(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4466589号
(P4466589)
(45)発行日　平成22年5月26日(2010.5.26)　(24)登録日　平成22年3月5日(2010.3.5)

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

請求項の数 7　(全 16 頁)

(21)出願番号　特願2006-59169(P2006-59169)
(22)出願日　平成18年3月6日(2006.3.6)
(65)公開番号　特開2007-243284(P2007-243284A)
(43)公開日　平成19年9月20日(2007.9.20)
審査請求日　平成21年3月3日(2009.3.3)

早期審査対象出願

(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　福岡　裕貴

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ＰＯＮシステム及び端末装置の登録方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
光ファイバを介して局側装置と接続された複数の端末装置から上り方向へ複数種類の伝送レートで通信が行われるＰＯＮシステムにおいて、
未登録の端末装置を前記局側装置に認識させるためのディスカバリ期間内に、当該端末装置は、前記複数種類の伝送レートのうち、前記局側装置の指定により限定された所定の伝送レートでディスカバリ応答をすることを特徴とするＰＯＮシステム。
【請求項２】
光ファイバを介して局側装置と接続された複数の端末装置から上り方向へ複数種類の伝送レートで通信が行われるＰＯＮシステムにおいて、
未登録の端末装置を前記局側装置に認識させるためのディスカバリ期間内に、当該端末装置は、前記複数種類の伝送レートのうち、限定された所定の伝送レートでディスカバリ応答をするものであり、
前記局側装置は、前記ディスカバリ期間を、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期間内においてディスカバリ応答をすることを特徴とするＰＯＮシステム。
【請求項３】
光ファイバを介して局側装置と接続された複数の端末装置から上り方向へ複数種類の伝送レートで通信が行われるＰＯＮシステムにおいて、

未登録の端末装置を前記局側装置に認識させるためのディスカバリ期間内に、当該端末装置は、前記複数種類の伝送レートのうち、限定された所定の伝送レートでディスカバリ応答をするものであり、

前記局側装置は、前記端末装置への下り方向通信において、前記伝送レートと１対１に対応する複数種類の波長でディスカバリプロセス開始の信号を送信し、これを受信することができた未登録の端末装置が、自己の使用する伝送レートでディスカバリ応答をすることを特徴とするＰＯＮシステム。

【請求項４】

前記所定の伝送レートが１種類であり、未登録の端末装置は前記ディスカバリ期間内において当該伝送レートを使用して、ディスカバリ応答をする請求項１記載のＰＯＮシステム。

【請求項５】

光ファイバを介して局側装置と接続された複数の端末装置から上り方向へ複数種類の伝送レートで通信が行われるＰＯＮシステムにおける端末装置の登録方法であって、

前記局側装置は、未登録の端末装置を認識するためのディスカバリ期間を設定するとともに、これを前記端末装置に通知し、

前記端末装置は、前記複数種類の伝送レートのうち、前記局側装置の指定により限定された所定の伝送レートでディスカバリ応答を行い、

前記局側装置は、前記ディスカバリ期間にディスカバリ応答を行った前記端末装置を前記ＰＯＮシステムに登録することを特徴とする端末装置の登録方法。

【請求項６】

光ファイバを介して局側装置と接続された複数の端末装置から上り方向へ複数種類の伝送レートで通信が行われるＰＯＮシステムにおける端末装置の登録方法であって、

前記局側装置は、未登録の端末装置を認識するためのディスカバリ期間を、複数種類の伝送レート毎に異なる時期となるように設定するとともに、ディスカバリ応答をすべき伝送レートを指定して前記端末装置に通知し、

前記端末装置は、前記複数種類の伝送レートのうち、自己の使用する伝送レートに対応したディスカバリ期間内において当該伝送レートでディスカバリ応答を行い、

前記局側装置は、前記ディスカバリ期間にディスカバリ応答を行った前記端末装置を前記ＰＯＮシステムに登録することを特徴とする端末装置の登録方法。

【請求項７】

光ファイバを介して局側装置と接続された複数の端末装置から上り方向へ複数種類の伝送レートで通信が行われるＰＯＮシステムにおける端末装置の登録方法であって、

前記局側装置は、未登録の端末装置を認識するためのディスカバリ期間を、前記伝送レートと１対１に対応する複数種類の波長毎に異なる時期となるように設定し、前記端末装置への下り方向通信において、所定の波長でディスカバリプロセスの開始信号を送信し、

