

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4853821号
(P4853821)

(45) 発行日 平成24年1月11日(2012.1.11)

(24) 登録日 平成23年11月4日(2011.11.4)

(51) Int.Cl. F I
HO 4 L 12/44 (2006.01) HO 4 L 12/44 B
 HO 4 L 12/44 2 0 0

請求項の数 6 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2005-333172 (P2005-333172)	(73) 特許権者	000004237
(22) 出願日	平成17年11月17日(2005.11.17)		日本電気株式会社
(65) 公開番号	特開2007-142764 (P2007-142764A)		東京都港区芝五丁目7番1号
(43) 公開日	平成19年6月7日(2007.6.7)	(74) 代理人	100083987
審査請求日	平成20年10月16日(2008.10.16)		弁理士 山内 梅雄
		(72) 発明者	尾崎 博一
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		審査官	大石 博見

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 局側装置における帯域割当装置、帯域割当方法および帯域割当プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光分岐結合器を経由して送られてくる各宅内装置からのデータ送信のための要求としての出力要求を受け取ると共に、データ送信のための単位区間としてのそれぞれのサービスサイクルにおける送信可能なデータの種類およびこれらのデータに割り当てられる帯域を少なくとも2つ先のサービスサイクルについて配分した結果を信号送出許可として各宅内装置に返送する送受信手段と、

前記各宅内装置に1つずつ対応して設けられ、かつ予め定めた順序でリング状に接続されており、自己が最初の割当を行うサービスサイクル以外のサービスサイクルでは予め定めた他の宅内装置についての直前の割当結果を入力して、自己に対応する宅内装置からの前記出力要求に対して優先度に応じて前記少なくとも2つ先のサービスサイクルについての帯域を割り当てると共に、自己が最終の割り当てを行うサービスサイクル以外のサービスサイクルではそれまでの割当結果を前記リング状に接続された次の宛先に割当処理の続行のために出力し、自己が最終の割り当てを行うサービスサイクルでは最終的に確定した前記少なくとも2つ先のサービスサイクルについての割当結果を前記信号送出許可の出力のために前記送受信手段に出力する宅内装置別帯域割当手段と、

最初に割当処理を行う宅内装置別帯域割当手段を前記サービスサイクルごとに1つずつシフトして指定する宅内装置別帯域割当手段指定手段とを具備することを特徴とする局側装置における帯域割当装置。

【請求項2】

前記優先度は、前記宅内装置から前記送受信手段に送られるデータについて、遅延も帯域も保証するクラスから遅延も帯域も保証しないクラスまで複数のクラスに分けられており、それぞれの宅内装置別帯域割当手段は直前の割当結果に対して自己のデータの帯域を割り当てるとき、1つのサービスサイクルに許される合計最大帯域の範囲内で優先度の高いクラスのデータを今まで割り当てられた優先度の低いデータと置き換える形で帯域を割り当てる処理を行うことを特徴とする請求項1記載の局側装置における帯域割当装置。

【請求項3】

前記宅内装置別帯域割当手段は、前記出力要求を受け付けているサービスサイクルの2つ先のサービスサイクルについての帯域の割当を行う手段であり、最初のサービスサイクルおよび次のサービスサイクルについては、優先度が所定以下のクラスのデータを割当対象から除外する割当除外手段を具備することを特徴とする請求項1記載の局側装置における帯域割当装置。

10

【請求項4】

前記宅内装置別帯域割当手段は、前記出力要求を受け付けているサービスサイクルの2つ先のサービスサイクルについての帯域の割当を行う手段であり、最初のサービスサイクルおよび次のサービスサイクルについては、1つのサービスサイクルに許される合計最大帯域に一部のデータを割り当てることのできる優先度のクラスに対して各宅内装置のそのクラスのデータを均等に割り振る均等割当手段を具備することを特徴とする請求項1記載の局側装置における帯域割当装置。

20

【請求項5】

光分岐結合器を経由して送られてくる各宅内装置からのデータ送信のための要求としての出力要求を受け取る出力要求受信ステップと、

この出力要求受信ステップで出力要求を受信したら、前記各宅内装置に1つずつ対応して設けられ、かつ予め定めた順序でリング状に接続され、自己が最初の割当を行うサービスサイクル以外のサービスサイクルでは予め定めた他の宅内装置についての直前の割当結果を入力して、自己に対応する宅内装置からの前記出力要求に対して優先度に応じて少なくとも2つ先のサービスサイクルについての帯域を割り当てると共に、自己が最終の割り当てを行うサービスサイクル以外のサービスサイクルではそれまでの割当結果を前記リング状に接続された次の宛先に割当処理の続行のために出力するそれぞれの宅内装置別帯域割当手段の中から、最初に割当処理を行う宅内装置別帯域割当手段を前記サービスサイクルごとに1つずつシフトして指定する宅内装置別帯域割当手段指定ステップと、

30

この宅内装置別帯域割当手段指定ステップで最初に割当処理を行う宅内装置別帯域割当手段を指定したとき、前記リング状に接続された最後の宅内装置別帯域割当手段が行った割当結果を受信する割当結果受信ステップと、

この割当結果受信ステップで受信した割当結果を基にして前記出力要求を行ったそれぞれの宅内装置ごとに送信可能なデータの種別およびこれらのデータに割り当てられる帯域を前記少なくとも2つ先のサービスサイクルについて配分した結果としての信号送出許可として通知する信号送出許可通知ステップ

とを具備することを特徴とする局側装置における帯域割当方法。

40

【請求項6】

分岐結合器を経由して送られてくる各宅内装置からのデータ送信のための要求としての出力要求を受け取ると共に、データ送信のための単位区間としてのそれぞれのサービスサイクルにおける送信可能なデータの種別およびこれらのデータに割り当てられた帯域とを信号送出許可として各宅内装置に返送する局側装置のコンピュータに、

光分岐結合器を経由して送られてくる各宅内装置からのデータ送信のための要求としての出力要求を受け取る出力要求受信処理と、

この出力要求受信処理で出力要求を受信したら、前記各宅内装置に1つずつ対応して設けられ、かつ予め定めた順序でリング状に接続され、自己が最初の割当を行うサービスサイクル以外のサービスサイクルでは予め定めた他の宅内装置についての直前の割当結果を入力して、自己に対応する宅内装置からの前記出力要求に対して優先度に応じて少なくと

50

も2つ先のサービスサイクルについての帯域を割り当てると共に、自己が最終の割り当てを行うサービスサイクル以外のサービスサイクルではそれまでの割り当て結果を前記リング状に接続された次の宛先に割り当て処理の続行のために出力するそれぞれの宅内装置別帯域割当手段の中から、最初に割り当て処理を行う宅内装置別帯域割当手段を前記サービスサイクルごとに1つずつシフトして指定する宅内装置別帯域割当手段指定処理と、

この宅内装置別帯域割当手段指定処理で最初に割り当て処理を行う宅内装置別帯域割当手段を指定したとき、前記リング状に接続された最後の宅内装置別帯域割当手段が行った割り当て結果を受信する割り当て結果受信処理と、

この割り当て結果受信処理で受信した割り当て結果を基にして前記出力要求を行ったそれぞれの宅内装置ごとに送信可能なデータの種別およびこれらのデータに割り当てられる帯域を前記少なくとも2つ先のサービスサイクルについて配分した結果としての信号送出許可として通知する信号送出許可通知処理

とを実行させることを特徴とする帯域割当プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、PONの局側装置における帯域割当装置、帯域割当方法および帯域割当プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

インターネットが急速に普及し、かつ発展している。これと共に画像データや映像データといった大容量のデータの通信が盛んに行われるようになり、広帯域でインターネットにアクセスすることのできる通信回線のブロードバンド化が大きな課題となっている。ブロードバンドアクセス回線として、従来から既存の電話回線を使用したADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) や、CATV (Cable Television) の同軸回線をネットワーク回線として使用するケーブルモデム等の各種技術が実用化されている。しかしながら、高速で高品位の通信環境を実現するために一層の広帯域化が望まれている。このような状況で、光ファイバを使用したネットワークとしてのPON (Passive Optical Network) が注目されている。

【0003】

図10は、PONの構成および下り方向のフレームの伝送の様子を表わしたものである。PONは、図示しない局に配置されたOLT (Optical Line Terminal; 局側装置) 101と、エンドユーザ宅にそれぞれ対応付けて配置された第1～第NのONU (Optical Network Unit; 宅内装置) 102₁～102_Nと、これらの中で信号を分岐あるいは合流させる光分岐結合器 (Optical splitter) 103を備えている。各エンドユーザ宅のパーソナルコンピュータ (図示せず) は、ONU 102₁～102_Nのいずれかと光分岐結合器103およびOLT 101を介して、ネットワークに接続されることになる。また、これらエンドユーザ宅のパーソナルコンピュータは、OLT 101を介して図示しない上位ネットワークやインターネットに接続されることになる。

