(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2012-235506
(P2012-235506A)
(43)公開日　平成24年11月29日(2012.11.29)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H04W 28/04	***(2009.01)***	H04Q	7/00	263	5K067
H04W 28/18	***(2009.01)***	H04Q	7/00	282	
H04W 88/02	***(2009.01)***	H04Q	7/00	649	

審査請求 有　請求項の数 6　ＯＬ　（全 41 頁）

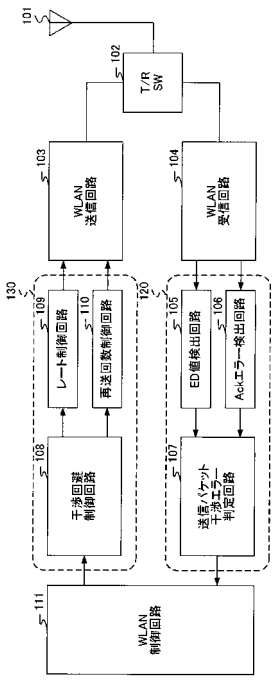
(21)出願番号　特願2012-156505 (P2012-156505)
(22)出願日　平成24年7月12日 (2012.7.12)
(62)分割の表示　特願2007-191312 (P2007-191312)の分割
原出願日　平成19年7月23日 (2007.7.23)
(31)優先権主張番号　特願2006-205395 (P2006-205395)
(32)優先日　平成18年7月27日 (2006.7.27)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(71)出願人　000005821
パナソニック株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　100105050
弁理士　鷲田　公一
(72)発明者　星　吉行
神奈川県横浜市都筑区佐江戸町６００番地　パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内
(72)発明者　橋本　泰治
福岡県福岡市博多区美野島四丁目１番６２号　パナソニックシステムネットワークス株式会社内

Ｆターム(参考)　5K067 AA23 BB21 CC08 DD51 EE02 EE10 FF02 FF16 HH23 HH28 LL11

(54)【発明の名称】無線通信装置

(57)【要約】
【課題】干渉の発生による要因で通信エラーが発生したことを検出する無線通信装置を提供する。
【解決手段】無線通信装置１００は、パケット送信前のＥＤ値を測定するＥＤ値検出回路１０５、送信したパケットに対するＡｃｋエラーを検出するＡｃｋエラー検出回路１０６及び送信パケット干渉エラー判定回路１０７からなる送信パケット干渉エラー検出回路１２０を備え、測定したＥＤ値が干渉判定閾値を超過した条件で送信したパケットに対して、Ａｃｋエラーが検出された場合に干渉エラーと判定する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
無線通信状態を判定する通信状態判定手段と、
前記通信状態判定手段が所定の干渉判定条件にあると判定した干渉判定条件下において、通信相手方に対して送信したパケットに関する通信相手からの応答にＡｃｋエラーが検出された場合に、前記Ａｃｋエラーは干渉源による干渉エラーであると判定する干渉エラー判定手段と、
を備える無線通信装置。
【請求項２】
前記通信状態判定手段は、
パケット送信前のＥＤ値を測定する請求項１記載の無線通信装置。
【請求項３】
前記通信状態判定手段は、
パケット送信前に他システムの通信キャリアが存在するかどうかを検出する請求項１記載の無線通信装置。
【請求項４】
通信エラー発生時に伝送レートを下げるフォールバック制御を行う無線通信装置であって、
無線通信状態を判定する通信状態判定手段と、
前記通信状態判定手段が所定の干渉判定条件にあると判定した時に通信相手に対して送信したパケットに対する通信相手からのＡｃｋ応答が欠落した場合に干渉による送信パケットエラーと判定する干渉エラー判定手段と、
前記干渉エラー判定手段が干渉による送信パケットエラーと判定した場合に、前記フォールバック制御を停止して伝送レートを一定のレートに固定し、再送回数を通常通信より増やす干渉回避制御手段と、
を備える無線通信装置。
【請求項５】
前記通信状態判定手段は、
パケット送信前のＥＤ値を測定する請求項４記載の無線通信装置。
【請求項６】
前記通信状態判定手段は、
パケット送信前に他システムの通信キャリアが存在するかどうかを検出する請求項４記載の無線通信装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、干渉が発生した場合に、干渉を検出して干渉を回避する無線通信装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、敷設の容易性、導入コストの経済性等を考慮して、オフィスや家庭等で、無線ＬＡＮ（以下、ＷＬＡＮ：Wireless Local Area Networkという）を構築するケースが増えてきている。ＷＬＡＮの代表的な技術には、ＩＥＥＥ（Institute of Electrical and Electronics Engineers）により標準化されたＩＥＥＥ８０２．１１がある。この標準化された技術は、ＯＳＩモデルにおける、物理層から、データリンクの下位層であるＭＡＣ（Medium Access Control：媒体アクセス制御）層までを規定しており、有線のＬＡＮ伝送路であるイーサーネットと置きかえることができ、さらに、ワイヤレスであるが故の付加機能として、ローミング（roaming）機能も提供できる仕様になっている。
【０００３】
また、キャリア以外のローカルネットワークにアクセスできるシステムとして上記ＷＬ

ＡＮやBluetooth（登録商標）、ＵＷＢ（Ultra Wideband）が使用される。ＷＬＡＮは、ＷＬＡＮ機能を持つ携帯ノート型パソコン、ＰＤＡ（Personal Digital Assistants）などの携帯情報端末に幅広く用いられている。より低消費電力が要求される携帯電話機では、Bluetooth（登録商標），ＵＷＢなどの小電力近距離双方向無線通信方式が注目されている。

【０００４】

無線ネットワークにおいて、送信機、受信機がある特定の周波数（通信チャンネル）で通信している場合、同じ通信チャンネルを別の送信機、受信機のペアが使用する場合、データ伝送の帯域が減少するため、後から通信チャンネルを使用する機器は、空いている通信チャンネルに自動的に変更する必要がある。

【０００５】

通信チャンネルを変更する無線通信機器として、例えば特許文献１では、無線通信部が、２．４ＧＨｚ帯のフロントエンド回路と５ＧＨｚ帯のフロントエンド回路を設けて、２．４ＧＨｚ帯と５ＧＨｚ帯の２つの周波数帯に対応したものとすることで、ＷＬＡＮシステムで、同一エリア内で同時に設定可能なチャンネル数を大幅に増加し、妨害電波によって通信リンクが途切れてしまうおそれを低減しようとする。

【０００６】

図３０は、従来のＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示す図である。図３０において、無線通信装置１０は、アンテナ１１、送受信切替スイッチ（Ｔ／Ｒ ＳＷ）１２、ＷＬＡＮ送信回路１３、ＷＬＡＮ受信回路１４、及びＷＬＡＮ制御回路１５を備えて構成される。

【０００７】

送受信切替スイッチ（Ｔ／Ｒ ＳＷ）１２は、送信するタイミング及び受信するタイミングにおいてＳＷを切り替える。ＷＬＡＮ送信回路１３は、ＷＬＡＮにおける信号を送信する。ＷＬＡＮ受信回路１４は、ＷＬＡＮにおける信号を受信する。ＷＬＡＮ制御回路１５は、ＷＬＡＮ送信回路１３及びＷＬＡＮ受信回路１４を制御する。

【０００８】

ところで、ＷＬＡＮは、ＷＬＡＮ導入以前より使用されていた有線ＬＡＮと比較して、通信可能な範囲内において、ＷＬＡＮを形成する各端末を移動させることが可能で機動性が高いが、通信可能な範囲を示す境界が曖昧である。通信可能な範囲を示す境界が曖昧であるために、複数のＷＬＡＮが隣接して存在している場合、複数のＷＬＡＮ夫々の通信可能な範囲が重複する範囲に、端末が存在してしまうことがある。これらの端末は互いに隣接するＷＬＡＮ内の夫々の電波を受信することで、電波干渉問題が発生し、スループットが低下する場合がある。

【０００９】

〔電波干渉検出技術〕

上記電波干渉を検出する方法として、例えば特許文献２には、自局が通信しているＡＰ（Access Point）以外から受信したＢＳＳ（Basic Service Set）のＩＤ受信率を基に干渉検出する技術が開示されている。特許文献２記載の電波干渉検出方法は、受信されたフレーム全体の中で対応するＢＳＳのＩＤとは異なる他のＢＳＳのＩＤを含むフレームの受信率を算出する外部ＢＳＳＩＤ受信率算出部と、この外部ＢＳＳＩＤ受信率算出部が算出した外部ＢＳＳＩＤ受信率に基づいて、ＢＳＳの間で干渉が発生したか否かを検出する。

【００１０】

また、特許文献３には、自局が通信しているＡＰ以外の無線機器から送信された無線信号の受信電力を基に干渉を判定する技術が開示されている。特許文献３記載の電波干渉判定方法は、無線インターフェース部から出力される干渉量モニタ信号から干渉の度合いを判定し、運用チャンネルを変更することで、干渉を回避するべきか否かを判断する機能を備えている。

【００１１】

〔電波干渉回避技術〕

電波干渉を検出した場合に、以下のような干渉回避方法が採られる。特許文献４には、電波干渉を検出した場合に、周波数チャンネルを変更することにより干渉回避を実施する技術が開示されている。特許文献４記載の電波干渉回避方法は、無線ネットワークシステムにおいて、複数の周波数チャンネルを選択的に設定して機器端末と無線通信接続する場合に、無線アンテナで受信した信号に基づいて、複数の周波数チャンネル毎の電波のレベルを所定の周期で測定し、この測定された他を所定の閾値と比較して周波数チャンネル毎に使用あるいは未使用を判定して周波数チャンネル毎に使用頻度の統計データとして記憶し、上記機器端末と無線通信を実行中に、必要に応じてその統計データに基づいて周波数チャンネルを変更するようにする。

【００１２】

また、通信エラーが発生した場合、伝送レートを落としていき、伝送距離を伸ばすフォールバック制御が実施される。しかし、フォールバックにより伝送レートを最低レートまで落としてしまうと大幅にスループットが低下することになる。特許文献５には、干渉発生によりエラーが発生した場合に、フォールバックにより伝送レートを最低レートまで落とすことによる大幅なスループット低下を避けるために、干渉時の基準スループットを設けてそのスループットになるように速度モードを制御し、一定レベルのスループットを確保しようとする。具体的には、無線通信装置が受信すべき周波数帯と同じ周波数帯で動作し、かつ、無線通信装置の通信に用いる規格とは異なる規格に基づいて動作する干渉機器からの干渉の有無を無線通信装置が検知した場合には、速度モードを変更する際の基準となるスループットを干渉スループットとして無線通信装置が設定し、それによって速度モードを変更する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１３】

【特許文献１】特開２００２－３３６７６号公報
【特許文献２】特開２００６－１０９４４８号公報
【特許文献３】特開２００４－３５７０５６号公報
【特許文献４】特開２００５－３３３５１０号公報
【特許文献５】特開２００５－２７８０５２号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１４】

しかしながら、このような従来の電波干渉回避方法にあっては、以下のような問題点があった。

【００１５】

（１）干渉発生時においても、干渉波の影響により通信エラーが発生するため、伝送レートを落とすフォールバックが行われる。しかし、フォールバックにより伝送レートを落とすと、パケット長は大きくなるため、逆に干渉に対する影響を受けやすくなる弊害がある。

【００１６】

図３１は、干渉波と通信キャリアとの関係を示す図である。図３１（ａ）に示すように、周期的又はバーストで干渉波が発生している。電波干渉が生じている状態にある通信キャリア（図３１（ｂ）参照）では、通信エラーが発生した場合と同様に、フォールバックにより伝送レートを落とし伝送距離を伸ばすように制御される。（図３１（ｃ）参照）。上記通信キャリアとは、ここでは、無線通信装置が送受信する周波数帯のパケット長であり、無線通信装置は干渉波を検出した場合には、スループット設定を変えて伝送レートを落とすフォールバック制御を実施する。図３１（ｃ）に示すように、フォールバックによりパケット長は大きくなり通信パケット　は時間軸上に長くなるため、フォールバック後の通信パケットは、次の干渉波に衝突する可能性が高まる。つまり、フォールバックにより常に干渉波と衝突する方向へ推移してしまう。

【００１７】
（２）低レートの場合において干渉発生時の再送回数を多く設定すると、無線区間のジッタ（時間軸上の変動）が大きくなるため、通常３～７回程度に設定される。
【００１８】
図３２は、干渉波とパケット再送回数との関係を示す図である。
【００１９】
低レートの場合は、無線区間のジッタを避けるため、干渉波発生時間領域の再送は３～７回である。しかし、図３２に示すように、高レートで通信している場合には、パケット長が短いため、再送を３～７回繰り返したとしても、干渉波発生時間領域を超えることができず干渉波を回避することができない。すなわち、再送回数が少ないため、干渉波のない時間領域まで到達できない。
【００２０】
上記課題（１）（２）について更に詳細に説明する。
【００２１】
図３３は、干渉波とパケット再送回数との関係を示す図であり、図３３（ａ）は、上記課題（１）を、図３３（ｂ）は、上記課題（２）を説明する。
【００２２】
無線通信装置が送受信を行っている通信キャリアの周波数帯域で電子レンジがＯＮした場合、この電子レンジが干渉波発生源となり、電子レンジＯＮの間が干渉区間となる。なお、電子レンジは、ＷＬＡＮで使用される２．４ＧＨｚ周波数帯を含む広範囲の周波数帯にわたって妨害電波を発生させ、かつ電子レンジＯＮの時はバースト的に干渉し、さらにＷＬＡＮとは全くの非同期で干渉を発生させる。また、Ｂｅａｃｏｎは、アクセスポイントから定期的に送出され、１ｍｓｅｃ程度のパケット長である。
【００２３】
いま、２０ｍｓｅｃの間に電子レンジＯＮ（干渉区間）が断続的に発生した場合を例にとる。図３３（ａ）に示すように、送信時に干渉が発生すると、通信エラーの発生とともにフォールバック動作により伝送レートを落とす制御が実行されるため、結果的にパケット長が長くなった状態で再送１，２，３，…が実施される。しかしながら、パケットサイズが大きいため、電子レンジＯＮ（干渉区間）の隙間を抜けることができず干渉波と衝突して通信ができない。
【００２４】
また、図３３（ｂ）に示すように、送信時に干渉が発生し、再送１，２，３，…を繰り返しても再送回数が少ない規定数であるため、電子レンジＯＮ区間（干渉区間）を超える再送が成功せず干渉を回避できない。
【００２５】
このように、従来は、ＷＬＡＮ通信時に、電子レンジなどによる干渉を受けた場合に、フォールバックによる伝送レート低下によりパケット長が長くなる弊害及び規定のパケット再送回数では干渉を回避できず通信ができなくなる課題がある。
【００２６】
本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、干渉の発生による要因で通信エラーが発生したことを検出する無線通信装置を提供することを目的とする。
【００２７】
また、本発明は、ＷＬＡＮ通信時に、電子レンジなどの干渉源による妨害波の影響を受けた際に、干渉を回避することができる無線通信装置を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００２８】
本発明の無線通信装置は、無線通信状態を判定する通信状態判定手段と、前記通信状態判定手段が所定の干渉判定条件にあると判定した干渉判定条件下において、通信相手方に対して送信したパケットに関する通信相手からの応答にＡｃｋエラーが検出された場合に、前記Ａｃｋエラーは干渉源による干渉エラーであると判定する干渉エラー判定手段と、

を備える構成をとる。

【００２９】

本発明の無線通信装置は、通信エラー発生時に伝送レートを下げるフォールバック制御を行う無線通信装置であって、無線通信状態を判定する通信状態判定手段と、前記通信状態判定手段が所定の干渉判定条件にあると判定した時に通信相手に対して送信したパケットに対する通信相手からのＡｃｋ応答が欠落した場合に干渉による送信パケットエラーと判定する干渉エラー判定手段と、前記干渉エラー判定手段が干渉による送信パケットエラーと判定した場合に、前記フォールバック制御を停止して伝送レートを一定のレートに固定し、再送回数を通常通信より増やす干渉回避制御手段と、を備える構成をとる。

【発明の効果】

【００３０】

本発明によれば、実際に、干渉の発生による要因で通信エラーが発生したことを検出することができる。

【００３１】

また、ＷＬＡＮ通信時に、電子レンジなどの干渉源による妨害波の影響を受けた際に、干渉を回避することができ、通信を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【００３２】

