

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4983926号
(P4983926)

(45) 発行日 平成24年7月25日 (2012. 7. 25)

(24) 登録日 平成24年5月11日 (2012. 5. 11)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 4 B	10/18 (2006. 01)	HO 4 B	9/00 M
HO 4 B	10/02 (2006. 01)	HO 4 B	9/00 N
HO 4 B	10/20 (2006. 01)	HO 4 B	9/00 Y
HO 4 B	10/04 (2006. 01)		
HO 4 B	10/28 (2006. 01)		

請求項の数 8 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-535915 (P2009-535915)
 (86) (22) 出願日 平成19年10月2日 (2007. 10. 2)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2007/069306
 (87) 国際公開番号 W02009/044457
 (87) 国際公開日 平成21年4月9日 (2009. 4. 9)
 審査請求日 平成22年3月11日 (2010. 3. 11)

(73) 特許権者 309015134
 富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
 (74) 代理人 100104190
 弁理士 酒井 昭徳
 (72) 発明者 角田 有紀人
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
 (72) 発明者 井出 聡
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光通信装置および光通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光送信装置から送信される光信号を受信する受信手段と、
 前記受信手段によって受信される信号が含む固定パターン信号を検出する検出手段と、
 前記検出手段によって検出される固定パターン信号の振幅および平均パワーの強度比に
 基づいて前記固定パターン信号の分散量を算出する算出手段と、
 前記算出手段によって算出される分散量に応じて前記信号を分散補償する補償手段と、
 を備えることを特徴とする光通信装置。

【請求項 2】

前記信号は、プリアンプル信号として受信される前記固定パターン信号と、前記固定パ
 ターン信号の後に受信されるデータ信号と、を含んでおり、
 前記補償手段は、前記算出手段により算出される分散量に応じて、前記信号のうちの少
 なくとも前記データ信号を分散補償することを特徴とする請求項 1 に記載の光通信装置。

【請求項 3】

前記受信手段によって受信される信号を一定振幅に増幅する増幅手段を備え、
 前記算出手段は、前記一定振幅と、前記増幅手段によって増幅された固定パターン信号
 の平均パワーと、の強度比に基づいて前記分散量を算出することを特徴とする請求項 1 に
 記載の光通信装置。

【請求項 4】

前記補償手段は、前記受信手段の後段に設けられた電気分散補償器であることを特徴と

10

20

する請求項 1 に記載の光通信装置。

【請求項 5】

前記補償手段は、前記受信手段の前段に設けられた光分散補償器であることを特徴とする請求項 1 に記載の光通信装置。

【請求項 6】

前記検出手段によって検出される固定パターン信号のうちの、分散量を算出する区間を設定する設定手段を備え、

前記算出手段は、前記設定手段によって設定される区間の分散量を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の光通信装置。

【請求項 7】

複数の光送信装置から送信される各光信号を順次受信することを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか一つに記載の光通信装置。

【請求項 8】

光送信装置から送信される光信号を受信する受信工程と、
前記受信工程によって受信される信号が含む固定パターン信号を検出する検出工程と、
前記検出工程によって検出される固定パターン信号の振幅および平均パワーの強度比に基づいて前記固定パターン信号の分散量を算出する算出工程と、
前記算出工程によって算出される分散量に応じて前記信号を分散補償する補償工程と、
を含むことを特徴とする光通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、受信した光信号を分散補償する光通信装置および光通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、大容量伝送用ネットワークとして光ネットワークが用いられている。光ネットワークの方式の一つに PON (Passive Optical Network) 方式がある。PON 方式は、複数の加入者側端末 (ONU: Optical Network Unit) からパースト的に送信された光信号をスターカプラで合波し、一つの収容局側端末 (OLT: Optical Line Terminal) で受信する方式である。

【0003】

PON 方式のさらなる高速化や、super PON などの伝送距離の長距離化を視野に入れた場合は、伝送路の分散による光信号の劣化の補償が必要となる。PON 方式においては、OLT と各 ONU との間の伝送路の距離に応じて、各 ONU から送信されて OLT が受信する各光信号の分散量がそれぞれ異なる。このため、OLT は、受信した光信号毎に異なる補償量によって分散補償を行う必要がある。

【0004】

一方、受信した光信号の波形を測定し、測定した波形に基づいて、受信した光信号の波形を補償する技術が開示されている (たとえば、下記特許文献 1～3 参照。)。このような技術を用いて、PON 方式において、受信した各光信号の波形に基づいて各光信号の分散量を算出し、算出した分散量によって分散補償を行うことが考えられる。

【0005】

【特許文献 1】特開 2004 - 15587 号公報

【特許文献 2】特開平 11 - 205245 号公報

【特許文献 3】特開 2003 - 14548 号公報

【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、各 ONU から送信される光信号のパターンはランダムであるため、光信号の分散量は光信号の波形の歪みと一意的に対応しない。このため、上述した従来技術で

10

20

30

40

50

は、光信号の波形を測定することで光信号の分散量を算出することが困難であるという問題がある。以下、この問題について詳細に説明する。

【0007】

図20は、分散があるバースト信号のアイパターンを示す図である。バースト的に送信された光信号（バースト信号）の分散による波形の歪みは、光信号のパターンによって異なる。このため、図20に示すように、分散がある光信号のアイパターン（たとえばアイパターンのクロスポイント2010）は一意的に定まらない。したがって、光信号全体の波形の歪みを一意的に測定することができず、光信号の波形を測定することで光信号の分散量を精度よく算出することが困難である。

【0008】

また、光信号全体の波形の平均的な歪みを測定することも考えられるが、光信号の大部分を受信した後に平均的な波形を算出する必要があるため、光信号の分散量を算出するまでに時間がかかるという問題がある。このため、たとえば、各ONUから順次受信する光信号毎に分散量を算出して分散補償を行うことができないという問題がある。

【0009】

開示の光通信装置および光通信方法は、上述した問題点を解消するものであり、光信号を精度よく高速に分散補償することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

