

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2016-5204
(P2016-5204A)

(43) 公開日 平成28年1月12日 (2016.1.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 4W 56/00 (2009.01)	HO 4W 56/00 1 3 0	5 C 1 6 4
HO 4W 84/12 (2009.01)	HO 4W 84/12	5 K 0 6 7
HO 4W 72/04 (2009.01)	HO 4W 72/04	
HO 4N 21/2383 (2011.01)	HO 4N 21/2383	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2014-125756 (P2014-125756)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成26年6月18日 (2014.6.18)		キヤノン株式会社
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(74) 代理人	100076428
			弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

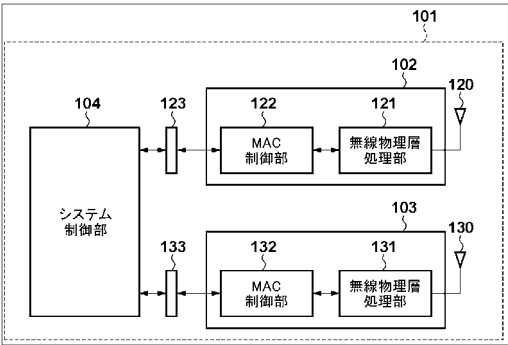
(54) 【発明の名称】 通信装置、制御方法、及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】複数の異なる周波数帯域を用いて通信を行う通信装置において、これらの複数の周波数帯域における無線通信を互いに同期させること。

【解決手段】第1の周波数帯域と、第1の周波数帯域とは異なる第2の周波数帯域とにおいてそれぞれ独立して通信を行う通信装置は、第1の周波数帯域で送信されるビーコンと第2の周波数帯域で送信されるビーコンとが同期するように、それぞれの周波数帯域における通信を行う複数の機能の少なくともいずれかを制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の周波数帯域において通信を行う第 1 の通信手段と、

前記第 1 の周波数帯域とは異なる第 2 の周波数帯域において通信を行う第 2 の通信手段であって、前記第 1 の通信手段とは独立して動作を行う第 2 の通信手段と、

前記第 1 の通信手段が送信するビーコンと前記第 2 の通信手段が送信するビーコンとが同期するように、前記第 1 の通信手段と前記第 2 の通信手段との少なくともいずれかを制御する制御手段と、

を有することを特徴とする通信装置。

【請求項 2】

10

前記制御手段は、前記第 1 の通信手段が送信した第 1 の所定の信号に対する第 1 の応答信号を当該第 1 の通信手段が受信した第 1 のタイミングと、前記第 2 の通信手段が送信した第 2 の所定の信号に対する第 2 の応答信号を当該第 2 の通信手段が受信した第 2 のタイミングと、の時間差に基づいて、前記第 1 の通信手段と前記第 2 の通信手段との少なくともいずれかにおけるビーコンの送信間隔を制御する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 3】

前記第 1 の通信手段は、ビーコンを送信してから第 1 の所定の時間が経過したタイミングで前記第 1 の所定の信号を送信し、

前記第 2 の通信手段は、ビーコンを送信してから前記第 1 の所定の時間が経過したタイミングで前記第 2 の所定の信号を送信し、

20

前記第 1 の所定の信号または前記第 2 の所定の信号を受信した他の通信装置は、当該信号を受信してから第 2 の所定の時間が経過した後に、応答信号を送信する、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の通信装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記第 1 の通信手段がビーコンを送信したことに応じて当該第 1 の通信手段から発行される信号を受け取った第 1 のタイミングと、前記第 2 の通信手段がビーコンを送信したことに応じて当該第 2 の通信手段から発行される信号を受け取った第 2 のタイミングと、の時間差に基づいて、前記第 1 の通信手段と前記第 2 の通信手段との少なくともいずれかにおけるビーコンの送信間隔を制御する、

30

ことを特徴とする請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 5】

前記時間差は、前記第 2 のタイミングから前記第 1 のタイミングを減じた値であり、

前記制御手段は、前記時間差が正の所定値より大きい場合は、前記第 1 の通信手段の前記送信間隔を延長し又は前記第 2 の通信手段の前記送信間隔を短縮し、前記時間差が負の所定値より小さい場合は、前記第 1 の通信手段の前記送信間隔を短縮し又は前記第 2 の通信手段の前記送信間隔を延長する、

ことを特徴とする請求項 2 から 4 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

【請求項 6】

前記制御手段は、前記時間差の大きさに応じた長さにより、前記第 1 の通信手段または前記第 2 の通信手段の前記送信間隔を短縮し、又は延長する、

40

ことを特徴とする請求項 5 に記載の通信装置。

【請求項 7】

前記制御手段は、前記時間差が前記正の所定値以下であると共に前記負の所定値以上である場合に、短縮された送信間隔を初期的に設定された値に戻す、

ことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の通信装置。

【請求項 8】

前記制御手段は、前記第 1 の通信手段におけるビーコンを送信するタイミングを特定するのに用いられる第 1 のクロック周波数と、前記第 2 の通信手段におけるビーコンを送信するタイミングを特定するのに用いられる第 2 のクロック周波数と、の周波数差に基づい

50

て、前記第 1 の通信手段と前記第 2 の通信手段との少なくともいずれかにおけるビーコンの送信間隔を制御する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 9】

前記制御手段は、前記第 2 のクロック周波数が前記第 1 のクロック周波数より大きい場合は、前記第 1 の通信手段の前記送信間隔を短縮し又は前記第 2 の通信手段の前記送信間隔を延長し、前記第 2 のクロック周波数が前記第 1 のクロック周波数より小さい場合は、前記第 1 の通信手段の前記送信間隔を延長し又は前記第 2 の通信手段の前記送信間隔を短縮する、

ことを特徴とする請求項 8 に記載の通信装置。

10

【請求項 10】

前記周波数差は、前記第 2 のクロック周波数の前記第 1 のクロック周波数に対する比であり、

前記制御手段は、前記比に応じた長さにより、前記第 1 の通信手段または前記第 2 の通信手段の前記送信間隔を短縮し、又は延長する、

ことを特徴とする請求項 9 に記載の通信装置。

【請求項 11】

前記周波数差は、前記第 2 のクロック周波数の前記第 1 のクロック周波数に対する比であり、

前記制御手段は、前記第 1 の通信手段または前記第 2 の通信手段の複数の前記送信間隔のうちの、前記比に応じた割合の一部の送信間隔を、短縮し又は延長する、

ことを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の通信装置。

20

【請求項 12】

前記制御手段は、所定の減算値または所定の加算値により、前記第 1 の通信手段または前記第 2 の通信手段の前記送信間隔を短縮し、又は延長する、

ことを特徴とする請求項 5 又は 9 に記載の通信装置。

【請求項 13】

第 1 の周波数帯域において通信を行う第 1 の通信手段と、前記第 1 の周波数帯域とは異なる第 2 の周波数帯域において通信を行う第 2 の通信手段であって、前記第 1 の通信手段とは独立して動作を行う第 2 の通信手段と、を有する通信装置の制御方法であって、

制御手段が、前記第 1 の通信手段が送信するビーコンと前記第 2 の通信手段が送信するビーコンとが同期するように、前記第 1 の通信手段と前記第 2 の通信手段との少なくともいずれかを制御する制御工程を有する、

ことを特徴とする制御方法。

30

【請求項 14】

第 1 の周波数帯域において通信を行う第 1 の通信手段と、前記第 1 の周波数帯域とは異なる第 2 の周波数帯域において通信を行う第 2 の通信手段であって、前記第 1 の通信手段とは独立して動作を行う第 2 の通信手段と、を有する通信装置に備えられたコンピュータに、

前記第 1 の通信手段が送信するビーコンと前記第 2 の通信手段が送信するビーコンとが同期するように、前記第 1 の通信手段と前記第 2 の通信手段との少なくともいずれかを制御する制御工程を実行させるためのプログラム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は無線通信のための通信装置、制御方法、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、無線通信の需要が高まっており、無線通信機能が搭載された電子機器が増えている。このような電子機器は、例えば、無線通信機能として、IEEE 802.11 標準規

50

格に準拠した、2.4 GHz又は5 GHzの無線LANの通信機能を有する。

【0003】

一方で、無線通信により送受信されるデータは大容量化しており、無線通信機能の高速化が求められている。例えば、ビデオデータを送信する場合、2.4 GHz又は5 GHz帯の無線LANでは、毎秒数十メガビット程度の圧縮動画を伝送することはできるが、例えば毎秒数ギガビットの高速伝送が必要な非圧縮フルHD動画に対しては伝送速度が不足してしまう。これに対して、例えば標準規格であるIEEE 802.11ad-2012では、60 GHz帯の電波などのミリ波を用いて、1つの周波数チャネルあたり毎秒数ギガビットの伝送速度を実現している。

