

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5688332号
(P5688332)

(45) 発行日 平成27年3月25日(2015.3.25)

(24) 登録日 平成27年1月30日(2015.1.30)

(51) Int.Cl. F I
HO 4 W 16/14 (2009.01) HO 4 W 16/14
HO 4 W 72/08 (2009.01) HO 4 W 72/08

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2011-136709 (P2011-136709)	(73) 特許権者	000001122
(22) 出願日	平成23年6月20日(2011.6.20)		株式会社日立国際電気
(65) 公開番号	特開2013-5348 (P2013-5348A)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(43) 公開日	平成25年1月7日(2013.1.7)	(74) 代理人	110001520
審査請求日	平成26年6月11日(2014.6.11)		特許業務法人日誠国際特許事務所
		(72) 発明者	長谷川 圭吾
			東京都小平市御幸町32番地 株式会社日立国際電気内
		(72) 発明者	竹川 雅之
			東京都小平市御幸町32番地 株式会社日立国際電気内
		(72) 発明者	トウ キャート ベン
			東京都小平市御幸町32番地 株式会社日立国際電気内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基地局と複数の無線通信端末とが複数のホワイトスペースの周波数を利用して時分割複信方式で無線通信を行う無線通信システムであって、

前記複数の無線通信端末のそれぞれは、

前記基地局からの所定信号を受信して、特定の周波数においてデータの受信が可能であることを検出する通信品質推定部と、

前記通信品質推定部での検出結果である通信品質情報を前記基地局に送信する通信品質情報送信部と、

前記無線通信によるデータの受信を開始する際に、前記データの受信の際の条件である要求品質を前記基地局に送信する要求品質送信部と、

を有して、該無線通信端末の近隣の既存システムに干渉を与えないように制限された送信電力で送信を行うものであり、

前記基地局は、

外部から取得した利用可能周波数リストの中の第1及び第2の周波数で、前記所定信号を送信する送信部と、

前記通信品質情報を受信して保持する通信品質情報保持部と、

前記複数の無線通信端末から前記要求品質を受信する要求品質受信部と、

前記利用可能周波数リストの中から前記無線通信端末のそれぞれへ割当て、基地局からの下りデータ送信の際の周波数として、前記通信品質情報を参照して前記要求品質を

10

20

満たす周波数を決定する周波数割当処理部と、

前記周波数割当処理部での割当て結果を前記複数の無線通信端末に送信する割当結果送信部と、

を有して、該基地局の近隣の既存システムに干渉を与えないように制限された送信電力で送信を行うものであり、

前記周波数割当処理部は、前記無線通信端末の少なくとも1について、前記下りデータ送信の際の周波数に、該無線通信端末からの上りデータ送信の周波数を割当てない、若しくは該上りデータ送信の周波数とは異なる周波数を割当ててことを特徴とする無線通信システム。

【請求項2】

前記基地局は、前記複数の無線通信端末からの所定信号を受信して、特定の周波数における上りデータの受信品質を推定する受信品質推定部を更に有し、

前記通信品質情報保持部は、前記受信品質推定部が推定した上りデータの受信品質を更に保持し、

前記割当結果送信部は、上りデータ送信の周波数の割当て結果を前記複数の無線通信端末に送信し、

前記送信部は、前記時分割複信のためのフレームヘッダもしくはプリアンブルを、第1及び第2の周波数で同時に送信するものであり、

前記複数の無線通信端末は、前記特定の周波数においてデータが受信可能であることを判断するための信号を受信する信号受信部を更に有し、

前記通信品質推定部は、前記信号受信部が受信した前記信号を用いて、前記特定の周波数においてデータの受信が可能であることを検出することを特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

【請求項3】

前記複数の無線通信端末が、前記第1の周波数で送信することができない第1無線通信端末と、該第1の周波数で送信することができる第2無線通信端末とを含むときに、前記割当結果送信部は、第1無線通信端末に対しては、前記下りデータ送信の際の周波数及び前記上りデータ送信の周波数に第2の周波数をそれぞれ割当て、第2無線通信端末に対しては、前記下りデータ送信の際の周波数に第2の周波数を、前記上りデータ送信の周波数に第1の周波数をそれぞれ割当ててことを特徴とする請求項1又は2に記載の無線通信システム。

【請求項4】

前記複数の無線通信端末が、前記第1の周波数で送信することができない第1無線通信端末と、該第1の周波数で送信することができる第2無線通信端末とを含むときに、前記割当結果送信部は、第1無線通信端末に対しては、前記下りデータ送信の際の周波数に第1の周波数を、前記上りデータ送信の周波数に第2の周波数をそれぞれ割当て、第2無線通信端末に対しては、前記下りデータ送信の際の周波数及び前記上りデータ送信の周波数に第2の周波数をそれぞれ割当ててことを特徴とする請求項1又は2に記載の無線通信システム。

【請求項5】

前記複数の無線通信端末が、前記第1の周波数で送信することができない第1無線通信端末と、該第1の周波数で送信することができる第2無線通信端末とを含むときに、前記割当結果送信部は、第1無線通信端末に対しては、前記下りデータ送信の際の周波数に第1の周波数を、前記上りデータ送信の周波数に第2の周波数をそれぞれ割当て、第2無線通信端末に対しては、前記下りデータ送信の際の周波数に第2の周波数を、前記上りデータ送信の周波数に第1の周波数をそれぞれ割当ててことを特徴とする請求項1又は2に記載の無線通信システム。

【請求項6】

基地局と複数の無線通信端末とが複数のホワイトスペースの周波数を利用して時分割複信方式で無線通信を行うシステムにおける周波数割当て方法であって、

10

20

30

40

50

前記基地局が、外部から取得した利用可能周波数リストの中の第1及び第2の周波数で、所定信号を送信する第1ステップと、

前記複数の無線通信端末が、前記所定信号を受信して、特定の周波数におけるデータの受信が可能であることを検出する第2ステップと、

前記複数の無線通信端末が、前記第2ステップでの検出結果である通信品質情報を前記基地局に送信する第3ステップと、

前記基地局が、前記通信品質情報を受信して保持する第4ステップと、

前記複数の無線通信端末が、前記無線通信による下りデータを受信する際の要求品質を前記基地局に送信する第5ステップと、

前記基地局が、前記複数の無線通信端末から前記要求品質を受信する第6ステップと、

前記基地局が、前記利用可能周波数リストの中から前記無線通信端末のそれぞれへ割当て、基地局からの下りデータ送信の周波数として、前記通信品質情報を参照して前記要求品質を満たす周波数を決定する第7ステップと、

