

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6265501号  
(P6265501)

(45) 発行日 平成30年1月24日(2018.1.24)

(24) 登録日 平成30年1月5日(2018.1.5)

(51) Int. Cl. F 1  
 HO 4 W 74/02 (2009.01) HO 4 W 74/02  
 HO 4 W 74/08 (2009.01) HO 4 W 74/08  
 HO 4 L 29/08 (2006.01) HO 4 L 13/00 3 0 7 A

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2015-6018 (P2015-6018)	(73) 特許権者	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(22) 出願日	平成27年1月15日(2015.1.15)	(73) 特許権者	504132272 国立大学法人京都大学 京都府京都市左京区吉田本町36番地1
(65) 公開番号	特開2016-134650 (P2016-134650A)	(74) 代理人	110001634 特許業務法人 志賀国際特許事務所
(43) 公開日	平成28年7月25日(2016.7.25)	(72) 発明者	村山 大輔 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日 本電信電話株式会社内
審査請求日	平成29年1月13日(2017.1.13)	(72) 発明者	布 房夫 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信制御方法、通信システム及び通信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

1つの通信装置から他の通信装置にデータ送信の許可を通知するために送信された送信許可応答が示す前記1つの通信装置と前記他の通信装置との間でのデータ送受信シーケンスに要する通信時間に基づいて、前記データ送受信シーケンスの終了時刻を推定する推定ステップと、

前記終了時刻に至ってから、送信許可要求の送信にあたりキャリアセンスを行う期間として定められた一定時間が経過するより前の所定のタイミングで、データ送信の許可を要求する送信許可要求を送信する送信ステップと

を有し、

前記送信ステップにおいて、前記終了時刻に至るごとに送信許可要求を送信すべきか否かを、所定の数値範囲において発生させた乱数と所定値との比較に基づいて決定する、

通信制御方法。

【請求項2】

1つの通信装置から他の通信装置にデータ送信の許可を通知するために送信された送信許可応答が示す前記1つの通信装置と前記他の通信装置との間でのデータ送受信シーケンスに要する通信時間に基づいて、前記データ送受信シーケンスの終了時刻を推定する推定ステップと、

前記終了時刻に至ってから、送信許可要求の送信にあたりキャリアセンスを行う期間として定められた一定時間が経過するより前の所定のタイミングで、データ送信の許可を要

求する送信許可要求を送信する送信ステップと  
を有し、

前記送信ステップにおいて、前記終了時刻に至るごとに送信許可要求を送信すべきか否かを、前記データ送受信シーケンスの終了時刻に至った回数がデータ送信すべき回数に該当するか否かに基づいて決定する、

通信制御方法。

【請求項 3】

前記送信ステップにおいて、前記終了時刻に至ったタイミングで前記送信許可要求を送信する

請求項 1 又は 2 に記載の通信制御方法。

10

【請求項 4】

第 1 通信装置及び第 2 通信装置を含む複数の通信装置を備える通信システムであって、前記第 1 通信装置は、

データ送信の許可を要求する送信許可要求の送信元の通信装置に対して、前記送信許可要求の送信元の通信装置との間でのデータ送受信シーケンスに要する通信時間を含む送信許可応答を送信する送信許可応答送信部を備え、

前記第 2 通信装置は、

通信システムにおけるいずれかの通信装置が送信した送信許可応答が示す通信時間に基づいて、前記データ送受信シーケンスの終了時刻を推定する終了時刻推定部と、

前記終了時刻に至ってから、送信許可要求の送信にあたりキャリアセンスを行う期間として定められた一定時間が経過するより前の所定のタイミングで送信許可要求を送信する送信許可要求送信制御部とを備え、

20

前記送信許可要求送信制御部は、前記終了時刻に至るごとに送信許可要求を送信すべきか否かを、所定の数値範囲において発生させた乱数と所定値との比較に基づいて決定する、

通信システム。

【請求項 5】

第 1 通信装置及び第 2 通信装置を含む複数の通信装置を備える通信システムであって、前記第 1 通信装置は、

データ送信の許可を要求する送信許可要求の送信元の通信装置に対して、前記送信許可要求の送信元の通信装置との間でのデータ送受信シーケンスに要する通信時間を含む送信許可応答を送信する送信許可応答送信部を備え、

30

前記第 2 通信装置は、

通信システムにおけるいずれかの通信装置が送信した送信許可応答が示す通信時間に基づいて、前記データ送受信シーケンスの終了時刻を推定する終了時刻推定部と、

前記終了時刻に至ってから、送信許可要求の送信にあたりキャリアセンスを行う期間として定められた一定時間が経過するより前の所定のタイミングで送信許可要求を送信する送信許可要求送信制御部とを備え、

前記送信許可要求送信制御部は、前記終了時刻に至るごとに送信許可要求を送信すべきか否かを、前記データ送受信シーケンスの終了時刻に至った回数がデータ送信すべき回数に該当するか否かに基づいて決定する、

40

通信システム。

【請求項 6】

1 つの通信装置が他の通信装置にデータ送信の許可を通知するために送信した送信許可応答が示す前記 1 つの通信装置と他の通信装置との間でのデータ送受信シーケンスに要する通信時間に基づいて、前記データ送受信シーケンスの終了時刻を推定する終了時刻推定部と、

前記終了時刻に至ってから、送信許可要求の送信にあたりキャリアセンスを行う期間として定められた一定時間が経過するより前の所定のタイミングで、データ送信の許可を要求する送信許可要求を送信する送信許可要求送信制御部と

50

を備え、

前記送信許可要求送信制御部は、前記終了時刻に至るごとに送信許可要求を送信すべきか否かを、所定の数値範囲において発生させた乱数と所定値との比較に基づいて決定する

通信装置。

【請求項7】

1つの通信装置が他の通信装置にデータ送信の許可を通知するために送信した送信許可応答が示す前記1つの通信装置と他の通信装置との間でのデータ送受信シーケンスに要する通信時間に基づいて、前記データ送受信シーケンスの終了時刻を推定する終了時刻推定部と、

10

前記終了時刻に至ってから、送信許可要求の送信にあたりキャリアセンスを行う期間として定められた一定時間が経過するより前の所定のタイミングで、データ送信の許可を要求する送信許可要求を送信する送信許可要求送信制御部と

を備え、

前記送信許可要求送信制御部は、前記終了時刻に至るごとに送信許可要求を送信すべきか否かを、前記データ送受信シーケンスの終了時刻に至った回数がデータ送信すべき回数に該当するか否かに基づいて決定する、

通信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、通信制御方法、通信システム及び通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