【0004】

しかしながら、非圧縮フルHD動画よりさらに高精細な、4k2kビデオなど、さらに高速な伝送速度が要求される情報を送信するには、IEEE 802.11ad-2012による1つの周波数チャネルによる通信では足りないという課題があった。これに対して、特許文献1には、複数の周波数チャネルを用いて同時に通信を行うことで通信の高速化を図ることが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2012-161072号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、単一の大容量ビデオストリームを分割して複数の無線チャネルで伝送する場合などでは、受信機が受信した分割データが同期しないと、受信側機器が表示するそれぞれの分割画像のフレームタイミングが揃わないという問題が発生しうる。そして、特許文献1はこのような問題に対して何ら解決策を与えていない。

【0007】

本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、複数の異なる周波数帯域を用いて通信を行う通信装置において、これらの複数の周波数帯域における無線通信を互いに同期させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明による通信装置は、第1の周波数帯域において通信を行う第1の通信手段と、前記第1の周波数帯域とは異なる第2の周波数帯域において通信を行う第2の通信手段であって、前記第1の通信手段とは独立して動作を行う第2の通信手段と、前記第1の通信手段が送信するビーコンと前記第2の通信手段が送信するビーコンとが同期するように、前記第1の通信手段と前記第2の通信手段との少なくともいずれかを制御する制御手段と、を有する。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、複数の異なる周波数帯域を用いて通信を行う通信装置において、これらの複数の周波数帯域における無線通信を互いに同期させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】通信装置の構成例を示す図。

【図2】システム制御部の第1の構成を含む通信装置の構成例を示す図。

【図3】通信装置が起動された際に行われる処理の流れを示すフローチャート。

【図4】通信装置の起動後の装置内の動作の流れを示すシーケンス図。

【図5】ビーコン送信タイミングを同期させる処理の流れを示すフローチャート。

【図6】図5の処理が行われる場合の、通信装置内及び他の通信装置の動作の流れを示す

10

20

30

40

50

シーケンス図。

【図 7】システム制御部の第 2 の構成を含む通信装置の構成例を示す図。

【図 8】システム制御部の第 3 の構成を含む通信装置の構成例を示す図。

【図 9】システム制御部の第 4 の構成を含む通信装置の構成例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0012】

(通信装置の構成)

図 1 に、本実施形態の通信装置の構成を示す。通信装置 101 (例えばアクセスポイントなどの無線制御装置) は、例えば、第 1 の無線通信部 102 と第 2 の無線通信部 103 とを有する。通信装置 101 は、1 つ以上の他の通信装置 (例えば端末装置) との間で、これらの複数の無線通信部を用いて通信を行う。なお、ここでは、説明を簡単にするために、通信装置 101 が 2 つの無線通信部を有する例について説明するが、通信装置 101 は 3 つ以上の無線通信部を有していてもよい。また、通信装置 101 が有する複数の無線通信部は、それぞれが異なる周波数チャネル (周波数帯域) で通信を行うと共に独立して動作するものとする。すなわち、例えば、第 1 の無線通信部 102 は第 1 の周波数帯域での通信に用いられ、第 2 の無線通信部 103 は第 1 の周波数帯域とは異なる第 2 の周波数帯域での通信に用いられる。ここで、第 1 の周波数帯域と第 2 の周波数帯域はそれぞれが例えば 60GHz 帯の一部の帯域であってもよいし、一方が例えば 5GHz 帯の帯域であると共に他方が 60GHz 帯の帯域であってもよい。また、第 1 の無線通信部 102 の動作は、第 2 の無線通信部 103 の動作に影響を受けず、その逆に、第 2 の無線通信部 103 の動作も、第 1 の無線通信部 102 の動作に影響を受けない。すなわち、第 1 の無線通信部 102 に対して、第 2 の無線通信部 103 が自動的に同期を確立する (又はその逆の) ような機能は有しない。なお、図 1 に示した通信装置 101 が有する構成は一例 (又は一部) であり、通信装置は図 1 に示す以外の構成を有していてもよい。通信装置は、PC 又はスマートフォン等の情報処理装置である場合は、ディスプレイ又は操作部等の他の構成を有していてもよいし、撮像装置又はプリンタ等の画像処理装置である場合は、撮像部又は印刷部等の他の構成を有していてもよい。また、第 1 の無線通信部 102 と第 2 の無線通信部 103 によって実行される無線通信は、ここでは IEEE 802.11 シリーズに準拠した無線 LAN による通信を用いるものとするが、その他の無線通信方式を用いてもよい。

【0013】

第 1 の無線通信部 102 は、第 1 の無線物理層処理部 121、第 1 の MAC 制御部 122、及び第 1 のアンテナ 120 を含んで構成される。第 1 の無線物理層処理部 121 は、データの送信時に、第 1 の MAC 制御部 122 から受領したデータを無線信号に変換して、第 1 のアンテナ 120 から無線フレーム (無線信号) として空間へ送出する。また、第 1 の無線物理層処理部 121 は、データの受信時に、第 1 のアンテナ 120 によって空間から受信した無線フレームを、第 1 の MAC 制御部 122 が取り扱うことができるデータに変換して、第 1 の MAC 制御部 122 へ引き渡す。第 2 の無線通信部 103 も、第 1 の無線通信部 102 と同様に、第 2 の無線物理層処理部 131、第 2 の MAC 制御部 132、及び第 2 のアンテナ 130 を含んで構成される。第 2 の無線物理層処理部 131、第 2 の MAC 制御部 132、及び第 2 のアンテナ 130 の機能は、第 1 の無線物理層処理部 121、第 1 の MAC 制御部 122、及び第 1 のアンテナ 120 とそれぞれ同様である。ただし、第 2 の無線通信部 103 が対応する周波数帯域 (第 2 の周波数帯域) が、第 1 の無線通信部 102 が対応する周波数帯域 (第 1 の周波数帯域) と異なる点において、これらの機能部についても構成及び動作が異なりうる。

【0014】

第 1 の無線通信部 102 は、データフレーム及び制御フレームなど、様々な種類の無線フレームを送信する。そして、それらの送信タイミングは、第 1 の MAC 制御部 122 が

、時分割多元接続 (Time Division Multiple Access: TDMA) 方式によって、管理する。このとき、通信装置 101 は、自局及び自局によって制御される他の通信装置が無線フレームを送信するタイミングを規定するために、決められた時間間隔ごとにビーコンフレームを送信する。時間的に隣接する 2 つのビーコンフレームの送信がそれぞれ開始される 2 つの時点の時間間隔により規定されるフレームは、スーパーフレームと呼ばれる。第 1 の MAC 制御部 122 は、スーパーフレーム期間を計測するためのタイマを有し、このタイマ値を参照しながら、スーパーフレーム期間が経過するごとに、第 1 のビーコンフレームを第 1 の周波数帯域を使って空間へ送出する。第 2 の無線通信部 103 も同様に、TDMA 方式に従って、データフレーム及び制御フレームなど様々な種類の無線フレームを送信する。そして、第 2 の MAC 制御部 132 も、スーパーフレーム期間を計測するためのタイマを有し、このタイマ値を参照しながら、スーパーフレーム期間が経過するごとに第 2 のビーコンフレームを第 2 の周波数帯域を使って空間へ送出する。

10

20

30

40

50

【0015】

第 1 の MAC 制御部 122 と第 2 の MAC 制御部 132 がビーコンフレームを送信するために参照するタイマは、それぞれの MAC 制御部が有する個別の発振器から生成されるクロックに基づいて動作する。そして、個別に実装された発振器が生成するクロックの周波数は完全に一致しているわけではない。そのため、たとえ第 1 の MAC 制御部 122 と第 2 の MAC 制御部 132 とにおいて、同じスーパーフレームの長さが設定されていても、第 1 のビーコンフレームの送信タイミングと第 2 のビーコンフレームの送信タイミングとがずれる場合がある。

【0016】

そこで、本実施形態の通信装置 101 は、第 1 のビーコンフレームの送信タイミングと第 2 のビーコンフレームの送信タイミングとを一致させるため、さらに、システム制御部 104 を有する。システム制御部 104 は、例えば、CPU 等のプロセッサ、及び ROM 又は RAM 等のメモリを有し、メモリに記憶されたプログラムを CPU が実行することにより、後述する処理を含めた各種の処理を実行する。また、システム制御部 104 は、後述する各機能部をソフトウェアまたはハードウェアの機能として有し、後述する各種処理を実行する。システム制御部 104 は、第 1 のインタフェース部 123 を介して第 1 の MAC 制御部 122 と接続され、同様に第 2 のインタフェース部 133 を介して第 2 の MAC 制御部 132 と接続される。そして、システム制御部 104 は、第 1 のビーコンフレームの送信タイミングと第 2 のビーコンフレームの送信タイミングとが互いに一致するように、第 1 の MAC 制御部 122 と第 2 の MAC 制御部 132 との少なくともいずれかを制御する。

