

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5601201号

(P5601201)

(45) 発行日 平成26年10月8日(2014. 10. 8)

(24) 登録日 平成26年8月29日(2014. 8. 29)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 W 16/14 (2009.01)

H O 4 W 16/14

請求項の数 10 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2010-547461 (P2010-547461)	(73) 特許権者	000002185
(86) (22) 出願日	平成22年1月12日 (2010. 1. 12)		ソニー株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/050231		東京都港区港南1丁目7番1号
(87) 国際公開番号	W02010/084801	(74) 代理人	100095957
(87) 国際公開日	平成22年7月29日 (2010. 7. 29)		弁理士 亀谷 美明
審査請求日	平成24年12月18日 (2012. 12. 18)	(74) 代理人	100096389
(31) 優先権主張番号	特願2009-14681 (P2009-14681)		弁理士 金本 哲男
(32) 優先日	平成21年1月26日 (2009. 1. 26)	(74) 代理人	100101557
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 萩原 康司
		(74) 代理人	100128587
			弁理士 松本 一騎
		(72) 発明者	澤井 亮
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信制御方法、通信装置、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の通信装置において、当該第1の通信装置の周囲の通信状況に関するデータを収集する収集ステップと；

収集された前記通信状況に関するデータが第1の条件を満たしている場合に、第1の通信サービスに割当てられた周波数帯の一部又は全部を使用する第2の通信サービスを利用可能であると判定する判定ステップと；

前記第1の通信装置又は第2の通信装置において、前記通信状況に関するデータが第2の条件を満たしている場合に、前記第2の通信サービスの利用を許可する許可ステップと；

前記通信状況に関するデータが前記第2の条件を満たしていない場合に、前記第1の通信装置から前記第1の通信装置の周囲の通信装置へ、前記通信状況に関するデータを補強するために通信状況の測定を要求する要求ステップと；

を含む通信制御方法。

【請求項2】

前記第2の通信サービスの利用が許可された場合には、前記第2の通信サービスへ参加するユーザを招待するためのビーコンが、前記第1の通信装置から周囲の通信装置へ送信される、請求項1に記載の通信制御方法。

【請求項3】

前記ビーコンに対する応答が受信された場合には、前記第1の通信装置により、当該応

答に含まれる情報に基づいて前記第 2 の通信サービスに使用される通信方式が決定される、請求項 2 に記載の通信制御方法。

【請求項 4】

前記第 2 の通信サービスの利用を許可する権限を前記第 2 の通信装置が有する場合には、前記第 1 の通信装置から前記第 2 の通信装置へ前記通信状況に関するデータが送信される、請求項 1 に記載の通信制御方法。

【請求項 5】

前記第 1 の通信装置と前記第 2 の通信装置との間で有線接続を利用可能である場合には、当該有線接続を用いて前記通信状況に関するデータが送信される、請求項 4 に記載の通信制御方法。

10

【請求項 6】

前記第 1 の通信装置と前記第 2 の通信装置との間で前記第 1 の通信サービスを用いて通信可能である場合には、当該第 1 の通信サービスを用いて前記通信状況に関するデータが送信される、請求項 4 に記載の通信制御方法。

【請求項 7】

前記許可ステップにおいて、前記通信状況に関するデータと前記第 1 の通信サービスにおける通信履歴とを比較することにより当該通信状況に関するデータの信頼性が評価され、当該信頼性の評価結果に応じて前記第 2 の通信サービスの利用が許可される、請求項 1 に記載の通信制御方法。

【請求項 8】

20

前記許可ステップにおいて、前記第 2 の通信サービスを利用しようとする通信装置が前記第 1 の通信サービスに割当てられた周波数帯において過去に不正行為を行った装置でないことが確認され、当該確認の結果に応じて前記第 2 の通信サービスの利用が許可される、請求項 1 に記載の通信制御方法。

【請求項 9】

自装置の周囲の通信状況に関するデータが第 1 の条件を満たしている場合に、第 1 の通信サービスに割当てられた周波数帯の一部又は全部を使用する第 2 の通信サービスを利用可能であると判定する判定部であって、前記第 2 の通信サービスを利用可能であると判定した場合には、第 2 の条件に従って前記第 2 の通信サービスの利用を許可する権限を有する装置に、当該利用の許可を要求する前記判定部、

30

を備え、

前記通信状況に関するデータが前記第 2 の条件を満たしていない場合には、前記判定部は、前記通信状況に関するデータを補強するために通信状況の測定を周囲の通信装置へ要求する、

通信装置。

【請求項 10】

通信装置を制御するコンピュータを：

自装置の周囲の通信状況に関するデータが第 1 の条件を満たしている場合に、第 1 の通信サービスに割当てられた周波数帯の一部又は全部を使用する第 2 の通信サービスを利用可能であると判定する判定部、

40

として機能させるためのプログラムであって、

前記判定部は、前記第 2 の通信サービスを利用可能であると判定した場合には、第 2 の条件に従って前記第 2 の通信サービスの利用を許可する権限を有する装置に、当該利用の許可を要求し、

前記通信状況に関するデータが前記第 2 の条件を満たしていない場合には、前記判定部は、前記通信状況に関するデータを補強するために通信状況の測定を周囲の通信装置へ要求する、

前記プログラム。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信制御方法、通信装置、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、一次利用される周波数帯（スペクトラム）の利用状況に応じて、その周波数帯を二次的な通信サービスに利用できるようにするための議論が進められている。例えば、米国のデジタルTV放送の周波数帯に含まれる未使用のチャンネル（TVホワイトスペース）を無線通信に開放するための標準規格がIEEE 802.22ワーキンググループにおいて検討されている（下記非特許文献1参照）。また、2008年11月のFCC（Federal Communications Commission）からの報告によれば、一定の条件を満たして許可を受けた通信装置を用いてTVホワイトスペースを二次利用することが認められる方向にある（下記非特許文献2参照）。また、EUを中心として、DSA（Dynamic Spectrum Access）を実現するためのCPC（Cognitive Pilot Channel）と呼ばれる専用の制御チャンネルを全世界共通で割当てようとする動きもある。さらに、DSAを行う二次利用システムのための技術検討はIEEEのSCC（Standards Coordinating Committee）41においても進められている。また、周波数帯の二次利用の他の例として、ライセンスを受けていない周波数帯を使用する多数派システム（Majority System）のサービスエリアの中で、より簡易な通信プロトコルを用いて二次的な通信システムが構築される場合もある。例えば、ISM（Industry-Science-Medical）帯を使用するWiFi（登録商標）システムが多数派システムである場合に、そのサービスエリアの中で他の簡易な通信プロトコルを用いて二次的な通信システムを構築することなどが考えられる。

10

20

【0003】

このような周波数帯の二次利用に際しては、事前に周囲の通信状況を測定し、二次利用に係る通信サービス（以下、第2の通信サービスという）が一次利用に係る通信サービス（以下、第1の通信サービスという）に悪影響を与えないことを確認することが求められる。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

30

【非特許文献1】「IEEE802.22 WG on WRANs」、[online]、[2009年1月5日検索]、インターネット<URL: <http://www.ieee802.org/22/>>

【非特許文献2】「SECOND REPORT AND ORDER AND MEMORANDUM OPINION AND ORDER」、[online]、[2009年1月5日検索]、インターネット<URL: http://hraunfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-08-260A1.pdf>

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、一次利用に係る通信サービスに通信品質の低下などの悪影響を与えることのないように事前に周囲の通信状況を確認しながら周波数帯の二次利用を開始するための手順について、具体的に提示した事例は未だ報告されていない。

40

【0006】

そこで、本発明は、一次利用に係る通信サービスに悪影響を与えることなく、周波数帯の二次利用を開始することのできる、新規かつ改良された通信制御方法、通信装置、及びプログラムを提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のある実施形態によれば、第1の通信装置において、当該第1の通信装置の周囲の通信状況に関するデータを収集する収集ステップと、収集された上記通信状況に関するデータが第1の条件を満たしている場合に、第1の通信サービスに割当てられた周波数帯

50

の一部又は全部を使用する第2の通信サービスを利用可能であると判定する判定ステップと、上記第1の通信装置又は第2の通信装置において、上記通信状況に関するデータが第2の条件を満たしている場合に、上記第2の通信サービスの利用を許可する許可ステップと、を含む通信制御方法が提供される。

【0008】

また、上記通信状況に関するデータが上記第2の条件を満たしていない場合に、上記第1の通信装置に対して複数の通信装置による通信状況の測定が推奨されてもよい。

【0009】

また、上記第2の通信サービスの利用が許可された場合には、上記第2の通信サービスへ参加するユーザを招待するためのビーコンが、上記第1の通信装置から周囲の通信装置へ送信されてもよい。

10

【0010】

また、上記ビーコンに対する応答が受信された場合には、上記第1の通信装置により、当該応答に含まれる情報に基づいて上記第2の通信サービスに使用される通信方式が決定されてもよい。

【0011】

また、上記第2の通信サービスの利用を許可する権限を上記第2の通信装置が有する場合には、上記第1の通信装置から上記第2の通信装置へ上記通信状況に関するデータが送信されてもよい。

【0012】

20

また、上記第1の通信装置と上記第2の通信装置との間で有線接続を利用可能である場合には、当該有線接続を用いて上記通信状況に関するデータが送信されてもよい。

【0013】

また、上記第1の通信装置と上記第2の通信装置との間で上記第1の通信サービスを用いて通信可能である場合には、当該第1の通信サービスを用いて上記通信状況に関するデータが送信されてもよい。

【0014】

また、上記許可ステップにおいて、上記通信状況に関するデータと上記第1の通信サービスにおける通信履歴とを比較することにより当該通信状況に関するデータの信頼性が評価され、当該信頼性の評価結果に応じて上記第2の通信サービスの利用が許可されてもよい。

30

【0015】

また、上記許可ステップにおいて、上記第2の通信サービスを利用しようとする通信装置が上記第1の通信サービスに割当てられた周波数帯において過去に不正行為を行った装置でないことが確認され、当該確認の結果に応じて上記第2の通信サービスの利用が許可されてもよい。

