

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-82393

(P2016-82393A)

(43) 公開日 平成28年5月16日(2016.5.16)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
 H04L 12/44 (2006.01) H04L 12/44 200 5K033
 H04L 12/44 B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2014-211909 (P2014-211909)	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(22) 出願日	平成26年10月16日(2014.10.16)	(74) 代理人	100072718 弁理士 古谷 史旺
		(74) 代理人	100116001 弁理士 森 俊秀
		(72) 発明者	保米本 徹 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日 本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	中川 雅弘 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

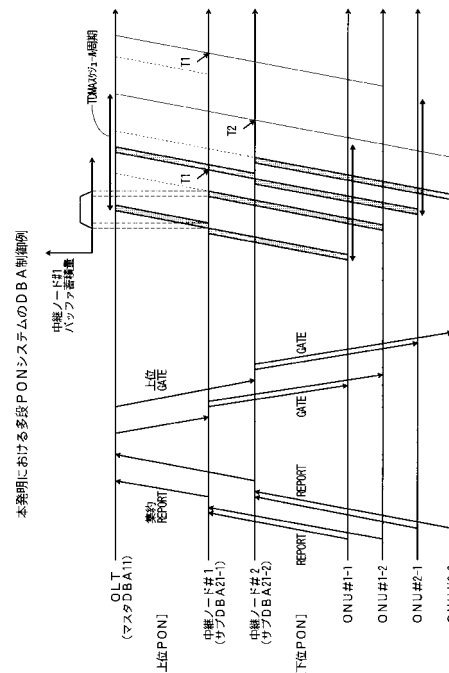
(54) 【発明の名称】 多段PONシステムのDBA制御装置、DBA制御方法およびDBA制御プログラム

(57) 【要約】

【課題】多段PONシステムにおける上位PONと下位PONのTDMスケジュール周期を同期させることにより、中継ノードにおけるバッファリング時間を最小限に抑える。

【解決手段】複数のONUからそれぞれ中継ノードに通知された送信データ量を集約してOLTに通知し、複数の中継ノードから通知された集約した送信データ量に基づき、複数の中継ノードにそれぞれ割り当てる送信開始時刻と送信データ量からなる許可帯域を計算して各中継ノードに通知し、中継ノードに通知された許可帯域に基づき、中継ノードの配下の複数のONUにそれぞれ割り当てる送信開始時刻と送信データ量からなる許可帯域を計算して各ONUに通知し、上位PON帯域割当手段で中継ノードに割り当てられた許可帯域に対応する送信終了時刻と、下位PON帯域割当手段で該中継ノードの配下の各ONUに割り当てられた許可帯域に対応する送信終了時刻とを同期させる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

OLTと複数の中継ノードで上位PONを構成し、各中継ノードとそれぞれ配下の複数のONUで下位PONを構成し、該上位PONと該下位PONを接続する中継ノードで、配下の複数のONUからOLTへの上りデータを集約して転送するための連続した帯域を動的に割り当てる制御を行う多段PONシステムのDBA制御装置において、

前記複数のONUからそれぞれ前記中継ノードに通知された送信データ量を集約して前記OLTに通知する要求帯域集約通知手段と、

前記複数の中継ノードから通知された集約した送信データ量に基づき、前記複数の中継ノードにそれぞれ割り当てる送信開始時刻と送信データ量からなる許可帯域を計算して各中継ノードに通知する上位PON帯域割当手段と、

前記中継ノードに通知された前記許可帯域に基づき、前記中継ノードの配下の複数のONUにそれぞれ割り当てる送信開始時刻と送信データ量からなる許可帯域を計算して各ONUに通知する下位PON帯域割当手段と、

前記上位PON帯域割当手段で前記中継ノードに割り当てられた許可帯域に対応する送信終了時刻と、前記下位PON帯域割当手段で該中継ノードの配下の各ONUに割り当てられた許可帯域に対応する送信終了時刻とを同期させる送出タイミング同期手段と

を備えたことを特徴とする多段PONシステムのDBA制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の多段PONシステムのDBA制御装置において、

前記上位PONと前記下位PONを接続する前記中継ノードを多段接続し、各段の中継ノードの前記送出タイミング同期手段で上位側の送信終了時刻と下位側の送信終了時刻の同期をとる構成である

ことを特徴とする多段PONシステムのDBA制御装置。

【請求項 3】

OLTと複数の中継ノードで上位PONを構成し、各中継ノードとそれぞれ配下の複数のONUで下位PONを構成し、該上位PONと該下位PONを接続する中継ノードで、配下の複数のONUからOLTへの上りデータを集約して転送するための連続した帯域を動的に割り当てる制御を行う多段PONシステムのDBA制御方法において、

前記複数のONUからそれぞれ前記中継ノードに通知された送信データ量を集約して前記OLTに通知する要求帯域集約通知ステップと、

前記複数の中継ノードから通知された集約した送信データ量に基づき、前記複数の中継ノードにそれぞれ割り当てる送信開始時刻と送信データ量からなる許可帯域を計算して各中継ノードに通知する上位PON帯域割当ステップと、

前記中継ノードに通知された前記許可帯域に基づき、前記中継ノードの配下の複数のONUにそれぞれ割り当てる送信開始時刻と送信データ量からなる許可帯域を計算して各ONUに通知する下位PON帯域割当ステップと、

前記上位PON帯域割当ステップで前記中継ノードに割り当てられた許可帯域に対応する送信終了時刻と、前記下位PON帯域割当ステップで該中継ノードの配下の各ONUに割り当てられた許可帯域に対応する送信終了時刻とを同期させる送出タイミング同期ステップと

を有することを特徴とする多段PONシステムのDBA制御方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の多段PONシステムのDBA制御方法において、

前記上位PONと前記下位PONを接続する前記中継ノードを多段接続し、各段の中継ノードの前記送出タイミング同期ステップで上位側の送信終了時刻と下位側の送信終了時刻の同期をとる

ことを特徴とする多段PONシステムのDBA制御方法。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の各処理ステップをコンピュータに実行させて前記送出タイミング同期

10

20

30

40

50

ステップにおける同期制御を行うことを特徴とする多段PONシステムのDBA制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、PONシステムを多段接続した多段PONシステムの中継ノードにおいて、ユーザ側のONUから局側のOLTへの上りデータを効率的に集約して転送する多段PONシステムのDBA制御装置、DBA制御方法およびDBA制御プログラムに関する。

