

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4762460号  
(P4762460)

(45) 発行日 平成23年8月31日(2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月17日(2011.6.17)

(51) Int.Cl.

F 1

H04B 7/10 (2006.01)  
H04W 16/28 (2009.01)H04B 7/10  
H04Q 7/00 232

請求項の数 18 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2001-287725 (P2001-287725)  
 (22) 出願日 平成13年9月20日 (2001.9.20)  
 (65) 公開番号 特開2002-135205 (P2002-135205A)  
 (43) 公開日 平成14年5月10日 (2002.5.10)  
 審査請求日 平成20年9月12日 (2008.9.12)  
 (31) 優先権主張番号 09/672512  
 (32) 優先日 平成12年9月28日 (2000.9.28)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 596092698  
 アルカテルルーセント ユーエスエー  
 インコーポレーテッド  
 アメリカ合衆国 07974 ニュージャ  
 ーシー, マレイ ヒル, マウンテン アヴ  
 エニュー 600-700  
 (74) 代理人 100094112  
 弁理士 岡部 謙  
 (74) 代理人 100064447  
 弁理士 岡部 正夫  
 (74) 代理人 100085176  
 弁理士 加藤 伸晃  
 (74) 代理人 100106703  
 弁理士 産形 和央

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】信号を端末に伝える合成電磁場を生成する方法および送信器

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

少なくとも2つの端末へ信号を運ぶための合成電磁場を生成する方法であって、前記方法が複数の方向へエネルギーを方向付けるステップを含み、

各端末の方向へ方向付けられるべきエネルギー量が少なくとも2つの端末の位置及び許容受信強度の関数で、

前記方向は方位角方向で、

端末の許容受信強度が、電磁場により運ばれる信号を受信するために端末に必要な電磁場強度と少なくとも同じで、しかし著しく大きくは無い大きさの電磁場強度を含み、

前記方向付けるステップは、

各端末について、1つの端末の位置において、その他の端末の事前に決定された電磁場強度を考慮し、そこでの許容受信強度を提供するために生成される必要のある前記1つの端末のための電磁場を決定する第1の決定ステップ、

少なくとも2つの端末の決定されるべき電磁場が、前記少なくとも2つの端末各々の適正受信強度に実際等しい電磁場強度を提供するまで、前記第1の決定ステップを繰り返す繰り返しステップ、そして、

そのように決定された電磁場に基づき、各端末の方向へ前記方向付けられるべきエネルギー量を決定する第2の決定ステップを含むことを特徴とする方法。

## 【請求項2】

各電磁場は複数のビームパターンの1つによって表現され、

10

20

前記第1の決定ステップは、1つの端末の位置において、その他の端末の事前に決定されたビームパターンの電磁場強度を考慮し、前記1つの端末に関して、そこでの許容受信強度を提供するために生成される必要のある前記各端末のビームパターンを決定するステップを含み、

前記繰り返しステップは、少なくとも2つの端末について決定されるべき電磁場が、前記少なくとも2つの端末各々の適正受信強度に実際等しい電磁場強度を提供するまで、前記第1の決定ステップを繰り返すステップを含む請求項1記載の方法。

【請求項3】

前記ビームパターンが電圧ビームパターンで、

前記許容受信強度は許容受信電圧で、そして、

前記適正受信強度は適正受信電圧である請求項2記載の方法。

10

【請求項4】

複数の重みベクトルの1つが前記ビームパターンの各々に対応し、

前記第2の決定ステップが、

ヌル充填ファクタ及び前記複数の重みベクトルを用いて合成重みベクトルを決定するステップ、

前記合成重みベクトルを用いて、前記合成電磁場を表現する合成ビームパターンを決定するステップ、

前記合成電磁場に基づき、各端末の方向へ、前記方向付けられるべきエネルギー量を決定するステップを含む請求項2記載の方法。

20

【請求項5】

前記第2の決定ステップで決定されたエネルギー量を送信するステップをさらに含む請求項1記載の方法。

【請求項6】

少なくとも2つの端末へ信号を運ぶための合成電磁場を生成する方法であって、前記方法が複数の方向へエネルギーを方向付けるステップを含み、

各端末の方向へ方向付けられるべきエネルギー量が少なくとも2つの端末の位置及び許容受信強度の関数であり、

前記方向は方位角方向で、

端末の許容受信強度が、電磁場により運ばれる信号を受信するために端末に必要な電磁場強度と少なくとも同じで、しかし著しく大きくは無い大きさの電磁場強度を含み、

30

前記方向付けるステップは、

各端末について、1つの端末が信号を受信する必要のある最適の端末であった場合、そこでの許容受信強度を提供するために、前記1つの端末の生成される必要のある電磁場を決定するステップ、

