

(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2012-114626  
(P2012-114626A)

(43) 公開日 平成24年6月14日(2012.6.14)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)		
<b>HO4B</b>	<b>10/04</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4B 9/00	Y	5K014	
<b>HO4B</b>	<b>10/28</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4B 9/00	N	5K102	
<b>HO4B</b>	<b>10/26</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4L 1/00	Z		
<b>HO4B</b>	<b>10/14</b>	<b>(2006.01)</b>				
<b>HO4B</b>	<b>10/06</b>	<b>(2006.01)</b>				

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-261069 (P2010-261069)  
(22) 出願日 平成22年11月24日 (2010.11.24)

(71) 出願人 000002130  
住友電気工業株式会社  
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号  
(74) 代理人 110000280  
特許業務法人サンクレスト国際特許事務所  
(72) 発明者 川西 康之  
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号  
住友電気工業株式会社大阪製作所内  
Fターム(参考) 5K014 FA11  
5K102 AA65 AL08 AL12 AM02 AM06  
MA01 MB02 MC11 MD01 MD04  
MH14 MH22

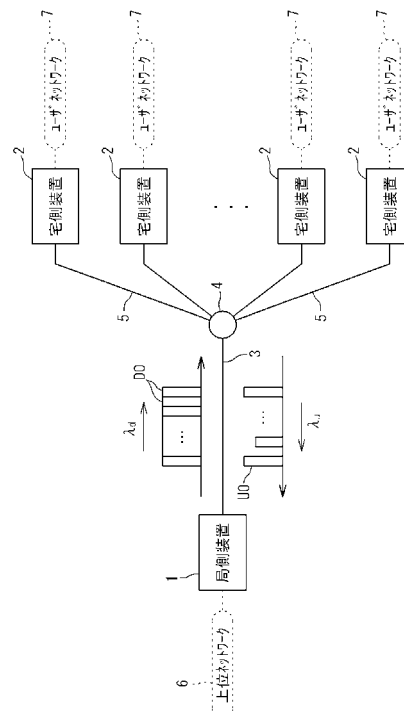
(54) 【発明の名称】 光通信システム、PONシステムの宅側装置及び局側装置、発光パワーの制御方法

(57) 【要約】

【課題】 発光パワーを迅速に調整することができる光通信システムを提供する。

【解決手段】 本発明の光通信システムは、光信号によって通信する自ノード（例えばPONの局側装置1）と他ノード（例えばPONの宅側装置2）とを含む光通信システムに関する。この光通信システムは、自ノード1からの光信号を受信する他ノード2の受光パワーを測定する測定部39と、測定された受光パワーの測定値と、他ノード2における受光パワーの目標値との差に基づいて、自ノード1において調整可能な発光パワーの変化幅を算出する算出部16と、算出された発光パワーの変化幅の分だけ自ノード1の発光パワーを変化させるパワー調整部25とを備える。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

光信号によって通信する自ノードと他ノードとを含む光通信システムであって、  
自ノードからの光信号を受信する他ノードの受光パワーを測定する測定部と、  
測定された前記受光パワーの測定値と、前記他ノードにおける受光パワーの目標値との  
差に基づいて、前記自ノードにおいて調整可能な発光パワーの変化幅を算出する算出部と

、  
算出された前記発光パワーの変化幅の分だけ前記自ノードの発光パワーを変化させるパ  
ワー調整部と、

を備えていることを特徴とする光通信システム。

10

**【請求項 2】**

前記他ノードは、前記測定部と、前記受光パワーの測定値を所定の制御フレームに含め  
て前記自ノードに通知する情報挿入部とを有し、

前記自ノードは、受信した前記制御フレームから前記受光パワーの測定値を抽出する情  
報抽出部と、抽出された前記受光パワーの測定値を用いて前記発光パワーの変化幅を算出  
する前記算出部とを有する請求項 1 に記載の光通信システム。

**【請求項 3】**

前記他ノードは、前記測定部と、前記受光パワーの測定値を用いて前記発光パワーの変  
化幅を算出する前記算出部と、算出された前記発光パワーの変化幅を所定の制御フレーム  
に含めて前記自ノードに通知する情報挿入部とを有し、

20

前記自ノードは、受信した前記制御フレームから前記発光パワーの変化幅を抽出する情  
報抽出部を有する請求項 1 に記載の光通信システム。

**【請求項 4】**

前記自ノードは P O N システムの局側装置であり、前記他ノードは前記局側装置の管理  
下にある P O N システムの宅側装置であり、

前記算出部は、複数の前記宅側装置ごとに前記発光パワーの変化幅を算出し、その複数  
の変化幅の中からすべての前記宅側装置が受信可能となる変化幅を選択する請求項 1 ~ 3  
のいずれか 1 項に記載の光通信システム。

**【請求項 5】**

自ノードからの光信号を受信する他ノードの受光パワーを測定するステップと、  
測定された前記受光パワーの測定値と、前記他ノードにおける受光パワーの目標値との  
差に基づいて、前記自ノードにおいて調整可能な発光パワーの変化幅を算出するステップ  
と、

30

算出された前記発光パワーの変化幅の分だけ前記自ノードの発光パワーを変化させるス  
テップと、

を含むことを特徴とする光通信システムにおける発光パワーの制御方法。

**【請求項 6】**

局側装置が測定した上り光信号の受光パワーの測定値と、前記局側装置における受光パ  
ワーの目標値との差に基づいて、宅側装置である自装置において調整可能な発光パワー  
の変化幅を算出する算出部と、

40

算出された前記発光パワーの変化幅の分だけ前記自装置の発光パワーを変化させるパ  
ワー調整部と、

を備えていることを特徴とする P O N システムの宅側装置。

**【請求項 7】**

局側装置である自装置が管理する複数の宅側装置が測定した下り光信号の受光パワーの  
測定値と、前記宅側装置における受光パワーの目標値との差に基づいて、すべての前記宅  
側装置が受信可能となるように調整可能な前記自装置の発光パワーの変化幅を算出する算  
出部と、

算出された前記発光パワーの変化幅の分だけ前記自装置の発光パワーを変化させるパ  
ワー調整部と、

50

を備えていることを特徴とする P O N システムの局側装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、P O N (Passive Optical Network) システムに好適に使用できる光通信システムと、その P O N システムの宅側装置及び局側装置と、それらのシステムにおける発光パワーの制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

P O N システムは、集約局としての局側装置と、複数の加入者宅に設置された宅側装置とを、1本の光ファイバから光カプラを介して複数の光ファイバに分岐する光ファイバ網によって接続したものである(例えば、特許文献1参照)。

かかる P O N システムでは、局側装置から宅側装置への下り方向通信の場合は、ブロードキャスト方式によって連続的な光信号が伝送され、宅側装置から局側装置への上り方向通信の場合は、光信号の衝突を避けるために、時分割方式によって間欠的な光信号(光バースト信号)が伝送される。

