

(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2005-51523  
(P2005-51523A)

(43) 公開日 平成17年2月24日(2005.2.24)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H04L 12/28

F I  
H04L 12/28 300Z  
H04L 12/28 307

テーマコード (参考)  
5K033

審査請求 未請求 請求項の数 29 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2003-281587 (P2003-281587)	(71) 出願人	000002185
(22) 出願日	平成15年7月29日 (2003.7.29)		ソニー株式会社
			東京都品川区北品川6丁目7番35号
(特許庁注：以下のものは登録商標)		(74) 代理人	100093241
1. Bluetooth			弁理士 宮田 正昭
		(74) 代理人	100101801
			弁理士 山田 英治
		(74) 代理人	100086531
			弁理士 澤田 俊夫
		(72) 発明者	森岡 裕一
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	西川 研三
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
			最終頁に続く

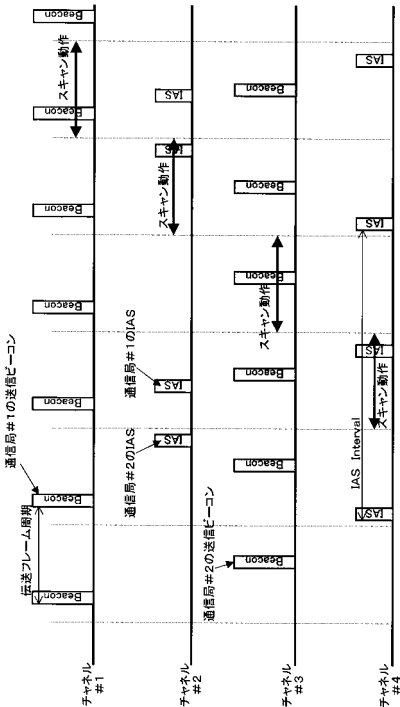
(54) 【発明の名称】 無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラム

(57) 【要約】

【課題】 各通信局が互いの存在を認識できないというデッドロック状態を回避して、自律分散型のマルチチャネル無線ネットワークを形成する。

【解決手段】 干渉状況によっては、自分の基準で選択したビーコン送信チャネルが周辺通信局すべてにとって受信可能なチャネルとは限らない。他システムから干渉を受けている通信局は、定期的に干渉を受けていない全チャネルで干渉報知信号 ( I A S ) を送信し、自分の存在と干渉を受けているチャネルを周辺局に知らせ、ビーコンが聞けないほど干渉を受けているチャネルではビーコンの送信を控えてもらう。

【選択図】 図 1 6



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数のチャネルが用意されている通信環境下において、制御局を配置せずに複数の無線通信装置によりアドホック通信に基づくネットワークを形成する無線通信システムであって、

各通信局は、自己のビーコン送信チャネル上で所定のビーコン周期でビーコンを送信するとともに、他の使用可能なチャネル上で自局の被干渉チャネルに関する情報を記載した干渉報知信号を所定の周期で送信する、  
ことを特徴とする無線通信システム。

**【請求項 2】**

通信局は干渉報知信号の伝送周期と同期しない周期で、各チャネルのチャネル・スキャン動作を行なう、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

**【請求項 3】**

通信局は、周辺局から受信した干渉報知信号に記載されている当該周辺局の各チャネルの干渉情報と自局のビーコン送信チャネルとを比較し、干渉レベルが高いチャネルでビーコンを送信していることが判明した場合には、自局のビーコン送信チャネルを当該周辺局がビーコンを聞き易いチャネルに変更する、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

**【請求項 4】**

被干渉チャネルがない通信局は干渉報知信号を送信しない、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

**【請求項 5】**

通信局は、隣接端末を調べた結果、同じ被干渉チャネルを持つ隣接局が存在することが判ったら、その台数に応じて干渉報知信号の送信頻度を調整して送信するように変更する、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

**【請求項 6】**

通信局は、新規通信局の参入に応じて、干渉報知信号の送信頻度を所定時間だけ高める、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

**【請求項 7】**

通信局は、新規通信局の参入を発見するとこれを周辺局に報知するとともに、新規通信局が参入した旨の通知に応じて干渉報知信号の送信頻度を所定時間だけ高める、  
ことを特徴とする請求項 6 に記載の無線通信システム。

**【請求項 8】**

通信局は、新規通信局が参入してからの経過時間に応じて、干渉報知信号の送信頻度を初期値から徐々に減じていく、  
ことを特徴とする請求項 6 に記載の無線通信システム。

**【請求項 9】**

無線通信環境下で自律分散的に動作する無線通信装置であって、

自局の被干渉チャネルに関する情報を記載したビーコン信号並びに干渉報知信号を生成する干渉報知信号生成手段と、

前記通信手段により受信した周辺局のビーコン信号並びに干渉報知信号を解析する干渉報知信号解析手段と、

各チャネルにおいて無線データを送受信する通信手段と、

前記通信手段におけるデータ送信用のチャネルを設定するチャネル設定手段と、

前記通信手段における自局のビーコン信号並びに干渉報知信号の送信動作と、周辺局からのビーコン信号並びに干渉報知信号の受信動作を制御する通信制御手段と、  
を具備することを特徴とする無線通信装置。

10

20

30

40

50

**【請求項 10】**

前記チャネル設定手段は、前記複数のチャネルの中から自己のビーコン送信チャネルを決定するとともに、該ビーコン送信チャネル以外のチャネルを干渉報知信号の送信チャネルに設定する、  
ことを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信装置。

**【請求項 11】**

前記チャネル設定手段は、自局の被干渉チャネルをビーコン送信チャネル及び干渉報知信号の送信チャネルから外す、  
ことを特徴とする請求項 10 に記載の無線通信装置。

**【請求項 12】**

前記通信制御手段は、干渉報知信号の伝送周期と同期しない周期で各チャネルのチャネル・スキャン動作を制御する、  
ことを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信装置。

**【請求項 13】**

前記干渉報知信号解析手段は、周辺局から受信した干渉報知信号に記載されている当該周辺局の各チャネルの干渉情報と自局のビーコン送信チャネルとを比較し、

前記チャネル設定手段は、該比較結果を基に、周辺局の干渉レベルが高いチャネルでビーコンを送信していることが判明した場合には、自局のビーコン送信チャネルを当該周辺局がビーコンを聞き易いチャネルに変更する、  
ことを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信装置。

**【請求項 14】**

自局の被干渉チャネルが存在しない場合には、前記通信制御手段は干渉報知信号の送信を行わず、又は前記干渉報知信号生成手段は干渉報知信号を生成しない、  
ことを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信装置。

**【請求項 15】**

前記通信制御手段は、前記干渉報知信号解析手段による解析の結果、同じ被干渉チャネルを持つ隣接局が存在することが判ったら、その台数に応じて干渉報知信号の送信頻度を調整して送信する、  
ことを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信装置。

**【請求項 16】**

前記通信制御手段は、新規通信局の参入に応じて、干渉報知信号の送信頻度を所定時間だけ高める、  
ことを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信装置。

**【請求項 17】**

新規通信局の参入を発見するとこれを周辺局に報知する手段をさらに備え、  
前記通信制御手段は、新規通信局が参入した旨の通知に応じて干渉報知信号の送信頻度を所定時間だけ高める、  
ことを特徴とする請求項 16 に記載の無線通信装置。

**【請求項 18】**

前記通信制御手段は、新規通信局が参入してからの経過時間に応じて、干渉報知信号の送信頻度を初期値から徐々に減じていく、  
ことを特徴とする請求項 16 に記載の無線通信装置。

**【請求項 19】**

無線通信環境下で自律分散的に動作する無線通信方法であって、  
自局の被干渉チャネルに関する情報を記載したビーコン信号並びに干渉報知信号を生成する干渉報知信号生成ステップと、  
周辺局から受信したビーコン信号並びに干渉報知信号を解析する干渉報知信号解析ステップと、  
データ送受信のチャネルを設定するチャネル設定ステップと、  
自局のビーコン信号並びに干渉報知信号の送信動作と、周辺局からのビーコン信号並び

10

20

30

40

50

に干渉報知信号の受信動作を制御する通信制御ステップと、  
を具備することを特徴とする無線通信方法。

【請求項 20】

前記チャンネル設定ステップでは、前記複数のチャンネルの中から自己のビーコン送信チャンネルを決定するとともに、該ビーコン送信チャンネル以外のチャンネルを干渉報知信号の送信チャンネルに設定する、  
ことを特徴とする請求項 19 に記載の無線通信方法。

【請求項 21】

前記チャンネル設定ステップでは、自局の被干渉チャンネルをビーコン送信チャンネル及び干渉報知信号の送信チャンネルから外す、  
ことを特徴とする請求項 20 に記載の無線通信方法。

10

【請求項 22】

前記通信制御ステップは、干渉報知信号の伝送周期と同期しない周期で各チャンネルのチャンネル・スキャン動作を制御するステップを含む、  
ことを特徴とする請求項 19 に記載の無線通信方法。

【請求項 23】

前記干渉報知信号解析ステップでは、周辺局から受信した干渉報知信号に記載されている当該周辺局の各チャンネルの干渉情報と自局のビーコン送信チャンネルとを比較し、  
前記チャンネル設定ステップでは、該比較結果を基に、周辺局の干渉レベルが高いチャンネルでビーコンを送信していることが判明した場合には、自局のビーコン送信チャンネルを当該周辺局がビーコンを聞き易いチャンネルに変更する、  
ことを特徴とする請求項 19 に記載の無線通信方法。

20

【請求項 24】

自局の被干渉チャンネルが存在しない場合には、前記通信制御ステップでは干渉報知信号の送信を行わず、又は前記干渉報知信号生成ステップでは干渉報知信号を生成しない、  
ことを特徴とする請求項 19 に記載の無線通信方法。

【請求項 25】

前記通信制御ステップでは、前記干渉報知信号解析ステップにおける解析の結果、同じ被干渉チャンネルを持つ隣接局に存在することが判ったら、その台数に応じて干渉報知信号の送信頻度を調整して送信する、  
ことを特徴とする請求項 19 に記載の無線通信方法。

30

【請求項 26】

前記通信制御ステップでは、新規通信局の参入に応じて、干渉報知信号の送信頻度を所定時間だけ高める、  
ことを特徴とする請求項 19 に記載の無線通信方法。

【請求項 27】

新規通信局の参入を発見するとこれを周辺局に報知するステップをさらに備え、  
前記通信制御ステップでは、新規通信局が参入した旨の通知に応じて干渉報知信号の送信頻度を所定時間だけ高める、  
ことを特徴とする請求項 26 に記載の無線通信方法。

40

【請求項 28】

前記通信制御ステップでは、新規通信局が参入してからの経過時間に応じて、干渉報知信号の送信頻度を初期値から徐々に減じていく、  
ことを特徴とする請求項 26 に記載の無線通信方法。

【請求項 29】

無線通信環境下で自律分散的に動作するための無線通信処理をコンピュータ・システム上で実行するようにコンピュータ可読形式で記述されたコンピュータ・プログラムであって、

自局の被干渉チャンネルに関する情報を記載したビーコン信号並びに干渉報知信号を生成する干渉報知信号生成ステップと、

50

周辺局から受信したビーコン信号並びに干渉報知信号を解析する干渉報知信号解析ステップと、

データ送受信のチャンネルを設定するチャンネル設定ステップと、

自局のビーコン信号並びに干渉報知信号の送信動作と、周辺局からのビーコン信号並びに干渉報知信号の受信動作を制御する通信制御ステップと、

を具備することを特徴とするコンピュータ・プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線LAN(Local Area Network)のように複数の無線局間で相互に通信を行なう無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムに係り、特に、制御局となる装置を特に配置せずにアドホック(Ad-hoc)通信により無線ネットワークが構築される無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムに関する。

【0002】

さらに詳しくは、本発明は、複数のチャンネルが用意されている通信環境下において、近隣の無線システムが干渉し合うことなく特定の制御局の介在なしに自律分散型の無線ネットワークを形成する無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムに係り、特に、各通信局が自己のビーコン送信用チャンネルを適宜決定してマルチチャンネル自律分散型の無線ネットワークを形成する無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムに関する。

【背景技術】

【0003】

複数のコンピュータを接続してLANを構成することにより、ファイルやデータなどの情報の共有化、プリンタなどの周辺機器の共有化を図ったり、電子メールやデータ・コンテンツの転送などの情報の交換を行なったりすることができる。

【0004】

従来、光ファイバーや同軸ケーブル、あるいはツイストペア・ケーブルを用いて、有線でLAN接続することが一般的であったが、この場合、回線敷設工事が必要であり、手軽にネットワークを構築することが難しいとともに、ケーブルの引き回しが煩雑になる。また、LAN構築後も、機器の移動範囲がケーブル長によって制限されるため、不便である。

【0005】

そこで、有線方式によるLAN配線からユーザを解放するシステムとして、無線LANが注目されている。無線LANによれば、オフィスなどの作業空間において、有線ケーブルの大半を省略することができるので、パーソナル・コンピュータ(PC)などの通信端末を比較的容易に移動させることができる。

【0006】

近年では、無線LANシステムの高速化、低価格化に伴い、その需要が著しく増加してきている。特に最近では、人の身の回りに存在する複数の電子機器間で小規模な無線ネットワークを構築して情報通信を行なうために、パーソナル・エリア・ネットワーク(PAN)の導入の検討が行なわれている。例えば、2.4GHz帯や、5GHz帯など、監督官庁の免許が不要な周波数帯域を利用して、異なった無線通信システムが規定されている。