少なくとも2つの端末に関係し、そのスケーリングファクタによってスケーリングされる各電磁場が、これら少なくとも2つの端末の各々の位置における、端末自身の適正受信強度に実際等しい電磁場強度を提供するような、各電磁場のスケーリングファクタを決定するステップ、

少なくとも2つの端末に関係し、そのスケーリングファクタによって各電磁場をスケーリングするステップ、そして、

40

そのように決定された電磁場に基づき、各端末の方向へ方向付けられるべきエネルギー量を決定するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項7】

複数の方向へエネルギーを方向付けることにより少なくとも2つの端末へ信号を運ぶための合成電磁場を生成する送信機であって、各端末の方向へ方向付けられるべきエネルギー量は、少なくとも2つの端末の位置及び許容受信強度の関数で、

前記方向は方位角方向で、

端末の許容受信強度は、電磁場により運ばれる信号を受信するために端末に必要な電磁場強度と少なくとも同じで、しかし著しく大きくは無い大きさの電磁場強度を含み、

50

前記送信機は、

第1の決定ステップとして、各端末について、1つの端末の位置において、その他の端末の事前に決定された電磁場強度を考慮し、そこでの許容受信強度を提供するために生成される必要のある前記1つの端末のための電磁場を決定し、

繰り返しステップとして、少なくとも2つの端末の決定されるべき電磁場が、前記少なくとも2つの端末各々の適正受信強度に実際等しい電磁場強度を提供するまで、前記第1の決定ステップを繰り返し、

第2の決定ステップとして、そのように決定された電磁場にもとづき、各端末の方向へ方向付けられるべきエネルギー量を決定

する第1のモードを有する処理装置をさらに含むことを特徴とする送信機。

10

【請求項8】

各電磁場は複数のビームパターンの1つにより表現され、

前記第1の決定ステップは、1つの端末の位置において、その他の端末の事前に決定されたビームパターン電磁場強度を考慮し、前記1つの端末に関して、そこでの許容受信強度を提供するために生成される必要のある前記各端末のビームパターンを決定するステップを含み、そして、

前記繰り返しステップは、少なくとも2つの端末の決定されるべきビームパターンが、少なくとも2つの端末各々の適正受信強度に実際に等しい、電磁場強度を提供するまで、前記第1の決定ステップを繰り返すステップを含む請求項7記載の送信機。

【請求項9】

前記ビームパターンが電圧ビームパターンで、

前記許容受信強度が許容受信電圧で、そして、

前記適正受信強度は適正受信電圧である請求項8記載の送信機。

20

【請求項10】

複数の重みベクトルの1つが前記ビームパターンの各々に対応し、前記第2の決定ステップが、

ヌル充填ファクタおよび前記複数の重みベクトルを用いて合成重みベクトルを決定するステップ、

前記合成重みベクトルを用いて、前記合成電磁場を表現する合成ビームパターンを決定するステップ、そして、

前記合成電磁場に基づき、各端末の方向へ、方向付けられるべきエネルギー量を決定するステップを含む請求項8記載の送信機。

30

【請求項11】

前記処理装置は前記第1のモード、および第2のモードのうちの1つだけで動作し、

前記第2の動作モードでは、処理装置が、

各端末について、1つの端末が信号を受信する必要のある最適の端末であった場合、そこでの許容受信強度を提供するために、前記1つの端末の生成される必要のある電磁場を決定し、

少なくとも2つの端末に関係し、各電磁場のスケーリングファクタによってスケーリングされる各電磁場が、これら少なくとも2つの端末の各々の位置における、各端末の適正受信強度に実際等しい電磁場強度を提供するような、各電磁場のスケーリングファクタを決定し、

前記少なくとも2つの端末に関係し、各電磁場のスケーリングファクタによって各電磁場をスケーリングし、そして、

そのように決定された電磁場に基づき、各端末の方向へ方向付けられるべきエネルギー量を決定するように動作することを特徴とする請求項7記載の送信機。

40

【請求項12】

複数の方向へエネルギーを方向付けることにより、少なくとも2つの端末へ信号を運ぶための合成電磁場を生成する送信機を含むシステムであって、各端末の方向へ方向付けられるべきエネルギー量が少なくとも2つの端末の位置及び許容受信強度の関数で、

50

前記方向は方位角方向で、

端末の許容受信強度が、電磁場により運ばれる信号を受信するために、端末に必要な電磁場強度と少なくとも同じで、しかし著しく大きくは無い大きさの電磁場強度を含み、

前記システムは前記送信機へ結合する処理装置を含み、

前記処理装置は、

第1の決定ステップとして、各端末について、1つの端末の位置において、その他の端末の事前に決定された電磁場強度を考慮し、そこで許容受信強度を提供するために生成される必要のある前記1つの端末のための電磁場を決定し、