【0002】

なお、本明細書では、受動光ネットワークをPON (Passive Optical Network) システム、端局装置をOLT (Optical Line Terminal)、終端装置をONU (Optical Network Unit)、ONUの送信データ量に応じて帯域を動的に割り当てる動的帯域割り当て制御をDBA (Dynamic Bandwidth Allocation) という。

【背景技術】

【0003】

図10は、PONシステムおよび多段PONシステムの構成例を示す。

図10において、PONシステムは、上位ノードを構成するOLTと下位ノードを構成する複数 n のONU # 1 ~ # n が、光ファイバおよび光スプリッタを介して接続される構成である。

【0004】

多段PONシステムは、上位ノードを構成するOLTと、下位ノードを構成する複数のONUが、複数 m の中継ノード # 1 ~ # m を介して多段接続した構成である。ここでは1段の中継ノードからなる最小構成を示すが、中継ノードが2段以上であってもよい。OLTと複数 m の中継ノード # 1 ~ # m は上位PONを構成し、中継ノード # i (i は1 ~ m の整数)と複数 n のONU # $i - 1$ ~ # $i - n$ は下位PONを構成する。これにより、多段PONシステム全体では、分岐数を $m \times n$ に増加することができる。

【0005】

ONUとOLTとの間は、各ONUの送信データ量に従って各ONUに帯域割り当てを行うDBA制御により、ONUごとに割り当てられた帯域で時分割多重伝送される。

【0006】

図11は、PONシステムにおけるDBA制御例を示す(非特許文献1)。

図11において、OLTとONUがDISCOVERYプロセスによりRTT計測および時刻同期をとってリンクを確立すると、OLTは、ONUに送信するGATEフレームでREPORT送信時刻を通知する(図示せず)。ONUはGATEフレームを受信すると、指定されたREPORT送信時刻までに蓄積した送信データ蓄積量を計算し、当該時刻になったときにREPORTフレームで送信データ蓄積量をOLTに通知し、帯域割り当てを要求する。

【0007】

OLTは、当該ONUからREPORTフレームで通知される送信データ蓄積量と他のONUの使用帯域をもとに、DBAに従って当該ONUに割り当てる許可帯域である送信開始時刻(GST: Grant Start Time)と送信データ量(GL: Grant Length)を計算し、GATEフレームにより次のREPORT送信時刻とともに通知する。当該ONUは、GATEフレームで指定された許可帯域(GSTとGL)に基づいて蓄積した上りデータを送信する。さらに、前回のREPORTフレームの送信後から次のREPORT送信時刻までに蓄積した送信データ蓄積量をREPORTフレームでOLTに通知し、次の帯域割り当てを要求する。

【0008】

ここで、複数のONUに対するDBA制御では、各ONUの上りデータがガードバンドを挟んで連続してOLTに到着するように、ONUごとに許可帯域(GSTとGL)が設定される。

【0009】

図12は、多段PONシステムにおけるDBA制御例を示す(非特許文献2)。

10

20

30

40

50

図12において、ここでは1対2の上位PONと、1対2の下位PONが2組の例を示す。上位PONは、OLTと中継ノード#1, #2が接続される。下位PONは、中継ノード#1とONU#1-1, #1-2が接続され、中継ノード#2とONU#2-1, #2-2が接続される。上位PONのOLTが備えるマスタDBA制御部101と、下位PONの各中継ノードが備えるサブDBA制御部102-1, 102-2との間で、DBA制御を連携することにより、以下に示す帯域割当同期がとられる。

【0010】

下位PONにおける中継ノード#1とONU#1-1, #1-2との間、中継ノード#2とONU#2-1, #2-2との間、上位PONにおけるOLTと中継ノード#1, #2との間でリンクが確立すると、ONU#1-1, #1-2およびONU#2-1, #2-2は、それぞれREPORTフレームで送信データ量を中継ノード#1, #2に通知する。中継ノード#1のサブDBA制御部102-1は、ONU#1-1, #1-2から通知された送信データ量の総和を求め、集約REPORTフレームでOLTに通知する。中継ノード#2のサブDBA制御部102-2においても同様である。

10

【0011】

OLTのマスタDBA制御部101は、各集約REPORTフレームで通知される中継ノードごとの送信データ量をもとに、DBAに従って各中継ノード#1, #2に割り当てる許可帯域(GSTとGL)を計算し、上位GATEフレームによりそれぞれ通知する。中継ノード#1のサブDBA制御部102-1は、上位GATEフレームで指定された許可帯域(GSTとGL)に基づいて、ONU#1-1, #1-2に割り当てる許可帯域(GSTとGL)を計算し、GATEフレームにより通知する。これにより、ONU#1-1, #1-2は、GATEフレームで指定された許可帯域(GSTとGL)に基づいて蓄積した上りデータを送信する。さらに、中継ノード#1は上位GATEフレームで指定された許可帯域(GSTとGL)に基づいて、ONU#1-1, #1-2から送信された上りデータをOLTに送信する。中継ノード#2のサブDBA制御部102-2においても同様である。

20

【0012】

このように、OLTのマスタDBA制御部101と、中継ノード#1, #2のサブDBA制御部102-1, 102-2との間の帯域割当を同期させることにより、中継ノード#1, #2の流入/流出トラフィック量に変動があっても、過不足のない帯域割当が可能となる。

30

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0013】

【非特許文献1】向島俊明、「次世代PON動向とOKIの取り組み」、OKIテクニカルレビュー、第215号、Vol.76、No.2、2009年10月

【非特許文献2】保米本徹他、「大規模バッファレス伝送NW向けの分散型動的帯域制御方式の提案」、2014年電子通信学会総合大会、B-12-8

【非特許文献3】服部恭太他、「帯域保証ネットワークにおける遅延変動対応型のTCPウィンドウ制御方式の検討」、2009年電子通信学会ソサイエティ大会、B-6-8

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

ところで、図12に示す多段PONシステムにおけるDBA制御では、OLTのマスタDBA制御部101から中継ノード#1, #2のサブDBA制御部102-1, 102-2に、TDMスケジュール周期で連続した許可帯域(GSTとGL)が与えられる。一方、サブDBA制御部102-1から配下のONU#1-1, #1-2にも、TDMスケジュール周期で許可帯域(GSTとGL)が与えられる。ただし、上位PONのTDMスケジュール周期と、下位PONのTDMスケジュール周期の同期はとられていない。すなわち、下位PONと上位PONとの間で過不足のない帯域割当は行われるが、下位PONにおけるONU#1-1, #1-2が上りデータを送信する送信開始時刻GSTと、上位P

