

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4763334号
(P4763334)

(45) 発行日 平成23年8月31日 (2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月17日 (2011.6.17)

(51) Int.Cl.

H04W 84/12 (2009.01)

F I

H04L 12/28 300Z

請求項の数 24 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2005-130832 (P2005-130832)	(73) 特許権者	302062931
(22) 出願日	平成17年4月28日 (2005.4.28)		ルネサスエレクトロニクス株式会社
(65) 公開番号	特開2006-311172 (P2006-311172A)		神奈川県川崎市中原区下沼部 1 7 5 3 番地
(43) 公開日	平成18年11月9日 (2006.11.9)	(74) 代理人	100103894
審査請求日	平成20年3月14日 (2008.3.14)		弁理士 冢入 健
		(72) 発明者	水越 伸幸
			神奈川県川崎市中原区下沼部 1 7 5 3 番地
			NECエレクトロニクス株式会社内
		審査官	大石 博見

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線アドホック通信システム及び無線アドホック通信システムにおける通信端末の同期化方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の通信端末が互いに第1のビーコンを送受信することにより前記複数の通信端末間の同期を確立することが可能な無線アドホック通信システムであって、

前記複数の通信端末に含まれる第1の通信端末群が属する第1のネットワークと、

前記複数の通信端末に含まれる第2の通信端末群が属する第2のネットワークと、

前記複数の通信端末が移動可能な空間内に予め配置され、前記第1のビーコンを受信可能であるとともに、自身の生成する第2のビーコンを前記複数の通信端末に対して送信可能な少なくとも1つの同期化端末とを備え、

前記第1の通信端末群に属する少なくとも1の通信端末及び前記第2の通信端末群に属する少なくとも1の通信端末が、前記少なくとも1つの同期化端末のいずれかにより送信される前記第2のビーコンの到達範囲内に存在することにより、

前記第1のネットワーク、前記第2のネットワーク及び前記少なくとも1つの同期化端末を含む1つの同期化ネットワークを形成する無線アドホック通信システム。

【請求項 2】

前記同期化ネットワークの形成は、前記第1のビーコンでは無く前記第2のビーコンを基準として、前記複数の通信端末及び前記少なくとも1つの同期化端末の間で伝送フレームの位相を共通化することにより行う請求項1に記載の無線アドホック通信システム。

【請求項 3】

前記第1及び第2のビーコンには優先度が付加されており、

10

20

前記複数の通信端末の各々は、受信したビーコンに付与された優先度を比較し、前記優先度の最も高いビーコンを基準に同期化されたネットワークを形成する請求項 1 又は 2 に記載の無線アドホック通信システム。

【請求項 4】

前記第 2 のビーコンには、前記第 1 のビーコンより高い優先度が付加されている請求項 3 に記載の無線アドホック通信システム。

【請求項 5】

前記優先度は、前記同期化端末からの中継段数を示すものである請求項 3 又は 4 に記載の無線アドホック通信システム。

【請求項 6】

前記複数の通信端末の各々は、受信したビーコンに付加された優先度に基づいて、自身が送信する前記第 1 のビーコンに付加する優先度を決定する請求項 3～5 のいずれか 1 項に記載の無線アドホック通信システム。

【請求項 7】

前記複数の通信端末の各々は、自身が属する前記同期化ネットワークと同期していない新ビーコンを受信すると、前記新ビーコンに付加された優先度と自身が属する前記同期化ネットワーク内の端末から受信した前記第 1 又は第 2 のビーコンに付加された優先度を比較し、

前記新ビーコンの優先度のほうが高いと判定した場合は、前記新ビーコンの送信元の同期化ネットワークに同期化する請求項 3～5 のいずれか 1 項に記載の無線アドホック通信システム。

【請求項 8】

前記少なくとも 1 つの同期化端末の間では、前記同期化ネットワークの形成に使用する同期タイミング情報を、前記同期化端末と前記通信端末との間でのビーコン送受信とは異なる通信手段によって送受信する請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の無線アドホック通信システム。

【請求項 9】

前記少なくとも 1 つの同期化端末の各々は、同期信号生成装置が送信する同期信号を受信し、前記同期信号に基づいて前記同期化ネットワークの形成に使用する共通の同期タイミングを生成する請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の無線アドホック通信システム。

【請求項 10】

前記少なくとも 1 つの同期化端末のうち少なくとも 1 つは、前記通信端末との間で前記ビーコンを送受信するとともにデータ送受信も行う請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載の無線アドホック通信システム。

【請求項 11】

複数の通信端末が互いに第 1 のビーコンを送受信することにより前記複数の通信端末間の同期を確立することが可能な無線アドホック通信システムにおける通信端末の同期化方法であって、

前記第 1 のビーコンを受信可能であるとともに自身の生成する第 2 のビーコンを送信可能な同期化端末を、前記複数の通信端末に含まれる第 1 の通信端末群が属する第 1 のネットワークに含まれる少なくとも 1 の通信端末及び前記複数の通信端末に含まれる第 2 の通信端末群が属する第 2 のネットワークに含まれる少なくとも 1 の通信端末との間で前記第 1 及び第 2 のビーコンを送受信できるように、前記複数の通信端末が移動可能な空間内に予め配置し、

前記第 1 の通信端末群に属する少なくとも 1 の通信端末及び前記第 2 の通信端末群に属する少なくとも 1 の通信端末が、前記少なくとも 1 つの同期化端末のいずれかにより送信される前記第 2 のビーコンの到達範囲内に存在する場合に、前記第 1 のビーコンでは無く前記第 2 のビーコンを基準として、前記複数の通信端末及び前記少なくとも 1 つの同期化端末の間で伝送フレームの位相を共通化することによって、前記第 1 のネットワーク、前記第 2 のネットワーク及び前記少なくとも 1 つの同期化端末を含む 1 つの同期化ネットワ

10

20

30

40

50

ークを形成する通信端末の同期化方法。

【請求項 1 2】

前記第 1 及び第 2 のビーコンには優先度が付加されており、

前記複数の通信端末の各々は、受信したビーコンに付与された優先度を比較し、前記優先度の最も高いビーコンを基準に同期化されたネットワークを形成する請求項 1 1 に記載の通信端末の同期化方法。