繰り返しステップとして、少なくとも2つの端末の決定されるべき電磁場が、前記少なくとも2つの端末各々の適正受信強度に実際に等しい電磁場強度を提供するまで、前記第1の決定ステップを繰り返し、そして、

第2の決定ステップとして、そのように決定された電磁場に基づき、各端末の方向へ方向付けられるべきエネルギー量を決定するように動作することを特徴とするシステム。

**【請求項13】**

前記処理装置が前記送信機の中に組み込まれている請求項12記載のシステム。

**【請求項14】**

前記システムが少なくとも1つの移動交換局（MSC）を有する無線通信システムであって、前記処理装置がMSCの中に組み込まれている請求項12記載のシステム。

**【請求項15】**

各電磁場が複数のビームパターンの1つにより表現され、

前記第1の決定ステップは、各端末について、1つの端末の位置において、その他の端末の事前に決定されたビームパターンの電磁場強度を考慮し、そこで許容受信強度を提供するために生成される必要のある前記1つの端末のためのビームパターンを決定するステップを含み、

前記繰り返しステップは、少なくとも2つの端末の決定されるべきビームパターンが、前記少なくとも2つの端末各々の適正受信強度に實際等しい電磁場強度を提供するまで、前記第1の決定ステップを繰り返すことを含む請求項12記載のシステム。

**【請求項16】**

前記ビームパターンが電圧ビームパターンで、

前記許容受信強度が許容受信電圧で、そして、

前記適正受信強度が適正受信電圧である請求項15記載のシステム。

**【請求項17】**

複数の重みベクトルの1つが前記ビームパターンの1つに対応し、前記第2の決定ステップが、

ヌル充填ファクタ及び前記複数の重みベクトルを用いて合成重みベクトルを決定するステップ、

前記合成重みベクトルを用いて、前記合成電磁場を表現する合成ビームパターンを決定するステップ、そして、

前記合成電磁場に基づき、各端末の方向へ、方向付けられるべきエネルギー量を決定するステップを含む請求項15記載のシステム。

**【請求項18】**

複数の方向へエネルギーを方向付けることにより少なくとも2つの端末へ信号を運ぶための合成電磁場を生成する送信機を含むシステムであって、

各端末の方向へ方向付けられるべきエネルギー量が、少なくとも2つの端末の位置及び許容受信強度の関数で、

前記方向は方位角方向で、

端末の許容受信強度が、電磁場により運ばれる信号を受信するための端末に必要な電磁場強度に少なくとも同じで、しかし著しくは大きくは無い大きさの電磁場強度を含み、

前記システムが前記送信機に結合する処理装置をさらに含み、

10

20

30

40

50

前記処理装置は、

各端末について、1つの端末が信号を受信する必要のある最適の端末であった場合、そこでの許容受信強度を提供するために、前記1つの端末の生成される必要のある電磁場を決定し、

少なくとも2つの端末に關係し、各電磁場のスケーリングファクタによってスケーリングされる各電磁場が、これら少なくとも2つの端末の各々の位置における、各端末の適正受信強度に実際に等しい電磁場強度を提供するような、各電磁場のスケーリングファクタを決定し、

少なくとも2つの端末に關係し、各電磁場のスケーリングファクタによって各電磁場をスケーリングし、そして、

そのように決定された電磁場に基づき、各端末の方向へ方向付けられるべきエネルギー量を決定するように動作する、ことを特徴とするシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、通信システムに関し、特に、ワイヤレス通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

送信器は、信号を受信器へ送信するためにアンテナを使用する。例えば、ワイヤレス通信システムのいわゆる基地局にある送信器は、信号を移動端末へ送信するためにアンテナを使用する。アンテナは、エネルギーを放射して、信号を移動端末へ伝える電磁場（EM場）を生成する。特に、フェーズドアレーアンテナは、一般に、非フェーズドアレーアンテナによって生成される電磁場より集束した電磁場を生成する。「より集束した電磁場」とは、（1）エネルギーの最大が特定の方位角方向（例えば、信号の送信先の移動端末の方位角方向）に向かい、かつ、（2）方位角方向からの角が増大するにつれて、この電磁場の強さは、非フェーズドアレーアンテナによって生成される電磁場のような集束していない電磁場の強さより鋭く降下する、という電磁場を意味する。方位角方向は、フェーズドアレーアンテナのプロードサイド（前面に直角な垂直面）からの移動端末の角である。特定の方位角方向に向かうのは実際には電磁エネルギーであるが、本明細書では、記載を簡単にするため、エネルギーの最大が向かう方位角方向に電磁場が向かうということにする。

