(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2011-172019
(P2011-172019A)
(43)公開日　平成23年9月1日(2011.9.1)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H04W 72/04	(2009.01)	H04Q	7/00	543	5K067

審査請求 未請求　請求項の数 10　ＯＬ　（全 43 頁）

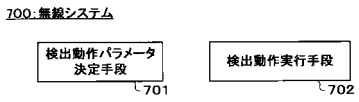
(21)出願番号　特願2010-34009(P2010-34009)
(22)出願日　平成22年2月18日(2010.2.18)

(71)出願人　000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目７番１号
(74)代理人　100103090
弁理士　岩壁　冬樹
(74)代理人　100124501
弁理士　塩川　誠人
(72)発明者　山崎　健一郎
東京都港区芝五丁目７番１号　日本電気株式会社内
(72)発明者　菅原　弘人
東京都港区芝五丁目７番１号　日本電気株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】無線システム、基地局、端末局、センシング方法および無線機制御プログラム

(57)【要約】
【課題】センシングによる空きチャネルの推定精度の向上と、センシングノード全体の消費電力の低減および無線リソース量の低減とを可能にする。
【解決手段】他の無線システムの無線機から送信される信号を検出する検出部を備える複数の無線機からの第１の検出動作の結果に基づいて、第１の検出動作の後に行う第２の検出動作の動作パラメータを決定する検出動作パラメータ決定手段７０１と、検出動作パラメータ決定手段７０１によって決定された動作パラメータに従って、第２の検出動作を実行する検出動作実行手段７０２とを備える。
【選択図】図３３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
他の無線システムの無線機から送信される信号を検出する検出部を備える複数の無線機からの第１の検出動作の結果に基づいて、前記第１の検出動作の後に行う第２の検出動作の動作パラメータを決定する検出動作パラメータ決定手段と、
前記検出動作パラメータ決定手段によって決定された動作パラメータに従って、前記第２の検出動作を実行する検出動作実行手段とを備えた
ことを特徴とする無線システム。
【請求項２】
検出動作パラメータ決定手段は、第２の検出動作の動作パラメータとして、第２の検出動作を行う無線機を決定する
請求項１に記載の無線システム。
【請求項３】
検出動作パラメータ決定手段は、第２の検出動作の動作パラメータとして、第２の検出動作における検出対象の周波数の範囲、周波数の解像度、複数回繰り返し実行される第２の検出動作の時間周期または第２の検出動作の継続時間のうち少なくとも１つを決定する
請求項１または請求項２に記載の無線システム。
【請求項４】
検出動作実行手段は、ある２つの検出動作を一連の検出動作とし、前記一連の検出動作を複数回繰り返し実行する
請求項１から請求項３のうちのいずれか１項に記載の無線システム。
【請求項５】
検出動作パラメータ決定手段は、一連の検出動作における後段の検出動作である第２の検出動作の結果に基づいて、前記第２の検出動作の後に行う一連の検出動作における第１の検出動作の動作パラメータを決定し、
検出動作実行手段は、前記検出動作パラメータ決定手段によって決定された動作パラメータに従って、前記第１の検出動作を実行する
請求項４に記載の無線システム。
【請求項６】
検出動作実行手段は、第２の検出動作を、第２の検出動作開始から経過時間が所定の値以下または第２の検出動作の結果が所定の値以上のうち少なくともいずれか１つを満足する限り継続して実行する
請求項１から請求項５のうちのいずれか１項に記載の無線システム。
【請求項７】
他の無線システムの無線機から送信される信号を検出する検出部を備える複数の無線機からの第１の検出動作の結果に基づいて、前記第１の検出動作の後に行う第２の検出動作の動作パラメータを決定する検出動作パラメータ決定手段と、
前記検出動作パラメータ決定手段によって決定された動作パラメータに従って、自無線システムの無線機のうちの１以上の無線機に対して第２の検出動作を行わせるための所定の制御を行う検出動作制御手段と、
前記検出動作制御手段の制御により行われた第２の検出動作の結果に基づいて、他の無線システムに割り当てられたまたは優先的な使用が許可された周波数帯域の使用状況を推定する推定手段とを備えた
ことを特徴とする基地局。
【請求項８】
自無線システムの基地局および自無線システムの他の端末局と通信可能な端末局であって、
他の無線システムの無線機から送信される信号を検出する検出部を備える複数の無線機からの第１の検出動作の結果に基づいて、前記第１の検出動作の後に行う第２の検出動作の動作パラメータを決定する検出動作パラメータ決定手段と、

前記検出動作パラメータ決定手段によって決定された動作パラメータに従って、自無線システムの無線機のうちの１以上の無線機に対して第２の検出動作を行わせるための所定の制御を行う検出動作制御手段と、
前記検出動作制御手段の制御により行われた第２の検出動作の結果に基づいて、他の無線システムに割り当てられたまたは優先的な使用が許可された周波数帯域の使用状況を推定する推定手段とを備えた
ことを特徴とする端末局。
【請求項９】
他の無線システムの無線機から送信される信号を検出する検出部を備える複数の無線機からの第１の検出動作の結果に基づいて、前記第１の検出動作の後に行う第２の検出動作の動作パラメータを決定し、
前記決定された動作パラメータに従って、第２の検出動作を行い、
前記第２の検出動作の結果に基づいて、他の無線システムに割り当てられたまたは優先的な使用が許可された周波数帯域の使用状況を推定する
ことを特徴とするセンシング方法。
【請求項１０】
コンピュータに、
他の無線システムの無線機から送信される信号を検出する検出部を備える複数の無線機からの第１の検出動作の結果に基づいて、前記第１の検出動作の後に行う第２の検出動作の動作パラメータを決定する処理、および
前記決定された動作パラメータに従って、自無線システムの無線機のうちの１以上の無線機に対して第２の検出動作を行わせるための所定の制御処理、
を実行させる無線機制御プログラム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、周波数帯域の使用状況を推定するための無線システム、基地局、端末局、センシング方法および無線機制御プログラムに関する。
【背景技術】
【０００２】
一般に、無線通信においては、周波数資源に限りがあるため、周波数の有効利用を図る技術が必要となる。周波数を有効に利用するために、多値変調や誤り訂正符号などのような、１Ｈｚあたりの周波数繰り返し利用方法を用いるセルラシステム、１セル繰り返しによるＣＤＭＡ通信方式、干渉キャンセラなど様々な検討が行われている。
【０００３】
一方、近年、使用されていない空き周波数帯域を利用して無線通信を行うコグニティブ無線（ｃｏｇｎｉｔｉｖｅ　ｒａｄｉｏ）の概念が注目されている。このコグニティブ無線方式は、例えば、無線基地局自らが、利用対象の全周波数帯域のうち無線基地局周辺で現在空いている周波数帯域を探し出して通信に利用する。各無線システムに割り当てられた周波数帯域または優先的な使用が許可された周波数帯域であっても、時間帯や地域によって使われていない周波数帯域が存在する場合に、この周波数帯域を他の無線システム（その周波数帯域を割り当てられたまたは優先的な使用が許可された無線システム以外の無線システム）の無線通信に用いることを可能にすることによって、周波数の有効利用が期待できる。
【０００４】
無線基地局装置は、当該無線基地局装置や当該無線基地局装置がカバーするカバーエリアに存在する無線端末装置を用いて、現時点で使用されていない周波数帯域を推定し、その周波数帯域を用いて通信を行う。ここで、周波数帯域の使用状況を推定する方法としては、利用対象の全周波数帯域のうち通信に利用したい候補の各周波数帯域の受信信号電力を検出し、検出した受信信号電力から使用有無を判定する方法がある。

【０００５】
例えば、利用対象の全周波数帯域をある一定の帯域を有するバンドに区切り、それぞれのバンド内の受信信号電力を算出し、受信信号電力値が予め定めたしきい値よりも低いバンドを探索する。バンド内の受信信号電力は、例えば、広帯域にわたって動作可能な直交復調器・シンセサイザなどのＲＦ回路を用いて、ベースバンド信号に変換することによって、それぞれのバンド内の受信信号電力を算出する。また、例えば、中心周波数を可変に制御することができるバンドパスフィルタを用いて、中心周波数を順次変えてそれぞれのバンド内の受信信号電力を算出する。
【０００６】
受信信号電力値がしきい値よりも低いバンドは、その受信信号電力値を測定した装置にとって、そのバンドを使用して無線信号を送波している他の無線システムとの距離が遠いと推定されるため、他の無線システムへの与干渉または他の無線システムからの被干渉の影響が小さいものと判断し、空き周波数帯とみなして、この周波数帯を当該無線システムの通信に用いてもよいと判断する。
【０００７】
以上のような、使用されていない周波数帯域の推定を行うセンシング技術において、例えば、非特許文献１には、利用対象の周波数帯域内のチャネル数が多い場合に、二段階センシングを行うセンシング方法が開示されている。二段階センシングを行うことで、センシングの効率化を図り、高速に空き周波数帯域を検出することができるようにする。例えば、図１に示すようなチャネル構成を考える。ここでは、チャネル番号Ｃ１～Ｃ１２に注目して説明する。なお、図１に示す例では、チャネルＣ７およびＣ８が使用されていないものとする。
【０００８】
また、図２は、周波数帯域を分割した周波数ブロックの例を示す説明図である。非特許文献１に記載されたセンシング方法では、まず、図２に示すように、全周波数帯域を複数チャネルを束ねた周波数ブロック（Ｃｏａｒｓｅ　Ｓｅｎｓｉｎｇ　Ｂｌｏｃｋ：ＣＳＢ）に分割する。図２に示す例では、４つのチャネルを束ねて１つのＣＳＢを構成している。
【０００９】
そして、一段目のセンシングとして、Ｃｏａｒｓｅ　Ｒｅｓｏｌｕｔｉｏｎ　Ｓｅｎｓｉｎｇ（Ｃｏａｒｓｅセンシング）と呼ばれるセンシングを実行する。Ｃｏａｒｓｅセンシングは、ＣＳＢ単位で受信信号電力を算出し、算出した各ＣＳＢの受信信号電力を予め定められた第１のしきい値と比較することにより、空きチャネルが存在する周波数ブロックを推定する。
【００１０】
次に、二段階目のセンシングとしてＦｉｎｅ　ｒｅｓｏｌｕｔｉｏｎ　Ｓｅｎｓｉｎｇ（Ｆｉｎｅセンシング）と呼ばれるセンシングを実行する。Ｆｉｎｅセンシングは、空きチャネルが存在すると推定されたＣＳＢに含まれる各チャネルについて受信信号電力を算出し、算出した各チャネルの受信信号電力を予め定められた第二のしきい値と比較することにより、空きチャネルを推定する。
【００１１】
図２に示す例では、一段階目のセンシングであるＣｏｒｓｅセンシングの結果、ＣＳＢ２が空きチャネルが存在する周波数ブロックとして推定される。その結果、二段階目のセンシングであるＦｉｎｅセンシングの対象とされ、ＣＳＢ２に対して二段階目のセンシングであるＦｉｎｅセンシングが実行される。二段目のセンシングであるＦｉｎｅセンシングの結果、チャネルＣ７およびＣ８を空きチャネルとする推定結果を得る。
【００１２】
ところで、センシングを実行する端末局や基地局では、シャドウイングやフェージングなどの電波伝搬環境の変動の影響を受けて受信環境が劣悪となる場合がある。そのような場合には、センシングの検出精度も劣化する。特許文献１には、このシャドウイングやフ

ェージングの影響を軽減することを目的とする、協調センシングを用いた空き周波数帯域の検出方法が記載されている。なお、ここで協調センシングとは、周波数帯域の使用状況を推定する装置以外の装置をも利用して、周波数帯域の使用状況を推定する手法をいい、換言すると複数の装置によって協働してセンシングを行う手法である。

【００１３】

特許文献１に記載されている方法は、無線基地局または無線基地局のカバーエリアに存在する複数の無線端末局において、利用対象の全周波数帯域について、無線基地局または無線端末局周辺の受信信号電力の算出や、算出した受信信号電力値を予め設定されたしきい値と比較することにより空き周波数帯域か否かを判定する。そして、それらの算出結果や判定結果を各基地局間で交換することにより自基地局周辺における空き周波数帯域を検出する。また、複数の端末局での算出結果や判定結果を周波数帯域毎に加算平均を行い、空き周波数の検出精度を高めている。

【００１４】

また、特許文献２には、二段階センシングを採用したコグニティブ無線通信装置において、送信機の送信パワーに応じてセンシング基準レベルを制御する方法が記載されている。このようにセンシング基準レベルを適応的に制御することによって、より高速のセンシングを実行する場合に発生する恐れのある誤検出確率および誤警報確率を減らしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１５】

【特許文献１】特開２００８－７９２８０号公報

【特許文献２】特開２００９－１６５１１７号公報

【非特許文献】

【００１６】

【非特許文献１】Ｌｉｎｇ Ｌｕｏ ａｎｄ ｓｕｍｉｔ Ｒｏｙ, ”Ａ Ｔｗｏ Ｓｔａｇｅ Ｓｅｎｓｉｎｇ Ｔｅｃｈｎｉｑｕｅ ｆｏｒ Ｄｙｎａｍｉｃ Ｓｐｅｃｔｒｕｍ Ａｃｃｅｓｓ”, ＩＥＥＥ Ｉｎｔｅｒｎａｔｉｏｎａｌ Ｃｏｎｆｅｒｅｎｃｅ ｏｎ Ｃｏｍｍｕｎｉｃａｔｉｏｎ（ＩＣＣ）, ２００８年5月, ｐ. ４１８１－４１８５

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１７】

しかし、特許文献１に記載された協調センシングでは、以下の問題が存在する。まず、受信環境の劣悪なセンシングノードのセンシング結果を用いることにより検出精度が劣化する。また、全てのノードでセンシングを実行するため、センシングノード全体の消費電力量が増加する。さらには、センシングノード数が多くなるため、センシング結果の送信に使用する無線リソース量が増加する。

【００１８】

特に、利用対象の周波数帯域内のチャネル数が多い場合に、協調センシングに二段階センシングを適用する場合には、上記の問題がより大きなものとなる。

【００１９】

なお、特許文献２に記載されたセンシング方法は、送信機の送信パワーからプライマリ受信機での干渉量を予測してセンシング基準レベルを設定するものにすぎず、センシングを実行する端末局や基地局におけるシャドウイングやフェージングなどの電波伝搬環境の変動の影響については考慮されていない。このため、センシングを実行している最中にセンシング実行ノードの受信環境が劣悪となってしまった場合には、特許文献１と同様に、そのセンシング結果を用いることにより検出精度が劣化するという問題がある。

【００２０】

そこで、本発明は、センシングによる空きチャネルの推定精度の向上と、センシングノード全体の消費電力の低減および無線リソース量の低減とを可能にする無線システム、基

地局、端末局、センシング方法および無線機制御プログラム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】

【００２１】

本発明による無線システムは、他の無線システムの無線機から送信される信号を検出する検出部を備える複数の無線機からの第１の検出動作の結果に基づいて、第１の検出動作の後に行う第２の検出動作の動作パラメータを決定する検出動作パラメータ決定手段と、検出動作パラメータ決定手段によって決定された動作パラメータに従って、第２の検出動作を実行する検出動作実行手段とを備えたことを特徴とする。

【００２２】

また、本発明による基地局は、他の無線システムの無線機から送信される信号を検出する検出部を備える複数の無線機からの第１の検出動作の結果に基づいて、第１の検出動作の後に行う第２の検出動作の動作パラメータを決定する検出動作パラメータ決定手段と、検出動作パラメータ決定手段によって決定された動作パラメータに従って、自無線システムの無線機のうちの１以上の無線機に対して第２の検出動作を行わせるための所定の制御を行う検出動作制御手段と、検出動作制御手段の制御により行われた第２の検出動作の結果に基づいて、他の無線システムに割り当てられたまたは優先的な使用が許可された周波数帯域の使用状況を推定する推定手段とを備えたことを特徴とする。

【００２３】

また、本発明による端末局は、自無線システムの基地局および自無線システムの他の端末局と通信可能な端末局であって、他の無線システムの無線機から送信される信号を検出する検出部を備える複数の無線機からの第１の検出動作の結果に基づいて、第１の検出動作の後に行う第２の検出動作の動作パラメータを決定する検出動作パラメータ決定手段と、検出動作パラメータ決定手段によって決定された動作パラメータに従って、自無線システムの無線機のうちの１以上の無線機に対して第２の検出動作を行わせるための所定の制御を行う検出動作制御手段と、検出動作制御手段の制御により行われた第２の検出動作の結果に基づいて、他の無線システムに割り当てられたまたは優先的な使用が許可された周波数帯域の使用状況を推定する推定手段とを備えたことを特徴とする。

【００２４】

また、本発明によるセンシング方法は、他の無線システムの無線機から送信される信号を検出する検出部を備える複数の無線機からの第１の検出動作の結果に基づいて、第１の検出動作の後に行う第２の検出動作のパラメータを決定し、決定された動作パラメータに従って、第２の検出動作を行い、第２の検出動作の結果に基づいて、他の無線システムに割り当てられたまたは優先的な使用が許可された周波数帯域の使用状況を推定することを特徴とする。

【００２５】

また、本発明による無線機制御プログラムは、コンピュータに、他の無線システムの無線機から送信される信号を検出する検出部を備える複数の無線機からの第１の検出動作の結果に基づいて、第１の検出動作の後に行う第２の検出動作の動作パラメータを決定する処理、および決定された動作パラメータに従って、自無線システムの無線機のうちの１以上の無線機に対して第２の検出動作を行わせるための所定の制御処理を実行させることを特徴とする。