【0016】

また、本発明の別の実施形態によれば、自装置の周囲の通信状況に関するデータが第1の条件を満たしている場合に、第1の通信サービスに割当てられた周波数帯の一部又は全部を使用する第2の通信サービスを利用可能であると判定する判定部であって、上記第2の通信サービスを利用可能であると判定した場合には、上記第2の通信サービスの利用を許可する権限を有する装置に当該利用の許可を要求する上記判定部、を備える通信装置が提供される。

40

【0017】

また、本発明の別の実施形態によれば、通信装置を制御するコンピュータを、自装置の周囲の通信状況に関するデータが第1の条件を満たしている場合に、第1の通信サービスに割当てられた周波数帯の一部又は全部を使用する第2の通信サービスを利用可能であると判定する判定部、として機能させるためのプログラムであって、上記判定部は、上記第2の通信サービスを利用可能であると判定した場合には、上記第2の通信サービスの利用を許可する権限を有する装置に当該利用の許可を要求する、上記プログラムが提供される

50

。

【発明の効果】

【0018】

以上説明したように、本発明に係る通信制御方法、通信装置、及びプログラムによれば、一次利用に係る通信サービスに悪影響を与えることなく、周波数帯の二次利用を開始することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】一実施形態に係る通信装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図2】一実施形態に係る通信システムの第1の構成例を示す模式図である。

10

【図3】図2の通信システムにおける機能配置の一例を示すブロック図である。

【図4】一実施形態に係る通信システムの第2の構成例を示す模式図である。

【図5】図4の通信システムにおける機能配置の一例を示すブロック図である。

【図6】一実施形態に係る通信システムの第3の構成例を示す模式図である。

【図7】図6の通信システムにおける機能配置の一例を示すブロック図である。

【図8】一実施形態に係る通信システムの第4の構成例を示す模式図である。

【図9】図8の通信システムにおける機能配置の一例を示すブロック図である。

【図10】一実施形態に係る通信制御処理を示すフローチャートの第1の部分である。

【図11】一実施形態に係る通信制御処理を示すフローチャートの第2の部分である。

【図12】一実施形態に係る通信制御処理を示すフローチャートの第3の部分である。

20

【図13】一実施形態に係る通信プロトコルの選択処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0021】

また、以下の順序にしたがって当該「発明を実施するための形態」を説明する。

1. 周波数帯の二次利用のための機能分類
2. 通信装置のハードウェア構成例
3. 通信システムの構成例
4. 通信制御処理の流れ
5. 二次利用開始前の通信プロトコルの選択
6. ノード間で送受信されるデータの例
7. まとめ

30

【0022】

<1. 周波数帯の二次利用のための機能分類>

まず、周波数帯の二次利用を実現するために、システムに参加する通信装置が有すべき主な機能（FC：Function Class）を以下に列挙する。なお、システムに参加する通信装置は、ここに列挙する7つの機能（FC1～FC7）のうちいずれか1つ又は複数の機能

40

- ・FC1：二次通信許可ノード
- ・FC2：一次通信中継ノード
- ・FC3：拡張判定ノード
- ・FC4：判定ノード
- ・FC5：協調測定ノード
- ・FC6：測定ノード
- ・FC7：通信ノード

【0023】

[1-1. 二次通信許可ノード（FC1）]

50

二次通信許可ノード（FC1）は、後述する拡張判定ノード又は判定ノードにより周波数帯の二次利用が可能であると判定された場合に、周波数利用規定（スペクトラムポリシー）に応じた所定の許可条件に従って第2の通信サービスの開始又は拡張を許可する。二次通信許可ノードは、例えば、過去に周波数の不正利用をした識別子の一覧に、拡張判定ノード又は判定ノードから送信される端末識別子、認証識別子、デバイス識別子、又はセンサ識別子などが含まれているか否かを確認してもよい。そして、例えば、不正利用をした識別子の一覧に上記いずれかの識別子が含まれている場合には、二次通信許可ノードは、第2の通信サービスの開始又は拡張を拒否することができる。また、第1の通信サービスのトラフィックを制御する基地局が二次通信許可ノードである場合には、当該基地局は、ユーザトラフィックの履歴等を参照し、空きチャネルの多い時間帯や場所について二次利用の許可を与えてもよい。それにより、一部の空きチャネルを開放して周波数帯の有効利用を図ることができる。さらに、二次通信許可ノードは、拡張判定ノード又は判定ノードにより二次利用可否の判定に使用される情報を生成若しくは取得し、又は更新して、拡張判定ノード又は判定ノードへ配信してもよい。二次利用可否の判定に使用される情報には、例えば、センシングに使用できる電力レベルなどの地域ごと若しくはサービスエリアごとの周波数利用規制情報（Regulatory情報）並びに隣接セルの基地局が提供するシステム情報（使用している帯域及び帯域幅など）が含まれる。即ち、二次通信許可ノードは、第2の通信サービスの所謂コーディネータとして動作し得る。

10

【0024】

なお、二次通信許可ノードには、永続的な二次通信許可ノードと一時的な二次通信許可ノードの2種類が含まれる。永続的な二次通信許可ノードとは、法令などで定められた一定の基準を満たすことで第2の通信サービスのコーディネートを認められた通信装置をいう。一方、一時的な二次通信許可ノードとは、通信状況等に応じた所定の基準を満たすことで永続的な二次通信許可ノードから権限を与えられた場合に、与えられたその権限の範囲内（例えば、限られた周波数チャネル若しくはリソースブロックの範囲内、又は所定の限度の送信電力の範囲内、など）で一時的に第2の通信サービスをコーディネートする通信装置をいう。通信サービスの“コーディネート”とは、例えば、第2の通信サービスに対するリソースの割り当て（即ちスケジューリング）を含み得る。一時的な二次通信許可ノードは、例えば、永続的な二次通信許可ノードと相互にスケジューリング情報を交換しながら、協調的に第2の通信サービスへのリソースの割り当てを行ってもよい。

20

30

【0025】

[1-2. 一次通信中継ノード（FC2）]

一次通信中継ノード（FC2）は、一次利用に係る通信ネットワーク（以下、第1の通信ネットワークという）と接続されている場合に、周囲のノードが第1の通信サービスを利用するための擬似的な基地局又はアクセスポイントとして動作する。

【0026】

[1-3. 拡張判定ノード（FC3）]

拡張判定ノード（FC3）は、後述する判定ノードから収集した二次通信プロファイルに基づいて、二次利用に係る通信ネットワーク（以下、第2の通信ネットワークという）の拡張が可能か否かを判定する。二次通信プロファイルには、典型的には、通信状況を測定した測定データ（測定データから統計的に計算されるリンクデータをも含む）が含まれる。また、二次通信プロファイルには、第2の通信ネットワークのそれぞれにおけるスケジューリング情報が含まれてもよい。また、二次通信プロファイルには、各判定ノードが保持する周波数利用規定の識別子などが含まれてもよい。例えば、拡張判定ノードは、近隣の第2の通信ネットワークとの間で二次利用の開始基準（センシングレベルやデータベース）が一致している場合に、第2の通信ネットワークを拡張可能と判定してもよい。その代わりに、拡張判定ノードは、全てのネットワークが最も厳しいセンシングレベルを満たしている場合に、第2の通信ネットワークを拡張可能と判定してもよい。また、拡張判定ノードは、ネットワーク間で共通のチャネルを利用してデータベースにアクセス可能である場合に、第2の通信ネットワークを拡張可能と判定してもよい。さらに、拡張判定ノ

40

50

ードは、近接する2つのネットワーク内に相互に接続したい通信装置が含まれる場合に、当該通信装置間でデータをリレー又はマルチホップさせるといった目的に限るといった条件付きで、第2の通信ネットワークの拡張可否を判定してもよい。また、拡張判定ノードは、ビームフォーミング又は送信電力制御に基づく干渉制御技術を使用して、第1の通信サービスに悪影響を与えることなく最大送信電力を引き上げることができる場合に、第2の通信ネットワークの拡張が可能であると判定してもよい。拡張判定ノードは、第2の通信ネットワークの拡張が可能であると判定した場合に、第2の通信ネットワークの拡張の許可を二次通信許可ノードへ要求する。また、拡張判定ノードは、典型的には、後述する判定ノードの機能をも有する。なお、拡張判定ノードと二次通信許可ノードとが物理的に同一の装置上に存在する場合には、拡張判定ノードと二次通信許可ノードとの間の通信は、論理的な機能間の通信として行われ得る（又は省略され得る）。一方、拡張判定ノードと二次通信許可ノードとが物理的に異なる装置上に存在する場合には、拡張判定ノードと二次通信許可ノードとの間の通信は、無線リンク及び有線リンクのいずれかを用いて行われ得る。ここでの無線リンクとは、例えば、第1の通信サービスに基づく無線リンクであってもよい。また、有線リンクとは、プライベートネットワーク（例えばコアネットワークなど）又はパブリックネットワーク（例えば、ADSLなど）のいずれであってもよい。

【0027】

[1-4. 判定ノード (FC4)]

判定ノード (FC4) は、後述する協調測定ノード又は測定ノードにより測定され又は収集された測定データに基づいて、周波数利用規定に応じた所定の利用可能条件に従って周波数帯の二次利用が可能か否かを判定する。例えば、判定ノードは、二次利用の対象とする周波数帯の電力レベル測定結果が上述した周波数利用規制情報において定められた電力測定レベルを下回っている場合に、周波数帯の二次利用が可能であると判定してもよい。その代わりに、判定ノードは、例えば、後述するデータサーバに問合せた結果、二次利用の対象とする周波数帯について二次利用が許可されていた場合に、周波数帯の二次利用が可能であると判定してもよい。また、判定ノードは、例えば、二次利用の対象とする周波数帯の電力レベル測定結果が上記データサーバから得たデータにより示されている電力測定レベルを下回っている場合に、周波数帯の二次利用が可能であると判定してもよい。なお、二次利用の対象とする周波数帯の電力レベル測定結果とは、例えば、A/Dサンプリング出力値を平均した値であってもよい。判定ノードは、周波数帯の二次利用が可能であると判定した場合に、第2の通信サービスの開始の許可を二次通信許可ノードへ要求する。そして、判定ノードは、二次通信許可ノードから第2の通信サービスの開始を許可されると、例えば周囲の通信装置へビーコンを送信して第2の通信サービスのユーザを募り、第2の通信サービスを開始する。判定ノードから送信されるビーコンは、周囲の通信装置による第2の通信サービスの検出、同期、及びシステム情報の取得などのために用いられ得る。例えば、セルラ通信システムにおける一次同期信号及び二次同期信号、又はPBCH（物理ブロードキャストチャネル）上の信号などは上述したビーコンの一例である。即ち、判定ノードは、第1の通信サービスから第2の通信サービスへの切替えを行うコグニティブ無線のためのエンジンとして動作する。また、判定ノードは、上述した拡張判定ノードからの指示に応じて、二次通信プロファイルを生成して拡張判定ノードへ送信する。なお、拡張判定ノードに関連する上述した説明と同様、判定ノードと二次通信許可ノードとの間の通信もまた、論理的な機能間の通信（同一の装置上の場合。但し、この場合には上述した処理は省略され得る）、又は無線リンク若しくは有線リンクを用いた通信（異なる装置上の場合）として行われ得る。

