも十分に広ければ、被測定光の直交する直線偏光光を同時にヘテロダイン検波受信できる。これにより、掃引している各波長における偏波無依存化と同様の効果が得られる。したがって、この方法を使えば、1 系統の受光系のみで、偏波無依存化されたヘテロダイン光スペクトラムアナライザを構築することができる。

【0022】

図 1 に、ローカル光光源の第 1 例を示す。ローカル光光源 2 の第 1 例は、波長掃引光源 9 と、偏波遅延器 10 を備える。波長掃引光源 9 は、出力パワー一定の連続光をその波長を連続可変して出力する。偏波遅延器 10 は、波長掃引光源 9 からの出力光を互いに直交する 2 つの直線偏光光に分離するとともに、該直交する 2 つの直線偏光光に遅延差 δt を与えて出射する。これにより、ローカル光光源 2 は、互いに直交し且つ波長差を有する 2 つの直線偏光光のペアをローカル光 P_L として出射することができる。

【0023】

波長掃引光源 9 は、直線偏光光を出力する。偏波遅延器 10 は、第 1 の偏波保持光ファイバカプラ 11 と、第 2 の偏波保持光ファイバカプラ 12 と、遅延器 13 と、を備える。波長掃引光源 9 から合波部 3 までは PMF で接続される。

【0024】

第 1 の偏波保持光ファイバカプラ 11 は、波長掃引光源 9 からの直線偏光光を 2 つに分岐する。第 2 の偏波保持光ファイバカプラ 12 は、第 1 の偏波保持光ファイバカプラ 11 からの 2 つの直線偏光光の偏波面が互いに垂直になるように合成する。例えば、2 つの光

10

20

30

40

50

路のいずれかの第2の偏波保持光ファイバケーブル12への接続を90°回転させる。これにより、互いに直交する2つの直線偏光光のペアを生成することができる。

【0025】

遅延器13は、第1の偏波保持光ファイバケーブル11及び第2の偏波保持光ファイバケーブル12の間の2つの光路に光路差を与え、第2の偏波保持光ファイバケーブル12に入射する2つの直線偏光光に波長差を生じさせる。例えば、光ファイバ遅延器を、第1の偏波保持光ファイバケーブル11と第2の偏波保持光ファイバケーブル12の間のいずれかの光ファイバに接続する。

【0026】

遅延器13は、第1の偏波保持光ファイバケーブル11からの直線偏光光の偏波面を維持する偏波保持光ファイバであることが好ましい。第1の偏波保持光ファイバケーブル11及び第2の偏波保持光ファイバケーブル12の間の2つの光路を接続する偏波保持光ファイバの長さを変えることで、遅延器13を構成してもよい。

【0027】

ローカル光光源2の第1例は、上記の構成とすることによって、第2の偏波保持光ファイバケーブル12から、互いに直交しかつ波長差を有する2つの直線偏光光のペアを出射することができる。

【0028】

図4に、ローカル光光源の第2例を示す。ローカル光光源2の第2例では、偏波遅延器10に、偏波保持光ファイバを用いている。この場合、波長掃引光源9は、直線偏光光を出力する。偏波保持光ファイバは、ファスト軸が波長掃引光源9からの出力光の偏波面に対して略45°傾くように配置される。波長掃引光源9からの出力光が偏波保持光ファイバに45°入射すると、互いに直交する2つの直線偏光光のペアが生成される。偏波保持光ファイバは、偏波面によって屈折率が異なればよく、パンダ形であってもよいし、楕円クラッド型であってもよい。

【0029】

偏波保持光ファイバは、ローカル光光源2から出力されるときに波長差が生じる程度の長さを有する。偏波保持光ファイバでは、直交する偏波間で屈折率が異なるので、2つの直線偏光光の伝搬速度が異なる。そのため、偏波保持光ファイバの長さを調整することで、2つの直線偏光光のペアの間に遅延差 δt 、すなわち波長差を生じさせることができる。偏波保持光ファイバの屈折率差が4/10000であれば、偏波保持光ファイバの長さは、例えば300m以上であることが好ましい。

【0030】

ローカル光光源2の第2例は、上記の構成とすることによって、偏波保持光ファイバから、互いに直交しかつ波長差を有する2つの直線偏光光のペアを出射することができる。ローカル光光源2の第2例では、波長掃引光源9からの出力光を分離結合するための構成を省略することができる。

【0031】

図5に、ローカル光光源の第3例を示す。ローカル光光源2の第3例では、偏波遅延器10が、第1の偏光ビームスプリッタ14と、遅延器15と、第2の偏光ビームスプリッタ16と、を備える。