前記所定の波長の開始信号を受信できた未登録の端末装置が自己の使用する伝送レートでディスカバリ応答を行い、

前記局側装置は、前記ディスカバリ期間にディスカバリ応答を行った前記端末装置を前記ＰＯＮシステムに登録することを特徴とする端末装置の登録方法。

【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。

【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。）。

【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、ＰＯＮシステムに登録されている（すなわち稼働中の）端末装置に関しては、局側装置が時分割で上り方向通信を管理している。しかしながら、例えば電源オフの状態から電源オンによってＰＯＮシステムに加入しようとする端末装置は、その時点ではまだ局側装置に認識されていないので、上り方向通信を行う機会が無い。そこで、周期的に、規格に基づくディスカバリプロセスと呼ばれる登録受付処理が行われる。

【０００６】

しかし、その場合でも、加入しようとする端末装置はまだ局側装置の管理下にはないので、どの伝送レートで登録要求の信号が送信されてくるか全く不明である。従って、局側装置が登録要求の信号受信に必ず成功するとは限らず、また、成功したとしても同期確立に時間がかかる。すなわち、ＰＯＮシステムに加入しようとする端末装置を迅速かつ確実に登録することができない。

【０００７】

かかる問題点に鑑み、本発明は、ＰＯＮシステムに加入しようとする端末装置を迅速かつ確実に登録することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本発明は、光ファイバを介して局側装置と接続された複数の端末装置から上り方向へ複数種類の伝送レートで通信が行われるＰＯＮシステムにおいて、未登録の端末装置を前記局側装置に認識させるためのディスカバリ期間内に、当該端末装置は、前記複数種類の伝送レートのうち、前記局側装置の指定により限定された所定の伝送レートでディスカバリ応答をすることを特徴とする。

上記のように構成されたＰＯＮシステムでは、局側装置の指定により限定された所定の伝送レートでディスカバリ応答が行われるので、局側装置は受信機能を所定の伝送レートに絞り込んでディスカバリ応答を待つことができる。

【０００９】

また、上記ＰＯＮシステムにおいて、所定の伝送レートが１種類であり、未登録の端末装置はディスカバリ期間内において当該伝送レートを使用して、ディスカバリ応答をすることが好ましい。

この場合、１種類の伝送レートでディスカバリ応答が行われるので、局側装置は受信機能を当該伝送レートに対応させてディスカバリ応答を待つことができる。従って、未登録の端末装置からのディスカバリ応答を、迅速かつ確実に受信することができる。

【００１０】

また、本発明のＰＯＮシステムにおいて、所定の伝送レートを、局側装置が指定するようにしたのは、次の理由による。

すなわち、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。

【００１１】

また、上記ＰＯＮシステムにおいて、局側装置は、ディスカバリ期間を、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期間内においてディスカバリ応答をするように構成してもよい。

この場合、１つのディスカバリ期間には１種類の伝送レートでディスカバリ応答が行われるので、局側装置は受信機能を当該伝送レートに対応させてディスカバリ応答を待つことができる。従って、未登録の端末装置からのディスカバリ応答を、迅速かつ確実に受信することができる。また、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ので、端末装置が簡素化され、コスト低減に寄与する。

【００１２】

また、上記ＰＯＮシステムにおいて、局側装置は、端末装置への下り方向通信において、伝送レートと１対１に対応する複数種類の波長でディスカバリプロセス開始の信号を送信し、これを受信することができた未登録の端末装置が、自己の使用する伝送レートでディスカバリ応答をするように構成してもよい。

この場合、下り方向通信にてディスカバリプロセス開始の信号を送信する１波長に対して１種類の伝送レートでディスカバリ応答が行われるので、局側装置は受信機能を当該伝送レートに対応させてディスカバリ応答を待つことができる。従って、未登録の端末装置からのディスカバリ応答を、迅速かつ確実に受信することができる。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。

【００１３】

一方、本発明は、光ファイバを介して局側装置と接続された複数の端末装置から上り方向へ複数種類の伝送レートで通信が行われるＰＯＮシステムにおける端末装置の登録方法であって、前記局側装置は、未登録の端末装置を認識するためのディスカバリ期間を設定するとともに、これを前記端末装置に通知し、前記端末装置は、前記複数種類の伝送レートのうち、前記局側装置の指定により限定された所定の伝送レートでディスカバリ応答を行い、前記局側装置は、前記ディスカバリ期間にディスカバリ応答を行った前記端末装置を前記ＰＯＮシステムに登録することを特徴とする。