【0003】

局宅双方にそれぞれ設けられる光送信回路は、レーザダイオード等の発光素子と、この素子を動作させる駆動回路と、伝送レートに応じた速度の送信信号(電気信号)を生成する論理信号生成部とを備えている(例えば、特許文献2参照)。

この特許文献2の光送信回路では、2.5 G b p s や 10 G b p s といった将来的な高速化に対応して、伝送レートに応じた光信号の時間応答特性を調整すべく、パラメータ値が変更可能な時定数パラメータ素子を上記駆動回路に採用している。

【0004】

また、P O N システムにおいては、通信の高速化に伴い、不足するリンクバジェットを補うために誤り訂正符号が用いられることがある。

この場合、例えば、誤り率(B E R : Bit Error Rate)が $10^{-3}$ といったノイズの多いバースト信号を受信することもあり、かかるバースト信号の変化点を正しく検出するにはノイズを除去する必要がある。例えば10 G - E P O N (I E E E 802.3 a v)では、通信速度の高速化に伴い、不足するリンクバジェットを前方誤り訂正(F E C : Forward Error Corretion)による符号化技術の導入によって解決している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2004-64749号公報(図4)

【特許文献2】特開2007-228214号公報(図2及び図3)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記の通り、P O N システムでは、通信速度が高速化してもロスバジェットを有効に確保する必要がある。この要請に対応する方策としては、光送信回路の発光パワーを増加するのが最も簡単であるが、これでは光送信回路の消費電力が増大して省電力化に反する。

そこで、受信側で計測された誤り率(例えば、F E C 復号化の際の訂正頻度)を送信側に通知し、通知された誤り率に基づいて送信側の発光パワーをフィードバック制御することにより、発光パワーを最低限に調整することが考えられる。

【0007】

しかし、受信側から通知される誤り率に基づいて送信側の発光パワーを制御する方法では、測定された受信側の誤り率が閾値以上であるか否かによって発光パワーを所定値ずつ増加又は減少させることにより、適切かつ最低限の発光パワーを試行錯誤的に決定することになるので、発光パワーが安定するのに時間がかかり、発光パワーを迅速に調整できな

10

20

30

40

50

いという問題がある。

【0008】

本発明は、上記従来の問題点に鑑み、受信側での受光パワーの測定値に基づいて送信側の発光パワーの調整量を即座に決定できるようにして、発光パワーを迅速に調整することができる光通信システム等を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

(1) 本発明の光通信システムは、光信号によって通信する自ノードと他ノードとを含む光通信システムであって、自ノードからの光信号を受信する他ノードの受光パワーを測定する測定部と、測定された前記受光パワーの測定値と、前記他ノードにおける受光パワーの目標値との差に基づいて、前記自ノードにおいて調整可能な発光パワーの変化幅を算出する算出部と、算出された前記発光パワーの変化幅の分だけ前記自ノードの発光パワーを変化させるパワー調整部と、を備えていることを特徴とする。

10

【0010】

本発明の光通信システムによれば、上記算出部が、測定された受光パワーの測定値と、他ノードにおける受光パワーの目標値との差に基づいて、自ノードにおいて調整可能な発光パワーの変化幅を算出するので、受信側(他ノード)での受光パワーの測定値に基づいて送信側(自ノード)の発光パワーの調整量を即座に決定することができる。

また、上記パワー調整部が、算出された発光パワーの変化幅の分だけ自ノードの発光パワーを変化させるので、前記受光パワーの目標値を例えば最小受光感度に設定することにより、光通信システムの省電力化を図ることができる。

20

【0011】

なお、上記発光パワーの「変化幅」は、受光パワーの測定値から目標値を差し引いた減算値そのものを採用してもよいが、後述の実施形態で述べるように、所定のマージンを考慮する場合には、その減算値からマージンを差し引いた値となる。

【0012】

(2) 本発明の光通信システムにおいて、他ノードが自ノードに通知する情報としては、例えば次の2種類のバージョンが考えられる。

a) 受光パワーの測定値

b) 受光パワーの測定値を用いて他ノードが算出した、自ノードに関する発光パワーの変化幅

30

【0013】

上記a)の情報を採用する場合には、前記他ノードとしては、前記測定部と、前記受光パワーの測定値を所定の制御フレームに含めて前記自ノードに送信する情報挿入部とを有するものを採用すればよい。

また、前記自ノードは、受信した前記制御フレームから前記受光パワーの測定値を抽出する情報抽出部と、抽出された前記受光パワーの測定値を用いて前記発光パワーの変化幅を算出する前記算出部と、前記パワー調整部とを有するものを採用すればよい。

【0014】

この場合、自ノードは、他ノードからの制御フレームに含まれる受光パワーの測定値を用いて発光パワーの変化幅を自身で算出し、この自身で算出した発光パワーの変化幅にて自身の発光パワーを変化させることになる。

40

【0015】

(3) また、上記b)の情報を採用する場合には、前記他ノードとしては、前記測定部と、前記受光パワーの測定値を用いて前記発光パワーの変化幅を算出する前記算出部と、算出された前記発光パワーの変化幅を所定の制御フレームに含めて前記自ノードに送信する情報挿入部とを有するものを採用すればよい。

また、前記自ノードは、受信した前記制御フレームから前記発光パワーの変化幅を抽出する情報抽出部を有するものを採用すればよい。

【0016】

50

この場合、自ノードは、他ノードからの制御フレームに含まれる他ノードにて算出された発光パワーの変化幅を当該制御フレームから抽出し、その抽出した発光パワーの変化幅にて自身の発光パワーを変化させることになる。

【0017】

(4) 本発明の光通信システムにおいて、前記自ノードがPONシステムの局側装置であり、前記他ノードが前記局側装置の管理下にあるPONシステムの宅側装置である場合には、前記算出部は、複数の前記宅側装置ごとに前記発光パワーの変化幅を算出し、その複数の変化幅の中からすべての前記宅側装置が受信可能となる変化幅を選択することが好ましい。

この場合、上記算出部が、複数の変化幅の中からすべての宅側装置が受信可能となる変化幅を選択するので、例えば、受光パワーの目標値を各宅側装置の最小受光感度に設定して発光パワーを最低限に調整する場合でも、すべての宅側装置が下り光信号を確実に受信できるようになる。

【0018】

(5) 本発明の発光パワーの制御方法は、本発明の光通信システムが行う制御方法であって、同システムと同様の作用効果を奏する。

【0019】

(6) 本発明の宅側装置は、局側装置が測定した下り光信号の受光パワーの測定値と、前記局側装置における受光パワーの目標値との差に基づいて、宅側装置である自装置において調整可能な発光パワーの変化幅を算出する算出部と、算出された前記発光パワーの変化幅の分だけ前記自装置の発光パワーを変化させるパワー調整部と、を備えていることを特徴とする。

