(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5907208号
(P5907208)
(45)発行日　平成28年4月26日(2016.4.26)　(24)登録日　平成28年4月1日(2016.4.1)

(51)Int.Cl.　F I
H04L 12/44 (2006.01)　H04L 12/44 200
H04L 12/44 M

請求項の数 3　(全 24 頁)

(21)出願番号　特願2014-96103(P2014-96103)
(22)出願日　平成26年5月7日(2014.5.7)
(62)分割の表示　特願2011-186211(P2011-186211)の分割
原出願日　平成23年8月29日(2011.8.29)
(65)公開番号　特開2014-168290(P2014-168290A)
(43)公開日　平成26年9月11日(2014.9.11)
審査請求日　平成26年8月7日(2014.8.7)

(73)特許権者　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　村田　拓史
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

審査官　衣鳩　文彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ＰＯＮシステム及び局側装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の宅側装置とＰＯＮシステムを構成する局側装置であって、
第１のＰＯＮ回線に接続可能な第１の光送受信部と、
第２のＰＯＮ回線に接続可能な第２の光送受信部と、
複数の前記宅側装置が送信する上りフレームを時分割多重化する上り多重アクセス制御を実行可能なアクセス制御部と、
前記アクセス制御部と前記両光送受信部との間に設けられたＰＯＮ側スイッチと、
前記宅側装置を識別するための論理リンク識別子を保持する管理テーブルと、を備え、
前記アクセス制御部は、前記第１のＰＯＮ回線のための論理リンク識別子と、前記第２のＰＯＮ回線のための論理リンク識別子とを、値が重複しないように前記管理テーブルに保持する処理と、
前記宅側装置が前記第１のＰＯＮ回線又は前記第２のＰＯＮ回線のいずれに属するかを示す情報を前記管理テーブルに保持する処理と、を実行する局側装置。
【請求項２】
前記アクセス制御部は、未登録の前記宅側装置を自身が認識するためのディスカバリプロセスにおいて、前記ＰＯＮ側スイッチにおける上りフレームの入力元を、ディスカバリプロセスごとに前記第１又は第２の光送受信部のいずれかに固定して、前記宅側装置の登録シーケンスを実行する請求項１に記載の局側装置。
【請求項３】

請求項１又は請求項２に記載の前記局側装置と、
前記局側装置に接続された前記第１及び第２のＰＯＮ回線にそれぞれ接続された、複数の前記宅側装置と、を備えているＰＯＮシステム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、局側装置と複数の宅側装置とをツリー構造の通信回線で接続したＰＯＮ（Passive Optical Network ）システムと、このシステムの構成要素である局側装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
ＰＯＮシステムは、Ｐ２ＭＰ(Point to Multi Point)の接続形態における光分岐を無電力で行う光通信システムであり、局側装置と、この局側装置を頂点として分岐する一芯の光ファイバ網よりなるツリー構造のＰＯＮ回線と、その分岐した光ファイバの終端にそれぞれ接続された複数の宅側装置とを備えている（例えば、特許文献１～３参照）。
このＰＯＮシステムにおいては、半導体レーザ等の光源を直接或いは外部変調したＮＲＺ（Non-Return to Zero）光信号を伝送し、所定の情報を送受信する。
【０００３】
かかるＰＯＮシステムでは、局側装置が送信する光信号よりなる下りフレームは、各宅側装置に放送形式で伝送される。宅側装置は、ディスカバリの際に局側装置から通知された、下りフレームのプリアンブルに含まれる論理リンク識別子（例えば、ＩＥＥＥ Ｓｔｄ ８０２．３ＴＭ－２００８に規定されるＰＯＮの場合はＬＬＩＤ。以下、代表的にＬＬＩＤと記す場合がある。）を参照して、自局宛（マルチキャストの場合も含む。）の下りフレームを受信し、それ以外の下りフレームを廃棄する。
逆に、各宅側装置がＰＯＮ回線に送出する光信号よりなる上りフレームについては、衝突を防止すべく、局側装置がＬＬＩＤごとに時分割で多重アクセス制御を行っている。従って、局側装置は、各宅側装置からの上り光信号をバースト的に受信する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００４－２８９７８０号公報
【特許文献２】特開２００７－１７４３６４号公報
【特許文献３】特開２００７－２４３２８４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
ＰＯＮシステムの局側装置には、アクセス制御プロトコルに基づいてＰＯＮ区間の上りフレームの多重アクセス制御を行うアクセス制御部（以下、「アクセス制御装置」ともいう。）が含まれている。例えば、ＩＥＥＥ Ｓｔｄ ８０２．３ＴＭ－２００８やＩＥＥＥ Ｓｔｄ ８０２．３ａｖＴＭ－２００９に規定されるＰＯＮの場合は、ＭＰＣＰ（Multi Point Control Protocol ）が上記アクセス制御プロトコルに相当する。
このアクセス制御装置は、通常、複数のＬＳＩ（Large Scale Integrated Circuit ）を制御基板に実装して構成されており、プログラマブルな論理回路（Field-Programmable Gate Array ：ＦＰＧＡ）やマイクロプロセッサ（Micro-Processing Unit：ＭＰＵ）のメモリに予め記憶させたコンピュータプログラムに従って動作する。
【０００６】
（削除）
【０００７】
（削除）
【０００８】

従来の局側装置では、上記アクセス制御部がＰＯＮ側の光送受信部と１対１対応で接続されているため、１つのアクセス制御部が複数のＰＯＮ回線の上り多重アクセス制御を担う複数回線制御を実行することができなかった。

【０００９】

本発明は、かかる従来の問題点に鑑み、複数のＰＯＮ回線が接続された局側装置において、複数のＰＯＮ回線に対する上り多重アクセス制御を１つのアクセス制御部が行うことができるようにすることを目的とする。

【００１０】

（削除）

【課題を解決するための手段】

【００１１】

（１） 本発明の局側装置は、複数の宅側装置とＰＯＮシステムを構成する局側装置であって、第１のＰＯＮ回線に接続可能な第１の光送受信部と、第２のＰＯＮ回線に接続可能な第２の光送受信部と、複数の前記宅側装置が送信する上りフレームを時分割多重化する上り多重アクセス制御を実行可能なアクセス制御部と、前記アクセス制御部と前記両光送受信部との間に設けられたＰＯＮ側スイッチと、前記宅側装置を識別するための論理リンク識別子を保持する管理テーブルと、を備え、前記アクセス制御部は、前記第１のＰＯＮ回線のための論理リンク識別子と、前記第２のＰＯＮ回線のための論理リンク識別子とを、値が重複しないように前記管理テーブルに保持する処理と、前記宅側装置が前記第１のＰＯＮ回線又は前記第２のＰＯＮ回線のいずれに属するかを示す情報を前記管理テーブルに保持する処理と、を実行する。

【００１２】

（削除）

【００１３】

（削除）

【００１４】

本発明の局側装置によれば、アクセス制御部が、第１のＰＯＮ回線のための論理リンク識別子と、第２のＰＯＮ回線のための論理リンク識別子とを、値が重複しないように管理テーブルに保持する処理と、宅側装置が第１のＰＯＮ回線又は第２のＰＯＮ回線のいずれに属するかを示す情報を管理テーブルに保持する処理と、を実行するので、第１及び第２のＰＯＮ回線に対する上り多重アクセス制御（複数回線制御）を１つのアクセス制御部が実行することができる。

【００１５】

（削除）

【００１６】

（削除）

【００１７】

（削除）

【００１８】

（削除）

【００１９】

（削除）

【００２０】

（削除）

【００２１】

（削除）

【００２２】

（削除）

【００２３】

（削除）

【００２４】
（削除）
【００２５】
（２） 本発明の局側装置において、前記アクセス制御部は、未登録の前記宅側装置を自身が認識するためのディスカバリプロセスにおいて、前記ＰＯＮ側スイッチにおける上りフレームの入力元を、ディスカバリプロセスごとに前記第１又は第２の光送受信部のいずれかに固定して、前記宅側装置の登録シーケンスを実行することが好ましい。
この場合、アクセス制御部が複数回線制御を行っている期間中でも、新たな宅側装置を適切にＰＯＮに加入させることができる。また、局側装置は、新たにＰＯＮに加入した宅側装置が第１あるいは第２のいずれのＰＯＮ回線に属する宅側装置であるかを把握することができる。
【００２６】
（削除）
【００２７】
（削除）
【００２８】
（削除）
【００２９】
（削除）
【００３０】
（削除）
【００３１】
（削除）
【００３２】
（削除）
【００３３】
（削除）
【００３４】
（削除）
【００３５】
（削除）
【００３６】
（３） 本発明のＰＯＮシステムは、上述の（１）又は（２）に記載の局側装置と、前記局側装置に接続された前記第１及び第２のＰＯＮ回線にそれぞれ接続された、複数の前記宅側装置と、を備えていることを特徴とする。
このため、本発明のＰＯＮシステムは、上述の（１）又は（２）に記載の局側装置と同様の作用効果を奏する。
【発明の効果】
【００３７】
以上の通り、本発明によれば、第１及び第２のＰＯＮ回線に対する上り多重アクセス制御（複数回線制御）を１つのアクセス制御部が実行することができる。
【００３８】
（削除）
【図面の簡単な説明】
【００３９】
【図１】本発明の実施形態に係るＰＯＮシステムの接続形態を示す図である。
【図２】局側装置の構成を示すブロック図である。
【図３】通常モードにおける通信フレームの流れを示す図である。
【図４】系統Ａ側にアクセス制御を集中させる場合の、縮退モードにおける通常フレームの流れを示す図である。