【0028】

[1-5. 協調測定ノード (FC5)]

協調測定ノード (FC5) は、自装置の周囲の測定ノード又は協調測定ノードから、各ノードが保持している通信状況に関する測定データを収集する。また、協調測定ノードは、自ら測定した測定データを、収集した測定データに加えてもよい（又は自ら測定した測定データのみを使用してもよい）。即ち、協調測定ノードは、周囲のノードと協調して二

次利用の判定に必要な測定データを収集可能な拡張されたセンサとして動作する。また、協調測定ノードは、他の協調測定ノード又は判定ノードからの指示に応じて、保持している測定データを送信する。

【0029】

[1-6. 測定ノード (FC6)]

測定ノード (FC6) は、自装置の周囲の通信状況を測定 (センシング) し、測定データを生成する。なお、測定データとは、後に詳しく説明するように、典型的には、第1の通信サービスについての周囲の通信状況を表すデータである。例えば、第1の通信サービスの受信信号の電力レベルあるいはエネルギー、又はスケジューリング情報なども、周囲の通信状況を表すデータとして使用され得る。即ち、測定ノードは、二次利用の判定に必要となる測定データを測定するセンサとして動作する。また、測定ノードは、協調測定ノード又は判定ノードからの指示に応じて、生成した測定データを送信する。

10

【0030】

[1-7. 通信ノード (FC7)]

通信ノード (FC7) は、周波数帯の二次利用が可能である場合に、第2の通信サービスを使用して通信を行う。即ち、通信ノードは、一般的な通信装置として動作する。なお、第2の通信サービスに使用される通信プロトコルは、例えば、IEEE 802.11a/b/g/n/s、Zigbee、又はWiMediaなどの任意の通信プロトコルであってよい。

【0031】

[1-8. 二次利用という用語の範囲]

ここで、本明細書において、“二次利用”という用語は、典型的には、上述したように、第1の通信サービスに割当てられた周波数帯の一部又は全部を使用して追加的あるいは代替的な通信サービス (第2の通信サービス) を利用することをいう。そして、“二次利用”という用語の意味において、第1の通信サービスと第2の通信サービスとは、異なる種類の通信サービスであってもよく、又は同一の種類の通信サービスであってもよい。異なる種類の通信サービスとは、例えば、デジタルTV放送サービス、衛星通信サービス、移動体通信サービス、無線LANアクセスサービス、又はP2P (Peer To Peer) 接続サービスなどの任意の通信サービスから選択し得る2以上の異なる種類の通信サービスをいう。一方、同一の種類の通信サービスとは、例えば、移動体通信サービスにおける、通信事業者により提供されるマクロセルによるサービスと、ユーザ又はMVNO (Mobile Virtual Network Operator) により運用されるフェムトセルによるサービスとの間の関係を含み得る。また、同一の種類の通信サービスとは、WiMAX、LTE (Long Term Evolution) 又はLTE-A (LTE-Advanced) などに準拠した通信サービスにおける、基地局により提供されるサービスと、スペクトラムホールをカバーするために中継局 (リレーノード) により提供されるサービスとの間の関係をも含み得る。さらに、第2の通信サービスは、スペクトラムアグリゲーション技術を用いて集約された複数の断片的な周波数帯を利用するものであってもよい。さらに、第2の通信サービスは、基地局により提供されるサービスエリア内に存在する、フェムトセル群、中継局群、基地局よりも小さなサービスエリアを提供する中小基地局群により提供される補助的な通信サービスであってもよい。本明細書において説明する本発明の各実施形態の要旨は、このようなあらゆる種類の二次利用の形態に広く適用可能なものである。

20

30

40

【0032】

<2. 通信装置のハードウェア構成例>

次に、前節で列挙したFC1~FC7のうちいずれか1つ又は複数の機能をそれぞれ有する通信装置のハードウェア構成について、以下に説明する。

【0033】

図1は、上述した通信装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。図1に示した一例としての通信装置は、CPU (Central Processing Unit) 22、ROM (Read Only Memory) 24、RAM (Random Access Memory) 26、バス30、入出力

50

インタフェース 32、入力装置 40、出力装置 42、記憶装置 44、通信インタフェース (I/F) 46、及びドライブ 50を備える。

【0034】

図1において、CPU 22は、汎用コンピュータの動作全般を制御する。ROM 24は、CPU 22により実行されるプログラムやデータなどを記憶している。RAM 26は、CPU 22による処理の実行時にプログラムやデータなどを一時的に記憶する。

【0035】

CPU 22、ROM 24、及びRAM 26は、バス 30を介して相互に接続される。バス 30にはさらに、入出力インタフェース 32が接続される。

【0036】

入出力インタフェース 32は、CPU 22、ROM 24、及びRAM 26と、入力装置 40、出力装置 42、記憶装置 44、通信インタフェース 46、及びドライブ 50とを接続する。

【0037】

入力装置 40は、例えばボタン、スイッチ、レバー、マウスやキーボード、又はタッチパネルなどを介して、ユーザからの指示や情報入力を受け付ける。出力装置 42は、例えばCRT (Cathode Ray Tube)、液晶ディスプレイ、OLED (Organic Light Emitting Diode) などの表示装置、ランプなどの発光装置、又はスピーカなどの音声出力装置を介してユーザに情報を出力する。記憶装置 44は、例えばハードディスクドライブ又はフラッシュメモリなどにより構成され、プログラムやデータなどを記憶する。通信インタフェース 46は、第1の通信サービス又は第2の通信サービスのための通信処理を仲介する。ドライブ 50には、必要に応じてリムーバブルメディア 52が装着される。

【0038】

ここで、前節で列挙したFC 1～FC 7の各機能は、例えば、ソフトウェアとして実現されてもよい。各機能がソフトウェアとして実現される場合には、ソフトウェアを構成するプログラムが、例えば図1に示したROM 24又は記憶装置 44に格納され、実行時にRAM 26に読み込まれた後、CPU 22により実行される。即ち、CPU 22は、例えば、二次通信許可部 (FC 1)、一次通信中継部 (FC 2)、拡張判定部 (FC 3)、判定部 (FC 4)、協調測定部 (FC 5)、測定部 (FC 6)、又は通信部 (FC 7)として動作し得る。その代わりに、各機能は、通信装置に追加的に設けられる専用の処理回路を用いてハードウェアとして実現されてもよい。

【0039】

< 3. 通信システムの構成例 >

次に、FC 1～FC 7の各機能のうちいずれか1つ又は複数の機能をそれぞれ有する通信装置により構成される通信システムの例について、以下に説明する。

【0040】

[3-1. 第1のシステム構成例]

図2は、本発明の一実施形態に係る通信システム1の構成を示す模式図である。図2における丸付き数字は、上述した機能 (FC) の番号に対応している。また、図3は、図2に示す通信システム1における装置間の機能配置の一例を示すブロック図である。

【0041】

図2を参照すると、通信システム1には、サーバ10、基地局100、3つの通信装置110、及び測定装置120が含まれる。このうち、3つの通信装置110及び測定装置120は、基地局100との間で通信可能な領域102の内部に位置している。また、基地局100は、有線回線網であるネットワーク12を介して、サーバ10と接続されている。

【0042】

サーバ10は、ネットワーク12を介して接続された基地局100を用いて、基地局100の周囲に位置する通信装置に対して第1の通信サービスを提供する。第1の通信サービスは、例えば、デジタルTV放送サービスであってもよく、その他の種類の通信サービ

10

20

30

40

50

スであってもよい。また、サーバ10は、第1の通信サービスの通信状況に関するデータを統合的に保持するデータサーバを兼ねていてもよい。その場合には、例えば、通信領域内の位置ごとの現在使用中の周波数のデータ、当該位置ごとの周波数の利用履歴データ、又は利用履歴データから予測されるトラフィックの状況に関する予測データなどがサーバ10により保持される。

【0043】

さらに、通信システム1においては、サーバ10は、上述した二次通信許可ノード（FC1）として動作する。即ち、サーバ10は、判定ノードである後述する基地局100から第2の通信サービスの利用の許可についての要求を受けた場合に、上述した許可条件に応じて、第2の通信サービスの開始を許可することができる。

10

【0044】

基地局100は、領域102の内部に位置する装置に対して、上述した第1の通信サービスを提供する。また、基地局100は、上述した判定ノード（FC4）、及び測定ノード（FC6）として動作する。即ち、基地局100は、例えば、自装置の周囲に位置する通信装置110と通信を行い、通信状況を測定（センシング）して測定データを生成する。また、基地局100は、例えば、測定装置120から測定データを収集し、自ら測定した測定データと集約した後、上述した利用可能条件に応じて周波数帯の二次利用が可能かを判定する。さらに、基地局100は、周波数帯の二次利用が可能であると判定すると、二次通信許可ノードであるサーバ10に対し、周波数帯の二次利用の許可を要求する。そして、基地局100は、周波数帯の二次利用が許可されると、第2の通信サービスを開始する。

20

【0045】

通信装置110は、上述した通信ノード（FC7）として動作する。即ち、通信装置110は、基地局100との間で無線信号を送受信する。それにより、基地局100は、領域102内の通信状況を測定することができる。

