(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2009 年 9 月 3 日(03.09.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/107519 A1

(51) 国際特許分類:
H04L 12/44 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2009/052698

(22) 国際出願日: 2009 年 2 月 17 日(17.02.2009)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2008-044948 2008 年 2 月 26 日(26.02.2008) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電信電話株式会社(NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町二丁目３番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 村山 大輔(MURAYAMA, Daisuke) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目９番１１号 ＮＴＴ知的財産センタ内 Tokyo (JP). 太田 憲行(OOTA, Noriyuki) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目９番１１号 ＮＴＴ知的財産センタ内 Tokyo (JP). 三鬼 準基(MIKI, Noriki) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目９番１１号 ＮＴＴ知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 岡田賢治, 外(OKADA, Kenji et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋二丁目１２番５号瀬戸ロビル３階アイル知財事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

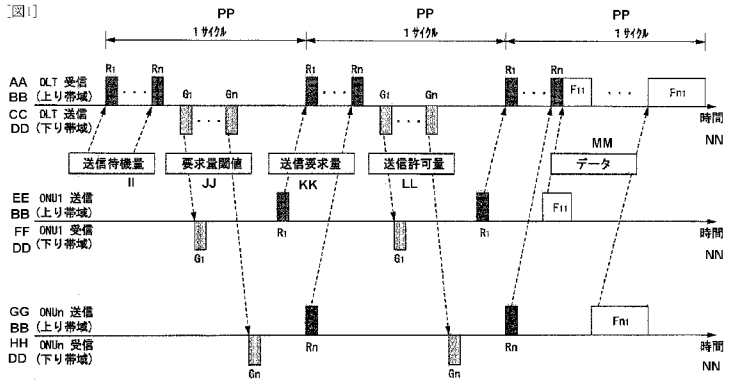
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

[続葉有]

(54) **Title**: BAND ALLOCATION METHOD AND PASSIVE OPTICAL COMMUNICATION NETWORK SYSTEM

(54) 発明の名称: 帯域割当方法および受動光通信網システム

[図1]



AA OLT RECEPTION
BB (UPSTREAM BAND)
CC OLT TRANSMISSION
DD (DOWNSTREAM BAND)
EE ONU1 TRANSMISSION
FF ONU1 RECEPTION
GG ONUn TRANSMISSION
HH ONUn RECEPTION
II TRANSMISSION WAITING AMOUNT
JJ REQUEST AMOUNT THRESHOLD VALUE
KK TRANSMISSION-REQUESTED AMOUNT
LL TRANSMISSION-PERMITTED AMOUNT
MM DATA
NN TIME
PP 1 CYCLE

(57) **Abstract**: It is possible to smoothly converge the average time allocation band to a target band. An optical terminal station device calculates a required amount threshold value for each of optical subscriber devices according to a difference between the average time allocation band and the target band for each of the optical subscriber devices and reports the calculated required amount threshold value to the optical subscriber device. Next, the optical subscriber device reports as a transmission request amount, a maximum transmission data amount up to a data delimiter which is not greater than the reported required amount threshold value according to the data amount accumulated in the buffer, to the optical terminal station device. Next, the optical terminal station device reports a transmission-permitted amount which can transmit the same amount as the reported transmission request amount to the optical subscriber device. Then, the optical subscriber device transmits a data amount in accordance with the transmission-permitted amount.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2009/107519 A1

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

本発明は、時間平均割当帯域の目標帯域への収束を速やかにすることを目的とする。 本発明は、光端局装置が、光加入者装置ごとの時間平均割当帯域と目標帯域との差分に基づいて光加入者装置ごとの要求量閾値を算出し、該算出された要求量閾値を該当する光加入者装置に通知する。次に、該当する光加入者装置が、バッファに蓄積しているデータ量に基づき、通知された要求量閾値以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量を送信要求量として光端局装置に通知する。次に、光端局装置が、通知された送信要求量と同量のデータを送信できるだけの送信許可量を該当する光加入者装置に通知する。次に、該当する光加入者装置が、送信許可量に応じたデータ量を送信する。

明 細 書

帯域割当方法および受動光通信網システム

技術分野

[0001] 本発明は、受動光通信網における上り通信の通信時間(帯域)を動的に割り当てる帯域割当方法およびこれを実施した受動光通信網システムに関するものである。

背景技術

[0002] 近年、インターネットの発展により、FTTH(Fiber To The Home)サービスの利用者が増加している。PON(Passive Optical Network:受動光通信網)は、通信事業者局に設置されるOLT(Optical Line Terminal:光端局装置)と、ユーザ宅に設置されるONU(Optical Network Unit:効果入射装置)とからなるFTTHの一形態である。

PONは、OLTと複数のONUとを、光ファイバや受動光スプリッタ等の光伝送路を介して接続した光ネットワークであり、その経済的優位性により、広く利用されている。

[0003] OLTとONUとがイーサネット(登録商標)フレームにより通信を行うEPON(Ethernet(登録商標) PON)の中で、伝送速度が1GbpsであるGE－PON(Gigabit Ethernet(登録商標) PON)は、高速かつ安価なFTTHサービスを提供することができるため、特に国内では広く用いられている。また、最近では、伝送速度を10Gbpsに高速化した10G－EPONの標準仕様が検討されている。

[0004] 一般に、PONにおいては、OLTからONUへの通信の方向を下り方向と呼び、これと反対方向を上り方向と呼ぶ。GE－PONを始めとする多くのPONでは、上り方向の通信は時分割多元接続によって行われる。OLTにより、それぞれのONUの送信タイミングを制御することで、複数のONUがOLTと時分割通信できるようにしている。

[0005] 10G－EPONの上り通信も同様に時分割多元接続により行われる。10G－EPONでは、1台のOLTに、上り伝送速度が異なる複数のONUが接続できる方式が検討されている。このとき、異なる速度のONUとの間であっても、時分割多元接続により上り通信を実現する。

[0006] 上り方向の通信が時分割多元接続によって行われる多くのPONにおいて、効率的

に上り帯域を使用するには、それぞれのONUに対して上り通信を許可する時間の長さを、通信の状況に応じて動的に変更することによる、動的帯域割当が重要である。ここで、帯域は、各ONUに対して送信許可量を算出し、その送信時間帯を排他的に確保することにより、割り当てられる。

[0007] GE－PONには、MPCP（Multi Point－Control Protocol）と呼ばれる、複数のONUの送信タイミングを制御するプロトコルが定められている。OLTはMPCPを用いて動的帯域割当を実行する。

[0008] ONUは、送信待ちの上りデータ量を送信待機量として送信要求信号に記載してOLTに送信する。OLTは、送信要求信号を受信し、送信要求量を参照し、ONUごとに送信を許可する量と送信開始時刻とを算出し、これらを送信許可信号に記載して各ONUに送信する。その際、それぞれのONUの送信信号が時間的に重複しないように制御する。ONUは受信した送信許可信号に従い、指定された送信開始時刻から送信を開始し、上りバッファに蓄積していた信号を、指定された送信許可量の時間だけ送信する。