【0007】

無線ネットワークに関する標準的な規格の1つにIEEE(The Institute of Electrical and Electronics Engineers)802.11(例えば、非特許文献1を参照のこと)や、HyperLAN/2(例えば、非特許文献2又は非特許文献3を参照のこと)やIEEE802.15.3、Bluetooth通信などを挙げることができる。IEEE802.11規格については、

無線通信方式や使用する周波数帯域の違いなどにより、IEEE 802.11a規格、IEEE 802.11b規格...などの各種無線通信方式が存在する。

【0008】

無線技術を用いてローカル・エリア・ネットワークを構成するために、エリア内に「アクセス・ポイント」又は「コーディネータ」と呼ばれる制御局となる装置を1台設けて、この制御局の統括的な制御下でネットワークを形成する方法が一般的に用いられている。

【0009】

アクセス・ポイントを配置した無線ネットワークでは、ある通信装置から情報伝送を行なう場合に、まずその情報伝送に必要な帯域をアクセス・ポイントに予約して、他の通信装置における情報伝送と衝突が生じないように伝送路の利用を行なうという、帯域予約に基づくアクセス制御方法が広く採用されている。すなわち、アクセス・ポイントを配置することによって、無線ネットワーク内の通信装置が互いに同期をとるという同期的な無線通信を行なう。

10

【0010】

ところが、アクセス・ポイントが存在する無線通信システムで送信側と受信側の通信装置間で非同期通信を行なう場合には、必ずアクセス・ポイントを介した無線通信が必要になるため、伝送路の利用効率が半減してしまうという問題がある。

【0011】

これに対し、無線ネットワークを構成する他の方法として、端末同士が直接非同期的に無線通信を行なう「アドホック (Ad-hoc) 通信」が考案されている。とりわけ近隣に位置する比較的少数のクライアントで構成される小規模無線ネットワークにおいては、特定のアクセス・ポイントを利用せずに、任意の端末同士が直接非同期の無線通信を行なうことができるアドホック通信が適当であると思料される。

20

【0012】

ところで、パーソナル・コンピュータ (PC) などの情報機器が普及し、オフィス内に多数の機器が混在する作業環境下では、通信局が散乱し、複数のネットワークが重なり合って構築されていることが想定される。このような状況下では、単一チャネルを使用した無線ネットワークの場合、通信中に他のシステムが割り込んできたり、干渉などにより通信品質が低下したりしても、事態を修復する余地はない。

【0013】

このため、従来の無線ネットワーク・システムでは、他のネットワークとの共存のために周波数チャネルを複数用意しておき、アクセス・ポイントとなる無線通信装置において利用する周波数チャネルを1つ選択して動作を開始する方法が一般に採用されている。

30

【0014】

このようなマルチチャネル通信方式によれば、通信中に他のシステムが割り込んできたり、干渉などにより通信品質が低下したりしたときに、利用する周波数チャネルを切り替えることにより、ネットワーク動作を維持し、他のネットワークとの共存を実現することができる。

【0015】

例えば、IEEE 802.15.3の高速無線PANシステムにおいても、システムで利用可能な周波数チャネルが複数用意され、無線通信デバイスは電源投入後に周囲にピコネット・コーディネータ (PNC) としてビーコン信号を送信しているデバイスの有無を確認するため、すべての利用可能なチャネルにわたってスキャン動作を行なうことで利用する周波数チャネルを選択する、というアルゴリズムが採用されている。

40

【0016】

制御局を配置しない自律分散型のアドホック・ネットワークにおいては、近隣で稼働中の異なる無線ネットワークとの干渉を極力抑えるために、周波数チャネルに関するリソース管理は重要である。しかしながら、ネットワークで使用する周波数チャネルを一斉に切り替えるためには、コーディネータあるいはアクセス・ポイントと呼ばれる代表局が各端末局に利用チャネルの指示を行なう必要がある。言い換えれば、アドホック・ネットワー

50

クにおいて周波数チャンネルを切り替えることは困難である。

【 0 0 1 7 】

複数の周波数チャンネルを使い分けるために、HyperLAN/2を例にとると、一斉にチャンネルを切り替える方法が考えられている。例えば、中央制御局であるAP（基地局）が、周波数チャンネルを変更する旨を繰り返し報知し、あるタイミングで、APと、APに接続しているMT（移動局）が一斉にチャンネルを切り替える。切り替えるべきか否かの判断はAP主導で決定される。判断する上での情報は、以下に示すような処理手順を踏むことで集積している。すなわち、

【 0 0 1 8 】

（１）APの指示により、接続中のMTが通信を一時的に休止し、別の周波数チャンネルをスキャンしてチャンネル品質評価をし、その結果をAPに報告する。 10

（２）APの指示により、APが一時的に報知チャンネルの送信を停止し、接続中のMTが現在使用中の周波数チャンネルをスキャン並びにチャンネル品質評価をし、その結果をAPに報告する。

【 0 0 1 9 】

また、Bluetooth通信においては、マスターと呼ばれる中央制御局が基準となっていてランダムに周波数ホッピングすることで各周波数チャンネルを公平に利用する方法が採られている。ネットワークを構成するためにはマスターと呼ばれる中央制御局の存在が必須で、周波数チャンネルのホッピング・パターンと時間軸方向の同期の基準になっている。マスターが消失した場合は、それまで形成されたネットワークは一旦切断状態となり、新たなマスターを選択する処理が必要になる。 20

【 0 0 2 0 】

また、IEEE 802.11系の無線LANシステムにおいては、最初にアクセス・ポイントが設定した周波数チャンネルを利用してネットワークが形成されるので、基地局を配置せずにアドホック・ネットワークを構築することが困難である。他の周波数チャンネルで動作するAPに収容されている無線通信装置（端末）と通信を行なう場合には、AP同士を例えば有線LANのケーブルなどで接続しておかなければならない。つまり、収容されたAP同士が接続されていなければ、物理的に隣接して存在する無線通信装置（端末）同士が異なるAPに収容されていても通信が行なえない。

【 0 0 2 1 】

また、IEEE 802.15.3の高速無線PANシステムにおいても、最初にすべての周波数チャンネルのスキャンを行ない、周辺に存在するコーディネータの探索を行なうことは可能であるが、一旦特定の周波数チャンネルでの運用が開始されてしまうと、他の周波数チャンネルの利用状況を把握することができない。このため、近隣に利用している周波数チャンネルの異なるピコネットが存在しても、そのピコネットに接続されている無線通信装置との通信が行なえない。

【 0 0 2 2 】

このように従来の方法では、周波数チャンネル切り替えのタイミング、参入している端末が相互に同期して周波数チャンネル切り替え動作を開始するためにメッセージ交換などによって実現するセットアップ処理、周波数チャンネル切り替えを決定する為の調停処理などといった複雑な機構が必要になる。また、制御を主体的に行なう、IEEE 802.11やHyperLAN/2におけるAP、Bluetooth通信におけるマスターといった中央制御局の存在が必須である。仮にAPやマスターなどの中央制御局が消失した場合には、その代わりになる中央制御局を選択する何らかのプロトコル処理若しくは人為的な設定変更作業が必要になり、その処理の間は通信が途絶えるという問題点がある。 40

【 0 0 2 3 】

また、自チャンネルの干渉は測定だけでなく隣接チャンネルを使用した場合の干渉を測定して周波数チャンネルを決定する無線通信システムについても提案がなされているが（例えば、特許文献1を参照のこと）、これは基地局の介在によりマルチチャンネルが実現されるシステムである。

## 【0024】

例えば、通信局が自局にとって最適なチャネルでビーコンを送信することによって、トラフィック受信チャネルを指定するという方法が考えられる。しかしながら、自局にとって最適なチャネルでも、そのビーコンを受信する通信局にとっては干渉を受けているチャネルである可能性がある。例えば、一方の局のビーコン送信チャネルが他方の局では干渉チャネル若しくは通信品質が劣化し使用不能なチャネルであった場合には、これらの通信局は、仮に他のチャネル上では通信し合うことができたとしても、お互いの存在を永遠に認識することができないというデッドロックの状態に陥ってしまう。

## 【0025】

【特許文献1】特開平6-37762号公報

10

【非特許文献1】International Standard ISO/IEC 8802-11:1999(E) ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 Edition, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications

【非特許文献2】ETSI Standard ETSI TS 101 761-1 V1.3.1 Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERLAN Type 2; Data Link Control (DLC) Layer; Part 1: Basic Data Transport Functions

【非特許文献3】ETSI TS 101 761-2 V1.3.1 Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERLAN Type 2; Data Link Control (DLC) Layer; Part 2: Radio Link Control (RLC) sublayer

20

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0026】

本発明のさらなる目的は、複数のチャネルが用意されている通信環境下において、通信局同士が干渉し合うことなく適当なアドホック・ネットワークを好適に形成することができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムを提供することにある。

30

## 【0027】

本発明のさらなる目的は、特定の制御局を必要としない自律分散型の無線ネットワークにおいて、複数の周波数チャネルを効果的に利用してチャネル・アクセスを行なうことができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムを提供することにある。

## 【0028】

本発明のさらなる目的は、各通信局が互いの存在を認識できないというデッドロック状態を回避して、自律分散型のマルチチャネル無線ネットワークを形成することができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムを提供することにある。

40

## 【課題を解決するための手段】

## 【0029】

本発明は、上記課題を参酌してなされたものであり、その第1の側面は、複数のチャネルが用意されている通信環境下において、制御局を配置せずに複数の無線通信装置によりアドホック通信に基づくネットワークを形成する無線通信システムであって、

各通信局は、自己のビーコン送信チャネル上で所定のビーコン周期でビーコンを送信するとともに、他の使用可能なチャネル上で自局の被干渉チャネルに関する情報を記載した干渉報知信号を所定の周期で送信する、ことを特徴とする無線通信システムである。

## 【0030】

50



但し、ここで言う「システム」とは、複数の装置（又は特定の機能を実現する機能モジュール）が論理的に集合した物のことを言い、各装置や機能モジュールが単一の筐体内にあるか否かは特に問わない。

【0031】

自律分散型の無線通信システムでは、各通信局は伝送フレーム周期内でビーコン情報を報知するとともに、他局からのビーコン信号のスキャン動作を行なうことによりネットワーク構成を認識することができる。ところが、マルチチャネルを利用する自律分散型ネットワークの場合、伝送フレームが周波数軸上に利用チャネル数分だけ多重化された構成となっているため、通信局は他の通信のビーコン送信タイミングにおいて同じチャネル上に移行していなければビーコンを受信することはできず、新規参入局は自局のビーコン送信タイミングや送信チャネルを決定することが困難である。 10

【0032】

また、通信局が自局にとって最適なチャネルであっても、通信相手となる他局にとっては干渉を受けているチャネルである可能性がある。例えば、一方の局のビーコン送信チャネルが他方の局では干渉チャネル若しくは通信品質が劣化し使用不能なチャネルであった場合には、これらの通信局は、仮に他のチャネル上では通信し合うことができたとしても、お互いの存在を永遠に認識することができないというデッドロックの状態に陥ってしまう。

【0033】

そこで、本発明では、各通信局が複数の周波数チャネルのうちで自局にとって最も干渉の少ないチャネルを利用して周期的にビーコン信号を送信するが、干渉状況によっては自局の基準で選択したビーコン送信チャネルがすべての周辺通信局が受信できるチャネルとは限らない、ということを経験する。具体的には、他システムから干渉を受けている通信局は、定期的に干渉を受けていないすべてのチャネル上で干渉報知信号という特殊な信号を送信し、自分の存在、及び干渉を受けているチャネルを周辺局に知らせるようにした。 20

【0034】

また、他局から干渉報知信号を受信した周辺通信局は、自分のビーコン送信チャネルと干渉報知信号の干渉情報を比較する。そして、干渉レベルが高いところでビーコンを送信していることが判明した場合には、ビーコン送信チャネルを変更する。同様に、ビーコン受信時も干渉状況を随時監視し、通信を頻繁に行ないたい通信局に対して、ビーコンが聞き易いチャネルを選択するようにする。すなわち、ビーコンが聞けないほど干渉を受けているチャネルではビーコンの送信を控えてもらうようにする。 30

【0035】

したがって、本発明によれば、各通信局は自律分散的に通信チャネルを決定し、干渉を効率的に避けることができる他、複数チャネルを有効利用することにより大幅に通信容量を向上することができる。

【0036】

また、通信局は干渉報知信号の伝送周期と同期しない周期で、各チャネルのチャネル・スキャン動作を行なうようにする。

【0037】

チャネル・スキャン動作により、新規ビーコンの発見や離脱を感知することができる。また、チャネル・スキャンを干渉報知信号の伝送周期と同期しない周期で行なうことにより、必ず数回に1回の頻度で周辺局からの干渉報知信号IASをチャネル・スキャン時に受信することができる。よって、通信局同士がお互いのビーコンが干渉により受信できない状態であっても、定期的に干渉報知信号を受信することにより、デッドロックの回避が可能となってくる。 40

【0038】

また、通信局は、被干渉チャネルがない場合には、干渉報知信号を送信しないようにしてもよい。このように不要な干渉報知信号の送信を省略することにより、伝送路の利用効率を向上させるとともに、装置の消費電力を低減することができる。 50