【0017】

システム制御部 104 は、例えば、第 1 のビーコンフレームの送信タイミングと第 2 のビーコンフレームの送信タイミングとを監視する。そして、システム制御部 104 は、その時間差に応じて、第 1 の MAC 制御部 122 と第 2 の MAC 制御部 132 とにおいて設定されているスーパーフレームの長さ（すなわち、ビーコンの送信間隔）を調整する。例えば、第 1 のビーコンフレームの送信タイミングが第 2 のビーコンタイミングより早い場合は、第 1 の MAC 制御部 122 におけるビーコンの送信間隔が延長され、又は第 2 の MAC 制御部 132 におけるビーコンの送信間隔が短縮される。また、システム制御部 104 は、例えば、第 1 の MAC 制御部 122 と第 2 の MAC 制御部 132 が有する発振器の周波数（クロック周波数）の周波数差を判定する。同じ時間間隔が設定されていても、クロック周波数が高くなるほど、結果として計測される時間間隔は短縮され、クロック周波数が低くなるほど、結果として計測される時間間隔が延長される。したがって、システム制御部 104 は、例えば、第 1 の MAC 制御部 122 のクロック周波数が第 2 の MAC 制御部 132 のクロック周波数より高い場合、第 2 の MAC 制御部 132 のビーコン送信間隔を延長する。この場合、システム制御部 104 は、第 1 の MAC 制御部 122 のビーコン送信間隔を延長することもできる。

【 0 0 1 8 】

以下では、このようなシステム制御部 1 0 4 のいくつかの構成及び処理の例について説明する。

【 0 0 1 9 】

< < 実施形態 1 > >

図 2 に、上述の通信装置 1 0 1 についての、本実施形態に係るシステム制御部 1 0 4 の具体的な構成例を示す。システム制御部 1 0 4 は、第 1 の無線通信部 1 0 2 に対応して、第 1 のビーコン周期設定部 2 1 5、第 1 の要求信号送信部 2 1 3、及び第 1 の応答信号受信部 2 1 4 を有する。また、システム制御部 1 0 4 は、第 2 の無線通信部 1 0 3 に対応して、第 2 のビーコン周期設定部 2 3 1、第 2 の要求信号送信部 2 2 3、及び第 2 の応答信号受信部 2 2 4 を有する。さらに、システム制御部 1 0 4 は、時間差測定部 2 3 2 を有する。

10

【 0 0 2 0 】

通信装置 1 0 1 が起動されると、まず、第 1 のビーコン周期設定部 2 1 5 が、第 1 のインタフェース部 1 2 3 を介して、第 1 の無線通信部 1 0 2 に対してビーコンが送信される時間間隔、すなわちスーパーフレーム長を設定する。その結果、第 1 の無線通信部 1 0 2 は設定された時間間隔に従って、繰り返し第 1 のビーコンフレームを第 1 の周波数帯域で送信することとなる。同様に、第 2 のビーコン周期設定部 2 3 1 は、第 2 のインタフェース部 1 3 3 を介して、第 2 の無線通信部 1 0 3 に対してビーコンが送信される時間間隔（スーパーフレーム長）を設定する。そして、第 2 の無線通信部 1 0 3 は、設定された時間間隔に従って、繰り返し第 2 のビーコンフレームを第 1 の周波数帯域とは異なる第 2 の周波数帯域で送信することとなる。

20

【 0 0 2 1 】

この後、第 1 の周波数帯域を使用して通信装置 1 0 1 と接続される他の通信装置と制御フレームの交換を行うために、第 1 の要求信号送信部 2 1 3 は、第 1 の無線通信部 1 0 2 に対して第 1 のリクエストフレームを送信するように指示する。なお、ここでのリクエストフレームは、一例として、IEEE 802.11ad-2012 規格で定義される Announcement Transmission Interval (ATI) 期間中に交換される、リクエストフレームであるものとする。IEEE 802.11ad-2012 標準規格では、ATI はスーパーフレーム内で通信装置と他の通信装置とが制御フレームを交換する、すなわちリクエストフレームとその応答信号であるレスポンスフレームを送受信する、ための期間として規定されている。また、ATI 期間は、ビーコンフレームの送信開始時点、すなわちスーパーフレームの開始点から、通信装置によって指定された所定の時間の経過後に開始される。この指定された所定の時間は、ビーコンフレームによって通信装置から他の通信装置に通知される。

30

【 0 0 2 2 】

第 1 の無線通信部 1 0 2 は、第 1 のリクエストフレームの送信を指示されると、この第 1 のリクエストフレームを内部のバッファメモリ（不図示）に格納する。そして、第 1 の無線通信部 1 0 2 は、内部のタイマを参照し、次のビーコン送信タイミングが到来した時点で、第 1 のビーコンフレームを第 1 の周波数帯域で送信する。その後、第 1 の無線通信部 1 0 2 は、第 1 のビーコンフレーム送信時点を基準として ATI 期間が開始されるまでの第 1 の所定の時間が経過した後に、内部のバッファメモリに格納されている第 1 のリクエストフレームを第 1 の周波数帯域で送信する。

40

【 0 0 2 3 】

第 1 の周波数帯域で送信された第 1 のリクエストフレームは、他の通信装置によって受信される。他の通信装置は、第 1 のリクエストフレームの受信が完了した時点から、規定された第 2 の所定の時間が経過した後に、第 1 のリクエストフレームに対する応答信号である第 1 のレスポンスフレームを、通信装置 1 0 1 に宛てて第 1 の周波数帯域で送信する。なお、第 2 の所定の時間は、例えば IEEE 802.11ad-2012 で規定される Short Interframe Space (SIFS) によって定められる。なお

50

、この場合の S I F S は固定値として与えられる。

【 0 0 2 4 】

第 1 の周波数帯域で送信された第 1 のレスポンスフレームは、通信装置 1 0 1 (第 1 の無線通信部 1 0 2) によって受信される。ここで、通信装置 1 0 1 の第 2 の無線通信部 1 0 3 は、第 2 の周波数帯域で動作しているため、この第 1 のレスポンスフレームを受信することはない。第 1 の無線通信部 1 0 2 は、第 1 のレスポンスフレームの受信が完了すると、インタフェース部 1 2 3 を介して、第 1 の応答信号受信部 2 1 4 に対してレスポンスフレームを受信したことを通知する。第 1 の応答信号受信部 2 1 4 は、通知を受けると、その通知を受けた時刻 T 1 を記録する。

【 0 0 2 5 】

一方で、第 2 の周波数帯域を使用して通信装置 1 0 1 と接続される他の通信装置と制御フレームの交換を行うために、第 2 の要求信号送信部 2 2 3 は、第 2 の無線通信部 1 0 3 に対して第 2 のリクエストフレームを送信するように指示する。ここで制御フレームを交換する相手装置は、上述の第 1 のリクエストフレームを送信した相手である他の通信装置と同じものであってもよいし、異なってもよい。

【 0 0 2 6 】

第 2 の無線通信部 1 0 3 は、第 2 のリクエストフレームの送信を指示されると、この第 2 のリクエストフレームを内部のバッファメモリ (不図示) に格納する。そして、第 2 の無線通信部 1 0 3 は、内部のタイマを参照し、次のビーコン送信タイミングが到来した時点で、第 2 のビーコンフレームを第 2 の周波数帯域で送信する。その後、第 2 の無線通信部 1 0 3 は、第 2 のビーコンフレーム送信時点を基準として A T I 期間が開始されるまでの上述の第 1 の所定の時間が経過した後に、内部のバッファメモリに格納されている第 2 のリクエストフレームを第 2 の周波数帯域で送信する。

【 0 0 2 7 】

第 2 の周波数帯域で送信された第 2 のリクエストフレームは、他の通信装置によって受信される。他の通信装置は、第 2 のリクエストフレームの受信が完了した時点から、上述の第 2 の所定の時間が経過した後に、第 2 のリクエストフレームに対する応答信号である第 2 のレスポンスフレームを、通信装置 1 0 1 に宛てて第 2 の周波数帯域で送信する。

【 0 0 2 8 】

第 2 の周波数帯域で送信された第 2 のレスポンスフレームは、通信装置 1 0 1 (第 2 の無線通信部 1 0 3) によって受信される。ここで、通信装置 1 0 1 の第 1 の無線通信部 1 0 2 は、第 1 の周波数帯域で動作しているため、この第 2 のレスポンスフレームを受信することはない。第 2 の無線通信部 1 0 3 は、第 2 のレスポンスフレームの受信が完了すると、インタフェース部 1 3 3 を介して、第 2 の応答信号受信部 2 2 4 に対してレスポンスフレームを受信したことを通知する。第 2 の応答信号受信部 2 2 4 は、通知を受けると、その通知を受けた時刻 T 2 を記録する。

【 0 0 2 9 】

なお、上述の説明では、制御フレームの交換が、I E E E 8 0 2 . 1 1 a d - 2 0 1 2 規格で定められた A T I 期間中に交換される、リクエストフレームとレスポンスフレームとにより行われるように説明したが、これに限られない。すなわち、上述の説明におけるリクエストフレーム及びレスポンスフレームは、ビーコンの送信タイミングと相関の有るタイミングで送信される所定の信号と、その所定の信号に対する所定の応答信号であればよい。例えば、リクエストフレームとして、I E E E 8 0 2 . 1 1 標準規格で規定される P r o b e R e q u e s t フレームを用いることができ、レスポンスフレームとして、P r o b e R e s p o n s e フレームを用いることができる。

