

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7347677号
(P7347677)

(45)発行日 令和5年9月20日(2023.9.20)

(24)登録日 令和5年9月11日(2023.9.11)

(51)国際特許分類 F I
H 0 4 L 12/44 (2006.01) H 0 4 L 12/44 2 0 0

請求項の数 6 (全16頁)

(21)出願番号	特願2022-536075(P2022-536075)	(73)特許権者	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
(86)(22)出願日	令和2年7月16日(2020.7.16)	(74)代理人	110003199 弁理士法人高田・高橋国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/027718	(72)発明者	棚野 貴充 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
(87)国際公開番号	WO2022/014018	(72)発明者	氏川 裕隆 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
(87)国際公開日	令和4年1月20日(2022.1.20)	(72)発明者	中村 浩崇 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
審査請求日	令和4年11月9日(2022.11.9)	審査官	和平 悠希
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 帯域制御システム、帯域制御方法、帯域制御用プログラム及び局内光終端装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

局内光終端装置と複数の宅内光終端装置との間で光信号を通信する通信システムにおいて、複数の前記宅内光終端装置は、前記局内光終端装置からのレポート要求に従ってレポート情報を前記局内光終端装置に送信し、前記局内光終端装置は、前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれから前記局内光終端装置にデータを送信する際の帯域を割り当てる帯域制御システムであって、

前記局内光終端装置は、

過去に受信した前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれについてレポート値を決定するレポート値決定部と、

前記レポート値決定部により決定された前記レポート値に基づいて、予め設定された帯域割当周期毎に、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれから前記局内光終端装置にデータを送信する際の帯域を割り当てる割当部と、

過去に受信した前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれについて評価値を算出する評価部と、

前記評価部により算出された前記評価値に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれに対し前記レポート要求を送信するか否かを決定するレポート要求判定部と、を備え、

前記レポート要求判定部は、前記レポート要求を送信すると決定した場合、前記レポート要求を、前記帯域割当周期内のレポート送信時間で前記レポート情報を送信させる第1レポート要求と、前記帯域割当周期内のデータ送信時間で前記レポート情報を送信させる

第2レポート要求とのいずれかに決定する帯域制御システム。

【請求項2】

前記レポート要求判定部は、

前記レポート情報のレポート値の変動が変動基準以下でない場合に前記評価値が相当するときに、前記レポート要求を前記第1レポート要求に決定し、

前記レポート情報のレポート値の変動が前記変動基準以下である場合に前記評価値が相当するときに、前記レポート要求を前記第2レポート要求に決定する請求項1に記載の帯域制御システム。

【請求項3】

前記レポート要求判定部は、レポート値の変動が前記変動基準以下である前記レポート情報を少なくとも2回受信した場合に前記評価値が相当するときに、前記レポート要求を送信しないと決定する請求項2に記載の帯域制御システム。

【請求項4】

局内光終端装置と複数の宅内光終端装置との間で光信号を通信する通信システムにおいて、複数の前記宅内光終端装置は、前記局内光終端装置からのレポート要求に従ってレポート情報を前記局内光終端装置に送信し、前記局内光終端装置は、前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれから前記局内光終端装置にデータを送信する際の帯域を割り当てる帯域制御方法であって、

前記局内光終端装置が過去に受信した前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれについてレポート値を決定するレポート値決定ステップと、

前記レポート値決定ステップで決定された前記レポート値に基づいて、予め設定された帯域割当周期毎に、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれから前記局内光終端装置にデータを送信する際の帯域を割り当てる割当ステップと、

前記局内光終端装置が過去に受信した前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれについて評価値を算出する評価ステップと、

前記評価ステップで算出された前記評価値に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれに対し前記レポート要求を送信するか否かを決定するレポート要求判定ステップと、を備え、

前記レポート要求判定ステップは、前記レポート要求を送信すると決定した場合、前記レポート要求を、前記帯域割当周期内のレポート送信時間で前記レポート情報を送信させる第1レポート要求と、前記帯域割当周期内のデータ送信時間で前記レポート情報を送信させる第2レポート要求とのいずれかに決定するステップを含む帯域制御方法。

【請求項5】

局内光終端装置と複数の宅内光終端装置との間で光信号を通信する通信システムにおいて、複数の前記宅内光終端装置は、前記局内光終端装置からのレポート要求に従ってレポート情報を前記局内光終端装置に送信し、前記局内光終端装置は、前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれから前記局内光終端装置にデータを送信する際の帯域を割り当てる帯域制御システムを動作させるための帯域制御用プログラムであって、

前記局内光終端装置のコンピュータに、

前記局内光終端装置が過去に受信した前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれについてレポート値を決定するレポート値決定ステップと、

前記レポート値決定ステップで決定された前記レポート値に基づいて、予め設定された帯域割当周期毎に、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれから前記局内光終端装置にデータを送信する際の帯域を割り当てる割当ステップと、

前記局内光終端装置が過去に受信した前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれについて評価値を算出する評価ステップと、

前記評価ステップで算出された前記評価値に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれに対し前記レポート要求を送信するか否かを決定するレポート要求判定ステップと、を実行させ、

前記レポート要求判定ステップは、前記レポート要求を送信すると決定した場合、前記レポート要求を、前記帯域割当周期内のレポート送信時間で前記レポート情報を送信させる第1レポート要求と、前記帯域割当周期内のデータ送信時間で前記レポート情報を送信させる第2レポート要求とのいずれかに決定するステップを含む帯域制御用プログラム。

【請求項6】

複数の宅内光終端装置から送信されたレポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれからデータを送信する際の帯域を割り当てる局内光終端装置であって、

過去に受信した前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれについてレポート値を決定するレポート値決定部と、

前記レポート値決定部により決定された前記レポート値に基づいて、予め設定された帯域割当周期毎に、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれから前記局内光終端装置にデータを送信する際の帯域を割り当てる割当部と、

過去に受信した前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれについて評価値を算出する評価部と、

前記評価部により算出された前記評価値に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれに対し前記レポート要求を送信するか否かを決定するレポート要求判定部と、を備え、

