

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6957537号
(P6957537)

(45) 発行日 令和3年11月2日(2021.11.2)

(24) 登録日 令和3年10月8日(2021.10.8)

| | | |
|-----------------------------|------------|---|
| (51) Int.Cl. | F I | |
| HO4B 1/56 (2006.01) | HO4B 1/56 | |
| HO4W 88/08 (2009.01) | HO4W 88/08 | |
| HO4B 1/10 (2006.01) | HO4B 1/10 | L |
| HO4B 1/04 (2006.01) | HO4B 1/04 | E |
| HO4B 7/15 (2006.01) | HO4B 7/15 | |

請求項の数 11 (全 21 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2019-4737 (P2019-4737) | (73) 特許権者 | 000003078 |
| (22) 出願日 | 平成31年1月15日(2019.1.15) | | 株式会社東芝 |
| (65) 公開番号 | 特開2020-113935 (P2020-113935A) | | 東京都港区芝浦一丁目1番1号 |
| (43) 公開日 | 令和2年7月27日(2020.7.27) | (74) 代理人 | 110001737 |
| 審査請求日 | 令和2年9月7日(2020.9.7) | | 特許業務法人スズエ国際特許事務所 |
| | | (72) 発明者 | 依田 大輝 |
| | | | 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 |
| | | (72) 発明者 | 秋田 耕司 |
| | | | 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 |
| | | (72) 発明者 | 内田 大輔 |
| | | | 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信装置、方法、およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1周波数帯を用いて第1データを含む第1信号を受信する受信部と、
前記受信部が前記第1信号を受信している間に、少なくとも前記第1周波数帯の一部を用いて第2信号の送信を開始する送信部と、
前記送信部が送信した第2信号によって前記受信部が受信した第1信号に対して与えられている干渉を低減させる処理部と、
を備え、

前記処理部は、前記送信部が第2信号の送信を開始してから、前記処理部による前記干渉の低減が最初に定期的に行われるまでの間に、前記送信部が送信する第2信号の電力を増加させる、
無線通信装置。

【請求項2】

前記送信部が送信する第2信号は、第2データを含むとともに既知のシンボルを含む信号であり、

前記処理部は、少なくとも前記受信部が受信した第1信号および前記送信部が送信する第2信号から干渉伝搬路特性を推定し、

少なくとも前記干渉伝搬路特性および前記送信部が送信する第2信号から前記干渉を低減させる信号を生成し、前記受信部が受信した第1信号から減算することで前記干渉を低減させる、

請求項 1 に記載の無線通信装置。

【請求項 3】

前記送信部が送信する第 2 信号は、データを含まず既知のシンボルを含む信号を含み、前記処理部は、少なくとも前記受信部が受信した第 1 信号および前記送信部が送信するデータを含まず既知のシンボルを含む信号から干渉伝搬路特性を推定し、

少なくとも前記干渉伝搬路特性から前記干渉を低減させる信号を生成し、前記受信部が受信した第 1 信号から減算することで前記干渉を低減させる、

請求項 1 または 2 に記載の無線通信装置。

【請求項 4】

前記送信部が送信する第 2 信号は、データを含まず前記既知のシンボルが少ない信号を含み、

前記処理部は、少なくとも前記受信部が受信した第 1 信号および前記送信部が送信するデータを含まず前記既知のシンボルが少ない信号から前記データを含まず既知のシンボルを含む信号を送信するタイミングを決定する、

請求項 3 に記載の無線通信装置。

【請求項 5】

前記無線通信装置の通信相手である第 1 無線通信装置が前記第 1 周波数帯を用いて送信した信号のレプリカを作成する再変調部をさらに備え、

前記処理部は、前記レプリカ、前記受信部が受信した第 1 信号および前記送信部が送信した第 2 信号から干渉伝搬路特性を推定し、

少なくとも前記干渉伝搬路特性から前記干渉を低減させる信号を生成し、前記干渉を低減させる、

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載の無線通信装置。

【請求項 6】

前記処理部は、前記受信部が受信した第 1 信号の MCS (Modulation and Coding Scheme) よりも少ないデータを扱う MCS で、前記送信部が送信する第 2 信号を構成する、

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 つに記載の無線通信装置。

【請求項 7】

前記処理部は、前記無線通信装置の通信相手である第 1 無線通信装置が前記第 1 周波数帯を用いて送信した信号の電力を増加させる指示を含む第 3 信号を生成し、

前記送信部は、前記第 3 信号を前記第 1 周波数帯とは異なる第 2 周波数帯を用いて前記第 1 無線通信装置に対して送信する、

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 つに記載の無線通信装置。

【請求項 8】

前記処理部は、CRC (Cyclic Redundancy Check)、SNR (Signal to Noise Ratio)、および EVM (Error Vector Magnitude) のうち少なくとも 1 つから前記受信部が受信した第 1 信号の品質を判定する、

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 つに記載の無線通信装置。

【請求項 9】

前記処理部は、前記受信部が受信した第 1 信号の品質によって前記送信部が送信する第 2 信号の電力を、増加させる、維持させる、低減させる、および停止させる、のうち少なくとも 1 つから選択する、

請求項 8 に記載の無線通信装置。

【請求項 10】

第 1 周波数帯を用いて第 1 データを含む第 1 信号を受信し、

前記第 1 周波数帯を用いて第 1 信号を受信している間に、少なくとも前記第 1 周波数帯の一部を用いて第 2 信号の送信を開始し、

前記第 2 信号によって前記第 1 信号に対して与えられている干渉を低減し、

| | |
|--|----|
| | 10 |
| | 20 |
| | 30 |
| | 40 |
| | 50 |

前記第 2 信号の送信を開始してから、前記干渉の低減が最初に定常的に行われるまでの間に、送信する前記第 2 信号の電力を増加する、方法。

【請求項 1 1】

第 1 周波数帯を用いて第 1 データを含む第 1 信号を受信させ、

前記第 1 周波数帯を用いて第 1 信号を受信している間に、少なくとも前記第 1 周波数帯の一部を用いて第 2 信号の送信を開始させ、

前記第 2 信号によって前記第 1 信号に対して与えられている干渉を低減させ、

前記第 2 信号の送信を開始してから、前記干渉の低減が最初に定常的に行われるまでの間に、送信する前記第 2 信号の電力を増加させる、

10

プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、同じ周波数帯で信号を受信している間に、信号の送信を行う、フルデュプレックス通信に関する無線通信装置、方法、およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

同じ周波数帯を用いて送受信を行うフルデュプレックス通信技術が開発されている。より多くのデータの通信を、通信の断絶を起こすことなく開始するために、周波数分割複信 (FDD: Frequency Division Duplex) による受信をしている間に、この受信と同じ周波数帯を含む周波数帯で送信を開始し、同じ周波数帯で信号を受信しながら信号の送信を行う、フルデュプレックス通信を行うことができる無線通信装置が望まれる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 6 1 0 9 4 2 3 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

本発明の実施形態が解決しようとする課題は、信号を受信している間に、この受信と同じ周波数帯で信号の送信を開始し、同じ周波数帯で受信しながら送信を行う、フルデュプレックス通信を行うことができる無線通信装置、方法、およびプログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために、実施形態の無線通信装置は、第 1 周波数帯を用いて第 1 データを含む第 1 信号を受信する受信部と、この受信部がこの第 1 周波数帯を用いて第 1 信号を受信している間に、少なくともこの第 1 周波数帯の一部を用いて第 2 信号の送信を開始する送信部と、この送信部が送信した第 2 信号によってこの受信部が受信した第 1 信号に対して与えられる干渉を低減させる処理部を備える。また、この処理部は、この送信部が第 2 信号の送信を開始してから、この処理部によるこの干渉の低減が最初に定常的に行われるまでの間に、この送信部が送信する第 2 信号の電力を増加させる。

40

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図 1】第 1 の実施形態における無線通信のシステム図。

