(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2005 年2 月3 日 (03.02.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/011200 A1

(51) 国際特許分類[7]: H04L 12/28

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/010509

(22) 国際出願日: 2004 年7 月23 日 (23.07.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2003-281586 2003 年7 月29 日 (29.07.2003) JP
特願2003-283688 2003 年7 月31 日 (31.07.2003) JP
特願2003-404833 2003 年12 月3 日 (03.12.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川６丁目７番３５号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森岡 裕一 (MORIOKA, Yuichi) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川６丁目７番３５号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

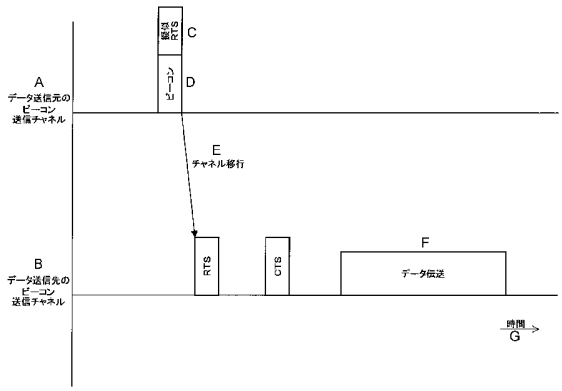
(74) 代理人: 山田 英治 , 外 (YAMADA, Eiji et al.); 〒1040041 東京都中央区新富一丁目１番７号 銀座ティーケイビル 澤田・宮田・山田特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,

[続葉有]

(54) Title: RADIO COMMUNICATION SYSTEM, RADIO COMMUNICATION DEVICE, RADIO COMMUNICATION METHOD, AND COMPUTER PROGRAM

(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



A...BEACON TRANSMISSION CHANNEL OF DATA TRANSMISSION SOURCE
B...BEACON TRANSMISSION CHANNEL OF DATA TRANSMISSION DESTINATION
C...PSEUDO RTS
D...BEACON
E...CHANNEL TRANSFER
F...DATA TRANSMISSION
G...TIME

(57) Abstract: Each communication station evades a deadlock state incapable of recognizing existence of one another and forms a multi-channel radio network of autonomous distributed type. Upon new entry or refresh, the communication station selects as a beacon transmission channel, a channel which can be received by a plenty of communication stations according to the interference information on each channel described in a beacon signal. Moreover, when there is a peripheral station which cannot receive the beacon, modification of the beacon transmission channel is attempted. The communication station can receive the beacon from all the peripheral stations by performing beacon reception on a particular channel, thereby evading the deadlock state.

(57) 要約: 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。 通信局は、新規参入時やリフレッシュ時に、ビーコン信号に記載されている各チャネルの干渉情報を基に、なるべく多くの通信局が受信できるチャネルをビーコン送信チャネルに選択する。また、ビーコンを受信できない周辺局がある場合には、ビーコン送信チャネルの変更を試みる。通信局は、特定のチャネル上でビーコン受信動作を行なうことですべての周辺局から

[続葉有]

WO 2005/011200 A1

NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書
— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領 の際には再公開される。

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

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

技術分野

[0001] 本発明は、無線LAN(Local Area Network)又はPAN(Personal 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、制御局と被制御局の関係を特に有しない各通信局の自律分散的な動作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ネルとデータ送信用のチャネルを適宜決定してマルチチャ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、HiperLAN／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、IEEE802．11a規格、IEEE802．11b規格…などの各種無線通信方式が存在する。

[0008] 一般的には、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。

[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。

[0012] アドホック型無線通信システムには中央制御局が存在しないので、例えば家庭用電気機器からなるホーム・ネットワークを構成するのに適している。アドホック・ネットワークには、1台が故障又は電源オフになってもルーティングを自動的に変更するのでネットワークが破綻しにくい、移動局間でパケットを複数回ホップさせることにより高速データ・レートを保ったままで比較的遠くまでデータを伝送することができる、といった特徴がある。アドホック・システムにはいろいろな開発事例が知られている(例えば、非特許文献4を参照のこと)。

[0013] 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。

[0014] 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あらかじめ複数用意しておき、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。

[0015] 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。

[0016] 例えば、IEEE802．15．3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。

[0017] 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、近隣で稼動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・ネットワークにおいて周波数チャネルを切り替えることは困難である。

[0018] 複数の周波数チャネルを使い分けるために、HiperLAN／2を例にとると、一斉にチャ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主導により決定される。判断する上での情報は、例えば以下の処理手順を経て取得することができる。

[0019] (1)APの指示により、接続中のMTが通信を一時的に休止し、別の周波数チャネルをスキャンしてチャネル品質評価をし、その結果をAPに報告する。

(2)APの指示により、APが一時的に報知チャ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ネルをスキャン並びにチャネル品質評価をし、その結果をAPに報告するなどの処理手順を踏むことで集積している。

[0020] また、Bluetooth通信においては、マスタと呼ばれる中央制御局が基準となっ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、周波数チャネルのホッピング・パターンと時間軸方向の同期の基準となるマスタの存在が必須である。マスタが消失した場合は、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、新たなマスタを選択する処理が必要になる。

[0021] また、IEEE802．11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。

[0022] また、IEEE802．15．3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ネルでの運用が開始されてしまうと、他の周波数チャ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。

[0023] このように従来の無線通信方式では、周波数チャ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、周波数チャネル切り替えを決定するため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、IEEE802．11やHiperLAN／2におけるAP、Bluetooth通信におけるマスタ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。

[0024] また、自チャネルの干渉は測定だけでなく隣接チャネルを使用した場合の干渉を測定して周波数チャ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ネルが実現されるシステムであり、自律分散型のシステムには適用できない。

[0025] 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。勿論、通信局が自局を基準にして選択したビーコン送信チャネルが必ずしもすべての周辺通信局にとっても受信可能なチャネルである

とは限らない。

[0026] また、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。

[0027] 特許文献1:特開平6−37762号公報

非特許文献1:International Standard ISO／IEC 8802−11:1999(E) ANSI／IEEE Std 802. 11, 1999 Edition, Part11: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; Part1: 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; Part2: Radio Link Control(RLC) sublayer

非特許文献4:C. K. Tho著“Ad Hoc Mobile Wireless Network”(Prentice Hall PTR社刊)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0028] 本発明の目的は、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互いに自律分散的に動作することにより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。

[0029] 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。

[0030] 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。

課題を解決するための手段

[0031] 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、制御局と被制御局の関係を有さずに複数の通信局により自律分散型の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、より多くの周辺局が受信可能なチャネルを利用して所定の周期でビーコン信号を送信する、

ことを特徴とする無線通信システムである。

[0032] 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。

[0033] 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。

[0034] 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。勿論、通信局が自局を基準にして選択したビーコン送信チャネルが必ずしもすべての周辺局にとっても受信可能なチャネルであるとは限らない。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。

[0035] 本発明では、各通信局が定期的に送信するビーコン信号(若しくは何らかの干渉情報を報知する信号)に自局が受けている干渉のレベル情報を載せて送信するようになっている。そこで、通信局は、周辺局から受信したビーコン情報に基づいて干渉状況を把握した上で通信チャネルを決定する。したがって、周辺通信局が酷く干渉を受けているチャネルを通信チャネルとして利用することを避けることにより、自律分散的に通信チャネルをコントロールすることができる。

[0036] 通信局は、新規参入時やリフレッシュ時に、ビーコン信号に記載されている各チャネルの干渉情報を基に、なるべく多くの通信局が受信できるチャネルをビーコン送信チャネルに選択する。また、ビーコンを受信できない周辺局がある場合には、ビーコン送信チャネルの変更を試みる。

[0037] したがって、本発明によれば、各チャネルにおける周辺局の干渉レベルを考慮して、なるべく多くの通信局が受信できるチャネルをビーコン送信チャネルとして選択して動作するので、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ることを極力回避することができる。また、各通信局は、送信データがなくビーコンの受信だけを行なっている期間中はチャネルの切り替えが不要となる。

[0038] 通信局は、自局が受けている干渉が許容レベルであれば、なるべく周辺通信局と同一の通信チャネルを利用することにより、RTS／CTSパケットの交換やチャネル移行に必要とされるオーバーヘッドを軽減することができる。

[0039] また、通信局は、ビーコン送信チャネル以外のチャネルを用いてデータ送信動作を行なうようにしてもよい。例えば、通信相手のビーコン信号から得られる干渉情報に基づいて、通信局間では干渉レベルの低い最適なチャネルを用いてトラフィックを送信するようにしてもよい。

[0040] 通信局は、例えば自局が広帯域を必要とするかどうかに応じてビーコン送信チャネルを決定するようにしてもよい。例えば、自局が広帯域を必要とする場合には、なるべく他の通信局が利用していなく自身にとって干渉レベルの低いチャネルを選択し、ビーコンの送信を開始する。自分が広帯域を送信する側でも受信する側でも同様の動作を行なう。

[0041] 他方、広帯域が必要でない通信局は、チャネル変更時のオーバーヘッドなどを考

慮すると、周辺通信局となるべく同一チャネルでビーコンを送信した方がよいので、最も多くの通信局がビーコンを送信しているチャネル（最多チャネル）に注目する。

[0042] その最多チャネルで、自分を含む周辺局が大きな干渉を受けていない場合は、そのチャネルでビーコンの送信を開始する。また、最低レートで送信しているビーコンが受信できないほどの大きな干渉を受けている通信局が複数ある場合は、平均干渉レベルが最も低くなるチャネルを選択し、そこでビーコンを送信開始するようにする。

[0043] また、本発明に係る無線通信システムによれば、ビーコン送信後に、そのビーコン送信局に対して優先的な通信権を与えることによって、自律分散的にトラフィックの往来を管理することができる。このとき、ビーコン送信後、優先的に利用するチャネルを受信側の干渉状況に応じて、ビーコン送信チャネルとは異なる、トラフィック送信に最適なチャネルへ移行することも可能である。

[0044] また、本発明に係る自律分散型の無線通信システムでは、各チャネル上においてビーコン送信タイミング直後に配置される優先送信期間以外の期間ではCSMA／CAに基づくランダム・アクセスが行なうことができる。このとき、衝突を回避し通信品質を向上させる手段としてRTS／CTS方式を採用することができる。この通信方式では、データ送信元の通信局はデータ送信先の通信局のビーコン送信チャネル上で送信要求パケットRTSを送信し、データ送信先の通信局から確認通知パケットCTSを受信したことに応答してデータ送信を開始する。

[0045] ここで、データ送信元の通信局は、データ送信先の通信局からは隠れ端末となる通信局が存在することを想定して、RTS信号の送信に先駆けて、自局のビーコン送信チャネル上で、RTS信号とマルチプレクスしたビーコンを送信するようにしてもよい。このようなビーコンを受信した周辺局は、RTS／CTS手続に基づくデータ伝送が行なわれるチャネル上で所定時間のデータ送信を差し控えることにより、干渉を回避するようにする。

[0046] このとき、データ送信元のビーコン送信チャネルとデータ送信先の通信局のビーコン送信チャネルが一致する場合には、RTS信号とマルチプレクスしたビーコンをRTS信号そのものであるとみなす。また、データ送信先の通信局は、当該ビーコンを受信したことに応答してCTS信号を返すことにより、データ送信を開始することができる

。このようにして、RTS信号の再送を省略することにより、マルチチャネルにおけるRTS／CTS手続のオーバーヘッドを軽減することができる。

[0047] また、本発明の第2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、制御局と被制御局の関係を有さずに複数の通信局が自律分散的に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、自局のビーコン送信チャネル上で所定の伝送フレーム周期でビーコンを送信するとともに、通信を行なう必要がない他局が設定しているビーコン送信チャネルが現在現在自局が利用しているチャネルと異なる場合には、当該他局からのビーコンの受信動作を省略し、ビーコン受信のためのチャネル切り替えを行なわないようにする、

ことを特徴とする無線通信システムである。

[0048] 上述したように、本発明の第1の側面に係る無線通信システムによれば、マルチチャネル方式の自律分散ネットワークで、通信局はより最適なチャネルを自局のビーコン送信チャネルに設定することができる。

[0049] ここで、各通信局は、所定の伝送フレーム周期でビーコンを送信して周辺局の存在把握やネットワーク状態の報知を行なうとともに、周辺局のビーコンを受信する必要がある。マルチチャネル方式のネットワークでは、ビーコンを受信するためには、通信局は、周辺局のビーコン送信タイミングに合わせてビーコン送信チャネルに移行しなければならない。しかしながら、チャネル切り替えには、ハードウェア動作上約300マイクロ秒程度の時間を要する。このため、データ通信中の通信局が、他局のビーコンを受信するために、データ通信を中断し、チャネル移行並びにビーコン受信を行なった後、元のチャネルに移行してデータ通信を再開する場合、オーバーヘッドが大きくなってしまう。

[0050] そこで、本発明の第2の側面では、通信局は、他局のビーコン送信タイミングが近づいていることを把握した場合、当該ビーコン送信局と通信を行なう必要があるかどうかを判断した上で、ビーコンを受信する必要がなく、且つ現在利用しているチャネルがビーコン送信チャネルとは相違する場合には、ビーコンの受信動作を省略するようにした。

[0051] このように、必要のないビーコンの受信動作を省略することにより、ビーコン移行に要する時間や装置の消費電力を省略し、通信容量を増大することができる。

[0052] ここで、本発明に係る無線通信システムでは、ビーコン送信局に対して優先的な通信権を与えることによって、自律分散的にトラフィックの往来を管理するが（前述）、ビーコン送信局は必ずしもビーコン送信チャネル上で優先送信権を獲得するとは限らない。すなわち、ビーコン送信局は、優先的に利用するチャネルを受信側の干渉状況に応じて、ビーコン送信チャネルとは異なるトラフィック送信に最適なチャネルへ移行する可能もある。

[0053] ビーコン送信局がビーコン送信直後にチャネルを移行してデータ通信を開始する可能性があるが、通信局がビーコン受信動作を省略すると、このようなチャネル移行動作を認識することができなくなる。そこで、通信局は、ビーコン受信動作を省略した場合には、ビーコン送信タイミングを基にRTS、CTS信号の送信タイミングを推定し、これらのタイミングだけ現在利用しているチャネルにおいて受信動作を行ない、ビーコン送信局が現在利用しているチャネルに移行してきたかどうかを検知する。

[0054] そして、通信局は、RTS、CTS信号の送信タイミングでビーコン送信局が現在利用しているチャネルに移行してきたことを検知した場合には、自局のデータ通信動作を差し控えることにより、通信の衝突を回避する。一方、検知しなかった場合には、ビーコン送信局が別のチャネル上で優先送信権を獲得していると認識し、現在利用しているチャネル上での自局のデータ通信動作を継続して行なう。

[0055] このように、他局のビーコンの受信動作を省略した場合には、ビーコン送信局がビーコン送信により獲得した優先送信期間において、所定期間だけ受信動作を行なうことにより、不要なチャネル移行を行なうことなく、且つ通信の衝突を回避することができる。

[0056] また、本発明の第3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、制御局と被制御局の関係を有さずに複数の通信局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、自己の受信に最適となるビーコン送信チャネル上でビーコンを送信するとともに、データ送信先の通信局のビーコン送信チャネルを利用してデータ送信

を行なう、

ことを特徴とする無線通信システムである。

[0057] 本発明の第3の側面では、各通信局は、自局にとって最も通信品質の良いチャネルをビーコン送信チャネルに選択し、このチャネル上で自局のビーコン送信タイミングを配置してビーコン送信を行なうようにする。自己のビーコン送信チャネル上で既存の局のビーコン送信タイミングが既に設定されている場合には、時間的に重ならないように自己のビーコン送信タイミングを決定する。ビーコン情報には、例えば各チャネルにおいて被っている干渉情報などが記載される。また、通信局は、他局のビーコン送信タイミングに伴い該他局のビーコン送信チャネルに移行してビーコンの受信を行なう。

[0058] 一方、通信局かデータを送信するときには、自局のビーコン送信チャネルとは無関係に、データ送信先となる通信局において良好な通信品質を持ち受信に適したチャネルを利用してデータ送信を行なう。各通信局においてどのチャネルの通信品質がよいかは、その局がどのチャネルを用いてビーコン送信を行なっているかによって簡単に判別することができる。

[0059] このように各通信局は自己の干渉状況のみに依存してビーコン送信チャネルを決定し、これが自局のトラフィックを受信するためのチャネルとして周知化されることから、マルチチャネル自律分散型の通信環境下における各通信局における制御が容易となる。

[0060] ここで、各通信局は、自局のビーコン送信タイミングに伴い優先送信期間を獲得するようにしてもよい。

[0061] また、各通信局は、他局のビーコン送信タイミングに伴い該他局のビーコン送信チャネルに移行してビーコンの受信を行なった後、当該ビーコン送信チャネル上で当該他局に与えられている優先送信期間中であっても、それ以外のチャネル上でのデータ送信動作が許容される。

[0062] 例えば、ある通信局がビーコン送信後に獲得した優先送信期間を利用して、送信先の通信局のビーコン送信チャネルを利用してデータ送信を行なう。そして、優先期間中に、他局のビーコン受信タイミングが近づくと、送信を一時停止し、そのビーコン

送信予定チャネルへ移行する。移行先のチャネルでは他局が優先送信期間を利用するが、自局が利用していたチャネルと異なる場合には元のチャネルに戻ってデータ送信動作を引き続き行なうことができる。

[0063] 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。

[0064] また、本発明に係る自律分散型の無線通信システムでは、各チャネル上においてビーコン送信タイミング直後に配置される優先送信期間以外の期間ではCSMA／CAに基づくランダム・アクセスが行なうことができる。このとき、衝突を回避し通信品質を向上させる手段としてRTS／CTS方式を採用することができる。

[0065] このような場合、データ送信元の通信局はデータ送信先の通信局のビーコン送信チャネル上で送信要求パケットRTSを送信し、データ送信先の通信局から確認通知パケットCTSを受信したことに応答してデータ送信を開始するようにすればよい。

[0066] また、データ送信元の通信局は、データ送信先の通信局からは隠れ端末となる通信局が存在することを想定して、RTS信号の送信に先駆けて、自局のビーコン送信チャネル上で、データ送信先の通信局とそのビーコン送信チャネルを明記したビーコンを送信するようにしてもよい。このようなビーコンを受信した周辺局は、データ送信先の通信局のビーコン送信チャネル、すなわちRTS／CTS手続に基づくデータ伝送が行なわれるチャネル上で所定時間のデータ送信を差し控えることにより、干渉を回避するようにする。

[0067] このとき、データ送信元のビーコン送信チャネルとデータ送信先の通信局のビーコン送信チャネルが一致する場合には、データ送信先の通信局とそのビーコン送信チャネルを明記したビーコンを擬似的なRTS信号であるとみなす。また、データ送信先の通信局は、データ送信先の通信局とそのビーコン送信チャネルを明記したビーコンを受信したことに応答してCTS信号を返すことにより、データ送信を開始することができる。このようにして、RTS信号の送信手続（RTS信号の再送）を省略することにより、マルチチャネルにおけるRTS／CTS手続のオーバーヘッドを軽減することができる。

[0068] また、本発明の第4の側面は、複数のチャネルが用意され、制御局と被制御局の関係を有しない無線通信環境下で自律分散的に動作するための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、

データ送受信用のチャネルを設定するチャネル設定ステップと、

データ送受信を制御する通信制御ステップと、

自局が受けている干渉のレベル情報を含んだビーコン信号を生成するビーコン生成ステップと、

周辺局から受信したビーコン信号を解析するビーコン解析ステップを備え、

前記チャネル設定ステップでは、周辺局から受信したビーコンに含まれる干渉レベル情報に基づいて周辺局における各チャネルの干渉状況を把握した上で通信チャネルを決定する、

ことを特徴とするコンピュータ・プログラムである。

[0069] また、本発明の第5の側面は、複数のチャネルが用意され、制御局と被制御局の関係を有しない無線通信環境下で自律分散的に動作するための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、

自局のビーコン送信チャネルを設定してビーコンを送信するビーコン送信ステップと、

周辺局からのビーコン受信動作を制御するビーコン受信制御ステップと、

周辺局から受信したビーコン信号を解析するビーコン解析ステップと、

データ通信チャネルを設定してデータ通信動作を制御する通信制御ステップを備え、

前記ビーコン受信制御ステップは、

他局のビーコン送信タイミングが近づいていることを把握するサブステップと、

当該ビーコン送信局と通信を行なう必要があるかどうかを判断するサブステップと、

ビーコンを受信する必要がなく且つ現在利用しているチャネルがビーコン送信チャネルとは相違する場合にはビーコンの受信動作を省略するサブステップとを含む、

ことを特徴とするコンピュータ・プログラムである。

[0070] また、本発明の第6の側面は、複数のチャネルが用意され、制御局と被制御局の関係を有しない無線通信環境下で自律分散的に動作するための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、

データ送受信用のチャネルを設定するチャネル設定ステップと、

データ送受信のタイミングを制御する通信制御ステップと、

自局のビーコン信号を生成するビーコン生成ステップと、

周辺局からの受信ビーコン信号を解析するビーコン解析ステップとを備え、

前記チャネル設定ステップでは、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、データ送信時にはデータ送信先の通信局のビーコン送信チャネルをデータ送信チャネルとして決定する、

ことを特徴とするコンピュータ・プログラムである。

[0071] 本発明の第4乃至第6の各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4乃至第6の各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乃至第3の各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

[0072] 本発明によれば、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ができる。

[0073] 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ができる。

[0074] 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。

[0075] 本発明に係るマルチチャネル自律分散型の無線通信システムによれば、通信局同士のデッドロック状態を好適に回避することができるとともに、効率のよい周波数配置によりシステム全体のスループットを向上させることができ、さらに他システムへの影響を軽減することができる。

[0076] また、本発明に係るマルチチャネル自律分散型の無線通信システムによれば、ビーコンを送信して周辺局の存在把握やネットワーク状態の報知を行なうとともに、周辺局のビーコンを受信する必要があるが、必要のないビーコンの受信動作を省略することにより、ビーコン移行に要する時間や装置の消費電力を省略し、通信容量を増大することができる。

[0077] また、ビーコン受信動作を省略した場合には、ビーコン送信タイミングを基にRTS、CTS信号の送信タイミングを推定し、これらのタイミングだけ現在利用しているチャネルにおいて受信動作を行なうことにより、不要なチャネル移行を行なうことなく、且つ通信の衝突を回避することができる。

[0078] また、本発明によれば、自律分散型のマルチチャ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い柔軟な干渉回避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。また、複数チャネルを同時に利用することができるので、この点でもシステム全体のスループットを向上させることができる。

[0079] 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。

発明を実施するための最良の形態

[0080] 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。

[0081] 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ネルすなわちマルチチャ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。

[0082] 本発明に係る無線ネットワークでは、各通信局は、CSMA(Carrier Sense Multiple Access:キャリア検出多重接続)などのキャリア検出若しくはメディアのクリア状態の検出に基づくアクセス手順に従い直接(ランダム)に情報を伝送し、自律分散型の無線ネットワークを構築することができる。

[0083] 制御局と被制御局の関係を有しない自律分散型の無線通信システムでは、例えば、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出現した通信局は、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認識し、ネットワークに参入することができる。

[0084] 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。各通信局は互いのビーコン送信タイミングに従い緩やかに時間同期して、時分割多重アクセス構造を持った伝送(MAC)フレームによりチャネル・リソースを効果的に利用した伝送制御が行なわれる。したがって、各通信局は、帯域を予約する、あるいは優先利用期間を設定するなど時間同期をベースにしたアクセス方式を行なうことができる。

[0085] 以下に説明する各通信局での処理は、基本的に、本発明に係る自律分散型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。

[0086] 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

装置が自律分散的に動作し、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。

[0087] 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。

[0088] 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。

[0089] 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。

[0090] 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、制御信号生成部105と、無線送信部106と、タイミング制御部107と、チャネル設定部108と、アンテナ109と、無線受信部110と、制御信号解析部111と、ビーコン解析部112と、情報記憶部113とで構成される。

[0091] 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、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。

[0092] 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。

[0093] 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動作やチャネル設定動作、ビーコン受信動作、RTS／CTS方式に則ったデータ通信動作などを含む)を一元的に行なう。

[0094] 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。

[0095] 制御信号生成部105は、データ送信に先立ち、必要に応じて送信要求(RTS:Request to Send)信号や確認通知(CTS:Clear to Send)信号などの制御情報(後述)を生成する。本実施形態では、RTS信号とビーコン信号をマルチプレクスして送信することもある。但し、マルチチャネル自律分散型の通信環境下でのRTS／CTS通信方式については後に詳解する。

[0096] 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。

[0097] 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を無線送信する。無線送信部106は、送信信号を所定の変調方式で変調する変調器や、デジタル送信信号をアナログ信号に変換するD／A変換器、アナログ送信信号を周波数変換してアップコンバートするアップコンバータ、アップコンバートされた送信信号の電力を増幅するパワーアンプ(PA)など(いずれも図示しない)で構成される。

[0098] 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などの信号を受信処理する。無線受信部110は、アンテナ109を介して他局から受信した信号を電圧増幅する低雑音アンプ(LNA)や、電圧増幅された受信信号を周波数変換によりダウンコンバートするダウンコンバータ、自動利得制御器(AGC)、アナログ受信信号をデジタル変換するA／D変換器、同期獲得のための同期処理、チャネル推定、所定の復調方式により復調処理する復調器など(いずれも図示しな

い)で構成される。

[0099] 本発明の第1の実施形態では、ビーコン信号は、設定可能な最低レートで送信され、なるべく多くの通信局が受信できるようにする。また、第2の実施形態では、無線通信装置100が無線ネットワークを運用するために、各チャネルにおける通信品質を確認し、自局にとって最も良好なチャネルをビーコン送信用の基準チャネルに設定する。そして、自局のビーコン送信チャネル上で既存の局がある場合には時間的に重ならないように、既存の局がない場合には任意のタイミングで自局のビーコン送信スロット位置を決定する。各チャネルの通信品質や、自局のビーコン送信チャネルやその他のビーコン送信に関する情報は、情報記憶部113に格納される。ビーコン信号の具体的な構成については後述する。

[0100] また、本発明の第1の実施形態では、各通信局は各チャネルの通信品質を基に自局のビーコン送信チャネルやデータ通信チャネルを決定する。このため、無線受信部110は、各チャネルにおける伝搬路状況を推定し、中央制御部103に通知する。これに対し、第2の実施形態では、用意されている複数の周波数チャネルのうち、自局にとって最も良好なチャネルを自局のビーコン送信チャネルとして設定するとともに、データ送信時には送信先となる通信局が受信に適したチャネル(すなわち当該受信局のビーコン送信チャネル)をデータ送信用チャネルとして逐次的に設定する。

[0101] なお、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(Ultra Wide Band)方式、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing:直交周波数分割多重)方式、CDMA(Code Division Multiple Access:符号分割多元接続)方式などを採用することができる。

