

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7367682号
(P7367682)

(45)発行日 令和5年10月24日(2023.10.24)

(24)登録日 令和5年10月16日(2023.10.16)

(51)国際特許分類	F I
H 0 4 W 16/14 (2009.01)	H 0 4 W 16/14
H 0 4 W 72/0453(2023.01)	H 0 4 W 72/0453
H 0 4 W 72/54 (2023.01)	H 0 4 W 72/54
H 0 4 W 52/24 (2009.01)	H 0 4 W 52/24

請求項の数 18 (全55頁)

(21)出願番号	特願2020-541107(P2020-541107)	(73)特許権者	000002185 ソニーグループ株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(86)(22)出願日	令和1年8月19日(2019.8.19)	(74)代理人	110002147 弁理士法人酒井国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/032327	(72)発明者	古市 匠 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
(87)国際公開番号	WO2020/049992	審査官	桑原 聡一
(87)国際公開日	令和2年3月12日(2020.3.12)		
審査請求日	令和4年7月4日(2022.7.4)		
(31)優先権主張番号	特願2018-166180(P2018-166180)		
(32)優先日	平成30年9月5日(2018.9.5)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 通信制御装置、通信制御方法、及び通信システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1無線システムが使用する周波数帯の電波を利用して無線通信する複数の第2無線システムのそれぞれから、第1の方式に従う周波数利用許可リクエストまたは第2の方式に従う周波数利用許可リクエストのいずれかを取得する取得部と、前記複数の第2無線システムを、前記第1の方式を用いる前記第2無線システムで構成される第1のグループと、前記第2の方式を用いる前記第2無線システムで構成される第2のグループと、を少なくとも含む複数のグループに分類する分類部と、

前記グループ毎に前記第2無線システムの通信パラメータを計算する計算部と、を備え、

前記第1の方式に従う周波数利用許可リクエストは、前記第2無線システムが所望する最大送信電力及び周波数に関する情報を含み、

前記第2の方式に従う周波数利用許可リクエストは、前記第2無線システムの通信パラメータに関する要件を含む、

通信制御装置。

【請求項2】

前記分類部は、前記複数の第2無線システムを、前記第1の方式を用いる前記第2無線システムで構成される第1のグループと、前記第2の方式を用いる前記第2無線システムで構成される第2のグループと、に分類する、

請求項1に記載の通信制御装置。

【請求項 3】

前記計算部は、所定のグループ順で前記第 2 無線システムの通信パラメータを計算する、
請求項 1 又は 2 に記載の通信制御装置。

【請求項 4】

前記計算部は、干渉マージンを前記複数のグループそれぞれに分配し、分配した干渉マージンに基づいて前記第 2 無線システムの通信パラメータを計算するとともに、先に計算したグループで余剰干渉マージンが発生した場合には、後に計算するグループに前記余剰干渉マージンを分配する、

請求項 3 に記載の通信制御装置。

【請求項 5】

前記計算部は、干渉マージン逐次配分型の計算方法に基づいて、前記第 1 のグループに分類された前記第 2 無線システムの通信パラメータを計算する、

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の通信制御装置。

【請求項 6】

前記計算部は、干渉マージン一斉配分型の計算方法に基づいて、前記第 2 のグループに分類された前記第 2 無線システムの通信パラメータを計算する、

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の通信制御装置。

【請求項 7】

前記計算部は、前記第 2 のグループ、前記第 1 のグループの順に前記第 2 無線システムの通信パラメータを計算する、

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の通信制御装置。

【請求項 8】

前記計算部は、前記第 1 のグループ、前記第 2 のグループの順に前記第 2 無線システムの通信パラメータを計算する、

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の通信制御装置。

【請求項 9】

前記通信パラメータを計算する前記グループ順を決定する決定部、を備え、

前記計算部は、前記決定部が決定したグループ順で前記通信パラメータを計算する、

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の通信制御装置。

【請求項 10】

前記決定部は、前記グループ内の前記第 2 無線システムの数に基づいて前記グループ順を決定する、

請求項 9 に記載の通信制御装置。

【請求項 11】

前記決定部は、前記グループ内の第 2 無線システムの設置密度に基づいて前記グループ順を決定する、

請求項 9 に記載の通信制御装置。

【請求項 12】

前記決定部は、前記グループ内の第 2 無線システムの数と、前記第 1 無線システムの保護点或いは保護エリアからの距離と、に基づいて、前記グループ順を決定する、

請求項 9 に記載の通信制御装置。

【請求項 13】

前記決定部は、前記第 2 のグループに分類された複数の第 2 無線システムのうち、前記第 1 無線システムの保護点或いは保護エリアからの距離が所定距離よりも離れた位置にいる第 2 無線システムの数が所定の閾値よりも多い場合に、前記グループ順を前記第 2 のグループ、前記第 1 のグループの順と決定する、

請求項 12 に記載の通信制御装置。

【請求項 14】

前記決定部は、前記第 1 のグループに分類された複数の第 2 無線システムのうち、前記第 1 無線システムの保護点或いは保護エリアからの距離が所定距離よりも近い位置にいる

10

20

30

40

50

第2無線システムの数が所定の閾値よりも多い場合に、前記グループ順を前記第1のグループ、前記第2のグループの順と決定する、

請求項12に記載の通信制御装置。

【請求項15】

第1無線システムが使用する周波数帯の電波を利用して無線通信する複数の第2無線システムのそれぞれから、第1の方式に従う周波数利用許可リクエストまたは第2の方式に従う周波数利用許可リクエストのいずれかを取得し、

前記複数の第2無線システムを、前記第1の方式を用いる前記第2無線システムで構成される第1のグループと、前記第2の方式を用いる前記第2無線システムで構成される第2のグループと、を少なくとも含む複数のグループに分類し、

前記グループ毎に前記第2無線システムの通信パラメータを計算し、

前記第1の方式に従う周波数利用許可リクエストは、前記第2無線システムが所望する最大送信電力及び周波数に関する情報を含み、

前記第2の方式に従う周波数利用許可リクエストは、前記第2無線システムの通信パラメータに関する要件を含む、

通信制御方法。

【請求項16】

マスタ通信制御装置と、前記マスタ通信制御装置に従う第1のスレーブ通信制御装置及び第2のスレーブ通信制御装置と、を備える通信システムであって、

前記第1のスレーブ通信制御装置は、

第1無線システムが使用する周波数帯の電波を利用して無線通信する第2無線システムから第1の方式に従う周波数利用許可リクエストを取得する第1の取得部と、

前記マスタ通信制御装置から通知された干渉マージンに基づき配下の第2無線システムの通信パラメータを計算する第1の計算部と、を備え、

前記第2のスレーブ通信制御装置は、

第1無線システムが使用する周波数帯の電波を利用して無線通信する第2無線システムから第2の方式に従う周波数利用許可リクエストを取得する第2の取得部と、

前記マスタ通信制御装置から通知された干渉マージンに基づき配下の第2無線システムの通信パラメータを計算する第2の計算部と、を備え、

前記マスタ通信制御装置は、

所定のスレーブ通信制御装置順でスレーブ通信制御装置配下の第2無線システムの通信パラメータを計算させる処理部、を備え、

前記第1の方式に従う周波数利用許可リクエストは、前記第2無線システムが所望する最大送信電力及び周波数に関する情報を含み、

前記第2の方式に従う周波数利用許可リクエストは、前記第2無線システムの通信パラメータに関する要件を含む、

通信システム。

【請求項17】

前記マスタ通信制御装置の処理部は、前記第2のスレーブ通信制御装置、前記第1のスレーブ通信制御装置の順に前記第2無線システムの通信パラメータを計算させ、

前記第2のスレーブ通信制御装置は、前記マスタ通信制御装置から割り当てられた干渉マージンが余った場合に剰余干渉マージンとして前記マスタ通信制御装置に通知する通知部、を備え、

前記マスタ通信制御装置の処理部は、前記第2のスレーブ通信制御装置から前記剰余干渉マージンが通知された場合に、前記第1のスレーブ通信制御装置に該剰余干渉マージンを割り当てる、

請求項16に記載の通信システム。

【請求項18】

前記マスタ通信制御装置の処理部は、前記第1のスレーブ通信制御装置、前記第2のスレーブ通信制御装置の順に前記第2無線システムの通信パラメータを計算させ、

10

20

30

40

50

前記第 1 のスレーブ通信制御装置は、前記マスタ通信制御装置から割り当てられた干渉マージンが余った場合に剰余干渉マージンとして前記マスタ通信制御装置に通知する通知部、を備え、

前記マスタ通信制御装置の処理部は、前記第 1 のスレーブ通信制御装置から前記剰余干渉マージンが通知された場合に、前記第 2 のスレーブ通信制御装置に該剰余干渉マージンを割り当てる、

請求項 1 6 に記載の通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、通信制御装置、通信制御方法、及び通信システムに関する。

【背景技術】

【0002】

無線システム（無線装置）に割り当て可能な電波資源（無線リソース）が枯渇するという問題が表面化している。どの電波帯域もすでに既存の無線システム（無線装置）が利用しているため、新規に無線システムに電波資源を割り当てることは困難である。そこで、近年では、コグニティブ無線技術の活用による電波資源の更なる有効利用が注目されはじめている。コグニティブ無線技術では、既存の無線システムの時間的・空間的な空き電波（White Space）を利用することにより電波資源を捻出する。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【文献】WINNF-TS-0247-V1.0.0 CBRS Certified Professional Installer Accreditation Technical Specification.

WINNF-TS-0016-V1.2.1 Signaling Protocols and Procedures for Citizens Broadband Radio Service (CBRS): Spectrum Access System (SAS) - Citizens Broadband Radio Service Device (CBSD) Interface Technical Specification
ECC Report 186, Technical and operational requirements for the operation of white space devices under geo-location approach, CEPT ECC, 2013 January

White Space Database Provider (WSDB) Contract, available at https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0026/84077/white_space_database_contract_for_operational_use_of_wsds.pdf

WINNF-TS-0096-V1.2.0 Signaling Protocols and Procedures for Citizens Broadband Radio Service (CBRS): Spectrum Access System (SAS) - SAS Interface Technical Specification

WINNF-TS-0112-V1.4.1 Requirements for Commercial Operation in the U.S. 3550-3700 MHz Citizens Broadband Radio Service Band

【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、単に空き電波を利用しただけでは電波資源の有効利用が実現できるとは限らない。例えば、電波資源の有効利用を実現するためには、複数の無線システム（無線装置）に効率的に空き電波を配分する必要があるが、多様な無線システムが存在する中で、効率的に空き電波を配分するのは容易ではない。

【0005】

そこで、本開示では、電波資源の効率的な利用を実現可能な通信制御装置、通信制御方法、及び通信システムを提案する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

10

20

30

40

50

上記の課題を解決するために、本開示に係る一形態の通信制御装置は、第1無線システムが使用する周波数帯の電波を利用して無線通信する複数の第2無線システムから所定の方式に従う周波数利用許可リクエストを取得する取得部と、前記周波数利用許可リクエストの方式に応じて前記複数の第2無線システムを複数のグループにグルーピングする分類部と、前記グループ毎に前記第2無線システムの通信パラメータを計算する計算部と、を備える。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】セカンダリシステムを構成する各通信装置への干渉マージンの配分例を示す説明図である。

10

【図2】C B R Sでの階層構造を示す説明図である。

【図3】C B R Sの帯域を示す説明図である。

【図4】本開示の実施形態に係る通信システムの構成例を示す図である。

【図5】通信制御装置が分散的に配置されるモデルを示す図である。

【図6】1つの通信制御装置が中央制御的に複数の通信制御装置を統括するモデルを示す図である。

【図7】本開示の実施形態に係る通信装置の構成例を示す図である。

【図8】本開示の実施形態に係る端末装置の構成例を示す図である。

【図9】本開示の実施形態に係る通信制御装置の構成例を示す図である。

【図10】本実施形態で想定する干渉モデルの一例を示す説明図である。

20

【図11】本実施形態で想定する干渉モデルの他の例を示す説明図である。

【図12】干渉マージン一斉配分型のプライマシステム保護方法を説明するための説明図である。

【図13】剰余干渉マージンが発生した様子を示す図である。

【図14】干渉マージン逐次配分型のプライマシステム保護方法を説明するための説明図である。

【図15】低干渉ノード優先許容型のプライマシステム保護方法における剰余干渉マージンを説明するための説明図である。

【図16】利用可能周波数情報問い合わせ手続きを説明するためのシーケンス図である。

【図17】周波数利用許可手続きを説明するためのシーケンス図である。

30

【図18】周波数利用通知手続きを説明するためのシーケンス図である。

【図19】管理情報の交換手続きを説明するためのシーケンス図である。

【図20】本開示の実施形態に係る通信制御処理の一例を示すフローチャートである。

【図21】本開示の実施形態に係る最大許容送信電力計算処理の一例を示すフローチャートである。

【図22】本開示の実施形態に係る最大許容送信電力計算処理の他の例を示すフローチャートである。

【図23】本開示の実施形態に係る最大許容送信電力計算処理の他の例を示すフローチャートである。

【図24】マスタ通信制御装置とスレーブ通信制御装置とのやり取りを示すシーケンス図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下に、本開示の実施形態について図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の各実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより重複する説明を省略する。

【0009】

また、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複数の構成要素を、同一の符号の後に異なる数字を付して区別する場合もある。例えば、実質的に同一の機能構成を有する複数の構成を、必要に応じて通信制御装置40₁、及び40₂のように区別する。ただし、実質的に同一の機能構成を有する複数の構成要素の各々を特に区別する

50

必要がない場合、同一符号のみを付する。例えば、通信制御装置 4 0₁、及び 4 0₂ を特に区別する必要が無い場合には、単に通信制御装置 4 0 と称する。

【 0 0 1 0 】

また、以下に示す項目順序に従って本開示を説明する。

- 1 . はじめに
- 2 . 通信システムの構成
 - 2 - 1 . 通信システムの全体構成
 - 2 - 2 . 通信装置の構成
 - 2 - 3 . 端末装置の構成
 - 2 - 4 . 通信制御装置の構成 10
- 3 . 干渉モデル
- 4 . プライマリシステム保護方法
 - 4 - 1 . 干渉マージン一斉配分型
 - 4 - 2 . 干渉マージン逐次配分型
- 5 . 諸手続きの説明
 - 5 - 1 . 登録手続き
 - 5 - 2 . 利用可能周波数情報問い合わせ手続き
 - 5 - 3 . 周波数利用許可手続き
 - 5 - 4 . 周波数利用通知
 - 5 - 5 . 諸手続きの補足 20
 - 5 - 6 . 端末装置に関する諸手続き
 - 5 - 7 . 通信制御装置間で発生する手続き
- 6 . プライマリシステムの保護に係る動作
 - 6 - 1 . 通信制御処理
 - 6 - 2 . 最大許容送信電力計算処理 (第 1 の例)
 - 6 - 3 . 最大許容送信電力計算処理 (第 2 の例)
 - 6 - 4 . 最大許容送信電力計算処理 (第 3 の例)
- 7 . 変形例
 - 7 - 1 . マスタ - スレーブモデル
 - 7 - 2 . 実施形態の適用について 30
 - 7 - 3 . システム構成に関する変形例
 - 7 - 4 . その他の変形例
- 8 . むすび

【 0 0 1 1 】

< < 1 . はじめに > >

近年、無線システムに割り当て可能な電波資源 (例えば、周波数) が枯渇するという問題が表面化している。しかしながら、どの電波帯域もすでに既存の無線システムが利用しているため、新規の電波資源割り当てが困難である。そこで、近年では、コグニティブ無線技術の活用による電波資源の更なる有効利用が注目されはじめている。

【 0 0 1 2 】

コグニティブ無線技術では、既存の無線システムの時間的・空間的な空き電波 (White Space) を利活用 (例えば、動的周波数共用 (DSA : Dynamic Spectrum Access)) することにより、電波資源を捻出する。例えば、米国では、世界的には 3 G P P band 4 2、4 3 とされている周波数帯とオーバーラップする Federal use band (3.55-3.70GHz) の一般国民への開放を目指し、周波数共用技術を活用する C B R S (Citizens Broadband Radio Service) の法制化・標準化が加速している。

【 0 0 1 3 】

なお、コグニティブ無線技術は、動的周波数共用のみならず、無線システムによる周波数利用効率の向上にも寄与する。例えば、E T S I E N 3 0 3 3 8 7 や I E E E 8 0 2 . 1 9 . 1 - 2 0 1 4 では、空き電波を利用する無線システム間の共存技術が規定さ

れている。

【 0 0 1 4 】

一般に周波数共用においては、各国・地域の規制当局（NRA：National Regulatory Authority）によって、周波数帯域の利用に係る免許または認可を受けた1次利用者（プライマリユーザ）の無線システム（プライマリシステム）の保護が義務付けられる。典型的には、当該NRAによってプライマリシステムの許容干渉基準値が設けられ、2次利用者（セカンダリユーザ）の無線システム（セカンダリシステム）には、共用によって発生する与干渉が許容干渉基準値を下回ることを求められる。

【 0 0 1 5 】

周波数共用を実現するため、例えば、通信制御装置（例えば、周波数管理データベース）が、プライマリシステムに対して致命的な干渉を与えないようにセカンダリシステムの通信を制御する。通信制御装置は、通信装置の通信等を管理する装置である。例えば、通信制御装置は、GLDB（Geo-location Database）、SAS（Spectrum Access System）等の電波資源（例えば、周波数）の管理のための装置（システム）である。本実施形態の場合、通信制御装置は、後述の通信制御装置40（例えば、図4に示す通信制御装置40₁、40₂）に相当する。通信制御装置40については、後に詳述する。

【 0 0 1 6 】

ここで、プライマリシステムとは、例えば、所定の周波数帯の電波をセカンダリシステム等の他のシステムに優先して使用するシステム（例えば、既存のシステム）である。また、セカンダリシステムとは、例えば、プライマリシステムが使用する周波数帯の電波を二次利用（例えば、動的周波数共用）するシステムである。プライマリシステム及びセカンダリシステムは、それぞれ、複数の通信装置で構成されていてもよいし、1つの通信装置で構成されていてもよい。通信制御装置は、セカンダリシステムを構成する1又は複数の通信装置のプライマリシステムへの干渉の累積（Interference Aggregation）が、プライマリシステムの干渉許容量（干渉マージンともいう。）を越えないように、1又は複数の通信装置に干渉許容量を配分する。このとき、干渉許容量は、プライマリシステムの運営者や電波を管理する公的機関等が予め定めた干渉量であってもよい。以下の説明では、干渉マージンといった場合は、干渉許容量のことを指す。また、干渉の累積のことを、累積与干渉電力と呼ぶことがある。

【 0 0 1 7 】

図1は、セカンダリシステムを構成する各通信装置への干渉マージンの配分例を示す説明図である。図1の例では、通信システム1がプライマリシステムであり、通信システム2がセカンダリシステムである。通信システム1は通信装置10₁等を備える。また、通信システム2は通信装置20₁、20₂、20₃等を備える。なお、図1の例では、通信システム1は通信装置10を1つしか備えていないが、通信システム1が備える通信装置10は複数であってもよい。また、図1の例では、通信システム2は通信装置20を3つ備えているが、通信システム2が備える通信装置20は3つより少なくてもよいし、多くてもよい。なお、図1の例では、プライマリシステム（図1の例では通信システム1）及びセカンダリシステム（図1の例では通信システム2）がそれぞれ1つしか示されていないが、プライマリシステム及びセカンダリシステムはそれぞれ複数であってもよい。

【 0 0 1 8 】

通信装置10₁、及び通信装置20₁、20₂、20₃は、それぞれ、電波を送受信可能である。通信装置10₁が許容する干渉量は I_{accept} である。また、通信装置20₁、20₂、20₃が通信システム1（プライマリシステム）の所定の保護点に与える干渉量は、それぞれ、与干渉量 I_1 、 I_2 、 I_3 である。ここで、保護点は、通信システム1の保護のための干渉算出基準点である。

【 0 0 1 9 】

通信制御装置は、通信システム1の所定の保護点への干渉の累積（図1に示す受信干渉量 $I_1 + I_2 + I_3$ ）が干渉マージン I_{accept} を超えないように、複数の通信装置20に干渉マージン I_{accept} を配分する。例えば、通信制御装置は、与干渉量 I_1 、 I

10

20

30

40

50

2、 I_3 がそれぞれ $I_{\text{accept}}/3$ となるように各通信装置 20 に干渉マージン I_{accept} を配分する。或いは、通信制御装置は、与干渉量 I_1 、 I_2 、 I_3 がそれぞれ $I_{\text{accept}}/3$ より小さくなるように、各通信装置 20 に干渉マージン I_{accept} を配分する。勿論、干渉マージンの配分方法はこの例に限定されない。

【0020】

通信制御装置は、配分された干渉量（以下、配分干渉量という。）に基づいて、各通信装置 20 に許容される最大送信電力（以下、最大許容送信電力という。）を算出する。例えば、通信制御装置は、伝搬損失、アンテナゲイン等に基づいて、配分干渉量から逆算することによって、各通信装置 20 の最大許容送信電力を算出する。そして、通信制御装置は、算出した最大許容送信電力の情報を各通信装置 20 に通知する。

10

【0021】

なお、プライマリシステム保護について、これを達成するためのセカンダリシステムの最大許容送信電力決定手法がいくつか知られている。

【0022】

例えば、非特許文献 3 には、複数のセカンダリシステムからプライマリシステムであるデジタルテレビ放送（DTV）受信機やワイヤレスマイクを保護する手法として、データベースにおける、セカンダリシステムの位置情報に基づく 3 種類（Fixed/Predetermined、Flexible、Flexible Minimized）の最大許容送信電力計算方法が開示されている。

【0023】

また、例えば、非特許文献 6 では、セカンダリシステムの位置情報に基づいて、プライマリシステムの許容干渉基準値を下回るように、データベースにおいてセカンダリシステムの所望送信電力を調整する逐次配分処理（IAP：Iterative Allocation Process）と呼ばれる手法が開示されている。

20

【0024】

前者と後者の技術的な違いとして、基準とする、セカンダリシステムの最大許容送信電力が挙げられる。前者においては、セカンダリシステムの最大許容送信電力は、「プライマリシステムの保護基準点とセカンダリシステムの位置関係によって一意に求まる値」を基準値として用い、3 種類のいずれかの手法に基づいてその調整値を算出、適用して得られる。一方、後者においては、セカンダリシステムの最大許容送信電力は、「セカンダリシステムの所望送信電力」を基準値として用い、プライマリシステムの許容干渉基準値を下回るまで調整する。