無線LAN (Local Area Network) に関連する無線通信規格であるIEEE 802.11が広く普及している。IEEE 802.11では、アクセス制御としてCSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) が採用される (例えば、非特許文献1参照)。

CSMA/CAに対応する通信装置は、データの送信を行うにあたり、通信に使用したい対象のチャンネルの帯域についてキャリアセンスを行う。

30

具体的に、通信装置は、対象のチャンネルにおける電波強度を測定する。通信装置は、測定された電波強度が予め定められた閾値以上であれば他の通信装置によって対象のチャンネルが占有されており、使用できないと判定する。一方、測定された電波強度が閾値未満であれば、通信装置は、他の通信装置によって対象のチャンネルが使用されておらず、使用可能であると判定する。

通信装置は、対象のチャンネルが使用可能であると判定した場合は、ランダムに決定したバックオフ時間を待機した後にデータを送信する。

このように、CSMA/CAのもとでは、通信装置は、キャリアセンスとランダムなバックオフ時間による待機後にデータの送信を行うことで、他の通信装置から送信されるデータとの衝突を回避し、複数の端末による同一チャンネルの利用を可能としている。

40

【0003】

また、CSMA/CAのもとではRTS/CTS (Request to Send/Clear to Send) 方式が知られている。RTSはデータ送信の許可を要求するパケットであり、CTSはRTSに回答してデータ送信の許可を通知するパケットである。

データを送信しようとする通信装置は、キャリアセンスの実行とランダムなバックオフ時間による待機の後、データ送信先の通信装置にRTSを送信する。データ送信先の通信装置は、RTSの受信に回答して、CTSを返送する。

RTSとCTSには、データ送受信シーケンスが完了するまでの時間を示す情報が格納されている。そのうえで、CTSは、RTSの送信元の通信装置以外の通信装置も受信できる。即ち、CTSの送信により、通信相手以外の他の通信装置に対して、データ送受信

50

シーケンスに要する時間を通知することができる。他の通信装置は、CTSの受信に応じて、データ送信を待機する。そして、RTSとCTSを送受信した通信装置は、上記のように他の通信装置がデータ送信を待機している状態のもとで、データの送受信と、データ送受信に応じたACKの送受信とを含むデータ送受信シーケンスを実行する。このようにして、RTS/CTS方式では、RTS、CTSの送受信により他の通信装置のデータ送信を抑制し、衝突回避を図るようにされている。

一般的にRTS、CTSは、データパケットより短く、仮に衝突が起きた場合でも衝突における無線リソースの消費を可能な限り低減することができる。

【先行技術文献】

【非特許文献】

10

【0004】

【非特許文献1】IEEE Standard for Information technology-Telecommunications and information exchange between systems-Local and metropolitan area networks-Specific requirements: Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC)and Physical Layer (PHY) Specifications

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、例えばCSMA/CAに対応するキャリアセンス機能を有する通信装置と、CSMA/CAに非対応であってキャリアセンス機能を有さない通信装置とを共存させた無線通信システムを運用させたい場合がある。

20

無線通信システムにおいてCSMA/CAに対応する通信装置は、キャリアセンスを行ってチャンネルを使用可能であると判断した場合にRTSを送信することができる。

これに対して、キャリアセンス機能を有さない通信装置は、キャリアセンスを行えないことからチャンネルを使用可能であるか否かを判定することができない。従って、キャリアセンス機能を有さない通信装置は、適切にRTSを送信できないことになる。

このために、無線通信システムにおいてCSMA/CAに対応する通信装置と、CSMA/CAによるキャリアセンスに非対応の通信装置とを共存させて運用することは困難である。

【0006】

30

上記事情に鑑み、本発明は、キャリアセンスを行うことのできる通信装置とキャリアセンスを行うことができない通信装置とを共存させた無線通信システムの運用を可能とする通信制御方法、通信システム及び通信装置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】

【0007】

本発明の一態様は、1つの通信装置から他の通信装置にデータ送信の許可を通知するために送信された送信許可応答が示す前記1つの通信装置と前記他の通信装置との間でのデータ送受信シーケンスに要する通信時間に基づいて、前記データ送受信シーケンスの終了時刻を推定する推定ステップと、前記終了時刻に至ってから、送信許可要求の送信にあたりキャリアセンスを行う期間として定められた一定時間が経過するより前の所定のタイミングで、データ送信の許可を要求する送信許可要求を送信する送信ステップとを有する通信制御方法である。

40

【0008】

本発明の一態様は、上記の通信制御方法であって、前記送信ステップにおいて、前記終了時刻に至るごとに送信許可要求を送信すべきか否かを所定の条件が満たされるか否かに基づいて決定する。

【0009】

本発明の一態様は、上記の通信制御方法であって、前記送信ステップにおいて、前記終了時刻に至ったタイミングで前記送信許可要求を送信する。

【0010】

50

本発明の一態様は、第1通信装置及び第2通信装置を含む複数の通信装置を備える通信システムであって、前記第1通信装置は、データ送信の許可を要求する送信許可要求の送信元の通信装置に対して、前記送信許可要求の送信元の通信装置との間でのデータ送受信シーケンスに要する通信時間を含む送信許可応答を送信する送信許可応答送信部を備え、前記第2通信装置は、通信システムにおけるいずれかの通信装置が送信した送信許可応答が示す通信時間に基づいて、前記データ送受信シーケンスの終了時刻を推定する終了時刻推定部と、前記終了時刻に至ってから、送信許可要求の送信にあたりキャリアセンスを行う期間として定められた一定時間が経過するより前の所定のタイミングで送信許可要求を送信する送信許可要求送信制御部とを備える。

【0011】

10

本発明の一態様は、1つの通信装置が他の通信装置にデータ送信の許可を通知するために送信した送信許可応答が示す前記1つの通信装置と他の通信装置との間でのデータ送受信シーケンスに要する通信時間に基づいて、前記データ送受信シーケンスの終了時刻を推定する終了時刻推定部と、前記終了時刻に至ってから、送信許可要求の送信にあたりキャリアセンスを行う期間として定められた一定時間が経過するより前の所定のタイミングで、データ送信の許可を要求する送信許可要求を送信する送信許可要求送信制御部とを備える通信装置である。

【発明の効果】

【0012】

本発明により、キャリアセンスを行うことのできる通信装置とキャリアセンスを行うことができない通信装置とを共存させた無線通信システムを運用することが可能となる。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第1実施形態における無線通信システムの構成例を示す図である。

【図2】第1実施形態において、キャリアセンス機能を有するアクセスポイントとキャリアセンス機能を有する端末装置との間で行われる通信手順例を示すタイミングチャートである。