[0009] 動的帯域割当の方法は、PONシステムの性能を決定する上で重要である。PONシステムの性能は、帯域利用効率や、実際の割当帯域の目標帯域への収束の速さなどを指標に評価することができる。動的帯域割当においては、高い帯域利用効率を保ちつつ、各ONUの通信状態から目標帯域を算出し、その目標帯域に実際の割当帯域を近づけることが重要である。ここで、実際の上り割当帯域の目標帯域への収束の速さは、動的帯域割当の方法によって大きく影響を受ける。

[0010] PONシステムにおいては、実際の時間平均割当帯域がより速く目標帯域に収束するほうが、高性能であるといえる。

[0011] そこで、動的帯域割当の方法として、OLTがONUに送信要求量の閾値である要求量閾値を与えて、ONUからOLTに閾値以下のバッファ蓄積量を送信要求量としてレポートさせ、OLTはONUからレポートされた閾値以下の送信要求量と一致させた送信許可量を通知する方法がある。

[0012] 特許文献1には、各ONUの上り送信要求量に上限値を設けることで、上り割当帯域を制御する方法が開示されている。この特許文献1によると、各ONUは送信要求

量をOLTに通知し、OLTは通知された送信要求量と一致した量の送信を許可することで、余剰帯域を無くし帯域利用効率を向上させる。このとき、他のONUに比べてトラフィック量の大きいONUに対して独占的に帯域を割り当てる状態を防ぎ、さらに、SLA(Service Level Agreement)の実現のために、各ONUの送信要求量に上限値を設定するとしている。この上限値設定により、割当帯域を制御できるとしている。

特許文献1:特表2004－528740号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0013] しかし、前述した従来の方法では、送信要求量の上限値が、割当帯域の目標帯域への速やかな収束に対し適当ではないこと、および、割当帯域の目標帯域への収束を制御することができないことが問題になる。

[0014] すなわち、特許文献1では、特定のONUによる帯域独占を回避することと、SLAを実現することを目的として、送信要求量の上限値を設定することで、割当帯域の制御を行っているので、送信要求量の上限値が割当帯域の制御に対して適切でない値に固定されるため、割当帯域の目標帯域への速やかな収束を実現することも、収束の仕方を制御することもできない。また、特許文献1には、上記の方法に加えて、送信要求量の上限値を、接続された端末等からONUへの入力トラフィックに基づいて、動的に調整する方法が提案されているが、送信要求量の上限値を調整する具体的な手順は何ら開示されていない。

[0015] 本発明の目的は、PONの上り帯域を動的に割り当てるとき、時間平均割当帯域の目標帯域への収束を速やかにし、また収束の仕方を制御できるようにした帯域割当方法およびこれを実施した受動光通信網システムを提供することである。

課題を解決するための手段

[0016] 上記目的を達成するために、本発明に係る帯域割当方法は、光端局装置と複数の光加入者装置とが光伝送路を介して接続された受動光通信網において、前記各光加入者装置から前記光端局装置への通信帯域を動的に割り当てる帯域割当方法であって、前記光端局装置が、前記各光加入者装置ごとに過去の所定サイクル数分の

割当帯域から時間平均割当帯域を求め、前記光加入者装置ごとの前記時間平均割当帯域と前記光加入者装置ごとに定めた目標帯域との差分に基づいて前記光加入者装置ごとの要求量閾値を算出し、該算出された要求量閾値を該当する光加入者装置に通知するステップと、前記該当する光加入者装置が、通知された前記要求量閾値以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量として前記光端局装置に通知するステップと、前記光端局装置が、通知された前記送信要求量に対応した送信許可量を前記該当する光加入者装置に通知するステップと、前記該当する光加入者装置が、前記送信許可量に対応したデータ量を送信するステップと、を含むことを特徴とする。

[0017] 本発明に係る帯域割当方法では、前記差分の比例演算結果と前記差分の時間積分演算結果と前記差分の時間微分演算結果との和をPID算出量とし、該PID算出量に基づいて閾値制御量を算出し、該閾値制御量に基づいて、前記該当する光加入者装置の前記要求量閾値を算出することが好ましい。

[0018] 本発明に係る帯域割当方法では、前記PID算出量が負のとき、前記閾値制御量を零とすることが好ましい。

[0019] 本発明に係る帯域割当方法では、前記PID算出量に予め定めた値を加算して、前記閾値制御量を算出することが好ましい。

[0020] 本発明に係る帯域割当方法では、前記複数の光加入者装置の中で、最小の前記PID算出量を最小PID算出量とし、前記該当する光加入者装置の前記PID算出量と前記最小PID算出量との差分をPID差分として算出し、前記複数の光加入者装置の前記PID差分の合計をPID差分合計として算出し、前記該当する光加入者装置の前記PID差分を前記PID差分合計で割った値をPID差分割合として算出し、前記PID差分割合に基づいて前記閾値制御量を算出することが好ましい。

[0021] 本発明に係る帯域割当方法では、前記要求量閾値を、前記閾値制御量と同値として算出することが好ましい。

[0022] 本発明に係る帯域割当方法では、前記要求量閾値を、前記閾値制御量に所定の最低割当量を加えて算出することが好ましい。

[0023] 上記目的を達成するために、本発明に係る受動光通信網システムは、光端局装置

と複数の光加入者装置とが光伝送路を介して接続され、前記各光加入者装置から前記光端局装置への通信帯域が動的に割り当られる受動光通信網システムであって、前記光端局装置が、前記各光加入者装置ごとに過去の所定サイクル数分の割当帯域から時間平均割当帯域を求め、前記光加入者装置ごとの前記時間平均割当帯域と前記光加入者装置ごとに定めた目標帯域との差分に基づいて前記光加入者装置ごとの要求量閾値を算出し、該算出された要求量閾値を該当する光加入者装置に通知し、前記該当する光加入者装置が、通知された前記要求量閾値以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量として前記光端局装置に通知し、前記光端局装置が、通知された前記送信要求量に対応した送信許可量を前記該当する光加入者装置に通知し、前記該当する光加入者装置が、前記送信許可量に応じたデータ量を送信する、ことを特徴とする。

[0024] 上記目的を達成するために、本発明に係る帯域割当方法は、光端局装置と複数の光加入者装置とが光伝送路を介して接続された受動光通信網において、前記各光加入者装置から前記光端局装置への通信帯域を動的に割り当てる帯域割当方法であって、前記各光加入者装置が、過去の所定サイクル数分の当該光加入者装置への割当帯域から時間平均割当帯域を求め、前記時間平均割当帯域と当該光加入者装置に定められた目標帯域との差分に基づいて当該光加入者装置の要求量閾値を算出し、算出された前記要求量閾値以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量として前記光端局装置に通知するステップと、前記光端局装置が、通知された前記送信要求量に対応したデータ量の送信を許可するための送信許可量を該当する前記光加入者装置に通知するステップと、前記該当する光加入者装置が、前記送信許可量に対応したデータ量を前記光端局装置に送信するステップと、を含むことを特徴とする。

[0025] 本発明に係る帯域割当方法では、前記光端局装置は、前記光加入者装置ごとの目標帯域を、前記光端局装置に接続された全光加入者装置の通信状況に応じて算出し、前記各光加入者装置に通知することが好ましい。