前記基地局が、第7ステップでの割当て結果を前記複数の無線通信端末に送信する第8ステップと、

を含み、前記第7ステップは、前記無線通信端末の少なくとも1について、前記下りデータ送信の周波数に、該無線通信端末からの上りデータ送信の周波数を割当てない、若しくは該上りデータ送信の周波数とは異なる周波数を割当ててることを特徴とする周波数割当方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ホワイトスペースを利用した無線通信システムに関し、特に、利用する周波数の割当て方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年の情報化社会の進展は実に目覚しく、多くの情報通信機器やサービスにおける通信方法として、有線通信のほかに、無線通信が利用されることも多くなっている。これに伴い、有限な資源である無線周波数の需要も増加の一途をたどっており、割当て可能な周波数の枯渇が世界各国で大きな問題となってきた。一般に、周波数は国がライセンス管理を行い、ライセンスを割当てられた者だけが、特定の場所および時間において、厳格な管理の下、その周波数を利用することができる。しかし、今後も増え続けるであろう周波数需要に対応するためには、これまでの利用方法にとらわれない、新しい周波数の利用方法が求められている。

【0003】

そこで近年、周波数の枯渇問題を解決するための新たな周波数の利用方法として、既に割当てられているにも関わらず、空間的、時間的に使用されない周波数帯（ホワイトスペース）を利用する方法が研究されている。例えば、ライセンスを受けている利用者（以下、「一次利用者」という）の既存システムの周波数使用への影響を十分回避しつつ、ライセンスを受けていない利用者（以下、「二次利用者」という）が柔軟にホワイトスペースの電波を利用するコグニティブ無線通信システムなどの研究開発が行われている（例えば、非特許文献1）。

【0004】

例えば、IEEE802.22で標準化が行われている、ホワイトスペースを利用する無線通信システムでは、各無線局は、IPネットワーク上のデータベースにアクセスすることで、自局の位置情報に基づく送信可能周波数リストと最大送信可能電力とを取得する。送信可能周波数リストは、戸別に設置される子局や携帯電話等の端末（CPE: Customer Premises Equipment）が接続する基地局（BS: Base Station）内のスペクトルマネージャ（SM: Spectrum Manager）によって、随時更新をしながら一括管理されている。そして、BSはこの送信可能周波数リストに基づき、BSとCPEの間で双方向に通信に利用可

10

20

30

40

50

能な周波数を、使用周波数として決定する。

【 0 0 0 5 】

また、各無線局（ＢＳおよびＣＰＥ。以下同様。）はスペクトルセンシング機能を具備している。各無線局は、スペクトルセンシングによって、決定された使用周波数が既存システム（一次利用者のシステム）によって使用されていることを検知すると、その情報をＳＭに通知する。すると、ＳＭは送信可能周波数リストからこの周波数を除外する。ホワイトスペースを利用する無線通信システムは、このようにして時々刻々と更新される情報に基づきダイナミックなスペクトルアクセスを行うことで、一次利用者の周波数使用への影響を回避すると同時に、二次利用者の通信も実現する。

【 0 0 0 6 】

ところで、IEEE802.22では、複信方式として、時分割複信（ＴＤＤ：Time Division Duplex）のみを規定している。ＢＳとＣＰＥはデータ送信時には同じ周波数を用いるが、異なる送信タイミングで通信を行うことで、双方向の通信を実現する。しかしながら、ＴＤＤのみによる複信方法は双方向の通信に同じ周波数を用いる。よって、無線局ごとに送信可能な周波数が異なる場合や、送信可能な最大送信電力が異なる場合があるホワイトスペースを利用する無線通信システムにとって、ＴＤＤは必ずしも効率的な通信方法であるとは言いがたい。例えば、一方の無線局がある周波数で大電力での送信が可能であるが、他方の無線局がその周波数では小電力での送信しかできない場合、双方向の通信品質は非対称となる。よって、このような周波数を割当ててしまうと、通信が効率的に行われなくなる。

【 0 0 0 7 】

また、一方の無線局がある周波数でデータ送信可能であるが、他方の無線局がその周波数で送信不可の場合、片方向のみの送受信しか行えない片方向リンクとなる。よって、このような周波数は、IEEE802.22のＴＤＤでは当然のことながら利用することができない。

【 先行技術文献 】

【 非特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 非特許文献 1 】 藤井宏治、“コグニティブ無線：電波利用のムダなくす、ホワイトスペース活用のコア技術”、[online]、リックテレコム、[平成23年6月9日検索]、インターネット<URL：<http://businessnetwork.jp/tabid/65/artid/110/page/1/Default.aspx>>

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

しかしながら、周波数利用効率を向上する観点から、片方向リンクとなる周波数であっても利用した方がよい場合もある。しかし、IEEE802.22では複信方式としてＴＤＤのみを規定しているため、片方向リンクの通信についてはIEEE802.22の規定対象外である。

【 0 0 1 0 】

なお、IEEE802.22では、使用する周波数の決定に当たり、一次利用者の既存システムの周波数の占有パターンや干渉電力などといった通信品質に影響を与える指標を用いることを可能としている。しかし、どのような指標をどのように用いるかはIEEE802.22の規定の範囲外としている。

【 0 0 1 1 】

そこで、本発明は上記課題に鑑み、ホワイトスペースを利用する無線通信システムにおいて、片方向リンクとなるような周波数であっても、これを利用することにより、効率的な周波数割当てを可能にすることを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 2 】

上記課題を解決するために、本発明の一態様は、無線通信によりデータを送信する送信局と、前記データを受信する受信局とを含んで構成され、ホワイトスペースを利用して前記無線通信を行う無線通信システムであって、前記受信局は、特定の周波数におけるデー

10

20

30

40

50

タの受信品質を推定する通信品質推定部と、前記通信品質推定部での推定結果である通信品質情報を前記送信局に送信する通信品質情報送信部と、前記無線通信によるデータの受信を開始する際に、前記データの受信の際の条件である要求品質を前記送信局に送信する要求品質送信部と、前記送信局は、前記通信品質情報を受信して保持する通信品質情報保持部と、前記受信局から前記要求品質を受信する要求品質受信部と、前記通信品質情報を参照して前記要求品質を満たす周波数を決定し、これを前記受信局へのデータ送信の際の周波数として割当てる周波数割当処理部と、前記周波数割当処理部での割当て結果を前記受信局に送信する割当結果送信部と、を有することを特徴とする無線通信システムである。

【 0 0 1 3 】

10

この構成によれば、ホワイトスペースを利用する無線通信システムにおいて、片方向リンクの利用が可能となり、周波数利用効率が改善され、システム全体の周波数の有効利用を実現可能である。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

