

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5270648号  
(P5270648)

(45) 発行日 平成25年8月21日(2013.8.21)

(24) 登録日 平成25年5月17日(2013.5.17)

(51) Int. Cl. F I  
 HO4J 99/00 (2009.01) HO4J 15/00  
 HO4B 7/04 (2006.01) HO4B 7/04

請求項の数 10 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2010-273378 (P2010-273378)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成22年12月8日 (2010.12.8)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2012-124695 (P2012-124695A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成24年6月28日 (2012.6.28)	(74) 代理人	100107010
審査請求日	平成24年12月7日 (2012.12.7)		弁理士 橋爪 健
		(74) 代理人	100134061
			弁理士 菊地 公一
		(72) 発明者	三吉 金吾
			神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地
			株式会社日立製作所 通信ネットワーク事業部内
		(72) 発明者	玉木 剛
			神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地
			株式会社日立製作所 通信ネットワーク事業部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分散アンテナシステム、基地局装置、アンテナ選択制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のアンテナポートを持つ基地局装置と、複数のアンテナを持つ端末と、複数の分配装置を空間的に分散配置して分配装置のアンテナと基地局装置のアンテナポートの接続を上り下り通信で切り替えるアンテナスイッチを備えた分散アンテナシステムにおいて、前記基地局装置は、

上り下り通信のトラフィック情報を収集するトラフィック情報収集部と、

分散アンテナから端末のアンテナまでの無線伝搬チャネルの情報を収集するチャネル情報収集部と、

前記トラフィック情報収集部及び前記チャネル情報収集部からの情報に基づき、ひとつの端末との通信に複数のアンテナを用いる第1通信と、ひとつの端末との送信又は受信にひとつのアンテナを用いる第2通信との切り替え判定を行う切替判定部と

を備え、

前記切替判定部は、

端末のトラフィック量が予め定められた第1閾値以上でない場合には、第2通信を行うこととし、

端末のトラフィック量が第1閾値以上の場合には、

端末が第1の通信の適用中であり、且つ、現在のアンテナの組み合わせによる通信速度又はスループットが予め定められた第2閾値以上である場合、第1の通信を適用するという第1判定を行い、

端末が第 1 の通信の適用中であり且つ現在のアンテナの組み合わせによる通信速度又はスループットが予め定められた第 2 閾値以上でない場合、又は、端末が第 1 の通信の適用中でない場合、

( i ) 複数のアンテナを組み合わせた場合に通信速度又はスループットが、予め定められた第 3 閾値以上であれば第 1 通信を適用し、第 3 閾値以上でなければ第 2 通信を適用するという第 2 判定を行う、又は、

( i i ) 該端末が利用しているアンテナを利用している他の端末の端末数が、第 4 閾値以上であれば第 1 通信を適用し、第 4 閾値以上でなければ第 2 通信を適用するという第 3 判定を行う

ことを特徴とする分散アンテナシステム。

10

#### 【請求項 2】

請求項 1 に記載の分散アンテナシステムにおいて、

前記第 2 判定において、

分散アンテナシステムの各アンテナと端末の間のチャネル情報 ( C S I ) から、各アンテナのチャネル容量を算出し、

算出したチャネル容量に基づいて、各アンテナの見込み通信速度又はスループットを推定し、

全アンテナを対象として、見込み通信速度又はスループットの速いアンテナ順にリストアップし、

20

そのリスト上位 N 組 ( N は、1 以上の整数 ) のアンテナを組み合わせた場合、見込み通信速度又はスループットが、前記第 3 閾値以上である場合は第 1 通信を適用し、前記第 3 閾値以上でない場合は第 2 通信を適用する

ことを特徴とする分散アンテナシステム。

#### 【請求項 3】

請求項 2 に記載の分散アンテナシステムにおいて、

N は、予め定められた固定値、又は、通信速度又はスループットが所定閾値以上のアンテナ数であることを特徴とする分散アンテナシステム。

30

#### 【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の分散アンテナシステムにおいて、

前記第 2 判定により前記端末が第 1 通信を適用するとした場合に、第 2 通信を適用している他の端末が別のアンテナを選択するかどうかをさらに判断して最適なアンテナを選び直すことを特徴とする分散アンテナシステム。

#### 【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の分散アンテナシステムにおいて、

前記第 2 判定により前記端末が第 1 通信を適用するとした場合に、

第 1 通信をする端末が利用するアンテナに繋がっている第 2 通信を行っている他の端末を選択し、

40

前記他の端末と各アンテナ間の C I N R ( C a r r i e r I n t e r f e r e n c e N o i s e R a t i o ) 又は S N R ( S i g n a l N o i s e R a t i o ) を測定し、

該 C I N R 又は S N R が閾値以上かを判別し、

該 C I N R 又は S N R が閾値以上であれば、現在のアンテナを継続使用し、一方、

該 C I N R 又は S N R が閾値以上でなければ、第 2 通信をしている他の端末にとって C I N R 又は S N R が最も良い又は所定値より良いアンテナを再選択する

ことを特徴とする分散アンテナシステム。

50

## 【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の分散アンテナシステムにおいて、  
前記基地局装置は、  
アンテナ切替用リファレンス信号を各アンテナから送信し、  
各アンテナが端末から受信した C S I 又は S N R に基づいて、各アンテナの通信速度又はスループットを計算することを特徴とする分散アンテナシステム。

## 【請求項 7】

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の分散アンテナシステムにおいて、  
前記基地局装置は、  
各アンテナが端末から受信したサウンディング信号又は他の参照信号からチャンネル推定処理を行うことでチャンネル情報 ( C S I ) 又は S N R を求め、  
求めた C S I 又は S N R に基づいて、各アンテナの通信速度又はスループットを計算することを特徴とする分散アンテナシステム。

10

## 【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の分散アンテナシステムにおいて、  
前記第 1 通信は、M I M O ( M u l t i p l e I n p u t M u l t i p l e O u t p u t ) であり、  
前記第 2 通信は、S I S O ( S i g l e I n p u t S i n g l e O u t p u t ) 通信もしくは S I M O ( S i n g l e I n p u t M u l t i p l e O u t p u t ) である  
ことを特徴とする分散アンテナシステム。

20

## 【請求項 9】

複数のアンテナポートを持つ基地局装置と、複数のアンテナを持つ端末と、複数の分配装置を空間的に分散配置して分配装置のアンテナと基地局装置のアンテナポートの接続を上り下り通信で切り替えるアンテナスイッチを備えた分散アンテナシステムにおける前記基地局装置であって、

30

上り下り通信のトラフィック情報を収集するトラフィック情報収集部と、  
分散アンテナから端末のアンテナまでの無線伝搬チャンネルの情報を収集するチャンネル情報収集部と、

前記トラフィック情報収集部及び前記チャンネル情報収集部からの情報に基づき、ひとつの端末との通信に複数のアンテナを用いる第 1 通信と、ひとつの端末との送信又は受信にひとつのアンテナを用いる第 2 通信との切り替え判定を行う切替判定部とを備え、

前記切替判定部は、  
端末のトラフィック量が予め定められた第 1 閾値以上でない場合には、第 2 通信を行うこととし、

40

端末のトラフィック量が第 1 閾値以上の場合には、  
端末が第 1 の通信の適用中であり、且つ、現在のアンテナの組み合わせによる通信速度又はスループットが予め定められた第 2 閾値以上である場合、第 1 の通信を適用するという第 1 判定を行い、

端末が第 1 の通信の適用中であり且つ現在のアンテナの組み合わせによる通信速度又はスループットが予め定められた第 2 閾値以上でない場合、又は、端末が第 1 の通信の適用中でない場合、

( i ) 複数のアンテナを組み合わせた場合に通信速度又はスループットが、予め定められた第 3 閾値以上であれば第 1 通信を適用し、第 3 閾値以上でなければ第 2 通信を適用する

50

という第 2 判定を行う、又は、

( i i ) 該端末が利用しているアンテナを利用している他の端末の端末数が、第 4 閾値以上であれば第 1 通信を適用し、第 4 閾値以上でなければ第 2 通信を適用するという第 3 判定を行う

ことを特徴とする基地局装置。

【請求項 10】

複数のアンテナポートを持つ基地局装置と、複数のアンテナを持つ端末と、複数の分配装置を空間的に分散配置して分配装置のアンテナと基地局装置のアンテナポートの接続を上り下り通信で切り替えるアンテナスイッチを備えた分散アンテナシステムにおけるアンテナ選択制御方法であって、

10

前記基地局装置は、

上り下り通信のトラフィック情報を収集するトラフィック情報収集部と、

分散アンテナから端末のアンテナまでの無線伝搬チャネルの情報を収集するチャンネル情報収集部と、

前記トラフィック情報収集部及び前記チャンネル情報収集部からの情報に基づき、ひとつの端末との通信に複数のアンテナを用いる第 1 通信と、ひとつの端末との送信又は受信にひとつのアンテナを用いる第 2 通信との切り替え判定を行う切替判定部と

を備え、

前記切替判定部は、

20

端末のトラフィック量が予め定められた第 1 閾値以上でない場合には、第 2 通信を行うこととし、

端末のトラフィック量が第 1 閾値以上の場合には、

端末が第 1 の通信の適用中であり、且つ、現在のアンテナの組み合わせによる通信速度又はスループットが予め定められた第 2 閾値以上である場合、第 1 の通信を適用するという第 1 判定を行い、

端末が第 1 の通信の適用中であり且つ現在のアンテナの組み合わせによる通信速度又はスループットが予め定められた第 2 閾値以上でない場合、又は、端末が第 1 の通信の適用中でない場合、

( i ) 複数のアンテナを組み合わせた場合に通信速度又はスループットが、予め定められた第 3 閾値以上であれば第 1 通信を適用し、第 3 閾値以上でなければ第 2 通信を適用するという第 2 判定を行う、又は、

30

( i i ) 該端末が利用しているアンテナを利用している他の端末の端末数が、第 4 閾値以上であれば第 1 通信を適用し、第 4 閾値以上でなければ第 2 通信を適用するという第 3 判定を行う

ことを特徴とするアンテナ選択制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、分散アンテナシステム、基地局装置、アンテナ選択制御方法に係り、特に、DAS (分散アンテナシステム) スイッチを用いた MIMO 向けの分散アンテナシステム、基地局装置、アンテナ選択制御方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