【図3】第1実施形態において、キャリアセンス機能を有するアクセスポイントとキャリアセンス機能を有さない端末装置との間で行われる通信手順例を示すタイミングチャートである。

30

【図4】第1実施形態において、キャリアセンス機能を有するアクセスポイントと、キャリアセンス機能を有する端末装置と、キャリアセンス機能を有さない端末装置との間で行われる通信手順例を示すタイミングチャートである。

【図5】第1実施形態におけるアクセスポイントとキャリアセンス機能を有さない端末装置との構成例を示す図である。

【図6】第1実施形態におけるキャリアセンス機能を有さない端末装置がRTSの送信に関して実行する処理手順例を示すフローチャートである。

【図7】第2実施形態におけるキャリアセンス機能を有さない端末装置がRTSの送信に関して実行する処理手順例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

40

【0014】

<第1実施形態>

[無線通信システムの構成例]

図1は、本実施形態における無線通信システムの構成例を示している。同図に示す無線通信システムは、1つのアクセスポイントAPに対して2つの端末装置STA1、STA2を備えて構成される。

アクセスポイントAPは、端末装置STA1、STA2のそれぞれと通信を実行する。端末装置STA1と端末装置STA2は、アクセスポイントAPを経由して相互に通信を行うことができる。また、図示は省略するが、アクセスポイントAPは、上位のネットワークと接続されている。端末装置STA1と端末装置STA2は、それぞれ、アクセスポ

50

イントAPを経由して上位ネットワークと接続することも可能である。

【0015】

アクセスポイントAPは、キャリアセンスによりデータの衝突回避を図るアクセス制御方式に対応する通信装置である。

端末装置STA1は、アクセスポイントAP等の通信装置と無線通信を行うにあたり、アクセスポイントAPと同様に、キャリアセンスによりデータの衝突の回避を図るアクセス制御方式に対応する通信装置である。

即ち、本実施形態の無線通信システムにおいて、アクセスポイントAPと端末装置STA1は、キャリアセンス機能を有する。

【0016】

アクセスポイントAPと端末装置STA1が対応する、キャリアセンスを行うアクセス制御方式としては、例えばCSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance)を挙げることができる。

以降において、アクセスポイントAPと端末装置STA1は、アクセス制御方式としてCSMA/CAに対応する通信装置である場合を例に挙げて説明する。

【0017】

また、CSMA/CAのアクセス制御方式のもとでは、RTS(Request to Send)とCTS(Clear to Send)の送受信によりデータの衝突を回避するようにされたRTS/CTS方式が知られている。つまり、データを送信しようとする通信装置は、データ送信先の通信装置にRTS(送信許可要求)を送信することでデータ送信の許可を要求する。RTSを受信した通信装置は、送信を許可できる場合には送信の許可を通知するCTS(送信許可応答)をRTSの送信元の通信装置に送信する。

【0018】

ここで、CTSには、RTSの送信元の通信装置とのデータ送受信シーケンスに要する通信時間が示される。ここでのデータ送受信シーケンスとは、データの送受信に応じてACK(受信確認応答)の送受信が行われるまでの通信手順である。RTSの送信元の通信装置は、CTSの受信に応じてデータを送信し、送信されたデータを受信した通信装置は、データ送信元の通信装置にACKを返送する。

CTSは、RTSの送信元以外の通信装置も受信することができる。RTSの送信元以外の通信装置は、受信されたCTSが示す通信時間に応じた待機時間においてデータ送信に関する通信を待機する。これにより、RTSとCTSがデータ送受信シーケンスを行っている間、他の通信装置からRTS、CTSあるいはデータ等の信号の送信が行われることはなく、信号の衝突が回避される。

本実施形態のアクセスポイントAPと端末装置STA1は、RTS/CTS方式に対応する。

【0019】

一方、端末装置STA2は、キャリアセンスを行わないアクセス制御方式に対応する端末装置である。即ち、端末装置STA2は、キャリアセンス機能を有さない。

【0020】

[本実施形態におけるアクセス制御のための通信手順]

本実施形態においては、キャリアセンス機能を有する端末装置STA1と、キャリアセンス機能を有さない端末装置STA2とでアクセス制御のための通信手順が異なる。

【0021】

そこで、まず、図2のタイミングチャートを参照して、アクセスポイントAPと、キャリアセンスを行うアクセス制御に対応する端末装置STA1との間で行われる通信手順例について説明する。

同図の通信手順は、アクセスポイントAPが端末装置STA1に対してデータを送信しようとする場合に対応している。この場合、アクセスポイントAPは、時刻t0~t1によるDIFS(Distributed Inter Frame Space)としての期間によりキャリアセンスを行う。つまり、アクセスポイントAPは、データの送信に使用したい対象のチャンネルにお

10

20

30

40

50

ける搬送波の電波の検出を行う。

【0022】

時刻  $t_0 \sim t_1$  による DIFS の期間において電波が検出された場合には、他の通信装置が対象のチャンネルでデータを送信していることになる。この場合のアクセスポイント AP は、データの送信は不可であると判定して、他の通信装置によるデータ送受信シーケンスが終了するまでデータの送信を待機する。

【0023】

一方、時刻  $t_0 \sim t_1$  による DIFS の期間において電波が検出されなかった場合には、他の通信装置により対象のチャンネルが使用されていない。同図においては、時刻  $t_0 \sim t_1$  による DIFS の期間において電波が検出されなかった場合の例を示している。この場合のアクセスポイント AP は、データの送信が可能であると判定して、データ送信のために、以下の通信手順を実行する。

【0024】

つまり、アクセスポイント AP は、DIFS としてのキャリアセンスの期間が終了する時刻  $t_1$  に至ると、ランダムなバックオフ (BO) 時間を設定し、設定したバックオフ時間としての時刻  $t_1 \sim t_2$  による期間が経過するのを待機する。

そして、時刻  $t_2$  に至ってバックオフ時間が終了すると、アクセスポイント AP は、時刻  $t_2 \sim t_3$  の期間により端末装置 STA1 に対して RTS1 を送信する。

【0025】

時刻  $t_3$  において RTS1 が受信されると、端末装置 STA1 は、RTS1 の受信が終了した時刻  $t_3$  から SIFS (Short Inter Frame Space) としての待機時間が経過するまで待機する。そして、SIFS としての待機時間が終了する時刻  $t_4$  に至ると、端末装置 STA1 は、アクセスポイント AP に対して CTS1 を送信する。

【0026】

アクセスポイント AP は、時刻  $t_5$  において CTS1 の受信を終了する。CTS1 には、以降におけるアクセスポイント AP と端末装置 STA1 との間でのデータ送受信シーケンスに要する時間である通信時間が示されている。