【0003】

フェーズドアレーアンテナによって生成される電磁場は非フェーズドアレーアンテナによって生成される電磁場より集束している（当業者は「より狭い」ともいうことがある）ため、フェーズドアレーアンテナによって特定の移動端末に向けられる電磁場によって伝えられる信号は、非フェーズドアレーアンテナによって生成される電磁場によって伝えられる信号よりも、ワイヤレス通信システムのセルの同じ（あるいは異なる）いわゆるセクタにある他の移動端末への信号とは干渉しにくい。これにより、ワイヤレス通信システムにおける移動端末数の増大、したがって、ワイヤレス通信システムの容量の増大が可能となる。（ワイヤレス通信システムの容量とは、ワイヤレス通信システムによって同時に伝送可能な呼の数である。）

【0004】

フェーズドアレーアンテナは、許容される受信電圧（移動端末によって受信される電圧）が移動端末の位置に誘起されるような電磁場を生成しなければならない。許容受信電圧とは、移動端末が信号を許容されるレベルの信号性能で受信するのに必要な電圧である。許容受信電圧が移動端末の位置に誘起されるように電磁場を調節するために、通常、移動端末から受信される誤り情報ビットのようなパワー制御情報あるいは信号品質情報が、基地局で使用される。

【0005】

通常のワイヤレス通信システムでは、複数の移動端末に対して送信される信号はすべて同

10

20

30

40

50

じ周波数で送信される。（例えば、いわゆるT D M A ワイヤレス通信システムでは、3個の移動端末への信号が同じ周波数で送信される。）フェーズドアレーランテナを用いて同じ周波数で複数の移動端末へ信号を送信すると、その複数の移動端末に向かう電磁場の弱め合う干渉を引き起こす可能性がある。第1の移動端末に向かう電磁場が第2の移動端末の位置に二次電圧を誘起し、この二次電圧が、第2の移動端末に向かう電磁場によって誘起される一次電圧と位相がずれるときに、弱め合う干渉が起こる。この場合、二次電圧は、一次電圧の大きさを低減する。この大きさの低減は、第2の移動端末が許容受信電圧を受信することができず、したがって、許容レベルの信号品質で信号を受信することができないほどに、大きくなることがある。

【0006】

10

## 【発明が解決しようとする課題】

交互に直交する偏波を有し、それぞれの電磁場がある一定方向に向かうような、集束電磁場を使用することによって、弱め合う干渉による問題を最小限にすることが提案されている。移動端末の位置に誘起される電圧は、その移動端末の方向に最も近い方向の電磁場と、他のすべての電磁場との両方によって誘起される。しかし、隣り合う電磁場は直交する偏波を有するため、弱め合う干渉の可能性は低減される。これにより、移動端末のうちの1つが、信号を許容される程度で受信する（許容レベルの信号性能で信号を受信する）ことにならないという可能性は低減する。

【0007】

20

上記のアプローチは、移動端末のうちの1つが信号を許容される程度で受信しないという可能性を低減するが、本発明の発明者は、さらなる改善が可能であることを認識した。具体的には、本発明の発明者が認識したところによれば、複数の移動端末に向かう同じ周波数の電磁場（E M場）は、セクタ全体にわたるあらゆる位置で、弱め合う干渉をするだけでなく、強め合う干渉もするという事実を、従来技術は利用していない。第1の移動端末に向かう電磁場が第2の移動端末の位置に二次電圧を誘起し、この二次電圧が第2の移動端末に向かう電磁場によって誘起される一次電圧と同相であるときに、強め合う干渉が起こる。この場合、第2の移動端末の位置に誘起される2つの電圧の大きさは足し合わされることになる。このような場合には、二次電圧が誘起されないとした場合よりも少ない量のエネルギーが、第2の移動端末に向かうエネルギーによって、第2の移動端末において誘起される。これにより、システム資源を、より効率的に利用することができる。

【0008】

30

## 【課題を解決するための手段】

本発明によれば、エネルギーは、複数の方向（例えば、方位角方向）に向かう。端末（例えば、移動端末）の方位角方向に向かうエネルギーの量は、少なくとも2つの移動端末の位置および許容受信強度の関数である。ただし、移動端末の許容受信強度とは、その移動端末が、許容されるレベルの信号性能で信号を受信するのに必要な電磁場の強さである。この関数は、これらの少なくとも2つの移動端末のいずれの位置における電磁場の強さも、その移動端末がその電磁場によって伝えられる信号を許容される程度で受信するのに必要な強さと少なくとも同程度（ただし、それより実質的に大きくはない）となるような関数である。

【0009】

40

本発明の代替実施例では、移動端末の方位角方向に向かうエネルギーの量は次のように求められる。まず、それぞれの移動端末について、その移動端末における許容受信強度を提供するために生成しなければならない電磁場を決定する。この決定は、他の移動端末についてすでに決定された電磁場の、当該移動端末の位置における強さを考慮に入れる。この決定は、少なくとも2つの移動端末について決定された電磁場が、これらの少なくとも2つの移動端末のそれについて適正受信強度に実質的に等しい電磁場強度を提供するまで、繰り返される。ただし、適正受信強度とは、実質的に最小の許容受信強度のことである。