【図１】本発明の実施の形態１に係るＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示すブロック図

【図２】上記実施の形態に係る無線通信装置の送信パケット干渉エラー検出回路による送信パケット干渉エラー検出方法を説明する図

【図３】本発明の実施の形態２に係るＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示すブロック図

【図４】上記実施の形態に係る無線通信装置の送信パケット干渉エラー検出回路による送信パケット干渉エラー検出方法を説明する図

【図５】本発明の実施の形態３に係るＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示すブロック図

【図６】上記実施の形態に係る無線通信装置の受信パケット干渉エラー検出回路による受信パケット干渉エラー検出方法を説明する図

【図７】上記実施の形態に係る無線通信装置の干渉回避回路による干渉波とパケット再送回数との関係を示す図

【図８】上記実施の形態に係る無線通信装置の干渉エラー回避回路による干渉回避処理を示すフロー図

【図９】上記実施の形態に係る無線通信装置の干渉波レベル判定と干渉エラー判定の動作内容を表にして示す図

【図１０】本発明の実施の形態５に係るＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示すブロック図

【図１１】上記実施の形態に係る無線通信装置のレート／再送回数決定回路が参照する干渉回避テーブルの一例を示す図

【図１２】上記実施の形態に係る無線通信装置の干渉回避回路による干渉波とパケット再送回数との関係を示す図

【図１３】上記実施の形態に係る無線通信装置の干渉エラー回避回路による干渉回避処理を示すフロー図

【図１４】本発明の実施の形態６に係るＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示すブロック図

【図１５】上記実施の形態に係る無線通信装置の干渉マッピング処理回路による干渉波とパケット再送数と送信タイミングとの関係を示す図

【図１６】上記実施の形態に係る無線通信装置の干渉マッピング処理回路の干渉マッピング処理の一例を示す図

【図１７】上記実施の形態に係る無線通信装置の干渉マッピング処理回路によるマッピング処理及び干渉回避制御回路による干渉回避処理を示すフロー図
【図１８】上記実施の形態に係る無線通信装置の干渉マッピング処理回路によるマッピング処理及び干渉回避制御回路による干渉回避処理を示すフロー図
【図１９】本発明の実施の形態７に係るＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示すブロック図
【図２０】上記実施の形態に係る無線通信装置のＩＥＲ検出回路によるＩＥＲ検出とパケット再送数と伝送レートとの関係を示す図
【図２１】上記実施の形態に係る無線通信装置のＩＥＲ検出回路によるＩＥＲ検出、干渉回避パラメータ実行回路による最適干渉回避パラメータ決定及び干渉回避制御回路による干渉回避処理を示すフロー図
【図２２】上記実施の形態に係る無線通信装置のＩＥＲ検出回路によるＩＥＲ検出と送信タイミングの調整の関係を示す図
【図２３】上記実施の形態に係る無線通信装置のＩＥＲ検出回路によるＩＥＲ検出、干渉回避パラメータ実行回路による送信タイミング調整及び干渉回避制御回路による干渉回避処理を示すフロー図
【図２４】本発明の実施の形態９に係るＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示すブロック図
【図２５】上記実施の形態に係る無線通信装置のＩＥＲ検出回路によるＩＥＲ検出とＰＥＲ検出回路によるＰＥＲと送信タイミングの調整の関係を示す図
【図２６】上記実施の形態に係る無線通信装置のＰＥＲとＩＥＲを使用した伝送レート及び再送数設定による干渉回避処理を示すフロー図
【図２７】本発明の実施の形態１０に係るＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示すブロック図
【図２８】上記実施の形態に係る無線通信装置の干渉回避パターン実行回路が保持する干渉回避パターンリストの一例を示す図
【図２９】上記実施の形態に係る無線通信装置の干渉回避パターンリストによる干渉回避処理を示すフロー図
【図３０】従来のＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示す図
【図３１】干渉波と通信キャリアとの関係を示す図
【図３２】干渉波とパケット再送回数との関係を示す図
【図３３】干渉波とパケット再送回数との関係を示す図
【発明を実施するための形態】
【００３３】
以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。
【００３４】
実施の形態１乃至３は、干渉検出回路及び方法についての適用例、実施の形態４及び５は、干渉回避回路及び方法についての適用例である。
【００３５】
（実施の形態１）
図１は、本発明の実施の形態１に係るＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示すブロック図である。本実施の形態は、ＷＬＡＮにおける無線通信装置に適用した例である。
【００３６】
図１において、無線通信装置１００は、無線通信を行う携帯電話機／ＰＨＳ（Personal Handy-Phone System）やＰＤＡなどの無線通信端末であり、キャリア以外のローカルネットワークにアクセスできるシステムとしてＷＬＡＮ機能を備える。キャリア以外のネットワークを使った情報配信サービスとしてＷＬＡＮのほか、Bluetooth（登録商標）、ＵＷＢなどの小電力近距離双方向無線通信方式がある。
【００３７】
無線通信装置１００は、アンテナ１０１、送受信切替スイッチ（Ｔ／Ｒ ＳＷ）１０２

、ＷＬＡＮ送信回路１０３、ＷＬＡＮ受信回路１０４、ＥＤ（Energy Detect）値検出回路１０５、Ａｃｋエラー検出回路１０６、送信パケット干渉エラー判定回路１０７、干渉回避制御回路１０８、レート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０、及びＷＬＡＮ制御回路１１１を備えて構成される。

【００３８】

上記ＥＤ値検出回路１０５、Ａｃｋエラー検出回路１０６及び送信パケット干渉エラー判定回路１０７は、全体として、送信パケット干渉エラー検出回路１２０を構成し、上記干渉回避制御回路１０８、レート制御回路１０９及び再送回数制御回路１１０は、全体として、干渉回避回路１３０を構成する。

【００３９】

送受信切替スイッチ（Ｔ／Ｒ　ＳＷ）１０２は、送信するタイミング及び受信するタイミングにおいてＳＷを切り替える。ＷＬＡＮ送信回路１０３は、ＷＬＡＮにおける信号を送信する。ＷＬＡＮ受信回路１０４は、ＷＬＡＮにおける信号を受信する。ＷＬＡＮ制御回路１１１は、ＷＬＡＮ送信回路１０３及びＷＬＡＮ受信回路１０４を制御する。これらは、図３０の無線通信装置１０と同一の構成である。

【００４０】

〔送信パケット干渉エラー検出回路１２０構成〕

ＥＤ値検出回路１０５は、パケットを送信する前に、妨害波のレベル（ＥＤ値）を測定し、干渉判定閾値と比較し超過していることを判定する。Ａｃｋエラー検出回路１０６は、送信したパケットに対するＡｃｋが欠落したことを検出する。送信パケット干渉エラー判定回路１０７は、ＥＤ値検出回路１０５により検出されたＥＤ値とＡｃｋエラー検出回路１０６により検出されたＡｃｋエラー検出から送信パケット干渉エラーが発生したことを判定する。

【００４１】

〔干渉回避回路１３０構成〕

干渉回避制御回路１０８は、干渉エラーが発生したときに、干渉回避のために、伝送レートと再送回数を制御する。レート制御回路１０９は、干渉回避制御回路１０８の要求に従い、実際にレートを変更する。再送回数制御回路１１０は、干渉回避制御回路１０８の要求に従い、再送回数を変更する。干渉回避回路１３０による干渉回避制御の詳細については、実施の形態４及び実施の形態５により後述する。

【００４２】

以下、上述のように構成された無線通信装置の干渉検出方法について説明する。

【００４３】

従来例では、単に干渉波が発生しているかどうかを検出するのみであり、干渉波の発生により通信エラーが発生しているかどうかを検出することは実施されていなかった。本実施の形態では、発生した通信エラーが干渉によるものか干渉によらないものかを判定する。すなわち、本干渉検出方法は、実際に干渉の発生による要因で通信エラーが発生したか否かを検出する。本干渉検出方法として、送信パケット、受信パケット及びＢｅａｃｏｎの３パケットに関する干渉検出方法があるが、本実施の形態では、送信パケット干渉エラー検出方法について説明する。

【００４４】

図２は、送信パケット干渉エラー検出回路１２０による送信パケット干渉エラー検出方法を説明する図である。本干渉検出方法をＡｃｋエラー判定方法と呼ぶ。

【００４５】

ＷＬＡＮの通常動作において、送信パケットの送信前にＷＬＡＮ以外の他システムの通信キャリアが存在するかどうかを検出する又は電子レンジ等の妨害波が発生しているかを検出するためにＥＤ（Energy Detect）値の検出とＷＬＡＮの通信キャリアの存在を検出するキャリアセンス（ＣＳ）が実施される。

【００４６】

まず、送信パケット干渉エラー検出回路１２０において、ＥＤ値検出回路１０５は、パ

ケット送信前に検出するＥＤ値を測定し、Ａｃｋエラー検出回路１０６は、あらかじめ設定した干渉判定閾値を超過した条件で送信したパケットに対するＡＰ（Access Point）からのＡｃｋ応答を検出する。送信パケット干渉エラー判定回路１０７では、送信したパケットに対するＡＰからのＡｃｋ応答が欠落した場合、干渉による送信パケットエラーと判定する。

【００４７】

図２を参照して、送信パケット干渉エラー検出方法を具体的に説明する。

【００４８】

（１） ＥＤ値検出回路１０５では、パケットを送信する前に、周辺で送信している妨害波レベルを検出するために、ＥＤ値を測定する。測定したＥＤ値をあらかじめ設定した干渉判定閾値と比較し、このＥＤ値が干渉判定閾値を超過しているかを判定する（図２ａ．参照）。次いで、図２ｂ．に示すパケット送信（送信１）を行うが、この送信１は、電子レンジＯＮなどの干渉区間に衝突し、送信したパケットに対するＡｃｋが欠落する（図２ｃ．参照）。Ａｃｋ欠落を受けて、ＷＬＡＮ制御回路１１１は、ＷＬＡＮ送信回路１０３に対して該当パケットを再送させる（図２ｄ．参照）。この再送についても干渉区間に衝突してＡｃｋが欠落する。

【００４９】

（２） 送信パケット干渉エラー検出回路１２０は、上記再送動作とは別に、図２ｃ．のタイミングで、Ａｃｋエラー検出回路１０６により送信したパケットに対するＡｃｋ欠落を検出する。すなわち、Ａｃｋエラー検出回路１０６は、送信したパケットに対するＡｃｋが検出できたか否かのＡｃｋエラー判定を行う。いま、図２ｅ．でＡｃｋ欠落及びＥＤ値の干渉判定閾値超過が発生したとする。

【００５０】

（３） 送信パケット干渉エラー判定回路１０７では、上記（１）で検出したＥＤ値が干渉判定閾値を超過した条件で送信したパケットがＡｃｋエラーとなった場合に、干渉による送信パケットエラー（干渉エラーという）と判定する（図２ｆ．参照）。従来技術においては、干渉波のレベルを検出し干渉発生と判断していたが、その干渉波が発生している環境下で実際にエラーが発生しているかどうかを検出することは実施していなかった。

【００５１】

本発明においては、ＥＤ値により干渉波レベルを検出するとともに、実際に、干渉波が発生している条件下で送信したパケットがエラーになったかどうかを判定することを特徴としている。本実施の形態の送信パケット干渉エラー検出回路１２０は、測定したＥＤ値が干渉判定閾値を超過した条件で送信したパケットがＡｃｋエラーとなった場合に、干渉エラーと判定する。

【００５２】

送信パケット干渉エラー検出回路１２０により、干渉エラーが判定されると、ＷＬＡＮ制御回路１１１は、干渉回避回路１３０に対して干渉回避モードを実行させる（図２ｇ．参照）。

【００５３】

干渉回避回路１３０による干渉回避制御については、実施の形態４乃至実施の形態５により後述する。

【００５４】

ここでは、簡略して説明すると、干渉回避回路１３０は、干渉を検出した場合に、伝送レートをあらかじめ設定したレートに設定する<レート設定>と、再送回数を固定する<再送回数設定>を実施する（図２ｈ．参照）。

【００５５】

干渉回避回路１３０による干渉回避制御に基づいて、レート設定及び再送回数設定が実施され、このレート設定及び再送回数設定に従って、図２ｉ．に示すパケット送信（送信２）を行う。ここでは、この送信２についても干渉区間に衝突し、送信したパケットに対するＡｃｋが欠落する（図２ｊ．参照）。このＡｃｋ欠落を受けて、ＷＬＡＮ制御回路１

１１は、ＷＬＡＮ送信回路１０３に対して該当パケットの再送を繰り返すと（図２ｋ．参照）、干渉区間を抜けて再送が成功し（図２ｌ．参照）、Ａｃｋ受信により通信ＯＫとなる（図２ｍ．参照）。

【００５６】

上記、速やかな干渉回避を可能にしたのは、送信パケット干渉エラー検出回路１２０による干渉エラー検出を受けて、干渉回避回路１３０が、レート設定及び再送回数設定による干渉回避制御を直ちに実施するからである。

【００５７】

以上説明したように、本実施の形態によれば、無線通信装置１００は、パケット送信前のＥＤ値を測定するＥＤ値検出回路１０５、送信したパケットに対するＡｃｋエラーを検出するＡｃｋエラー検出回路１０６及び送信パケット干渉エラー判定回路１０７からなる送信パケット干渉エラー検出回路１２０を備え、測定したＥＤ値が干渉判定閾値を超過した条件で送信したパケットに対して、Ａｃｋエラーが検出された場合に干渉エラーと判定するので、実際に、干渉の発生による要因で通信エラーが発生したことを検出することができる。従来例では、干渉波が発生しているかどうかを検出するにとどまっていた。これに対して、本実施の形態では、発生した通信エラーが干渉エラーによるものかそうでないかを区別することができ、通信エラーの内容に応じた対応が可能になる。例えば、干渉エラーの場合は、干渉回避回路１３０による干渉回避制御が実施できる。

【００５８】

また、本実施の形態では、送信パケット干渉エラー検出回路１２０により干渉を検出した場合に、干渉回避回路１３０が、レート設定と再送回数を設定して干渉回避制御を実施することにより、図２に示す電子レンジなどの干渉源による妨害波の影響を受けた際に、干渉を有効に回避することができる。

【００５９】

（実施の形態２）

図３は、本発明の実施の形態２に係るＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示すブロック図である。図１と同一構成部分には同一符号を付して重複箇所の説明を省略する。本実施の形態は、送信パケットの干渉エラー検出方法に適用した例である。

【００６０】

図３において、無線通信装置２００は、アンテナ１０１、送受信切替スイッチ（Ｔ／ＲＳＷ）１０２、ＷＬＡＮ送信回路１０３、ＷＬＡＮ受信回路１０４、ＥＤ値検出回路１０５、送信エラー検出回路２１１、送信パケット干渉エラー判定回路２１２、干渉回避制御回路１０８、レート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０、及びＷＬＡＮ制御回路１１１を備えて構成される。

【００６１】

上記ＥＤ値検出回路１０５、送信エラー検出回路２１１及び送信パケット干渉エラー判定回路２１２は、全体として、送信パケット干渉エラー検出回路２２０を構成する。送信パケット干渉エラー検出回路２２０は、図１の送信パケット干渉エラー検出回路１２０のＡｃｋエラー検出回路１０６及び送信パケット干渉エラー判定回路１０７を、送信エラー検出回路２１１及び送信パケット干渉エラー判定回路２１２に代えた点のみが異なる。

【００６２】

送信エラー検出回路２１１は、送信したパケットが規定の再送で送信できなかったことを送信エラーとして検出する。

【００６３】

送信パケット干渉エラー判定回路２１２は、ＥＤ値検出回路１０５により検出されたＥＤ値と送信エラー検出回路２１１により検出された送信エラー検出結果から送信パケット干渉エラーが発生したことを判定する。

【００６４】

以下、上述のように構成された無線通信装置の干渉検出方法について説明する。実施の形態１は、ＥＤ値が干渉判定閾値を超過した条件で送信したパケットがＡｃｋエラーとな

った場合に、干渉エラーと判定していた。本実施の形態では、同様の条件で送信したパケットが複数回の再送によっても送信できなかった場合に、干渉エラーと判定する点のみの動作が異なる。

【００６５】

図４は、送信パケット干渉エラー検出回路２２０による送信パケット干渉エラー検出方法を説明する図である。本干渉エラー検出方法を送信エラー判定方法と呼ぶ。

【００６６】

ＷＬＡＮの通常動作において、送信パケットの送信前に他の通信キャリアが存在するかどうかを検出するためにＥＤ値検出と無線ＬＡＮの通信キャリアの存在を検出するキャリアセンス（ＣＳ）が実施される。

【００６７】

まず、送信パケット干渉エラー検出回路２２０において、ＥＤ値検出回路１０５は、パケット送信前に検出するＥＤ値を測定し、送信エラー検出回路２１１は、あらかじめ設定した干渉判定閾値を超過した条件で送信したパケットが規定の再送で送信できたかどうかを検出する。送信パケット干渉エラー判定回路２１２では、ＥＤ値が干渉判定閾値を超過した条件で送信したパケットが複数回の再送によっても送信できなかった場合に、干渉エラーと判定する。

【００６８】

図４を参照して、送信パケット干渉エラー検出方法を具体的に説明する。

【００６９】

（１）　ＥＤ値検出回路１０５では、パケットを送信する前に、周辺で送信している妨害波レベルを検出するために、ＥＤ値を測定する。あらかじめ設定した干渉判定閾値と比較し、ＥＤ値が干渉判定閾値を超過しているかを判定する（図４ａ．参照）。次いで、図４ｂ．に示すパケット送信（送信１）を行うが、この送信１は、電子レンジＯＮなどの干渉区間に衝突し、送信したパケットに対するＡｃｋが欠落する（図４ｃ．参照）。Ａｃｋ欠落を受けて、ＷＬＡＮ制御回路１１１は、ＷＬＡＮ送信回路１０３に対して該当パケットを再送させる（図４ｄ．参照）。この再送についても干渉区間に衝突してＡｃｋが欠落する。

【００７０】

（２）　送信エラー検出回路２１１は、送信したパケットが規定の再送で送信できなかったことを送信エラーとして検出する。いま、図４ｅ．で送信エラー及びＥＤ値の干渉判定閾値超過が発生したとする。

【００７１】

（３）　送信パケット干渉エラー判定回路２１２では、上記（１）で検出したＥＤ値が干渉判定閾値を超過した条件で送信したパケットが規定の再送によっても送信できず終了したエラー（送信エラー）を検出する（図４ｆ．参照）。従来技術においては、干渉波のレベルを検出し干渉発生と判断していたが、その干渉波が発生している環境下でエラーが発生しているかどうかを検出することは実施していなかった。

【００７２】

本発明においては、ＥＤ値により干渉波レベルを検出するとともに、実際に、干渉波が発生している条件下で送信したパケットが規定の再送によっても送信できずに送信エラーになったかどうかを判定することを特徴としている。本実施の形態の送信パケット干渉エラー検出回路２２０は、ＥＤ値が干渉判定閾値を超過した条件で送信したパケットが送信エラーとなった場合に、干渉エラーと判定する。

【００７３】

送信パケット干渉エラー検出回路２２０により、干渉エラーが判定されると、ＷＬＡＮ制御回路１１１は、干渉回避回路１３０に対して干渉回避モードを実行させる（図４ｇ．参照）。

【００７４】

干渉回避回路１３０による干渉回避制御については、実施の形態４及び実施の形態５に

より後述する。

【００７５】

ここでは、簡略して説明すると、干渉回避回路１３０は、干渉を検出した場合に、伝送レートをあらかじめ設定したレートに設定する<レート設定>と、再送回数を設定する<再送回数設定>を実施する（図４ｈ．参照）。

