

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4985764号
(P4985764)

(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

H O 4 J 14/02 (2006. 01)

H O 4 B 9/00 E

H O 4 J 14/00 (2006. 01)

H O 4 B 9/00 K

H O 4 B 10/08 (2006. 01)

H O 4 B 9/00 Y

H O 4 B 10/04 (2006. 01)

H O 4 B 10/28 (2006. 01)

請求項の数 3 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-508681 (P2009-508681)
 (86) (22) 出願日 平成19年3月6日 (2007. 3. 6)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2007/000173
 (87) 国際公開番号 W02008/126127
 (87) 国際公開日 平成20年10月23日 (2008. 10. 23)
 審査請求日 平成21年6月9日 (2009. 6. 9)

(73) 特許権者 000005223
 富士通株式会社
 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 100094514
 弁理士 林 恒徳
 (74) 代理人 100094525
 弁理士 土井 健二
 (72) 発明者 富士 到吾
 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 高橋 司
 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】 光信号検出方法及び、これを用いた光受信ユニット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光受信ユニットにおける信号検出方法であって、
 光アンプの入力光のレベルを検知する入力光レベルの検知工程と、
 前記入力光レベルの検知工程により検知される入力光のレベルをメモリに記憶する工程と、

前記メモリに記憶された先の入力光のレベルと、現在の入力光のレベルとを比較する比較工程と、

前記比較工程により入力光のレベル変動を検知して、光信号の有無の状態変化を検出する工程と、

前記入力光の分散補償を行う分散補償工程と、

前記光入力からクロック信号を抽出する工程を有し、

前記比較工程により判定される入力光のレベル変動が検知されるとき、前記クロック信号を抽出する工程により抽出されるクロック信号の有無により、前記入力光における光信号の存否の区別を可能とし、

さらに、前記クロック抽出工程によりクロック信号が抽出されない場合に、前記分散補償工程における分散量をスワイプする、

ことを特徴とする光信号検出方法。

【請求項 2】

光アンプと、

前記光アンプの入力光のレベルを検知する光レベル検知回路と、
前記光レベル検知回路により検知される入力光のレベルを記憶するメモリと、
前記メモリに記憶された先の入力光のレベルと、現在の入力光のレベルとを比較する比較器と、

前記入力光の分散補償を行う分散補償回路と、
前記分散補償回路の出力側に接続され、前記光入力からクロック信号を抽出するクロック抽出回路を有し、

前記比較器の比較により前記入力光のレベル変動を検知するとき、前記クロック抽出回路により抽出されるクロック信号の有無により、前記入力光における光信号の存否の区別を可能とし、

10

さらに、前記クロック抽出回路によりクロック信号が抽出されない場合に、前記分散補償回路をスリープする、

ことを特徴とする光受信ユニット。

【請求項3】

請求項2において、

前記光アンプは、光ファイバアンプであって、前記比較器の比較により前記入力光に光信号が存在しないと判定するとき、前記光アンプに対する励起を停止することを特徴とする光受信ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本願発明は、光信号検出方法及び、これを用いた光受信ユニットに関する。特にWDM伝送装置におけるそれぞれの光波長に対する光信号検出方法及び、これを用いた光受信ユニットに関する。

【背景技術】

【0002】

基幹系光通信システムにおいて、伝送容量及び伝送速度を高めるために波長分割多重（WDM: Wavelength Division Multiplexing）方式が用いられている。

【0003】

30

かかるWDM方式を用いる光伝送システムにおいて、光中継機能を有する光増幅中継器と、光中継機能と共に光信号挿入分岐機能を有する光伝送装置が光伝送路ファイバを通して縦続接続されている。

【0004】

上記光伝送装置は、波長多重されて伝送される光信号のそれぞれの波長対応に光信号を受信する光受信ユニットを備えている。さらに、受信ユニットにおいて、光信号の有無を検知して後段の光伝送装置に対し、情報として通知することが行われる。

