

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4981482号
(P4981482)

(45) 発行日 平成24年7月18日 (2012. 7. 18)

(24) 登録日 平成24年4月27日 (2012. 4. 27)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 M 11/00 (2006.01)

G O 1 M 11/00

U

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2007-50517 (P2007-50517)
 (22) 出願日 平成19年2月28日 (2007. 2. 28)
 (65) 公開番号 特開2008-215889 (P2008-215889A)
 (43) 公開日 平成20年9月18日 (2008. 9. 18)
 審査請求日 平成22年2月19日 (2010. 2. 19)

(出願人による申告) 経済産業省委託「次世代航空機用
 構造部材創製・加工技術開発」に係る「光相関ブリルア
 ン散乱計測法による航空機構造センシング技術の開発」
 、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受ける特許
 出願

(73) 特許権者 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (74) 代理人 100102864
 弁理士 工藤 実
 (74) 代理人 100117617
 弁理士 中尾 圭策
 (72) 発明者 石岡 昌人
 長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号
 三菱重工業株式会社長崎研究所内
 (72) 発明者 鎗 孝志
 愛知県名古屋市港区大江町10番地 三菱
 重工業株式会社名古屋航空宇宙システム製
 作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ特性計測装置の調整方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光導波路と、

入力された入力光を、複数のパラメータに基づいてSSB (Single Side -
 Band : 片側波帯) 変調して出力光を出力するSSB変調器と、

前記出力光の複数の特徴量をモニター検出し、前記特徴量に基づいて前記複数のパラメータを自動的に補正するSSB変調器制御部と

を具備し、

前記SSB変調器制御部は、

前記出力光から複数の特徴量をモニター検出する、1つ以上のFPI (Fabry - P
 erot Interferometer : ファブリペロー干渉計)

を具備する

光ファイバ特性計測装置の調整装置。

【請求項2】

請求項1記載の光ファイバ特性計測装置の調整装置において、

前記複数のパラメータは、

2つの位相と、

3つの直流バイアス電圧と

を含み、

前記SSB変調器制御部は、

前記 1 つ以上の F P I から出力される光波を電気信号に変換する、1 つ以上の P D (P h o t o D e t e c o t o r : 光検出器) と、

D S P (D i g i t a l S i g n a l P r o c e s s o r : デジタルシグナルプロセッサ) と、

所定の周波数の交流電圧を出力する周波数源と、

前記周波数源から出力される前記交流電圧を入力され、前記交流電圧に位相差を与えて出力する移相器と、

直流電圧を出力する複数のバイアス源と、

複数のバイアス印加回路と

をさらに具備する

10

光ファイバ特性計測装置の調整装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の光ファイバ特性計測装置の調整装置は、

前記出力光を外部に出力する光出力部と、

前記 S S B 変調器から出力された前記出力光を入力されて、前記出力光を二分して、一方は前記 S S B 変調器制御部に向けて、もう一方は光出力部に向けてそれぞれ出力する第 1 の光分配器と

をさらに具備する

光ファイバ特性計測装置の調整装置。

【請求項 4】

20

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の光ファイバ特性計測装置の調整装置において、

前記複数の特徴量は、

前記出力光の所定のまたはより高次の S S B スペクトラム強度

を含む

光ファイバ特性計測装置の調整装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の光ファイバ特性計測装置の調整装置において、

前記 1 つ以上の F P I は、検出周波数が可変な掃引式 F P I であり、

前記掃引式 F P I の検出周波数を制御する F P I 掃引信号制御部

をさらに具備する

30

光ファイバ特性計測装置の調整装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の光ファイバ特性計測装置の調整装置において、

前記 1 つ以上の F P I は、検出周波数が固定された複数の固定式 F P I であり、

前記 S S B 変調器制御部は、

入力された前記出力光を分配して前記複数の固定式 F P I の全てに向けて同時に出力する第 2 の光分配器

をさらに具備する

光ファイバ特性計測装置の調整装置。

【請求項 7】

40

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の光ファイバ特性計測装置の調整装置において、

前記 1 つ以上の F P I は、検出周波数が固定された複数の固定式 F P I であり、

前記 S S B 変調器制御部は、

1 つの入力端子と前記複数の固定式 F P I と同数の出力端子を具備し、前記入力端子は前記光分配器から出力される出力光を入力され、前記複数の出力端子は前記複数の固定式 F P I にそれぞれ接続され、前記入力端子は同時にいずれか 1 つの出力端子に切換可能に接続されている、光スイッチ

をさらに具備する

光ファイバ特性計測装置の調整装置。

【請求項 8】

50

(a) 入力光にSSB変調を施した出力光の特徴量をモニター検出して、前記特徴量に基づいて前記SSB変調を自動的に補正することと、

(b) SSB変調器が、入力光を入力されて、複数のパラメータに基づいて前記入力光にSSB変調を施して、出力光を出力することと、

(c) SSB変調器制御部が、前記出力光に基づいて前記複数のパラメータを自動的に補正することと

を具備し、

前記ステップ(c)は、

(c-1) 前記SSB変調器制御部に含まれるFPIが、前記出力光の少なくとも一部から複数の特徴量をモニター検出すること

10

を具備する

光ファイバ特性計測装置の調整方法。

【請求項9】

請求項8記載の光ファイバ特性計測装置の調整方法において、

前記ステップ(c)は、

(c-2) 前記SSB変調器制御部に含まれるDSPが、前記特徴量に基づいて、前記SSB変調器の複数のパラメータについて適切な補正値を算出することと、

(c-3) 前記SSB変調器制御部に含まれる周波数源が、所定の周波数の交流電圧を出力することと、

(c-4) 前記SSB変調器制御部に含まれる移相器が、前記適切な補正値に基づいて前記交流電圧に位相差を与えることと、

20

(c-5) 前記SSB変調器制御部に含まれる複数のバイアス源が、直流バイアス電圧を出力することと、

(c-6) 前記SSB変調器制御部に含まれる複数のバイアス印加回路が、前記位相差を与えられた交流電圧及び前記直流バイアス電圧を入力されて、前記SSB変調器に前記適切な補正値に基づく複数のバイアスを印加することと