[0026] 本発明に係る帯域割当方法では、前記差分の比例演算結果と前記差分の時間積分演算結果と前記差分の時間微分演算結果との和をPID算出量とし、該PID算出

量に基づいて閾値制御量を算出し、該閾値制御量に基づいて、前記該当する光加入者装置の前記要求量閾値を算出することが好ましい。

[0027] 本発明に係る帯域割当方法では、前記PID算出量が負のとき、前記閾値制御量を零とすることが好ましい。

[0028] 本発明に係る帯域割当方法では、前記PID算出量に予め定めた値を加算して、前記閾値制御量を算出することが好ましい。

[0029] 本発明に係る帯域割当方法では、前記要求量閾値を、前記閾値制御量と同値として算出することが好ましい。

[0030] 本発明に係る帯域割当方法では、前記要求量閾値を、前記閾値制御量に所定の最低割当量を加えて算出することが好ましい。

[0031] 上記目的を達成するために、本発明に係る受動光通信網システムは、光端局装置と複数の光加入者装置とが光伝送路を介して接続され、前記各光加入者装置から前記光端局装置への通信帯域が動的に割り当られる受動光通信網システムであって、前記各光加入者装置が、過去の所定サイクル数分の割当帯域から時間平均割当帯域を求め前記光加入者装置ごとに定めた目標帯域との差分に基づいて前記光加入者装置ごとの要求量閾値を算出し、前記該当する光加入者装置が、算出した前記要求量閾値以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量として前記光端局装置に通知し、前記光端局装置が、通知された前記送信要求量に対応したデータ量の送信を許可するための送信許可量を前記該当する光加入者装置に通知し、前記該当する光加入者装置が、前記送信許可量に応じたデータ量を送信する、ことを特徴とする。

[0032] 本発明に係る帯域割当方法では、設定された周期に基づき、要求量閾値を更新することが好ましい。

発明の効果

[0033] 本発明によれば、本発明によれば、PONの上り帯域を動的に割り当てるとき、送信要求量と送信許可量との不一致を最小限にしつつ、各ONUへの送信許可量の経時変化をOLTが監視しながら、目標帯域への収束に適した要求量閾値に逐次更新することができ、時間平均割当帯域を速やかに目標帯域に収束させることができる。

また、要求量閾値を算出するパラメータを調整することで、収束の仕方を制御することができる。

図面の簡単な説明

[0034] [図1]OLTと各ONUとの間で行われる通信の説明図である。

[図2]ONUの送信バッファの内容を示す説明図である。

[図3]ONUの送信バッファの第2の内容を示す説明図である。

[図4]第1の実施形態に係る帯域割当方法の一例を示すシーケンス図である。

[図5]第2の実施形態に係る帯域割当方法の一例を示すシーケンス図である。

符号の説明

[0035] R_i～R_n:レポートフレーム

G_i～G_n:ゲートフレーム

z_i:要求量閾値

a_i:送信要求量

b_i:送信許可済データ量

c_i:送信待機量

d_i:送信許可量

F:データ

発明を実施するための最良の形態

[0036] (第1の実施形態)

OLTが、ONUの過去の所定サイクル数分の割当帯域から求めた時間平均割当帯域に基づいて、要求量閾値を算出する方法の例を示す。なお、データ転送のビットレートが一定の場合は、以下で説明する量あるいは帯域等はデータ量で処理しても、また時間で処理してもよい。i番目のONUをONU_iとして、以降ONU_iのパラメータには添字iを付与する。ONU_iの時間平均割当帯域と各ONUの通信状態から求めた目標帯域との差分を算出してe_iとする。PID(比例・時間積分・時間微分)算出量x_iは、

[数1]

$$x_i = P_i(e_i + I_i \int e_i dt + D_i \frac{de_i}{dt}) \qquad (1)$$

により算出する。ここで、P_i, I_i, D_iは予め定めるパラメータである。OLTは、P_i, I_i, D_iの値を調節する(例えば、実測等により最適値を求める)ことにより、割当帯域の目標帯域への収束の仕方を制御することができる。

[0037] PIDの算出量x_iに基づいて閾値制御量y_iを算出する3通りの方法を示す。第1の方法は、PID算出量x_iの正の値を閾値制御量y_iとして算出する方法であり、

[数2]

$$y_i = \begin{cases} x_i \cdots (x_i > 0) \\ 0 \cdots (x_i \leq 0) \end{cases} \qquad (2)$$

により算出する。これにより、PID算出量x_iが負のときは閾値制御量y_iを零とし、正のときはそれを閾値制御量y_iとすることができる。

[0038] 第1の方法を用いて閾値制御量y_iの算出を行うことで、演算処理速度を高めることができる。

[0039] 閾値制御量y_iを算出する第2の方法は、PID算出量x_iに予め定めた値B_iを加える方法であり、

[数3]

$$y_i = \begin{cases} x_i + B_i \cdots (x_i > -B_i) \\ 0 \cdots (x_i \leq -B_i) \end{cases} \qquad (3)$$

により算出する。これにより、閾値制御量y_iのとり得る値の範囲が広がり、第1の方法よりも高い制御性能を得ることができる。

[0040] 予め定めた値B_iは、例えば、時間平均割当帯域が目標帯域へ収束するように決定する。これにより、目標帯域への収束速度を高めることができる。

[0041] 閾値制御量y_iを算出する第3の方法は、全ONUの中でPID算出量xが最小のONUのPID算出量を最小PID算出量x_{min}とし、ONU$_i$のPID算出量x_iと最小PID算出量x_{min}との差分「$x_i - x_{min}$」をPID差分として算出して、ONU$_i$のPID差分「$x_i - x_{min}$」を全ONUのPID差分の合計で割った値をPID差分割合として算出し、PID差分割合と割当1サイクル分のデータバイト数Tとの積を閾値制御量y_iとする方法であり、

[数4]

$$y_i = \frac{x_i - x_{min}}{\sum (x_i - x_{min})} \times T \qquad (4)$$

により算出する。これにより、閾値制御量y_iが零となるONUの台数を最大で1台に抑えることができ、最大遅延時間を短縮できる効果がある。

[0042] 次に、上記で求めた閾値制御量y_iより、要求量閾値zを算出する2通りの方法を示す。要求量閾値zを求める第1の方法は、要求量閾値z_iを閾値制御量y_iと同値とする方法である。要求量閾値zを求める第2の方法は、閾値制御量y_iに予め定めた最低保証割当量A_iを加えて、要求量閾値z_iを算出する方法であり、

[数5]

$$z_i = y_i + A_i \qquad (5)$$

により算出する。これにより、閾値制御量y_iが零となるONUの台数を0台とすることが可能となり、最大遅延時間を短縮できる効果がある。

[0043] 最低保証割当量A_iは、例えば、通信サービスを維持するために各サイクルで保証されるデータ量によって決定する。

[0044] OLTは上記で求めた要求量閾値z_iをONU_iに通知する。図1に、ゲートフレームG_iとレポートフレームR_iにより、OLTと複数のONUとの間で行う通信の内容を示す。i＝1～nである。

[0045] OLTは、過去の所定サイクル数で割り当てた各ONU_1～ONU_nについてのそれぞれの帯域の時間平均を時間平均割当帯域として算出し、記憶する。

[0046] 各ONU_1～ONU_nは、上りバッファに蓄積した送信データ量の内、送信許可のされていないデータ量を蓄積データ量（送信待機量）としてレポートフレームR_1～R_nに記載し、OLTからのゲートフレームG_1～G_nにより通知されたタイミングで、OLTに通知する。OLTは、各ONU_1～ONU_nの送信待機量に基づき、目標帯域を算出する。また、OLTは、各ONU_1～ONU_nの前記記憶した時間平均割当帯域と前記算出した目標帯域に基づいてPID算出量x_1～x_nを求め、続いて閾値制御量y_1～y_nを求めることで、要求量閾値z_1～z_nを算出して、ゲートフレームG_1～G_nにより、その要求量閾値z_1～z_nを各ONU_1～ONU_nに通知する。