【図５】系統Ｂ側にアクセス制御を集中させる場合の、縮退モードにおける通常フレームの流れを示す図である。
【図６】アクティブなアクセス制御部による上りの帯域割当の一例を示すシーケンス図である。
【図７】アクティブなアクセス制御部による上りの帯域割当の別例を示すシーケンス図である。
【図８】上位スイッチの変形例を示すためのＰＯＮシステムの接続形態を示す図である。
【図９】下位スイッチの変形例を示すためのブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００４０】
以下、図面を参照しつつ、本発明の実施形態を説明する。
〔ＰＯＮシステムの接続形態〕
図１は、本発明の実施形態に係るＰＯＮシステムの接続形態を示す図である。
図１に示すように、本実施形態のＰＯＮシステムは、通信事業者側の光回線終端装置（ＯＬＴ：Optical Line Terminal ）１と、宅側の光回線終端装置（ＯＮＵ：Optical Network Unit）３とが、ツリー構造のＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂで接続された接続形態（トポロジ）となっている。
【００４１】
事業者側の光回線終端装置１は、複数の光加入者終端盤（ＯＳＵ：Optical Subscriber Unit ）２を１つの筐体に収容した集合体よりなり、この終端盤２にＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂがそれぞれ接続されている。
以下、本実施形態においては、各々の光加入者終端盤２或いはその集合体である光回線終端装置１を「局側装置」といい、この局側装置にＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂにて接続された宅側の回線終端装置３を「宅側装置」という。また、「局側装置」を「ＯＳＵ」又は「ＯＬＴ」と略記し、「宅側装置」を「ＯＮＵ」と略記することがある。
【００４２】
局側装置２には、それぞれ２系統のＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂが接続されており、これらのＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂは、局側装置２に繋がる一芯の光ファイバ５と、受動光分岐ノードである光カプラ６と、この光カプラ６から分岐する一芯の光ファイバ７とを有する。
光ファイバ７は、所定の分岐数（例えば、３２や６４分岐）で光カプラ６から分岐しており、その終端に宅側装置３がそれぞれ接続されている。また、局側装置２の上位側（図１の左側）は上位網に通じており、各宅側装置３の下位側（図１の右側）はそれぞれ下位網に通じている。
【００４３】
ＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂにおける伝送方式としては、上り下りの伝送レートが１０Ｇ（ボーレートは、１０．３１２５Ｇｂｐｓ）の１０Ｇ－ＥＰＯＮ、上り下りの伝送レートが１Ｇ（ボーレートは、１．２５Ｇｂｐｓ）のＧＥ－ＰＯＮ、或いは、下りの伝送レートが１０Ｇでかつ上りの伝送レートが１Ｇである非対称１０Ｇ－ＥＰＯＮを採用することができる。
このため、局側装置２は、１Ｇと１０Ｇの双方の伝送レートに対応しており、宅側装置３は、１ＧＯＮＵ、１０Ｇ非対称ＯＮＵ、或いは、１０Ｇ対称ＯＮＵよりなる。
【００４４】
〔局側装置の構成〕
図２は、局側装置２の構成を示すブロック図である。
図２に示すように、局側装置２は、上位側（図２の上側）から下位側に向かって順に、上位スイッチ１１、アクセス制御部１２Ａ，１２Ｂ、管理部１３、下位スイッチ１４、光送受信制御部１５及び光送受信部１６Ａ，１６Ｂを備えている。
【００４５】
本実施形態の局側装置２は、２系統のＰＯＮ回線４Ａ，４ＢをＭＰＣＰに則って制御することに対応して、それらのＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂがそれぞれ接続される２つの光送受信

部１６Ａ，１６Ｂと、２つのアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂとを備えている。
なお、以下において、ＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂとアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂと光送受信部１６Ａ，１６Ｂの系統を互いに区別する表現として、「系統Ａ」及び「系統Ｂ」を用いることがある。

【００４６】
上位スイッチ１１は、アクセス制御部１２Ａ，１２Ｂの上位側に接続されたＬ２スイッチよりなる。この上位スイッチ１１は、アクセス制御部１２Ａ，１２Ｂが送出する上りフレームを多重して上位網に中継し、上位網からＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂへの下りフレームをユニキャストフレームの場合は分離して、ユニキャストフレームでない場合は必要に応じてコピーして、各々のアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂに中継する機能を有する。
なお、上位スイッチ１１は、上位網からの下りフレームを上位網に折り返したり、アクセス制御部１２Ａ，１２Ｂからの上りフレームをアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂに折り返したりすることも可能である。

【００４７】
管理部１３は、局側装置２の管理と、アクセス制御部１２Ａ，１２Ｂを介しての宅側装置３の管理とを行うものであり、管理インタフェース１９と縮退制御部２０とを有する。管理インタフェース１９は管理ネットワークに接続されており、このネットワークを介して運用者である通信事業者からの指令を受けることができる。
なお、図２の例では、管理ネットワークが上位網と別のネットワークとなっているが、両者は同一のネットワークであってもよい。

【００４８】
縮退制御部２０は、管理インタフェース１９からの入力信号に基づいて、上位スイッチ１１の切り替えと、光送受信制御部１５を介した下位スイッチ１４の切り替えとを行うが、その詳細については後述する。
下位スイッチ１４は、アクセス制御部１２Ａ，１２ＢのＰＯＮ側（図２の下側）に接続され、光送受信部１６Ａ，１６Ｂの上位側に接続されたＬ１スイッチよりなる。この下位スイッチ１４は、アクセス制御部１２Ａ，１２Ｂと光送受信部１６Ａ，１６Ｂとの間の電気信号の方路を物理層レベルで切り替える機能を有する。

【００４９】
〔アクセス制御部と光送受信部の構成〕
本実施形態のアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂと光送受信部１６Ａ，１６Ｂは、いずれも系統Ａと系統Ｂとで同じ構成及び機能を有する。そこで、以下においては、主として、系統Ａを例にとってその構成及び機能を説明する。
アクセス制御部１２Ａは、複数のＬＳＩを制御基板に実装して構成された制御装置よりなり、プログラマブルな論理回路（ＦＰＧＡ）やマイクロプロセッサ（ＭＰＵ）を有する。アクセス制御部１２Ａのメモリ等に格納されるコンピュータプログラムには、ＦＰＧＡの回路設計のためのＶＨＤＬ及びＶｅｒｉｌｏｇなどのハードウェア記述言語や、ＭＰＵが行う処理内容を定義するＣ言語などで記述され、ＦＰＧＡやＭＰＵなどのデバイスの構造に合わせてコンパイルなどの処理がなされたコードが含まれる。

【００５０】
図２に示すように、アクセス制御部１２Ａは、上位側から下位側に向かって順に、上位側送信部２２、上位側受信部２３、中継処理部２４、ＬＬＩＤ管理テーブル２５、ＰＯＮ制御部２６、ＰＯＮ側受信部２７及びＰＯＮ側送信部２８を備えている。
上位スイッチ１１から入力された下りフレームは、上位側受信部２３により受信されて中継処理部２４に送られる。中継処理部２４は、その下りフレームをＰＯＮ側送信部２８に送出し、ＰＯＮ側送信部２８は、その下りフレームを下位スイッチ１４に入力する。

【００５１】
下位スイッチ１４から入力された上りフレームは、ＰＯＮ側受信部２７により受信されて、中継処理部２４又はＰＯＮ制御部２６に送られる。
ＰＯＮ側受信部２７は、上りフレームがデータフレームである場合は、それを中継処理

部２４に渡し、ＭＰＣＰフレームやＯＡＭフレームなどの制御フレームである場合は、それをＰＯＮ制御部２６に渡す。中継処理部２４は、そのデータフレームを上位側送信部２２に送出し、上位側送信部は、そのデータフレームを上位スイッチ１１に入力する。

【００５２】

ＰＯＮ制御部２６は、ＰＯＮ側受信部２７から受けた制御フレームの性質に応じた所定の処理を行う。

例えば、ＰＯＮ制御部２６は、受信した制御フレームが、自身がＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂにブロードキャスト送信したディスカバリゲートに応答する、宅側装置３からのレジスタ要求である場合には、その宅側装置３のためのＬＬＩＤを決定し、決定したＬＬＩＤの値を記したレジスタを生成して、そのレジスタをＰＯＮ側送信部２８に下り送信させる。

【００５３】

また、ＰＯＮ制御部２６は、受信した制御フレームが、自身が送信したノーマルゲート（グラント）に対応する、宅側装置３からのレポートである場合には、それに記された送信要求量に応じて、所定のアルゴリズムで上りの動的帯域割当を行う。

そして、ＰＯＮ制御部２６は、動的帯域割当の結果決定した送信許可量と、上り送信タイミングを記した所定のＬＬＩＤ宛のグラントを生成し、そのグラントをＰＯＮ側送信部２８に下り送信させる。

【００５４】

ＰＯＮ制御部２６は、ＬＬＩＤ管理テーブル（以下、単に「管理テーブル」ともいう。）２５の管理も行う。この管理テーブル２５には、宅側装置を識別するためのＬＬＩＤがエントリに含まれる。また、ＰＯＮ制御部２６は、ＬＬＩＤのエントリごとに、論理リンクを維持するのに必要な情報を保持する。この必要情報には、例えば次のものが含まれるが、これらに限られない。

１）ＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂの種別情報

この識別情報は、ＯＮＵが系統Ａ又は系統Ｂのいずれに属するかを示す情報である。

【００５５】

２）ＯＮＵの種別情報

この種別情報は、ＯＮＵが１ＧＯＮＵ、１０Ｇ非対称ＯＮＵ又は１０Ｇ対称ＯＮＵのいずれかを示す情報である。

３）ＯＮＵのＭＡＣアドレス

４）ＯＮＵのＲＴＴ情報

【００５６】

５）ＱｏＳパラメータ

このパラメータは、当該ＯＮＵに設定する優先度クラス、最低保証帯域及び最大許容帯域を定義するためのパラメータである。

６）上位ネットワークにおけるＶＬＡＮモード

【００５７】

本実施形態では、系統Ａと系統Ｂの各ＰＯＮ制御部２６は、中継処理部２４、上位側送受信部２２，２３及び上位スイッチ１１を介して、或いは、図示しない制御回線を介して互いに通信可能である。

系統ＡのＰＯＮ制御部２６は、上記通信により、系統ＢのＰＯＮ制御部２６が使用するＬＬＩＤの値と重複しないように自身が使用するＬＬＩＤを決定し、系統Ａと系統Ｂの双方で使用するＬＬＩＤと、それに対応する上記必要情報を管理テーブル２５に保持する。ただし、後述の通り、縮退モードへの移行時にいったん系統Ｂの論理リンクが切断されるのを許容する実装の場合は、そのような決定は不要である。