## 【 0 0 3 9 】

通信局は、ビーコン間隔より充分長い周期で干渉報知信号を送出する。各通信局は、干渉報知信号の伝送周期と同期しない周期でマルチチャネル・スキャン動作を行なうことにより、新規ビーコンの発見や離脱を感知することができる。また、チャネル・スキャンを干渉報知信号の伝送周期と同期しない周期で行なうことにより、必ず数回に1回の頻度で周辺局からの干渉報知信号 I A S をチャネル・スキャン時に受信することができる。

## 【 0 0 4 0 】

ところで、ある強い干渉源から干渉を受けていて特定のチャネルでの通信が困難になっている場合、隣接の端末も同様の干渉を受けている可能性が高いことが予想される。この結果、干渉が存在する条件では、干渉を報知するパケットが必要以上に増大することが考えられる。 10

## 【 0 0 4 1 】

また、別のネットワークから新しい端末が参加してくるなどの変化が無い限り、この干渉を報知するパケットは利用されない。言い換えれば、定常状態でも高い頻度で干渉報知信号を送信するのは非効率である。また、通信局は、他局の干渉報知信号の送信期間はデータ伝送を行なうことができないことから、システムのオーバーヘッドにもなる。

## 【 0 0 4 2 】

そこで、通信局は、隣接端末を調べた結果、同じ干渉を持つ隣接端末が他に存在することが判ったら、その台数に応じて干渉報知信号の送信頻度を間引いて送信するように変更する。この結果、各通信局の干渉を報知するパケットの送信範囲は多少ずれるものの、システム全体では平均的には同じ頻度でこのパケットが報知されるようになる。 20

## 【 0 0 4 3 】

また、無線システム内に新規参入局が出現した場合、別のネットワークから新たに参入した通信局が出現した場合、ネットワーク自体が重なり合うという現象が発生した可能性がある。このような場合には、新規参入局に対してネットワーク構成や干渉チャネル情報を早期に報知するために、既存の通信局は、所定値以上の頻度で干渉報知信号を送信する必要がある。そこで、通信局は、別のネットワークから通信局が新規参入したことに応答して、干渉報知信号の送信頻度を所定時間高める（例えば、ビーコン間隔と同じに設定することにより、新規参入局が干渉報知信号を発見する可能性を高くする。また、通信局は新規参入局を検出すると、周辺局に対して新規参入局の存在を報知するようにするとともに、かかる報知を受け取ったことに応答して、干渉報知信号の送信頻度を所定時間だけ高めるようにする。 30

## 【 0 0 4 4 】

また、無線システム内に新規参入局が参入したときには、ネットワーク構成や干渉チャネル情報を早期に報知するために所定値以上の頻度で干渉報知信号を送信する必要があるが、参入動作が終わった後は干渉を報知する必要性が徐々に低下していく、そこで、通信局は、新規通信局が参入してからの経過時間に応じて、干渉報知信号の送信頻度を初期値から徐々に小さくしていくようにしてもよい。

## 【 0 0 4 5 】

また、本発明の第2の側面は、無線通信環境下で自律分散的に動作するための無線通信処理をコンピュータ・システム上で実行するようにコンピュータ可読形式で記述されたコンピュータ・プログラムであって、 40

自局の被干渉チャネルに関する情報を記載したビーコン信号並びに干渉報知信号を生成する干渉報知信号生成ステップと、

周辺局から受信したビーコン信号並びに干渉報知信号を解析する干渉報知信号解析ステップと、

データ送受信のチャネルを設定するチャネル設定ステップと、

自局のビーコン信号並びに干渉報知信号の送信動作と、周辺局からのビーコン信号並びに干渉報知信号の受信動作を制御する通信制御ステップと、  
を具備することを特徴とするコンピュータ・プログラムである。 50

## 【 0 0 4 6 】

本発明の第2の側面に係るコンピュータ・プログラムは、コンピュータ・システム上で所定の処理を実現するようにコンピュータ可読形式で記述されたコンピュータ・プログラムを定義したものである。換言すれば、本発明の第2の側面に係るコンピュータ・プログラムをコンピュータ・システムにインストールすることによってコンピュータ・システム上では協働的作用が発揮され、無線通信装置として動作する。このような無線通信装置を複数起動して無線ネットワークを構築することによって、本発明の第1の側面に係る無線通信システムと同様の作用効果を得ることができる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 4 7 】

10

本発明によれば、複数のチャンネルが用意されている通信環境下において、通信局同士が干渉し合うことなく適当なアドホック・ネットワークを好適に形成することができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムを提供することができる。

## 【 0 0 4 8 】

また、本発明によれば、特定の制御局（アクセス・ポイント・基地局・マスター局など）を必要としない自律分散型の無線ネットワークにおいて、複数の周波数チャンネルを効果的に利用してチャンネル・アクセスを行なうことができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムを提供することができる。

## 【 0 0 4 9 】

20

また、本発明によれば、各通信局が互いの存在を認識できないというデッドロック状態を回避して、自律分散型のマルチチャンネル無線ネットワークを形成することができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法、並びにコンピュータ・プログラムを提供することができる。

## 【 0 0 5 0 】

また、本発明によれば、自律分散型のマルチチャンネル無線ネットワークにおいて、各通信局が効率よく周波数配置を行なうことによりシステム全体のスループットが向上するとともに、近隣の他の無線システムへの影響を低減することができる。

## 【 0 0 5 1 】

本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施形態や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。 30

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 5 2 】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳解する。

## 【 0 0 5 3 】

A．システム構成

本発明において想定している通信の伝搬路は無線であり、且つ複数の周波数チャンネルからなる伝送媒体を用いて、複数の通信局間でネットワークを構築する。また、本発明で想定している通信は蓄積交換型のトラヒックであり、パケット単位で情報が転送される。

## 【 0 0 5 4 】

40

本発明に係る無線ネットワーク・システムは、コーディネータを配置しない自律分散型のシステム構成であり、緩やかな時分割多重アクセス構造を持った伝送（MAC）フレームにより複数のチャンネルを効果的に利用した伝送制御が行なわれる。また、各通信局は、CSMA（Carrier Sense Multiple Access：キャリア検出多重接続）に基づくアクセス手順に従い直接非同期的に情報を伝送するアドホック通信を行なうこともできる。

## 【 0 0 5 5 】

このように制御局を特に配置しない無線通信システムでは、各通信局はビーコン情報を報知することにより、近隣（すなわち通信範囲内）の他の通信局に自己の存在を知らしめるとともに、ネットワーク構成を通知する。また、ある通信局の通信範囲に新規に参入す 50

る通信局は、ビーコン信号を受信することにより、通信範囲に突入したことを検知するとともに、ビーコンに記載されている情報を解読することによりネットワーク構成を知ることができる。また、通信局は伝送フレーム周期の先頭でビーコンを送信するので、各通信局が利用する各チャンネルにおける伝送フレーム周期はビーコン間隔によって定義される。

#### 【0056】

各無線通信装置は、利用可能なチャンネルのうち1つを基準チャンネルとして任意に決定し、基準チャンネル上で所定の伝送フレーム周期を規定する。この基準チャンネルは、自局にとって通信品質が良好であるなど自局を基準にしてマルチチャンネルの中から選択される。このような場合、自局にとって最適なチャンネルであっても、そのビーコンを受信する通信局にとっては干渉を受けているチャンネルである可能性がある。本実施形態では、基準チャンネル以外のチャンネルを利用して、自分の存在や、干渉を受けているチャンネルに関する情報などを周辺局に通知する仕組みを用意することで、デッドロック状態に陥ることを回避している。この仕組みの詳細については後述に譲る。

10

#### 【0057】

以下に説明する各通信局での処理は、基本的に、本発明に係るアドホック・ネットワークに参入するすべての通信局で実行される処理である。但し、場合によっては、ネットワークを構成するすべての通信局が、以下に説明する処理を実行するとは限らない。

#### 【0058】

図1には、本発明の一実施形態に係る無線通信システムを構成する通信装置の配置例を示している。この無線通信システムでは、特定の制御局を配置せず、各通信装置が自立分散的に動作し、アドホック・ネットワークが形成されている。同図では、通信装置#0から通信装置#6までが、同一空間上に分布している様子を表わしている。

20

#### 【0059】

また、同図において各通信装置の通信範囲を破線で示してあり、その範囲内にある他の通信装置と互いに通信ができるのみならず、自己の送信した信号が干渉する範囲として定義される。すなわち、通信装置#0は近隣にある通信装置#1、#4、と通信可能な範囲にあり、通信装置#1は近隣にある通信装置#0、#2、#4、と通信可能な範囲にあり、通信装置#2は近隣にある通信装置#1、#3、#6、と通信可能な範囲にあり、通信装置#3は近隣にある通信装置#2、と通信可能な範囲にあり、通信装置#4は近隣にある通信装置#0、#1、#5、と通信可能な範囲にあり、通信装置#5は近隣にある通信装置#4、と通信可能な範囲にあり、通信装置#6は近隣にある通信装置#2、と通信可能な範囲にある。

30

#### 【0060】

ある特定の通信装置間で通信を行なう場合、通信相手となる一方の通信装置からは聞くことができるが他方の通信装置からは聞くことができない通信装置、すなわち「隠れ端末」が存在する。

#### 【0061】

図2には、本発明の一実施形態に係る無線ネットワークにおいて通信局として動作する無線通信装置の機能構成を模式的に示している。図示の無線通信装置は、複数のチャンネルが用意されている通信環境下において、同じ無線システム内では効果的にチャンネル・アクセスを行なうことにより、他の無線システムと干渉し合うことなく適当なアドホック・ネットワークを形成することができる。

40

#### 【0062】

無線通信装置100は、インターフェース101と、データ・バッファ102と、中央制御部103と、ビーコン生成部104と、干渉報知信号生成部105と、無線送信部106と、タイミング制御部107と、チャンネル設定部108と、アンテナ109と、無線受信部110と、干渉報知信号解析部111と、ビーコン解析部112と、情報記憶部113とで構成される。

#### 【0063】

インターフェース101は、この無線通信装置100に接続される外部機器（例えば、

50

パーソナル・コンピュータ（図示しない）など）との間で各種情報の交換を行なう。

【0064】

データ・バッファ102は、インターフェース101経由で接続される機器から送られてきたデータや、無線伝送路経由で受信したデータをインターフェース101経由で送出する前に一時的に格納しておくために使用される。

【0065】

中央制御部103は、無線通信装置100における一連の情報送信並びに受信処理の管理と伝送路のアクセス制御（マルチチャネルにおけるスキャン設定やチャネル設定など）を一元的に行なう。

【0066】

ビーコン生成部104は、近隣にある無線通信装置との間で周期的に交換されるビーコン信号を生成する。無線通信装置100が無線ネットワークを運用するためには、各チャネルにおける自己のビーコン送信スロット位置、各チャネルにおける自己の受信スロット位置、各チャネルにおける近隣の通信装置からのビーコン受信スロット位置、各チャネルにおける自己のスキャン動作周期などを規定する。これらの情報は、情報記憶部113に格納されるとともに、ビーコン信号の中に記載して周囲の無線通信装置に報知する。ビーコン信号の構成については後述する。無線通信装置100は、伝送フレーム周期の先頭でビーコンを送信するので、無線通信装置100が利用する各チャネルにおける伝送フレーム周期はビーコン間隔によって定義されることになる。

10

【0067】

干渉報知信号生成部105は、基準チャネル以外のチャネル上で、自分の存在や、干渉を受けているチャネルに関する情報などを周辺局に通知するための干渉報知信号（Interference Announcement Signal：IAS）を生成する。

20

【0068】

無線送信部106は、データ・バッファ102に一時格納されているデータやビーコン、自局の干渉報知信号IASを無線送信するために、所定の変調処理を行なう。

【0069】

アンテナ109は、他の無線通信装置宛に信号を選択された周波数チャネル上で無線送信し、あるいは他の無線通信装置から送られる信号を収集する。本実施形態では、単一のアンテナを備え、送受信をともに並行しては行なえないものとする。また、同時刻に複数の周波数チャネルをハンドルすることはできないものとする。

30

【0070】

無線受信部110は、所定の時間に他の無線通信装置から送られてきた情報やビーコン、干渉報知信号IASなどの信号を受信処理する。無線送信部106及び無線受信部110における無線送受信方式は、例えば無線LANに適用可能な、比較的近距離の通信に適した各種の通信方式を適用することができる。具体的には、UWB方式、OFDM方式、CDMA方式などを採用することができる。

【0071】

タイミング制御部107は、無線信号を送信並びに受信するためのタイミングの制御を行なう。例えば、ビーコン送信チャネルにおける伝送フレーム周期の先頭における自己のビーコン送信タイミングや、他の利用可能チャネルにおける干渉報知信号IASの送信タイミング、各チャネルにおけるスキャン動作周期、各チャネルにおける他の通信装置からのビーコン受信タイミングなどを制御する。

40

【0072】

チャネル設定部108は、マルチチャネル方式の無線信号を実際に送受信するチャネルを選択する。具体的には、用意されている複数の周波数チャネルのうち、最も良好なチャネル干渉を自局のビーコン送信用チャネルとして設定するとともに、干渉を受けていないすべてのチャネルを干渉報知信号IASの報知用チャネルとして設定する。