[0047] 各ONU_1～ONU_nは、通知された要求量閾値z_1～z_n以下で且つ最大の送信量とできるフレーム端までのバッファ蓄積量を送信要求量として算出し、レポートフレームR_1～R_nによりOLTに通知する。OLTは、通知された送信要求量と同量の送信許可量

を各ONU_1～ONU_nに通知する。各ONU_1～ONU_nは、通知された送信許可量に対応したデータをOLTに送信する。

[0048] 図2に、i番目のONU_iについて、データF_{i1}～F_{i7}が蓄積された送信バッファにおける要求量閾値z_iと送信要求量a_iおよび送信許可済みデータ量b_iを示す。i番目のONU_iは、要求量閾値z_1内の送信信要求量a_iと送信待機量(F_{i3}～F_{i7})とを、同一のレポートフレームR_iによりOLTに通知する。OLTは、ONU_iからの送信要求量a_iに一致した送信許可量(＝a_i)と送信タイミングを決め、ゲートフレームG_iによりONU_iに通知する。このとき、OLTは送信許可量(＝a_i)と次回用の要求量閾値z_iとを同一のゲートフレームG_iにより、ONU_iに通知する。ONU_iはOLTから通知された送信許可量(＝a_i)と送信タイミングに従って、上りデータF_{i3}を送信する。

[0049] OLTが決める送信許可量は、送信要求量a_iと同量又は一致するデータ量に限られない。例えば、OLTは、ONU_iからの送信要求量a_iに対応した送信許可量を決めることが好ましい。ここで、送信要求量a_iに対応した送信許可量は、バーストオーバヘッド分やFEC(Forward Error Correction)パリティ分などの、送信要求量と同量の送信を許可するために必要な情報を含む。

[0050] なお、OLTが要求量閾値z_iをONU_iに通知するためには、ゲートフレームG_iを用いずに、OAMフレームを利用してもよい。このとき、ゲートフレームG_iは従来通り、送信許可量(＝a_i)と送信タイミングを通知するために使用する。

[0051] OLTが要求量閾値z_iをONU_iに通知するために、専用フレームを新たに定義して、当該専用フレームを利用して通知してもよい。さらに10G－EPON(Ethernet(登録商標) Passive Optical Network)では、拡張MACコントロールメッセージを利用して通知してもよい。

[0052] 以上、送信要求量a_iに送信許可済みデータ量b_iを含まない場合の一例について説明した。この場合、送信要求量a_iは、データを分割して送受信することが可能なデータ区切りのうち、要求量閾値z_i以下でありかつ最大のデータ量であることが好ましい。ここで、データ区切りは、例えば、Ethernet(登録商標)フレームのフレーム端または、FECのコードワード端、B－PON(Broadband PON)のATM(Asynchronous Transfer Mode)セル端や、G－PON(Gigabit PON)のGEM(G－PON En

capsulation Method)フレーム端などを指す。

[0053] 図3は、ONUの送信バッファの第2の内容を示す説明図である。図2では送信要求量a_iに送信許可済みデータ量b_iを含まない場合を示したが、図3に示すように、送信要求量a_iに送信許可済みデータ量b_iを含んでもよい。この場合、送信要求量a_iは、データを分割して送受信することが可能なデータ区切りのうち、要求量閾値z_iと送信許可済みデータ量b_iの和(z_i+b_i)以下のデータ区切りまでのデータ量となる。そして、OLTは、ONUから通知された送信要求量a_iから送信許可済みデータ量b_iを減算して、実質の送信要求量(a_i-b_i)を認識する。

[0054] 図4は、本実施形態に係る受動光通信網システムが実行する帯域割当方法の一例を示すシーケンス図である。本実施形態に係る帯域割当方法は、第1のステップと、第2のステップと、第3のステップと、第4のステップと、を順に有し、光端局装置(以下、OLTという。)と複数の光加入者装置(以下、ONUという。)とが光伝送路を介して接続された受動光通信網において、各ONUからOLTへの通信帯域を動的に割り当てることを特徴とする。

[0055] まず、各ONU_1～ONU_nは、送信待機量c_iを、OLTからのゲートフレームG_1～G_nにより通知されたタイミングで、OLTに通知する。

[0056] 第1のステップでは、OLTが、各ONU_iに過去の所定サイクル数分の割当帯域から時間平均割当帯域を求め、ONU_iごとの時間平均割当帯域とONU_iごとに定めた目標帯域との差分に基づいてONU_iごとの要求量閾値z_iを算出し、該算出された要求量閾値z_iを該当するONU_iに通知する。ONUは要求量閾値z_iを通知された値に更新する。

[0057] ここで、ONUは、設定された周期に基づき、要求量閾値z_iを通知された値に更新することが好ましい。例えば、OLTが要求量閾値z_iを通知し、ONUが更新する周期は、要求量閾値z_iの更新周期と帯域の収束速度との関係を基に予め設定する。その際、要求量閾値z_iの更新周期を、ONUへの送信許可量d_iの割り当て周期と同値としても良いし、割り当て周期の数百倍としても良い。割り当て周期に対して要求量閾値z_iの更新周期を大きくする程、単位時間当たりの算出処理の負担を軽減することができる。

[0058] 第2のステップでは、該当するONU$_i$が、通知された要求量閾値z$_i$以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量a$_i$として算出し、当該送信要求量a$_i$をOLTに通知する。

[0059] 第3のステップでは、OLTが、通知された送信要求量a$_i$に対応した送信許可量d$_i$を算出し、当該送信許可量d$_i$を該当するONU$_i$に通知する。

[0060] 第4のステップでは、該当するONU$_i$が、送信許可量d$_i$に対応したデータ量のデータF$_i$をOLTに送信する。

[0061] 以上のように、本発明では、PONの上り帯域を動的に割り当てるとき、送信要求量と送信許可量との不一致を最小限にしつつ、各ONUへの送信許可量の経時変化をOLTが監視しながら、目標帯域への収束に適した要求量閾値に逐次更新することができ、時間平均割当帯域を速やかに目標帯域に収束させることができる。また、要求量閾値を算出するパラメータを調整することで、収束の仕方を制御することができる。

[0062] よって、本実施形態に係る帯域割当方法及び当該帯域割当方法を実行可能な受動光通信網システムを採用することで、時間平均割当帯域を速やかに目標帯域に収束させることができる。また、要求量閾値を算出するパラメータを調整することで、収束の仕方を制御することができる。

[0063] (第2の実施形態)

図5は、本実施形態に係る受動光通信網システムが実行する帯域割当方法の一例を示すシーケンス図である。本実施形態においては、第1のステップと、第2のステップと、第3のステップと、を順に有し、ONUが過去の所定サイクル数分の割当帯域から求めた時間平均割当帯域に基づいて、要求量閾値z$_i$を算出することを特徴とする。以下、第1の実施形態と相違する点について具体的に説明する。

