

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2022-7938
(P2022-7938A)

(43)公開日 令和4年1月13日(2022.1.13)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 W 52/18 (2009.01)	H 0 4 W 52/18	5 K 0 6 7
H 0 4 W 72/04 (2009.01)	H 0 4 W 72/04	1 3 0
H 0 4 W 16/14 (2009.01)	H 0 4 W 72/04	1 5 0
H 0 4 W 52/38 (2009.01)	H 0 4 W 16/14	
	H 0 4 W 52/38	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全58頁)

(21)出願番号 特願2021-4443(P2021-4443)	(71)出願人 000005821
(22)出願日 令和3年1月14日(2021.1.14)	パナソニック株式会社
(31)優先権主張番号 特願2020-29395(P2020-29395)	大阪府門真市大字門真1006番地
(32)優先日 令和2年2月25日(2020.2.25)	(74)代理人 110002952
(33)優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	特許業務法人鷺田国際特許事務所
(31)優先権主張番号 特願2020-148907(P2020-148907)	(72)発明者 須藤 浩章
(32)優先日 令和2年9月4日(2020.9.4)	大阪府門真市大字門真1006番地 パ
(33)優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	ナソニック株式会社内
(出願人による申告)令和2年度、総務省、令和2年度における電波資源拡大のための研究開発のうちIoT / 5G時代の様々な電波環境に対応した最適通信方式選択技術の研究開発の委託事業、産業技術力強化法第17条の適用を受ける特許出願	Fターム(参考) 5K067 AA12 AA22 AA43 DD11 DD41 EE02 EE10

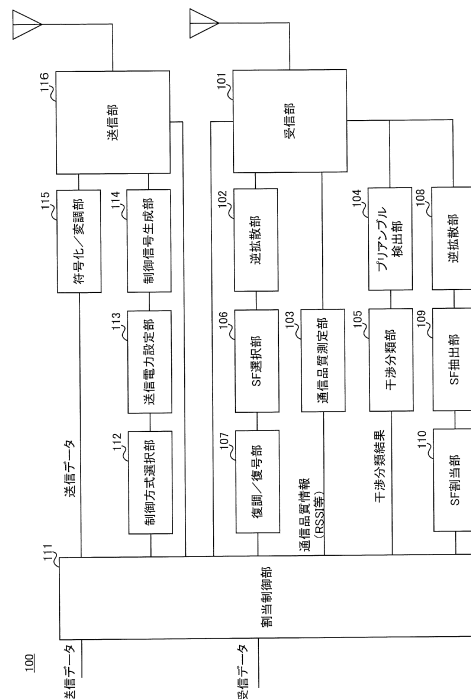
(54)【発明の名称】 基地局、及び、制御方法

(57)【要約】

【課題】通信特性を向上させることができる基地局、及び、制御方法の提供に資する。

【解決手段】基地局は、スペクトラム拡散方式を用いる第1の端末が送信した第1の信号と、スペクトラム拡散方式と異なる方式を用いる第2の端末が送信した第2の信号とを受信する受信部と、第1の信号の通信品質に関する情報に基づいて、第1の端末に割り当てるチャネルを決定し、第2の信号の通信品質に関する情報に基づいて、第2の端末に割り当てるチャネルを決定する制御部と、を備える。制御部は、第1の端末に割り当てたチャネルにおける、第2の端末の割り当て状況に応じて、第1の端末の送信電力制御を切り替える。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スペクトラム拡散方式を用いる第 1 の端末が送信した第 1 の信号と、前記スペクトラム拡散方式と異なる方式を用いる第 2 の端末が送信した第 2 の信号とを受信する受信部と、前記第 1 の信号の通信品質に関する情報に基づいて、前記第 1 の端末に割り当てるチャンネルを決定し、前記第 2 の信号の通信品質に関する情報に基づいて、前記第 2 の端末に割り当てるチャンネルを決定する制御部と、
を備え、
前記制御部は、前記第 1 の端末に割り当てたチャンネルにおける、前記第 2 の端末の割り当て状況に応じて、前記第 1 の端末の送信電力制御を切り替える、
基地局。

10

【請求項 2】

前記制御部は、
前記第 1 の信号の通信品質が第 1 の閾値以上の場合に、前記第 1 の端末に第 1 のチャンネルを割り当て、前記第 2 の信号の通信品質が第 2 の閾値以上の場合に、前記第 2 の端末に前記第 1 のチャンネルを割り当て、
前記制御部は、前記第 1 のチャンネルに割り当てた前記第 2 の端末の数が所定数以上の場合、前記第 1 の端末の送信電力を、前記第 1 のチャンネルにおける前記第 2 の信号の通信品質に基づいて決定する、
請求項 1 に記載の基地局。

20

【請求項 3】

前記制御部は、
前記第 1 の信号の通信品質が第 3 の閾値未満の場合に、前記第 1 の端末に、前記第 2 の端末の割り当て数が規定数未満の第 2 のチャンネルを割り当て、
前記制御部は、前記基地局が属するネットワークと異なるネットワークに属する無線装置の前記第 2 のチャンネルの使用状況に応じて、前記第 1 の端末の送信電力を決定する、
請求項 1 に記載の基地局。

【請求項 4】

前記制御部は、前記第 2 のチャンネルにおける前記無線装置からの干渉量が第 4 の閾値未満の場合、前記第 1 の端末の送信電力を規定量の分、低下させる、
請求項 3 に記載の基地局。

30

【請求項 5】

前記制御部は、前記第 1 の端末が用いる前記スペクトラム拡散方式の拡散率に応じて、前記第 1 の端末の送信電力を調整する、
請求項 2 から 4 のいずれか一項に記載の基地局。

【請求項 6】

前記制御部は、
或る時間 T_k 以内に通信が成功しない前記第 1 の端末を、前記第 2 の端末の割り当て数が規定数未満の第 3 のチャンネルに割り当てる、
請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の基地局。

40

【請求項 7】

前記制御部は、
前記制御部は、前記第 3 のチャンネルに割り当てた前記第 1 の端末が、前記時間 T_k 以内に通信が成功した場合、前記第 2 の端末の割り当て数が規定数以上の第 4 のチャンネルに割り当てる、
請求項 6 に記載の基地局。

【請求項 8】

前記制御部は、前記第 1 の端末と規定数以上の前記第 2 の端末とを割り当てる第 5 のチャンネルと、前記第 1 の端末と規定数未満の第 2 の端末を割り当てる第 6 のチャンネルとに割り当てる、前記第 1 の端末の第 1 の割合を調整し、

50

前記制御部は、前記第 5 のチャンネルと、前記第 2 の端末を割り当て、前記第 1 の端末を割り当てない第 7 のチャンネルとに割り当てる、前記第 2 の端末の第 2 の割合を調整し、前記制御部は、前記第 1 の割合及び前記第 2 の割合を、前記基地局が属するネットワークと異なるネットワークに属する無線装置の前記第 5 チャンネル、前記第 6 チャンネル、及び、前記第 7 チャンネルの使用状況に応じて、調整する、請求項 1 に記載の基地局。

【請求項 9】

前記制御部は、前記第 1 の割合と、前記第 2 の割合を独立して設定する、請求項 8 に記載の基地局。

【請求項 10】

前記制御部は、前記第 1 の端末又は前記第 2 の端末のいずれかに相当する第 3 の端末に割り当てるチャンネルのグループに、前記第 3 の端末を含む複数の端末を割り当てると決定した場合、前記複数の端末のそれぞれが送信した信号の通信品質に関する情報に基づいて、前記グループの中から、前記複数の端末それぞれに割り当てるチャンネルを決定する、請求項 1 に記載の基地局。

【請求項 11】

前記制御部は、前記グループに含まれるチャンネルの中で、前記基地局の配下ではない無線装置が送信した信号による干渉が所定値より小さいチャンネルに、前記基地局における受信電力が所定電力より小さい信号を送信する端末に割り当てる、請求項 10 に記載の基地局。

【請求項 12】

前記制御部は、最後に通信が成功したタイミングからの経過時間が所定値より大きい端末を、前記グループに含まれるチャンネルの中で、前記基地局の配下ではない無線装置が送信した信号による干渉が所定値より小さいチャンネルに割り当てる、請求項 10 に記載の基地局。

【請求項 13】

前記制御部は、前記複数の端末に前記第 1 の端末と前記第 2 の端末とが含まれる場合、前記第 2 の端末を、前記グループに含まれるチャンネルの中で、前記基地局の配下ではない無線装置が送信した信号による干渉が所定値より小さいチャンネルに割り当てる、請求項 10 に記載の基地局。

【請求項 14】

前記制御部は、前記複数の端末の中で、特定の条件を満たすことによってチャンネル割り当ての優先度が前記特定の条件を満たさない端末よりも高いと判定された第 4 の端末を、前記グループに含まれるチャンネルの中で前記基地局の配下ではない無線装置が送信した信号による干渉が所定値より小さいチャンネルに割り当てる、請求項 10 に記載の基地局。

【請求項 15】

前記制御部は、前記第 4 の端末が前記第 1 の端末に含まれる場合、前記第 4 の端末の送信電力を、前記第 4 の端末と同じチャンネルに割り当てられ、前記第 4 の端末を除く前記第 1 の端末の送信電力よりも高く設定する、請求項 14 に記載の基地局。

【請求項 16】

前記制御部は、前記第 1 の端末の中で、特定の条件を満たすことによってチャンネル割り当ての優先度が前記特定の条件を満たさない端末よりも高いと判定された第 4 の端末を、前記第 2 の端末を割り当てないチャンネルに割り当てて、前記第 2 の端末の中で、特定の条件を満たすことによってチャンネル割り当ての優先度が前記特定の条件を満たさない端末よりも高いと判定された第 5 の端末を、前記第 1 の端末を割り当てないチャンネルに割り当てて、請求項 1 に記載の基地局。

【請求項 17】

10

20

30

40

50

前記制御部は、前記第 4 の端末の送信電力を、前記第 4 の端末と同じチャンネルに割り当てられ、前記第 4 の端末を除く前記第 1 の端末の送信電力よりも高く設定する、請求項 16 に記載の基地局。

【請求項 18】

スペクトラム拡散方式を用いる第 1 の端末が送信した第 1 の信号と、前記スペクトラム拡散方式と異なる方式を用いる第 2 の端末が送信した第 2 の信号とを受信し、前記第 1 の信号の通信品質に関する情報に基づいて、前記第 1 の端末に割り当てるチャンネルを決定し、前記第 2 の信号の通信品質に関する情報に基づいて、前記第 2 の端末に割り当てるチャンネルを決定し、前記第 1 の端末に割り当てたチャンネルにおける、前記第 2 の端末の割り当て状況に応じて、前記第 1 の端末の送信電力制御を切り替える、制御方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、基地局、及び、制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

無線通信装置間（例えば、基地局と端末との間）の通信には、免許不要な帯域（アンライセンストバンド）が利用されることがある。アンライセンストバンドは、様々な無線通信システムによって利用される。

20

【0003】

例えば、特許文献 1 には、複数の基地局に対して、通信に用いるチャンネルを割り当てる場合に、干渉量が最小化されるようにチャンネルの割り当てを決定する無線通信システムが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2013 - 81089 号公報

30

【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、様々な無線通信システムが利用する環境において、通信特性を向上させる方法については、検討の余地がある。

【0006】

本開示の非限定的な実施例は、通信特性を向上させることができる基地局、及び、制御方法の提供に資する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示の一実施例に係る基地局は、スペクトラム拡散方式を用いる第 1 の端末が送信した第 1 の信号と、前記スペクトラム拡散方式と異なる方式を用いる第 2 の端末が送信した第 2 の信号とを受信する受信部と、前記第 1 の信号の通信品質に関する情報に基づいて、前記第 1 の端末に割り当てるチャンネルを決定し、前記第 2 の信号の通信品質に関する情報に基づいて、前記第 2 の端末に割り当てるチャンネルを決定する制御部と、を備え、前記制御部は、前記第 1 の端末に割り当てたチャンネルにおける、前記第 2 の端末の割り当て状況に応じて、前記第 1 の端末の送信電力制御を切り替える。

40

【0008】

本開示の一実施例に係る制御方法は、スペクトラム拡散方式を用いる第 1 の端末が送信した第 1 の信号と、前記スペクトラム拡散方式と異なる方式を用いる第 2 の端末が送信した

50

第 2 の信号とを受信し、前記第 1 の信号の通信品質に関する情報に基づいて、前記第 1 の端末に割り当てるチャンネルを決定し、前記第 2 の信号の通信品質に関する情報に基づいて、前記第 2 の端末に割り当てるチャンネルを決定し、前記第 1 の端末に割り当てたチャンネルにおける、前記第 2 の端末の割り当て状況に応じて、前記第 1 の端末の送信電力制御を切り替える。

【 0 0 0 9 】

なお、これらの包括的又は具体的な態様は、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム、又は、記録媒体で実現されてもよく、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム及び記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

本開示の一実施例によれば、通信特性を向上させることができる。

【 0 0 1 1 】

本開示の一実施例における更なる利点及び効果は、明細書及び図面から明らかにされる。かかる利点及び / 又は効果は、いくつかの実施形態並びに明細書及び図面に記載された特徴によってそれぞれ提供されるが、1 つ又はそれ以上の同一の特徴を得るために必ずしも全てが提供される必要はない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

【 図 1 】 LPWA を含む無線システムの概要を示す図

【 図 2 】 実施の形態に係る基地局の構成例を示すブロック図

【 図 3 】 管理内干渉と管理外干渉との分類処理の例を示す図

【 図 4 】 チャンネル割り当てと送信電力制御の第 1 の例を示す図

【 図 5 】 チャンネル割り当てと送信電力制御の第 1 の例のフローチャート

【 図 6 】 チャンネル割り当てと送信電力制御の第 2 の例を示す図

【 図 7 】 チャンネル割り当てと送信電力制御の第 2 の例のフローチャート

【 図 8 】 図 7 の S 2 0 2 にて実行されるフローチャート

【 図 9 】 チャンネル割り当てと送信電力制御の第 3 の例を示す図

【 図 1 0 】 チャンネル割り当てと送信電力制御の第 3 の例のフローチャート

【 図 1 1 】 チャンネル割り当てと送信電力制御の第 4 の例を示す図

【 図 1 2 】 チャンネル割り当てと送信電力制御の第 4 の例のフローチャート

【 図 1 3 】 図 1 2 の S 4 0 1 にて実行されるフローチャート

【 図 1 4 】 チャンネル割り当てのバリエーション 1 - 1 の一例を示す図

【 図 1 5 】 チャンネル割り当てのバリエーション 1 - 1 のフローチャート

【 図 1 6 】 チャンネル割り当てのバリエーション 1 - 2 の一例を示す図

【 図 1 7 】 チャンネル割り当てのバリエーション 1 - 2 のフローチャート

【 図 1 8 】 チャンネル割り当てのバリエーション 2 の一例を示す図

【 図 1 9 】 チャンネル割り当てのバリエーション 2 のフローチャート

【 図 2 0 】 図 1 9 の S 6 0 1 にて実行されるフローチャート

【 図 2 1 】 チャンネル割り当てのバリエーション 3 の一例を示す図

【 図 2 2 】 図 1 9 の S 6 0 1 にて実行されるフローチャート

【 図 2 3 】 チャンネル割り当てのバリエーション 4 - 1 の一例を示す図

【 図 2 4 】 チャンネル割り当てのバリエーション 4 のフローチャート

【 図 2 5 】 図 2 4 の S 8 0 6 にて実行される、バリエーション 4 - 1 に対応するフローチャート

【 図 2 6 】 チャンネル割り当てのバリエーション 4 - 2 の一例を示す図

【 図 2 7 】 図 2 4 の S 8 0 6 にて実行される、バリエーション 4 - 2 に対応するフローチャート

【 図 2 8 】 チャンネル割り当てのバリエーション 4 - 3 の一例を示す図

【 図 2 9 】 図 2 4 の S 8 0 6 にて実行される、バリエーション 4 - 3 に対応するフローチャート

10

20

30

40

50

ャート

【図 3 0】チャンネル割り当てのバリエーション 5 - 1 の一例を示す図

【図 3 1】チャンネル割り当てのバリエーション 5 - 1 のフローチャートの例

【図 3 2】チャンネル割り当てのバリエーション 5 - 2 の一例を示す図

【図 3 3】図 2 4 の S 8 0 6 にて実行される、バリエーション 5 - 2 に対応するフローチャートの例

【図 3 4】チャンネル割り当てのバリエーション 5 - 3 の一例を示す図

【図 3 5】図 3 0 に示したチャンネル割り当てに対する送信電力制御の例を示す図

【図 3 6】図 3 5 に示した送信電力制御に関するフローチャートの例

【図 3 7】図 3 2 に示したチャンネル割り当てに対する送信電力制御の例を示す図

10

【図 3 8】図 3 7 に示した送信電力制御に関するフローチャートの例

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施形態について詳細に説明する。尚、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能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。

【0014】

(一実施の形態)

I o T (Internet of Things) 及び / 又は M 2 M (Machine to Machine) では、低消費電力で広いエリアでの通信が可能な L P W A (Low Power Wide Area) と呼ばれる無線通信技術の利用が検討されている。

20

【0015】

L P W A は、アンライセンスバンド (例えば、920MHz 帯) での運用が検討されている。L P W A には、複数の方式 (規格) が存在する。例えば、L P W A の通信方式には、スペクトラム拡散方式を用いて通信を行う第 1 の通信方式と、スペクトラム拡散方式を用いずに通信を行う第 2 の通信方式とが含まれる。第 1 の通信方式には、例えば、「L o R a」と称される通信方式が含まれる。また、第 2 の通信方式には、例えば、「W i - S U N (Wireless Smart Utility Network) 」と称される通信方式が含まれる。

【0016】

以下では、第 1 の通信方式の一例として、「L o R a」と称される通信方式 (以下、「L o R a 方式」と記載) を挙げ、第 2 の通信方式の一例として、「W i - S U N」と称される通信方式 (以下、「W i - S U N 方式」と記載) を挙げる。しかしながら、本開示は、L o R a 方式と W i - S U N 方式とに限定されない。

30

【0017】

また、以下では、L o R a 方式に基づいて動作する (L o R a 方式をサポートする) 端末は、「L o R a 端末」と記載され、W i - S U N 方式に基づいて動作する (W i - S U N 方式をサポートする) 端末は、「W i - S U N 端末」と記載される。また、「L o R a 端末」と「W i - S U N 端末」とは、区別することなく、L P W A 端末、又は、端末と記載されてよい。また、以下では、L o R a 方式に基づいて送受信される信号は、「L o R a 信号」と記載され、W i - S U N 方式に基づいて送受信される信号は、「W i - S U N 信号」と記載される。

40

【0018】

L P W A 端末は、ユーザが所有する端末に限らず、様々な機器に搭載される。例えば、L P W A 端末は、テレビ、エアコン、洗濯機、および、冷蔵庫等の家電機器、ならびに、車両等の移動輸送機関にも搭載される。

【0019】

アンライセンスバンドは、L P W A の他にも、例えば、W i - f i (登録商標) や R F I D (Radio Frequency Identifier) 等を含む様々なシステムが使用する。

【0020】

図 1 は、L P W A を含む無線システムの概要を示す図である。

50

【 0 0 2 1 】

図 1 には、グループ # 1 と、グループ # 2 と、グループ # 3 とが示される。各グループには、複数の装置が含まれる。

【 0 0 2 2 】

グループ # 1 と # 2 とは、どちらも、LPWA システムである。ただし、グループ # 1 の各装置が属するネットワーク # 1 (NW # 1) は、グループ # 2 の各装置が属するネットワーク # 2 (NW # 2) と異なる。例えば、NW # 1 と NW # 2 とは、同一の LPWA システムであり、互いに異なる事業者によって運用されるネットワークである。グループ # 2 の LPWA システムは、グループ # 1 によって管理されないネットワーク (管理外ネットワーク) の無線システムである。

10

【 0 0 2 3 】

グループ # 1 には、NW # 1 に属し、NW # 1 と有線接続または無線接続する装置が含まれる。例えば、グループ # 1 は、基地局 # 1 と、Wi - SUN 端末 # 1 と、LoRa 端末 # 1 と、LoRa 端末 # 2 とを含む。また、グループ # 1 は、NW # 1 を介して、GW 等を集中制御する制御装置 # 1 を含む。

【 0 0 2 4 】

基地局 # 1 は、ゲートウェイ (GW) の機能と、電波モニタリングの機能を有してよい。例えば、基地局 # 1 の GW の機能は、Wi - SUN 方式と LoRa 方式との両方をサポートしてよい。Wi - SUN 端末 # 1 と、LoRa 端末 # 1 と、LoRa 端末 # 2 とは、基地局 # 1 と無線接続し、信号の送受信を行ってよい。

20

【 0 0 2 5 】

グループ # 2 には、NW # 2 に属し、NW # 2 と有線接続または無線接続する装置が含まれる。例えば、グループ # 2 は、基地局 # 2 と、Wi - SUN 端末 # 2 と、LoRa 端末 # 3 と、LoRa 端末 # 4 とを含む。また、グループ # 2 は、NW # 2 を介して、GW 等を集中制御する制御装置 # 2 を含む。

【 0 0 2 6 】

基地局 # 2 は、GW の機能と、電波モニタリングの機能を有してよい。例えば、基地局 # 2 の GW の機能は、Wi - SUN 方式と LoRa 方式との両方をサポートしてよい。Wi - SUN 端末 # 2 と、LoRa 端末 # 3 と、LoRa 端末 # 4 とは、基地局 # 2 と無線接続し、信号の送受信を行ってよい。

30

【 0 0 2 7 】

なお、図 1 のグループ # 1 およびグループ # 2 における装置の数は一例であり、本開示はこれに限定されない。例えば、図 1 のグループ # 1 およびグループ # 2 に含まれる基地局の数は、2 以上であってもよい。図 1 のグループ # 1 およびグループ # 2 に含まれる LPWA 端末の数は、4 以上であってもよいし、2 以下であってもよい。また、各グループの NW には、他の装置が接続されてもよい。

【 0 0 2 8 】

また、グループ # 1 には、基地局 # 1 と端末のいずれかとの無線通信を中継する中継局が含まれてよい。なお、グループ # 2 においても、同様の中継局が含まれてよい。

【 0 0 2 9 】

グループ # 3 は、グループ # 1 の無線システム (LPWA システム) と異なる無線システムである。グループ # 3 の無線システムは、グループ # 1 によって管理されない管理外ネットワークの無線システムである。グループ # 3 の無線システムは、例えば、RFID および Wi - fi 等である。グループ # 3 には、RFID リーダ / ライタ および RFID タグと、Wi - fi を使用する端末等が含まれる。なお、グループ # 3 の無線システムには、LTE (Long Term Evolution) システム、および、レーダシステム等が含まれてよい。

40

【 0 0 3 0 】

なお、図 1 に示すネットワーク構成、および / または、装置の構成は一例であり、本開示はこれに限定されない。

50

【 0 0 3 1 】

例えば、図 1 では、L o R a 端末とW i - S U N 端末とは、別々の端末である例を示すが、端末は、L o R a 方式とW i - S U N 方式との両方に基づいて動作可能であってもよい。

【 0 0 3 2 】

また、上述では、基地局 # 1 および基地局 # 2 は、W i - S U N 方式とL o R a 方式との両方をサポートするG Wを有する例を示したが、W i - S U N 方式をサポートするG WとL o R a 方式をサポートするG Wとは、別の装置であってもよい。また、電波モニタリングを行う装置は、基地局と別の装置であってもよい。

【 0 0 3 3 】

また、例えば、W i - S U N のゲートウェイと、L o R a のゲートウェイと、電波モニタリング装置と、制御装置との中で 2 つ以上が一体となってもよい。

【 0 0 3 4 】

また、図 1 に示す各ネットワークには、図 1 に示す装置と別の装置が含まれてよい。その場合、当該別の装置が、図 1 に示す装置の一部又は全部の機能を有してもよい。例えば、基地局とW i - S U N 端末および / またはL o R a 端末との間に中継局が設けられる場合、当該中継局が、電波モニタリング装置の機能を有してもよい。また、中継局は、W i - S U N のゲートウェイおよび / またはL o R a のゲートウェイの機能と電波モニタリング装置の機能とを有してもよい。あるいは、中継局は、電波モニタリング装置の機能を有し、W i - S U N のゲートウェイおよび / またはL o R a のゲートウェイの機能を有さなくてもよい。

【 0 0 3 5 】

グループ # 1 ~ # 3 の各無線装置は、共通のシステム帯域（例えば、アンライセンストバンド）を使用する。そのため、グループ # 1 ~ # 3 に含まれる各無線装置は、他の無線装置からの干渉を受ける。グループ # 1 に含まれる無線装置が受ける干渉を例に挙げて説明する。

【 0 0 3 6 】

例えば、グループ # 1 に含まれる無線装置（例えば、L o R a 端末 # 2 ）によって送信または受信される信号は、グループ # 1 に含まれる他の無線装置（例えば、L o R a 端末 # 1 ）において干渉を生じさせる。以下では、N W # 1 に属する無線装置がN W # 1 に属する他の無線装置から受ける干渉は、「管理内干渉」と記載されることがある。例えば、管理内干渉は、L P W A システムの通信をサポートし、N W # 1 に属する無線装置が、L P W A システムの通信をサポートし、N W # 1 に属する別の無線装置から受ける干渉に該当する。

【 0 0 3 7 】

また、或る基地局（例えば、基地局 # 1 ）及び或る端末（例えば、L o R a 端末 # 1 ）と同一のN W に属する端末（例えば、L o R a 端末 # 2 ）は、或る基地局及び或る端末についての「管理内端末」と記載される場合がある。管理内端末は、管理内干渉の要因となる信号を送信する可能性がある端末であってもよい。また、管理内端末であるL o R a 端末、及び、W i - S U N 端末は、それぞれ、「管理内L o R a 端末」、及び、「管理内W i - S U N 端末」と記載される場合がある。

