

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-10123

(P2016-10123A)

(43) 公開日 平成28年1月18日(2016.1.18)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)	
<b>HO4B</b>	<b>7/15</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4B	7/15	5K072
<b>HO4B</b>	<b>7/10</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4B	7/10	B 5K159
<b>HO4B</b>	<b>7/04</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4B	7/04	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2014-131426 (P2014-131426)  
 (22) 出願日 平成26年6月26日 (2014.6.26)

(71) 出願人 00005223  
 富士通株式会社  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
 (74) 代理人 100074099  
 弁理士 大菅 義之  
 (74) 代理人 100133570  
 弁理士 ▲徳▼永 民雄  
 (72) 発明者 横沢 忠則  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内  
 (72) 発明者 大山 栄一  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中継装置および中継装置の調整方法

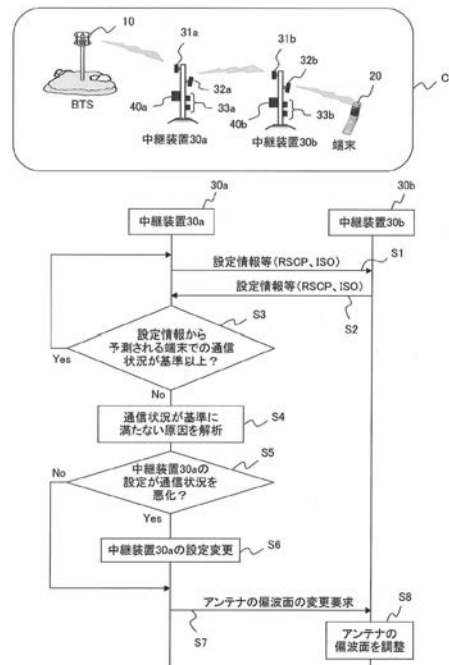
(57) 【要約】

【課題】 複数の中継装置を用いたシステムでの通信状況を簡単に改善する。

【解決手段】 基地局の送信信号を複数の中継装置が中継するシステムの中継装置は、第1のアンテナ、第2のアンテナ、通信部、解析部を備える。第1のアンテナは、送信信号の受信に使用される。第2のアンテナは、送信信号の中継先の中継装置である対象中継装置との通信に使用される。通信部は、対象中継装置を含む他の中継装置への第1および第2のアンテナの設定情報の通知と、他の中継装置の設定情報の取得のための通信を行う。解析部は、送信信号の中継状況が基準よりも悪い場合、中継状況が基準よりも悪い原因を解析する。通信部は、対象中継装置の設定が原因である場合、対象中継装置が備えるアンテナの偏波面の調整を要求する要求信号を対象中継装置に送信する。

【選択図】 図1

実施形態にかかる調整方法の例を説明する図



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基地局の送信信号を複数の中継装置が中継するシステム中の中継装置であって、  
前記送信信号の受信に使用する第 1 のアンテナと、  
前記送信信号の中継先の中継装置である対象中継装置との通信に使用する第 2 のアンテナと、

前記対象中継装置を含む他の中継装置への前記第 1 および第 2 のアンテナの設定情報の通知と、前記他の中継装置の設定情報の取得のための通信を行う通信部と、

前記送信信号の中継状況が基準よりも悪い場合、前記中継状況が前記基準より悪い原因を解析する解析部、

を備え、

前記通信部は、前記対象中継装置の設定が前記原因である場合、前記対象中継装置が備えるアンテナの偏波面の調整を要求する要求信号を前記対象中継装置に送信する

ことを特徴とする中継装置。

**【請求項 2】**

前記要求信号を生成する生成部

をさらに備え、

前記通信部は、前記対象中継装置での設定情報として、前記対象中継装置が前記送信信号の受信に使用する第 3 のアンテナと前記送信信号の送信に使用する第 4 のアンテナとの間のアイソレーションを表わす情報を受信し、

前記解析部は、前記アイソレーションが閾値を下回ると、前記第 4 のアンテナの偏波面の設定を前記原因に決定し、

前記生成部は、前記第 4 のアンテナの偏波面の変更を前記対象中継装置に要求するための要求信号を生成する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の中継装置。

**【請求項 3】**

前記基地局から送信される所定の制御信号の受信電力である第 1 の受信電力を周期的に計測する計測部

をさらに備え、

前記通信部は、前記対象中継装置での設定情報として、前記対象中継装置での前記制御信号の受信電力である第 2 の受信電力を周期的に受信し、

前記解析部は、前記第 1 の受信電力が減少しておらず、かつ、前記第 2 のアンテナからの送信電力が低下していない場合に、前記第 2 の受信電力が減少すると、前記対象中継装置が備える第 3 および第 4 のアンテナの偏波面の設定を前記原因に決定し、

前記要求信号は、前記第 3 および第 4 のアンテナの偏波面の変更を、前記対象中継装置に要求する信号である

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の中継装置。

**【請求項 4】**

前記第 2 のアンテナの偏波面を調整する調整部

をさらに備え、

前記解析部は、前記第 2 のアンテナからの送信電力が低下している場合、前記第 1 のアンテナと前記第 2 のアンテナとの間のアイソレーションの低下を前記原因として特定し、

前記調整部は前記第 2 のアンテナの偏波面を前記第 1 のアンテナに合わせて調整し、

前記通信部は、前記第 2 のアンテナの変更後の偏波面を前記対象中継装置に通知し、

前記要求信号に、前記対象中継装置が前記送信信号の受信に使用する第 3 のアンテナ、および、前記対象中継装置が前記送信信号の送信に使用する第 4 のアンテナの偏波面の変更要求を含める

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の中継装置。

**【請求項 5】**

前記対象中継装置が動作していないときの前記第 1 のアンテナと前記第 2 のアンテナの

10

20

30

40

50

間のアイソレーションである第 1 の値を保持する記憶部と、

前記第 1 のアンテナと前記第 2 のアンテナとの間のアイソレーションを計算する計算部をさらに備え、

前記解析部は、

前記計算部で計算された第 2 の値と前記第 1 の値の差が前記送信信号の中継状況に及ぼす影響が無視できない場合、前記第 1 ~ 第 4 のアンテナの偏波が同じかを判定し、

前記第 1 ~ 第 4 のアンテナの偏波が同じ場合、前記第 4 のアンテナの設定を前記原因に決定し、

前記生成部は、前記要求信号として、前記第 4 のアンテナの偏波面を前記第 3 のアンテナに直交させることを要求する信号を生成する

ことを特徴とする請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の中継装置。

【請求項 6】

前記解析部は、

前記第 1 ~ 第 4 のアンテナの偏波が一致しない場合、前記第 1 のアンテナと前記第 2 のアンテナの偏波が同じかを判定し、

前記第 1 のアンテナと前記第 2 のアンテナの偏波が同じ場合、前記第 2 のアンテナの設定を前記原因に決定し、

前記調整部は、前記第 2 のアンテナの偏波面を前記第 1 のアンテナの偏波面に直交させ

、

前記生成部は、前記要求信号として、前記第 3 および第 4 のアンテナの偏波面を前記第 2 のアンテナの設定に合わせて調整することを要求する信号を生成する

ことを特徴とする請求項 5 に記載の中継装置。

【請求項 7】

前記第 1 のアンテナと前記第 2 のアンテナとの間のアイソレーションを計算する計算部と、

前記第 2 のアンテナの偏波面を調整する調整部

をさらに備え、

前記第 2 のアンテナの偏波面の調整の要求を、前記送信信号の中継元の中継装置である要求元装置から、前記通信部が受信すると、前記調整部は、前記第 2 のアンテナの偏波面を、前記第 1 のアンテナと前記第 2 のアンテナとの間のアイソレーションが大きくなるように調整し、

前記通信部は、調整後の前記第 2 のアンテナの情報と、前記第 2 のアンテナの調整後に得られた前記第 1 のアンテナと前記第 2 のアンテナとの間のアイソレーションを、前記要求元装置に通知する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の中継装置。

【請求項 8】

前記通信部は、前記第 1 および第 2 のアンテナの偏波面の調整の要求を、前記要求元装置から受信し、

前記調整部は、

前記第 1 のアンテナでの受信電力の値を用いて、前記基地局と通信している端末宛のデータを中継しているかを判定し、

前記端末宛のデータを転送していないときに、前記第 1 および第 2 のアンテナの偏波面を、前記第 1 のアンテナと前記第 2 のアンテナとの間のアイソレーションが大きくなるように調整し、

前記通信部は、前記要求元装置に調整後の前記第 1 および第 2 のアンテナの情報と、調整後の前記第 1 のアンテナと前記第 2 のアンテナとの間のアイソレーションを、前記要求元装置に通知する

ことを特徴とする請求項 7 に記載の中継装置。

【請求項 9】

基地局の送信信号を複数の中継装置が中継するシステム中の中継装置が、

10

20

30

40

50

第 1 のアンテナを使用して、前記送信信号を受信し、  
 第 2 のアンテナを使用して、前記送信信号の中継先の中継装置である対象中継装置に前記送信信号を送信し、  
 前記対象中継装置を含む他の中継装置への前記第 1 および第 2 のアンテナの設定情報の通知と、前記他の中継装置の設定情報の取得のための通信を、通信装置を用いて行い、  
 前記送信信号の中継状況が基準よりも悪い場合、前記中継状況が前記基準より悪い原因を解析し、  
 前記対象中継装置の設定が前記原因である場合、前記対象中継装置が備えるアンテナの偏波面の調整を要求する要求信号を前記対象中継装置に送信する  
 処理を行うことを特徴とする中継装置の調整方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線信号を中継する中継装置に関する。

【背景技術】

【0002】

無線通信の通信品質の向上や、サービスエリアの拡大を行うために、リピータなどと呼ばれる中継装置が設置されることがある。中継装置は、基地局側から送信された信号を受信し、増幅して端末側に中継することにより、基地局からの電波が届きにくいエリアでも端末が通信できるようにする。また、中継装置は端末の送信信号についても、増幅して、基地局側に送信する。なお、基地局と端末の通信経路に含まれる中継装置の数は任意である。

20

【0003】

関連する技術として、基地局と信号を送受信するドナーアンテナと、移動局と信号を送受信するサービスアンテナとの間のアイソレーションに応じて、少なくとも一方のアンテナの 1 つの偏波方向を可変的に選択する中継器が知られている（例えば、特許文献 1）。直線偏波用平面アンテナと、平面アンテナのアンテナビームを衛星仰角の方向に反射させるビーム反射板とを、受信信号レベルに応じて回転駆動させる衛星自動追尾アンテナも知られている（例えば、特許文献 2）。第 1 のアンテナ群と第 2 のアンテナ群を備える中継装置で、第 2 のアンテナ群を第 1 のアンテナ群の方向への利得を低くするように調整することで、送信アンテナから受信アンテナへの信号の回り込みを抑える方法も提案されている（例えば、特許文献 3）。中継装置において、回り込み波を打ち消すキャンセル波を入力波と回り込み波に合成し、入力波と回り込み波のレベル差に基づいて発振が起きない範囲で利得を上げる制御方法も提案されている（例えば、特許文献 4）。また、分波器を内蔵した変換器において、垂直ビーコン信号と水平ビーコン信号のレベルに基づいて、分波器の偏波角を調整することも知られている（例えば、特許文献 5）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特表 2009 - 521889 号公報

40

【特許文献 2】特開平 8 - 307136 号公報

【特許文献 3】特開 2006 - 20211 号公報

【特許文献 4】特開 2000 - 286772 号公報

【特許文献 5】特開平 11 - 274962 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

基地局と端末の間の通信を複数の中継装置で中継する場合、ある中継装置が送信した電波が中継先の中継装置以外の受信アンテナに回り込むことがある。送信波が受信アンテナに回り込んだ中継装置では、干渉を軽減するために送信利得を低減させるので、中継装置

50

を用いてカバーできるエリアが狭くなってしまう。また、関連する技術として述べたいずれの技術を用いても、複数の中継装置間での電波の回り込みを軽減することはできない。

【0006】

本発明は、複数の中継装置を用いたシステムで通信状況を簡単に改善することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

1つの態様では、基地局の送信信号を複数の中継装置が中継するシステムの中の中継装置は、第1のアンテナ、第2のアンテナ、通信部、解析部を備える。第1のアンテナは、前記送信信号の受信に使用される。第2のアンテナは、前記送信信号の中継先の中継装置である対象中継装置との通信に使用される。通信部は、前記対象中継装置を含む他の中継装置への前記第1および第2のアンテナの設定情報の通知と、前記他の中継装置の設定情報の取得のための通信を行う。解析部は、前記送信信号の中継状況が基準よりも悪い場合、前記中継状況が前記基準より悪い原因を解析する。前記通信部は、前記対象中継装置の設定が前記原因である場合、前記対象中継装置が備えるアンテナの偏波面の調整を要求する要求信号を前記対象中継装置に送信する。

【発明の効果】

【0008】

複数の中継装置を用いたシステムでの通信状況を簡単に改善できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施形態にかかる調整方法の例を説明する図である。

【図2】中継装置の構成の例を説明する図である。

【図3】中継装置のハードウェア構成の例を説明する図である。

【図4】中継装置の起動時の処理の例を説明するフローチャートである。

【図5】アンテナの調整のタイミングを決定する中継装置の決定方法の例を説明するシーケンス図である。

【図6】通信に使用される信号に含まれる情報要素の例を説明する図である。

【図7A】中継装置の設定を最適化する方法の例を説明するフローチャートである。

【図7B】中継装置の設定を最適化する方法の例を説明するフローチャートである。

【図8】スレーブ側中継装置で使用する偏波の変更を伴う調整の例を説明するフローチャートである。

【図9】マスタ側中継装置で使用する偏波の変更を伴う調整の例を説明するフローチャートである。

【図10】スレーブ側中継装置での偏波面の調整の例を説明するフローチャートである。

【図11A】BSアンテナの調整方法の例を説明するフローチャートである。

【図11B】BSアンテナの調整方法の例を説明するフローチャートである。

【図12】MSアンテナの調整方法の例を説明するフローチャートである。

【図13】運用中の環境の変化に応じて中継装置の設定を最適化する方法の例を説明するフローチャートである。

【図14】スレーブ側中継装置での偏波面の調整の例を説明するフローチャートである。

【図15】マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置の間のパスロス軽減処理の例を説明するフローチャートである。