【0010】

50

決定ステップは、電磁場が収束するまで繰り返される。この収束は、決定された電磁場と、前の反復の決定された電磁場との間の変化が小さいときに達成される。その後、それぞれの端末の方位角方向に向かうエネルギーの量が、こうして決定された電磁場に基づいて決定される。

【0011】

電磁場が収束した後、こうして求められた合成電磁場は、実際に、前述のように、これらの少なくとも2つの移動端末のいずれの位置における強さも、その移動端末がその合成電磁場によって伝えられる信号を許容される程度で受信するのに必要な強さと少なくとも同程度（ただし、それより実質的に大きくはない）となるような電磁場である。これは、システム資源を節約し、他の信号との干渉を低減し、同時に送信可能な信号の数を増大させるため、容量を増大させ、したがって、ワイヤレス通信システムの収益性を増大させる。

10

【0012】

【発明の実施の形態】

図1において、ワイヤレス通信システム100によってサービスされる地理的領域は、「セル」と呼ばれる複数の空間的に分かれた領域に分割される。解析を容易にするため、それぞれのセル102、104、および106は通常、蜂の巣形の六角形によって近似され模式的に表される。しかし、各セルは実際には、セルの付近の地形に依存する不規則な形状である。各セル102、104、106は、3個の120°セクタのような複数のセクタに分割することができる。セル102は、セクタ102a、102b、および102cに分割される。セル104は、セクタ104a、104b、および104cに分割される。セル106は、セクタ106a、106b、および106cに分割される。各セル102、104、106は、それぞれ、1個の基地局112、114、116を含む。それぞれの基地局は、移動通信交換センタ（MSC）118と通信する機器を有する。MSC118は、公衆交換電話網（PSTN）のような地域または長距離通信ネットワーク119に接続される。各基地局112、114、116はまた、送信器およびアンテナを有する。通常、各基地局は、その基地局がサービスする各セクタごとに相異なる送信器およびアンテナを有する。基地局は、それらの送信器およびアンテナを用いて、移動端末120、130、140、および150のような移動端末と、無線インターフェースを通じて通信する。

20

【0013】

30

図2aに、セクタ104aを詳細に示す。基地局114内の送信器224は、フェーズドアレーランテナ225を用いて、信号を移動端末120へ送信する。フェーズドアレーランテナ225は、信号を移動端末120へ伝える電磁場（EM場）を生成するためにエネルギーを放射する。

【0014】

フェーズドアレーランテナ225は、許容される受信電圧（移動端末によって受信される電圧）、例えばV<sub>120</sub>が、移動端末の位置に誘起されるような電磁場を生成しなければならない。許容受信電圧とは、移動端末が信号を許容されるレベルの信号性能で受信するのに必要な電圧である。許容受信電圧が移動端末の位置に誘起されるように電磁場を調節するために、通常、移動端末から受信される誤り情報ビットのようなパワー制御情報あるいは信号品質情報が、基地局で使用される。

40

【0015】

図2bに、基地局214内の送信器228が非フェーズドアレーランテナ229を用いて信号を移動端末120へ送信するようなセクタ204aを示す。図2aおよび図2bを参照して、これらの2つのアンテナによって生成される電磁場を比較する。図2aおよび図2bの両方で、線の太さは、電磁場の相対強度を表す。すなわち、線が太いほど、電磁場は強い。図2bからわかるように、非フェーズドアレーランテナ229は、セクタ204aの、非フェーズドアレーランテナ229から等距離にある実質的にすべての位置で同じ強さを有する電磁場を生成する。フェーズドアレーランテナ225は、一般に、非フェーズドアレーランテナ229によって生成される電磁場より集束した電磁場を生成する。

50

より集束した電磁場」とは、(1)エネルギーの最大が特定の方位角方向に向かい、かつ、(2)方位角方向からの角が増大するにつれて、この電磁場の強さは、非フェーズドアレーアンテナ229によって生成される電磁場のような集束していない電磁場の強さより鋭く降下する、という電磁場を意味する。方位角方向は、フェーズドアレーアンテナ225のプロードサイド201(前面に直角な垂直面)からの移動端末120の角である。(前述のように、特定の方位角方向に向かうのは実際には電磁エネルギーであるが、本明細書では、記載を簡単にするため、エネルギーの最大が向かう方位角方向に電磁場が向かうということにする。)