【図 2】図 1 の無線通信装置 100 と無線通信装置 200 との間の信号 A、B を説明するための図。

【図 3】図 1 の無線通信装置 100 の一構成図。

50

【図 4】図 2 の信号 B の構造図。

【図 5】信号 B と同じ周波数帯で送信される信号 a 1 の構造図。

【図 6】信号 B と同じ周波数帯で送信される信号 a 2 の構造図。

【図 7】信号 B と同じ周波数帯で送信される信号 a 3 の構造図。

【図 8】図 2 の無線通信装置 100 がフルデュプレックス通信を開始した後の無線通信装置 100 および 200 の状態遷移図。

【図 9】図 3 の無線通信装置 100 がフルデュプレックス通信を開始するまでの動作フロー図。

【図 10】図 3 の無線通信装置 100 がフルデュプレックス通信を開始した後の動作フロー図。

【図 11】図 3 の無線通信装置 100 が干渉伝搬路特性 I_{A1} を推定する動作フロー図。

【図 12】第 1 の実施形態における周波数 f と干渉伝搬路特性 I_{A1} の周波数応答を示す図。

【図 13】第 1 の実施形態における時刻 T と信号の品質を表す指標の関係を表す図。

【図 14】第 1 の実施形態における時刻 T と信号の品質を表す指標の関係の一例を表す図。

【図 15】第 1 の実施形態に適用可能な信号 a 4 の構造図。

【図 16】第 1 の実施形態に適用可能な、無線通信装置 150 の一構成図。

【図 17】図 16 の無線通信装置 150 がレプリカを用いて干渉伝搬路特性 I_{A1} を推定する動作フロー図。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下、発明を実施するための実施形態について説明する。

【0008】

(第 1 の実施形態)

図 1 は、第 1 の実施形態における無線通信システムを表す図である。端末 50 で生成したデータ A は、端末 50 から無線通信装置 100 および 200 を経由してコアネットワーク 250 に届けられる。また、コアネットワーク 250 から端末 50 に送られるデータ B は、コアネットワーク 250 から無線通信装置 200 および 100 を経由して端末 50 に届けられる。ここで、無線通信装置 100 は端末 50 と通信可能な基地局であって、無線通信装置 200 とデータ A およびデータ B の通信を行うとともに、端末 50 とも通信を行っている。無線通信装置 200 は無線通信装置 100 とコアネットワーク 250 の通信を中継する中継局であって、無線通信装置 100 とデータ A およびデータ B の通信を行うとともに、コアネットワーク 250 からデータ B を受け取り、コアネットワーク 250 にデータ A を伝えている。

【0009】

図 2 は、本実施形態における無線通信装置 100 および 200 の間の通信を表す図である。前提として、この無線通信装置 100 および 200 の間の通信は周波数帯 f_1 を用いた周波数分割複信で行われている。

【0010】

また、無線通信装置 100 は、無線通信装置 200 と周波数分割複信を行っている間、周波数帯 f_1 とは異なる周波数帯で端末 50 からデータ A を受け取り、端末 50 にデータ B を伝えている。この通信では、干渉の低減は適宜行われているものとする。無線通信装置 200 は、無線通信装置 100 と周波数分割複信を行っている間、周波数帯 f_2 とは異なる周波数帯でコアネットワーク 250 からデータ B を受け取り、コアネットワーク 250 にデータ A を伝えている。この通信でも、干渉の低減は適宜行われているものとする。

【0011】

すなわち、無線通信装置 100 および 200 の間の通信について具体的に説明すると、無線通信装置 100 は無線通信装置 200 に対して、周波数帯 f_1 を用いて信号 A 2 を送信

10

20

30

40

50

している。この信号 A 2 には、端末 5 0 から受け取ったデータ A が含まれている。一方、無線通信装置 2 0 0 は無線通信装置 1 0 0 に対して、周波数帯 を用いて信号 B を送信している。この信号 B には、コアネットワーク 2 5 0 から受け取ったデータ B が含まれている。

【 0 0 1 2 】

本実施形態では、無線通信装置 1 0 0 は、無線通信装置 2 0 0 と周波数分割複信を行っている間に、フルデュプレックス通信を開始する。フルデュプレックス通信は、同じ周波数帯において信号の受信を行いながら信号の送信を行う通信である。具体的には、無線通信装置 1 0 0 は、現在信号 B を受信している周波数帯 を用いて、信号 B を受信している間に、信号 B の品質が一定以上であれば信号 A 1 の送信を開始する。すなわち、周波数帯
10
では、無線通信装置 1 0 0 による信号 A 1 の送信と、無線通信装置 2 0 0 による信号 B の送信が同時に行われることになる。このフルデュプレックス通信は、無線通信装置 1 0 0 が送信するデータ A の伝達速度を向上させることができる。

【 0 0 1 3 】

無線通信装置 1 0 0 が信号 A 1 を送信することで、この信号 A 1 が信号 B に対して干渉を与えることになる。そのため無線通信装置 1 0 0 は、まずこの信号 A 1 の電力を、信号 B のデータ B への復調に影響がない程度の小さい電力とし、この信号 A 1 が信号 B に対して与える干渉の干渉伝搬路特性を推定し、この干渉を低減させる信号を生成してこの干渉を低減させる。この干渉の低減処理を続け、信号 B の品質が一定以上に改善すれば、信号 A 1 の送信電力を増加させる。
20

【 0 0 1 4 】

また、本実施形態では、無線通信装置 1 0 0 および 2 0 0 は、フルデュプレックス通信を行うための認証を事前に済ませているものとする。

【 0 0 1 5 】

無線通信装置 1 0 0 は、信号 A 1 の送信開始以降、信号 A 1 の干渉を受けた信号 B (以降、信号 C とする) を受信することになる。無線通信装置 1 0 0 は、信号 C の干渉を処理する信号を生成し、信号 C の干渉を低減させる。無線通信装置 1 0 0 は、干渉を処理した信号 C の信号の品質を判定し、その判定の結果によって信号 A 1 の送信電力を制御する。このようにすることで、周波数分割複信による通信を行っている間にフルデュプレックス通信を開始することができる。
30

【 0 0 1 6 】

この無線通信装置 1 0 0 の構成を、図 3 を用いて説明する。無線通信装置 1 0 0 は、処理部 1 1 0、受信部 1 0 1、送信部 1 0 2 を有する。処理部 1 1 0 は、復調部 1 1 1、制御部 1 1 2、干渉低減部 1 1 3 を有する。

【 0 0 1 7 】

受信部 1 0 1 は、無線通信装置 1 0 0 に対する信号を受信する。例えば、無線通信装置 1 0 0 は、端末 5 0 からのデータ A を含んだ信号 (以降、信号 A 0 とする) や、無線通信装置 2 0 0 からの信号 B、干渉を受けた信号 C を受信する。これらの信号は復調部 1 1 1 に送られる。また、信号 C は干渉低減部 1 1 3 にも送られ、信号 B に対して干渉する信号 A 1 の干渉伝搬路特性 (以降、干渉伝搬路特性 I_{A_1} とする) の推定に使われる。受信部 1 0 1 はアンテナを備えており、これらの受信を行う。
40

【 0 0 1 8 】

復調部 1 1 1 は、信号を復調する。信号 A 0 からはデータ A が復調される。フルデュプレックス通信を開始する前は受信部 1 0 1 から信号 B が復調部 1 1 1 に送られ、復調部 1 1 1 はこの信号 B をデータ B に復調する。フルデュプレックス通信を開始した後は受信部 1 0 1 から信号 C が復調部 1 1 1 に送られる。この信号 C は信号 A 1 からの干渉を受けているが、この干渉は受信および復調に影響を及ぼさない程度であるので、復調部 1 1 1 は信号 C をデータ B に復調する。また、復調部 1 1 1 は、復調した信号の品質を示す指標を算出する。これらの信号の品質を示す指標は制御部 1 1 2 に送られ、送信部 1 0 2 が送信する信号の電力の決定に使われる。復調した信号の品質を示す指標としては、例えば C R
50

C、SNR、EVMなどである。また、復調部111は、信号を復調したデータを制御部112に送る。これらのデータは制御部112で送信する信号の生成に使われる。

【0019】

制御部112は、復調部111で復調されたデータを変調し、信号として送信部102に送る。データAは無線通信装置200に対する信号A1またはA2として送られ、データBは端末50に対する信号(以降、信号B0とする)として送られる。また、制御部112は、復調部111から送られた信号の品質を示す指標から、送信する信号を送信する電力を決定し、送信部102に送る。また、制御部112はフルデュプレックス通信として送信する信号A1を干渉低減部113に送る。この信号A1は、受信部101が受信した信号Cから信号A1による干渉を減少させる信号(以降、信号Dとする)の生成に使われる。

10

【0020】

干渉低減部113は、干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定を行う。無線通信装置100および200は、フルデュプレックス通信のための認証を事前に済ませているため、干渉低減部113は信号Bに含まれる既知シンボル(パイロット)および信号A1に含まれる既知シンボルを認識している。これらの既知シンボルおよび受信部101から送られた信号Cから、干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定を行う。また、干渉低減部113は、この干渉伝搬路特性 I_{A1} および制御部112から送信された信号A1から信号Dを生成し、受信部101が受信した信号Cの信号A1による干渉を低減させる。また、干渉低減部113は信号A0の干渉の低減を行っている。