上記のような端末装置の登録方法では、局側装置の指定により限定された所定の伝送レートでディスカバリ応答が行われるので、局側装置は受信機能を所定の伝送レートに絞り込んでディスカバリ応答を待つことができる。

【発明の効果】

【００１４】

本発明のＰＯＮシステム／端末装置の登録方法によれば、局側装置は受信機能を所定の伝送レートに絞り込んでディスカバリ応答を待つことができるので、全ての伝送レートの可能性がある場合と比べて、未登録の端末装置からのディスカバリ応答を、迅速かつ確実に受信することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１５】

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。

【００１６】

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。

【００１７】

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λ_1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λ_2でデータが送信される。これらの波長λ_1及びλ_2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。

$1260\text{nm} \leqq \lambda_1 \leqq 1360\text{nm}$

$1480\text{nm} \leqq \lambda_2 \leqq 1500\text{nm}$

【００１８】

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。

【００１９】

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λ_2、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。

【００２０】

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λ_1、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。

【００２１】

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。

【００２２】

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。

【００２３】

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λ_2、伝送レートＤ［Gbps］で、下り方向に送信される。

【００２４】

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。

【００２５】

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。

【００２６】

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。

【００２７】

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。

【００２８】

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ーネットワーク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。

【００２９】

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。

【００３０】

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。

【００３１】

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λ_1、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。

【００３２】

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。

【００３３】

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。

【００３４】

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。

【００３５】

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。

【００３６】

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。

【００３７】

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。

【００３８】

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。

【００３９】

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。

【００４０】

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。

【００４１】

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。

【００４２】

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。

【００４３】

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。

【００４４】

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。

【００４５】

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。

【００４６】

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。

【００４７】

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。

【００４８】

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。

【００４９】

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。

【００５０】

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。

【００５１】

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。

【００５２】

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。

【００５３】

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。

【００５４】

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。

【００５５】

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。

【００５６】

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。

【００５７】

《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。

【００５８】

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。

【００５９】

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。

【００６０】

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。

【００６１】

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。

【００６２】

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。

【００６３】

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。

【００６４】

《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。

【００６５】

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。

【００６６】

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。

【００６７】

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。

【００６８】

《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。

【００６９】

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λ_2、端末装置４に対しては波長λ_3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λ_2－伝送レートＬ、波長λ_3－伝送レートＨ、という１対１の対応関係にある。

【００７０】

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λ_2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λ_3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。

