

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6023664号
(P6023664)

(45) 発行日 平成28年11月9日 (2016. 11. 9)

(24) 登録日 平成28年10月14日 (2016. 10. 14)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 1 Q	3/08	(2006. 01)	HO 1 Q 3/08
HO 4 B	7/04	(2006. 01)	HO 4 B 7/04
HO 4 J	99/00	(2009. 01)	HO 4 J 15/00

請求項の数 8 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2013-122057 (P2013-122057)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成25年6月10日 (2013. 6. 10)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2014-239391 (P2014-239391A)		東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(43) 公開日	平成26年12月18日 (2014. 12. 18)	(74) 代理人	110001634
審査請求日	平成27年8月27日 (2015. 8. 27)		特許業務法人 志賀国際特許事務所
		(72) 発明者	坂元 一光
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	平賀 健
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	橋 俊光
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ装置、送受信装置、送受信システム、送受信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の第1のアンテナ素子から構成された第1のアレーアンテナを具備し、前記複数の第1のアンテナ素子に対応する複数の第2のアンテナ素子から構成された第2のアレーアンテナを具備する携帯端末と近距離無線通信を実施するためのアンテナ装置であって、

前記第1のアレーアンテナと前記第2のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する粗調整部と、

前記粗調整部による粗調整後に、前記第2のアレーアンテナの複数の第2のアンテナ素子のそれぞれから送信され、前記第1のアレーアンテナの複数の第1のアンテナ素子のそれぞれで受信された各パイロット信号のRSSIに基づいて前記第1のアレーアンテナの位置を微調整する微調整部と、

を具備することを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 2】

複数の第1のアンテナ素子から構成された第1のアレーアンテナを具備し、前記複数の第1のアンテナ素子に対応する複数の第2のアンテナ素子から構成された第2のアレーアンテナを具備する携帯端末と近距離無線通信を実施するためのアンテナ装置であって、

前記第1のアレーアンテナと前記第2のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する粗調整部と、

前記粗調整部による粗調整後に、前記第1のアレーアンテナの複数の第1のアンテナ素子から送信されて前記携帯端末のアレーアンテナ面で反射された反射信号を前記第1のア

10

20

レーアンテナの複数の第 1 のアンテナ素子で受信して得られる受信信号から、前記第 1 のアレーアンテナから送信された送信信号成分を減算し、前記減算により得られた信号の R S S I に基づいて前記第 1 のアレーアンテナを移動させることにより、前記第 1 のアレーアンテナの位置を微調整する微調整部と、
を具備することを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 3】

複数の第 1 のアンテナ素子から構成された第 1 のアレーアンテナを具備し、前記複数の第 1 のアンテナ素子に対応する複数の第 2 のアンテナ素子から構成された第 2 のアレーアンテナを具備する携帯端末と近距離無線通信を実施する送受信装置であって、

前記第 1 のアレーアンテナと前記第 2 のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する粗調整部と、

前記粗調整部による粗調整後に、前記第 2 のアレーアンテナの複数の第 2 のアンテナ素子のそれぞれから送信され、前記第 1 のアレーアンテナの複数の第 1 のアンテナ素子のそれぞれで受信された各パイロット信号の R S S I に基づいて前記第 1 のアレーアンテナの位置を微調整する微調整部と、

を具備することを特徴とする送受信装置。

【請求項 4】

複数の第 1 のアンテナ素子から構成された第 1 のアレーアンテナを具備し、前記複数の第 1 のアンテナ素子に対応する複数の第 2 のアンテナ素子から構成された第 2 のアレーアンテナを具備する携帯端末と近距離無線通信を実施する送受信装置であって、

前記第 1 のアレーアンテナと前記第 2 のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する粗調整部と、

前記粗調整部による粗調整後に、前記第 1 のアレーアンテナの複数の第 1 のアンテナ素子から送信されて前記携帯端末のアレーアンテナ面で反射された反射信号を前記第 1 のアレーアンテナの複数の第 1 のアンテナ素子で受信して得られる受信信号から、前記第 1 のアレーアンテナから送信された送信信号成分を減算し、前記減算により得られた信号の R S S I に基づいて前記第 1 のアレーアンテナを移動させることにより、前記第 1 のアレーアンテナの位置を微調整する微調整部と、

を具備することを特徴とする送受信装置。

【請求項 5】

複数の第 1 のアンテナ素子から構成された第 1 のアレーアンテナを具備する送受信装置と、前記複数の第 1 のアンテナ素子に対応する複数の第 2 のアンテナ素子から構成された第 2 のアレーアンテナを具備する携帯端末とを備え、前記送受信装置と前記端末装置との間で近距離無線通信を実施する送受信システムであって、

前記送受信装置は、

前記第 1 のアレーアンテナと前記第 2 のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する粗調整部と、

前記粗調整部による粗調整後に、前記第 2 のアレーアンテナの複数の第 2 のアンテナ素子のそれぞれから送信され、前記第 1 のアレーアンテナの複数の第 1 のアンテナ素子のそれぞれで受信された各パイロット信号の R S S I に基づいて前記第 1 のアレーアンテナの位置を微調整する微調整部と、

を具備することを特徴とする送受信システム。

【請求項 6】

複数の第 1 のアンテナ素子から構成された第 1 のアレーアンテナを具備する送受信装置と、前記複数の第 1 のアンテナ素子に対応する複数の第 2 のアンテナ素子から構成された第 2 のアレーアンテナを具備する携帯端末とを備え、前記送受信装置と前記端末装置との間で近距離無線通信を実施する送受信システムであって、

前記送受信装置は、

前記第 1 のアレーアンテナと前記第 2 のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する粗調整部と、

10

20

30

40

50

前記粗調整部による粗調整後に、前記第 1 のアレーアンテナの複数の第 1 のアンテナ素子から送信されて前記携帯端末のアレーアンテナ面で反射された反射信号を前記第 1 のアレーアンテナの複数の第 1 のアンテナ素子で受信して得られる受信信号から、前記第 1 のアレーアンテナから送信された送信信号成分を減算し、前記減算により得られた信号の R S S I に基づいて前記第 1 のアレーアンテナを移動させることにより、前記第 1 のアレーアンテナの位置を微調整する微調整部と、

を具備することを特徴とする送受信システム。

【請求項 7】

複数の第 1 のアンテナ素子から構成された第 1 のアレーアンテナを具備する送受信装置と、前記複数の第 1 のアンテナ素子に対応する複数の第 2 のアンテナ素子から構成された第 2 のアレーアンテナを具備する携帯端末とを備え、前記送受信装置と前記端末装置との間で近距離無線通信を実施する送受信システムによる送受信方法であって、

前記送受信装置が、前記第 1 のアレーアンテナと前記第 2 のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する粗調整段階と、

前記送受信装置が、前記粗調整後に、前記第 2 のアレーアンテナの複数の第 2 のアンテナ素子のそれぞれから送信され、前記第 1 のアレーアンテナの複数の第 1 のアンテナ素子のそれぞれで受信された各パイロット信号の R S S I に基づいて前記第 1 のアレーアンテナの位置を微調整する微調整段階と、

を含むことを特徴とする送受信方法。

【請求項 8】

複数の第 1 のアンテナ素子から構成された第 1 のアレーアンテナを具備する送受信装置と、前記複数の第 1 のアンテナ素子に対応する複数の第 2 のアンテナ素子から構成された第 2 のアレーアンテナを具備する携帯端末とを備え、前記送受信装置と前記端末装置との間で近距離無線通信を実施する送受信システムによる送受信方法であって、

前記送受信装置が、前記第 1 のアレーアンテナと前記第 2 のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する粗調整段階と、

前記送受信装置が、前記粗調整後に、前記第 1 のアレーアンテナの複数の第 1 のアンテナ素子から送信されて前記携帯端末のアレーアンテナ面で反射された反射信号を前記第 1 のアレーアンテナの複数の第 1 のアンテナ素子で受信して得られる受信信号から、前記第 1 のアレーアンテナから送信された送信信号成分を減算し、前記減算により得られた信号の R S S I に基づいて前記第 1 のアレーアンテナを移動させることにより、前記第 1 のアレーアンテナの位置を微調整する微調整段階と、

を含むことを特徴とする送受信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のアンテナ素子から構成されるアレーアンテナを備えたアンテナ装置、送受信装置、送受信システム、及び送受信方法に関し、更に詳しくは、近距離無線通信において送受アンテナの位置合わせを行うための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、限られた周波数帯域でギガビット級の高速無線通信を実現することが求められている。その実現方法の一つに、MIMO (Multiple - Input Multiple - Output) 伝送技術がある。MIMO 伝送では、複数の送信アンテナから同一時間、同一周波数で異なる信号を送信し、送信機と受信機との間のマルチパス環境を利用することによって、受信機側で信号処理により各信号を分離し、復号する。これにより、使用周波数帯域を広げることなく、送受アンテナ素子数に応じて通信速度を向上させることができる。

【0003】

通常、MIMO 伝送はマルチパス環境を前提としている。送信機と受信機との間の環境

10

20

30

40

50

がマルチパス環境でない場合は、送受信される複数の信号の伝搬経路がほぼ等しくなり、空間相関が増加する。このため、信号分離が困難になり、チャネル容量が減少する。ところが、近年、例えば非特許文献 1 に示されているように、送信アンテナと受信アンテナが近接し、送信機と受信機との間の環境がマルチパス環境でない近距離通信においても MIMO 伝送技術が適用可能であることが注目されている。以下、近距離通信における MIMO 伝送を近距離 MIMO 伝送と称する。

【 0 0 0 4 】

非特許文献 1 の技術によれば、近距離 MIMO 伝送において、送信機と受信機との間の距離に応じてアレーアンテナの素子間隔を適切に設定することにより、マルチパス環境でない場合においてもアンテナ間の空間相関が低くなり、高いチャネル容量を達成することができる。また、非特許文献 2 では、コンクリート壁などの障害物内部を伝搬路として用いる近距離超高速無線中継システムが提案されている。この近距離超高速無線中継システムによれば、近距離であれば、壁などにより送受信アンテナの見通しが得られない環境においても、近距離 MIMO 伝送による高速通信が可能になる。

【 0 0 0 5 】

また、非特許文献 2 では、近距離 MIMO 伝送においてチャネル容量を増大するための検討が行われている。しかしながら、実際の MIMO 伝送を実現するためには、チャネル容量を増大させる技術に加え、送受信機における信号処理技術が必要である。この信号処理技術について、非特許文献 1 では、MIMO 伝送の最適送受信方法として知られている固有モード伝送（以下、EM-BF と称する）の特性と、受信側のみで信号処理を行う方法として知られているゼロフォーシング（以下、ZF と称する）の特性とが比較されている。そして、非特許文献 2 には、アレーアンテナの最適な素子間隔により EM-BF の特性と ZF の特性とがほぼ一致することが示されている。

【 0 0 0 6 】

図 10 は、近距離 MIMO 伝送におけるアンテナ素子の配置例を示す説明図である。図 10 において、送信側のアンテナ素子 $T \times_j$ （ j は、 $1 \leq j \leq M$ の自然数であり、 M は、 $M \geq 2$ の自然数である。）の数と受信側のアンテナ素子 $R \times_i$ （ i は、 $1 \leq i \leq M$ の自然数である。）の数は、いずれも M である。また、送信側のアンテナ素子 $T \times_j$ は平面 PT 上に配置されており、受信側のアンテナ素子 $R \times_i$ は、平面 PT と平行をなす平面 PR 上に、送信側のアンテナ素子 $T \times_j$ と伝搬空間 FS を挟んで対向するように配置されている。これら平面 PT と平面 PR との間の距離は D である。以下では、平面 PT と平面 PR との距離 D を「送受信間隔 D 」と称する。また、送信機側および受信機側の双方において、隣接する任意の二つのアンテナ素子の間隔は d である。以下では、説明の簡略化のため、 $M = 2$ の場合、すなわち 2×2 （2 入力 2 出力）近距離 MIMO 伝送の場合について説明する。

【 0 0 0 7 】

図 11 は、 2×2 近距離 MIMO 伝送のモデル図である。図 11 に示す 2×2 近距離 MIMO 伝送において、チャネル行列 H を式（1）で表すと、受信信号は式（2）で表される。

【 0 0 0 8 】

【数 1】

$$H = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \quad \cdots (1)$$

【 0 0 0 9 】

【数 2】

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

【0010】

ここで、式(1)および式(2)において、要素 h_{ij} (i, j は、それぞれ2以下の自然数)は、送信アンテナ素子 $T \times j$ から受信アンテナ素子 $R \times i$ へのチャネルを伝搬した信号の位相および振幅の変化率を、例えば複素数表現により示す行列要素である。また、 s_j は送信アンテナ素子 $T \times j$ から送信される信号を、 r_i は受信アンテナ素子 $R \times i$ で受信される信号を表す行列要素であり、 n_i は受信信号に付加される雑音を表す行列要素である。

10

【0011】

また、 2×2 MIMO伝送における信号分離のための受信ウェイト行列 W を、式(3)のように表すと、受信ウェイト演算後に各受信回路へ出力される信号は式(4)で表される。

