

(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2011-211368

(P2011-211368A)

(43) 公開日 平成23年10月20日(2011.10.20)

(51) Int.Cl.
H04W 16/28 (2009.01)

F I
H04Q 7/00 232

テーマコード(参考)
5K067

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2010-75335(P2010-75335)
(22) 出願日 平成22年3月29日(2010.3.29)

(71) 出願人 000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南1丁目7番1号
(74) 代理人 100095957
弁理士 亀谷 美明
(74) 代理人 100096389
弁理士 金本 哲男
(74) 代理人 100101557
弁理士 萩原 康司
(74) 代理人 100128587
弁理士 松本 一騎
(72) 発明者 澤井 亮
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
Fターム(参考) 5K067 AA03 DD42 EE10 KK02

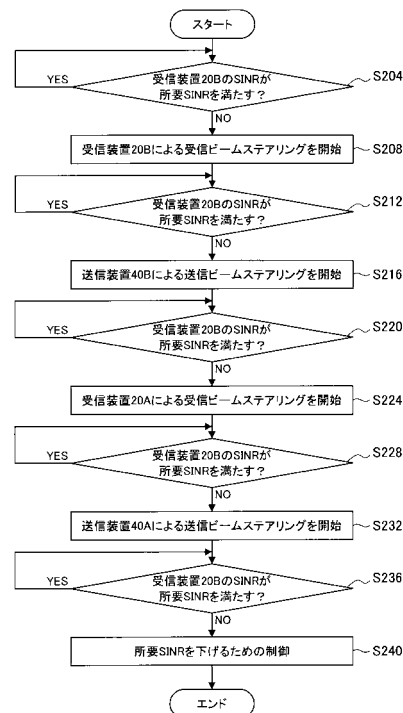
(54) 【発明の名称】 通信制御方法、通信システム、および管理サーバ

(57) 【要約】

【課題】通信制御方法、通信システム、および管理サーバを提供する。

【解決手段】第1の送信装置および第1の受信装置と、前記第1の送信装置に割り当てられている周波数を2次利用する第2の送信装置および第2の受信装置と、からなる通信システムにおける、前記第2の受信装置の受信品質が所定基準を満たすか否かを判断するステップと、前記第2の受信装置の受信品質が所定基準を満たさないと判断された場合、前記第1の受信装置による受信ビームステアリング、前記第1の送信装置によるビームステアリング、前記第2の受信装置による受信ビームステアリング、または前記第2の送信装置による送信ビームステアリングを、所定の順序に従って追加実行するステップと、を含む通信制御方法。

【選択図】図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の送信装置および第 1 の受信装置と、前記第 1 の送信装置に割り当てられている周波数を 2 次利用する第 2 の送信装置および第 2 の受信装置と、からなる通信システムにおける、前記第 2 の受信装置の受信品質が所定基準を満たすか否かを判断するステップと；

前記第 2 の受信装置の受信品質が所定基準を満たさないと判断された場合、前記第 1 の受信装置による受信ビームステアリング、前記第 1 の送信装置によるビームステアリング、前記第 2 の受信装置による受信ビームステアリング、または前記第 2 の送信装置による送信ビームステアリングを、所定の順序に従って追加実行するステップと；
を含む、通信制御方法。

10

【請求項 2】

前記所定の順序は、前記第 2 の受信装置による受信ビームステアリング、前記第 2 の送信装置による送信ビームステアリング、前記第 1 の受信装置による受信ビームステアリング、前記第 1 の送信装置によるビームステアリング、という順序である、請求項 1 に記載の通信制御方法。

【請求項 3】

前記所定の順序は、前記第 2 の受信装置による受信ビームステアリング、前記第 1 の受信装置による受信ビームステアリング、前記第 2 の送信装置による送信ビームステアリング、前記第 1 の送信装置によるビームステアリング、という順序である、請求項 1 に記載の通信制御方法。

20

【請求項 4】

前記第 2 の受信装置による前記受信ビームステアリングは、前記第 1 の送信装置から送信される無線信号の到来方向に対する受信ヌルステアリングである、請求項 2 または 3 に記載の通信制御方法。

【請求項 5】

前記第 2 の送信装置による前記送信ビームステアリングは、前記第 1 の受信装置の存在方向に対する送信ヌルステアリングである、請求項 4 に記載の通信制御方法。

【請求項 6】

前記第 1 の受信装置による前記受信ビームステアリングは、前記第 2 の送信装置から送信される無線信号の到来方向に対する受信ヌルステアリングである、請求項 5 に記載の通信制御方法。

30

【請求項 7】

前記第 1 の送信装置による前記送信ビームステアリングは、前記第 2 の受信装置の存在方向に対する送信ヌルステアリングである、請求項 6 に記載の通信制御方法。

【請求項 8】

前記第 1 の受信装置による受信ビームステアリングの追加実行により、前記第 1 の受信装置による受信品質が所定基準を上回るようになった場合、前記第 1 の送信装置から前記第 1 の受信装置への無線信号の送信電力を、前記第 1 の受信装置による受信品質が所定基準を下回らない範囲内で減少させる、請求項 7 に記載の通信制御方法。

【請求項 9】

前記第 1 の受信装置による受信ビームステアリングの追加実行により、前記第 1 の受信装置による受信品質が所定基準を上回るようになった場合、前記第 2 の送信装置から前記第 2 の受信装置への無線信号の送信電力を、前記第 1 の受信装置による受信品質が所定基準を下回らない範囲内で増加させる、請求項 7 に記載の通信制御方法。

40

【請求項 10】

第 1 の送信装置および第 1 の受信装置による通信を管理する第 1 の管理サーバと；

前記第 1 の送信装置に割り当てられている周波数を 2 次利用する第 2 の送信装置および第 2 の受信装置による通信を管理する第 2 の管理サーバと；
を備え、

前記第 2 の管理サーバは、第 1 の送信装置および第 1 の受信装置と、前記第 1 の送信装

50

置に割り当てられている周波数を2次利用する第2の送信装置および第2の受信装置と、からなる通信システムにおける、前記第2の受信装置の受信品質が所定基準を満たすか否かを判断し、

前記第1の管理サーバまたは前記第2の管理サーバは、前記第2の受信装置の受信品質が所定基準を満たさないと判断された場合、前記第1の受信装置による受信ビームステアリング、前記第1の送信装置によるビームステアリング、前記第2の受信装置による受信ビームステアリング、または前記第2の送信装置による送信ビームステアリングを、所定の順序に従って追加実行する、通信システム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信制御方法、通信システム、および管理サーバに関する。

【背景技術】

【0002】

近日、次世代の通信ネットワークとして、ヘテロジニアスネットワークが提案されている。このヘテロジニアスネットワークは、マクロセル内で、複数種類の中小規模基地局が、アンダーレイ送信またはスペクトラムシェアリングを行うことにより共存するネットワークである。中小規模基地局としては、RRH (Remote Radio Head) セル基地局、ホットゾーン基地局 (Pico/micro cell eNB)、フェムトセル基地局 (Home eNB)、および中継装置 (リレー基地局) などがあげられる。