本発明の一態様によれば、ホワイトスペースを利用する無線通信システムにおいて、片方向リンクの利用が可能となり、周波数利用効率が改善され、システム全体の周波数の有効利用を実現可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

20

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係る無線通信システムの全体構成の一例を示す図である。

【 図 2 】 本発明の一実施形態に係る無線通信システムの構成例を示す図である。

【 図 3 】 本発明の一実施形態に係る無線通信システムの基地局 (B S) 1 0 の具体的構成の一例を示す図である。

【 図 4 】 本発明の一実施形態に係る無線通信システムの無線通信端末 (C P E) 2 1、2 2 の具体的構成の一例を示す図である。

【 図 5 】 本発明の一実施形態に係る無線通信システムにおける処理の一例を示すシーケンス図である。

【 図 6 】 周波数割当てパターンの具体例を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

30

【 0 0 1 6 】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。なお、以下の説明において参照する各図では、他の図と同等部分は同一符号によって示される。

【 0 0 1 7 】

(無線通信システムの概要)

図 1 は、本実施形態に係る無線通信システムの全体構成の一例を示す図である。本実施形態に係る無線通信システム 1 は、ホワイトスペースを利用する無線通信システムである。

【 0 0 1 8 】

図 1 に示されるように、無線通信システム 1 は、戸別に設置される子局や携帯電話等の無線通信端末である C P E 2 1 および C P E 2 2 と、これらの無線通信端末が接続する基地局である B S 1 0 と、B S 1 0 のバックホール回線 3 0 と、インターネット 4 0 とを含んで構成される。

40

【 0 0 1 9 】

また、国から周波数使用のライセンスを受けている一次利用者の通信システム (以下、「既存システム」という) 2 は、送信局 7 0 と受信局 6 0 とを含んで構成されている。また、既存システム 2 の一次利用者は、国から周波数 f 1 のライセンスを受けている。以下の説明においては、無線通信システム 1 において、国から周波数 f 1 の使用ライセンスを受けていない二次利用者が周波数 f 1 をホワイトスペースとして利用するものとする。

【 0 0 2 0 】

50

ここで、図 1 に示されるように、無線通信システム 1 では、C P E 2 1 は既存システム 2 と地理的に近い位置に存在するため、周波数 f_1 を用いてデータ送信を行うと既存システム 2 に干渉を与えてしまう。よって、周波数 f_1 をホワイトスペースとして利用することはできないと判断される。しかし、B S 1 0 と C P E 2 2 は既存システム 2 から離れた位置に存在するため、送信電力を十分小さくすれば、周波数 f_1 を用いて送信を行っても、既存システム 2 に干渉を与えることなく通信を行うことが可能である。一方、周波数 f_2 については、無線通信システム 1 の周辺には周波数 f_2 を利用する既存システムは存在しないため、無線通信システム 1 の全ての無線局は大電力でのデータ送信が可能である。

【 0 0 2 1 】

(無線通信システムの構成)

図 2 は、本実施形態に係る無線通信システムの構成例を示す図である。本実施形態に係る無線通信システム 1 は、ホワイトスペースを利用して無線通信を行う通信システムである。無線通信システム 1 は、無線通信によりデータを送信する送信局 1 0 0 と、送信局 1 0 0 から送信されるデータを受信する受信局 2 0 0 とを含んで構成される。本実施形態においては、送信局 1 0 0 は図 1 の B S 1 0 が該当し、受信局 2 0 0 は図 1 の C P E 2 1、C P E 2 2 が該当する (B S 1 0 がデータ送信側であり、C P E 2 1、C P E 2 2 がデータ受信側)。なお、受信局 2 0 0 は複数存在してよい。

【 0 0 2 2 】

また、送信局 1 0 0 が図 1 の C P E 2 1、C P E 2 2 であり、受信局 2 0 0 が図 1 の B S 1 0 である場合、つまり、C P E 2 1、C P E 2 2 がデータの送信側であり、B S 1 0 がデータの受信側である場合も、以下に説明する構成と同様の構成により実現可能である。

【 0 0 2 3 】

以下、図 2 を参照しながら、送信局 1 0 0 と受信局 2 0 0 の構成について説明する。なお、説明の便宜上、受信局 2 0 0 を先に説明する。

【 0 0 2 4 】

(受信局 2 0 0)

受信局 2 0 0 は、信号受信部 2 0 1 と、通信品質推定部 2 0 2 と、通信品質情報送信部 2 0 3 と、要求品質送信部 2 0 4 とを備える。

【 0 0 2 5 】

信号受信部 2 0 1 は、特定の周波数においてデータを受信する際の品質を推定するための信号を受信する。本実施形態においては、信号受信部 2 0 1 が受信する信号は、周期的に B S 1 0 から C P E 2 1、C P E 2 2 に送られるテスト信号である。ただし、これに限定されるものではない。つまり、通信品質推定のための専用のテスト信号の受信による推定でなくてもよく、例えば、ビーコンなどの制御信号やブロードキャストデータ信号の受信による推定であってもよいし、他局へのユニキャストデータ信号やの傍受による推定であってもよい。

【 0 0 2 6 】

通信品質推定部 2 0 2 は、信号受信部 2 0 1 が受信した信号を用いて、特定の周波数において、データの受信が可能であるかどうかを検出する。また、本実施形態においては、通信品質推定部 2 0 2 は、特定の周波数においてデータを受信する際の通信品質を推定する。本実施形態においては、通信品質情報は特定の周波数においてデータを受信する際、通信可能な最大伝送レートを示すものである。ただし、これに限定されるものではない。例えば、S I N R (Signal to Interference and Noise power Ratio)、ビット誤り率、パケット誤り率等であってもよい。さらに、これらが量子化等されて符号化された値であってもよい。

【 0 0 2 7 】

具体的には、通信品質推定部 2 0 2 は、通信品質を以下のようにして判断する。すなわち、受信した信号を干渉除去や等化などの技術を用いながら復調・復号し、C R C (Cyclic Redundancy Check) 符号などの誤り検出符号によって誤りが検出されなかった場合

10

20

30

40

50

に、受信可能としても良く、各信号の先頭に含まれるパイロット信号などの既知信号を用いてSINRを推定しSINRが閾値以上であった場合に受信可能としても良い。また、SINRの推定結果やビット誤り率の履歴を一定期間保持し、その平均値によって受信可能かどうかの判定を行っても良い。さらに、閾値を複数設け、その閾値ごとに通信品質の指標としても良く、あらかじめ記憶しておく表を参照することで通信可能な最大伝送レートを導き、これを通信品質とすることも可能である。

【0028】

通信品質情報送信部203は、通信品質推定部202での推定結果である通信品質情報を送信する。なお、この時、通信品質情報とともに、通信品質を推定した周波数の情報を送信するようになっていてもよい。