20

【0021】

送信部102は、制御部112から送られた信号を、制御部112が決定した電力で送信する。送信部102は信号A1またはA2の場合は無線通信装置200に対して送信し、信号B0は端末50に対して送信する。送信部102はアンテナを備えており、これらの送信を行う。

【0022】

無線通信装置100は、本実施形態では基地局とされているが、LSIなどの回路で実現してもよい。また、この無線通信装置100の構成はそれぞれ独立な構成要素を接続して実現するようにしてもよいし、一部をチップなどでまとめるようにしてもよい。

【0023】

次に、無線通信装置100および200がフルデュプレックス通信を行う信号の構造について説明する。これらの信号は、周波数帯で通信されるものとする。

30

【0024】

無線通信装置200が送信し、無線通信装置100が受信する信号Bの構造を、図4を用いて説明する。図4では、時間と周波数帯で区切られたリソースエレメントに、データまたは既知シンボルが配置されている。 D_R はデータBを含むリソースエレメントであることを表し、 P_R は既知シンボルを含むリソースエレメントであることが表されている。本実施形態では、無線通信装置100および200は、フルデュプレックス通信のための認証を事前に済ませている。そのため、無線通信装置100および200は P_R についての情報をすでに共有している。一方、 D_R は無線通信装置100にとって未知のリソースエレメントである。

40

【0025】

無線通信装置100が無線通信装置200に対して送信する信号A1の構造を、図5~7を用いて説明する。本実施形態では信号A1として、無線通信装置200に信号a1、a2、およびa3を順に送信している。信号a1は信号Bとのタイミングを合わせるための信号であり、無線通信装置200に伝えるデータAを含んでいない。信号a2は、干渉伝搬路特性 I_{A1} を推定するための信号であり、無線通信装置200に伝えるデータAを含んでいない。この信号a2を用いて推定された干渉伝搬路特性 I_{A1} は、信号a1、a2、a3が信号Bに及ぼす干渉それぞれに適用することが可能である。信号a3は、端末50から受け取ったデータAの一部を含む信号であり、このデータAの一部を無線通信装

50

置 200 に伝送する。

【0026】

なお、信号 A 1 の干渉を受けた信号 B を信号 C と呼称していたが、以降信号 C を総称として、信号 c 1、c 2、c 3 を用いることとする。すなわち、信号 a 1 の干渉を受けた信号 B を信号 c 1、信号 a 2 の干渉を受けた信号 B を信号 c 2、信号 a 3 の干渉を受けた信号 B を信号 c 3 と呼称する。

【0027】

まず、信号 a 1 の構造を、図 5 を用いて説明する。信号 a 1 は、特定のリソースエレメントに既知シンボル P_T を配置し、残りのリソースエレメントは空 (N) とした信号である。本実施形態では、無線通信装置 100 および 200 は、フルデュプレックス通信のための認証を事前に済ませている。そのため、無線通信装置 100 および 200 は P_T についての情報をすでに共有している。制御部 112 が信号 a 1 を生成して、送信部 102 がこの信号 a 1 を送信すると、受信部 101 は信号 c 1 を受信することになる。この信号 a 1 は、制御部 112 が信号 a 2 を送信するタイミングを把握することに使われる。本実施形態では、信号 a 1 の既知シンボル P_T の個数は、信号 B の既知シンボルの個数 P_R よりも少ないものとする。

10

【0028】

信号 a 2 の構造を、図 6 を用いて説明する。信号 a 2 は、信号 B の既知シンボルと同じリソースエレメントに既知シンボル P_T を配置し、残りのリソースエレメントは空とした信号である。制御部 112 が信号 a 2 を生成して、送信部 102 がこの信号 a 2 を送信すると、受信部 101 は信号 c 2 を受信することになる。この信号 a 2 は、干渉低減部 113 が干渉伝搬路特性 I_{A1} を推定することに使われる。本実施形態では、信号 a 2 の既知シンボル P_T の個数は、信号 B の既知シンボル P_R の個数と等しい。なお、 P_T の個数および P_R の個数が一致していなくても、無線通信装置 100 および無線通信装置 200 の間で、 P_T 、 P_R の内容や個数、位置などの情報が共有されていればよい。

20

【0029】

信号 a 3 の構造を、図 7 を用いて説明する。信号 a 3 は、信号 a 2 の空のリソースエレメントからデータ A を含むリソースエレメント D_T に置き換わった信号である。送信部 102 がこの信号 a 2 を送信すると、受信部 101 は信号 c 3 を受信することになる。この信号 a 3 は、無線通信装置 200 にデータ A の一部を届けることに使われる。

30

【0030】

送信部 102 が送信する信号をはじめから信号 a 3 としてもよいが、干渉伝搬路特性 I_{A1} を推定する際に信号 a 2 を用いることにより、送信部 102 が送信する信号による信号 B への干渉をより小さくすることが可能である。また、信号 a 2 を送信するタイミングの把握のために信号 a 1 を用いなくてもよいが、信号 a 1 を用いることで、送信部 102 が送信する信号による信号 B への干渉をより小さくすることが可能である。

【0031】

周波数帯 を用いて同時に信号の送受信を開始した後の無線通信装置 100 および 200 の関係の概略を図 8 の状態遷移図を用いて説明する。

【0032】

40

まず、送信部 102 は信号 a 1 を用いて周波数帯 におけるフルデュプレックス通信を開始する (状態 1)。この信号 a 1 の干渉を受けた信号 c 1 および信号 a 1 から、制御部 112 は信号 a 2 を送信するタイミングを把握することができる。

【0033】

制御部 112 が信号 a 2 を送信するタイミングを把握した後、送信部 102 は信号 a 1 から信号 a 2 に切り替える (状態 2)。この信号 a 2 の干渉を受けた信号 c 2 および信号 a 2 から、干渉低減部 113 は干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定を行うことができる。干渉低減部 113 はこの干渉伝搬路特性 I_{A1} を用いて信号 D の生成を行うことができる。

【0034】

干渉低減部 113 による信号 c 2 の干渉の低減が進むと、送信部 102 は信号 a 2 から

50

信号 a 3 に切り替え、周波数帯 でも無線通信装置 2 0 0 に対してデータ A が送信される。干渉低減部 1 1 3 は、この信号 a 3 の干渉を受けた信号 c 3 の干渉を低減の処理を継続して行う。

【 0 0 3 5 】

以上に概略を説明したが、次にこの無線通信装置 1 0 0 の動作の詳細を説明する。この動作の説明は、フルデュプレックス通信を行う相手である無線通信装置 2 0 0 に関する動作を説明するものとし、端末 5 0 に関する動作はフローとしては説明しないものとする。

【 0 0 3 6 】

まず、無線通信装置 1 0 0 が無線通信装置 2 0 0 とフルデュプレックス通信を開始するまでの動作を、図 9 を用いて説明する。なお、図 2 に示す通り、無線通信装置 1 0 0 および 2 0 0 は、周波数帯 および で周波数分割複信を行っているものとする。すなわち、無線通信装置 1 0 0 は周波数帯 を用いて無線通信装置 2 0 0 から信号 B を受信している。また、無線通信装置 1 0 0 は周波数帯 を用いて無線通信装置 2 0 0 に対して信号 A 2 を送信している。また、無線通信装置 1 0 0 は端末 5 0 ととも周波数帯 および 以外で通信を行っており、信号 A 0 を受信し、信号 B 0 を送信している。信号 A 0 の受信に関する干渉の低減は適宜行われているものとする。

10

【 0 0 3 7 】

まず、復調部 1 1 1 は、受信部 1 0 1 が受信した信号 B を復調し、この信号 B の品質を示す指標を算出する（ステップ S 1 0 1）。復調部 1 1 1 は、信号の品質を示す指標として、CRC、SNR、EVMなどの指標を用いる。これらの指標を組み合わせて判定するようにしてもよい。これらの指標の算出結果は制御部 1 1 2 に送られる。また、復調された信号 B はデータ B として制御部 1 1 2 に送られる。制御部 1 1 2 はこのデータ B を変調して信号 B 0 とし、送信部 1 0 2 を通じて端末 5 0 に向けて送信する。

20

【 0 0 3 8 】

次に、制御部 1 1 2 は、復調部 1 1 1 から送られた指標の算出結果から、信号 B の品質が一定以上であるかを判定する（ステップ S 1 0 2）。このしきい値は制御部 1 1 2 が任意に決めてよく、CRC、SNR、EVMなどの指標を組み合わせて判定するようにしてもよい。また、制御部 1 1 2 は信号 B の品質が一定以上の代わりに信号 B のエラーが一定以下であることを判定してもよい。また、制御部 1 1 2 は一定の時間継続して信号 B の品質が一定以上であるかを判定するようにしてもよい。この一定の時間は制御部 1 1 2 によって定められる。制御部 1 1 2 がこの信号 B の品質が一定以上でないと判定した場合（ステップ S 1 0 2 : N o）、ステップ S 1 0 1 に戻る。