【0073】

干渉報知信号解析部111は、各チャネル上で受信できた他の無線通信装置の干渉報知

50

信号 I A S を解析して、その局が基準チャネルとして使用しているチャネルや干渉を受けているチャネルに関する情報などを取得する。

【 0 0 7 4 】

ビーコン解析部 1 1 2 は、受信できた他の無線通信装置のビーコン信号を解析し、近隣の無線通信装置の存在などを解析する。例えば、各チャネルにおけるビーコンの受信タイミングや、他の通信装置からの受信ビーコンに記載されているビーコン送信タイミング、干渉情報、近隣ビーコン受信タイミングなどの情報は、近隣装置情報として情報記憶部 1 1 3 に格納される。

【 0 0 7 5 】

情報記憶部 1 1 3 は、中央制御部 1 0 3 において実行される一連のアクセス制御動作などの実行手順命令（スキャン設定やチャネル設定などを行なうプログラム）や、他の通信局のビーコン送信タイミングや干渉報知情報 I A S の送信タイミング、マルチチャネル情報、近隣装置情報、自局や周辺局の各チャネルにおける干渉情報などを蓄えておく。

【 0 0 7 6 】

本実施形態では、通信局として動作する無線通信装置 1 0 0 は、複数のチャネルが用意されている通信環境下において、特定の制御局を配置せずにアドホック・ネットワーク環境下で、緩やかな時分割多重アクセス構造を持った伝送（M A C）フレームにより複数のチャネルを効果的に利用した伝送制御、又は C S M A / C A に基づくランダム・アクセスなどの通信動作を行なう。

【 0 0 7 7 】

各通信局はビーコン情報を報知することにより、近隣（すなわち通信範囲内）の他の通信局に自己の存在を知らしめるとともに、ネットワーク構成を通知する。また、ある通信局の通信範囲に新規に参入する通信局は、ビーコン信号を受信することにより、通信範囲に突入したことを検知するとともに、ビーコンに記載されている情報を解読することによりネットワーク構成を知ることができる。

【 0 0 7 8 】

本実施形態に係る各通信局のビーコン送信手順について、図 3 を参照しながら説明する。

【 0 0 7 9 】

ビーコンで送信される情報が 1 0 0 バイトであるとする、送信に要する時間は 1 8 マイクロ秒となる。4 0 ミリ秒に 1 回の送信なので、通信局毎のビーコンのメディア占有率は 2 2 2 2 分の 1 と十分小さい。

【 0 0 8 0 】

各通信局は、周辺で発振されるビーコンを聞きながら、ゆるやかに同期する。新規に通信局が現われた場合、新規通信局は既存の通信局のビーコン送信タイミングと衝突しないように、自分のビーコン送信タイミングを設定する。

【 0 0 8 1 】

周辺に通信局がない場合、通信局 0 1 は適当なタイミングでビーコンを送信し始めることができる。ビーコンの送信間隔は 4 0 ミリ秒である（前述）。図 2 中の最上段に示す例では、B 0 1 が通信局 0 1 から送信されるビーコンを示している。

【 0 0 8 2 】

以降、通信範囲内に新規に参入する通信局は、既存のビーコン配置と衝突しないように、自己のビーコン送信タイミングを設定する。このとき、各通信局はビーコン送信の直後に優先利用領域（T G P）を獲得することから、1 つのチャネル上では各通信局のビーコン送信タイミングは密集しているよりも伝送フレーム周期内で均等に分散している方が伝送効率上より好ましい。したがって、本実施形態では、基本的に自身が聞こえる範囲でビーコン間隔が最も長い時間帯のほぼ真中でビーコンの送信を開始するようにしている。

【 0 0 8 3 】

例えば、図 3 中の最上段に示すように、通信局 0 1 のみが存在するネットワーク状態において、新たな通信局 0 2 が現われたとする。このとき、通信局 0 2 は、通信局 0 1 から

10

20

30

40

50

のビーコンを受信することによりその存在とビーコン位置を認識し、図3の第2段目に示すように、通信局01のビーコン間隔のほぼ真中に自己のビーコン送信タイミングを設定して、ビーコンの送信を開始する。

【0084】

さらに、新たな通信局03が現われたとする。このとき、通信局03は、通信局01並びに通信局02のそれぞれから送信されるビーコンの少なくとも一方を受信し、これら既存の通信局の存在を認識する。そして、図3の第3段に示すように、通信局01及び通信局02から送信されるビーコン間隔のほぼ真中のタイミングで送信を開始する。

【0085】

以下、同様のアルゴリズムに従って近隣で通信局が新規参入する度に、ビーコン間隔が狭まっていく。例えば、図3の最下段に示すように、次に現われる通信局04は、通信局02及び通信局01それぞれが設定したビーコン間隔のほぼ真中のタイミングでビーコン送信タイミングを設定し、さらにその次に現われる通信局05は、通信局02及び通信局04それぞれが設定したビーコン間隔のほぼ真中のタイミングでビーコン送信タイミングを設定する。

10

【0086】

但し、帯域（伝送フレーム周期）内がビーコンで溢れないように、ミニマムのビーコン間隔  $B_{min}$  を規定しておき、 $B_{min}$  内に2以上のビーコン送信タイミングを配置することを許容しない。例えば、40ミリ秒の伝送フレーム周期でミニマムのビーコン間隔  $B_{min}$  を2.5ミリ秒に規定した場合、電波の届く範囲内では最大で16台の通信局までしか収容できないことになる。

20

【0087】

図4には、1チャンネル上におけるビーコン送信タイミングの一例を示している。但し、同図に示す例では、40ミリ秒からなる伝送フレーム周期における時間の経過を、円環上で時計が右回りで運針する時計のように表している。

【0088】

図4に示す例では、通信局0から通信局Fまでの合計16台の通信局がネットワークのノードとして構成されている。図3を参照しながら説明したように、既存の通信局が設定したビーコン間隔のほぼ真中のタイミングで新規参入局のビーコン送信タイミングを順次設定していくというアルゴリズムに従って、ビーコン配置が行なわれたものとする。 $B_{min}$  を2.5ミリ秒と規定した場合には、これ以上の通信局は該ネットワークに参入できない。

30

【0089】

IEEE802.11方式などの場合と同様に、本実施形態においても複数のパケット間隔を定義する。ここでのパケット間隔の定義を、図5を参照して説明する。ここでのパケット間隔は、Short Inter Frame Space (SIFS) と Long Inter Frame Space (LIFS) を定義する。プライオリティが与えられたパケットに限りSIFSのパケット間隔で送信を許容し、それ以外のパケットはLIFS + ランダムに値を得るランダムバックオフのパケット間隔だけメディアがクリアであることを確認した後に送信を許容する。ランダムバックオフ値の計算方法は既存技術で知られている方法を適用する。

40

【0090】

さらに本実施形態においては、上述したパケット間隔である「SIFS」と「LIFS + バックオフ」の他、「LIFS」と「FIFS + バックオフ」(FIFS: Far Inter Frame Space)を定義する。通常は「SIFS」と「LIFS + バックオフ」のパケット間隔を適用するが、ある通信局に送信の優先権が与えられている時間帯においては、他局は「FIFS + バックオフ」のパケット間隔を用い、優先権が与えられている局はSIFSあるいはLIFSでのパケット間隔を用いるというものである。

【0091】

各通信局はビーコンを一定間隔で送信しているが、ビーコンを送信した後しばらくの間

50

は、該ビーコンを送信した局に送信の優先権を与えられる。図6には、ビーコン送信局に優先権が与えられる様子を示している。この優先区間を `Transmission Guaranteed Period (TGP)` と定義する。また、`TGP` 以外の区間を `Fairly Access Period (FAP)` と定義する。図7には、伝送フレーム周期の構成を示している。同図に示すように、各通信局からのビーコンの送信に続いて、そのビーコンを送信した通信局の `TGP` が割り当てられ、`TGP` の長さ分だけ時間が経過すると `FAP` になり、次の通信局からのビーコンの送信で `FAP` が終わる。なお、ここではビーコンの送信直後から `TGP` が開始する例を示したが、これには限定されるものではなく、例えば、ビーコンの送信時刻から相対位置(時刻)で `TGP` の開始時刻を設定してもよい。

10

#### 【0092】

ここで、パケット間隔について再度考察すると、下記のようになる。各通信局は、`FAP` においては `LIFS` + バックオフの間隔での送信を行なう。また、ビーコン並び自局の `TGP` 内でのパケットの送信に関しては、`SIFS` 間隔での送信を許容する。また、自局の `TGP` 内でのパケットの送信に関しては `LIFS` の間隔での送信をも許容する。さらに、他局の `TGP` 内でのパケットの送信に関しては、`FIFS` + バックオフの間隔での送信とするということになる。`IEEE 802.11` 方式においては、常にパケット間隔として `FIFS` + バックオフがとられていたが、図示の例に係る構成によれば、この間隔を詰めることができ、より効果的なパケット伝送が可能となる。

#### 【0093】

20

上記では、`TGP` 中の通信局にのみ優先送信権が与えられるという説明を行なったが、`TGP` 中の通信局に呼び出された通信局にも優先送信権を与えられる。基本的に `TGP` においては、送信を優先するが、自通信局内に送信するものはないが、他局が自局宛てに送信したい情報を保持していることが判っている場合には、その「他局」宛てにページング(`Paging`)メッセージあるいはポーリング(`Polling`)メッセージを投げたりしてもよい。

#### 【0094】

逆に、ビーコンを送信したものの、自局には何も送信するものがない場合で且つ他局が自局宛てに送信したい情報を保持していることを知らない場合、このような通信局は、`TGP` で与えられた送信優先権を放棄し、何も送信しない。すると、`LIFS` + バックオフ 30  
あるいは `FIFS` + バックオフ経過後に他局がこの時間帯でも送信を開始する。

#### 【0095】

図7に示したようにビーコン送信した直後に `TGP` が続くという構成を考慮すると、各通信局のビーコン送信タイミングは密集しているよりも伝送フレーム周期内で均等に分散している方が伝送効率上より好ましい。したがって、本実施形態では、基本的に自身が聞こえる範囲でビーコン間隔が最も長い時間帯のほぼ真中でビーコンの送信を開始するようにしている。但し、各通信局のビーコン送信タイミングを集中して配置し、残りの伝送フレーム周期では受信動作を停止して装置の消費電力を低減させるという利用方法もある。

#### 【0096】

図8には、ビーコン信号フォーマットの構成例を示している。同図に示すように、ビーコン信号は、当該信号の存在を知らしめるためのプリアンプルに、ヘディング、ペイロード部 `PSDU` が続いている。ヘディング領域において、該パケットがビーコンである旨を示す情報が掲載されている。また、`PSDU` 内にはビーコンで報知したい以下の情報が記載されている。

40

#### 【0097】

`TX.ADDR` : 送信局(`TX`)の `MAC` アドレス

`TOI` : `TBTT` オフセット・インジケータ (`TBTT Offset Indicator`)

`NBOI` : 近隣ビーコンのオフセット情報 (`Neighbor Beacon Offset Information`)

50



T I M : トラフィック・インジケーション・マップ ( T r a f f i c I n d i c a t i o n M a p )

P A G E : ページング ( P a g i n g )

【 0 0 9 8 】

T I M とは、現在この通信局がどの通信局宛てに情報を有しているかの報知情報であり、T I M を参照することにより、受信局は自分が受信を行なわなければならないことを認識することができる。また、P a g i n g は、T I M に掲載されている受信局のうち、直後の T G P において送信を予定していることを示すフィールドであり、このフィールドで指定された局は T G P での受信に備えなければならない。その他のフィールド ( E T C フィールド ) も用意されている。E T C フィールドは、用意されている各周波数チャンネルにおいて干渉を受けている度合いすなわち干渉度レベル ( I n t L C H ) を記述する I n t e r f e r e I n f o r m a t i o n フィールドを含んでいてもよい。

10

【 0 0 9 9 】

N B O I は、近隣の通信局のビーコン配置を記述した情報である。本実施形態では、各チャンネルにおいて伝送フレーム周期内に最大 1 6 個のビーコンを配置することができることから、N B O I を各ビーコン位置に相当する 1 6 ビット長のフィールドとして構成し、受信できたビーコンの配置に関する情報をビットマップ形式で記述する。そして、自局のビーコン送信タイミングを基準として、各通信局からのビーコン受信タイミングの相対位置に対応するビットに 1 を書き込み、ビーコンを受信しないタイミングの相対位置に対応するビット位置は 0 のままとする。本実施形態では、利用可能な周波数チャンネル毎に N B

20

【 0 1 0 0 】

図 9 には、N B O I の記述例を示している。同図に示す例では、図 3 に示した通信局 0 が、「通信局 1 並びに通信局 9 からのビーコンが受信可能である」旨を伝える N B O I フィールドが示されている。受信可能なビーコンの相対位置に対応するビットに関し、ビーコンが受信されている場合にはマーク、受信されていない場合にはスペースを割り当てる。なお、これ以外の目的で、ビーコンが受信されていないタイミングに対応するビットに関してマークを行なうようにしてもよい。

【 0 1 0 1 】

各通信局はお互いのビーコン信号を受信し、その中に含まれる N B O I の記述に基づいて、使用可能な各周波数チャンネル上でビーコンの衝突を回避しながら自己のビーコン送信タイミングを配置したり他局からのビーコン受信タイミングを検出したりすることができる。