アクセスポイント AP は、時刻  $t_5$  から SIFS としての待機時間を経過した時刻  $t_6 \sim t_7$  の期間により、DATA1 として示すデータの送信を行う。

【0027】

端末装置 STA1 は、時刻  $t_7$  に至って DATA1 の受信が終了すると、時刻  $t_7 \sim t_8$  による SIFS としての待機時間が経過するまで待機する。端末装置 STA1 は、SIFS としての待機時間が経過して時刻  $t_8$  に至ると、時刻  $t_8 \sim t_9$  の期間により、アクセスポイント AP に対して、DATA1 の受信に対する応答としての ACK1 を送信する。

【0028】

同図においては、CTS1 の送信が終了された時刻  $t_5$  から ACK1 の送信が終了する時刻  $t_9$  までの期間が、CTS1 に対応する NAV (Network Allocation Vector) 期間として設定される。時刻  $t_5 \sim t_9$  までの NAV 期間の間、無線通信システムにおけるアクセスポイント AP と端末装置 STA1 以外の通信装置は信号の送信を待機する。これにより、アクセスポイント AP と端末装置 STA1 との間でデータ送受信シーケンスを行っている間、他の通信装置から送信された信号の衝突が回避される。

【0029】

同図においては、ACK1 の送信後に端末装置 STA1 がデータを送信しようとする例が示されている。

この場合、端末装置 STA1 は、ACK1 の送信が終了して時刻  $t_9$  に至ると、続く時刻  $t_9 \sim t_{10}$  の DIFS としての期間によりキャリアセンスを行う。同図では、時刻  $t_9 \sim t_{10}$  の DIFS としての期間によりキャリアセンスを行った結果、他の通信装置によるパケットの送信に応じた電波が検出されなかったためにデータの送信が可能であると判定されている。

10

20

30

40

50

そこで、この場合の端末装置 S T A 1 は、D I F S としての期間が終了して時刻  $t_{10}$  に至ると、続く時刻  $t_{10} \sim t_{11}$  によるバックオフ時間が経過するまで待機し、時刻  $t_{11}$  から R T S 2 をアクセスポイント A P に対して送信する。

【0030】

時刻  $t_{12}$  にて R T S 2 の受信を終了したアクセスポイント A P は、時刻  $t_{12} \sim t_{13}$  による S I F S としての待機時間を経過した後、R T S 2 に対する応答として C T S 2 を端末装置 S T A 1 に対して送信する。

【0031】

端末装置 S T A 1 は、時刻  $t_{14}$  において C T S 2 の受信を終了すると、S I F S としての待機時間を経過した時刻  $t_{15} \sim t_{16}$  の期間によりアクセスポイント A P に対して D A T A 2 を送信する。

10

【0032】

時刻  $t_{16}$  により D A T A 2 の受信を終了したアクセスポイント A P は、時刻  $t_{16} \sim t_{17}$  による S I F S としての待機時間を経過すると、時刻  $t_{17} \sim t_{18}$  の期間により、端末装置 S T A 1 に対して A C K 2 を送信する。

このようにして、アクセスポイント A P と端末装置 S T A 1 とは互いに D I F S の期間によるキャリアセンスを行い、チャンネルが使用可能であると判定した場合にデータを送信するようにされている。

【0033】

続いて、図3のタイミングチャートを参照して、キャリアセンス機能を有するアクセスポイント A P と、キャリアセンス機能を有さない端末装置 S T A 2 との間で行われる通信手順例について説明する。ここで、前提として、端末装置 S T A 2 はキャリアセンス機能を有さないが、R T S の受信に応じた C T S の送信と、データの送信を行おうとする際の R T S の送信とを行うことができるように構成されている。

20

【0034】

同図においては、まず、アクセスポイント A P から端末装置 S T A 2 にデータを送信しようとする例が示されている。

同図において、時刻  $t_0 \sim t_9$  までによる通信手順は、図2における時刻  $t_0 \sim t_9$  までのアクセスポイント A P と端末装置 S T A 1 との間での、R T S 1、C T S 1、D A T A 1、A C K 1 の送受信に対応する通信手順と同様となる。

30

【0035】

この場合、端末装置 S T A 2 は、アクセスポイント A P から送信された A C K 1 の受信が終了すると、アクセスポイント A P に対してデータを送信しようとする。

このために、端末装置 S T A 2 は、A C K 1 の受信が終了した時刻  $t_9$  から予め定められた待機時間  $T_w$  による待機を行う。つまり、端末装置 S T A 2 は、A C K 1 の受信が終了した後において D I F S の期間によるキャリアセンスを行うことなく、所定の時間長による待機時間  $T_w$  を待機する。

ここで、待機時間  $T_w$  には、キャリアセンスを行うべき D I F S として定められた期間よりも短い時間が設定される。

【0036】

40

端末装置 S T A 2 は、時刻  $t_9$  から待機時間  $T_w$  を経過した時刻  $t_{20}$  に至ると、アクセスポイント A P に対して R T S 2 を送信する。

アクセスポイント A P は、R T S 2 の受信が終了した時刻  $t_{21}$  から S I F S としての待機時間を経過した時刻  $t_{22}$  に至ると、端末装置 S T A 2 に対して C T S 2 を送信する。

時刻  $t_{23}$  において C T S 2 の受信を終了した端末装置 S T A 2 は、時刻  $t_{23}$  から S I F S としての待機時間を経過した時刻  $t_{24}$  に至ると、時刻  $t_{24} \sim t_{25}$  の期間によりアクセスポイント A P に対して D A T A 2 の送信を開始する。

【0037】

時刻  $t_{25}$  により D A T A 2 の受信を終了したアクセスポイント A P は、時刻  $t_{25} \sim$

50



t 2 6 による S I F S としての待機時間を経過すると、時刻 t 2 6 ~ t 2 7 の期間により、端末装置 S T A 2 に対して A C K 2 を送信する。

このようにして、キャリアセンス機能を有さない端末装置 S T A 2 は、例えば A C K の受信に応じて予め定められた待機時間 T w を待機した後に R T S 2 を送信するようにされている。このようにして、本実施形態では、キャリアセンス機能を有さない端末装置 S T A 2 であっても、適切なタイミングで R T S 2 を送信してデータ送受信シーケンスを行うことが可能とされている。

【 0 0 3 8 】

次に、図 4 のタイミングチャートを参照して、アクセスポイント A P、端末装置 S T A 1、端末装置 S T A 2 が、それぞれ通信を行う場合の通信手順例について説明する。