【0004】

このようなPONでは、上り方向の信号と下り方向の信号は、双方向1芯の光ファイバを波長多重されて伝送される。たとえば上り方向の信号は、多くの場合、波長が1.3 μmであり、下り方向の信号はこの波長と異なるたとえば1.5 μmである。図10に示すように下り方向の信号は、OLT 101からすべてのONU 102₁～102_Nにブロードキャストされる。ブロードキャストとは、同じセグメントにあるすべてのノードに対して一斉に送信が行われることを意味する。この場合、第1～第NのONU 102₁～102_Nは、送られてきたフレームの宛先をチェックして、自装置の宛先のフレームのみを取り込むことになる。

【0005】

たとえば、OLT 101が、宛先がA₂、A₁、A_N、A₁となっているフレーム111₁

10

20

30

40

50

、 111_2 、 111_3 、 111_4 をこの順序で送信したとする。この場合、光分岐結合器103はこれらを単純に分岐してフレーム 111_1 、 111_2 、 111_3 、 111_4 をこの順序でONU $102_1 \sim 102_N$ に順に送信する。ここで、第1のONU 102_1 の宛先が A_1 で、第2のONU 102_2 の宛先が A_2 で、第NのONU 102_N の宛先が A_N であるとする。この場合には、第2のONU 102_2 がまず宛先 A_2 のフレーム 111_1 を自装置に取り込む。次に第1のONU 102_1 が宛先が A_1 のフレーム 111_2 を自装置に取り込む。続いて、第NのONU 102_N が宛先が A_N のフレーム 111_N を自装置に取り込む。最後に第1のONU 102_1 が宛先が A_1 のフレーム 111_4 を自装置に取り込むことになる。

【0006】

図11は、図10と同一構成のPONにおける上り方向のフレームの伝送の様子を表わしたものである。第1～第NのONU $102_1 \sim 102_N$ からの上り方向のフレームは、光分岐結合器103の箇所で合流する。したがって、光分岐結合器103の箇所で各フレームが時間的に重複し信号の衝突が起きることがないようにする必要がある。このため、第1～第NのONU $102_1 \sim 102_N$ から送られるフレームが時間的に重複しないように時分割多重通信が行われるようになっている。この時分割多重通信で、OLT101は第1～第NのONU $102_1 \sim 102_N$ が時々刻々と報告する出力要求(REPORT)を調停するようになっている。そして、OLT101とこれら第1～第NのONU $102_1 \sim 102_N$ の間の距離に基づいた伝送時間を計算して、第1～第NのONU $102_1 \sim 102_N$ のうちで出力要求のあったものに対してタイミングを定めて信号送出許可(GATE)を与える。

【0007】

ところで、第1～第NのONU $102_1 \sim 102_N$ が報告する出力要求(REPORT)には、それぞれの送信しようとする信号を格納した図示しないバッファメモリのキューの状態、すなわち待ち行列の長さが情報として含まれている。したがって、OLT101はそれぞれのフレームの長さによって送信を許可するタイミングを判断することができる。OLT101の出力する信号送出許可(GATE)には、出力要求(REPORT)の行われる信号(フレーム)の優先度ごとに送出開始時刻および送出継続時間が含まれている。

【0008】

第1～第NのONU $102_1 \sim 102_N$ のうち出力要求(REPORT)を行った装置(以下、ONU 102_{REP} と記述する)は、これに対して送られてきた信号送出許可(GATE)に従って上り信号を送出する。すなわち、ONU 102_{REP} ごとの上り信号の帯域割当は、タイムスロットの割当として実現される。

【0009】

図12は、以上説明した出力要求(REPORT)とこれに対する信号送出許可(GATE)の交信の様子を表わしたものである。ここでは、1台のOLT101とONU 102_{REP} で取り交わされる信号の様子を時間軸(time)を横軸として表わしている。まずONU 102_{REP} は送信する信号が発生したことにより時刻 t_1 に出力要求 R_1 を送出する。OLT101はこれを受信すると信号送出許可 G_1 を返送し、これが時刻 t_2 にONU 102_{REP} で受信される。ONU 102_{REP} は指示された時刻 t_3 になると、定められたタイムスロット(Time Slot) TS_1 に対してデータ D_1 を送出する。それまでの時刻 t_1 から時刻 t_3 までが待機時間 W_1 である。データ D_1 の送達が完了した時刻を時刻 t_4 とする。

【0010】

この時刻 t_4 以後の時刻 t_5 にONU 102_{REP} が2番目の出力要求 R_2 を送出したとする。これに対して、OLT101は信号送出許可 G_2 を返送し、これが時刻 t_6 にONU 102_{REP} で受信される。ONU 102_{REP} は待機時間 W_2 後の指示された時刻 t_7 になると、定められたタイムスロット TS_2 に対してデータ D_2 を送出する。データ D_2 の送達を完了した時刻を時刻 t_8 とする。以上のような処理の繰り返しでOLT101とONU 102_{REP} の間の交信によるデータ D_1 、 D_2 ……の伝送が行われることになる。

【0011】

10

20

30

40

50

ところで初めて行われる要求 R_1 の後に続く各出力要求 R_2 、……は、先に送られるデータ D_1 、 D_2 ……の最後にピギーバック (piggy back) として便乗して送信することもできる。したがって、たとえば時刻 t_4 の時点で 2 番目の出力要求 R_2 が出力できる状態であれば、これを時刻 t_5 まで待たずに送信することができる。この場合には、時刻 t_5 は時刻 t_4 と一致することになる。

【 0 0 1 2 】

一方、図 1 3 は 3 台の ONU が OLT と通信する状態を表わしたものである。ここでは図 1 0 に示した 3 台の ONU $1 0 2_1$ 、 $1 0 2_2$ 、 $1 0 2_N$ が OLT $1 0 1$ と通信する場合を説明する。すべての ONU $1 0 2_1 \sim 1 0 2_N$ についての上り方向の信号の送信が一巡する周期をサービスサイクル (Service Cycle) SC と呼ぶ。この図 1 3 では、一例として第 M のサービスサイクル SC_M と、次の第 (M + 1) のサービスサイクル SC_{M+1} の内容を具体的に表わしている。一般にサービスサイクル SC の長さは常に一定なものである必要はなく、それぞれの ONU $1 0 2_1 \sim 1 0 2_N$ の出力要求の状況に応じて動的に変化するようになっている場合が多い。

10

【 0 0 1 3 】

ところで、イーサネット (登録商標) (Ethernet (登録商標)) によるパケットを PON で送信するイーサネット (登録商標) PON については、IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) 8 0 2 . 3 a h で標準化されている。そして、出力要求 (REPORT) のメッセージと信号送出許可 (GATE) のメッセージに関しては、フレームフォーマットが規定されている。しかしながら、上り方向の帯域割当方法やアルゴリズムについての規定はなく、これらについては装置の実装に委ねられている。

20

【 0 0 1 4 】

図 1 3 に示す第 M のサービスサイクル SC_M では、後に説明する遅延も帯域も保証するクラスとしての EF (Expedited Forwarding) データ (DATA) がまず伝送される。その後第 1 の ONU $1 0 2_1$ のデータ D_1 が OLT $1 0 1$ に伝送され、次のタイムスロットで第 2 の ONU $1 0 2_2$ のデータ D_2 が OLT $1 0 1$ に伝送される。最後に第 N の ONU $1 0 2_N$ のデータ D_N が OLT $1 0 1$ に伝送される。このようにして第 M のサービスサイクル SC_M の最後のデータ D_N が OLT $1 0 1$ に伝送に伝送されると、トラフィックの割り当て (allocation) AL_M が行われる。第 (M + 1) のサービスサイクル SC_{M+1} では、同様に EF データの後に第 1 の ONU $1 0 2_1$ のデータ D_1 が OLT $1 0 1$ に伝送され、次のタイムスロットで第 2 の ONU $1 0 2_2$ のデータ D_2 が OLT $1 0 1$ に伝送される。最後に第 N の ONU $1 0 2_N$ のデータ D_N が OLT $1 0 1$ に伝送される。第 (M + 1) のサービスサイクル SC_{M+1} の最後の区間でトラフィックの割り当て (allocation) AL_{M+1} が行われる。以下、同様である。

