



市早良区百道浜 2 丁目 2 番 1 号 富士通九州ネットワークテクノロジーズ株式会社内 Fukuoka (JP).

SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 5 号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 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, 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,

(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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

パケットスケジューリング装置、パケットスケジューリング方法およびパケットスケジューリングプログラム

技術分野

- [0001] この発明は、予め帯域が割り当てられた複数のキューから構成され、所定の条件に従ってパケット送信権が譲渡されたキューに保持されるパケットを送信するパケットスケジューリング装置、パケットスケジューリング方法およびパケットスケジューリングプログラムに関する。

背景技術

- [0002] 従来より、インターネットや企業ネットワークにおけるトラフィックの増加に伴い、当該トラフィックの帯域制御や優先制御などを行うQoS (Quality of Service) 制御の性能向上が求められている。そして、このQoS制御の一つに、回線に割り当てた複数のキューに対して一定の割合で、サービス毎またはユーザ毎などの回線使用帯域を割り当てるDRR (Deficit Round Robin) がある。
- [0003] そこで、このDRRを用いてキューに対して回線使用帯域を割り当てて、パケットをスケジューリングして送信する様々なパケットスケジューリング技術が開示されている(例えば、特許文献1参照)。ここで、可変長パケットを取り扱うネットワーク接続装置に実装されるQoS制御の一つであるDRRを用いたパケットスケジューリング処理について具体的に説明する。図8は、従来技術におけるパケットスケジューリング装置の構成図であり、このパケットスケジューリング装置は、バッファ管理部、バッファおよびスケジューラで構成される。なお、バッファ管理部とスケジューラとは、ある特定の用途に用いる集積回路であるASIC (Application Specific Integrated Circuit) やプログラミング可能な集積回路であるFPGA (Field Programmable Gate Array) などのデバイスに実装される。そして、バッファは、大容量の記憶領域が必要となるため、上記デバイスの外部に大容量メモリとして利用することが一般的である。
- [0004] 図8に示すように、バッファ管理部は、パケットデータを受信した場合に、バッファの使用効率を上げるために、当該受信したパケットデータをバッファサイズ(固定長)に

分割する(図8の(1)参照)。

[0005] そして、バッファ管理部は、受信したパケットデータの受信パケット長をカウントしてパケット長を生成して、受信パケットデータを固定長に分割したバッファの格納場所を示すバッファのライトアドレスに相当するライトポインタを生成し、生成したライトポインタを格納場所として、受信したパケットデータとパケット長とをバッファに書き込む(図8の(2)参照)。

[0006] 続いて、バッファ管理部は、受信したパケットデータの宛先フローを識別するとともに、キュー番号を決定して生成し、効率良くパケットをリンク先に送信するためのキューリンクを生成してスケジューラに送信する(図8の(3)参照)。

[0007] その後、スケジューラは、バッファ管理部からEnQ要求を受信すると、受信したEnQ要求に対応するキュー番号に該当するキューのステータスカウンタをカウントアップする(図8の(4)参照)。そして、スケジューラは、キューのステータスカウンタが正のキューを対象としてDRR処理を行って、DeQ要求の対象となるキューを決定し、バッファ管理部にDeQ要求を送信する。続いて、スケジューラは、バッファ管理部にDeQ要求を送信したキューのステータスカウンタを「1」デクリメントする(図8の(5)参照)。

[0008] 続いて、バッファ管理部は、スケジューラからDeQ要求を受信すると、DeQキューのキューリンクの先頭のポインタをリードアドレスとしてバッファをリードし、リードしたバッファからパケットデータとパケット長とを読み出す(図8の(6-1)参照)。その後、バッファ管理部は、読み出したパケットデータを送信パケットとして送信し(図8の(6-2)参照)、読み出したパケット長をDeQパケット長として(1パケットごとに)スケジューラに送信する(図8の(6-3)参照)。

[0009] そして、スケジューラは、バッファ管理部によりDeQパケット長を受信すると、DRR処理に使用するパラメタに対してDeQパケット長を反映する(図8の(7)参照)。なお、パケットスケジューリング装置は、図8の(6-3)後、最終バッファまでバッファリードおよびパケット送信を繰り返す。

[0010] なお、スケジューラは、DeQ要求の送信とともにDRR処理パラメタを更新することが望ましいが、DeQ要求を送信してからDeQパケット長を受信するまでに、上記したバッファとやり取りする時間がかかる。この結果、パケットスケジューリング装置において

、DeQ要求からDRR処理パラメタ更新までに遅延が発生する。

- [0011] 次に、図9を用いて、上記したスケジューラによるDeQ要求からDRR処理パラメタ更新までに遅延が発生しない場合のDRR処理の概要を説明する。なお、図9は、従来技術におけるDeQ要求からDRR処理パラメタ更新までに遅延が発生しない場合のDRR処理の概要を説明するための図である。ここでは、Q # 0、Q # 1およびQ # 2の3本のキューを用いて、各キューの帯域割り当てを「Q # 0:Q # 1:Q # 2=3:2:1」に設定する場合を説明する。
- [0012] 図9に示すように、Q # 0、Q # 1およびQ # 2は、設定された帯域に準じて決定され、当該帯域が利用された指標となるDeficitCounter値を有する。例えば、DeficitCounter値は、帯域割り当てが「Q # 0:Q # 1:Q # 2=3:2:1」に設定された場合に、当該帯域割り当てに準じて、Q # 0のDeficitCounter値「=1500」、Q # 1のDeficitCounter値「=1000」およびQ # 2のDeficitCounter値「=500」となる。
- [0013] そして、スケジューラは、キューからパケット送信する要求であるDeQ要求を一定周期で行い、当該DeQ要求毎に送信されたパケット長をDeficitCounter値から減算する。その後、スケジューラは、DeficitCounter値が負またはキューが空になると、次のキューに送信権を渡すキューチェンジを行うとともに、帯域に準じて決定されるQuantum値をDeficitCounter値に加算する。
- [0014] 例えば、スケジューラは、DeficitCounter値「=1500」のQ # 0をDeQ要求し、400バイトのパケットデータが送信されると、400バイトのパケット長分をDeficitCounter値から減算する(DeficitCounter値「=1100」)。そして、スケジューラは、上記減算処理を繰り返してDeficitCounter値「=-200」が負またはキューが空になると、Q # 1にキューチェンジするとともに、加算後のDeficitCounter値が必ず正になるようにするために、帯域に準じて決定されるQ # 0のQuantum値「=1500」をDeficitCounter値に加算する。なお、Quantum値は、最大パケット長以上の値を設定する必要があり、ここでは、回線使用帯域割り当てを「Q # 0:Q # 1:Q # 2=3:2:1」と設定したため、Q # 0のQuantum値「=1500」、Q # 1のQuantum値「=1000」およびQ # 2のQuantum値「=500」となる。
- [0015] また、スケジューラは、Q # 1およびQ # 2に関しても同様に、パケットデータの送信

ごとにDeficitCounter値を減算し、当該DeficitCounter値が負またはキューが空になるとキューチェンジを行うとともに、Quantum値をDeficitCounter値に加算する。

[0016] 特許文献1:特開2003-224594号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0017] しかしながら、上記した従来のパケットスケジューリング装置では、スケジューラがDeQ要求を送信し、バッファ管理部からパケット長を受信するまでの遅延によりバースト送信が発生し、DRR処理において帯域設定通りにパケットデータの送信がなされないという課題があった。

[0018] ここで、図10と図11とを用いて、上記した課題について具体的に説明する。図10は、従来技術におけるDeQ要求からDRR処理パラメタ更新までに遅延が発生する場合のDRR処理の概要を説明するための図であり、図11は、従来技術におけるパケットスケジューリング装置によるDeficitCounter値と送信バイト数との変遷を説明するための図である。なお、ここでは、スケジューラがQ # 0のDeQパケット長を受信するまでに、2回DeQ要求が発生する場合を説明する。

[0019] 図10に示すように、スケジューラは、DeQ1のパケット送信要求によりDeficitCounter値「 $= -500$ 」が負となるので、図示しないQ # 1にキューチェンジするとともに、Quantum値をDeficitCounter値に加算する。この時、スケジューラは、既にDeQ2およびDeQ3が送信済みであるため、当該DeQ2およびDeQ3の2パケット分(1000バイト)を送り過ぎるバースト送信が発生する。また、この場合のQuantum値は、DeficitCounter値「 $= 0$ 」からDeQ要求+バースト発生という最悪の場合を考慮して、「Quantum値 = 最大パケット長 $\times$ (1 + バースト数) $\times$ 帯域比率」となる。図10に示した例によると、Quantum値は、「Quantum値 $= 500 \times (1 + 2) \times 2 = 3000$ 」となる。

[0020] つまり、スケジューラは、DeQ要求の送信からDeQパケット長の受信までに遅延が発生するため、DeficitCounter値の減算タイミングが遅れ、本来であれば送信権のないキューのDeQ要求を送信するバースト送信が発生してしまう。

[0021] 次に、図11を用いて、従来技術におけるパケットスケジューリング装置によるDefici

tCounter値と送信バイト数との変遷について説明する。ここでは、Q # 0、Q # 1およびQ # 2の3本のキューを用いて、各キューの帯域割り当てを「Q # 0:Q # 1:Q # 2=7:2:1」に設定する場合を説明する。また、最大パケット長および送受信パケット長を500バイトとし、各キューに割り当てられるバッファ量を4500バイトとして、連続して4500バイト送信するとバッファが空になることとする。

[0022] 図11に示すように、パケットスケジューリング装置は、「Time1」において、各キューの帯域割り当てを「Q # 0:Q # 1:Q # 2=7:2:1」に設定したので、Q # 0のDeficitCounter値「=10500」、Q # 1のDeficitCounter値「=3000」およびQ # 2のDeficitCounter値「=1500」として割り当てる。

[0023] そして、パケットスケジューリング装置は、「Time2」において、DeQ要求を送信して、500バイトのパケットデータを送信するとともに、DeficitCounter値「=10500」から送信した500バイト分を減算して、DeficitCounter値「=10000」とする。

[0024] 続いて、パケットスケジューリング装置は、「Time4」において、4500バイトのパケットデータを送信してQ # 0が空になると、これ以上送信するパケットが存在しないのでQ # 1にキューチェンジする。なお、「Time4」において、4500バイトのパケットデータを送信した後のQ # 0のDeficitCounter値は、「6000」となる。

[0025] その後、パケットスケジューリング装置は、Q # 0と同様に、送受信パケット長である500バイトずつをパケットデータとして送信し、「Time7」において、Q # 1のDeficitCounter値「=-1500」が負になると、Q # 2にキューチェンジする。また、パケットスケジューリング装置は、本来であれば、Q # 1のDeficitCounter値「=-500」となった時点でQ # 2にキューチェンジすることとなるが、2パケット分バースト送信が発生するために、DeficitCounter値「=-1500」となった時点でQ # 2にキューチェンジしている。

[0026] このように、パケットスケジューリング装置は、Q # 0のキューが空になった場合にキューチェンジをして、Q # 1またはQ # 2のキューにおいてDeficitCounter値が負になった場合にキューチェンジをするといった処理を繰り返す。

[0027] つまり、図11に示すように、「Time29」～「Time55」における送信バイト数は、「Time34」、「Time37」、「Time43」、「Time46」、「Time49」、「Time52」および「Ti

me55」でバースト送信が発生することによって、予め設定した「Q # 0:Q # 1:Q # 2 = 7:2:1」の帯域割り当て通りにパケットデータが送信されずに、「Q # 0:Q # 1:Q # 2 = 2. 3:2:1」としてパケットデータが送信されてしまっている。言いかえると、バースト送信が一度発生すると、その影響が他の帯域に及び、予め設定した帯域でQ # 0 ~ Q # 2が送信されなくなる。

[0028] そこで、この発明は、上述した従来技術の課題を解決するためになされたものであり、DRRを用いたパケット送信において、バースト送信が発生したとしても、予め決定した帯域設定通りにパケット送信することが可能であるパケットスケジューリング装置、パケットスケジューリング方法およびパケットスケジューリングプログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0029] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、予め帯域が割り当てられた複数のキューから構成され、所定の条件に従ってパケット送信権が譲渡されたキューに保持されるパケットを送信するパケットスケジューリング装置であって、前記複数のキューにおいて、前記割り当てられた帯域よりも大きなパケットを送信するバースト送信が発生した場合に、当該バースト送信が発生した回数を複数のキューごとに計数するバースト計数手段と、他のキューからパケット送信権が譲渡されたキューに対して、前記バースト計数手段により計数された当該キューに対応する計数値が所定の閾値以上か否かを判定する計数判定手段と、前記計数判定手段により計数値が所定の閾値以上と判定された場合に、前記パケット送信権が譲渡されたキューに対応する計数値を減算するとともに、他のキューにパケット送信権を譲渡する送信権譲渡手段と、前記計数判定手段により計数値が所定の閾値未満と判定された場合に、前記所定の条件の範囲内で、前記キューに保持されるパケットを送信するパケット送信手段と、を備えたことを特徴とする。

