

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7614609号
(P7614609)

(45)発行日 令和7年1月16日(2025.1.16)

(24)登録日 令和7年1月7日(2025.1.7)

(51)国際特許分類		F I	
H 0 4 W	76/15 (2018.01)	H 0 4 W	76/15
H 0 4 W	16/28 (2009.01)	H 0 4 W	16/28 1 3 0
H 0 4 W	88/04 (2009.01)	H 0 4 W	88/04
H 0 4 W	16/26 (2009.01)	H 0 4 W	16/26
H 0 4 W	40/24 (2009.01)	H 0 4 W	40/24
請求項の数 6 (全18頁)			
(21)出願番号	特願2021-123646(P2021-123646)	(73)特許権者	000004226
(22)出願日	令和3年7月28日(2021.7.28)		日本電信電話株式会社
(65)公開番号	特開2023-19145(P2023-19145A)		東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(43)公開日	令和5年2月9日(2023.2.9)	(73)特許権者	504132272
審査請求日	令和5年10月4日(2023.10.4)		国立大学法人京都大学
			京都府京都市左京区吉田本町36番地1
		(74)代理人	110004381
			弁理士法人I T O H
		(74)代理人	100107766
			弁理士 伊東 忠重
		(74)代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(74)代理人	100124844
			弁理士 石原 隆治
		(72)発明者	中平 俊朗
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 無線通信方法、及び無線通信システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基地局からの指示に基づいて、複数の無線局が、受信した無線信号を他の無線局へ中継する中継通信を行う中継通信用リンクを確立する確立ステップと、

前記基地局が、データを無線信号でマルチアンテナ送信する送信ステップと、

前記複数の無線局のうち、一の無線局が、前記基地局から受信した無線信号と、前記中継通信で他の無線局から受信した1つ以上の無線信号とを用いて、前記データを受信する受信ステップと、

を含み、

前記基地局が実行する前記送信ステップは、制御情報を含む無線信号をマルチアンテナ送信し、

10

前記複数の無線局は、前記基地局から受信した無線信号に含まれる前記制御情報に基づいて、前記中継通信を行い、

前記基地局は、前記複数の無線局の稼働状態に基づいて、前記中継通信を行う無線局、中継送信順、及び中継するストリーム数のうち、少なくとも1つを決定する、

無線通信方法。

【請求項2】

基地局からの指示に基づいて、複数の無線局が、受信した無線信号を他の無線局へ中継する中継通信を行う中継通信用リンクを確立する確立ステップと、

前記基地局が、データを無線信号でマルチアンテナ送信する送信ステップと、

20

前記複数の無線局のうち、一の無線局が、前記基地局から受信した無線信号と、前記中継通信で他の無線局から受信した１つ以上の無線信号とを用いて、前記データを受信する受信ステップと、

を含み、

前記基地局が実行する前記送信ステップは、制御情報を含む無線信号をマルチアンテナ送信し、

前記複数の無線局は、前記基地局から受信した無線信号に含まれる前記制御情報に基づいて、前記中継通信を行い、

前記複数の無線局が前記中継通信を行う前に、前記基地局が、前記複数の無線局の稼働状態を制御する、無線通信方法。

10

【請求項３】

基地局からの指示に基づいて、複数の無線局が、受信した無線信号を他の無線局へ中継する中継通信を行う中継信用リンクを確立する確立ステップと、

前記基地局が、データを無線信号でマルチアンテナ送信する送信ステップと、

前記複数の無線局のうち、一の無線局が、前記基地局から受信した無線信号と、前記中継通信で他の無線局から受信した１つ以上の無線信号とを用いて、前記データを受信する受信ステップと、

を含み、

前記基地局が実行する前記送信ステップは、制御情報を含む無線信号をマルチアンテナ送信し、

20

前記複数の無線局は、前記基地局から受信した無線信号に含まれる前記制御情報に基づいて、前記中継通信を行い、

前記基地局は、前記中継通信を行う無線局ごとに異なる送信待機期間を設定する、無線通信方法。

【請求項４】

前記確立ステップは、

前記一の無線局が、

前記基地局からの指示に基づいてブロードキャスト信号を送信するステップと、

前記ブロードキャスト信号に対して応答を返した他の無線局と前記中継信用リンクを確立するステップと、

30

前記中継信用リンクの確立結果を前記基地局に通知するステップと、

を実行する、請求項１乃至３のいずれか一項に記載の無線通信方法。

【請求項５】

前記制御情報は、

前記中継通信の宛先の無線局の情報と、

前記中継通信を行う際に利用する、周波数チャネルの情報、中継送信順又は送信待機期間の情報、及び送信アンテナパターンの情報のうち、少なくとも１つの情報と、

を含む、請求項１乃至３のいずれか一項に記載の無線通信方法。

【請求項６】

請求項１乃至５のいずれか一項に記載の無線通信方法を実行する無線通信システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、無線通信方法、及び無線通信システムに関する。

【背景技術】

【０００２】

無線通信システムにおける大容量化技術のために現在広く用いられている技術として複数アンテナを用いて同一の無線チャネルで空間分割多重を行うMIMO（Multiple Input Multiple Output）があり、様々な無線システムにおいて採用されている。

【０００３】

50

MIMO伝送では、一般的に伝送したい空間ストリーム数以上のアンテナ数を送受信側で備えることで、複数の空間ストリームが混在した状態で受信される信号に対し、MIMO復調処理を行えることが知られている。そのため、MIMO伝送の容量を拡大するためには、送受信側双方でなるべく多くのアンテナ数を備えることが望ましい。しかしながら、実際には装置上の制約、特に端末局側が備えることができるアンテナ数が、装置の大きさや消費電力の観点から制約されることがあり、これにより伝送可能な空間ストリーム数が低下してしまうという課題がある。

【0004】

そこで、端末局同士が互いに連携し、自局が受信した無線信号を、宛先端末局に対して中継伝送することで、宛先端末局において、MIMO伝送の容量を拡大する「端末連携MIMO伝送方式」が検討されている。（例えば、非特許文献1、2参照）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】笠井、村田、中平、石原、守山、" 端末連携MIMO受信におけるレプリカ信頼度を用いた端末選択の一検討," 信学総大会, Mar. 2020

【文献】Mampe Kasai, Hidekazu Murata, "Study of Terminal Selection Scheme Using Reliability of Replicain Terminal Collaborated MIMO Reception," URSI GASS 2020, Rome, Italy, 29 August - 5 September 2020

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の技術では、無線局（端末）連携MIMO通信自体は提案がされているが、具体的にどのような手順によって無線局を連携してMIMO通信を実現するかについては、十分に検討が行われていなかった。

【0007】

本発明の実施形態は、上記の問題点に鑑みてなされたものであって、複数の無線局を連携して、MIMO通信の容量を拡大する具体的な無線通信方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