30

【 0 0 1 5 】

ここでトラフィックのクラス分けを説明する。トラフィックのクラス分けは、上り信号が複数のサービスを収容するために行われる。それぞれのクラスには優先度が付与されるようになっている。たとえば IETF (The Internet Engineering Task Force ; インターネット特別技術調査委員会) の Diff Serve (Differentiated Services) では、図 1 3 に示した EF の他に、AF (Assured Forwarding) および BE (Best Effort) の計 3 つのクラスが規定されている。このうち EF は遅延も帯域も保証するクラスであり最も優先度が高い。AF は遅延は保証せず帯域を保証するクラスである。BE は遅延も帯域も保証しないクラスであり、最も優先度が低い。それぞれクラスの代表的なアプリケーションとしては VoIP (Voice over IP)、ファイル転送、通常のインターネットアクセスを挙げることができる。

40

【 0 0 1 6 】

ところで、帯域の割当に関しては幾つかのアルゴリズムが存在する。PON に関しては D1 と呼ばれるアルゴリズムが存在している (たとえば非特許文献 1 参照)。この D1 では、予めサービスサイクル SC の最大値を決めておく。その最大値に納まるように、各 O

50

ONU102₁、ONU102₂、ONU102_Nの出力要求(REPORT)の中で遅延と帯域の双方を保証するクラスであるEFに対して固定帯域がまず割り当てられる。次に、残りの帯域に対して、各ONU102₁、ONU102₂、ONU102_Nからの出力要求(REPORT)に基づいて、遅延は保証せず帯域を保証するクラスとしてのAFデータの割り当てが行われる。このとき、AFデータについての要求の総和がEFデータを割り当てた後の残りの帯域以下であれば、AFデータの要求のすべてに対して割り当てが行われることになる。

【0017】

AFデータの割り当てが行われた段階でサービスサイクルSCに残りの帯域があれば、要求に応じて遅延も帯域も保証しないクラスとしてのBEデータの割り当てが行われる。EFデータを割り当てた後の残りの帯域がAFデータの要求を超えるような場合には、AFデータの要求のあったそれぞれのONU102にAFデータを均等に割り当てる。この場合、この残りの帯域はそれぞれのONU102によって消費されてしまうので、BEデータについて割り当ては行われないことになる。

10

【0018】

帯域の計算および割り当ては、すべてのONU102₁~ONU102_NからOLT101に出力要求(REPORT)が通知された後に一挙に行われる。そしてこれを基にして、該当するONU102に対して信号送出許可(GATE)が送出されることになる。

【0019】

図14は、従来のOLTで使用された帯域割り当て制御部の構成を表わしたものである。帯域割り当て制御部121は、帯域の割り当てを行う割当部(Allocation Module)122と、第1~第NのONU102₁~102_Nとの間で出力要求(REPORT)123₁~123_Nおよび信号送出許可(GATE)124₁~124_Nの送受信を行うインタフェース部125から構成されている。インタフェース部125は、第1~第NのONU102₁~102_Nが送信しようとする信号をそれぞれ格納した前記したバッファメモリの状態を出力要求123₁~123_Nとして受信する。そして、割当部122によって帯域の割り当てが行われたら、その結果を信号送出許可124₁~124_Nとして各ONU102₁~ONU102_Nに送信する。割当部122の割り当ては、先に説明したD1のアルゴリズムで行われる。そして、インタフェース部125は割当部122に対して第1~第NのONU102₁~102_Nのバッファメモリのキュー(queue)の状態、すなわち待ち行列の長さを表わしたキュー状態信号126で通知し、これに対する割当完了信号127を受けて信号送出許可124₁~124_Nの送出を行うことになる。

20

30

【0020】

ところで、D1は比較的簡単なアルゴリズムであるため、小規模なPONでは実現しやすく、かつ各ONU102₁~ONU102_N間の公平性が保たれるという特長を有している。

【非特許文献1】Y.Luo et al., "Bandwidth Allocation for Multiservice Access on EPONs," IEEE Communications Magazine 2005 February s16-s21

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0021】

しかしながら、この従来提案されたアルゴリズムは、システムの拡張性(scalability)に問題がある。すなわち、このアルゴリズムでは、第1~第NのONU102₁~102_Nから出力要求123₁~123_Nを収集した後に、次のサービスサイクルSCが始まるまでに割り当てを集中的に行っている。このため、ONU102の数が増えると、割当部122に過大な負荷を掛けることになる。したがって、大規模なPONでは帯域割り当て制御部121に高価で高速な集積回路やCPUを必要とすることになり、システムのコストアップにつながるようになった。また、このような問題を解消するために、帯域の割り当てに時間的な余裕を持たせると、サービスサイクルSCの開始までの時間が遅れてしまい、遅延した時間の分だけ帯域が無駄になる。この結果、特にAFデータやBEデータのクラス

50

について帯域の割当に制限が生じて、システムの性能が低下するという問題が発生した。

【 0 0 2 2 】

そこで本発明の目的は、PONを構成するそれぞれのONU間で帯域の割当を公平に行うことができ、かつONUの数が多い場合でも帯域の利用効率が低下することのない局側装置における帯域割当装置、帯域割当方法および帯域割当プログラムを得ることにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 3 】

本発明では、(イ)光分岐結合器を経由して送られてくる各宅内装置からのデータ送信のための要求としての出力要求を受け取ると共に、データ送信のための単位区間としてのそれぞれのサービスサイクルにおける送信可能なデータの種類およびこれらのデータに割り当てられる帯域を少なくとも2つ先のサービスサイクルについて配分した結果を信号送出許可として各宅内装置に返送する送受信手段と、(ロ)前記した各宅内装置に1つずつ対応して設けられ、かつ予め定めた順序でリング状に接続されており、自己が最初の割当を行うサービスサイクル以外のサービスサイクルでは予め定めた他の宅内装置についての直前の割当結果を入力して、自己に対応する宅内装置からの前記した出力要求に対して優先度に応じて前記した少なくとも2つ先のサービスサイクルについての帯域を割り当てると共に、自己が最終の割り当てを行うサービスサイクル以外のサービスサイクルではそれまでの割当結果を前記したリング状に接続された次の宛先に割当処理の続行のために出力し、自己が最終の割り当てを行うサービスサイクルでは最終的に確定した前記した少なくとも2つ先のサービスサイクルについての割当結果を前記した信号送出許可の出力のために前記した送受信手段に出力する宅内装置別帯域割当手段と、(ハ)最初に割当処理を行う宅内装置別帯域割当手段を前記したサービスサイクルごとに1つずつシフトして指定する宅内装置別帯域割当手段指定手段とを局側装置における帯域割当装置に具備させる。

【 0 0 2 6 】

また、本発明では、(イ)光分岐結合器を経由して送られてくる各宅内装置からのデータ送信のための要求としての出力要求を受け取る出力要求受信ステップと、(ロ)この出力要求受信ステップで出力要求を受信したら、前記した各宅内装置に1つずつ対応して設けられ、かつ予め定めた順序でリング状に接続され、自己が最初の割当を行うサービスサイクル以外のサービスサイクルでは予め定めた他の宅内装置についての直前の割当結果を入力して、自己に対応する宅内装置からの前記した出力要求に対して優先度に応じて少なくとも2つ先のサービスサイクルについての帯域を割り当てると共に、自己が最終の割り当てを行うサービスサイクル以外のサービスサイクルではそれまでの割当結果を前記したリング状に接続された次の宛先に割当処理の続行のために出力するそれぞれの宅内装置別帯域割当手段の中から、最初に割当処理を行う宅内装置別帯域割当手段を前記したサービスサイクルごとに1つずつシフトして指定する宅内装置別帯域割当手段指定ステップと、(ハ)この宅内装置別帯域割当手段指定ステップで最初に割当処理を行う宅内装置別帯域割当手段を指定したとき、前記したリング状に接続された最後の宅内装置別帯域割当手段が行った割当結果を受信する割当結果受信ステップと、(ニ)この割当結果受信ステップで受信した割当結果を基にして前記した出力要求を行ったそれぞれの宅内装置ごとに送信可能なデータの種類およびこれらのデータに割り当てられる帯域を前記した少なくとも2つ先のサービスサイクルについて配分した結果としての信号送出許可として通知する信号送出許可通知ステップとを局側装置における帯域割当方法に具備させる。

【 0 0 2 9 】

また、本発明の帯域割当プログラムでは、(イ)分岐結合器を経由して送られてくる各宅内装置からのデータ送信のための要求としての出力要求を受け取ると共に、データ送信のための単位区間としてのそれぞれのサービスサイクルにおける送信可能なデータの種類およびこれらのデータに割り当てられた帯域とを信号送出許可として各宅内装置に返送する局側装置のコンピュータに、(ロ)光分岐結合器を経由して送られてくる各宅内装置からのデータ送信のための要求としての出力要求を受け取る出力要求受信処理と、(ハ)この出力要求受信処理で出力要求を受信したら、前記した各宅内装置に1つずつ対応して設