【0046】

測定装置120は、上述した測定ノード（FC6）として動作する。即ち、測定装置120は、自装置の周囲の通信状況を測定し、測定データを生成する。そして、測定装置120は、生成した測定データを基地局100へ送信する。なお、通信システム1において、測定装置120が省略されてもよい。

30

【0047】

かかる通信システム1の構成により、基地局100は、第1の通信サービスに割当てられた周波数帯のうち使用されていない一部（又は全部）の周波数帯を用いて、通信装置110及び測定装置120に第2の通信サービスを提供することができる。

【0048】

[3-2. 第2のシステム構成例]

図4は、本発明の一実施形態に係る通信システム2の構成を示す模式図である。また、図5は、図4に示す通信システム2における装置間の機能配置の一例を示すブロック図である。

【0049】

40

図4を参照すると、通信システム2には、サーバ10、基地局200、3つの測定装置220、及び協調測定装置230が含まれる。このうち、3つの測定装置220及び協調測定装置230は、基地局200との間で通信可能な領域202の内部に位置している。また、基地局200は、有線回線網であるネットワーク12を介して、サーバ10と接続されている。

【0050】

基地局200は、領域202の内部に位置する装置に対して、第1の通信サービスを提供することができる。また、基地局200は、図5に示されているように、上述した二次通信許可ノード（FC1）、判定ノード（FC4）、及び測定ノード（FC6）として動作する。即ち、基地局200は、例えば、自装置の周囲に位置する協調測定装置230か

50

ら測定データを収集することができる。また、基地局 200 は、例えば、自装置の周囲に位置する測定装置 220 と通信し、自ら通信状況を測定して測定データを生成してもよい。そして、基地局 200 は、例えば、協調測定装置 230 から収集した測定データ及び／又は自ら測定した測定データに基づき、上述した利用可能条件に応じて周波数帯の二次利用が可能か否かを判定する。さらに、基地局 200 は、測定データに基づいて二次利用が可能であると判定した場合に、第 2 の通信サービスを開始する。

【0051】

測定装置 220 は、上述した測定ノード（FC6）として動作する。即ち、測定装置 220 は、例えば協調測定装置 230 からの指示に応じて、自装置の周囲の通信状況を測定し、測定データを生成する。そして、測定装置 220 は、生成した測定データを協調測定装置 230 へ送信する。

10

【0052】

協調測定装置 230 は、上述した協調測定ノード（FC5）として動作する。即ち、協調測定装置 230 は、自装置の周囲の測定装置 220 に通信状況の測定を指示し、測定装置 220 から測定データを収集する。さらに、協調測定装置 230 は、自ら周囲の通信状況を測定して得た測定データを、収集したデータに追加してもよい。このとき、協調測定装置 230 は、複数の測定データを集約して 1 つの測定データを生成してもよい。そして、協調測定装置 230 は、測定データを基地局 200 へ送信する。

【0053】

かかる通信システム 2 の構成により、第 1 の通信サービスに割当てられた周波数帯のうち、使用されていない一部（又は全部）の周波数帯を用いて、測定装置 220 及び協調測定装置 230 に第 2 の通信サービスを提供することができる。また、基地局 200 が自ら通信状況を測定した測定データの精度が低い場合にも、協調測定装置 230 から収集される測定データを用いて、より適切に周波数帯の二次利用の可否が判定され得る。

20

【0054】

[3-3. 第 3 のシステム構成例]

図 6 は、本発明の一実施形態に係る通信システム 3 の構成を示す模式図である。また、図 7 は、図 6 に示す通信システム 3 における装置間の機能配置の一例を示すブロック図である。

【0055】

図 6 を参照すると、通信システム 3 には、サーバ 10、基地局 300、2 つの測定装置 320、2 つの測定装置 322、協調測定装置 330、及び判定装置 340 が含まれる。このうち、2 つの測定装置 320、協調測定装置 330、及び判定装置 340 は、基地局 300 との間で通信可能な領域 302 の内部に位置している。また、基地局 300 は、有線回線網であるネットワーク 12 を介して、サーバ 10 と接続されている。

30

【0056】

基地局 300 は、領域 302 の内部に位置する装置に対して、第 1 の通信サービスを提供することができる。また、基地局 300 は、上述した二次通信許可ノード（FC1）として動作する。即ち、基地局 300 は、判定ノードである後述する判定装置 340 から第 2 の通信サービスの利用の許可についての要求を受けた場合に、上述した許可条件に応じて、第 2 の通信サービスの開始を許可することができる。

40

【0057】

測定装置 320 は、上述した測定ノード（FC6）として動作する。即ち、測定装置 320 は、自装置の周囲の通信状況を測定し、測定データを生成する。そして、測定装置 320 は、生成した測定データを協調測定装置 330 又は判定装置 340 へ送信する。同様に、測定装置 322 もまた、上述した測定ノード（FC6）として動作する。即ち、測定装置 322 は、協調測定装置 330 又は判定装置 340 からの指示に応じて、自装置の周囲の通信状況を測定して測定データを生成し、協調測定装置 330 又は判定装置 340 へ送信する。

【0058】

50

協調測定装置 330 は、上述した協調測定ノード（FC5）として動作する。即ち、協調測定装置 330 は、判定装置 340 からの指示に応じて、自装置の周囲の測定装置 320 及び 322 から測定データを収集する。また、協調測定装置 330 は、自ら周囲の通信状況を測定して得た測定データを収集したデータに追加する。そして、協調測定装置 330 は、測定データを判定装置 340 へ送信する。

【0059】

判定装置 340 は、上述した一次通信中継ノード（FC2）及び判定ノード（FC4）として動作する。即ち、判定装置 340 は、自装置の周囲の測定装置 320 及び 322、並びに協調測定装置 330 から測定データを収集することができる。そして、判定装置 340 は、収集した測定データに基づいて、周波数帯の二次利用が可能か否かを判定する。ここで、測定データから周波数帯の二次利用が可能と判定された場合には、判定装置 340 は、さらに基地局 300 に二次利用の開始の許可を要求する。このとき、判定装置 340 は、収集した測定データや追加的に取得した自装置の位置データなどを基地局 300 へ送信する。そして、送信されたデータに応じて二次利用の開始が許可されると、判定装置 340 は、自装置の周囲（例えば領域 304）に位置する通信装置との間で、第 2 の通信サービスを開始する。また、基地局 300 は、判定装置 340 に周波数帯の二次利用を許可する権限を、通信状況に応じて一時的に与えることもできる。その場合、判定装置 340 は、上述した一時的な二次通信許可ノードとして動作し、周波数帯の二次利用の開始を許可するための上述した許可条件を測定データが満たしていることを自ら確認した後、第 2 の通信サービスを開始する。

【0060】

また、判定装置 340 は、一次通信中継ノード、即ち第 1 の通信サービスのための擬似的な基地局又はアクセスポイントとして動作し、例えば測定装置 322 から送信される第 1 の通信サービスに応じた通信パケットを基地局 300 に中継することができる。

【0061】

ここで、図 6 に示したように、2 つの測定装置 322 は、基地局 300 との間で無線信号を送受信可能な領域 302 の外部に位置している。即ち、2 つの測定装置 322 は基地局 300 にとって通信不可能な位置にいるため、基地局 300 が 2 つの測定装置 322 に二次利用に係る第 2 の通信サービスを提供することは難しい。これに対し、通信システム 2 の構成によれば、判定装置 340 が判定ノードとして動作し、領域 304 の内部に位置する測定装置 320 及び 322、並びに協調測定装置 330 を対象として、第 2 の通信サービスを提供する。

【0062】

[3-4. 第 4 のシステム構成例]

図 8 は、本発明の一実施形態に係る通信システム 4 の構成を示す模式図である。また、図 9 は、図 8 に示す通信システム 4 における装置間の機能配置の一例を示すブロック図である。

【0063】

図 8 を参照すると、通信システム 4 には、サーバ 10、基地局 400、5 つの測定装置 420、協調測定装置 430、判定装置 450、及び拡張判定装置 460 が含まれる。また、基地局 400 は、有線回線網であるネットワーク 12 を介して、サーバ 10 と接続されている。

【0064】

基地局 400 は、領域 402 の内部に位置する装置に対して、第 1 の通信サービスを提供することができる。

【0065】

一方、図 9 に示されているように、測定装置 420 は、上述した測定ノード（FC6）として動作する。即ち、測定装置 420 は、自装置の周囲の通信状況を測定して測定データを生成し、生成した測定データを協調測定装置 430、判定装置 450、又は拡張判定装置 460 へ送信する。

【0066】

協調測定装置430は、上述した協調測定ノード（FC5）として動作する。即ち、協調測定装置430は、判定装置450からの指示に応じて、自装置の周囲の測定装置420から測定データを収集する。また、協調測定装置430は、収集したデータに自ら周囲の通信状況を測定して得た測定データを追加する。そして、協調測定装置430は、測定データを判定装置450へ送信する。

【0067】

判定装置450は、上述した永続的な二次通信許可ノード（FC1）及び判定ノード（FC4）として動作する。即ち、判定装置450は、自装置の周囲の測定装置420及び協調測定装置430から測定データを収集することができる。また、判定装置450は、収集した測定データに基づいて周波数帯の二次利用の可否を判定する。そして、判定装置450は、周波数帯の二次利用が可能であると判定すると、自装置の周囲（例えば領域404）に位置する通信装置に対し、第2の通信サービスの提供を開始する。また、判定装置450は、拡張判定装置460からの要求に応じて、収集した測定データ、当該測定データから計算されるリンクデータ、又は周波数利用規定などを含む二次通信プロファイルを生成して拡張判定装置460へ送信する。ここで送信される二次通信プロファイルは、後述する拡張判定装置460による第2の通信ネットワークの拡張可否の判定に使用される。

10

【0068】

拡張判定装置460は、上述した永続的な二次通信許可ノード（FC1）及び拡張判定ノード（FC3）として動作する。即ち、拡張判定装置460は、まず、判定装置450に対し、二次通信プロファイルの送信を指示する。そして、拡張判定装置460は、判定装置450から受信した二次通信プロファイルに基づいて、第2の通信ネットワークの拡張が可能であるか否かを判定する。そして、拡張判定装置460は、第2の通信ネットワークの拡張が可能であると判定した場合には、自装置及び判定装置450の周囲に位置する通信装置に対し、ネットワークの範囲の拡張された第2の通信サービスの提供を開始する。