50

ONで中継ノード#1が上りデータを送信する送信開始時刻GSTが同期していないため、中継ノード#1, #2には、それぞれバッファ溢れを回避するために、最大でTDMスケジュール周期分に相当するデータ量のバッファが必要になる。

【0015】

また、下位PONと上位PONとの間でTDMスケジュール周期の位相が合わない場合、一旦、中継ノードでバッファリングした後にOLTに送信するため、送信待ち時間が発生する。この送信待ち時間は、0～TDMスケジュール間で変動するので、結果としてTCP通信の往復遅延時間RTTが変動する。一般に、TCPスループットは、TCPの受信ウィンドウRWinをRTTで除した値($RWin / RTT$)により制限される。RWinの値が回線の帯域遅延積(回線の帯域×RTT)に対して小さすぎる場合、TCPスループットは回線の帯域幅より小さくなる。RWinが帯域遅延積に近い値の場合、TCPスループットは回線の帯域幅に近づくが、再送時の破棄データ量も大きくなるので、平均したTCPスループットは下がる傾向にある。最近のTCP通信では、RWinのサイズは帯域遅延積の値などにより自動調整され、その値は自動調整アルゴリズムによるが、RTTが変動する、すなわち帯域遅延積が変動する場合、RWinの値が過大または過小に設定され、その結果TCPスループットの低下を招くことになる(非特許文献3)。

10

【0016】

本発明は、多段PONシステムにおける上位PONにおけるDBA制御と下位PONにおけるDBA制御について、それぞれのTDMスケジュール周期を同期させることにより、中継ノードにおけるバッファリング時間を最小限に抑えてバッファ要求量を低減することができる多段PONシステムのDBA制御装置、DBA制御方法およびDBA制御プログラムを提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0017】

第1の発明は、OLTと複数の中継ノードで上位PONを構成し、各中継ノードとそれぞれ配下の複数のONUで下位PONを構成し、該上位PONと該下位PONを接続する中継ノードで、配下の複数のONUからOLTへの上りデータを集約して転送するための連続した帯域を動的に割り当てる制御を行う多段PONシステムのDBA制御装置において、複数のONUからそれぞれ中継ノードに通知された送信データ量を集約してOLTに通知する要求帯域集約通知手段と、複数の中継ノードから通知された集約した送信データ量に基づき、複数の中継ノードにそれぞれ割り当てる送信開始時刻と送信データ量からなる許可帯域を計算して各中継ノードに通知する上位PON帯域割当手段と、中継ノードに通知された許可帯域に基づき、中継ノードの配下の複数のONUにそれぞれ割り当てる送信開始時刻と送信データ量からなる許可帯域を計算して各ONUに通知する下位PON帯域割当手段と、上位PON帯域割当手段で中継ノードに割り当てられた許可帯域に対応する送信終了時刻と、下位PON帯域割当手段で該中継ノードの配下の各ONUに割り当てられた許可帯域に対応する送信終了時刻とを同期させる送出タイミング同期手段とを備える。

30

【0018】

第1の発明の多段PONシステムのDBA制御装置において、上位PONと下位PONを接続する中継ノードを多段接続し、各段の中継ノードの送出タイミング同期手段で上位側の送信終了時刻と下位側の送信終了時刻の同期をとる構成である。

40

【0019】

第2の発明は、OLTと複数の中継ノードで上位PONを構成し、各中継ノードとそれぞれ配下の複数のONUで下位PONを構成し、該上位PONと該下位PONを接続する中継ノードで、配下の複数のONUからOLTへの上りデータを集約して転送するための連続した帯域を動的に割り当てる制御を行う多段PONシステムのDBA制御方法において、複数のONUからそれぞれ中継ノードに通知された送信データ量を集約してOLTに通知する要求帯域集約通知ステップと、複数の中継ノードから通知された集約した送信データ量に基づき、複数の中継ノードにそれぞれ割り当てる送信開始時刻と送信データ量か

50

らなる許可帯域を計算して各中継ノードに通知する上位PON帯域割当ステップと、中継ノードに通知された許可帯域に基づき、中継ノードの配下の複数のONUにそれぞれ割り当てる送信開始時刻と送信データ量からなる許可帯域を計算して各ONUに通知する下位PON帯域割当ステップと、上位PON帯域割当ステップで中継ノードに割り当てられた許可帯域に対応する送信終了時刻と、下位PON帯域割当ステップで該中継ノードの配下の各ONUに割り当てられた許可帯域に対応する送信終了時刻とを同期させる送出タイミング同期ステップとを有する。

【0020】

第2の発明の多段PONシステムのDBA制御方法において、上位PONと下位PONを接続する中継ノードを多段接続し、各段の中継ノードの送出タイミング同期ステップで上位側の送信終了時刻と下位側の送信終了時刻の同期をとる。

10

【0021】

第3の発明の多段PONシステムのDBA制御プログラムは、第2の発明のDBA制御方法の各処理ステップをコンピュータに実行させて送出タイミング同期ステップにおける同期制御を行う。

【発明の効果】

【0022】

本発明は、中継ノードのDBA制御において、OLTから中継ノードに割り当てる許可帯域に対応する送信終了時刻と、中継ノードから配下のONUに割り当てる許可帯域に対応する送信終了時刻を同期させるTDMスケジューリング同期制御を行うことにより、中継ノードに接続されるONUのガードバンド分の送信データを蓄積するバッファで対応することができる。一般に、中継ノードに接続されるONUの数がnであれば、n-1のガードバンド分の送信データを蓄積するバッファで対応することができる。

