

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6160695号
(P6160695)

(45) 発行日 平成29年7月12日 (2017. 7. 12)

(24) 登録日 平成29年6月23日 (2017. 6. 23)

(51) Int. Cl.	F I
HO 4W 16/14 (2009.01)	HO 4W 16/14
HO 4W 72/04 (2009.01)	HO 4W 72/04 1 3 2
HO 4W 88/12 (2009.01)	HO 4W 88/12

請求項の数 7 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2015-526130 (P2015-526130)	(73) 特許権者	000005223
(86) (22) 出願日	平成25年7月12日 (2013. 7. 12)		富士通株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/069227		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(87) 国際公開番号	W02015/004815	(74) 代理人	100104190
(87) 国際公開日	平成27年1月15日 (2015. 1. 15)		弁理士 酒井 昭徳
審査請求日	平成28年1月7日 (2016. 1. 7)	(72) 発明者	下村 剛史
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		審査官	望月 章俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信方法、通信システム、制御装置および無線装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線装置が、前記無線装置が無線通信または無線放送に使用可能な無線方式を示す情報を制御装置へ送信し、

前記制御装置が、前記無線装置を含む無線装置群における電波の干渉度合いを周波数毎に示す情報に基づいて、無線方式と使用可能な周波数とを対応付ける周波数情報を、前記干渉度合いが所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式を減らすように更新し、更新した周波数情報の中から、前記無線装置によって送信された情報が示す無線方式に対応する周波数を抽出し、抽出した周波数を示す情報を前記無線装置に送信し、

前記無線装置が、前記制御装置によって送信された情報が示す周波数によって無線通信または無線放送を行う、

ことを特徴とする通信方法。

【請求項 2】

前記制御装置が、前記干渉度合いが前記所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式の中から、前記無線装置群のうちの前記無線方式を使用中の無線装置の数に基づいて選択した無線方式を使用不可にするように前記周波数情報を更新する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の通信方法。

【請求項 3】

前記制御装置が、前記干渉度合いが前記所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式のうちの、前記無線装置群の数に対する前記無線方式を使用中の無線装置の数の比率が

10

20

閾値を超える無線方式がない場合は、前記干渉度合いが前記所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式を減らさないことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の通信方法。

【請求項 4】

前記制御装置が、抽出した周波数を示す情報と、前記抽出した周波数が使用可能な期間を示す情報とを前記無線装置に送信し、

前記無線装置が、前記制御装置によって送信された情報が示す前記期間が経過するまで、前記制御装置によって送信された情報が示す周波数によって無線通信または無線放送を行う、

ことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一つに記載の通信方法。

【請求項 5】

自装置が無線通信または無線放送に使用可能な無線方式を示す情報を送信する無線装置と、

前記無線装置を含む無線装置群における電波の干渉度合いを周波数毎に示す情報に基づいて、無線方式と使用可能な周波数とを対応付ける周波数情報を、前記干渉度合いが所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式を減らすように更新し、更新した周波数情報の中から、前記無線装置によって送信された情報が示す無線方式に対応する周波数を抽出し、抽出した周波数を示す情報を前記無線装置に送信する制御装置と、

を含み、

前記無線装置は、前記制御装置によって送信された情報が示す周波数によって無線通信または無線放送を行うことを特徴とする通信システム。

【請求項 6】

無線装置が無線通信または無線放送に使用可能な無線方式を示す情報を前記無線装置から受信する受信部と、

前記無線装置を含む無線装置群における電波の干渉度合いを周波数毎に示す情報に基づいて、無線方式と使用可能な周波数とを対応付ける周波数情報を、前記干渉度合いが所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式を減らすように更新し、更新した周波数情報の中から、前記受信部によって受信された情報が示す無線方式に対応する周波数を抽出する抽出部と、

前記抽出部によって抽出された周波数を示す情報を前記無線装置に送信する送信部と、
を有することを特徴とする制御装置。

【請求項 7】

自無線装置を含む無線装置群における電波の干渉度合いを周波数毎に示す情報に基づいて、無線方式と使用可能な周波数とを対応付ける周波数情報を、前記干渉度合いが所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式を減らすように更新する制御装置へ、自無線装置が無線通信または無線放送に使用可能な無線方式を示す情報を送信する送信部と、

前記制御装置が更新した周波数情報の中から前記制御装置によって抽出された、前記送信部によって送信された情報が示す無線方式に対応する周波数を示す情報を前記制御装置から受信する受信部と、

前記受信部によって受信された情報が示す周波数によって無線通信または無線放送を行う無線部と、

を有することを特徴とする無線装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信方法、通信システム、制御装置および無線装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、無線通信のトラフィックが増加している。これに伴い、たとえば、テレビ放送周波数帯などの空きチャンネル（ホワイトスペース）の利用が検討されている（たとえば、下記非特許文献 1 参照。）。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献1】J. Wang, S. Filin, H. Harada, "IEEE 802.19-11/0067r0", NICT, July 2011

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来技術では、複数の無線装置が同一の周波数を同一エリアで使用する場合に、複数の無線装置の通信方式が異なっていると干渉制御が困難であり、干渉が大きくなるという問題がある。

10

【0005】

本発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、干渉の低減を図ることができる通信方法、通信システム、制御装置および無線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】

【0006】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、本発明の一側面によれば、無線装置が、前記無線装置が無線通信または無線放送に使用可能な無線方式を示す情報を制御装置へ送信し、前記制御装置が、無線方式と使用可能な周波数とを対応付ける周波数情報の中から、前記無線装置によって送信された情報が示す無線方式に対応する周波数を抽出し、抽出した周波数を示す情報を前記無線装置に送信し、前記無線装置が、前記制御装置によって送信された情報が示す周波数によって無線通信または無線放送を行う、ことを特徴とする通信方法、通信システム、制御装置および無線装置が提案される。

20

【発明の効果】

【0007】

本発明の一側面によれば、干渉の低減を図ることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、周波数管理システムの機能的構成の一例を示す説明図である。

【図2】図2は、周波数管理システムのシステム構成例を示す説明図である。

30

【図3】図3は、無線装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

【図4】図4は、周波数管理装置および通信装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

【図5】図5は、周波数管理装置の機能的構成の詳細構成の一例を示す説明図である。

【図6】図6は、各エリアのピクセルの一例を示す説明図である。

【図7】図7は、各ピクセルの利用可能データベースの一例を示す説明図である。

【図8】図8は、利用規定テーブルの一例を示す説明図である。

【図9】図9は、利用状況データベースの一例を示す説明図である。

【図10】図10は、占有度合いテーブルの一例を示す説明図である。

【図11】図11は、周波数管理システムにおける無線方式が1つの場合の周波数利用要求に関するシーケンスの一例を示す説明図である。

40

【図12】図12は、周波数管理システムにおける無線方式が2つの場合の周波数利用要求に関するシーケンスの一例を示す説明図である。

【図13】図13は、周波数管理装置が行う無線方式を統一する処理の一例を示すフローチャートである。

【図14】図14は、周波数 f_1 , f_2 , f_3 について定期的に混雑度合いを判断する際のタイミングチャート（その1）の一例を示す説明図である。

【図15】図15は、タイミング t_1 における占有度合いテーブルの一例を示す説明図である。

【図16】図16は、タイミング t_2 における占有度合いテーブルの一例を示す説明図で

50

ある。

【図 17】図 17 は、タイミング t_3 における占有度合いテーブルの一例を示す説明図である。

【図 18】図 18 は、周波数管理装置が行う無線方式の統一を解除する処理の一例を示すフローチャートである。

【図 19】図 19 は、周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 について定期的に混雑度合いを判断する際のタイミングチャートの一例（その 2）を示す説明図である。

【図 20】図 20 は、タイミング t_{10} における占有度合いテーブルの一例を示す説明図である。

【図 21】図 21 は、無線方式を変更した場合のシーケンスの一例を示す説明図である。

【図 22】図 22 は、周波数管理システムにおける無線方式が 1 つの場合の周波数利用要求に関するシーケンスの変形例を示す説明図である。

【図 23】図 23 は、周波数管理システムにおける無線方式が 2 つの場合の周波数利用要求に関するシーケンスの変形例を示す説明図である。

【図 24】図 24 は、無線方式 x のスループット特性の一例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下に図面を参照して、本発明にかかる通信方法、通信システム、制御装置および無線装置の実施の形態を詳細に説明する。本発明の通信システムは、たとえば以下の周波数管理システムにより実現される。また、本発明の制御装置は、たとえば以下の周波数管理装置により実現される。