20

【0003】

このようなヘテロジニアスネットワークにおいては、例えば、マクロセル基地局とフェムトセル基地局など、異なる基地局が同一の周波数の利用する場合に、干渉の発生によりエリアキャパシティの向上が阻害されてしまうことが懸念される。この点に関し、例えば特許文献1および特許文献2には、異なる送信装置間の干渉問題を改善するための技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

30

【特許文献1】特開2009-159452号公報

【特許文献2】特表2009-542043号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

また、送信装置がビームステアリングにより無線信号を受信装置に向けて送信すれば、この無線信号が他の受信装置において干渉波となる場合を抑制できるので、エリアキャパシティを増加させるための干渉回避制御としては有効である。しかし、送信装置がビームステアリングを行うためには、キャリブレーションが必要となり、オーバーヘッドが増大してしまうことが懸念される。

40

【0006】

そこで、本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、送信ビームステアリングを行う場合を抑制してエリアキャパシティの向上を図ることが可能な、新規かつ改良された通信制御方法、通信システム、および管理サーバを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、第1の送信装置および第1の受信装置と、前記第1の送信装置に割り当てられている周波数を2次利用する第2の送信装置および第2の受信装置と、からなる通信システムにおける、前記第2の受信装置の受

50

信品質が所定基準を満たすか否かを判断するステップと、前記第2の受信装置の受信品質が所定基準を満たさないと判断された場合、前記第1の受信装置による受信ビームステアリング、前記第1の送信装置によるビームステアリング、前記第2の受信装置による受信ビームステアリング、または前記第2の送信装置による送信ビームステアリングを、所定の順序に従って追加実行するステップと、を含む通信制御方法が提供される。

【0008】

前記所定の順序は、前記第2の受信装置による受信ビームステアリング、前記第2の送信装置による送信ビームステアリング、前記第1の受信装置による受信ビームステアリング、前記第1の送信装置によるビームステアリング、という順序であってもよい。

【0009】

前記所定の順序は、前記第2の受信装置による受信ビームステアリング、前記第1の受信装置による受信ビームステアリング、前記第2の送信装置による送信ビームステアリング、前記第1の送信装置によるビームステアリング、という順序であってもよい。

【0010】

前記第2の受信装置による前記受信ビームステアリングは、前記第1の送信装置から送信される無線信号の到来方向に対する受信ヌルステアリングであってもよい。

【0011】

前記第2の送信装置による前記送信ビームステアリングは、前記第1の受信装置の存在方向に対する送信ヌルステアリングであってもよい。

【0012】

前記第1の受信装置による前記受信ビームステアリングは、前記第2の送信装置から送信される無線信号の到来方向に対する受信ヌルステアリングであってもよい。

【0013】

前記第1の送信装置による前記送信ビームステアリングは、前記第2の受信装置の存在方向に対する送信ヌルステアリングであってもよい。

【0014】

前記第1の受信装置による受信ビームステアリングの追加実行により、前記第1の受信装置による受信品質が所定基準を上回るようになった場合、前記第1の送信装置から前記第1の受信装置への無線信号の送信電力を、前記第1の受信装置による受信品質が所定基準を下回らない範囲内で減少させてもよい。

【0015】

前記第1の受信装置による受信ビームステアリングの追加実行により、前記第1の受信装置による受信品質が所定基準を上回るようになった場合、前記第2の送信装置から前記第2の受信装置への無線信号の送信電力を、前記第1の受信装置による受信品質が所定基準を下回らない範囲内で増加させてもよい。

【0016】

また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、第1の送信装置および第1の受信装置による通信を管理する第1の管理サーバと、前記第1の送信装置に割り当てられている周波数を2次利用する第2の送信装置および第2の受信装置による通信を管理する第2の管理サーバと、を備え、前記第2の管理サーバは、第1の送信装置および第1の受信装置と、前記第1の送信装置に割り当てられている周波数を2次利用する第2の送信装置および第2の受信装置と、からなる通信システムにおける、前記第2の受信装置の受信品質が所定基準を満たすか否かを判断し、前記第1の管理サーバまたは前記第2の管理サーバは、前記第2の受信装置の受信品質が所定基準を満たさないと判断された場合、前記第1の受信装置による受信ビームステアリング、前記第1の送信装置によるビームステアリング、前記第2の受信装置による受信ビームステアリング、または前記第2の送信装置による送信ビームステアリングを、所定の順序に従って追加実行する、通信システムが提供される。

【発明の効果】

【0017】

10

20

30

40

50

以上説明したように本発明によれば、送信ビームステアリングを行う場合を抑制してエリアキャパシティの向上を図ることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】ヘテロジニアスネットワークの構成例を示した説明図である。

【図2】各中小規模基地局の概要を示した説明図である。

【図3】本発明の実施形態による通信システムの構成例を示した説明図である。

【図4】MUSICを用いた到来方向推定結果の一例を示した説明図である。

【図5】受信ビームステアリングの具体例を示した説明図である。

【図6】本発明の第1の実施形態による動作を示したフローチャートである。

10

【図7】本発明の第2の実施形態による動作を示したフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0020】

また、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する複数の構成要素を、同一の符号の後に異なるアルファベットを付して区別する場合もある。例えば、実質的に同一の機能構成を有する複数の構成を、必要に応じて通信端末20A、20Bおよび20Cのように区別する。ただし、実質的に同一の機能構成を有する複数の構成要素の各々を特に区別する必要がない場合、同一符号のみを付する。例えば、通信端末20A、20Bおよび20Cを特に区別する必要が無い場合には、単に通信端末20と称する。

20

【0021】

また、以下に示す項目順序に従って当該「発明を実施するための形態」を説明する。

1. ヘテロジニアスネットワークの構成例
2. 本発明の実施形態の要旨
3. 各ビームステアリングの実行方法
4. 本発明の第1の実施形態
5. 本発明の第2の実施形態
6. まとめ

30

【0022】

<ヘテロジニアスネットワークの構成例>

【0023】

<1.ヘテロジニアスネットワークの構成例>

本発明の実施形態は、例えば、複数のローカルなネットワークが同一の周波数を利用して共存する通信システムに適用可能である。このような通信システムの一例として、ヘテロジニアスネットワークが挙げられる。