30

【 0 0 3 9 】

一方、制御部 1 1 2 がこの信号 B の品質が一定以上であると判定した場合（ステップ S 1 0 2 : Y e s）、送信部 1 0 2 は周波数帯 を用いて信号 a 1 の送信を開始し、無線通信装置 2 0 0 とのフルデュプレックス通信を開始する（ステップ S 1 0 3）。なお、信号 a 1 を送信することにより、受信部 1 0 1 は信号 c 1 を受信することになる。このときの信号 a 1 を送信する電力は P 1 であり、復調部 1 1 1 が行う信号 c 1 からデータ B への復調に影響を及ぼさない程度の電力である。なお、説明のために信号 a 1 の干渉を受けた信号 B を信号 c 1 と表記しているが、信号 a 1 を送信する電力 P 1 は信号 c 1 からデータ B への復調に影響を及ぼさない程度の電力であり、実質的には信号 B と信号 c 1 はほとんど同一である。

40

【 0 0 4 0 】

以上のようにして、無線通信装置 1 0 0 および 2 0 0 はフルデュプレックス通信を開始する。

【 0 0 4 1 】

次に、フルデュプレックス通信を開始した後の無線通信装置 1 0 0 の動作について、図 1 0 ~ 図 1 1 を用いて説明する。なお、引き続き無線通信装置 1 0 0 は周波数帯 を用いて無線通信装置 2 0 0 から信号 B を受信している。また、無線通信装置 1 0 0 は周波数帯

50

を用いて無線通信装置 200 に対して信号 A2 を送信している。また、無線通信装置 100 は端末 50 と同周波数帯 および 以外で通信を行っており、信号 A0 を受信し、信号 B0 を送信している。信号 A0 の受信に関する干渉の低減は適宜行われているものとする。

【0042】

まず、無線通信装置 100 の動作として、干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定を行う（ステップ S201）。この干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定における無線通信装置 100 の動作を、図 11 を用いて説明する。なお、送信部 102 は信号 a1 の送信を開始しているため、信号 B は信号 a1 により干渉を受ける。すなわち、受信部 101 は信号 c1 を受信している。この信号 c1 は復調部 111 および干渉低減部 113 に送られている。信号 c1 は、データ B への復調に影響がない程度の干渉しか受けていないため、復調部 111 でデータ B に復調され、信号の品質を示す指標が算出される。フルデュプレックス通信を開始する前と同様に、復調されたデータ B は制御部 112 で信号 B0 に変調され、送信部 102 を通じて端末 50 に送信される。

10

【0043】

まず、干渉低減部 113 は、受信部 101 から送られた信号 c1 と、事前に認識している信号 B の既知シンボル P_R および信号 a1 の既知シンボル P_T の情報から、信号 a2 を送信するタイミングを決定する（ステップ S301）。具体的には、信号 B の既知シンボル P_R が配置されたリソースエレメントのうち、信号 a1 の既知シンボル P_T による干渉によって、信号 B の一部のリソースエレメントは既知シンボル P_R ではなく（この信号を c1 としている）。干渉低減部 113 は、このリソースエレメントの位置から、信号 a2 を送信するタイミングを決定する。このタイミングは、制御部 112 に伝えられる。

20

【0044】

次に、制御部 112 は、干渉低減部 113 から送られたタイミングで信号 a1 に替えて信号 a2 の送信を開始するように送信部 102 に指示し、送信部 102 は制御部 112 の指示の通りに信号 a1 から信号 a2 に替えた送信を開始する（ステップ S302）。ここで、信号 B は信号 a2 からの干渉を受けるようになるので、受信部 101 は信号 c2 を受信するようになる。このときの信号 a2 を送信する電力 $P2$ は、電力 $P1$ と同様に、復調部 111 が行う信号 c2 からデータ B への復調に影響を及ぼさない程度の電力である。電力 $P2$ は、復調部 111 が行う信号 c2 からデータ B への復調に影響を及ぼさない程度の電力であれば、電力 $P1$ と同じでなくてもよく、例えば電力 $P1$ よりも大きくしてもよい。なお、説明のために信号 a2 の干渉を受けた信号 B を信号 c2 と表記しているが、信号 a2 を送信する電力 $P2$ は信号 c2 からデータ B への復調に影響を及ぼさない程度の電力であり、実質的には信号 B と信号 c2 はほとんど同一である。

30

【0045】

また、この信号 c2 も信号 c1 の場合と同様に、復調部 111 および干渉低減部 113 に送られる。復調部 111 に送られた信号 c2 は、信号 c1 の場合と同様に、データ B への復調に影響がない程度の干渉しか受けていないため、復調部 111 でデータ B に復調され、信号の品質を示す指標が算出される。復調されたデータ B は制御部 112 で信号 B0 に変調され、送信部 102 を通じて端末 50 に送信される。無線通信装置 100 および端末 50 との通信は、周波数帯 および とは異なる周波数帯なので、信号 B0 の電力は端末 50 に伝えられる電力である。

40

【0046】

次に、干渉低減部 113 は、受信部 101 から送られた信号 c2 と、事前に認識している信号 B の既知シンボル P_R および信号 a1 の既知シンボル P_T の情報から、干渉伝搬路特性 I_{A1} を推定する（ステップ S303）。具体的には、信号 a1 によって、信号 a2 を送信するタイミングを合わせているので、受信部 102 が受信する信号 c2 は、既知シンボル P_R が信号 a2 の既知シンボル P_T による干渉を受ける。干渉低減部 113 は、信号 c2 から既知シンボル P_R を減算し、既知シンボル P_T と比較することで、干渉伝搬路特性 I_{A1} を推定する。

50

【 0 0 4 7 】

以上のようにして、ステップ S 2 0 1 の干渉伝搬路特性 I_{A_1} の推定を行う。

【 0 0 4 8 】

図 1 0 に戻ると、制御部 1 1 2 は干渉低減部にデータ A を含むリソースエレメント D_T が配置された信号 a 3 を干渉低減部 1 1 3 に送る。干渉低減部 1 1 3 は、この干渉伝搬路特性 I_{A_1} および信号 a 3 から、干渉を低減させる信号 D を生成する（ステップ S 2 0 2）。この干渉は、送信部 1 0 2 が信号 a 3 の送信を開始した場合に、受信部 1 0 1 が受信する信号 c 3 が受ける干渉である。なお、制御部 1 1 2 は、信号 a 3 を送信部 1 0 2 にも送り、信号 a 2 に替えて信号 a 3 の送信を開始するように指示する。

【 0 0 4 9 】

次に、送信部 1 0 2 は制御部 1 1 2 の指示の通りに信号 a 2 から信号 a 3 に替えた送信を開始する（ステップ S 2 0 3）。この際、a 2 のときに合わせたタイミングを使用して、信号 a 3 の送信を開始する。

なお、信号 a 3 を送信することにより、受信部 1 0 1 は信号 c 3 を受信することになる。このときの信号 a 3 を送信する電力 P 3 は、復調部 1 1 1 が行う信号 c 3 からデータ B への復調に影響を及ぼさない程度の電力である。電力 P 3 は、復調部 1 1 1 が行う信号 c 3 からデータ B への復調に影響を及ぼさない程度の電力であれば、電力 P 1、電力 P 2 と同じでなくてもよく、例えば電力 P 2 よりも小さくしてもよい。なお、説明のために信号 a 3 の干渉を受けた信号 B を信号 c 3 と表記しているが、信号 a 3 の送信を開始するときの電力 P 3 は信号 c 3 からデータ B への復調に影響を及ぼさない程度の電力であり、実質的には信号 B と信号 c 3 はほとんど同一である。

【 0 0 5 0 】

次に、干渉低減部 1 1 3 は、生成した信号 D を用いて、受信部 1 0 1 が受信する信号 c 3 から、送信部 1 0 2 が送信する信号 a 3 による干渉を低減させる処理を開始する（ステップ S 2 0 4）。なお、信号 a 3 の送信に切り替わった後も、復調部 1 1 1 は信号 D によって干渉を低減させる処理を受けた信号 c 3 を受け取り、データ B に復調している。復調部 1 1 1 は信号 D を用いて干渉の低減処理された信号 c 3 について、信号の品質を示す指標を算出し、制御部 1 1 2 へ送っている。制御部 1 1 2 は、復調されたデータ B を信号 B 0 に変調し、送信部 1 0 2 を通じて端末 5 0 に送信している。