【0010】

（周波数管理システムの機能的構成の一例）

図 1 は、周波数管理システムの機能的構成の一例を示す説明図である。図 1 に示すように、周波数管理システム 100 は、複数の無線装置 101 と、周波数管理装置 110 とを有する。複数の無線装置 101 は、それぞれ通信装置 102 と所定の無線方式により接続される。周波数管理装置 110 は、無線装置 101 と通信接続され、無線装置 101 と通信装置 102 との間の各無線方式による接続について周波数を管理する。

【0011】

ここで、IEEE 802 では TVWS（テレビホワイトスペース）の 2 次利用を行う無線システム向けに、IEEE 802.11af、IEEE 802.15.4m、IEEE 802.22 の 3 つの無線方式が標準化されている。IEEE 802.11af を用いれば、たとえば、Wi-Fi（Wireless Fidelity）（「Wi-Fi」は登録商標）を TVWS で利用できる。IEEE 802.15.4m を用いれば、たとえば近距離無線通信規格の ZigBee（「ZigBee」は登録商標）を TVWS で利用できる。IEEE 802.22 を用いれば中長距離エリアをカバーする広域無線ネットワークを構築できる。

【0012】

IEEE 802.19.1 では、異なる無線方式を用いた無線装置 101 同士の共存が検討されている。IEEE 802.19.1 では、TVWS の 2 次利用を行う無線装置 101 の共存を管理する共存マネージャが設けられ、無線システム向けに、管理サービスおよび情報サービスの 2 種類の共存サービスを提供する。どのサービスを利用するかは、無線装置 101 毎または地域毎に決めることが可能である。

【0013】

管理サービスでは、共存マネージャが個々の無線装置 101 の周波数割り当てを直接行うことにより、異なる無線方式の共存を実現する。一方、情報サービスでは、無線装置 101 の要求に応じて、その無線装置 101 に隣接する無線装置 101 が利用している周波数に関する情報を提供し、該当無線システムが干渉の少ない周波数を選びやすくする。

【0014】

このような管理サービスを行うのにあたり、異なる無線方式または同一の無線方式を用

10

20

30

40

50

いる無線装置 101 間の共存条件を定める必要がある。たとえば、異なる無線方式を用いる場合は通信エリアが被らないことや、同一の無線方式を用いる場合はチャネル占有率の和が 100% を超えないことを条件とする。このような条件を満たす周波数が存在する位置にある無線装置 101 に対しては、周波数が割り当てられる。

【0015】

従来では、周波数割り当てに必要なエリアまたは占有率の情報は、予測に基づいて行われているため、各無線装置 101 は自身の通信品質を確保するため広い周波数帯域や広いエリアを要求することとなる。そのため、受け入れ可能な無線装置 101 の周波数帯域が少なくなり、周波数の利用効率が低下する。

【0016】

そこで、本実施の形態では、無線装置 101 の位置と無線方式との組み合わせに応じて使用可能な周波数を設定することにより、同一周波数かつ異なる無線方式という干渉制御が困難な各通信の発生を減らすことを可能にし、干渉を低減する。

【0017】

無線装置 101 は、送信部 121 と、受信部 122 と、無線部 123 と、を有する。周波数管理装置 110 は、受信部 111 と、抽出部 112 と、送信部 113 と、取得部 114 と、更新部 115 と、を有する。送信部 121 は、無線装置 101 が無線通信または無線放送に使用可能な無線方式を示す情報を周波数管理装置 110 へ送信する。送信部 121 は、無線装置 101 が無線通信または無線放送に使用可能な無線方式を示す情報とともに無線装置 101 の位置情報についても送信する。

【0018】

受信部 111 は、無線装置 101 から無線装置 101 が無線通信または無線放送に使用可能な無線方式を示す情報を受信する。抽出部 112 は、無線方式と使用可能な周波数とを対応付ける周波数情報の中から、無線装置 101 によって送信された情報が示す無線方式に対応する周波数を抽出する。たとえば、抽出部 112 は、無線装置 101 の位置情報を用いて、無線装置 101 が位置するエリア内における周波数を抽出する。

【0019】

送信部 113 は、抽出部 112 によって抽出された周波数を示す情報を無線装置 101 に送信する。無線装置 101 の受信部 122 は、周波数管理装置 110 から送信された情報を受信する。無線部 123 は、受信部 122 によって受信された情報が示す周波数によって通信装置 102 と無線通信または無線放送を行う。

【0020】

取得部 114 は、無線装置 101 を含む無線装置群における電波の干渉度合いを周波数毎に示す情報を取得する。干渉度合いは、たとえば、電波の数が多くなって電波の混雑度合いが高くなると、それに比例して高くなる。更新部 115 は、取得部 114 によって取得された情報に基づいて、干渉度合いが所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式を減らすように周波数情報を更新する。干渉度合いが所定の度合いを超えとは、たとえば、電波の混雑度合いが所定量以上になることである。

【0021】

抽出部 112 は、更新部 115 によって更新された周波数情報の中から、無線装置 101 によって送信された情報が示す無線方式に対応する周波数を抽出する。送信部 113 は、取得部 114 によって抽出された周波数を示す情報を無線装置 101 に送信する。

【0022】

また、更新部 115 は、取得部 114 によって取得された干渉度合いを示す情報に基づいて、干渉度合いが所定の度合いを超えた周波数の干渉度合いが所定の度合いを下回ると、上記の減らした無線方式を元に戻すように周波数情報を更新する。干渉度合いが所定の度合いを下回るとは、たとえば、電波の数が少なくなって電波の混雑度合いが低くなることである。抽出部 112 は、更新部 115 によって更新された周波数情報の中から、無線装置 101 によって送信された情報が示す無線方式に対応する周波数を抽出する。送信部 113 は、抽出部 112 によって抽出された周波数を示す情報を無線装置 101 に送信す

10

20

30

40

50

る。

【0023】

更新部115は、干渉度合いが所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式の中から、無線装置群のうちの無線方式を使用中の無線端末の数に基づいて選択した無線方式を使用不可にするように周波数情報を更新する。つまり、電波の混雑度合いが所定量以上になった周波数では、少なくとも1つ以上、使用中の無線方式を使用不可にする。使用不可にする無線方式は、たとえば使用数の少ない無線方式である。使用不可となった無線方式の無線装置101は、他の周波数に変更することにより、同じ無線方式で使用可能である。

【0024】

更新部115は、干渉度合いが所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式のうちの、所定の比率が閾値を超える無線方式がない場合、干渉度合いが所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式を減らさない。所定の比率は、無線装置群の数に対する無線方式を使用中の無線端末の数の比率であり、占有比率という。電波の混雑度合いが所定量以上になった周波数でも、占有比率が閾値を超える無線方式がない場合、無線方式は減らさない。これにより、多数の無線装置101を他の周波数に変更しなくて済む。

【0025】

更新部115は、干渉度合いが所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式のうちの1つの無線方式のみを使用可にするように周波数情報を更新する。閾値は、予め定めた固定値でもよいが、周波数情報において無線方式のみを使用可とした周波数の数に応じた閾値である。周波数情報において無線方式のみを使用可とした周波数の数に応じた閾値とは、たとえば、無線方式における周波数の見込み比率である。なお、見込み比率の詳細については後述する。

【0026】

送信部113は、抽出部112によって抽出された周波数を示す情報と、抽出された周波数が使用可能な期間を示す情報とを無線装置101に送信する。無線装置101の受信部122は、無線装置101から、周波数を示す情報と、周波数が使用可能な期間を示す情報と、を受信する。無線部123は、受信部122によって受信された情報が示す有効期間が経過するまで、周波数管理装置110によって送信された情報が示す周波数によって無線通信または無線放送を行う。

【0027】

(周波数管理システムのシステム構成例)

図2は、周波数管理システムのシステム構成例を示す説明図である。図2に示すように、周波数管理システム100は、複数の無線装置101と、複数の通信装置102と、周波数管理装置110と、を有する。なお、無線装置101は、図2に示すように、無線装置101a, 101b, 101c, 101dを含む。通信装置102は、図2に示すように、通信装置102a, 102b, 102c, 102dを含む。