20

【0023】

例えば、信号速度が10Gbps、TDMスケジューリング周期が1.0msであれば、従来は最大でTDMスケジューリング周期分に相当するデータ量である

$$10\text{Gbps} \times 1.0\text{ms} = 10\text{Mbit}$$

のバッファが必要であった。本発明によれば、中継ノードに接続されるONUが128個の場合、1ONUのガードバンド3μsの総量は約0.4msとなるので、

$$10\text{Gbps} \times 0.4\text{ms} = 4\text{Mbit}$$

のバッファで対応することができ、約6Mbitの削減効果が得られる。

30

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明における多段PONシステムの構成例を示す図である。

【図2】本発明における多段PONシステムのDBA制御例を示すタイムチャートである。

【図3】本発明におけるOLTの構成例を示す図である。

【図4】本発明における中継ノードの構成例を示す図である。

【図5】本発明におけるDBA制御シーケンス1を示す図である。

【図6】本発明におけるDBA制御シーケンス2を示す図である。

40

【図7】本発明におけるDBA制御シーケンス3を示す図である。

【図8】本発明におけるDBA制御シーケンス4を示す図である。

【図9】本発明におけるDBA制御シーケンス5を示す図である。

【図10】PONシステムおよび多段PONシステムの構成例を示す図である。

【図11】従来のPONシステムのDBA制御例を示すタイムチャートである。

【図12】従来の多段PONシステムのDBA制御例を示すタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0025】

図1は、本発明における多段PONシステムの構成例を示す。ここでは、1段の中継ノードからなる最小構成例を示すが、中継ノードが2段以上であってもよい。

50

【0026】

図1において、OLTと複数 m の中継ノード#1～# m は上位PONを構成し、中継ノード# i (i は1～ m の整数)と複数 n のONU# $i-1$ ～# $i-n$ は下位PONを構成し、全体で $m \times n$ のONUが収容される。OLTは、上位PONのDBA制御を行うマスタDBA制御部11を備える。中継ノード# i は、上位PONのOLTと接続されるONU# i と、下位PONのONU# $i-1$ ～# $i-n$ と接続されるOLT# i とを一体化した構成であり、さらに下位PONのDBA制御を行うサブDBA制御部21- i を備える構成である。

【0027】

図2は、本発明における多段PONシステムのDBA制御例を示す。ここでは、1対2の上位PONと、1対2の下位PONが2組の例を示す。

10

【0028】

図2において、DISCOVERYプロセスによるリンク確立後、中継ノード#1, #2においてONU#1-1, #1-2およびONU#2-1, #2-2からのREPORTフレームを集約し、それぞれ集約REPORTフレームとしてOLTに送信する制御、OLTが各集約REPORTフレームに基づいて中継ノード#1, #2に割り当てる許可帯域(GSTとGL)を上位GATEフレームで通知する制御、中継ノード#1, #2がそれぞれONU#1-1, #1-2およびONU#2-1, #2-2に割り当てる許可帯域(GSTとGL)をGATEフレームで通知する制御は、基本的には図12に示す従来の手順と同様である。すなわち、OLTのマスタDBA制御部11と、中継ノード#1, #2のサブDBA制御部21-1, 21-2との間で帯域割当同期がとられる。

20

【0029】

本発明の特徴は、中継ノードのDBA制御において、上位GATEフレームを用いてOLTから中継ノード#1に割り当てる許可帯域(GSTとGL)に対応する送信終了時刻 T_1 と、GATEフレームを用いて中継ノード#1からONU#1-1, #1-2に割り当てる許可帯域(GSTとGL)に対応する送信終了時刻 T_1 を同期させるTDMスケジュール同期制御を行うところにある。中継ノード#2についても同様であり、中継ノード#2に割り当てる許可帯域(GSTとGL)の終了時刻 T_2 と、ONU#2-1, #2-2に割り当てる許可帯域(GSTとGL)の終了時刻 T_2 を同期させるTDMスケジュール同期制御を行う。

30

【0030】

以下、OLTのマスタDMA制御部11と、中継ノード#1, #2のサブDMA制御部21-1, 21-2との間におけるTDMスケジュール同期制御について詳しく説明する。

【0031】

図3は、本発明におけるOLTの構成例を示す。

図3において、OLTは、マスタDBA制御部11と、中継ノードに接続される制御メッセージ分離・合流部12と、イーサネット(登録商標)・パースト信号変換部13と、上位のイーサネットデータ通信端末に接続されるバッファ14とにより構成される。

【0032】

40

マスタDBA制御部11は、中継ノードから送信される集約REPORTフレームを保存する集約REPORT集積メモリ111、集約REPORTフレームから中継ノードごとの帯域要求量を抽出する帯域要求量抽出部112、中継ノードごとの帯域要求量から中継ノードごとに割り当てる帯域量を計算する割当帯域量計算部113、中継ノードごとの割当帯域量に応じて許可帯域(GSTとGL)を割り当てるTDMスケジュールマッピング部114、中継ノードごとの許可帯域を通知する上位GATEフレームを作成する上位GATE作成部115により構成される。中継ノードごとの帯域要求量、割当帯域量、許可帯域(GSTとGL)の一例を図中に示す。なお、GST(送信開始時刻)は、基準時刻からの相対時間を示す。

【0033】

図4は、本発明における中継ノードの構成例を示す。

50

図4において、中継ノードは、サブDBA制御部21と、ONU/OLT一体ユニットとして、下位PONのONUに接続される制御メッセージ分離・合流部22と、バッファ23と、パースト信号送出制御部24と、上位PONのOLTに接続される制御メッセージ分離・合流部25と、バッファ26と、ガードバンド挿入部27とにより構成される。

【0034】

サブDBA制御部21は、ONUから送信されるREPORTフレームを保存するREPORT集積メモリ211、REPORTフレームからONUごとの帯域要求量を集約する要求帯域集約部212、ONUごとの帯域要求量を集約した集約REPORTフレームを作成する集約REPORT作成部213、OLTから送信される上位GATEフレームを保存する上位GATE保存メモリ214、上位GATEフレームからONUごとの割当帯域量に応じて許可帯域(GSTとGL)を割り当てるTDMスケジュールマッピング部215、ONUごとの許可帯域を通知するGATEフレームを作成するGATE作成部216、上位GATEフレームにより割り当てられた中継ノードの送出タイミングを制御する送出タイミング制御部217により構成される。

10

【0035】

以下、図3に示すOLTの構成および図4に示す中間ノードの構成に基づき、図5~図9を参照して本発明におけるDBA制御手順について説明する。図中、実線がデータ信号、点線が制御信号(REPORTフレームやGATEフレーム)の流れを示す。