【００７６】

干渉回避回路１３０による干渉回避制御に基づいて、レート設定及び再送回数設定が実施され、このレート設定及び再送回数設定に従って、図４ｉ．に示すパケット送信（送信２）を行う。ここでは、この送信２についても干渉区間に衝突し、送信したパケットに対するＡｃｋが欠落する（図４ｊ．参照）。このＡｃｋ欠落を受けて、ＷＬＡＮ制御回路１１１は、ＷＬＡＮ送信回路１０３に対して該当パケットの再送を繰り返すと（図４ｋ．参照）、干渉区間を抜けて再送が成功し（図４ｌ．参照）、Ａｃｋ受信により通信ＯＫとなる（図４ｍ．参照）。

【００７７】

前述した実施の形態１によるＡｃｋエラー判定方法は、干渉波判定について即応性に優れる方法ではあるが、本実施の形態による送信エラーによる判定は、実際にパケットがエラーになったことを判定するため、確実性がある方法である。例えば、Ａｃｋエラーがあっても実際には再送によって通信がエラーなく継続されている場合がある。したがって、即応性に優れるＡｃｋエラー判定方法と確実性に優れる送信エラーによる判定方法とを、ＷＬＡＮの適用環境において適応的に選択することが好ましい。

【００７８】

（実施の形態３）

図５は、本発明の実施の形態３に係るＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示すブロック図である。図１と同一構成部分には同一符号を付して重複箇所の説明を省略する。本実施の形態は、受信パケットの干渉エラー検出方法に適用した例である。

【００７９】

図５において、無線通信装置３００は、アンテナ１０１、送受信切替スイッチ（Ｔ／ＲＳＷ）１０２、ＷＬＡＮ送信回路１０３、ＷＬＡＮ受信回路１０４、Ｎｏｉｓｅｆｌｏｏｒ（干渉波レベル）値測定回路３１０、受信エラー検出回路３１１、受信パケット（Ｂｅａｃｏｎ）干渉エラー判定回路３１２、干渉回避制御回路１０８、レート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０、及びＷＬＡＮ制御回路１１１を備えて構成される。

【００８０】

上記Ｎｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値測定回路３１０、受信エラー検出回路３１１及び受信パケット（Ｂｅａｃｏｎ）干渉エラー判定回路３１２は、全体として、受信パケット干渉エラー検出回路３２０を構成する。受信パケット干渉エラー検出回路３２０は、図１の送信パケット干渉エラー検出回路１２０に代えて用いられる。

【００８１】

Ｎｏｉｓｅｆｌｏｏｒ（ＮＦ）値測定回路３１０は、受信パケットの前後で測定したＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ（ノイズレベル）を測定する。受信エラー検出回路３１１は、受信したパケットがエラー（ＦＣＳエラー：Frame Check Sequenceエラー）となったことを判定する。受信パケット（Ｂｅａｃｏｎも含む）干渉エラー判定回路３１２は、Ｎｏｉｓｅｆｌｏｏｒ（ノイズレベル）と受信エラー検出回路３１１から通知された情報を基に、受信パケットエラーが干渉エラーかどうかを判定する。

【００８２】

以下、上述のように構成された無線通信装置の干渉検出方法について説明する。

【００８３】

実施の形態１，２は、送信パケットから干渉エラーを判定していた。本実施の形態では、受信パケット及びＢｅａｃｏｎから干渉エラーを検出する干渉検出方法である。

【００８４】

図６は、受信パケット干渉エラー検出回路３２０による受信パケット干渉エラー検出方

法を説明する図である。

【００８５】

受信パケット取得時のＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値を測定し、あらかじめ設定した干渉判定閾値を超過した状態で受信したパケットがエラーとなった場合に、干渉による受信パケットエラーと判定する。

【００８６】

図６を参照して、受信パケット干渉エラー検出方法を具体的に説明する。

【００８７】

（１）　Ｎｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値測定回路３１０では、受信パケットの前後で測定したＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒを測定する。あらかじめ設定した干渉判定閾値と比較し、Ｎｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値が干渉判定閾値を超過しているかを判定する（図６ａ．参照）。次いで、図６ｂ．に示すパケットを受信（受信１）するが、この受信１は、電子レンジＯＮなどの干渉区間に衝突して受信できず、受信するパケットに対するＡｃｋが未送信となる（図６ｃ．参照）。Ａｃｋ未送信を受けて、ＷＬＡＮ制御回路１１１は、ＷＬＡＮ送信回路１０３に対して該当パケットを再送させる（図６ｄ．参照）。この再送についても干渉区間に衝突してＡｃｋ未送信となる。

【００８８】

（２）　受信パケット干渉エラー検出回路３２０は、上記再送動作とは別に、図６ｅ．のタイミングで、受信エラー検出回路３１１により、受信したパケットがエラー（ＦＣＳエラー）となったことを判定する。いま、図６ｅ．でＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値判定及びＦＣＳエラーが発生したとする。

【００８９】

（３）　受信パケット（Ｂｅａｃｏｎ）干渉エラー判定回路３１２では、上記（１）で検出したＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値が干渉判定閾値を超過した条件で受信したパケットがエラーとなった場合に、干渉による受信パケットエラーと判定する（図６ｆ．参照）。従来技術においては、干渉波のレベルを検出し干渉発生と判断していたが、その干渉波が発生している環境下でエラーが発生しているかどうかを検出することは実施していなかった。

【００９０】

本発明においては、Ｎｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値により干渉波レベルを検出するとともに、実際に、干渉波が発生している条件下で受信したパケットがエラーになったかどうかを判定することを特徴としている。本実施の形態の受信パケット干渉エラー検出回路３２０は、Ｎｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値が干渉判定閾値を超過した状態で受信したパケットがＦＣＳエラーとなった場合に、干渉エラーと判定する。

【００９１】

受信パケット干渉エラー検出回路３２０により、干渉エラーが判定されると、ＷＬＡＮ制御回路１１１は、干渉回避回路１３０に対して干渉回避モードを実行させる（図６ｇ．参照）。

【００９２】

干渉回避回路１３０による干渉回避制御については、実施の形態４及び実施の形態５により後述する。

【００９３】

ここでは、簡略して説明すると、干渉回避回路１３０は、干渉を検出した場合に、伝送レートをあらかじめ設定したレートに設定する<レート設定>と、再送回数を設定する<再送回数設定>を実施する（図６ｈ．参照）。

【００９４】

干渉回避回路１３０による干渉回避制御に基づいて、レート設定及び再送回数設定が実施され、このレート設定及び再送回数設定に従って、図６ｉ．に示すパケット送信（送信１）を行う。ここでは、この送信１についても干渉区間に衝突し、送信したパケットに対するＡｃｋが欠落する（図６ｊ．参照）。このＡｃｋ欠落を受けて、ＷＬＡＮ制御回路１１１は、ＷＬＡＮ送信回路１０３に対して該当パケットの再送を繰り返すと（図６ｋ．参

照）、干渉区間を抜けて再送が成功し（図６ｌ．参照）、Ａｃｋ受信後（図６ｍ．参照）、受信パケットも干渉以外の区間で受信（図６ｎ．参照）することができれば送信及び受信パケット相互の通信がＯＫとなる（図６ｏ．参照）。

【００９５】

このように、本実施の形態によれば、無線通信装置３００は、受信パケット又はＢｅａｃｏｎのＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値を測定するＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値測定回路３１０及び受信したパケットがＦＣＳエラーであることを検出する受信エラー検出回路３１１からなる受信パケット（Ｂｅａｃｏｎ）干渉エラー判定回路３１２、測定したＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値が干渉判定閾値を超過した条件で受信したパケットに対して、ＦＣＳエラーが検出された場合に干渉エラーと判定するので、実施の形態１，２と同様の効果、すなわち実際に、干渉の発生による要因で通信エラーが発生したことを検出することができ、発生した通信エラーが干渉エラーによるものかそうでないかを区別することができる。

【００９６】

なお、本実施の形態では、受信パケットのＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値を測定しているがＢｅａｃｏｎ取得時のＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値を測定してもよく、同様の効果を得ることができる。

【００９７】

また、受信エラーとして、受信したパケットのＦＣＳエラーを検出しているが、ＦＣＳエラー以外の受信エラーやＳ／Ｎ値であってもよい。

【００９８】

（実施の形態４）

実施の形態４及び実施の形態５は、上記干渉検出方法により干渉が発生した場合に干渉を回避する干渉回避制御について説明する。

【００９９】

本実施の形態の干渉回避回路は、ＷＬＡＮにおける無線通信装置の干渉回避回路に適用した例である。ここでは、図１、図３又は図５の無線通信装置の干渉回避回路１３０に適用した例により説明する。

【０１００】

例えば、図１において、干渉回避回路１３０は、干渉エラーが発生したときに、干渉回避のために、伝送レートと再送回数を制御する干渉回避制御回路１０８と、干渉回避制御回路１０８の要求に従い、実際にレートを変更するレート制御回路１０９と、干渉回避制御回路１０８の要求に従い、再送回数を変更する再送回数制御回路１１０とから構成される。

【０１０１】

以下、上述のように構成された無線通信装置の干渉回避方法について説明する。

【０１０２】

無線通信装置が送受信を行っている通信キャリアの周波数帯域で電子レンジがＯＮした場合、この電子レンジが干渉波発生源となり、電子レンジＯＮの間が干渉区間となる。従来例では、図３３（ａ）に示すように、送信時に干渉が発生すると、フォールバックにより伝送レートを落とし、結果としてパケット長が長くなった状態で再送され、しかも図３３（ｂ）に示すように、再送回数は少ない規定数であった。このため、フォールバックにより伝送レートを落とすのに伴いパケット長が長くなるために、再送パケットが電子レンジＯＮ（干渉区間）の隙間を抜けることができず、また、再送回数が少ない規定数であるため、電子レンジＯＮ（干渉区間）を超える再送が実現しない。

【０１０３】

そこで、本実施の形態では、（１）干渉検出時にフォールバック制御を停止して伝送レートを一定のレートに固定し、（２）干渉検出時には再送回数を通常通信より多く設定する。

【０１０４】

図７は、本実施の形態の無線通信装置の干渉回避回路１３０による干渉波とパケット再

送回数との関係を示す図である。２０ｍｓｅｃの間に電子レンジＯＮ（干渉区間）が断続的に発生した場合を例にとる。また、Ｂｅａｃｏｎは、１ｍｓｅｃ程度のパケット長である。

【０１０５】

（１）伝送レートの固定

干渉エラー検出回路１２０，２２０，３２０により干渉を検出すると（図１，図３，図５ｆ．参照）、干渉回避回路１３０は<干渉回避モード>に移行し（図１，図３，図５ｇ．参照）、干渉回避制御回路１０８は、レート制御回路１０９に対してフォールバック制御を停止して伝送レートをあらかじめ設定したレートに設定する。例えば、図７に示すように、伝送レートを電子レンジＯＮ（干渉区間）と次の電子レンジＯＮ（干渉区間）の隙間において回避できるようなレートに固定する。レート制御回路１０９が、フォールバック制御を停止して伝送レートを一定のレートに固定することでパケット長を長くせずに再送する。これにより、干渉回避時にあらかじめ想定したパケット長に制御することが可能となるため図７ａ．の再送ｎ及び図７ｃ．の受信のように、電子レンジＯＮ（干渉区間）の隙間を抜けることが可能になる。なお、図７ｂ．は再送ｎのＡｃｋ、図７ｄ．は受信に対するＡｃｋである。

【０１０６】

（２）再送回数の設定

また、干渉回避制御回路１０８は、再送回数制御回路１１０に対して再送回数を、通常動作よりも多い再送回数に設定する。例えば、通常動作において、再送回数は３～７回程度であるが、干渉を検出した場合には、１０数回以上の再送回数に設定する。これにより、図７ａ．の再送ｎに示すように、電子レンジＯＮ（干渉区間）を超えるような再送回数による再送が実施されることで通信が成功する。

【０１０７】

以上述べた干渉回避制御についてさらに詳細に説明する。

【０１０８】

図８は、干渉エラー回避回路１３０による干渉回避処理を示すフロー図である。図中、Ｓはフローの各ステップを示す。図９は、干渉波レベル判定と干渉エラー判定の動作内容を表にして示す図である。

【０１０９】

まず、ステップＳ１で干渉エラー検出回路１２０，２２０，３２０が通信状態を監視しており、ステップＳ２で干渉波レベルを判定する。干渉波レベル判定は、図９の表に示すように、〔送信パケット〕を用いる場合には、送信する前のＥＤ値を測定し、測定したＥＤ値が干渉判定閾値を超過しているか否かを判定する（実施の形態１，２参照）。〔受信パケット〕を用いる場合には、受信時のＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値を測定し、測定したＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値が干渉判定閾値を超過しているか否かを判定する（実施の形態３参照）。上記ＥＤ値又はＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値が干渉判定閾値未満の場合は、干渉波が発生していない状況であるため、干渉回避動作への移行は実施せず、通常の通信状態を継続するため上記ステップＳ１に戻る。

【０１１０】

上記ステップＳ２でＥＤ値又はＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値が干渉判定閾値を超過している場合は、ステップＳ３で干渉エラー判定を行う。干渉波エラー判定は、図９の表に示すように、〔送信パケット〕を用いる場合には、ＥＤ値が干渉判定閾値を超過している条件で送信されたパケットに対するＡＰからのＡｃｋが欠落した場合に干渉エラーと判定する（実施の形態１参照）。あるいは、ＥＤ値が干渉判定閾値を超過している条件で送信されたパケットが規定の再送において送信できなかった場合に干渉エラーと判定する（実施の形態２参照）。〔受信パケット〕を用いる場合には、Ｎｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値が干渉判定閾値を超過している条件で受信したパケットがエラーであった場合に干渉エラーと判定する。このように、干渉波レベルがあらかじめ設定した干渉判定閾値を超過するような大きなレベルが発生している環境下で送信した又は受信したパケットがエラーとなる場合には、

干渉エラーであると判定する。

【０１１１】

上記ステップＳ３でＥＤ値又はＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値が干渉判定閾値を超過しているがエラーが発生していない場合は、本干渉回避を実行する必要がないため通常の通信状態を継続する。上記ステップＳ３で干渉エラーであると判定した場合は、ステップＳ４で干渉源（例えば電子レンジＯＮ）の隙間において通信可能なようにあらかじめ設定した固定のレートに伝送レートを設定し、ステップＳ５で再送回数を通常通信よりも大きくする再送回数を設定して本フローを終了する。上記伝送レート設定では、レート制御回路１０９がフォールバック制御を停止して伝送レートをあらかじめ設定した伝送レートに設定する。また、上記再送回数設定では、再送回数制御回路１１０が通常動作よりも多い再送回数に設定する。例えば、通常通信において、３～７回程度の再送回数を１０数回程度まで再送回数を増加させる。

【０１１２】

上述した干渉回避動作により、フォールバック制御停止で固定のパケット長になるようにレート設定し、かつ再送回数を増加して再送することで、干渉エラー検出時には干渉波の隙間に対して適正なパケットサイズとなるようにあらかじめ設定した再送が通常回数よりも数多く再送されることになり、干渉源の隙間を抜けるヒット率が向上し、干渉源の隙間を抜けて通信が可能となる効果が期待できる。

【０１１３】

このように、本実施の形態によれば、干渉回避制御回路１０８、レート制御回路１０９及び再送回数制御回路１１０からなる干渉回避回路１３０を備え、干渉回避回路１３０は、干渉エラー検出時、伝送レートを下げるフォールバック制御を停止して伝送レートを一定のレートに固定し、かつ再送回数を通常通信より多く設定するので、ある一定のパケット長により再送しながら、干渉源の隙間において通信可能となり、ＷＬＡＮ通信時に、電子レンジなどの干渉源による妨害波の影響を受けた際に、干渉を回避することができ、通信を行うことができる。

【０１１４】

（実施の形態５）

実施の形態４では、干渉検出時にフォールバック制御を停止し、伝送レートを一定のレートに固定し、かつ再送回数を通常通信より多く設定することで、干渉源の隙間で干渉回避を行うことが可能になった。本実施の形態では、上記干渉回避時における伝送レートと再送回数を、送信するデータサイズに応じて設定する例である。

【０１１５】

図１０は、本発明の実施の形態５に係るＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示すブロック図である。図１及び図５と同一構成部分には同一符号を付して重複箇所の説明を省略する。本実施の形態は、送信パケット及び受信パケットの干渉エラー検出方法に適用した例である。

【０１１６】

図１０において、無線通信装置４００は、アンテナ１０１、送受信切替スイッチ（Ｔ／Ｒ ＳＷ）１０２、ＷＬＡＮ送信回路１０３、ＷＬＡＮ受信回路１０４、ＥＤ値検出回路１０５、Ａｃｋエラー検出回路１０６、送信パケット干渉エラー判定回路１０７、Ｎｏｉｓｅｆｌｏｏｒ（干渉波レベル）値測定回路３１０、受信エラー検出回路３１１、受信パケット（Ｂｅａｃｏｎ）干渉エラー判定回路３１２、パケットサイズ入力回路４３１、レート／再送回数決定回路４３２、干渉回避制御回路４３３、レート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０、及びＷＬＡＮ制御回路１１１を備えて構成される。

【０１１７】

上記ＥＤ値検出回路１０５、Ａｃｋエラー検出回路１０６、送信パケット干渉エラー判定回路１０７、Ｎｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値測定回路３１０、受信エラー検出回路３１１及び受信パケット干渉エラー判定回路３１２は、全体として、パケット干渉エラー検出回路４２０を構成し、上記パケットサイズ入力回路４３１、レート／再送回数決定回路４３２、

干渉回避制御回路４３３、レート制御回路１０９及び再送回数制御回路１１０は、全体として、干渉回避回路４３０を構成する。

【０１１８】

パケット干渉エラー検出回路４２０は、図１の送信パケット干渉エラー検出回路１２０と図５の受信パケット干渉エラー検出回路３２０を併せ持つ構成である。

【０１１９】

干渉回避回路４３０は、図１の干渉回避回路１３０に、パケットサイズ入力回路４３１及びレート／再送回数決定回路４３２が追加され、干渉回避制御回路４３３は、伝送レートと再送回数を送信するデータサイズに応じて設定する制御が付加される点が異なる。

