

(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2010-54347

(P2010-54347A)

(43) 公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)

(51) Int.Cl.
G01M 11/00 (2006.01)F I
G O 1 M 11/00テーマコード (参考)
2 G 0 8 6

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2008-219735 (P2008-219735)
(22) 出願日 平成20年8月28日 (2008. 8. 28)(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 100072604
弁理士 有我 軍一郎
(72) 発明者 牧 達幸
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) 2G086 CC03

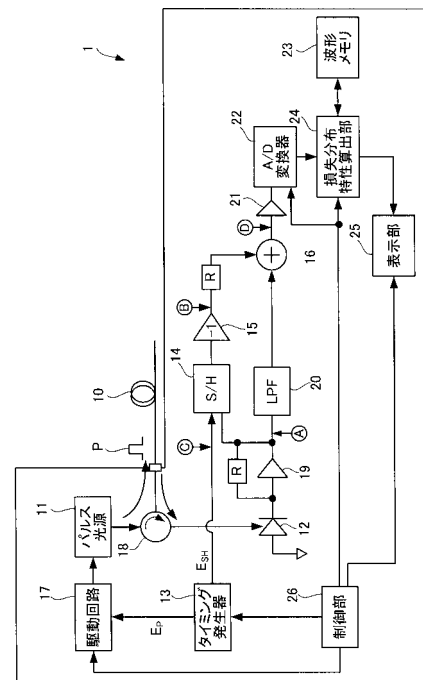
(54) 【発明の名称】 光パルス試験器

(57) 【要約】

【課題】背景光が過大である場合においてもオフセット処理を適正に行うことができるとともに、より微弱な試験光の戻り光を検出することができる光パルス試験器を提供する。

【解決手段】被測定光ファイバ10に光パルスPを出射するパルス光源11と、被測定光ファイバ10からの光パルスPの戻り光の光パワーレベルを電気信号に変換する受光器12と、を備え、パルスタイミング信号 E_p およびサンプルホールドタイミング信号 E_{SH} を出力するタイミング発生器13と、サンプルホールドタイミング信号 E_{SH} に従って受光器12からの出力信号の電圧レベルを保持し、保持された電圧レベルを有する電気信号を出力するサンプルホールド回路14と、サンプルホールド回路14から出力された電気信号を反転増幅する反転増幅器15と、受光器12の出力信号と反転増幅された電気信号とを加算する加算器16と、を備える。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被測定光ファイバ(10)に光パルス(P)を出射するパルス光源(11)と、
前記被測定光ファイバからの前記光パルスの戻り光を電気信号に変換する受光器(12)
)と、を備え、

前記受光器によって変換された電気信号に基づいて前記被測定光ファイバの損失分布特性を解析する光パルス試験器において、

前記パルス光源から前記光パルスを出射させるための第1のタイミング信号(E_p)を出力するとともに、前記光パルスの戻り光が前記受光器に受光されていない期間に第2のタイミング信号(E_{SH})を出力するタイミング発生器(13)と、

前記受光器によって変換された電気信号の電圧レベルを前記第2のタイミング信号に従って保持し、前記保持された電圧レベルを有する電気信号を出力するサンプルホールド回路(14)と、

前記サンプルホールド回路から出力された電気信号を反転増幅する反転増幅器(15)と、

前記受光器によって変換された電気信号と前記反転増幅器によって反転増幅された電気信号とを加算する加算器(16)と、を備える光パルス試験器。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、被測定光ファイバに光パルスを出射し、出射された光パルスの戻り光に基づいて被測定光ファイバの損失分布特性を解析する光パルス試験器に関し、特に、過大な背景光が重畳された戻り光を受光して損失分布特性を解析する光パルス試験器に関する。

【背景技術】**【0002】**

光パルス試験器は、被測定光ファイバに試験光としての光パルスPを繰り返し入射して、入射された光パルスPの戻り光(フレネル反射光および後方散乱光)とその遅延時間を検出することにより、被測定光ファイバの障害点の特定や損失分布測定等の試験を行う装置である。

【0003】

しかしながら、従来の光パルス試験器では、光海底ケーブルシステム、波長分割多重(WDM: Wavelength Division Multiplexing)通信システム等をインサービスで測定する場合、これらのシステムに使用されているエルビウム添加ファイバ増幅器(EDFA: Erbium Doped Fiber Amplifier)で発生した自然放出光(ASE: Amplified Spontaneous Emission)雑音および通信光の戻り光等が、過大な背景光として光パルス試験器の受光器に受光されるという問題があった。