【0036】

図5に示すDBA制御手順1において、下位PONのONUのREPORT作成部32は、バッファ31から送信データ量を読み出してREPORTフレームを作成する。制御メッセージ分離・合流部33は、REPORT作成部32で作成されたREPORTフレームを中継ノードへ送信する。中継ノードの制御メッセージ分離・合流部22は、中継ノードに接続される各ONUから受信したREPORTフレームをREPORT集積メモリ211に集積する。

20

【0037】

図6に示すDBA制御手順2において、中継ノードの要求帯域集約部212は、REPORT集積メモリ211に集積した各ONUのREPORTフレームから各ONUの送信データ量を集約する。集約REPORT作成部213は、要求帯域集約部212で集約された送信データ量から集約REPORTフレームを作成する。制御メッセージ分離・合流部25は、集約REPORT作成部213で作成された集約REPORTフレームをOLTへ送信する。OLTの制御メッセージ分離・合流部12は、OLTに接続される各中継ノードから受信した集約REPORTフレームを集約REPORT集積メモリ111に集積する。

30

【0038】

図7に示すDBA制御手順3において、OLTの帯域要求量抽出部112は、集約REPORT集積メモリ111から各中継ノードの集約REPORTフレームを読み出し、各中継ノードの集約された送信データ量から帯域要求量の合計を抽出する。割当帯域量計算部113は、帯域要求量の合計から各中継ノードに割り当てる帯域量を計算する。TDMスケジュールマッピング部114は、各中継ノードに割り当てる帯域量から許可帯域(GSTとGL)を計算し、上位GATE作成部115に通知する。上位GATE作成部115は、各中継ノードの許可帯域(GSTとGL)を通知する上位GATEフレームを作成し、制御メッセージ分離・合流部12から各中継ノードに送信する。中継ノードの制御メッセージ分離・合流部25は、OLTから受信した上位GATEフレームを上位GATE保存メモリ214に保存する。

40

【0039】

図8に示すDBA制御手順4において、中継ノードのTDMスケジュールマッピング部215は、上位GATE保存メモリ214から上位GATEフレームに記載された中継ノードの許可帯域(GSTとGL)を読み出し、さらにREPORT集積メモリ211から中継ノードに接続される各ONUの送信データ量を読み出し、各ONUの許可帯域(GSTとGL)を計算する。このとき、本発明の特徴として、中継ノードからOLTへのデータ送信終了時刻と、中継ノード配下のONUのデータ送信終了時刻が同期するように、各ONUの許可帯域(GSTとGL)を決定する。

50

【 0 0 4 0 】

図 2 に示す例では、中継ノード # 1 において、O L T へのデータ送信終了時刻 T 1 と、O N U # 1 - 2 からのデータ送信終了時刻 T 1 が一致するように、O N U # 1 - 1 , # 1 - 2 の許可帯域 (G S T と G L) を決定する。

【 0 0 4 1 】

GATE作成部 2 1 6 は、O N U ごとの許可帯域 (G S T と G L) を通知するGATEフレームを作成し、制御メッセージ分離・合流部 2 2 から各O N U に送信する。O N U の制御メッセージ分離・合流部 3 3 は、中継ノードから受信したGATEフレームをGATE保存メモリ 3 4 に保存する。

【 0 0 4 2 】

図 9 に示す D B A 制御手順 5 において、O N U の送出タイミング制御部 3 5 は、GATE保存メモリ 3 4 からGATEフレームを読み出し、GATEフレームに記載された許可帯域 (G S T と G L) に従ってイーサネット・パースト信号変換部 3 6 を制御し、バッファ 3 1 から読み出したイーサネットフレームをパースト信号に変換し、制御メッセージ分離・合流部 3 3 から中継ノードに送信する。

【 0 0 4 3 】

中継ノードの制御メッセージ分離・合流部 2 2 は、各O N U からの送信データをバッファ 2 3 に出力する。送出タイミング制御部 2 1 7 は、上位GATE保存メモリ 2 1 4 から上位GATEフレームを読み出し、上位GATEフレームに記載された中継ノードの許可帯域 (G S T と G L) に従ってパースト信号送出制御部 2 4 を制御し、バッファ 2 3 から読み出した送信データを制御メッセージ分離・合流部 2 5 からO L T に送信する。

【 0 0 4 4 】

図 2 に示す例では、中継ノード # 1 において、O N U # 1 - 1 からの送信データはバッファ 2 3 を介してガードバンド分だけ遅延してO L T に送信され、O N U # 1 - 2 からの送信データはバッファ 2 3 をスルーしてO L T に送信される。

【 0 0 4 5 】

このように、O L T が中継ノード # 1 , # 2 に割り当てる許可帯域 (G S T と G L) に対応する各送信終了時刻と、中継ノード # 1 がO N U # 1 - 1 , # 1 - 2 に割り当てる許可帯域 (G S T と G L) に対応する送信終了時刻および中継ノード # 2 がO N U # 2 - 1 , # 2 - 2 に割り当てる許可帯域 (G S T と G L) に対応する送信終了時刻の同期をとることにより、中継ノード # 1 , # 2 ではガードバンド 1 つ分の送信データを蓄積するバッファで対応することができる。一般に、中継ノードに接続されるO N U の数が n であれば、 $n - 1$ のガードバンド分の送信データを蓄積するバッファで対応することができる。

【 0 0 4 6 】

このような中継ノードのバッファ 2 3 は、電気的メモリによる F I F O の他に、ガードバンド 1 つ分の光遅延器を $n - 1$ 段従属接続し、中継ノードに接続される各O N U に対応する段数の光遅延器を通過させる構成でも対応することができる。すなわち、第 1 のO N U の上りデータは $n - 1$ 段の光遅延器を介して出力し、第 2 のO N U の上りデータは $n - 2$ 段光遅延器を介して出力し、以下同様に第 n のO N U の上りデータは光遅延器を通過させずに出力する構成である。

【 0 0 4 7 】

以上説明した各 D B A 制御手順は、コンピュータを D B A 制御装置として機能させるコンピュータプログラムにより実現することができる。このコンピュータプログラムは、コンピュータが読み取り可能な記憶媒体に記憶されて、またはネットワーク経由で配布が可能なものである。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 8 】