を具備する

光ファイバ特性計測装置の調整方法。

【請求項10】

請求項8または9に記載の光ファイバ特性計測装置の調整方法において、

30

(d) 第1の光分配器が、前記出力光を2分して、一方を光出力部に向けて、もう一方をSSB変調器制御部に向けて、それぞれ出力すること

をさらに具備する

光ファイバ特性計測装置の調整方法。

【請求項11】

請求項8～10のいずれかに記載の光ファイバ特性計測装置の調整方法において、

前記ステップ(c-1)は、

(c-1-a) 前記FPIは、掃引式FPIであって、検出される周波数を含む周波数帯域を周期的に掃引することと、

(c-1-b) 前記SSB変調器制御部に含まれるFPI掃引信号制御部が、前記掃引式FPIの周波数掃引を制御することと

40

(c-1-c) 前記DSPが、前記FPI掃引信号制御部を制御するためにトリガ信号を前記FPI掃引信号制御部にむけて出力することと

を具備する

光ファイバ特性計測装置の調整方法。

【請求項12】

請求項8～10のいずれかに記載の光ファイバ特性計測装置の調整方法において、

前記ステップ(c-1)は、

(c-1-d) 前記FPIは、複数の固定式FPIであって、それぞれに固定された所定の周波数を検出することと、

50

(c - 1 - e) 前記 SSB 変調器制御部に含まれる第 2 の光分配器が、前記出力光を入力されて、前記出力光を分配して、前記複数の固定式 FPI の全てに向けて同時に出力することと

を具備する

光ファイバ特性計測装置の調整方法。

【請求項 13】

請求項 8 ~ 10 のいずれかに記載の光ファイバ特性計測装置の調整方法において、

前記ステップ (c - 1) は、

(c - 1 - f) 前記 FPI は、複数の固定式 FPI であって、それぞれに固定された所定の周波数を検出することと、

10

(c - 1 - g) 前記 SSB 変調器制御部に含まれる光スイッチが、前記出力光を入力されて、前記複数の固定式 FPI のそれぞれに向けて順番に周期的に前記出力光を出力することと

を具備する

光ファイバ特性計測装置の調整方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ファイバを用いて周囲の外乱を計測する装置の調整方法および装置に係り、特に、周囲の外乱によって光ファイバ内に発生するブリルアン散乱光の変化を検出して用いる計測装置の調整方法および装置に関する発明である。

20

【背景技術】

【0002】

ブリルアン散乱を利用した光ファイバ特性測定装置には、ポンプ光を基準としたときに、ブリルアン周波数 (10 GHz 付近) だけ離調したもう一方の光波 (プローブ光) が必要である。通常、その離調した光波を発生させるためには、光変調器が用いられるが、その理想的な変調方法に SSB (Single Side Band : 片側波帯) 変調がある。

【0003】

図 1 は、従来技術における SSB 変調器駆動系の構成図の例である。図 2 は、SSB 変調器出力の光スペクトラム波形の例であり、(a) は無変調時、(b) は上側波帯の SSB 変調時を示す。

30

【0004】

一般的に光変調器 (SSB 変調器を含む) は、その使用環境温度変化や、電気光学効果の影響によりその DC バイアスがドリフトすることで、最適なバイアス点が経時変化してしまい、その結果、変調特性が不安定になることは、よく知られている。

【0005】

これまでの 1 つの MZ (Mach-Zehnder : マッハ・ツェンダー) 干渉計を有する一般的な光変調器では、特許文献 1 (特開昭 49 - 42365)、特許文献 2 (特開平 3 - 251815) にあるように、光変調器の DC バイアス信号に低周波信号を重畳させ、その低周波信号に係る光量変化をモニターし、バイアス補償回路との組み合わせにより自動的に補正可能である。

40

【0006】

しかし、今回の SSB 変調は、原理上 3 つの MZ 干渉計を有する導波路構造の変調器を用いるため、3 つの MZ 干渉計のそれぞれで DC バイアスの設定調整が必要となる。そのため、これまでの光変調器 (MZ が 1 つ) より、構成上より複雑な補正回路が必要であり、かつ、通常動作中でも中断せずに調整できる手順が必要である。その解決技術の一例として、住友大阪セメントの特許文献 3 (特開 2004 - 318052) が公開されている。図 3 は、特許文献 3 (特開 2004 - 318052 号公報) に開示された SSB 補正装置の構成ブロック図である。