20

【0069】

かかる通信システム4の構成により、第1の通信サービスに割当てられた周波数帯のうち、使用されていない一部（又は全部）の周波数帯を用いて、領域404及び406を含む領域408において第2の通信サービスを提供することができる。このとき、拡張判定装置460及び判定装置450が協調して第2の通信サービスを提供するため、第2の通信サービスのサービスエリアが拡張される。なお、本実施形態において、判定装置450及び拡張判定装置460は、第1の通信サービスが提供される領域402の外部に位置していてもよい。

30

【0070】

図2～図9に示したように、周波数帯の二次利用を行う通信システムの構成に応じて、例えば二次通信許可ノードと判定ノード（又は拡張判定ノード）は同一の通信装置である場合と異なる通信装置である場合がある。また、例えば、二次通信許可ノードと判定ノードとの間で利用可能な通信プロトコルの種類（有線か無線かなど）にも相違がある。さらに、判定ノードによる周波数帯の二次利用の可否の判定に使用されるデータの精度は、通信状況を測定する範囲に応じて異なる。これに対し、次節で説明する通信制御処理によれば、通信システムが上述したいずれのシステム構成を有する場合であっても、第1の通信サービスに悪影響を与えることなく周波数帯の二次利用を開始（又は拡張）することが可能となる。

40

【0071】

< 4. 通信制御処理の流れ >

図10～図12は、周波数帯の二次利用を開始するための、本発明の一実施形態に係る通信制御処理の流れを示すフローチャートである。

【0072】

50

図10を参照すると、まず、スタンバイ（待機）状態にある通信装置において、例えばユーザによる操作又はアプリケーションからの指示などに応じて周波数帯の二次利用の要求が生成され、当該要求検知される（S102）。

【0073】

次に、二次利用の要求を検知した通信装置は、自装置が二次利用の可否を判定可能な判定ノードとしての機能を有しているか否かを確認する（S104）。このとき、当該装置が判定ノードとしての機能を有していない場合には、処理は図12のS310へ進む。一方、当該装置が判定ノードとしての機能を有していれば、処理はS106へ進む。

【0074】

S106では、判定ノードとしての機能を有している通信装置（以下、判定装置とする）は、自装置の周囲の通信状況に関する測定データを収集する（S106）。例えば、図2に示した通信システム1において、基地局100は、通信装置110との間で無線信号を送受信することにより、領域102の内部の通信状況を測定することができる。また、例えば、図6に示した通信システム3において、判定装置340は、測定装置320との間で無線信号を送受信することにより、領域304の内部の通信状況を測定することができる。

10

【0075】

次に、判定装置は、収集した通信状況に関するデータに基づいて、周波数帯の二次利用の開始が可能であるか否かを判定する（S108）。より具体的には、判定装置は、例えば、収集したデータに含まれる電力レベルなどのパラメータ、又は収集したデータを解析して得られる雑音比率やエラー率などのパラメータが上述した利用可能条件を満たしていれば、周波数帯の二次利用が可能であると判定する。

20

【0076】

次に、判定装置は、自装置が二次利用の開始を許可する権限を有しているか否かを確認する（S110）。即ち、ここでは、判定装置が周波数帯の二次利用を許可することのできる二次通信許可ノードとしての機能をも有しているか否かが確認される。例えば、図2に示した基地局100及び図6に示した判定装置340は、判定ノードではあるが二次通信許可ノードではない。従って、判定装置が二次利用を許可する権限を有していないため、処理はS112へ進む。一方、図4に示した基地局200及び図8に示した判定装置450は、それぞれ判定ノードであると同時に二次通信許可ノードでもある。従って、判定装置が二次利用を許可する権限を有しているため、処理はS116へ進む。なお、例えば、図6に示した通信システム3において、判定装置340が基地局300から周波数帯の二次利用を許可する権限を一時的に与えられた場合には、判定装置340は一時的な二次通信許可ノードとして動作することができるため、処理はS116へ進む。

30

【0077】

S112では、判定装置から外部のコーディネータ、即ち二次通信許可ノードへ、周波数帯の二次利用の許可を要求するメッセージが送信される（S112）。このとき、例えば、判定装置は、収集した通信状況に関する測定データ（及び測定データを解析した結果）を当該メッセージと共に二次通信許可ノードへ送信する。その後、二次通信許可ノード（例えば図2に示したサーバ10又は図6に示した基地局300）は、受信したデータが上述した所定の許可条件を満たしている場合には、第2の通信サービスの開始を許可する。なお、S112において判定装置が二次通信許可ノードとの間で通信に使用する通信プロトコルの選択処理については、後にさらに説明する。

40

【0078】

次に、判定装置は、二次通信許可ノードにより第2の通信サービスの開始が許可されたか否かを判定する（S114）。ここで、第2の通信サービスの開始が許可された場合には、処理は図12のS302へ進む。一方、第2の通信サービスの開始が許可されなかった場合には、処理は図11のS202へ進む。

【0079】

50

また、S 1 1 6では、二次通信許可ノードでもある判定装置において、上述した通信状況に関する測定データ及び解析結果に基づき、S 1 1 2と同等の許可条件に従って第2の通信サービスの開始を許可できるか否かが決定される（S 1 1 6）。二次通信許可ノードでもある判定装置とは、例えば、図4に示した基地局200又は図8に示した判定装置450に相当する。ここで、第2の通信サービスの開始を許可できると決定した場合には、処理は図12のS 3 0 2へ進む。一方、第2の通信サービスの開始を許可できないと決定した場合には、処理は図11のS 2 0 2へ進む。

【0080】

図11のS 2 0 2では、判定装置により、複数の通信装置による通信状況の測定、即ち協調型センシングが推奨されているか否かが判定される（S 2 0 2）。例えば、通信状況に関する測定データが上述した許可条件を満たしていない場合でも、二次通信許可ノードは、協調型センシングによって良好な測定結果を得られると予測し得る場合には、協調型センシングを前提とする周波数帯の二次利用を認めることができる。例えば、測定データに含まれる無線信号のエネルギーが不安定ではあるものの時間によって上述した許可条件を満たしている場合には、協調型センシングによって良好な測定結果が得られると予測され得る。その場合、二次通信許可ノードは、協調型センシングにより補強された測定データを用いて再度二次利用の許可の判断をするために、判定装置に協調型センシングを推奨する。このとき、二次通信許可ノードは、協調型センシングを実行するためのパラメータ（例えば、スペクトラムマスク、送信電力、送信時間、又は送信間隔など）を併せて指定してもよい。協調型センシングを実行するためのパラメータの決定及び後述する協調測定要求の送信の際には、できる限り、即時的かつ一次通信システムへの影響が無いパラメータが選択されるのが好適である。具体的には、例えば、判定装置は、自ら有するセンシング機能を用いて測定した帯域ごとの受信電力レベル P_r を基準とし、送信電力レベル P_t を $P_t > P_r$ として決定して、協調測定要求を送信してもよい。このとき、送信チャネル帯域として、受信電力レベル P_r 以下の電力レベルを示す帯域が、パラメータ情報のデータ量に応じて選択されてもよい。S 2 0 2において、協調型センシングが推奨されている場合には、処理はS 2 0 4へ進む。一方、S 2 0 2において、協調型センシングが推奨されていない場合には、周波数帯の二次利用を開始することができないため、判定装置は再びスタンバイ状態となる（S 1 0 2）。

【0081】

S 2 0 4では、判定装置は、指定されたパラメータに従って、協調型センシングの要求（協調測定要求）を周囲の通信装置へビーコニング（定期送信）する（S 2 0 4）。例えば、図4に示した通信システム2において、判定ノードとしての基地局200は、協調測定装置230へ協調測定要求を送信することができる。また、例えば、図6に示した通信システム3において、判定装置340は、協調測定装置330へ協調測定要求を送信することができる。なお、判定装置は、他の通信装置から同様の協調測定要求を受信した場合には、当該他の通信装置と協調して協調型センシングを実行してもよい。

【0082】

次に、判定装置は、例えば一定時間が経過した後、周囲の通信装置から協調測定要求に対する応答を受信したか否かを判定する（S 2 0 6）。ここで、周囲の通信装置から応答を受信した場合には、処理はS 2 0 8へ進む。一方、周囲の通信装置から応答を受信しなかった場合には、判定装置は、協調型センシングを実行できず、従って周波数帯の二次利用を開始することができないため、再びスタンバイ状態となる（S 1 0 2）。

【0083】

S 2 0 8では、判定装置は、協調測定要求に応答した通信装置、即ち協調測定装置との間で、協調型センシングを実行する（S 2 0 8）。より具体的には、判定装置は、まず協調測定装置との間で協調型センシングに用いる物理リンクと通信プロトコルとを同期させる。より具体的には、例えば、判定装置と協調測定装置との間の事前の交渉により決定された通信パラメータに従って同期が行われてもよい。また、例えば、各装置は、プリアンブルを自動的に検知し、その後の受信パケットのヘッダ情報を参照して同期を行ってもよ

い。また、送信パラメータをブラインドの状態とし、受信側の装置が自動的に受信パラメータを推定してもよい。そして、判定装置は、協調測定装置へ通信状況の測定を指示し、測定結果を受信する。それにより、通信状況に関する測定データがより広い範囲について（又はより高い精度で）収集される。その後、協調型センシングにより収集された測定データに基づき、S 1 1 0～S 1 1 6までの処理を経て周波数帯の二次利用が許可されると、処理は図 1 2 の S 3 0 2 へ進む。

【0084】

図 1 2 の S 3 0 2 では、周波数帯の二次利用の開始の許可を受けた判定装置により、第 2 の通信サービスに参加するユーザを招待するためのビーコンが周囲の通信装置へ送信される（S 3 0 2）。このとき、例えば、周波数利用規定に応じて決定される第 2 の通信サービスのためのパラメータ（例えば、スペクトラムマスク、送信電力、送信時間、又は送信間隔など）がビーコンを用いて指定され得る。

