

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4227281号
(P4227281)

(45) 発行日 平成21年2月18日(2009.2.18)

(24) 登録日 平成20年12月5日(2008.12.5)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 L 12/56 (2006.01)

H O 4 L 12/56 2 0 0 Z

請求項の数 16 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2000-92396 (P2000-92396)
 (22) 出願日 平成12年3月29日(2000.3.29)
 (65) 公開番号 特開2001-16271 (P2001-16271A)
 (43) 公開日 平成13年1月19日(2001.1.19)
 審査請求日 平成18年11月1日(2006.11.1)
 (31) 優先権主張番号 特願平11-122544
 (32) 優先日 平成11年4月28日(1999.4.28)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100098291
 弁理士 小笠原 史朗
 (72) 発明者 近江 慎一郎
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内
 (72) 発明者 安道 和弘
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内
 (72) 発明者 今井 裕之
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 予約型のアクセス制御方式を用いた通信システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

送信局と受信局とが伝送路を介してデータ通信可能に接続され、当該受信局が、当該送信局とのデータ通信に使用する帯域を、データ通信前に予約する通信システムであって、前記送信局は、送信すべきデータが発生すると、帯域の確保を要求するための予約要求パケットを前記受信局に送信し、
 前記受信局は、
 前記送信局からの予約要求パケットに応答して帯域を確保し、
 確保された帯域を前記送信局に通知するための通信予約パケットを送信し、
 前記送信局は、
 発生したデータを基にデータパケットを生成し、
 前記受信局からの通信予約パケットにより通知された帯域を用いて、生成したデータパケットを送信し、
 前記受信局は、
 前記送信局のために確保した帯域の有効期間を記憶し、
 記憶された有効期間内には、前記送信局に対して通信予約パケットを自発的に繰り返し送信する、通信システム。

【請求項2】

前記送信局のために記憶された有効期間の初期値は予め定められており、
 前記受信局はさらに、

所定のタイミングで、記憶された有効期間を短縮し、
前記送信局からのデータパケットを受信すると、記憶された有効期間を延長し、
予め定められた基準値と有効期間とが等しくなった時に、当該有効期間を削除し、
有効期間が記憶されている間に限り、前記送信局に通信予約パケットを自発的にかつ繰り返し送信する、請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 3】

前記送信局はさらに、自身を特定する識別子を予約要求パケットに設定し、
前記受信局はさらに、
前記送信局からの予約要求パケットに設定された識別子を、有効期間の初期値と共に記憶し、
有効期間が削除される時に、当該有効期間と共に記憶された識別子を削除する、請求項 2 に記載の通信システム。

10

【請求項 4】

前記受信局はさらに、前記送信局が予約要求パケットを送信することを許可するための要求受付パケットを、予め定められたタイミングで送信し、
前記送信局はさらに、前記受信局からの要求受付パケットに応答して、予約要求パケットを送信する、請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 5】

前記受信局はさらに、前記送信局が予約要求パケットを送信できる確率値を、要求受付パケットに設定し、
前記送信局はさらに、前記受信局からの要求受付パケットに付加された確率値に基づいて、予約要求パケットを送信する、請求項 4 に記載の通信システム。

20

【請求項 6】

前記受信局が前記伝送路上での通信衝突を検出した時、要求受付パケットには、相対的に低い確率値が設定される、請求項 5 に記載の通信システム。

【請求項 7】

前記受信局が前記伝送路からの予約要求パケットを正しく受信した時、要求受付パケットには、相対的に高い確率値が設定される、請求項 5 に記載の通信システム。

【請求項 8】

予め定められた時間の間、前記伝送路からの受信信号が無い時に、要求受付パケットには、相対的に高い確率値が設定される、請求項 5 に記載の通信システム。

30

【請求項 9】

前記受信局はさらに、有効期間の値に基づいて、通信予約パケットを送信する時間間隔を変更する、請求項 2 に記載の通信システム。

【請求項 10】

前記受信局はさらに、前記送信局が必要とする通信速度に基づいて、通信予約パケットを送信する時間間隔を変更する、請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 11】

前記受信局はさらに、予め定められた時間の間、前記伝送路からの受信信号が無い時に、通信予約パケットを送信可能と判断する、請求項 1 に記載の通信システム。

40

【請求項 12】

前記受信局はさらに、前記伝送路からデータパケットを受信した時に、通信予約パケットを送信可能と判断する、請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 13】

前記送信局はさらに、前記伝送路からデータパケットを受信した時に、データパケットを送信可能と判断する、請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 14】

前記送信局はさらに、前記伝送路からデータパケットまたは通信予約パケットを受信した時に、予約要求パケットを送信可能と判断する、請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 15】

50

前記送信局はさらに、予め定められた時間の間、前記伝送路からの受信信号が無い時に、予約要求パケットを送信可能と判断する、請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 16】

前記送信局はさらに、
データパケットの送信時を起算点として時間の経過を測定し、
起算点からの経過時間が、有効期間に関連する基準値と等しくなると、予約要求パケットを送信可能と判断する、請求項 1 に記載の通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

10

本発明は、通信システムに関し、より特定的には、送信局と受信局とが伝送路を介してデータ通信可能に接続され、当該受信局が、当該送信局とのデータ通信に使用する帯域を、データ通信前に予約する通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、通信システムでは予約アクセス方法が採用される場合がある。以下、予約アクセス方法の一例として、「Splid-channel Reservation Multiple Access」(IEEE Trans. Commun., vol. COM-24, pp. 832-845, Aug. 1976)について、図16を参照して説明する。図16において、通信システムには、通信帯域を管理する主局121と、従局122および123とが収容される。以下、従局122および従局123が主局121にデータを送信する場合を例に採り上げる。

20

【0003】

従局122および123は、データを送信したい場合、まず最初に、予約用のチャンネルを使って、リクエストパケット124および125を主局121に送信する。主局121は、リクエストパケット124および125を受信すると、データパケットの送信タイミングをスケジュールして、従局122および123に帯域を割り当てる。次に、主局121は、応答パケット126を作成して、応答用のチャンネルに送信する。

【0004】

従局122および123は、この応答パケット126を受信および解析して、自身に割り当てられた帯域を知る。従局122および123は、自身に割り当てられた帯域を用いて、データを基に作成されたデータパケット127および128を主局121に送信する。

30

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

以上のSRMA(Splid-channel Reservation Multiple Access)では、データ通信の前には必ず帯域が予約される。つまり、帯域予約とデータパケットの通信とが繰り返される。

しかしながら、帯域予約では、リクエストパケット124および125と、応答パケット126の送受信が行われる。しかしながら、この2種類のパケットの送受信に必要な時間は、大きなオーバーヘッドとなり、かなりの帯域が消費されるという問題点があった。

40

【0006】

また、従局122および123は、予約用のチャンネルであれば、リクエストパケット124および125を自由に送出できる。したがって、リクエストパケット124および125は、同じタイミングで送出されると、通信衝突を起こす。

しかしながら、主局121は、衝突したリクエストパケット124および125を正しく受信できないので、応答パケット126を生成し送信できない。したがって、従局122および123は、リクエストパケットを再送信する必要がある、その結果、データの通信が遅れるという問題点があった。

【0007】

それ故に、本発明の目的は、帯域の予約に必要なとなる時間を削減して、帯域を効率的に利

50

用できる通信システムを実現することである。

また、本発明の他の目的は、データが発生してから通信されるまでに必要な時間を短くできる通信システムを実現することである。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

第1の発明は、送信局と受信局とが伝送路を介してデータ通信可能に接続され、当該受信局が、当該送信局とのデータ通信に使用する帯域を、データ通信前に予約する通信システムであって、

前記送信局は、送信すべきデータが発生すると、帯域の確保を要求するための予約要求パケットを前記受信局に送信し、

前記受信局は、

前記送信局からの予約要求パケットに応答して帯域を確保し、

確保された帯域を前記送信局に通知するための通信予約パケットを送信し、

前記送信局は、

発生したデータを基にデータパケットを生成し、

前記受信局からの通信予約パケットにより通知された帯域を用いて、生成したデータパケットを送信し、

前記受信局は、

前記送信局のために確保した帯域の有効期間を記憶し、

記憶された有効期間内には、前記送信局に対して通信予約パケットを自発的に繰り返し送信する。

【 0 0 0 9 】

従来のSRMAでは、データ通信が行われる直前に必ず、予約要求パケットに相当するリクエストパケットと、通信予約パケットに相当する応答パケットの送受信（帯域予約）が行われる。

しかしながら、第1の発明では、受信局は、予約要求パケットを一度受信すると、有効期間内に限り、通信予約パケットを自発的かつ繰り返し送信する。つまり、送信局が予約要求パケットを一度送信するだけで、有効期間内に限り、自動的に帯域が当該送信局に割り当てられ続ける。以上のように、第1の発明では、予約要求パケットの送信回数が従来よりも少なくなり、オーバーヘッドを小さくできる。これによって、帯域を効率的に利用できる通信システムを実現できる。

【 0 0 1 0 】

第2の発明は第1の発明に従属しており、前記送信局のために記憶された有効期間の初期値は予め定められており、

前記受信局はさらに、

所定のタイミングで、記憶された有効期間を短縮し、

前記送信局からのデータパケットを受信すると、記憶された有効期間を延長し、

予め定められた基準値と有効期間とが等しくなった時に、当該有効期間を削除し、

有効期間が記憶されている間に限り、前記送信局に通信予約パケットを自発的にかつ繰り返し送信する。

【 0 0 1 1 】

第2の発明では、受信局は、所定のタイミングで有効期間を短縮させつつ、データパケットを受信すると有効期間を延長する。したがって、送信局が多くのデータパケットを送れば、有効期間が長くなり、当該データパケットの送信回数が少なければ、有効期間が短くなっていく。これによって、送信局側が送信したデータ量に応じて、有効期間の長さを変えることができるので、通信システムの帯域をさらに効率的に利用できる。

【 0 0 1 2 】

第3の発明は、第2の発明に従属しており、前記送信局はさらに、自身を特定する識別子を予約要求パケットに設定し、

前記受信局はさらに、

前記送信局からの予約要求パケットに設定された識別子を、有効期間の初期値と共に記憶し、

有効期間が削除される時に、当該有効期間と共に記憶された識別子を削除する。

第3の発明では、受信局は、送信局の識別子と有効期間とを一組にして記憶するので、通信システム内に送信局が複数存在する場合であっても、各送信局を一意に特定できる。これによって、通信システムは多数の局を収容できる。

【0013】

第4の発明は第1の発明に従属しており、前記受信局はさらに、前記送信局が予約要求パケットを送信することを許可するための要求受付パケットを、予め定められたタイミングで送信し、

10

前記送信局はさらに、前記受信局からの要求受付パケットに応答して、予約要求パケットを送信する。

第4の発明では、受信局が要求受付パケットを予め定められたタイミングで送信するので、送信局は、予約要求パケットを送信するタイミングを確実に知ることができる。

【0014】

第5の発明は第4の発明に従属しており、前記受信局はさらに、前記送信局が予約要求パケットを送信できる確率値を、要求受付パケットに設定し、

前記送信局はさらに、前記受信局からの要求受付パケットに付加された確率値に基づいて、予約要求パケットを送信する。

第5の発明では、送信局は、確率値に従って予約要求パケットを送信する。つまり、この確率値が低ければ、送信局は、予約要求パケットを送信し難くなる。逆に、確率値が高ければ、送信局は、予約要求パケットを伝送路上に送出しやすくなる。これによって、送信局からの予約要求パケットが伝送路上で衝突し難くなるので、データパケットの通信に入るまでに要する時間を、従来のSRMAよりも短くできる。

20

【0015】

第6の発明は第5の発明に従属しており、前記受信局が前記伝送路上での通信衝突を検出した時、要求受付パケットには、相対的に低い確率値が設定される。

第6の発明では、伝送路上で通信衝突が検出されると、確率値が相対的に低くなる。そのため、送信局は、予約要求パケットを送信し難くなる。これによって、少なくとも通信衝突の検出以降、予約要求パケットが伝送路上で衝突し難くなる。

30

【0016】

第7の発明は第5の発明に従属しており、前記受信局が前記伝送路からの予約要求パケットを正しく受信した時、要求受付パケットには、相対的に高い確率値が設定される。

【0017】

第8の発明は第5の発明に従属しており、予め定められた時間の間、前記伝送路からの受信信号が無い時に、要求受付パケットには、相対的に高い確率値が設定される。

受信局が予約要求パケットを正しく受信した場合、または、受信局が予め定められた時間の間、受信信号が無い場合、伝送路は輻輳状態に陥っていない。そこで、第7または第8の発明では、かかる場合には確率値を相対的に高くする。これによって、送信局は、予約要求パケットを送信しやすくなる。

40

【0018】

第9の発明は第2の発明に従属しており、前記受信局はさらに、有効期間の値に基づいて、通信予約パケットを送信する時間間隔を変更する。

第10の発明は第1の発明に従属しており、前記受信局はさらに、前記送信局が必要とする通信速度に基づいて、通信予約パケットを送信する時間間隔を変更する。

第9または10の発明では、有効期間の値に基づいて、または、送信局側が必要とする通信速度に応じて、通信予約パケットを送信する時間間隔が変更される。これによって、送信局から受信局へのデータの通信速度は可変になるので、より柔軟性の高い通信システムを提供できる。

【0019】

50

第 1 1 の発明は第 1 の発明に従属しており、前記受信局はさらに、予め定められた時間の間、前記伝送路からの受信信号が無い時に、通信予約パケットを送信可能と判断する。

第 1 2 の発明は第 1 の発明に従属しており、前記受信局はさらに、前記伝送路からデータパケットを受信した時に、通信予約パケットを送信可能と判断する。

第 1 3 の発明は第 1 の発明に従属しており、前記送信局はさらに、前記伝送路からデータパケットを受信した時に、データパケットを送信可能と判断する。

以上の第 1 1 ~ 第 1 3 の発明に記載されたタイミングでは、伝送路は比較的空いている。したがって、送信局または受信局から送信されたデータパケットまたは通信予約パケットは伝送路上で衝突し難くなる。