【発明の効果】

【００２６】

本発明によれば、センシングによる空きチャネルの推定精度の向上と、センシングノード全体の消費電力の低減および無線リソース量の低減とを可能にする。

【図面の簡単な説明】

【００２７】

【図１】周波数帯域のチャネル構成の例を示す説明図である。

【図２】周波数帯域を分割した周波数ブロック構成の例を示す説明図である。

【図３】第１の実施形態の無線システムの一例を示すシステム構成図である。
【図４】端末局２０２の構成例を示すブロック図である。
【図５】センシング部３０３の構成例を示すブロック図である。
【図６】基地局２０１の受信系の構成例を示すブロック図である。
【図７】基地局２０１の送信系の構成例を示すブロック図である。
【図８】ノード決定部４０７におけるＦｉｎｅセンシングノードの決定の一例を示す説明図である。
【図９】周波数ブロック決定部４０８におけるＦｉｎｅセンシング実行周波数ブロックの決定の一例を示す説明図である。
【図１０】信号検出部４０９における信号検出の一例を示す説明図である。
【図１１】自無線システム１２全体のセンシングに係る動作の一例を示すフローチャートである。
【図１２】端末局２０２のセンシング動作の一例を示すフローチャートである。
【図１３】基地局２０１のセンシング動作の一例を示すフローチャートである。
【図１４】端末局２０２におけるセンシングタイミングの例を示す説明図である。
【図１５】端末局２０２におけるセンシングタイミングの他の例を示す説明図である。
【図１６】Ｃｏａｒｓｅセンシングを行う周波数ブロックの例を示す説明図である。
【図１７】端末局２０２の構成例を示すブロック図である。
【図１８】基地局２０１の受信系の他の構成例を示すブロック図である。
【図１９】センシング部３０３の他の構成例を示すブロック図である。
【図２０】第２の実施形態の基地局２０１の受信系の構成例を示すブロック図である。
【図２１】第２の周波数ブロック決定部４１７における周波数ブロックの決定例を示す説明図である。
【図２２】第２の実施形態における端末局２０２のセンシングタイミングの一例を示す説明図である。
【図２３】第２の実施形態における端末局２０２のセンシングタイミングの他の例を示す説明図である。
【図２４】第３の実施形態の無線システムの一例を示すシステム構成図である。
【図２５】利用対象の周波数帯域のチャネル構成および周波数ブロック構成の例を示す説明図である。
【図２６】利用対象の周波数帯域のチャネル構成および周波数ブロック構成の他の例を示す説明図である。
【図２７】利用対象の周波数帯域のチャネル構成および周波数ブロック構成の他の例を示す説明図である。
【図２８】第４の実施形態の基地局２０１の受信系の構成例を示すブロック図である。
【図２９】ノード決定部４０７Ｂにおけるノード決定動作の一例を示す説明図である。
【図３０】ノード決定部４０７Ｂにおけるノード決定動作の他の例を示す説明図である。
【図３１】第４の実施形態における端末局２０２のセンシングタイミングの一例を示す説明図である。
【図３２】第４の実施形態における端末局２０２のセンシングタイミングの他の例を示す説明図である。
【図３３】本発明の概要を示すブロック図である。
【図３４】本発明の概要を示すブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００２８】
実施形態１．
以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。本実施形態では、自無線システムの基地局または該基地局のカバーエリア（該基地局と通信または放送が可能な地域）に存在するセンシング装置（例えば、端末局）が、他の無線システムが利用対象の周波数帯域を利用しているか否かを、複数の端末局によるＣｏａｒｓｅセンシングと、その結果によ

り選別された端末局によるＦｉｎｅセンシングとを用いた協調二段階センシングにより推定する。

【００２９】

図３は、本実施形態における自無線システムと他の無線システムの関係を示す説明図である。なお、図３では、本実施形態の無線システム１２の一例と、他の無線システム１１の一例とを示している。また、それらを併せて無線システム１０として示している。

【００３０】

他の無線システム１１は、システム帯域として、例えば、図１に示すような周波数帯域が割り当てられているまたは優先的な使用が許可されているものとし、その周波数帯域内を複数チャネルに分割して使用しているものとする。また、他の無線システム１１は、基地局１０１や端末局（図示せず。）を備えている。

【００３１】

本実施形態の無線システム１２（以下、自無線システム１２という。）は、基地局２０１と端末局２０２とを備える。基地局２０１は、そのカバーエリアが他の無線システム１１の基地局１０１のカバーエリアの周辺またはオーバーラップするように配置されている。なお、図３では、基地局２０１のカバーエリア内に端末局２０２－１と２０２－２とが存在している例を示しているが、端末局２０２の数はいくつであってもよい。

【００３２】

次に、端末局２０２の機能について簡単に説明する。本実施形態の端末局２０２は、自無線システム１２の基地局２０１と通信する機能と、他の無線システム１１が使用する周波数帯域をセンシングする機能とを具備している。端末局２０２は、例えば、基地局２０１の指示に基づいて利用対象の周波数帯域をセンシングする。また、端末局２０２は、センシング結果（例えば、当該端末局２０２において検出した、ある指定された周波数帯域の受信信号電力値）を自無線システム１２の基地局２０１に送信する。

【００３３】

なお、本実施形態では、センシング動作を複数の周波数解像度で実行する。例えば、端末局２０２は、基地局２０１から複数のチャネルを束ねた周波数ブロック単位でセンシングを行うよう指示があった場合には、Ｃｏａｒｓｅセンシングを行い、周波数ブロック単位の受信信号電力値をセンシング結果として自無線システム１２の基地局２０１に送信する。

【００３４】

また、例えば端末局２０２は、基地局２０１から特定の周波数ブロック内のチャネル単位でセンシングを行うよう指示があった場合には、その特定の周波数ブロック内の各チャネルに対してＦｉｎｅセンシングを行い、チャネル単位の受信信号電力値をセンシング結果として自無線システム１２の基地局２０１に送信する。

【００３５】

次に、基地局２０１の機能について簡単に説明する。基地局２０１は、当該基地局２０１からのセンシング指示に応じて実行された各端末局２０２でのセンシングの結果に基づいて、利用対象の周波数帯域（ここでは、他の無線システム１１に割り当てられているまたは他の無線システム１１に優先的な使用が許可されている周波数帯域）の使用状況を推定する。なお、当該基地局２０１においてもセンシングを行うことも可能である。その場合、当該基地局２０１のセンシング結果も合わせて用いて、利用対象の周波数帯域の使用状況を推定する。また、基地局２０１は、推定結果に基づき、自無線システム１２における通信または放送についての無線リソース管理（例えば、使用する周波数帯域の選択や送信電力制御や通信方式，変調方式，符号化率等の管理）を行う。

【００３６】

なお、本実施形態では、使用状況の推定を複数の周波数解像度により実行する。より具体的には、周波数ブロック単位の使用状況の推定と、チャネル単位の使用状況の推定とを行う。基地局２０１は、利用対象の周波数帯域を複数チャネルが束ねられた周波数ブロックを単位に複数に分割し、各端末局２０２に、周波数ブロック単位でのＣｏａｒｓｅセン

シングを実行するように指示する。そして、各端末局２０２から収集した各周波数ブロックのＣｏａｒｓｅセンシングの結果を元に、空きチャネルが存在する周波数ブロックを推定する。このとき、基地局２０１は、各端末局２０２から収集したＣｏａｒｓｅセンシング結果に基づいて、センシング検出精度が高いと予想される端末局を決定し、その端末局のＣｏａｒｓｅセンシング結果を用いて周波数ブロック単位での周波数使用状況を推定する。また、基地局２０１は、センシング検出精度が高いと予想された端末局を、Ｆｉｎｅセンシングを実行させるノード（またはその候補ノード）に決定する。

【００３７】

そして、基地局２０１は、決定されたノードの情報と、周波数ブロック単位での周波数使用状況の推定結果とを元に、Ｆｉｎｅセンシングの指示を行う。例えば、無線リソースが許す範囲内において、できるだけセンシング検出精度が高いと予想された端末局２０２に、空きチャネルが存在すると推定された周波数ブロックに対してチャネル単位でのＦｉｎｅセンシングを実行するように指示する。そして、Ｆｉｎｅセンシングを実行した端末局２０２から収集したＦｉｎｅセンシング結果に基づいて、空きチャネルを推定する。

【００３８】

次に、端末局２０２および基地局２０１の構成について説明する。まず、端末局２０２の構成について説明する。図４は、端末局２０２の構成例を示すブロック図である。本実施形態の端末局２０２は、それぞれ送受信アンテナ３０１と、センシング・無線送受信切替部（第１のスイッチ）３０２と、センシング部３０３と、無線送受信部３０４と、復調・変調切替部（第２のスイッチ）３０５と、復調／復号部３０６と、変調部３０７とを備える。

【００３９】

送受信アンテナ３０１は、無線信号を受信し、かつ送信することが可能な送受信兼用のアンテナである。送受信アンテナ３０１の受信機能は、他の無線システム１１の基地局１０１からの無線信号を受信する機能（センシング時受信機能）と、自無線システム１２の基地局２０１からの無線信号を受信する機能（通常時受信機能）とを含む。送受信アンテナ３０１の送信機能は、自無線システム１２の基地局２０１へ無線信号を送信する機能を含む。ここで、送受信アンテナ３０１は、受信用アンテナと送信用アンテナとに分かれた構成であってもよい。

【００４０】

センシング・無線送受信切替部３０２は、センシングを行う場合には、送受信アンテナ３０１とセンシング部３０３とを接続し、一方、自無線システム１２の基地局２０１との間で無線通信を行う場合には、送受信アンテナ３０１と無線送受信部３０４とを接続する。

【００４１】

センシング部３０３は、基地局２０１からの指示に応じて、利用対象の周波数帯域のセンシングを行う。より具体的には、他の無線システム１１の基地局１０１から受信する信号から、その基地局が使用する周波数帯域における受信信号電力値を算出する。センシング部３０３は、この受信信号電力値をセンシング結果として出力する。なお、このセンシング結果は、変調部３０７、復調・変調切替部３０５、無線送受信部３０４、センシング・無線送受信切替部３０２および送受信アンテナ３０１を介して自無線システム１２の基地局２０１に送信される。

【００４２】

無線送受信部３０４は、自無線システム１２の基地局２０１との間で無線信号を送受信する際に必要な信号処理を行う。通信または放送に使用される周波数帯域情報を入力として、使用周波数帯域に合わせて、受信処理および送信処理を行う。より具体的には、受信処理時には、送受信アンテナ３０１を介して受信された無線信号に対して、受信電力の増幅、ダウンコンバート、Ａ／Ｄ（アナログ／デジタル）変換等の処理を行う。なお、当該処理後の信号は、デジタルの受信信号として、復調・変調切替部３０５を介して復調／復号部３０６に入力される。また、送信処理時には、復調・変調切替部３０５を介して入力

される信号（デジタルの送信信号）に対して、Ｄ／Ａ（デジタル／アナログ）変換、アップコンバート、送信電力増幅等の処理を行う。なお、該処理後の信号は、アナログの送信信号として、センシング・無線送受信切替部３０２を介して送受信アンテナ３０１に入力されて、送受信アンテナ３０１から基地局２０１に送信される。

【００４３】

復調・変調切替部３０５は、送信時と受信時とで入力信号の出力先を切り替えるスイッチ部である。復調・変調切替部３０５は、受信処理時には、無線送受信部３０４と復調／復号部３０６とを接続し、送信処理時には、変調部３０７と無線送受信部３０４とを接続する。

【００４４】

復調／復号部３０６は、復調・変調切替部３０５を介して無線送受信部３０４から入力される信号（受信信号）に対して復調および復号処理を行う。なお、この復調および復号処理によって、受信信号に含まれていたユーザデータや制御信号を得る。ここで、ユーザデータや制御信号は、例えば上位レイヤに出力される。なお、上位レイヤでは、入力されるユーザデータや制御信号に基づいて、当該端末局が実装している機能に関する種々の動作（通話処理や各種アプリケーションの実行等）を行う。また、制御信号が後述のセンシング制御信号である場合には、センシング部３０３に入力してもよい。なお、センシング制御信号も上位レイヤを介して、センシング部３０３に入力されるようになっていてもよい。上位レイヤを介す場合には、上位レイヤの例えば、信号制御部が、センシング周期やセンシング対象を管理し、適宜センシング部３０３に制御指示を出すようにしてもよい。

【００４５】

変調部３０７は、センシング部３０３または上位レイヤから入力される送信信号（例えば、ユーザデータ、制御信号、パイロット信号、センシング結果等）に対して、符号化、インターリーブ、変調、マッピング等の処理を行う。なお、当該処理後の信号（送信信号）は、復調・変調切替部３０５を介して無線送受信部３０４に入力される。

【００４６】

図５は、センシング部３０３の構成例を示すブロック図である。図５に示すセンシング部３０３は、直交復調部３０３１と、シンセサイザ３０３２と、バンドパスフィルタ３０３３と、電力値算出部３０３４とを備える。

【００４７】

シンセサイザ３０３２は、入力される周波数情報に基づいて周波数信号を生成する。なお、生成した周波数信号は、直交復調部３０３１に出力される。

【００４８】

直交復調部３０３１は、センシング・無線送受信切替部３０２を介して送受信アンテナ３０１から入力される無線信号（受信した無線信号）を、シンセサイザ３０３２から入力される周波数信号を用いて復調する。なお、復調した信号は、バンドパスフィルタ３０３３に入力される。

【００４９】

バンドパスフィルタ３０３３は、入力される信号から所望の周波数帯域幅の信号を抽出する。バンドパスフィルタ３０３３は、基地局２０１からのセンシング指示に従って、直交復調部３０３１から入力される信号（センシング対象の無線信号）から所望の周波数帯域幅の信号を抽出する。具体的には、センシングを行う周波数解像度（Ｃｏａｒｓｅセンシングか、Ｆｉｎｅセンシングか）と、周波数帯域幅とによって適応的に通過帯域を変更させることにより、信号を抽出する。バンドパスフィルタ３０３３によって抽出された信号は、後段の電力値算出部３０３４に入力される。

【００５０】

電力値算出部３０３４は、バンドパスフィルタ３０３３から入力される信号の信号電力のレベルを算出する。また、算出した値を信号電力値として出力する。信号電力値は、センシング結果として、復調部３０７および無線送受信部３０４を介して自無線システム１２の基地局２０１に送信される。送信情報としては、信号電力値をそのまま送信してもよ

いし、特定の信号形式（例えば、符号化や量子化など）に変換して送信してもよい。
【００５１】
ここで、センシング対象の周波数帯域が複数存在し、複数の信号電力値を算出する場合には、各周波数帯域に合わせてバンドパスフィルタの通過帯域を変更し、その出力を用いて、信号電力値を算出すればよい。
【００５２】
次に、基地局２０１の構成例について説明する。図６は、図３に示す自無線システム１２の基地局２０１の受信系の構成例を示すブロック図である。基地局２０１は、受信系の構成要素として、受信用アンテナ４０１と、無線受信部４０２と、復調／復号部４０３と、センシング結果切替部（スイッチ）４０４と、電波検出用アンテナ４０５と、センシング部４０６と、ノード決定部４０７と、周波数ブロック決定部４０８と、信号検出部４０９と、センシング制御部４１０と、無線リソース管理部４１１とを備える。
【００５３】
受信用アンテナ４０１は、自無線システム１２の端末局から送波される無線信号を受信する。受信用アンテナ４０１で受信された無線信号は、無線受信部４０２に入力される。
【００５４】
無線受信部４０２は、自無線システム１２の端末局２０２から無線信号を受信する際に必要な信号処理を行う。より具体的には、受信用アンテナ４０１を介して受信した無線信号に対して、受信電力増幅、ダウンコンバート、Ａ／Ｄ変換等の処理を行う。なお、当該処理後の信号は、デジタルの受信信号として、復調／復号部４０３に入力される。
【００５５】
復調／復号部４０３は、入力される信号（受信信号）に対して復調および復号処理を行う。なお、この復調および復号処理によって、受信信号に含まれていたユーザデータや制御信号、センシング結果を得る。ここで、ユーザデータや制御信号は、例えば上位レイヤに出力される。一方、センシング結果は、センシング結果切替部部４０４に入力される。、センシング結果は、例えば、端末局２０２における受信信号電力値である。
【００５６】
また、基地局２０１においても他の無線システム１１のセンシングを行なう場合には、センシング部４０６が、電波検出用アンテナ４０５で受信された無線信号を用いてセンシング対象の周波数帯域の受信信号電力の算出を行い、この算出結果（センシング結果）も併せて、センシング結果切替部４０４に入力されるようにすればよい。なお、センシング部４０６の構成は、端末局２０２におけるセンシング部３０３（図５参照。）と同様でよい。なお、基地局２０１において他の無線システム１１のセンシングを行わない場合には、基地局２０１の構成のうち電波検出用アンテナ４０５とセンシング部４０６とを省略してもよい。
【００５７】
センシング結果切替部４０４は、復調／復号部４０３やセンシング部４０６から入力されるセンシング結果の出力先を、センシング段階、すなわち現在実行中のセンシングの周波数解像度（Ｃｏａｒｓｅセンシングか Ｆｉｎｅセンシングかのセンシングの種類）に応じて切り換える。なお、センシング結果４０４への切り替え指示を、後述のセンシング制御部４１０が行うようにしてもよい。
【００５８】
センシング結果切替部４０４は、センシング段階としてＣｏａｒｓｅセンシングを実行している場合には、センシング結果をノード決定部４０７と周波数ブロック決定部４０８に出力する。一方、Ｆｉｎｅセンシングを実行している場合には、センシング結果を信号検出部４０９に出力する。なお、センシング結果にどのセンシングによる結果かを示す情報が付与されている場合には、その情報に基づいて出力先を切り替えてもよい。
【００５９】
ノード決定部４０７は、入力されるＣｏａｒｓｅセンシング結果（各端末局２０２から収集したセンシング結果と当該基地局２０１でもＣｏａｒｓｅセンシングを行った場合に

はその結果とを含む）に基づいて、次のセンシング段階であるＦｉｎｅセンシングの実行ノードとする端末局（以下、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードという。）を決定する。例えば、ノード決定部４０７は、Ｆｉｎｅセンシングを行う端末局の決定のために予め定められている所定のノード決定しきい値情報を入力とし、その値を「ノード決定しきい値」として設定する。そして、Ｃｏａｒｓｅセンシング結果である周波数ブロック単位の受信信号電力とノード決定しきい値とを比較し、しきい値以上となるセンシング結果を送信した端末局をＦｉｎｅセンシング実行ノードと決定してもよい。Ｆｉｎｅセンシング実行ノードを決定すると、ノード決定部４０７は、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードの情報をノード決定情報としてセンシング制御部４１０に出力する。なお、本例では、周波数ブロック決定部４０８にも出力する。ノード決定情報は、例えば、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードの端末局ＩＤとしてもよい。