【0032】

波長掃引光源9は、直線偏光光を出力する。波長掃引光源9からの直線偏光光を、前記直線偏光光の偏光方向が第1の偏光ビームスプリッタ14の反射面に対して45°傾斜するように入射させる。これにより、垂直偏波及び水平偏波の直線偏光光を生成する。第1の偏光ビームスプリッタ14は、波長掃引光源9からの出力光を互いに直交する2つの直線偏光光に分離する。遅延器15は、偏光ビームスプリッタ14からの2つの直線偏光光の光路に光路差を与え、第2の偏光ビームスプリッタ16に入射する2つの直線偏光光に波長差を生じさせる。この遅延器15は、図5に示すように、例えば、2枚の反射ミラー15aと、コーナーキューブ15bを備え、反射ミラー15aとコーナーキューブ15b

10

20

30

40

50

の間の光路長 L を任意に調整して、所望の波長差 δt に相当する $2L$ の光路差を与える。
第2の偏光ビームスプリッタ16は、偏光ビームスプリッタ14からの2つの直線偏光光の偏波面が互いに垂直になるように合成する。

【0033】

ローカル光光源2の第3例は、上記の構成とすることによって、第2の偏光ビームスプリッタ16から、互いに直交しかつ波長差を有する2つの直線偏光光のペアを出射することができる。

【0034】

図6に、ローカル光光源の第4例を示す。ローカル光光源2の第4例では、第1の波長掃引光源17と、第2の波長掃引光源18と、偏波保持光ファイバカプラ19と、を備える。第1の波長掃引光源17及び第2の波長掃引光源18と偏波保持光ファイバカプラ19との間の、及び、偏波保持光ファイバカプラ19と合波部3との間の光路は、PMFで接続される。第1の波長掃引光源17及び第2の波長掃引光源18は、共通の制御部20に接続される。

【0035】

第1の波長掃引光源17は、波長を連続可変して直線偏光光を出力する。第2の波長掃引光源18は、第1の波長掃引光源17と一定波長異なる直線偏光光を出力する。第1の波長掃引光源17及び第2の波長掃引光源18は、ローカル光光源2の外部に備わる制御部20からの制御信号に基づいて、波長を掃引する。これにより、第1の波長掃引光源17及び第2の波長掃引光源18は、一定の波長差を有する直線偏光光を出力することができる。

【0036】

偏波保持光ファイバカプラ19は、第1の波長掃引光源17からの直線偏光光と第2の波長掃引光源18からの直線偏光光との偏波面が互いに垂直になるように合成する。例えば、第1の波長掃引光源17の光出力ファイバ17aと偏波保持光ファイバカプラ19を接続する際にはお互いのファスト軸が平行となるように接続し、第2の波長掃引光源18の光出力ファイバ18aと偏波保持光ファイバカプラ19を接続する際にはお互いのファスト軸が垂直となるように接続する。これにより、偏波保持光ファイバカプラ19から、互いに直交しかつ波長差を有する2つの直線偏光光のペアを出射することができる。

【0037】

ローカル光光源2の第4例は、上記の構成とすることによって、偏波保持光ファイバカプラ19から、互いに直交しかつ波長差を有する2つの直線偏光光のペアを出射することができる。ローカル光光源2の第4例では、2つの波長掃引光源17及び18を用いるので、波長掃引光源9からの出力光を分離するための構成を省略することができる。

【産業上の利用可能性】

【0038】

本発明は、コヒレント光通信方式に使用されるLD等のスペクトルを測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本実施形態に係るヘテロダイン光スペクトラムアナライザの構成概略図である。