10

20

30

40

50

けられ、かつ予め定めた順序でリング状に接続され、自己が最初の割当を行うサービスサイクル以外のサービスサイクルでは予め定めた他の宅内装置についての直前の割当結果を入力して、自己に対応する宅内装置からの前記した出力要求に対して優先度に応じて少なくとも2つ先のサービスサイクルについての帯域を割り当てると共に、自己が最終の割り当てを行うサービスサイクル以外のサービスサイクルではそれまでの割当結果を前記したリング状に接続された次の宛先に割当処理の続行のために出力するそれぞれの宅内装置別帯域割当手段の中から、最初に割当処理を行う宅内装置別帯域割当手段を前記したサービスサイクルごとに1つずつシフトして指定する宅内装置別帯域割当手段指定処理と、(ニ)この宅内装置別帯域割当手段指定処理で最初に割当処理を行う宅内装置別帯域割当手段を指定したとき、前記したリング状に接続された最後の宅内装置別帯域割当手段が行った割当結果を受信する割当結果受信処理と、(ホ)この割当結果受信処理で受信した割当結果を基にして前記した出力要求を行ったそれぞれの宅内装置ごとに送信可能なデータの種別およびこれらのデータに割り当てられる帯域を前記した少なくとも2つ先のサービスサイクルについて配分した結果としての信号送出許可として通知する信号送出許可通知処理とを実行させる。

10

【発明の効果】

【0032】

以上説明したように本発明によれば、光分岐結合器を経由して各宅内装置から局側装置にデータを送る際に、宅内装置単位の宅内装置別帯域割当手段を帯域処理のために用意したので、宅内装置ごとの状況に応じた帯域割当の処理が可能になる。また、宅内装置の数が増加するような場合には、それに応じて宅内装置別帯域割当手段を増やせばよいので、通信システムの構成に無駄が生じない。また、宅内装置別帯域割当手段を複数配置するので、その一部に障害が発生するような場合には他の宅内装置の処理を代用させることができ、通信システムの信頼性を向上させることができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

【実施例1】

【0034】

図1は、本発明の一実施例におけるPONの概要を表わしたものである。本実施例のOLT(局側装置)201は、エンドユーザ宅にそれぞれ対応付けて配置された第1~第NのONU(Optical Network Unit; 宅内装置)202₁~202_Nと、光分岐結合器203を介して接続されている。OLT201は、インターネット等の図示しない通信ネットワークと接続されており、第1~第NのONU202₁~202_Nは、図示しないパーソナルコンピュータ等の通信端末と接続されている。第1~第NのONU202₁~202_Nおよび光分岐結合器203の構成は、図10に示した第1~第NのONU102₁~102_Nおよび光分岐結合器103の構成と実質的に同一である。そこで、これらについての説明は省略する。OLT201は、図14に示した帯域割当制御部121の部分が本実施例独自のものとなっている。その他の部分は図10に示したOLT101と実質的に同一である。

30

40

【0035】

図2は、本実施例の帯域割当制御部の構成を表わしたものである。帯域割当制御部221は、帯域の割当を行う割当部(Allocation Module)222と、第1~第NのONU202₁~202_Nとの間で出力要求(REPORT)223₁~223_Nおよび信号送出許可(GATE)224₁~224_Nの送受信を行うインタフェース部225から構成されている。帯域割当制御部221は、図示しないがCPU(Central Processing Unit)と、制御プログラムを格納したROM(Read Only Memory)等の記憶媒体と、CPUが制御プログラムを実行するに際して各種のデータを一時的に格納するRAM(Random Access Memory)等の作業用メモリによって構成されている。もちろん、その一部または全部をハードウェアによって置き換えたものであってもよい。

50

【 0 0 3 6 】

インタフェース部 2 2 5 は、第 1 ~ 第 N の ONU 2 0 2₁ ~ 2 0 2_N が送信しようとする信号をそれぞれ格納した前記したバッファメモリのキューの状態、すなわち待ち行列の長さを出力要求 2 2 3₁ ~ 2 2 3_N として受信する。そして、割当部 2 2 2 によって帯域の割当が行われたら、その結果を信号送出許可 2 2 4₁ ~ 2 2 4_N として第 1 ~ 第 N の ONU 2 0 2₁ ~ 2 0 2_N に送信する。この点は、従来の図 1 4 に示したインタフェース部 2 2 5 と同様である。

【 0 0 3 7 】

割当部 2 2 2 は、第 1 ~ 第 N のアロケーションモジュール 2 3 1₁ ~ 2 3 1_N を備えている。このうち第 1 のアロケーションモジュール 2 3 1₁ はインタフェース部 2 2 5 からキュー状態信号 2 2 6₁ を入力するようになっている。キュー状態信号 2 2 6₁ とは、出力要求 2 2 3₁ を基にした第 1 の ONU 2 0 2₁ のバッファメモリのキューの状態、すなわち待ち行列の長さを表わした信号である。第 1 のアロケーションモジュール 2 3 1₁ は割当完了信号 2 2 7₁ をインタフェース部 2 2 5 に対して出力すると共に、第 2 のアロケーションモジュール 2 3 1₂ に対してアロケーションの暫定的な結果を示すアロケーション結果信号 2 3 2₁ を出力するようになっている。

10

【 0 0 3 8 】

第 2 のアロケーションモジュール 2 3 1₂ は、このアロケーション結果信号 2 3 2₁ の供給を受けると共に、インタフェース部 2 2 5 からキュー状態信号 2 2 6₂ の供給を受ける。そして、割当完了信号 2 2 7₂ をインタフェース部 2 2 5 に対して出力すると共に、図示しない第 3 のアロケーションモジュール 2 3 1₃ に対してアロケーションの暫定的な結果を示すアロケーション結果信号 2 3 2₂ を出力するようになっている。以下、同様にして、第 N のアロケーションモジュール 2 3 1_N は、図示しない前段の第 N - 1 のアロケーション結果信号 2 3 2_{N-1} の供給を受けると共に、インタフェース部 2 2 5 からキュー状態信号 2 2 6_N の供給を受ける。そして、割当完了信号 2 2 7_N をインタフェース部 2 2 5 に対して出力すると共に、第 1 のアロケーションモジュール 2 3 1₁ に対してアロケーションの暫定的な結果を示すアロケーション結果信号 2 3 2_N を出力するようになっている。

20

【 0 0 3 9 】

このように第 1 ~ 第 N のアロケーションモジュール 2 3 1₁ ~ 2 3 1_N は、それぞれのアロケーション結果信号 2 3 2₁ ~ 2 3 2_N が次の段となる第 2 ~ 第 N、第 1 のアロケーションモジュール 2 3 1₂ ~ 2 3 1_N、2 3 1₁ に入力されるよう、リング状に接続されている。このようなリング状の接続によって、本実施例では帯域の割当制御を直列分散処理で行うようになっている。第 1 のアロケーションモジュール 2 3 1₁ は、最終的に確定した帯域の割当 (completed allocation) を割当完了信号 2 2 7₁ としてインタフェース部 2 2 5 に供給することになる。インタフェース部 2 2 5 はこれを基にして信号送出許可 2 2 4₁ を出力することになる。同様に、第 2 ~ 第 N のアロケーションモジュール 2 3 1₂ ~ 2 3 1_N は、最終的に確定した帯域の割当を割当完了信号 2 2 7₂ ~ 2 2 7_N としてインタフェース部 2 2 5 に供給することになる。インタフェース部 2 2 5 はこれらを基にして信号送出許可 2 2 4₂ ~ 2 2 4_N を出力することになる。

30

40

【 0 0 4 0 】

次に、割当部 2 2 2 における帯域の割当の様子を具体的に説明する。なお、説明を単純化するためにシステムを構成する ONU の数 N を “ 3 ” として、第 1 ~ 第 3 の ONU 2 0 2₁ ~ 2 0 2₃ に対する帯域の割当制御を説明する。第 1 ~ 第 3 の ONU 2 0 2₁ ~ 2 0 2₃ が扱うデータについての送信が一巡する周期をサービスサイクル S C と呼ぶ。本実施例では現サービスサイクル S C の期間に 2 つ先のサービスサイクル S C についての帯域割当を先行して実行するようになっている。

【 0 0 4 1 】

図 3 は、本実施例で 3 台の ONU が O L T と通信する様子を表わしたものである。既に説明したように第 1 ~ 第 3 の ONU 2 0 2₁ ~ 2 0 2₃ が扱うデータを優先度に応じて 3 つ