【 0 0 5 1 】

次に、干渉低減部 1 1 3 は、干渉伝搬路特性 I_{A_1} の更新を開始する（ステップ S 2 0 5）。この干渉伝搬路特性 I_{A_1} の更新は、一定時間おきに行われる。この一定時間は干渉低減部 1 1 3 によって定められるが、一定時間おきに限定されない。干渉低減部 1 1 3 が定める任意のタイミングで更新されるようにしてもよい。この干渉伝搬路特性 I_{A_1} の更新は、信号 a 3 を用いて行われる。具体的には、受信部 1 0 2 が受信する信号 c 3 は、既知シンボル P_R が信号 a 3 の既知シンボル P_T による干渉を受ける。干渉低減部 1 1 3 は、信号 c 2 から既知シンボル P_R を減算し、既知シンボル P_T と比較することで、干渉伝搬路特性 I_{A_1} を新たに推定する。この際、一時的に信号 a 2 に切り替えて干渉伝搬路特性 I_{A_1} を新たに推定するようにしてもよい。干渉低減部 1 1 3 は、制御部 1 1 2 から信号 a 3 を受け取り、新たに推定した干渉伝搬路特性 I_{A_1} を用いて、新たに信号 D を生成する。干渉低減部 1 1 3 は、この新たに生成した信号 D に切り替えて、受信部 1 0 1 が受信する信号 c 3 から送信部 1 0 2 が送信する信号 a 3 による干渉を低減させる処理を継続する。

【 0 0 5 2 】

次に、制御部 1 1 2 は、復調部 1 1 1 から送られた信号の品質を示す指標から、この信号の品質が一定以上かどうか判定する（ステップ S 2 0 6）。この信号とは、干渉低減部 1 1 3 が信号 D を用いて干渉の低減処理された信号 c 3 である。制御部 1 1 2 が、この信号の品質が一定未満であると判定した場合（ステップ S 2 0 6 : No）、干渉伝搬路特性 I_{A_1} の更新、信号 c 3 が受けた信号 a 3 による干渉の低減処理が進むのを待ち、再びステップ S 2 0 6 に戻る。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

一方、制御部 1 1 2 が、この信号の品質が復調部 1 1 1 によるデータ B の復調に影響がない程度の一定以上であると判定した場合（ステップ S 2 0 6 : Y e s）、制御部 1 1 2 は送信部 1 0 2 に対して信号 a 3 を送信する電力 P 3 を増加させるように指令する。送信部 1 0 2 は制御部から受けた指令の通りに、信号 a 3 を送信する電力 P 3 を増加させる（ステップ S 2 0 7）。

【 0 0 5 4 】

信号 a 3 はデータ A を含んでいるが、送信を開始した当初の電力は受信部 1 0 1 による信号の受信および復調部 1 1 1 によるデータ B への復調に影響を及ぼさない程度であるので、無線通信装置 2 0 0 にデータ A が届く可能性は低い。干渉低減部 1 1 3 が信号 c 3 に含まれる干渉の低減を行い、制御部 1 1 2 が信号の品質が一定以上であると判定したタイミングで信号 a 3 を送信する電力 P 3 を増加させることで、復調部 1 1 1 によるデータ B への復調を確保しつつ、無線通信装置 2 0 0 にデータ A が届く可能性を高めることが可能である。

10

【 0 0 5 5 】

また、ステップ S 2 0 7 にて信号 a 3 を送信する電力 P 3 を増加させることで、信号 a 3 を送信する電力 P 3 は信号 c 3 からデータ B への復調に影響を及ぼす電力となり、実質的に信号 B と信号 c 3 はほとんど同一ではなくなる。

【 0 0 5 6 】

次に、干渉低減部 1 1 3 は、推定した干渉伝搬路特性 I_{A1} が定常化したかを判定する（ステップ S 2 0 8）。具体的には、図 1 2 を用いて説明する。

20

【 0 0 5 7 】

図 1 2 には、周波数 f に対する干渉伝搬路特性 I_{A1} の周波数応答が表されている。1 つは時刻 T_1 に推定された干渉伝搬路特性 I_{A1} について実線で表されており、もう 1 つは時刻 T_2 に推定された干渉伝搬路特性 I_{A1} について破線で表されている。時刻 T_1 に推定された干渉伝搬路特性 I_{A1} は、直前に干渉低減部 1 1 3 が推定したものであり、時刻 T_2 に推定された干渉伝搬路特性 I_{A1} は、1 つ前に干渉低減部 1 1 3 が推定したものである。なお、時刻 T_1 と T_2 の間の時間は干渉低減部 1 1 3 によって定められている。

【 0 0 5 8 】

干渉低減部 1 1 3 は、この 2 つの干渉伝搬路特性 I_{A1} の差分を周波数帯ごとに算出する。ある周波数帯におけるこの差分の絶対値を、 $e_{T_1 - T_2}(f)$ と表す。干渉低減部 1 1 3 は、それぞれの周波数帯ごとに $e_{T_1 - T_2}(f)$ を算出する。干渉低減部 1 1 3 は、それぞれの周波数帯について $e_{T_1 - T_2}(f)$ が干渉低減部 1 1 3 によって定められるしきい値以下であるかを判定する。干渉低減部 1 1 3 は、しきい値以下であると判定された周波数帯の数が、干渉低減部 1 1 3 が定めた一定以上であれば、干渉伝搬路特性 I_{A1} が定常化したと判定する。干渉低減部 1 1 3 は、フルデュプレックス通信を行う周波数帯の数に対するしきい値以下であると判定された周波数帯の数の割合によって、干渉伝搬路特性 I_{A1} が定常化したと判定するようにしてもよい。

30

【 0 0 5 9 】

干渉低減部 1 1 3 が、干渉伝搬路特性 I_{A1} が定常化したと判定したことをもって、信号 c 3 が受けた信号 a 3 による干渉の低減が定常的に行われたとする。

40

【 0 0 6 0 】

なお、干渉伝搬路特性 I_{A1} が定常化したかの判定については、しきい値の定め方は様々に考えられる。干渉低減部 1 1 3 は、それぞれの周波数帯ごとに $e_{T_1 - T_2}(f)$ を算出し、これらの和を取ってしきい値を比較してもよいし、 $e_{T_1 - T_2}(f)$ の最大値や平均値としきい値を比べるようにしてもよい。また、2 つの干渉伝搬路特性 I_{A1} の比較にも限定されない。3 つ以上の干渉伝搬路特性 I_{A1} を対象にしてもよい。例えば、それぞれの周波数帯ごとに最大の干渉伝搬路特性 I_{A1} の周波数応答と、最小の干渉伝搬路特性 I_{A1} の周波数応答を抜き出し、差分を取るようにしてもよい。

【 0 0 6 1 】

50

図10に戻ると、干渉低減部113が、干渉伝搬路特性 I_{A1} が定常化していると判定した場合(ステップS208: Yes)、ステップS211に進む。一方、干渉低減部113が、干渉伝搬路特性 I_{A1} が定常化していないと判定した場合(ステップS208: No)、干渉低減部113は、干渉伝搬路特性 I_{A1} が一定時間に定常化したと判定されたことがあるかを確認する(ステップS209)。一定時間内に2つ干渉伝搬路特性 I_{A1} を推定していない場合も、ステップS208: Noに含まれる。

【0062】

干渉低減部113が、干渉伝搬路特性 I_{A1} が一定時間内に定常化したと判定したことがある場合(ステップS209: Yes)、干渉伝搬路特性 I_{A1} の更新を待ち、再びステップS208に戻る。一定時間内に定常化したことがある場合は、干渉伝搬路特性 I_{A1} の更新を続けていれば定常化するであろうと考えられるためである。また、一定時間内に2つ干渉伝搬路特性 I_{A1} を推定していない場合も、ステップS209: Yesに含まれる。干渉伝搬路特性 I_{A1} の更新が行われなければ、ステップS208の干渉伝搬路特性 I_{A1} が定常化したか判別できないためである。

【0063】

一方、干渉低減部113が、干渉伝搬路特性 I_{A1} が一定時間内に定常化したと判定したことがない場合(ステップS209: Yes)、干渉低減部113は干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定をやり直す準備を行う(ステップS210)。具体的には、干渉低減部113は干渉伝搬路特性 I_{A1} の更新を停止する。また、干渉低減部113は、制御部112に干渉伝搬路特性 I_{A1} の再推定を行うとする情報を伝える。この情報を受けた制御部112は、送信部102に信号a3から信号a1に切り替えて送信し、送信する電力を、信号a1の送信を開始した電力P1に落とすように指示する。送信部102は、制御部112の指令の通りに信号a1を、フルデュプレックス通信を開始したときの電力P1に落として送信する。その後、ステップS201に戻る。

