

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4231061号
(P4231061)

(45) 発行日 平成21年2月25日 (2009. 2. 25)

(24) 登録日 平成20年12月12日 (2008. 12. 12)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 L 12/44 (2006. 01)

H O 4 L 12/44 2 O O

H O 4 L 12/56 (2006. 01)

H O 4 L 12/56 2 6 O A

請求項の数 6 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2006-131180 (P2006-131180)
 (22) 出願日 平成18年5月10日 (2006. 5. 10)
 (65) 公開番号 特開2007-306190 (P2007-306190A)
 (43) 公開日 平成19年11月22日 (2007. 11. 22)
 審査請求日 平成20年3月12日 (2008. 3. 12)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000153465
 株式会社日立コミュニケーションテクノ
 ジー
 東京都品川区南大井六丁目26番3号
 (74) 代理人 110000350
 ポレール特許業務法人
 (72) 発明者 水谷 昌彦
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
 株式会社日立製作所中央研究所内
 (72) 発明者 柴田 剛志
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
 株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加入者接続装置およびネットワークシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

広域網に接続された局側装置に対して、光スプリッタと該光スプリッタに結合された第1の回線とを介して接続され、上記局側装置から上記光スプリッタと上記第1の回線を介して受信したユニキャストデータとマルチキャストデータを選択的に端末に転送する加入者接続装置であって、

上記光スプリッタと該光スプリッタに結合された第2の回線とを介して上記局側装置に接続された他の加入者接続装置からの要求によって、上記広域網から上記局側装置に配信され、該局側装置から上記光スプリッタに送信されたマルチキャストデータを上記第1の回線を介して受信し、上記端末からの配信要求がなくても該マルチキャストデータの配信状態を監視するマルチキャストモニタと、

マルチキャストグループ識別子と対応付けて、上記マルチキャストモニタにおいて監視した上記マルチキャストデータの配信状態を示す第1のテーブルとを有し、

上記端末からマルチキャストグループへの参加要求を受信した場合に、上記第1のテーブルに基づいて、上記参加要求で指定された上記マルチキャストグループの識別子に対応するマルチキャストデータが、上記他の加入者接続装置からの要求によって上記広域網から上記局側装置に配信中か否かを判定し、上記指定されたマルチキャストデータが上記広域網から上記局側装置に配信中の場合は、上記参加要求を上記局側装置に転送することなく、上記第1の回線を介して受信される上記他の加入者接続装置からの要求によって配信中のマルチキャストデータで、上記参加要求で指定されたマルチキャストデータの上記端

10

20

末への配信を開始することを特徴とする加入者接続装置。

【請求項 2】

前記加入者接続装置が複数の端末と接続され、

前記マルチキャストグループの識別子と対応付けて、上記複数の端末のうちで該マルチキャストグループに参加中の端末のアドレスを示す第 2 のテーブルと、

前記端末からマルチキャストグループへの参加要求を受信した場合、上記第 2 のテーブルに基づいて、上記参加要求の前記局側装置への転送要否を判定する上りフレーム転送制御部と、

上記第 2 のテーブルに基づいて、前記第 1 の回線を介して受信したマルチキャストデータの上記端末への配信を制御する下りフレーム転送制御部とを有し、

10

前記上りフレーム転送制御部が、

上記第 2 のテーブルに、上記参加要求で指定されたマルチキャストグループの識別子と対応して、上記複数の端末のうちの別の端末のアドレスが既に登録済みの場合には、該参加要求を前記局側装置に転送することなく廃棄し、

上記第 2 のテーブルに、上記参加要求で指定されたマルチキャストグループの識別子と対応して、上記複数の端末のうちの別の端末のアドレスが未登録の場合には、前記第 1 のテーブルに基づいて上記参加要求の前記局側装置への転送要否を判定することを特徴とする請求項 1 に記載の加入者接続装置。

【請求項 3】

前記上りフレーム転送制御部が、前記端末から前記マルチキャストグループへの離脱要求を受信した場合、該離脱要求が示すマルチキャストグループの識別子と該端末のアドレスとの対応関係を前記第 2 のテーブルから削除し、上記第 2 のテーブルに上記離脱要求が示す上記マルチキャストグループの識別子と対応して前記複数の端末のうちの別の端末のアドレスが登録されていた場合には、該離脱要求を前記局側装置に転送することなく廃棄することを特徴とする請求項 2 に記載の加入者接続装置。

20

【請求項 4】

それぞれが端末を収容する複数の加入者接続装置と、広域網に接続される局側装置とが光スプリッタを介して接続され、上記局側装置が、上記広域網から受信する下りフレームを上記光スプリッタを介して上記複数の加入者接続装置に転送し、上記複数の加入者接続装置が、上記下りフレームとして受信したユニキャストデータとマルチキャストデータを上記端末に選択的に転送するネットワークシステムにおいて、

30

上記複数の加入者接続装置が、それぞれ個別の回線を介して上記光スプリッタに接続されており、

上記複数の加入者接続装置のそれぞれが、

上記局側装置に接続された他の加入者接続装置からの要求によって、上記広域網から上記局側装置に配信され、該局側装置から上記光スプリッタに送信されたマルチキャストデータを受信し、自加入者接続装置に収容された上記端末からの配信要求がなくても該マルチキャストデータの配信状態を監視するマルチキャストモニタと、

マルチキャストデータのマルチキャストグループの識別子と対応付けて、上記マルチキャストモニタにおいて監視した上記マルチキャストデータの配信状態を示す第 1 のテーブルとを有し、

40

上記端末からマルチキャストグループへの参加要求を示す制御メッセージを受信した場合に、上記第 1 のテーブルに基づいて、上記参加要求で指定された上記マルチキャストグループの識別子に対応するマルチキャストデータが、上記他の加入者接続装置からの要求によって上記広域網から上記局側装置に配信中か否かを判定し、上記指定されたマルチキャストデータが上記広域網から上記局側装置に配信中の場合は、上記参加要求を上記局側装置に転送することなく、上記個別の回線を介して受信される上記他の加入者接続装置からの要求によって配信中のマルチキャストデータで、上記参加要求で指定されたマルチキャストデータの上記端末への配信を開始することを特徴とするネットワークシステム。

【請求項 5】

50

前記複数の加入者接続装置が、それぞれ複数の端末と接続され、

上記複数の加入者接続装置のそれぞれが、

前記マルチキャストグループの識別子と対応付けて、自加入者接続装置に接続されている上記複数の端末のうちで該マルチキャストグループに参加中の端末のアドレスを示す第2のテーブルと、

上記端末からマルチキャストグループへの参加要求を受信した場合、上記第2のテーブルに基づいて、上記参加要求の前記局側装置への転送可否を判定する上りフレーム転送制御部と、

上記第2のテーブルに基づいて、前記個別の回線を介して受信したマルチキャストデータの上記端末への配信を制御する下りフレーム転送制御部とを有し、

前記複数の加入者接続装置の上記上りフレーム転送制御部が、

上記第2のテーブルに、上記参加要求で指定されたマルチキャストグループの識別子と対応して、上記複数の端末のうちの別の端末のアドレスが既に登録済みの場合には、該参加要求を前記局側装置に転送することなく廃棄し、

上記第2のテーブルに、上記参加要求で指定されたマルチキャストグループの識別子と対応して、上記複数の端末のうちの別の端末のアドレスが未登録の場合には、前記第1のテーブルに基づいて、上記参加要求の前記局側装置への転送可否を判定することを特徴とする請求項4に記載のネットワークシステム。

【請求項6】

前記複数の加入者接続装置の前記上りフレーム転送制御部が、前記端末から前記マルチキャストグループへの離脱要求を受信した場合、該離脱要求が示すマルチキャストグループの識別子と該端末のアドレスとの対応関係を前記第2のテーブルから削除し、上記第2のテーブルに上記離脱要求が示すマルチキャストグループの識別子と対応して前記複数の端末のうちの別の端末のアドレスが登録されていた場合には、該離脱要求を前記局側装置に転送することなく廃棄することを特徴とする請求項5に記載のネットワークシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ネットワークシステム、特に受動光網（PON：Passive Optical Network）システムに関し、更に詳しくは、PONシステムの加入者接続装置におけるマルチキャスト制御フレームの転送制御およびユーザ端末へのマルチキャストデータの配信制御に関する。

【背景技術】

【0002】

インターネットの利用が普及し、ネットワーク経由で各種の情報サービスが提供されるようになって、通信ネットワークは、社会インフラ（Infrastructure）の重要な地位を占めている。一般家庭や、企業における各事業拠点からのインターネットアクセスの増加に伴って、これらの通信サイトとキャリアネットワークの通信局とを接続するアクセス回線に、更なる高速化と大容量化が必要となってきた。

【0003】

インターネットなどの広域網に接続されるアクセス網の1つとして、複数の加入者端末が光ファイバを共用できる受動光網（PON）システムがある。PONシステムは、それぞれがユーザ宅側に設置され、1台あるいは複数台のユーザ端末を収容する複数の加入者接続装置（ONU：Optical Network Unit）と、これらのONUに光ファイバ網で接続された局側装置（OLT：Optical Line Terminal）とからなる。OLTに接続された光ファイバは、各ONUに接続された支線光ファイバと光スプリッタ（光カプラ）で結合され、光スプリッタとOLTとの間の光伝送路を複数のONU（ユーザ端末）で共用することによって、光ファイバの敷設コストの大幅な削減を可能にしている。

【0004】

PONシステムには、例えば、光ファイバ区間（PON区間）で固定長のATMセルに

10

20

30

40

50

よって情報を伝送する B-PON (Broadband PON)、ギガビットクラスの高速度データ転送を可能にした G-PON (Gigabit-capable PON)、LAN およびメトロネットワークで普及しつつあるイーサネット (登録商標) フレームによる情報伝送に適した GE-PON (Gigabit-Ethernet PON) が知られている。

【0005】

G-PON と GE-PON は、PON 区間での可変長フレームの転送が可能になっており、それぞれ ITU-T および IEEE において標準化と技術検討が行われている。G-PON に関する ITU-T 勧告としては、例えば、非特許文献 1～3 があり、PON 区間でイーサネットフレームに限定されない一般的な可変長のフレームを転送するための伝送フレーム規格として、GEM (G-PON Encapsulation Mode) フレーム規格が定められている。

10

【0006】

PON システムにおいては、OLT から ONU に向かう下りフレームは、スプリッタで複数の支線光ファイバに分岐され、全ての ONU にブロードキャストされる。各 ONU は、受信した PON 伝送フレームのヘッダ (例えば、GEM ヘッダ) が示す宛先識別情報に従って、自局で受信処理すべきフレームか否かを判定する。一方、ONU 側から OLT に向かう上りフレームは、光スプリッタで OLT 側の光ファイバに多重化される。上り方向通信では、上記光ファイバ上でフレームが重なり合うのを防ぐため、各 ONU に、OLT が割当てた送信時間帯でフレームを送信させる TDMA 方式が採用されている。

20

【0007】

上記構成から理解できるように、PON システムは、OLT 側からの送信フレームが全ての ONU にブロードキャストされるため、同一のサービス情報をマルチキャストによって複数のユーザ端末に配信するのに適したアクセス網と言える。このため、例えば、最近注目されている放送／電話／データ通信のトリプルプレイサービス、特に、放送業界のネットワークインフラへの参入に際して、PON システムは、放送番組情報を配信するためのアクセス網として重要な役割を担う。

【0008】

【非特許文献 1】ITU-T G.984.1 「Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General characteristics」

【非特許文献 2】ITU-T G.984.2 「Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification」

30

【非特許文献 3】ITU-T G.984.3 「Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Transmission convergence layer specification」

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

然るに、PON システムでは、一部の光ファイバ区間が複数の ONU で共有されているために、PON 区間で特定 ONU (またはユーザ端末) 宛のフレームが転送されている間は、他の ONU 宛のフレームを転送できない。また、OLT から同一内容のデータフレームが繰り返して送信されると、一般的な通信ノードであるルータやスイッチによって構成されるネットワークに比較して、伝送路の帯域圧迫率が高くなる。

40

【0010】

従って、PON システムでは、光伝送路の帯域を有効に利用したフレーム転送が要求され、例えば、放送番組のように多数のユーザで共有できる情報は、同一内容のフレームを ONU 毎に個別に送信するよりも、複数の ONU 宛にマルチキャストし、一回のフレーム送信で済ませることが望まれる。B-PON および GE-PON において、OLT 側から一つのフレームを複数の ONU 宛にマルチキャスト配信する場合、PON 区間で予め定義された複数 ONU に共通する宛先識別子 (G-PON ではマルチキャストポート ID、GE-PON では論理リンク ID) が、PON 伝送フレームのヘッダに設定される。