【0024】

ヘテロジニアスネットワークは、マクロセル内で、複数種類の中小規模基地局が、アンダーレイ送信またはスペクトラムシェアリングを行うことにより共存するネットワークである。中小規模基地局としては、RRH(Remote Radio Head)セル基地局、ホットゾーン基地局(Pico/micro cell eNB)、フェムトセル基地局(Home eNB)、および中継装置(リレー基地局)などがあげられる。なお、アンダーレイ送信は、互いの通信リンクに干渉を及ぼす範囲に存在する送受信機が、同一の周波数チャネルを用いて通信を行う送信形態のことである。アンダーレイ送信により周波数を二次利用する側の送信機は、一次利用者の通信リンクにとって致命的な干渉とならないように、与干渉レベルを調整する必要がある。以下、ヘテロジニアスネットワークの構成を具体的に説明する。

40

【0025】

50

図 1 は、ヘテロジニアスネットワークの構成例を示した説明図である。図 1 に示したように、ヘテロジニアスネットワークは、マクロセル基地局 1 0 (基地局 1 0 と同義) と、中継装置 3 0 と、ホットゾーン基地局 3 1 と、フェムトセル基地局 3 2 と、RRHセル基地局 3 3 と、管理サーバ 1 6 A および 1 6 B と、を備える。

【 0 0 2 6 】

管理サーバ 1 6 A は、マクロセル基地局 1 0 が形成するセルの状態を示す管理情報を各基地局 1 0 から受信し、この管理情報に基づいて各基地局 1 0 が形成するセルにおける通信を制御する。同様に、管理サーバ 1 6 B は、フェムトセル基地局 3 2 が形成するセルの状態を示す管理情報をフェムトセル基地局 3 2 から受信し、この管理情報に基づいてフェムトセル基地局 3 2 が形成するセルにおける通信を制御する。また、管理サーバ 1 6 A および 1 6 B は、マクロセル基地局 1 0 および中小規模基地局が協調して動作するための機能を有する。なお、管理サーバ 1 6 の機能は、マクロセル基地局 1 0 またはいずれかの中小規模基地局に実装されていてもよい。また、管理サーバ 1 6 は、MME (Mobile Management Entity) や、ゲートウェイ装置としての機能を有してもよい。

10

【 0 0 2 7 】

マクロセル基地局 1 0 は、マクロセル内の中小規模基地局、通信端末 2 0 を管理する。例えば、マクロセル基地局 1 0 は、マクロセル基地局 1 0 が形成するセル内に存在する中継装置 3 0 および通信端末 2 0 との通信を管理する。例えば、マクロセル基地局 1 0 は、セル内に存在する中継装置 3 0 および通信端末 2 0 が通信するためのスケジューリング情報を管理する。

20

【 0 0 2 8 】

ホットゾーン基地局 3 1 (ピコセル基地局、マイクロセル基地局) は、最大送信電力がマクロセル基地局 1 0 より小さく、マクロセル基地局 1 0 とはコアネットワークの X 2 や S 1 などのインタフェースを用いて通信する。なお、ホットゾーン基地局 3 1 は、どの通信端末 2 0 からアクセス可能な OSG (Open Subscriber Group) を形成する。

【 0 0 2 9 】

フェムトセル基地局 3 2 は、最大送信電力がマクロセル基地局 1 0 より小さく、マクロセル基地局 1 0 とは ADSL などのパケット交換ネットワークを用いて通信する。または、フェムトセル基地局 3 2 は、無線リンクによりマクロセル基地局 1 0 と通信することも可能である。なお、フェムトセル基地局 3 2 は、限られた通信端末 2 0 からしかアクセスできない CSG (Closed Subscriber Group) を形成する。

30

【 0 0 3 0 】

RRHセル基地局 3 3 は、マクロセル基地局 1 0 と光ファイバで接続されている。このため、マクロセル基地局 1 0 は、地理的に異なる場所に配置された RRHセル基地局 3 3 A および 3 3 B に光ファイバを介して信号を伝送し、RRHセル基地局 3 3 A および 3 3 B から信号を無線送信させることができる。例えば、通信端末 2 0 の位置に近い RRHセル基地局 3 3 のみを利用することも可能である。なお、制御系の機能はマクロセル基地局 1 0 に実装されており、通信端末 2 0 の分布に応じて、最適な送信形態を選択する。

40

【 0 0 3 1 】

以上説明した各中小規模基地局の概要を図 2 にまとめた。これらホットゾーン基地局 3 1 やフェムトセル基地局 3 2 などの中小規模基地局は、マクロセル基地局 1 0 が利用する周波数を二次利用することにより、キャパシティの総和を増加させることができる。

【 0 0 3 2 】

ここで、例えばフェムトセル基地局 3 2 が通信端末 2 0 D に対して送信ビームステアリングを施して無線信号を送信すれば、フェムトセル基地局 3 2 がマクロセル内の他の通信に与える干渉量を抑制できるので、マクロセル全体におけるキャパシティの総和を増加させることが可能である。しかし、フェムトセル基地局 3 2 が送信ビームステアリングを行うためには、キャリブレーションが必要となり、オーバーヘッドが増大してしまうことが

50

懸念される。

【 0 0 3 3 】

そこで、上記実情を一着眼点にして本発明の実施形態を創作するに至った。本発明の実施形態によれば、送信ビームステアリングを行う場合を抑制してエリアキャパシティの向上を図ることが可能である。以下、このような本発明の実施形態について説明する。

【 0 0 3 4 】

< 2 . 本発明の実施形態の要旨 >

まず、図 3 を参照し、例えば上述したヘテロジニアスネットワークに適用可能な、本発明の実施形態による通信システム 1 の構成を説明する。

【 0 0 3 5 】

図 3 は、本発明の実施形態による通信システム 1 の構成例を示した説明図である。図 3 に示したように、本発明の実施形態による通信システム 1 は、管理サーバ 1 6 A (第 1 の管理サーバ) と、管理サーバ 1 6 B (第 2 の管理サーバ) と、受信装置 2 0 A (第 1 の受信装置)、受信装置 2 0 B (第 2 の受信装置) と、送信装置 4 0 A (第 1 の送信装置) と、送信装置 4 0 B (第 2 の送信装置) と、を備える。ここで、受信装置 2 0 A および受信装置 2 0 B は例えば図 1 に示した各通信端末 2 0 に対応し、送信装置 4 0 A は例えば図 1 に示したマクロセル基地局 1 0 に対応し、送信装置 4 0 B は例えば図 1 に示したフェムトセル基地局 3 2 に対応する。

【 0 0 3 6 】

管理サーバ 1 6 A は、送信装置 4 0 A および受信装置 2 0 A による通信を制御して第 1 の通信サービスを実現し、管理サーバ 1 6 B は、送信装置 4 0 A と同一の周波数を二次利用する送信装置 4 0 B および受信装置 2 0 B による通信を制御して第 2 の通信サービスを実現する。

【 0 0 3 7 】

このような通信システム 1 においては、図 3 に示したように、送信装置 4 0 A から送信された無線信号は通信端末 2 0 B において干渉波として作用し、送信装置 4 0 B から送信された無線信号は通信端末 2 0 A において干渉波として作用してしまう。