[0102] 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、自局のビーコン送信チャネル上で規定した伝送フレーム周期の先頭における自局のビーコン送信タイミングや、各チャネルにおける周辺局からのビーコン受信タイミング、各チャネルにおけるスキャン動作周期、ビーコン送信チャネルやチャネル干渉情報を設定するリフレッシュ周期、RTS/CTS方式に則った各パケット

(RTS、CTS、データ、ACKなど)の送信タイミング(フレーム間スペース(IFS))などを制御する。

[0103] 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。本実施形態では、自局にとって最も良好なチャネル若しくはなるべく多くの通信局が受信できるチャネルをビーコン送信チャネルとして設定する。また、通信相手のビーコン信号から得られる干渉情報に基づいて、通信局間では干渉レベルの低い最適なチャネルをデータ送信チャネルに設定することもできる。

[0104] どのチャネルが自局においてトラフィックの受信に最適であるかどうかは、例えば、各チャネルをスキャン動作する際に、通信品質を計測することによって判断することができる。また、各チャネルの状態は時々刻々と変動することから、新規参入時の他、所定周期でリフレッシュ動作を行なって最新のチャネル干渉情報を得てチャネル設定動作を行なう。勿論、いずれかのチャネルで通信品質が所定値以上変化したときにビーコン送信チャネルを再設定するようにしてもよい。なお、チャネルの通信品質の計測方法やビーコン送信チャネルの再設定は本発明の要旨には直接関連しないので、本明細書中ではこれ以上説明しない。

[0105] 制御信号解析部111は、周辺の無線通信装置から送られてきたRTS信号(ビーコン信号にマルチプレクスされたRTS信号を含む)やCTS信号などの制御情報を解析する。

[0106] ビーコン解析部112は、周辺局から受信した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、周辺局のビーコン送信チャネルやその受信タイミング、受信ビーコンに記載されているチャネル干渉情報などの情報は近隣装置情報として情報記憶部113に格納される。

[0107] 情報記憶部113は、中央制御部103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、自己のビーコン送信タイミングやビーコン送信チャネル、他の通信局のビーコン送信タイミングやビーコン送信チャネルなどの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。

[0108] 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通

信品質を確認し、自局にとって最も良好なチャネル若しくはなるべく多くの通信局が受信できるチャネルをビーコン送信用の基準チャネルに設定する。そして、自局のビーコン送信チャネル上で、既存の局がある場合には時間的に重ならないように、既存の局がない場合には任意のタイミングで自己のビーコン送信タイミングを決定する。各チャネルの通信品質や、自局のビーコン送信チャネルやその他のビーコン送受信に関する情報は、情報記憶部113に格納される。ビーコン信号の構成については後述する。

[0109] B. チャネル上でのアクセス動作

本実施形態では、通信局として動作する無線通信装置100は、複数のチャネルが用意され、特定の制御局を配置しない通信環境下で、緩やかな時分割多重アクセス構造を持った伝送(MAC)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CSMA／CAに基づくランダム・アクセスなどの通信動作を行なう。

[0110] ここで、CSMAはキャリア検出に基づいて多重アクセスを行なう接続方式である。無線通信では自ら情報送信した信号を受信することが困難であることから、CSMA／CD(Collision Detection)ではなくCSMA／CA(Collision Avoidance)方式により、他の通信装置の情報送信がないことを確認してから、自らの情報送信を開始することによって、衝突を回避する。CSMA方式は、ファイル転送や電子メールなどの非同期データ通信に適しているアクセス方式である。

[0111] なお、非常に広い周波数帯域でキャリアを使用せず1ナノ秒以下の超短パルス波や、数ギガヘルツの帯域幅に拡散した信号やマルチキャリア信号を用いた通信を行なうウルトラワイドバンド(UWB)通信では、キャリア検出を行なうことができないが、データ送信を行なう通信局がメディアのクリア状態を検出することにより、同様のランダム・アクセスを行なうことができる。

[0112] 本発明の第1の実施形態では、各通信局は、自局並びに周辺局の各チャネルの干渉情報に基づいてなるべく多くの通信局が受信できるチャネルをビーコン送信チャネルに選択する。そして、最多チャネル上で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。ビーコン送信周期のことを、「伝送フレーム(T__SF)」と定義し、例えば40ミリ秒とする。ビーコン送信チャネルはチャネル設定部108により設定される。

[0113] また、本発明の第2の実施形態では、各通信局は、自局の通信品質に基づいてビーコン送信用のチャネルを決定し、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)の他の通信局に自局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。

[0114] 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認識することができる。そして、ビーコンの受信タイミングと緩やかに同期しながら、周辺局からビーコンが送信されていないタイミングに自局のビーコン送信タイミングを設定する。

[0115] 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。但し、ここではまず単一チャネル上で各通信局のビーコンが配置されている場合について説明する。

[0116] ビーコンで送信される情報が100バイトであるとすると、送信に要する時間は18マイクロ秒となる。40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2222分の1と十分小さい。

[0117] 各通信局は、周辺で発信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。

[0118] 周辺に通信局がいない場合、通信局01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40ミリ秒である(前述)。図3中の最上段に示す例では、B01が通信局01から送信されるビーコンを示している。

[0119] 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。

[0120] 例えば、図3中の最上段に示すように、通信局01のみが存在するチャネル上において、新たな通信局02が現われたとする。このとき、通信局02は、通信局01からの

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。

[0121] 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。

[0122] 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。

[0123] 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、最小のビーコン間隔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。

[0124] ここで、各通信局はビーコン送信の直後に優先利用領域(TPP)を獲得することから(後述)、伝送フレーム内に新規のビーコンを配置する際には、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、図3に示したように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。

[0125] 図4には、1チャネル上において伝送フレーム内で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、円環上で時針が右回りで運針する時計のように表している。伝送フレーム内で、ビーコン送信タイミングを配置可能な位置のことを「スロット」とも呼ぶ。各通信局は、自局のビーコン送信タイミングであるTBTT(Target Beacon Transmission Time)から故意に若干の時間オフセット(TBTTオフセット)を持った時刻で送信する。

[0126] 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5ミリ秒と規定した場合には、1伝送フレームにつき最大16個までしかビーコンを配置することができない。すなわち、16台以上の通信局はネットワークに参入できない。

[0127] 本実施形態では、IEEE802.11方式などの場合と同様に、複数のフレーム間スペースを定義する。図5に示すように、フレーム間スペースとして、Short Inter Frame Space(SIFS)とLong Inter Frame Space(LIFS)を定義する。

[0128] 通常のパケットをCSMAの手順に従って送信する際には、図5(b)に示すように、何らかのパケットの送信が終了してから、まずLIFSだけメディア状態を監視し、この間にメディアがクリアすなわち送信信号が存在しなければ、ランダム・バックオフを行ない、さらにこの間にも送信信号が存在しない場合に、送信権利が与えられる。ランダム・バックオフ値の計算方法は、擬似ランダム系列を用いるなど既存技術で知られている方法を適用する。

[0129] これに対し、優先度又は緊急度の高いパケットを送信する際には、LIFSよりも短いSIFSのフレーム間スペースの後に送信することが許されている。すなわち、図5(a)に示すようにSIFSだけメディア状態を監視し、この間にメディアがクリアすなわち送信信号が存在しなければ、送信権利が与えられる。これにより、緊急度の高いパケットは、通常のCSMAの手順に従って送信される(すなわち、LIFS+ランダム・バックオフだけ待機してから送信される)パケットよりも先に送信することが可能となる。

[0130] 例えば、優先送信期間(TPP)内の通信局は、SIFSのフレーム間スペース後に送

信開始することにより、優先的にパケットを送信する権利が確保される。また、RTS／CTS方式に従って、RTSに引き続いて送信されるCTS、データ、ACKの各パケットも同様にSIFSのフレーム間スペースで送信することにより、近隣局に邪魔されず、一連の通信手順を実行することができる。

[0131] 要するに、異なる種類のフレーム間スペースを定義することにより、フレーム間スペースの長さに応じてパケットの送信権争い優先付けが行なわれる訳である。

[0132] さらに本実施形態においては、上述したフレーム間スペースである「SIFS」と「LIFS＋バックオフ」の他に、図5(c)並びに(d)に示すように、「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」のフレーム間スペースを適用する。他方、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、その他の通信局は「FIFS＋バックオフ」のフレーム間スペースを用い、優先権が与えられている局はSIFSあるいはLIFSでのフレーム間スペースを用いる。

[0133] 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は、該ビーコンを送信した局に送信の優先的に送信を行なうことができる優先送信期間(TPP)を獲得する。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。本明細書では、この優先区間をTransmission Prioritized Period(TPP)と定義する。TPP内では、通信局は、SIFSのフレーム間スペース後に送信開始することにより、優先的にパケット送信する権利が確保される。

[0134] また、TPP以外の区間をFairly Access Period(FAP)と定義され、各通信局が通常のCSMA／CA方式により通信が行なわれる。すなわち、TPPが経過したビーコン送信局を含め、すべての通信局は、LIFS＋ランダム・バックオフだけ待機してから送信開始することができるので、言い換えれば、ランダムなバックオフにより送信権が均等に与えられることになる。

[0135] 図7には、TPP区間内におけるビーコン送信局並びにそれ以外の局が送信権を得るための動作について図解している。

[0136] ビーコン送信局は、自局のビーコンを送信した後、より短いバケット間隔SIFSの後に送信を開始することができる。図示の例では、ビーコン送信局はSIFSの後にRTS

パケットを送信する。そして、その後も、送信されるCTS、データ、ACKの各パケットも同様にSIFSのフレーム間スペースで送信することにより、近隣局に邪魔されず、一連の通信手順を実行することができる。

[0137] 一方、その他の局は、ビーコンが送信された後、まずLIFSだけメディア状態を監視し、この間にメディアがクリアすなわち送信信号が存在しなければ、ランダム・バックオフを行ない、さらにこの間にも送信信号が存在しない場合に、送信権利が与えられる。このため、ビーコン送信局が先にSIFS経過後にRTS信号を送信すると、メディアはクリアでなくなるから、他局は送信を開始することができなくなる。

[0138] 図8には、通信局がTPP区間及びFAP区間においてそれぞれ送信を開始するための動作を図解している。

[0139] TPP区間内では、通信局は、自局のビーコンを送信した後、より短いバケット間隔SIFSの後に送信を開始することができる。図示の例では、ビーコン送信局はSIFSの後にRTSパケットを送信する。そして、その後も、送信されるCTS、データ、ACKの各パケットも同様にSIFSのフレーム間スペースで送信することにより、近隣局に邪魔されず、一連の通信手順を実行することができる。

[0140] これに対し、FAP区間では、通信局は、他の周辺局と同様にLIFS＋ランダム・バックオフだけ待機してから送信開始する。言い換えれば、ランダムなバックオフにより送信権が均等に与えられることになる。図示の例では、他局のビーコンが送信された後、まずLIFSだけメディアの状態を監視し、この間にメディアがクリアすなわち送信信号が存在しなければ、ランダム・バックオフを行ない、さらにこの間にも送信信号が存在しない場合に、RTSパケットを送信する。なお、RTS信号に起因して送信されるCTS、データ、ACKなどの一連のパケットはSIFSのフレーム間スペースで送信することにより、近隣局に邪魔されず、一連の通信手順を実行することができる。

[0141] 図9には、伝送フレーム周期（T__SF）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、直前のビーコンを送信した通信局に対してTPPが割り当てられ、当該局だけがSIFSという短いフレーム間スペースで優先的に送信権を得ることができる。

[0142] TPP区間が経過するとFAPになり、各通信局が通常のCSMA／CA方式により通

信が行なう。すなわち、すべての通信局は、LIFS＋ランダム・バックオフだけ待機してから送信開始するので送信権が均等に与えられる。そして、ビーコン送信タイミングが隣接する次の通信局からビーコンが送信されることにより、FAPが終わる。その後、同様にビーコン送信局にTPPが与えられた後FAP期間となる、というシーケンスが繰り返される。

[0143] ビーコンは、基本的にはネットワーク構築のために送信されるが、優先送信期間TPP開始の基準を示すという目的で送信される場合には、後述するすべての情報（図11を参照のこと）が掲載されている必要はない。すなわち、ビーコンには、TPP獲得に関連する情報のみが含まれている場合もあり、極端な例では、本信号がTPPを獲得した上で送信されている旨を記載した1ビット（若しくは数ビット程度）の情報でビーコンを構成することもできる。

[0144] また、自律分散的な通信システムにおいて、ビーコンを用いなくても、通信局が優先送信期間TPPを獲得することができる仕組みを実現することができる。ビーコンを使用しないで優先送信期間TPPを獲得するシステムでは、通信局が優先送信期間TPPを得て送信する信号の一部に優先送信期間TPPを利用して送信している旨を記載することによっても、ビーコンを使用する上記の通信システムと同様のネットワーク動作（衝突回避動作）を実現することができる。このように、各通信局は、ビーコン信号の報知、若しくはデータ・フレームなどの信号の一部の記載に基づいて互いのスーパーフレーム内の送受信タイミングを通知し合い、自律分散的にCSMA手順によりメディアへのランダム・アクセスを行ないつつ、緩やかな時分割多重アクセスを実現することができる。

[0145] なお、図9ではビーコン送信局がビーコン送信の直後からTPP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TPPの開始時刻を設定するようにしてもよい。

[0146] ここで、1チャネル上のフレーム間スペースについてまとめると、各通信局は、ビーコン並びに自局のTPP内でのパケットの送信に関しては、SIFS間隔での送信が許容されることにより高いプライオリティが与えられる。すなわち、通信局は、ビーコンを送信する度に、短いフレーム間スペースで送信開始できるので、優先的にデータを送

信する機会が得られることになる。

[0147] 一方、それ以外のFAPにおいてはLIFS＋バックオフの間隔での送信を行なうことが許容される。

[0148] また、通信局は、自局のTPP内では送信権を優先的に得ることができるが、この区間でメディアを占有するものではない。すなわち、自局のTPP内でも、他の通信局がLIFS＋バックオフの間隔を以って送信を開始することも許容する。例えば、通信局は、ビーコンを送信してTPPを獲得したものの、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には、SIFSのフレーム間スペースで通信動作を開始しない。この結果、ビーコン送信局は、自局のTPPを放棄したこととなる。すると、TPPを与えられていない他の通信局は、LIFS＋バックオフあるいはFIFS＋バックオフが経過した後に、この時間帯でも送信を開始することができる。

[0149] 図10には、ビーコン送信局がTPPを放棄したときの動作を示している。ビーコン送信局がTPPの放棄によりSIFS間隔で送信を開始しなければ、他局はLIFS＋バックオフでパケットの送信を開始することができる。この場合、TPPを与えられていない他の通信局は、LIFS＋バックオフあるいはFIFS＋バックオフが経過した後に、この時間帯でも送信を開始することができる。また、TPPを放棄した場合であっても、ビーコン送信局は、勿論、自局のTPP区間内であれば、通信局は、他局の送信動作が完了した後に、さらにSIFS間隔で優先的に送信を開始することができる。

[0150] さらに、他局のTPP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し、低いプライオリティが与えられる。IEEE802．11方式においては、常にフレーム間スペースとしてFIFS＋バックオフが採られているが、本実施形態の構成によれば、この間隔を詰めることができて、より効果的なパケット伝送が可能となる。

[0151] 上記では、TPP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、TPP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る。基本的にTPP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。

[0152] 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か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、通信動作を行なわず、TPP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、他の通信局は、通常のCSMA手順に従い、所定のフレーム間スペースとバックオフが経過した後にこのTPPの時間帯でも送信を開始する。

[0153] 図9に示したようにビーコン送信した直後にTPP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。勿論、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。

[0154] また、本実施形態では、ビーコン送信局に対して優先的な通信権を与えることによって自律分散的にトラフィックの往来を管理するが(前述)、マルチチャネル環境下では、ビーコン送信局は必ずしもビーコン送信チャネル上でTPPを獲得するとは限らない。すなわち、ビーコン送信局は、優先的に利用するチャネルを受信側の干渉状況に応じて、ビーコン送信チャネルとは異なるトラフィック送信に最適なチャネルへ移行する可能もある。

[0155] 図11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ブルに、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。

[0156] TX. ADDR:送信局(TX)のMACアドレス

TOIS:TBTTオフセット・インジケータ(TBTT Offset Indication Sequence)

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

TIM:トラフィック・インジケーション・マップ(Traffic Indication Map)

PAGE:ページング(Paging)

[0157] TOISフィールドでは、TBTTオフセット(上述)を決定するための情報(例えば、擬似ランダム系列)が格納されており、当該ビーコンがビーコン送信タイミングTBTTに対してどれだけのオフセットを以って送信されているかを示す。TBTTオフセットを設けることにより、2台の通信局が伝送フレーム上では同じスロットにビーコン送信タイミングを配置している場合であっても、実際のビーコン送信時刻がずらすことができ、ある伝送フレーム周期にはビーコンが衝突しても、別の伝送フレーム周期では各通信局は互いのビーコンを聞き合う(あるいは、近隣の通信局は双方のビーコンを聞く)、すなわち衝突を認識することができる。

[0158] TIM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、TIMフィールド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、Pagingは、TIMに掲載されている受信局のうち、直後のTPP 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TPPでの受信に備えなければならない。

[0159] ビーコンには上記以外のフィールド(ETCフィールド)も用意されている。ETCフィールドは、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(IntLCH)を記述するフィールドを含んでいてもよい。

[0160] また、通信局は、これからRTS/CTS手続に基づいてデータ送信を行なおうとする際に、ETCフィールドを使って(あるいはPSDUの専用のフィールドを設けて)データ送信先の通信局とそのビーコン送信チャネルを明記するようにしてもよい。CSMA/CAに基づくランダム・アクセスを行なう際にRTS/CTS手続により通信品質を維持することができるが、この点については後述に譲る。

[0161] NBOIフィールドは、伝送フレーム内において自局が受信可能な隣接局のビーコンの位置(受信時刻)を記述した情報である。本実施形態では、図4に示したように1伝送フレーム内で最大16個のビーコンを配置なスロットが用意されていることから、受信できたビーコンの配置に関する情報を16ビット長のビットマップ形式で記述する。すなわち、自局のビーコン送信タイミングTBTTをNBOIフィールドの先頭ビット(MSB)にマッピングするとともに、その他の各スロットを自局のTBTTを基準とした相対位

置（オフセット）に対応するビット位置にそれぞれマッピングする。そして、自局の送信ビーコン並びに受信可能なビーコンの各スロットに割り当てられたビット位置に1を書き込み、それ以外のビット位置は0のままとする。

[0162] 図12には、利用チャネル数を1つとした場合におけるNBOIの記述例を示している。同図に示す例では、通信局0が「1100, 0000, 0100, 0000」のようなNBOIフィールドを作っている。これは、図4に示したように最大16局を収容可能な各スロットに通信局0ーFがそれぞれTBTTを設定しているような通信環境下で、図3に示した通信局0が、「通信局1並び通信局9からのビーコンが受信可能である」旨を伝えることになる。つまり、受信ビーコンの相対位置に対応するNBOIの各ビットに関し、ビーコンが受信可能である場合にはマーク、受信されてない場合にはスペースを割り当てる。また、MSBが1になっているのは自局がビーコンを送信しているためで、自局がビーコンを送信している時刻に相当する場所もマークする。

[0163] 各通信局は、あるチャネル上でお互いのビーコン信号を受信すると、その中に含まれるNBOIの記述に基づいて、チャ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周辺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。

[0164] 図13には、新規に参入した通信局が周辺局から受信したビーコンから得た各ビーコンのNBOIに基づいて自局のTBTTを設定する様子を示している。

[0165] 通信局は電源投入後、まずスキャン動作すなわち伝送フレーム長以上にわたり連続して信号受信を試み、周辺局の送信するビーコンの存在確認を行なう。この過程で、周辺局からビーコンが受信されなかった場合には、通信局は適当なタイミングをTBTTとして設定する。一方、周辺局から送信されるビーコンを受信した場合には、周辺局から受信した各ビーコンのNBOIフィールドを当該ビーコンの受信時刻に応じてシフトしながら論理和（OR）をとって参照することにより、最終的にマークされていないビット位置に相当するタイミングの中からビーコン送信タイミングを抽出する。

[0166] 図13に示す例では、新規に登場した通信局Aに着目し、通信局Aの周辺には通信局0、通信局1、通信局2が存在しているという通信環境を想定している。そして、通信局A は、スキャン動作により伝送フレーム内にこの3つの局0ー2からのビーコンが

受信できたとする。

[0167] NBOIフィールドは、周辺局のビーコン受信時刻を自局のビーコンに対する相対位置にマッピングしたビットマップ形式で記述される(前述)。そこで、通信局Aでは、周辺局から受信できた3つのビーコンのNBOIフィールドを各ビーコンの受信時刻に応じてシフトして時間軸上でビットの対応位置を揃えた上で、各タイミングのNBOIビットのORをとって参照する。

[0168] 周辺局のNBOIフィールドを統合して参照した結果、得られている系列が図9中“OR of NBOIs”で示されている「1101, 0001, 0100, 1000」であり、1は伝送フレーム内で既にTBTTが設定されているタイミングの相対位置を、0はTBTTが設定されていないタイミングの相対位置を示している。この系列において、スペース(ゼロ)の最長ランレングスは3であり、候補が2箇所存在していることになる。図13に示す例では通信局Aは、このうち15ビット目を自局ビーコンのTBTTに定めている。

[0169] 通信局Aは、15ビット目の時刻を自局の正規ビーコンのTBTT(すなわち自局の伝送フレームの先頭)として設定し、ビーコンの送信を開始する。このとき、通信局Aが送信するNBOIフィールドは、ビーコン受信可能な通信局0ー2のビーコンの各受信時刻を、自局の正規ビーコンの送信時刻からの相対位置に相当するビット位置をマークしたビットマップ形式で記載し、図13中の“NBOI for TX (1 Beacon TX)”で示す通りとなる。

[0170] 本発明はマルチチャネル型の自律分散ネットワークに関するものであり、利用可能な各周波数チャネルについてのビーコン配置を記述したNBOI情報が必要であるが、この点について後述に譲る。

[0171] 図14には、ある周波数チャネル上において、新規参入局がNBOI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STA0ーSTA2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。

[0172] 図14上段では、通信局STA0のみが存在している場合を示している。このとき、STA0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40ミリ秒（伝送フレーム）毎に送信されている。このとき、STA0から送信されるビーコンに記載されているNBOIフィールドのすべてのビットが0である。

[0173] 図14中段には、通信局STA0の通信範囲内でSTA1が参入してきた様子を示している。STA1は、ビーコンの受信を試みると、STA0のビーコンが受信される。さらにSTA0のビーコンのNBOI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STA0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する。

[0174] STA1が送信するビーコンのNBOI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、NBOIフィールドの該当するビット位置に1を設定する。

[0175] 図14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。

[0176] NBOI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NBOI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。

[0177] そして、図15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NBOI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NBOI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。

[0178] C．マルチチャネル環境下でのアクセス動作

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。

[0179] ところが、本発明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16を参照のこと)。また、本発明では、各通信局は、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ず、且つ、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(前述)。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。

[0180] 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。

[0181] そこで、本発明の第1の実施形態では、各通信局が定期的に送信するビーコン信号に自局が受けている干渉のレベル情報を載せて送信し、周辺局から受信したビーコン情報に基づいて干渉状況を把握した上で通信チャネルを決定するようになっている。例えば、周辺通信局が酷く干渉を受けているチャネルを通信チャネルとして利用することを避けることにより、自律分散的に通信チャネルをコントロールするようにしている。

[0182] また、本発明の第2の実施形態では、各通信局は、自局にとって最も通信品質の良いチャネルをビーコン送信チャネルに選択する一方、データを送信するときには、自局のビーコン送信チャネルとは無関係に、データ送信先となる通信局において良好な通信品質を持ち受信に適したチャネルを利用してデータ送信を行なう。

[0183] D. 第1の実施形態

本発明の第1の実施形態に係るマルチチャネル通信システムでは、各通信局が定期的に送信するビーコン信号に自局が受けている干渉のレベル情報を載せて送信し、周辺局から受信したビーコン情報に基づいて干渉状況を把握した上で通信チャネルを決定する。これによって、周辺通信局が酷く干渉を受けているチャネルを通信チャネルとして利用することを避けることにより、通信チャネルを自律分散的にコントロールすることができる。

[0184] ここで、図17に示すような干渉環境下で2台以上の通信局が配置されている状態について考察してみる。

[0185] 同図に示す無線通信システムでは、チャネル＃1ーチャネル＃3の3つのチャネルが利用可能チャネルとして用意されているが、空間上の左右に、チャネル＃1、チャネル＃2、並びにチャネル＃3が被干渉チャネルとなる干渉局がそれぞれ配置されている。

[0186] この空間の略中央に配置されている通信局＃2、並びに通信局＃3では、すべてのチャネルでビーコンを聞き取ることができる。また、通信局＃1ではチャネル＃1及びチャネル＃2が被干渉チャネルとなっており、通信局＃4ではチャネル＃3が被干渉チャネルとなっているが、最低レートで送信されるビーコン信号は受信可能な干渉レベルである。

[0187] 通信局＃2は、各局からのビーコンを受信して、各局におけるチャネル毎の干渉情報を取得することができる。そして、すべての通信局がビーコンを送信することができるチャネル＃3を利用して、自局のビーコン信号の送信を行なう。

[0188] また、通信局＃2は、ビーコン送信チャネル以外のチャネルを用いてデータ送信動作を行なうようにしてもよい。例えば、通信局＃4宛てにトラフィックを送信するときには、チャネル＃3を利用してビーコンを送信した後、通信局＃4において干渉レベルの低いチャネル＃1又はチャネル＃2へ移行して、トラフィックの送信を開始する。

[0189] 本実施形態に係るマルチチャネル自律分散型無線ネットワークでは、通信局は、新規参入時やリフレッシュ時に、ビーコン信号に記載されている各チャネルの干渉情報を基に、なるべく多くの通信局が受信できるチャネルをビーコン送信チャネルに選択

する。また、ビーコンを受信できない周辺局がある場合には、ビーコン送信チャネルの変更を試みる。

[0190] このように、なるべく多くの通信局が受信できるチャネルをビーコン送信チャネルとしビーコンの送信動作を行なうことにより、より多くの通信局がお互いのビーコンを受信してその存在を認識することができ、デッドロックの状態に陥ることを極力回避することができる。

[0191] また、各通信局は、送信データがなくビーコンの受信だけを行なっている期間中はチャネルの切り替えが不要となる。通信局は、自局が受けている干渉が許容レベルであれば、なるべく周辺通信局と同一の通信チャネルを利用することにより、チャネル移行のオーバーヘッドを軽減することができる。チャネル移行にはハードウェア動作上約300マイクロ秒程度の遅延時間を要することから、チャネル移行の回数を削減することにより、通信容量を増大することができる。

[0192] また、通信局は、例えば自局が広帯域を必要とするかどうかに応じてビーコン送信チャネルを決定するようにしてもよい。例えば、自局が広帯域を必要とする場合には、なるべく他の通信局が利用していなく自身にとって干渉レベルの低いチャネルを選択し、ビーコンの送信を開始する。自分が広帯域を送信する側でも受信する側でも同様の動作を行なう。