電波が届きにくい建物内部の無線環境をよくするために、アンテナを建物内部に分散配置する分散アンテナシステム (DAS: Distributed Antenna System) が知られている。従来の分散アンテナシステムでは、基地局装置から漏洩同軸ケーブルを引きまわして、敷設したケーブルの周囲に電波を輻射する方法が知られている。また、基地局装置が入出力するアナログ伝送信号を分岐結合する装置を介して複数のアンテナに同軸ケーブルで分配する方法が知られている。従来の分散アンテナシステムに

50

においては、基地局装置の入出力信号を複数のアンテナに分配しているため、すべてのアンテナから同じ信号が入出力されている。近年、LTE (Long Term Evolution) や WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) といった高速無線通信インフラが整備されようとしている。これらの通信方式では、周波数利用効率向上の観点から、複数アンテナからデータを送信して複数アンテナで受信する MIMO (Multiple Input Multiple Output) 技術が採用されている。この MIMO 技術では、複数のアンテナから異なる信号を送受信することが必要となるため、分散アンテナシステムにおいても複数のアンテナから異なる信号を送受信することが求められている。

【0003】

MIMO 技術を分散アンテナシステムに適用する場合の背景技術として、特開 2010-068496 (特許文献 1) がある。この文献には、「端末の電力測定部が、分散アンテナシステムの各アンテナから送信されているパイロット信号の受信電力を長期間測定する。端末は、受信電力が強い所定数個のアンテナを通信アンテナ候補として選択し通信アンテナ候補及びそれに対応する受信電力を無線基地局装置に通知する。端末のチャネル推定部は、無線基地局装置から、通信可能アンテナとそれに付与されるアンテナインデックス情報とを受信して、通信可能なアンテナに関してチャネル推定を行う。MIMO 通信を行うためには基地局装置の送信信号に対して演算を行うプリコーディングマトリクスを決定する必要があるが、端末のチャネル推定に基づいて通信可能なアンテナに関するプリコーディングマトリクスインデックス (PMI) を求め、アンテナインデックス情報を使って無線基地局装置に通信して通知することによって、データ通信を実行するアンテナ毎の位相回転量、電力比率等を制御する。」ことが開示されている。

【0004】

また、特開 2007-53768 号公報 (特許文献 2) がある。この文献には、「無線アクセスユニットからの上り情報を推定することにより、各無線アクセスユニットと該ユーザ間の距離減衰を取得し、距離減衰を取得する。距離減衰推定器は、各距離減衰及び無線アクセスユニットの番号を対応付けて記憶する。リソース割当器は、前記記憶された距離減衰及び無線アクセスユニットの番号に基づいて、該ユーザが採用する無線アクセスユニットを含むリソース割当情報を取得する。送信処理器は、前記リソース割当情報に基づいて、該ユーザデータに対して、対応する送信信号処理を行い、該ユーザが採用する無線アクセスユニットの各無線アクセスユニットに対するベースバンド信号ストリームを生成する。無線アクセスユニット選択器は、前記リソース割当情報に基づいて、中央処理ユニットに接続されたすべての無線アクセスユニットから、対応する無線アクセスユニットを選択して、前記送信処理器により処理された各ベースバンド信号ストリームを送信する。そして、無線アクセスユニット選択器から出力したベースバンド信号ストリームに対してそれぞれアップコンバート処理を行い、アップコンバート処理後のベースバンド信号ストリームを、下り情報として、伝送リンクを介して、それぞれ対応する無線アクセスユニットへ送信する」ことが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2010-068496 号公報

【特許文献 2】特開 2007-053768 号公報

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献 1】[http://www.jpо.go.jp/shiryou/s\\_sonota/hyoujun\\_gijutsu/mimo/1-2-2.pdf#page=1](http://www.jpо.go.jp/shiryou/s_sonota/hyoujun_gijutsu/mimo/1-2-2.pdf#page=1)

【非特許文献 2】[http://www.jpо.go.jp/shiryou/s\\_sonota/hyoujun\\_gijutsu/mimo/1-2-2.pdf#page](http://www.jpо.go.jp/shiryou/s_sonota/hyoujun_gijutsu/mimo/1-2-2.pdf#page)

10

20

30

40

50

e = 3

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述の分散アンテナシステム（以下、DAS）において、すべてのアンテナから同一の無線信号が送信されるように運用すると、エリアを広くカバーするメリットがある一方で、ある特定の端末にのみ送信すればよい信号を不要なアンテナから送信することになる。また、ある特定の端末がMIMO通信を行う場合において、上述の特開2010-068496（特許文献1）を適用した場合、MIMO通信のアンテナが選択されても、それ以外のアンテナを通信に用いるかどうかについての開示がなされていない。MIMO通信以外のアンテナは干渉となるため、用いないことが考えられるが、ある程度、離れたアンテナであれば他のユーザに向けての通信が可能な場合もある。また、特許文献1では、MIMO通信を常にすることを前提としており、PMIの情報を端末から基地局に常にフィードバックする必要がある。もし、端末と基地局間の通信トラフィック量が少ないときは、MIMO通信を行わずに1本の送受信アンテナでSISO（Single Input Single Output）通信もしくはSIMO（Single Input Multiple Output）通信をしていれば十分であり、MIMO通信を続けるとPMIフィードバックのために無線リソースを消費したり、複数アンテナに対するチャネル推定処理など不必要な信号処理を行うことになる。

10

【0008】

20

また、前記の特許文献2では、端末と基地局の間の距離減衰を基準としてアンテナ等の物理リソースを選択することが開示されている。これによれば、端末に近いアンテナが選ばれることになるが、MIMO通信で例えば2本のアンテナを選択した場合、端末と選ばれた2本のアンテナの距離減衰が小さくても、相関の高い無線伝搬路であればMIMO通信として効果を発揮できない場合がある。

【0009】

本発明は、以上の点に鑑み、端末のトラフィックの大きさに応じてMIMO通信、SISO通信、SIMO通信等の通信方式を最適に選択することを可能とし、常にMIMO通信等の複数アンテナを用いる通信を行う場合に比べてPMI情報などのフィードバックによる無線リソースの消費を節約することを可能とし、及び/又は、効率的な無線通信を実現することを目的とする。また、本発明は、SISO通信やSIMO通信等のひとつのアンテナを送信又は受信に用いる通信を行う端末を選ぶことによって、トラフィックに応じて必要な信号処理量とし、常にMIMO通信等の複数アンテナを用いる通信を行う場合に比べて端末の消費電力を低減することを目的とする。

30

【0010】

また、本発明は、MIMO通信等の複数アンテナを用いる通信を行うために、無線伝搬チャネル情報に基づいてアンテナを再選択するため、MIMO通信等の複数アンテナを用いる通信で効果を発揮することのできるアンテナを選択することを目的とする。

また、本発明によれば、ある特定の端末がMIMO通信等の複数アンテナを用いる通信を行うことになった場合には、MIMO通信の複数アンテナを用いる通信で用いるアンテナを共用する端末でSISO通信やSIMO通信等のひとつのアンテナを送信又は受信に用いる通信を行っている端末への干渉の影響を考慮し、信号対干渉雑音電力比が大きな品質のよいアンテナを再選択することによって、システム全体のスループットを向上することを目的とする

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明では、上記課題を解決するために、例えば、基地局と端末の間のトラフィック情報を用いて、トラフィックが小さい場合はSISO通信、もしくはSIMO通信を行い、トラフィックが大きい場合はMIMO通信をすべきかどうか判定を行い、基地局の分散アンテナと端末のアンテナ間の無線伝搬チャネル情報を用いてMIMO通信として効果が発

50

揮できるアンテナを選択する分散アンテナシステムを提供する。また、MIMO通信を行うことによって、アンテナの選択が変わるため、SISO通信やSIMO通信を行っている端末への干渉影響を考慮して、SISO通信やSIMO通信を行っている端末にとって最適なアンテナを再選択することを特徴とすることができる。

#### 【0012】

本発明における分散アンテナシステムでは、例えば、複数のアンテナポートを持つ基地局装置と、複数のアンテナを持つ端末と、複数の分配装置を空間的に分散配置して分配装置のアンテナと基地局装置のアンテナポートの接続を上り下り通信で切り替えるアンテナスイッチとを備えており、基地局装置では、上り下り通信のトラフィック情報を収集する手段と、分散アンテナから端末のアンテナまでの無線伝搬チャネルの情報を収集する手段と、MIMO (Multiple Input Multiple Output) 通信を行うか否かを判定する手段と、ある端末がMIMO通信を行うとした場合に、SISO (Single Input Single Output) 通信もしくはSIMO (Single Input Multiple Output) 通信をしている端末のアンテナを選択する手段を有し、端末のトラフィック量がある閾値以上でない場合には、トラフィック量の大きさによってSISO通信、もしくはSIMO通信を行うこととし、端末のトラフィック量が閾値以上の場合には、MIMO通信を行うかどうかを判定して、もし、前記端末がMIMO通信を行うとした場合に、他のSISO通信もしくはSIMO通信を行っている端末が別のアンテナを選択するかどうかを判断して最適なアンテナを選び直すことを特徴とすることができる。

#### 【0013】

上記のMIMO通信を行うか否かを判定する手段においては、端末のトラフィックがある閾値を超えた場合、分散アンテナシステムの各アンテナと端末の間のチャネル情報 (CSI) から、各アンテナのチャネル容量を算出して、各アンテナの見込み通信速度を推定し、全アンテナを対象として、見込み通信速度の速いアンテナ順にリストアップし、そのリスト上位N組のアンテナを組み合わせた場合に、見込み通信速度が閾値以上となる場合にMIMOを適用し、当該リスト上位N組のアンテナを組み合わせた場合、見込み推定速度が閾値未満である場合はMIMOを適用しない。これによって、チャネル情報に基づいてMIMO通信の効果が発揮できる場合にのみMIMO通信を行うことになる。

#### 【0014】

なお、チャネル容量の計算は、例えば、非特許文献1及び2に記載の計算式を参照するものとする。

もしくは、上記のMIMO通信を行うか否かを判定する手段において、端末のトラフィックがある閾値を超えた場合に、その端末が利用しているアンテナを利用している他の端末数が閾値以上の場合に、MIMO通信を行うものとし、他の端末数が閾値以上でない場合にはMIMO通信を行わなくてもよい。

#### 【0015】

また、上記で、ある特定の端末がMIMO通信を行うと決定した場合に、SISO通信もしくはSIMO通信をしている端末のアンテナを選択する手段において、MIMO通信をする端末が利用するアンテナに繋がっているその他のSISOもしくはSIMO通信を行っている端末を選択し、前記端末と各アンテナ間のCINR (Carrier Interference Noise Ratio) を測定し、当該CINRが閾値以上のアンテナに対して、SISOもしくはSIMO通信をしている端末にとってCINRが最も良いアンテナを再選択することができる。