前記レポート要求判定部は、前記レポート要求を送信すると決定した場合、前記レポート要求を、前記帯域割当周期内のレポート送信時間で前記レポート情報を送信させる第1レポート要求と、前記帯域割当周期内のデータ送信時間で前記レポート情報を送信させる第2レポート要求とのいずれかに決定する局内光終端装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、帯域制御システム、帯域制御方法、帯域制御用プログラム及び局内光終端装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

FTTH (Fiber To The Home) サービスでは、局内光端末装置 (OLT: Optical Line Terminal) は、時分割多重 (TDM: Time Division Multiplexing) によって、複数の宅内光終端装置 (ONU: Optical Network Unit) を収容する場合がある。このような FTTH サービスにおいては、PON (Passive Optical Network) 方式、特にギガビット級の伝送速度が可能である GE-PON (Gigabit Ethernet PON (Ethernet は登録商標)) が採用される場合がある。GE-PON を含む PON システムでは、ONU から OLT への上り通信の帯域をトラフィック量に応じて動的に割り当てる DBA (Dynamic Bandwidth Allocation) 機能を OLT に搭載することが可能である。PON では、MPCP (Multi Point Control Protocol) を用いて、ONU から OLT へ通信における帯域制御を実現する (例えば、非特許文献 1、2 及び 3 を参照)。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【文献】 "IEEE Standard for Ethernet", IEEE802.3-2015, section.5.

T.Tatsuta et al., "Design philosophy and performance of a GE-PON system for mass Deployment", Journal of Optical Networking, vol.6, no.6, pp689-700, 2007.
S.Hatta et al., "Implementation of ultra-low latency dynamic bandwidth allocation method for TDM-PON", IEICE Communication Express, vol.5, no.11, pp418-423, 2016.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

非特許文献1から3に示されるような帯域制御システムにおいては、トラフィック量に応じた動的な帯域割り当て（DBA）が周期的に行われている。そして、そのDBA周期内をレポート送信時間とデータ送信時間とに分割し、レポート送信時間において、ONU（宅内光終端装置）からトラフィック量のレポート情報を送信させることで、トラフィック量に応じた帯域割り当てを実現している。DBA周期毎にそれぞれの宅内光終端装置からレポート情報を送信する必要があるため、DBA周期内におけるデータ送信時間が制限され、帯域利用効率が制限されてしまう。

【0005】

本開示は、このような課題を解決するためになされたものである。その目的は、宅内光終端装置が送信を要求するトラフィック量の変動に対応しつつ、DBA周期内におけるデータ送信時間を確保することが可能であって、帯域利用効率の向上を図ることができる帯域制御システム、帯域制御方法、帯域制御用プログラム及び局内光終端装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示に係る帯域制御システムは、局内光終端装置と複数の宅内光終端装置との間で光信号を通信する通信システムにおいて、複数の前記宅内光終端装置は、前記局内光終端装置からのレポート要求に従ってレポート情報を前記局内光終端装置に送信し、前記局内光終端装置は、前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれから前記局内光終端装置にデータを送信する際の帯域を割り当てる帯域制御システムであって、前記局内光終端装置は、過去に受信した前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれについてレポート値を決定するレポート値決定部と、前記レポート値決定部により決定された前記レポート値に基づいて、予め設定された帯域割当周期毎に、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれから前記局内光終端装置にデータを送信する際の帯域を割り当てる割当部と、過去に受信した前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれについて評価値を算出する評価部と、前記評価部により算出された前記評価値に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれに対し前記レポート要求を送信するか否かを決定するレポート要求判定部と、を備え、前記レポート要求判定部は、前記レポート要求を送信すると決定した場合、前記レポート要求を、前記帯域割当周期内のレポート送信時間で前記レポート情報を送信させる第1レポート要求と、前記帯域割当周期内のデータ送信時間で前記レポート情報を送信させる第2レポート要求とのいずれかに決定する。

【0007】

本開示に係る帯域制御方法は、局内光終端装置と複数の宅内光終端装置との間で光信号を通信する通信システムにおいて、複数の前記宅内光終端装置は、前記局内光終端装置からのレポート要求に従ってレポート情報を前記局内光終端装置に送信し、前記局内光終端装置は、前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれから前記局内光終端装置にデータを送信する際の帯域を割り当てる帯域制御方法であって、前記局内光終端装置が過去に受信した前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれについてレポート値を決定するレポート値決定ステップと、前記レポート値決定ステップで決定された前記レポート値に基づいて、予め設定された帯域割当周期毎に、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれから前記局内光終端装置にデータを送信する際の帯域を割り当てる割当ステップと、前記局内光終端装置が過去に受信した前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれについて評価値を算出する評価ステップと、前記評価ステップで算出された前記評価値に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれに対し前記レポート要求を送信するか否かを決定するレポート要求判定ステップと、を備え、前記レポート要求判定ステップは、前記レポート要求を送信すると決定した場合、前記レポート要求を、前記帯域割当周期内のレポート送信時間で前記レポート情報を送信させる第1レポート要求と、前記帯域割当周期内のデータ送信時間で前記レポート

10

20

30

40

50

情報を送信させる第2レポート要求とのいずれかに決定するステップを含む。

【0008】

本開示に係る帯域制御用プログラムは、局内光終端装置と複数の宅内光終端装置との間で光信号を通信する通信システムにおいて、複数の前記宅内光終端装置は、前記局内光終端装置からのレポート要求に従ってレポート情報を前記局内光終端装置に送信し、前記局内光終端装置は、前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれから前記局内光終端装置にデータを送信する際の帯域を割り当てる帯域制御システムを動作させるための帯域制御用プログラムであって、前記局内光終端装置のコンピュータに、前記局内光終端装置が過去に受信した前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれについてレポート値を決定するレポート値決定ステップと、前記レポート値決定ステップで決定された前記レポート値に基づいて、予め設定された帯域割当周期毎に、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれから前記局内光終端装置にデータを送信する際の帯域を割り当てる割当ステップと、前記局内光終端装置が過去に受信した前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれについて評価値を算出する評価ステップと、前記評価ステップで算出された前記評価値に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれに対し前記レポート要求を送信するか否かを決定するレポート要求判定ステップと、を実行させ、前記レポート要求判定ステップは、前記レポート要求を送信すると決定した場合、前記レポート要求を、前記帯域割当周期内のレポート送信時間で前記レポート情報を送信させる第1レポート要求と、前記帯域割当周期内のデータ送信時間で前記レポート情報を送信させる第2レポート要求とのいずれかに決定するステップを含む。