50

【 0 0 0 7 】

以上に関連して、特許文献 4（特許第 3 6 6 7 1 3 2 号公報）には、ブリルアンゲインスペクトル測定方法に係る発明が開示されている。

特許文献 4 発明によるブリルアンゲインスペクトル測定方法は、所定の変調周波数で周波数変調された第 1 の連続発振光と前記所定の変調周波数と等しい変調周波数で周波数変調された第 2 の連続発振光とを用いる。特許文献 4 発明によるブリルアンゲインスペクトル測定方法は、第 1 の連続発振光を被測定光ファイバの一端面から入射させ、第 2 の連続発振光の中心周波数を周波数シフトし、該周波数シフトにより中心周波数のシフトした前記第 2 の連続発振光を被測定光ファイバの他端面から入射させる。第 2 の連続発振光の中心周波数の周波数シフト量を変化させて、被測定光ファイバの一端面または他端面から出射された光のパワーを測定することで、被測定光ファイバにおいて第 1 の連続発振光の位相と第 2 の連続発振光の位相が同期し相関値が高まる位置におけるブリルアンゲインスペクトルを測定する。

10

【 0 0 0 8 】

しかし、以下の課題がある。

・ S S B 用に 3 つの低周波信号を重畳する方式だと、最終的な歪み計測結果（計測波形）に影響が出てしまう。すなわち、電氣的周波数の識別補正のためのモニター手段では、D C バイアスに重畳の A C 信号が必ず必要で、今回の光計測において、最終的にはその A C 成分をカットする手段を講じれば、計測信号に大きな影響を同じに及ぼしてしまう。

・ 通常の光変調の用途としては、単一固定周波数（周波数非掃引）であったが、特許文献 4 においては、周波数を常に掃引するため、本来、3 つの D C バイアスの他に、少なくとも 1 つの R F 位相調整が個々の掃引 R F 周波数で必要であり、しかし従来技術はそこまで想定していない。

20

【 0 0 0 9 】

【特許文献 1】特開昭 4 9 - 4 2 3 6 5 号公報

【特許文献 2】特開平 3 - 2 5 1 8 1 5 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 4 - 3 1 8 0 5 2 号公報

【特許文献 4】特許第 3 6 6 7 1 3 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【 0 0 1 0 】

本発明の目的は、常に安定的な S S B 条件が保たれる S S B 変調器を用いる、光ファイバ特性計測装置の調整装置を提供することである。

本発明の他の目的は、常に安定的な S S B 条件が保たれる S S B 変調方法を用いる、光ファイバ特性計測装置の調整方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

以下に、（発明を実施するための最良の形態）で使用される番号を用いて、課題を解決するための手段を説明する。これらの番号は、（特許請求の範囲）の記載と（発明を実施するための最良の形態）との対応関係を明らかにするために付加されたものである。ただし、それらの番号を、（特許請求の範囲）に記載されている発明の技術的範囲の解釈に用いてはならない。

40

【 0 0 1 2 】

本発明による光ファイバ特性計測装置の調整装置は、光導波路（1 1）と、入力された入力光を、複数のパラメータに基づいて S S B 変調して出力光を出力する S S B 変調器（1 2）と、出力光の複数の特徴量をモニター検出し、特徴量に基づいて複数のパラメータを自動的に補正する S S B 変調器制御部とを具備する。ここで、S S B 変調器制御部は、出力光から複数の特徴量をモニター検出する、1 つ以上の F P I（1 6、1 7 a、1 7 b、1 7 c）を具備する。

【 0 0 1 3 】

50

本発明による光ファイバ特性計測装置の調整装置において、複数のパラメータは、2つの位相と、3つの直流バイアス電圧とを含む。また、SSB変調器制御部は、1つ以上のFPI(16、17a、17b、17c)から出力される光波を電気信号に変換する、1つ以上のPD(18、19a、19b、19c)と、DSP(21)と、所定の周波数の交流電圧を出力する周波数源(25)と、周波数源(25)から出力される交流電圧を入力され、交流電圧に位相差を与えて出力する移相器(24)と、直流電圧を出力する複数のバイアス源(27a、27b、27c)と、複数のバイアス印加回路(26a、26b、26c)とをさらに具備する。

【0014】

本発明による光ファイバ特性計測装置の調整装置は、出力光を外部に出力する光出力部(15)と、SSB変調器(12)から出力された出力光を入力されて、出力光を二分して、一方はSSB変調器制御部に向けて、もう一方は光出力部(15)に向けてそれぞれ出力する第1の光分配器(13)とをさらに具備する。

【0015】

本発明による光ファイバ特性計測装置の調整装置において、複数の特徴量は、出力光の所定のまたはより高次のSSBスペクトラム強度を含む。

【0016】

本発明による光ファイバ特性計測装置の調整装置において、1つ以上のFPIは、検出周波数が可変な掃引式FPI(16)である。また、光ファイバ特性計測装置の調整装置は、掃引式FPI(16)の検出周波数を制御するFPI掃引信号制御部(22)とをさらに具備する。

【0017】

本発明による光ファイバ特性計測装置の調整装置において、1つ以上のFPIは、検出周波数が固定された複数の固定式FPI(17a、17b、17c)である。また、SSB変調器制御部は、入力された出力光を分配して複数の固定式FPI(17a、17b、17c)の全てに向けて同時に出力する第2の光分配器(13)とをさらに具備する。

【0018】

本発明による光ファイバ特性計測装置の調整装置において、1つ以上のFPIは、検出周波数が固定された複数の固定式FPI(17a、17b、17c)である。また、SSB変調器制御部は、光スイッチをさらに具備する。ここで、光スイッチは、1つの入力端子と固定式FPI(17a、17b、17c)と同数の出力端子を具備し、入力端子は光分配器(13)から出力される出力光を入力され、複数の出力端子は複数の固定式FPIにそれぞれ接続され、前記入力端子は同時にいずれか1つの出力端子に切換可能に接続されている。