CINRは、例えば、CSIを取得後、そのタイミングでその都度CINRを計算するものとする。なお、CINR以外のパラメータとして、SNR (Signal Noise Ratio) がアンテナ再選択に使用される場合もある。

#### 【0016】

本発明の第1の解決手段によると、

複数のアンテナポートを持つ基地局装置と、複数のアンテナを持つ端末と、複数の分配

10

20

30

40

50

装置を空間的に分散配置して分配装置のアンテナと基地局装置のアンテナポートの接続を上り下り通信で切り替えるアンテナスイッチを備えた分散アンテナシステム、及び、アンテナ選択制御方法であって、

前記基地局装置は、

上り下り通信のトラフィック情報を収集するトラフィック情報収集部と、

分散アンテナから端末のアンテナまでの無線伝搬チャネルの情報を収集するチャネル情報収集部と、

前記トラフィック情報収集部及び前記チャネル情報収集部からの情報に基づき、ひとつの端末との通信に複数のアンテナを用いる第1通信と、ひとつの端末との送信又は受信にひとつのアンテナを用いる第2通信との切り替え判定を行う切替判定部と

10

を備え、

前記切替判定部は、

端末のトラフィック量が予め定められた第1閾値以上でない場合には、第2通信を行うこととし、

端末のトラフィック量が第1閾値以上の場合には、

端末が第1の通信の適用中であり、且つ、現在のアンテナの組み合わせによる通信速度又はスループットが予め定められた第2閾値以上である場合、第1の通信を適用するという第1判定を行い、

端末が第1の通信の適用中であり且つ現在のアンテナの組み合わせによる通信速度又はスループットが予め定められた第2閾値以上でない場合、又は、端末が第1の通信の適用中でない場合、

20

(i) 複数のアンテナを組み合わせた場合に通信速度又はスループットが、予め定められた第3閾値以上であれば第1通信を適用し、第3閾値以上でなければ第2通信を適用するという第2判定を行う、又は、

(ii) 該端末が利用しているアンテナを利用している他の端末の端末数が、第4閾値以上であれば第1通信を適用し、第4閾値以上でなければ第2通信を適用するという第3判定を行う

ことを特徴とする分散アンテナシステム、及び、アンテナ選択制御方法が提供される。

【0017】

本発明の第2の解決手段によると、

30

複数のアンテナポートを持つ基地局装置と、複数のアンテナを持つ端末と、複数の分配装置を空間的に分散配置して分配装置のアンテナと基地局装置のアンテナポートの接続を上り下り通信で切り替えるアンテナスイッチを備えた分散アンテナシステムにおける前記基地局装置であって、

上り下り通信のトラフィック情報を収集するトラフィック情報収集部と、

分散アンテナから端末のアンテナまでの無線伝搬チャネルの情報を収集するチャネル情報収集部と、

前記トラフィック情報収集部及び前記チャネル情報収集部からの情報に基づき、ひとつの端末との通信に複数のアンテナを用いる第1通信と、ひとつの端末との送信又は受信にひとつのアンテナを用いる第2通信との切り替え判定を行う切替判定部と

40

を備え、

前記切替判定部は、

端末のトラフィック量が予め定められた第1閾値以上でない場合には、第2通信を行うこととし、

端末のトラフィック量が第1閾値以上の場合には、

端末が第1の通信の適用中であり、且つ、現在のアンテナの組み合わせによる通信速度又はスループットが予め定められた第2閾値以上である場合、第1の通信を適用するという第1判定を行い、

端末が第1の通信の適用中であり且つ現在のアンテナの組み合わせによる通信速度又はスループットが予め定められた第2閾値以上でない場合、又は、端末が第1の通信の適用

50

中でない場合、

( i ) 複数のアンテナを組み合わせた場合に通信速度又はスループットが、予め定められた第 3 閾値以上であれば第 1 通信を適用し、第 3 閾値以上でなければ第 2 通信を適用するという第 2 判定を行う、又は、

( i i ) 該端末が利用しているアンテナを利用している他の端末の端末数が、第 4 閾値以上であれば第 1 通信を適用し、第 4 閾値以上でなければ第 2 通信を適用するという第 3 判定を行う

ことを特徴とする基地局装置が提供される。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

10

本発明によれば、端末のトラフィックの大きさに応じて M I M O 通信、S I S O 通信、S I M O 通信等の通信方式を最適に選択することが可能となり、常に M I M O 通信等の複数アンテナを用いる通信を行う場合に比べて P M I 情報などのフィードバックによる無線リソースの消費を節約することが可能であり、及び / 又は、効率的な無線通信を実現することができる。また、本発明によれば、S I S O 通信や S I M O 通信等のひとつのアンテナを送信又は受信に用いる通信を行う端末を選ぶことによって、トラフィックに応じて必要な信号処理量となり、常に M I M O 通信等の複数アンテナを用いる通信を行う場合に比べて端末の消費電力を低減することができる。

【 0 0 1 9 】

また、本発明によれば、M I M O 通信等の複数アンテナを用いる通信を行うために、無線伝搬チャネル情報に基づいてアンテナを再選択するため、M I M O 通信等の複数アンテナを用いる通信で効果を発揮することのできるアンテナを選択することができる。

20

また、本発明によれば、ある特定の端末が M I M O 通信等の複数アンテナを用いる通信を行うことになった場合には、M I M O 通信の複数アンテナを用いる通信で用いるアンテナを共用する端末で S I S O 通信や S I M O 通信等のひとつのアンテナを送信又は受信に用いる通信を行っている端末への干渉の影響を考慮し、信号対干渉雑音電力比が大きな品質のよいアンテナを再選択することによって、システム全体のスループットを向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

30

【図 1】D A S の構成例である。

【図 2】D A S の他の構成例 ( D A S - S W から直接アンテナを分配 ) である。

【図 3】基地局の構成ブロック図の例である。

【図 4】D A S スイッチ構成ブロックの例である。

【図 5】基地局内 M I M O 切替判定部のフローチャート例 ( その 1 ) である。

【図 6】基地局内トラフィック情報収集部におけるトラフィック量判定図の例である。

【図 7】基地局内 M I M O 切替判定部のフローチャート例 ( その 2 ) である。

【図 8】D A S スイッチの例である。

【図 9】D A S スイッチ例 ( S I S O 時 ) である。

【図 1 0】D A S スイッチ例 ( M I M O 時 ) である。

40

【図 1 1】端末が 1 台の場合のシーケンスの例である。

【図 1 2】D A S スイッチ実施の形態 ( S I M O 時 ) である。

【図 1 3】D A S スイッチ実施の形態 ( M I M O 時 ) である。

【図 1 4】D A S スイッチ実施の形態 ( 複数台 S I M O 時 ) である。

【図 1 5】D A S スイッチ実施の形態 ( M I M O 、 S I S O 共存時 ) である。

【図 1 6】端末が複数台の場合のシーケンスの例である。

【図 1 7】D A S スイッチ実施の形態 ( その 3 ) である。

【図 1 8】基地局内 M I M O 切替判定部のフローチャートの例 ( その 3 ) である。

【図 1 9】基地局内 M I M O 切替判定部のフローチャートの例 ( その 6 ) である。

【図 2 0】チャネル情報 ( C S I ) のデータベース配列である。

50

【図 2 1】基地局内 M I M O 切替判定部のフローチャートの例（その 4）である。

【図 2 2】基地局内 M I M O 切替判定部のフローチャートの例（その 5）である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 1 】

以下に、本発明における実施の形態について説明する。

## A . 実施の形態 1

### 1 . システム構成

図 1 に、本実施の形態における D A S の構成例を示す。ダウンリンクについて、高速バックホールからのデータ信号は、高速バックホール回線終端装置 1 0 0 を経由し、基地局装置 1 0 1 で無線通信方式に従った符号化・変調・増幅等の処理が行われる。D A S スイッチ 1 0 2 は、入力端は基地局装置 1 0 1 のアンテナポートと接続され、出力端は D A S 親機 1 0 3 に接続されており、基地局装置 1 0 1 のアンテナポートと分散アンテナシステムのアンテナ間をスイッチによって切替制御が行われる。D A S 親機 1 0 3 で終端・中継された信号は、建物の各階に設置された D A S 子機 1 0 4 a ~ 1 0 4 c へ中継され、D A S スイッチ 1 0 2 の切替制御に従って、分配装置 1 0 5 a ~ 1 0 5 i へ信号が送信される。その後、分配装置 1 0 5 a ~ 1 0 5 i 内の各アンテナから適宜、データ信号が送信される。アップリンクについては、上記と逆の過程となる。図 1 の D A S スイッチは、基地局装置と D A S 親機の間設置する形態であるが、D A S スイッチのその他の形態としては、基地局装置内に組み込むものや、D A S 親機内に組み込まれている場合がある。

【 0 0 2 2 】

図 2 に、D A S の他の構成例を示す。図 2 は、図 1 の構成例で想定した建物よりも小規模な場合における D A S の構成例である。ダウンリンクについて、高速バックホール回線からのデータ信号が、高速バックホール回線終端装置 2 0 0、基地局装置 2 0 1 を経由する部分は図 1 と同様であるが、図 1 と異なる部分は、D A S スイッチ 2 0 2 が直接アンテナ 2 0 3 a ~ 2 0 3 h へ直接接続されていることである。この場合、D A S スイッチ 2 0 2 は切替制御のみならず、図 1 の D A S 親機 1 0 3 の機能である信号終端・中継等の機能を有する場合もある。アップリンクについては、上記と逆の過程となる。