【 0 0 2 0 】

10

第 1 4 の発明は第 1 の発明に従属しており、前記送信局はさらに、前記伝送路からデータパケットまたは通信予約パケットを受信した時に、予約要求パケットを送信可能と判断する。

【 0 0 2 1 】

第 1 5 の発明は第 1 の発明に従属しており、前記送信局はさらに、予め定められた時間の間、前記伝送路からの受信信号が無い時に、予約要求パケットを送信可能と判断する。

第 1 6 の発明は第 1 の発明に従属しており、前記送信局はさらに、データパケットの送信時を起算点として時間の経過を測定し、起算点からの経過時間が、有効期間に関連する基準値と等しくなると、予約要求パケットを送信可能と判断する。

20

【 0 0 2 2 】

従来の S R M A では、予約要求パケットに相当するリクエストパケットは、予約用のチャネルを通じて送信されていた。

しかしながら、以上の第 1 4 ~ 第 1 6 の発明では、送信局は、送信すべきデータを有し、かつそれぞれの発明に記載したタイミングであっても、予約要求パケットを送信可能と判断する。つまり、本通信システムによれば、送信局は、S R M A とは違い予約用のチャネルが設定された時間帯になるまで待たなくても良い。これによって、送信局において、送信データの発生から、予約要求パケットを送信するまで（またはデータ通信の開始まで）の時間を短くすることができる。

また、以上の第 1 4 ~ 第 1 6 の発明に記載されたタイミングでは、なんらかのパケットの送受が終了していることとみなせるので、伝送路が輻輳状態に陥っている可能性が低い。かかるタイミングで予約要求パケットを送出することにより、さらに効率的に帯域を利用でき、さらに、送出された予約要求パケットが伝送路上で衝突し難い、通信システムを提供できる。

30

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る通信システム C S の全体構成を示すブロック図である。通信システム C S には、複数の通信局 1（図示は、通信局 1_a、1_b および 1_c）が無線伝送路 2 を介して通信可能に接続される。

また、各通信局 1 には、互いに重複しない識別子 I D が予め付されており、これによって、当該各通信局 1 は、通信システム C S 内で一意に特定される。本実施形態では、通信局 1_a ~ 1_c には、識別子 I D として「a」~「c」が割り当てられるとする。

40

【 0 0 2 4 】

上記構成の通信システム C S が起動すると、複数の通信局 1 の間でデータ通信が行われる。以下、データを送信する通信局 1 を送信局 1_T と称し、それを受信する通信局 1 を受信局 1_R と称する。通信システム C S では、データ通信の前に、受信局 1_R が、送信局 1_T とのデータ通信に使用する帯域を予約する。以下、帯域予約に必要な通信手順を予約フェイズと称し、データ通信の手順をデータ通信フェイズと称する。

【 0 0 2 5 】

以下、受信局 1_R と送信局 1_T との間の通信手順の典型例を、図 2 および図 3 のシーケン

50

スチャートを参照して説明する。以下では、通信局 1_a が受信局 1_R として動作し、通信局 1_b および 1_c がそれぞれ送信局 1_T として動作する例について説明する。

【0026】

受信局 1_R は、予約フェイズにおいて、通信システム CS に収容された通信局 1 (受信局 1_R を除く) にデータ通信の要求があるかないかを問い合わせるために、1つの要求受付パケット 101 を組み立てる。より具体的には、受信局 1_R は、図 4 (a) に示すように、送信確率値 P に、送信元の識別子 S I D としての自局 1_R の識別子 I D、パケット種別 T、ユニークワード U W およびフレームチェックシーケンス F C S を付加して、要求受付パケット 101 を組み立てる。

【0027】

ユニークワード U W は、要求受付パケット 101 を受信する通信局 1 でフレーム同期を確立するため、または当該通信局 1 が、その後に続く各情報 (パケット種別 T 等) の位置を特定するために必要となる情報である。

パケット種別 T は、通信局 1 において受信パケットが要求受付パケット 101 であることを識別するために必要となる情報である。

送信元の識別子 S I D としては、要求受付パケット 101 を組み立てた受信局 1_R のものが設定される。

【0028】

送信確率値 P については後述するものとし、ここではその説明を省略する。

フレームチェックシーケンス F C S は、要求受付パケット 101 を受信する各通信局 1 が、当該要求受付パケット 101 にエラーが生じているか否かを検出するための符号、または当該要求受付パケット 101 のエラーを訂正するための符号である。

【0029】

受信局 1_R は、以上の要求受付パケット 101 を無線伝送路 2 に送出して、自局を除く全通信局 1 に、データ通信の要求の有無を問い合わせる (シーケンス S e q 1₁)。

【0030】

全通信局 1 の内、受信局 1_R に送信すべきデータを有するもの (つまり、送信局 1_T) は、無線伝送路 2 から要求受付パケット 101 を受信し分解する。その後、送信局 1_T は、受信局 1_R とのデータ通信、および当該データ通信のための帯域の予約を要求するために、予約要求パケット 102 を 1 つ組み立てる。より具体的には、送信局 1_T は、図 4 (b) に示すように、データ通信に必要な通信速度 R に、受信先の識別子 D I D、送信元の識別子 S I D、パケット種別 T、ユニークワード U W およびフレームチェックシーケンス F C S を付加して、予約要求パケット 102 を組み立てる。

【0031】

ユニークワード U W は、予約要求パケット 102 を受信する通信局 1 (つまり、受信局 1_R) でフレーム同期を確立するため、または当該受信局 1_R が、その後に続く各情報 (パケット種別 T 等) の位置を特定するために必要な情報である。

パケット種別 T は、予約要求パケット 102 であることを示す情報である。パケット種別 T により、受信局 1_R は、受信パケットが予約要求パケット 102 であることを識別することが可能となる。

送信元の識別子 S I D としては、予約要求パケット 102 を組み立てた送信局 1_T の識別子 I D が設定される。

受信先の識別子 D I D としては、予約要求パケット 102 を受信する受信局 1_R の識別子 I D が設定される。

通信速度 R は、送信局 1_T が、データ通信時において必要となる通信速度 (つまり帯域) を示す情報である。

フレームチェックシーケンス F C S は、予約要求パケット 102 を受信する各通信局 1 が、当該予約要求パケット 102 にエラーが生じているか否かを検出するための符号、または当該予約要求パケット 102 のエラーを訂正するための符号である。

【0032】

10

20

30

40

50

送信局 1_T の一つである通信局 1_b は、以上の予約要求パケット 102 を、無線伝送路 2 を介して受信局 1_R に送信して、データ通信およびそれに必要な帯域の予約を当該受信局 1_R に要求する（シーケンス Seq 2₁）。

【0033】

受信局 1_R は、要求受付パケット 101 の組み立て / 送出を、 M 回（ M は変数であって、0 以上の整数）繰り返して（シーケンス Seq 1₁ ~ 1_M）、いくつかの送信局 1_T から、データ通信の要求を収集する。本説明では、受信局 1_R は、 M 個の要求受付パケット 101 の組み立て / 送出により通信局 1_b および 1_c からデータ通信の要求を受け取ったとする。

上記要求収集の後、受信局 1_R は、データ通信に必要なとなる帯域を、今回要求を送出した各送信局 1_T のために確保して、これから送出する通信予約パケット 103 の総数 N （ N は変数であって、0 以上の整数）を決定する。ここで、総数 N は、各送信局 1_T がデータ通信に必要とする帯域に関連して定められる。通信システム CS の起動直後においては、総数 N は、予約要求パケット 102 を送信した送信局 1_T が必要とするそれぞれの通信速度 R を保証できる値であることが好ましい。ただし、送信局 1_T はそれぞれ、自身が必要とする通信速度 R を自由に受信局 1_R に要求できるので、決定された総数 N は、すべての送信局 1_T が必要とする通信速度 R を保証できない場合もありうる。

【0034】

また、本願発明の 1 つの特徴は、受信局 1_R が送信局 1_T に帯域を確保すると、当該各送信局 1_T 毎に有効期間 VP という情報を作成する点である。有効期間 VP は、各送信局 1_T に割り当てられた帯域が有効である期間を示す値であり、その初期値は VP_0 とする。本説明では、通信局 1_b および 1_c のために、初期値 VP_{0b} および VP_{0c} を有する有効期間 VP_b および VP_c が作成されるとする（図 2 の矢印 A 参照）。

【0035】

受信局 1_R は、以上の予約フェイズが終了すると、データ通信フェイズに遷移して、確保した帯域を送信局 1_T に通知するために通信予約パケット 103 を 1 個組み立てる。より具体的には、受信局 1_R は、図 4（c）に示すように、有効期間 VP に、パケット種別 T 、ユニークワード UW およびフレームチェックシーケンス FCS を付加して、通信予約パケット 103 を組み立てる。

ここで注意を要するのは、通信予約パケット 103 には、その長さをより短くする観点から、送信元の識別子 SID および受信先の識別子 DID が設定されない点である。このように送信元の識別子 SID および受信先の識別子 DID が通信予約パケット 103 に設定されなくとも、当該通信予約パケット 103 は唯一の送信局 1_T により受信される。かかる通信予約パケット 103 の組み立て方については図 7 のステップ S63 を参照して後述するので、ここではその説明を省略する。

【0036】

ユニークワード UW は、通信予約パケット 103 を受信する通信局 1（つまり、送信局 1_T ）が、その後に続く各情報（パケット種別 T 等）の位置を特定するため等に必要な情報である。

パケット種別 T は、通信予約パケット 103 を特定するための情報である。このパケット種別 T により、送信局 1_T は、受信パケットが通信予約パケット 103 であることを識別することが可能となる。

通信予約パケット 103 には、有効期間 VP が設定される。これによって、送信局 1_T は、受信局 1_R 側で更新される有効期間 VP の値を得ることができ、当該有効期間 VP が切れているか否かを判断すること等が可能となる。

フレームチェックシーケンス FCS は、通信予約パケット 103 を受信する各通信局 1 が、当該通信予約パケット 103 にエラーが生じているか否かを検出するための符号、または当該通信予約パケット 103 のエラーを訂正するための符号である。

【0037】

以上の通信予約パケット 103 は、受信局 1_R によって無線伝送路 2 に送出され、該当す

10

20

30

40

50

る1台の送信局 1_T によって受信され分解される(シーケンス $Seq\ 3_1$)。本説明では、今回の通信予約パケット103は、通信局 1_b に送信されたとする。

【0038】

送信局 1_T は、送信データを予め定められたサイズ毎に分割して、いくつかのデータブロックDBを生成する。送信局 1_T は、通信予約パケット103の受信に回答して、1つのデータブロックDBを受信局 1_R に送信するために、データパケット104を組み立てる。より具体的には、送信局 1_T は、図4(d)に示すように、1つのデータブロックDBに、パケット種別T、ユニークワードUWおよびフレームチェックシーケンスFCSを付加して、データパケット104を組み立てる。

【0039】

ユニークワードUWは、データパケット104を受信する通信局1(つまり、受信局 1_R)が、その後に続く各情報(パケット種別T等)の位置を特定するため等に必要な情報である。

パケット種別Tは、データパケット104であることを特定する情報であり、これによって、受信局 1_R は、受信パケットがデータパケット104であることを識別する。

フレームチェックシーケンスFCSは、データパケット104を受信する各通信局1が、当該データパケット104にエラーが生じているか否かを検出するための符号、または当該データパケット104のエラーを訂正するための符号である。

ここで注意を要するのは、データパケット104もまた、通信予約パケット103と同様に、送信元の識別子SIDおよび受信先の識別子DIDを含まない点である。このように送信元の識別子SIDおよび受信先の識別子DIDがデータパケット104に設定されなくとも、当該データパケット104は唯一の受信局 1_R により受信される。かかるデータパケット104の組み立て方については図11のステップS143を参照して後述するので、ここではその説明を省略する。

【0040】

以上のデータパケット104は、送信局 1_T により無線伝送路2に送出され、受信局 1_R により受信および分解される(シーケンス $Seq\ 4_1$)。本説明では、今回のデータパケット104は通信局 1_b により送出されたとする。

【0041】

受信局 1_R は、通信予約パケット103の送出をN回繰り返して(シーケンス $Seq\ 3_1 \sim 3_N$)、各送信局 1_T からデータパケット104を受け取り、分解する。受信局 1_R は、かかるデータパケット104の受信状況に応じて、当該データパケット104を送信した送信局 1_T の有効期間VPを更新する。より具体的には、データパケット104が送信されてこなかった場合、受信局 1_R は、これを送信するはずであった送信局 1_T の有効期間VPを短縮する。逆に、データパケット104が送信されてきた場合、受信局 1_R は、その送信元である送信局 1_T の有効期間VPを延長する。

【0042】

例えば、通信局 1_b は、シーケンス $Seq\ 3_1$ で送信された通信予約パケット103に回答して、データパケット104を受信局 1_R に送信している(シーケンス $Seq\ 4_1$)。かかる場合、受信局 1_R は、通信局 1_b の有効期間VP_bを延長する(図2の矢印B参照)。

また、シーケンス $Seq\ 3_2$ では、通信予約パケット103が通信局 1_c に送信されたとする。しかし、受信局 1_R は、何らかの理由で、通信局 1_c からのデータパケット104を受信できなかったとする。かかる場合、受信局 1_R は、通信局 1_c の有効期間VP_cを短縮する(図2の矢印C参照)。

【0043】

以上のよりデータ通信フェイズが終了する。ここで、図2に示すように、本通信システムCSでは、予約フェイズおよびデータ通信フェイズの組み合わせを、単位パケットフレームPFと称することとする。この最初の単位パケットフレームPFに続く、受信局 1_R と送信局 1_T との通信手順は図3に示される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