- 1 1 マスタ D B A 制御回路
- 1 1 1 集約REPORT集積メモリ
- 1 1 2 帯域要求量抽出部

10

20

30

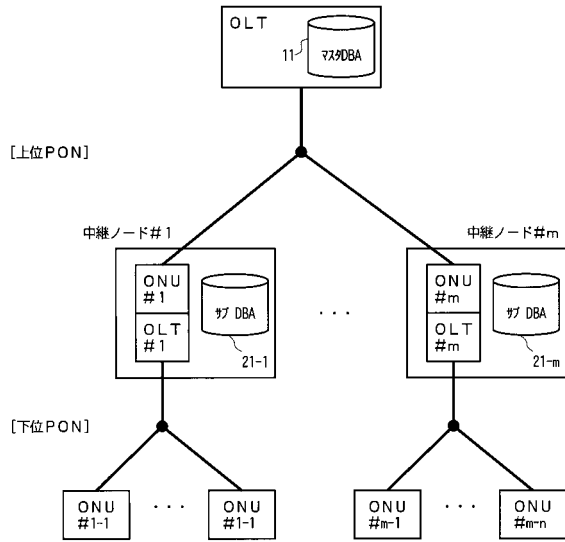
40

50

1 1 3	割当帯域量計算部	
1 1 4	T D Mスケジュールマッピング部	
1 1 5	上位GATE作成部	
1 2	制御メッセージ分離・合流部	
1 3	イーサネット・バースト信号変換部	
1 4	バッファ	
2 1	サブD B A制御部	
2 1 1	REPORT集積メモリ	
2 1 2	要求帯域集約出部	
2 1 3	集約REPORT作成部	10
2 1 4	上位GATE保存メモリ	
2 1 5	T D Mスケジュールマッピング部	
2 1 6	GATE作成部	
2 1 7	送出タイミング制御部	
2 2	制御メッセージ分離・合流部	
2 3	バッファ	
2 4	バースト信号送出制御部	
2 5	制御メッセージ分離・合流部	
2 6	バッファ	
2 7	ガードバンド挿入部	20
3 1	バッファ	
3 2	REPORT作成部	
3 3	制御メッセージ分離・合流部	
3 4	GATE保存メモリ	
3 5	送出タイミング制御部	
3 6	イーサネット・バースト信号変換部	

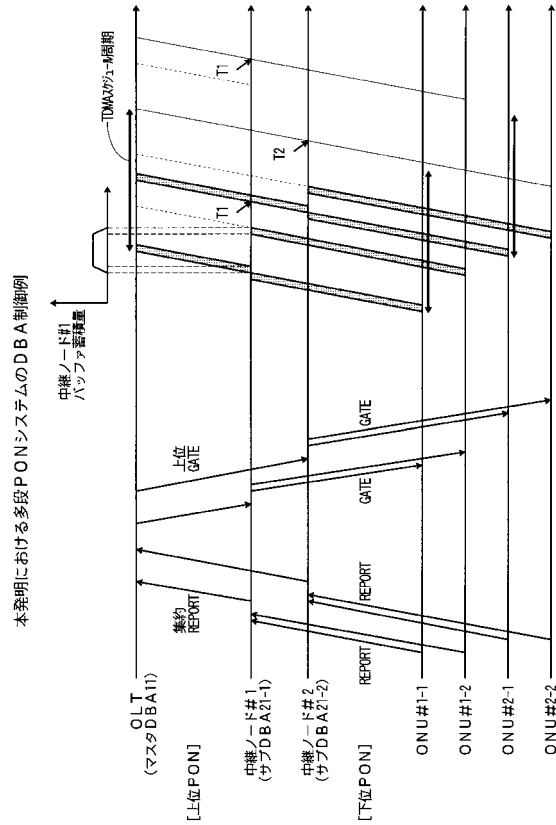
【 図 1 】

本発明における多段PONシステムの構成例



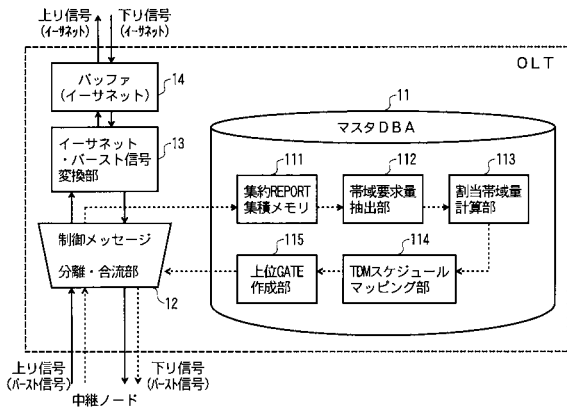
【 図 2 】

本発明における多段PONシステムのDBA制御例



【 図 3 】

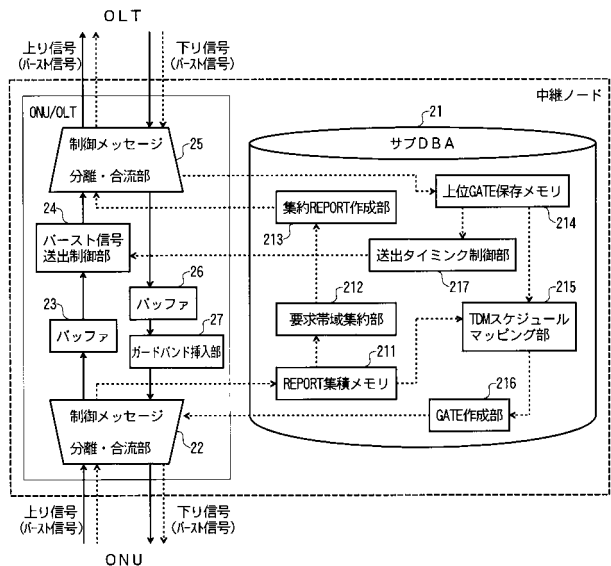
本発明におけるOLTの構成例



帯域要求量抽出部112		割当帯域量計算部113		TDMスケジュールマッピング部114		
中継ノード	帯域要求量	中継ノード	帯域要求量	中継ノード	GST	GL
# 1	100 Mbps	# 1	50Mbps	# 1	0	50 μs
# 2	500 Mbps	# 2	250Mbps	# 2	50	250 μs
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
# m	50 Mbps	# m	25Mbps	# m	975	25 μs