【０１２０】

パケットサイズ入力回路４３１は、送信するパケットサイズをレート／再送回数決定回路４３２に入力する。

【０１２１】

レート／再送回数決定回路４３２は、入力されたパケットサイズからあらかじめ設定したテーブルに従い、レート／再送回数を決定する。

【０１２２】

図１１は、レート／再送回数決定回路４３２が参照する干渉回避テーブルの一例を示す図である。

【０１２３】

図１１において、干渉回避設定テーブル５００は、パケットサイズＰ（Ａ），Ｐ（Ｂ），Ｐ（Ｃ），…における伝送レートＡ，Ｂ，Ｃ…［Ｍｂｐｓ］と、再送回数Ｒ（Ａ），Ｒ（Ｂ），Ｒ（Ｃ），…とをあらかじめテーブル値として格納する。例えば、送信するデータサイズ（パケットサイズ）Ｐ（Ａ）が入力されると、このパケットサイズＰ（Ａ）に対応する伝送レートと再送回数が参照され、この場合は伝送レートＡ［Ｍｂｐｓ］と再送回数Ｒ（Ａ）が読み出される。

【０１２４】

以下、上述のように構成された無線通信装置の干渉回避方法について説明する。

【０１２５】

図１２は、本実施の形態の無線通信装置の干渉回避回路４３０による干渉波とパケット再送回数との関係を示す図である。２０ｍｓｅｃの間に電子レンジＯＮ（干渉区間）が断続的に発生した場合を例にとる。また、Ｂｅａｃｏｎのパケット長は、１ｍｓｅｃ程度である。

【０１２６】

本実施の形態では、干渉回避時における伝送レートと再送回数を、送信するデータサイズに応じて設定する。伝送レートと再送回数の設定後の基本動作は、実施の形態４と同様である。

【０１２７】

（１）送信するデータサイズ入力

干渉エラー検出回路４２０により干渉を検出すると、干渉回避回路４３０は<干渉回避モード>に移行する。

【０１２８】

干渉回避回路４３０のパケットサイズ入力回路４３１では、送信するパケットサイズをレート／再送回数決定回路４３２に入力する。

【０１２９】

（２）伝送レート／再送回数決定

レート／再送回数決定回路４３２では、干渉回避設定テーブル５００を参照して、入力された送信するパケットサイズに対応する伝送レートＡ，Ｂ，Ｃ…［Ｍｂｐｓ］と再送回数Ｒ（Ａ），Ｒ（Ｂ），Ｒ（Ｃ），…を読み出す。図１２（ａ）は、送信するデータサイズ（パケットサイズ）Ｐ（Ａ）が入力され、パケットサイズＰ（Ａ）に対応する伝送レートＡ［Ｍｂｐｓ］と再送回数Ｒ（Ａ）が読み出されて設定された場合を、図１２（ｂ）は

、送信するデータサイズ（パケットサイズ）Ｐ（Ｃ）が入力され、パケットサイズＰ（Ｃ）に対応する伝送レートＣ［Ｍｂｐｓ］と再送回数Ｒ（Ｃ）が読み出されて設定された場合を示す。

【０１３０】

（３）伝送レートの設定

干渉回避制御回路４３３は、レート制御回路１０９に対してフォールバック制御を停止して、伝送レートをレート／再送回数決定回路４３２により設定したレートに固定する。例えば、図１２（ａ）に示すように、発生した送信パケットサイズＰ（Ａ）に対応し、かつ伝送レートを電子レンジＯＮ（干渉区間）と次の電子レンジＯＮ（干渉区間）の隙間において回避できるような伝送レートＡ［Ｍｂｐｓ］に固定する。本実施の形態では、レート制御回路１０９により設定される伝送レートは、送信するデータサイズに応じて可変されることになる。例えば、図１２（ｂ）に示すように、発生した送信データサイズがパケットサイズＰ（Ｃ）である場合には、この送信データサイズのパケットを送信でき、かつ電子レンジＯＮ（干渉区間）と次の電子レンジＯＮ（干渉区間）の隙間において回避できるような伝送レートＣ［Ｍｂｐｓ］に設定する。図１２では、パケットサイズＰ（Ａ）とパケットサイズＰ（Ｃ）に応じて、再送及び受信の伝送レートＡ［Ｍｂｐｓ］と伝送レートＣ［Ｍｂｐｓ］とが異なるが、電子レンジＯＮ（干渉区間）の隙間にて通信できるようなパケット長に設定されるこれにより、送信パケット及び再送パケット長は、送信データサイズに対応した干渉回避可能なパケットサイズとなり、図１２（ａ），（ｂ）の再送を繰り返すことで電子レンジＯＮ（干渉区間）の隙間を抜けることが可能になる。

【０１３１】

（４）再送回数の設定

また、干渉回避制御回路４３３は、再送回数制御回路１１０に対して、再送回数をレート／再送回数決定回路４３２により決定した再送回数に設定する。レート／再送回数決定回路４３２が決定する再送回数の基本値自体が、通常動作よりも多い再送回数であり、かつこれに送信データサイズに応じた調整が施された再送回数が設定される。図１２では、パケットサイズＰ（Ａ）とパケットサイズＰ（Ｃ）に応じて、再送回数Ｒ（Ａ）と再送回数Ｒ（Ｃ）とがそれぞれ設定される。通常動作において、再送回数は３～７回程度であるが、干渉を検出した場合には、１０数回以上の再送回数Ｒ（Ａ），Ｒ（Ｃ）が設定される。これにより、図１２（ａ），（ｂ）の再送ｎに示すように、電子レンジＯＮ（干渉区間）を超えるように再送が繰り返されることで再送による通信が成功する。

【０１３２】

以上述べた干渉回避制御についてさらに詳細に説明する。

【０１３３】

図１３は、干渉エラー回避回路４３０による干渉回避処理を示すフロー図である。図８のフローと同一処理を行うステップには同一符号を付している。

【０１３４】

まず、ステップＳ１で干渉エラー検出回路４２０が通信状態を監視しており、ステップＳ２で干渉波レベルを判定する。干渉波レベル判定は、前記図９の表に示すように、〔送信パケット〕を用いる場合には、送信する前のＥＤ値を測定し、測定したＥＤ値が干渉判定閾値を超過しているか否かを判定する。〔受信パケット〕を用いる場合には、受信時のＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値を測定し、測定したＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値が干渉判定閾値を超過しているか否かを判定する。上記ＥＤ値又はＮＦ値が干渉判定閾値未満の場合は、干渉波のレベルが低いため干渉波が発生していないと判断し、上記ステップＳ１に戻る。

【０１３５】

上記ステップＳ２でＥＤ値又はＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値が干渉判定閾値を超過している場合は、ステップＳ３で干渉エラー判定を行う。干渉波エラー判定は、前記図９の表に示すように、〔送信パケット〕を用いる場合には、ＥＤ値が干渉判定閾値を超過している条件で送信されたパケットに対するＡＰからのＡｃｋが欠落した場合に干渉エラーと判定する。あるいは、ＥＤ値が干渉判定閾値を超過している条件で送信されたパケットが規定の

再送において送信できなかった場合に干渉エラーと判定する。〔受信パケット〕を用いる場合には、Ｎｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値が干渉判定閾値を超過している条件で受信したパケットがエラーであった場合に干渉エラーと判定する。このように干渉波が発生している条件で送信又は受信したパケットがエラーとなった場合に、干渉エラーであると判定する。

【０１３６】

上記ステップＳ３でＥＤ値又はＮｏｉｓｅｆｌｏｏｒ値が干渉判定閾値を超過しているが干渉エラーでないと判定した場合は、干渉波が発生している状態においても、通信を継続することができるため、通常の通信状態を継続する。

【０１３７】

上記ステップＳ３で干渉エラーであると判定した場合は、ステップＳ１１でパケットサイズを算出する。発生した送信データサイズをパケットサイズ入力回路４３１により入力し、このパケットサイズ入力からパケットサイズを算出する。次いで、ステップＳ１２で算出したパケットサイズに応じて、あらかじめ設定した干渉回避設定テーブル５００を参照して伝送レートを設定し、ステップＳ１３で干渉回避設定テーブル５００を参照して再送回数を設定して本フローを終了する。干渉回避設定テーブル５００を参照して設定される伝送レートは、干渉源（例えば電子レンジＯＮ）の隙間において通信可能なようにあらかじめ設定した固定の伝送レートである。干渉回避設定テーブル５００を参照して設定される再送回数は、通常動作よりも多い再送回数である。

【０１３８】

上述した干渉回避動作により、フォールバック制御停止で固定のパケット長にレート設定し、かつ再送回数を増加して再送することで、干渉エラー検出時にはあらかじめ干渉回避のために設定したパケットサイズの再送が通常回数よりも数多く再送されることになり、干渉源の隙間を抜けるヒット率が向上し、干渉源の隙間を抜けて通信が可能になる効果が期待できる。

【０１３９】

このように、本実施の形態によれば、さらに、送信するパケットサイズに応じて伝送レート及び再送回数を設定するので、一定のパケット長により再送する場合に、適正な伝送レート及び再送回数を設定することができ、ＷＬＡＮ通信時に、電子レンジなどの干渉源による妨害波の影響を受けた際に、干渉回避の実効をより一層高める効果が期待できる。

【０１４０】

ここで、本実施の形態では、送信するパケットサイズに応じて、あらかじめ設定した干渉回避設定テーブル５００に従い伝送レート及び再送回数を設定しているが、送信するデータサイズに応じて伝送レート又は再送回数を設定するものであればどのような方法でもよい。例えば、伝送レート設定において、テーブルを持たずに送信するパケットサイズから、ある一定のパケット長になるように、伝送レートを算出する方法を用いてもよい。あるいは、あらかじめ干渉回避時におけるパケット長を設定し、発生した送信データサイズからそのパケット長になるような伝送レートを自動的に算出する方法を用いてもよい。また、ある一定期間干渉波の隙間の時間を検出し、その隙間にて通信可能な伝送レート及び再送回数を算出する方法を用いてもよい。

【０１４１】

（実施の形態６）

上述した実施の形態４，５により、ＷＬＡＮ通信時に、電子レンジなどの干渉源による妨害波から、干渉を有効に回避することが可能になった。

【０１４２】

実施の形態４，５では、干渉回避時に、固定の伝送レート（例えば１１Ｍｂｐｓ）でかつ１４回程度の再送数を設定していた。これは、電子レンジでの干渉回避を想定して再送回数を設定していたためである。

【０１４３】

ところが、電子レンジ以外の干渉源が発生した場合に、１１Ｍｂｐｓの伝送レート及び１４回の再送数では適正な干渉回避ができない可能性がある。電子レンジ以外の干渉源に

は、医療機器による電波干渉がある。また、BluetoothやＵＷＢなどの特定小電力近距離双方向無線通信方式による電波干渉も考えられる。

【０１４４】

そこで、以下の実施の形態６乃至１０では、干渉発生時に、干渉源に合致する伝送レート、再送数及び／又は送信タイミングを設定し、より有効に干渉回避を行う干渉回避方法について説明する。

【０１４５】

伝送レート、再送数、送信タイミング決定方法により、以下の３方式を提案する。

【０１４６】

（１）干渉マッピングによる干渉回避方法

（２）干渉エラーレート（ＩＥＲ）、パケットエラーレート（ＰＥＲ）による干渉回避方法

（３）干渉パターンリストによる干渉回避方法

実施の形態６は、上記（１）干渉マッピングによる干渉回避方法の例である。

【０１４７】

図１４は、本発明の実施の形態６に係るＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示すブロック図である。図１と同一構成部分には同一符号を付して重複箇所の説明を省略する。

【０１４８】

図１４において、無線通信装置６００は、アンテナ１０１、送受信切替スイッチ（Ｔ／Ｒ ＳＷ）１０２、ＷＬＡＮ送信回路１０３、ＷＬＡＮ受信回路１０４、ＥＤ（Energy Detect）値検出回路１０５、Ａｃｋエラー検出回路１０６、送信パケット干渉エラー判定回路１０７、ＷＬＡＮ制御回路６１１、干渉マッピング処理回路６１２、干渉回避制御回路６３１、レート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０、及び送信タイミング制御回路６３２を備えて構成される。

【０１４９】

上記ＥＤ値検出回路１０５、Ａｃｋエラー検出回路１０６及び送信パケット干渉エラー判定回路１０７は、全体として、送信パケット干渉エラー検出回路１２０を構成し、上記干渉回避制御回路６３１、レート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０、及び送信タイミング制御回路６３２は、全体として、干渉回避回路６３０を構成する。

【０１５０】

ＥＤ値検出回路１０５は、パケットを送信する前に、妨害波のレベル（ＥＤ値）を測定し、干渉閾値と比較し、超過しているかどうかを判定する。

【０１５１】

Ａｃｋエラー検出回路１０６は、送信したパケットに対するＡｃｋが欠落したかどうかを判定する。

【０１５２】

送信パケット干渉エラー判定回路１０７は、ＥＤ値検出回路１０５とＡｃｋエラー検出回路１０６から送信パケット干渉エラーが発生したかどうかを判定する。

【０１５３】

ＷＬＡＮ制御回路６１１は、送信パケット干渉エラー検出回路１２０からの干渉エラーが判定結果に基づいて、干渉回避回路６３０に対して干渉回避モードを実行させる。

【０１５４】

干渉マッピング処理回路６１２は、送信したパケットが送信成功か失敗かをマッピングして、そのマッピング結果から再送数、伝送レート及び送信タイミングを決定する。

【０１５５】

干渉回避制御回路６３１は、干渉マッピング処理回路６１２により決定された再送数、伝送レート及び送信タイミングを基に、干渉回避のために、伝送レート、再送回数及び送信タイミングを制御する。

【０１５６】

レート制御回路１０９は、干渉回避制御回路６３１の要求に従い、実際にレートを変更

する。再送回数制御回路１１０は、干渉回避制御回路６３１の要求に従い、再送回数を設定する。送信タイミング制御回路６３２は、干渉回避制御回路６３１の要求に従い、送信タイミングを設定する。

【０１５７】

以下、上述のように構成された無線通信装置６００の干渉回避方法について説明する。

【０１５８】

〔干渉マッピングによる干渉回避方法の基本的な考え方〕

図１５は、無線通信装置６００の干渉マッピング処理回路６１２による干渉波とパケット再送数と送信タイミングとの関係を示す図である。

【０１５９】

図１５（ａ）に示すように、電子レンジ又は電子レンジ以外の干渉波が断続的に発生している。送信したパケットは、断続的に発生する干渉波により図１５（ａ）の×印で衝突し失敗、図１５（ａ）の○印で通り抜けて成功になるものとする。

【０１６０】

本実施の形態の干渉マッピングによる干渉回避方法は、（１）干渉波発生時に、送信がＯＫとなったタイミングを記憶し、その周期に対応した再送回数と伝送レートを設定する。（２）また、通信ＯＫとなるタイミングから送信するタイミングを調整する。本実施の形態では、ＷＬＡＮ制御回路６１１の干渉マッピング処理回路６１２が、送信したパケットがＯＫとなったタイミングを記憶し、送信成功か失敗かの干渉マッピングを作成する。例えば、図１５（ａ）に示す送信成功／失敗のマッピングが作成される。干渉回避制御回路６３１は、干渉マッピング処理回路６１２からのマッピング結果を基に、再送回数と送信タイミングを制御する。そして、再送回数制御回路１１０は、干渉回避制御回路６３１の要求に従い、再送回数を設定する。送信タイミング制御回路６３２は、干渉回避制御回路６３１の要求に従い、送信タイミングを設定する。

【０１６１】

図１５（ｂ）に示すように、干渉波発生時に、送信がＯＫとなったタイミングを記憶し、送信成功か失敗かの干渉マッピングを作成する。このマッピング結果から最適再送数を決定する。ここでは、干渉回避制御回路６３１が、マッピング結果を基に、断続的に発生する干渉波の隙間で送信するために必要な再送数５回を設定する。図１５（ａ）（ｂ）から分かるように、パケットサイズが所定サイズであるとすると、送信パケットの再送回数を５回以上に設定しない場合には、干渉波の隙間に届かず送信失敗となる一方、それ以上の再送回数を設定しても干渉波に妨げられて無駄となる。したがって、この場合の最適再送数は５回となる。干渉マッピング処理回路６１２によるマッピング結果から最適再送数を設定することができる。

【０１６２】

同様に、図１５（ｃ）に示すように、干渉マッピング処理回路６１２によるマッピング結果から送信タイミングを決定する。本実施の形態では、干渉回避制御回路６３１が、干渉マッピング処理回路６１２からのマッピング結果を基に、断続的に発生する干渉波の隙間で送信するために必要な送信タイミングを設定する。図１５（ａ）（ｃ）から分かるように、図１５（ｃ）に示す送信タイミングで再送すると、断続的に発生する干渉波の隙間で送信が成功する。

【０１６３】

以上のことから、干渉マッピングによる干渉回避方法には、マッピング結果から、（１）送信タイミングを決定する方法と、（２）最適再送数を決定する方法とを採ることができる。これら干渉回避方法の詳細については、図１７及び図１８の制御フローにより後述する。

【０１６４】

図１６は、無線通信装置６００の干渉マッピング処理回路６１２の干渉マッピング処理の一例を示す図であり、図１６（ａ）はその干渉マッピング例、図１６（ｂ）はその干渉マッピングにより推定される干渉源発生推定結果を示す。