【 0 0 3 0 】

この時、第 1 の周波数帯域および第 2 の周波数帯域において、ビーコンの送信開始時点から A T I 期間の開始時間までの第 1 の所定の時間、リクエストフレーム及びレスポンスフレームの長さがそれぞれ同じとする。また、他の通信装置において、リクエストフレームを受信した後に、レスポンスフレームを送信するまでの待機時間 (S I F S) は一定で

10

20

30

40

50

ある。この場合、ビーコンが送信開始された時点からレスポンスフレームの受信が完了した時点までの経過時間も同じになる。したがって、第1のレスポンスフレームと第2のレスポンスフレームとのそれぞれを通信装置101が受信したタイミングの時間差は、第1のビーコンフレームと第2のビーコンフレームとのそれぞれの送信が開始されたタイミングの時間差と等しくなる。つまり、 $T2 - T1$ の値が0であれば第1のビーコンフレームと第2のビーコンフレームが同時に送信されたことになる。また、 $T2 - T1$ の値が正であれば第1のビーコンと比較して第2のビーコンは時間的に遅い時点で送信され、逆に $T2 - T1$ の値が負であれば第1のビーコンと比較して第2のビーコンは時間的に早い時点で送信されたことになる。

【0031】

10

なお、複数の他の通信装置とそれぞれ異なる周波数帯域で通信している場合は、厳密には伝搬遅延の関係で経過時間が異なりうる。しかしながら、無線LANの通信可能範囲は一般に広くなく、さらに、例えば60GHz帯の電波を通信で利用できる範囲は十分に狭い。このため、伝搬遅延自体が十分に小さいと考えられるため、複数の周波数帯域におけるビーコン送信時点からレスポンスフレーム受信時点までの複数の経過時間についての時間差を特定する際には、この伝搬遅延のことを考慮しなくてもよい。

【0032】

時間差測定部232は、第1の応答信号受信部214から $T1$ の値を受け取り、第2の応答信号受信部224から $T2$ の値を受け取り、 $\Delta T = T2 - T1$ を算出する。そして、時間差測定部232は、 ΔT の値に基づいて、第1のビーコンフレームの送信タイミングと第2のビーコンフレームの送信タイミングとを一致させるような制御を行う。

20

【0033】

時間差測定部232は、例えば、 ΔT の値が正の場合、第1のビーコンと比べて第2のビーコンの送信タイミングが遅れていると判定し、第2のビーコンフレームの送信タイミングを定める時間間隔を短縮するように第2のビーコン周期設定部231に指示する。なお、この場合に、時間差測定部232は、第1のビーコン周期設定部215に対して、第1のビーコンフレームの送信タイミングを規定する時間間隔を延長するように指示してもよい。この場合、図2の構成において、時間差測定部232は、ビーコン周期設定部215と接続されうる。なお、時間差測定部232は、第1のビーコン周期設定部215と第2のビーコン周期設定部231とに対して、同時にビーコンフレームの送信タイミングを規定する時間間隔を調節するための指示を行ってもよい。

30

【0034】

また、時間差測定部232は、 ΔT の値が負の場合、第1のビーコンと比べて第2のビーコンの送信タイミングの方が早いと判定し、第2のビーコンフレームの送信タイミングを定める時間間隔を延長するように、第2のビーコン周期設定部231に指示する。この場合も、時間差測定部232は、第1のビーコン周期設定部215に対して、第1のビーコンフレームの送信タイミングを規定する時間間隔を短縮するように指示してもよい。また、時間差測定部232は、第1のビーコン周期設定部215と第2のビーコン周期設定部231とに対して、同時にビーコンフレームの送信タイミングを規定する時間間隔を調節するための指示を行ってもよい。

40

【0035】

このとき、時間差測定部232は、算出された ΔT の値(時間差)の大きさに応じた値を用いて、時間間隔の調整の指示を出してもよい。例えば、算出した ΔT が+2マイクロ秒であった場合、時間差測定部232は、第2のビーコン周期設定部231に対して、その時点で設定されている時間間隔から2マイクロ秒だけ減じた値を調整後の時間間隔とするように、指示を与えてもよい。また、時間差測定部232は、算出した ΔT に、例えば1以下の係数 α を乗じた $\alpha \Delta T$ だけ、時間間隔を調整するように、第1のビーコン周期設定部215と第2のビーコン周期設定部231との少なくともいずれかに指示を与えてもよい。なお、時間差測定部232は、このような場合に、 ΔT が0などの許容範囲内の値となった場合には、ビーコンの送信周期を初期設定値に戻すように指示を与える。

50

【 0 0 3 6 】

また、時間差測定部 2 3 2 は、算出された ΔT の値の大きさによらず、所定の加算値または所定の減算値により、時間間隔の調整の指示を出してもよい。例えば、所定の加算値と所定の減算値をそれぞれ 1 マイクロ秒に設定し、時間差測定部 2 3 2 は、 ΔT が正であった場合、例えば、第 2 のビーコン周期設定部 2 3 1 に対して、ビーコンフレームの送信タイミングを規定する時間間隔を短縮するように指示を出す。すると、第 2 のビーコン周期設定部 2 3 1 は、この指示に応じて、初期的に設定していた時間間隔から上述の所定の減算値（例えば 1 マイクロ秒）を減じた値を新たな時間間隔とする。なお、時間差測定部 2 3 2 は、上述の通り、 ΔT が正であった場合に、第 1 のビーコン周期設定部 2 1 5 に対して、ビーコンフレームの送信タイミングを規定する時間間隔を延長するように指示を出してもよい。この場合、第 1 のビーコン周期設定部 2 1 5 は、この指示に応じて、初期的に設定していた時間間隔に上述の所定の加算値（例えば 1 マイクロ秒）を加えた値を新たな時間間隔とする。 ΔT が負である場合も同様の処理を行うことができる。例えば、第 2 のビーコン周期設定部 2 3 1 に対して、時間間隔の延長の指示が与えられ、第 2 のビーコン周期設定部 2 3 1 は、初期的に設定された時間間隔に上述の所定の加算値を加えた値により時間間隔の設定値を更新することができる。また、第 1 のビーコン周期設定部 2 1 5 に対して時間間隔の短縮の指示が与えられ、第 1 のビーコン周期設定部 2 1 5 は、初期的に設定されていた時間間隔から上述の所定の減算値を減じた値を、新たな時間間隔とすることができる。なお、例えば ΔT が 0 の場合などは、時間差測定部 2 3 2 は、時間間隔の設定値を調整しない旨の指示を発行し、ビーコン周期設定部は、時間間隔の値を初期的に設定されていた値に戻す。

10

20

【 0 0 3 7 】

（処理の流れ）

次に、本実施形態に係る通信装置 1 0 1 が実行する処理の流れについて説明する。まず、通信装置 1 0 1 が起動された際に、システム制御部 1 0 4 で行われる処理の流れを、図 3 を用いて説明する。図 3 の各ステップは、システム制御部 1 0 4 が有する CPU が、システム制御部のメモリに記憶されたプログラムを実行することによって処理される。図 3 において、システム制御部 1 0 4 は、第 1 の無線通信部 1 0 2 に対して、第 1 のビーコンフレーム（以下、「ビーコン 1」と呼ぶ。）の送信周期（送信時間間隔）の初期設定値として、例えば 1 0 0 0 0 マイクロ秒を設定する（S 3 0 1）。また、システム制御部 1 0 4 は、第 2 の無線通信部 1 0 3 に対して、第 2 のビーコンフレーム（以下、「ビーコン 2」と呼ぶ。）の送信周期を同じく初期設定値である 1 0 0 0 0 マイクロ秒に設定する（S 3 0 2）。ここでの 1 0 0 0 0 マイクロ秒という初期設定値は一例であり、他の値であってもよい。

30

【 0 0 3 8 】

図 3 の設定処理を含む、通信装置 1 0 1 が起動された後の、通信装置 1 0 1 内の動作の流れを、図 4 に示す。図 4 において、第 1 の無線通信部 1 0 2 は、システム制御部 1 0 4 からビーコン 1 の送信周期を設定される（S 3 0 1）と、設定された周期でビーコン 1 を繰り返し送信する。同様に、第 2 の無線通信部 1 0 3 は、システム制御部 1 0 4 からビーコン 2 の送信周期を設定される（S 3 0 2）と、設定された周期でビーコン 2 を繰り返し送信する。

