【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第７部門第３区分
【発行日】平成26年1月16日(2014.1.16)

【公開番号】特開2013-236388(P2013-236388A)
【公開日】平成25年11月21日(2013.11.21)
【年通号数】公開・登録公報2013-063
【出願番号】特願2013-145939(P2013-145939)
【国際特許分類】
Ｈ０４Ｌ　12/44　　(2006.01)
【ＦＩ】
Ｈ０４Ｌ　12/44　　２００
Ｈ０４Ｌ　12/44　　Ｚ

【手続補正書】
【提出日】平成25年11月22日(2013.11.22)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数種類の伝送レートの上り方向通信が可能なＰＯＮシステムの局側装置であって、
伝送レートに合わせて上り方向通信の受信態勢を整えることができる受信部と、
端末装置が使用する伝送レートを記憶しており、前記端末装置に与えるグラントに基づいて、次にバースト信号を受信する時期とその伝送レートを特定し、特定した前記時期の前に、特定した前記伝送レートの情報を前記受信部に通知する信号処理部と、を備えていることを特徴とする局側装置。
【請求項２】
前記受信部は、通知された前記伝送レートの情報に対応してゲインを調整可能な増幅器を有する請求項１に記載の局側装置。
【請求項３】
前記受信部は、通知された前記伝送レートの情報に対応して帯域を調整可能な増幅器を有する請求項１又は２に記載の局側装置。
【請求項４】
前記受信部は、通知された前記伝送レートの情報に対応してロック許容範囲を調整可能なクロック・データ再生部を有する請求項１～３のいずれか１項に記載の局側装置。
【請求項５】
前記受信部は、通知された前記伝送レートの情報に対応して符号化方式を選択可能な物理層復号化部を有する請求項１～４のいずれか１項に記載の局側装置。
【請求項６】
前記信号処理部は、特定した前記伝送レートに対応する次のバースト信号を受信する直前のバースト間ギャップの期間に、特定した前記伝送レートの情報を前記受信部に通知する請求項１～５のいずれか１項に記載の局側装置。
【請求項７】
複数種類の伝送レートの上り方向通信が可能なＰＯＮシステムの局側装置が行う上り方向のバースト信号の受信方法あって、
使用する伝送レートを予め記憶してある端末装置に与えるグラントに基づいて、次に受信するバースト信号を受信する時期とその伝送レートを特定するステップと、

特定された前記時期の前に、特定された前記伝送レートの情報を、伝送レートに合わせて上り方向通信の受信態勢を整えることができる受信部に通知するステップと、
を含むことを特徴とするバースト信号の受信方法。
【請求項８】
複数種類の伝送レートの上り方向通信が可能なＰＯＮシステムの局側装置に用いる受信部であって、
端末装置が使用する伝送レートを記憶しており、前記端末装置に与えるグラントに基づいて、次にバースト信号を受信する時期とその伝送レートを特定する前記局側装置の信号処理部から、特定された前記時期の前に、特定された前記伝送レートの情報を受け取り、受け取った前記伝送レートの情報に合わせて上り方向通信の受信態勢を整えることを特徴とする局側装置に用いる受信部。

【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【発明の詳細な説明】
【発明の名称】ＰＯＮシステムの局側装置、局側装置が行うバースト信号の受信方法及び局側装置に用いる受信部
【技術分野】
【０００１】
本発明は、局側装置と複数の端末装置とを光ファイバ網で結ぶＰＯＮ（Passive Optical Network）システムに関する。
より具体的には、ＰＯＮシステムの局側装置、その局側装置が行うバースト信号の受信方法、及びその局側装置に用いる受信部に関する。
【背景技術】
【０００２】
ＰＯＮ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端末装置とを、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１，２参照。）。端末装置から局側装置への上りバースト通信は、信号の衝突を防止すべく、局側装置によって時分割で管理されている。
【０００３】
当初、かかる上りバースト通信は一定の伝送レートで考えられていたが、今後伝送レートの段階的な高速化が予想される。しかし、高速な伝送レートのサービス提供が開始されても、すべての加入者がそれを同時に希望する訳ではないので、上り方向通信に関して、既存の伝送レートと、それを超える高速な伝送レートとが、１つのＰＯＮシステム内で共存するマルチレートＰＯＮシステムとなる（例えば特許文献３参照。）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００４－６４７４９号公報（図４）
【特許文献２】特開２００４－２８９７８０号公報（図３１）
【特許文献３】特開平８－８９５４号公報（図２）
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
上記のようなマルチレートＰＯＮシステムにおいて、次にバースト信号を受信する時期及びその伝送レートの情報を、実際の受信前に得ることができなければ、次のバースト信