【0011】

50

従来、I Pマルチキャストでは、I G M P (Internet Group Management Protocol) や M L D (Multicast Listener Discovery) によって、マルチキャストグループアドレス毎に、マルチキャストサービス情報の配信先が管理されている。例えば、ユーザが、予め配布されている放送番組表に従って鑑賞したいチャンネルを選択し、マルチキャストサーバに選択チャンネルでの情報配信を要求する場合、ユーザ端末からは、選択チャンネルによって決まる特定のマルチキャストグループ I P アドレスを含んだマルチキャスト要求メッセージ (マルチキャストグループ参加要求) が発行される。

【0012】

P O N システムでは、上記マルチキャスト参加要求メッセージが、O N U、P O N 区間光ファイバ網、O L T を介して、広域網内にあるマルチキャストサーバに転送される。O N U に接続された各ユーザ端末は、それぞれのユーザが希望するマルチキャストグループに対して、任意のタイミングで自由に参加要求メッセージを発行できる。ここで、O N U が、制御下にある各ユーザ端末から受信した要求メッセージを次々と P O N 区間に送信すると、既に P O N 区間でデータ配信中のマルチキャストグループに対する重複した参加要求が、繰り返しの O L T に送信され、結果的に P O N 区間の上り方向の通信帯域が無駄に消費されることになる。

同様の問題は、参加要求以外の他のマルチキャスト制御メッセージ、例えば、マルチキャストグループからの離脱要求メッセージや、マルチキャストサーバからの確認メッセージに対してマルチキャスト参加中の各ユーザ端末が発行する応答メッセージの転送においても発生する。

【0013】

本発明の目的は、O N U から P O N 区間への無駄なマルチキャスト制御メッセージの送信を抑制し、P O N 区間の通信帯域を有効に利用できる P O N システムおよび加入者接続装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記目的を達成するため、本発明の1つの特徴は、P O N システムの各加入者接続装置 (O N U) が、制御下にある複数のユーザ端末から送信されたマルチキャスト制御メッセージに関して、フィルタリング機能を備えたことにある。

【0015】

更に詳述すると、本発明による加入者接続装置は、

マルチキャストグループ識別子と、マルチキャストグループに参加中のユーザ端末のアドレスとの対応関係を示すマルチキャストグループ管理テーブルと、

何れかのユーザ端末からマルチキャストグループへの参加要求用の制御メッセージを受信した時、該制御メッセージが示すマルチキャストグループ識別子とユーザ端末アドレスとの対応関係を上記マルチキャストグループ管理テーブルに登録し、該マルチキャストグループ管理テーブルに従って、上記制御メッセージの局側装置への転送要否を判定する上りフレーム転送制御部と、

上記マルチキャストグループ管理テーブルに従って、上記受動光網から受信したマルチキャストデータのユーザ端末への配信を制御する下りフレーム転送制御部とを有し、

上記上りフレーム転送制御部が、マルチキャストグループ参加要求用の新たな制御メッセージを受信した時、該制御メッセージで指定されたマルチキャストグループ識別子と対応して、上記マルチキャストグループ管理テーブルに既に別のユーザ端末アドレスが登録済みの場合に、該制御メッセージを局側装置に転送することなく廃棄する。

【0016】

上記上りフレーム転送制御部は、何れかのユーザ端末からマルチキャストグループ離脱要求用の制御メッセージを受信した時、該制御メッセージが示すマルチキャストグループ識別子とユーザ端末アドレスとの対応関係を前記マルチキャストグループ管理テーブルから削除し、上記マルチキャストグループ管理テーブルに上記制御メッセージが示すマルチキャストグループ識別子と対応して別のユーザ端末アドレスが登録されていた場合、該制

御メッセージを局側装置に転送することなく廃棄する。

【0017】

本発明の1実施例では、上記マルチキャストグループ管理テーブルが、マルチキャストグループ識別子と対応して、マルチキャストデータの送信元装置からの確認メッセージへの応答要否を表す第1フラグ情報を記憶しており、上記上りフレーム転送制御部が、何れかのユーザ端末から上記確認メッセージに対する応答を示す制御メッセージを受信した時、上記制御メッセージが指定するマルチキャストグループ識別子と対応した第1フラグ情報の状態に応じて、該制御メッセージの局側装置への転送要否を判断することの特徴とする。

【0018】

上記第1フラグ情報は、下りフレーム転送制御部によってリセットされ、上りフレーム転送制御部によってセットされる。具体的には、上記下りフレーム転送制御部が、受動光網から確認メッセージを受信した時、該確認メッセージが指定するマルチキャストグループ識別子と対応した第1フラグ情報をリセットしてから、上記マルチキャストグループ管理テーブルに従って上記確認メッセージをユーザ端末に転送する。一方、上記上りフレーム転送制御部は、何れかのユーザ端末から上記確認メッセージに対する応答を示す制御メッセージを受信した時、第1フラグ情報がリセット状態であれば、該制御メッセージを局側装置に転送すると共に、上記第1フラグ情報をセット状態にし、第1フラグ情報が既にセット状態であれば、該制御メッセージを局側装置に転送することなく廃棄する。

【0019】

本発明の別の実施例では、各加入者接続装置が、マルチキャストデータの送信元装置からの確認メッセージへの応答義務の有無を示す第2フラグ情報をメモリに記憶し、上記第2フラグ情報が確認メッセージへの応答義務が無いことを示している間は、上記上りフレーム転送制御部が、ユーザ端末から受信した上記確認メッセージに対する応答を示す制御メッセージを全て廃棄する。上記第2フラグ情報は、例えば、局側装置から発行されるフラグ制御メッセージによって、確認メッセージへの応答義務有りを示す状態に切替えられる。

【0020】

本発明の更に他の実施例では、各加入者接続装置（ONU）が、マルチキャストグループ識別子と対応して、受動光網におけるマルチキャストデータのサービス状態を示すマルチキャストモニタテーブルと、受動光網から受信されるマルチキャストデータを監視し、上記マルチキャストモニタテーブルが示すサービス状態、最も基本的には、フロー受信状況を示すリストを更新するマルチキャストモニタとを有し、何れかのユーザ端末からマルチキャストグループへの参加要求を示す制御メッセージを受信した時、上記マルチキャストモニタテーブルに基づいて、上記制御メッセージで指定されたマルチキャストグループのマルチキャストデータが既にサービス中か否かを判定し、指定されたマルチキャストデータが既にサービス中の場合は、上記制御メッセージを局側装置に転送することなく、該制御メッセージの送信元ユーザ端末にマルチキャストデータの配信を開始する。

【0021】

この場合、上記上りフレーム転送制御部は、上記マルチキャストグループ管理テーブルに、上記制御メッセージで指定されたマルチキャストグループ識別子と対応して既に別のユーザ端末アドレスが登録済みの場合、該制御メッセージを上記局側装置に転送することなく廃棄し、上記マルチキャストグループ管理テーブルに、上記制御メッセージで指定されたマルチキャストグループ識別子と対応する別のユーザ端末アドレスが未登録の場合に、上記マルチキャストモニタテーブルに基づいて、上記制御メッセージの局側装置への転送要否を判定する。

【0022】

前記目的を達成するために、本発明の他の特徴は、それぞれが複数のユーザ端末を収容する複数の加入者接続装置（ONU）と、広域網に接続される局側装置（OLT）とからなるPONシステムにおいて、上記局側装置が、マルチキャストグループ識別子と対応し

10

20

30

40

50

て、マルチキャスト制御メッセージの中継要否判定情報を示す管理テーブルを有し、何れかの加入者接続装置からマルチキャストグループへの参加要求を示す制御メッセージを受信した時、上記管理テーブルに従って該制御メッセージの広域網への転送を制御するようにしたことにある。上記管理テーブルの中継要否判定情報としては、例えば、各加入者接続装置が備えるマルチキャストグループ管理テーブルと同様、マルチキャストグループへの参加要求用の制御メッセージが示すユーザ端末アドレスが記憶される。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、各加入者接続装置（ONU）からPON区間に転送されるマルチキャスト制御フレームの数を減らすことによって、PON区間の通信帯域を有効に利用した通信が可能となる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

図1は、本発明が適用されるPONシステムの構成図を示す。

PONシステムは、局側装置（OLT）10と、複数の加入者接続装置（ONU）20（20-1～20-k）と、これらの要素を接続するPON区間の光ファイバ網とからなる。PON区間の光ファイバ網は、OLT10に接続された光ファイバ11と、各ONU20-iに接続された支線光ファイバ12-i（ $i=1\sim k$ ）とからなり、支線光ファイバ12-iは、光スプリッタ（光カプラ）13によって光ファイバ11から分岐されている。OLT10は、通常、キャリアやISP（Internet Service Provider）の所有するユーザ回線収容局に設置され、ONU20-i（ $i=1\sim k$ ）は、オフィスやマンション等のビル、またユーザ宅に設置される。以下の実施例では、PON区間の通信プロトコルとしてG-PON（Gigabit-capable PON）を適用した場合について説明するが、本発明は、PON区間に他の通信プロトコル、例えば、GE-PON（Gigabit-Ethernet PON）を適用した場合にも有効となる。

20

【0025】

ONU20-iは、それぞれ複数のユーザ接続回線 L_{ij} （ $j=1\sim m$ ）を介して複数のユーザ端末TEを収容している。ユーザ端末は、例えば、TE-111、TE-112（TE-k11、TE-k12）に示すように、宅内ルータまたは宅内スイッチ30-1（30-k）を介して、ONU20-1（ONU20-k）に接続される場合と、例えば、TE-21、TE-2m（TE-km）に示すように、ONU20-2（ONU20-k）に直接的に接続される場合とがある。

30

【0026】

NWは、複数のルータ40（40-1～40-n）からなる広域ネットワーク（ISP網を含む）を示す。PONシステムに接続された各ユーザ端末TEは、ONU20-i、OLT10、ルータ40-1を介して、広域ネットワークNWに接続されたサーバ50（50-1、50-2）と通信する。

【0027】

図1では簡単化のために、サーバ50-1、50-2がルータ40-1に直接接続されているが、実際のネットワークでは、これらのサーバ50-1、50-2とルータ40-1との間には、更に別のルータが存在し得る。また、ネットワークNWには、サーバ50-1、50-2の他に、各ユーザ端末からアクセス可能な多数のサーバが存在しているが、図1では省略されている。以下の説明では、サーバ50-1が、放送番組のマルチキャストサービスを提供し、サーバ50-2が、マルチキャスト以外の情報サービスを提供するものと仮定する。

40

【0028】

OLT10は、ルータ40-1経由で通信回線L1から、例えば、サーバ50-2がユーザ端末TE-111宛に送信したフレームを受信すると、この受信フレームをPON区間に固有の伝送レイヤプロトコルに従ったフレームフォーマット（G-PONの場合はGEMフレーム）に変換して、光ファイバ11に送信する。PON区間では、OLT10が

50

光ファイバ11に送信した下りフレームは、スプリッタ13で支線光ファイバ12-1～12-kに分岐され、全てのONU20-1～20-kにブロードキャストされる。

【0029】

各ONU20-iには、PON内で固有のポートIDが割り当てられている。各ONUは、受信フレームのヘッダ部（G-PONではGEMヘッダ）が示す宛先識別情報（ポートID）を参照し、宛先識別情報が自ポートIDと一致したフレーム、または宛先識別情報がマルチキャストポートIDを示すフレームを受信処理し、それ以外の受信フレームは廃棄する。ユーザ端末TE-111宛のフレームを含むGEMフレームには、ONU20-1に固有のポートIDを含むGEMヘッダが付されている。従って、ONU20-1だけが、このGEMフレームを受信処理する。ONU20-1は、GEMフレームからGEMヘッダを外し、受信フレームのヘッダが示す宛先情報に従って、受信フレームをユーザ端末TE-111との接続回線L11に転送する。

10

【0030】

一方、ONU20-1～20-kからネットワークNWに向かう上りフレームは、光ファイバ11上での衝突を回避するため、OLT10が予め各ONUに割り当てた個別の送信時間帯を利用して送信され、光ファイバ11上で時分割多重された状態でOLT10に到達する。OLT10は、必要に応じてフォーマット変換した後、光ファイバ11から受信した上りフレームをルータ40-1に転送する。

【0031】

図2は、ユーザ端末とONUとの間、OLT10とルータ40-1との間の通信プロトコルがイーサネットの場合に、OLT10がルータ40-1から受信する下り通信フレームF1のフォーマットを示す。