40

【 0 0 3 9 】

このとき、これらの 2 つのビーコンフレームの送信周期は、共に 1 0 0 0 0 マイクロ秒という値が設定されている。しかし、第 1 の無線通信部 1 0 2 と、第 2 の無線通信部 1 0 3 とは、互いにわずかな周波数差を持った個別の発振器（クロック周波数）によってカウントされるタイマを参照しながらビーコンフレームを送信する。このため、ビーコン 1 とビーコン 2 の送信タイミング差は、図 4 において t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 によって示すように、次第に大きくなっていく。なお、図 4 の例では、ビーコン 2 の送信タイミングが、ビーコン 1 の送信タイミングに対して徐々に遅れているが、これは、第 2 の無線通信部 1 0 3 のクロック周波数が、第 1 の無線通信部 1 0 2 のクロック周波数より低いことに起因

50

して生じうる。一方で、第2の無線通信部103のクロック周波数が、第1の無線通信部102のクロック周波数より高い場合は、ビーコン2の送信タイミングが徐々に早くなりうる。なお、タイミングのずれが生じる原因は問題ではなく、以下の手法により、どのような理由で生じたにしても、タイミングのずれを吸収することができる。

【0040】

次に、ビーコン1とビーコン2の送信タイミングを同期させるための、システム制御部104の動作について説明する。図5に、通信装置101が、2つのビーコンフレームの送信タイミングを同期させる際の、図1におけるシステム制御部104の動作を示す。図5の各ステップは、システム制御部104が有するCPUが、システム制御部のメモリに記憶されたプログラムを実行することによって処理される。また、図6に、図5の処理が行われる場合の、通信装置101内部の、また、第1の他の通信装置および第2の他の通信装置の動作の流れを示す。図6には、2台の他の通信装置が存在する場合の例について示されているが、他の通信装置は1台であってもよい。

【0041】

図5において、システム制御部104は、第1の無線通信部102に対して、第1のリクエストフレーム（以下、「リクエストフレーム1」と呼ぶ。）を送信するように指示する（S501、S601）。第1の無線通信部102は、この指示に応じて、リクエストフレーム1を内部のバッファメモリに一時記憶する。システム制御部104は、同様に、第2の無線通信部103に対して、第2のリクエストフレーム（以下、「リクエストフレーム2」と呼ぶ。）を送信するように指示する（S502、S602）。第2の無線通信部103は、この指示に応じて、リクエストフレーム2を内部のバッファメモリに一時記憶する。なお、システム制御部104がリクエストフレーム1およびリクエストフレーム2についての2つの送信指示を第1の無線通信部102および第2の無線通信部103へ伝えるタイミングは、どのようなタイミングであってもよい。すなわち、この2つの送信指示は、ビーコンフレームの送信タイミングと何ら関係ないタイミングで発行されてもよく、さらに、2つの送信指示のそれぞれが、非同期に、異なるタイミングで発行されてもよい。また、図5に示すように、リクエストフレーム1の送信指示が、リクエストフレーム2の送信指示の前になされなければならないわけではなく、リクエストフレーム2の送信指示が先に発行されてもよい。

【0042】

説明を図6に移す。リクエストフレーム1を一時記憶している第1の無線通信部102は、規定されたビーコンフレームの送信タイミングに達した時点で、第1の周波数帯域でビーコン1を送信する（S603）。その後、第1の無線通信部102は、ビーコン1の送信開始時点基準として定まるATI期間の開始時点において、第1の周波数帯域で、一時記憶していたリクエストフレーム1を第1の他の通信装置に対して送信する（S604）。

【0043】

第1の他の通信装置は、リクエストフレーム1を受信する。そして、第1の他の通信装置は、その受信が完了した時点からSIFS期間が経過した時点において、第1の周波数帯域で、リクエストフレーム1に対する応答信号であるレスポンスフレーム1を通信装置101に対して送信する（S605）。第1の無線通信部102は、このレスポンスフレーム1を受信すると、レスポンスフレーム1を受信したことを、システム制御部104へ通知する（S606）。システム制御部104は、この通知を受領したことに応じて、リクエストフレーム1の受信タイミングである時刻T1を記憶する（図5のS503）。

【0044】

同様に、リクエストフレーム2を一時記憶している第2の無線通信部103は、規定されたビーコンフレームの送信タイミングに達した時点で、第2の周波数帯域でビーコン2を送信する（S607）。その後、第2の無線通信部103は、ビーコン2の送信開始時点基準として定まるATI期間の開始時点において、第2の周波数帯域で、一時記憶していたリクエストフレーム2を第2の他の通信装置に対して送信する（S608）。

【 0 0 4 5 】

第2の他の通信装置は、リクエストフレーム2を受信する。そして、第2の他の通信装置は、その受信が完了した時点からSIFS期間が経過した時点において、第2の周波数帯域で、リクエストフレーム2に対する応答信号であるレスポンスフレーム2を通信装置101に対して送信する(S609)。第2の無線通信部103は、このレスポンスフレーム2を受信すると、レスポンスフレーム2を受信したことを、システム制御部104へ通知する(S610)。システム制御部104は、この通知を受領したことに応じて、リクエストフレーム2の受信タイミングである時刻T2を記憶する(図5のS504)。

【 0 0 4 6 】

説明を図5に戻し、システム制御部104は、2つのレスポンスフレームの受信時点の時間差を示す $\Delta T = T2 - T1$ を算出する(S505)。既に述べたように、2つのレスポンスフレームの受信タイミングの時間差は、2つのビーコンフレームの送信タイミングの時間差に一致する。すなわち、 ΔT が負の値であればビーコン2の送信タイミングはビーコン1の送信タイミングに比べて時間的に進んでおり、 ΔT が正の値であればビーコン2の送信タイミングはビーコン1の送信タイミングに比べて時間的に遅れている。

【 0 0 4 7 】

システム制御部104は、 ΔT の値を予め決められた負の所定値と比較し(S506)、 ΔT の値がこの負の所定値よりも小さい場合には、ビーコン1の送信タイミングに比べてビーコン2の送信タイミングが許容範囲よりも進んでいると判定する。そして、システム制御部104は、このような場合には、ビーコン2の送信タイミングを遅らせるために、第2の無線通信部103に対して、ビーコン2の送信周期を延長させる(S507)。一方、システム制御部104は、S506において ΔT の値が負の所定値以上の場合、システム制御部104は、続いて、 ΔT の値が予め決められた正の所定値と比較する(S508)。システム制御部104は、 ΔT の値が正の所定値よりも大きい場合には、ビーコン1の送信タイミングに比べてビーコン2の送信タイミングが許容範囲よりも遅れていると判定する。この場合、システム制御部104は、ビーコン2の送信タイミングを進めるために、第2の無線通信部103に対して、ビーコン2の送信周期を短縮させる(S509)。

【 0 0 4 8 】

また一方で、システム制御部104は、S508において ΔT の値が正の所定値以下であった場合、ビーコン1の送信タイミングとビーコン2の送信タイミングの時間差は許容範囲内であると判定する。そして、システム制御部104は、ビーコン2の送信周期として現在の初期設定値である10000マイクロ秒を設定する。また、この設定は、連続するスーパーフレームにおいて、時間差が許容範囲内であった場合には行われず、許容範囲外から許容範囲内に戻った場合についてのみ、行われてもよい。すなわち、時間差 ΔT が許容範囲内となると、ビーコン2の送信周期は初期設定値である10000マイクロ秒に戻される。このため、その後は、何も設定しなければ、ビーコン2の送信周期は10000マイクロ秒で維持される。このため、 ΔT が許容範囲外から許容範囲内に戻った場合についてのみ、S510の処理が実行され、それ以外の場合は何も処理が行われなくてもよい。同様に、例えばS507で送信周期が10001マイクロ秒に設定された後に、依然として、 ΔT が負の所定値より小さい場合は、システム制御部104は、送信周期の調整を行わなくてもよい。さらに、S509で送信周期が9999マイクロ秒に設定された後に、依然として ΔT が正の所定値より大きい場合にも、システム制御部104は、送信周期の調整を行わなくてもよい。ビーコン2の送信周期の調整の後に、処理はS501へ戻る。なお、リクエストフレームが所定回数続けて送信されるなどの場合には、S501及びS502の処理は不要となりうるため、このような場合には、処理はS503へと戻ってもよい。

【 0 0 4 9 】

なお、ここでは、送信周期の調整に、1マイクロ秒の所定の加算値及び所定の減算値を用いている。このため、 ΔT が負の所定値より小さい場合にビーコン2の送信周期が10

10

20

30

40

50

001マイクロ秒へと更新され、一方で、 ΔT が正の所定値より大きい場合にビーコン2の送信周期が9999マイクロ秒へと更新されている。しかしながら、上述のように、例えば算出された ΔT の値に応じた値を加算又は減算してもよく、例えば ΔT が+2マイクロ秒である場合は、ビーコン2の送信周期を9998マイクロ秒に設定してもよい。そして、次の周期で、 ΔT が許容範囲内に入っていた場合には、ビーコン2の送信周期を10000マイクロ秒に戻すことができる。また、所定の加算値及び所定の減算値を1マイクロ秒以外の値に設定してもよい。なお、上述のように、 ΔT が正の所定値より大きい又は ΔT が負の所定値より小さい場合にのみ、ビーコン2の送信周期の調整を行うようにしてもよいし、 ΔT が0でない限り、調整を行うようにしてもよい。なお、 ΔT が正の所定値より大きい又は ΔT が負の所定値より小さい場合にのみ、ビーコン2の送信周期の調整を行うことにより、必要以上にビーコンの送信周期の調整が行われることを防ぐことができる。