【請求項 1 3】

前記第 2 のビーコンには、前記第 1 のビーコンより高い優先度が付加されている請求項 1 2 に記載の通信端末の同期化方法。

【請求項 1 4】

前記複数の通信端末の各々は、自身が属する前記同期化ネットワークと同期していない新ビーコンを受信すると、前記新ビーコンに付加された優先度と自身が属する前記同期化ネットワーク内の端末から受信した前記第 1 又は第 2 のビーコンに付加された優先度を比較し、

前記新ビーコンの優先度のほうが高いと判定した場合は、前記新ビーコンの送信元の同期化ネットワークに同期化する請求項 1 2 又は 1 3 に記載の通信端末の同期化方法。

【請求項 1 5】

複数の通信端末が互いにビーコンを送受信することにより前記通信端末間の同期を確立する無線アドホック通信システムにおいて、前記複数の通信端末に含まれる通信端末が行う同期化方法であって、

前記複数の通信端末に含まれる複数の他の通信端末から優先度を含む複数のビーコンを受信し、

受信した前記複数のビーコンに付与された優先度を比較し、

前記複数のビーコンのうち前記優先度の最も高いビーコンに同期する通信端末の同期化方法。

【請求項 1 6】

前記通信端末は、受信した前記複数のビーコンに付加された優先度に基づいて、自身が送信するビーコンに付加する優先度を決定する請求項 1 5 記載の通信端末の同期化方法。

【請求項 1 7】

前記無線アドホック通信システムに同期化端末を配置し、前記同期化端末の出力するビーコンに対して、前記通信端末が出力するビーコンの優先度より高い優先度を付与し、

前記通信端末が前記優先度の高いビーコンに同期する際には、前記同期化端末の出力するビーコンに優先的に同期することを特徴とする請求項 1 5 に記載の通信端末の同期化方法。

【請求項 1 8】

前記優先度は、前記同期化端末からの中継段数を示すものである請求項 1 5 に記載の通信端末の同期化方法。

【請求項 1 9】

複数の通信端末が互いにビーコンを送受信することにより前記通信端末間の同期を確立する無線アドホック通信システムであって、

前記複数の通信端末に含まれる各通信端末は、前記複数の通信端末に含まれる複数の他の通信端末から優先度を含むビーコンを送受信し、

前記各通信端末は、受信した前記複数のビーコンに付与された優先度を比較し、前記複数のビーコンのうち前記優先度の最も高いビーコンに同期することを特徴とする無線アドホック通信システム。

【請求項 2 0】

前記各通信端末は、受信した前記複数のビーコンに付加された優先度に基づいて、自身が送信するビーコンに付加する優先度を決定する請求項 1 9 に記載の無線アドホック通信システム。

【請求項 2 1】

前記無線アドホック通信システムは、前記各通信端末の出力するビーコンより高い優先度を付加したビーコンを出力する同期化端末を備え、

前記各通信端末が同期する際には、前記同期化端末の出力するビーコンに優先的に同期することを特徴とする請求項 19 に記載の無線アドホック通信システム。

【請求項 22】

前記優先度は、前記同期化端末からの中継段数を示すものである請求項 21 に記載の無線アドホック通信システム。

【請求項 23】

複数の通信端末が互いにビーコンを送受信することにより前記通信端末間の同期を確立する無線アドホック通信システムを構成する前記複数の通信端末に含まれる通信端末であって、

10

前記複数の通信端末に含まれる複数の他の通信端末から優先度を含む複数のビーコンを受信する受信手段と、

前記受信手段により受信した前記複数のビーコンに付与された前記優先度を比較し、前記複数のビーコンのうち前記優先度の最も高いビーコンに同期する同期化手段とを備える通信端末。

【請求項 24】

前記通信端末は、受信した前記複数のビーコンに付加された優先度に基づいて、自身が送信するビーコンに付加する優先度を決定する請求項 23 に記載の通信端末。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は無線アドホック通信システムに関し、特に、無線アドホック通信システムにおける通信端末の同期化に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、IEEE 802.15 無線パーソナル・エリア・ネットワーク（PAN）ワーキンググループにおいて、短距離無線通信の媒体アクセス制御方法（MAC：Media Access Control）について検討が行われている。

【0003】

30

無線 PAN のネットワークには、IEEE 802.11 シリーズに規格化されている無線 LAN（Local Area Network）のようなアクセスポイントは存在せず、ネットワークを構成する端末間のデータの送受信は端末間で直接行われる。このように無線 PAN は、ネットワークを構成する端末同士がアドホック（ad-hoc）に、ピア・ツー・ピア（peer-to-peer）にデータ送受信を行う点が特徴である。

【0004】

また、無線 PAN は、アクセスポイントを持たないにも関わらず、端末間でのデータ転送において、CSMA/CA（Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance）等のアクセス制御方法を用いた非同期データ転送（アシンクロナス転送）だけでなく、TDMA（Time Division Multiplexing）による同期データ転送（アイソクロナス転送）をサポートする点が特徴である。

40

【0005】

TDMA によるアイソクロナス転送を行うためには、ネットワークを構成する端末間でタイムスロットの位相が一致するよう同期が確立している必要がある。この同期確立のため、例えば IEEE 802.15.3 規格では、ピコネット・コントローラ（PNC）と呼ばれる装置を導入している。PNC とその PNC によって制御される通信端末の集合をピコネットと呼ぶ。

【0006】

IEEE 802.15.3 規格のピコネットの構成を図 9 に示す。PNC 61 は定期的にビーコンを送信して通信端末 62 乃至 64 の同期を確立するとともに、ビーコンによ

50

て始まるスーパーフレーム中のタイムスロットの通信端末62乃至64への割り当てを決定する。このようにIEEE 802.15.3規格では、PNCの制御によってネットワーク内の同期が確立される。

【0007】

なお、あるピコネットの電波到達範囲内に他のピコネットに属する通信端末が移動してくると、互いのピコネットのスーパーフレームの同期がとれていないため、電波干渉を生じることになる。例えば、図10(a)に示すピコネットAとピコネットBが互いに接近し、図10(b)に示すように互いの電波到達範囲が重なり合った場合である。