【0005】

このような受信ユニットにおいて、入力側にWDMプリアンプを用いる場合が多い。伝送されたWDM光信号は、WDMプリアンプにより増幅された後、分波器により1ch（1波長）毎に分離される。

40

【0006】

そして、WDMプリアンプとして希土類元素として例えばエルビウムをコア部に添加した光ファイバを使用した光ファイバ増幅器が用いられる。かかる光ファイバ増幅器に対し励起光が供給され、誘導放出により入力光の増幅が行われる。

【0007】

そして、光増幅の際は、光ファイバ増幅器からは、増幅された入力光に加え、更に自然放出（ASE: Amplified Spontaneous Emission）光が出力される。この光ファイバ増幅器から出力されるASE光及び、長距離伝送に用いる多数の光増幅中継器から発生する自然放出光が累積し、伝送後には大きな雑音光になる。

50

【0008】

一方、伝送距離が長い程、分波器により波長分離された後に、一波用の増幅器に入力するレベルが低くなり、前記一波用の増幅器がA L C（自動レベル制御）動作を行っている場合、利得を上げるため出力されるA S E光のレベルが高くなる。

【0009】

このように、受信ユニットでは光信号が無い場合、その状態（光入力断）を後段の伝送装置に通知する必要があるが、受信する信号光のレベルよりもA S E光のレベルが高い状態にあると、単に光のレベルだけで信号の有無を判別することが不可能である。

【0010】

よって、光受信ユニットに入力された光が、光信号か、あるいはA S E光かを区別するために、受信器内のクロック抽出機能を用いて光信号のクロックの抽出有無を判定することが考えられる。

10

【0011】

しかし、ビットレートが高速になる程、ファイバ伝送路により、残留波長分散を補償する必要があるため受信器の前に分散補償器が挿入される。

【0012】

ここで、分散補償器による分散補償量が最適でない場合は、信号光が入力されていても受信器内のクロック抽出機能が働かず、光信号かA S E光かの判断が出来ないという問題がある。

20

【0013】

したがって、分散補償器を随時制御し、最適分散値を探しながらクロック抽出状態を見て、光信号の有無を判別することは可能である。

【0014】

しかし、分散補償器は、構成として機械的に光学部品角度を偏光制御する構造を持つものもあるため、常に動作させた場合、装置寿命を縮め、伝送システムに要求される仕様を満足出来ないという問題もある。

【0015】

従来技術として、クロック信号を制御に用いる技術として、特許文献1に記載の発明がある。この発明は、光受信機内において、光アンプ、可変分散等価回路、クロック検出回路の順に構成され、クロック信号レベルに応じて波長分散を等化するものである。

30

【0016】

また、特許文献2に記載の発明は、クロック周波数成分が極大又は、極小となるように可変分散補償器の補償量を制御するものである。

【0017】

しかし、上記特許文献1、2のいずれにも、光信号の有無の判定に関する技術は開示されていない。

【特許文献1】特開平9-326755号公報

【特許文献2】特開平11-88261号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0018】

したがって、本発明の目的は、クロック信号の有無から光入力信号レベルの変動を検知し、適宜に分散補償器を制御して、入力信号有無の正しい判定を可能とする光信号検出方法及び、これを用いた光受信ユニットを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0019】

上記の課題を達成する本発明の第1の側面は、光受信ユニットにおける信号検出方法であって、光アンプの入力光のレベルを検知する入力光レベルの検知工程と、前記入力光レベルの検知工程により検知される入力光のレベルをメモリに記憶する工程と、前記メモリに記憶された先の入力光のレベルと、現在の入力光のレベルとを比較する比較工程と、前

50

記比較工程により入力光のレベル変動を検知して、光信号の有無の状態変化を検出する工程を有する。

【0020】

本発明の第2の側面は、光受信ユニットであって、光アンプと、前記光アンプの入力光のレベルを検知する光レベル検知回路と、前記光レベル検知回路により検知される入力光のレベルを記憶するメモリと、前記メモリに記憶された先の入力光のレベルと、現在の入力光のレベルとを比較する比較器を有し、前記比較器の比較により入力光のレベル変動を検知して、光信号の有無の状態変化を検出する。