【0004】

すなわち、光パルス試験器の受光器は光パルスPの戻り光と背景光との合波光を電気信号に変換するが、この電気信号は、後段の増幅器においてDC結合により増幅されるため、背景光が過大である場合には飽和しやすくなる。このため、増幅器において大きなゲインを設定できないという問題があった。また、背景光が過大である場合には、増幅された合波光の電気信号をデジタル信号に変換するA/D変換器のオフセットレベルを適切に設定できないという問題もあった。

【0005】

そこで、光パルスPの戻り光が受光されていない期間の受光器からの出力信号をサンプリングすることにより、過大な背景光を受光した場合においても、A/D変換器のオフセットレベルを一定とするようなフィードバック処理を実行する光パルス試験器が提案されている(例えば、特許文献1および特許文献2参照)。

【特許文献1】特開2008-3008号公報([0033]、図2)

【特許文献2】特許第4037840号明細書([0023]~[0025]、図1)

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記提案に係る光パルス試験器では、オフセットレベルの調整はソフトウェア処理によって実行されており、適正なオフセットレベルの範囲の絞り込みに長時間を要する、あるいは、背景光のレベルが変動した場合はオフセットレベルを設定できず、信号を適正に増幅できないという課題があった。

【0007】

本発明は、このような従来の課題を解決するためになされたものであって、背景光が過大である場合においてもオフセット処理を適正に行うことができるとともに、より微弱な試験光の戻り光を検出することができる光パルス試験器を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明の光パルス試験器は、被測定光ファイバに光パルスを出射するパルス光源と、前記被測定光ファイバからの前記光パルスの戻り光を電気信号に変換する受光器と、を備え、前記受光器によって変換された電気信号に基づいて前記被測定光ファイバの損失分布特性を解析する光パルス試験器において、前記パルス光源から前記光パルスを出射させるための第1のタイミング信号を出力するとともに、前記光パルスの戻り光が前記受光器に受光されていない期間に第2のタイミング信号を出力するタイミング発生器と、前記受光器によって変換された電気信号の電圧レベルを前記第2のタイミング信号に従って保持し、前記保持された電圧レベルを有する電気信号を出力するサンプルホールド回路と、前記サンプルホールド回路から出力された電気信号を反転増幅する反転増幅器と、前記受光器によって変換された電気信号と前記反転増幅器によって反転増幅された電気信号とを加算する加算器と、を備える構成を有している。

20

【0009】

この構成により、本発明の光パルス試験器は、光パルスの戻り光を受光している期間の受光器の出力信号から光パルスの戻り光を受光していない期間の受光器の出力信号を減算するため、背景光が過大である場合においてもオフセット処理を適正に行うことができるとともに、より微弱な試験光の戻り光を検出することができる。

【発明の効果】

30

【0010】

本発明は、背景光が過大である場合においてもオフセット処理を適正に行うことができるとともに、より微弱な試験光の戻り光を検出することができるという効果を有する光パルス試験器を提供するものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の実施形態の光パルス試験器について、図面を用いて説明する。

図1は、本発明に係る光パルス試験器1を示すブロック図である。図1に示すように光パルス試験器1は、被測定光ファイバ10に光パルスPを出射するパルス光源11と、被測定光ファイバ10からの光パルスPの戻り光の光パワーレベルを電気信号に変換する受光器12と、を備える。

40

【0012】

また、光パルス試験器1は、パルス光源11から光パルスPを出射させるための第1のタイミング信号としてのパルスタイミング信号 E_p を出力するとともに、光パルスPの戻り光が受光器12に受光されていない期間に第2のタイミング信号としてのサンプルホールドタイミング信号 E_{SH} を出力するタイミング発生器13と、受光器12によって変換された電気信号の電圧レベルをサンプルホールドタイミング信号 E_{SH} に従って保持し、保持された電圧レベルを有する電気信号を出力するサンプルホールド回路14と、サンプルホールド回路14から出力された電気信号を反転増幅する反転増幅器15と、受光器12によって変換された電気信号と反転増幅器15によって反転増幅された電気信号とを加算す