図3において、受信局 1_R は、最初のデータ通信フェイズが終了すると、予約フェイズに遷移して、これから送出する要求受付パケット101の個数 M を決定する。その後、受信局 1_R は、1つの要求受付パケット101を組み立てて無線伝送路2に送出するという動作を繰り返して(シーケンス $Seq5_1 \sim Seq5_M$)、再度、送信局 1_T が有するデータ通信の要求を収集する。その後、受信局 1_R は、データ通信に必要な帯域を、今回予約要求パケット102を送信した送信局 1_T 、および現在有効期間 VP が設定されている送信局 1_T のために確保して、これから送出する通信予約パケット103の総数 N を決定する。今回の総数 N は、通信システム CS の起動直後の場合と異なり、今回予約要求パケット102を送信した送信局 1_T 、および現在有効期間 VP が設定されている送信局 1_T のそれぞれが必要とする通信速度 R を保証できる値であることが好ましい。

10

【 0 0 4 5 】

また、受信局 1_R は、今回の予約フェイズで新たに要求を送出した各送信局 1_T のために有効期間 VP という情報を作成する(図3の矢印D参照)

以降、上述と同様に、受信局 1_R および送信局 1_T の間では、通信予約パケット103およびデータパケット104にやりとりにより、データ通信が行われる。通信システム CS 内では、以上の予約フェイズおよびデータ通信フェーズからなる単位パケットフレーム PF が繰り返される。

【 0 0 4 6 】

上述したように有効期間 VP は延長または短縮されるので、ある送信局 1_T からデータパケット104が何回か送信されてこなければ、当該送信局 1_T の有効期間 VP はやがて切れることとなる(つまり、予め定められた基準値 VP_{REF} と等しくなる)。受信局 1_R は、有効期間 VP が基準値 VP_{REF} と等しくなると、当該有効期間 VP が割り当てられた送信局 1_T のために確保した帯域を解放し、次のデータ通信フェイズにおいて、当該送信局 1_T のための通信予約パケット103を組み立てない(図3の矢印E参照)。言い換えれば、受信局 1_R は、有効期間 VP が基準値 VP_{REF} と等しくなるまでは、通信予約パケット103を自発的に組み立てて、送信局 1_T に送信する。

20

【 0 0 4 7 】

図3の例では、通信局 1_C は、受信局 1_R から通信予約パケット103を受信しても(シーケンス $Seq6_2$ 参照)、データパケット104を送信しない。そのため、通信局 1_C の有効期間 VP が基準値 VP_{REF} と等しくなり(矢印D参照)、その結果、受信局 1_R は、それ以降、通信局 1_C に通信予約パケット103を送信しない(例えば、3回目の単位パケットフレーム PF 参照)。

30

【 0 0 4 8 】

以上、本通信システム CS における通信手順の典型例を説明したが、当該通信を実現するための典型的な構成として、各通信局1は、図1に示すように、通信制御部11と、カウンタ12と、記憶部13と、送信部14と、受信部15とを備える。なお、図1には、図示の都合上、通信局 1_a および 1_b の内部構成のみが示されている。

ここで、以下の説明では、受信局 1_R および送信局 1_T の構成を明確に区別するために、受信局 1_R の構成には、「 R 」という小さな添え字を参照番号の右側に付す。例えば、受信局 1_R の通信制御部11は、通信制御部 11_R と表記する。一方、送信局 1_T の構成には、「 T 」という小さな添え字を参照番号の右側に付す。例えば、送信局 1_T の記憶部13は、記憶部 13_T と表記する。

40

【 0 0 4 9 】

まず、図5を参照して受信局 1_R の処理を詳細に説明する。通信制御部 11_R は、送信確率値 P (P は0 P 1を満たす数)を初期値 P_0 に設定する(ステップS1)。初期値 P_0 は、通信システム CS の設計要件に基づいて定められる。送信確率値 P に関しては、図9のステップS134およびS135を参照して後述するので、ここではその説明を省略する。

次に、通信制御部 11_R は、これから送信する要求受付パケット101の個数 M を初期値

50

M_0 に設定する（ステップ S 2）。初期値 M_0 は、通信システム C S の設計要件に基づいて定められる。

【 0 0 5 0 】

次に、通信制御部 1 1_R は予約フェイズの処理を行う（ステップ S 3）。図 6 は、ステップ S 3 の詳細な処理手順を示すフローチャートである。図 6 において、通信制御部 1 1_R は要求受付パケット 1 0 1 を 1 つ組み立てる。この時、通信制御部 1 1_R は、現在の送信確率値 P に、送信元の識別子 S I D（つまり、自局 1_R の識別子 I D）と、パケット種別 T、ユニークワード U W、フレームチェックシーケンス F C S を付加する。要求受付パケット 1 0 1（図 4（a）参照）は、送信部 1 4_R を通じて無線伝送路 2 に送出される（ステップ S 3 1）。

10

【 0 0 5 1 】

次に、通信制御部 1 1_R は、受信部 1 5_R を通じて無線伝送路 2 上から信号（パケット 1 0 1 ~ 1 0 4 のいずれか）を受信したか否かを判断する（ステップ S 3 2）。通信制御部 1 1_R は、受信信号がある場合には、当該受信信号に含まれるユニークワード U Wを検出できるか否かにより、現在無線伝送路 2 上で通信衝突が起こっているか否かを判断する（ステップ S 3 3）。一方、通信制御部 1 1_R は、受信信号がない場合には、後述するステップ S 3 8 に進む。

【 0 0 5 2 】

通信制御部 1 1_R は、ステップ S 3 3 でユニークワード U Wを検出した場合、現在無線伝送路 2 では通信衝突が起こっていないと判断して、ステップ S 3 4 に進み、受信パケットの分解を行う。一方、通信制御部 1 1_R は、ユニークワード U Wが壊れている等の理由で、これを検出できない場合、現在無線伝送路 2 で通信衝突が起こっていると判断して、後述するステップ S 3 7 に進む。

20

【 0 0 5 3 】

ステップ S 3 4（パケットの分解処理）において、通信制御部 1 1_R は、受信信号が自局宛の予約要求パケット 1 0 2 か否かを判断する。より具体的には、通信制御部 1 1_R は、検出したユニークワード U Wを基に、パケット種別 T を取り出す。パケット種別 T が予約要求パケット 1 0 2（図 4（b）参照）を示す場合、通信制御部 1 1_R は、受信先の識別子 D I Dを取り出して、自局 1_R のものか否かを判断する。

【 0 0 5 4 】

通信制御部 1 1_R は、自局宛の予約要求パケット 1 0 2 を受信した場合、そこから通信速度 R および送信元の識別子 S I Dを取り出す。また、通信制御部 1 1_R は、その初期値が $V P_0$ の有効期間 $V P$ を生成する。通信制御部 1 1_R は、通信速度 R と、識別子 S I Dと、有効期間 $V P$ とを一組にして、図 1 1（a）に示すように記憶部 1 3_R に登録して（ステップ S 3 5）、ステップ S 3 6 に進む。

30

【 0 0 5 5 】

ところで、本通信システム C S では、他の通信局 1 同士がデータ通信を行っている場合があるので、ステップ S 3 4 において、通信制御部 1 1_R は、他の通信局 1 の識別子 I D を取り出す場合がある。さらに、ステップ S 3 4 で自局の識別子 I D が取り出されたとしても、パケット種別 T が予約要求パケット 1 0 2 を示していない場合もある。かかる場合、通信制御部 1 1_R は、受信信号を破棄して、直接ステップ S 3 6 に進む。

40

【 0 0 5 6 】

ステップ S 3 4 が実行される場合には、パケット 1 0 1 ~ 1 0 4 のいずれかが通信制御部 1 1_R により正常に受信されている。したがって、現在、無線伝送路 2 は、通信衝突が相対的に起こりにくい状況にあるとみなすことができる。そこで、通信制御部 1 1_R は、現在の送信確率値 P に、予め定められた値 P_1 （ P_1 は $0 < P_1 < 1$ を満たす数）だけ加算する（ステップ S 3 6）。これによって、次回に組み立てられる要求受付パケット 1 0 1 には、今回のものよりも大きな送信確率値 P が設定される。

【 0 0 5 7 】

再度ステップ S 3 3 を参照する。通信制御部 1 1_R がユニークワード U Wを検出できない

50

場合、現在、無線伝送路 2 では通信衝突が起こりやすい状況にある。かかる場合、通信制御部 11_R は、現在の送信確率値 P に、予め定められた値 P_2 (P_2 は $P_2 < 1$ を満たす数。 $P_1 = P_2$ でもよい) だけ減算する (ステップ S 37)。これによって、次の要求受付パケット 101 には、今回のものよりも小さな送信確率値 P が設定される。

【0058】

再度ステップ S 32 を参照する。通信制御部 11_R は、無線伝送路 2 上から受信信号を検出できなかった場合、要求受付パケット 101 の送出から所定時間 T_{PRE1} が経過したか否かを判断する (ステップ S 38)。

時間 T_{PRE1} は、自局宛の予約要求パケット 102 が受信局 1_R に到着しているとみなせる時間である。より具体的には、時間 T_{PRE1} は、要求受付パケット 101 が受信局 1_R から送信局 1_T へと転送されるのに必要な時間と、送信局 1_T が要求受付パケット 101 の受信後予約要求パケット 102 を無線伝送路 2 に送出するまでに必要な時間と、予約要求パケット 102 が送信局 1_T から受信局 1_R へと転送されるのに必要な時間との総和に、必要な時間余裕を加えた時間である。

【0059】

通信制御部 11_R は、時間 T_{PRE1} が経過していない場合、自局宛の予約要求パケット 102 が送られてくる可能性があるので、ステップ S 32 に戻って、無線伝送路 2 上から信号を受信することを待機する。

一方、所定時間 T_{PRE1} が経過している場合、通信制御部 11_R は、自局宛の予約要求パケット 102 が送られてくる可能性がないと判断して、ステップ S 36 に進む。さらに、無線伝送路 2 上では時間 T_{PRE1} の間、信号がなかったこととなるので、当該無線伝送路 2 は通信衝突が起こりにくい状況にある。そのため、通信制御部 11_R は、現在の送信確率値 P に、予め定められた値 P_1 (P_1 は $P_1 = 1$ を満たす数) だけ加算する (ステップ S 36)。

【0060】

通信制御部 11_R は、上述のステップ S 36 または S 37 を行くと、図 5 の予約フェイズ (ステップ S 3) から抜けて、要求受付パケット 101 を M 個送信したか否かを判断する (ステップ S 4)。最初の予約フェイズのステップ S 4 では、要求受付パケット 101 を M_0 個送信したか否かが判断される。

通信制御部 11_R は、要求受付パケット 101 を M 個送信していない場合、再度、ステップ S 3 の予約フェイズを行って、新しい要求受付パケット 101 を無線伝送路 2 に送出する。一方、通信制御部 11_R は、それを M 個送信した場合、ステップ S 5 に進む。

【0061】

ステップ S 5 に進んだ時点で、通信制御部 11_R は、いくつかの送信局 1_T からの予約要求パケット 102 を受信しており、図 11 (b) に示すように、各送信局 1_T 毎に、通信速度 R 、識別子 ID および有効期間 VP の組み合わせを記憶部 13_R に登録している。通信制御部 11_R は、現在登録された送信局 1_T 毎に、これから送信する通信予約パケット 103 の送信頻度 TF を決定する (ステップ S 5)。送信頻度 TF は、より具体的には、単位パケットフレーム PF の区間内に、1 つの送信局 1_T に向けて通信予約パケット 103 をいくつ送信するかを示す値である。したがって、各送信局 1_T 毎に決定した送信頻度 TF の総和が、図 2 に示す総数 N となる。各送信局 1_T 毎の送信頻度 TF もまた、図 11 (c) に示すように記憶部 13_R に登録される。

【0062】

次に、通信制御部 11_R はデータ通信フェイズの処理を行う (ステップ S 6)。図 7 は、ステップ S 6 の詳細な処理の手順を示すフローチャートである。

図 7 において、まず、通信制御部 11_R は、記憶部 13_R (図 11 参照) から一つの識別子 ID を選択する (ステップ S 61)。これによって、通信制御部 11_R は、今回のパケットの送信先を選択する。

【0063】

次に、通信制御部 11_R は、選択した送信局 1_T に送信すべきデータがあるかないかを判断する（ステップ S 6 2）。ステップ S 6 2 での判断は、通信制御部 11_R が上位層のアプリケーション等から、ステップ S 6 1 で選択した送信局 1_T に送信すべきデータを受け取っているか否かにより行われる。

通信制御部 11_R は、選択した送信局 1_T への送信データがなければ、ステップ S 6 3 に進み、それがあれば、後述するステップ S 6 1 0 に進む。

【 0 0 6 4 】

通信制御部 11_R は、ステップ S 6 3 において、ステップ S 6 1 で選択した識別子 ID と、それと同じ組の有効期間 V P を、記憶部 13_R から取り出す。送信局 1_T の識別子 ID は、これから送信する通信予約パケット 103 の受信先の識別子 D I D として使用される。さらに、通信制御部 11_R は、自局 1_R の識別子 ID、および通信予約パケット 103 を示すパケット種別 T を得る。受信局 1_R の識別子 ID は、これから送信する通信予約パケット 103 の送信元の識別子 S I D として使用される。

10

【 0 0 6 5 】

通信制御部 11_R は、パケット種別 T、送信元の識別子 S I D、受信先の識別子 D I D および有効期間 V P を基に、第 1 の C R C (C y c l i c R e d u n d a n c y C h e c k) 値を生成する。第 1 の C R C 値は、パケット種別 T、送信元の識別子 S I D、受信先の識別子 D I D および有効期間 V P の内容の関数として、予め定められた生成多項式から計算される。第 1 の C R C 値は、今回組み立てる通信予約パケット 103 に設定すべきフレームチェックシーケンス F C S として使用される。

20

【 0 0 6 6 】

通信制御部 11_R は、有効期間 V P に、パケット種別 T と、ユニークワード U W と、今回生成したフレームチェックシーケンス F C S を付加して、通信予約パケット 103（図 4（c）参照）を組み立てる。ここで注意を要するのは、上述したように、通信予約パケット 103 には送信元の識別子 S I D および受信先の識別子 D I D が設定されない点である。通信予約パケット 103 は、送信部 14_R を通じて無線伝送路 2 に送出され（ステップ S 6 3）、送信局 1_T により受信される。