20

【0032】

ルータ40-1からの受信フレームF1は、IPパケット60とL2ヘッダ63とからなる。IPパケット60は、IPヘッダ61とIPペイロード62とからなる。IPヘッダ61には、送信元IPアドレス（SA）611、宛先IPアドレス（DA）612、その他のヘッダ情報が含まれる。ここで、IPヘッダの送信元IPアドレス（SA）611は、IPパケットの送信元、例えば、サーバ50-2のIPアドレスを示し、宛先IPアドレス（DA）612は、IPパケットの宛先となるユーザ端末のIPアドレスを示す。

【0033】

本実施例の場合、L2ヘッダ63は、イーサネットヘッダであり、宛先MACアドレス（DMAC）631と、送信元MACアドレス（SMAC）632と、プロトコルタイプ634と、その他のヘッダ項目635を含む。L2ヘッダに続くパケットの種別を示すプロトコルタイプ634には、本実施例の場合、IPパケットであることを示す値が設定されている。また、DMAC631は、イーサネットフレームの宛先となるユーザ端末のMACアドレスを示し、SMACは、イーサネットフレームの送信元となるルータ40-1のMACアドレスを示している。通信の安全性を高めるために、ユーザ端末が、ルータ40-1との間に形成されたVLAN（Virtual LAN）を利用してフレームを送受信する場合、L2ヘッダ63にはVLAN識別子（VID）633が含まれる。

30

【0034】

図2で70は、PON区間の下りGEMフレームのフォーマットを示す。

40

GEMフレーム70は、5バイトのGEMヘッダ71と、可変長のGEMペイロード72とからなる。PON区間の下りフレームは、GEMヘッダ71に含まれるポートIDに従って受信制御が行われる。OLT10は、GEMペイロード72に、ルータ40-1からの受信フレームF1を設定し、GEMヘッダ71に、受信フレームF1を受信すべきONUを指定するためのポートIDを設定している。また、ルータ40-1からの受信フレームF1が、サーバ50-1が送信したマルチキャストフレームの場合、OLT10は、GEMペイロード72に、ルータ40-1からの受信フレームF1を設定し、GEMヘッダ71に、予め決められたマルチキャスト用のポートIDを設定している。

【0035】

50

図3は、OLT10から光ファイバ11に送信されるGTC (G-PON Transmission Convergence) ダウンストリームフレーム80のフォーマットを示す。

GTCダウンストリームフレーム80は、ヘッダとなるPCBd (Physical Control Block downstream) 81と、GTCペイロード82とからなり、2,48832Gbit/sの場合、全長が38880バイトとなっている。図2で説明したGEMフレームは、図3にGEM(1)、GEM(2)で示すように、GTCペイロード82にマッピングされる。OLT10からONU20-1~20-kに通知する帯域制御単位(TCONT)の個数をNとすると、PCBd領域の長さは「30+8×N」バイトとなり、GTCペイロード82の長さは、「38880-PCBd長」となる。

【0036】

図4は、IPペイロード62に、ユーザ端末が発行したIGMPのマルチキャストグループ参加要求メッセージを含むイーサネットフレームのフォーマットを示す。

IGMPメッセージは、プロトコルバージョン・フィールド621、メッセージタイプ・フィールド622、予備(リザーブ)フィールド623、チェックサム・フィールド624と、マルチキャストグループIPアドレス・フィールド625からなる。

【0037】

L2ヘッダ63の宛先MACアドレスDMAC631には、ルータ40-1のアドレスが設定され、送信元MACアドレスSMAC632には、要求元のユーザ端末のMACアドレスが設定されている。また、IPヘッダ61の送信元IPアドレス611には、要求元のユーザ端末のIPアドレスが設定され、宛先IPアドレス612は、メッセージタイプ622によって異なるアドレス値が設定される。

【0038】

上記フレームフォーマットは、IGMPの他の制御メッセージにも適用される。例えば、IPペイロード62に、ユーザ端末が発行したマルチキャストグループ参加要求メッセージ(Request)、または後述する確認メッセージ(Query)に対する応答メッセージ(Report)を含む場合は、宛先IPアドレス612として、マルチキャストグループIPアドレスの値が設定される。IPペイロード62に、サーバが発行した確認メッセージ(Query)を含む場合、またはユーザ端末が発行したマルチキャストグループ離脱メッセージ(DoneまたはLeave)を含む場合は、それぞれ予め決められたIPアドレスの値が設定される。

【0039】

図5は、本発明によるONU20-iの1実施例を示す構成図である。

ONU20-iは、ONU制御部200と、支線光ファイバ12-iに接続された光送受信部201と、それぞれユーザ端末接続回線Li1~Limに接続された複数の回線インタフェース202-1~202-mと、これらの回線インタフェースに接続された下り送信制御部219および上り受信制御部220と、光送受信部201と下り送信制御部219との間に設けられた下り信号処理回路と、光送受信部201と上り受信制御部220との間に設けられた上り信号処理回路とからなる。

【0040】

下り信号処理回路は、光送受信部201で受信した光信号を電気信号に変換する光電気(O/E)変換部210と、O/E変換部210からの出力信号に基づいてGTCフレームを終端し、GTCペイロードから抽出されたGEMフレームを次々と出力するTCフレーム終端部211と、GEMフレームを一時的に蓄積する下りフレームバッファ212と、後述するように下りフレームバッファ212から読み出したGEMフレームを解析し、GEMフレームから抽出したイーサネットフレームを、内部ヘッダ付きのフレーム形式で、下り送信制御部219に出力する下りフレーム処理部213とからなる。

【0041】

下りフレーム処理部213は、下り送信制御部219と連携して下りフレーム転送制御部として機能する。下りフレーム処理部213の詳細動作については、後で図12を参照して詳述する。下り送信制御部219は、下りフレーム処理部213からフレームを受信

10

20

30

40

50

すると、受信フレームの内部ヘッダが示す回線番号 Nij に従ってフレーム転送先となる少なくとも1つの接続回線 Lij を特定し、この特定回線と対応する回線インタフェース $202-j$ に、内部ヘッダを除去した下りイーサネットフレームを転送する。

【0042】

一方、上り信号処理回路は、上り受信制御部220が回線インターフェース $202-1$ ~ $202-m$ から受信した上り送信フレームを一時的に蓄積する上りフレームバッファ221と、上りフレームバッファ221から送信フレームを読み出し、ヘッダ情報を解析した上で、PON区間の上りフレームとして出力する上りフレーム処理部222と、上りフレーム処理部222から出力された送信フレームをONU制御部200が指定した送信時間帯で送信する上り送信制御部223と、上り送信制御部223からの出力信号を光信号に変換して、光送受信部201に出力する電気光(E/O)変換部224とからなる。

10

【0043】

上りフレーム処理部222は、ONU制御部200と連携して上りフレーム転送制御部として機能する。上りフレーム処理部222は、送信フレームのヘッダ情報からフレーム種別を判定し、後述するマルチキャストグループ管理テーブル260を参照して、PON区間へのフレーム転送要否を判定する。転送要と判断された送信フレームは、GEMフレームに変換して、上り送信制御部223に出力される。本発明の特徴は、図11を参照して後述するように、上りフレーム処理部222が、IGMPメッセージを選択的に廃棄するようにした点にある。

【0044】

20

上りフレーム処理部222は、送信フレームが予め指定された種類の制御フレーム、例えば、IGMPメッセージフレームや、IPアドレスと対応するMACアドレスを問い合わせるためのARPパケットフレームの場合、送信フレームのコピーをONU制御部200に通知する。

【0045】

ONU制御部200は、マルチキャストモニタテーブル230、内部ルーティングテーブル240、ARPテーブル250、マルチキャストグループ管理テーブル260等が形成されるメモリを備える。このメモリには、上記テーブル以外のデータの格納にも利用される。マルチキャストモニタテーブル230は、本発明の第2実施例に係るテーブルであり、本実施例では省略できる。

30

【0046】

内部ルーティングテーブル240は、図6に示すように、このONU $20-i$ に収容されたユーザ端末の宛先MACアドレス(DMAC)241と、ユーザ端末が接続された回線番号242との対応関係を示す複数のテーブルエントリと、マルチキャスト用のテーブルエントリとからなる。マルチキャスト用のテーブルエントリには、マルチキャストMACアドレス241と対応する回線番号242として、全ての回線番号を指定するマルチキャスト番号が設定されている。内部ルーティングテーブル240は、下りフレーム処理部213が、フレーム転送先となる回線番号を特定し、下りフレームに付すべき内部ヘッダ64を生成するために参照する。

【0047】

40

ARPテーブル250は、図7に示すように、IPアドレス251と、MACアドレス252との対応関係を示す複数のテーブルエントリからなる。ARPテーブル250のテーブルエントリは、ユーザ端末が、例えば、DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)やRADIOUS(Remote Authentication Dial In User Service)に従って、IPアドレスを取得した後、同一IPアドレスが他のユーザ端末に重複して割り当てられているか否かを確認するためにARPパケットフレームを送信した時、ONU制御部200のSnooping機能が、上記ARPパケットの内容に基づいて生成する。

【0048】

マルチキャストグループ管理テーブル260は、図8に示すように、マルチキャストグループIPアドレス(マルチキャストグループ識別子)261と、マルチキャストグルー

50

プ参加ユーザ端末のIPアドレス（参加ユーザIPアドレス）262と、VLAN識別子（VID）263と、タイムリミット264と、レポートフラグ265との対応関係を示す複数のテーブルエントリからなる。

【0049】

但し、VID263は、ユーザ端末がVLANを利用して通信する場合に必要な情報であり、マルチキャストグループ管理テーブル260に必須の情報項目ではない。タイムリミット264は、無用となったテーブルエントリを自動的に削除する際に利用され、レポートフラグ265は、OLT10へのReportメッセージの転送要否を判断するために利用される。

【0050】

10

マルチキャストグループ管理テーブル260のテーブルエントリは、ユーザ端末が、IGMPに従って、サーバにマルチキャストグループへの参加要求メッセージを送信した時、ONU制御部200のSnooping機能が、上記参加要求メッセージの内容に基づいて生成する。マルチキャストグループ管理テーブル260は、後述するように、IGMPメッセージフレームのOLTへの転送要否を判定するために、上りフレーム処理部222によって参照される。下りフレーム処理部213も、下りマルチキャストフレームのユーザ端末への転送要否を判定するために、このテーブルを参照する。

【0051】

図10は、本発明によるIGMPメッセージとマルチキャストデータの転送制御の第1実施例を示すシーケンス図である。ここでは、ONU20-1に着目して、本実施例の特徴を説明する。

20

【0052】

制御下にある複数のユーザ端末、例えば、TE-111とTE-12から、同一のマルチキャストグループへの参加要求メッセージ（マルチキャストRequest）を受信した場合（SQ1-1、SQ1-2）、ONU20-1は、最初の要求メッセージをOLT10に転送し（SQ2）、後で受信した要求メッセージは廃棄する（S10）。OLT10は、ONU20-1から受信した要求メッセージをサーバ50-1に転送する（SQ3）。

【0053】

受信した要求メッセージをOLT10に転送するか廃棄するかの判断は、図8に示したマルチキャストグループ管理テーブル260に基づいて行われる。マルチキャストグループ管理テーブル260には、要求メッセージの受信の都度、受信メッセージが示すマルチキャストグループIPアドレスと対応して、参加ユーザのIPアドレスを示す新たなテーブルエントリが登録され、同一のマルチキャストグループIPアドレスに、既に他のユーザのIPアドレスが登録済みの場合は、その後に受信した要求メッセージがすべて廃棄される。ユーザ端末TE-12から受信した要求メッセージは、このような理由で廃棄されている。

30

【0054】

サーバ50-1は、上記参加要求メッセージに応答して、OLT10へのマルチキャストデータの送信（SQ10）を開始する。上記マルチキャストデータは、OLT10によってPON区間に転送される（SQ11）。ONU20-1は、上記マルチキャストデータを受信すると、マルチキャストグループ管理テーブル260が示す参加ユーザIPアドレス262に従って、ユーザ端末TE-111とTE-12に転送する（SQ12）。

40

【0055】

サーバ50-1は、下流側でのマルチキャストデータの受信状況を確認するため、OLT10に定期的にIGMPの確認メッセージG-Query（General Query）を送信する（SQ20）。OLT10は、上記確認メッセージをPON区間に転送する（SQ21）。ONU20-1は、上記確認メッセージを受信すると、マルチキャストグループ管理テーブル260が示す参加ユーザIPアドレス262に従って、ユーザ端末TE-111とTE-12に転送する（SQ22）。

