

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6083608号
(P6083608)

(45) 発行日 平成29年2月22日 (2017. 2. 22)

(24) 登録日 平成29年2月3日 (2017. 2. 3)

(51) Int.Cl.		F I	
HO4W 16/14	(2009.01)	HO4W 16/14	
HO4W 84/12	(2009.01)	HO4W 84/12	
HO4W 56/00	(2009.01)	HO4W 56/00	130

請求項の数 10 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2013-253647 (P2013-253647)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成25年12月6日 (2013. 12. 6)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2015-115613 (P2015-115613A)		東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(43) 公開日	平成27年6月22日 (2015. 6. 22)	(73) 特許権者	504132272
審査請求日	平成28年1月13日 (2016. 1. 13)		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
		(74) 代理人	110001634
			特許業務法人 志賀国際特許事務所
		(72) 発明者	布 房夫
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	杉山 隆利
			東京都千代田区大手町二丁目3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】 無線通信システム、統合端末装置、アクセスポイント、及び無線通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の第1の無線通信装置と、複数の前記第1の無線通信装置と通信するアクセスポイントとを有する第1の無線通信システムと、第2の無線通信装置と、前記第1の無線通信装置であり、かつ、前記第2の無線通信装置との通信を集中制御する統合端末装置とを有する複数の第2の無線通信システムとが共存する無線通信システムであって、

複数の前記統合端末装置の中から代表統合端末装置と決定された前記統合端末装置は、前記第1の無線通信システムのチャネルの予約を要求するためのチャネル予約信号を前記アクセスポイントに送信するチャネル予約送信部を備え、

複数の前記第2の無線通信システムそれぞれにおける前記統合端末装置は、前記代表統合端末装置の前記チャネル予約送信部が送信した前記チャネル予約信号によって予約を要求したチャネルを用いて、前記第1の無線通信システムが使用する周波数チャネルにおいて、自装置が属する前記第2の無線通信システムとは異なる前記第2の無線通信システムが有する他の前記統合端末装置と互いに直交する周波数チャネルにより他の前記統合端末装置と同期して、前記第2の無線通信システムにおけるビーコン信号、及びデータ信号の送信を行う同期通信部を備える、

ことを特徴とする無線通信システム。

【請求項2】

複数の第1の無線通信装置と、複数の前記第1の無線通信装置と通信するアクセスポイントとを有する第1の無線通信システムと、第2の無線通信装置と、前記第1の無線通信

10

20

装置であり、かつ、前記第 2 の無線通信装置との通信を集中制御する統合端末装置とを有する複数の第 2 の無線通信システムとが共存する無線通信システムであって、

前記アクセスポイント、あるいは、前記統合端末装置は、

複数の前記統合端末装置それぞれのビーコン周期に基づいて複数の前記統合端末装置の中から代表統合端末装置を決定する代表決定部を備え、

前記代表決定部を備える前記アクセスポイント、あるいは、前記代表統合端末装置と決定された前記統合端末装置は、

ビーコン周期の開始時刻を前記統合端末装置に通知する通知部を備え、

前記代表統合端末装置と決定された前記統合端末装置は、

前記第 1 の無線通信システムのチャンネルの予約を要求するためのチャンネル予約信号を前記アクセスポイントに送信するチャンネル予約送信部を備え、

前記統合端末装置は、

前記代表統合端末装置の前記チャンネル予約送信部が送信した前記チャンネル予約信号によって予約を要求したチャンネルを用いて、前記第 1 の無線通信システムが使用する周波数チャンネルにおいて他の前記統合端末装置と互いに直交する周波数チャンネルにより他の前記統合端末装置と同期して、前記第 2 の無線通信システムにおけるビーコン信号、及びデータ信号の送信を行う同期通信部を備え、

前記統合端末装置の前記同期通信部は、通知された前記ビーコン周期の開始時刻から始まるビーコン周期により前記第 2 の無線通信システムにおけるビーコン信号を送信する、

ことを特徴とする無線通信システム。

【請求項 3】

前記チャンネル予約信号は、複数の前記統合端末装置それぞれが前記第 2 の無線通信装置との通信に使用する期間のうち最長の期間のチャンネルの予約を要求するための情報を含む、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の無線通信システム。

【請求項 4】

前記統合端末装置は、自装置のビーコン周期及び前記第 2 の無線通信装置との通信に使用する期間を前記アクセスポイントに通知する、あるいは、前記アクセスポイントを介して他の前記統合端末装置に通知する統合端末情報通知部をさらに備える、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の無線通信システム。

【請求項 5】

前記第 1 の無線通信システムは、無線 LAN の無線通信システムであり、

前記第 2 の無線通信システムは、無線 PAN の無線通信システムである、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

【請求項 6】

複数の第 1 の無線通信装置と、複数の前記第 1 の無線通信装置と通信するアクセスポイントとを有する第 1 の無線通信システムと、第 2 の無線通信装置と、前記第 1 の無線通信装置であり、かつ、前記第 2 の無線通信装置との通信を集中制御する統合端末装置とを有する複数の第 2 の無線通信システムとが共存する無線通信システムにおける前記統合端末装置であって、

複数の前記統合端末装置の中から決定された代表統合端末装置が前記アクセスポイントに送信したチャンネル予約信号によって予約を要求したチャンネルを用いて、前記第 1 の無線通信システムが使用する周波数チャンネルにおいて、自装置が属する前記第 2 の無線通信システムとは異なる前記第 2 の無線通信システムが有する他の前記統合端末装置と互いに直交する周波数チャンネルにより他の前記統合端末装置と同期して、前記第 2 の無線通信システムにおけるビーコン信号、及びデータ信号の送信を行う同期通信部、

を備えることを特徴とする統合端末装置。

【請求項 7】

複数の第 1 の無線通信装置と、複数の前記第 1 の無線通信装置と通信するアクセスポイントとを有する第 1 の無線通信システムと、第 2 の無線通信装置と、前記第 1 の無線通信

10

20

30

40

50

装置であり、かつ、前記第 2 の無線通信装置との通信を集中制御する統合端末装置とを有する複数の第 2 の無線通信システムとが共存する無線通信システムにおける前記統合端末装置であって、

複数の前記統合端末装置それぞれのビーコン周期に基づいて複数の前記統合端末装置の中から代表統合端末装置を決定する代表決定部と、

複数の前記統合端末装置の中から決定された代表統合端末装置が前記アクセスポイントに送信したチャンネル予約信号によって予約を要求したチャンネルを用いて、前記第 1 の無線通信システムが使用する周波数チャンネルにおいて他の前記統合端末装置と互いに直交する周波数チャンネルにより他の前記統合端末装置と同期して、前記第 2 の無線通信システムにおけるビーコン信号、及びデータ信号の送信を行う同期通信部と、

を備えることを特徴とする統合端末装置。

【請求項 8】

複数の第 1 の無線通信装置と、複数の前記第 1 の無線通信装置と通信するアクセスポイントとを有する第 1 の無線通信システムと、第 2 の無線通信装置と、前記第 1 の無線通信装置であり、かつ、前記第 2 の無線通信装置との通信を集中制御する統合端末装置とを有する複数の第 2 の無線通信システムとが共存する無線通信システムにおける前記アクセスポイントであって、

複数の前記統合端末装置それぞれのビーコン周期に基づいて前記統合端末装置の中から、複数の前記統合端末装置が互いに直交する周波数チャンネルにより同期通信するときを用いる前記第 1 の無線通信システムのチャンネルの予約を要求するためのチャンネル予約信号を送信する代表統合端末装置を決定する代表決定部、

を備えることを特徴とするアクセスポイント。

【請求項 9】

複数の第 1 の無線通信装置と、複数の前記第 1 の無線通信装置と通信するアクセスポイントとを有する第 1 の無線通信システムと、第 2 の無線通信装置と、前記第 1 の無線通信装置であり、かつ、前記第 2 の無線通信装置との通信を集中制御する統合端末装置とを有する複数の第 2 の無線通信システムとが共存する無線通信システムが実行する無線通信方法であって、

複数の前記統合端末装置の中から代表統合端末装置と決定された前記統合端末装置が、前記第 1 の無線通信システムのチャンネルの予約を要求するためのチャンネル予約信号を前記アクセスポイントに送信するチャンネル予約送信ステップと、

複数の前記第 2 の無線通信システムそれぞれにおける前記統合端末装置が、前記チャンネル予約送信ステップにおいて送信された前記チャンネル予約信号によって予約を要求したチャンネルを用いて、前記第 1 の無線通信システムが使用する周波数チャンネルにおいて、自装置が属する前記第 2 の無線通信システムとは異なる前記第 2 の無線通信システムが有する他の前記統合端末装置と互いに直交する周波数チャンネルにより他の前記統合端末装置と同期して、前記第 2 の無線通信システムにおけるビーコン信号、及びデータ信号の送信を行う同期通信ステップと、

を有することを特徴とする無線通信方法。

【請求項 10】

複数の第 1 の無線通信装置と、複数の前記第 1 の無線通信装置と通信するアクセスポイントとを有する第 1 の無線通信システムと、第 2 の無線通信装置と、前記第 1 の無線通信装置であり、かつ、前記第 2 の無線通信装置との通信を集中制御する統合端末装置とを有する複数の第 2 の無線通信システムとが共存する無線通信システムが実行する無線通信方法であって、

前記アクセスポイント、あるいは、前記統合端末装置が、複数の前記統合端末装置それぞれのビーコン周期に基づいて複数の前記統合端末装置の中から代表統合端末装置を決定する代表決定ステップと、

前記代表決定ステップを実行する前記アクセスポイント、あるいは、前記代表統合端末装置と決定された前記統合端末装置が、

10

20

30

40

50

ビーコン周期の開始時刻を前記統合端末装置に通知する通知部ステップと、
前記代表統合端末装置と決定された前記統合端末装置が、
前記第1の無線通信システムのチャンネルの予約を要求するためのチャンネル予約信号を前記アクセスポイントに送信するチャンネル予約送信ステップと、
前記統合端末装置が、
前記チャンネル予約送信ステップにおいて送信された前記チャンネル予約信号によって予約を要求したチャンネルを用いて、前記第1の無線通信システムが使用する周波数チャンネルにおいて他の前記統合端末装置と互いに直交する周波数チャンネルにより他の前記統合端末装置と同期して、前記第2の無線通信システムにおけるビーコン信号、及びデータ信号の送信を行う同期通信ステップと、
を有し、
前記同期通信ステップでは、前記統合端末装置が、通知された前記ビーコン周期の開始時刻から始まるビーコン周期により前記第2の無線通信システムにおけるビーコン信号を送信する、
ことを特徴とする無線通信方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信システム、統合端末装置、アクセスポイント、及び無線通信方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、センサネットワーク等での活用、普及が期待されるシステムとして、Zigbee（登録商標。以下同様。）による無線通信ネットワークがある（例えば、非特許文献1参照。）。Zigbeeは、無線PAN（Personal Area Network）の一つであり、この無線通信ネットワークでは、例えば2つのトポロジが利用できる。第1のトポロジは、スター型のトポロジであり、コーディネータと呼ばれる無線局を中心として、その周辺にエンドデバイスと呼ばれる無線局が配置される。スター型のトポロジは1ホップのみのシンプルなネットワークである。他のトポロジは、PtoP（Peer to peer）型のトポロジであり、基本的には無線局間で一对一の通信を行うトポロジである。スター型のトポロジでは、スーパーフレーム構成を用いたビーコンモードが用意されている。