30

【0025】

したがって、どの方法を適用するかについては、セカンダリシステムの形態（例えば、トポロジ）に依存する。例えば、全てのセカンダリシステムが所望送信電力をデータベースに通知するならば、後者を適用することが望ましいと考えられる。

【0026】

ところが、実施形態によっては、必ずしも全てのセカンダリシステムが所望送信電力をデータベースに通知するとは限らない。そのような場合、上記形態（例えば、トポロジ）に応じて、前者または後者の手法を使い分ける必要が生じる。しかしながら、これまで、異なるプライマリシステム保護方法を使い分ける手法については開示されていない。

40

【0027】

本実施形態では、通信制御装置は、複数のセカンダリシステムから所定の方式に従う周波数利用許可リクエストを取得する。そして、通信制御装置は、周波数利用許可リクエストの方式に応じて複数のセカンダリシステムを複数のグループにグルーピングし、グループ毎にセカンダリシステムの通信パラメータを計算する。これにより、通信制御装置は、形態の異なるセカンダリシステムが混在していたとしても、周波数利用許可リクエストの方式に応じて最適な電波資源の配分が可能になる。結果として、電波資源の効率的利用が可能になる。

【0028】

なお、通信制御装置は、所定のグループ順でセカンダリシステムの通信パラメータを計

50

算してもよい。干渉マージンが余り易いグループを先に計算することにより、先に計算したグループで余った干渉マージン（剰余干渉マージン）を後のグループに割り当てることが可能になる。この結果、電波資源の更なる効率的利用が可能になる。

【 0 0 2 9 】

なお、本実施形態では、プライマリシステム（通信システム 1）及びセカンダリシステム（通信システム 2）は、周波数共用環境下にあるものとする。米国の FCC（Federal Communications Commission）が法整備した C B R S を例にとり説明する。

【 0 0 3 0 】

図 2 は、C B R S での階層構造を示す説明図である。図 2 に示すように、周波数帯域のユーザの各々は 3 つのグループのうちのいずれかに分類される。このグループは、“tier”
10
と呼ばれる。当該 3 つのグループは、それぞれ、既存層（Incumbent Tier）、優先アクセス層（Priority Access Tier）、及び一般認可アクセス層（General Authorized Access Tier）から構成される階層構造が定義されている。この階層構造では、一般認可アクセス層（General Authorized Access Tier）の上位に優先アクセス層（Priority Access Tier）が位置し、優先アクセス層の上位に既存層（Incumbent Tier）が位置している。C B R S を例にとると、既存層に位置するシステム（既存システム）がプライマリシステムとなり、一般認可アクセス層及び優先アクセス層に位置するシステムがセカンダリシステムとなる。

【 0 0 3 1 】

既存層（Incumbent Tier）は、共用周波数帯域の既存ユーザからなるグループである
20
。C B R S においては、国防総省（DOD：Department of Defense）、固定衛星事業者、新条件適用除外無線ブロードバンド免許人（GWBL：Grandfathered Wireless Broadband Licensee）が、既存ユーザとして定められる。“Incumbent Tier”は、より低い優先度を有する“Priority Access Tier”及び“GAA Tier”への干渉回避又は抑制を要求されない。また、“Incumbent Tier”は、“Priority Access Tier”及び“GAA Tier”による干渉から保護される。即ち、“Incumbent Tier”のユーザは、他のグループの存在を考慮することなく、周波数帯域を使用することが可能である。

【 0 0 3 2 】

優先アクセス層（Priority Access Tier）は、P A L（Priority Access License）
30
と呼ばれる免許を有するユーザからなるグループである。“Priority Access Tier”より高い優先度を有する“Incumbent Tier”への干渉回避又は抑制を要求されるが、より低い優先度を有する“GAA Tier”への干渉回避又は抑制を要求されない。また、“Priority Access Tier”は、より高い優先度を有する“Incumbent Tier”による干渉から保護されないが、より低い優先度を有する“GAA Tier”による干渉から保護される。

【 0 0 3 3 】

一般認可アクセス層（GAA Tier）は、上記“Incumbent Tier”および“Priority Access Tier”に属さない他の全てのユーザからなるグループである。より高い優先度を有する“Incumbent Tier”及び“Priority Access Tier”への干渉の回避又は抑制を要求される。また、“GAA Tier”は、より高い優先度を有する“Incumbent Tier”に及び“Priority Access Tier”による干渉から保護されない。即ち、“GAA Tier”は、法制上、日和見的な（
40
opportunistic）周波数利用が要求される“tier”である。

【 0 0 3 4 】

なお階層構造はこれらの定義に限定されない。C B R S は一般に 3 T i e r 構造と呼ばれるが、2 T i e r 構造であってもよい。代表的な一例として、L S A（Licensed Shared Access）や T V W S（TV band White Space）のような 2 T i e r 構造が挙げられる。L S A では、前記“Incumbent Tier”と“Priority Access Tier”の組み合わせと同等の構造が採用されている。また、T V W S では、前記“Incumbent Tier”と“GAA Tier”の組み合わせと同等の構造が採用されている。また、4 以上の T i e r が存在してもよい。具体的には、例えば、“Priority Access Tier”に相当する中間層を、さらに優先度付するなどしてもよい。また、例えば、“GAA Tier”も同様に優先度付するなどしてもよい。
50

【 0 0 3 5 】

図 3 は、C B R S の帯域を示す説明図である。上述の C B R S を例にとると、プライマリシステムは、軍事レーダシステム (Military Radar System)、既存無線システム (Grandfathered Wireless System)、或いは固定衛星業務 (宇宙から地球) (Fixed Satellite Service (space-to-earth)) となる。ここで、軍事レーダシステムは、代表的には艦載レーダである。また、セカンダリシステムは C B S D (Citizens Broadband Radio Service Device)、E U D (End User Device) と呼ばれる基地局、端末からなる無線ネットワークシステムとなる。セカンダリシステムにはさらに優先度が存在し、共用帯域を免許利用可能な優先アクセス免許 (PAL: Priority Access License) と、免許不要と同等の一般認可アクセス (GAA: General Authorized Access) と、が定められている。図 3 に示す層 1 (Tier 1) は、図 2 に示す既存層に相当する。また、図 3 に示す層 2 (Tier 2) は、図 2 に示す優先アクセス層に相当する。また、図 3 に示す層 3 (Tier 3) は、図 2 に示す一般認可アクセス層に相当する。

10

【 0 0 3 6 】

なお、本実施形態のプライマリシステム (通信システム 1) は、図 3 に示した例に限られない。他の種類の無線システムをプライマリシステム (通信システム 1) としてもよい。例えば、適用する国・地域・周波数帯域に応じて、他の無線システムをプライマリシステムとしてもよい。例えば、プライマリシステムは、D V B - T (Digital Video Broadcasting-Terrestrial) システム等のテレビジョン放送システムであってもよい。また、プライマリシステムは、F S (Fixed System) と呼ばれる無線システムであってもよい。また、他の周波数帯における周波数共用であってもよい。例えば、代表的な一例として、L S A や T V W S (TV band White Space) が挙げられる。また、プライマリシステムは、L T E (Long Term Evolution)、N R (New Radio) 等のセルラー通信システムであってもよい。また、プライマリシステムは、A R N S (Aeronautical Radio Navigation Service) 等の航空無線システムであってもよい。勿論、プライマリシステムは、上記の無線システムに限定されず、他の種類の無線システムであってもよい。

20

【 0 0 3 7 】

また、通信システム 2 が利用する空き電波 (White Space) は、F e d e r a l u s e b a n d (3.55-3.70GHz) の電波に限られない。通信システム 2 は、F e d e r a l u s e b a n d (3.55-3.70GHz) とは異なる周波数帯の電波を空き電波として利用してもよい。例えば、プライマリシステム (通信システム 1) がテレビジョン放送システムなのであれば、通信システム 2 は T V ホワイトスペースを空き電波として利用するシステムであってもよい。ここで、T V ホワイトスペースとは、テレビジョン放送システム (プライマリシステム) に割当てられている周波数チャンネルのうち、当該テレビジョン放送システムにより利用されていない周波数帯のことをいう。このとき、T V ホワイトスペースは、地域に応じて使用されていないチャンネルであってもよい。

30

【 0 0 3 8 】

また、通信システム 1 及び通信システム 2 の関係は、通信システム 1 をプライマリシステム、通信システム 2 をセカンダリシステムとした周波数共用関係に限られない。通信システム 1 及び通信システム 2 の関係は、同一周波数を利用する同一または異なる無線システム間のネットワーク共存 (Network Coexistence) 関係であってもよい。

40

【 0 0 3 9 】

一般に周波数共用において、対象帯域を利用する既存システムをプライマリシステム、二次利用者をセカンダリシステムと呼ぶが、周波数共用環境以外に本実施形態を適用する場合には、別の用語に置き換えて実施してもよい。例えば、H e t N e t におけるマクロセルをプライマリシステム、スモールセルやリレー局をセカンダリシステムとしてもよい。また、基地局をプライマリシステム、そのカバレッジ内に存在する D 2 D や V 2 X を実現する R e l a y U E や V e h i c l e U E をセカンダリシステムとしてもよい。基地局は固定型に限らず、可搬型 / 移動型であってもよい。そのような場合、例えば、本発明の提供する通信制御装置は、基地局やリレー局、R e l a y U E 等に具備されてもよい。

50

【 0 0 4 0 】

なお、以下の説明で登場する「周波数」という用語は、別の用語によって置き換えられてもよい。例えば、「周波数」という用語は、「リソース」、「リソースブロック」、「リソースエレメント」、「チャネル」、「コンポーネントキャリア」、「キャリア」、「サブキャリア」といった用語やこれらと類似の意味を有する用語によって置き換えられてよい。

【 0 0 4 1 】

< < 2 . 通信システムの構成 > >

以下、本開示の実施形態に係る通信システム 2 を説明する。通信システム 2 は、通信システム 1 (第 1 無線システム) が使用する電波を二次利用して無線通信する無線通信システムである。例えば、通信システム 2 は、通信システム 1 の空き電波を動的周波数共用する無線通信システムである。通信システム 2 は、所定の無線アクセス技術 (Radio Access Technology) を使って、ユーザ或いはユーザが有する装置に対し、無線サービスを提供する。

10

【 0 0 4 2 】

ここで、通信システム 2 は、W - C D M A (Wideband Code Division Multiple Access)、c d m a 2 0 0 0 (Code Division Multiple Access 2000)、L T E、N R 等のセルラー通信システムであってもよい。以下の説明では、「L T E」には、L T E - A (LTE-Advanced)、L T E - A P r o (LTE-Advanced Pro)、及び E U T R A (Evolved Universal Terrestrial Radio Access) が含まれるものとする。また、「N R」には、N R A T (New Radio Access Technology)、及び F E U T R A (Further EUTRA) が含まれるものとする。なお、通信システム 2 は、セルラー通信システムに限られない。例えば、通信システム 2 は、無線 L A N (Local Area Network) システム、テレビジョン放送システム、航空無線システム、宇宙無線通信システム等の他の無線通信システムであってもよい。

20

【 0 0 4 3 】

本実施形態では、通信システム 1 はプライマリシステムであり、通信システム 2 はセカンダリシステムである。上述したように、通信システム 1 及び通信システム 2 は、それぞれ、複数あってもよい。なお、図 1 の例では、通信システム 1 は 1 つの通信装置 1 0 (図 1 に示す通信装置 1 0 1) で構成されていたが、複数の通信装置 1 0 で構成されていてもよい。通信装置 1 0 の構成は、後述する通信装置 2 0 又は端末装置 3 0 の構成と同じであってもよい。

30

【 0 0 4 4 】

< 2 - 1 . 通信システムの全体構成 >

通信システム 2 は、典型的には、以下のエンティティで構成される。

通信装置

端末装置

通信制御装置

【 0 0 4 5 】

図 4 は、本開示の実施形態に係る通信システム 2 の構成例を示す図である。通信システム 2 は、通信装置 2 0 と、端末装置 3 0 と、通信制御装置 4 0 と、を備える。通信システム 2 は、ネットワークマネージャ 5 0 を有していてもよい。通信システム 2 は、通信システム 2 を構成する各無線通信装置が連携して動作することで、ユーザ或いはユーザが有する装置に対し、無線サービスを提供する。無線通信装置は、無線通信の機能を有する装置のことであり、図 4 の例では、通信装置 2 0 と端末装置 3 0 とが該当する。なお、通信制御装置 4 0 は、無線通信機能を有していてもよい。この場合には、通信制御装置 4 0 も無線通信装置とみなすことができる。以下の説明では、無線通信装置のことを単に通信装置ということがある。

40

【 0 0 4 6 】

通信システム 2 は、通信装置 2 0 と、端末装置 3 0 と、及び通信制御装置 4 0 をそれぞれ

50

れ複数備えていてもよい。図4の例では、通信システム1は、通信装置20として通信装置20₁、20₂、20₃、20₄、20₅等を備えている。また、通信システム2は、端末装置30として端末装置30₁、30₂、30₃、30₄等を備えている。また、通信システム1は、通信制御装置40として通信制御装置40₁、40₂等を備えている。

【0047】

なお、以下の説明では、通信装置（無線通信装置）のことを無線システムと呼ぶことがある。例えば、通信装置10及び通信装置20₁～20₅は、それぞれ、1つの無線システムである。また、端末装置30₁～30₄は、それぞれ、1つの無線システムである。なお、無線システムは、複数の無線通信装置で構成される1つのシステムであってもよい。例えば、1又は複数の通信装置20と、その配下にある1又は複数の端末装置30と、で構成されるシステムを1つの無線システムとみなしてもよい。また、通信システム1又は通信システム2を、それぞれ、1つの無線システムとみなすことも可能である。以下の説明では、複数の無線通信装置で構成される通信システムのことを、無線通信システム、或いは、単に通信システムと呼ぶことがある。

10

【0048】

通信装置20（第2無線システム）は、端末装置30或いは他の通信装置20と無線通信する無線通信装置である。通信装置20は、例えば、無線基地局（Base Station、Node B、eNB、gNB、など）や無線アクセスポイント（Access Point）に相当する装置である。通信装置20は、無線リレー局であってもよい。また、通信装置20は、Remote Radio Head（RRH）と呼ばれる光張り出し装置であってもよい。本実施形態では、無線通信システムの基地局のことを基地局装置ということがある。なお、通信装置20が使用する無線アクセス技術は、セルラー通信技術であってもよいし、無線LAN技術であってもよい。勿論、通信装置20が使用する無線アクセス技術は、これらに限定されず、他の無線アクセス技術であってもよい。

20

【0049】

通信装置20は、必ずしも固定されたものである必要もなく、自動車のように動くものに設置されていてもよい。また、通信装置20は、必ずしも地上に存在する必要はなく、航空機、ドローン、ヘリコプター、衛星などのように、空中や宇宙に存在する物体や、船、潜水艦などのように海上・海中に存在する物体に通信装置機能が具備されてもよい。このような場合、通信装置20は固定的に設置されている他の通信装置と無線通信を実施しうる。

30

【0050】

通信装置20のカバレッジの大きさも、マクロセルのような大きなものから、ピコセルのような小さなものであってもよい。勿論、通信装置20のカバレッジの大きさは、フェムトセルのような極めて小さなものであってもよい。また、通信装置20がビームフォーミングの能力を有する場合、ビームごとにセルやサービスエリアが形成されてもよい。

【0051】

通信装置20は、さまざまなエンティティによって利用・運用・管理されうる。例えば、通信装置20は、移動体通信事業者（MNO：Mobile Network Operator）、仮想移動体通信事業者（MVNO：Mobile Virtual Network Operator）、仮想移動体通信イネーブラ（MVNE：Mobile Virtual Network Enabler）、ニュートラルホストネットワーク（NHN：Neutral Host Network）事業者、エンタープライズ、教育機関（学校法人、各自治体教育委員会、等）、不動産（ビル、マンション等）管理者、個人などが想定されうる。勿論、通信装置20の利用・運用・管理の主体はこれらに限定されない。

40

【0052】

通信装置20は1事業者が設置・運用を行うものであってもよいし、1個人が設置・運用を行うものであってもよい。勿論、通信装置20の設置・運用主体はこれらに限定されない。例えば、通信装置20は、複数の事業者または複数の個人が共同で設置・運用を行うものであってもよい。また、通信装置20は、複数の事業者または複数の個人が利用する共用設備であってもよい。この場合、設備の設置・運用は利用者とは異なる第三者によ

50

って実施されてもよい。

【0053】

事業者によって運用される通信装置20は、典型的には、コアネットワークを介してインターネット接続される。また、OA&M (Operation, Administration & Maintenance) と呼ばれる機能により、運用管理・保守がなされる。また、例えば、ネットワーク内の通信装置20を統合制御するネットワークマネージャが存在しうる。

【0054】

なお、基地局という概念には、アクセスポイントや無線リレー局(中継装置ともいう。)が含まれる。また、基地局という概念には、基地局の機能を備えた構造物(Structure)のみならず、構造物に設置される装置も含まれる。構造物は、例えば、オフィスビル、家屋、鉄塔、駅施設、空港施設、港湾施設、スタジアム等の建物(Building)である。なお、構造物という概念には、建物のみならず、トンネル、橋梁、ダム、堀、鉄柱等の構築物(Non-building structure)や、クレーン、門、風車等の設備も含まれる。また、構造物という概念には、地上(陸上)又は地中の構造物のみならず、栈橋、メガフロート等の水上の構造物や、海洋観測設備等の水中の構造物も含まれる。

【0055】

また、基地局は、移動可能に構成された基地局(移動局)であってもよい。このとき、基地局(移動局)は、移動体に設置される無線通信装置であってもよいし、移動体そのものであってもよい。また、移動体は、地上(陸上)を移動する移動体(例えば、自動車、バス、トラック、列車、リアモーターカー等の車両)であってもよいし、地中(例えば、トンネル内)を移動する移動体(例えば、地下鉄)であってもよい。勿論、移動体は、スマートフォンなどのモバイル端末であってもよい。また、移動体は、水上を移動する移動体(例えば、旅客船、貨物船、ホバークラフト等の船舶)であってもよいし、水中を移動する移動体(例えば、潜水艇、潜水艦、無人潜水機等の潜水船)であってもよい。また、移動体は、大気圏内を移動する移動体(例えば、飛行機、飛行船、ドローン等の航空機)であってもよいし、大気圏外を移動する宇宙移動体(例えば、人工衛星、宇宙船、宇宙ステーション、探査機等の人工天体)であってもよい。

【0056】

端末装置30は、通信機能を備えた通信機器である。端末装置30は、典型的にはスマートフォン等の通信機器である。端末装置30は、携帯電話、スマートデバイス(スマートフォン、又はタブレット)、ウェアラブル端末、PDA(Personal Digital Assistant)、パーソナルコンピュータ等のユーザ端末であってもよい。端末装置は、User Equipment、User Terminal、User Station、Mobile Terminal、Mobile Station、等と呼ばれることがある。

【0057】

なお、端末装置30は、人が利用するものである必要はない。端末装置30は、いわゆるMTC(Machine Type Communication)のように、工場の機械、建物に設置されるセンサであってもよい。また、端末装置30は、M2M(Machine to Machine)デバイス、又はIoT(Internet of Things)デバイスであってもよい。また、端末装置30は、D2D(Device to Device)やV2X(Vehicle to everything)に代表されるように、リレー通信機能を具備した装置であってもよい。また、端末装置30は、無線バックホール等で利用されるCPE(Client Premises Equipment)と呼ばれる機器であってもよい。また、端末装置30は、移動体に設置される無線通信装置であってもよいし、移動体そのものであってもよい。

【0058】

また、端末装置30は、必ずしも地上に存在する必要はなく、航空機、ドローン、ヘリコプター、衛星などのように、空中や宇宙に存在する物体や、船、潜水艦などのように海上・海中に存在する物体であってもよい。

【0059】

通信制御装置40は、通信装置20を管理する装置である。例えば、通信制御装置40

10

20

30

40

50

は、通信装置 20 の無線通信を制御する装置である。例えば、通信制御装置 40 は、通信装置 20 が使用する通信パラメータ（動作パラメータともいう。）を決定し、通信装置 20 に対して許可又は指示を行う。このとき、通信制御装置 40 は、ネットワーク内の無線装置を統合制御するネットワークマネージャであってもよい。ETSI EN 303 387 や IEEE 802.19.1 - 2014 を例にとると、通信制御装置 40 は、無線機器間の電波干渉制御を行う Spectrum Manager / Coexistence Manager といった制御装置であってもよい。また、例えば、IEEE 802.11 - 2016 にて規定される RLS S (Registered Location Secure Server) も通信制御装置 40 となりうる。また、周波数共用環境下では、GLDB (Geolocation database) や SAS (Spectrum Access System) といったデータベース（データベースサーバ、装置、システム）も通信制御装置 40 となりうる。基本的には、通信制御装置 40 の制御対象は通信装置 20 となるが、通信制御装置 40 はその配下の端末装置 30 を制御してもよい。

10

【0060】

なお、通信制御装置 40 は、1つの通信システム 2 に複数存在していてもよい。図 5 は、通信制御装置 40 が分散的に配置されるモデルを示す図である。この場合、複数の通信制御装置 40（図 5 の例の場合、通信制御装置 40₁ 及び通信制御装置 40₂）は互いに管理する通信装置 20 の情報を交換し、必要な周波数の割り当てや干渉制御の計算を行う。

【0061】

また、通信制御装置 40 は、マスタ - スレーブ型の装置であってもよい。図 6 は、1つの通信制御装置が中央制御的に複数の通信制御装置を統括するモデル（いわゆるマスタ - スレーブ型のモデル）を示す図である。図 6 の例では、通信制御装置 40₃ がマスタ通信制御装置であり、通信制御装置 40₄、40₅ がスレーブ通信制御装置である。このようなシステムの場合、マスタ通信制御装置は複数のスレーブ通信制御装置を統括し、集中的に意思決定を行うことが可能である。また、マスタ通信制御装置は、負荷分散（ロードバランシング）などを目的として、各スレーブ通信制御装置に対して、意思決定権限の委譲・破棄等を実施することも可能である。

20

【0062】

なお、通信制御装置 40 は、その役目のために、通信装置 20 や端末装置 30 以外のエンティティからも必要な情報を取得しうる。具体的には、通信制御装置 40 は、例えば、国・地域の電波行政機関が管理・運用するデータベース（レギュラトリデータベース）から、プライマリシステムの位置情報等、保護に必要な情報を取得しうる。レギュラトリデータベースの一例としては、米国連邦通信委員会（Federal Communications Commissions）が運用する ULS (Universal Licensing System) などが挙げられる。保護に必要な情報のその他の例としては、例えば、帯域外輻射制限（OOBE (Out-of-Band Emission) Limit）、隣接チャネル漏洩比（ACLR : Adjacent Channel Leakage Ratio）、隣接チャネル選択性（Adjacent Channel Selectivity）、フェージングマージン、及び/又は保護比率（PR : Protection Ratio）等を含みうる。これらの例については、法制上、数値が固定的に与えられる場合にはそれらを用いることが望ましい。