【0008】

図11(a)は、図10(b)のようにピコネットA及びピコネットBが互いに接近した場合のスーパーフレームの状態を示している。ビーコン601乃至603は、PNC61が発信するビーコンを示しており、CTA611及び612は、ピコネットAで使用されているアイソクロナス転送用のタイムスロットを示している。同様に、ビーコン651乃至653は、PNC65が発信するビーコンを示しており、CTA661乃至665は、ピコネットBで使用されているアイソクロナス転送用のタイムスロットを示している。図11(a)では、ピコネットAのビーコン601乃至603の送信時刻とピコネットBのCTA661、663及び665の割り当て時刻が同時であり、ピコネットAのCTA611及び612とピコネットBのCTA662、664も互いに重なっている。このように、ビーコン送信又はアイソクロナス転送に使用するタイムスロットに干渉を生じると、致命的な通信障害を生じることになる。

【0009】

そこで、互いのピコネットを制御するPNCがスーパーフレームの同期とタイムスロットの再割り当てを行うことにより協調関係を構築し、アイソクロナス転送に使用するタイムスロットの干渉を回避する方法が知られている(例えば特許文献1を参照)。例えば、図11(b)に示すように、互いの送受信時刻が重ならないよう、PNC61とPNC65がタイムスロット割り当てを変更する。

【0010】

一方、PNCのような制御局を導入することなく、TDMAによるアイソクロナス転送を行うために必要な通信端末間の同期を確立できる制御方法(MAC)の検討も従来から行われている。このようなMACの1つに、WiMedia-MBOA(Wimedia-Multiband-OFDM Alliance)において検討中のMBOA MACがあることが、非特許文献1に記載されている。

【0011】

MBOA MACは、アイソクロナス転送及びアシンクロナス転送の両方をサポートするために、スーパーフレームと呼ばれる共通のビーコンインターバルを採用する。この点はIEEE 802.15.3規格と同様である。また、共通のビーコンインターバルを採用する通信端末の集合をビーコングループと呼ぶ。ビーコングループ内の通信端末は、スーパーフレーム内の位相同期したタイムスロットを用いて、アイソクロナス転送及びアシンクロナス転送を行う。なお、MBOAのネットワークにはPNCに相当する制御局が存在しないため、各通信端末が互いにビーコンを送信することによってスーパーフレームの同期を確立する。

【0012】

また、非特許文献2にも、MBOA MACと同様にPNCを用いない無線アドホック通信用のMACが開示されている。非特許文献2に開示されるMACでは、ビーコンインターバルで規定されるスーパーフレームの先頭部分に、複数のビーコンスロットに分割されたビーコンピリオドが定義されている。新たに起動してネットワークに参加する通信端末は、既に存在する通信端末のビーコンを聞き、空いているビーコンスロットに自身のビーコンを送信する。このような動作により、各通信端末は、1つの共通するスーパーフレームを利用することができ、アイソクロナス転送に必要な同期を確立することができる。

10

20

30

40

50

【0013】

図12は、上述したMBOA MAC等が採用しているPNCを用いない無線アドホック通信システムの構成例を示すものである。全ての通信端末71乃至74が互いにビーコンを発信し、自律的に同期化を行うことにより、最終的にはシステム全体が共通のビーコンインターバル、スーパーフレームに収束することが可能である。

【0014】

なお、上述したIEEE802.15.3規格と同様に、MBOA MACや非特許文献2に開示されたMACにおいても、複数のビーコングループが互いに接近すると電波干渉を生じることになる。この干渉を回避するために、非特許文献2には、別々に同期化された2つのネットワークが接近した場合には、一方のネットワークに属するノードが、ビーコンピリオドの開始点を他方のネットワークのビーコンピリオドの開始点に合わせることで、スーパーフレームの同期化を行うことが開示されている。

10

【0015】

IEEE802.15.3規格のPNCのような制御局の存在しない無線アドホック通信ネットワークが互いに接近した場合の動作を図13及び図14を用いて説明する。図13(a)は、ネットワークCとネットワークDが独立に存在する状態を示している。つまり、ネットワークCを構成する通信端末81乃至83が発信するビーコンは、ネットワークDを構成する通信端末84、85には到達せず、逆に通信端末84、85が発信するビーコンも通信端末81乃至83に到達しない状態である。

20

【0016】

図13(a)の通信端末の配置に対応するスーパーフレームを図14(b)に示す。ネットワークCを構成する通信端末81乃至83が出力するビーコン811乃至813、821乃至823及び831乃至833は互いに同期化して配列された状態であり、通信端末81乃至83は共通の基本スーパーフレーム長を採用して同期化された状態にある。一方、ネットワークDを構成する通信端末84及び85が出力するビーコン841乃至843並びに851乃至853も互いに同期化して配列された状態であり、通信端末84及び85は共通の基本スーパーフレーム長を採用して同期化された状態にある。しかしながら、ネットワークCとネットワークDの間でビーコンはやりとりされないため、ネットワークCとネットワークDのスーパーフレームの開始位置は一致せず、互いのネットワークで使用するアイソクロナス転送用のタイムスロット(CTA814、844等)も時間軸上で重なった状態にある。

30

【0017】

一方、図13(b)は、ネットワークCとネットワークDと接近し、1つの同期化したネットワークEに収束した状態を示している。このときのスーパーフレームを図14(b)に示す。図14(b)は、ネットワークDに属していた通信端末84及び85が、ビーコンピリオドの開始点をネットワークCのビーコンピリオドの開始点に合わせることで、スーパーフレームの同期化を行った場合を表している。スーパーフレーム同期の確立後に、干渉を生じていたタイムスロットの再配置も行われる。

【特許文献1】特開2003-143644号公報

【非特許文献1】Jim Lansford、「Balancing CE and PC Industry Requirements in a ultrawideband MAC」、[online]、2004年5月17日、[2005年4月14日検索]、インターネット<URL:http://www.commsdesign.com/showArticle.jhtml?articleID=20300711>