【図16】マスタ側中継装置でのBSアンテナの調整の例を説明するフローチャートである。

【図17】マスタ側中継装置でのMSアンテナとスレーブ側の中継装置の調整の例を説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

図1は、実施形態にかかる調整方法の例を説明する図である。実施形態にかかる調整方

10

20

30

40

50

法が適用されるシステムの例を図1のケースC1に示す。ケースC1の例では、基地局10と端末20が中継装置30aと中継装置30bを介して通信している。個々の中継装置は、基地局側の装置との通信に使用するアンテナ、端末側の装置の通信に使用するアンテナ、リピータ40、無停電電源装置33を備える。以下、基地局側の装置との通信に使用するアンテナをBSアンテナ31、端末側の装置の通信に使用するアンテナをMSアンテナ32と記載することがある。ケースC1では、中継装置30aは、BSアンテナ31aを介して、基地局10の送信信号を受信し、受信信号を適宜増幅して、MSアンテナ32aから送信する。中継装置30bは、BSアンテナ31bを介して、中継装置30aの送信信号を受信し、受信信号を適宜増幅して、MSアンテナ32bから送信する。このため、端末20は、基地局10から送信された信号を、中継装置30aと中継装置30bを介して受信する。同様に、端末20の送信信号も、中継装置30aと中継装置30bを介して基地局10に送信される。

10

**【0011】**

以下、ケースC1に示すシステム中の各中継装置30がアンテナを調整する方法の例を説明する。ここで、各中継装置30は、BSアンテナ31とMSアンテナ32以外にも通信に使用可能なアンテナを保持しており、そのアンテナを介して制御情報の送受信などの通信ができるものとする。図1のシーケンス図に示すように、中継装置30aは、中継装置30aのアンテナの設定情報などを、中継装置30bに通知する(ステップS1)。中継装置30bも同様に、中継装置30bのアンテナの設定情報などを、中継装置30aに通知する(ステップS2)。図1の例では、設定情報等として、送信元の中継装置30でのアンテナの設定、希望波受信電力(Received Signal Code Power、RSCP)、アンテナ間のアイソレーションなどが通知されている。

20

**【0012】**

中継装置30aは、通知された設定情報を用いて、端末20での通信状況を予測し、予測される通信状況が基準以上であるかを判定する(ステップS3)。予測される通信状況が基準以上である場合、中継装置30aは、ステップS1に戻る。一方、予測される通信状況が基準未満の場合、中継装置30aは、通信状況の予測値が基準に満たない原因を解析する(ステップS3でNo、ステップS4)。この解析では、例えば、中継装置30bの送信波の回り込みの状況、中継装置30aのRSCPが低下しているか、中継装置30bのBSアンテナ31bとMSアンテナ32bの間のアイソレーションが悪化しているかなどが判定される。中継装置30aのRSCPが所定の値以下の場合、中継装置30aは、端末20での通信状況が基準より悪いと判定する。また、中継装置30bの送信波の回り込みが所定レベルを超えた場合や、中継装置30bでのアイソレーションが所定値よりも悪い場合も、中継装置30aは、端末20での通信状況が基準より悪いと判定する。

30

**【0013】**

中継装置30aは、中継装置30aでの設定が通信状況を悪化させている場合、中継装置30aのアンテナなどの設定を変更する(ステップS5でYes、ステップS6)。その後、中継装置30aは、中継装置30bに対して、アンテナの偏波面の変更を要求する(ステップS7)。一方、中継装置30bでの設定が通信状況を悪化させている場合も、中継装置30aは、中継装置30bに対して、アンテナの偏波面の変更を要求する(ステップS5でNo、ステップS7)。中継装置30bは、中継装置30aからの通知に応じて、適宜、中継装置30bが保持しているBSアンテナ31bやMSアンテナ32bの調整を行う。なお、図1を参照しながら説明した例は一例であり、基地局10と端末20の間の通信が3台以上の中継装置30により中継されても良い。

40

**【0014】**

このように、実施形態にかかる方法では、複数の中継装置30のうち的一方が、他方の中継装置30から取得した設定情報などを用いて、端末20での通信状況が基準を下回るかを判定することができる。さらに、判定を行った中継装置30は、端末20の通信状況を改善するために、設定情報の通知元の中継装置30でのアンテナの調整が有効であると判定すると、設定情報の通知元の中継装置30に対して、アンテナの偏波面の変更を要求

50

する。換言すると、ある中継装置 30 が、端末 20 の通信状況の予測結果に応じて、他の中継装置 30 に対して、アンテナの調整を要求できる。アンテナの調整を要求された中継装置 30 は、アンテナの偏波面を最適化するため、複数の中継装置を含むシステムでの通信状況が簡便に改善される。なお、図 1 を参照しながら述べた例では、端末 20 での通信状況の予測に従ってアンテナの調整処理が行われると説明したが、端末 20 での通信状況は、中継先の中継装置 30 を介した信号の中継状況と言い換えることができる。

【0015】

また、ある中継装置 30 からの要求により、他の中継装置 30 でのアンテナの調整が行われるので、伝搬路の状況の変化などに応じて、リアルタイムに、システム内において、自律的なアンテナの調整処理が行われる。従って、実施形態にかかる方法を適用できるシステムでは、伝搬路の状況の変化にも容易に対応できる。

10

【0016】

<装置構成>

図 2 は、中継装置 30 の構成の例を示す。中継装置 30 は、BS アンテナ 31、MS アンテナ 32、無停電電源装置 33 (図 1 参照)、駆動装置 34、駆動装置 35、リピータ 40、アンテナ 61 を備える。

【0017】

駆動装置 34 は、BS アンテナ 31 の設置方向を変更することにより、BS アンテナ 31 の偏波面を変更する。駆動装置 35 は、MS アンテナ 32 の設置方向を変更することにより、MS アンテナ 32 の偏波面を変更する。駆動装置 34 や駆動装置 35 は、例えば、アンテナの回転台など、アンテナの向きの変更に使用することができる任意の駆動装置である。

20

【0018】

リピータ 40 は、デュプレクサ (41、45)、A/D コンバータ (42、46)、D/A コンバータ (43、47)、アンプ (44、48)、主信号処理部 50、制御部 70、計測部 76、通信部 60 を備える。デュプレクサ 41 は、BS アンテナ 31 に出力する信号を切り替え、デュプレクサ 45 は、MS アンテナ 32 に出力する信号を切り替える。

【0019】

主信号処理部 50 は、利得調整部 51、キャンセラ部 52、キャンセラ部 53、利得調整部 54、計算部 55 を備える。利得調整部 51 は BS アンテナ 31 の利得を調整し、利得調整部 54 は MS アンテナ 32 の利得を調整する。キャンセラ部 52 とキャンセラ部 53 は、それぞれ、キャンセル波の合成処理を行う。計算部 55 は、BS アンテナ 31 と MS アンテナ 32 の間のアイソレーションを計算する。

30

【0020】

通信部 60 は、中継装置 30 間での設定情報の送受信やアンテナの調整に関する制御情報の送受信を行う。通信部 60 はアンテナ 61 を介して通信を行う。なお、通信部 60 とアンテナ 61 を介した通信は、BS アンテナ 31 や MS アンテナ 32 を用いた通信に影響を与えない周波数を用いて行われるものとする。

【0021】

制御部 70 は、解析部 71、生成部 72、記憶部 73、調整部 74、測定処理部 75 を備える。解析部 71 は、計算部 55 で計算されたアイソレーションや他の中継装置 30 から通知された設定情報などの情報を用いて、端末 20 での通信の状況が基準以下になっているかを予測する。さらに、解析部 71 は、端末 20 での通信の状況が基準以下になっている可能性があるかと判定すると、通信状況を悪化させている原因を解析する。解析部 71 は、自装置の設定が通信状況を悪化させている可能性があるかと判定すると、調整部 74 に BS アンテナ 31 や MS アンテナ 32 の調整を要求する。また、解析部 71 は、自装置の設定を変更した場合や、他の中継装置 30 の設定が通信状況を悪化させていると判定した場合は、生成部 72 に解析結果を通知する。生成部 72 は、解析部 71 からの通知内容に応じて、設定情報を通知してきた中継装置 30 に対して、アンテナの偏波面の変更を要求するための要求信号を生成する。要求信号は、通信部 60 とアンテナ 61 を介して、送信

40

50

される。記憶部 73 は、制御部 70 で使用される情報を適宜、記憶する。測定処理部 75 は、所定の周期で計測部 76 や計算部 55 に RSCP やアイソレーションの計算を要求する。また、測定処理部 75 は、出力電力の変更や出力電力の変更のタイミングの調整なども行う。計測部 76 は、基地局側の装置からの RSCP を計測する。なお、端末 20 での通信の状況は、信号の中継先の中継装置 30 での中継状況と同義であるものとする。

#### 【0022】

図 3 は、中継装置 30 のハードウェア構成の例を示す。中継装置 30 は、プロセッサ 81、メモリ 82、通信装置 83、モデム 84 を備える。中継装置 30 は、さらに、BS アンテナ 31、MS アンテナ 32、駆動装置 (34、35)、デュプレクサ (41、45)、A/D コンバータ (42、46)、D/A コンバータ (43、47)、アンプ (44、48) を備える。プロセッサ 81 は、主信号処理部 50、解析部 71、生成部 72、調整部 74、測定処理部 75 として動作する。メモリ 82 は記憶部 73 として動作する。モデム 84 は、計測部 76 として動作する。通信装置 83 は、例えば、Wireless Fidelity (Wifi) 通信装置などの通信装置であり、通信部 60 として動作する。なお、図 3 では中継装置 30 がモデム 84 を備える場合を例として説明したが、計測部 76 は、RSCP の測定が可能な任意の測定装置で実現され得る。

10

#### 【0023】

##### < 第 1 の実施形態 >

第 1 の実施形態では、通信システム中の各中継装置 30 を起動または設置するときに行われる調整方法の例を説明する。以下、通信システム中で設置位置が基地局 10 に近い中継装置 30 から順に調整が行われる場合を例とする。すなわち、図 1 のケース C1 に示すシステムにおいて、中継装置 30a の BS アンテナ 31a、中継装置 30a の MS アンテナ 32a、中継装置 30b の BS アンテナ 31b、中継装置 30b の MS アンテナ 32b の順に、調整が行われるものとする。また、以下の例では、各中継装置 30 に備えられたアンテナが、H 偏波に優先的に設定される場合を例として説明する。

20

#### 【0024】

図 4 は、中継装置 30 の起動時の処理の例を説明するフローチャートである。図 4 の例では、基地局 10 からの送信波が V 偏波である場合の処理を説明する。なお、基地局 10 からの送信波は H 偏波であっても良く、基地局 10 からの送信波が H 偏波の場合、ステップ S15 では、BS アンテナが V 偏波であるかが判定される。

30

#### 【0025】

ステップ S11 において、調整部 74 は、RSCP が最大になるように BS アンテナ 31 の偏波面を調整する。このとき、中継装置 30a では、基地局 10 からの受信電力が最大になるように調整が行われ、中継装置 30b では、中継装置 30a からの受信電力が最大になるように調整が行われる。

#### 【0026】

ステップ S12 において、調整部 74 は、MS アンテナ 32 を、予め設定された設計方位、チルト角に指向させ、送信波を H 偏波に設定する。このとき、設計方位やチルト角の情報は予め記憶部 73 に格納されており、調整部 74 は、設定方位やチルト角の情報を、適宜、記憶部 73 から読み出すものとする。

40

#### 【0027】

ステップ S13 において、計算部 55 は、自装置中の BS アンテナ 31 と MS アンテナ 32 の間のアイソレーション (ISO) を測定する。計算部 55 での計算結果は調整部 74 へ出力される。調整部 74 は、アイソレーションが期待 ISO 未満であるかを判定する (ステップ S14)。ここで、「期待 ISO」は、最大利得よりも大きい値となるように予め設定された定数であるものとする。例えば、期待 ISO は、最大利得と、キャンセル部 52、53 の処理によってキャンセルできる回り込み波の最大値の和に設定できる。調整部 74 は、期待 ISO を予め記憶しているものとする。得られたアイソレーションが期待 ISO 以上であれば、調整部 74 は、BS アンテナ 31 と MS アンテナ 32 の調整を終了する (ステップ S14 で No)。

50

## 【 0 0 2 8 】

一方、得られたアイソレーションが期待 I S O 未満の場合、調整部 7 4 は、B S アンテナ 3 1 が H 偏波に設定されているかを判定する (ステップ S 1 5)。B S アンテナ 3 1 が H 偏波に設定されている場合、調整部 7 4 は、M S アンテナ 3 2 の偏波面を B S アンテナ 3 1 と直交させ、計算部 5 5 にアイソレーションを測定させる (ステップ S 1 5 で Y e s、ステップ S 1 6)。得られたアイソレーションが期待 I S O 以上の場合、調整部 7 4 は、B S アンテナ 3 1 と M S アンテナ 3 2 の調整を終了する (ステップ S 1 7 で Y e s)。ステップ S 1 5 において、B S アンテナ 3 1 が H 偏波ではないと判定された場合、調整部 7 4 は、置局設定の変更を要求する (ステップ S 1 8)。なお、置局設定の変更要求は、表示装置 (図示せず) に、置局設定の変更を求める表示を行うなど、オペレータに対して、置局の設定変更が要求されたことを通知可能な任意の処理から実装に応じて選択される。さらに、ステップ S 1 7 において、アイソレーションが期待 I S O 未満であると判定した場合も、調整部 7 4 は、置局設定の変更を要求する (ステップ S 1 8)。

10

## 【 0 0 2 9 】

通信システム中の個々の中継装置 3 0 は、図 4 を用いて説明した処理により、起動時のアンテナの調整をする。このため、各中継装置 3 0 は、その中継装置 3 0 の B S アンテナ 3 1 の設定に合わせて、自装置内でのアイソレーションが期待 I S O 以上になるように、M S アンテナ 3 2 の偏波面を設定できる。個々の中継装置 3 0 が起動すると、異なる中継装置 3 0 に設置された B S アンテナ 3 1 と M S アンテナ 3 2 の間でのアイソレーションを確保するための処理が開始される。