【 0 0 3 8 】

また、例えば、グループ # 2 および / またはグループ # 3 に含まれる無線装置（例えば、L o R a 端末 # 3 および / またはR F I D リーダ / ライタ）によって送信または受信される信号は、グループ # 1 に含まれる無線装置（例えば、L o R a 端末 # 1 ）において干渉を生じさせる。以下では、N W # 1 に属する無線装置が、N W # 1 に属さない無線装置から受ける干渉は、「管理外干渉」と記載されることがある。例えば、管理外干渉は、L P W A システムの通信をサポートし、N W # 1 に属する無線装置が、N W # 1 に属さない無線装置から受ける干渉に該当する。

【 0 0 3 9 】

10

20

30

40

50

また、或る基地局（例えば、基地局 # 1）及び或る端末（例えば、L o R a 端末 # 1）と異なる N W に属する端末（例えば、L o R a 端末 # 3）は、或る基地局及び或る端末についての「管理外端末」と記載される場合がある。管理外端末は、管理外干渉の要因となる信号を送信する可能性がある端末であってよい。また、管理外端末である L o R a 端末、及び、W i - S U N 端末は、それぞれ、「管理外 L o R a 端末」、及び、「管理外 W i - S U N 端末」と記載される場合がある。

【 0 0 4 0 】

管理外干渉は、更に、干渉の要因に基づいて分類される。

【 0 0 4 1 】

例えば、グループ # 2 に含まれる無線装置（例えば、L o R a 端末 # 3）によって送信または受信される信号は、グループ # 1 に含まれる無線装置（例えば、L o R a 端末 # 1）において干渉を生じさせる。以下では、N W # 1 に属する無線装置が N W # 2 に属する無線装置から受ける干渉は、「管理外干渉」のうち、「電波干渉」と記載されることがある。例えば、「電波干渉」は、L P W A システムの通信をサポートし、N W # 1 に属する無線装置が、L P W A システムの通信をサポートし、N W # 1 と異なる N W # 2 に属する無線装置から受ける干渉に該当する。

10

【 0 0 4 2 】

また、例えば、グループ # 3 に含まれる無線装置（例えば、R F I D リーダ/ライター）によって送信または受信される信号は、グループ # 1 に含まれる無線装置（例えば、L o R a 端末 # 1）において干渉を生じさせる。以下では、L P W A システムの通信をサポートし、N W # 1 に属する無線装置が、L P W A システムと異なる無線システムをサポートする無線装置から受ける干渉は、「管理外干渉」のうち、「環境雑音」と記載されることがある。

20

【 0 0 4 3 】

図 1 を例に挙げて示したように、L P W A システムは、L P W A システムと異なる無線システム、および/または、異なるネットワークに属する同じ L P W A システムと、共通のシステム帯域を使用する。そのため、L P W A システムでは、干渉を検出（モニタリング）し、検出した結果を利用して、L P W A システムにおける効率（例えば、周波数利用効率）及び/又は通信品質（通信特性）を向上させることが望まれる。

【 0 0 4 4 】

例えば、L P W A システムがサポートする通信方式には、上述した W i - S U N 方式と L o R a 方式とが含まれる。

30

【 0 0 4 5 】

L o R a 方式においては、Spreading Factor（以下、S F）と呼ばれるパラメータが規定されている。S F とは、スペクトラム拡散方式で無線通信を行う場合の、送信データ速度（ビットレート）に対する拡散符号速度（チップレート）の比を示す。L o R a 方式において、S F の値は、例えば $2^7 \sim 2^{12}$ の 6 段階の値の中から設定される。

【 0 0 4 6 】

なお、以下では、 $2^7 \sim 2^{12}$ の 6 段階の値に設定された S F の値は、それぞれ、S F 7 ~ S F 12 と記載される。例えば、S F の値が 2^7 に設定されたスペクトラム拡散方式を用いて送信される送信信号は、S F 7 を用いた送信信号と記載される場合がある。

40

【 0 0 4 7 】

例えば、L o R a 方式においては、S F の値が大きいほど通信のノイズ及び干渉に対する耐性が高くなり、通信可能な距離が長くなる。一方で、S F の値が大きいほど、同じサイズのデータの送信に要する時間（信号の長さ）が増加する。このため、S F の値が大きいほど、他の端末に対する与干渉並びに他の端末からの被干渉の頻度が増加する。

【 0 0 4 8 】

また、L o R a 方式においては、S F の値に応じて、L o R a 信号が衝突した場合の耐性が異なる。例えば、互いに異なる S F の値を用いて送信された 2 つの L o R a 信号は、同一の時間内で一部又は全部が重複する場合であっても、受信処理（例えば、逆拡散処理）

50

において拡散利得が得られやすい。一方で、互いに同一のSFの値を用いて送信された2つのLoRa信号は、同一の時間内で一部又は全部が重複する場合、互いに異なるSFの値を用いて送信された2つのLoRa信号の場合と比べて、受信処理（例えば、逆拡散処理）において拡散利得を得ることが困難である。

【0049】

LPWAを含む無線システムでは、基地局は、基地局の配下の端末（管理内端末）にチャンネルを割り当て、管理内端末は、LoRa方式及び/又はWi-SUN方式を用いて、割り当てられたチャンネルにおいて信号を送信する。管理内端末に割り当てられたチャンネルでは、当該管理内端末と異なる管理内端末及び/又は管理外端末が信号を送信しているため、干渉が生じ、通信特性が低下してしまう可能性がある。

10

【0050】

そのため、LPWAシステムでは、スペクトラム拡散方式を用いるLoRa端末の送信電力を制御することが検討されている。

【0051】

例えば、グループ#1では、基地局#1は、管理内LoRa端末（例えば、LoRa端末#1）が送信した信号を受信し、受信電力（例えば、Received Signal Strength Indicator（RSSI））を測定し、測定した受信電力をNW（例えば、制御装置#1）へ出力する。制御装置#1は、受信電力に基づいて管理内LoRa端末の送信電力を決定する。管理内LoRa端末は、基地局#1を介して、決定された送信電力の情報を取得し、信号送信を行う。

20

【0052】

しかしながら、管理内LoRa端末を含む複数の無線装置が、同一のチャンネルを使用する状況においては、上記の送信電力の制御では十分ではない可能性がある。そのため、チャンネルにおける割り当て状況に応じた、適切な送信電力制御を行うことによって、通信特性を向上させることが望まれる。

【0053】

そこで、本開示の非限定的な実施例は、通信特性を向上させることができる端末、基地局、及び、制御方法の提供に資する。

【0054】

本実施の形態に係る無線通信システムは、図2に示す基地局100と、基地局100の配下の端末と、を含む。基地局100と端末とは、例えば、LPWAの無線通信システムに含まれる。例えば、基地局100は、LoRa方式とWi-SUN方式との両方をサポートする。

30

【0055】

<基地局の構成>

図2は、本実施の形態に係る基地局100の構成例を示すブロック図である。基地局100は、受信部101と、逆拡散部102と、通信品質測定部103と、プリアンブル検出部104と、干渉分類部105と、SF選択部106と、復調/復号部107と、逆拡散部108と、SF抽出部109と、SF割当部110と、割当制御部111と、制御方式選択部112と、送信電力設定部113と、制御信号生成部114と、符号化/変調部115と、送信部116と、を備える。例えば、逆拡散部102と、通信品質測定部103と、プリアンブル検出部104と、干渉分類部105と、SF選択部106と、復調/復号部107と、逆拡散部108と、SF抽出部109と、SF割当部110と、割当制御部111と、制御方式選択部112と、送信電力設定部113と、制御信号生成部114と、符号化/変調部115との一部又は全部は、纏めて、「制御部」と称されてよい。

40

【0056】

受信部101は、端末が送信した信号を受信し、受信した信号に所定の受信処理を行う。例えば、所定の受信処理は、端末に割当てたチャンネルの周波数に基づいた、周波数変換処理（ダウンコンバート）を含む。端末に割当てたチャンネルの周波数の情報は、例えば、割当制御部111から取得されてよい。

50

【 0 0 5 7 】

また、受信部 1 0 1 は、干渉測定（電波モニタリング）のために、使用可能な各チャネル（例えば、アンライセンズドバンドに含まれる各チャネル）において、信号を受信する。そして、受信部 1 0 1 は、受信した信号に所定の受信処理を行う。所定の受信処理は、例えば、各チャネルの周波数に基づく周波数変換処理を含む。

【 0 0 5 8 】

受信部 1 0 1 は、所定の受信処理を行った受信信号を逆拡散部 1 0 2 と、通信品質測定部 1 0 3 と、プリアンブル検出部 1 0 4 と、逆拡散部 1 0 8 へ出力する。

【 0 0 5 9 】

逆拡散部 1 0 2 は、受信部 1 0 1 から取得した受信信号に含まれる L o R a 信号に対して、逆拡散処理を行う。逆拡散部 1 0 2 は、例えば、基地局 1 0 0 と端末との間で使用可能な S F 値のそれぞれについての逆拡散処理を行ってよい。逆拡散部 1 0 2 では、逆拡散処理の結果を S F 選択部 1 0 6 へ出力する。

10

【 0 0 6 0 】

S F 選択部 1 0 6 は、逆拡散処理の結果に基づいて、L o R a 信号に用いられた S F 値を決定する。例えば、S F 選択部 1 0 6 は、使用可能な S F 値のそれぞれについての L o R a 信号の逆拡散処理の結果においてピークが生じる逆拡散処理の結果に該当する S F 値を、L o R a 信号に用いられた S F 値であると決定する。S F 選択部 1 0 6 は、決定した S F 値、及び、逆拡散処理の結果を復調 / 復号部 1 0 7 へ出力する。

【 0 0 6 1 】

なお、受信信号に含まれる W i - S U N 信号に対しては、逆拡散処理及び S F 値の選択が行われなくてよい。

20

【 0 0 6 2 】

復調 / 復号部 1 0 7 は、S F 選択部 1 0 6 から取得した S F 値及び逆拡散処理の結果に基づいて、L o R a 信号の復調処理及び復号処理を行い、受信データを生成する。また、復調 / 復号部 1 0 7 は、受信信号に含まれる W i - S U N 信号の復調処理及び復号処理を行い、受信データを生成する。復調 / 復号部 1 0 7 は、受信データを、割当制御部 1 1 1 へ出力する。なお、受信データには、基地局 1 0 0 と同じ N W (Network) に属する端末を識別する識別子が含まれてよい。

【 0 0 6 3 】

通信品質測定部 1 0 3 は、受信部 1 0 1 から取得した受信信号に基づいて、通信品質情報を生成する。通信品質情報は、例えば、受信信号の品質（例えば、Received Signal Strength Indicator (RSSI)）であってよい。通信品質測定部 1 0 3 は、通信品質情報を割当制御部 1 1 1 へ出力する。

30

【 0 0 6 4 】

プリアンブル検出部 1 0 4 は、受信部 1 0 1 から取得した受信信号に、プリアンブルが含まれているか否かを検出する。また、プリアンブル検出部 1 0 4 は、プリアンブルが含まれている場合、受信信号に含まれているプリアンブルの種類を判定する。

【 0 0 6 5 】

例えば、プリアンブル検出部 1 0 4 は、L o R a 方式に用いられるプリアンブルと受信信号との相関を算出する。プリアンブル検出部 1 0 4 は、算出した相関の結果に所定値以上のピークが生じた場合、L o R a 方式に用いられるプリアンブルが受信信号に含まれている、と判定する。L o R a 方式に用いられるプリアンブルが受信信号に含まれている場合、受信信号は、L o R a 信号であり、の送信元は、L o R a 端末である、と判定される。

40

【 0 0 6 6 】

L o R a 方式の例と同様に、プリアンブル検出部 1 0 4 は、W i - S U N 方式に用いられるプリアンブルと受信信号との相関を算出する。プリアンブル検出部 1 0 4 は、算出した相関に所定値以上のピークが生じた場合、W i - S U N 方式に用いられるプリアンブルが受信信号に含まれている、と判定する。W i - S U N 方式に用いられるプリアンブルが受信信号に含まれている場合、受信信号は、W i - S U N 信号であり、受信信号の送信元は

50

、Wi-SUN 端末である、と判定される。

【0067】

なお、プリアンブル検出部104は、受信信号の送信元が基地局100の属するNWに含まれるか否かに関わらず、プリアンブルの検出を行う。別言すれば、プリアンブル検出部104は、基地局100の属するNWに含まれないLoRa 端末及びWi-SUN 端末が送信した信号に含まれるプリアンブルの種類を判定してもよい。

【0068】

また、プリアンブル検出部104は、LoRa 方式に用いられるプリアンブルと受信信号との相関の結果、及び、Wi-SUN 方式に用いられるプリアンブルと受信信号との相関の結果の両方に、所定値以上のピークが生じなかった場合、受信信号の送信元は、LoRa 端末でもWi-SUN 端末でもない、と判定する。

10

【0069】

プリアンブル検出部104は、受信信号にプリアンブルが含まれているか否かを示す情報、及び、プリアンブルが受信信号に含まれている場合にはそのプリアンブルの種類を示す情報を、干渉分類部105へ出力する。また、プリアンブル検出部104は、受信部101から取得した受信信号を干渉分類部105へ出力する。

【0070】

干渉分類部105は、例えば、各チャネルにおける干渉を分類する。例えば、干渉分類部105は、1つのチャネルにおける、所定時間の受信信号をモニタリングして分類を行う。例えば、干渉分類部105は、所定時間内の受信信号の送信元の違いを判別してもよい。干渉分類部105は、所定時間に対する、送信元毎の受信信号の時間の比率を算出し、各チャネルにおける干渉を分類する。例えば、干渉分類部105は、各チャネルの干渉において、支配的な干渉を生じさせる信号の送信元を分類してもよい。ここで、各チャネルにおいて、支配的な干渉とは、例えば、所定時間の受信信号のモニタリングの結果、所定時間のうち時間の占める割合が所定の割合以上であることに相当してもよい。

20

【0071】

干渉分類部105は、各チャネルにおける干渉の分類結果を、割当制御部111へ出力する。

【0072】

逆拡散部108は、受信部101から取得した受信信号に対して、逆拡散処理を行う。逆拡散部108は、例えば、基地局100と端末との間で使用可能なSF値のそれぞれについての逆拡散処理を行ってよい。逆拡散部108では、逆拡散処理の結果をSF抽出部109へ出力する。

30

【0073】

SF抽出部109は、逆拡散処理の結果から、LoRa 信号に使用されたSF値を検出する。例えば、SF抽出部109は、使用可能なSF値の中で、LoRa 信号に使用されたSF値を除いたSF値、すなわち、未使用のSF値を決定する。あるいは、SF抽出部109は、LoRa 信号に使用されたSF値の頻度を決定してもよい。SF値の使用頻度は、SF値の検出回数によって表されてよい。例えば、未使用のSF値は、使用頻度(検出回数)が0のSF値であってよい。SF抽出部109は、決定した未使用のSF値、及び/又は、SF値の使用頻度に関する情報を、SF割当部110へ出力する。

40

【0074】

SF割当部110は、SF抽出部109から取得した情報に基づいて、基地局100の配下のLoRa 端末にSF値を割当ててよい。例えば、SF割当部110は、未使用のSF値のいずれか1つを端末に割当ててよい。なお、SF割当部110は、未使用のSF値が複数存在する場合、複数の未使用のSF値の中で最小のSF値を端末に割当ててよい。あるいは、この場合、SF割当部110は、複数の未使用のSF値の中でランダムに選択したSF値を端末に割当ててよい。SF割当部110は、割当てたSF値を示す情報を、割当制御部111へ出力する。

【0075】

50

割当制御部 1 1 1 は、通信品質測定部 1 0 3 から取得した通信品質情報（例えば、RSI 等の受信電力を示す情報）に基づいて、端末に割り当てるチャンネルを決定する。なお、割当制御部 1 1 1 は、通信品質情報と、干渉分類部 1 0 5 から取得した干渉の分類結果とに基づいて、端末に割り当てるチャンネルを決定してもよい。

【0076】

割当制御部 1 1 1 は、端末に割当てたチャンネルに関する情報（チャンネル割り当て情報）を制御方式選択部 1 1 2 へ出力する。また、割当制御部 1 1 1 は、端末の送信電力の決定に関する情報を制御方式選択部 1 1 2 へ出力する。端末の送信電力の決定に関する情報は、例えば、端末から送信された信号の基地局 1 0 0 における受信電力を示す情報を含む。また、端末の送信電力の決定に関する情報は、各チャンネルにおける干渉の分類結果を含んでもよい。

10

【0077】

また、割当制御部 1 1 1 は、端末とのデータ通信に関する制御を行う。例えば、復調/復号部 1 0 7 から取得した受信データを、図示しない上位局、又は、ネットワーク内の他の装置（例えば、制御装置（図 1 参照））へ出力してもよい。また、割当制御部 1 1 1 は、上位局、又は、ネットワーク内の他の装置から取得した、端末宛の送信データを、符号化/変調部 1 1 5 へ出力する。端末宛の送信データには、宛先を示す識別子が含まれてもよい。

【0078】

制御方式選択部 1 1 2 は、チャンネル割り当て情報及び受信電力を示す情報に基づいて、端末の送信電力を制御する方式（送信電力制御方式）を選択する。制御方式選択部 1 1 2 は、選択結果を送信電力設定部 1 1 3 へ出力する。

20

【0079】

送信電力設定部 1 1 3 は、選択結果に基づいて、端末の送信電力を設定する。送信電力設定部 1 1 3 は、設定した端末の送信電力を記憶する。送信電力設定部 1 1 3 は、設定した端末の送信電力及びチャンネル割り当て情報を制御信号生成部 1 1 4 へ出力する。

【0080】

制御信号生成部 1 1 4 は、送信電力設定部 1 1 3 から取得した情報に基づいて、端末宛の制御信号を生成する。制御信号生成部 1 1 4 は、所定の信号処理（例えば、符号化処理及び変調処理）が施された制御信号を送信部 1 1 6 へ出力する。

30

【0081】

符号化/変調部 1 1 5 は、割当制御部 1 1 1 から取得した送信データに対して、符号化処理及び変調処理を行い、送信信号を生成する。符号化/変調部 1 1 5 は、送信信号を送信部 1 1 6 へ出力する。なお、送信信号の送信先の端末が、L o R a 端末である場合、変調処理には、L o R a 方式において用いられるスペクトラム拡散処理が含まれてもよい。また、スペクトラム拡散処理においては、L o R a 端末に割当てた S F 値を用いてもよい。

【0082】

送信部 1 1 6 は、符号化/変調部 1 1 5 から取得した送信信号に対して、所定の送信処理を行う。例えば、所定の送信処理は、端末に割り当てたチャンネルの周波数に基づいた、周波数変換処理（アップコンバート）を含む。端末に割り当てたチャンネルの周波数の情報は、例えば、割当制御部 1 1 1 から取得されてよい。

40

【0083】

また、送信部 1 1 6 は、制御信号生成部 1 1 4 から取得した制御信号に対して、所定の送信処理を行う。例えば、所定の送信処理は、端末に制御信号を送信するためのチャンネルの周波数に基づいた、周波数変換処理（アップコンバート）を含む。端末に制御信号を送信するためのチャンネルとは、例えば、予め決められたチャンネルであってもよいし、端末との通信に現時点で用いられているチャンネルであってもよい。

【0084】

なお、上述では、図 2 に示す構成が 1 つの基地局 1 0 0 に含まれる例を説明した。本開示はこれに限定されない。例えば、2 つ以上の装置のいずれかが、図 3 に示す構成のそれぞ

50

れを含んでもよい。

【 0 0 8 5 】

< 分類処理の例 >

次に、干渉分類部 1 0 5 における分類処理の一例を説明する。受信部 1 0 1 において受信した信号（干渉）を、管理内干渉と管理外干渉とに分類する分類処理を説明する。

【 0 0 8 6 】

< 管理内干渉と管理外干渉との分類処理の例 >

図 3 は、管理内干渉と管理外干渉との分類処理の例を示す図である。図 3 の横軸は、時間軸を示す。図 3 には、所定のモニタリング区間における受信信号の信号レベルと、受信信号に対する干渉の検出結果と、端末の識別子（端末 ID）の検出結果と、判定結果とが示される。

10

【 0 0 8 7 】

受信信号に対する干渉の検出結果は、例えば、プリアンブル検出による検出結果に相当する。この結果によって、受信信号に含まれる L o R a 信号が決定される。

【 0 0 8 8 】

端末の識別子（端末 ID）の検出結果において、受信信号に対する復調 / 復号処理によって識別子が得られる場合、端末 ID が「OK」を示す。端末 ID が「OK」を示す場合、当該受信信号の送信元の属する NW が基地局 1 0 0 と同じ NW である、と判定される。別言すると、判定結果に示されるように、当該受信信号が、管理内干渉に対応すると判定される。

20

【 0 0 8 9 】

端末の識別子（端末 ID）の検出結果において、受信信号に対する復調 / 復号処理によって識別子が得られない場合、端末 ID が「NG」を示す。端末 ID が「NG」を示す場合、当該受信信号の送信元の属する NW が基地局 1 0 0 と異なる NW である、と判定される。別言すると、判定結果に示されるように、当該受信信号が、管理外干渉に対応すると判定される。

【 0 0 9 0 】

以上の分類処理によって、受信信号が、管理内干渉に対応するか、または、管理外干渉に対応するか、が分類される。

【 0 0 9 1 】

次に、基地局 1 0 0 によって実施されるチャネル割り当てと端末の送信電力制御について例を挙げて説明する。

30

【 0 0 9 2 】

< チャネル割り当てと送信電力制御の第 1 の例 >

図 4 は、チャネル割り当てと送信電力制御の第 1 の例を示す図である。

【 0 0 9 3 】

図 4 の横軸は周波数を示し、縦軸は各チャネルの使用状況のレベルを示す。図 4 には、識別番号が付されたチャネル # 2 4 ~ チャネル # 6 0 の各チャネルにおける、管理内端末と管理外端末との使用状況のレベルが示される。なお、図 4 において、チャネル # 2 4 ~ チャネル # 3 2 は、L o R a チャネルであり、チャネル # 3 3 ~ チャネル # 3 8 は、共用チャネルであり、チャネル # 3 9 ~ チャネル # 6 0 は、W i - S U N チャネルである。また、図 4 における使用状況のレベルとは、割り当てられる端末の数と割り当てられた端末の送信確率とに基づいて規定される。例えば、割り当てられる端末の数が多いほど、使用状況のレベルは大きく、割り当てられた端末の送信確率が高いほど、使用状況のレベルは大きい。

40

【 0 0 9 4 】

管理内 L o R a 端末は、L o R a チャネル及び共用チャネルに割り当てられる。また、管理内 W i - S U N 端末は、W i - S U N チャネル及び共用チャネルに割り当てられる。別言すると、L o R a チャネルは、管理内 L o R a 端末が割り当てられ、管理内 W i - S U N 端末が割り当てられないチャネルに相当する。W i - S U N チャネルは、管理内 W i -

50

SUN 端末が割り当てられ、管理内 LoRa 端末が割り当てられないチャンネルに相当する。共用チャンネルは、管理内 LoRa 端末と管理内 Wi-SUN 端末とが割り当てられるチャンネルに相当する。なお、LoRa チャンネルと Wi-SUN チャンネルとは、非共用チャンネルと称されてもよい。

【0095】

なお、本実施の形態では、LoRa チャンネルにおいて、管理外 LoRa 端末が割り当てられ、管理外 Wi-SUN 端末が割り当てられない例を示す。この場合、LoRa チャンネルは、例えば、LoRa 専用チャンネルと称されてよい。ただし、本開示では、LoRa チャンネルは、LoRa 専用チャンネルでなくてもよい。例えば、LoRa チャンネルには、管理外 Wi-SUN 端末が割り当てられてもよい。

10

【0096】

なお、本実施の形態では、Wi-SUN チャンネルにおいて、管理外 Wi-SUN 端末が割り当てられ、管理外 LoRa 端末が割り当てられない例を示す。この場合、Wi-SUN チャンネルは、例えば、Wi-SUN 専用チャンネルと称されてよい。ただし、本開示では、Wi-SUN チャンネルは、Wi-SUN 専用チャンネルでなくてもよい。例えば、Wi-SUN チャンネルには、管理外 LoRa 端末が割り当てられてもよい。

【0097】

基地局 100 は、各管理内端末が送信した信号を受信し、受信電力を決定する。そして、基地局 100 は、各管理内端末が送信した信号の受信電力に基づいて、チャンネル割り当てを行う。

20

【0098】

なお、以下では、基地局 100 によって決定された受信電力は、「GW 受信電力」と記載される場合がある。例えば、基地局 100 が、或る端末 x によって送信された信号を受信して決定した受信電力は、「端末 x の GW 受信電力」と記載される場合がある。また、或る GW 受信電力を示す信号の送信元の端末 x は、「GW 受信電力に対応する端末 x」と記載される場合がある。

【0099】

また、複数の端末のそれぞれによって送信された信号を受信して決定した GW 受信電力の中で、相対的に大きい GW 受信電力を示す信号の送信元の端末 x は、「GW 受信電力が相対的に大きい端末 x」と記載される場合がある。

30

【0100】

なお、基地局 100 によって受信される信号は、基地局 100 が端末にチャンネルを割り当てた後に、端末が当該チャンネルにおいて送信する信号であってよい。あるいは、基地局 100 によって受信される信号は、基地局 100 が端末にチャンネルを割り当てる前に、端末が特定のチャンネルにおいて送信する信号（例えば、制御信号、同期信号など）であってよい。

【0101】

図 4 において、基地局 100 は、割り当て対象の管理内 LoRa 端末の中で、GW 受信電力が相対的に小さい管理内 LoRa 端末を、LoRa チャンネルに割り当てる。また、基地局 100 は、割り当て対象の管理内 LoRa 端末の中で、GW 受信電力が相対的に大きい管理内 LoRa 端末を、共用チャンネルに割り当てる。

40

【0102】

基地局 100 は、例えば、GW 受信電力と閾値とを比較し、閾値以下の GW 受信電力に対応する管理内 LoRa 端末を、LoRa チャンネルに割り当て、閾値より大きい GW 受信電力に対応する管理内 LoRa 端末を、共用チャンネルに割り当ててよい。なお、閾値は、固定されてもよいし、LoRa チャンネルと共用チャンネルとのそれぞれの使用状況（例えば、割り当てられている端末の数、及び/又は、各端末の送信確率）に応じて設定されてよい。