【 0 0 6 7 】

次に、通信制御部 11_R は、受信部 15_R を通じて、無線伝送路 2 上から自局宛てのデータパケット 104（図 4（d）参照）を受信したか否かを判断する（ステップ S 6 4）。ステップ S 6 4 での受信動作は、図 10 のステップ S 1 4 3 を参照して後で説明するので、ここではその説明を省略する。

30

【 0 0 6 8 】

通信制御部 11_R は、自局宛てのデータパケット 104 を受信した場合には、今回選択した識別子 ID と同じ組の有効期間 V P を延長する（ステップ S 6 5）。本実施形態では、ステップ S 6 5 の一例として、通信制御部 11_R は、現在の有効期間 V P の値から、予め定められた値 V P₁（V P₁ は任意の数）だけデクリメントして、有効期間 V P を延長する。

その後、通信制御部 11_R は、図 5 のデータ通信フェイズ（ステップ S 6）から抜けて、ステップ S 7 に進む。

40

【 0 0 6 9 】

一方、通信制御部 11_R は、ステップ S 6 4 において、自局宛てのデータパケット 104 を受信できなかった場合には、通信予約パケット 103 を送出後、所定時間 T_{PRE2} が経過したか否かを判断する（ステップ S 6 6）。

【 0 0 7 0 】

時間 T_{PRE2} は、通信予約パケット 103 の受信先からのデータパケット 104 が受信局 1_R に到着しているとみなせる時間である。より具体的には、時間 T_{PRE2} は、通信予約パケット 103 が受信局 1_R から送信局 1_T へと転送されるのに必要な時間と、送信局 1_T が通信予約パケット 103 の受信後データパケット 104 を無線伝送路 2 に送出するまでに必要な時間と、データパケット 104 が送信局 1_T から受信局 1_R へと転送されるのに必

50

要な時間との総和に、必要な時間余裕を加えた時間である。

【 0 0 7 1 】

通信制御部 1 1_R は、所定時間 T_{PRE2} が経過していない場合には、ステップ S 6 4 に戻って、データパケット 1 0 4 が到着することを待機する。

一方、所定時間 T_{PRE2} が経過している場合、通信制御部 1 1_R は、通信予約パケット 1 0 3 の受信先がデータパケット 1 0 4 を送信しなかったとみなすことができるので、今回選択した識別子 ID と同じ組の有効期間 VP を短縮する（ステップ S 6 7）。本実施形態では、ステップ S 6 7 の一例として、通信制御部 1 1_R は、現在の有効期間 VP の値から、予め定められた値 VP_2 （ VP_2 は任意の数）だけインクリメントして、有効期間 VP を短縮する。

10

【 0 0 7 2 】

次に、通信制御部 1 1_R は、今回短縮した有効期間 VP と、予め定められた基準値 VP_{REF} とを比較する（ステップ S 6 8）。本実施形態では、有効期間 VP は、値 VP_1 のデクリメントにより延長され、値 VP_2 のインクリメントにより短縮される。かかる場合には、基準値 VP_{REF} は、 $VP_0 < VP_{REF}$ を満たす必要がある。

通信制御部 1 1_R は、有効期間 VP が基準値 VP_{REF} 以上でない場合、今回選択した送信局 1_T の帯域を確保し続けるために、図 5 のデータ通信フェイズ（ステップ S 6）から抜けて、ステップ S 7 に進む。

一方、有効期間 VP が基準値 VP_{REF} 以上の場合、通信制御部 1 1_R は、今回選択した送信局 1_T の帯域を解放するために、当該送信局 1_T の識別子 ID ならびにそれと同じ組の通信速度 R、有効期間 VP および送信頻度 TF を記憶部 1 3_R から削除する（ステップ S 6 9）。その後、通信制御部 1 1_R は、ステップ S 6 から抜けて、ステップ S 7 に進む。

20

【 0 0 7 3 】

ここで、再度、ステップ S 6 2 を参照する。受信局 1_R では、送信局 1_T からデータを受信している最中に、当該送信局 1_T に送信すべきデータが発生する場合がある。そのため、通信制御部 1 1_R は、ステップ S 6 2 において送信局 1_T への送信データがある場合には、当該送信データをいくつかのデータブロック DB に分割して、ステップ S 6 1 0 に進む。

【 0 0 7 4 】

次に、通信制御部 1 1_R は、データパケット 1 0 4 のパケット種別 T と、自局 1_R の識別子 ID と、送信局 1_T の識別子 ID と、1 つのデータブロック DB を得る。ここで、自局 1_R の識別子 ID および送信局 1_T の識別子 ID は、今回組み立てるデータパケット 1 0 4 の送信元の識別子 SID および受信先の識別子 DID として使用される。

30

通信制御部 1 1_R は、パケット種別 T、送信元の識別子 SID、受信先の識別子 DID および有効期間 VP を基に、今回組み立てるデータパケット 1 0 4 のフレームチェックシーケンス FCS の第 1 の CRC 値を生成する。第 1 の CRC 値は、パケット種別 T、送信元の識別子 SID、受信先の識別子 DID および有効期間 VP の内容の関数を、上述した生成多項式に代入して計算される。

【 0 0 7 5 】

その後、通信制御部 1 1_R は、データパケット 1 0 4 を組み立てる。ここで注意を要するのは、通信制御部 1 1_R は、1 つのデータブロック DB に、パケット種別 T、ユニークワード UW およびフレームチェックシーケンス FCS を付加して、図 4 (d) に示すようなフレーム構成のデータパケット 1 0 4 を組み立てる。ただし、データパケット 1 0 4 の長さを短くする観点から、データパケット 1 0 4 には受信先の識別子 DID および送信元の識別子 SID は設定されない。

40

通信制御部 1 1_R は、組み立てたデータパケット 1 0 4 を送信部 1 4_R を介して無線伝送路 2 に送出し（ステップ S 6 1 0）、上述のステップ S 6 4 に進む。

【 0 0 7 6 】

通信制御部 1 1_R は、ステップ S 6 から抜けると、通信予約パケット 1 0 3 を N 個送信したか否かを判断する（ステップ S 7）。

50

通信制御部 11_R は、それを N 個送信していない場合、ステップ S 6 を再度実行して、新しい通信予約パケット 103 を無線伝送路 2 に送出する。

一方、通信制御部 11_R は、それを N 個送信したい場合、ステップ S 8 に進む。

【0077】

ステップ S 8 に進んだ時点で、単位パケットフレーム P F (図 2 または図 3 参照) が構成される。通信制御部 11_R は、次の単位パケットフレーム P F で送信する要求受付パケット 101 の個数 M を決定する (ステップ S 8)。個数 M は、どのような方法で決定されても良いが、現在使用されていない帯域の量に基づいて決定されることが好ましい。つまり、現在使用されていない帯域が多ければ多いほど、個数 M はより大きな値に選ばれることが好ましい。

10

【0078】

次の個数 M が決定されると、通信制御部 11_R は、ステップ S 3 に戻って、上述した処理手順に従って、予約フェイズおよびデータ通信フェイズを行って、送信局 1_T からのデータを受信する。

【0079】

次に、図 8 のフローチャートを参照して、送信局 1_T の処理を詳細に説明する。図 8 において、通信制御部 11_T は、上位層のアプリケーションまたはインタフェースから、ある通信局 1 (つまり、受信局 1_R) に送信すべきデータと、当該データを受信局 1_R に送信するために必要な通信速度 R と、当該受信局 1_R の識別子 I D が送られてくると (ステップ S 11)、ステップ S 12 に進む。

20

【0080】

次に、通信制御部 11_T は、カウンタ 12_T の値 C を初期値 C₀ に設定する (ステップ S 12)。カウンタ 12_T の値 C は、受信局 1_R 側で管理される有効期間 V P とほぼ同じ値を示す。

また、ステップ S 11 の直後では、受信局 1_R は、送信局 1_T のために帯域を確保していない。したがって、現時点では、送信局 1_T の有効期間 V P は、基準値 V P_{REF} に達して切れている状態であるとみなせる。そのため、初期値 C₀ は有効期間 V P の基準値 V P_{REF} 以上であることが好ましい。より好ましくは、初期値 C₀ は、基準値 V P_{REF} と同じ値である。

【0081】

30

次に、通信制御部 11_T は、予約フェイズの処理を行う (ステップ S 13)。図 9 は、ステップ S 13 の詳細な処理の手順を示すフローチャートである。図 9 において、通信制御部 11_T は、現在のカウンタ 12_T の値 C と、予め内部に保持する基準値 C_{REF} とを比較する (ステップ S 131)。基準値 C_{REF} は、受信局 1_R 側の V P_{REF} と同じ値であることが好ましい。

通信制御部 11_T は、現在の値 C が基準値 C_{REF} 以上でない場合、自局 1_T の帯域の有効期間 V P が生きていると判断して、以降の処理 (ステップ S 132 ~ S 137) をスキップして、ステップ S 14 のデータ通信フェイズに進む。

【0082】

一方、通信制御部 11_T は、現在の値 C が基準値 C_{REF} 以上の場合、受信局 1_R への送信データが発生した直後か、自局 1_T に一度割り当てられた帯域が当該受信局 1_R により解放されたとみなして、無信号区間 T P_{NS} の検出を開始する (ステップ S 132)。無信号区間 T P_{NS} は、通信システム C S の設計要件に基づいて選ばれるが、より具体的には、ある要求受付パケット 101 を受信してから、次の要求受付パケット 101 が送信局 1_T へと転送されるのに必要な時間と、必要な時間余裕との和である。

40

【0083】

次に、通信制御部 11_T は、受信局 1_R の要求受付パケット 101 (図 4 (a) 参照) を、無線伝送路 2 および受信部 15_T を通じて受信したか否かを判断する (ステップ S 133)。

以下、ステップ S 133 での受信動作を説明する。まず、通信制御部 11_T は、無線伝送

50

路 2 から信号を受信すると、当該受信信号に含まれるユニークワード UW を検出する。その後、通信制御部 11_T は、ユニークワード UW の後に続くパケット種別 T を取り出す。パケット種別 T が要求受付パケット 101 であることを示す場合に、通信制御部 11_T は、送信元の識別子 SID を取り出す。通信制御部 11_T は、送信元の識別子 SID が、ステップ $S11$ で得た受信局 1_R の識別子 ID と一致する場合、受信局 1_R の要求受付パケット 101 を受信したと判断して、ステップ $S134$ に進む。一方、受信局 1_R の要求受付パケット 101 でないと判断した場合、伝送信号を破棄した後、後述するステップ $S137$ に進む。

【0084】

ステップ $S134$ において、通信制御部 11_T は、乱数 R_N (乱数 R_N は、 $0 < R_N < 1$ を満たす数) を発生する。さらに、通信制御部 11_T は、今回受信した要求受付パケット 101 から送信確率値 P を取り出す (ステップ $S134$)。

次に、通信制御部 11_T は、ステップ $S134$ で得た乱数 R_N と送信確率値 P とを比較して、当該乱数 R_N が所定の条件を満たすか否かを判断する (ステップ $S135$)。通信制御部 11_T は、所定の条件を満たす場合には、予約要求パケット 102 の送信を許可されたとして、ステップ $S136$ に進み、そうでない場合には、ステップ $S132$ に戻って、無信号区間 TP_{NS} の検出を開始した後、新しい要求受付パケット 101 が送信されてくることを待機する。

【0085】

以下、ステップ $S135$ での判断動作の一例を説明する。送信確率値 P は、送信局 1_T が受信した要求受付パケット 101 に応答して予約要求パケット 102 を送信できる確率である。例えば、送信確率値 P としての 0.3 は、送信局 1_T が 30% の確率で予約要求パケット 102 の送信を許可されることを意味する。また、乱数 R_N は、 0.1 、 0.2 、 \dots 1 のいずれかの数をとるとする。かかる場合、通信制御部 11_T は、発生した乱数 R_N と送信確率値 P とを比較して、 $R_N < P$ を満たすか否かを判断する。 $R_N < P$ を満たす場合、通信制御部 11_T は、予約要求パケット 102 の送出が許可されたとして、ステップ $S136$ に進む。一方、 $R_N < P$ を満たさない場合、通信制御部 11_T は、ステップ $S132$ に戻る。

【0086】

ステップ $S136$ において、通信制御部 11_T は、ステップ $S11$ で得た通信速度 R に、受信先の識別子 DID としてステップ $S11$ 等で得られる受信局 1_R の識別子 ID 、送信元の識別子 SID としての自身の識別子 ID 、予約要求パケット 102 を示すパケット種別 T と、ユニークワード UW と、フレームチェックシーケンス FCS とを付加して、予約要求パケット 102 (図 4 (b) 参照) を組み立てて、送信部 14_T を介して無線伝送路 2 に送出する (ステップ $S136$)。その後、通信制御部 11_T は、図 8 の予約フェイズ (ステップ $S13$) から抜けて、ステップ $S14$ に進む。

なお、無線伝送路 2 に送出された予約要求パケット 102 は、受信局 1_R によって受信される。この受信に応答して、受信局 1_R は、図 6 のステップ $S35$ で説明した処理を行う。

【0087】

ここで、再度ステップ $S133$ を参照する。通信制御部 11_T は、要求受付パケット 101 を受信できなかった場合、無線伝送路 2 上で無信号区間 TP_{NS} を検出したか否かを判断する (ステップ $S137$)。

【0088】

通信制御部 11_T は、無信号区間 TP_{NS} を検出した場合には、現在予約要求パケット 102 を送信可能なタイミングであるとみなして、ステップ $S136$ に進む。そして、通信制御部 11_T は、上述と同様にして予約要求パケット 102 を組み立てて、受信局 1_R に送信する (ステップ $S136$)。その後、通信制御部 11_T は、図 8 の予約フェイズ (ステップ $S13$) から抜けて、ステップ $S14$ に進む。