【0085】

次に、判定装置は、例えば一定時間が経過した後、周囲の通信装置から上述したビーコンに対する応答を受信したか否かを判定する（S 3 0 4）。ここで、周囲の通信装置から応答を受信した場合には、処理は S 3 0 6 へ進む。一方、周囲の通信装置から応答を受信しなかった場合には、第 2 の通信サービスに参加するユーザが存在しないため、判定装置は再びスタンバイ状態となる（S 1 0 2）。

【0086】

S 3 0 6 では、判定装置は、例えばビーコンに対する応答に含まれている第 2 の通信サービスの参加者のケイパビリティ情報（サポートするプロトコルや変調方式などを表す）に応じて、第 2 の通信サービスに使用する通信方式を決定する（S 3 0 6）。このとき、判定装置は、利用しようとする周波数帯を最も効率的に活用することのできる通信方式を決定することが好ましい。なお、第 2 の通信サービスに使用する通信方式が予め通信装置間で定められている場合には、S 3 0 6 は省略されてもよい。

【0087】

そして、第 2 の通信サービスに使用する通信方式が決定されると、判定装置と第 2 の通信サービスの参加者との間で、第 2 の通信サービスが開始される（S 3 0 8）。その後、例えば参加ユーザの認証が行われ（S 3 1 0）、第 1 の通信サービスに割当てられた周波数帯の一部又は全部を使用して、ユーザ間で通信が行われる。ここで、例えば図 1 0 の S 1 0 4 において周波数帯の二次利用の可否を判定することができなかった通信装置は、例えば S 3 1 0 の時点で第 2 の通信サービスにユーザとして参加してもよい。

【0088】

なお、図 1 0～図 1 2 では、主に判定装置が第 2 の通信サービスを開始するための手順について説明した。しかしながら、図 8 に一例として示した拡張判定装置 4 6 0 が第 2 の通信サービスを拡張するための手順についても、図 1 0～図 1 2 を用いて説明した通信制御処理を同様に適用することができる。

【0089】

< 5. 二次利用開始前の通信プロトコルの選択 >

上述した図 1 0 の S 1 1 2 における判定装置と外部のコーディネータとの間の通信、及び図 1 1 における協調型センシングのための通信の時点では、第 2 の通信サービスは未だ開始されていない。そのため、どういった通信プロトコルを使用して各装置の間で通信することができるのかについて以下に説明する。

【0090】

[5-1. 判定装置と外部のコーディネータとの間の通信プロトコル]

図 1 3 は、図 1 0 の S 1 1 2 において判定装置が外部のコーディネータに周波数帯の二次利用の許可を要求する際に使用する通信プロトコルを選択するための、選択処理の一例を示すフローチャートである。

【0091】

図 1 3 を参照すると、まず、判定装置は、外部のコーディネータ、即ち二次通信許可ノ

10

20

30

40

50

ードとの間で有線接続を利用可能であるか否かを判定する（S 4 0 2）。例えば、図 2 に示した基地局 1 0 0 は、サーバ 1 0 との間でネットワーク 1 2 を介した有線接続を利用可能である。その場合には、S 4 0 8 において、判定装置は、有線接続を使用するための通信プロトコル（例えば、イーサネット（登録商標）や F D D I など）を使用することを決定する。一方、例えば、図 6 に示した判定装置 3 4 0 は、基地局 3 0 0 との間で有線接続を利用することができない。その場合には、処理は S 4 0 4 へ進む。

【0 0 9 2】

S 4 0 4 では、判定装置は、外部のコーディネータとの間で第 1 の通信サービスにより通信することが可能であるか否かを判定する（S 4 0 4）。例えば、図 6 に示した判定装置 3 4 0 は、基地局 3 0 0 との間で第 1 の通信サービスにより通信することが可能である。その場合には、S 4 0 8 において、判定装置は、第 1 の通信サービスに係る通信プロトコルを使用することを決定する。一方、外部のコーディネータとの間で第 1 の通信サービスにより通信することができない場合には、処理は S 4 0 6 へ進む。

10

【0 0 9 3】

S 4 0 6 では、判定装置は、外部のコーディネータとの間で通信可能な代替的な通信プロトコルが存在するか否かを判定する（S 4 0 6）。ここで、代替的な通信プロトコルが存在する場合には、S 4 0 8 において、判定装置は、当該通信プロトコルを使用することを決定する。一方、代替的な通信プロトコルが存在しない場合には、判定装置は、周波数帯の二次利用の許可を得ることができないため、スタンバイ状態に戻る。

【0 0 9 4】

20

このようにして通信プロトコルが決定されると、判定装置は、決定した通信プロトコルを用いて、上述したように、外部のコーディネータへ周波数帯の二次利用の許可を要求するメッセージを送信する（S 4 1 0）。

【0 0 9 5】

[5 - 2 . 協調型センシングのための通信プロトコル]

図 1 1 における協調型センシングのための通信に際しては、例えば、F C 1 ~ F C 7 の機能分類における異なるレベルのノード間では、上位のノードの制御に従った階層管理型の通信プロトコルを用いるのが好適である。階層管理型の通信プロトコルとは、例えば Z i g b e e などが挙げられる。例えば、判定装置から協調測定装置へ通信状況の測定の指示を送信する際には、上位のノードである判定装置の制御に従って、Z i g b e e などなどの階層管理型の通信プロトコルが用いられ得る。階層管理型の通信プロトコルを用いる場合、パケットの送受信に際して、コーディネータ（二次利用のコーディネータ、即ち二次通信許可ノードとは異なる）が管理する予め帯域予約された送受信区間を用いて、送受信装置の間でデータ交換が行われる。例えば、上述した Z i g b e e では、コーディネータが管理するビーコンを基準に、無競争期間（Contention Free Period）であるタイムスロットと自由競争期間（Contention Access Period）であるタイムスロットが設けられる。そして、自由競争期間のタイムスロットを用いて通信を行う装置間では、自らの判断で他の装置の送信パケットと競合しないように送信の機会が図られる。その場合、競合しないタイミングを知るためには、各装置は、コーディネータから送信される基準ビーコンを受信する必要がある、結果的に階層管理型の通信プロトコルに従うことになる。

30

40

【0 0 9 6】

一方、例えば協調測定装置間で測定データを送受信する場合には、I E E E 8 0 2 . 1 1 s や W i M e d i a などの自律分散型の通信プロトコルが使用されてもよい。自律分散型の通信プロトコルでは、パケットの送受信に際してコーディネータが存在しないため、他の装置からの送信パケットと衝突が生じないように各装置の自らの判断で送信機会を図った上で、送受信装置間でのデータ交換が行われる。その代わりに、最初にビーコンを送信した装置の制御に従い、Z i g b e e などの階層管理型の通信プロトコルが使用されてもよい。上述した F C 1 ~ F C 7 の機能分類における同レベルのノード間で自律分散型の通信プロトコルを使用すれば、協調型センシングを行う装置間のトポロジーを装置の位置

50

に応じて変化させることが容易となる。

【0097】

＜6．ノード間で送受信されるデータの例＞

上述した一実施形態に係る通信制御処理において、ノード間で送受信されるデータには、大きく分けて測定データと制御データの2種類が含まれる。

【0098】

〔6-1．測定データ〕

測定データとは、上述した測定ノード又は協調測定ノードにより測定された通信状況に関するデータである。測定ノード又は協調測定ノードによる測定の対象となる通信リソースは、第1の通信サービスが使用している可能性のある通信リソースであって、例えば、周波数チャネル、リソースブロック又は符号などの単位で設定され得る。10 どういった範囲の通信リソースを測定の対象とすべきかは、例えば、第1の通信サービスのダウンリンクの報知チャネル（LTEにおけるPBCH（Physical Broadcast CHannel）など）を観測することにより決定されてよい。測定データには、通信状況を測定した装置の識別子と測定結果の他に、例えば、GPS（Global Positioning System）を用いて取得された装置の位置データ、測定アルゴリズムの種類、及びタイムスタンプなどが含まれてもよい。また、これら測定データを解析することにより得られる解析結果、及び第1の通信サービスについての周囲の通信状況を表すスケジューリング情報も、広義の測定データに含まれ得る。

【0099】

装置の位置データは、例えば、通信状況の測定を行った装置の測定時の位置を表すデータである。かかる位置データは、例えば、判定ノード（又は拡張判定ノード）による周波数帯の二次利用の可否の判定に用いられる。より具体的には、例えば、判定ノードは、予め外部（例えばサーバ10など）に用意された位置情報データベースを自装置にダウンロードしておく。そのデータベースには、位置データと関連付けて、第1の通信サービスのチャンネル割当てやチャンネルの使用履歴などが保持されている。そこで、判定ノードは、例えば、位置データをキーとして位置情報データベースからチャンネル割当てやチャンネルの使用履歴を取得し、二次利用によって第1の通信サービスに悪影響を与える可能性を評価することができる。また、判定ノードは、位置情報データベースを予め自装置にダウンロードしておく代わりに、例えば、二次利用の可否の判定時に位置データをキーとして外部のデータベースに問合せをしてもよい。

【0100】

測定アルゴリズムの種類とは、例えば、無線信号のエネルギー、雑音パワーレベル、雑音比率（例えばSNRやCNR）、エラー率（例えばBERやPER）など、どういった種類の値を測定すべきか（又は測定したか）を表す。

【0101】

測定結果には、上述した測定アルゴリズムの種類に応じた測定結果の値が含まれる。ここで、測定結果の値は、ソフトビット（Soft Bit：軟判定値）で表現されてもよく、又はハードビット（Hard Bit：硬判定値）で表現されてもよい。例えば、判定ノード（又は拡張判定ノード）は、二次通信許可ノードに送信する測定結果をハードビットで表現するのが好適である。その場合、測定値に応じて二次利用の可否等を判定した結果が、“0”、“1”などの論理値で表現される。そうすることにより、ノード間のトラフィックを減少させることができる。一方、測定ノード（又は協調測定ノード）から判定ノード（又は拡張判定ノード）へ送信される測定結果は、典型的には、ソフトビットで表現される。

【0102】

タイムスタンプには、例えば、通信状況の測定が開始された時刻、及び通信状況の測定が終了した時刻などが含まれる。

【0103】

〔6-2．制御データ〕

制御データとは、二次利用システムを構成する上述した1のノードが他のノードを制御

し、又は1のノードが他のノードから制御を受けるために使用されるデータである。制御データには、例えば、測定開始又は停止の指示、測定データ送信の指示、測定アルゴリズムの種類指定、二次通信プロファイル送信の指示、又は位置情報データベースへのアクセス要求などが含まれ得る。