#### 【0016】

フェーズドアレーアンテナ225によって生成される電磁場は非フェーズドアレーアンテナ229によって生成される電磁場より集束している(当業者は「より狭い」ともいうことがある)ため、フェーズドアレーアンテナ225によって移動端末120に向けられる電磁場によって伝えられる信号は、非フェーズドアレーアンテナ229によって生成される電磁場によって伝えられる信号よりも、セクタ102aにある他の移動端末への信号とは干渉しにくい。これにより、ワイヤレス通信システムのセルのセクタ(例えば、セクタ102a)内の移動端末数の増大、したがって、ワイヤレス通信システムの容量の増大が可能となる。(ワイヤレス通信システムの容量とは、ワイヤレス通信システムによって同時に伝送可能な呼の数である。)

10

#### 【0017】

図3に、送信器322がフェーズドアレーアンテナ225を用いて同じ周波数の信号をセクタ302a内の移動端末330、340および350に送信するようなセクタ302aを示す。フェーズドアレーアンテナ225は、移動端末330が信号を許容される程度で受信することを可能にするために、移動端末330の位置に移動端末330の許容受信電圧(例えば、 $V_{330}$ )を誘起する電磁場を生成することを必要とする。同様に、この電磁場は、移動端末340および350のそれぞれの位置にも、それぞれの許容可能電圧(例えば、 $V_{340}$ および $V_{350}$ )を誘起しなければならない。ベクトル332、342、および352は、それぞれ、移動端末330、340、および350への実質的に最小の許容受信電圧の大きさを表す。すなわち、これらは、移動端末330、340、および350が信号を許容される程度で受信するためにそれらの位置に誘起しなければならない最小の電圧である。

20

#### 【0018】

フェーズドアレーアンテナ225を用いて同じ周波数でこれらの3個の移動端末330、340、および350へ信号を送信すると、これらの移動端末に向かう電磁場の弱め合う干渉を引き起こす可能性がある。例えば、移動端末330に向かう電磁場が移動端末340の位置に二次電圧を誘起し、この二次電圧が、移動端末340に向かう電磁場によって誘起される一次電圧 $V_{340}$ (ベクトル342で示す)と位相がずれる可能性がある。この場合、二次電圧は、図4に示すように、一次電圧 $V_{340}$ の大きさを低減することになる。図4において、ベクトル342は、移動端末340における低減された受信電圧を示している。ベクトル342と342を比較すればわかるように、ベクトル342で表される電圧は、移動端末340が信号を許容される程度で受信するのに必要な電圧であるベクトル342で表される電圧より実質的に小さい。こうして、この電圧大きさの低減は、移動端末340が許容受信電圧を受信することができず、したがって、許容レベルの信号品質で信号を受信することができないほどに、大きくなることがある。

30

#### 【0019】

交互に直交する偏波を有し、それぞれの電磁場がある一定方向に向かうような、集束電磁場を使用することによって、弱め合う干渉による問題を最小限にすることが提案されている。移動端末の位置に誘起される電圧は、その移動端末の方向に最も近い方向の電磁場と、他のすべての電磁場との両方によって誘起される。しかし、隣り合う電磁場は直交する偏波を有するため、弱め合う干渉の可能性は低減される。これにより、移動端末のうちの1つが、信号を許容される程度で受信する(許容レベルの信号性能で信号を受信する)こ

40

50

とにならないという可能性は低減する。

#### 【0020】

上記のアプローチは、移動端末のうちの1つが信号を許容される程度で受信しないという可能性を低減するが、本発明の発明者は、さらなる改善が可能であることを認識した。具体的には、本発明の発明者が認識したところによれば、複数の移動端末に向かう同じ周波数の電磁場は、セクタ全体にわたるあらゆる位置で、弱め合う干渉をするだけでなく、強め合う干渉もするという事実を、従来技術は利用していない。

#### 【0021】

強め合う干渉について、図5を参照して説明する。図5には、図1のセクタ102aを詳細に示す。セクタ102aは、フェーズドアレーアンテナ225を用いて同じ周波数の信号をセクタ102a内の移動端末130、140および150へ送信する送信器522を有する基地局112を含む。ベクトル532、542、および552は、それぞれ、移動端末130、140、および150が電磁場によって伝えられる信号を許容される程度で受信するために、それらの移動端末の位置に誘起する必要のある実質的に最小の許容受信電圧の大きさを表す。

10

#### 【0022】

移動端末130に向かう電磁場が移動端末140の位置に二次電圧を誘起し、この二次電圧が移動端末140に向かう電磁場によって誘起される一次電圧（ベクトル542で示す）と同相であるときに、強め合う干渉が起こる。（なお、移動端末の位置に誘起される電圧の位相は、移動端末の位置に依存する。）この場合、移動端末140の位置に誘起される2つの電圧の大きさは足し合わされることになる。こうして、二次電圧が移動端末140の位置に誘起されるとき、移動端末140に向かう電磁場は、二次電圧が誘起されないとした場合よりも少ない量のエネルギーを、移動端末140に向けることができる。これにより、システム資源を、より効率的に利用することができる。