30

【0003】

図13は、スター型のトポロジが用いる無線PAN（Personal Area Network）のスーパーフレーム構成を示す図である。ビーコンモードでは、ビーコン信号（Beacon）が送信されてから次のビーコン信号が送信されるまでの時間が、アクティブ期間（同図におけるSuperframeの期間）とインアクティブ期間（同図におけるInactive Period）とに分割される。コーディネータは、アクティブ期間とインアクティブ期間とを表す情報をビーコン信号に含めて送信する。アクティブ期間には、キャリアセンスを使用した通信を行う期間（CAP：Contention Access Period、自由競争通信期間）の他に、特定のエンドデバイスにのみ通信を許可する割当期間（CFP：Contention Free Period、無競争通信期間）を設けることができる。アクティブ期間では、スーパーフレームと呼ばれる仮想的時間割の中で、コーディネータとエンドデバイスが相互に通信を行う。なお、ビーコン信号はキャリアセンスを行わず一定周期（Beacon interval：ビーコン周期）で強制的に送信される。アクティブ期間では、信号の送受信が行われる一方、インアクティブ期間では信号の送受信が行われない。したがって、インアクティブ期間において、無線局は、他無線局の送信状況をキャリアセンスする必要が無く、消費電力を低減することができる。

40

【0004】

ビーコンモードではコーディネータがキャリアセンスを行わずに無線PANビーコン信号を送信する。このため無線PANのビーコン送信時に無線LANの信号が送信されている場合は信号の衝突が発生し、無線PANのエンドデバイスはビーコンを正しく受信でき

50

ずスーパーフレームによる通信が行えなくなる。これを解決するため、無線PANのコーディネータに無線LANの無線機能を統合した統合端末の利用が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。統合端末は、無線PANのビーコン送信に先立って、無線LANのチャンネル予約信号（RTS信号）を送信することでチャンネルを予約し、無線PANのビーコン送信時に無線LANの信号が送信されることを回避する。予約される期間長は、チャンネル予約信号の送信時点からスーパーフレームの終了時点までの期間となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2012-169740号公報

10

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】B.H. Jung et al., "Ubiquitous Wearable Computer (UWC)- Aided Coexistence Algorithm in an Overlaid Network Environment of WLAN and ZigBee Networks", 2007年, in Proc. ISWPC '07, p. 212 - 217

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述した従来技術では、統合端末が一台の場合しか想定しておらず、複数台の統合端末が存在する時に、無線LANのスループットに向上の余地がある。つまり、従来の統合端末を利用した無線通信システムでは、無線LANシステム（第1の無線通信システム）のセル内に、それぞれが統合端末を有する複数の無線PANシステム（第2の無線通信システム）が存在する場合、無線PANシステムの数だけ独立に無線LANのチャンネルが予約される。その予約されたチャンネルにおいては無線LANの通信が行えないため、無線LANシステムのスループット特性が劣化する問題を抱えている。

20

【0008】

上記事情に鑑み、本発明は、第1の無線通信システムと共存する複数の第2の無線通信システムにおける通信のために第1の無線通信システムのチャンネルを予約する場合に、第1の無線通信システムのスループットの低下を防ぐ無線通信システム、統合端末装置、アクセスポイント、及び無線通信方法を提供することを目的としている。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一態様は、第1の無線通信装置と、前記第1の無線通信装置と通信するアクセスポイントとを有する第1の無線通信システムと、第2の無線通信装置と、前記第1の無線通信装置であり、かつ、前記第2の無線通信装置との通信を集中制御する統合端末装置とを有する複数の第2の無線通信システムとが共存する無線通信システムであって、複数の前記統合端末装置の中から代表統合端末装置と決定された前記統合端末装置は、前記第1の無線通信システムのチャンネルの予約を要求するためのチャンネル予約信号を前記アクセスポイントに送信するチャンネル予約送信部を備え、前記統合端末装置は、前記代表統合端末装置の前記チャンネル予約送信部が送信した前記チャンネル予約信号によって予約を要求したチャンネルを用いて、前記第1の無線通信システムが使用する周波数チャンネルにおいて他の前記統合端末装置と互いに直交する周波数チャンネルにより他の前記統合端末装置と同期して、前記第2の無線通信システムにおけるビーコン信号、及びデータ信号の送信を行う同期送信部を備える、ことを特徴とする無線通信システムである。

40

【0010】

本発明の一態様は、上述する無線通信システムであって、前記アクセスポイント、あるいは、前記統合端末装置は、複数の前記統合端末装置それぞれのビーコン周期に基づいて複数の前記統合端末装置の中から代表統合端末装置を決定する代表決定部を備え、前記代表決定部を備える前記アクセスポイント、あるいは、前記代表決定部を備え、代表統合端末装置と決定された前記統合端末装置は、ビーコン周期の開始時刻を前記統合端末装置に

50

通知する通知部を備え、前記統合端末装置の前記同期通信部は、通知された前記ビーコン周期の開始時刻から始まるビーコン周期によりビーコン信号を送信する、ことを特徴とする。

【0011】

本発明の一態様は、上述する無線通信システムであって、前記チャンネル予約信号は、複数の前記統合端末装置それぞれが前記第2の無線通信装置との通信に使用する期間のうち最長の期間のチャンネルの予約を要求するための情報を含む、ことを特徴とする。

【0012】

本発明の一態様は、上述する無線通信システムであって、前記統合端末装置は、自装置のビーコン周期及び前記第2の無線通信装置との通信に使用する期間を前記アクセスポイントに通知する、あるいは、前記アクセスポイントを介して他の前記統合端末装置に通知する統合端末情報通知部をさらに備える、ことを特徴とする。

10

【0013】

本発明の一態様は、上述する無線通信システムであって、前記第1の無線通信システムは、無線LANの無線通信システムであり、前記第2の無線通信システムは、無線PANの無線通信システムである、ことを特徴とする。

【0014】

本発明の一態様は、第1の無線通信装置と、前記第1の無線通信装置と通信するアクセスポイントとを有する第1の無線通信システムと、第2の無線通信装置と、前記第1の無線通信装置であり、かつ、前記第2の無線通信装置との通信を集中制御する統合端末装置とを有する複数の第2の無線通信システムとが共存する無線通信システムにおける前記統合端末装置であって、複数の前記統合端末装置の中から決定された代表統合端末装置が自装置であった場合、前記第1の無線通信システムのチャンネルの予約を要求するためのチャンネル予約信号を前記アクセスポイントに送信するチャンネル予約送信部と、代表統合端末装置が送信した前記チャンネル予約信号によって予約を要求したチャンネルを用いて、前記第1の無線通信システムが使用する周波数チャンネルにおいて他の前記統合端末装置と互いに直交する周波数チャンネルにより他の前記統合端末装置と同期して、前記第2の無線通信システムにおけるビーコン信号、及びデータ信号の送信を行う同期通信部と、を備えることを特徴とする統合端末装置である。

20

【0015】

本発明の一態様は、上述する統合端末装置であって、複数の前記統合端末装置それぞれのビーコン周期に基づいて前記統合端末装置の中から代表統合端末装置を決定する代表決定部をさらに備える、ことを特徴とする。

30

【0016】

本発明の一態様は、第1の無線通信装置と、前記第1の無線通信装置と通信するアクセスポイントとを有する第1の無線通信システムと、第2の無線通信装置と、前記第1の無線通信装置であり、かつ、前記第2の無線通信装置との通信を集中制御する統合端末装置とを有する複数の第2の無線通信システムとが共存する無線通信システムにおける前記アクセスポイントであって、複数の前記統合端末装置それぞれのビーコン周期に基づいて前記統合端末装置の中から、複数の前記統合端末装置が互いに直交する周波数チャンネルにより同期通信するとき用いる前記第1の無線通信システムのチャンネルの予約を要求するためのチャンネル予約信号を送信する代表統合端末装置を決定する代表決定部、を備えることを特徴とするアクセスポイントである。

40

【0017】

本発明の一態様は、第1の無線通信装置と、前記第1の無線通信装置と通信するアクセスポイントとを有する第1の無線通信システムと、第2の無線通信装置と、前記第1の無線通信装置であり、かつ、前記第2の無線通信装置との通信を集中制御する統合端末装置とを有する複数の第2の無線通信システムとが共存する無線通信システムが実行する無線通信方法であって、複数の前記統合端末装置の中から代表統合端末装置と決定された前記統合端末装置が、前記第1の無線通信システムのチャンネルの予約を要求するためのチャネ

50

ル予約信号を前記アクセスポイントに送信するチャンネル予約送信ステップと、前記統合端末装置が、前記チャンネル予約送信ステップにおいて送信された前記チャンネル予約信号によって予約を要求したチャンネルを用いて、前記第1の無線通信システムが使用する周波数チャンネルにおいて他の前記統合端末装置と互いに直交する周波数チャンネルにより他の前記統合端末装置と同期して、前記第2の無線通信システムにおけるビーコン信号、及びデータ信号の送信を行う同期通信ステップと、を有することを特徴とする無線通信方法である。

【発明の効果】

【0018】

本発明により、第1の無線通信システムと共存する複数の第2の無線通信システムにおける通信のために第1の無線通信システムのチャンネルを予約する場合に、第1の無線通信システムのスループットの低下を防ぐことが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の一実施形態による無線通信システムの例を示す図である。

【図2】無線LANと無線PANの周波数チャンネル配置を示す図である。

【図3】同実施形態による無線通信システムにおける無線PANのビーコン送信タイミングの同期を示す図である。

【図4】同実施形態による代表統合端末の条件を説明するための図である。

【図5】第一の実施形態による統合端末100の構成を示すブロック図である。

【図6】同実施形態によるアクセスポイント200の構成を示すブロック図である。

20

【図7】第二の実施形態による統合端末101の構成を示すブロック図である。

【図8】同実施形態による統合端末101を用いた無線通信システムの動作を示す図である。

【図9】図8の続きの動作を示す図である。

【図10】図9の続きの動作を示す図である。

【図11】図10の続きの動作を示す図である。

【図12】計算機シミュレーションにより本実施形態の無線通信システムにおける無線LANのシステムスループットを測定した結果のグラフを示す図である。

【図13】無線PANのスーパーフレーム構成を示す図である。

【図14】従来技術を適用した無線通信システムを示す図である。

30

【図15】図14に示す無線通信システムにおける無線LANと無線PANの共存方式の手順を示す図である。

【図16】図14に示す統合端末91の構成を示すブロック図である。

【図17】従来技術を適用した無線通信システムにおいて複数の無線PANシステムが存在する例を示す図である。

【図18】図17に示す無線通信システムによる無線LANと無線PANの共存方式の手順を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

40

【0021】

〔本発明の実施形態の概要〕

国際標準規格IEEE 802.11準拠の無線LAN(Local area network)及びIEEE 802.15.4準拠の無線PAN(Personal Area network)は、いずれも2.4GHz(ギガヘルツ)帯の周波数を使用する。そのため、両者が同一場所で運用された場合、データフレーム信号の衝突などの干渉問題が生じる。干渉問題を解決する方法として時間的に両者を分離して運用する方法があり、この方法の実現手段として両者の無線機能を有する統合端末を用いるものがある。なお、IEEE 802.15.4準拠の無線PANは、ビーコンモードとノンビーコンモードがあり、本実施形態では、ビーコンモードで運用される無線PANを対象とする。

50

【 0 0 2 2 】

図 1 4 は、従来技術を適用した無線通信システムを示す図である。同図に示す無線通信システムにおいては、無線 LAN (WLAN: Wireless Local Area Network) システム (第 1 の無線通信システム) と、無線 PAN (WPAN: Wireless Personal Area Network) システム (第 2 の無線通信システム) とが共存している。つまり、無線 LAN システムのセル内に、無線 LAN と同じ周波数を使用する無線 PAN システムが存在する。無線 LAN システムは、アクセスポイント (AP: Access Point) 9 2 と、無線 LAN 無線局 9 3 及び統合端末 (H-STA: Hybrid station) 9 1 とを有する。無線 LAN システムのセル内にある無線 PAN システムは、統合端末 9 1 とネットワークデバイス (ND: Network Device) 9 4 とを有する。