【0056】

50

マルチキャストデータを受信中のユーザ端末TE-111とTE-12は、上記確認メッセージを受信すると、それぞれマルチキャストデータの受信を継続するための応答メッセージ(Report)を返送する(SQ23-1、SQ23-2)。本実施例では、ONU20-1は、最初に受信した応答メッセージのみをOLT10に転送し(SQ24)、後で受信した応答メッセージは廃棄する(S20)。ONU20-1から送信された応答メッセージは、OLT10によってサーバ50-1に転送される(SQ25)。

【0057】

上記応答メッセージの転送/廃棄の判断も、図8に示したマルチキャストグループ管理テーブル260に基づいて行われる。この場合、レポートフラグ265が利用される。ONU20-1は、OLT10から確認メッセージ(G-Query)を受信した時、この確認メッセージが示すマルチキャストグループIPアドレスと対応するレポートフラグ265をリセット(“0”状態)しておき、最初の応答メッセージを受信した時、上記レポートフラグ265をセットする(“1”状態)。ONU20-1は、応答メッセージの受信の都度、レポートフラグを参照し、リセット状態であれば、応答メッセージをOLT10に転送し、セット状態であれば、応答メッセージを廃棄することによって、OLTへの重複した応答メッセージの送信を回避する。

【0058】

各ユーザ端末は、マルチキャストデータの受信を終了する時、マルチキャストグループ離脱要求メッセージ(LeaveまたはDoneメッセージ。以下、Doneメッセージと言う)を発行する。ユーザ端末TE-12からDoneメッセージを受信すると(SQ30-1)、ONU20-1は、マルチキャストグループ管理テーブル260を参照する。ユーザ端末TE-12以外にマルチキャストデータを受信中のユーザ端末が存在していることを判ると、ONU20-1は、受信したDoneメッセージを廃棄し(S30)、送信元のユーザ端末TE-12に対して、離脱確認のために、ONU側でのローカルな確認メッセージS-Query(Specific Query)を送信する(SQ31-1)。

【0059】

ONU20-1は、後で詳述するように、ユーザ端末からDoneメッセージを受信すると、マルチキャストグループ管理テーブル260におけるDoneメッセージの送信元ユーザ端末と対応するテーブルエントリのタイムリミット264を短縮しておき、タイムリミット264に達した時点で、上記S-Queryメッセージを発行する。所定時間内に上記S-Queryメッセージに対する応答を受信できなければ、ONU20-1は、マルチキャストグループ管理テーブル260から、ユーザ端末TE-12と対応するテーブルエントリを削除する。

【0060】

ユーザ端末TE-111からDoneメッセージを受信(SQ30-2)した時も、ONU20-1は、マルチキャストグループ管理テーブル260を参照する。この場合、ユーザ端末TE-111以外には、マルチキャストデータを受信中のユーザ端末が存在しないことが判るため、ONU20-1は、上記DoneメッセージをOLT10に転送し(SQ32)、送信元のユーザ端末TE-12に対して、離脱確認のためのローカルな確認メッセージ(S-Query)を送信する(SQ31-2)。上記Doneメッセージは、OLT10によってサーバ50-1に転送される(SQ33)。ユーザ端末TE-111のテーブルエントリも、所定時間内に上記S-Queryメッセージに対する応答メッセージが無ければ、マルチキャストグループ管理テーブル260から削除される。

【0061】

上記通信シーケンスから明らかなように、本実施例によれば、ONU20からONT10への重複したIGMPメッセージの送信が抑制されているため、各ONUがPON区間の上り通信帯域を有効に利用できる。また、OLT10とサーバ50-1も、下流側からのIGMPメッセージの受信回数が少なくなるため、IGMPメッセージの受信処理の負荷を軽減できる。

【0062】

10

20

30

40

50

図 1 1 は、ONU の上りフレーム処理部 2 2 2 の動作を示すフローチャートである。

ONU の上りフレーム処理部 2 2 2 は、上り受信バッファ 2 2 1 から上りフレームを読み出し（ステップ 3 0 1）、受信フレームが I G M P メッセージフレームか否かを判定する（3 0 2）。受信フレームが I G M P メッセージフレームでなければ、上りフレーム処理部 2 2 2 は、このフレームを上り送信制御部 2 2 3 に転送して（3 1 5）、上り受信バッファ 2 2 1 から次の上りフレームを読み出す（3 0 1）。受信フレームが I G M P メッセージフレームの場合、上りフレーム処理部 2 2 2 は、メッセージタイプに応じた処理を実行する。

【0 0 6 3】

受信フレームが Request メッセージを含む場合（3 1 0）、上りフレーム処理部 2 2 2 は、マルチキャストグループ管理テーブル 2 6 0 を参照し、Request メッセージが示すマルチキャストグループ I P アドレス 6 2 5 と同じマルチキャストグループに、既に他の参加ユーザ I P アドレス 2 6 2 が登録済みか否かを判定する（3 1 1）。もし、参加ユーザ I P アドレス 2 6 2 が登録されていなければ、上りフレーム処理部 2 2 2 は、受信フレーム（Request メッセージ）のコピーを ONU 制御部 2 0 0 に出力し（3 1 4）、受信フレームを上り送信制御部 2 2 3 に転送して（3 1 5）、上り受信バッファ 2 2 1 から次の上りフレームを読み出す（3 0 1）。

【0 0 6 4】

他の参加ユーザ I P アドレス 2 6 2 が登録済みの場合、上りフレーム処理部 2 2 2 は、受信フレーム（Request メッセージ）のコピーを ONU 制御部 2 0 0 に出力し（3 3 3）、受信フレームを廃棄して（3 3 4）、上り受信バッファ 2 2 1 から次の上りフレームを読み出す（3 0 1）。この場合、受信フレームを廃棄する代わりに、ステップ 3 3 3 で、受信フレームそのものを ONU 制御部 2 0 0 に出力してもよい。

【0 0 6 5】

受信フレームが Done メッセージを含む場合（3 2 0）、上りフレーム処理部 2 2 2 は、マルチキャストグループ管理テーブル 2 6 0 を参照し、Done メッセージが示すマルチキャストグループ I P アドレス 6 2 5 と同じマルチキャストグループに、他の参加ユーザ I P アドレス 2 6 2 が登録されているか否かを判定する（3 2 1）。もし、他の参加ユーザ I P アドレス 2 6 2 が登録されていなければ、上りフレーム処理部 2 2 2 は、受信フレーム（Done メッセージ）のコピーを ONU 制御部 2 0 0 に出力し（3 1 4）、受信フレームを上り送信制御部 2 2 3 に転送して（3 1 5）、上り受信バッファ 2 2 1 から次の上りフレームを読み出す（3 0 1）。

【0 0 6 6】

他の参加ユーザ I P アドレス 2 6 2 が登録されていた場合、上りフレーム処理部 2 2 2 は、受信フレーム（Done メッセージ）のコピーを ONU 制御部 2 0 0 に出力し（3 3 3）、受信フレームを廃棄して（3 3 4）、上り受信バッファ 2 2 1 から次の上りフレームを読み出す（3 0 1）。この場合も、受信フレームを廃棄する代わりに、ステップ 3 3 3 で、受信フレームそのものを ONU 制御部 2 0 0 に出力してもよい。

【0 0 6 7】

受信フレームが Report メッセージを含む場合（3 3 0）、上りフレーム処理部 2 2 2 は、マルチキャストグループ管理テーブル 2 6 0 を参照し、Report メッセージが示すマルチキャストグループ I P アドレス 6 2 5 と対応するレポートフラグの状態を判定する（3 3 1）。もし、レポートフラグがリセット状態であれば、上りフレーム処理部 2 2 2 は、レポートフラグをセット（3 3 2）した後、受信フレーム（Report メッセージ）のコピーを ONU 制御部 2 0 0 に出力し（3 1 4）、受信フレームを上り送信制御部 2 2 3 に転送して（3 1 5）、上り受信バッファ 2 2 1 から次の上りフレームを読み出す（3 0 1）。レポートフラグが既にセット状態であれば、上りフレーム処理部 2 2 2 は、受信フレーム（Report メッセージ）のコピーを ONU 制御部 2 0 0 に出力し（3 3 3）、受信フレームを廃棄して（3 3 4）、上り受信バッファ 2 2 1 から次の上りフレームを読み出す（3 0 1）。この場合も、受信フレームを廃棄する代わりに、ステップ 3 3 3 で、受信フレーム

そのものをONU制御部200に出力してもよい。

【0068】

受信フレームが、上述したRequest、Done、Report以外のメッセージを含む場合、上りフレーム処理部222は、受信フレームを上り送信制御部223に転送して(315)、上り受信バッファ221から次の上りフレームを読み出す(301)。

ONU制御部200のSnooping機能は、上りフレーム処理部222から受信したIGMPメッセージフレームと、後述する下りフレーム処理部213から受信したIGMPメッセージフレームのメッセージタイプに応じて、マルチキャストグループ管理テーブル260を更新する。

【0069】

受信フレームがRequestメッセージフレームの場合、Snooping機能は、受信フレームのマルチキャストグループIPアドレス625と送信元IPアドレスをそれぞれマルチキャストグループIPアドレス261、参加ユーザIPアドレス262とする新たなテーブルエントリを生成し、マルチキャストグループ管理テーブル260に追加する。

【0070】

この時、上記テーブルエントリのタイムリミット264には、現在時刻に所定値、例えば、255秒を加えた値が設定される。但し、タイムリミットを設ける代わりに、テーブルエントリ毎にタイマを用意し、このタイマが255秒後にタイマ割り込みを発生するようにしてもよい。受信フレームのL2ヘッダがVLAN識別子(VID)を含んでいた場合、L2ヘッダから抽出されたVIDの値が、上記テーブルエントリにVID263として設定される。

【0071】

受信フレームがDoneメッセージフレームの場合、Snooping機能は、マルチキャストグループ管理テーブル260において、受信フレームのマルチキャストグループIPアドレス625、送信元IPアドレスと対応するテーブルエントリのタイムリミット264に短いリミット時刻、例えば、1秒後の時刻を設定しておき、図13で後述するマルチキャストテーブルエントリの削除ルーチンに従って、タイムリミットに達した時点で不要テーブルエントリの削除処理を実行する。

【0072】

図12は、ONUの下りフレーム処理部213の動作を示すフローチャートである。

下りフレーム処理部213は、下りフレームバッファ212からGEMフレームを読み出し(401)、GEMヘッダ71に含まれるポートIDと自ポートIDとを比較する(402)。ポートIDが一致していれば、GEMフレームは、広域ネットワークの何れかのサーバ、例えば、サーバ50-2から送信されたユニキャストデータフレーム、またはOLT10から送信されたPON制御フレームを含んでいる。この場合、下りフレーム処理部213は、GEMフレームからGEMヘッダ71を除去し(403)、GEMペイロード72に含まれる受信フレームの種別を判定する(404)。

【0073】

受信フレームがPON制御フレームの場合、下りフレーム処理部213は、受信フレームをONU制御部200に転送(405)した後、下りフレームバッファ212から次のGEMフレームを読み出す(401)。

受信フレームがユニキャストデータフレームの場合、下りフレーム処理部213は、内部ルーティングテーブル240から、受信フレームのL2ヘッダが示すDMAC631と対応する回線番号242を検索し、この回線番号を含む内部ヘッダを受信フレームに付加して(419)、受信フレームを下り送信制御部219に転送する(420)。この後、下りフレーム処理部213は、下りフレームバッファ212から次のGEMフレームを読み出す(401)。

【0074】

GEMヘッダ71に含まれるポートIDが、自ポートIDと一致しなかった場合、下りフレーム処理部213は、GEMヘッダ71のポートIDがマルチキャストポートIDか

10

20

30

40

50

否かを判定する（４１０）。マルチキャストポートＩＤでなければ、ＧＥＭフレームを廃棄して（４２１）、ステップ４０１で、下りフレームバッファ２１２から次のＧＥＭフレームを読み出す。

【００７５】

ＧＥＭヘッダ７１のポートＩＤがマルチキャストポートＩＤの場合、すなわち、ＧＥＭフレームがマルチキャストデータ用のＩＰパケットまたはＧ-Queryメッセージを含んでいた場合、各ＯＮＵでは、受信フレームが、自分の配下にあるユーザ端末に関係なければ、受信フレームを廃棄することが望まれる。そこで、下りフレーム処理部２１３は、マルチキャストグループ管理テーブル２６０から、マルチキャストデータパケットの宛先ＩＰアドレス（マルチキャストグループＩＰアドレス）、またはＧ-Queryメッセージが示すマルチキャストグループＩＰアドレスと対応したテーブルエントリを検索する（４１３）。 10

【００７６】

検索の結果（４１４）、マルチキャストグループ管理テーブル２６０に受信メッセージのマルチキャストグループＩＰアドレスをもつテーブルエントリが未登録の場合、下りフレーム処理部２１３は、受信したＧＥＭフレームを廃棄して（４２１）、ステップ４０１で、下りフレームバッファ２１２から次のＧＥＭフレームを読み出す。