号の伝送レートに受信機能を対応させた状態で当該バースト信号を受信できないので、バースト信号に対して迅速に同期を確立することができない。
このように、上り方向通信に用いる各伝送レートのバースト信号に対する同期の確立を迅速に行えないと、上り方向通信の効率を高めることができない。
【０００６】
（削除）
【０００７】
かかる問題点に鑑み、本発明は、上り方向通信に用いる複数種類の伝送レートのバースト信号に対して迅速に同期を確立できるようにして、上り方向通信の効率を高めることを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
本発明の局側装置は、複数種類の伝送レートの上り方向通信が可能なＰＯＮシステムの局側装置であって、伝送レートに合わせて上り方向通信の受信態勢を整えることができる受信部と、端末装置が使用する伝送レートを記憶しており、前記端末装置に与えるグラントに基づいて、次にバースト信号を受信する時期とその伝送レートを特定し、特定した前記時期の前に、特定した前記伝送レートの情報を前記受信部に通知する信号処理部と、を備えていることを特徴とする。
【０００９】
本発明の局側装置によれば、信号処理部が、端末装置が使用する伝送レートを記憶しており、端末装置に与えるグラントに基づいて、次にバースト信号を受信する時期とその伝送レートを特定し、特定した時期の前に、特定した伝送レートの情報を受信部に通知するので、受信部は、次のバースト信号の伝送レートに対応した受信態勢を整えた状態で、次のバースト信号を受信することができる。
従って、上り方向通信に用いる複数種類の伝送レートのバースト信号に対して迅速に同期を確立することができ、上り方向通信の効率を高めることができる。
【００１０】
本発明の局側装置において、前記受信部は、通知された前記伝送レートの情報に対応してゲインを調整可能な増幅器を有することが好ましい。この場合、受信部に含まれる増幅器のゲインを調整することにより、特定された伝送レートのバースト信号に対応するように受信態勢を整えることができる。
また、本発明の局側装置において、前記受信部は、通知された前記伝送レートの情報に対応して帯域を調整可能な増幅器を有することが好ましい。この場合、受信部に含まれる増幅器の帯域を調整することにより、特定された伝送レートのバースト信号に対応するように受信態勢を整えることができる。
【００１１】
また、本発明の局側装置において、前記受信部は、通知された前記伝送レートの情報に対応してロック許容範囲を調整可能なクロック・データ再生部を有することが好ましい。この場合、受信部に含まれるクロック・データ再生部のロック許容範囲を調整することにより、特定された伝送レートのバースト信号に対応するように受信態勢を整えることができる。
更に、本発明の局側装置において、前記受信部は、通知された前記伝送レートの情報に対応して符号化方式を選択可能な物理層復号化部を有することが好ましい。この場合、受信部に含まれる物理層復号化部の符号化方式を伝送レートごとに選択することにより、特定された伝送レートのバースト信号に対応するように受信態勢を整えることができる。
【００１２】
本発明の局側装置において、前記信号処理部は、特定した前記伝送レートに対応する次のバースト信号を受信する直前のバースト間ギャップの期間に、特定した前記伝送レートの情報を前記受信部に通知することが好ましい。
このようにすれば、次のバースト信号の到来時には、自身が特定した伝送レートに対応

した受信態勢が整うことになるので、極めて迅速に端末装置との同期を確立することができる。

【００１３】

本発明のバースト信号の受信方法は、上述の本発明の局側装置が行う受信方法である。従って、本発明のバースト信号の受信方法は、本発明の局側装置と同様の作用効果を奏する。

本発明の受信部は、上述の本発明の局側装置に用いる受信部に関する。従って、本発明の受信部は、本発明の局側装置と同様の作用効果を奏する。

【発明の効果】

【００１４】

本発明の局側装置、バースト信号の受信方法及び受信部によれば、上り方向通信に用いる複数種類の伝送レートのバースト信号に対して迅速に同期を確立できるので、上り方向通信の効率を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】本発明の一実施形態によるＰＯＮシステムの接続図である。

【図２】図１のＰＯＮシステムにおける局側装置について、その内部構成の概略を示すブロック図である。

【図３】図１のＰＯＮシステムにおける一の端末装置について、その内部構成の概略を示すブロック図である。

【図４】図１のＰＯＮシステムにおける他の端末装置について、その内部構成の概略を示すブロック図である。

【図５】局側装置と端末装置との間での動作を示すシーケンス図である。

【図６】端末装置に対する帯域割当てと、局側装置と端末装置との間での上り方向通信に関する送受信を示すシーケンス図である。

【図７】局側装置と未登録端末装置との間で行われるディスカバリプロセスを示す図である。

【図８】図１とは異なる構成のＰＯＮシステムの接続図である。

【発明を実施するための形態】

【００１６】

図１は、本発明の一実施形態によるＰＯＮシステムの接続図である。図において、局側装置１は、複数の端末装置２～４に対する集約局として設置される。端末装置２～４はそれぞれ、ＰＯＮシステムの加入者宅に設置される。局側装置１に接続された１本の光ファイバ５から光カプラ６を介して複数の光ファイバ（支線）７～９に分岐した構成を成す光ファイバ網（５～９）が構成され、分岐した光ファイバ７～９の終端にそれぞれ端末装置２～４が接続されている。さらに、局側装置１は上位ネットワーク１１と接続され、端末装置２～４はそれぞれのユーザネットワーク１２～１４と接続されている。

【００１７】

なお、図１では３個の端末装置２～４を示しているが、１つの光カプラ６から例えば３２分岐して３２個の端末装置を接続することが可能である。また、図１では光カプラ６を１個だけ使用しているが、光カプラを縦列に複数段設けることにより、さらに多くの端末装置を局側装置１と接続することができる。