【0012】

【数 3】

20

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} \\ w_{21} & w_{22} \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

【0013】

【数 4】

$$\begin{bmatrix} s'_1 \\ s'_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} \\ w_{21} & w_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

30

【0014】

式(3)および式(4)において、行列要素 w_{ij} (i, j は、それぞれ2以下の自然数である。)は、送信アンテナ素子 $T \times i$ が送信するデータ系列 s' に対応するデータ系列 s'_i を抽出するために、受信アンテナ素子 $R \times j$ が受信した信号に乗算されるウェイトを示す。

【0015】

2×2 近距離 MIMO 伝送では、各チャネルの位相差 $\theta_H = \tan^{-1}(h_{21}/h_{11}) = \tan^{-1}(h_{12}/h_{22})$ が90度となるようにアンテナ素子の間隔 d が設定された場合にチャネル容量が最大となる。以下では、チャネル容量が最大となるアンテナ素子の間隔 d を「最適素子間隔 d_{opt} 」と称する。

40

【0016】

アンテナ素子の間隔 d を最適素子間隔 d_{opt} に設定した場合、 2×2 近距離 MIMO 伝送のチャネル行列 H は式(5)で近似される。ここで、式(5)において、 a は、送信アンテナ素子 $T \times 1$ から受信アンテナ素子 $R \times 1$ へのチャネルを伝搬した信号の振幅と、送信アンテナ素子 $T \times 1$ から受信アンテナ素子 $R \times 2$ へのチャネルを伝搬した信号の振幅との比率を表す。

【0017】

【数 5】

$$H \simeq h_{11} \begin{bmatrix} 1 & -aj \\ -aj & 1 \end{bmatrix} \quad \dots (5)$$

【0018】

このとき、ZFにおける受信ウェイト行列 W_{ZF} は式(6)で近似される。

【0019】

【数 6】

10

$$W_{ZF} \simeq w_{11} \begin{bmatrix} 1 & aj \\ aj & 1 \end{bmatrix} \quad \dots (6)$$

【0020】

式(5)および式(6)から、チャネル行列と受信ウェイト行列の積は、式(7)のように対角行列で表される。すなわち、各送信アンテナから送信された信号は、受信機内で受信ウェイトを乗算することにより分離され、互いに干渉を与えることなく受信される。

【0021】

20

【数 7】

$$HW_{ZF} \simeq h_{11}w_{11}(1+a^2) \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \dots (7)$$

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0022】

【非特許文献1】本間，西森，関，溝口，“近傍MIMO通信における伝送容量の評価” 信学技報，AP2008-125，Nov. 2008

30

【非特許文献2】関，西森，本間，西川，“近距離超高速中継システム” 信学技報，AP 2008-124，Nov. 2008

【非特許文献3】鴨田，岩崎，津持，九鬼，“PINダイオードを用いた60GHz帯電子走査リフレクタレーアンテナ” 信学技報，MW2009-75，Sep. 2009

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0023】

前述のように、 2×2 近距離MIMO伝送では、各チャネルの位相差 $\theta_H = \tan^{-1}(h_{21}/h_{11}) = \tan^{-1}(h_{12}/h_{22})$ が90度となるようにアンテナ素子の間隔 d を設定した場合にチャネル容量が最大となる。しかしながら、図12に示す近距離MIMO伝送の利用形態のように、例えばキオスク端末等の送受信装置10に対してユーザが携帯端末20をかざしてコンテンツのダウンロードを行う用途の場合、送受信端末10のアレーアンテナTXAと携帯端末20のアレーアンテナRXAの各位置が、理想的な対向状態にあるときの位置からずれることが想定される。この場合、チャネル行列 H が対称行列とならず、すなわち、伝搬チャネルの位相差 $\tan^{-1}(h_{21}/h_{11})$ と $\tan^{-1}(h_{12}/h_{22})$ が同時に90度とならず、近距離MIMO伝送の特性が劣化する。

40

【0024】

また、携帯端末20が、アレーアンテナRXAではなく、1つのアンテナ素子のみを備え

50

た場合においても、送受信装置 10 の送受アンテナと携帯端末 20 の送受アンテナの指向性パターンのメインローブの方向が理想的な対向状態からずれると、伝送特性が劣化する。

【0025】

本発明は、このような事情を考慮してなされたものであり、その目的は、送受アンテナが理想的な対向状態からずれた場合においても、送受アンテナの位置ずれを認識して自動で補償し、理想的な対向状態に近づけることを可能とするアンテナ装置、送受信装置、送受信システム、送受信方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0026】

本発明の一態様によるアンテナ装置は、複数の第 1 のアンテナ素子から構成された第 1 のアレーアンテナを具備し、前記複数の第 1 のアンテナ素子に対応する複数の第 2 のアンテナ素子から構成された第 2 のアレーアンテナを具備する携帯端末と近距離無線通信を実施するためのアンテナ装置であって、前記第 1 のアレーアンテナと前記第 2 のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する粗調整部と、前記粗調整部による粗調整後に、前記第 2 のアレーアンテナの複数の第 2 のアンテナ素子のそれぞれから送信され、前記第 1 のアレーアンテナの複数の第 1 のアンテナ素子のそれぞれで受信された各パイロット信号の RSSI に基づいて前記第 1 のアレーアンテナの位置を微調整する微調整部と、を具備することを特徴とする。

【0027】

上記アンテナ装置の構成において、例えば、前記粗調整部は、前記携帯端末が設置される端末設置用ガイドを備え、前記携帯端末の機種を認識し、前記認識された前記携帯端末の機種に基づいて、所定の端末構造データベースから前記携帯端末の第 2 のアレーアンテナの位置情報を取得し、前記位置情報に基づいて、前記端末設置用ガイドの形状を変更することにより、前記第 1 のアレーアンテナと前記第 2 のアレーアンテナとの位置合わせを行う第 1 の粗調整部、カメラ、赤外線センサ、超音波センサのうちの何れかをを用いて携帯端末の位置を認識して前記第 1 のアレーアンテナと前記第 2 のアレーアンテナとの位置合わせを行う第 2 の粗調整部、前記第 1 のアレーアンテナから送信されて前記携帯端末により反射された信号の電力比の周波数依存性に基づいて前記携帯端末の第 2 のアレーアンテナの位置を検出して、前記第 1 のアレーアンテナと前記第 2 のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する第 3 の粗調整部のうちの何れかであり、前記微調整部は、前記パイロット信号の RSSI に基づいて第 1 のアレーアンテナの移動方向を定め、前記移動方向に前記第 1 のアレーアンテナを移動させることにより、前記第 1 のアレーアンテナの位置を微調整する第 1 の微調整部、前記第 2 のアレーアンテナの複数の第 2 のアンテナ素子のそれぞれから送信され、前記第 1 のアレーアンテナの複数の第 1 のアンテナ素子のそれぞれで受信された各パイロット信号の RSSI と、前記第 1 のアレーアンテナの複数の第 1 のアンテナ素子で受信された各パイロット信号に対して 90 度位相差を付与する重み付けを行うことにより得られる信号の SINR とに基づいて、前記第 1 のアレーアンテナの位置を微調整する第 2 の微調整部、前記第 1 のアレーアンテナの複数の第 1 のアンテナ素子から送信されて前記携帯端末のアレーアンテナ面で反射された反射信号を前記第 1 のアレーアンテナの複数の第 1 のアンテナ素子で受信して得られる受信信号から、前記第 1 のアレーアンテナから送信された送信信号成分を減算し、前記減算により得られた信号の RSSI に基づいて前記第 1 のアレーアンテナを移動させることにより、前記第 1 のアレーアンテナの位置を微調整する第 3 の微調整部のうちの何れかであることを特徴とする。

【0028】

上記アンテナ装置の構成において、例えば、前記粗調整部は、前記携帯端末が設置される端末設置用ガイドを備え、前記携帯端末の機種を認識し、前記認識された前記携帯端末の機種に基づいて、所定の端末構造データベースから前記携帯端末の第 2 のアレーアンテナの位置情報を取得し、前記位置情報に基づいて、前記端末設置用ガイドの形状を変更することにより、前記第 1 のアレーアンテナと前記第 2 のアレーアンテナとの位置合わせを

10

20

30

40

50

行い、前記微調整部は、前記パイロット信号のRSSIに基づいて第1のアレーアンテナの移動方向を定め、前記移動方向に前記第1のアレーアンテナを移動させることにより、前記第1のアレーアンテナの位置を微調整することを特徴とする。

【0029】

上記アンテナ装置の構成において、例えば、前記粗調整部は、カメラ、赤外線センサ、超音波センサのうちの何れかを用いて携帯端末の位置を認識して前記第1のアレーアンテナと前記第2のアレーアンテナとの位置合わせを行い、前記微調整部は、前記第2のアレーアンテナの複数の第2のアンテナ素子のそれぞれから送信され、前記第1のアレーアンテナの複数の第1のアンテナ素子のそれぞれで受信された各パイロット信号のRSSIと、前記第1のアレーアンテナの複数の第1のアンテナ素子で受信された各パイロット信号に対して90度位相差を付与する重み付けを行うことにより得られる信号のSINRとに基づいて、前記第1のアレーアンテナの位置を微調整することを特徴とする。

10

【0030】

上記アンテナ装置の構成において、例えば、前記粗調整部は、前記第1のアレーアンテナから送信されて前記携帯端末により反射された信号の電力比の周波数依存性に基づいて前記携帯端末の第2のアレーアンテナの位置を検出して、前記第1のアレーアンテナと前記第2のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整し、前記微調整部は、前記第1のアレーアンテナの複数の第1のアンテナ素子から送信されて前記携帯端末のアレーアンテナ面で反射された反射信号を前記第1のアレーアンテナの複数の第1のアンテナ素子で受信して得られる受信信号から、前記第1のアレーアンテナから送信された送信信号成分を減算し、前記減算により得られた信号のRSSIに基づいて前記第1のアレーアンテナを移動させることにより、前記第1のアレーアンテナの位置を微調整することを特徴とする。

20

【0031】

本発明の一態様による送受信装置は、複数の第1のアンテナ素子から構成された第1のアレーアンテナを具備し、前記複数の第1のアンテナ素子に対応する複数の第2のアンテナ素子から構成された第2のアレーアンテナを具備する携帯端末と近距離無線通信を実施する送受信装置であって、前記第1のアレーアンテナと前記第2のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する粗調整部と、前記粗調整部による粗調整後に、前記第2のアレーアンテナの複数の第2のアンテナ素子のそれぞれから送信され、前記第1のアレーアンテナの複数の第1のアンテナ素子のそれぞれで受信された各パイロット信号のRSSIに基づいて前記第1のアレーアンテナの位置を微調整する微調整部と、を具備することを特徴とする。

30

【0032】

本発明の一態様による送受信システムは、複数の第1のアンテナ素子から構成された第1のアレーアンテナを具備する送受信装置と、前記複数の第1のアンテナ素子に対応する複数の第2のアンテナ素子から構成された第2のアレーアンテナを具備する携帯端末とを備え、前記送受信装置と前記端末装置との間で近距離無線通信を実施する送受信システムであって、前記送受信装置は、前記第1のアレーアンテナと前記第2のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する粗調整部と、前記粗調整部による粗調整後に、前記第2のアレーアンテナの複数の第2のアンテナ素子のそれぞれから送信され、前記第1のアレーアンテナの複数の第1のアンテナ素子のそれぞれで受信された各パイロット信号のRSSIに基づいて前記第1のアレーアンテナの位置を微調整する微調整部と、を具備することを特徴とする。

40

【0033】

本発明の一態様による送受信方法は、複数の第1のアンテナ素子から構成された第1のアレーアンテナを具備する送受信装置と、前記複数の第1のアンテナ素子に対応する複数の第2のアンテナ素子から構成された第2のアレーアンテナを具備する携帯端末とを備え、前記送受信装置と前記端末装置との間で近距離無線通信を実施する送受信システムによる送受信方法であって、前記送受信装置が、前記第1のアレーアンテナと前記第2のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する粗調整段階と、前記送受信装置が、前記粗調整

50

後に、前記第2のアレーアンテナの複数の第2のアンテナ素子のそれぞれから送信され、前記第1のアレーアンテナの複数の第1のアンテナ素子のそれぞれで受信された各パイロット信号のRSSIに基づいて前記第1のアレーアンテナの位置を微調整する微調整段階と、を含むことを特徴とする。

【0034】

また、本発明は、アンテナ位置合わせ装置として表現することができる。

即ち、本発明によるアンテナ位置合わせ装置は、複数のアンテナ素子で構成される第1のアレーアンテナを具備するキオスク端末と、第1のアレーアンテナとアレーアンテナ面が平行となるように配置された複数のアンテナ素子で構成される第2のアレーアンテナを具備する携帯端末との間の近距離の無線通信システムにおけるアンテナ位置合わせ装置であって、携帯端末の機種を認識し、端末構造データベースに登録されている携帯端末のアレーアンテナの位置情報をもとにキオスク端末の端末設置用ガイドの形を変更することでアレーアンテナの位置合わせを行う第1の粗調整部と、粗調整部による粗調整後に、第2のアレーアンテナの各アンテナ素子から送信され、第1のアレーアンテナの各アンテナ素子で受信されたパイロット信号のRSSIをもとに、第1のアレーアンテナを機械的に移動させることでアレーアンテナの位置合わせを行う第1の微調整部と、を具備することを特徴とするアンテナ位置合わせ装置の構成を有する。