[0030] また、本発明は、上記の発明において、前記複数のキューにおいて、それぞれのキューで保持されるパケットが空になったために他のキューにパケット送信権を譲渡した場合に、譲渡したことを示す情報を複数のキューごとに保持する譲渡情報保持手段と、前記譲渡情報保持手段により情報が保持されるキューにおいて、新たにパケッ

トが保持された場合に、前記パケット送信権を譲渡したキューに対して、当該パケット送信権の再譲渡を要求する送信権要求手段とをさらに備え、前記送信権譲渡手段は、前記計数判定手段により計数値が所定の閾値以上と判定された場合に、前記パケット送信権が譲渡されたキューに対応する計数値を減算するとともに、他のキューにパケット送信権を譲渡し、また、前記送信権要求手段により再譲渡を要求された場合に、前記パケット送信権が譲渡されたキューにおいて、前記パケット送信手段によりパケットが送信されているにも関わらず、前記パケット送信権を譲渡したキューにパケット送信権を再譲渡するとともに、前記パケット送信権を譲渡したキューに対応付けて前記譲渡情報保持手段により保持される情報を削除することを特徴とする。

発明の効果

[0031] 本発明によれば、バースト送信が発生した回数をキューごとに計数することで、バースト送信によって生じる予め設定された帯域と実際に送信すべきパケットの帯域との差分を補正することができる結果、DRRを用いたパケット送信において、バースト送信が発生したとしても、予め決定した帯域設定通りにパケット送信することが可能である。

[0032] また、本発明によれば、バースト送信が発生した回数をキューごとに計数し、さらに、キューが空になり、実際は送信権のあるキューがやむなく送信権を他のキューに譲渡したとしても、空になったキューにフラグを立てておくことで、当該送信権を譲渡したキューにパケットがたまると、送信権を譲渡されたキューに送信権を要求して再度送信権を獲得するので、バースト送信によって生じる予め設定された帯域と実際に送信すべきパケットの帯域との差分を補正することができる結果、DRRを用いたパケット送信において、バースト送信が発生したとしても、さらに確実に予め決定した帯域設定通りにパケット送信することが可能である。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]図1は、実施例1に係るパケットスケジューリング装置の概要および特徴を説明するための図である。

[図2]図2は、実施例1に係るパケットスケジューリング装置の構成を示す構成図である。

[図3]図3は、実施例1に係るパケットスケジューリング装置によるDeficitCounter値と送信バイト数との変遷を説明するための図である。

[図4]図4は、実施例1に係るパケットスケジューリング装置によるパケットデータ送信処理のフローチャートを示す図である。

[図5]図5は、実施例2に係るパケットスケジューリング装置の構成を示す構成図である。

[図6]図6は、実施例2に係るパケットスケジューリング装置によるDeficitCounter値と送信バイト数との変遷を説明するための図である。

[図7]図7は、パケットスケジューリングプログラムを実行するコンピュータを示す図である。

[図8]図8は、従来技術におけるパケットスケジューリング装置の構成図である。

[図9]図9は、従来技術におけるDeQ要求からDRR処理パラメタ更新までに遅延が発生しない場合のDRR処理の概要を説明するための図である。

[図10]図10は、従来技術におけるDeQ要求からDRR処理パラメタ更新までに遅延が発生する場合のDRR処理の概要を説明するための図である。

[図11]図11は、従来技術におけるパケットスケジューリング装置によるDeficitCounter値と送信バイト数との変遷を説明するための図である。

符号の説明

- [0034] 10 バッファ
 20 FPGA
 20a バッファ管理部
 20b スケジューラ
 30 DRR
 30a バースト計数部
 30b 計数判定部
 30c 送信権譲渡部
 30d 譲渡情報処理部
 30e 送信権要求部

発明を実施するための最良の形態

[0035] 以下に添付図面を参照して、この発明に係るパケットスケジューリング装置の実施例を詳細に説明する。なお、以下では、実施例1に係るパケットスケジューリング装置の概要および特徴、パケットスケジューリング装置の構成および処理の流れを順に説明し、最後に本実施例による効果を説明する。

実施例 1

[0036] [パケットスケジューリング装置の概要および特徴]

まず、実施例1に係るパケットスケジューリング装置の概要および特徴を説明する。

図1は、実施例1に係るパケットスケジューリング装置の概要および特徴を説明するための図である。

[0037] 図1に示すように、パケットスケジューリング装置は、可変長パケットを取り扱うネットワーク接続装置(例えば、ルータやL3スイッチなど)に実装され、QoS制御の一つであるDRRを用いて、キューに対して回線使用帯域を割り当てて、当該ネットワークにおいてパケットデータを中継し、受信したパケットデータをスケジューリングして送信する役割を担っている。そして、パケットスケジューリング装置は、接続されるネットワーク接続装置からパケットを受信したり、宛先にパケットを送信したりするバッファ管理部、ネットワーク中継装置から受信したパケットの位置情報、パケットデータ、パケット長を一時的に保持するバッファ、ネットワーク中継装置から受信したパケットを保持する複数のキューを備えたスケジューラから構成される。

[0038] このような構成において、パケットスケジューリング装置は、予め帯域が割り当てられた複数のキューから構成され、設定された帯域に準じて決定され、当該帯域が利用された指標となるDeficitCounter値が負になり、パケット送信権が譲渡されたキューに保持されるパケットを送信する。

[0039] 具体的には、パケットスケジューリング装置は、予め帯域が割り当てられた複数のキューから構成され、設定された帯域に準じて決定され、当該帯域が利用された指標となるDeficitCounter値を有する。このDeficitCounter値は、パケットデータが送信されると、送信されたパケット長分が減算され、当該DeficitCounter値が負になると、設定された帯域に準じて決定されるQuantum値を加算する。そして、パケットスケ

ジューリング装置は、パケット送信権が譲渡されたキューに保持されるパケットを送信する。

[0040] 例えば、パケットスケジューリング装置は、予め帯域が割り当てられた複数のキュー、Q # 0、Q # 1およびQ # 2から構成され、設定された帯域に準じて決定され、当該帯域が利用された指標となるDeficitCounter値を有する。ここで、予め設定される帯域を「Q # 0:Q # 1:Q # 2=7:2:1」として、DeficitCounter値を「Q # 0=10500、Q # 1=3000、Q # 2=1500」とすると、このQ # 0のDeficitCounter値は、パケットデータが500バイト送信されると、送信された500バイト分が減算され、「10000」となる。そして、パケットスケジューリング装置は、パケットデータを送信してQ # 0のDeficitCounter値が負になると「=-1500」、設定された帯域に準じて決定されるQ # 0のQuantum値「=10500」を加算する。その後、パケットスケジューリング装置は、Q # 0からQ # 1にキューチェンジし、パケット送信権を得たQ # 1のキューに保持されるパケットを送信することとなる。

[0041] なお、バッファ管理部とスケジューラとは、ある特定の用途に用いる集積回路であるASICやプログラミング可能な集積回路であるFPGAなどのデバイスに実装される。そして、バッファは、大容量の記憶領域が必要となるため、上記デバイスの外部に大容量メモリとして利用することが一般的である。ここでは、キューの送信権獲得の順番を、キュー番号の小さいキューから大きいキューとして説明する(例えば、まず、Q # 0から送信する。次に、Q # 1が送信し、Q # 2の送信後に再度Q # 0が送信する)。

[0042] このような状態において、パケットスケジューリング装置は、上記したように、予め帯域が割り当てられた複数のキューから構成され、所定の条件に従ってパケット送信権が譲渡されたキューに保持されるパケットを送信することを概要とし、特に、DRRを用いたパケット送信において、バースト送信が発生したとしても、予め決定した帯域設定通りにパケット送信することが可能である点を主たる特徴とする。

[0043] この主たる特徴について説明すると、パケットスケジューリング装置は、複数のキュー(例えば、Q # 0~Q # 2)と、当該複数のキューに対して回線使用帯域を割り当てるDRRとを有しており、DRRは、複数のキューのいずれかにおいてバースト送信が発生すると、バースト送信されたパケット分をカウントするBurstCount(例えば、Q #

0 BurstCount〜Q # 2 BurstCount)を保持している。

[0044] そして、バッファ管理部は、パケットデータを受信した場合に、当該受信したパケットデータをバッファサイズに分割する(図1の(1)参照)。具体的に説明すると、バッファ管理部は、パケットデータを受信した場合に、バッファの使用効率を上げるために、当該受信したパケットデータをバッファサイズ(固定長)に分割する。

[0045] その後、バッファ管理部は、受信したパケットデータの位置情報、パケットデータおよびパケット長をバッファに書き込む(図1の(2)参照)。上記した例で具体的に説明すると、バッファ管理部は、受信したパケットデータの受信パケット長をカウントしてパケット長を生成して、受信パケットデータを固定長に分割したバッファの格納場所を示すバッファのライトアドレスに相当するライトポインタを生成し、生成したライトポインタを格納場所として、受信したパケットデータとパケット長とをバッファに書き込む。

[0046] 続いて、バッファ管理部は、受信したパケットデータの宛先を識別して、キュー番号を決定および生成し、キューリンクを生成してスケジューラに送信する(図1の(3)参照)。上記した例で具体的に説明すると、バッファ管理部は、受信したパケットデータの宛先フローを識別するとともに、キュー番号をQ # 0、Q # 1およびQ # 2として生成し、効率良くパケットをリンク先に送信するためのキューリンクを生成してスケジューラに送信する。

[0047] そして、スケジューラは、受信したパケットデータのキュー番号に該当するキューのステータスカウンタをカウントアップする(図1の(4)参照)。上記した例で具体的に説明すると、スケジューラは、バッファ管理部からパケットデータの受信により新しいキューが生成され、生成されたキューが有効であることを示すEnQ要求を受信すると、受信したEnQ要求に対応するキュー番号(例えば、Q # 0)に該当するキューのステータスカウンタをカウントアップする。

[0048] その後、スケジューラは、ステータスカウンタが正のキューを対象にDRR処理して出力するキューを決定して、DeQ要求をバッファ管理部に出力し、DeQ要求したキューのステータスカウンタを「1」デクリメントする(図1の(5)参照)。上記した例で具体的に説明すると、スケジューラは、キューのステータスカウンタが正のキューを対象としてDRR処理を行って、DeQ要求の対象となるキューをQ # 0と決定し、バッファ管理

部にQ # 0の packets データを送信指示であるDeQ要求を送信する。その後、スケジューラは、バッファ管理部にDeQ要求を送信したキューのステータスカウンタを「1」デクリメントする。

[0049] 続いて、バッファ管理部は、DeQキューリンクの先頭ポインタをリードアドレスとしてバッファから packets データと packets 長とを読み出し(図1の(6-1)参照)、 packets データを送信して(図1の(6-2)参照)、 packets 長を送信する(図1の(6-3)参照)。上記した例で具体的に説明すると、バッファ管理部は、スケジューラからQ # 0のDeQ要求を受信すると、Q # 0のキューリンクの先頭のポインタをリードアドレスとしてバッファをリードし、リードしたバッファから packets データと packets 長とを読み出す。そして、バッファ管理部は、読み出したQ # 0の packets データを送信 packets として送信し、読み出したQ # 0の packets 長(例えば、500バイト)をDeQ packets 長としてスケジューラに送信する。

[0050] そして、スケジューラは、帯域に準じて決定されるパラメタ値から送信した packets 長分を減算する(図1の(7)参照)。上記した例で具体的に説明すると、スケジューラは、バッファ管理部から受信した packets 長「=500バイト」を用いて、帯域に準じて決定されるDeficitCounter値「=10500」から packets 長分「=500」を減算する。

[0051] その後、スケジューラは、キューが空になった、かつ、上記パラメタ値が正の場合にキューチェンジする(図1の(8)参照)。上記した例で具体的に説明すると、スケジューラは、Q # 0の packets データ送信により連続して4500バイトを送信してキューが空になった、かつ、帯域に準じて決定されるDeficitCounter値から packets 長を減算して、当該DeficitCounter値が正の場合に、次のキューであるQ # 1に送信権を渡す。

[0052] 続いて、スケジューラは、複数のキューにおいて、減算された上記パラメタ値が負となり、割り当てられた帯域よりも大きな packets を送信するバースト送信が発生した場合に、当該バースト送信が発生した回数を複数のキューごとに計数する(図1の(9)参照)。上記した例で具体的に説明すると、スケジューラは、Q # 1において、帯域に準じて決定されるDeficitCounter値からバッファ管理部より受信した packets 長を減算して、当該DeficitCounter値「=-1500」が負となり、割り当てられた帯域設定よ