10

【 0 0 2 3 】

統合端末 9 1 は、無線 PAN のコーディネータの機能と無線 LAN の無線局の機能とを有し、1 つの無線 PAN システムに 1 台が存在する。統合端末 9 1 は、無線 PAN のコーディネータとしてネットワークデバイス 9 4 との通信を集中制御する機能と、無線 LAN の無線局として無線 LAN によりアクセスポイント 9 2 と通信する機能とを有する。統合端末 9 1 は、無線 PAN の通信時には無線 LAN の通信を停止させる。

【 0 0 2 4 】

図 1 5 は、図 1 4 に示す無線通信システムにおける無線 LAN と無線 PAN の共存方式の手順を示す図である。

統合端末 9 1 は、ビーコンモードで稼働する無線 PAN の運用期間に先立って、無線 LAN で定義されるチャネル予約信号である RTS (Request To Send) 信号を送信する。チャネル予約信号を用いてチャネルを予約することにより、その予約期間内に無線 LAN の各局がデータフレーム信号や ACK 信号を送信することを回避し、その間に無線 PAN の無線局がビーコン信号を含む通信を行う。従って、無線 LAN と無線 PAN の信号の衝突を防ぐことが可能となる。

20

【 0 0 2 5 】

具体的には、無線 LAN の無線局 (STA: Station) でもあり、無線 PAN のコーディネータ (PAN coordinator) でもある統合端末 (H-STA) 9 1 は、無線 PAN のスーパーフレーム用のチャネルを予約するために、RTS フレームを生成する (RTS frame generation)。統合端末 9 1 は、キャリアセンスにより DIFS (Department of Insurance and Financial Services) の期間アイドル状態を検出すると、バックオフ (Backoff) 時間経過後に RTS フレームを設定した RTS 信号を送信する。アクセスポイント 9 2 は、無線 LAN 無線局 9 3 が送信したデータ信号との衝突 (collision) が発生するなどしてチャネル割り当て不可と判断した場合、RTS 信号に対する応答である CTS (Clear To Send) 信号は送信しない。

30

【 0 0 2 6 】

統合端末 9 1 は、CTS 信号の受信待ち時間が経過した場合 (CTS Timeout)、再びキャリアセンスを行い、DIFS の期間アイドル状態を検出すると、バックオフ時間経過後に RTS 信号を送信する。アクセスポイント 9 2 は、チャネルの割り当てが可能な場合、RTS 信号受信してから SIFS (Short interframe space) 時間経過後に CTS 信号を返送する。統合端末 9 1 は、CTS 信号を受信すると、RTS フレーム生成からスーパーフレームを確保するための試行期間 (Superframe protection attempt period) T_{SPAP} の経過後にスーパーフレーム期間 (Superframe duration) T_{SD} を開始し、無線 PAN のビーコン信号を送信し、データ通信を行う。

40

【 0 0 2 7 】

なお、統合端末 9 1 からの無線信号を受信可能な無線 LAN 無線局 9 3 (STAs visible from H-STA) は、RTS 信号を受信すると、RTS 信号に設定されている (NAV: Network Allocation Vector) が示すスーパーフレーム期間 T_{SD} の終了まで無線信号の送信を停止する。また、統合端末 9 1 からの無線信号を受信できない無線 LAN 無線局 9 3 (STAs hidden from H-STA) は、アクセスポイント 9 2 からの CTS 信号を受信すると、C

50

T S 信号に設定されている N A V が示すスーパーフレーム期間 T_{SD} の終了まで無線信号の送信を停止する。

【 0 0 2 8 】

図 1 6 は、統合端末 9 1 の構成を示すブロック図である。統合端末 9 1 は、アンテナ 1 0、第 1 のスイッチ 1 1、第 2 のスイッチ 1 2、受信処理部 1 3、送信処理部 1 4、制御部 1 5、ビーコン生成部 1 6、ビーコン生成タイミング算出部 1 7、データ処理部 1 8、及び無線 L A N 処理部 1 9 を備えて構成される。

【 0 0 2 9 】

第 1 のスイッチ 1 1 は、無線 L A N 処理部 1 9 による無線 L A N 信号の送受信処理と、受信処理部 1 3 や送信処理部 1 4 等により行われる無線 P A N 信号の送受信処理とを切り替える。すなわち、第 1 のスイッチ 1 1 により、無線 L A N と無線 P A N とのそれぞれの信号を切り替えながら送受信する。第 2 のスイッチ 1 2 は、アンテナ 1 0 を介して行われる受信処理部 1 3 による受信処理と送信処理部 1 4 による送信処理とを切替える。

【 0 0 3 0 】

受信処理部 1 3 は、他の無線 P A N のノードから送信される信号、例えば、ビーコン信号や、データ信号等を、アンテナ 1 0 を介して受信し、受信した無線信号について、A / D (アナログ / デジタル) 変換、周波数変換、復調等の処理を行い、ベースバンド信号を抽出する。ベースバンド信号は、制御部 1 5 に供給され、データ信号であった場合には、データ処理部 1 8 に出力される。それ以外の場合、例えば、ベースバンド信号が制御信号であった場合には、その制御信号に応じた処理が制御部 1 5 を介して行われる。送信処理部 1 4 は、ビーコン生成部 1 6 から供給されるビーコン信号や、制御部 1 5 を介してデータ処理部 1 8 から供給されるデータ信号について、変調、D / A (デジタル - アナログ) 変換、周波数変換等の処理を行い、第 2 のスイッチ 1 2、第 1 のスイッチ 1 1、及びアンテナ 1 0 を介して無線 P A N の無線信号として送信する。

【 0 0 3 1 】

ビーコン生成部 1 6 は、ビーコン生成タイミング算出部 1 7 によって算出されたタイミングに応じて無線 P A N のビーコン信号を生成し、送信処理部 1 4 に出力する。ビーコン信号には、そのビーコン信号が出力されるビーコン周期を示す情報、スーパーフレーム長を示す情報、タイムスロットの自由競争通信期間 (以下、「C A P」と記載する。) と無競争通信期間 (以下、「C F P」と記載する。) を示す情報、C F P における G T S (Guaranteed Time Slot : 割当期間) の割当を示す情報などが含まれる。G T S は、通信可能ノード (ネットワークデバイス 9 4) を 1 つに限定した期間である。

【 0 0 3 2 】

無線 L A N 処理部 1 9 は、制御部 1 5 の指示により起動し、無線 L A N 信号の送受信を行う。無線 L A N における信号の送受信は、一般的に、C S M A / C A (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance) と呼ばれる手順で行われる。すなわち、受信電力に基づいてチャンネルに信号が送出されているかどうかを判断し (キャリアセンス)、信号が出ていない場合には、信号の送信を開始する。

【 0 0 3 3 】

また、このような受信電力に基づくキャリアセンスに併せて、図 1 4 に示す無線通信システムでは、仮想的なキャリアセンスを行う。仮想的なキャリアセンスとは、受信した信号から当該信号の送受信に必要な時間を取得し、当該時間が経過するまでは、受信電力が閾値より低い場合であっても、信号が送出していると判断し、自己の信号の送信を行わない。なお、無線 L A N のノードが受信した信号から当該時間を取得するために、N A V と呼ばれる制御用のパラメータが全ての無線 L A N 信号に含まれている。

【 0 0 3 4 】

無線 L A N 処理部 1 9 は、キャリアセンスによりチャンネルに信号が出ていないと判断すると、無線 L A N のチャンネルの予約を要求するためのチャンネル予約信号 (R T S 信号) を送信する。例えば、無線 L A N 処理部 1 9 を介して、統合端末 9 1 が無線 L A N のアクセスポイント 9 2 と接続している場合には、R T S 信号は、無線 L A N のアクセスポイント

10

20

30

40

50

92を宛先として送信される。

【0035】

RTS信号を受信した無線LANのアクセスポイント92は、CTS信号を送信する。これらの信号には、仮想的なキャリアセンスの時間を示すNAVが格納されている。したがって、RTS信号、またはCTS信号を受信した他の無線LAN無線局93は、このNAVが示す時間の間はチャンネルに信号を送出しない。すなわち、一時的にチャンネルを予約した状態となる。そして、チャンネルの予約が完了すると、無線LAN処理部19は、制御部15にチャンネル予約が成功したことを通知するとともに、省電力状態に入り、次の起動の指示を待つ。一方、所定の時間を経過してもチャンネルの予約ができない場合には、制御部15により省電力状態へ移行するための指示が入力される。

10

【0036】

制御部15は、無線PANのビーコン信号を送信する周期が近づいてくると、無線LAN処理部19を起動するための指示を通知する。また、この起動時に、制御部15は、無線LAN処理部19に対して、無線PANのビーコン信号を送信してからその後に続くアクティブ期間が終了する時刻を併せて通知する。無線LAN処理部19は、制御部15の指示によって起動し、上記のようにRTS信号を送出する際に、アクティブ期間が終了する時刻までに必要な時間をNAVに設定して送信する。このようにすることで、アクティブ期間が終了するまでの間、チャンネルを予約することができ、無線PANの通信に必要な期間を担保することができる。

【0037】

また、制御部15は、ビーコン信号を送出する周期に基づいて、ビーコン生成部16等の他の処理部を起動し、ビーコン信号の生成から始まる無線PAN信号の送受信処理を開始する。なお、他の無線PAN信号の送受信を行う処理部については、インアクティブ期間中は省電力動作を行っている。

20

データ処理部18は、CAPに行われる他の無線PANのノードとのデータ通信処理などを行う。

【0038】

上述の従来技術を適用した無線通信システムによる通信方式では、無線LANのセル内に複数の無線PANシステムが存在する場合、そのシステム数だけ無線LANのチャンネルが予約されるため無線LANのスループット特性が劣化する。

30

【0039】

図17は、従来技術を適用した無線通信システムにおいて複数の無線PANシステムが存在する例を示す図である。同図に示す無線通信システムでは、無線LANシステムと複数の無線PANシステムが共存する。つまり、無線LANシステムのセル内に、無線LANと同じ周波数を使用する複数の無線PANシステムが存在する。同図においては、1つの無線LAN(WLAN)のセル内に、2つの無線PAN(WPAN)システムが存在している。同図においては、それぞれの無線PANシステムの統合端末91を、統合端末91-1、統合端末91-2と記載している。

【0040】

図18は、図17に示す無線通信システムによる無線LANと無線PANの共存方式の手順を示す図である。統合端末91-1がRTS信号を送信し、無線LANのアクセスポイント92が統合端末91-1にチャンネルを割当ててCTS信号を返送する。無線LANシステムは、RTS信号またはCTS信号に設定されているNAVが示す時間まで通信を停止する。CTS信号を受信した統合端末91-1は、割り当てられたチャンネルをスーパーフレームに用い、自無線PANシステムのネットワークデバイス94と通信する。統合端末91-1は、スーパーフレームの開始時に、WSN(ワイヤレスセンサーネットワーク)ビーコンなどの無線PANのビーコン信号を送信する。

40

【0041】

その後、統合端末91-2がRTS信号を送信し、無線LANのアクセスポイント92が統合端末91-2にチャンネルを割当ててCTS信号を返送する。無線LANシステムは

50

、R T S信号またはC T S信号に設定されているN A Vが示す時間まで、再び通信を停止する。このように、複数の統合端末9 1を非同期で動作させる場合、それぞれの無線P A Nシステムは異なる通信期間で通信を行う。無線L A Nシステムは統合端末9 1の台数に応じて通信停止期間が割り当てられ、スループット特性が劣化する。

【0042】

この問題に対して本実施形態では、複数の無線P A Nシステムのビーコン周期を同期させることで、無線L A Nチャネルの予約期間中に複数の無線P A Nが同時に通信を行うようにする。