一方、通信制御部 11_T は、ステップ $S137$ で無信号区間 TP_{NS} を検出できなかった場

10

20

30

40

50

合、現在予約要求パケット102を送信不可能であるとみなす。この場合、通信制御部11_Tは、ステップS132に戻って、無信号区間 $T P_{NS}$ の検出を開始した後、新しい要求受付パケット101の受信を待機する。

【0089】

通信制御部11_Tは、予約フェイズ(図8のステップS13)を抜けると、データ通信フェイズの処理を行う(ステップS14)。図10は、ステップS14の詳細な処理の手順を示すフローチャートである。図10において、通信制御部11_Tは、無線伝送路2および受信部15_Tを通じて、受信局1_Rから自局1_Tに向けて送信された通信予約パケット103(図4(c)参照)を受信したか否かを判断する(ステップS141)。

【0090】

以下、ステップS141における受信動作は、本発明に特有のものであるため、図12(a)を参照して説明する。通信制御部11_Tは、無線伝送路2上の信号を検出すると、当該伝送信号に含まれるユニークワードUWを検出する。その後、通信制御部11_Tは、ユニークワードUWの後に続くパケット種別Tを取り出す(矢印Aを参照)。

【0091】

パケット種別Tが通信予約パケット103であることを示す場合に、通信制御部11_Tは、受信した通信予約パケット103から有効期間VPを取り出す(矢印Bを参照)。さらに、通信制御部11_Tは、予め保持する自局1_Tの識別子ID、およびステップS11等で得られる受信局1_Rの識別子IDを取り出す(矢印CおよびD参照)。通信制御部11_Tは、パケット種別T、受信局1_Rの識別子ID、自局1_Tの識別子IDおよび有効期間VPを、上述の生成多項式に代入して、判定用の第2のCRC値を生成する(矢印E参照)。

【0092】

通信予約パケット103のフレームチェックシーケンスFCS、つまり第1のCRC値は、ステップS63で述べたように、パケット種別T、送信元の識別子SID(つまり受信局1_Rの識別子ID)、受信先の識別子DID(つまり送信局1_Tの識別子ID)および有効期間VPから生成される。したがって、送信局1_Tが通信予約パケット103の正しい受信先であるならば、上述の第2のCRC値と、通信予約パケット103内の第1のCRC値とは一致する。両者が一致する場合、通信制御部11_Tは、今回受信した通信予約パケット103が自局宛てであると判定する。

【0093】

通信制御部11_Tは、ステップS141で自局宛の通信予約パケット103を受信できなかった場合、後述するステップS145に進むが、自局宛ての通信予約パケット103を受信した場合、カウンタ12_Tの値Cを、有効期間VPが示す値に更新して、カウンタ12_Tの値Cを、受信局1_Rで管理される有効期間VPの値と一致させる(ステップS142)。このようにして、カウンタ12_Tの値Cと、有効期間VPとの間で同期がとられる。

【0094】

次に、通信制御部11_Tは、データパケット104のパケット種別Tと、自局1_Tの識別子IDと、受信局1_Rの識別子IDと、1つのデータブロックDBを得る。ここで、自局1_Tの識別子IDおよび受信局1_Rの識別子IDは、今回組み立てるデータパケット104の送信元の識別子SIDおよび受信先の識別子DIDとして使用される。

通信制御部11_Rは、パケット種別T、送信元の識別子SID、受信先の識別子DIDおよび有効期間VPを基に、今回組み立てるデータパケット104のフレームチェックシーケンスFCSとして設定する第1のCRC値を生成する。第1のCRC値は、パケット種別T、送信元の識別子SID、受信先の識別子DIDおよび有効期間VPの内容の関数を、上述の生成多項式に代入して計算される。

【0095】

その後、通信制御部11_Tは、データパケット104を組み立てる。ここで注意を要するのは、通信制御部11_Tは、1つのデータブロックDBに、パケット種別T、ユニークワ

10

20

30

40

50

ードUWおよびフレームチェックシーケンスFCSを付加して、図4(d)に示すようなフレーム構成のデータパケット104を組み立てる。ただし、データパケット104の長さを短くする観点から、そこには送信元の識別子SIDおよび受信先の識別子DIDは設定されない。

通信制御部11_Tは、組み立てたデータパケット104を送信部14_Tを介して無線伝送路2に送出する(ステップS143)。受信局1_Rは、データパケット104が到着すると、図7のステップS64の処理を行って、当該データパケット104を分解する。

【0096】

ここで、受信局1_RにおけるステップS64について、図12(b)を参照して説明する。通信制御部11_Rは、無線伝送路2上の伝送信号に含まれるユニークワードUWを検出した後、その後に続くパケット種別Tを取り出す(矢印Aを参照)。

10

【0097】

パケット種別Tにより受信パケットがデータパケット104であると判定されると、通信制御部11_Rは、ここからデータブロックDBを取り出す(矢印Bを参照)。さらに、通信制御部11_Rは、ステップS35等で得られる送信局1_Tの識別子ID、および予め保持する自局の識別子IDを取り出す(矢印CおよびD参照)。通信制御部11_Rは、パケット種別T、送信局1_Tの識別子ID、自局の識別子IDおよびデータブロックDBを、上述の生成多項式に代入して、判定用の第2のCRC値を生成する(矢印E参照)。

【0098】

データパケット104のフレームチェックシーケンスFCS、つまり第1のCRC値は、ステップS143で述べたように、パケット種別T、送信元の識別子SID(つまり送信局1_Tの識別子ID)、受信先の識別子DID(つまり受信局1_Rの識別子ID)およびデータブロックDBから生成される。したがって、受信局1_Rがデータパケット104の正しい受信先であるならば、作成した第2のCRC値と、データパケット104内の第1のCRC値とは一致する。両者が一致する場合、通信制御部11_Rは、今回受信したデータパケット104が自局宛であると判定して、図6のステップS63に進む。一方、通信制御部11_Rは、そうでない場合、ステップS64に進む。

20

【0099】

再度、図10を参照する。送信局1_Tは今回のステップS143でデータパケット104を送信したので、受信局1_R側では自局1_Tの有効期間VPが延長される。そのため、ステップS143の次に、通信制御部11_Tは、現在のカウンタ12_Tの値Cを更新する(ステップS144)。本実施形態では、受信局1_Rは、(VP - VP)により有効期間VPは延長するので、通信制御部11_Tは、現在のカウンタ12_Tの値Cから、予め定められた値Cだけデクリメントする。ここで、送信局1_Tと受信局1_Rとの間で有効期間VPを同期させるために、値Cは、値VPと同値であることが好ましい。

30

【0100】

次に、通信制御部11_Tは、カウンタ12_Tの現在の値Cが基準値C_{REF}以上であるか否かを判定する(ステップS145)。

通信制御部11_Tは、値Cが基準値C_{REF}以上でなければ、自身の有効期間VPが生きていると判断し、データ通信フェイズの処理を続けるためにステップS141に戻る。

40

一方、通信制御部11_Tは、ステップS145で値Cが基準値C_{REF}以上であれば、データ通信フェイズの処理を続けても無意味であるため、図10のデータ通信フェイズ(ステップS14)から抜けて、図8のステップS15に進む。

【0101】

図10のステップS141を再度参照する。通信制御部11_Tは、ステップS141で受信信号が自局宛の通信予約パケット103でないと判定した時点で、ステップS146に進む。次に、通信制御部11_Tは、自局宛のデータパケット104(これはステップS610で送信される)を受信したか否かを判断する(ステップS146)。ステップS146における受信動作は、図7のステップS64と同様(図11(b)参照)であるため、その説明を省略する。

50

【 0 1 0 2 】

通信制御部 11_T は、ステップ S 1 4 6 でデータパケット 1 0 4 を受信した場合、上述したステップ S 1 4 3 および S 1 4 4 を行った後、図 1 0 のデータ通信フェイズ（ステップ S 1 4）から抜けて、図 8 のステップ S 1 5 に進む。

一方、通信制御部 11_T は、データパケット 1 0 4 を受信できなかった場合、ステップ S 1 3 6 で予約要求パケット 1 0 2 を送出から所定時間 T_{PRE3} が経過したか否かを判断する（ステップ S 1 4 7）。

【 0 1 0 3 】

時間 T_{PRE3} とは、受信局 1_R からの通信予約パケット 1 0 3 が送信局 1_T に到着しているとみなせる時間である。より具体的には、時間 T_{PRE3} は、予約要求パケット 1 0 2 が送信局 1_T から受信局 1_R へと転送されるのに必要な時間と、受信局 1_R が予約要求パケット 1 0 2 を受信してから通信予約パケット 1 0 3 を無線伝送路 2 に送出するまでに必要な時間と、通信予約パケット 1 0 3 が受信局 1_R から送信局 1_T へと転送されるのに必要な時間との総和に、必要な時間余裕を加えた時間である。

【 0 1 0 4 】

通信制御部 11_T は、所定時間 T_{PRE3} が経過していない場合、ステップ S 1 4 1 に戻って、自局宛の通信予約パケット 1 0 3 が到着することを待機する。

一方、所定時間 T_{PRE3} が経過している場合、通信制御部 11_T は、受信局 1_R から届くはずの通信予約パケット 1 0 3 が到着しなかったとみなすことができる。かかる場合、受信局 1_R 側で自局 1_T の有効期間 VP が短縮されると想定できるので、通信制御部 11_T は、ステップ S 1 4 8 に進み、現在のカウンタ 1 2_T の値 C を更新する（ステップ S 1 4 8）。本実施形態では、受信局 1_R は $(VP + VP)$ より有効期間 VP を短縮するので、通信制御部 11_T は、現在のカウンタ 1 2_T の値 C から値 C だけインクリメントする。以上のステップ S 1 4 8 が終了すると、通信制御部 11_T は、図 1 0 のデータ通信フェイズ（ステップ S 1 4）から抜けて、図 8 のステップ S 1 5 に進む。

【 0 1 0 5 】

ステップ S 1 5 において、通信制御部 11_T は、受信局 1_R に送信すべきデータブロック DB が残っているか否かを判断する（ステップ S 1 5）。通信制御部 11_T は、データブロック DB が残っている場合には、ステップ S 1 3 に戻って、図 9 の処理を再度実行するが、そうでない場合には、ステップ S 1 1 に戻って、新しい送信データ等が送られてくることを待機する。

【 0 1 0 6 】

以上が受信局 1_R および送信局 1_T での具体的な処理の手順である。以上の処理により、図 1 3 および図 1 4 のシーケンスチャートに示すような通信が受信局 1_R および送信局 1_T の間で行われる。以下の説明においては、通信局 1_a が受信局 1_R として動作し、通信局 1_b が送信局 1_T として動作するとする。

【 0 1 0 7 】

まず、通信局 1_a は、図 5 のステップ S 1 および S 2 を行う。以下の説明の便宜のため、送信確率値 P の初期値 P_0 は「0.3」とし、送信個数 M の初期値 M_0 は「2」とする。次に、通信局 1_a は、要求受付パケット 1 0 1（図 4（a）参照）を 1 つ組み立て（図 6；ステップ S 3 1）。今回の要求受付パケット 1 0 1 は、送信元の識別子 SID としての識別子 ID 「a」、および送信確率値 P としての「0.3」を含んでおり、無線伝送路 2 に送出される（シーケンス $Seq11_1$ ）。その後、通信局 1_a は、通信局 1（通信局 1_a を除く）から自局宛の予約要求パケット 1 0 2 が送信されてくることを待機する。

【 0 1 0 8 】

シーケンス $Seq11_1$ の時点で、通信局 1_b は、図 8 のステップ S 1 1 および S 1 2 を行っており、上位層のアプリケーションから受信局 1_R の識別子 ID 「a」を得、カウンタ 1 2_b の初期値 C_0 を「3」に設定しているとする。

通信局 1_b は、ステップ S 1 2 の後、図 9 のステップ S 1 3 1 および S 1 3 2 を行う。ここで、基準値 C_{REF} は「5」とする。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 9 】

その後、通信局 1_b は、シーケンス S e q 1 1₁ で送出された要求受付パケット 1 0 1 を受信し（ステップ S 1 3 3）、乱数 R N を発生する（ステップ S 1 3 4）。今回発生した乱数 R N は「 0 . 4 」とすると、通信局 1 1_b は、受信した要求受付パケット 1 0 1 内の送信確率値 P が「 0 . 3 」であるから、「 R N > P 」を満たさないとして（ステップ S 1 3 5、図 1 3 の矢印 A 参照）、ステップ S 1 3 2 に戻り、新しい要求受付パケット 1 0 1 を待機する。

【 0 1 1 0 】

以上のように、通信局 1_b は予約要求パケット 1 0 2 を送信しない。他の通信局 1 もまた、シーケンス S e q 1 1₁ で送出された要求受付パケット 1 0 1 に応答しなかったとすると、通信局 1_a は、ステップ S 3 2 および S 3 8 からなるループを繰り返し実行して、所定時間 T_{PRE1} が経過した後、ステップ S 3 6 を行う。この時、通信局 1_a は、無線伝送路 2 が輻輳状態にないと判断して、送信確率値 P を「 0 . 4 」に上げたとする（ステップ S 3 6）。

【 0 1 1 1 】

その後、通信局 1_a は、要求受付パケット 1 0 1 の現在の送信個数が「 1 」であり、送信個数 M が「 2 」であることから、図 5 のステップ S 4 を行った後、ステップ S 3 に戻る。次に、通信局 1_a は、要求受付パケット 1 0 1 を 1 つ組み立てる（図 6 のステップ S 3 1）。今回の要求受付パケット 1 0 1 は、送信確率値 P として「 0 . 4 」を含んでおり、無線伝送路 2 に送出される（シーケンス S e q 1 1₂）、その後、通信局 1_a は、自局宛の予約要求パケット 1 0 2 が送信されてくることを待機する。