[0193] 他方、広帯域が必要でない通信局は、チャネル変更時のオーバーヘッドなどを考慮すると、周辺局となるべく同一チャネルでビーコンを送信した方がよいので、最も多くの通信局がビーコンを送信しているチャネル(最多チャネル)に注目する。

[0194] その最多チャネルで、自分を含む周辺局が大きな干渉を受けていない場合は、そのチャネルでビーコンの送信を開始する。また、最低レートで送信しているビーコンが受信できないほどの大きな干渉を受けている通信局が複数いる場合は、平均干渉レベルが一番低くなるチャネルを選択し、そこでビーコンを送信開始するようにする。

[0195] 各通信局はそれぞれ定期的に、この動作を行なうことによって、常に通信チャネルを最適なものにリフレッシュしていく。

[0196] 図18には、本実施形態に係るマルチチャネル自律分散型無線ネットワークにおいて、通信局がビーコン送信チャネルを選択するため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。

[0197] まず、所定の手順に従い各チャネル上でスキャン動作を行ない、周辺局から送信されるビーコン信号の受信を試みる(ステップS1)。

[0198] ここで、周辺局のビーコン信号を発見することができた場合には(ステップS2)、次いで、自局が広帯域を必要とするかどうかを判別する(ステップS3)。広帯域が必要かどうかは、自局が送信する側及び受信する側の双方の場合を考慮して判断する。

[0199] 自局が広帯域を必要としない場合には、周辺局の中で最も多くの通信局がビーコンを送信しているチャネル(最多チャネル)に着目し(ステップS4)、その最多チャネルで自分を含む周辺局が大きな干渉を受けているかどうかをさらに判別する(ステップS5)。

[0200] ここで、最多チャネルで自局を含む周辺局が大きな干渉を受けていない場合には、その最多チャネルを選択して(ステップS6)、そのチャネル上でビーコンの送信を開始する(ステップS7)。

[0201] また、最多チャネルで大きな干渉を受けている通信局が複数ある場合には、平均干渉レベルが最も低くなるチャネルを選択し(ステップS10)、そこでビーコンを送信開始するようにする(ステップS7)。

[0202] また、ステップS3において、自局が広帯域の通信容量を必要とすると判断した場合には、なるべく他の通信局が利用していなく自局にとって干渉レベルの低いチャネルを選択し(ステップS9)、ビーコンの送信を開始する(ステップS7)。自分が広帯域を送信する側でも受信する側でも同様の動作を行なう。

[0203] また、ステップS2において、周辺局からのビーコン信号を発見しなかった場合には、自局にとって最適なチャネル、具体的には自局にとって干渉レベルが最低となるチャネルをビーコン送信チャネルとして選択し(ステップS8)、ビーコンの送信を開始する(ステップS7)。

[0204] そして、通信局は、定期的リフレッシュ時刻が到来すると(ステップS11)、ステップS1に戻り、ビーコン送信チャネルの選択動作を繰り返し行なう。このように、通信局は

定期的に上述した動作を行なうことによって、常に通信チャネルを最適なものにリフレッシュしていく。

[0205] 次に、本実施形態に係るマルチチャネル自律分散型の無線ネットワークにおいて、通信局が時系列的にチャネル変更を行なう動作について説明する。

[0206] 本実施形態に係る自律分散型の無線通信システムでは、各チャネル上においてビーコン送信タイミング直後に配置される優先送信期間(TPP)、並びにTPPに続くFAPの各期間では、CSMA／CAに基づくランダム・アクセスが行なう。このとき、フレーム間スペースにより優先送信権を割り当てるとともに、衝突を回避し通信品質を向上させる手段としてRTS／CTS方式を採用することができる(例えば、図7並びに図8を参照のこと)。

[0207] RTS／CTS方式では、正味の情報の送信に先立ち、送信元通信局はRTS(Request to Send:送信要求)を送信し、受信先通信局がこのRTSを受信してデータを受信可能であれば、その応答としてCTS(Clear to Send:受信準備完了)を返す。そして、RTS／CTSの情報交換により送受信局間でコネクションが確立した後にデータ伝送を実行する。

[0208] ここで、RTS／CTSの情報交換を利用した一般的なデータ送受信シーケンスについて、図19を参照しながら説明する。但し、同図に示す例は、特定の1チャネル上で送信元通信局＃1から受信先通信局＃2へデータ伝送が行なわれる場合のシーケンスである。また、通信局＃0は通信局＃2にとって隠れ端末であり、通信局＃3は通信局＃1にとって隠れ端末となる。

[0209] まず、通信局＃1から通信局＃2へデータを送信するに先立ち、通信局＃1においてチャネルが空き状態であることを検出した後に、所定のプリアンブル信号P(131)と、RTS信号(132)を送信する。

[0210] ここで、RTS信号には、CTSを受信するまでの時間情報(Duration)が記載され、このRTS信号を受信できた周辺局は、Durationで指定されている期間は、NAV(Network Allocation Vector)を設定して信号の送信を停止することで、衝突回避動作を行なう。図示の例では、通信局＃0は通信局＃1のRTS信号を受信したことによって、その受信時刻情報から、自己からの送信を控える時間(送信待機期間)を設

定する動作を行なう。一方、通信局＃3は隠れ端末であるからRTS信号を受信することはできない。

[0211] さらに、通信局＃2はRTS信号を受信できて、なお且つその後のデータ受信が可能であれば、所定のプリアンブル信号P(133)と、CTS信号(134)を返信する。

[0212] CTS信号には、データの受信が終了するまでの時間情報(Duration)が記載されている。このCTS信号を受信できた周辺局は、Durationで指定されている期間は、NAVを設定して信号の送信を停止することで、衝突回避動作を行なう。図示の例では、通信局＃3は通信局＃2のCTS信号を受信したことによって、その受信時刻情報から、自己からの送信を控える時間(送信待機期間)を設定する動作を行なう。

[0213] このように送受信局の一方にとって隠れ端末となる通信局であっても、RTS又はCTS信号のうちいずれかを受信することによって所定時間だけ送信動作を行なわないことにより、干渉が回避され、通信品質が維持される。

[0214] そして、このCTS信号を受信できた通信局＃1では、CTS信号で記載された時間にわたり、所定のプリアンブル信号P(135)とデータData(136)の送信処理を行なうとともに、通信局＃2では、同時にデータData(136)の受信動作を行なう。

[0215] このとき、通信局＃0では、通信局＃1からのデータ通信が行なわれることを、データData(136)のヘッダ情報Head(図示しない)から把握し、このデータ通信持続時間にわたり、通信局＃1宛ての送信が行なわない制御を行なうようにしても良い。

[0216] この他に必要に応じて、データの受信が正しく行なわれたか否かをACK情報(図示しない)として、無線通信装置＃2から無線通信装置＃1に返送するようにしても良い。

[0217] 次いで、本実施形態に係るマルチチャネル自律分散型の無線ネットワークへのRTS／CTS方式の適用例について、図20を参照しながら説明する。

[0218] 既に述べたように、本実施形態では、データ送信元の通信局は、データ送信先の通信局のビーコン送信チャネルに移行してデータ送信動作を行なう。このため、データ送信先の通信局にとって隠れ端末となる周辺局が移行先のチャネルが干渉チャネルとなっている場合には、移行先のチャネルで送信するRTS信号を聞きとれないという、マルチチャネル固有の隠れ端末問題が生じる。

[0219] そこで、データ送信元の通信局は、データ送信先の通信局からは隠れ端末となる通信局が存在することを想定して、RTS信号の送信に先駆けて、自局のビーコン送信チャネル上で、RTS信号とマルチプレクスしたビーコン信号(データ通信を行なっているチャネルの情報を含んだビーコン信号)を送信する。

[0220] このビーコン信号は擬似的にRTS信号としての役割を果たす。隠れ端末は、ビーコン送信チャネル上でRTS信号がマルチプレクスされたビーコン(データ通信を行なっているチャネル情報を含むビーコン)を受信したことに応答して、所定時間だけデータ送信動作を差し控えることにより、干渉を回避することができる。

[0221] その後、データ送信元の通信局は、データ送信先の通信局のビーコン送信チャネルに移行して送信要求パケットRTSを送信し、データ送信先の通信局から確認通知パケットCTSを受信したことに応答してデータ送信を開始する。

[0222] 図21には、本実施形態に係るマルチチャネル自律分散型の無線ネットワークへRTS/CTS方式を適用した他の例を示している。

[0223] 本実施形態では、データ送信元の通信局は、データ送信先の通信局にとって干渉レベルの低いチャネルに移行してデータ送信動作を行なうことに伴う隠れ端末問題を回避するために、RTS信号の送信に先駆けて、自局のビーコン送信チャネル上で、RTS信号とマルチプレクスしたビーコン(データ通信を行なっているチャネル情報を含むビーコン)とともに送信する。

[0224] このとき、データ送信元のビーコン送信チャネルとデータ送信先の通信局のビーコン送信チャネルが一致する場合には、RTS信号マルチプレクスしたビーコンを擬似的なRTS信号そのものであるとみなす。

[0225] また、データ送信元のビーコン送信チャネルとデータ伝送を行なうチャネルが一致する場合には、RTS信号マルチプレクスしたビーコン(データ通信を行なっているチャネル情報を含むビーコン)をRTS信号そのものであるとみなす。

[0226] また、データ送信先の通信局は、RTS信号をマルチプレクスしたビーコン(データ通信を行なっているチャネル情報を含むビーコン)を受信したことに応答して、通常のRTS信号の到来を待つことなく、CTS信号を返すことにより、データ送信を開始することができる。

[0227] このようにして、RTS信号の送信手続(RTS信号の再送)を省略することにより、マルチチャネルにおけるRTS／CTS手続のオーバーヘッドを軽減することができる。

[0228] 図22ー図24には、本実施形態に係るマルチパス自律分散型の無線ネットワークにおいて、無線通信装置100が通信局として自律動作するための処理手順をフローチャートの形式で示している。但し、無線通信局100は、図示しないスキャン動作などにより、周辺局のビーコン送信チャネルやビーコン送信タイミングなどの近隣局情報を既に獲得しているものとする。図示の通り、通信局は、送信要求に依存しない定常動作モード、ビーコン送信をトリガとした送信開始モード、並びに送信継続モードを持つ。このような処理手順は、実際には、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。

[0229] 定常動作モード下では、ビーコン送信タイミングが到来するまでの間、周辺局のビーコン送信タイミングが到来すると(ステップS31)、その周辺局のビーコン送信チャネルへ移行して、ビーコンの受信を行なう(ステップS32)。

[0230] そして、自局のビーコン送信タイミングが到来すると(ステップS21)、通信プロトコルの上位層(例えば、インターフェース101経由で接続される外部機器)からの送信要求があるかどうかをチェックする(ステップS22)。送信要求がない場合には、自己に最適となるビーコン送信チャネル上でビーコンの送信を行なう(ステップS33)。

[0231] 一方、上位層からの送信要求がある場合には、RTS／CTS手続のために、自局のビーコン送信チャネル上で、RTS信号をマルチプレクスしたビーコン(データ通信を行なっているチャネル情報を含むビーコン)を所定のビーコン送信タイミングで送信する(ステップS23)。

[0232] 次いで、送信開始モードに遷移し、自局のビーコン送信チャネルとデータ送信先の通信局のビーコン送信チャネル(すなわちデータ伝送に用いられるチャネル)が一致するかどうかをチェックする(ステップS24)。

[0233] ここで、互いのビーコン送信チャネルが一致しない場合には、データ送信先の通信局のビーコン送信チャネルへ移行してから(ステップS34)、RTS信号を送信する(ステップS35)。一方、互いのビーコン送信チャネルが一致する場合には、RTS信号をマルチプレクスしたビーコン(データ通信を行なっているチャネル情報を含むビーコ

ン)をRTS信号そのものであるとみなし、正規のRTS信号の送信並びにチャネル移行動作が省略される。そして、データ送信先の通信局からCTS信号されるまで待機する(ステップS25)。

[0234] ここで、所定時間内にCTS信号を受信することができなかった場合には(ステップS26)、ステップS35へ進んで、RTS信号の再送を行なう。

[0235] 一方、所定時間内にCTS信号を無事受信することができた場合には(ステップS26)、上位層から要求されているデータ送信を実行する(ステップS27)。そして、上位層からの送信要求がさらにあるかどうかをチェックする(ステップS28)。送信要求が完了した場合には、ステップS21に戻り、定常動作モード下でのビーコン送受信動作を行なう。

[0236] また、送信要求が継続する場合には(ステップS28)、送信継続モードに遷移する。そして、自局のビーコン送信タイミングまで未だ余裕があるかどうかをチェックする(ステップS29)。余裕がない場合には、ステップS21に戻り、定常動作モード下でのビーコン送信動作を行なう。

[0237] 自局のビーコン送信タイミングまで未だ余裕がある場合には(ステップS29)、さらに周辺局のビーコン送信タイミングまで未だ余裕があるかどうかをチェックする(ステップS30)。

[0238] 自局並びに周辺局のビーコン送信タイミングまで余裕がある場合には(ステップS30)、ステップS35へ進んで、RTS信号を送信し、データ通信動作を継続する。

[0239] 周辺局のビーコン送信タイミングまで余裕がない場合には(ステップS30)、現在利用チャネルと当該周辺局のビーコン送信チャネルが異なる場合はチャンネル移行し(ステップS36、S37)、ビーコンを受信する(ステップS38)。

[0240] そして、周辺局のビーコンの受信を行なった後、移行先である周辺局のビーコン送信チャネルと、自局がこれまでデータ送信に利用していた利用チャネルとが一致するかどうかをチェックする(ステップS39)。互いのビーコン送信チャネルが一致しない場合には、ステップS34へ進み、データ送信先の通信局のビーコン送信チャネルへ移行してから、RTS信号を送信し(ステップS35)、データ通信動作を再開する。

[0241] また、互いのビーコン送信チャネルが一致する場合には(ステップS39)、ビーコン

送信局の優先送信区間となるので、通信局はデータ通信動作を再開することはできない。この場合はステップS21に戻り、定常動作モード下でのビーコン送信動作を行なう。

[0242] 図18に示したような手順に従がってビーコン送信チャネルを設定することにより、マルチチャネル方式の自律分散ネットワークで、通信局はより最適なチャネルを自局のビーコン送信チャネルに設定することができる。また、図22ー図24に示した通信動作手順に従えば、通信局は、所定の伝送フレーム周期でビーコンを送信して周辺局の存在把握やネットワーク状態の報知を行なうとともに、周辺局のビーコン送信タイミングに合わせてビーコン送信チャネルに移行してビーコンの受信動作を行ないながら、RTS／CTS方式に従ったデータ通信を行なうことができる。

[0243] ここで、チャネル切り替えには、ハードウェア動作上、約300マイクロ秒程度の時間を要する。このため、データ通信中の通信局が、他局のビーコンを受信するためにデータ通信を中断し、チャネル移行並びにビーコン受信を行なった後、元の利用チャネルに移行してデータ通信を再開する場合、オーバーヘッドが大きくなってしまう。

[0244] 図25には、データ通信中の通信局が、他局のビーコンを受信するためにデータ通信を中断し、チャネル移行並びにビーコン受信を行なった後、元のチャネルに移行してデータ通信を再開する動作例を示している。

[0245] 同図に示すように、チャネルCH2上では、データ送信元である通信局＃2からRTSパケットを送信しデータ送信先である通信局＃3からCTSパケットが戻されたことに応答して、通信局＃2はデータ・パケットの伝送動作を開始する。

[0246] ここで、別のチャネルCH3上で、周辺局＃1によるビーコン送信タイミングTBTTが近づくと、通信局＃2（並びに通信局＃3）は、送信データが継続するかどうかに拘らず、チャネル移行時間T_CHCHを費やしてチャネルCH3へ移行し、ビーコンを受信する。

[0247] ビーコン送信局である通信局＃1は優先送信権を獲得し、TPP区間内にチャネルCH3上でRTS／CTS手続きに従って優先的なデータ送信動作を開始する。

[0248] これに対し、通信局＃2（並びに通信局＃3）は、RTSパケットの受信により、チャネルCH3で優先送信動作が行なわれ、自局のデータ通信チャネルCH2ではデータ通

信を継続できることを認識すると、チャネル移行時間T__CHCHを費やしてチャネルCH2へ戻る。そして、通信局＃2からRTSパケットを送信し通信局＃3からCTSパケットが戻されたことに応答して、通信局＃2はデータ・パケットの伝送動作を再開する。

[0249] 図25に示すように、マルチチャネル通信環境では、周辺局のビーコン受信に伴い、データ通信のオーバーヘッドが増大する。他方、データ通信の相手ではない周辺局からのビーコンは必ずしも毎回受信する必要はないという事態も想定される。

[0250] そこで、上述した通信動作手順の変形例として、通信局は、他局のビーコン送信タイミングが近づいていることを把握した場合、当該ビーコン送信局と通信を行なう必要があるかどうかを判断した上で、ビーコンを受信する必要がなく、且つ現在利用しているチャネルがビーコン送信チャネルとは相違する場合には、ビーコンの受信動作を省略することを提案する。

[0251] このように、必要のないビーコンの受信動作を省略することにより、ビーコン移行に要する時間や装置の消費電力を省略し、通信容量を増大することができる。

[0252] ここで、本実施形態では、ビーコン送信局に対して優先的な通信権を与えることによって、自律分散的にトラフィックの往来を管理するが（前述）、ビーコン送信局は必ずしもビーコン送信チャネル上でTPPを獲得するとは限らない。すなわち、ビーコン送信局は、優先的に利用するチャネルを受信側の干渉状況に応じて、ビーコン送信チャネルとは異なるトラフィック送信に最適なチャネルへ移行する可能もある。

[0253] このため、通信局がビーコン受信動作を省略すると、このようなチャネル移行動作を認識することができなくなる、という問題がある。

[0254] そこで、通信局は、ビーコン受信動作を省略した場合には、ビーコン送信タイミングを基にRTS、CTS信号の送信タイミングを推定し、これらのタイミングだけ現在利用しているチャネルにおいて受信動作を行ない、ビーコン送信局が現在利用しているチャネルに移行してきたかどうかを検知する。

[0255] そして、通信局は、RTS、CTS信号の送信タイミングでビーコン送信局が現在利用しているチャネルに移行してきたことを検知した場合には、自局のデータ通信動作を差し控えることにより、通信の衝突を回避する。一方、検知しなかった場合には、ビー

コン送信局が別のチャネル上で優先送信権を獲得していると認識し、現在利用しているチャネル上での自局のデータ通信動作を継続して行なう。

[0256] このように、他局のビーコンの受信動作を省略した場合には、ビーコン送信局がビーコン送信により獲得した優先送信期間に応じて受信動作を行なうことにより、不要なチャネル移行を行なうことなく、且つ通信の衝突を回避することができる。

[0257] 図26には、データ通信中の通信局が、他局のビーコン受信を省略するための動作例を示している。

[0258] 同図に示すように、チャネルCH2上では、データ送信元である通信局＃2からRTSパケットを送信しデータ送信先である通信局＃3からCTSパケットが戻されたことに応答して、通信局＃2はデータ・パケットの伝送動作を開始する。

[0259] ここで、別のチャネルCH3上で、周辺局＃1によるビーコン送信タイミングTBTTが近づくと、通信局＃2(並びに通信局＃3)は、周辺局＃1からのビーコンを受信する必要があるかどうかを判断する。そして、ビーコンを受信する必要がなく、且つ現在利用しているチャネルCH2がビーコン送信チャネルCH3とは相違する場合には、ビーコンの受信動作を省略する。

[0260] そして、通信局＃2(並びに通信局＃3)は、チャネル移行時間T_CHCHに相当する期間だけさらにデータ伝送動作を継続した後、周辺局＃1によるビーコン送信タイミングTBTT以降、RTS、CTS信号の送信タイミングを推定し、これらのタイミングだけ現在利用しているチャネルCH2において受信動作を行ない、ビーコン送信局が現在利用しているチャネルに移行してきたかどうかを検知する。

[0261] 同図に示す例では、ビーコン送信局である通信局＃1は、ビーコン送信チャネルCH3とは異なるトラフィック送信に最適なチャネルCH4へ移行し、獲得した優先送信権に基づき、TPP区間内にチャネルCH4上でRTS／CTS手続きに従って優先的なデータ送信動作を開始する。

[0262] 一方、通信局＃2(並びに通信局＃3)は、現在利用チャネルCH2上では、RTS、CTSパケットの到来が推定される待機期間中に検知しなかったので、ビーコン送信局＃1が別のチャネル上で優先送信権を獲得していると認識する。この場合、現在利用しているチャネル上で自局のデータ通信動作を再開することができる。チャネル移

行時間T_CHCHを費やすことなく、待機期間の終了とともにデータ通信を再開することができるという点を十分理解されたい。

[0263] 通信局が図26に示すような通信動作を行なう場合、送信継続状態における通信動作手順は、図24ではなく、図27へ示すフローチャートへと修正される。

[0264] ステップS27においてデータ送信を実行した後、上位層からの送信要求が継続する場合には(ステップS28)、送信継続モードに遷移する。そして、自局のビーコン送信タイミングまで未だ余裕があるかどうかをチェックする(ステップS29)。余裕がない場合には、ステップS21に戻り、定常動作モード下でのビーコン送信動作を行なう。

[0265] 自局のビーコン送信タイミングまで未だ余裕がある場合には(ステップS29)、さらに周辺局のビーコン送信タイミングまで未だ余裕があるかどうかをチェックする(ステップS30)。

[0266] 自局並びに周辺局のビーコン送信タイミングまで余裕がある場合には(ステップS30)、ステップS35へ進んで、RTS信号を送信し、データ通信動作を継続する。

[0267] 一方、周辺局のビーコン送信タイミングまで余裕がない(すなわち、他局のビーコン送信タイミングが近づいていることを把握した)場合には(ステップS30)、さらに現在利用チャネルと当該周辺局のビーコン送信チャネルが同じであるかどうかを判別する(ステップS40)。

[0268] 現在利用チャネルと当該周辺局のビーコン送信チャネルが同じである場合には、このチャネル上で、ビーコンを受信する(ステップS38)。

[0269] これに対し、現在利用チャネルと当該周辺局のビーコン送信チャネルが異なる場合には(ステップS40)、当該ビーコン送信局と通信を行なう必要があるかどうかをさらに判断する(ステップS41)。

[0270] ここで、ビーコンを受信する必要があると判断された場合には、当該周辺局のビーコン送信チャネルが異なる場合はチャンネル移行し(ステップS37)、ビーコンを受信する(ステップS38)。

[0271] そして、ステップS38において周辺局のビーコンの受信を行なった後、移行先である周辺局のビーコン送信チャネルと、自局がこれまでデータ送信に利用していた利用チャネルは一致するかどうかをチェックする(ステップS39)。互いのビーコン送信

チャネルが一致しない場合には、ステップS34へ進み、データ送信先の通信局のビーコン送信チャネルへ移行してから、RTS信号を送信し(ステップS35)、データ通信動作を再開する。

[0272] また、互いのビーコン送信チャネルが一致する場合には(ステップS39)、ビーコン送信局の優先送信区間となるので、データ通信動作を再開することはできない。この場合はステップS21に戻り、定常動作モード下でのビーコン送信動作を行なう。

[0273] 一方、ステップS41において、ビーコンを受信する必要がないと判断された場合には、且つ現在利用しているチャネルがビーコン送信チャネルとは相違する場合には、ビーコンの受信動作を省略する。このように、必要のないビーコンの受信動作を省略することにより、ビーコン移行に要する時間や装置の消費電力を省略し、通信容量を増大することができる。

[0274] ここで、ビーコン送信局は必ずしもビーコン送信チャネル上でTPPを獲得するとは限らない。すなわち、ビーコン送信局が自局の現在利用チャネルに移行して優先送信区間TPPを獲得することもあるので、ビーコンの受信動作を省略してデータ通信を継続して行なうと、通信が衝突する可能性がある。

[0275] そこで、通信局は、ビーコン受信動作を省略した場合には、ビーコン送信タイミングを基にRTS、CTS信号の送信タイミングを推定し、これらのタイミングだけ現在利用しているチャネルにおいて受信動作を行ない(ステップS42)、ビーコン送信局が現在利用しているチャネルに移行してきたかどうかを検知する。

[0276] そして、RTS、CTS信号の送信タイミングでRTS、CTS信号を受信した場合には(ステップS43)、ビーコン送信局が現在利用しているチャネルに移行してきたことを認識し、自局のデータ通信動作を中断することにより(ステップS44)、通信の衝突を回避する。この場合、ステップS21に戻り、定常動作モード下でのビーコン送信動作を行なう。

[0277] 一方、通信局は、RTS、CTS信号の送信タイミングでRTS、CTS信号を受信しなかった場合には(ステップS43)、ビーコン送信局が別のチャネル上で優先送信権を獲得していると認識する。この場合、ステップS35に戻り、RTS信号を送信することにより、現在利用しているチャネル上での自局のデータ通信動作を継続して行なう。

[0278] E. 第2の実施形態

本発明の第2の実施形態では、各通信局は、自局にとって最も通信品質の良いチャネルをビーコン送信チャネルに選択する一方、データを送信するときには、自局のビーコン送信チャネルとは無関係に、データ送信先となる通信局において良好な通信品質を持ち受信に適したチャネルを利用してデータ送信を行なう。

[0279] 各通信局においてどのチャネルの通信品質がよいかは、その局がどのチャネルを用いてビーコン送信を行なっているかによって簡単に判別することができる。各通信局は自己の干渉状況のみに依存してビーコン送信チャネルを決定し、これが自局のトラフィックを受信するためのチャネルとして周知化されることから、マルチチャネル自律分散型の通信環境下における各通信局における制御が容易となる。

[0280] ここで、図28に示すような干渉環境下で2台以上の通信局が配置されている状態について考察してみる。

[0281] 各通信局は、自局における干渉状況のみを考慮して、最も通信品質の良いチャネルを自局のビーコン送信チャネルとして設定する。図示の例では、通信局＃2はチャネル＃4で、通信局＃3はチャネル＃1でそれぞれ干渉を受けている。そこで、データ受信時の干渉を避けるために、通信局＃2はチャネル＃3で、通信局＃3はチャネル＃2でそれぞれビーコンを送信することによって、自局宛てにトラフィックを送信する場合はそれらのチャネルで送るように周辺局に指示することができる。

[0282] さらに、通信局＃1はチャネル＃1での干渉は受けていないので、チャネル＃1を利用して自局ビーコンを送信し、周波数の効率的な再利用を行なっている。同様に、通信局＃4はチャネル＃4での干渉は受けていないので、チャネル＃4を利用して自局ビーコンを送信し、周波数の効率的な再利用を行なっている。トラフィックを受信するチャネルでビーコンを送信することによって、その帯域を利用することを宣言し、他システムからの干渉を低減させる効果も期待できる。