図1は、本発明の一実施形態による無線通信システムの例を示す図である。同図において、図17に示す従来技術を適用した無線通信システムと同一の部分には同一の符号を付し、その説明を省略する。同図に示す無線通信システムは、図17に示す従来技術を適用した無線通信システムの統合端末9 1に代えて統合端末1（統合端末装置）を備え、アクセスポイント9 2に代えてアクセスポイント2を備える。なお、同図においては、無線L A Nのセル内に2つの無線P A Nシステムを備える場合について示しているが、本実施形態の無線通信システムは、無線L A Nシステムのセル内にそれぞれ直交するチャネルを使用するn個（nは2以上4以下の整数）の無線P A Nシステムを備え得る。これは、無線L A Nのチャネル幅20MHz（メガヘルツ）中に、直交する無線P A Nのチャネルが4つあるためである。以下では、i番目（iは1以上n以下の整数）の無線P A Nシステムの統合端末1を、統合端末1 - iと記載する。

【0043】

図2は、無線L A Nと無線P A Nの周波数チャネル配置を示す図である。IEEE 802.11gで規定される無線L A Nのチャネル幅は5MHzであり、1チャネルは22MHzである。一方、IEEE 802.11.15.4で規定されるWSN（無線P A Nの適用例の一つ）の1チャネル幅は5MHzであり、1チャネルは2MHzである。つまり、無線L A Nの1チャネル中には、直交する無線P A Nチャネルが4つある。各無線P A Nシステム（統合端末1）は、無線L A Nが使用する周波数チャネル中の直交する4つの無線P A Nチャネルの中から異なる周波数チャネルを選ぶことで同時に通信できる。

【0044】

図3は、本実施形態による無線通信システムにおける無線P A Nのビーコン送信タイミングの同期を示す図である。同図では、チャネル使用中（Busy）の期間に、統合端末1 - nにおいて、スーパーフレームのチャネル予約のため、R T Sフレームが発生している（ステップS11）。統合端末1 - nは、チャネルが空きとなった後、D I F Sの期間アイドル状態を検出すると、無線L A NのR T S信号を送信する（ステップS12）。無線L A Nのアクセスポイント2がR T S信号を受信し、チャネルが割り当て可能な場合はC T S信号を返送する（ステップS13）。無線L A Nシステム（アクセスポイント2と、R T S信号またはC T S信号を受信した無線L A N無線局93）は、N A Vで示される時刻まで通信を停止する（ステップS14）。統合端末1 - 1は、統合端末1 - nと無線P A Nのビーコン周期を同期させ、互いに直交する無線P A Nチャネルを用いてW P A Nビーコンを送信し、スーパーフレームで通信を行う（ステップS15）。なお、統合端末1が3台以上の場合、他の統合端末1も、統合端末1 - 1、1 - nと無線P A Nのビーコン周期を同期させ、互いに直交する無線P A Nチャネルを用いてW P A Nビーコンを送信し、スーパーフレームで通信を行う。

【0045】

このように、無線P A Nのビーコン送信タイミングを同期させることにより、無線L A Nのチャネルの予約期間を最小限に抑えることが可能となり、無線L A Nのスループット特性が改善される。このとき、複数存在する統合端末1の中から一台のみがチャネル予約信号を送信することで、統合端末間での競合を防ぎつつ、確実なチャネル予約信号の送信が可能となる。このチャネル予約信号の送信を行う唯一の統合端末1を代表統合端末と呼ぶ。以下では、統合端末1間の無線P A Nのビーコン周期の同期をとる無線通信システムの構成と無線通信方法、さらには、無線L A Nのチャネル予約信号を送信する代表統合端

10

20

30

40

50

末の選び方とその周知方法について詳細に説明する。

【 0 0 4 6 】

[代表統合端末の条件]

図 4 は、代表統合端末の条件を説明するための図であり、 $n = 3$ の場合を示している。

図 1 に例を示した本実施形態の無線通信システムは、無線 LAN のセル内に複数（最大 4 つまで）の無線 PAN システムが存在し、それぞれの無線 PAN システムには一台ずつ統合端末 1 が存在する。国際標準規格 IEEE 802.15.4 準拠の無線 PAN では、図 1 3 に示すビーコン周期 (Beacon interval) は、 15.36 ms (ミリ秒) $\times 2^B$ ($0 \leq B \leq 14$ 、 B は整数、 B : Beacon order) に設定されており、この一定時間間隔ごとにビーコン信号が送信される。したがって、図 4 に示すように、複数ある統合
10
端末 1 の最初の無線 PAN ビーコン送信開始時点を同期することで、以降のそれぞれの無線 PAN システムの統合端末 1 がビーコン信号を送信する時点も一致する。また図 2 に示したように、無線 LAN の一つのチャンネル内に直交する無線 PAN のチャンネルは 4 つ存在するため、同時に 4 つの無線 PAN が通信を行うことが可能である。複数ある統合端末 1 のうちチャンネル予約信号 (RTS 信号) を送信する統合端末 1 は 1 台のみで十分であり、送信は無線 PAN のビーコン周期が最も短い統合端末 1 が行うことで、全ての無線 PAN のビーコン信号の送信に先立ってチャンネルの予約が行われる。またこの時のチャンネル予約期間は、複数の無線 PAN システムのうち最長のスーパーフレームの終了時点までとする。複数の統合端末 1 の中で、このチャンネル予約信号の送信を行う 1 台の統合端末 1 が代表
20
統合端末である。代表統合端末が全ての統合端末 1 を代表して自端末のビーコン信号送信に先立ってチャンネル予約信号を送信すれば、全ての無線 PAN システムにおけるビーコン信号送信時に、無線 LAN チャンネルを予約できる。上記のビーコン周期の同期、及びチャンネル予約信号を送信する代表統合端末の決定とその周知は、以下の第 1 の実施形態、または第 2 の実施形態のいずれかにより実現される。

【 0 0 4 7 】

[第 1 の実施形態]

本実施形態では、無線 LAN のアクセスポイントに代表統合端末決定の機能を付加する。本実施形態の無線通信システムは、図 1 に示す無線通信システムの統合端末 1 として、後述する図 5 の統合端末 100 を備え、無線 LAN のアクセスポイント 2 として、後述する図 6 のアクセスポイント 200 を備える。
30

【 0 0 4 8 】

本実施形態の無線通信システムにおけるアクセスポイント 200 には、既存の無線 LAN のアクセスポイントの機能に、チャンネル予約信号を送信する代表統合端末を決定するための機能が付加される。各統合端末 100 は、無線 LAN の信号を用いて、自端末の無線 PAN のビーコン周期及びスーパーフレーム長の情報を、代表統合端末決定の機能を持つアクセスポイント 200 に送信する。アクセスポイント 200 は、各統合端末 100 の MAC アドレス、ビーコン周期及びスーパーフレーム長の情報を記述した統合端末情報テーブルを作成する。アクセスポイント 200 は、統合端末情報テーブルの情報をもとに、後述する代表端末決定方法に従って代表統合端末を決定する。アクセスポイント 200 は、代表統合端末の MAC アドレスと、統合端末情報テーブルに記述されている中で最長のス
40
ーパーフレーム長と、次の無線 PAN ビーコン送信時刻となる TSF (Timing Synchronization Function) タイマの値とを記したフレームを生成し、各統合端末 100 へマルチキャストする。

【 0 0 4 9 】

なお、TSF とは無線 LAN においてアクセスポイントと無線局間で時刻を合わせる機能であり、アクセスポイント 200 は自局の TSF タイマの値をビーコン信号に載せて送信する。各端末局 (無線 LAN 無線局 93 と統合端末 100) は、自局のタイマをアクセスポイント 200 から受信したビーコン信号に記述された TSF タイマ値に合わせることで、端末局間の同期が実現される。これらを受信した統合端末 100 のうち代表統合端末として指定された統合端末 100 は、アクセスポイント 200 から受信したフレームに記
50

述された T S F タイマ値の時刻をビーコン周期の開始時刻とした無線 P A N ビーコンの送信時刻に先立って、無線 L A N のチャネル予約信号の送信を行う。このときのチャネル予約期間は、アクセスポイント 2 0 0 から通知されたスーパーフレーム長の終了時刻、すなわち、統合端末情報テーブルに記述されている各統合端末 1 0 0 のスーパーフレーム長なかで最長のスーパーフレーム長の終了時刻までとする。各統合端末 1 0 0 は、指定された T S F タイマ値の時刻を自装置におけるビーコン周期の開始時刻とし、互いに直交するチャネルにより同期して、無線 P A N のビーコン信号及びスーパーフレームの通信を行う。

【 0 0 5 0 】

無線 L A N システムにおいて代表統合端末決定の機能を持つアクセスポイント 2 0 0 に新しく統合端末 1 0 0 が接続されるときや接続が解除される度に、アクセスポイント 2 0 0 は統合端末情報テーブルに情報の追加・削除を行う。アクセスポイント 2 0 0 は、統合端末 1 0 0 の接続や解除を、無線 L A N の接続確立手順や接続解除手順により検出する。アクセスポイント 2 0 0 は、代表統合端末やスーパーフレーム長に変更があれば再び統合端末情報テーブルの情報を設定したフレームを生成・マルチキャストし、同様の動作を行う。

【 0 0 5 1 】

図 5 は、統合端末 1 0 0 の構成を示すブロック図である。同図において、図 1 6 に示す従来の統合端末 9 1 と同一の部分には同一の符号を付し、その説明を省略する。統合端末 1 0 0 は、アンテナ 1 0、第 1 のスイッチ 1 1、第 2 のスイッチ 1 2、受信処理部 1 3、送信処理部 1 4、制御部 1 5 a、ビーコン生成部 1 6、ビーコン生成タイミング算出部 1 7、データ処理部 1 8、及び無線 L A N 処理部 1 9 を備えて構成される。

【 0 0 5 2 】

制御部 1 5 a は、統合端末 9 1 の制御部 1 5 と同様の機能を有する。さらに制御部 1 5 a は、以下の機能を有する。すなわち、制御部 1 5 a は、自端末の無線 P A N のビーコン周期あるいはスーパーフレーム長が変更された時、また無線 L A N に加入した時に、無線 P A N のビーコン周期及びスーパーフレーム長を記述したデータ信号を無線 L A N 処理部 1 9 に出力し、アンテナ 1 0 を介してアクセスポイント 2 0 0 に送信する。制御部 1 5 a は、この送信したデータ信号に対してアクセスポイント 2 0 0 から送信されたデータ信号を無線 L A N 処理部 1 9 から受けると、このデータ信号に記述されている T S F タイマ値をビーコン生成タイミング算出部 1 7 に出力する。ビーコン生成タイミング算出部 1 7 は、T S F タイマ値をビーコン周期の開始時刻としたビーコン周期によりビーコン信号の送信タイミングを算出し、算出したタイミングでビーコン生成部 1 6 にビーコン生成命令を出す。これにより、ビーコン生成部 1 6 は、T S F タイマ値の時刻に基づいたビーコン周期により、送信処理部 1 4 にビーコン信号を出力する。さらに、制御部 1 5 a は、アクセスポイント 2 0 0 から送信されたデータ信号に記述されている代表統合端末の M A C アドレスが自端末のものであるかを判断する。制御部 1 5 a は、記述されている代表統合端末の M A C アドレスが自端末のものである場合、アクセスポイント 2 0 0 からのデータ信号に記述されている T S F タイマ値をビーコン周期の開始時刻としたビーコン信号の送信に先立って、次のビーコン送信時刻とスーパーフレーム長とからチャネル予約信号の予約期間長を計算し、無線 L A N 処理部 1 9 に出力する。