10

【0029】

また、本実施形態においては、通信品質情報送信部203は、通信品質推定部202が判断した特定の周波数においてデータを受信する際の通信品質情報を送信する。なお、本実施形態においては、通信品質情報は、特定の周波数におけるデータの受信が可能な最大伝送レートを示すものである。

【0030】

要求品質送信部204は、無線通信によるデータの受信を開始する際に、データの受信の際の条件である要求品質を送信する。本実施形態においては、要求品質は、トラヒックに応じた要求伝送レートを示すものである。ただし、これに限定されるものではない。例えば、SINR (Signal to Interference and Noise power Ratio)、ビット誤り率、パケット誤り率等であってもよい。さらに、これらが量子化等されて符号化された値であってもよい。

20

【0031】

(送信局100)

送信局100は、通信品質情報保持部101と、要求品質受信部102と、周波数割当処理部103と、割当結果送信部104とを備える。

【0032】

通信品質情報保持部101は、受信局200から送信される通信品質情報を受信して保持する。通信品質情報保持部101は、具体的には、例えば、複数存在する受信局200をそれぞれ識別するための識別子と、通信品質情報とを関連づけてデータベース等の形式にて自局のハードディスク等の記憶装置に記憶して保持する。また、通信品質情報には通信品質を判定した周波数の情報も関連づけられて保持するようになっていてもよい。

30

【0033】

要求品質受信部102は、受信局200から送信される要求品質を受信する。上述したように、本実施形態において、要求品質はトラヒックに応じた要求伝送レートを示すものである。

【0034】

周波数割当処理部103は、通信品質情報保持部101に保持されている通信品質情報を参照して要求品質受信部102が受信した要求品質を満たす周波数を決定し、これを受信局200へのデータ送信の際の周波数として割当てする。周波数割当処理部103は、具体的には、例えば、以下のようにして周波数割当てを行う。

40

【0035】

すなわち、要求品質受信部102が要求品質を受信する際に、要求品質とともに、要求品質を送信した受信局200を識別するための識別子も受信する。そして、通信品質情報保持部101が保持している通信品質情報のうち、この識別子に関連づけられている通信品質情報を抽出する。その後、抽出した通信品質情報と、受信した要求品質とを比較して、通信品質情報が要求品質を満たすように受信局200に対して周波数割当てを行う。

【0036】

割当結果送信部104は、周波数割当処理部103での割当て結果を受信局200に送信する。

50

【 0 0 3 7 】

(B S 1 0 の 具 体 的 構 成)

以下、図 3 を参照しながら、B S 1 0 のより具体的な構成について説明する。なお、本実施形態においては、B S 1 0 は上述した送信局 1 0 0 に該当する。

【 0 0 3 8 】

図 3 に示されるように、B S 1 0 は、電波を送信及び受信するアンテナ 1 5 1 と、データの送受信を行うデータ伝送部 1 5 2 と、自局全体の制御を行う主制御部 1 5 3 と、C P E 2 1 および C P E 2 2 の利用可能周波数を管理するスペクトルマネージャ (以下、「S M」という) 1 0 4 と、バックホール回線 3 0 や外部装置とのインターフェースとなるインターフェース部 1 5 5 と、バックホール回線 3 0 や外部装置と接続するための端子 1 5 6 とを備える。

10

【 0 0 3 9 】

S M 1 5 4 は、上述した通信品質情報保持部 1 0 1 と、周波数割当処理部 1 0 3 とを備える。つまり、受信局 2 0 0 ごとの通信品質情報を保持し、受信局 2 0 0 から周波数割当の要求があった場合には周波数割当ての処理を行う。

【 0 0 4 0 】

また、データ伝送部 1 5 2 は、R F 部 1 6 1 と、ベースバンド (B B : Base Band) 信号処理部 1 6 2 と、M A C 処理部 1 6 3 とを備える。

【 0 0 4 1 】

R F 部 1 6 1 は、ベースバンドから無線周波数帯への周波数変換および無線周波数帯からベースバンドへの周波数変換や、信号増幅等の処理を行う。

20

【 0 0 4 2 】

B B 信号処理部 1 6 2 は、誤り訂正符号化、復号処理、および変復調処理等を行う。

【 0 0 4 3 】

M A C 処理部 1 6 3 は、自局が使用する周波数チャネルやデータ送受信のタイミング制御、パケットへの自局の識別子の付加、およびデータ送信元の無線装置の認識等の処理を行う。

【 0 0 4 4 】

また、上述した要求品質受信部 1 0 2 や割当結果送信部 1 0 4 の機能は、主制御部 1 5 3 の制御によって、アンテナ 1 5 1 およびデータ伝送部 1 5 2 が要求品質を受信したり、割当結果を送信したりすることで実現される。

30

【 0 0 4 5 】

なお、主制御部 1 5 3 は、例えば、プロセッサとメモリ上に定義されたデータ記憶領域とソフトウェアで構成することが可能である。また、B B 信号処理部 1 6 2、M A C 処理部 1 6 3、および S M 1 5 4 における処理は、例えば、主制御部 1 5 3 のプロセッサがハードディスク等のデータ記憶装置に記憶されているプログラムをメモリ上に読み出して実行することにより実現することが可能である。

【 0 0 4 6 】

(C P E 2 1、C P E 2 2 の 具 体 的 構 成)

以下、図 4 を参照しながら、C P E 2 1、C P E 2 2 のより具体的な構成について説明する。なお、本実施形態においては、C P E 2 1、C P E 2 2 は上述した受信局 2 0 0 に該当する。

40

【 0 0 4 7 】

図 4 に示されるように、C P E 2 1、C P E 2 2 は、電波を送信及び受信するアンテナ 2 5 1 と、データの送受信を行うデータ伝送部 2 5 2 と、自局全体の制御を行う主制御部 2 5 3 と、B S 1 0 からの信号を受信した時の通信品質の推定を行う通信品質推定部 2 0 2 と、外部回線や外部装置とのインターフェースとなるインターフェース部 2 5 5 と、外部回線や外部装置と接続するための端子 2 5 6 とを備える。

【 0 0 4 8 】

また、データ伝送部 2 5 2 は、R F 部 2 6 1 と、ベースバンド (B B) 信号処理部 2 6

50

2 と、M A C 処理部 2 6 3 とを備える。

【 0 0 4 9 】

R F 部 2 6 1 は、ベースバンドから無線周波数帯への周波数変換および無線周波数帯からベースバンドへの周波数変換や、信号増幅等の処理を行う。

【 0 0 5 0 】

B B 信号処理部 2 6 2 は、誤り訂正符号化、復号処理、および変復調処理等を行う。

【 0 0 5 1 】

M A C 処理部 2 6 3 は、自端末が使用する周波数チャネルやデータ送受信のタイミング制御、パケットに自局の識別子の付加、およびデータ送信元の無線装置の認識等の処理を行う。