【0020】

本発明の宅側装置によれば、上記算出部が、局側装置が測定した上り光信号の受光パワーの測定値と、局側装置における受光パワーの目標値との差に基づいて、自装置において調整可能な発光パワーの変化幅を算出するので、局側装置での受光パワーの測定値に基づいて自装置の発光パワーの調整量を即座に決定することができる。

また、上記パワー調整部が、算出された発光パワーの変化幅の分だけ自装置の発光パワーを変化させるので、受光パワーの目標値を例えば最小受光感度に設定することにより、PONシステムにおける上り方向通信の省電力化を図ることができる。

【0021】

(7) 本発明の局側装置は、局側装置である自装置が管理する複数の宅側装置が測定した上り光信号の受光パワーの測定値と、前記宅側装置における受光パワーの目標値との差に基づいて、すべての前記宅側装置が受信可能となるように調整可能な前記自装置の発光パワーの変化幅を算出する算出部と、算出された前記発光パワーの変化幅の分だけ前記自装置の発光パワーを変化させるパワー調整部と、を備えていることを特徴とする。

【0022】

本発明の局側装置によれば、上記算出部が、宅側装置が測定した下り光信号の受光パワーの測定値と、宅側装置における受光パワーの目標値との差に基づいて、自装置において調整可能な発光パワーの変化幅を算出するので、宅側装置での受光パワーの測定値に基づいて自装置の発光パワーの調整量を即座に決定することができる。

また、上記パワー調整部が、算出された発光パワーの変化幅の分だけ自装置の発光パワーを変化させるので、受光パワーの目標値を例えば最小受光感度に設定することにより、PONシステムにおける下り方向通信の省電力化を図ることができる。

【0023】

更に、本発明の局側装置によれば、上記算出部が、すべての宅側装置が受信可能となる変化幅を算出するので、例えば、受光パワーの目標値を各宅側装置の最小受光感度に設定して発光パワーを調整する場合でも、すべての宅側装置が下り光信号を確実に受信できるようになる。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 4 】

以上の通り、本発明によれば、受信側での受光パワーの測定値に基づいて送信側の発光パワーの調整量を即座に決定できるので、発光パワーを迅速に調整することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 5 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係る P O N システムの接続図である。

【 図 2 】 局側装置の内部構成を示すブロック図である。

【 図 3 】 宅側装置の内部構成を示すブロック図である。

【 図 4 】 局側装置が実行する制御処理の内容を示すフローチャートである。

【 図 5 】 宅側装置が実行する制御処理の内容を示すフローチャートである。

10

【 図 6 】 ( a ) は局側装置における送信パワーの変化幅の算出例を示す表であり、( b ) は宅側装置における送信パワーの変化幅の算出例を示す表である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 6 】

〔 P O N システムの全体構成 〕

図 1 は、本発明の実施形態に係る P O N システムの概略構成図である。

図 1 において、局側装置 ( O L T : Optical Line Terminal ) 1 は、上位ネットワークと P O N システムとの中継ノードであり、複数の宅側装置 ( O U N : Optical Network Unit ) 2 , 2 , ... に対する集約局として通信事業者の中央局等に設置されている。

また、各宅側装置 2 は、P O N システムの宅側の終端ノードであり、P O N システムの加入者宅にそれぞれ設置されている。

20

## 【 0 0 2 7 】

局側装置 1 の P O N 側の伝送路である一芯の光ファイバ 3 ( 幹線 ) は、受動的光分岐ノードとしての光カブラ 4 を介して一芯の複数の光ファイバ ( 支線 ) 5 に分岐し、分岐した各光ファイバ 5 の終端にそれぞれ宅側装置 2 が接続されている。

また、局側装置 1 の上位側インタフェースは上位ネットワーク 6 に接続され、各宅側装置 2 のユーザ側インタフェースはユーザネットワーク 7 に接続されている。

## 【 0 0 2 8 】

なお、図 1 では 4 個の宅側装置 2 が図示されているが、1つの光カブラ 4 から、例えば 3 2 分岐して 3 2 個の宅側装置 2 を接続することが可能である。

30

また、図 1 では光カブラ 4 を 1 個だけ使用しているが、光カブラ 4 を縦列に複数段設けることにより、より多数の宅側装置 2 を局側装置 1 と接続することができる。

## 【 0 0 2 9 】

図 1 において、宅側装置 2 から局側装置 1 への上り方向には、波長  $\lambda_u$  の上り光信号 U O によるデータが送信される。逆に、局側装置 1 から宅側装置 2 への下り方向には、波長  $\lambda_d$  の下り光信号 D O によるデータが送信される。

これらの波長  $\lambda_u$  及び  $\lambda_d$  は、例えば、I E E E 8 0 2 . 3 a v の 1 0 . 3 1 2 5 G b p s 信号では、以下の範囲の値が想定されている。

1 2 6 0 n m       $\lambda_u$     1 2 8 0 n m

1 5 7 5 n m       $\lambda_d$     1 5 8 0 n m

40

## 【 0 0 3 0 】

局側装置 1 は、E / O 変換素子 ( 発光素子 ) を内部に含む。この素子は、宅側装置 2 に対する時分割多重された下り光信号 D O を光ファイバ 3 に同報的に送出する。

下り光信号 D O は、光カブラ 3 で分岐され、各宅側装置 2 に設けられた O / E 変換素子 ( 受光素子 ) で受信される。各宅側装置 2 は、自身宛の下り光信号 D O に含まれるデータのみを受信処理する。

## 【 0 0 3 1 】

また、局側装置 1 は、O / E 変換素子 ( 受光素子 ) を内部に含む。この素子は、各宅側装置 2 の E / O 変換素子 ( 発光素子 ) から光ファイバ 5 に送出された上り光信号 U O を受信する。

50

局側装置 1 は、各宅側装置 2 からの上り光信号 U O が光カプラ 3 において合波されて 1 本の光ファイバ 3 に伝送される際に、それらが衝突しないように送信タイミングを時分割で多重制御する。このため、図 1 に示すように、各宅側装置 2 が送出した上り光信号 U O は、それぞれガードタイムを挟んで時間軸上に配列されたものとなる。

#### 【 0 0 3 2 】

〔局側装置の構成〕

図 2 は、局側装置 1 の内部構成の概略を示すブロック図である。

図 2 に示すように、局側装置 1 は、上位側（図 2 左側）から P O N 側に向かって順に、S N I (Service Node Interface) 1 1、データ中継制御部 1 2、P O N 送信部 1 3、光受信部 1 4、光合分波器 1 5、変化幅算出部 1 6 及び情報管理データベース 1 7 を備えている。

10

図 2 において、上位ネットワーク 6 からの所定の伝送レートの下りフレーム（データ）は、S N I 1 1 を経てデータ中継制御部 1 2 に送られる。

#### 【 0 0 3 3 】

データ中継制御部 1 2 は、その下りフレーム（データ）を P O N 送信部 1 3 に渡すとともに、P O N 制御フレームであるゲートフレームを自身で生成した場合には、そのゲートフレームについても P O N 送信部 1 3 に渡す。