30

【0063】

また、その他の一例としては、プライマリシステムの電波検知を目的に設置・運用される電波センシングシステムから電波センシング情報を取得することも想定されうる。具体的な一例としては、米国 C B R S における環境センシング機能（ESC : Environmental Sensing Capability）のような電波センシングシステムから、プライマリシステムの電波検知情報を取得しうる。また、通信装置や端末がセンシング機能を具備する場合、これらからプライマリシステムの電波検知情報を取得してもよい。

40

【0064】

各エンティティ間のインタフェースは、有線・無線問わない。例えば、通信制御装置および通信装置間のインタフェースは、有線回線のみならず、周波数共用に依存しない無線インタフェース（例えば、移動体通信事業者によって免許帯域（Licensed band）を介

50

して提供される無線インタフェースや、既存の免許不要帯域 (License-exempt band) を利用するWi-Fi通信、等) を利用してもよい。

【 0 0 6 5 】

以下、通信システム 2 を構成する各装置の構成を具体的に説明する。

【 0 0 6 6 】

< 2 - 2 . 通信装置の構成 >

最初に、通信装置 2 0 の構成を説明する。図 7 は、本開示の実施形態に係る通信装置 2 0 の構成例を示す図である。通信装置 2 0 は、通信制御装置 4 0 の制御に従って端末装置 3 0 と無線通信する無線通信装置 (無線システム) である。例えば、通信装置 2 0 は、地上に位置する基地局装置 (地上局装置) である。このとき、通信装置 2 0 は、地上の構造物に配置される基地局装置であってもよいし、地上を移動する移動体に設置される基地局装置であってもよい。より具体的には、通信装置 2 0 は、ビル等の構造物に設置されたアンテナ及びそのアンテナに接続する信号処理装置であってもよい。勿論、通信装置 2 0 は、構造物や移動体そのものであってもよい。「地上」は、地上 (陸上) のみならず、地中、水上、水中も含む広義の地上である。

10

【 0 0 6 7 】

なお、通信装置 2 0 は、地上局装置に限られない。例えば、通信装置 2 0 は、空中又は宇宙を移動或いは浮遊する基地局装置 (非地上局装置) であってもよい。このとき、通信装置 2 0 は、航空機局装置や衛星局装置であってもよい。

【 0 0 6 8 】

航空機局装置は、航空機等に搭載される装置であってもよいし、航空機そのものであってもよい。航空機という概念には、飛行機、グライダー等の重航空機のみならず、気球、飛行船等の軽航空機も含まれる。また、航空機という概念には、ヘリコプターやオートジャイロ等の回転翼機も含まれる。なお、航空機局装置 (又は、航空機局装置が搭載される航空機) は、有人航空機であってもよいし、ドローン等の無人航空機であってもよい。

20

【 0 0 6 9 】

衛星局装置は、人工衛星等の宇宙移動体に搭載される装置であってもよいし、宇宙移動体そのものであってもよい。衛星局装置となる衛星は、低軌道 (LEO : Low Earth Orbiting) 衛星、中軌道 (MEO : Medium Earth Orbiting) 衛星、静止軌道 (GEO : Geostationary Earth Orbiting) 衛星、高楕円軌道 (HEO : Highly Elliptical Orbiting) 衛星の何れであってもよい。勿論、衛星局装置は、低軌道衛星、中軌道衛星、静止衛星、又は高楕円軌道衛星に搭載される装置であってもよい。

30

【 0 0 7 0 】

また、通信装置 2 0 は中継局装置であってもよい。中継局装置は、例えば、航空局や地球局である。中継局装置は上述の中継装置の一種とみなすことができる。航空局は、航空機局装置と通信を行うために、地上又は地上を移動する移動体に設置された無線局である。また、地球局は、衛星局装置と通信するために、地球 (空中を含む。) に位置する無線局である。地球局は、大型地球局であってもよいし、V S A T (Very Small Aperture Terminal) 等の小型地球局であってもよい。なお、地球局は、V S A T 制御地球局 (親局、H U B 局ともいう。) であってもよいし、V S A T 地球局 (子局ともいう。) であってもよい。また、地球局は、地上を移動する移動体に設置される無線局であってもよい。例えば、船舶に搭載される地球局として、船上地球局 (ESV : Earth Stations on board Vessels) が挙げられる。また、地球局には、航空機 (ヘリコプターを含む。) に設置され、衛星局と通信する航空機地球局が含まれていてもよい。また、地球局には、地上を移動する移動体に設置され、衛星局を介して航空機地球局と通信する航空地球局が含まれていてもよい。なお、中継局装置は、衛星局や航空機局と通信する携帯移動可能な無線局であってもよい。

40

【 0 0 7 1 】

通信装置 2 0 は、無線通信部 2 1 と、記憶部 2 2 と、ネットワーク通信部 2 3 と、制御部 2 4 と、を備える。なお、図 7 に示した構成は機能的な構成であり、ハードウェア構成

50

はこれとは異なってもよい。また、通信装置 20 の機能は、複数の物理的に分離された装置に分散して実装されてもよい。

【0072】

無線通信部 21 は、他の通信装置（例えば、端末装置 30、通信制御装置 40、及び他の通信装置 20）と無線通信する無線通信インタフェースである。無線通信部 21 は、制御部 24 の制御に従って動作する。無線通信部 21 は複数の無線アクセス方式に対応してもよい。例えば、無線通信部 21 は、NR 及び LTE の双方に対応してもよい。無線通信部 21 は、W-CDMA や cdma 2000 等の他のセルラー通信方式に対応してもよい。また、無線通信部 21 は、セルラー通信方式に加えて、無線 LAN 通信方式に対応してもよい。勿論、無線通信部 21 は、1 つの無線アクセス方式に対応するだけであってもよい。

10

【0073】

無線通信部 21 は、受信処理部 211 と、送信処理部 212 と、アンテナ 213 と、を備える。無線通信部 21 は、受信処理部 211、送信処理部 212、及びアンテナ 213 をそれぞれ複数備えていてもよい。なお、無線通信部 21 が複数の無線アクセス方式に対応する場合、無線通信部 21 の各部分は、無線アクセス方式毎に個別に構成される。例えば、通信装置 20 が NR と LTE とに対応しているのであれば、受信処理部 211 及び送信処理部 212 は、NR と LTE とで個別に構成されてもよい。

【0074】

受信処理部 211 は、アンテナ 213 を介して受信された上りリンク信号の処理を行う。受信処理部 211 は、無線受信部 211a と、多重分離部 211b と、復調部 211c と、復号部 211d と、を備える。

20

【0075】

無線受信部 211a は、上りリンク信号に対して、ダウンコンバート、不要な周波数成分の除去、増幅レベルの制御、直交復調、デジタル信号への変換、ガードインターバルの除去、高速フーリエ変換による周波数領域信号の抽出等を行う。例えば、通信装置 20 の無線アクセス方式が、LTE 等のセルラー通信方式であるとする。このとき、多重分離部 211b は、無線受信部 211a から出力された信号から、PUSCH (Physical Uplink Shared Channel)、PUCCH (Physical Uplink Control Channel) 等の上りリンクチャネル及び上りリンク参照信号を分離する。復調部 211c は、上りリンクチャネルの変調シンボルに対して、BPSK (Binary Phase Shift Keying)、QPSK (Quadrature Phase shift Keying) 等の変調方式を使って受信信号の復調を行う。復調部 211c が使用する変調方式は、16QAM (Quadrature Amplitude Modulation)、64QAM、又は 256QAM であってもよい。復号部 211d は、復調された上りリンクチャネルの符号化ビットに対して、復号処理を行う。復号された上りリンクデータ及び上りリンク制御情報は制御部 24 へ出力される。

30

【0076】

送信処理部 212 は、下りリンク制御情報及び下りリンクデータの送信処理を行う。送信処理部 212 は、符号化部 212a と、変調部 212b と、多重部 212c と、無線送信部 212d と、を備える。

40

【0077】

符号化部 212a は、制御部 24 から入力された下りリンク制御情報及び下りリンクデータを、ブロック符号化、畳み込み符号化、ターボ符号化等の符号化方式を用いて符号化を行う。変調部 212b は、符号化部 212a から出力された符号化ビットを BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAM 等の所定の変調方式で変調する。多重部 212c は、各チャネルの変調シンボルと下りリンク参照信号とを多重化し、所定のリソースエレメントに配置する。無線送信部 212d は、多重部 212c からの信号に対して、各種信号処理を行う。例えば、無線送信部 212d は、高速フーリエ変換による時間領域への変換、ガードインターバルの付加、ベースバンドのデジタル信号の生成、アナログ信号への変換、直交変調、アップコンバート、余分な周波数成分の除去、電力の増幅等

50

の処理を行う。送信処理部 2 1 2 で生成された信号は、アンテナ 2 1 3 から送信される。

【 0 0 7 8 】

記憶部 2 2 は、D R A M、S R A M、フラッシュメモリ、ハードディスク等のデータ読み書き可能な記憶装置である。記憶部 2 2 は、通信装置 2 0 の記憶手段として機能する。記憶部 2 2 は、所望送信電力情報、動作パラメータ、保有リソース情報等を記憶する。

【 0 0 7 9 】

所望送信電力情報は、通信装置 2 0 が、電波の送信に必要な送信電力の情報として、通信制御装置 4 0 に要求する送信電力の情報である。

【 0 0 8 0 】

動作パラメータは、通信装置 2 0 の電波送信動作に関する情報（例えば、設定情報）である。例えば、通動作パラメータは、通信装置 2 0 に許容された送信電力の最大値（最大許容送信電力）の情報である。勿論、動作パラメータは、最大許容送信電力の情報に限定されない。

10

【 0 0 8 1 】

また、保有リソース情報は、通信装置 2 0 の無線リソースの保有に関する情報である。例えば、保有リソース情報は、通信装置 2 0 が現在使用可能な無線リソースの情報である。例えば、有リソース情報は、通信装置 2 0 が通信制御装置 4 0 から割り当てられた干渉マージンの保有量の情報である。保有量の情報は、後述のリソースブロック単位の情報であってもよい。すなわち、保有リソース情報は、通信装置 2 0 が保有するリソースブロックに関する情報（例えば、リソースブロック保有量）であってもよい。

20

【 0 0 8 2 】

ネットワーク通信部 2 3 は、他の装置と通信するための通信インタフェースである。例えば、ネットワーク通信部 2 3 は、(Network Interface Card) 等の L A N (Local Area Network) インタフェースである。ネットワーク通信部 2 3 は、U S B (Universal Serial Bus) ホストコントローラ、U S B ポート等により構成される U S B インタフェースであってもよい。また、ネットワーク通信部 2 3 は、有線インタフェースであってもよいし、無線インタフェースであってもよい。ネットワーク通信部 2 3 は、通信装置 2 0 のネットワーク通信手段として機能する。ネットワーク通信部 2 3 は、制御部 2 4 の制御に従って、他の装置と通信する。

【 0 0 8 3 】

制御部 2 4 は、通信装置 2 0 の各部を制御するコントローラ (Controller) である。制御部 2 4 は、例えば、C P U (Central Processing Unit)、M P U (Micro Processing Unit) 等のプロセッサにより実現される。例えば、制御部 2 4 は、通信装置 2 0 内部の記憶装置に記憶されている各種プログラムを、プロセッサが R A M (Random Access Memory) 等を作業領域として実行することにより実現される。なお、制御部 2 4 は、A S I C (Application Specific Integrated Circuit) や F P G A (Field Programmable Gate Array) 等の集積回路により実現されてもよい。C P U、M P U、A S I C、及び F P G A は何れもコントローラとみなすことができる。

30

【 0 0 8 4 】

制御部 2 4 は、図 7 に示すように、生成部 2 4 1 と、送信部 2 4 2 と、受信部 2 4 3 と、を備える。制御部 2 4 を構成する各ブロック (生成部 2 4 1 ~ 受信部 2 4 3) はそれぞれ制御部 2 4 の機能を示す機能ブロックである。これら機能ブロックはソフトウェアブロックであってもよいし、ハードウェアブロックであってもよい。例えば、上述の機能ブロックが、それぞれ、ソフトウェア (マイクロプログラムを含む。) で実現される 1 つのソフトウェアモジュールであってもよいし、半導体チップ (ダイ) 上の 1 つの回路ブロックであってもよい。勿論、各機能ブロックがそれぞれ 1 つのプロセッサ又は 1 つの集積回路であってもよい。機能ブロックの構成方法は任意である。なお、制御部 2 4 は上述の機能ブロックとは異なる機能単位で構成されていてもよい。制御部 2 4 を構成する各ブロック (生成部 2 4 1 ~ 受信部 2 4 3) の動作は、後述の通信制御処理等の説明で詳述する。

40

【 0 0 8 5 】

50

< 2 - 3 . 端末装置の構成 >

次に、端末装置 30 の構成を説明する。図 8 は、本開示の実施形態に係る端末装置 30 の構成例を示す図である。端末装置 30 は、通信装置 20 及び通信制御装置 40 と無線通信する通信装置である。なお、本実施形態において、通信装置（無線通信装置）という概念には、基地局装置のみならず、端末装置も含まれる。通信装置は、無線システムと言い換えることができる。

【 0086 】

端末装置 30 は、無線通信部 31 と、記憶部 32 と、入出力部 33 と、制御部 34 と、を備える。なお、図 8 に示した構成は機能的な構成であり、ハードウェア構成はこれとは異なってもよい。また、端末装置 30 の機能は、複数の物理的に分離された構成に分散して実装されてもよい。

10

【 0087 】

無線通信部 31 は、他の通信装置（例えば、通信装置 20 及び他の端末装置 30）と無線通信する無線通信インタフェースである。無線通信部 31 は、制御部 34 の制御に従って動作する。無線通信部 31 は 1 又は複数の無線アクセス方式に対応する。例えば、無線通信部 31 は、NR 及び LTE の双方に対応する。無線通信部 31 は、W - C D M A や c d m a 2 0 0 0 等、他の無線アクセス方式に対応していてもよい。

【 0088 】

無線通信部 31 は、受信処理部 311 と、送信処理部 312 と、アンテナ 313 と、を備える。無線通信部 31 は、受信処理部 311、送信処理部 312、及びアンテナ 313 をそれぞれ複数備えていてもよい。なお、無線通信部 31 が複数の無線アクセス方式に対応する場合、無線通信部 31 の各部は、無線アクセス方式毎に個別に構成されうる。例えば、受信処理部 311 及び送信処理部 312 は、LTE と NR とで個別に構成されてもよい。受信処理部 311、及び送信処理部 312 の構成は、通信装置 20 の受信処理部 211、及び送信処理部 212 と同様である。

20

【 0089 】

記憶部 32 は、DRAM、SRAM、フラッシュメモリ、ハードディスク等のデータ読み書き可能な記憶装置である。記憶部 32 は、端末装置 30 の記憶手段として機能する。

【 0090 】

入出力部 33 は、ユーザと情報をやりとりするためのユーザインタフェースである。例えば、入出力部 33 は、キーボード、マウス、操作キー、タッチパネル等、ユーザが各種操作を行うための操作装置である。又は、入出力部 33 は、液晶ディスプレイ（Liquid Crystal Display）、有機 EL ディスプレイ（Organic Electroluminescence Display）等の表示装置である。入出力部 33 は、スピーカー、ブザー等の音響装置であってもよい。また、入出力部 33 は、LED（Light Emitting Diode）ランプ等の点灯装置であってもよい。入出力部 33 は、端末装置 30 の入出力手段（入力手段、出力手段、操作手段又は通知手段）として機能する。

30

【 0091 】

制御部 34 は、端末装置 30 の各部を制御するコントローラである。制御部 34 は、例えば、CPU、MPU 等のプロセッサにより実現される。例えば、制御部 34 は、端末装置 30 内部の記憶装置に記憶されている各種プログラムを、プロセッサが RAM 等を作業領域として実行することにより実現される。なお、制御部 34 は、ASIC や FPGA 等の集積回路により実現されてもよい。CPU、MPU、ASIC、及び FPGA は何れもコントローラとみなすことができる。

40

【 0092 】

< 2 - 4 . 通信制御装置の構成 >

通信制御装置 40 は、通信装置 20 の無線通信を制御する装置である。通信制御装置 40 は、通信装置 20 を介して、或いは直接、端末装置 30 の無線通信を制御してもよい。通信制御装置 40 は、例えば、ネットワーク内の無線装置を統合制御するネットワークマネージャである。例えば、通信制御装置 40 は、Spectrum Manager / C

50

o e x i s t e n c e M a n a g e r である。また、通信制御装置 4 0 は、G L D B (G e o l o c a t i o n d a t a b a s e) や S A S (S p e c t r u m A c c e s s S y s t e m) と いう データベースサーバであってもよい。ネットワークマネージャ 5 0 は、通信制御装置 4 0 と同じ構成であってもよい。

【 0 0 9 3 】

なお、通信システム 2 がセルラー通信システムなのであれば、通信制御装置 4 0 は、コアネットワークを構成する装置であってもよい。コアネットワーク CN は、例えば、E P C (E v o l v e d P a c k e t C o r e) や 5 G C (5 G C o r e n e t w o r k) である。コアネットワークが E P C なのであれば、通信制御装置 4 0 は、例えば、M M E (M o b i l i t y M a n a g e m e n t E n t i t y) と しての機能を有する装置であってもよい。また、コアネットワークが 5 G C なのであれば、通信制御装置 4 0 は、例えば、A M F (A c c e s s a n d M o b i l i t y M a n a g e m e n t F u n c t i o n) と しての機能を有する装置であってもよい。なお、通信システム 2 がセルラー通信システムの場合であっても、通信制御装置 4 0 は必ずしもコアネットワークを構成する装置である必要はない。例えば、通信制御装置 4 0 は R N C (R a d i o N e t w o r k C o n t r o l l e r) と しての機能を有する装置であってもよい。

【 0 0 9 4 】

なお、通信制御装置 4 0 はゲートウェイの機能を有していてもよい。例えば、コアネットワークが E P C なのであれば、通信制御装置 4 0 は、S - G W (S e r v i n g G a t e w a y) や P - G W (P a c k e t D a t a N e t w o r k G a t e w a y) と しての機能を有する装置であってもよい。また、コアネットワークが 5 G C なのであれば、通信制御装置 4 0 は、U P F (U s e r P l a n e F u n c t i o n) と しての機能を有する装置であってもよい。なお、通信制御装置 4 0 は必ずしもコアネットワークを構成する装置でなくてもよい。例えば、コアネットワークが W - C D M A や c d m a 2 0 0 0 のコアネットワークであるとする。このとき、通信制御装置 4 0 は R N C (R a d i o N e t w o r k C o n t r o l l e r) と して機能する装置であってもよい。

【 0 0 9 5 】

また、通信制御装置 4 0 は、複数のセカンダリシステムを制御するシステムであってもよい。この場合、通信システム 2 は、複数のセカンダリシステムを備えるシステムとみなすことが可能である。

【 0 0 9 6 】

図 9 は、本開示の実施形態に係る通信制御装置 4 0 の構成例を示す図である。通信制御装置 4 0 は、無線通信部 4 1 と、記憶部 4 2 と、ネットワーク通信部 4 3、制御部 4 4 と、を備える。なお、図 9 に示した構成は機能的な構成であり、ハードウェア構成はこれとは異なってもよい。また、通信制御装置 4 0 の機能は、複数の物理的に分離された構成に分散して実装されてもよい。例えば、通信制御装置 4 0 は、複数のサーバ装置により構成されていてもよい。

【 0 0 9 7 】

無線通信部 4 1 は、他の通信装置 (例えば、通信装置 2 0、端末装置 3 0、及び他の通信制御装置 4 0) と無線通信する無線通信インタフェースである。無線通信部 4 1 は、制御部 4 4 の制御に従って動作する。無線通信部 3 1 は 1 又は複数の無線アクセス方式に対応する。例えば、無線通信部 3 1 は、N R 及び L T E の双方に対応する。無線通信部 3 1 は、W - C D M A や c d m a 2 0 0 0 等、他の無線アクセス方式に対応していてもよい。無線通信部 4 1 の構成は、通信装置 2 0 の無線通信部 2 1 と同様である。

【 0 0 9 8 】

記憶部 4 2 は、D R A M、S R A M、フラッシュメモリ、ハードディスク等のデータ読み書き可能な記憶装置である。記憶部 2 2 は、通信装置 2 0 の記憶手段として機能する。記憶部 2 2 は、通信システム 2 を構成する複数の通信装置 2 0 それぞれの動作パラメータを記憶する。なお、記憶部 2 2 は、通信システム 2 を構成する複数の通信装置 2 0 それぞれの保有リソース情報を記憶していてもよい。上述したように、保有リソース情報は、通信装置 2 0 の無線リソースの保有に関する情報である。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 9 】

ネットワーク通信部 4 3 は、他の装置と通信するための通信インタフェースである。ネットワーク通信部 4 3 は、ネットワークインタフェースであってもよいし、機器接続インタフェースであってもよい。例えば、ネットワーク通信部 4 3 は、NIC (Network Interface Card) 等の LAN (Local Area Network) インタフェースであってもよい。また、ネットワーク通信部 4 3 は、USB (Universal Serial Bus) ホストコントローラ、USB ポート等により構成される USB インタフェースであってもよい。また、ネットワーク通信部 4 3 は、有線インタフェースであってもよいし、無線インタフェースであってもよい。ネットワーク通信部 4 3 は、通信制御装置 4 0 の通信手段として機能する。ネットワーク通信部 4 3 は、制御部 4 4 の制御に従って通信装置 2 0 及び端末装置 3 0 と通信する。

10

【 0 1 0 0 】

制御部 4 4 は、通信制御装置 4 0 の各部を制御するコントローラである。制御部 4 4 は、例えば、CPU、MPU 等のプロセッサにより実現される。例えば、制御部 4 4 は、通信制御装置 4 0 内部の記憶装置に記憶されている各種プログラムを、プロセッサが RAM 等を作業領域として実行することにより実現される。なお、制御部 4 4 は、ASIC や FPGA 等の集積回路により実現されてもよい。CPU、MPU、ASIC、及び FPGA は何れもコントローラとみなすことができる。