【 0 0 3 8 】

そこで、本実施形態による管理サーバ 1 6 B は、受信装置 2 0 B の受信品質の向上が望まれる場合、いずれかの装置による送信ビームステアリングまたは受信ビームステアリングを所定の順序に従って追加実行させることにより、受信装置 2 0 B の受信品質の向上を図る。

【 0 0 3 9 】

具体的には、管理サーバ 1 6 B は、受信装置 2 0 B の受信品質が所定基準を満たしているか否かを判断し、受信装置 2 0 A による受信ビームステアリング、受信装置 2 0 B による受信ビームステアリング、送信装置 4 0 A による送信ビームステアリング、または送信装置 4 0 B による送信ビームステアリングを、所定の順序に従って実行させる。かかる構成により、送信ビームステアリングを行う場合を抑制しつつ、所定基準を満たす受信装置 2 0 B の受信品質を得ることができる。

【 0 0 4 0 】

なお、受信装置 2 0 A による受信ビームステアリングは、送信装置 4 0 B から送信される無線信号の到来方向に対する受信ヌルステアリングである。同様に、受信装置 2 0 B による受信ビームステアリングは、送信装置 4 0 A から送信される無線信号の到来方向に対する受信ヌルステアリングである。

【 0 0 4 1 】

また、送信装置 4 0 A による送信ビームステアリングは、受信装置 2 0 B の存在方向に対する送信ヌルステアリングである。同様に、送信装置 4 0 B による送信ビームステアリングは、受信装置 2 0 A の存在方向に対する送信ヌルステアリングである。

【 0 0 4 2 】

以下、これら各ビームステアリングの実行方法を、第 1 の実施形態および第 2 の実施形

10

20

30

40

50

態の説明に先立って説明する。

【0043】

< 3 . 各ビームステアリングの実行方法 >

(受信装置 20 A による受信ビームステアリング)

受信装置 20 A は、管理サーバ 16 A または 16 B からの指示に基づき、送信装置 40 B からの干渉波の受信レベルを抑圧するための受信ビームステアリングを例えば以下に説明する方法により実行する。

【0044】

まず、管理サーバ 16 A は、受信装置 20 A と送信装置 40 B がビーム形成のための通信を行うスロットを受信装置 20 A に割り当て、管理サーバ 16 B に、当該スロットの送信装置 40 B への割り当てを依頼する。

10

【0045】

そして、受信装置 20 A は、割り当てられたスロットにおいて送信装置 40 B から送信されるプリアンプル信号、パイロット信号、またはレファレンス信号を受信し、受信装置 20 A と送信装置 40 B との間の伝播路応答を示すチャネル行列を取得する。なお、受信装置 20 A は、送信装置 40 B からの送信信号を用いて共分散行列を作成し、この共分散行列をチャネル行列として利用してもよい。

【0046】

さらに、受信装置 20 A は、MUSIC などの到来方向推定アルゴリズムと周期定常性 (Cyclostationary) を用い、干渉波の到来方向と信号の特徴量を推定し、干渉波の到来方向にヌルを向ける受信ビームステアリングを実行する。

20

【0047】

図 4 は、MUSIC を用いた到来方向推定結果の一例を示した説明図である。図 4 に示したように、MUSIC によれば、希望波の到来方向 (図 4 に示した例では 0 度)、および干渉波の到来方向 (図 4 に示した例では 70 度) を推定することが可能である。

【0048】

図 5 は、受信ビームステアリングの具体例を示した説明図である。図 5 に示したように、受信ビームステアリングにより干渉波の到来方向にヌルを設定し、干渉波の受信レベルを抑圧することにより、図 5 に示した例では 55 dB の受信利得 (希望波と干渉波の受信レベルの差) が得られる。

30

【0049】

なお、上記では管理サーバ 16 A および 16 B がビーム形成のための通信を行うスロットを割り当てる例を説明したが、受信ビームステアリングの実行方法はかかる例に限定されない。例えば、受信装置 20 A は、送信装置 40 B が送信する PBCH や PDCCH を受信して送信装置 40 B の送信スロットを把握し、当該送信スロットにおいて送信装置 40 B から受信される信号に基づいて受信ビームステアリングを実行してもよい。または、受信装置 20 A は、管理サーバ 16 B から管理サーバ 16 A を介して送信装置 40 B の送信スロットやリファレンスパターンなどの情報を取得してもよい。

【0050】

または、受信装置 20 A は、干渉波の到来方向と信号の特徴量の推定結果から、RLS (Recursive Least Squares) や LMS (Least Mean Squares) をベースに MMSE (Minimum Mean Square Error) などの受信ビーム形成アルゴリズムを用いて受信ビームステアリングを実行してもよい。

40

【0051】

さらに、GPS などの位置推定技術により受信装置 20 A および送信装置 40 B の位置情報を取得できる場合、受信装置 20 A は、送信装置 40 B からの干渉波の到来方向を、受信装置 20 A および送信装置 40 B の位置情報に基づいて推定してもよい。

【0052】

(受信装置 20 B による受信ビームステアリング)

50

受信装置 20 B は、管理サーバ 16 A または 16 B からの指示に基づき、送信装置 40 A からの干渉波の受信レベルを抑圧するための受信ビームステアリングを例えば以下に説明する方法により実行する。

【0053】

まず、管理サーバ 16 B は、受信装置 20 B と送信装置 40 A がビーム形成のための通信を行うスロットを受信装置 20 B に割り当て、管理サーバ 16 A に、当該スロットの送信装置 40 A への割り当てを依頼する。

【0054】

そして、受信装置 20 B は、割り当てられたスロットにおいて送信装置 40 A から送信されるプリアンプル信号、パイロット信号、またはレファレンス信号を受信し、受信装置 20 B と送信装置 40 A との間の伝播路応答を示すチャネル行列を取得する。なお、受信装置 20 B は、送信装置 40 A からの送信信号を用いて共分散行列を作成し、この共分散行列をチャネル行列として利用してもよい。

10

【0055】

さらに、受信装置 20 B は、MUSIC などの到来方向推定アルゴリズムと周期定常性を用い、干渉波の到来方向と信号の特徴量を推定し、干渉波の到来方向にヌルを向ける受信ビームステアリングを実行する。

【0056】

なお、上記では管理サーバ 16 A および 16 B がビーム形成のための通信を行うスロットを割り当てる例を説明したが、受信ビームステアリングの実行方法はかかる例に限定されない。例えば、受信装置 20 B は、送信装置 40 A が送信する P B C H や P D C C H を受信して送信装置 40 A の送信スロットを把握し、当該送信スロットにおいて送信装置 40 A から受信される信号に基づいて受信ビームステアリングを実行してもよい。または、受信装置 20 B は、管理サーバ 16 A から管理サーバ 16 B を介して送信装置 40 A の送信スロットやリファレンスパターンなどの情報を取得してもよい。