【0028】

複数の無線装置101は、それぞれ通信装置102とネットワーク220とを中継する。通信装置102は、たとえば、スマートフォン、携帯電話、PC(Personal Computer)などである。無線装置101および通信装置102は、それぞれ無線通信ネットワーク201を介して接続されている。無線通信ネットワーク201は、図2に示すように、無線通信ネットワーク201a, 201b, 201c, 201dを含む。周波数管理装置110は、無線通信ネットワーク201において利用可能な周波数を管理する。

【0029】

無線装置101は、無線通信ネットワーク201による通信が可能な所定範囲を通信エリアとして通信装置102と接続する。無線装置101および通信装置102は、通信可能な位置関係にある場合に無線通信ネットワーク201により接続される。

【0030】

たとえば、無線通信ネットワーク201の無線方式としては、無線LAN (Local Area Network)、IEEE802.11a、IEEE802.11n、W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access)、LTE (Long Term Evolution) (登録商標)、などが挙げられる。

【0031】

また、ネットワークとしては、無線通信ネットワーク201に限らず、放送ネットワークであってもよい。その場合、無線装置101を送信装置とし、通信装置102を受信装置とすればよい。無線方式としては、ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial) (登録商標) などが挙げられる。

10

【0032】

無線装置101は、周波数利用要求とともに、自身の無線方式に関する情報と自身の位置情報とを周波数管理装置110へ送信する。周波数管理装置110は、どの無線方式のどの周波数が利用可能であるかどうかを管理しており、無線装置101の無線方式を利用することが可能な周波数を抽出する。周波数管理装置110は、抽出した周波数を利用可能な周波数として無線装置101に返信する。無線装置101は、周波数管理装置110によって指定された周波数を用いて通信や放送を行う。

【0033】

(無線装置のハードウェア構成の一例)

20

図3は、無線装置のハードウェア構成の一例を示す図である。図3に示すように、無線装置101は、CPU301と、メモリ302と、ユーザインタフェース303と、通信インタフェース304と、位置情報取得装置305と、を有する。CPU301と、メモリ302と、ユーザインタフェース303と、通信インタフェース304と、位置情報取得装置305とは、バス309によって接続されている。

【0034】

CPU301 (Central Processing Unit) は、無線装置101の全体の制御を司る。メモリ302には、たとえばメインメモリおよび補助メモリが含まれる。メインメモリは、たとえばRAM (Random Access Memory) である。メインメモリは、CPU301のワークエリアとして使用される。

30

【0035】

補助メモリは、たとえば磁気ディスク、光ディスク、フラッシュメモリなどの不揮発メモリである。補助メモリには、無線装置101を動作させる各種のプログラムが記憶されている。補助メモリに記憶されたプログラムは、メインメモリにロードされてCPU301によって実行される。

【0036】

ユーザインタフェース303は、たとえば、ユーザからの操作入力を受け付ける入力デバイスや、ユーザへ情報を出力する出力デバイスなどを含む。入力デバイスは、たとえば、タッチパネルやキー (たとえばキーボード) やリモコンなどによって実現することができる。出力デバイスは、たとえば、タッチパネルやディスプレイやスピーカなどによって実現することができる。ユーザインタフェース303は、CPU301によって制御される。

40

【0037】

通信インタフェース304は、たとえば、無線や有線によって周波数管理装置110の外部装置との間で通信を行うインタフェースである。通信インタフェース304は、CPU301によって制御される。位置情報取得装置305は、無線装置101の位置情報を取得する。位置情報取得装置305としては、たとえばGPS (Global Positioning System) 衛星からのGPS情報を基に位置情報を取得する装置が挙げられる。なお、位置情報取得装置305としては、GPS情報を基に位置情報を取得する装置に限らず、無線装置101が固定設置される場合には固定設置される位置情報を

50

予めメモリ302に記憶しておき、メモリ302から取得する装置でもよい。

【0038】

図1を用いて説明した無線装置101の、送信部121と、受信部122と、無線部123とは、CPU301によって実現される。すなわち、CPU301が各種プログラムを実行することにより、各部の機能を実現する。

【0039】

(周波数管理装置および通信装置のハードウェア構成の一例)

図4は、周波数管理装置および通信装置のハードウェア構成の一例を示す図である。図4の説明では、主体を周波数管理装置110として説明するが、通信装置102についても同様の構成である。図4に示すように、周波数管理装置110は、CPU401と、メモリ402と、ユーザインタフェース403と、通信インタフェース404と、を有する。CPU401、メモリ402、ユーザインタフェース403および通信インタフェース404は、バス409によって接続されている。

10

【0040】

CPU401は、周波数管理装置110または通信装置102の全体の制御を司る。メモリ402には、たとえばメインメモリおよび補助メモリが含まれる。メインメモリは、たとえばRAMである。メインメモリは、CPU401のワークエリアとして使用される。

【0041】

補助メモリは、たとえば磁気ディスク、光ディスク、フラッシュメモリなどの不揮発メモリである。補助メモリには、周波数管理装置110を動作させる各種のプログラムが記憶されている。補助メモリに記憶されたプログラムは、メインメモリにロードされてCPU401によって実行される。

20

【0042】

ユーザインタフェース403は、たとえば、ユーザからの操作入力を受け付ける入力デバイスや、ユーザへ情報を出力する出力デバイスなどを含む。入力デバイスは、たとえば、タッチパネルやキー(たとえばキーボード)やリモコンなどによって実現することができる。出力デバイスは、たとえば、タッチパネルやディスプレイやスピーカなどによって実現することができる。ユーザインタフェース403は、CPU401によって制御される。

30

【0043】

通信インタフェース404は、たとえば、無線や有線によって周波数管理装置110の外部装置との間で通信を行うインタフェースである。通信インタフェース404は、CPU401によって制御される。

【0044】

図1を用いて説明した周波数管理装置110の、受信部111と、抽出部112と、送信部113と、取得部114と、更新部115とは、CPU401によって実現される。すなわち、CPU401が各種プログラムを実行することにより、各部の機能を実現する。

【0045】

(周波数管理装置の機能的構成の詳細構成の一例)

図5は、周波数管理装置の機能的構成の詳細構成の一例を示す説明図である。図5において、周波数管理装置110は、受信部501と、受信信号処理部502と、周波数管理部503と、送信信号処理部504と、送信部505と、記憶部520と、を有する。

40

【0046】

受信部501は、無線装置101から無線方式に関する情報等を示す信号を受信する。受信信号処理部502は、受信部501によって受信された信号を復号する。たとえば、受信信号処理部502は、信号を復号することにより、無線装置101の識別番号や、位置情報や、無線方式の情報などを得る。

【0047】

50

周波数管理部 503 は、エリア毎の周波数利用を記憶する記憶部 520 を参照し、無線装置 101 が位置するエリアにおいて、無線装置 101 の無線方式を利用することが可能な周波数のリストを抽出する。送信信号処理部 504 は、周波数管理部 503 によって指定された周波数のリストや宛先などをパケット化する。送信部 505 は、送信信号処理部 504 によってパケット化された信号を無線装置 101 へ送信する。

【0048】

ここで、周波数管理部 503 は、周波数リスト抽出部 511 と、周波数リスト決定部 512 と、利用状況集計部 513 と、混雑評価部 514 と、無線方式変更部 515 と、を有する。周波数リスト抽出部 511 は、記憶部 520 に記憶される利用規定テーブル 800 (図 8 参照) を参照して、無線装置 101 が位置するエリア毎の周波数リストを抽出する。周波数リスト決定部 512 は、周波数リスト抽出部 511 によって抽出された周波数のリストの中から、利用可能な周波数のリストを決定する。周波数リスト決定部 512 は、利用可能な周波数のリストを送信信号処理部 504 へ出力する。

10

【0049】

また、受信部 501 は、無線装置 101 へ利用可能な周波数のリストを送信したことにより、無線装置 101 から利用する周波数を示す信号を受信する。利用状況集計部 513 は、無線装置 101 が利用する周波数を集計し、集計結果を記憶部 520 に記憶させる。たとえば、利用状況集計部 513 は、記憶部 520 に記憶される利用状況データベース 900 (図 9 参照) および占有度合いテーブル 1000 (図 10 参照) を更新する。

【0050】

20

混雑評価部 514 は、利用状況集計部 513 によって更新される利用状況の集計結果を用いて、各周波数の混雑度合いを評価する。多数の無線方式が混在して電波が混雑してくると、電波の干渉が生じやすくなる。そのため、混雑度合いとは、干渉度合いといえる。混雑評価部 514 は、具体的には、干渉による信号の劣化が所定値以上となる混雑度合いであるか否かを評価する。