【 0 1 0 1 】

制御部 4 4 は、図 9 に示すように、取得部 4 4 1 と、分類部 4 4 2 と、計算部 4 4 3 と、決定部 4 4 4 と、通知部 4 4 5 と、要求部 4 4 6 と、処理部 4 4 7 と、を備える。制御部 4 4 を構成する各ブロック (取得部 4 4 1 ~ 処理部 4 4 7) はそれぞれ制御部 4 4 の機能を示す機能ブロックである。これら機能ブロックはソフトウェアブロックであってもよいし、ハードウェアブロックであってもよい。例えば、上述の機能ブロックが、それぞれ、ソフトウェア (マイクロプログラムを含む。) で実現される 1 つのソフトウェアモジュールであってもよいし、半導体チップ (ダイ) 上の 1 つの回路ブロックであってもよい。勿論、各機能ブロックがそれぞれ 1 つのプロセッサ又は 1 つの集積回路であってもよい。機能ブロックの構成方法は任意である。なお、制御部 4 4 は上述の機能ブロックとは異なる機能単位で構成されていてもよい。制御部 4 4 を構成する各ブロック (取得部 4 4 1 ~ 処理部 4 4 7) の動作は、後述の通信制御処理等の説明で詳述する。

20

30

【 0 1 0 2 】

<< 3 . 干渉モデル >>

次に、本実施形態で想定する干渉モデルを説明する。図 1 0 は、本実施形態で想定する干渉モデルの一例を示す説明図である。図 1 0 に示す干渉モデルは、例えば、プライマリシステムがサービスエリアを持つ場合に適用される。図 1 0 の例では、通信システム 1 (プライマリシステム) はサービスエリアを有する無線通信システムとなっている。このサービスエリアが、例えば、通信システム 1 の保護エリアとなる。保護エリアには、干渉計算基準点 (以下、保護点という。) は複数設定される。保護点は、例えば、通信システム 1 の運営者や電波を管理する公的機関等 (以下、管理者という。) により設定される。例えば、管理者は、保護エリアを格子状に区切り、所定の格子の中心を保護点としてもよい。保護点の決定方法は任意である。各保護点の干渉マージンは管理者等により設定される。図 1 0 には、通信システム 2 (セカンダリシステム) を構成する複数の通信装置 2 0 が、保護点に与える干渉が示されている。通信システム 2 の通信制御装置 4 0 は、各保護点における累積干渉が、設定された干渉マージンを超えないように、複数の通信装置 2 0 の送信電力を制御する。

40

【 0 1 0 3 】

図 1 1 は、本実施形態で想定する干渉モデルの他の例を示す説明図である。図 1 1 に示す干渉モデルは、例えば、プライマリシステムが受信のみ行う場合に適用される。図 1 1 の例では、通信システム 1 (プライマリシステム) は、通信装置 1 0₂ として受信アンテナを有している。通信装置 1 0₂ は、例えば、衛星地上局の受信アンテナである。通信シ

50

ステム 2 の通信制御装置 40 は、受信アンテナの位置を保護点とし、その地点における累積干渉が干渉マージンを超えないように、複数の通信装置 20 の送信電力を制御する。

【0104】

<< 4 . プライマリシステム保護方法 >>

次に、プライマシシステム保護方法について説明する。上述したように、プライマリシステム保護方法は、例えば、以下の 2 種類に分類可能である。

(1) 干渉マージン一斉配分型

(2) 干渉マージン逐次配分型

【0105】

なお、干渉マージン一斉配分型のプライマシシステム保護方法の例としては、例えば、非特許文献 3 にて開示されている手法（例えば、最大許容 EIRP の計算手法）が挙げられる。また、干渉マージン逐次配分型のプライマシシステム保護方法の例としては、例えば、非特許文献 6 で開示されている逐次配分処理（IAP: Iterative Allocation Process）が挙げられる。

10

【0106】

以下、「干渉マージン一斉配分型」のプライマシシステム保護方法と「干渉マージン逐次配分型」のプライマシシステム保護方法について説明する。

【0107】

< 4 - 1 . 干渉マージン一斉配分型 >

最初に、干渉マージン一斉配分型のプライマシシステム保護方法について説明する。図 12 は、干渉マージン一斉配分型のプライマシシステム保護方法を説明するための説明図である。上述したように、干渉マージン一斉配分型では、通信制御装置 40 は、「プライマリシステムの保護基準点とセカンダリシステムの位置関係によって一意に求まる値」を基準値としてセカンダリシステムの最大許容送信電力を算出する。図 12 の例では、プライマリシステムの許容可能干渉閾値が I_{accept} となっている。この閾値は、実際の閾値でもよいし、計算誤差や干渉変動を考慮して実際の閾値からある程度のマージン（例えば保護比率（Protection Ratio））を見込んで設定された値であってもよい。

20

【0108】

干渉マージン一斉配分型のプライマシシステム保護方法において、干渉制御とは、許容可能干渉閾値を越えないように、無線装置の送信電力（EIRP、Conducted Power + Antenna gain 等）を決定することを意味する。このとき、通信装置 20 が多数存在し、それぞれが許容可能干渉閾値を越えないようにすると、通信システム 1（プライマリシステム）において受信される干渉電力が許容可能干渉閾値を越えてしまう恐れがある。そこで、通信制御装置 40 に登録されている通信装置 20 の数に基づき、干渉マージン（許容可能干渉量）を「配分」する。

30

【0109】

例えば、図 12 の例では、通信装置 20 の総数は 5 である。そのため、個々には、 $I_{accept} / 5$ の許容干渉量が配分される。通信装置 20 は自身でこの配分量を認識することはできないので、通信制御装置を通じて認識する、またはこの配分量に基づいて決定された送信電力を取得する。通信制御装置は、他の通信制御装置が管理する無線装置の数を認識できないので、相互に情報をやりとりすることによって、総数を認識することができ、許容干渉量を配分することができるようになる。例えば、通信制御装置 40₁ 内では $3 I_{accept} / 5$ の許容干渉量が割り当てられる。

40

【0110】

なお、この手法では、通信装置 20 が使用しなかった干渉マージンは剰余干渉マージンとなり得る。図 13 は、剰余干渉マージンが発生した様子を示す図である。図 13 には、2 つの通信制御装置 40（通信制御装置 40₁、40₂）のそれぞれに設定された総干渉量が示されている。また、図 13 には、2 つの通信制御装置 40 の管理下にある複数の通信装置 20（通信装置 20₁ ~ 20₅）が通信システム 1 の所定の保護点に与える干渉量（与干渉量）が示されている。2 つの通信制御装置 40 それぞれの総干渉量から通信装置

50

20による干渉量を引いた干渉量が、剰余干渉マージンである。以下の説明では、余った干渉量のことを剰余干渉マージンという。剰余干渉マージンは剰余干渉量と言い換えることが可能である。

【0111】

< 4 - 2 . 干渉マージン逐次配分型 >

次に、干渉マージン逐次配分型のプライマシシステム保護方法について説明する。上述したように、干渉マージン逐次配分型では、通信制御装置40は、「セカンダリシステムの所望送信電力」を基準値としてセカンダリシステムの最大許容送信電力を算出する。図14は、干渉マージン逐次配分型のプライマシシステム保護方法を説明するための説明図である。干渉マージン逐次配分型では、例えば、複数の通信装置20それぞれが、所望送信電力情報を記憶部22に記憶している。所望送信電力情報は、通信装置20が、電波の送信に必要な送信電力の情報として、通信制御装置40に要求する送信電力の情報である。図14の例では、通信装置20₁~20₄が、それぞれ、所望送信電力情報A~Dを保持している。通信制御装置40は、所望送信電力情報A~Dに基づいて、通信装置20₁~20₄にそれぞれ干渉量A~Dを割り当てる。

10

【0112】

<< 5 . 諸手続きの説明 >>

次に、通信システム2のエンティティ間で発生しうる諸手続きについて説明する。

【0113】

< 5 - 1 . 登録手続き (Registration Procedure) >

20

【0114】

登録手続きとは、通信装置20に関するデバイスパラメータを通信制御装置40に登録する手続きのことである。典型的には、通信装置20または複数の通信装置20を含む1以上の通信システムが、前記デバイスパラメータを含む登録リクエストを通信制御装置40へ通知することで登録手続きが開始される。

【0115】

(所要パラメータの詳細)

デバイスパラメータとは、例えば、以下に示す情報のことを指す。

- 通信装置固有の情報
- 位置情報
- アンテナ情報
- 無線インタフェース情報
- 法的情報
- 設置者情報

30

実施の際には、これら以外の情報がデバイスパラメータとして扱われてもよい。

【0116】

通信装置固有の情報とは、通信装置20を特定可能な情報、通信装置20のハードウェアに関する情報などである。例えば、シリアル番号、製品型番などが含まれる。

【0117】

通信装置20を特定可能な情報は、通信装置利用者情報、通信装置製造番号などを指す。例えば、通信装置利用者情報としては利用者ID、コールサインなどが想定される。利用者IDは通信装置利用者が独自に生成してもよいし、通信制御装置40が事前に発行したものであってもよい。

40

【0118】

通信装置20のハードウェアに関する情報は、例えば、送信電力クラス情報、製造者情報などが含まれる。送信電力クラス情報は、例えば、FCC C.F.R Part 96においては、Category A、Category Bという2種類のクラスが規定されており、いずれかの情報が含まれる。また、3GPP TS 36.104やTS 38.104において、eNodeB、gNodeBのクラスがいくつか規定されており、これらも用いられる。

【0119】

50

通信装置 20 のソフトウェアに関する情報は、例えば、通信制御装置 40 とのインタラクションに必要な処理が記述された実行プログラムに関するバージョン情報やビルド番号などが含まれる。また、通信装置 20 として動作するためのソフトウェアのバージョン情報やビルド番号なども含まれてもよい。

【0120】

位置に係る情報とは、典型的には、通信装置 20 の地理位置を特定可能な情報である。例えば、GPS (Global Positioning System)、Beidou、QZSS (Quasi-Zenith Satellite System)、Galileo や A-GPS (Assisted Global Positioning System) に代表される位置測位機能によって取得される座標情報である。典型的には、緯度、経度、高度、測位誤差に係る情報が含まれる。または、例えば、NRA (National Regulatory Authority) またはその委託機関によって管理される情報管理装置に登録される位置情報であってもよい。または、例えば、特定の地理位置を原点とする X 軸、Y 軸、Z 軸の座標であってもよい。また、このような座標情報と一緒に屋外 / 屋内を示す識別子が付与される。

10

【0121】

また、位置に係る情報とは、通信装置 20 が位置する領域を示す情報であってもよい。例えば、郵便番号、住所など、行政によって定められた情報が用いられてもよい。また、例えば、3 以上の地理座標の集合によって領域が示されてもよい。これらの領域を示す情報は、上記座標情報と一緒に提供されてもよい。

【0122】

また、位置に係る情報には、通信装置 20 が屋内に位置する場合に、建物のフロアを示す情報が付与されてもよい。例えば、階数、地上 / 地下を示す識別子などが付与されてもよい。また、例えば、建物内の部屋番号、部屋名のように、屋内のさらなる閉空間を示す情報が付与されてもよい。

20

【0123】

上記位置測位機能は、典型的には、通信装置 20 によって具備されることが望ましい。しかしながら、位置測位機能の性能や、設置位置によっては、必ずしも要求される精度を満たす位置情報が取得できるとは限らない。そのため、位置測位機能は、設置者によって用いられてもよい。そのような場合、設置者によって測定された位置情報が通信装置 20 に書き込まれることが望ましい。

30

【0124】

アンテナ情報とは、典型的には、通信装置 20 が具備するアンテナの性能や構成等を示す情報である。典型的には、例えば、アンテナ設置高、チルト角 (Downtilt)、水平方向の向き (Azimuth)、照準 (Boresight)、アンテナピークゲイン、アンテナモデルといった情報が含まれる。

【0125】

また、アンテナ情報には、形成可能なビームに関する情報も含まれる。例えば、ビーム幅、ビームパターン、アナログ / デジタルビームフォーミングのケイパビリティといった情報が含まれる。

【0126】

また、アンテナ情報には、MIMO (Multiple Input Multiple Output) 通信の性能や構成に関する情報も含まれる。例えば、アンテナエレメント数、最大空間ストリーム数、といった情報が含まれる。また、用いるコードブック (Codebook) 情報や、ウェイト行列情報 (SVD (Singular Value Decomposition)、EVD (Eigen Value Decomposition)、BD (Block Diagonalization) などによって得られるユニタリ行列、ZF (Zero-Forcing) 行列、MMSE (Minimum Mean Square Error) 行列) なども含まれる。また、非線形演算を要するMLD (Maximum Likelihood Detection) 等を具備する場合、それを示す情報が含まれてもよい。

40

【0127】

上記アンテナ情報には、ZOD (Zenith of Direction, Departure) が含まれても

50

よい。当該 Z o D は、電波到来角度の一種である。上記 Z o D は、通信装置 2 0 のアンテナから放射される電波から他の通信装置 2 0 により推定されてもよい。この場合に、通信装置 2 0 は、基地局若しくはアクセスポイントとして動作する端末装置、D 2 D 通信を行う装置、又はムービングリレー基地局などであってもよい。Z o D は、M U S I C (Multiple Signal Classification) 又は E S P R I T (Estimation of Signal Propagation via Rotation Invariance Techniques) などの電波到来方向推定技術により推定され得る。メジャメント情報として通信制御装置 4 0 によって用いられうる。

【 0 1 2 8 】

無線インタフェース情報とは、典型的には、通信装置 2 0 が具備する無線インタフェース技術を示す情報のことである。例えば、G S M (登録商標)、C D M A 2 0 0 0、U M T S、E - U T R A、5G NR またはさらなる次世代のセルラーシステムで用いられる技術や、M u l t e F i r e、L T E - U (LTE-Unlicensed) といった L T E 準拠の派生技術、W i M A X、W i M A X 2 + といった M A N (Metropolitan Area Network)、I E E E 8 0 2 . 1 1 系の無線 L A N といった標準技術を示す識別子情報が含まれる。また、これらを定める技術仕様書のバージョン番号またはリリース番号も付与されうる。必ずしも標準技術である必要はなく、プロプライエタリな無線技術を示す情報が含まれてもよい。

10

【 0 1 2 9 】

また、無線インタフェース情報には、通信装置 2 0 がサポートする周波数帯域情報も含まれうる。例えば、上限周波数および下限周波数の組み合わせの 1 以上、中心周波数および帯域幅の組み合わせの 1 以上または、1 以上の 3 G P P O p e r a t i n g B a n d 番号などによって表現されうる。

20

【 0 1 3 0 】

通信装置 2 0 がサポートする周波数帯域情報として、さらに、キャリアアグリゲーション (CA : Carrier Aggregation) やチャネルボンディング (Channel Bonding) のケイパビリティ情報も含まれうる。例えば、組み合わせ可能な帯域情報などが含まれうる。また、キャリアアグリゲーションについては、プライマリコンポーネントキャリア (P C C : Primary Component Carrier) やセカンダリコンポーネントキャリア (S C C : Secondary Component Carrier) として利用したい帯域に関する情報も含まれうる。また、同時にアグリゲート可能な C C 数も含まれうる。

30

【 0 1 3 1 】

通信装置 2 0 がサポートする周波数帯域情報として、また、P A L、G A A のような電波利用優先度を示す情報が含まれてもよい。

【 0 1 3 2 】

また、無線インタフェース情報には、通信装置 2 0 がサポートする変調方式情報も含まれうる。例えば、代表的な一例として、F S K (Frequency Shift Keying)、n 値 P S K (Phase Shift Keying) (n は 2、4、8 等) や n 値 Q A M (Quadrature Amplitude Modulation) (n は 4、16、64、256 等) といった一次変調方式を示す情報や、O F D M (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) や D F T - s - O F D M (DFT spread OFDM)、F B M C (Filter Bank Multi Carrier) といった二次変調方式を示す情報が含まれうる。

40

【 0 1 3 3 】

また、無線インタフェース情報には、誤り訂正符号に関する情報も含まれうる。例えば、T u r b o 符号、L D P C (Low Density Parity Check) 符号、P o l a r 符号などのケイパビリティや適用する符号化率情報が含まれうる

【 0 1 3 4 】

変調方式情報や誤り訂正符号に関する情報は、別の態様として、M C S (Modulation and Coding Scheme) インデックスでも表現されうる。

【 0 1 3 5 】

また、無線インタフェース情報には、通信装置 2 0 がサポートする各無線技術特有の機

50

能を示す情報も含まれうる。例えば、代表的な一例として、LTEで規定されているTransmission Mode (TM) 情報が挙げられる。この他にも、特定の機能に関して2以上のモードを有するものについては、上記TMのように無線インタフェース情報に含まれうる。また、技術仕様において、2以上のモードが存在しなくても仕様上必須でない機能を通信装置20がサポートする場合には、これを示す情報も含まれうる。

【0136】

また、無線インタフェース情報には、通信装置20がサポートする無線アクセス方式(RAT: Radio Access Technology) 情報も含まれうる。例えば、TDM A (Time Division Multiple Access)、FDMA (Frequency Division Multiple Access)、OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) といった直交多元接続方式(OMA: Orthogonal Multiple Access)、PDMA (Power Division Multiple Access、Superposition Coding (SPC) とSuccessive Interference Canceller (SIC) との組み合わせによって実現される手法が代表例)、CDMA (Code Division Multiple Access)、SCMA (Sparse Code Multiple Access)、IDMA (Interleaver Division Multiple Access)、SDMA (Spatial Division Multiple Access) といった非直交多元接続方式(NOMA: Non Orthogonal Multiple Access)、CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) やCSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) といった日和見的接続方式(Opportunistic Access) などを示す情報が含まれうる。

【0137】

また、無線インタフェース情報には、通信装置20がサポートするデュプレクスモードに係る情報も含まれうる。代表的な一例として、例えば、FDD (Frequency Division Duplex)、TDD (Time Division Duplex)、FD (Full Duplex) が含まれうる。無線インタフェース情報として、TDDが含まれる場合、通信装置20が使用する/サポートするTDD Frame Configuration情報が付与されうる。また、上記周波数帯域情報で示される周波数帯域ごとにデュプレクスモードに係る情報が含まれてもよい。

【0138】

また、無線インタフェース情報には、通信装置20がサポートする送信ダイバーシチ手法に関する情報も含まれうる。例えば、時空間符号化(STC: Space Time Coding) などが含まれてもよい。

【0139】

また、無線インタフェース情報には、ガードバンド情報も含まれうる。例えば、規格上定められるガードバンドサイズに関する情報が含まれうる。または、例えば、通信装置20が所望するガードバンドサイズに関する情報が含まれてもよい。

【0140】

法的情報とは、典型的には、各国・地域の電波行政機関またはそれに準ずる機関によって定められる、通信装置20が順守しなければならない規制に関する情報や、通信装置20が取得している認証情報などのことである。上記規制に関する情報として、典型的には、例えば、帯域外輻射の上限値情報、受信機のブロッキング特性に関する情報などが含まれうる。上記認証情報として、典型的には、例えば、型式認証(Type Approval) 情報(FCC ID、技術基準適合証明など)、認証取得の基準となる法規制情報(例えばFCC規則番号、ETSI Harmonized Standard番号等) などが含まれうる。

【0141】

法的情報のうち、数値に関するものについては、無線インタフェース技術の規格書において定められているものを代用してもよい。例えば、帯域外輻射の上限値情報の代わりに、隣接チャネル漏洩比(ACLR: Adjacent Channel Leakage Ratio) を用いて、帯域外輻射の上限値を導出し利用してもよい。また、必要に応じて、ACLRそのものを用いてもよい。また、隣接チャネル選択性(ACS: Adjacent Channel Selectivity) をブロッキング特性の代わりに用いてもよい。また、これらは併用してもよいし、隣接チャネル干渉比(ACIR: Adjacent Channel Interference Ratio) を用いてもよい。

【 0 1 4 2 】

設置者情報とは、通信装置 2 0 の設置を行った者（設置者）を特定することが可能な情報、設置者に紐づく固有の情報などが含まれる。例えば、非特許文献 2 においては、設置者を特定することが可能な情報として、C P I R - I D（Certified Professional Installer Registration ID）、CPI名が開示されている。また、設置者に紐づく固有の情報として、例えば、連絡用住所（Mailing / Contact address）、Eメールアドレス、電話番号、P K I（Public Key Identifier）などが開示されている。これらに限らず、必要に応じて設置者に関するその他の情報が含まれてもよい。

【 0 1 4 3 】

（所要パラメータの補足）

登録手続きにおいて、実施形態によっては、通信装置 2 0 のみならず端末装置 3 0 に関するデバイスパラメータを通信制御装置 4 0 に登録することも要求されることが想定される。そのような場合、上記（所要パラメータの詳細）で述べた説明中の「通信装置」という用語を「端末装置」またはそれに準ずる用語で置き換えて適用してもよい。また、上記（所要パラメータの詳細）では述べられていない「端末装置」特有のパラメータも登録手続きにおける所要パラメータとして扱われてよい。例えば、3 G P Pで規定される U E（User Equipment）C a t e g o r yなどが挙げられる。

【 0 1 4 4 】

（登録処理の詳細）

図 1 5 は、登録手続きを説明するためのシーケンス図である。通信装置 2 0 または複数の通信装置 2 0 を含む 1 以上の通信システムは、上記デバイスパラメータを用いて登録リクエストメッセージを生成し（ステップ S 1 1）、通信制御装置 4 0 へ通知する（ステップ S 1 2）。

【 0 1 4 5 】

ここで、デバイスパラメータに設置者情報が含まれる場合、この情報を用いて、登録リクエストに改ざん防止の加工等を施してもよい。また、登録リクエストに含まれる情報の一部又は全部に暗号化処理が施されてもよい。具体的には、例えば、設置者と通信制御装置 4 0 との間で事前に設置者特有の公開鍵を共有しておき、設置者は秘密鍵を用いて情報の暗号化を施す、という処理が実施される。暗号化の対象としては、例えば、位置情報といった防犯上センシティブな情報が挙げられる。

【 0 1 4 6 】

また、位置情報に関しては、非特許文献 2 で開示されているように、例えば、設置者が直接通信制御装置 4 0 に書き込んでよい。

【 0 1 4 7 】

登録リクエスト受信後、通信制御装置 4 0 は、通信装置 2 0 の登録処理を実施し（ステップ S 1 3）、処理結果に応じて登録レスポンスを返す（ステップ S 1 4）。登録に必要な情報の不足、異常がなければ通信制御装置 4 0 は記憶部 4 2 に情報を記録し、正常完了を通知する。そうでなければ、登録失敗を通知する。登録が正常完了する場合、通信制御装置 4 0 は、通信装置個別に I D を割り振り、その I D 情報を応答時に同封して通知してもよい。登録失敗となる場合、典型的には、通信装置 2 0 または複数の通信装置 2 0 を含む 1 以上の通信システム、またはこれらの運用者（例えば、移動体通信事業者や個人）や設置者は、登録リクエストの修正等を行い、正常完了するまで登録手続きを試行する。