【0103】

あるいは、基地局 100 は、GW 受信電力の小さい方から順に、当該 GW 受信電力に対応

50

する管理内 L o R a 端末を、L o R a チャンネルに割り当ててよい。この場合、L o R a チャンネルに割り当てられる管理内 L o R a 端末の数が規定値以上となった場合、残りの管理内 L o R a 端末を、共用チャンネルに割り当ててよい。例えば、規定値は、固定されてもよいし、L o R a チャンネルと共用チャンネルとのそれぞれの使用状況（例えば、割り当てられている端末の数、及び / 又は、各端末の送信確率）に応じて設定されてよい。

【 0 1 0 4 】

あるいは、基地局 1 0 0 は、G W 受信電力の大きい方から順に、当該 G W 受信電力に対応する管理内 L o R a 端末を、共用チャンネルに割り当ててよい。この場合、共用チャンネルに割り当てられる管理内 L o R a 端末の数が規定値以上となった場合、残りの管理内 L o R a 端末を、L o R a チャンネルに割り当ててよい。例えば、規定値は、固定されてもよいし、L o R a チャンネルと共用チャンネルとのそれぞれの使用状況（例えば、割り当てられている端末の数、及び / 又は、各端末の送信確率）に応じて設定されてよい。

10

【 0 1 0 5 】

また、例えば、基地局 1 0 0 は、割り当て対象の管理内 W i - S U N 端末の中で、G W 受信電力が相対的に小さい管理内 W i - S U N 端末を、W i - S U N チャンネルに割り当てる。また、基地局 1 0 0 は、割り当て対象の管理内 W i - S U N 端末の中で、G W 受信電力が相対的に大きい管理内 W i - S U N 端末を、共用チャンネルに割り当てる。

【 0 1 0 6 】

W i - S U N チャンネルと共用チャンネルとに割り当てる管理内 W i - S U N 端末の決定方法については、上述した管理内 L o R a 端末の場合と同様であってよい。例えば、G W 受信電力と閾値との比較によって各チャンネルに割り当てる管理内 W i - S U N 端末を決定してもよいし、G W 受信電力の小さい方から順に、各チャンネルに割り当てる管理内 W i - S U N 端末を決定してもよいし、あるいは、G W 受信電力の大きい方から順に、各チャンネルに割り当てる管理内 W i - S U N 端末を決定してもよい。

20

【 0 1 0 7 】

基地局 1 0 0 は、各管理内端末が送信した信号の受信電力（各管理内端末の G W 受信電力）に基づいてチャンネル割り当てを行い、共用チャンネルに割り当てた管理内 L o R a 端末の送信電力を制御する。ここで、図 4 において、共用チャンネルに割り当てた管理内 L o R a 端末に対する送信電力制御は、「第 1 送信電力制御」と記載される場合がある。別言すると、図 4 において、基地局 1 0 0 は、共用チャンネルに割り当てた管理内 L o R a 端末に対して、第 1 送信電力制御を行い（第 1 送信電力制御：O N）、L o R a チャンネルに割り当てた管理内 L o R a 端末に対して、第 1 送信電力制御を行わない（第 1 送信電力制御：O F F）。以下、或るチャンネル c に割り当てられた或る端末 x に対する第 1 送信電力制御の例を説明する。

30

【 0 1 0 8 】

< 第 1 送信電力制御の例 >

第 1 送信電力制御は、例えば、式 (1) を用いて行われる。

【 数 1 】

$$T x p o w_{n e x t} = T x p o w_{n o w} \times \alpha \times t a r g e t / R S S I \quad (1)$$

40

式 (1) において、 $T x p o w_{n e x t}$ は、第 1 送信電力制御後の端末 x の送信電力を示し、 $T x p o w_{n o w}$ は、現時点での端末 x の送信電力を示す。別言すると、第 1 送信電力制御において、基地局 1 0 0 は、現時点（第 1 送信電力制御前）の端末 x の送信電力 $T x p o w_{n o w}$ に、以下に説明する係数を乗算することによって、第 1 送信電力制御後の端末 x の送信電力 $T x p o w_{n e x t}$ を決定する。

【 0 1 0 9 】

式 (1) の R S S I は、基地局 1 0 0 が、第 1 送信電力制御前に端末 x から送信された信号を受信して算出した受信電力を示す。

50

【0110】

式(1)の α は、通信方式によって定まる係数である。 α は、LoRa方式とWi-SUN方式のSINR差分補正用係数であってよい。 α は、LoRa方式とWi-SUN方式との両方の通信方式の所要SINRの範囲内の値に設定される。なお、チャンネルcにおいて、LoRa方式とWi-SUN方式とのいずれか一方が使用され、他方が使用されない場合、SINRの差分が補正されなくてよい。SINRの差分が補正されない場合、 α は1であってよい。

【0111】

また、式(1)の t_{target} は、GW受信電力のターゲット値を示す。例えば、ターゲット値は、基地局100からの距離が最も遠いWi-SUN端末が最大の送信電力で送信した信号のGW受信電力であってよい。ターゲット値は、チャンネル毎に独立に設定されてよい。或るチャンネルcにおけるターゲット値は、チャンネルcに割り当てられる管理内Wi-SUN端末のGW受信電力に基づいて設定されてよい。チャンネルcにおけるターゲット値は、チャンネルcに割り当てられる管理内Wi-SUN端末のGW受信電力の中で最も小さいGW受信電力であってよい。

10

【0112】

例えば、図4において、基地局100は、GW受信電力が相対的に大きい管理内Wi-SUN端末を共用チャンネルに割り当てる。そのため、共用チャンネルにおいて第1送信電力制御を行う場合、基地局100は、共用チャンネルにおけるターゲット値を相対的に高い値に設定してよい。例えば、基地局100は、割り当て対象の管理内Wi-SUN端末の中で最も小さいGW受信電力よりも高い値に設定してよい。

20

【0113】

第1送信電力制御では、基地局100は、式(1)を用いて端末xの送信電力 $T_{x,next}$ を決定し、決定した送信電力 $T_{x,next}$ を端末xに通知する。端末xは、基地局100から通知された送信電力 $T_{x,next}$ において信号送信を行う。

【0114】

図4に示すように、GW受信電力に基づく割り当てと共用チャンネルに割り当てた管理内LoRa端末に対する送信電力制御を行うことによって、例えば、管理内Wi-SUN端末の通信特性の劣化を抑制でき、管理内LoRa端末の通信特性を改善できる。

30

【0115】

<チャンネル割り当てと送信電力制御の第1の例のフロー>

図5は、チャンネル割り当てと送信電力制御の第1の例のフローチャートである。例えば、図5に示すフローチャートは、所定時間毎に開始されてよい。

【0116】

基地局100は、干渉を測定する(S101)。

【0117】

基地局100は、配下の端末へのチャンネルの割り当てが完了したか否かを判定する(S102)。

【0118】

割り当てが完了していない場合(S102にてNO)、すなわち、割り当て対象の端末のうち、割り当て処理が完了していない端末(以下、「端末z」と記載する)が存在する場合、基地局100は、端末zに対してS103以降の割り当て処理を実行する。一方で、割り当て処理が完了した場合(S102にてYES)、すなわち、割り当て対象の端末のうち、割り当て処理が完了していない端末が存在しない場合、図5に示すフローを終了する。

40

【0119】

基地局100は、端末zが使用する通信方式がWi-SUN方式か否かを判定する(S103)。

【0120】

端末zが使用する通信方式がWi-SUNの場合(S103にてYES)、基地局100

50

は、端末 z の GW 受信電力が第 1 閾値より大きいかが否かを判定する (S 1 0 4)。

【 0 1 2 1 】

端末 z の GW 受信電力が第 1 閾値より大きい場合 (S 1 0 4 にて Y E S)、基地局 1 0 0 は、端末 z を共用チャネルに割り当てる (S 1 0 5)。そして、S 1 0 2 の処理が実行される。

【 0 1 2 2 】

端末 z の GW 受信電力が第 1 閾値より大きくない場合 (S 1 0 4 にて N O)、基地局 1 0 0 は、端末 z を W i - S U N チャネルに割り当てる (S 1 0 6)。そして、S 1 0 2 の処理が実行される。

【 0 1 2 3 】

端末 z が使用する通信方式が W i - S U N ではない場合 (S 1 0 3 にて N O)、すなわち、端末 z が使用する通信方式が L o R a である場合、基地局 1 0 0 は、端末 z の GW 受信電力が第 2 閾値より大きいかが否かを判定する (S 1 0 7)。

【 0 1 2 4 】

端末 z の GW 受信電力が第 2 閾値より大きい場合 (S 1 0 7 にて Y E S)、基地局 1 0 0 は、端末 z を共用チャネルに割り当てる (S 1 0 8)。そして、基地局 1 0 0 は、端末 z に対して、第 1 送信電力制御を行う (第 1 送信電力制御 : O N) (S 1 0 9)。ここでの第 1 送信電力制御では、図 4 に例示したように、ターゲット値 (式 (1) の $t a r g e t$) を相対的に高い値に設定してよい。そして、S 1 0 2 の処理が実行される。

【 0 1 2 5 】

端末 z の GW 受信電力が第 2 閾値より大きくない場合 (S 1 0 7 にて N O)、基地局 1 0 0 は、端末 z を L o R a チャネルに割り当てる (S 1 1 0)。そして、基地局 1 0 0 は、端末 z に対して、第 1 送信電力制御を行わない (第 1 送信電力制御 : O F F) (S 1 1 1)。そして、S 1 0 2 の処理が実行される。

【 0 1 2 6 】

以上説明したように、第 1 の例では、GW 受信電力に基づく割り当てと共用チャネルに割り当てた管理内 L o R a 端末に対する送信電力制御を行うことによって、例えば、管理内 W i - S U N 端末の通信特性の劣化を抑制でき、管理内 L o R a 端末の通信特性を改善できる。

【 0 1 2 7 】

なお、上述した図 4 では、共用チャネルであるチャンネル # 3 3 ~ チャンネル # 3 8 における使用状況が、互いに同一である例を示したが、本開示はこれに限定されない。例えば、チャンネル # 3 3 ~ チャンネル # 3 8 の使用状況は、互いに異なってよい。この場合、第 1 送信電力制御において決定される送信電力は、チャンネル毎に異なってよい。例えば、管理内 W i - S U N 端末の GW 受信電力がチャンネル毎に異なる場合、式 (1) の $t a r g e t$ は、チャンネル毎に決定される。

【 0 1 2 8 】

< チャンネル割り当てと送信電力制御の第 2 の例 >

第 2 の例では、L o R a チャネルに割り当てた管理内 L o R a 端末に対する送信電力制御について説明する。

【 0 1 2 9 】

図 6 は、チャンネル割り当てと送信電力制御の第 2 の例を示す図である。なお、図 6 の横軸、及び、縦軸は、図 4 と同様である。また、各チャンネルへの管理内端末の割り当て、及び、共用チャネルにおける送信電力制御は、図 4 に示した第 1 の例と同様であるので、説明を省略する。

【 0 1 3 0 】

図 6 では、L o R a チャネルに割り当てた管理内 L o R a 端末に対して、送信電力制御の方法が、A、B の 2 つから選択される。A は、第 1 送信電力制御を行わないという選択肢であり、B は、第 1 送信電力制御を行うという選択肢である。なお、L o R a チャネルでは、管理内 W i - S U N 端末が割り当てられないため、B の第 1 送信電力制御では、上述

10

20

30

40

50

した S I N R 差分補正用係数を考慮しなくてよい。つまり、B の第 1 送信電力制御を行う場合は、式 (1) において、 $\alpha = 1$ としてよい。

【 0 1 3 1 】

例えば、基地局 1 0 0 は、環境モニタリングの結果に基づいて、A と B とのいずれかを適応的に選択してよい。基地局 1 0 0 は、L o R a チャンネルにおける環境モニタリングの結果、管理外干渉が支配的である場合、B を選択し、管理内干渉が支配的でない場合、A を選択してよい。例えば、管理外干渉の干渉量が管理内干渉の干渉量よりも大きい場合は、管理外干渉が支配的である、と判定してよい。また、例えば、管理外干渉の干渉量が管理内干渉の干渉量以下の場合は、管理内干渉が支配的である、と判定してよい。あるいは、管理内干渉の干渉量と管理外干渉の干渉量のうち、閾値以上の干渉量を示す干渉が支配的と判定してもよい。

10

【 0 1 3 2 】

図 6 に示すように、環境モニタリングの結果に基づいて、L o R a チャンネルに割り当てた管理内 L o R a 端末の送信電力を制御することによって、管理内 L o R a 端末の通信特性を改善できる。例えば、管理内干渉が支配的な場合に、第 1 送信電力制御を行うことによって、管理内干渉を低下できるため、管理内 L o R a 端末の通信特性を改善できる。

【 0 1 3 3 】

< チャンネル割り当てと送信電力制御の第 2 の例のフロー >

図 7 は、チャンネル割り当てと送信電力制御の第 2 の例のフローチャートである。なお、図 7 において、図 5 と同様の処理については、同一の符番を付し、説明を省略する。

20

【 0 1 3 4 】

図 7 に示すフローチャートにおいて、基地局 1 0 0 は、干渉を測定した後 (S 1 0 1 の後)、測定した干渉を、管理外干渉と、管理内干渉とに分類する (S 2 0 1)。そして、S 1 0 2 以降の処理が実行される。

【 0 1 3 5 】

図 7 に示すフローチャートにおいて、基地局 1 0 0 は、端末 z を L o R a チャンネルに割り当て (S 1 1 0)、L o R a チャンネルに割り当てた端末 z に対する送信電力制御を選択する (送信電力制御の選択 # 1) (S 2 0 2)。そして、S 1 0 2 の処理が実行される。

【 0 1 3 6 】

S 2 0 2 における処理について、図 8 を用いて説明する。

30

【 0 1 3 7 】

図 8 は、図 7 の S 2 0 2 にて実行されるフローチャートである。

【 0 1 3 8 】

基地局 1 0 0 は、端末 z に割り当てた L o R a チャンネルにおいて、管理外干渉が支配的か否かを判定する (S 2 0 3)。

【 0 1 3 9 】

管理外干渉が支配的な場合 (S 2 0 3 にて Y E S)、基地局 1 0 0 は、端末 z に対して、第 1 送信電力制御を行わない (第 1 送信電力制御 : O F F) (S 2 0 4)。そして、図 8 に示すフローチャートは終了し、図 7 の S 1 0 2 の処理が実行される。

【 0 1 4 0 】

管理外干渉が支配的ではない場合 (S 2 0 3 にて N O)、基地局 1 0 0 は、端末 z に対して、第 1 送信電力制御を行う (第 1 送信電力制御 : O N) (S 2 0 5)。ここで、基地局 1 0 0 は、S 2 0 5 の第 1 送信電力制御において、通信方式毎の差分補正は行わない。そして、図 8 に示すフローチャートは終了し、図 7 の S 1 0 2 の処理が実行される。

40

【 0 1 4 1 】

以上説明したように、第 2 の例では、環境モニタリングの結果に基づいて、L o R a チャンネルに割り当てた管理内 L o R a 端末の送信電力を制御することによって、管理内 L o R a 端末の通信特性を改善できる。例えば、管理内干渉が支配的な場合に、第 1 送信電力制御を行うことによって、管理内干渉を低下できるため、管理内 L o R a 端末の通信特性を改善できる。

50

【0142】

なお、上述した図6では、L o R aチャンネルであるチャンネル#24～チャンネル#32における使用状況が、互いに同一である例を示したが、本開示はこれに限定されない。例えば、チャンネル#24～チャンネル#32の使用状況は、互いに異なってもよい。この場合、上述した、A、Bの送信電力制御方法の選択結果は、L o R aチャンネルのチャンネル毎に異なってもよい。また、第1送信電力制御において決定される送信電力は、チャンネル毎に異なってもよい。例えば、管理内Wi-SUN端末のGW受信電力がチャンネル毎に異なる場合、式(1)のtargetは、チャンネル毎に決定される。

【0143】

また、本実施の形態においては、送信電力制御の方法として2つの方法を用いた場合について示したが、本開示はこれに限定されることはなく、3つ以上の送信電力制御の方法を用いてもよい。例えば、基地局100は、環境モニタリングの結果に基づいて、3つ以上の送信電力制御の方法から1つ以上を適応的に選択してもよい。例えば、上述した図8の例では、管理外干渉が支配的な場合と、管理外干渉が支配的ではない場合とで、2つの異なる送信電力制御の方法(「第1送信電力制御：ON」及び「第1送信電力制御：OFF」)から1つが選択されたが、管理外干渉の干渉量の大きさに応じて、3つ以上の送信電力制御の方法から1つ以上を適応的に選択してもよい。更に、これらのそれぞれ異なる複数の送信電力制御の方法のうちいくつかについては、同一の送信電力制御の方法を用いて、一部のパラメータの値を変更してもよい。

10

【0144】

<チャンネル割り当てと送信電力制御の第3の例>

第3の例では、上述した、第1送信電力制御に加えて、L o R a方式の拡散率に基づく送信電力制御が行われる。L o R a方式の拡散率に基づく送信電力制御は、第2送信電力制御と記載される。

20

【0145】

図9は、チャンネル割り当てと送信電力制御の第3の例を示す図である。なお、図9の横軸、及び、縦軸は、図4と同様である。また、各チャンネルへの管理内端末の割り当ては、図4に示した第1の例と同様であるので、説明を省略する。

【0146】

図9では、図4に示した第2の例に対して、第2送信電力制御が追加される。

30

【0147】

例えば、第3の例において、基地局100は、共用チャンネルに割り当てた管理内L o R a端末に対して、第1送信電力制御を行い(第1送信電力制御：ON)、第2送信電力制御を行う(第2送信電力制御：ON)。なお、共用チャンネルに割り当てた管理内L o R a端末に対する第1送信電力制御では、第1の例と同様に、ターゲット値を相対的に高い値に設定してよい。

【0148】

また、例えば、第3の例において、基地局100は、L o R aチャンネルに割り当てた管理内L o R a端末に対して、AとBとのいずれかの送信電力制御を行う。Aは、第1送信電力制御を行わないが、第2送信電力制御を行うという選択肢である。Bは、第1送信電力制御を行い、第2送信電力制御を行うという選択肢である。なお、第2の例と同様に、基地局100は、環境モニタリングの結果に基づいてAとBとのいずれかを選択してよい。例えば、基地局100は、L o R aチャンネルにおける環境モニタリングの結果、管理外干渉が支配的である場合、Bを選択し、管理内干渉が支配的でない場合、Aを選択してよい。

40

【0149】

<第2送信電力制御の例>

以下、或るL o R a端末yに対する第2送信電力制御について説明する。第2送信電力制御は、例えば、式(2)を用いて行われる。

【数2】

50

$$Txpow_{SF_n} = Txpow_{prev} \times \frac{2^7}{2^n} \quad (2)$$

式(2)において、 $2^7 / 2^n$ は、L o R a 端末 y が、S F n (n は、例えば、7 ~ 12 のいずれか1つの整数)の拡散率を使用する場合のL o R a 方式の拡散率に基づく係数である。

【0150】

また、式(2)において、 $Txpow_{SF_n}$ は、第2送信電力制御後のL o R a 端末 y の送信電力を示し、 $Txpow_{prev}$ は、第2送信電力制御前のL o R a 端末 y の送信電力を示す。

10

【0151】

ここで、第1送信電力制御と第2送信電力制御との両方が行われる場合、例えば、共用チャネルに割り当てた管理内L o R a 端末に対する送信電力制御の場合、 $Txpow_{prev}$ は、式(1)を用いて決定された $Txpow_{next}$ であってよい。また、第1送信電力制御が行われず、第2送信電力制御が行われる場合、例えば、管理外干渉が支配的なL o R a チャネルに割り当てた管理内L o R a 端末の送信電力制御の場合、 $Txpow_{prev}$ は、現時点での管理内L o R a 端末 y の送信電力 $Txpow_{now}$ であってよい。

【0152】

図9に示すように、管理内L o R a 端末に対する送信電力制御を行うことによって、例えば、管理内W i - S U N 端末の通信特性の劣化を抑制でき、管理内L o R a 端末の通信特性を改善できる。例えば、図9では、L o R a 方式の拡散率に基づく送信電力制御が行われるため、管理内L o R a 端末の通信特性の更なる改善が実現できる。

20

【0153】

<チャネル割り当てと送信電力制御の第3の例のフロー>

図10は、チャネル割り当てと送信電力制御の第3の例のフローチャートである。なお、図10において、図5と同様の処理については、同一の符番を付し、説明を省略する。

【0154】

図10のフローチャートにおいて、基地局100は、第1送信電力制御を行うか否かを決定した後(S109又はS110の後)、端末zに対する拡散率の制御(拡散率の割り当て)を行う(S301)。

30

【0155】

そして、基地局100は、端末zに対して、第2送信電力制御を行う(第2送信電力制御: ON)(S302)。S302では、基地局100は、端末zの拡散率に応じて端末zの送信電力に重み付けを行う。そして、S102の処理が実行される。

【0156】

以上説明したように、第3の例では、管理内L o R a 端末に対する送信電力制御を行うことによって、例えば、管理内W i - S U N 端末の通信特性の劣化を抑制でき、管理内L o R a 端末の通信特性を改善できる。例えば、図9では、L o R a 方式の拡散率に基づく送信電力制御が行われるため、管理内L o R a 端末の通信特性の更なる改善が実現できる。

40

【0157】

なお、上述した図9では、L o R a チャネルであるチャンネル#24~チャンネル#32における使用状況が、互いに同一である例を示したが、本開示はこれに限定されない。例えば、チャンネル#24~チャンネル#32の使用状況は、互いに異なってもよい。この場合、上述した、A、Bの送信電力制御方法の選択結果は、L o R a チャネルのチャンネル毎に異なってもよい。また、共用チャネルであるチャンネル#33~チャンネル#38における使用状況が、互いに同一である例を示したが、本開示はこれに限定されない。例えば、チャンネル#33~チャンネル#38の使用状況は、互いに異なってもよい。また、第1送信電力制御において決定される送信電力は、チャンネル毎に異なってもよい。例えば、管理内W i - S U N 端末のGW受信電力がチャンネル毎に異なる場合、式(1)のtargetは、チャンネル毎

50

に決定される。

【0158】

<チャンネル割り当てと送信電力制御の第4の例>

第1の例～第3の例では、共用チャンネルに管理内L o R a端末と管理内W i - S U N端末とが割り当てられる例を示したが、第4の例では、共用チャンネルに管理内W i - S U N端末が割り当てられない例を説明する。共用チャンネルに管理内W i - S U N端末が割り当てられない例とは、割り当て対象の管理内W i - S U N端末の数が、W i - S U Nチャンネルに割り当て可能な数である例である。

【0159】

図11は、チャンネル割り当てと送信電力制御の第4の例を示す図である。なお、図11の横軸、及び、縦軸は、図4と同様である。また、各チャンネルへの管理内L o R a端末の割り当ては、図4に示した第1の例と同様であるので、説明を省略する。

10

【0160】

第4の例では、上述のとおり、共用チャンネルに管理内W i - S U N端末が割り当てられない。この場合、基地局100は、L o R aチャンネルに割り当てた管理内L o R a端末に対する送信電力制御と同様に、共用チャンネルに割り当てた管理内L o R a端末に対する送信電力制御を行ってよい。

【0161】

例えば、図11では、L o R aチャンネルに割り当てた管理内L o R a端末に対する送信電力制御は、第3の例に示した、L o R aチャンネルに割り当てた管理内L o R a端末に対する送信電力制御と同様である。そして、図11では、共用チャンネルに割り当てた管理内L o R a端末に対する送信電力制御は、L o R aチャンネルに割り当てた管理内L o R a端末に対する送信電力制御と同様である。

20

【0162】

また、図11では、共用チャンネルに管理内W i - S U N端末が割り当てられない場合における、共用チャンネルに割り当てた管理内L o R a端末に対する送信電力制御の例について示したが、本開示はこれに限定されない。共用チャンネルに割り当てられているW i - S U N端末の数が所定値より少ない場合においても、共用チャンネルに割り当てた管理内L o R a端末に対する送信電力制御は、L o R aチャンネルに割り当てた管理内L o R a端末に対する送信電力制御と同様であってよい。

30

【0163】

<チャンネル割り当てと送信電力制御の第4の例のフロー>

図12は、チャンネル割り当てと送信電力制御の第4の例のフローチャートである。なお、図12において、図5及び図7と同様の処理については、同一の符番を付し、説明を省略する。

【0164】

図12の示すフローチャートにおいて、基地局100は、端末zと共用チャンネルに割り当て(S108)、共用チャンネルに割り当てた端末zに対する送信電力制御を選択する(送信電力制御の選択#2)(S401)。そして、S102の処理が実行される。

【0165】

S401における処理について、図13を用いて説明する。

40

【0166】

図13は、図12のS401にて実行されるフローチャートである。

【0167】

基地局100は、端末zに割り当てた共用チャンネルにおいて、W i - S U N方式を使用する端末が存在するか(割り当てられているか)否かを判定する(S402)。

【0168】

W i - S U N方式を使用する端末が存在する場合(S402にてYES)、基地局100は、端末zに対して、第1送信電力制御を行う(第1送信電力制御:ON)(S403)。ここでの第1送信電力制御では、図4及び図11に例示したように、ターゲット値(式

50

(1)のtarget)を相対的に高い値に設定してよい。そして、図13に示すフローチャートは終了し、図12のS102の処理が実行される。

【0169】

Wi-SUN方式を使用する端末が存在しない場合(S402にてNO)、基地局100は、端末zに割り当てた共用チャンネルにおいて、管理外干渉が支配的か否かを判定する(S404)。

【0170】

管理外干渉が支配的な場合(S404にてYES)、基地局100は、端末zに対して、第1送信電力制御を行わない(第1送信電力制御:OFF)(S405)。そして、図13に示すフローチャートは終了し、図12のS102の処理が実行される。

10

【0171】

管理外干渉が支配的ではない場合(S404にてNO)、基地局100は、端末zに対して、第1送信電力制御を行う(第1送信電力制御:ON)(S406)。ここで、基地局100は、S406の第1送信電力制御において、通信方式毎の差分補正は行わない。そして、図13に示すフローチャートは終了し、図12のS102の処理が実行される。