【００５８】

また、ＬＬＩＤを互いに通知し合う方法は、論理リンクが確立又は切断される毎に通知してもよいし、縮退に関する動作モードの切り替え前に纏めて通知してもよい。なお、系統Ａと系統ＢでのＬＬＩＤの一意性については、系統Ａと系統ＢのＰＯＮ制御部２６間で互いに通知し合う方法だけでなく、系統Ａと系統ＢのＰＯＮ制御部２６が使用するＬＬＩ

Ｄの数値範囲を予め分けておく方法で確保することもできる。
すなわち、例えば、系統Ａでは奇数を用い、系統Ｂでは偶数を用いることにしたり、系統Ａでは０からインクリメントした値を用い、系統Ｂでは所定値からデクリメントした値を用いたりしてＬＬＩＤの番号空間を分離することにより、系統Ａと系統Ｂとで使用するＬＬＩＤの重複を防止できる。

【００５９】
系統Ａ及び系統ＢのＰＯＮ制御部２６は、局側装置２内に設けられた同じクロック発生器（図示せず。）で動作しており、このクロック発生器でカウントした時刻（タイムスタンプ）についても、上記通信によってお互いに把握している。
系統ＡのＰＯＮ制御部２６は、系統ＢのＰＯＮ制御部２６から通知されたタイムスタンプと自身のＰＯＮカウンタとを比較する。系統ＡのＰＯＮ制御部２６は、それらの時刻差が所定値（例えば、１２８ｎｓ）以下であるかを判定し、それを超える場合には、自身のカウンタを系統Ｂに合わせるか、系統Ｂ側でカウンタを合わせるように通知する。

【００６０】
光送受信部１６Ａは、周知の光トランシーバよりなり、光受信部３０、光送信部３１及び合分波部３２を内部に有する。光受信部３０は、アバランシェフォトダイオード等の受光素子よりなり、光送信部３１は、レーザダイオード等の発光素子よりなる。
ＰＯＮ回線４Ａからの上り光信号は、合分波部３２を通じて光受信部３０により受信され、光受信部３０は、受信した上り光信号を電気信号に変換して下位スイッチ１４に入力する。下位スイッチ１４からの下り電気信号は、光送信部３１によって光信号に変換され、この下りの光信号は、合分波部３２を通じてＰＯＮ回線４Ａに送出される。

【００６１】
縮退制御部２０は、管理ネットワーク経由で受信する運用者からの指令に基づき、スイッチを切り替えるための制御信号を上位スイッチ１１と光送受信制御部１５に出力する。
また、光送受信制御部１５は、縮退制御部２０からの制御信号と、系統Ａや系統ＢのＰＯＮ制御部２６からの制御信号とに基づいて、下位スイッチ１４の切り替えと、光送受信部１６Ａ，１６Ｂ内の光受信部３０に対する受信制御を行う。この受信制御は、次の上りバースト受信に合わせて、光受信部３０の受信態勢（例えば、伝送レートに合わせた受信増幅回路やクロック再生回路、復号回路の選択やリセットなど）を適合させる制御である。

【００６２】
〔縮退制御部によるスイッチ制御〕
図３は、通常モードにおける通信フレームの流れを示す図である。また、図４は、系統Ａ側にアクセス制御を集中させる場合の、縮退モードにおける通信フレームの流れを示す図であり、図５は、系統Ｂ側にアクセス制御を集中させる場合の、縮退モードにおける通常フレームの流れを示す図である。

【００６３】
なお、図３～図５では、上位スイッチ１１と上位網との間の接続を示す矢印が一本線で描いてあるが、これは物理的な接続が一本であることを意味するものではない。また、物理的な接続の接続先が一箇所であることを意味するものでもなく、上位スイッチ１１から上位網への物理的な接続が複数本あり、接続先が複数の上位装置である場合もある。
以下、図３～図５を参照して、縮退制御部２０が行うスイッチ制御の内容について説明する。

【００６４】
縮退制御部２０は、管理インタフェース１９から受信する指令が「通常モード」である場合は、両スイッチ１１，１４の方路を図３のように設定する。この方路の設定を、上りフレームと下りフレームに分けて説明すると、次の通りである。
Ｓ１）　上位スイッチ１１に入力される系統Ａと系統ＢのＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂへの下りフレームの出力先を、系統Ａと系統Ｂのアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂに分散させる。
なお、この場合の出力先は、下りフレームに含まれる情報、例えば、ＶＬＡＮ番号や宛

先ＭＡＣアドレス等に基づいて判定される。系統Ａと系統ＢのＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂへの下りフレームがユニキャストフレームの場合には、系統Ａあるいは系統ＢのＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂのいずれかへ転送され、下りフレームがユニキャストフレームでない場合には、ＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂのいずれか片方に転送されるか、あるいは必要に応じて系統Ａと系統ＢのＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂの両方へ転送される。

【００６５】

Ｓ２）　系統Ａと系統Ｂのアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂから下位スイッチ１４に入力される下りフレームの出力先を、それぞれ系統Ａ及び系統Ｂの光送受信部１６Ａ，１６Ｂに設定する。

Ｓ３）　系統Ａと系統Ｂの光送受信部１６Ａ，１６Ｂから下位スイッチ１４に入力される上りフレームの出力先を、それぞれ系統Ａ及び系統Ｂのアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂに設定する。

【００６６】

このように、通常モードでは、同じ系統Ａ，Ｂのアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂと光送受信部１６Ａ，１６Ｂとが、上り下りの双方に関して１対１対応で接続される。

従って、この通常モードでは、系統Ａのアクセス制御部１２Ａは、自身が通常管理する１つのＰＯＮ回線４Ａに対する上り多重アクセス制御（以下、これを「通常回線制御」という。）を行い、系統Ａのアクセス制御部１２Ｂも、同様に、自身が通常管理する１つのＰＯＮ回線４Ｂに対する上り多重アクセス制御である通常回線制御を行う。

【００６７】

縮退制御部２０は、管理インタフェース１９から受信する指令が、系統Ａ側にアクセス制御を集中させる「縮退モード」である場合は、両スイッチ１１，１４の方路を図４のように設定する。この方路の設定を、上りフレームと下りフレームに分けて説明すると、次の通りである。

Ｓ４）　上位スイッチ１１に入力される系統Ａと系統ＢのＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂへの下りフレームの出力先を、系統Ａのアクセス制御部１２Ａに集中させる。

【００６８】

Ｓ５）　系統Ａのアクセス制御部１２Ａから下位スイッチ１４に入力される下りフレームの出力先を、系統Ａ及び系統Ｂの光送受信部１６Ａ，１６Ｂに分散させる。

Ｓ６）　系統Ａと系統Ｂの光送受信部１６Ａ，１６Ｂから下位スイッチ１４に入力される上りフレームの出力先を、下位スイッチ１４に対して時分割の多重制御を行って系統Ａのアクセス制御部１２Ａに集中させる。

【００６９】

より具体的には、縮退モードにおいてデータが疎通するアクセス制御部１２Ａを「アクティブ」、縮退モードにおいてデータが疎通しないアクセス制御部１２Ｂを「スタンバイ」と定義すると、下位スイッチ１４は、アクティブなアクセス制御部１２ＡのＰＯＮ側送信部２８から受けた下りフレームをコピーし、それらを各系統Ａ，Ｂの光送受信部１６Ａ，１６Ｂの光送信部３１に入力する。

【００７０】

また、下位スイッチ１４は、各系統Ａ，Ｂの光送受信部１６Ａ，１６Ｂの光受信部３０からの上りフレームを、アクティブなアクセス制御部１２ＡのＰＯＮ側受信部２７に対して時分割多重して入力する。

このとき、アクティブなアクセス制御部１２ＡのＰＯＮ制御部２６は、各々のＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂから光送受信部１６Ａ，１６Ｂを経由して受信する上り方向のバースト信号が、下位スイッチ１４において欠損しないように、自身が宅側装置３にグラントした送信タイミングに基づいて光送受信制御部１５に切り替えタイミングを指示する。

【００７１】

このように、図４の縮退モードにおいては、縮退制御部２０が上記のように両スイッチ１１，１４を制御することで、アクティブなアクセス制御部１２Ａが両系統Ａ，ＢのＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂに対する上り多重アクセス制御（以下、これを「複数回線制御」という

。）を行うことになる。
　また、その結果、スタンバイのアクセス制御部１２Ｂには、両スイッチ１１，１４から上り及び下りフレームが入力されず、通信フレームが疎通しない非通信状態となる。
【００７２】
　また、縮退制御部２０は、管理インタフェース１９から受信する指令が、系統Ｂ側にアクセス制御を集中させる「縮退モード」である場合は、両スイッチ１１，１４の方路を図５のように設定する。この方路の設定を、上りフレームと下りフレームに分けて説明すると、次の通りである。
　Ｓ７）　上位スイッチ１１に入力される系統Ａと系統ＢのＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂへの下りフレームの出力先を、系統Ｂのアクセス制御部１２Ｂに集中させる。
【００７３】
　Ｓ８）　系統Ｂのアクセス制御部１２Ｂから下位スイッチ１４に入力される下りフレームの出力先を、系統Ａ及び系統Ｂの光送受信部１６Ａ，１６Ｂに分散させる。
　Ｓ９）　系統Ａと系統Ｂの光送受信部１６Ａ，１６Ｂから下位スイッチ１４に入力される上りフレームの出力先を、下位スイッチ１４に対して時分割の多重制御を行って系統Ｂのアクセス制御部１２Ｂに集中させる。
【００７４】
　従って、図５の縮退モードでは、図４の縮退モードとは逆に、系統Ｂのアクセス制御部１２Ｂがアクティブとなって、両系統Ａ，ＢのＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂに対して複数回線制御を行い、その結果、系統Ａのアクセス制御部１２Ａがスタンバイとなって、通信フレームが疎通しない非通信状態となる。
【００７５】
　〔局側装置の運用方法〕
　このように、本実施形態では、運用者からの指令に応じて、いずれか一方のアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂが両系統Ａ，ＢのＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂをアクセス制御する複数回線制御を行い、他方のアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂに通信フレームを疎通させない縮退モードを、局側装置２に実行させることができる。
【００７６】
　従って、例えばＰＯＮシステムの運用者は、上記縮退モードの期間中に、スタンバイとなったアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂに含まれるＦＰＧＡやＭＰＵなどのプログラマブルな構成部品に対して、コンピュータプログラムの変更とその変更後の再起動を行うことができる。なお、コンピュータプログラムの「変更」には、当該プログラムの修正、追加及び削除などが含まれる。
【００７７】
　この場合、縮退モードでは、系統Ａ及び系統ＢのＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂについての複数回線制御をアクティブなアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂが行うので、この縮退モードの期間中に、スタンバイのアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂに対するコンピュータプログラムの変更と再起動を行うようにすれば、局側装置２でのデータ転送を停止させずに、コンピュータプログラムの更新を行うことができる。
【００７８】
　また、局側装置の別の運用方法として、縮退モードの期間中に、スタンバイのアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂへの電力供給を停止又は抑制することにしてもよい。
　この場合、系統Ａ，Ｂのアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂの双方に通常通り電源供給する場合に比べて、局側装置２のアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂにおける消費電力を低下させることができる。
【００７９】
　なお、縮退モードにおいては、アクティブなアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂが、通常モードの場合よりも多数の宅側装置３に対して上り多重アクセス制御を行うので、通常モードの場合よりも宅側装置３の通信帯域が低下することになる。
　このため、縮退モードを行う時間帯は、ＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂにおけるトラフィックが

所定値以下となる例えば夜中の時間帯とすることが好ましい。この場合、アクティブなアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂが制御する宅側装置３が増加することに伴う、宅側装置３あたりの通信帯域の低下の影響を軽減できるようになる。

【００８０】

本実施形態の局側装置２では、上述の通り、アクセス制御部１２Ａ，１２ＢのＰＯＮ制御部２６が、両系統Ａ，ＢでＬＬＩＤの値が重複しないように管理し、そのＬＬＩＤごとに、論理リンクを維持するのに必要な情報を互いに共有している。

また、アクセス制御部１２Ａ，１２ＢのＰＯＮ制御部２６は、上り多重アクセス制御を行うに当たって、同じクロック発生器を用いてクロックの同期を図るとともに、互いのタイムスタンプのずれが所定値以下となるように時刻同期を図っている。

【００８１】

従って、本実施形態の局側装置２では、通常モードから縮退モードへの切り替え、或いは逆に、縮退モードから通常モードへの切り替えを行うことにより、ＭＰＣＰに基づく上り多重アクセス制御の制御主体が変更されても、両系統Ａ，ＢのＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂに属する宅側装置３との論理リンクが維持される。

このため、モードの切り替えごとにＬＬＩＤが自動的に切断されることによって、通信が不通となる時間が長くなることを防止できるという利点がある。

【００８２】

〔第１の変形例〕

上述の実施形態において、縮退制御部２０が両スイッチ１１，１４の方路を切り替えることによる局側装置２の動作モードの切り替えにより、論理リンクが自動的に切断されるのを許容する実装としてもよい。

もっとも、かかる実装の場合には、各々の系統Ａ，Ｂのアクセス制御部１２Ａ，１２ＢのＰＯＮ制御部２６は、縮退制御部２０が両スイッチ１１，１４の切り替えを行う前後で上り多重アクセス制御の制御主体が変わるＬＬＩＤの登録を、解除することが好ましい。

【００８３】

例えば、局側装置２の動作モードを、通常モードから、系統Ａがアクティブとなり系統Ｂがスタンバイとなる縮退モードに切り替える場合には、系統Ｂのアクセス制御部１２ＢのＰＯＮ制御部２６は、ＰＯＮ回線４Ｂに属する宅側装置３からデレジスタ要求を受信したか否かに関係なく、一律に、ＰＯＮ回線４Ｂに属するすべての宅側装置３に対してデレジスタを送信するようにすればよい。

【００８４】

このようにすれば、局側装置２の動作モードが縮退モードに切り替わった後に、ＰＯＮ回線４Ｂに属する宅側装置３がアクセス制御部１２ＡのＰＯＮ制御部２６にレジスタ要求を行い、この要求を契機として、アクセス制御部１２ＡのＰＯＮ制御部２６が、ＰＯＮ回線４Ｂに属する宅側装置３に対して新たにＬＬＩＤを割り当てるので、局側装置２の動作モードを縮退モードに切り替える前に、各々の系統Ａ，ＢのＰＯＮ制御部２６が使用するＬＬＩＤの値を重複しないように管理する必要がなくなる。

従って、比較的簡単に縮退モードを実現することができる。

【００８５】

〔第２の変形例〕

上述の実施形態において、アクティブなアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂによる宅側装置３の登録方法として、複数回線制御の実行期間中においては、下位スイッチ１４における上りフレームの入力元を、ディスカバリプロセスごとに系統Ａ又は系統Ｂの光送受信部１６Ａ，１６Ｂのいずれかに固定し、その固定状態で宅側装置３の登録シーケンスを実行することが好ましい。

【００８６】

その理由は、次の通りである。すなわち、宅側装置３の登録シーケンスは、次の制御フレームを局側装置２と宅側装置３とがやり取りする手順で行われる。

１）局側装置２がディスカバリゲートをブロードキャストする。

２）宅側装置３がレジスタ要求を局側装置２に返す。
３）局側装置２がＬＬＩＤを記したレジスタを宅側装置３に送信する。
４）宅側装置３がレジスタ確認を局側装置２に返す。

【００８７】

従って、例えば、系統Ａのアクセス制御部１２ＡのＰＯＮ制御部２６が上記登録シーケンスの主体である場合に、その登録シーケンスの途中で、下位スイッチ１４における上りフレームの入力元が切り替わると、宅側装置３からの応答（レジスタ要求やレジスタ確認）を当該アクセス制御部１２ＡのＰＯＮ制御部２６が受信できなくなり、宅側装置３の登録シーケンスを適切に実行できなくなる。

【００８８】

この点、ディスカバリプロセスごとに光送受信部１６Ａ，１６Ｂを固定して登録シーケンスを実行すれば、その登録シーケンスの手順を同じアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂが適切に実行することができ、アクティブなアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂが複数回線制御を行っている期間中でも、新たな宅側装置３を適切にＰＯＮに加入させることができる。

また、この場合、アクティブなアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂは、新たな宅側装置３がＡ，Ｂいずれの系統のＰＯＮに属するかを確実に把握することができる。

【００８９】

〔第３の変形例〕

上述の実施形態において、各系統Ａ，Ｂのアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂは、ＭＰＣＰに従う上り多重アクセス制御において、許可する上りフレームの送信タイミングが、縮退制御部２０による両スイッチ１１，１４の切り替え前であるグラントのみを生成することが好ましい。

【００９０】

より具体的には、グラントの生成時点をｔ１、スイッチ１１，１４の切り替え時点をｔ２、グラントに記す上りフレームの送信タイミングをｔ３とし、系統Ａ側にアクセス制御を集中させるようにスイッチ１１，１４を切り替える場合を想定すると、縮退モードにおいてスタンバイとなるアクセス制御部１２ＢのＰＯＮ制御部２６は、ｔ１＜ｔ２＜ｔ３となるタイミングの場合には、グラントを生成せず、ｔ１＜ｔ３＜ｔ２となるタイミングの場合に限り、グラントを生成するようにする。

【００９１】

その理由は、ｔ１＜ｔ２＜ｔ３となるタイミングで、縮退モードにおいてスタンバイとなるアクセス制御部１２ＢのＰＯＮ制御部２６がグラントを生成すると、このＰＯＮ制御部２６がスイッチ１１，１４の切り替え前に許可したグラントに基づく上りフレームが、スイッチ１１，１４の切り替え後に局側装置２に到達し、アクティブなアクセス制御部１２ＡのＰＯＮ制御部２６が過去にグラントした他の上りフレームと衝突する可能性があるからである。

【００９２】

この点、縮退モードにおいてスタンバイとなるアクセス制御部１２ＢのＰＯＮ制御部２６が、ｔ１＜ｔ３＜ｔ２となるタイミングのみでグラントを生成すれば、縮退モードへの切り替えに伴う上記のような上り送信の衝突を未然に回避することができ、縮退モードへの移行を適切に行うことができる。

【００９３】

〔第４の変形例〕

上述の実施形態において、縮退モードにおいてアクティブとなるアクセス制御部１２Ａ，１２ＢのＰＯＮ制御部２６は、複数回線制御を行う場合に、同じＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂに属する宅側装置３に許可する上りフレームの送信タイミングが出来るだけ連続するように、当該上りフレームのスケジューリングを行うことが好ましい。

【００９４】

図６及び図７は、上記スケジューリングの効果を示すためのシーケンス図であり、図６では、アクティブなアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂが、ＯＮＵの系統Ａ，Ｂに関係なく上

りフレームをスケジューリングする場合を示し、図７では、同じ系統Ａ，Ｂの上りフレームを連続させて上りフレームをスケジューリングする場合を示している。
なお、図６及び図７において、ＯＮＵ１とＯＮＵ３は系統ＡのＰＯＮ回線４Ａに属し、ＯＮＵ２は系統ＢのＰＯＮ回線４Ｂに属するものとする。

【００９５】
図６に示す例では、ＯＳＵは、ＯＮＵ１（系統Ａ）→ＯＮＵ２（系統Ｂ）→ＯＮＵ３（系統Ａ）の順でＯＮＵ１～３が上り送信を行うように、上りフレームのスケジューリングを行っている。
この場合、図６の最上部に示すように、ＯＳＵが各ＯＮＵ１～３から受信するレポート又はデータ付きレポートの系統種別を並べると、Ａ→Ｂ→Ａ→Ａ→Ｂ→Ａ→Ａ→Ｂ→Ａとなり、系統種別が合計６回切り替わる。

【００９６】
従って、図６に示すスケジューリングでは、合計９個の上りフレームを受信する際に、下位スイッチ１４の切り替えを６回も行う必要がある。
しかし、このように、下位スイッチ１４が頻繁に切り替わるスケジューリングでは、下位スイッチ１４の切り替えの時間的オーバーヘッドが小さくない場合、上りの帯域が無駄に圧迫されることになる。