40

【非特許文献2】S.Datta、他3名、「Ad-hoc extensions to the 802.15.3 MAC Protocol」、[online]、[2005年4月14日検索]、インターネット<URL:http://paul.rutgers.edu/~sdatta/wowmom.pdf>

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

上述したように、2つのネットワークが接近した場合、IEEE802.15.3規格

50

ではピコネットの協調関係を構築することにより、また、MBOA MACではビーコングループのマージを行うことによって、スーパーフレームの同期を確立する必要がある。非特許文献2に開示されたMACにおいても、ビーコンピリオドを合わせてスーパーフレームの位相、つまりスーパーフレーム長とスーパーフレームの開始タイミングを合わせる動作を行う必要がある。このような同期化のためのネットワーク再構築の過程においては、通信端末間の通信が断絶する可能性が高い。

【0019】

無線PANでは、各通信端末の移動性が高いため、通信端末が移動する度に頻繁に同期化を行う必要がある。このため、ネットワークの同期化が通信端末間の通信に与える影響が大きいという課題がある。

10

【0020】

特に、特許文献2に開示されたMACやMBOA MACの場合、ビーコングループの一部に他のビーコングループと干渉があった場合にも、一方のビーコングループ全体の通信端末が、他方のビーコングループのスーパーフレームに位相を合わせる必要がある。このため、ネットワークの同期化が通信端末間の通信に与える影響が特に大きい。

【課題を解決するための手段】

【0021】

本発明にかかる無線アドホック通信システムは、複数の通信端末がビーコンを送受信することにより前記通信端末間の同期を確立する無線アドホック通信システムであって、1又は複数の前記通信端末が属する第1のネットワークと、1又は複数の前記通信端末が属する第2のネットワークと、前記通信端末との間で前記ビーコンを送受信可能な1又は複数の同期化端末とを備え、前記第1のネットワークに属する少なくとも1の前記通信端末及び前記第2のネットワークに属する少なくとも1の前記通信端末が、前記1又は複数の同期化端末のいずれかのビーコン到達範囲内に存在することにより、前記第1のネットワーク、前記第2のネットワーク及び前記同期化端末が1つの同期化ネットワークを形成するものである。

20

【0022】

このような構成により、直接ビーコンを送受信できない複数の無線アドホック通信ネットワークを、同期化端末を介することによって同期化することができる。これにより、一方のネットワークに属する通信端末が他方のネットワークの近傍に移動した場合には、ネットワークの同期化処理が発生しないか又は既に行われている同期化処理を除く処理を行えばよい。このため、通信端末の移動に伴って発生するネットワークの同期化が、通信端末間のデータ通信に与える影響を小さくすることができる。

30

【0023】

また、本発明にかかる無線アドホック通信システムにおける通信端末の同期化方法は、複数の通信端末がビーコンを送受信することにより前記通信端末間の同期を確立する無線アドホック通信システムにおける前記通信端末の同期化方法であって、前記通信端末との間でビーコンを送受信可能な同期化端末を、第1のネットワークに含まれる少なくとも1の前記通信端末及び第2のネットワークに含まれる少なくとも1の前記通信端末との間で前記ビーコンを送受信できるよう配置し、前記第1のネットワークと前記第2のネットワークとの間で直接ビーコンを送受信できない場合にも、前記第1のネットワーク、前記第2のネットワーク及び前記同期化端末によって1つの同期化ネットワークを形成するものである。

40

【0024】

このような方法により、直接ビーコンを送受信できない複数の無線アドホック通信ネットワークを、同期化端末を介することによって同期化することができ、通信端末の移動に伴って発生するネットワークの同期化が通信端末間のデータ通信に対するに与える影響を小さくすることができる。

【発明の効果】

【0025】

50

本発明により、ネットワークの同期化が通信端末間の通信に与える影響を低減した無線アドホック通信システム、無線アドホック通信システムにおける通信端末の同期化方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下では、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、通信端末の同期化を制御するIEEE802.15.3規格のPNCに相当する制御局が存在しない無線アドホック通信システムに本発明を適用したものである。

【0027】

10

発明の実施の形態1.

本実施の形態にかかる無線アドホック通信システム1の構成を図1に示す。通信端末11乃至15は、ビーコンを送信してTDMAによる同期データ転送を行うために必要な同期を確立することができ、通信端末間でピア・ツー・ピアに情報データを送受信するものであり、図13に示した従来の通信端末81乃至85と同様の機能を有するものである。なお、通信端末11乃至15は移動性を備えているため、図1は通信端末11乃至15の一時的な配置、いわばスナップショットを示すものである。

【0028】

同期化端末10は、通信端末11乃至15が発信するビーコンを受信可能であり、かつ、自身もビーコンの発信を行うことにより、通信端末11乃至15とともに同期化されたネットワークの自律的な形成を行うものである。

20

【0029】

同期化端末10の構成を図2に示す。無線受信部101はアンテナ106を介して受信した信号を復調し、復調後の受信信号をビーコン検出部102に出力する。ビーコン検出部102は、復調後の受信信号から通信端末によって発信されたビーコンを検出し、通信制御部103に出力する。通信制御部103は、ビーコンに含まれる帯域予約情報を取得し、ビーコン生成部104に出力する。なお、帯域予約情報とは、通信端末11乃至15のタイムスロット予約情報を含むものであり、IEEE802.15.3のPNCが出力するビーコンに含まれるタイムスロットの割り当て情報に相当するものである。さらに、通信制御部103は、新たな通信端末からのビーコンであることを検出した場合、必要に応じて、ネットワークの同期化に必要なビーコンの出力タイミングの変更の指示を、ビーコン生成部104に対して行う。

30

【0030】

ビーコン生成部104は、通信制御部103からの帯域予約情報を含むビーコンを生成し、同期したネットワークのビーコンインターバルに従って無線送信部105に出力する。無線送信部105は、ビーコン生成部104から入力されたビーコンを変調し、アンテナ106を介して、通信端末11乃至15に出力する。

【0031】

なお、図1において同期化端末10が存在しない場合は、通信端末11乃至13と通信端末14及び15との間でビーコンの送受信はできず、それぞれ独立に同期化したネットワークX及びYが形成されることになる。この場合、通信端末11乃至15が移動するたびに、図13及び図14を用いて説明したように同期ネットワークの結合と分離が繰り返されることになる。