【００１８】

図１において、各端末装置２～４から局側装置１への上り方向には波長λ１でデータが送信される。逆に、局側装置１から端末装置２～４への下り方向には波長λ２でデータが送信される。これらの波長λ１及びλ２は、ＩＥＥＥ規格８０２．３ａｈ－２００４のＣｌａｕｓｅ６０に基づいて、以下の範囲の値とすることができる。

１２６０ｎｍ≦λ１≦１３６０ｎｍ

１４８０ｎｍ≦λ２≦１５００ｎｍ

【００１９】

また、端末装置２，３，４における上り方向通信の伝送レートはそれぞれ、Ｌ［Gbps］、Ｍ［Gbps］、Ｈ［Gbps］である。ここで、Ｌ，Ｍ，Ｈの値は、Ｌ＜Ｍ＜Ｈの関係にあり、例えば、Ｌ＝１，Ｍ＝２，Ｈ＝１０である。一方、局側装置１における下り方向通信の伝送レートはＤ［Gbps］１種類であり、Ｄの値は例えば１である。

なお、本例では端末装置を３台として、互いに異なる３種類の伝送レートとしたが、端末装置の台数及び異なる伝送レートの数は種々のパターンがあり得る。

【００２０】

図２は、局側装置１について、その内部構成の概略を示すブロック図である。局側装置１内の各部（１０１～１１５）は、図示のように接続されている。図において、上位ネットワーク１１からのフレームは上位ネットワーク側受信部１０１により受信され、データ中継処理部１０３に送られる。データ中継処理部１０４は、ＰＯＮ側送信部１０５へフレームを渡し、これが、光送信部１０８で波長λ２、伝送レートＤ［Gbps］の光信号に変換され、合分波部１１０を介して、端末装置２～４に送られる。

【００２１】

一方、端末装置２～４（図１）から上り方向に送信された光信号（波長λ１、伝送レートＬ／Ｍ／Ｈ［Gbps］）は、合分波部１１０を通過して、光受信部１０９により受信される。光受信部１０９は、内部に、光電変換素子１１１及び増幅器１１２を備えている。光電変換素子１１１は、フォトダイオードやアバランシェフォトダイオード等の半導体受光素子であり、受光量に応じた電気信号を出力する。増幅器１１２は、電気信号を増幅して出力する。増幅器１１２の出力信号はＰＯＮ側受信部１０７に入力される。

【００２２】

ＰＯＮ側受信部１０７は、内部に、クロック・データ再生部１１３、物理層符号化／復号化部１１４及び、フレーム再生部１１５を備えている。クロック・データ再生部１１３は、増幅器１１２から受けた電気信号に同期してタイミング成分（クロック）とデータとを再生する。物理層符号化／復号化部１１４は、再生されたデータに施されている符号を復号する。フレーム再生部１１５は、復号されたデータからフレームの境界を検出して例えば、イーサネット（登録商標）フレームを復元する。また、フレーム再生部１１５は、フレームのヘッダ部分を読みとることにより、受信したフレームがデータフレームであるか、又は、レポートフレーム等のメディアアクセス制御のための制御情報のフレームであるかを判定する。

【００２３】

なお、制御情報の例として、ＩＥＥＥ規格８０２．３ａｈ－２００４のＣｌａｕｓｅ６４に記載のＭＰＣＰ（Multi-point Control Protocol） ＰＤＵ（Protocol Data Unit）を挙げることができる。局側装置１が端末装置２～４に対して上り方向データの送出開始時刻および送出許可量を指示するため制御情報であるグラントや、端末装置２～４が局側装置１に対して上り方向データの蓄積量に関する値を通知するための制御情報であるレポートは、このＭＰＣＰ ＰＤＵの一種である。

【００２４】

上記判定の結果、データフレームであれば、フレーム再生部１１５はこれをデータ中継処理部１０３に送る。データ中継処理部１０３は、データフレームのヘッダ情報の変更や上位ネットワーク側送信部１０２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上位ネットワーク側送信部１０２から上位ネットワーク１１へ送出される。また、上記判定の結果、フレームがレポートフレームであれば、フレーム再生部１１５はこれを制御信号処理部１０４に送る。制御信号処理部１０４はこのレポートに基づいて、制御情報としてのグラントフレームを生成し、これが、ＰＯＮ側送信部１０５及び光送信部１０８から合分波部１１０を介して、波長λ２、伝送レートＤ［Gbps］で、下り方向に送信される。

【００２５】

上記グラントは、次受信バースト判定部１０６にも送られる。この次受信バースト判定部１０６は、端末装置２～４が使用する伝送レートを記憶し、グラントに基づいて、次に

バースト信号を受信する時期及びその伝送レートを特定する。そして、特定された伝送レートは、光受信部１０９及びＰＯＮ側受信部１０７に通知される。光受信部１０９及びＰＯＮ側受信部１０７は、その時期に合わせて、受信機能を、特定された伝送レートに対応させることができる。