10

【0050】

説明を図6に戻す。図6の例では、システム制御部104は、ビーコン1の送信タイミングに比べてビーコン2の送信タイミングが許容範囲よりも遅れていたと判定したものとする。この場合、システム制御部104は、ビーコン2の送信タイミングを時間的に進めるため、ビーコン2の送信周期として現在の設定値である10000マイクロ秒よりも短い9999マイクロ秒を設定するように、第2の無線通信部103に指示する(S611)。この指示により、次に送信されるビーコン1(S612)とビーコン2(S613)の送信タイミングの時間差は、既に送信されたビーコン1(S603)とビーコン2(S607)の送信タイミングの時間差よりも小さくなる。このような動作を繰り返すことにより、ビーコン1とビーコン2の送信タイミングはある一定の許容範囲の中で同期することとなる。

20

【0051】

なお、図5及び図6の例では、第2の無線通信部103のビーコン送信周期を調整したが、第1の無線通信部102のビーコン送信周期が調整されてもよいことは上述したとおりである。また、3つ以上の無線通信部が存在する場合は、1つの無線通信部を基準として、その1つの無線通信部のビーコン送信タイミングと、他の無線通信部との時間差に応じて、他の無線通信部のビーコン送信周期を調整すればよいことは明らかである。

【0052】

30

このように、本実施形態に係る通信装置101は、ビーコン送信時間差を推定し、その時間差に基づいて、複数の周波数帯域でそれぞれ動作する複数の無線通信部の少なくともいずれかのビーコンの送信周期を調整する。これにより、その複数の無線通信部がそれぞれ送信する複数のビーコンは、ある一定の範囲の時間差で同期して送信されることとなり、その結果、複数のスーパーフレームの同期を維持することができる。したがって、複数の周波数帯域でそれぞれ送信される無線フレームを、同期して転送することができるようになる。

【0053】

なお、上述の実施形態では、時間差測定部232は、それぞれの周波数帯で送信されたリクエストフレームに対するレスポンスフレームを受信したタイミングによって、ビーコンの送信タイミングの時間差を測定していたが、これに限られない。例えば、第1の無線通信部102及び第2の無線通信部103から、直接的に、ビーコンを送信したタイミングの情報を受け取ってもよい。

40

【0054】

この場合、例えば、図7のように、通信装置101は、第1の要求信号送信部213及び第1の応答信号受信部214に代えて第1の割り込み受信部701を有する。また、通信装置101は、第2の要求信号送信部223及び第2の応答信号受信部224に代えて第2の割り込み受信部702を有する。

【0055】

第1の無線通信部102は、第1のビーコンフレームを送信する度に、そのビーコンフ

50

レームの送信が完了したことを示す第 1 の割り込み信号を生成する。この第 1 の割り込み信号は、第 1 の無線通信部 102 から第 1 のインタフェース部 123 を介して、第 1 の割り込み受信部 701 に伝えられる。第 1 の割り込み受信部 701 は、この第 1 の割り込み信号を受領した時刻 T1 を記録する。

【0056】

また、第 2 の無線通信部 103 は、第 2 のビーコンフレームを送信する度に、そのビーコンフレームの送信が完了したことを示す第 2 の割り込み信号を生成する。この第 2 の割り込み信号は、第 2 の無線通信部 103 から第 2 のインタフェース部 133 を介して、第 2 の割り込み受信部 702 に伝えられる。第 2 の割り込み受信部 702 は、この第 2 の割り込み信号を受領した時刻 T2 を記録する。そして、図 7 の通信装置 101 では、時間差測定部 703 は、第 1 の割り込み受信部 701 から T1 の値を受け取り、第 2 の割り込み受信部 702 から T2 の値を受け取る。そして、時間差測定部 703 は、 $\Delta T = T2 - T1$ を算出する。なお、割り込み信号が受信された時間 T1 及び T2 は、第 1 の割り込み受信部 701 及び第 2 の割り込み受信部 702 で記憶されなくてもよい。例えば、第 1 の割り込み受信部 701 及び第 2 の割り込み受信部 702 は、割り込み信号を受信したことを時間差測定部 703 に通知するだけであってもよい。そして、この場合、時間差測定部 703 は、この通知を受けたことによって T1 及び T2 を取得し ΔT を算出する。

10

【0057】

ここで、第 1 のビーコンフレームの送信が完了してから第 1 の割り込み信号が生成されるまでの時間と、第 2 のビーコンフレームの送信が完了してから第 2 の割り込み信号が生成されるまでの時間とは、同じである。したがって、図 7 のような通信装置 101 においても、時間差測定部 703 が算出した ΔT の値に応じて、上述のようなビーコンの送信周期の調整を行うことにより、複数の通信装置におけるビーコンの送信タイミングを一致させることができる。

20

【0058】

なお、この場合の処理の流れは、リクエストフレームの送信及びレスポンスフレームの受信に代えて、ビーコンフレームが送信されたことに応じて通信装置 101 の内部で割り込み信号が生成されることとなる点で異なるが、その他の点では同じである。すなわち、例えば、図 5 において、S501 及び S503 と、S502 及び S504 とが、それぞれ 1 つにまとめられて、割り込み信号を受信した時刻 T1 又は T2 を記憶ようになる。また、図 6 において、S604 及び S605 がなくなり、S606 において、割り込み信号が、第 1 の無線通信部 102 からシステム制御部 104 (第 1 の割り込み受信部 701) に通知されるようになる。さらに、S608 及び S609 がなくなり、S610 において、割り込み信号が、第 2 の無線通信部 103 からシステム制御部 104 (第 2 の割り込み受信部 702) に通知されるようになる。なお、この場合の割り込み信号は、ビーコンが送信されてから所定時間後に発行される。したがって、S612 及び S613 の後にも、それぞれ、割り込み信号がシステム制御部 104 へ通知されることとなる。これ以外の処理については、図 5 及び図 6 と同様である。

30

【0059】

<<実施形態 2>>

40

本実施形態では、複数の無線通信部におけるクロック周波数の違いに着目して、その周波数差に応じて、ビーコンの送信周期を調整する。このため、本実施形態に係る通信装置 101 は、例えば、図 8 又は図 9 に示すように、図 2 の構成又は図 7 の構成に、周波数差判定部 801 を加えた構成を有する。

【0060】

図 8 において、周波数差判定部 801 は、時間差測定部 232 が算出した第 1 のビーコンフレームと第 2 のビーコンフレームとの送信タイミングの差 (時間差情報) と、第 2 の無線通信部 103 におけるビーコンの送信周期設定値 (送信周期情報) とを受け取る。そして、周波数差判定部 801 は、時間差情報と送信周期情報との履歴に基づいて、第 1 の無線通信部 102 がビーコン周期を計測するクロック周波数と第 2 の無線通信部 103 が

50

ビーコン周期を計測するクロック周波数との間の周波数差を判定する。例えば、送信周期情報が10000マイクロ秒である際に、第1のビーコンフレームと第2のビーコンフレームとの送信タイミングの差が、スーパーフレームごとに10マイクロ秒分だけ生じている場合を考える。この場合、10000マイクロ秒ごとに10マイクロ秒の差異が生じているため、第1の無線通信部102と第2の無線通信部103のクロック周波数が10/10000(=0.1%)程度の割合でずれていると推定できる。このとき、例えば、スーパーフレームごとに、第2のビーコンフレームの送信タイミングが遅れている場合、周波数差判定部801は、第2の無線通信部103のクロック周波数が第1の無線通信部102のクロック周波数より低い、と判定できる。

【0061】

また、この判定のための時間差情報を収集する際に、例えば、図5のような処理によって第2のビーコンフレームの送信周期が調整されうる。この場合、周波数差判定部801は、調整された時間の量をも考慮して、周波数差を判定することができる。例えば、第2のビーコンフレームの送信タイミングから第1のビーコンフレームの送信タイミングを減じた時間差が、10個のスーパーフレームの時間だけ経過した際に+10マイクロ秒に達したとする。この場合、第2の無線通信部103におけるビーコンの送信周期設定値が調整されていなければ、例えば、10000マイクロ秒×10フレームに対して10マイクロ秒だけ、第2のビーコンフレームの送信タイミングが遅れたこととなる。このため、周波数差は、10/100000であり、0.01%であると推定される。これに対して、1つのスーパーフレームにおいて第2の無線通信部103におけるビーコンの送信周期設定値が9999マイクロ秒に設定されていた場合は、全体として1マイクロ秒分だけ第2のビーコンフレームの遅延時間が少なくなったこととなる。すなわち、本来の遅延時間は、概ね10+1=11マイクロ秒であったと推定できる。したがって、周波数差判定部801は、周波数差を、11/100000=0.011%と推定することができる。