30

上記の課題を解決するため、本発明の実施形態に係る無線通信方法は、基地局からの指示に基づいて、複数の無線局が、受信した無線信号を他の無線局へ中継する中継通信を行う中継信用リンクを確立する確立ステップと、前記基地局が、データを無線信号でマルチアンテナ送信する送信ステップと、前記複数の無線局のうち、一の無線局が、前記基地局から受信した無線信号と、前記中継通信で他の無線局から受信した1つ以上の無線信号とを用いて、前記データを受信する受信ステップと、を含み、前記基地局が実行する前記送信ステップは、制御情報を含む無線信号をマルチアンテナ送信し、前記複数の無線局は、前記基地局から受信した無線信号に含まれる前記制御情報に基づいて、前記中継通信を行い、前記基地局は、前記複数の無線局の稼働状態に基づいて、前記中継通信を行う無線局、中継送信順、及び中継するストリーム数のうち、少なくとも1つを決定する。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明の実施形態によれば、複数の無線局を連携して、MIMO通信の容量を拡大する具体的な無線通信方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本実施形態に係る無線通信システムのシステム構成の例を示す図である。

【図2】本実施形態に係る通信処理の概要について説明するための図である。

【図3】本実施形態に係る無線通信システムの機能構成の例を示す図である。

【図4】本実施形態に係る中継信用の制御情報の一例のイメージを示す図である。

50

【図 5】本実施形態に係る無線局の管理情報について説明するための図である。

【図 6】実施例 1 に係る無線通信処理の例を示すフローチャートである。

【図 7】実施例 1 に係る中継通信用リンクの確立処理の例を示すフローチャートである。

【図 8】実施例 1 に係るマルチアンテナ伝送処理の例を示すフローチャートである。

【図 9】実施例 2 に係るマルチアンテナ伝送処理の例を示すフローチャートである。

【図 10】本実施形態に係る基地局、及び無線局のハードウェア構成の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態（本実施形態）を説明する。以下で説明する実施形態は一例に過ぎず、本発明が適用される実施形態は、以下の実施形態に限られない。

10

【0012】

<システム構成>

図 1 は、本実施形態に係る無線通信システムのシステム構成の例を示す図である。無線通信システム 1 は、例えば、図 1 に示すように、基地局 10 と、基地局 10 と通信可能な複数の無線局 20 - 1 ~ 20 - 5 とを含む。なお、以下の説明において、複数の無線局 20 - 1 ~ 20 - 5 のうち、任意の無線局を示す場合、「無線局 20」を用いる。また、図 1 に示す無線局 20 の数は一例であり、無線局 20 の数は、2 つ以上の他の数であって良い。

【0013】

無線通信システム 1 は、無線局 20 同士が互いに連携し、自局が受信した無線信号を、宛先の無線局 20 に対して中継伝送することで、宛先の無線局 20 において、MIMO 伝送の容量を拡大する無線局（端末）連携 MIMO 通信を行うシステムである。

20

【0014】

図 1 において、基地局 10 は、複数のアンテナ 11 を用いて、例えば、無線局 20 - 1 に対して、データを MIMO 信号（無線信号）12 でマルチアンテナ送信する。また、無線局 20 - 2 ~ 20 - 5 は、基地局 10 が無線局 20 - 1 に対して送信した MIMO 信号 12 を受信すると、受信した MIMO 信号に含まれる制御情報に基づいて、受信した MIMO 信号 12 を宛先の無線局 20 - 1 に転送する中継通信を行う。これにより、宛先の無線局 20 - 1 は、基地局 10 から受信した MIMO 信号 12 と、他の無線局 20 - 2 ~ 20 - 5 から受信した複数の MIMO 信号 21 とを用いて、自局が有するアンテナ数以上の受信信号により、データを MIMO 受信することができる。

30

【0015】

（通信処理の概要）

図 2 は、本実施形態に係る通信処理の概要について説明するための図である。まず、図 2 の左図を参照して、無線局 20 - 1 が、中継通信用リンクを確立する処理の概要について説明する。

【0016】

ステップ S1 において、基地局 10 は、無線局 20 - 1 に対して、中継通信用リンクの確立を要求する。ここで、中継通信用リンクは、複数の無線局 20 が、受信した MIMO 信号を他の無線局 20 へ中継する中継通信を行うための無線リンクである。

40

【0017】

ステップ S2 において、無線局 20 - 1 は、基地局 10 から受け付けた要求に応じて、所定のブロードキャスト信号を送信する。ここでは、無線局 20 - 1 が送信したブロードキャスト信号を、無線局 20 - 2 ~ 20 - 5 が受信し、無線局 20 - 6 が受信できないものとして以下の説明を行う。

【0018】

ステップ S3 において、所定のブロードキャスト信号を受信した無線局 20 - 2 ~ 20 - 5 は、無線局 20 - 1 に対して中継通信の接続要求を送信する。また、無線局 20 - 1 は、例えば、接続要求を送信した無線局 20 - 2 ~ 20 - 5 に対して、接続許可を送信することにより、無線局 20 - 2 ~ 20 - 5 と中継通信用リンクを確立する。

50

【 0 0 1 9 】

ステップ S 4 において、無線局 2 0 - 1 は、中継通信用リンクの確立結果を基地局 1 0 に送信する。一例として、無線局 2 0 - 1 は、中継通信用リンクの確立した他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 の情報（例えば、他の無線局の識別情報、他の無線局の数、他の無線局からの受信信号の強度等）を、基地局 1 0 に通知する。

【 0 0 2 0 】

ステップ S 5 において、基地局 1 0 は、無線局 2 0 - 1 から受信した中継通信用リンクの確立結果に基づいて、無線局 2 0 - 1 に対して中継通信を行う他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 の情報を更新する。例えば、基地局 1 0 は、無線局 2 0 - 1 から受信した中継通信用リンクの確立結果に基づいて、無線局 2 0 - 1 の連携リンク情報、及びケーパビリティ情報等を更新する。ここで、無線局 2 0 - 1 の連携リンク情報には、例えば、無線局 2 0 - 1 に対して中継通信を行う他の無線局 2 0 の情報、及び通信優先度等の情報が含まれる。

10

【 0 0 2 1 】

続いて、図 2 の右図を参照して、基地局 1 0 から、宛先の無線局 2 0 - 1 に対して、無線局（端末）連携 M I M O 伝送を行う処理の概要について説明する。

【 0 0 2 2 】

ステップ S 6 において、基地局 1 0 は、例えば、無線局 2 0 - 1 に対して中継通信を行う他の無線局 2 0 の情報、他の無線局 2 0 の稼働状態等に基づいて、端末連携 M I M O 通信の可否と、中継通信を行う無線局 2 0 とを決定する。なお、他の無線局 2 0 の稼働状態は、例えば、基地局 1 0 が、通信プロトコルの無線管理機能等を利用して取得しても良いし、各無線局 2 0 に稼働状態を問い合わせ取得しても良い。