【0172】

以上説明したように、第4の例では、管理内Wi-SUN端末の割り当て状況に応じて、共用チャンネルの管理内LoRa端末に対する送信電力制御を行うことによって、例えば、管理内Wi-SUN端末の通信特性の劣化を抑制でき、管理内LoRa端末の通信特性を改善できる。

20

【0173】

なお、上述した図11では、LoRaチャンネルであるチャンネル#24~チャンネル#32における使用状況が、互いに同一である例を示したが、本開示はこれに限定されない。例えば、チャンネル#24~チャンネル#32の使用状況は、互いに異なってもよい。この場合、上述した、A、Bの送信電力制御方法の選択結果は、LoRaチャンネルのチャンネル毎に異なってもよい。また、共用チャンネルであるチャンネル#33~チャンネル#38における使用状況が、互いに同一である例を示したが、本開示はこれに限定されない。例えば、チャンネル#33~チャンネル#38の使用状況は、互いに異なってもよい。この場合、上述した、A、Bの送信電力制御方法の選択結果は、共用チャンネルのチャンネル毎に異なってもよい。また、第1送信電力制御において決定される送信電力は、チャンネル毎に異なってもよい。

30

【0174】

<チャンネル割り当てのバリエーション1-1>

上述した第1の例~第4の例では、基地局100が、GW受信電力の大きさに応じて、管理内端末をチャンネルに割り当てる例を説明したが、本開示はこれに限定されない。以下では、チャンネル割り当てのバリエーションを説明する。

【0175】

図14は、チャンネル割り当てのバリエーション1-1の一例を示す図である。なお、図14の横軸、及び、縦軸は、図4と同様である。また、各チャンネルへの管理内Wi-SUN端末の割り当ては、図4に示した第1の例と同様であるので、説明を省略する。また、LoRaチャンネル及び共用チャンネルに割り当てた管理内LoRa端末に対する送信電力制御は、第1の例と同様であるので、説明を省略する。

40

【0176】

バリエーション1-1では、基地局100は、GW受信電力と通信成功率とに基づいて、管理内端末の割り当てを決定する。GW受信電力と通信成功率とは、通信品質に関する情報の一例である。通信成功率とは、例えば、所定時間Tk以内に通信が成功するか否かを示す。

【0177】

例えば、基地局100は、GW受信電力が相対的に大きく、かつ、所定時間Tk内で通信が成功した管理内LoRa端末を、共用チャンネルに割り当てる。また、基地局100は、GW受信電力が相対的に小さい管理内LoRa端末、又は、所定時間Tk内で通信が成功

50

しない管理内 L o R a 端末を L o R a チャンネルに割り当てる。別言すると、G W 受信電力が相対的に大きい場合であっても、所定時間 T k 内で通信が成功しない管理内 L o R a 端末は、共用チャンネルではなく、L o R a チャンネルに割り当てられる。

【 0 1 7 8 】

例えば、基地局 1 0 0 は、所定時間 T k 内で通信が成功しない管理内 L o R a 端末を L o R a チャンネルに割り当てる。そして、基地局 1 0 0 は、所定時間 T k 内で通信が成功した管理内 L o R a 端末の中で、相対的に G W 受信電力が小さい管理内 L o R a 端末を、L o R a チャンネルに割り当てる。そして、基地局 1 0 0 は、L o R a チャンネルに割り当てた管理内 L o R a 端末の数が、L o R a チャンネルに割り当て可能な管理内 L o R a 端末の数に到達した場合、所定時間 T k 内で通信が成功した残りの管理内 L o R a 端末を共用チャンネルに割り当てる。

10

【 0 1 7 9 】

< チャンネル割り当てのバリエーション 1 - 1 のフロー >

図 1 5 は、チャンネル割り当てのバリエーション 1 - 1 のフローチャートである。なお、図 1 5 において、図 5 と同様の処理については、同一の符番を付し、説明を省略する。

【 0 1 8 0 】

図 1 5 に示すフローチャートにおいて、端末 z の G W 受信電力が第 2 閾値より大きい場合 (S 1 0 7 にて Y E S)、基地局 1 0 0 は、端末 z が所定時間 T k 以内に通信が成功したか否かを判定する (S 5 0 1)。

【 0 1 8 1 】

所定時間 T k 以内に通信が成功した場合 (S 5 0 1 にて Y E S)、基地局 1 0 0 は、端末 z を共用チャンネルに割り当てる (S 1 0 8)。そして、基地局 1 0 0 は、端末 z に対して、第 1 送信電力制御を行う (第 1 送信電力制御 : O N) (S 1 0 9)。そして、S 1 0 2 の処理が実行される。

20

【 0 1 8 2 】

端末 z の G W 受信電力が第 2 閾値より大きくない場合 (S 1 0 7 にて N O)、又は、所定時間 T k 以内に通信が成功しなかった場合 (S 5 0 1 にて N O)、基地局 1 0 0 は、端末 z を L o R a チャンネルに割り当てる (S 1 1 0)。そして、基地局 1 0 0 は、端末 z に対して、第 1 送信電力制御を行わない (第 1 送信電力制御 : O F F) (S 1 1 1)。そして、S 1 0 2 の処理が実行される。

30

【 0 1 8 3 】

なお、共用チャンネルに割り当てた管理内 L o R a 端末の中で、所定時間 T k 内で通信が成功しない管理内 L o R a 端末は、共用チャンネルから L o R a チャンネルへ割り当ての変更 (再割り当て) が行われてよい。

【 0 1 8 4 】

< チャンネル割り当てのバリエーション 1 - 2 >

図 1 6 は、チャンネル割り当てのバリエーション 1 - 2 の一例を示す図である。図 1 6 の横軸、及び、縦軸は、図 4 と同様である。図 1 6 では、図 1 4 と比較して、L o R a チャンネルから共用チャンネルへの割り当ての変更が実行されることが示される。

【 0 1 8 5 】

この場合、所定時間 T k 内で通信が成功した管理内 L o R a 端末の中で、G W 受信電力が相対的に大きい管理内 L o R a 端末が共用チャンネルに割り当てられ、G W 受信電力が相対的に小さい管理内 L o R a 端末は、共用チャンネルに割り当てられなくてよい。例えば、L o R a チャンネルの使用状況に応じて、再割り当てを行うか否かが決定されてよい。また、再割り当てを行う場合には、L o R a チャンネルの使用状況に応じて共用チャンネルに割り当てを変更する管理内 L o R a 端末が決定されてよい。例えば、L o R a チャンネルにおける使用状況が所定のレベルを超える場合には、L o R a チャンネルから共用チャンネルへの再割り当てが実行されてよい。

40

【 0 1 8 6 】

このような割り当てでは、G W 受信電力が相対的に大きい、通信成功に時間がかかる管

50

理内 L o R a 端末を L o R a チャンネルに割り当てるため、当該管理内 L o R a 端末の通信成功に要する時間を短縮できる。

【 0 1 8 7 】

<チャンネル割り当てのバリエーション 1 - 2 のフロー>

図 1 7 は、チャンネル割り当てのバリエーション 1 - 2 のフローチャートである。図 1 7 に示すフローは、例えば、L o R a チャンネル # m に割り当てられた管理内 L o R a 端末 Z L に対して、周期的に実施される。

【 0 1 8 8 】

基地局 1 0 0 は、L o R a チャンネル # m の使用状況のレベルが第 3 閾値より大きいかが否かを判定する (S 5 0 3)。例えば、L o R a チャンネル # m の使用状況のレベルは、L o R a チャンネル # m に割り当てた管理内 L o R a 端末の数であってもよい。あるいは、L o R a チャンネル # m の使用状況のレベルは、L o R a チャンネル # m に割り当てた管理内 L o R a 端末の数と各管理内 L o R a 端末の送信確率とに基づく値であってもよい。

10

【 0 1 8 9 】

基地局 1 0 0 は、L o R a チャンネル # m の使用状況のレベルが第 3 閾値より大きい場合 (S 5 0 3 にて Y E S)、管理内 L o R a 端末 Z L の G W 受信電力が第 4 閾値より大きいかが否かを判定する (S 5 0 4)。

【 0 1 9 0 】

管理内 L o R a 端末 Z L の G W 受信電力が第 4 閾値より大きい場合 (S 5 0 4 にて Y E S)、基地局 1 0 0 は、管理内 L o R a 端末 Z L が所定時間 T k 以内に通信が成功したか否かを判定する (S 5 0 5)。

20

【 0 1 9 1 】

所定時間 T k 以内に通信が成功した場合 (S 5 0 5 にて Y E S)、基地局 1 0 0 は、端末 Z L を共用チャンネルに割り当てる再割り当てを行う (S 5 0 6)。そして、図 1 7 のフローは終了する。

【 0 1 9 2 】

L o R a チャンネル # m の使用状況のレベルが第 3 閾値より大きくない場合 (S 5 0 3 にて N O)、管理内 L o R a 端末 Z L の G W 受信電力が第 4 閾値より大きくない場合 (S 5 0 4 にて N O)、又は、所定時間 T k 以内に通信が成功しなかった場合 (S 5 0 5 にて N O)、基地局 1 0 0 は、L o R a チャンネル # m への管理内 L o R a 端末 Z L の割り当てを変更せずに、図 1 7 のフローは終了する。

30

【 0 1 9 3 】

以上説明したバリエーションでは、G W 受信電力に基づく割り当てと共用チャンネルに割り当てた管理内 L o R a 端末に対する送信電力制御を行うことによって、例えば、管理内 W i - S U N 端末の通信特性の劣化を抑制でき、管理内 L o R a 端末の通信特性を改善できる。

【 0 1 9 4 】

<チャンネル割り当てのバリエーション 2 >

チャンネル割り当てのバリエーション 2 では、チャンネル割り当てを、環境モニタリングの結果に応じて変更する。

40

【 0 1 9 5 】

図 1 8 は、チャンネル割り当てのバリエーション 2 の一例を示す図である。図 1 8 には、管理外干渉の干渉量が異なる 2 つのケースについてのチャンネル割り当てが示される。なお、2 つのケースのそれぞれの縦軸と横軸は、図 4 と同様である。

【 0 1 9 6 】

2 つのケースのうち、管理外干渉の干渉量 (例えば、図 1 8 における縦軸に示される使用状況) が比較的低いケース 1 は、管理内干渉が支配的なケースの一例である。ケース 1 では、管理外干渉の干渉量が比較的低いいため、基地局 1 0 0 は、L o R a チャンネルと共用チャンネルとで、均等に管理内 L o R a 端末を割り当ててよい。例えば、この場合、基地局 1 0 0 は、L o R a チャンネルに割り当てる管理内 L o R a 端末の数と共用チャンネルに割り当

50

てる管理内 L o R a 端末の数との差を所定範囲以内（例えば、 ± 2 の範囲以内）に収める。

【 0 1 9 7 】

また、ケース 1 では、基地局 1 0 0 は、W i - S U N チャンネルと共用チャンネルとで、均等に管理内 W i - S U N 端末を割り当ててよい。例えば、この場合、基地局 1 0 0 は、W i - S U N チャンネルに割り当てる管理内 W i - S U N 端末の数と共用チャンネルに割り当てる管理内 W i - S U N 端末の数との差を所定範囲以内（例えば、 ± 2 の範囲以内）に収める。

【 0 1 9 8 】

2 つのケースのうち、管理外干渉の干渉量が比較的高いケース 2 は、管理外干渉が支配的なケースの一例である。ケース 2 では、管理外干渉の干渉量が比較的高いため、基地局 1 0 0 は、共用チャンネルよりも L o R a チャンネルの方に、多くの管理内 L o R a 端末を割り当ててよい。別言すると、ケース 2 では、基地局 1 0 0 は、L o R a チャンネルに割り当てる数から共用チャンネルに割り当てる管理内 L o R a 端末の数を引いた差を所定値以上に設定する。

10

【 0 1 9 9 】

また、ケース 2 では、基地局 1 0 0 は、共用チャンネルよりも W i - S U N チャンネルの方に、多くの管理内 W i - S U N 端末を割り当ててよい。別言すると、ケース 2 では、基地局 1 0 0 は、W i - S U N チャンネルに割り当てる数から共用チャンネルに割り当てる管理内 W i - S U N 端末の数を引いた差を所定値以上に設定する。

20

【 0 2 0 0 】

< チャンネル割り当てのバリエーション 2 のフロー >

図 1 9 は、チャンネル割り当てのバリエーション 2 のフローチャートである。なお、図 1 9 において、図 5、図 7 と同様の処理については、同一の符番を付し、説明を省略する。

【 0 2 0 1 】

図 1 9 に示すフローチャートにおいて、基地局 1 0 0 は、干渉を分類した後（S 2 0 1 の後）、端末に割り当てるチャンネルに関する設定を行う（S 6 0 1）。そして、S 1 0 2 以降の処理が実行される。

【 0 2 0 2 】

S 6 0 1 における処理について、図 2 0 を用いて説明する。

30

【 0 2 0 3 】

図 2 0 は、図 1 9 の S 6 0 1 にて実行されるフローチャートである。

【 0 2 0 4 】

基地局 1 0 0 は、各チャンネルの平均の管理外干渉が支配的か否かを判定する（S 6 0 2）。

【 0 2 0 5 】

管理外干渉が支配的ではない場合（S 6 0 2 にて N O）、基地局 1 0 0 は、非共用チャンネルと共用チャンネルとの間の割り当て割合を a に設定する（ a は、0 より大きい数）（S 6 0 4）。ここで、割り当て割合は、例えば、共用チャンネルに割り当てる管理内端末の数 / 非共用チャンネルに割り当てる管理内端末の数で表される。割り当て割合が高いほど、共用チャンネルに割り当てる管理内端末の数が、非共用チャンネルに割り当てる管理内端末の数よりも多い。

40

【 0 2 0 6 】

管理外干渉が支配的な場合（S 6 0 2 にて Y E S）、基地局 1 0 0 は、非共用チャンネルと共用チャンネルとの間の割り当て割合を b に設定する（ b は、0 より大きく、 a より小さい数）（S 6 0 3）。ここで、 b が a より小さい値に設定されることによって、管理外干渉が支配的な場合には、共用チャンネルよりも非共用チャンネルへ割り当てられる割合が高い。

【 0 2 0 7 】

そして、基地局 1 0 0 は、設定した割合に基づいて、第 1 閾値（図 1 9 の S 1 0 4 参照）と第 2 閾値（図 1 9 の S 1 0 7 参照）を決定する（S 6 0 5）。そして、図 2 0 のフロー

50

は終了し、図19のS102が実行される。例えば、第1閾値及び第2閾値は大きいほど、非共用チャンネルに割り当てられる管理内端末の数が増えるため、割り当て割合がbの場合（例えば、管理外干渉が支配的な場合）の第1閾値及び第2閾値は、それぞれ、割り当て割合がaの場合（例えば、管理内干渉が支配的な場合）の第1閾値及び第2閾値よりも大きい値に設定されてよい。

【0208】

このような割り当てでは、管理外干渉の干渉量の大きさに応じて、LoRaチャンネルに割り当てる管理内LoRa端末の数と共用チャンネルに割り当てる管理内LoRa端末の数との割合を変更するため、電波環境の状態（例えば、管理外干渉の干渉量の大きさ）に依らずに、管理内LoRa端末の通信特性を改善できる。

10

【0209】

また、このような割り当てでは、管理外干渉の干渉量の大きさに応じて、Wi-SUNチャンネルに割り当てる管理内Wi-SUN端末の数と共用チャンネルに割り当てる管理内Wi-SUN端末の数との割合を変更するため、電波環境の状態（例えば、管理外干渉の干渉量の大きさ）に依らずに、管理内Wi-SUN端末の通信特性を改善できる。

【0210】

<チャンネル割り当てのバリエーション3>

チャンネル割り当てのバリエーション3では、通信方式毎に独立したチャンネル割り当ての一例を説明する。

【0211】

図21は、チャンネル割り当てのバリエーション3の一例を示す図である。なお、図21の横軸、及び、縦軸は、図4と同様である。

20

【0212】

図21では、LoRaチャンネルに割り当てる管理内LoRa端末と共用チャンネルに割り当てる管理内LoRa端末との割合 R_L と、Wi-SUNチャンネルに割り当てる管理内Wi-SUN端末と共用チャンネルに割り当てる管理内Wi-SUN端末との第2の割合 R_W とが、独立に設定される。

【0213】

例えば、割合 R_L は、割合 R_W よりも大きく設定される。別言すると、管理内LoRa端末は、管理内Wi-SUN端末よりも、共用チャンネルに割り当てる割合を高く設定されてよい。

30

【0214】

<チャンネル割り当てのバリエーション3のフロー>

チャンネル割り当てのバリエーション3のフローチャートは、図19に示したチャンネル割り当てのバリエーション2のフローチャートと同様であるが、S601の処理が、図20と異なる。以下、チャンネル割り当てのバリエーション3のフローチャートにおけるS601の処理について、図22を用いて説明する。

【0215】

図22は、図19のS601にて実行されるフローチャートである。

【0216】

基地局100は、各チャンネルの平均の管理外干渉が支配的か否かを判定する（S701）。

40

【0217】

管理外干渉が支配的ではない場合（S701にてNO）、基地局100は、共用チャンネルとLoRaチャンネルとの間の割り当て割合をaに設定する（aは、0より大きい数）（S702）。また、基地局100は、共用チャンネルとWi-SUNチャンネルとの間の割り当て割合をcに設定する（cは、0より大きい数）（S703）。

【0218】

管理外干渉が支配的な場合（S701にてYES）、基地局100は、共用チャンネルとLoRaチャンネルとの間の割り当て割合をbに設定する（bは、0より大きくaより小さい

50

数) (S704)。また、基地局100は、共用チャンネルとWi-SUNチャンネルとの間の割り当て割合をdに設定する(dは、0より大きくcより小さい数)(S705)。

【0219】

ここで、bがaより小さい値に設定されことによって、管理外干渉が支配的な場合には、共用チャンネルよりもLoRaチャンネルへ割り当てられる管理内LoRa端末の割合が高い。また、dがcより小さい値に設定されによって、管理外干渉が支配的な場合には、共用チャンネルよりもWi-SUNチャンネルへ割り当てられる管理内Wi-SUN端末の割合が高い。また、aがcよりも大きい値に設定されること、及び、bがdよりも大きい値に設定されることによって、管理内LoRa端末が共用チャンネルに割り当てられる割合が、管理内Wi-SUN端末が共用チャンネルに割り当てられる割合よりも高い。

10

【0220】

そして、基地局100は、設定した割合に基づいて、第1閾値(図19のS104参照)と第2閾値(図19のS107参照)を決定する(S706)。そして、図20のフローは終了し、図19のS102が実行される。例えば、割り当て割合がbの場合の第1閾値は、割り当て割合がaの場合の第1閾値よりも大きく設定される。また、割り当て割合がdの場合の第2閾値は、それぞれ、割り当て割合がcの場合の第2閾値よりも大きく設定される。

【0221】

また、このような割り当てでは、管理外干渉の干渉量の大きさに応じて、Wi-SUNチャンネルに割り当てる管理内Wi-SUN端末の数と共用チャンネルに割り当てる管理内Wi-SUN端末の数との割合を変更するため、電波環境の状態(例えば、管理外干渉の干渉量の大きさ)に依らずに、管理内Wi-SUN端末の通信特性を改善できる。

20

【0222】

なお、上述した実施の形態では、管理内干渉と管理外干渉とに分類する干渉分類について説明したが、本開示はこれに限定されない。例えば、管理外干渉は、電波干渉と環境雑音とに分類されてもよい。この場合、各チャンネルにおける電波干渉の使用状況(チャンネル占有率情報)に基づいて、送信電力制御の制御方式を選択してもよい。また、環境雑音については、優先度の高さが規定されてもよい。例えば、電波干渉と、優先度の高い環境雑音の使用状況(チャンネル占有率情報)に基づいて、送信電力制御の制御方式を選択してもよい。

30

【0223】

例えば、プリアンブル情報に基づいて、電波干渉と環境雑音とが分類されてよい。また、環境雑音については、帯域情報によって、当該環境雑音の起因となる無線システムの情報(例えば、優先度の高さ)が推定されてもよい。

【0224】

また、上記の実施の形態において、LoRaチャンネルは、LoRa端末が割り当てられ、Wi-SUN端末が割り当てられないチャンネルである例を示したが、本開示はこれに限定されない。例えば、Wi-SUN端末が割り当てられる数(または、使用状況)が閾値未満のチャンネルは、「LoRaチャンネル」の一例と捉えてよい。例えば、上記の第4の例において、共用チャンネルに管理内Wi-SUN端末が割り当てられない例を示したが、共用チャンネルに閾値未満の管理内Wi-SUN端末が割り当てられてもよい。

40

【0225】

また、上記の実施の形態において、端末へのチャンネル割り当てと、端末に対する送信電力制御とが、端末毎に、順次、実行される例を示したが、本開示はこれに限定されない。例えば、基地局100は、割り当て対象の端末のそれぞれをチャンネルに割り当てた後、各端末の送信電力制御を行ってよい。この場合も、基地局100は、各チャンネルの端末の割り当て状況に応じて、送信電力制御を行ってよい。

【0226】

また、上記の実施の形態において示した、チャンネル割り当てと送信電力制御の各例及びチャンネル割り当ての各バリエーションは、組み合わせて適用されてよい。例えば、共用チャ

50

ネルにおいては第 1 の例に示した送信電力制御が適用され、L o R a チャンネルにおいては第 3 の例に示した送信電力制御が適用されてよい。また、例えば、図 1 4 に示したチャンネル割り当てのバリエーション 1 - 1 における各チャンネルの送信電力制御が、第 2 の例又は第 3 の例に示した送信電力制御に変更されてよい。また、複数の L o R a チャンネル及び / 又は複数の共用チャンネルのそれぞれについて、送信電力制御が独立して設定されてよい。例えば、或る L o R a チャンネルでは、第 1 の例に示した送信電力制御が適用され、別の L o R a チャンネルでは、第 3 の例に示した送信電力制御が適用されてよい。

【 0 2 2 7 】

< チャンネル割り当てのバリエーション 4 >

上述したチャンネル割り当ては、L o R a チャンネル、W i - S U N チャンネル、及び、共用チャンネルの中から、管理内端末に割り当てるチャンネルを決定する例を示した。L o R a チャンネル、W i - S U N チャンネル、及び、共用チャンネルは、それぞれ、複数存在してもよい。例えば、図 4 等の例では、チャンネル # 2 4 ~ チャンネル # 3 2 は、L o R a チャンネルであり、チャンネル # 3 3 ~ チャンネル # 3 8 は、共用チャンネルであり、チャンネル # 3 9 ~ チャンネル # 6 0 は、W i - S U N チャンネルである。

10

【 0 2 2 8 】

以下、1 以上の L o R a チャンネルは、「L o R a チャンネルグループ (C G) 」と記載され、1 以上の W i - S U N チャンネルは、「W i - S U N C G 」と記載され、1 以上の共用チャンネルは、「共用 C G 」と記載される場合がある。つまり、上述の例において、「L o R a チャンネルに割り当てる」ことは、「L o R a C G の中のチャンネルに割り当てる」ことに相当してよい。また、「W i - S U N チャンネルに割り当てる」ことは、「W i - S U N C G の中のチャンネルに割り当てる」ことに相当し、「共用チャンネルに割り当てる」ことは、「共用 C G の中のチャンネルに割り当てる」ことに相当してよい。

20

【 0 2 2 9 】

例えば、基地局 1 0 0 は、共用チャンネルに割り当てる管理内端末を決定した後、決定した管理内端末のそれぞれに割り当てるチャンネルを、共用 C G に含まれる複数のチャンネル (例えば、チャンネル # 3 3 ~ チャンネル # 3 8) の中からランダムに決定してよい。L o R a C G 及び W i - S U N C G についても、同様であってよい。

【 0 2 3 0 】

あるいは、基地局 1 0 0 は、共用チャンネルを割り当てる管理内端末を決定した後、決定した管理内端末のそれぞれに割り当てるチャンネルを、以下に示す方法を用いて、共用 C G に含まれる複数のチャンネルの中から決定してよい。L o R a C G 及び W i - S U N C G についても、同様であってよい。

30

【 0 2 3 1 】

なお、以下では、共用 C G に含まれる複数のチャンネルの中から、管理内端末のそれぞれに割り当てるチャンネルを決定する例を説明する。

【 0 2 3 2 】

< バリエーション 4 - 1 >

図 2 3 は、チャンネル割り当てのバリエーション 4 - 1 の一例を示す図である。図 2 3 の横軸は周波数を示し、縦軸は各チャンネルの使用状況のレベルを示す。図 2 3 には、識別番号が付された 4 つのチャンネル (チャンネル # C 1 ~ # C 4) のそれぞれにおける、管理内端末と管理外端末の使用状況のレベルが示される。また、図 2 3 には、チャンネル # C 1、# C 2、# C 3、及び、# C 4 のいずれかに割り当てる n 個の管理内端末が示される。

40

【 0 2 3 3 】

例えば、チャンネル # C 1 ~ # C 4 は、共用 C G に含まれる 4 つのチャンネルを示す。また、例えば、チャンネル # C 1 ~ # C 4 が共用 C G のチャンネルの場合、n 個の管理内端末は、共用 C G に割り当てると決定された管理内 L o R a 端末又は管理内 W i - S U N 端末である。

【 0 2 3 4 】

チャンネル # C 1 ~ # C 4 は、管理外端末の使用状況によって分類されてよい。例えば、チ

50

チャンネル# C₁及び# C₂は、チャンネル# C₃と比較して、使用状況のレベルが低い。そのため、チャンネル# C₁及び# C₂は、「管理外干渉の小さいチャンネル」に分類され、チャンネル# C₃は、「管理外干渉の大きいチャンネル」に分類される。また、チャンネル# C₄は、使用状況のレベルの上限値に近いため、「管理内端末を割り当てないチャンネル」に相当してよい。