【0062】

なお、周波数差判定部801は、上述のように、クロック周波数の比を周波数差として特定することができる。ただし、周波数差判定部801は、他の方法によってクロック周波数の周波数差を判定してもよい。例えば、第1の無線通信部102と第2の無線通信部103との発振器から、直接信号を受け取って、クロック周波数の差を判定してもよい。この場合、周波数差は、絶対値として表されてもよいし、上述の如く、比で表されてもよい。

【0063】

周波数差判定部801で判定された周波数差は、第2のビーコン周期設定部231へ通知される。例えば、周波数差判定部801は、第1の無線通信部102よりも第2の無線通信部103のクロック周波数の方が0.1%だけ高いと判定した場合は、その0.1%という値を第2のビーコン周期設定部231に通知する。第2のビーコン周期設定部231は、この通知を受け取ると、第2のビーコンフレームの送信周期として、第1のビーコンフレームの送信周期よりも0.1%だけ長い値を設定する。この設定は、第1のビーコンフレームの送信タイミングと第2のビーコンフレームの送信タイミングとの時間差が許容範囲内であったとしても、行われうる。クロック周波数がずれている場合に同じビーコンフレームの送信周期を設定していると、そのクロック周波数のずれに応じたビーコンフレームの送信タイミングのずれが生じてしまうからである。第2のビーコン周期設定部231は、例えば、第1のビーコン送信周期としての初期設定値である10000マイクロ秒に対して、その0.1%だけ長くなる10010マイクロ秒を第2の無線通信部103に対して設定する。

【0064】

なお、図9の例においても、上述の場合と同様に動作する。すなわち、図9は、図8と比べて、時間差情報を取得する構成が異なるが、その違いは、実施形態1で説明した通りであり、本実施形態に係る周波数差判定部801の動作には影響しない。したがって、図9の構成では、図7を参照して実施形態1で説明した内容で時間差情報を取得し、本実施

10

20

30

40

50

形態で上述したように、周波数差を判定して、それに基づいて、ビーコンの送信周期を調整することとなる。

【 0 0 6 5 】

また、上述の例では、第 2 の無線通信部 1 0 3 のビーコンの送信周期が調整される例を示したが、第 1 の無線通信部 1 0 2 のビーコンの送信周期が調整されてもよい。また、第 1 の無線通信部 1 0 2 と第 2 の無線通信部 1 0 3 との両者のビーコンの送信周期が調整されてもよい。

【 0 0 6 6 】

このように周波数差判定部 8 0 1 によって判定されたクロック周波数差を補正するように第 2 のビーコン送信周期を設定することにより、複数の無線通信部が送信するビーコンの送信タイミングを高精度に同期させることが可能となる。また、通信装置 1 0 1 は、起動直後は上述の実施形態 1 に示したようにビーコン送信タイミングの時間差を基準として動作しながら時間差情報と送信周期情報の履歴に基づいて周波数差を判定し、判定後は周波数偏差を基準として動作するようにしてもよい。

10

【 0 0 6 7 】

なお、第 1 の無線通信部 1 0 2 と第 2 の無線通信部 1 0 3 とのクロック周波数差が、第 2 の無線通信部におけるビーコン送信周期の設定値分解能よりも小さい場合は、複数のスーパーフレームのうちの、一部のみの送信周期を調整することができる。例えば、周波数差判定部 8 0 1 によって、第 1 の無線通信部 1 0 2 よりも第 2 の無線通信部 1 0 3 のクロック周波数の方が 0 . 0 0 1 % だけ高いと判定された場合について考える。この場合、第 1 のビーコン送信周期である 1 0 0 0 0 マイクロ秒に対して、その 0 . 0 0 1 % だけ長くなる 1 0 0 0 0 . 1 マイクロ秒を第 2 の無線通信部のビーコン送信周期として設定することで、ビーコン送信タイミングを同期させることができる。しかしながら、ここで、第 2 の無線通信部のビーコン周期を設定する分解能が 1 マイクロ秒であった場合、1 0 0 0 0 . 1 マイクロ秒といった小数点を含む値を設定することはできない。

20

【 0 0 6 8 】

したがって、このような場合、第 2 のビーコン周期設定部 2 3 1 は、連続する 1 0 個のスーパーフレームのうちの 9 個に対してはビーコン周期を 1 0 0 0 0 マイクロ秒と設定する。そして、第 2 のビーコン周期設定部 2 3 1 は、残り 1 個のスーパーフレームに対して、ビーコン周期を 1 0 0 0 1 マイクロ秒とする。この動作を繰り返すことにより、第 2 のビーコン周期設定部 2 3 1 は、小数点を含んだビーコン送信周期を擬似的に設定することができるようになる。

30

【 0 0 6 9 】

< < その他の実施形態 > >

本発明は、上述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

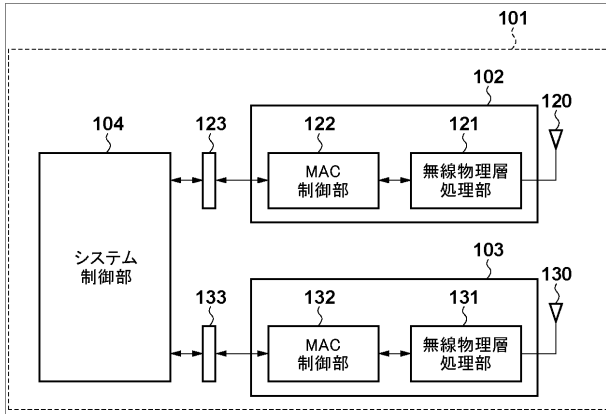
【 符号の説明 】

【 0 0 7 0 】

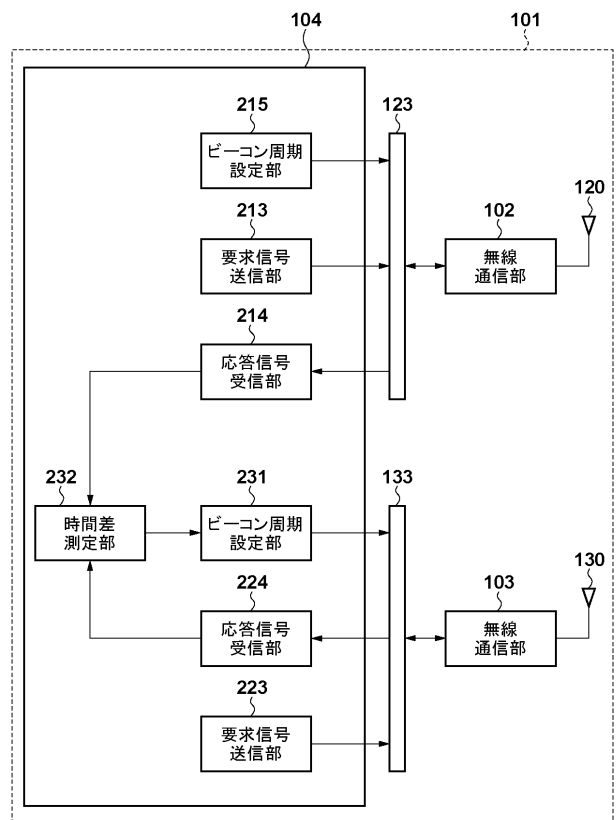
1 0 1 : 通信装置、1 0 2 : 第 1 の無線通信部、1 0 3 : 第 2 の無線通信部、1 0 4 : システム制御部