【００２６】

具体的には、光受信部１０９における光電変換素子１１１の増倍率、増幅器１１２のゲイン、ＰＯＮ側受信部１０７における量子化判定閾値、クロック・データ再生部１１３におけるロック許容範囲、参照クロックの周波数等、バースト受信に関する回路パラメータを切り替えることにより、所定の伝送レートに対応させることができるように構成されている。例えば、端末装置２～４が同一の線路条件で接続されており（必要な光のパワーバジェットが同じであり）、同じビット誤り率の伝送品質を満足させなければならないような場合において、端末装置２，３と比較して伝送レートが高い端末装置４から受信するとき、光受信部１０９のゲインを下げ、帯域を拡げる。

【００２７】

また、例えば、端末装置２，４がそれぞれ１．２５Ｇｂｐｓ，１０．３１２５Ｇｂｐｓで上り方向にバースト通信する場合、クロック・データ再生部１１３に対して予め、次のバーストの伝送レートがそれぞれ１Ｇｂｐｓ，１０Ｇｂｐｓであると通知されていれば、後は端数分を合わせるだけでよいので、短い時間で確実に、クロック・データ再生部１１３の同期を確立することができる。さらにまた、１．２５Ｇｂｐｓ及び１０．３１２５Ｇｂｐｓに対してそれぞれ８Ｂ／１０Ｂ符号及び６４Ｂ／６６Ｂ符号で物理層符号化／復号化を行うことが前提となっている場合、次のバーストに対して使用すべき復号化回路を簡単かつ確実に選択することができる。

【００２８】

図３は、端末装置２について、その内部構成の概略を示すブロック図であり、端末装置２内の各部（２０１～２０９）は、図示のように接続されている。図３において、局側装置１（図１）から下り方向に送信されて来る光信号は、合分波部２０１を通過して、光受信部２０２により電気信号に変換され、さらに、この電気信号はＰＯＮ側受信部２０４により受信される。

【００２９】

ＰＯＮ側受信部２０４は、受信したフレームのヘッダ部分（プリアンブル部分を含む）を読みとることにより、当該フレームが自己宛（ここでは、自己又は自己の配下のユーザネットワーク１２内の装置宛を意味する。）であるか否かを判定する。判定の結果、自己宛であれば、当該フレームを取り込み、そうでなければ、当該フレームを廃棄する。例えば、上記の宛先判定を行うためのヘッダ情報の例として、ＩＥＥＥ規格８０２．３ａｈ－２００４に記載の論理リンク識別子（ＬＬＩＤ）を挙げることができる。

【００３０】

さらに、ＰＯＮ側受信部２０４は、フレームのヘッダ部分を読みとることにより、受信したフレームがデータフレームであるか、又は、グラントフレームであるかを判定する。判定の結果、データフレームであれば、ＰＯＮ側受信部２０４はこれをデータ中継処理部２０７に送る。データ中継処理部２０７は、ユーザネットワーク側送信部２０８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ユーザネットワーク側送信部２０８からユーザネットワーク１２へ送出される。

【００３１】

また、上記判定の結果、フレームがグラントフレームであれば、ＰＯＮ側受信部２０４はこれを制御信号処理部２０６に転送する。制御信号処理部２０６は、グラントフレームに基づいて上り方向の送出をデータ中継処理部２０７に指示する。

【００３２】

一方、ユーザネットワーク１２からのフレームはユーザネットワーク側受信部２０９により受信され、データ中継処理部２０７に転送される。転送されたフレームはデータ中継処理部２０７内のバッファメモリに一旦蓄積され、また、そのデータ量が制御信号処理部

２０６に通知される。制御信号処理部２０６は、ＰＯＮ側送信部２０５に対して送信制御を行い、所定のタイミングで、バッファメモリに蓄積されているフレームをＰＯＮ側送信部２０５に出力させるとともに、通知されたバッファメモリ内のデータ蓄積量に基づいてレポートフレームを作成してＰＯＮ側送信部２０５に出力させる。ＰＯＮ側送信部２０３の出力は光送信部２０３で光信号に変換され、波長λ１、伝送レートＬ［Gbps］の信号として、合分波部２０１を介して上り方向に送信される。

【００３３】

図４は、端末装置４（伝送レートＨ［Gbps］）について、その内部構成の概略を示すブロック図であり、端末装置４内の各部（４０１～４１１）は、図示のように接続されている。このうち４０１～４０９は、図３における２０１～２０９に相当する回路要素であり、同様の機能を有する。図３との違いは、制御信号処理部４０６と光受信部４０３との間に登録要求送信部４１１を設けた点と、ＰＯＮ側送信部４０５と登録要求送信部４１１とを、送信部切替判定部４１０によって切り替えることができるようにした点、及び、この送信部切替判定部４１０は制御信号処理部４０６の指令を受けて送信部切替を行うようにした点である。

【００３４】

通常、送信部としては、ＰＯＮ側送信部４０５が動作するようになっている。なお、ＰＯＮ側送信部４０５が動作する場合の端末装置１４は、実質的に端末装置１２と同様である。

また、端末装置３についても見かけ上の構成は図４と同様である。但し、前述のように、端末装置３の伝送レートはＭ［Gbps］であり、端末装置４とは異なる。

【００３５】

次に、上記のように構成されたＰＯＮシステムにおける動作手順について、図５のシーケンス図を参照して説明する。なお、このシーケンス図は、局側装置１と端末装置２との間での動作についてのものであるが、他の端末装置３，４についても同様である。