【0021】

上記の側面において、更に前記光入力からクロック信号を抽出する工程を有し、

10

前記比較工程により判定される入力光のレベル変動が検知されるときに、前記クロック抽出回路により抽出されるクロック信号の有無により、前記入力光における光信号の存否の区別を可能とする。

【0022】

本発明は、特徴として、このように光アンプの光入力レベルの変動量により、光信号の有無を検出する。これにより光信号の存否をASE光と的確に区別して判定することが可能である。

【0023】

また、前記クロック信号を抽出する工程の前に、入力光の分散補償を行う分散補償工程を有し、前記比較工程により入力光の変動が検知されたとき、前記クロック抽出工程によりクロック信号が抽出されない場合に、前記分散補償工程における分散量をスweepすることを特徴とする。

20

【0024】

かかる構成により機械的構成を有する分散補償器に対するスweep動作を必要なときに制限でき装置故障を回避し、信頼性を高めることができる。

【0025】

本発明の特徴は、更に以下に図面を参照して説明する実施例から明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の方法を適用する光伝送装置の受信ユニットの構成例を示すブロック図である。

30

【図2】受信ユニットの動作を動作フローである。

【図3】ASE光のみ入力されている場合の光スペクトラムを示す図である。

【図4】図1に示す受信ユニットの対応するチャンネルにおける光信号が存在する場合を説明する図である。

【図5A】ASE光のみから信号光に変化する状態を説明する図であり、ASE光のみの状態を説明する図である。

【図5B】ASE光のみから信号光に変化する状態を説明する図であり、信号光に変化した状態を説明する図である。

【図6A】信号光からASE光のみに変化する状態を説明する図であり、信号光が存在する状態に変化した状態を説明する図である。

40

【図6B】信号光からASE光のみに変化する状態を説明する図であり、ASE光のみに変化した状態を説明する図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下に、図面に従い本発明の実施の形態例を説明する。

【0028】

図1は、本発明の方法を適用する光伝送装置の受信ユニットの構成例を示すブロック図である。

【0029】

50

受信ユニットは、受信部 1 と、識別再生部 2 を有している。波長多重される一波長対応に一つの識別再生部 2 を有する。図 1 では、全て同じ構成であるので、一つの識別再生部 2 の構成を示している。

【0030】

光伝送路 3 を通して送られた波長分割多重された光信号を受信部 1 で受信し、WDMプリアンプ 10 で増幅する。WDMプリアンプ 10 は、光増幅器であり、先に説明したように例えば、エルビウムドープファイバで形成される。

【0031】

WDMプリアンプ 10 で増幅された波長分割多重された光信号は、多重分離器 11 に入力する。

10

【0032】

この多重分離器 11 において、波長分割多重された光信号は波長毎に分離される。分離された一つの波長の光信号は、分岐器 21 に入力される。ここで、光入力信号は、光アンプ 22 に入力される。これにより光アンプの動作が開始する。ここで、光アンプ 22 もエルビウムドープファイバで形成される光ファイバアンプである。

【0033】

同時に分岐器 21 で、入力光信号の一部が分岐され、光／電気変換部 28 に入力される。

【0034】

光アンプ 22 で増幅された光信号は、分散補償器 23 で、分散量が補償された後に光／電気変換部 24 により電気信号に変換される。

20

【0035】

変換された電気信号は、等価増幅回路 25 を通して波形成形され、識別再生回路 26 に入力する。

【0036】

等価増幅回路 25 の出力は分岐されて、AGC（自動利得制御）用アンプ AGC-AMP を通して AGC 制御電圧として光／電気変換回路 24 及び、等価増幅回路 25 に供給され、負帰還制御する。

【0037】

さらに、等価増幅回路 25 の出力は、クロック（CLK）抽出回路 27 に入力される。このクロック抽出回路 27 により抽出されるクロックに同期して識別再生回路 26 で光信号に対応する電気信号のレベルが再生され出力される。