【 0 0 5 3 】

図 6 は、アクセスポイント 2 0 0 の構成を示すブロック図である。

同図に示すようにアクセスポイント 2 0 0 は、アンテナ 2 0、スイッチ 2 1、受信処理部 2 2、送信処理部 2 3、多重分離部 2 4、制御部 2 5、及びデータ処理部 2 6 を備えて構成される。スイッチ 2 1 は、アンテナ 2 0 を介して行われる受信処理部 2 2 による受信処理と送信処理部 2 3 による送信処理とを切替える。受信処理部 2 2 は、受信した無線 L A N の信号について A / D 変換、周波数変換、復調などを行う。送信処理部 2 3 は、送信する無線 L A N の信号について変調、D / A 変換、周波数変換などを行う。多重分離部 2 4 は、受信したデータ信号が統合端末情報であれば制御部 2 5 に出力し、その他のものはデータ処理部 2 6 に出力する。制御部 2 5 は、内部に備える記憶部 2 5 1 に、自局に接続

10

20

30

40

50

されている各統合端末100の統合端末情報を記述した統合端末情報テーブルを記憶する。制御部25は、統合端末情報テーブルの情報に基づいて代表統合端末を決定する。制御部25は、自局が保持する統合端末情報テーブルに記述された統合端末情報に変更があるたびに代表統合端末を決定する。制御部25は、決定した代表統合端末のMACアドレス、予約すべきスーパーフレーム長、次のビーコン送信時刻となるTSFタイマ値を含んだデータ信号を送信処理部23に出力し、マルチキャストを行う。

【0054】

本実施形態の無線通信システムにおける動作を説明する。

各統合端末100の制御部15aは、自端末の無線PANのビーコン周期あるいはスーパーフレーム長が変更された時、または、無線LANに加入した時に、自端末の無線PANのビーコン周期及びスーパーフレーム長を記述した統合端末情報のデータ信号を無線LAN処理部19に出力する。無線LAN処理部19は、無線LANのアクセスポイント2を宛先として制御部15aから入力されたデータ信号を、アンテナ10を介して送信する。

10

【0055】

アクセスポイント200のアンテナ20が統合端末100から受信したデータ信号は、受信処理部22に出力される。受信処理部22は、受信したデータ信号のA/D変換、周波数変換、復調などを行い、多重分離部24に出力する。多重分離部24は、受信したデータ信号が統合端末情報であれば制御部25に出力する。制御部25は、受信したデータ信号から送信元の統合端末100のMACアドレスと、無線PANのビーコン周期及びスーパーフレーム長とを読み出す。制御部25は、読み出したMACアドレスが記憶部251に記憶している統合端末情報テーブルに登録されていない場合、読み出したMACアドレスと、無線PANのビーコン周期及びスーパーフレーム長とを対応付けて統合端末情報テーブルに追加する。制御部25は、読み出したMACアドレスが記憶部251に記憶している統合端末情報テーブルにすでに登録されている場合、読み出したMACアドレスと対応付けて統合端末情報テーブルに記述されている無線PANのビーコン周期及びスーパーフレーム長を、データ信号から読み出した無線PANのビーコン周期及びスーパーフレーム長に更新する。

20

【0056】

制御部25は、統合端末情報テーブルを参照し、後述する代表統合端末決定方法に従い代表統合端末を決定する。制御部25は、統合端末情報テーブルから読み出した代表統合端末のMACアドレス、及び最長のスーパーフレーム長と、次の無線PANビーコン送信時刻となるTSFタイマの値を記したフレームを生成し、多重分離部24へ出力してマルチキャストするよう指示する。多重分離部24は、制御部25から入力されたフレームを設定したデータ信号を送信処理部23に出力する。送信処理部23は、データ信号に変調、D/A変換、周波数変換などを行い、アンテナ20からマルチキャストにより送信する。

30

【0057】

各統合端末1のアンテナ10は、アクセスポイント200から受信したデータ信号を無線LAN処理部19に出力する。無線LAN処理部19は、受信したデータ信号に無線LAN信号の受信処理を行い、制御部15aに出力する。制御部15aは、受信したデータ信号に設定されているTSFタイマ値をビーコン生成タイミング算出部17に出力する。制御部15aは、アクセスポイント200から受信したデータ信号に記述されている代表統合端末のMACアドレスが自端末のものでない場合、処理を終了する。

40

一方、制御部15aは、アクセスポイント200から受信したデータ信号に記述されている代表統合端末のMACアドレスが自端末のものである場合、自端末が代表統合端末であると判断する。代表統合端末の制御部15aは、受信したデータ信号に記述されているTSFタイマ値が示す無線PANビーコン送信時刻に先立って、チャネル予約信号であるRTS信号に設定すべき予約期間長を計算する。予約期間長は、RTS信号の送信開始(または送信終了)から無線PANビーコン送信時刻までの時間と、受信したデータ信号に

50

記述されているスーパーフレーム長の時間とを合計した値である。代表統合端末の制御部 15 a は、計算した予約期間長を無線 LAN 処理部 19 に出力する。

【 0058 】

代表統合端末の無線 LAN 処理部 19 は、キャリアセンスによりチャンネルに信号が送信されていないことを確認すると、アンテナ 10 を介して RTS 信号をアクセスポイント 200 に対して送信する。このとき、無線 LAN 処理部 19 は、RTS 信号に、制御部 15 a から通知された予約期間長を示す NAV を設定する。つまり、RTS 信号は、複数の統合端末 100 それぞれがネットワークデバイス 94 との通信に使用する期間のうち、最長の期間のチャンネルの予約を要求するための情報を含む。RTS 信号を受信した無線 LAN 無線局 93 は、NAV が示す期間、無線 LAN 信号の送信を行わない。

10

【 0059 】

アクセスポイント 200 のアンテナ 20 が代表統合端末から受信した RTS 信号は、受信処理部 22 において A/D 変換、周波数変換、復調され、多重分離部 24 に出力される。多重分離部 24 は、受信した RTS 信号を制御部 25 に出力する。制御部 25 は、チャンネルを割当て可能な場合、CTS 信号を生成し、多重分離部 24 へ出力する。多重分離部 24 は、制御部 25 から入力された CTS 信号を送信処理部 23 に出力する。送信処理部 23 は、CTS 信号に変調、D/A 変換、周波数変換などを行い、アンテナ 20 から送信する。

【 0060 】

代表統合端末のアンテナ 10 は、アクセスポイント 200 から受信した CTS 信号を無線 LAN 処理部 19 に出力する。無線 LAN 処理部 19 は、CTS 信号を受信するとチャンネルの予約が完了したと判断し、制御部 15 a に予約の成功を通知する。

20

【 0061 】

代表統合端末を含む各統合端末 100 のビーコン生成タイミング算出部 17 は、アクセスポイント 200 から CTS 信号が送信されたか否かにかかわらず、制御部 15 a から通知された TSF タイマ値が示す無線 PAN ビーコン送信時刻にビーコン生成部 16 にビーコン生成命令を出力する。各統合端末 100 のビーコン生成部 16 は、ビーコン生成命令に従って送信処理部 14 にビーコン信号を出力し、送信処理部 14 は、アンテナ 10 から他の無線 PAN システムと同期してビーコン信号を送信する。ビーコン信号送信後、各無線 PAN システムにおいて統合端末 100 は、自端末のスーパーフレーム長の期間、ネットワークデバイス 94 との間でデータ信号の送受信を行う。

30

【 0062 】

以降、代表統合端末の制御部 15 a は、TSF タイマ値が示す時刻をビーコン周期の開始時刻としたビーコン周期によるビーコン信号送信に先立って予約期間長を計算し、無線 LAN 処理部 19 に出力する。代表統合端末の無線 LAN 処理部 19 は、キャリアセンスによりチャンネルに信号が送信されていないことを確認すると、制御部 15 a から通知された予約期間長を示す NAV を RTS 信号に設定し、アンテナ 10 を介してアクセスポイント 200 に対して送信する。

代表統合端末を含む各統合端末 100 のビーコン生成タイミング算出部 17 は、TSF タイマ値が示す時刻をビーコン周期の開始時刻とした自端末のビーコン周期により、ビーコン生成部 16 にビーコン生成命令を出力する。各統合端末 100 のビーコン生成部 16 は、ビーコン生成命令に従って送信処理部 14 にビーコン信号を出力し、送信処理部 14 は、アンテナ 10 から他の無線 PAN システムと同期してビーコン信号を送信する。ビーコン信号送信後、各無線 PAN システムにおいて統合端末 100 は、自端末のスーパーフレーム長の期間、ネットワークデバイス 94 との間でデータ信号の送受信を行う。

40

【 0063 】

[第 2 の実施形態]

第 2 の実施形態では、統合端末に対し自律分散的に代表統合端末を決定する機能を付加する。本実施形態の無線通信システムは、図 1 に無線通信システムの統合端末 1 として、後述する図 7 の統合端末 101 を備える。本実施形態の無線通信システムにおける無線 L

50

ANのアクセスポイント2は、図17に示す無線LANのアクセスポイント92のように従来技術のアクセスポイントを用いることができる。

【0064】

それぞれの統合端末101は、無線LAN内に存在する各統合端末101のMACアドレスと無線PANビーコン周期、及びスーパーフレーム長とを記述した統合端末情報テーブルをもつ。統合端末101は、自端末が無線LANに新しく加わったとき、自端末の統合端末情報テーブルの設定内容を示すテーブル情報を、アクセスポイント2を介してマルチキャストする。他の統合端末101からのテーブル情報を受け取った統合端末101は、自端末の統合端末情報テーブルの設定内容と比較して差分があればその差分を統合端末情報テーブルに追加する。統合端末101は、アクセスポイント2を介して更新した統合
10
端末情報テーブルの設定内容を示すテーブル情報をマルチキャストする。これを繰り返すことでそれぞれの統合端末101が無線LAN内の全ての統合端末101の情報を保持する。各統合端末101は、統合端末情報テーブルに設定されている情報をもとに、後述する代表統合端末決定方法に従い代表統合端末を決定する。代表統合端末は、次の無線PANビーコン送信時刻となるTSFタイマの値を、アクセスポイント2を介し各統合端末101へマルチキャストし、毎回の無線PANビーコン送信に先立って無線LANのチャンネル予約信号を送信する。代表統合端末を含む各統合端末101は、TSFタイマの値の時刻をビーコン周期の開始時刻とした自端末のビーコン周期により、無線PANのビーコン信号を送信してスーパーフレームの通信を行う。

【0065】

代表統合端末が無線LANから離脱したと判断される場合、他の統合端末101は自端末の統合端末情報テーブルから代表統合端末の情報を削除し、再び、後述する代表統合端末決定方法で代表統合端末を決定する。ここで代表となった統合端末101は、次の無線PANビーコン送信時刻をマルチキャストし、同様に、無線PANビーコン送信時点に先立って無線LANチャンネルの予約を行う。
20

【0066】

図7は、統合端末101の構成を示すブロック図である。同図において、図16に示す統合端末91と同一の部分には同一の符号を付し、その説明を省略する。統合端末101は、アンテナ10、第1のスイッチ11、第2のスイッチ12、受信処理部13、送信処理部14、制御部15b、ビーコン生成部16、ビーコン生成タイミング算出部17、データ処理部18、及び無線LAN処理部19を備えて構成される。
30

【0067】

制御部15bは、統合端末91の制御部15と同様の機能を有する。さらに制御部15bは、以下の機能を有する。制御部15bは、無線LAN内に存在する各統合端末101のMACアドレスと無線PANビーコン周期、及びスーパーフレーム長とを記述した統合端末情報テーブルを記憶する記憶部151を備える。制御部15bは、自端末のMACアドレス、無線PANのビーコン周期及びスーパーフレーム長を統合端末情報テーブルに設定すると、統合端末情報テーブルの設定内容を示すテーブル情報を無線LAN処理部19に出力し、アクセスポイント2を介してマルチキャストする。制御部15bは、他の統合
40
端末101から送信されたテーブル情報が記述されたデータ信号を、無線LAN処理部19を介して受信すると、受信したテーブル情報と自端末の統合端末情報テーブルの記述内容と比較する。制御部15bは、差分があればその差分により自端末の統合端末情報テーブルを修正し、修正後の統合端末情報テーブルの設定内容を示すテーブル情報を再び無線LAN処理部19に出力しマルチキャストする。