20

## 【 0 0 3 0 】

図 5 は、アンテナの調整のタイミングを決定する中継装置 3 0 の決定方法の例を説明するシーケンス図である。以下の記載では、「マスタ側中継装置」は、隣接して設置されている中継装置 3 0 同士のうち、アンテナの調整のタイミングや調整対象を決定する中継装置 3 0 のことを指すものとする。一方、「スレーブ側中継装置」は、マスタ側中継装置からの要求に応じて、指定されたアンテナの調整を行う中継装置である。以下、マスタ側中継装置は、基地局 1 0 側から受信した受信信号をスレーブ側中継装置に中継する装置であるものとする。なお、以下の記載では、複数の中継装置 3 0 が互いに信号を送受信できる距離に位置することを「隣接する」と記載している。従って、図 1 の C 1 に示すケースでは、中継装置 3 0 b は、中継装置 3 0 a にとっての信号の中継先であるので、中継装置 3 0 a に隣接しているといえる。一方、中継装置 3 0 a は、中継装置 3 0 b にとって信号の中継元であるので、中継装置 3 0 b に隣接しているといえる。さらに、以下の説明では、処理を行っている装置を区別し易くするために、符号の後に動作を行っている中継装置 3 0 に割り当てられたアルファベットを記載することがある。例えば、解析部 7 1 a は、中継装置 3 0 a に含まれている解析部 7 1 のことを示す。

30

## 【 0 0 3 1 】

ステップ S 2 1 において、中継装置 3 0 a と中継装置 3 0 b との間で、通信部 6 0 やアンテナ 6 1 を介した通信が確立したものとする。通信部 6 0 やアンテナ 6 1 を介した通信は、B S アンテナ 3 1 や M S アンテナ 3 2 を介した通信の中継に影響を与えない任意の通信であり、例えば、W i F i アドホックモードが使用され得る。中継装置 3 0 a と中継装置 3 0 b は、通信部 6 0 を介した通信により、互いに設定情報を通知し合う (ステップ S 2 2)。通信部 6 0 は、通信先の中継装置 3 0 から通知された情報を、受信時刻と共に、記憶部 7 3 に格納する。このとき、各中継装置 3 0 中の通信部 6 0 は、同じ送信元から前回受信した信号の内容も残しておくものとする。

40

## 【 0 0 3 2 】

図 6 は、通信に使用される信号に含まれる情報要素の例を示す。中継装置 3 0 は、F 1 に示す情報要素に、情報要素の通知先の情報を含めた信号 (フレーム) を、隣接する中継装置 3 0 に送信する。中継装置 3 0 間の通信に使用される信号には、送信元の中継装置 3 0 の状況を示す情報と、マスタ側中継装置からスレーブ側中継装置に通知される情報、スレーブ側中継装置からマスタ側中継装置への応答が含まれる。生成部 7 2 は、設定情報を

50

通知するための信号を生成するが、信号を生成している中継装置 30 で求めることができない項目については、無効値を含めるものとする。

【0033】

信号の送信元の中継装置 30 の状況を示す情報には、設置情報、BSアンテナ 31 の偏波情報、MSアンテナ 32 の偏波情報、アンテナ間アイソレーション、設定利得、downlink (DL) 出力電力、RSCP測定値、uplink (UL) 入力電力が含まれる。設置情報は、送信元の中継装置 30 が、信号の宛先の中継装置 30 に対して、マスタ側とスレーブ側のいずれであるかを示す。図 6 のテーブル T 1 に示すように、以下の説明では、設置情報 = 1 の場合は、送信元の中継装置が宛先の中継装置 30 に対してマスタ側中継装置として動作することを示す。一方、設置情報 = 2 の場合は、送信元の中継装置が宛先の中継装置 30 に対してスレーブ側中継装置として動作することを示す。さらに、送信元の中継装置が宛先の中継装置に対してマスタ側とスレーブ側のいずれかが決定されていない場合、設置情報 = 0 に設定される。BSアンテナ 31 や MSアンテナ 32 の偏波情報は、所定の方角を基準位置としたときの基準位置からの回転角度で表わされる。以下の説明では、例えば、垂直方向を 0 度とし、時計回り方向をプラスの値として各アンテナの回転角度が表わされるものとする。設定利得は、送信元の中継装置 30 で設定されている利得の値である。

10

【0034】

DL 出力電力は、送信元の中継装置 30 が端末 20 の位置する方向に送信を行うときの出力電力である。RSCP測定値は、送信元の中継装置 30 が基地局 10 側の装置から受信する所定の制御信号の強度である。例えば、各中継装置 30 は、パイロット信号の受信強度を RSCP測定値とすることができる。なお、RSCP測定に使用される特定の制御信号として、パイロット信号以外の信号が使用されてもよい。UL 入力電力は、送信元の中継装置 30 が基地局 10 の位置する方向から受信する電力である。UL 入力電力には、RSCP測定値とユーザの通信に起因する信号が含まれる。

20

【0035】

マスタ側中継装置からスレーブ側中継装置に通知される情報として、F 1 の例では、中継装置 30 間のアイソレーションと制御内容が通知される。図 6 のテーブル T 1 に示すように、以下の説明では、制御 = 1 の場合、Radio Frequency (RF) 回路への信号入力の停止を示すものとする。ここで、RF 回路は、BSアンテナ 31 と MSアンテナ 32 を用いた通信に使用される回路である。制御 = 2 は、RF 回路への信号入力の開始を示し、制御 = 3 は指定された設定値への設定要求、制御 = 4 は待機要求を表わすものとする。制御 = 5 は、MSアンテナ 32 の偏波を変更しない程度での MSアンテナ 32 の偏波面の調整、制御 = 6 は、MSアンテナ 32 の偏波の変更を伴う MSアンテナ 32 の偏波面の調整を示す。また、制御 = 7 は、BSアンテナ 31 に対して偏波の変更を伴う偏波面の調整を行うと共に、MSアンテナ 32 の偏波面を BSアンテナ 31 の調整結果に合わせて調整することを表わすものとする。

30

【0036】

F 1 中の応答情報は、スレーブ側中継装置からマスタ側中継装置への応答内容を表わす情報が格納される。応答情報 = 1 は、スレーブ側中継装置がマスタ側中継装置から要求された制御の内容の特定に成功したことを示す。一方、応答情報 = 2 は、スレーブ側中継装置においてマスタ側中継装置から要求された制御が完了したことを示し、応答情報 = 3 は、スレーブ側中継装置においてマスタ側中継装置から要求された制御ができないことを示すものとする。

40

【0037】

図 5 のステップ S 2 2 において図 6 を参照しながら説明したように、マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置は、出力電力など設定情報を通知し合うので、中継装置 30 b は、中継装置 30 a の出力電力を記憶する。その後、中継装置 30 a の測定処理部 7 5 a は、出力電力を所定量低下させたとする (ステップ S 2 3)。

【0038】

50

ステップS 2 4において、中継装置3 0 aの生成部7 2 aは、中継装置3 0 bに向けて、中継装置3 0 aの設定情報を通知するために、設置情報 = 0 と、出力電力の変更後の値を含む通知信号を生成する。ここで生成部7 2 aが生成する通知信号では、中継装置3 0 間のアイソレーションも0に設定される。生成部7 2 aは、通信部6 0 aとアンテナ6 1 aを介して、生成した通知信号を中継装置3 0 bに送信する。

【0 0 3 9】

中継装置3 0 bの通信部6 0 bは、中継装置3 0 aから受信した情報を用いて、記憶部7 3 bの情報を更新するとともに、情報の更新を解析部7 1 bに通知する。解析部7 1 bは、設置情報 = 0 とともに、出力電力の変更が通知されると、計測部7 6 bにBSアンテナ3 1でのRSCPの測定を要求する(ステップS 2 5)。解析部7 1 bは、計測部7 6 bで得られた測定値を、中継装置3 0 aの出力電力が変更される前に測定されたRSCPの値と比較する。ここで、中継装置3 0 bが中継装置3 0 aよりも基地局1 0側に位置している場合、中継装置3 0 bにおいて、中継装置3 0 aでの出力電力の変更に起因したRSCPの変動は起こらない。一方、中継装置3 0 bが中継装置3 0 aよりも端末2 0側に位置している場合、中継装置3 0 bのRSCPの測定値は、中継装置3 0 aでの出力電力の変更に連動して変動する。ここでは、中継装置3 0 aでの出力電力の低下に伴って、中継装置3 0 bのBSアンテナ3 1 bにおけるRSCPが低下したものとする。すると、解析部7 1 bは、中継装置3 0 bが中継装置3 0 aにとって基地局1 0からの送信信号の中継先であり、スレーブ側中継装置に当たると判定する。解析部7 1 bは、判定結果を生成部7 2 bに通知する。生成部7 2 bは、中継装置3 0 bがスレーブ側中継装置であることを示す情報(設置情報 = 2)を含む結果通知信号を生成し、通信部6 0 bとアンテナ6 1 bを介して中継装置3 0 aに送信する(ステップS 2 6)。

【0 0 4 0】

中継装置3 0 aの通信部6 0 aは、中継装置3 0 bから受信した結果通知信号を用いて、記憶部7 3 aの情報を更新するとともに、情報を更新したことを解析部7 1 aに通知する。解析部7 1 aは、中継装置3 0 bから受信した結果通知信号に中継装置3 0 bがスレーブ側中継装置3 0であることを示す情報(設置情報 = 2)が含まれているので、中継装置3 0 aが中継装置3 0 bに対してのマスタ側中継装置であると判定する。解析部7 1 aは、測定処理部7 5 aに出力電力を設定値に戻すことを要求する。測定処理部7 5 aは、解析部7 1 aの要求に応じて、出力電力を所定量増加させる(ステップS 2 7)。

【0 0 4 1】

ステップS 2 8において、解析部7 1 aは、計算部5 5 aからBSアンテナ3 1 aとMSアンテナ3 2 aの間のアイソレーション(I S O\_\_o b s)の計算結果を取得する。ここで、I S O\_\_o b sは、中継装置3 0 bにおいてBSアンテナ3 1 bやMSアンテナ3 2 bが稼働しているときに得られたアイソレーションである。このため、I S O\_\_o b sには、中継装置3 0 bのMSアンテナ3 2 bから送信された送信波による中継装置3 0 aのBSアンテナ3 1 aへの回り込みの影響が含まれている。そこで、解析部7 1 aは、MSアンテナ3 2 bからBSアンテナ3 1 aへの回り込み波の影響が無い場合のアイソレーション(I S O\_\_a)を求めるために、生成部7 2 aに対して、中継装置3 0 bでのRF回路の停止を要求することを求める。生成部7 2 aは、解析部7 1 aの要求に応じて、RF回路の停止を要求する要求信号(制御 = 1)を生成し、通信部6 0 aなどを介して、中継装置3 0 bに送信する(ステップS 2 9)。

【0 0 4 2】

ステップS 3 0において、中継装置3 0 bの解析部7 1 bは、通信部6 0 bなどを介して、要求信号の内容を取得するので、中継装置3 0 aからRF回路への信号入力への停止が要求されたと判定する。そこで、解析部7 1 bは、RF回路への信号入力を中断させる。解析部7 1 bは、生成部7 2 bに対して、マスタ側中継装置から要求された処理に成功したことを通知する。すると、生成部7 2 bは、マスタ側中継装置が要求された処理に成功したことを表わす応答信号(応答情報 = 2)を生成し、通信部6 0 bなどを介して中継装置3 0 aに送信する(ステップS 3 1)。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 3 】

ステップ S 3 2 において、中継装置 3 0 a の解析部 7 1 a は、通信部 6 0 a などを通して、応答信号を取得するので、中継装置 3 0 b が RF OFF 状態と判定する。そこで、解析部 7 1 a は、計算部 5 5 a から B S アンテナ 3 1 a と M S アンテナ 3 2 a の間のアイソレーションの計算結果 ( I S O \_\_ a ) を取得する。 I S O \_\_ a は、中継装置 3 0 b が RF OFF 状態時の中継装置 3 0 a のアイソレーションである。このため、 I S O \_\_ a は、中継装置 3 0 b の M S アンテナ 3 2 b から送信された送信波が中継装置 3 0 a の B S アンテナ 3 1 a に回り込んだことによる影響が含まれていない。解析部 7 1 a は、 I S O \_\_ o b s と I S O \_\_ a を用いて、 M S アンテナ 3 2 b から送信された送信波の B S アンテナ 3 1 a への回り込みの大きさを評価できる。すなわち、解析部 7 1 a は、 I S O \_\_ o b s と I S O \_\_ a の間の差分が小さい程、 M S アンテナ 3 2 b から B S アンテナ 3 1 a への回り込み波の影響が小さいと判定できる。解析部 7 1 a は、 I S O \_\_ a の値を、中継装置 3 0 間の回り込み波の影響の評価に使用するために記憶する。

10

## 【 0 0 4 4 】

I S O \_\_ a の取得に成功すると、解析部 7 1 a は、中継装置 3 0 b の運用を再開させるために、生成部 7 2 a に対して、中継装置 3 0 b での R F 回路への信号入力の再開を要求することを求める。すると、生成部 7 2 a は、解析部 7 1 a の要求に応じて、 R F 回路の運用の再開を要求する要求信号 ( 制御 = 2 ) を生成し、通信部 6 0 a などを通して、中継装置 3 0 b に送信する ( ステップ S 3 3 ) 。

## 【 0 0 4 5 】

ステップ S 3 4 において、中継装置 3 0 b の解析部 7 1 b は、通信部 6 0 b などを通して、要求信号を取得するので、中継装置 3 0 a から R F 回路への信号入力の再開が要求されたと判定する。そこで、解析部 7 1 b は、 R F 回路への信号入力を再開させる。解析部 7 1 b は、生成部 7 2 b に対して、マスタ側中継装置から要求された処理に成功したことを通知する。すると、生成部 7 2 b は、マスタ側中継装置から要求された処理に成功したことを表わす応答信号 ( 応答情報 = 2 ) を生成し、通信部 6 0 b などを通して中継装置 3 0 a に送信する ( ステップ S 3 5 ) 。