[0283] 図29には、各チャネル上において各通信局がビーコン送信並びにデータ送信を行なう様子を示している。但し、図示の例では、各通信局は自局のビーコン送信タイミングの直後に優先送信期間TPPを獲得するものとする。

[0284] 各通信局は、自局において最も通信品質の良いチャネルを自局のビーコン送信チ

ャネルとして設定する。図示の例では、通信局＃1はチャネル＃1を、通信局＃2はチャネル＃3を、通信局＃3はチャネル＃2を、通信局＃4はチャネル＃4を、それぞれ時局のビーコン送信チャネルとして設定している。

[0285] 各通信局は、自局のビーコン送信チャネル上で自局のフレーム周期の先頭でビーコンを送信するので、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。伝送フレーム周期は複数（図示の例では5個）のスロットで構成され、自局のビーコン送信チャネル上では先頭のビーコン送信スロットが配置される他に、他のチャネル上では自己の受信スロットや周辺局からのビーコン受信スロットなどが配置される。

[0286] 各通信局は、それぞれ時局のビーコン送信チャネル上で決まったビーコン・スロットに、時間的に他のビーコンとは重ならないようなタイミングで、ビーコンを送信する。また、各通信局は、他局のビーコン送信タイミングの到来に伴い、当該他局のビーコン送信チャネルに移行してビーコンの受信を行なう。

[0287] 通信局は、例えば起動時におけるスキャン動作により、各チャネル上で他局のビーコン信号を受信し、これらのビーコン送信チャネルやビーコン送信タイミングを獲得することができる。また、通信局は、自局のビーコン送信チャネルやそれ以外の通信可能な（干渉を受けていない）チャネル上で所定の間隔でスキャン動作を行ない、他局のビーコン送信チャネルやビーコン送信タイミングなどの近隣情報を常時更新するようにしてもよい。なお、スキャン動作の手順自体は本発明の要旨に直接関連しないので、本明細書中ではこれ以上説明しない。

[0288] 各通信局はビーコン送信に引き続いて、優先送信期間TPPを獲得することができる（図6を参照のこと）。優先送信権を得た通信局は、受信側の最適チャネル（すなわち受信側のビーコン送信チャネル）へ移行し、トラフィックの送信を開始する。

[0289] データ送信中の通信局は、優先送信期間中に他局のビーコン送信タイミングが近づくと、データ送信動作を一旦停止し、そのビーコンの受信のためにビーコン送信予定チャネルへ移行する。そして、ビーコンを送信した他局が引き続いて優先送信期間TPPを獲得することになる。

[0290] 本実施形態では、ある通信局の優先送信期間中であっても、この優先送信に利用されている以外のチャネル上では、その他のデータ送信動作が許容される。すなわ

ち、ビーコンを送信した通信局がTPPとして利用するチャネルが、現在自通信局が利用しているチャネルと異なれば、ビーコン受信後も引き続きそのチャネルを利用できる。

[0291] 図29に示す例では、通信局＃1は、ビーコン送信に伴って獲得した自己の優先送信期間において、データ送信先の通信局＃2のビーコン送信チャネルであるチャネル＃3を利用してデータ送信動作を行なう。

[0292] その後、送信データを送り終わる前に、他の通信局＃3のビーコン送信タイミングが近づいてきたので、データ送信動作を一旦停止して、ビーコン送信予定チャネルであるチャネル＃2に移行して、通信局＃3のビーコンを受信する。通信局＃3は、ビーコン送信に伴って獲得した優先送信期間において、データ送信先の通信局＃4のビーコン送信チャネルであるチャネル＃4を利用してデータ送信動作を行なう。

[0293] このとき、通信局＃1は、通信局＃3が優先送信期間として利用するチャネル＃4が、現在自局が利用しているチャネル＃3と異なることから、ビーコン受信後も引き続きそのチャネルを利用することができる。すなわち、通信局＃1は、通信局＃3のビーコンを受信した後、チャネル＃3上で引き続き優先送信期間を得て、通信局＃2へのデータ送信動作を再開する。

[0294] 他局のビーコン送信チャネルに移行してビーコンの受信を行なった後、他局がデータ送信を行なうチャネル以外であればどのチャネルであっても、データ送信動作が継続されることになる。本実施形態では、図29に示したように、他局のビーコン受信前に使用していたチャネルをそのまま使う場合は、特に通信局間で新たなネゴシエーションを行なうことなしにデータ送信が可能となる。但し、他局のビーコン受信前に使用していたチャネル以外を使う場合は、通信が可能なチャネルが複数ある場合、事前に送信側受信側が同じチャネルを利用する必要があり、送信前に何らかの形で利用チャネルをネゴシエーションする必要がある。

[0295] したがって、本実施形態によれば、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。

[0296] また、本実施形態に係る自律分散型のマルチチャネル無線通信システムでは、各

チャネル上においてビーコン送信タイミング直後に配置される優先送信期間以外の期間ではCSMA／CAに基づくランダム・アクセスが行なうことができる。このとき、衝突を回避し通信品質を向上させる手段としてRTS／CTS方式を採用することができる。

[0297] この場合、正味の情報の送信に先立ち、送信元通信局はRTSを送信し、受信先通信局がこのRTSを受信してデータを受信可能であれば、その応答としてCTSを返す。そして、RTS／CTSの情報交換により送受信局間でコネクションが確立した後にデータ伝送を実行する。

[0298] なお、RTS／CTSの情報交換を利用したデータ送受信シーケンスについては、図19を参照しながら既に説明したので、ここでは説明を省略する。また、図20又は図21に示した動作シーケンスに従い、マルチチャネル通信システムにRTS／CTS方式の通信手順を適用できるものとする。

[0299] 図30ー図32には、本実施形態に係るマルチパス自律分散型の無線ネットワークにおいて、無線通信装置100が通信局として自律動作するための処理手順をフローチャートの形式で示している。但し、無線通信局100は、図示しないスキャン動作などにより、周辺局のビーコン送信チャネルやビーコン送信タイミングなどの近隣局情報を既に獲得しているものとする。図示の通り、通信局は、送信要求に依存しない定常動作モード、ビーコン送信をトリガとした送信開始モード、並びに送信継続モードを持つ。このような処理手順は、実際には、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。

[0300] 定常動作モード下では、ビーコン送信タイミングが到来するまでの間（ステップS51）、周辺局のビーコン送信タイミングが到来すると（ステップS61）、その周辺局のビーコン送信チャネルへ移行して、ビーコンの受信を行なう（ステップS62）。

[0301] そして、自局のビーコン送信タイミングが到来すると（ステップS51）、通信プロトコルの上位層（例えば、インターフェース101経由で接続される外部機器）からの送信要求があるかどうかをチェックする（ステップS52）。送信要求がない場合には、自己に最適となるビーコン送信チャネル上でビーコンの送信を行なう（ステップS63）。

[0302] 一方、上位層からの送信要求がある場合には、RTS／CTS手続のために、自局の

ビーコン送信チャネル上で、データ送信先となる通信局とそのビーコン送信チャネルを明記したビーコンを所定のビーコン送信タイミングで送信する(ステップS53)。

[0303] 次いで、送信開始モードに遷移し、自局のビーコン送信チャネルとデータ送信先の通信局のビーコン送信チャネル(すなわちデータ伝送に用いられるチャネル)が一致するかどうかをチェックする(ステップS54)。

[0304] ここで、互いのビーコン送信チャネルが一致しない場合には、データ送信先の通信局のビーコン送信チャネルへ移行してから(ステップS64)、RTS信号を送信する(ステップS65)。

[0305] 一方、互いのビーコン送信チャネルが一致する場合には(ステップS54)、データ送信先の通信局とそのビーコン送信チャネルを明記したビーコンを擬似的なRTS信号であるとみなし、正規のRTS信号の送信並びにチャネル移行動作が省略される。そして、データ送信先の通信局からCTS信号されるまで待機する(ステップS55)。

[0306] ここで、所定時間内にCTS信号を受信することができなかった場合には(ステップS56)、ステップS65へ進んで、RTS信号の再送を行なう。

[0307] 一方、所定時間内にCTS信号を無事受信することができた場合には、上位層から要求されているデータ送信を実行する(ステップS57)。そして、上位層からの送信要求がさらにあるかどうかをチェックする(ステップS58)。送信要求が完了した場合には、ステップS51に戻り、定常動作モード下でのビーコン送受信動作を行なう。

[0308] また、送信要求が継続する場合には(ステップS58)、送信継続モードに遷移する。そして、自局のビーコン送信タイミングまで未だ余裕があるかどうかをチェックする(ステップS59)。余裕がない場合には、ステップS51に戻り、定常動作モード下でのビーコン送信動作を行なう。

[0309] 自局のビーコン送信タイミングまで未だ余裕がある場合には(ステップS59)、さらに周辺局のビーコン送信タイミングまで未だ余裕があるかどうかをチェックする(ステップS60)。余裕がない場合には、当該周辺局のビーコン送信チャネルへ移行してビーコンを受信する(ステップS66)。

[0310] そして、自局のビーコン送信チャネルとデータ送信先の通信局のビーコン送信チャネルが一致するかどうかをチェックする(ステップS67)。互いのビーコン送信チャネル

が一致しない場合には、ステップS65へ進んで、RTS信号の再送を行なう。また、互いのビーコン送信チャネルが一致する場合には、ステップS1に戻り、定常動作モード下でのビーコン送信動作を行なう。

[0311] 自局並びに周辺局のビーコン送信タイミングまで余裕がある場合には(ステップS60)、ステップS65へ進んで、RTS信号の再送を行なう。

[0312] また、周辺局のビーコン送信タイミングまで余裕がない場合には(ステップS59)、ステップS51に戻り、定常動作モード下でのビーコン送信動作を行なう。

産業上の利用可能性

[0313] 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。

[0314] 本明細書では、各通信局がビーコンを報知し合うことにより緩やかに時間同期する自律分散型のマルチチャネル通信システムに本発明を適用した実施形態について説明してきたが、本発明の要旨はこれに限定されるものではない。

[0315] 例えば、ビーコンの報知を伴わない自律分散型のマルチチャネル通信システムや、自律分散以外のタイプ(例えば、制御局の配下で運用される)のマルチチャネル通信システムに対しても、同様に本発明を適用することにより、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、効率のよい周波数配置によりシステム全体のスループットを向上させることができる。

[0316] 要するに、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るべきではない。本発明の要旨を判断するためには、特許請求の範囲を参酌すべきである。

図面の簡単な説明

[0317] [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。

[図5]図5は、フレーム間スペース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、TPP区間内におけるビーコン送信局並びにそれ以外の局が送信権を得るための動作を説明するための図である。

[図8]通信局がTPP区間及びFAP区間においてそれぞれ送信を開始するための動作を説明するための図である。

[図9]図9は、伝送フレーム周期の構成を示した図である。

[図10]図10は、ビーコン送信局がTPPを放棄したときの動作を示した図である。

[図11]図11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12]図12は、NBOIの記述例を示した図である。

[図13]図13は、新規に参入した通信局が周辺局から受信したビーコンから得た各ビーコンのNBOIに基づいて自局のTBTTを設定する様子を示した図である。

[図14]図14は、ある周波数チャネル上において、新規参入局がNBOI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15]図15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。

[図16]図16は、自律分散型のマルチチャ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17]図17は、干渉環境下で2台以上の通信局が配置されている状態を示した図である。

[図18]図18は、本発明に係るマルチチャネル自律分散型無線ネットワークにおいて、通信局がビーコン送信チャネルを選択するための動作手順を示したフローチャートである。

[図19]図19は、RTS／CTS方式の動作シーケンスを示した図である。

[図20]図20は、本発明に係るマルチチャネル自律分散型の無線ネットワークへRTS／CTS方式を適用した例を示した図である。

[図21]図21は、本発明に係るマルチチャネル自律分散型の無線ネットワークへRTS／CTS方式を適用した他の例を示した図である。

[図22]図22は、本発明に係るマルチパス自律分散型の無線ネットワークにおいて、無線通信装置100が通信局として自律動作するための処理手順（但し、定常状態）を示したフローチャートである。

[図23]図23は、本発明に係るマルチパス自律分散型の無線ネットワークにおいて、無線通信装置100が通信局として自律動作するための処理手順（但し、送信開始状態）を示したフローチャートである。

[図24]図24は、本発明に係るマルチパス自律分散型の無線ネットワークにおいて、無線通信装置100が通信局として自律動作するための処理手順（但し、送信継続状態）を示したフローチャートである。

[図25]図25は、データ通信中の通信局が、他局のビーコンを受信するためにデータ通信を中断し、チャネル移行並びにビーコン受信を行なった後、元のチャネルに移行してデータ通信を再開する動作を示した図である。

[図26]図26は、データ通信中の通信局が、他局のビーコン受信を省略するための動作を示した図である。

[図27]図27は、本発明に係るマルチパス自律分散型の無線ネットワークにおいて、無線通信装置100が通信局として自律動作するための処理手順（但し、送信継続状態においてビーコン受信を省略する場合）を示したフローチャートである。

[図28]図28は、各通信局がトラフィックを受信するチャネルを利用して自局のビーコンを送信する様子を示した図である。

[図29]図29は、各チャネル上において優先送信期間TPPを利用して各通信局がビーコン送信並びにデータ送信を行なう様子を示した図である。

[図30]図30は、本発明に係るマルチパス自律分散型の無線ネットワークにおいて、無線通信装置100が通信局として自律動作するための処理手順を示したフローチャートである。

[図31]図31は、本発明に係るマルチパス自律分散型の無線ネットワークにおいて、無線通信装置100が通信局として自律動作するための処理手順を示したフローチャートである。

[図32]図32は、本発明に係るマルチパス自律分散型の無線ネットワークにおいて、無線通信装置100が通信局として自律動作するための処理手順を示したフローチャートである。

符号の説明

[0318] 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…制御信号生成部

106…無線送信部

107…タイミング制御部

108…チャネル設定部

109…アンテナ

110…無線受信部

111…制御信号解析部

112…ビーコン解析部

113…情報記憶部

請求の範囲

[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、制御局と被制御局の関係を有しない複数の通信局により自律分散型の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、より多くの周辺局が受信可能なチャネルを利用して所定の周期でビーコン信号を送信する、

ことを特徴とする無線通信システム。

[2] 通信局は、ビーコンを受信できない周辺局がある場合には、ビーコン送信チャネルの変更を試みる、

ことを特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

[3] 各通信局は、自局が受けている干渉のレベル情報をビーコン信号に載せて送信し、周辺局から受信したビーコンに含まれる干渉レベル情報に基づいて周辺局における各チャネルの干渉状況を把握した上で通信チャネルを決定する、

ことを特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

[4] 通信局は、いずれのチャネルにおいても他局のビーコン信号を検出しない場合には、自局にとって干渉レベルの最も低いチャネルをビーコン送信チャネルに設定する、

ことを特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

[5] 通信局は、周辺局の中で最も多くの通信局がビーコンを送信している最多チャネルを抽出し、該最多チャネルで自局を含む周辺局が大きな干渉を受けていない場合には該最多チャネルを自局のビーコン送信チャネルに設定する、

ことを特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

[6] 該最多チャネル上でいずれかの周辺局が大きな干渉を受けている場合には、平均干渉レベルが最も低くなるチャネルをビーコン送信チャネルに設定する、

ことを特徴とする請求項5に記載の無線通信システム。

[7] 通信局は、自局が広帯域の通信容量を必要とする場合には、他の通信局の利用が少なく自局にとって干渉レベルの低いチャネルをビーコン送信チャネルに設定する、

ことを特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

[8] データ送信元の通信局はデータ送信先の通信局における干渉レベルの低いチャネル上で送信要求パケットRTSを送信し、データ送信先の通信局から確認通知パケットCTSを受信したことに応答してデータ送信を開始する、

ことを特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

[9] データ送信元の通信局若しくはデータ送信先の通信局は、自局のビーコン送信チャネル上で、データ通信を行っているチャネルの情報を含むビーコンを送信し、

該ビーコンを受信した周辺局は所定期間だけ当該データ通信を行なっているチャネル上でのデータ送信を差し控える、

ことを特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

[10] データ送信元の通信局は、自局のビーコン送信チャネルとデータ送信先の通信局との通信チャネルが一致する場合には、自局のビーコン送信チャネル上で、データ通信を行なっているチャネルの情報を含むビーコン送信後は送信要求パケットRTSの送信を省略し、

データ送信先の通信局は、データ通信を行なっているチャネルの情報を含むビーコンを受信したことに応答して確認通知パケットCTSを送信する、

ことを特徴とする請求項8に記載の無線通信システム。

[11] 複数のチャネルが用意されている通信環境下において、制御局と被制御局の関係を有しない複数の通信局が自律分散的に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、自局のビーコン送信チャネル上で所定の伝送フレーム周期でビーコンを送信するとともに、通信を行なう必要がない他局が設定しているビーコン送信チャネルが現在自局が利用しているチャネルと異なる場合には、当該他局からのビーコンの受信動作を省略する、

ことを特徴とする無線通信システム。

[12] データ送信元の通信局が送信要求パケットRTSを送信するとともに、データ送信先の通信局から確認通知パケットCTSを受信したことに応答してデータ送信を開始するRTS／CTS方式が採用され、

通信局は、他局からのビーコンの受信動作を省略したとき、ビーコン送信タイミングを基にRTS、CTS信号の送信タイミングを推定し、これらのタイミングだけ自局が現在利用しているチャネルにおいて受信動作を行なう、

ことを特徴とする請求項11に記載の無線通信システム。

[13] 複数のチャネルが用意され、制御局と被制御局の関係を有しない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、

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受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データ送受信を制御する通信制御手段と、

自局が受けている干渉のレベル情報を含んだビーコン信号を生成するビーコン生成手段と、

周辺局から受信したビーコン信号を解析するビーコン解析手段を備え、

前記チャネル設定手段は、周辺局から受信したビーコンに含まれる干渉レベル情報に基づいて周辺局における各チャネルの干渉状況を把握した上で通信チャネルを決定する、

ことを特徴とする無線通信装置。

[14] いずれのチャネルにおいても他局のビーコン信号を検出しない場合には、前記チャネル設定手段は、自局にとって干渉レベルの最も低いチャネルをビーコン送信チャネルに設定する、

ことを特徴とする請求項13に記載の無線通信装置。

[15] 前記チャネル設定手段は、周辺局の中で最も多くの通信局がビーコンを送信している最多チャネルを抽出し、該最多チャネルで自局を含む周辺局が大きな干渉を受けていない場合には該最多チャネルを自局のビーコン送信チャネルに設定する、

ことを特徴とする請求項13に記載の無線通信装置。

[16] 前記チャネル設定手段は、該最多チャネル上でいずれかの周辺局が大きな干渉を受けている場合には、平均干渉レベルが最も低くなるチャネルをビーコン送信チャネルに設定する、

ことを特徴とする請求項15に記載の無線通信装置。

[17] 自局が広帯域の通信容量を必要とする場合には、前記チャネル設定手段は、他の通信局の利用が少なく自局にとって干渉レベルの低いチャネルをビーコン送信チャネルに設定する、

ことを特徴とする請求項13に記載の無線通信装置。

[18] 前記通信制御手段は、データ送信先の通信局において干渉レベルの低いチャネル上で送信要求パケットRTSを送信し、データ送信先の通信局から確認通知パケットCTSを受信したことに応答してデータ送信を開始する、

ことを特徴とする請求項13に記載の無線通信装置。

[19] 前記ビーコン生成手段はデータ通信を行なっているチャネルの情報を含むビーコンを生成する、

ことを特徴とする請求項13に記載の無線通信装置。

[20] 前記通信制御手段は、自局宛ての送信要求パケットRTS又はデータ通信を行なっているチャネルの情報を含むビーコンを受信したことに応答して、確認通知パケットを返す、

ことを特徴とする請求項13に記載の無線通信装置。

[21] 前記通信制御手段は、他局宛ての送信要求パケットRTS又は他局宛ての送信要求パケットRTSを重畳したビーコン又はデータ通信が行なわれているチャネルの情報を含むビーコンを受信したことに応答して、当該受信チャネル上で所定時間のデータ送信を差し控える、

ことを特徴とする請求項13に記載の無線通信装置。

[22] 複数のチャネルが用意され、制御局と被制御局の関係を有しない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、

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受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データ送受信を制御する通信制御手段と、

周辺局から受信したビーコン信号を解析するビーコン解析手段と、

マルチチャネル上での通信動作を制御する通信制御手段を備え、

前記通信制御手段は、他局のビーコン送信タイミングが近づいていることを把握したとき、当該ビーコン送信局と通信を行なう必要があるかどうかを判断した上で、ビーコンを受信する必要がなく且つ現在自局が利用しているチャネルがビーコン送信チャネルとは相違する場合にはビーコンの受信動作を省略する、

ことを特徴とする無線通信装置。

[23] 前記無線通信環境下では、データ送信元の通信局が送信要求パケットRTSを送信するとともに、データ送信先の通信局から確認通知パケットCTSを受信したことに応答してデータ送信を開始するRTS／CTS方式が採用され、

前記通信制御手段は、他局からのビーコンの受信動作を省略したとき、ビーコン送信タイミングを基にRTS、CTS信号の送信タイミングを推定し、これらのタイミングだけ自局が現在利用しているチャネルにおいて受信動作を行なう、

ことを特徴とする請求項22に記載の無線通信装置。

[24] 複数のチャネルが用意され、制御局と被制御局の関係を有しない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方法であって、

データ送受信用のチャネルを設定するチャネル設定ステップと、

データ送受信を制御する通信制御ステップと、

自局が受けている干渉のレベル情報を含んだビーコン信号を生成するビーコン生成ステップと、

周辺局から受信したビーコン信号を解析するビーコン解析ステップを備え、

前記チャネル設定ステップでは、周辺局から受信したビーコンに含まれる干渉レベル情報に基づいて周辺局における各チャネルの干渉状況を把握した上で通信チャネルを決定する、

ことを特徴とする無線通信方法。

[25] 複数のチャネルが用意され、制御局と被制御局の関係を有しない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方法であって、

自局のビーコン送信チャネルを設定してビーコンを送信するビーコン送信ステップと、

周辺局からのビーコン受信動作を制御するビーコン受信制御ステップと、

周辺局から受信したビーコン信号を解析するビーコン解析ステップと、

データ通信チャネルを設定してデータ通信動作を制御する通信制御ステップを備え、

前記ビーコン受信制御ステップは、

他局のビーコン送信タイミングが近づいていることを把握するサブステップと、

当該ビーコン送信局と通信を行なう必要があるかどうかを判断するサブステップと、

ビーコンを受信する必要がなく且つ現在利用しているチャネルがビーコン送信チャネルとは相違する場合にはビーコンの受信動作を省略するサブステップとを含む、

ことを特徴とする無線通信方法。

[26] 前記無線通信環境下では、データ送信元の通信局が送信要求パケットRTSを送信するとともに、データ送信先の通信局から確認通知パケットCTSを受信したことに応答してデータ送信を開始するRTS／CTS方式が採用され、

前記通信制御ステップでは、他局からのビーコンの受信動作を省略したとき、ビーコン送信タイミングを基にRTS、CTS信号の送信タイミングを推定し、これらのタイミングだけ現在利用しているチャネルにおいて受信動作を行なう、

ことを特徴とする請求項25に記載の無線通信方法。

[27] 複数のチャネルが用意され、制御局と被制御局の関係を有しない無線通信環境下で自律分散的に動作するための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、

データ送受信用のチャネルを設定するチャネル設定ステップと、

データ送受信を制御する通信制御ステップと、

自局が受けている干渉のレベル情報を含んだビーコン信号を生成するビーコン生成ステップと、

周辺局から受信したビーコン信号を解析するビーコン解析ステップを備え、

前記チャネル設定ステップでは、周辺局から受信したビーコンに含まれる干渉レベル情報に基づいて周辺局における各チャネルの干渉状況を把握した上で通信チャネルを決定する、

ことを特徴とするコンピュータ・プログラム。

[28] 複数のチャネルが用意され、制御局と被制御局の関係を有しない無線通信環境下で自律分散的に動作するための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、

自局のビーコン送信チャネルを設定してビーコンを送信するビーコン送信ステップと、

周辺局からのビーコン受信動作を制御するビーコン受信制御ステップと、

周辺局から受信したビーコン信号を解析するビーコン解析ステップと、

データ通信チャネルを設定してデータ通信動作を制御する通信制御ステップを備え、

前記ビーコン受信制御ステップは、

他局のビーコン送信タイミングが近づいていることを把握するサブステップと、

当該ビーコン送信局と通信を行なう必要があるかどうかを判断するサブステップと、

ビーコンを受信する必要がなく且つ現在利用しているチャネルがビーコン送信チャネルとは相違する場合にはビーコンの受信動作を省略するサブステップとを含む、

ことを特徴とするコンピュータ・プログラム。

[29] 複数のチャネルが用意されている通信環境下において、制御局と被制御局の関係を有さずに複数の通信局により自律分散型の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、自己の受信に最適となるビーコン送信チャネル上でビーコンを送信するとともに、データ送信先の通信局のビーコン送信チャネルを利用してデータ送信を行なう、

ことを特徴とする無線通信システム。

[30] 各通信局は、自己の受信に最適として決定したビーコン送信チャネル上で既存の局のビーコン送信タイミングが既に設定されている場合には、時間的に重ならないように自己のビーコン送信タイミングを決定する、

ことを特徴とする請求項29に記載の無線通信システム。

[31] 各通信局は、他局のビーコン送信タイミングの到来に伴い該他局のビーコン送信チ

ャネルに移行してビーコンの受信を行なう、

ことを特徴とする請求項29に記載の無線通信システム。

[32] 各通信局は、自局のビーコン送信に伴い優先送信期間を獲得する、

ことを特徴とする請求項29に記載の無線通信システム。

[33] 各通信局は、他局のビーコン送信タイミングに伴い該他局のビーコン送信チャネルに移行してビーコンの受信を行なった後、当該他局に与えられている優先送信期間中であっても、当該他局がデータ送信を行なうチャネル以外のチャネル上でのデータ送信動作が許容される、

ことを特徴とする請求項32に記載の無線通信システム。

[34] データ送信元の通信局はデータ送信先の通信局のビーコン送信チャネル上で送信要求パケットRTSを送信し、データ送信先の通信局から確認通知パケットCTSを受信したことに応答してデータ送信を開始する、

ことを特徴とする請求項29に記載の無線通信システム。

[35] データ送信元の通信局は、自局のビーコン送信チャネル上で、データ送信先の通信局とそのビーコン送信チャネルを明記したビーコンを送信し、

該ビーコンを受信した周辺局は所定期間の当該ビーコン送信チャネル上でのデータ送信を差し控える、

ことを特徴とする請求項29に記載の無線通信システム。

[36] データ送信元の通信局は、自局のビーコン送信チャネルとデータ送信先の通信局のビーコン送信チャネルが一致する場合には、送信要求パケットRTSの送信を省略し、