りも大きなパケットデータを送信するバースト送信が発生した場合に、BurstCount(Q # 1 BurstCount)をバースト送信パケット数分となる「2」をカウントアップして、次のキューであるQ # 2に送信権を渡す。

[0053] そして、スケジューラは、他のキューからパケット送信権が譲渡されたキューに対して、計数された当該キューに対応する計数値が所定の閾値以上か否かを判定し、計数値が所定の閾値以上と判定された場合に、パケット送信権が譲渡されたキューに対応する計数値を減算するとともに、他のキューにパケット送信権を譲渡する(図1の(10)参照)。上記した例で具体的に説明すると、スケジューラは、Q # 2にキューチェンジされた後に、送信権を獲得したQ # 2のBurstCount(Q # 2 BurstCount)が正であるか否かを判定し、送信権を獲得したキューのBurstCount(Q # 2 BurstCount)が正である場合に(例えば、BurstCount=2)、当該BurstCount(Q # 2 BurstCount)を「1」デクリメントしてBurstCount=1とし、次のキューであるQ # 0に送信権を渡す。

[0054] また、スケジューラは、他のキューからパケット送信権が譲渡されたキューに対して、計数された当該キューに対応する計数値が所定の閾値以上か否かを判定し、計数値が所定の閾値未満と判定された場合に、所定の条件の範囲内で、キューに保持されるパケットを送信する。上記した例で具体的に説明すると、スケジューラは、Q # 2にキューチェンジされた後に、送信権を獲得したQ # 2のBurstCountが正であるか否かを判定し、送信権を獲得したキューのBurstCountが正でない場合に(例えば、BurstCount=0)、DeficitCounter値を減算しつつ、Q # 2に保持されるパケットデータを送信する。

[0055] なお、パケットスケジューリング装置は、パケットデータ送信後、上記した処理を最終バッファまで繰り返す(図1の(11)参照)。上記した例で具体的に説明すると、パケットスケジューリング装置は、図1の(6-1)～(6-3)後、Q # 0、Q # 1、Q # 2の順序でキューチェンジしつつ、最終バッファまでバッファリードおよびパケット送信処理を繰り返す。

[0056] このように、実施例1に係るパケットスケジューリング装置は、複数のキューにおいて、割り当てられた帯域よりも大きなパケットを送信するバースト送信が発生した場合に

、当該バースト送信が発生した回数を複数のキューごとに計数し、他のキューからパケット送信権が譲渡されたキューに対して、計数された当該キューに対応する計数値が所定の閾値以上か否かを判定し、計数値が所定の閾値以上と判定された場合に、パケット送信権が譲渡されたキューに対応する計数値を減算するとともに、他のキューにパケット送信権を譲渡して、計数値が所定の閾値未満と判定された場合に、所定の条件の範囲内で、キューに保持されるパケットを送信することとしたので、上記した主たる特徴のごとく、DRRを用いたパケット送信において、バースト送信が発生したとしても、予め決定した帯域設定通りにパケット送信することが可能である。

[0057] [パケットスケジューリング装置の構成]

次に、図2を用いて、実施例1に係るパケットスケジューリング装置の構成を示す構成図を説明する。図2は、実施例1に係るパケットスケジューリング装置の構成を示す構成図である。図2に示すように、パケットスケジューリング装置は、バッファ10、FPGA20およびDRR30から構成される。

[0058] バッファ10は、FPGA20による各種処理に必要なデータや、FPGA20による各種処理結果を記憶する。例えば、バッファ10は、200MHzを超えるデータレートで動作可能なQDR(Quad Data Rate)メモリなどを用いており、帯域幅を最大限使用することでパケット中継やパケット転送において高速化を実現している。そして、バッファ10は、FPGA20と接続され、当該FPGA20により処理されたパケットデータを記憶する。

[0059] FPGA20は、プログラミング可能な集積回路であり、制御プログラム、各種の処理手順などを規定したプログラムおよび所要データを格納するための内部メモリを有するとともに、特に、本発明に密接に関連するものとしては、バッファ管理部20aおよびスケジューラ20bを備え、これらによって種々の処理を実行する。

[0060] バッファ管理部20aは、受信したパケットデータをバッファ10に格納するとともに、キュー番号やキューリンクなどを生成してスケジューラ20bに送信する。また、バッファ管理部20aは、スケジューラ20bによりパケットデータ送信要求がなされた場合に、バッファ10に記憶されているパケットデータを読み出して送信パケットデータとして送信し、送信したパケットのパケット長をスケジューラに送信する。

[0061] 具体的には、バッファ管理部20aは、パケットデータを受信すると、バッファ10のライトアドレスに相当するライトポインタを生成するとともに、受信したパケットデータの受信パケット長をカウントしてパケット長を生成する。そして、バッファ管理部20aは、ライトポインタをアドレスとして、受信したパケットデータと生成されたパケット長とをバッファ10に格納する。続いて、バッファ管理部20aは、受信したパケットデータの宛先フローを識別するとともに、キュー番号を決定して生成し、効率良くパケットをリンク先に送信するためのキューリンクを生成して、EnQ要求とキュー番号とをスケジューラに送信する。また、バッファ管理部20aは、スケジューラ20bによりパケットデータ送信要求がなされた場合に、キューリンクの先頭ポインタをリードアドレスとしてバッファ10に記憶されているパケットデータとパケット長とを読み出して、読み出したパケットデータを送信パケットとして送信し、読み出したパケット長をスケジューラ20bに送信する。なお、バッファ管理部20aは、スケジューラ20bによりパケットデータ送信要求がなされた場合に、リンクを辿りながらパケットの最終バッファまでバッファリードおよびパケット送信処理を繰り返す。

[0062] スケジューラ20bは、バッファ管理部20aからEnQ要求を受信すると、受信したEnQ要求に対応するキュー番号に該当するキューのステータスカウンタをカウントアップし、キューのステータスカウンタが正のキューを対象としてDRR処理を行って、バッファ管理部20aにDeQ要求を送信する。また、スケジューラ20bは、バッファ管理部20aからパケット長を受信すると、DRR処理に利用するパラメタに対してパケット長を反映する。なお、スケジューラ20bは、例えば、1024本のキューを実装し、当該キューの4本ずつを一つのDRRグループ(G0～G255)として、この256のDRRグループは、ラウンドロビンにより選択される。

[0063] 具体的には、スケジューラ20bは、バッファ管理部20aからEnQ要求を受信すると、キュー番号に該当するキューのステータスカウンタをカウントアップし、DRR処理権を持つDRRグループに属するキューのうち、ステータスカウンタが正のキューを対象としてDRR処理を行って、DeQ要求の対象となるキューを決定し、バッファ管理部20aにDeQ要求を送信する。また、スケジューラ20bは、バッファ管理部20aからパケット長を受信すると、DRR処理に使用されるDeficitCounter値からパケット長分を減算

する。なお、スケジューラ20bは、DeficitCounter値が負になった場合に、設定された帯域に準じて決定されるQuantum値を加算する。

[0064] DRR30は、QoS技術の一つであるDRR処理において、回線に割り当てた複数のキューに対して一定の割合で、サービス毎またはユーザ毎などの回線使用帯域を割り当てる処理を行い、バースト計数部30a、計数判定部30bおよび送信権譲渡部30cを有する。

[0065] このDRR30が有するBurstCount(Q #0 BurstCount～Q #1023 BurstCount)は、Q #0ステータスカウンタ～Q #1023ステータスカウンタに対応している。このステータスカウンタは、バッファ管理部20aよりキューに関する情報(キュー番号やパケットのリンク情報など)を受信すると、当該キューに関する情報を保持しており、また、上記したように、各BurstCountにも対応している。

[0066] バースト計数部30aは、複数のキューにおいて、割り当てられた帯域よりも大きなパケットを送信するバースト送信が発生した場合に、当該バースト送信が発生した回数を複数のキューごとに計数する。具体的には、バースト計数部30aは、予め帯域が割り当てられた複数のキューにおいて、パケットデータを送信してDeficitCounter値が負となるとともに、当該割り当てられた帯域よりも大きなパケットを送信するバースト送信が発生した場合に、BurstCountをバースト送信パケット数分カウントアップする。

[0067] 計数判定部30bは、他のキューからパケット送信権が譲渡されたキューに対して、バースト計数部30aにより計数された当該キューに対応する計数値が所定の閾値以上か否かを判定する。具体的には、計数判定部30bは、他のキューからパケット送信権が譲渡されたキューに対して、バースト計数部30aにより計数された当該キューのBurstCountが正であるか否かを判定する。

[0068] 送信権譲渡部30cは、計数判定部30bにより計数値が所定の閾値以上と判定された場合に、パケット送信権が譲渡されたキューに対応する計数値を減算するとともに、他のキューにパケット送信権を譲渡する。具体的には、送信権譲渡部30cは、計数判定部30bによりBurstCountが正であると判定された場合に、パケット送信権が譲渡されたキューに対応するBurstCountを「1」デクリメントするとともに、他のキューにパケット送信権を譲渡する。

[0069] [実施例1に係るDeficitCounter値と送信バイト数との変遷]

次に、図3を用いて、実施例1に係るパケットスケジューリング装置によるDeficitCounter値と送信バイト数との変遷を説明する。図3は、実施例1に係るパケットスケジューリング装置によるDeficitCounter値と送信バイト数との変遷を説明するための図である。ここでは、Q # 0、Q # 1およびQ # 2の3本のキューを用いて、各キューの帯域割り当てを「Q # 0:Q # 1:Q # 2=7:2:1」に設定した場合を説明する。また、最大パケット長および送受信パケット長を500バイトとし、各キューに割り当てられるバッファ量を4500バイトとして、連続して4500バイト送信するとバッファが空になることとする。

[0070] 図3に示すように、パケットスケジューリング装置は、「Time1」において、各キューの帯域割り当てを「Q # 0:Q # 1:Q # 2=7:2:1」に設定したので、Q # 0のDeficitCounter値「=10500」、Q # 1のDeficitCounter値「=3000」およびQ # 2のDeficitCounter値「=1500」として割り当てる。

[0071] そして、パケットスケジューリング装置は、「Time2」において、DeQ要求を送信して、500バイトのパケットデータを送信するとともに、DeficitCounter値「=10500」から送信した500バイト分を減算してDeficitCounter値「=10000」とする。

[0072] 続いて、パケットスケジューリング装置は、「Time4」において、4500バイトのパケットデータを送信してQ # 0が空になると、これ以上送信するパケットが存在しないのでQ # 1にキューチェンジする。なお、「Time4」において、4500バイトのパケットデータを送信した後のQ # 0のDeficitCounter値は、「6000」となる。

[0073] その後、パケットスケジューリング装置は、Q # 0と同様に、送受信パケット長である500バイトずつをパケットデータとして送信し、「Time7」において、Q # 1のDeficitCounter値「=-1500」が負になると、Q # 2にキューチェンジする。また、パケットスケジューリング装置は、本来であれば、Q # 1のDeficitCounter値「=-500」となった時点でQ # 2にキューチェンジすることとなるが、2パケット分バースト送信が発生したので、バーストカウンタを「2」カウントするとともに、DeficitCounter値「=-1500」となった時点でQ # 2にキューチェンジしている。

[0074] そして、パケットスケジューリング装置は、「Time10」において、Q # 2のDeficitCo

unter値「 $= -1500$ 」が負になると、Q # 0にキューチェンジする。また、パケットスケジューリング装置は、上記したQ # 1と同様に、DeficitCounter値「 $= -500$ 」となった時点でQ # 0にキューチェンジすることとなるが、2パケット分バースト送信が発生したので、バーストカウンタを「2」カウントするとともに、DeficitCounter値「 $= -1500$ 」となった時点でQ # 0にキューチェンジしている。なお、「Time10」においては、Q # 2の送信バイト数が3000バイトの時点でDeficitCounter値が負になったため、キューチェンジが発生している。

[0075] 続いて、パケットスケジューリング装置は、送受信パケット長である500バイトずつをパケットデータとして送信し、「Time13」において、Q # 0の送信バイト数が4500バイトとなり、バッファが空になるとキューチェンジが発生する。ここで、パケットスケジューリング装置は、送信権を獲得したQ # 1のBurstCount「 $= 2$ 」が正となっているので、Q # 2にキューチェンジするとともに、Q # 1のBurstCountを「1」デクリメントする。また、同様に、パケットスケジューリング装置は、送信権を獲得したQ # 2のBurstCount「 $= 2$ 」が正となっているので、Q # 0にキューチェンジするとともに、Q # 2のBurstCountを「1」デクリメントする。