20

## 【 0 0 4 6 】

図 7 A と図 7 B は、中継装置 3 0 の設定を最適化する方法の例を説明するフローチャートである。図 5 を参照しながら説明した処理が終了すると、図 7 A、図 7 B に示す処理が行われる。なお、以下の説明でも、マスタ側中継装置は中継装置 3 0 a、スレーブ側中継装置は中継装置 3 0 b であるものとする。

30

## 【 0 0 4 7 】

まず、マスタ側中継装置の解析部 7 1 a は、スレーブ側中継装置の設定情報を取得する ( ステップ S 4 1 )。この時点で、解析部 7 1 a は、マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置の設定情報を初期値として記憶する。次に、マスタ側中継装置中の計算部 5 5 は、 B S アンテナ 3 1 と M S アンテナ 3 2 との間のアイソレーションを測定する ( ステップ S 4 2 )。ステップ S 4 2 では、図 5 のステップ S 2 8 と同様に、マスタ側の中継装置とスレーブ側の中継装置の両方が運用されているときに、マスタ側中継装置の B S アンテナ 3 1 a と M S アンテナ 3 2 a の間のアイソレーションが測定されている。このため、ステップ S 4 2 で測定されているアイソレーションには、スレーブ側中継装置 3 0 b の M S アンテナ 3 2 b からマスタ側中継装置 3 0 a の B S アンテナ 3 1 a に回り込んだ回りこみ波の影響が含まれている。

40

## 【 0 0 4 8 】

マスタ側中継装置の解析部 7 1 は、図 5 のステップ S 2 9 ~ S 3 2 を参照しながら説明した手順により、予め、マスタ側中継装置を単独で運用したときの B S アンテナ 3 1 a と M S アンテナ 3 2 a の間のアイソレーション ( I S O \_\_ a ) を記憶している。そこで、マスタ側中継装置の解析部 7 1 a は、ステップ S 4 2 で得られた測定値と、 I S O \_\_ a を比較することにより、スレーブ側中継装置からの回り込み波の影響を評価する ( ステップ S 4 3 )。ステップ S 4 2 で得られた測定値と、マスタ側中継装置を単独で運用したときの

50

アイソレーション (ISO\_a) の間の差分の絶対値が閾値  $T_h$  以下の場合、マスタ側中継装置は、中継装置間の調整を行わなくてもよいと判定し、処理を終了する (ステップ S 43 で No)。換言すると、マスタ側とスレーブ側の両方の中継装置 30 が動作しているときのマスタ側中継装置でのアイソレーションの測定値と、ISO\_a の差の絶対値が閾値  $T_h$  以下の場合、スレーブ側中継装置からの回り込み波の影響は無視できる程度である。すなわち、マスタ側中継装置は、スレーブ側中継装置を介して通信する端末 20 の通信に与える回り込み波の影響は無視できると判定し、調整処理を行わない。

【0049】

一方、スレーブ側中継装置からの回り込み波の影響が無視できない場合、回り込み波の影響により、スレーブ側中継装置と端末 20 の間の通信状況が悪化する可能性や、スレーブ側中継装置が提供できる通信エリアが狭まる恐れがあると判定する。そこで、調整対象を決定するために、マスタ側中継装置の解析部 71a は、マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置の全てのアンテナが同偏波であるかを判定する (ステップ S 44)。マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置の全アンテナが同偏波である場合、マスタ側中継装置の BS アンテナ 31a の偏波面とスレーブ側中継装置の MS アンテナ 32b の偏波面を直交させることにより、アンテナ間のアイソレーションを改善できる。例えば、マスタ側とスレーブ側の中継装置の全アンテナが H 偏波である場合、スレーブ側中継装置の MS アンテナ 32b を V 偏波に設定すれば、マスタ側中継装置の BS アンテナ 31a の偏波面とスレーブ側中継装置の MS アンテナ 32b の偏波面が直交する。このため、スレーブ側中継装置の MS アンテナ 32b からマスタ側中継装置の BS アンテナ 31a への回りこみを軽減できると考えられる。そこで、マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置の全てのアンテナが同偏波である場合、スレーブ側中継装置での偏波の変更を伴う調整が行われる (ステップ S 44 で Yes、ステップ S 45)。なお、ステップ S 45 の処理 (調整 A) により、スレーブ側中継装置の BS アンテナ 31b と MS アンテナ 32b の偏波面も直交するように調整される。スレーブ側中継装置 30 が BS アンテナ 31b と MS アンテナ 32b の偏波面を直交させた後で、マスタ側中継装置の解析部 71a は、計算部 55a からアイソレーションの測定値 (測定 ISO) を取得する (ステップ S 46)。ステップ S 45 で得られた測定 ISO が期待 ISO 以上であると、マスタ側中継装置の解析部 71a は、アンテナの調整に成功したと判定して処理を終了する (ステップ S 46 で No)。

【0050】

測定 ISO が期待 ISO 未満の場合 (ステップ S 46 で Yes) と、マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置の全アンテナが同じ偏波ではない場合 (ステップ S 44 で No)、解析部 71 は、マスタ側中継装置のアンテナが同偏波かを判定する (ステップ S 47)。マスタ側中継装置の BS アンテナ 31a と MS アンテナ 32a が同偏波である場合、マスタ側中継装置の BS アンテナ 31a と MS アンテナ 32a を直交させることにより、アイソレーションの改善が期待できる。そこで、マスタ側中継装置の BS アンテナ 31a と MS アンテナ 32a が同偏波である場合、マスタ側中継装置の MS アンテナ 32a の偏波の変更と、スレーブ側中継装置の調整が行われる (ステップ S 47 で Yes、ステップ S 48)。なお、ステップ S 48 でのスレーブ側中継装置のアンテナの調整は、マスタ側中継装置での設定変更の結果に合わせて行われる。一方、マスタ側中継装置の BS アンテナ 31a と MS アンテナ 32a が同偏波ではない場合、スレーブ側中継装置での偏波面の調整が行われる (ステップ S 49)。以下、ステップ S 48 の処理を調整 B、ステップ S 49 の処理を調整 C と記載することがある。ステップ S 48 または S 49 の処理後に、マスタ側中継装置の解析部 71a は、アイソレーションの測定値と期待 ISO を比較する (ステップ S 50)。測定 ISO が期待 ISO 以上であると、マスタ側中継装置の解析部 71a は、アンテナの調整に成功したと判定して処理を終了する (ステップ S 50 で No)。

【0051】

ステップ S 50 において測定 ISO が期待 ISO 未満である場合、マスタ側中継装置の解析部 71a は、調整前と、調整 A ~ 調整 C で得られた結果のうちで、スレーブ側中継装置の RSCP と DL 利得の和が最大の条件を最適値に決定する (ステップ S 51)。なお

、後述するように、調整 A ~ 調整 C のいずれにおいても、調整後のマスタ側中継装置とスレーブ側中継装置の設定情報は、調整の種類に対応付けて、記憶部 7 3 a に記録されているものとする。最適値に決定した設定 (OPT 設定) と現状の設定が同じ場合、解析部 7 1 は、これ以上通信状況を改善できないと判定して、処理を終了する (ステップ S 5 2 で No)。一方、OPT 設定と現状の設定が異なる場合、解析部 7 1 は、マスタ側中継装置を OPT 設定に従って設定すると共に、スレーブ側中継装置への OPT 設定の通知を生成部 7 2 a に要求する。生成部 7 2 a は、OPT 設定の設定値と、設定値の通知であることを示す情報 (制御 = 3) を含めた要求信号を生成し、スレーブ側中継装置に送信する。スレーブ側中継装置の解析部 7 1 a は、マスタ側中継装置からの通知に従って、アンテナの調整を行う。この結果、マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置のいずれも、OPT 設定に設定される (ステップ S 5 3)。

10

#### 【0052】

図 8 は、スレーブ側中継装置で使用する偏波の変更を伴う調整の例を説明するフローチャートである。図 8 は、図 7 A のステップ S 4 5 (調整 A) で行われる処理の詳細を表わしている。

#### 【0053】

ステップ S 6 1 において、マスタ側中継装置 (中継装置 3 0 a) がスレーブ側中継装置 (中継装置 3 0 b) に MS アンテナ 3 2 b の偏波の変更を要求する。なお、ステップ S 6 1 の処理では、マスタ側中継装置の生成部 7 2 a は、スレーブ側中継装置の MS アンテナ 3 2 b で使用する偏波を変更するために、制御 = 6 (図 6 のテーブル T 1 参照) の情報を示す要求信号を生成している。マスタ側中継装置の生成部 7 2 a から通信部 6 0 などを介してスレーブ側中継装置に要求信号が届くと、スレーブ側中継装置の解析部 7 1 b は、MS アンテナ 3 2 b の偏波の変更を伴う MS アンテナ 3 2 b の調整が要求されたと判定する。そこで、解析部 7 1 b は、調整部 7 4 b に、マスタ側中継装置から通知された処理の内容を通知する。

20

#### 【0054】

ステップ S 6 2 において、調整部 7 4 b は、駆動装置 3 5 b を用いて、MS アンテナ 3 2 b の偏波を変更する。例えば、MS アンテナ 3 2 b が H 偏波に設定されている場合、調整部 7 4 b は、MS アンテナ 3 2 b を、V 偏波を用いる角度に変更させることにより、MS アンテナ 3 2 b の偏波面を調整する。ここで、図 7 A に示すように、調整 A の処理は、マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置の全アンテナが同偏波のときに行われるので、ステップ S 6 2 の処理が行われるケースでは、MS アンテナ 3 2 b の調整前は、BS アンテナ 3 1 b と MS アンテナ 3 2 b が同偏波になっている。このため、ステップ S 6 2 の処理により、BS アンテナ 3 1 b と MS アンテナ 3 2 b が異なる偏波を用いるように調整されることになる。また、MS アンテナ 3 2 b の偏波を変更したことにより、マスタ側中継装置の BS アンテナ 3 1 a の受信信号の偏波と、MS アンテナ 3 2 b の送信信号の偏波が異なる偏波になっている。このため、ステップ S 6 2 の処理は、スレーブ側中継装置の MS アンテナ 3 2 b からマスタ側中継装置の BS アンテナ 3 1 a への電波の回りこみを軽減するための処理となっている。

30

#### 【0055】

調整部 7 4 b は、調整処理が終わると生成部 7 2 b に調整の終了を通知する。すると、生成部 7 2 b は、マスタ側中継装置に対して、調整後のアンテナの状況を通知するための通知信号を生成する。ここで生成される通知信号も図 6 の F 1 に示す情報要素を含む。すなわち、生成部 7 2 b が生成する通知信号には、送信元である中継装置 3 0 b がスレーブ局であることや、BS アンテナ 3 1 b と MS アンテナ 3 2 b の偏波情報等の情報が含まれる。通信部 6 0 b は、生成部 7 2 b が生成した通知信号を、アンテナ 6 1 b を介して送信するので、スレーブ側中継装置が BS アンテナ 3 1 b と MS アンテナ 3 2 b の設定等の情報を、マスタ側中継装置に通知できる (ステップ S 6 3)。

40

#### 【0056】

その後、マスタ側中継装置の計算部 5 5 a は、BS アンテナ 3 1 a と MS アンテナ 3 2

50

a との間のアイソレーションを測定する（ステップ S 6 4）。通信部 6 0 a は、スレーブ側中継装置から通知された情報を記憶部 7 3 a に格納し、解析部 7 1 a はマスタ側中継装置の情報を記憶部 7 3 a に格納する。このため、マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置の両方の情報が記憶部 7 3 a に格納される（ステップ S 6 5）。

【 0 0 5 7 】

図 9 は、マスタ側中継装置で使用する偏波の変更を伴う調整の例を説明するフローチャートである。図 9 は、図 7 A のステップ S 4 8（調整 B）で行われる処理の詳細を表わしている。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 7 1 において、マスタ側中継装置の解析部 7 1 a は、マスタ側中継装置の M S アンテナ 3 2 a の送信波の偏波を変更することを決定し、調整部 7 4 a に M S アンテナ 3 2 a の偏波の変更を要求する。調整部 7 4 a は、M S アンテナ 3 2 a の偏波面が B S アンテナ 3 1 a の偏波面と直交するように、M S アンテナ 3 2 a を調整する。このため、マスタ側中継装置では、B S アンテナ 3 1 a の偏波と M S アンテナ 3 2 a の偏波が異なるようになる。調整部 7 4 a は、処理が終わると、解析部 7 1 a に対して、M S アンテナ 3 2 a の調整の終了を通知する。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 7 2 において、解析部 7 1 a は、M S アンテナ 3 2 a の調整に応じたアンテナの調整をスレーブ側中継装置に要求することを、生成部 7 2 a に通知する。ここで、マスタ側中継装置の M S アンテナ 3 2 a の偏波が変更されると、スレーブ側中継装置では、B S アンテナ 3 1 b と M S アンテナ 3 2 b の両方を調整することになる。そこで、生成部 7 2 a は、B S アンテナ 3 1 b と M S アンテナ 3 2 b の調整の要求を含む要求信号（制御 = 7、図 6）を生成し、スレーブ側中継装置に送信する。なお、この要求信号は、マスタ側の設定変更後に生成され、マスタ側中継装置の設定情報の通知にも使用されるものとする。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 7 3 において、スレーブ側中継装置に要求信号が届くと、スレーブ側中継装置の解析部 7 1 b は、マスタ側中継装置の M S アンテナ 3 2 a の調整に伴って、B S アンテナ 3 1 b と M S アンテナ 3 2 b の調整が要求されたと判定する。調整部 7 4 b は、B S アンテナ 3 1 b と M S アンテナ 3 2 b の偏波面を最適化する。なお、このとき、スレーブ側中継装置では、適宜、各アンテナの偏波の変更を行うこともあり得る。ステップ S 7 4 ~ S 7 6 の処理は、図 8 を参照しながら説明したステップ S 6 3 ~ S 6 5 と同様である。