50

る加算器 16 と、をさらに備える。

【0013】

また、光パルス試験器 1 は、タイミング発生器 13 から出力されたパルスタイミング信号 E_p に従って、パルス光源 11 から光パルス P を出射させる駆動回路 17 と、パルス光源 11 から出射された光パルス P を被測定光ファイバ 10 に送出するとともに、被測定光ファイバ 10 からの戻り光を受光器 12 に送出する光サーキュレータ 18 と、受光器 12 によって変換された電気信号を増幅する増幅器 19 と、増幅器 19 によって増幅された電気信号の低周波成分を透過させるローパスフィルタ (LPF) 20 と、加算器 16 によって加算された信号を増幅する増幅器 21 と、増幅器 21 によって増幅された信号をサンプリングしてデジタル化する A/D 変換器 22 と、A/D 変換器 22 によってデジタル化された信号に対して加算平均化処理等を行うことにより生成した波形データを波形メモリ 23 に記憶させるとともに、波形データに基づいて被測定光ファイバ 10 の損失分布特性を算出する損失分布特性算出部 24 と、波形メモリ 23 に記憶された波形データおよび被測定光ファイバ 10 の損失分布特性を表示する表示部 25 と、をさらに備える。

10

【0014】

さらに、光パルス試験器 1 は、タイミング発生器 13、駆動回路 17、A/D 変換器 22、損失分布特性算出部 24、表示部 25 を制御する制御部 26 を備える。

【0015】

被測定光ファイバ 10 は、例えば光海底ケーブルシステムに用いられる場合、数千 km ~ 1 万 km の長さを有する。被測定光ファイバ 10 には所定の距離 (例えば 50 km) ごとに、EDFA などの光増幅器と、上り線路と下り線路とを結ぶ光バスと、を設けた光増幅中継器が配置されている。

20

【0016】

なお、一般に、光増幅器は、発振防止のために光アイソレータを内蔵しているために、逆方向に光を伝搬しない。このため、光パルス試験器から光パルス P が光海底ケーブルシステムの上り線路に入射されると、フレネル反射光や後方散乱光は、光バスを経由して下り線路から光パルス試験器に入射される。

【0017】

タイミング発生器 13 は、図 2 に示すように、典型的なパルス周期が 100 ミリ秒 (ms) 程度かつパルス幅が 10 マイクロ秒 (μs) 程度のパルスタイミング信号 E_p を駆動回路 17 へ出力するとともに、光パルス P の戻り光が受光器 12 に受光されていない期間にパルス幅が数 10 μs 程度 (例えば 30 μs) のサンプルホールドタイミング信号 E_{SH} をサンプルホールド回路 14 へ出力する。

30

【0018】

なお、光パルス P の戻り光が受光器 12 に受光されていない期間は、パルスタイミング信号 E_p のタイミングおよび被測定光ファイバ 10 の線路長に基づいて予め決定されている。

【0019】

駆動回路 17 は、タイミング発生器 13 から出力されるパルスタイミング信号 E_p を検出すると、光パルス P の出射タイミング、光パワーレベル、波長などの情報を含む信号をパルス光源 11 に出力する。

40

【0020】

パルス光源 11 は、例えば、所定波長の連続光 (コヒーレント光) を生成する図示しない分布帰還型半導体レーザと、パルスタイミング信号 E_p に従って分布帰還型半導体レーザから出射された連続光をパルス化して光パルス P を生成する図示しないパルス変調器と、を含む。

【0021】

サンプルホールド回路 14 は、タイミング発生器 13 から出力されるサンプルホールドタイミング信号 E_{SH} に従って、受光器 12 によって電気信号に変換された後の戻り光の電圧レベルを抽出し、次のサンプルホールドタイミングまで保持するとともに、抽出された

50

電圧レベルを有する電気信号を出力する。

【0022】

損失分布特性算出部24は、パルスタイミング信号 E_p がタイミング発生器13から出力されるごとに、A/D変換器22によってサンプリングされたデータを一連の波形データとして取得する波形データ取得処理と、パルスタイミング信号 E_p がタイミング発生器13から所定回数出力されるごとに、波形データ取得処理において取得された波形データを加算し平均化する平均化処理と、平均化処理において平均化された波形データを波形メモリ23に記憶させる記憶処理と、波形メモリ23に記憶された波形データに基づいて被測定光ファイバ10の損失分布特性を評価する損失分布特性評価処理と、を実行する。

【0023】

表示部25は、波形メモリ23に記憶された波形データおよび損失分布特性算出部24によって算出された損失分布特性を表示するものであり、CRT (Cathode Ray Tube) やLCD (Liquid Crystal Display) などで構成される。