【０１６５】
図１６（ａ）に示すように、干渉マッピングは、送信時間ｔ１－ｔｎ毎に、送信完了（送信成功／失敗）と送信Ｒａｔｅをマッピングする。
【０１６６】
この干渉マッピングは、干渉源の特徴を把握するために実施される。パケットを送信した時間とそのパケットが実際に送信できたかどうかと送信したパケットの伝送速度を干渉マッピング上に記憶させる。
【０１６７】
このマッピングは例えば、ＶｏＩＰ（Voice over Internet Protocol）等のパケットを想定する場合には、ＶｏＩＰのパケット周期２０ｍｓから、約１００パケット分の２ｓｅｃ程度を送信したパケットが正常に送信できたかどうかをモニタしその傾向をみる。また、干渉源の特徴から、電子レンジは５０Ｈｚ／６０Ｈｚ程度、Bluetoothに関しても１ｍｓ程度の周期であるため、２ｍｓ程度をモニタすれば干渉源の特徴は検出できる。その中で、実際に送信できた時間から、干渉源のパターンを分析し、干渉が発生していないと予測できるタイミングと周期を算出する。
【０１６８】
図１６（ａ）の干渉マッピング例では、ｔ８－ｔ４の周期で干渉源が発生し、送信時間ｔ４，ｔ８，ｔ１２の周期で干渉源が停止していると予想される。図１６（ｂ）はその干渉マッピングにより推定される干渉源発生推定結果である。
【０１６９】
本実施の形態では、干渉マッピング処理回路６１２によるマッピング結果を基に算出された周期とタイミングから、干渉回避制御回路６３１が適正な再送数と伝送レートと送信タイミングを決定する。
【０１７０】
図１７は、干渉マッピング処理回路６１２によるマッピング処理及び干渉回避制御回路６３１による干渉回避処理を示すフロー図である。本制御フローは、上記マッピング結果から、送信タイミングを決定する方法に適用した例である。
【０１７１】
ステップＳ２１では、送信パケット干渉エラー検出回路１２０は干渉エラーを検出し、検出した干渉エラーをＷＬＡＮ制御回路６１１の干渉マッピング処理回路６１２に出力する。
【０１７２】
ステップＳ２２では、干渉マッピング処理回路６１２は干渉マッピングを開始する。干渉マッピング処理回路６１２は、図１６に示すように送信トラフィックの成功／失敗とその時間をマッピングする。
【０１７３】
ステップＳ２３では、干渉回避制御回路６３１は送信成功タイミングを検出し、ステップＳ２４で干渉源周期を検出する。干渉回避制御回路６３１は、干渉マッピング処理回路６１２からのマッピング結果を基に、送信成功タイミングと周期を検出する。例えば、図１５（ｂ）に示す送信タイミングを決定する。
【０１７４】
ステップＳ２５では、干渉回避制御回路６３１は送信成功タイミングとその周期から、干渉回避で動作させる伝送レートを決定し、ステップＳ２６で再送数を決定する。干渉回避制御回路６３１は、干渉マッピング処理回路６１２からのマッピング結果を基に、干渉回避で動作させる伝送レートと再送数を決定する。例えば、図１５（ａ）に示す再送数を決定する。
【０１７５】
ステップＳ２７では、干渉回避制御回路６３１はレート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０及び送信タイミング制御回路６３２にそれぞれ伝送レート、再送回数及び送信タイミングを設定して、レート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０及び送信タイミ

ング制御回路６３２により干渉回避動作を開始して本フローを終了する。

【０１７６】

図１８は、干渉マッピング処理回路６１２によるマッピング処理及び干渉回避制御回路６３１による干渉回避処理を示すフロー図である。本制御フローは、上記マッピング結果から、最適再送数を決定する方法に適用した例である。

【０１７７】

ステップＳ３１では、送信パケット干渉エラー検出回路１２０は干渉エラーを検出し、検出した干渉エラーをＷＬＡＮ制御回路６１１の干渉マッピング処理回路６１２に出力する。

【０１７８】

ステップＳ３２では、干渉回避制御回路６３１は干渉源（例えば電子レンジＯＮ）の隙間において通信可能なようにあらかじめ設定したレートに伝送レートを設定し、ステップＳ３３で再送数を設定する。本実施の形態では、マッピング結果を基に、干渉源に合致する伝送レート、再送数及び送信タイミングを設定する干渉回避方法である。このステップＳ３２，Ｓ３３は、干渉マッピングに先立って、伝送レート、再送数及び送信タイミングの基本設定をしておく。

【０１７９】

ステップＳ３４では、干渉マッピング処理回路６１２は干渉マッピングを開始し、ステップＳ３５で干渉マッピングを完了する。干渉マッピング処理回路６１２は、図１６に示すように送信トラフィックの成功／失敗とその時間をマッピングする。

【０１８０】

ステップＳ３６では、干渉回避制御回路６３１は送信成功タイミングを検出するとともに、干渉源周期を検出する。干渉回避制御回路６３１は、干渉マッピング処理回路６１２からのマッピング結果を基に、送信成功タイミングと周期を検出する。例えば、図１５（ｂ）に示す送信タイミングを決定する。

【０１８１】

ステップＳ３７では、干渉回避制御回路６３１はマッピング結果により設定された再送数を全て実行したか否かを判別する。再送数を全て実行していない場合は、ステップＳ３８で再送数を変更して上記ステップＳ３４に戻り干渉マッピング処理を実施する。

【０１８２】

再送数を全て実行した場合は、ステップＳ３９で設定した伝送レートでの最適再送数を決定する。

【０１８３】

ステップＳ４０では、干渉回避制御回路６３１は設定された伝送レートを全て実行したか否かを判別する。伝送レートを全て実行していない場合は、ステップＳ４１で伝送レートを変更して上記ステップＳ３３に戻り同様に最適再送数を決定する。

【０１８４】

伝送レートを全て実行した場合は、ステップＳ４２で干渉回避制御回路６３１はそれぞれの伝送レートにおける結果から最良の伝送レートと再送数を選択する。干渉回避制御回路６３１は、干渉マッピング処理回路６１２からのマッピング結果を基に、干渉回避で動作させる最適伝送レートと再送数を決定する。

【０１８５】

ステップＳ４３では、干渉回避制御回路６３１はレート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０及び送信タイミング制御回路６３２にそれぞれ伝送レート、再送回数及び送信タイミングを設定して、レート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０及び送信タイミング制御回路６３２により干渉回避動作を開始して本フローを終了する。

【０１８６】

このように、本実施の形態によれば、干渉波発生時に、送信がＯＫとなったタイミングを記憶し、その周期に対応した再送回数と伝送レートを設定する。また、通信ＯＫとなるタイミングから送信するタイミングを調整する。これにより、干渉波の周期に合致した再

送数、伝送レート及び送信タイミングを設定することができ、送信時間占有時間を最適化することができる。したがって、電子レンジ以外の干渉源が発生した場合であっても、より適切に干渉回避を実施することができる。

【０１８７】

（実施の形態７）

実施の形態６は、干渉発生時に、干渉源に合致する伝送レート、再送数及び送信タイミングを設定することで、送信時間占有時間を最適化している。

【０１８８】

実施の形態７では、干渉エラーレート（ＩＥＲ）を検出し、最適な伝送レートと再送数を設定する例である。

【０１８９】

図１９は、本発明の実施の形態７に係るＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示すブロック図である。図１４と同一構成部分には同一符号を付して重複箇所の説明を省略する。本実施の形態は、干渉エラーレート（ＩＥＲ）検出による再送数、伝送レート制御方法に適用した例である。

【０１９０】

図１９において、無線通信装置７００は、アンテナ１０１、送受信切替スイッチ（Ｔ／Ｒ ＳＷ）１０２、ＷＬＡＮ送信回路１０３、ＷＬＡＮ受信回路１０４、ＥＤ値検出回路１０５、Ａｃｋエラー検出回路１０６、送信パケット干渉エラー判定回路１０７、ＷＬＡＮ制御回路７１１、ＩＥＲ検出回路７１２、干渉回避パラメータ実行回路７１３、干渉回避制御回路７３１、レート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０、及び送信タイミング制御回路６３２を備えて構成される。

【０１９１】

上記ＥＤ値検出回路１０５、Ａｃｋエラー検出回路１０６及び送信パケット干渉エラー判定回路１０７は、全体として、送信パケット干渉エラー検出回路１２０を構成し、上記干渉回避制御回路７３１、レート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０、及び送信タイミング制御回路６３２は、全体として、干渉回避回路７３０を構成する。

【０１９２】

ＷＬＡＮ制御回路７１１は、送信パケット干渉エラー検出回路１２０からの干渉エラーが判定結果に基づいて、干渉回避回路７３０に対して干渉回避モードを実行させる。

【０１９３】

ＩＥＲ検出回路７１２は、干渉エラーが発生した干渉エラーレートを検出する。

【０１９４】

干渉回避パラメータ実行回路７１３は、ＩＥＲを検出しながら、再送数、伝送レート、送信タイミングを変化させ、最もＩＥＲが小さくなる干渉回避パラメータを決定する。

【０１９５】

干渉回避制御回路７３１は、干渉回避パラメータ実行回路７１３により決定された干渉回避パラメータを基に、干渉回避のために、伝送レートと再送回数を制御する。

【０１９６】

レート制御回路１０９は、干渉回避制御回路７３１の要求に従い、実際にレートを変更する。再送回数制御回路１１０は、干渉回避制御回路７３１の要求に従い、再送回数を設定する。送信タイミング制御回路６３２は、干渉回避制御回路７３１の要求に従い、送信タイミングを設定する。

【０１９７】

以下、上述のように構成された無線通信装置７００のＩＥＲ検出による再送数及び伝送レート制御方法について説明する。

【０１９８】

〔ＩＥＲ検出による再送数及び伝送レート制御方法の基本的な考え方〕

実施の形態４，５では、再送回数を初期設定で１５程度と固定していたため、１台の端末で送信時間の占有時間が大きく、他の端末の通信に影響を及ぼす可能性があった。

【０１９９】
そこで、本実施の形態では、干渉波発生時に、ＩＥＲを検出しながら、エラー率が最小となる伝送レートと再送数を設定する。
【０２００】
まず、前記実施の形態１乃至３で説明した干渉検出方法に基づいて、干渉エラーレート（ＩＥＲ）を定義する。
【０２０１】
実施の形態１乃至３では、パケットのエラーが発生した時に、送信したパケットが干渉によるエラーであるか、干渉以外のエラーかどうかを判断することが可能である。また、干渉エラーレートと全体のパケットエラーレートを算出することが可能である。
【０２０２】
干渉エラーレートの算出式は、次式（１）に、パケットエラーレートの算出式は、次式（２）にそれぞれ示される。
【０２０３】
干渉エラーレート＝干渉エラーパケット数／送信パケット数　　…（１）
パケットエラーレート＝送信エラーパケット数／送信パケット数　…（２）
上記送信パケットエラー数は、送信したパケットの中で、送信が完了せずにエラーとなった全てのパケット数であり、干渉によるエラーも全て含んでいる。
【０２０４】
図２０は、無線通信装置７００のＩＥＲ検出回路７１２によるＩＥＲ検出とパケット再送数と伝送レートとの関係を示す図である。
【０２０５】
図２０（ａ）に示すように、電子レンジ又は電子レンジ以外の干渉波が断続的に発生している。送信したパケットは、断続的に発生する干渉波により図２０（ｂ）－（ｄ）の×印で衝突し失敗、○印で通り抜けて成功になるものとする。
【０２０６】
本実施の形態は、ＩＥＲを検出しながら再送数、伝送速度を調整する。
【０２０７】
ＩＥＲ検出による再送数、伝送レート制御方法の結果は、以下の通りである。
【０２０８】
図２０（ｂ）に示すように、再送数２回、伝送レート５．５Ｍに設定してＩＥＲを検出する。干渉エラーレートは６６％である。
【０２０９】
図２０（ｃ）に示すように、再送数３回、伝送レート５．５Ｍに設定してＩＥＲを検出する。干渉エラーレートは３３％である。
【０２１０】
図２０（ｄ）に示すように、再送数４回、伝送レート１１Ｍに設定してＩＥＲを検出する。干渉エラーレートは０％である。
【０２１１】
このように、干渉波発生時に、ＩＥＲを検出しながら、エラー率が最小となる伝送レートと再送数を設定することで、干渉源に合致した再送数及び伝送レートを設定することができる。
【０２１２】
図２１は、ＩＥＲ検出回路７１２によるＩＥＲ検出、干渉回避パラメータ実行回路７１３による最適干渉回避パラメータ決定及び干渉回避制御回路７３１による干渉回避処理を示すフロー図である。
【０２１３】
ステップＳ５１では、送信パケット干渉エラー検出回路１２０は干渉エラーを検出し、検出した干渉エラーをＷＬＡＮ制御回路７１１のＩＥＲ検出回路７１２に出力する。
【０２１４】

ステップＳ５２では、干渉回避制御回路７３１は干渉源（例えば電子レンジＯＮ）の隙間において通信可能なようにあらかじめ設定したレートに伝送レートを設定し、ステップＳ５３で再送数を設定する。本実施の形態では、ＩＥＲを検出し、最適な伝送レートと再送数を設定する干渉回避方法である。このステップＳ５２，Ｓ５３は、ＩＥＲ検出に先立って、伝送レート及び再送数の基本設定をしておく。

【０２１５】

ステップＳ５４では、ＩＥＲ検出回路７１２は伝送レートと再送数を設定して送信を実行した際のＩＥＲを検出する。

【０２１６】

ステップＳ５５では、干渉回避制御回路７３１は設定された再送数を全て実行したか否かを判別する。再送数を全て実行していない場合は、ステップＳ５６で再送数を変更して上記ステップＳ５４に戻りＩＥＲ検出を実施する。

【０２１７】

再送数を全て実行した場合は、ステップＳ５７で干渉回避パラメータ実行回路７１３は実行中の伝送レートでの最適再送数を決定する。

【０２１８】

ステップＳ５８では、干渉回避制御回路７３１は設定された伝送レートを全て実行したか否かを判別する。伝送レートを全て実行していない場合は、ステップＳ５９で伝送レートを変更して上記ステップＳ５３に戻り、同様にその伝送レートでの最適再送数を決定する。

【０２１９】

伝送レートを全て実行した場合は、ステップＳ６０で干渉回避パラメータ実行回路７１３はそれぞれの伝送レートにおける結果から最良の伝送レートと再送数を選択する。干渉回避パラメータ実行回路７１３は、ＩＥＲを検出しながら、再送数、伝送レート、送信タイミングを変化させ、最もＩＥＲが小さくなる干渉回避パラメータを決定する。

【０２２０】

ステップＳ６１では、干渉回避制御回路７３１はレート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０及び送信タイミング制御回路６３２にそれぞれ伝送レート、再送回数及び送信タイミングを設定して、レート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０及び送信タイミング制御回路６３２により干渉回避動作を開始して本フローを終了する。

【０２２１】

このように、本実施の形態によれば、干渉波発生時に、ＩＥＲを検出し、ＩＥＲが最小となる伝送レートと再送数を設定することで、干渉源に合致した再送数及び伝送レートを設定することができ、実際の通信品質を考慮した干渉回避が実現できるとともに、送信パケットの占有時間を最適化することができる。

【０２２２】

（実施の形態８）

実施の形態８では、ＩＥＲを検出し、最適な送信タイミングを設定する例である。

【０２２３】

本発明の実施の形態８に係るＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成は、図１９と同一構成であるため説明を省略する。

【０２２４】

本実施の形態では、ＷＬＡＮ制御回路７１１の干渉回避パラメータ実行回路７１３が、干渉源に合致した送信タイミングを設定する。

【０２２５】

干渉回避制御回路７３１は、干渉回避パラメータ実行回路７１３により決定された干渉回避パラメータを基に、干渉回避のために、送信タイミングを制御する。

【０２２６】

以下、上述のように構成された無線通信装置のＩＥＲ検出による送信タイミング制御方法について説明する。

【０２２７】
図２２は、無線通信装置７００のＩＥＲ検出回路７１２によるＩＥＲ検出と送信タイミングの調整の関係を示す図である。
【０２２８】
図２２（ａ）に示すように、電子レンジ又は電子レンジ以外の干渉波が断続的に発生している。送信したパケットは、断続的に発生する干渉波により図２２（ｂ）－（ｄ）の×印で衝突し失敗、○印で通り抜けて成功になるものとする。
【０２２９】
本実施の形態は、ＩＥＲを検出しながら送信タイミングを調整する。
【０２３０】
ＩＥＲ検出による送信タイミングの調整結果は、以下の通りである。
【０２３１】
図２２（ｂ）（ｃ）に示す送信タイミングでは、失敗である。
【０２３２】
図２２（ｄ）に示すように、ＩＥＲを検出しながら送信タイミングを調整することで、再送数を最小にすることができる。
【０２３３】
図２３は、ＩＥＲ検出回路７１２によるＩＥＲ検出、干渉回避パラメータ実行回路７１３による送信タイミング調整及び干渉回避制御回路７３１による干渉回避処理を示すフロー図である。
【０２３４】
ステップＳ７１では、送信パケット干渉エラー検出回路１２０は干渉エラーを検出し、検出した干渉エラーをＷＬＡＮ制御回路７１１のＩＥＲ検出回路７１２に出力する。
【０２３５】
ステップＳ７２では、干渉回避制御回路７３１は干渉源（例えば電子レンジＯＮ）の隙間において通信可能なように送信タイミングを設定する。
【０２３６】
ステップＳ７３では、ＩＥＲ検出回路７１２は設定した送信タイミングで送信を実行した際のＩＥＲを検出する。
【０２３７】
ステップＳ７４では、干渉回避制御回路７３１は設定した送信タイミングを全て実行したか否かを判別する。設定した送信タイミングを全て実行していない場合は、ステップＳ７５で送信タイミングを変更して上記ステップＳ７３に戻りＩＥＲ検出を実施する。
【０２３８】
設定した送信タイミングを全て実行した場合は、ステップＳ７６で干渉回避パラメータ実行回路７１３は最もＩＥＲが小さくなる送信タイミングを選択する。
【０２３９】
ステップＳ７７では、干渉回避制御回路７３１はレート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０及び送信タイミング制御回路６３２にそれぞれ伝送レート、再送回数及び送信タイミングを設定して、レート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０及び送信タイミング制御回路６３２により干渉回避動作を開始して本フローを終了する。
【０２４０】
このように、本実施の形態によれば、干渉波発生時に、ＩＥＲを検出し、ＩＥＲが最小となるように送信タイミングに設定することで、再送数を最小にすることができ、１パケットに対する送信時間占有時間も最小化することができる。
【０２４１】
（実施の形態９）
実施の形態９では、ＩＥＲ検出に加え、さらにパケットエラーレート（ＰＥＲ）検出し、ＰＥＲとＩＥＲを使用した伝送速度、再送数制御方法の例である。
【０２４２】

図２４は、本発明の実施の形態９に係るＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示すブロック図である。図３及び図１９と同一構成部分には同一符号を付して重複箇所の説明を省略する。本実施の形態は、ＰＥＲとＩＥＲ検出による再送数、伝送レート制御方法に適用した例である。