【0019】

本発明による光ファイバ特性計測装置の調整方法は、(a)入力光にSSB変調を施した出力光の特徴量をモニター検出して、特徴量に基づいて前記SSB変調を自動的に補正することと、(b)SSB変調器(12)が、入力光を入力されて、複数のパラメータに基づいて入力光にSSB変調を施して、出力光を出力することと、(c)SSB変調器制御部が、出力光に基づいて複数のパラメータを自動的に補正することとを具備する。ここで、ステップ(c)は、(c-1)SSB変調器制御部に含まれるFPI(16、17a、17b、17c)が、出力光の少なくとも一部から複数の特徴量をモニター検出することとを具備する。

【0020】

本発明による光ファイバ特性計測装置の調整方法において、ステップ(c)は、(c-2)SSB変調器制御部に含まれるDSP(21)が、特徴量に基づいて、SSB変調器(13)の複数のパラメータについて適切な補正値を算出することと、(c-3)SSB変調器制御部に含まれる周波数源(25)が、所定の周波数の交流電圧を出力することと、(c-4)SSB変調器制御部に含まれる移相器(24)が、適切な補正値に基づいて交流電圧に位相差を与えることと、(c-5)SSB変調器制御部に含まれる複数のバイ

10

20

30

40

50

アス源（２７ａ、２７ｂ、２７ｃ）が、直流バイアス電圧を出力することと、（ｃ－６）ＳＳＢ変調器制御部に含まれる複数のバイアス印加回路（２６ａ、２６ｂ、２６ｃ）が、位相差を与えられた交流電圧及び直流バイアス電圧を入力されて、ＳＳＢ変調器（１３）に適切な補正值に基づく複数のバイアスを印加することとを具備する。

【００２１】

本発明による光ファイバ特性計測装置の調整方法は、（ｄ）第１の光分配器（１３）が、出力光を２分して、一方を光出力部（１５）に向けて、もう一方をＳＳＢ変調器制御部に向けて、それぞれ出力することをさらに具備する。

【００２２】

本発明による光ファイバ特性計測装置の調整方法において、ステップ（ｃ－１）は、（ｃ－１－ａ）ＦＰＩは、掃引式ＦＰＩ（１６）であって、検出される周波数を含む周波数帯域を周期的に掃引することと、（ｃ－１－ｂ）ＳＳＢ変調器制御部に含まれるＦＰＩ掃引信号制御部（２２）が、掃引式ＦＰＩ（１６）の周波数掃引を制御することと（ｃ－１－ｃ）ＤＳＰ（２１）が、ＦＰＩ掃引信号制御部（２２）を制御するためにトリガ信号をＦＰＩ掃引信号制御部（２２）に向けて出力することとを具備する。

【００２３】

本発明による光ファイバ特性計測装置の調整方法において、ステップ（ｃ－１）は、（ｃ－１－ｄ）ＦＰＩが、複数の固定式ＦＰＩ（１７ａ、１７ｂ、１７ｃ）であって、それぞれに固定された所定の周波数を検出することと、（ｃ－１－ｅ）ＳＳＢ変調器制御部に含まれる第２の光分配器（１３）が、出力光を入力されて、出力光を分配して、複数の固定式ＦＰＩ（１７ａ、１７ｂ、１７ｃ）の全てに向けて同時に出力することとを具備する。

【００２４】

本発明による光ファイバ特性計測装置の調整方法において、ステップ（ｃ－１）は、（ｃ－１－ｆ）ＦＰＩが、複数の固定式ＦＰＩ（１７ａ、１７ｂ、１７ｃ）であって、それぞれに固定された所定の周波数を検出することと、（ｃ－１－ｇ）ＳＳＢ変調器制御部に含まれる光スイッチが、出力光を入力されて、複数の固定式ＦＰＩ（１７ａ、１７ｂ、１７ｃ）のそれぞれに向けて順番に周期的に出力光を出力することとを具備する。

【発明の効果】

【００２５】

本発明により、最適なＳＳＢスペクトラムの特徴量だけをモニター検出し、それを元に自動的にバイアスの補正信号を発生更新させることができるため、常に安定的なＳＳＢ条件を保つことができる。

本発明における上記の方法と構成は、特許文献４（特許第３６６７１３２）の「ブリルアンゲインスペクトル測定方法および装置」へ適用可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２６】

添付図面を参照して、本発明による光ファイバ特性計測装置の調整方法および装置を実施するための最良の形態を以下に説明する。

【００２７】

（第１の実施形態）

図４は、第１の実施形態による光ファイバ特性計測装置の調整装置のブロック図である。本実施形態による光ファイバ特性計測装置の調整装置は、光入力部１０と、ＳＳＢ変調器１２と、光分配器１３と、光出力部１５と、掃引式ＦＰＩ（Fabry - Perot interferometer：ファブリペロー干渉計）１６と、ＰＤ（Photodetector：光検出器）１８と、Ａ／Ｄコンバータ２０と、ＤＳＰ（Digital Signal Processor：デジタルシグナルプロセッサ）２１と、ＦＰＩ掃引信号制御部２２と、Ｄ／Ａコンバータ２３と、移相器（Phase Shifter）２４と、ブリルアン周波数源２５と、３つのバイアス印加回路２６ａ、２６ｂ、２６ｃと、３つのＤＣバイアス源２７ａ、２７ｂ、２７ｃとを具備している。