【0024】

制御部26は、CPU (Central Processing Unit) と、演算処理結果を記憶するRAM (Random Access Memory) とを含む。

【0025】

次に、本実施形態の光パルス試験器1の動作について説明する。

タイミング発生器13からパルスタイミング信号 E_p が出力されると、駆動回路17によって駆動されたパルス光源11から光パルスPが出射される。

【0026】

パルス光源11から出射された光パルスPは、光サーキュレータ18を介して被測定光ファイバ10に出射され、戻り光となって光サーキュレータ18を介して受光器12に受光される。

【0027】

戻り光は、受光器12によって電気信号に変換され、増幅器19によって増幅されてサンプルホールド回路14およびLPF20に出力される。ここで、増幅器19から出力された直後のA点における戻り光の電気信号の電圧レベルを図3の(a)に模式的に示す。

【0028】

図3(a)に示すように、時刻0から時刻 t_1 の期間および時刻 t_2 から時刻 t_3 の期間においては、被測定光ファイバ10からの光パルスPの戻り光が受光器12で受光されておらず、時刻 t_1 から時刻 t_2 の期間および時刻 t_3 から時刻 t_4 の期間においては、被測定光ファイバ10からの光パルスPの戻り光が受光器12で受光される状況を想定する。

【0029】

図中のA点における電気信号の電圧レベルは、時刻0から時刻 t_1 の期間および時刻 t_2 から時刻 t_3 の期間において、それぞれほぼ一定の電圧レベルを維持している。すなわち、時刻0から時刻 t_1 の期間および時刻 t_2 から時刻 t_3 の期間においては、受光器12は背景光のみを受光している。また、時刻 t_1 から時刻 t_2 の期間および時刻 t_3 から時刻 t_4 の期間においては、受光器12は背景光が重畳された戻り光を受光している。

【0030】

一方、サンプルホールド回路14に出力された背景光の電気信号は、サンプルホールド回路14によって、時刻0から時刻 t_1 の期間のうち、タイミング発生器13から出力されるサンプルホールドタイミング信号 E_{SH} に従った期間(例えば30 μ s程度)の電圧レベルを平均化した値(以下、オフセット電圧レベルと記す) V_1 を抽出される。時刻 t_2 から時刻 t_3 の期間についても同様にオフセット電圧レベル V_2 が抽出される。

【0031】

さらに、戻り光の電気信号は、サンプルホールド回路14によって抽出されたオフセット電圧レベル V_1 、 V_2 を有する電気信号に変換されて反転増幅器15に出力される。ここで、反転増幅器15によって反転増幅された直後のB点における電気信号の電圧レベル、および、C点におけるサンプルホールドタイミング信号 E_{SH} の電圧レベルを図3の(b)

10

20

30

40

50

に模式的に示す。

【 0 0 3 2 】

図中の B 点における電気信号の電圧レベルは、時刻 0 から時刻 t_5 ($t_5 < t_1$) までの期間においてはサンプルホールド回路 14 によるオフセット電圧レベルの抽出が完了していないためゼロであるが、時刻 t_5 から時刻 t_6 ($t_6 < t_3$) までの期間においては $-V_1$ である。同様に、時刻 t_6 以降は $-V_2$ である。

【 0 0 3 3 】

そして、反転増幅器 15 によって反転増幅された電気信号と、LPF 20 によって高周波成分をカットされた信号とが加算器 16 によって加算される。ここで、加算器 16 から出力された直後の D 点における戻り光の電気信号の電圧レベルを図 3 の (c) に模式的に示す。

10

【 0 0 3 4 】

図 3 (c) に示すように、時刻 t_1 から時刻 t_2 の期間および時刻 t_3 から時刻 t_4 の期間において、背景光の成分が除去された光パルス P の戻り光の電気信号が取り出される。

【 0 0 3 5 】

加算器 16 によって加算された信号は、適正にオフセット処理されているため、増幅器 21 によって好適なゲインで増幅され、A/D 変換器 22 によって適正にデジタル信号に変換される。A/D 変換器 22 から出力されたデジタル信号は損失分布特性算出部 24 に入力され、損失分布特性算出部 24 によって、波形データおよび被測定光ファイバ 10 の損失分布特性が算出される。波形データおよび損失分布特性は表示部 25 に表示される。