【０２４３】

図２４において、無線通信装置８００は、アンテナ１０１、送受信切替スイッチ（Ｔ／Ｒ ＳＷ）１０２、ＷＬＡＮ送信回路１０３、ＷＬＡＮ受信回路１０４、ＥＤ値検出回路１０５、送信エラー検出回路２１１、送信パケット干渉エラー判定回路２１２、ＷＬＡＮ制御回路８１１、ＩＥＲ検出回路７１２、ＰＥＲ検出回路８１２、干渉回避パラメータ実行回路８１３、干渉回避制御回路８３１、レート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０、及び送信タイミング制御回路６３２を備えて構成される。

【０２４４】

上記ＥＤ値検出回路１０５、送信エラー検出回路２１１及び送信パケット干渉エラー判定回路２１２は、全体として、送信パケット干渉エラー検出回路２２０を構成し、上記干渉回避制御回路８３１、レート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０、及び送信タイミング制御回路６３２は、全体として、干渉回避回路８３０を構成する。

【０２４５】

送信エラー検出回路２１１は、送信したパケットが規定の再送で送信できなかったことを送信エラーとして検出する。

【０２４６】

送信パケット干渉エラー判定回路２１２は、ＥＤ値検出回路１０５により検出されたＥＤ値と送信エラー検出回路２１１により検出された送信エラー検出結果から送信パケット干渉エラーが発生したことを判定する。

【０２４７】

実施の形態６乃至８は、ＥＤ値が干渉判定閾値を超過した条件で送信したパケットがＡｃｋエラーとなった場合に、干渉エラーと判定していた。本実施の形態では、同様の条件で送信したパケットが複数回の再送によっても送信できなかった場合に、干渉エラーと判定する。但し、本実施の形態において、送信パケット干渉エラー検出回路２２０がＡｃｋエラー検出回路１０７を備える構成であってもよい。

【０２４８】

ＷＬＡＮ制御回路８１１は、送信パケット干渉エラー検出回路２２０からの干渉エラー判定結果に基づいて、干渉回避回路８３０に対して干渉回避モードを実行させる。

【０２４９】

ＩＥＲ検出回路７１２は、干渉エラーが発生した干渉エラーレート（ＩＥＲ）を検出する。

【０２５０】

ＰＥＲ検出回路８１２は、送信パケットに対するエラーをパケット毎に検出し、パケットエラーレート（ＰＥＲ）を検出する。

【０２５１】

干渉回避パラメータ実行回路８１３は、ＩＥＲとＰＥＲを検出しながら、再送数、伝送レート、送信タイミングを変化させ、最もＰＥＲとＩＥＲが小さくなる干渉回避パラメータを決定する。

【０２５２】

干渉回避制御回路８３１は、干渉回避パラメータ実行回路８１３により決定された干渉回避パラメータを基に、干渉回避のために、伝送レートと再送回数を制御する。

【０２５３】

レート制御回路１０９は、干渉回避制御回路８３１の要求に従い、実際にレートを変更する。再送回数制御回路１１０は、干渉回避制御回路８３１の要求に従い、再送回数を設定する。送信タイミング制御回路６３２は、干渉回避制御回路８３１の要求に従い、送信タイミングを設定する。

【０２５４】
以下、上述のように構成された無線通信装置８００のＰＥＲとＩＥＲ検出による再送数及び伝送レート制御方法について説明する。
【０２５５】
図２５は、無線通信装置８００のＩＥＲ検出回路７１２によるＩＥＲ検出とＰＥＲ検出回路８１２によるＰＥＲと送信タイミングの調整の関係を示す図である。
【０２５６】
本実施の形態では、干渉波発生時に、ＰＥＲとＩＥＲを検出しながら、最適な伝送レートと再送数を設定する。
【０２５７】
図２５に示すように、干渉波が断続的に発生している。
【０２５８】
干渉波発生時に、ＰＥＲ検出回路８１２はＰＥＲを検出し、ＩＥＲ検出回路７１２はＩＥＲを検出する（図２５ａ．参照）。
【０２５９】
ＩＥＲとＰＥＲを検出しながら、干渉回避パラメータ実行回路８１３は、最適な伝送レート、再送数となる干渉回避パラメータを決定する（図２５ｂ．参照）。
【０２６０】
図２５ｃ．では、伝送レート１１Ｍｂｐｓ，再送回数２回で送信し、ＩＥＲ＝０％，ＰＥＲ＝１０％を検出した。図２５ｄ．では、伝送レート５．５Ｍｂｐｓ，再送回数２回で送信し、ＩＥＲ＝０％，ＰＥＲ＝２％を検出した。図２５ｃ．ｄ．に示す２送信パケットを比較すると、ＩＥＲはいずれも０％であるため、ＩＥＲ検出だけでは最適な伝送レート及び再送数を判断できない。この場合、ＩＥＲが０％のときに、ＰＥＲが１０％であるケースでは、ＩＥＲのみの制御ではＰＥＲが最適となる伝送レート及び再送数を設定できない。本実施の形態では、ＰＥＲを検出を追加し、例えばＩＥＲが０％となる伝送レートが５．５Ｍｂｐｓと１１Ｍｂｐｓの２通り検出できた場合に、ＰＥＲが最小となる伝送レートを選択する。
【０２６１】
干渉回避制御回路８３１は、干渉回避パラメータ実行回路８１３により決定された干渉回避パラメータを基に、伝送レート及び再送数を変化させ、最もＰＥＲとＩＥＲが小さくなる伝送レート及び再送数を設定する（図２５ｅ．参照）。これにより、図２５ｆ．に示す伝送レート５．５Ｍｂｐｓ，再送回数４回が最適な伝送レートと再送数として設定される。
【０２６２】
図２６は、ＰＥＲとＩＥＲを使用した伝送レート及び再送数設定による干渉回避処理を示すフロー図である。
【０２６３】
ステップＳ８１では、送信パケット干渉エラー検出回路２２０は干渉エラーを検出し、検出した干渉エラーをＷＬＡＮ制御回路８１１のＩＥＲ検出回路７１２及びＰＥＲ検出回路８１２に出力する。
【０２６４】
ステップＳ８２では、干渉回避制御回路７３１は干渉源（例えば電子レンジＯＮ）の隙間において通信可能なようにあらかじめ設定したレートに伝送レートを設定し、ステップＳ８３で再送数を設定する。本実施の形態では、ＰＥＲとＩＥＲを検出し、最適な伝送レートと再送数を設定する干渉回避方法である。このステップＳ８２，Ｓ８３は、ＰＥＲとＩＥＲ検出に先立って、伝送レート及び再送数の基本設定をしておく。
【０２６５】
ステップＳ８４では、ＩＥＲ検出回路７１２は伝送レートと再送数を設定して送信を実行した際のＩＥＲを検出して記憶する。
【０２６６】

ステップＳ８５では、ＰＥＲ検出回路８１２は伝送レートと再送数を設定して送信を実行した際のＰＥＲを検出して記憶する。

【０２６７】

ステップＳ８６では、干渉回避制御回路８３１は設定された再送数を全て実行したか否かを判別する。再送数を全て実行していない場合は、ステップＳ８７で再送数を変更して上記ステップＳ８４に戻りＩＥＲ検出及びＰＥＲ検出を実施する。

【０２６８】

再送数を全て実行した場合は、ステップＳ８８で干渉回避パラメータ実行回路８１３は実行中の伝送レートでの最適再送数を決定する。

【０２６９】

ステップＳ８９では、干渉回避制御回路８３１は設定された伝送レートを全て実行したか否かを判別する。伝送レートを全て実行していない場合は、ステップＳ９０で伝送レートを変更して上記ステップＳ８３に戻り、同様にその伝送レートでの最適再送数を決定する。

【０２７０】

伝送レートを全て実行した場合は、ステップＳ９１で干渉回避パラメータ実行回路８１３はそれぞれの伝送レートにおける結果から最良のＩＥＲとＰＥＲとなる伝送レートと再送数を選択する。

【０２７１】

ステップＳ９２では、干渉回避制御回路８３１はレート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０及び送信タイミング制御回路６３２にそれぞれ伝送レート、再送回数及び送信タイミングを設定して、レート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０及び送信タイミング制御回路６３２により干渉回避動作を開始して本フローを終了する。

【０２７２】

このように、本実施の形態によれば、ＰＥＲとＩＥＲを検出し、ＰＥＲとＩＥＲが最小となる伝送レートと再送数を設定することで、干渉源に合致した再送数及び伝送レートを設定することができる。これにより、実際の通信品質を考慮した干渉回避が実現できるとともに、送信パケットの占有時間を最適化することができる。

【０２７３】

特に、ＩＥＲ検出に加え、ＰＥＲも同時に検出することで実際の伝送路で発生しているエラーが最小となるレートを設定することができる。例えば、実行した伝送レートのＩＥＲがいずれも０％であり、ＩＥＲのみの制御では最適となる伝送レート及び再送数を設定できない場合であっても、ＰＥＲを検出することでＰＥＲが最小となる伝送レートを選択することができる。

【０２７４】

（実施の形態１０）

実施の形態１０は、干渉回避パターンリストによる干渉回避方法に適用した例である。

【０２７５】

図２７は、本発明の実施の形態１０に係るＷＬＡＮにおける無線通信装置の構成を示すブロック図である。図１９と同一構成部分には同一符号を付して重複箇所の説明を省略する。

【０２７６】

図２７において、無線通信装置９００は、アンテナ１０１、送受信切替スイッチ（Ｔ／Ｒ ＳＷ）１０２、ＷＬＡＮ送信回路１０３、ＷＬＡＮ受信回路１０４、ＥＤ値検出回路１０５、Ａｃｋエラー検出回路１０６、送信パケット干渉エラー判定回路１０７、ＷＬＡＮ制御回路９１１、干渉回避パラメータ実行回路９１２、干渉回避制御回路９３１、レート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０、及び送信タイミング制御回路６３２を備えて構成される。

【０２７７】

上記ＥＤ値検出回路１０５、Ａｃｋエラー検出回路１０６及び送信パケット干渉エラー

判定回路１０７は、全体として、送信パケット干渉エラー検出回路１２０を構成し、上記干渉回避制御回路９３１、レート制御回路１０９、再送回数制御回路１１０、及び送信タイミング制御回路６３２は、全体として、干渉回避回路９３０を構成する。

【０２７８】

ＷＬＡＮ制御回路９１１は、送信パケット干渉エラー検出回路１２０からの干渉エラーが判定結果に基づいて、干渉回避回路９３０に対して干渉回避モードを実行させる。

【０２７９】

干渉回避パターン実行回路９１２は、あらかじめ規定してある干渉回避パターンを実行し、その結果から最良のパターンを検出し、干渉回避制御回路に対して、決定したパターンでの伝送レートと再送数により通信を実施することを指示する。

【０２８０】

図２８は、干渉回避パターン実行回路９１２が保持する干渉回避パターンリストの一例を示す図である。

【０２８１】

図２８において、干渉回避パターンリスト１０００は、干渉源に対応する複数の干渉回避パターン１，２，…をあらかじめリストとして格納する。例えば、干渉回避パターン１は、想定干渉源は「電子レンジ」、伝送レートは「１１Ｍｂｐｓ」、再送数は「２０回」である。干渉回避パターン２は、想定干渉源は「Bluetooth」、伝送レートは「５．５Ｍｂｐｓ」、再送数は「１０回」である。想定干渉源が同種の「電子レンジ」であっても伝送レート又は再送数が異なる干渉回避パターンを複数設けてもよい。想定干渉源はどのようなものでもよく、例えば医療機器による電波干渉がある。上記干渉回避パターンは、一例であり、設定例やリストの形態は限定されない。

【０２８２】

以下、上述のように構成された無線通信装置９００の干渉回避パターンリスト１０００による干渉回避方法について説明する。

【０２８３】

図２９は、干渉回避パターンリスト１０００による干渉回避処理を示すフロー図である。

【０２８４】

ステップＳ１０１では、送信パケット干渉エラー検出回路１２０は干渉エラーを検出し、検出した干渉エラーをＷＬＡＮ制御回路９１１の干渉回避パラメータ実行回路９１２に出力する。

【０２８５】

ステップＳ１０２では、干渉回避パラメータ実行回路９１２は、あらかじめ想定していた干渉回避パターンリストに従い、伝送レートと再送数を設定し送信を実行する。ここでは、図２８の干渉回避パターンリスト１０００から干渉回避パターン１を読み出し、干渉回避パターン１の伝送レート及び再送数を設定して送信を実行する。

【０２８６】

ステップＳ１０３では、干渉回避パターン１により設定した伝送レート及び再送数で送信を実行した際のＩＥＲ／ＰＥＲを検出する。

【０２８７】

ステップＳ１０４では、干渉回避パターンリスト１０００の干渉回避パターンを全て実行したか否かを判別する。

【０２８８】

全ての干渉回避パターンを実行していない場合は、ステップＳ１０５で次の干渉回避パターンを実行して上記ステップＳ１０３に戻る。

【０２８９】

上記ステップＳ１０４で全ての干渉回避パターンを実行した場合は、ステップＳ１０６で干渉回避制御回路９３１は実施した中で最良の干渉回避パターンを決定する。

【０２９０】

ステップＳ１０７では、干渉回避制御回路９３１は決定した干渉回避パターンの伝送レートと再送数により干渉回避動作を開始して本フローを終了する。

【０２９１】

このように、本実施の形態によれば、複数の干渉回避パターンを記憶した干渉回避パターンリスト１０００をあらかじめ用意し、想定した干渉回避パターンリスト１０００から干渉回避パターンを読み出して順次適用するので、最良干渉回避パターンを容易に決定することができ、干渉回避制御を迅速に実施することができる。

【０２９２】

以上の説明は本発明の好適な実施の形態の例証であり、本発明の範囲はこれに限定されることはない。例えば、無線ＬＡＮシステムに属さない電子レンジなどの特定の干渉源について説明したが、干渉源はどのようなものでも良く、無線ＬＡＮシステム内外で影響を与える干渉機器に全て適用できる。

【０２９３】

また、上記各実施の形態では、無線通信装置、無線ＬＡＮシステム、干渉検出方法及び干渉回避方法という名称を用いたが、これは説明の便宜上であり、移動端末、無線通信機器、無線通信制御方法、電波干渉解消方法等でもよいことは勿論である。

【０２９４】

また、上記無線通信装置を構成する各回路部の種類、数及び接続方法などは前述した実施の形態に限られない。

【０２９５】

また、以上説明した干渉検出方法及び干渉回避方法は、この干渉検出方法及び干渉回避方法を機能させるためのプログラムでも実現される。このプログラムはコンピュータで読み取り可能な記録媒体に格納されている。

【産業上の利用可能性】

【０２９６】

本発明に係る無線通信装置は、干渉の発生を検出しこの干渉を回避する効果を有し、特に複数の無線通信装置を無線ネットワークを通じて接続する無線ＬＡＮシステムを構成する無線通信装置及び無線通信制御方法に有効である。

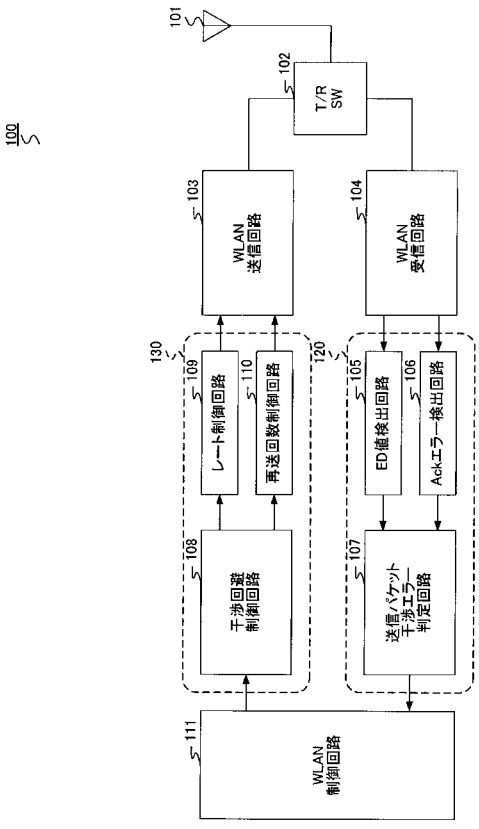
【符号の説明】

【０２９７】

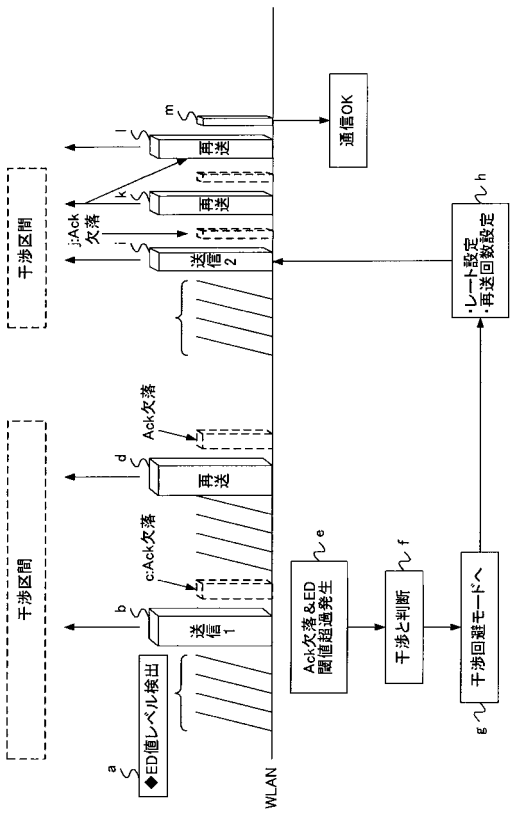
１００，２００，３００，４００，６００，７００，８００，９００　無線通信装置
１０１　アンテナ
１０２　送受信切替スイッチ（Ｔ／Ｒ　ＳＷ）
１０３　ＷＬＡＮ送信回路
１０４　ＷＬＡＮ受信回路
１０５　ＥＤ値検出回路
１０６　Ａｃｋエラー検出回路
１０７　送信パケット干渉エラー判定回路
１０８　干渉回避制御回路
１０９　レート制御回路
１１０　再送回数制御回路
１１１，６１１，７１１，８１１，９１１　ＷＬＡＮ制御回路
１２０，２２０　送信パケット干渉エラー検出回路
１３０，６３０，７３０，８３０，９３０　干渉回避回路
２１１　送信エラー検出回路
２１２　送信パケット干渉エラー判定回路
３１０　Ｎｏｉｓｅｆｌｏｏｒ（干渉波レベル）値測定回路
３１１　受信エラー検出回路
３１２　受信パケット（Ｂｅａｃｏｎ）干渉エラー判定回路
３２０　受信パケット干渉エラー検出回路