【 0 1 1 2 】

今、シーケンス S e q 1 1₁ から S e q 1 1₂ の間、通信局 1_b は、ステップ S 1 3 2、S 1 3 3 および S 1 3 7 からなるループを繰り返し実行する。現時点では、通信局 1_b は、シーケンス S e q 1 1₁ で送出された要求受付パケット 1 0 1 を受信してから無信号区間 T_{NS}を検出する前に、シーケンス 1 1₂ で送出された要求受付パケット 1 0 1 を受信するので、ステップ S 1 3 4 に進み、乱数 R N を発生する。今回の乱数 R N は「 0 . 2 」とする。かかる場合、通信局 1 1_b は、今回の送信確率値 P が「 0 . 4 」であるから、ステップ S 1 3 5 で「 R N > P 」を満たすと判断する（図 1 3 の矢印 B 参照）。

【 0 1 1 3 】

その後、通信局 1_b は、ステップ S 1 3 6 を行って、予約要求パケット 1 0 2（図 4（b）参照）を 1 つ組み立てて、通信局 1_a に送信して（シーケンス S e q 1 2₁）、当該通信局 1_a から通信予約パケット 1 0 3 が送信されてくることを待機する。

通信局 1_a は、ステップ S 3 2 および S 3 8 からなるループを繰り返し行うが、所定時間 T_{PRE1} が経過する前に、シーケンス S e q 1 2₁ で送信された予約要求パケット 1 0 2 を受信することとなるので、ステップ S 3 2 から S 3 3 に抜ける。現時点で通信衝突が起っていないとすると、通信局 1_a は、ステップ S 3 4 において、受信パケットの分解処理を行って、自局宛の予約要求パケット 1 0 2 を受信したと判断する。その後、通信局 1_a は、受信した予約要求パケット 1 0 2 から、通信速度 R、送信元の識別子 S I D としての「 b」、および有効期間 V P_b の初期値 V P₀ を一組にして記憶部 1 3_a に登録する。ここで、初期値 V P₀ は「 3 」とする。

【 0 1 1 4 】

その後、通信局 1_a は、送信確率値 P を上げ（ステップ S 3 6）、現在「 2 」個の要求受付パケット 1 0 1 を送出済みであることから、ステップ S 4 を行った後、ステップ S 5 に進む。本説明では、この時点で、通信局 1_a は、通信局 1_b からの予約要求パケット 1 0 2 のみを受け取っているため、当該通信局 1_b に対する送信頻度 T F_b を決定する。送信頻度 T F_b は「 2 」とする（図 1 3 の矢印 C 参照）。

【 0 1 1 5 】

次に、通信局 1_a は、登録された識別子 I D としての「 b」を選択し、有効期間 V P_b として「 3」を含む通信予約パケット 1 0 3 を組み立てる（図 7 のステップ S 6 1 ~ S 6 3

10

20

30

40

50

)。今回の通信予約パケット103には、有効期間 VP_b として「3」が設定される。また、フレームチェックシーケンス $FC S$ としては、前述の第1のCRC値が設定される。通信局1_aは、今回組み立てた通信予約パケット103を無線伝送路2を通じて通信局1_bに送信し(シーケンス $Seq 13_1$)、その後、自局宛のデータパケット104が送信されてくることを待機する。

【0116】

通信局1_bは、シーケンス $Seq 12_1$ で予約要求パケット102を送出した後、図10のデータ通信フェイズを実行する。シーケンス $Seq 12_1 \sim Seq 13_1$ の間、無線伝送路2上には信号が伝送されていないとすると、通信局1_bは、シーケンス $Seq 13_1$ の直後に実行するステップS141で、当該シーケンス $Seq 13_1$ で送信された通信予約パケット103を受信する。この時、通信局1_bは、上述したように、第2のCRC値を生成して、今回の受信パケットが自局宛の通信予約パケット103であると判定する。

10

【0117】

その後、通信局1_bは、カウンタ12_bの値Cを通信予約パケット103内の有効期間 VP_b の値と一致させ(ステップS142)、その後、データパケット104(図4(d))を1つ組み立てる(ステップS143)。ここで、フレームチェックシーケンス $FC S$ としては、第1のCRC値が設定される。通信局1_bは、組み立てたデータパケット104を無線伝送路2を通じて通信局1_aに送信する(シーケンス $Seq 14_1$)。

次に、通信局1_bは、カウンタ12_bの値CをCだけデクリメントする(ステップS144)。本説明では値Cは「1」とすると、現時点では、値Cは「2」となる。次に、通信局1_bは、カウンタ12_bの現在の値Cが基準値 C_{REF} 以上か否かを判断する(ステップS145)。基準値 C_{REF} は「3」であるから、通信局1_bは、ステップS141に戻って、新しい通信予約パケット103が送信されてくることを待機する。

20

【0118】

通信局1_aは、シーケンス $Seq 13_1$ で通信予約パケット103を送出した後、シーケンス $Seq 13_1$ から $Seq 14_1$ の間、通信局1_aは、図7のステップS64およびS66からなるループを繰り返し実行すると仮定する。この間、無線伝送路2上には信号が伝送されていないとすると、通信局1_aは、シーケンス $Seq 14_1$ の直後に実行するステップS64で、当該シーケンス $Seq 14_1$ で送信された自局宛のデータパケット104を受信する。この時、通信局1_aは、上述したように、第2のCRC値を生成して、今回の受信パケットが自局宛のデータパケット104であると判定し、そこからデータブロックDBを取り出して保持する。

30

【0119】

その後、通信局1_aは、ステップS65を行って、記憶部13_aに登録された通信局1_bの有効期間 VP を値 VP だけデクリメントして、当該有効期間 VP を延長する。本説明では、値 VP は、値Cと同じ値「1」とする。その結果、通信局1_bの有効期間 VP_b は、現在「2」となる(図13の矢印D参照)。

【0120】

その後、通信局1_aは、ステップS6のデータ通信フェイズから一旦抜けて、ステップS7に進む。通信局1_aは、通信予約パケット103を必要な個数送信していないので、ステップS6に戻って、データ通信フェイズの処理(図7参照)を再度行う。

40

【0121】

次に、通信局1_aは、登録された識別子IDとしての「b」を選択した後、前述と同様にして、有効期間 VP_b として「2」を含む通信予約パケット103を組み立てる(ステップS61~S63)。通信局1_aは、今回組み立てた通信予約パケット103を無線伝送路2を通じて通信局1_bに送信し(シーケンス $Seq 13_2$)、その後、自局宛のデータパケット104が送信されてくることを待機する(ステップS64およびS66)。

【0122】

通信局1_bは、シーケンス $Seq 14_1$ でデータパケット104を送出した後、図9の予約フェイズに移る。現時点では、カウンタ12_bの値Cが「2」であり、基準値 C_{REF} が

50

「3」であることから、通信局1_bは、無処理で予約フェイズから抜けて、図10のデータ通信フェイズに移る。今、シーケンスSeq14₁からSeq13₂の間、無線伝送路2上に信号が伝送されていないとすると、通信局1_bは、ステップS141、S146およびS147からなるループを繰り返し実行する。通信局1_bは、シーケンスSeq13₂の直後に実行するステップS141で、当該シーケンスSeq13₂で送信された通信予約パケット103を受信する。

【0123】

その後、通信局1_bは、ステップS142を行った後、データパケット104を1つ組み立て、無線伝送路2を通じて通信局1_aに送信する(ステップS143, シーケンスSeq14₂)。

10

次に、通信局1_bは、カウンタ12_bの値CをCだけデクリメントして(ステップS144)、「1」に更新する。その後、現時点では送信データが残っていると仮定すると、通信局1_bは、図8のステップS15を行った後、ステップS13の予約フェイズに戻る。

【0124】

シーケンスSeq13₂からSeq14₂の間、無線伝送路2上を信号が伝送されていないとすると、通信局1_aはステップS64およびS66からなるループを繰り返し実行する。通信局1_aは、シーケンスSeq14₂の直後のステップS64で、当該シーケンスSeq14₂で送信されたデータパケット104を受信して、そこからデータブロックDBを取り出して保持する。

20

【0125】

その後、通信局1_aは、登録された通信局1_bの有効期間VPを値VPだけデクリメントして(ステップS65)、「1」に更新する。

その後、通信局1_aは、ステップS6のデータ通信フェイズから抜けて、ステップS7に進む。通信局1_aは、通信予約パケット103を必要な個数送信したので、ステップS8を行って、次の送信個数Mを決定する。本説明では、今回、送信個数Mは「1」と決定されたとする。

以上のシーケンスSeq11~14が、最初の単位パケットフレームPF₁を構成する。

【0126】

その後、通信局1_aは、ステップS3の予約フェイズ、つまり図6のステップS31に戻って、要求受付パケット101を1つ組み立て、無線伝送路2上に送出する(シーケンスSeq15₁)。今回の要求受付パケット101には、送信確率値Pとして「0.5」が設定される。その後、通信局1_aは、自局とのデータ通信の要求を有する通信局1からの予約要求パケット102を待機する。

30

【0127】

今、説明の便宜のため、シーケンスSeq15₁で送信された要求受付パケット101に回答して、複数の通信局1(但し、通信局1_bを除く)が予約要求パケット102を同時に送信し、無線伝送路2上で通信衝突が生じたとする(シーケンスSeq16₁)。

ここで、通信局1_bは、シーケンスSeq15₁の時点で、ステップS13~S15からなるループを繰り返し実行しているが、予約フェイズのステップS131から直接データ通信フェイズに抜けるので、要求受付パケット101を受信しない点である。

40

【0128】

以下、図14のフローチャートを参照して、通信局1_aおよび1_bの間における通信手順を説明する。

通信局1_aは、シーケンスSeq15₁の後、ステップS32~S38で構成されるループを繰り返すが、所定時間T_{PRE1}が経過する前に、通信衝突を起こしている複数個の予約要求パケット102を受信するので、ステップS33からステップS37に抜ける。通信局1_aは、送信確率値Pを下げて(ステップS37)、「0.4」に更新する。その後、通信局1_aは、図5のステップS4に戻り、送出済みの要求受付パケット101の個数が「1」であり、現在の個数Mが「1」であることから、ステップS5に進む。今回の予約

50

フェイズでは、通信局 1_a は、新しい通信局 1 からの予約要求パケット 102 を受け取れなかったので、今回のステップ S5 では、当該通信局 1_b に対する送信頻度 T F_b が再度「2」と決定されるとする（図 14 の矢印 F 参照）。

【0129】

次に、通信局 1_a は、図 7 のステップ S61 ~ S63 を実行して、登録された識別子 ID としての「b」を選択した後、通信予約パケット 103 を組み立てて、通信局 1_b に送信する（シーケンス Seq 17₁）。今回の通信予約パケット 103 には、有効期間 V P として「1」が設定される。その後、通信局 1_a は、自局宛のデータパケット 104 が送信されてくることを待機する。

【0130】

通信局 1_b は、シーケンス Seq 14₂ でデータパケット 104 を送信した後、通信局 1_a からの通信予約パケット 103 を待機しており、シーケンス Seq 17₁ の直後に実行するステップ S141 で、当該通信予約パケット 103 を受信する。

【0131】

次に、通信局 1_b は、ステップ S142 でカウンタ 12_b の値 C を、有効期間 V P の値「1」に更新した後に、ステップ S143 において、データパケット 104 を 1 つ組み立てて、無線伝送路 2 を通じて通信局 1_a に送信する（シーケンス Seq 18₁）。

次に、通信局 1_b は、ステップ S144 を行って、カウンタ 12_b の値 C を C だけデクリメントして「0」に更新する（図 14 の矢印 G 参照）。その後、通信局 1_b は、現時点では送信データ（データブロック）が残っていないとして（ステップ S15）、図 8 のステップ S11 に戻る。

【0132】

通信局 1_a がシーケンス Seq 17₁ で通信予約パケット 103 を送出した後、シーケンス Seq 18₁ の間、無線伝送路 2 上には信号が伝送されていないとする。かかる場合、通信局 1_a は、シーケンス Seq 18₁ の直後に実行するステップ S64 で、当該シーケンス Seq 18₁ で送信されたデータパケット 104 を受信して、そこからデータブロック D B を取り出して保持する。これによって、通信局 1_a の通信制御部 11_a は、通信局 1_b の送信データをすべて受け取ったこととなるので、当該送信データを上位層のアプリケーション等に送信する。

【0133】

その後、通信局 1_a は、記憶部 13_a に登録された通信局 1_b の有効期間 V P_b を値 V P だけデクリメントして、「0」に更新する（ステップ S65）。

次に、通信局 1_a は、図 5 のステップ S7 に進んで、通信予約パケット 103 を必要な個数送信していないことから、ステップ S6 に戻って、データ通信フェイズの処理を再度行う。

次に、通信局 1_a は、登録された識別子 ID としての「b」を選択した後、前述と同様にして、今回は有効期間 V P_b として「0」が設定された通信予約パケット 103 を組み立てる（ステップ S61 ~ S63）。通信局 1_a は、今回組み立てた通信予約パケット 103 を無線伝送路 2 を通じて通信局 1_b に送信し（シーケンス Seq 17₂）、その後、当該通信局 1_b からのデータパケット 104 を待機する。

【0134】

通信局 1_b は、すべてのデータを通信局 1_a に送信済みであるから、現時点では、新しい送信データが発生することを待機している（図 8 のステップ S11）。そのため、通信局 1_b は、シーケンス Seq 17₂ で送信された通信予約パケット 103 を無視する。その結果、通信局 1_a は、シーケンス Seq 17₂ の後、ステップ S64 および S66 からなるループを繰り返し実行するが、やがて、ステップ S66 から S67 に抜ける。

次に、通信局 1_a は、記憶部 13_a に登録された有効期間 V P_b を値 V P だけインクリメントして、「1」に更新する（図 14 の矢印 H 参照、ステップ S67）。

【0135】

次に、通信局 1_a は、有効期間 V P_b が基準値 V P_{REF} 以上か否かを判断する（ステップ

10

20

30

40

50

S 6 8)。本説明では、基準値 $V P_{REF}$ は「4」に予め設定されていると仮定すると、通信局 1_a は、有効期間 $V P_b$ が「1」であることから、図5のデータ通信フェイズから抜けてステップS 7 に遷移する。

通信局 1_a は、通信予約パケット103を必要な個数送信済みであるから、ステップS 8 を行って、次の送信個数Mを決定する。本説明では、今回、送信個数Mは「1」と決定されたとする。