20

#### 【0023】

本発明によれば、送信器522は、移動端末130、140、および150に信号を伝える合成電磁場を生成する。送信器522は、複数の方位角方向にエネルギーを向けることによって電磁場を生成し、フェーズドアレーアンテナ225を用いて同じ周波数の信号を（向けられたエネルギーを送信することによって）移動端末130、140および150へ送信する。移動端末の方位角方向に向かうエネルギーの量は、少なくとも2つの移動端末の位置および許容受信強度の関数である。この関数は、これらの2つの移動端末のいずれの位置における電磁場の強さも、その移動端末がその電磁場によって伝えられる信号を許容される程度で受信するのに必要な強さと少なくとも同程度（ただし、それより実質的に大きくはない）となるような関数である。

30

#### 【0024】

（注意：これらの2つの移動端末のいずれの位置における電磁場の強さも、その移動端末がその電磁場によって伝えられる信号を許容される程度で受信するのに必要な強さより実質的に大きくはない。強さが、その移動端末が信号を許容される程度で受信するのに必要な強さより実質的に大きいとすると、その移動端末の方位角方向に生成されるエネルギーの量、したがってパワーは、その移動端末へ信号を送信するのに必要な量より実質的に大きくなってしまう。必要なより実質的に大きいパワーを使用することは、システム資源を浪費し、他の信号との干渉を生じ、同時に送信可能な信号の数を低減する。これは、容量の損失、したがって、収益の損失を引き起す。）

40

#### 【0025】

本発明の実施例では、それぞれの移動端末の方位角方向に向けるべきエネルギーの量を決定するために、いくつかのステップが実行される。これらのステップを実行する際に、送信器522にあるプロセッサ523は、それぞれの移動端末について、その移動端末における許容受信強度を提供するために生成しなければならない電磁場を決定する。この決定は、他の移動端末についてすでに決定された電磁場の、当該移動端末の位置における強さを考慮に入れる。この決定は、移動端末について決定された電磁場が、それぞれの移動端

50

末について適正受信強度に実質的に等しい電磁場強度を提供するまで、繰り返される。

【0026】

上記のステップを実行する際に、プロセッサ523は、まず、第1の電磁場を決定する。第1の電磁場は、移動端末のうちの1つ(例えば、移動端末130)が、信号を受信することを必要とする唯一の移動端末であると仮定した場合に、その移動端末において許容受信強度を提供する電磁場である。その後、他の移動端末140および150のそれぞれが信号を受信するのに必要な電磁場を決定する。これらの電磁場のそれぞれは、他の移動端末に向かうすでに決定された電磁場によって当該移動端末において提供される電磁場強度の関数として決定される。今述べたこの決定は、それぞれの電磁場について、それらが収束するまで繰り返される。この収束は、決定された電磁場と、前の反復の決定された電磁場との間の変化が小さいときに達成される。その後、それぞれの移動端末の方位角方向に向かうエネルギーの量が、こうして決定された電磁場に基づいて決定される。

10

【0027】

電磁場がいつ収束するかを判定する1つの例示的な方法は次の通りである。まず、決定された電磁場から形成されることになる合成電磁場を決定する。次に、この合成電磁場に対応するいわゆる合成ビームパターンを求める(詳細は後述)。合成ビームパターンのパワーを計算し、最後の反復の合成電磁場に対応する合成ビームパターンと比較する。例えば、合成電磁場に対応する合成ビームパターンのパワーが、前の反復の合成電磁場に対応する合成ビームパターンの1%の誤差の範囲内にあるときに、電磁場は収束したとみなすことができる。

20

【0028】

電磁場が収束した後、合成電磁場は、前述のように、移動端末130、140、および150のうちの少なくとも2つの移動端末のいずれの位置における強さも、その移動端末がその合成電磁場によって伝えられる信号を許容される程度で受信するのに必要な強さと少なくとも同程度(ただし、それより実質的に大きくはない)となるような電磁場である。これは、システム資源を節約し、他の信号との干渉を低減し、同時に送信可能な信号の数を増大させるため、容量を増大させ、したがって、収益を増大させる。

【0029】

(なお、他の移動端末に向かう電磁場が移動端末の位置に許容受信電圧を誘起する場合、その移動端末に向かう電磁場は0であるように決定される。例えば、移動端末140もしくは150またはその両方への電磁場が移動端末130の位置に移動端末130の許容受信電圧を誘起する場合、移動端末130に向かう電磁場は0と決定される。)

30

【0030】

特定の位置における電磁場の強さは、その位置における電磁場によって誘起される電圧として表すことができる。したがって、移動端末130、140、および150のうちの少なくとも2つの移動端末のいずれの位置に合成電磁場によって誘起される電圧も、実質的に最小の許容受信強度と少なくとも同程度(ただし、それより実質的に大きくはない)となる。この電圧を適正受信電圧という。