20

【 0 0 2 3 】

ステップ S 7 において、基地局 1 0 は、中継通信用の制御情報を含む M I M O 信号を送信する。例えば、基地局 1 0 は、無線フレームのプリアンブル部に中継通信用の制御情報を含め、空間ストリーム数を決定した上で、無線局 2 0 - 1 向けのデータを M I M O 信号で送信する。なお、基地局 1 0 は、無線フレームのプリアンブル部に限られず、例えば、無線フレームのヘッダ部等に、中継通信用の制御情報を含む M I M O 信号を、無線局 2 0 - 1 に送信しても良い。

【 0 0 2 4 】

ステップ S 8 において、他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 は、基地局 1 0 から受信した M I M O 信号に含まれる中継通信用の制御情報に基づいて、受信した M I M O 信号を、宛先の無線局 2 0 - 1 に送信（中継）する。なお、中継通信用の制御情報には、例えば、宛先の無線局 2 0 - 1 の情報、周波数チャネル、中継送信順、アンテナパターン等の情報が含まれ得る。

30

【 0 0 2 5 】

ステップ S 9 において、無線局 2 0 - 1 は、基地局 1 0 から受信した M I M O 信号と、他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 から受信した複数の M I M O 信号とを用いて、M I M O 受信処理を行うことにより、データを受信する。例えば、無線局 2 0 - 1 は、他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 から受信した M I M O 信号を、あたかも自局が備える複数のアンテナで受信した M I M O 信号であるかのように処理することにより、M I M O 伝送の容量を拡大して、データを受信する。

40

【 0 0 2 6 】

上記の各処理により、本実施形態によれば、複数の無線局を連携して、M I M O 通信の容量を拡大する具体的な無線通信方法を提供することができる。

【 0 0 2 7 】

< 無線通信システムの機能構成 >

図 3 は、本実施形態に係る無線通信システムの機能構成の例を示す図である。

【 0 0 2 8 】

（無線局の機能構成）

無線局 2 0 は、例えば、コンピュータの構成を備え、当該コンピュータが所定のプログ

50

ラムを実行することにより、通信部 3 1 1、中継通信部 3 1 2、復調部 3 1 3、及び情報送信部 3 1 4等を実現している。なお、上記の各機能構成のうち、少なくとも一部は、ハードウェアによって実現されるものであっても良い。なお、図 3 において、他の無線局 2 0 - 2、2 0 - 3、・・・は、無線局 2 0 - 1と同様の機能構成を有しているものとする。
【 0 0 2 9 】

通信部 3 1 1は、基地局 1 0と所定の無線通信規格に基づいて無線通信を行う通信処理を実行する。例えば、通信部 3 1 1は、基地局 1 0との制御情報の送受信、及び M I M O 信号によるデータの送受信等を行う。

【 0 0 3 0 】

中継通信部 3 1 2は、基地局 1 0からの指示に基づいて、複数の無線局 2 0が、受信した無線信号を他の無線局 2 0へ中継する中継通信を行う中継信用リンクを確立する。また、中継通信部 3 1 2は、通信部 3 1 1が受信した M I M O 信号に含まれる制御情報に従って中継通信を行う中継通信処理を実行する。例えば、中継通信部 3 1 2は、制御情報を参照して、通信部 3 1 1が受信した M I M O 信号が他の無線局 2 0宛ての M I M O 信号である場合、当該無線局 2 0に M I M O 信号を中継通信で転送（中継）する。また、中継通信部 3 1 2は、他の無線局 2 0から、自局宛に転送された M I M O 信号を受信する。

10

【 0 0 3 1 】

好ましくは、中継通信部 3 1 2は、通信部 3 1 1が、基地局 1 0からの M I M O 信号を受信する周波数チャネルとは異なる周波数チャネルを用いて、無線通信により中継通信を行う。なお、中継通信部 3 1 2が中継通信を行う無線通信方式は、通信部 3 1 1と同じ無線通信方式であっても良いし、異なる無線通信方式であっても良い。

20

【 0 0 3 2 】

復調部 3 1 3は、通信部 3 1 1が、基地局 1 0から受信した自局宛の M I M O 信号と、中継通信部 3 1 2が他の無線局 2 0から受信した M I M O 信号とを用いて、M O M O 信号を復調、及び復号してデータを受信する。

【 0 0 3 3 】

情報送信部 3 1 4は、無線局 2 0の情報を基地局 1 0に送信する情報送信処理を実行する。例えば、情報送信部 3 1 4は、中継通信部 3 1 2による中継信用リンクの確立結果等を基地局 1 0に送信する。また、情報送信部 3 1 4は、例えば、基地局 1 0からの要求に応じて、無線局 2 0の状態（例えば、アクティブ、スリープ等）を、基地局 1 0に送信する。

30

【 0 0 3 4 】

（基地局の機能構成）

基地局 1 0は、例えば、コンピュータの構成を備え、当該コンピュータが所定のプログラムを実行することにより、通信部 3 0 1、中継通信制御部 3 0 2、及び稼働状態管理部 3 0 3等を実現している。なお、上記の各機能構成のうち、少なくとも一部は、ハードウェアによって実現されるものであっても良い。

【 0 0 3 5 】

通信部 3 0 1は、複数の無線局 2 0 - 1、2 0 - 2、2 0 - 3、・・・と所定の無線通信規格に基づいて無線通信を行う通信処理を実行する。例えば、通信部 3 0 1は、無線局 2 0との制御情報の送受信、及び M I M O 信号によるデータの送受信等を行う。

40

【 0 0 3 6 】

本実施形態に係る通信部 3 0 1は、例えば、複数のアンテナ 1 1を用いて、無線局 2 0 - 1に M I M O 信号をマルチアンテナ送信するときに、中継信用の制御情報を含む M I M O 信号を送信する。

【 0 0 3 7 】

図 4 は、本実施形態に係る中継信用の制御情報の一例のイメージを示す図である。例えば、基地局 1 0は、無線局 2 0 - 1宛ての M I M O 信号に、無線局 2 0 - 2用の制御情報 4 0 1、無線局 2 0 - 3用の制御情報 4 0 2、無線局 2 0 - 4用の制御情報 4 0 3、無線局 2 0 - 5用の制御情報 4 0 4、・・・等を含めて送信する。

50

【 0 0 3 8 】

図 4 の例では、各制御情報 4 0 1 ~ 4 0 4 には、項目として、「宛先」、「周波数チャネル」、「中継送信順」、「アンテナパターン」等の情報が含まれる。「宛先」は、M I M O 信号の宛先の無線局 2 0 - 1 を特定するための情報（例えば、識別情報、無線局名、番号等）である。「周波数チャネル」は、中継通信で用いる周波数チャネルの周波数を指定する情報である。

【 0 0 3 9 】

「中継送信順」は、他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 が、受信した M I M O 信号を、宛先の無線局 2 0 - 1 に送信（中継）する順番を示す情報である。「中継送信順」は、一例として、無線局 2 0 - 1 が、他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 と中継通信用リンクを確立したときに、他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 からの受信信号の強度等に基づいて決定し、中継通信用リンクの確立結果に含めて、基地局 1 0 に通知しても良い。例えば、無線局 2 0 - 1 は、他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 からの受信信号強度が強い順に、各無線局 2 0 の中継送信順を決定しても良い。或いは、無線局 2 0 - 1 は、他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 からの受信信号品質が高い順に、各無線局 2 0 の中継送信順を決定しても良い。