以上のシーケンスSeq 15 ~ 18 が、2回目の単位パケットフレーム $P F_2$ を構成する。

【0136】

通信局 1_a は、3回目の単位パケットフレーム $P F_3$ 以降においても、単位パケットフレーム $P F_2$ と同様に動作して、通信局 1_b に向けて通信予約パケット103を送信する。しかしながら、シーケンスSeq 18₁以降、通信局 1_b は、新しい送信データが発生することを待機しており、自局宛の通信予約パケット103が送信されてきたとしても、これを無視する。

そのため、通信局 1_a は、通信局 1_b に向けて通信予約パケット103を送信する度に、ステップS 67を実行して、有効期間VPを短縮する(図14の矢印I参照)。そのため、やがて、通信局 1_b の有効期間VPは基準値 $V P_{REF}$ と等しくなる。通信局 1_a は、ステップS 68において、通信局 1_b の有効期間VPが基準値 $V P_{REF}$ 以上になったと判断すると、ステップS 69において、通信局 1_b のために登録した1組の通信速度 R_b 、識別子ID、有効期間 $V P_b$ および送信頻度 $T F_b$ を記憶部13_a から削除する。これによって、通信局 1_a は、通信局 1_b のために確保した帯域を解放する(図14の矢印J参照)

【0137】

通信局 1_a は、通信局 1_b のために登録した1組の情報を削除した以降は、当該通信局 1_b から新しい予約要求パケット102を受信しない限り、当該通信局 1_b 向けの通信予約パケット103を送信しない。

【0138】

以上説明したように、受信局 1_R としての通信局 1_a は、予約要求パケット102の受信により、送信局 1_T としての通信局 1_b のために帯域を確保する。さらに、通信局 1_a は、確保した帯域を管理するために、通信局 1_b の識別子ID「b」、通信速度 R_b 、有効期間 $V P_b$ および送信頻度 $T F_b$ を1組して記憶部13_a に登録する。ここで、有効期間 $V P_b$ は、通信局 1_T のデータパケット104の送信状況に応じて延長または短縮される。かかる有効期間VPが切れるまでの間、通信局 1_a は、通信局 1_b 向けの通信予約パケット103を送信頻度 $T F_b$ に基づいて自発的に送信して、帯域を確保し続ける。

【0139】

そのため、図13および図14に示すように、通信局 1_b は、予約要求パケット102を一度通信局 1_a に送信した後、有効期間 $V P_b$ の範囲内であれば、自局宛の通信予約パケット103に应答して、データパケット104をいち早く送信することができる。その結果、本通信システムCSでは、従来技術で説明したSRMAと比較して、帯域予約のための予約要求パケット102を送信する回数が大きく減る。これによって、本通信システムCSでは、帯域予約のためのオーバーヘッドが削減されるので、無線伝送路2の帯域を効率的に利用することができる。

【0140】

また、受信局 1_R は、無線伝送路2上で通信衝突が起こっているとみなせる場合には、要求受付パケット101内の送信確率値Pを相対的に小さくするので、送信局 1_T がたとえ受信局 1_R への送信データを有していたとしても、予約要求パケット102を送信できる確率は小さくなる。つまり、送信局 1_T が予約要求パケット102を送信できない場合がある。このように、受信局 1_R は、送信確率値Pにより、無線伝送路2のトラフィックを制御して、無線伝送路2が輻輳状態に陥りにくくしている。

【0141】

また、送信局 1_T からデータパケット 104 が送信される回数が少なければ、受信局 1_R 側で管理される有効期間 VP がすぐに切れ、当該送信局 1_T に割り当てた帯域が解放されるので、無線伝送路 2 の帯域を効率的に利用することができる。

【0142】

また、本通信システム CS では、データ通信フェイズに入るまでに、送信局 1_T および受信局 1_R は、データ通信の相手方の識別子 ID を得ることができる。さらに、送信局 1_T は、通信予約パケット 103 が自局宛であるか否かを、第1および第2の CRC 値に基づいて判断する（図12参照）。一方、受信局 1_R は、データパケット 104 が自局宛であるか否かを第1および第2の CRC 値に基づいて判断する。そのため、通信予約パケット 103 およびデータパケット 104 のそれぞれは、送信元の識別子 SID および受信先の識別子 DID を含む必要がなくなる。これによって、通信予約パケット 103 およびデータパケット 104 の長さを抑えることができ、無線伝送路 2 の帯域をさらに効率的に利用できる。

【0143】

なお、本通信システム $CS1$ では、通信局1間は無線伝送路 2 により接続されていたが、これに限らず、有線の伝送路で通信可能に接続されてもよい。

【0144】

また、図6のステップ $S38$ で所定時間 T_{PRE1} が経過した場合、受信局 1_R は直接ステップ $S36$ に進んでいた。しかし、受信局 1_R は、所定時間 T_{PRE1} の経過により、無線伝送路 2 には伝送信号がないと判断できる。受信局 1_R は、かかる判断時点で帯域を確保している通信局1のいずれかに、通信予約パケット 103 を送信しても良い。

【0145】

また、図10のステップ $S141$ および $S146$ において、送信局 1_T は、自局宛の通信予約パケット 103 およびデータパケット 104 を受信していない場合、ステップ $S146$ および $S147$ に直接進んでいた。しかし、送信局 1_T は、ステップ $S141$ および $S146$ において、他局宛の通信予約パケット 103 およびデータパケット 104 を受信する場合がある。かかる通信予約パケット 103 およびデータパケット 104 の受信後には無線伝送路 2 が輻輳状態にある可能性が低いので、送信局 1_T は、ある通信局1への送信データがある場合に、当該通信局1に向けて予約要求パケット 102 を送信しても良い。

【0146】

また、本実施形態では、受信局 1_R は、図7のステップ $S65$ において送信局 1_T からデータパケット 104 が送信されてくると、有効期間 VP を延長していた。しかし、これに限らず、受信局 1_R は、送信局 1_T からデータパケットが送信されてくると、次回、相対的に大きなサイズのデータパケット 104 を送信可能な通信予約パケット 103 を送信局 1_T に送信しても良い。

【0147】

また、通信システム CS では、受信局 1_R が、データパケット 104 の受信および帯域の管理を行っていた。しかし、通信システム CS の1つの通信局1が、無線伝送路 2 の帯域を統括的に管理し、それ以外の2つの通信局1同士がデータ通信を行うようにしても良い。

【0148】

以上の図13および図14の通信手順では、送信局 1_T が受信局 1_R にデータを送信する場合について説明した。しかしながら、通信システム CS 内では、送信局 1_T が受信局 1_R にデータを送信している最中に、受信局 1_R 側で送信局 1_T への送信データが発生する場合がある。かかる場合、送信局 1_T と受信局 1_R との間では、図15に示すような通信手順により、双方向のデータ通信が行われる。以下の説明では、図13および図14の場合と同様に、通信局 1_a が受信局 1_R として動作し、通信局 1_b が送信局 1_T として動作するとする。

【0149】

通信局 1_a は、図13のシーケンス $Seq11_1$ および $Seq11_2$ と同様にして、要求

10

20

30

40

50

受付パケット 101 を送信し (図 15 ; シーケンス Seq 21₁)、その応答である通信局 1_b からの予約要求パケット 102 を受信する (シーケンス Seq 22₁)。通信局 1_a は、予約要求パケット 102 を分解した後、通信局 1_b のための帯域を確保する。以降、通信局 1_a は、図 13 のシーケンス 13₁ および 13₂ と同様に通信予約パケット 103 を通信局 1_b に送信し (図 15 ; シーケンス 23₁ および 23₂)、当該通信局 1_b は、シーケンス 14₁ および 14₂ と同様に当該各通信予約パケット 103 に応答して、データパケット 104 を組み立てて、通信局 1_a に送信する (シーケンス Seq 24₁ および Seq 24₂)。

【0150】

通信局 1_a は、シーケンス Seq 24₂ で送信されたデータパケット 104 を受信すると、通信局 1_b の有効期間 VP_b を延長し (図 7 ; ステップ S65)、その後、通信予約パケット 103 を必要な数だけ送信していない場合には、図 5 のステップ S6 (つまり、図 7 のステップ S61) に進む。通信局 1_a は、通信局 1_b の識別子 ID を再度選択したとすると (ステップ S61)、当該通信局 1_b に送信するデータがあるか否かを判断する (ステップ S62)。ここで、通信局 1_b へ送信するデータがある場合、通信局 1_a は、データパケット 104 を組み立てて、通信局 1_b に送信する (シーケンス 23₃)。その後、通信局 1_a は、通信局 1_b からのデータパケット 104 を待機する。

【0151】

さて、通信局 1_b は、シーケンス Seq 24₂ でデータパケット 104 を通信局 1_a に送信した後、自局宛の通信予約パケット 103 を再度待機している (図 10 のステップ S141 および S147)。通信局 1_b は、シーケンス 23₃ の後、無線伝送路 2 上のパケットを検出し、当該パケットを受信および分解して、受信したものが通信予約パケット 103 であるか否かを判断する (ステップ S141)。かかる分解の途中に、通信局 1_b は、受信パケットに設定されたパケット種別 T が通信予約パケット 103 を示していないので、ステップ S146 に進む。

【0152】

次に、通信局 1_b は、パケット種別 T により、今回受信したものがデータパケット 104 と判断し、さらに分解処理を進めて、そこからデータブロック DB を取り出す (ステップ S146)。その後、通信局 1_b は、ステップ S143 以降の処理を行う。その結果、通信局 1_b は、通信局 1_a からのデータパケット 104 の受信に応答して、当該通信局 1_a へのデータパケット 104 を組み立てて送信する (ステップ S143, シーケンス Seq 24₃)。以降、通信局 1_a および 1_b の間では、データパケット 104 のやりとりが行われる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態に係る通信システム CS の全体構成を示すブロック図である。

【図 2】図 1 の通信システム CS で行われる通信手順の概略を示すシーケンスチャートの前半部分である。

【図 3】図 1 の通信システム CS で行われる通信手順の概略を示すシーケンスチャートの後半部分である。

【図 4】図 1 の通信システム CS でやりとりされる各パケットのフレームフォーマットを示す図である。

【図 5】受信局 1_R が実行する処理の手順を示すメインフローチャートである。

【図 6】受信局 1_R 側での予約フェイズの詳細な処理手順を示すフローチャートである。

【図 7】受信局 1_R 側でのデータ通信フェイズの詳細な処理手順を示すフローチャートである。

【図 8】送信局 1_T が実行する処理の手順を示すメインフローチャートである。

【図 9】送信局 1_T 側での予約フェイズの詳細な処理手順を示すフローチャートである。

【図 10】送信局 1_T 側でのデータ通信フェイズの詳細な処理手順を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図 1 1】受信局 1_R の記憶部 13_R に登録される各情報を示す図である。

【図 1 2】通信予約 packets 103 およびデータ packets 104 の分解処理を説明するための図である。

【図 1 3】送信局 1_T から受信局 1_R へとデータを送信する場合の通信手順の一例を示すシーケンスチャートの前半部分である。

【図 1 4】送信局 1_T から受信局 1_R へとデータを送信する場合の通信手順の一例を示すシーケンスチャートの後半部分である。

【図 1 5】送信局 1_T から受信局 1_R へと、および受信局 1_R から送信局 1_T へとデータを送信する場合の通信手順を示すシーケンスチャートである。