【００３６】

図５において、局側装置１は、運用時間開始時刻Ｔ０の時点で端末装置２に関するＲＴＴ（Round Trip Time）を既に計算している。時刻Ｔａ１において、局側装置１は送出要求量を通知させるために、端末装置２に対してレポート送出開始時刻Ｔｂ２を含んだグラント（グラントフレーム）Ｇ１を送信する。このレポート送出開始時刻Ｔｂ２は、他の端末装置３，４から送信されるレポートと衝突しないように計算される。

【００３７】

端末装置２は、自身に対するグラントＧ１を受信すると、データ中継処理部２０７のバッファメモリに蓄積されたデータ量を参照して送出要求量を算出し、グラントＧ１に含まれるレポート送出開始時刻Ｔｂ２に、局側装置１に対して送出要求量を含んだレポート（レポートフレーム）Ｒ１を送出する。

【００３８】

局側装置１はレポートＲ１を受信すると、固定または可変の最大送出許可量以下となり、かつ、レポートＲ１に含まれるバッファメモリ内データ量のデータをなるべく多く送れるような値を演算し、演算結果を送出許可量としてグラントＧ２に挿入する。レポートＲ１に含まれる送出要求量がゼロの場合には、局側装置１による演算結果がゼロとなるため帯域が割当てられないが、端末装置２にレポートＲ２を送出させる必要があるので、局側装置１は端末装置２に対して必ずグラントＧ２を送出する。

【００３９】

グラントＧ２に含まれる送出開始時刻Ｔｂ４は、演算済みである前回の端末装置データの受信予定時刻、前回の端末装置２の送出許可量、現在の端末装置２に関するＲＴＴ及び固定時間であるガードタイムを用い、データ及びレポートが他の端末装置３，４からのデータまたはレポートと衝突しないように計算される。なお、局側装置１は、送出許可量及び送出開始時刻Ｔｂ４を含むグラントＧ２を送出する時刻Ｔａ３を、送出開始時刻Ｔｂ４までにグラントＧ２が端末装置２に到着するように計算する。

【００４０】
端末装置２は、自身に対するグラントＧ２を受信すると、グラントＧ２に含まれる送出開始時刻Ｔｂ４に、送出許可量分のデータＤを、次回の送出要求量を含んだレポートＲ２とともに局側装置１に送出する。このレポートＲ２はデータＤの直前または直後に送出されるが、データＤの直前に送出される場合には、送出要求量として局側装置１に報告する値は、バッファメモリに蓄積されているデータ量とデータＤのデータ量との差分である。
【００４１】
局側装置１は、データＤ及びレポートＲ２を受信すると、データＤを上位ネットワーク１１に送出し、レポートＲ２についてはレポートＲ１に対する処理と同様の処理を行なう。以上説明したシーケンス処理は、全ての端末装置２～４に対して独立に行なわれ、運用時間が終了するまで時刻Ｔａ３～時刻Ｔａ４の処理が繰返される。
【００４２】
図６は、端末装置２～４に対する帯域割当てと、局側装置１と端末装置２～４との間での上り方向通信に関する送受信を示すシーケンス図であり、分散割当方式の一例を示している。図の左側から右側へ時間が進行するとして、局側装置１を主体として見たシステムの動作について説明する。
【００４３】
まず、局側装置１は、端末装置４，３，２に対してそれぞれ、グラントＧ４１，Ｇ３１，Ｇ２１を順次送出する。そして局側装置１は、端末装置４，３，２からレポートＲ４１，Ｒ３１，Ｒ２１を受信すると、最初にデータの送出を許可する端末装置４に対するグラントＧ４２を送出する。
【００４４】
局側装置１は、端末装置４から送出されるデータＤ４１及び次のレポートＲ４２を受信するとともに、これと並行して端末装置３に対するグラントＧ３２を送出する。局側装置１は、端末装置３から送出されるデータＤ３１及び次のレポートＲ３２を受信するとともに、これと並行して端末装置２に対するグラントＧ２２を送出する。また、続いて、端末装置４に対するグラントＧ４３も送出する。
【００４５】
局側装置１は、端末装置２から送出されるデータＤ２１及び次のレポートＲ２２を受信する。また、局側装置１は、端末装置４から送出されるデータＤ４２及び次のレポートＲ４３を受信するとともに、これと並行して端末装置３に対するグラントＧ３３を送出する。さらに、局側装置１は、端末装置３から送出されるデータＤ３２及び次のレポートＲ３３を受信するとともに、これと並行して端末装置２に対するグラントＧ２３を送出する。ここで、端末装置２から送出されるデータがなければ、局側装置１は、次のレポートＲ２３のみを受信する。これ以降、同様の処理が繰返され、局側装置１は、順次端末装置２～４に対して帯域を割当てて、データの受信を繰返す。
【００４６】
図６に示すシーケンスによれば、ユーザネットワーク１２～１４（図１）から送出されたデータが、対応する端末装置２～４に到着し、そこから送出されるまでの待ち時間は、端末装置２～４がレポートを送出してから、そのレポートに対応したデータを送出するまでの時間に依存する。すなわち、全ての端末装置２～４からの送出データ量によって変化する。
【００４７】
例えば、端末装置２～４からのレポートによる送出要求量を全て許可すると、レポートの送出からデータの送出までの待ち時間が大幅に増加し、リアルタイム処理が要求されるサービスに影響を及ぼすだけでなく、ＴＣＰ（Transmission Control Protocol）スループットにも大きく影響を及ぼすことになる。従って、端末装置内のバッファにおける待ち時間を、許容される時間内に抑えられるように、局側装置１は端末装置２～４からの送出データ量を制御する必要がある。
【００４８】