【 0 0 2 3 】

図 3 に、基地局構成ブロック図の例を示す。基地局 3 0 0 は、大きく、基地局と高速バックホール間のデータの送受信経路となる高速バックホール回線 3 0 1 と、バックホール回線を終端するバックホール回線インタフェース 3 0 2 と、制御部 3 0 7 と、信号の生成、変調、増幅およびその他信号処理を行うベースバンド / R F ( R a d i o F r e q u e n c y ) 部 3 0 9 と、R F 外部インタフェース 3 1 3 と、アンテナポート 3 1 4 を備える。制御部 3 0 7 では、データのトラフィック情報を収集するトラフィック情報収集部 3 0 3 と、トラフィック情報のデータベースであるトラフィック情報 3 0 4 と、スイッチの切替制御や M I M O 等の通信に必要なチャネル情報 ( C S I : C h a n n e l S t a t e I n f o r m a t i o n ) を収集するチャネル情報収集部 3 0 5 と、チャネル情報のデータベースであるチャネル情報 3 0 6 と、トラフィック情報 3 0 4 及びチャネル情報 3 0 6 を利用して M I M O を実施するか否かを判定する M I M O 切替判定部 3 0 7 と、M I M O 切替判定部 3 0 7 で決定されたフローに従って、スイッチ切替を制御するための信号処理を行う制御信号処理部 3 0 8 を備える。ベースバンド / R F 部 3 0 9 は、ベースバンド信号処理及び R F 信号処理以外に、アンテナ切替用や M I M O 通信用のリファレンス信号生成 3 1 0 と、S I S O 信号処理 3 1 1 と、M I M O 信号処理 3 1 2 の機能が含まれる。ベースバンド / R F 部 3 0 9 で処理された信号は R F 信号へ変調・増幅された後、R F 外部インタフェース 3 1 3 を経由し、アンテナポート 3 1 4 から送信される。ここで、本発明に係る全ての実施の形態において、トラフィックとはダウンリンクにおけるトラフィック量を指すが、別の形態として、アップリンクのトラフィック量の場合もある。

また、SISO信号処理311では、受信にダイバーシティ受信を考慮して複数のアンテナで受信するSIMO信号処理311であってもよい。

【0024】

図4に、DASスイッチ構成ブロック図の例を示す。DASスイッチ315は、基地局アンテナポートと接続される入力ポート316と、基地局からのスイッチ切替制御信号を処理する制御部317と、制御部317の制御に従って切替を行うスイッチ318と、DAS親機もしくはDASアンテナと接続される出力ポート319を備える。

【0025】

## 2. MIMO切替判定フロー

図5に、基地局内MIMO切替判定部のフローチャート例(その1)を示す。このフローチャートは、図3の基地局300内のMIMO切替判定部307の内部処理を説明するものであり、ある特定の端末1台にフォーカスしたものである。端末へのトラフィックがある閾値を超えた場合(Step1)、各チャンネル情報(CSI)から、各DASアンテナのチャンネル容量を計算する(Step2)。このCSIは、アンテナ切替用として用いられる。次に、計算されたチャンネル容量に基づき、各アンテナの見込み通信速度を推定する。見込み通信速度は、例えば、チャンネル容量からそのアンテナにつながっている端末数で除したものの等から算定される。その後、全アンテナを対象として、見込み通信速度の速いアンテナ順にリストアップを実施する(Step4)。さらに、そのリスト上位N組のアンテナを組合せた場合、見込み通信速度が閾値以上である場合(Step5)、MIMO適用(Step6)となる。Step1でトラフィック量が閾値以上でない、あるいは、Step5で見込み通信速度が閾値以上でない場合は、MIMO適用しない(Step7)。Step6またはStep7の後は、Step1へ戻る。このMIMO切替判定は定期的あるいは周期的に実施されるものとし、その都度、データ(CSI情報等)が更新される為、見込み通信速度リストの上位のアンテナがMIMO通信に採用される。なお、Step1における閾値は、SISO通信もしくはSIMO通信からMIMO通信に切り替わる際に用いる閾値とは別に、MIMO通信からSISO通信もしくはSIMO通信に切り替わる閾値を設定してもよい。

【0026】

図6に、トラフィック量判定図の例を示す。縦軸はトラフィック量であり、横軸は時間である。トラフィック量判定には図3の基地局300内のトラフィック情報304のデータが使用される。このトラフィック量が閾値1以上でない場合は、MIMO通信が実施されることはなく、SISOまたはSIMOのみ実施される。ある時間 $t_1$ において、閾値1以上となった場合、MIMO切替判定の次のステップへ進む。後述の図5または図7または図22のフローチャートであれば、Step1からStep2のフローに該当し、後述の図18または図19または図21のフローチャートであれば、Step2からStep3のフローに該当する。

【0027】

## 3. DASスイッチ

図8に、DASスイッチの動作例を示す。DASスイッチ400は、一例として入力端に4ポート、出力端に8ポートを有しており、入力端は、図1の基地局装置101または図2の基地局装置201のアンテナポートと接続され、出力端は、図1のDAS親機103または図2のアンテナ203a~203hと接続される。図8では、入力端(つまり、基地局装置のアンテナポート) <1> ~ <4> が出力端の各アンテナ番号#3~6と各々接続されている様子を示している。この場合は、アンテナ番号#3~#6の4本のアンテナが基地局装置101にとって4本の独立したアンテナとして動作することになる。

【0028】

図9に、SISO適用時におけるDASスイッチの動作例を示す。この図では、DASスイッチ501において、基地局装置のアンテナポート<1>とアンテナ#1が接続され

10

20

30

40

50

ている。基地局装置の他のアンテナポートはDASスイッチ501内において接続されていない。従って、端末500とアンテナ#1の間でSISO通信が行われる。

【0029】

図10に、MIMO適用時におけるDASスイッチの動作例を示す。この図では、DASスイッチ503において、基地局装置のアンテナポート<1>とアンテナ#1、基地局装置のアンテナポート<2>とアンテナ#2が各々接続されている。基地局装置の他のアンテナ番号はDASスイッチ501内において接続されていない。従って、端末500とアンテナ#1及び#2の間で送受信アンテナ2本でのMIMO通信が行われる。

上記の例では、SISO通信やMIMO通信の接続の例を示したが、使用していない基地局のアンテナポートを他のアンテナに接続して、他のユーザ端末と通信を行ってもよい。

【0030】

4. シーケンス1 (端末が1台の場合)

図11に、端末が1台の場合における基地局装置と端末間のシーケンスを示す。

基地局600から送信されたアンテナ切替用リファレンス信号606はDASスイッチ601を経て、アンテナ602~604から各々送信され、端末605で受信される。その後、端末605は、リファレンス信号からチャネル推定処理によってチャネル情報(CSI)を求め、アンテナ切替用チャネル情報(CSI)607をフィードバック信号として送信し、各アンテナ602~604で受信され、DASスイッチ601を経て、基地局600で受信される。但し、TDD(Time Division Duplex)システムにおいては、アンテナ切替用リファレンス信号の送信は行わなくてもよく、アップリンクに既知のサウンディング信号を送信することによって、基地局側で受信したサウンディング信号からチャネル推定処理を行うことでチャネル情報(CSI)を求め、求めたチャネル情報をダウンリンクのチャネル情報として活用してもよい。

【0031】

その後、チャネル情報収集608において、チャネル情報収集部305は、取得したチャネル情報をデータベース化する。例えば、データベースとしては、使用するアンテナ本数に対応したアンテナ番号と対象となる端末のチャネル情報(CSI)が対応づけで記憶される。この時、基地局600から端末605へはデータ信号(SISO)609が送信されているが、その際にトラフィック情報収集610にて、トラフィック情報収集部303により、データトラフィック量が集計される。なお、この例では、SISOを前提としたが、これ以外にもSIMO、MIMO等の適宜の通信方式によりデータ信号を送信する場合を前提とすることができる。

【0032】

以上のトラフィック情報とチャネル情報により、MIMO切替判定611にて、MIMO切替判定部307により、MIMOを実施するか否かが判定され、MIMOが実施される場合には、チャネル情報によって最適なアンテナが選択され、選択されたアンテナを基地局600からDASスイッチ601に対して、スイッチ切替制御612が制御信号処理部308により行われる。スイッチ切替制御が完了すると、基地局600からMIMO通信リファレンス信号613がDASスイッチ601を経て、アンテナ602及びアンテナ603から送信され、端末605で受信される。その後、端末605からMIMO通信用チャネル情報(CSI)614を送信し、アンテナ602及び603、DASスイッチ601を経て、基地局600で受信される。その後、基地局600から送信されたデータ信号(MIMO)615が、DASスイッチ601を経て、アンテナ602及びアンテナ603を使用して、端末605で受信される。このようにして、MIMO通信に最適なアンテナが選択され、選択されたアンテナを用いてMIMO通信が行われる。

【0033】

図12に、SIMO適用時におけるDASスイッチの動作例を示す。横軸を時間として、各アンテナ#1~8のダウンリンク(DL)及びアップリンク(UL)での基地局装置

10

20

30

40

50

のアンテナポート< 1 > ~ < 4 >との対応を表している。図の左側から説明すると、最初のDLでは、アンテナ# 1、# 2、# 3、# 4には基地局装置のアンテナポート< 1 >、< 2 >、< 3 >、< 4 >が繋がっており、各々アンテナ切替用リファレンス信号送信のために使用されている。図中のSlot 1は、スイッチング時間及び基地局装置がアンテナ切替用リファレンス信号を送信する期間である。アンテナ# 5 ~ 8とは基地局装置のいずれのアンテナとも接続されていない。最初のULではDLと同じスイッチング状態を保持しているが、端末のアンテナ切替用チャンネル情報(CSI)送信に使用されている。図中のSlot 2は、スイッチング時間及び端末がアンテナ切替用チャンネル情報(CSI)を送信する期間である。2番目のDLでは、アンテナ# 5、# 6、# 7、# 8には基地局装置のアンテナポート< 1 >、< 2 >、< 3 >、< 4 >が繋がっており、各々アンテナ切替用リファレンス信号送信のために使用されている。図中のSlot 3は、スイッチング時間及び基地局装置がアンテナ切替用リファレンス信号を送信する期間である。アンテナ# 1 ~ 4とは基地局装置のいずれのアンテナとも接続されていない。2番目のULでは2番目DLと同じスイッチング状態を保持しているが、端末のアンテナ切替用チャンネル情報(CSI)送信時間として使用されている。図中のSlot 4は、スイッチング時間及び端末がチャンネル情報(CSI)を送信する期間である。以上の# 1 ~ 8の全アンテナについてのアンテナ切替用チャンネル情報の収集プロセスは、例えば、周期的または定期的を実施されるものとする。

#### 【0034】

Slot 1からSlot 4にて、基地局装置からリファレンス信号を送信して、端末からチャンネル情報をフィードバックして得る例を示したが、上記のように端末からサウンディング信号を送信して、サウンディング信号からチャンネル情報を基地局で求め、このチャンネル情報を下りのチャンネル情報として活用するTDDシステムでは、アップリンクでの受信のみ切り替えればよい。