また、本発明によるアンテナ位置合わせ装置は、複数のアンテナ素子で構成される第1のアレーアンテナを具備するキオスク端末と、第1のアレーアンテナとアレーアンテナ面が平行となるように配置された複数のアンテナ素子で構成される第2のアレーアンテナを具備する携帯端末との間の近距離の無線通信システムにおけるアンテナ位置合わせ装置であって、カメラや赤外線や超音波等を用いて携帯端末の位置を認識し、第1のアレーアンテナを機械的に移動させることでアレーアンテナの位置合わせを行う第2の粗調整部と、粗調整部による粗調整後に、第2のアレーアンテナの各アンテナ素子から送信され、第1のアレーアンテナの各アンテナ素子で受信されたパイロット信号のRSSIと、第1のアレーアンテナの各アンテナ素子で受信された信号に対して重み付け部にて90度位相差を付与する重み付けを行うことで得られる、重み付け部の片方の出力端子から出力される信号と、重み付け部のもう片方の出力端子から出力される信号との電力比SINRと、をもとに、第1のアレーアンテナを機械的に移動させることでアレーアンテナの位置合わせを行う第2の微調整部と、を具備することを特徴とするアンテナ位置合わせ装置の構成を有する。

上記アンテナ位置合わせ装置において、例えば、前記第2のアレーアンテナの各アンテナ素子から送信されるパイロット信号が直交符号であることを特徴とする。

また、本発明によるアンテナ位置合わせ装置は、複数のアンテナ素子で構成される第1のアレーアンテナを具備するキオスク端末と、第1のアレーアンテナとアレーアンテナ面が平行となるように配置された複数のアンテナ素子で構成される第2のアレーアンテナを具備する携帯端末との間の近距離の無線通信システムにおけるアンテナ位置合わせ装置であって、第1のアレーアンテナから送信され携帯端末により反射された信号の電力比の周波数依存性をもとに携帯端末の第2のアレーアンテナの位置を検出し、第1のアレーアンテナを機械的に移動させることでアレーアンテナの位置合わせを行う第3の粗調整部と、粗調整部による粗調整後に、第1のアレーアンテナから送信され携帯端末のアレーアンテナ面で反射され、第1のアレーアンテナの各アンテナ素子で受信された信号から、送信信号成分を減算し、減算後の信号のRSSIをもとに、第1のアレーアンテナを機械的に移動させることでアレーアンテナの位置合わせを行う第3の微調整部と、を具備することを特徴とするアンテナ位置合わせ装置の構成を有する。

本発明によるアンテナ位置合わせ装置は、例えば、前記第1の粗調整部と、前記第2の微調整部と前記第3の微調整部のいずれかの粗調整部と、を具備することを特徴とするアンテナ位置合わせ装置の構成を有する。

本発明によるアンテナ位置合わせ装置は、例えば、前記第2の粗調整部と、前記第1の微調整部と前記第3の微調整部のいずれかの粗調整部と、を具備することを特徴とするア

ンテナ位置合わせ装置の構成を有する。

本発明によるアンテナ位置合わせ装置は、例えば、前記第3の粗調整部と、前記第1の微調整部と前記第2の微調整部のいずれかの粗調整部と、を具備することを特徴とするアンテナ位置合わせ装置の構成を有する。

本発明によるアンテナ位置合わせ装置は、例えば、1つ以上のアンテナ素子を具備するキオスク端末と、1つのアンテナ素子を具備する携帯端末との間の近距離の無線通信システムにおけるアンテナ位置合わせ装置であって、前記第1の粗調整部と前記第2の粗調整部と前記第3の粗調整部とのうちの何れかの粗調整部と、前記第1の微調整部と前記第2の微調整部と前記第3の微調整部のうちの何れかの微調整部と、を具備することを特徴とするアンテナ位置合わせ装置の構成を有する。

10

【0035】

また、本発明は、アンテナ位置合わせ方法として表現することができる。

本発明によるアンテナ位置合わせ方法は、複数のアンテナ素子で構成される第1のアレーアンテナを具備するキオスク端末と、第1のアレーアンテナとアレーアンテナ面が平行となるように配置された複数のアンテナ素子で構成される第2のアレーアンテナを具備する携帯端末との間の近距離の無線通信システムにおけるアンテナ位置合わせ方法であって、携帯端末の機種を認識し、端末構造データベースに登録されている携帯端末のアレーアンテナの位置情報をもとにキオスク端末の端末設置用ガイドの形を変更することでアレーアンテナの位置合わせを行う第1の粗調整手順と、粗調整手順による粗調整後に、第2のアレーアンテナの各アンテナ素子から送信され、第1のアレーアンテナの各アンテナ素子で受信されたパイロット信号のRSSIをもとに、第1のアレーアンテナを機械的に移動させることでアレーアンテナの位置合わせを行う第1の微調整手順と、を備えることを特徴とするアンテナ位置合わせ方法の構成を有する。

20

本発明によるアンテナ位置合わせ方法は、複数のアンテナ素子で構成される第1のアレーアンテナを具備するキオスク端末と、第1のアレーアンテナとアレーアンテナ面が平行となるように配置された複数のアンテナ素子で構成される第2のアレーアンテナを具備する携帯端末との間の近距離の無線通信システムにおけるアンテナ位置合わせ方法であって、カメラや赤外線や超音波等を用いて携帯端末の位置を認識し、第1のアレーアンテナを機械的に移動させることでアレーアンテナの位置合わせを行う第2の粗調整手順と、粗調整手順による粗調整後に、第2のアレーアンテナの各アンテナ素子から送信され、第1のアレーアンテナの各アンテナ素子で受信されたパイロット信号のRSSIと、第1のアレーアンテナの各アンテナ素子で受信された信号に対して重み付け部にて90度位相差を付与する重み付けを行うことで得られる、重み付け部の片方の出力端子から出力される信号と、重み付け部のもう片方の出力端子から出力される信号との電力比SINRと、をもとに、第1のアレーアンテナを機械的に移動させることでアレーアンテナの位置合わせを行う第2の微調整手順と、を備えることを特徴とするアンテナ位置合わせ方法の構成を有する。

30

上記アンテナ位置合わせ方法において、例えば、前記第2のアレーアンテナの各アンテナ素子から送信されるパイロット信号が直交符号であることを特徴とする。

本発明によるアンテナ位置合わせ方法は、複数のアンテナ素子で構成される第1のアレーアンテナを具備するキオスク端末と、第1のアレーアンテナとアレーアンテナ面が平行となるように配置された複数のアンテナ素子で構成される第2のアレーアンテナを具備する携帯端末との間の近距離の無線通信システムにおけるアンテナ位置合わせ方法であって、第1のアレーアンテナから送信され携帯端末により反射された信号の電力比の周波数依存性をもとに携帯端末の第2のアレーアンテナの位置を検出し、第1のアレーアンテナを機械的に移動させることでアレーアンテナの位置合わせを行う第3の粗調整手順と、粗調整手順による粗調整後に、第1のアレーアンテナから送信され携帯端末のアレーアンテナ面で反射され、第1のアレーアンテナの各アンテナ素子で受信された信号から、送信信号成分を減算し、減算後の信号のRSSIをもとに、第1のアレーアンテナを機械的に移動させることでアレーアンテナの位置合わせを行う第3の微調整手順と、を備えることを特

40

50

徴とするアンテナ位置合わせ方法の構成を有する。

本発明によるアンテナ位置合わせ方法は、例えば、前記第 1 の粗調整手順と、前記第 2 の粗調整手順と前記第 3 の粗調整手順のいずれかの粗調整手順と、を備えることを特徴とするアンテナ位置合わせ方法の構成を有する。

本発明によるアンテナ位置合わせ方法は、例えば、前記第 2 の粗調整手順と、前記第 1 の粗調整手順と前記第 3 の粗調整手順のいずれかの粗調整手順と、を備えることを特徴とするアンテナ位置合わせ方法の構成を有する。

本発明によるアンテナ位置合わせ方法は、例えば、前記第 3 の粗調整手順と、前記第 1 の粗調整手順と前記第 2 の粗調整手順のいずれかの粗調整手順と、を備えることを特徴とするアンテナ位置合わせ方法の構成を有する。

10

本発明によるアンテナ位置合わせ方法は、例えば、1 つ以上のアンテナ素子を具備するキオスク端末と、1 つのアンテナ素子を具備する携帯端末との間の近距離の無線通信システムにおけるアンテナ位置合わせ方法であって、前記第 1 の粗調整手順と前記第 2 の粗調整手順と前記第 3 の粗調整手順と前記第 1 の微調整手順と前記第 2 の微調整手順と前記第 3 の微調整手順のいずれかを備えることを特徴とするアンテナ位置合わせ方法の構成を有する。

【発明の効果】

【0036】

本発明によれば、送受アンテナの位置ずれを補償することができる。従って、送受アンテナの対向状態を所望の状態に近づけることが可能となる。

20

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態による送受信システムの構成の一例を概略的に示す図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態による送受信システムの外観の一例を示す図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態による送受信システムを構成する送受信装置が備えるガイド部の構成例を説明するための図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施形態による送受アレーアンテナの位置ずれに対する RSSI 特性を示す図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施形態による送受アレーアンテナの位置ずれに対する RSSI 比特性を示す図である。

30

【図 6】本発明の第 1 の実施形態による送受信システムの動作を説明するためのフローチャートであり、アンテナ位置合わせ手順を示すフローチャートである。

【図 7】本発明の第 2 の実施形態による送受信システムの構成の一例を概略的に示す図である。

【図 8】本発明の第 2 の実施形態によるアンテナ位置合わせの原理を説明するための図であり、送受アレーアンテナの位置ずれに対する SINR 特性を示す説明図である。

【図 9】本発明の第 3 の実施形態による送受信システムの構成の一例を概略的に示す図である。

【図 10】近距離 MIMO 伝送におけるアンテナ素子の配置例を示す説明図である。

40

【図 11】2 × 2 近距離 MIMO 伝送のモデル図である。

【図 12】従来技術による送受信装置の利用形態を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0038】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について詳しく説明する。

説明の簡略化のため、以下に説明する本発明の各実施形態では、2 つのアンテナ素子からなるアレーアンテナを用いて近距離無線通信（近距離 MIMO 伝送）を行う場合を例として説明する。また、各実施形態において、「アレーアンテナ」なる用語は、同一平面上に配置される複数のアンテナ素子を具備するアンテナを指す。

なお、以下に説明する全実施形態および全図面にわたって同一符号は同一要素を表す。

50

【 0 0 3 9 】

< 第 1 の実施形態 >

[構成の説明]

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態による送受信システム 1 の構成の一例を概略的に示す図である。送受信システム 1 は、送受信装置 1 0 0 と携帯端末 9 0 0 とから構成される。本実施形態では、送受信装置 1 0 0 はキオスク端末であり、携帯端末 9 0 0 は、キオスク端末の利用者が所持する携帯端末である。ただし、この例に限定されず、送受信装置 1 0 0 および携帯端末は、それぞれ、任意の通信端末であり得る。

【 0 0 4 0 】

送受信装置 1 0 0 は、送信部 1 1 1 , 1 1 2 と、スイッチ 1 2 1 , 1 2 2 と、アレーアンテナ 1 3 0 と、粗調整部 1 4 0 と、微調整部 1 5 0 とを具備する。このうち、アレーアンテナ 1 3 0 は、2 つのアンテナ素子 1 3 1 , 1 3 2 を備える。また、粗調整部 1 4 0 は、端末機種認識部 1 4 1 と、端末構造データベース（以下、「端末構造 DB」と称する。） 1 4 2 と、アクチュエータ 1 4 3 と、端末設置用ガイド 1 4 4 とを備える。また、微調整部 1 5 0 は、RSSI（Received Signal Strength Indicator：受信信号強度）測定部 1 5 1 と、アクチュエータ 1 5 2 とを備える。なお、送受信装置 1 0 0 は、送信部 1 1 1 , 1 1 2 に対応した 2 つの受信部（図示なし）を更に備えている。

【 0 0 4 1 】

スイッチ 1 2 1 , 1 2 2 と、アレーアンテナ 1 3 0 と、粗調整部 1 4 0 と、微調整部 1 5 0 は、アンテナ装置 1 0 を構成する。即ち、送受信装置 1 0 0 はアンテナ装置 1 0 を備える。アンテナ装置 1 0 は、複数のアンテナ素子 1 3 1 , 1 3 2 から構成されたアレーアンテナ 1 3 0 を具備し、これら複数のアンテナ素子 1 3 1 , 1 3 2 に対応する後述の複数のアンテナ素子 9 3 1 , 9 3 2 から構成されたアレーアンテナ 9 3 0 を具備する携帯端末 9 0 0 との間で 2 × 2 MIMO 伝送による近距離無線通信を実施するためのアンテナ装置として構成されている。