【 0 0 6 1 】

図 1 0 は、スレーブ側中継装置での偏波面の調整の例を説明するフローチャートである。図 1 0 は、図 7 A のステップ S 4 9（調整 C）で行われる処理の詳細を表わしている。ステップ S 4 9 の処理が行われる状況では、マスタ側中継装置のアンテナを調整しても通信状況を改善できる可能性が小さいため、スレーブ側中継装置の B S アンテナ 3 1 と M S アンテナ 3 2 アンテナの偏波面の調整が行われる。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 8 1 において、マスタ側中継装置の解析部 7 1 a は、スレーブ側中継装置に B S アンテナ 3 1 b と M S アンテナ 3 2 b の調整を要求することを、生成部 7 2 a に通知する。生成部 7 2 a は、B S アンテナ 3 1 b と M S アンテナ 3 2 b の調整の要求を含む要求信号（制御 = 7、図 6）を生成し、スレーブ側中継装置に送信する。ステップ S 8 2 の処理は、図 9 を参照しながら説明したステップ S 7 3 と同様であり、さらに、ステップ S 8 3 ~ S 8 5 の処理は、図 8 を参照しながら説明したステップ S 6 3 ~ S 6 5 と同様である。

【 0 0 6 3 】

図 1 1 A と図 1 1 B は、B S アンテナ 3 1 の調整方法の例を説明するフローチャートである。図 1 1 A および図 1 1 B は、各中継装置 3 0 が起動されたときの B S アンテナ 3 1 の調整や、マスタ中継装置からの要求に対応してスレーブ側中継装置が B S アンテナ 3 1

10

20

30

40

50

の調整を行う場合に行われる処理の例を詳しく示している。なお、図 1 1 A および図 1 1 B は一例であり、例えば、R S C P の平均値をアンテナの偏波面の変更量の関数としてプロットした近似カーブを生成するとき使用する測定点の数や、各測定点で R S C P を求める順序は、実装に応じて任意に変更され得る。

【 0 0 6 4 】

B S アンテナ 3 1 を調整する装置の計測部 7 6 は、R S C P 電力を所定の期間測定し、平均 R S C P 電力 ( P 0 ) を求める ( ステップ S 9 1 ) 。計測部 7 6 は、得られた平均 R S C P 電力の値 P 0 を記憶部 7 3 に記録するとともに、調整部 7 4 に B S アンテナ 3 1 を反時計回りに所定の角度だけ回転させることを求める。調整部 7 4 は、計測部 7 6 の要求に応じて、B S アンテナ 3 1 を回転したときの平均 R S C P 電力 ( P - 1 ) を求める ( ステップ S 9 2 ) 。計測部 7 6 は、平均 R S C P 電力の値 ( P - 1 ) を、ステップ S 9 1 の時点からの B S アンテナ 3 1 の角度の変更分と対応付けて記憶部 7 3 に記録する。さらに、調整部 7 4 は、B S アンテナ 3 1 を反時計回りに所定の角度回転し、計測部 7 6 はそのときの平均 R S C P 電力 ( P - 2 ) を求める ( ステップ S 9 3 ) 。平均 R S C P 電力の値 ( P - 2 ) の値も、ステップ S 9 1 の時点からの B S アンテナ 3 1 の角度の変更分に対応付けて記憶部 7 3 に記録される。

10

【 0 0 6 5 】

次に、調整部 7 4 は、P 0 の ( P - 1 ) に対する割合が閾値 T h 1 より小さいかを判定する ( ステップ S 9 4 ) 。ここで、閾値 T h 1 は、R S C P の平均値をアンテナの偏波面の変更量の関数としてプロットした近似カーブにおいて、P 0 の測定ポイントよりも反時計回りの位置に極大値が無いかを判定できる程度の大きさの値であるものとする。例えば、閾値 T h 1 が 3 d B である場合、調整部 7 4 は、( P - 1 ) に対する P 0 の値が 3 d B 未満であれば、近似カーブにおいて、B S アンテナ 3 1 を初期値から反時計回りに変更した位置に R S C P 電力の極大がある可能性があるとして判定する。そこで、調整部 7 4 は、再度、B S アンテナ 3 1 を反時計回りに所定の量だけ回転させ、計測部 7 6 はそのときの平均 R S C P 電力 ( P - 3 ) を求める ( ステップ S 9 4 で Y e s 、ステップ S 9 5 ) 。計測部 7 6 は、得られた値を記憶部 7 3 に記録し、調整部 7 4 に、反時計回り方向の計測の終了を通知する。調整部 7 4 は、B S アンテナ 3 1 を初期値に戻す ( ステップ S 9 6 ) 。P 0 の ( P - 1 ) に対する比が閾値以上のとき、調整部 7 4 は、B S アンテナ 3 1 の変更量を反時計回りに増大させても R S C P 電力の極大値が見つかる可能性は無いと判定する ( ステップ S 9 4 で N o ) 。そこで、ステップ S 9 6 の処理が行われる。

20

30

【 0 0 6 6 】

同様に、B S アンテナ 3 1 の偏波面の角度を時計回りに変更する場合も同様の処理が行われる。すなわち、調整部 7 4 は、B S アンテナ 3 1 を時計回りに所定の角度回転し、計測部 7 6 はそのときの平均 R S C P 電力 ( P 1 ) を求める ( ステップ S 9 7 ) 。次に、B S アンテナ 3 1 の偏波面がさらに、所定の角度分、時計回りに回転されると、計測部 7 6 は、平均 R S C P 電力 ( P 2 ) を求める ( ステップ S 9 8 ) 。なお、P 1 、P 2 のいずれの値も、B S アンテナ 3 1 の調整を開始したときの B S アンテナ 3 1 の設定からの角度の変更分に対応付けて記憶部 7 3 に記録されるものとする。さらに、調整部 7 4 は、P 0 の P 1 に対する比が閾値 T h 1 より小さいかを判定する ( ステップ S 9 9 ) 。調整部 7 4 は、P 1 に対する P 0 の比が閾値 T h 1 未満であれば、近似カーブにおいて、B S アンテナ 3 1 を初期値から時計回りに変更すると R S C P 電力の極大値を発見できる可能性があるとして判定する。そこで、調整部 7 4 は、再度、B S アンテナ 3 1 を時計回りに所定の量だけ回転させ、計測部 7 6 はそのときの平均 R S C P 電力 ( P 3 ) を求める ( ステップ S 9 9 で Y e s 、ステップ S 1 0 0 ) 。調整部 7 4 は、記憶部 7 3 に記録されている R S C P の値を B S アンテナ 3 1 の変更角度の関数としてプロットした近似カーブを用いて、最大受信レベルとなる偏波面の角度を求める ( ステップ S 1 0 1 ) 。なお、ステップ S 1 0 1 において、調整部 7 4 は、近似カーブの極大値を最大受信レベルとみなすものとする。ステップ S 9 9 において、P 0 の P 1 に対する比が閾値 T h 1 以上であると判定された場合も ( ステップ S 9 9 で N o ) 、ステップ S 1 0 1 の処理が行われる。調整部 7 4 は、駆動装

40

50

置 3 4 を用いて、B S アンテナ 3 1 をステップ S 1 0 1 の処理で得られた偏波面角度に設定する（ステップ S 1 0 2）。

【 0 0 6 7 】

図 1 2 は、M S アンテナ 3 2 の調整方法の例を説明するフローチャートである。図 1 2 は、各中継装置 3 0 で B S アンテナ 3 1 の調整の後に M S アンテナ 3 2 の調整を行う場合や、マスタ中継装置からの要求に対応してスレーブ側中継装置が M S アンテナ 3 2 の調整を行う場合に行われる処理の例を詳しく示している。なお、図 1 2 は、M S アンテナ 3 2 に対して H 偏波を優先的に設定する場合の処理の例である。M S アンテナ 3 2 に対して V 偏波が優先的に設定される場合には、例えば、ステップ S 1 1 4 ~ S 1 1 6 の処理がステップ S 1 1 2 の前に行われるなどの変更が行われ得る。

10

【 0 0 6 8 】

調整部 7 4 は、M S アンテナ 3 2 の調整を開始するとき、B S アンテナ 3 1 が H 偏波であるかを判定する（ステップ S 1 1 1）。B S アンテナ 3 1 が H 偏波である場合、調整部 7 4 は、M S アンテナ 3 2 を B S アンテナ 3 1 と同じ偏波角度に設置する。計算部 5 5 は、B S アンテナ 3 1 と M S アンテナ 3 2 の間のアイソレーションを求める（ステップ S 1 1 2）。測定 I S O が期待 I S O 以上である場合、調整部 7 4 は、現在の偏波面を M S アンテナ 3 2 の設定値として処理を終了する（ステップ S 1 1 3 で N o、ステップ S 1 1 7）。

【 0 0 6 9 】

測定 I S O が期待 I S O 未満である場合、調整部 7 4 は、M S アンテナ 3 2 の偏波を V 偏波に設定することにより、B S アンテナ 3 1 と M S アンテナ 3 2 の偏波面を直交させる（ステップ S 1 1 3 で Y e s、ステップ S 1 1 4）。計算部 5 5 は、B S アンテナ 3 1 と M S アンテナ 3 2 の間のアイソレーションを求める（ステップ S 1 1 5）。測定 I S O が期待 I S O 以上である場合、調整部 7 4 は、現在の偏波面を M S アンテナ 3 2 の設定値として処理を終了する（ステップ S 1 1 6 で Y e s、ステップ S 1 1 7）。一方、測定 I S O が期待 I S O 未満の場合、調整部 7 4 は、オペレータが認識し得る方法で、置局設計変更の要求を通知する（ステップ S 1 1 6 で N o、ステップ S 1 1 8）。

20

【 0 0 7 0 】

一方、B S アンテナ 3 1 が V 偏波を用いて信号を受信する場合、調整部 7 4 は、B S アンテナ 3 1 と M S アンテナ 3 2 の偏波面を直交させるために、M S アンテナ 3 2 の偏波が H 偏波になるように設定する（ステップ S 1 1 1 で N o、ステップ S 1 1 9）。その後、ステップ S 1 2 0 ~ S 1 2 3 の処理が行われる。なお、ステップ S 1 2 0 ~ S 1 2 3 の処理は、ステップ S 1 1 5 ~ S 1 1 8 の処理と同様である。

30

【 0 0 7 1 】

このように、第 1 の実施形態では、マスタ側中継装置は、通信状況が悪化すると、通信状況を悪化させている原因を自律的に特定し、スレーブ側中継装置の設定に原因がある場合は、アンテナの再設定を要求する。スレーブ側中継装置は、マスタ側中継装置からの要求に応じて、設定処理が要求されたアンテナを再設定する。このため、複数の中継装置を含むシステムにおいて、中継装置間での電波の回りこみによる通信状況の悪化が、自律的に解消される。さらに、中継装置間での電波の回りこみの影響が軽減されるため、利得を小さくしなくても干渉の影響が小さくなり、結果として、各中継装置のカバレッジが広がる。

40

【 0 0 7 2 】

なお、説明を簡単にするために、システム中の 2 台の中継装置が、マスタ側中継装置が、スレーブ側中継装置の一方として動作する場合について説明したが、基地局 1 0 と端末 2 0 の間が 3 台以上の中継装置 3 0 で中継されていても良い。この場合、ある中継装置 3 0 d は、中継装置 3 0 c に対してはスレーブ側中継装置として動作し、中継装置 3 0 e に対してはマスタ側中継装置として動作することができるものとする。

【 0 0 7 3 】

< 第 2 の実施形態 >

50

第 1 の実施形態に示す方法で設置されたシステムでも、運用中に発生した環境の変化により、通信の状況が悪化することがあり得る。例えば、システムが設置されているエリアで降雨や降雪がある場合、雨や雪の影響でパスロスの悪化や偏波面の変化が発生する恐れがある。また、ある中継装置 30 と他の中継装置 30 との間のエリアに生えている樹木が茂った場合などにも、伝搬路の環境が変化する恐れがある。第 2 の実施形態では、通信システムの運用を開始した後の環境の変化により、通信の状況が悪化した場合に行われる処理の例を説明する。

#### 【 0 0 7 4 】

なお、第 2 の実施形態においても、マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置の決定方法や、中継装置 30 間での通信方法は第 1 の実施形態と同様である。第 2 の実施形態では、運用が開始された後も、マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置の間では、設定情報や通信の状況が変化すると、設定状況等を通知し合うものとする。中継装置 30 間での通信に使用される信号に含まれている情報要素も図 6 に示す通りであるものとする。さらに、マスタ側中継装置の記憶部 73 は、スレーブ側中継装置で観測された R S C P とアイソレーションについての情報を、最新の報告以外にも任意の数分、受信時刻に対応付けて保持することができるものとする。

10

#### 【 0 0 7 5 】

システムの運用中、マスタ側中継装置の解析部 71 は、マスタ側中継装置の R S C P、スレーブ側中継装置の R S C P、スレーブ側中継装置に備えられたアンテナ間のアイソレーションなどから、スレーブ側中継装置を介した通信の状況を予測する。例えば、スレーブ側中継装置で R S C P が低下すると、マスタ側中継装置の解析部 71 は、スレーブ側中継装置と端末 20 の間の通信状況が悪化する可能性や、スレーブ側中継装置が提供できる通信エリアが狭まる恐れがあると判定する。また、スレーブ側中継装置でのアイソレーションが期待 I S O よりも低くなると、干渉を防ぐために利得を低くすることになるので、スレーブ側中継装置からの送信電波が届くエリアが狭まってしまう恐れがある。そこで、マスタ側中継装置の解析部 71 は、スレーブ側中継装置にアンテナの調整を要求することを決め、調整するアンテナを特定する。

20

#### 【 0 0 7 6 】

図 13 は、運用中の環境の変化に応じて中継装置 30 の設定を最適化する方法の例を説明するフローチャートである。以下の説明でも、マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置の動作を見分けやすくするために、マスタ側中継装置は中継装置 30 a、スレーブ側中継装置は中継装置 30 b であるものとする。