[0076] このように、パケットスケジューリング装置は、Q # 0のキューからパケット送信を始め、送信権があるキューが空になる、または、DeficitCounter値が負になる、または、送信権を獲得したキューのBurstCountが正である場合に、キューチェンジをしつつ、パケット送信をするといった処理を繰り返す。なお、パケットスケジューリング装置は、「Time23」のように、全てのキューのBurstCountが正の場合には、送信権をQ # 0に渡すとともに、Q # 0のBurstCountを「0」にする。

[0077] つまり、図3に示すように、「Time23」～「Time37」における送信バイト数は、「Q # 0:Q # 1:Q # 2 $= 7:2:1$ 」となっており、帯域割り当て通りとなっている。なお、「Time1」～「Time19」における送信バイト数は、「Q # 0:Q # 1:Q # 2 $= 1:1.5:4$ 」となっているが、これは、2パケット分のバースト送信の発生による送信バイト数が帯域割り当ての小さいキューの送信バイト数への比率に大きく影響しているためであり、それ以降は、「Q # 0:Q # 1:Q # 2 $= 7:2:1$ 」の帯域割り当て通りに送信されているため、多量のパケットを流すことにより、期待する帯域割り当てに近づく。

[0078] [実施例1に係るパケットデータ送信処理のフローチャート]

次に、図4を用いて、実施例1に係るパケットスケジューリング装置によるパケットデータ送信処理のフローチャートを説明する。図4は、実施例1に係るパケットスケジューリング装置によるパケットデータ送信処理のフローチャートを示す図である。

[0079] 図4に示すように、バッファ管理部20aは、パケットデータを受信した場合に(ステップS401肯定)、当該受信したパケットデータをバッファサイズに分割する(ステップS402)。具体的には、バッファ管理部20aは、パケットデータを受信した場合に、バッファの使用効率を上げるために、当該受信したパケットデータをバッファサイズ(固定長)に分割する。

[0080] そして、バッファ管理部20aは、パケットの位置情報、パケットデータおよびパケット長をバッファ10に書き込むとともに(ステップS403)、パケットの宛先を識別して、キュー番号を決定および生成し、キューリンクを生成してスケジューラ20bに送信する(ステップS404)。

[0081] 具体的には、バッファ管理部20aは、受信したパケットデータの受信パケット長をカウントしてパケット長を生成して、受信パケットデータを固定長に分割したバッファの格納場所を示すバッファのライトアドレスに相当するライトポインタを生成し、生成したライトポインタを格納場所として、受信したパケットデータとパケット長とをバッファに書き込む。その後、バッファ管理部20aは、受信したパケットデータの宛先フローを識別するとともに、キュー番号を決定して生成し、効率良くパケットをリンク先に送信するためのキューリンクを生成してスケジューラ20bに送信する。

[0082] 続いて、スケジューラ20bは、キュー番号に該当するキューのステータスカウンタをカウントアップして(ステップS405)、当該ステータスカウンタが正のキューを対象にDRR処理してDeQ要求するキューを決定する(ステップS406)。

[0083] 具体的には、スケジューラ20bは、バッファ管理部20aによりEnQ要求を受信すると、受信したEnQ要求に対応するキュー番号に該当するキューのステータスカウンタをカウントアップする。そして、スケジューラ20bは、キューのステータスカウンタが正のキューを対象としてDRR処理を行って、DeQ要求の対象となるキューを決定する。

[0084] その後、スケジューラ20bは、バッファ管理部20aに対してDeQ要求して(ステップ

S407)、当該DeQ要求したキューのステータスカウンタを「1」デクリメントする(ステップS408)。具体的には、スケジューラ20bは、バッファ管理部20aに対して該当するキューのパケットデータ送信要求であるDeQ要求を行って、当該DeQ要求したキューのステータスカウンタを「1」デクリメントする。

[0085] そして、バッファ管理部20aは、スケジューラ20bによりDeQ要求を受信すると、DeQキューリンクの先頭ポインタをリードアドレスとして、バッファ10からパケットデータとパケット長とを読み出す(ステップS409)。具体的には、バッファ管理部20aは、スケジューラ20bによりDeQ要求を受信すると、DeQキューのキューリンクの先頭ポインタをリードアドレスとしてバッファをリードし、リードしたバッファからパケットデータとパケット長とを読み出す。

[0086] 続いて、バッファ管理部20aは、読み出したパケットデータを送信し(ステップS410)、読み出したパケット長をスケジューラ20bに送信する(ステップS411)。具体的には、バッファ管理部20aは、読み出したパケットデータを送信パケットとして送信し、読み出したパケット長をDeQパケット長としてスケジューラ20bに送信する。

[0087] その後、スケジューラ20bは、バッファ管理部20aからパケット長を受信すると、DeficitCounter値からDeQパケット長分を減算する(ステップS412)。具体的には、スケジューラ20bは、バッファ管理部20aからパケット長を受信すると、当該受信したパケット長を用いて、帯域に準じて決定されるDeficitCounter値からパケット長分を減算する。

[0088] そして、スケジューラ20bは、キューが空になった、かつ、DeficitCounter値が正かどうかを判定し(ステップS413)、キューが空ではなく、かつ、DeficitCounter値が負の場合に(ステップS413否定)、再度、DeficitCounter値が負であるかどうかを判定し(ステップS414)、当該DeficitCounter値が負である場合に(ステップS414肯定)、バースト送信が発生したかどうかの判定を行って(ステップS415)、バースト送信が発生した場合に(ステップS415肯定)、バースト計数部30aは、BurstCountをバースト送信パケット数分カウントアップする(ステップS416)。

[0089] 具体的には、スケジューラ20bは、パケットデータ送信後、送信するパケットデータは存在するが、DeficitCounter値が負となった場合に、再度、DeficitCounter値

が負であるかどうかの判定を行う。そして、スケジューラ20bは、DeficitCounter値が負の場合に、バースト送信が発生したかどうかの判定を行って、バースト計数部30aは、バースト送信が発生した場合に、BurstCountをバースト送信パケット数分カウントアップする(例えば、500バイトを1パケットとしているので、DeficitCounter値「 -1500 」の場合に、BurstCountは「2」となる)。

[0090] ここで、ステップS413とステップS414とにおいて、DeficitCounter値が負であるかどうかを2回判定している理由は、キューチェンジの発生契機として、キューが空になった、または、DeficitCounter値が負になった場合となるが、キューが空になった際にバースト送信が発生する場合もあるため、2回の判定を行っている。例えば、バースト計数部30aは、最大バッファ容量が4500バイトで、パケットデータを4500バイト送信してキューが空になった際にDeficitCounter値が「 -1500 」であれば、BurstCountを「2」カウントしなければならない。なお、スケジューラ20bは、ステップS414において、DeficitCounter値が負の場合に(ステップS414肯定)、帯域に準じて決定されるQuantum値をDeficitCounter値に加算し、DeficitCounter値が正の場合に(ステップS414否定)、そのままパケットデータの送信を続ける。

[0091] 続いて、スケジューラ20bは、キューチェンジをして(ステップS417)、送信するキューがあるかどうかの判定を行う(ステップS418)。具体的には、スケジューラ20bは、キューチェンジしつつ、最終バッファまでバッファリードおよびパケット送信処理を繰り返す。なお、スケジューラ20bは、キューが空になり、かつ、DeficitCounter値が正の場合と(ステップS413肯定)、DeficitCounter値が負で、かつ、バースト送信が発生していない場合と(ステップS415否定)は、キューチェンジすることとなる(ステップS417)。

[0092] その後、計数判定部30bは、送信するキューがある場合に(ステップS418肯定)、送信権を獲得したキューのBurstCountが正であるかどうかの判定を行い(ステップS419)、送信権譲渡部30cは、BurstCountが正である場合に(ステップS419肯定)、当該送信権を獲得したキューのBurstCountを「1」デクリメントして(ステップS420)、再びキューチェンジすることとなる(ステップS417)。なお、計数判定部30bは、送信するキューがない場合に(ステップS418否定)、パケットデータ送信処理を終了

する。

[0093] 具体的には、計数判定部30bは、送信するキューがある場合に、送信権を獲得したキューのBurstCountが正であるかどうかの判定を行い、送信権譲渡部30cは、当該BurstCountが正である場合に、当該送信権を獲得したキューのBurstCountを「1」デクリメントし、再びキューチェンジしつつ、最終バッファまでバッファリードおよびパケット送信処理を繰り返す。また、計数判定部30bは、送信するキューがある場合に、送信権を獲得したキューのBurstCountが負であれば(ステップS419否定)、バッファリードおよびパケット送信処理を行う。

[0094] [実施例1による効果]

このように、実施例1によれば、複数のキューにおいて、割り当てられた帯域よりも大きなパケットを送信するバースト送信が発生した場合に、当該バースト送信が発生した回数を複数のキューごとに計数し、他のキューからパケット送信権が譲渡されたキューに対して、計数された当該キューに対応する計数値が所定の閾値以上か否かを判定し、計数値が所定の閾値以上と判定された場合に、パケット送信権が譲渡されたキューに対応する計数値を減算するとともに、他のキューにパケット送信権を譲渡して、計数値が所定の閾値未満と判定された場合に、所定の条件の範囲内で、キューに保持されるパケットを送信することとしたので、バースト送信が発生した回数をキューごとに計数することで、バースト送信によって生じる予め設定された帯域と実際に送信すべきパケットの帯域との差分を補正することができる結果、DRRを用いたパケット送信において、バースト送信が発生したとしても、予め決定した帯域設定通りにパケット送信することが可能である。

[0095] 例えば、パケットスケジューリング装置は、複数のキューQ # 0、Q # 1およびQ # 2において、割り当てられた帯域「Q # 0:Q # 1:Q # 2=7:2:1」により設定されたDeficitCounter値「Q # 0=10500、Q # 1=3000、Q # 2=1500」から送信されたQ # 0のパケット長分を減算し、当該割り当てられた帯域よりも大きなパケットを送信してDeficitCounter値「=-1500」となり、バースト送信が発生した場合に、当該バースト送信が発生したパケット長分である「2」を計数し、Q # 0からQ # 1にパケット送信権が譲渡され、Q # 1に対して、計数されたQ # 1に対応するBurstCountが正であ

るか否かを判定し、BurstCountが正であると判定された場合に、Q # 1のBurstCountを「1」デクリメントするとともに、Q # 2にパケット送信権を譲渡して、Q # 1に対応するBurstCountが0であると判定された場合に、DeficitCounter値が正であれば、DeficitCounter値を減算しつつ所定の送信バイト数である4500バイト送信するまでパケットデータを送信することで、バースト送信によって生じる予め設定された帯域と実際に送信すべきパケットの帯域との差分を補正することができる結果、DRRを用いたパケット送信において、バースト送信が発生したとしても、予め決定した帯域設定通りにパケット送信することが可能である。

実施例 2

[0096] ところで、実施例1では、バースト送信が発生すると、BurstCountをバースト送信パケット数分カウントアップし、キューチェンジされて送信権を獲得したキューのBurstCountが正の場合に、パケットデータを送信せずにキューチェンジする場合を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、パケットデータ送信において、バッファが空になってキューチェンジした場合に、当該バッファが空になったキューにパケットがたまった時点で送信権を再譲渡することもできる。

[0097] [実施例2に係るパケットスケジューリング装置の構成]

そこで、以下の実施例2では、図5および図6を用いて、パケットデータ送信において、バッファが空になってキューチェンジした場合に、当該バッファが空になったキューにパケットがたまった時点で送信権を譲渡する場合を説明する。図5は、実施例2に係るパケットスケジューリング装置の構成を示す構成図であり、図6は、実施例2に係るパケットスケジューリング装置によるDeficitCounter値と送信バイト数との変遷を説明するための図である。なお、図5に示すように、パケットスケジューリング装置は、バッファ10およびFPGA20から構成されるので、実施例2においては、実施例1と同様な機能構成や各処理などの説明を省略し、実施例1と異なる譲渡情報処理部30dおよび送信権要求部30eについて説明する。

[0098] 譲渡情報処理部30dは、複数のキューにおいて、それぞれのキューで保持されるパケットが空になったために他のキューにパケット送信権を譲渡した場合に、譲渡したことを示す情報を複数のキューごとに保持させる。具体的には、譲渡情報処理部30

Odは、DeficitCounter値が正の時にキューが空になり、キューチェンジされた場合に、キューチェンジ前のキューにフラグを立てる(例えば、「QChangeRequestBit=1」)。

- [0099] 送信権要求部30eは、情報が保持されるキューにおいて、新たにパケットが保持された場合に、パケット送信権を譲渡したキューに対して、当該パケット送信権の再譲渡を要求する。具体的には、送信権要求部30eは、キューチェンジ後のキューのパケットデータ送信中にフラグ(「QChangeRequestBit=1」)を立てたキューにパケットがたまると、キューチェンジ前のキューがキューチェンジ後のキューに対してパケットの送信権を要求し、パケットの送信権を要求されると、キューチェンジ後のキューにおいて、BurstCountの値を「1」デクリメントして、キューチェンジ前のキューに立てられたフラグを削除し(「QChangeRequestBit=0」)、当該フラグを削除したキューにキューチェンジする。