【 0 0 4 2 】

送受信装置 1 0 0 が備えるアレーアンテナ 1 3 0 を構成する 2 つのアンテナ素子 1 3 1 , 1 3 2 は、その向き（指向方向）が同一に設定されると共に、同一のアレー平面上に所定の間隔を隔てて配列されている。携帯端末 9 0 0 が備えるアレーアンテナ 9 3 0 についても同様である。本実施形態では、送受信装置 1 0 0 が備えるアレーアンテナ 1 3 0 と携帯端末 9 0 0 が備えるアレーアンテナ 9 3 0 とが理想的な対向状態にある場合、これらアレーアンテナ間の各チャネルの位相差 $\theta_H = \tan^{-1}(h_{21}/h_{11}) = \tan^{-1}(h_{12}/h_{22})$ が 90 度となるように、各アレーアンテナを構成するアンテナ素子の間隔が前述の最適素子間隔 d_{opt} に設定されているものとする。従って、送受信装置 1 0 0 が備えるアレーアンテナ 1 3 0 と携帯端末 9 0 0 が備えるアレーアンテナ 9 3 0 とが理想的な対向状態にある場合、チャネル容量が最大になる。

【 0 0 4 3 】

携帯端末 9 0 0 は、アレーアンテナ 9 3 0 と、アレーアンテナ 9 3 0 に接続された通信処理部（図示なし）とを備える。アレーアンテナ 9 3 0 は、送受信装置 1 0 0 に備えられたアレーアンテナ 1 3 0 の 2 つのアンテナ素子 1 3 1 , 1 3 2 に対応する 2 つのアンテナ素子 9 3 1 , 9 3 2 を備える。アンテナ素子 9 3 1 , 9 3 2 は、それぞれ、電波の放射方向が同一に設定されると共に、同一平面上に配列されている。ユーザが携帯端末 9 0 0 を送受信装置 1 0 0 のアレーアンテナ 1 3 0 にかざした場合に、送受信装置 1 0 0 のアレーアンテナ 1 3 0 と携帯端末 9 0 0 のアレーアンテナ 9 3 0 とを介して、送受信装置 1 0 0 と携帯端末 9 0 0 との間で 2 × 2 MIMO 伝送による近距離無線通信が実施される。

【 0 0 4 4 】

ここで、第 1 の実施形態による送受信システム 1 を構成する送受信装置 1 0 0 が備えるアンテナ装置 1 0 は、アレーアンテナ 1 3 0 と携帯端末 9 0 0 のアレーアンテナ 9 3 0 との間の位置合わせ（以下、適宜、「アンテナの位置合わせ」と称する。）を実施する機能

を有しており、そのための構成要素として、携帯端末 900 のアレーアンテナ 930 の相対的位置関係の粗調整を行うための粗調整部 140 と、粗調整後に相対的位置関係の微調整を行うための微調整部 150 とを備え、これにより、アンテナの位置合わせを 2 段階で実施するものとなっている。

【0045】

粗調整部 140 は、端末設置用ガイド 144 により端末装置 900 の位置を機械的に移動させることによりアンテナの位置の相対的位置の粗調整を行う。微調整部 150 は、後述するように、粗調整部 140 による粗調整後に、アレーアンテナ 930 の複数のアンテナ素子 931, 932 のそれぞれから送信されてアレーアンテナ 130 の複数のアンテナ素子 131, 132 のそれぞれで受信された各パイロット信号の RSSI に基づいてアレーアンテナ 130 の位置を微調整する。このような粗調整部 140 および微調整部 150 によるアンテナの位置合わせは、ユーザが送受信装置 100 に携帯端末 900 をかざした後、コンテンツのダウンロード等のための近距離無線通信が開始される前に行われる。

【0046】

図 2 は、本発明の第 1 の実施形態による送受信システム 1 の外観の一例を示す図である。

上述の送受信システム 1 を構成する送受信装置 100 の構成要素のうち、粗調整部 140 を構成する端末設置用ガイド 144 (図 1) は、図 2 に示すように、送受信装置 100 の筐体 101 の前面に取り付けられている。その他の送受信装置 100 の構成要素は、筐体 101 の内部に収容されている。端末設置ガイド 144 には、携帯端末 900 のアレーアンテナ 930 と対向可能なようにアレーアンテナ 130 が配置されている。

【0047】

図 3 は、本発明の第 1 の実施形態による送受信システム 1 を構成する送受信装置 100 が備える端末設置ガイド 144 の構成例を説明するための図である。また、図 3 (A) は、端末設置ガイド 144 の斜視図であり、図 3 (B) は、端末設置ガイド 144 に設置される携帯端末 900 の一例を示す図である。図 3 (A) に示すように、端末設置ガイド 144 は、携帯端末 900 の形状に対応した平板状の基台 144A と、基台 144A の面上で相互に直交する方向に移動可能な可動部材 144B, 144C とを備えている。本実施形態では、携帯端末 900 は、その側端が可動部材 144B に当接し、その下端が可動部材 144C に当接するようにして、端末設置ガイド 144 に設置される。

【0048】

ここで、携帯端末 900 の筐体下端からアレーアンテナ 930 の下端までの寸法 (高さ) T_m と携帯端末 900 の筐体側端からアレーアンテナ 930 の側端までの寸法 (幅) W_m に合わせて端末設置用ガイド 144 の可動部材 144B, 144C の各位置を制御すれば、送受信装置 100 に備えられたアンテナ装置 10 のアレーアンテナ 130 に対して端末装置 900 のアレーアンテナ 930 の位置合わせを機械的に行うことができる。図 3 の例では、端末設置ガイド 144 の可動部材 144B とアレーアンテナ 130 の側端との間の寸法 (幅) W_g が携帯端末 900 の筐体側端とアレーアンテナ 930 の側端との間の寸法 (幅) W_m と一致し、且つ、端末設置ガイド 144 の可動部材 144C とアレーアンテナ 130 の下端との間の寸法 (高さ) T_g が携帯端末 900 の筐体下端とアレーアンテナ 930 の下端との間の寸法 (高さ) T_m と一致するように各可動部材の位置を制御することにより、送受信装置 100 側のアレーアンテナ 130 と端末装置 900 側のアレーアンテナ 930 との位置合わせを大まかに行う。

【0049】

本実施形態では、携帯端末 900 の筐体側端からアレーアンテナ 930 の側端までの寸法 (幅) W_m と、携帯端末 900 の筐体下端からアレーアンテナ 930 の下端までの寸法 (高さ) T_m は、携帯端末 900 のアレーアンテナ位置情報として、携帯端末 900 の機種ごとに粗調整部 140 の端末構造 DB 142 (図 1) のデータベースに登録されている。可動部材 144B, 144C の移動は、粗調整部 140 のアクチュエータ 143 により行われ、これによりアンテナの位置合わせの粗調整が行われるが、粗調整部 140 による

アンテナの位置合わせの詳細については後述する。

その他、送受信システム１は、通常の無線通信で用いる信号処理部や、ディスプレイ等の各種のユーザインターフェイス等も具備するが、その説明は省略する。

【００５０】

[動作の説明]

次に、本発明の第１の実施形態による送受信システム１の動作について、粗調整部１４０および微調整部１５０によるアンテナの位置合わせに着目して説明する。

まず、粗調整部１４０の動作を説明する。携帯端末９００のユーザが、例えば、送受信装置１００からダウンロードサービスを利用するために、携帯端末９００を送受信装置１００にかざすと、粗調整部１４０は、端末機種認識部１４１により携帯端末９００の機種を認識する。そして、認識された携帯端末９００の機種に基づいて、端末構造ＤＢ１４２から携帯端末９００のアレーアンテナ９３０のアレーアンテナ位置情報を取得する。そして、このアレーアンテナ位置情報に基づいて、アクチュエータ１４３で端末設置用ガイド１４４の可動部材１４４Ｂ，１４４Ｃを移動させ、その形状を変更することにより、送受信装置１００側のアレーアンテナ１３０と端末設置用ガイド１４４に設置された携帯端末９００側のアレーアンテナ９３０との位置合わせを行う。

【００５１】

ここで、端末機種認識部１４１は、ユーザが送受信装置１００にかざした携帯端末９００の機種を次の方法等で認識する。第１の方法として、例えば、携帯端末９００が送受信装置１００に機種情報を送信することにより、送受信装置１００の端末機種認識部１４１は携帯端末９００の機種を認識する。また、第２の方法として、例えば、送受信装置１００に内蔵されたカメラを用いてユーザがかざす携帯端末９００を撮影し、その画像を解析することにより携帯端末９００の機種を認識する。また、第３の方法として、例えば、端末機種認識部１４１は、送受信装置１００に備えられたディスプレイ（図示なし）に携帯端末９００の機種一覧を表示させ、ユーザに携帯端末９００の機種を選択入力させることにより、携帯端末９００の機種を認識する。また、第４の方法として、例えば、端末機種認識部１４１は、送受信装置１００のカメラで携帯端末９００の機種の候補を認識し、携帯端末９００の機種の候補を送受信装置１００のディスプレイに表示させ、表示された候補の中から該当機種をユーザに選択入力させることにより、携帯端末９００の機種を認識する。以上の方法等を用いて携帯端末９００の機種を認識し、携帯端末９００の機種情報を取得した後、端末機種認識部１４１は、端末構造ＤＢ１４２に機種情報を出力する。ただし、この例に限定されず、機種の認識手法は任意である。

【００５２】

端末構造ＤＢ１４２は、端末機種認識部１４１から入力された機種情報に基づいて、データベースに事前に登録されている携帯端末９００のアレーアンテナ位置情報を取得する。端末構造ＤＢ１４２は、取得したアレーアンテナ位置情報に基づいて、アクチュエータ１４３を駆動するための電流を出力する。

【００５３】

アクチュエータ１４３は、端末構造ＤＢ１４２から出力される電流で駆動され、端末設置用ガイド１４４の稼働部材１４４Ｂ，１４４Ｃを機械的に移動させる。このとき、図３に示すように、送受信装置１００の端末設置用ガイド１４４の稼働部材１４４Ｂから送受信装置１００のアレーアンテナ１３０の側端までの寸法（幅） W_g と、端末設置用ガイド１４４の可動部材１４４Ｃからアレーアンテナ１３０の下端までの寸法（高さ） T_g とがそれぞれ、アレーアンテナ位置情報によって示される携帯端末９００の寸法（幅） W_m および寸法（高さ） T_m と一致するように端末設置用ガイド１４４の可動部材１４４Ｂ，１４４Ｃのそれぞれを移動させる。

【００５４】

端末設置ガイド１４４の可動部材１４４Ｂ，１４４Ｃの移動が終了した後、ユーザが携帯端末９００の筐体側端および筐体下端を、それぞれ、端末設置用ガイド１４４の稼働部材１４４Ｂおよび可動部材１４４Ｃに当接させるようにして、携帯端末９００を端末設置

ガイド 144 に設置する。これにより、送受信装置 100 側のアレーアンテナ 130 と携帯端末 900 側のアレーアンテナ 930 の位置が大まかに一致し、アレーアンテナの位置合わせの粗調整が行われたことになる。

【0055】

次に、微調整部 150 の動作を説明する。微調整部 150 によるアレーアンテナの位置合わせの微調整は、送受信装置 100 のアンテナ素子 131, 132 の RSSI を観測することにより実施される。

携帯端末 900 側のアレーアンテナ 930 を構成するアンテナ素子 931, 932 から送信されたパイロット信号は、送受信装置 100 側のアレーアンテナ 130 を構成するアンテナ素子 131, 132 で受信され、スイッチ 121, 122 を介して微調整部 150 の RSSI 測定部 151 に入力される。RSSI 測定部 151 は、アンテナ素子 131, 132 でそれぞれ受信されたパイロット信号の RSSI を測定する。

【0056】

微調整部 150 の RSSI 測定部 151 は、携帯端末 900 から受信されたパイロット信号の RSSI に基づいてアレーアンテナ 130 の移動方向を定め、この移動方向にアレーアンテナ 130 をアクチュエータ 152 により移動させることにより、アレーアンテナ 130 の位置を微調整する。本実施形態では、微調整部 150 を構成する RSSI 測定部 151 は、アンテナ素子 131, 132 から入力された信号の RSSI を測定し、その大小関係から、携帯端末 900 のアレーアンテナ 930 に対するアレーアンテナ 130 のずれ方向を検知する。

【0057】

例えば、図 1 に示すように、送受信装置 100 のアレーアンテナ 130 に対して、携帯端末 900 のアレーアンテナ 930 が図下方向にずれている場合、各アンテナ素子間の経路差が異なるため、アンテナ素子 131, 132 でそれぞれ受信された各パイロット信号の RSSI も異なる。具体的には、図 1 に示す例では、アンテナ素子 931 からアンテナ素子 131 への経路長とアンテナ素子 932 からアンテナ素子 131 への経路長が長くなるのに対して、アンテナ素子 931 からアンテナ素子 132 への経路長とアンテナ素子 932 からアンテナ素子 132 への経路長が短くなる。このため、アンテナ素子 132 の RSSI はアンテナ素子 131 の RSSI より高い値を示す。即ち、各アンテナ素子の RSSI の分布が、アレーアンテナ 130 の中心軸 J に関して非対称になる。ここで、アレーアンテナ 130 の中心軸 J は、アレーアンテナ 130 を構成するアンテナ素子 131 とアンテナ素子 132 との中間位置（アンテナ素子間隔の 2 分の 1 に相当する位置）を通る軸であって、アレー面と直交する方向に延びる軸である。