10

【 0 0 4 0 】

別の一例として、無線局 2 0 - 1 は、他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 と中継通信用リンクを確立したときに、他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 からの受信信号強度情報を含む中継通信用リンクの確立結果を、基地局 1 0 に通知しても良い。この場合、基地局 1 0 は、中継通信用リンクの確立結果に含まれる他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 からの受信信号強度情報に基づいて、「中継送信順」を決定する。

20

【 0 0 4 1 】

一例として、中継送信順が「1」の無線局 2 0 2 - 2 は、基地局 1 0 から、無線局 2 0 - 1 宛ての M I M O 信号を受信すると、例えば、所定の送信待機期間（NAV: Network Allocation Vector）を待たずに、受信した M I M O 信号を無線局 2 0 - 1 に中継する。また、中継送信順が「2」の無線局 2 0 2 - 3 は、基地局 1 0 から、無線局 2 0 - 1 宛ての M I M O 信号を受信すると、例えば、所定の送信待機期間だけ待機した後に、受信した M I M O 信号を無線局 2 0 - 1 に中継する。

【 0 0 4 2 】

中継送信順が「3」の無線局 2 0 2 - 4 は、基地局 1 0 から、無線局 2 0 - 1 宛ての M I M O 信号を受信すると、例えば、「所定の送信待機期間×2」だけ待機した後に、受信した M I M O 信号を無線局 2 0 - 1 に中継する。同様にして、中継送信順が「4」の無線局 2 0 2 - 5 は、基地局 1 0 から、無線局 2 0 - 1 宛ての M I M O 信号を受信すると、例えば、「所定の送信待機期間×3」だけ待機した後に、受信した M I M O 信号を無線局 2 0 - 1 に中継する。このように、他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 は、「中継送信順」の情報に従って、互いに異なるタイミングで、宛先の無線局 2 0 - 1 に M I M O 信号を中継することにより、同一の周波数チャネルで効率良く、中継処理を実行することができる。

30

【 0 0 4 3 】

なお、中継通信部 3 1 2 は、中継通信により遅延時間（RTT: Round Trip Time1）が長くなることを考慮して、送信待機期間を長めに設定することが望ましい。また、「中継送信順」の情報は、送信順序を示す番号に限られず、例えば、M I M O 信号を受信してから、宛先の無線局 2 0 に送信するまでの送信待機期間を示す値等であっても良い。要するに、「中継送信順」の情報は、他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 ごとに、異なる送信待機期間を設定するものであれば良く、その形式は任意の形式であって良い。

40

【 0 0 4 4 】

「アンテナパターン」は、他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 が、中継通信時に複数のアンテナパターンを選択できる場合に、アンテナパターンを指定する情報である。なお、「アンテナパターン」の情報はオプションであり、必須ではない。

【 0 0 4 5 】

このように、中継通信用の制御情報は、中継通信の宛先の無線局 2 0 の情報と、中継通

50

信を行う際に利用する「周波数チャネル」、「中継送信順」、及び「アンテナパターン」のうち、少なくとも1つの情報を含む。

【0046】

中継通信制御部302は、複数の無線局20が、受信したMIMO信号を他の無線局20へ中継する中継通信に関する様々な処理を実行する。例えば、中継通信制御部302は、宛先の無線局20（例えば、無線局20-1）に対して、中継通信用リンクの確立を要求し、宛先の無線局20から通知される中継通信用リンクの確立結果を受信する。また、中継通信制御部302は、宛先の無線局20から通知される中継通信用リンクの確立結果に基づいて、例えば、図4に示すような、他の無線局20-2～20-5用の制御情報401～404を作成する。

10

【0047】

稼働状態管理部303は、基地局10と通信可能な複数の無線局20の稼働状態を取得し、例えば、図5に示すような無線局の管理情報に記憶して管理する。

【0048】

図5は、本実施形態に係る無線局の管理情報について説明するための図である。図5の例では、無線局の管理情報500には、項目として、「送信先の無線局」、「送信元の無線局」、「稼働状態」、及び「アンテナ数」等の情報が含まれる。

【0049】

「送信先の無線局」は、宛先の無線局20（図5の例では、無線局20-1）を特定するための情報（例えば、識別情報、無線局名、番号等）である。「送信元の無線局」は、他の無線局（図5の例では、無線局20-2～20-5）を特定するための情報である。「稼働状態」は、「送信元の無線局」の稼働状態を表す情報である。稼働状態「アクティブ」は、「送信元の無線局」が、基地局10が送信するMIMO信号を受信可能な状態を示しており、稼働状態「スリープ」は、「送信元の無線局」が、MIMO信号を受信する前に、「アクティブ」状態への移行が必要である状態を示している。「アンテナ数」は、「送信元の無線局」が備えるアンテナの数を示している。

20

【0050】

好ましくは、中継通信制御部302は、例えば、図4に示すような、他の無線局20-2～20-5の制御情報401～404と、図5に示すような、無線局の管理情報500とを用いて、宛先の無線局20-1宛てのMIMO信号に付加する制御情報を作成する。

30

【0051】

例えば、中継通信制御部302は、図4に示すような、他の無線局20-2～20-5の制御情報401～404のうち、稼働状態が「スリープ」の無線局20-3、20-4の制御情報402、403を除外して、MIMO信号に付加する制御情報を作成する。

【0052】

また、中継通信制御部302は、図5に示すような、無線局の管理情報500を参照して、稼働状態が「アクティブ」の無線局20の数が少ない場合（又はない場合）、稼働状態が「スリープ」の無線局20を、「アクティブ」状態に移行させても良い。

【0053】

<処理の流れ>

40

続いて、本実施形態に係る無線通信方法の処理の流れについて説明する。

【0054】

[実施例1]

（無線通信処理）

図6は、実施例1に係る無線通信処理の例を示すフローチャートである。この処理は、無線通信システム1において、基地局10から、宛先の無線局20にMIMO信号を送送する際に、複数の無線局20が連携して、MIMO伝送の容量を拡大する無線局連携MIMO通信の処理の概要の一例を示している。

【0055】

ステップS601において、基地局10からの指示に基づいて、複数の無線局20-1

50

～ 20 - 5 が中継通信用リンクを確立する。なお、中継通信用リンクの確立処理の具体的な処理内容については、図 7 で後述する。

【 0056 】

ステップ S 602 において、基地局 10、及び複数の無線局 20 - 1 ～ 20 - 5 は、通信終了か否かを判断し、通信終了まで、ステップ S 603 ～ S 606 の処理を繰り返し実行する。

【 0057 】

ステップ S 603 において、基地局 10 が、無線局 20 - 1 宛てのデータを MIMO 信号で送信する。なお、MIMO 信号の送信処理の具体的な処理内容については、図 8 で後述する。