【００７１】

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。

【図面の簡単な説明】

【００７２】

【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。

【符号の説明】

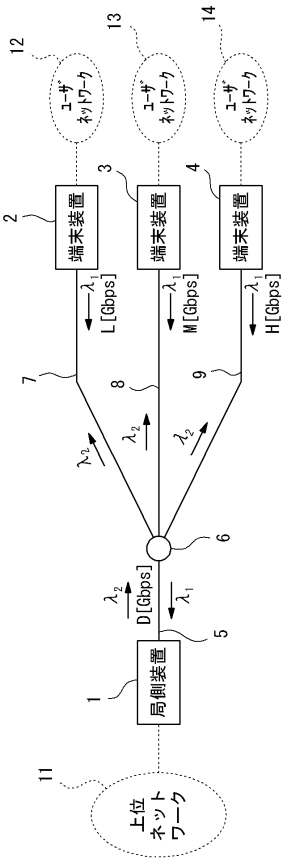
【００７３】

１　　局側装置

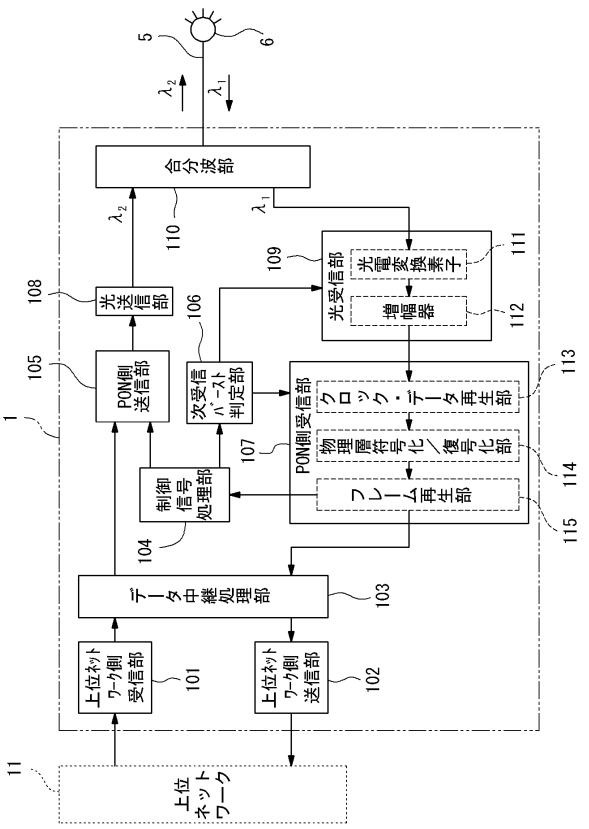
２～４　　端末装置

５，７～９　　光ファイバ

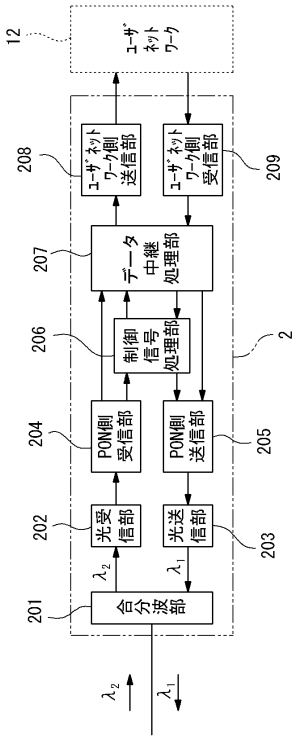
【図１】



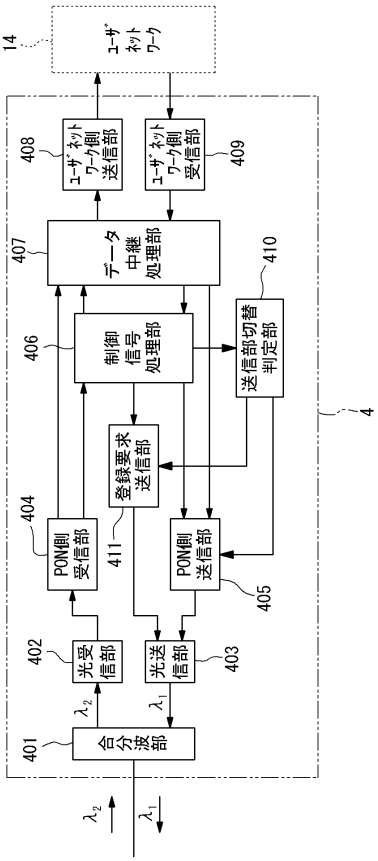
【図２】



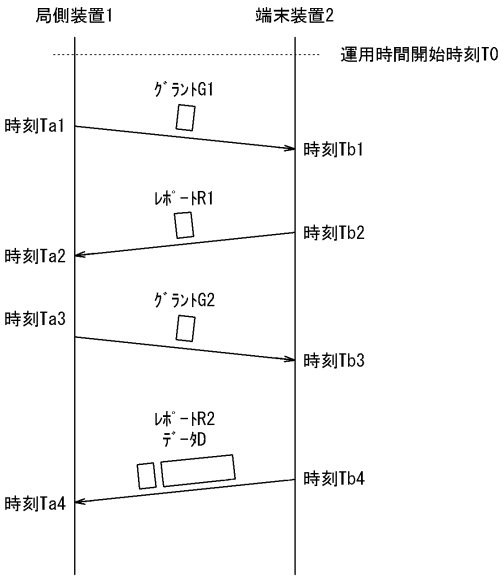
【図３】


12
ユーザネットワーク
208
ユーザネットワーク側送信部
209
ユーザネットワーク側受信部
207
データ中継処理部
206
制御信号処理部
2
204
PON側受信部
205
PON側送信部
202
光受信部
203
光送信部
201
合分波部
λ2
λ1