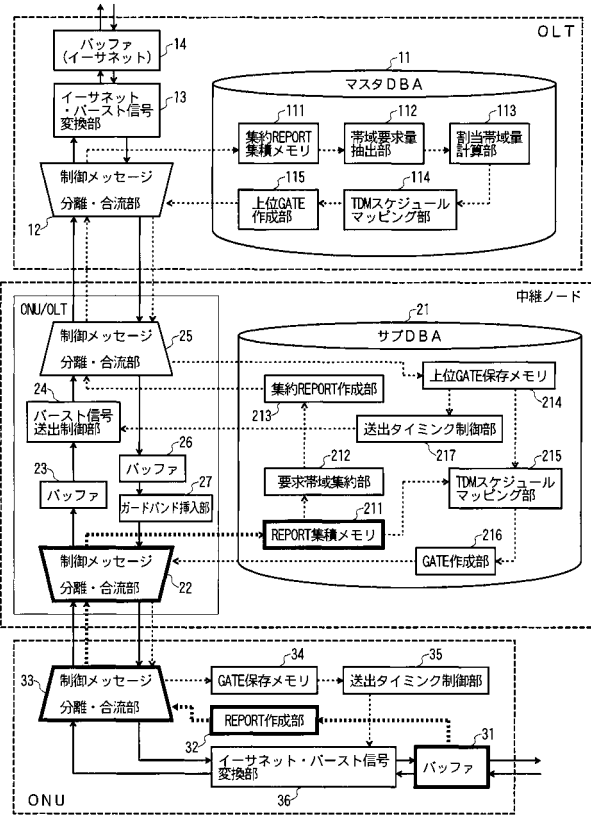
【 図 4 】

本発明における中継ノードの構成例



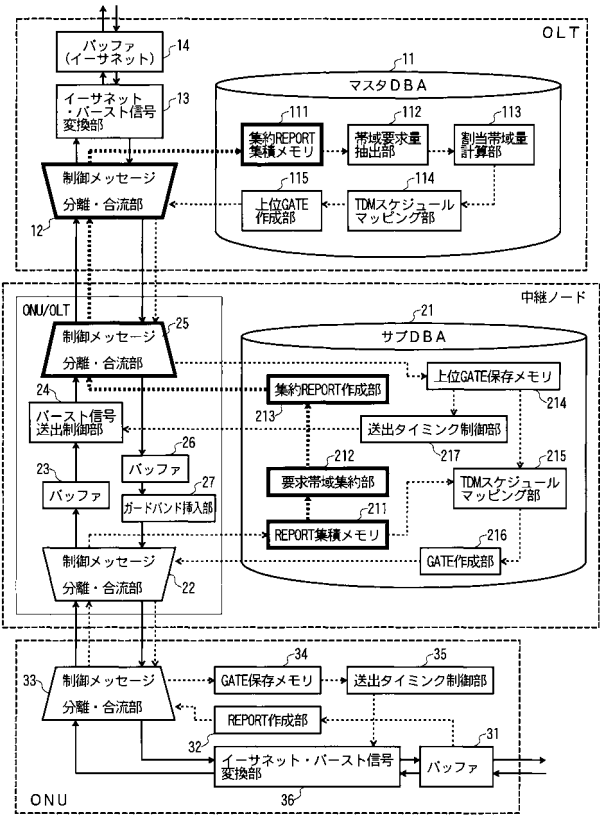
【図5】

本発明におけるDBA制御シーケンス1



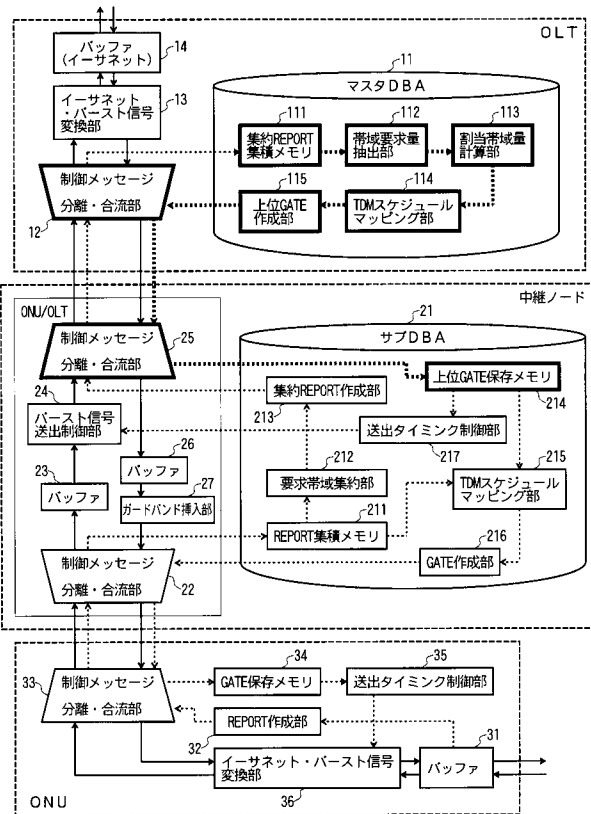
【図6】

本発明におけるDBA制御シーケンス2



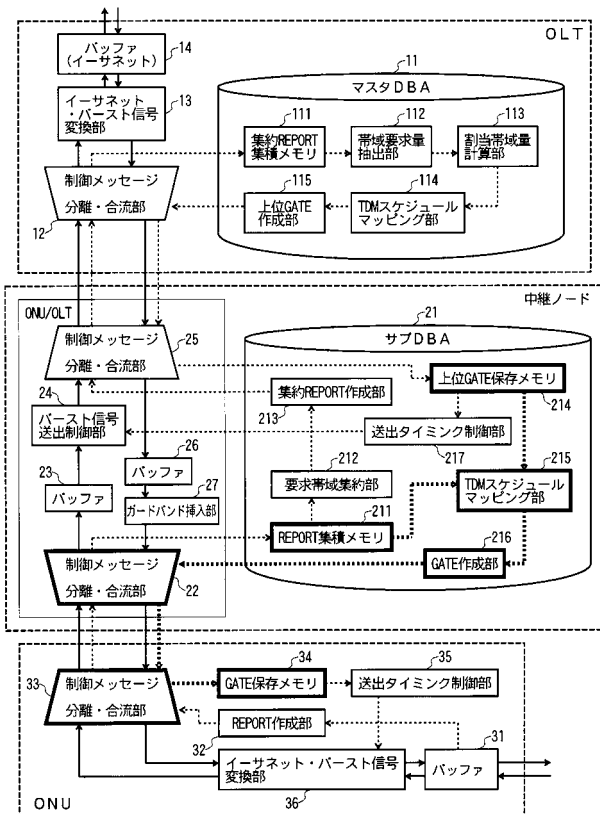
【図7】

本発明におけるDBA制御シーケンス3



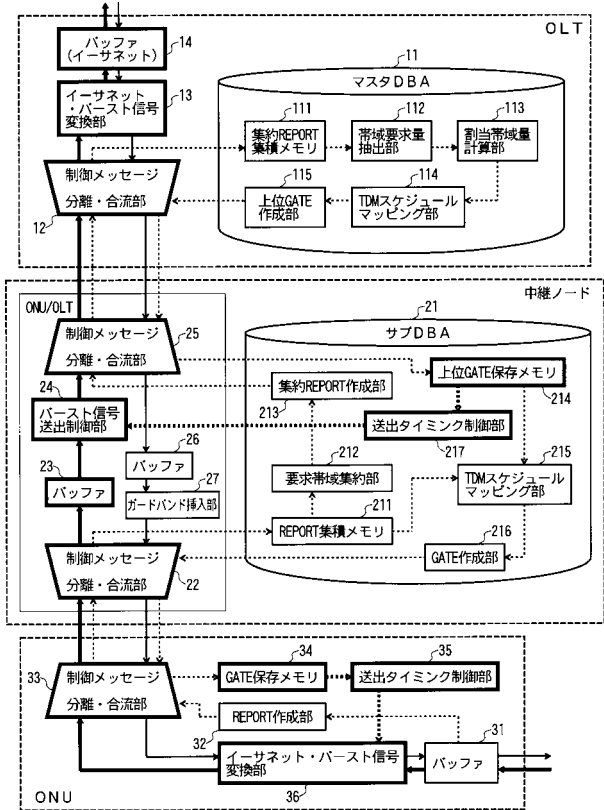
【図8】

本発明におけるDBA制御シーケンス4



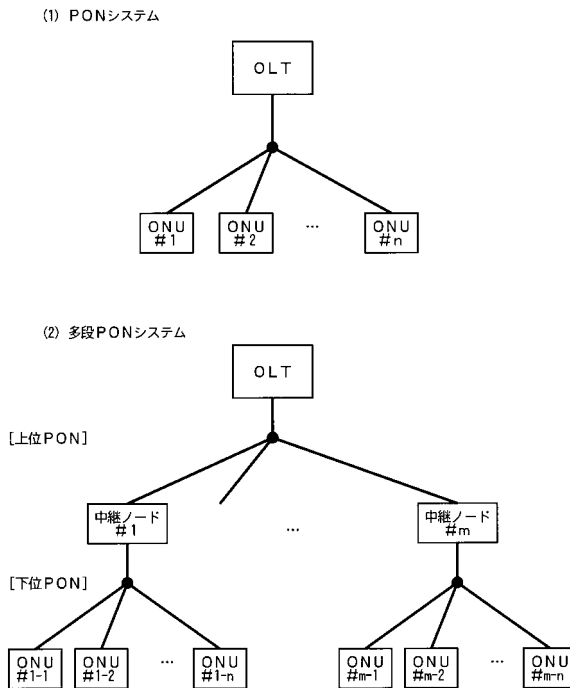
【 図 9 】

本発明における DBA 制御シーケンス 5



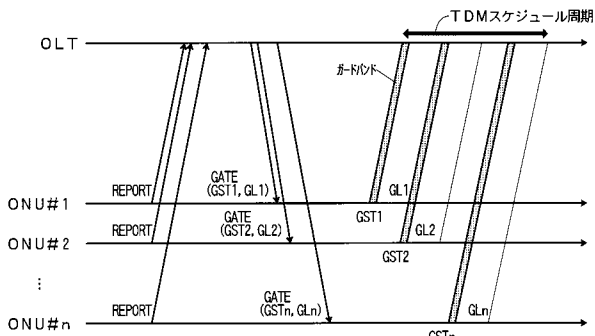