30

【0038】

さらに、クロック抽出回路 27 において検出されるクロックの状態が、制御部 20 のクロック検出回路 204 に入力する。

【0039】

このクロック検出回路 204 によりクロックの有無が判定される。すなわち、クロック抽出回路 27 からのクロック入力がない場合は、クロック抽出が行われない、即ち光信号が断の状態と判定する。

【0040】

このとき、クロック検出回路 204 は、可変分散補償器制御回路 203 を制御して分散補償器 23 をスイープさせる。

40

【0041】

一方、分岐部 21 で分岐され入力光の一部は光／電気変換部 28 に入力される。そこで、電気信号に変換され、電気信号は A/D 変換器 29 によりデジタル信号に変換される。

【0042】

A/D 変換器 29 の出力は、入力光レベルに対応しており、これが光レベル検知回路 200 で検知される。検知された入力光レベルは、メモリ 201 に保持される。

【0043】

ここで、入力光に光信号が存在する状態に変化すると、あるいは、入力光に光信号が存

50

在する状態から光信号が存在しなくなると、この変化は、比較器 202 において、メモリ 201 に保持されている先の入力光レベルと光レベル検知回路 200 で検知される入力光のレベルとの差分から検知される。

【0044】

次に、上記した受信ユニットにおいて、入力光の各状態に対応した受信ユニットの動作を図 2 に示す動作フローを参照しながら説明する。

〔ASE 光のみの入力から、信号光を含む入力に変化する場合〕

先ず、光信号が存在しないで ASE 光のみが入力される場合を考える。図 3 に示す例は、図 1 に示す受信ユニットの対応するチャンネルにおける光信号が存在せず、従って ASE 光のみ入力されている場合の光スペクトラムを示す図である。

10

【0045】

図 3 において、I は受信部 1 の WDM プリアンプ 10 の入力である。ASE 光は全波長帯域に広がり、該当のチャンネル 102 の波長に対して信号光が存在していない。他のチャンネルには信号光 101 が存在し、ASE 光 100 に重畳している。

【0046】

II は、WDM プリアンプ 10 により増幅された光信号スペクトラムである。

【0047】

III は、多重分離部 11 により波長分離された出力であり、該当のチャンネル 102 には光信号成分が存在しない状態であり、図 1 において分岐部 21 に入力する成分は ASE 光 100 のみである。

20

【0048】

(1) したがって、光アンプ 22 が、ASE 光 100 の入力を検知し、光増幅動作を開始する (ステップ S1)。

【0049】

(2) 光アンプ 22 の出力は、IV に示すようであり、光アンプ 22 により生成された ASE 光 110 に、伝送路 3 から送られた ASE 光 100 がそれに重畳した状態である。

【0050】

(3) 光アンプ 22 の出力は、可変分散補償器 23 を通り、光／電気変換部 24 で電気信号に変換される。さらに、等価増幅回路 25 を通して、クロック抽出回路 27 に入力される。

30

【0051】

ここでは、光信号が存在しないのでクロック抽出回路 27 によりクロック抽出はできない (ステップ S2, No)。

【0052】

(4) クロック抽出ができないので、制御部 20 のクロック検出回路 204 によりクロックが存在しないと判定される。したがって、クロック検出回路 204 は、光伝送システム敷設時に設定された最大・最小の分散補償量の範囲で分散量をスweep制御する (ステップ S3)。

【0053】

(5) このスweepの過程で、クロック抽出回路 27 は、クロックの抽出動作を継続する。

40

【0054】

(6) 光信号が存在しない状態であるので、クロック抽出回路 27 でクロックの抽出が行われず (ステップ S4, No)、可変分散補償器 23 は、所定の範囲のスweep動作を完了する。

【0055】

(7) 次いで、光入力レベルを監視し、光入力変動があるまで待機する (ステップ S5 ~ S7)。すなわち、制御部 20 の比較器 202 は、メモリ 201 に保存されている状態と、光レベル検知回路 200 のレベル検知出力とを比較して変動があるまで待機状態となる。