10

【 0 0 5 2 】

また、上述した信号受信部 2 0 1、通信品質情報送信部 2 0 3、および要求品質送信部 2 0 4 の機能は、主制御部 2 5 3 の制御によって、アンテナ 2 5 1 およびデータ伝送部 2 5 2 が各種信号やデータを送受信することで実現される。

【 0 0 5 3 】

なお、主制御部 2 5 3 は、例えば、プロセッサとメモリ上に定義されたデータ記憶領域とソフトウェアで構成することも可能である。また、B B 信号処理部 2 6 2、M A C 処理部 2 6 3、および通信品質推定部 2 0 2 における処理は、例えば、主制御部 2 5 3 のプロセッサがハードディスク等のデータ記憶装置に記憶されているプログラムをメモリ上に読み出して実行することにより実現することが可能である。

20

【 0 0 5 4 】

(無線通信システムの動作)

以下、本実施形態に係る無線通信システムの動作について説明する。図 5 は、無線通信システム 1 における処理の一例を示すシーケンス図である。本例では、初期状態として、S M 1 5 4 は I P ネットワーク上のデータベースにアクセスして取得した利用可能周波数リストから、C P E 2 1 が周波数 f_2 でのみデータ送信可能であり、C P E 2 2 が周波数 f_1 と周波数 f_2 の双方でデータ送信が可能であることを認識しているものと仮定する。

【 0 0 5 5 】

また、本例では、既に周波数 f_2 での双方向通信が確立されているものとする。図 5 では、C P E 2 1 と C P E 2 2 とが周波数 f_2 を共有しながら、それぞれ 5 Mbps の下り通信を行っている場合を示している (ステップ S 1 0 1、ステップ S 1 0 1')。すなわち、周波数 f_2 では、周波数を共用せずに通信すれば、C P E 2 1、C P E 2 2 とともに少なくとも 1 0 Mbps の伝送レートで下り通信が可能である。この情報 (以下、「情報 A」とする) は B S 1 0 の S M 1 5 4 (通信品質情報保持部 1 0 1) に保持されている。なお、本実施形態においては、B S 1 0 から C P E 2 1 または C P E 2 2 へのデータ送信方向を「下り」といい、C P E 2 1 または C P E 2 2 から B S 1 0 へのデータ送信方向を「上り」という。

30

【 0 0 5 6 】

まず、B S 1 0 は、周期的に、利用候補チャネルである周波数 f_1 と周波数 f_2 のテスト信号を C P E 2 1、C P E 2 2 に送信する。すなわち、C P E 2 1 および C P E 2 2 の信号受信部 2 0 1 は、このテスト信号を周期的に受信する。なお、図 5 では、周波数 f_2 のテスト信号が送信される場合のみ図示しているが、同様に周波数 f_1 のテスト信号も周期的に送信している (ステップ S 1 0 2、ステップ S 1 0 2')。

40

【 0 0 5 7 】

テスト信号を受信した C P E 2 1 と C P E 2 2 の通信品質推定部 2 0 2 は、受信したテスト信号を基に、それぞれ周波数 f_1 の通信品質の推定を行う (ステップ S 1 0 3、ステップ S 1 0 3')。通信品質の推定を行った後、C P E 2 1 と C P E 2 2 の通信品質情報送信部 2 0 3 は推定結果である通信品質情報を B S 1 0 に送信する (ステップ S 1 0 4、ステップ S 1 0 4')。この送信の際は、既に通信が確立している周波数 f_2 を使用する。

50

【 0 0 5 8 】

なお、本例では、C P E 2 1 は周波数 f_1 の下り信号を 2 Mbps で受信可能であり、C P E 2 2 は周波数 f_1 の下り信号を 3 Mbps で受信可能である旨の通信品質情報を送信している。また、本例においては、C P E 2 1 及び C P E 2 2 の通信品質を B S 1 0 へ通知する場合の例として時分割多元接続の場合を示したが、これに限定されるものではなく、例えば、周波数分割多元接続であっても、符号分割多元接続であっても、あるいは他の多元接続方式であってもよい。

【 0 0 5 9 】

B S 1 0 のデータ伝送部 1 5 2 は通信品質情報を受信処理すると、B S 1 0 内部の回線（有線通信）を介して S M 1 5 4 に送信する（ステップ S 1 0 5、ステップ S 1 0 5'）。また、データ伝送部 1 5 2 はステップ S 1 0 2、S 1 0 2' で周波数 f_1 のテスト信号を送信しているので、この通信品質情報が周波数 f_1 に対するものである旨の情報も同時に S M 1 5 4 に通知する。

10

【 0 0 6 0 】

S M 1 5 4 の通信品質情報保持部 1 0 1 は、送信された通信品質情報を、C P E 2 1、C P E 2 2 の各識別子および周波数 " f_1 " に対する通信品質情報である旨とともに記憶して保持する。例えば、「識別子 = " 0 0 1 "（C P E 2 1 の識別子）、周波数 = " f_1 "、通信品質情報 = " 2 Mbps "」と、「識別子 = " 0 0 2 "（C P E 2 2 の識別子）、周波数 = " f_1 "、通信品質情報 = " 3 Mbps "」という情報（以下、「情報 B」とする）をデータベース等の形式にてハードディスク等の記憶装置に記憶する。

20

【 0 0 6 1 】

その後、C P E 2 1 と C P E 2 2 に通信要求が発生し、C P E 2 1 では帯域要求として 1 Mbps 以上、C P E 2 2 では 1 0 Mbps 以上の帯域要求が要求品質送信部 2 0 4 から発生したとする。このとき、各 C P E は、時分割多元接続、周波数分割多元接続、および符号分割多元接続のいずれかの接続方法によって、B S 1 0 に帯域要求を行う（ステップ S 1 0 6、ステップ S 1 0 6'）。なお、図 5 では時分割多元接続による帯域要求の例を示している。

【 0 0 6 2 】

B S 1 0 のデータ伝送部 1 5 2（要求品質受信部 1 0 2）は、各帯域要求を受信し、これを S M 1 5 4 に送信する（ステップ S 1 0 7、ステップ S 1 0 7'）。S M 1 5 4 の周波数割当処理部 1 0 3 は、各帯域要求に伴い、周波数の割当て処理を行う（ステップ S 1 0 8）。