【0051】

無線方式変更部 515 は、エリア内の利用可能な無線方式を許容する。たとえば、無線方式変更部 515 は、混雑評価部 514 によって干渉による信号の劣化が所定値以上となる混雑度合いであると評価された場合、利用可能な無線方式を限定する。つまり、無線方式変更部 515 は、混雑度合いが高くなると、利用可能な無線方式を限定する。

30

【0052】

また、無線方式変更部 515 は、利用可能な無線方式を限定した後、混雑評価部 514 によって干渉による信号の劣化がほとんどない混雑度合いであると評価された場合、無線方式の限定を解除する。つまり、無線方式変更部 515 は、混雑度合いが低くなると、利用可能な無線方式の限定を解除する。

【0053】

受信部 501 と、受信信号処理部 502 と、周波数管理部 503 と、送信信号処理部 504 と、送信部 505 と、周波数リスト抽出部 511 と、周波数リスト決定部 512 と、利用状況集計部 513 と、混雑評価部 514 と、無線方式変更部 515 とは、図 4 に示した CPU 401 によって実現される。すなわち、CPU 401 が各種プログラムを実行することにより、各部 501～505、511～515 の機能を実現する。また、記憶部 520 は、図 4 に示したメモリ 402 によって実現される。

40

【0054】

(各エリアのピクセルの一例)

図 6 は、各エリアのピクセルの一例を示す説明図である。図 6 の説明図 600 に示すように、周波数管理装置 110 は、たとえば、エリア毎の区域を格子状に分けたピクセル単位で周波数を管理する。具体的には、ピクセル 1、ピクセル 2、…、というように、各ピクセルに番号を付した上で、複数のピクセルを含むエリア毎に周波数を管理する。

【0055】

(各ピクセルの利用可能データベースの一例)

50

図7は、各ピクセルの利用可能データベースの一例を示す説明図である。図7に示すように、利用可能データベース700は、たとえば各エリアのピクセル毎に、利用可能な周波数帯域が対応付けられている。周波数帯域は、上限の周波数と下限の周波数とが定められている。利用可能データベース700の各ピクセルにおいて、「0」は利用可能な周波数を示し、「1」は利用不可能な周波数を示している。たとえば、ピクセル1では、周波数帯域f1が利用可能であり、周波数帯域f2が利用不可能になっている。このように、各エリアのピクセル毎に、どの周波数が利用可能であるか否かが記憶されている。

【0056】

なお、ピクセルに応じて最大送信電力が変わる場合には、各データベースにおいて、最大送信電力値を記憶すればよい。この場合、たとえば、利用できない周波数については0 Wを記憶すればよい。また、固定デバイス（固定マスター無線装置）とポータブルデバイス（ポータブル・マスター無線装置）とで最大送信電力が異なる場合、デバイスの種別毎に利用可能データベース700を用意しておけばよい。利用可能データベース700は、周波数管理装置110の記憶部520（図5参照）に記憶されている。

【0057】

（利用規定テーブルの一例）

図8は、利用規定テーブルの一例を示す説明図である。図8に示すように、利用規定テーブル800は、各エリアの利用可能な無線方式の周波数を示している。たとえば、エリア1において、周波数f1は、無線方式aおよび無線方式bが利用可能であることを表している。また、周波数f2は、無線方式a、無線方式bおよび無線方式cが利用可能であることを表している。さらに、周波数f3は、無線方式bおよび無線方式cが利用可能であることを表している。

【0058】

言い換えれば、無線方式aの場合、周波数f1、f2が利用可能である。無線方式bの場合、周波数f1、f2、f3が利用可能である。無線方式cの場合、周波数f2、f3が利用可能である。このように、利用規定テーブル800は、各エリアにおいて無線方式毎の利用可能な周波数を示している。利用規定テーブル800は、周波数管理装置110の記憶部520（図5参照）に記憶されている。

【0059】

（利用状況データベースの一例）

図9は、利用状況データベースの一例を示す説明図である。図9に示すように、利用状況データベース900は、各エリアの各ピクセルについて周波数毎に利用中の無線方式を記憶している。たとえば、エリア1のピクセル1には、周波数f1の無線方式aが利用中であることを示している。また、エリア1のピクセル3には、周波数f2の無線方式bが利用中であることを示している。また、エリア1のピクセルk+3には、周波数f2の無線方式cが利用中であることを示している。

【0060】

（占有度合いテーブルの一例）

図10は、占有度合いテーブルの一例を示す説明図である。図10に示すように、占有度合いテーブル1000は、各エリアの各周波数について無線方式毎の占有度合いを記憶している。周波数f_nにおける無線方式xの占有度合いは下記（1）式によって算出することができる。

【0061】

【数1】

$$P_n(x) = \sum_{j=1}^J p_n(x, j) \quad \cdots (1)$$

【0062】

無線装置jが無線方式xを使っていれば、 $p_n(x, j) = 1$ とし、そうでなければ0とする。すなわちエリアにおいて無線方式xを使っている無線装置を数え上げることで占有度を算出することができる。

【0063】

たとえば、占有度合いテーブル1000に示すように、周波数 f_1 について、無線方式aは $P_1(a)$ 、無線方式bは $P_1(b)$ 、無線方式cは $P_1(c)$ となっている。なお、占有度合いテーブル1000では、周波数および無線方式がいずれも3種類の場合を例に挙げて説明したが、これは一例に過ぎず、周波数および無線方式は、多数種類をとり得る。

【0064】

(周波数利用要求に関するシーケンスの一例)

図11は、周波数管理システムにおける無線方式が1つの場合の周波数利用要求に関するシーケンスの一例を示す説明図である。図11に示すように、無線装置101は、位置および無線方式に関する情報を周波数管理装置110へ送信する(ステップS1101)。周波数管理装置110は、無線装置101から位置および無線方式に関する情報を受信すると、利用可能な周波数のリストを示す情報を無線装置101へ送信する(ステップS1102)。無線装置101は、利用可能な周波数のリストの中から利用する周波数を選択して利用する周波数を示す情報を周波数管理装置110へ送信する(ステップS1103)。

10

【0065】

このようにして、周波数管理システム100では、無線装置101と通信装置102との間の無線通信ネットワーク201において用いられる周波数が決定される。なお、周波数管理装置110は、無線装置101から利用する周波数を示す情報を受信すると、利用状況データベース900(図9参照)、占有度合いテーブル1000(図10参照)を更新する。

20

【0066】

図12は、周波数管理システムにおける無線方式が2つの場合の周波数利用要求に関するシーケンスの一例を示す説明図である。図12に示すように、無線装置101は、位置および無線方式1, 2に関する情報を周波数管理装置110へ送信する(ステップS1201)。周波数管理装置110は、無線装置101から位置および無線方式1, 2に関する情報を受信すると、利用可能な無線方式1, 2毎の周波数のリストを示す情報を無線装置101へ送信する(ステップS1202)。

【0067】

無線装置101は、利用可能な無線方式1, 2毎の周波数のリストの中から、無線方式1, 2毎に利用する周波数を選択して利用する周波数と無線方式とを示す情報を周波数管理装置110へ送信する(ステップS1203)。このようにして、周波数管理システム100では、無線装置101と通信装置102との間の無線通信ネットワーク201において用いられる周波数と無線方式が決定される。なお、図11では、周波数管理システムにおける無線方式が2つの場合について説明したが、周波数管理システムにおける無線方式の数が n の場合には、 n 個の無線方式毎にそれぞれ周波数が決定されるようにすればよい。

30

【0068】

(周波数管理装置が行う無線方式を統一する処理の一例)

図13は、周波数管理装置が行う無線方式を統一する処理の一例を示すフローチャートである。図13に示すように、周波数管理装置110は、周波数 f_n における混雑度合いが十分に大きいと否かを判断する(ステップS1301)。ステップS1301における判断を行うタイミングは、たとえば、新たに無線装置101を登録するタイミングや、所定周期毎である。

40

【0069】

周波数 f_n における混雑度合いが十分に大きいとは、全無線方式の占有度合いの和が予め定めた閾値以上となった場合であり、つまり、多数の無線方式が混在して電波が混雑してきた場合である。また、より正確に混雑度合いを判断する方法としては、それぞれの無線装置101の通信エリア、送信電力、周波数使用時間率などを用いてもよい。たとえば