10

【 0058 】

ステップ S 604 において、宛先の無線局 20 が、基地局 10 から受信した MIMO 信号と、他の無線局 20 から中継通信で受信した MIMO 信号とを用いて、データを MIMO 受信する。なお、MIMO 信号の受信処理の具体的な処理内容については、図 8 で後述する。

【 0059 】

ステップ S 605 において、基地局 10 の中継通信制御部 302 は、前回の中継通信用リンクの確立から所定の時間を経過したか否かを判断する。前回の確立から所定の時間を経過していない場合、中継通信制御部 302 は、処理をステップ S 602 に戻す。一方、前回の確立から所定の時間を経過している場合、中継通信制御部 302 は、処理をステップ S 606 に移行させる。

20

【 0060 】

ステップ S 606 に移行すると、基地局 10 からの指示に基づいて、複数の無線局 20 - 1 ～ 20 - 5 が中継通信用リンクを更新（再確立）して、処理をステップ S 602 に戻す。

【 0061 】

（中継用リンクの確立処理）

図 7 は、実施例 1 に係る中継通信用リンクの確立処理の例を示す図である。この処理は、例えば、図 6 のステップ S 601 において、無線通信システム 1 が実行する中継通信用リンクの確立処理の具体的な一例を示している。

30

【 0062 】

ステップ S 701 において、基地局 10 の中継通信制御部 302 は、例えば、宛先（データの送信先）の無線局 20 - 1 に対して、中継通信用リンクの確立を指示する中継用リンクの確立要求を送信する。

【 0063 】

ステップ S 702 において、無線局 20 - 1 の中継通信部 312 は、基地局 10 からの指示に従って、所定のブロードキャスト信号を送信（ブロードキャスト送信）する。なお、この所定のブロードキャスト信号は、例えば、ブロードキャスト信号を受信した他の無線局 20 に対して、ブロードキャスト信号を送信した無線局 20 への接続要求の送信を要求する、予め定められた信号であるものとする。

40

【 0064 】

ステップ S 703 において、無線局 20 - 1 の中継通信部 312 は、ブロードキャスト信号を送信した時点から、所定の時間を経過したか否かを判断し、所定の時間を経過していない場合、処理をステップ S 704 に移行させる。一方、所定の時間を経過している場合、中継通信部 312 は、処理をステップ S 706 に移行させる。なお、所定の時間は、所定のブロードキャスト信号を受信した他の無線局 20 - 2 ～ 20 - 5 が送信する接続要求の受け付けに必要な時間が、予め設定されているものとする。

【 0065 】

ステップ S 704 に移行すると、無線局 20 - 1 の中継通信部 312 は、他の無線局 20 から接続要求を受信したか否かを判断し、他の無線局 20 から接続要求を受信した場合

50

、ステップ S 7 0 5 の処理を実行する。一方、他の無線局 2 0 から接続要求を受信していない場合、中継通信部 3 1 2 は、ステップ S 7 0 5 の処理の実行を中止して、処理をステップ S 7 0 3 に戻す。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 7 0 5 に移行すると、無線局 2 0 - 1 の中継通信部 3 1 2 は、接続要求を送信した要求元の他の無線局 2 0 に接続許可を送信して、当該無線局 2 0 と中継通信用リンクを確立し、処理をステップ S 7 0 3 に戻す。

【 0 0 6 7 】

ステップ S 7 0 3 ~ S 7 0 5 の処理により、無線局 2 0 - 1 の中継通信部 3 1 2 は、他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 と、中継通信用リンクを確立することができる。

10

【 0 0 6 8 】

一方、ステップ S 7 0 3 から S 7 0 6 に移行すると、無線局 2 0 - 1 の情報送信部 3 1 4 は、中継通信部 3 1 2 による中継通信用リンクの確立結果を、基地局 1 0 に送信する。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 7 0 7 において、基地局 1 0 の中継通信制御部 3 0 2 は、無線局 2 0 - 1 から通知された中継通信用リンクの確立結果に基づいて、無線局 2 0 - 1 に対して中継通信を行う他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 の情報を更新する。例えば、中継通信制御部 3 0 2 は、図 5 に示すような無線局の管理情報 5 0 0 に、無線局 2 0 - 1 と中継通信用リンクを確立した他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 の情報を記憶する。また、中継通信制御部 3 0 2 は、例えば、図 4 に示すような、他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 用の制御情報 4 0 1 ~ 4 0 4 に含まれる情報のうち、1 つ以上の情報を更新する。

20

【 0 0 7 0 】

(マルチアンテナ伝送処理)

図 8 は、実施例 1 に係るマルチアンテナ伝送処理の例を示すフローチャートである。この処理は、例えば、図 6 のステップ S 6 0 3、S 6 0 4 において、無線通信システム 1 が実行するマルチアンテナ伝送処理の具体的な一例を示している。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 8 0 1 において、基地局 1 0 の中継通信制御部 3 0 2 は、図 7 のステップ S 7 0 7 で更新した他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 の情報と、他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 の稼働状態とに基づいて、中継通信の制御情報を作成する。例えば、中継通信制御部 3 0 2 は、図 5 に示すような無線局の管理情報 5 0 0 の「稼働状態」を参照して、他の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 から、中継通信を行う無線局 2 0、中継送信順、及び空間ストリーム数等を決定する。例えば、中継通信制御部 3 0 2 は、他の複数の無線局 2 0 - 2 ~ 2 0 - 5 のうち、稼働状態が「アクティブ」である無線局 2 0 - 2、2 0 - 5 を、中継通信を行う無線局 2 0 に決定しても良い。また、中継通信制御部 3 0 2 は、中継通信を行う無線局 2 0 の各々に対して、例えば、図 4 に示すような、中継通信の制御情報 4 0 1 ~ 4 0 4 を作成する。

30

【 0 0 7 2 】

また、基地局 1 0 の通信部 3 0 1 は、中継通信制御部 3 0 2 が作成した中継通信用の制御情報を含む M I M O 信号を、複数のアンテナ 1 1 を用いて、複数の空間ストリームでマルチアンテナ送信する。

40

【 0 0 7 3 】

ステップ S 8 0 2 において、基地局 1 0 から M I M O 信号を受信した他の無線局 2 0 は、受信した M I M O 信号に含まれる中継通信用の制御情報に従って、受信した M I M O 信号を宛先の無線局 2 0 - 1 に中継 (送信) する。例えば、他の無線局 2 0 は、中継通信用の制御情報で指定された「宛先」に、指定された「周波数チャネル」、「中継送信順」、及び「アンテナパターン」で、受信した M I M O 信号を転送する。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 8 0 3 において、宛先の無線局 2 0 - 1 の復調部 3 1 3 は、通信部 3 1 1 が基地局 1 0 からした自局宛の信号と、中継通信部 3 1 2 が他の無線局 2 0 から受信した 1