[0064] まず、各ONU$_i$はそれぞれの時間平均割当帯域を算出し、記憶する。各ONU$_1$～ONU$_n$は、送信待機量c$_i$をレポートフレームに記載し、OLTから通知されたタイミングでOLTに通知する。OLTは各ONU$_1$～ONU$_n$の送信待機量c$_i$に基づき、目標帯域f$_i$を算出する。OLTは算出した目標帯域f$_i$を、ゲートフレームG$_1$～G$_n$に記載して各ONU$_i$に通知する。

[0065] 第1のステップでは、各ONU$_i$が、過去の所定サイクル数分の当該ONU$_i$への割当

帯域から時間平均割当帯域を求め、時間平均割当帯域と当該ONU_iに定められた目標帯域f_iとの差分に基づいて、第1の実施形態における要求量閾値z_iを算出する方法と同様に、当該ONU_iの要求量閾値z_iを算出する。各ONU_iは、算出した要求量閾値z_i以下で最大のデータ量の送信が可能なデータ区切りまでのデータ量を送信要求量a_iとして算出し、当該送信要求量a_iをレポートフレームに記載し、OLTに通知する。

[0066] ここで、各ONU_iは、設定された周期に基づき、要求量閾値z_iを算出した値に更新することが好ましい。例えば、実施形態1と同様に、要求量閾値z_iの更新周期と帯域の収束速度との関係を基に設定することが好ましい。

[0067] 第2のステップでは、OLTが、通知された送信要求量a_iに対応したデータ量の送信を許可するための送信許可量d_iを算出し、該当するONU_iに通知する。

[0068] 第3のステップでは、該当するONU_iが、通知された送信許可量d_iに対応したデータ量のデータF_iをOLTに送信する。

[0069] 本実施形態に係る帯域割当方法及び当該帯域割当方法を実行可能な受動光通信網システムを採用することで、時間平均割当帯域を速やかに目標帯域f_iに収束させることができる。また、要求量閾値z_iを算出するパラメータを調整することで、収束の仕方を制御することができる。さらに、ONU_iが自律的に要求量閾値z_iを算出し更新するので、全体の処理負荷を低減することができる。

請求の範囲

[1] 光端局装置と複数の光加入者装置とが光伝送路を介して接続された受動光通信網において、前記各光加入者装置から前記光端局装置への通信帯域を動的に割り当てる帯域割当方法であって、

前記光端局装置が、前記各光加入者装置ごとに過去の所定サイクル数分の割当帯域から時間平均割当帯域を求め、前記光加入者装置ごとの前記時間平均割当帯域と前記光加入者装置ごとに定めた目標帯域との差分に基づいて前記光加入者装置ごとの要求量閾値を算出し、該算出された要求量閾値を該当する光加入者装置に通知するステップと、

前記該当する光加入者装置が、通知された前記要求量閾値以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量として前記光端局装置に通知するステップと、

前記光端局装置が、通知された前記送信要求量に対応したデータ量の送信を許可するための送信許可量を前記該当する光加入者装置に通知するステップと、

前記該当する光加入者装置が、前記送信許可量に対応したデータ量を送信するステップと、

を含むことを特徴とする帯域割当方法。

[2] 請求項1に記載の帯域割当方法において、

前記差分の比例演算結果と前記差分の時間積分演算結果と前記差分の時間微分演算結果との和をPID算出量とし、該PID算出量に基づいて閾値制御量を算出し、該閾値制御量に基づいて、前記該当する光加入者装置の前記要求量閾値を算出することを特徴とする帯域割当方法。

[3] 請求項2に記載の帯域割当方法において、

前記PID算出量が負のとき、前記閾値制御量を零とすることを特徴とする帯域割当方法。

[4] 請求項2に記載の帯域割当方法において、

前記PID算出量に予め定めた値を加算して、前記閾値制御量を算出することを特徴とする帯域割当方法。

[5] 請求項2に記載の帯域割当方法において、

前記複数の光加入者装置の中で、最小の前記PID算出量を最小PID算出量とし、前記該当する光加入者装置の前記PID算出量と前記最小PID算出量との差分をPID差分として算出し、前記複数の光加入者装置の前記PID差分の合計をPID差分合計として算出し、前記該当する光加入者装置の前記PID差分を前記PID差分合計で割った値をPID差分割合として算出し、前記PID差分割合に基づいて前記閾値制御量を算出することを特徴とする帯域割当方法。

[6] 請求項2乃至5のいずれか1つに記載の帯域割当方法において、

前記要求量閾値を、前記閾値制御量と同値として算出することを特徴とする帯域割当方法。

[7] 請求項2乃至5のいずれか1つに記載の帯域割当方法において、

前記要求量閾値を、前記閾値制御量に所定の最低割当量を加えて算出することを特徴とする帯域割当方法。

[8] 光端局装置と複数の光加入者装置とが光伝送路を介して接続され、前記各光加入者装置から前記光端局装置への通信帯域が動的に割り当られる受動光通信網システムであって、

前記光端局装置が、前記各光加入者装置ごとに過去の所定サイクル数分の割当帯域から時間平均割当帯域を求め、前記光加入者装置ごとの前記時間平均割当帯域と前記光加入者装置ごとに定めた目標帯域との差分に基づいて前記光加入者装置ごとの要求量閾値を算出し、該算出された要求量閾値を該当する光加入者装置に通知し、

前記該当する光加入者装置が、通知された前記要求量閾値以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量として前記光端局装置に通知し、

前記光端局装置が、通知された前記送信要求量に対応したデータ量の送信を許可するための送信許可量を前記該当する光加入者装置に通知し、

前記該当する光加入者装置が、前記送信許可量に応じたデータ量を送信する、

ことを特徴とする受動光通信網システム。

[9] 光端局装置と複数の光加入者装置とが光伝送路を介して接続された受動光通信網において、前記各光加入者装置から前記光端局装置への通信帯域を動的に割り当てる帯域割当方法であって、

前記各光加入者装置が、過去の所定サイクル数分の当該光加入者装置への割当帯域から時間平均割当帯域を求め、前記時間平均割当帯域と当該光加入者装置に定められた目標帯域との差分に基づいて当該光加入者装置の要求量閾値を算出し、算出された前記要求量閾値以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量として前記光端局装置に通知するステップと、

前記光端局装置が、通知された前記送信要求量に対応したデータ量の送信を許可するための送信許可量を該当する前記光加入者装置に通知するステップと、

前記該当する光加入者装置が、前記送信許可量に対応したデータ量を前記光端局装置に送信するステップと、

を含むことを特徴とする帯域割当方法。

[10] 請求項9に記載の帯域割当方法において、

前記光端局装置は、前記光加入者装置ごとの目標帯域を、前記光端局装置に接続された全光加入者装置の通信状況に応じて算出し、前記各光加入者装置に通知することを特徴とする帯域割当方法。

[11] 請求項9に記載の帯域割当方法において、

前記差分の比例演算結果と前記差分の時間積分演算結果と前記差分の時間微分演算結果との和をPID算出量とし、該PID算出量に基づいて閾値制御量を算出し、該閾値制御量に基づいて、前記該当する光加入者装置の前記要求量閾値を算出することを特徴とする帯域割当方法。