光通信装置が、光送信装置から送信される光信号を受信する受信手段と、前記受信手段によって受信される信号が含む固定パターン信号を検出する検出手段と、前記検出手段によって検出される固定パターン信号の波形に基づいて前記固定パターン信号の分散量を算出する算出手段と、前記算出手段によって算出される分散量に応じて前記信号を分散補償する補償手段と、を備える。

【0011】

光信号に含まれる固定パターン信号の波形の歪みは光信号の分散量と一意的に対応するため、上記構成によれば、固定パターン信号の波形に基づいて分散量を算出することで光信号の分散量を精度よく高速に算出することができる。

【発明の効果】

【0012】

開示の光通信装置および光通信方法によれば、光信号を精度よく高速に分散補償することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、実施の形態1にかかる光通信装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、光通信装置が受信する光信号の構成を示す図である。

【図3】図3は、実施の形態1にかかる光通信装置の動作を示すフローチャートである。

【図4】図4は、実施の形態1にかかる光通信装置の動作のタイムチャートを示す図である。

【図5】図5は、分散量が小さい場合のプリアンプル信号の波形を示す図である。

【図6】図6は、分散量が大きい場合のプリアンプル信号の波形を示す図である。

【図7】図7は、分散がない交番信号をシミュレーションした波形図である。

【図8】図8は、分散量が小さい交番信号をシミュレーションした波形図である。

【図9】図9は、分散量が大きい交番信号をシミュレーションした波形図である。

【図10】図10は、図7～図9に示した交番信号のアイパターンを示す図である。

【図11】図11は、実施の形態2にかかる光通信装置の構成を示すブロック図である。

【図12】図12は、実施の形態2にかかる光通信装置の動作を示すフローチャートである。

【図13】図13は、実施の形態2にかかる光通信装置の動作のタイムチャートを示す図である。

10

20

30

40

50

【図14】図14は、実施の形態3にかかる光通信装置の構成を示すブロック図である。
 【図15】図15は、実施の形態4にかかる光通信装置の構成を示すブロック図である。
 【図16】図16は、光通信装置をPONに適用した実施例を示すブロック図である。
 【図17】図17は、実施例にかかる光通信装置が受信する各光信号の波形を示す図である。
 【図18】図18は、実施例にかかる光通信装置が補償した信号の波形を示す図である。
 【図19】図19は、光通信装置をsuper PONに適用した実施例を示すブロック図である。
 【図20】図20は、分散があるバースト信号のアイパターンを示す図である。

【符号の説明】

10

【0014】

100 光通信装置
 110 PD
 140 分散モニタ部
 143 平均検出部
 145a 遅延部
 145b 遅延部
 145 区間設定部
 200 光信号
 210 プリアンプル信号
 220 データ信号
 420 検出信号
 430, 440 トリガー信号
 540, 1320 振幅
 550 パルス幅
 1600, 1900 ネットワーク
 1610, 1910 スターカプラ

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる光通信装置および光通信方法の好適な実施の形態を詳細に説明する。

30

【0016】

(実施の形態1)

図1は、実施の形態1にかかる光通信装置の構成を示すブロック図である。図1に示すように、実施の形態1にかかる光通信装置100は、PD110と、TIA120と、LIA130と、分散モニタ部140と、電気分散補償器150と、を備えている。PD110は、外部から送信された光信号を受信する受信手段である。PD110は、受信した光信号を電気的な信号に変換してTIA120および分散モニタ部140へ出力する。

【0017】

TIA120(インピーダンス変換増幅器: Trans Impedance Amplifier)およびLIA130(制限増幅器: Limiting Amplifier)は、PD110から出力された信号を一定振幅に増幅する増幅手段である。TIA120およびLIA130は、一定振幅に増幅した信号を電気分散補償器150へ出力する。

40

【0018】

分散モニタ部140は、ピーク検出部141と、ボトム検出部142と、平均検出部143と、プリアンプル検出部144と、区間設定部145と、強度比算出部146と、サンプルホールド部147と、を備えている。ピーク検出部141は、PD110から出力された信号のピークパワーを検出する。ピーク検出部141は、検出したピークパワーの情報をプリアンプル検出部144および強度比算出部146へ出力する。

【0019】

50

ボトム検出部 1 4 2 は、P D 1 1 0 から出力された信号のボトムパワーを検出する。ボトム検出部 1 4 2 は、検出したボトムパワーの情報をプリアンプル検出部 1 4 4 および強度比算出部 1 4 6 へ出力する。平均検出部 1 4 3 は、P D 1 1 0 から出力された信号の平均パワーを検出する。ここでは、平均検出部 1 4 3 は、並列に接続されたコンデンサ 1 4 3 a および抵抗 1 4 3 b によって構成されるローパスフィルタである。平均検出部 1 4 3 は、検出した平均パワーの情報を強度比算出部 1 4 6 へ出力する。

【 0 0 2 0 】

プリアンプル検出部 1 4 4 は、ピーク検出部 1 4 1 およびボトム検出部 1 4 2 から出力された情報に基づいて、P D 1 1 0 によって受信された信号のピーク部分とボトム部分を判定することで、P D 1 1 0 によって受信された信号に含まれるプリアンプル信号を検出する検出手段である。プリアンプル検出部 1 4 4 は、プリアンプル信号を検出すると、プリアンプル信号を検出した旨の検出信号を区間設定部 1 4 5 へ出力する。

10

【 0 0 2 1 】

区間設定部 1 4 5 は、プリアンプル信号のうちの分散量を測定する区間を設定する設定手段である。具体的には、区間設定部 1 4 5 は、遅延部 1 4 5 a (d e l a y 1) と、遅延部 1 4 5 b (d e l a y 2) と、を備えている。遅延部 1 4 5 a は、プリアンプル検出部 1 4 4 から検出信号が出力されると、所定の時間 d e l a y 1 だけ遅延して第 1 のトリガー信号を強度比算出部 1 4 6 および遅延部 1 4 5 b へ出力する。

【 0 0 2 2 】

遅延部 1 4 5 b は、遅延部 1 4 5 a から第 1 のトリガー信号が出力されると、所定の時間 d e l a y 2 だけ遅延して第 2 トリガー信号を強度比算出部 1 4 6 へ出力する。区間設定部 1 4 5 へ第 1 のトリガー信号が出力されてから第 2 のトリガー信号が出力されるまでに受信されるプリアンプル信号の区間が、分散量を測定する測定区間として設定される。