30

【 0 1 0 2 】

図 1 0 には、ある周波数チャンネル上において、新規参入局が N B O I の記述に基づいて既存のビーコンとの衝突を回避しながら自己のビーコン送信タイミングを配置する様子を示している。同図の各段では、通信局 S T A 0 ~ S T A 2 の参入状態を表している。そして、各段の左側には各通信局の配置状態を示し、その右側には各局から送信されるビーコンの配置を示している。

【 0 1 0 3 】

図 1 0 上段では、通信局 S T A 0 のみが存在している場合を示している。このとき、S T A 0 はビーコン受信を試みるが受信されないため、適当なビーコン送信タイミングを設定して、このタイミングの到来に応答してビーコンの送信を開始することができる。ビーコンは 4 0 ミリ秒 ( 伝送フレーム ) 毎に送信されている。このとき、S T A 0 から送信されるビーコンに記載されている N B O I フィールドのすべてのビットが 0 である。

40

【 0 1 0 4 】

図 1 0 中段には、通信局 S T A 0 の通信範囲内で S T A 1 が参入してきた様子を示している。S T A 1 は、ビーコンの受信を試みると S T A 0 のビーコンが受信される。さらに S T A 0 のビーコンの N B O I フィールドは自局の送信タイミングを示すビット以外のビットはすべて 0 であることから、上述した処理手順に従って S T A 0 のビーコン間隔のほ

50

ば真中に自己のビーコン送信タイミングを設定する。

【0105】

STA1が送信するビーコンのNBOFフィールドは、自局の送信タイミングを示すビットとSTA0からのビーコン受信タイミングを示すビットに1が設定され、それ以外のビットはすべて0である。また、STA0も、STA1からのビーコンを認識すると、NBOFフィールドの該当するビット位置に1を設定する。

【0106】

図10の最下段には、さらにその後、通信局STA1の通信範囲にSTA2が参入してきた様子を示している。図示の例では、STA0はSTA2にとって隠れ端末となっている。このため、STA2は、STA1がSTA0からのビーコンを受信していることを認識できず、右側に示すように、STA0と同じタイミングでビーコンを送信し衝突が生じてしまう可能性がある。

10

【0107】

NBOFフィールドはこの現象を回避するために用いられる。まず、STA1のビーコンのNBOFフィールドは自局の送信タイミングを示すビットに加え、STA0がビーコンを送信しているタイミングを示すビットにも1が設定されている。そこで、STA2は、隠れ端末であるSTA0が送信するビーコンを直接受信はできないが、STA1から受信したビーコンに基づいてSTA0のビーコン送信タイミングを認識し、このタイミングでのビーコン送信を避ける。

【0108】

そして、図11に示すように、このときSTA2は、STA0とSTA1のビーコン間隔のほぼ真中にビーコン送信タイミングを定める。勿論、STA2の送信ビーコン中のNBOFでは、STA2とSTA1のビーコン送信タイミングを示すビットを1に設定する。このようなNBOFフィールドの記述に基づくビーコンの衝突回避機能により、隠れ端末すなわち2つ先の隣接局のビーコン位置を把握しビーコンの衝突を回避することができる。

20

【0109】

B. マルチチャネル環境下での干渉とデッドロックの回避

上述したように、自律分散型の無線通信システムでは、各通信局は伝送フレーム周期内でビーコン情報を報知するとともに、他局からのビーコン信号のスキャン動作を行なうことにより1チャネル上でのネットワーク構成を認識することができる。ところが、本実施形態に係るマルチチャネル自律分散型ネットワークの場合、図4に示したような伝送フレームが周波数軸上に利用チャネル数分だけ配置された構成となっている(図12を参照のこと)。このため、通信局は他の通信のビーコン送信タイミングにおいて同じチャネル上に移行していなければビーコンを受信することはできず、すべてのチャネル上においてネットワーク構成を把握することは困難である。

30

【0110】

また、通信局が自局にとって最適なチャネルであっても、通信相手となる他局にとっては干渉を受けているチャネルである可能性がある。例えば、一方の局のビーコン送信チャネルが他方の局では干渉チャネル若しくは通信品質が劣化し使用不能なチャネルであった場合には、これらの通信局は、仮に他のチャネル上では通信し合うことができたとしても、お互いの存在を永遠に認識することができないというデッドロックの状態に陥ってしまう。

40

【0111】

既に述べたように、本実施形態では、各通信局は、単一のアンテナを備え、送受信とともに並行しては行なえず、また、同時刻に複数の周波数チャネルをハンドルすることはできないということを想定している。ここで、図13に示すような干渉環境下で2台の通信局が配置されている状態について考察してみる。

【0112】

通信局#1は、チャネルCH1では干渉を受けているがチャネルCH2では干渉を受け

50

ていない（クリアである）という左斜線が付された通信環境に配置されており、チャネル C H 2 を自局のビーコン送信チャネルとして設定している。また、通信局 # 2 は、チャネル C H 2 では干渉を受けているがチャネル C H 1 では干渉を受けていない（クリアである）という右斜線が付された通信環境に配置されており、チャネル C H 1 を自局のビーコン送信チャネルとして設定している。このままの状況では、お互いの干渉チャネルでビーコンを送信しているため、永遠に双方の存在に気づくことができない。

#### 【 0 1 1 3 】

そこで、各通信局が複数の周波数チャネルのうちで自局にとって最も干渉の少ないチャネルを利用して周期的にビーコン信号を送信するが、干渉状況によっては自局の基準で選択したビーコン送信チャネルがすべての周辺通信局が受信できるチャネルとは限らない、  
10  
ということを考慮する。具体的には、他システムから干渉を受けている通信局は、干渉を受けていないすべてのチャネル上で定期的に干渉報知信号 I A S を送信し、自分の存在、及び干渉を受けているチャネルを周辺局に知らせるようにした（図 1 4 を参照のこと）。また、ビーコンが聞けないほど干渉を受けているチャネルでは周辺局に対しビーコンの送信を控えてもらうようにする。

#### 【 0 1 1 4 】

通信局は、例えば、ビーコン間隔より充分長い周期で干渉報知信号 I A S を送出する。また、通信局は、干渉を受けていない各チャネル上において、ビーコン周期又はビーコン数周期で干渉報知信号 I A S のスキャン動作を行なう。

#### 【 0 1 1 5 】

図 1 5 には、干渉報知信号 I A S のフォーマット構成例を示している。同図に示すように、干渉報知信号 I A S は、当該信号の存在を知らしめるためのプリアンプルに、ヘディング、ペイロード部 P S D U が続いている。ヘディング領域において、該パケットが干渉報知信号 I A S である旨を示す情報が掲載されている。  
20

#### 【 0 1 1 6 】

P S D U は、干渉報知信号 I A S が各チャネルにおける自局の干渉状況を通知するという目的に鑑み、ビーコン信号に比べて簡単でデータ総量が小さくて済む構造となっている。図示の例では、P S D U 内には、送信局の M A C アドレスである T X . A D D R と、用意されている各周波数チャネルにおいて干渉を受けている度合いすなわち干渉度レベル（  
30  
I n t L C H ）を記述する I n t e r f e r e L e v e l フィールドと、その他のフィールド（E T C フィールド）が用意されている。

#### 【 0 1 1 7 】

他局から干渉報知信号 I A S を受信した周辺通信局は、自分のビーコン送信チャネルと干渉報知信号 I A S の干渉情報を比較する。そして、干渉レベルが高いところでビーコンを送信していることが判明した場合には、他局がビーコンを聞き易いチャネルにビーコン送信チャネルを変更する。同様に、ビーコン受信時も干渉状況を随時監視し通信を頻繁に行ないたい通信局に対して、ビーコンが聞き易いチャネルを選択するようにする。

#### 【 0 1 1 8 】

このような干渉報知信号 I A S の交換を通じた各通信局の協働的動作により、自律分散的に通信チャネルを決定し、干渉を効率的に避けることができる他、複数チャネルを有効  
40  
利用することにより大幅に通信容量を向上することができる。

#### 【 0 1 1 9 】

図 1 6 には、2 台の通信局が配置されているときに、各局が定期的なビーコン送信動作並びに各チャネル上での干渉報知信号 I A S のスキャン動作を行なっている様子を示している。同図に示す例では、無線通信システムとして利用可能な 4 つのチャネル # 1 ~ # 4 が用意されている。

#### 【 0 1 2 0 】

一方の通信局 # 1 は、チャネル # 1 を自局のビーコン送信チャネルに設定し、所定の伝送フレーム周期の間隔でビーコンの送信を行なっている。また、ビーコンを送信しない他のチャネル # 2 及びチャネル # 4 上では、ビーコン間隔である伝送フレーム周期よりも充  
50

分長い I A S 送信周期 ( I A S I n t e r v a l ) で、自局の干渉報知信号 I A S を送信している。チャンネル # 3 上では、自局の干渉状況が劣悪であるか又はその他の理由により、干渉報知信号 I A S の送信を行なわない。なお、本実施形態では、無線通信装置は同時刻に複数の周波数チャンネルをハンドルすることはできないことから、時間的に重ならないようにビーコン送信タイミング並びに干渉報知信号 I A S 送信タイミングが各チャンネル上に配置されている。

【 0 1 2 1 】

また、他方の通信局 # 2 は、チャンネル # 3 を自局のビーコン送信チャンネルに設定し、所定の伝送フレーム周期の間隔でビーコンの送信を行なっている。また、ビーコンを送信しない他のチャンネル # 2 及びチャンネル # 4 上では、ビーコン間隔である伝送フレーム周期よりも充分長い I A S 送信周期で自局の干渉報知信号 I A S を送信している。チャンネル # 3 上では、自局の干渉状況が劣悪であるか又はその他の理由により、干渉報知信号 I A S の送信を行なわない。なお、同時刻に複数の周波数チャンネルをハンドルすることはできないことから、時間的に重ならないようにビーコン送信タイミング並びに干渉報知信号 I A S 送信タイミングが各チャンネル上に配置されている。

10

【 0 1 2 2 】

本実施形態に係る無線通信システムでは、すべての通信局は同じ長さの伝送フレーム周期でビーコン送信を行なう。また、1つの通信局は必ず同じチャンネルでビーコンを送信していることから、周辺局は、一度ビーコンを受信すると定期的なビーコン送信期待時刻及びチャンネルを把握することができ、そのタイミングに受信待機することによりビーコンの受信が可能となる。

20

【 0 1 2 3 】

さらに、各通信局は、干渉報知信号 I A S の伝送周期と同期しない周期で、各チャンネルのチャンネル・スキャン動作を行なう。チャンネル・スキャン動作により、新規ビーコンの発見や離脱を感知することができる。また、チャンネル・スキャンを干渉報知信号 I A S の伝送周期と同期しない周期で行なうことにより、図 1 6 で示したように、必ず数回に 1 回の頻度で周辺局からの干渉報知信号 I A S をチャンネル・スキャン時に受信することができる。よって、通信局同士がお互いのビーコンが干渉により受信できない状態であっても、定期的に干渉報知信号 I A S を受信することにより、デッドロックの回避が可能となってくる。

30

【 0 1 2 4 】

図 1 7 には、通信局が行なう干渉報知信号の送信処理手順をフローチャートの形式で示している。このような処理動作は、実際には、無線通信装置の中央制御部 1 0 3 が情報記憶部 1 1 3 に格納されている実行命令プログラムを実行するという形態で実現される。

【 0 1 2 5 】

通信局は、まず、所定のタイミングで各チャンネル毎のスキャン動作すなわちマルチチャンネル・スキャン動作を実行する ( ステップ S 1 ) 。

【 0 1 2 6 】

そして、スキャン動作後に、干渉を被るなどの問題により自局がビーコンを受信することができないチャンネルが存在するかどうかを判別する ( ステップ S 2 ) 。被干渉のチャンネルが検出された場合には、I A S の送信を行なわないチャンネルとして、情報記憶部 1 1 3 で記憶しておく。

40

【 0 1 2 7 】

ここで、自局のビーコン送信タイミングが到来したかどうかを判別する ( ステップ S 3 ) 。そして、ビーコン送信タイミングが到来した場合には、自局のビーコン送信チャンネル上でビーコン送信動作を実行する ( ステップ S 4 ) 。

【 0 1 2 8 】

次いで、自局の I A S 送信タイミングが到来したかどうかを判別する ( ステップ S 5 ) 。自局の I A S 送信タイミングが到来した場合には、干渉を受けていないすべてのチャンネル上で順次干渉報知信号 I A S の送信動作を実行し ( ステップ S 6 ) 、ステップ S 3 に戻

50

る。

【0129】

また、自局の I A S 送信タイミングが到来していない場合には、チャンネル・スキャン・タイミングが到来したかどうかをさらに判別する（ステップ S 7）。チャンネル・スキャン・タイミングが到来した場合には、ステップ S 1 に戻り、マルチチャンネル・スキャン動作を実行する。一方、チャンネル・スキャン・タイミングが到来していない場合には、ステップ S 3 に戻る。

【0130】

また、ステップ S 2 において、自局がビーコンを受信することができないチャンネルが存在しないと判断された場合には、自局のビーコン送信タイミングが到来したかどうかを判別する（ステップ S 8）。そして、ビーコン送信タイミングが到来した場合には、自局のビーコン送信チャンネル上でビーコン送信動作を実行する（ステップ S 9）。 10