50

のクラスに分けるものとする。これらは、遅延も帯域も保証する E F (Expedited Forwarding) データと、遅延は保証せず帯域を保証する A F (Assured Forwarding) データと、遅延も帯域も保証しない B E (Best Effort) データである。各サービスサイクル SC_1 、 SC_2 、 SC_3 ……の先頭部に最も優先度の高い E F データ用のタイムスロット 241_1 、 241_2 、 241_3 、……を配置する。E F データは、遅延も帯域も保証された形で最優先に割り当てられるので、これらについて帯域の割当の制御は行われない。従って帯域割当の制御は A F クラスと B E クラスのデータに対して行われることとなる。各サービスサイクル SC_1 、 SC_2 、 SC_3 ……に先立って、時刻 t_{11} 、 t_{12} 、 t_{13} ……に、O L T 2 0 1 から第 1 ~ 第 3 の O N U 2 0 2₁ ~ 2 0 2₃ には信号送出許可 224_1 ~ 224_3 (G_1 、 G_2 、 G_3) が送出されるようになっている。

10

【 0 0 4 2 】

たとえば第 1 のサービスサイクル SC_1 について見ると、まず E F データ用のタイムスロット 241_1 が割り当てられており、続いて第 1 の O N U 2 0 2₁ からの要求に基づいた A F クラスと B E クラスのデータ D_1 が O L T 2 0 1 に伝送される。この後、データ D_1 の最後にピギーバック (piggy back) で第 1 の O N U 2 0 2₁ から O L T 2 0 1 に出力要求 (R E P O R T) 223_1 が送信される。続いて第 2 の O N U 2 0 2₂ からの要求に基づいた A F クラスと B E クラスのデータ D_2 が O L T 2 0 1 に伝送される。この後、データ D_2 の最後にピギーバックで第 2 の O N U 2 0 2₂ から O L T 2 0 1 に出力要求 223_2 が送信される。続いて第 3 の O N U 2 0 2₃ からの要求に基づいた A F クラスと B E クラスのデータ D_3 が O L T 2 0 1 に伝送される。この後、データ D_3 の最後にピギーバックで第 3 の O N U 2 0 2₃ から O L T 2 0 1 に出力要求 223_3 が送信される。

20

【 0 0 4 3 】

第 2 のサービスサイクル SC_2 および第 3 のサービスサイクル SC_3 についても同様である。ただし、それぞれのサービスサイクル SC で第 1 ~ 第 3 の O N U 2 0 2₁ ~ 2 0 2₃ のデータ D_1 、 D_2 、 D_3 がこの順に伝送されている訳ではない。たとえば第 2 のサービスサイクル SC_2 では E F データ用のタイムスロット 241_1 の後にデータ D_2 、 D_3 、 D_1 がこの順に伝送されている。また、第 3 のサービスサイクル SC_3 では E F データ用のタイムスロット 241_3 の後にデータ D_3 、 D_1 、 D_2 がこの順に伝送されている。

【 0 0 4 4 】

図 4 は、本実施例と比較するために従来技術における 3 台の O N U が O L T と通信する様子を表わしたものである。各サービスサイクル SC_1 、 SC_2 、 SC_3 ……の先頭部に最も優先度の高い E F データ用のタイムスロット 241_1 、 241_2 、 241_3 、……を配置する点は同一である。それぞれのサービスサイクル SC_1 、 SC_2 、 SC_3 ……に先立って、時刻 t_{21} 、 t_{22} 、 t_{23} ……に、O L T 1 0 1 (図 1 0 参照) から第 1 ~ 第 3 の O N U 2 0 2₁ ~ 2 0 2₃ (図 1 0 参照) には信号送出許可 124 (G_1 、 G_2 、 G_3 ……) が送出されるようになっている点も同一である。

30

【 0 0 4 5 】

しかしながら、この図 4 に示した従来技術では、それぞれのサービスサイクル SC_1 、 SC_2 、 SC_3 ……で第 1 ~ 第 3 の O N U 2 0 2₁ ~ 2 0 2₃ のデータ D_1 、 D_2 、 D_3 がこの順に伝送されている。また、最後のデータ D_3 が O L T 1 0 1 に送られて第 3 の O N U 1 0 2₃ の出力要求 (R E P O R T) 123_3 がピギーバックで O L T 1 0 1 に送られた後、比較的長い時間のトラフィックの割り当て (allocation) AL_1 、 AL_2 、……が割り振られている。この結果として、図 4 に示した従来技術の方が、同一時間にデータ D_1 、 D_2 、 D_3 を O L T 2 0 1 (1 0 1) に送信する量が少なく、本発明の実施例の方が効率的なデータ伝送が行われていることになる。

40

【 0 0 4 6 】

図 3 に戻って戻って説明を続ける。ところで、本実施例においても、各サービスサイクル SC_1 、 SC_2 、 SC_3 ……の長さは常に一定である必要はない。しかしながら、それぞれのサービスサイクル SC については合計最大帯域 (Maximum of Service Cycle) を予め定め、割り当て時にはこれを超過しないようにしている。本実施例では、図 2 に示

50

したインタフェース部 225 がサービスサイクル SC_1 についての割り当ての信号送出許可 224₁ ~ 224₃ を行っているとき、第 1 ~ 第 3 のアロケーションモジュール 231₁ ~ 231₃ はこれよりも 2 つ先のサービスサイクル SC_3 についての割り当てを処理している。これは、帯域の割当に関する処理を行う処理時間に余裕を作り出すための措置である。この結果が、トラフィックの割り当て AL (図 4) がデータ D の伝送できない区間として表面化しない理由となっている。

【0047】

本実施例で、図 2 に示した第 1 のアロケーションモジュール 231₁ は、第 1 の ONU 202₁ からの要求に基づいたキュー状態信号 226₁ を受信して、サービスサイクル SC_3 についての合計最大帯域の範囲内に収まる場合には要求通りに AF クラスと BE クラスのデータ 251₁ (D_1) (図 4) を帯域に割り当てる。そして、その結果としてのアロケーション結果信号 232₁ を第 2 のアロケーションモジュール 231₂ に渡すことになる。図 3 における符号 $AL(1/3) * 3$ はここまでの動作が行われる時間を示している。

10

【0048】

第 2 のアロケーションモジュール 231₂ は、第 2 の ONU 202₂ からの要求に基づいたキュー状態信号 226₂ と第 1 のアロケーションモジュール 231₁ から送られてきたアロケーション結果信号 232₁ を入力して、サービスサイクル SC_3 についての合計最大帯域の範囲内に収まる場合には要求通りに AF クラスと BE クラスのデータ 251₂ (D_2) (図 4) を帯域に割り当てる。そして、その結果としてのアロケーション結果信号 232₂ を第 3 のアロケーションモジュール 231₃ に渡すことになる。図 3 における符号 $AL(2/3) * 3$ はここまでの動作が行われる時間を示している。

20

【0049】

なお、帯域の割当を行う際にサービスサイクル SC_3 についての合計最大帯域の範囲内に収まらない場合がある。このとき第 2 のアロケーションモジュール 231₂ は、第 1 のアロケーションモジュール 231₁ による帯域の割当結果とクラスの優先度を勘案して割り当てを行う。割り当ての優先順位は次の (1) 式に示すようになる。

【0050】

$$AF(第1のONU202_1) > AF(第2のONU202_2) > BE(第1のONU202_1) > BE(第2のONU202_2) \dots\dots (1)$$

【0051】

すなわち、サービスサイクルの合計最大帯域から EF データ用のタイムスロット 241 を差し引いた帯域からまず第 1 の ONU 202₁ の AF データの帯域を最優先で取得するので、これが変更されることはない。第 1 の ONU 202₁ の BE データよりも第 2 の ONU 202₂ の AF データの方が優先度が高いので、第 2 の ONU 202₂ の AF データを残りの帯域に配置した段階でその残りが少ないと第 1 の ONU 202₁ の BE データが第 2 の ONU 202₂ の AF データによって侵食を受け縮小される場合がある。また、第 1 および第 2 の ONU 202₁、ONU 202₂ の AF データを割り当てた時点でサービスサイクルの合計最大帯域を超過する場合には、第 1 および第 2 の ONU 202₁、202₂ の BE データはいずれについても帯域を割り当てられない。

30

【0052】

また、第 1 および第 2 の ONU 202₁、202₂ の AF データが合計最大帯域を超過した場合には、第 1 の ONU 202₁ の AF データはそのまま帯域を取得し、第 2 の ONU 202₂ が合計最大帯域の範囲内で帯域を取得することになる。これは、本実施例では図 4 との対比の箇所でも説明したように第 1 ~ 第 3 の ONU 202₁ ~ 202₃ の間での帯域割当の優先順位がサービスサイクル SC に応じて変動するようになっている。このため、図 4 で示した従来例と異なりそれぞれのサービスサイクル SC で帯域割当の平等化を図る必要がないからである。

40

【0053】

帯域割当についての以上の処理が終了したら、第 2 のアロケーションモジュール 231₂ はその結果としてのアロケーション結果信号 232₂ を第 3 のアロケーションモジュール