【００９７】
これに対して、図７に示す例では、ＯＳＵは、ＯＮＵ１（系統Ａ）→ＯＮＵ３（系統Ａ）→ＯＮＵ２（系統Ｂ）の順でＯＮＵ１～３が上り送信を行うように、すなわち、ＰＯＮ回線４Ａに属する系統Ａの上り送信タイミングが連続するように、上りフレームのスケジューリングを行っている。
この場合、図７の最上部に示すように、ＯＳＵが各ＯＮＵ１～３から受信するレポート又はデータ付きレポートの系統種別を並べると、Ａ→Ａ→Ｂ→Ａ→Ａ→Ａ→Ａ→Ｂ→Ｂとなり、系統種別が合計３回切り替わる。

【００９８】
従って、図７に示すスケジューリングでは、合計９個の上りフレームを受信する際に、下位スイッチ１４の切り替えが３回で済んでいる。
このように、同じＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂに属する宅側装置３に許可する上りフレームの送信タイミングを連続させるようにすれば、それを考慮しないでランダムに上りフレームのスケジューリングを行う場合に比べて、所定時間内における下位スイッチ１４の切り替え回数を削減できる。このため、下位スイッチ１４の切り替えに伴う上り帯域の損失を小さくできるという利点がある。

【００９９】
〔第５の変形例〕
上述の実施形態では、ＯＬＴ１を構成するＯＳＵ２がそれぞれ上位スイッチ１１を有する場合を例示したが、上位スイッチ１１は、例えば図８に示すように、各ＯＳＵ２の上位側を多重する冗長化した集線盤１１ａにより構成することにしてもよい。
この場合、上位スイッチ１１のすべての機能を集線盤１１ａに行わせるようにすれば、ＯＳＵ２の実装基板に上位スイッチ１１が不要となる。もっとも、上位スイッチ１１の機能を集線盤１１ａとＯＳＵ２の実装基板に分担させてもよい。

【０１００】
〔第６の変形例〕
上述の実施形態において、下位スイッチ１４の機能の一部をアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂに組み込むことにしてもよい。図９はその実装例を示すブロック図である。
図９に示すように、この変形例の下位スイッチ１４は、アクセス制御部１２Ａ，１２ＢにおけるＰＯＮ側受信部２７とＰＯＮ側送信部２８にそれぞれ組み込まれた内部スイッチ１４Ｒ，１４Ｔと、アクセス制御部１２Ａ，１２Ｂの外部に設けられた外部スイッチ１４Ｃとから構成されている。

【０１０１】

受信側の内部スイッチ１４Ｒは、系統Ａ用の入力ポートＩＡと系統Ｂ用の入力ポートＩＢとを有し、送信側の内部スイッチ１４Ｔは、系統Ａ用の出力ポートＯＡと系統Ｂ用の出力ポートＯＢとを有する。

また、外部スイッチ１４Ｃは、上位側のポートとして、内部スイッチ１４Ｒの２つの入力ポートＩＡ，ＩＢに対応する２つの出力ポートと、内部スイッチ１４Ｔの２つの出力ポートＯＡ，ＯＢに対応する２つの入力ポートとを有する。

【０１０２】

各系統Ａ，ＢのＰＯＮ制御部２６は、縮退制御部２０からの指令により通常回線制御又は複数回線制御のいずれかの上り多重アクセス制御を行う。ここで、系統Ａのアクセス制御部１２Ａに着目すると、この制御部１２ＡのＰＯＮ側送信部２８は、系統Ａが通常回線制御である場合は、内部スイッチ１４Ｔの出力ポートＯＡのみから、外部スイッチ１４Ｃの対応ポートに下りデータを入れる。

また、アクセス制御部１２ＡのＰＯＮ側送信部２８は、系統Ａが複数回線制御である場合には，内部スイッチ１４Ｔの双方のポートＯＡ，ＯＢから、外部スイッチ１４Ｃの対応ポートに下りデータを入れる。

【０１０３】

一方、外部スイッチ１４Ｃは、系統Ａが通常回線制御である場合は、系統Ａの光受信部３０から受けた上りデータを、ＰＯＮ側受信部２７の内部スイッチ１４Ｒの入力ポートＩＡに入れる。

また、外部スイッチ１４Ｃは、系統Ａが複数回線制御である場合は、系統Ａの光受信部３０から受けた上りデータを、ＰＯＮ側受信部２７の内部スイッチ１４Ｒの入力ポートＩＡに入れるとともに、系統Ｂの光受信部３０から受けた上りデータを、ＰＯＮ側受信部２７の内部スイッチ１４Ｒの入力ポートＩＢに入れる。

【０１０４】

そして、系統ＡのＰＯＮ制御部２６は、内部スイッチ１４Ｒの入力ポートＩＡ，ＩＢからそれぞれ入力される上りデータに対して、それらの上りデータに対するＰＯＮ側受信部２７における受信処理が競合しないように、時分割多重制御を行う。系統Ｂのアクセス制御部１２Ｂについても、系統Ａの場合と同様の上記処理が行われる。

なお、図９の変形例において、送信側の内部スイッチ１４Ｔは１ポートとし、複数回線制御の場合に下りデータをコピーさせることにしてもよい。

【０１０５】

図９の変形例に示すように、局側装置２の動作モードを切り替える場合における、通信データの各系統Ａ，Ｂへの振り分け処理（方路選択）を外部スイッチ１４Ｃにて行い、複数回線制御の場合に必要となる、両系統Ａ，Ｂの上りデータに対する時分割多重を、アクセス制御部１２Ａ，１２Ｂの内部に設けた内部スイッチ１４Ｒにて行うことにしてもよい。

【０１０６】

〔その他の変形例〕

今回開示した実施形態（上述の各変形例を含む。）はすべての点で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、上述の実施形態ではなく、特許請求の範囲に記載した構成と均等の範囲内でのすべての変更が含まれる。

例えば、上述の実施形態では、双方の系統Ａ，Ｂのアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂが、複数回線制御を実行可能となっているが、例えば、一方のアクセス制御部１２Ａのみが複数回線制御を実行でき、他方のアクセス制御部１２Ｂは通常回線制御のみを実行するものであってもよい。

【０１０７】

この場合、アクセス制御部１２Ａだけが複数回線制御を実行するので、縮退モードにおいて、当該アクセス制御部１２Ａがスタンバイになることがない。

従って、アクセス制御部１２Ａをスタンバイにしてコンピュータプログラムの更新を行うことはできなくなるが、アクセス制御部１２Ｂの電力供給を停止又は抑制して消費電力

を低減することは可能であり、消費電力を低減するために縮退モードを利用する場合には一定の効果がある。

【０１０８】

上述の実施形態では、局側装置２に２系統のＰＯＮ回線４Ａ，４Ｂが接続され、アクセス制御部１２Ａ，１２Ｂと光送受信部１６Ａ，１６Ｂが、２つの系統Ａ，Ｂに対応してそれぞれ１対設けられているが、これらは３系統以上あってもよい。

例えば、３系統（系統Ａ～Ｃ）のＰＯＮ回線４Ａ～４Ｃを有する局側装置２の場合は、系統Ｃの光送受信部１６Ｃを系統Ａ，Ｂのアクセス制御部１２Ａ，１２Ｂに分散して帰属させ、アクセス制御部１２Ｃを非通信状態とする縮退構成や、系統Ｂ，Ｃの光送受信部１６Ｂ，１６Ｃを系統Ａのアクセス制御部１２Ａに帰属させ、アクセス制御部１２Ｂ，１２Ｃを同時に非通信状態とする縮退構成など、種々の縮退構成を定義できる。

【０１０９】

このように、３系統以上のＰＯＮ回線４Ａ～４Ｃを制御する局側装置２を想定すると、縮退モードの場合にアクティブとなる、特許請求の範囲の「第１」のＰＯＮ回線、アクセス制御部及び光送受信部は、複数存在することがあり得る。また、同様に、縮退モードの場合にスタンバイとなる、特許請求の範囲の「第２」のＰＯＮ回線、アクセス制御部及び光送受信部についても、複数存在することがあり得る。

【０１１０】

〔付記〕

以下、別発明の課題と解決手段を付記する。

（別発明が解決しようとする課題）

局側装置のアクセス制御装置は、通常、複数のＬＳＩ（Large Scale Integrated Circuit ）を制御基板に実装して構成されており、プログラマブルな論理回路（Field-Programmable Gate Array ：ＦＰＧＡ）やマイクロプロセッサ（Micro-Processing Unit：ＭＰＵ）のメモリに予め記憶させたコンピュータプログラムに従って動作する。

【０１１１】

従って、アクセス制御装置に対する機能の追加や変更（以下、これらを纏めて「変更等」という。）を行うには、論理回路やマイクロプロセッサが実行するコンピュータプログラムを更新する必要がある。

しかし、コンピュータプログラムの更新作業には、通常、アクセス制御装置のプロセッサ等を初期状態にリセットしてから、変更等の後の機能で再起動をかける手順が含まれるので、リセットから再起動が完了するまでの更新作業中は、上位ネットワークとＰＯＮ回線のデータ転送を停止せざるを得ないという問題があった。

【０１１２】

かかる更新に伴う通信断時間は、電話や映像信号の伝送に求められる通信品質を維持できるほど短くなく、例えば、ＭＰＣＰで規定するタイムアウト時間（１秒間）よりも長時間となるのが普通である。

このため、従来では、電話などの通信が不通となる被害を最小限に抑えるために、通信事業者の作業員が、トラフィックが比較的少ない深夜の時間帯に、タイミングを見計らってコンピュータプログラムの更新を行うといった作業を行っており、アクセス制御装置に対する機能の変更等に非常に手間がかかっていた。

【０１１３】

また、従来の局側装置では、アクセス制御装置がＰＯＮ側の光送受信部と１対１対応で接続されているため、ＰＯＮ回線のトラフィックが少なくて局側装置によるデータ転送量が小さい場合でも、アクセス制御装置を常に稼働させておく必要があり、アクセス制御装置の消費電力を下げることができないという欠点もある。