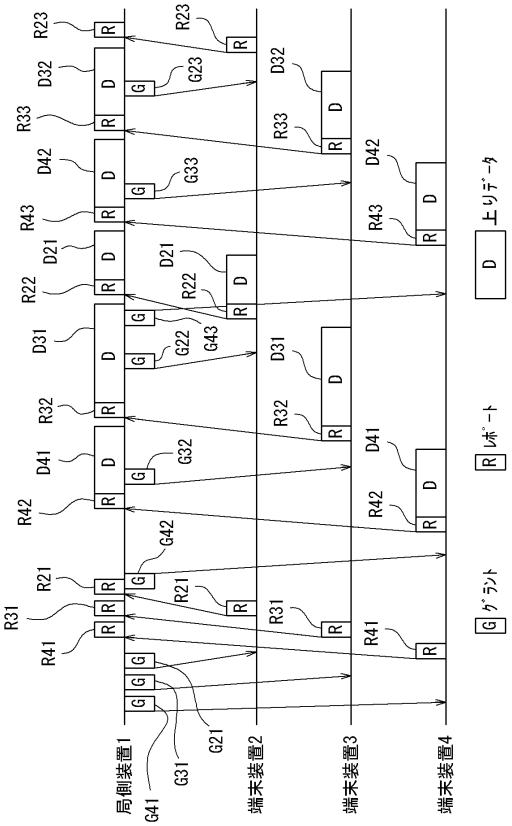
【図４】


14
ユーザネットワーク
408
ユーザネットワーク側送信部
409
ユーザネットワーク側受信部
407
データ中継処理部
410
送信部切替判定部
406
制御信号処理部
4
登録要求送信部
404
PON側受信部
411
PON側送信部
405
402
光受信部
403
光送信部
401
合分波部
λ2
λ1

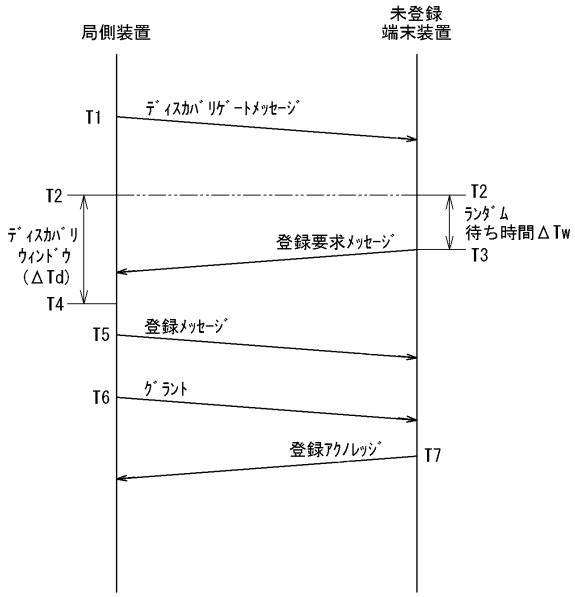
【図５】


局側装置1
端末装置2
運用時間開始時刻T0
グラントG1
時刻Ta1
時刻Tb1
レポートR1
時刻Tb2
時刻Ta2
グラントG2
時刻Ta3
時刻Tb3
レポートR2
データD
時刻Tb4
時刻Ta4

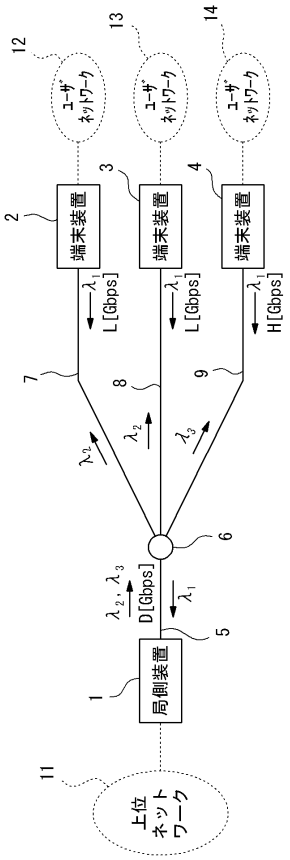
【図６】


R23
D32
G23
R33
D42
G33
R43
D21
R22
D31
G22
G43
R32
D41
G32
R42
G42
R21
R31
R41
G21
G31
G41
局側装置1
端末装置2
端末装置3
端末装置4
D 上りデータ
R レポート
G グラント

【図７】


局側装置
未登録
端末装置
T1
ディスカバリゲートメッセージ
T2
T2
ランダム
待ち時間ΔTw
ディスカバリ
ウィンドウ
（ΔTd）
登録要求メッセージ
T3
T4
T5
登録メッセージ
T6
グラント
登録アクノレッジ
T7

【図８】


12
13
14
ユーザネットワーク
ユーザネットワーク
ユーザネットワーク
2
3
4
端末装置
端末装置
端末装置
λ1
L[Gbps]
λ1
L[Gbps]
λ1
H[Gbps]
7
8
9
λ2
λ2
λ3
λ3
6
λ2、λ3
D[Gbps]
λ1
5
1
局側装置
11
上位
ネット
ワーク

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００５－１５１４２４（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１８２６２４（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１５０３８６（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－３３３３１８（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１６５９５３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｌ １２／２８－１２／４６