【 0 1 4 8 】

なお、登録手続きは、複数回実行されることがある。具体的には、例えば、移動・精度改善などにより、位置情報が所定の基準を超えて変更される場合に登録手続きが再実行される。所定の基準は、典型的には、法制度によって定められる。例えば、47 C.F.R P a r t 15において、Mode II personal/portable white space deviceは、1 0 0メートル以上位置情報が変わる場合には、再度データベースにアクセスすることが義務付けられている。

【 0 1 4 9 】

10

20

30

40

50

< 5 - 2 . 利用可能周波数情報問い合わせ手続き (Available Spectrum Query Procedure) >

利用可能周波数情報問い合わせ手続きとは、通信装置 20 または複数の通信装置 20 を代表する通信システムが、通信制御装置 40 に対して、利用可能な周波数に関する情報を問い合わせる手続きのことである。典型的には、通信装置 20 または複数の通信装置 20 を代表する通信システムが、当該通信装置 20 を特定可能な情報を含む問い合わせリクエストを通信制御装置 40 へ通知することで手続きが開始される。

【 0 1 5 0 】

(1) 例 1

ここで、利用可能周波数情報とは、典型的には、当該通信装置 20 の位置においてプライマリシステムに対して致命的な干渉を与えず、安全に 2 次利用が可能な周波数を示す情報のことである。例えば、F1 という周波数チャネルを利用するプライマリシステム保護のために、Exclusion Zone などの 2 次利用禁止エリアに通信装置 20 が設置されている場合、その通信装置 20 に対しては、F1 という周波数チャネルは利用可能チャネルとして通知されない。

10

【 0 1 5 1 】

(2) 例 2

また、例えば、2 次利用禁止エリア外であっても、プライマリシステムに対して致命的な干渉を与えると判断される場合には、当該周波数チャネルは利用可能チャネルとして通知されない場合がある。

20

【 0 1 5 2 】

(3) 例 3

また、利用可能周波数情報は、ケース 2 のプライマリシステム保護要件以外の条件によっても利用可能として通知されない周波数チャネルが存在しうる。具体的には、例えば、通信装置 20 間で発生しうる干渉を事前に回避するために、当該通信装置 20 の近傍に存在する他の通信装置 20 が利用中の周波数チャネルを、利用可能チャネルとして通知しない場合もある。

【 0 1 5 3 】

(4) 例 4

これらの場合 (例 2、例 3) に該当する場合であっても、プライマリシステムや近傍の通信装置 20 と同じ周波数を利用可能チャネルとして通知することは可能である。そのような場合には、典型的には、最大許容送信電力情報が利用可能周波数情報に含まれる。最大許容送信電力は、典型的には、等価等方輻射電力 (EIRP : Equivalent Isotropic Radiated Power) で表現される。必ずしもこれに限られる必要はなく、例えば、空中線電力 (Conducted Power) とアンテナゲインの組み合わせで提供されてもよい。給電線損失 (Feeder Loss) も含まれてもよい。さらに、アンテナゲインは、空間的な方向ごとに許容ピークゲインが設定されてもよい。

30

【 0 1 5 4 】

(所要パラメータの詳細)

通信装置 20 を特定可能な情報とは、例えば、上記登録手続き時に登録した通信装置固有の情報や上述の (登録処理の詳細) で説明した ID 情報などが想定されうる。

40

【 0 1 5 5 】

また、問い合わせリクエストには、問い合わせ要件情報も含まれうる。問い合わせ要件情報とは、例えば、利用可能か否かを知りたい周波数帯域を示す情報が含まれうる。また、例えば、送信電力情報も含まれうる。通信装置 20 または複数の通信装置 20 を代表する通信システムは、例えば、所望の送信電力を用いることができそうな周波数情報のみを知りたい場合に送信電力情報を含めうる。問い合わせ要件情報は必ずしも含まれる必要はない。

【 0 1 5 6 】

また、問い合わせリクエストには、メジャメントレポートも含まれうる。メジャメント

50

レポートは、通信装置 20 および / または 端末装置 30 が実施するメジヤメントの結果が含まれる。例えば、生データのみならず、加工された情報も含まれうる。例えば、RSRP (Reference Signal Received Power)、RSSI (Reference Signal Strength Indicator)、RSRQ (Reference Signal Received Quality) に代表される標準化されたメトリックが用いられうる。

【0157】

(利用可能周波数評価処理の詳細)

図 16 は、利用可能周波数情報問い合わせ手続きを説明するためのシーケンス図である。通信装置 20 または複数の通信装置 20 を代表する通信システムが、当該通信装置 20 を特定可能な情報を含む問い合わせリクエストを生成し (ステップ S21)、通信制御装置 40 へ通知する (ステップ S22)。

10

【0158】

問い合わせリクエスト受信後、通信制御装置 40 は、問い合わせ要件情報に基づいて、利用可能周波数の評価を行う (ステップ S23)。例えば、上述の例 1 ~ 例 3 で説明したようにプライマリシステムやその 2 次利用禁止エリア、近傍の通信装置 20 の存在を考慮して利用可能周波数の評価を行うことが可能である。

【0159】

上述の例 4 で説明したように、通信制御装置 40 は、最大許容送信電力情報を導出してよい。典型的には、プライマリシステムまたはその保護領域 (Protection Zone) における許容可能干渉電力情報、プライマリシステムが被る干渉電力レベルの算定基準位置 (Reference Point) 情報、通信装置 20 の登録情報、伝搬損失推定モデルを用いて算出される。具体的には、一例として、以下の数式によって算出される。

20

$$P_{MaxTx} (dBm) = I_{Th} (dBm) + PL (d) (dB) \quad \dots (1)$$

【0160】

ここで、 $P_{MaxTx} (dBm)$ は最大許容送信電力、 $I_{Th} (dBm)$ は許容可能干渉電力、 d は基準位置 (Reference Point) と通信装置 20 との間の距離、 $PL (d) (dB)$ は距離 d における伝搬損失である。本数式においては送受信機におけるアンテナゲインを明示的に示していないが、最大許容送信電力の表現方法 (EIRP、Conducted power 等) や受信電力の参照点 (アンテナ入力点、アンテナ出力点、等) に応じて含めてよい。また、フェージングによる変動を補償するためのセーフティマージン等も含まれてよい。また、フィーダロス等、必要に応じて考慮されてよい。

30

【0161】

また、上記数式は、単体の通信装置 20 が干渉源である仮定に基づいて記述されている。例えば、同時に複数の通信装置 20 からの累積的な干渉 (Aggregated Interference) を考慮しなければならない場合には、補正値を加味してもよい。具体的には、例えば、非特許文献 3 で開示されている 3 種類 (Fixed/Predetermined、Flexible、Flexible Minimized) の干渉マージン方式に基づいて補正値が決定されうる。

【0162】

なお、上記数式は、対数を用いて表現されているが、実施の際には、当然のことながら真数に変換して用いてもよい。また、本書に記載される全ての対数表記のパラメータは、適宜進数に変換して用いてもよい。

40

【0163】

(1) 手法 1

また、上述の (所要パラメータの詳細) の項で説明したように、送信電力情報が問い合わせ要件情報に含まれる場合には、上述の方法とは別の方法で利用可能周波数の評価を行うことが可能である。具体的には、例えば、送信電力情報で示される所望の送信電力を用いたと仮定した場合に、推定される与干渉量がプライマリシステムまたはその保護領域 (Protection Zone) における許容可能干渉電力を下回る場合には、当該周波数チャネルが利用可能であると判断され、通信装置 20 へ通知される。

【0164】

50

(2) 手法2

上記他システム関連情報に基づいて、上記帯域使用条件が算出される例を説明したが、本開示に係る例に限定されない。例えば、REM (Radio Environment Map) のエリアと同様に、通信装置20が共用帯域を使用可能なエリア/空間が予め定められている場合には、上記位置関連情報及び上記高さ関連情報のみに基づいて、利用可能周波数情報が導出されてもよい。また、例えば、位置及び高さを利用可能周波数情報とを関連付けるルックアップテーブルが用意されている場合にも、上記位置関連情報及び上記高さ関連情報のみに基づいて、上記利用可能周波数情報が導出されてもよい。

【0165】

利用可能周波数の評価は、必ずしも問い合わせリクエスト受信後に実施する必要はない。例えば、前述の登録手続きの正常完了後に、問い合わせリクエストなしに、通信制御装置40が主体的に実施してもよい。そのような場合、通信制御装置40は、手法2で例示したREMやルックアップテーブルまたはそれらと相似の情報テーブルを作成してもよい。

10

【0166】

いずれの手法においても、PALやGAAのような電波利用優先度についても評価を行ってもよい。例えば、登録済デバイスパラメータまたは問い合わせ要件に電波利用優先度に関する情報が含まれる場合、当該優先度に基づいて周波数利用が可能かどうかを判定し、通知してもよい。また、例えば、非特許文献2で開示されているように、事前にユーザから高優先度利用(例えば、PAL)を行う通信装置20に関する情報(非特許文献2では、Cluser Listと呼ばれる)が通信制御装置40に登録されている場合、その情報に基づいて評価を行ってもよい。

20

【0167】

利用可能周波数の評価完了後、通信制御装置40は評価結果を通信装置20へ通知する(ステップS24)。通信装置20は、通信制御装置40から受け取った評価結果を用いて、所望通信パラメータの選定を行ってもよい。

【0168】

<5-3. 周波数利用許可手続き(Spectrum Grant Procedure)>

周波数利用許可手続きとは、通信装置20が通信制御装置40から周波数の2次利用許可を受けるための手続きである。典型的には、登録手続きの正常完了後、通信装置20または複数の通信装置20を含む1以上の通信システムが、当該通信装置20を特定可能な情報を含む周波数利用許可リクエストを通信制御装置40へ通知することで手続きが開始される。なお、「登録手続きの正常完了後」というのは、必ずしも、利用可能周波数情報問い合わせ手続きを実施する必要がないことも意味する。

30

【0169】

本発明においては、少なくとも以下の2種類の周波数利用許可リクエストの方式が用いられうることを想定する。

指定方式

フレキシブル方式

【0170】

指定方式とは、通信装置20が所望通信パラメータとして、少なくとも利用したい周波数帯域、最大送信電力を指定して、所望通信パラメータに基づく運用の許可を通信制御装置40に求めるリクエスト方式である。必ずしもこれらのパラメータに限定される必要はなく、無線インタフェース技術特有のパラメータ(変調方式やデュプレクスモードなど)が指定されてもよい。また、PAL、GAAのような電波利用優先度を示す情報が含まれてもよい。

40

【0171】

フレキシブル方式とは、通信装置20が、通信パラメータに関する要件のみを指定し、当該要件を満たしつつ2次利用許可が可能通信パラメータの指定を通信制御装置40に求めるリクエスト方式である。通信パラメータに関する要件は、帯域幅または所望最大送信電力または所望最小送信電力が含まれうる。必ずしもこれらのパラメータに限定される

50

必要はなく、無線インタフェース技術特有のパラメータ（変調方式やデュプレクスモードなど）が指定されてもよい。具体的には、例えば、TDD Frame Configurationのうち、1以上を事前に選択して通知してもよい。

【0172】

いずれの方式であっても、メジャメントレポートが含まれてもよい。メジャメントレポートは、通信装置20および/または端末装置30が実施するメジャメントの結果が含まれる。例えば、生データのみならず、加工された情報も含まれる。例えば、RSRP（Reference Signal Received Power）、RSSI（Reference Signal Strength Indicator）、RSRQ（Reference Signal Received Quality）に代表される標準化されたメトリックが用いられる。

10

【0173】

（周波数利用許可処理の詳細）

図17は、周波数利用許可手続きを説明するためのシーケンス図である。通信装置20または複数の通信装置20を含む1以上の通信システムが、当該通信装置20を特定可能な情報を含む周波数利用許可リクエストを生成し（ステップS31）、通信制御装置40へ通知する（ステップS32）。周波数利用許可リクエストは、通信制御装置40の取得部441が取得する。

【0174】

通信制御装置40は周波数利用許可リクエストの取得後、周波数利用許可リクエスト方式に基づいて、周波数利用許可処理を行う（ステップS33）。例えば、通信制御装置40は、＜2.2.利用可能周波数情報問い合わせ手続き＞の例1～例3で説明した手法を利用して、プライマリシステムやその2次利用禁止エリア、近傍の通信装置20の存在を考慮して周波数利用許可処理を行うことが可能である。

20

【0175】

フレキシブル方式が用いられる場合、通信制御装置40は、＜2.2.利用可能周波数情報問い合わせ手続き＞の例4で説明した手法を利用して、最大許容送信電力情報を導出してよい。典型的には、通信制御装置40は、プライマリシステムまたはその保護領域（Protection Zone）における許容可能干渉電力情報、プライマリシステムが被る干渉電力レベルの算定基準位置（Reference Point）情報、通信装置20の登録情報、伝搬損失推定モデルを用いて最大許容送信電力を算出する。例えば、通信制御装置40は、以下の式（2）によって最大許容送信電力を算出する。

30

$$P_{MaxTx}(dBm) = I_{Th}(dBm) + PL(d)(dB) \quad \dots (2)$$

【0176】

ここで、 $P_{MaxTx}(dBm)$ は最大許容送信電力、 $I_{Th}(dBm)$ は許容可能干渉電力、 d は基準位置（Reference Point）と通信装置20との間の距離、 $PL(d)(dB)$ は距離 d における伝搬損失である。本数式においては送受信機におけるアンテナゲインを明示的に示していないが、最大許容送信電力の表現方法（EIRP、Conducted power等）や受信電力の参照点（アンテナ入力点、アンテナ出力点、等）に応じて数式を変形して用いてもよい。また、フェージングによる変動を補償するためのセーフティマージン等も含まれてよい。また、フィーダロス等、必要に応じて考慮されてよい。

40

【0177】

また、上記数式は、単体の通信装置20が干渉源である仮定に基づいて記述されている。例えば、同時に複数の通信装置20からの累積的な干渉（Aggregated Interference）を考慮しなければならない場合には、補正值を加味してもよい。具体的には、例えば、非特許文献3で開示されている3種類（Fixed/Predetermined、Flexible、Flexible Minimized）の方式に基づいて補正值が決定される。

【0178】

伝搬損失推定モデルは、さまざまなモデルが用いられる。用途ごとにモデルが指定される場合、指定されるモデルを用いることが望ましい。例えば、非特許文献6においては、その用途ごとに、eHATA（Extended Hata）やITM（Irregular Terrain Mo

50

del)といった伝搬損失モデルが採用されている。当然ながら、本発明の実施の際には、伝搬損失モデルはこれらに限定する必要はない。

【0179】

所定の用途において、モデルが指定されていない場合、必要に応じて使い分けてもよい。具体的な一例として、例えば、他の通信装置20への与干渉電力を推定する際には自由空間損失モデルのようにアグレッシブなモデルを用いて、通信装置20のカバレッジを推定する際にはコンサパティブなモデルを用いるといった使い分けが可能である。

【0180】

また、指定方式が用いられる場合、<2.2.利用可能周波数情報問い合わせ手続き>の手法1で説明した手法を用いて周波数利用許可処理を行うことが可能である。具体的には、例えば、送信電力情報で示される所望の送信電力を用いたと仮定した場合に、推定される与干渉量がプライマリシステムまたはその保護領域(Protection Zone)における許容可能干渉電力を下回る場合には、当該周波数チャネルの利用が許可可能であると判断され、通信装置20へ通知される。

10

【0181】

いずれの手法においても、PALやGAAのような電波利用優先度についても評価を行ってもよい。例えば、登録済デバイスパラメータまたは問い合わせ要件に電波利用優先度に関する情報が含まれる場合、当該優先度に基づいて周波数利用が可能かどうかを判定し、通知してもよい。また、例えば、非特許文献2で開示されているように、事前にユーザから高優先度利用(例えば、PAL)を行う通信装置20に関する情報(非特許文献2では、Cluser Listと呼ばれる)が通信制御装置40に登録されている場合、その情報に基づいて評価を行ってもよい。

20

【0182】

周波数利用許可処理は、必ずしもリクエスト受信時に実施する必要はない。例えば、前述の登録手続きの正常完了後に、周波数利用許可リクエストなしに、通信制御装置40が主体的に実施してもよい。また、例えば、一定周期毎に周波数利用許可判定処理を実施してもよい。そのような場合、<2.2.利用可能周波数情報問い合わせ手続き>の手法2で例示したREMやルックアップテーブルそれらと相似の情報テーブルを作成してもよい。

【0183】

周波数利用許可処理の完了後、通信制御装置40は判定結果を通信装置20へ通知する(ステップS34)。

30

【0184】

<5-4.周波数利用通知(Spectrum Use Notification/Heartbeat)>

周波数利用通知とは、通信装置20または複数の通信装置20を代表する通信システムが、通信制御装置40に対して、上記周波数利用許可手続きで利用が認められた通信パラメータに基づく周波数利用の通知を行う手続きのことである。典型的には、通信装置20または複数の通信装置20を代表する通信システムが、当該通信装置20を特定可能な情報を含む通知メッセージを通信制御装置40へ通知することで手続きが開始される。

【0185】

この手続きに関しては、周波数の利用が通信制御装置40から拒絶されるまでは周期的に実施されることが望ましい。この手続きが正常完了すれば、通信装置20は、電波送信を開始または継続してもよい。

40

【0186】

図18は、周波数利用通知手続きを説明するためのシーケンス図である。通信装置20または複数の通信装置20を含む1以上の通信システムが、当該通信装置20を特定可能な情報を含む通知メッセージを生成し(ステップS41)、通信制御装置40へ通知する(ステップS42)。

【0187】

周波数利用通知受信後、通信制御装置40は、電波送信の開始/継続が許容されるか判定してもよい(ステップS43)。判定方法として、例えば、プライマリシステムの周波

50

数利用情報の確認が挙げられる。具体的には、プライマリシステムの利用周波数の変更、電波利用が定常的でないプライマリシステム（例えば、艦載レーダ）の周波数利用状況の変更、などに基づいて、電波送信の開始／継続許可または拒否を決定することが可能である。

【 0 1 8 8 】

判定処理が完了したら、通信制御装置 4 0 は、判定結果を通信装置 2 0 へ通知する（ステップ S 4 4 ）。

【 0 1 8 9 】

本手続きにおいて、通信制御装置 4 0 から通信装置 2 0 に対して通信パラメータの再構成（Reconfiguration）命令が行われてもよい。典型的には、周波数利用通知のレスポンスにおいて実施されうる。例えば、推奨される通信パラメータ情報が提供されうる。

10

【 0 1 9 0 】

< 5 - 5 . 諸手続きの補足 >

ここで、諸手続きは以降で説明する通りに、個別に実装される必要は必ずしもない。例えば、2つの異なる手続きの役割を備えた第3の手続きを代用することによって上記2つの異なる手続きを実現してもよい。具体的には、例えば、登録リクエストと利用可能周波数情報問い合わせリクエストが一体的に通知されてもよい。また、例えば、周波数利用許可手続きと周波数利用通知が一体的に実施されてもよい。当然のことながら、これらの組み合わせに限定されず、3つ以上であってもよい。また、上記手続きが分離されて実施されてもよい。

20

【 0 1 9 1 】

また、本書における「情報を取得する」という表現またはそれに準ずる表現は、必ずしも、上記手続き通りに取得することを意味しているわけではない。例えば、利用可能周波数評価処理において通信装置 2 0 の位置情報を用いることが記載されているが、必ずしも登録手続きで取得される情報を用いる必要はなく、利用可能周波数問い合わせ手続きリクエストに位置情報が含まれる場合、その位置情報を用いてもよい、ということの意味する。換言すれば、本書に記載の範囲内、技術的な実現性の範囲内で、記載されているパラメータを他の手続きに含めてよいということの意味する。

【 0 1 9 2 】

また、上記手続きで示した通信制御装置 4 0 から通信装置 2 0 へのレスポンスに含まれる情報は、プッシュ通知されてもよい。具体的な一例として、利用可能周波数情報や推奨通信パラメータ情報、電波送信継続拒否通知などはプッシュ通知されてもよい。

30

【 0 1 9 3 】

< 5 - 6 . 端末装置に関する諸手続き >

端末装置 3 0 についても、基本的には、< 5 - 1 > から < 5 - 4 > で説明した各手続きを用いることが可能である。ただし、通信装置 2 0 と異なり、端末装置 3 0 はモビリティを有する。すなわち、動的に位置情報が更新される。法制によっては、一定以上位置情報が変わる場合、通信制御装置 4 0 への再登録が義務付けられる場合もある。そこで、英国情報通信庁（Ofcom : Office of Communication）が定める運用形態（非特許文献 4 参照）においては、以下に示す2種類の通信パラメータが規定されている。

40

個別パラメータ（Specific Operational Parameters）

一般パラメータ（Generic Operational Parameters）

【 0 1 9 4 】

個別パラメータ（Specific Operational Parameters）とは、当該非特許文献において、「特定のスレーブ W S D（White Space Device）に特有の動作パラメータ」として定義されている。換言すれば、端末装置 3 0 に相当するスレーブ W S D のデバイスパラメータを用いて計算される通信パラメータのことである。特徴として、スレーブ W S D の位置情報を用いて W S D B（White Space Database）によって計算されるということが挙げられる。

【 0 1 9 5 】

50

このような特徴から、個別パラメータは、低モビリティまたは固定設置される端末装置 30 に適していると想定される。

【0196】

一般パラメータ (Generic Operational Parameters) とは、当該非特許文献において、「所定のマスタ WSD (通信装置 20 に相当) のカバレッジエリア内に位置するどのスレーブ WSD も使用可能な動作パラメータ」として定義されている。特徴としては、スレーブ WSD の位置情報を用いずに WSD B によって計算されるということが挙げられる。

【0197】

このような特徴から、一般パラメータは、高モビリティの端末装置 30 に適していると想定される。

【0198】

これら、端末装置 30 向けの情報は、通信装置 20 からユニキャスト/ブロードキャストによって提供されうる。例えば、FCC 規則 Part 15 Subpart H で規定される CVS (Contact Verification Signal) に代表されるブロードキャスト信号が用いられうる。または、無線インタフェース特有のブロードキャスト信号によって提供されてもよい。具体的には、例えば、LTE や 5G NR で用いられる PBCH (Physical Broadcast Channel)、NR-PBCH などによって提供されてよい。