【0009】

本開示に係る局内光終端装置は、複数の宅内光終端装置から送信されたレポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれからデータを送信する際の帯域を割り当てる局内光終端装置であって、過去に受信した前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれについてレポート値を決定するレポート値決定部と、前記レポート値決定部により決定された前記レポート値に基づいて、予め設定された帯域割当周期毎に、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれから前記局内光終端装置にデータを送信する際の帯域を割り当てる割当部と、過去に受信した前記レポート情報に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれについて評価値を算出する評価部と、前記評価部により算出された前記評価値に基づいて、複数の前記宅内光終端装置のそれぞれに対し前記レポート要求を送信するか否かを決定するレポート要求判定部と、を備え、前記レポート要求判定部は、前記レポート要求を送信すると決定した場合、前記レポート要求を、前記帯域割当周期内のレポート送信時間で前記レポート情報を送信させる第1レポート要求と、前記帯域割当周期内のデータ送信時間で前記レポート情報を送信させる第2レポート要求とのいずれかに決定する。

【発明の効果】

【0010】

本開示に係る帯域制御システム、帯域制御方法、帯域制御用プログラム及び局内光終端装置によれば、宅内光終端装置が送信を要求するトラフィック量の変動に対応しつつ、DBA周期内におけるデータ送信時間を確保することが可能であって、帯域利用効率の向上を図ることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施の形態1に係る帯域制御システムが適用された通信システムの全体構成を模式的に示す図である。

【図2】実施の形態1に係る帯域制御システムの局内光終端装置の構成を示すブロック図である。

【図3】実施の形態1に係る帯域制御システムの動作の一例を示すフロー図である。

【図4】実施の形態1に係る帯域制御システムの動作の一例を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本開示に係る帯域制御システムを実施するための形態について添付の図面を参照しながら説明する。各図において、同一又は相当する部分には同一の符号を付して、重複する説明は適宜に簡略化又は省略する。以下の説明においては便宜上、図示の状態を基準に各構造の位置関係を表現することがある。なお、本開示は以下の実施の形態に限定されることがなく、本開示の趣旨を逸脱しない範囲において、各実施の形態の自由な組み合わせ、各実施の形態の任意の構成要素の変形、又は各実施の形態の任意の構成要素の省略が可能である。

【0013】

実施の形態1.

図1から図4を参照しながら、本開示の実施の形態1について説明する。図1は帯域制御システムが適用された通信システムの全体構成を模式的に示す図である。図2は帯域制御システムの局内光終端装置の構成を示すブロック図である。図3は帯域制御システムの動作の一例を示すフロー図である。図4は帯域制御システムの動作の一例を説明する図である。

【0014】

この実施の形態に係る帯域制御システムが適用される通信システムは、局内光終端装置100と複数の宅内光終端装置20との間で光信号を通信する通信システムである。通信システムは、図1に示すように、局内光終端装置100と複数の宅内光終端装置20とを備えている。本開示においては、局内光終端装置100の側を「上流側」と称し、宅内光終端装置20の側を「下流側」と称する場合がある。局内光終端装置100は、光分岐部10を介して、複数の宅内光終端装置20のそれぞれと通信可能に接続されている。以上のように構成された通信ネットワークは、いわゆるPON(Passive Optical Network)である。

【0015】

局内光終端装置100は、上流側外部ネットワーク1と通信可能に接続されている。複数の宅内光終端装置20のそれぞれは、下流側外部ネットワーク2と通信可能に接続されている。局内光終端装置100から送信された光信号は、光分岐部10において分岐されて、複数の宅内光終端装置20のそれぞれに送られる。複数の宅内光終端装置20のそれぞれから送信された光信号は、光分岐部10で合波されて局内光終端装置100に到達する。

【0016】

図1に示すような通信ネットワーク(PON)においては、複数の宅内光終端装置20から局内光終端装置100にデータを送信する際に、複数の宅内光終端装置20のそれぞれに対して帯域を割り当てることで光分岐部10での合波後における信号衝突を回避している。この際の帯域の割り当ては、複数の宅内光終端装置20のそれぞれから局内光終端装置100へのデータ送信を時間的に分離することで行われる。すなわち、本開示でいう帯域の割り当てとは、複数の宅内光終端装置20のそれぞれから局内光終端装置100へのデータ送信を許可する時間を割り当てることである。

【0017】

この実施の形態の帯域制御システムにおいては、帯域割り当ては、複数の宅内光終端装置20のそれぞれから局内光終端装置100へのデータ送信量(以下、「トラフィック量」とも呼ぶ)に応じて動的に行われる。複数の宅内光終端装置20のそれぞれのトラフィック量は、それぞれの宅内光終端装置20のバッファに蓄積されている上りデータの量であると換言できる。すなわち、この実施の形態の通信ネットワークにおいては、動的帯域割当(DBA:Dynamic Bandwidth Allocation)が採用されている。

【0018】

DBAにおいては、局内光終端装置100は、複数の宅内光終端装置20のそれぞれにレポート要求を送信する。複数の宅内光終端装置20のそれぞれは、局内光終端装置100

10

20

30

40

50

0からのレポート要求に従ってレポート情報を局内光終端装置100に送信する。宅内光終端装置20からのレポート情報には、当該宅内光終端装置20が要求するトラフィック量に関する情報が含まれている。そして、局内光終端装置100は、受信したそれぞれの宅内光終端装置20からのレポート情報に基づいて、複数の宅内光終端装置20のそれぞれから局内光終端装置100にデータを送信する際の帯域を割り当てる。