上記シーケンス（図６）において、例えば端末装置４にグラントＧ４２が送出されたとき、図２の制御信号処理部１０４から次受信バースト判定部１０６にも同じグラントＧ４２の情報が送られる。このグラントＧ４２に基づいて、次受信バースト判定部１０６は、レポートＲ４２を受信する前のバースト間ギャップの期間に、次に受信するバースト（レポートＲ４２＋データＤ４１）の伝送レートＨ（１０Ｇｂｐｓ）を、光受信部１０９及びＰＯＮ側受信部１０７に通知する。通知を受けた光受信部１０９及びＰＯＮ側受信部１０７は、受信機能を１０Ｇｂｐｓに対応させ、当該バーストを待つ。従って、当該バースト到来時に、伝送レートＨに対応した受信態勢が整っており、極めて迅速に同期を確立することができる。

【００４９】

同様に、端末装置３にグラントＧ３２が送出されたとき、制御信号処理部１０４から次受信バースト判定部１０６にも同じグラントＧ３２の情報が送られる。このグラントＧ３２に基づいて、次受信バースト判定部１０６は、データＤ４１とレポートＲ３２との間のバースト間ギャップの期間に、次に受信するバースト（レポートＲ３２＋データＤ３１）の伝送レートＭ（２Ｇｂｐｓ）を、光受信部１０９及びＰＯＮ側受信部１０７に通知する。通知を受けた光受信部１０９及びＰＯＮ側受信部１０７は、受信機能を２Ｇｂｐｓに対応させ、当該バーストを待つ。従って、当該バースト到来時に、伝送レートＭに対応した受信態勢が整っており、極めて迅速に同期を確立することができる。以下同様にして、迅速な同期確立が可能となるので、上り方向通信の効率を高めることができる。

【００５０】

以上のようにして、局側装置１は、端末装置２～４に与えるグラントに基づいて、次に上り方向の信号を受信する時期及びその伝送レートの情報を、実際の受信前に得ることができる。また、その伝送レートに受信機能を対応させた状態で信号を受信すれば、迅速に同期を確立することができる。従って、簡単かつ迅速に、上り方向通信の伝送レートに同期を確立して、上り方向通信の効率を高めることができる。

【００５１】

なお、以上の説明において、端末装置２～４はＰＯＮシステムに既に加入しているものとしたが、実際には、局側装置１に認識されていない電源オフの状態から、電源オンにより局側装置１に認識され、ＰＯＮシステムに加入する手順が存在する。この手順はディスカバリプロセスと呼ばれるものであり、ＩＥＥＥ規格８０２．３ａｈ－２００４のＣｌａｕｓｅ ６４に規定されている。以下、このディスカバリプロセスに関して説明する。

【００５２】

そもそも、局側装置１に認識される前の端末装置は、グラントを与えられる機会が無い。一方、全ての端末装置は、局側装置１から明示的にグラントが与えられない限り、上り方向通信を行うことができない。そこで、局側装置１は、電源オフ（未接続も含む。）から電源オンになり、ＰＯＮシステムに加入しようとする端末装置（以下、未登録端末装置という。）を検出するためのディスカバリプロセスを周期的に実行し、未登録端末装置に応答の機会を与える。

【００５３】

図７は、局側装置と未登録端末装置との間で行われるディスカバリプロセスを示す図である。図において、局側装置は時刻Ｔ１においてディスカバリプロセスを開始し、下り方向にディスカバリゲートメッセージをブロードキャストする。このディスカバリゲートメッセージには、これに対する応答が許されるディスカバリ期間の開始時刻と期間の長さの情報が含まれている。このディスカバリ期間は、ディスカバリウインドウと呼ばれ、例えば時刻Ｔ２からＴ４までの時間ΔＴｄとなる。

【００５４】

ディスカバリゲートメッセージを受け取った未登録端末装置は、時刻Ｔ２（局側装置と同期している。）からランダム長の時間をもつランダム待ち時間ΔＴｗだけ待ち、時刻Ｔ３に、登録要求メッセージを局側装置に送信する。このランダム待ち時間ΔＴｗは、登録要求メッセージがディスカバリウインドウに収まる範囲内で、ランダムな値となる。従っ

て、仮に、ＰＯＮシステムに加入しようとする未登録端末装置が複数あった場合でも、複数の未登録端末装置からの登録要求メッセージが相互に衝突する確率を低下させることができる。