50

つ以上の信号とを用いて、MIMO信号を復調し、データを受信する。

【0075】

上記の各処理により、無線通信システム1は、基地局10による制御により、複数の無線局20の中継用リンクの状態、及び稼働状態等に基づいて、複数の無線局20を動的に連携して、無線局連携マルチアンテナ伝送(MIMO通信)を実施することができる。

【0076】

以上、本実施形態によれば、複数の無線局20を連携して、MIMO通信の容量を拡大する具体的な無線通信方法を提供することができる。

【0077】

[第2実施例]

第2実施例では、複数の無線局20が中継通信を行う前に、基地局10が、複数の無線局20の稼働状態を制御する場合の処理の例について説明する。

【0078】

図9は、第2実施例に係るマルチアンテナ伝送処理の例を示すフローチャートである。この処理は、例えば、図6のステップS603、S604において、無線通信システム1が実行するマルチアンテナ伝送処理の別の一例を示している。なお、図9に示す処理のうち、ステップS801～S803の処理は、図8で説明した第1の実施例に係るマルチアンテナ伝送処理と同様なので、ここでは説明を省略する。

【0079】

ステップS901において、基地局10の中継通信制御部302は、稼働状態管理部303が管理する無線局20の稼働状態を取得する。例えば、中継通信制御部302は、図5に示すような無線局の管理情報500から、「送信元の無線局」の「稼働状態」を取得する。

【0080】

ここで、稼働状態「アクティブ」は、送信元の無線局20が、基地局10が送信するMIMO信号を受信して、送信先の無線局20-1に中継可能な状態にあることを示している。一方、稼働状態「スリープ」は、基地局10が送信するMIMO信号の受信処理を停止しているが、基地局10からの制御情報の受信は可能な状態を示している。

【0081】

ステップS902において、基地局10の中継通信制御部302は、スリープ中の他の無線局20を稼働させるか否かを判断する。例えば、中継通信制御部302は、稼働状態が「アクティブ」である他の無線局20の数が、所定の数に満たない場合、スリープ中の他の無線局20を稼働させると判断し、処理をステップS903に移行させる。一方、中継通信制御部302は、稼働状態が「アクティブ」である他の無線局20の数が、所定の数以上である場合、スリープ中の他の無線局20を稼働させないと判断し、処理をステップS801に移行させる。

【0082】

ステップS903に移行すると、基地局10の中継通信制御部302は、例えば、稼働状態管理部303を用いて、スリープ中の他の無線局20のうち、必要な数の他の無線局20を稼働させる。例えば、中継通信制御部302は、稼働状態が「アクティブ」な他の無線局20の数が、所定の数以上となるように、必要な数の他の無線局20に、稼働状態管理部303を用いて、「アクティブ」状態への移行を要求する稼働要求を送信する。

【0083】

このように、第2実施例に係る無線通信システム1では、複数の無線局20が中継通信を行う前に、基地局10が、複数の無線局20の稼働状態を制御する。従って、第2実施例によれば、無線通信システム1は、複数の無線局20の稼働状態によらずに、所定の数以上の他の無線局20を用いて、無線局連携MIMO通信を実施することができる。

【0084】

<ハードウェア構成例>

図10は、本実施形態に係る基地局、及び無線局のハードウェア構成の例を示す図であ

10

20

30

40

50

る。基地局 10、及び無線局 20 は、例えば、図 10 に示すようなコンピュータ 1000 の構成を備えている。図 10 の例では、コンピュータ 1000 は、プロセッサ 1001、メモリ 1002、ストレージデバイス 1003、通信装置 1004、入力装置 1005、出力装置 1006、及びバス B 等を有する。

【0085】

プロセッサ 1001 は、例えば、所定のプログラムを実行することにより、様々な機能を実現する CPU (Central Processing Unit) 等の演算装置である。メモリ 1002 は、コンピュータ 1000 が読み取り可能な記憶媒体であり、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory) 等を含む。ストレージデバイス 1003 は、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体であり、例えば、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、各種の光ディスク、及び光磁気ディスク等を含み得る。

10

【0086】

通信装置 1004 は、無線、又は有線のネットワークを介して他の装置と通信を行うための 1 つ以上のハードウェア (送受信デバイス) を含む。本実施形態では、通信装置 1004 には、複数のアンテナ 11、無線回路、及びベースバンド処理と通信制御処理とを実行する通信用のプロセッサ等が含まれ得る。

【0087】

入力装置 1005 は、外部からの入力を受け付ける入力デバイス (例えば、キーボード、マウス、マイクロフォン、スイッチ、ボタン、センサ等) である。出力装置 1006 は、外部への出力を実施する出力デバイス (例えば、ディスプレイ、スピーカ、LED ランプ等) である。なお、入力装置 1005 と出力装置 1006 とは、一体となった構成 (例えば、タッチパネルディスプレイ等の入出力装置) であっても良い。

20

【0088】

バス B は、上記の各構成要素に共通に接続され、例えば、アドレス信号、データ信号、及び各種の制御信号等を伝送する。なお、プロセッサ 1001 は、CPU に限られず、例えば、DSP (Digital Signal Processor)、PLD (Programmable Logic Device)、又は FPG A (Field Programmable Gate Array) 等であっても良い。

【0089】

(補足)

30

なお、本実施形態における基地局 10、及び無線局 20 は専用装置による実現に限らず、汎用コンピュータで実現するようにしても良い。その場合、この機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現しても良い。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OS や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

【0090】

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の様々な記憶装置を含む。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでも良い。

40

【0091】

また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであっても良く、PLD (Programmable Logic Device) や FPG A (Field Programmable Gate Array) 等のハードウェアを用いて実現されるものであっても良い。

50

【 0 0 9 2 】

< 実施形態の効果 >

本実施形態による無線通信システム 1 によれば、複数の無線局を連携して、M I M O 通信の容量を拡大する具体的な無線通信方法を提供することができる。

【 0 0 9 3 】

また、無線通信システム 1 は、基地局 1 0 からの制御に基づいて、複数の無線局 2 0 が中継通信用リンクを確立し、中継通信用のリンクの確立結果を基地局 1 0 に通知する。これにより、基地局 1 0 は、中継通信用のリンクの確立結果に基づいて、宛先の無線局 2 0 に中継通信を行う他の無線局 2 0 を迅速に決定することができる。

【 0 0 9 4 】

好ましくは、基地局 1 0 は、中継通信用のリンクの確立結果と、複数の無線局 2 0 の稼働状態とに基づいて、宛先の無線局 2 0 に中継通信を行う他の無線局 2 0 を決定する。これにより、無線通信システム 1 は、宛先の無線局 2 0 に中継通信を行う他の無線局 2 0 を迅速に決定できるとともに、安定した中継通信を行うことができる。

【 0 0 9 5 】

好ましくは、基地局 1 0 は、複数の無線局 2 0 が中継通信を行う前に、必要に応じて、無線局 2 0 の稼働制御を行う。これにより、無線通信システム 1 は、例えば、複数の無線局 2 0 がスリープ状態である場合であっても、無線局連携 M I M O 通信の性能を十分に引き出すことができる。