50

[信号光を含む入力がある場合]

図4は、図1に示す受信ユニットの対応するチャンネルにおける光信号が存在する場合を説明する図である。図3との比較において、図4、Iにおいて該当のチャンネル103の波長に対して信号光104が存在していない。

【0056】

図2にフローにおいて、ステップS1～S3の処理が図3の場合と同様に行われる。このケースでは、分散補償器23のスイープの過程でクロックが検出可能である（ステップS4，Yes）。

【0057】

したがって、信号光ありと判定される（ステップS8）。 10

[ASE光のみの入力から信号光を含む入力に変化する場合]

図5A、図5BはASE光のみから信号光に変化する場合を説明する図である。

【0058】

図5Aは、ASE光のみの状態を説明する図であり、従って図3に示した状態と同様である。

【0059】

図3（図5A）において、待機状態の過程で、信号光に変化すると、光レベル検知回路200のレベル検知出力を比較器202によりメモリ201に先に記憶しているASE光のみの状態と比較して変動が検知される（ステップS6）。 20

【0060】

この状態でクロック検出回路204がクロックを検出すると、信号光ありの判断がされる（ステップS7，Yes，ステップS8）。

【0061】

一方、クロック検出回路204によりクロックが検出できないとき（ステップS7，No）は、比較器202の出力により可変分散補償器制御回路203を駆動して、可変分散補償器23の分散補償量を可変させながらスイープする（ステップS3）。このスイープ動作によりクロック抽出回路27でクロックが抽出される（ステップS4，Yes）ので、信号光ありと判定される（ステップS8）。

[信号光ありからASE光のみに変化する場合]

図6A、図6Bは信号光の存在する状態からASE光のみに変化する場合を説明する図である。 30

【0062】

図6Aは、信号光の存在する状態を説明する図であり、従って図4に示した状態と同様である。

【0063】

図6Aにおいて、信号光102が検知されている状態から図6Bに示すように信号光がなくなる状態に変化すると、クロック抽出回路27によりクロックの抽出ができなくなる（ステップS2，No）。

【0064】

したがって、クロック抽出ができないので、制御部20のクロック検出回路204によりクロックが存在しないと判定される。クロック検出回路204は、光伝送システム敷設時に設定された最大・最小の分散補償量の範囲で分散量をスイープ制御する（ステップS3）。 40

【0065】

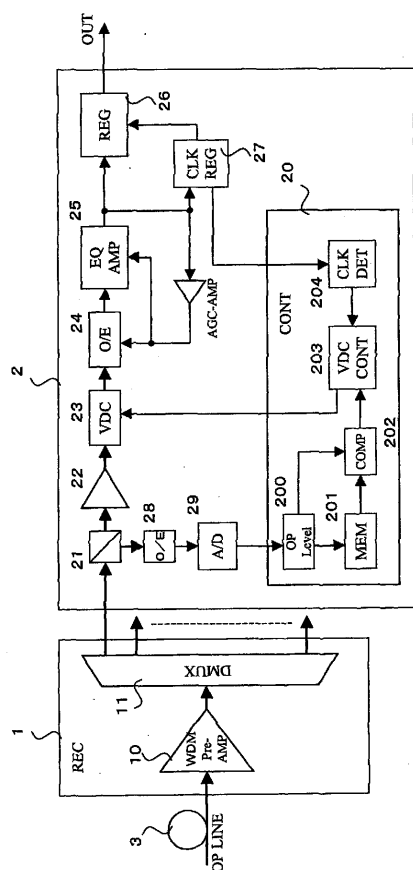
このスイープの過程で、クロック抽出回路27は、クロックの抽出動作を継続する。光信号が存在しなくなった状態であるので、クロック抽出回路27でクロックの抽出が行われず（ステップS4，No）、可変分散補償器23は、所定の範囲のスイープ動作を完了する。