【0064】

次に、ステップS208: Yes以降を説明すると、制御部112は、復調部111から送られる信号の品質を示す指標から、送信する信号の電力を制御する。(ステップS211~S218)。具体的には、図13を用いて説明する。

【0065】

図13は、時刻Tと信号の品質を表す指標(以降、指標とする)の関係を表す図である。この指標にはしきい値 L_1 、 L_2 、 L_3 が制御部112により設定されている。この指標がしきい値 L_1 であれば、制御部112は信号の品質が第1の状態であると判定する。この指標がしきい値 L_2 以上 L_1 未満であれば、制御部112は信号の品質が第2の状態であると判定する。この指標がしきい値 L_3 以上 L_2 未満であれば、制御部112は信号の品質が第3の状態であると判定する。この指標がしきい値 L_3 未満であれば、制御部112は信号の品質が第4の状態であると判定する。

【0066】

図10に戻ると、信号の品質が第1の状態である場合(ステップS211: Yes)、復調部111による信号の復調に影響がないため、制御部112は送信部102に対して、信号a3を送信する電力P3を増加させるように指示する。送信部102は、制御部112の指示の通りに電力P3を増加させて信号A3を送信する(ステップS212)。

【0067】

信号の品質が第2の状態である場合(ステップS211: No、ステップS213: Yes)、制御部112は、信号a3を送信する電力P3に関する指示を送信部102に送らない。送信部102は、現在の電力P3を維持して信号a3の送信を続ける。

【0068】

信号の品質が第3の状態である場合(ステップS213: No、ステップS214: Yes)、復調部111による信号の復調に影響が出ているため、制御部112は送信部102に対して信号a3を送信する電力P3を減少させるように指示する。送信部102は、制御部112の指示の通りに電力P3を減少させて信号a3を送信する(ステップS2

10

20

30

40

50

15)。

【0069】

信号の品質が第4の状態である場合(ステップS214:No)、復調部111による信号の復調に深刻な影響が出ているため、制御部112は送信部102に対して信号a3の送信を停止するように指示する。送信部102は、制御部112の指示の通りに信号a3の送信を停止する(ステップS216)。また、制御部112は干渉低減部113に対して干渉伝搬路特性 I_{A1} および信号Dの更新を停止させ、信号c3が受けている干渉を低減させる処理を停止させるように指示する。干渉低減部113は制御部112からの指示の通りに干渉伝搬路特性 I_{A1} および信号Dの更新を停止し、信号c3が受けている干渉を低減させる処理を停止する(ステップS217)。

10

【0070】

以上のようにして、制御部112は、復調部111から送られる信号の品質を示す指標から、送信する信号の電力を制御する。ここで、本実施形態では、信号の品質の高さによって状態を分けていたが、信号a3を送信する電力を制御する方法はこの方法に限定されない。信号のエラーの少なさを指標とするようにしてもよいし、しきい値を細分化または統合するようにしてもよい。信号の品質を表す指標から判定される第1の状態、第3の状態、第4の状態が、一定時間継続した場合に信号a3を送信する電力P3を制御するようにしてもよい。

【0071】

ステップS212、ステップS213:Yes、ステップS215以降を説明すると、制御部112は、無線通信装置100の動作を終了させる終了指令が届いていないかを確認する(ステップS218)。この終了指令は、無線通信装置100の動作を本フローで終了させる指令であり、ユーザによる入力や、終了指令を含んだ信号を受信部101が受信するなどして制御部112に伝えられる。この終了指令は、直ちに無線通信装置100の動作を終了させる指令であってもよい。

20

【0072】

制御部112にこの終了指令が届いていない場合(ステップS218:No)、ステップS208に戻る。一方、制御部112にこの終了指令が届いている場合(ステップS218:Yes)またはステップS217の後は、フローは終了し、無線通信装置100は動作を終了する。

30

【0073】

制御部112による信号a3を送信する電力P3の制御の一例を、図14を用いて説明する。なお、干渉伝搬路特性 I_{A1} は定常化しているものとし、時刻 $T_1 \sim T_7$ の間に終了指令はないものとする。また、既に干渉伝搬路特性 I_{A1} の更新は開始されているので、時刻 $T_1 \sim T_7$ の間にも干渉伝搬路特性 I_{A1} および信号Dの更新が行われているものとする。

【0074】

まず時刻 T_1 では、制御部112は信号の品質が第2の状態であると判定する。送信部102は信号a3を送信する電力P3を維持しながら信号a3の送信を継続する。干渉低減部113による信号c3が受ける干渉の低減も引き続き行われる。

40

【0075】

次に時刻 T_2 では、制御部112は信号の品質が第1の状態であると判定する。制御部112は送信部102に対して信号a3を送信する電力P3を増加させる。信号a3を送信する電力P3を増加させると、信号c3が受ける干渉の影響も増大するので、信号の品質を表す指標は悪化することになる。

【0076】

続く時刻 T_3 および T_4 では、制御部112は信号の品質が第2の状態であると判定する。干渉伝搬路特性 I_{A1} および信号Dの更新により、信号の品質を表す指標は改善する。

【0077】

50

次に時刻 T_5 では、制御部 112 は信号の品質が第 1 の状態であると判定する。時刻 T_2 の時と同様に、制御部 112 は送信部 102 に対して信号 a3 を送信する電力 P3 を増加させる。

【0078】

時刻 T_6 では、制御部 112 は信号の品質が第 3 の状態であると判定する。信号 a3 を送信する電力 P3 の増加とともに、信号 c3 が受ける干渉の影響が増大し、復調部 111 による復調に影響を及ぼすと考えられる場合には、制御部 112 は送信部 102 に対して信号 a3 を送信する電力 P3 を減少させる。信号 a3 を送信する電力 P3 を減少させると、信号 c3 が受ける干渉の影響も減少するので、信号の品質を表す指標は良化することになる。

10

【0079】

時刻 T_7 では、制御部 112 は信号の品質が第 2 の状態であると判定する。信号 a3 を送信する電力 P3 を減少させたことで、信号の品質を表す指標は良化している。制御部 112 は送信部 102 に対して信号 a3 を送信する電力 P3 の増減の指示は行わない。

【0080】

以上のようにして、制御部 112 は送信部 102 が信号 a3 を送信する電力 P3 の制御を行う。

【0081】

以上に本実施形態を説明したが、変形例は様々に実装、実行可能である。例えば、図 1 に示す本実施形態の無線通信システムでは、端末 50、無線通信装置 100、無線通信装置 200 が 1 台ずつであったが、2 台以上としてもよい。無線通信装置 100 は複数の端末 50 と通信するものでもよいし、無線通信装置 200 は複数の無線通信装置 100 と通信するものでもよい。無線通信装置 200 と複数の無線通信装置 100 の通信の一部もしくは全部が、本実施形態で説明したフルデュプレックス通信でもよい。コアネットワーク 250 は複数の無線通信装置 200 と通信するものでもよい。

20

【0082】

また、図 2 に示す無線通信装置 100 および 200 の通信システムにおいて、本実施形態では、信号 B を受信している周波数帯 f_1 のすべてを用いてフルデュプレックス通信を行っているが、一部の周波数帯でフルデュプレックス通信を行うようにしてもよい。例えば、周波数帯 f_1 を周波数帯 f_{11} 、 f_{12} に細分化できる場合、信号 B は周波数帯 f_{11} 、 f_{12} を用いて無線通信装置 200 から送信されるが、無線通信装置 100 は周波数帯 f_{11} を用いて信号 A1 を送信してフルデュプレックス通信を行い、周波数帯 f_{12} は信号 B の受信に用いるとしてもよい。

30

【0083】

また、本実施形態では、無線通信装置 100 および 200 は周波数帯 f_1 を用いてフルデュプレックス通信を開始していたが、さらに周波数帯 f_2 を用いてフルデュプレックス通信を行うようにしてもよい。例えば、無線通信装置 200 を無線通信装置 100 と同様の装置とする。この無線通信装置 200 は周波数帯 f_1 、 f_2 による信号 A1、A2 の受信および周波数帯 f_1 による送信を継続したまま、周波数帯 f_2 を用いて信号 B₂ の送信を開始するようにしてもよい。すなわち、無線通信装置 100 および 200 は周波数帯 f_1 および f_2 でフルデュプレックス通信を開始するようにしてもよい。この場合の無線通信装置 200 の動作は、本実施形態で説明した無線通信装置 100 の動作と同様である。

40

【0084】

また、本実施形態では、図 2 に示す無線通信装置 100 および 200 の通信システムにおいて、フルデュプレックス通信を行っていたが、フルデュプレックス通信を行うことは基地局である無線通信装置 100 および中継局である無線通信装置 200 に限定されない。例えば、本実施形態で説明した方法を用いて、端末 50 および無線通信装置 100 でフルデュプレックス通信が行われてもよいし、無線通信装置 200 およびコアネットワーク 250 でフルデュプレックス通信が行われるようにしてもよい。