20

【0057】

または、受信装置 20 B は、干渉波の到来方向と信号の特徴量の推定結果から、R L S や L M S をベースに M M S E などの受信ビーム形成アルゴリズムを用いて受信ビームステアリングを実行してもよい。

【0058】

さらに、GPS などの位置推定技術により受信装置 20 B および送信装置 40 A の位置情報を取得できる場合、受信装置 20 B は、送信装置 40 A からの干渉波の到来方向を、受信装置 20 B および送信装置 40 A の位置情報に基づいて推定してもよい。

30

【0059】

(送信装置 40 A による送信ビームステアリング)

送信装置 40 A は、管理サーバ 16 A または 16 B からの指示に基づき、受信装置 20 B に与える干渉レベルを抑圧するための送信ビームステアリングを例えば以下に説明する方法により実行する。

【0060】

まず、管理サーバ 16 A は、送信装置 40 A と受信装置 20 B がビーム形成のための通信を行うスロットを送信装置 40 A に割り当て、管理サーバ 16 B に、当該スロットの受信装置 20 B への割り当てを依頼する。

40

【0061】

そして、送信装置 40 A は、割り当てられたスロットにおいて受信装置 20 B から送信されるプリアンプル信号、パイロット信号、またはレファレンス信号を受信し、受信装置 20 B と送信装置 40 A との間の伝播路応答を示すチャネル行列を取得する。なお、送信装置 40 A は、受信装置 20 B からの送信信号を用いて共分散行列を作成し、この共分散行列をチャネル行列として利用してもよい。

【0062】

さらに、送信装置 40 A は、MUSIC などの到来方向推定アルゴリズムと周期定常性

50

(Cyclostationary)を用い、受信装置20Bからの信号の到来方向と信号の特徴量を推定し、信号の到来方向にヌルを向ける送信ビームステアリングを実行する。

【0063】

なお、上記では管理サーバ16Aおよび16Bがビーム形成のための通信を行うスロットを割り当てる例を説明したが、送信ビームステアリングの実行方法はかかる例に限定されない。例えば、送信装置40Aは、受信装置20Bが送信するPBCHやPDCCHを受信して受信装置20Bが送信を行うスロットを把握し、当該スロットにおいて受信装置20Bから受信される信号に基づいて送信ビームステアリングを実行してもよい。または、送信装置40Aは、管理サーバ16Bから管理サーバ16Aを介して受信装置20Bの送信スロットやリファレンスパターンなどの情報を取得してもよい。

10

【0064】

または、送信装置40Aは、受信装置20Bからの信号の到来方向と信号の特徴量の推定結果から、RLS(Recursive Least Squares)やLMS(Least Mean Squares)をベースにMMSE(Minimum Mean Square Error)などの送信ビーム形成アルゴリズムを用いて送信ビームステアリングを実行してもよい。

【0065】

さらに、GPSなどの位置推定技術により受信装置20Bおよび送信装置40Aの位置情報を取得できる場合、送信装置40Aは、受信装置20Bの存在方向を、受信装置20Bおよび送信装置40Aの位置情報に基づいて推定してもよい。

20

【0066】

(送信装置40Bによる送信ビームステアリング)

送信装置40Bは、管理サーバ16Aまたは16Bからの指示に基づき、受信装置20Aに与える干渉レベルを抑圧するための送信ビームステアリングを例えば以下に説明する方法により実行する。

【0067】

まず、管理サーバ16Bは、送信装置40Bと受信装置20Aがビーム形成のための通信を行うスロットを送信装置40Bに割り当て、管理サーバ16Bに、当該スロットの受信装置20Aへの割り当てを依頼する。

30

【0068】

そして、送信装置40Bは、割り当てられたスロットにおいて受信装置20Aから送信されるプリアンブル信号、パイロット信号、またはレファレンス信号を受信し、受信装置20Aと送信装置40Bとの間の伝播路応答を示すチャネル行列を取得する。なお、送信装置40Bは、受信装置20Aからの送信信号を用いて共分散行列を作成し、この共分散行列をチャネル行列として利用してもよい。

【0069】

さらに、送信装置40Bは、MUSICなどの到来方向推定アルゴリズムと周期定常性(Cyclostationary)を用い、受信装置20Aからの信号の到来方向と信号の特徴量を推定し、信号の到来方向にヌルを向ける送信ビームステアリングを実行する。

40

【0070】

なお、上記では管理サーバ16Aおよび16Bがビーム形成のための通信を行うスロットを割り当てる例を説明したが、送信ビームステアリングの実行方法はかかる例に限定されない。例えば、送信装置40Bは、受信装置20Aが送信するPBCHやPDCCHを受信して受信装置20Aが送信を行うスロットを把握し、当該スロットにおいて受信装置20Bから受信される信号に基づいて送信ビームステアリングを実行してもよい。または、送信装置40Bは、管理サーバ16Aから管理サーバ16Bを介して受信装置20Aの送信スロットやリファレンスパターンなどの情報を取得してもよい。

【0071】

50

または、送信装置 40 B は、受信装置 20 A からの信号の到来方向と信号の特徴量の推定結果から、RLS (Recursive Least Squares) や LMS (Least Mean Squares) をベースに MMSE (Minimum Mean Square Error) などの送信ビーム形成アルゴリズムを用いて送信ビームステアリングを実行してもよい。

【0072】

さらに、GPS などの位置推定技術により受信装置 20 A および送信装置 40 B の位置情報を取得できる場合、送信装置 40 B は、受信装置 20 A の存在方向を、受信装置 20 A および送信装置 40 B の位置情報に基づいて推定してもよい。

【0073】

< 4 . 本発明の第 1 の実施形態 >

以上、各ビームステアリングの実行方法の一例を説明した。続いて、上述の各ビームステアリングを段階的に実行する本発明の第 1 の実施形態について詳細に説明する。

【0074】

なお、以下では、受信装置 20 B の SINR を $SINR_B$ 、受信装置 20 B の所要 SINR を $SINR_req$ と表記する。また、送信装置 40 A が送信ビームステアリングを行うことにより得られる受信装置 20 B の受信利得を G_txA_BF 、受信装置 20 A が受信ビームステアリングを行うことにより得られる受信装置 20 B の受信利得を G_rxA_BF と表記する。同様に、送信装置 40 B が送信ビームステアリングを行うことにより得られる受信装置 20 B の受信利得を G_txB_BF 、受信装置 20 B が受信ビームステアリングを行うことにより得られる受信装置 20 B の受信利得を G_rxB_BF と表記する。

【0075】

例えば、受信装置 20 B が受信ビームステアリングを行うことにより得られる受信装置 20 B の受信利得 G_rxB_BF は、図 5 に示した希望波と干渉波の受信レベルの差に該当する。また、送信装置 40 A が送信ビームステアリングを行うことにより得られる受信装置 20 B の受信利得 G_txA_BF は、送信装置 40 A から受信装置 20 B への干渉レベルの減少により得られる利得である。