【００５５】

登録要求メッセージには、その未登録端末装置の個体識別番号としてのＭＡＣアドレスが含まれている。登録要求メッセージの受信に成功した局側装置は、ＰＯＮシステム上の論理的なリンク番号（ＬＬＩＤ）を当該未登録端末装置に割り当て、ＭＡＣアドレスとＬＬＩＤとを相互に関連付けて、ＰＯＮシステムに登録する。次に、局側装置は、新たに登録した端末装置に対して、時刻Ｔ５において、登録メッセージを送信する。登録メッセージには、当該端末装置のＬＬＩＤと、局側装置が上り方向のバースト通信を受信する際に必要な同期時間の情報とが含まれている。

【００５６】

その後、時刻Ｔ６において局側装置は、当該端末装置に対して上り方向通信を許可するグラント（グラントゲートメッセージ）を送信する。グラントを受信した未登録端末装置は、そのグラントを用いて時刻Ｔ７に登録アクノレッジを局側装置に送信し、これを局側装置が受信してディスカバリプロセスが終了となる。その後は、通常のＰＯＮシステムの通信が開始される。

【００５７】

図１に示すＰＯＮシステムの構成において、例えば全ての端末装置２～４について上記ディスカバリプロセスが行われるとすると、局側装置１は、端末装置２～４からそれぞれ登録要求メッセージを受け取らなければならない。端末装置２～４がＰＯＮシステムに加入した後の通常のＰＯＮ通信では、前述のように、グラントに基づいて局側装置１の受信態勢を整える（受信機能を伝送レートに対応させる）ことができるが、未登録の段階ではこれができない。そこで、局側装置１は、以下のようにして、未登録端末装置からの上り方向通信（登録要求メッセージ）を受信する。

【００５８】

《伝送レートの限定》

まず、伝送レートを限定して登録要求メッセージを受信する構成について説明する。これは、通常のＰＯＮ通信における伝送レートが互いに異なる端末装置２～４であっても、登録要求メッセージに関しては限定された所定の伝送レート（典型的にはＬ）を使用する、という考え方に基づく。

【００５９】

この場合、伝送レートＬの端末装置２は、通常のＰＯＮ通信と同様に伝送レートＬで登録要求メッセージを送信する。一方、図４に示す伝送レートＨの端末装置４は、ディスカバリゲートメッセージを受け取ると、これを、制御信号処理部４０６から送信部切替判定部４１０に送る。これにより、送信部切替判定部４１０は、送信機能をＰＯＮ側送信部４０５から登録要求送信部４１１に切り替える。そして、制御信号処理部４０６は、登録要求送信部４１１から伝送レートＬで、登録要求メッセージを送信させる。

【００６０】

従って、通常のＰＯＮ通信では伝送レートＨの端末装置４が、登録要求メッセージに関しては、伝送レートＬで送信を行うことになる。なお、登録要求メッセージの送信後、送信部切替判定部４１０は、送信機能を登録要求送信部４１１からＰＯＮ側送信部４０５に戻す。

同様に、通常のＰＯＮ通信では伝送レートＭの端末装置３が、登録要求メッセージ等に関しては、伝送レートＬで送信を行う。

【００６１】

この結果、未登録の端末装置２～４から局側装置１に対してディスカバリウインドウの期間内に届く登録要求メッセージ（２又は３台同時に電源オンであれば同期間内にランダムに前後して届く。）は、全て伝送レートＬで送られてくる。一方、局側装置１の次受信バースト判定部１０６は、ディスカバリゲートメッセージに対して、次に受信するバース

ト（登録要求メッセージ）の伝送レートＬを、光受信部１０９及びＰＯＮ側受信部１０７に通知する。通知を受けた光受信部１０９及びＰＯＮ側受信部１０７は、受信機能を伝送レートＬに対応させ、登録要求メッセージを待つ。

【００６２】

従って、局側装置１では、登録要求メッセージ到来時に、その伝送レートＬに対応した受信態勢が整っており、未登録の端末装置２～４からの登録要求メッセージを迅速かつ確実に受信することができる。

なお、登録アクノレッジに関しては、通常のＰＯＮ通信の場合と同様に、その前に端末装置２～４に対して与えられるグラントに基づいて、局側装置１の受信機能を伝送レートに対応させることができる。

【００６３】

なお、上記の例では端末装置２が図３の構成、端末装置４，３が図４の構成としたが、これに代えて、端末装置２，３が図３の構成で、端末装置４のみが図４の構成としてもよい。この場合、端末装置２は伝送レートＬ、端末装置３は伝送レートＭで、それぞれ登録要求メッセージを送信する。また、端末装置４は上記と同様に送信部の切替により伝送レートＬ（但しＭでもよい。）で登録要求メッセージを送信する。この結果、通常のＰＯＮ通信では３種類ある伝送レートが、登録要求メッセージに関してはＬ，Ｍの２種類に限定される。この場合、局側装置１は、登録要求メッセージを実際に受け取ってから、伝送レートＬ又はＭとの同期を確立することになるが、少なくとも通常のＰＯＮ通信の伝送レートよりは種類を絞り込むことができるので、相対的には、登録要求メッセージを迅速かつ確実に受信することができる。また、いずれになるか不明な伝送レートの種類が減ることは、受信機能（光受信部１０９、ＰＯＮ側受信部１０７）の簡素化にも寄与する。