【0019】

次に、図2を参照しながら、この実施の形態に係る帯域制御システムが備える局内光終端装置100の構成について説明する。同図に示すように、局内光終端装置100は、PON部101、レポート受信部111、DBA計算部112、Gate生成部113、レポート値決定部121、評価部122及びレポート要求判定部123を備えている。

10

【0020】

局内光終端装置100は、ハードウェアとして、プロセッサ及びメモリを有するコンピュータを備えている。プロセッサは、CPU (Central Processing Unit)、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータあるいはDSPともいう。メモリには、例えば、RAM、ROM、フラッシュメモリー、EPROM及びEEPROM等の不揮発性又は揮発性の半導体メモリ、又は、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク及びDVD等が該当する。

【0021】

局内光終端装置100のメモリには、ソフトウェアとしてのプログラムが記憶される。そして、局内光終端装置100は、メモリに記憶されたプログラムをプロセッサが実行することによって予め設定された処理を実施し、ハードウェアとソフトウェアとが協働した結果として、PON部101、レポート受信部111、DBA計算部112、Gate生成部113、レポート値決定部121、評価部122及びレポート要求判定部123の各部の機能を実現する。

20

【0022】

PON部101は、上流側外部ネットワーク1と送受信するデータを複数の宅内光終端装置20のそれぞれと送受信する機能を有している。レポート受信部111は、複数の宅内光終端装置20から送信されて、局内光終端装置100のPON部101が受信したデータから、レポート情報を抽出する。レポート受信部111が抽出したレポート情報は、例えば局内光終端装置100のメモリに記憶される。

30

【0023】

レポート値決定部121は、レポート受信部111により抽出されたレポート情報に基づいて、複数の宅内光終端装置20のそれぞれについてレポート値を決定する。レポート受信部111により抽出されたレポート情報とは、局内光終端装置100が過去に受信したレポート情報と言い換えることができる。レポート値とは、レポート情報に基づいて決定される宅内光終端装置20のトラフィック量である。このレポート値決定部121によるレポート値の決定の詳細については後述する。

【0024】

DBA計算部112は、レポート値決定部121により決定されたレポート値に基づいて、複数の宅内光終端装置20のそれぞれから局内光終端装置100にデータを送信する際の帯域を割り当てる割当部である。DBA計算部112は、DBA周期毎に帯域の割り当てを行う。DBA周期は、予め設定された帯域割当周期である。宅内光終端装置20からのレポート情報は、原則として、DBA周期毎に送信される。したがって、レポート値決定部121は、DBA周期毎にレポート値を決定する。そして、DBA計算部112は、DBA周期毎にレポート値に基づいて帯域の割り当てを行う。帯域の割り当てにおいて、DBA計算部112は、複数の宅内光終端装置20のそれぞれについて、データの送信開始時刻と送信継続時間とを算出する。そして、DBA計算部112は、算出した送信開始時刻及び送信継続時間を含むGrant情報を生成する。

40

【0025】

50

G a t e生成部113は、D B A計算部が生成したG r a n t情報を含むG a t eフレームを生成する。G a t eフレームは、M P C P (M u l t i p o i n t C o n t r o l P r o t o c o l)で規定されている制御フレームの一種である。G a t e生成部113により生成されたG a t eフレームは、P O N部101により複数の宅内光終端装置20のそれぞれに送信される。なお、宅内光終端装置20から局内光終端装置100へのレポート情報の送信は、M P C PのR e p o r tフレームが利用される。

【0026】

G a t eフレームを受信した宅内光終端装置20は、G a t eフレームに含まれるG r a n t情報に従って、局内光終端装置100へのデータ送信を行う。このようにして、複数の宅内光終端装置20のそれぞれは、D B A周期毎に割り当てられた帯域(時間)によって、局内光終端装置100へのデータ送信を行う。

10

【0027】

評価部122は、レポート受信部111により抽出されたレポート情報、すなわち、局内光終端装置100が過去に受信したレポート情報に基づいて、複数の宅内光終端装置のそれぞれについて評価値を算出する。そして、レポート要求判定部123は、評価部122により算出された評価値に基づいて、複数の宅内光終端装置20のそれぞれに対しレポート要求を送信するか否かを決定する。評価部122は、D B A周期毎に評価値を算出する。そして、レポート要求判定部123は、D B A周期毎に、複数の宅内光終端装置20のそれぞれに対しレポート要求を送信するか否かを決定する。

【0028】

20

ここで、帯域割当周期であるD B A周期は、レポート送信時間とデータ送信時間とに分割されている。レポート送信時間は、宅内光終端装置20がレポート情報を送信する時間帯である。データ送信時間は、宅内光終端装置20が主にデータを送信する時間帯である。そして、この実施の形態のレポート要求判定部123は、レポート要求を送信すると決定した場合、送信するレポート要求を、第1レポート要求及び第2レポート要求のいずれかに決定する。第1レポート要求は、宅内光終端装置20にD B A周期内のレポート送信時間でレポート情報を送信させるレポート要求である。第2レポート要求は、宅内光終端装置20にD B A周期内のデータ送信時間でレポート情報を送信させるレポート要求である。

【0029】

30

G a t e生成部113は、レポート要求判定部123による決定内容に従って、レポート要求を含むG a t eフレームを生成する。G a t e生成部113により生成されたレポート要求を含むG a t eフレームは、P O N部101により複数の宅内光終端装置20のそれぞれに送信される。

【0030】

前述したように、複数の宅内光終端装置20のそれぞれは、局内光終端装置100からのレポート要求に従ってレポート情報を局内光終端装置100に送信する。すなわち、第1レポート要求を受信した宅内光終端装置20は、次のD B A周期内のレポート送信時間でレポート情報を送信する。また、第2レポート要求を受信した宅内光終端装置20は、次のD B A周期内のデータ送信時間でレポート情報を送信する。この場合、宅内光終端装置20は、レポート情報をデータに重畳して送信する。そして、レポート要求を受信しなかった宅内光終端装置20は、次のD B A周期ではレポート情報を送信しない。