下りフレームは、P O N 送信部 1 3 において、所定の波長  $\lambda$  でかつ所定の伝送レート（例えば 1 0 G b p s ）の光信号に変換され、光合分波器 1 5 を介して P O N 側に向けて下り方向に送信される。

20

#### 【 0 0 3 4 】

一方、宅側装置 2 が上り方向に送信した所定の波長  $\lambda$  でかつ所定の伝送レートの光信号は、光合分波器 1 5 を通過して光受信部 1 4 により電気信号に変換され、変換された電気信号は、データ中継制御部 1 2 に送られる。

局側装置 1 のデータ中継処理部 1 2 は、上り下り双方のフレームの中継機能の他、P O N の規約に従った、L L I D (Logical Link ID ) による宅側装置 2 の識別機能や、M P C P (Multi-Pont Control Protocol ) 機能を有する。

#### 【 0 0 3 5 】

従って、データ中継制御部 1 2 は、受信した上りフレームのヘッダ部分を読み取ることにより、当該上りフレームがデータフレームであるか、或いはレポートフレームであるかを判定する。

30

この判定の結果、上りフレームがデータフレームであれば、データ中継制御部 1 2 は、S N I 1 1 に対する送信制御等の所定の中継処理を行い、処理後のフレームは S N I 1 1 から上位ネットワーク 6 へ送出される。

#### 【 0 0 3 6 】

また、上記判定の結果、上りフレームがレポートフレームであれば、データ中継制御部 1 2 は、宅側装置 2 ごとの多重制御情報としてそのレポートフレームに対応するゲートフレームを生成する。

データ中継制御部 1 2 は、レポートフレームに対応するゲートフレームに、当該宅側装置 2 に割り当てた所定のデータ量とその送信開始時刻とを含む送信スケジュールに関する制御情報を格納する。

40

#### 【 0 0 3 7 】

光受信部 1 4 には、受光部 1 8 と、受光パワー測定回路 1 9 と、信号識別回路 2 0 と、情報抽出部 2 1 とが含まれている。

このうち、受光部 1 8 は、上り光信号 U O の受光量に応じた電気信号（電流）を出力するアパランシェフォトダイオード（A P D ）等よりなる O / E 変換素子と、光電変換後の電流を電圧に変換して増幅する増幅器と、増幅器の出力信号（電圧）を所定の閾値と比較して二値信号を生成する二値化回路とを有し、その二値信号（データ）は後段の信号識別回路 2 0 に送られる。

#### 【 0 0 3 8 】

50

受光パワー測定回路 19 は、受光部 18 の増幅器の出力電圧に基づいて、O/E 変換素子が受光した上り光信号 UO の受光レベル（単位：dBm）を測定する回路である。この測定回路 19 の測定値は変化幅算出部 16 に送られる。算出部 16 は、測定回路 19 から測定値を受け取ると、それを PON 送信部 13 の情報挿入部 22 に通知する。

信号識別回路 20 は、受光部 18 が出力する上りフレームが、宅側装置 2 が測定した下り光信号 DO の受光レベルの測定値を含む所定の制御フレーム（例えば、レポートフレームや OAM フレーム等）であるか否かを識別する。

【0039】

信号識別回路 20 は、識別した所定の制御フレームに所定フラグを付して後段の情報抽出部 21 に送る。情報抽出部 21 は、上記フラグ付きの制御フレームを受け取った場合には、その制御フレームから宅側装置 2 での受光レベルの測定値を抽出し、抽出した測定値を変化幅算出部 16 に通知する。

また、情報抽出部 21 は、上記フラグのない通常の上りフレームの場合には、当該上りフレームをそのままデータ中継制御部 12 に送る。

【0040】

PON 送信部 13 には、情報挿入部 22 と、情報送出部 23 と、発光素子 24 と、パワー調整部 25 と、発光素子の駆動回路 26 とが含まれている。

このうち、情報挿入部 22 は、データ中継制御部 12 から送られる下りフレームを後段の情報送出部 23 に中継するものである。情報挿入部 22 は、上り光信号 UO の受光レベルの測定値を変化幅算出部 16 から受け取った場合には、その上り光信号 UO に対応する宅側装置 2 宛の制御フレーム（例えば、ゲートフレームや OAM フレーム等）の所定フィールドに、その測定値を格納する。

【0041】

情報送出部 23 は、下りフレームの信号を増幅して駆動回路 26 へ提供するための入力バッファよりなり、駆動回路 26 は、バッファ内の信号に対応する駆動電流を生成し、この駆動電流を発光素子 24 に供給する。

発光素子 24 は、電気信号（電流）を光信号に変換するレーザダイオード等よりなり、駆動回路 26 が生成した所定の伝送レートの駆動電流を下り光信号 DO に変換し、光合分波器 15 を介してその信号 DO を光ファイバ 3 に送出する。

【0042】

パワー調整部 25 は、変化幅算出部 16 が求めた発光パワーの変化幅に対応する駆動回路 26 の駆動電流の変化量を生成し、その電流変化量を駆動回路 26 に入力する。駆動回路 26 は、上記電流変化量を加えた値に駆動電流を調整し、その調整後の電流値にて発光素子 24 を発光させる。

従って、局側装置 1 の変化幅算出部 16 が発光パワーの変化幅を出力すると、当該局側装置 1 の発光素子 24 の発光パワーがその変化幅の分だけ増加又は減少する。

【0043】

変化幅算出部 16 は、各宅側装置 2 における受光パワーの目標値として、当該宅側装置 2 の「最小受光感度」（これ以上のパワーであればデータを誤らずに受信可能となる受光感度の性能保証値）を記憶している。また、変化幅算出部 16 は、各宅側装置 2 での受光パワーの測定値を情報抽出部 21 から取得すると、それらの測定値を宅側装置 2 ごと（具体的には、LLID ごと）に情報管理データベース 17 に記録する。

変化幅算出部 16 は、各宅側装置 2 が測定した下り光信号 DO の受光パワーの測定値と上記最小受光感度との差に基づいて、自装置の発光パワーを必要最小限に調整するための変化幅を算出する。なお、その具体的な算出方法については後述する。

【0044】

〔宅側装置の構成〕

図 3 は、宅側装置 2 の内部構成の概略を示すブロック図である。

図 3 に示すように、宅側装置 2 は、ユーザ側（図 3 右側）から PON 側に向かって順に、UNI（User-Network Interface）31、データ中継制御部 32、PON 送信部 33、

10

20

30

40

50

光受信部 3 4 及び光合分波器 3 5 及び変化幅算出部 3 6 を備えている。

図 3 において、ユーザネットワーク 7 からの所定の伝送レートの上りフレーム（データ）は、UNI 3 1 を経てデータ中継制御部 3 2 に送られる。

【 0 0 4 5 】

データ中継制御部 3 2 は、その上りフレーム（データ）を PON 送信部 3 3 に渡すとともに、PON 制御フレームであるレポートフレームを自身で生成した場合には、そのレポートフレームについても PON 送信部 3 3 に渡す。