20

【 0 0 2 3 】

強度比算出部 1 4 6 は、プリアンプル検出部 1 4 4 によって検出されたプリアンプル信号の分散量を算出する算出手段である。また、強度比算出部 1 4 6 は、プリアンプル信号のうちの、区間設定部 1 4 5 によって設定された区間の分散量を算出する。以下、強度比算出部 1 4 6 によるプリアンプル信号の分散量の算出について具体的に説明する。

【 0 0 2 4 】

強度比算出部 1 4 6 は、区間設定部 1 4 5 から第 1 のトリガー信号が出力されてから第 2 のトリガー信号が出力されるまでの期間に、ピーク検出部 1 4 1 から出力された情報が示す信号のピークパワーと、ボトム検出部 1 4 2 から出力された情報が示すボトムパワーと、の差を算出することで、P D 1 1 0 から出力された信号の振幅の情報を取得する。

30

【 0 0 2 5 】

また、強度比算出部 1 4 6 は、区間設定部 1 4 5 から第 1 のトリガー信号が出力されてから第 2 のトリガー信号が出力されるまでの期間に、平均検出部 1 4 3 から出力される平均パワーの情報を取得する。そして、強度比算出部 1 4 6 は、取得した振幅および平均パワーの情報に基づいて、プリアンプル信号の振幅および平均パワーの強度比を算出する。

【 0 0 2 6 】

強度比算出部 1 4 6 は、算出した強度比の情報をプリアンプル信号の分散量の情報としてサンプルホールド部 1 4 7 へ出力する。サンプルホールド部 1 4 7 は、強度比算出部 1 4 6 から出力された情報が示す分散量に応じて電気分散補償器 1 5 0 の補償量を設定する。電気分散補償器 1 5 0 は、サンプルホールド部 1 4 7 によって設定された補償量によって、T I A 1 2 0 および L I A 1 3 0 から出力された信号を分散補償する。

40

【 0 0 2 7 】

図 2 は、光通信装置が受信する光信号の構成を示す図である。図 2 に示すように、光通信装置 1 0 0 が受信する光信号 2 0 0 は、プリアンプル信号 2 1 0 と、データ信号 2 2 0 と、を含むバースト信号である。プリアンプル信号 2 1 0 は、光信号 2 0 0 の先頭に格納されたあらかじめパターンが定められた固定パターン信号である。強度比算出部 1 4 6 は、プリアンプル信号 2 1 0 の分散量を算出する。

50

【 0 0 2 8 】

ここでは、プリアンブル信号 2 1 0 は、「 1 0 1 0 1 0 ... 」の交番信号である。データ信号 2 2 0 は、伝送されるデータが格納された信号であり、プリアンブル信号 2 1 0 よりも後に受信される。なお、プリアンブル信号 2 1 0 の分散量を算出する場合について説明したが、分散量を算出する信号はプリアンブル信号 2 1 0 に限らず、あらかじめパターンが定められた固定パターン信号であり、データ信号 2 2 0 よりも先に受信されればよい。

【 0 0 2 9 】

図 3 は、実施の形態 1 にかかる光通信装置の動作を示すフローチャートである。ここでは、光通信装置 1 0 0 が 1 つの光信号（バースト信号）に対して行う分散補償動作について説明する。図 3 に示すように、まず、PD 1 1 0 が、外部から送信された光信号を受信する（ステップ S 3 0 1）。つぎに、ピーク検出部 1 4 1 およびボトム検出部 1 4 2 が、それぞれ信号のピークパワーおよびボトムパワーを検出する（ステップ S 3 0 2）。

10

【 0 0 3 0 】

つぎに、プリアンブル検出部 1 4 4 が、プリアンブル信号を検出したか否かを判断する（ステップ S 3 0 3）。プリアンブル信号を検出していない場合（ステップ S 3 0 3 : N o）は、ステップ S 3 0 2 に戻って処理を続行する。プリアンブル信号を検出した場合（ステップ S 3 0 3 : Y e s）は、区間設定部 1 4 5 が、プリアンブル信号における分散量の測定区間を設定する（ステップ S 3 0 4）。

【 0 0 3 1 】

つぎに、強度比算出部 1 4 6 が、ステップ S 3 0 4 によって設定されたプリアンブル信号の区間の振幅および平均パワーの情報を取得する（ステップ S 3 0 5）。つぎに、強度比算出部 1 4 6 が、ステップ S 3 0 5 によって取得した情報に基づいて、PD 1 1 0 から出力された信号の振幅と平均パワーとの強度比を算出する（ステップ S 3 0 6）。

20

【 0 0 3 2 】

つぎに、電気分散補償器 1 5 0 が、ステップ S 3 0 6 によって算出された強度比に基づいて分散補償を行い（ステップ S 3 0 7）、1 つの光信号に対する一連の分散補償動作を終了する。同様に、順次受信する光信号に対してもステップ S 3 0 1 ~ ステップ S 3 0 7 の動作をそれぞれ行うことで、各光信号を個別に分散補償することができる。

【 0 0 3 3 】

図 4 は、実施の形態 1 にかかる光通信装置の動作のタイムチャートを示す図である。図 4 において、図 2 に示した部分と同様の部分については同一の符号を付して説明を省略する。図 4 において、横軸は時間を示している。縦軸は各信号の強度を示している。符号 4 1 0 は、PD 1 1 0 が受信した信号（図 2 参照）を示している。信号 4 1 0 は、プリアンブル信号 2 1 0 およびデータ信号 2 2 0 を含んでいる。

30

【 0 0 3 4 】

符号 4 2 0 (P r e a m b l e d e t e c t) は、プリアンブル検出部 1 4 4 から区間設定部 1 4 5 へ出力される検出信号を示している。検出信号 4 2 0 は、プリアンブル信号 2 1 0 が PD 1 1 0 によって受信されると区間設定部 1 4 5 へ出力される。符号 4 3 0 (T r i g g e r 1) は、遅延部 1 4 5 a から強度比算出部 1 4 6 へ出力される第 1 のトリガー信号を示している。