【0235】

「管理外干渉の小さいチャンネル」は、「管理外干渉の占有率が低いチャンネル」又は「空きの多いチャンネル」と称されてもよい。また、「管理外干渉の大きいチャンネル」は、「管理外干渉の占有率が高いチャンネル」又は「空きの少ないチャンネル」に対応してよい。また、「管理内端末を割り当てないチャンネル」は、「空気が無いチャンネル」に対応してよい。例えば、「管理外干渉の小さいチャンネル」と「管理外干渉の大きいチャンネル」とは、閾値と管理外干渉の干渉量とを比較することによって分類されてもよいし、管理外干渉の大きい方から所定数のチャンネルが「管理外干渉の大きいチャンネル」に分類され、残りが「管理外干渉の小さいチャンネル」に分類されてもよい。この分類は、基地局100によって実行されてよい。

10

【0236】

基地局100は、管理外干渉の小さいチャンネルに割り当てる管理内端末と、管理内干渉の大きいチャンネルに割り当てる管理内端末とを、基地局100が管理内端末のそれぞれから受信した信号の受信電力(例えば、RSSI)に基づいて決定する。以下、基地局100が、或る管理内端末xによって送信された信号を受信して決定したRSSIは、「端末xのRSSI」と記載される場合がある。また、或るRSSIを示す信号の送信元の端末xは、「RSSIに対応する端末x」と記載される場合がある。

20

【0237】

図23の例では、n個の管理内端末が、RSSIの順に、並べられている。n個の管理内端末のRSSIの中で、管理内端末#1のRSSIが最も小さく、管理内端末#nのRSSIが最も大きい。そして、図23の例では、n個の管理内端末が、比較的小さいRSSIに対応する管理内端末#1~#mからなるm個の端末のグループと、比較的大きいRSSIに対応する管理内端末#m+1~#nからなるn-m個の端末のグループとに分けられる。なお、mは、1以上n以下の整数である。例えば、mは、チャンネル#C₁及び#C₂の空き状況と、チャンネル#C₃との空き状況との比率に基づいて決定されてよい。

30

【0238】

基地局100は、比較的小さいRSSIに対応する管理内端末#1~#mを、管理外干渉の小さいチャンネル#C₁及び#C₂に割り当てる、と決定し、比較的大きいRSSIに対応する管理内端末#m+1~#nを、管理外干渉の大きいチャンネル#C₃に割り当てる、と決定する。

【0239】

なお、図23では、共用CGに含まれる複数のチャンネルの中から、管理内端末のそれぞれに割り当てるチャンネルを決定する例を示したが、Wi-SUNCG、及び、LoRaCGに対しても、同様に適用されてよい。例えば、チャンネル#C₁、#C₂、#C₃、及び、#C₄がWi-SUNCGのチャンネルの場合、n個の管理内端末は、Wi-SUNCGに割り当てると決定された管理内Wi-SUN端末である。また、例えば、チャンネル#C₁~#C₄がLoRaCGのチャンネルの場合、n個の管理内端末は、LoRaCGに割り当てると決定された管理内LoRa端末である。

40

【0240】

図24は、チャンネル割り当てのバリエーション4のフローチャートである。なお、図24において、図5と同様の処理については、同一の符番を付し、説明を省略する。図24のフローでは、図5のフローにおけるS102、S105、S106、S108、及び、S110の処理が、それぞれ、S801、S802、S803、S804、及び、S805の処理に置き換わっている。また、図24のフローでは、図5のフローに対して、S806の処理が追加されている。

50

【0241】

基地局100は、配下の端末へのチャンネルのグループの割り当てが完了したか否かを判定する(S801)。

【0242】

割り当てが完了していない場合(S801にてNO)、すなわち、割り当て対象の端末のうち、割り当て処理が完了していない端末(以下、「端末z」と記載する)が存在する場合、基地局100は、端末zに対してS103以降の割り当て処理を実行する。

【0243】

端末zのGW受信電力が第1閾値より大きい場合(S104にてYES)、基地局100は、端末zを共用CGに割り当てる、と決定する(S802)。そして、S801の処理が実行される。

【0244】

端末zのGW受信電力が第1閾値より大きくない場合(S104にてNO)、基地局100は、端末zをWi-SUNCGに割り当てる、と決定する(S803)。そして、S801の処理が実行される。

【0245】

端末zのGW受信電力が第2閾値より大きい場合(S107にてYES)、基地局100は、端末zを共用CGに割り当てる、と決定する(S804)。

【0246】

端末zのGW受信電力が第2閾値より大きくない場合(S107にてNO)、基地局100は、端末zをLoRaCGに割り当てる、と決定する(S805)。

【0247】

一方で、チャンネルグループの割り当て処理が完了した場合(S801にてYES)、すなわち、割り当て対象の端末のうち、割り当て処理が完了していない端末が存在しない場合、RSSIに基づいて、チャンネルグループの中から、割り当て対象それぞれの割り当てチャンネルを決定する(S806)。

【0248】

なお、S806の処理は、チャンネルグループのそれぞれにおいて、独立して実行されてよい。別言すると、LoRaCGに割り当てると決定された端末のそれぞれが割り当て対象となり、割り当て対象それぞれを割り当てるチャンネルを決定する処理と、Wi-SUNCGに割り当てると決定された端末のそれぞれが割り当て対象となり、割り当て対象それぞれを割り当てるチャンネルを決定する処理と、共用CGに割り当てると決定された端末のそれぞれが割り当て対象となり、割り当て対象それぞれを割り当てる共用チャンネルを決定する処理と、が、独立して実行されてよい。

【0249】

そして、図24のフローは終了する。

【0250】

図25は、図24のS806にて実行される、バリエーション4-1に対応するフローチャートである。図25に示すフローは、LoRaCGに割り当てる管理内端末、共用CGに割り当てる管理内端末、及び、Wi-SUNCGに割り当てる管理内端末のそれぞれについて、独立して、実行される。

【0251】

以下では、或る1つのグループに割り当てる管理内端末が、割り当て対象の端末である例を示す。

【0252】

基地局100は、管理内端末それぞれのRSSIが小さい順に、管理内端末を並べ替える(S901)。

【0253】

基地局100は、割り当て対象の端末へのチャンネルの割り当てが完了したか否かを判定する(S902)。

10

20

30

40

50

【0254】

割り当てが完了していない場合（S902にてNO）、すなわち、割り当て対象の端末のうち、割り当て処理が完了していない端末（以下、「端末z」と記載する）が存在する場合、基地局100は、端末zに対してS903以降の割り当て処理を実行する。一方で、割り当て処理が完了した場合（S902にてYES）、すなわち、割り当て対象の端末のうち、割り当て処理が完了していない端末が存在しない場合、図25に示すフローは終了する。

【0255】

基地局100は、端末zが管理外干渉の小さいチャンネルに割り当てできるか否かを判定する（S903）。例えば、基地局100は、端末zのRSSIが管理外干渉の小さいチャンネルに割り当てできるRSSIに相当する場合、端末zが管理外干渉の小さいチャンネルに割り当てできると判定してよい。

10

【0256】

端末zが管理外干渉の小さいチャンネルに割り当てできる場合（S903にてYES）、基地局100は、端末zを管理外干渉が小さいチャンネルに割り当てる（S904）。そして、S902の処理が実行される。

【0257】

端末zが管理外干渉の小さいチャンネルに割り当てできない場合（S903にてNO）、基地局は、端末zを管理外干渉が大きいチャンネルに割り当てる（S905）。そして、S902の処理が実行される。

20

【0258】

以上説明したように、バリエーション4-1では、RSSIの小さい管理内端末から順に、管理外干渉の小さいチャンネル（別言すると、空きの多いチャンネル）に割り当てることによって、管理内端末が他の端末（例えば、管理外端末）与える干渉を低減できる。例えば、管理内端末において、送信電力の制御の範囲（例えば、ダイナミックレンジ）が十分ではない場合でも、管理内端末が与える干渉を低減できる。また、RSSIの差が比較的小さい管理内端末同士が同一のチャンネルに割り当てられるため、与干渉及び被干渉の影響を低減できる。

【0259】

<バリエーション4-2>

バリエーション4-1（例えば、図23）の例では、基地局100が、RSSIに基づいて、管理内端末に割り当てるチャンネルを決定する例を示したが、バリエーション4-2では、基地局100が、RSSIと、或る条件が成立するか否かの条件判定とに基づいて、管理内端末に割り当てるチャンネルを決定する。例示的に、以下の説明において、或る条件は、管理内端末において、通信が成功した直近のタイミング（最後に通信が成功したタイミング）から現時点までの時間間隔（以下、通信成功間隔）に関する条件である。

30

【0260】

なお、以下では、共用CGに含まれる複数のチャンネルの中から、管理内端末のそれぞれに割り当てるチャンネルを決定する例を説明する。

【0261】

図26は、チャンネル割り当てのバリエーション4-2の一例を示す図である。図26の横軸、縦軸は、図23と同様である。また、4つのチャンネル（チャンネル#C1～#C4）のそれぞれにおける、管理外端末の使用状況のレベルも、図23と同様である。また、図26には、チャンネル#C1、#C2、#C3、及び、#C4のいずれかに割り当てるn+v個の管理内端末が示される。

40

【0262】

また、図26では、図23と同様に、チャンネル#C1及び#C2は、「管理外干渉の小さいチャンネル」に分類され、チャンネル#C3は、「管理外干渉の大きいチャンネル」に分類される。また、チャンネル#C4は、使用状況のレベルの上限値に近い値のため、「管理内端末を割り当てないチャンネル」に相当してよい。

50

【0263】

基地局100は、管理内端末の中で、通信成功間隔が所定値より大きい管理内端末（図26では、「条件を満たす管理内端末」）に管理外干渉の小さいチャンネルを割り当てる。図26では、条件を満たす管理内端末#1～#vが、管理外干渉の小さいチャンネルに割り当てられる。

【0264】

そして、基地局100は、通信成功間隔が所定値より大きくないn個の管理内端末（別言すると、「条件を満たさない管理内端末」）を、RSSIの順に並び替える。そして、図23と同様に、基地局100は、比較的小さいRSSIに対応する管理内端末#1～#mに、管理外干渉の小さいチャンネル#C₁及び#C₂を割り当てる、と決定し、比較的大きいRSSIに対応する管理内端末#m+1～#nを、管理外干渉の大きいチャンネル#C₃に割り当てる、と決定する。なお、ここで、mは、例えば、v個の条件を満たす管理内端末を割り当てた後のチャンネル#C₁及び#C₂の空き状況と、チャンネル#C₃との空き状況との比率に基づいて決定されてよい。

10

【0265】

なお、図26では、図23と同様に、共用CGに含まれる複数のチャンネルの中から、管理内端末のそれぞれに割り当てるチャンネルを決定する例を示したが、Wi-SUNCG、及び、LoRaCGに対しても、同様に適用されてよい。例えば、チャンネル#C₁、#C₂、#C₃、及び、#C₄がWi-SUNCGのチャンネルの場合、n+v個の管理内端末は、Wi-SUNCGに割り当てると決定された管理内Wi-SUN端末である。また、例えば、チャンネル#C₁～#C₄がLoRaCGのチャンネルの場合、n+v個の管理内端末は、LoRaCGに割り当てると決定された管理内LoRa端末である。

20

【0266】

次に、バリエーション4-2の処理の流れを説明する。バリエーション4-2の処理の流れは、図24に示したバリエーション4-1と同様であるが、図24のS806の処理が、バリエーション4-1と異なる。

【0267】

図27は、図24のS806にて実行される、バリエーション4-2に対応するフローチャートである。なお、図27において、図25と同様の処理については、同一の符番を付し、説明を省略する。図27のフローでは、図25におけるS901の処理が、S1001～S1004の処理に置き換わっている。

30

【0268】

基地局100は、割り当て対象の端末の通信成功間隔に関する確認を完了したか否かを判定する（S1001）。

【0269】

確認が完了していない場合（S1001にてNO）、すなわち、割り当て対象の端末のうち、通信成功間隔に関する確認が完了していない端末（以下、「端末y」と記載する）が存在する場合、基地局100は、端末yに対してS1002の確認処理を実行する。

【0270】

基地局100は、端末yの通信成功間隔が所定値より大きいと判定するか否かを判定する（S1002）。

40

【0271】

端末yの通信成功間隔が所定値より大きくない場合（S1002にてNO）、S1001の処理が実行される。

【0272】

端末yの通信成功間隔が所定値より大きい場合（S1002にてYES）、基地局100は、端末yを管理外干渉が小さいチャンネルに割り当てる（S1003）。そして、S1001の処理が実行される。

【0273】

確認が完了した場合（S1001にてYES）、すなわち、割り当て対象の端末のうち、

50

通信成功間隔に関する確認が完了していない端末が存在しない場合、基地局 100 は、S1003 にてチャンネルの割り当てが完了した端末を除いた端末を割り当て対象の端末にし、割り当て対象それぞれの RSSI が小さい順に、端末を並べ替える (S1004)。そして、S902 以降の処理が実行される。

【0274】

ここで、優先して空きの多いチャンネルを割り当てる管理内端末 (上記の例では、通信成功間隔が所定値より大きい管理内端末) の数は、チャンネルリソースによって可変にしてもよい。例えば、比較的チャンネルリソースが少ない場合は、優先して空きの多いチャンネルを割り当てる管理内端末の数を多くし、比較的チャンネルリソースが多い場合は、優先して空きの多いチャンネルを割り当てる管理内端末の数を少なくしてもよい。例えば、優先して空きの多いチャンネルを割り当てる管理内端末の数は、チャンネルリソースと 1 以上の閾値との比較結果に基づいて、決定されてよい。

10

【0275】

以上説明したように、パリエーション 4 - 2 では、RSSI に加えて、通信成功間隔に関する条件に基づいて、管理内端末に割り当てるチャンネルを決定した。この決定により、通信成功間隔が長い管理内端末に優先して空きの多いチャンネルを割り当てられるため、チャンネルリソースが十分ではない場合でも、通信成功間隔の増加を抑制できる。例えば、チャンネルリソースが十分ではない場合、RSSI が大きいにも関わらず、チャンネルが割り当てられず、送信機会が得られない端末が生じる。パリエーション 4 - 2 では、このような端末に対して、送信機会を優先して与えることができる。また、RSSI の差が比較的小さい管理内端末同士が同一のチャンネルに割り当てられるため、与干渉及び被干渉の影響を低減できる。

20

【0276】

<パリエーション 4 - 3>

パリエーション 4 - 1 (例えば、図 23) の例では、基地局が、RSSI に基づいて、管理内端末に割り当てるチャンネルを決定する例を示したが、パリエーション 4 - 3 では、基地局が、RSSI と、管理内端末の種類とに基づいて、管理内端末に割り当てるチャンネルを決定する。なお、パリエーション 4 - 3 は、LoRa 端末と Wi-SUN 端末との両方が割り当てられる共用チャンネルにおいて適用される。

【0277】

図 28 は、チャンネル割り当てのパリエーション 4 - 3 の一例を示す図である。図 28 の横軸、縦軸は、図 23 と同様である。また、4 つのチャンネル (チャンネル # C1 ~ # C4) のそれぞれにおける、管理外端末の使用状況のレベルも、図 23 と同様である。ただし、パリエーション 4 - 3 は、共用チャンネルにおいて適用されるため、4 つのチャンネルは、それぞれ、共用チャンネルである。

30

【0278】

また、図 28 には、チャンネル # C1、# C2、# C3、及び、# C4 のいずれかに割り当てられる $n + p$ 個の管理内端末が示される。ここで、 $n + p$ 個の管理内端末は、それぞれ、管理内 Wi-SUN 端末、又は、管理内 LoRa 端末である。

【0279】

また、図 28 では、図 23 と同様に、チャンネル # C1 及び # C2 は、「管理外干渉の小さいチャンネル」に分類され、チャンネル # C3 は、「管理外干渉の大きいチャンネル」に分類される。また、チャンネル # C4 は、使用状況のレベルの上限値に近い値、「管理内端末を割り当てないチャンネル」に相当してよい。

40

【0280】

基地局 100 は、管理内端末の中で、管理内 Wi-SUN 端末 (図 28 では、「管理内 Wi-SUN」と略記) を管理外干渉の小さいチャンネルに割り当てる。図 28 では、管理内 Wi-SUN 端末 # 1 ~ # p が、管理外干渉の小さいチャンネルに割り当てられる。

【0281】

そして、基地局 100 は、管理内 LoRa 端末 (図 28 では、「管理内 LoRa」と略記

50

を、RSSIの順に並び替える。図23と同様に、基地局100は、比較的小さいRSSIに対応する管理内LoRa端末#1～#mを、管理外干渉の小さいチャンネル#C₁及び#C₂に割り当てる、と決定し、比較的大きいRSSIに対応する管理内LoRa端末#m+1～#nに、管理外干渉の小さいチャンネル#C₃を割り当てる、と決定する。なお、ここで、mは、例えば、p個の管理内Wi-SUN端末を割り当てた後のチャンネル#C₁及び#C₂の空き状況と、チャンネル#C₃との空き状況との比率に基づいて決定されてよい。

【0282】

次に、バリエーション4-3の処理の流れを説明する。バリエーション4-3の処理の流れは、図24に示したバリエーション4-1と同様であるが、図24のS806の処理が、バリエーション4-1と異なる。

10

【0283】

図29は、図24のS806にて実行される、バリエーション4-3に対応するフローチャートである。なお、図29において、図25と同様の処理については、同一の符番を付し、説明を省略する。図29のフローでは、図25におけるS901の処理が、S1101～S1104の処理に置き換わっている。

【0284】

基地局100は、割り当て対象の端末の通信方式の確認を完了したか否かを判定する(S1101)。

【0285】

通信方式の確認が完了していない場合(S1101にてNO)、すなわち、割り当て対象の端末のうち、通信方式の確認が完了していない端末(以下、「端末y」と記載する)が存在する場合、基地局100は、端末yに対してS1102の確認処理を実行する。

20

【0286】

基地局100は、端末yの通信方式がWi-SUN方式か否かを判定する(S1102)。

【0287】

端末yの通信方式がWi-SUN方式ではない場合(S1102にてNO)、S1101の処理が実行される。

【0288】

端末yの通信方式がWi-SUN方式である場合(S1102にてYES)、基地局100は、端末yを管理外干渉が小さいチャンネルに割り当てる(S1103)。そして、S1101の処理が実行される。

30

【0289】

通信方式の確認が完了した場合(S1101にてYES)、すなわち、割り当て対象の端末のうち、通信方式の確認が完了していない端末が存在しない場合、基地局100は、S1103にてチャンネルの割り当てが完了した端末(管理内Wi-SUN端末)を除いた端末を割り当て対象の端末にし、割り当て対象それぞれのRSSIが小さい順に、端末を並び替える(S1104)。そして、S902以降の処理が実行される。

【0290】

ここで、管理内Wi-SUN端末の数とチャンネルリソースによっては、管理外干渉の小さいチャンネルに優先的に割り当てる管理内Wi-SUN端末の数を制限してもよい。例えば、管理内Wi-SUN端末の数がチャンネルリソースに対して比較的少ない場合は、管理外干渉の小さいチャンネルに優先的に割り当てる管理内Wi-SUN端末の数を多くしてよい。別言すると、この場合は、管理外干渉の小さいチャンネルに優先的に割り当てる管理内Wi-SUN端末の数を制限しなくてよい。また、管理内Wi-SUN端末の数がチャンネルリソースに対して比較的多い場合は、管理外干渉の小さいチャンネルに優先的に割り当てる管理内Wi-SUN端末の数を少なくしてもよい。別言すると、この場合は、管理外干渉の小さいチャンネルに優先的に割り当てる管理内Wi-SUN端末の数を制限してよい。なお、制限する数(減少させる数)は、チャンネルリソースによって決定されてよい。

40

50

【0291】

以上説明したように、バリエーション4-3では、RSSIに加えて、通信方式に基づいて、管理内端末に割り当てるチャンネルを決定した。この決定により、LoRa方式よりも誤りの耐性が弱いWi-SUN方式の通信品質を改善できる。また、RSSIの差が比較的小さい管理内端末同士が同一のチャンネルに割り当てられるため、与干渉及び被干渉の影響を低減できる。

【0292】

上述したバリエーション4-1～4-3では、管理外干渉の相対的な大きさの違いによって、「管理外干渉の大きいチャンネル」と、「管理外干渉の小さいチャンネル」とに分類される例を示したが、本開示はこれに限定されない。例えば、管理外干渉の相対的な違いが小さく、管理外干渉がほぼ均一な場合に、バリエーション4-1～4-3が適用されてよい。例えば、相対的に小さいRSSIに対応する端末は、特定のチャンネルに割り当てられ、相対的に大きいRSSIに対応する端末は、特定のチャンネル以外のチャンネルに割り当てられてよい。この方法によって、RSSIの差が比較的小さい管理内端末同士が同一のチャンネルに割り当てられるため、与干渉及び被干渉の影響を低減できる。

10

【0293】

また、上述したバリエーション4-1～4-3は、LoRaチャンネル及びWi-SUNチャンネルといった専用チャンネルに空きがある場合の専用チャンネルに用いられてもよい。あるいは、上述したバリエーション4-1～4-3は、専用チャンネルに空きが無く、共用チャンネルに空きがある場合の共用チャンネルに用いられてもよい。

20

【0294】

また、上述したバリエーション4-1～4-3は、組み合わせて用いられてもよいし、各チャンネルのグループ毎に独立して適用されてよい。例えば、LoRaCGには、バリエーション4-1が適用され、Wi-SUNCGには、バリエーション4-2が適用され、共用CGには、バリエーション4-3が適用されてよい。また、例えば、共用CGには、バリエーション4-2と4-3とが組み合わされて適用されてよい。

【0295】

また、例えば、1つのチャンネルグループが複数のサブグループに分割され、サブグループ毎に、上述したバリエーション4-1～4-3が独立して適用されてよい。

【0296】

なお、上述したバリエーション4-1～4-3の例では、管理外端末の使用状況のレベルの大きさに応じて、チャンネルが、「管理外干渉の小さいチャンネル」、「管理外干渉の大きいチャンネル」及び「管理内端末を割り当てないチャンネル」の3つに分類される例を示したが、本開示はこれに限定されない。管理外端末の使用状況のレベルの大きさに応じて、チャンネルが、4つ以上に分類されてもよいし、2つに分類されてもよい。また、「管理内端末を割り当てないチャンネル」が存在しなくてもよい。

30

【0297】

また、バリエーション4-1～4-3の例では、RSSIの大きさに応じて、管理内端末が、「管理外干渉の小さいチャンネル」と「管理外干渉の大きいチャンネル」との2種類のチャンネルに割り当てる2つのグループに分類される例を示したが、本開示はこれに限定されない。例えば、チャンネルが、管理外端末の使用状況のレベルの大きさに応じて、4種類以上に分類される場合、管理内端末が、RSSIの大きさに応じて、チャンネルの分類の数に対応する3つ以上のグループに分類されてよい。また、例えば、管理内端末は、「管理内端末を割り当てないチャンネル」を除外した数に分類されてよい。

40

【0298】

また、上述したバリエーション4-1～4-3では、基地局が、RSSIに基づいて、チャンネル割り当てを決定する例を示したが、本開示はこれに限定されない。例えば、RSSIの代わりに、あるいは、RSSIと組み合わせて、信号対干渉電力比などの他の通信品質に関する情報が用いられてよい。なお、上述したRSSIと、「GW受信電力」とは、同じ情報であってもよいし、互いに異なってもよい。

50

【0299】

なお、上述では、バリエーション4 - 1 ~ 4 - 3の処理の流れが、図25にて例示したフローチャートであると説明したが、本開示はこれに限定されない。例えば、図25に例示したフローチャートにおいて、第1送信電力制御のON/OFF(図25のS109及びS111)の処理がスキップされてもよい。別言すると、バリエーション4は、送信電力制御がない場合に適用されてもよい。

【0300】

なお、上述では、バリエーション4 - 1 ~ 4 - 3の処理の流れが、図5にて例示した送信電力制御の第1の例と組み合わせられる例を説明したが、本開示はこれに限定されない。例えば、他の送信電力制御の例と組み合わせられてもよい。

10

【0301】

<チャンネル割り当てのバリエーション5>

管理内端末の中には、要求される通信品質が異なる管理内端末が存在してもよい。この通信品質の要求の違いが、チャンネル割り当ての優先度によって表されてよい。つまり、チャンネル割り当ての優先度が異なる管理内端末が存在してもよい。例えば、優先度が相対的に高い管理内端末では、優先度が相対的に低い管理内端末よりも品質の高い通信が可能なチャンネルへの割り当てが実行されてよい。品質の高い通信が可能なチャンネルとは、例えば、複数の通信方式が混在しないチャンネル、管理外干渉及び/又は管理内干渉が相対的に小さいチャンネルである。

【0302】

例えば、優先度が相対的に高い端末は、特定ユーザによって所有される端末である。特定ユーザとは、例えば、持病を持った高齢者、盲導犬を連れている人(盲導犬ユーザ)、家族等の周囲の人物から特別に要望がある高齢者、または、危険行動履歴が多い児童等である。特定ユーザは、重点的に見守ることが望まれる人物であってよい。

20

【0303】

また、特定ユーザは、災害時に避難所に避難する帰宅困難者であってよい。例えば、特定ユーザが帰宅困難者である場合、地元住民(帰宅が可能な人物)は優先度が相対的に低いユーザに該当する。また、帰宅困難者が多い場合、帰宅困難者の中で、例えば、帰宅先が遠方である人物ほど優先度が高く設定されてよい。また、人物の属性によって優先度が設定されてもよい。例えば、自宅が避難所などから比較的遠い場所にあるものの、体力がある(場合によっては徒歩で帰宅も可能な)ユーザは、徒歩での帰宅が困難なユーザよりも優先度が低く設定されてもよい。ユーザの体力の有無(例えば、徒歩での帰宅が可能か否か)は、例えば、ユーザの年齢、性別、怪我の有無、疾患の有無等のユーザの情報に基づいて判定されてよい。あるいは、ユーザの体力の有無は、ユーザの自己申告によって決定されてよい。

30

【0304】

また、特定ユーザは、特定の場所で所定時間以上待機する人物であってよい。例えば、商業施設、テーマパーク、レストラン、または、スタジアムなどで長い時間待っている人物ほど優先度が高く設定されてよい。