30

#### 【 0 0 7 7 】

まず、マスタ側中継装置がスレーブ側中継装置から通信情報などを含む通知信号を受信したとする。マスタ側中継装置の解析部 71 a は、スレーブ側中継装置でのアイソレーション ( I S O ) の値を、記憶部 73 a に記憶している過去のデータと比較することにより、スレーブ側中継装置での I S O が悪化したかを判定する ( ステップ S 131 )。スレーブ側中継装置での I S O が悪化している場合、スレーブ側中継装置での M S アンテナ 32 b の偏波面の調整 ( 調整 D ) が行われる ( ステップ S 131 で Y e s、ステップ S 132 )。スレーブ側中継装置での M S アンテナ 32 b の偏波面の調整の詳細については、図 14 の説明で述べる。M S アンテナ 32 b の偏波面を、スレーブ側中継装置でのアイソレーションを改善できるように調整すると、スレーブ側中継装置は、調整後の設定情報をマスタ側中継装置に通知するので、ステップ S 131 以降の処理が繰り返される。

40

#### 【 0 0 7 8 】

スレーブ側中継装置での I S O が悪化していない場合、解析部 71 a は、記憶部 73 a に記憶している情報を用いて、スレーブ側中継装置で R S C P が低下しているかを判定する ( ステップ S 131 で N o、ステップ S 133 )。スレーブ側中継装置で R S C P が低下している場合、解析部 71 a は、マスタ側中継装置の送信電力が低下しているかを判定する ( ステップ S 133 で Y e s、ステップ S 134 )。マスタ側中継装置の送信電力が低下していない場合、マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置との間のパスロスを改善す

50

るための処理（調整 E）が行われる（ステップ S 1 3 4 で N o、ステップ S 1 3 5）。調整 E の詳細については、図 1 5 の説明で述べる。マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置との間のパスロス改善のための処理が終わると、ステップ S 1 3 1 以降の処理が繰り返される。

【 0 0 7 9 】

ステップ S 1 3 4 において、マスタ側中継装置の送信電力が低下していると判定された場合、解析部 7 1 a は、マスタ側中継装置でのアイソレーションが悪化しているかを判定する（ステップ S 1 3 4 で Y e s、ステップ S 1 3 6）。マスタ側中継装置でのアイソレーションが悪化していない場合、解析部 7 1 a は、マスタ側中継装置が故障したと判定し、適宜、オペレータ向けの警報を出力して、処理を終了する（ステップ S 1 3 6 で N o、ステップ S 1 3 7）。一方、マスタ側中継装置でのアイソレーションが悪化している場合、送信波の回り込みの影響が大きくなっている（ステップ S 1 3 6 で Y e s）。そこで、マスタ側中継装置の M S アンテナ 3 2 a と、スレーブ側中継装置でのアンテナの偏波面の調整（調整 G）が行われる（ステップ S 1 4 1）。調整 G の詳細については、図 1 7 の説明で述べる。ステップ S 1 4 1 の処理が終わると、ステップ S 1 3 1 以降の処理が繰り返される。

10

【 0 0 8 0 】

ステップ S 1 3 3 において、スレーブ側中継装置で R S C P が低下していないと判定した場合、解析部 7 1 a は、マスタ側中継装置で R S C P が低下しているかを判定する（ステップ S 1 3 3 で N o、ステップ S 1 3 8）。マスタ側中継装置での R S C P が低下していない場合、解析部 7 1 a は、環境の変化による通信状況の悪化が発生していないと判定するので、ステップ S 1 3 1 に戻る（ステップ S 1 3 8 で N o）。

20

【 0 0 8 1 】

一方、ステップ S 1 3 8 において、マスタ側中継装置での R S C P が低下していると判定された場合、解析部 7 1 a は、マスタ側中継装置の出力電力の低下量と、R S C P の低下量が閾値 T h 2 以内であるかを判定する（ステップ S 1 3 9）。マスタ側中継装置の出力電力の低下量と、R S C P の低下量が閾値 T h 2 以内である場合、マスタ側中継装置の B S アンテナ 3 1 a の設定が伝搬路の状況に合っていないために、基地局 1 0 側からの送信信号の受信強度が低くなっていると考えられる。このため、マスタ側中継装置の出力電力の低下量と、R S C P の低下量が閾値 T h 2 以内である場合、調整部 7 4 a により、マスタ側中継装置の B S アンテナ 3 1 a について、偏波面の調整（調整 F）が行われる（ステップ S 1 3 9 で Y e s、ステップ S 1 4 0）。調整 F については、図 1 6 を参照しながら後述する。ステップ S 1 4 0 の処理の後、B S アンテナ 3 1 a の設定の変化に合わせて、M S アンテナ 3 2 a やスレーブ側中継装置のアンテナの設定も変更される（ステップ S 1 4 1）。

30

【 0 0 8 2 】

図 1 4 は、スレーブ側中継装置での偏波面の調整の例を説明するフローチャートである。図 1 4 は、図 1 3 のステップ S 1 3 2（調整 D）での処理の詳細を表わしている。ステップ S 1 5 1 において、解析部 7 1 a は、スレーブ側中継装置に対して M S アンテナ 3 2 b の偏波面の調整を要求することを、生成部 7 2 a に対して依頼する。生成部 7 2 a は、解析部 7 1 a の依頼に応じて、スレーブ側中継装置に、M S アンテナ 3 2 b の調整を要求する要求信号（制御 = 5、図 6 のテーブル T 1 参照）を生成し、通信部 6 0 a を介して、スレーブ側中継装置に送信する。ステップ S 1 5 2 において、スレーブ側中継装置に要求信号が届くと、スレーブ側中継装置の解析部 7 1 b は、M S アンテナ 3 2 b の調整が要求されたと判定する。そこで、解析部 7 1 b は、M S アンテナ 3 2 b の調整を調整部 7 4 b に要求する。M S アンテナ 3 2 b の調整処理は、図 1 2 を参照しながら説明したとおりである。

40

【 0 0 8 3 】

図 1 5 は、マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置の間のパスロスを軽減する処理の例を説明するフローチャートである。図 1 5 は、図 1 3 のステップ S 1 3 5（調整 E）での

50

処理の詳細を表わしている。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 1 6 1 において、解析部 7 1 a は、マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置との間のパスロスを改善するために、スレーブ側中継装置に対して B S アンテナ 3 1 b と M S アンテナ 3 2 b の調整を要求することを決定する。生成部 7 2 a は、解析部 7 1 a からの要求に応じて、スレーブ側中継装置に対して B S アンテナ 3 1 b と M S アンテナ 3 2 b の調整を要求する情報（制御 = 7）を含む要求信号を生成し、通信部 6 0 a などを通して、スレーブ側中継装置に送信する。

【 0 0 8 5 】

ステップ S 1 6 2 において、スレーブ側中継装置に要求信号が届くと、スレーブ側中継装置の解析部 7 1 b は、B S アンテナ 3 1 b と M S アンテナ 3 2 b の調整が要求されたことを調整部 7 4 b に通知する。調整部 7 4 b は、スレーブ側中継装置がユーザデータを中継中であるかを判定する。ここで、調整部 7 4 b は、ユーザデータを中継中であるかは、例えば、B S アンテナ 3 1 b での受信電力と R S C P との間の差が無視できるかによって判定できるものとする。B S アンテナ 3 1 b での受信電力が R S C P よりも有意に高い場合、調整部 7 4 b は、スレーブ側中継装置がユーザデータを中継していると判定する。スレーブ側中継装置がユーザデータを中継中である場合、調整部 7 4 b は、アンテナの調整を行わずに待機する（ステップ S 1 6 2 で Y e s）。

10

【 0 0 8 6 】

スレーブ側中継装置がユーザデータを中継していない場合、調整部 7 4 b は、B S アンテナ 3 1 b での受信電力強度が大きくなるように、B S アンテナ 3 1 b を調整する（ステップ S 1 6 2 で N o）。B S アンテナ 3 1 b の調整処理は、図 1 1 A および図 1 1 B を参照しながら説明したとおりである。

20

【 0 0 8 7 】

B S アンテナ 3 1 b の調整が終わると、調整部 7 4 b は、B S アンテナ 3 1 b の設定に合わせて、M S アンテナ 3 2 b の調整を行う（ステップ S 1 6 4）。なお、M S アンテナ 3 2 b の調整処理は、図 1 2 を参照しながら説明したとおりである。

【 0 0 8 8 】

図 1 6 は、マスタ側中継装置での B S アンテナの調整の例を説明するフローチャートである。図 1 6 は、図 1 3 のステップ S 1 4 0（調整 F）での処理の詳細を表わしている。なお、図 1 6 は一例であり、例えば、アンテナの偏波面の変更方向は、最初に反時計回りに設定されても良い。

30

【 0 0 8 9 】

調整部 7 4 a は、マスタ側中継装置がユーザデータを中継中であるかを判定する（ステップ S 1 7 1）。なお、調整部 7 4 a は、調整部 7 4 b と同様の手法により、ユーザデータを中継中であるかを判定できるものとする。マスタ側中継装置がユーザデータを中継中である場合、調整部 7 4 a は、アンテナの調整を行わずに待機する（ステップ S 1 7 1 で Y e s）。マスタ側中継装置がユーザデータを中継していない場合、調整部 7 4 a は、マスタ側中継装置の B S アンテナ 3 1 a の偏波面の変更方向を時計回りに設定する（ステップ S 1 7 1 で N o、ステップ S 1 7 2）。次に、調整部 7 4 a は、B S アンテナ 3 1 a の偏波面を、アンテナの偏波面の変更方向に所定の角度回転し、R S C P が減少したかを判定する（ステップ S 1 7 3、S 1 7 4）。R S C P が減少した場合、調整部 7 4 b は、マスタ側中継装置の B S アンテナ 3 1 a の偏波面の変更方向を反時計回りに設定し、ステップ S 1 7 3 に戻る（ステップ S 1 7 4 で Y e s、ステップ S 1 7 5）。ステップ S 1 7 4 で R S C P が減少していないと判定すると、調整部 7 4 a は、R S C P の測定値が初期値から閾値  $T_h3$  以上増加したかを判定する（ステップ S 1 7 4 で N o、ステップ S 1 7 6）。閾値  $T_h3$  は、実装に応じた値が使用されうるが、例えば、2 d B 程度に設定されても良い。R S C P の変化量が閾値  $T_h3$  以上増加している場合、調整部 7 4 a は、設定時に生成した近似カーブを用いて、現在の設定は、R S C P の極大値の偏波角との差が大きいと判定する（ステップ S 1 7 6 で Y e s）。そこで、調整部 7 4 a は、B S アンテナ 3

40

50

1 a の偏波面を、アンテナの偏波面の変更方向に所定の角度回転し、ステップ S 1 7 6 に戻る（ステップ S 1 7 6 で Yes、ステップ S 1 7 7）。

【0090】

一方、RSCP の変化量が閾値 Th 3 の増加より小さい場合、調整部 7 4 a は、設定時に生成した近似カーブを用いて、現在の設定は、RSCP の極大値の偏波角との差が小さいと判定する（ステップ S 1 7 6 で No）。そこで、調整部 7 4 a は、測定した RSCP 値と、設置時の近似カーブより最大受信角度を求める（ステップ S 1 7 8）。調整部 7 4 a は、マスタ側中継装置の BS アンテナ 3 1 a を最大受信角度に設定する（ステップ S 1 7 9）。

【0091】

図 1 7 は、マスタ側中継装置での MS アンテナとスレーブ側の中継装置の調整の例を説明するフローチャートである。図 1 7 は、図 1 3 のステップ S 1 4 1（調整 G）での処理の詳細を表わしている。

【0092】

マスタ側中継装置の調整部 7 4 a は、MS アンテナ 3 2 a の偏波面を最適化する（ステップ S 1 9 1）。なお、MS アンテナ 3 2 a の調整処理は、図 1 2 を参照しながら説明したとおりである。ステップ S 1 9 2 ~ S 1 9 5 の処理は、図 1 5 を参照しながら説明したステップ S 1 6 1 ~ S 1 6 4 と同様である。

【0093】

以上の処理により、環境の変化により伝搬路の状況が変化しても、設置環境の変化に合わせて中継装置の調整が行われる。このため、伝搬路の状況の変化により、スレーブ側中継装置からの送信電力の低下することや、スレーブ側中継装置を介して通信できるエリアが狭まることを防ぐことができる。

【0094】

さらに、これらの調整は、中継装置 3 0 間で自律的に行われるので、通信システム内の管理も簡便である。

【0095】

<その他>

なお、実施形態は上記に限られるものではなく、様々に変形可能である。以下にその例をいくつか述べる。

【0096】

中継装置 3 0 間の通信に使用される信号は図 6 に示す形式に限定されず、実装に応じて変更され得る。例えば、マスタ側中継装置からスレーブ側中継装置に対して調整処理や設定状態の通知の停止を求めない場合、待機制御（制御 = 4）を行うための値が設定されていなくても良い。

【0097】

さらに、マスタ側中継装置は、スレーブ側中継装置に対して、MS アンテナ 3 2 の偏波の変更を求める際には、MS アンテナ 3 2 の偏波の変更を求めるための信号（制御 = 6）の代わりに、設定値制御（制御 = 3）を用いても良い。この場合、マスタ側中継装置の生成部 7 2 は、記憶部 7 3 に格納されているスレーブ側中継装置の設定値を用いて、MS アンテナ 3 2 を BS アンテナ 3 1 に直交させるための MS アンテナ 3 2 の偏波面を計算する。その後、生成部 7 2 は、得られた値への設定を要求する要求信号（制御 = 3）を用いて、スレーブ側中継装置に設定処理を要求する。

【0098】

また、マスタ側中継装置は、スレーブ側中継装置に対して、MS アンテナ 3 2 の偏波の変更を求める際に、設定値制御（制御 = 3）と MS アンテナ 3 2 の偏波の変更を求めるための信号（制御 = 6）を併用しても良い。この場合、スレーブ側中継装置の解析部 7 1 は、MS アンテナ 3 2 の偏波の変更を求めるための信号から求めた偏波角と、設定値制御を求める信号（制御 = 3）で通知されてきた偏波情報を比較することにより、マスタ側中継装置からの要求信号の内容が正しいかを判定することができる。要求信号の内容が誤って