[12] 請求項11に記載の帯域割当方法において、

前記PID算出量が負のとき、前記閾値制御量を零とすることを特徴とする帯域割当方法。

[13] 請求項11に記載の帯域割当方法において、

前記PID算出量に予め定めた値を加算して、前記閾値制御量を算出することを特徴とする帯域割当方法。

[14] 請求項11乃至13のいずれか1つに記載の帯域割当方法において、

前記要求量閾値を、前記閾値制御量と同値として算出することを特徴とする帯域割当方法。

[15] 請求項11乃至13のいずれか1つに記載の帯域割当方法において、

前記要求量閾値を、前記閾値制御量に所定の最低割当量を加えて算出することを特徴とする帯域割当方法。

[16] 光端局装置と複数の光加入者装置とが光伝送路を介して接続され、前記各光加入者装置から前記光端局装置への通信帯域が動的に割り当られる受動光通信網システムであって、

前記各光加入者装置が、過去の所定サイクル数分の割当帯域から時間平均割当帯域を求め前記光加入者装置ごとに定めた目標帯域との差分に基づいて前記光加入者装置ごとの要求量閾値を算出し、

前記該当する光加入者装置が、算出した前記要求量閾値以下で最大の送信量とできるデータ区切りまでのデータ量相当を送信要求量として前記光端局装置に通知し、