【0058】

送受信装置 100 側のアレーアンテナ 130 と携帯端末 900 側のアレーアンテナ 930 とが理想的な対向状態にある場合、送受信装置 100 のアレーアンテナ 130 を構成するアンテナ素子 131 の RSSI とアンテナ素子 132 の RSSI は一致する。そこで、微調整部 150 は、アンテナ素子 131, 132 のそれぞれで受信された各パイロット信号の RSSI が一致するようにアクチュエータ 152 を用いてアレーアンテナ 130 をアレー平面に沿って移動させる。

【0059】

具体的には、この場合、微調整部 150 は、RSSI の大きいアンテナ素子 132 の方向にアレーアンテナ 130 を移動させることにより、各アンテナ素子の RSSI が一致するまで（即ち、各アンテナ素子の RSSI が等しくなるまで）、アンテナ素子 131 の RSSI を上昇させ、アンテナ素子 12 の RSSI を低下させる。これにより、各アンテナ素子の RSSI の分布が、アレーアンテナ 130 の中心軸 J に関して対称になる。各アンテナ素子の RSSI の分布が対称になった状態では、送受信装置 100 側のアレーアンテナ 130 と携帯端末 900 側のアレーアンテナ 930 との間の対向状態が理想的な対向状態になる。これにより、アレーアンテナ間の各チャネルの位相差 $\theta_H = \tan^{-1}(h_{21}/h_{11}) = \tan^{-1}(h_{12}/h_{22})$ が 90 度となり、チャネル容量が最大とな

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 6 0 】

以上のように、本実施形態では、携帯端末 9 0 0 から送信されたパイロット信号の R S S I を観測しながら、送受信装置 1 0 0 のアレーアンテナ 1 3 0 を徐々に移動させることで、チャンネル容量が最大となるように、アレーアンテナ 1 3 0 とアレーアンテナ 9 3 0 の相対的位置関係の微調整を行う。位置合わせが完了した後、送信部 1 1 1 および送信部 1 1 2 からアレーアンテナ 1 3 0 を介してコンテンツデータを携帯端末 9 0 0 へ送信する。

【 0 0 6 1 】

次に、図 4 および図 5 に示すシミュレーションによる評価結果を参照して本発明の有効性を検証する。

図 4 は、本発明の第 1 の実施形態によるアレーアンテナの位置ずれに対する R S S I 特性を示す図である。図 4 (A) において、縦軸は、上述の送受信装置 1 0 0 と携帯端末 9 0 0 とがそれぞれ 2 つのアンテナ素子を用いて位置合わせを行う場合の、送受アレーアンテナの位置ずれに対する R S S I を示し、横軸は、上述のアレーアンテナ 1 3 0 とアレーアンテナ 9 3 0 との間の位置ずれ Δx を示している。また、図 4 (A) において、実線で示す特性は、アンテナ素子 1 3 1 の R S S I 特性を示し、点線で示す特性は、アンテナ素子 1 3 2 の R S S I 特性を示している。

【 0 0 6 2 】

図 4 (B) は、シミュレーションによる評価で使用したモデルを示している。図 4 (B) に示すように、送受信装置 1 0 0 側のアレーアンテナ 1 3 0 と携帯端末 9 0 0 側のアレーアンテナ 9 3 0 との間に位置ずれ Δx は、携帯端末 9 0 0 側のアレーアンテナ 9 3 0 を構成する例えばアンテナ素子 9 3 1 の位置を基準として、送受信装置 1 0 0 側のアレーアンテナ 1 3 0 を構成する例えばアンテナ素子 1 3 1 の位置の図下方向への変分を表している。図 5 は、本発明の第 1 の実施形態によるアレーアンテナの位置ずれに対する R S S I 比特性を示す図であり、縦軸は、図 4 (A) に示すアンテナ素子 1 3 2 の R S S I に対するアンテナ素子 1 3 1 の R S S I の比率をデシベル単位系で表し、横軸は、アレーアンテナ 1 3 0 とアレーアンテナ 9 3 0 との間の上述の位置ずれ Δx を表している。

【 0 0 6 3 】

シミュレーション条件については、中心周波数を 6 0 . 4 8 G H z とし、送受信間隔 D を 1 5 m m とし、素子間隔 d を 1 0 m m とし、アレーアンテナ 1 3 0 とアレーアンテナ 9 3 0 とが理想的な対向状態にあるときの受信 S N R を 4 0 d B とした。R S S I 観測用のパイロット信号として直交符号を用いた。これにより、携帯端末 9 0 0 のアンテナ素子 9 3 1 とアンテナ素子 9 3 2 とから同時にパイロット信号を送信し、送受信装置 1 0 0 のアンテナ素子 1 3 1 , 1 3 2 で R S S I を観測することが可能になる。

【 0 0 6 4 】

送受信装置 1 0 0 側のアレーアンテナ 1 3 0 の位置が携帯端末 9 0 0 側のアレーアンテナ 9 3 0 に対して図下方向にずれている場合、各アンテナ素子間の経路長が異なるため、図 4 (A) に示すように、実線で示されるアンテナ素子 1 3 1 の R S S I は、点線で示されるアンテナ素子 1 3 2 の R S S I より高い値を示す。また、図 5 に示すように、位置ずれ Δx が大きくなるほど、アンテナ素子 1 3 2 の R S S I に対するアンテナ素子 1 3 1 の R S S I の比率 (R S S I 比) が高くなる。このように、位置ずれ Δx が生じた場合の各アンテナ素子の R S S I の値から送受アレーアンテナの位置ずれ Δx を検出することができる。

【 0 0 6 5 】

図 4 および図 5 に示す各特性から理解されるように、アレーアンテナ 1 3 0 とアレーアンテナ 9 3 0 を正しく対向させるためには、送受アンテナの位置ずれ Δx をゼロにすればよい。そのためには、図 4 および図 5 に示す例では、R S S I の低いアンテナ素子 1 3 2 から R S S I の高いアンテナ素子 1 3 1 に向かう方向 (図 4 に示す評価モデルにおける図上方向) にアレーアンテナ 1 3 0 をアレー平面に沿って移動させればよい。微調整部 1 5 0 のアクチュエータ 1 5 2 は、R S S I 測定部 1 5 1 により測定されたアンテナ素子 1 3

10

20

30

40

50

1のRSSIとアンテナ素子132のRSSIとから、低いRSSIが測定されたアンテナ素子132から高いRSSIが測定されたアンテナ素子131に向かう方向にアレーアンテナ130をアレー平面に沿って移動させる。これにより、送受信装置100側のアレーアンテナ130と携帯端末900側のアレーアンテナ930とが精度よく対向した状態を得ることが可能となる。

【0066】

上述のようにしてアンテナの位置合わせが行われた後、アレーアンテナ130とアレーアンテナ930とを介して、送受信装置100と携帯端末900との間で2×2MIMO伝送による通常の近距離無線通信が実施され、例えば、送受信装置100から携帯端末900へコンテンツのダウンロードが実施される。

10

【0067】

次に、図6を参照して、本実施形態におけるアンテナ位置合わせに関する一連の動作をまとめる。

図6は、本発明の第1の実施形態による送受信システム1の動作を説明するためのフローチャートであり、アンテナ位置合わせ手順を示すフローチャートである。

【0068】

まず、ステップS1において、送受信装置100の粗調整部140は、端末機種認識部141により、前述の方法を用いて携帯端末900の機種を認識し、その機種情報を取得する。続いて、ステップS2において、粗調整部140は、携帯端末900の機種情報に基づいて端末構造DB142から携帯端末900のアレーアンテナ位置情報を取得する。そして、粗調整部140は、取得されたアレーアンテナ位置情報を参照してアクチュエータ143を駆動することにより端末設置用ガイド144の可動部材144B、144Cを移動させ、端末設置用ガイド144の移動部材144Bから送受信装置100のアレーアンテナ130の側端までの寸法(幅)Wgと、端末設置用ガイド144の移動部材144Cから送受信装置100のアレーアンテナ130の下端までの寸法(高さ)Tgを設定する。

20

【0069】

続いて、ステップS3において、ユーザにより端末設置用ガイド144に携帯端末900が設置される。続いて、ステップS4において、携帯端末900は、アレーアンテナ930のアンテナ素子931、932のそれぞれからパイロット信号を送信する。続いて、送受信装置100が携帯端末900から送信されたパイロット信号をアレーアンテナ130のアンテナ素子131、132で受信すると、微調整部150は、RSSI測定部151により、アレーアンテナ130のアンテナ素子131、132でそれぞれ受信された各パイロット信号のRSSIを測定し、ステップS5において、そのRSSIの分布が送受信装置100のアレーアンテナ130の中心軸J(アンテナ素子131とアンテナ素子132との中間を通る軸)に関して対称であるか否かを判定する。

30

【0070】

ここで、RSSIの分布が対称でなければ(ステップS5;No)、即ち、RSSIの分布が非対称であれば、ステップS6において、微調整部150は、アクチュエータ152により、RSSIの小さいアンテナ素子からRSSIの大きいアンテナ素子に向かう方向に送受信装置100のアレーアンテナ130を所定量(微小量)だけ移動させ、上述のステップS4~S6を繰り返し、アレーアンテナ130を徐々に移動させる。そして、RSSIの分布がアレーアンテナの中心軸Jに関して対称になったところで(ステップS5;Yes)、即ち、アンテナ素子131のRSSIとアンテナ素子132のRSSIとが一致して等しくなったところで、アレーアンテナ130とアレーアンテナ930とが対向状態になったと判断し、アレーアンテナの位置合わせを終了する。これにより、アレーアンテナの位置ずれが補正される。この後、送受信装置100と携帯端末900との間で、コンテンツのダウンロードのための通常の無線通信が開始される。

40

【0071】

上述した第1の実施形態では、送受信装置100と携帯端末900とがそれぞれ2つの

50

アンテナ素子を用いてアンテナの位置合わせを行う場合について説明したが、アンテナ素子数を増やすことで、RSSIの最大値と最小値の差がより大きくなるため、より高精度にアンテナの位置ずれを検出し補償することができる。

【0072】

<第2の実施形態>

次に、本発明の第2の実施形態を説明する。

説明の簡略化のため、第1の実施形態と同様に、送受信装置と携帯端末とがそれぞれ2つのアンテナ素子を用いてアンテナの位置合わせを行う場合について説明する。

図7は、本発明の第2の実施形態による送受信システム2の構成の一例を概略的に示す図である。送受信システム2は、上述した第1の実施形態による送受信システム1に備えられた送受信装置100に代えて送受信装置200を備える。送受信装置200は、第1の実施形態の送受信装置100の構成において、粗調整部140および微調整部150に代えて、粗調整部240および微調整部250を備える。その他の構成は第1の実施形態と同様である。

【0073】

送受信装置200は、送信部111、112と、スイッチ121、122と、アレーアンテナ130と、粗調整部240と、微調整部250とを具備する。このうち、アレーアンテナ130は、2つのアンテナ素子131、132を備え、粗調整部240は、端末位置認識部241と、アクチュエータ242とを備える。微調整部250は、RSSI測定部251と、ウェイト乗算部252と、SINR (Signal to Interference and Noise power Ratio: 信号対干渉雑音電力比) 算出部253と、アクチュエータ242とを備える。アクチュエータ242は、粗調整部240と微調整部250とにより共有されている。

【0074】

本実施形態では、スイッチ121、122と、アレーアンテナ130と、粗調整部240と、微調整部250は、アンテナ装置20を構成する。アンテナ装置20は、複数のアンテナ素子131、132から構成されたアレーアンテナ130を具備し、複数のアンテナ素子131、132に対応する後述の複数のアンテナ素子931、932から構成されたアレーアンテナ930を具備する携帯端末900との間で2×2 MIMO伝送による近距離無線通信を実施するように構成されている点で第1の実施形態のアンテナ装置10と共通する。

【0075】

また、第2の実施形態では、送受信装置200側のアレーアンテナ130と携帯端末900側のアレーアンテナ930との位置合わせを実施するための構成要素として、アンテナ装置20は、送受信装置200のアレーアンテナ130と携帯端末900のアレーアンテナ930の相対的位置関係の粗調整を行うための粗調整部240と、粗調整後にアレーアンテナ930の各アンテナ素子から送信されてアレーアンテナ130の各アンテナ素子で受信されたパイロット信号のRSSIに基づいてアレーアンテナ130の位置を微調整する微調整部250とを備える。これら粗調整部240および微調整部250は、アンテナの位置合わせを2段階で実施するためのものである点で、第1の実施形態による粗調整部140および微調整部150と共通する。