【0131】

次いで、チャンネル・スキャン・タイミングが到来したかどうかをさらに判別する（ステップ S 9）。チャンネル・スキャン・タイミングが到来した場合には、ステップ S 1 に戻り、マルチチャンネル・スキャン動作を実行する。一方、チャンネル・スキャン・タイミングが到来していない場合には、ステップ S 8 に戻る。

【0132】

図示の例では、通信局は、被干渉チャンネルがない場合には、干渉報知信号 I A S を送信しないようになっている。このように不要な干渉報知信号 I A S の送信を省略することにより、伝送路の利用効率を向上させるとともに、装置の消費電力を低減することができる。 20

【0133】

また、図 18 には、通信局が行なう干渉報知信号の受信処理手順をフローチャートの形式で示している。このような処理動作は、実際には、無線通信装置の中央制御部 103 が情報記憶部 113 に格納されている実行命令プログラムを実行するという形態で実現される。

【0134】

通信局は、まず、所定のタイミングで各チャンネル毎のスキャン動作すなわちマルチチャンネル・スキャンのタイミングが到来したかどうかを判別する（ステップ S 11）。そして、マルチチャンネル・スキャンのタイミングが到来したときに、各チャンネル毎のスキャン動作すなわちマルチチャンネル・スキャン動作を実行する（ステップ S 12）。 30

【0135】

ここで、スキャン動作を行なったチャンネル上で周辺局からの干渉報知信号 I A S を受信したかどうかを判別する（ステップ S 13）。干渉報知信号 I A S を受信しない場合には、ステップ S 11 に戻り、マルチチャンネル・スキャン動作を繰り返し実行する。

【0136】

また、干渉報知信号 I A S を受信した場合には、当該受信パケットを解析し（ステップ S 14）、送信元が被っているチャンネル干渉情報を情報記憶部 113 に格納する。

【0137】

そして、現在自局が、I A S の送信局側で干渉を被っているチャンネルを用いてビーコンの送信を行なっているかどうかを判別する（ステップ S 15）。I A S の送信局側で干渉を被っているチャンネル以外でビーコン送信を行なっている場合には、ステップ S 12 に戻り、マルチチャンネル・スキャン動作を繰り返し実行する。 40

【0138】

一方、自局が I A S の送信局側で干渉を被っているチャンネルでビーコンの送信を行なっている場合には、周辺局からの干渉報知信号 I A S で干渉を被っていると記載されていないチャンネルの中で、自局のビーコン送信チャンネルに利用することができるものがあるかどうかを判別する（ステップ S 16）。

【0139】

そして、自局のビーコン送信チャンネルを変更することができると判断された場合には（ステップ S 1 7）、ビーコン送信チャンネルを変更し、その内容を情報記憶部 1 1 3 に保存する。

【 0 1 4 0 】

また、自局のビーコン送信チャンネルを変更することができないと判断された場合には、干渉報知信号 I A S 直後の受信ウィンドウ（L i s t e n W i n d o w）で、送信元に対して、ビーコン送信チャンネルの変更依頼を送信する（ステップ S 1 8）。

【 0 1 4 1 】

その後、ステップ S 1 2 に戻り、マルチチャンネル・スキャン動作を繰り返し実行する。

【 0 1 4 2 】

10

#### C . 干渉報知信号の送信周期

上述したように、本発明に係るマルチチャンネル自律分散型の無線通信システムでは、各通信局が通信可能チャンネルにおいて、通信が困難なチャンネルを知らせるパケット（ビーコン並びに干渉報知信号）を定期的に送信する仕組み備えている。したがって、受信が困難なチャンネルがあった場合であっても、その他の受信可能チャンネルで干渉を報知するパケットを受信することにより、そのチャンネルにいる隣接端末の存在に気が付くことができ、その端末の干渉チャンネルを知ることができる。

【 0 1 4 3 】

また、通信局は、例えば、ビーコン間隔より充分長い周期で干渉報知信号 I A S を送出する。各通信局は、干渉報知信号 I A S の伝送周期と同期しない周期で、各チャンネルのチャンネル・スキャン動作を行なう。チャンネル・スキャン動作により、新規ビーコンの発見や離脱を検知することができる。また、チャンネル・スキャンを干渉報知信号 I A S の伝送周期と同期しない周期で行なうことにより、図 1 6 で示したように、必ず数回に 1 回の頻度で周辺局からの干渉報知信号 I A S をチャンネル・スキャン時に受信することができる。

20

【 0 1 4 4 】

ところで、ある強い干渉源から干渉を受けていて特定のチャンネルでの通信が困難になっている場合、隣接局も同様の干渉を受けている可能性が高いことが予想される。干渉が存在する条件では、各局が干渉報知信号 I A S を送信する結果として、同じ系内で干渉報知信号 I A S が必要以上に増大することが考えられる。また、別のネットワークから新しい端末が参加してくるなどの変化が無い限り、この干渉を報知するパケットは利用されない。言い換えれば、定常状態でも高い頻度で干渉報知信号 I A S を送信するのは非効率である。また、通信局は、他局の干渉報知信号 I A S の送信期間はデータ伝送を行なうことができないことから、システムのオーバーヘッドにもなる。

30

【 0 1 4 5 】

そこで、本時シ携帯では、通信局は、通信状況に応じた適切な送信頻度を以って干渉報知信号 I A S を送信するようにした。以下では、通信システムの構成や状況に応じた干渉報知信号 I A S の最適な送信頻度について説明する。

【 0 1 4 6 】

#### C - 1 . 同じチャンネルで干渉を受ける端末数に応じた干渉報知信号の送信頻度制御

あるチャンネルの干渉が強くて通信が困難な場合に、その他のチャンネルで定期的に干渉チャンネルがあることを報知する自律分散制御の無線 L A N を想定する。隣接局の干渉状況は、ビーコンやこれらの干渉を報知するパケットにより各通信局が把握しているとする。

40

【 0 1 4 7 】

隣接局が同じチャンネルに干渉を受けている場合、これら隣接する通信局は互いに同じ干渉を報知するパケットを送信することになる。この結果、システム全体としては、必要以上に干渉報知信号 I A S が送信されてしまうという事態を招来する。

【 0 1 4 8 】

そこで、隣接局が同じチャンネルに干渉を受けている場合には、その端末数に応じて、干渉報知信号 I A S の送信頻度を減らしていく仕組みを導入する。

【 0 1 4 9 】

50

ここで、各通信局ビーコンの送信間隔を  $T\_SF$  とし、初期状態での干渉報知信号  $IAS$  の送信頻度も  $T\_SF$  に設定する。

【0150】

図19には、4つのチャンネル#1～#4が用意されている無線システムに、通信局Aが最初に参入したときの様子を示している。同図に示す例では、通信局Aは、チャンネル#1を自局のビーコン送信チャンネルに設定して、同チャンネル上でビーコン間隔  $T\_SF$  毎にビーコン送信タイミングを配置している。また、通信局Aは、それ以外のチャンネル#2～#4では、ビーコン間隔  $T\_SF$  と同じ送信間隔で干渉報知信号  $IAS$  の送信タイミングを配置している。但し、通信局チャンネル#3は被干渉チャンネルであり通信ができないことから、チャンネル#3では干渉信号  $IAS$  の送信は行なわれない。

10

【0151】

その後、暫くビーコンを送信した後、隣接局を調べた結果、同じ干渉を持つ通信局が周辺にあと2台いることが判ったとする。この場合、各周辺局で  $T\_SF \times 3$  の間隔で干渉報知信号  $IAS$  を送信するようにその送信頻度を変更して、無駄な干渉の報知を行なわないようにする。この結果、各通信局の干渉報知信号の送信範囲は多少ずれるものの、システム全体では平均的には同じ頻度で干渉報知信号  $IAS$  が報知されるようになる。

【0152】

図20には、図19に示した4チャンネルからなる自律分散通信システムにおいて、通信局Aの後にさらに通信局B及び通信局Cが新たに参入してきたときの各通信局が各チャンネルに干渉報知信号を配置している様子を示している。

20

【0153】

図示の例では、通信局Aは、暫くビーコンを送信した後、隣接端末を調べた結果、同じ干渉を持つ通信局B及びCが周辺に存在することを発見する。この場合、各通信局で  $T\_SF \times 3$  の間隔で干渉報知信号  $IAS$  を送信するようにその送信頻度を変更して、無駄な干渉の報知を行なわないようにする。

【0154】

上述の例では、同じチャンネルに干渉を持つ隣接端末の数を  $n$  とすると、干渉報知信号の送信頻度を  $T\_SF \times (n + 1)$  に設定するようにしている。図21には、このような干渉報知信号  $IAS$  の送信動作をフローチャートの形式で示している。このような動作手順は、実際には、無線通信装置内の中央制御部103が情報記憶部113に格納されている

30

【0155】

まず、干渉チャンネルを報知する干渉報知信号  $IAS$  を送信する干渉報知信号送信間隔 ( $IAS\_Interval$ ) をビーコン周期  $T\_SF$  と同じに設定する (ステップS21)。

【0156】

次いで、通信局は、干渉報知信号  $IAS$  を所定の干渉報知信号送信間隔で周期的に送信する (ステップS22)。

【0157】

ここで、例えば隣接局から受信した干渉報知信号  $IAS$  に基づいて、自局と同じチャンネルで干渉を被っている隣接局があるかどうかを判別する (ステップS23)。

40

【0158】

同じ被干渉チャンネルを持つ隣接局がない場合には、そのままステップS22に戻り、通信局は、これまでと同じ干渉報知信号送信間隔を以って周期的に干渉報知信号  $IAS$  の送信動作を行なう。

【0159】

他方、同じ被干渉チャンネルを持つ隣接局が  $n$  台だけ存在する場合には、干渉報知信号送信間隔をビーコン周期  $T\_SF \times (n + 1)$  に設定する (ステップS24)。そして、ステップS22に戻り、通信局は、これまでよりも長い間隔で周期的に干渉報知信号  $IAS$  の送信動作を行なう。

50

## 【 0 1 6 0 】

C - 2 . 新規通信局の参入に応じた干渉報知信号の送信頻度

C - 1 項で説明したような無線通信環境下で、別のネットワークから新たに端末が参入してきた場合を考える。

## 【 0 1 6 1 】

この場合、同じ干渉を持つ端末が多数存在し、例えば  $T\_SF \times 3$  という間隔で干渉報知信号 I A S を送信していた場合であっても、一時的に暫くの間は比較的短い  $T\_SF$  間隔で送信するようにする。また同時に、通信局は、隣接局に対して新規参入端末が存在することを知らせるパケットを送信する。このパケットを受信した隣接局も、同様に暫くの間は干渉報知信号 I A S の送信間隔を  $T\_SF$  に設定し、その送信頻度を高くする。

10

## 【 0 1 6 2 】

別のネットワークから新たに参入した通信局が出現した場合、ネットワーク自体が重なり合うという現象が発生した可能性がある。このような場合には、さらに他にも新規に参入する通信局が現れてくることが予想される。したがって、上述したような仕組みを採用することで、一時的に干渉報知信号の送信頻度を高めて、干渉報知信号が新規参入局から見つけられる可能性を高くし、新規端末の発見を早くする。

## 【 0 1 6 3 】

図 2 2 には、新規参入局を発見したことに応答して干渉報知信号 I A S の送信頻度を一時的に高くするための通信局の動作手順をフローチャートの形式で示している。このような動作手順は、実際には、無線通信装置内の中央制御部 1 0 3 が情報記憶部 1 1 3 に格納されている実行命令プログラムを実行するという形態で実現される。

20

## 【 0 1 6 4 】

通信局は、まず、現在の通信環境を考慮して、干渉報知信号 I A S の送信周期を設定する (ステップ S 3 1 )。

## 【 0 1 6 5 】

そして、通信局は、干渉報知信号 I A S を所定の干渉報知信号送信間隔で周期的に送信する (ステップ S 3 2 )。

## 【 0 1 6 6 】

ここで、新規参入局を発見したかどうかを判別する (ステップ S 3 3 )。新規参入局を発見した場合には、隣接局に対して新規参入局の存在を報知する (ステップ S 3 4 )。

30

## 【 0 1 6 7 】

自局が新規参入局を発見した場合、あるいは、隣接局からの報知により新規参入局の存在を認識した場合、干渉報知信号 I A S の送信頻度を大きくして新規参入局が発見する可能性を高めるために、その干渉報知信号送信間隔をビーコン周期  $T\_SF$  と同じに設定する (ステップ S 3 5 )。そして、通信局は、干渉報知信号 I A S を設定された干渉報知信号送信間隔を以って周期的に送信する (ステップ S 3 6 )。

## 【 0 1 6 8 】

そして、干渉報知信号の送信間隔をビーコン周期に設定してから所定時間が経過すると (ステップ S 3 7 )、ステップ S 3 1 に戻り、現在の通信環境を考慮して、干渉報知信号 I A S の送信周期を設定する。

40

## 【 0 1 6 9 】

また、ステップ S 3 3 において新規参入局を発見しなかった場合も、隣接局から新規参入局の存在が報知されたかどうかを判別する (ステップ S 3 8 )。自局も隣接局も新規参入局の存在を発見しなかった場合には、そのままステップ S 3 2 に戻り、通信局は、これまでと同じ干渉報知信号送信間隔を以って周期的に干渉報知信号 I A S の送信動作を行なう。