【０１１４】

別発明は、かかる従来の問題点に鑑み、複数のＰＯＮ回線が接続された局側装置において、複数のＰＯＮ回線に対する上り多重アクセス制御をそれより少ないアクセス制御部に行わせ、残りのアクセス制御部に通信フレームを疎通させない縮退モードを行えるように

することを第１の目的とする。

【０１１５】

また、別発明は、局側装置でのデータ転送を停止させずに、アクセス制御部に対するコンピュータプログラムの更新を行えるようにすることを第２の目的とする。

更に、別発明は、局側装置のアクセス制御部での消費電力を低下できるようにすることを第３の目的とする。

【０１１６】

（１）　別発明の局側装置は、複数の宅側装置とＰＯＮシステムを構成する局側装置であって、第１のＰＯＮ回線に接続可能な第１の光送受信部と、第２のＰＯＮ回線に接続可能な第２の光送受信部と、前記第１のＰＯＮ回線に対する上り多重アクセス制御である通常回線制御と、前記第１及び第２のＰＯＮ回線に対する前記上り多重アクセス制御である複数回線制御とを実行可能な第１のアクセス制御部と、前記第２のＰＯＮ回線に対する前記上り多重アクセス制御である通常回線制御を実行可能な第２のアクセス制御部と、前記両アクセス制御部上位側に設けられた上位スイッチと、前記両アクセス制御部と両光送受信部との間に設けられた下位スイッチと、前記両スイッチを次の（ａ）及び（ｂ）のように切り替え可能な縮退制御部と、を備えていることを特徴とする。

【０１１７】

（ａ）　上位スイッチに入力される第１及び第２ＰＯＮ回線への下りフレームの出力先を、第１のアクセス制御部に集中させ、第１のアクセス制御部から下位スイッチに入力される下りフレームの出力先を、第１及び第２の光送受信部に分散させる。

（ｂ）　第１及び第２の光送受信部から下位スイッチに入力される上りフレームの出力先を、時分割で多重して第１のアクセス制御部に集中させる。

【０１１８】

本明細書において、「第１のアクセス制御部」とは、自身が通常管理する第１のＰＯＮ回線に加えて、他の第２のＰＯＮ回線についての上り多重アクセス制御を同時に行う、上記複数回線制御が可能なアクセス制御部（後述の「アクティブ」な状態になり得るアクセス制御部）のことをいい、「第２のアクセス制御部」とは、第１のアクセス制御部が当該複数回線制御を行う結果、通信フレームが疎通しなくなるアクセス制御部（後述の「スタンバイ」の状態になり得るアクセス制御部）のことをいう。

【０１１９】

別発明の局側装置によれば、縮退制御部が、両スイッチを上記（ａ）及び（ｂ）のように切り替えると、第１のアクセス制御部が複数回線制御を実行し、その結果、第２のアクセス制御部に通信フレームが疎通しなくなる。

このため、第１及び第２のＰＯＮ回線が接続された局側装置において、複数のＰＯＮ回線をこれより少ない第１のアクセス制御部に担わせ、残りの第２のアクセス制御部に通信フレームを疎通させない縮退モードを行うことができ、前記第１の目的が達成される。

【０１２０】

（２）　別発明の局側装置において、前記縮退制御部は、更に、前記両スイッチを次の（ｃ）及び（ｄ）のように切り替え可能であることが好ましい。

（ｃ）　上位スイッチに入力される第１及び第２ＰＯＮ回線への下りフレームの出力先を、第１及び第２のアクセス制御部に分散させ、第１及び第２のアクセス制御部から下位スイッチに入力される下りフレームの出力先を、それぞれ第１及び第２の光送受信部に設定させる。

（ｄ）　第１及び第２の光送受信部から下位スイッチに入力される上りフレームの出力先を、それぞれ第１及び第２のアクセス制御部に設定させる。

【０１２１】

この場合、縮退制御部が、両スイッチを上記（ｃ）及び（ｄ）のように切り替えると、第１のアクセス制御部が第１のＰＯＮ回線に対して通常回線制御を行い、第２のアクセス制御部が第２のＰＯＮ回線に対して通常回線制御を実行する。

このため、縮退モードで運用されている局側装置を、第１及び第２のアクセス制御部が

ともに通常回線制御を行う通常モードに復帰させることができる。

【０１２２】

（３） 別発明の局側装置において、前記第１のアクセス制御部は、前記第１のＰＯＮ回線のための論理リンク識別子と、前記第２のＰＯＮ回線のための論理リンク識別子とを、値が重複しないように保持する管理テーブルを有し、当該管理テーブルに保持された論理リンク識別子を用いて、前記複数回線制御を行う必要がある。

その理由は、ＰＯＮでは、論理リンク識別子によって宅側装置を識別するので、各ＰＯＮ回線で論理リンク識別子が重複していると、複数回線制御を行う場合に適切な上り多重アクセス制御ができなくなるからである。

【０１２３】

なお、第１のアクセス制御部が、複数回線制御の場合でも論理リンク識別子の値が重複しないように管理する方法としては、第１及び第２アクセス制御部が通常回線制御を行っている期間中に互いの論理リンク識別子を通知し合ったり、第１のアクセス制御部が奇数を用い第２のアクセス制御部が偶数を用いるというように、両者が必ず異なる論理リンク識別子の値となるように設定したりする方法がある。

あるいは、第１及び第２アクセス制御部がそれぞれ通常回線制御を行っている状態から第１のアクセス制御部のみ複数回線制御を行う状態（縮退状態）へ移行する際に第２アクセス制御部の論理リンクを一旦切断し、第１のアクセス制御部にて再度論理リンクを確立させる方法もある。

【０１２４】

（４） 一方、ＰＯＮでは、局側装置は、ＭＡＣアドレスやＲＴＴ（Round Trip Time）などの情報を論理リンク識別子ごとに管理しており、それらの情報が異なる場合は、別の宅側装置と見なして論理リンクをいったん切断し、ディスカバリをやり直す。

また、ＰＯＮでは、局側装置は、内部クロックのカウント値（時刻）を制御フレームの送信時点にタイムスタンプとして記して宅側装置との時刻同期を図っている。従って、宅側装置は、自局で維持する時刻と局側装置から通知されたタイムスタンプ値が所定値以上ずれている場合は、論理リンクを切断する。

【０１２５】

このため、別発明の局側装置において、第１のアクセス制御部が、論理リンク識別子の値のみを第２のアクセス制御部と共有するだけでは、縮退制御部が局側装置の動作モードを縮退モードに切り替える場合に、第２のＰＯＮ回線に属する宅側装置との論理リンクがすべていったん切断されてしまい、それらの宅側装置とのディスカバリをすべて最初からやり直す必要が生じ、その分通信が不通となる時間が長くなる。

【０１２６】

そこで、縮退モードへの切り替えによって論理リンクが自動的に切断されるのを防止するため、前記第１のアクセス制御部は、論理リンクを維持するために必要な情報を前記第２のアクセス制御部から取得して論理リンク識別子ごとに前記管理テーブルに予め保持し、保持された前記情報を用いて、前記複数回線制御を行うことが好ましい。

このようにすれば、論理リンクを維持するのに必要な情報（上記ＭＡＣアドレスやＲＴＴなど）を、複数回線制御の当初から第１のアクセス制御部が把握でき、その情報が不明であることによる論理リンクの自動的な切断を未然に防止できる。

【０１２７】

（５）（６） また、同様の理由で、前記第１のアクセス制御部は、前記第２のアクセス制御部と同期するクロックを用いて、及び、前記第２のアクセス制御部が使用するタイムスタンプとのずれが所定値以下のタイムスタンプを用いて、前記複数回線制御を行うことが好ましい。

この場合、第１のアクセス制御部が第２のアクセス制御部と同期するクロックを用い、第２アクセス制御部が使用するタイプスタンプとのずれが所定値以下のタイプスタンプを用いるので、第１のアクセス制御部が第２のＰＯＮ回線に属する宅側装置が通知するタイ

ムスタンプは、第２のアクセス制御部の場合と概ね一致する。

【０１２８】

従って、第２のＰＯＮ回線に属する宅側装置が、縮退モードの切り替え前後で許容されるタイムスタンプ値の範囲内にないタイムスタンプを通知されることによる論理リンクの自動的な切断を未然に防止できる。

なお、第１及び第２のアクセス制御部がほぼ同じタイムスタンプを維持することは、必ずしも必須の技術的特徴ではなく、第１のアクセス制御部が第２のアクセス制御部と同期するクロックを用いるだけでもよい。この場合でも、切り替え時に異なるアクセス制御部から異なるタイムスタンプを通知された場合には、宅側装置が論理リンクを切断しないという規約を採用することにより、宅側装置の論理リンクを維持することができる。

【０１２９】

（７）　もっとも、別発明の局側装置において、縮退制御部による両スイッチの切り替えに伴う論理リンクの切断を、許容することにしてもよい。この場合、前記第１及び第２のアクセス制御部は、前記縮退制御部が前記両スイッチの切り替えを行う前後で前記上り多重アクセス制御の制御主体が変わる論理リンク識別子の登録を、解除することが好ましい。

このようにすれば、上記縮退モードへの切り替えによって論理リンクが自動的に切断されるのを防止するように前記複数回線制御を行う場合に比べて、比較的簡単に縮退モードを実現することができる。

【０１３０】

（８）　別発明の局側装置において、前記第１のアクセス制御部は、前記複数回線制御において、前記下位スイッチにおける上りフレームの入力元を、ディスカバリプロセスごとに前記第１又は第２の光送受信部のいずれかに固定して、前記宅側装置の登録シーケンスを実行することが好ましい。

この場合、第１のアクセス制御部が複数回線制御を行っている期間中でも、新たな宅側装置を適切にＰＯＮに加入させることができる。また、局側装置は、新たにＰＯＮに加入した宅側装置が第１あるいは第２のいずれのＰＯＮ回線に属する宅側装置であるかを把握することができる。

【０１３１】

（９）　また、別発明の局側装置において、前記第１及び第２のアクセス制御部は、許可する上りフレームの送信タイミングが、前記縮退制御部による前記両スイッチの切り替え前であるグラントのみを生成することが好ましい。