【0305】

また、特定ユーザは、特定の場所にいる人物等であってよい。例えば、特定ユーザは、山中または海上にいる人物であってよい。また、特定ユーザによって所有される端末は、人物が所有する端末に限られず、例えば、山中または海上に存在する機械、ロボット、ドローン、または、船舶等に搭載された端末であってよい。海岸周辺、山の麓等は、多数の端末が存在する可能性があり、通信トラフィックが輻輳する場合がある。このような場合に通信を優先させるために、山中または海上の危険エリアに存在する端末の優先度が高く設定される。また、山中または海上にいる人物が多い場合、例えば、より危険なエリアに存在する人物ほど優先度が高く設定されてよい。例えば、山中においては、岩場などの一般登山道でないエリアにいる人物の優先度は、一般登山道にいる人物の優先度よりも高く設定されてよい。

40

50

【0306】

なお、特定ユーザは、これらの例に限られない。端末に関連付けられるユーザの情報に基づいて、優先度が相対的に高い端末か否かが判定されてよい。例えば、基地局100は、端末を介して端末に登録されたユーザの情報を参照してもよい。また、基地局100は、端末の位置情報等を取得して、端末が特定ユーザの端末か否かを判定してもよい。

【0307】

また、例えば、優先度が相対的に高い端末は、端末の所有者に特定のサービスを提供する端末である。特定のサービスとは、例えば、端末を所有するユーザの見守りサービスであってよい。あるいは、特定のサービスとは、生命の影響を及ぼす病気及び/又は感染症等に関する情報通知サービスであってよい。あるいは、特定のサービスは、交通事故防止及び/又は災害対策等の生命に影響を及ぼす事態に関するサービスであってよい。特定のサービスを提供する端末は、当該サービス専用の端末であってもよいし、端末によって実行されるアプリケーションの中で、当該サービスを提供するアプリケーションを起動した端末であってもよい。

【0308】

以下、優先度が相対的に高い端末は、特定ユーザ/サービスの端末と記載される場合がある。特定ユーザ/サービスの端末とは、特定の条件を満たす端末であってよい。また、優先度が相対的に低い端末(特定ユーザ/サービスの端末以外の端末)は、通常の端末と記載される場合がある。通常の端末は、特定の条件を満たさない端末であってよい。また、これらの記載は、管理内端末、LoRa端末等の端末の種別の一例を示す記載と併記される場合がある。なお、以下では、特定ユーザ/サービスの端末と、通常の端末との2通りの端末に対するチャンネル割り当ての例を示すが、本開示はこれに限定されない。例えば、3つ以上の優先度が設定され、3通り以上の端末に対して、互いに異なるチャンネル割り当てが実行されてよい。

【0309】

例えば、特定ユーザが所有し、特定のサービスを提供する端末と、特定ユーザが所有し、特定のサービスではないサービスを提供する端末と、特定ユーザ以外のユーザが所有し、特定のサービスを提供する端末とに対して、互いに異なる優先度が設定されてよい。

【0310】

また、例えば、特定のサービスを提供する端末の数が所定数以上の場合に、特定のサービスを提供する端末の中で、特定ユーザによって所有される端末が、優先度が相対的に高い端末であってよい。この場合、特定のサービスを提供する端末の数が所定数未満の場合に、端末の所有者にかかわらず、特定のサービスを提供する端末のそれぞれが、優先度が相対的に高い端末であってよい。

【0311】

<チャンネル割り当てのバリエーション5-1>

図30は、チャンネル割り当てのバリエーション5-1の一例を示す図である。なお、図30の横軸、及び、縦軸は、図4と同様である。

【0312】

チャンネル割り当てのバリエーション5-1では、基地局100は、割り当て対象の管理内LoRa端末の中で、特定ユーザ/サービスの端末をLoRaチャンネルに割り当てる。また、基地局100は、割り当て対象の管理内Wi-SUN端末の中で、特定ユーザ/サービスの端末をWi-SUNチャンネルに割り当てる。

【0313】

チャンネル割り当てのバリエーション5-1では、基地局100は、特定ユーザ/サービスの端末を除いた割り当て対象の管理内LoRa端末の中で、GW受信電力が相対的に小さい管理内LoRa端末を、LoRaチャンネルに割り当て、GW受信電力が相対的に大きい管理内LoRa端末を、共用チャンネルに割り当てる。なお、ここで、LoRaチャンネル及び共用チャンネルに割り当てる管理内LoRa端末の決定方法は、図4を用いて示した方法と同様であってよい。

10

20

30

40

50

【0314】

チャンネル割り当てのバリエーション5-1では、基地局100は、特定ユーザ/サービスの端末を除いた割り当て対象の管理内Wi-SUN端末の中で、GW受信電力が相対的に小さい管理内Wi-SUN端末を、Wi-SUNチャンネルに割り当て、割り当て対象の管理内Wi-SUN端末の中で、GW受信電力が相対的に大きい管理内Wi-SUN端末を、共用チャンネルに割り当てる。なお、ここで、Wi-SUNチャンネル及び共用チャンネルに割り当てる管理内Wi-SUN端末の決定方法は、図4を用いて示した方法と同様であってよい。

【0315】

<チャンネル割り当てのバリエーション5-1のフロー>

10

図31は、チャンネル割り当てのバリエーション5-1のフローチャートの例である。なお、図31において、図5と同様の処理については、同一の符番を付し、説明を省略する。

【0316】

図31に示すフローチャートにおいて、端末zが使用する通信方式がWi-SUNの場合(S103にてYES)、基地局100は、端末zが特定ユーザ/サービスの端末であるか否かを判定する(S1201)。

【0317】

端末zが特定ユーザ/サービスの端末である場合(S1201にてYES)、基地局100は、端末zをWi-SUNチャンネルに割り当てる(S106)。そして、S102の処理が実行される。

20

【0318】

端末zが特定ユーザ/サービスの端末ではない場合(S1201にてNO)、S104の処理が実行される。

【0319】

また、図31に示すフローチャートにおいて、端末zが使用する通信方式がWi-SUNではない場合(S103にてNO)、基地局100は、端末zが特定ユーザ/サービスの端末であるか否かを判定する(S1202)。

【0320】

端末zが特定ユーザ/サービスの端末である場合(S1202にてYES)、基地局100は、端末zをLoRaチャンネルに割り当てる(S110)。そして、S111の処理が

30

【0321】

実行される。端末zが特定ユーザ/サービスの端末ではない場合(S1202にてNO)、S107の処理が実行される。

【0322】

なお、図31に示すフローチャートにおける送信電力制御の処理(S109及びS111)は、一例であり、本開示はこれに限定されない。例えば、図31のS111は、図7のS202に置き換えられてもよい。あるいは、図31のS109及びS111の処理の後に、図10と同様に、S301及びS302の処理が行われてもよい。これらに限られず、上述した送信電力制御の他の例との組合せられてもよいし、上述した送信電力制御の他の例に置換されてもよい。あるいは、S109及びS111の処理が実行されなくてもよい。あるいは、特定ユーザ/サービスの端末に対して、通常の端末と異なる送信電力制御が実施されてもよい。この送信電力制御の例については後述する。

40

【0323】

以上説明したチャンネル割り当てのバリエーション5-1によって、より良好な通信品質が望まれるユーザの端末及び/又はサービスに対する通信品質を向上できる。これにより、例えば、高齢者、児童の端末が、より良好な通信品質での通信を行うことができるため、通信の切断によって端末の機能が一時的な停止を回避でき、高齢者、児童などの見守りの強化を図ることができる。

【0324】

50

なお、図30の例では、特定ユーザ/サービスの端末は、GWそれぞれについて受信電力の大きさに関係なく、LoRaチャンネルまたはWi-SUNチャンネルに割り当てる例を示したが、本開示はこれに限定されない。GW受信電力が相対的に大きい特定ユーザ/サービスの管理内LoRa端末が、共用チャンネルに割り当てられ、GW受信電力が相対的に小さい特定ユーザ/サービスの管理内LoRa端末が、LoRaチャンネルに割り当てられてよい。この場合、共用チャンネルに割り当てられる特定ユーザ/サービスの管理内LoRa端末に対する条件は、共用チャンネルに割り当てられる通常の管理内LoRa端末に対する条件よりも厳しくてよい。例えば、共用チャンネルに割り当てるかLoRaチャンネルに割り当てるかがGW受信電力と閾値との比較を用いて決定される場合、特定ユーザ/サービスの管理内LoRa端末のGW受信電力と比較される閾値は、通常の管理内LoRa端末のGW受信電力と比較される閾値よりも大きくてよい。

10

【0325】

<チャンネル割り当てのバリエーション5-2>

上述したバリエーション5-1では、LoRaチャンネル、Wi-SUNチャンネル及び共用チャンネルの中から、特定ユーザ/サービスの端末に割り当てるチャンネルを決定する例を示した。バリエーション5-2では、上述したバリエーション4と同様に、1以上のLoRaチャンネルを含む「LoRaCG」、1以上のWi-SUNチャンネルを含む「Wi-SUNCG」、1以上の共用チャンネルを含む「共用CG」のそれぞれにおいて、特定ユーザ/サービスの端末に割り当てるチャンネルを決定する例を示す。

【0326】

なお、以下では、共用CGに含まれる複数のチャンネルの中から、管理内端末のそれぞれに割り当てるチャンネルを決定する例を説明する。

20

【0327】

図32は、チャンネル割り当てのバリエーション5-2の一例を示す図である。図32の横軸、縦軸は、図23と同様である。また、4つのチャンネル(チャンネル#C₁~#C₄)のそれぞれにおける、管理外端末の使用状況のレベルも、図23と同様である。また、図32には、チャンネル#C₁、#C₂、#C₃、及び、#C₄のいずれかに割り当てるn+z個の管理内端末が示される。

【0328】

また、図32では、図23と同様に、チャンネル#C₁及び#C₂は、「管理外干渉の小さいチャンネル」に分類され、チャンネル#C₃は、「管理外干渉の大きいチャンネル」に分類される。また、チャンネル#C₄は、使用状況のレベルの上限値に近いため、「管理内端末を割り当てないチャンネル」に相当してよい。

30

【0329】

基地局100は、管理内端末の中で、特定ユーザ/サービスの端末に管理外干渉の小さいチャンネルを割り当てる。図32では、特定ユーザ/サービスの端末#1~#zが、管理外干渉の小さいチャンネル#C₁及び#C₂に割り当てられる。

【0330】

そして、基地局100は、特定ユーザ/サービスの端末ではないn個の管理内端末(別言すると、「通常の管理内端末」)を、RSSIの順に並び替える。そして、図23と同様に、基地局100は、比較的小さいRSSIに対応する管理内端末#1~#mに、管理外干渉の小さいチャンネル#C₁及び#C₂を割り当てる、と決定し、比較的大きいRSSIに対応する管理内端末#m+1~#nを、管理外干渉の大きいチャンネル#C₃に割り当てる、と決定する。なお、ここで、mは、例えば、z個の特定ユーザ/サービスの管理内端末を割り当てた後のチャンネル#C₁及び#C₂の空き状況と、チャンネル#C₃との空き状況との比率に基づいて決定されてよい。

40

【0331】

なお、図32では、図23と同様に、共用CGに含まれる複数のチャンネルの中から、管理内端末のそれぞれに割り当てるチャンネルを決定する例を示したが、Wi-SUNCG、及び、LoRaCGに対しても、同様に適用されてよい。例えば、チャンネル#C₁、#C₂

50

、#C₃、及び、#C₄がWi-SUNCGのチャンネルの場合、n+z個の管理内端末は、Wi-SUNCGに割り当てると決定された管理内Wi-SUN端末である。また、例えば、チャンネル#C₁～#C₄がLoRaCGのチャンネルの場合、n個の管理内端末は、LoRaCGに割り当てると決定された管理内LoRa端末である。

【0332】

<チャンネル割り当てのバリエーション5-2のフロー>

次に、バリエーション5-2の処理の流れを説明する。バリエーション5-2の処理の流れは、図24に示したバリエーション4-1と同様であるが、図24のS806の処理が、バリエーション4-1と異なる。

【0333】

図33は、図24のS806にて実行される、バリエーション5-2に対応するフローチャートの例である。なお、図33において、図25と同様の処理については、同一の符番を付し、説明を省略する。図33のフローでは、図25におけるS901の処理が、S1301～S1304の処理に置き換わっている。

【0334】

基地局100は、割り当て対象の端末の中で、特定ユーザ/サービスに関する確認を完了したか否かを判定する(S1301)。

【0335】

確認が完了していない場合(S1301にてNO)、すなわち、割り当て対象の端末のうち、特定ユーザ/サービスに関する確認が完了していない端末(以下、「端末y」と記載する)が存在する場合、基地局100は、端末yに対してS1302以降の確認処理を実行する。

【0336】

基地局100は、端末yが特定ユーザ/サービスであるか否かを判定する(S1302)。

【0337】

端末yが特定ユーザ/サービスでない場合(S1302にてNO)、端末yの確認が終了し、S1301の処理が実行される。

【0338】

端末yが特定ユーザ/サービスである場合(S1302にてYES)、基地局100は、端末yを管理外干渉が小さいチャンネルに割り当てる(S1303)。そして、S1301の処理が実行される。

【0339】

確認が完了した場合(S1301にてYES)、基地局100は、S1303にてチャンネルの割り当てが完了した端末を除いた端末を割り当て対象にし、割り当て対象それぞれのRSSIが小さい順に、端末を並べ替える(S1304)。そして、S902以降の処理が実行される。なお、確認が完了した場合(S1301にてYES)とは、割り当て対象の端末のうち、特定ユーザ/サービスに関する確認が完了していない端末が存在しない場合に該当する。

【0340】

なお、バリエーション5-2の処理の流れは、図24のS806の処理が図33に示したフローチャートに変更される点を除いて、図24に示したバリエーション4-1と同様であると説明したが、本開示はこれに限定されない。例えば、図24に示すフローチャートにおける送信電力制御の処理(S109及びS111)は、一例であり、バリエーション5-2の処理の流れにおける送信電力制御の処理は、図24の例に限定されない。例えば、バリエーション5-2の処理の流れにおける図24のS111は、図7のS202に置き換えられてもよい。あるいは、図24のS109及びS111の処理の後に、図10と同様に、S301及びS302の処理が行われてもよい。これらに限られず、上述した送信電力制御の他の例との組合せられてもよいし、上述した送信電力制御の他の例に置換されてもよい。あるいは、S109及びS111の処理が実行されなくてよい。あるいは、

10

20

30

40

50

特定ユーザ/サービスの端末に対して、通常の端末と異なる送信電力制御が実施されてもよい。この送信電力制御の例については後述する。

【0341】

以上説明したバリエーション5-2によって、特定ユーザ/サービスの端末が共用チャンネルに割り当てられた場合でも、より良好な通信品質が望まれるユーザの端末及び/又はサービスに対する通信品質を向上できる。これにより、例えば、高齢者、児童の端末が、より良好な通信品質での通信を行うことができるため、通信の切断によって端末の機能が一時的な停止を回避でき、高齢者、児童などの見守りの強化を図ることができる。

【0342】

<チャンネル割り当てのバリエーション5-3>

なお、バリエーション5-2では、管理内端末の種類を区別しない例を示したが、本開示はこれに限定されない。バリエーション5-3では、管理内端末の中に、管理内L o R a端末と管理内W i - S U N端末とが存在する例を示す。なお、バリエーション5-3は、L o R a端末とW i - S U N端末との両方が割り当てられる共用チャンネルにおいて適用される。

10

【0343】

図34は、チャンネル割り当てのバリエーション5-3の一例を示す図である。図34の横軸、縦軸は、図23と同様である。また、4つのチャンネル(チャンネル#C₁~#C₄)のそれぞれにおける、管理外端末の使用状況のレベルも、図23と同様である。ただし、バリエーション5-3は、共用チャンネルにおいて適用されるため、4つのチャンネルは、それぞれ、共用チャンネルである。

20

【0344】

また、図34には、チャンネル#C₁、#C₂、#C₃、及び、#C₄のいずれかに割り当てられる $z+x+n$ 個の管理内端末が示される。ここで、 $z+x+n$ 個の管理内端末は、それぞれ、管理内W i - S U N端末、又は、管理内L o R a端末である。

【0345】

また、図34では、図23と同様に、チャンネル#C₁及び#C₂は、「管理外干渉の小さいチャンネル」に分類され、チャンネル#C₃は、「管理外干渉の大きいチャンネル」に分類される。また、チャンネル#C₄は、使用状況のレベルの上限値に近いたため、「管理内端末を割り当てないチャンネル」に相当してよい。

30

【0346】

基地局100は、管理内端末の中で、特定ユーザ/サービスの端末に管理外干渉の小さいチャンネルを割り当てる。図34では、特定ユーザ/サービスの端末#1~#zが、管理外干渉の小さいチャンネル#C₁及び#C₂に割り当てられる。なお、ここで、特定ユーザ/サービスの端末には、管理内L o R a端末と管理内W i - S U N端末とが含まれてよい。

【0347】

基地局100は、管理内端末の中で、管理内W i - S U N端末(図34では、「管理内W i - S U N」と略記)を管理外干渉の小さいチャンネルに割り当てる。図34では、管理内W i - S U N端末#1~#xが、管理外干渉の小さいチャンネルに割り当てられる。

【0348】

そして、基地局100は、管理内L o R a端末(図34では、「管理内L o R a」と略記)を、R S S Iの順に並び替える。図23と同様に、基地局100は、比較的小さいR S S Iに対応する管理内L o R a端末#1~#mを、管理外干渉の小さいチャンネル#C₁及び#C₂に割り当てる、と決定し、比較的大きいR S S Iに対応する管理内L o R a端末#m+1~#nに、管理外干渉の大きいチャンネル#C₃及び#C₄を割り当てる、と決定する。なお、ここで、mは、例えば、z個の特定ユーザ/サービスの端末とx個の管理内W i - S U N端末を割り当てた後のチャンネル#C₁及び#C₂の空き状況と、チャンネル#C₃との空き状況との比率に基づいて決定されてよい。

40

【0349】

なお、上述では、特定ユーザ/サービスの端末の優先順位が最も高く、次に、管理内W i

50

- SUN 端末の優先順位が高く、通常の管理内 L o R a 端末の優先順位が最も低い例を示したが、本開示はこれに限定されない。

【 0 3 5 0 】

以上説明したバリエーション 5 - 3 によって、特定ユーザ / サービスの端末が共用チャンネルに割り当てられた場合でも、より良好な通信品質が望まれるユーザの端末及び / 又はサービスに対する通信品質を向上できる。これにより、例えば、高齢者、児童の端末が、より良好な通信品質での通信を行うことができるため、通信の切断によって端末の機能が一時的な停止を回避でき、高齢者、児童などの見守りの強化を図ることができる。また、バリエーション 5 - 3 によって、L o R a 方式よりも誤りの耐性が弱い W i - S U N 方式の通信品質を改善できる。

10

【 0 3 5 1 】

< バリエーション 5 - 1 の送信電力制御の例 >

次に、上述したバリエーション 5 - 1 のチャンネル割り当てにおける送信電力制御の別の例を説明する。図 3 5 は、図 3 0 に示したチャンネル割り当てに対する送信電力制御の例を示す図である。なお、図 3 5 の横軸、及び、縦軸は、図 4 と同様である。また、各チャンネルへの管理内端末の割り当ては、図 3 0 に示した例と同様であるので、説明を省略する。

【 0 3 5 2 】

共用チャンネル及び L o R a チャンネルに割り当てた通常の管理内 L o R a 端末 (特定ユーザ / サービスの端末ではない管理内 L o R a 端末) に対する送信電力制御は、図 9 に示した第 3 の例と同様である。

20

【 0 3 5 3 】

基地局 1 0 0 は、L o R a チャンネルに割り当てた特定ユーザ / サービスの管理内 L o R a 端末に対して、(i) と (i i) とのいずれかの送信電力制御を行う。(i) は、第 1 送信電力制御及び第 2 送信電力制御を行わないという選択肢である。別言すると、(i) は、最大の送信電力で通信を行う制御という選択肢である。(i i) は、第 2 送信電力制御を行うという選択肢である。なお、基地局 1 0 0 は、環境モニタリングの結果に基づいて (i) と (i i) とのいずれかを選択してよい。例えば、基地局 1 0 0 は、L o R a チャンネルにおける環境モニタリングの結果、管理外干渉が支配的である場合、(i) を選択し、管理内干渉が支配的でない場合、(i i) を選択してよい。

【 0 3 5 4 】

30

次に、図 3 5 に示した送信電力制御に関する処理の流れについて説明する。図 3 6 は、図 3 5 に示した送信電力制御に関するフローチャートの例である。なお、図 3 6 に示す処理の流れは、L o R a チャンネルに割り当てられた管理内 L o R a 端末に対する送信電力制御を決定する処理の流れである。例えば、図 3 6 に示す処理の流れは、例えば、図 3 1 の S 1 1 1 に置き換えられる処理であってよい。以下、送信電力制御の対象となる端末は、図 3 1 の例と同様に、端末 z と記載する。

【 0 3 5 5 】

基地局 1 0 0 は、端末 z が特定ユーザ / サービスの端末であるか否かを判定する (S 1 4 0 1) 。

【 0 3 5 6 】

40

端末 z が特定ユーザ / サービスの端末でない場合 (S 1 4 0 1 にて N O) 、基地局 1 0 0 は、端末 z に割り当てた L o R a チャンネルにおいて、管理外干渉が支配的か否かを判定する (S 1 4 0 2) 。

【 0 3 5 7 】

管理外干渉が支配的な場合 (S 1 4 0 2 にて Y E S) 、基地局 1 0 0 は、端末 z に対して、第 1 送信電力制御を行わない (第 1 送信電力制御 : O F F) (S 1 4 0 3) 。

【 0 3 5 8 】

管理外干渉が支配的ではない場合 (S 1 4 0 2 にて N O) 、基地局 1 0 0 は、端末 z に対して、第 1 送信電力制御を行う (第 1 送信電力制御 : O N) (S 1 4 0 4) 。ここで、基地局 1 0 0 は、S 1 4 0 4 の第 1 送信電力制御において、通信方式毎の差分補正は行わな

50

くてよい。

【0359】

基地局100は、端末zに対して、第2送信電力制御を行う（第2送信電力制御：ON）（S1405）。そして、図36に示すフローは終了する。これにより、基地局100は、特定ユーザ/サービスでない管理内LoRa端末の中で、管理外干渉が支配的なLoRaチャンネルに割り当てられた管理内LoRa端末に対して、第1送信電力制御を実行せずに、第2送信電力制御を実行する。また、基地局100は、特定ユーザ/サービスでない管理内LoRa端末の中で、管理外干渉が支配的ではないLoRaチャンネルに割り当てられた管理内LoRa端末に対して、差分補正無しの第1送信電力制御及び第2送信電力制御を実行する。

10

【0360】

端末zが特定ユーザ/サービスの端末である場合（S1401にてYES）、基地局100は、端末zに対して、第1送信電力制御を行わない（第1送信電力制御：OFF）（S1406）。

【0361】

基地局100は、端末zに対して、第2送信電力制御を行わない（第2送信電力制御：OFF）（S1407）。あるいは、代替的に、基地局100は、端末zに対して、第2送信電力制御を行う（第2送信電力制御：ON）。そして、図36に示すフローは終了する。

【0362】

なお、S1406及びS1407の処理において、第1送信電力制御及び第2送信電力制御を行わない例と、第1送信電力制御を行わず、第2送信電力制御を行う例との2通りの送信電力制御の例を示す。2通りの送信電力制御のうち、基地局100が端末zに対して実行する送信電力制御は、いずれか一方に固定されてよい。あるいは、これらの2通りの送信電力制御は、ランダムに選択されてもよい。例えば、端末毎にランダムに送信電力制御が決定されてもよいし、端末間で共通の送信電力制御がランダムに決定されてもよい。あるいは、端末に割り当てたLoRaチャンネルの管理外干渉に応じて決定されてよい。

20

【0363】

上述したバリエーション5-1の送信電力制御の例では、LoRaチャンネルに割り当てた特定ユーザ/サービスの端末の送信電力制御が行われる。これによって、例えば、LoRaチャンネルに割り当てた特定ユーザ/サービスの端末の送信電力をLoRaチャンネルに割り当てた通常の端末の送信電力よりも高く設定されるため、特定ユーザ/サービスの管理内LoRa端末の通信特性を改善できる。また、例えば、特定ユーザ/サービスの端末では、LoRa方式の拡散率に基づく送信電力制御が行われるため、特定ユーザ/サービスの管理内LoRa端末の通信特性の更なる改善が実現できる。

30

【0364】

<バリエーション5-2の送信電力制御の例>

次に、上述したバリエーション5-2のチャンネル割り当てにおける送信電力制御の別の例を説明する。図37は、図32に示したチャンネル割り当てに対する送信電力制御の例を示す図である。なお、図37の横軸、及び、縦軸は、図23と同様である。また、各チャンネルへの管理内端末の割り当ては、図32に示した例と同様であるので、説明を省略する。また、図37は、チャンネル#C1、#C2、#C3、及び、#C4が共用チャンネルである例を示す。

40

【0365】

例えば、図37において、基地局100は、特定ユーザ/サービスの管理内LoRa端末ではない通常の管理内LoRa端末に対して、第1送信電力制御を行い（第1送信電力制御：ON）、第2送信電力制御を行う（第2送信電力制御：ON）。なお、共用チャンネルに割り当てた管理内LoRa端末に対する第1送信電力制御では、第1の例と同様に、ターゲット値を相対的に高い値に設定してよい。

【0366】

50

そして、基地局 100 は、特定ユーザ/サービスの管理内 L o R a 端末に対して、(i) と (i i) とのいずれかの送信電力制御を行う。(i) は、第 1 送信電力制御及び第 2 送信電力制御を行わないという選択肢である。別言すると、(i) は、最大の送信電力で通信を行う制御という選択肢で或る。(i i) は、第 1 送信電力制御を行わず、第 2 送信電力制御を行うという選択肢である。なお、基地局 100 は、環境モニタリングの結果に基づいて (i) と (i i) とのいずれかを選択してよい。例えば、基地局 100 は、L o R a チャンネルにおける環境モニタリングの結果、管理外干渉が支配的である場合、(i) を選択し、管理外干渉が支配的でない場合、(i i) を選択してよい。