データ送信先の通信局は、データ送信先の通信局とそのビーコン送信チャネルを明記したビーコンを受信したことに応答して確認通知パケットCTSを送信する、

ことを特徴とする請求項29に記載の無線通信システム。

[37] 複数のチャネルが用意され、制御局と被制御局の関係を有しない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、

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受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データ送受信のタイミングを制御する通信制御手段と、

前記通信手段を介して送信する自局のビーコン信号を生成するビーコン生成手段と、

前記通信手段により受信した周辺局のビーコン信号を解析するビーコン解析手段とを備え、

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、データ送信時にはデータ送信先の通信局のビーコン送信チャネルをデータ送信チャネルとして設定する、

ことを特徴とする無線通信装置。

[38] 前記チャネル設定手段は、前記複数のチャネルのうち自局にとって最も通信品質のよい又は受信に適したチャネルを自局のビーコン送信チャネルとして決定する、

ことを特徴とする請求項37に記載の無線通信装置。

[39] 前記通信制御手段は、自局のビーコン送信チャネル上で既存の局のビーコン送信タイミングが既に設定されている場合には、時間的に重ならないように自己のビーコン送信タイミングを決定する、

ことを特徴とする請求項37に記載の無線通信装置。

[40] 前記チャネル設定手段は、自局のビーコン送信タイミングが近づいたことに応答して、該自局のビーコン送信チャネルを送信チャネルに設定し、

前記通信制御手段は、該自局のビーコン送信タイミングの到来に応答してビーコン送信動作の制御を行なう、

ことを特徴とする請求項37に記載の無線通信装置。

[41] 前記チャネル設定手段は、周辺局のビーコン送信タイミングが近づいたことに応答して、該周辺局のビーコン送信チャネルを受信チャネルに設定し、

前記通信制御手段は、該周辺局のビーコン送信タイミングの到来に応答してその受信動作の制御を行なう、

ことを特徴とする請求項37に記載の無線通信装置。

[42] 前記通信制御手段は、自局のビーコン送信に伴い優先送信期間を獲得する、

ことを特徴とする請求項37に記載の無線通信装置。

[43] 前記通信制御手段は、他局のビーコン送信タイミングに伴い該他局のビーコン送信チャネルに移行してビーコンの受信を行なった後、当該他局に与えられている優先送信期間中であっても、当該他局がデータ送信を行なうチャネル以外のチャネル上でのデータ送信動作を行なう、

ことを特徴とする請求項42に記載の無線通信装置。

[44] 前記通信制御手段は、データ送信先の通信局のビーコン送信チャネル上で送信要求パケットRTSを送信し、データ送信先の通信局から確認通知パケットCTSを受信したことに応答してデータ送信を開始する、

ことを特徴とする請求項37に記載の無線通信装置。

[45] 前記ビーコン生成手段はデータ送信先の通信局とそのビーコン送信チャネルを明記したビーコンを生成し、

前記通信制御手段は該ビーコンを自局のビーコン送信チャネル上で送信する、

ことを特徴とする請求項37に記載の無線通信装置。

[46] 前記通信制御手段は、自局のビーコン送信チャネル上で、自局宛ての送信要求パケットRTS又は自局を送信先として明記したビーコンを受信したことに応答して、確認通知パケットを返す、

ことを特徴とする請求項45に記載の無線通信装置。

[47] 前記通信制御手段は、他局宛ての送信要求パケットRTS又は他局を送信先として明記したビーコンを受信したことに応答して、当該受信チャネル上で所定時間のデータ送信を差し控える、

ことを特徴とする請求項45に記載の無線通信装置。

[48] 複数のチャネルが用意され、制御局と被制御局の関係を有しない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、

データ送受信用のチャネルを設定するチャネル設定ステップと、

データ送受信のタイミングを制御する通信制御ステップと、

自局のビーコン信号を生成するビーコン生成ステップと、

周辺局からの受信ビーコン信号を解析するビーコン解析ステップとを備え、

前記チャネル設定ステップでは、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、データ送信時にはデータ送信先の通信局のビーコン送信チャネルをデータ送信チャネルとして決定する、

ことを特徴とする無線通信方法。

[49] 前記チャネル設定ステップでは、前記複数のチャネルのうち自局にとって最も通信品質のよい、又は受信に適したチャネルを自局のビーコン送信チャネルとして決定する、

ことを特徴とする請求項48に記載の無線通信方法。

[50] 複数のチャネルが用意され、制御局と被制御局の関係を有しない無線通信環境下で自律分散的に動作するための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、

データ送受信用のチャネルを設定するチャネル設定ステップと、

データ送受信のタイミングを制御する通信制御ステップと、

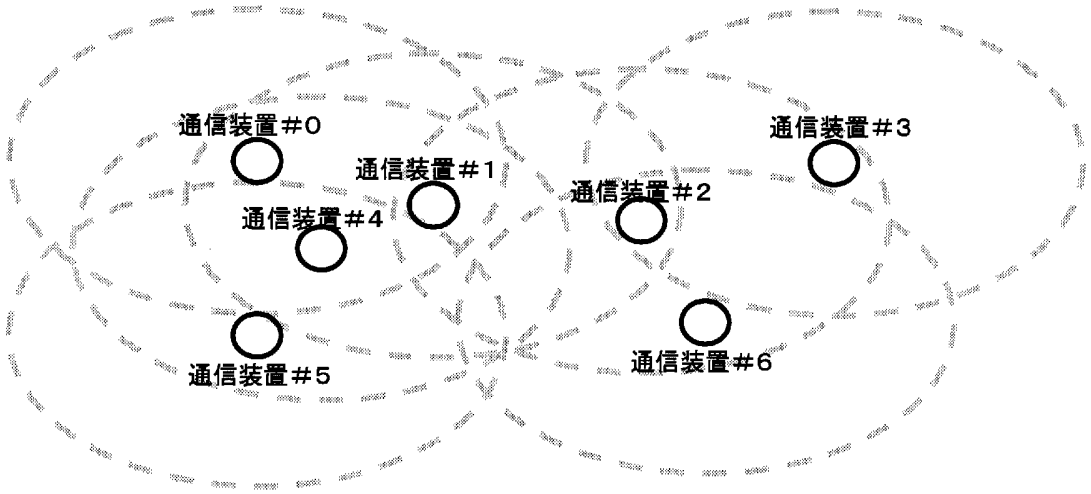
自局のビーコン信号を生成するビーコン生成ステップと、

周辺局からの受信ビーコン信号を解析するビーコン解析ステップとを備え、

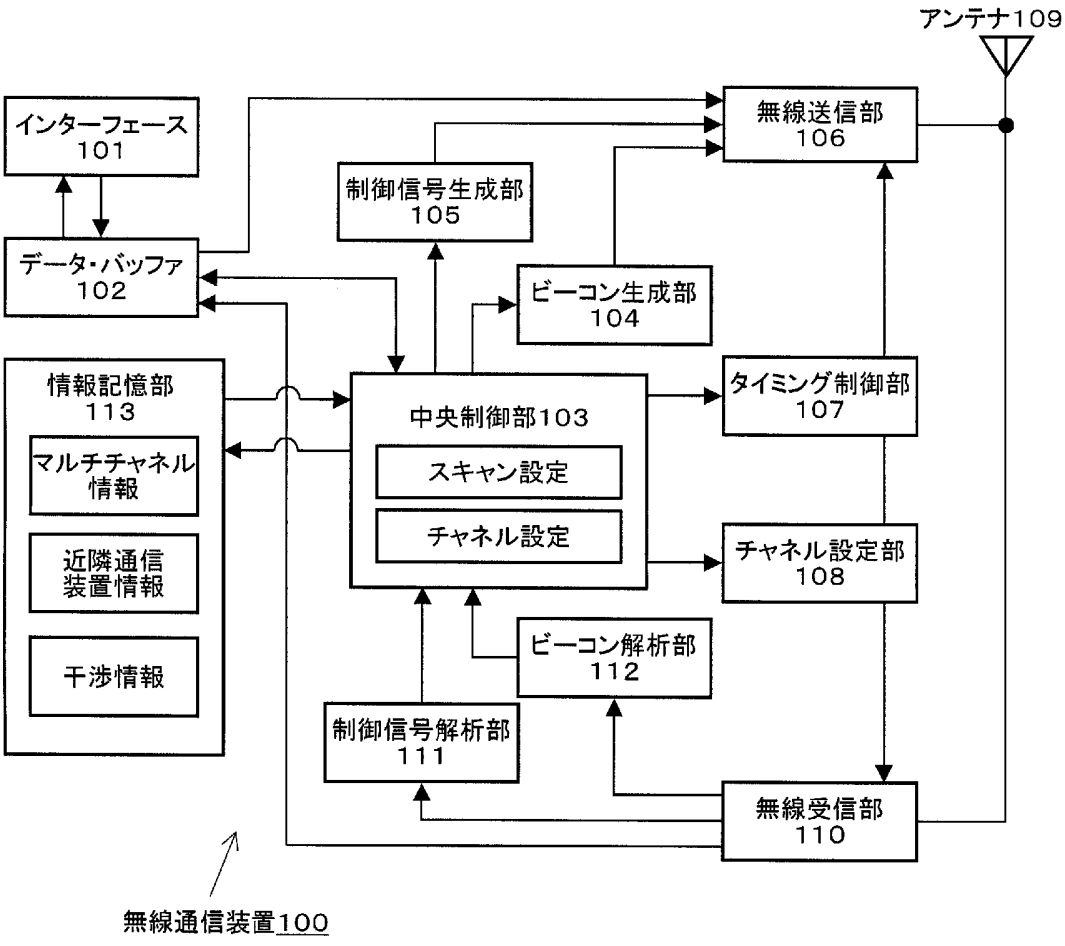
前記チャネル設定ステップでは、前記複数のチャネルの中から自己のビーコン送信チャネルを決定するとともに、データ送信時にはデータ送信先の通信局のビーコン送信チャネルをデータ送信チャネルとして決定する、

ことを特徴とするコンピュータ・プログラム。

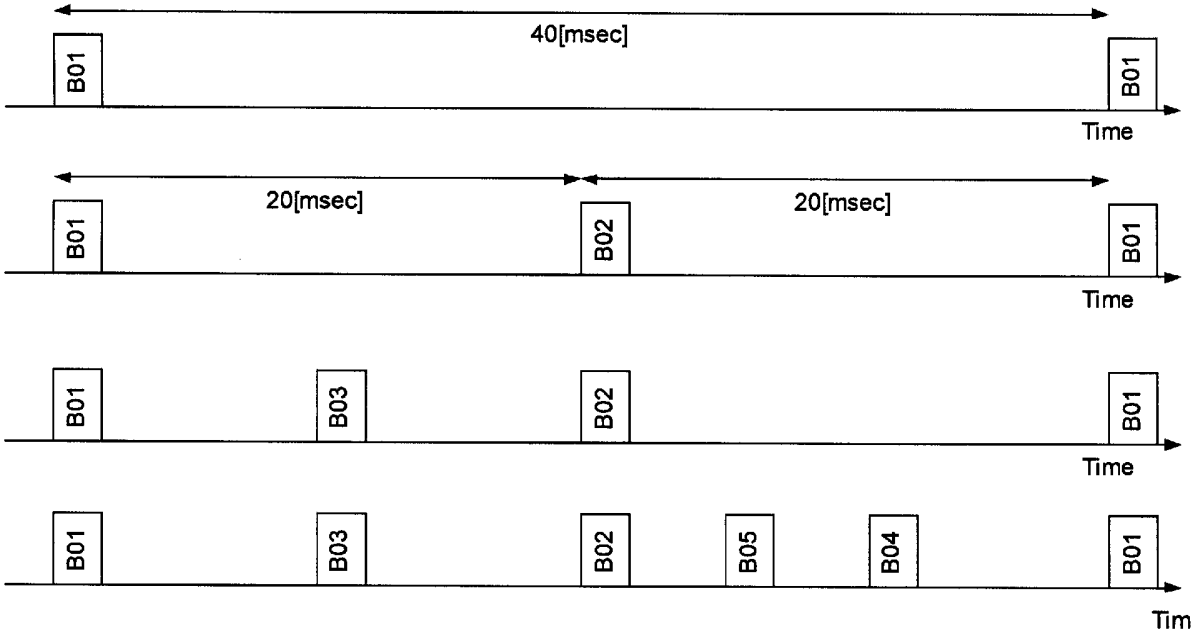
[図1]


通信装置#0
通信装置#1
通信装置#2
通信装置#3
通信装置#4
通信装置#5
通信装置#6

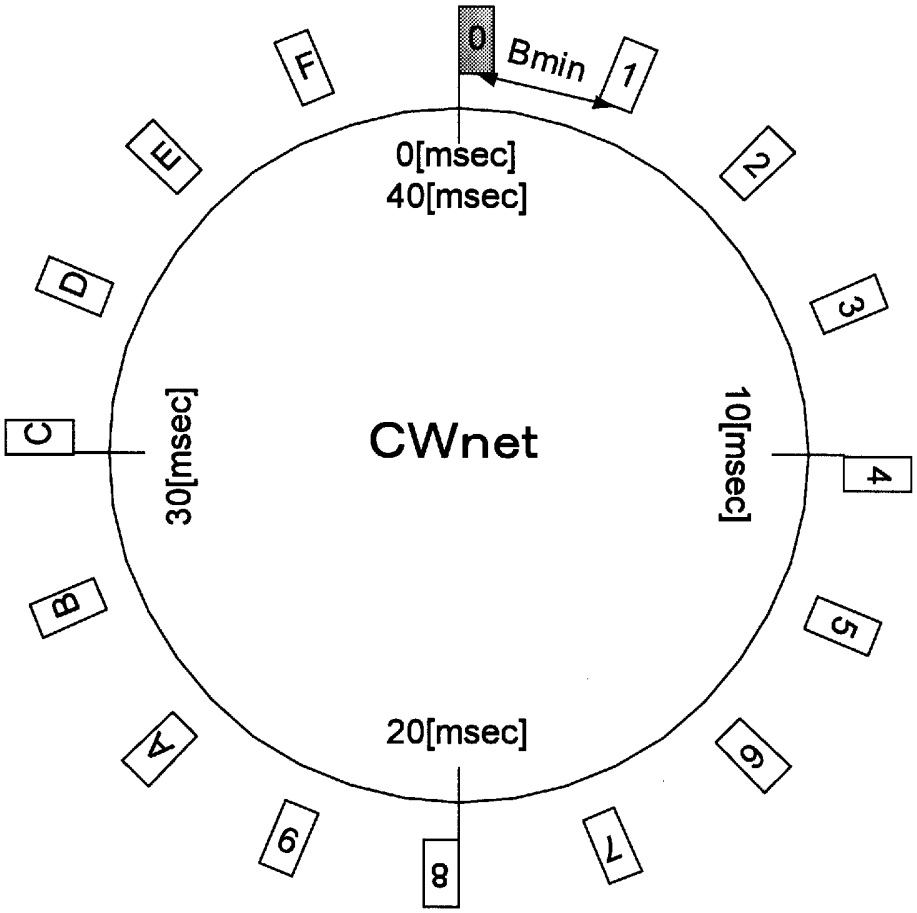
[図2]


アンテナ109
インターフェース 101
無線送信部 106
制御信号生成部 105
データ・バッファ 102
ビーコン生成部 104
情報記憶部 113
マルチチャネル情報
近隣通信装置情報
干渉情報
中央制御部103
スキャン設定
チャネル設定
タイミング制御部 107
チャネル設定部 108
ビーコン解析部 112
制御信号解析部 111
無線受信部 110
無線通信装置100

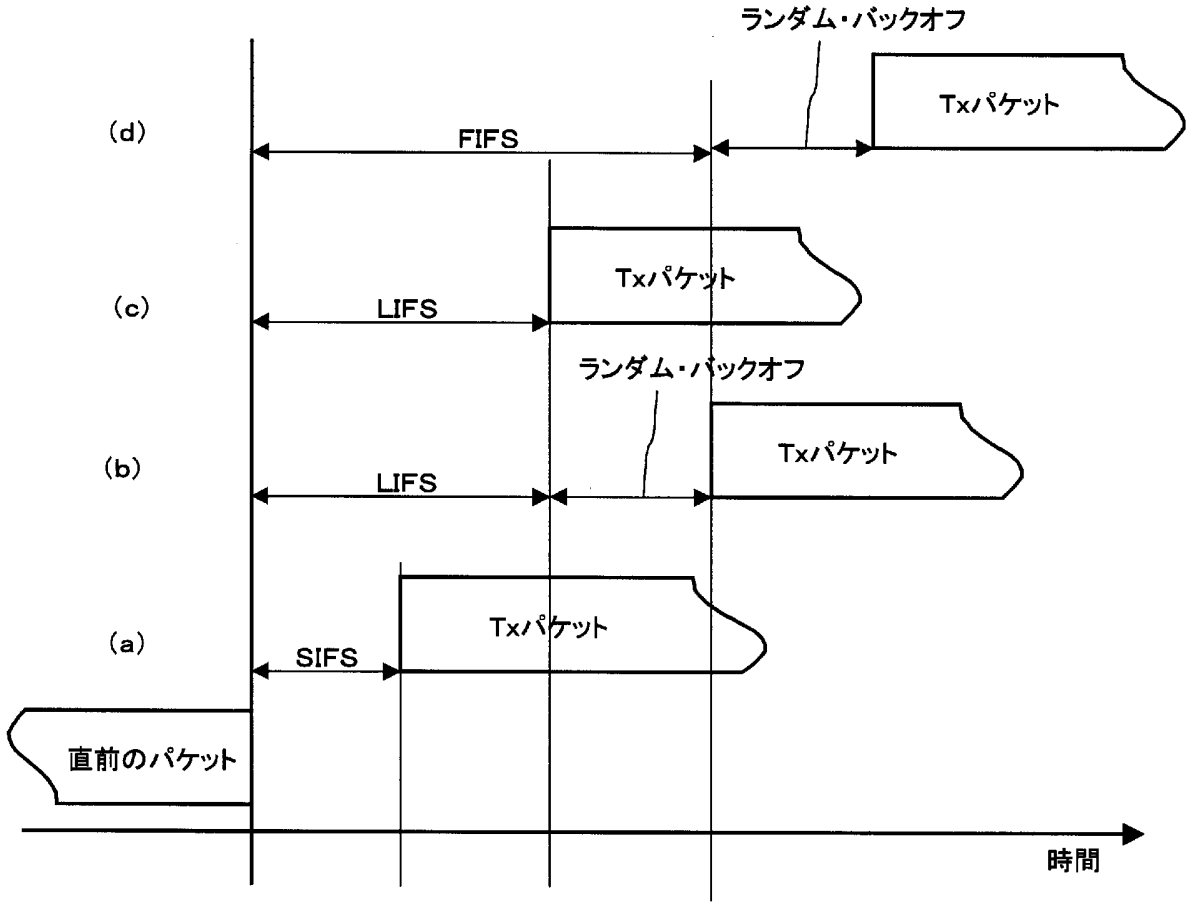
[図3]


40[msec]
B01
B01
Time
20[msec]
20[msec]
B01
B02
B01
Time
B01
B03
B02
B01
Time
B01
B03
B02
B05
B04
B01
Tim

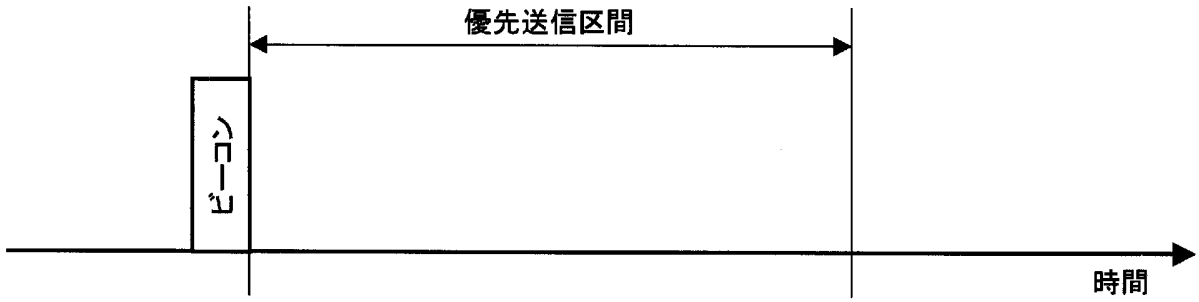
[図4]


0
Bmin
1
2
3
4
5
6
7
8
9
A
B
C
D
E
F
0[msec]
40[msec]
10[msec]
20[msec]
30[msec]
CWnet

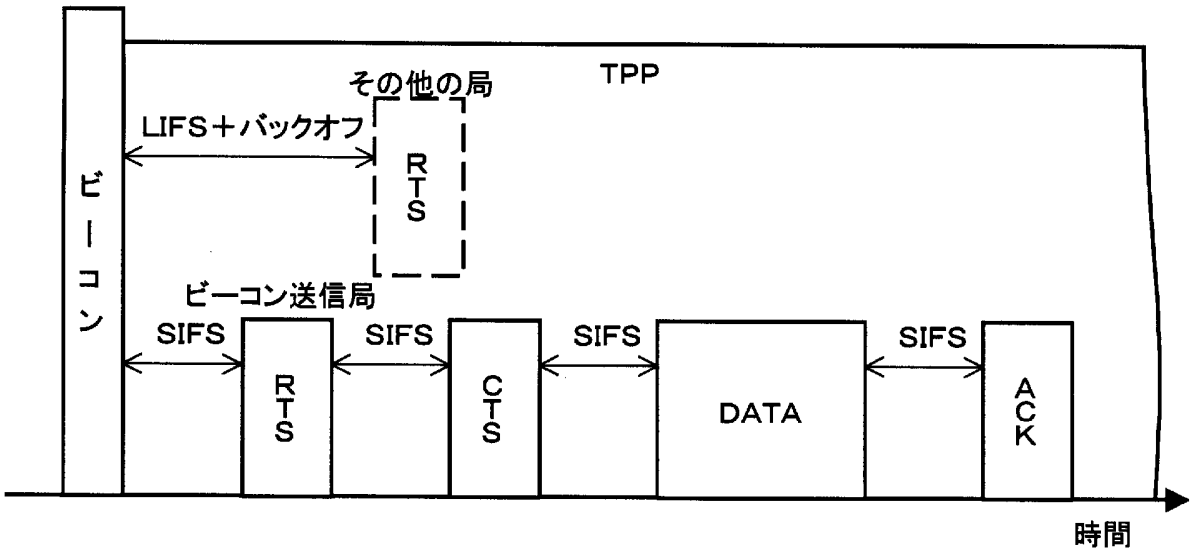
[図5]


ランダム・バックオフ
Txパケット
(d)
FIFS
Txパケット
(c)
LIFS
ランダム・バックオフ
Txパケット
(b)
LIFS
Txパケット
(a)
SIFS
直前のパケット
時間

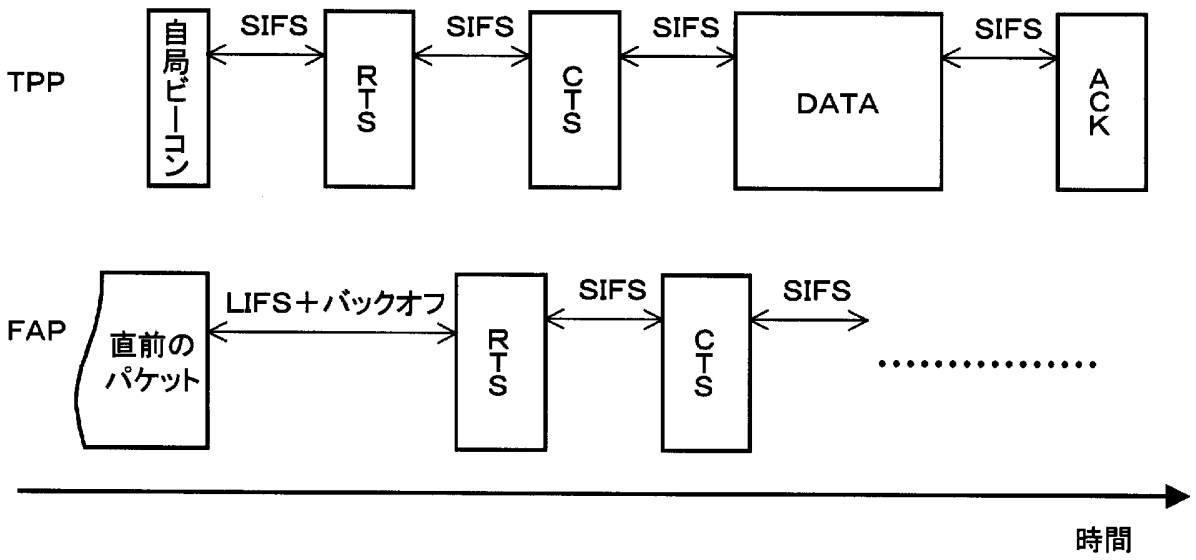
[図6]


優先送信区間
ビーコン
時間

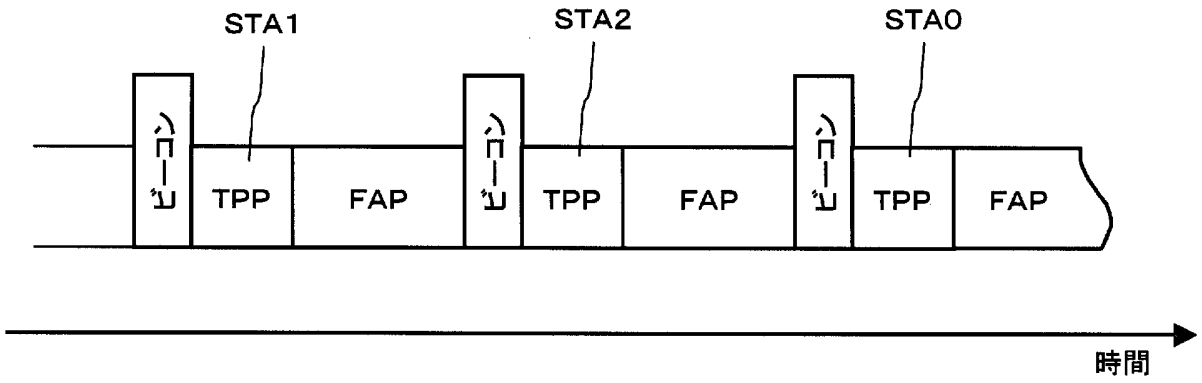
[図7]