【００７７】

マルチキャストグループ管理テーブル２６０に受信メッセージと対応するテーブルエントリが登録済みの場合、下りフレーム処理部２１３は、ＧＥＭフレームからＧＥＭヘッダを除去し（４１５）、もし、受信フレームがＧ-Queryメッセージ用のものであれば（４１ 20
６）、上記テーブルエントリのレポートフラグ２６５をリセットする（４１７）。この後、下りフレーム処理部２１３は、内部ルーティングテーブル２４０を参照して、受信フレームに付すべき内部ヘッダを生成し（４１９）、内部ヘッダが付されたマルチキャストフレームを下り送信制御部２１９に転送し（４２０）、下りフレームバッファ２１２から次のＧＥＭフレームを読み出す（４０１）。ステップ４１８については、後述する。

【００７８】

下り送信制御部２１９は、下りフレーム処理部２１３からイーサネットフレームを受信すると、内部ヘッダを除去し、内部ヘッダが示す回線番号で特定された回線インタフェース２０２に受信フレームを転送する。もし、マルチキャストフレームの内部ヘッダに、マルチキャスト用の番号が設定されていれば、受信フレームは、全ての回線インタフェースに転送される。この場合、マルチキャストフレームは、これを受信すべきユーザ端末が 30
接続された回線以外の回線にも送信されるため、マルチキャストグループに参加していないユーザ端末にも配信されることになる。

【００７９】

マルチキャストフレームの送出先をマルチキャストグループに参加しているユーザ端末が接続された特定の回線に限定するためには、ＡＲＰテーブル２５０を利用すればよい。

例えば、図１２に破線ステップで示すように、下りフレーム処理部２１９が、マルチキャストグループ管理テーブル２６０から検索された参加ユーザＩＰアドレス２６２に基づいて、ＡＲＰテーブル２５０からＭＡＣアドレス２５２を検索し（４１８）、内部ルーチングテーブル２４０から、上記ＭＡＣアドレスと対応する回線番号２４２を検索して、マル 40
チキャストフレームに付すべき内部ヘッダを生成する（４１９）ようにすればよい。

【００８０】

マルチキャストグループ管理テーブル２６０に、１つのマルチキャストグループＩＰアドレス２６１と対応して、複数の参加ユーザＩＰアドレスが登録されていた場合、下りフレーム処理部２１３は、内部ルーチングテーブル２４０から複数の回線番号を検索し、これら複数の回線番号を含む内部ヘッダを生成することになる。このように、マルチキャストフレームの転送先となる回線を内部ヘッダで限定しておくことによって、下り送信制御部２１９に、受信フレームを特定の回線インタフェース２０２に選択的に転送させることが可能となる。但し、この場合でも、マルチキャストフレームが送出された回線に、宅内 50
ルータ３０を介して複数のユーザ端末が接続されていれば、マルチキャスト要求元でない

ユーザ端末にも、マルチキャストフレームが転送される可能性がある。

【0081】

通信の安全性を高めるために、ユーザ端末とルータ40-1とが、VLANを利用してイーサネットフレームを通信するネットワーク構成の場合、VIDを利用することによって、同一フレームが複数のユーザ接続回線にマルチキャストされた場合でも、VIDで特定されたユーザ端末にのみフレームを受信させることが可能となる。

【0082】

図13は、タイムリミットに達した時、ONU制御部200が実行するマルチキャストテーブルエントリの削除処理ルーチンのフローチャートを示す。

マルチキャストグループ管理テーブル260の何れかのテーブルエントリで、タイムリミット264を経過すると、ONU制御部200は、上記テーブルエントリが示す参加ユーザIPアドレスを宛先IPアドレスとして、離脱確認のためのローカルなメッセージ（S-Queryメッセージ）を生成し（501）、これを下りフレーム処理部213に出力する（502）。下りフレーム処理部213は、上記S-Queryメッセージに、ARPテーブル250とルーティングテーブル240によって特定される参加ユーザIPアドレスと対応した回線番号を示す内部ヘッダを付加して、下り送信制御部219に転送する。

【0083】

ONU制御部200は、上記S-Queryメッセージを受信したユーザ端末からの応答メッセージ（Report）を待ち（503）、所定時間内にReportメッセージを受信されなければ、時間切れとなったテーブルエントリをマルチキャストグループ管理テーブル260から削除する（504）。もし、上記ユーザ端末から所定時間内にReportメッセージを受信した場合、上記テーブルエントリのタイムリミット264を現在時刻の255秒後の値にリセットする（505）。

【0084】

上記実施例では、上りフレーム処理部222から受け取ったマルチキャスト制御メッセージ（IGMPメッセージ）に基づいて、ONU制御部200が、マルチキャストグループ管理テーブル260のテーブルエントリの登録／削除を行っているが、テーブルエントリの登録／削除は、上りフレーム処理部222が単独で行うようにしてもよい。

【0085】

図14は、本発明によるIGMPメッセージとマルチキャストデータの転送制御の第2の実施例を示すシーケンス図である。ここでは、ONU20-2に着目して、第2実施例の特徴を説明する。

第2実施例の特徴は、ユーザ端末が自由に鑑賞できるマルチキャストデータについては、他のONUからの要求によって既にPON区間に配信中であれば、各ONUが、制御下にあるユーザ端末から受信した新たなマルチキャストグループ参加要求に応答して、サーバにRequestを送信することなく、直ちに要求元ユーザ端末へのマルチキャストデータの転送動作を開始できるようにした点にある。

【0086】

第2実施例では、各ONU20は、図9に示すマルチキャストモニタテーブル230を利用して、マルチキャストグループへの参加要求メッセージ（Requestメッセージ）のOLT10への転送を制御する。

【0087】

マルチキャストモニタテーブル230は、ユーザ端末が無償で自由に鑑賞できるマルチキャスト番組のマルチキャストグループIPアドレス231を示す複数のテーブルエントリからなる。また、各テーブルエントリは、マルチキャストグループIPアドレス231をもつマルチキャストデータがPON区間に送信中か否かを示すサービス状態情報として、タイムスタンプ232を含んでいる。ONUは、マルチキャストデータの受信の都度、タイムスタンプ232を現在の時刻に更新する。

【0088】

図14は、ONU20-1が、ユーザ端末TE-111とTE-12に、マルチキャスト

10

20

30

40

50

トデータの中継中（SQ10～SQ12）の状態を示す。マルチキャストデータフレームは、OLT10に接続された全てのONUにブロードキャストされているため、ONU20-2も、現在、PON区間にブロードキャストされているマルチキャストデータのグループIPアドレスを監視することができる（S01）。ONU20-2は、OLT10がPON区間に転送したマルチキャストデータフレームを受信すると（SQ11）、受信フレームが示すマルチキャストグループIPアドレスをマルチキャストモニタテーブル230と照合し、該当するテーブルエントリが在れば、そのタイムスタンプ232の値を更新する。

【0089】

ここで、ONU20-2に接続されたユーザ端末TE-21から、マルチキャストグループへの参加要求（Requestメッセージ）が発行されたと仮定する（SQ1(2-1)）。本実施例では、上記Requestメッセージを受信したONU20-2が、マルチキャストモニタテーブル230を参照し、受信メッセージが示すマルチキャストグループIPアドレスと対応するテーブルエントリのサービス状態情報（タイムスタンプ）232から、ユーザ端末TE-21が要求したマルチキャスト番組のデータがPON区間に現在配信サービス中か否かを判定する（S02）。

【0090】

目的のマルチキャストデータが現在配信サービス中か否かは、該当するテーブルエントリの有無と、該当するテーブルエントリのタイムスタンプの値が時々刻々と更新中か否かによって判定できる。目的のテーブルエントリがマルチキャストモニタテーブル230に無かった場合、または、目的のテーブルエントリでタイムスタンプの値が古い時刻を示していた場合、ONU20-2は、参加要求されたマルチキャストデータがPON区間に配信サービス中ではないと判断し、RequestメッセージをOLT10に転送する（SQ2-2）。このメッセージは、OLT10によってサーバ50-1に転送される。

【0091】

もし、要求されたマルチキャストデータがPON区間に配信サービス中であれば、ONU20-2は、受信したRequestメッセージを廃棄し（S10）、サーバ50-1がその後送信して（SQ10-n）、OLT10がPON区間にブロードキャストするマルチキャストデータ（SQ11-n）を要求元のユーザ端末TE-21に中継する（SQ13-n）。

【0092】

図15は、第2実施例におけるONU20の下りフレーム処理部213の動作を示すフローチャートである。図12で説明した第1実施例と共通するステップには同一の符号を適用し、説明を省略する。

下りフレーム処理部213は、受信したGEMフレームのポート番号がマルチキャストポート番号の場合（410）、受信フレームのマルチキャストグループIPアドレスがマルチキャストモニタテーブル230に登録されているか否かを判定する（411）。もし、登録済みの場合、上記マルチキャストグループIPアドレスと対応するテーブルエントリのタイムスタンプ232の値を現在時刻に更新し（412）、マルチキャストグループ管理テーブル260を参照する（413）。その後の処理シーケンスは、図13と同様である。

【0093】

図16は、第2実施例におけるONU20の上りフレーム処理部222の動作を示すフローチャートである。図11で説明した第1実施例と共通するステップには同一の符号を適用し、説明を省略する。

【0094】

受信フレームがIGMPのRequestメッセージフレームの場合（310）、上りフレーム処理部222は、マルチキャストグループ管理テーブル260を参照し、Requestメッセージが示すマルチキャストグループIPアドレス625と同じマルチキャストグループに、既に他の参加ユーザIPアドレス262が登録済みか否かを判定する（311）。も

10

20

30

40

50

し、参加ユーザ I P アドレス 2 6 2 が登録されていなかった場合、上りフレーム処理部 2 2 2 は、マルチキャストモニタテーブル 2 3 0 をチェックし (3 1 2)、受信メッセージと対応するテーブルエントリの有無とタイムスタンプの値から、受信メッセージで要求されたマルチキャストデータが P O N 区間で配信サービス中か否かを判定する (3 1 3)。

【 0 0 9 5 】

要求されたマルチキャストデータが配信サービス中であれば、上りフレーム処理部 2 2 2 は、受信フレーム (Request メッセージ) のコピーを O N U 制御部 2 0 0 に出力し (3 3 3)、受信フレームを廃棄して (3 3 4)、上り受信バッファ 2 2 1 から次の上りフレームを読み出す (3 0 1)。この場合も、受信フレームを廃棄する代わりに、ステップ 3 3 3 で、受信フレームそのものを O N U 制御部 2 0 0 に出力してもよい。

10

【 0 0 9 6 】

要求されたマルチキャストデータが配信サービス中でなかった場合、上りフレーム処理部 2 2 2 は、受信フレーム (Request メッセージ) のコピーを O N U 制御部 2 0 0 に出力し (3 1 4)、受信フレームを上り送信制御部 2 2 3 に転送して (3 1 5)、上り受信バッファ 2 2 1 から次の上りフレームを読み出す (3 0 1)。

【 0 0 9 7 】

図 1 7 は、本発明による I G M P メッセージとマルチキャストデータの転送制御の第 3 の実施例を示すシーケンス図である。

図 1 0 のシーケンス図で説明したように、マルチキャストデータの受信を継続したいユーザ端末は、マルチキャストサーバ 5 0 - 1 から送信された受信状態確認のための G-Query メッセージに応答して、Report メッセージを返送する必要がある。

20

【 0 0 9 8 】

第 1 実施例では、各 O N U 2 0 が、制御下にあるユーザ端末から Report メッセージを受信した時、最初の Report メッセージを O N T 1 0 に転送し、その後に受信した同一マルチキャストグループの Report メッセージを廃棄することによって、P O N 区間に送出される Report メッセージの数を減少させていた。この場合、O L T 1 0 に接続された各 O N U 2 0 は、それぞれが個別に Report メッセージを送信しているため、O L T 1 0 は、1 つの G-Query メッセージに응答して、複数の O N U から Report メッセージを受信し、それらをサーバ 5 0 - 1 に中継することになる。

【 0 0 9 9 】

30

サーバ 5 0 - 1 は、マルチキャストデータの受信を継続したいユーザ端末が 1 つでも存在すれば、O L T 1 0 に対して、マルチキャストデータを送信し続ける必要があり、O L T 1 0 から Report メッセージを何回も受信する必要はない。従って、O L T 1 0 は、P O N 区間から G-Query メッセージに응答した Report メッセージを 1 回だけ受信し、それをサーバに返送すればよく、複数の O N U から個別に Report メッセージを受信する必要はない。