【 0 3 6 7 】

次に、図 3 7 に示した送信電力制御に関する処理の流れについて説明する。図 3 8 は、図 3 7 に示した送信電力制御に関するフローチャートの例である。なお、図 3 8 に示す処理の流れは、共用チャンネルに割り当てられた管理内 L o R a 端末に対する送信電力制御を決定する処理の流れである。例えば、図 3 8 に示す処理の流れは、例えば、図 3 3 の後に実行されてよい。以下、送信電力制御の対象となる端末は、図 3 3 の例と同様に、端末 y と記載する。

10

【 0 3 6 8 】

基地局 100 は、端末 y が特定ユーザ/サービスの端末であるか否かを判定する (S 1 5 0 1) 。

【 0 3 6 9 】

端末 y が特定ユーザ/サービスの端末でない場合 (S 1 5 0 1 にて N O)、基地局 100 は、端末 y に対して、第 1 送信電力制御を行う (第 1 送信電力制御 : O N) (S 1 5 0 2) 。

20

【 0 3 7 0 】

基地局 100 は、端末 y に対して、第 2 送信電力制御を行う (第 2 送信電力制御 : O N) (S 1 5 0 3) 。そして、図 3 8 に示すフローは終了する。これにより、基地局 100 は、特定ユーザ/サービスでない管理内 L o R a 端末に対して、第 1 送信電力制御及び第 2 送信電力制御を実行する。

【 0 3 7 1 】

端末 y が特定ユーザ/サービスの端末である場合 (S 1 5 0 1 にて Y E S)、基地局 100 は、端末 y に対して、第 1 送信電力制御を行わない (第 1 送信電力制御 : O F F) (S 1 5 0 4) 。

30

【 0 3 7 2 】

基地局 100 は、端末 y に対して、第 2 送信電力制御を行わない (第 2 送信電力制御 : O F F) (S 1 5 0 5) 。あるいは、代替的に、基地局 100 は、端末 y に対して、第 2 送信電力制御を行う (第 2 送信電力制御 : O N) 。そして、図 3 8 に示すフローは終了する。

【 0 3 7 3 】

なお、S 1 5 0 4 及び S 1 5 0 5 の処理において、第 1 送信電力制御及び第 2 送信電力制御を行わない例と、第 1 送信電力制御を行わず、第 2 送信電力制御を行う例との 2 通りの送信電力制御の例を示す。2 通りの送信電力制御のうち、基地局 100 が端末 y に対して実行する送信電力制御は、いずれか一方に固定されてよい。あるいは、これらの 2 通りの送信電力制御は、ランダムに選択されてもよい。例えば、端末毎にランダムに送信電力制御が決定されてもよいし、端末間で共通の送信電力制御がランダムに決定されてもよい。あるいは、端末に割り当てた共用チャンネルの管理外干渉に応じて決定されてよい。

40

【 0 3 7 4 】

上述したバリエーション 5 - 2 の送信電力制御の例によれば、共用チャンネルに割り当てた特定ユーザ/サービスの端末の送信電力制御が行われる。これによって、例えば、共用チャンネルに割り当てた特定ユーザ/サービスの端末の送信電力を共用チャンネルに割り当てた通常の端末の送信電力よりも高く設定されるため、特定ユーザ/サービスの管理内 L o R a 端末の通信特性を改善できる。また、例えば、特定ユーザ/サービスの端末では、L o

50

R a方式の拡散率に基づく送信電力制御が行われるため、特定ユーザ/サービスの管理内 L o R a 端末の通信特性の更なる改善が実現できる。

【0375】

なお、上述した各例において、L o R a チャンネルに割り当てた管理内 L o R a 端末へ送信される下りリンク信号（例えば、フィードバック情報）は、L o R a チャンネルにおいて送信されてよい。また、W i - S U N チャンネルに割り当てた管理内 W i - S U N 端末へ送信される下りリンク信号（例えば、フィードバック情報）は、W i - S U N チャンネルにおいて送信されてよい。

【0376】

また、上述した各例において、管理外干渉が相対的に小さいチャンネルに割り当てた管理内 10
端末へ送信される下りリンク信号（例えば、フィードバック情報）は、当該チャンネルにおいて送信されてよい。

【0377】

なお、特定ユーザ/サービスの端末には、常に、通常の端末よりも品質の高い通信が可能なチャンネルが割り当てられてもよい。あるいは、特定ユーザ/サービスの端末に、通常の 20
端末よりも品質の高い通信が可能なチャンネルを割り当てるか否かが、可変的に、決定されてよい。例えば、危険な行動履歴が多い児童が所有する特定ユーザ/サービスの端末には、該当する児童が事故の起きる可能性が高いエリア（例えば、道路付近）に存在する間、品質の高い通信が可能なチャンネルが割り当てられる。この場合、当該特定ユーザ/サービスの 20
端末には、該当する児童が事故の起きる可能性が低いエリア（例えば、児童の自宅内）に存在する間、品質の高い通信が可能なチャンネルが割り当てられなくてよい。つまり、この場合、当該端末は、通常の端末と同じ扱いになってよい。また、山中または海上にいる人物の端末には、該当エリアに存在する人物の数が所定数よりも少ない場合には、品質の高い通信が可能なチャンネルが割り当てられる。この場合、該当エリアに存在する人物の 20
端末には、該当エリアに存在する人物の数が所定数以上の場合及び/又は該当エリアに救助隊などが存在する場合、品質の高い通信が可能なチャンネルが割り当てられなくてよい。

【0378】

例えば、特定ユーザ/サービスの端末の数が多の場合（例えば、所定数以上の場合）、特定ユーザ/サービスの端末の中から、より優先度の高い端末が設定されてよい。例えば、 30
高齢者が所有する特定ユーザ/サービスの端末の中で、体調が悪い高齢者が所有する端末が、他の端末より優先度の高い端末に設定されてよい。この場合、他の端末より優先度の高い端末には、優先的に、品質の高い通信が可能なチャンネルが割り当てられてよい。また、この場合、優先度が低い端末には、空きが残っているチャンネルの中で、管理外干渉が相 30
対的に小さいチャンネルが割り当てられてよい。

【0379】

なお、L o R a チャンネル又は W i - S U N チャンネルへの優先的な割り当てを要望する端末は、通信を開始する前に（例えば、端末の起動時、接続確立時等）、要望（割り当て要望）を示す情報を基地局へ（または、基地局経由でサーバへ）通知してもよい。例えば、この通知は、上位レイヤメッセージによって実行されてもよい。また、この場合、端末が所有者の詳細なユーザ情報を通知してもよい。詳細なユーザ情報とは、例えば、年齢、家族 40
構成及び病状の何れか少なくとも1つを含む。詳細なユーザ情報の通知は、初回のみであってもよいし、定期的に行ってもよい。詳細なユーザ情報の通知が初回のみの場合、2回目以降は、割り当て要望とユーザIDとが通知されてよい。このような通知によって、本来優先されないユーザの端末が、不正に、優先的な割り当てを受けることを回避でき、不正利用を防止できる。

【0380】

なお、拡散率の割り当て制御において、相対的に大きい拡散率は、特定ユーザ/サービスの 50
端末に割り当てられてよい。ここで、特定ユーザ/サービスの端末の数が所定数以上の場合、相対的に大きい拡散率は、特定ユーザ/サービスの端末の中で、より優先度の高い 50
端末に割り当てられてもよい。更に、特定ユーザ/サービスの端末に、相対的に大きい拡

散率を割り当てるか否かが、可变的に、決定されてよい。また、拡散率の割り当て、チャンネル割り当て及び送信電力制御の2つ以上が、併用されてよい。更に、拡散率の割り当て、チャンネル割り当て及び送信電力制御のそれぞれにおいて、或る端末を特定ユーザ/サービスの端末と見なすか否かが、それぞれ独立に選定されてもよい。例えば、或る端末は、チャンネル割り当てにおいては特定ユーザ/サービスの端末と見なすが、拡散率の割り当て及び送信電力制御においては特定ユーザ/サービスの端末と見なさないようにしてもよい。

【0381】

また、移動速度が相対的に速い端末は、遅い端末と比べて、制御の追従が困難となり、RSSIが想定よりも大きくなってしまう場合がある。このような場合に、移動速度が相対的に速い管理内LoRa端末は、共用チャンネルの中で、管理外干渉が相対的に大きいチャンネルに割り当てられてよい。この場合、移動速度が相対的に速い管理内LoRa端末には、小さい拡散率（例えば、SF7）が割り当てられ、RSSIに依らずに所定値以下の送信電力が設定されてよい。

10

【0382】

なお、上記実施の形態における「・・・部」という表記は、「・・・回路(circuitry)」、「・・・デバイス」、「・・・ユニット」、又は、「・・・モジュール」といった他の表記に置換されてもよい。

【0383】

また、上記実施の形態における「チャンネル」という表記は、「周波数」、「周波数チャンネル」、「帯域」、「バンド」、「キャリア」、「サブキャリア」、又は、「(周波数)リソース」といった他の表記に置換されてもよい。

20

【0384】

本開示はソフトウェア、ハードウェア、又は、ハードウェアと連携したソフトウェアで実現することが可能である。

【0385】

上記実施の形態の説明に用いた各機能ブロックは、部分的に又は全体的に、集積回路であるLSIとして実現され、上記実施の形態で説明した各プロセスは、部分的に又は全体的に、一つのLSI又はLSIの組み合わせによって制御されてもよい。LSIは個々のチップから構成されてもよいし、機能ブロックの一部又は全てを含むように一つのチップから構成されてもよい。LSIはデータの入力と出力を備えてもよい。LSIは、集積度の違いにより、IC、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSIと呼称されることもある。

30

【0386】

集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路、汎用プロセッサ又は専用プロセッサで実現してもよい。また、LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA(Field Programmable Gate Array)や、LSI内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリプログラマブル・プロセッサを利用してよい。本開示は、デジタル処理又はアナログ処理として実現されてもよい。

【0387】

さらには、半導体技術の進歩又は派生する別技術によりLSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行ってもよい。バイオ技術の適用等が可能性としてありえる。

40

【0388】

本開示は、通信機能を持つあらゆる種類の装置、デバイス、システム(通信装置と総称)において実施可能である。通信装置の、非限定的な例としては、電話機(携帯電話、スマートフォン等)、タブレット、パーソナル・コンピュータ(PC)(ラップトップ、デスクトップ、ノートブック等)、カメラ(デジタル・スチル/ビデオ・カメラ等)、デジタル・プレーヤー(デジタル・オーディオ/ビデオ・プレーヤー等)、着用可能なデバイス(ウェアラブル・カメラ、スマートウォッチ、トラッキングデバイス等)、ゲーム・コ

50

ンソール、デジタル・ブック・リーダー、テレヘルス・テレメディシン（遠隔ヘルスケア・メディシン処方）デバイス、通信機能付きの乗り物又は移動輸送機関（自動車、飛行機、船等）、及び上述の各種装置の組み合わせがあげられる。

【0389】

通信装置は、持ち運び可能又は移動可能なものに限定されず、持ち運びできない又は固定されている、あらゆる種類の装置、デバイス、システム、例えば、スマート・ホーム・デバイス（家電機器、照明機器、スマートメーター又は計測機器、コントロール・パネル等）、自動販売機、その他IoT（Internet of Things）ネットワーク上に存在し得るあらゆる「モノ（Things）」をも含む。

【0390】

通信には、セルラーシステム、無線LANシステム、通信衛星システム等によるデータ通信に加え、これらの組み合わせによるデータ通信も含まれる。

【0391】

また、通信装置には、本開示に記載される通信機能を実行する通信デバイスに接続又は連結される、コントローラやセンサー等のデバイスも含まれる。例えば、通信装置の通信機能を実行する通信デバイスが使用する制御信号やデータ信号を生成するような、コントローラやセンサーが含まれる。

【0392】

また、通信装置には、上記の非限定的な各種装置と通信を行う、あるいはこれら各種装置を制御する、インフラストラクチャ設備、例えば、基地局、アクセスポイント、その他あらゆる装置、デバイス、システムが含まれる。

【0393】

以上、図面を参照しながら各種の実施の形態について説明したが、本開示はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。また、開示の趣旨を逸脱しない範囲において、上記実施の形態における各構成要素を任意に組み合わせてもよい。

【0394】

以上、本開示の具体例を詳細に説明したが、これらは例示にすぎず、請求の範囲を限定するものではない。請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0395】

本開示は、無線通信システムに好適である。

【符号の説明】

【0396】

- 100 基地局
- 101 受信部
- 102、108 逆拡散部
- 103 通信品質測定部
- 104 プリアンプル検出部
- 105 干渉分類部
- 106 SF選択部
- 107 復調/復号部
- 109 SF抽出部
- 110 SF割当部
- 111 割当制御部
- 112 制御方式選択部
- 113 送信電力設定部
- 114 制御信号生成部

10

20

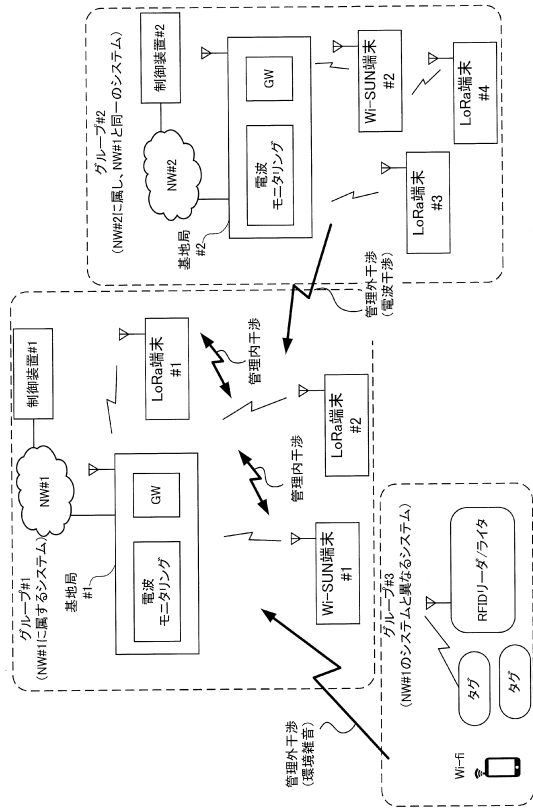
30

40

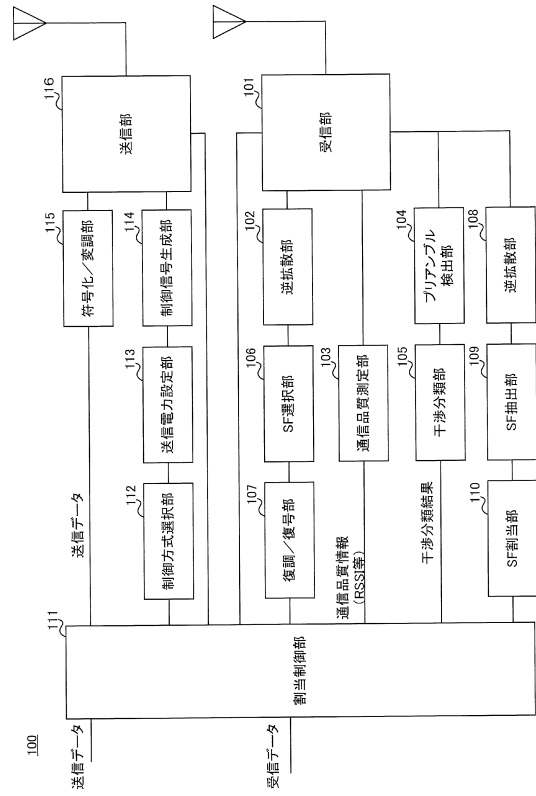
50

1 1 5 符号化 / 変調部
1 1 6 送信部

【 図 面 】
【 図 1 】



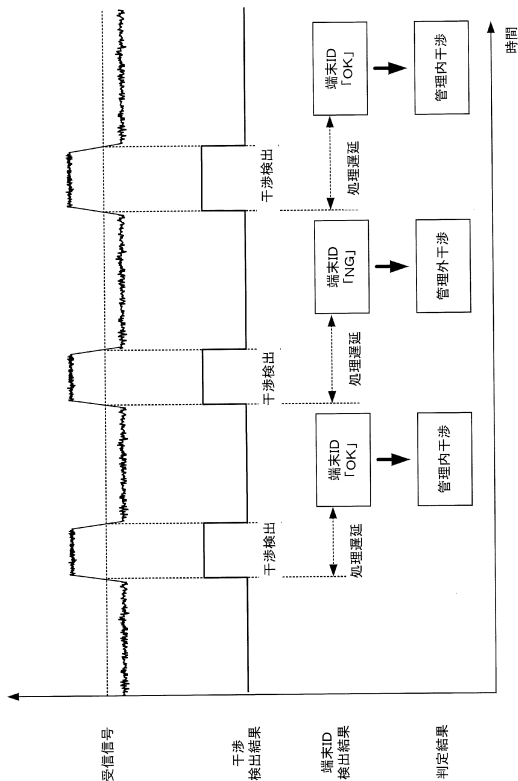
【 図 2 】



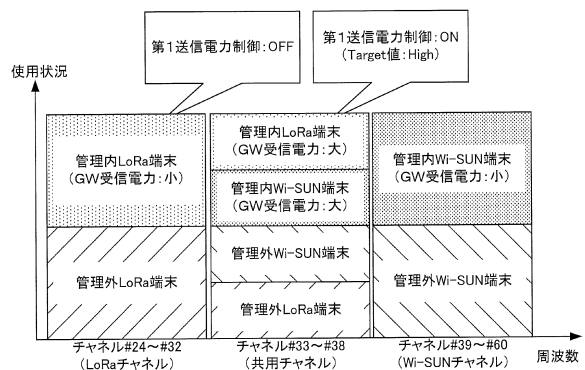
10

20

【 図 3 】



【 図 4 】

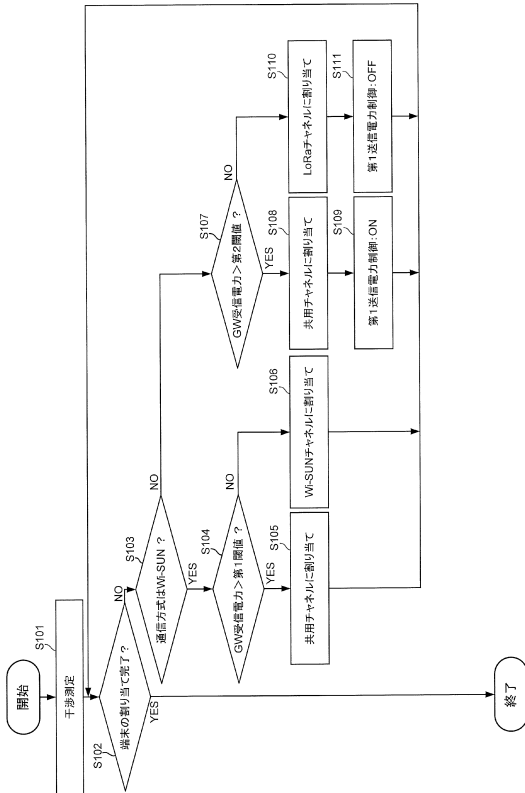


30

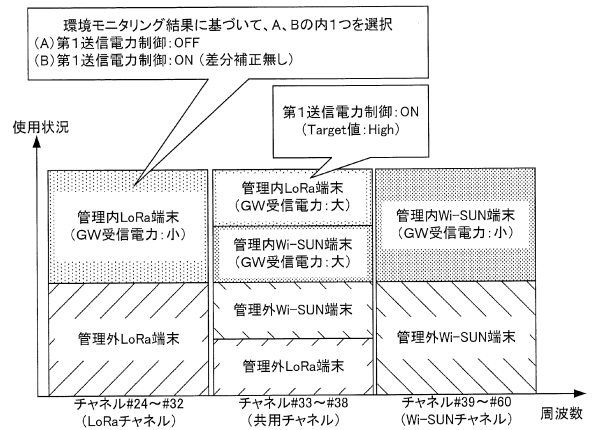
40

50

【 図 5 】



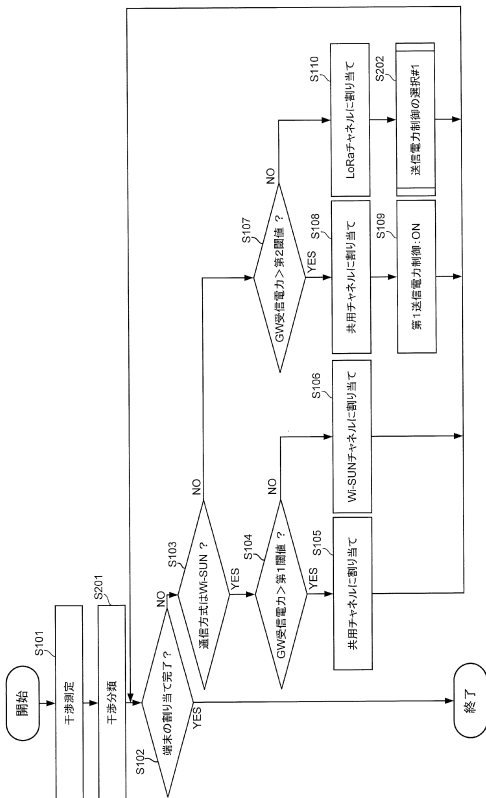
【 図 6 】



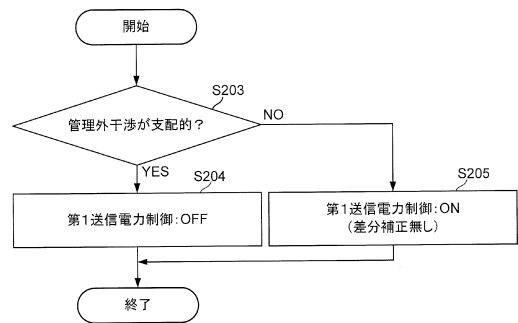
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