ビーコン
TPP
その他の局
LIFS＋バックオフ
RTS
ビーコン送信局
SIFS
RTS
SIFS
CTS
SIFS
DATA
SIFS
ACK
時間

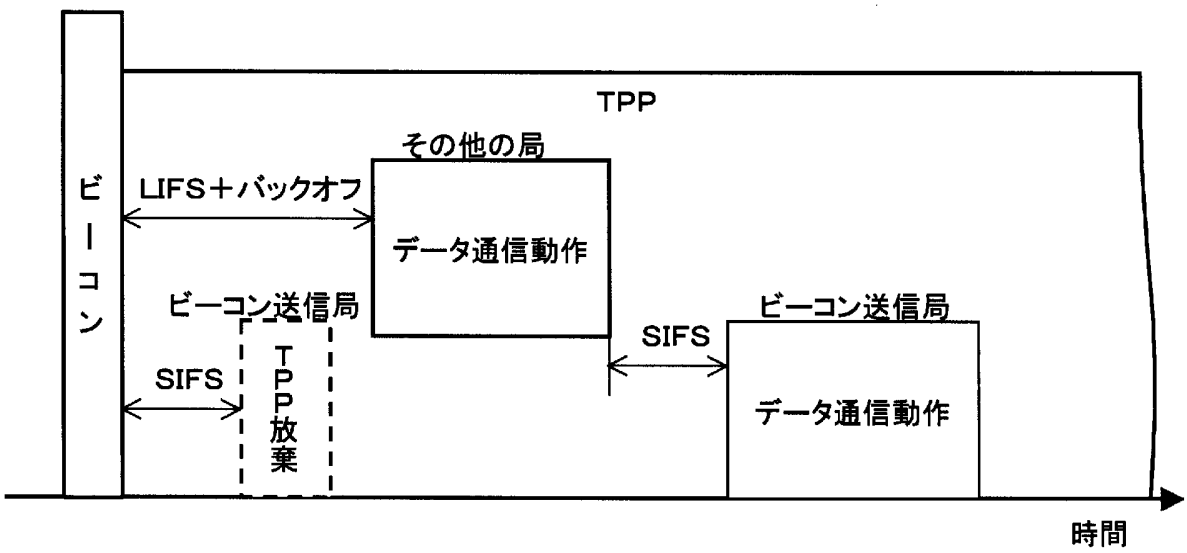
[図8]


TPP
自局ビーコン
SIFS
RTS
SIFS
CTS
SIFS
DATA
SIFS
ACK
FAP
直前のパケット
LIFS＋バックオフ
RTS
SIFS
CTS
SIFS
時間

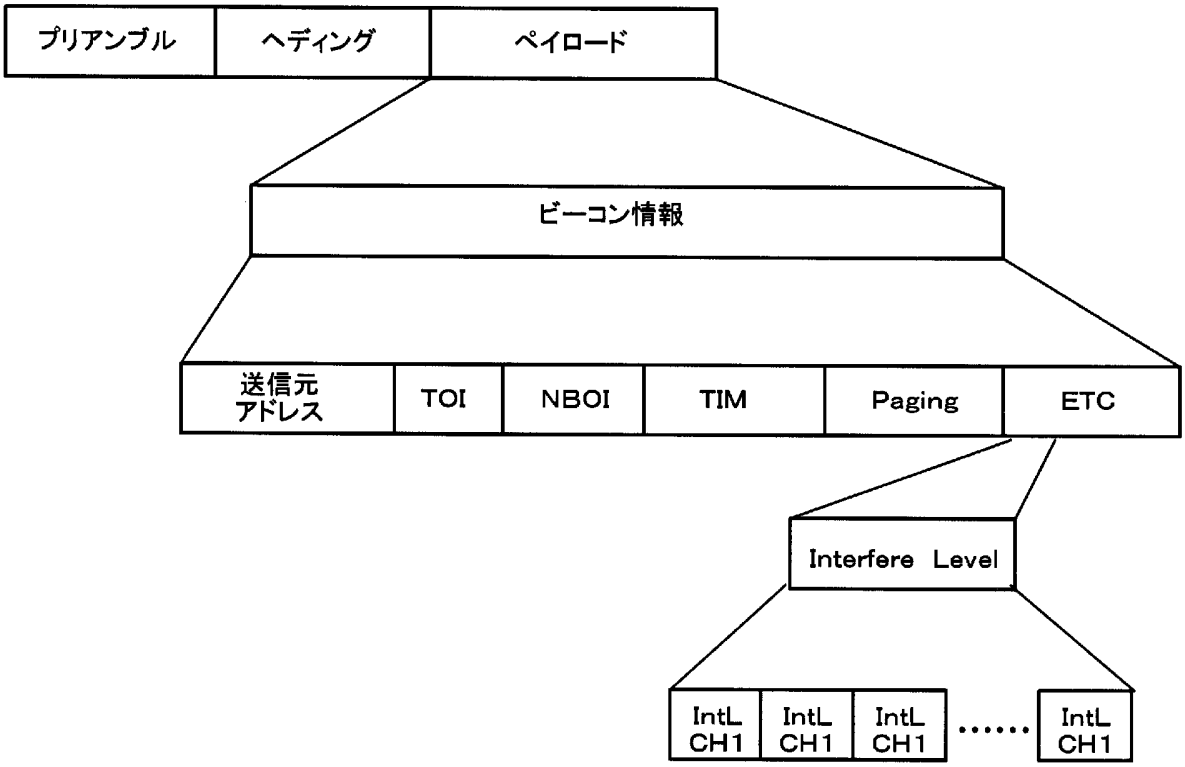
[図9]


STA1
STA2
STA0
ビーコン
TPP
FAP
ビーコン
TPP
FAP
ビーコン
TPP
FAP
時間

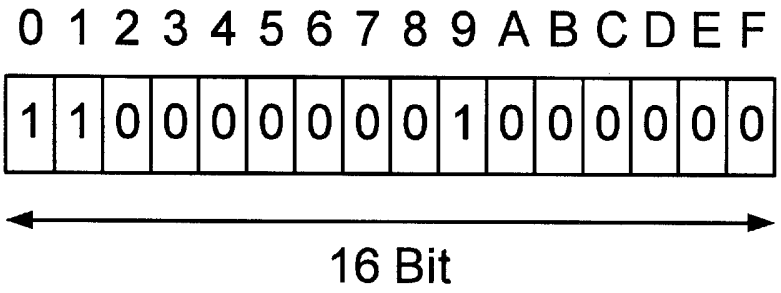
[図10]


TPP
その他の局
ビーコン
LIFS＋バックオフ
データ通信動作
ビーコン送信局
SIFS
ビーコン送信局
SIFS
TPP放棄
データ通信動作
時間

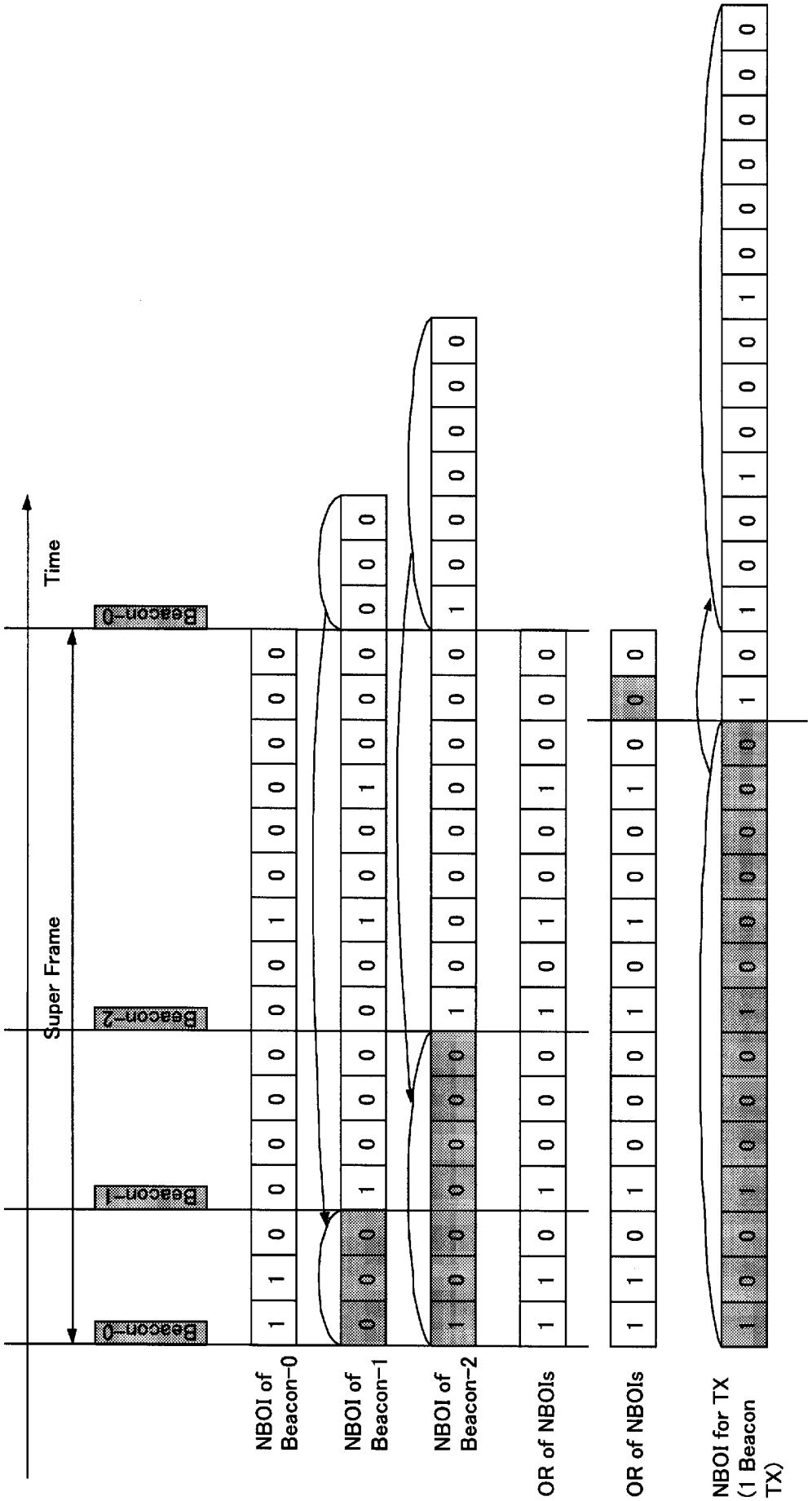
[図11]


プリアンブル
ヘディング
ペイロード
ビーコン情報
送信元
アドレス
TOI
NBOI
TIM
Paging
ETC
Interfere Level
IntL
CH1
IntL
CH1
IntL
CH1
.....
IntL
CH1

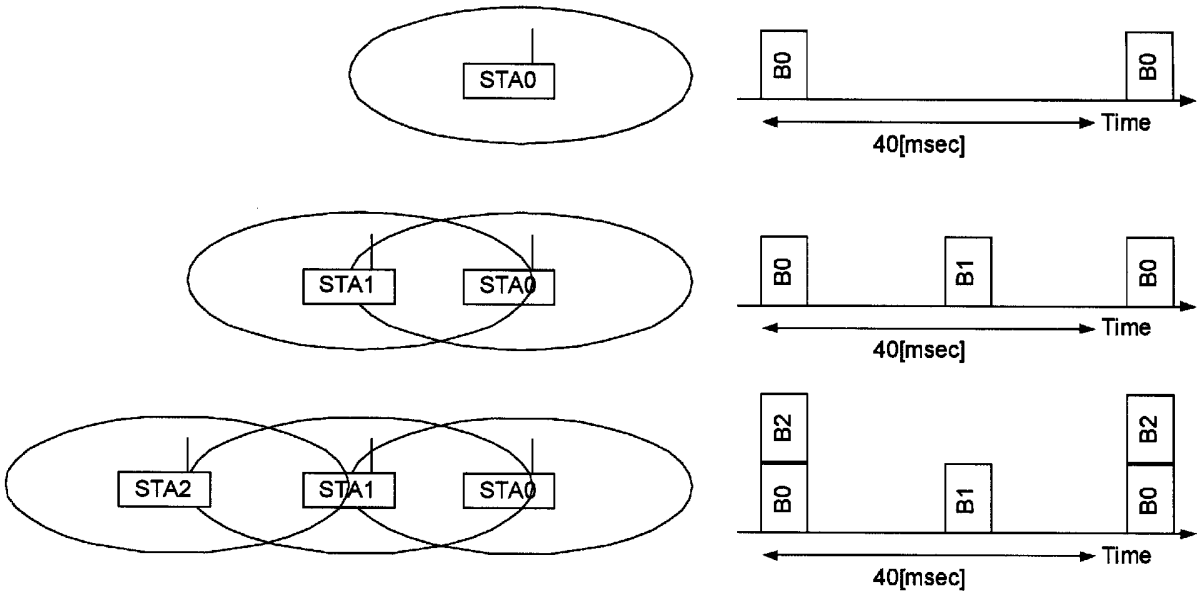
[図12]



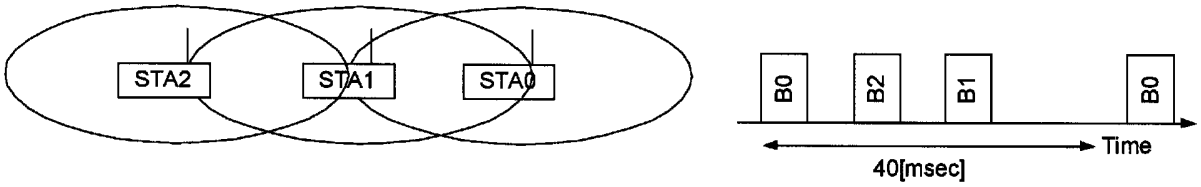
[図13]


Time
Super Frame
Beacon-0
Beacon-1
Beacon-2
Beacon-0
NBOI of Beacon-0
NBOI of Beacon-1
NBOI of Beacon-2
OR of NBOIs
OR of NBOIs
NBOI for TX (1 Beacon TX)

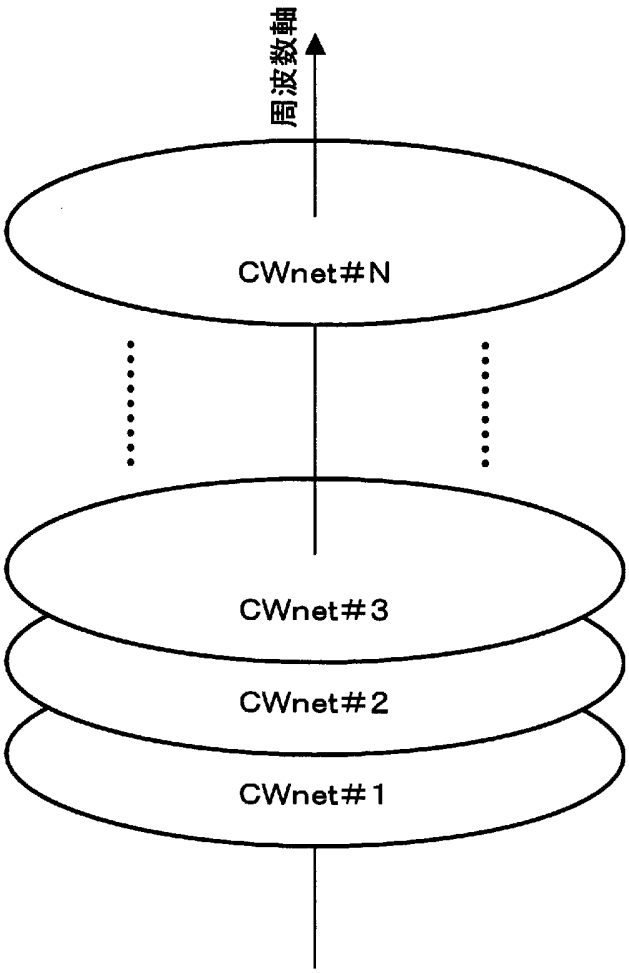
[図14]


STA0
B0
B0
Time
40[msec]
STA1
STA0
B0
B1
B0
Time
40[msec]
STA2
STA1
STA0
B2
B0
B1
B2
B0
Time
40[msec]

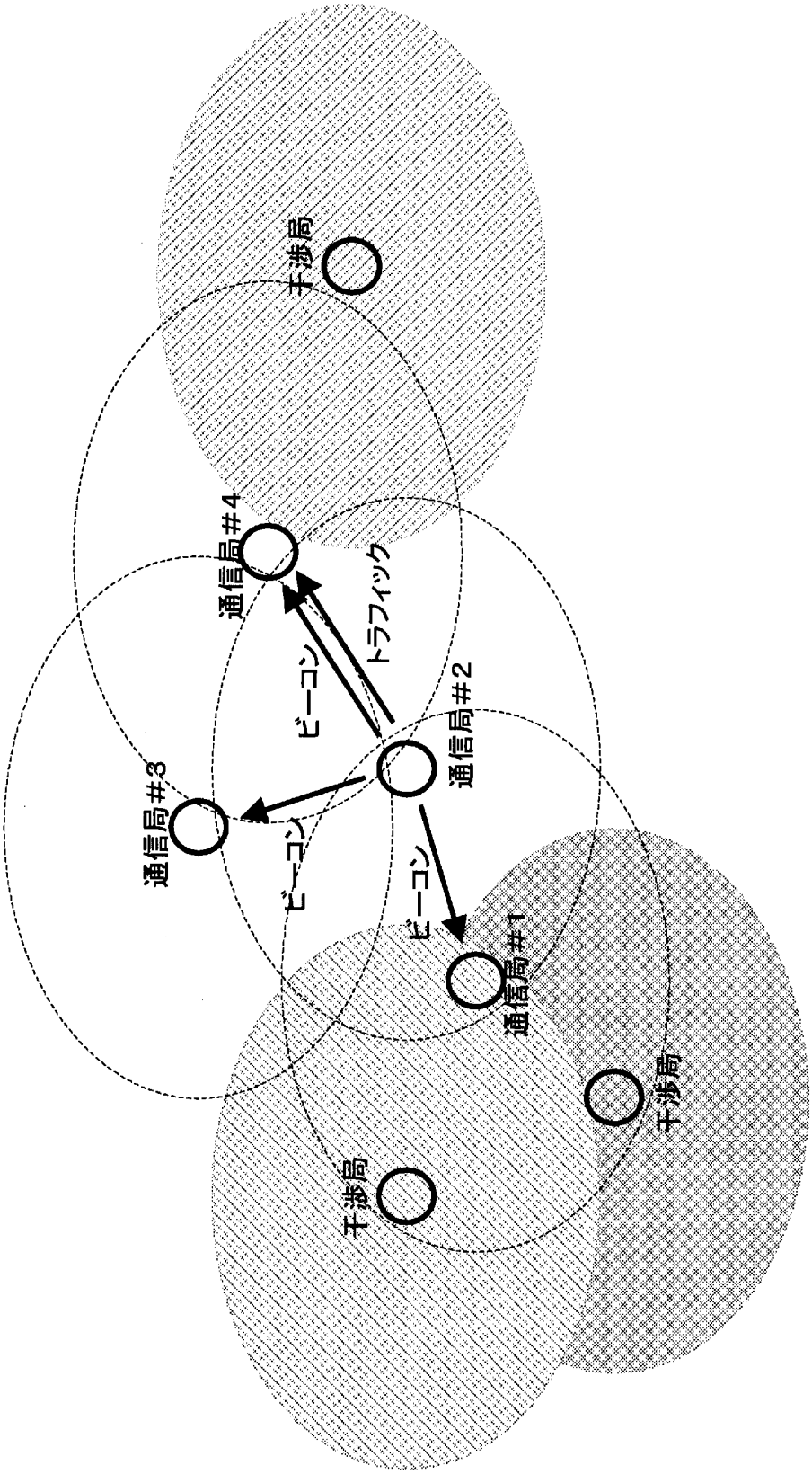
[図15]


STA2
STA1
STA0
B0
B2
B1
B0
Time
40[msec]

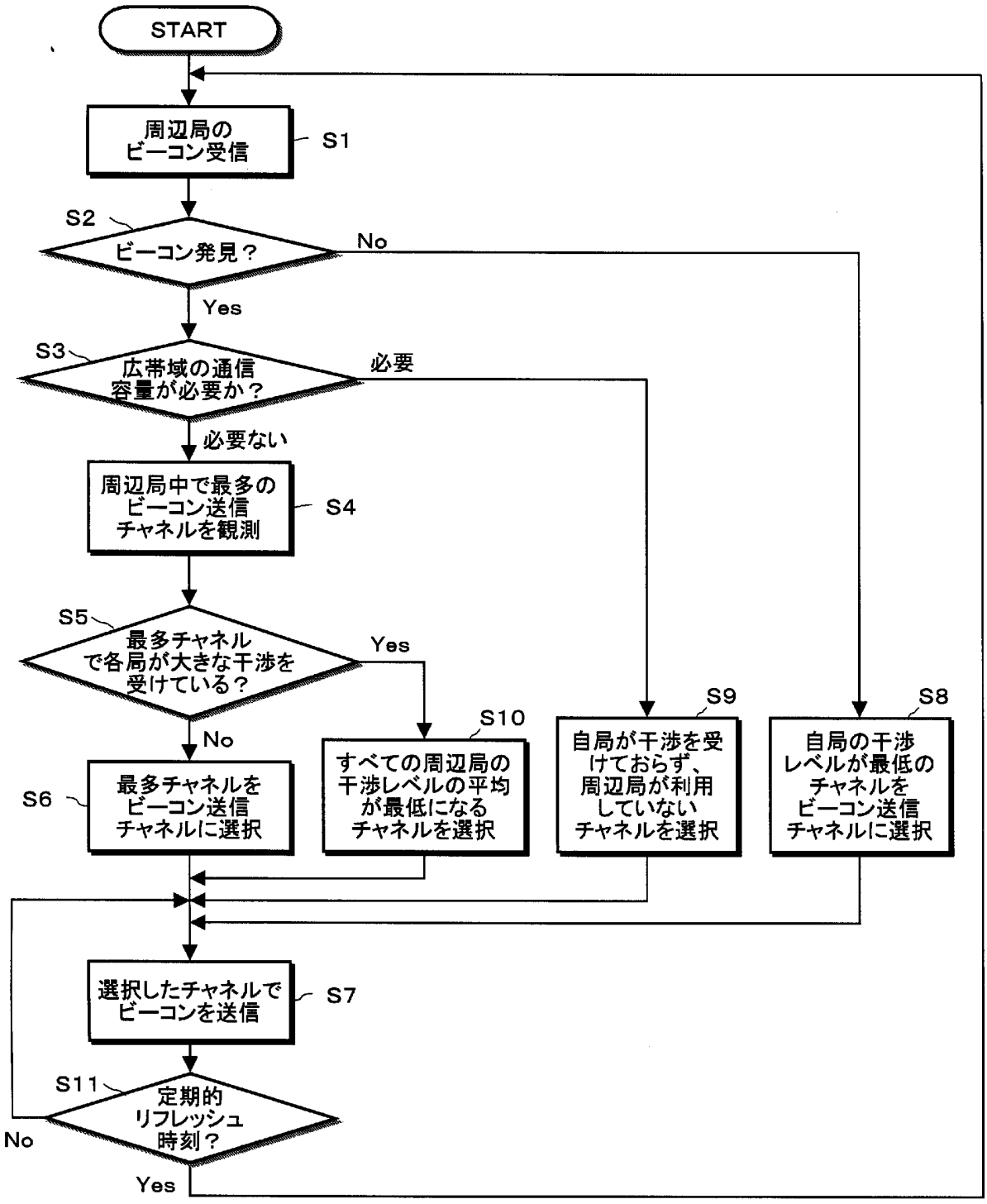
[図16]



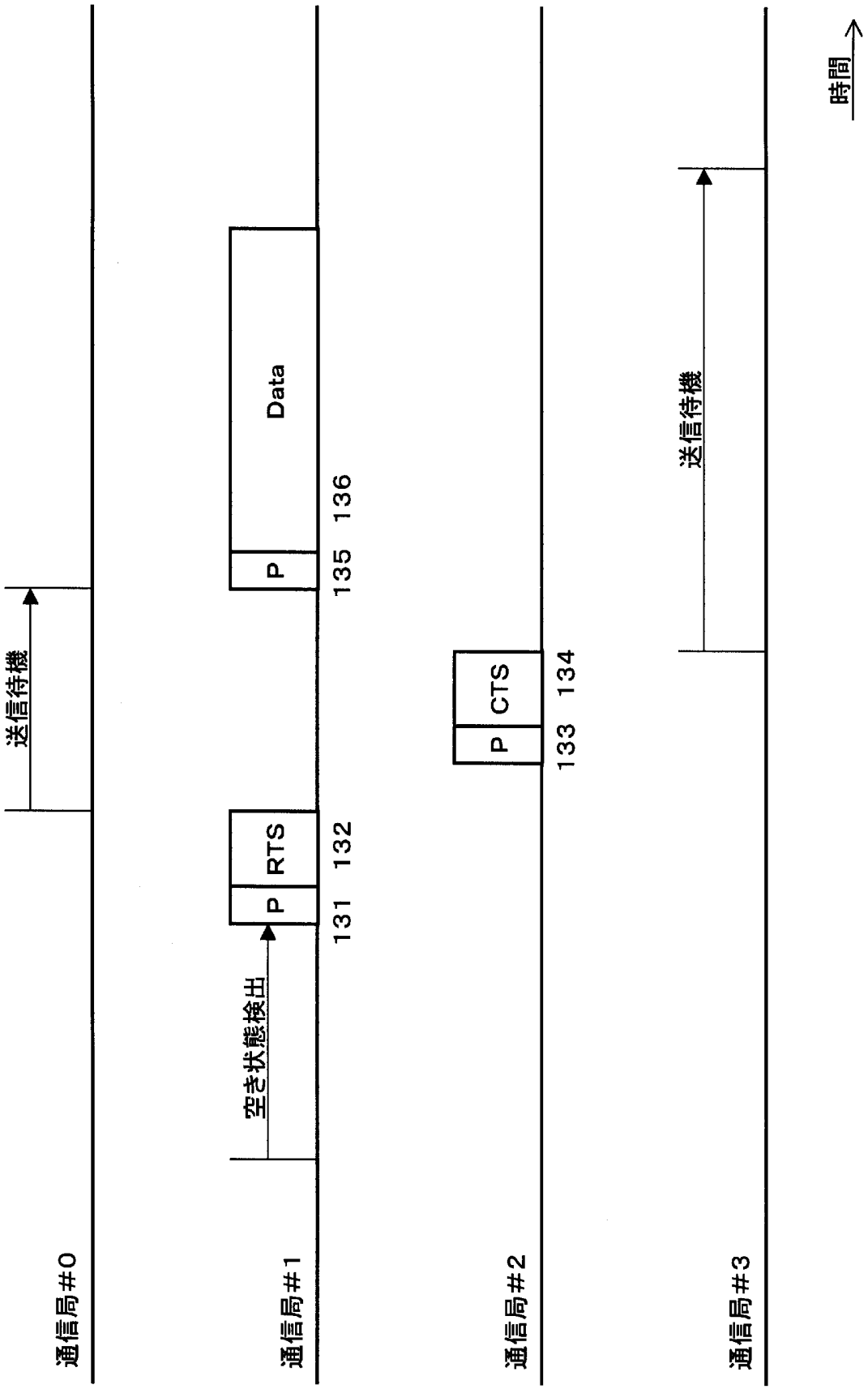
[図17]