【0085】

50

また、本実施形態における無線通信装置100は基地局であり、無線通信装置200は中継局であるとしていたが、これらに限定されない。本実施形態で説明した無線通信装置100の機能を有する装置を備えることで、無線通信装置100と同様の動作を行うようにしてもよい。この装置は外付けでもよいし、内蔵されていてもよい。

【0086】

また、本実施形態では、無線通信装置100は送信する信号A1の電力P1を増加させることで無線通信装置200に信号A1を届ける可能性を高めているが、信号A1の種類を選択することによって無線通信装置200に届く可能性を高めるようにしてもよい。例えば、信号には様々なMCS (Modulation and Coding Scheme) が存在する。一般に、より多くのデータを扱うことができるMCSであるほど、送信先の無線通信装置に届きにくい信号となる。制御部112は、データBから信号Bが用いたMCSを判定し、そのMCSよりも少ないデータを扱うMCSを用いて信号A1を構成するようにしてもよい。このようにすることで、無線通信装置200に信号A1が届く可能性を高めることができる。

10

【0087】

また、本実施形態では、無線通信装置100は送信する信号A1の電力P1を減少させることや、信号A1の送信を停止することで信号C (無線通信装置100が信号A1を送信していない場合は信号B) の品質を高めている。制御部112は、無線通信装置200に対して信号Bを送信する電力を増加させる指示を含んだ信号を生成し、送信部102に送信させるようにしてもよい。この際、制御部112はこの信号を、フルデュプレックス通信を行っていない周波数帯で送信させるようにしてもよい。例えば、制御部112は、本実施形態における周波数帯 を用いて送信部102にこの信号を送信させる。この信号を受けた無線通信装置200は信号Bを送信する電力を増加させる。このようにすることで、受信部101は信号BまたはCの受信を行いやすくすることができ、復調部111はデータBへの復調を行いやすくすることができる。

20

【0088】

また、干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定の方法は、本実施形態で説明した図11に示す方法に限定されない。例えば、本実施形態で説明した方法では、信号a1およびa2を用いて干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定を行ったが、これらの信号a1、a2の代わりに、信号a4を用いて干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定を行うようにしてもよい。

30

【0089】

この信号a4の構造図を図15に示す。信号a4には、特定の周波数帯のリソースエレメントに既知シンボル P_T を割り当てることで、時間合わせの必要なく干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定を行うことができる。一方、本実施形態で説明した方法では、信号a2および信号c2によって、特定の周波数帯だけでなくフルデュプレックス通信を行う周波数帯における干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定を、より精度よく行うことができる。

【0090】

また、干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定の方法として、無線通信装置200が送信した信号Bのレプリカを作る方法もある。この場合、無線通信装置100は新たに処理部110に再変調部114を有する無線通信装置となる。この無線通信装置150の構成を、図16に示す。なお、無線通信装置150は、再変調部114以外の構成要素は図3で説明した無線通信装置100と同様であるため、同じ符号を付して説明を省略する。以降、図3で説明した無線通信装置100の構成要素と異なる部分を説明する。

40

【0091】

まず、本実施形態では、信号a1、a2を用いて干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定を行っていたが、信号Bのレプリカを作る方法の場合は、はじめから信号a3を用いることが可能である。信号a1、a2を用いることもできるが、以下に信号a3を用いた場合を説明する。すなわち、無線通信装置150の受信部101は信号c3を受信する。信号a3を送信する電力は、本実施形態と同様に電力P3とする。

【0092】

50

無線通信装置 150 の復調部 111 は、復調したデータ B を、干渉低減部 113 ではなく再変調部 114 に送る。復調したデータ B は、信号 B のレプリカの生成に使われる。

【0093】

再変調部 114 は、復調部 111 から送られたデータ B を、信号 B に再変調し、信号 B のレプリカを生成する。この信号 B のレプリカは、干渉低減部 113 に送られ、干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定に使われる。

【0094】

無線通信装置 150 の干渉低減部 113 は、受信部 101 から送られた信号 c3 と、再変調部から送られた信号 B のレプリカと、制御部 112 から送られた信号 a3 を用いて、干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定を行う。

【0095】

この無線通信装置 150 の動作は、図 9、図 10 で説明した無線通信装置 100 の動作と大枠では同様であるが、この説明では信号 a1、a2 を用いていないため、送信する信号ははじめから信号 a3 である点が異なっている。また、この無線通信装置 150 の干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定の方法と、図 11 で説明した干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定の方法が異なる点である。無線通信装置 150 による干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定の方法を、図 17 を用いて説明する。なお、前提は無線通信装置 100 の動作で説明した前提と同様である。

【0096】

まず、再変調部 114 は復調部 111 から送られたデータ B から信号 B を再変調し、信号 B のレプリカを生成する（ステップ S401）。この信号 B のレプリカは干渉低減部 113 に送られる。なお、干渉低減部 113 には、受信部 101 から信号 c3 および制御部 112 から信号 a3 も送られている。

【0097】

次に、干渉低減部 113 は、信号 B のレプリカ、信号 a3、および信号 c3 から、干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定を行う（ステップ S402）。具体的には、信号 c3 から信号 B のレプリカを減算し、その信号と信号 a3 を比較することで干渉伝搬路特性 I_{A1} を推定する。干渉低減部 113 は、信号 B の既知シンボル P_R の情報だけでなく、信号 B のレプリカの生成によって信号 B のデータを含むリソースエレメント D_R の情報も把握しているため、干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定を行うことが可能である。

【0098】

以上から、信号 B のレプリカを用いて干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定を行う。

【0099】

また、本実施形態では、干渉低減部 113 は信号 a2 を用いて干渉伝搬路特性 I_{A1} の推定を行い、信号 a3 に切り替えた後に信号 c3 の干渉を低減させている。干渉低減部 113 は、信号 a2 を送信している間に信号 c2 の干渉を低減させるようにしてもよい。送信部 102 が信号 a2 から信号 a3 に切り替える前に、復調部 111 が復調した信号の品質が一定以上となる場合、制御部 112 は信号 a2 を送信する電力 P2 を増加させるようにしてもよい。電力 P2 が増加されると、信号 c2 が受ける干渉の影響も増大し、信号 B と信号 c2 は実質的に同一とはいえない。この状態から送信部 102 が信号 a2 から信号 a3 に切り替える場合、信号 a3 を送信する電力 P3 は電力 P2 と同等以上であってもよい。送信部 102 が信号 a2 を行っている際に、電力 P2 を増加させるほどに復調部 111 が復調した信号の品質が高いと考えられるためである。また、この場合、電力 P3 は電力 P2 と同等以上であるため、信号 c3 が受ける干渉の影響も大きく、信号 B と信号 c3 は実質的に同一とはいえない。

【0100】

また、本実施形態における無線通信装置 100 の機能は、プログラムによっても実現可能である。このプログラムは、インストール可能な形式または実行可能な形式のファイルで CD-ROM、メモ리카ード、CD-R および DVD (Digital Versatile Disk) などのコンピュータで読み取り可能な記憶媒体に記憶されて提供され

10

20

30

40

50

てもよい。また、このプログラムは、インターネット等のネットワークに接続されたコンピュータ上に格納し、ネットワーク経由で提供されるようにしてもよいし、ROM、HDD、SSDなどの記憶媒体に組み込んで提供されるようにしてもよい。

【0101】

以上説明したように、本実施形態の無線通信装置100は、無線通信装置200との周波数分割複信を行っている間に、信号を受信している周波数帯を用いて信号の送信を開始し、フルデュプレックス通信を開始する。無線通信装置100はフルデュプレックス通信を開始した後に干渉伝搬路特性 I_{A1} を推定し、受信した信号から無線通信装置100が送信した信号による干渉を低減させる。無線通信装置100は、干渉伝搬路特性 I_{A1} が定常化する前に信号を送信する電力を増加させ、干渉伝搬路特性 I_{A1} が定常化した後は復調する信号の品質から信号を送信する電力を制御する。このようにすることで、無線通信装置100は信号を受信している間に、この信号の受信と同じ周波数帯を用いてフルデュプレックス通信を開始することができる。また、無線通信装置100が送信する信号による干渉の干渉伝搬路特性を事前に推定しなくともフルデュプレックス通信を開始することができる。

10

【0102】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規の実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