【 0 0 9 6 】

< 実施形態のまとめ >

本明細書には、少なくとも下記各項の無線通信方法、及び無線通信システムが開示されている。

(第 1 項)

基地局からの指示に基づいて、複数の無線局が、受信した無線信号を他の無線局へ中継する中継通信を行う中継通信用リンクを確立する確立ステップと、

前記基地局が、データを無線信号でマルチアンテナ送信する送信ステップと、

前記複数の無線局のうち、一の無線局が、前記基地局から受信した無線信号と、前記中継通信で他の無線局から受信した 1 つ以上の無線信号とを用いて、前記データを受信する受信ステップと、

を含む、無線通信方法。

(第 2 項)

前記確立ステップは、

前記一の無線局が、

前記基地局からの指示に基づいてブロードキャスト信号を送信するステップと、

前記ブロードキャスト信号に対して応答を返した他の無線局と前記中継通信用リンクを確立するステップと、

前記中継通信用リンクの確立結果を前記基地局に通知するステップと、

を含む、第 1 項に記載の無線通信方法。

(第 3 項)

前記送信ステップは、制御情報を含む無線信号をマルチアンテナ送信し、

前記複数の無線局は、前記基地局から受信した無線信号に含まれる前記制御情報に基づいて、前記中継通信を行う、

第 1 項又は第 2 項に記載の無線通信方法。

(第 4 項)

前記制御情報は、

前記中継通信の宛先の無線局の情報と、

前記中継通信を行う際に利用する周波数チャネル、中継送信順、及び送信アンテナパターンのうち、少なくとも 1 つの情報と、

を含む、第 3 項に記載の無線通信方法。

10

20

30

40

50

(第5項)

前記基地局は、前記複数の無線局の稼働状態に基づいて、前記中継通信を行う無線局、中継送信順、及び中継するストリーム数のうち、少なくとも1つを決定する、第3項又は第4項に記載の無線通信方法。

(第6項)

前記複数の無線局が前記中継通信を行う前に、前記基地局が、前記複数の無線局の稼働状態を制御する、第3項又は第4項に記載の無線通信方法。

(第7項)

前記基地局は、前記無線局ごとに異なる送信待機期間を設定する、第3項乃至第6項のいずれか一項に記載の無線通信方法。

10

(第8項)

第1項乃至第7項のいずれか一項に記載の無線通信方法を実行する無線通信システム。

【0097】

以上、本実施形態について説明したが、本発明はかかる特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【符号の説明】

【0098】

1 無線通信システム

20、20-1～20-6 無線局

20

301 通信部

302 中継通信制御部

311 通信部

312 中継通信部

313 復調部

314 情報送信部

401～404 制御情報

500 無線局の管理情報

30

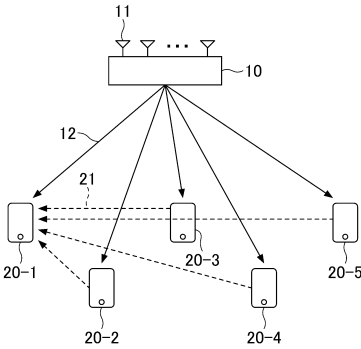
40

50

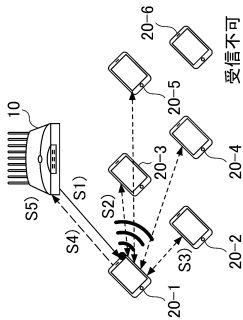
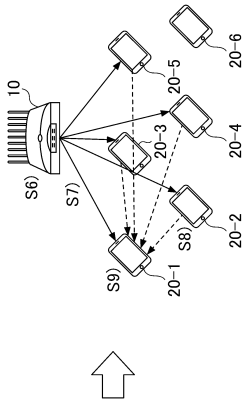
【図面】