Slot 4以降では、アンテナ# 1にはDL/ULいずれも基地局装置のアンテナポート< 1 >が、アンテナ# 2にはULのみ基地局装置のアンテナポート< 2 >が割り当てられており、ある期間、SIMO通信を実施している例を示している。

#### 【0035】

図13に、MIMO適用時におけるDASスイッチの動作例を示す。この図では、図12と異なり、Slot 1 ~ Slot 4の期間を終えると、アンテナ# 1及び# 2には、基地局装置のアンテナポート< 1 >、< 2 >が常に割り当てられ、MIMO通信が実施される。

#### 【0036】

### 5. アンテナの移動動作

図14に、複数端末が繋がっており、いずれもSISO通信中のDASスイッチの実施の形態を示す。この図では、DASスイッチ702において、基地局装置のアンテナポート< 1 >、< 2 >が各々アンテナ# 1、# 4と接続されている。またアンテナ# 1、# 4と端末700、701間で各々SISO通信が行われている例を示している。

#### 【0037】

図15は、図14の状態から、端末700の1台がMIMOを適用した時のアンテナ再割当の様子を示している。この図では、DASスイッチ705において、基地局装置のアンテナポート< 1 >、< 2 >とアンテナ# 1、# 2が各々接続されており、アンテナ# 1、# 2と端末700でMIMOが開始されると、SISO通信を行っている端末701はMIMO通信への干渉が少ないアンテナ、即ち、この例ではアンテナ# 6へ移動する。具体的には、CINRを判定パラメータとし、アンテナ# 4からアンテナ# 6へ再割当が実施される。ここで、アンテナ# 6は、基地局装置のアンテナポート< 3 >と接続されている。

#### 【0038】

このように、ある端末がMIMO開始した際、例えばSISOやSIMOを行っている

10

20

30

40

50

端末はC I N R値をパラメータとして、M I M O通信への干渉が少ないアンテナへ移動することができる。

【0039】

ここで、既知のパイロット信号を基地局装置側のアンテナ# i から送信し、端末側のアンテナ# j で受信した信号に対してチャネル推定した結果のチャネル情報を $h_{ij}$ とすると、基地局装置のアンテナ# 4 と端末701間のS I S O通信において、各所望波、各干渉波、ノイズはそれぞれ以下となる。但し、基地局装置の全送信電力をPとすると、アンテナ# 1および# 2の送信電力は各 $P/4$ 、アンテナ# 4の送信電力は、 $P/2$ に配分されたケースであり、その他の電力配分も同様の手法で算出できる。

【数1】

$$\text{所望波 (\# c)} : \frac{P}{2} |h_{4c}|^2 \quad (\text{数式 1})$$

$$\text{所望波 (\# d)} : \frac{P}{2} |h_{4d}|^2 \quad (\text{数式 2})$$

$$\text{干渉波 (アンテナ\# c)} : \frac{P}{4} |h_{1c}|^2 + \frac{P}{4} |h_{2c}|^2 \quad (\text{数式 3})$$

$$\text{干渉波 (アンテナ\# d)} : \frac{P}{4} |h_{1d}|^2 + \frac{P}{4} |h_{2d}|^2 \quad (\text{数式 4})$$

したがって、

【数2】

$$\text{C I N R (アンテナ\# c)} : \frac{\frac{P}{2} |h_{4c}|^2}{\sigma^2 + \frac{P}{4} |h_{1c}|^2 + \frac{P}{4} |h_{2c}|^2} \quad (\text{数式 5})$$

$$\text{C I N R (アンテナ\# d)} : \frac{\frac{P}{2} |h_{4d}|^2}{\sigma^2 + \frac{P}{4} |h_{1d}|^2 + \frac{P}{4} |h_{2d}|^2} \quad (\text{数式 6})$$

$$\text{C I N R (端末701)} : \frac{\frac{P}{2} |h_{4c}|^2 + \frac{P}{2} |h_{4d}|^2}{2\sigma^2 + \frac{P}{4} |h_{1c}|^2 + \frac{P}{4} |h_{2c}|^2 + \frac{P}{4} |h_{1d}|^2 + \frac{P}{4} |h_{2d}|^2} \quad (\text{数式 7})$$

ここで、 $\sigma^2$ は、熱雑音電力である。端末701のC I N Rを表すものには、アンテナ# cと# d間での合成ダイバーシティを示す数式7のほかに、数式5と数式6の平均をとったもの、もしくは数式5と数式6のどちらか値の大きな方を選ぶ方法（選択ダイバーシティ）が挙げられる。

【0040】

6. シーケンス2（端末が複数台の場合）

図16に、端末が複数台の場合における基地局装置と端末間のシーケンスを示す。基地局800から送信されたアンテナ切替用リファレンス信号807はD A Sスイッチ801を経て、アンテナ802～804から各々送信され、端末805及び806で受信される。その後、端末805及び806では、リファレンス信号からチャネル推定処理によってチャネル情報（C S I）を求め、アンテナ切替用チャネル情報（C S I）808を送信する。このアンテナ切替用チャネル情報（C S I）808は、各アンテナ802～804で

10

20

30

40

50

受信され、DASスイッチ801を経て、基地局800で受信される。その後、チャンネル情報収集809において、チャンネル情報収集部305は、取得したチャンネル情報をデータベース化する。なお、データベースの詳細については、図20で後述する。但し、TDDシステムにおいては、上述のように端末が送信するサウンディング信号を基地局装置で受信してチャンネル推定処理を行うことでチャンネル情報を収集し、このチャンネル情報を下りのチャンネル情報として活用する。この時、基地局800から端末805及び806へはデータ信号(SISO)810及び811が送信されているが、その際にトラフィック情報収集812にて、トラフィック情報収集部303により、データトラフィック量が集計される。なお、この例では、SISOを前提としたが、これ以外にもSIMO、MIMO等の適宜の通信方式によりデータ信号を送信する場合を前提とすることができる。

10

#### 【0041】

以上のトラフィック情報とチャンネル情報より、MIMO切替判定813にて、MIMO切替判定部307が、MIMOを実施するか否かの判定後、基地局800からDASスイッチ801に対して、スイッチ切替制御814が制御信号処理部308により行われる。

スイッチ切替制御が完了すると、基地局800からMIMO通信用リファレンス信号815がDASスイッチ801を経て、アンテナ802～804から送信され、端末805及び806で受信される。その後、端末805及び806では、リファレンス信号からチャンネル情報を求め、MIMO通信用チャンネル情報(CSI)816を送信する。MIMO通信用チャンネル情報(CSI)816は、アンテナ802～804、DASスイッチ801を経て、基地局800で受信される。基地局800から送信されたデータ信号(MIMO)817は、DASスイッチ801を経て、アンテナ802及び803から端末805へ送信される。また基地局800から送信されたデータ信号(SISO)は、DASスイッチ801を経て、アンテナ804から端末806へ送信される。なお、この例では、端末805がMIMO通信を行い、端末806がSIMO通信を行うようにした場合を示すが、これに限らず、MIMO切替判定により設定された適宜の通信方式により各端末が通信することができる。

20

#### 【0042】

図17に、MIMO通信が開始された場合に、SISOを行っている他の端末と繋がっているアンテナが、MIMO通信への干渉が少ないアンテナへと再割当が実施される際のDASスイッチの動作例を示す。Slot1～Slot4の期間までは、図12と同様である。Slot4の後、アンテナ#1にはDL/ULいずれも基地局装置のアンテナポート<1>が、アンテナ#4にはDL/ULいずれも基地局装置のアンテナポート<2>が割り当てられており、2台の端末がSISO通信を行っている。ある時点でトラフィックが増大したため、端末の1台(ユーザ1)がアンテナ#1、#2を使用してMIMO通信を開始したとする。この時、アンテナ#1、#2には、各々、基地局装置のアンテナポート<1>、<2>が割り当てられたとする。MIMO開始前は、残りの1台(ユーザ2)は、アンテナ#4に基地局装置のアンテナポート<2>を使用して通信をしていたが、基地局装置のアンテナポート<2>がMIMO通信を開始した端末(ユーザ1)に使用されるため、干渉が少ないアンテナ#6が再割当されている様子を示している。この図では、ユーザ2に対しては、基地局装置のアンテナポート<3>と接続されたアンテナ#6が再割当されている。図12と同様、#1～8の全アンテナについてのアンテナ切替用チャンネル情報の収集プロセスは、周期的または定期的実施されるものとする。

30

40

#### 【0043】

このように、ある端末がMIMO開始した際、SISOやSIMOを行っている端末はCINR値をパラメータとして、MIMO通信への干渉が少ないアンテナへ移動することができる(なお、具体的なMIMO切替判定フローは、「C.実施の形態3」図18及びその説明箇所等参照。)

#### 【0044】

図20に、チャンネル情報(CSI)のデータベース配列を示す。

本データベースは、チャンネル情報306に有するものであって、使用するアンテナ本数

50

に対応したアンテナ番号とエリア内の端末のチャネル情報(CSI)が対応づけて記憶される。図20では一例としてアンテナ数8本の例を示している。

【0045】

B. 実施の形態2

図7は、基地局内MIMO切替判定部のフローチャート例(その2)である。この図は、実施の形態1における図5のフローチャートの別の実施の形態を示す。MIMO適用後のアンテナの取り扱いが図5と一部異なっている。

端末へのトラフィックがある閾値を超えた場合(Step1)、現在MIMOを適用中かの判別を行う(Step2)。MIMO適用中であって、現在のアンテナの組合せで、見込み通信速度が閾値以上の場合(Step3)、現状のアンテナを継続使用し、MIMO通信を実施する(Step8)。Step2において、MIMO適用中でない場合、もしくはStep3において、見込み通信速度が閾値以上でない場合は、Step4に進む。

【0046】

Step4以降では、図5と同様に、アンテナ切替用チャネル情報(CSI)から、各アンテナのチャネル容量が算出され、その値をもとに、Step5において、見込み通信速度を推定する。見込み通信速度は、例えば、チャネル容量からそのアンテナにつながっている端末数で除したものと等から算定される。その後、全アンテナを対象として、見込み通信速度の速いアンテナ順にリストアップを実施する(Step6)。さらに、そのリスト上位N組のアンテナを組合せた場合、見込み通信速度が閾値以上である場合(Step7)、MIMO適用(Step8)となる。Step1でトラフィック量が閾値以上でない、あるいは、Step7で見込み通信速度が閾値以上でない場合は、MIMO適用しない(Step9)。Step8またはStep9の後は、Step1へ戻る。このMIMO切替判定は定期的あるいは周期的に実施されるものとし、その都度、データ(CSI情報等)が更新される為、見込み通信速度リストの上位のアンテナがMIMO通信に採用される。