【0076】

但し、第2の実施形態では、以下に説明するように、粗調整部240は、カメラ、赤外線センサ、超音波センサのうちの何れかを用いて携帯端末900の位置を認識して送受信装置200側のアレーアンテナ130と携帯端末900側のアレーアンテナ930との位置合わせを行う。また、微調整部250は、アレーアンテナ130の複数のアンテナ素子131、132のそれぞれで受信された各パイロット信号の上述のRSSIに加え、アレーアンテナ130の複数のアンテナ素子131、132で受信された各パイロット信号に対して90度位相差を付与する重み付けを行うことにより得られる信号のSINRに基づいて、アレーアンテナ130の位置を微調整する。このような粗調整部240および微調

整部 250 によるアンテナの位置合わせは、ユーザが送受信装置 200 に携帯端末 900 をかざした後、コンテンツのダウンロード等のための通常の近距離無線通信が開始される前に行われる。

その他、送受信システム 2 は、通常の無線通信で用いる各信号処理部等のための構成も具備するが、その説明は省略する。

なお、本実施形態では、粗調整部 240 が、カメラ、赤外線センサ、超音波センサのうちの何れかを用いて携帯端末 900 の位置を認識するものとしているが、この例に限定されず、携帯端末 900 の位置を認識できる限度において、任意の手段を用いることができる。

【0077】

次に、本発明の第 2 の実施形態による送受信システム 2 の動作について、粗調整部 240 および微調整部 250 によるアンテナの位置合わせに着目して説明する。

まず、粗調整部 240 の動作を説明する。粗調整部 240 を構成する端末位置認識部 241 は、ユーザが送受信装置 200 にかざした携帯端末 900 の位置を次の方法等で認識する。例えば、端末位置認識部 241 は、送受信装置 200 に内蔵されたカメラを用いてユーザの携帯端末 900 を撮影し、その画像から携帯端末 900 の位置を認識する。また、例えば、端末位置認識部 241 は、携帯端末 900 のアレーアンテナ 930 の周辺に内蔵された赤外線通信用の光源から照射された赤外線を送受信装置 200 の赤外線通信用の赤外線センサで検出し、その検出結果（例えば赤外線の検出方向および強度）から携帯端末 900 の位置を認識する。また、例えば、端末位置認識部 241 は、送受信装置 200 に内蔵されたスピーカーから携帯端末 900 に向けて例えば超音波を発信し、携帯端末 900 で反射された超音波をマイクロホン等の超音波センサで検出し、その検出結果（例えば超音波の検出方向および強度）から携帯端末 900 の位置を認識する。また、カメラ、赤外線センサ、超音波センサの任意の組み合わせを用いて携帯端末 900 の位置を認識してもよい。

【0078】

以上の方法等で携帯端末 900 の位置を認識した後、端末位置認識部 241 は、アクチュエータ 242 を駆動するための電流を出力する。これによりアクチュエータ 242 は、アレーアンテナ 130 が携帯端末 900 に対向するように、アレーアンテナ 130 の位置をアレー平面に沿って機械的に移動させる。以上により、アレーアンテナ 130 とアレーアンテナ 930 の位置合わせの粗調整を行う。

なお、本実施形態では、アレーアンテナ 130 の位置をアレー平面に沿って移動させるものとしているが、アレーアンテナ 130 が携帯端末 900 に対向する限度において、アレーアンテナ 130 の向きを制御してもよく、アレーアンテナ 130 の位置と向きの両方を制御してもよい。

【0079】

次に、微調整部 2 の動作を説明する。本実施形態では、送受信装置 200 に備えられたアレーアンテナ 130 の位置の微調整は、送受信装置 200 のアンテナ素子 131, 132 でそれぞれ受信された各パイロット信号の RSSI と、アンテナ素子 131, 132 のそれぞれで受信された信号にウェイト乗算処理を行った後に算出する SINR とに基づいて実施される。

【0080】

具体的に説明する。まず、携帯端末 900 のアレーアンテナ 930 を構成するアンテナ素子 931 からパイロット信号を送信する。携帯端末 900 から送信されたパイロット信号は送受信装置 200 のアンテナ素子 131, 132 でそれぞれ受信され、スイッチ 121, 122 を介して、微調整部 250 を構成する RSSI 測定部 251 とウェイト乗算部 252 に入力される。

【0081】

RSSI 測定部 251 は、アンテナ素子 131, 132 のそれぞれから入力された各パイロット信号の RSSI を測定する。本実施形態では、アンテナ素子 131 で受信された

10

20

30

40

50

信号は、スイッチ 1 2 1 を介してウェイト乗算部 2 5 2 の第 1 入力ポートに入力され、アンテナ素子 1 3 2 で受信された信号は、スイッチ 1 2 2 を介してウェイト乗算部 2 5 2 の第 2 入力ポートに入力される。ウェイト乗算部 2 5 2 は、アンテナ素子 1 3 1, 1 3 2 からそれぞれ入力される信号、すなわち第 1 入力ポートから入力される信号と第 2 入力ポートから入力される信号に対して、式 (8) で表されるウェイト行列を乗算し、その乗算結果を第 1 出力ポートと第 2 出力ポートから S I N R 算出部 2 5 3 に出力する。

【 0 0 8 2 】

【 数 8 】

$$W_{fix} \simeq w_{11} \begin{bmatrix} 1 & aj \\ aj & 1 \end{bmatrix} \quad \dots (8)$$

10

【 0 0 8 3 】

式 (8) において、行列要素 w_{ij} (i, j は、それぞれ 2 以下の自然数である。) は、第 j 入力ポートからウェイト乗算部 2 5 2 に入力され、ウェイト乗算部 2 5 2 の第 i 出力ポートから出力される信号に乗算されるウェイトを示す。 a は、第 1 入力ポートに入力される信号の振幅と、第 2 入力ポートに入力される信号の振幅との比率を表す。ここで、ウェイト乗算部 2 5 2 の第 1 出力ポートから出力される信号の電力を S により表し、その第 2 出力ポートから出力される信号の電力を I により表すこととする。

20

【 0 0 8 4 】

送受信装置 2 0 0 側のアレーアンテナ 1 3 0 と携帯端末 9 0 0 側のアレーアンテナ 9 3 0 が理想的な対向状態にある場合、式 (8) で表されるウェイト行列 W_{fix} を乗算することにより、アンテナ素子 9 3 1 から送信されアンテナ素子 1 3 1 およびアンテナ素子 1 3 2 で受信された信号は、第 1 出力ポートからは同相合成された信号となって出力され、第 2 出力ポートからは逆相合成された信号となって出力される。このとき、第 1 出力ポートおよび第 2 出力ポートから出力された信号を用いて、S I N R 算出部 2 5 3 で S I N R を計算すると、第 2 出力ポートから出力される信号は逆相合成されて打ち消し合うため、非常に高い S I N R を示す。

【 0 0 8 5 】

30

これに対し、アレーアンテナ 1 3 0 とアレーアンテナ 9 3 0 が対向状態にない場合、式 (8) で表されるウェイト行列 W_{fix} を乗算しても、第 1 出力ポートから出力される信号は同相合成されないため、その信号の電力 S は減少し、また、出力ポート 2 から出力される信号は逆相合成されないため、その信号の電力 I が増加する。このため、アレーアンテナ 1 3 0 とアレーアンテナ 9 3 0 が対向状態にない場合、S I N R は低くなる傾向を示す。このように、対向状態に応じて S I N R が変化するが、後述するように、S I N R は送受アレーアンテナの位置ずれ Δx に対して急峻な特性を示すため、S I N R を観測することにより、高精度な位置合わせを行うことができる。

【 0 0 8 6 】

上述のように送受信装置 2 0 0 が携帯端末 9 0 0 のアンテナ素子 9 3 1 からパイロット信号を受信し、R S S I と S I N R とを測定した後、引き続き、送受信装置 2 0 0 は携帯端末 9 0 0 のアンテナ素子 9 3 2 からパイロット信号を受信し、微調整部 2 5 0 において同様の手順で R S S I と S I N R が測定される。その後、R S S I 測定部 2 5 1 は、アンテナ素子 1 3 1 が受信した信号の R S S I の合計と、アンテナ素子 1 3 2 が受信した信号の R S S I の合計を比較し、合計値の大きいアンテナ素子側にアレーアンテナ 1 3 0 をアレー平面に沿って移動させるようアクチュエータ 2 4 2 に指示を送る。また、S I N R 算出部 2 5 3 は、例えば、上述のように算出した S I N R が最大になる位置でアレーアンテナ 1 3 0 の移動を停止させるようにアクチュエータ 2 4 2 に指示を送る。このように、本実施形態では、微調整部 2 5 0 は、R S S I の観測値に基づいてアレーアンテナ 1 3 0 の移動方向を決定し、S I N R に基づいてアレーアンテナ 1 3 0 の停止位置を決定する。

40

50

【 0 0 8 7 】

以上のように、携帯端末 9 0 0 から送受信装置 2 0 0 で受信されるパイロット信号の R S S I と S I N R とを観測しながら、送受信装置 2 0 0 のアレーアンテナ 1 3 0 を徐々に移動させることで、アレーアンテナ 1 3 0 とアレーアンテナ 9 3 0 の相対的位置関係の微調整を行う。上述した粗調整部 2 4 0 と微調整部 2 5 0 によるアレーアンテナの位置合わせの後、スイッチ 1 2 1 , 1 2 2 を介して送信部 1 1 1 , 1 1 2 とアレーアンテナ 1 3 0 のアンテナ素子 1 3 1 , 1 3 2 とをそれぞれ接続し、送信部 1 1 1 および送信部 1 1 2 からアレーアンテナ 1 3 0 を介してコンテンツデータ等を携帯端末 9 0 0 へ送信する。

【 0 0 8 8 】

次に、図 8 のシミュレーションによる評価結果を参照して本発明の有効性を検証する。

10

図 8 は、本発明の第 2 の実施形態による送受アレーアンテナの位置ずれに対する S I N R 特性を示す説明図である。図 8 において、縦軸は、携帯端末 9 0 0 のアンテナ素子 9 3 1 のみからパイロット信号を送信した場合の送受アレーアンテナの位置ずれに対する S I N R 特性を示し、横軸は、アレーアンテナ 1 3 0 とアレーアンテナ 9 3 0 との間の位置ずれ Δx を示している。位置ずれ Δx の定義は図 4 と同様である。シミュレーション条件については、中心周波数を 6 0 . 4 8 G H z とし、送受信間隔 D を 1 5 m m とし、素子間隔 d を 6 . 2 2 m m とし、送受アレーアンテナが理想的な対向状態にあるときの受信 S N R を 4 0 d B としている。

【 0 0 8 9 】

上述したように、送受アレーアンテナの位置ずれがある場合、ウェイト乗算部 2 5 2 の第 1 出力ポートから出力される信号は同相合成されないため、その信号の電力 S は減少し、また、第 2 出力ポートから出力される信号は逆相合成されないため、その信号の電力 I が増加する傾向を示す。この場合、S I N R が低くなる。前述の図 4 (A) に示す第 1 の実施形態によるシミュレーション結果と図 8 に示す第 2 の実施形態によるシミュレーション結果とから理解されるように、図 4 (A) に示す R S S I の特性に比較して、図 8 に示す S I N R は位置ずれ Δx に対して急峻な特性を示す。このため、S I N R を観測することにより、高精度で位置ずれ Δx を検出し、アレーアンテナの位置合わせの精度を高めることが可能になる。

20

なお、図 8 から理解されるように、S I N R の特性曲線は複数の極値を持ち得るため、S I N R のみからアレーアンテナの対向位置を特定し得ない場合がある。このため、本実施形態では、S I N R と共に R S S I を観測することにより、第 1 の実施形態と同様にアンテナ素子 1 3 1 , 1 3 2 の各 R S S I が一致する位置に向けてアレーアンテナ 1 3 0 を移動させ、最終的な位置を S I N R に基づいて調整している。

30

【 0 0 9 0 】

< 第 3 の実施形態 >

次に、本発明の第 3 の実施形態を説明する。

本実施形態では、送受信装置が 4 つのアンテナ素子を用い、携帯端末が 2 つのアンテナ素子を用いてアンテナの位置合わせを行う場合について説明する。ただし、本実施形態では、送受信装置が備える 4 つのアンテナ素子のうち、2 つのアンテナ素子は、アレーアンテナの位置合わせのためのものであり、この 2 つのアンテナ素子を除けば、送受信装置は 2 つのアンテナ素子を備えて 2 × 2 M I M O 伝送による無線通信を実施するものとして構成されている。

40

なお、この例に限定されず、送受信装置のアンテナ素子数と携帯端末のアンテナ素子数は任意であり得る。

【 0 0 9 1 】

図 9 は、本発明の第 3 の実施形態による送受信システム 3 の構成の一例を概略的に示す図である。送受信システム 3 は、送受信装置 3 0 0 と携帯端末 9 0 0 とを備える。このうち、送受信装置 3 0 0 は、送信部 3 1 1、送信信号キャンセラ 3 1 2、周波数切替部 3 1 3、送信部 3 1 4、送信信号キャンセラ 3 1 5、R S S I 測定部 3 1 6、アクチュエータ 3 1 7、アレーアンテナ 3 3 0 を備える。アレーアンテナ 3 3 0 は、4 つのアンテナ素子