上りフレームは、PON 送信部 3 3 において、所定の波長  $\lambda$  でかつ所定の伝送レート（例えば 1 0 G b p s ）の光信号に変換され、光合分波器 3 5 を介して PON 側に向けて上り方向に送信される。

10

【 0 0 4 6 】

一方、局側装置 1 が下り方向に送信した所定の波長  $\lambda$  でかつ所定の伝送レートの光信号は、光合分波器 3 5 を通過して光受信部 3 4 により電気信号に変換され、変換された電気信号は、データ中継制御部 3 2 に送られる。

宅側装置 2 のデータ中継処理部 3 2 は、上り下り双方のフレームの中継機能の他、PON の規約に従った、LLID (Logical Link ID) による宅側装置 2 の識別機能や、MPCP (Multi-Pont Control Protocol) 機能を有する。

【 0 0 4 7 】

従って、データ中継制御部 3 2 は、自己宛のゲートフレームに従って自身による上り方向の送信タイミングと送信データ量を決定するため、受信した下りフレームのヘッダ部分を読み取ることにより、当該下りフレームがデータフレームであるか、或いは、ゲートフレームであるかを判定する。

20

この判定の結果、下りフレームがデータフレームであれば、データ中継制御部 3 2 は、UNI 3 1 に対する送信制御等の所定の中継処理を行い、処理後のフレームは UNI 3 1 からユーザネットワーク 7 へ送出される。

【 0 0 4 8 】

また、上記判定の結果、下りフレームがゲートフレームであれば、データ中継制御部 3 2 は、このゲートフレームに記された制御情報から所定のデータ量（送信時間長）の上りフレームを生成し、この上りフレームを所定の送信開始時刻に PON 送信部 3 3 から送信させる。

30

【 0 0 4 9 】

光受信部 3 4 には、受光部 3 8 と、受光パワー測定回路 3 9 と、信号識別回路 4 0 と、情報抽出部 4 1 とが含まれている。

このうち、受光部 3 8 は、下り光信号 DO の受光量に応じた電気信号（電流）を出力するアバランシェフォトダイオード（APD）等よりなる O/E 変換素子と、光電変換後の電流を電圧に変換して増幅する増幅器と、増幅器の出力信号（電圧）を所定の閾値と比較して二値信号を生成する二値化回路とを有し、その二値信号（データ）は後段の信号識別回路 4 0 に送られる。

【 0 0 5 0 】

受光パワー測定回路 3 9 は、受光部 3 8 の増幅器の出力電圧に基づいて、O/E 変換素子が受光した下り光信号 DO の受光レベル（単位：dBm）を測定する回路である。この測定回路 3 9 の測定値は変化幅算出部 3 6 に送られる。算出部 3 6 は、測定回路 3 9 から測定値を受け取ると、それを PON 送信部 3 3 の情報挿入部 4 2 に通知する。

40

信号識別回路 4 0 は、受光部 3 8 からの下りフレームが、局側装置 1 が測定した上り光信号 UO の受光レベルの測定値が含まれる制御フレーム（例えば、ゲートフレームや OAM フレーム等）であるか否かを識別する。

【 0 0 5 1 】

信号識別回路 4 0 は、識別した所定の制御フレームに所定フラグを付して後段の情報抽出部 4 1 に送る。情報抽出部 4 1 は、上記フラグ付きの制御フレームを受け取った場合には、その制御フレームから局側装置 1 での受光レベルの測定値を抽出し、抽出した測定値

50

を変化幅算出部 3 6 に通知する。

また、情報抽出部 4 1 は、上記フラグのない通常の下りフレームの場合には、当該下りフレームをそのままデータ中継制御部 3 2 に送る。

【 0 0 5 2 】

P O N 送信部 3 3 には、情報挿入部 4 2 と、情報送出部 4 3 と、発光素子 4 4 と、パワー調整部 4 5 と、発光素子の駆動回路 4 6 とが含まれている。

このうち、情報挿入部 4 2 は、データ中継制御部 3 2 から送られる上りフレームを後段の情報送出部 4 3 に中継するものである。情報挿入部 4 2 は、下り光信号 D O の受光レベルの測定値を変化幅算出部 3 6 から受け取った場合には、局側装置 1 への制御フレーム（例えば、ゲートフレームや O A M フレーム等）の所定フィールドにその測定値を格納する。

10

【 0 0 5 3 】

情報送出部 4 3 は、上りフレームの信号を増幅して駆動回路 4 6 へ提供するための入力バッファよりなり、駆動回路 4 6 は、バッファ内の信号に対応する駆動電流を生成し、この駆動電流を発光素子 4 4 に供給する。

発光素子 4 4 は、電気信号（電流）を光信号に変換するレーザダイオード等よりなり、駆動回路 4 6 が生成した所定の伝送レートの駆動電流を上り光信号 U O に変換し、光合成分波器 3 5 を介してその信号 U O を光ファイバ 5 に送出する。

【 0 0 5 4 】

パワー調整部 4 5 は、変化幅算出部 3 6 が求めた発光パワーの変化幅に対応する駆動回路 4 6 の駆動電流の変化量を生成し、その電流変化量を駆動回路 4 6 に入力する。駆動回路 4 6 は、上記電流変化量を加えた値に駆動電流を調整し、その調整後の電流値にて発光素子 4 4 を発光させる。

20

従って、宅側装置 2 の変化幅算出部 3 6 が発光パワーの変化幅を出力すると、当該宅側装置 2 の発光素子 4 4 の発光パワーがその変化幅の分だけ増加又は減少する。

【 0 0 5 5 】

変化幅算出部 3 6 は、局側装置 1 における受光パワーの目標値として、当該局側装置 1 の「最小受光感度」を記憶している。

変化幅算出部 3 6 は、局側装置 1 が測定した当該宅側装置 2 についての上り光信号 U O の測定値と上記最小受光感度との差に基づいて、自装置の発光パワーを必要最小限に調整するための変化幅を算出する。なお、その具体的な算出方法についても後述する。

30

【 0 0 5 6 】

〔局側装置における制御処理〕

図 4 は、局側装置 1 が実行する制御処理の内容を示すフローチャートである。

局側装置 1 の制御処理は、予め定めた一定の制御周期（例えば、1 日或いは数日）ごとに行われ、その制御周期の開始と同時に「情報提供モード」と「パワー調整モード」とが並行して行われる。

【 0 0 5 7 】

上記情報提供モードは、局側装置 1 が測定した測定情報（本実施形態では、各宅側装置 2 が送信した上り光信号 U O の受光レベル）を、対応する宅側装置 2 宛に送信して情報提供するモードである。

40

また、上記パワー調整モードは、宅側装置 2 から取得した提供情報（本実施形態では、下り光信号 D O の受光レベル）を用いて、局側装置 1 の発光パワーを調整するモードである。なお、このパワー調整モードを実行する前の局側装置 1 の発光パワー（初期値）は、すべての宅側装置 2 が受信可能な十分な値に設定されているものとする。