【0076】

また、送信装置 40 B が送信ビームステアリングを行うと、同一の送信電力で無線信号を送信する場合に受信装置 20 A に与える干渉量が減少するので、送信装置 40 B は送信電力を増加させることにより、受信装置 20 B の $SINR_B$ を改善できる。または、送信装置 40 B が送信ビームステアリングを行うと、受信装置 20 A が受ける干渉量が減少するので、受信装置 20 A に無線信号を送信する送信装置 40 A は送信電力を減少させることができ、その結果、受信装置 20 B の $SINR_B$ を改善できる。以上より、送信装置 40 A が送信ビームステアリングを行うことにより得られる受信装置 20 B の受信利得 G_txA_BF は、受信装置 20 A の SINR が所要 SINR を下回らない範囲内での上記の送信装置 40 B の送信電力の増加、または送信装置 40 A の送信電力の減少により得られる利得を含む。

【0077】

また、受信装置 20 A が受信ビームステアリングを行うと、受信装置 20 A の SINR が向上する。その結果、受信装置 20 A の SINR が所要 SINR を下回らない範囲で、送信装置 40 A が送信電力を減少させることや、送信装置 40 B が送信電力を増加させることが可能となる。以上より、受信装置 20 A が受信ビームステアリングを行うことにより得られる受信装置 20 B の受信利得 G_rxA_BF は、上記の送信装置 40 B の送信電力の増加、または送信装置 40 A の送信電力の減少により得られる利得を含む。

【0078】

図 6 は、本発明の第 1 の実施形態による動作を示したフローチャートである。図 6 に示したように、まず、管理サーバ 16 B は、送信装置 40 B から報告される受信装置 20 B の $SINR_B$ が、受信装置 20 B の $SINR_req$ を満たすか否かを判断する (S 2

10

20

30

40

50

04)。なお、当該判断を含む各動作の主体は特に限定されず、例えば、受信装置20B、送信装置40B、または管理サーバ16Aのいずれかが各動作を行ってもよい。S212、

【0079】

そして、SINR_BがSINR_{req}を下回る場合、管理サーバ16Bは受信装置20Bによる受信ビームステアリングの実行を指示し、受信装置20Bが受信ビームステアリングを開始する(S208)。続いて、管理サーバ16Bは、この受信ビームステアリング後の受信装置20BのSINR_B_{BF}(SINR_B・G_{rx}_B_{BF})がSINR_{req}を満たすか否かを判断する(S212)。

【0080】

S212においてSINR_B_{BF}(SINR_B・G_{rx}_B_{BF})がSINR_{req}を下回る場合、管理サーバ16Bは送信装置40Bによる送信ビームステアリングの実行を指示し、送信装置40Bが送信ビームステアリングを開始する(S216)。続いて、管理サーバ16Bは、この送信ビームステアリング後の受信装置20BのSINR_B_{BF}(SINR_B・G_{rx}_B_{BF}・G_{tx}_B_{BF})がSINR_{req}を満たすか否かを判断する(S220)。

【0081】

S220においてSINR_B_{BF}(SINR_B・G_{rx}_B_{BF}・G_{tx}_B_{BF})がSINR_{req}を下回る場合、管理サーバ16Bは受信装置20Aによる受信ビームステアリングの実行を指示し、受信装置20Aが受信ビームステアリングを開始する(S224)。続いて、管理サーバ16Bは、この受信ビームステアリング後の受信装置20BのSINR_B_{BF}(SINR_B・G_{rx}_B_{BF}・G_{tx}_B_{BF}・G_{rx}_A_{BF})がSINR_{req}を満たすか否かを判断する(S228)。

【0082】

S228においてSINR_B_{BF}(SINR_B・G_{rx}_B_{BF}・G_{tx}_B_{BF}・G_{rx}_A_{BF})がSINR_{req}を下回る場合、管理サーバ16Bは送信装置40Aによる送信ビームステアリングの実行を指示し、送信装置40Aが受信ビームステアリングを開始する(S232)。続いて、管理サーバ16Bは、この送信ビームステアリング後の受信装置20BのSINR_B_{BF}(SINR_B・G_{rx}_B_{BF}・G_{tx}_B_{BF}・G_{rx}_A_{BF}・G_{tx}_A_{BF})がSINR_{req}を満たすか否かを判断する(S236)。

【0083】

S236においてSINR_B_{BF}(SINR_B・G_{rx}_B_{BF}・G_{tx}_B_{BF}・G_{rx}_A_{BF}・G_{tx}_A_{BF})がSINR_{req}を下回る場合、管理サーバ16Bは、受信装置20Bの所要SINRを下げるための制御を行う(S240)。例えば、管理サーバ16Bは、送信装置40Bに送信レートの減少を指示する、または、QoSレベルを下げる。その後、処理を終了する。

【0084】

以上説明したように、本発明の第1の実施形態によれば、必要に応じ、受信装置20Bによる受信ビームステアリング、送信装置40Bによる送信ビームステアリング、受信装置20Aによる受信ビームステアリング、送信装置40Aによる送信ビームステアリング、という順序に従ってビームステアリングを追加実行する。このように、受信ビームステアリングを送信ビームステアリングより優先的に実行することにより、オーバーヘッドを要する送信ビームステアリングを行う場合を抑制することができる。

【0085】

なお、上述の受信装置20BのSINR_B_{BF}は、数値解析により推定される値であっても、実際のビームフォーミング後に受信装置20Bにおいて測定される値であってもよい。また、上述の図6の処理は一度行うと終了するが、処理を繰り返し行うこととしてもよい。また、図6に示した各分岐(S212、S220など)において所定期間が経過した場合、処理が終了されるようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 6 】

< 5 . 本発明の第 2 の実施形態 >

図 7 は、本発明の第 2 の実施形態による動作を示したフローチャートである。図 7 に示したように、まず、管理サーバ 1 6 B は、送信装置 4 0 B から報告される受信装置 2 0 B の S I N R _ _ B が、受信装置 2 0 B の S I N R _ _ r e q を満たすか否かを判断する (S 3 0 4) 。なお、当該判断を含む各動作の主体は特に限定されず、例えば、受信装置 2 0 B 、送信装置 4 0 B 、または管理サーバ 1 6 A のいずれかが各動作を行ってもよい。 S 2 1 2 、

【 0 0 8 7 】

そして、S I N R _ _ B が S I N R _ _ r e q を下回る場合、管理サーバ 1 6 B は受信装置 2 0 B による受信ビームステアリングの実行を指示し、受信装置 2 0 B が受信ビームステアリングを開始する (S 3 0 8) 。続いて、管理サーバ 1 6 B は、この受信ビームステアリング後の受信装置 2 0 B の S I N R _ _ B _ _ B F (S I N R _ _ B ・ G _ _ r x B _ _ B F) が S I N R _ _ r e q を満たすか否かを判断する (S 3 1 2) 。