50

331～334を備える。ここで、周波数切替部313、送信部314、送信信号キャンセル部315、RSSI測定部316、アクチュエータ317、アンテナ素子333, 334は粗調整部340を構成し、送信信号キャンセル部312, 315、RSSI測定部316、アクチュエータ317、アンテナ素子331～334は微調整部350を構成する。

【0092】

本実施形態では、アレーアンテナ330と、粗調整部340と、微調整部350は、アンテナ装置30を構成する。アンテナ装置30は、複数のアンテナ素子331～334から構成されたアレーアンテナ330を具備し、これら複数のアンテナ素子331, 333に対応する後述の複数のアンテナ素子931, 932から構成されたアレーアンテナ930を具備する携帯端末900との間で2×2MIMO伝送による近距離無線通信を実施するように構成されたものである点で第1の実施形態のアンテナ装置10と共通する。

10

【0093】

また、本実施形態では、送受信装置300側のアレーアンテナ330と携帯端末900側のアレーアンテナ930との位置合わせを実施するための構成要素として、アンテナ装置30は、送受信装置300のアレーアンテナ330と携帯端末900のアレーアンテナ930の相対的位置関係の粗調整を行うための粗調整部340と、粗調整後にアレーアンテナ930の各アンテナ素子から送信されてアレーアンテナ330の各アンテナ素子で受信されたパイロット信号のRSSIに基づいてアレーアンテナ330の位置を微調整する微調整部350とを備える。これら粗調整部340および微調整部350は、アンテナの位置合わせを2段階で実施するためのものである点で、第1の実施形態による粗調整部140および微調整部150と共通する。

20

【0094】

但し、本実施形態では、粗調整部340は、アレーアンテナ330から送信されて携帯端末900により反射された信号の電力比の周波数依存性に基づいて携帯端末900のアレーアンテナ930の位置を検出して、アレーアンテナ330とアレーアンテナ930との間の相対位置を粗調整する。また、微調整部350は、送受信装置300側のアレーアンテナ330の複数のアンテナ素子331～334から送信されて携帯端末900側のアレーアンテナ面でも反射された反射信号をアレーアンテナ330の複数のアンテナ素子331～334で受信して得られる受信信号から、アレーアンテナ330から送信された送信信号成分を減算し、この減算により得られた信号のRSSIに基づいてアレーアンテナ330をアレー平面に沿って移動させることにより、アレーアンテナ330の位置を微調整する。このような粗調整部340および微調整部350によるアンテナの位置合わせは、ユーザが送受信装置300に携帯端末900をかざした後、コンテンツのダウンロード等のための通常の近距離無線通信が開始される前に行われる。

30

その他、送受信システム3は、通常の無線通信で用いる各信号処理部等のための構成も具備するが、その説明は省略する。

【0095】

次に、本発明の第3の実施形態による送受信システム3の動作について、粗調整部340および微調整部350によるアンテナの位置合わせに着目して説明する。

まず、粗調整部340の動作を説明する。粗調整部340を構成する送信部314は周波数切替部313により指示された周波数 f_1 の信号を発生させ、アンテナ素子333から送信する。送信された信号は携帯端末900のアレーアンテナ面もしくは携帯端末900の筐体面により反射され、送受信装置300側のアンテナ素子334で受信され、RSSI測定部316によりRSSIが測定される。

40

【0096】

次に、周波数切替部313は、上述の周波数 f_1 と異なる周波数 f_2 の信号を送信するよう送信部314に指示を送り、送信部314は指示された周波数 f_2 の信号を発生させてアンテナ素子333から送信させる。アンテナ素子334は、携帯端末900からの反射波を受信し、RSSI測定部316によりRSSIが測定される。ここで、非特許文献3の図6(b)に示されているように、アンテナ素子には周波数に応じて反射波の電力が

50

異なる特性があるため、周波数 f_1 の場合と周波数 f_2 の場合とでは受信信号の RSSI が異なる。

【 0 0 9 7 】

そこで、周波数 f_1 の信号を送信した場合と周波数 f_2 の信号を送信した場合とで受信信号の RSSI が異なるかどうかを観測することにより、送受信装置 300 のアレーアンテナ 330 の正面に携帯端末 900 のアレーアンテナ 930 のアレー平面が位置しているかどうか、または、送受信装置 300 のアレーアンテナ 330 の正面に携帯端末 900 の筐体面が位置しているかどうかを判断することができる。アレーアンテナ 330 の正面にアレーアンテナ 930 のアレー平面が位置していなければ、例えばユーザに携帯端末 900 を移動させるよう指示するか、アクチュエータ 317 を用いてアレーアンテナ 330 を機械的に移動させる。以上により、アレーアンテナ 330 とアレーアンテナ 930 の位置合わせの粗調整を行う。

10

【 0 0 9 8 】

次に、微調整部 350 の動作を説明する。アレーアンテナ 330 の位置の微調整は、送受信装置 300 が携帯端末 900 に向けて送信した信号の反射波の RSSI を観測することにより行われる。

送信部 311 から出力されてアンテナ素子 331 から送信された信号は、携帯端末 900 のアレーアンテナ 930 のアレー平面で反射され、送受信装置 300 側のアンテナ素子 332 とアンテナ素子 334 で受信される。同様に、送信部 314 から出力されてアンテナ素子 333 から送信された信号は、携帯端末 900 のアレーアンテナ 930 のアレー平面で反射され、送受信装置 300 側のアンテナ素子 332 とアンテナ素子 334 で受信される。アンテナ素子 332 で受信された信号は送信信号キャンセラ 312 に入力される。

20

【 0 0 9 9 】

送信信号キャンセラ 312 は、アンテナ 332 で受信された信号から、送信部 311 から出力された信号成分と送信部 314 から出力された信号成分を減算する。これにより、送信信号キャンセラ 312 から RSSI 測定部 316 へ出力される信号は、アンテナ素子 331 から送信されて携帯端末 900 のアレーアンテナ 930 のアレー平面で反射されてアンテナ素子 332 で受信された反射波成分と、アンテナ素子 333 から送信されて携帯端末 900 のアレーアンテナ 930 のアレー平面で反射されてアンテナ素子 332 で受信された反射波成分とを含んだものになる。

30

【 0 1 0 0 】

また、アンテナ素子 334 で受信された信号は送信信号キャンセラ 315 に入力される。送信信号キャンセラ 315 は、送信信号キャンセラ 312 と同様に、アンテナ 334 で受信された信号から、送信部 311 から出力された信号成分と送信部 314 から出力された信号成分を減算する。これにより、送信信号キャンセラ 315 から RSSI 測定部 316 へ出力される信号は、アンテナ素子 331 から送信されて携帯端末 900 のアレーアンテナ 930 のアレー平面で反射されてアンテナ素子 334 で受信された反射波成分と、アンテナ素子 333 から送信されて携帯端末 900 のアレーアンテナ 930 のアレー平面で反射されてアンテナ素子 334 で受信された反射波成分とを含んだものになる。

【 0 1 0 1 】

40

RSSI 測定部 316 は、送信信号キャンセラ 312 と送信信号キャンセラ 315 とからそれぞれ出力された信号の RSSI を測定し、その大小関係から、アレーアンテナ 330 とアレーアンテナ 930 の位置ずれの方向を検知する。その後、RSSI 測定部 316 は、RSSI の小さいアンテナ素子から RSSI の大きいアンテナ素子に向かう方向にアレーアンテナ 330 をアレー平面に沿って移動させるよう、アクチュエータ 317 に電流を出力し、送信信号キャンセラ 312 からの信号の RSSI と送信信号キャンセラ 315 からの信号の RSSI とが一致する位置まで、アクチュエータ 317 によりアレーアンテナ 330 を機械的に移動させる。

【 0 1 0 2 】

以上のように、携帯端末 900 のアレーアンテナ 930 のアレー平面で反射される信号

50

のRSSIを観測しながら、送受信装置300のアレーアンテナ330を徐々に移動させることにより、アレーアンテナ330とアレーアンテナ930との間の相対的位置関係の微調整を行う。このようにしてアンテナの位置合わせを実施した後、送信部311および送信部314からコンテンツデータ等を携帯端末900へ送信するための通常の通信が実施される。

第3の実施形態によれば、アレーアンテナの位置合わせのための構成要素を携帯端末900側に備える必要がなく、携帯端末900から何ら信号を送信することなく、送受信装置300と携帯端末900とのアレーアンテナの位置合わせを行うことができる。

【0103】

上述した各実施形態から理解されるように、本発明は、アンテナ装置10、20、30、送受信装置100、200、300、送受信システム1、2、3、または送受信方法として表現することができる。

アンテナ装置として表現する場合、本発明は、複数の第1のアンテナ素子から構成された第1のアレーアンテナを具備し、前記複数の第1のアンテナ素子に対応する複数の第2のアンテナ素子から構成された第2のアレーアンテナを具備する携帯端末と近距離無線通信を実施するためのアンテナ装置であって、前記第1のアレーアンテナと前記第2のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する粗調整部と、前記粗調整部による粗調整後に、前記第2のアレーアンテナの複数の第2のアンテナ素子のそれぞれから送信され、前記第1のアレーアンテナの複数の第1のアンテナ素子のそれぞれで受信された各パイロット信号のRSSIに基づいて前記第1のアレーアンテナの位置を微調整する微調整部と、を具備することを特徴とするアンテナ装置として表現することができる。

【0104】

また、送受信装置として表現する場合、本発明は、複数の第1のアンテナ素子から構成された第1のアレーアンテナを具備し、前記複数の第1のアンテナ素子に対応する複数の第2のアンテナ素子から構成された第2のアレーアンテナを具備する携帯端末と近距離無線通信を実施する送受信装置であって、前記第1のアレーアンテナと前記第2のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する粗調整部と、前記粗調整部による粗調整後に、前記第2のアレーアンテナの複数の第2のアンテナ素子のそれぞれから送信され、前記第1のアレーアンテナの複数の第1のアンテナ素子のそれぞれで受信された各パイロット信号のRSSIに基づいて前記第1のアレーアンテナの位置を微調整する微調整部と、を具備することを特徴とする送受信装置として表現することができる。

【0105】

また、送受信システムとして表現する場合、本発明は、複数の第1のアンテナ素子から構成された第1のアレーアンテナを具備する送受信装置と、前記複数の第1のアンテナ素子に対応する複数の第2のアンテナ素子から構成された第2のアレーアンテナを具備する携帯端末とを備え、前記送受信装置と前記携帯端末との間で近距離無線通信を実施する送受信システムであって、前記送受信装置は、前記第1のアレーアンテナと前記第2のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する粗調整部と、前記粗調整部による粗調整後に、前記第2のアレーアンテナの複数の第2のアンテナ素子のそれぞれから送信され、前記第1のアレーアンテナの複数の第1のアンテナ素子のそれぞれで受信された各パイロット信号のRSSIに基づいて前記第1のアレーアンテナの位置を微調整する微調整部と、を具備することを特徴とする送受信システムとして表現することができる。

【0106】

また、送受信方法として表現する場合、本発明は、複数の第1のアンテナ素子から構成された第1のアレーアンテナを具備する送受信装置と、前記複数の第1のアンテナ素子に対応する複数の第2のアンテナ素子から構成された第2のアレーアンテナを具備する携帯端末とを備え、前記送受信装置と前記携帯端末との間で近距離無線通信を実施する送受信システムによる送受信方法であって、前記送受信装置が、前記第1のアレーアンテナと前記第2のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する粗調整段階と、前記送受信装置が、前記粗調整後に、前記第2のアレーアンテナの複数の第2のアンテナ素子のそれぞれか

ら送信され、前記第1のアレーアンテナの複数の第1のアンテナ素子のそれぞれで受信された各パイロット信号のRSSIに基づいて前記第1のアレーアンテナの位置を微調整する微調整段階と、を含むことを特徴とする送受信方法として表現することができる。

【0107】

また、上述した第1の実施形態は、前述の粗調整部140と微調整部150との2段階で、第2の実施形態は、粗調整部240と微調整部250との2段階で、第3の実施形態は、粗調整部340と微調整部350との2段階で、それぞれアンテナの位置合わせを行うものであるが、上記の3つの粗調整部140, 240, 340と3つの微調整部150, 250, 350の組合せは前述の組合せに限られるものではない。すなわち、粗調整部140と微調整部250との2段階で、もしくは粗調整部140と微調整部350との2段階で、もしくは粗調整部240と微調整部150との2段階で、もしくは粗調整部240と微調整部350との2段階で、もしくは粗調整部340と微調整部150との2段階で、もしくは粗調整部340と微調整部250との2段階で、それぞれアンテナの位置合わせを行う構成としてもよい。

【0108】

この場合において、例えば、本発明によるアンテナ装置は、複数の第1のアンテナ素子から構成された第1のアレーアンテナを具備し、前記複数の第1のアンテナ素子に対応する複数の第2のアンテナ素子から構成された第2のアレーアンテナを具備する携帯端末と近距離無線通信を実施するためのアンテナ装置であって、前記第1のアレーアンテナと前記第2のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する粗調整部と、前記粗調整部による粗調整後に、前記第2のアレーアンテナの複数の第2のアンテナ素子のそれぞれから送信され、前記第1のアレーアンテナの複数の第1のアンテナ素子のそれぞれで受信された各パイロット信号のRSSIに基づいて前記第1のアレーアンテナの位置を微調整する微調整部と、を具備するものとして表現される。