【 0 0 5 8 】

以下、図 4 を参照しつつ、これらのモードの内容を説明する。

局側装置 1 は、情報提供モードにおいて、上り光信号 U O の受光レベルを宅側装置 2 ごとに自律的に測定し（ステップ S T 1 ）、対応する宅側装置 2 宛に下り送信する所定の制御フレームに当該受光レベルを格納することにより、局側装置 1 から提供すべき提供情報

50

を作成する（ステップ S T 2）。

次に、局側装置 1 は、上記受光レベルを格納した制御フレームをすべての宅側装置 2 に送信することにより（ステップ S T 3）、その受光レベルを各宅側装置 2 に提供する。

【 0 0 5 9 】

一方、局側装置 1 は、パワー調整モードにおいて、宅側装置 2 からの提供情報である下り光信号 D O の受光レベルを含む制御フレームを受信すると（ステップ S T 4）、情報管理データベース 1 7（図 2 参照）のデータ内容を新たに取得した受光レベルに更新する（ステップ S T 5）。

次に、局側装置 1 は、更新後のデータベース 1 7 に記録されている下り光信号 D O の受光レベルの測定値を用いて、局側装置 1 において調整可能な発光パワーの変化幅の最小値を算出する（ステップ S T 6）。

10

【 0 0 6 0 】

図 6（a）は、局側装置 1 における送信パワーの変化幅の算出例を示す表である。

同図に示すように、局側装置 1 の変化幅算出部 1 6 は、自信が管理する複数の宅側装置 2（宅 1 ~ N）についての受光パワーから、当該宅側装置 2 において必要とされる最小受光感度（図例では - 2 8 . 5 d B m）を減算し、局側装置 1 において低減可能な送信パワーの変化幅（余裕量）を宅側装置 2 ごとに算出する。

【 0 0 6 1 】

次に、変化幅算出部 1 6 は、その複数の宅側装置 2 についての送信パワーの変化幅のうち、この最小値（図例では 3 d B）を選択し、この最小値から所定のマージン（図例では 1 d B）を減算することにより、局側装置 1 における発光パワーの低減量を算出する。

20

図 4 に戻り、上記のようにして発光パワーの低減量を算出すると、局側装置 1 は、算出した送信パワーの低減量の分だけ発光パワーが減るように駆動回路 2 6 の駆動電流を制御し、自装置の発光パワーを調整する（ステップ S T 7）。なお、ある宅側装置 2 から情報提供された受光パワーが小さすぎる場合（例えば、余裕量がマージン未満の場合）には、局側装置 1 において発光パワーを増加させる場合もあり得る。

【 0 0 6 2 】

〔局側装置の効果〕

本実施形態に係る局側装置 1（或いはこれを有する P O N システム）によれば、変化量算出部 1 6 が、宅側装置 2 が測定した下り光信号 D O の受光パワーの測定値と、宅側装置 2 における受光パワーの目標値（本実施形態では最小受光感度）との差に基づいて、自装置において調整可能な発光パワーの変化幅を算出するので、宅側装置 2 での受光パワーの測定値に基づいて自装置の発光パワーの調整量を即座に決定することができる。

30

【 0 0 6 3 】

従って、受信側である宅側装置 2 から通知される誤り率に基づいて、局側装置 1 の発光パワーを試行錯誤的に決定する場合に比べて、当該発光パワーを迅速に調整することができる。

また、本実施形態の局側装置 1 によれば、宅側装置 2 の受光パワーの目標値を最小受光感度に設定することにより、最小受光感度を基準とした変化幅にて局側装置 1 の発光パワーを低減するので、P O N システムにおける下り方向通信の省電力化を図ることができる。

40

【 0 0 6 4 】

更に、本実施形態の局側装置 1 によれば、変化幅算出部 1 6 が、すべての宅側装置 2 についての送信パワーの変化幅の中の最小値を選択するので、すべての宅側装置 2 が受信可能となる程度で発光パワーが低減される。

このため、受光パワーの目標値を各宅側装置 2 の最小受光感度に設定して発光パワーを調整しても、すべての宅側装置 2 が下り光信号 D O を確実に受信することができる。

【 0 0 6 5 】

〔宅側装置における制御処理〕

図 5 は、宅側装置 2 が実行する制御処理の内容を示すフローチャートである。

50

宅側装置 2 の制御処理についても、予め定めた一定の制御周期（例えば、1 日或いは数日）ごとに行われ、その制御周期の開始と同時に「情報提供モード」と「パワー調整モード」とが並行して行われる。

【0066】

上記情報提供モードは、宅側装置 2 が測定した測定情報（本実施形態では、局側装置 1 が送信した下り光信号 D O の受光レベル）を、局側装置 1 に送信して情報提供するモードである。

また、上記パワー調整モードは、局側装置 1 から取得した提供情報（本実施形態では、上り光信号 U O の受光レベル）を用いて、宅側装置 2 の発光パワーを調整するモードである。なお、このパワー調整モードを実行する前の宅側装置 2 の発光パワー（初期値）は、局側装置 1 が受信可能な十分な値に設定されているものとする。

10

【0067】

以下、図 5 を参照しつつ、これらのモードの内容を説明する。

宅側装置 2 は、情報提供モードにおいて、下り光信号 D O の受光レベルを自律的に測定し（ステップ S S 1）、上り送信する所定の制御フレームに当該受光レベルを格納することにより、宅側装置 2 から提供すべき提供情報を作成する（ステップ S S 2）。

次に、宅側装置 2 は、上記受光レベルを格納した制御フレームを局側装置 1 に送信することにより（ステップ S S 3）、その受光レベルを局側装置 1 に提供する。

【0068】

一方、宅側装置 2 は、パワー調整モードにおいて、局側装置 1 からの提供情報である上り光信号 U O の受光レベルを含む制御フレームを受信すると（ステップ S S 4）、その制御フレームから抽出した測定値を用いて、宅側装置 2 において調整可能な発光パワーの変化幅を算出する（ステップ S S 5）。

20

【0069】

図 6（b）は、宅側装置 2 における送信パワーの変化幅の算出例を示す表である。

同図に示すように、宅側装置 2 の変化幅算出部 3 6 は、局側装置 1 が測定した受光パワーから、当該局側装置 1 において必要とされる最小受光感度（図例では  $-28.0 \text{ dBm}$ ）を減算し、宅側装置 2 において低減可能な送信パワーの変化幅（余裕量：図例では  $3.5 \text{ dBm}$ ）を算出する。

【0070】

30

次に、変化幅算出部 1 6 は、その変化幅から所定のマージン（図例では  $1 \text{ dB}$ ）減算することにより、宅側装置 2 における発光パワーの低減量を算出する。