【００６０】

ここで、ノード決定しきい値情報は、他の無線システム１１の基地局１０１の送信電力情報や、基地局１０１から自無線システム１２の基地局２０１または端末局２０２までの距離、1つの周波数ブロック内に含まれるチャネル数などを考慮して予め設定されるものとする。例えば、基地局１０１と基地局２０１間の距離と、基地局１０１の送信電力値とから、秦式などの伝搬損算出式により求めた受信信号電力に所定のオフセットを加えた値に設定してもよい。また、ノード決定しきい値情報は、自無線システムで要求する周波数帯域幅によって可変としてもよい。例えば、要求する周波数帯域が狭い場合にはノード決定しきい値を低く設定し、逆に広い場合にはノード決定しきい値を高く設定するといったように調整可能である。さらに、端末局２０２からのセンシング結果を元にノード決定しきい値を補正してもよい。例えば、所定のノード数が選択されるように、可変の値とすることも可能である。

【００６１】

なお、当該基地局２０１のセンシングノードとしての取り扱いについては、端末局２０２と同列に扱ってもよいし、別扱いとしてもよい。例えば、基地局のセンシング結果も含め、それぞれのＣｏａｒｓｅセンシング結果によりＦｉｎｅセンシング実行ノードを決定するようにしてもよいし、当該基地局２０１のセンシング結果の通知には無線リソースを必要としないため、当該基地局２０１は常にＦｉｎｅセンシング実行ノードに含まれるようにしてもよい。

【００６２】

周波数ブロック決定部４０８は、端末局２０２から収集したＣｏａｒｓｅセンシング結果（当該基地局２０１でもＣｏａｒｓｅセンシングを行った場合にはその結果も含む）と、ノード決定部４０７から入力されるノード決定情報とに基づいて、次のセンシング段階であるＦｉｎｅセンシングを行う周波数ブロック（以下、Ｆｉｎｅセンシング実行周波数ブロックという。）を決定する。例えば、周波数ブロック決定部４０８は、Ｆｉｎｅセンシングを行う周波数ブロックの決定のために予め定められている所定の周波数ブロック決定しきい値情報を入力として、その値を「周波数ブロック決定しきい値」として設定する。そして、ノード決定部４０７から出力されるノード決定情報によって示されるＦｉｎｅセンシング実行ノードのセンシング結果である受信信号電力を用いて、受信信号電力と周波数ブロック決定しきい値とを比較し、しきい値未満となる周波数ブロックをＦｉｎｅセンシング実行周波数ブロックと決定してもよい。Ｆｉｎｅセンシング実行周波数ブロックを決定すると、ノード決定部４０７は、Ｆｉｎｅセンシング実行周波数の情報を周波数ブロック決定情報としてセンシング制御部４１０に出力する。周波数ブロック決定情報は、例えば、周波数ブロック番号としてもよい。

【００６３】

ここで、周波数ブロック決定しきい値情報は、ノード決定しきい値情報と同様に、他の無線システム１１の基地局１０１の送信電力情報や、基地局１０１から自無線システム１２の基地局２０１または端末局２０２までの距離、1つの周波数ブロック内に含まれるチャネル数などを考慮して予め設定されるものとする。また、周波数ブロック決定しきい値

情報は、自無線システム１２で要求する周波数帯域幅によって可変としてもよい。例えば、要求する周波数帯域が狭い場合には周波数ブロック決定しきい値を低く設定し、逆に広い場合には周波数ブロック決定しきい値を高く設定するといったように調整可能である。さらに、収集したセンシング結果を元に周波数ブロック決定しきい値を補正してもよい。例えば、所定の周波数ブロック数が選択されるように、可変の値とすることも可能である。

【００６４】

ここで、周波数ブロック決定部４０８は、同一の周波数ブロックについて複数のセンシング結果が得られる場合には、その複数のセンシング結果を用いてＦｉｎｅセンシング実行周波数ブロックの決定を行うことも可能である。例えば、同一の周波数ブロックについて得られた複数の受信信号電力値の平均値（加算平均値あるいは重み付け加算平均値）を算出し、算出した平均値を用いてＦｉｎｅセンシング実行周波数ブロックの決定を行ってもよい。なお、複数の端末局としては、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードに限定してもよいし、Ｃｏａｒｓｅセンシングを実行した全端末局としてもよい。

【００６５】

また、重み付け加算平均値を算出する際に用いる重み係数は、各センシング結果の信頼度に応じて設定することができる。例えば、端末局が自身の現在位置を認識している状況において端末局と基地局との間の距離や端末局クラスの大小、受信信号電力値の大小、前回のセンシング実行時からの時間間隔の大小などにより設定することが可能である。

【００６６】

この場合、例えば、周波数ブロック決定部４０８に、Ｆｉｎｅセンシング実行周波数ブロックを決定する前に、入力される受信信号電力値の重み付け加算平均値を算出する機能を追加すればよい。または、周波数ブロック決定部４０８の前段に、そのような算出を行う算出部を設けてもよい。周波数ブロック決定部４０８は、算出された重み付け加算平均値を用いて周波数ブロック決定しきい値との比較を行えばよい。

【００６７】

一方、センシング結果切替部４０４は、センシング段階としてＦｉｎｅセンシングを実行している場合には、センシング結果を信号検出部４０９に出力する。

【００６８】

信号検出部４０９は、入力されるＦｉｎｅセンシング結果に基づいて信号検出を行う。信号検出部４０９は、例えば、他の無線システム１１において予め定められている所定の受信信号電力値情報を信号検出しきい値情報として入力し、その値を「信号検出しきい値」として設定する。そして、受信信号電力と信号検出しきい値とを比較し、しきい値未満となるチャネルを空きチャネルと判定してもよい。また、信号検出部４０９は、判定結果を示す情報を「使用状況推定結果」として無線リソース管理部４１１に出力する。使用状況推定結果は、例えば、各チャネルにおいて、しきい値以上の場合に１とし、しきい値未満の場合に０とするような、使用有無の推定結果を示す情報であってもよい。なお、ここでも前述のように、同一のチャネルについて複数のセンシング結果が得られる場合には、複数のセンシング結果の平均値（加算平均値あるいは重み付け加算平均値）を算出し、算出された重み付け加算平均値を用いて信号検出を行うことも可能である。

【００６９】

ここで、他の無線システム１１において予め定められている所定の受信信号電力値情報は、他の無線システム１１において規定される所要の受信信号電力値であってもよい。さらに、固定値であっても可変値であってもよい。この値は、予め他の無線システム１１の規定情報を入手して設定してもよいし、可変値の場合には変更になる度に他の無線システム１１の規定情報を入手して設定してもよい。情報の入手方法としては、他の無線システム１１に有線または無線にて接続して入手する方法や規定値が格納されているデータベースなどにアクセスして入手する方法等を挙げることができる。

【００７０】

なお、信号検出部４０９の処理は判定処理であるが、信号検出部４０９の出力結果はあ

くまで推定値である。なぜなら、周波数帯域の使用の有無の判定結果は、信号検出しきい値に依存する推定値であって、使用状況を１００パーセント反映するものではないからである。本明細書では、信号検出部４０９内部の処理について「判定」という場合と、信号検出部４０９の出力結果について「推定」という場合とがあるが、それによって処理の内容や情報の内容が異なることを意味しているものではない。

【００７１】

無線リソース管理部４１１は、信号検出部４０９から出力される使用状況推定結果に基づいて、基地局２０１と端末局２０２との通信または放送に使用する無線リソースの管理（例えば、使用する周波数帯域の選択、送信電力制御、通信方式や変調方式や符号化率等の管理）を行う。無線リソース管理部４１１は、例えば、無線リソースの管理の一つとして、信号検出部４０９から出力される使用状況推定結果を用いて、自無線システム１２が使用する周波数帯域を決定してもよい。なお、空き周波数帯域の判定までを信号検出部４０９が行い、判定結果を無線リソース管理部４１１に入力してもよい。また、無線リソース管理部４１１は、管理している無線リソースの現在の状態を示す情報を含む無線リソース管理情報を適宜出力する。この無線リソース管理情報は、センシング制御部４１０にも入力される。無線リソース管理部４１１は、例えば、他の処理部から要求があった場合や内容に変更が生じた場合に無線リソース管理情報を出力してもよい。

【００７２】

センシング制御部４１０は、ノード決定部４０７と、周波数ブロック決定部４０８と、無線リソース管理部４１１とからの出力に基づいて、端末局（当該基地局２０１がセンシング部４０６を備える場合は、センシング部４０６を含む。）に実行させるセンシングを制御する。センシング制御部４１０は、より具体的には、センシング段階（センシング周波数解像度）の管理、センシングの詳細の決定、指示を行う。本実施形態では、例えば、Ｃｏａｒｓｅセンシングを実行中の場合には、ノード決定部４０７と、周波数ブロック決定部４０８から、Ｆｉｎｅセンシングを実行する端末局と周波数ブロックの情報（ノード決定情報と周波数ブロック決定情報）が出力されるので、その情報と、無線リソース管理部４１１から出力される無線リソース管理情報とを用いて、端末局２０２の中からＦｉｎｅセンシングを実行する端末局にどの周波数ブロックをＦｉｎｅセンシングするかといった詳細を決定し、それを指示するための制御情報を生成する。

【００７３】

ここで、複数の端末局がＦｉｎｅセンシング実行ノードとして選択され、複数の周波数ブロックがＦｉｎｅセンシング実行周波数ブロックとして選択された場合であって、センシング制御情報やセンシング結果の送信に使用できる無線リソース量が限られている場合のセンシング制御について説明する。

【００７４】

まず、一度にＦｉｎｅセンシングを実行可能な周波数ブロック数がＮである場合に、Ｆｉｎｅセンシング実行周波数ブロック数がＭ（Ｎ＜Ｍ）である場合について説明する。

【００７５】

この場合の周波数ブロックの選択方法としては、直前の通信を行ったタイミングで自無線システム１２が利用している周波数ブロックのＦｉｎｅセンシングを優先的に実行することが望ましい。これは、前回のセンシング時に他の無線システム１１が使用していないと推定して自無線システム１２が利用を開始したとして、その後、他の無線システム１１が使用を開始した場合には、他の無線システム１１に干渉を与えるためである。すなわち、他の無線システム１１に干渉を与えることがないように、他の無線システム１１が引き続き使用していないことを確認する重要性が高いためである。

【００７６】

その他の周波数ブロックの選択方法としては、過去一定時間内での自無線システム１２の利用回数が多いものや利用時間が長いもの、前回のＦｉｎｅセンシング実行タイミングからの経過時間が長いもの、Ｆｉｎｅセンシング周波数ブロックと決定されてからの経過時間が長いものまたは短いものなどの選択指標を用いて、Ｆｉｎｅセンシングの実行周波

数ブロックを、可能な周波数ブロック数Ｎになるまで選択する方法が適用できる。なお、ランダムに周波数ブロックを選択する方法や周波数ブロック番号の大きい順、または小さい順に所定数Ｎだけ選択する方法も適用可能である。

【００７７】

次に、一度にＦｉｎｅセンシングを実行可能な端末局数がＮである場合に、Ｆｉｎｅセンシング実行ノード数がＭ（Ｎ＜Ｍ）である場合について説明する。なお、Ｆｉｎｅセンシングを実行可能な端末局数は、センシング制御情報やセンシング結果の送信に使用できる無線リソース量（Ｒ）と、１つの端末局がＦｉｎｅセンシングを実行するのに必要な無線リソース量（ｒ）とにより、Ｒ／ｒで決定される。なお、Ｒやｒとは予め定めておいてもよいし、その都度定めてもよい。また、予め定める場合であっても、複数のサイズを規定しておき、可変とすることも可能である。

【００７８】

この場合（Ｎ＜Ｍの場合）には、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードの受信信号電力値の高い順に、所定数Ｎだけ選択する方法を適用する。これは、受信信号電力値が高い端末局は受信環境が良好であり、センシング検出精度が高いと予想されるためである。

【００７９】

この他にも、過去一定時間内でのセンシング回数の多い順または少ない順や、端末局が搭載するバッテリ容量の大きい順などの選択指標を用いて、Ｆｉｎｅセンシング実行可能な端末局数Ｎまで選択する方法が適用可能である。例えば、過去一定時間内でのセンシング回数の多い順を選択指標に用いる場合には、センシングを実行する価値が大きい端末局に優先的にセンシングを実行させることができる。センシング回数の多い端末局は、電波伝搬環境の変動が大きい場所に存在する可能性が高いと推定されるため、高頻度にセンシングを行うことでその変動を検出しやすくなるためである。また、例えば過去一定時間内でのセンシング回数の少ない順を選択指標に用いる場合には、全端末局でのセンシング回数が等しくなるように制御することができ、特定の端末局のセンシングによる消費電力量が増加することを回避することができる。また、例えば、端末局が搭載するバッテリ容量の大きい順を選択指標に用いる場合には、バッテリ容量の少ない端末局のセンシングによる消費電力量を抑えることができる。なお、ランダムに端末局を選択する方法や端末局ＩＤの大きい順または小さい順に所定数Ｎだけ選択する方法も適用可能である。

【００８０】

図７は、基地局２０１の送信系の構成例を示すブロック図である。基地局２０１は、送信系の構成要素として、制御信号生成部４１２と、変調部４１３と、無線送信部４１４と、送信用アンテナ４１５とを備える。

【００８１】

制御信号生成部４１２は、通信または放送のために、上位レイヤの制御部（図示せず。）や無線リソース管理部４１１から送られてくる無線リソース管理情報を含む制御信号と、センシング制御部４１０から送られてくるセンシング制御信号とを入力し、通信用フォーマットに合わせた制御信号を生成し出力する。ここで、センシング制御信号とは、センシングに関する指示情報であって、例えば、センシングを行う端末局（センシング実行ノード）の情報や、センシングを行う周波数の周波数ブロック（センシング実行周波数ブロック）またはチャネルの情報、センシングを行うタイミングや周期についての情報などである。

【００８２】

変調部４１３は、制御信号生成部４１２または上位レイヤから入力される送信信号（例えば、制御信号、ユーザデータ、パイロット信号等）に対して、符号化、インターリーブ、変調、マッピング等の処理を行う。なお、当該処理後の信号（送信信号）は、無線送信部４１４に入力される。

【００８３】

無線送信部４１４は、通信または放送に使用される周波数帯域情報を入力として、使用周波数帯域に合わせて、自無線システム１２の端末局２０２との間で無線信号を送信する

際に必要な信号処理を行う。具体的には、変調部４１３から入力される送信信号に対して、Ｄ／Ａ変換やアップコンバート、送信電力増幅等の処理を行う。なお、当該処理実行後の信号は、送信用アンテナ４１５に入力されて、送信用アンテナ４１５から各端末局２０２に送信される。

【００８４】

ここで、基地局２０１において、電波検出用アンテナ４０５と受信用アンテナ４０１とを共通の１つのアンテナとすることも可能である。この場合、共通アンテナを使用用途（例えば、センシング時受信または通常時受信）に応じて時分割に使用することができる。さらに、電波検出用アンテナ４０５と受信用アンテナ４０１と送信用アンテナ４１５とを共通の１つのアンテナとすることもできる。この場合、共通アンテナを使用用途（例えば、センシング受信や通常受信または通常送信）に応じて時分割に使用することができる。

【００８５】

次に、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードの決定およびＦｉｎｅセンシング実行周波数ブロックの決定動作について、具体例を用いて説明する。ここでも、図１に示すチャネル構成において、図２に示すように全周波数帯域を複数チャネル束ねた周波数ブロック（ＣＳＢ）に分割する場合を例に用いて説明する。

【００８６】

図８は、ノード決定部４０７におけるＦｉｎｅセンシングノードの決定の一例を示す説明図である。なお、図８（ａ）は端末局２０２－１から受信したＣｏａｒｓｅセンシング結果の一例を示す説明図であり、図８（ｂ）は端末局２０２－２から受信したＣｏａｒｓｅセンシング結果の一例を示す説明図である。ノード決定部４０７は、例えば、各端末局２０２から収集した周波数ブロック単位の受信信号電力をノード決定しきい値と比較する。図８（ａ）に示す例では、端末局２０２－１のＣｏａｒｓｅセンシング結果は、ＣＳＢ１およびＣＳＢ３の受信信号電力がノード決定しきい値以上となっている。一方、図８（ｂ）に示す例では、端末局２０２－２のＣｏａｒｓｅセンシング結果は、いずれのＣＳＢの受信信号電力もノード決定しきい値以上となっていない。このような場合、ノード決定部４０７は、周波数ブロックの受信信号電力が１つでもノード決定しきい値以上となるセンシング結果を通知した端末局２０２（本例では、端末局２０２－１のみ）をＦｉｎｅセンシング実行ノードと決定してもよい。

【００８７】

また、図９は、周波数ブロック決定部４０８におけるＦｉｎｅセンシング実行周波数ブロックの決定の一例を示す説明図である。周波数ブロック決定部４０８は、例えば、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードに決定された端末局２０２－１の各周波数ブロックの受信信号電力を周波数ブロック決定しきい値と比較する。図９に示す例では、端末局２０２－１のＣｏａｒｓｅセンシング結果は、ＣＳＢ２の受信信号電力が周波数ブロック決定しきい値未満となっている。このような場合、周波数ブロック決定部４０８は、ＣＳＢ２をＦｉｎｅセンシング実行周波数ブロックと決定してもよい。

【００８８】

また、図１０は、信号検出部４０９における信号検出の一例を示す説明図である。信号検出部４０９は、例えば、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードに決定された端末局２０２－１の各チャネルの受信信号電力を信号検出しきい値と比較する。図１０に示す例では、チャネルＣ７とＣ８とが信号検出しきい値未満となっている。このような場合には、信号検出部４０９は、チャネルＣ７とＣ８は空きチャネルであると推定してもよい。

【００８９】

次に、本実施形態の自無線システム全体の動作について説明する。図１１は、自無線システム１２全体のセンシングに係る動作の一例を示すフローチャートである。図１１に示す例では、まず、端末局２０２がＣｏａｒｓｅセンシングを実行する（ステップＳ１）。端末局は、例えば、基地局から送信されるセンシング制御信号または予め定められている周期等に従って、Ｃｏａｒｓｅセンシングを実行する。次に、基地局２０１は、端末局２０２のＣｏａｒｓｅセンシング結果を基に、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードを決定する（