【 0 0 2 8 】

光入力部 1 0 は、光ファイバ 1 1 を介して S S B 変調器 1 2 に接続されている。S S B 変調器 1 2 はさらに、光ファイバ 1 1 を介して光分配器 1 3 に接続されている。光分配器 1 3 はさらに、光ファイバ 1 1 を介して光出力部 1 5 と掃引式 F P I 1 6 とに接続されている。掃引式 F P I 1 6 はさらに、光ファイバ 1 1 を介して P D 1 8 に接続されいてる。P D 1 8 はさらに、A / D コンバータ 2 0 に接続されている。A / D コンバータ 2 0 はさらに、D S P 2 1 に接続されている。D S P 2 1 はさらに、F P I 掃引信号制御部 2 2 と D / A コンバータ 2 3 とに接続されている。F P I 掃引信号制御部 2 2 はさらに、掃引式 F P I 1 6 に接続されている。D / A コンバータ 2 3 はさらに、移相器 2 4 と 3 つのバイアス印加回路 2 6 a、2 6 b、2 6 c とに接続されている。ブリルアン周波数源 2 5 も、移相器 2 4 に接続されている。3 つのバイアス源 2 7 a、2 7 b、2 7 c はさらに、3 つのバイアス印加回路 2 6 a、2 6 b、2 6 c にそれぞれ接続されている。移相器 2 4 はさらに、2 つのバイアス印加回路 2 6 a、2 6 b に接続されている。3 つのバイアス印加回路 2 6 a、2 6 b、2 6 c はさらに、S S B 変調器 1 2 に接続されている。

10

【 0 0 2 9 】

一般的に、S S B 変調は、3 つのバイアス電圧と 2 つの位相で調整される。これら 5 つのパラメータは、温度変化などの外乱によって変化してしまうため、常時補正される必要がある。本発明ではこれら 5 つのパラメータが自動的に補正される。

【 0 0 3 0 】

S S B 変調器 1 2 が、光入力部 1 0 から入力されたレーザ光を、ブリルアン周波数だけ離調して、プローブ光として出力する。

20

【 0 0 3 1 】

プローブ光は、光ファイバを介して光分配器 1 3 に入力される。プローブ光は光分配器 1 3 によって 2 手に分配され、一方はそのまま光出力部 1 5 に向けて出力され、もう一方は、S S B 変調器 1 2 の自動補正のために、まずは掃引式 F P I 1 6 に向けて出力される。

【 0 0 3 2 】

掃引式 F P I 1 6 は、プローブ光を受信すると、これに含まれる周波成分のそれぞれを周波数掃引によって検出する。一般的な F P I は、内蔵する平行な 2 枚の鏡の間で入力された光を何度も反射させて、特定の周波数の光のみを選択的に出力する。この周波数は、F P I の 2 枚の鏡の間の距離に依存する。本実施形態で用いられる掃引式 F P I 1 6 では、この 2 枚の鏡の間の距離が調節可能であり、したがって出力させる光の周波数が調節可能である。

30

【 0 0 3 3 】

掃引式 F P I 1 6 は、後述するように F P I 掃引信号制御部によって制御される。掃引式 F P I 1 6 は、所定の範囲の周波数を所定の周期で連続的に掃引を行なう。その結果、掃引式 F P I 1 6 から出力される光の周波数も同じ周期で周期的に変化する。ここで、掃引される周波数の範囲には、目的とされる S S B 変調の特徴量が含まれる。この特徴量とは、プローブ光の S S B 変調成分の 0 次周波数と + 1 次周波数と - 1 次周波数の 3 つである。掃引される周波数の範囲には、これら 3 つの周波数が含まれなければならない。

40

【 0 0 3 4 】

P D 1 8 は、掃引式 F P I 1 6 から入力されたレーザ光を、電気信号に変換して出力する。出力される電気信号は、入力されるレーザ光の強度をアナログ信号として表している。

【 0 0 3 5 】

A / D コンバータ 2 0 は、P D 1 8 から入力された電気信号をデジタル信号に変換して出力する。

【 0 0 3 6 】

D S P 2 1 は、A / D コンバータ 2 0 からデジタル信号を入力される。F P I 掃引信号制御部 2 2 からのトリガ信号は、D S P 2 1 に入力される。もう一方で、D S P 2 1 は A

50

/ Dコンバータ20から入力されたデジタル信号に基づいて適切なバイアス電圧を計算してその情報をデジタル信号としてD/Aコンバータ23に向けて出力する。

【0037】

そのDSP21は、FPI掃引信号制御部22からのトリガ信号のタイミングでA/D20からのデジタル信号に基づいて適切なバイアス電圧を計算してその情報をデジタル信号としてD/Aコンバータ23に向けて出力する。

【0038】

D/Aコンバータ23は、DSP21から入力されたデジタル信号を4つのアナログ信号に変換する。これら4つのアナログ信号の内訳は、位相制御信号が1つと、バイアス制御信号が3つである。D/Aコンバータ23は、位相制御信号を移相器24に、3つのバイアス制御信号をバイアス印加回路26a、26b、26cに、それぞれに向けて出力する。

10

【0039】

移相器24は、一方ではD/Aコンバータ23から位相制御信号を入力され、もう一方ではブリルアン周波数源25からブリルアン周波数の交流信号が入力される。移相器24は、ブリルアン周波数の交流信号を、その位相を位相制御信号に基づいて制御した上で、第1のバイアス印加回路26aおよび第2のバイアス印加回路26bに向けて出力する。