【図2】ローカル光の一例を示す。

【図3】ローカル光の波長差と受光部の検波帯域との関係の一例を示す。

【図4】ローカル光光源の第2例を示す。

【図5】ローカル光光源の第3例を示す。

【図6】ローカル光光源の第4例を示す。

【符号の説明】

【0040】

2 ローカル光光源

3 合波部

10

20

30

40

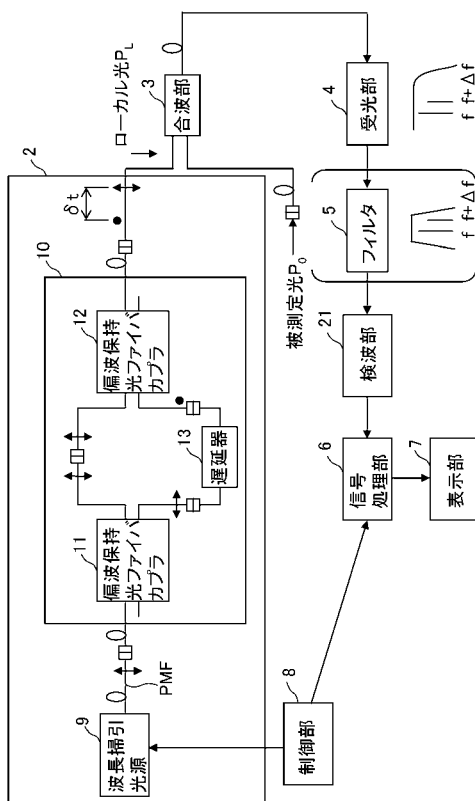
50

- 4 受光部
- 5 フィルタ
- 6 信号処理部
- 7 表示部
- 8 制御部
- 9 波長掃引光源
- 10 偏波遅延器
- 11 第1の偏波保持光ファイバカプラ
- 12 第2の偏波保持光ファイバカプラ
- 13 遅延器
- 14 第1の偏光ビームスプリッタ
- 15 遅延器
- 16 第2の偏光ビームスプリッタ
- 17 第1の波長掃引光源
- 17 a 光出力ファイバ
- 18 第2の波長掃引光源
- 18 a 光出力ファイバ
- 19 偏波保持光ファイバカプラ
- 20 制御部
- 21 検波部

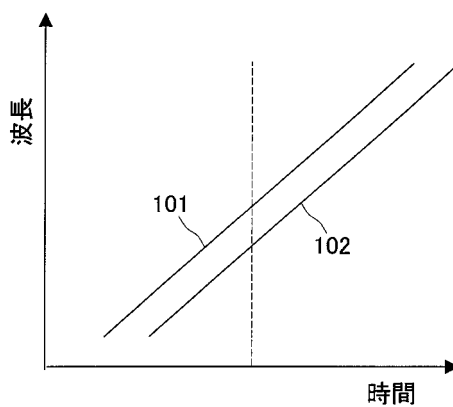
10

20

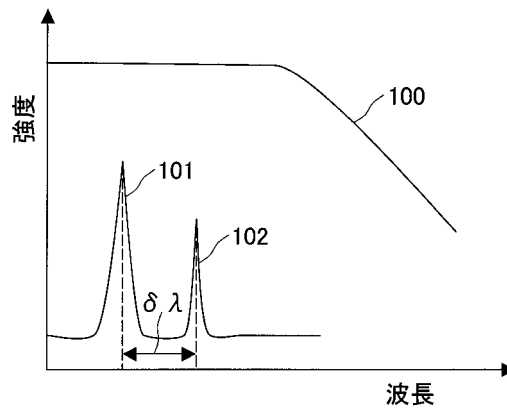
【図1】



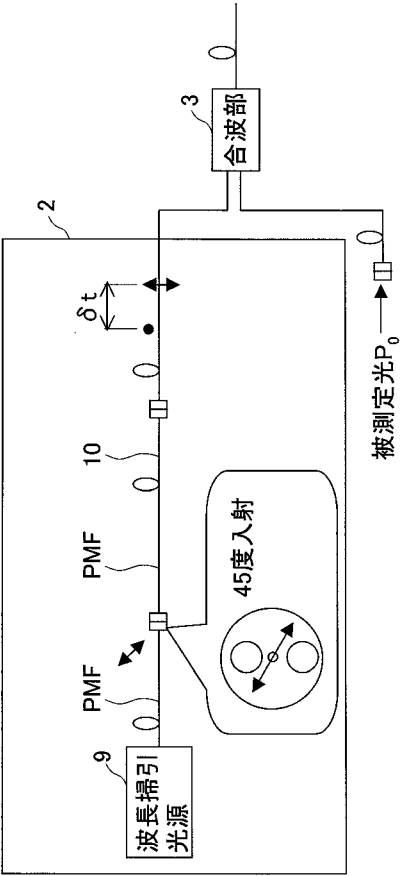
【図2】



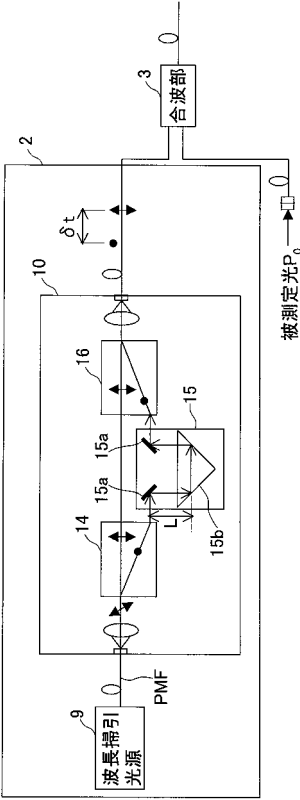
【図3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