【 0 1 0 0 】

第 3 実施例は、それぞれにマルチキャスト参加ユーザが存在する複数の O N U 2 0 のうち、G-Query メッセージへの応答義務をもつ O N U を予め O L T 1 0 が指定しておくことによって、P O N 区間での無用な Report メッセージの転送をなくし、O L T の負荷を減少させたことを特徴とする。

40

【 0 1 0 1 】

図 1 7 では、同一のマルチキャストグループに対して、O N U 2 0 - 1 のユーザ端末から最初に参加要求 (S Q 1 (1-1)) が発生し、その後で、O N U 2 0 - 2 のユーザ端末からの参加要求 (S Q 1 (2-1) と S Q 1 (2-2)) と、O N U 2 0 - 3 のユーザ端末からの参加要求 (S Q 1 (3-1)) が発生した場合を想定している。各 O N U は、それぞれユーザ端末から受信した最初の参加要求メッセージ (Request) を O L T 1 0 に転送する (S Q 2 - 1、S Q 2 - 2、S Q 2 - 3)。

【 0 1 0 2 】

本実施例では、O L T 1 0 が、1 つのマルチキャストグループに対して最初の参加要求

50

メッセージを受信した時、これをサーバ50-1に転送(SQ3-1)した後、上記参加要求の送信元ONU20-1に対して、G-Queryメッセージへの応答義務をもたせるためのフラグ設定指示メッセージを送信する(SQ4)。ONU20-1は、上記フラグ設定指示メッセージを受信すると、Report送信フラグビット(Bit)をオン状態に設定する(S15)。

【0103】

上記Report送信フラグビットは、マルチキャストグループ管理テーブル260が示すレポートフラグ265(第1フラグ)とは別のフラグ(第2フラグ)である。ONU20-1~ONU20-3は、初期状態において、それぞれのReport送信フラグビットがオフ状態に設定しており、このフラグビットがオフ状態になっている間は、ユーザ端末から受信したReportメッセージをOLT10に転送する必要はない。

10

【0104】

この状態で、サーバ50-1がG-Queryを送信すると(SQ20)、OLT10がこれをPON区間にブロードキャストし(SQ21)、マルチキャスト参加ユーザが存在しているONU21-1と20-2が、G-Queryを各ユーザ端末に転送する(SQ22-1、SQ22-2)。マルチキャストデータの受信を継続したいユーザ端末は、上記G-Queryに回答してReportメッセージを返送する。本実施例では、Report送信フラグビットがオン状態となっているONU20-1のみが、ユーザ端末から受信した最初のReportメッセージ(SQ23)をOLT10に転送する(SQ24-1)。上記Reportメッセージは、OLT10によって、サーバ50-1に転送される(SQ25-1)。

20

【0105】

ここで、ONU20-1に接続されているユーザ端末が、マルチキャスト離脱要求(Done)を発行(SQ30)したと仮定する。この場合、ONU20-1は、DoneメッセージをOLT10に転送(SQ31)した後、Report送信フラグビットをオフ状態に切替える(S16)。OLT10は、フラグ設定指示を与えてあったONU20-1からDoneメッセージを受信すると、Doneメッセージをサーバ50-1に転送(SQ32)した後、PON区間にS-Queryメッセージをブロードキャストする(SQ33)。

【0106】

上記S-Queryメッセージを受信したONUのうち、マルチキャストグループに参加中のユーザ端末が存在しているONU、ここに示した例では、ONU20-2がReportメッセージを返送する(SQ34)。もし、ONU20-3にも参加ユーザが存在していれば、ONU20-2がReportメッセージを返送することになる。OLT10は、S-Queryメッセージに最初に回答したONU20-2に対して、フラグ設定指示メッセージを送信する(SQ25)。

30

【0107】

ONU20-2は、上記フラグ設定指示メッセージを受信すると、Report送信フラグビットをオン状態にする(S15)。その後に、サーバ50-1がG-Queryを送信すると(SQ20)、OLT10がこれをPON区間にブロードキャストし(SQ21)、ONU21-2と20-3が、G-Queryを各ユーザ端末に転送する(SQ22-2、SQ22-3)。マルチキャストデータの受信を継続したいユーザ端末が、上記G-Queryに回答してReportメッセージを返送すると(SQ23-2)、今回は、ONU20-2がReportメッセージをOLT10に転送する(SQ24-2)。上記Reportメッセージは、OLT10によって、サーバ50-1に転送される(SQ25-2)。

40

【0108】

図18は、本発明によるIGMPメッセージとマルチキャストデータの転送制御の第4の実施例を示すシーケンス図である。

第4実施例では、OLT10が、ONU20-1~ONU20-kから受信したIGMPメッセージを選択的に廃棄し、サーバ50-1に対して必要最小限のIGMPメッセージを転送することを特徴としている。本実施例において、OLT10は、マルチキャストグループ識別子と対応して、制御メッセージ(IGMPメッセージ)の中継要否判定情報

50

を示す管理テーブルを備えている。上記管理テーブルは、各ONU20が備えるマルチキャストグループ管理テーブルと同様、マルチキャストグループ毎に参加ユーザ端末のIPアドレスを記憶したものでよい。

【0109】

ONU20-1は、ユーザ端末からRequestメッセージを受信すると(SQ1(1-1)、SQ1(1-2))、マルチキャストグループ管理テーブルに新たなテーブルエントリを登録し(S01-1、S02-1)、各マルチキャストグループで最初に受信したRequestメッセージのみをOLT10に転送し(SQ2-1)、その後に受信したRequestメッセージは廃棄する(S10-1)。また、ユーザ端末からDoneメッセージを受信すると(SQ30(1-1)、SQ30(1-2))、ONU20-1は、マルチキャストグループ管理テーブルから、受信メッセージと対応するテーブルエントリを削除し(S03-1、S04-1)し、各マルチキャストグループで最後に受信したDoneメッセージのみをOLT10に転送し(SQ31-1)、その前に受信したDoneメッセージは廃棄している(S30-1)。

10

【0110】

ONU20-2も、ONU20-1と同様、ユーザ端末からRequestメッセージを受信すると(SQ1(2-1)、SQ1(2-2))、各マルチキャストグループで最初に受信したRequestメッセージのみをOLT10に転送し(SQ2-2)、その後に受信したRequestメッセージは廃棄し(S10-2)、Doneメッセージを受信すると(SQ30(2-1)、SQ30(2-2))、各マルチキャストグループで最後に受信したDoneメッセージのみをOLT10に転送し(SQ31-2)、その前に受信したDoneメッセージは廃棄している(S30-2)。

20

【0111】

本実施例のOLT10は、ONU20-1、20-2からRequestメッセージを受信すると(SQ2-1、SQ2-2)、管理テーブルに新たなテーブルエントリを登録し(S01-10、S02-10)、各マルチキャストグループで最初に受信したRequestメッセージのみをサーバ50-1に転送し(SQ3)、その後に受信したRequestメッセージは廃棄する(S10-10)。また、ONUからDoneメッセージを受信すると(SQ31-1、SQ31-2)、OLT10は、マルチキャストグループ管理テーブルから、受信メッセージと対応するテーブルエントリを削除し(S03-10、S04-10)、各マルチキャストグループで最後に受信したDoneメッセージのみをOLT10に転送し(SQ33)、その前に受信したDoneメッセージは廃棄する(S30-10)。

30

【0112】

図19は、上述した第3、第4実施例の機能を備えたOLT10の構成図である。

OLT10は、OLT制御部100と、光ファイバ11に接続された光送受信部101と、回線L1に接続された送信回線インタフェース102Aおよび受信回線インタフェース102Bと、光送受信部101と送信回線インタフェース102Aとの間に設けられた上り信号処理回路と、光送受信部101と受信回線インタフェース102Bとの間に設けられた下り信号処理回路とからなる。

【0113】

OLT制御部100は、上り帯域管理テーブル130と、ネットワーク構成情報テーブル140と、GEMヘッダテーブル150と、マルチキャストグループ管理テーブル160と、送信フラグビット管理テーブル170とが形成されるメモリを備えている。

40

【0114】

上り信号処理回路は、光送受信部101で受信した光信号を電気信号に変換する光電気(O/E)変換部110と、O/E変換部110の出力信号から上りフレームを再生する上りフレーム終端部111と、上りフレーム終端部111に接続された上りフレーム解析部112と、上りフレーム解析部112から出力されたフレームを通信回線L1上のプロトコルに適合したフォーマットに変換する上りフレーム生成部113とからなる。

【0115】

上りフレーム解析部112は、上り受信フレームを解析し、受信フレームがPON区間

50

における制御フレームの場合は、これをOLT制御部100に出力し、受信フレームが、ルータ40-1を介してサーバ50-1に転送すべきユーザフレームまたはIGMPメッセージフレームの場合は、これを上りフレーム生成部113に転送する。また、前述したONUの上りフレーム生成部222と同様、上り受信フレームがIGMPメッセージフレームの場合、マルチキャストグループ管理テーブル160を参照して、コピーフレームのOLT制御部100への出力と、受信フレームの選択的な廃棄を実行する。

【0116】

上りフレーム生成部113は、例えば、通信回線L1上のプロトコルがATMであれば、受信フレームをATMセルに変換して、送信回線インタフェース102Aに転送する。フレームのフォーマット変換に必要な情報は、ネットワーク構成情報メモリ140から読み出される。通信回線L1上のプロトコルがイーサネット、上り受信フレームもイーサネットフレームの場合、上りフレーム生成部113は、上りフレーム解析部112から出力されたイーサネットフレームをそのまま送信回線インタフェース102Aに転送すればよい。

10

【0117】

下り信号処理回路は、受信回線インタフェース102Bが通信回線L1から受信した下りフレームを一時的に蓄積するための受信バッファ120と、受信バッファ121から読み出した下りフレームをPON区間に固有のフレームフォーマットに変換して出力する下りフレーム処理部121と、フレーム処理部121に接続された下り送信制御部124と、下り送信制御部124から出力されたフレームを光信号に変換して、光送受信部101に出力する電気光(E/O)変換部125とからなる。

20

【0118】

下りフレーム処理部121は、受信バッファ120から読み出した下りフレームを解析する下りフレーム解析部122と、下りフレーム解析部122から出力されたフレームとOLT制御部100から供給された制御フレームをGEMフレームに変換し、TCフレーム形式(本実施例ではGTCフレーム)に載せて出力するTC/GEMフレーム生成部123とからなる。

【0119】

OLT制御部100は、各ONU-iから送信データの蓄積状態または送信データ長を示す制御フレームを受信し、上り帯域管理テーブル130によって、各ONUに割り当てるべき上りフレームの送信時間帯を制御する。各ONUに割り当てられた上りフレームの送信時間帯は、OLT制御部100で生成される下り制御フレームによって、各ONUに通知される。

30

【0120】

TC/GEMフレーム生成部123は、GEMヘッダテーブル150を参照して、下りフレーム解析部122から出力されたフレームと、OLT制御部100から供給された制御フレーム(例えば、OMCIフレームやPLOAMフレーム)をGEMフレームに変換する。

【0121】

GEMヘッダテーブル150には、DMACとGEMヘッダに設定すべきポートIDとの対応関係を示す複数のテーブルエントリからなっている。例えば、DMACとして、図1に示したユーザ端末TE-111、TE-112のMACアドレスを含むテーブルエントリでは、ポートIDが、それぞれONU20-1のポートIDを示し、ユーザ端末TE-21のMACアドレスを含むテーブルエントリでは、ポートIDが、ONU20-2のポートIDを示している。また、DMACとして、マルチキャスト用のMACアドレスを含むテーブルエントリでは、ポートIDが、マルチキャストポートIDを示している。

40

【0122】

TC/GEMフレーム生成部123は、受信フレームのL2ヘッダが示すDMAC631と対応するGEMポートIDをGEMヘッダテーブル150から検索し、このGEMポートIDを含むGEMヘッダを付加して、受信フレームをGEMフレームに変換する。こ

50

これらのGEMフレームは、GTCフレームのペイロードにマッピングして、下り送信制御部124に出力される。

【0123】

図20は、第3実施例を実現する場合にOLT制御部100が利用する送信フラグビット管理テーブル170を示す。

送信フラグビット管理テーブル170は、各マルチキャストグループIPアドレス171と対応して、参加ONUのポート番号172と送信フラグ173とを示す複数のテーブルエントリからなっている。送信フラグビット管理テーブル170には、ONUからRequestメッセージを受信した時、受信メッセージと対応するテーブルエントリが登録され、ONUからDoneメッセージを受信した時、受信メッセージと対応するテーブルエントリが削除される。