10

20

30

40

50

いる場合、生成部 7 2 は、制御ができない旨を通知する（応答 = 3）と共に、現在のスレーブ側中継装置の設定をマスタ側中継装置に通知する。

【 0 0 9 9 】

さらに、RSCP など、計算値の変動が頻繁に起こる値を用いた処理では、特段に明記していなくても、適宜、所定の時間の平均値が用いられるものとする。例えば、図 1 3 のステップ S 1 3 3 や S 1 3 9 で用いられている RSCP の値として、所定の時間範囲での平均値が使用され得る。

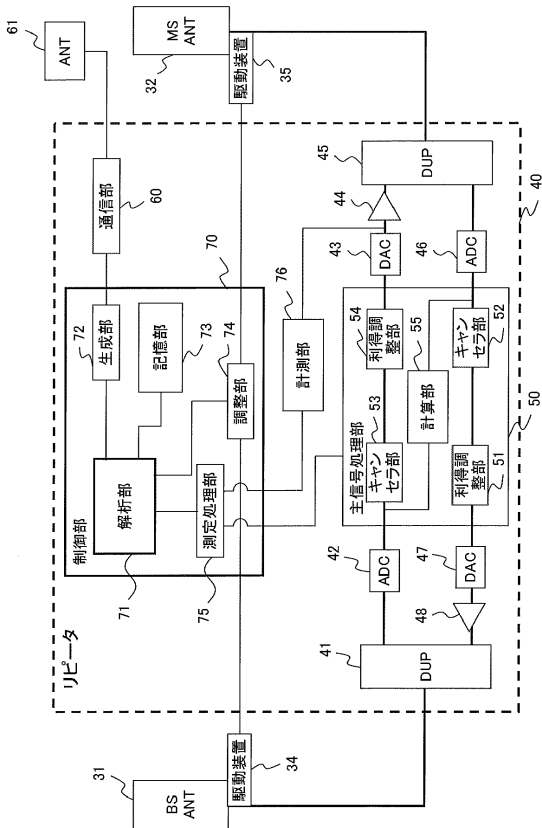
【 符号の説明 】

【 0 1 0 0 】

1 0	基地局	10
2 0	端末	
3 0	中継装置	
3 1	BS アンテナ	
3 2	MS アンテナ	
3 3	無停電電源装置	
3 4、3 5	駆動装置	
4 0	リピータ	
4 1、4 5	デュプレクサ	
4 2、4 6	A / D コンバータ	
4 3、4 7	D / A コンバータ	20
4 4、4 8	アンプ	
5 0	主信号処理部	
5 1、5 4	利得処理部	
5 2、5 3	キャンセラ部	
5 5	計算部	
6 0	通信部	
6 1	アンテナ	
7 0	制御部	
7 1	解析部	
7 2	生成部	30
7 3	記憶部	
7 4	調整部	
7 5	測定処理部	
7 6	計測部	
8 1	プロセッサ	
8 2	メモリ	
8 3	通信装置	
8 4	モデム	

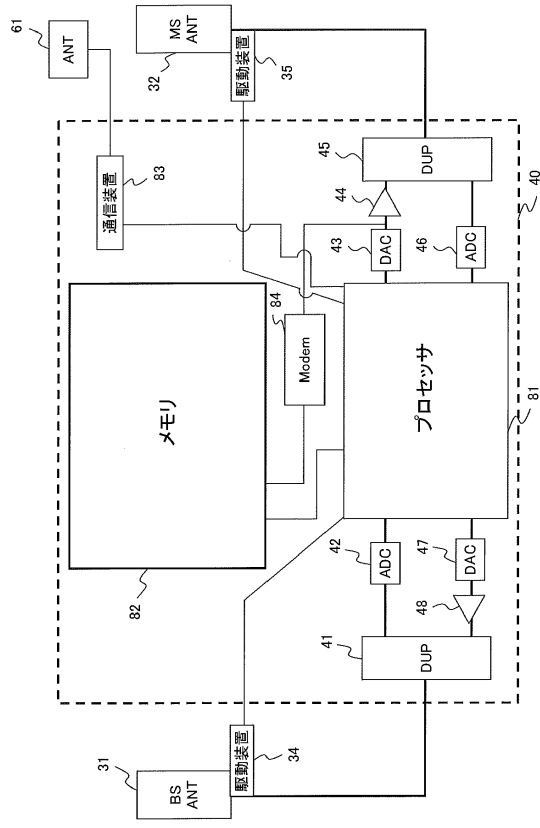
【図2】

中継装置の構成の例を説明する図



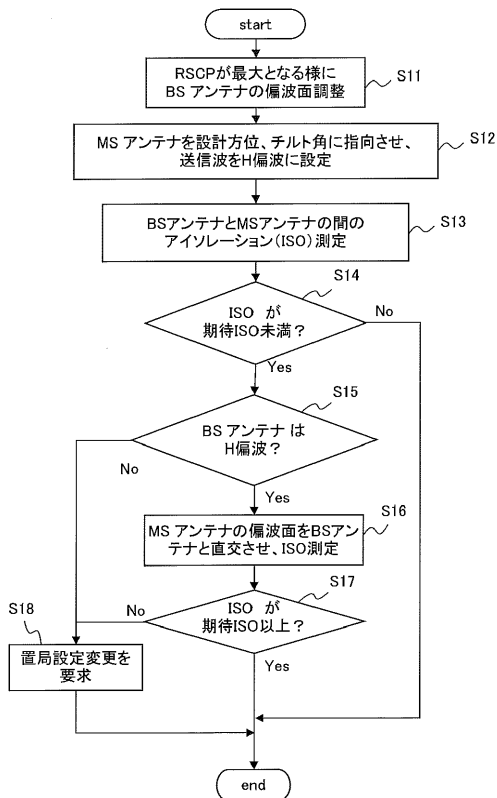
【図3】

中継装置のハードウェア構成の例を説明する図



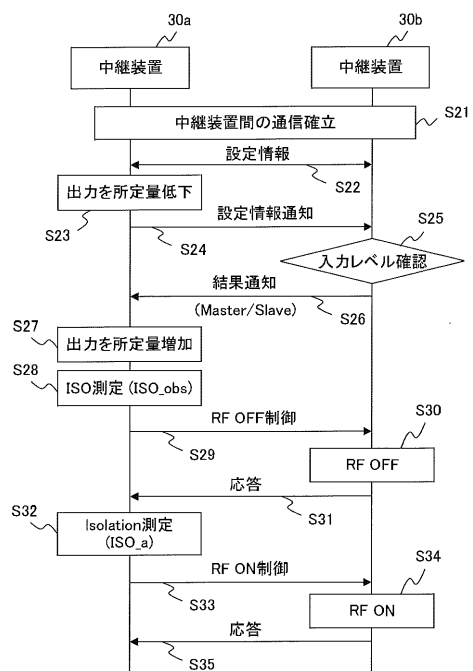
【図4】

中継装置の起動時の処理の例を説明するフローチャート



【図5】

アンテナの調整のタイミングを決定する中継装置の決定方法の例を説明するシーケンス図



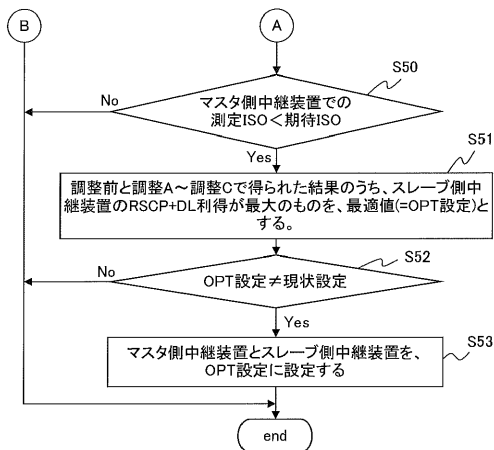
【図6】

通信に使用される信号に含まれる情報要素の例を説明する図

設定情報	MSANT 偏波情報	BSANT 偏波情報	ANT間 Isolation	設定利得	DL 出力PWR	RSCP 測定値	UL 入力PWR	中継装置間 Isolation	制御	応答
情報要素	値の範囲									
設置情報	偏波情報	偏波情報	Isolation	利得	出力PWR	測定値	入力PWR	Isolation	制御	応答
	1:マスタ側局 2:スレーブ局	1:RF OFF 2:RF ON 3:設定値制御 4:待機制御 5:MSアンテナ偏波面調整 6:MSアンテナ偏波変更 7:BSアンテナとMSアンテナの調整								
		1:制御了解(ACK) 2:制御完了 3:制御NG								