【0040】

DCバイアス源27a、27b、27cは、バイアス印加回路26a、26b、26cにそれぞれ、バイアス電圧を印加する。

20

【0041】

バイアス印加回路26a、26b、26cは、DCバイアス源27a、27b、27cからそれぞれ直流バイアス電圧を印加される。第1のバイアス印加回路26aおよび第2のバイアス印加回路26bはさらに、移相器24から位相制御されたブリルアン周波数の交流信号をそれぞれ入力される。第1のバイアス印加回路26aおよび第2のバイアス印加回路26bは、直流バイアス電圧と交流信号との混成信号をSSB変調器12に向けて出力する。第3のバイアス印加回路26cは、直流バイアス電圧をSSB変調器12に向けて出力する。これによって、3つのバイアス電圧と2つの位相とがSSB変調器12に入力されることになる。

【0042】

30

このように、掃引式FPI16、PD18、A/Dコンバータ20、DSP21、FPI掃引信号制御部22、D/Aコンバータ23、移相器24、ブリルアン周波数源25、バイアス印加回路26a、26b、26c、DCバイアス源27a、27b、27c、を具備するフィードバック回路によって、SSB変調器12の動作は常時自動的に補正される。

【0043】

なお、A/Dコンバータ20に光スペクトラム表示画面28を接続して、PD18から出力される電気信号波形に対応する光スペクトラム信号を表示させても良い。

【0044】

(第2の実施形態)

40

図5は、第2の実施形態による光ファイバ特性計測装置の調整装置のブロック図である。

第2の実施形態は、第1の実施形態から一部を変更したものであるため、ここではその変更部分についてのみ説明し、共通する部分については説明を省略する。

光分配器13は第1の実施形態においては1入力2出力だが、本実施形態においては1入力4出力である。ただし、本実施形態における光分配器13は、1入力2出力の第1の光分配器と、1入力3出力の第2の光分配器とを多段に接続して実現しても良い。

第1の実施形態における1つの掃引式FPI16と1つのPD18の代わりに、本実施形態の装置は3つの固定式FPI17a、17b、17cと3つのPD19a、19b、19cとを具備する。

50

第1の実施形態の装置が具備しているFPI掃引信号制御部22は、本実施形態では使用されない。

【0045】

光分配器13は、光出力部15と、3つの固定式FPI17a、17b、17cとに接続されている。3つの固定式FPI17a、17b、17cはそれぞれ、3つのPD19a、19b、19cに接続されている。PD19a、19b、19cは全て、1つのA/Dコンバータ20に接続されている。

第1の実施形態とは違い、FPI17a、17b、17cは固定式であり、そのために本実施形態の装置はFPI掃引信号制御部22を具備しないので、FPI掃引信号制御部を介するDSP21とFPI17a、17b、17cとの接続は無い。

10

【0046】

光分配器13は、SSB変調器12から入力されたプローブ光を、4つの光波に分配する。そのうち1つの光波はそのまま光出力部にむけて出力される。残る3つの光波は、3つの固定式FPI17a、17b、17cに向けてそれぞれ出力される。

【0047】

3つの固定式FPI17a、17b、17cは、分配されたプローブ光をそれぞれ入力される。3つの固定式FPI17a、17b、17cは、入力されたプローブ光の周波数成分のうち、予め固定されている周波数のみを選択的に、3つのPD19a、19b、19cにそれぞれ出力する。ここで、3つの固定式FPI17a、17b、17cが選択する周波数は上述した特徴値であり、具体的にはプローブ光の周波数と、プローブ光のSSB変調成分の+1次周波数と-1次周波数である。ここでは例として、第1の固定式FPI17aがプローブ光のSSB変調成分の-1次周波数を、第2の固定式FPI17bがプローブ光周波数を、第3の固定式FPI17cがプローブ光のSSB変調成分の+1次周波数をそれぞれ担当するものとして説明を続ける。

20

なお、3つの固定式FPI17a、17b、17cは、第1実施形態における掃引式FPI16とは異なり、周波数掃引を行なわないので、外部から制御されることもない。

【0048】

3つのPD19a、19b、19cは、3つの固定式FPI17a、17b、17cからそれぞれプローブ光の特定の周波数成分を入力される。上述の例では、第1のPD19aがプローブ光のSSB変調成分の-1次周波数を、第2のPD19bがプローブ光周波数を、第3のPD19cがプローブ光のSSB変調成分の+1次周波数をそれぞれ担当することになる。3つのPD19a、19b、19cは、入力されたレーザ光を、それぞれ電気信号に変換して出力する。出力される3つの電気信号はそれぞれ、対応するPDに入力されたレーザ光の強度をアナログ信号として表している。

30

【0049】

A/Dコンバータ20は、3つのPD19a、19b、19cからそれぞれ入力された3つの電気信号をそれぞれデジタル信号に変換して出力する。

【0050】

DSP21は、A/Dコンバータ20から3つのデジタル信号を入力される。DSP21は、入力された3つのデジタル信号に基づいて適切なバイアス電圧を計算してその情報をデジタル信号としてD/Aコンバータ23に向けて出力する。

40

【0051】

この先の説明は第1実施形態と同じであるので省略する。

第1実施形態との差異は、3つの特徴量を測定するに際に、掃引式FPIによる周波数掃引を行なう代わりに、3つの固定式FPIを用いることである。このため、周波数掃引にかかる時間が短縮され、SSB変調器に対するフィードバック制御が第1実施形態よりも高速となる。