10

【0124】

OLT制御部100は、上り帯域管理テーブル130に従って、各ONUに上りフレームの送信時間帯を割り当てているため、上りフレーム解析部112からIGMPメッセージ（コピー）を受信した時、受信メッセージの送信元ONUを特定できる。また、各ONUには、GEMヘッダに宛先情報として設定すべき固有のポート番号が割り当てられているため、OLT制御部100は、上りフレーム解析部112から受信したIGMPメッセージと参加ONUポート番号を対応付けることが可能である。

【0125】

OLT制御部100は、上りフレーム解析部112からRequestメッセージを受信した時、受信メッセージが示すマルチキャストグループIPアドレス171と参加ONUポート番号172との対応関係を示す新たなテーブルエントリを生成し、送信フラグビット管理テーブル170を登録する。この時、新たなテーブルエントリの送信フラグは、リセット状態（“0”）になっている。上記テーブルエントリは、OLT制御部100が上りフレーム解析部112からDoneメッセージを受信した時、送信フラグビット管理テーブル170から削除される。

20

【0126】

OLT制御部100は、送信フラグビット管理テーブル170に新たなテーブルエントリを登録した時、このテーブルエントリと同じマルチキャストグループIPアドレスをもつ他のテーブルエントリの有無をチェックする。もし、今回登録されたテーブルエントリが、上記マルチキャストグループIPアドレスをもつ最初のものであると判断された場合、OLT制御部100は、送信フラグ173をセット状態（“1”）に変更して、参加ONUポート番号172で特定されるONUに対して、フラグ設定指示メッセージを発行する。

30

【0127】

OLT制御部100は、送信フラグビット管理テーブル170からテーブルエントリを削除した時、このテーブルエントリと同じマルチキャストグループIPアドレスをもつReportメッセージが上りフレーム解析部112から受信されるのを待ち、最初に受信したReportメッセージの送信元ONUと対応するテーブルエントリの送信フラグ173をセット状態（“1”）に変更して、参加ONUポート番号172で特定されるONUに対して、フラグ設定指示メッセージを発行する。

40

【0128】

第4実施例を実現する場合にOLT制御部100が利用するマルチキャストグループ管理テーブル160は、図8に示した各ONU20が備えるマルチキャストグループ管理テーブル260と同様、マルチキャストグループIPアドレスと参加ユーザIPアドレスとの対応関係を示す複数のテーブルエントリからなる。この場合、VID、タイムリミット、レポートフラグは無くてもよい。

【0129】

OLT制御部100は、上りフレーム解析部112からRequestメッセージを受信した時、受信メッセージが示すマルチキャストグループIPアドレス171と送信元IPアドレスとの対応関係を示す新たなテーブルエントリを生成し、これをマルチキャストグルー

50

プ管理テーブル160に登録する。また、上りフレーム解析部112からDoneメッセージを受信した時、マルチキャストグループ管理テーブル160から、受信メッセージと対応するテーブルエントリを削除する。

【0130】

上述した第3実施例によれば、PON区間における上りIGMPメッセージの送信回数を減少できるため、上り帯域を有効に利用した通信が可能となる。また、第4実施例によれば、OLT10からサーバに送信されるIGMPメッセージの送信回数を減少できるため、OLT10とルータとの間の上り帯域を有効利用した通信が可能となる。

【0131】

以上、実施例として、本発明をG-PONに適用した場合について説明したが、本発明はGE-PONにも適用できる。この場合、PON区間の伝送フレームのヘッダには、ポートIDの代わりに、LLID (Logical Link ID) が適用される。

【図面の簡単な説明】

【0132】

【図1】本発明が適用されるPONシステムの構成図。

【図2】OLT10が広域ネットワークから受信するイーサネットフレームF1と、PON区間で転送される下りGEMフレーム70のフォーマットを示す図。

【図3】PON区間のGTCダウンストリームフレームとGEMフレームとの関係を説明するための図。

【図4】IGMPメッセージフレームのフォーマットを示す図。

【図5】本発明によるONU20-iの1実施例を示すブロック構成図。

【図6】ONU20-iが参照する内部ルーティングテーブル240の1例を示す図。

【図7】ONU20-iが参照するARPテーブル250の1例を示す図。

【図8】ONU20-iが参照するマルチキャスト管理テーブル260の1例を示す図。

【図9】ONU20-iが参照するマルチキャストモニタテーブル230の1例を示す図。

【図10】本発明によるIGMPメッセージとマルチキャストデータの転送制御の第1の実施例を示すシーケンス図。

【図11】第1実施例におけるONUの上りフレーム処理部222の動作を示すフローチャート。

【図12】第1実施例におけるONUの下りフレーム処理部213の動作を示すフローチャート。

【図13】第1実施例におけるONU制御部200が実行するマルチキャストテーブルエントリの削除処理ルーチンのフローチャート。

【図14】本発明によるIGMPメッセージとマルチキャストデータの転送制御の第2の実施例を示すシーケンス図。

【図15】第2実施例におけるONUの下りフレーム処理部213の動作を示すフローチャート。

【図16】第2実施例におけるONUの上りフレーム処理部222の動作を示すフローチャート。

【図17】本発明によるIGMPメッセージとマルチキャストデータの転送制御の第3の実施例を示すシーケンス図。

【図18】本発明によるIGMPメッセージとマルチキャストデータの転送制御の第4の実施例を示すシーケンス図。

【図19】第3、第4実施例の転送制御を実現するOLT10の1実施例を示すブロック構成図。

【図20】OLT10が参照する送信フラグビットフラグ管理テーブルを示す図。

【符号の説明】

【0133】

TE：ユーザ端末、10：OLT、11：光ファイバ、12：支線光ファイバ、

10

20

30

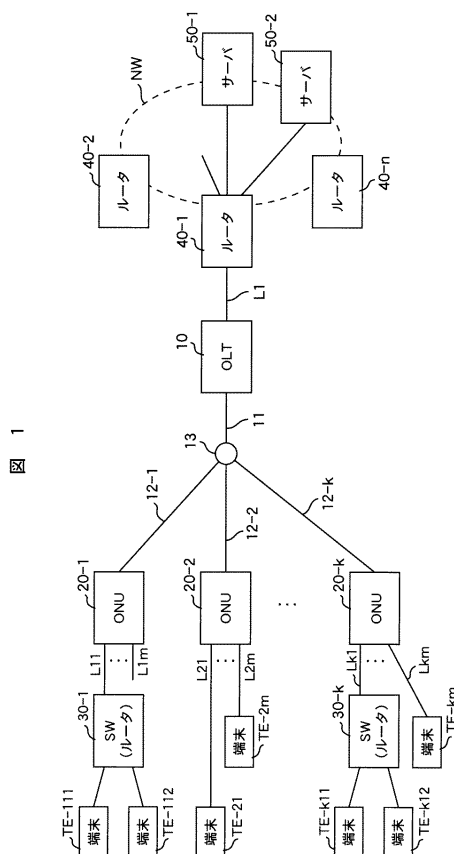
40

50

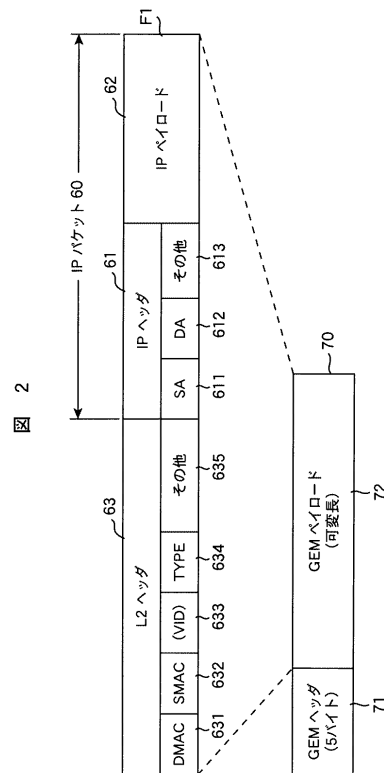
13：スプリッタ、20：ONU、30：宅内スイッチ（ルータ）、40：ルータ、
 50：サーバ、61：IPヘッダ、62：IPペイロード、63：L2ヘッダ、
 64：内部ヘッダ、71：GEMヘッダ、72：GEMペイロード、81：PCBd、
 82：GTCペイロード、100：OLT制御部、101：光送受信部、102A：送信
 回線インタフェース、102B：受信回線インタフェース、110：O/E変換部、
 111：上りフレーム終端部、112：上りフレーム解析部、113：上りフレーム生成
 部、120：受信バッファ、121：下りフレーム処理部、122：下りフレーム解析部
 、123：TC/GEMフレーム生成部、124：下り送信制御部、125：E/O変換
 部、130：上り帯域管理テーブル、140：ネットワーク構成制御情報メモリ、
 150：GEMヘッダテーブル、160：マルチキャストグループ管理テーブル、
 170：送信フラグビット管理テーブル、200：ONU制御部、201：光送受信部、
 202：回線インタフェース、210：O/E変換部、211：TCフレーム終端部、
 212：下りフレームバッファ、213：下りフレーム処理部、219：下り送信制御部
 、220：上り受信制御部、221：上りフレームバッファ、222：上りフレーム処理
 部、223：上り送信制御部、224：E/O変換部、230：マルチキャストモニタテ
 ーブル、240：内部ルーティングテーブル、250：ARPテーブル、260：マルチ
 キャストグループ管理テーブル。

10

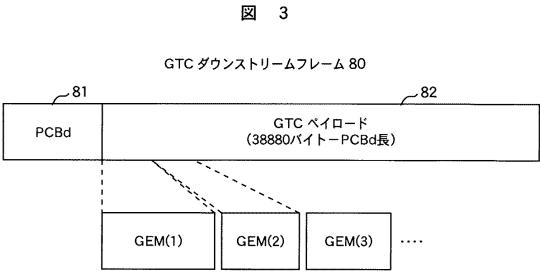
【図1】



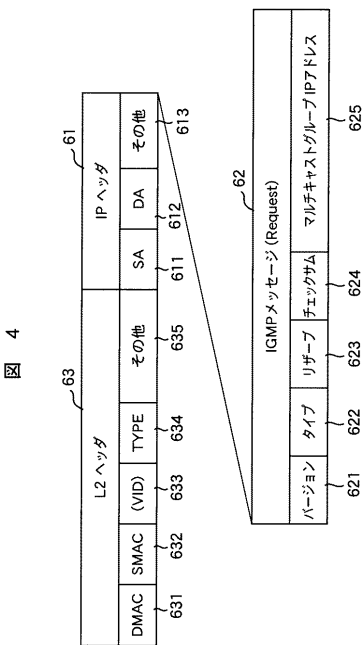
【図2】



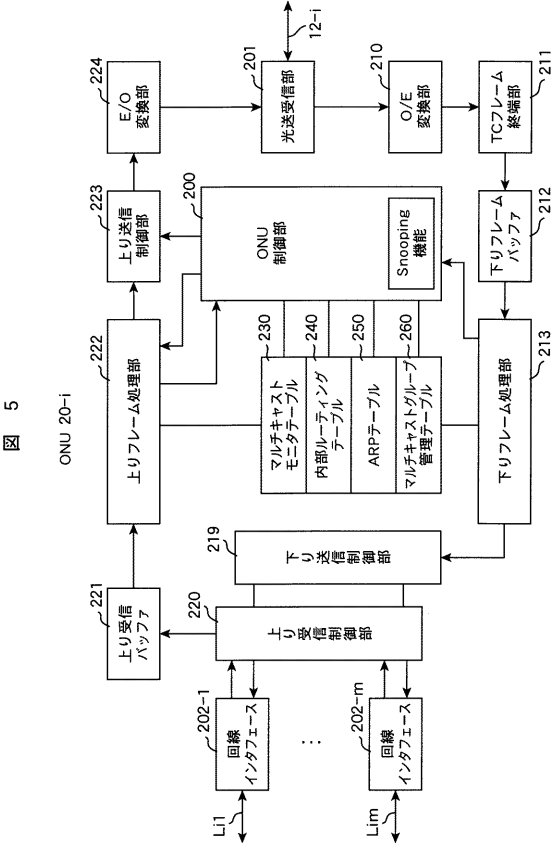
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

図 6

ルーティングテーブル 240

DMAC	回線番号
MAC11	L11
MAC12	L11
...	...

【図 7】

図 7

ARPテーブル 250

IPアドレス	MACアドレス
IP111	MAC111
IP112	MAC112
...	...