図 5 に戻り、上記のようにして発光パワーの低減量を算出すると、宅側装置 2 は、算出した送信パワーの低減量の分だけ発光パワーが減るように駆動回路 4 6 の駆動電流を制御し、自装置の発光パワーを調整する（ステップ S S 6）。なお、局側装置 1 から情報提供された受光パワーが小さすぎる場合（例えば、余裕量がマージン未満の場合）には、宅側装置 2 において発光パワーを増加させる場合もあり得る。

【0071】

〔宅側装置の効果〕

本実施形態に係る宅側装置 2（或いはこれを有する P O N システム）によれば、変化量算出部 3 6 が、局側装置 1 が測定した上り光信号 U O の受光パワーの測定値と、局側装置 1 における受光パワーの目標値（本実施形態では最小受光感度）との差に基づいて、自装置において調整可能な発光パワーの変化幅を算出するので、局側装置 1 の受光パワーの測定値に基づいて自装置の発光パワーの調整量を即座に決定することができる。

40

【0072】

従って、受信側である局側装置 1 から通知される誤り率に基づいて、宅側装置 2 の発光パワーを試行錯誤的に決定する場合に比べて、当該発光パワーを迅速に調整することができる。

また、本実施形態の宅側装置 2 によれば、局側装置 1 の受光パワーの目標値を最小受光感度に設定することにより、最小受光感度を基準とした変化幅にて宅側装置 2 の発光パワ

50

ーを低減するので、P O Nシステムにおける上り方向通信の省電力化を図ることができる。

【 0 0 7 3 】

更に、本実施形態のP O Nシステム（光通信システム）によれば、局側装置1の配下の各宅側装置2がそれぞれ発光パワーを低減するパワー調整を行うので、局側装置1がバースト受信する各上り光信号U Oの受光レベルのダイナミックレンジが小さくなり、局側装置1の光受信部14が各上り光信号U Oに瞬時に同期し易くなる。

従って、上り光信号U Oのバースト間ギャップをできるだけ小さくでき、有効帯域を増大させることができる。

【 0 0 7 4 】

〔提供情報の変形例〕

上記実施形態では、局側装置1の発光パワーを調整する場合において、宅側装置2が測定した下り光信号D Oの受光パワーの測定値を上り方向の制御フレームを用いて局側装置1に通知し、局側装置1に設けた変化量算出部16が、通知された受光パワーの測定値を用いて局側装置1の発光パワーの変化量を算出しているが、その変化量の算出処理についても宅側装置2が行い、その算出結果である発光パワーの変化量を上り方向の制御フレームに格納して局側装置1に通知することにしてもよい。

【 0 0 7 5 】

この場合、下り光信号D Oの受光パワーの測定値を用いて、局側装置1での発光パワーの変化幅を算出する変化幅算出部を宅側装置2に設け、宅側装置2の情報挿入部42において、その変化幅算出部が算出した発光パワーの変化幅を上り方向の制御フレームに含めるようにすればよい。

【 0 0 7 6 】

また、上記実施形態では、宅側装置2の発光パワーを調整する場合において、局側装置1が測定した上り光信号U Oの受光パワーの測定値を下り方向の制御フレームを用いて宅側装置2に通知し、宅側装置2に設けた変化量算出部36が、通知された受光パワーの測定値を用いて宅側装置2の発光パワーの変化量を算出しているが、その変化量の算出処理についても局側装置1が行い、その算出結果である発光パワーの変化量を下り方向の制御フレームに格納して宅側装置2に通知することにしてもよい。

【 0 0 7 7 】

この場合、上り光信号U Oの受光パワーの測定値を用いて、宅側装置2での発光パワーの変化幅を算出する変化幅算出部を局側装置1に設け、局側装置1の情報挿入部22において、その変化幅算出部が算出した発光パワーの変化幅を下り方向の制御フレームに含めるようにすればよい。

【 0 0 7 8 】

〔その他の変形例〕

上記実施形態は例示であって制限的なものではない。本発明の権利範囲は特許請求の範囲によって示され、そこに記載された構成と均等の範囲内のすべての変更は、本発明の権利範囲に包含される。

例えば、上記実施形態では、局側装置1と宅側装置2の双方が発光パワーの調整制御を行う場合を例示したが、それらのうちのいずれか一方のみが発光パワーの調整制御を行うようにしてもよい。

【 0 0 7 9 】

また、上記実施形態では、P 2 M Pの接続形態であるP O Nシステムに本発明を適用した場合を例示したが、本発明は、P 2 Pの接続形態である光通信システムに適用することもできる。