【0047】

C. 実施の形態3

図18は、基地局内MIMO切替判定部のフローチャートの例(その3)である。この図は、実施の形態1における図5のフローチャートの別の実施の形態を示す。図18では、ある特定の端末に対してMIMO通信が開始された場合に、SISO通信又はSIMO通信を行っている他の端末に対して、MIMO通信に対する干渉が少ないアンテナへと再割当が実施される際のMIMO切替判定部のフローチャートを示している。

【0048】

まず、図5と同様に、対象となる端末を選択後(Step1)、端末のトラフィック量が閾値以上か否かを判定する(Step2)。Step2で閾値以上であれば、チャネル情報(CSI)から、各アンテナのチャネル容量を算出する(Step3)。その後、各アンテナの見込み通信速度を推定する(Step4)。見込み通信速度の推定方法の一つとして、チャネル容量をアンテナに繋がっているユーザ数で除したものと等がある。その後、全アンテナについて見込み通信速度順にリストアップされると(Step5)、リスト上位N組のアンテナを組み合わせた場合、見込み通信速度が閾値以上かの判別を行う(Step6)。Step6で、閾値以上であれば、MIMO適用となる(Step7)。

【0049】

MIMO適用後、周囲でSISOもしくはSIMO通信を行っている端末をサーチ・選択する(Step8)。当該端末に対して、MIMO通信を開始した端末との干渉度合いを調べるため、CINRを測定し(Step9)、CINRが閾値以上かを判別する(Step10)。もし、現在通信しているアンテナに対するCINRが閾値以上でない場合には、他のアンテナの中でCINRが最も高い他のアンテナを選択する(Step11)

。もし、現在通信しているアンテナに対するCINRが閾値以上であれば、MIMO通信を行っている端末との干渉の影響が少ないと判断し、当該端末は現在繋がっているアンテナを継続使用して、SISO通信もしくはSIMO通信を行う(Step13)。ここで、Step2もしくはStep6で各々閾値以上でないである場合、MIMO適用しない(Step12)。なお、Step11、Step12、Step13の処理が完了すると、Step1へ戻る。

#### 【0050】

なお、CINRの代わりにSNRを用いてもよい。

このように、ある端末がMIMO開始した際、SISOやSIMOを行っている端末はCINR値又はSNR値をパラメータとして、MIMO通信への干渉が少ないアンテナへ移動することができる。

#### 【0051】

#### D．実施の形態4

図21は、基地局内MIMO切替判定部のフローチャートの例(その4)である。この図は、実施の形態1における図5のフローチャートの別の実施の形態を示す。図21では、ある特定の端末のトラフィック量が増えた場合に、その端末と同じアンテナにつながっている端末数が上限を超えた場合、MIMOが適用されるというMIMO切替判定部のフローチャートの例を示している。

#### 【0052】

まず対象となる端末を選択後(Step1)、端末のトラフィック量が閾値以上かを判別する(Step2)。Step2において、トラフィック量が閾値以上だった場合、対象となる端末が利用しているアンテナと同じアンテナに繋がっている他の端末数を計測する(Step3)。その後、計測した端末数が閾値以上かを判別し(Step4)、端末数が閾値以上であれば、MIMO適用となる(Step5)。一方、Step2でトラフィック量が閾値より小さい場合、又は、Step4で端末数が閾値より小さい場合、MIMO適用しない(Step10)。

#### 【0053】

#### E．実施の形態5

図22は、基地局内MIMO切替判定部のフローチャート例(その5)である。この図は、実施の形態1における図5のフローチャート又は実施の形態4における図21のフローチャートの別の実施の形態を示す。MIMO適用後のアンテナの取り扱いが図21と一部異なっている。

#### 【0054】

端末へのトラフィックがある閾値を超えた場合(Step1)、現在MIMOを適用中かの判別を行う(Step2)。MIMO適用中であって、現在のアンテナの組合せで、見込み通信速度が閾値以上の場合(Step3)、現状のアンテナを継続使用し、MIMO通信を実施する(Step8)。Step2において、MIMO適用中でない場合、もしくはStep3において、見込み通信速度が閾値以上でない場合は、Step4に進む。

#### 【0055】

Step4以降では、図21と同様に、対象となる端末が利用しているアンテナと同じアンテナに繋がっている他の端末数を計測する(Step4)。その後、計測した端末数が閾値以上かを判別し(Step7)、端末数が閾値以上であれば、MIMO適用となる(Step8)。Step1でトラフィック量が閾値以上でない、あるいは、Step7で端末数が閾値以上でない場合は、MIMO適用しない(Step9)。Step8またはStep9の後は、Step1へ戻る。

#### 【0056】

#### F．実施の形態6

10

20

30

40

50

図19は、基地局内MIMO切替判定部のフローチャートの例(その6)である。この図は、実施の形態1における図5のフローチャート又は実施の形態4における図21のフローチャートの別の実施の形態を示す。図19では、ある特定の端末に対してMIMO通信が開始された場合に、SISO通信又はSIMO通信を行っている他の端末に対して、MIMO通信に対する干渉が少ないアンテナへと再割当が実施される際のMIMO切替判定部のフローチャートを示している。

【0057】

まず対象となる端末を選択後(Step1)、端末のトラフィック量が閾値以上かを判別する(Step2)。Step2において、トラフィック量が閾値以上だった場合、対象となる端末が利用しているアンテナと同じアンテナに繋がっている他の端末数を計測する(Step3)。その後、計測した端末数が閾値以上かを判別し(Step4)、端末数が閾値以上であれば、MIMO適用となる(Step5)。一方、Step2でトラフィック量が閾値より小さい場合、又は、Step4で端末数が閾値より小さい場合、MIMO適用しない(Step10)。

10

【0058】

MIMO適用後、図18と同様に、周囲でSISO通信もしくはSIMO通信を行っている端末をサーチ・選択する(Step6)。当該端末に対して、MIMO通信を開始した端末との干渉度合いを調べるため、CINRを測定し(Step7)、CINRが閾値以上かを判別する(Step8)。もし、現在通信しているアンテナに対するCINRが閾値以上でない場合には、CINRが最も高い他のアンテナを選択する(Step9)。もし、現在通信しているアンテナに対するCINRが閾値以上であれば、MIMO通信を行っている端末との干渉の影響が少ないと判断し、当該端末は現在繋がっているアンテナを継続使用して、SISOもしくはSIMOを行う(Step11)。ここで、Step2もしくはStep4で各々閾値以上でないである場合、MIMO適用しない(Step10)。なお、Step9、Step10、Step11の処理が完了すると、Step1へ戻る。

20

【0059】

なお、CINRの代わりにSNRを用いてもよい。

このように、ある端末がMIMO開始した際、SISOやSIMOを行っている端末はCINR値又はSNR値をパラメータとして、MIMO通信への干渉が少ないアンテナへ移動することができる。

30

【産業上の利用可能性】

【0060】

本発明は、いわゆるDAS以外にも、複数のアンテナを分散配置した様々な分散アンテナシステムに適用することができる。また、通信速度を例に処理を説明したが、これに限らず、スループット又はこれらに類似のデータ等の適宜のデータを用いて処理を行うことができる。

【符号の説明】

【0061】

40

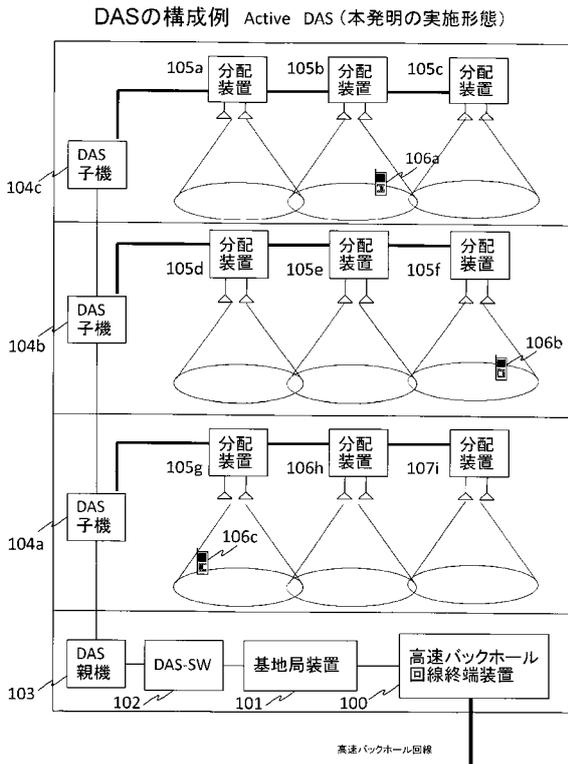
- 100 高速バックホール回線終端装置
- 101 基地局装置
- 102 分散アンテナシステム(以下、DAS)切替スイッチ
- 103 DAS親機
- 104a~104c DAS子機
- 105a~105i 分配装置
- 106a~106c 端末
- 200 高速バックホール回線終端装置
- 201 基地局装置
- 202 DASスイッチ