【0052】

(第3の実施形態)

図6は、第3の実施形態による光ファイバ特性計測装置の調整装置のブロック図である

50

。

第3の実施形態は、第2の実施形態から一部を変更したものである。ここではその変更部分について説明する。

プローブ光を3つの固定式FPI17a、17b、17cに入力するために、光スイッチ14が用いられる。厳密には、1入力2出力の光分配器13の一方の出力端子に光スイッチ14が接続されている。光スイッチ14は1つの入力端子と3つの出力端子を具備しており、入力端子は同時にいずれか1つの出力端子に選択的に接続される。

【0053】

SSB変調器12は、光スイッチ14に接続されている。厳密には、SSB変調器12は図示されない光分配器13に接続されて、光分配器13が光スイッチ14に接続されている。

10

光スイッチ14は、光出力部15と、3つの固定式FPI17a、17b、17cとに接続されている。厳密には、図示されない光分配器13が光出力部15に接続されている。

。

【0054】

光スイッチ14は、SSB変調器12から出力されたプローブ光を入力される。厳密には、図示されない光分配器13がSSB変調器12から出力されたプローブ光を入力されて、これを2分し、そのうちの一方を光出力部15にそのまま出力する。もう一方は、光スイッチ14に入力される。光スイッチの内部で1つの入力端子に接続されている3つの出力端子のいずれか1つから、入力されたプローブ光が出力される。

20

【0055】

3つの固定式FPI17a、17b、17cは、光スイッチ14の3つの出力端子から出力されるプローブ光を入力される。したがって、3つの固定式FPI17a、17b、17cのうち、同時にプローブ光が入力されるのは1つだけとなる。3つの固定式FPI17a、17b、17cは、それぞれに入力されたプローブ光を3つのPD19a、19b、19cに向けて出力する。ただし、3つの固定式FPI17a、17b、17cのうち、プローブ光を入出力するのは同時に1つだけである。

【0056】

この先の動作については、第2の実施形態と同じなのでその説明を省略する。

本実施形態と第2の実施形態との差異は、SSB変調器12から出力されたプローブ光が3つの固定式FPI17a、17b、17cに入力される際に、光スイッチが用いられることにある。その結果、1つの固定式FPIに入力されるプローブ光の強度が単純計算で第2の実施形態の場合の3倍となる。光検出器は大変デリケートな素子なので、入射される光量が大きければ大きいほどエラーが発生する確率が少なくなる。その反面、光スイッチを周期的に連続的に切り換える動作が必要となるので、そのぶんだけ検出速度が遅くなってしまう。それでも、掃引式FPIの周波数掃引よりはずっと速い。

30

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図1】図1は、従来技術におけるSSB変調器駆動系の構成図の例である。