【0109】

また、この場合において、アンテナ装置は、前記粗調整部として、次の第1から第3の粗調整部の何れかを含むことができる。

- ・第1の粗調整部：前記携帯端末が設置される端末設置用ガイドを備え、前記携帯端末の機種を認識し、前記認識された前記携帯端末の機種に基づいて、所定の端末構造データベースから前記携帯端末の第2のアレーアンテナの位置情報を取得し、前記位置情報に基づいて、前記端末設置用ガイドの形状を変更することにより、前記第1のアレーアンテナと前記第2のアレーアンテナとの位置合わせを行う。

- ・第2の粗調整部：カメラ、赤外線センサ、超音波センサのうちの何れかを用いて携帯端末の位置を認識して前記第1のアレーアンテナと前記第2のアレーアンテナとの位置合わせを行う。

- ・第3の粗調整部：前記第1のアレーアンテナから送信されて前記携帯端末により反射された信号の電力比の周波数依存性に基づいて前記携帯端末の第2のアレーアンテナの位置を検出して、前記第1のアレーアンテナと前記第2のアレーアンテナとの間の相対位置を粗調整する。

【0110】

更に、この場合において、アンテナ装置は、前記微調整部として、次の第1から第3の微調整部の何れかを含むことができる。

- ・第1の微調整部：前記パイロット信号のRSSIに基づいて第1のアレーアンテナの移動方向を定め、前記移動方向に前記第1のアレーアンテナを移動させることにより、前記第1のアレーアンテナの位置を微調整する微調整部150。

- ・第2の微調整部：前記第2のアレーアンテナの複数の第2のアンテナ素子のそれぞれから送信され、前記第1のアレーアンテナの複数の第1のアンテナ素子のそれぞれで受信された各パイロット信号のRSSIと、前記第1のアレーアンテナの複数の第2のアンテナ素子で受信された各パイロット信号に対して90度位相差を付与する重み付けを行うことにより得られる信号のSINRとに基づいて、前記第1のアレーアンテナの位置を微調整

する微調整部。

・第3の微調整部：前記第1のアレーアンテナの複数の第1のアンテナ素子から送信されて前記携帯端末のアレーアンテナ面で反射された反射信号を前記第1のアレーアンテナの複数の第1のアンテナ素子で受信して得られる受信信号から、前記第1のアレーアンテナから送信された送信信号成分を減算し、前記減算により得られた信号のRSSIに基づいて前記第1のアレーアンテナを移動させることにより、前記第1のアレーアンテナの位置を微調整する。

【0111】

その他、送受信装置、送受信システム、送受信方法についても、同様に、上述の第1から第1の粗調整部のうちの何れかの粗調整部と、上述の第1から第3の微調整部のうちの何れかの微調整部とを含むものとして表現することができる。

10

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で任意の変形や修正が可能である。

例えば、上述の各実施形態では、「粗調整部」および「微調整部」なる用語を用いたが、これらを、それぞれ、例えば「調整部」および「修正部」と表現してもよく、例えば、「粗調整」を単に「調整」と表現し、「微調整」を「修正」または「補正」等と表現してもよい。

【符号の説明】

【0112】

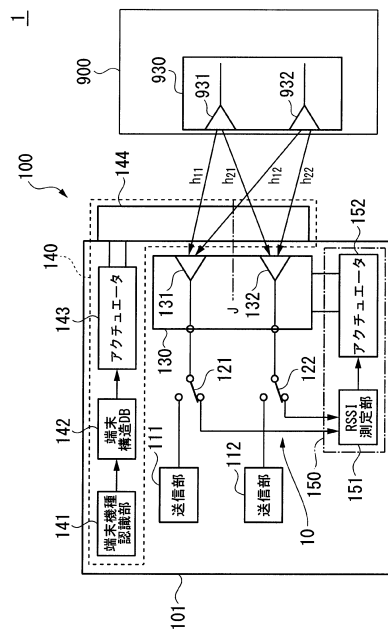
1, 2, 3 ... 送受信システム
 10, 20, 30 ... アンテナ装置
 100, 200, 300 ... 送受信装置
 101 ... 筐体
 111, 112, 311, 314 ... 送信部
 121, 122 ... スイッチ
 130, 330, 930 ... アレーアンテナ
 131, 132, 331 ~ 334, 931, 932 ... アンテナ素子
 140, 240, 340 ... 粗調整部
 141 ... 端末機種認識部
 142 ... 端末構造データベース (DB)
 143, 152, 242, 317 ... アクチュエータ
 144 ... 端末設置ガイド
 144A ... 基台
 144B, 144C ... 可動部材
 150, 250, 350 ... 微調整部
 151, 251, 316 ... RSSI測定部
 241 ... 端末位置認識部
 252 ... ウェイト乗算部
 253 ... SINR算出部
 312, 315 ... 送信信号キャンセラ
 313 ... 周波数切替部
 900 ... 携帯端末
 S1 ~ S6 ... 処理ステップ

20

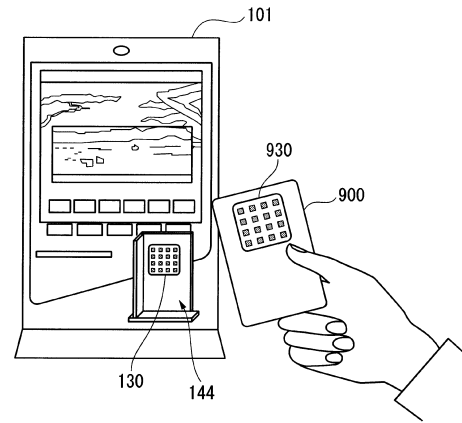
30

40

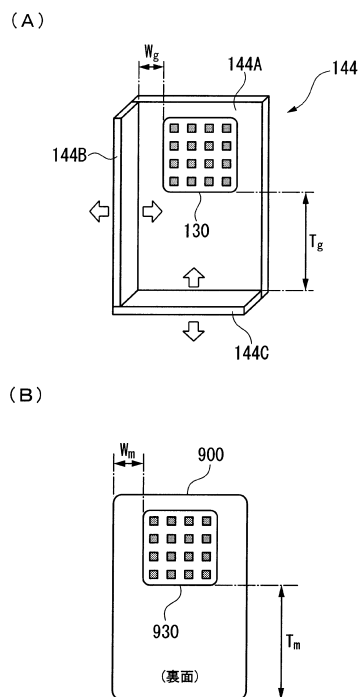
【図 1】



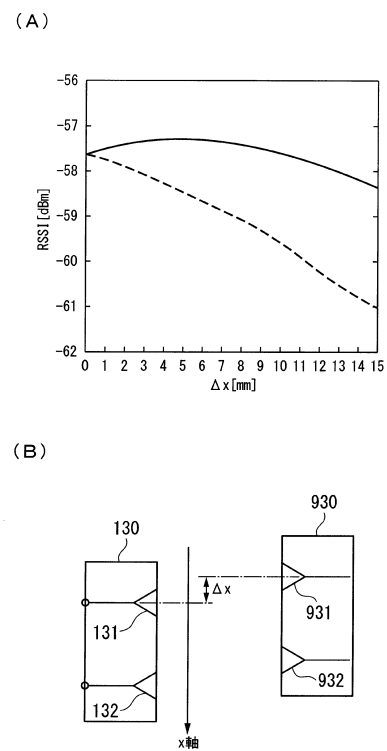
【図 2】



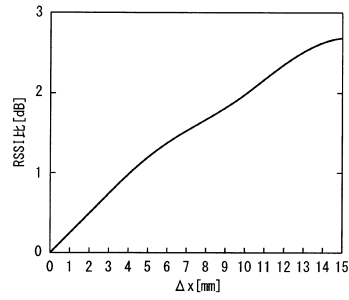
【図 3】



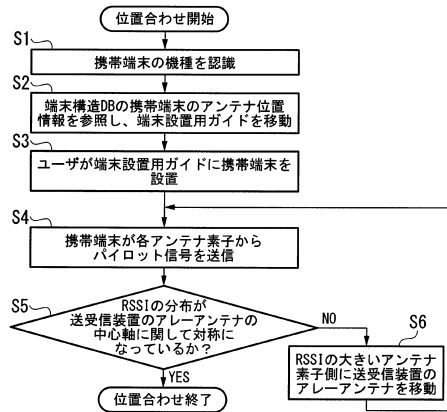
【図 4】



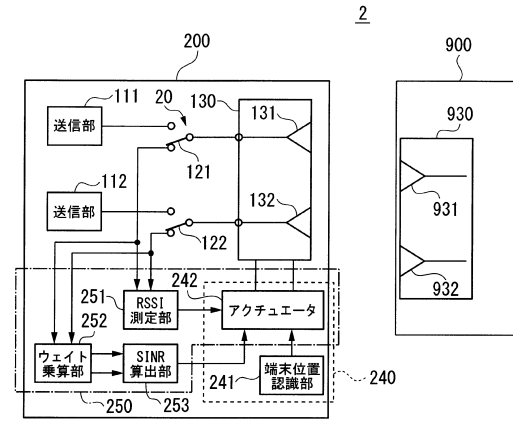
【図5】



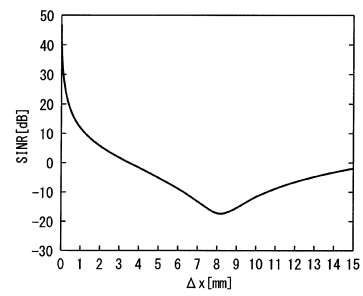
【図6】



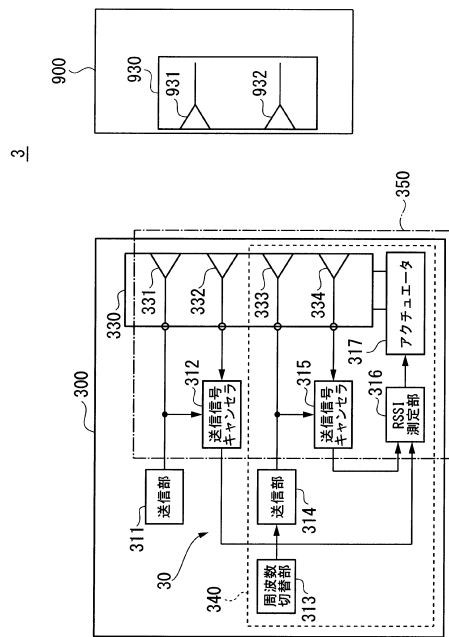
【図7】



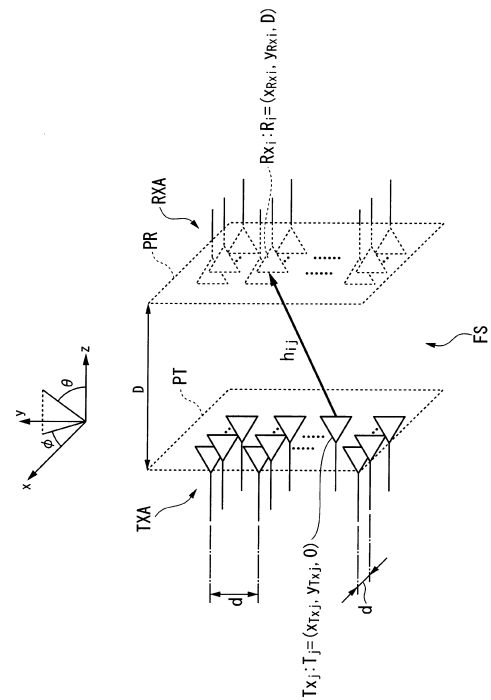
【図8】



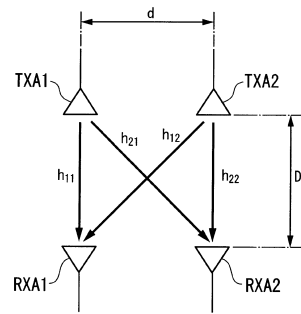
【図9】



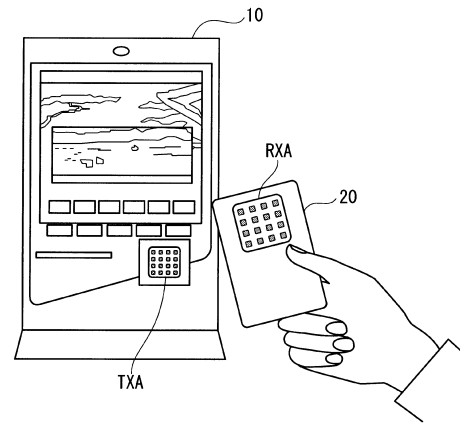
【図10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

- (72)発明者 関 智弘
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 中川 匡夫
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 上原 一浩
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 米倉 秀明

- (56)参考文献 特開2009-027539(JP,A)
国際公開第2011/151975(WO,A1)
特開2013-055604(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 3/02 - 3/10
H01Q 21/06 - 21/22
H04B 7/04 - 7/08
H04J 99/00