【0104】

また、拡張判定ノード、判定ノード又は協調測定ノードが複数のノードから収集した測定データを集約した場合には、例えば、平均化や標準偏差など、どのような方法で測定データを集約したかを示す情報が制御データに含められ得る。

【0105】

また、二次通信許可ノード、拡張判定ノード、又は判定ノードは、1のノードで測定又は収集された測定データと他のノードで測定又は収集された測定データとを比較することで、各測定データの信頼性を評価してもよい。例えば、近隣に位置する複数のノードにより測定又は収集された測定結果にばらつきが大きい場合には、その測定データの信頼性は低いと評価され得る。そうした場合には、測定データの信頼性の評価結果が制御データに含められる。また、1のノードで測定又は収集された測定データと他のノードで測定又は収集された測定データとを比較することで、隠れ端末の状態にあるノードを検出してもよい。

【0106】

さらに、協調測定ノードは、他の協調測定ノードとの間で、許容するホップ数及び許容する測定ノード数の上限値、並びに最低限必要とする測定ノード数などの制御データを交換してもよい。それにより、測定データの品質を一定のレベルに維持しながら、協調型センシングのセンシングエリアを拡張することができる。

【0107】

<7. まとめ>

ここまで、図1～図13を用いて、本発明の一実施形態に係る通信制御処理について説明した。かかる通信制御処理によれば、判定ノードの周囲の通信状況に関するデータが収集され、収集されたデータが上述した利用可能条件（第1の条件）を満たしている場合に、周波数帯の二次利用が可能であると判定される。そして、判定ノードと同一の通信装置又は異なる通信装置に位置する二次通信許可ノードにおいて、通信状況に関するデータが上述した許可条件（第2の条件）を満たしている場合に、周波数帯の二次利用が許可される。それにより、周波数帯の二次利用を実現する様々なシステム構成において、第1の通信サービスに悪影響を与えないことを適切に判断した上で周波数帯の二次利用を開始（又は拡張）することが可能となる。

【0108】

また、通信状況に関するデータが上述した許可条件を満たしていない場合には、二次通信許可ノードから判定ノードに対して、複数の通信装置による通信状況の測定、即ち協調型センシングが推奨される。それにより、単一の装置による測定データからは第1の通信サービスに与える影響を適切に判断できない場合にも、協調型センシングにより補強された測定データを用いて第1の通信サービスに与える影響を判断することができる。

【0109】

また、第2の通信サービスの利用が許可された場合には、第2の通信サービスへ参加するユーザを招待するためのビーコンが、判定ノードから周囲の通信装置へ送信される。そして、当該ビーコンに対する応答に含まれる情報（例えば上述したケイパビリティ情報）に基づいて、第2の通信サービスに使用される通信方式が決定される。それにより、最適な通信方式を迅速に選択して第2の通信サービスを開始することができる。

【0110】

本明細書において説明した各実施形態の要旨は、上述したように様々な二次利用の形態に広く適用可能である。例えば、上述したように、第1の通信サービスのスペクトラムホールをカバーするためのリレーノード又はフェムトセルの運用は、周波数帯の二次利用の一形態といえることができる。また、互いに共通する周波数帯を使用するマクロセル、RR

10

20

30

40

50

H (Remote Radio Head)、Hot zone、リレーノード又はフェムトセルなどの相互の関係も、周波数帯の二次利用の一形態（例えば、ヘテロジーニアスネットワークなど）を形成し得る。

【0111】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【符号の説明】

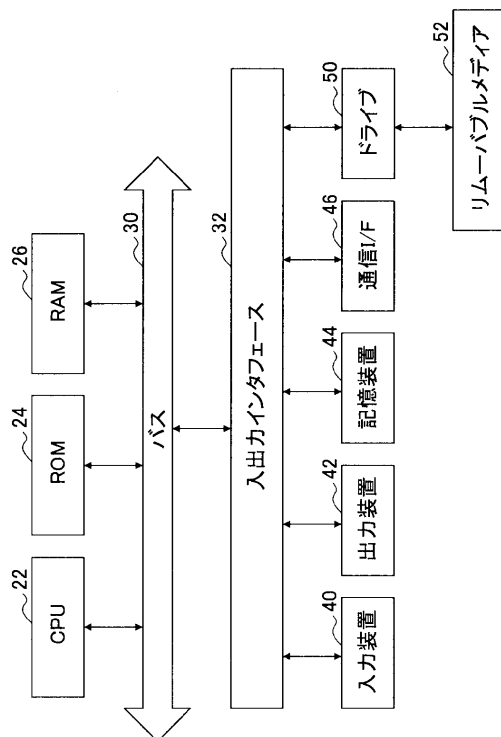
【0112】

1、2、3、4	通信システム
10	サーバ（第2の通信装置）
100、200	基地局（第1の通信装置）
300	基地局（第2の通信装置）
340、450	判定装置（第1の通信装置）
460	拡張判定装置（第1の通信装置）
120、220、222、320、322、420	測定装置
230、330、430	協調測定装置