【図 8】

Figure 8

マルチキャストグループ管理テーブル 260

261 マルチキャスト グループ IP アドレス	262 参加ユーザ IP アドレス	263 VID	264 タイム リミット	265 レポート フラグ
GIP1	IP111	VLAN1		
	IP121	VLAN2		
	⋮	⋮		
GIP2	IP31	VLAN3		
⋮				

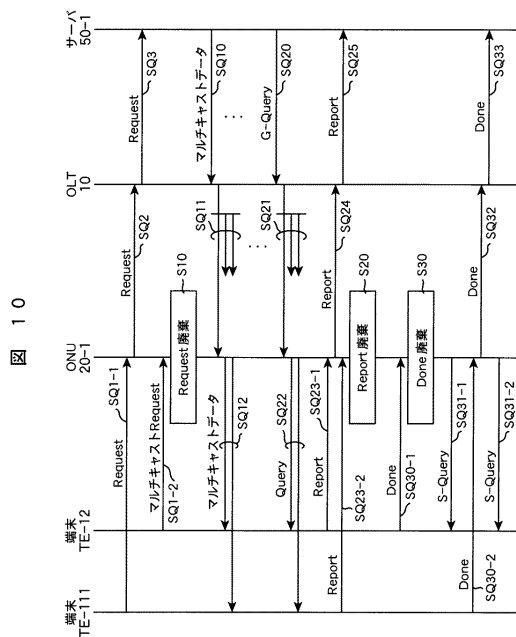
【图 9】

図 9

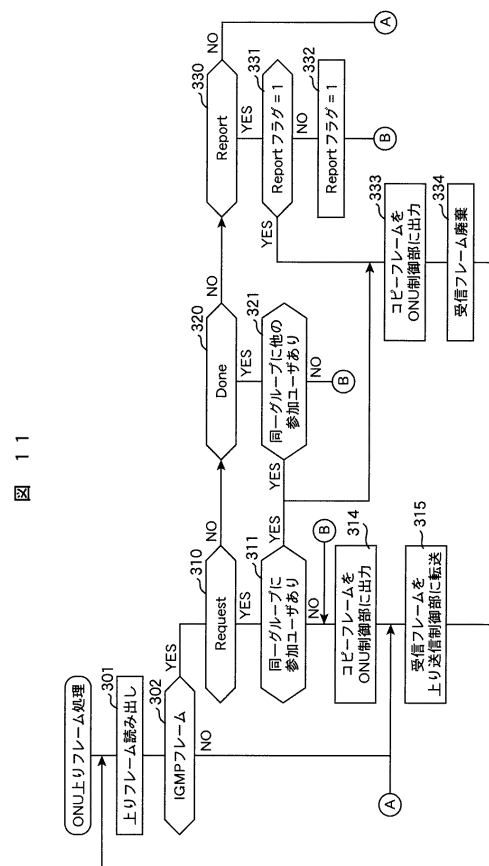
マルチキャストモニタテーブル 230

231 マルチキャスト グループIPアドレス	232 タイムスタンプ
GIP1	xxxxx
GIP2	xxxxx
GIP3	xxxxx
⋮	⋮

【図 10】

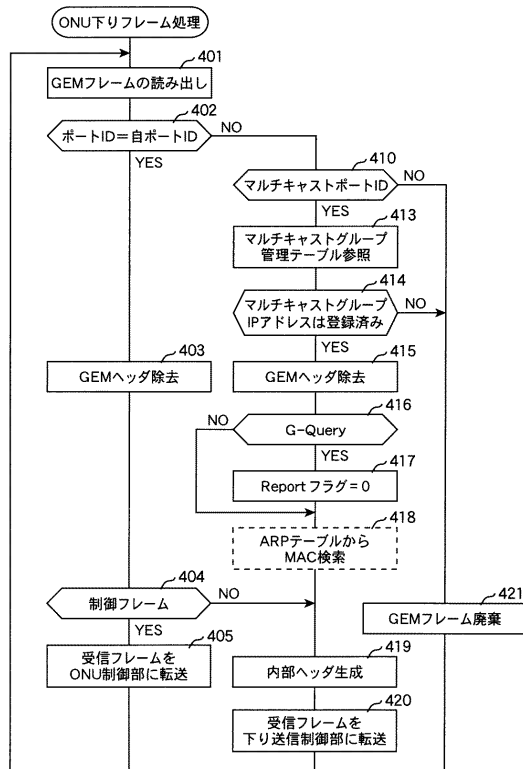


【図 1 1】



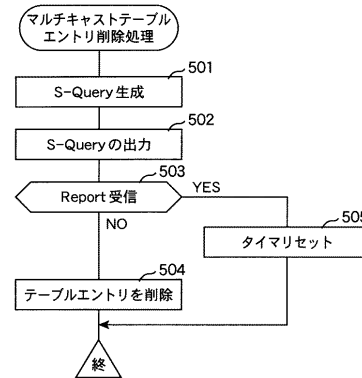
【図 1 2】

図 1 2



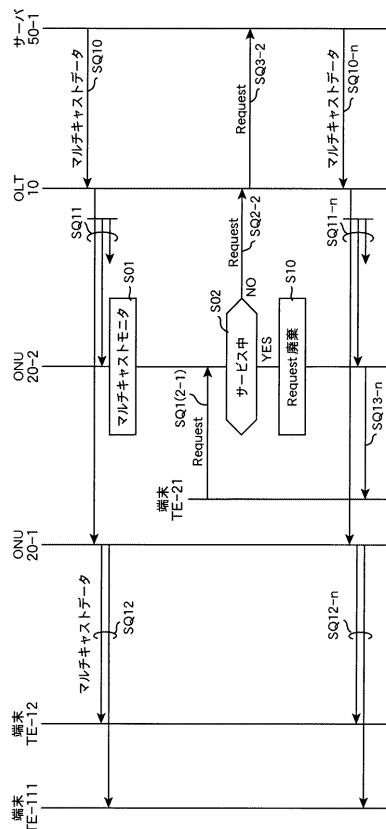
【図 1 3】

図 1 3



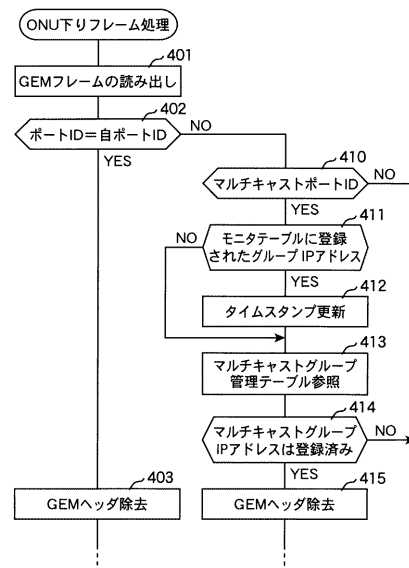
【図 1 4】

図 1 4



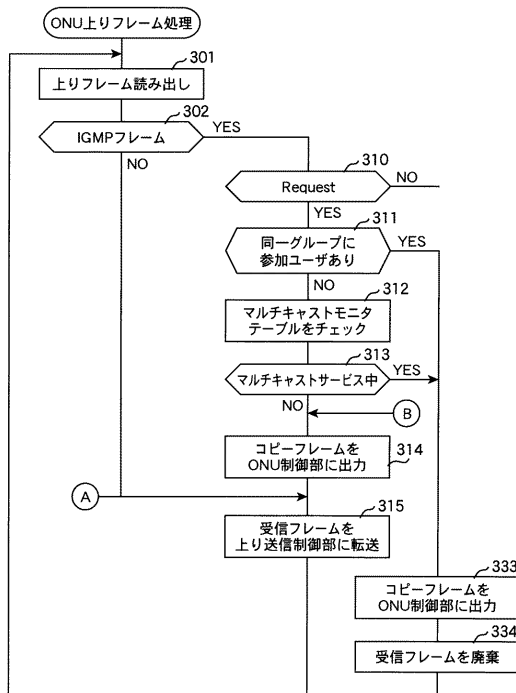
【図 1 5】

図 1 5

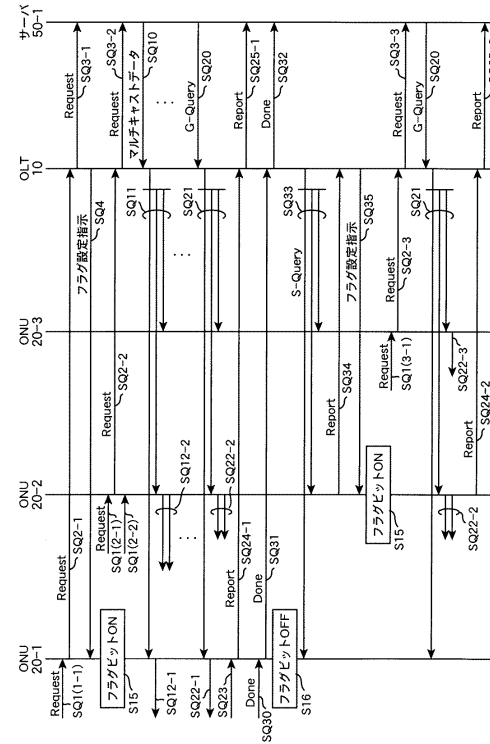


【図 1 6】

图 16

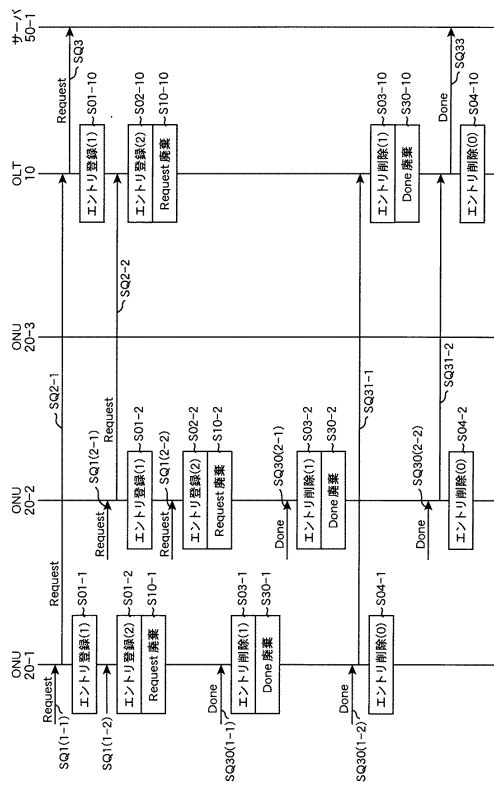


【図 17】

17
☒

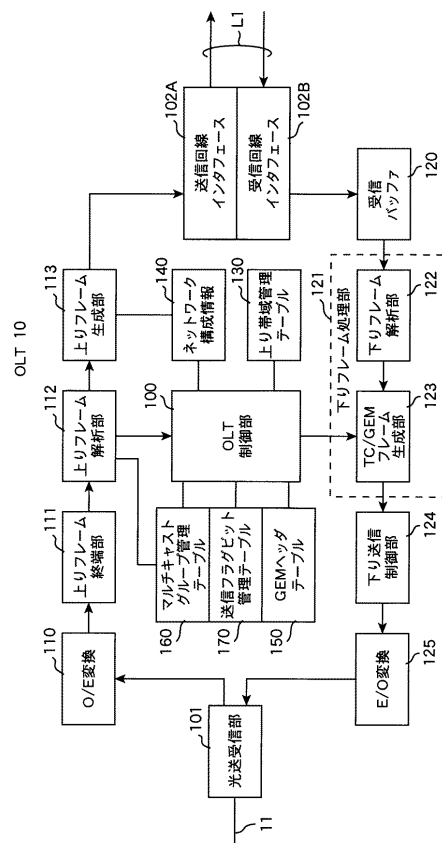
【図 18】

18



【図 19】

19



【図 20】

図 20

送信フラグビット管理テーブル 170

171			172		173	
マルチキャスト グループ IPアドレス			参加ONU ポート番号		送信フラグ	
GIP1			P-ONU1		1	
			P-ONU2		0	
			⋮		⋮	
GIP2			P-ONU5		1	
			⋮		⋮	
⋮			⋮		⋮	

フロントページの続き

- (72)発明者 加沢 徹
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立コミュニケーションテクノロジー キャリアネットワーク事業部内
- (72)発明者 芦 賢浩
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立コミュニケーションテクノロジー キャリアネットワーク事業部内
- (72)発明者 小林 正伸
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立コミュニケーションテクノロジー キャリアネットワーク事業部内
- (72)発明者 高瀬 誠由
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

審査官 脇水 佳弘

- (56)参考文献 特開平08-032601 (JP, A)
特開2006-109047 (JP, A)
特開2004-214758 (JP, A)
特開2005-039825 (JP, A)
特開2007-259048 (JP, A)
特開2007-228293 (JP, A)
特開2001-111591 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 12/00-66