40

【0032】

これに対して、無線アドホック通信システム1では、同期化端末10を配置しているため、同期化端末10は、電波到達範囲に存在する通信端末12、13及び14に対してビーコンを送信可能となり、逆に同期化端末10はこれらの通信端末が発信するビーコンを受信可能となる。

【0033】

これにより、ネットワークXに属する通信端末11乃至13と同期化端末10は、互い

50

のスーパーフレームの位相を合わせるとによって、1つの同期化ネットワークに収束していく。また、ネットワークYに属する通信端末14及び15と同期化端末10も、互いのスーパーフレームの位相を合わせるとによって、1つの同期化ネットワークに収束していく。このような動作によって、最終的には、通信端末11乃至15及び同期化端末10は、1つの同期化されたネットワークZを形成することができる。

【0034】

つまり、複数の無線アドホック通信を行う通信端末が存在し、通信端末の移動によって同期ネットワークの生成及び分離が動的に行われる空間において、互いの電波到達範囲によって当該空間がカバーされるように1又は複数の同期化端末を配置する。このような配置によって、当該空間に存在する通信端末の全てを1つの同期化されたネットワークとす

10

【0035】

例えば、無線アドホック通信システムを使用する室内等にあらかじめ1又は複数の同期化端末を配置しておくことにより、室内に存在する通信端末の全体を予め同期化することができる。複数の同期化端末を配置する場合には、互いの電波到達可能範囲が予め同期化しておきたい空間の全てをカバーするように配置すればよい。

【0036】

なお、同期化端末10を導入して行うネットワークの同期化とは、少なくともネットワーク全体のビーコンインターバル、つまりスーパーフレームの開始位置あるいはスーパーフレームの位相を揃えることとすればよい。スーパーフレームの位相をドリフトさせることは、それまで同期化されていたネットワーク全体の通信断絶を招くことになる。これに比べて、少なくともスーパーフレームの位相が一致していれば、通信端末の移動による影響は、特定の通信端末間でのタイムスロットの干渉に限定することができる点で有効である。

20

【0037】

さらに、ビーコンに含まれるタイムスロットの予約情報を参照することにより、スーパーフレーム内のタイムスロットの衝突を避けるよう通信端末がタイムスロットを選択することも可能である。これにより、通信端末が移動してもタイムスロットの干渉を生じないようにすることができる。しかしながら、各通信端末がタイムスロットを排他的に用いることとすると、限られた無線通信帯域を全ての通信端末間でシェアすることになり、通信帯域の有効利用の観点からは無駄が多い。このため、互いに電波到達可能な範囲にない通信端末は、同じタイムスロットの再利用、いわゆる空間再利用（Spatial Reuse）を行うこととし、タイムスロットの干渉が起こった時点で干渉の合った通信端末のタイムスロットの予約の変更を行うことが望ましい。

30

【0038】

図1に示す通信端末の配置における無線アドホック通信システム1のスーパーフレームを図3に示す。上述したように、無線アドホック通信システム1は、同期化端末10を配置することによって、同期化タイミングつまりスーパーフレームの位相がネットワークZ全体で共有されている。このため、図3に示すように、同期化端末10及び全ての通信端末11乃至15の間でスーパーフレーム長及びその開始位置を一致させることができる。なお、通信端末12及び13が予約したタイムスロットであるCTA224、225、234及び235と、通信端末14が予約したCTA244及び245は時間軸上で重なった位置にあるのは、通信端末12及び13と通信端末14とは互いに電波到達範囲外にあるため、タイムスロットの再利用を行っているためである。

40

【0039】

さらに、複数の同期化端末の間を、無線アドホック通信システムの採用する無線通信方式ではなく、長距離伝送が可能な他の通信方式、例えば光ファイバやツイスト・ペア・ケーブルを用いた有線通信方式によって接続し、スーパーフレームの位相を合わせるために必要なタイミング情報であるスーパーフレームの開始タイミングを互いに通知することとしても良い。このような構成は、ドアの開け閉めによって無線アドホック通信ネットワー

50

クの電波到達範囲が変化し、ネットワークの結合、分離が頻繁に発生するような場合に有効である。ドアに隔てられた両側に同期化端末をそれぞれ配置し、これらの間を光ファイバ等で接続してスーパーフレームの開始タイミングを互いに通知しておくことにより、ドアの開け閉めの状態に関わらず、ネットワーク全体を同期化しておくことが可能となる。このため、ドアの開け閉めによって無線アドホック通信ネットワークの電波到達範囲が変化しても、ネットワークの結合、分離が頻繁に発生することがない。

【0040】

なお、複数の同期化端末が、スーパーフレームの開始タイミングを互いに通知するのではなく、GPS等の同期信号生成装置が送信する同期信号を各同期化端末が受信し、各同期化端末が同期信号に基づいて共通のスーパーフレームの開始タイミングを独立に生成することとしてもよい。

10

【0041】

またさらに、スーパーフレームの開始タイミングだけでなく、ビーコンフレームに含まれる帯域予約情報も光ファイバ等を介して交換することとしても良い。これにより、ドアに隔てられて存在する通信端末の間でスーパーフレーム内のタイムスロットの衝突を避けるよう、各通信端末がタイムスロットの選択を行うことができる。

【0042】

発明の実施の形態2.