10

同図においては、まず、アクセスポイント A P から端末装置 S T A 1 にデータを送信しようとする例が示されている。

同図において、時刻 t 0 ~ t 9 までによる通信手順は、図 2 における時刻 t 0 ~ t 9 までのアクセスポイント A P と端末装置 S T A 1 との間での、R T S 1、C T S 1、D A T A 1、A C K 1 の送受信に対応する通信手順と同様となる。

【 0 0 3 9 】

ここで、端末装置 S T A 2 は、時刻 t 4 ~ t 5 の期間により端末装置 S T A 1 が送信した C T S 1 を受信している。端末装置 S T A 2 は、C T S 1 を受信することにより、自己以外の他の通信装置（アクセスポイント A P と端末装置 S T A 1）間で、これよりデータ送受信シーケンスが行われることを認識する。そして、端末装置 S T A 2 は、受信した C T S が示す通信時間に従って、時刻 t 5 ~ t 9 までを N A V 期間として設定する。端末装置 S T A 2 は、時刻 t 5 ~ t 9 による N A V 期間において信号の送信を待機する。

20

【 0 0 4 0 】

この場合、アクセスポイント A P と端末装置 S T A 1 との間での A C K 1 の送受信が終了した後において、端末装置 S T A 1 と端末装置 S T A 2 の両者がデータを送信しようとしている。

このため、端末装置 S T A 1 は、A C K 1 の送信を終了した時刻 t 9 に至ると、時刻 t 9 ~ t 1 0 による D I F S としての期間によりキャリアセンスを行う。

一方、端末装置 S T A 2 も時刻 t 9 に至って N A V 期間が終了すると、時刻 t 9 から開始される待機時間 T w が経過するまで待機する。そして、端末装置 S T A 2 は、待機時間 T w が経過して時刻 t 2 0 に至ると、時刻 t 2 0 ~ t 2 1 の期間によりアクセスポイント A P に対して R T S 2 を送信する。

30

【 0 0 4 1 】

ここで、前述のように待機時間 T w についてはキャリアセンスのための D I F S としての期間より短い時間が設定されている。このため、端末装置 S T A 1 が時刻 t 9 ~ t 1 0 による D I F S の期間においてキャリアセンスを行っているときに、端末装置 S T A 2 から R T S 2 が送信される。

このとき、端末装置 S T A 1 は、時刻 t 9 ~ t 1 0 による D I F S としての期間において端末装置 S T A 2 が送信した R T S 2 に応じた電波を検出し、自己の通信は不可であると判定する。このために、端末装置 S T A 1 は、D I F S によるキャリアセンスの期間が終了する時刻 t 1 0 以降において信号の送信を待機する。

40

このように端末装置 S T A 1 が時刻 t 1 0 以降において信号の送信を行わないことで、端末装置 S T A 2 が送信した R T S 2 は他の信号と衝突することなく、アクセスポイント A P にて受信される。

【 0 0 4 2 】

アクセスポイント A P は、時刻 t 2 1 にて R T S 2 の受信が終了すると、時刻 t 2 1 ~ t 2 2 による S I F S としての待機時間が経過するまで待機する。アクセスポイント A P は、S I F S としての待機時間が経過して時刻 t 2 2 に至ると、R T S 2 に応答した C T S 2 を送信する。

【 0 0 4 3 】

50

端末装置 S T A 2 は、時刻  $t_{23}$  にて C T S 2 の受信が終了すると、時刻  $t_{23} \sim t_{24}$  による S I F S としての待機時間が経過するまで待機したうえで、時刻  $t_{24} \sim t_{25}$  により D A T A 2 をアクセスポイント A P に対して送信する。

時刻  $t_{25}$  により D A T A 2 の受信を終了したアクセスポイント A P は、時刻  $t_{25} \sim t_{26}$  による S I F S としての待機時間を経過すると、時刻  $t_{26} \sim t_{27}$  の期間により、端末装置 S T A 2 に対して A C K 2 を送信する。

【 0 0 4 4 】

また、時刻  $t_{10}$  以降において信号の送信を待機していた端末装置 S T A 1 は、時刻  $t_{22} \sim t_{23}$  の期間により C T S 2 を受信する。端末装置 S T A 1 は、受信された C T S 2 が示す通信時間に応じて時刻  $t_{23} \sim t_{28}$  までの N A V 期間を設定し、N A V 期間における信号の送信を待機する。これにより、時刻  $t_{24} \sim t_{25}$  において端末装置 S T A 2 から送信される D A T A 2 は、他の信号と衝突することなくアクセスポイント A P にて受信される。

10

【 0 0 4 5 】

上記の説明から理解されるように、本実施形態において、キャリアセンス機能を有さない端末装置 S T A 2 は、N A V 期間の終了したタイミングから、キャリアセンスのための D I F S の期間よりも短い時間による待機時間  $T_w$  を経過したタイミングで R T S を送信する。

このようなタイミングで R T S を送信することで、同図の時刻  $t_{20}$  における状態として例示するように、端末装置 S T A 2 は、キャリアセンスを行う端末装置 S T A 1 がキャリアセンスを行っている D I F S の期間において R T S を送信することができる。これにより、R T S に応じた電波を端末装置 S T A 1 に検出させ、以降において端末装置 S T A 1 に信号の送信を行わせないようにしたうえでデータを送信することが可能になる。

20

【 0 0 4 6 】

このように、本実施形態においては、キャリアセンス機能を有する通信装置とキャリアセンス機能を有さない通信装置とが共存する無線通信システムにおいて、キャリアセンスに非対応の通信装置が衝突を回避しながらデータの送信を行うことができる。

即ち、本実施形態によっては、キャリアセンスを行うことのできる通信装置とキャリアセンスを行うことができない通信装置とを共存させた無線通信システムの運用が可能となる。

30

【 0 0 4 7 】

[ アクセスポイントと端末装置の構成例 ]

図 5 を参照して、本実施形態におけるアクセスポイント A P ( 第 1 通信装置の一例 ) と、キャリアセンス機能を有さない端末装置 S T A 2 ( 第 2 通信装置の一例 ) の各構成例について説明する。

まず、アクセスポイント A P の構成について説明する。アクセスポイント A P は、前述のようにキャリアセンス機能を有する。同図に示すアクセスポイント A P は、通信部 1 0 1 と制御部 1 0 2 とを備える。

通信部 1 0 1 は、電波の送受信により他の通信装置と無線通信を行う。

【 0 0 4 8 】

制御部 1 0 2 は、通信に関する制御を実行する。制御部 1 0 2 は、送信許可要求送信部 1 2 1、送信許可応答送信部 1 2 2、データ送信部 1 2 3 及び受信確認応答送信部 1 2 4 を備える。