- [0100] [実施例2に係るDeficitCounter値と送信バイト数との変遷]

次に、図6を用いて、実施例2に係るパケットスケジューリング装置によるDeficitCounter値と送信バイト数との変遷を説明する。ここでは、Q#0、Q#1およびQ#2の3本のキューを用いて、各キューの帯域割り当てを「Q#0:Q#1:Q#2=7:2:1」に設定する場合を説明する。また、最大パケット長および送受信パケット長を500バイトとし、各キューに割り当てられるバッファ量を4500バイトとして、連続して4500バイト送信するとバッファが空になることとする。なお、BurstCountについては、実施例1と同様の処理が行われる。

- [0101] 図6に示すように、パケットスケジューリング装置は、「Time1」において、各キューの帯域割り当てを「Q#0:Q#1:Q#2=7:2:1」に設定したので、Q#0のDeficitCounter値「=10500」、Q#1のDeficitCounter値「=3000」およびQ#2のDeficitCounter値「=1500」として割り当てる。

- [0102] そして、パケットスケジューリング装置は、「Time2」において、DeQ要求を送信して、500バイトのパケットデータを送信するとともに、DeficitCounter値「=10500」から送信した500バイト分を減算してDeficitCounter値「=10000」とする。

- [0103] 続いて、パケットスケジューリング装置は、「Time4」において、4500バイトのパケッ

トデータを送信してQ # 0が空になると、送信権があるにもかかわらず、これ以上送信するパケットが存在しないのでQ # 1にキューチェンジするとともに、「QChangeRequestBit=1」にする。なお、「Time4」において、4500バイトのパケットデータを送信した後のQ # 0のDeficitCounter値は、「6000」となる。

[0104] その後、パケットスケジューリング装置は、Q # 0と同様に、送受信パケット長である500バイトずつをパケットデータとして送信し、「Time7」において、「QChangeRequestBit=1」であるQ # 0のキューにパケットがたまると、Q # 1に対してパケット送信権を要求し、送信権のあるQ # 1のパケット送信を中断してQ # 0がパケット送信権を得る。なお、ここでは、パケットスケジューリング装置は、Q # 1が1500バイトのパケットを送信した時点でQ # 0のキューのパケットがたまり、Q # 1からQ # 0にキューチェンジしている。

[0105] このように、パケットスケジューリング装置は、Q # 0のキューからパケット送信を始め、送信権があるキューが空になる、または、DeficitCounter値が負になる、または、送信権を獲得したキューのBurstCountが正である、または、「QChangeRequestBit=1」のキューに送信するパケットがたまった場合に、キューチェンジをしつつ、パケット送信をするといった処理を繰り返す。なお、パケットスケジューリング装置は、「Time25」のように、Q # 0が空になり、送信権がQ # 1に移行するが、Q # 1およびQ # 2のBurstCountが正であるため、送信権をQ # 0に渡すことになる。しかし、パケットスケジューリング装置は、送信権を渡されたQ # 0が空であり、送信するパケットデータが存在しないため、Q # 1に送信権を渡すこととなる。この時、パケットスケジューリング装置は、パケットが空になったことにより送信権を譲渡したQ # 0を「QChangeRequestBit=1」として、送信権を獲得したQ # 1のBurstCountを「0」にする。

[0106] つまり、図6に示すように、「Time23」～「Time40」における送信バイト数は、「Q # 0:Q # 1:Q # 2=7:2:1」となっており、帯域割り当て通りとなっている。なお、「Time1」～「Time22」における送信バイト数は、「Q # 0:Q # 1:Q # 2=4:1. 5:1」となっているが、これは、2パケット分のバースト送信の発生による送信バイト数が帯域割り当ての小さいキューの送信バイト数への比率に大きく影響しているためであり、それ以降は、「Q # 0:Q # 1:Q # 2=7:2:1」の帯域割り当て通りに送信されているため、

多量の packets を流すことにより、期待する帯域割り当てに近づく。

[0107] [実施例2による効果]

このように、実施例2によれば、複数のキューにおいて、それぞれのキューで保持される packets が空になったために他のキューに packets 送信権を譲渡した場合に、譲渡したことを示す情報を複数のキューごとに保持し、情報が保持されるキューにおいて、新たに packets が保持された場合に、packets 送信権を譲渡したキューに対して、当該 packets の送信権の再譲渡を要求し、計数値が所定の閾値以上と判定された場合に、packets 送信権が譲渡されたキューに対応する計数値を減算するとともに、他のキューに packets 送信権を譲渡し、また、再譲渡を要求された場合に、packets 送信権が譲渡されたキューにおいて、packets が送信されているにも関わらず、packets 送信権を譲渡したキューに packets 送信権を再譲渡するとともに、packets 送信権を譲渡したキューに対応付けて保持される情報を削除することとしたので、DRRを用いた packets 送信において、バースト送信が発生したとしても、さらに確実に、予め決定した帯域設定通りに packets 送信することが可能である。

[0108] 例えば、packets スケジューリング装置は、複数のキューQ # 0、Q # 1およびQ # 2において、Q # 0で保持される packets が空になったためにQ # 1に packets 送信権を譲渡した場合に、譲渡したことを示す情報である「QChangeRequestBit=1」を保持し、Q # 1の packets 送信中に「QChangeRequestBit=1」であるQ # 0の packets がたまった場合に、Q # 0がQ # 1に対して、当該 packets の送信権の再譲渡を要求し、Q # 0が保持する「QChangeRequestBit」が「1」であると判定された場合に、Q # 0の「QChangeRequestBit」を「0」とするとともに、Q # 0に packets 送信権を譲渡する。また、packets スケジューリング装置は、Q # 1がQ # 0に再譲渡を要求された場合に、Q # 1において packets が送信されているにも関わらず、Q # 0に packets 送信権を再譲渡するとともに、Q # 0の「QChangeRequestBit」を「0」とすることとしたので、DRRを用いた packets 送信において、バースト送信が発生したとしても、さらに確実に、予め決定した帯域設定通りに packets 送信することが可能である。

実施例 3

[0109] さて、これまで本発明の実施例について説明したが、本発明は上述した実施例以

外にも、種々の異なる形態にて実施されてよいものである。そこで、(1)スケジューラの構成(2)システム構成、(3)プログラムにそれぞれ区分けして異なる実施例を説明する。

[0110] (1)スケジューラの構成

上記実施例1または2では、スケジューラは、Q # 0、Q # 1およびQ # 2の3本のキューを利用してパケットスケジューリング処理する場合を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、さらに複数のキューにより構成される場合でも本発明を同様に適用することができる。なお、複数のキューの総数と、「BurstCount」や「QChangeRequestBit」などとの総数は対応しており同数となる。例えば、キューの数がQ # 0～Q # 9の10本の場合に、「Q # 0 BurstCount～Q # 9 BurstCount」や「Q # 0 QChangeRequestBit～Q # 9 QChangeRequestBit」などとなる。

[0111] (2)システム構成

また、上記文書中や図面中で示した処理手順、制御手順、具体的名称、各種のデータやパラメータを含む情報(例えば、図2に示す「BurstCount」や図5に示す「QChangeRequestBit」など)については、特記する場合を除いて任意に変更することができる。

[0112] また、図示した各装置の各構成要素は機能概念的なものであり、必ずしも物理的に図示の如く構成されていることを要しない。すなわち、各装置の分散・統合の具体的な形態は図示のものに限られず、例えば、バッファ管理部20aを、バッファ管理部およびスケジューラ管理部などとして分散するなど、その全部または一部を、各種の負荷や使用状況などに応じて、任意の単位で機能的または物理的に分散・統合して構成することができる。さらに、各装置にて行なわれる各処理機能は、その全部または任意の一部が、CPUおよび当該CPUにて解析実行されるプログラムにて実現され、あるいは、ワイヤードロジックによるハードウェアとして実現され得る。

[0113] (3)プログラム

なお、本実施例で説明したパケットスケジューリング装置は、あらかじめ用意されたプログラムをパーソナルコンピュータやワークステーションなどのコンピュータで実行することによって実現することができる。そこで、以下では、図7を用いて、上記の実施

例に示したパケットスケジューリング装置と同様の機能を有するパケットスケジューリングプログラムを実行するコンピュータの一例を説明する。図7は、パケットスケジューリングプログラムを実行するコンピュータを示す図である。

[0114] 図7に示すように、パケットスケジューリング装置としてのコンピュータ110は、HDD 130、CPU140、ROM150およびRAM160をバス180などで接続して構成される。

[0115] ROM150には、上記の実施例1に示したパケットスケジューリング装置と同様の機能を発揮するパケットスケジューリングプログラム、つまり、図7に示すようにバースト計数プログラム150aと、計数判定プログラム150bと、送信権譲渡プログラム150cとが、あらかじめ記憶されている。なお、これらのプログラム150a～150cについては、図2に示したパケットスケジューリング装置の各構成要素と同様、適宜統合または、分散してもよい。

[0116] そして、CPU140がこれらのプログラム150a～プログラム150cをROM150から読み出して実行することで、図7に示すように、プログラム150a～プログラム150cは、バースト計数プロセス140aと、計数判定プロセス140bと、送信権譲渡プロセス140cとして機能するようになる。なお、プロセス140a～プロセス140cは、図2に示した、バースト計数部30aと、計数判定部30bと、送信権譲渡部30cとにそれぞれ対応する。

[0117] そして、CPU140はRAM160に記録されたBurstCountデータ160aに基づいてパケットスケジューリングプログラムを実行する。

[0118] なお、上記した各プログラム150a～150cについては、必ずしも最初からROM150に記憶させておく必要はなく、例えば、コンピュータ110に挿入されるフレキシブルディスク(FD)、CD-ROM、DVDディスク、光磁気ディスク、ICカードなどの「可搬用の物理媒体」、またはコンピュータ110の内外に備えられるHDDなどの「固定用の物理媒体」、さらには公衆回線、インターネット、LAN、WANなどを介してコンピュータ110に接続される「他のコンピュータ(またはサーバ)」などに各プログラムを記憶させておき、コンピュータ110がこれから各プログラムを読み出して実行するようにしてもよい。

産業上の利用可能性

[0119] 以上のように、本発明に係るパケットスケジューリング装置、パケットスケジューリング方法およびパケットスケジューリングプログラムは、予め帯域が割り当てられた複数のキューから構成され、所定の条件に従ってパケット送信権が譲渡されたキューに保持されるパケットを送信する場合に有用であり、特に、DRRを用いたパケット送信において、バースト送信が発生する場合に、予め決定した帯域設定通りにパケット送信することに適する。

請求の範囲

- [1] 予め帯域が割り当てられた複数のキューから構成され、所定の条件に従ってパケット送信権が譲渡されたキューに保持されるパケットを送信するパケットスケジューリング装置であって、
- 前記複数のキューにおいて、前記割り当てられた帯域よりも大きなパケットを送信するバースト送信が発生した場合に、当該バースト送信が発生した回数を複数のキューごとに計数するバースト計数手段と、
- 他のキューからパケット送信権が譲渡されたキューに対して、前記バースト計数手段により計数された当該キューに対応する計数値が所定の閾値以上か否かを判定する計数判定手段と、
- 前記計数判定手段により計数値が所定の閾値以上と判定された場合に、前記パケット送信権が譲渡されたキューに対応する計数値を減算するとともに、他のキューにパケット送信権を譲渡する送信権譲渡手段と、
- 前記計数判定手段により計数値が所定の閾値未満と判定された場合に、前記所定の条件の範囲内で、前記キューに保持されるパケットを送信するパケット送信手段と、
- を備えたことを特徴とするパケットスケジューリング装置。
- [2] 前記複数のキューにおいて、それぞれのキューで保持されるパケットが空になったために他のキューにパケット送信権を譲渡した場合に、譲渡したことを示す情報を複数のキューごとに保持する譲渡情報保持手段と、
- 前記譲渡情報保持手段により情報が保持されるキューにおいて、新たにパケットが保持された場合に、前記パケット送信権を譲渡したキューに対して、当該パケット送信権の再譲渡を要求する送信権要求手段とをさらに備え、
- 前記送信権譲渡手段は、前記計数判定手段により計数値が所定の閾値以上と判定された場合に、前記パケット送信権が譲渡されたキューに対応する計数値を減算するとともに、他のキューにパケット送信権を譲渡し、また、前記送信権要求手段により再譲渡を要求された場合に、前記パケット送信権が譲渡されたキューにおいて、前記パケット送信手段によりパケットが送信されているにも関わらず、前記パケット送信