【 図 1 0 】

PONシステムおよび多段PONシステムの構成例



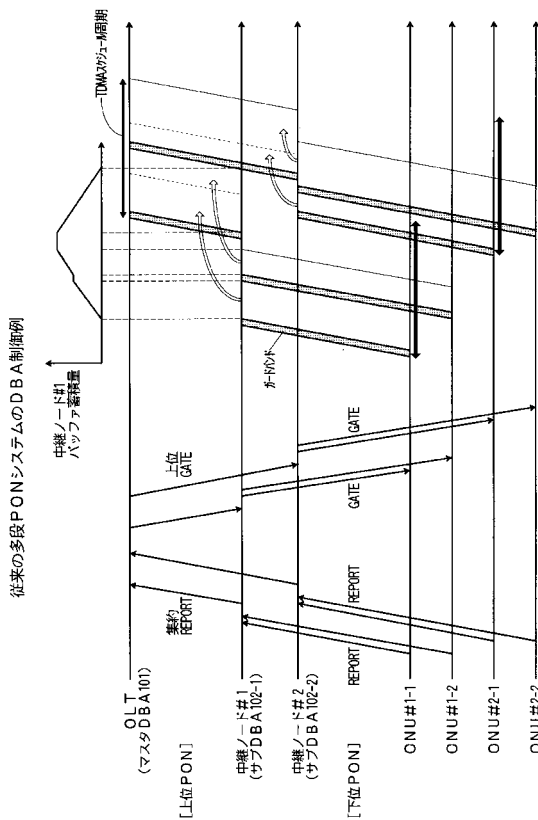
【 図 1 1 】

従来のPONシステムのDBA制御例



【 図 1 2 】

従来の多段PONシステムのDBA制御例



フロントページの続き

- (72)発明者 服部 恭太
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 樋口 健一
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 片山 勝
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 小川 宏明
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- Fターム(参考) 5K033 AA02 CB06 DA01 DA15 DB17 DB18 DB22