50

2 3 1₃に渡す。

【 0 0 5 4 】

第3のアロケーションモジュール2 3 1₃は、第3のONU 2 0 2₂からの要求に基づいたキュー状態信号2 2 6₃と第2のアロケーションモジュール2 3 1₂から送られてきたアロケーション結果信号2 3 2₂を入力して、サービスサイクルS C₃についての合計最大帯域の範囲内に収まる場合には要求通りにA FクラスとB Eクラスのデータ2 5 1₃(D₃) (図4)を帯域に割り当てる。そして、その結果としてのアロケーション結果信号2 3 2₃を第1のアロケーションモジュール2 3 1₁に渡すことになる。図3における符号A L (3 / 3) * 3 はここまでの動作が行われる時間を示している。

【 0 0 5 5 】

なお、帯域の割当を行う際に第サービスサイクルS C₃についての合計最大帯域の範囲内に収まらない場合がある。このとき第3のアロケーションモジュール2 3 1₃は、第1および第2のアロケーションモジュール2 3 1₁、2 3 1₂による帯域の割当結果とクラスの優先度を勘案して割り当てを行う。割り当ての優先順位は次の(2)式に示すようになる。

【 0 0 5 6 】

A F (第1のONU 2 0 2₁) > A F (第2のONU 2 0 2₂) > A F (第3のONU 2 0 2₃) > B E (第1のONU 2 0 2₁) > B E (第2のONU 2 0 2₂) > B E (第3のONU 2 0 2₃) (2)

【 0 0 5 7 】

すなわち、この場合も第1～第3のONU 2 0 2₁～2 0 2₃のA Fデータが(2)式で示す順序で合計最大帯域の範囲内で単純に割り当てられることになる。帯域割当についての以上の処理が終了したら、第3のアロケーションモジュール2 3 1₃は割当完了信号2 2 7₃をインタフェース部2 2 5に対して出力する。インタフェース部2 2 5はこの割当完了信号2 2 7₃によって第1～第3のONU 2 0 2₁～2 0 2₃がすべて帯域の割当を完了したことを知る。そこで、この時点でインタフェース部2 2 5は信号送出許可2 2 4₁～2 2 4₃を第1～第3のONU 2 0 2₁～2 0 2₃に出力することになる。図3ではこの信号送出許可2 2 4₁～2 2 4₃を、第2のサービスサイクルS C₂の終わりに近い箇所の信号送出許可G₃として表わしている。

【 0 0 5 8 】

図5は、このサービスサイクルS C₃の帯域割当制御における各アロケーションモジュールによる帯域獲得の推移を表わしたものである。第1～第3のアロケーションモジュール2 3 1₁～2 3 1₃の横に付けられた括弧付き数字(1)～(3)は、帯域の配分が行われる順序を表わしている。この例では、第2のアロケーションモジュール2 3 1₂まですべてのデータD₁、D₂が制限なく帯域を獲得している。第3のアロケーションモジュール2 3 1₃による帯域制御の段階で、データD₃のA Fデータを合計最大帯域(Maximum of Service Cycle)内に納めるために、これよりも優先度の低いデータD₂のB Eデータの割り当てを減少させている。

【 0 0 5 9 】

このようにしてサービスサイクルS C₃の帯域割当制御が終了したら、次にサービスサイクルS C₄の帯域割当制御が開始されることになる。このとき、図2に示したインタフェース部2 2 5は第2のアロケーションモジュール2 3 1₂を帯域の割当の開始位置に設定する。そして、合計最大帯域の範囲内でA FクラスとB Eクラスのデータを割り当てることになる。このときの2番目に割り当てを行う第3のアロケーションモジュール2 3 1₃は、第2のアロケーションモジュール2 3 1₂による帯域の割当結果とクラスの優先度を勘案して割り当てを行う。割り当ての優先順位は次の(3)式に示すようになる。

【 0 0 6 0 】

A F (第2のONU 2 0 2₂) > A F (第3のONU 2 0 2₃) > B E (第2のONU 2 0 2₂) > B E (第3のONU 2 0 2₃) (3)

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

最後に、第1のアロケーションモジュール231₁は、第2および第3のアロケーションモジュール231₂、231₃による帯域の割当結果とクラスの優先度を勘案して割り当てを行う。割り当ての優先順位は次の(4)式に示すようになる。

【0062】

$AF(第2のONU202_2) > AF(第3のONU202_3) > AF(第1のONU202_1) > BE(第2のONU202_2) > BE(第3のONU202_3) > BE(第1のONU202_1)$ (4)

【0063】

このようにして帯域割当についての処理が終了したら、第1のアロケーションモジュール231₁は割当完了信号227₁をインタフェース部225に対して出力する。インタフェース部225はこの割当完了信号227₁によって第1～第3のONU202₁～202₃がすべて帯域の割当を完了したことを知る。そこで、この時点でインタフェース部225は信号送出許可224₁～224₃を第1～第3のONU202₁～202₃に出力することになる。

10

【0064】

図6は、このサービスサイクルSC₄の帯域割当制御における各アロケーションモジュールによる帯域獲得の推移を表わしたものである。第1～第3のアロケーションモジュール231₁～231₃の横に付けられた括弧付き数字(1)～(3)は、帯域の配分が行われる順序を表わしている。この例では、最後の第1のアロケーションモジュール231₁による帯域制御の段階でも、合計最大帯域(Maximum of Service Cycle)以下となったため、すべてのデータD₁～D₃が制限なく帯域を獲得している。

20

【0065】

以上のようにしてサービスサイクルSC₄の帯域割当制御が終了したら、次にサービスサイクルSC₅の帯域割当制御が開始されることになる。このとき、図2に示したインタフェース部225は第3のアロケーションモジュール231₃を帯域の割当の開始位置に設定する。そして、合計最大帯域の範囲内でAFクラスとBEクラスのデータを割り当てることになる。このときの2番目に割り当てを行う第1のアロケーションモジュール231₁は、第3のアロケーションモジュール231₃による帯域の割当結果とクラスの優先度を勘案して割り当てを行う。割り当ての優先順位は次の(5)式に示すようになる。

【0066】

$AF(第3のONU202_3) > AF(第1のONU202_1) > BE(第3のONU202_3) > BE(第1のONU202_1)$ (5)

30

【0067】

最後に、第2のアロケーションモジュール231₂は、第3および第1のアロケーションモジュール231₃、231₁による帯域の割当結果とクラスの優先度を勘案して割り当てを行う。割り当ての優先順位は次の(6)式に示すようになる。

【0068】

$AF(第3のONU202_3) > AF(第1のONU202_1) > AF(第2のONU202_2) > BE(第3のONU202_3) > BE(第1のONU202_1) > BE(第2のONU202_2)$ (6)

40

【0069】

このようにして帯域割当についての処理が終了したら、第2のアロケーションモジュール231₂は割当完了信号227₂をインタフェース部225に対して出力する。インタフェース部225はこの割当完了信号227₂によって第1～第3のONU202₁～202₃がすべて帯域の割当を完了したことを知る。そこで、この時点でインタフェース部225は信号送出許可224₁～224₃を第1～第3のONU202₁～202₃に出力することになる。

【0070】

図7は、このサービスサイクルSC₅の帯域割当制御における各アロケーションモジュールによる帯域獲得の推移を表わしたものである。第1～第3のアロケーションモジュール

50

ル $231_1 \sim 231_3$ の横に付けられた括弧付き数字(1)~(3)は、帯域の配分が行われる順序を表わしている。この例では、2番目の第1のアロケーションモジュール 231_1 の段階で合計最大帯域(Maximum of Service Cycle)を超えるため、優先度の低いデータ D_1 のBEデータの割り当てに制限が加えられている。最後の第2のアロケーションモジュール 231_2 による帯域制御の段階では、BEデータよりも優先度の高いAFデータまでは完全に割り当てが行われているが、この影響でBEデータの中で最も優先度の高いデータ D_2 のBEデータのみが合計最大帯域を満足する限度で帯域を割り当てられている。

【0071】

図8は、以上説明した処理を行う帯域割当制御部の制御の概要を表わしたものである。ここでは、一般原則に戻って、図1に示す第1~第NのONU $202_1 \sim 202_N$ がOLT 201 と通信を行うものとする。帯域割当制御部 221 は、まずステップ $S301$ で第1のサービスサイクル SC_1 の出力要求 $223_1 \sim 223_N$ を受け付けて、図11あるいは図12で説明したような従来と同一の手法でこれらについて信号送出許可 $224_1 \sim 224_N$ を与えて、第1~第NのONU $202_1 \sim 202_N$ のデータ $D_1 \sim D_N$ のうちの許可されたものについてOLT 201 への送信を行わせると共に、先行して第3のサービスサイクル SC_3 についての帯域の割当制御を行う。