20

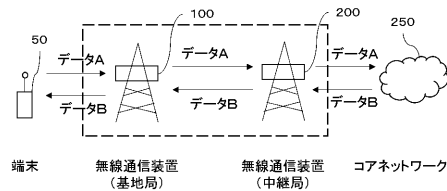
【符号の説明】

【0103】

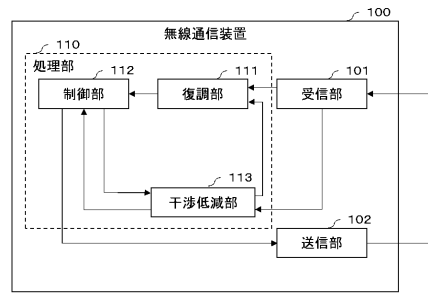
50 ... 端末
 100 ... 無線通信装置
 101 ... 受信部
 102 ... 送信部
 110 ... 処理部
 111 ... 復調部
 112 ... 制御部
 113 ... 干渉低減部
 114 ... 再変調部
 200 ... 無線通信装置
 250 ... コアネットワーク

30

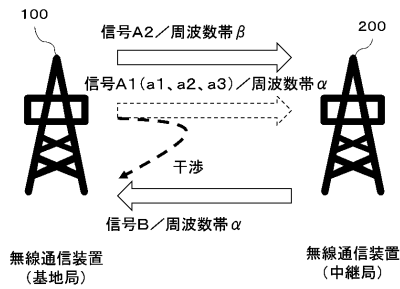
【図1】



【図3】



【図2】



【図4】

| 時間 | 周波数帯 | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | D_R | D_R | P_R | D_R | D_R | D_R | P_R | D_R | D_R | D_R |
| 2 | P_R | P_R | P_R | P_R | P_R | P_R | P_R | P_R | P_R | P_R |
| 3 | D_R | D_R | P_R | D_R | D_R | D_R | P_R | D_R | D_R | D_R |
| 4 | D_R | D_R | P_R | D_R | D_R | D_R | P_R | D_R | D_R | D_R |
| 5 | D_R | D_R | P_R | D_R | D_R | D_R | P_R | D_R | D_R | D_R |
| 6 | P_R | P_R | P_R | P_R | P_R | P_R | P_R | P_R | P_R | P_R |
| 7 | D_R | D_R | P_R | D_R | D_R | D_R | P_R | D_R | D_R | D_R |
| 8 | D_R | D_R | P_R | D_R | D_R | D_R | P_R | D_R | D_R | D_R |

D_R : データを含むリソースエレメント
 P_R : 既知シンボル(パイロット)を含むリソースエレメント

【図5】

| 時間 | 周波数帯 | | | | | | | | | |
|----|------|---|-------|---|---|---|-------|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N |
| 2 | N | N | P_T | N | N | N | P_T | N | N | N |
| 3 | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N |
| 4 | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N |
| 5 | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N |
| 6 | N | N | P_T | N | N | N | P_T | N | N | N |
| 7 | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N |
| 8 | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N |

N: 空のリソースエレメント
 P_T : 既知シンボル(パイロット)を含むリソースエレメント

【図7】

| 時間 | 周波数帯 | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | D_T | D_T | P_T | D_T | D_T | D_T | P_T | D_T | D_T | D_T |
| 2 | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T |
| 3 | D_T | D_T | P_T | D_T | D_T | D_T | P_T | D_T | D_T | D_T |
| 4 | D_T | D_T | P_T | D_T | D_T | D_T | P_T | D_T | D_T | D_T |
| 5 | D_T | D_T | P_T | D_T | D_T | D_T | P_T | D_T | D_T | D_T |
| 6 | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T |
| 7 | D_T | D_T | P_T | D_T | D_T | D_T | P_T | D_T | D_T | D_T |
| 8 | D_T | D_T | P_T | D_T | D_T | D_T | P_T | D_T | D_T | D_T |

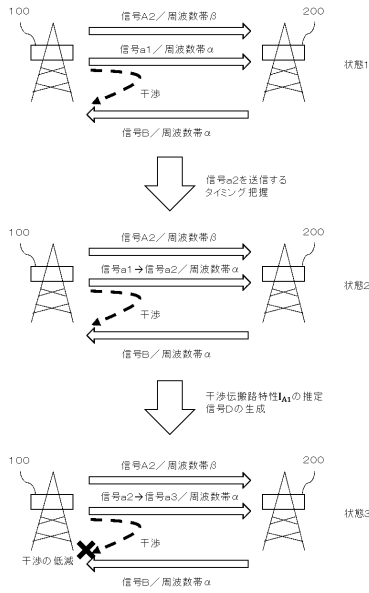
D_T : データを含むリソースエレメント
 P_T : 既知シンボル(パイロット)を含むリソースエレメント

【図6】

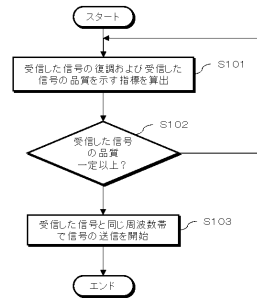
| 時間 | 周波数帯 | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | N | N | P_T | N | N | N | P_T | N | N | N |
| 2 | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T |
| 3 | N | N | P_T | N | N | N | P_T | N | N | N |
| 4 | N | N | P_T | N | N | N | P_T | N | N | N |
| 5 | N | N | P_T | N | N | N | P_T | N | N | N |
| 6 | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T | P_T |
| 7 | N | N | P_T | N | N | N | P_T | N | N | N |
| 8 | N | N | P_T | N | N | N | P_T | N | N | N |

N: 空のリソースエレメント
 P_T : 既知シンボル(パイロット)を含むリソースエレメント

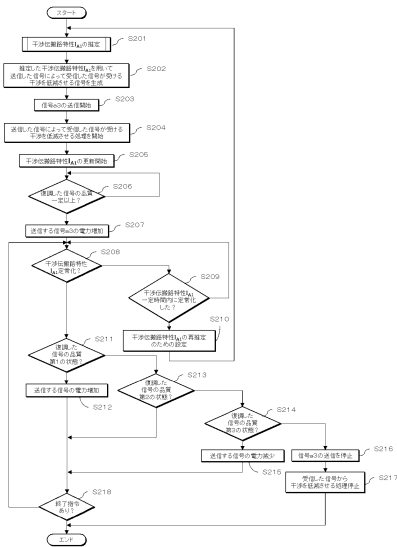
【図 8】



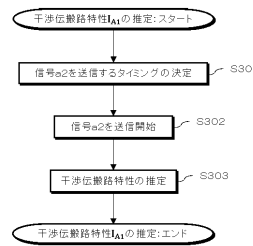
【図 9】



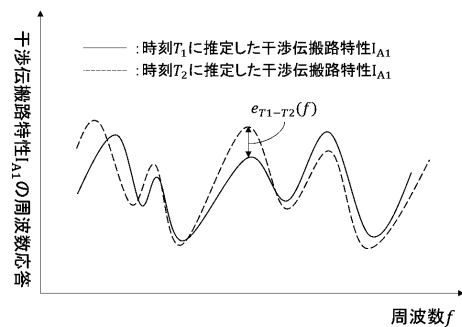
【図 10】



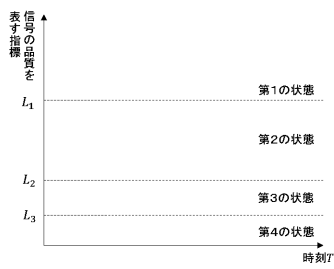
【図 11】



【図 12】



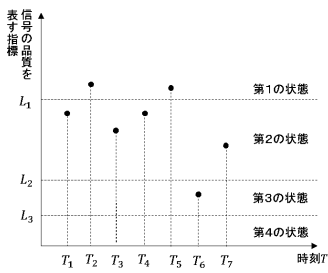
【図13】



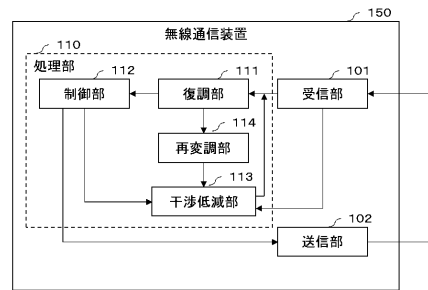
【図15】



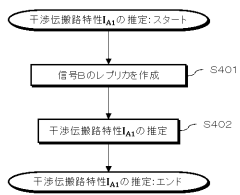
【図14】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 河口 民雄
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 佐藤 敬介

(56)参考文献 特表2017-508323(JP,A)
特開2018-152720(JP,A)
特開2017-028363(JP,A)
特開2013-115561(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

| | |
|------|-------|
| H04B | 1/56 |
| H04W | 88/08 |
| H04B | 1/10 |
| H04B | 1/04 |
| H04B | 7/15 |