40

【 0 0 4 9 】

送信許可要求送信部 1 2 1 は、C S M A / C A によるアクセス制御のもとでの R T S / C T S 方式に従って R T S を送信する。つまり、送信許可要求送信部 1 2 1 は、N A V 期間の終了に応じて D I F S としての期間によりキャリアセンスを行った結果、通信が可能であると判定すると、ランダムなバックオフ時間による待機を行ったうえで R T S を送信する。

【 0 0 5 0 】

50

送信許可応答送信部 1 2 2 は、C T S を送信する。つまり、送信許可応答送信部 1 2 2 は、R T S が受信されたタイミングから S I F S としての待機時間を経過した後に、R T S の送信元の通信装置に C T S を送信する。

【 0 0 5 1 】

データ送信部 1 2 3 は、データを送信する。つまり、データ送信部 1 2 3 は、送信許可要求送信部 1 2 1 がデータ送信先の通信装置に送信した R T S に応答して C T S が受信されると、データ送信先の通信装置に対してデータを送信する。

【 0 0 5 2 】

受信確認応答送信部 1 2 4 は、A C K を送信する。つまり、受信確認応答送信部 1 2 4 は、データを受信して S I F S としての待機時間を経過したタイミングで、データ送信元の通信装置に対して A C K を送信する。

10

【 0 0 5 3 】

次に、同じ図 5 を参照して、キャリアセンス機能を有さない端末装置 S T A 2 の構成について説明する。同図に示す端末装置 S T A 2 は、通信部 2 0 1 と制御部 2 0 2 とを備える。

なお、端末装置 S T A 2 においては、表示部や操作部などのユーザインターフェースに対応する部位が備えられてもよいが、同図においては、ユーザインターフェースに対応する部位についての図示は省略している。

【 0 0 5 4 】

通信部 2 0 1 は、電波の送受信により他の通信装置と無線通信を行う。

20

制御部 2 0 2 は、通信に関する制御を実行する。制御部 2 0 2 は、終了時刻推定部 2 2 1、送信許可要求送信制御部 2 2 2、送信許可応答送信部 2 2 3、データ送信部 2 2 4 及び受信確認応答送信部 2 2 5 を備える。

【 0 0 5 5 】

終了時刻推定部 2 2 1 は、通信システムにおけるいずれかの通信装置が送信した C T S が示すデータ送受信シーケンスに要する通信時間に基づいて、データ送受信シーケンスの終了時刻を推定する。

具体的に、図 4 の例との対応では、終了時刻推定部 2 2 1 は、時刻  $t_4 \sim t_5$  の期間における自機（端末装置 S T A 2）による C T S 1 の送信に応じて、C T S 1 の通信時間に基づいて、D A T A 1 の送受信と A C K 1 の送受信が終了する時刻  $t_9$  を推定する。

30

また、終了時刻推定部 2 2 1 は、時刻  $t_{22} \sim t_{23}$  の期間におけるアクセスポイント A P による C T S 2 の送信に応じて、C T S 2 の通信時間に基づいて、D A T A 2 の送受信と A C K 2 の送受信が完了する時刻  $t_{27}$  を推定する。

【 0 0 5 6 】

送信許可要求送信制御部 2 2 2 は、終了時刻推定部 2 2 1 が推定した終了時刻に至ってから、R T S の送信にあたりキャリアセンスを行う期間として定められた一定時間（D I F S）が経過するより前の所定のタイミングで R T S を送信する。

具体的に、図 4 の例との対応では、送信許可要求送信制御部 2 2 2 は、終了時刻推定部 2 2 1 が終了時刻として推定した時刻  $t_9$  に至ってから、D I F S としてのキャリアセンスの期間より短く設定された待機時間  $T_w$  を経過したタイミングで R T S 2 を送信する。

40

【 0 0 5 7 】

送信許可応答送信部 2 2 3 は、C T S を送信する。つまり、送信許可応答送信部 2 2 3 は、R T S が受信されたタイミングから S I F S としての待機時間を経過した後に、R T S の送信元の通信装置に C T S を送信する。

【 0 0 5 8 】

データ送信部 2 2 4 は、データを送信する。つまり、データ送信部 2 2 4 は、送信許可要求送信制御部 2 2 2 がデータ送信先の通信装置に送信した R T S に応答して C T S が受信されると、データ送信先の通信装置に対してデータを送信する。

【 0 0 5 9 】

受信確認応答送信部 2 2 5 は、A C K を送信する。つまり、受信確認応答送信部 2 2 5

50

は、データを受信してSIFSとしての待機時間を経過したタイミングで、データ送信元の通信装置に対してACKを送信する。

【0060】

[処理手順例]

図6のフローチャートを参照して、キャリアセンス機能を有さない端末装置STA2がRTSの送信に関して実行する処理手順例について説明する。

端末装置STA2において、制御部202の終了時刻推定部221は、CTSが検知されるのを待機する(ステップS101-NO)。ここでのCTSの検知は、端末装置STA2の送信許可応答送信部223がCTSを送信したことについての検知と、他の通信装置から送信されたCTSの受信の検知とを含む。

10

【0061】

CTSが検知されると(ステップS101-YES)、終了時刻推定部221は、検知されたCTSが示す通信時間に基づいてデータ送受信シーケンスの終了時刻を推定する(ステップS102)。

【0062】

次に、送信許可要求送信制御部222は、ステップS102にて推定された終了時刻に至るのを待機する(ステップS103-NO)。

送信許可要求送信制御部222は、ステップS102にて推定された終了時刻に至ったことを判定すると(ステップS103-YES)、送信すべきデータがあるか否かについて判定する。具体的に、送信許可要求送信制御部222は、例えばデータ送信部224が送信すべきデータを蓄積するために備えるバッファにデータが蓄積されているか否かについて判定することにより、送信すべきデータが有るか否かについて判定できる。

20

【0063】

送信すべきデータがないと判定した場合(ステップS104-NO)、送信許可要求送信制御部222は、ステップS101に処理を戻す。

一方、送信すべきデータが有ると判定した場合(ステップS104-YES)、送信許可要求送信制御部222は、ステップS101に対応してCTSを検知したタイミングから待機時間Twが経過するのを待機する(ステップS105-NO)。

そして、待機時間Twが経過すると(ステップS105-YES)、送信許可要求送信制御部222は、送信すべきデータの送信先の通信装置に対してRTSを送信する(ステップS106)。

30

このような処理が実行されることで、キャリアセンス機能を有さない端末装置STA2が、例えばキャリアセンス機能を有する通信装置が送信する信号との衝突を回避してデータの送受信シーケンスを行うことが可能になる。