前記光端局装置が、通知された前記送信要求量に対応したデータ量の送信を許可するための送信許可量を前記該当する光加入者装置に通知し、

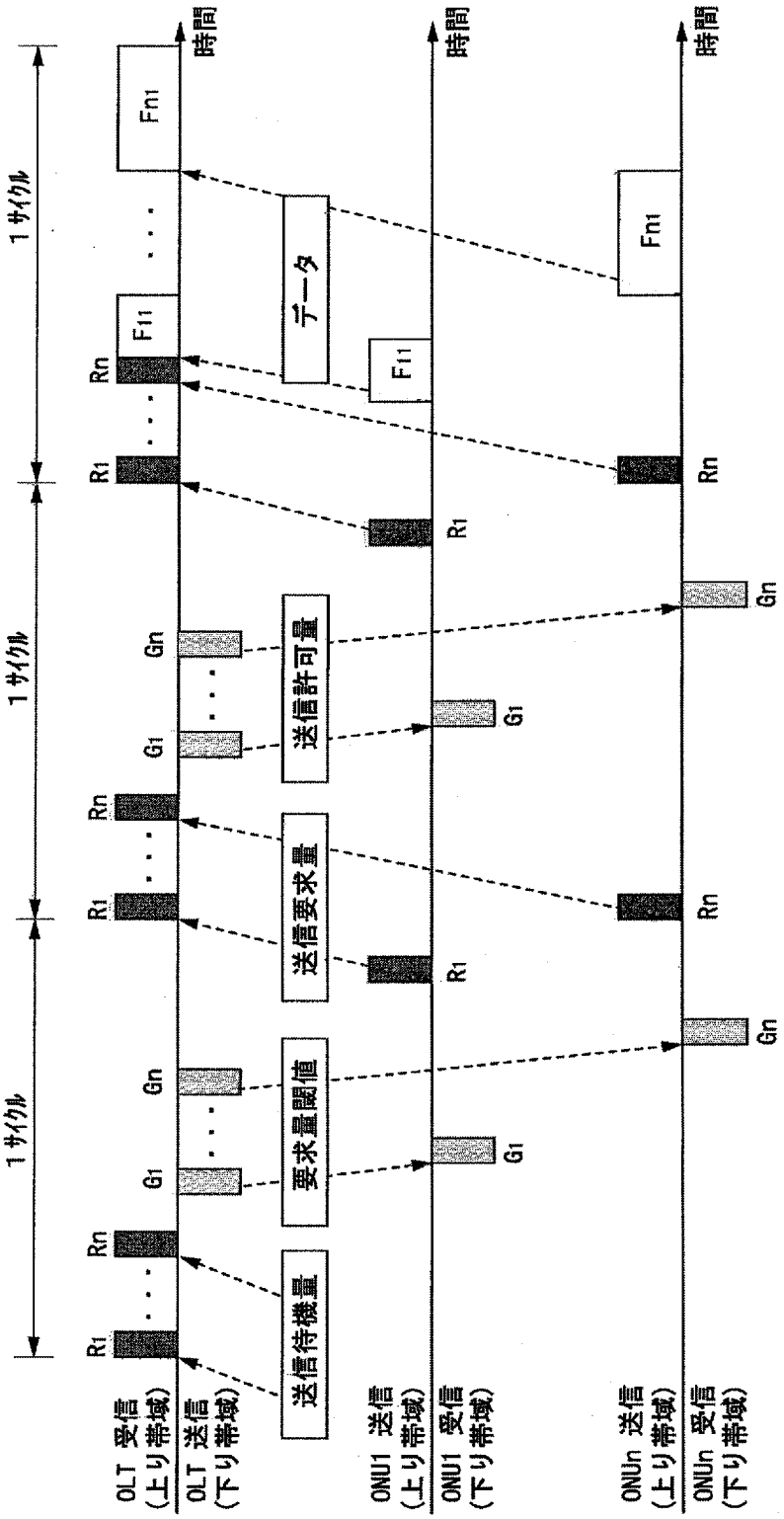
前記該当する光加入者装置が、前記送信許可量に応じたデータ量を送信する、

ことを特徴とする受動光通信網システム。

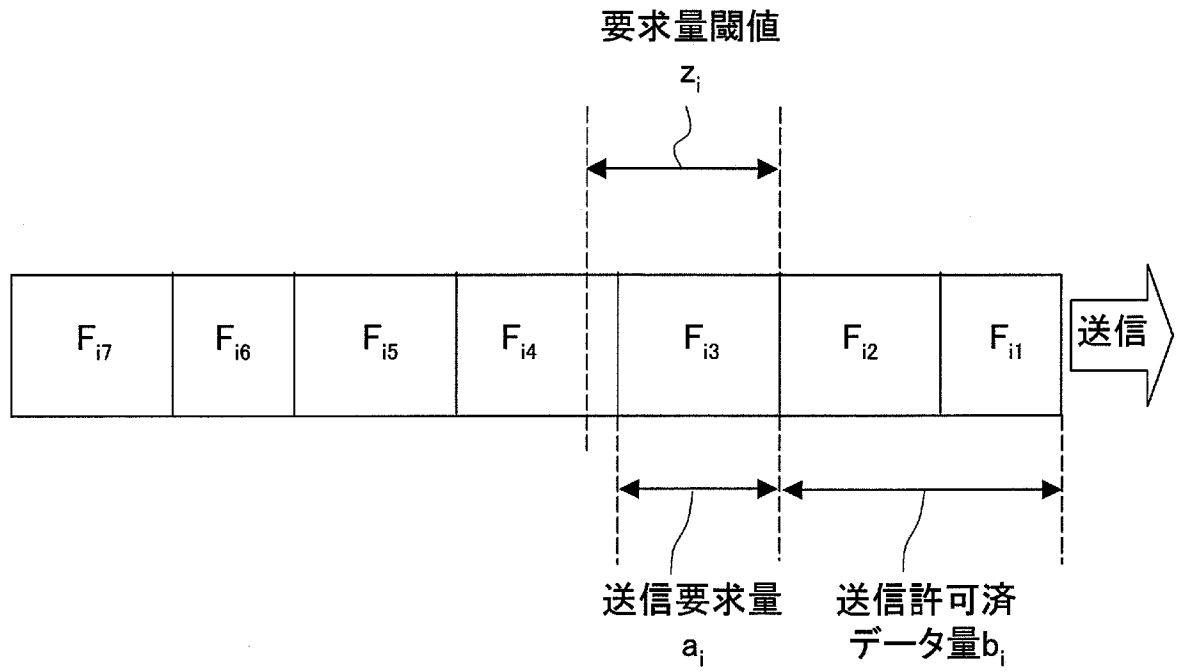
[17] 請求項1または9に記載の帯域割当方法において、

設定された周期に基づき、要求量閾値を更新することを特徴とする帯域割当方法。

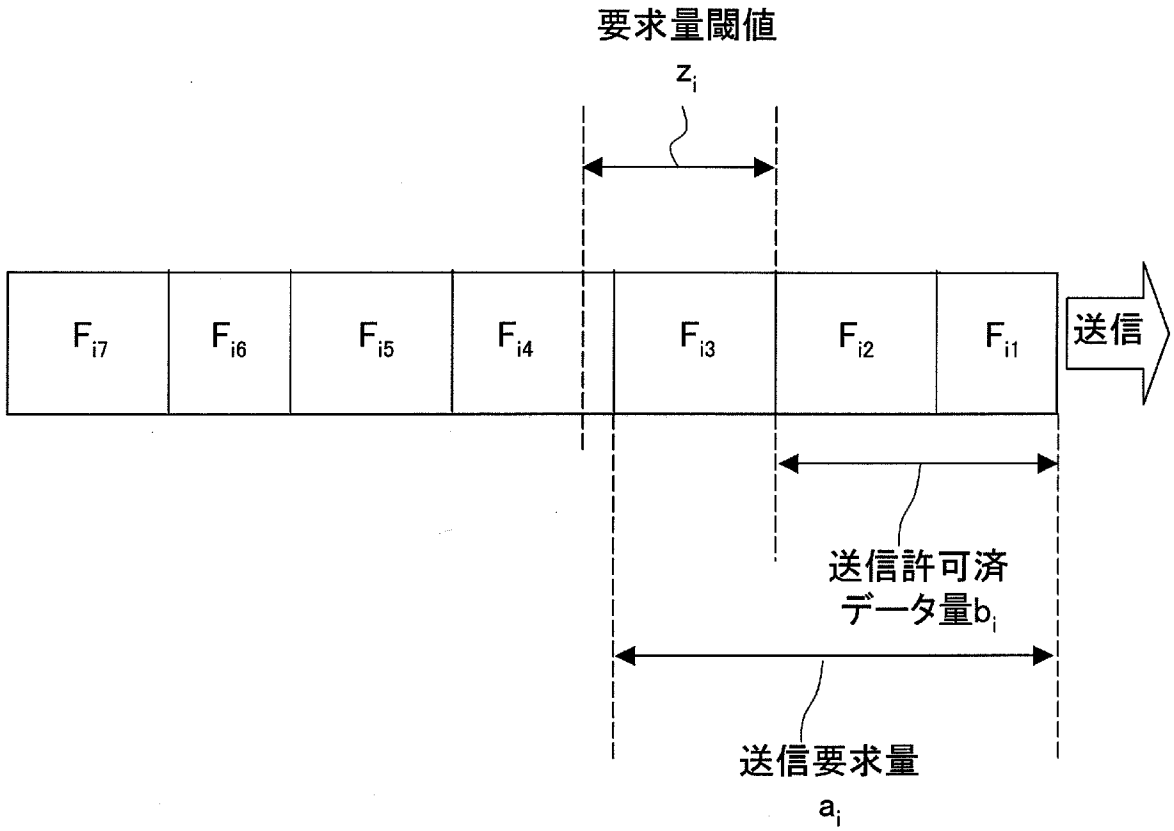
[図1]


1サイクル
1サイクル
1サイクル
時間
時間
時間
OLT 受信 (上り帯域)
OLT 送信 (下り帯域)
ONU1 送信 (上り帯域)
ONU1 受信 (下り帯域)
ONUn 送信 (上り帯域)
ONUn 受信 (下り帯域)
送信待機量
要求量閾値
送信要求量
送信許可量
データ
R1
Rn
G1
Gn
F11
Fn1

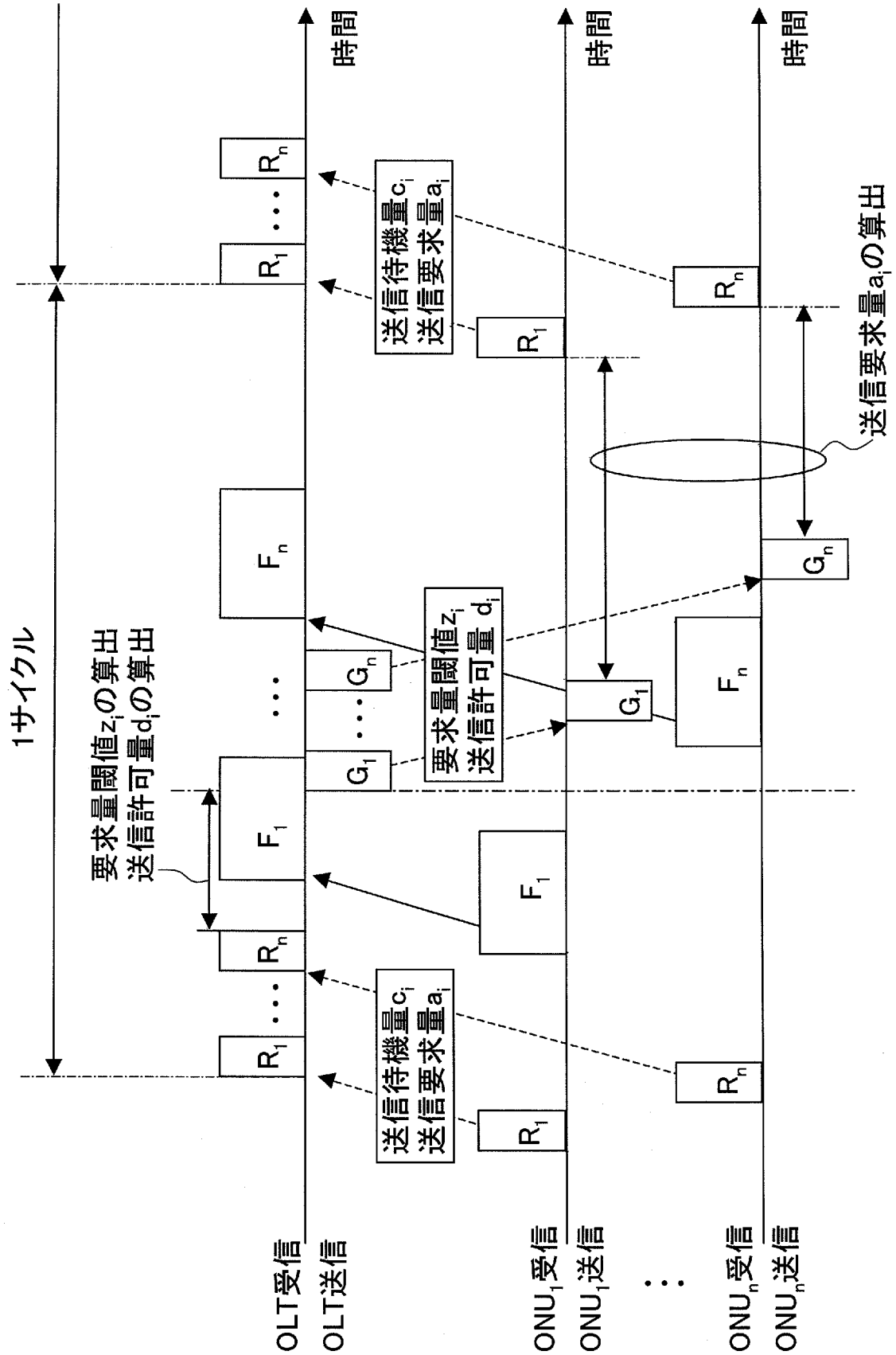
[図2]