40

【0031】

次に、この実施の形態のレポート値決定部121によるレポート値の決定について説明する。これまでに説明したように、この実施の形態の帯域制御システムでは、宅内光終端装置20からレポート情報が送信される場合と、宅内光終端装置20からレポート情報が送信されない場合とがある。宅内光終端装置20から送信されたレポート情報を局内光終端装置100が受信した場合、レポート値決定部121は、局内光終端装置100が受信したレポート情報に含まれるトラフィック量を当該宅内光終端装置20のレポート値とする。

50

【0032】

一方、宅内光終端装置20からレポート情報が送信されず、局内光終端装置100がレポート情報を受信しなかった場合、レポート値決定部121は、局内光終端装置100が過去に受信した当該宅内光終端装置20のレポート情報に含まれるトラフィック量に基づいて、当該宅内光終端装置20のレポート値を決定する。この場合、具体的には、レポート値決定部121は、当該宅内光終端装置20について、直近 n 回（ n は予め設定された2以上の整数）に受信したレポート情報に含まれるトラフィック量の平均値を、当該宅内光終端装置20のレポート値とする。

【0033】

ここで、前述したように、宅内光終端装置20が受信したレポート情報は、レポート受信部111により抽出されて、例えば局内光終端装置100のメモリに記憶される。そして、レポート値決定部121は、レポート受信部111により抽出されたレポート情報に基づいてレポート値を決定する。レポート値決定部121が直近 n 回分の平均値を算出できるようにするため、局内光終端装置100は、複数の宅内光終端装置20のそれぞれについて、直近 n 回分のレポート情報を記憶している。

10

【0034】

次に、この実施の形態の評価部122による評価値の算出について説明する。この実施の形態の帯域制御システムにおいては、評価部122は、評価値として第1評価値 i と第2評価値 k の2つを用いる。第1評価値 i は、レポート情報のレポート値の変動に基づいて算出される評価値である。第2評価値 k は、局内光終端装置100がレポート情報を受信したか否かに応じて変化する評価値である。第1評価値 i 及び第2評価値 k の初期値は、いずれも0である。

20

【0035】

まず、第1評価値 i について説明する。局内光終端装置100が宅内光終端装置20からのレポート情報を受信した場合、評価部122は、第1評価値 i を算出する。第1評価値 i の算出において、まず、評価部122は、レポート情報のレポート値の変動が変動基準以下か否かを判定する。レポート情報のレポート値の変動が変動基準以下か否かであるかの判定は、例えば、次の(1)式が成立するか否かを判定することにより行う。

【0036】

$$|R(j, N) - Rave| \leq s \quad \dots (1)$$

30

【0037】

(1)式において、 $R(j, N)$ は、第 N 周期目において j 番目の宅内光終端装置20から送信されたレポート情報のレポート値である（ N は1以上の整数）。なお、複数の宅内光終端装置20のそれぞれには、予め通し番号が振ってある。また、 $Rave$ は、 j 番目の宅内光終端装置20について、直近 n 回（ n は予め設定された2以上の整数）に受信したレポート情報のレポート値の平均値である。そして、 s は、 j 番目の宅内光終端装置20について、直近 n 回に受信したレポート情報のレポート値の標準偏差である。

【0038】

なお、評価部122は、標準偏差 s ではなく、レポート値のばらつきを表す他の指標を用いてレポート値の変動を評価してもよい。例えば、直近 n 回に受信したレポート情報のレポート値の分散 s^2 を標準偏差 s の代わりに指標として用いる場合、評価部122は、次の(2)式が成立するか否かを判定して、レポート情報のレポート値の変動が変動基準以下か否かを判定してもよい。

40

【0039】

$$(R(j, N) - Rave)^2 \leq s^2 \quad \dots (2)$$

【0040】

(1)式を用いる場合、(1)式が成立すれば、評価部122は、レポート情報のレポート値の変動が変動基準以下であると判定する。そして、レポート情報のレポート値の変動が変動基準以下であると判定した場合、評価部122は、第1評価値 i に1を加算する。一方、(1)式が成立しなければ、評価部122は、レポート情報のレポート値の変動

50

が変動基準以下でないと判定する。そして、レポート情報のレポート値の変動が変動基準以下でないと判定した場合、評価部122は、第1評価値*i*から1を減算する。ただし、第1評価値*i*は0以下にはならないものとする。

【0041】

次に、第2評価値*k*について説明する。局内光終端装置100が宅内光終端装置20からのレポート情報を受信した場合、評価部122は、第2評価値*k*を第1評価値*i*と同じ値にする。一方、局内光終端装置100が宅内光終端装置20からのレポート情報を受信しない場合、評価部122は、第2評価値*k*から1を減算する。

【0042】

レポート要求判定部123は、第1評価値*i*が0である宅内光終端装置20について、第1レポート要求を送信すると決定する。第1評価値*i*が0である評価値は、レポート情報のレポート値の変動が変動基準以下でない場合に相当する。すなわち、レポート要求判定部123は、レポート情報のレポート値の変動が変動基準以下でない場合に評価値が相当するときに、レポート要求を第1レポート要求に決定する。

【0043】

また、レポート要求判定部123は、第1評価値*i*が1以上であり、かつ、第2評価値*k*が1以下である宅内光終端装置20について、第2レポート要求を送信すると決定する。第1評価値*i*が1以上である評価値は、レポート情報のレポート値の変動が変動基準以下である場合に相当する。すなわち、レポート要求判定部123は、レポート情報のレポート値の変動が変動基準以下である場合に評価値が相当するときに、レポート要求を第2レポート要求に決定する。

【0044】

そして、レポート要求判定部123は、第1評価値*i*が1以上であり、かつ、第2評価値*k*が1を超える宅内光終端装置20について、レポート要求を送信しないと決定する。第2評価値*k*が1を超える評価値は、レポート値の変動が変動基準以下であるレポート情報を少なくとも2回受信した場合に相当する。すなわち、レポート要求判定部123は、レポート値の変動が変動基準以下であるレポート情報を少なくとも2回受信した場合に評価値が相当するときに、レポート要求を送信しないと決定する。