権を譲渡したキューにパケット送信権を再譲渡するとともに、前記パケット送信権を譲渡したキューに対応付けて前記譲渡情報保持手段により保持される情報を削除することを特徴とする請求項1に記載のパケットスケジューリング装置。

- [3] 予め帯域が割り当てられた複数のキューから構成され、所定の条件に従ってパケット送信権が譲渡されたキューに保持されるパケットを送信するパケットスケジューリング装置のパケットスケジューリング方法であって、

前記複数のキューにおいて、前記割り当てられた帯域よりも大きなパケットを送信するバースト送信が発生した場合に、当該バースト送信が発生した回数を複数のキューごとに計数するバースト計数工程と、

他のキューからパケット送信権が譲渡されたキューに対して、前記バースト計数工程により計数された当該キューに対応する計数値が所定の閾値以上か否かを判定する計数判定工程と、

前記計数判定工程により計数値が所定の閾値以上と判定された場合に、前記パケット送信権が譲渡されたキューに対応する計数値を減算するとともに、他のキューにパケット送信権を譲渡する送信権譲渡工程と、

前記計数判定工程により計数値が所定の閾値未満と判定された場合に、前記所定の条件の範囲内で、前記キューに保持されるパケットを送信するパケット送信工程と、

を含んだことを特徴とするパケットスケジューリング方法。

- [4] 予め帯域が割り当てられた複数のキューから構成され、所定の条件に従ってパケット送信権が譲渡されたキューに保持されるパケットを送信する方法をコンピュータに実行させるパケットスケジューリングプログラムであって、

前記複数のキューにおいて、前記割り当てられた帯域よりも大きなパケットを送信するバースト送信が発生した場合に、当該バースト送信が発生した回数を複数のキューごとに計数するバースト計数手順と、

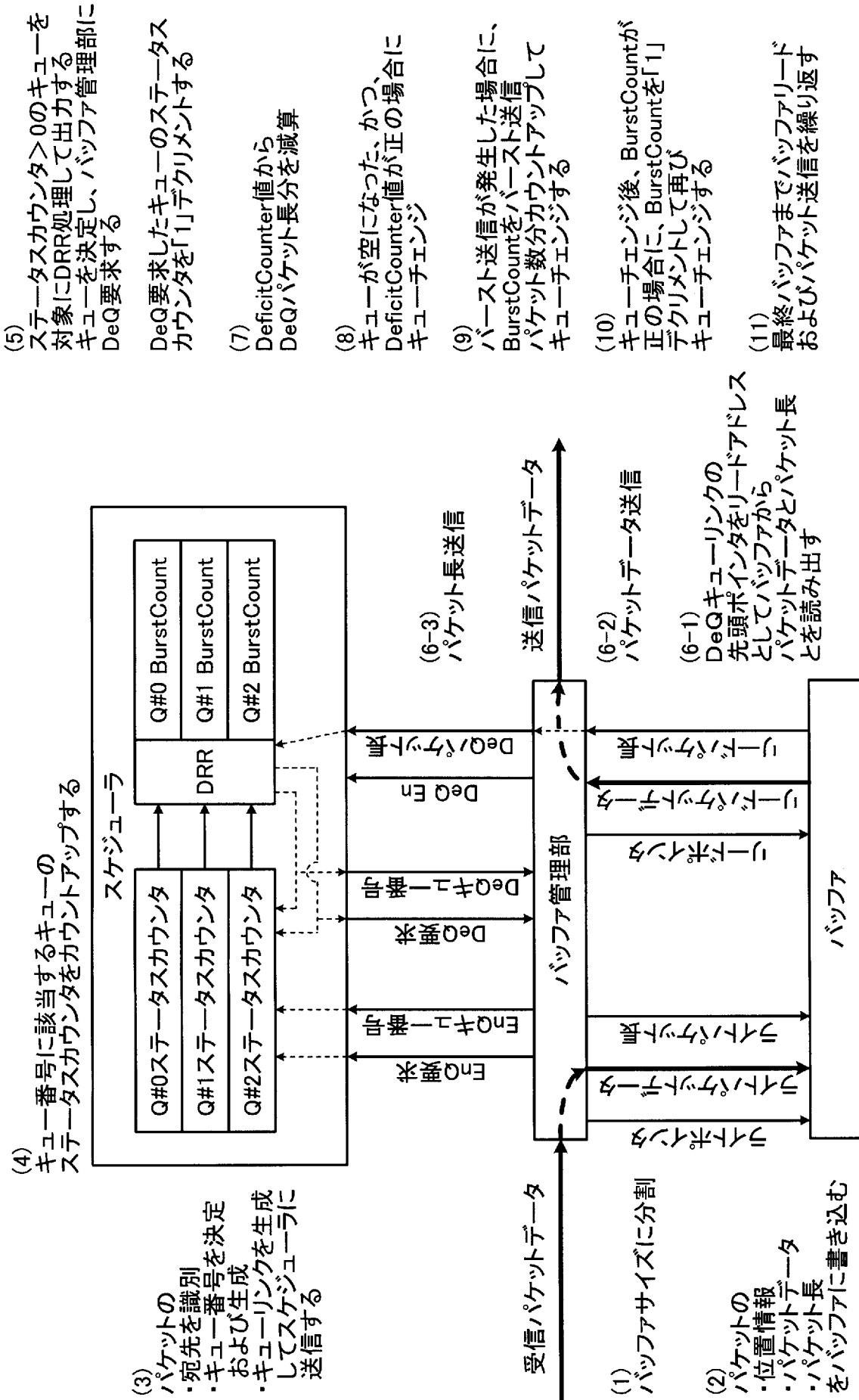
他のキューからパケット送信権が譲渡されたキューに対して、前記バースト計数手順により計数された当該キューに対応する計数値が所定の閾値以上か否かを判定する計数判定手順と、

前記計数判定手順により計数値が所定の閾値以上と判定された場合に、前記パケット送信権が譲渡されたキューに対応する計数値を減算するとともに、他のキューにパケット送信権を譲渡する送信権譲渡手順と、

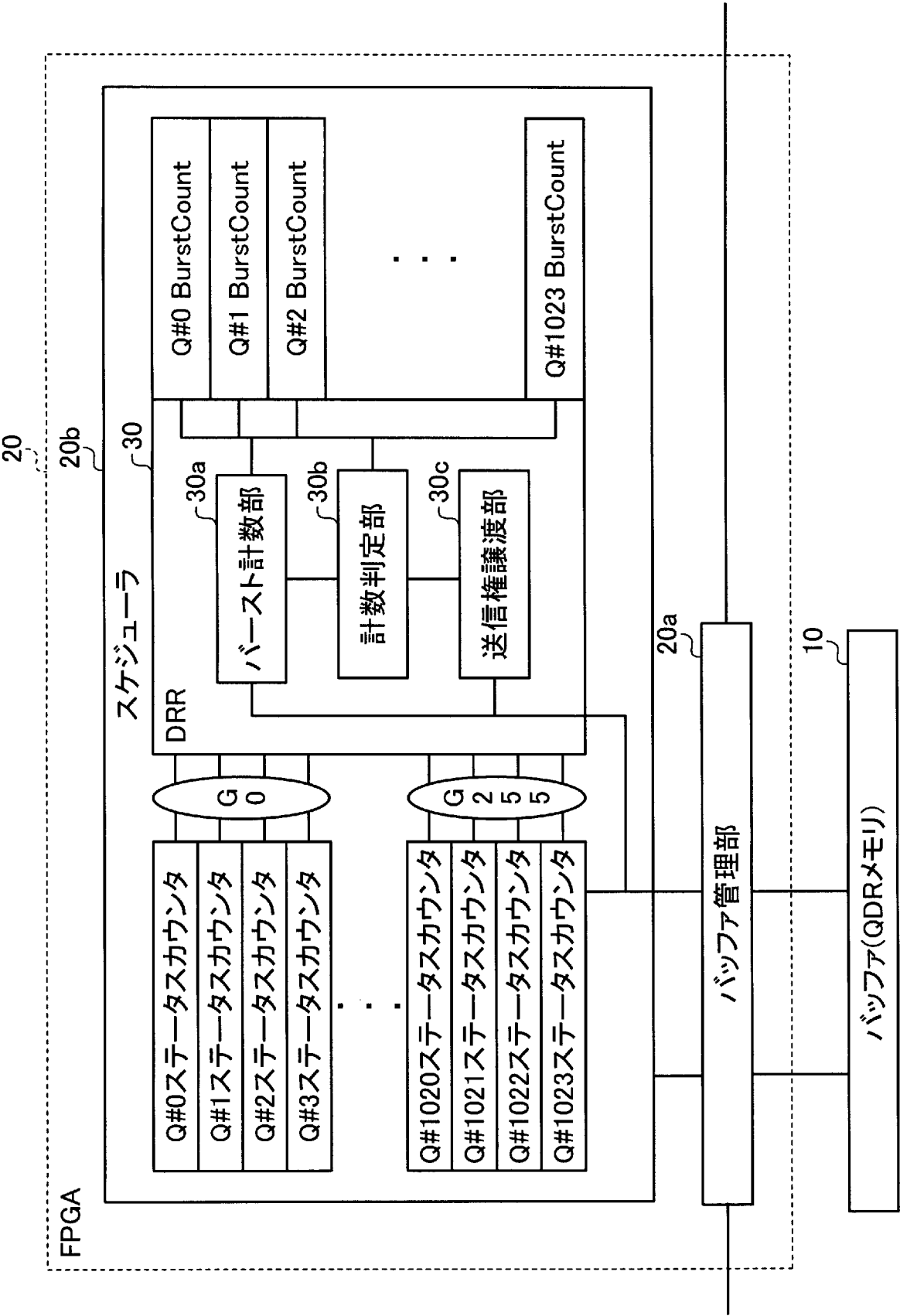
前記計数判定手順により計数値が所定の閾値未満と判定された場合に、前記所定の条件の範囲内で、前記キューに保持されるパケットを送信するパケット送信手順と、

、
をコンピュータに実行させることを特徴とするパケットスケジューリングプログラム。

[図1]



[図2]



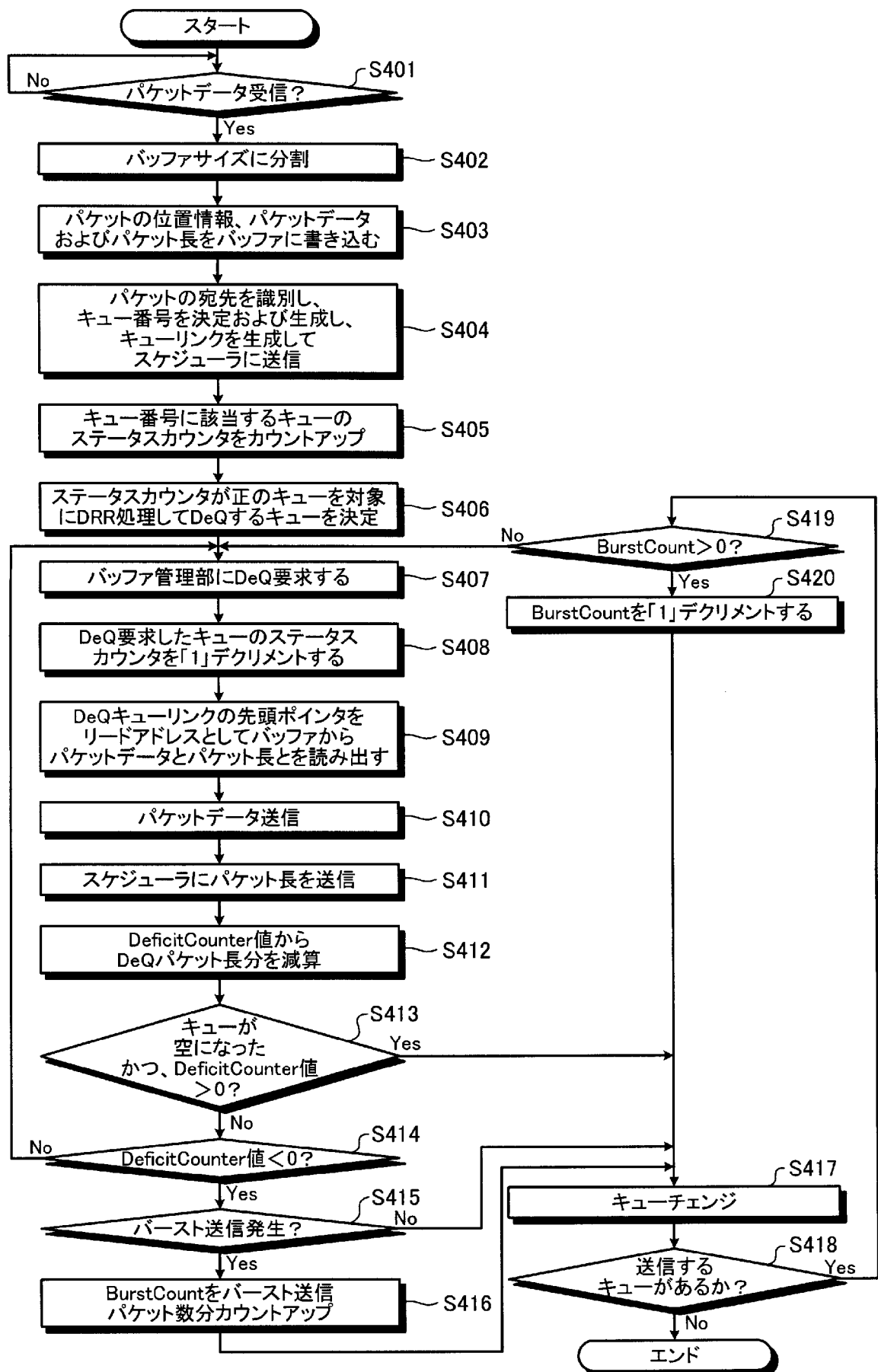
[図3]