【符号の説明】

【 0 0 8 0 】

- 1 局側装置（ノード）
- 2 宅側装置（ノード）

10

20

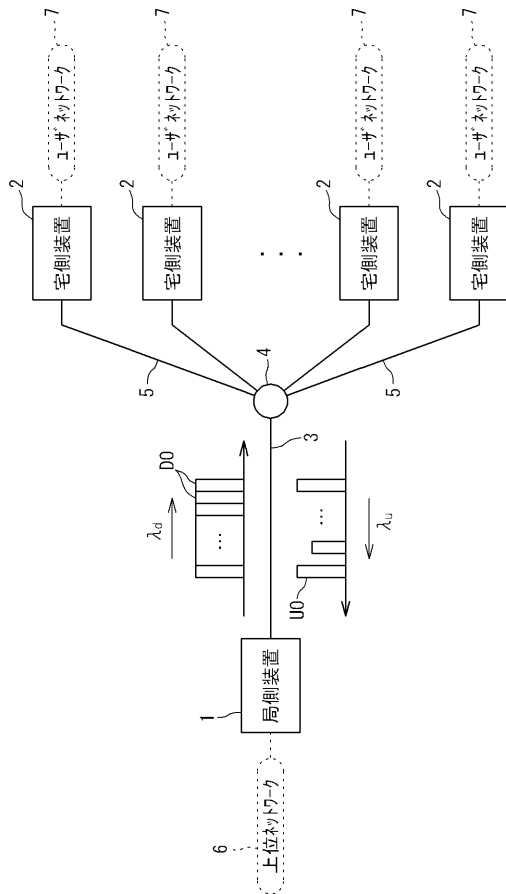
30

40

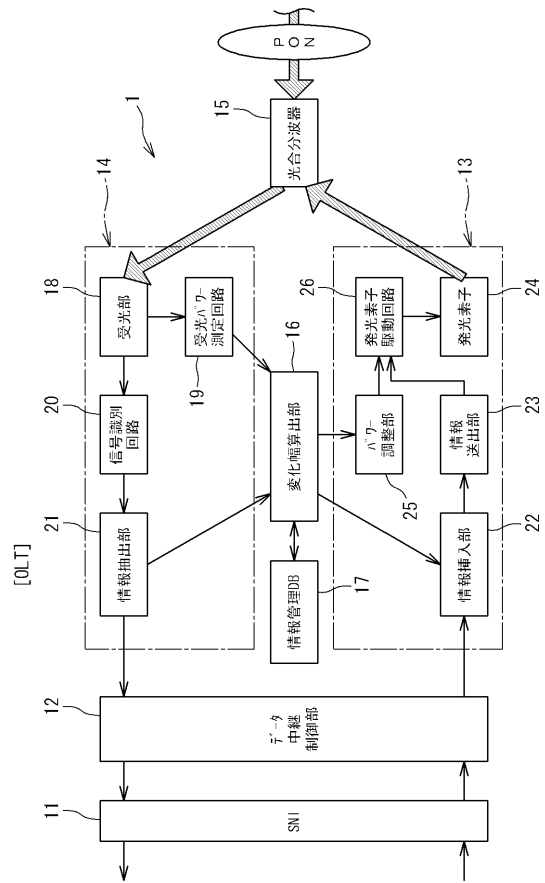
50

- 1 6 変化幅算出部 (算出部)
- 1 9 受光パワー測定回路 (測定部)
- 2 1 情報抽出部
- 2 2 情報挿入部
- 2 5 パワー調整部
- 3 6 変化幅算出部 (算出部)
- 3 9 受光パワー測定回路 (測定部)
- 4 1 情報抽出部
- 4 2 情報挿入部
- 4 5 パワー調整部

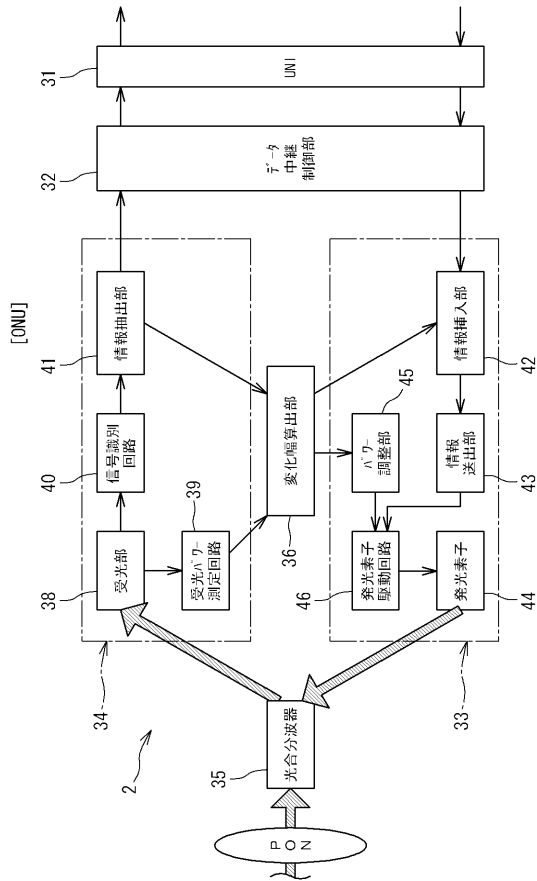
【図 1】



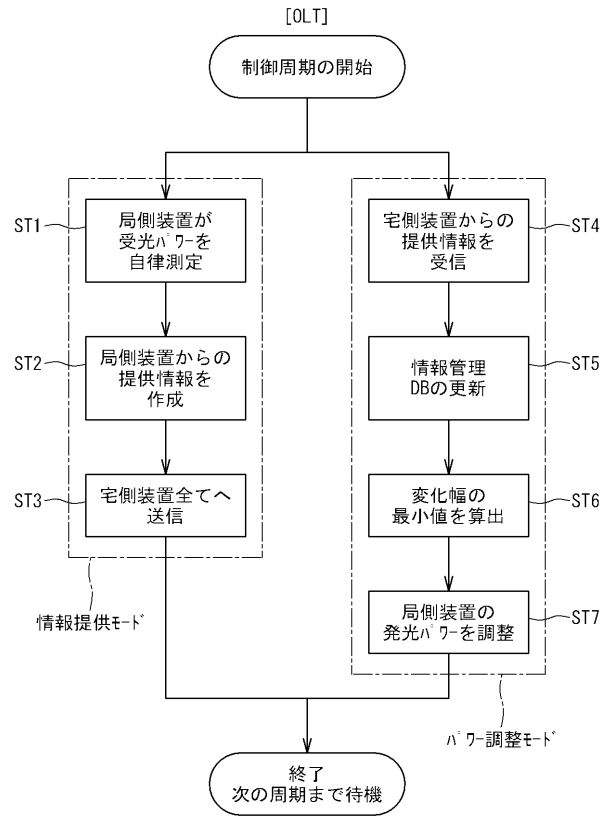
【図 2】



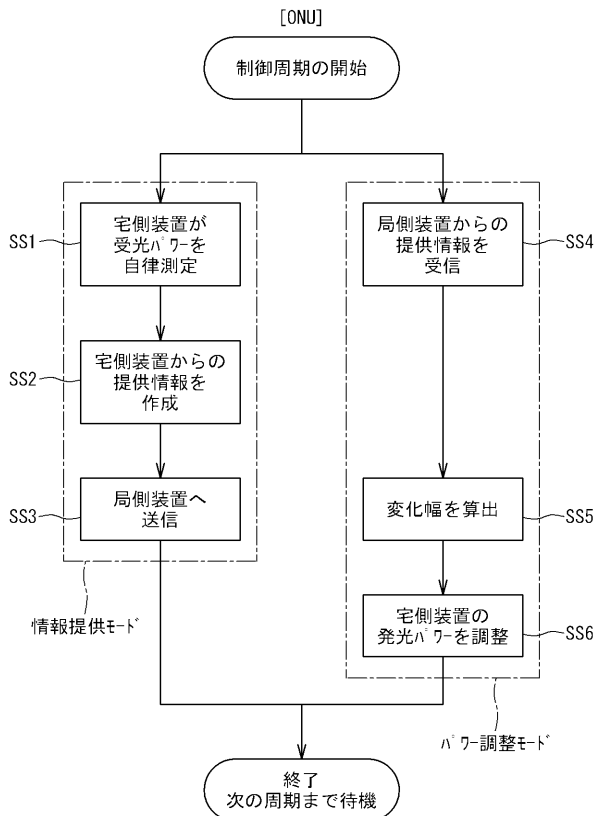
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

(a) 局側装置の余裕評価

ID	宅側装置が送ってきた受光パワー	宅側装置の最小受光感度	余裕量
宅#1	-21.5dBm	-28.5dBm	6dB
宅#2	-25.5dBm		3dB
...			...
宅#N	-18.5dBm		10dB
...			...
最小値			3dB

→マージン1dBを引いて、局側装置のパワーを2dB弱める

(b) 宅側装置の余裕評価

局側装置が送ってきた受光パワー	局側装置の最小受光感度	余裕量
-25.5dBm	-28.0dBm	3.5dB

→マージン1dBを引いて、宅側装置のパワーを2.5dB弱める

---

フロントページの続き

(51) Int. Cl.

F I

テーマコード(参考)

*H 0 4 B 10/20 (2006.01)*

*H 0 4 L 1/00 (2006.01)*