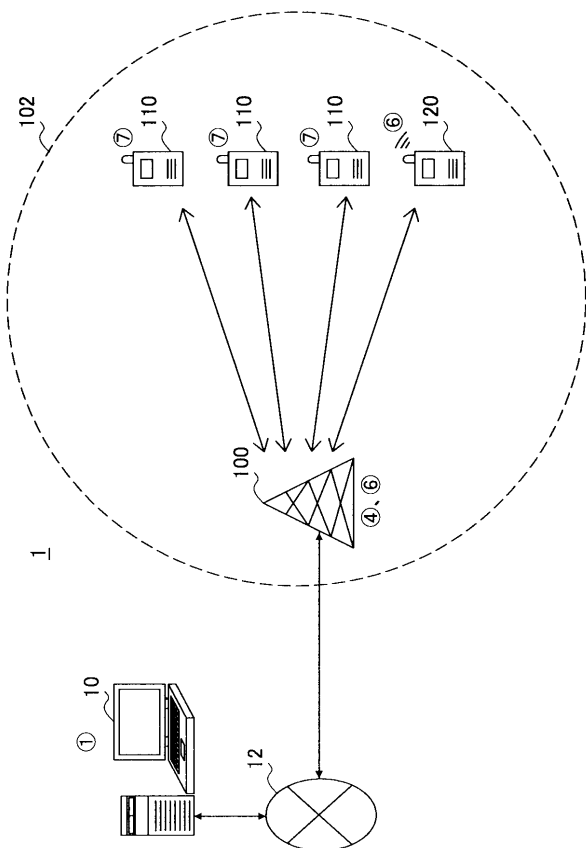
10

20

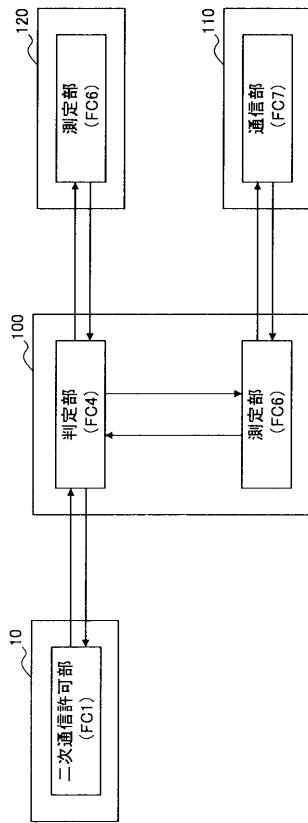
【図1】



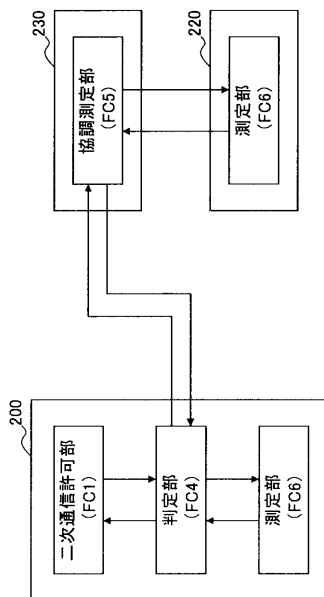
【図2】



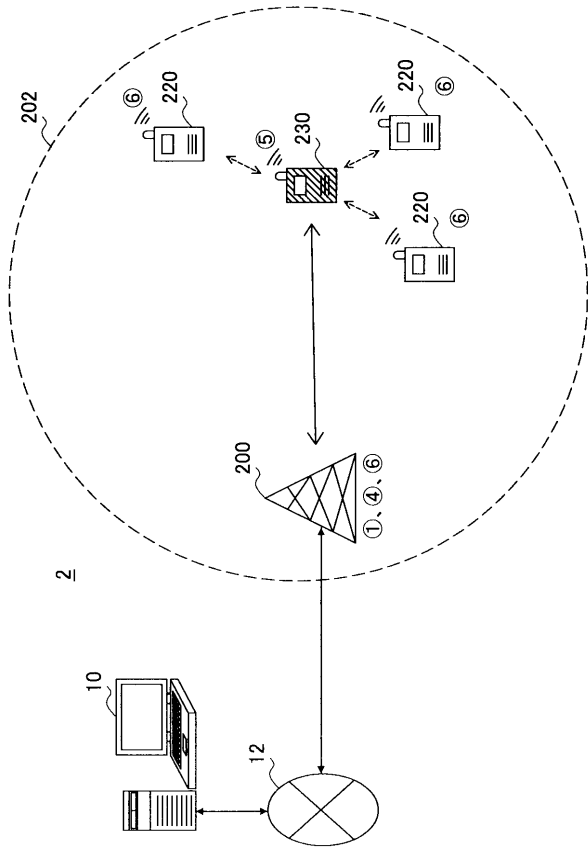
【図 3】



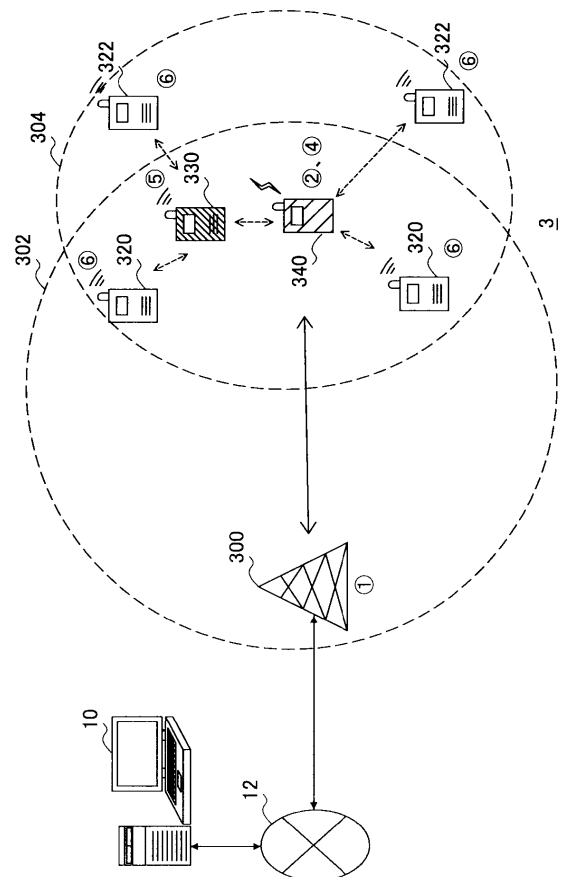
【図 5】



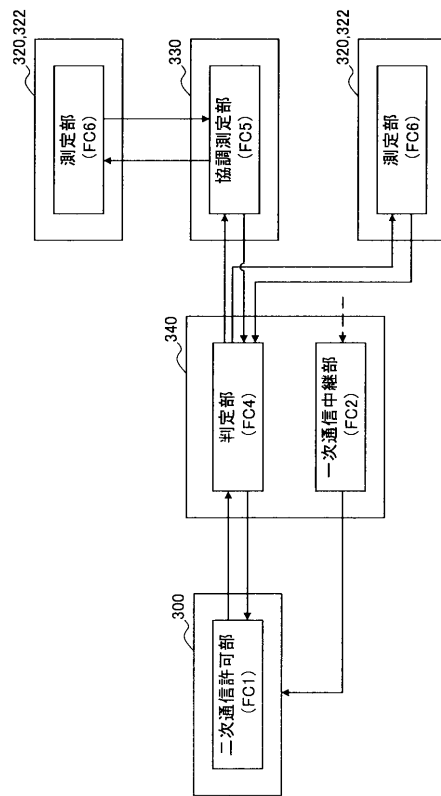
【図 4】



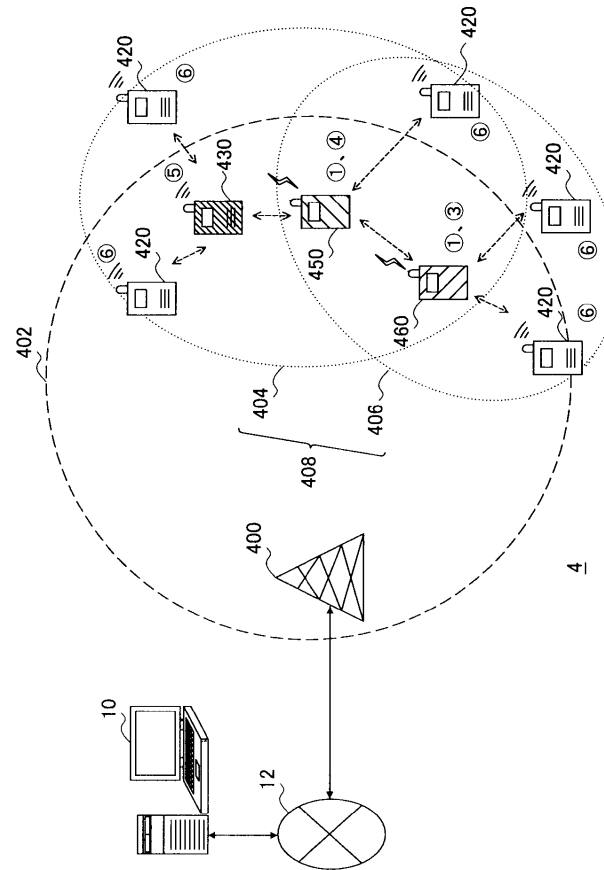
【図 6】



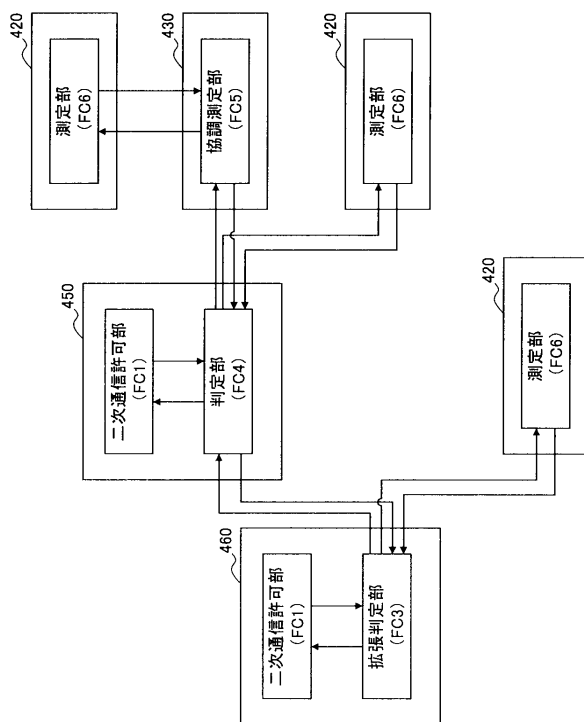
【図 7】



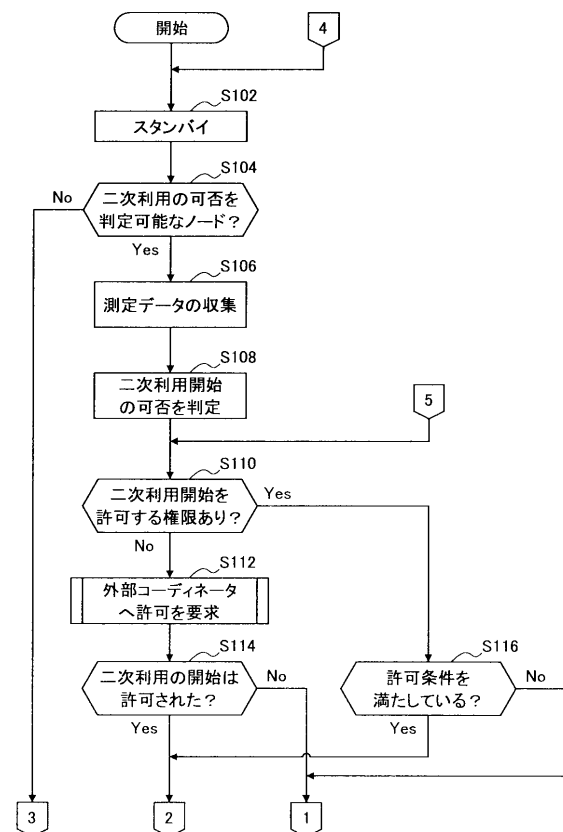
【図 8】



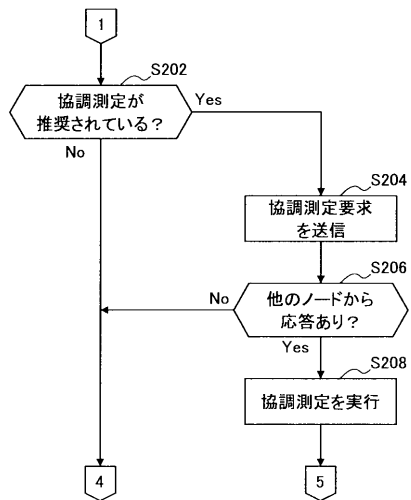
【図 9】



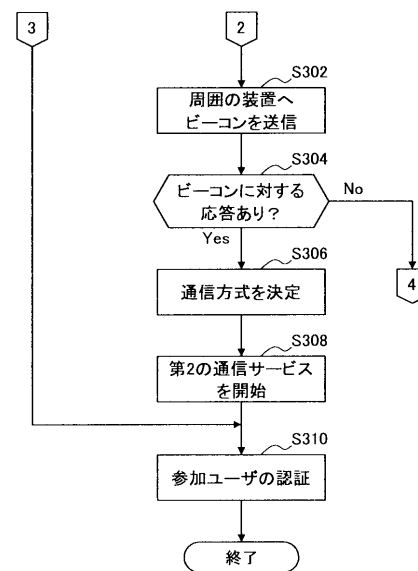
【図 10】



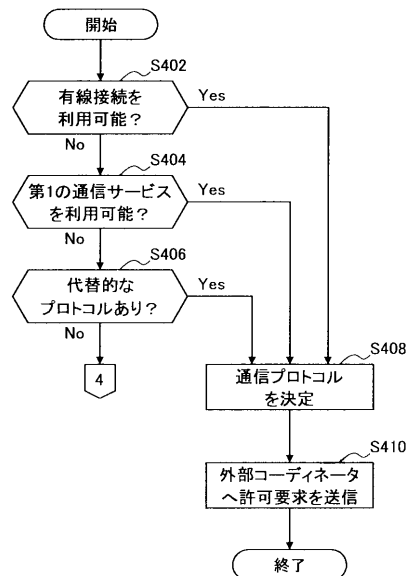
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(72)発明者 木村 亮太
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 ▲高▼橋 真之

(56)参考文献 特表2006-526368 (JP, A)
国際公開第2008/109641 (WO, A2)
特表2010-521105 (JP, A)
特開2007-300419 (JP, A)
特表2009-512326 (JP, A)
特開2006-094005 (JP, A)
特開2008-206044 (JP, A)
特開2007-202039 (JP, A)
太田真衣外, 協調センシングのためのOFDMサブキャリアマッピングによる情報一括交換手法
，電子情報通信学会技術研究報告SR2008-7, 2008年 5月22日

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04W 4/00-99/00