要求量閾値
z_i
F_{i7}
F_{i6}
F_{i5}
F_{i4}
F_{i3}
F_{i2}
F_{i1}
送信
送信要求量
a_i
送信許可済
データ量b_i

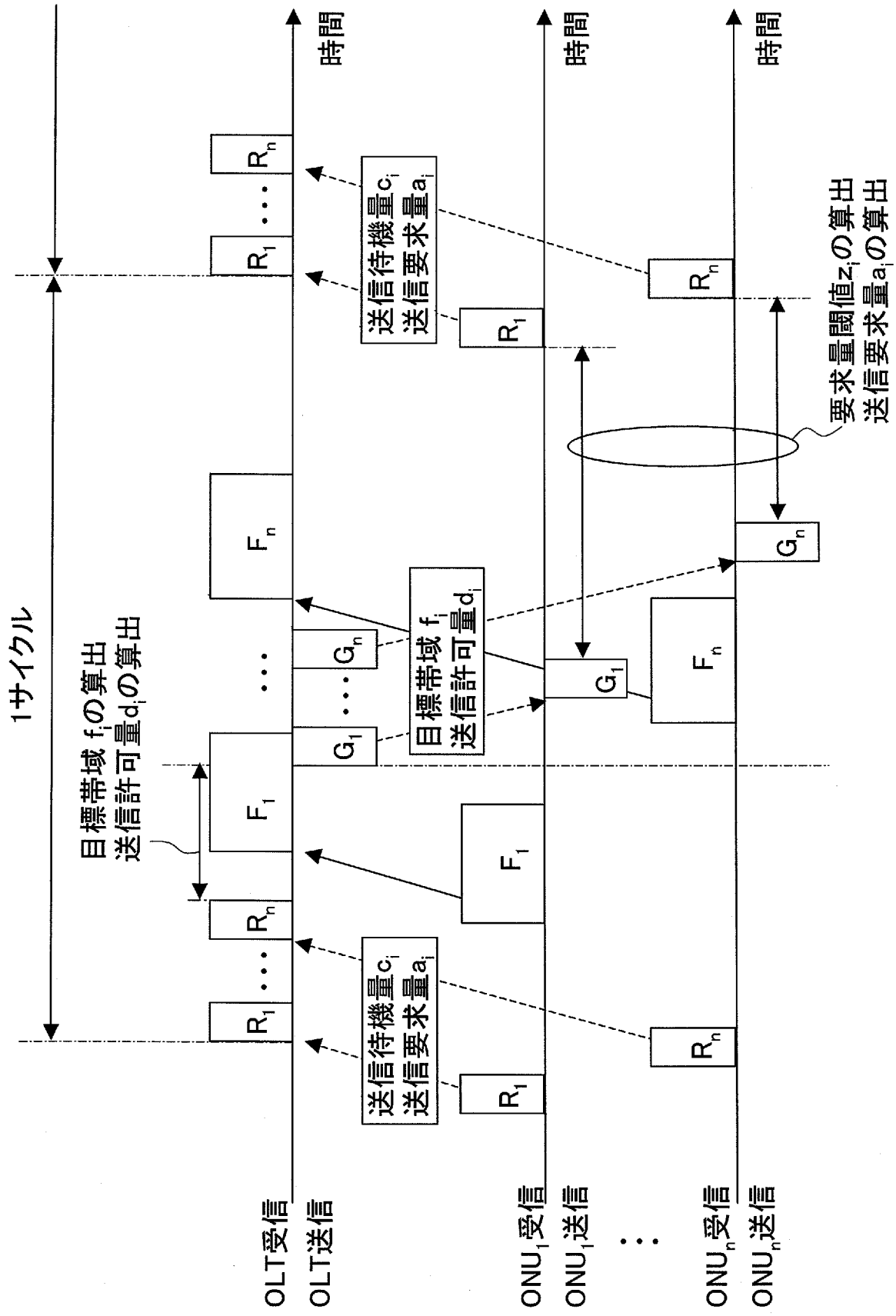
[図3]


要求量閾値
z_i
F_{i7}
F_{i6}
F_{i5}
F_{i4}
F_{i3}
F_{i2}
F_{i1}
送信
送信許可済
データ量b_i
送信要求量
a_i

[図4]


1サイクル
要求量閾値z_iの算出
送信許可量d_iの算出
送信待機量c_i
送信要求量a_i
要求量閾値z_i
送信許可量d_i
送信要求量a_iの算出
時間
OLT受信
OLT送信
ONU_1受信
ONU_1送信
ONU_n受信
ONU_n送信

[図5]


1サイクル
目標帯域 f_iの算出
送信許可量d_iの算出
送信待機量c_i
送信要求量a_i
目標帯域 f_i
送信許可量d_i
要求量閾値z_iの算出
送信要求量a_iの算出
時間
OLT受信
OLT送信
ONU_1受信
ONU_1送信
ONU_n受信
ONU_n送信

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/052698

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04L12/44(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04L12/44, H04L12/56, H04B10/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-129172 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 22 April, 2004 (22.04.04), Claims 1 to 4; Par. Nos. [0082] to [0097], [0105] to [0123]; Figs. 6, 8, 9 & JP 2004-194263 A & JP 2004-289780 A	1-17
A	JP 2006-5764 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 05 January, 2006 (05.01.06), Claims 1, 6 to 9; Par. Nos. [0062] to [0095]; Figs. 3, 4, 6, 8 (Family: none)	1-17

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
05 March, 2009 (05.03.09)	17 March, 2009 (17.03.09)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００９／０５２６９８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04L12/44(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04L12/44, H04L12/56, H04B10/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
A	JP 2004-129172 A (住友電気工業株式会社) 2004.04.22, [請求項 1]-[請求項 4], [0082]-[0097], [0105]-[0123], 第 6 図, 第 8 図, 第 9 図 & JP 2004-194263 A & JP 2004-289780 A	1-17
A	JP 2006-5764 A (住友電気工業株式会社) 2006.01.05, [請求項 1], [請求項 6]-[請求項 9], [0062]-[0095], 第 3 図, 第 4 図, 第 6 図, 第 8 図 (ファミリーなし)	1-17

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０５．０３．２００９	国際調査報告の発送日 １７．０３．２００９
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｘ　３１４９ 羽岡　さやか 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５９６