## 【 0 1 7 0 】

C - 3 . 通信局の新規参入からの経過時間に応じた干渉報知信号の送信頻度

C - 1 項で説明したような無線通信環境下で、別のネットワークから新たに端末が参入してきた場合には、一時的に干渉報知信号の送信頻度を大きくして、干渉報知信号が新規

50



参入局から見つけられる可能性を高くし、新規端末の発見を早くする（前述）。一方、通信局が新規参入を行なってから一定時間が経過すると、干渉報知信号 I A S を既に発見した可能性が高まるので、送信頻度を高く設定しておく必要性が徐々に低下していく。逆に、送信頻度を高いままにしておくと、チャンネルの利用効率を低下させる要因になる。

【0171】

そこで、本実施形態では、別のネットワークから新たな端末が移ってくるまでの時間をカウントし、このカウント値が一定の数になったら、今度は干渉報知信号 I A S の送信頻度を小さくしていく。ここではカウント値が一定の数になったら、送信の周期を T \_ S F だけ長くすると決める。

【0172】

干渉報知信号 I A S の送信頻度をこのよう制御すると、次に新規参入局が現れるまで、干渉報知信号 I A S の送信頻度が徐々に少なくなっていく。この結果、干渉報知信号 I A S が不要となる程度に応じてその送信頻度が小さくなっていくので、無駄に干渉を報知するパケットが送信されることがなくなっていく。

【0173】

その後、新たにネットワークに加わる通信局が再び現れたら、干渉報知信号 I A S の送信頻度を初期値に戻し、早期発見に努める。

【0174】

図 23 には、新規参入局を発見してからの経過時間に応じて干渉報知信号 I A S の送信頻度を制御するための通信局の動作手順をフローチャートの形式で示している。このような動作手順は、実際には、無線通信装置内の中央制御部 103 が情報記憶部 113 に格納されている実行命令プログラムを実行するという形態で実現される。

【0175】

通信局は、まず、干渉報知信号 I A S の送信周期をビーコン送信周期 T \_ S F と同じに設定し（ステップ S 41）、カウンタ値をリセットする（ステップ S 42）。

【0176】

そして、通信局は、干渉報知信号 I A S を所定の干渉報知信号送信間隔で周期的に送信する（ステップ S 43）。

【0177】

ここで、新規参入局を発見したかどうかを判別する（ステップ S 44）。新規参入局を発見しなかった場合には、そのままステップ S 41 に戻り、通信局は、現在の通信環境を考慮した干渉報知信号送信間隔を以って周期的に干渉報知信号 I A S の送信動作を行なう。

【0178】

一方、新規参入局を発見した場合には、カウンタ値を増分する（ステップ S 45）。

【0179】

なお、新規参入局の発見は、自局で発見する場合の他、図 22 に示した場合と同様に隣接局からの報知を含めるようにしてもよい。

【0180】

カウンタ値が所定値に到達するまでは（ステップ S 46）、ステップ S 43 に戻り、干渉報知信号 I A S の周期的な送信動作を繰り返し実行する。

【0181】

そして、カウンタ値が所定値に到達すると、干渉報知信号 I A S の送信周期をビーコン送信周期 T \_ S F だけ長くして（ステップ S 47）、ステップ S 42 に戻る。

【0182】

[ 追補 ]

以上、特定の実施形態を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施形態の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、本明細書の記載内容を限定的に解釈すべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した

10

20

30

40

50

特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

【図面の簡単な説明】

【0183】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係る無線通信システムを構成する通信装置の配置例を示した図である。

【図2】図2は、本発明の一実施形態に係る無線通信装置の機能構成を模式的に示した図である。

【図3】図3は、本実施形態に係る各通信局のビーコン送信手順を説明するための図である。

【図4】図4は、1チャンネル上におけるビーコン送信タイミングの一例を示した図である。 10

【図5】図5は、パケット間隔の定義を説明するための図である。

【図6】図6は、ビーコン送信局に優先権が与えられる様子を示した図である。

【図7】図7は、伝送フレーム周期の構成を示した図である。

【図8】図8は、ビーコン信号フォーマットの構成例を示した図である。

【図9】図9は、NB O Iの記述例を示した図である。

【図10】図10は、ある周波数チャンネル上において、新規参入局がNB O Iの記述に基づいて既存のビーコンとの衝突を回避しながら自己のビーコン送信タイミングを配置する様子を示した図である。

【図11】図11は、新規参入局が受信したビーコン情報に基づいて隠れ端末のビーコン送信タイミングを避けながら自己のビーコン送信タイミングを配置する様子を示した図である。 20

【図12】図12は、自律分散型のマルチチャンネル無線通信システムの伝送フレーム構成を模式的に示した図である。

【図13】図13は、一方の局のビーコン送信チャンネルが他方の局では干渉チャンネル若しくは通信品質が劣化し使用不能なチャンネルであった場合のデッドロック状態を示した図である。

【図14】図14は、通信局が干渉を受けていないすべてのチャンネル上で定期的に干渉報知信号 I A S を送信して干渉を受けているチャンネルを周辺局に知らせる様子を示した図である。 30

【図15】図15は、干渉報知信号 I A S のフォーマット構成例を示した図である。

【図16】図16は、2台の通信局が配置されているときに、各局が定期的なビーコン送信動作並びに各チャンネル上での干渉報知信号 I A S のスキャン動作を行なっている様子を示した図である。

【図17】図17は、通信局が行なう干渉報知信号の送信処理手順を示したフローチャートである。

【図18】図18は、通信局が行なう干渉報知信号の受信処理手順を示したフローチャートである。

【図19】図19は、通信局が各チャンネル上でビーコン送信位置と干渉報知信号を配置した様子を示した図である。 40

【図20】図20は、図19に示した4チャンネルからなる自律分散通信システムにおいて、通信局Aの後にさらに通信局B及び通信局Cが新たに参入してきたときの各通信局が各チャンネルに干渉報知信号を配置している様子を示した図である。

【図21】図21は、干渉報知信号の送信頻度を  $T\_SF \times (n + 1)$  に設定するための通信局の処理手順を示したフローチャートである（但し、 $n$ は同じ被干渉チャンネルを持つ通信局の台数）。

【図22】図22は、新規参入局を発見したことに応答して干渉報知信号 I A S の送信頻度を一時的に高くするための通信局の動作手順を示したフローチャートである。

【図23】図23は、新規参入局を発見してからの経過時間に応じて干渉報知信号 I A S の送信頻度を制御するための通信局の動作手順を示したフローチャートである。 50

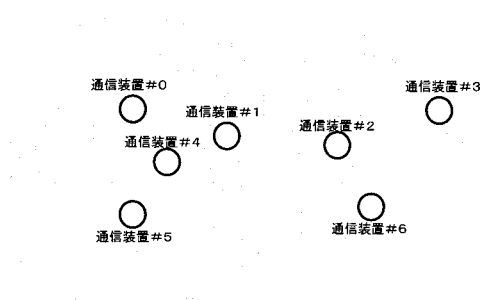
## 【符号の説明】

## 【0184】

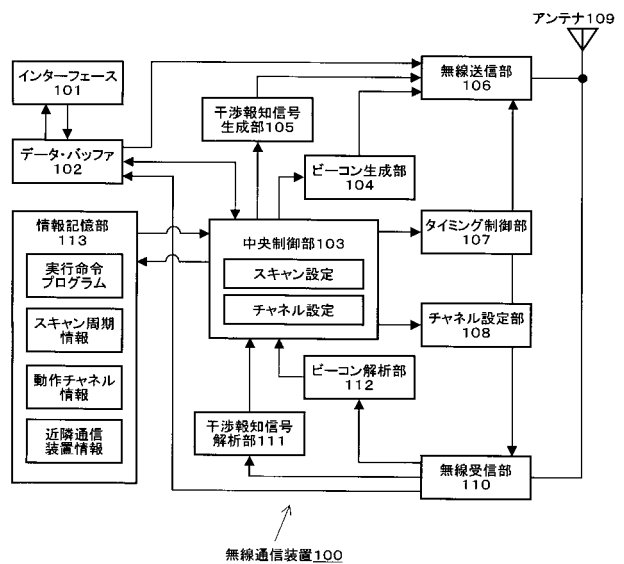
- 100 ... 無線通信装置
- 101 ... インターフェース
- 102 ... データ・バッファ
- 103 ... 中央制御部
- 104 ... ビーコン生成部
- 105 ... 干渉報知信号生成部
- 106 ... 無線送信部
- 107 ... タイミング制御部
- 108 ... チャンネル設定部
- 109 ... アンテナ
- 110 ... 無線受信部
- 111 ... 干渉報知信号解析部
- 112 ... ビーコン解析部
- 113 ... 情報記憶部