【0199】

< 5 - 7 . 通信制御装置間で発生する手続き >

(情報交換)

通信制御装置 40 は、他の通信制御装置 40 と管理情報の交換を行うことができる。図 19 は、管理情報の交換手続きを説明するためのシーケンス図である。図 19 の例では、通信制御装置 40₁ と通信制御装置 40₂ が情報を交換している。

【0200】

管理情報の交換手続きでは、少なくとも、以下の情報が交換されることが望ましい。

通信装置登録情報

通信装置通信パラメータ情報

エリア情報

【0201】

通信装置登録情報とは、典型的には、上記登録手続きにおいて通信制御装置 40 に登録される通信装置 20 のデバイスパラメータのことである。必ずしも、登録されている全ての情報が交換される必要はない。例えば、個人情報に該当する恐れのある情報は交換される必要はない。また、通信装置登録情報を交換する際に、暗号化・曖昧化された情報が交換されてもよい。例えば、バイナリ値に変換された情報や、電子署名の仕組みを用いて署名された情報が交換されてもよい。

【0202】

通信装置通信パラメータ情報とは、典型的には、通信装置 20 が現在使用している通信パラメータに係る情報のことである。少なくとも、利用周波数、送信電力を示す情報が含まれることが望ましい。その他の通信パラメータが含まれてもよい。

【0203】

エリア情報とは、典型的には、所定の地理領域を示す情報のことである。この情報には、様々な属性の領域情報が、様々な態様で含まれうる。

【0204】

例えば、非特許文献 5 で開示されている PPA (PAL Protection Area) のように高優先度セカンダリシステムとなる通信装置 20 の保護領域情報が含まれてもよい。この場合のエリア情報は、例えば、3 以上の地理位置座標の集合で表現されうる。また、例えば、複数の通信制御装置 40 が共通の外部データベースを参照可能な場合、当該情報を示す ID で表現されうる。

【0205】

また、例えば、通信装置 20 のカバレッジを示す情報が含まれてもよい。この場合の工

10

20

30

40

50

リア情報も、例えば、3以上の地理位置座標の集合で表現されうる。また、例えば、通信装置20の地理位置を原点とする円を想定し、半径サイズを示す情報でも表現されうる。また、例えば、複数の通信制御装置40が共通の外部データベースを参照可能な場合、当該情報を示すIDで表現されうる。

【0206】

また、別の態様として、行政などによりあらかじめ定められたエリア区画に係る情報も含まれうる。具体的には、例えば、住所を示すことで一定の領域を示すことが可能である。また、例えば、ライセンスエリアなども同様に表現し得る。

【0207】

また、さらなる別の態様として、エリア情報は必ずしも平面的なエリアを表現する必要はなく、3次元の空間を表現してもよい。例えば、空間座標系を用いて表現されてもよい。また、例えば、建物の階数、フロアや部屋番号など、所定の閉空間を示す情報が用いられてもよい。

10

【0208】

これらの情報は、さまざまな方式により交換されうる。以下にその一例を示す。

- ID指定方式
- 期間指定方式
- 領域指定方式
- ダンプ方式

【0209】

ID指定方式とは、通信制御装置40が管理する情報を特定するためにあらかじめ付与されているIDを用いて、上記IDに該当する情報を取得する方式である。例えば、ID:AAAという通信装置20を通信制御装置40₁が管理していると仮定する。このときに通信制御装置40₂が、通信制御装置40₁に対してID:AAAを指定して情報取得リクエストを行う。リクエスト受信後、通信制御装置40₁はID:AAAの情報検索を行い、該当する通信装置20の登録情報、通信パラメータ情報をレスポンスで通知する。

20

【0210】

期間指定方式とは、特定の期間を指定し、当該期間に所定の条件を満たす情報が交換されうる。

【0211】

所定の条件とは、例えば、情報の更新の有無が挙げられる。例えば、特定期間における通信装置情報の取得をリクエストで指定された場合、当該期間に新規に登録された通信装置20の登録情報や通信パラメータに変更があった通信装置20の登録情報と通信パラメータの情報がレスポンスで通知されうる。

30

【0212】

所定の条件とは、例えば、通信制御装置40が記録しているかどうかの情報が挙げられる。例えば、特定期間における通信装置情報の取得をリクエストで指定された場合、当該期間に通信制御装置40が記録していた通信装置20の登録情報、通信パラメータの情報がレスポンスで通知されうる。さらには、当該期間における最新情報が通知されうる。または、情報ごとに更新履歴が通知されてもよい。

40

【0213】

領域指定方式とは、特定の領域を指定し、当該領域に属する情報が交換される。例えば、特定領域における通信装置情報の取得をリクエストで指定された場合、当該領域に設置されている通信装置20の登録情報、通信パラメータの情報がレスポンスで通知されうる。

【0214】

ダンプ方式とは、通信制御装置40が記録している全ての情報を提供する方式である。少なくとも、通信装置20に係る情報やエリア情報はダンプ方式で提供されることが望ましい。

【0215】

ここまでの通信制御装置40間情報交換についての説明は、全てプル方式に基づくもの

50

である。すなわち、リクエストで指定されたパラメータに該当する情報がレスポンスされる形態であり、一例として、HTTP GETメソッドで実現されうる。しかしながら、プル方式に限定される必要はなく、プッシュ方式で能動的に他の通信制御装置40に情報を提供してもよい。プッシュ方式は、一例として、HTTP POSTメソッドで実現されうる。

【0216】

(命令・依頼手続き)

通信制御装置40は、互いに命令・依頼を実施してもよい。具体的には、一例として、通信装置20の通信パラメータの再構成(Reconfiguration)が挙げられる。例えば、通信制御装置40₁が管理する通信装置20₁が、通信制御装置40₂の管理する通信装置20₄から多大な干渉を受けていると判断される場合に、通信制御装置40₁が通信制御装置40₂に対して、通信装置20₄の通信パラメータ変更依頼をしてもよい。

10

【0217】

別の一例として、エリア情報の再構成(Reconfiguration)が挙げられる。例えば、通信制御装置40₂の管理する通信装置20₄に関するカバレッジ情報や保護領域情報の計算に不備が見られる場合、通信制御装置40₁が通信制御装置40₂に対して、当該エリア情報の再構成を依頼してもよい。これ以外にも、さまざまな理由からエリア情報の再構成依頼が行われてもよい。

【0218】

<<6.プライマリシステムの保護に係る動作>>

20

次に、通信システム2(セカンダリシステム)のプライマリシステムの保護に係る動作を説明する。

【0219】

本実施形態においては、以下の3つが重要な処理として挙げられる。

- (1) プライマリシステム保護計算対象となる通信装置のグルーピング
- (2) 各グループへの干渉マージンの配分
- (3) グループに紐づく方法に基づく最大許容送信電力の計算

【0220】

ここで、「プライマリシステム保護計算対象となる通信装置」とは、典型的には、プライマリシステムへの与干渉を考慮して、通信パラメータ(周波数チャネル、送信電力等)が決定される通信装置20のことである。このような通信装置20は、さまざまな基準によって特定されうる。

30

【0221】

具体的には、例えば、以下に示す基準が適用されうる。

- (基準1) プライマリシステムの受信干渉推定基準位置(Reference Point)と通信装置20との離隔距離(Separation Distance)
- (基準2) プライマリシステムに紐づいて予め定められる領域に対する通信装置20の地理位置の包含関係
- (基準3) プライマリシステムの受信干渉推定基準位置(Reference Point)において推定される通信装置20の与干渉量

40

【0222】

以下の説明では、プライマリシステム保護計算対象となる通信装置として特定された通信装置20のことを対象通信装置という。

【0223】

<6-1.通信制御処理>

最初に、通信システム2で実行される通信制御処理について説明する。通信制御処理は、1又は複数の通信システム1(プライマリシステム)が使用する周波数帯の電波を利用して無線通信する1又は複数の通信装置20(セカンダリシステム)の電波送信に関する処理である。

【0224】

50

図 20 は、本開示の実施形態に係る通信制御処理の一例を示すフローチャートである。

【0225】

(対象通信装置のグルーピング)

まず、通信制御装置 40 の分類部 442 は、対象通信装置が実施する「周波数利用許可手続きの形式」に基づいて、対象通信装置のグルーピングを行う(ステップ S61)。本発明においては、「周波数利用許可手続きの形式」として、少なくとも、(1)指定方式、(2)フレキシブル方式の 2 つを想定している。したがって、本ステップにおいては、対象通信装置は、少なくとも「指定方式グループ」と「フレキシブル方式グループ」の 2 つのいずれかに分類される。

【0226】

通信制御装置 40 は、複数のグループに所定のプライマリシステム保護方法を紐づける。

【0227】

例えば、「指定方式グループ」には、「干渉マージン逐次配分型」のプライマリシステム保護方法を紐づける。干渉マージン逐次配分型のプライマリシステム保護方法は、非特許文献 6 で開示されている逐次配分処理(IAP: Iterative Allocation Process)に代表される。「指定方式グループ」の通信装置 20 は、通信制御装置 40 に所望送信電力情報を通知する。したがって、所望送信電力と等しい、またはできる限り近い値が許可されることが望ましい。そのため、この目的を達するためには「干渉マージン逐次配分型」を紐づけることが有用である。

【0228】

一方、「フレキシブル方式グループ」には、「干渉マージン一斉配分型」のプライマリシステム保護方法を紐づける。干渉マージン一斉配分型のプライマリシステム保護方法は、非特許文献 3 で開示されている 3 種類の方法(Fixed/Predetermined、Flexible、Flexible Minimized)に代表される。「フレキシブル方式グループ」に属する通信装置 20 は、「指定方式グループ」とは異なり、通信制御装置 40 に対して所望送信電力を通知しない。そのため、「干渉マージン逐次配分型」の方法の適用は有用でない。一方、「干渉マージン一斉配分型」は、対象通信装置の地理位置情報に基づいて、最大許容送信電力の基準値を設定し、所定の方法で計算される送信電力マージン値を適用することで、最大許容送信電力を決定するため、「干渉マージン一斉配分型」は「フレキシブル方式グループ」への適用に適している。

【0229】

ここで、非特許文献 3 の方法を例に、詳細について補足する。ここで、上記送信電力マージン値は「干渉マージン」と実質的に等価であることに注意されたい。上述の式(2)を参照すると、 $P_{MaxTx}(dBm)$ を上記最大許容送信電力の基準値とみなすことができる。

$$P_{MaxTx}(dBm) = I_{Th}(dBm) + PL(d)(dB) \quad \dots (3)$$

【0230】

非特許文献 3 で開示されている 3 種類(Fixed/Predetermined、Flexible、Flexible Minimized)の方式に基づいて補正值が決定されうる。このとき、最大許容送信電力は以下のように表現することが可能である。

$$P'_{MaxTx}(dBm) = P_{MaxTx}(dBm) - (dBm) \quad \dots (4)$$

【0231】

ここで、左辺が最大許容送信電力、右辺の (dBm) が送信電力マージンである。この式を変形すると、以下ようになる。

$$P'_{MaxTx}(dBm) = P_{MaxTx}(dBm) - (dBm) = I_{Th}(dBm) + PL(d)(dB)$$

$$P'_{MaxTx}(dBm) = I_{Th}(dBm) - (dBm) + PL(d)(dB)$$

$$P'_{MaxTx}(dBm) = I'_{Th}(dBm) + PL(d)(dB) \quad \dots (5)$$

【0232】

ここで、 $I'_{Th}(dBm) = I_{Th}(dBm) - (dBm)$ である。これは、すなわち、

10

20

30

40

50

総許容干渉量 $I_{Th} (dBm)$ を複数の対象通信装置に所定の量を配分することに等しい。

【0233】

なお、「周波数利用許可手続きの形式」がさらに存在する場合には、グループの種類がさらに存在してもよい。その場合には、当該グループに対応するプライマリシステム保護方法が存在することが望ましい。ただし、その方法が「干渉マージン逐次配分型」または「干渉マージン一斉配分型」であるならば、以降の処理においては、「指定方式グループ」または「フレキシブル方式グループ」と同等の扱いをしてもよい。

【0234】

(各グループへの干渉マージンの仮配分)

次に、通信制御装置 40 の計算部 443 は、各グループへ干渉マージンを仮配分する (ステップ S62)。以降の説明において、「指定方式グループ」に仮配分される干渉マージンを $I_{Fixed} (dBm)$ 、「フレキシブル方式グループ」に仮配分される干渉マージンを $I_{Flexible} (dBm)$ と表記する。

10

【0235】

(各グループへの干渉マージンの仮配分)

各グループへの干渉マージンの仮配分完了後、通信制御装置 40 の計算部 443 は、対象通信装置の通信パラメータ (例えば、最大許容送信電力) の計算を実施する (ステップ S63)。以下の説明では、通信制御装置 40 は、通信パラメータとして最大許容送信電力を計算するものとする。最大許容送信電力の計算処理として、以下の 3 つの処理 (第 1 の例から第 3 の例) が考え得る。

20

【0236】

< 6 - 2 . 最大許容送信電力計算処理 (第 1 の例) >

最初に第 1 の例について説明する。第 1 の例では、通信制御装置 40 は、フレキシブル方式グループの対象通信装置について最大許容送信電力を計算した後、指定方式グループの対象通信装置について最大許容送信電力を計算する。図 21 は、本開示の実施形態に係る最大許容送信電力計算処理の一例を示すフローチャートである。

【0237】

まず、通信制御装置 40 の計算部 443 は、フレキシブル方式グループの対象通信装置について最大許容送信電力の計算を実施する (ステップ S631a)。前述の通り、計算方法には、フレキシブル方式グループに紐づく「干渉マージン一斉配分型」の手法が適用される。例えば、計算部 443 は、非特許文献 3 等で開示されている最大許容 EIRP の計算手法を適用する。以下の説明では、所定の対象通信装置に対して求まる最大許容送信電力を $P_{MaxTx, i} (dBm)$ (i は対象通信装置のインデックス番号) とする。

30

【0238】

本実施形態では、計算部 443 は、最大許容送信電力 $P_{MaxTx, i} (dBm)$ の算出後、剰余干渉マージン (Leftover Margin) $I_{Leftover, i} (dBm)$ を算出する。ここで、剰余干渉マージンとは、配分された干渉マージンのうち、対象通信装置に係る制約等により発生する剰余のことである。

【0239】

(剰余干渉マージンの発生要因 1)

剰余干渉マージンの発生要因として、具体的には、例えば、対象通信装置のハードウェア制約に起因する送信電力限界値 ($P_{MaxTxLimit, i} (dBm)$) が挙げられる。もし、送信電力限界値が前記最大許容送信電力よりも低い場合 (すなわち、 $P_{MaxTxLimit, i} (dBm) < P_{MaxTx, i} (dBm)$)、その対象通信装置によるプライマリシステムへの与干渉電力も、 $P_{MaxTx, i} (dBm)$ 算出時に用いた値 (式 (5) の $I_{Th} (dBm) = I_{Th} (dBm) - (dBm)$) に比べて小さくなる。

40

【0240】

(剰余干渉マージンの発生要因 2)

その他の発生要因として、例えば、法制上規定される送信電力クラスに起因する送信電力限界値が挙げられる。例えば、FCC 規則 Part 96 では、2 種類の通信装置クラス

50

(Category A/Category B)が規定され、それぞれ最大等価等方放射電力値 (Maximum Equivalent Isotropic Radiated Power (EIRP)) が30dBm/10MHz、47dBm/10MHzと規定されている。同様に、これらに起因する送信電力限界値が前記最大許容送信電力よりも低い場合 (すなわち、 $P_{MaxTxLimit,i}(dBm) < P_{MaxTx,i}(dBm)$)、その対象通信装置によるプライマリシステムへの与干渉電力も、 $P_{MaxTx,i}(dBm)$ 算出時に用いた値 (式(5)の $I_{Th}(dBm) = I_{Th}(dBm) - (dBm)$) に比べて小さくなる。

【0241】

(剰余干渉マージンの発生要因3)

また、例えば、対象通信装置のハードウェア制約の一つとして、送信電力調整に係るステップサイズが存在しえる。このとき、対象通信装置の調整可能送信電力値に上記最大許容送信電力が必ずしも含まれるとは限らない。このような場合、上記最大許容送信電力以下の調整可能送信電力値のいずれか (典型的には最大値) が選択される。したがって、上記と同様の剰余干渉マージンが発生しうる。

10

【0242】

(剰余干渉マージンの発生要因4)

また、例えば、「フレキシブル方式」の周波数利用許可リクエストのパラメータの一つとして、所要送信電力の範囲 (最小値および/または最大値) が提供される場合がある。そのような場合に、特に、最大値が示される場合、前記と同様の剰余干渉マージンが発生しうる。

20

【0243】

上記に代表される要因によって発生する剰余干渉マージン $I_{Leftover,i}(dBm)$ は、以下のように表現することが可能である。

【数1】

$$I_{Leftover,i}(dBm) = 10 \log \left(10^{\frac{P'_{MaxTx}(dBm)}{10}} - 10^{\frac{P_{MaxTxLimit,i}(dBm)}{10}} \right) - PL(d)_{(dB)} \quad \dots(6)$$

【0244】

導出過程は以下のとおりである。

$$I_{Th}(dBm) = P_{MaxTx}(dBm) - PL(d)_{(dB)} \quad \dots(7)$$

30

【0245】

また、 $P_{MaxTxLimit,i}(dBm)$ を送信電力とする場合の与干渉電力を $I_{Limit}(dBm)$ とすると、

$$I_{Limit}(dBm) = P_{MaxTxLimit,i}(dBm) - PL(d)_{(dB)} \quad \dots(8)$$

【0246】

式(7)、式(8)をそれぞれ真数表記し、両辺を互いに引く。

【数2】

40

$$\begin{aligned} & 10^{\frac{I_{Th}(dBm)}{10}} - 10^{\frac{I_{Limit}(dBm)}{10}} \\ &= 10^{\frac{P'_{MaxTx}(dBm) - PL(d)_{(dB)}}{10}} - 10^{\frac{P_{MaxTxLimit,i}(dBm) - PL(d)_{(dB)}}{10}} \quad \dots(9) \end{aligned}$$

【0247】

そして、両辺を対数に再変換する。

【数3】

50

$$\begin{aligned}
I_{Leftover,i}(\text{dBm}) &= 10 \log \left(10^{\frac{I_{Th}(\text{dBm})}{10}} - 10^{\frac{I_{Limit}(\text{dBm})}{10}} \right) \\
&= 10 \log \left(10^{\frac{P'_{MaxTx}(\text{dBm}) - PL(d)(\text{dB})}{10}} - 10^{\frac{P_{MaxTxLimit,i}(\text{dBm}) - PL(d)(\text{dB})}{10}} \right) \quad \dots(10) \\
&= 10 \log \left(\left(10^{\frac{P'_{MaxTx}(\text{dBm})}{10}} - 10^{\frac{P_{MaxTxLimit,i}(\text{dBm})}{10}} \right) \cdot 10^{\frac{-PL(d)(\text{dB})}{10}} \right) \\
&= 10 \log \left(10^{\frac{P'_{MaxTx}(\text{dBm})}{10}} - 10^{\frac{P_{MaxTxLimit,i}(\text{dBm})}{10}} \right) - PL(d)(\text{dB})
\end{aligned}$$

【0248】

以上により、上述の式(6)が導出される。通信制御装置40は、上記のようにして、すべての対象通信装置に関して剰余干渉マージンを計算する。

【0249】

本実施形態においては、上記剰余干渉マージンを、「指定方式グループ」の対象通信装置に対して融通する。換言すると、指定方式グループに配分された仮干渉マージン I_{Fixed} (dBm) を以下のように修正する。

【数4】

$$I_{Fixed, modified}(\text{dBm}) = 10 \log \left(I_{Fixed} + \sum_{i=0}^{N-1} I_{Leftover,i} \right) \quad \dots(11)$$

【0250】

このように修正された仮干渉マージンを、通信制御装置40の計算部443は、指定方式グループ内の対象通信装置に配分する(ステップS632a)。前述の通り、計算方法には、指定方式グループに紐づく「干渉マージン逐次配分型」の手法が適用される。例えば、通信制御装置40は、非特許文献6等で開示されている逐次配分処理(IAP: Iterative Allocation Process)を適用する。

【0251】

配分が完了したら、通信制御装置40は処理を終了する。

【0252】

フレキシブル方式グループに分類される通信装置20は、周波数利用許可リクエストに通信パラメータに関する要件のみを含む。そのため、フレキシブル方式グループでは、上述の要因(剰余干渉マージンの発生要因1~4)で、剰余干渉マージンが発生しうる。一方、固定方式グループでは、所望最大送信電力及び周波数が通信装置20により指定されるため、剰余干渉マージンが発生し難いと考えられる。第1の例では、通信制御装置40は、フレキシブル方式グループの最大許容送信電力を先に計算している。これにより、通信制御装置40は、フレキシブル方式グループで発生した剰余干渉マージンを指定方式グループに融通できるので、電波資源の効率的な利用を実現できる。

【0253】

<6-3. 最大許容送信電力計算処理(第2の例)>

次に第2の例について説明する。第2の例では、通信制御装置40は、指定方式グループの対象通信装置について最大許容送信電力を計算した後、フレキシブル方式グループの対象通信装置について最大許容送信電力を計算する。図22は、本開示の実施形

態に係る最大許容送信電力計算処理の他の例を示すフローチャートである。

【0254】

まず、通信制御装置40の計算部443は、指定方式グループの対象通信装置について最大許容送信電力の計算を実施する(ステップS631b)。前述の通り、計算方法には、前述の通り、計算方法には、指定方式グループに紐づく「干渉マージン逐次配分型」の手法が適用される。

【0255】

なお、指定方式グループでも、例えば、対象通信装置の数が少なかった場合等、剰余干渉マージンが発生し得る。通信制御装置40は、剰余干渉マージンを計算するとともに、上記剰余干渉マージンを、「フレキシブル方式グループ」の対象通信装置に対して融通する。換言すると、フレキシブル方式グループに配分された仮干渉マージンFlexible(dBm)を剰余干渉マージンに基づき修正する。

10

【0256】

そして、通信制御装置40の計算部443は、修正された仮干渉マージンを、フレキシブル方式グループ内の対象通信装置に配分する(ステップS632c)。前述の通り、計算方法には、フレキシブル方式グループに紐づく「干渉マージン一斉配分型」の手法が適用される。配分が完了したら、通信制御装置40は処理を終了する。