本実施の形態の無線アドホック通信システムは、発明の実施の形態1に示した無線アドホック通信システム1が備える構成、機能に加えて、ビーコンに優先度情報を付加することとしたものである。

20

【0043】

本実施の形態にかかる通信端末及び同期化端末が発信するビーコン30のフレーム構成を図4に示す。ここで、プリアンブル31は、ビーコンフレームの検出に使用するフィールドである。ヘッダ32は、ビーコンフレームであることを示すフィールドである。デバイスID33は、ビーコンの送信元である通信端末の識別子である。また、帯域予約情報35は、通信端末によるスーパーフレーム内のタイムスロットの予約状況を示す情報である。FCS36は、ビーコンフレーム30の受信誤りの有無を検出するためのフレーム・チェック・シーケンスである。

【0044】

30

優先度情報34は、ビーコン30の属性を示す情報であり、同期化端末によって発信されたビーコンであるか、独立した通信端末が発信するビーコンであるか等を示す識別子である。優先度情報34が示す情報の一例を図5に示す。図5(a)は、2ビットの優先度情報により、ビーコン30に3種類の優先度を与える例である。具体的には、(1)同期化端末が出力するビーコン、(2)同期化端末と同期化している通信端末が出力するビーコン、(3)上記以外の独立した通信端末の出力するビーコンの3通りの優先度によってビーコンを分類する。

【0045】

図5(b)は、同期化端末からのビーコンの中継段数を優先度情報に利用する例を示している、図5(b)では、同期化端末の出力するビーコンの優先度を"0000"として最も高い優先度とする。通信端末には、同期化端末の出力するビーコンの中継段数によって、優先度の値を"0001"~"1111"とする。例えば、同期化端末の出力するビーコンを直接受信した通信端末が、自身の送信するビーコンに付加する優先度は"0001"となる。つまり、各通信端末は、自身が受信したビーコンに付加された優先度のうち最も優先度の高い値に1を加えた値を自身が出力するビーコンの優先度とする。

40

【0046】

このような優先度をビーコンに付加することによって、別々の同期化ネットワークを形成する通信端末が接近し、これらの同期化ネットワークを結合して1つの同期化ネットワークとする場合に、どちらのネットワークのスーパーフレームに優先的に位相を合わせていくかを決する際の指針として、優先度を利用することができきる。優先度を用いた同期

50

化手順の詳細については後述する。

【0047】

図6は、本実施の形態にかかる同期化端末40の構成図である。同期化端末40はビーコン生成部404が、同期化端末のビーコンであることを示す優先度を付加したビーコンを生成する。その他の構成要素は、発明の実施の形態1にかかる同期化端末10と同様であるため説明を省略する。

【0048】

図7は、本実施の形態にかかる通信端末41の構成図である。無線受信部411は、アンテナ416を介して受信した信号を復調し、復調後の受信データをビーコン検出部412及び上位レイヤ処理部（不図示）に出力する。上位レイヤ処理部は、スーパーフレーム内のタイムスロットを用いて受信した情報の処理を行う機能部である。ビーコン検出部412は、ビーコンを受信データから抽出し、通信制御部413に出力する。通信制御部413は、ビーコンに含まれる帯域予約情報を取得し、自身が予約するタイムスロットの情報を追加してビーコン生成部414に出力する。ビーコン生成部414は、通信制御部413から受信した帯域予約情報及び優先度情報を含むビーコンを生成し、同期したネットワークのビーコンインターバルに従って無線送信部415に出力する。無線送信部415は、ビーコン生成部414から入力されたビーコンを変調し、アンテナ416を介して、通信端末11乃至15に出力する。

【0049】

さらに、上述した通信制御部413は、自身が属する同期ネットワーク以外のビーコンを受信した場合にスーパーフレームの同期処理を行う。当該処理の手順を図8のフローチャートを用いて説明する。

【0050】

まずステップS101では、通信制御部413がビーコン検出部412からビーコン30を受信する。ステップS102では、受信したビーコンが、自身が属する同期ネットワーク以外の通信端末又は同期化端末から送信された新たなビーコンであるか否かを判定する。新たなビーコンでない場合には、既存の同期ネットワークが採用するスーパーフレームを維持し、ビーコン送信及びデータ送信の動作を継続する（ステップS103）。

【0051】

他方、新たなビーコンであると判定した場合は、新たなビーコンの優先度情報34で示される優先度が、自身の保持する既存の優先度より高いか否かを判定する（ステップS104）。既存の優先度より低い場合には、既存の同期ネットワークが採用するスーパーフレームを維持し、ビーコン送信及びデータ送信の動作を継続する（ステップS105）。

【0052】

新たなビーコンの優先度が既存の優先度より高い場合には、新たなビーコンの送信元が属する同期ネットワークに参加するため、新たなビーコンのビーコンインターバルで規定されるスーパーフレームの位相を合わせる再同期を行う（ステップS106）。

【0053】

無線アドホック通信システムでは、通信端末同士がビーコンをやりとりすることによって、アイソクロナス転送に必要な同期を確立する。したがって、同期化されたネットワークに外部から新たな通信端末が近づくと、新たな通信端末と既存の同期化ネットワークとの間でスーパーフレームを共通化することによって同期化が行われる。このとき、安定して同期化していた既存の同期化ネットワークの通信端末が、新たな通信端末のスーパーフレームに一齐にアジャストしてしまうと、既存のネットワークに属する通信端末間でのデータ送受信の中断等の影響を生じる。また、既存のネットワークが大規模であるほど再度同期が確立するまでの時間が長くなり、通信端末間のデータ送受信に対する影響が大きいという問題がある。

【0054】

これに対して、本実施の形態も無線アドホック通信システムは、優先度の高い同期化端末のビーコンと同期化しているネットワークに対して、他のネットワークに属する通信端

10

20

30

40

50

末がスーパーフレームの位相を合わせて同期化していくよう誘導することができる。このため、本実施の形態の無線アドホック通信システムは、外部から新たな通信端末が接近した場合に、既存の同期化ネットワークの通信端末及び同期化端末が新たな通信端末のスーパーフレームに一斉にアジャストしてしまうような非効率な状況を回避することができる。

【0055】

なお、上述した実施の形態では、同期化端末10及び40を、通信端末10乃至15並びに41との間ではビーコンの送受信のみを行い、アイソクロナス転送又はアシンクロナス転送によるデータ転送は行わない装置として説明した。しかしながら、同期化端末10及び40を、通信端末10乃至15並びに41との間でデータ転送を行う装置として構成しても良い。これにより、同期化端末を1の通信端末として利用することが可能となる。

10

【0056】

また、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能であることは勿論である。上述した発明の実施の形態では、PNCに相当する制御局が存在しない無線アドホック通信システムに本発明を適用した場合について説明した。しかしながら、PNCが存在するIEEE802.15.3規格等の無線アドホック通信システムにおいて、互いにビーコンを送受信するPNC間の同期を確立する場合にも本発明を適用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0057】