30

【 0 0 6 3 】

具体的には、まず、通信品質情報保持部 1 0 1 が保持している f_1 に関する通信品質情報である情報 B を参照する。本例では、C P E 2 1 は通信帯域を 1 Mbps 以上、C P E 2 2 は 1 0 Mbps 以上とする帯域要求をしている。このとき、情報 B によれば、C P E 2 1 は周波数 f_1 で 2 Mbps 通信が可能であるため、要求を満たすことが可能であるが、C P E 2 2 は周波数 f_1 では 3 Mbps でしか通信できないため、要求を満たすことができない。一方、 f_2 に関する通信品質情報である情報 A によれば、C P E 2 2 は周波数 f_2 であれば 1 0 Mbps でデータ受信が可能であり、要求を満たすことができる。よって、この場合、C P E 2 1 に周波数 f_1 を割当て、C P E 2 2 に周波数 f_2 を割当てる。

40

【 0 0 6 4 】

S M 1 5 4 は、この割当て処理の結果を自局内部の有線通信によりデータ伝送部 1 5 2 に送信する（ステップ S 1 0 9）。

【 0 0 6 5 】

そして、B S 1 0 のデータ伝送部 1 5 2（割当結果送信部 1 0 4）はこの周波数の割当ての結果を C P E 2 1、C P E 2 2 に送信するが、この送信は、既に通信が確立している周波数 f_2 によって行う（ステップ S 1 1 0、ステップ S 1 1 0'）。その後、実際の通信が開始される。すなわち、B S 1 0 から C P E 2 1 への下り通信は周波数 f_1 で行われ（ステップ S 1 1 1）、B S 1 0 から C P E 2 2 への下り通信は周波数 f_2 で行われる（

50

ステップ S 1 1 2)。

【 0 0 6 6 】

以上のように、本例では、C P E 2 1 の下り通信には周波数 f_1 が割当てられ、C P E 2 2 の下り通信には周波数 f_2 が割当てられている。これにより、帯域要求が小さい C P E 2 1 の下り通信に通信品質の悪い周波数 f_1 を割当て、帯域要求が大きい C P E 2 2 の下り通信に通信品質の良い周波数 f_2 を割当てることができ、両者の帯域要求を満足することができる。

【 0 0 6 7 】

なお、図 5 では、下り通信の周波数割当てのみを示したが、同様にして、上り通信の周波数割当ても効率的に行うことが可能である。すなわち、C P E 2 1 (C P E 2 2) から B S 1 0 に対してテスト信号を送信し、B S 1 0 にて通信品質の推定処理を行う。そして、推定結果を S M 1 5 4 の通信品質情報保持部 1 0 1 に保持し、上り通信を行う際に周波数割当て結果を B S 1 0 から C P E 2 1 (C P E 2 2) に通知する。その後、C P E 2 1 (C P E 2 2) から B S 1 0 へのデータ送信を開始する。

10

【 0 0 6 8 】

また、C P E が主体となって、周波数割当てを決定する方法も可能である。すなわち、C P E 2 1 (C P E 2 2) から B S 1 0 に対してテスト信号を送信し、B S 1 0 にて通信品質の推定処理を行う。そして、B S 1 0 から C P E 2 1 (C P E 2 2) に通信品質情報を送信する。そして、C P E 2 1 (C P E 2 2) から B S 1 0 に対してデータ送信を行う場合に、B S 1 0 から C P E 2 1 (C P E 2 2) に帯域要求を行う。また、C P E 2 1 (C P E 2 2) にて周波数割当て処理を行い、割当て結果を B S 1 0 に送信する。その後、C P E 2 1 (C P E 2 2) から B S 1 0 へのデータ送信を開始する。

20

【 0 0 6 9 】

(周波数割当ての他の具体例)

図 6 に、本実施形態における周波数割当てパターンの他の具体例を示す。無線通信システム 1 では、図 5 の例以外にも、図 6 (a) ~ (d) に示すような周波数割当てが可能である。

【 0 0 7 0 】

図 6 (a) 基本パターンは、従来のホワイトスペースを利用した双方向無線通信システムにおいても採用される周波数割り当てパターンである。図 6 (a) 基本パターンは、B S 1 0 と、C P E 2 1 もしくは C P E 2 2 との間における上り通信および下り通信において周波数 f_2 を使用し、T D D で通信を行う。本実施形態においても、既存システム 2 では周波数 f_1 のみライセンスされているため、無線通信システム 1 の B S 1 0、C P E 2 1、および C P E 2 2 は、いずれも周波数 f_2 を使用して大電力でデータ送信が可能である。よって、図 6 (a) 基本パターンの周波数割り当てパターンは本実施形態における無線通信システムでも採用可能である。

30

【 0 0 7 1 】

しかし、以下に説明する図 6 (b) ~ (d) の周波数割当てパターンは本実施形態の無線通信システムでのみ採用可能な周波数割当てパターンである。

【 0 0 7 2 】

図 6 (b) パターン 1 の周波数割当て方法では、B S 1 0 から、C P E 2 1 および C P E 2 2 への下り通信には両方とも周波数 f_2 を使用する。また、C P E 2 1 から B S 1 0 への上り通信には周波数 f_2 を、C P E 2 2 から B S 1 0 への上り通信には周波数 f_1 を使用する。

40

【 0 0 7 3 】

また、B S 1 0 からの下り通信においては、プリアンプルやフレームヘッダ P は周波数 f_1 を用いて送信するようになっていてもよい。プリアンプルやフレームヘッダは B S が送信する信号であり、フレーム同期やフレーム構成の伝達等に使用する重要な信号であることから、一般に、確達率の高い変調方式や符号化が用いられるため、小電力送信でも通信が可能だからである。これにより、利用可能な周波数をより有効に活用することができ

50

る。

【 0 0 7 4 】

図 6 (c) パターン 2 の周波数割当て方法では、 B S 1 0 から C P E 2 1 への下り通信には周波数 f_1 を使用し、 B S 1 0 から C P E 2 2 への下り通信には周波数 f_2 を使用する。また、 C P E 2 1 および C P E 2 2 から B S 1 0 への上り通信には両方とも周波数 f_2 を使用する。

【 0 0 7 5 】

図 6 (d) パターン 3 の周波数割当て方法では、 B S 1 0 と、 C P E 2 1 もしくは C P E 2 2 との間の通信において、それぞれ異なる周波数を使用する。 B S 1 0 から C P E 2 1 への下り通信、および C P E 2 2 から B S 1 0 への上り通信には、周波数 f_1 を使用する。また、 B S 1 0 から C P E 2 2 への下り通信、および C P E 2 1 から B S 1 0 への上り通信には、周波数 f_2 を使用する。