10

【0072】

このとき、第1のサービスサイクル SC_1 についての処理を軽減するため、本実施例では第1のサービスサイクル SC_1 については出力要求 $223_1 \sim 223_N$ を受けて遅延も帯域も保証するEFクラスのデータの送信のみを行わせるか、これにAFクラスの帯域を加えたデータの送信を行わせる。これによって、この第1のサービスサイクル SC_1 が実行されている時間帯におけるBEクラスを中心とした未送信分の出力要求 $223_1 \sim 223_N$ は、第3のサービスサイクル SC_3 に割り当てられることになる。第1のサービスサイクル SC_1 の最後の区間に図13に示したようなトラフィックの割り当て(allocation)ALを設けて次の第2のサービスサイクル SC_2 の割り当てを行ってもよい。

20

【0073】

次の第2のサービスサイクル SC_2 が実行されるステップ $S302$ では、同様に出力要求 $223_1 \sim 223_N$ を受けてEFクラスのデータの送信のみを行わせるか、これにAFクラスの帯域を加えたデータの送信を行わせる。あるいは第1のサービスサイクル SC_1 で行われたトラフィックの割り当て(allocation)ALを基にしてEFクラスとAFクラスに限定したデータ $D_1 \sim D_N$ の送信を行わせ、これと共に第4のサービスサイクル SC_4 の割り当てを行う。もちろん、処理に余裕があれば出力要求 $223_1 \sim 223_N$ を受け付けたBEクラスのデータの全部または一部についてのデータ $D_1 \sim D_N$ の送信を行わせてもよい。

30

【0074】

次の第3のサービスサイクル SC_3 が実行されるステップ $S303$ では、ステップ $S301$ で帯域を割り当てられたデータ $D_1 \sim D_N$ の送信を行わせると共に、このときに第1~第NのONU $202_1 \sim 202_N$ から受け取る出力要求 $223_1 \sim 223_N$ に対して第5のサービスサイクル SC_5 の割り当てを実行する。同様に、更に次の第4のサービスサイクル SC_4 が実行されるステップ $S304$ では、ステップ $S302$ で帯域を割り当てられたデータ $D_1 \sim D_N$ の送信を行わせると共に、このときに第1~第NのONU $202_1 \sim 202_N$ から受け取る出力要求 $223_1 \sim 223_N$ に対して第6のサービスサイクル SC_6 の割当を実行する。以下同様である。

40

【0075】

図9は、帯域割当制御部の更に具体的な制御の様子を表わしたものである。ただし、この図ではONU 202 の数を n 個(0、1、2、... $n-1$)とし、サービスサイクル SC も0から($n-1$)で循環するものとする。まず、帯域割当制御部 221 は、処理を開始する前にサービスサイクル SC についてのパラメータ i を“0”にイニシャライズし(ステップ $S321$)、続いてパラメータ j も“0”にイニシャライズする(ステップ $S3$

50

22)。続いてアロケーションモジュール231についてのパラメータkをパラメータiの値(ここでは“0”)に設定して(ステップS323)、パラメータlを“0”にイニシャライズする(ステップS324)。

【0076】

続いて、帯域割当制御部221のアロケーションモジュール231_k(ここではアロケーションモジュール231₀)は、第iのサービスサイクルSC_i(ここではサービスサイクルSC₀)におけるONU202_k(ここではONU202₀)の割当を実行する(ステップS325)。すなわち、先の例では図5の(1)で示したように第1のアロケーションモジュール231₁が優先度に応じてまず最初の帯域を確保することになる。

【0077】

このようにしてONU202_kの割当が実行されたら、その割当結果を次段のアロケーションモジュール231_{k+1}に転送する(ステップS326)。次にパラメータlを“1”だけ加算して(ステップS327)、パラメータkを“1”だけ加算する(ステップS328)。ただし、ONU202の数はn個なのでパラメータkの値はその限度で循環する。すなわち、この加算処理には剰余定理を用いる。「mod n」は、nで割った余り(nの剰余系)である。たとえばnが4のときには、次のようになる。

【0078】

0 (mod 4) = 0
 1 (mod 4) = 1
 2 (mod 4) = 2
 3 (mod 4) = 3
 4 (mod 4) = 0
 5 (mod 4) = 1
 6 (mod 4) = 2
 7 (mod 4) = 3
 8 (mod 4) = 0

.....

【0079】

次にパラメータlがnにまで増加しているかどうかのチェックが行われる(ステップS329)。そして、n個(0、1、2、.....n-1)のONU202のすべてについての帯域の割当が行われるまでは(N)、ステップS325に戻って個々のONU202に対して優先度に応じた帯域の割当が行われる。パラメータlがnと一致したら(ステップS329:Y)、パラメータjを“1”だけ加算する(ステップS330)。そして、パラメータiを“1”だけ加算する(ステップS331)。ただし、ONU202の数はn個なのでパラメータiの値はその限度で循環する。これはステップS328と同様である。

【0080】

最後に、パラメータjがnにまで増加しているかどうかのチェックが行われる(ステップS332)。一致していない状態では(N)、ステップS323に戻って同様の処理を続ける。パラメータjがnと一致したら(ステップS332:Y)、処理をステップS321に戻す(リターン)。

【0081】

以上説明した実施例では、OLT201の配下のすべてのONU202からの出力要求(REPORT)が到着してから帯域の割当処理を行う従来の手法と比べると、実施例ではONU202からの出力要求を順次受け付けて、2サービスサイクル先の帯域の割当処理を行うようにしたので、割り当てのための特別の時間を設定する必要がなくなり、3サービスサイクル以降のサービスサイクルでは帯域を無駄にすることがない。また、帯域の割当順序を循環的に変化させることにしたので、帯域の割当処理が簡略化し、ONU202間の公平性も確保することができる。更に、ONUごとの分散処理を行うので、処理時間に余裕が生じ、ONUの数が増えても制御部の負荷が著しく増大することがない。また、処理速度に余裕があるため、安価な回路素子またはCPUで制御部分を構成することが

10

20

30

40

50

でき、システムのコストを削減することができるという利点がある。

【0082】

なお、以上説明した実施例では優先度をEF、AFおよびBEの3つのクラスに分類して帯域の割当の制御の際に異なった扱いとしたが、優先度のクラス分けの基準やクラスの数の実施例に限定されるものではない。たとえば、AFを比較的優先度の高い第1のAFと比較的優先度の低い第2のAFに分け、BEを同様に第1および第2のBEに分けることも可能である。この例の場合、第2のONU、第3のONU、第1のONUの順序で帯域の割当を行うサービスサイクルの優先度の関係は、次の(7)式に示すようになる。

【0083】

第1のAF(第2のONU) > 第1のAF(第3のONU) > 第1のAF(第1のONU) > 第2のAF(第2のONU) > 第2のAF(第3のONU) > 第2のAF(第1のONU) > 第1のBE(第2のONU) > 第1のBE(第3のONU) > 第1のBE(第1のONU) > 第2のBE(第2のONU) > 第2のBE(第3のONU) > 第2のBE(第1のONU) (7)

10

【図面の簡単な説明】

【0084】

【図1】本発明の一実施例におけるPONの概要を表わしたシステム構成図である。

【図2】本実施例の帯域割当制御部の構成を表わしたブロック図である。

【図3】本実施例で3台のONUがOLTと通信する様子を表わしたタイミング説明図である。

20

【図4】本実施例と対比するため3台のONUがOLTと通信する従来の様子を表わしたタイミング説明図である。

【図5】本実施例でサービスサイクルSC₃の帯域割当制御における各アロケーションモジュールによる帯域獲得の推移を表わした説明図である。

【図6】本実施例でサービスサイクルSC₄の帯域割当制御における各アロケーションモジュールによる帯域獲得の推移を表わした説明図である。

【図7】本実施例でサービスサイクルSC₅の帯域割当制御における各アロケーションモジュールによる帯域獲得の推移を表わした説明図である。

【図8】本実施例の帯域割当制御部の制御の概要を表わした流れ図である。

【図9】帯域割当制御部の更に具体的な制御の様子を表わした流れ図である。

30

【図10】PONの構成および下り方向のフレームの伝送の様子を表わした説明図である。

【図11】PONの構成および上り方向のフレームの伝送の様子を表わした説明図である。

【図12】従来における出力要求とこれに対する信号送出許可の交信の様子を表わした説明図である。

【図13】従来における3台のONUがOLTと通信の様子を表わした説明図である。

【図14】従来のOLTで使用された帯域割当制御部の構成を表わしたブロック図である。

【符号の説明】

40

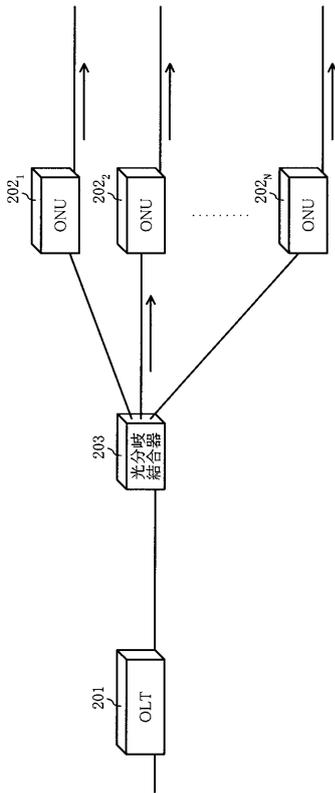
【0085】

- 201 OLT(局側装置)
- 202 ONU(宅内装置)
- 203 光分岐結合器
- 221 帯域割当制御部
- 222 割当部
- 223 出力要求(REPORT)
- 224 信号送出許可(GATE)
- 225 インタフェース部
- 231 アロケーションモジュール