40

【 0 0 3 5 】

第 1 のトリガー信号 4 3 0 は、検出信号 4 2 0 に対して所定の時間 d e l a y 1 だけ遅延して強度比算出部 1 4 6 へ出力される。符号 4 4 0 (T r i g g e r 2) は、遅延部 1 4 5 b から強度比算出部 1 4 6 へ出力される第 2 のトリガー信号を示している。第 2 のトリガー信号 4 4 0 は、第 1 のトリガー信号 4 3 0 に対して所定の時間 d e l a y 2 だけ遅延して強度比算出部 1 4 6 へ出力される。

【 0 0 3 6 】

区間 4 5 0 は、信号 4 1 0 のうちの強度比算出部 1 4 6 が分散量を算出する区間を示している。具体的には、区間 4 5 0 は、強度比算出部 1 4 6 へ第 1 のトリガー信号 4 3 0 が出力されてから、強度比算出部 1 4 6 へ第 2 のトリガー信号 4 4 0 が出力されるまでの期

50

間に、PD110によって受信された信号410の区間である。

【0037】

TLA120およびLIA130による信号の増幅と、強度比算出部146による信号の分散量の算出と、は並行して行われる。このため、電気分散補償器150は、PD110によって受信された信号410のうちの、強度比算出部146によって分散量が算出される区間450よりも後ろの区間を分散補償することになる。

【0038】

強度比算出部146によって分散量を算出される区間450は、遅延部145aのdelay1と遅延部145bのdelay2の設定により調節することができる。強度比算出部146によって分散量を算出される区間450がプリアンプル信号210の一部または全部となるようにdelay1およびdelay2を設定することで、プリアンプル信号210を受信している間に信号410全体の分散量を算出することができる。

10

【0039】

これにより、データ信号220を受信する前に信号410の分散量を算出することができる。このため、算出した分散量に応じた補償量によって、信号410のうちの少なくともデータ信号220を分散補償することができる。なお、強度比算出部146によって分散量を算出する区間450は、図4に示したようにプリアンプル信号210の一部の区間であってもよいし、プリアンプル信号210の全ての区間であってもよい。

【0040】

ここでは、プリアンプル信号210が「101010...」の交番信号であるため、少なくとも、プリアンプル信号210の最初の2ビット（「10」）の部分に区間450を設定することで、プリアンプル信号210のピークパワー、ボトムパワーおよび平均パワーを検出することができる。このため、プリアンプル信号210の少なくとも最初の2ビットの波形を測定するだけで光信号200の分散量を算出することができる。

20

【0041】

図5は、分散量が小さい場合のプリアンプル信号の波形を示す図である。図6は、分散量が大きい場合のプリアンプル信号の波形を示す図である。図5および図6において、図2に示した部分と同様の部分については同一の符号を付して説明を省略する。符号510、符号520および符号530は、プリアンプル信号210のピークパワー、ボトムパワーおよび平均パワーをそれぞれ示している。

30

【0042】

符号540は、プリアンプル信号210の振幅を示している。振幅540は、ピークパワー510からボトムパワー520までの幅である。符号550は、プリアンプル信号210のパルス幅を示している。図5および図6に示すように、光信号200の分散量が大きい場合（図6）は、光信号200の分散量が小さい場合（図5）に比べて、プリアンプル信号210のパルス幅550が小さくなる。

【0043】

このため、光信号200の分散量が大きい場合は、光信号200の分散量が小さい場合に比べて平均パワー530が低くなる。したがって、プリアンプル信号210の振幅540と平均パワー530との強度比は、光信号200の分散量に応じて変化する。このため、強度比算出部146は、プリアンプル信号210の振幅540と平均パワー530との強度比を算出することで、光信号200の分散量の情報を取得することができる。

40

【0044】

図7は、分散がない交番信号をシミュレーションした波形図である。図8は、分散量が小さい交番信号をシミュレーションした波形図である。図9は、分散量が大きい交番信号をシミュレーションした波形図である。図7～図9において、横軸は時間を示している。縦軸は、「101010...」の交番信号の強度を示している。縦軸のVthは、交番信号のピークパワーおよびボトムパワーの中央値を示している。図7～図9に示すように、交番信号のパルス幅は、分散量が大きくなるほど小さくなるのが分かる。

【0045】

50

図10は、図7～図9に示した交番信号のアイパターンを示す図である。図10において、横軸は時間(bit period)を示している。縦軸は振幅(a.u.)を示している。図10に示すように、「101010...」の交番信号のアイパターン(たとえばアイパターンのクロスポイント1010)は一意的に定まっていることが分かる。

【0046】

このため、交番信号の分散量を精度よく算出することができる。また、交番信号の一部のみの波形を測定するだけで分散量を精度よく算出することができる。たとえば、「101010...」の交番信号のうちの2ビット(「10」)の波形を測定するだけで分散量を精度よく算出することができる。このため、分散量を高速に算出することができる。

【0047】

このように、実施の形態1にかかる光通信装置100によれば、光信号200のプリアンプル信号210の波形に基づいて分散量を算出することで、光信号200の分散量を精度よく高速に算出することができる。このため、プリアンプル信号210の波形に基づいて算出した分散量に基づいて光信号200のデータ信号220を分散補償することで、データ信号220を精度よく高速に分散補償することができる。

【0048】

また、光信号の分散量を精度よく高速に算出することができるため、分散量が不明な光信号を受信した場合にも、適切な補償量によって分散補償を行うことができる。これにより、たとえばPONなどにおいて、光通信装置100が複数の光送信装置からそれぞれ分散量の異なる光信号を順次受信する場合に、受信する光信号毎に分散量を算出して各光信号を個別に分散補償することが可能になる。

【0049】

(実施の形態2)

図11は、実施の形態2にかかる光通信装置の構成を示すブロック図である。図11において、図1に示した構成と同様の構成については同一の符号を付して説明を省略する。図11に示すように、実施の形態2にかかる光通信装置100は、実施の形態1に示した光通信装置100の構成(図1参照)において、ピーク検出部141およびボトム検出部142を省いた構成である。