40

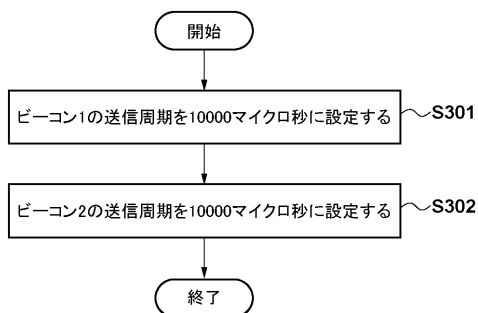
【図 1】



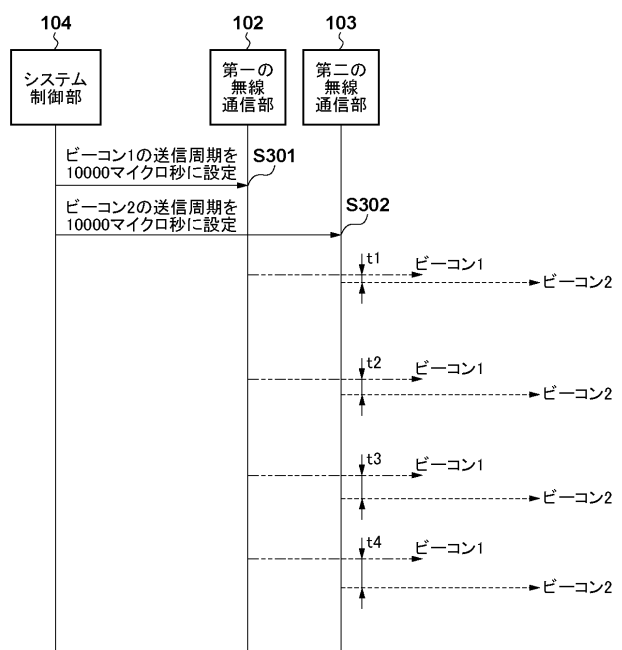
【図 2】



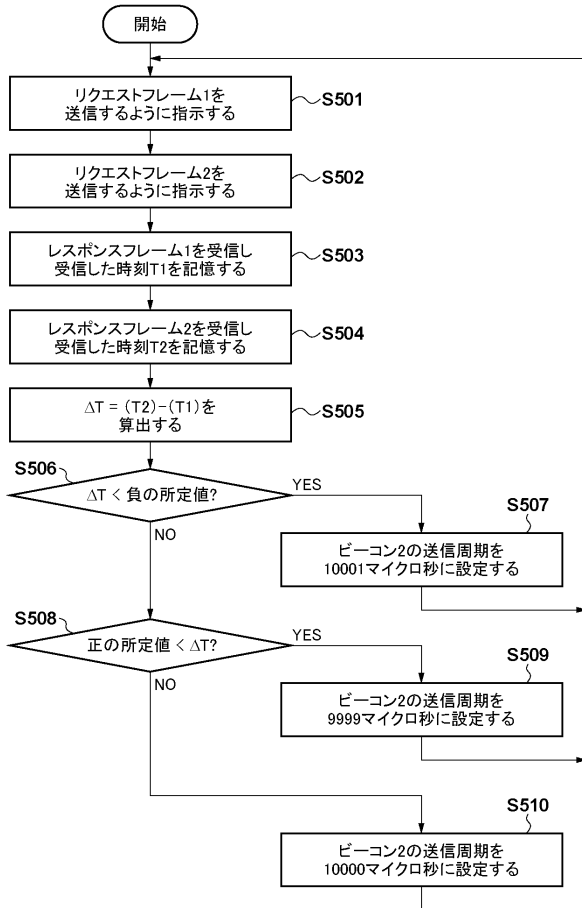
【図 3】



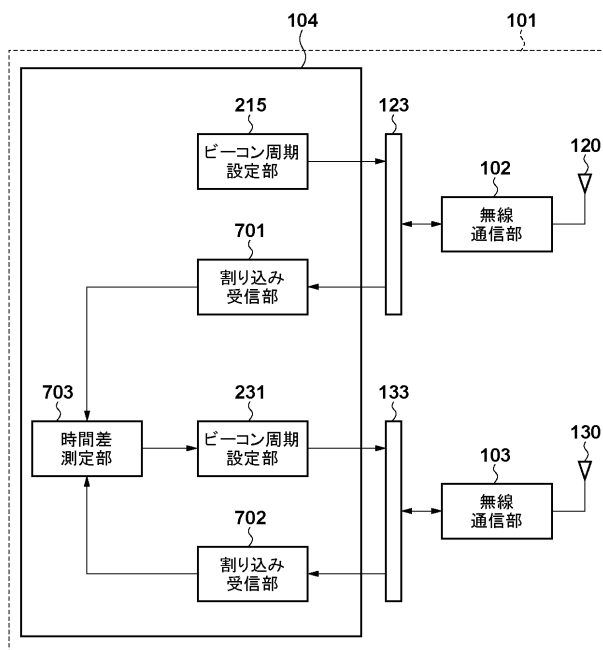
【図 4】



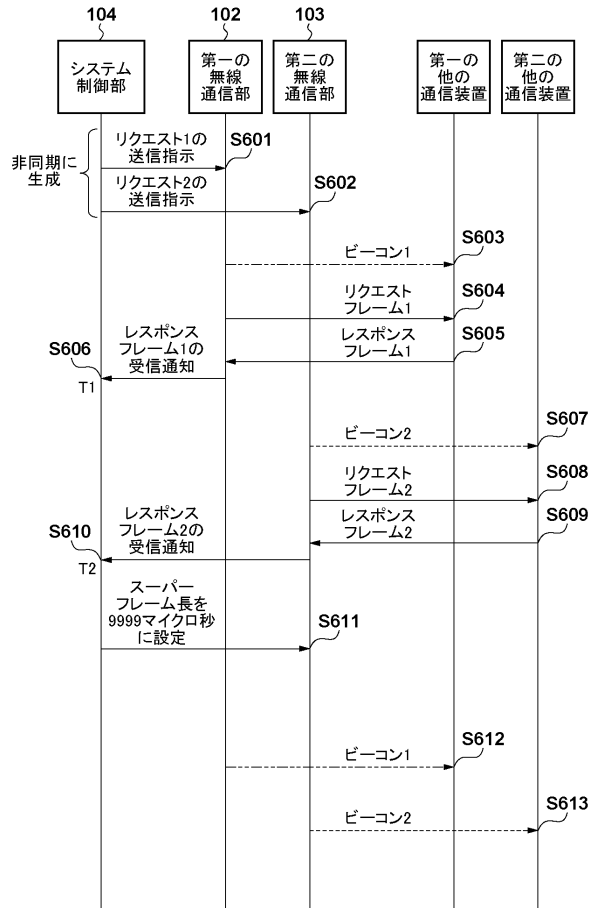
【図 5】



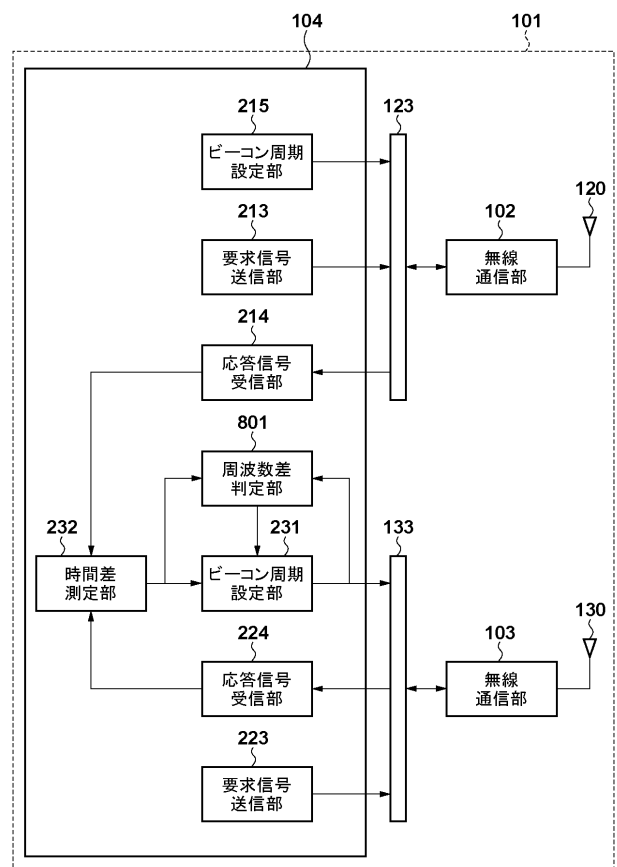
【図 7】



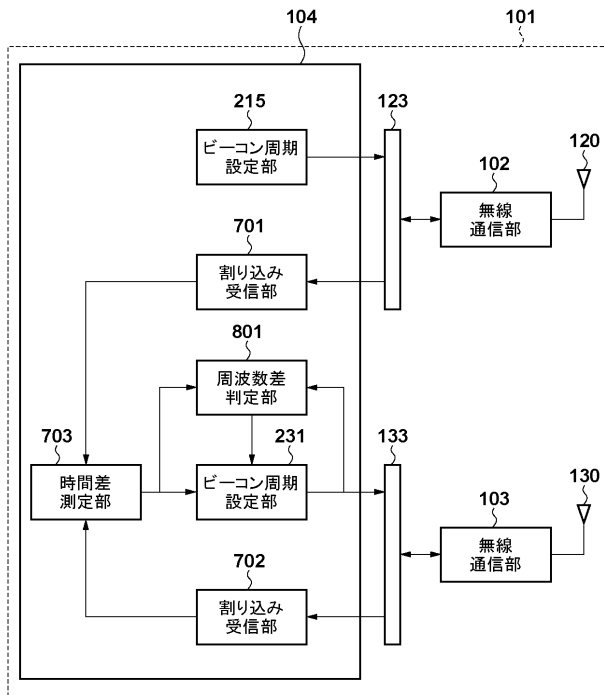
【図 6】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 神田 哲夫

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 5C164 SB23P SB41S TA06S TA09S TA14S YA21

5K067 AA03 BB04 BB21 DD25 EE02 EE10 EE35 FF06 GG01 HH22

HH23