20

【 0 0 3 6 】

以上説明したように、本発明に係る光パルス試験器は、光パルスの戻り光を受光している期間の受光器の出力信号から光パルスの戻り光を受光していない期間の受光器の出力信号を減算するため、背景光が過大である場合においてもオフセット処理を適正に行うことができる。

【 0 0 3 7 】

また、本発明に係る光パルス試験器は、光パルスの戻り光を受光している期間の受光器の出力信号から光パルスの戻り光を受光していない期間の受光器の出力信号を減算するため、増幅器のゲインを従来よりも大きく設定することができ、より微弱な試験光の戻り光を検出することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 8 】

【図 1】本発明の実施形態の光パルス試験器を示すブロック図

【図 2】パルスタイミング信号 E_p 、サンプルホールドタイミング信号 E_{SH} を示す模式図

【図 3】本発明の実施形態の光パルス試験器の A、B、C、D 点における電気信号の電圧レベルと時間の関係を示すグラフ

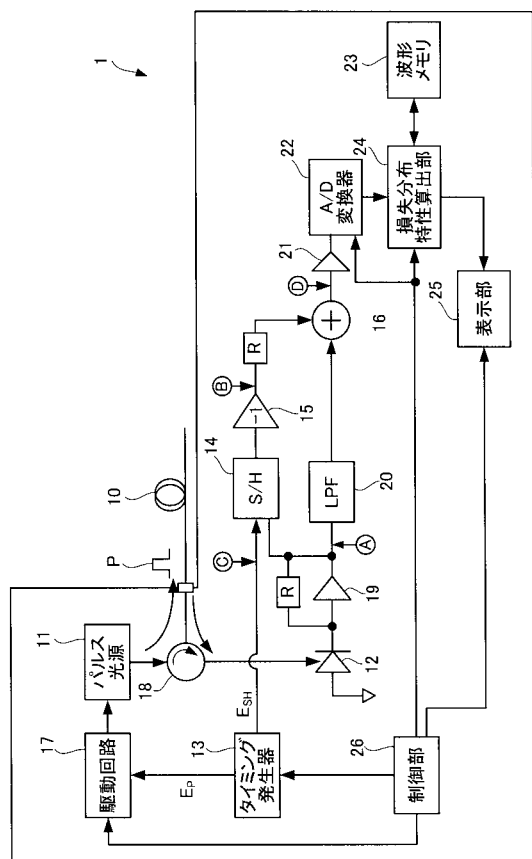
【符号の説明】

【 0 0 3 9 】

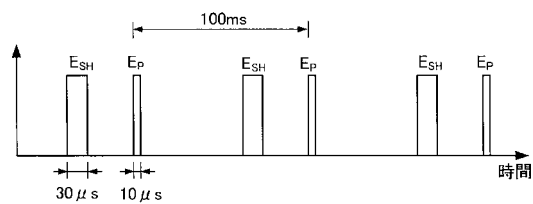
- 1 光パルス試験器
- 10 被測定光ファイバ
- 11 パルス光源
- 12 受光器
- 13 タイミング発生器
- 14 サンプルホールド回路
- 15 反転増幅器
- 16 加算器

40

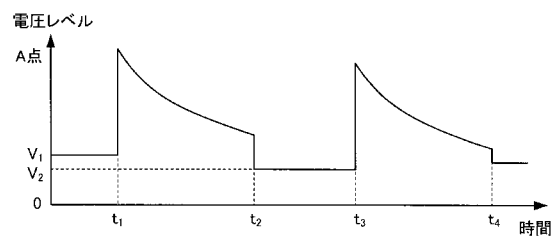
【図 1】



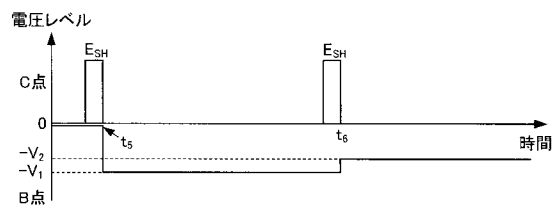
【図 2】



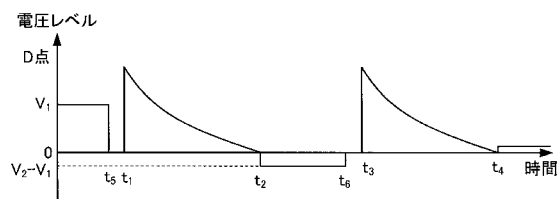
【図 3】



(a)



(b)



(c)