50

、図10のシーケンスにおいて無線装置101が実際に利用する周波数と一緒にこれらの情報を送信するようにし、周波数管理装置110がこれらの情報を用いて混雑度合いを判断してもよい。

【0070】

たとえば、無線装置101が実際に利用する周波数と一緒に通信エリアの情報を送信する場合、周波数管理装置110は、無線装置jが無線方式xを利用していれば $p_n(x, j)$ = 通信エリアの面積とし、利用していなければ $p_n(x, j) = 0$ とする。このようなエリアの面積と、全無線方式の占有度合いの和と、予め定めた閾値と、を用いて混雑度合いを判断してもよい。

【0071】

混雑度合いが十分に大きくない場合（ステップS1301：No）、周波数管理装置110は、本フローによる一連の処理を終了する。混雑度合いが十分に大きい場合（ステップS1301：Yes）、周波数管理装置110は、周波数 f_n において最も占有度合いの高い無線方式 x' を抽出する（ステップS1302）。

【0072】

次に、周波数 f_n において最も占有度合いの高い無線方式 x' が統一基準を満たすかどうかを判断する（ステップS1303）。統一基準については、図14等を用いて後述する。無線方式 x' が統一基準を満たさない場合（ステップS1303：No）、本フローチャートによる一連の処理を終了する。無線方式 x' が統一基準を満たす場合（ステップS1303：Yes）、該当エリアにおいて周波数 f_n を利用するにあたり無線方式として x' のみを許可することを決定する（ステップS1304）。次に、周波数管理装置110は、利用規定テーブル800（図8参照）、利用状況データベース900（図9参照）、占有度合いテーブル1000（図10参照）等の各種テーブルを更新し（ステップS1305）、本フローチャートによる一連の処理を終了する。

【0073】

それぞれの周波数において許容する無線方式の統一基準は、周波数管理装置110の管理者が任意に設定することができる。ここで、無線方式の統一は、周波数全体としての利用効率を向上させつつ、それぞれの無線装置101の周波数利用に対する制限をなるべく低減することが一つの指標とすることができる。統一基準については以下に図14等を用いて説明する。

【0074】

図14は、周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 について定期的に混雑度合いを判断する際のタイミングチャート（その1）の一例を示す説明図である。図14において、タイミングチャート1400は、周波数 f_1 について混雑度合いを判断する際のタイミング t_1 、周波数 f_2 について混雑度合いを判断する際のタイミング t_2 、周波数 f_3 について混雑度合いを判断する際のタイミング t_3 、を示している。このように、定期的に各周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 について混雑度合いを判断する。

【0075】

図15は、タイミング t_1 における占有度合いテーブルの一例を示す説明図である。周波数 f_1 については、占有度合いの最も高い無線方式aが統一候補となる。ここで、（2）式を用いて占有比率Yを算出する。

【0076】

【数2】

$$\frac{\sum_n P_n(x)}{\sum_n \sum_x P_n(x)} \quad \dots(2)$$

【0077】

図15に示す占有度合いテーブル1500の各値を（2）式に代入すると、
占有比率 $Y = (40 + 40 + 20) / (40 + 40 + 20 + 30 + 15 + 45 + 5 + 10 + 10) = 100 / 215$

10

20

30

40

50

となる。

【0078】

また、無線方式 a 専用となる周波数の見込み比率 Z は、

見込み比率 Z = [(すでに無線方式 a 限定となっている周波数の帯域幅の和 + 今判定を行っている周波数の帯域幅) / 全周波数幅の種類数] = (0 + 1) / (1 + 1 + 1) = 1 / 3

と表すことができる。

【0079】

本実施の形態では、「占有比率 Y ≥ 見込み比率 Z」を統一基準としている。占有度合いテーブル 1500 の各値の場合、統一基準を満たすこととなる。そのため、タイミング t 10において、周波数 f 1 は、占有度合いの最も高い無線方式 a に統一される。また、周波数 f 1 において、無線方式 b, c については、利用が不可能になる。このように、電波が混雑して無線方式 a のみに利用を制限した場合、周波数管理装置 110 は、無線装置 101 にその旨を通知する。

【0080】

図 16 は、タイミング t 2 における占有度合いテーブルの一例を示す説明図である。図 16 に示す占有度合いテーブル 1600 は、タイミング t 1 において周波数 f 1 が統一基準を満たしたことにより、周波数 f 1 は無線方式 a に統一されている。周波数 f 1 は無線方式 a に統一され、図 15 の周波数 f 1 の無線方式 b の 30 は、図 16 に示す無線方式 b の周波数 f 2 および f 3 に 15 ずつ移動している。また、図 15 の周波数 f 1 の無線方式 c の 5 は、図 16 に示す無線方式 c の周波数 f 2 に移動している。つまり、周波数 f 1 が無線方式 a に統一されたことにより、周波数 f 1 の無線方式 b および無線方式 c の無線装置 101 は、他の周波数に変更されている。

【0081】

占有度合いテーブル 1600 において、周波数 f 2 については、占有度合いの最も高い無線方式 a が統一候補である。ここで、占有度合いテーブル 1600 の各値と、(2) 式とを用いて占有比率 Y を算出すると、占有比率 Y は、占有比率 Y = (40 + 40 + 20) / (40 + 40 + 20 + 30 + 60 + 15 + 10) = 100 / 215 となる。

【0082】

見込み比率 Z は、[(すでに無線方式 a 限定となっている周波数の帯域幅の和 + 今判定を行っている周波数の帯域幅) / 全周波数幅の種類数] = (1 + 1) / (1 + 1 + 1) = 2 / 3 となる。つまり、タイミング t 2 の周波数 f 2 については「占有比率 Y < 見込み比率 Z」となり、統一基準「占有比率 Y ≥ 見込み比率 Z」を満たさない。そのため、タイミング t 2 では、周波数 f 2 の無線方式 a への統一を行わない。

【0083】

図 17 は、タイミング t 3 における占有度合いテーブルの一例を示す説明図である。図 17 に示す占有度合いテーブル 1700 は、タイミング t 1 において周波数 f 1 が統一基準を満たしたことにより、周波数 f 1 は無線方式 a に統一されている。また、タイミング t 2 において周波数 f 2 が統一基準を満たさなかったことにより、周波数 f 2 は無線方式が統一されていない。そのため、占有度合いテーブル 1700 は、占有度合いテーブル 1600 (図 16 参照) と同じ値を示している。

【0084】

占有度合いテーブル 1700 において、周波数 f 3 については、占有度合いの最も高い無線方式 b が統一候補である。ここで、占有度合いテーブル 1700 の各値と、(2) 式とを用いて占有比率 Y を算出すると、占有比率 Y は、占有比率 Y = (0 + 30 + 60) / (40 + 40 + 20 + 30 + 60 + 15 + 10) = 90 / 215 となる。

【0085】

見込み比率 Z は、[(すでに無線方式 b 限定となっている周波数の帯域幅の和 + 今判定を行っている周波数の帯域幅) / 全周波数幅の種類数] = (0 + 1) / (1 + 1 + 1) = 1 / 3 となる。つまり、タイミング t 3 の周波数 f 3 については「占有比率 Y ≥ 見込み比

10

20

30

40

50

率Z」となり、統一基準を満たす。そのため、周波数f₃は、占有度合いの最も高い無線方式bに統一される。また、周波数f₃において、無線方式a、cについては、利用が不可能になる。このように、電波が混雑して無線方式bのみに利用を制限した場合、周波数管理装置110は、無線装置101にその旨を通知する。

【0086】

(周波数管理装置が行う無線方式の統一を解除する処理の一例)

図18は、周波数管理装置が行う無線方式の統一を解除する処理の一例を示すフローチャートである。図18に示すように、周波数管理装置110は、周波数f_nにおいて最も占有度合いの高い無線方式x'が解除基準を満たすかどうかを判断する(ステップS1801)。ステップS1801の判断は、新たに無線装置101を登録する場合や、所定期間毎に行われる。解除基準については、図19等を用いて後述する。

10

【0087】

無線方式x'が解除基準を満たさない場合(ステップS1801:No)、本フローチャートによる一連の処理を終了する。無線方式x'が解除基準を満たす場合(ステップS1801:Yes)、該当エリアにおける周波数f_nを利用するに際しての無線方式x'への統一を解除する(ステップS1802)。次に、周波数管理装置110は、利用規定テーブル800(図8参照)等の各種テーブルを更新し(ステップS1803)、本フローチャートによる一連の処理を終了する。