【0068】

制御部15bは、記憶部151に記憶している統合端末情報テーブルの設定内容に基づいて、後述する代表統合端末方法により代表統合端末を決定する。自端末が代表統合端末である場合、制御部15bは、次のビーコン送信時刻となるTSFタイマ値を、無線LAN処理部19を介してマルチキャストする。さらに代表統合端末の制御部15bは、TSFタイマ値をビーコン周期の開始時刻としたビーコン信号の送信に先立って、次のビーコ
50

ン送信時刻と、統合端末情報テーブルに記述されている中で最長のスーパーフレーム長とからチャンネルの予約期間長を計算し、無線LAN処理部19に出力する。無線LAN処理部19は、制御部15bが計算した予約期間長に基づくNAVを設定したチャンネル予約信号を生成し、アクセスポイント2へ送信する。

【0069】

代表統合端末以外の統合端末の制御部15bは、代表統合端末からTSFタイマ値が設定されたデータ信号を、無線LAN処理部19を介して受信する。制御部15bは、代表統合端末からのデータ信号に設定されているTSFタイマ値をビーコン生成タイミング算出部17に出力する。ビーコン生成タイミング算出部17は、TSFタイマ値をビーコン周期の開始時刻としたビーコン周期によりビーコン信号の送信タイミングを算出し、算出したタイミングでビーコン生成部16にビーコン生成命令を出す。

10

【0070】

また、制御部15bは、代表統合端末が無線LANから離脱したことを検知する。代表統合端末が離脱したと判断した場合、制御部15bは、統合端末情報テーブルから代表統合端末の情報を削除し、後述する代表端末決定方法により再び代表統合端末を決定する。

【0071】

図8～図11は、本実施形態による無線通信システムの動作を示す図である。これらの図は、無線通信システムが3台の統合端末101を備える場合の例を示している。3台の統合端末101をそれぞれ、統合端末101-1、101-2、101-3と記載する。

【0072】

図8において、統合端末101-1、及び統合端末101-2の記憶部151には、統合端末101-1、及び統合端末101-2それぞれのMACアドレス、ビーコン周期、及びスーパーフレーム長を記述した統合端末情報テーブルが記憶されている。この時点で代表統合端末は、統合端末101-1である。

20

【0073】

統合端末101-3が新規に無線LANのBSS (Basic Service Set) に加わった場合、統合端末101-3の制御部15bは、自端末のMACアドレス、ビーコン周期、及びスーパーフレーム長を設定した統合端末情報テーブルを生成して記憶部151に記憶する。統合端末101-3の制御部15bは、生成した統合端末情報テーブルの設定内容を示すテーブル情報を無線LAN処理部19に出力する。無線LAN処理部19は、テーブル情報を設定したデータ信号を、アンテナ10からマルチキャストにより送信する(ステップS21)。アクセスポイント2は、統合端末101-3から受信したデータ信号をマルチキャストにより送信する。

30

【0074】

図9において、統合端末101-1及び統合端末101-2のアンテナ10は、アクセスポイント2からマルチキャストにより送信されたデータ信号を受信して無線LAN処理部19に出力する。無線LAN処理部19は、受信したデータ信号に対して無線LANの受信処理を行い、受信したデータ信号に設定されているテーブル情報を制御部15bに出力する。制御部15bは、受信したテーブル情報に記述されている統合端末101-3のMACアドレス、ビーコン周期、及びスーパーフレームを、自端末の記憶部151が記憶している統合端末情報テーブルに追加する(ステップS22)。

40

【0075】

図10において、統合端末101-1及び統合端末101-2の制御部15bは、更新後の統合端末情報テーブルの設定内容を示すテーブル情報を無線LAN処理部19に出力する。無線LAN処理部19は、テーブル情報を設定したデータ信号を、アンテナ10からマルチキャストにより送信する(ステップS23)。アクセスポイント2は、統合端末101-1、及び統合端末101-2から受信したデータ信号をそれぞれ、マルチキャストにより送信する。

【0076】

上記のステップS22、及びステップS23を繰り返すことで、全ての統合端末101

50

の情報が行き渡る。すなわち、各統合端末101のアンテナ10は、アクセスポイント2からマルチキャストにより送信されたデータ信号を受信して無線LAN処理部19に出力する。無線LAN処理部19は、受信したデータ信号に対して無線LANの受信処理を行い、受信したデータ信号に設定されているテーブル情報を制御部15bに出力する。制御部15bは、受信したテーブル情報と、自端末の記憶部151が記憶している統合端末情報テーブルの設定内容とを比較する。統合端末101-1及び統合端末101-2の制御部15bは、受信したテーブル情報と、自端末が記憶している統合端末情報テーブルの記述内容に差分がないため、処理を終了する。

【0077】

図11において、統合端末101-3の制御部15bは、自端末が記憶している統合端末情報テーブルに、受信したテーブル情報との差分である統合端末101-1、及び統合端末101-2のMACアドレス、ビーコン周期、及びスーパーフレームを読み出して設定する。統合端末101-3の制御部15bは、生成した統合端末情報テーブルの設定内容を示すテーブル情報を無線LAN処理部19に出力する。無線LAN処理部19は、テーブル情報を設定したデータ信号を、アンテナ10からマルチキャストにより送信する(ステップS24)。アクセスポイント2は、統合端末101-3から受信したデータ信号をマルチキャストにより送信する。統合端末101-1及び統合端末101-2は、統合端末101-3から受信したデータ信号に設定されているテーブル情報と、自端末が記憶している統合端末情報テーブルの記述内容に差分がないため、処理を終了する。

【0078】

各統合端末101の制御部15bは、自端末の統合端末情報テーブルを更新した場合、更新された統合端末情報テーブルの設定内容に基づき、後述する代表無線端末決定方法に従い代表統合端末を決定する。自端末が代表統合端末であると判断した統合端末101-1は、次の無線PANのビーコン送信時刻となるTSFタイマの値をビーコン生成タイミング算出部17に出力するとともに、アクセスポイント2を介して他の統合端末101-2、及び統合端末101-3へマルチキャストする。代表統合端末以外の統合端末101-2、及び統合端末101-3の制御部15bは、マルチキャストにより受信した統合端末101-1からのデータ信号に設定されているTSFタイマ値をビーコン生成タイミング算出部17に出力する。

【0079】

代表統合端末である統合端末101-1が、無線PANビーコン送信時点に先立って無線LANのチャネル予約信号であるRST信号を送信し、各統合端末101は同期して、互いに直交する無線周波数チャネルによって無線PANのビーコン信号及びスーパーフレームの通信を行う動作手順は第1の実施形態と同様である。

すなわち、代表統合端末である統合端末101-1において、制御部15bは、TSFタイマ値とスーパーフレーム長から予約期間長を計算し、無線LAN処理部19に出力する。無線LAN処理部19は、キャリアセンスによりチャネルに信号が送信されていないことを確認すると、制御部15bから通知された予約期間長を示すNAVを設定したRTS信号を、アンテナ10を介して送信する。アクセスポイント2は、チャネルを割当て可能な場合、CTS信号を送信する。代表統合端末を含む各統合端末101のビーコン生成タイミング算出部17は、TSFタイマ値の時刻にビーコン生成部16にビーコン生成命令を出力する。各統合端末101のビーコン生成部16は、送信処理部14にビーコン信号を出力し、送信処理部14は、アンテナ10から他の無線PANシステムと同期してビーコン信号を送信する。ビーコン信号送信後、各無線PANシステムにおいて統合端末101は、自端末のスーパーフレーム長の期間、ネットワークデバイス94との間でデータ信号の送受信を行う。

【0080】

以降、代表統合端末の制御部15bは、自端末のビーコン周期によるビーコン信号送信に先立って予約期間長を計算し、無線LAN処理部19に出力する。代表統合端末の無線LAN処理部19は、キャリアセンスによりチャネルに信号が送信されていないことを確

10

20

30

40

50

認すると、制御部 15 a から通知された予約時間長を示す NAV を RTS 信号に設定し、アンテナ 10 を介してアクセスポイント 200 に対して送信する。代表統合端末を含む各統合端末 100 のビーコン生成タイミング算出部 17 は、TSF タイマ値が示す時刻をビーコン周期の開始時刻とした自端末のビーコン周期により、ビーコン生成部 16 にビーコン生成命令を出力する。各統合端末 100 のビーコン生成部 16 は、ビーコン生成命令に従って送信処理部 14 にビーコン信号を出力し、送信処理部 14 は、アンテナ 10 から他の無線 PAN システムと同期してビーコン信号を送信する。ビーコン信号送信後、各無線 PAN システムにおいて統合端末 100 は、自端末のスーパーフレーム長の期間、ネットワークデバイス 94 との間でデータ信号の送受信を行う。

【0081】

なお、代表統合端末が無線 LAN から離脱したと判断される場合、他の統合端末 101 の制御部 15 b は、自端末が記憶している統合端末情報テーブルから代表統合端末の情報を削除し、再び、後述する代表統合端末決定方法で代表統合端末を決定する。自端末が代表統合端末であると判断した統合端末 101 の制御部 15 b は、上記と同様に次のビーコン送信時刻をマルチキャストし、無線 LAN チャンネルの予約を行う。

【0082】

代表統合端末が無線 LAN から離脱したことの判断は、次の (イ)、(ロ) のいずれかの方法により行う。

【0083】

(イ) 制御部 15 b は、それぞれの無線 PAN のフレームの誤り確率がしきい値以上であるかどうかによって、代表統合端末が離脱したかどうかを判断する。代表統合端末が無線 LAN から離脱するとチャンネル予約信号が送信されなくなるため、無線 LAN と無線 PAN の信号が衝突することが考えられる。よって、制御部 15 b は、無線 PAN のフレーム誤り率がしきい値以上であれば、代表統合端末が離脱したことにより無線 LAN のチャンネル予約が行われなくなっていると判断する。

【0084】

(ロ) 代表統合端末の無線 LAN 処理部 19 は、自端末が無線 LAN 内にいることを知らせるメッセージ (キープアライブ信号) を一定周期ごとにアクセスポイント 2 を介して無線 LAN 内にマルチキャストする。制御部 15 b は、このキープアライブ信号がある一定期間のあいだ受信されなかったことを検出した場合、代表統合端末は無線 LAN から離脱したと判断する。

【0085】

[代表統合端末の決定方法]

次に、代表統合端末の決定方法について説明する。第 1 の実施形態では、アクセスポイント 200 の制御部 25 が、第 2 の実施形態では、各統合端末 101 の制御部 15 b が、以下の方法 A または方法 B により代表統合端末を決定する。第 1 の実施形態の場合、統合端末 1、アクセスポイント 2 は、統合端末 100、アクセスポイント 200 であり、第 2 の実施形態の場合、統合端末 1 は、統合端末 101 である。

【0086】

(方法 A) ビーコン周期が最も短い統合端末 1 を代表統合端末とする。

【0087】

(方法 B) 最も短いビーコン周期を持つ統合端末 1 が複数存在する場合、下記の条件 (i)、(ii)、(iii) を用いて、最も短いビーコン周期を持つ統合端末 1 の中から代表統合端末を決定する。なお、条件の優先順位は条件 (i)、(ii)、(iii) の順である。

【0088】

(i) 直前まで代表統合端末であった統合端末 1。

(ii) 無線 LAN の RSSI (received signal strength indicator、受信信号強度) が最も大きい統合端末 1。

(iii) MAC アドレスが最も小さい統合端末 1。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 9 】