【0050】

PD110は、受信した光信号を電気的な信号に変換してTIA120へ出力する。TIA120およびLIA130は、増幅した信号を電気分散補償器150および分散モニタ部140へ出力する。分散モニタ部140の平均検出部143は、TIA120およびLIA130から出力された信号の平均パワーを検出する。

【0051】

プリアンプル検出部144は、TIA120およびLIA130から出力された信号のピーク部分とボトム部分を判定することで、あらかじめ定められた固定パターンのプリアンプル信号を検出する。強度比算出部146は、区間設定部145から第1のトリガー信号が出力されてから第2のトリガー信号が出力されるまでの期間にPD110から出力される信号の平均パワーの情報を取得する。

【0052】

具体的には、強度比算出部146は、区間設定部145から第1のトリガー信号が出力されてから第2のトリガー信号が出力されるまでの期間に平均検出部143から出力される平均パワーの情報を取得する。強度比算出部146は、取得した平均パワーと、TIA120およびLIA130に設定された振幅と、の強度比を算出する。強度比算出部146は、算出した強度比の情報を、PD110から出力された信号に含まれるプリアンプル信号の分散量の情報としてサンプルホールド部147へ出力する。

【0053】

図12は、実施の形態2にかかる光通信装置の動作を示すフローチャートである。ここでは、光通信装置100が1つの光信号(バースト信号)に対して行う分散補償動作について説明する。図12に示すように、まず、PD110が、外部から送信された光信号を

10

20

30

40

50

受信する（ステップS1201）。つぎに、TIA120およびLIA130が、ステップS1201によって受信された信号を一定振幅に増幅する（ステップS1202）。

【0054】

つぎに、プリアンプ検出部144が、プリアンプ信号を検出したか否かを判断する（ステップS1203）。プリアンプ信号を検出していない場合（ステップS1203：No）は、ステップS1203に戻って処理を続行する。プリアンプ信号を検出した場合（ステップS1203：Yes）は、区間設定部145が、プリアンプ信号における分散量の測定区間を設定する（ステップS1204）。

【0055】

つぎに、強度比算出部146が、ステップS1204によって設定された測定区間の平均パワーの情報を取得する（ステップS1205）。つぎに、強度比算出部146が、ステップS1205によって取得した情報と、TIA120およびLIA130にあらかじめ定められた信号の振幅の情報と、に基づいて、PD110から出力された信号の振幅と平均パワーとの強度比を算出する（ステップS1206）。

【0056】

つぎに、電気分散補償器150が、ステップS1206によって算出された強度比に基づいて分散補償を行い（ステップS1207）、1つの光信号に対する一連の分散補償動作を終了する。同様に、順次受信する各光信号に対しても、ステップS1201～ステップS1207の動作を行うことで、各光信号を個別に分散補償することができる。

【0057】

図13は、実施の形態2にかかる光通信装置の動作のタイムチャートを示す図である。図13において、図4に示した部分と同様の部分については同一の符号を付して説明を省略する。符号1310は、TIA120およびLIA130によって一定振幅に増幅された信号を示している。符号1320は、あらかじめ定められた信号1310の振幅を示している。符号1330は、信号1310の平均パワーを示している。

【0058】

TIA120およびLIA130によって一定振幅に増幅された信号1310は、分散モニタ部140へ入力される。強度比算出部146は、平均検出部143から出力される情報が示す平均パワー1330と、あらかじめ定められた振幅1320と、の強度比を算出することで、プリアンプ信号210の分散量を算出することができる。

【0059】

このように、実施の形態2にかかる光通信装置100によれば、実施の形態1にかかる光通信装置100の効果を奏するとともに、TIA120およびLIA130によって一定振幅に増幅されたプリアンプ信号の分散量を算出することで、強度比算出部146によって信号の振幅を算出することなくプリアンプ信号の分散量を算出することができる。このため、光信号の分散量をさらに高速に算出することができる。

【0060】

（実施の形態3）

図14は、実施の形態3にかかる光通信装置の構成を示すブロック図である。図14において、図1に示した構成と同様の構成については同一の符号を付して説明を省略する。図14に示すように、実施の形態3にかかる光通信装置100は、図1に示した光通信装置100の構成において、電気分散補償器150に代えて光分散補償器1410を備えている。光分散補償器1410は、PD110の前段に設けられている。

【0061】

光分散補償器1410は、サンプルホールド部147によって設定された補償量によって、外部の光送信装置から送信された光信号を分散補償する。光分散補償器1410は、分散補償した光信号をPD110へ出力する。PD110は、光分散補償器1410から出力された光信号を受信する。サンプルホールド部147は、強度比算出部146から出力された情報が示す分散量に応じて光分散補償器1410の補償量を設定する。

【0062】

10

20

30

40

50

このように、実施の形態 3 にかかる光通信装置 100 によれば、電気分散補償器 150 に代えて光分散補償器 1410 を用いて、PD110 の前段で分散補償を行う場合にも、実施の形態 1 にかかる光通信装置 100 と同様に、プリアンプル信号の波形に基づいて分散量を算出することで、光信号の分散量を精度よく高速に算出することができる。

【0063】

(実施の形態 4)

図 15 は、実施の形態 4 にかかる光通信装置の構成を示すブロック図である。図 15 において、図 11 に示した構成と同様の構成については同一の符号を付して説明を省略する。図 15 に示すように、実施の形態 4 にかかる光通信装置 100 は、図 11 に示した光通信装置 100 の構成において、電気分散補償器 150 に代えて光分散補償器 1510 を備えている。光分散補償器 1510 は、PD110 の前段に設けられている。

10

【0064】

光分散補償器 1510 は、サンプルホールド部 147 によって設定された補償量によって、外部の光送信装置から送信された光信号を分散補償する。光分散補償器 1510 は、分散補償した光信号を PD110 へ出力する。PD110 は、光分散補償器 1510 から出力された光信号を受信する。サンプルホールド部 147 は、強度比算出部 146 から出力された情報が示す分散量に応じて光分散補償器 1510 の補償量を設定する。