【0064】

<第2実施形態>

続いて、第2実施形態について説明する。前述のように、待機時間TwはDIFSとしてのキャリアセンスの期間よりも短い時間として定められる。これにより、図4の時刻t20として例示したように、キャリアセンス機能を有する他の通信装置がDIFSとしての期間によりキャリアセンスを行っているときに、キャリアセンス機能を有さない通信装置がRTSを送信することができる。この結果、キャリアセンス機能を有さない通信装置であっても、データ送信のためのチャネルを確保することができる。

40

【0065】

しかし、上記のような待機時間Twの設定のもとでは、無線通信システムにおいてキャリアセンス機能を有する通信装置よりもキャリアセンス機能を有さない通信装置のほうがチャネルを占有できる確率が高くなる可能性がある。

無線通信システム全体としてみた場合には、チャネルを確保できる確率を通信装置間でできるだけ均一化し、各通信装置がデータ送信を行える機会ができるだけ公平に与えられるようにすることが好ましい。

【0066】

50

そこで、本実施形態において、キャリアセンス機能を有さない端末装置 S T A 2 の送信許可要求送信制御部 2 2 2 は、終了時刻推定部 2 2 1 が推定したデータ送受信シーケンスの終了時刻に至るごとに R T S を送信すべきか否かを所定の条件が満たされるか否かに基づいて決定するように構成される。

本実施形態においては、R T S を送信すべきか否かを決定するための所定の条件として、所定の数値範囲において発生させた乱数が所定の閾値以下であるという条件が満たされれば、R T S を送信すべきであると決定し、乱数が所定の閾値を越えたことで上記の条件が満たされなければ R T S を送信すべきでないとして決定する。即ち、この場合の端末装置 S T A 2 は、確率的に R T S を送信すべきか否かを決定する。

【 0 0 6 7 】

[ 処理手順例 ]

図 7 のフローチャートを参照して、本実施形態においてキャリアセンス機能を有さない端末装置 S T A 2 が R T S の送信に関して実行する処理手順例について説明する。なお、同図において、図 6 と同様の処理となるステップについては同一符号を付して説明を省略する。

また、本実施形態における端末装置 S T A 2 の構成は、図 5 と同様でよい。ただし、本実施形態における送信許可要求送信制御部 2 2 2 は、以下に説明するように、データ送受信シーケンスの終了時刻に至るごとに R T S を送信すべきか否かについての判定に応じた処理を実行する。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 1 0 4 にて送信すべきデータが有ると判定された場合、送信許可要求送信制御部 2 2 2 は、所定の数値範囲内で乱数  $x$  を生成する (ステップ S 1 1 1)。送信許可要求送信制御部 2 2 2 は、ステップ S 1 1 1 にて生成した乱数  $x$  について閾値  $t_h$  以下か否かについて判定する (ステップ S 1 1 2)。

乱数  $x$  が閾値  $t_h$  より大きいと判定した場合 (ステップ S 1 1 2 - N O)、送信許可要求送信制御部 2 2 2 はデータを送信すべきでないとして決定し、ステップ S 1 0 1 に処理を戻す。

一方、乱数  $x$  が閾値  $t_h$  以下であると判定した場合 (ステップ S 1 1 2 - Y E S)、送信許可要求送信制御部 2 2 2 はデータを送信すべきであると決定し、ステップ S 1 0 5、S 1 0 6 の処理を実行する。つまり、送信許可要求送信制御部 2 2 2 は、ステップ S 1 0 1 により C T S が検知されたタイミングから待機時間  $T_w$  を経過した後、R T S を送信する。

このような処理が行われることによって、端末装置 S T A 2 において送信すべきデータが有る状態のもとでデータ送受信シーケンスの終了時刻に到達したとしても、必ず R T S が送信されるのではなく、確率的に R T S が送信される。これにより、無線通信システムにおいてキャリアセンス機能を有する通信装置とキャリアセンス機能を有さない通信装置との間でのデータ送信の機会の公平性が図られる。

【 0 0 6 9 】

なお、本実施形態において、確率的に R T S を送信すべきか否かを決定するにあたっての所定の条件としては、上記の例に限定されない。例えば、送信許可要求送信制御部 2 2 2 は、上記とは逆に、所定の数値範囲において発生させた乱数が所定の閾値以上であるという条件が満たされれば、R T S を送信すべきであると決定してもよい。

あるいは、送信許可要求送信制御部 2 2 2 は、発生させた乱数が予め定められた所定値 (例えば、奇数あるいは偶数、所定値の整数倍の値など) である場合に R T S を送信すべきであると決定し、上記の所定値でない場合に R T S を送信すべきでないとして決定してもよい。

さらに、R T S を送信すべきか否かの決定は確率的に行われるのではなく、規則的に行われてもよい。具体的には、送信許可要求送信制御部 2 2 2 は、例えば送信すべきデータが有る状態でデータ送受信シーケンスの終了時刻に至った回数がデータ送信すべき回数に該当するという条件を満たす場合に R T S を送信すべきであると決定してもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 0 】

また、上記各実施形態における変形例として、送信許可要求送信制御部 2 2 2 は、データ送受信シーケンスの終了時刻に至ったタイミングで R T S を送信するようにしてもよい。つまり、送信許可要求送信制御部 2 2 2 は、待機時間 T w が経過するのを待機することなく、データ送受信シーケンスの終了時刻の直後のタイミングで R T S を送信してもよい。この場合にも、待機時間 T w が設定される場合と同様に、R T S は、データ送受信シーケンスの終了時刻に至ってから D I S F として定められた一定時間が経過するより前のタイミングで送信される。

## 【 0 0 7 1 】

なお、上述した実施形態におけるアクセスポイント A P、端末装置 S T A 1、端末装置 S T A 2 をコンピュータで実現するようにしてもよい。その場合、この機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現してもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、O S や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、R O M、C D - R O M 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのよう、一定時間プログラムを保持しているものも含んでもよい。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよく、F P G A (Field Programmable Gate Array) 等のプログラマブルロジックデバイスを用いて実現されるものであってもよい。