送信権あり

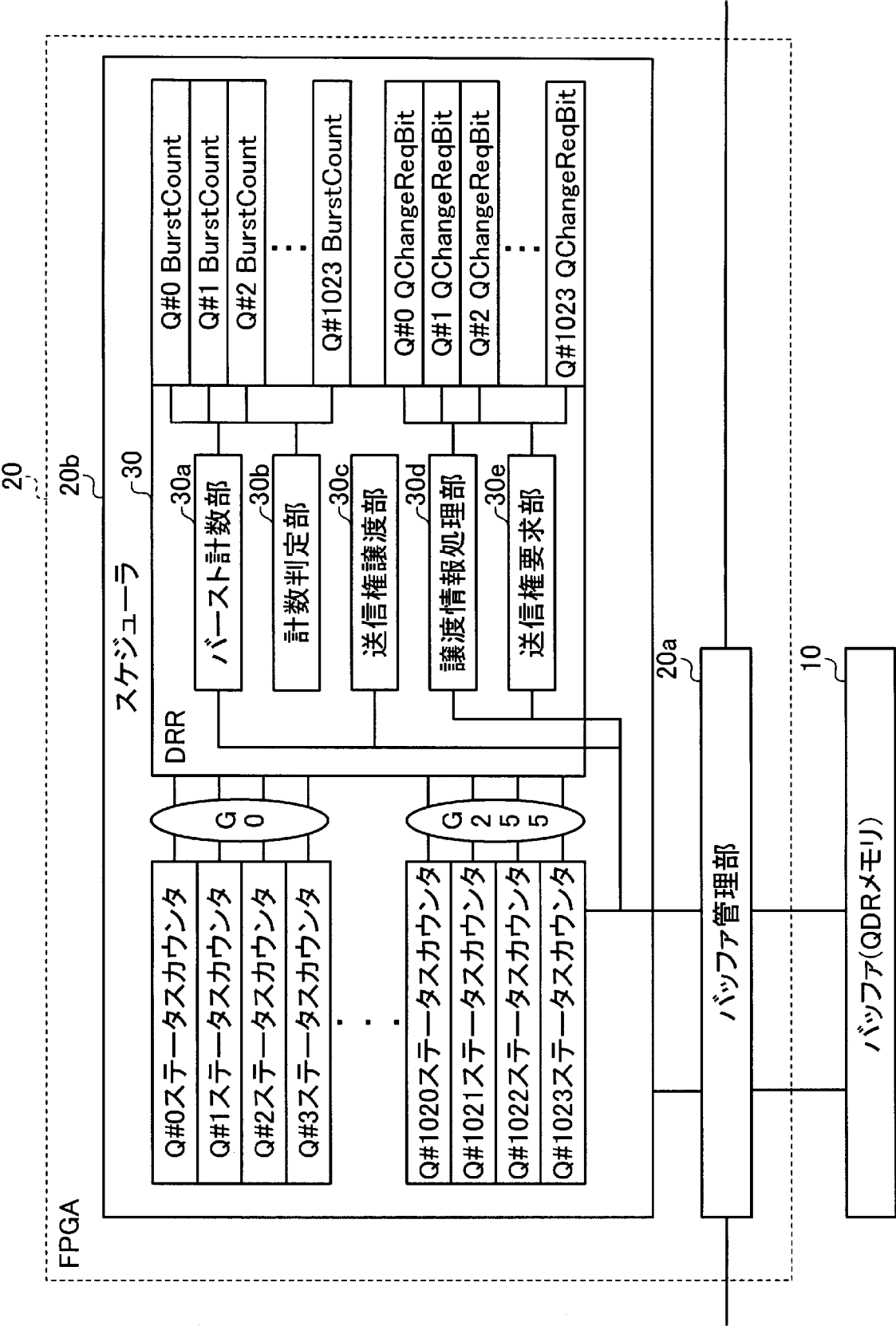
Time		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Q # 0	DeficitCounter値	10,500	10,000	...	6,000	6,000	...	6,000	6,000	...	6,000	5,500	...	1,500	1,000	...	-1,500	9,000	...	9,000
	送信バイト数	0	500	...	4,500	4,500	...	4,500	4,500	...	4,500	5,000	...	9,000	9,500	...	12,000	12,000	...	12,000
	BurstCount	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	2	2	...	2
Q # 1	DeficitCounter値	3,000	3,000	...	3,000	-1,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,000	...	-1,500
	送信バイト数	0	0	...	0	500	...	4,500	4,500	...	4,500	4,500	...	4,500	4,500	...	4,500	5,000	...	7,500
	BurstCount	0	0	...	0	0	...	2	2	...	2	2	...	2	1	...	1	0	...	2
Q # 2	DeficitCounter値	1,500	1,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,000	...	-1,500	0	...	0	0	...	0	0	...	0
	送信バイト数	0	0	...	0	0	...	0	500	...	3,000	3,000	...	3,000	3,000	...	3,000	3,000	...	3,000
	BurstCount	0	0	...	0	0	...	0	0	...	2	2	...	2	1	...	1	1	...	1

Time		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
Q # 0	DeficitCounter値	9,000	9,000	...	9,000	8,500	...	4,500	4,000	...	0	-500	...	-1,500	9,000	...	9,000	9,000	...	9,000
	送信バイト数	12,000	12,000	...	12,000	500	...	4,500	5,000	...	9,000	9,500	...	10,500	10,500	...	10,500	10,500	...	10,500
	BurstCount	2	2	...	2	0	...	0	0	...	0	0	...	2	2	...	2	2	...	2
Q # 1	DeficitCounter値	-1,500	1,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,000	...	-1,500	1,500	...	1,500
	送信バイト数	7,500	7,500	...	7,500	0	...	0	0	...	0	0	...	0	500	...	3,000	3,000	...	3,000
	BurstCount	2	2	...	2	2	...	2	1	...	1	0	...	0	0	...	2	2	...	2
Q # 2	DeficitCounter値	0	-500	...	-1,500	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	-500	...	-1,500
	送信バイト数	3,000	3,500	...	4,500	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	500	...	1,500
	BurstCount	1	0	...	2	2	...	2	1	...	1	0	...	0	0	...	0	0	...	2

[図4]



[図5]



[図6]

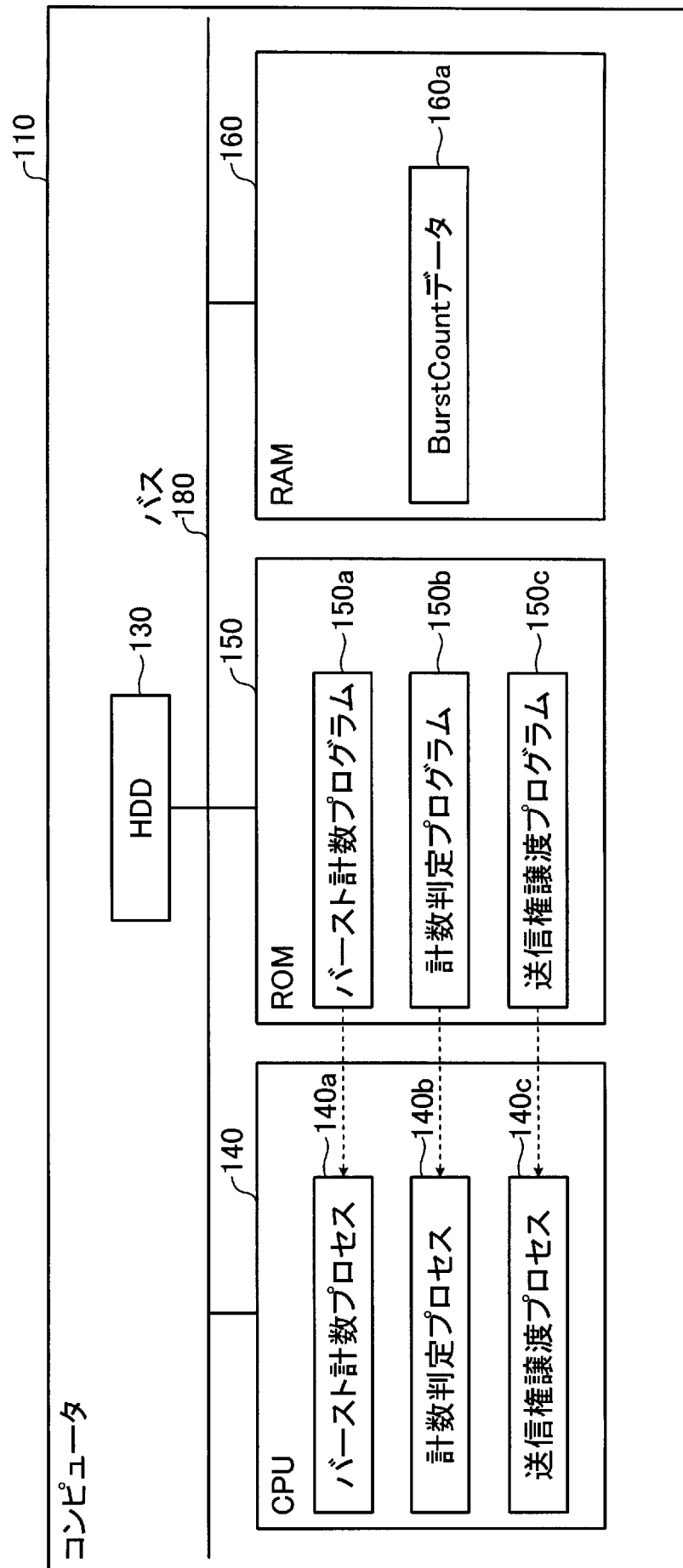
送信権あり
キューが空

Time		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
# 0	DeficitCounter値	10,500	10,000	...	6,000	6,000	...	6,000	5,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,000	...	-1,500	9,000	...	9,000
	送信バイト数	0	500	...	4,500	4,500	...	4,500	5,000	...	9,000	9,000	...	9,000	9,500	...	12,000	12,000	...	12,000
	BurstCount	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	2	2	...	2
# 1	QChangeReqBit	0	0	...	1	1	...	1	0	...	1	1	...	1	0	...	0	0	...	0
	DeficitCounter値	3,000	3,000	...	3,000	2,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,000	...	0	0	...	0	-500	...	-1,500
	送信バイト数	0	0	...	0	500	...	1,500	1,500	...	1,500	2,000	...	3,000	3,000	...	3,000	3,500	...	4,500
# 2	QChangeReqBit	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0
	DeficitCounter値	1,500	1,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,500	...	1,500
	送信バイト数	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0
# 2	BurstCount	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0
	QChangeReqBit	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0