ステップＳ２）。さらに、基地局２０１は、端末局２０２のＣｏａｒｓｅセンシング結果を基に、Ｆｉｎｅセンシング実行周波数ブロックを決定する（ステップＳ３）。

【００９０】

次に、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードに選択された端末局２０２が、Ｆｉｎｅセンシング実行周波数ブロックのＦｉｎｅセンシングを実行する（ステップＳ４）。次に、基地局２０１は、その端末局２０２から送られてくるＦｉｎｅセンシング結果を用いて信号検出を行い、使用状況の推定（空きチャネルの推定）を行う（ステップＳ５）。そして、基地局２０１は、使用状況推定結果に基づいて、無線リソース管理を実行する（ステップＳ６）。基地局２０１は、無線リソース管理として、例えば、自無線システム１２が使用する周波数帯域の決定だけでなく、次に行うセンシングのパラメータの決定をしてもよい。

【００９１】

また、図１２は、端末局２０２のセンシング動作の一例を示すフローチャートである。なお、本動作例が実行される端末局は、センシング指定された端末局である。本例では、センシング指定が予め基地局２０１から行われているものとする。以下、例として、端末局２０２－１および２０２－２がセンシング指定されているものとして説明する。

【００９２】

図１２に示すように、まず、端末局２０２－１および２０２－２はそれぞれ、センシング条件が成立したか否かを判定する（ステップＳ１１）。ここで、センシング条件の成立例としては、例えば、基地局２０１等により予め設定されたセンシングタイミングになった場合等を挙げることができる。

【００９３】

センシング条件が成立したと判定すると、各端末局２０２は、センシング準備を行う（ステップＳ１２）。具体的には、端末局２０２－１および／または２０２－２は、センシング・無線送受信切替部３０２を操作して、送受信アンテナ３０１とセンシング部３０３とを接続する。さらに、センシング周波数解像度（ＣｏａｒｓｅセンシングかＦｉｎｅセンシングかのセンシングの種類）と、指定された周波数帯域に従って、バンドパスフィルタ３０３３の通過帯域を適切な値に設定する。そして、各端末局２０２は、センシングを実行する（ステップＳ１３）。具体的には、端末局２０２のセンシング部３０３が、他の無線システム１１の基地局１０１から受信する信号を検出し、その基地局が使用する周波数帯域における受信信号電力値を算出する。なお、本例のステップＳ１３の動作は、図１１に示したステップＳ１またはＳ４に相当する動作である。そして、センシング部３０３は、これらの受信信号電力値をセンシング結果として自無線システム１２の基地局２０１に送信する（ステップＳ１４）。

【００９４】

また、図１３は、基地局２０１のセンシング動作の一例を示すフローチャートである。図１３に示すように、基地局２０１は、センシング指定された端末局２０２（本例では、端末局２０２－１および端末局２０２－２）から、センシング結果（受信信号電力値）を受信する（ステップＳ２１）。センシング結果を受信すると、基地局２０１は、センシング周波数解像度がＣｏａｒｓｅセンシングであるか、またはＦｉｎｅセンシングであるかを判定し（ステップＳ２２）、センシング周波数解像度に応じて処理を分岐させる。本例は、Ｃｏａｒｓｅセンシングの場合には、ステップＳ２３～Ｓ２５の処理を行い、Ｆｉｎｅセンシングの場合には、ステップＳ２６～Ｓ２７の処理を行う。なお、センシング周波数解像度に応じた処理は、センシング結果を受信した都度行ってもよいし、指示した全ての端末局からのセンシング結果が得られた後にまとめて行うようにしてもよい。なお、必ずしも指示した全ての端末局からのセンシング結果を待たなくてもよく、例えば、ある一定時間（センシングに要する時間＋α）を待って、それまでに受信したセンシング結果を元に処理することも可能である。

【００９５】

センシング周波数解像度がＣｏａｒｓｅセンシングである場合、基地局２０１のノード決定部４０７は、受信したセンシング結果とノード決定しきい値とに基づいて、Ｆｉｎｅ

センシング実行ノードを決定する（ステップＳ２３）。次いで、周波数ブロック決定部４０８は、周波数ブロック決定しきい値情報を取得し、Ｆｉｎｅセンシング実行周波数ブロックを決定する（ステップＳ２４）。なお、本例のステップＳ２３，Ｓ２４の動作は、図１１に示したステップＳ２，Ｓ３に相当する動作である。そして、センシング制御部４１０は、ノード決定情報と周波数ブロック決定情報とを用いて、センシング制御を行い、センシング制御情報を端末局２０２に送信する（ステップＳ２５）。

【００９６】

一方、センシング周波数解像度がＦｉｎｅセンシングである場合には、基地局２０１の信号検出部４０９は、Ｆｉｎｅセンシング結果から、他の無線システム１１の信号検出を行い、他の無線システム１１が使用している周波数帯域の使用状況を推定する（ステップＳ２６）。次いで、無線リソース管理部４１１は、使用状況推定結果に基づいて、基地局２０１と端末局２０２との通信または放送に使用する無線リソースの管理（例えば、使用する周波数帯域の選択、送信電力制御、通信方式や変調方式、符号化率等の管理）を行う（ステップＳ２７）。なお、本例のステップＳ２７，Ｓ２８の動作は、図１１に示したステップＳ５，Ｓ６に相当する動作である。

【００９７】

図１４は、端末局２０２におけるセンシングタイミングの例を示す説明図である。図１４に示す例では、端末局２０２－１，２０２－２が時間ｔ１のタイミングで第一の検出動作であるＣｏａｒｓｅセンシングを開始する。Ｃｏａｒｓｅセンシングの結果、端末局２０２－１がＦｉｎｅセンシング実行ノードとして決定され、端末局２０２－２がＦｉｎｅセンシング実行ノードとして決定されなかった例である。この場合、端末局２０２－１は、時間ｔ２のタイミングで第二の検出動作であるＦｉｎｅセンシングを実行する。一方、端末局２０２－２は、時間ｔ２のタイミングでは第二の検出動作であるＦｉｎｅセンシングを実行しない。なお、端末局２０２－２に時間ｔ２のタイミングでＣｏａｒｓｅセンシングを実行させることも可能であるが、図１４に示す例ではＣｏａｒｓｅセンシングを実行しないことによって、端末局２０２－２の消費電力の削減とセンシング結果の送信に使用する無線リソースの削減とを行っている。

【００９８】

端末局２０２－１が第二の検出動作であるＦｉｎｅセンシングを実行した後、このまま処理を完了することも可能であるが、環境の変化をすばやく認識するために、また端末局２０２－１，２０２－２が時間ｔ３のタイミングで再び第一の検出動作であるＣｏａｒｓｅセンシングを実行することが好ましい。図１４では、この後再び端末局２０２－１がＦｉｎｅセンシング実行ノードに決定され、時間ｔ４のタイミングで第二の検出動作であるＦｉｎｅセンシングを実行する例を示している。以後，Ｃｏａｒｓｅセンシングを第一の検出動作とし、Ｆｉｎｅセンシングを第二の検出動作として、第一の検出動作と第二の検出動作を繰り返し実行する。

【００９９】

また、図１５は、端末局２０２におけるセンシングタイミングの他の例を示す説明図である。図１５に示すように、ＣｏａｒｓｅセンシングとＦｉｎｅセンシングのセンシング時間とセンシング周期を、それぞれ異なる値に設定することも可能である。なお、図１５では、Ｃｏａｒｓｅセンシングを周期ΔＴｃで実行し、Ｆｉｎｅセンシングを周期ΔＴｆで実行する場合の例を示している。

【０１００】

また、センシング制御部４１０は、Ｆｉｎｅセンシングによる信号検出の結果に応じて、この後に実施するＣｏａｒｓｅセンシングを行う周波数ブロックの構成を適応的に制御することが可能である。図１６は、Ｃｏａｒｓｅセンシングを行う周波数ブロックの例を示す説明図である。なお、図１６（ａ）は、一巡目のセンシング動作における周波数ブロックの例を示す説明図であり、図１６（ｂ）は、その次の周回のセンシング動作における周波数ブロックの例を示す説明図である。

【０１０１】

例えば、図１６（ａ）に示すように、一巡目では、４つのチャネルで１つの周波数ブロックを構成した周波数ブロック構成でＣｏａｒｓｅセンシングおよびＦｉｎｅセンシングを実行したとする。この場合、Ｃｏａｒｓｅセンシングの結果、ＣＳＢ１とＣＳＢ２とＣＳＢ３にそれぞれ空きチャネルが存在することがわかり、全ての周波数ブロックに対してＦｉｎｅセンシングを実行する。そして、Ｆｉｎｅセンシングによる信号検出により、空きチャネルとしてＣ４とＣ５とＣ６とＣ１１とが検出されるので、センシング制御部４１０は、その結果に基づいて、次の周回のセンシング動作では、図１６（ｂ）に示すような周波数ブロックの構成に変更してセンシング制御をしてもよい。すなわち、１つの周波数ブロックに空きチャネルが多く含まれる（空きチャネルの割合が高くなる）ように、または１つの周波数ブロックに使用チャネルが多く含まれる（使用チャネルの割合が高くなる）ように、ブロックの分割サイズを決定してもよい。本例では、３つのチャネルで１つの周波数ブロックを構成するようにする。具体的には、新たにＣＳＢ１’と，ＣＳＢ２’と，ＣＳＢ３’と，ＣＳＢ４’・・・を周波数ブロックの構成とするセンシング制御情報（例えば、周波数ブロックに関して周波数ブロックサイズと周波数ブロック番号とを含む情報）を生成すればよい。

【０１０２】

この周波数ブロック構成の場合には、Ｃｏａｓｅセンシングによって空きチャネルが存在すると判定されるのはＣＳＢ２’とＣＳＢ４’とになるので、ＣＳＢ２’とＣＳＢ４’のみＦｉｎｅセンシングが実行され、他の周波数ブロック（例えば、ＣＳＢ１’とＣＳＢ３’）に対してはＦｉｎｅセンシングを実行しなくてもすむ。

【０１０３】

なお、各周波数ブロックのサイズを可変とすることも可能である。また、この他にも、例えば一度に多数の端末局にセンシングを実行させたい場合、すなわち一度に多数のセンシング結果を取得したい場合には、１回のセンシングで１つの端末局が使用する無線リソース量を小さくするために周波数ブロックのサイズを大きくして、粗く使用状況を検出するといった制御も可能である。また、逆に、一度にセンシングを実行させる端末局が少ない場合、すなわちエリア内に存在する端末局が少ない場合などには、１回のセンシングで１つの端末局が使用する無線リソース量を増加できるため周波数ブロックサイズを小さくして詳細な使用状況を検出することも可能である。

【０１０４】

以上のように、本実施形態によれば、利用対象の周波数帯域が使用されているかどうかを高精度に推定することができる。また、センシングを行う端末局全体の消費電力を削減することや、センシング結果を送信するための無線リソースの使用量を削減することができる。

【０１０５】

また、この推定結果に基づいて、自無線システム１２が通信または放送に使用する無線リソースの管理を適切に行なうことにより、他の無線システム１１に割り当てられているまたは優先的な使用が許可されている周波数帯域を有効に利用することができる。

【０１０６】

なお、上記説明では、基地局２０１からのセンシング制御情報に従って各端末局２０２がＣｏａｒｓｅセンシングおよびＦｉｎｅセンシングを実行する例を示したが、センシング種別の通知は、例えばセンシングを行う度に通知してもよいし、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードと決定された次の送信タイミングで一度だけ通知するようにしてもよい。

【０１０７】

また、上記説明では、Ｃｏａｒｓｅセンシングを実行し、その結果に基づいてＦｉｎｅセンシングを行うノードや周波数ブロックを決定する例を示したが、Ｆｉｎｅセンシングに限らずＣｏａｒｓｅセンシングを実行するノードを予め限定することも可能である。例えば、端末局２０２と他の無線システム１１の基地局１０１との間の距離により、所定の値より距離が近い端末局のみがＣｏａｒｓｅセンシングを行うようにＣｏａｒｓｅセンシング実行ノードを決定してもよい。

【０１０８】
図１７は、端末局２０２の構成例を示すブロック図である。図１７に示す例は、端末局２０２と他の無線システム１１の基地局１０１との間の距離によりＣｏａｒｓｅセンシングを行う場合の端末局２０２の構成例である。図１７に示す端末局２０２は、図４に示す構成と比べて、さらに位置情報推定部３０８を備える点が異なる。
【０１０９】
位置情報推定部３１３は、例えば、ＧＰＳ（Ｇｌｏｂａｌ　Ｐｏｓｉｔｉｏｎｉｎｇ　Ｓｙｓｔｅｍ）を利用して自端末局の位置情報（緯度、経度情報等）を取得する。なお、位置情報推定部３０８における位置推定手段は、ＧＰＳに限定されない。例えば、ＧＰＳ以外の位置推定システムを用いることも可能である。または、端末局２０２自らが複数の基地局からの受信信号を用いて自端末局の位置を推定する方法を採用することも可能である。
【０１１０】
端末局２０２は、基地局２０１からのＣｏａｒｓｅセンシングの制御（要求）に先がけて、自らが存在する場所の位置情報を位置情報推定部３０８により推定し、その推定値を変調部３０７に入力する。変調部３０７は、ユーザデータと、制御信号およびパイロット信号と、自端末局の位置情報に対して、符号化、インターリーブ、変調、マッピング等の処理を施し、該処理後の信号を復調・変調切替部３０５を介して無線送受信部３０４に出力する。無線送受信部３０４は、復調・変調切替部３０５から入力される信号に対して、Ｄ／Ａ変換、アップコンバート、送信電力増幅等の処理を施し、該処理後の信号を、センシング・無線送受信切替部３０２を介して送受信アンテナ３０１に出力する。そして、該処理後の信号は、送受信アンテナ３０１から基地局２０１に向けて送信される。なお、他の点に関しては、図４に示した例と同様である。
【０１１１】
また、図１８は、基地局２０１の受信系の他の構成例を示すブロック図である。図１８は、端末局２０２と他の無線システム１１の基地局１０１との間の距離によりＣｏａｒｓｅセンシングを行う場合の基地局２０１の受信系の構成例である。図１８に示す基地局２０１は、図６に示す第１の実施形態における構成と比べて、センシング結果切替部４０４の代わりにセンシング結果切替部４０４Ａを備える点、および新たに第２のノード決定部４１６を備える点が異なる。
【０１１２】
復調／復号部４０３から出力される受信信号電力値は、センシング結果切替部４０４Ａに入力される。センシング結果切替部４０４Ａは、各センシング段階に応じて入力信号の出力先を切り変える。センシングに先がけて行われるセンシングノード決定段階においては、第２のノード決定部４１６に出力するように接続し、Ｃｏａｒｓｅセンシング実行段階においては、ノード決定部４０７と周波数ブロック決定部４０８とに接続し、Ｆｉｎｅセンシング実行段階においては、信号検出部４０９に接続するように切り換える。
【０１１３】
第２のノード決定部４１６は、各端末２０２の位置情報に基づいて、Ｃｏａｒｓｅセンシングを実行する端末局を決定する。より具体的には、Ｃｏａｒｓｅセンシングを実行する端末局の決定のために予め定められている、所定の距離に関するノード決定しきい値情報２を入力として、その値を「ノード決定しきい値２」として設定する。そして、各端末局２０２の位置情報と、別途取得する他の無線システム１１の基地局１０１の位置情報とから、各端末局２０２と基地局１０１との距離をそれぞれ算出し、算出した距離とノード決定しきい値２とを比較して、しきい値未満となる位置情報を送信した端末局をＣｏａｒｓｅセンシング実行ノードと決定する。また、第２のノード決定部４１６は、決定結果をノード決定情報２として出力する。ノード決定情報２は、例えば、Ｃｏａｒｓｅセンシング実行ノードの端末局ＩＤとすることができる。
【０１１４】
ノード決定情報２は、センシング制御部４１０に入力される。センシング制御部４１０

は、Ｃｏａｒｓｅセンシングを始める際に、入力されるノード決定情報２に基づいて、Ｃｏａｒｓｅセンシングのためのセンシング制御情報を生成し、送信系を介して端末局２０２に向けて送信する。

【０１１５】

基地局２０１からセンシングを指示された端末局２０２は、指示に従いＣｏａｒｓｅセンシングを実行し、その結果を基地局２０１に送信する。その後は、上記実施形態で説明したとおりである。

【０１１６】

また、上記説明では、周波数帯域の使用状況推定を基地局２０１で行う例を示したが、使用状況推定を端末局２０２側で行い、その結果を基地局に送信することも可能である。そのような場合には、例えば端末局２０２の構成に、基地局２０１の構成要素であったノード決定部４０７と、周波数ブロック決定部４０８と、信号検出部４０９と同等の構成を加えればよい。そして、利用対象の周波数帯域が他の無線システム１１によって使用されているか否かの推定を行い、推定結果を基地局２０１に通知してもよい。この際、基地局２０１の構成は、センシング結果切替部４０４と、ノード決定部４０７と、周波数ブロック決定部４０８と、信号検出部４０９とを省略してもよい。基地局２０１は、例えば、端末局２０２から送信されるセンシング結果（この場合、信号電力判定値）を、直接、ノード決定情報、周波数ブロック決定情報、使用状況推定結果としてセンシング制御部４１０と、無線リソース管理部４１１に入力すればよい。

【０１１７】

また、図１９は、センシング部３０３の他の構成例を示すブロック図である。図１９に示す例では、端末局において、受信信号電力値と各種しきい値（ノード決定しきい値、周波数ブロック決定しきい値、信号検出しきい値）との比較までを実行し、比較結果をセンシング結果として基地局２０１へ送信する場合のセンシング部の構成例をセンシング３０３Ａとして示している。

【０１１８】

センシング部３０３Ａは、図５に示すセンシング部３０３の構成に加えて、さらに、電力値判定部３０３５を備える。電力値判定部３０３５の出力は、信号電力判定値として基地局２０１へ送信される。ここで、信号電力判定値には、ノード決定情報、周波数ブロック決定情報、使用状況推定結果のうち、少なくともいずれかを含む。信号電力判定部３０３５におけるしきい値との比較は、センシングの種類により適宜適切なしきい値を用いて行う。具体的には、Ｃｏａｒｓｅセンシングを実行する場合には、ノード決定しきい値との比較、および周波数ブロック決定しきい値との比較を行い、Ｆｉｎｅセンシングを実行する場合には、信号検出しきい値との比較を行う。

【０１１９】

なお、この場合、端末局２０２での判定に用いる各種しきい値は、基地局２０１から端末局２０２に通知する必要がある。従って、基地局２０１は、各種しきい値をセンシング制御情報に含めて端末局２０２に通知したり、または報知チャネルにより端末局２０２に通知したりする。