【0257】

第2の例では、通信制御装置40は、指定方式グループを先に計算している。これにより、指定方式グループで発生した剰余干渉マージンをフレキシブル方式グループに融通することが可能になる。結果として、通信制御装置40は、電波資源の効率的な利用を実現できる。

20

【0258】

<6-4. 最大許容送信電力計算処理(第3の例)>

次に第2の例について説明する。第3の例では、通信制御装置40は、指定方式グループ、フレキシブル方式グループ、どちらの計算を先に実施するかを、所定の基準に基づき決定する。図23は、本開示の実施形態に係る最大許容送信電力計算処理の他の例を示すフローチャートである。

【0259】

通信制御装置40の決定部444は、通信パラメータを計算するグループ順を決定する(ステップS631c)。例えば、通信制御装置40は、複数のグループをどういった順番で計算するかを決定(例えば、計算手順の選択)を行う。この決定ではさまざまな基準が用いられうる。以下に、選択基準の一例を示す。

30

【0260】

(基準1)グループ内通信装置の数の比較

通信制御装置40は、対象通信装置数が少ないグループに対して先に最大許容送信電力の計算を行う。対象通信装置数が少ないグループは、剰余干渉マージンが発生する可能性が高い。そのため、対象通信装置数が多いグループがより多くの干渉マージンを使えるようになる。

【0261】

40

(基準2)グループ内通信装置の設置密度の比較

通信制御装置40は、より高密度に設置されているグループを先に計算する。グループ内通信装置間で干渉が大きくなる可能性があり、最大許容送信電力からさらに送信電力を低減させる可能性がある。そのような場合、剰余干渉マージンが発生するので、これをより低密度なグループに配分することが可能となる。

【0262】

(基準3)グループ内通信装置の数と保護対象システムの保護点(または保護エリア)からの距離の比較(1)

例えば、通信制御装置40は、閾値離隔距離を設けて、閾値離隔距離よりも離れた位置にいるフレキシブルグループ内の通信装置の数をカウントする。この数が所定の閾値より

50

大きい場合、通信制御装置 40 は、先にフレキシブルグループの最大許容送信電力を計算する。特にフレキシブル方式は、一定以上離れていると、最大送信電力の計算結果がハードウェアの最大送信電力の上限を超える可能性が高くなり、結果的に剰余干渉マージンが多く発生しうるためである。

【0263】

(基準4) グループ内通信装置の数と保護対象システムの保護点(または保護エリア)からの距離の比較(2)

例えば、通信制御装置 40 は、閾値離隔距離を設けて、閾値離隔距離よりも近い位置にいる指定方式グループ内の通信装置の数をカウントする。この数が所定の閾値より大きい場合、通信制御装置 40 は、先に指定方式グループの最大許容送信電力を計算する。特に指定方式は、一定以上近いと、最大送信電力の計算結果が所望最大送信電力を下回る可能性が高くなり、結果的に剰余干渉マージンが多く発生しうるためである。

10

【0264】

(基準5) グループ内通信装置の数と保護対象システムの保護点(または保護エリア)からの距離の比較(3)

通信制御装置 40 は、基準3と基準4の双方を基準として計算手順を選択してもよい。このとき、通信制御装置 40 は、より多くの剰余干渉マージンが発生する手順を選択してよい。

【0265】

なお、グループ順の決定基準は上述した基準1~5に限られない。通信制御装置 40 は、他の決定基準に基づいてグループ順を決定してもよい。

20

【0266】

グループ順を決定したら、通信制御装置 40 の計算部 443 は、決定部 444 が決定したグループ順(選択した手順)で通信パラメータ(最大許容送信電力)を計算する(ステップ S632c)。

【0267】

第3の例では、通信制御装置 40 は、剰余干渉マージンが多く発生しそうなグループを先に計算している。これにより、通信制御装置 40 は、精度よく剰余干渉マージンを他のグループに融通できる。結果として、通信制御装置 40 は、電波資源の効率的な利用を実現できる。

30

【0268】

<<7. 変形例>>

上述の実施形態は一例を示したものであり、種々の変更及び応用が可能である。

【0269】

<7-1. マスタ-スレーブモデル>

上述したように、通信システム 2 には、複数の通信制御装置 40 が存在していてもよい。このとき、複数の通信制御装置 40 が構成する制御モデルは、図6に示すような、マスタ-スレーブモデル(中央制御モデル)であってもよい。マスタ-スレーブモデルでは、スレーブ通信制御装置がそれぞれ局所的(Local)に通信装置を管理・制御し、マスタ通信制御装置が、複数のスレーブ通信制御装置を束ねて、全体(Global)の調停を行う。図6の例であれば、通信制御装置 40₃ がマスタ通信制御装置であり、通信制御装置 40₄、40₅ がスレーブ通信制御装置である。

40

【0270】

スレーブ通信制御装置は以下のようにカテゴリ化可能である。

(1) 指定方式グループ向け

(2) フレキシブル方式グループ向け

すなわち、指定方式を採用する通信装置は前記指定方式グループ向けスレーブ通信制御装置に、フレキシブル方式を採用する通信装置はフレキシブル方式向けスレーブ通信制御装置によって管理・制御される。本変形例においては、通信制御装置 40₄ が指定方式グループ向けにカテゴリ化され、通信制御装置 40₅ がフレキシブル方式グループ向けに

50

カテゴリ化されるものとする。

【0271】

通信装置20を適切なスレーブ通信制御装置に管理させる方法としては、例えば、以下のような手段が適用されうる。

(1) マスタ通信制御装置から転送する

(2) 通信制御装置への接続に係る事前の契約条項等において指定する

【0272】

前者の場合、通信装置20はまず、マスタ通信制御装置にアクセスする。このときに、採用する方式に関する情報が通知されることが望ましい。アクセス確認後、マスタ通信制御装置は、前記方式情報をサポートするスレーブ通信制御装置へのアクセスに必要な情報を抽出し、通信装置20にこの情報を通知する。

10

【0273】

スレーブ通信制御装置へのアクセスに必要な情報は、例えば、IPアドレス、ポート番号、URL、PKI (Public Key Infrastructure)、ユーザ名、パスワードなどが含まれうる。

【0274】

後者の場合、通信装置20に事前にスレーブ通信制御装置へのアクセスに必要な情報が記録されていることが望ましい。また、通信装置20のソフトウェアが両方式をサポートする場合には、通信装置20の利用者の意向(例えば、用いる方式)に応じて、接続するスレーブ通信制御装置を切り替える機能が具備されることが望ましい。

20

【0275】

図24は、マスタ通信制御装置とスレーブ通信制御装置とのやり取りを示すシーケンス図である。図24の例では、通信制御装置403が、マスタ通信制御装置であり、通信制御装置404、405がスレーブ通信制御装置である。通信制御装置404が指定方式グループ向けにカテゴリ化され、通信制御装置405がフレキシブル方式グループ向けにカテゴリ化されている。図中の破線矢印はオプションであり、必ずしも存在していなくてもよい。

【0276】

スレーブ通信制御装置へのアクセスに必要な情報に基づいて、通信装置20は、スレーブ通信制御装置への登録手続きを実施する。複数の通信装置20を管理するネットワークマネージャによって代行されてもよい。

30

【0277】

登録手続き完了後、通信装置20は、周波数利用許可手続きを実施する。周波数利用許可リクエスト受信後、スレーブ通信制御装置は方式に応じた手法で、周波数利用許可リクエストを評価し、利用許可レスポンスを通知する。

【0278】

利用許可承認後、通信装置20は、周波数利用通知を行う。スレーブ通信制御装置は、電波送信を許容できるかどうか判定し、判定結果を通信装置20に通知する。許容される場合、通信装置20は電波送信を開始できる。

【0279】

ここで、周波数利用許可リクエストの評価および/または電波送信許容判定において、プライマリシステム保護を考慮する必要がある。しかしながら、スレーブ通信制御装置は特定の方式を採用する通信装置20の情報しかもたない。そこで、スレーブ通信制御装置の要求部446は、マスタ通信制御装置に対し、仮の干渉マージン(仮配分マージン)を要求する(ステップS71)。そして、スレーブ通信制御装置の取得部441は、マスタ通信制御装置から、通信制御処理のステップS62で述べた仮配分マージンを取得する(ステップS72)。少なくとも、「フレキシブル方式グループ」を管理するスレーブ通信制御装置は仮配分マージンFlexible(dBm)を取得する。「指定方式グループ」を管理するスレーブ通信制御装置は必ずしもこのタイミングで仮配分マージンを取得する必要はない。

40

50

【0280】

マスタ通信制御装置の処理部447は、まず、通信制御装置405に通信パラメータ（最大送信電力）の計算をさせる。通信制御装置405の計算部443は、取得した仮配分マージン $I_{Flexible}(dBm)$ に基づいて、管理する通信装置20のうち、対象通信装置に対して最大許容送信電力の計算を実施する（ステップS73）。また、通信制御装置405は、少なくとも、剰余干渉マージン $I_{Leftover,i}(dBm)$ も計算し、通信制御装置403（マスタ通信制御装置）へ通知する（ステップS74）。勿論、通信制御装置405は、最大許容送信電力の計算結果を通知してよい。通知は通信制御装置405の通知部445が行う。

【0281】

剰余干渉マージン $I_{Leftover,i}(dBm)$ 取得後、通信制御装置403の通知部445は、「指定方式グループ」を管理するスレーブ通信制御装置に対して、干渉マージンを通知する（ステップS75）。ここで通知される干渉マージン量は、例えば、式(11)で示した $I_{Fixed,modified}(dBm)$ となる。もし、ステップS72のタイミングで仮配分マージン $I_{Fixed}(dBm)$ が通知される場合には、ここでは修正分（修正マージン）のみが通知される。

【0282】

そして、マスタ通信制御装置の処理部447は、通信制御装置404に通信パラメータ（最大送信電力）の計算をさせる。通信制御装置404の計算部443は、修正干渉マージン $I_{Fixed,modified}(dBm)$ に基づいて、管理する通信装置20のうち、対象通信装置に対して最大許容送信電力の計算を実施する（ステップS76）。

【0283】

本変形例においても、通信制御装置40は、上述の最大許容送信電力計算処理（第1の例）と同様に、電波資源の効率的な利用を実現できる。

【0284】

なお、本変形例では、マスタ通信制御装置は、フレキシブル方式グループ向けにカテゴリ化されたスレーブ通信制御装置を先に通信パラメータ（最大送信電力）の計算をさせた。しかし、マスタ通信制御装置は、指定方式グループ向けにカテゴリ化されたスレーブ通信制御装置を先に通信パラメータ（最大送信電力）の計算をさせてもよい。この場合であっても、通信制御装置40は、上述の最大許容送信電力計算処理（第2の例）と同様に、電波資源の効率的な利用を実現できる。

【0285】

また、マスタ通信制御装置は、所定の基準に基づき通信パラメータ（最大送信電力）を先に計算させるスレーブ通信制御装置を決定してもよい。所定の基準は、最大許容送信電力計算処理（第3の例）で示した基準1～4であってもよい。このとき、「グループ」は「スレーブ通信制御装置」に「グループ順」は「スレーブ通信装置順」置き換える。そして、マスタ通信制御装置は、決定したスレーブ通信装置順で通信パラメータ（最大送信電力）の計算をさせる。この場合であっても、通信制御装置40は、上述の最大許容送信電力計算処理（第3の例）と同様に、電波資源の効率的な利用を実現できる。

【0286】

なお、端末装置30側に基地局機能が具備されるような状況も、同様のアーキテクチャを適用可能である。このとき、基地局をマスタ通信制御装置、端末基地局をスレーブ通信制御装置、端末基地局に接続する端末装置30を通信装置とみなすことができる。

【0287】

<7-2.実施形態の適用について>

上述の実施形態では、通信装置20は、指定方式グループとフレキシブル方式グループの2つに分類された。通信装置20は、指定方式グループ及びフレキシブル方式グループ以外のグループに分類されてもよい。また、通信装置20は、2つ以上のグループに分類されてもよい。同様に、スレーブ通信制御装置のカテゴリ化は、指定方式グループ向けとフレキシブル方式グループ向けの2つに限られない。

10

20

30

40

50

【 0 2 8 8 】

< 7 - 3 . システム構成に関する変形例 >

本実施形態の通信制御装置 4 0 は、上述の実施形態で説明した装置に限定されない。例えば、通信制御装置 4 0 は、周波数共用が行われる周波数帯域を二次利用する通信装置 2 0 を制御する以外の機能を有する装置であってもよい。例えば、本実施形態の通信制御装置 4 0 の機能をネットワークマネージャが具備してもよい。このとき、ネットワークマネージャは、例えば、C - R A N (Centralized Radio Access Network) と呼ばれるネットワーク構成の C - B B U (Centralized Base Band Unit) またはこれを備える装置であってもよい。また、ネットワークマネージャの機能を基地局 (アクセスポイントを含む。) が具備してもよい。これらの装置 (ネットワークマネージャ等) も通信制御装置とみなすことが可能である。

10

【 0 2 8 9 】

なお、上述の実施形態では、通信システム 1 を第 1 無線システム、通信装置 2 0 を第 2 無線システムとした。しかし、第 1 無線システム及び第 2 無線システムはこの例に限定されない。例えば、第 1 無線システムは通信装置 (例えば、通信装置 1 0) であってもよいし、第 2 無線システムは通信システム (通信システム 2) であってもよい。なお、本実施形態で登場する無線システムは、複数の装置から構成されるシステムに限定されず、適宜、「装置」、「端末」等に置き換え可能である。

【 0 2 9 0 】

また、上述の実施形態では、通信制御装置 4 0 は、通信システム 2 に属する装置であるものとしたが、必ずしも通信システム 2 に属する装置でなくてもよい。通信制御装置 4 0 は、通信システム 2 の外部の装置であってもよい。通信制御装置 4 0 は、通信装置 2 0 を直接制御せず、通信システム 2 を構成する装置を介して間接的に通信装置 2 0 を制御してもよい。また、セカンダリシステム (通信システム 2) は複数存在していてもよい。このとき、通信制御装置 4 0 は、複数のセカンダリシステムを管理してもよい。この場合、セカンダリシステムそれぞれを第 2 無線システムとみなすことができる。

20

【 0 2 9 1 】

なお、一般に周波数共用において、対象帯域を利用する既存システムをプライマリシステム、二次利用者をセカンダリシステムと呼ぶが、プライマリシステム及びセカンダリシステムは、別の用語に置き換えてもよい。H e t N E T (Heterogeneous Network) におけるマクロセルをプライマリシステム、スモールセルやリレー局をセカンダリシステムとしてもよい。また、基地局をプライマリシステム、そのカバレッジ内に存在する D 2 D や V 2 X (Vehicle-to-Everything) を実現する R e l a y U E や V e h i c l e U E をセカンダリシステムとしてもよい。基地局は固定型に限らず、可搬型 / 移動型であってもよい。

30

【 0 2 9 2 】

さらに、各エンティティ間のインタフェースは、有線・無線問わない。例えば、本実施形態で登場した各エンティティ (通信制御装置、通信装置、又は端末装置) 間のインタフェースは、周波数共用に依存しない無線インタフェースであってもよい。周波数共用に依存しない無線インタフェースとしては、例えば、移動体通信事業者によって L i c e n s e d b a n d を介して提供される無線インタフェースや、既存の免許不要帯域を利用する無線 L A N 通信、等が挙げられる。

40

【 0 2 9 3 】

< 7 - 4 . その他の変形例 >

本実施形態の通信装置 1 0、通信装置 2 0、端末装置 3 0、又は通信制御装置 4 0 を制御する制御装置は、専用のコンピュータシステムで実現してもよいし、汎用のコンピュータシステムで実現してもよい。

【 0 2 9 4 】

例えば、上述の動作 (例えば、通信制御処理、調整処理、又は配分処理等) を実行するための通信プログラムを、光ディスク、半導体メモリ、磁気テープ、フレキシブルディス

50

ク等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納して配布する。そして、例えば、該プログラムをコンピュータにインストールし、上述の処理を実行することによって制御装置を構成する。このとき、制御装置は、通信装置 10、通信装置 20、端末装置 30、又は通信制御装置 40 の外部の装置（例えば、パーソナルコンピュータ）であってもよい。また、制御装置は、通信装置 10、通信装置 20、端末装置 30、又は通信制御装置 40 の内部の装置（例えば、制御部 24、制御部 34、又は制御部 44）であってもよい。

【0295】

また、上記通信プログラムをインターネット等のネットワーク上のサーバ装置が備えるディスク装置に格納しておき、コンピュータにダウンロード等できるようにしてもよい。また、上述の機能を、OS（Operating System）とアプリケーションソフトとの協働により実現してもよい。この場合には、OS以外の部分を媒体に格納して配布してもよいし、OS以外の部分をサーバ装置に格納しておき、コンピュータにダウンロード等できるようにしてもよい。

10

【0296】

また、上記実施形態において説明した各処理のうち、自動的に行われるものとして説明した処理の全部又は一部を手動的に行うこともでき、あるいは、手動的に行われるものとして説明した処理の全部又は一部を公知の方法で自動的に行うこともできる。この他、上記文書中や図面中で示した処理手順、具体的名称、各種のデータやパラメータを含む情報については、特記する場合を除いて任意に変更することができる。例えば、各図に示した各種情報は、図示した情報に限られない。

20

【0297】

また、図示した各装置の各構成要素は機能概念的なものであり、必ずしも物理的に図示の如く構成されていることを要しない。すなわち、各装置の分散・統合の具体的な形態は図示のものに限られず、その全部又は一部を、各種の負荷や使用状況などに応じて、任意の単位で機能的又は物理的に分散・統合して構成することができる。

【0298】

また、上記してきた実施形態は、処理内容を矛盾させない領域で適宜組み合わせることが可能である。また、本実施形態のシーケンス図或いはフローチャートに示された各ステップは、適宜順序を変更することが可能である。

【0299】

<< 8 . むすび >>

以上説明したように、本開示の一実施形態によれば、通信制御装置 40 は、複数の通信装置 20 から所定の方式に従う周波数利用許可リクエストを取得する。そして、通信制御装置は、周波数利用許可リクエストの方式に応じて複数の通信装置 20 を複数のグループにグルーピングし、グループ毎に通信装置 20 の通信パラメータを計算する。これにより、通信制御装置 40 は、形態の異なる通信装置 20 が混在していたとしても、周波数利用許可リクエストの方式に応じて最適な電波資源の配分が可能になる。結果として、電波資源の効率的利用が可能になる。

30

【0300】

以上、本開示の各実施形態について説明したが、本開示の技術的範囲は、上述の各実施形態そのままに限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。また、異なる実施形態及び変形例にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

40

【0301】

また、本明細書に記載された各実施形態における効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

【0302】

なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

第1無線システムが使用する周波数帯の電波を利用して無線通信する複数の第2無線シ

50

システムから所定の方式に従う周波数利用許可リクエストを取得する取得部と、

前記周波数利用許可リクエストの方式に応じて前記複数の第 2 無線システムを複数のグループにグルーピングする分類部と、

前記グループ毎に前記第 2 無線システムの通信パラメータを計算する計算部と、
を備える通信制御装置。

(2)

前記計算部は、所定のグループ順で前記第 2 無線システムの通信パラメータを計算する、
前記 (1) に記載の通信制御装置。

(3)

前記取得部は、前記第 2 無線システムが所望する最大送信電力及び周波数に関する情報
を含む第 1 の方式と、前記第 2 無線システムの通信パラメータに関する要件を含む第 2 の
方式と、を少なくとも含む複数の方式のうちのいずれかの方式に従う周波数利用許可リク
エストを取得し、

10

前記分類部は、前記複数の第 2 無線システムを、少なくとも、前記第 1 の方式を用いる
前記第 2 無線システムで構成される第 1 のグループと、前記第 2 の方式を用いる前記第 2
無線システムで構成される第 2 のグループと、に分類する、

前記 (2) に記載の通信制御装置。

(4)

前記計算部は、干渉マージンを前記複数のグループそれぞれに分配し、分配した干渉マ
ージンに基づいて前記第 2 無線システムの通信パラメータを計算するとともに、先に計算
したグループで余剰干渉マージンが発生した場合には、後に計算するグループに前記余剰
干渉マージンを分配する、

20

前記 (2) に記載の通信制御装置。

(5)

前記計算部は、前記第 2 のグループ、前記第 1 のグループの順に前記第 2 無線システム
の通信パラメータを計算する、

前記 (3) 又は (4) に記載の通信制御装置。

(6)

前記計算部は、前記第 1 のグループ、前記第 2 のグループの順に前記第 2 無線システム
の通信パラメータを計算する、

30

前記 (3) 又は (4) に記載の通信制御装置。

(7)

前記計算部は、干渉マージン逐次配分型の計算方法に基づいて、前記第 1 のグループに
分類された前記第 2 無線システムの通信パラメータを計算する、

前記 (3) に記載の通信制御装置。

(8)

前記計算部は、干渉マージン一斉配分型の計算方法に基づいて、前記第 2 のグループに
分類された前記第 2 無線システムの通信パラメータを計算する、

前記 (3) に記載の通信制御装置。

(9)

前記通信パラメータを計算する前記グループ順を決定する決定部、を備え、

前記計算部は、前記決定部が決定したグループ順で前記通信パラメータを計算する、

前記 (3) に記載の通信制御装置。

40

(10)

前記決定部は、前記グループ内の前記第 2 無線システムの数に基づいて前記グループ順
を決定する、

前記 (9) に記載の通信制御装置。

(11)

前記決定部は、前記グループ内の第 2 無線システムの設置密度に基づいて前記グループ
順を決定する、

50

前記(9)に記載の通信制御装置。

(12)

前記決定部は、前記グループ内の第2無線システムの数と、前記第1無線システムの保護点或いは保護エリアからの距離と、に基づいて、前記グループ順を決定する、

前記(9)に記載の通信制御装置。

(13)

前記決定部は、前記第2のグループに分類された複数の第2無線システムのうち、前記第1無線システムの保護点或いは保護エリアからの距離が所定距離よりも離れた位置にいる第2無線システムの数が所定の閾値よりも多い場合に、前記グループ順を前記第2のグループ、前記第1のグループの順と決定する、

前記(12)に記載の通信制御装置。

(14)

前記決定部は、前記第1のグループに分類された複数の第2無線システムのうち、前記第1無線システムの保護点或いは保護エリアからの距離が所定距離よりも近い位置にいる第2無線システムの数が所定の閾値よりも多い場合に、前記グループ順を前記第1のグループ、前記第2のグループの順と決定する、

前記(12)に記載の通信制御装置。

(15)