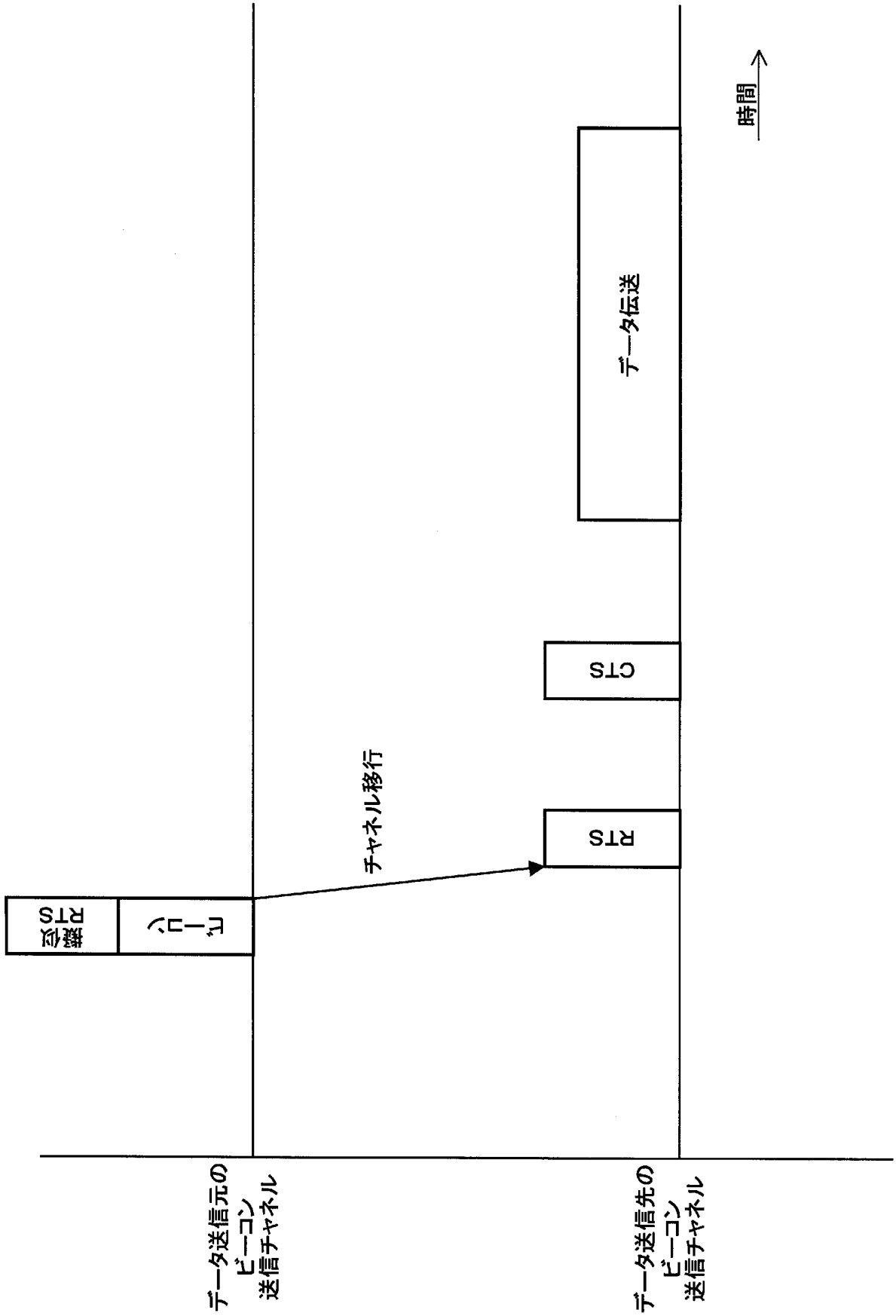
[図18]


START
周辺局の
ビーコン受信
S1
S2
ビーコン発見？
No
Yes
S3
広帯域の通信
容量が必要か？
必要
必要ない
周辺局中で最多の
ビーコン送信
チャネルを観測
S4
S5
最多チャネル
で各局が大きな干渉を
受けている？
Yes
No
S6
最多チャネルを
ビーコン送信
チャネルに選択
S10
すべての周辺局の
干渉レベルの平均
が最低になる
チャネルを選択
S9
自局が干渉を受
けておらず、
周辺局が利用
していない
チャネルを選択
S8
自局の干渉
レベルが最低の
チャネルを
ビーコン送信
チャネルに選択
選択したチャネルで
ビーコンを送信
S7
S11
定期的
リフレッシュ
時刻？
No
Yes

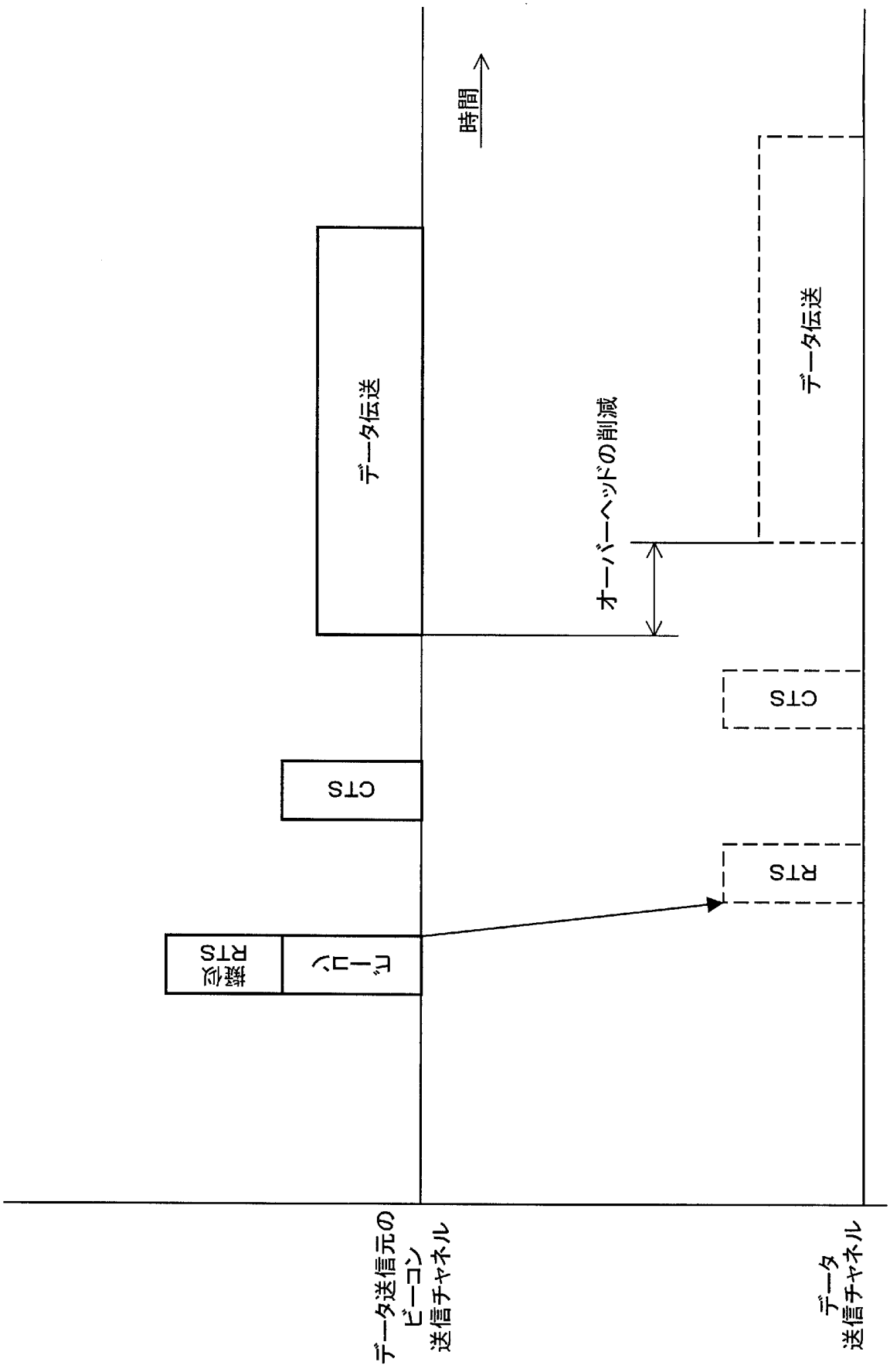
[図19]


通信局#0
通信局#1
通信局#2
通信局#3
送信待機
空き状態検出
P
RTS
131
132
Data
P
135
136
P
CTS
133
134
送信待機
時間

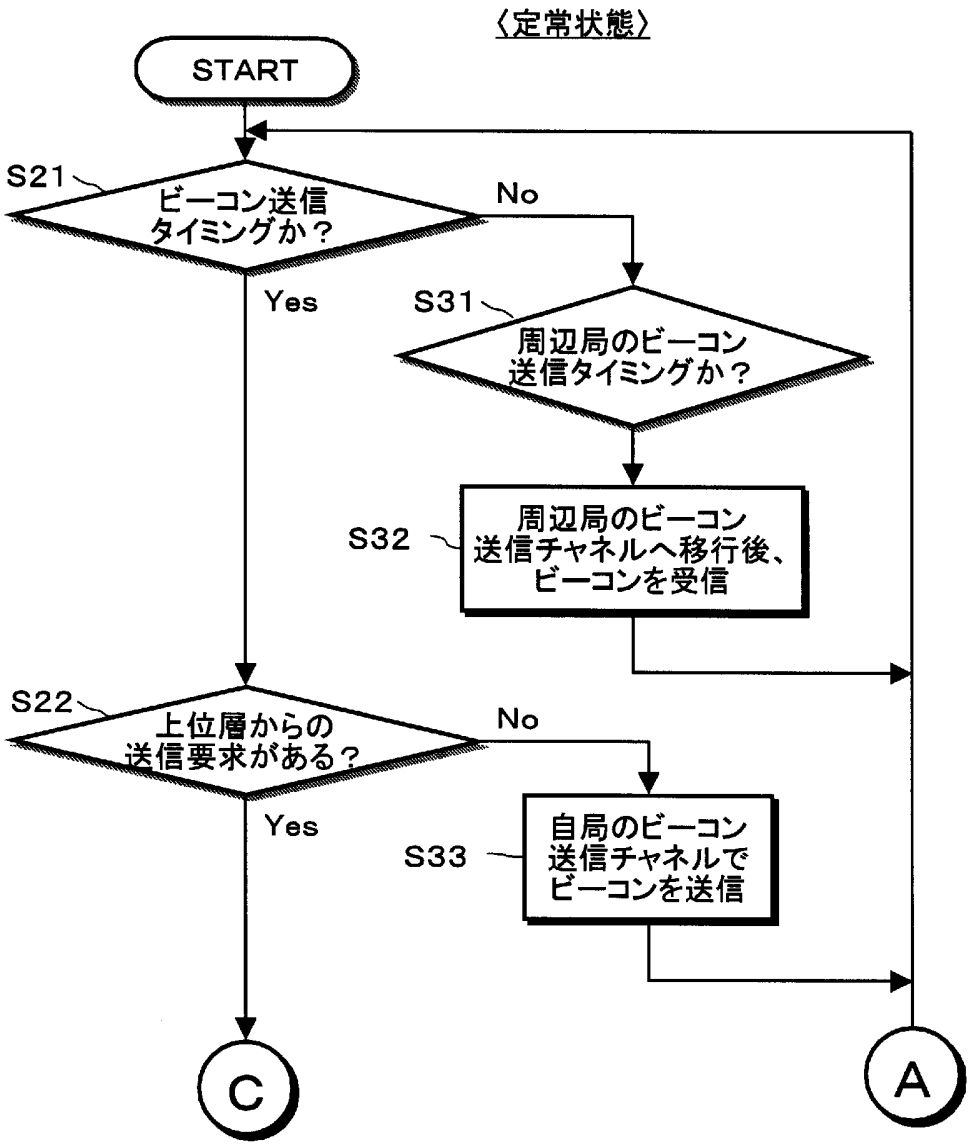
[図20]


データ送信元の
ビーコン
送信チャネル
データ送信先の
ビーコン
送信チャネル
時間
ビーコン
競合
RTS
チャネル移行
RTS
CTS
データ伝送

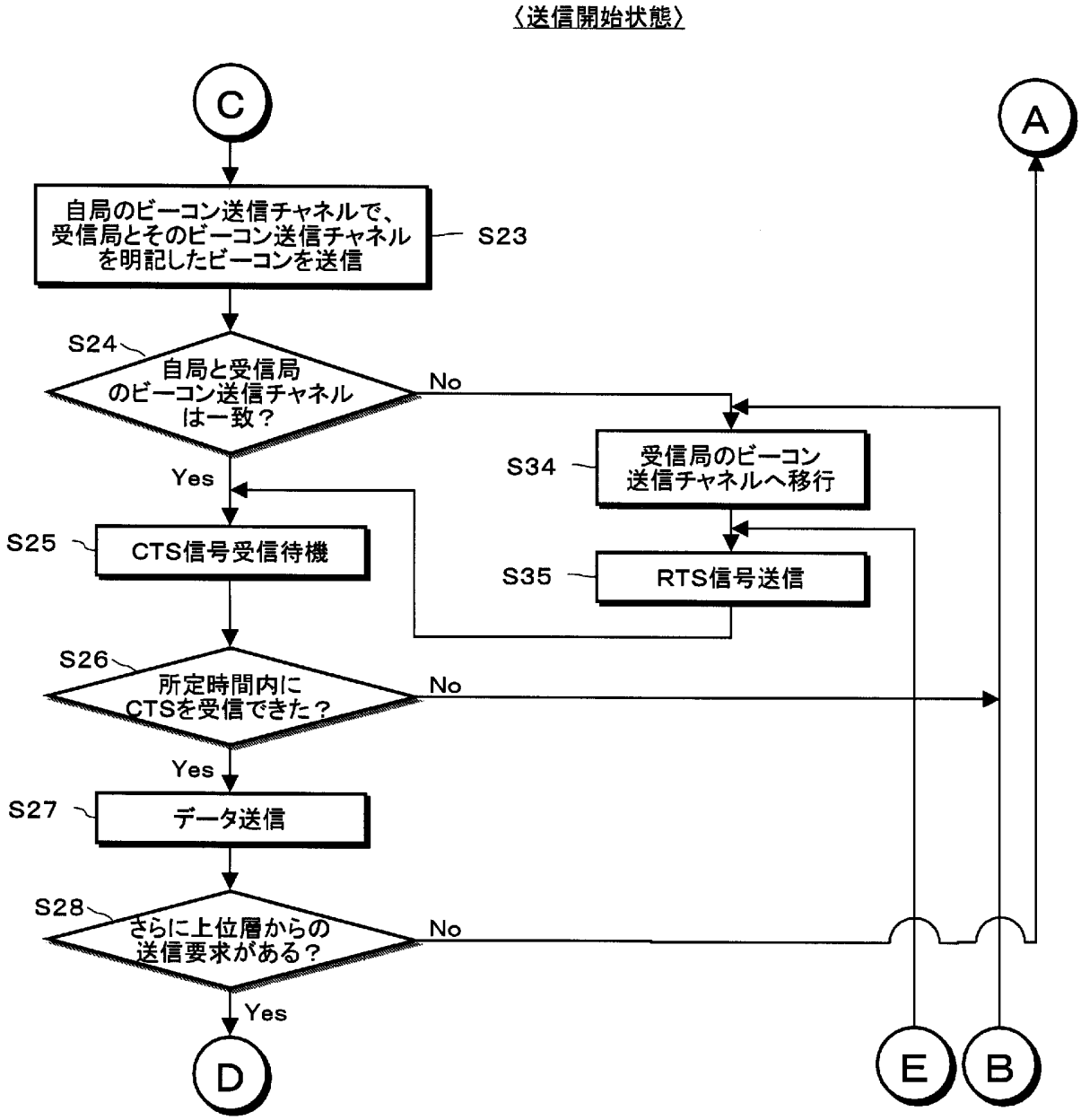
[図21]


データ送信元の
ビーコン
送信チャネル
データ
送信チャネル
擬似
RTS
ビーコン
CTS
データ伝送
RTS
CTS
オーバーヘッドの削減
データ伝送
時間

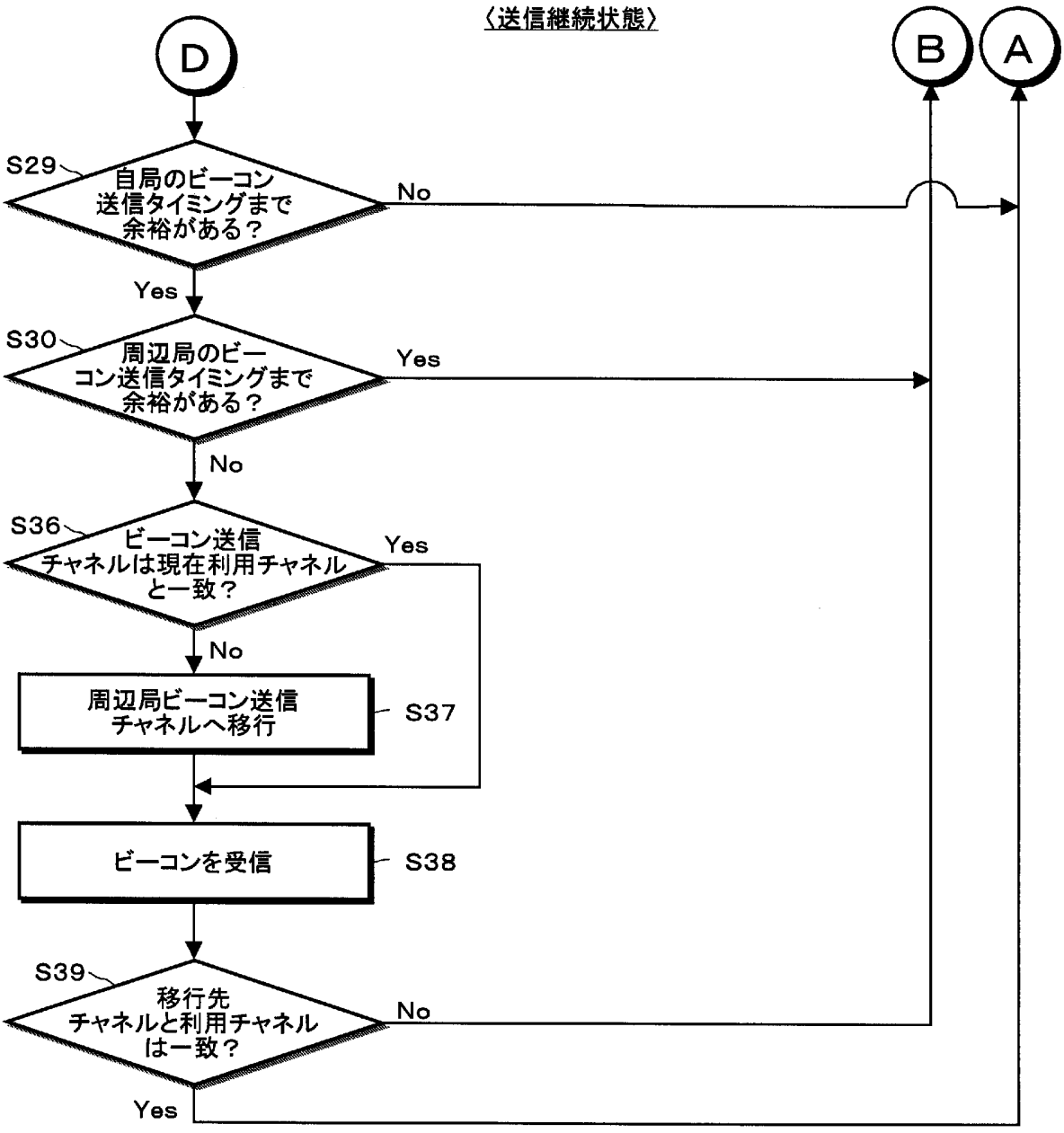
[図22]


〈定常状態〉
START
S21
ビーコン送信タイミングか？
No
Yes
S31
周辺局のビーコン送信タイミングか？
S32
周辺局のビーコン送信チャネルへ移行後、ビーコンを受信
S22
上位層からの送信要求がある？
No
Yes
S33
自局のビーコン送信チャネルでビーコンを送信
C
A

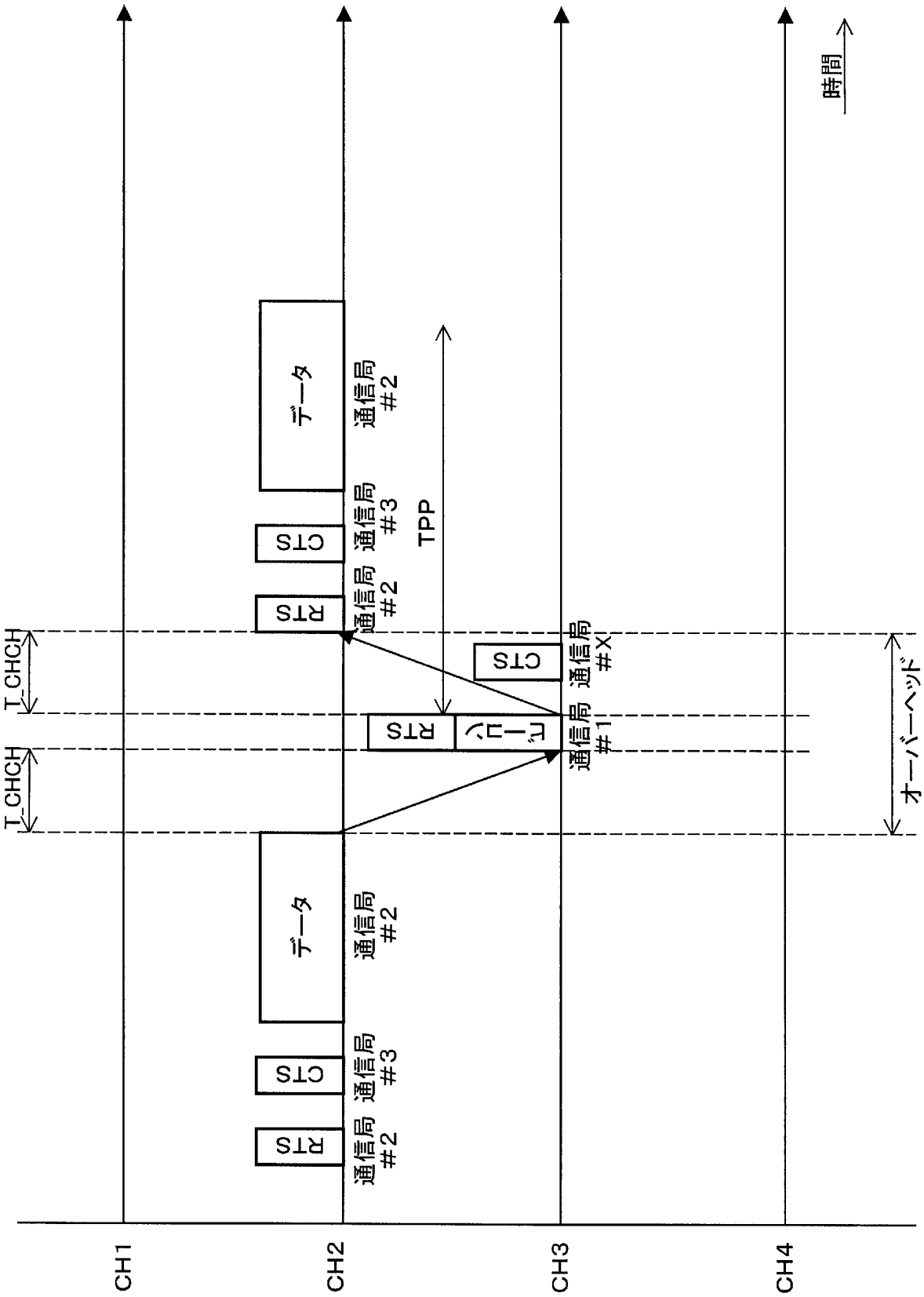
[図23]


〈送信開始状態〉
C
A
自局のビーコン送信チャネルで、
受信局とそのビーコン送信チャネル
を明記したビーコンを送信
S23
S24
自局と受信局
のビーコン送信チャネル
は一致？
No
Yes
S34
受信局のビーコン
送信チャネルへ移行
S25
CTS信号受信待機
S35
RTS信号送信
S26
所定時間内に
CTSを受信できた？
No
Yes
S27
データ送信
S28
さらに上位層からの
送信要求がある？
No
Yes
D
E
B

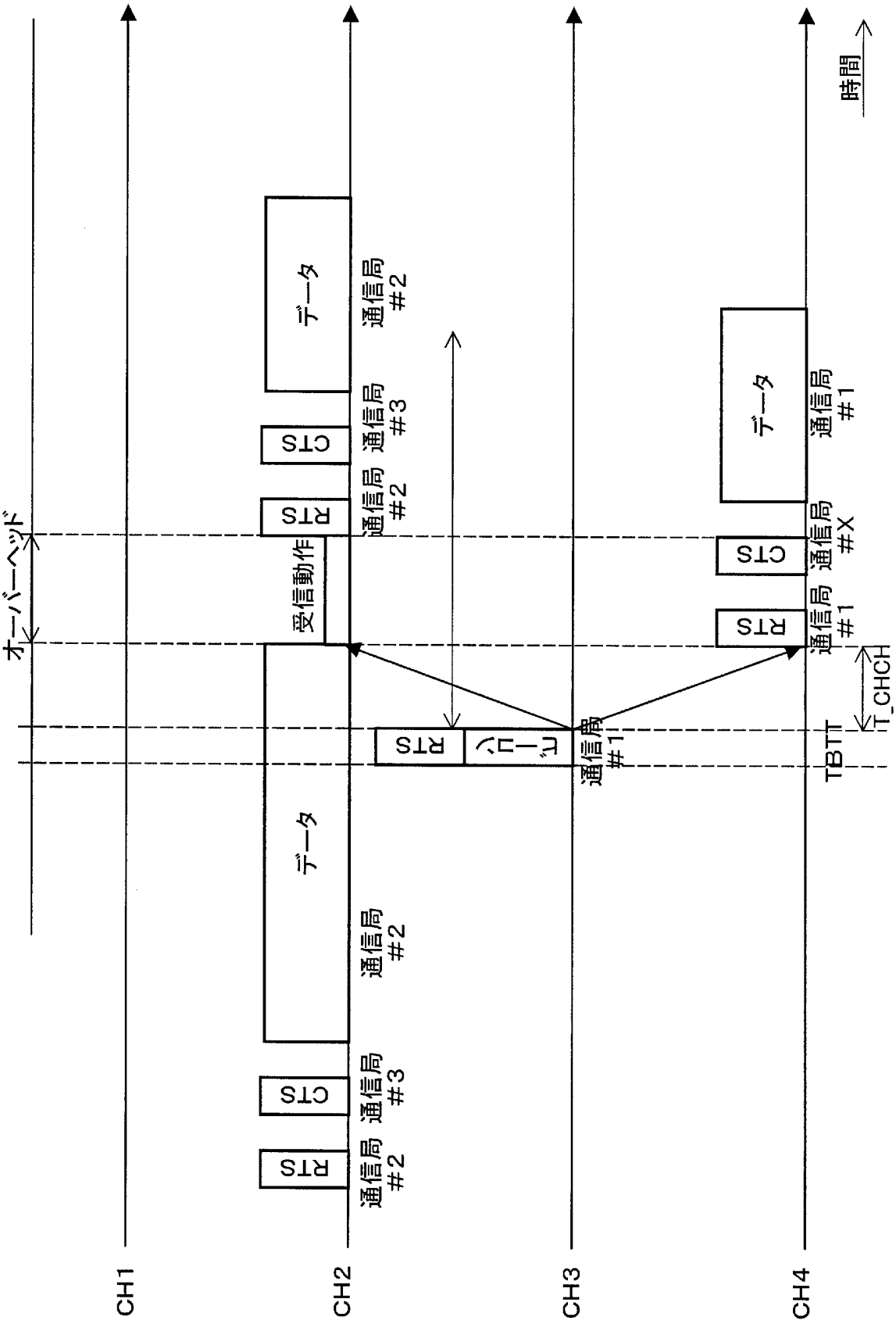
[図24]