【０１２０】

また、上記の構成の他に、例えば、端末局２０２ではノード決定部４０７を備える構成とし、基地局２０１で周波数ブロック決定部４０８と信号検出部４０９とを備える構成とするなど、構築する無線システムに合わせて柔軟に、適切な構成とすることも出来る。

【０１２１】

また、基地局の代わりに、ある端末局が他の端末局のセンシング結果を収集して利用対象の周波数帯域の使用状況の推定を行う構成とすることも可能である。ここで、基地局と端末局の間に中継局が存在する場合も想定されるが、中継局は基地局に接続する端末局の一種と考えることもできるし、端末局が接続する基地局の一種と考えることもでき、中継局において利用対象の周波数帯域の使用状況の推定を行うことを排除するものではない。

【０１２２】

また、複数の端末局間でネットワークを構成する場合には、センシング結果を基地局に送信せずに、所定の端末局（例えば、利用対象の周波数帯域の使用状況の推定を行う端末局）がセンシング制御や無線リソース管理を行い、複数の端末局間で通信または放送を行うことも可能である。この場合、所定の端末局は、センシング制御部と無線リソース管理部を備えればよい。この場合のセンシング制御部と無線リソース管理部は、図６に示すセンシング制御部４１０と無線リソース管理部４１１と同じものを採用することができる。センシング制御部と無線リソース管理部は、自端末局または他の端末局もしくは基地局２０１から受信するノード決定情報、周波数ブロック決定情報、使用状況推定結果に基づいて、センシング制御と無線リソース管理を行えばよい。

【０１２３】

また、上記説明では、他の無線システム１１の基地局１０１からの受信信号電力を算出して利用対象の周波数帯域の使用状況の推定を行う例を示したが、センシングのアルゴリズムは、信号電力算出アルゴリズムに限定されない。例えば、他の無線システム１１の基地局１０１からの受信信号電力と自無線システム１２の基地局２０１からの受信信号電力との電力比を算出し、それを用いて利用対象の周波数帯域の使用状況の推定を行うことも可能である。

【０１２４】

また、使用状況の推定を行う対象として、他の無線システム１１の基地局１０１の例を示したが、その形態にも限定されない。他の無線システム１１の端末局（図示せず）が送信局となる場合には、使用状況の推定を行う対象を該端末局とする構成も可能である。

【０１２５】

また、無線リソース管理の一例として、例えば、無線リソース管理部４１１は、通信方式や変調方式、符号化率の管理を行うことができる。具体的には、無線リソース管理部４１１は、他の無線システム１１の周波数帯域の地理的利用状況と、自無線システム１２の基地局２０１と端末局との距離に応じて、通信方式や変調方式、符号化率を選択することができる。例えば、無線リソース管理部４１１は、距離が小さい場合には、通信方式をＯＦＤＭ（Ｏｒｔｈｏｇｏｎａｌ　Ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ　Ｄｉｖｉｓｉｏｎ　Ｍｕｌｔｉｐｌｅｘｉｎｇ）とし、変調方式を６４ＱＡＭ（Ｑｕａｄｒａｔｕｒｅ　Ａｍｐｌｉｔｕｄｅ　Ｍｏｄｕｌａｔｉｏｎ）とし、符号化率を７／８としてもよい。一方、距離が大きい場合には、通信方式をＤＦＴ－ｓ－ＯＦＤＭ（Ｄｉｓｃｒｅｔｅ　Ｆｏｕｒｉｅｒ　Ｔｒａｎｓｆｏｒｍ－ｓｐｒｅａｄ－ＯＦＤＭ）とし、変調方式をＱＰＳＫ（Ｑｕａｄｒａｔｕｒｅ　Ｐｈａｓｅ　Ｓｈｉｆｔ　Ｋｅｙｉｎｇ）とし、符号化率を１／１２としてもよい。なお、通信方式、変調方式、符号化率を、複数の距離レベルに応じて設定することも可能である。

【０１２６】

実施形態２．

次に、本発明の第２の実施形態について説明する。本実施形態は、他の無線システムが利用対象の周波数帯域を利用しているか否かを二段階センシングにより推定する場合に、Ｃｏａｒｓｅセンシングの結果を基に、Ｆｉｎｅセンシングを行うノード（例えば、端末局）を決定し、Ｆｉｎｅセンシングを行わないノードは所定のタイミングでＣｏａｒｓｅセンシングを実行し、Ｆｉｎｅセンシングを行うノードは所定のタイミングでＦｉｎｅセンシングを実行する。このように、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードがＦｉｎｅセンシングを行っている間の時間を利用して、その他のノードにＣｏａｒｓｅセンシングを分担させる。

【０１２７】

ここでも、図３に示すシステム構成図を用いて説明する。まず、本実施形態の基地局２０１の機能について簡単に説明する。第１の実施形態と異なる機能として、基地局２０１は、端末局２０２に、所定のタイミングでそれぞれのセンシング（Ｃｏａｒｓｅセンシングまたは Ｆｉｎｅセンシング）を実行するように指示を送信する。例えば、基地局２０１は、基地局２０１からのセンシング指示に基づいて実行されたＣｏａｒｓｅセンシング結

果を用いて、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードを決定するが、このとき、Ｆｉｎｅセンシング実行ノード以外の端末局をＣｏａｒｓｅセンシング実行ノードと決定する。そして、この決定にしたがって、端末局２０２には、所定のタイミングで、Ｃｏａｒｓｅセンシングまたはファインセンシングを実行するように指示を送信する。

【０１２８】

次に、本実施形態の端末局２０２の機能について簡単に説明する。端末局２０２については第１の実施形態と同様でよい。すなわち、基地局２０１からの指示に基づいて利用対象の周波数帯域をセンシングし、センシング結果（例えば、端末局における、他の無線システム１１の基地局１０１から受信する信号電力値）を、自無線システム１２の基地局２０１に送信する。なお、本実施形態では、各端末局２０２は、Ｃｏａｒｓｅセンシングの結果により、Ｃｏａｒｓｅセンシングを実行する端末か、Ｆｉｎｅセンシングを実行する端末かが基地局２０１により決定されるので、基地局２０１から指示される所定のタイミングで指示された種別のセンシングを実行すればよい。

【０１２９】

図２０は、本実施形態の基地局２０１の受信系の構成例を示すブロック図である。図２０に示す基地局２０１は、図６に示す第１の実施形態における構成と比べて、ノード決定部４０７の代わりにノード決定部４０７Ａを備える点、および新たに第２の周波数ブロック決定部４１７を備える点が異なる。

【０１３０】

本実施形態のセンシング結果切替部４０４は、復調／復号部４０３から出力されるセンシング結果（受信信号電力値）の出力先を、センシング結果の種別に応じて切り替える。より具体的には、センシング結果がＣｏａｒｓｅセンシング結果である場合には、ノード決定部４０７Ａと周波数ブロック決定部４０８とに入力する。一方、Ｆｉｎｅセンシング結果である場合には、信号検出部４０９と第２の周波数ブロック決定部４１７とに入力する。

【０１３１】

ノード決定部４０７Ａは、入力されるＣｏａｒｓｅセンシング結果とノード決定しきい値情報とに基づいて、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードを決定するとともに、Ｆｉｎｅセンシング実行ノード以外の端末局をＣｏａｒｓｅセンシング実行ノードと決定する。なお、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードの決定方法は、第１の実施形態と同様でよい。これらの決定結果は、ノード決定情報としてセンシング制御部４１０に出力するとともに、周波数ブロック決定部４０８にも出力する。ノード決定情報は、例えば、端末局ＩＤとすることができる。

【０１３２】

第２の周波数ブロック決定部４１７は、Ｃｏａｒｓｅセンシングを行う周波数ブロックの決定のために予め定められている所定の周波数ブロック決定しきい値情報２を入力として、その値を「周波数ブロック決定しきい値２」として設定する。この周波数ブロック決定しきい値情報２は、直前のＦｉｎｅセンシングを行うタイミングではＦｉｎｅセンシングを行う周波数ブロックと決定されているが、伝搬環境の変化、端末局の移動、他の無線システム１１の基地局１０１の周波数利用状況の変化により、Ｆｉｎｅセンシングを行う必要がなく、Ｃｏａｒｓｅセンシングを実行すべきである周波数ブロックを決定するためのものである。すなわち、現在Ｆｉｎｅセンシング中の周波数ブロックのＦｉｎｅセンシング結果と比較することで、その周波数ブロックに対して、もうＦｉｎｅセンシングを実行する必要がなく、Ｃｏａｒｓｅセンシングを実行した方がよいと決定するためのしきい値である。第２の周波数ブロック決定部４１７は、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードのセンシング結果である受信信号電力を用いて、受信信号電力と周波数ブロック決定しきい値２とを比較し、しきい値以上となるチャネルが存在する場合には、その周波数ブロックをＣｏａｒｓｅセンシング実行周波数ブロックと決定し、周波数ブロック決定情報２として出力する。ここで、周波数ブロック決定しきい値２と比較する受信信号電力は、周波数ブロック内の全チャネルの受信信号電力を加算したものや、平均（加算平均あるいは重み付け

加算平均）したものを用いる。周波数ブロック決定情報２は、例えば、周波数ブロック番号とすることができる。

【０１３３】

センシング制御部４１０は、本実施形態では、ノード決定部４０７Ａから出力されるノード決定情報と周波数ブロック決定部４０８から出力される周波数ブロック決定情報と、第２の周波数ブロック決定部４１７から出力される周波数ブロック情報２と、無線リソース管理部４１１から出力される無線リソース管理情報とに基づいて、センシングの制御を行う。センシング制御部４１０は、例えば、予め定められている周期に合わせて、第１のセンシング段階開始時（Ｃｏａｒｓｅセンシングを始める段階）では、各Ｃｏａｒｓｅセンシング実行ノードに対してどの周波数ブロックをセンシングさせるかといった周波数ブロックの割当等を行い、それを指示するための制御情報を生成する。また、例えば、第２センシング段階開始時（Ｆｉｎｅセンシング実行ノードに対してＦｉｎｅセンシングを始める段階）では、無線リソース管理情報と、ノード決定情報と、周波数ブロック決定情報とに基づいて、各Ｆｉｎｅセンシング実行ノードに対してどの周波数ブロックをＦｉｎｅセンシングさせるかといった周波数ブロックの割当等を行うとともに、Ｆｉｎｅセンシング実行ノード以外の各ノードに対しても引き続きどの周波数ブロックをＣｏａｒｓｅセンシングをさせるかといった周波数ブロックの割当等を行い、それらを指示するための制御情報を生成する。また、例えば、第２センシング段階の最中（ＦｉｎｅセンシングとＣｏａｒｓｅセンシング中）には、さらに、各端末の現在のセンシング状態と、周波数ブロック決定情報２とに基づいて、引き続き各Ｆｉｎｅセンシング実行ノードに対してどの周波数ブロックをＦｉｎｅセンシングさせるか、またＦｉｎｅセンシング実行ノード以外の各ノードに対してどの周波数ブロックをＣｏａｒｓｅセンシングさせるかといった周波数ブロックの割当等を行い、それらを指示するための制御情報を生成してもよい。

【０１３４】

なお、本実施形態では、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードとして決定された端末２０２は、基本的には所定の継続時間が経過するまで、指定された周波数ブロックに対してＦｉｎｅセンシングを実行しつづける。ただし、上述の第２の周波数ブロック決定部４１７によって当該周波数ブロックがもうＦｉｎｅセンシングを実行する必要がなく、Ｃｏａｒｓｅセンシングを実行した方がよいと判断された場合には、その判断結果（周波数ブロック決定情報２）に基づくセンシング制御部４１０の制御により、通知される新たなＦｉｎｅセンシング周波数ブロックに対してＦｉｎｅセンシングを実行することになる。

【０１３５】

図２１は、第２の周波数ブロック決定部４１７における周波数ブロックの決定例を示す説明図である。図２１に示す例は、ある端末局２０２によるＣＳＢ２に対するＦｉｎｅセンシング結果を用いて、周波数ブロックを決定する例を示している。第２の周波数ブロック決定部４１７は、例えば、端末局２０２－１によるＣＳＢ２の各チャネルの受信信号電力を周波数ブロック決定しきい値２と比較する。ここでは、チャネルＣ５、Ｃ７、Ｃ８が周波数ブロック決定しきい値２以上となるとする。第２の周波数ブロック決定部４１７は、例えば、ＣＳＢ２内の全チャネルを重み付け加算平均した値が、周波数ブロック決定しきい値以上となったことによって、この周波数ブロックＣＳＢ２をＣｏａｒｓｅセンシング実行周波数ブロックと決定し、その結果を周波数ブロック決定情報２として出力してもよい。

【０１３６】

なお、周波数ブロック決定部４０８、信号検出部４０９、第２の周波数ブロック決定部４１７に、同一の対象について複数のセンシング結果が入力される場合には、実施の形態１と同様に、それぞれの前段に複数のセンシング結果の平均値（加算平均値あるいは重み付け加算平均値）を算出する機能を追加して、算出された重み付け加算平均値を用いて信号検出を行うことも可能である。

【０１３７】

次に、端末局２０２の構成について説明する。端末局２０２の構成は、図４に示す第１

の実施形態と同様でよい。すなわち、各端末局２０２は、基地局２０１から送信されるセンシング制御情報を元に、Ｃｏａｒｓｅセンシングまたは Ｆｉｎｅセンシングを実行し、そのセンシング結果を基地局２０１に送信する。

【０１３８】

Ｃｏａｒｓｅセンシングおよび Ｆｉｎｅセンシングの実行タイミングは、基地局２０１から指示されたタイミングで行ってもよいし、所定の周期（例えば、Ｃｏａｒｓｅセンシング周期：ΔＴｃ、Ｆｉｎｅセンシング周期：ΔＴｆ等）に従ってセンシングを実行してもよい。

【０１３９】

本実施形態では、伝搬環境の変化、端末局の移動、他の無線システム１１の基地局１０１の周波数利用状況の変化などに対応するため、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードは、所定の継続時間ΔＴｒ経過後に、Ｃｏａｒｓｅセンシング実行ノードに移行するものとする。すなわち、所定の継続時間ΔＴｒ中は、Ｆｉｎｅセンシングを実行しつづけるものとする。なお、Ｃｏａｒｓｅセンシング実行ノードに移行した後、そのＣｏａｒｓｅセンシングの結果、基地局２０１においてＦｉｎｅセンシング実行ノードに決定されれば、再びＦｉｎｅセンシングノードとしてセンシングを実行する。また、所定の継続時間ΔＴｒは、予めシステム内で固定の値として決定しておいてもよいし、基地局２０１から端末局に送信されるセンシング情報に含めて送信したり、報知情報として端末局に通知したりしてもよい。

【０１４０】

なお、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードのＣｏａｒｓｅセンシング実行ノードへの移行方法は、上記の所定の継続時間ΔＴｒ経過後に移行する方法に限定されない。例えば、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードのＦｉｎｅセンシング結果における受信信号電力値が、当該端末局がＦｉｎｅセンシング実行ノードに決定された直後の１回目のＦｉｎｅセンシングにおける受信信号電力値の所定の割合（例えば、５０％など）以下になった場合にＣｏａｒｓｅセンシング実行ノードに移行する方法も適用できる。本例は、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードに決定された後、移動によって測定対象とした電波の送信元基地局との距離が遠くなってしまった等によって、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードとしての優位性（高精度な受信能力）を失ってしまった状況を想定している。さらには、所定の継続時間ΔＴｒ経過前に、Ｆｉｎｅセンシングにおける信号電力値が所定の割合以下になった場合にＣｏａｒｓｅセンシング実行ノードに移行し、所定の割合以下にならないまま所定の継続時間ΔＴｒが経過した場合にも、Ｃｏａｒｓｅセンシング実行ノードに移行する方法も適用できる。

【０１４１】

ここで、複数の端末局がＣｏａｒｓｅセンシングを実行する端末局（Ｃｏａｒｓｅセンシング実行ノード）として選択され、複数の周波数ブロックがＣｏａｒｓｅセンシングを実行する周波数ブロック（Ｃｏａｒｓｅセンシング実行周波数ブロック）として選択された場合に、センシング制御情報やセンシング結果の送信に使用できる無線リソース量が限られている場合のセンシング制御部４１０の動作（センシング制御）について説明する。なお、本実施形態では、Ｃｏａｒｓｅセンシング実行周波数ブロックには、第２の周波数ブロック決定部４１７によってＦｉｎｅセンシング実行周波数ブロックであったものが継続時間中にＣｏａｒｓｅセンシング実行周波数ブロックに変更されたものも含まれる。

【０１４２】

まず、一度にＣｏａｒｓｅセンシングを実行可能な周波数ブロック数がＮである場合に、Ｃｏａｒｓｅセンシング実行周波数ブロック数がＭ（Ｎ＜Ｍ）である場合について説明する。

【０１４３】

この場合の周波数ブロックの選択方法は、過去一定時間内のＦｉｎｅセンシング実行回数の多い順に所定数Ｎまで選択する。これは、過去一定時間内のＦｉｎｅセンシング実行回数が多いということは、他の無線システム１１が使用していない可能性が高いため、優

先度を高くしてセンシングを行うためである。

【０１４４】

その他の周波数ブロックの選択方法としては、前回のＣｏａｒｓｅセンシング実行タイミングからの経過時間が長いもの、Ｃｏａｒｓｅセンシング周波数ブロックと決定されてからの経過時間が長いもの、または、短いもの、などの選択指標を用いて、Ｃｏａｒｓｅセンシングの実行が可能な周波数ブロック数Ｎまで選択する方法が適用できる。なお、ランダムに周波数ブロックを選択する方法や、周波数ブロック番号の大きい順、または、小さい順に所定数Ｎだけ選択する方法も適用可能である。

【０１４５】

Ｃｏａｒｓｅセンシング実行ノードの選択方法としては、実施の形態１におけるＦｉｎｅセンシング実行ノードの選択方法と同様に、受信信号電力値の高い順、過去一定時間内でのセンシング回数の多い順、または、少ない順、端末局が搭載するバッテリ容量の大きい順、ランダムに端末局を選択、端末局ＩＤの大きい順、または、小さい順、などの選択指標を用いて、Ｃｏａｒｓｅセンシング実行可能な端末局数まで選択する方法が適用できる。