第1無線システムが使用する周波数帯の電波を利用して無線通信する複数の第2無線システムから所定の方式に従う周波数利用許可リクエストを取得し、

前記周波数利用許可リクエストの方式に応じて前記複数の第2無線システムを複数のグループにグループングし、

前記グループ毎に前記第2無線システムの通信パラメータを計算する、
通信制御方法。

(16)

通信制御装置が有するコンピュータを、

第1無線システムが使用する周波数帯の電波を利用して無線通信する複数の第2無線システムから所定の方式に従う周波数利用許可リクエストを取得する取得部、

前記周波数利用許可リクエストの方式に応じて前記複数の第2無線システムを複数のグループにグループングする分類部、

前記グループ毎に前記第2無線システムの通信パラメータを計算する計算部、
として機能させるための通信制御プログラム。

(17)

マスタ通信制御装置と、前記マスタ通信制御装置に従う第1のスレーブ通信制御装置及び第2のスレーブ通信制御装置と、を備える通信システムであって、

前記第1のスレーブ通信制御装置は、

第1無線システムが使用する周波数帯の電波を利用して無線通信する第2無線システムから第1の方式に従う周波数利用許可リクエストを取得する第1の取得部と、

前記マスタ通信制御装置から通知された干渉マージンに基づき配下の第2無線システムの通信パラメータを計算する第1の計算部と、を備え、

前記第2のスレーブ通信制御装置は、

第1無線システムが使用する周波数帯の電波を利用して無線通信する第2無線システムから第2の方式に従う周波数利用許可リクエストを取得する第2の取得部と、

前記マスタ通信制御装置から通知された干渉マージンに基づき配下の第2無線システムの通信パラメータを計算する第2の計算部と、を備え、

前記マスタ通信制御装置は、

所定のスレーブ通信制御装置順でスレーブ通信制御装置配下の第2無線システムの通信パラメータを計算させる処理部と、を備える

通信システム。

(18)

10

20

30

40

50

前記第 1 の方式は、周波数利用許可リクエストに、前記第 2 無線システムが所望する最大送信電力及び周波数に関する情報を含む方式であり、

前記第 2 の方式は、周波数利用許可リクエストに、前記第 2 無線システムの通信パラメータに関する要件を含む方式である、

前記 (1 7) に記載の通信システム。

(1 9)

前記マスタ通信制御装置の処理部は、前記第 2 のスレーブ通信制御装置、前記第 1 のスレーブ通信制御装置の順に前記第 2 無線システムの通信パラメータを計算させ、

前記第 2 のスレーブ通信制御装置は、前記マスタ通信制御装置から割り当てられた干渉マージンが余った場合に剰余干渉マージンとして前記マスタ通信制御装置に通知する通知部、を備え、

10

前記マスタ通信制御装置の処理部は、前記第 2 のスレーブ通信制御装置から前記剰余干渉マージンが通知された場合に、前記第 1 のスレーブ通信制御装置に該剰余干渉マージンを割り当てる、

前記 (1 8) に記載の通信システム。

(2 0)

前記マスタ通信制御装置の処理部は、前記第 1 のスレーブ通信制御装置、前記第 2 のスレーブ通信制御装置の順に前記第 2 無線システムの通信パラメータを計算させ、

前記第 1 のスレーブ通信制御装置は、前記マスタ通信制御装置から割り当てられた干渉マージンが余った場合に剰余干渉マージンとして前記マスタ通信制御装置に通知する通知部、を備え、

20

前記マスタ通信制御装置の処理部は、前記第 1 のスレーブ通信制御装置から前記剰余干渉マージンが通知された場合に、前記第 2 のスレーブ通信制御装置に該剰余干渉マージンを割り当てる、

前記 (1 8) に記載の通信システム。

【符号の説明】

【 0 3 0 3 】

1、2 通信システム

10、20 通信装置

30 端末装置

30

40 通信制御装置

50 ネットワークマネージャ

21、31、41 無線通信部

22、32、42 記憶部

23、43 ネットワーク通信部

24、34、44 制御部

211、311 受信処理部

212、312 送信処理部

441 取得部

442 分類部

40

443 計算部

444 決定部

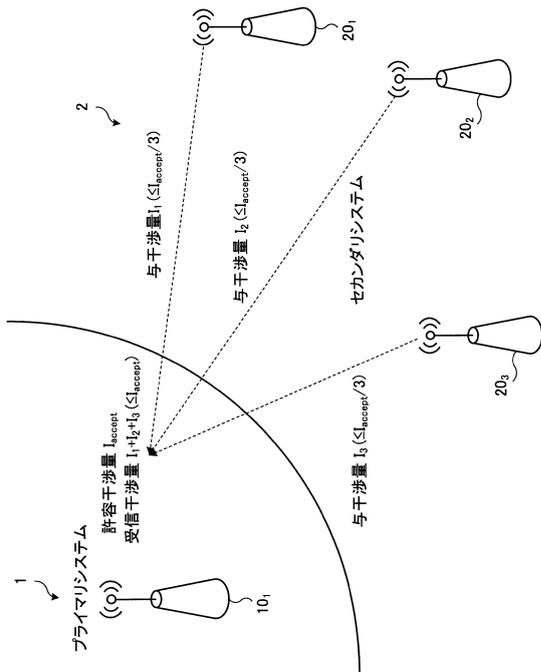
445 通知部

446 要求部

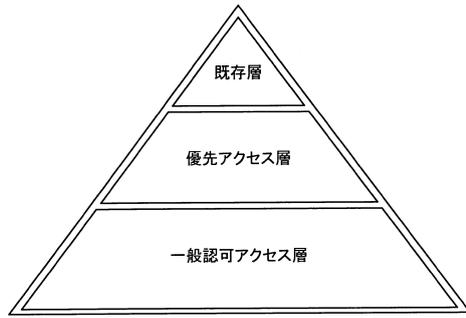
447 処理部

【図面】

【図 1】



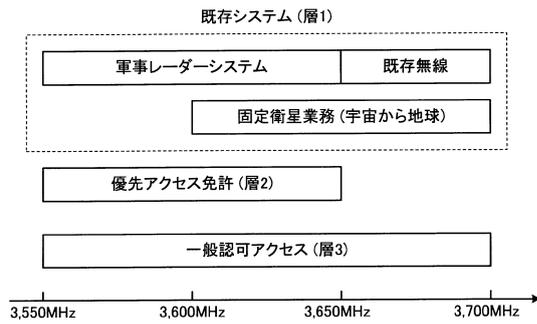
【図 2】



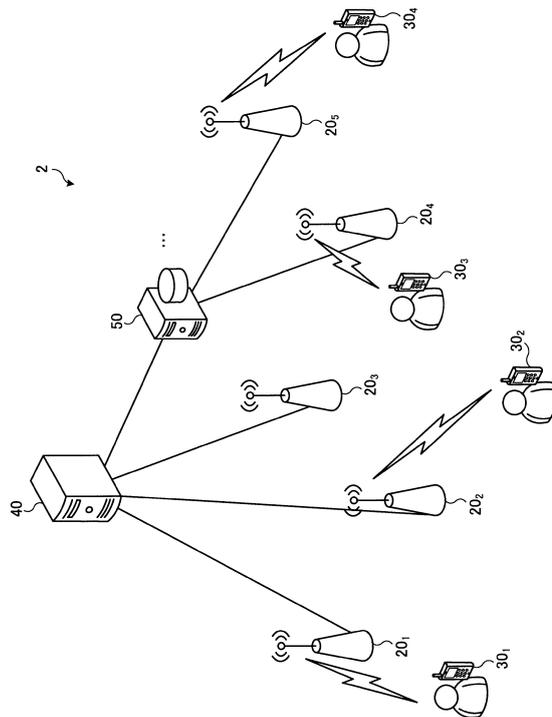
10

20

【図 3】



【図 4】

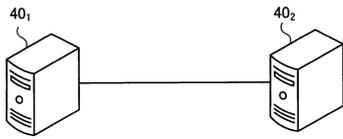


30

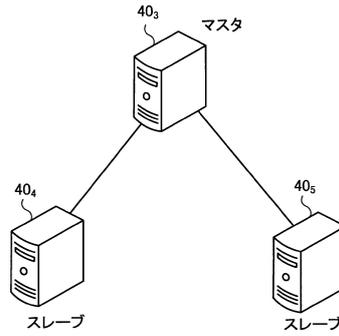
40

50

【図5】

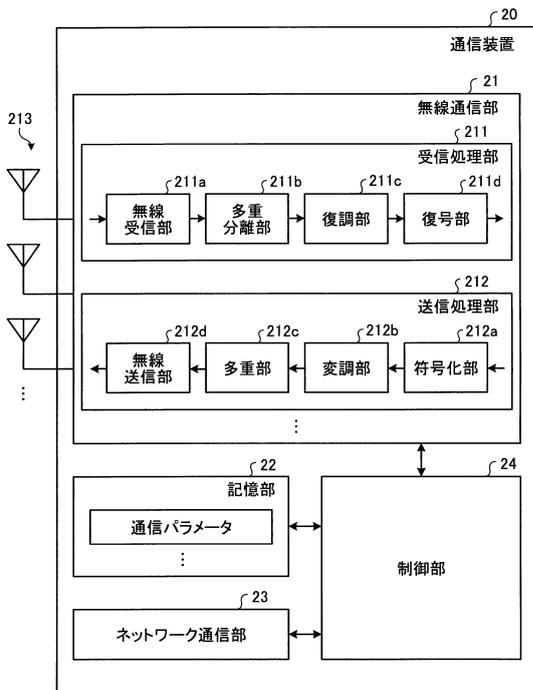


【図6】

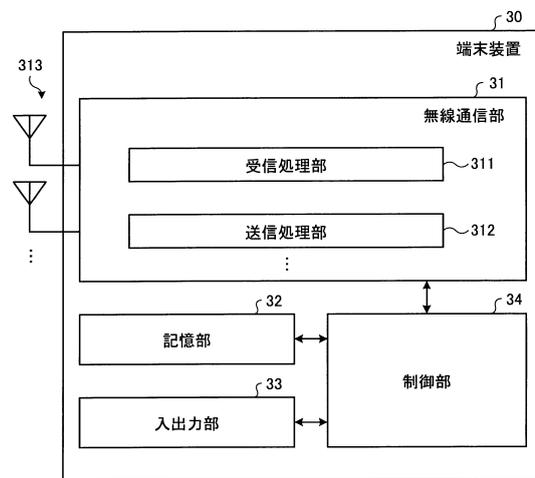


10

【図7】



【図8】



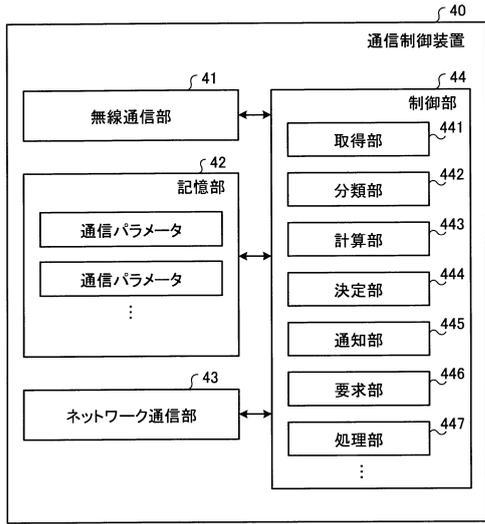
20

30

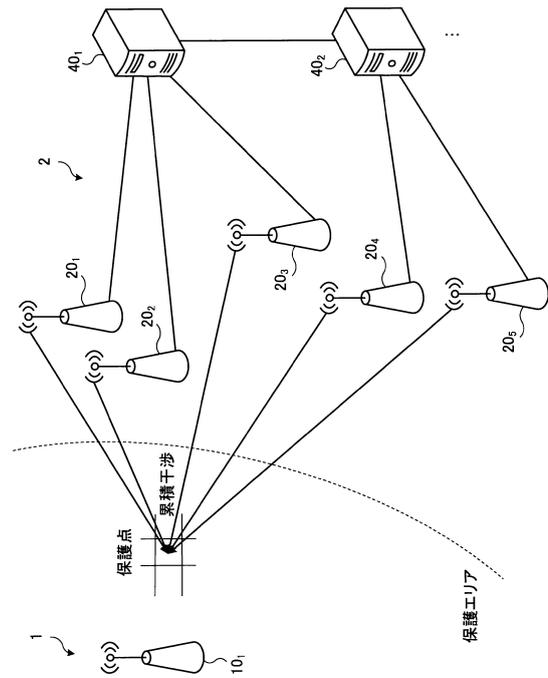
40

50

【図9】



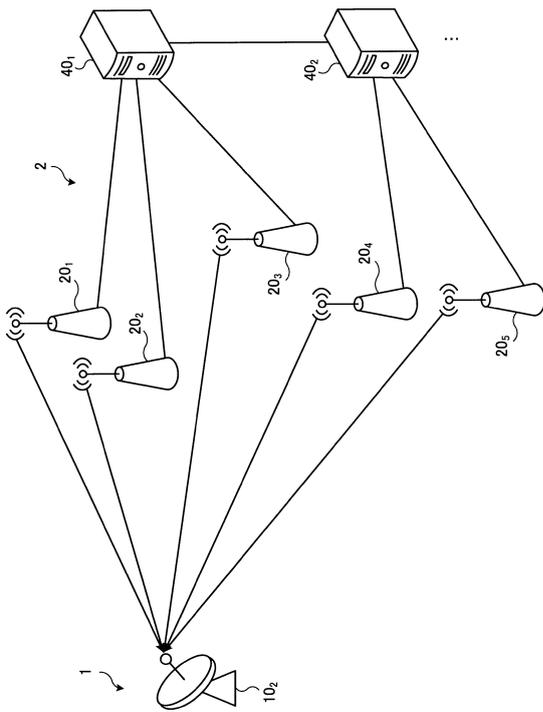
【図10】



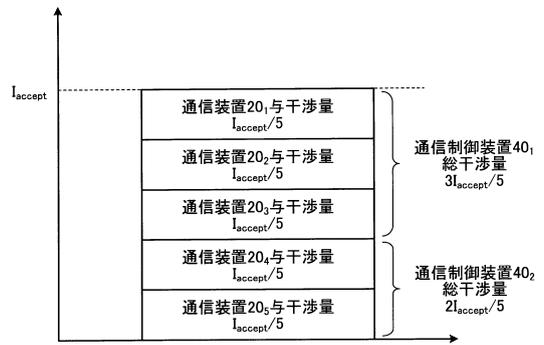
10

20

【図11】



【図12】

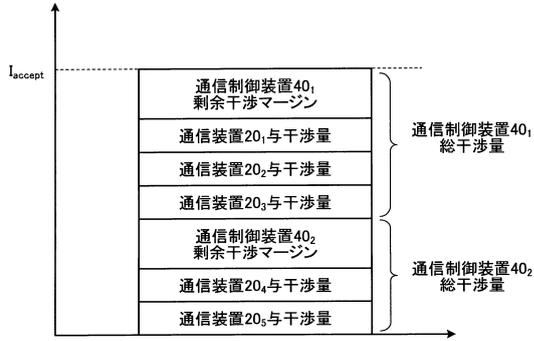


30

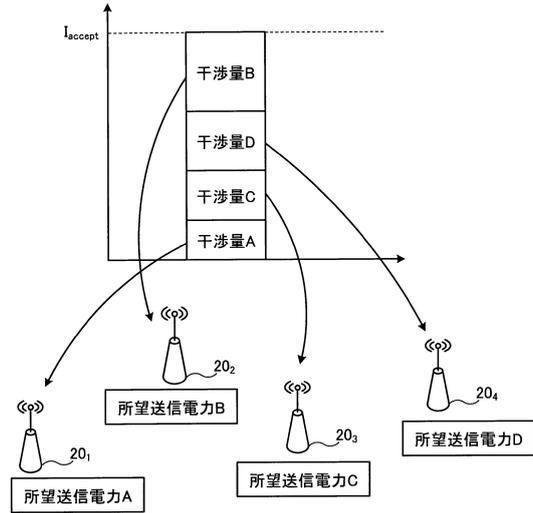
40

50

【 図 1 3 】



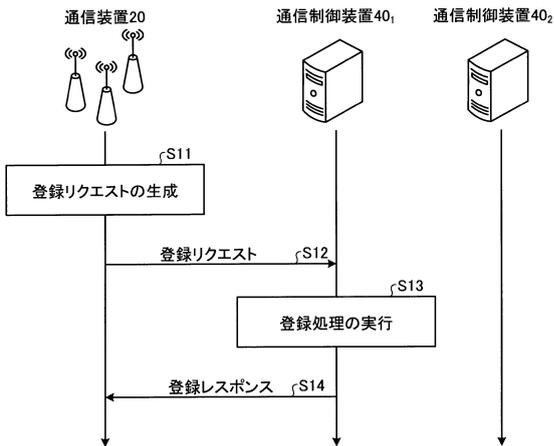
【 図 1 4 】



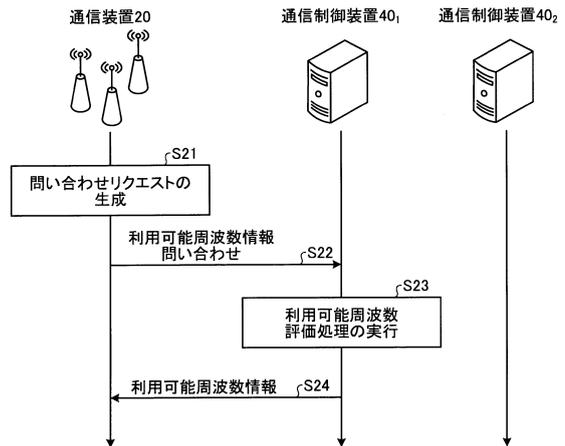
10

20

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

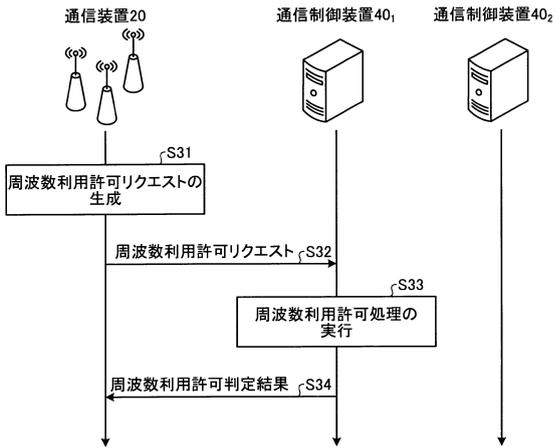


30

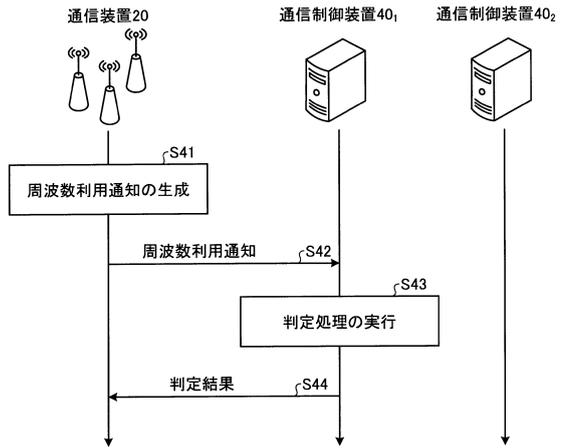
40

50

【図 17】



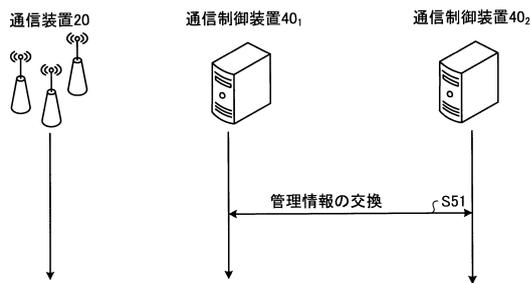
【図 18】



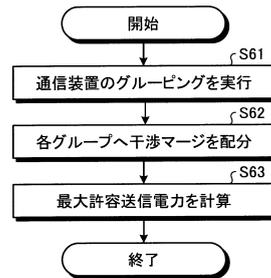
10

20

【図 19】



【図 20】

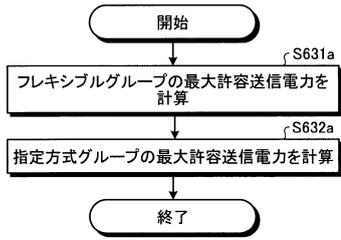


30

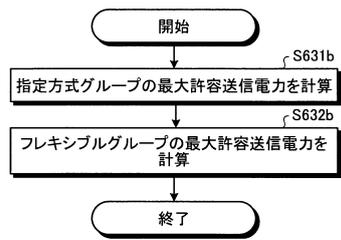
40

50

【図 2 1】

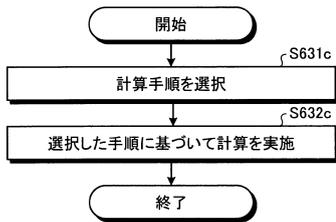


【図 2 2】

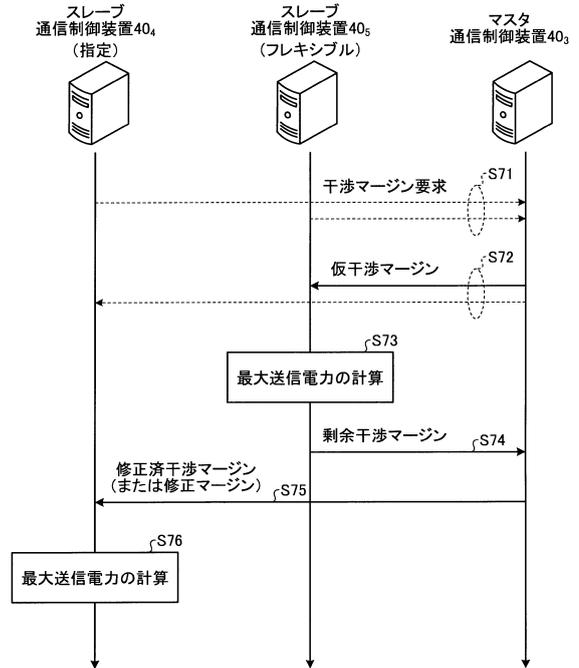


10

【図 2 3】



【図 2 4】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2014 - 042329 (JP, A)
国際公開第 2018 / 150303 (WO, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- H04B 7/24 - 7/26
 - H04W 4/00 - 99/00
 - 3GPP TSG RAN WG1 - 4
 - SA WG1 - 4
 - CT WG1、4