20

【図1】本発明にかかるアドホック通信システムの構成図である。

【図2】本発明にかかる同期化端末の構成図である。

【図3】本発明にかかるアドホック通信システムの同期化を説明する図である。

【図4】ビーコンフレームの構成を示す図である。

【図5】ビーコンに含まれる優先度情報を示す図である。

【図6】本発明にかかる同期化端末の構成図である。

【図7】本発明にかかる通信端末の構成図である。

【図8】優先度情報を用いた同期化処理のフローチャートである。

【図9】IEEE802.15.3規格のピコネットを示す図である。

【図10】複数のピコネットの同期化を説明するための図である。

30

【図11】ピコネットのスーパーフレームを示す図である。

【図12】従来の無線アドホック通信システムを示す図である。

【図13】複数の無線アドホック通信システムの同期化を説明するための図である。

【図14】複数の無線アドホック通信システムの同期化を説明するための図である。

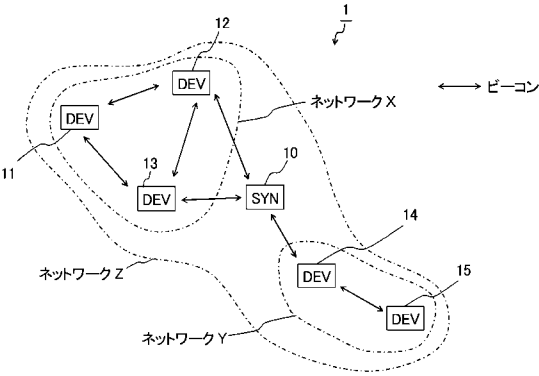
【符号の説明】

【0058】

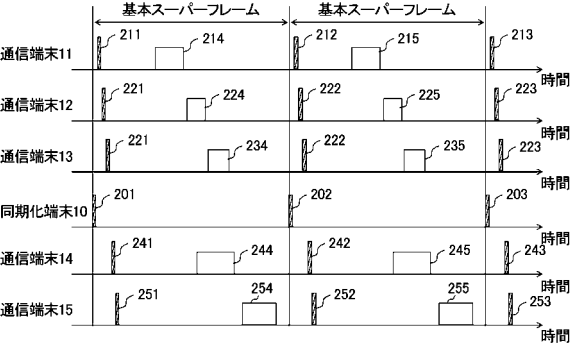
- 1 無線アドホック通信システム
- 10、40 同期化端末
- 11～15、41 通信端末
- 101、411 無線受信部
- 102、412 ビーコン検出部
- 103、413 通信制御部
- 104、404、414 ビーコン生成部
- 105、415 無線送信部
- 106、416 アンテナ

40

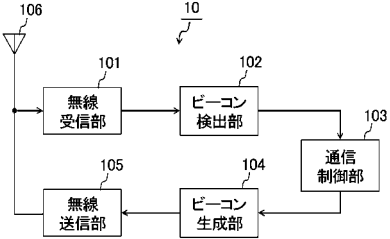
【図 1】



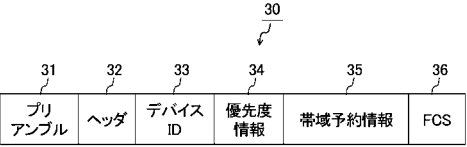
【図 3】



【図 2】



【図 4】



【図 5】

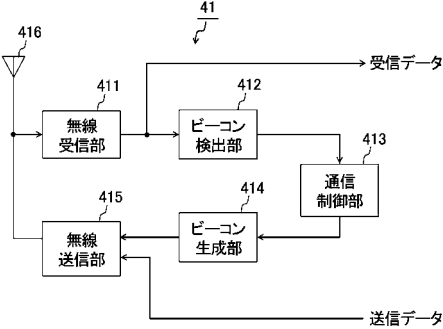
(a)

優先度情報	意味
00	同期化端末のビーコン
01	同期化端末と同期化した通信端末のビーコン
10	独立した通信端末のビーコン

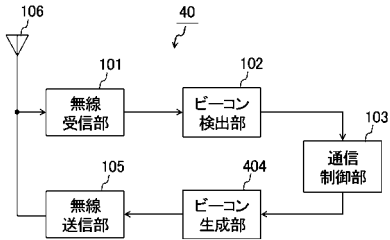
(b)

優先度情報	意味
0000	同期化端末のビーコン
0001~1110	同期化端末と同期化した通信端末のビーコン (同期化端末のビーコンからの中継数)
1111	独立した通信端末のビーコン