【０１４６】

図２２は、本実施形態における端末局２０２のセンシングタイミングの一例を示す説明図である。図２２では、端末局２０２－１および２０２－２を例にセンシングタイミングの例を示している。まず、端末局２０２－１および２０２－２が時間ｔ１のタイミングで第一の検出動作であるＣｏａｒｓｅセンシングを開始する。Ｃｏａｒｓｅセンシングの結果、端末局２０２－１はＦｉｎｅセンシング実行ノードに決定され、端末局２０２－２はＦｉｎｅセンシング実行ノードとして決定されなかったものとする。この場合、センシング制御部４１０は、端末局２０２－１に対して、時間ｔ２のタイミングで第二の検出動作であるＦｉｎｅセンシングを実行するよう指示をだす。一方、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードに決定されなかった端末局２０２－２に対しては、時間ｔ２のタイミングで第二の検出動作としてＣｏａｒｓｅセンシングを実行するよう指示をだす。指示に従って、端末局２０２－１は、所定の継続時間ΔＴｒを経過するまで、または、Ｆｉｎｅセンシング結果における受信信号電力値が、当該端末局がＦｉｎｅセンシングノードに決定された直後の１回目のＦｉｎｅセンシングにおける信号電力値の所定の割合以下になるまで、第二の検出動作であるＦｉｎｅセンシングを繰り返し実行する。また、端末局２０２－２は、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードと決定されるまで、第二の検出動作としてＣｏａｒｓｅセンシングを繰り返し実行する。

【０１４７】

また、図２３は、本実施形態における端末局２０２のセンシングタイミングの他の例を示す説明図である。センシング制御部４１０は、図２３に示すように、Ｃｏａｒｓｅセンシングの実行回数を減らして、端末局の消費電力と、センシング結果の送信に使用する無線リソースを削減することも可能である。

【０１４８】

ここで、第１の実施形態と同様に、ＣｏａｒｓｅセンシングとＦｉｎｅセンシングのセンシング時間とセンシング周期は、それぞれ異なる値と設定することが可能である。

【０１４９】

また、第１の実施形態と同様に、センシング制御部４１０は、Ｆｉｎｅセンシングによる信号検出の結果に基づいて、Ｃｏａｒｓｅセンシングを行う周波数ブロックの構成を適応的に制御することが可能である。

【０１５０】

以上のように、本実施形態によれば、所定の期間中、端末局をＣｏａｒｓｅセンシング実行ノードとＦｉｎｅセンシング実行ノードに分けることにより、期間毎にＣｏａｒｓｅセンシングの実行とＦｉｎｅセンシングの実行を分けて行うのに比べて、Ｆｉｎｅセンシングのセンシング回数を増加することができる。このため、利用対象の周波数帯域が使用されているかどうかを、全周波数帯域の使用状況を把握した上で高精度に推定することが

できる。
【０１５１】
また、この推定結果に基づいて、自無線システム１２において、通信または放送に使用する無線リソースの管理を適切に行なうことにより、他の無線システム１１に割り当てられているまたは優先的な使用が許可されている周波数帯域を有効に利用することができる。なお、他の点に関しては第１の実施形態と同様である。また、第１の実施形態において説明した各種変形例は、第２の実施形態に対しても同様に適用可能である。
【０１５２】
実施形態３．
次に、本発明の第３の実施形態について説明する。本実施形態では、他の無線システムに複数の基地局が存在する場合に、基地局毎に周波数ブロックを分割してＦｉｎｅセンシング実行ノードを決定する。
【０１５３】
図２４は、本実施形態における自無線システムと他の無線システムとの関係を示す説明図である。図２４に示す例では、本実施形態における無線システム１２と、他の無線システム１１とを併せて、無線システム１０Ａとして示している。また、図２４に示す例では、他の無線システム１１が、複数の基地局（基地局１０１、５０１、６０１）を備える例を示している。
【０１５４】
図２５は、利用対象の周波数帯域において、他の無線システム１１の基地局１０１、５０１、６０１が使用するチャネルの構成および周波数ブロック構成の例を示す説明図である。図２５では、基地局１０１がチャネルＣ１，Ｃ２，Ｃ３，Ｃ４を使用し、基地局５０１がチャネルＣ５，Ｃ６，Ｃ７，Ｃ８を使用し、基地局６０１がチャネルＣ９，Ｃ１０，Ｃ１１，Ｃ１２を使用する例を示している。
【０１５５】
この場合、図２５に示すように、各基地局が使用するチャネルを分けて周波数ブロック（ＣＳＢ）を分割すればよい。図２５に示す例では、Ｃ１～Ｃ４を周波数ブロックＣＳＢ１とし、Ｃ５～Ｃ８をＣＳＢ２とし、Ｃ９～Ｃ１２をＣＳＢ３として分割している。各基地局が使用するチャネル情報は、他の無線システム１１において規定されるものであり、固定の場合もあるし可変の場合もある。予め他の無線システム１１の規定情報を入手して周波数ブロックを分割してもよく、可変値の場合には、変更になる度に他の無線システム１１の規定情報を入手して設定してもよい。情報の入手方法としては、他の無線システム１１に有線または無線にて接続して入手する方法や規定値が格納されているデータベースなどにアクセスして入手する方法等が挙げられる。
【０１５６】
本実施形態では、このようにして分割した周波数ブロックを用いて、自無線システムの端末局２０２にＣｏａｒｓｅセンシングを実行させる。そして、そのＣｏａｒｓｅセンシング結果に基づいて、基地局２０１は、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードおよびＦｉｎｅセンシング実行周波数ブロックを決定して他の無線システム１１の周波数帯域の使用状況を推定する。
【０１５７】
このとき、ノード決定しきい値情報、周波数ブロック決定しきい値情報を、周波数ブロックの分割単位とする基地局（すなわち、使用状況の推定対象とする他の無線システムの基地局）毎に設定し、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードおよびＦｉｎｅセンシング実行周波数ブロックも基地局毎に決定するものとする。
【０１５８】
また、図２６は、基地局１０１、５０１、６０１が使用するチャネルの構成および周波数ブロック構成の他の例を示す説明図である。図２６では、他の無線システム１１の基地局１０１、５０１、６０１が使用するチャネルが、連続的に配置されずに離散的に配置される例を示している。より具体的には、基地局１０１がチャネルＣ１，Ｃ４，Ｃ７，Ｃ１

０を使用し、基地局５０１がチャネルＣ２，Ｃ５，Ｃ８，Ｃ１１を使用し、基地局６０１がチャネルＣ３，Ｃ６，Ｃ９，Ｃ１２を使用する例を示している。

【０１５９】

この場合には、基地局毎の周波数ブロック（ＣＳＢ）として、各基地局が使用する離散的なチャネルを束ねるように構成する。すなわち、図２６に示す例では、チャネルＣ１とＣ４とＣ７とＣ１０とを束ねて１つの周波数ブロックＣＳＢ１とし、チャネルＣ２とＣ５とＣ８とＣ１１とを束ねて１つの周波数ブロックＣＳＢ２とし、チャネルＣ３とＣ６とＣ９とＣ１２とを束ねて１つの周波数ブロックＣＳＢ３とすればよい。そして、このような周波数ブロック構成を用いて、Ｃｏａｒｓｅセンシングを行い、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードおよびＦｉｎｅセンシング実行周波数ブロックを決定して、他の無線システム１１の周波数帯域の使用状況を推定する。

【０１６０】

なお、端末局２０２では、周波数ブロックが連続的に配置されずに離散的に配置される場合であっても、該当周波数帯域のセンシング結果を１つのＣｏａｒｓｅセンシング結果として基地局３０１に送信すればよい。例えば、端末局２０２は、該当周波数帯域分の信号を受信して、その検出信号に対して図５に示すセンシング部３０３のバンドパスフィルタ３０３３の設定を当該周波数ブロックが含む各チャネルの周波数帯域幅に設定するなどして、所望の周波数帯域幅の信号を抽出し、抽出した信号の受信信号電力値を算出してもよい。また、端末局２０２は、周波数ブロックが含む各チャネルごとに個別にセンシングを行い、それらのセンシング結果を合成（平均化したり加算したり）して、１つのＣｏａｒｓｅセンシング結果にして基地局２０１に送信することも可能である。周波数ブロックの構成がどのようなものであれ、ＣｏａｒｓｅセンシングとＦｉｎｅセンシングのようにセンシング解像度を分けて行えば、センシング結果を送信するための送信時間や情報量を少なくすることができる。

【０１６１】

なお、上記説明では、基地局毎に周波数ブロックを分割する構成で説明したが、本実施形態はこの態様に限定されない。例えば、他の無線システム１１の送信局（基地局１０１、５０１、６０１）の位置から自無線システム１２の基地局２０１の位置への方位が、基準となる方位から所定の値（例えば、３０度）以下となる他の無線システム１１の複数の送信局により、１つの周波数ブロックを構成することも可能である。この場合、１つの周波数ブロックは、他の無線システム１１の複数の基地局が使用する周波数チャネルで構成される。

【０１６２】

ここで、所定の方位の値は、予め自無線システム内で設定しておいてもよいし、端末局２０２で電波の到来方向推定を行った結果に基づいて可変の値として設定してもよい。

【０１６３】

以上のように、本実施形態によれば、他の無線システム１１に複数の基地局が存在する場合にも、利用対象の周波数帯域が使用されているかどうかを高精度に推定することができる。

【０１６４】

また、この推定結果に基づいて、自無線システム１２において、通信または放送に使用する無線リソースの管理を適切に行なうことにより、他の無線システム１１に割り当てられているまたは優先的な使用が許可されている周波数帯域を有効に利用することができる。

【０１６５】

なお、他の無線システム１１におけるチャネル情報の入手が困難で、図２７に示すように、１つの周波数ブロック（ＣＳＢ）内に、基地局１０１、５０１、６０１が使用するチャネルが存在する構成としてもよい。そのような場合には、第１の実施形態と同様に、基地局の区別なくセンシングパラメータの決定や信号検出を行えばよい。なお、そのような場合であっても、他の無線システム１１のいずれかの基地局に対する受信環境のよい端末

局がＦｉｎｅセンシング実行ノードとして選択されるため、全ての基地局に対して網羅的に周波数帯域の使用状況の推定が可能となる。

【０１６６】

なお、本実施形態においても、第１および第２の実施形態と同様、センシング制御部４１０は、Ｆｉｎｅセンシングによる信号検出の結果に応じて、Ｃｏａｒｓｅセンシングを行う周波数ブロックの構成を適応的に制御することが可能である。なお、他の点に関しても第１の実施形態や第２の実施形態と同様でよい。第１および第２の実施形態において説明した各種変形例は、本実施形態に対しても同様に適用可能である。

【０１６７】

なお、本実施形態では、他の無線システム１１に複数の基地局が存在する場合について説明したが、本実施形態の方法（周波数ブロックの分割方法やしきい値の設定方法）は、複数の基地局が同一の無線システムに属している場合に限定されない。複数の基地局がそれぞれ異なる無線システムに属し、複数の他の無線システムが存在する場合にも同様に、本実施形態の方法を適用できる。

【０１６８】

実施形態４．

次に、本発明の第４の実施形態について説明する。上記第１～第３の実施形態では、協調センシングにＣｏａｒｓｅセンシングとＦｉｎｅセンシングを行う二段階センシングを適用する場合を例に用いて説明した。しかし、本発明はＣｏａｒｓｅセンシングとＦｉｎｅセンシングを行う二段階センシングを適用する場合に限定されない。そこで、本実施形態では、Ｃｏａｒｓｅセンシングとファインセンシングの二段階センシング以外の協調センシングの例を示す。具体的には、本実施形態では、端末局のセンシング結果を基に、センシング実行ノードの周期を決定する。

【０１６９】

本実施形態においても、図３に示すシステム構成図を用いて説明する。なお、本実施形態では、全ての端末局がチャネル毎にセンシングを行う場合（Ｆｉｎｅセンシングを行う場合）において、端末局のセンシング結果を基にセンシング実行ノードの周期を決定する協調センシング手法を例に説明する。なお、センシング実行ノードの周期を決定する協調センシング手法は、全ての端末局がチャネル毎にセンシングを行う場合に限らず、どのようなセンシングに対しても適用可能である。例えば、二段階センシングを行う場合も適用可能である。

【０１７０】

端末２０２の構成は、図４に示す第１の実施形態と同様でよい。すなわち、各端末局２０２は、基地局２０１から送信されるセンシング制御情報を元に、センシング（本例ではＦｉｎｅセンシング）を実行し、その結果を基地局２０１に送信する。

【０１７１】

図２８は、本実施形態の基地局２０１の受信系の構成例を示すブロック図である。図２８に示す基地局２０１は、図６に示す第１の実施形態における構成と比べて、周波数ブロック決定部４０８の代わりにセンシング周期決定部４１８を備える点、ノード決定部４０７の代わりにノード決定部４０７Ｂを備える点が異なる。

【０１７２】

本実施形態のセンシング結果切替部４０４は、復調／復号部４０３から出力されるセンシング結果（受信信号電力値）を、センシング段階に応じて、ノード決定部４０７Ｂおよびセンシング周期決定部４１８、または信号検出部４０９に入力する。なお、当該基地局２０１においてもセンシングを行う場合には、センシング部４０６から出力されるセンシング結果も併せて出力する。本実施形態では、センシング結果切替部４０４は、第１のセンシング段階である場合には、センシング結果をノード決定部４０７Ｂおよびセンシング周期決定部４１８に入力する。一方、第２のセンシング段階である場合には、センシング結果を信号検出部４０９に入力する。なお、センシング周期決定部４１８へのセンシング結果の入力は省略可能である。すなわち、センシング周期決定部４１８には、ノード決定

部４０７Ｂから出力される、後述のノード決定情報が入力されればよい。
【０１７３】
ノード決定部４０７Ｂは、ノード決定しきい値とセンシング結果である受信信号電力値とを比較し、しきい値以上となるノードとしきい値未満となるノードを決定する。また、この決定結果をノード決定情報としてセンシング制御部４１０とセンシング周期決定部４１８とに出力する。ノード決定情報は、例えば、しきい値以上となるノードの端末局ＩＤと、しきい値未満となるノードの端末局ＩＤとを含む情報とすることができる。
【０１７４】
センシング周期決定部４１８は、ノード決定情報に基づいて、各端末局のセンシング周期を決定する。例えば、ノード決定しきい値以上となる端末局のセンシング周期はΔＴ、ノード決定しきい値未満となる端末局のセンシング周期は（２×ΔＴ）のように設定する。各ノードのセンシング周期は、センシング周期情報としてセンシング制御部４１０に出力される。
【０１７５】
センシング制御部４１０は、ノード決定部４０７Ｂから出力されるノード決定情報とセンシング周期決定部４１８から出力される周波数ブロック決定情報と、無線リソース管理部４１１から出力される無線リソース管理情報とに基づいて、センシングの制御を行う。本実施形態では、例えば、第１のセンシング段階開始時（初めてＦｉｎｅセンシングを始める段階）では、各Ｆｉｎｅセンシング実行ノードに対してどの周波数ブロックをセンシングさせるかといった周波数ブロックの割当等を行い、それを指示するための制御情報を生成する。また、例えば、第２のセンシング段階開始時（２回目以降のＦｉｎｅセンシングを始める段階）では、引き続き各Ｆｉｎｅセンシング実行ノードに対してどの周波数ブロックをセンシングさせるかといった周波数ブロックの割当を行うが、その際、入力されるノード決定情報とセンシング周期情報とに基づいて、各端末が決められたセンシング周期でセンシングを実行するように、それらを指示する制御情報を生成してもよい。
【０１７６】
図２９は、ノード決定部４０７Ｂにおけるノード決定動作の一例を示す説明図である。ここでは、端末２０２－１と端末２０２－２のセンシング結果を例に用いて説明する。図２９に示す例では、端末局２０２－１のセンシング結果がノード決定しきい値より大きく、端末局２０２－２のセンシング結果はノード決定しきい値よりも低い。このような場合には、ノード決定部４０７Ｂは、端末局２０２－１のセンシング周期をΔＴ、端末局２０２－２のセンシング周期を（２×ΔＴ）と設定する。このように、センシング結果の受信信号電力値が大きな端末局は、受信環境がよいと推定されるため、センシング結果の受信信号電力値が小さな端末局よりもセンシング周期を短く設定する。
【０１７７】
なお、上記例では、ノード決定しきい値が１つの場合で説明した。しかし、ノード決定しきい値が２つ以上の場合にも本発明の適用は可能である。
【０１７８】
図３０は、ノード決定部４０７Ｂにおけるノード決定動作の他の例を示す説明図である。ノード決定しきい値を２つ（ノード決定しきい値Ａ、ノード決定しきい値Ｂ、ノード決定しきい値Ａ＞ノード決定しきい値Ｂ）設定する場合、センシング結果と２つのノード決定しきい値との関係により、ノード決定情報を出力する。例えば、ノード決定しきい値Ａ以上のセンシング結果を送信した端末局、ノード決定しきい値Ｂ以上で、かつノード決定しきい値Ａ未満のセンシング結果を送信した端末局、ノード決定しきい値Ｂ未満のセンシング結果を送信した端末局、のように、複数レベルでの判定結果をノード決定情報として出力する。
【０１７９】
このような場合であっても、センシング周期決定部４１８は、入力されるノード決定情報を基に、端末局のセンシング周期を決定する。上記例では、例えば、ノード決定しきい値Ａ以上のセンシング結果を送信した端末局のセンシング周期はΔＴ、ノード決定しきい

値Ｂ以上で、かつノード決定しきい値Ａ未満のセンシング結果を送信した端末局のセンシング周期は（２×ΔＴ）、ノード決定しきい値Ｂ未満のセンシング結果を送信した端末局のセンシング周期は（３×ΔＴ）と設定してもよい。

【０１８０】

なお、図３０に示す例では、端末局２０２－１および２０２－２のセンシング結果をノード決定しきい値ＡおよびＢと比較すると、端末局２０２－１のセンシング結果がノード決定しきい値Ａより大きく、端末局２０２－２のセンシング結果はノード決定しきい値Ｂよりも低い。このような場合には、例えば、端末２０２－１を第１レベルのノードであると決定し、端末２０２－２を第３レベルのノードであると決定し、その旨を示すノード決定情報を出力してもよい。そして、センシング周期決定部４１８は、そのようなノード決定情報を元に、端末局２０２－１のセンシング周期をΔＴ、端末局２０２－２のセンシング周期を（３×ΔＴ）と設定する。