【図 1】

1



【図 2】



10

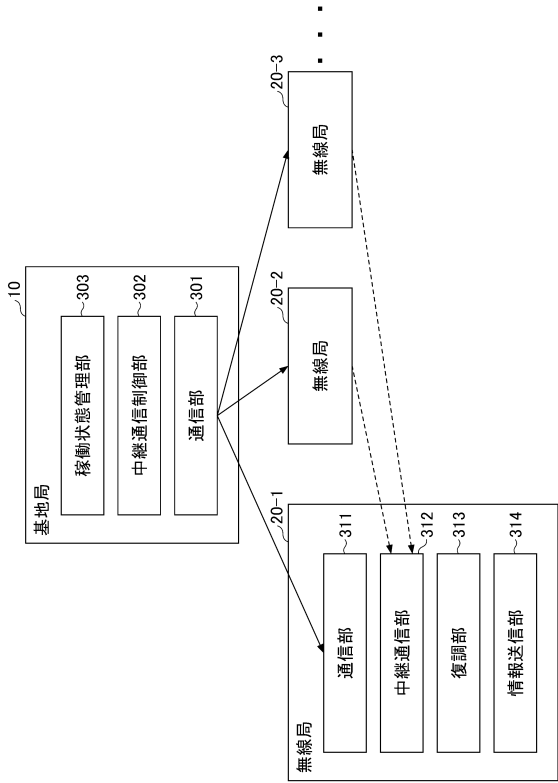
20

30

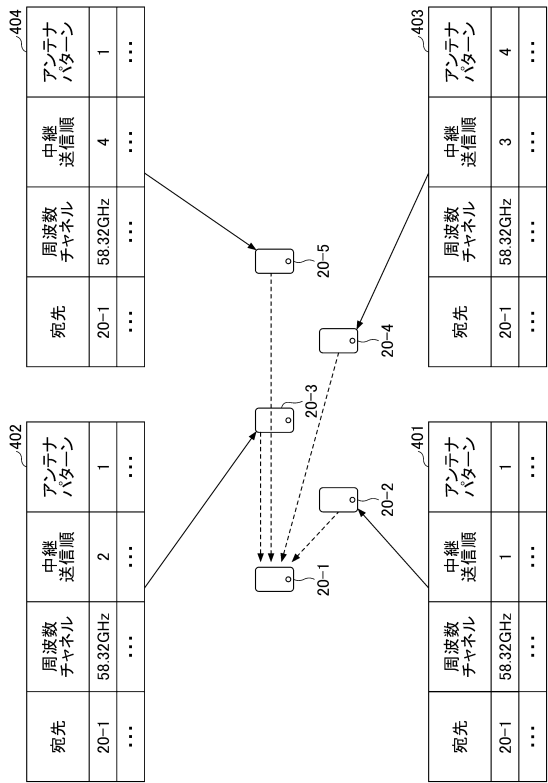
40

50

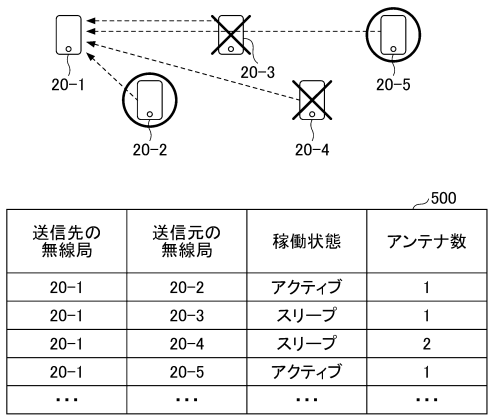
【図 3】



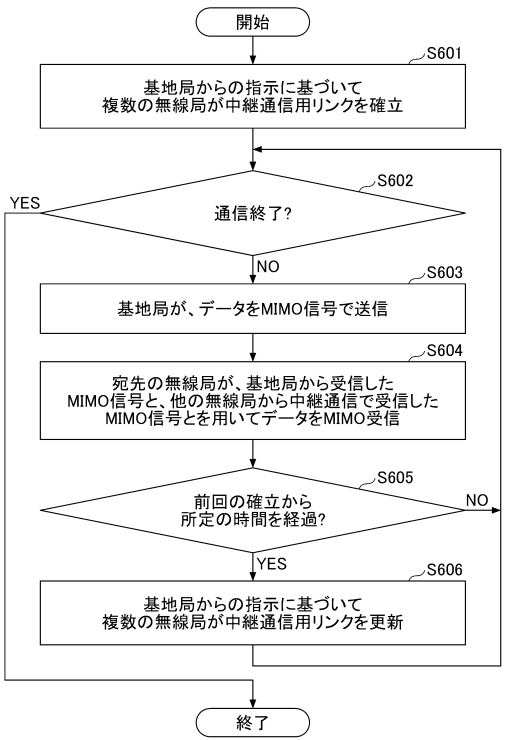
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

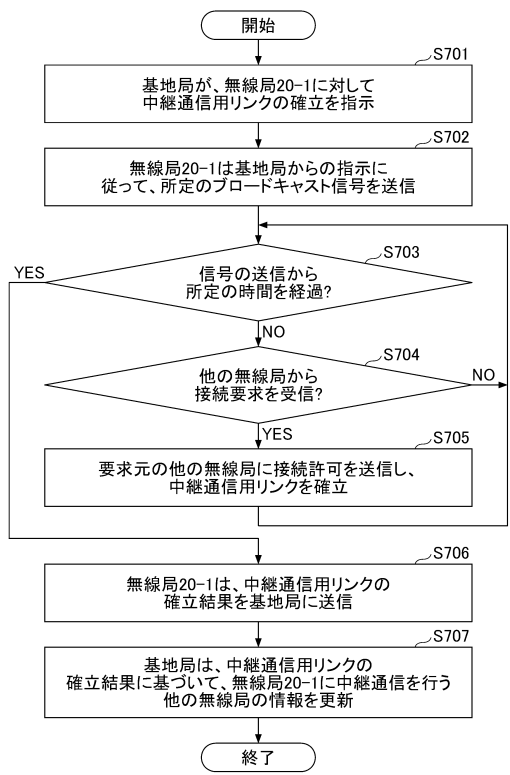
20

30

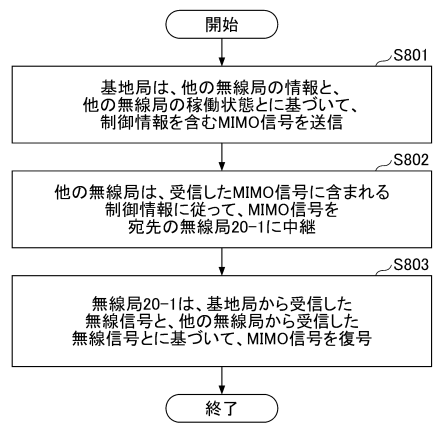
40

50

【図 7】



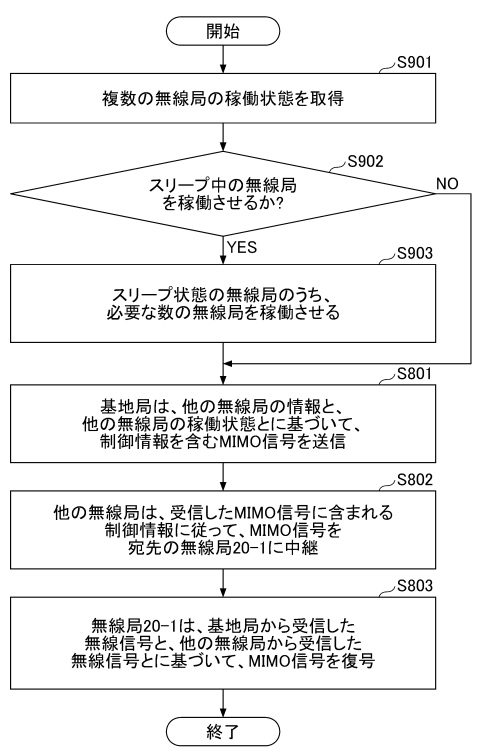
【図 8】



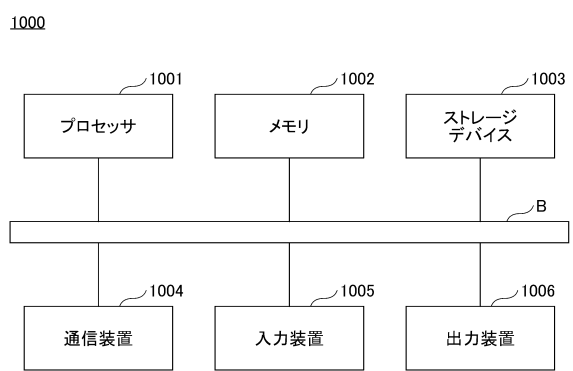
10

20

【図 9】



【図 10】



30

40

50

フロントページの続き

- 東京都千代田区大手町一丁目 5 番 1 号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 佐々木 元晴
東京都千代田区大手町一丁目 5 番 1 号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 守山 貴庸
東京都千代田区大手町一丁目 5 番 1 号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 村田 英一
京都府京都市左京区吉田本町 3 6 番地 1 国立大学法人京都大学内
- (72)発明者 笠井 万平
京都府京都市左京区吉田本町 3 6 番地 1 国立大学法人京都大学内
- 審査官 ▲高▼木 裕子
- (56)参考文献 特表 2 0 1 9 - 5 0 8 9 2 7 (J P , A)
特表 2 0 1 2 - 5 2 1 1 2 1 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 8 2 0 4 6 (J P , A)
村田 英一 Hidekazu Murata, 電子情報通信学会 2 0 1 8 年通信ソサイエティ大会講演論
文集 1 PROCEEDINGS OF THE 2018 IEICE COMMUNICATIONS SOCIETY CONFERENCE , 2
018年08月28日, S-57,S-58
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 4 B 7 / 2 4 - 7 / 2 6
H 0 4 W 4 / 0 0 - 9 9 / 0 0
3 G P P T S G R A N W G 1 - 4
S A W G 1 - 4
C T W G 1、4