【図2】図2は、SSB変調器出力の光スペクトラム波形の例であり、(a)は無変調時、(b)は上側波体のSSB変調時を示す。

40

【図3】図3は、特許文献3(特開2004-318052号公報)に開示されたSSB補正装置の構成ブロック図である。

【図4】図4は、第1の実施形態による光ファイバ特性計測装置の調整装置のブロック図である。

【図5】図5は、第2の実施形態による光ファイバ特性計測装置の調整装置のブロック図である。

【図6】図6は、第3の実施形態による光ファイバ特性計測装置の調整装置のブロック図である。

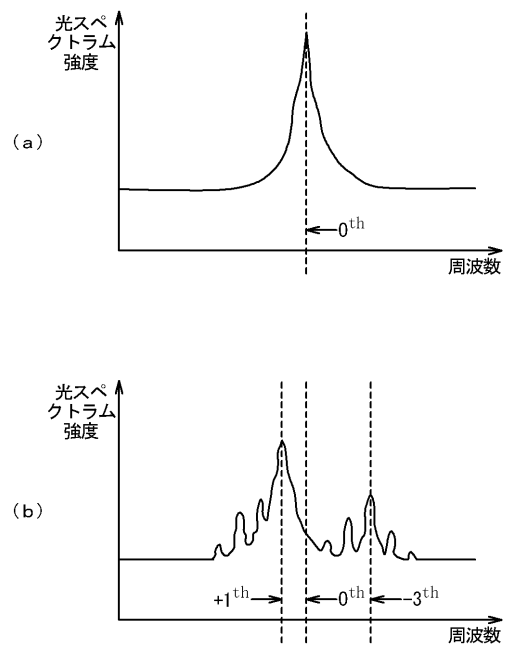
【符号の説明】

50

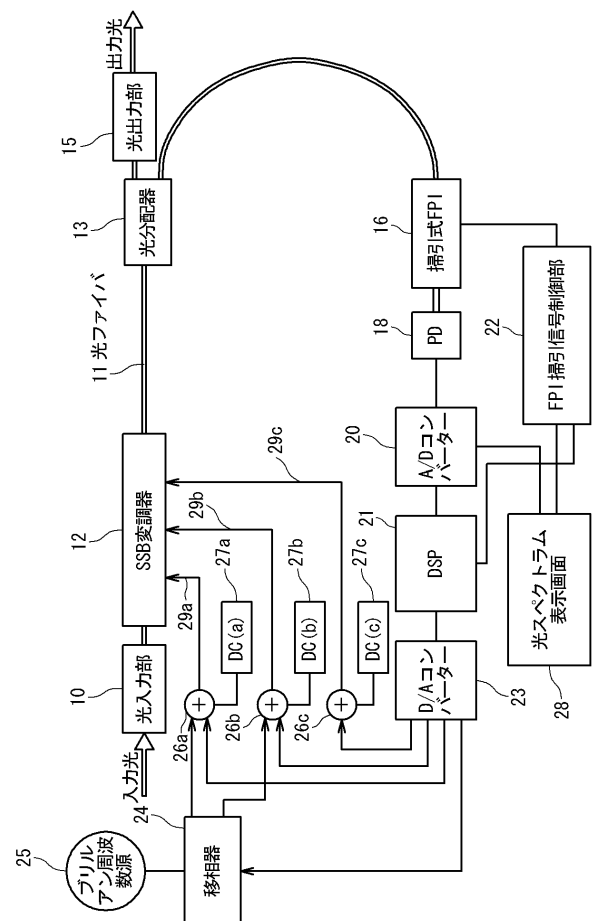
【 0 0 5 8 】

1 0	光入力部	
1 1	光ファイバ	
1 2	S S B 変調器	
1 3	光分配器	
1 4	光スイッチ	
1 5	光出力部	
1 6	掃引式 F P I	
1 7 a	固定式 F P I	
1 7 b	固定式 F P I	10
1 7 c	固定式 F P I	
1 8	P D	
1 9 a	P D	
1 9 b	P D	
1 9 c	P D	
2 0	A / D コンバータ	
2 1	D S P	
2 2	F P I 掃引信号制御部	
2 3	D / A コンバータ	
2 4	移相器	20
2 5	ブリルアン周波数源	
2 6 a	バイアス印加回路	
2 6 b	バイアス印加回路	
2 6 c	バイアス印加回路	
2 7 a	D C バイアス源	
2 7 b	D C バイアス源	
2 7 c	D C バイアス源	
2 8	光スペクトラム表示画面	
2 9 a	バイアス	
2 9 b	バイアス	30
2 9 c	バイアス	

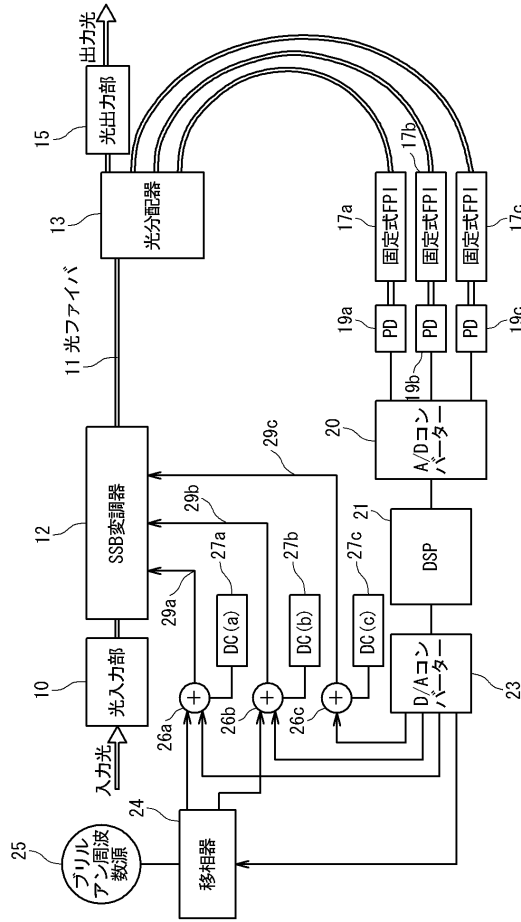
【圖 2】



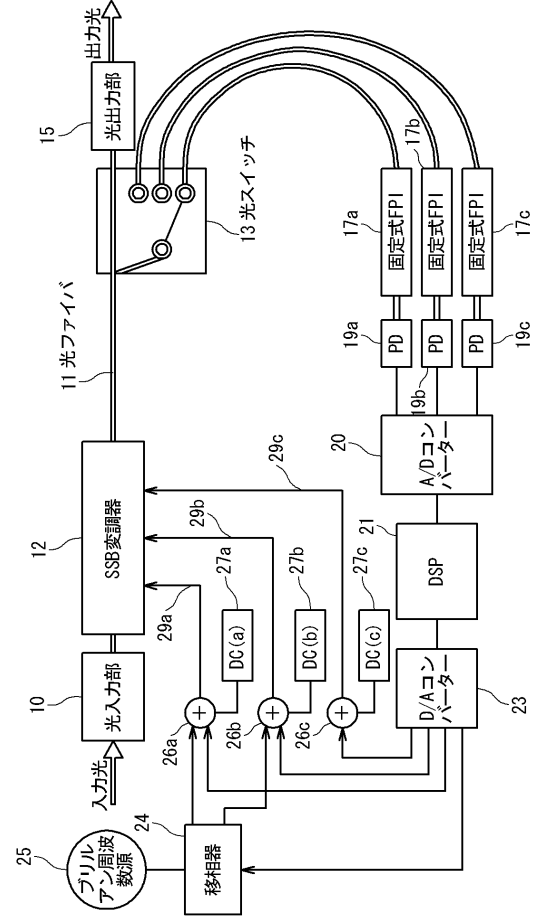
【図 4】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 熊谷 芳宏
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
(72)発明者 飯田 力弘
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

審査官 森口 正治

- (56)参考文献 特開2003 - 14584 (J P , A)
特開2004 - 302238 (J P , A)
特開平8 - 35910 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 M 1 1 / 0 0