条件 (i) は、直前までに代表統合端末であった統合端末 1 が、一旦、オフになり、その後、代表端末決定処理中に復帰した場合や、代表統合端末と同じビーコン周期の統合端末 1 が新たに無線 LAN の B S S (Basic Service Set) に加入した場合を想定し、代表統合端末を頻繁に変更しないための条件である。

【 0 0 9 0 】

条件 (i i) の無線 LAN の R S S I が最も大きい統合端末 1 を決定する方法としては、以下の (a)、(b) がある。

【 0 0 9 1 】

(a) 無線 LAN のアクセスポイント 2 が、R S S I の最も大きい統合端末 1 を決定する方法。

10

(b) 無線 LAN のアクセスポイント 2 が、周囲の統合端末 1 の無線 LAN における R S S I リストを報知する方法。

【 0 0 9 2 】

(a) の方法では、無線 LAN のアクセスポイント 2 0 0 が統合端末 1 0 0 の無線 LAN からの信号を受信した際に、制御部 2 5 がその R S S I を記憶してリストを作成し、そのリストの中から最も R S S I の高い統合端末 1 0 0 を選択して代表統合端末を決定し、周囲の統合端末 1 0 0 に通知する。

【 0 0 9 3 】

(b) の方法では、リストを作成する方法は上記の (a) と同じであるが、アクセスポイント 2 は、代表統合端末を決定せずリストを報知する。リストを受信した統合端末 1 0 1 の制御部 1 5 b は、他の統合端末 1 0 1 の無線 LAN の R S S I を知り、R S S I が最も大きい統合端末 1 0 1 を代表統合端末と判断する。

20

【 0 0 9 4 】

条件 (i i i) については、「M A C アドレスが最も大きい統合端末 1 」でもよい。また、「M A C アドレスをパラメータとしてある定められた関数 (例えば、ハッシュ関数など) を用いて計算される値が最も小さい (もしくは大きい) 統合端末 1 」を選択するという条件でもよい。

【 0 0 9 5 】

[達成される優れた効果]

30

本実施形態によれば、無線 LAN のセル内に複数の無線 P A N システムが存在し、無線 P A N システムの通信中に無線 LAN が通信を停止する場合に、無線 LAN のシステムスループットの向上が可能である。

また、本実施形態によれば、統合端末間での競合を防ぐことができ、確実なチャネル予約信号の送信が可能となる。

【 0 0 9 6 】

[産業への活用 (分野、製品、装置、方法など)]

スマートグリッドを構成する要素である H E M S (Home Energy Management System) や B E M S (Building Energy Management System) を実現するため、オフィスや宅内などに複数の無線 P A N の無線端末が収容されると考えられる。多数の無線 P A N の端末がアクセスを試みることにより無線 LAN のスループット特性が大きく劣化する恐れがある。その際に、本実施形態を用いることにより、無線 LAN のシステムスループットの低下を防ぐことが可能である。

40

【 0 0 9 7 】

[本発明の実施形態に関わる具体的な実験データ]

計算機シミュレーションにより、1 台の無線 LAN アクセスポイントと、2 台の統合端末と、複数台の無線 LAN 端末 (無線 LAN 無線局 9 3) からなる無線 LAN システムにおけるシステムスループットを測定した結果について説明する。この計算機シミュレーションでは、統合端末として、上述した実施形態の統合端末 1 を用いた場合と、従来の統合端末を用いた場合とについて、無線 LAN におけるシステムスループットを測定した。表

50

1 に、シミュレーション諸元を示す。なお、 CW_{min} は、バックオフ時間を決定するための CW (Contention Window) の最小値である。

【0098】

【表1】

シミュレーション諸元

伝送速度	24 Mbit/s	
ペイロード	1500 B	
SIFS	16 μ s	10
Slot time	9 μ s	
Retry limit	7	
Number of STAs	1 - 15	
Traffic	飽和モード	
CW_{min} (AP, STA)	15	20
CW_{min} (統合端末)	0	
WPAN Superframe duration	15.36 ms	
WPAN Beacon interval	246.76 ms	

【0099】

図12は、計算機シミュレーションにより無線LANにおけるシステムスループットを測定した結果のグラフを示す。無線LANの物理層パラメータはIEEE 802.11g規格に従う。また、統合端末は、無線PANのビーコン送信時点から5ms(ミリ秒)だけ先立って無線LANのチャネル予約信号を送信キューに発生させる。従来方式では二つの無線PANのビーコン周期は重なっていないものとする。同図に示すように、本実施形態の統合端末1を用いた場合のスループットは、無線LAN無線局93の台数によらず、従来の統合端末を用いた場合のスループットよりも向上している。

【0100】

[実用化技術としての完成度]

上述した実施形態で説明した技術は、国際標準規格IEEE 802.11及びIEEE 802.15.4に準拠しており、使用するパラメータ等も規格内に定義されている。従来の統合端末に対して、無線LANのTSFタイマの時刻情報に基づいて無線PANのビーコン送信を行う機能と、チャネル予約信号を送信する代表統合端末を決定する手続きとを実装するのみで本実施形態は実現可能となり、実用化への障害は少ないものと期待される。

【0101】

上述した実施形態における統合端末100、統合端末101、及びアクセスポイント200の機能の一部をコンピュータで実現するようにしても良い。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良い。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等の

10

20

30

40

50

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、ROM、CD-ROM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に、一定時間プログラムを保持しているものも含んでも良い。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良く、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良い。

10

【0102】

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。

【産業上の利用可能性】

【0103】

同一周波数を用いる異なる無線通信方式の無線通信システムが共存する場合に利用可能である。

【符号の説明】

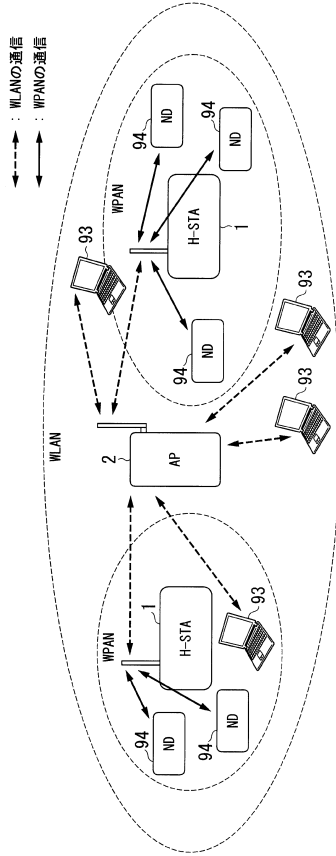
【0104】

1...統合端末(統合端末装置), 2...アクセスポイント, 10...アンテナ, 11...第1のスイッチ, 12...第2のスイッチ, 13...受信処理部, 14...送信処理部(同期通信部), 15...制御部, 15a...制御部(チャネル予約送信部、通知部、統合端末情報通知部), 15b...制御部(代表決定部、チャネル予約送信部、通知部、統合端末情報通知部), 16...ビーコン生成部(同期通信部), 17...ビーコン生成タイミング算出部(同期通信部), 18...データ処理部, 19...無線LAN処理部(チャネル予約送信部、通知部、統合端末情報通知部), 20...アンテナ, 21...スイッチ, 22...受信処理部, 23...送信処理部, 24...多重分離部, 25...制御部(代表決定部), 26...データ処理部, 91...統合端末, 92...アクセスポイント, 93...無線LAN端末局(第1の無線通信装置), 94...ネットワークデバイス(第2の無線通信装置), 100、101...統合端末(統合端末装置), 151...記憶部, 200...アクセスポイント, 251...記憶部