【0065】

このように、実施の形態 4 にかかる光通信装置 100 によれば、電気分散補償器 150 に代えて光分散補償器 1510 を用いて、PD110 の前段で分散補償を行う場合にも、実施の形態 2 にかかる光通信装置 100 と同様に、プリアンプル信号の波形に基づいて分散量を算出することで、光信号の分散量を精度よく高速に算出することができる。

20

【実施例】

【0066】

図 16 は、光通信装置を PON に適用した実施例を示すブロック図である。上述した各実施の形態にかかる光通信装置 100 は、たとえば、図 16 に示すように、PON 方式のネットワーク 1600 における OLT に適用することができる。PON 方式のネットワーク 1600 は、OLT としての光通信装置 100 と、複数の ONU #1 ~ #n と、スターカブラ 1610 と、によって構成されている。

【0067】

光通信装置 100 は、スターカブラ 1610 を介して複数の ONU #1 ~ #n とそれぞれ接続している。光通信装置 100 は、複数の ONU #1 ~ #n が光通信装置 100 と通信を行うタイミングを管理し、通信を行うタイミングの情報を複数の ONU #1 ~ #n へそれぞれ送信する。複数の ONU #1 ~ #n は、光通信装置 100 から出力された情報が示すタイミングによって光通信装置 100 へ光信号を送信する。

30

【0068】

図 17 は、実施例にかかる光通信装置が受信する各光信号の波形を示す図である。図 17 において、符号 1701 ~ 符号 1707 は、OLT としての光通信装置 100 が受信する各光信号を示している。たとえば、光信号 1701 は、ONU #4 から送信されて光通信装置 100 が受信した光信号である。光信号 1702 は、光信号 1701 のつぎに、ONU #5 から送信されて光通信装置 100 が受信した光信号である。

40

【0069】

光信号 1701 ~ 光信号 1707 は、ONU #1 ~ #n のうちの光信号を送信した ONU と光通信装置 100 との間の伝送路に応じてそれぞれ劣化する。このため、図 17 に示すように、光通信装置 100 が受信する各光信号はそれぞれ強度が異なる。また、図示しないが、光通信装置 100 が受信する各光信号の分散量もそれぞれ異なる。

【0070】

図 18 は、実施例にかかる光通信装置が補償した信号の波形を示す図である。図 18 に示すように、光通信装置 100 は、光信号 1701 ~ 光信号 1707 を順次受信しながら一定振幅に増幅する。また、図示しないが、光通信装置 100 は、光信号 1701 ~ 光信

50

号1707を順次受信しながら各信号に含まれるプリアンプル信号の分散量をそれぞれ算出し、算出した分散量によって各信号を個別に分散補償する。

【0071】

図19は、光通信装置をsuper PONに適用した実施例を示すブロック図である。図19において、図16に示した構成と同様の構成については同一の符号を付して説明を省略する。上述した各実施の形態にかかる光通信装置100は、たとえば、図19に示すように、super PON方式のネットワーク1900におけるOLTに適用することができる。

【0072】

super PON方式のネットワーク1900は、図16に示したネットワーク1600の構成に加えてスターカプラ1910を設けることによって、さらに多くのONUが光通信装置100と接続されて構成されている。また、各伝送路上に光アンプ1921～1923が設けられている。光アンプ1921～1923は、光通信装置100と複数のONU#1～#nとの間で送受信される各光信号を増幅する。

【0073】

図16および図19に示したように、上述した各実施の形態にかかる光通信装置100は、PON方式のネットワークのOLTのように、複数の光送信装置から送信される各光信号を順次受信する光通信装置に適用することができる。これにより、順次受信する各光信号の分散量を精度よく高速に算出し、各光信号を個別に分散補償することができる。

【0074】

なお、上述した各実施の形態にかかる光通信装置100は、分散補償器を備えて分散補償する構成として説明したが、強度比算出部146によって算出した光信号の分散量の情報を、光信号を送信する光送信装置にフィードバックする構成にしてもよい。分散量の情報をフィードバックされた光送信装置は、フィードバックされた情報が示す分散量の逆特性となる分散量を光信号に与えて送信する。これによって分散補償を行うことができる。

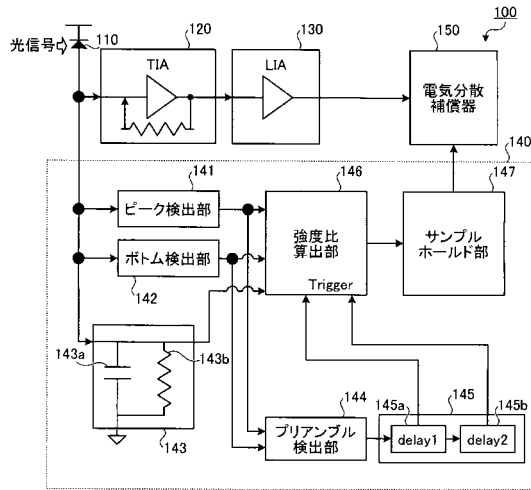
【0075】

以上説明したように、開示の光通信装置および光通信方法によれば、光信号に含まれるプリアンプル信号の分散量を算出することで、光信号を精度よく高速に分散補償することができる。