【0088】

なお、それぞれの周波数において無線方式の統一を解除する解除基準は、周波数管理装置110の管理者が任意に設定することができる。ここで、無線方式の統一の解除は、周波数全体としての利用効率を向上させつつ、それぞれの無線装置101の周波数利用に対する制限をなるべく低減することが一つの指標とすることができる。無線方式の統一の解除基準については以下に図19等を用いて説明する。

20

【0089】

図19は、周波数f₁、f₂、f₃について定期的に混雑度合いを判断する際のタイミングチャートの一例(その2)を示す説明図である。図19において、タイミングチャート1900は、定期的に順番に各周波数における無線方式の許可管理を行う際のタイミングを示している。たとえば、タイミングt₁₀において、周波数管理装置110は、周波数f₃について混雑度合いを判断する。

30

【0090】

図20は、タイミングt₁₀における占有度合いテーブルの一例を示す説明図である。図20の占有度合いテーブル2000に示すように、タイミングt₁₀では、周波数f₁が無線方式aに統一され、周波数f₃が無線方式bに統一されているものとする。ここでは、周波数f₃の無線方式bの解除について説明する。まず、(2)式を用いて占有比率Yを算出する。

【0091】

占有度合いテーブル2000の各値を(2)式に代入すると、

$$\text{占有比率} Y = (15) / (40 + 30 + 15 + 25) = 15 / 110$$

となる。

40

【0092】

また、無線方式bの専用周波数比率W(見込み比率Z相当)は、

専用周波数比率W = (無線方式b限定となっている周波数の帯域幅の和 / 全周波数幅の種類数) = (1) / (1 + 1 + 1) = 1 / 3

と表すことができる。

【0093】

本実施の形態では、「占有比率Y < 0.5 × 専用周波数比率W」を解除基準としている。タイミングt₁₀における占有度合いテーブル2000の各値の場合、解除基準を満たすこととなる。そのため、タイミングt₁₀において、周波数f₃は、無線方式bへの統一が解除される。このように、無線方式bのみに利用を制限した場合、電波が空いてくる

50

と、周波数 f_3 における無線方式 b への統一を解除し、無線方式 a , c についても利用可能にする。そして、周波数管理装置 110 は、その旨を無線装置 101 に通知する。

【0094】

(無線方式を変更した場合のシーケンスの一例)

図 21 は、無線方式を変更した場合のシーケンスの一例を示す説明図である。図 21 に示すように、周波数管理装置 110 は、統一基準を満たしことや無線方式の統一の解除により無線方式を変更した場合、利用可能な周波数のリストの変更を示す情報を無線装置 101 へ送信する(ステップ S2101)。無線装置 101 は、利用可能な周波数のリストの中から利用する周波数を選択して利用する周波数と無線方式とを示す情報を周波数管理装置 110 へ送信する(ステップ S2102)。

10

【0095】

このようにして、周波数管理システム 100 では、無線装置 101 と通信装置 102 との間の無線通信ネットワーク 201 において用いられる周波数が変更される。なお、周波数管理装置 110 は、無線装置 101 から利用する周波数を示す情報を受信すると、記憶部 520 に記憶される利用規定テーブル 800 (図 8 参照)、利用状況データベース 900 (図 9 参照)、占有度合いテーブル 1000 (図 10 参照)を更新する。

【0096】

(周波数利用要求に関するシーケンスの変形例)

図 22 は、周波数管理システムにおける無線方式が 1 つの場合の周波数利用要求に関するシーケンスの変形例を示す説明図である。図 22 に示す変形例は、周波数管理装置 110 が、利用可能な周波数のリストと有効期間とを示す情報を無線装置 101 へ送信する点が、図 11 に示した周波数利用要求に関するシーケンスと異なる。

20

【0097】

図 22 に示すように、無線装置 101 は、位置および無線方式に関する情報を周波数管理装置 110 へ送信する(ステップ S2201)。周波数管理装置 110 は、無線装置 101 から位置および無線方式に関する情報を受信すると、利用可能な周波数のリストと有効期間とを示す情報を無線装置 101 へ送信する(ステップ S2202)。無線装置 101 は、利用可能な周波数のリストの中から利用する周波数を選択して利用する周波数を示す情報を周波数管理装置 110 へ送信する(ステップ S2203)。

【0098】

このようにして、周波数管理システム 100 では、無線装置 101 と通信装置 102 との間の無線通信ネットワーク 201 において有効期間が経過するまでの間、用いられる周波数が決定される。周波数管理装置 110 は、無線装置 101 から利用する周波数を示す情報を受信すると、記憶部 520 に記憶される利用状況データベース 900 (図 9 参照)や、占有度合いテーブル 1000 (図 10 参照)を更新する。また、有効期間が経過すると、たとえば、無線装置 101 との一旦接続を解除し、再度、図 22 に示したシーケンスの動作を行うことにより、再接続を可能にする。

30

【0099】

図 23 は、周波数管理システムにおける無線方式が 2 つの場合の周波数利用要求に関するシーケンスの変形例を示す説明図である。図 23 に示す変形例は、周波数管理装置 110 が、利用可能な無線方式 1, 2 毎の周波数のリストと有効期間とを示す情報を無線装置 101 へ送信する点が、図 12 に示した周波数利用要求に関するシーケンスと異なる。

40

【0100】

図 23 に示すように、無線装置 101 は、位置および無線方式 1, 2 に関する情報を周波数管理装置 110 へ送信する(ステップ S2301)。周波数管理装置 110 は、無線装置 101 から位置および無線方式 1, 2 に関する情報を受信すると、利用可能な無線方式 1, 2 毎の周波数のリストと有効期間を示す情報を無線装置 101 へ送信する(ステップ S2302)。

【0101】

無線装置 101 は、利用可能な無線方式 1, 2 毎の周波数のリストの中から、無線方式

50

1, 2 毎に利用する周波数を選択して利用する周波数と無線方式とを示す情報を周波数管理装置 110 へ送信する (ステップ S2303)。このようにして、周波数管理システム 100 では、無線装置 101 と通信装置 102 との間の無線通信ネットワーク 201 において有効期間が経過するまでの間、用いられる周波数と無線方式が決定される。なお、図 11 では、周波数管理システムにおける無線方式が 2 つの場合について説明したが、周波数管理システムにおける無線方式の数が n の場合には、 n 個の無線方式毎にそれぞれ周波数が決定されるようにすればよい。

【0102】

なお、周波数管理装置 110 は、無線装置 101 から利用する周波数を示す情報を受信すると、記憶部 520 に記憶される利用状況データベース 900 (図 9 参照) や、占有度合いテーブル 1000 (図 10 参照) を更新する。また、有効期間が経過すると、たとえば、一旦接続を解除し、再度、図 23 に示したシーケンスの動作を行うことにより、再接続を可能にする。

10

【0103】

このように有効期間を設定することにより、利用可能な無線装置 101 を有効期間毎に制限することができるとともに、特定の無線装置 101 による長時間の利用を抑えることができる。これにより、電波の混雑を抑えることができる。また、このような有効期間を設定した場合においても、電波が混雑してきた場合には、周波数毎に一の無線方式に統一することも可能である。

【0104】

20

また、有効期間を設定する場合、無線方式の許可管理を行う際のタイミングは、所定期間毎 (図 14 および図 19 参照) とすることに限らない。各無線装置 101 に設定する有効期間を用いることにより、混雑状況を予測することができ、無線方式の統一を解除する解除基準を満たすことが予測可能になるため、無線方式の許可管理を行う際のタイミングは、予測した解除基準を満たすタイミングとしてもよい。

【0105】

(無線方式 x のスループット特性の一例)

図 24 は、無線方式 x のスループット特性の一例を示す説明図である。なお、図 24 では、混雑度合いの判断に、スループットの劣化を用いる場合について説明する。図 24 において、グラフは、横軸がエリアにおける無線装置の混雑度合いを示し、縦軸がスループット (通信速度) を示している。周波数管理装置 110 は、シミュレーションなどで計算した混在なしの場合の特性 2401 を無線方式毎に予め記憶しておく。特性 2401 は、無線方式 x の無線装置 101 しか存在しない場合のスループット特性を示している。