【図 1 6】SRMA が採用された通信システムを説明するための図である。

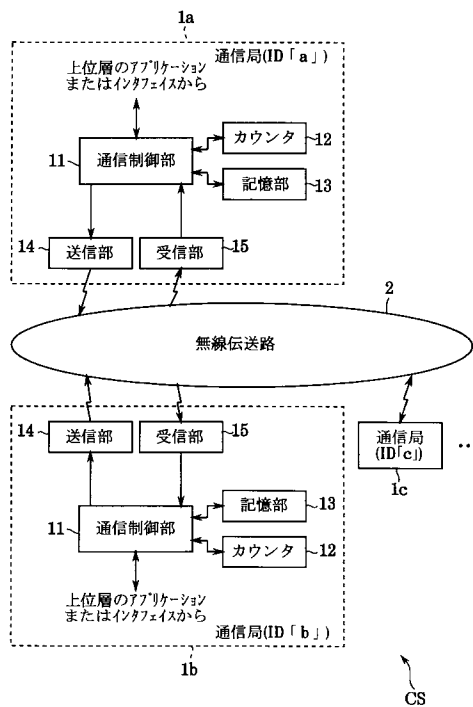
10

【符号の説明】

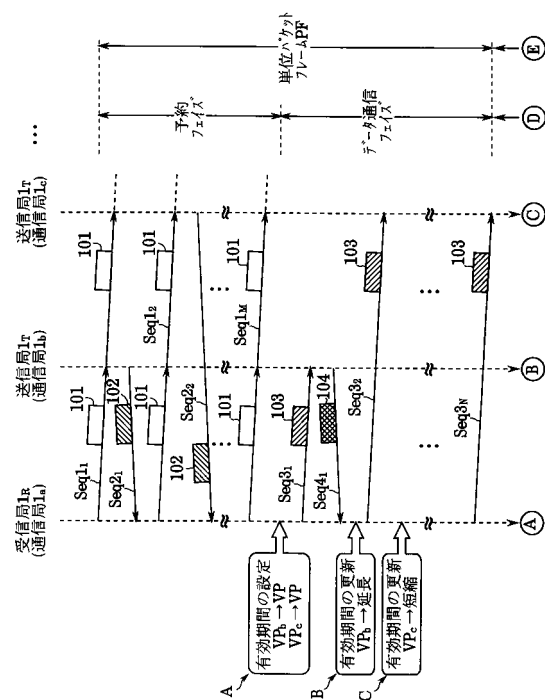
1 ... 通信局

2 ... 無線伝送路

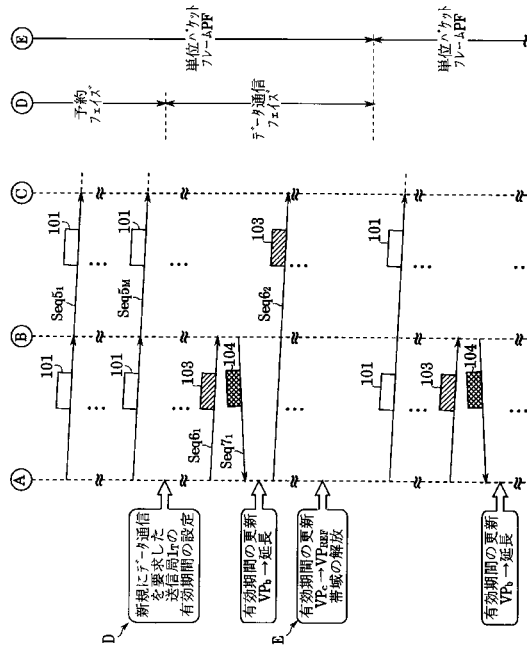
【図 1】



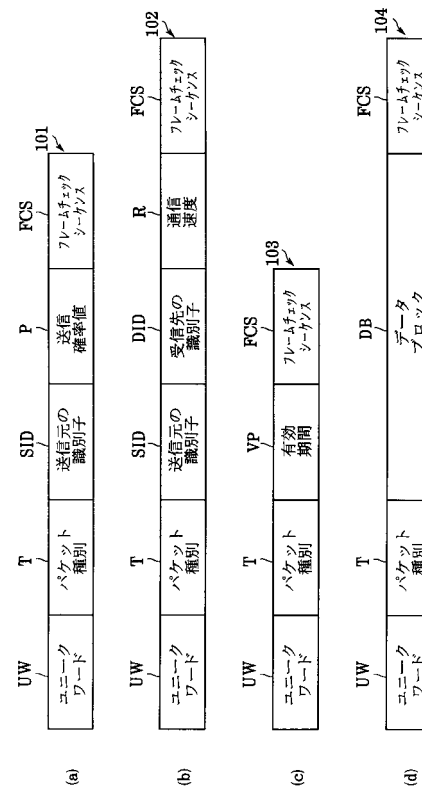
【図 2】



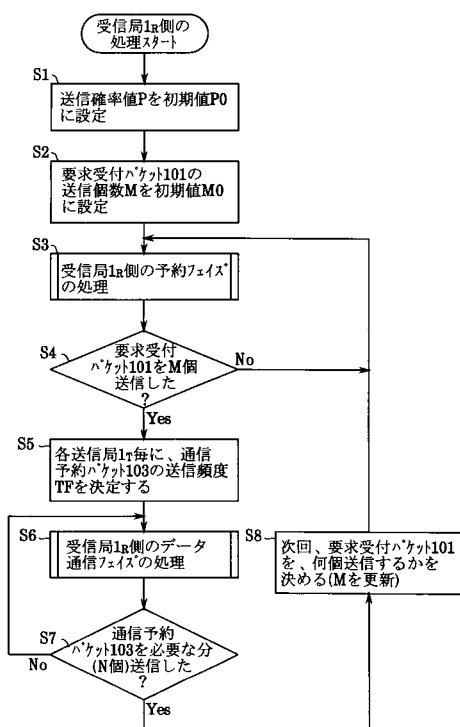
【 図 3 】



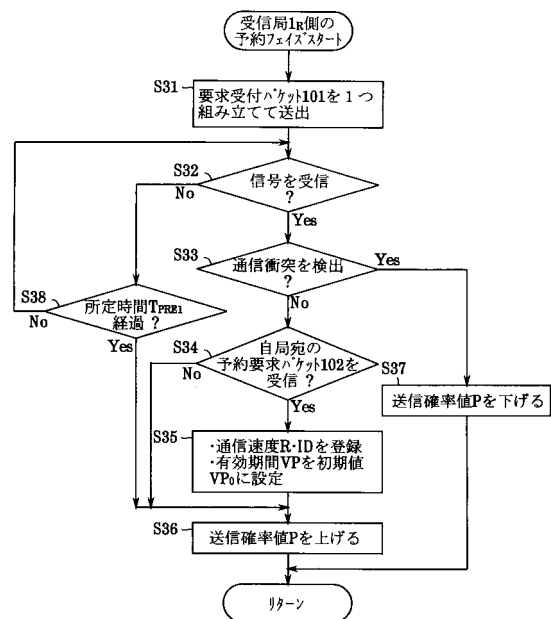
【 図 4 】



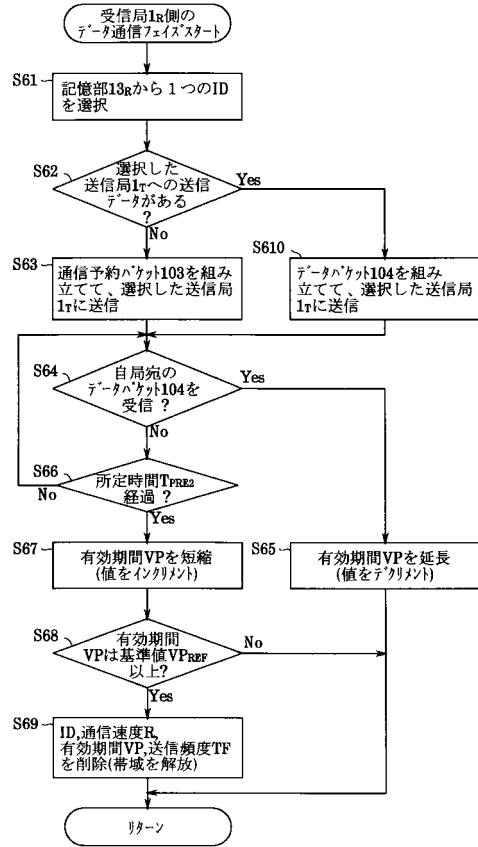
【 図 5 】



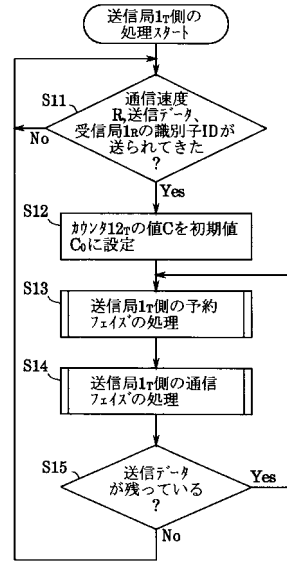
【 図 6 】



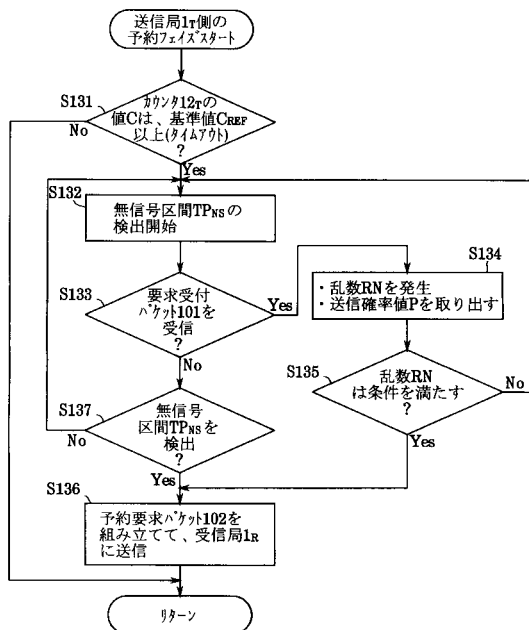
【図 7】



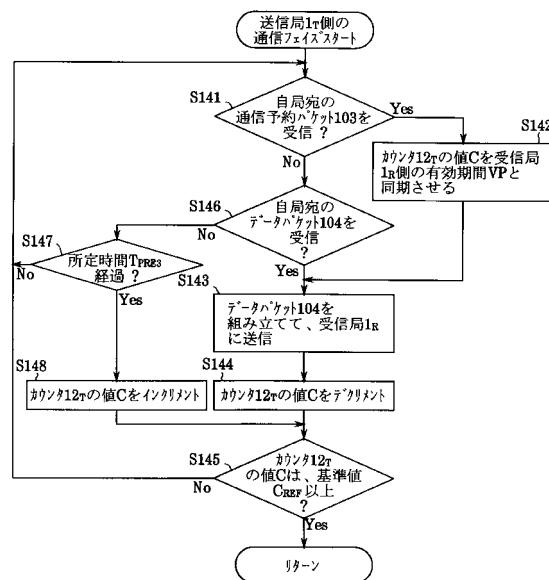
【図 8】



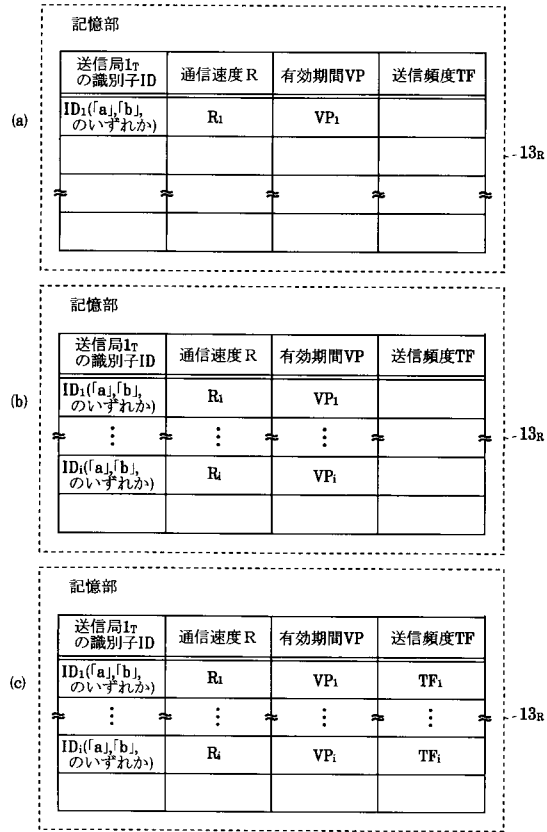
【図 9】



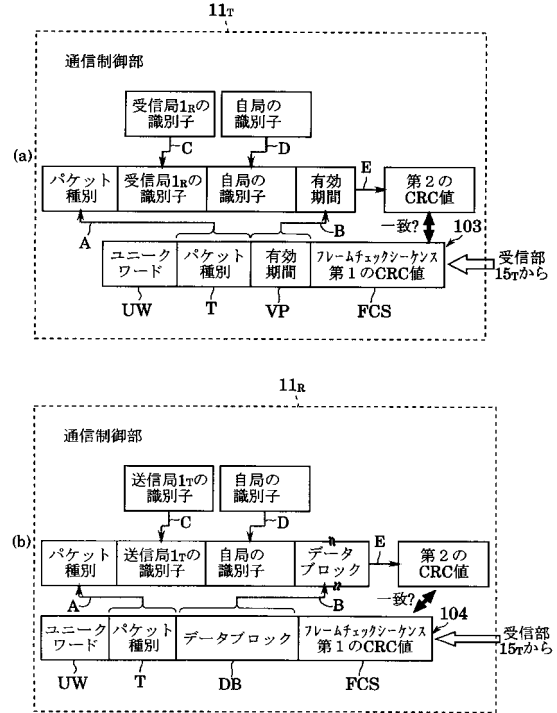
【図 10】



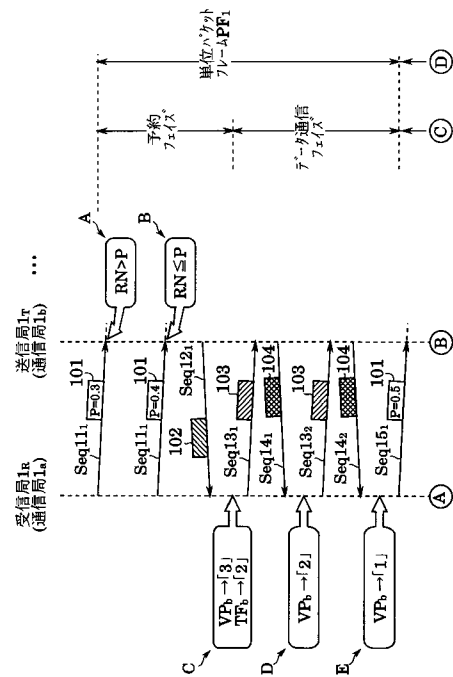
【図 1 1】



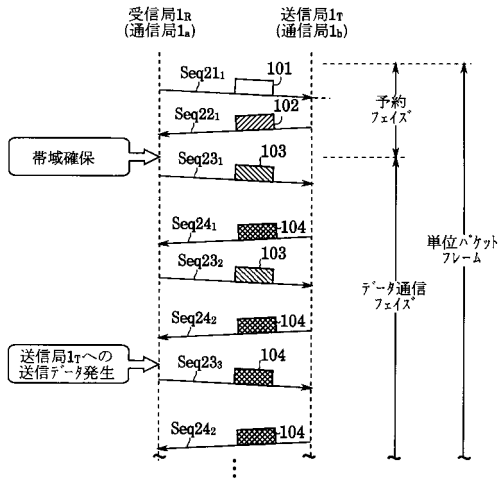
【図 1 2】



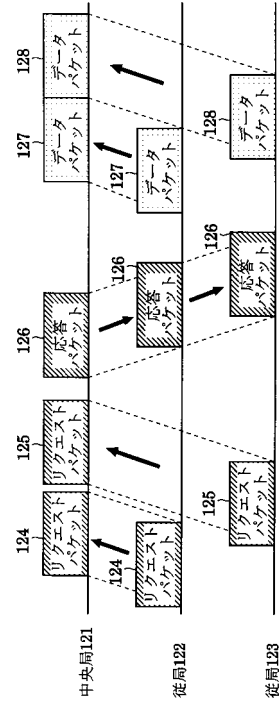
【図 1 3】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

審査官 玉木 宏治

(56)参考文献 特開平 0 6 - 0 5 4 3 8 5 (J P , A)
特開平 0 5 - 0 9 5 3 5 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H04L 12/00-66