【０１８１】

なお、上記説明では、センシング周期はΔＴ、（２×ΔＴ）、（３×ΔＴ）として説明したが、センシング周期の設定値は上記の値に限定されるものではなく、センシング周期の最小単位をΔＴとして、ΔＴのｎ倍（ｎは任意の正の整数）として設定することも可能である。また、センシング周期の最小単位ΔＴのｎ倍とせずに、任意の周期として端末局毎に設定することも可能である。

【０１８２】

また、本実施形態では、前のセンシング結果を元に次のセンシング実行ノードの周期を決定する例を示したが、例えば、最も低いノード決定しきい値未満のセンシング結果を送信する端末局では、センシングを行わないように決定することもできる。

【０１８３】

図３１は、本実施形態における端末局２０２のセンシングタイミングの一例を示す説明図である。図３１に示す例では、端末局２０２－１および２０２－２は、時間ｔ１のタイミングで第１の検出動作であるＦｉｎｅセンシングを開始する。Ｆｉｎｅセンシングの結果、端末局２０２のセンシング周期がΔＴ、端末局２０３のセンシング周期が２ΔＴに決定されたとする。この場合、端末局２０２－１には以降のセンシングを周期ΔＴで行う旨のセンシング制御信号が通知され、端末２０２－２には以降のセンシングを周期２ΔＴで行う旨のセンシング制御信号が通知される。各端末２０２は、それぞれ新たな周期が決定されるまで、決定された周期にしたがって第二の検出動作であるＦｉｎｅセンシングを繰り返し実行する。本例の場合、端末２０２－１は、以降時間ｔ２、ｔ３、ｔ４、ｔ５、・・・のタイミングでＦｉｎｅセンシングを実行する。また、端末局２０２－２は、以降時間ｔ３、ｔ５、・・・のタイミングでＦｉｎｅセンシングを実行する。

【０１８４】

このとき、基地局２０１のカバーエリア内に存在する端末局数が多い場合には、Ｆｉｎｅセンシング実行前に、全端末局でＣｏａｒｓｅセンシングを実行し、その結果に基づいてＦｉｎｅセンシング実行ノードを決定した後に、それぞれの端末局のＦｉｎｅセンシング実行周期を決定することも可能である。

【０１８５】

図３２にその例を示す。図３２は、端末局２０２のセンシングタイミングの他の例を示す説明図である。図３２に示すように、端末局がｘからｙまで数多く存在する場合には、全端末局が時間ｔ１でＣｏａｒｓｅセンシングを行い、そのセンシング結果を用いてＦｉｎｅセンシング実行ノードを決定し、決定したＦｉｎｅセンシングノードにＦｉｎｅセンシングを実行させ、そのセンシング結果を用いて、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードのセンシング周期を決定するようにしてもよい。本例では、時間ｔ１の各端末でのＣｏａｒｓｅセンシングの結果、Ｆｉｎｅセンシング実行ノードが端末２０２－１と２０２－２に決定する。端末局２０２－１、２０２－２は、それぞれ時間ｔ２でＦｉｎｅセンシングを実行し、そのセンシング結果を用いて、端末局２０２－１および２０２－２のＦｉｎｅセンシング周期をΔＴと２ΔＴに決定している。なお、基地局２０１の構成としては、図２８に

示した構成に加えて、第１の実施形態におけるノード決定部４０７と周波数ブロック決定部４０８に相当する手段を備えていればよい。なお、ノード決定部４０７と周波数ブロック決定部４０８とは必ずしも両方を備える必要はなく、チャネル数が少ない等の理由により予め決まった周波数帯域をセンシング対象とする場合や、予め決まった端末局をセンシング実行ノードとする場合などにはいずれか一方のみを備える構成も可能である。

【０１８６】

ここで、第１の実施形態と同様に、ＣｏａｒｓｅセンシングとＦｉｎｅセンシングのセンシング時間とセンシング周期は、それぞれ異なる値と設定することも可能である。

【０１８７】

また、第１の実施形態と同様に、端末局２０２と他の無線システム１１の基地局１１との間の距離が所定の値より近い端末局のみがＦｉｎｅセンシングを実行する構成とすることも可能である。

【０１８８】

以上のように、本実施形態によれば、利用対象の周波数帯域が使用されているかどうかを高精度に推定することができる。また、センシングを行う端末局全体の消費電力を削減し、かつセンシング結果を送信するための無線リソースの使用量を削減することができる。

【０１８９】

また、この推定結果に基づいて、自無線システム１２において、通信または放送に使用する無線リソースの管理を適切に行うことにより、他の無線システム１１に割り当てられているまたは優先的な使用が許可されている周波数帯域を有効に利用することができる。なお、他の点に関しては第１の実施形態や第２の実施形態や第３の実施形態と同様でよい。また、第１～第３の実施形態において説明した各種変形例は、本実施形態に対しても同様に適用可能である。

【０１９０】

例えば、上記説明では、端末局において受信信号電力値を算出して基地局に送信し、基地局において、しきい値と比較して使用状況を推定する例を示したが、例えば、端末局において、受信信号電力値としきい値との比較までを実行し、比較結果をセンシング結果として基地局へ送信する構成とすることも可能である。

【０１９１】

また、周波数帯域の使用状況推定を基地局側で行わず、端末局において行うようにしてもよい。具体的には、端末局２０２は、例えば、基地局２０１のセンシング結果切替部４０４と、ノード決定部４０７Ｂと、センシング周期決定部４１８と、信号検出部４０９と同等の構成を備え、利用対象の周波数帯域が他の無線システム１１によって使用されているか否かの推定を行い、推定結果を基地局２０１に通知してもよい。このような場合には、基地局２０１は、センシング結果切替部４０４と、ノード決定部４０７Ｂと、センシング周期決定部４１８と、信号検出部４０９とを省略可能となる。なお、センシング制御部４１０と無線リソース管理部４１１は、復調／復号部４０３から、直接、ノード決定情報、センシング周期情報、使用状況推定結果を得ればよい。

【０１９２】

なお、この場合、端末局での判定に用いる各種しきい値（ノード決定しきい値、信号検出しきい値）は、基地局２０１から端末局に通知する必要がある。従って、基地局２０１は、各種しきい値をセンシング情報に含めて端末局に通知したり、または報知チャネルにより端末局へ通知したりする。

【０１９３】

上記の構成の他に、例えば、基地局２０１には信号検出部４０９を備え、端末局にはノード決定部４０７Ｂを備える構成とするなど、構築する無線システムに合わせて柔軟に、適切な構成とすることも可能である。

【０１９４】

また、基地局の代わりに、ある端末局が他の端末局のセンシング結果を収集して利用対

象の周波数帯域の使用状況の推定を行う構成とすることも可能である。ここで、基地局と端末局の間に中継局が存在する場合も想定されるが、中継局は基地局に接続する端末局の一種と考えることもできるし、端末局が接続する基地局の一種と考えることもでき、中継局において利用対象の周波数帯域の使用状況の推定を行うことを排除するものではない。

【０１９５】

例えば、複数の端末局間でネットワークを構成する場合には、センシング結果を基地局に送信せずに、所定の端末局（例えば、利用対象の周波数帯域の使用状況の推定を行う端末局）がセンシング制御や無線リソース管理を行い、複数の端末局間で通信または放送を行うことも可能である。この場合、所定の端末局は、センシング制御部と無線リソース管理部を備える。この場合のセンシング制御部無線リソース管理部は、図６に示すセンシング制御部４１０と無線リソース管理部４１１と同じものを採用することができる。センシング制御部と無線リソース管理部は、自または他の端末局、あるいは、基地局２０１から受信するノード決定情報、センシング周期情報、使用状況推定結果に基づいて、センシング制御と無線リソース管理を行えばよい。

【０１９６】

なお、本実施形態では、他の無線システム１１の基地局１０１からの受信信号電力を算出して利用対象の周波数帯域の使用状況の推定を行っているが、センシングのアルゴリズムは、信号電力算出アルゴリズムに限るものではない。例えば、他の無線システム１１の基地局１０１からの受信信号電力と自無線システム１２の基地局２０１からの受信信号電力との電力比を算出し、それを用いて利用対象の周波数帯域の使用状況の推定を行うことも可能である。

【０１９７】

また、使用状況の推定を行う対象は、他の無線システム１１の基地局１０１として説明したが、例えば、他の無線システム１１の端末局（図示せず）が送信局となる場合には、使用状況の推定を行う対象を該端末局とする構成も可能である。

【０１９８】

また、無線リソース管理の一例として、例えば、無線リソース管理部４１１は、通信方式や変調方式、符号化率の管理を行うことも可能である。

【０１９９】

次に、本発明の概要について説明する。本発明は、複数の無線機による第１の検出動作（例えば、Ｃｏａｒｓｅセンシング）の結果に基づいて、その後に行う第２の検出動作（例えば、Ｆｉｎｅセンシング）の動作パラメータを適応的に変化させ、その動作パラメータをもってされた第２の検出動作の結果に基づいて、利用対象の周波数帯域の使用状況を推定することを特徴としている。変化させる動作パラメータの例として、第２の検出動作を行う無線機を特定するもの、第２の検出動作における検出対象の周波数の範囲や周波数の解像度、時間周期などが挙げられるが、この限りではない。

【０２００】

図３３および図３４は、本発明の概要を示すブロック図である。なお、図３３は、本発明を無線システムに適用した場合の構成例を示すブロック図である。図３３に示す無線システム７００は、検出動作パラメータ決定手段７０１と、検出動作実行手段７０２とを備える。

【０２０１】

検出動作パラメータ決定手段７０１は、他の無線システムの無線機から送信される信号を検出する検出部を備える複数の無線機からの第１の検出動作の結果に基づいて、第１の検出動作の後に行う第２の検出動作の動作パラメータを決定する。なお、検出動作パラメータ決定手段７０１は、上記実施形態では、例えば、ノード決定部４０７，４０７Ａ，４０７Ｂや、周波数ブロック決定部４０８、第２のノード決定部４１６、第２の周波数ブロック決定部４１７、センシング周期決定部４１８として示されている。

【０２０２】

検出動作実行手段７０２は、検出動作パラメータ決定手段７０１によって決定された動

作パラメータに従って、第２の検出動作を実行する。なお、検出動作実行手段７０２は、上記実施形態では、センシング部３０３として示されている。なお、センシング３０３に制御指示を出すセンシング制御部４１０も含めて、検出動作実行手段７０２としてもよい。

【０２０３】

このような構成を備えることによって、センシングによる空きチャネルの推定精度の向上と、センシングノード全体の消費電力の低減および無線リソース量の低減とを同時に充足することが可能になる。

【０２０４】

なお、検出動作パラメータ決定手段は、第２の検出動作の動作パラメータとして、第２の検出動作を行う無線機を決定してもよい。

【０２０５】

また、検出動作パラメータ決定手段は、第２の検出動作の動作パラメータとして、第２の検出動作における検出対象の周波数の範囲、周波数の解像度、複数回繰り返し実行される第２の検出動作の時間周期または第２の検出動作の継続時間のうち少なくとも１つを決定してもよい。

【０２０６】

また、検出動作実行手段は、ある２つの検出動作を一連の検出動作とし、一連の検出動作を複数回繰り返し実行してもよい。

【０２０７】

また、検出動作パラメータ決定手段は、一連の検出動作における後段の検出動作である第２の検出動作の結果に基づいて、第２の検出動作の後に行う一連の検出動作における第１の検出動作の動作パラメータを決定し、検出動作実行手段は、検出動作パラメータ決定手段によって決定された動作パラメータに従って、第１の検出動作を実行してもよい。

【０２０８】

また、検出動作実行手段は、第２の検出動作を、第２の検出動作開始から経過時間が所定の値以下または第２の検出動作の結果が所定の値以上のうち少なくともいずれか１つを満足する限り継続して実行してもよい。

【０２０９】

また、図３４は、本発明を基地局や端末局といった無線機に適用した場合の構成例を示すブロック図である。図３４に示す無線機８０１は、検出動作パラメータ決定手段７０１と、無線動作制御手段７０３と、推定手段７０４とを備える。なお、検出動作実行手段７０２は、当該無線機８０１を含む自無線システムの無線機のうち１つ以上の無線機が備えていればよい。図３４に示す例では、当該無線機８０１と自無線システムの他の無線機８０２，８０３がそれぞれ検出動作実行手段７０２を備える例を示している。

【０２１０】

なお、検出動作パラメータ決定手段７０１は、図３２で示した無線システムにおける検出動作パラメータ決定手段７０１と同様でよい。

【０２１１】

無線動作制御手段７０３は、検出動作パラメータ決定手段７０１によって決定された動作パラメータに従って、自無線システムの無線機のうちの１以上の無線機に対して第２の検出動作を行わせるための所定の制御を行う。なお、無線動作制御手段７０３は、上記実施形態では、例えば、センシング制御部４１０として示されている。

【０２１２】

推定手段７０４は、検出動作制御手段７０３の制御により行われた第２の検出動作の結果に基づいて、他の無線システムに割り当てられたまたは優先的な使用が許可された周波数帯域の使用状況を推定する。なお、推定手段７０４は、上記実施形態では、例えば、信号検出部４０９として示されている。

【０２１３】

（付記１）さらに、本発明の無線システムにおいて、他の無線システムの送信局からの

距離が所定の値よりも近い無線機が第１の検出動作を行ってもよい。

【０２１４】

（付記２）また、第１の検出動作として、検出対象である複数の周波数チャネルのうち２個以上の周波数チャネルをグループ化した周波数ブロックを単位にした検出動作を行ってもよい。

【０２１５】

（付記３）また、周波数ブロックは、検出動作を行う地点への方位が所定の値以下となる他の無線システムの送信局で使用されている周波数チャネルを束ねたものであってもよい。

【０２１６】

（付記４）また、パラメータ決定手段は、第２の検出動作の後に行う第１の検出動作のパラメータとして、第１の検出動作における検出動作単位となる周波数ブロックの構成を決定してもよい。

【０２１７】

（付記５）また、本発明の無線システムにおいて、動作パラメータの決定は、基地局で実施されてもよい。

【０２１８】

（付記６）また、本発明の無線システムにおいて、動作パラメータの決定は、端末局で実施されてもよい。

【０２１９】

（付記７）また、動作パラメータの決定が端末局で実施される場合には、動作パラメータを決定するために必要な情報を、基地局から端末局に対して送信してもよい。

【０２２０】

（付記８）また、本発明の無線機において、無線動作制御手段は、ある２つの検出動作を一連の検出動作とし、一連の検出動作を複数回繰り返し実行してもよい。

【０２２１】

（付記９）さらに、本発明の無線機において、検出動作パラメータ決定手段が、一連の検出動作における後段の検出動作である第２の検出動作の結果に基づいて、第２の検出動作の後に行う一連の検出動作における第１の検出動作の動作パラメータを決定する場合には、無線動作制御手段は、検出動作パラメータ決定手段によって決定された動作パラメータに従って、第１の検出動作を行わさせるための所定の制御を行ってもよい。

【０２２２】

（付記１０）また、本発明のセンシング方法において、第２の検出動作の動作パラメータとして、第２の検出動作を行う無線機を決定してもよい。

【０２２３】

（付記１１）また、本発明のセンシング方法において、第２の検出動作の動作パラメータとして、第２の検出動作における検出対象の周波数の範囲、周波数の解像度、複数回繰り返し実行される第２の検出動作の時間周期または第２の検出動作の継続時間のうち少なくとも１つを決定してもよい。

【０２２４】

（付記１２）また、本発明のセンシング方法において、ある２つの検出動作を一連の検出動作とし、一連の検出動作を複数回繰り返し実行してもよい。

【０２２５】

（付記１３）また、本発明のセンシング方法において、一連の検出動作における後段の検出動作である第２の検出動作の結果に基づいて、第２の検出動作の後に行う一連の検出動作における第１の検出動作の動作パラメータを決定し、決定された動作パラメータに従って、第１の検出動作を実行してもよい。

【０２２６】

（付記１４）また、本発明のセンシング方法において、第２の検出動作を、第２の検出動作開始から経過時間が所定の値以下または第２の検出動作の結果が所定の値以上のうち

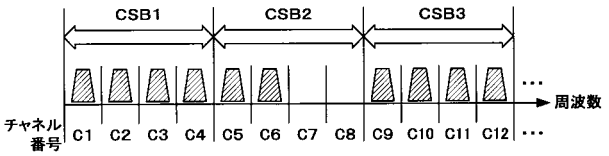
少なくともいずれか１つを満足する限り継続して実行してもよい。
【０２２７】
（付記１５）また、本発明の無線機制御プログラムは、コンピュータに、第２の検出動作の動作パラメータとして、第２の検出動作を行う無線機を決定させてもよい。
【０２２８】
（付記１６）また、本発明の無線機制御プログラムは、コンピュータに、第２の検出動作の動作パラメータとして、第２の検出動作における検出対象の周波数の範囲、周波数の解像度、複数回繰り返し実行される第２の検出動作の時間周期または第２の検出動作の継続時間のうち少なくとも１つを決定させてもよい。
【０２２９】
（付記１７）また、本発明の無線機制御プログラムは、コンピュータに、ある２つの検出動作を一連の検出動作とし、一連の検出動作を複数回繰り返し実行させてもよい。
【０２３０】
（付記１８）また、本発明の無線機制御プログラムは、コンピュータに、一連の検出動作における後段の検出動作である第２の検出動作の結果に基づいて、第２の検出動作の後に行う一連の検出動作における第１の検出動作の動作パラメータを決定させてもよい。
【０２３１】
（付記１９）また、本発明の無線機制御プログラムは、コンピュータに、第２の検出動作を、第２の検出動作開始から経過時間が所定の値以下または第２の検出動作の結果が所定の値以上のうち少なくともいずれか１つを満足する限り継続して実行させてもよい。
【０２３２】
（付記２０）なお、付記１～４に記載された事項は、本発明の無線機、センシング方法、無線機制御プログラムにも同様に適用可能である。
【産業上の利用可能性】
【０２３３】
本発明は、複数の無線通信システムで周波数を共用して使用する場合に、他の無線通信システムに影響を与えずに周波数帯域を使用可能か否かを判定する用途に好適に適用可能である。
【符号の説明】
【０２３４】
１０　無線システム
１１　他の無線システム
１２　自無線システム
１０１，５０１，６０１　（他の無線システムの）基地局
２０１　（自無線システムの）基地局
２０２－１，２０２－２　端末局
３０１　送受信アンテナ
３０２　センシング・無線送受信切替部（第１のスイッチ）
３０３，３０３Ａ　センシング部
３０３１　直交復調部
３０３２　シンセサイザ部
３０３３　バンドパスフィルタ
３０３４　電力値算出部
３０３５　電力値判定部
３０４　無線送受信部
３０５　復調・変調切替部（第２のスイッチ）
３０６　復調／復号部
３０７　変調部
３０８　位置情報推定部
４０１　受信用アンテナ