【0045】

次に、以上のように構成された帯域制御システムにおける帯域制御方法の処理の流れの一例を、図3のフロー図を参照しながら説明する。なお、同図においては、DBA周期のレポート送信時間及びデータ送信時間を、それぞれReport Block及びData Blockと表記している。また、図3に示す処理は、複数の宅内光終端装置20のそれぞれについて行われる。

【0046】

まず、ステップS11において、評価部122は、第1評価値*i*及び第2評価値*k*のそれぞれを0に初期化する。また、局内光終端装置100は、対象とするDBA周期が何周期目であるのかをカウントする変数*N*を1に初期化する。続くステップS12において、局内光終端装置100は、現DBA周期すなわち*N*番目のDBA周期内のReport Blockが終了するまで待機して、Report Blockが終了すれば処理はステップS13へと進む。

【0047】

ステップS13において、レポート受信部111は、(*N*−1)番目のDBA周期(1つ前のDBA周期)のReport Block終了から*N*番目のDBA周期(現DBA周期)のReport Block終了までの間に、局内光終端装置100が当該宅内光終端装置20についてレポート情報を受信しているか否かを判定する。局内光終端装置100が当該宅内光終端装置20についてレポート情報を受信している場合には、レポート受信部111は、局内光終端装置100のPON部101が受信したデータから、レポート情報を抽出し、処理はステップS14へと進む。ステップS14においては、レポート値決定部121は、現DBA周期で局内光終端装置100が受信したレポート情報のトラ

フィック量を、当該宅内光終端装置 20 のレポート値 R とする。

【0048】

一方、ステップ S 13 で宅内光終端装置 20 がレポート情報を受信していない場合、レポート受信部 111 はレポート情報の抽出を行わずに、処理はステップ S 15 へと進む。ステップ S 15 においては、レポート値決定部 121 は、当該宅内光終端装置 20 について過去に受信したレポート情報に含まれるトラフィック量のうち直近 n 回の平均値を、当該宅内光終端装置 20 のレポート値 R とする。

【0049】

ステップ S 14 の後、処理はステップ S 21 へと進む。ステップ S 21 においては、評価部 122 は、前述した (1) 式を用いた評価を行う。そして、(1) 式が成立する場合、処理はステップ S 22 へと進む。ステップ S 22 においては、評価部 122 は、第 1 評価値 i に 1 を加算する。一方、ステップ S 21 で (1) 式が成立しない場合、処理はステップ S 23 へと進む。ステップ S 22 においては、評価部 122 は、第 1 評価値 i から 1 を減算した値と 0 のうちの大きい方を第 1 評価値 i とする。ステップ S 22 又は S 23 の後、処理はステップ S 24 へと進む。ステップ S 24 においては、評価部 122 は、第 2 評価値 k をステップ S 22 又は S 23 で更新した第 1 評価値 i と等しい値にする。

【0050】

また、ステップ S 15 の後、処理はステップ S 25 へと進む。ステップ S 25 においては、評価部 122 は、第 2 評価値 k から 1 を減算する。

【0051】

ステップ S 24 の後、処理はステップ S 31 へと進む。ステップ S 31 においては、レポート要求判定部 123 は、第 1 評価値 i が 0 であるか 1 以上であるかを判定する。第 1 評価値 i が 0 の場合、処理はステップ S 32 へと進む。ステップ S 32 においては、レポート要求判定部 123 は、当該宅内光終端装置 20 への第 1 レポート要求の送信を決定する。すなわち、当該宅内光終端装置 20 について、Report Block でレポート情報を送信させる。

【0052】

一方、ステップ S 31 で第 1 評価値 i が 1 以上の場合、処理はステップ S 33 へと進む。また、ステップ S 25 の後も、処理はステップ S 33 へと進む。ステップ S 33 においては、レポート要求判定部 123 は、第 2 評価値 k が 1 以下であるか 1 より大きいかを判定する。第 2 評価値 k が 1 以下の場合、処理はステップ S 34 へと進む。ステップ S 34 においては、レポート要求判定部 123 は、当該宅内光終端装置 20 への第 2 レポート要求の送信を決定する。すなわち、当該宅内光終端装置 20 について、Data Block でレポート情報を送信させる。この場合、続くステップ S 35 で、レポート値決定部 121 は、当該宅内光終端装置 20 のレポート値 R に 84 [byte] を加算する。この 84 [byte] はレポート情報のデータサイズ及び Ethernet (登録商標) プリアンブル・IFG の最小値の合計である。

【0053】

一方、ステップ S 33 で第 2 評価値 k が 1 より大きい場合、処理はステップ S 36 へと進む。ステップ S 36 においては、レポート要求判定部 123 は、当該宅内光終端装置 20 にはレポート要求を送信しないと決定する。したがって、次の DBA 周期における当該宅内光終端装置 20 からのレポート情報送信はスキップされる。

【0054】

ステップ S 32、S 35 又は S 36 の後、処理はステップ S 41 へと進む。ステップ S 41 においては、DBA 計算部 112 は、ステップ S 14、S 15 又は S 35 で決定されたレポート値 R に基づいて、帯域割り当ての計算を行う。続くステップ S 42 において、評価部 122 は、次の DBA 周期での評価に用いるためのレポート値の平均値及び標準偏差を計算する。ステップ S 42 の後、処理はステップ S 43 へと進み DBA 周期のカウント変数 N に 1 を加算する。そして、ステップ S 43 の処理が終了すれば、処理はステップ S 12 へと戻り、局内光終端装置 100 は次の DBA 周期について同様の処理を行う。