30

【0106】

無線装置 101 は、それぞれがスループット特性を定期的に周波数管理装置 110 に報告 (送信) する。周波数管理装置 110 は、無線装置 101 の報告結果に基づいて、各無線方式のスループットの劣化を算出する。スループットの劣化とは、特性 2401 との差分である。無線方式が混在する場合、スループットの劣化を算出することにより、たとえば、特性 2402 を導出される。特性 2402 は、無線方式 x の無線装置 101 が $p\%$ しか存在しない場合のスループット特性を示している。

40

【0107】

このようなスループット特性を用いて、スループットの劣化 (特性 2401 との差分) の和が閾値以上になった場合に、混雑度合いが大きいと判断してもよい。このように、スループットの劣化を用いて、混雑度合いを判断することも可能である。

【0108】

また、たとえば、無線装置 101 が、直接他の無線装置 101 の干渉電力を測定し、無線方式毎の干渉電力を周波数管理装置 110 に報告 (送信) してもよい。この場合、周波数管理装置 110 は、無線装置 101 からの報告値を集計し、異なる無線方式間の干渉電力が閾値以上になった場合に混雑度合いが大きいと判断してもよい。

【0109】

50

以上のように、実施の形態では、無線装置 101 の位置と無線方式との組み合わせに応じて使用可能な周波数を設定することにより、同一周波数かつ異なる無線方式という干渉制御が困難な各通信の発生を減らすことを可能にし、干渉を低減することができる。また、たとえば、予め試験を行って周波数を特定して 2 次周波数が利用できるかを確認する必要がないため、周波数管理の保守に工数がかからないようにすることができる。

【0110】

また、本実施の形態では、無線装置 101 から受信した無線方式に関する情報に基づいて、無線装置 101 の無線方式を利用できる周波数を抽出するため、無線方式が異なる無線装置 101 同士における電波の干渉を抑えることができる。

【0111】

10

また、本実施の形態では、周波数毎の電波の干渉度合いが所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式を減らすようにしたので、混雑した周波数における電波の干渉を低減することができる。

【0112】

また、本実施の形態では、干渉度合いが所定の度合いを下回ると、干渉度合いが所定の度合いを超えた周波数に対応して減らした無線方式を元に戻すようにした。したがって、混雑が緩和し、干渉が少なくなると、無線方式の制限をなくすし、使用可能な無線方式を自由に使用することができる。

【0113】

また、本実施の形態では、干渉度合いが所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式の中から、無線方式を使用中の無線端末の数に基づいて選択した無線方式を使用不可にした。したがって、使用数の少ない無線方式を使用不可にすることができる。使用不可となった無線方式の無線装置 101 は、他の周波数に変更することにより、たとえば、同じ無線方式で使用可能であるため、他の周波数に変更する無線装置 101 の数を抑えることができ、変更時の負荷を軽減することができる。

20

【0114】

また、本実施の形態では、干渉度合いが所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式のうちの、占有比率が閾値を超える無線方式がない場合は、無線方式を減らさないようにした。これにより、周波数の変更を要する多数の無線装置 101 が存在する場合に、周波数の変更を行わないようにすることができる。したがって、無線装置 101 の他の周波数への変更にかかる負荷を生じないようにすることができる。

30

【0115】

また、本実施の形態では、「占有比率 $Y \geq$ 見込み比率 Z 」の統一基準を満たしたときに無線方式を統一するようにしたので、一の周波数に同一の無線方式が偏って設定されることを抑制することができる。したがって、周波数毎に無線方式を異ならせるようにすることができ、電波の干渉を低減することができる。

【0116】

また、本実施の形態では、周波数が使用可能な有効期間が経過するまで、無線装置 101 の無線方式の使用を許容するようにした。これにより、利用可能な無線装置 101 を有効期間毎に制限できるとともに、特定の無線装置 101 による長時間の利用を抑えることができる。したがって、電波の干渉を低減することができる。

40

【0117】

上述した実施の形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

【0118】

(付記 1) 無線装置が、前記無線装置が無線通信または無線放送に使用可能な無線方式を示す情報を制御装置へ送信し、

前記制御装置が、無線方式と使用可能な周波数とを対応付ける周波数情報の中から、前記無線装置によって送信された情報が示す無線方式に対応する周波数を抽出し、抽出した周波数を示す情報を前記無線装置に送信し、

前記無線装置が、前記制御装置によって送信された情報が示す周波数によって無線通信

50

または無線放送を行う、
ことを特徴とする通信方法。

【0119】

(付記2) 前記制御装置が、

前記無線装置を含む無線装置群における電波の干渉度合いを周波数毎に示す情報に基づいて、前記干渉度合いが所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式を減らすように前記周波数情報を更新し、

更新した周波数情報の中から、前記無線装置によって送信された情報が示す無線方式に対応する周波数を抽出し、抽出した周波数を示す情報を前記無線装置に送信する、

ことを特徴とする付記1に記載の通信方法。

10

【0120】

(付記3) 前記制御装置が、前記干渉度合いを示す情報に基づいて、前記干渉度合いが前記所定の度合いを超えた周波数の前記干渉度合いが前記所定の度合いを下回ると、前記干渉度合いが前記所定の度合いを超える周波数に対応する減らした無線方式を元に戻すように前記周波数情報を更新し、

更新した周波数情報の中から、前記無線装置によって送信された情報が示す無線方式に対応する周波数を抽出し、抽出した周波数を示す情報を前記無線装置に送信する、

ことを特徴とする付記2に記載の通信方法。

【0121】

(付記4) 前記制御装置が、前記干渉度合いが前記所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式の中から、前記無線装置群のうちの前記無線方式を使用中の無線端末の数に基づいて選択した無線方式を使用不可にするように前記周波数情報を更新する、

ことを特徴とする付記2または3に記載の通信方法。

20

【0122】

(付記5) 前記制御装置が、前記干渉度合いが前記所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式のうちの、前記無線装置群の数に対する前記無線方式を使用中の無線端末の数の比率が閾値を超える無線方式がない場合は、前記干渉度合いが前記所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式を減らさないことを特徴とする付記2～4のいずれか一つに記載の通信方法。

【0123】

(付記6) 前記制御装置が、

前記干渉度合いが所定の度合いを超える周波数に対応する無線方式のうちの1つの無線方式のみを使用可にするように前記周波数情報を更新し、

前記閾値は、前記周波数情報において前記無線方式のみを使用可とした周波数の数に応じた閾値であることを特徴とする付記5に記載の通信方法。

30

【0124】

(付記7) 前記制御装置が、抽出した周波数を示す情報と、前記抽出した周波数が使用可能な期間を示す情報とを前記無線装置に送信し、

前記無線装置が、前記制御装置によって送信された情報が示す前記期間が経過するまで、前記制御装置によって送信された情報が示す周波数によって無線通信または無線放送を行う、

ことを特徴とする付記1～6のいずれか一つに記載の通信方法。

40

【0125】

(付記8) 自装置が無線通信または無線放送に使用可能な無線方式を示す情報を送信する無線装置と、

無線方式と使用可能な周波数とを対応付ける周波数情報の中から、前記無線装置によって送信された情報が示す無線方式に対応する周波数を抽出し、抽出した周波数を示す情報を前記無線装置に送信する制御装置と、

を含み、

前記無線装置は、前記制御装置によって送信された情報が示す周波数によって無線通信

50

または無線放送を行うことを特徴とする通信システム。

【0126】

(付記9) 無線装置が無線通信または無線放送に使用可能な無線方式を示す情報を前記無線装置から受信する受信部と、

無線方式と使用可能な周波数とを対応付ける周波数情報の中から、前記受信部によって受信された情報が示す無線方式に対応する周波数を抽出する抽出部と、

前記抽出部によって抽出された周波数を示す情報を前記無線装置に送信する送信部と、
を有することを特徴とする制御装置。

【0127】

(付記10) 自装置が無線通信または無線放送に使用可能な無線方式を示す情報を制御装置へ送信する送信部と、

無線方式と使用可能な周波数とを対応付ける周波数情報の中から前記制御装置によって抽出された、前記送信部によって送信された情報が示す無線方式に対応する周波数を示す情報を前記制御装置から受信する受信部と、