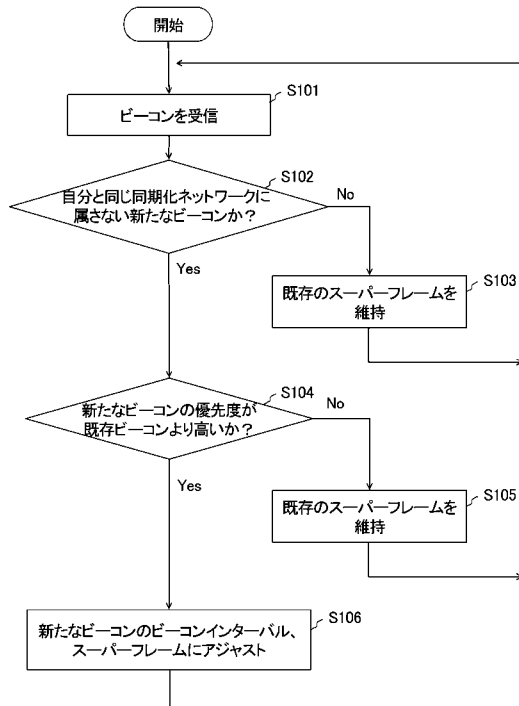
【図 7】



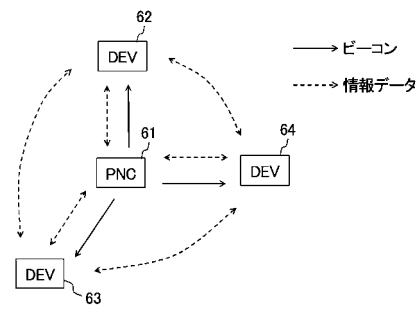
【図 6】



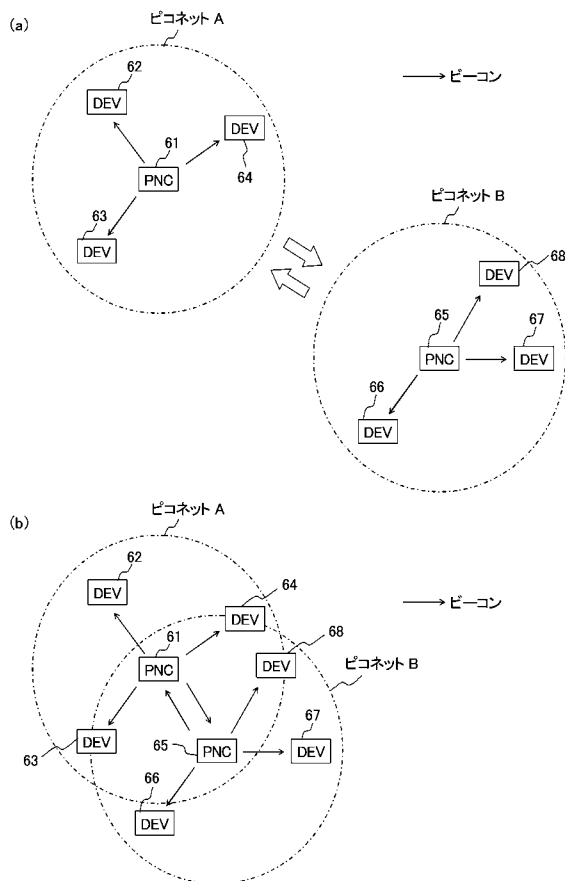
【図 8】



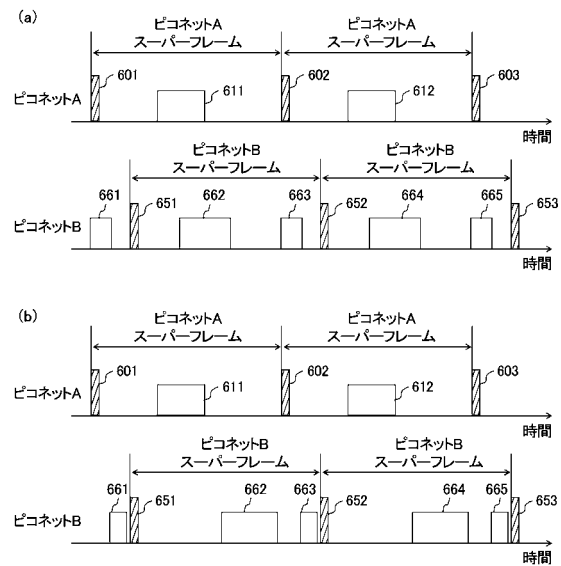
【図 9】



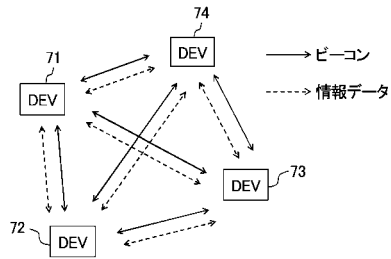
【図 10】



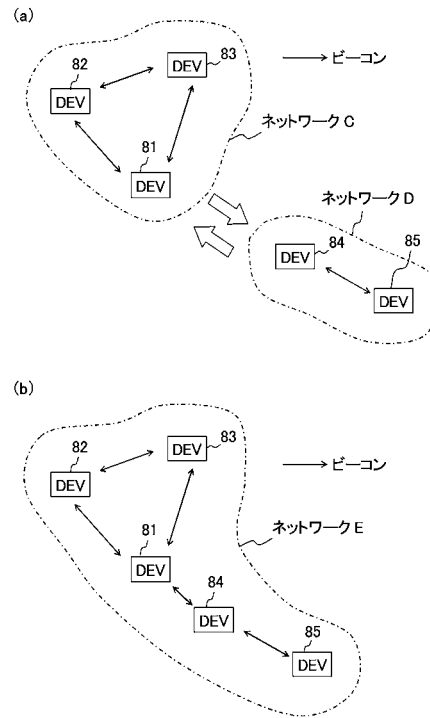
【図 11】



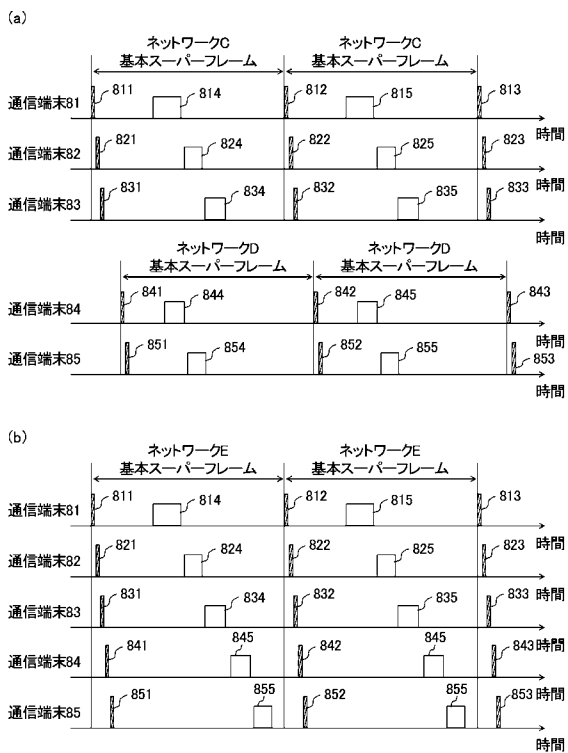
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2005-537692 (JP, A)
特開2004-312060 (JP, A)
特開2004-350093 (JP, A)
特開2005-065101 (JP, A)
特開2005-006327 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04W 84/12