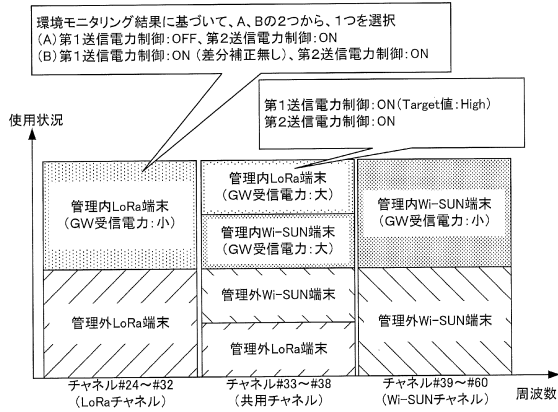


30

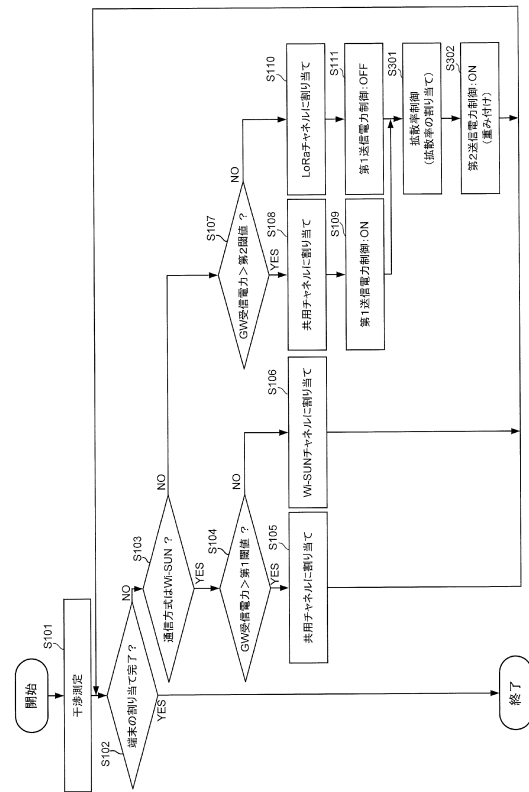
40

50

【 図 9 】



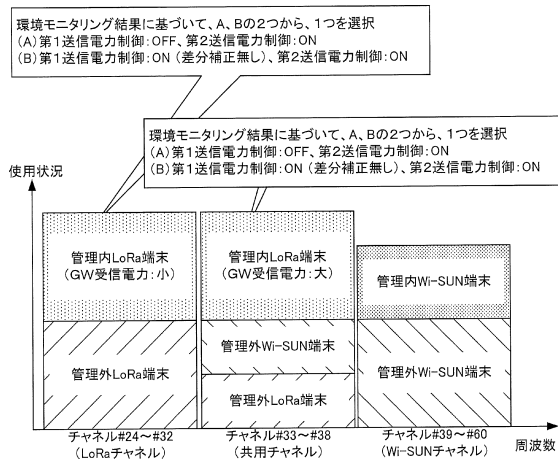
【 図 10 】



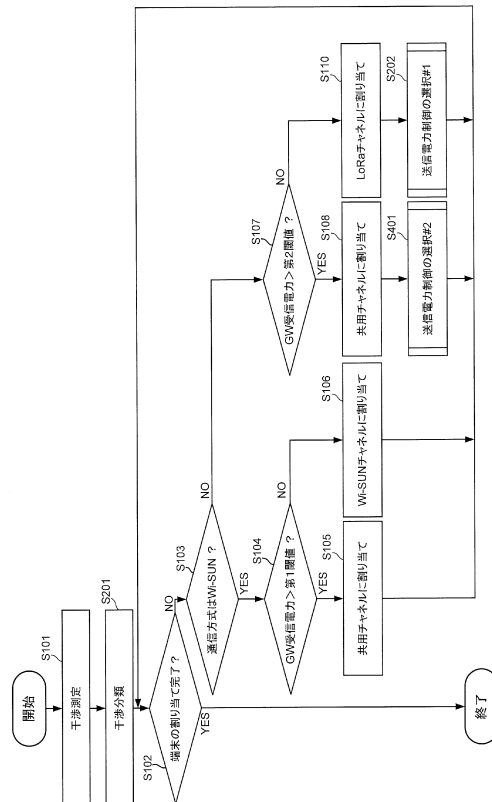
10

20

【 図 11 】



【 図 12 】

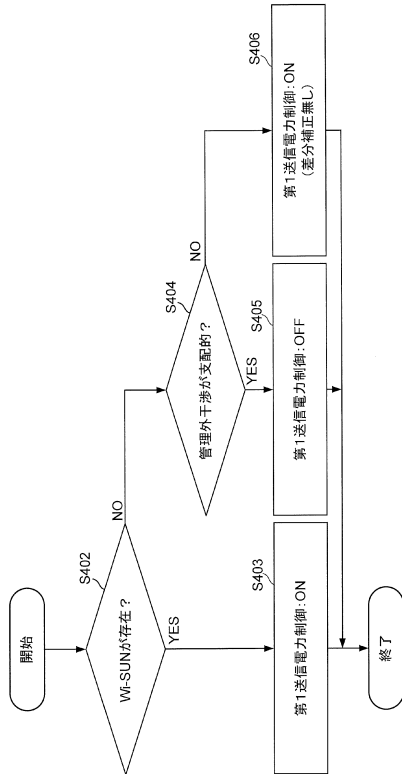


30

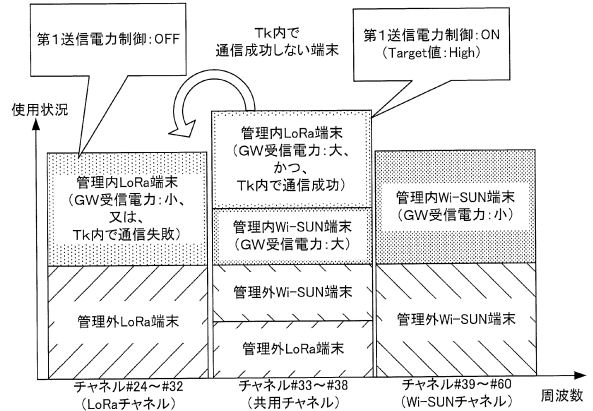
40

50

【 図 1 3 】



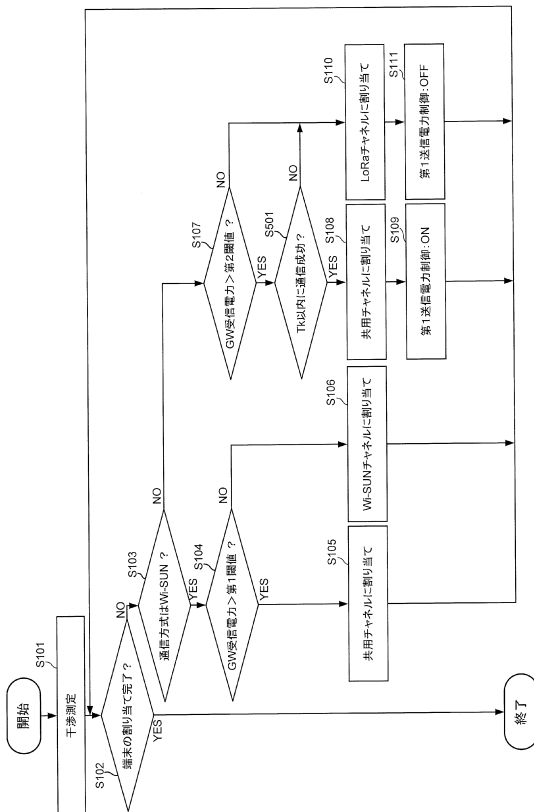
【 図 1 4 】



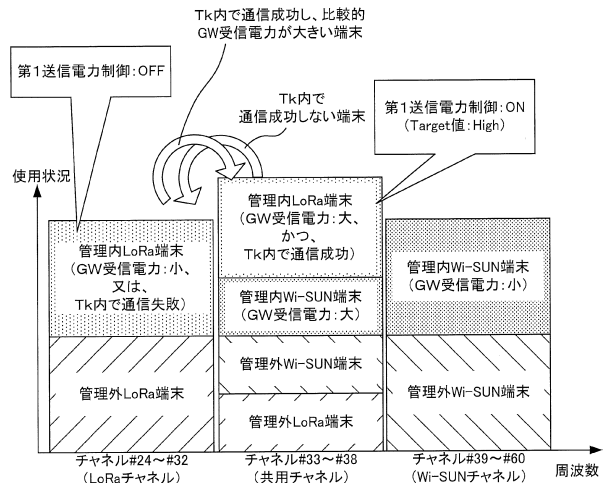
10

20

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

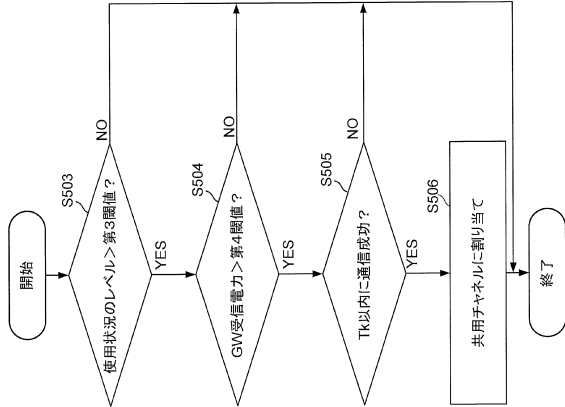


30

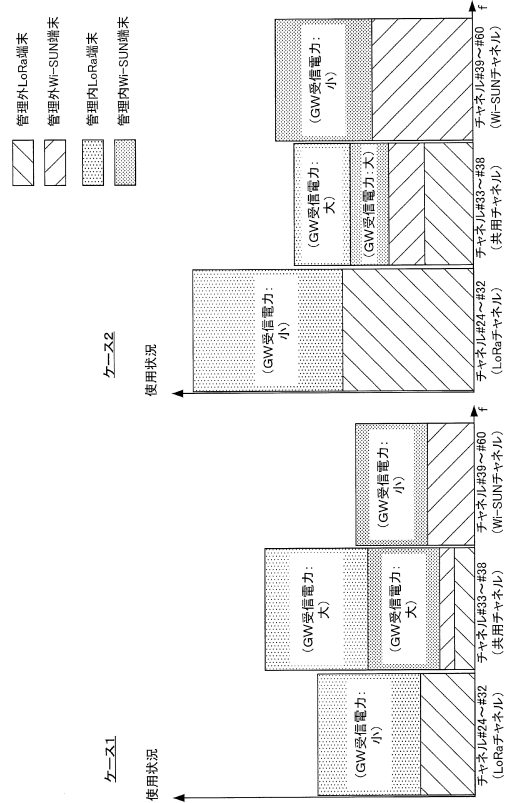
40

50

【 図 1 7 】



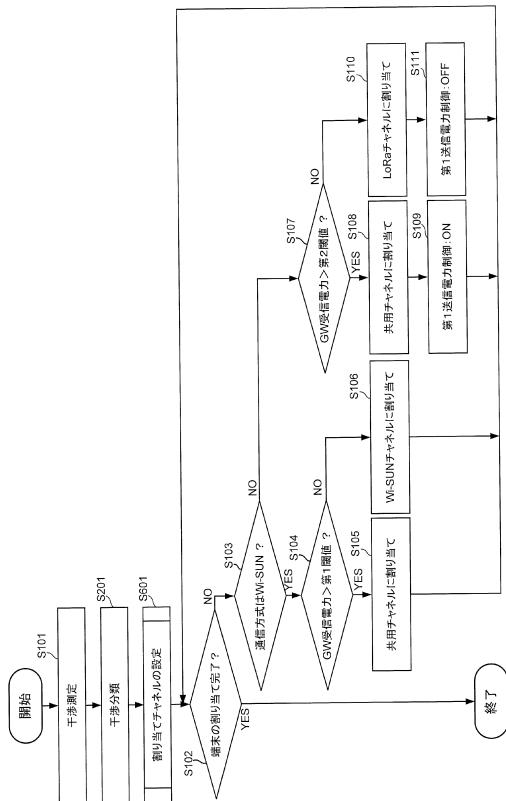
【 図 1 8 】



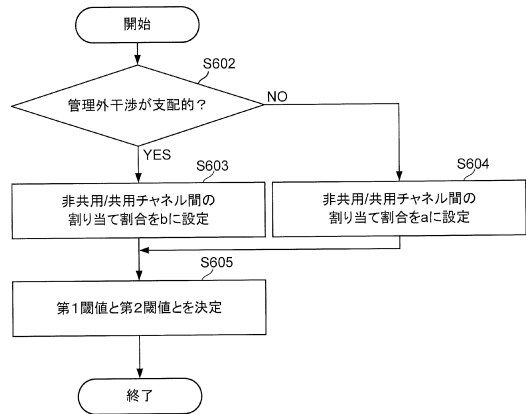
10

20

【 図 1 9 】



【 図 2 0 】

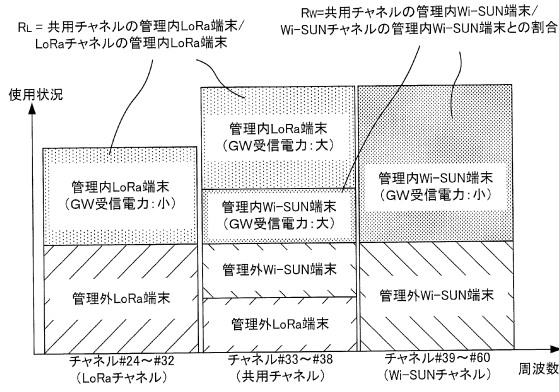


30

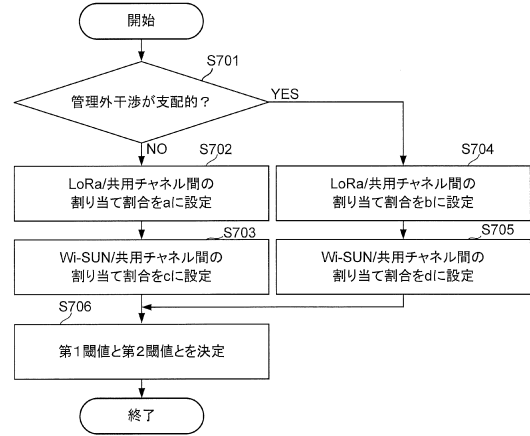
40

50

【図 2 1】

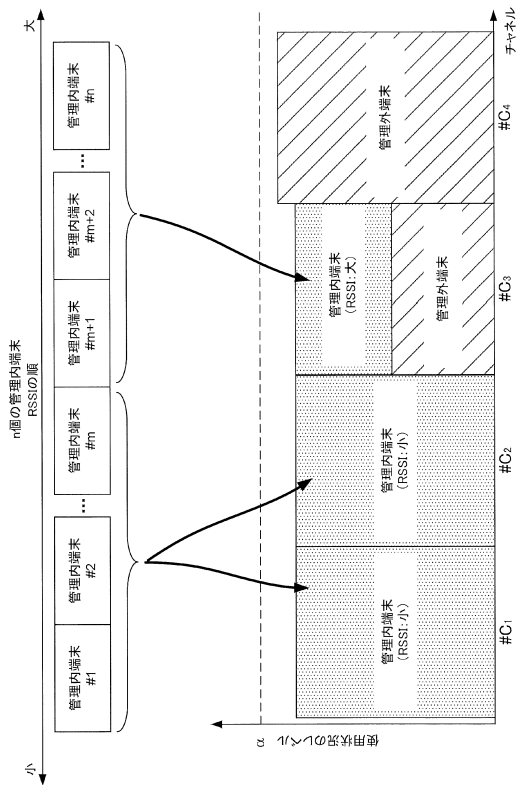


【図 2 2】

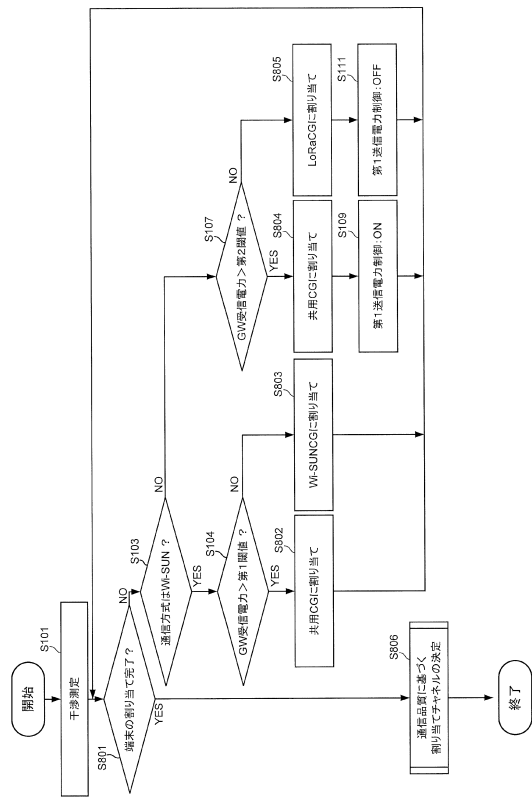


10

【図 2 3】



【図 2 4】



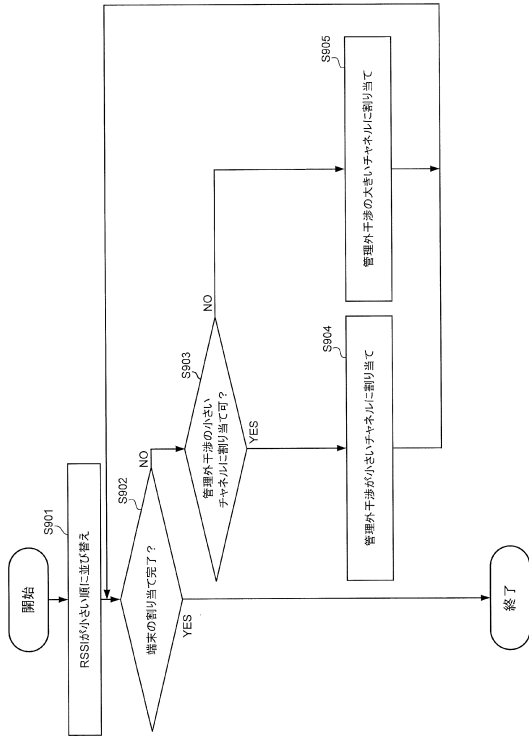
20

30

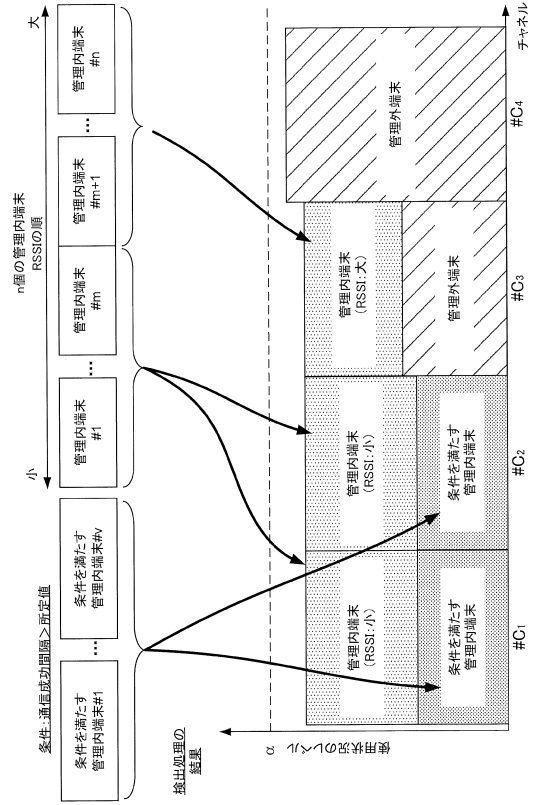
40

50

【 図 2 5 】



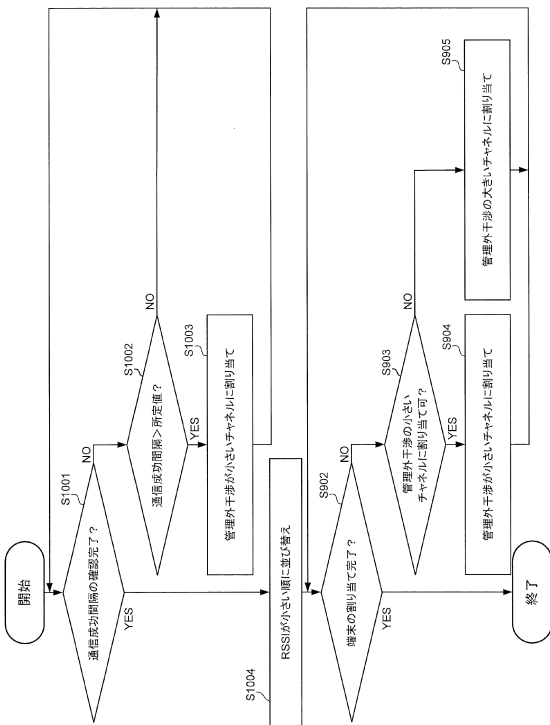
【 図 2 6 】



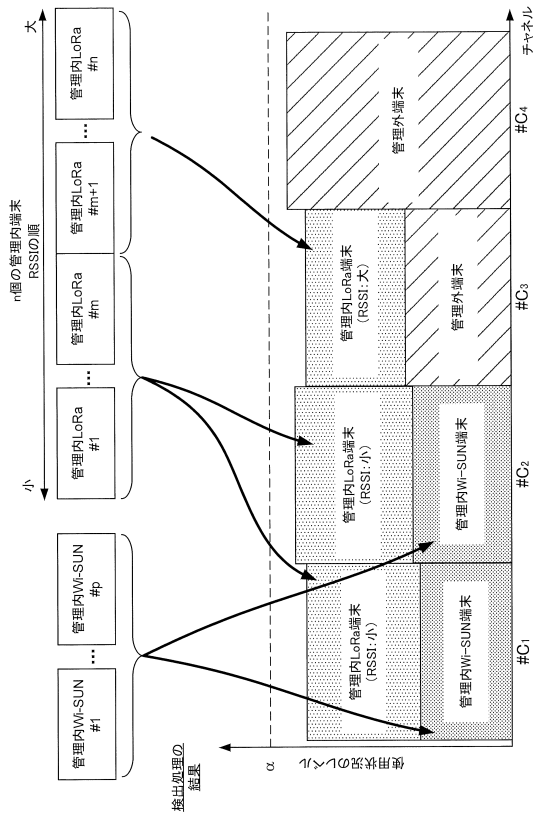
10

20

【 図 2 7 】



【 図 2 8 】

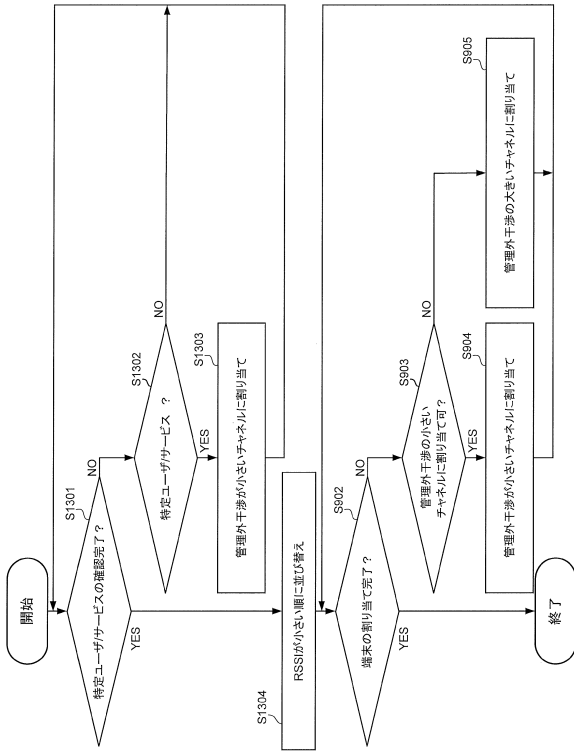


30

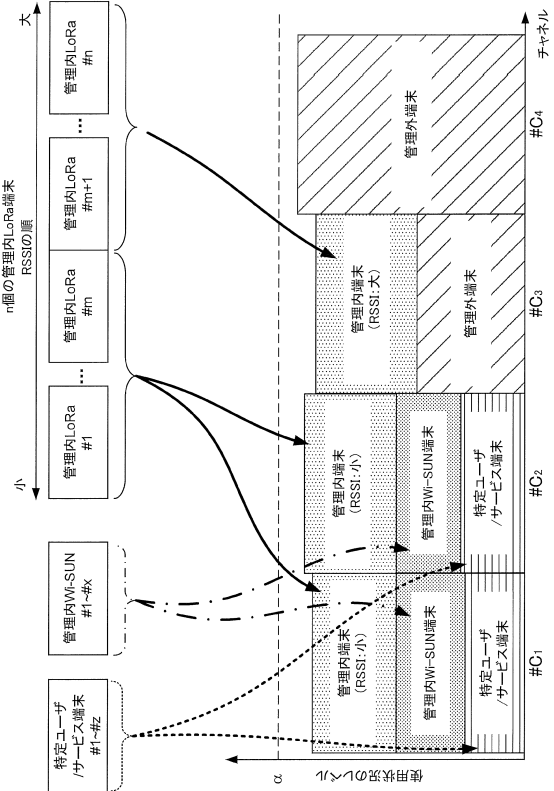
40

50

【 図 3 3 】



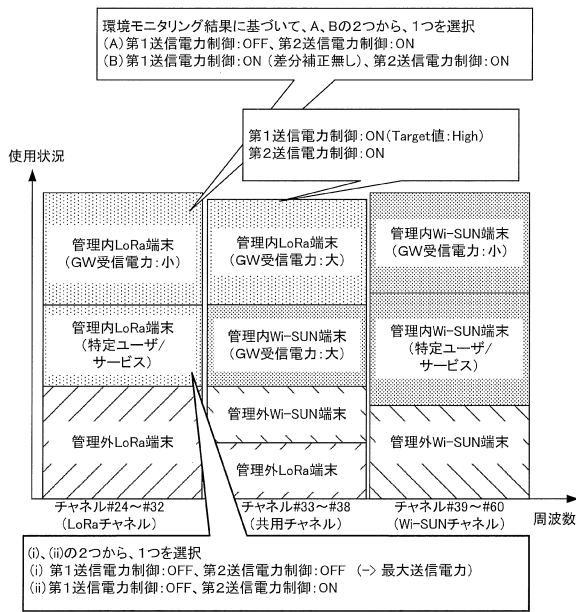
【 図 3 4 】



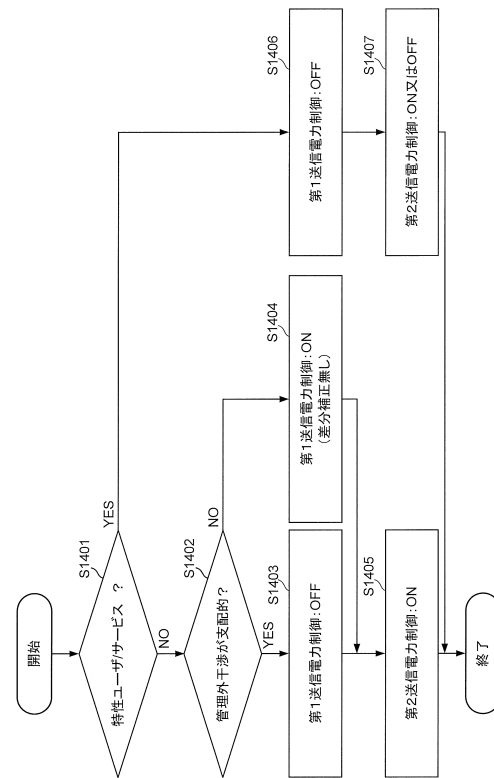
10

20

【 図 3 5 】



【 図 3 6 】

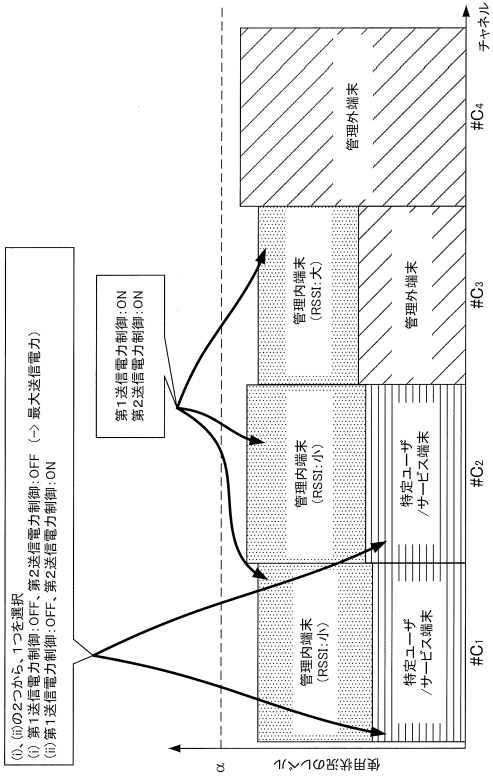


30

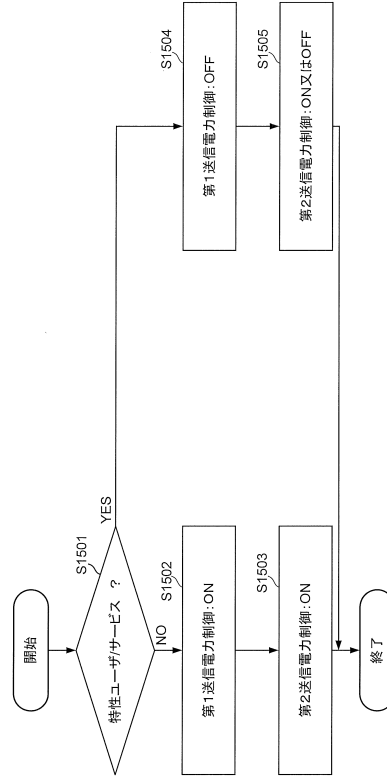
40

50

【 図 3 7 】



【 図 3 8 】



10

20

30

40

50