【 0 0 7 6 】

すなわち、図 6 に示すように、本実施形態の無線通信システムは、基本パターンのみならず、パターン 1 ~ パターン 3 等の周波数割当てを採用することが可能である。つまり、従来の双方向の無線通信システムと比較して、利用可能な周波数を有効活用し、効率的な周波数割当てを行うことが可能である。これに対して、従来の IEEE802.22 で規定されている無線通信方式の場合は、 T D D にて通信を行い、また本実施形態の無線通信システムのように S M にて通信品質の管理も行わない。よって、基本パターンの周波数割当て方法しか採用できない。このため、下り通信において周波数 f_2 を C P E 2 1 と C P E 2 2 で共有することしかできず、全端末の帯域要求を満足できない場合も発生しうる。

【 0 0 7 7 】

なお、本ホワイトスペース利用無線システムは、 T D D または半二重周波数分割複信 (H - F D D : Half-Frequency Division Duplex) を用いて双方向通信を行う他、周波数分割複信 (F D D : Frequency Division Duplex) 方式による通信機能も具備しており、双方向で異なる周波数を用いることが可能である。

【 0 0 7 8 】

(まとめ)

以上のとおり、本実施形態によれば、ホワイトスペース利用無線システムにおいて、片方向リンクの利用を可能とすることで周波数利用効率が改善され、システム全体の周波数の有効利用を実現できる。さらには、通信品質に基づき、双方向の通信それぞれに対して効率的な周波数の割当てが可能となる。

【 0 0 7 9 】

また、本実施形態に係る無線通信システムは、 IEEE802.22 で規定されている無線通信システムに対して特に好適であるが、これに限定されるものではない。

【 0 0 8 0 】

なお、本発明の範囲は、図示され記載された例示的な実施形態に限定されるものではなく、本発明が目的とするものと均等な効果をもたらすすべての実施形態をも含む。さらに、本発明の範囲は、すべての開示されたそれぞれの特徴のうち特定の特徴のあらゆる所望する組み合わせによって画されうる。

【 0 0 8 1 】

(付記)

以上に、本発明に係る実施形態について詳細に説明したことからも明らかなように、前述の実施形態の一部または全部は、以下の各付記のようにも記載することができる。しかしながら、以下の各付記は、あくまでも、本発明の単なる例示に過ぎず、本発明は、かかる場合のみに限るものではない。

【 0 0 8 2 】

(付記 1)

無線通信によりデータを送信する送信局と、前記データを受信する受信局とを含んで構成され、ホワイトスペースを利用して前記無線通信を行う無線通信システムであって、

前記受信局は、
特定の周波数においてデータの受信が可能であることを検出する通信品質推定部と、
前記通信品質推定部での検出結果である通信品質情報を前記送信局に送信する通信品質情報送信部と、
前記無線通信によるデータの受信を開始する際に、前記データの受信の際の条件である要求品質を前記送信局に送信する要求品質送信部と、
前記送信局は、
前記通信品質情報を受信して保持する通信品質情報保持部と、
前記受信局から前記要求品質を受信する要求品質受信部と、
前記通信品質情報を参照して前記要求品質を満たす周波数を決定し、これを前記受信局へのデータ送信の際の周波数として割当てする周波数割当処理部と、
前記周波数割当処理部での割当て結果を前記受信局に送信する割当結果送信部と、
を有することを特徴とする無線通信システム。

10

【0083】

この構成によれば、ホワイトスペースを利用する無線通信システムにおいて、片方向リンクの利用が可能となり、周波数利用効率が改善され、システム全体の周波数の有効利用を実現可能である。

【0084】

(付記2)

前記通信品質推定部は、前記特定の周波数においてデータを受信する際の通信品質を推定し、

20

前記通信品質情報送信部は、前記通信品質情報として、前記通信品質推定部での判断結果を送信することを特徴とする付記1に記載の無線通信システム。

【0085】

この構成によれば、ホワイトスペースを利用する無線通信システムにおいて、片方向リンクの利用が可能となり、周波数利用効率が改善され、システム全体の周波数の有効利用を実現可能である。

【0086】

(付記3)

前記受信局は、前記特定の周波数においてデータが受信可能であることを判断するための信号を受信する信号受信部をさらに有し、

30

前記通信品質推定部は、前記信号受信部が受信した前記信号を用いて、前記特定の周波数においてデータの受信が可能であることを検出すること
を特徴とする付記1又は2に記載の無線通信システム。

【0087】

この構成によれば、ホワイトスペースを利用する無線通信システムにおいて、片方向リンクの利用が可能となり、周波数利用効率が改善され、システム全体の周波数の有効利用を実現可能である。

【0088】

(付記4)

前記通信品質情報は、前記特定の周波数におけるデータの受信が可能な最大伝送レートを示すものであり、

40

前記要求品質は、前記無線通信によるデータの受信の際のトラヒックに応じた要求伝送レートを示すものであることを特徴とする付記1から3のいずれか一項に記載の無線通信システム。

【0089】

この構成によれば、ホワイトスペースを利用する無線通信システムにおいて、通信帯域の要求に合致した片方向リンクの利用が可能となり、周波数利用効率が改善され、システム全体の周波数の有効利用を実現可能である。

【0090】

50

(付記 5)

無線通信によりデータを送信する送信局と、前記データを受信する受信局とが、ホワイトスペースを利用して前記無線通信を行う周波数割当方法であって、

前記受信局が、特定の周波数におけるデータの受信が可能であることを検出する第 1 のステップと、

前記受信局が、前記第 1 のステップでの検出結果である通信品質情報を前記送信局に送信する第 2 のステップと、

前記送信局が、前記通信品質情報を受信して保持する第 3 のステップと、

前記受信局が、前記無線通信によるデータの受信を開始する際に、前記データの受信の際の条件である要求品質を前記送信局に送信する第 4 のステップと、

前記送信局が、前記受信局から前記要求品質を受信する第 5 のステップと、

前記送信局が、前記通信品質情報を参照して前記要求品質を満たす周波数を決定し、これを前記受信局へのデータ送信の際の周波数として割当てする第 6 のステップと、

前記送信局が、第 6 のステップでの割当て結果を前記受信局に送信する第 7 のステップと、
を含む周波数割当方法。

【 0 0 9 1 】

この構成によれば、ホワイトスペースを利用する無線通信システムにおいて、片方向リンクの利用が可能となり、周波数利用効率が改善され、システム全体の周波数の有効利用を実現可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 2 】

1 無線通信システム

2 既存システム

1 0 基地局 (B S)

2 1、2 2 無線通信端末 (C P E)