【0055】

以上のような帯域制御方法において、ステップS14及びS15は、レポート値決定ステップに相当する。レポート値決定ステップは、局内光終端装置100が過去に受信したレポート情報に基づいて、複数の宅内光終端装置20のそれぞれについてレポート値を決定するステップである。ステップS41は、割当ステップに相当する。割当ステップは、レポート値決定ステップで決定されたレポート値に基づいて、予め設定された帯域割当周期毎に、複数の宅内光終端装置20のそれぞれから局内光終端装置100にデータを送信する際の帯域を割り当てるステップである。

【0056】

また、ステップS21からS25は、評価ステップに相当する。評価ステップは、局内光終端装置100が過去に受信したレポート情報に基づいて、複数の宅内光終端装置20のそれぞれについて評価値を算出するステップである。

【0057】

ステップS31からS36は、レポート要求判定ステップに相当する。レポート要求判定ステップは、評価ステップで算出された評価値に基づいて、複数の宅内光終端装置20のそれぞれに対しレポート要求を送信するか否かを決定するステップである。そして、レポート要求判定ステップは、レポート要求を、帯域割当周期内のレポート送信時間でレポート情報を送信させる第1レポート要求と、帯域割当周期内のデータ送信時間でレポート情報を送信させる第2レポート要求とのいずれかに決定するステップS32及びS34を含んでいる。

【0058】

また、前述したように、局内光終端装置100がコンピュータを備えている場合、プログラムによって局内光終端装置100のコンピュータをPON部101、レポート受信部111、DBA計算部112、Gate生成部113、レポート値決定部121、評価部122及びレポート要求判定部123の各部として機能させる。このプログラムは、帯域制御システムを動作させるための帯域制御用プログラムである。また、このプログラムは、局内光終端装置100のコンピュータに以上のような帯域制御方法を実行させる帯域制御用プログラムでもある。そして、この帯域制御用プログラムは、局内光終端装置100のコンピュータに、前述したレポート値決定ステップ、割当ステップ、評価ステップ及びレポート要求判定ステップの各ステップを実行させる。

【0059】

以上のように構成された帯域制御システム及び帯域制御方法における動作例について、図4を参照しながら説明する。同図においては、図3と同様に、DBA周期のレポート送信時間及びデータ送信時間を、それぞれReport Block及びData Blockと表記している。また、同図中のOLTは、Optical Line Terminalの略であり、局内光終端装置100に相当する。同図中のONUは、Optical Network Unitの略であり、宅内光終端装置20に相当する。

【0060】

第1評価値*i*及び第2評価値*k*は0であり、この場合は宅内光終端装置20に局内光終端装置100から第1レポート要求が送信されるため、宅内光終端装置20はReport Blockでレポート情報を送信する。局内光終端装置100は、受信したレポート情報に基づいてGrant情報を生成する。また、局内光終端装置100は、受信したレポート情報のレポート値を評価して、レポート要求の送信有無及び第1レポート要求と第2レポート要求のいずれとするのかを決定する。

【0061】

例えば、レポート情報のレポート値の変動が変動基準以下でない場合、第1評価値*i*は0になる。第1評価値*i*が0の宅内光終端装置20には、第1レポート要求が送信される。また、レポート情報のレポート値の変動が変動基準以下であれば、第1評価値*i*に1が加算されて第1評価値*i*が1以上になる。第1評価値*i*が1以上、かつ、第2評価値*k*が1以下の宅内光終端装置20には、第2レポート要求が送信される。

【0062】

第1評価値*i*が1以上、かつ、第2評価値*k*が1を超える宅内光終端装置20には、レポート要求は送信されない。なお、第2評価値*k*には、局内光終端装置100がレポート情報を受信した際の第1評価値*i*がまずセットされ、その後、レポート情報の送信がスキップされる度に1ずつ減算される。したがって、レポート情報の送信がスキップされるには、レポート値の変動が変動基準以下であるレポート情報を局内光終端装置100が少なくとも2回受信することが必要である。

【0063】

Grant情報及びレポート要求は、Gateフレームにおいて局内光終端装置100から宅内光終端装置20のそれぞれに送信される。また、Data Blockにおいて

10

は、宅内光終端装置20のそれぞれは、帯域割り当てに従ってデータを局内光終端装置100に送信する（同図中のDBA周期1）。

【0064】

次のDBA周期2においては、宅内光終端装置20のそれぞれは、受信したレポート要求に従ってレポート情報を局内光終端装置100に送信する。具体的には、第1レポート要求を受信した宅内光終端装置20は、Report Blockでレポート情報を送信する。また、第2レポート要求を受信した宅内光終端装置20は、Data Blockにおいて割り当てられた帯域でデータと重畳してレポート情報を送信する。そして、レポート要求を受信しなかった宅内光終端装置20は、レポート情報を送信しない。

【0065】

20

なお、第2評価値*k*が1を超えてレポート要求を送信しなかった場合、次のDBA周期においてレポート情報が送られてこないため、局内光終端装置100が宅内光終端装置20からのレポート情報を受信しないことになり、評価部122は第2評価値*k*から1を減算する。したがって、いずれ第2評価値*k*が1以下になり、局内光終端装置100から宅内光終端装置20に第2レポート要求が送信されるため、次のDBA周期においてデータ送信時間（Data Block）でのレポート情報送信が再開されることになる。

【0066】

この送信再開後のレポート情報においてもレポート値の変動が変動基準以下であれば、第1評価値*i*にさらに1が加算される。第2評価値*k*は、このときの第1評価値*i*と同じ値にセットされる。したがって、レポート値の変動が変動基準以下に小さい状態が継続するほど、レポート情報の送信間隔が長くなる。そして、レポート値の変動が変動基準以上に大きくなると、第1評価値*i*から1が減算されるため、レポート情報の送信間隔が短くなる。最終的に第1評価値*i*が0にまで減少すると、レポート情報はレポート送信時間（Report Block）で送信される。