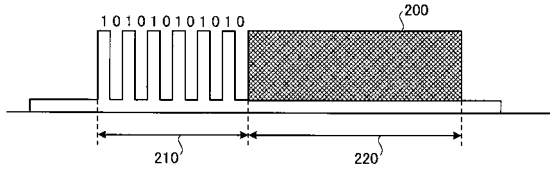
10

20

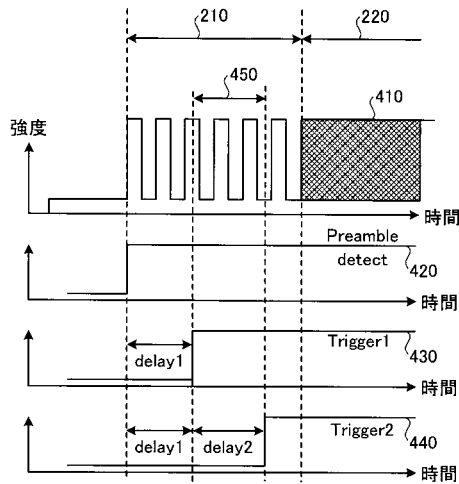
【図1】



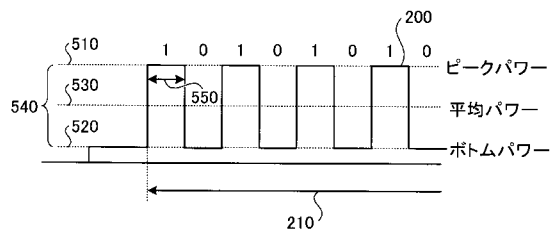
【図2】



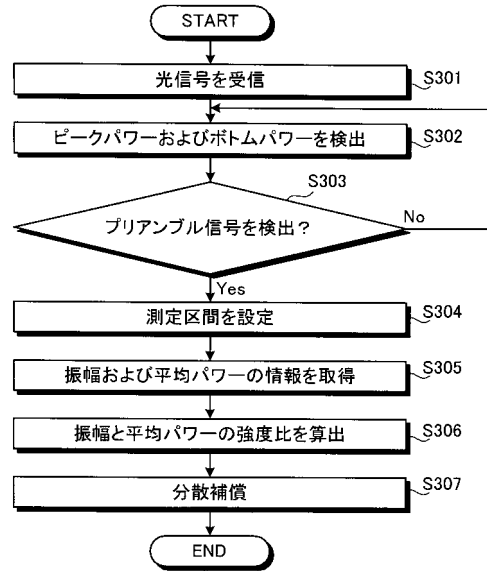
【図4】



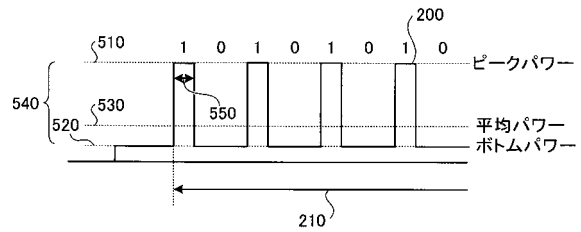
【図5】



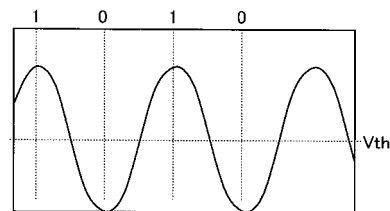
【図3】



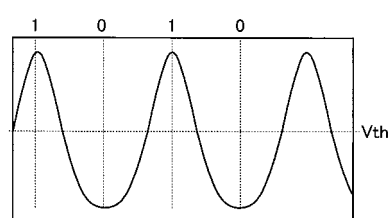
【図6】



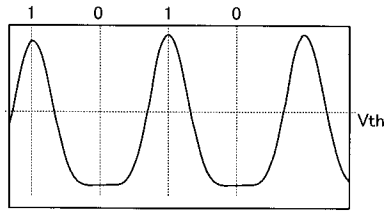
【図7】



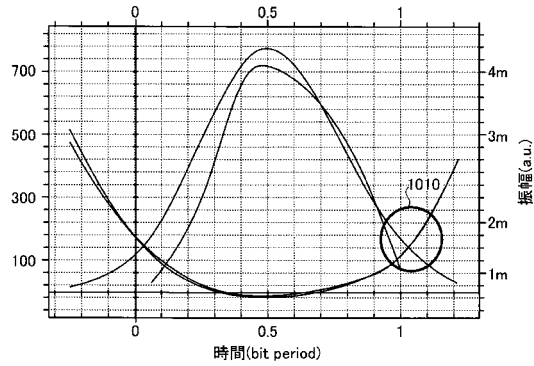
【図8】



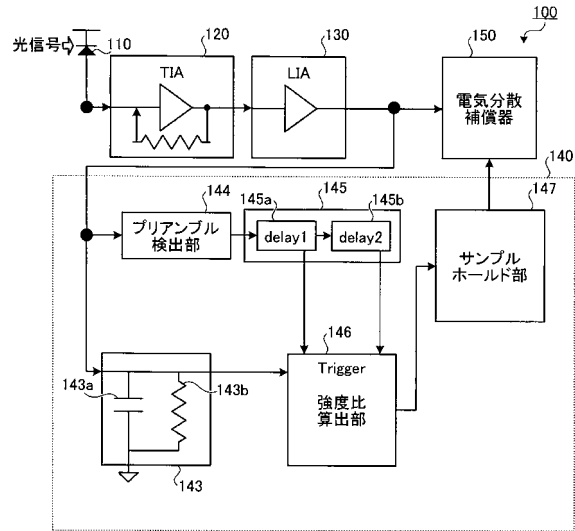
【図9】



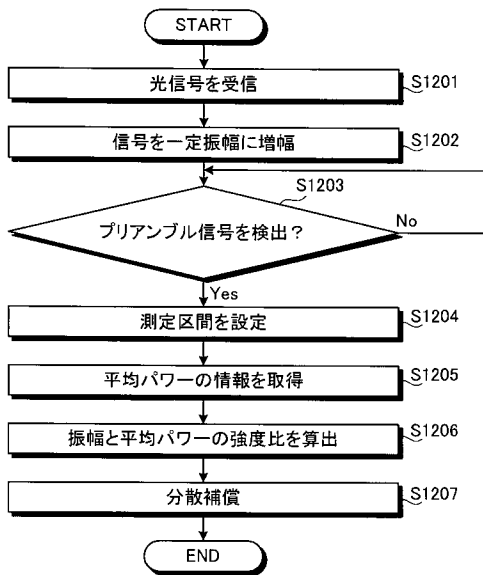
【図10】



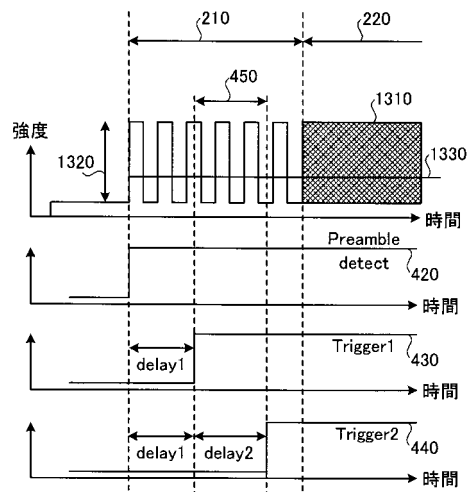
【図11】



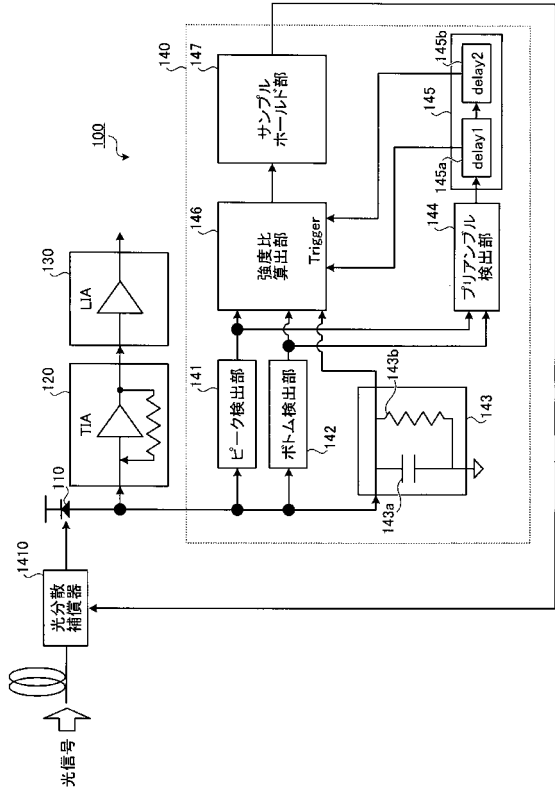
【図12】