【0066】

この際、前記入力光に光信号が存在しなくなったと判定するときは、前記光アンプ22 50

【 0 0 6 7 】

【图 1】

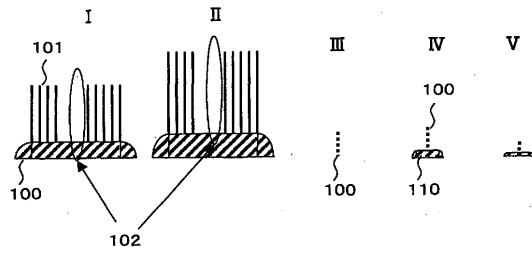


```

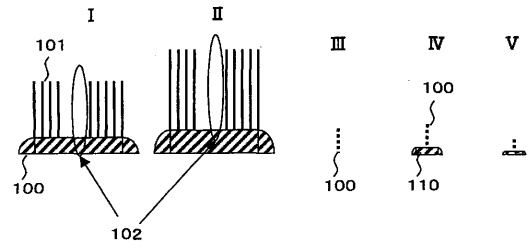
graph TD
    S1[光入力により  
光AMP動作開始] --> S2{CLK抽出可能}
    S2 -- Yes --> S8[信号光有り  
と判定]
    S2 -- No --> S3[分散補償器  
スweep]
    S3 --> S4{CLK抽出可能}
    S4 -- Yes --> S8
    S4 -- No --> S5[光入力レベル  
監視]
    S5 --> S6{光入力変動有り}
    S6 -- No --> S5
    S6 -- Yes --> S7{CLK抽出可能}
    S7 -- Yes --> S8
    S7 -- No --> S3

```

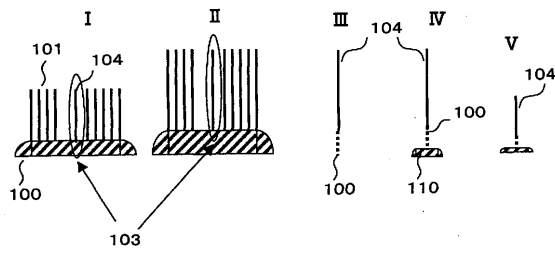

【図 3】



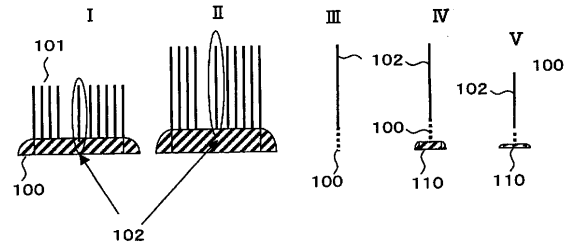
【図 5 A】



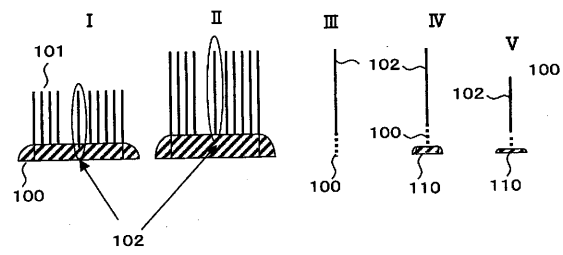
【図 4】



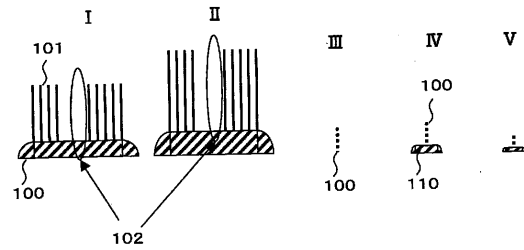
【図 5 B】



【図 6 A】



【図 6 B】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

H04B 10/26 (2006.01)

H04B 10/14 (2006.01)

H04B 10/06 (2006.01)

審査官 工藤 一光

(56)参考文献 特開2004-064097 (JP, A)

特開平10-084152 (JP, A)

特開2004-236097 (JP, A)

特開平08-149071 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B10/00-10/28

H04J14/00-14/08

H01S3/10