このようにすれば、両スイッチの切り替え前に第１又は第２のアクセス制御部が許可したグラントにより、両スイッチの切り替え後に宅側装置が上りフレームを送信することによる、上り送信の衝突を未然に防止することができる。

【０１３２】

（１０）　更に、別発明の局側装置において、前記第１のアクセス制御部は、前記複数回線制御において、同じ前記ＰＯＮ回線に属する前記宅側装置に許可する上りフレームの送信タイミングが連続するように、当該上りフレームのスケジューリングを行うことが好ましい。

この場合、第１のアクセス制御部が、宅側装置がどのＰＯＮ回線に属するかを考慮せずに、ランダムに上りフレームのスケジューリングを行う場合に比べて、所定時間内における下位スイッチの切り替え回数を削減でき、下位スイッチの切り替えに伴う時間的オーバーヘッドが小さくない場合でも総オーバーヘッドを比較的小さく抑えることができる。

【０１３３】

（１１）　別発明の方法は、少なくとも２つのＰＯＮ回線が接続された局側装置の動作モードを切り替えて運用する方法であって、切り替え可能な前記動作モードとして、次の（ｘ）及び（ｙ）が含まれることを特徴とする。

（ｘ）　第１のＰＯＮ回線に対する上り多重アクセス制御を第１のアクセス制御部が行い、第２のＰＯＮ回線に対する当該上り多重アクセス制御を第２のアクセス制御部が行う

通常モード

（ｙ）　第１及び第２のＰＯＮ回線に対する当該上り多重アクセス制御である複数回線制御を第１のアクセス制御部が行い、第２のアクセス制御部に通信フレームを疎通させない縮退モード

【０１３４】

別発明の方法によれば、局側装置の切り替え可能な動作モードとして、上記（ｘ）及び（ｙ）が含まれるので、少なくとも２つのＰＯＮ回線が接続された局側装置において、複数のＰＯＮ回線をこれより少ない第１のアクセス制御部に担わせ、残りの第２のアクセス制御部に通信フレームを疎通させない縮退モードを行うことができる。このため、前記第１の目的が達成される。

【０１３５】

（１２）　別発明の方法において、前記縮退モードの期間中に、前記第２のアクセス制御部に含まれるプログラマブルな構成部品に対するコンピュータプログラムの変更と、その変更後の再起動を行うことが好ましい。

すなわち、縮退モードでは、第１及び第２のＰＯＮ回線に対する上り多重アクセス制御である複数回線制御を第１のアクセス制御部が行うので、この縮退モードの期間中に、第２アクセス制御部に対するコンピュータプログラムの変更と再起動を行えば、局側装置でのデータ転送を停止させずにコンピュータプログラムの更新を行える。このため、別発明の第２の目的が達成される。

【０１３６】

（１３）　また、縮退モードにおいては、第２のアクセス制御部に通信フレームが疎通しないので、別発明の方法において、前記縮退モードの期間中に、前記第２のアクセス制御への電力供給を停止又は抑制することにしてもよい。

このようにすれば、第１及び第２のアクセス制御部の双方に通常通り電源供給する場合に比べて、局側装置のアクセス制御部での消費電力を低下させることができる。このため、前記第３の目的が達成される。

【０１３７】

（１４）　一方、縮退モードにおいては、第１のアクセス制御部が、通常モードの場合よりも多数の宅側装置に対して上り多重アクセス制御を行うので、通常モードの場合よりも宅側装置の通信帯域が低下する。

そこで、別発明の方法において、前記第１及び第２のＰＯＮ回線におけるトラフィックが所定値以下である時間帯に、前記縮退モードを実行することが好ましい。このようにすれば、第１のアクセス制御部が制御する宅側装置が増加することに伴う、上り帯域の低下を出来るだけ抑えることができる。

【０１３８】

（１５）　別発明のアクセス制御装置は、別発明の局側装置に好適に採用できる制御装置（前記「アクセス制御部」と同じ。）である。

すなわち、別発明のアクセス制御装置は、上り多重アクセス制御を行うアクセス制御装置であって、宅側装置を識別するための論理リンク識別子を保持する管理テーブルと、前記管理テーブルに保持された論理リンク識別子を用いて、前記上り多重アクセス制御を行うＰＯＮ制御部と、を備えており、前記ＰＯＮ制御部は、自身が通常管理する第１のＰＯＮ回線のための論理リンク識別子と、他のアクセス制御装置が通常管理する第２のＰＯＮ回線のための論理リンク識別子とを、値が重複しないように前記管理テーブルに保持し、当該管理テーブルに保持された論理リンク識別子を用いて、前記第１及び第２のＰＯＮ回線に対する前記上り多重アクセス制御である複数回線制御を行うことを特徴とする。

【０１３９】

別発明のアクセス制御装置によれば、ＰＯＮ制御部が、自身が通常管理する第１のＰＯＮ回線のための論理リンク識別子と、他のアクセス制御装置が通常管理する第２のＰＯＮ回線のための論理リンク識別子とを、値が重複しないように管理テーブルに保持し、管理テーブルに保持された論理リンク識別子を用いて、第１及び第２のＰＯＮ回線に対する上

り多重アクセス制御である複数回線制御を行うので、その結果、局側装置に収容した他のアクセス制御装置に、通信フレームが疎通しなくなる。

【０１４０】

このため、複数のＰＯＮ回線が接続された局側装置において、複数のＰＯＮ回線を別発明のアクセス制御装置に担わせ、残りの他のアクセス制御装置に通信フレームを疎通させない縮退モードを行うことができ、前記第１の目的が達成される。

【０１４１】

（１６）　別発明のＰＯＮシステムは、前記第１及び第２のＰＯＮ回線にそれぞれ接続された複数の前記宅側装置と、上述の（１１）～（１４）のいずれかに記載の運用方法が可能な前記局側装置と、を備えていることを特徴とする。

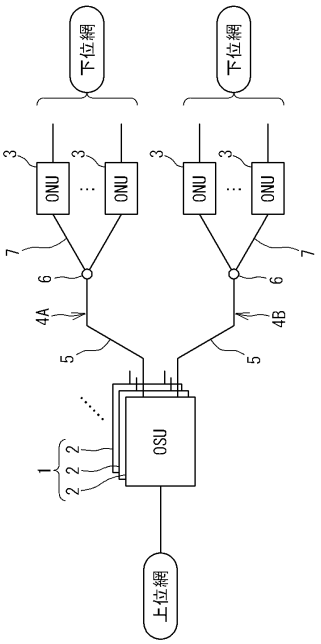
このため、別発明のＰＯＮシステムは、上述の（１１）～（１４）のいずれかに記載の局側装置と同様の作用効果を奏する。

【符号の説明】

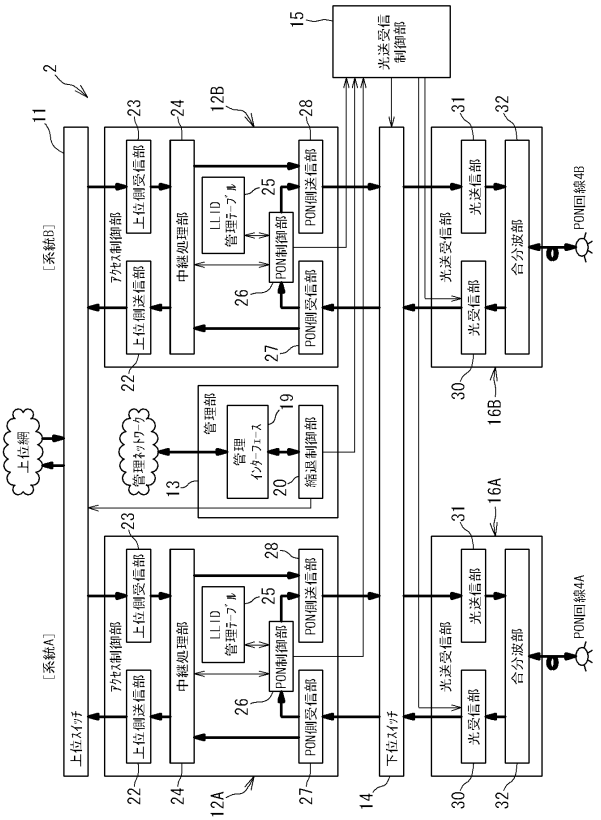
【０１４２】

１　　局側装置（ＯＬＴ）
２　　局側装置（ＯＳＵ）
３　　宅側装置（ＯＮＵ）
４Ａ　ＰＯＮ回線
４Ｂ　ＰＯＮ回線
１１　　上位スイッチ
１２Ａ　アクセス制御部
１２Ｂ　アクセス制御部
１４　　下位スイッチ
１５　　光送受信制御部
１６Ａ　光送受信部
１６Ｂ　光送受信部
１９　　管理インタフェース
２０　　縮退制御部
２５　　管理テーブル
２６　　ＰＯＮ制御部