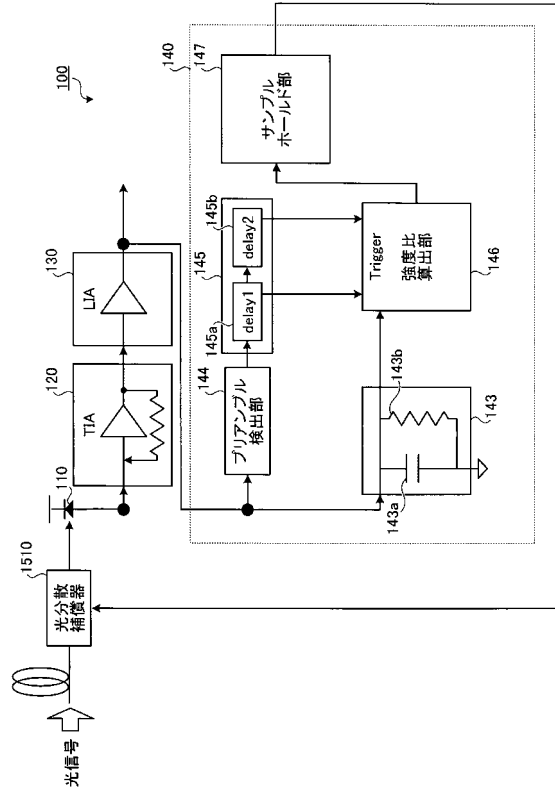
【図13】



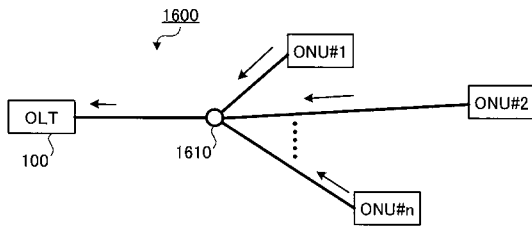
【図14】



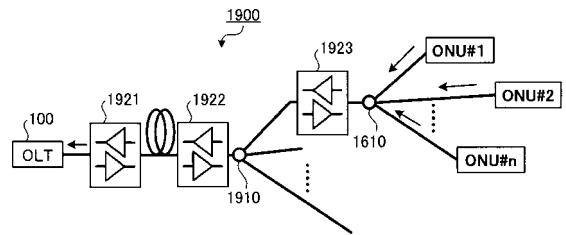
【図15】



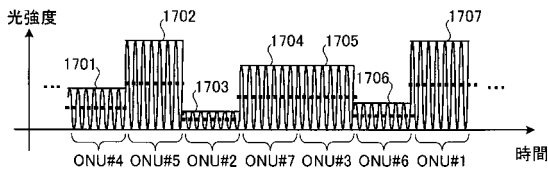
【図16】



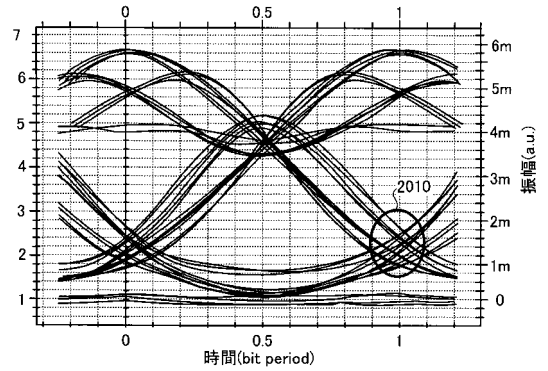
【図19】



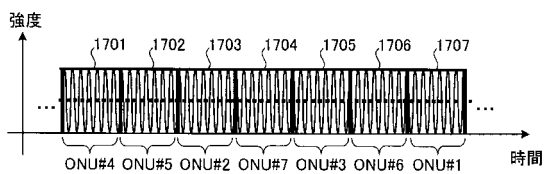
【図17】



【図20】



【図18】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

H 0 4 B 10/26 (2006.01)

H 0 4 B 10/14 (2006.01)

H 0 4 B 10/06 (2006.01)

(72)発明者 森 和行

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 工藤 一光

(56)参考文献 特開2006-304170(JP,A)

特開平10-84317(JP,A)

特開昭62-291232(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B10/00-10/28

H04J14/00-14/08