４２０　パケット干渉エラー検出回路
４３１　パケットサイズ入力回路
４３２　レート／再送回数決定回路
４３３，６３１，７３１，８３１，９３１　干渉回避制御回路
６３２　送信タイミング制御回路
７１２　ＩＥＲ検出回路
７１３，８１３，９１２　干渉回避パラメータ実行回路
８１２　ＰＥＲ検出回路
１０００　干渉回避パターンリスト

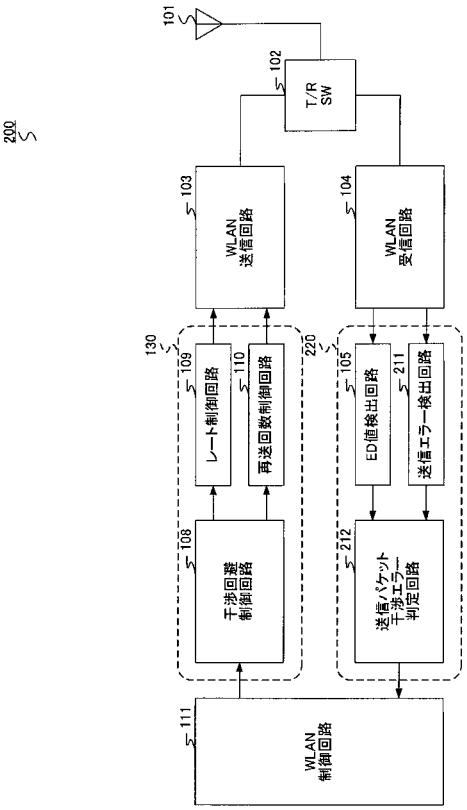
【図１】



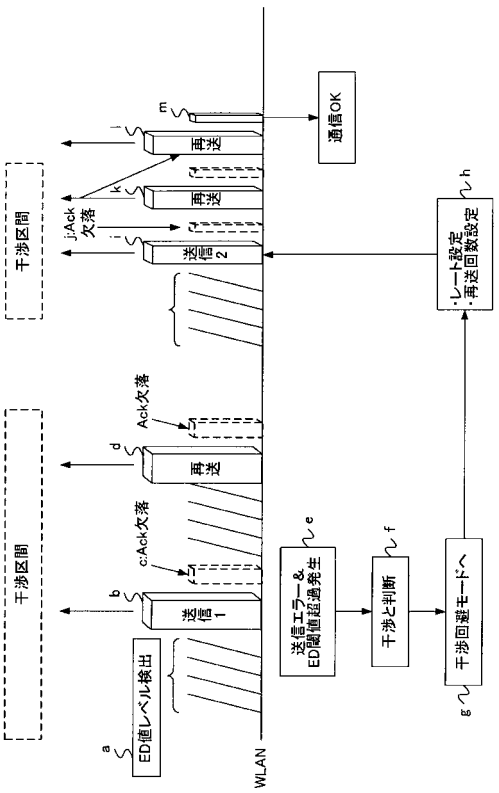
【図２】



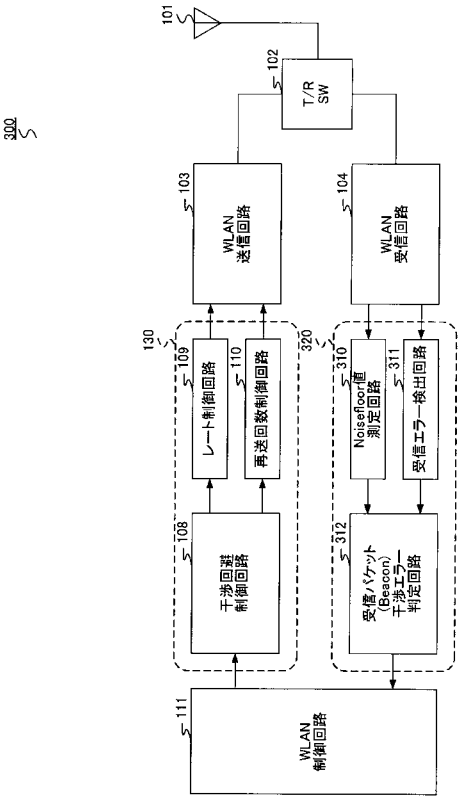
【図３】


200
101
102
T/R SW
103
WLAN 送信回路
104
WLAN 受信回路
130
109
レート制御回路
110
再送回数制御回路
108
干渉回避制御回路
220
105
ED値検出回路
211
送信エラー検出回路
212
送信パケット干渉エラー判定回路
111
WLAN 制御回路

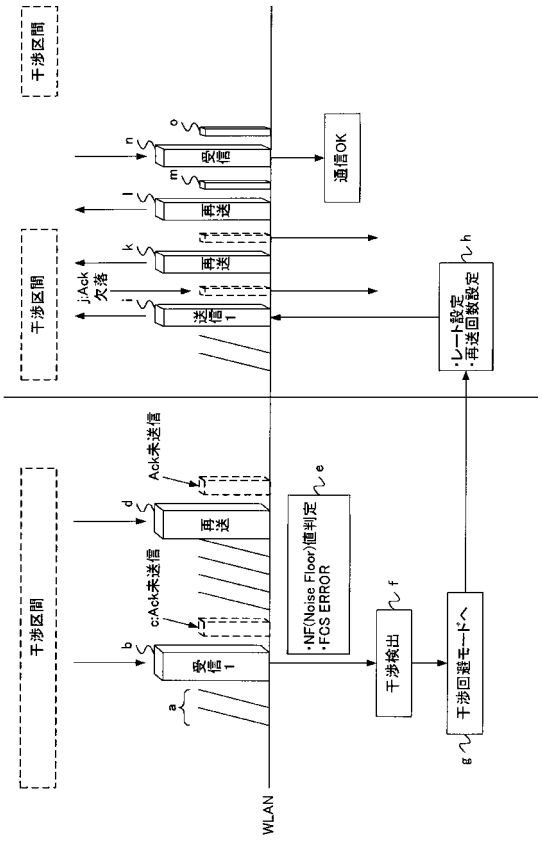
【図４】


干渉区間
干渉区間
干渉区間
WLAN
a
ED値レベル検出
b
送信1
c:Ack欠落
d
再送
Ack欠落
e
送信エラー&ED閾値超過発生
f
干渉と判断
g
干渉回避モードへ
h
・レート設定
・再送回数設定
i
送信2
j:Ack欠落
k
再送
l
再送
m
再送
通信OK

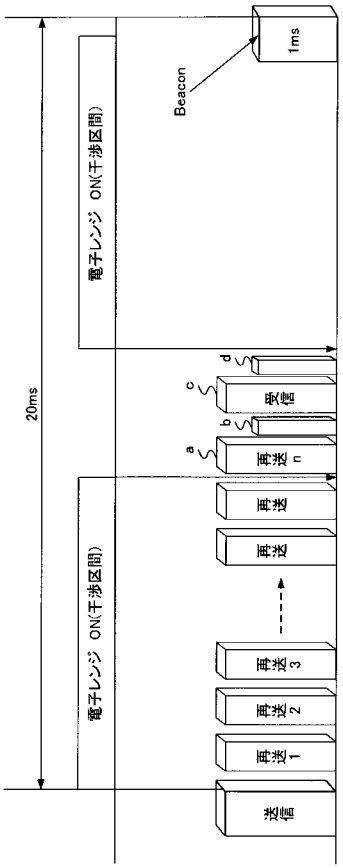
【図５】


300
101
102
T/R SW
103
WLAN 送信回路
104
WLAN 受信回路
130
109
レート制御回路
110
再送回数制御回路
108
干渉回避制御回路
320
310
Noisefloor値測定回路
311
受信エラー検出回路
312
受信パケット(Beacon)干渉エラー判定回路
111
WLAN 制御回路

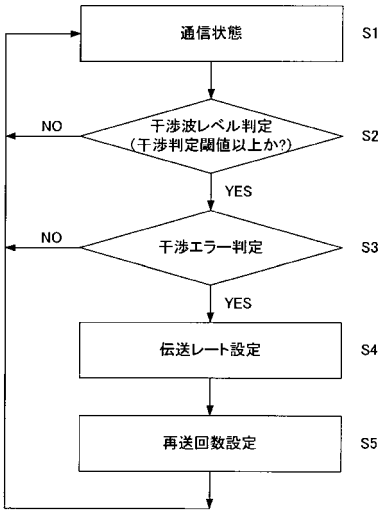
【図６】


干渉区間
干渉区間
干渉区間
WLAN
a
b
受信1
c:Ack未送信
d
再送
Ack未送信
e
・NF(Noise Floor)値判定
・FCS ERROR
f
干渉検出
g
干渉回避モードへ
h
・レート設定
・再送回数設定
i
送信1
j:Ack欠落
k
再送
l
再送
m
受信
n
o
通信OK

【図７】



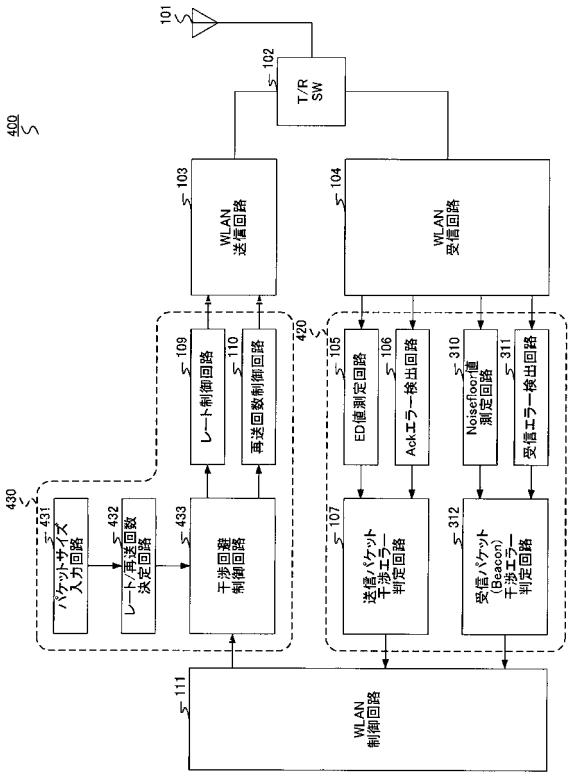
【図８】



【図９】

	送信パケット	受信パケット
干渉波レベル判定	送信する前のED値を測定し干渉判定閾値を超過しているかどうか判定する。	受信時のNoisefloor値を測定し干渉判定閾値を超過しているかどうかを判定する。
干渉エラー判定	ED値が干渉判定閾値を超過している条件で送信されたパケットに対するAckが受信できなかった場合又は、既定の再送においても送信エラーとなった場合に干渉エラーと判定する。	Noisefloor値が干渉判定閾値を超過している条件で受信したパケットがエラーであった場合に干渉エラーと判定する。

【図１０】

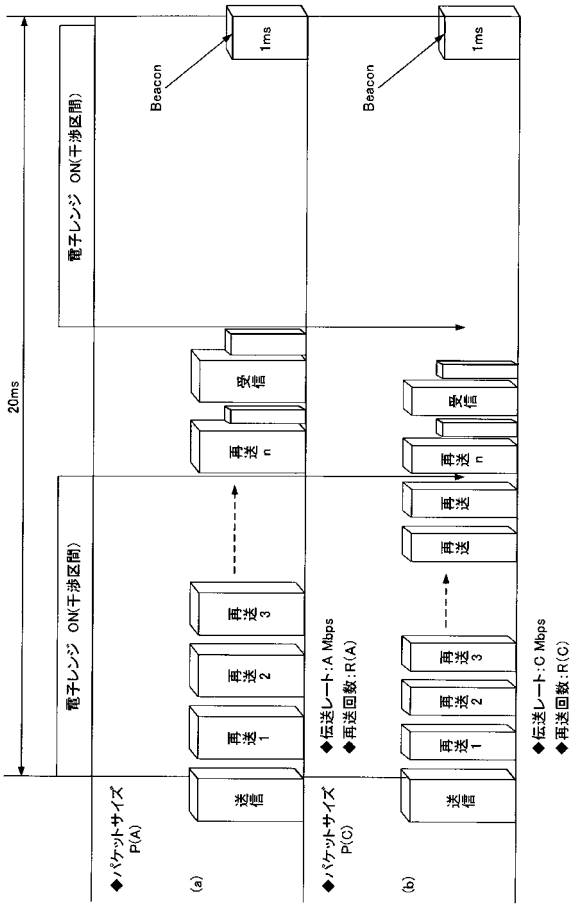


【図１１】

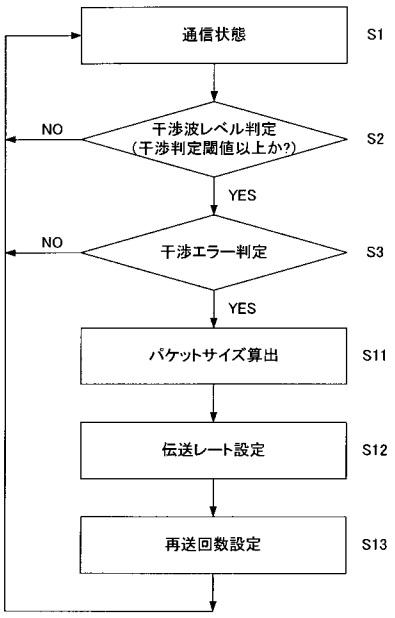
500:干渉回避設定テーブル

パケットサイズ	干渉時レート(Mpps)	干渉時再送回数
P(A)	A	R(A)
P(B)	B	R(B)
P(C)	C	R(C)