## 【 0 0 7 2 】

以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 7 3 】

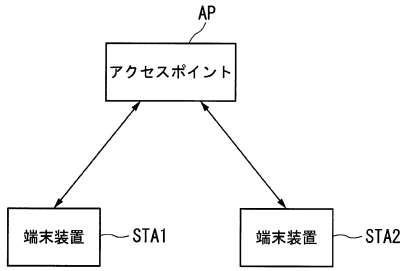
A P ... アクセスポイント, S T A 1 ... 端末装置, S T A 2 ... 端末装置, 1 0 1 ... 通信部, 1 0 2 ... 制御部, 1 2 1 ... 送信許可要求送信部, 1 2 2 ... 送信許可応答送信部, 1 2 3 ... データ送信部, 1 2 4 ... 受信確認応答送信部, 2 0 1 ... 通信部, 2 0 2 ... 制御部, 2 2 1 ... 終了時刻推定部, 2 2 2 ... 送信許可要求送信制御部, 2 2 3 ... 送信許可応答送信部, 2 2 4 ... データ送信部, 2 2 5 ... 受信確認応答送信部

10

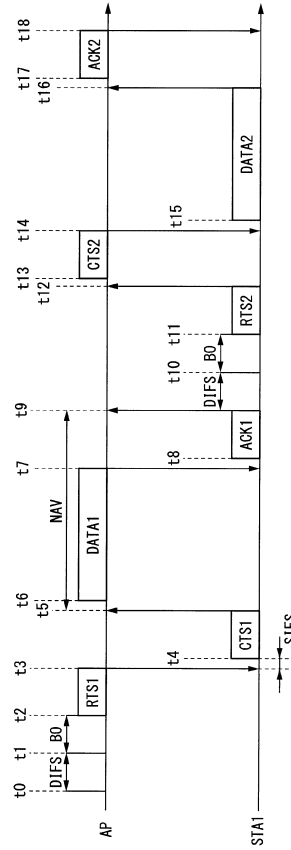
20

30

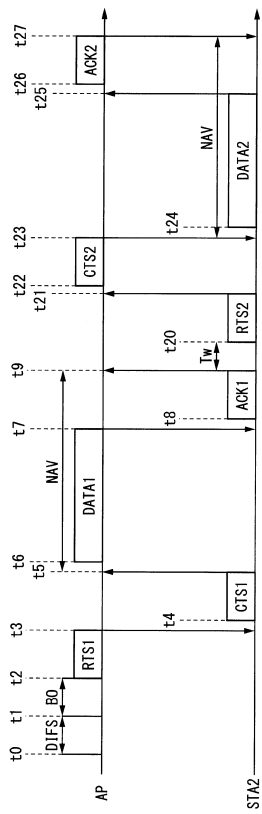
【図 1】



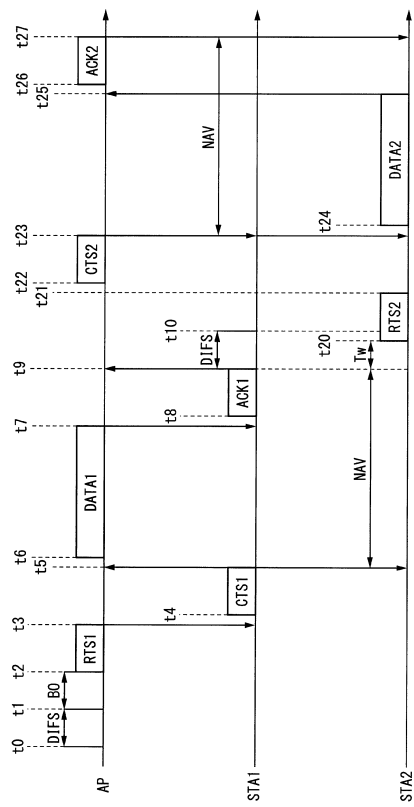
【図 2】



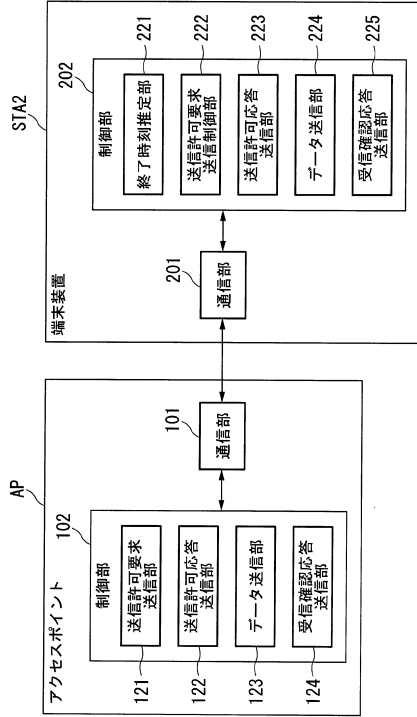
【図 3】



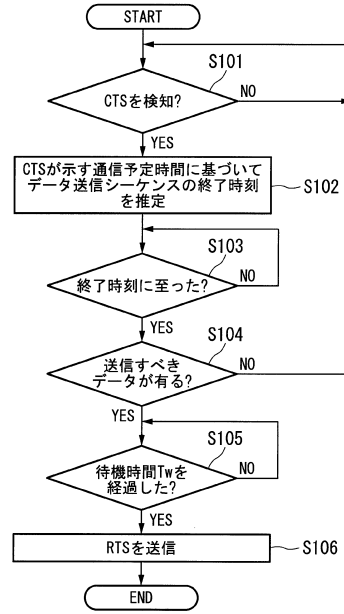
【図 4】



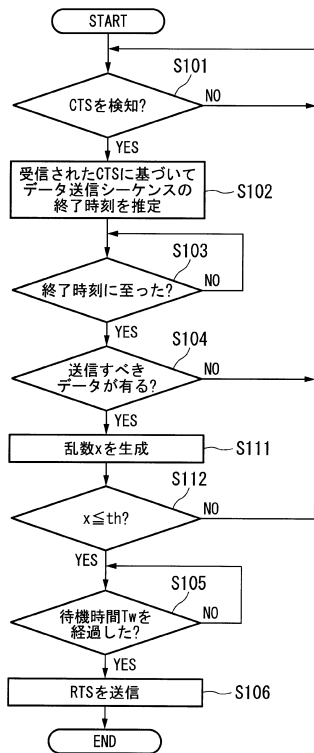
【図5】



【図6】



【図7】





## フロントページの続き

(72)発明者 杉山 隆利

東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 守倉 正博

京都府京都市左京区吉田本町3番地1 国立大学法人京都大学内

審査官 石田 紀之

(56)参考文献 特開2006-041627(JP,A)

特開2012-85011(JP,A)

特開2014-082550(JP,A)

特開2014-068148(JP,A)

特開2004-104568(JP,A)

藤井 陽平 他, WLANとWSN共存時の双方向VoIP伝送特性, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.111 No.295, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 2011年11月10日, 第111巻

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 29/08

H04B 7/24 - 7/26

H04W 4/00 - 99/00