50

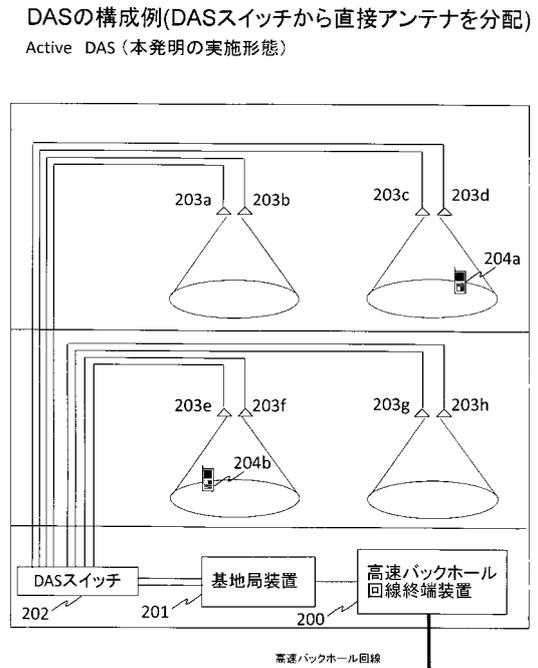
2 0 3 a ~ 2 0 3 h	D A S アンテナ	
2 0 4 a ~ 2 0 4 b	端末	
3 0 0	基地局装置	
3 0 1	バックホール回線	
3 0 2	バックホール回線インタフェース	
3 0 3	トラフィック情報収集部	
3 0 4	トラフィック情報	
3 0 5	チャンネル情報収集部	
3 0 6	チャンネル情報	
3 0 7	M I M O 切替判定部	10
3 0 8	制御信号処理部	
3 0 9	ベースバンド / R F 部	
3 1 0	リファレンス信号生成部	
3 1 1	S I S O 信号処理部	
3 1 2	M I M O 信号処理部	
3 1 3	R F 外部インタフェース	
3 1 4	アンテナポート	
3 1 5	D A S スイッチ	
3 1 6	D A S スイッチ入力ポート	
3 1 7	D A S スイッチ制御部	20
3 1 8	D A S スイッチング部	
3 1 9	D A S スイッチ出力ポート	
4 0 0	D A S スイッチ	
5 0 0	端末	
5 0 1	D A S スイッチ	
5 0 2	端末	
5 0 3	D A S スイッチ	
6 0 0	基地局装置	
6 0 1	D A S スイッチ	
6 0 2	アンテナ # 1	30
6 0 3	アンテナ # 2	
6 0 4	アンテナ # 3	
6 0 5	端末	
6 0 6	アンテナ切替用リファレンス信号送信	
6 0 7	アンテナ切替用チャンネル情報 ( C S I ) 送信	
6 0 8	チャンネル情報収集	
6 0 9	データ信号 ( S I S O )	
6 1 0	トラフィック情報収集	
6 1 1	M I M O 切替判定	
6 1 2	スイッチ切替制御	40
6 1 3	M I M O 通信用リファレンス信号送信	
6 1 4	M I M O 通信用チャンネル情報 ( C S I ) 送信	
6 1 5	データ信号 ( M I M O )	
7 0 0	端末 1	
7 0 1	端末 2	
7 0 2	D A S スイッチ	
7 0 3	端末 1	
7 0 4	端末 2	
7 0 5	D A S スイッチ	
8 0 0	基地局装置	50

- 8 0 1 D A S スイッチ
- 8 0 2 アンテナ # 1
- 8 0 3 アンテナ # 2
- 8 0 4 アンテナ # 3
- 8 0 5 端末
- 8 0 6 端末
- 8 0 7 アンテナ切替用リファレンス信号送信
- 8 0 8 アンテナ切替用チャネル情報 ( C S I ) 送信
- 8 0 9 チャネル情報収集
- 8 1 0 データ信号 ( S I S O )
- 8 1 1 データ信号 ( S I S O )
- 8 1 2 トラフィック情報収集
- 8 1 3 M I M O 切替判定
- 8 1 4 スイッチ切替制御
- 8 1 5 M I M O 通信用リファレンス信号送信
- 8 1 6 M I M O 通信用チャネル情報 ( C S I ) 送信
- 8 1 7 データ信号 ( M I M O )
- 8 1 8 データ信号 ( S I S O )

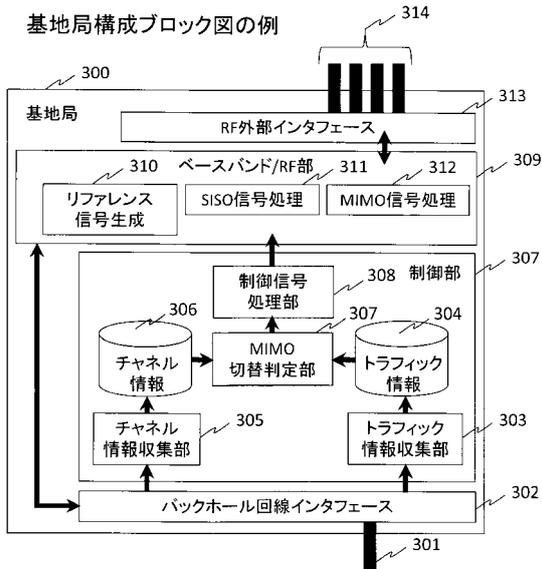
【 図 1 】



【 図 2 】

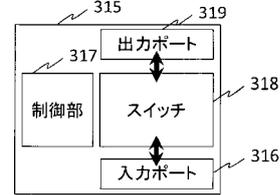


【図3】



【図4】

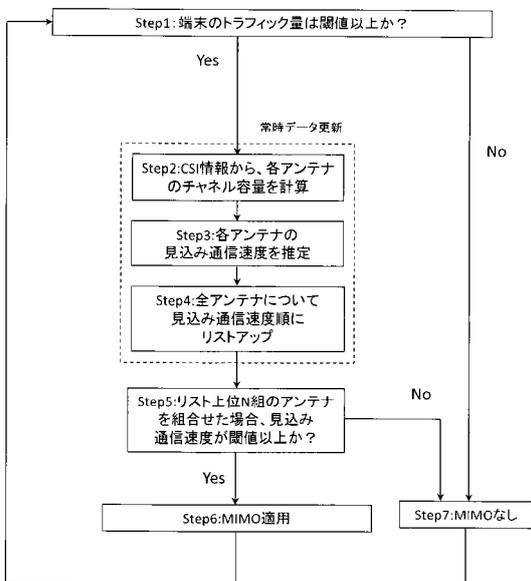
DASスイッチ構成ブロック図の例



【図5】

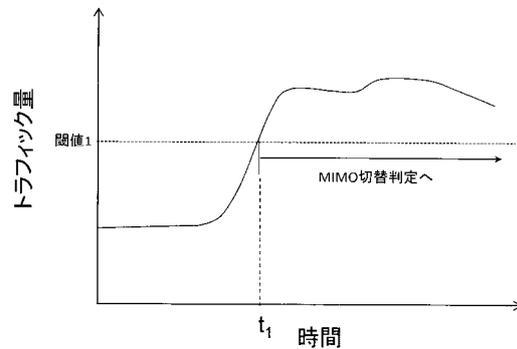
基地局内MIMO切替判定部のフローチャート例(その1)

端末1台にフォーカスして検討(他ユーザー考慮無し)  
 ※MIMO適用後、毎回最良のアンテナへ更新



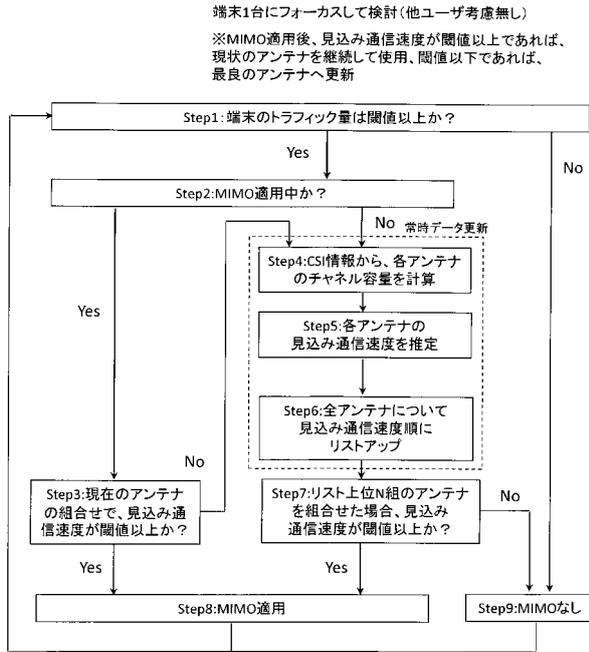
【図6】

トラフィック量判定図の例



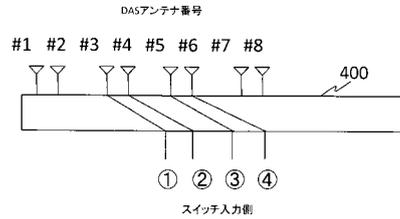
【 図 7 】

基地局内MIMO切替判定部のフローチャート例(その2)



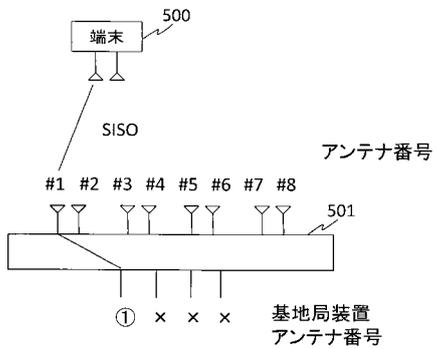
【 図 8 】

DASスイッチの動作例



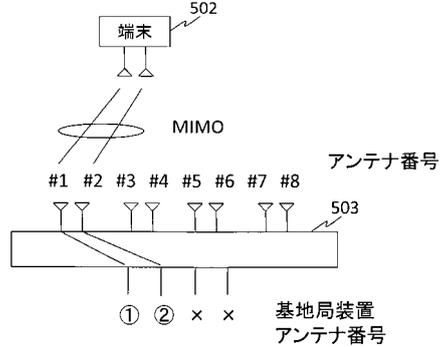
【 図 9 】

DASスイッチの動作例(SISO時)



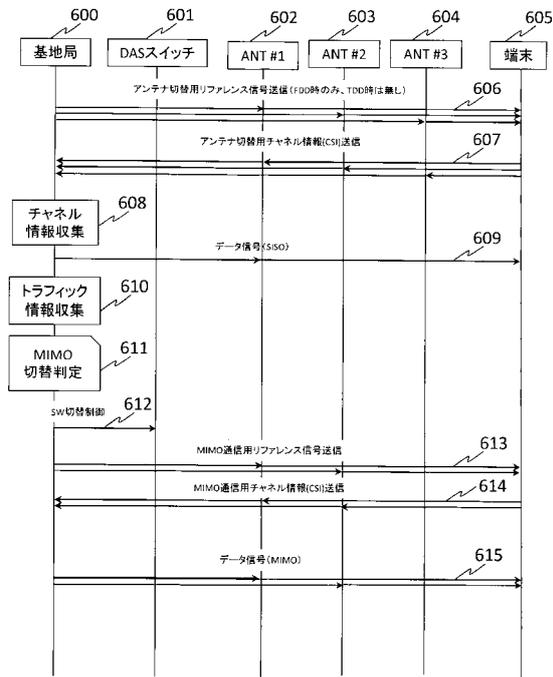
【 図 10 】

DASスイッチの動作例(MIMO時)



【図11】

端末が1台の場合のシーケンス例



【図12】

DASスイッチの動作例(SIMO時)

SIMO時

①~④は、基地局装置のアンテナポート番号 (DASスイッチの入力ポート)