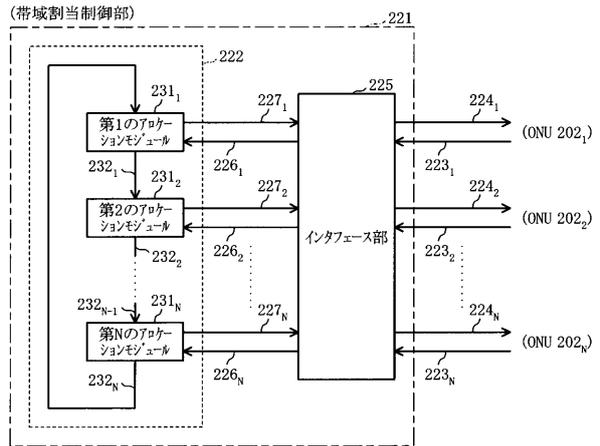
50

2 3 2 アロケーション結果信号

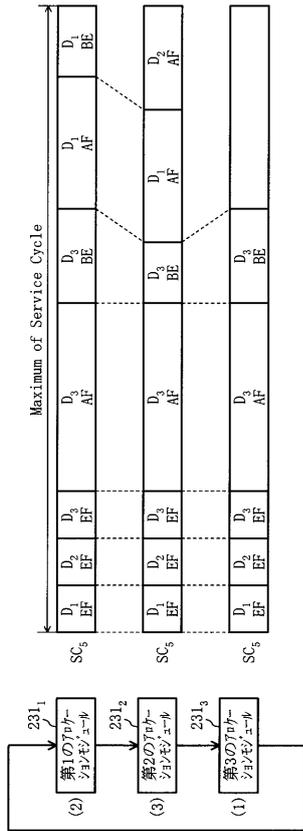
【図1】



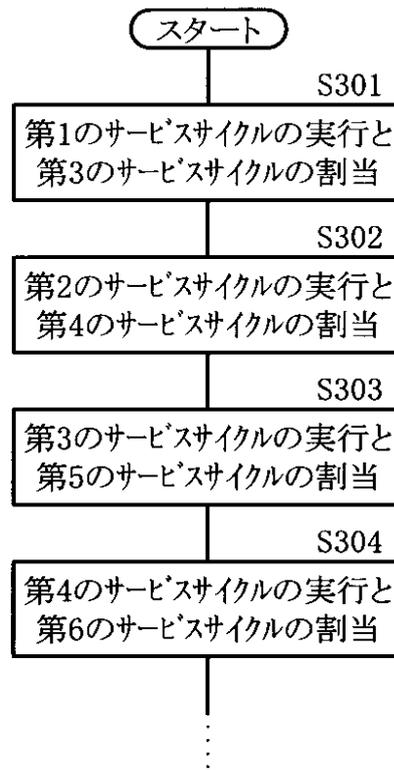
【図2】



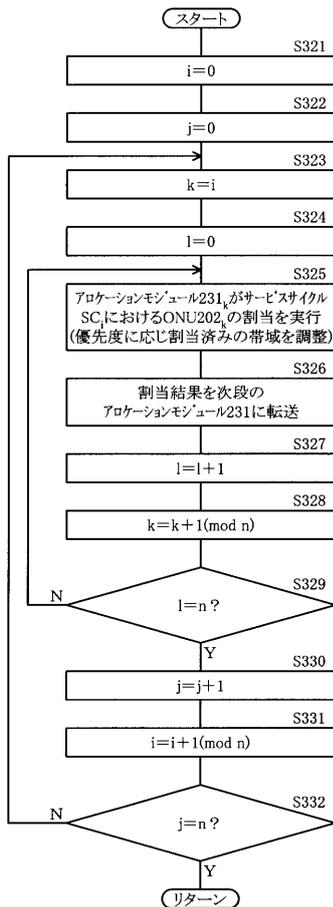
【図7】



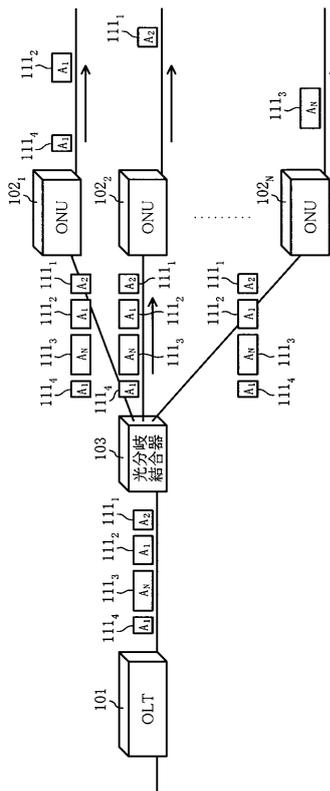
【図8】



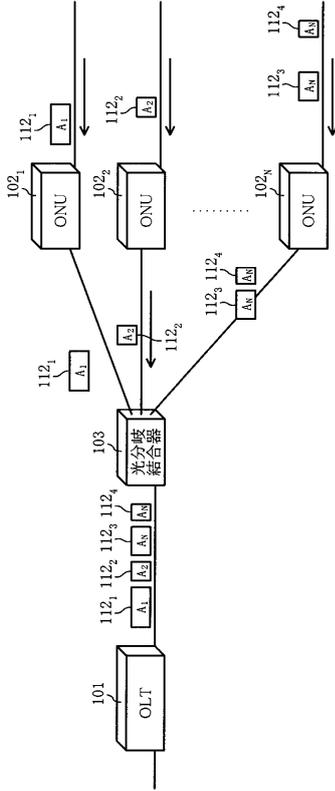
【図9】



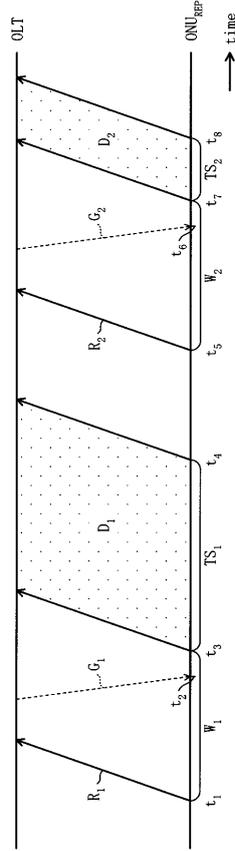
【図10】



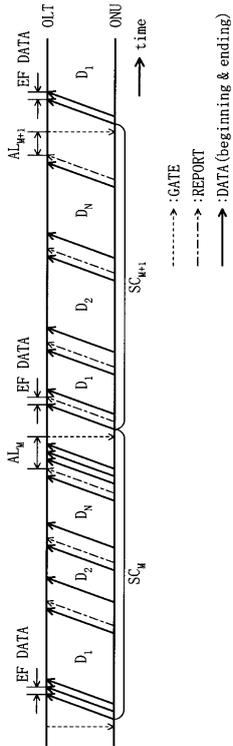
【図 1 1】



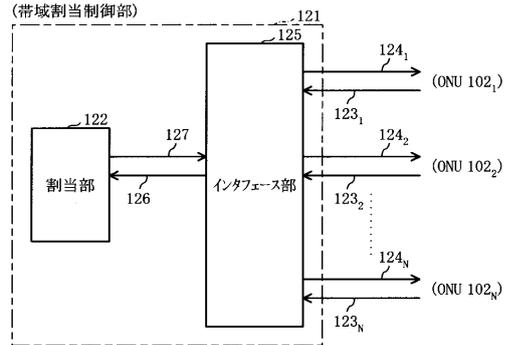
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-012800(JP,A)
特開2002-314564(JP,A)
特開2003-163682(JP,A)
特開2003-318931(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 12/44