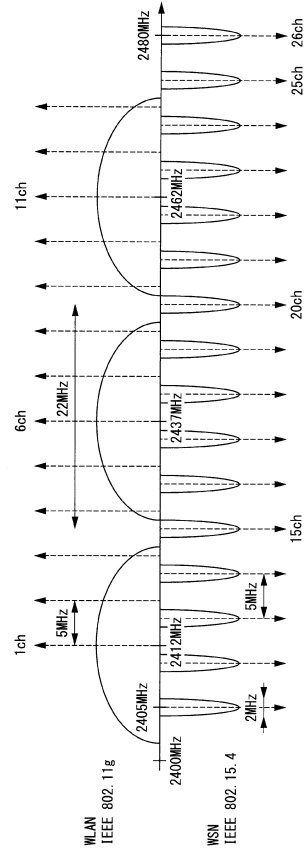
20

30

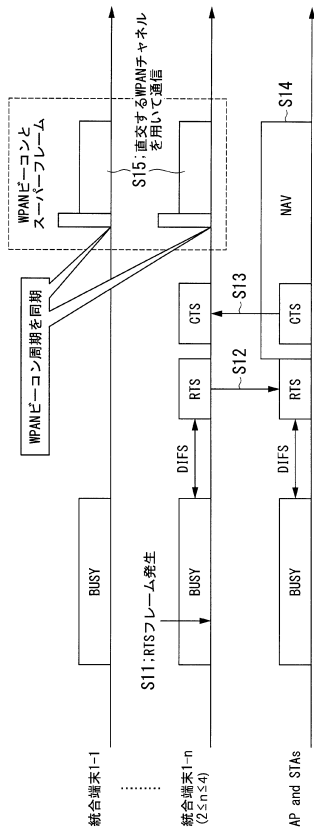
【図 1】



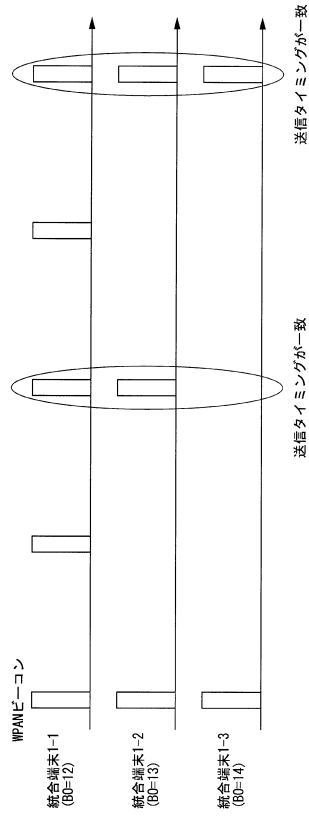
【図 2】



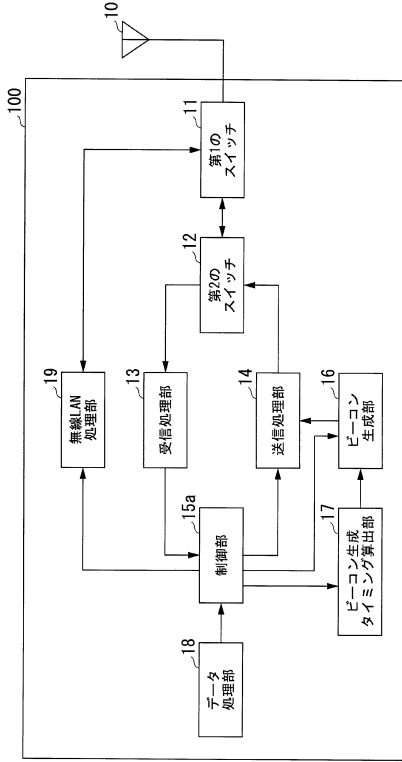
【図 3】



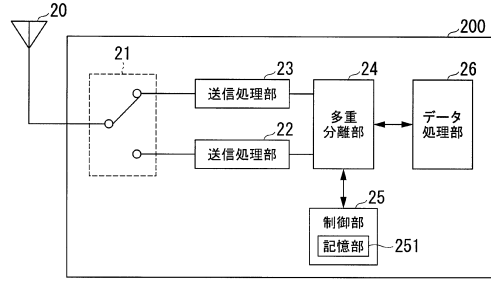
【図 4】



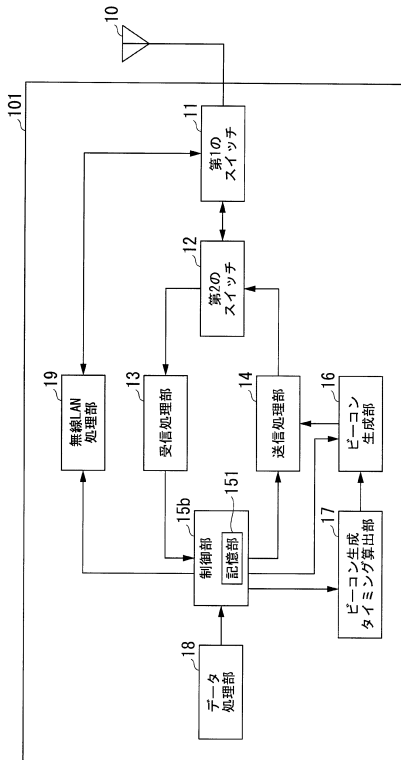
【図5】



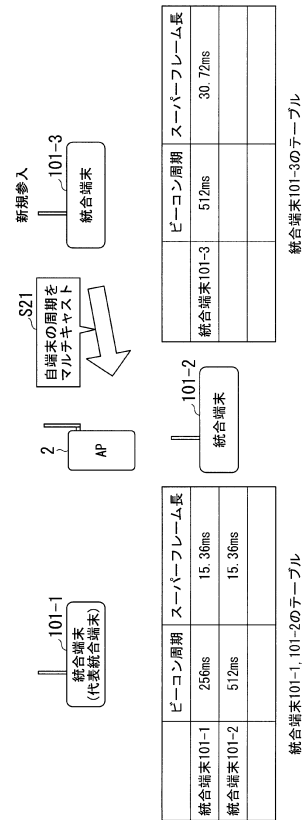
【図6】



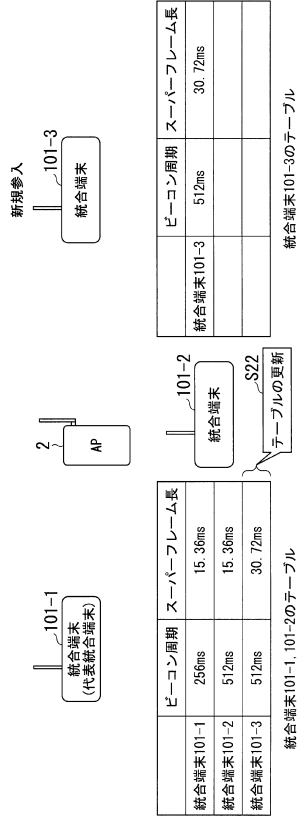
【図7】



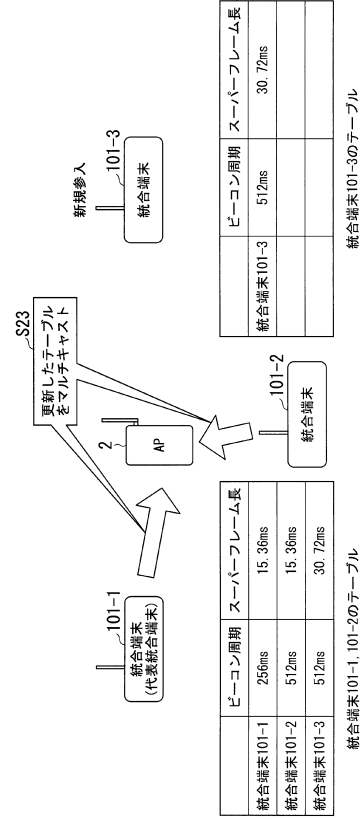
【図8】



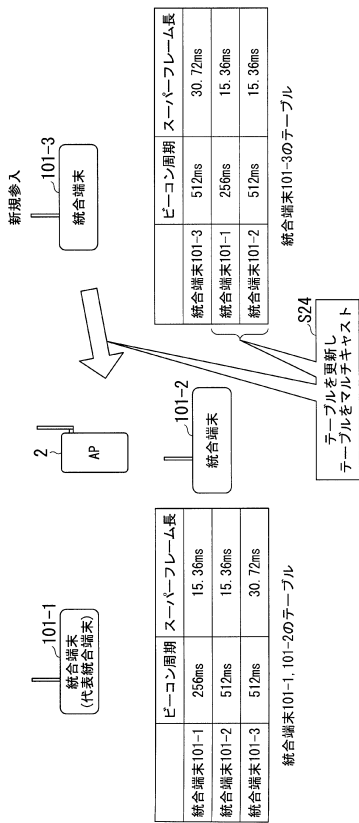
【図9】



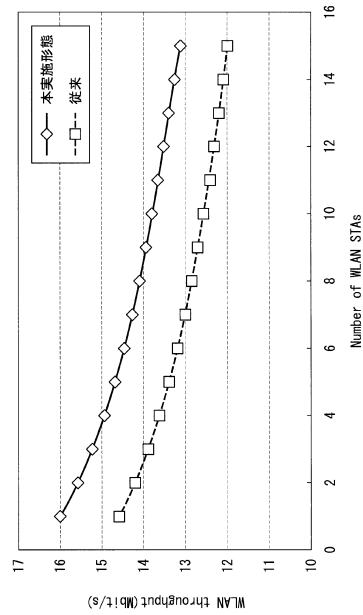
【図10】



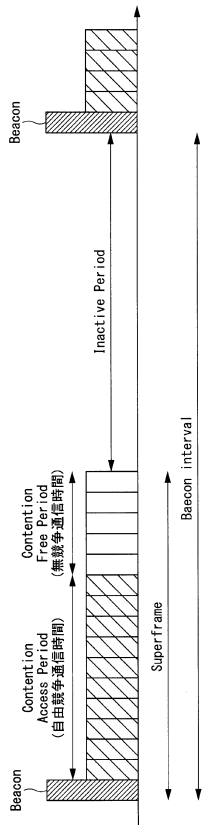
【図11】



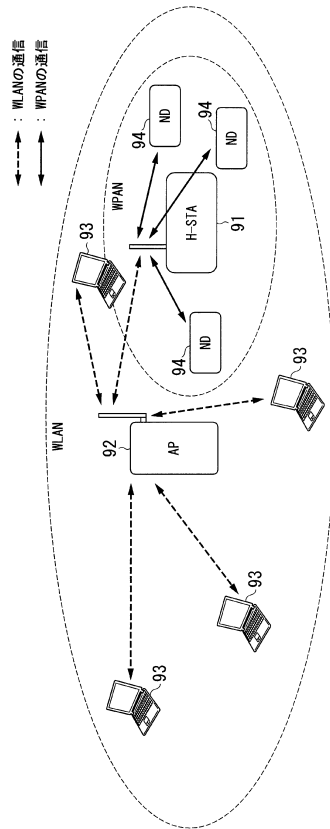
【図12】



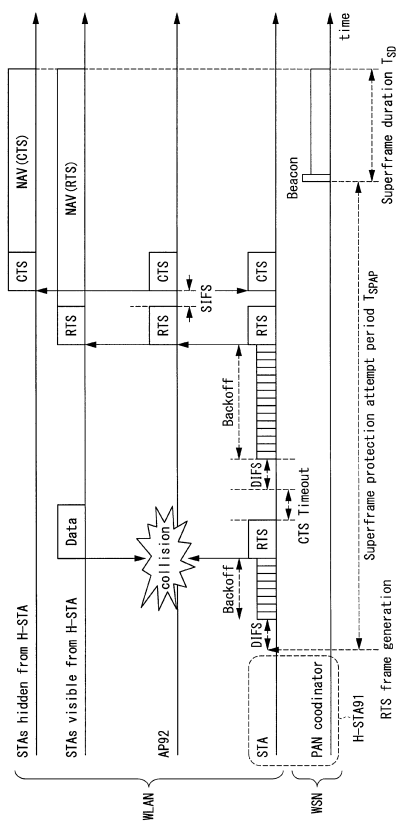
【図13】



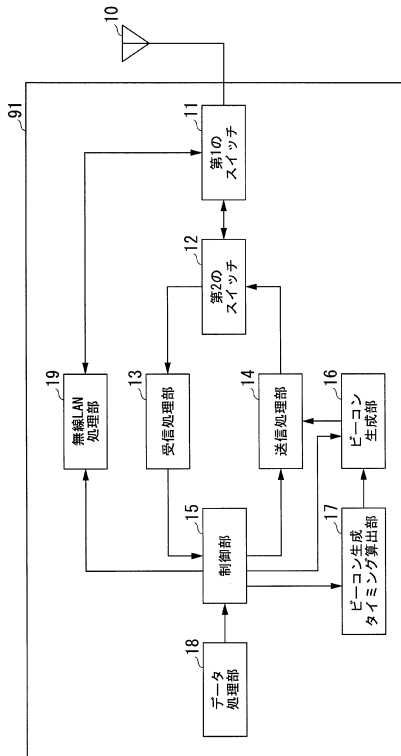
【図14】



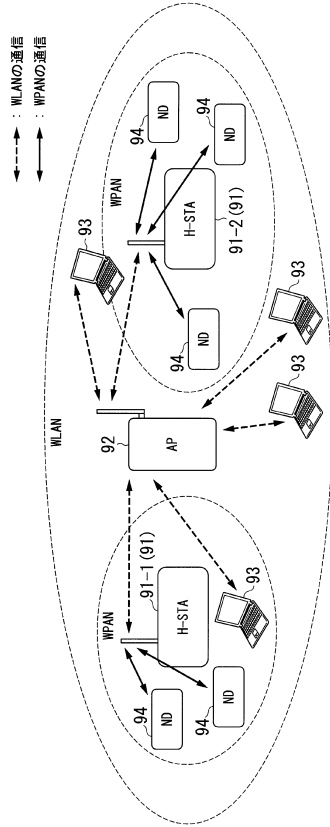
【図15】



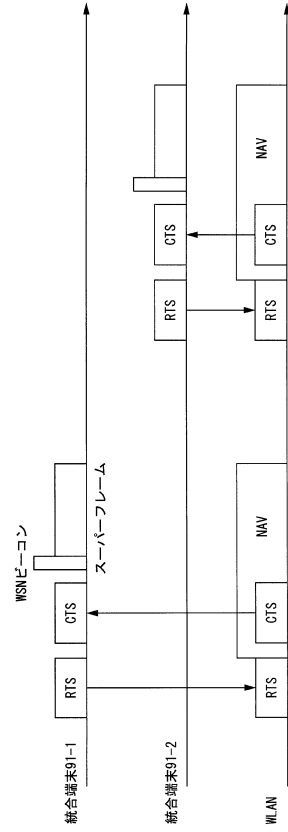
【図16】



【 図 17 】



【 図 18 】



フロントページの続き

(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

(72)発明者 井上 文博

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 昌敏

(56)参考文献 特開2008-167149(JP,A)

特開2012-169740(JP,A)

井上 文博 Fumihiro INOUE, 優先制御を用いた無線LANと無線センサネットワークの共存方式 Coexistence scheme of Wireless LAN and Wireless Sensor Network Employing Priority Control, 情報処理学会 研究報告 コピキタスコンピューティングシステム(UBI) 2013-UBI-038 [online], 日本, 情報処理学会, 2013年 5月 9日

藤井 陽平 Yohei FUJII, 無線LANと無線センサネットワークとの共存方式 Coexistence Scheme between WLAN and Wireless Sensor Network, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol. 111 No. 68 IEICE Technical Report, 日本, 社団法人電子情報通信学会 The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 2011年 5月19日, 第111巻, pp.65-70

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W 4/00-99/00

H04L 12/28

3GPP TSG RAN WG1-4

SA WG1-4

CT WG1、4

IEEE 802.11x

IEEE 802.16x