30

【0067】

以上のような帯域制御システム、帯域制御方法、帯域制御用プログラム及び局内光終端装置100によれば、過去に受信したレポート情報に基づいて宅内光終端装置20について評価し、レポート値すなわち宅内光終端装置20の要求するトラフィック量の変動が小さい場合には、レポート情報をDBA周期内のデータ送信時間にデータと重畳して送信させる。さらに、レポート値すなわち宅内光終端装置20の要求するトラフィック量の変動が小さい状態で安定している場合には、レポート情報の送信をスキップさせる。このため、DBA周期内でレポート送信に必要な帯域を絞ることができ、その分をデータ送信の帯域に割り当てることにより、帯域利用効率を向上することが可能である。また、レポート情報の送信をスキップさせた場合には、レポート値を過去に受信したレポート情報のトラフィック量の平均により算出している。レポート情報の送信をスキップさせた場合には、レポート値の変動が小さいため、このようにして算出したレポート値により精度よく帯域割り当てを行うことができる。

40

【0068】

この実施の形態に係る帯域制御システム及び帯域制御方法等の変形例として、図3のステップS23において第1評価値*i*を0にしてもよい。したがって、この変形例では、レ

50

ポート値の変動が変動基準以上に大きくなると、第1評価値 i が0になり宅内光終端装置20に第1レポート要求が送信されるため、次のDBA周期ではレポート送信時間にレポート情報が送信されることになる。

【産業上の利用可能性】

【0069】

本開示は、局内光終端装置と複数の宅内光終端装置との間で光信号を通信する通信システムに適用される帯域制御システム、帯域制御方法、帯域制御用プログラム及び局内光終端装置に利用できる。

【符号の説明】

【0070】

- 1 上流側外部ネットワーク
- 2 下流側外部ネットワーク
- 10 光分岐部
- 20 宅内光終端装置
- 100 局内光終端装置
- 101 PON部
- 111 レポート受信部
- 112 DBA計算部
- 113 Gate生成部
- 121 レポート値決定部
- 122 評価部
- 123 レポート要求判定部

10

20

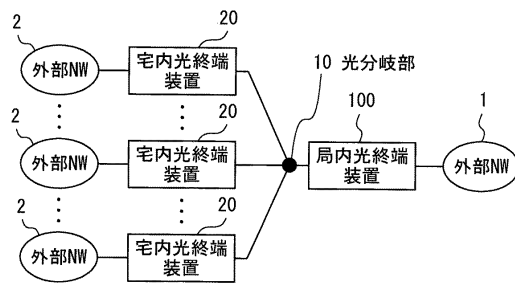
30

40

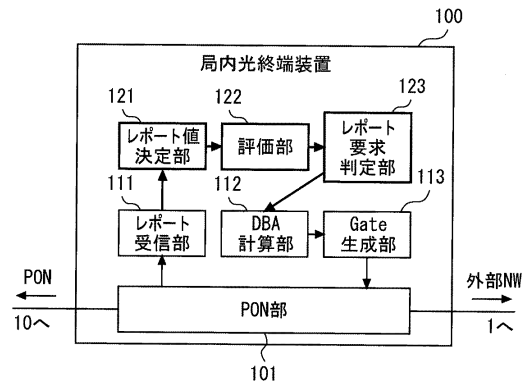
50

【図面】

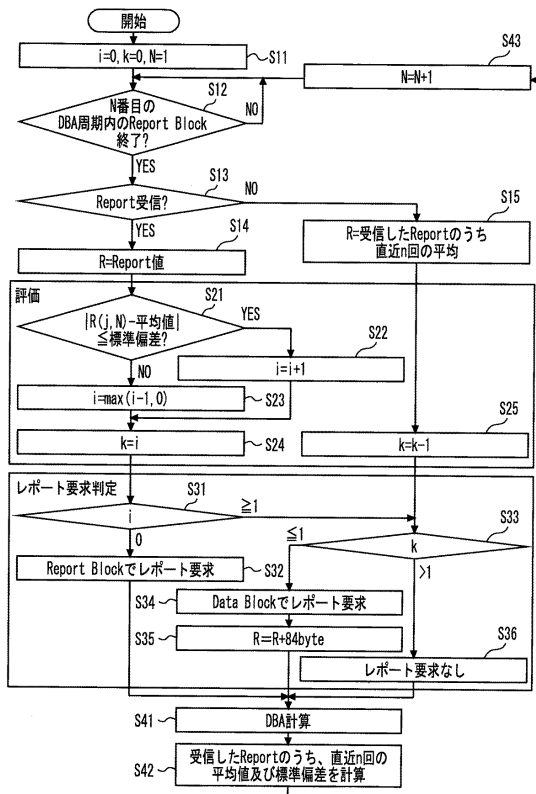
【図 1】



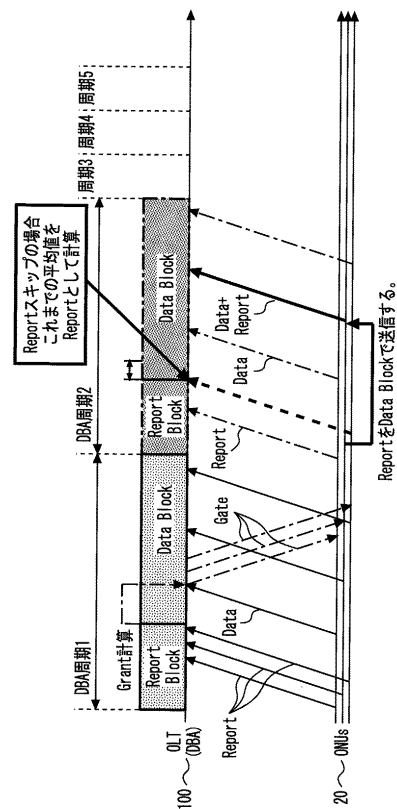
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開２０１５－０３３０５１（ＪＰ，Ａ）
 特開２０１８－０８２２６０（ＪＰ，Ａ）
 特開２００９－２７８１６５（ＪＰ，Ａ）
 国際公開第２０１４／１７８３７５（ＷＯ，Ａ１）
 米国特許出願公開第２０１５／０３０４０４６（ＵＳ，Ａ１）
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)
 H 0 4 L 1 2／0 0－1 2／6 6
 H 0 4 L 4 1／0 0－1 0 1／6 9 5