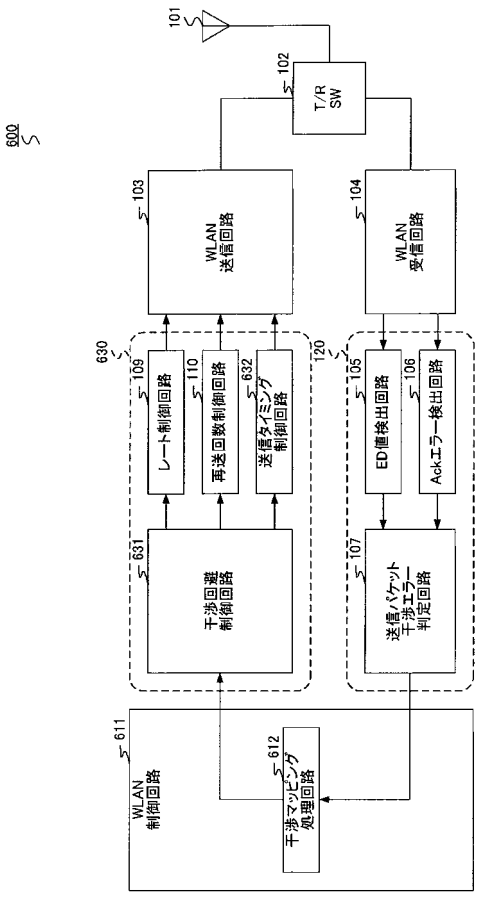
【図１２】



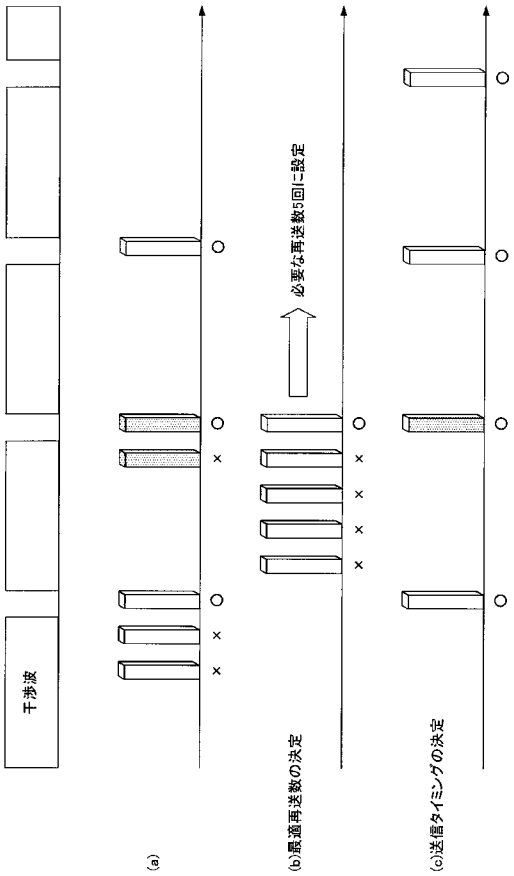
【図１３】



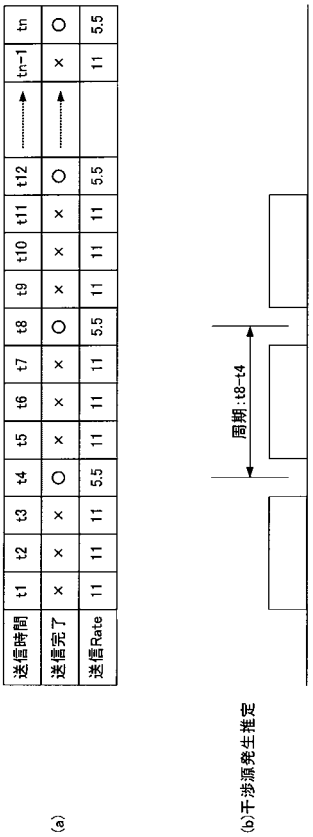
【図１４】



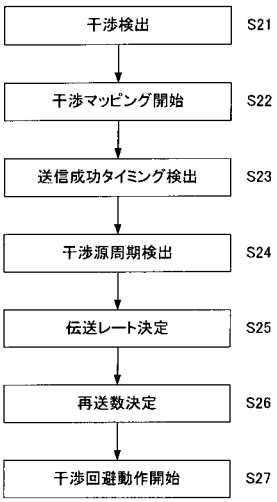
【図１５】



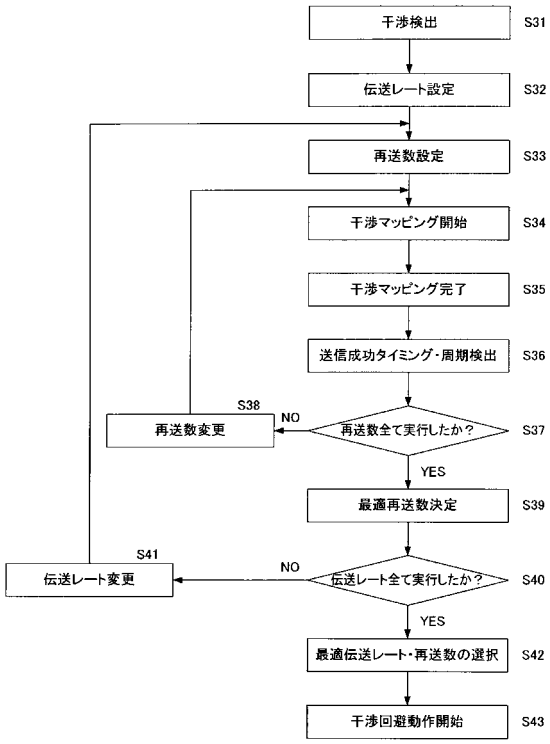
【図１６】



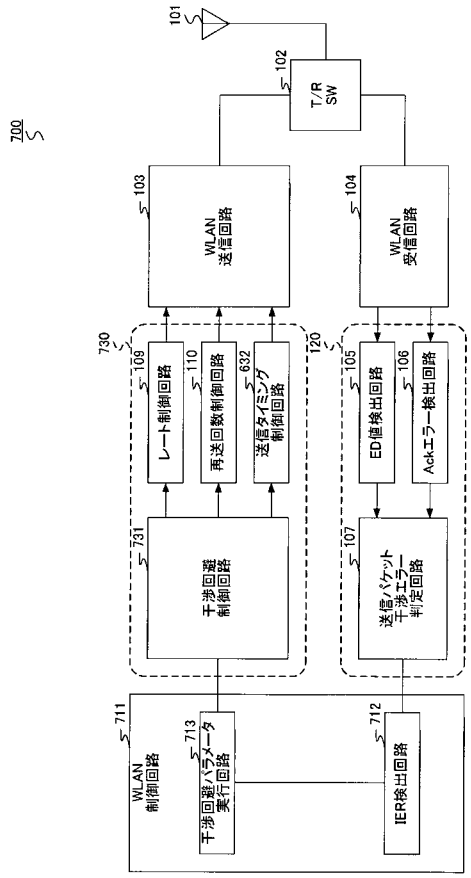
【図１７】



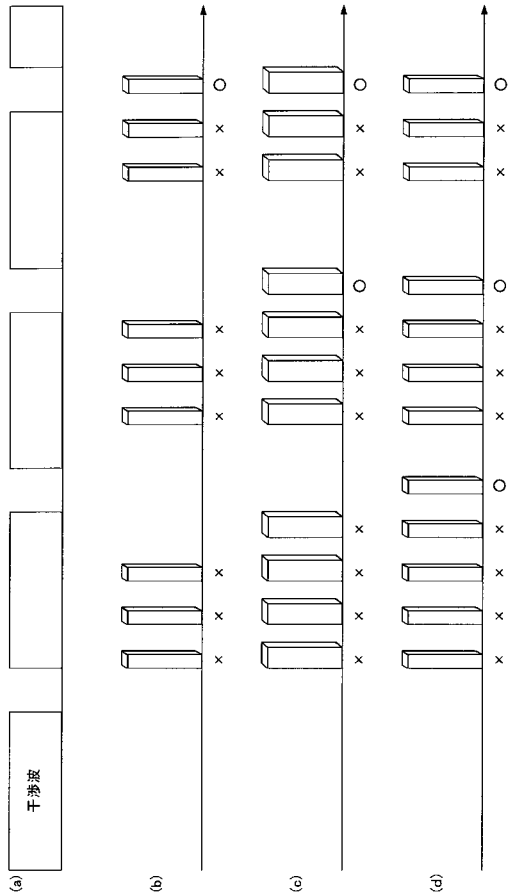
【図１８】



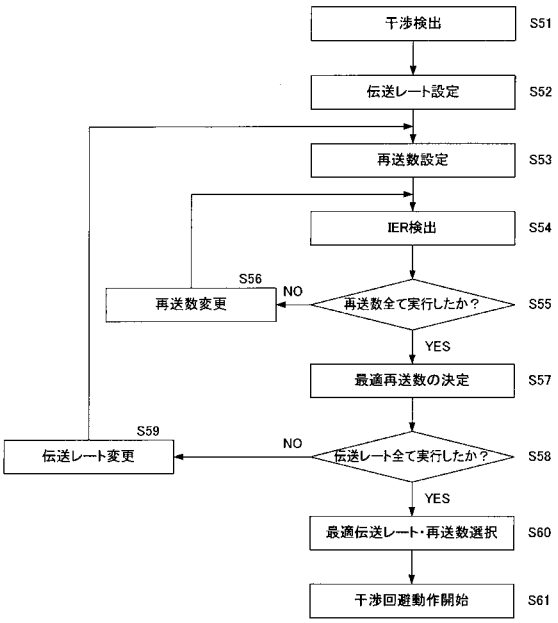
【図１９】



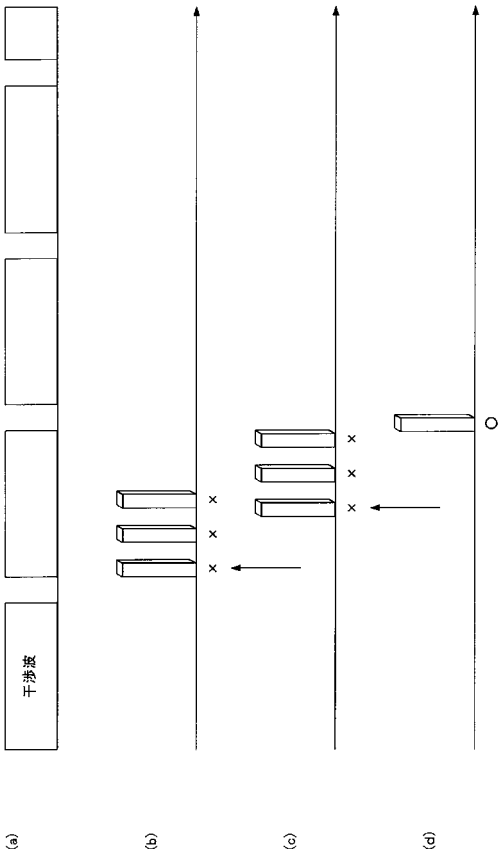
【図２０】



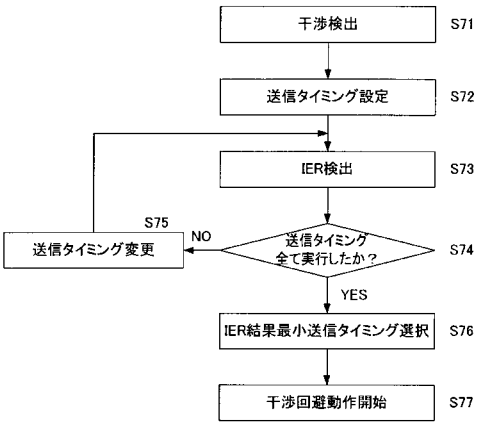
【図２１】



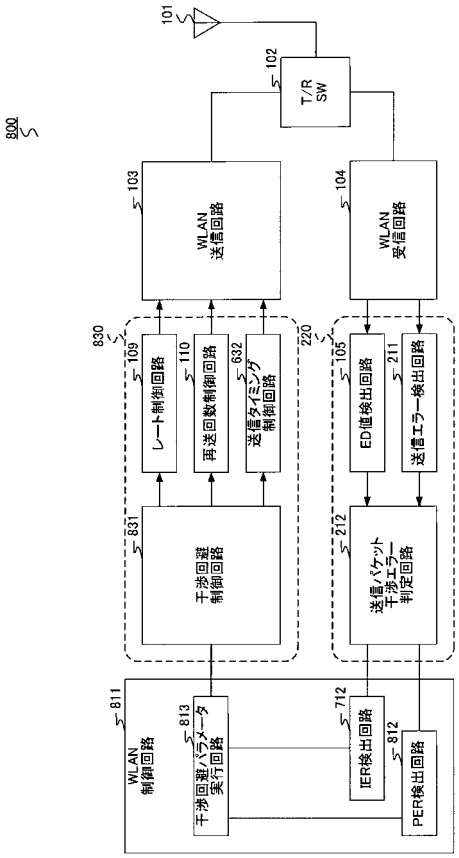
【図２２】



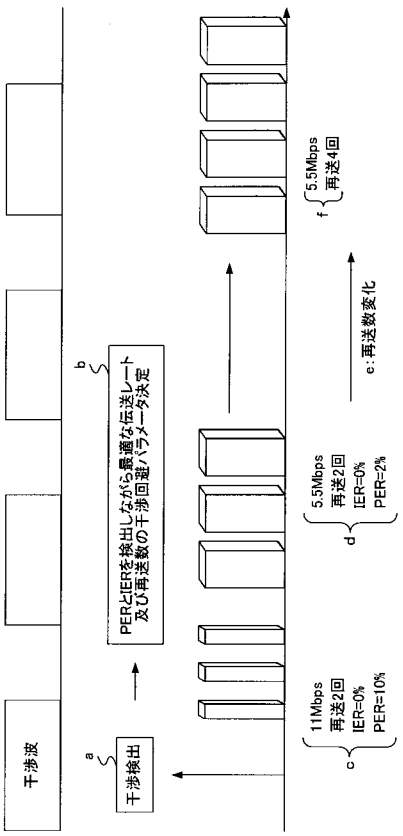
【図２３】



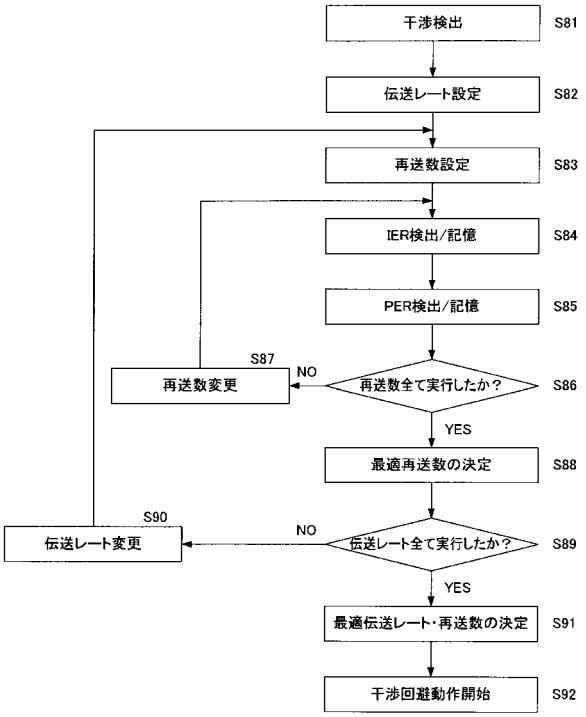
【図２４】



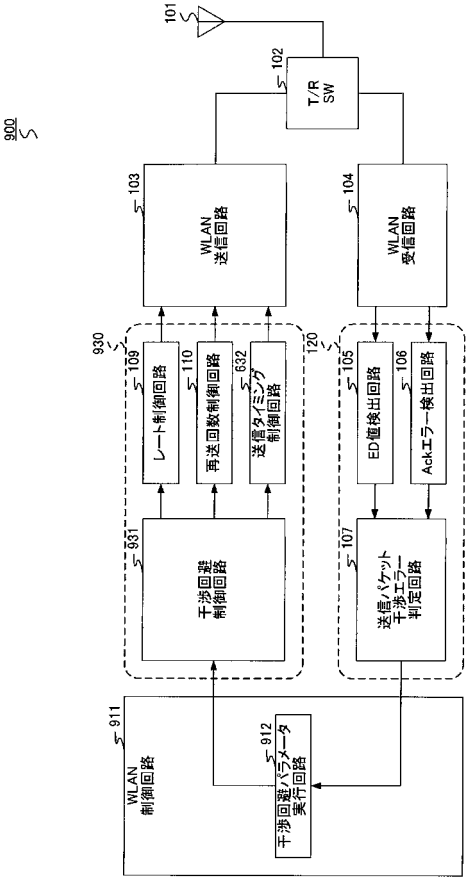
【図２５】



【図２６】



【図２７】

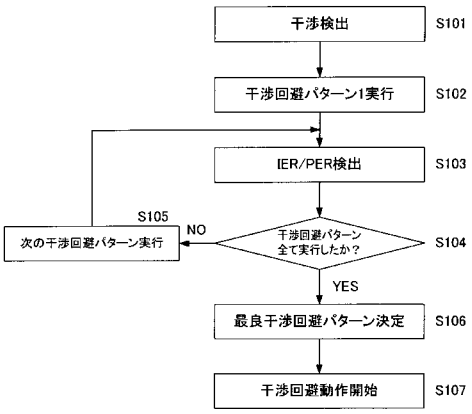


【図２８】

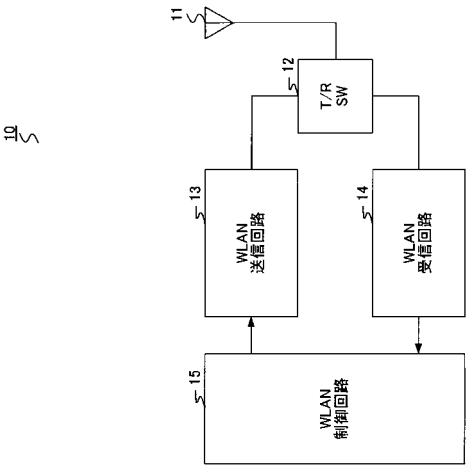
干渉回避パターンリスト1000

	想定干渉源	伝送レート	再送数
干渉回避パターン1	電子レンジ想定	11M	20回
干渉回避パターン2	Bluetooth	5.5M	10回
干渉回避パターン3			

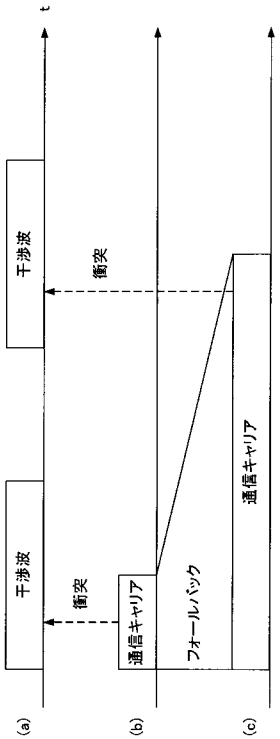
【図２９】



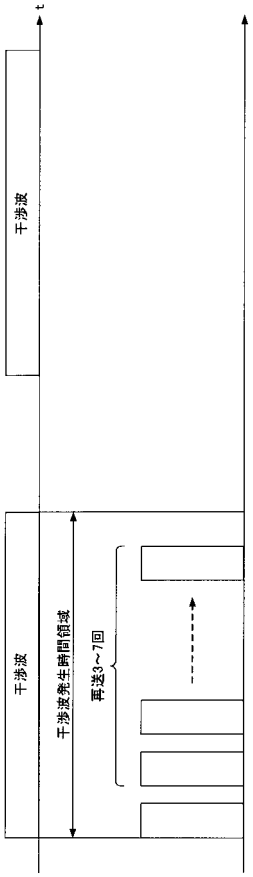
【図３０】



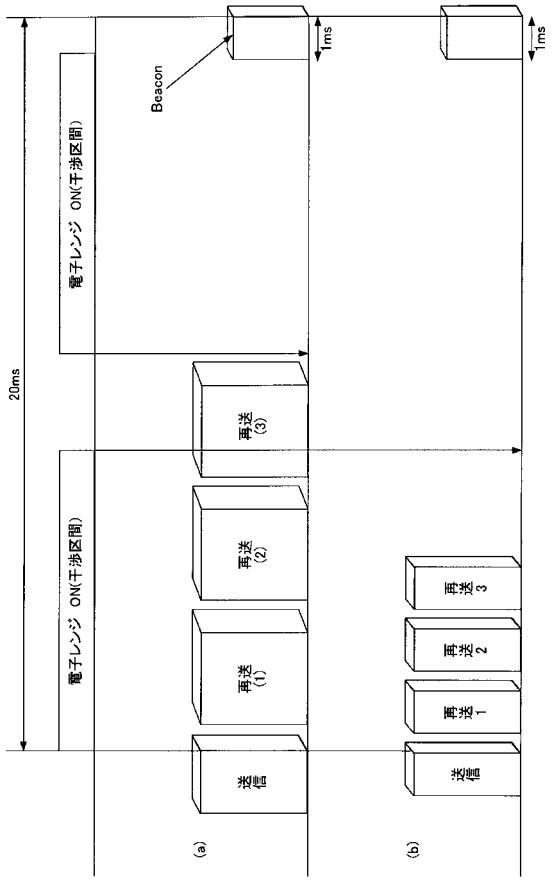
【図３１】


t
干渉波
衝突
干渉波
衝突
通信キャリア
フォールバック
通信キャリア
(a)
(b)
(c)

【図３２】


t
干渉波
干渉波
干渉波発生時間領域
再送3～7回

【図３３】


Beacon
1ms
1ms
20ms
電子レンジ ON(干渉区間)
電子レンジ ON(干渉区間)
再送(3)
再送(2)
再送(1)
送信
再送3
再送2
再送1
送信
(a)
(b)