10

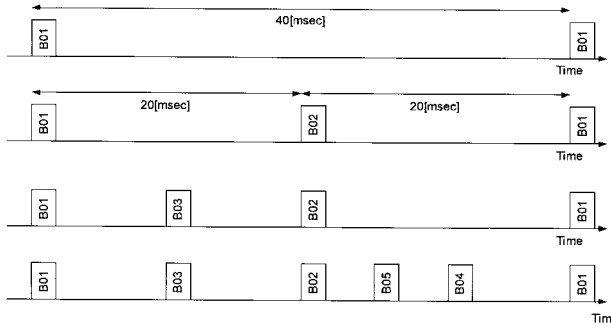
【図1】



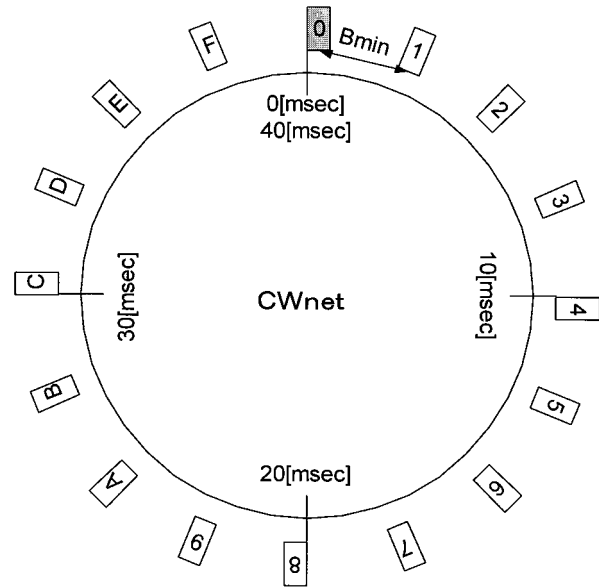
【図2】



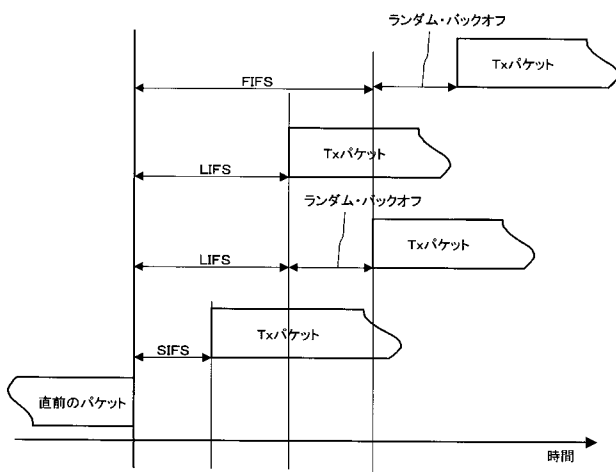
【図 3】



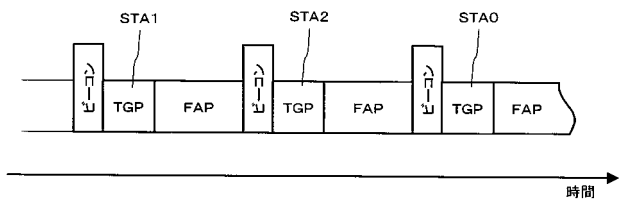
【図 4】



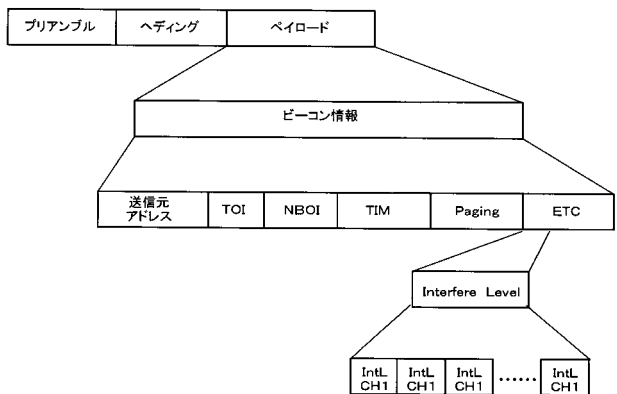
【図 5】



【図 7】



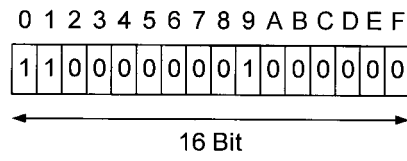
【図 8】



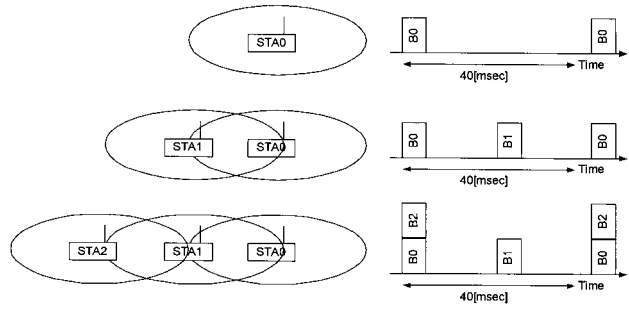
【図 6】



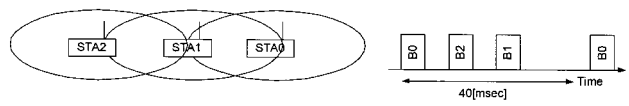
【図 9】



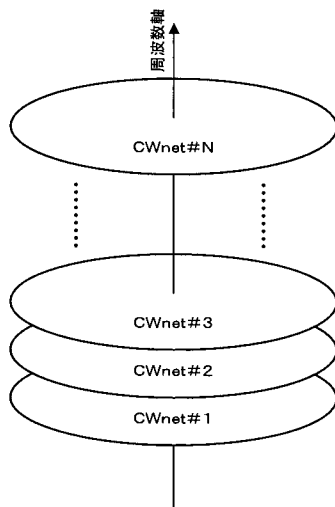
【図 10】



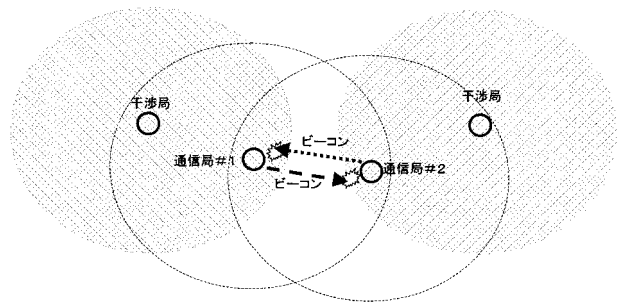
【図 11】



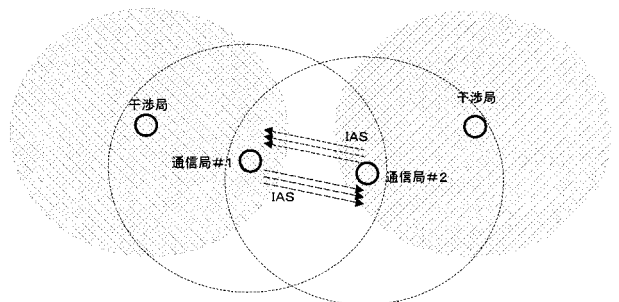
【図 12】



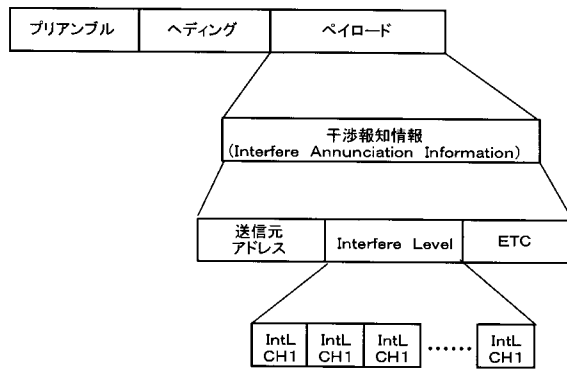
【図 13】



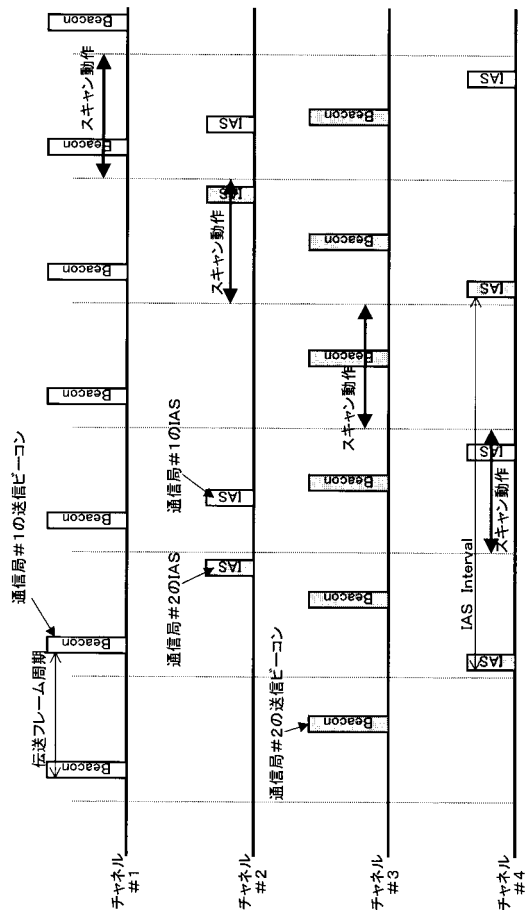
【図 14】



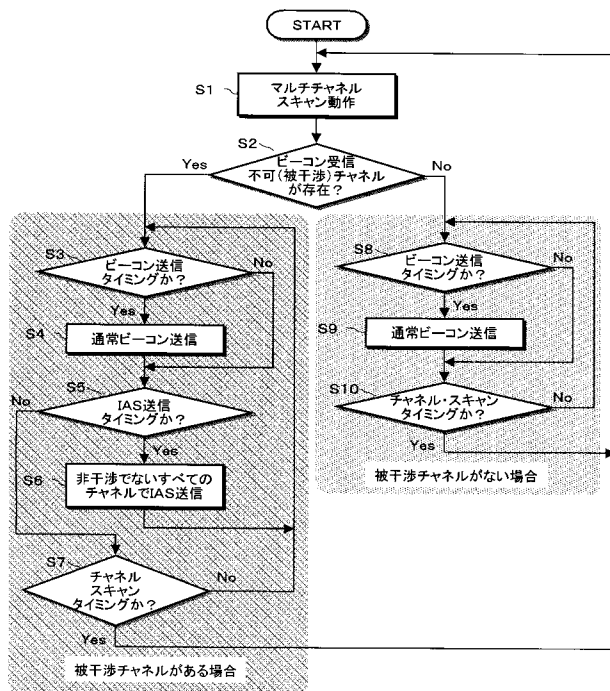
【図 15】



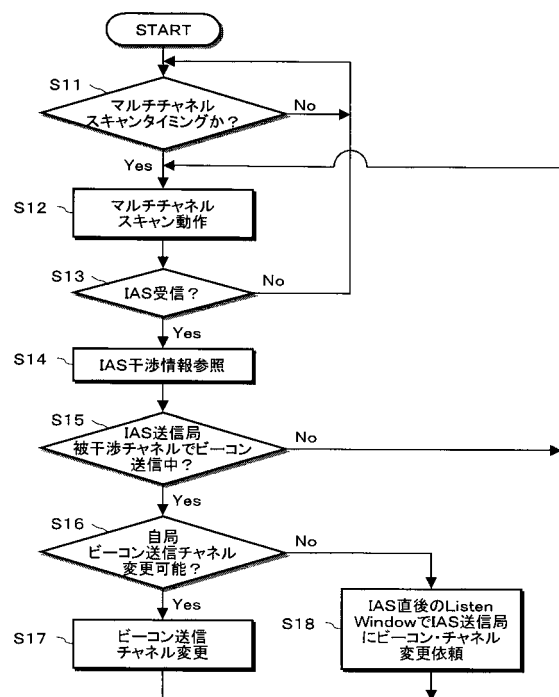
【図 16】



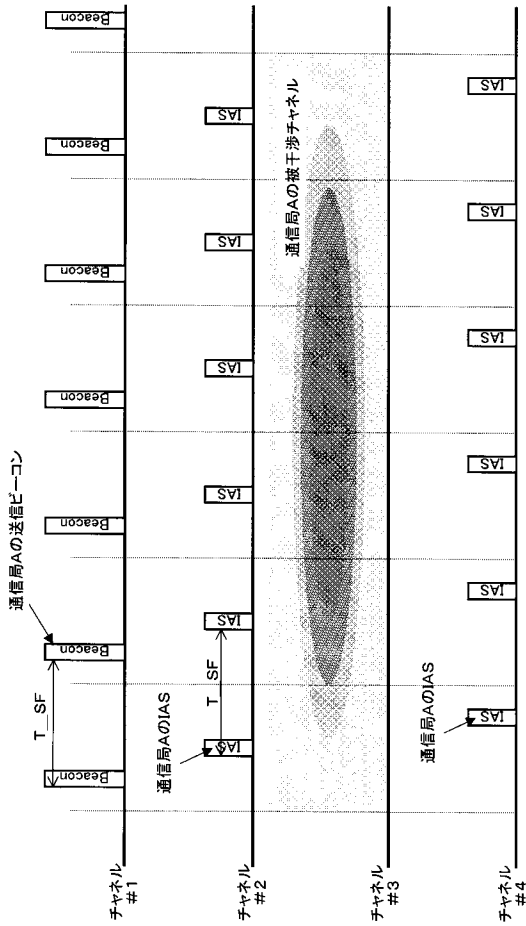
【図 17】



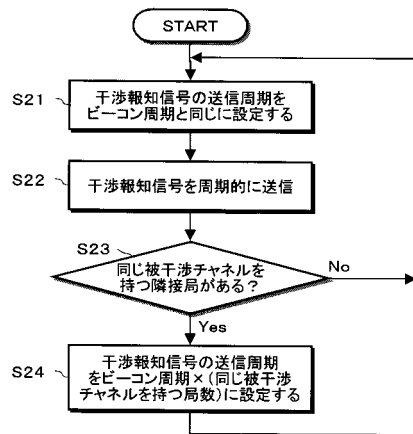
【図 18】



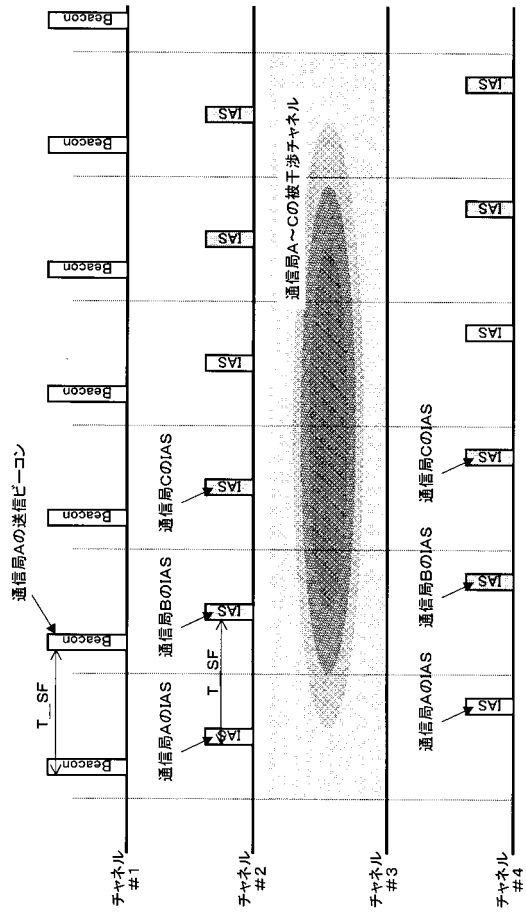
【図 19】



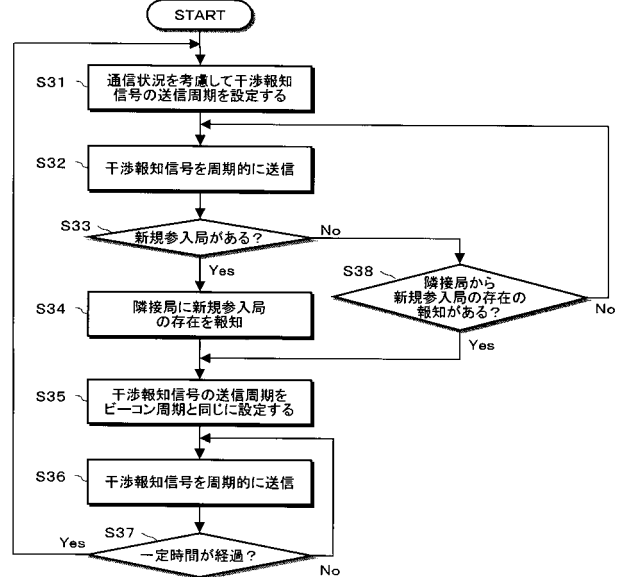
【図 21】



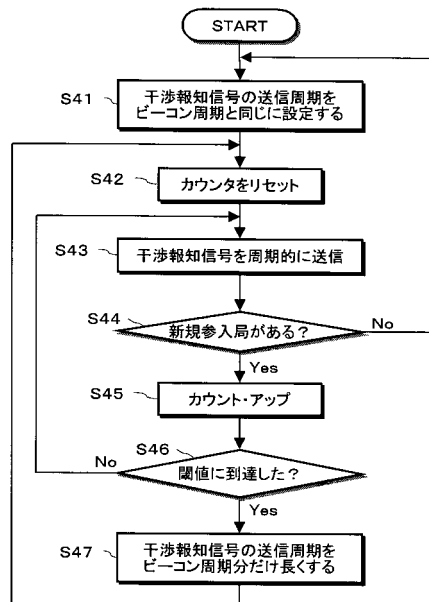
【図 20】



【図 22】



【図 23】





---

フロントページの続き

F ターム(参考) 5K033 AA01 AA05 CB01 DA17 DB16 DB21 EC01