10

【 0 0 8 8 】

S 3 1 2 において S I N R _ _ B _ _ B F (S I N R _ _ B ・ G _ _ r x B _ _ B F) が S I N R _ _ r e q を下回る場合、管理サーバ 1 6 B は受信装置 2 0 A による受信ビームステアリングの実行を指示し、受信装置 2 0 A が受信ビームステアリングを開始する (S 3 1 6) 。続いて、管理サーバ 1 6 B は、この受信ビームステアリング後の受信装置 2 0 B の S I N R _ _ B _ _ B F (S I N R _ _ B ・ G _ _ r x B _ _ B F ・ G _ _ r x A _ _ B F) が S I N R _ _ r e q を満たすか否かを判断する (S 3 2 0) 。

20

【 0 0 8 9 】

S 3 2 0 において S I N R _ _ B _ _ B F (S I N R _ _ B ・ G _ _ r x B _ _ B F ・ G _ _ r x A _ _ B F) が S I N R _ _ r e q を下回る場合、管理サーバ 1 6 B は送信装置 4 0 B による送信ビームステアリングの実行を指示し、送信装置 4 0 B が送信ビームステアリングを開始する (S 3 2 4) 。続いて、管理サーバ 1 6 B は、この送信ビームステアリング後の受信装置 2 0 B の S I N R _ _ B _ _ B F (S I N R _ _ B ・ G _ _ r x B _ _ B F ・ G _ _ r x A _ _ B F ・ G _ _ t x B _ _ B F) が S I N R _ _ r e q を満たすか否かを判断する (S 3 2 8) 。

【 0 0 9 0 】

S 3 2 8 において S I N R _ _ B _ _ B F (S I N R _ _ B ・ G _ _ r x B _ _ B F ・ G _ _ r x A _ _ B F ・ G _ _ t x B _ _ B F) が S I N R _ _ r e q を下回る場合、管理サーバ 1 6 B は送信装置 4 0 A による送信ビームステアリングの実行を指示し、送信装置 4 0 A が受信ビームステアリングを開始する (S 3 3 2) 。続いて、管理サーバ 1 6 B は、この送信ビームステアリング後の受信装置 2 0 B の S I N R _ _ B _ _ B F (S I N R _ _ B ・ G _ _ r x B _ _ B F ・ G _ _ r x A _ _ B F ・ G _ _ t x B _ _ B F ・ G _ _ t x A _ _ B F) が S I N R _ _ r e q を満たすか否かを判断する (S 3 3 6) 。

30

【 0 0 9 1 】

S 3 3 6 において S I N R _ _ B _ _ B F (S I N R _ _ B ・ G _ _ r x B _ _ B F ・ G _ _ r x A _ _ B F ・ G _ _ t x B _ _ B F ・ G _ _ t x A _ _ B F) が S I N R _ _ r e q を下回る場合、管理サーバ 1 6 B は、受信装置 2 0 B の所要 S I N R を下げるための制御を行う (S 3 4 0) 。例えば、管理サーバ 1 6 B は、送信装置 4 0 B に送信レートの減少を指示する、または、Q o s レベルを下げる。その後、処理を終了する。

40

【 0 0 9 2 】

以上説明したように、本発明の第 2 の実施形態によれば、必要に応じ、受信装置 2 0 B による受信ビームステアリング、受信装置 2 0 A による受信ビームステアリング、送信装置 4 0 B による送信ビームステアリング、送信装置 4 0 A による送信ビームステアリング、という順序に従ってビームステアリングを追加実行する。このように、本発明の第 2 の実施形態によれば、受信ビームステアリングを第 1 の実施形態よりも優先的に実行することにより、オーバーヘッドを要する送信ビームステアリングを行う場合をさらに抑制することができる。

50

【0093】

なお、上述の受信装置20BのSINR_Bは、数値解析により推定される値であっても、実際のビームフォーミング後に受信装置20Bにおいて測定される値であってもよい。また、上述の図7の処理は一度行くと終了するが、処理を繰り返し行うこととしてもよい。また、図7に示した各分岐(S312、S320など)において所定期間が経過した場合、処理が終了されるようにしてもよい。

【0094】

<6.まとめ>

以上説明したように、本発明の各実施形態によれば、受信ビームステアリングを送信ビームステアリングより優先的に実行することにより、送信ビームステアリングを行う場合を抑制することができる。その結果、送信ビームステアリングのためのキャリブレーションに伴って発生するオーバーヘッドを抑制することが可能である。

10

【0095】

なお、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。例えば、本明細書の通信システム1の処理における各ステップは、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はない。例えば、通信システム1の処理における各ステップは、フローチャートとして記載した順序と異なる順序で処理されても、並列的に処理されてもよい。また、管理サーバ16、送信装置40および受信装置20に内蔵されるCPU、ROMおよびRAMなどのハードウェアを、上述した管理サーバ16、送信装置40および受信装置20の各構成と同等の機能を発揮させるためのコンピュータプログラムも作成可能である。

20

【0096】

また、補足であるが、本明細書における「二次利用」は、第1の通信サービスに割り当てられた周波数帯の一部又は全部を使用して追加的あるいは代替的な通信サービス(第2の通信サービス)を行うことをいう。ここで、第1の通信サービスと第2の通信サービスとは、異なる種類の通信サービスであってもよく、又は同一の種類の通信サービスであってもよい。異なる種類の通信サービスは、例えば、デジタルTV放送サービス、衛星通信サービス、移動体通信サービス、無線LANアクセスサービス、又はP2P(Peer to Peer)接続サービスなどの複数種類の通信サービスから選択される2以上の異なる種類の通信サービスであってもよい。

30

【0097】

一方、同一の種類の通信サービスは、例えば、移動体通信サービスにおける、通信事業者により提供されるマクロセルによるサービスと、ユーザやMVNO(Mobile Virtual Network Operator)により運用されるフェムトセルによるサービスとの間の関係を含んでもよい。また、同一の種類の通信サービスは、LTE-A(Long Term Evolution-Advanced)に準拠した通信サービスにおける、マクロセル基地局により提供されるサービスと、スペクトラムホールをカバーするために中継局(リレーノード)により提供されるサービスとの間の関係を含んでもよい。

40

【0098】

さらに、第2の通信サービスは、スペクトラムアグリゲーション技術を用いて集約された複数の断片的な周波数帯を利用するものであってもよい。また、第2の通信サービスは、マクロセル基地局により提供されるサービスエリア内に存在する、フェムトセル群、中継局群、マクロセル基地局よりも小さなサービスエリアを提供する中小基地局群より提供される補助的な通信サービスであってもよい。上記の本発明の各実施形態の要旨は、このようなあらゆる種類の二次利用の形態に広く適用可能なものである。