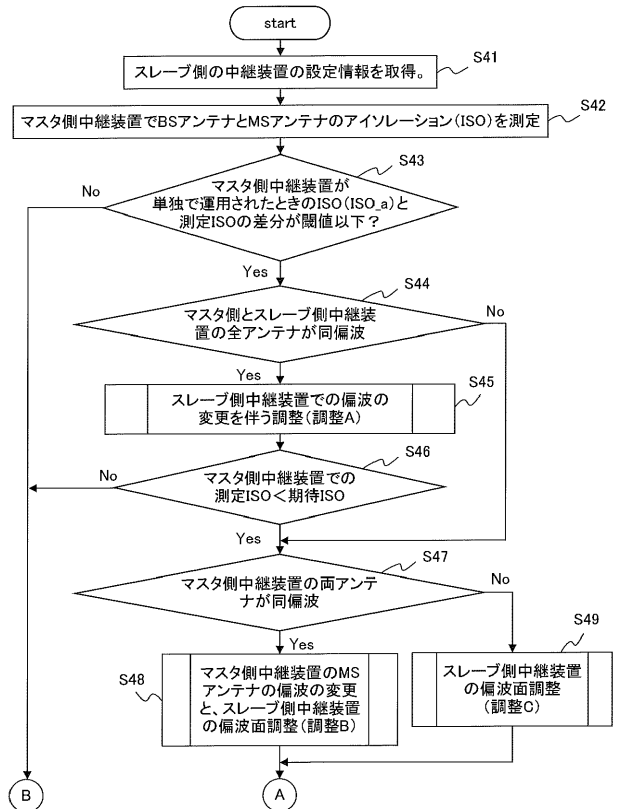
【図7B】

中継装置の設定を最適化する方法の例を説明するフローチャート



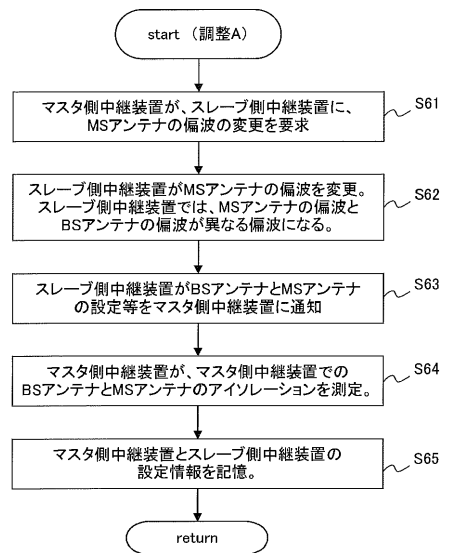
【図7A】

中継装置の設定を最適化する方法の例を説明するフローチャート



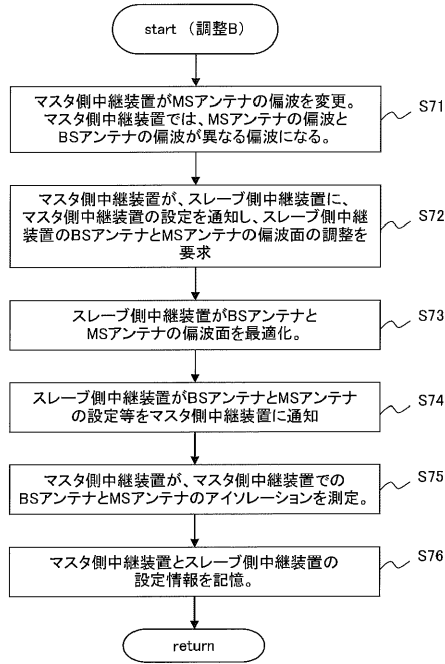
【図8】

スレーブ側中継装置で使用する偏波の変更を伴う調整の例を説明するフローチャート



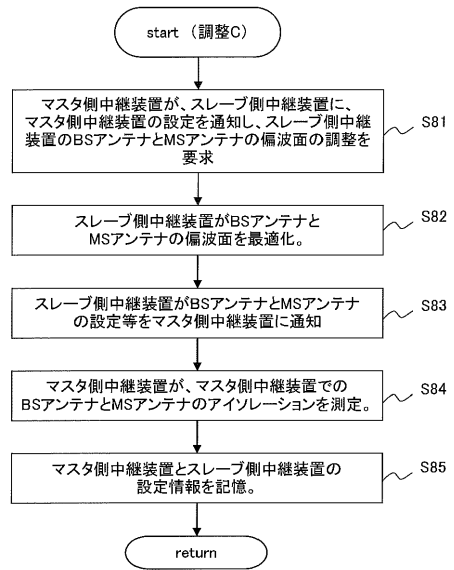
【 図 9 】

マスタ側中継装置で使用する偏波の変更を伴う調整の例を説明するフローチャート



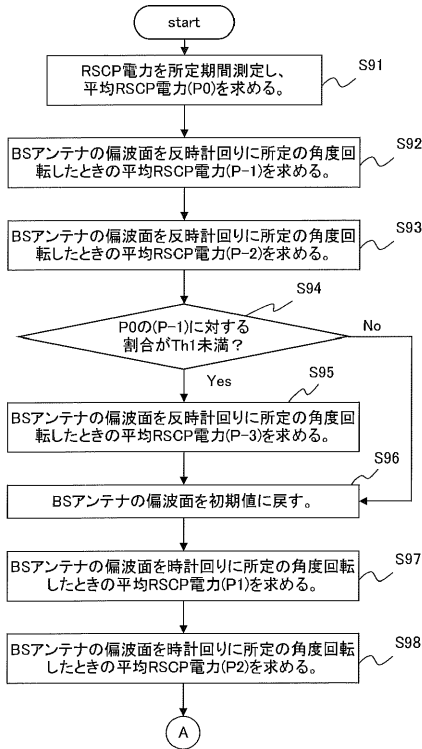
【 図 1 0 】

スレーブ側中継装置での偏波面の調整の例を説明するフローチャート



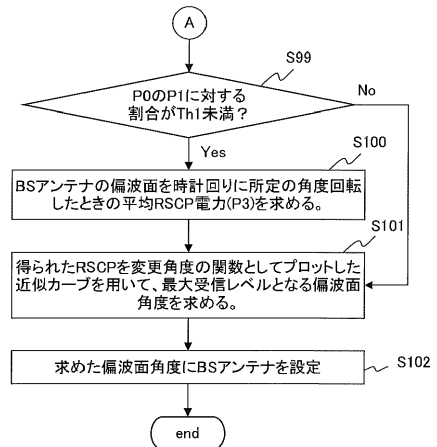
【 図 1 1 A 】

BSアンテナの調整方法の例を説明するフローチャート



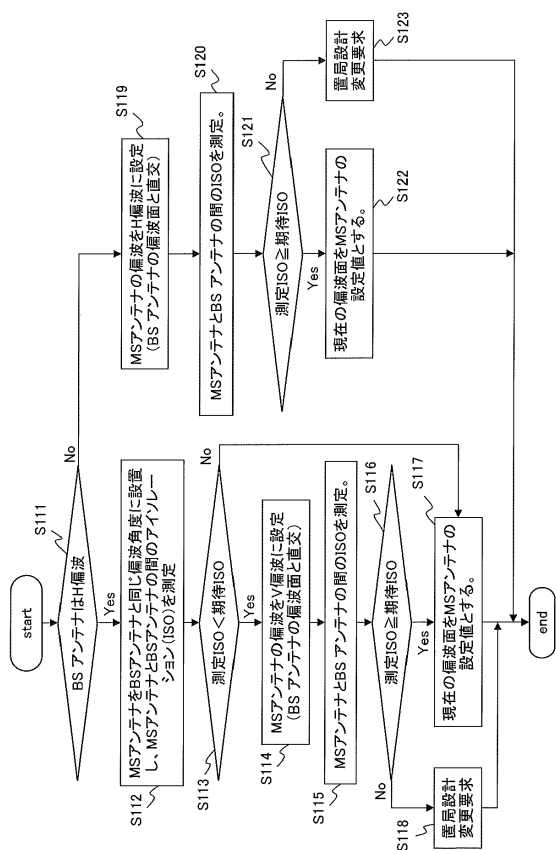
【 図 1 1 B 】

BSアンテナの調整方法の例を説明するフローチャート



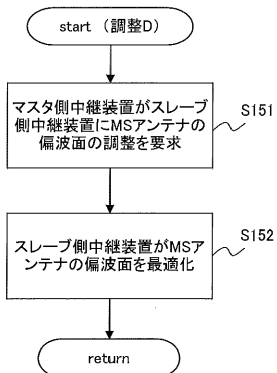
【 図 1 2 】

MSアンテナの調整方法を説明するフローチャート



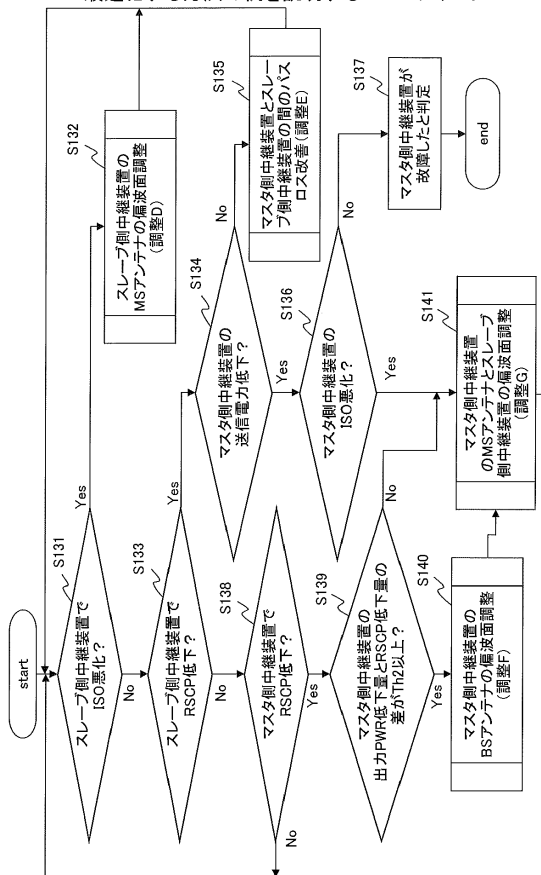
【 図 1 4 】

スレーブ側中継装置での偏波面の調整の例を説明するフローチャート



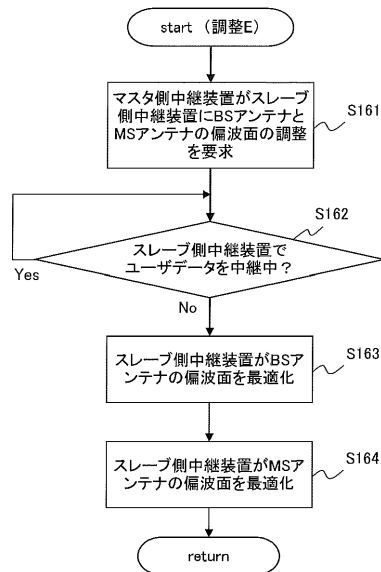
【 図 1 3 】

運用中の環境の変化に応じて中継装置の設定を最適化する方法の例を説明するフローチャート



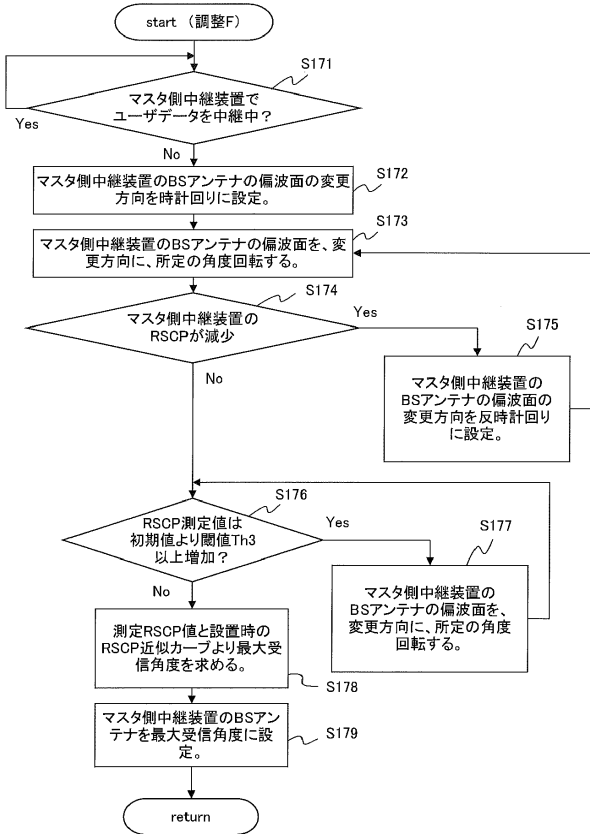
【 図 1 5 】

マスタ側中継装置とスレーブ側中継装置間のパスロスを軽減する処理の例を説明するフローチャート



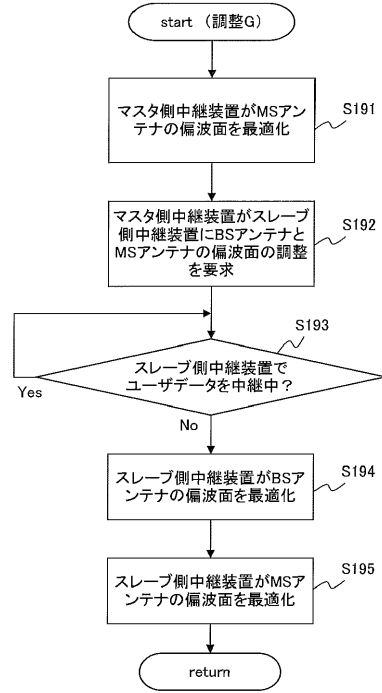
【 図 1 6 】

マスタ側中継装置でのBSアンテナの調整の例を説明するフローチャート



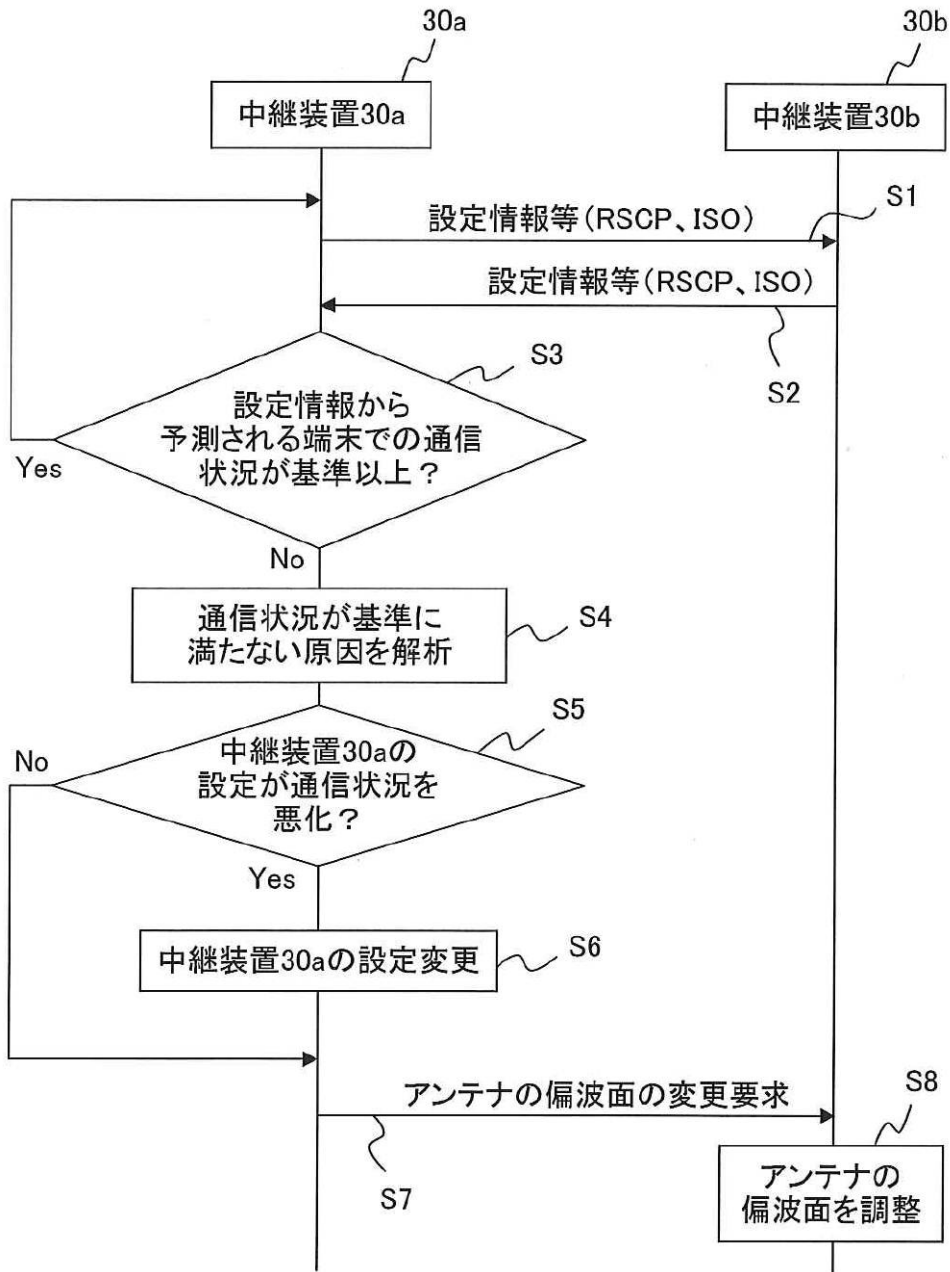
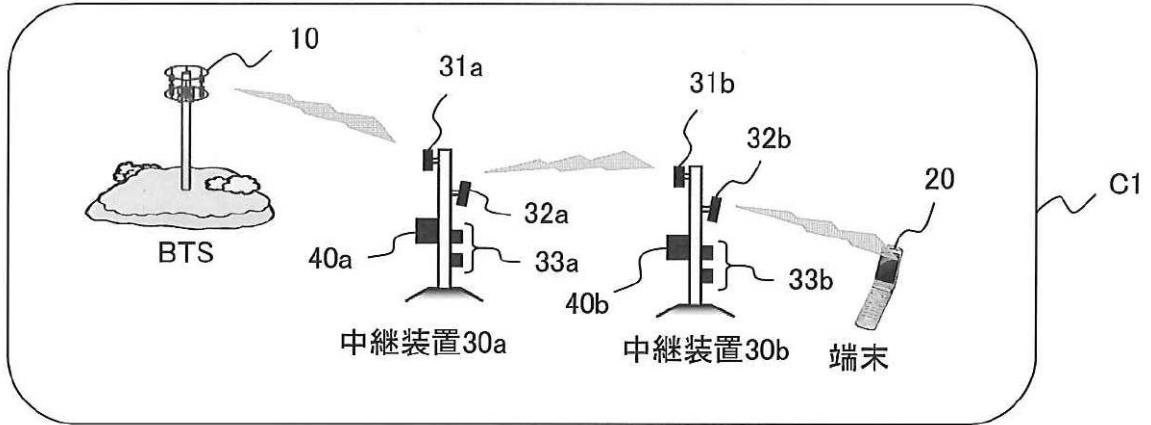
【 図 1 7 】

マスタ側中継装置でのMSアンテナとスレーブ側の中継装置の調整の例を説明するフローチャート



【図1】

実施形態にかかる調整方法の例を説明する図



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K072 AA22 DD16 GG02 GG05 GG14 HH02 HH08  
5K159 CC05 DD02 DD12 DD27