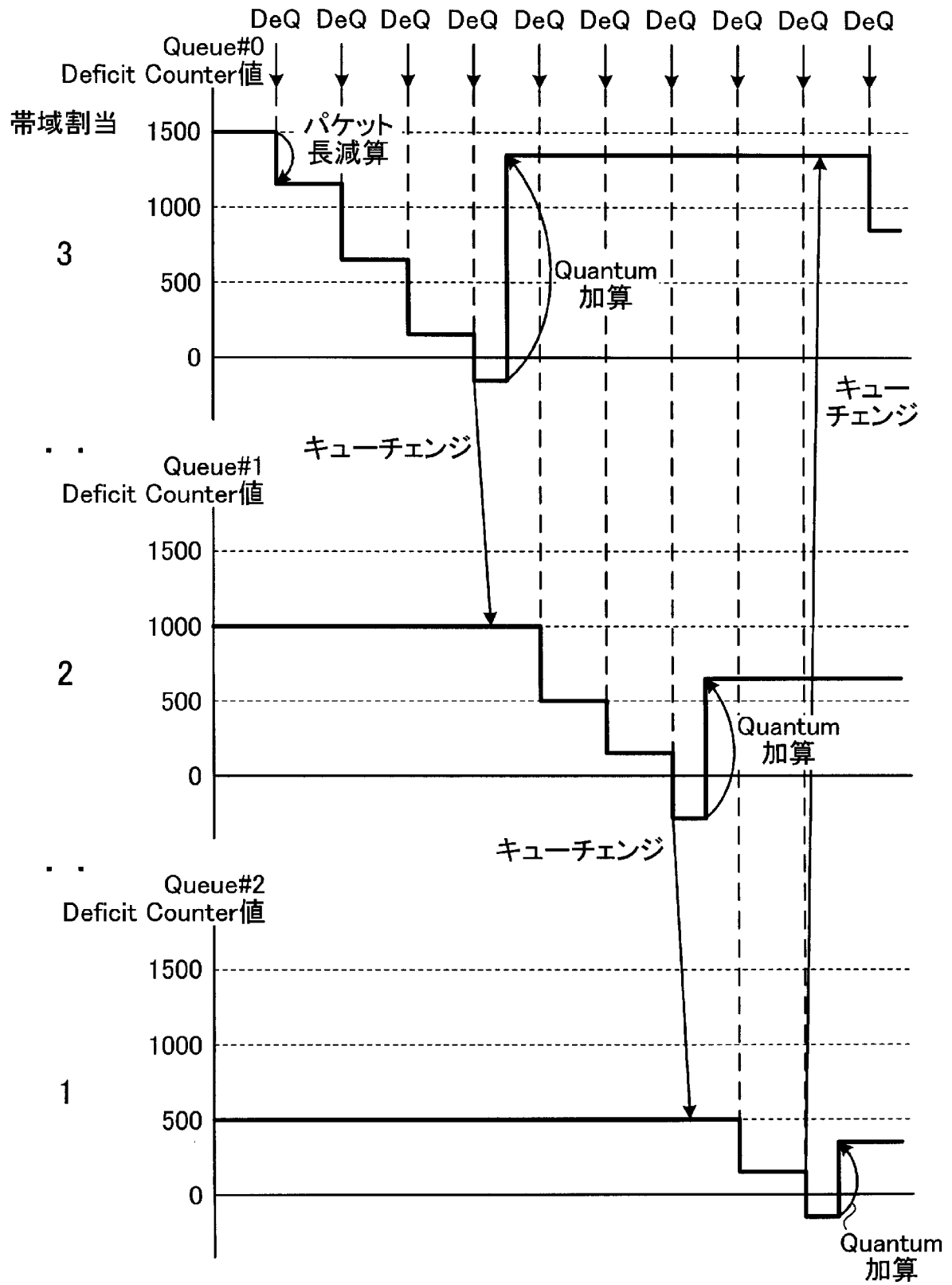
Time		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
# 0	DeficitCounter値	9,000	9,000	...	9,000	8,500	...	4,500	4,500	...	4,500	4,000	...	0	0	...	0	-500	...	-1,500
	送信バイト数	12,000	12,000	...	12,000	500	...	4,500	4,500	...	4,500	5,000	...	9,000	9,000	...	9,000	9,500	...	10,500
	BurstCount	2	2	...	2	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	2
# 1	QChangeReqBit	0	0	...	0	0	...	1	1	...	1	0	...	1	1	...	1	0	...	0
	DeficitCounter値	-1,500	1,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,000	...	0	0	...	0	-500	...	-1,500	1,500	...	1,500
	送信バイト数	4,500	4,500	...	4,500	0	...	0	500	...	1,500	1,500	...	1,500	2,000	...	3,000	3,000	...	3,000
# 2	QChangeReqBit	2	2	...	2	2	...	2	0	...	0	0	...	0	0	...	2	2	...	2
	DeficitCounter値	1,500	1,000	...	-1,500	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0
	送信バイト数	0	500	...	3,000	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0
# 2	BurstCount	0	0	...	2	2	...	2	2	...	2	1	...	1	1	...	1	0	...	0
	QChangeReqBit	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0	0	...	0

Time		37	38	39	40
# 0	DeficitCounter値	-1,500	9,000	...	9,000
	送信バイト数	10,500	10,500	...	10,500
	BurstCount	2	2	...	2
# 1	QChangeReqBit	0	0	...	0
	DeficitCounter値	1,500	1,500	...	1,500
	送信バイト数	3,000	3,000	...	3,000
# 2	QChangeReqBit	0	0	...	0
	DeficitCounter値	0	-500	...	-1,500
	送信バイト数	0	500	...	1,500
# 2	BurstCount	0	0	...	2
	QChangeReqBit	0	0	...	0

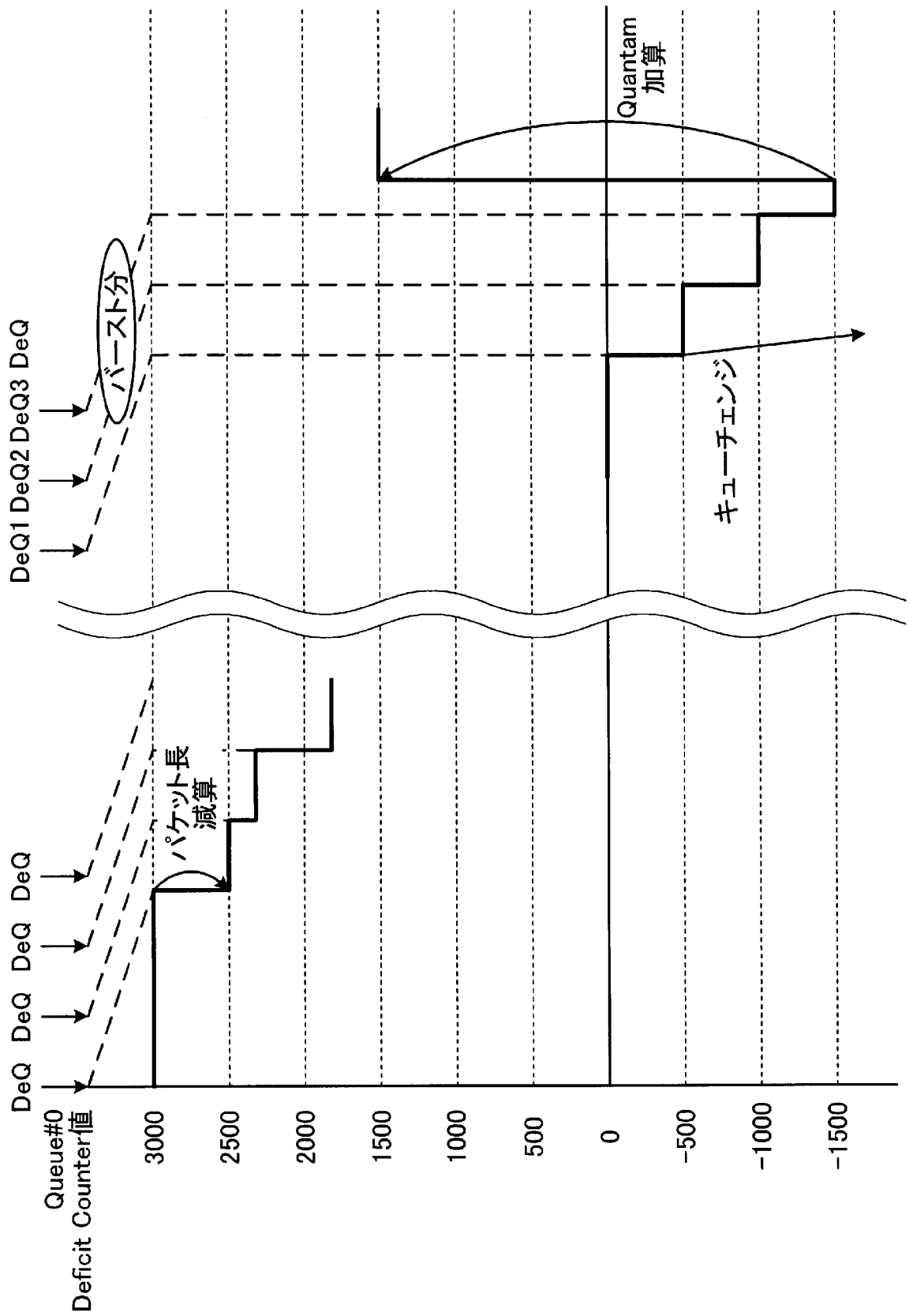
[図7]



[図9]



[図10]



[図11]

送信権あり

Time		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Q	DeficitCounter値	10,500	10,000	...	6,000	6,000	...	6,000	6,000	...	6,000	5,500	...	1,000	1,000	...	1,000	1,000	...	1,000
	送信バイト数	0	500	...	4,500	4,500	...	4,500	4,500	...	4,500	5,000	...	9,500	9,500	...	9,500	9,500	...	9,500
Q	DeficitCounter値	3,000	3,000	...	3,000	2,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,000	...	-1,500	1,500	...	1,500
	送信バイト数	0	0	...	0	500	...	4,500	4,500	...	4,500	4,500	...	4,500	5,000	...	7,500	7,500	...	7,500
Q	DeficitCounter値	1,500	1,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,000	...	-1,500	0	...	...	0	...	0	-500	...	-1,500
	送信バイト数	0	0	...	0	0	...	0	500	...	3,000	3,000	...	...	3,000	...	3,000	3,500	...	4,500

Time		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
Q	DeficitCounter値	1,000	500	...	-1,500	9,000	...	9,000	9,000	...	9,000	9,000	...	4,500	4,500	...	4,500	4,500	...	4,500
	送信バイト数	9,500	10,000	...	12,000	12,000	...	12,000	12,000	...	12,000	0	...	4,500	4,500	...	4,500	4,500	...	4,500
Q	DeficitCounter値	1,500	1,500	...	1,500	1,000	...	-1,500	1,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,000	...	-1,500	1,500	...	1,500
	送信バイト数	7,500	7,500	...	7,500	8,000	...	10,500	10,500	...	10,500	0	...	0	500	...	3,000	3,000	...	3,000
Q	DeficitCounter値	-1,500	0	...	0	0	...	0	-500	...	-1,500	0	...	0	0	...	0	-500	...	-1,500
	送信バイト数	4,500	4,500	...	4,500	4,500	...	4,500	5,000	...	6,000	0	...	0	0	...	0	500	...	1,500

Time		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
Q	DeficitCounter値	4,500	4,000	...	0	0	...	0	0	...	0	-500	...	-1,500	9,000	...	9,000	9,000	...	9,000
	送信バイト数	4,500	5,000	...	9,000	9,000	...	9,000	9,000	...	9,000	9,500	...	10,500	10,500	...	10,500	10,500	...	10,500
Q	DeficitCounter値	1,500	1,500	...	1,500	1,000	...	-1,500	1,500	...	1,500	1,500	...	1,500	1,000	...	-1,500	1,500	...	1,500
	送信バイト数	3,000	3,000	...	3,000	3,500	...	6,000	6,000	...	6,000	6,000	...	6,000	6,500	...	9,000	9,000	...	9,000
Q	DeficitCounter値	-1,500	0	...	0	0	...	0	-500	...	-1,500	0	...	0	0	...	0	-500	...	-1,500
	送信バイト数	1,500	1,500	...	1,500	1,500	...	1,500	2,000	...	3,000	3,000	...	3,000	0	...	0	3,500	...	4,500

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/065630

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L12/56 (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)

H04L12/56

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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 2007-194879 A (Fujitsu Ltd.), 02 August, 2007 (02.08.07), Par. Nos. [0031] to [0046] (Family: none)	1-4
A	H.Adishesu, et.al., "A Reliable and Scalable Striping Protocol", Proceedings of ACM SIGCOMM '96, pp.131-141, 1996.08, section 3.5	1-4

☐ 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
19 September, 2007 (19.09.07)

Date of mailing of the international search report
02 October, 2007 (02.10.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04L12/56(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（I P C））

Int.Cl. H04L12/56

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	1971-2007年
日本国実用新案登録公報	1996-2007年
日本国登録実用新案公報	1994-2007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 2007-194879 A（富士通株式会社）2007.08.02 段落 0031-0046 （ファミリーなし）	1 - 4
A	H. Adishesu, et. al., "A Reliable and Scalable Striping Protocol", Proceedings of ACM SIGCOMM '96, pp.131-141, 1996.08 第3.5節	1 - 4

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

19.09.2007

国際調査報告の発送日

02.10.2007

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）
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）

5 X

2947

▲高▼橋 真之

電話番号 03-3581-1101 内線 3596