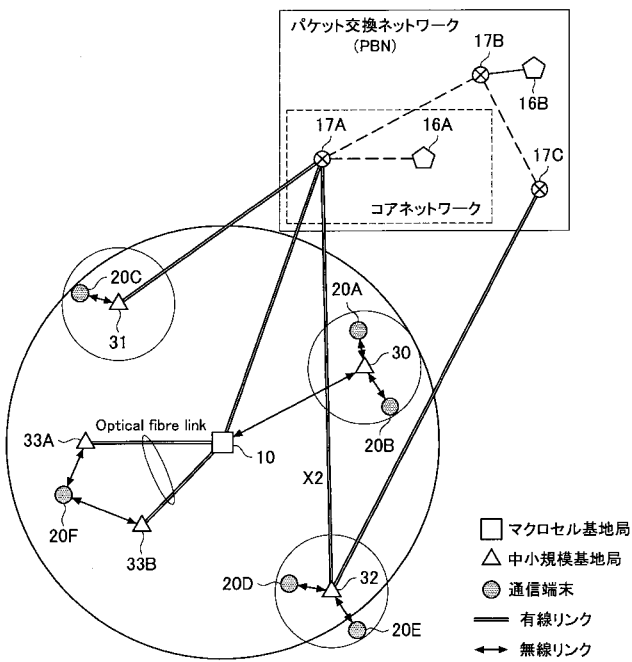
【符号の説明】

50

【 0 0 9 9 】

1 6、1 6 A、1 6 B	管理サーバ
2 0、2 0 A、2 0 B	受信装置
4 0、4 0 A、4 0 B	送信装置

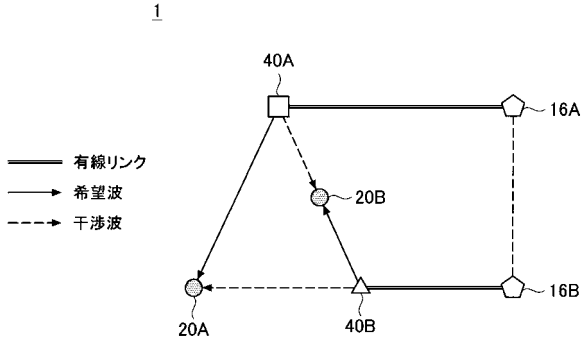
【 図 1 】



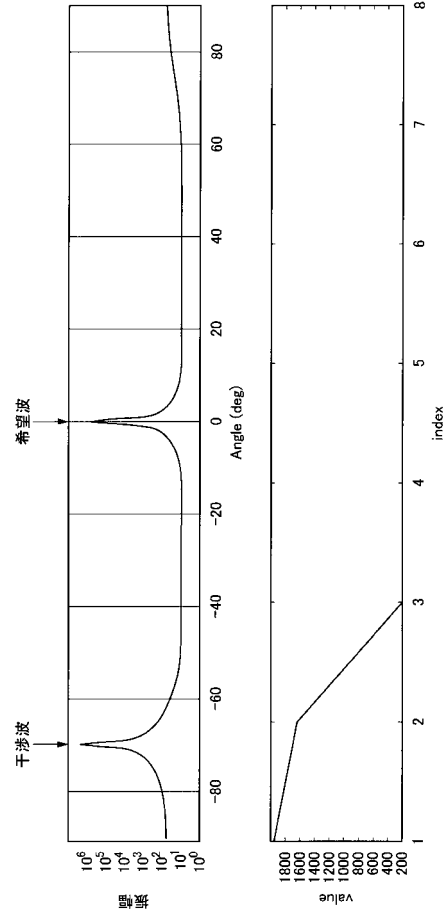
【 図 2 】

	マクロセル基地局とのIF	アクセス	配置想定位置
RRHセル基地局	光ファイバー	全ての通信端末にオープン	屋外
ホットゾーン基地局	X2	全ての通信端末にオープン	屋外
フェムトセル基地局	PBN上のX2トンネリングプロトコル	閉じられたグループ	屋内
中継装置 (リレー基地局)	無線 (いわゆる、リレーリンク)	全ての通信端末にオープン	屋外

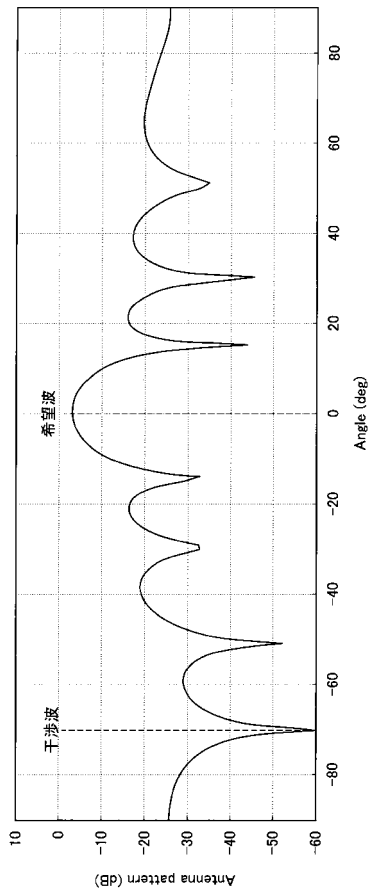
【図3】



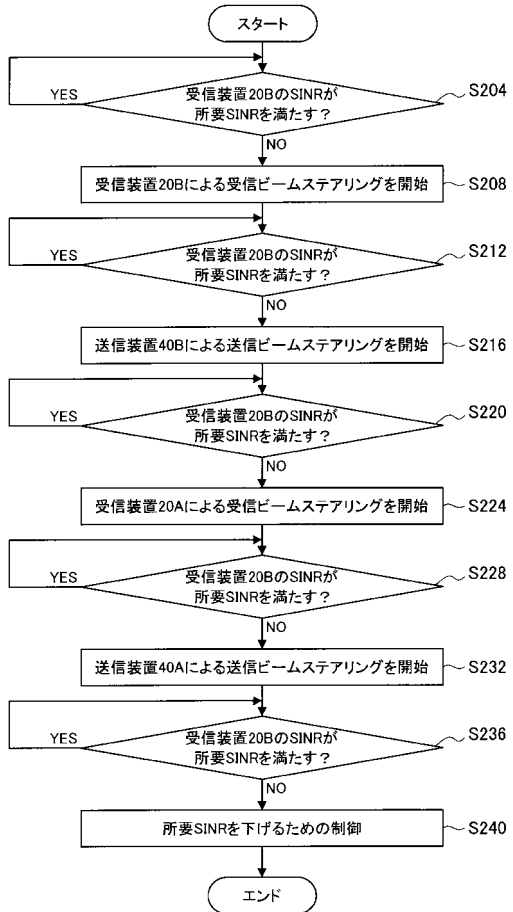
【図4】



【図5】



【図6】



【 図 7 】