3 0 バックホール回線

4 0 インターネット

6 0 受信局

7 0 送信局

1 0 0 送信局

1 0 1 通信品質情報保持部

1 0 2 要求品質受信部

1 0 3 周波数割当処理部

1 0 4 割当結果送信部

1 5 1 アンテナ

1 5 2 データ伝送部

1 5 3 主制御部

1 5 4 スペクトルマネージャ (S M)

1 5 5 インターフェース部

1 5 6 端子

1 6 1 R F 部

1 6 2 ベースバンド (B B) 信号処理部

1 6 3 M A C 処理部

2 0 0 受信局

2 0 1 信号受信部

2 0 2 通信品質推定部

2 0 3 通信品質情報送信部

2 0 4 要求品質送信部

2 5 1 アンテナ

10

20

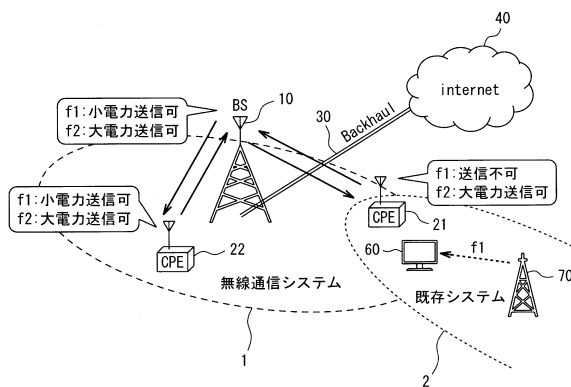
30

40

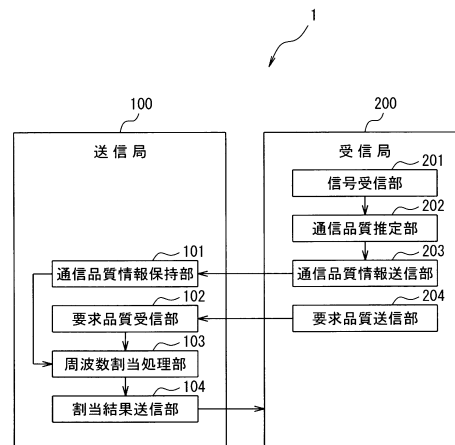
50

- 2 5 2 データ伝送部
- 2 5 3 主制御部
- 2 5 5 インターフェース部
- 2 5 6 端子
- 2 6 1 R F 部
- 2 6 2 ベースバンド (B B) 信号処理部
- 2 6 3 M A C 処理部

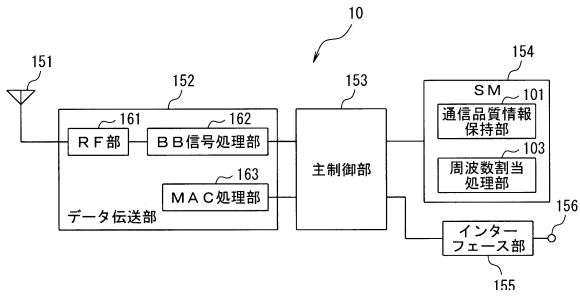
【図 1】



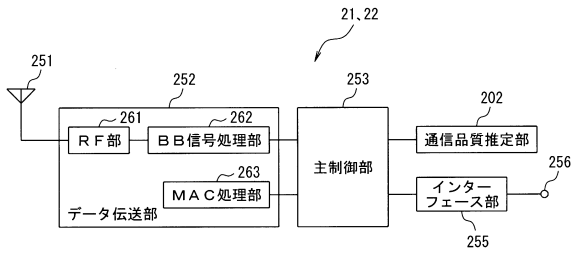
【図 2】



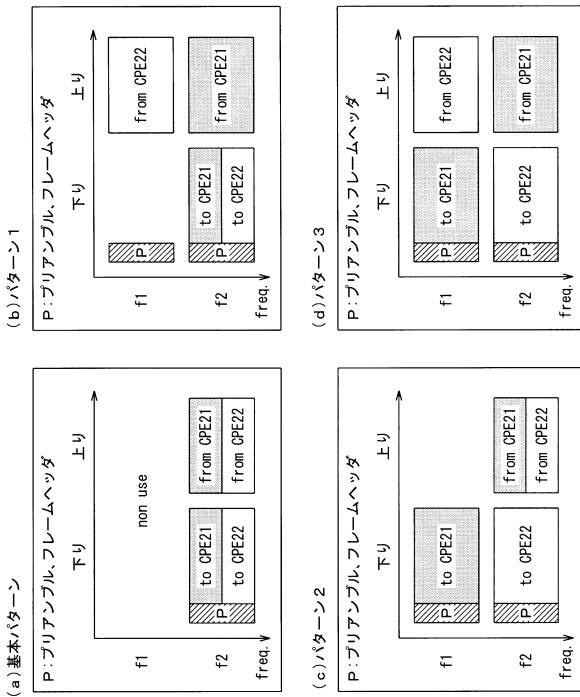
【 図 3 】



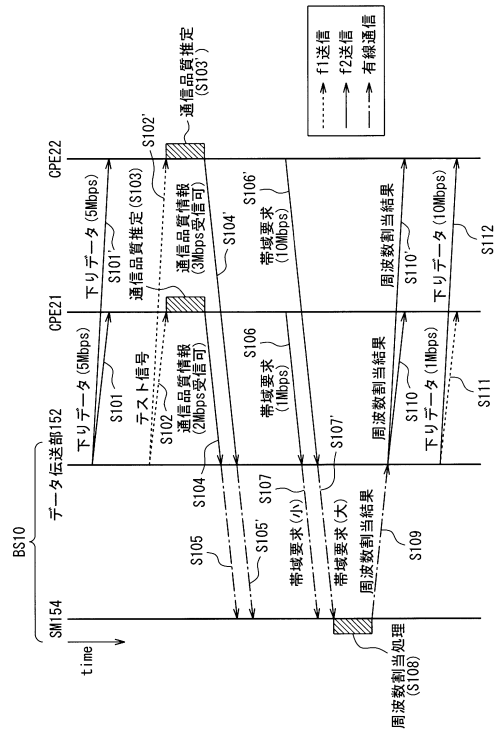
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 5 】



フロントページの続き

審査官 望月 章俊

(56)参考文献 特開2010-136291(JP,A)

中村 俊文 Toshifumi Nakamura, ホワイトスペース二次利用型コグニティブ無線システムにおける地形情報を考慮した与干渉量推定に基づく高度スペクトル制御 Site Specific Interference Estimation for Advanced Spectrum Management in Cognitive Radio Systems over White Space Spectrum, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.110 No.252 IEICE Technical Report, 日本, 社団法人電子情報通信学会 The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 2010年10月, 第110巻

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W4/00 - H04W99/00

H04B7/24 - H04B7/26