	Slot1				Slot2				Slot3				Slot4			
	DL	UL	DL	UL												
#1	①*	①*	x	x	①	①	①	①	①	①	①	①	①*	①*	x	x
#2	②*	②*	x	x	②	x	②	x	②	x	②	x	②*	②*	x	x
#3	③*	③*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	③*	③*	x	x
#4	④*	④*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	④*	④*	x	x
#5	x	x	①*	①*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	①*	①*
#6	x	x	②*	②*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	②*	②*
#7	x	x	③*	③*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	③*	③*
#8	x	x	④*	④*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	④*	④*

\* リファレンス信号送信:(DL)  
フィードバック(CSI情報)送信:(UL)

【図13】

DASスイッチの動作例(MIMO時)

MIMO時

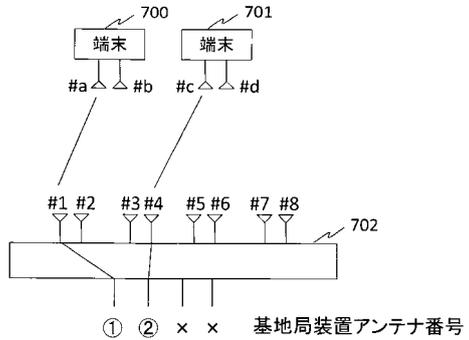
①~④は、基地局装置のアンテナポート番号 (DASスイッチの入力ポート)

	Slot1				Slot2				Slot3				Slot4			
	DL	UL	DL	UL												
#1	①*	①*	x	x	①	①	①	①	①	①	①	①	①*	①*	x	x
#2	②*	②*	x	x	②	②	②	②	②	②	②	②	②*	②*	x	x
#3	③*	③*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	③*	③*	x	x
#4	④*	④*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	④*	④*	x	x
#5	x	x	①*	①*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	①*	①*
#6	x	x	②*	②*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	②*	②*
#7	x	x	③*	③*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	③*	③*
#8	x	x	④*	④*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	④*	④*

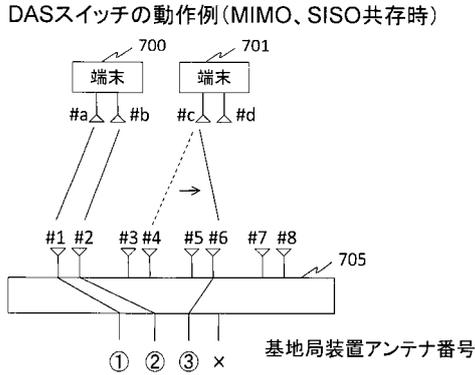
\* リファレンス信号送信:(DL)  
フィードバック(CSI情報)送信:(UL)

【図14】

DASスイッチの動作例(複数台SISO時)

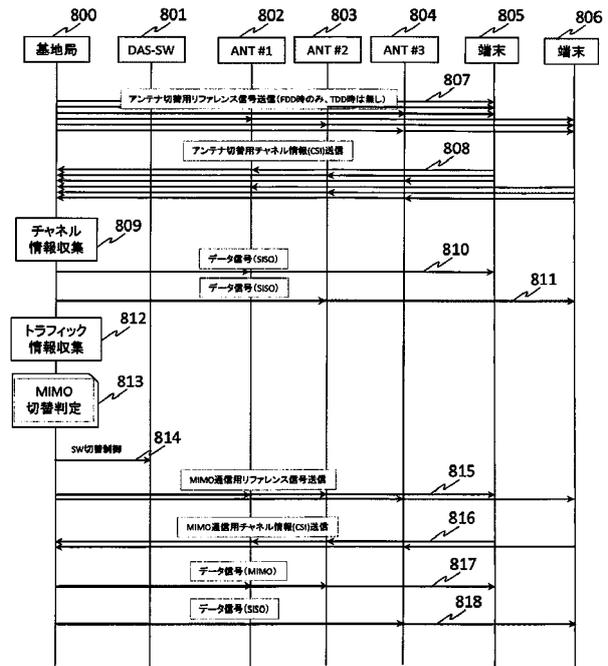


【図15】



【図16】

端末が複数台の場合のシーケンス例



【図17】

DASスイッチの動作例(その3)

①~④は、基地局装置のアンテナポート番号 (DASスイッチの入力ポート)

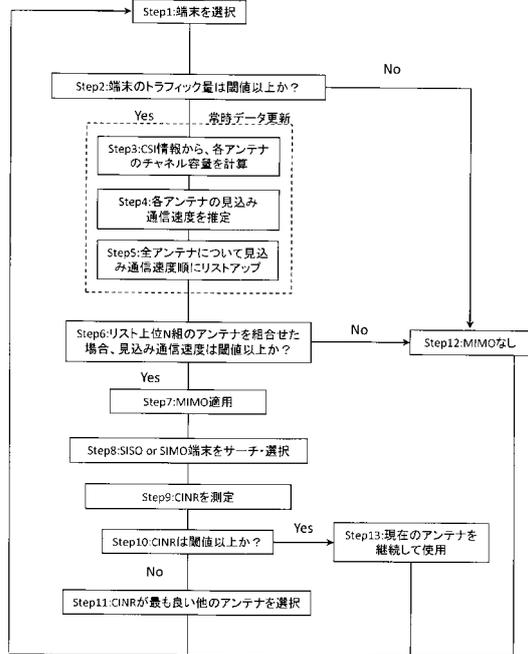
SIMO時

	Slot1				Slot2				Slot3				Slot4			
	DL	UL	DL	UL												
#1	①*	①*	x	x	①	①	①	①	①	①	①	①	①*	①*	x	x
#2	x	x	②*	②*	x	x	x	x	②	②	②	②	②*	②*	x	x
#3	x	x	③*	③*	x	x	x	x	③	③	③	③	③*	③*	x	x
#4	x	x	④*	④*	x	x	②	②	②	x	x	x	④*	④*	x	x
#5	x	x	①*	①*	x	x	x	x	①	①	①	①	x	x	①*	①*
#6	x	x	②*	②*	x	x	x	x	③	③	③	③	x	x	②*	②*
#7	x	x	③*	③*	x	x	x	x	④	④	④	④	x	x	③*	③*
#8	x	x	④*	④*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	④*	④*

\* リファレンス信号送信 (DL)  
 \* フィードバック(CSI情報)送信 (UL)

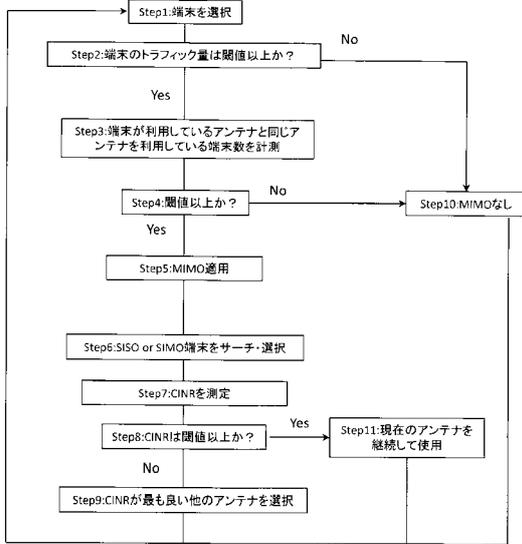
【図18】

基地局内MIMO切替判定部のフローチャートの例(その3)



【図19】

基地局内MIMO切替判定部の  
フローチャートの例(その6)



【図20】

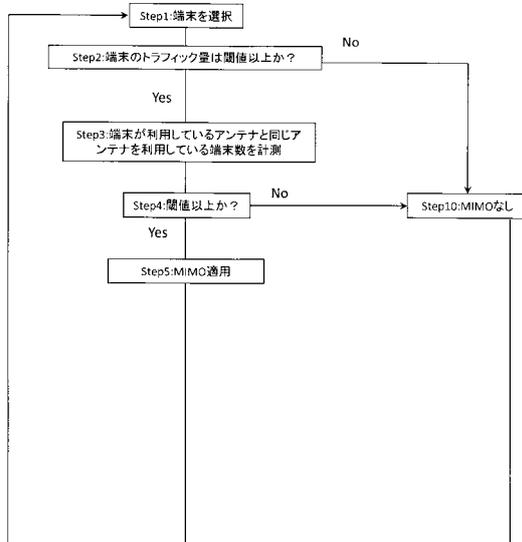
チャンネル情報(CSI)のデータベース配列

注: 一例として、図15を基に作成

アンテナ番号	端末700	端末701
#1	h1a,h1b	h1c,h1d
#2	h2a,h2b	h2c,h2d
#3	h3a,h3b	h3c,h3d
#4	h4a,h4b	h4c,h4d
#5	h5a,h5b	h5c,h5d
#6	h6a,h6b	h6c,h6d
#7	h7a,h7b	h7c,h7d
#8	h8a,h8b	h8c,h8d
...	...	...
#n	h1na,h12b	h12c,h12d

【図21】

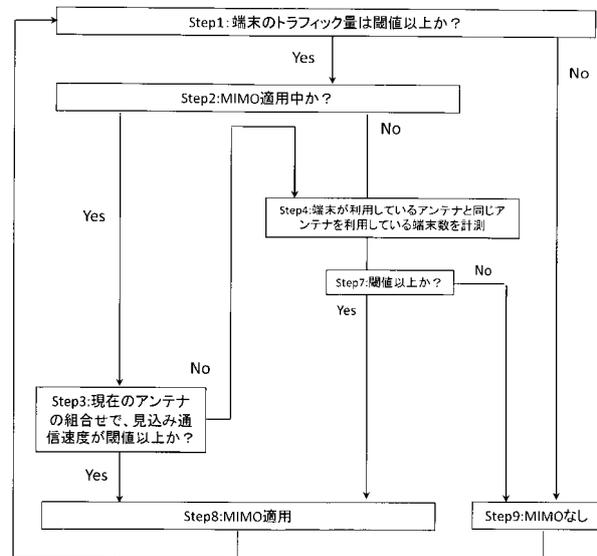
基地局内MIMO切替判定部の  
フローチャートの例(その4)



【図22】

基地局内MIMO切替判定部の  
フローチャート例(その5)

端末1台にフォーカスして検討(他ユーザ考慮無し)



---

フロントページの続き

審査官 藤江 大望

- (56)参考文献 特表2010-532630(JP,A)  
特開2010-050625(JP,A)  
国際公開第2005/081444(WO,A1)  
特開2006-324978(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04J 99/00  
H04B 7/04