〈送信継続状態〉
D
B
A
S29
自局のビーコン送信タイミングまで余裕がある？
No
Yes
S30
周辺局のビーコン送信タイミングまで余裕がある？
Yes
No
S36
ビーコン送信チャネルは現在利用チャネルと一致？
Yes
No
周辺局ビーコン送信チャネルへ移行
S37
ビーコンを受信
S38
S39
移行先チャネルと利用チャネルは一致？
No
Yes

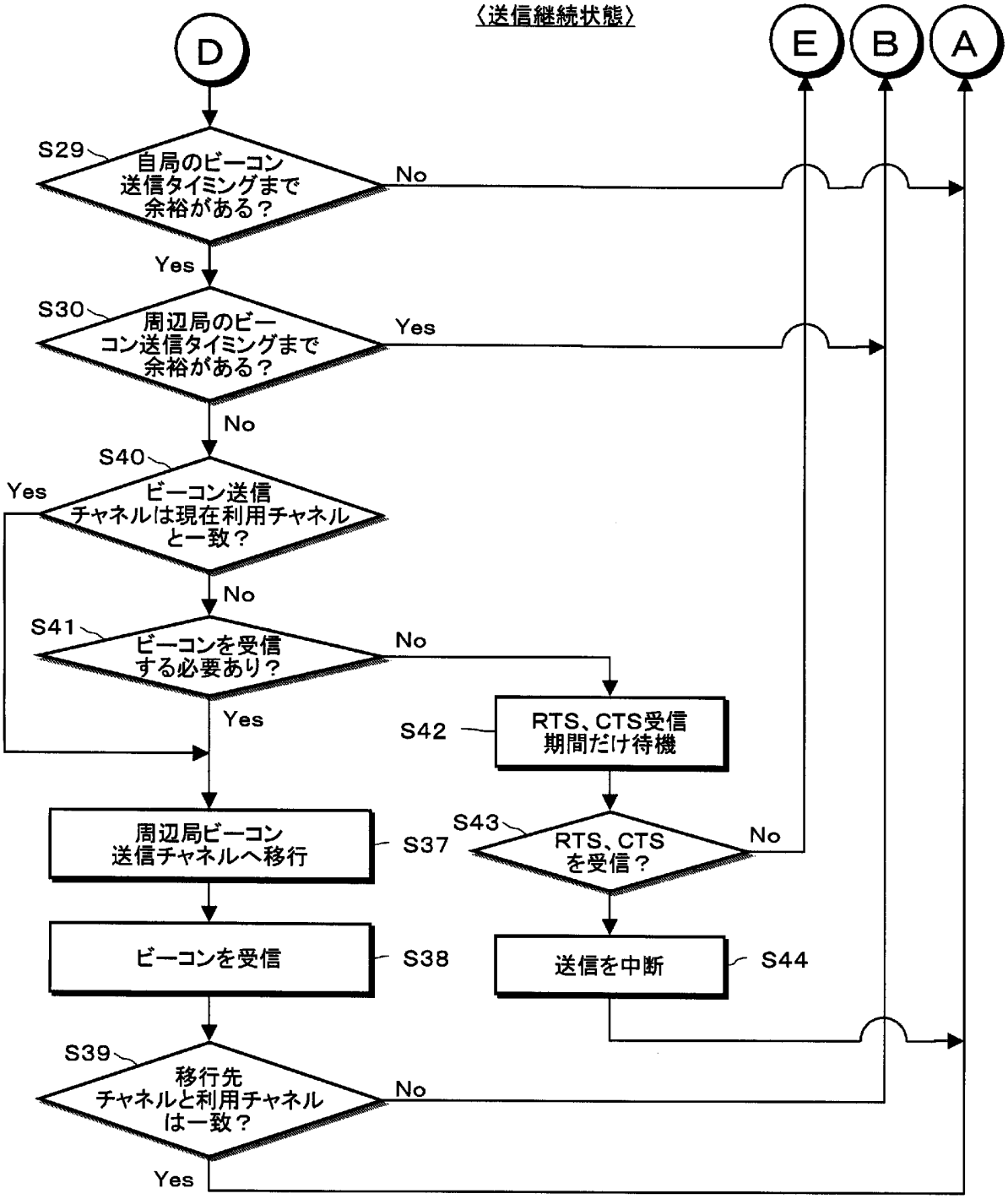
[図25]


CH1
CH2
CH3
CH4
時間
T_CHCH
T_CHCH
TPP
オーバーヘッド
データ
通信局 #2
CTS
通信局 #3
RTS
通信局 #2
CTS
通信局 #X
RTS
ポーリング
通信局 #1
データ
通信局 #2
CTS
通信局 #3
RTS
通信局 #2

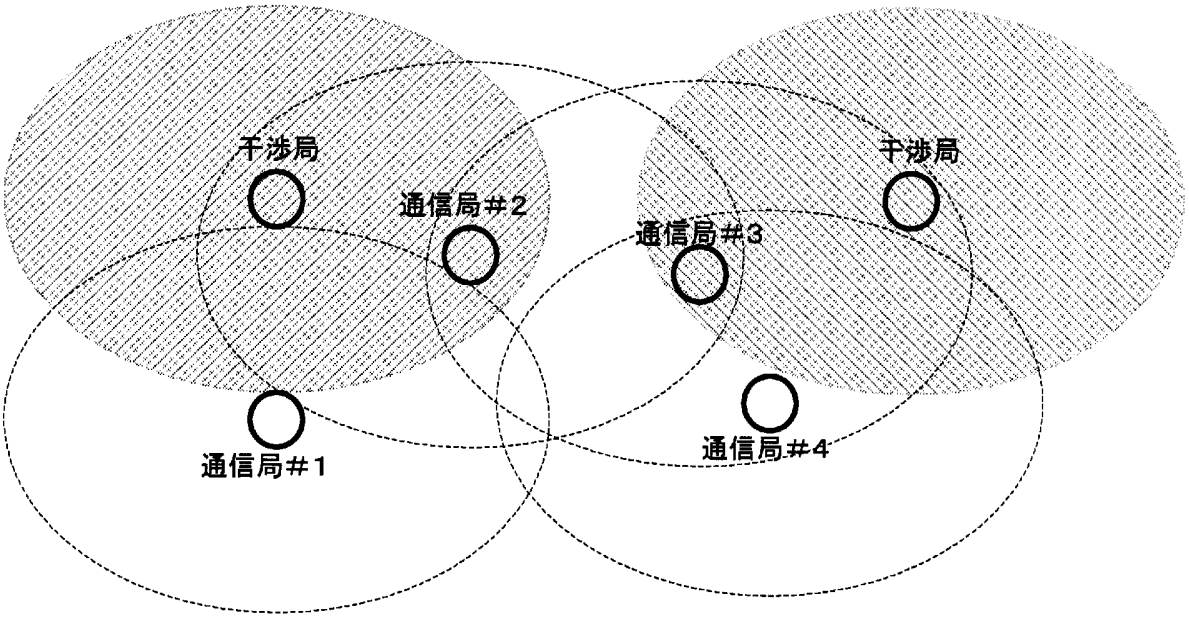
[図26]


CH1
CH2
CH3
CH4
時間
オーバーヘッド
受信動作
RTS
CTS
データ
通信局 #1
通信局 #2
通信局 #3
通信局 #X
T_CHCH
TBTT

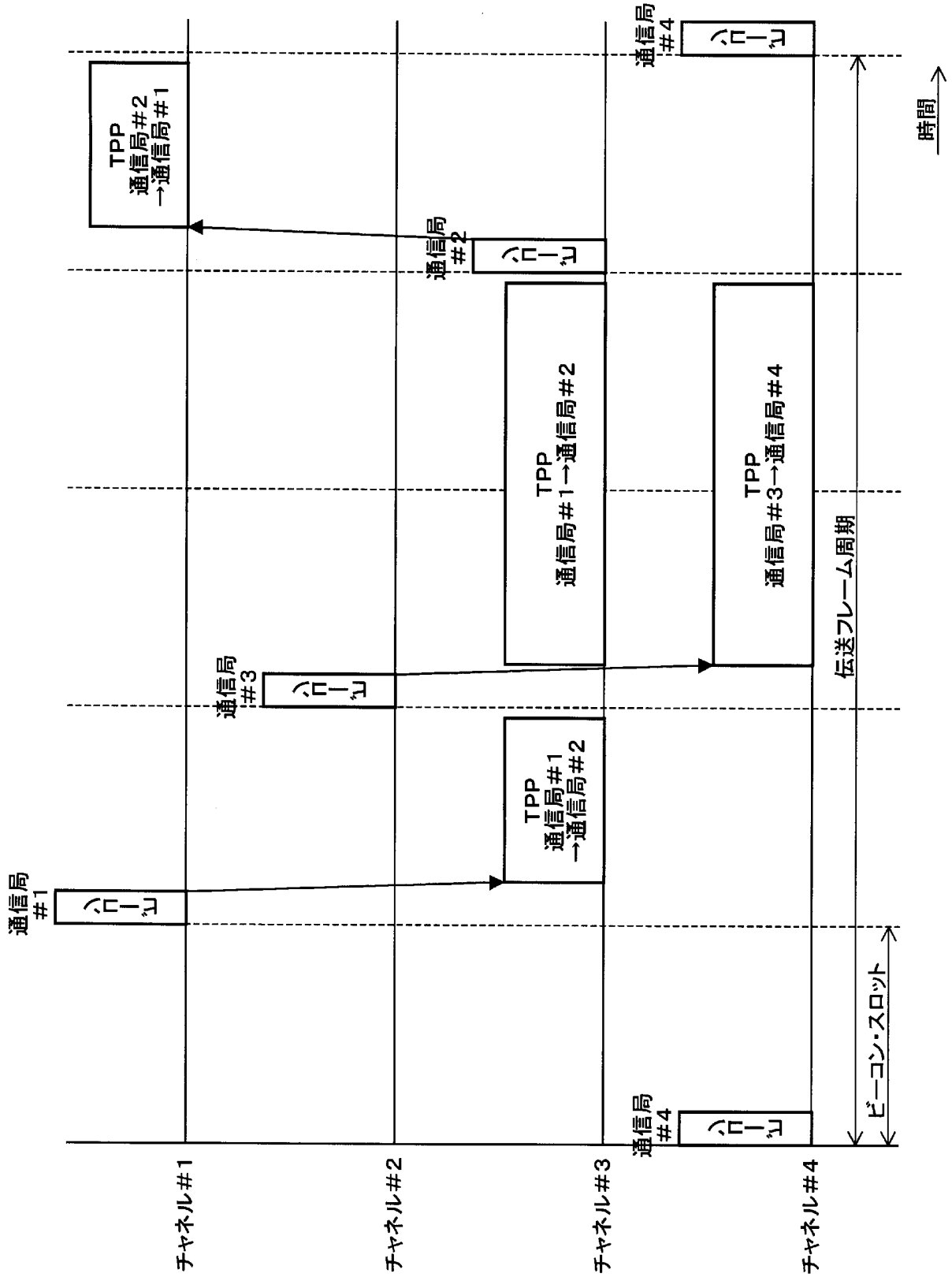
[図27]


〈送信継続状態〉
D
E
B
A
S29
自局のビーコン送信タイミングまで余裕がある？
No
Yes
S30
周辺局のビーコン送信タイミングまで余裕がある？
Yes
No
S40
ビーコン送信チャネルは現在利用チャネルと一致？
Yes
No
S41
ビーコンを受信する必要あり？
No
Yes
S42
RTS、CTS受信期間だけ待機
S43
RTS、CTSを受信？
No
S37
周辺局ビーコン送信チャネルへ移行
S38
ビーコンを受信
S44
送信を中断
S39
移行先チャネルと利用チャネルは一致？
No
Yes

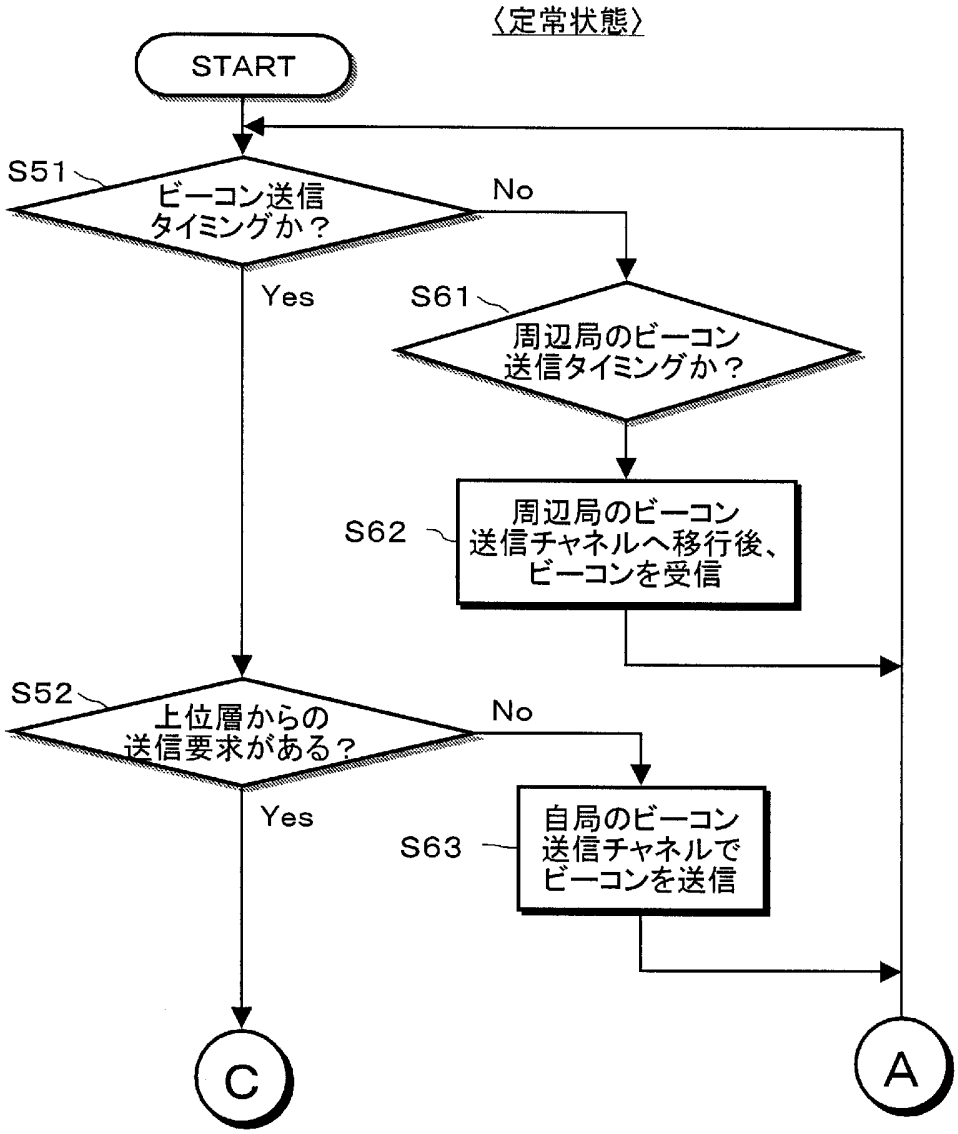
[図28]



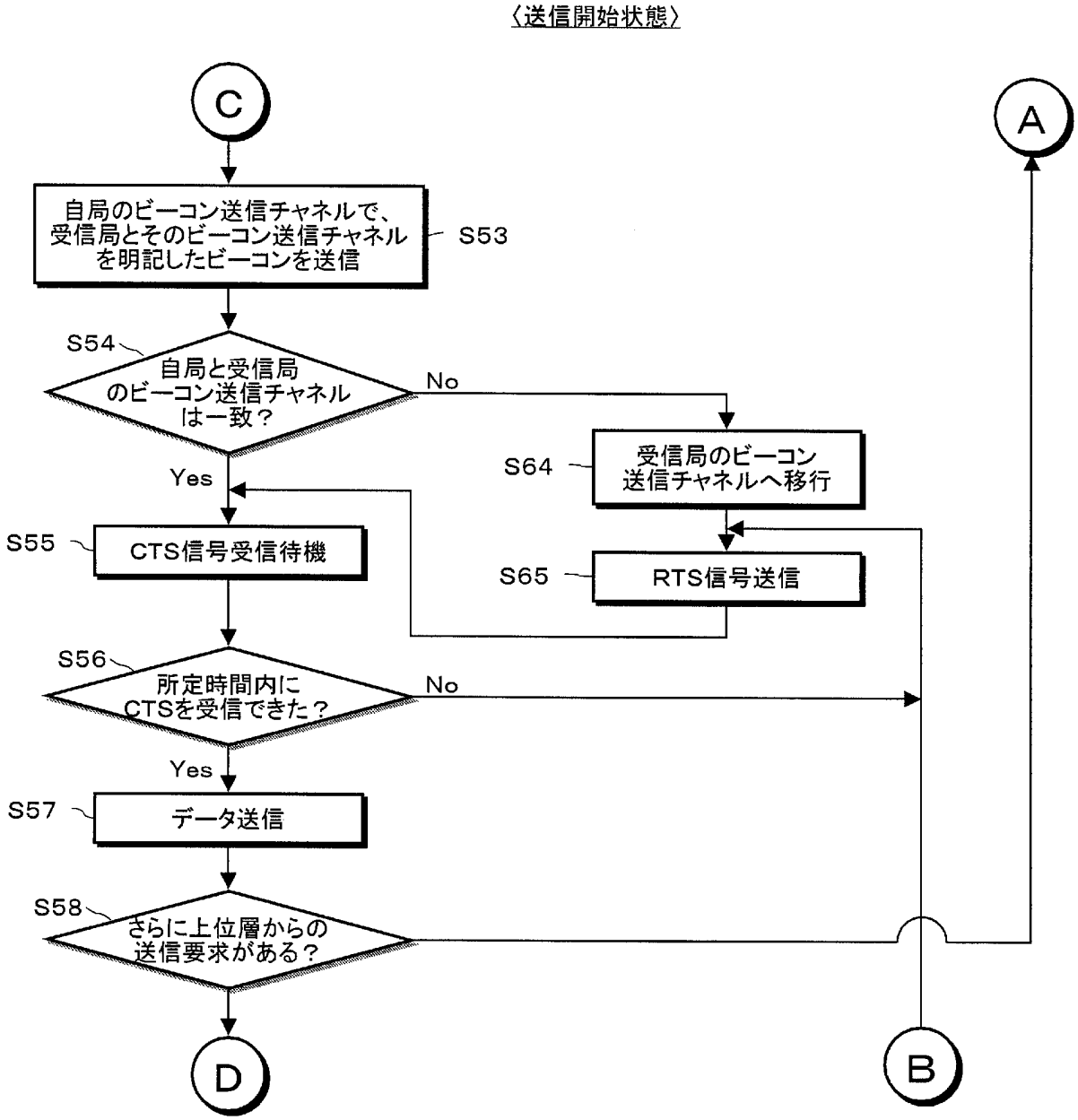
[図29]


チャネル#1
チャネル#2
チャネル#3
チャネル#4
時間
ビーコン・スロット
伝送フレーム周期
通信局#1 ビーコン
通信局#3 ビーコン
通信局#2 ビーコン
通信局#4 ビーコン
通信局#4 ビーコン
TPP 通信局#1→通信局#2
TPP 通信局#2→通信局#1
TPP 通信局#1→通信局#2
TPP 通信局#3→通信局#4

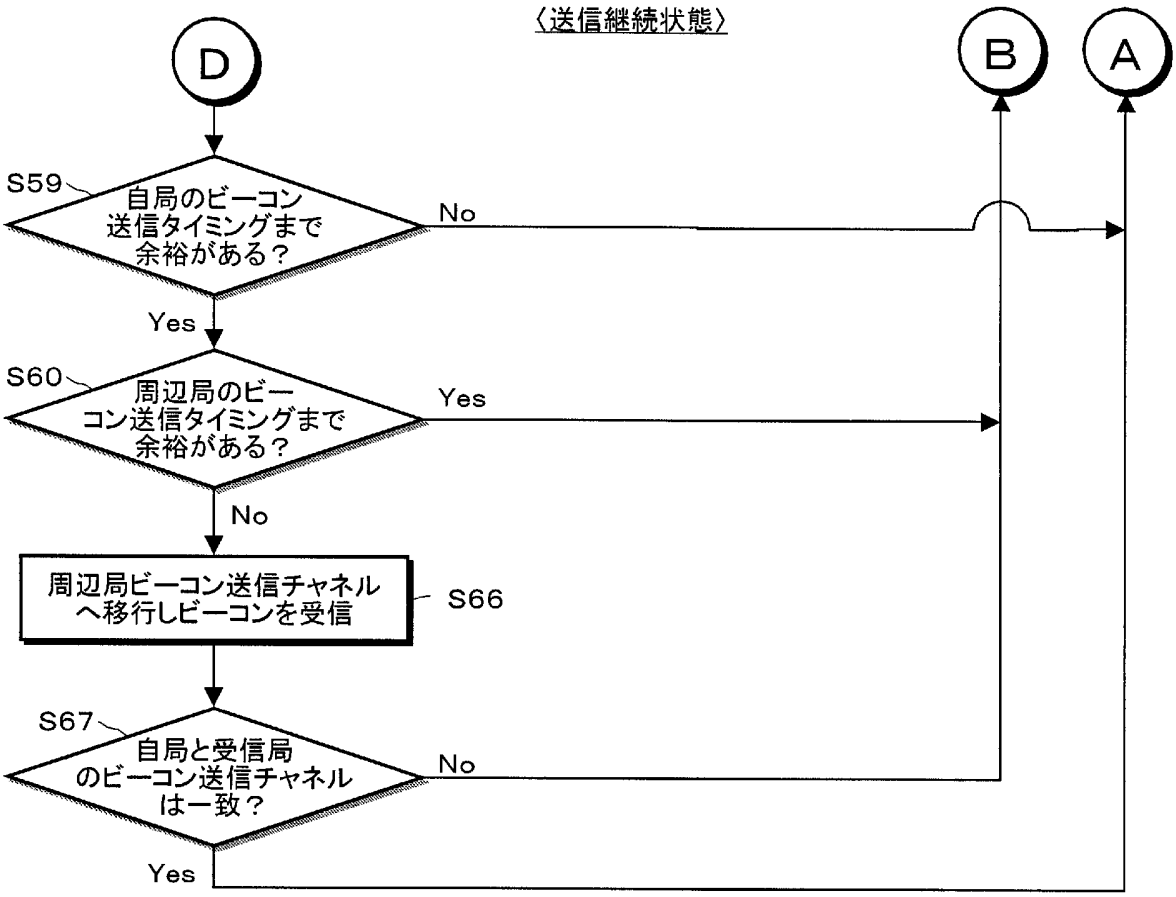
[図30]


〈定常状態〉
START
S51
ビーコン送信
タイミングか？
No
Yes
S61
周辺局のビーコン
送信タイミングか？
S62
周辺局のビーコン
送信チャネルへ移行後、
ビーコンを受信
S52
上位層からの
送信要求がある？
No
Yes
S63
自局のビーコン
送信チャネルで
ビーコンを送信
C
A

[図31]


〈送信開始状態〉
C
A
自局のビーコン送信チャネルで、受信局とそのビーコン送信チャネルを明記したビーコンを送信
S53
S54
自局と受信局のビーコン送信チャネルは一致？
No
Yes
S64
受信局のビーコン送信チャネルへ移行
S55
CTS信号受信待機
S65
RTS信号送信
S56
所定時間内にCTSを受信できた？
No
Yes
S57
データ送信
S58
さらに上位層からの送信要求がある？
D
B

[図32]


〈送信継続状態〉
D
B
A
S59
自局のビーコン送信タイミングまで余裕がある？
No
Yes
S60
周辺局のビーコン送信タイミングまで余裕がある？
Yes
No
周辺局ビーコン送信チャネルへ移行しビーコンを受信
S66
S67
自局と受信局のビーコン送信チャネルは一致？
No
Yes

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/010509

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[7] H04L12/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl[7] H04L12/28, 12/44-12/46, H04B7/24-7/26, H04Q7/02-7/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2003-8588 A (Japan Radio Co., Ltd.), 10 January, 2003 (10.01.03), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	13,18-21,24,27 1-12,14-17,22,23,25,26,28-50
Y	JP 2002-158667 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 31 May, 2002 (31.05.02), Par. Nos. [0019] to [0041]; Fig. 5 (Family: none)	13,18-21,24,27
Y	JP 2002-64503 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 28 February, 2002 (28.02.02), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	18,20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 October, 2004 (13.10.04)	26 October, 2004 (26.10.04)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

国際調査報告

国際出願番号　PCT／JP2004／010509

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
Int. Cl⁷ H04L12／28

B.　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
Int. Cl⁷ H04L12／28, 12／44－12／46
Int. Cl⁷ H04B 7／24－ 7／26
Int. Cl⁷ H04Q 7／02－ 7／04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
日本国実用新案公報　1922－1996
日本国公開実用新案公報　1971－2004
日本国実用新案登録公報　1996－2004
日本国登録実用新案公報　1994－2001

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Y	JP　2003－8588　A（日本無線株式会社）2003.01.10，全文，図1－6（ファミリーなし）	13，18－21，24，27
A		1－12，14－17，22，23，25，26，28－50

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。　☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
13．10．2004	26.10.2004

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）	5X	8523
日本国特許庁（ISA／JP） 郵便番号100－8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	宮島　郁美 電話番号　03－3581－1101　内線　3595		

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Ｙ	ＪＰ　２００２－１５８６６７　Ａ（松下電器産業株式会社）２００２．０５．３１，【００１９】－【００４１】，図５（ファミリーなし）	１３，１８－２１，２４，２７
Ｙ	ＪＰ　２００２－６４５０３　Ａ（日本電信電話株式会社）２００２．０２．２８，全文，図１－４（ファミリーなし）	１８，２０