【００６４】

なお、限定される所定の伝送レートについては、局側装置が指定することが好ましい。この場合、時期によって伝送レートを切り替えることができる。例えば、伝送レートがＬであるＡタイプの端末装置と、通常の伝送レートがＭ（＞Ｌ）、ディスカバリ応答用の伝送レートがＬであるＢタイプの端末装置とが混在する時期においては、所定の伝送レートとしてはＬを指定すればよい。その後、端末装置の取り替えが行われて、Ａタイプの端末装置がなくなって、Ｂタイプの端末装置のみになったら、所定の伝送レートとしてＭを指定する。このように、ＰＯＮシステムを運用しながら、端末装置の世代交代に応じて、ディスカバリに用いる伝送レートを上げて、伝送効率を高めることができる。

【００６５】

《ディスカバリゲートメッセージと伝送レートとの関連づけ》

次に、ディスカバリゲートメッセージと伝送レートとの関連づけにより、所定の伝送レートで登録要求メッセージを受信する構成について説明する。これは、ディスカバリゲートメッセージに伝送レートの指定機能を持たせれば、伝送レートごとに別々にディスカバリ応答を受信することができる、という考え方に基づく。

【００６６】

具体的には、局側装置１は、端末装置２～４に対してそれぞれ独自にディスカバリウインドウを設け、それらが互いに重ならないようにする。そして、これから開始するディスカバリウインドウが、どの上り伝送レートの端末装置を対象とするものであるかを示すために、局側装置１は、ディスカバリゲートメッセージ中に、応答すべき伝送レートの指定情報を格納する。そして、ディスカバリゲートメッセージを受信した端末装置は、ディスカバリゲートメッセージ中で指定されている伝送レートを、自己の上り伝送レートと比較し、一致する場合にのみ登録要求メッセージを送信する。一方、局側装置１は、受信機能をディスカバリゲートメッセージ中で指定した伝送レートに対応させ、登録要求メッセージを受信する。

【００６７】

このように、ディスカバリウインドウを複数種類の伝送レート毎に異なる時期に設定して、ディスカバリ応答をすべき伝送レートを指定し、未登録の端末装置は自己の使用する

伝送レートに対応したディスカバリウインドウにおいてディスカバリ応答をすることにより、各端末装置は複数の伝送レートで送信する能力を備える必要がなくなる。従って、図４の回路を使用せず、全ての端末装置に図３の構成を採用することができる。これにより、端末装置が簡素化され、コスト低減に寄与する。

【００６８】

例えば、局側装置１は、ディスカバリゲートメッセージ中で伝送レートＬを指定したとき、受信機能を伝送レートＬに対応させ、登録要求メッセージを待つ。そして、ブロードキャストされたディスカバリゲートメッセージに対して、上り伝送レートＬの端末装置２（未登録の場合）のみが、登録要求メッセージを送信する。他の伝送レートＭ，Ｈについても同様である。

【００６９】

《下り方向通信の波長と伝送レートとの関連づけ》

次に、下り方向通信の波長と伝送レートとの関連づけにより、所定の伝送レートで登録要求メッセージを受信する構成について説明する。これは、下り方向通信の波長と端末装置の伝送レートとを１対１に対応させれば、伝送レートごとに別々にディスカバリ応答を受信することができる、という考え方に基づく。

【００７０】

図８は、図１とは異なるＰＯＮシステムの接続図である。図１との違いは、局側装置１からの下り方向通信が２波長多重で行われる点と、端末装置３の上り伝送レートがＬである点とである。すなわち、下り方向通信に関して、端末装置２，３に対しては波長λ２、端末装置４に対しては波長λ３が使用される。また、上り方向通信に関して、端末装置２，３は伝送レートＬ、端末装置４は伝送レートＨを使用する。すなわち、波長λ２－伝送レートＬ、波長λ３－伝送レートＨ、という１対１の対応関係にある。

【００７１】

局側装置１は、２種類の伝送レートＬ及びＨについて、それぞれ独立のディスカバリウインドウを設け、かつ、それらが互いに重ならないようにする。そして、局側装置１は、ディスカバリゲートメッセージを波長λ２で送信するときは、受信機能を伝送レートＬに対応させ、端末装置２，３（未登録である場合）からの登録要求メッセージを受信する。また、ディスカバリゲートメッセージを波長λ３で送信するときは、受信機能を伝送レートＨに対応させ、端末装置４（未登録である場合）からの登録要求メッセージを受信する。

【００７２】

このように、下り方向通信の波長と端末装置の伝送レートとを１対１に対応させれば、ディスカバリゲートメッセージに伝送レートの情報を格納する必要はなく、また、端末装置は自己の伝送レートが指定されたかどうかをチェックする必要もない。さらに、下り方向通信の波長多重化により、下り方向の通信容量を、下り１波長の場合と比較して増大させることができる。

【符号の説明】

【００７３】

１　局側装置
２～４　端末装置
５，７～９　光ファイバ
１０４　制御信号処理部（信号処理部）
１０６　次受信バースト判定部（信号処理部）
１０７　ＰＯＮ側受信部（受信部）
１０９　光受信部（受信部）
１１１　光電変換素子
１１２　増幅器
１１３　クロック・データ再生部
１１４　物理層符号化／復号化部（物理層復号化部）

１１５　フレーム再生部