４０２　無線受信部
４０３　復調／復号部
４０４，４０４Ａ　センシング結果切替部（スイッチ）
４０５　電波検出用アンテナ
４０６　センシング部
４０７，４０７Ａ，４０７Ｂ　ノード決定部
４０８　周波数ブロック決定部
４０９　信号検出部
４１０　センシング制御部
４１１　無線リソース管理部
４１２　制御信号生成部
４１３　変調部
４１４　無線送信部
４１５　送信アンテナ
４１６　第２のノード決定部
４１７　第２の周波数ブロック決定部
４１８　センシング周期決定部
７００　無線システム
７０１　検出動作パラメータ決定手段
７０２　検出動作実行手段
７０３　検出動作制御手段
７０４　検出手段
８０１　無線機（自無線システムの基地局または端末局）
８０２，８０３　他の無線機

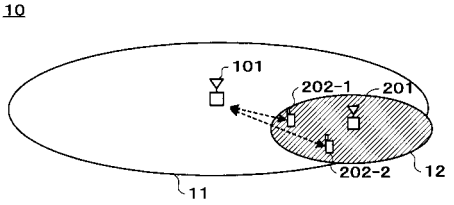
【図１】



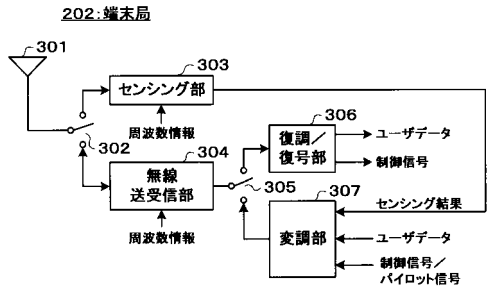
【図２】



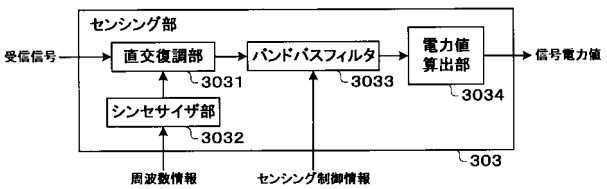
【図３】



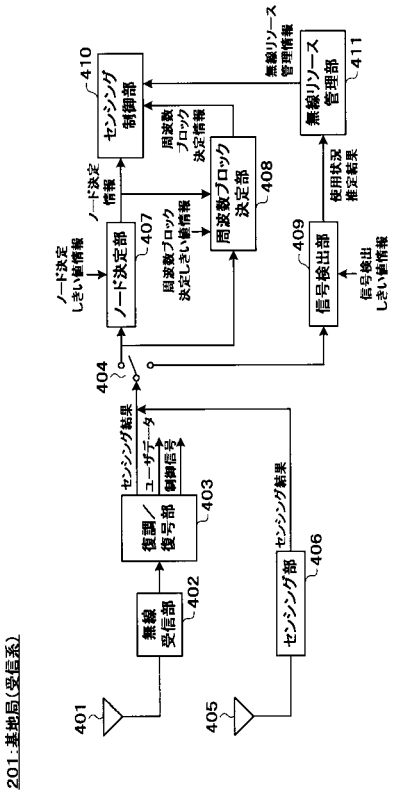
【図４】



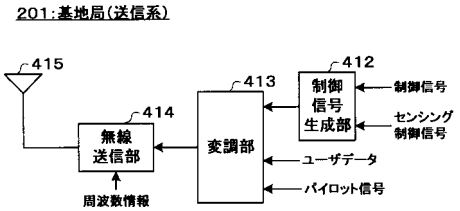
【図５】



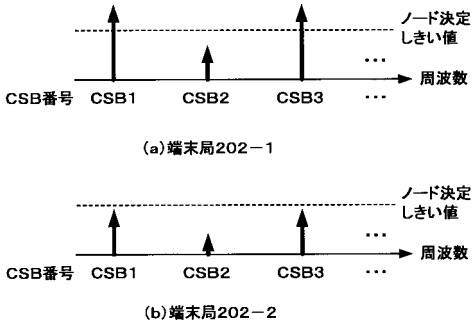
【図６】



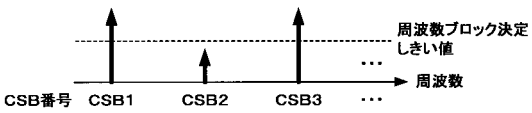
【図７】



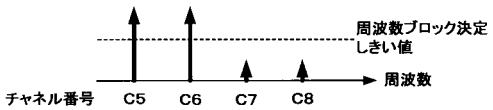
【図８】



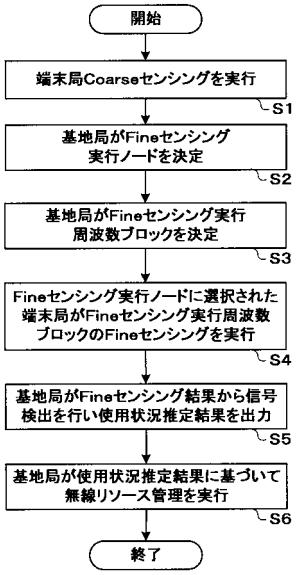
【図９】



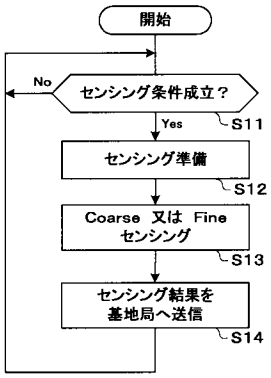
【図１０】



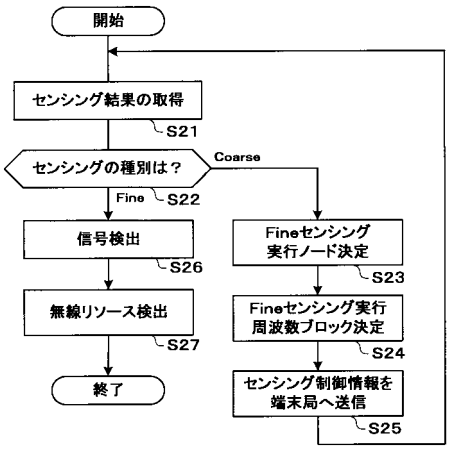
【図１１】



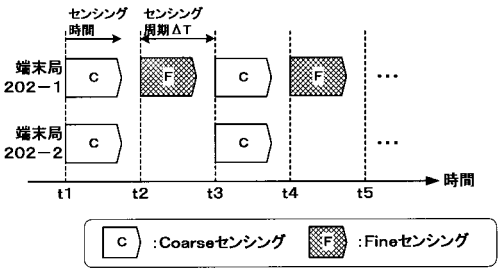
【図１２】



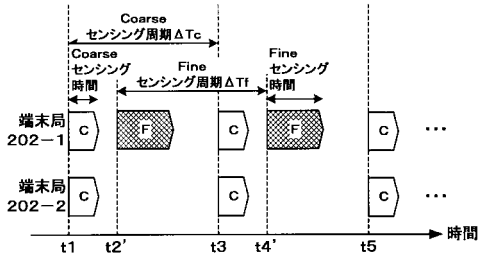
【図１３】



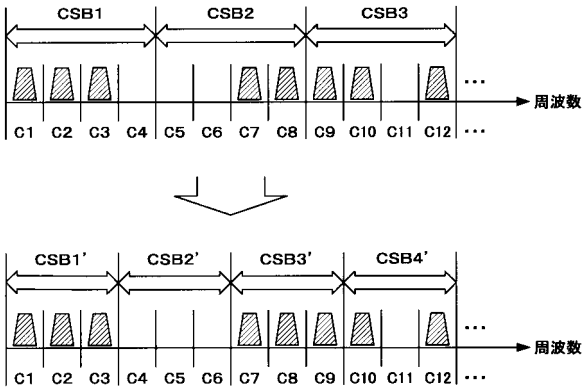
【図１４】



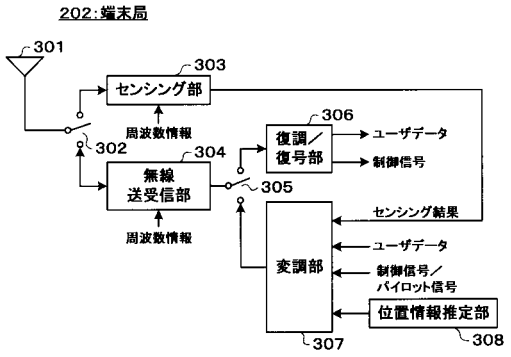
【図１５】



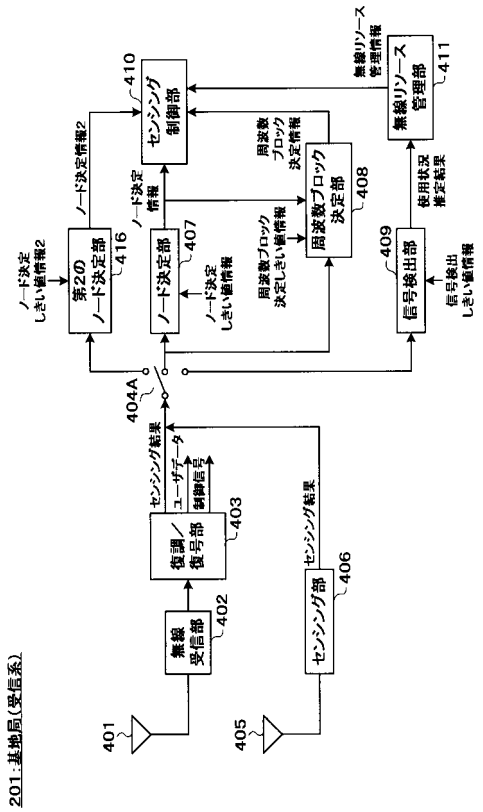
【図１６】



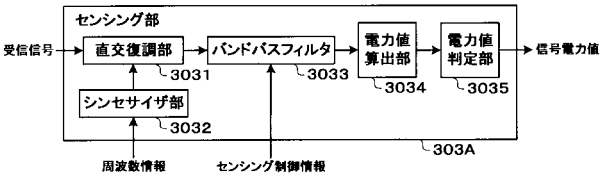
【図１７】



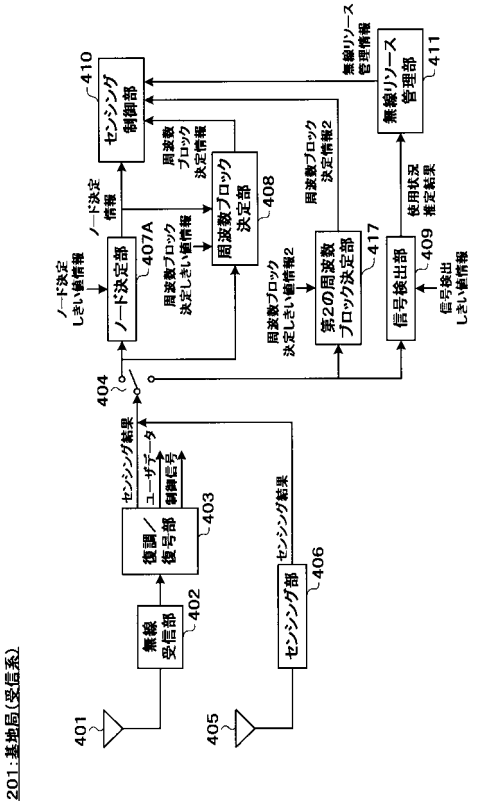
【図１８】



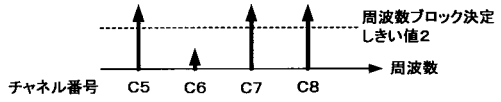
【図１９】



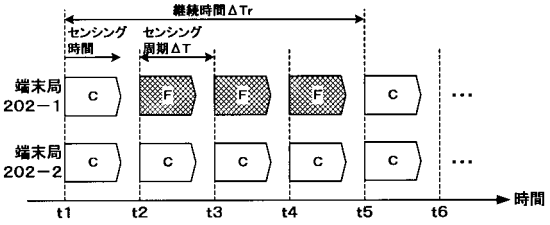
【図２０】



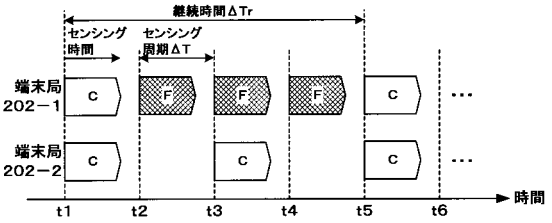
【図２１】



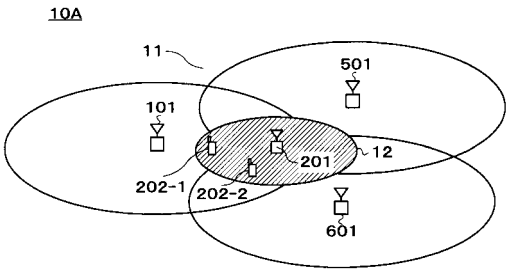
【図２２】



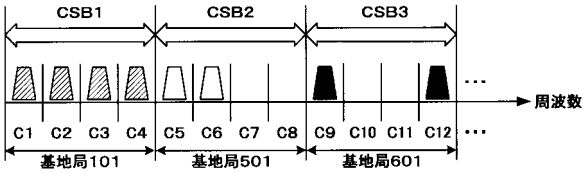
【図２３】



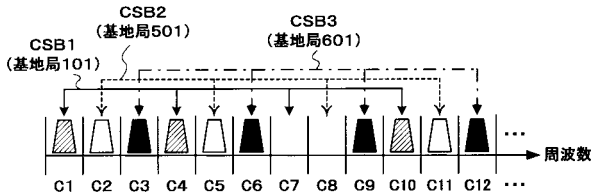
【図２４】



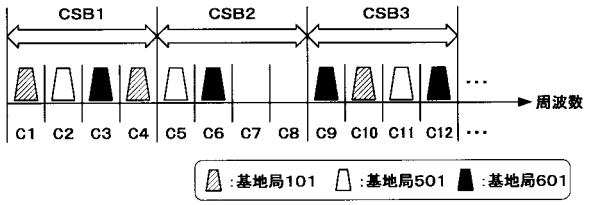
【図２５】



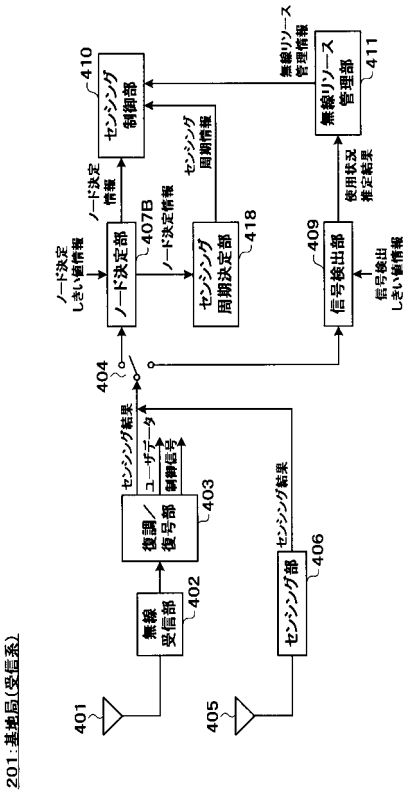
【図２６】



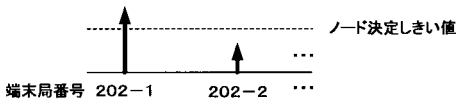
【図２７】



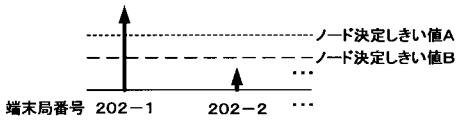
【図２８】



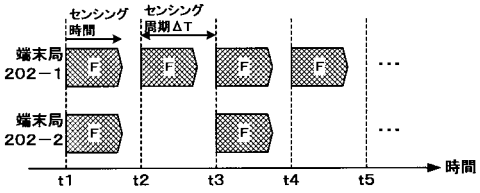
【図２９】



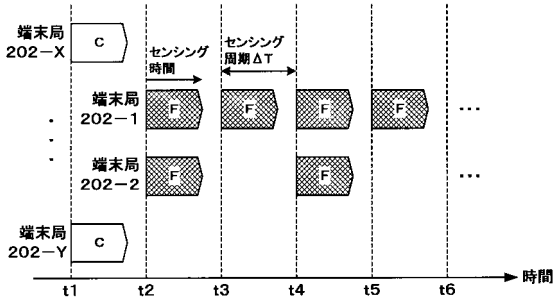
【図３０】



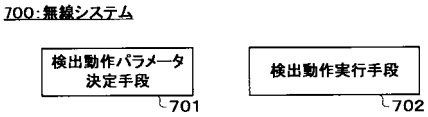
【図３１】



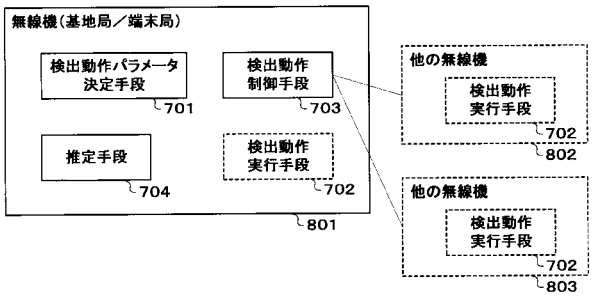
【図３２】



【図３３】



【図３４】



フロントページの続き

(72)発明者　有吉　正行
東京都港区芝五丁目７番１号　日本電気株式会社内

Ｆターム(参考) 5K067 AA03　AA11　AA43　BB04　BB21　DD44　EE02　EE10　EE61　EE71