前記受信部によって受信された情報が示す周波数によって無線通信または無線放送を行う無線部と、

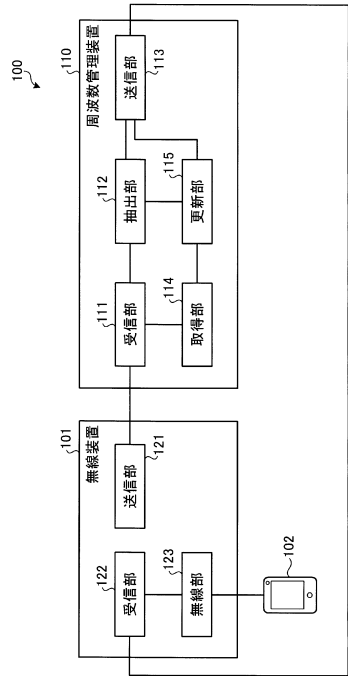
を有することを特徴とする無線装置。

【符号の説明】

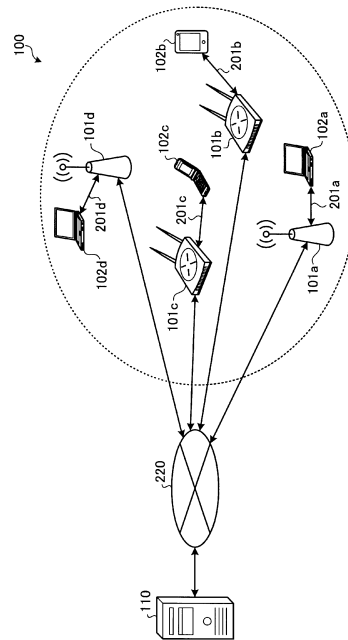
【0128】

100	周波数管理システム	20
101	無線装置	
102	通信装置	
110	周波数管理装置	
111	受信部	
112	抽出部	
113	送信部	
114	取得部	
115	更新部	
201	無線通信ネットワーク	
220	ネットワーク	30
301	CPU	
302	メモリ	
303	ユーザインタフェース	
304	通信インタフェース	
305	位置情報取得装置	
401	CPU	
402	メモリ	
403	ユーザインタフェース	
404	通信インタフェース	
501	受信部	40
502	受信信号処理部	
503	周波数管理部	
504	送信信号処理部	
505	送信部	
511	周波数リスト抽出部	
512	周波数リスト決定部	
513	利用状況集計部	
514	混雑評価部	
515	無線方式変更部	
520	記憶部	50

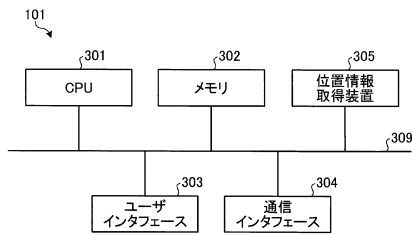
【図 1】



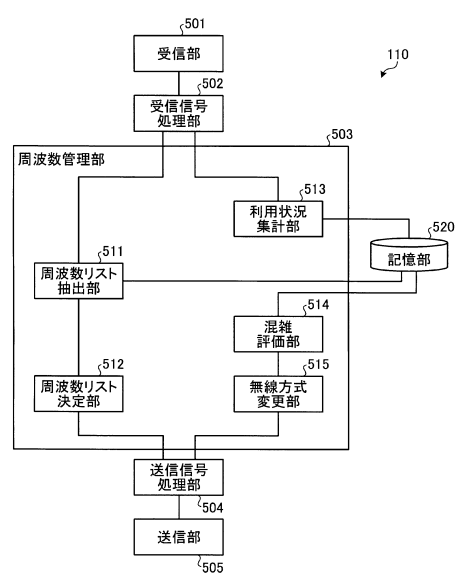
【図 2】



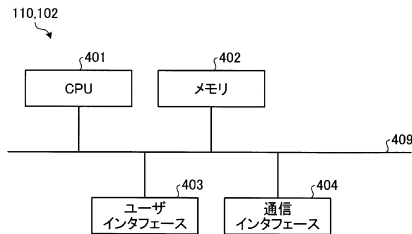
【図 3】



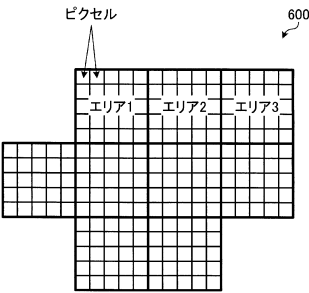
【図 5】



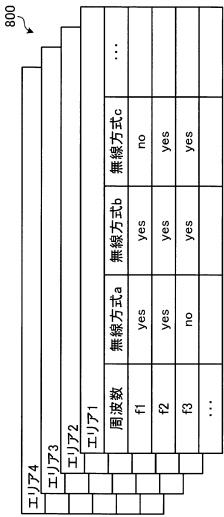
【図 4】



【図 6】



【図 8】

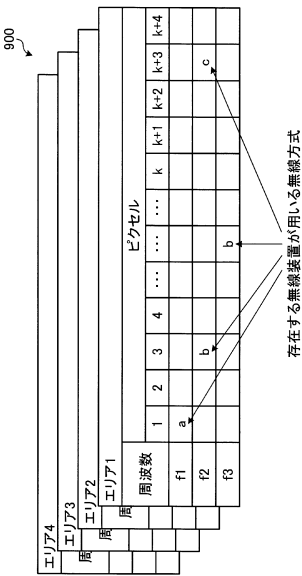


【図 7】

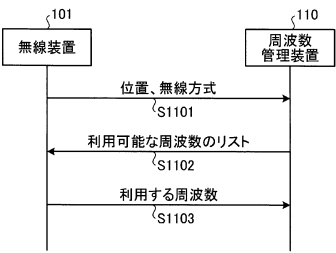
700

エリア1								
周波数 帯域	上限 [MHz]	下限 [MHz]	ピクセル					
			1	2	3	4	k	
f1	x1	x2	0	1	0	1	⋮	0
f2	x3	x4	1	0	0	1	⋮	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
fn	xi	xj	0	0	1	1	⋮	0

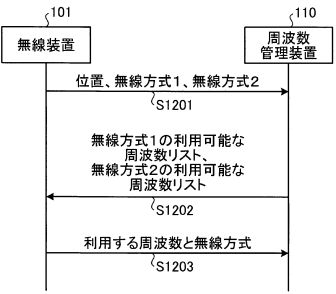
【図 9】



【図 1 1】



【図 1 2】

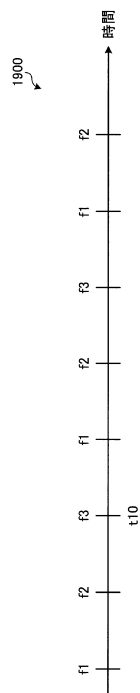


【図 1 0】

1000

エリア1			
周波数	占有度合		
	無線方式a	無線方式b	無線方式c
f1	P1(a)	P1(b)	P1(c)
f2	P2(a)	P2(b)	P2(c)
f3	P3(a)	P3(b)	P3(c)

【図 19】

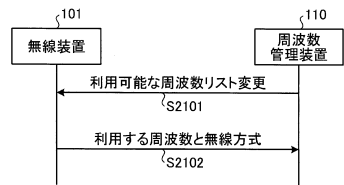


【図 20】

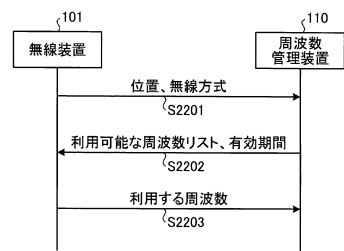
2000

エリア1			
周波数	占有度合		
	無線方式a	無線方式b	無線方式c
f1	40	0	0
f2	30	0	25
f3	0	15	0

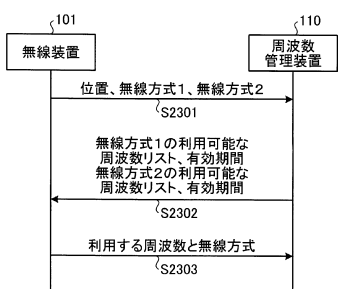
【図 21】



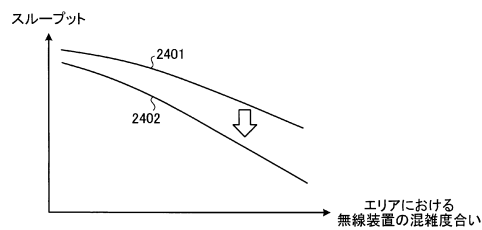
【図 22】



【図 23】



【図 24】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2008/129659 (WO, A1)

特開2000-31887 (JP, A)

特開2013-106209 (JP, A)

特開2007-88940 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W4/00-H04W99/00

H04B7/24-H04B7/26