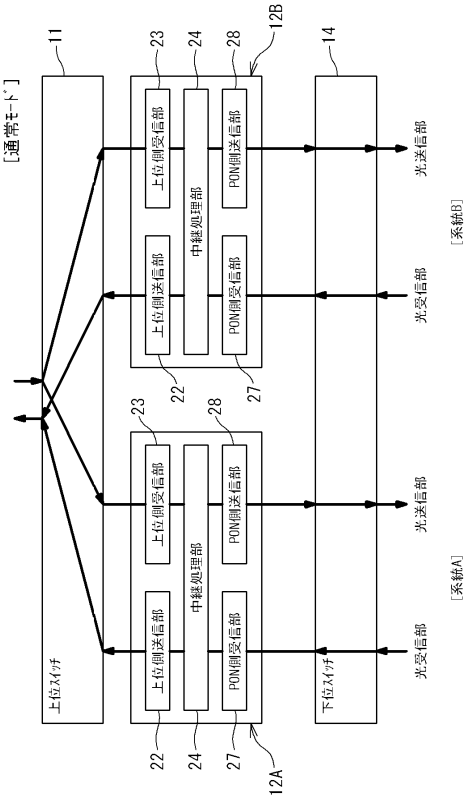
【図１】


下位網
下位網
ONU
ONU
ONU
ONU
OSU
上位網

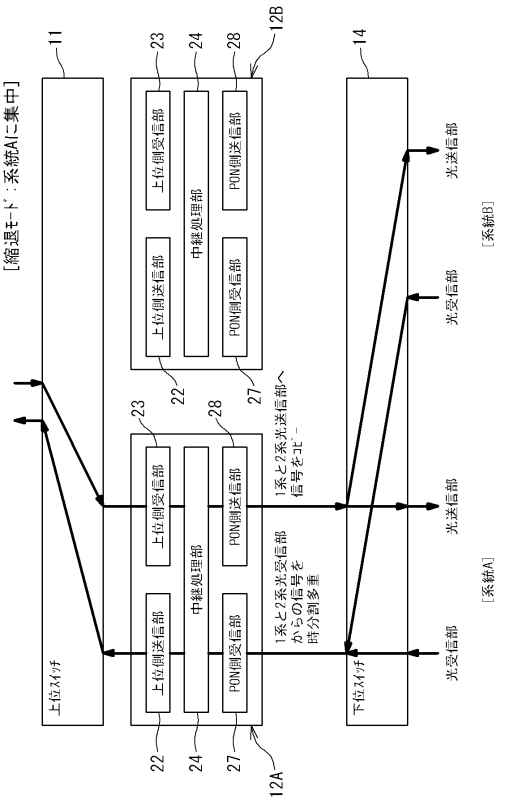
【図２】


光送受信制御部
[系統B]
[系統A]
上位網
管理ネットワーク
管理インターフェース
縮退制御部
上位スイッチ
下位スイッチ
上位側受信部
上位側送信部
アクセス制御部
中継処理部
LLID管理テーブル
PON制御部
PON側受信部
PON側送信部
光送受信部
光送信部
光受信部
合分波部
PON回線4A
PON回線4B

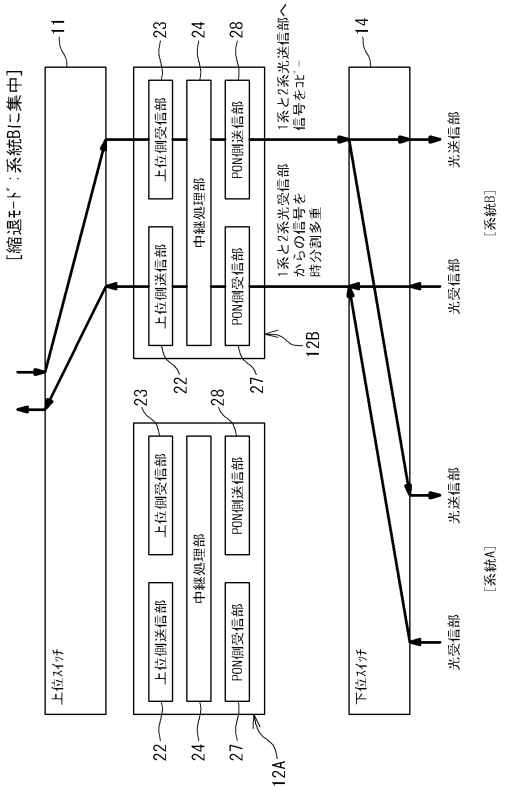
【図３】


[通常モード]
上位スイッチ
下位スイッチ
上位側受信部
上位側送信部
中継処理部
PON側受信部
PON側送信部
光送信部
光受信部
[系統A]
[系統B]

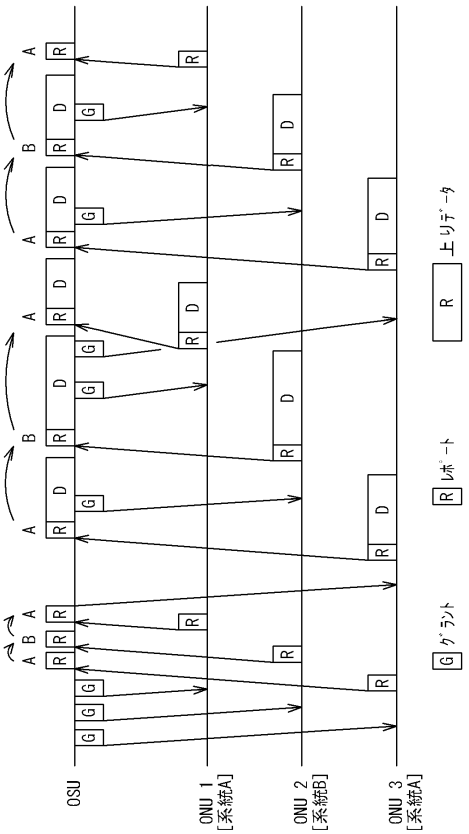
【図４】


[縮退モード：系統Aに集中]
上位スイッチ
下位スイッチ
上位側受信部
上位側送信部
中継処理部
PON側受信部
PON側送信部
1系と2系光受信部からの信号を時分割多重
1系と2系光送信部へ信号をコピー
光送信部
光受信部
[系統A]
[系統B]

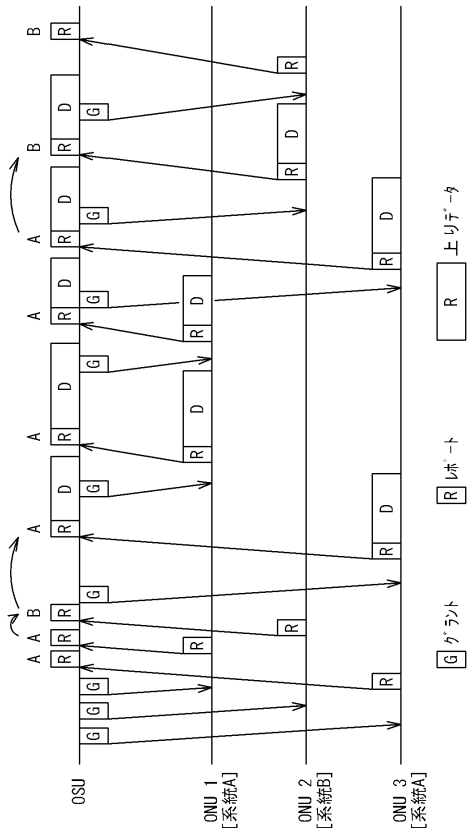
【図５】


[縮退モード：系統Bに集中]
11
上位スイッチ
23
上位側受信部
上位側送信部
24
中継処理部
28
PON側送信部
PON側受信部
22
27
12A
12B
1系と2系光受信部からの信号を時分割多重
1系と2系光送信部へ信号を出力
14
下位スイッチ
光送信部
光受信部
[系統A]
[系統B]

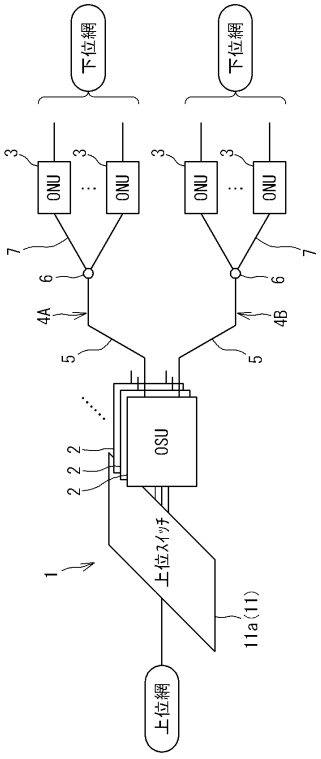
【図６】


OSU
ONU 1 [系統A]
ONU 2 [系統B]
ONU 3 [系統A]
A B A
G ｶﾞｰﾄﾞ
R ﾚﾎﾟｰﾄ
R 上りﾃﾞｰﾀ

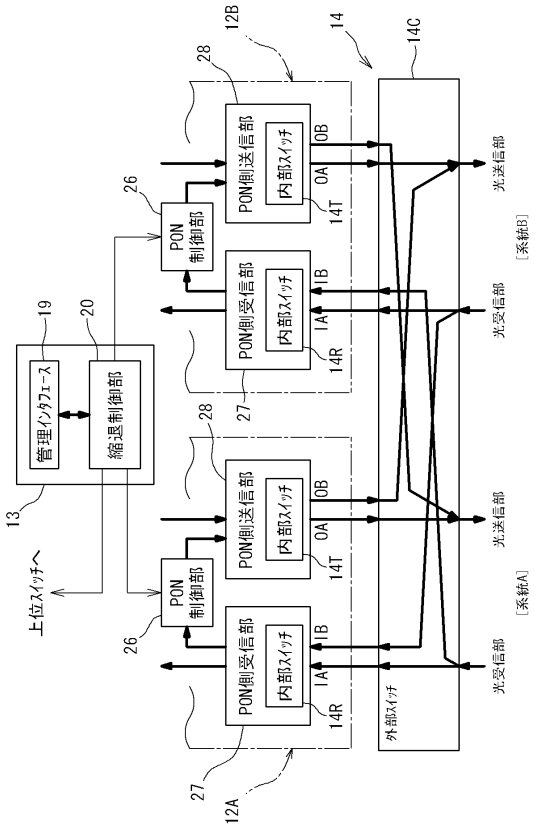
【図７】


OSU
ONU 1 [系統A]
ONU 2 [系統B]
ONU 3 [系統A]
A A B
G ｶﾞｰﾄﾞ
R ﾚﾎﾟｰﾄ
R 上りﾃﾞｰﾀ

【図８】


下位網
下位網
ONU
3
7
6
4A
4B
5
2 2 2
OSU
1
上位スイッチ
11a(11)
上位網

【図９】


12B
14
14C
28
PON側送信部
内部スイッチ
0B
0A
14T
26
PON
制御部
PON側受信部
1B
1A
14R
27
19
20
管理インタフェース
縮退制御部
13
上位スイッチへ
光送信部
光受信部
[系統B]
[系統A]
外部スイッチ
12A

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００９－１２４６２９（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－０３７０６３（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－０４９７１１（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－３２６６５４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｌ　１２／４４