【0031】

フェーズドアレーアンテナからある一定の半径における電磁場の強さは、電圧ビームパターンのようなビームパターンによって表すことができる。したがって、電磁場は、ビームパターンによって表すことができる。再び図2aを参照すると、フェーズドアレーアンテナ225から同じ一定距離rにあるが方位角方向が異なる(例えば、それぞれ-80°、-67°、-50°、-40°、15°、および60°)いくつかの位置260、262、264、266、268、および269に電磁場を誘起する電圧の大きさが、方位角方向に対してプロットされている。プロットは、図6aに示すようにデカルト座標系で表すことも、図6bに示すように極座標系で表すことも可能である。このように、フェーズドアレーアンテナから、電圧ビームパターン上の任意の点までの距離は、その点の方位角方向での一定距離rにおける電磁場によって誘起される電圧の大きさである。(なお、一定距離rは、フェーズドアレーアンテナ225から任意の距離とすることが可能であるが、

40

50

$r$  は通常、30メートルとなるように選択される。したがって、電圧ビームパターンは、電磁場によって誘起される電圧の大きさと、その電圧が誘起される位置の方位角方向との関係である。ただし、すべての位置は、フェーズドアレーランテナ225から等距離にある。

【0032】

本発明の実施例では、合成電磁場は、対応する合成電圧ビームパターンを決定することによって決定される。図7に、図5の電圧を誘起するのに必要な電磁場に対応する合成電圧ビームパターン175を示す。すでに説明したように、フェーズドアレーランテナ225から、電圧ビームパターン上の任意の点までの距離は、その点の方位角方向での一定距離  $r$  における電磁場によって誘起される電圧の大きさである。したがって、合成電圧ビームパターン175上で、フェーズドアレーランテナ225からの移動端末130、140、および150のいずれかまでの距離は、一定距離  $r$  におけるその移動端末の方位角方向での電圧の大きさである。この大きさは、適正受信電圧がその移動端末の位置に誘起されるときに、一定距離  $r$  においてその移動端末の方位角方向に誘起される電圧と少なくとも同程度（ただし、それより実質的に大きくはない）である。

10

【0033】

解析を容易にするため、図5においてベクトル532、542、および552によって示される適正受信電圧を、図8においてそれぞれベクトル832、842、および852によって示すように、正規化適正受信電圧に正規化する。正規化適正受信電圧とは、適正受信電圧が移動端末の位置に誘起されることを保証するために移動端末の方位角方向で一定距離  $r$  に誘起することが必要とされる電圧である。

20

【0034】

再び図7を参照して、合成電圧ビームパターン175を決定する1つの方法について説明する。プロセッサ523は、それぞれの移動端末について、その移動端末における許容受信強度を提供するために生成しなければならない電圧ビームパターンを決定する。この決定は、他の移動端末についてすでに決定された電圧ビームパターンの、当該移動端末の位置における電磁場強度を考慮に入れる。この決定は、移動端末について決定された電圧ビームパターンが、それぞれの移動端末について適正受信強度に実質的に等しい電磁場強度を提供するまで、繰り返される。

30

【0035】

上記のステップを実行する際に、プロセッサ523は、まず、第1の電圧ビームパターンを決定する。第1の電圧ビームパターンは、移動端末のうちの1つ（例えば、移動端末130）が、信号を受信することを必要とする唯一の移動端末であると仮定した場合に、その移動端末において許容受信電圧を誘起する電圧ビームパターンである。その後、他の移動端末140および150のそれぞれが信号を受信するのに必要な電圧ビームパターンを決定する。これらの電圧ビームパターンのそれぞれは、他の移動端末に向かうすでに決定された電圧ビームパターンによって当該移動端末の方向に提供される電圧の関数として決定される。今述べたこの決定ステップは、電圧ビームパターンが収束するまで繰り返される。

30

【0036】

電圧ビームパターンが収束するのは、決定された電圧ビームパターンと、前の反復の決定された電圧ビームパターンとの間の変化が小さいときである。これがいつ起こるかを判定する1つの例示的な方法は次の通りである。まず、決定された電圧ビームパターンから形成されることになる合成電圧ビームパターンを決定する。合成ビームパターンのパワーを計算し、最後の反復の電圧ビームパターンから形成される合成ビームパターンのパワーと比較する。例えば、合成ビームパターンのパワーが、最後の反復の電圧ビームパターンから形成される合成ビームパターンのパワーの1%の誤差の範囲内にあるときに、電圧ビームパターンは収束したとみなすことができる。

40

【0037】

さらに図7を参照して、本発明の一実施例に従って合成電圧ビームパターンを生成するた

50

めに用いられるシェーピング(ビーム成形)方法について説明する。移動端末130、140、および150について、それぞれ、方位角方向<sub>1</sub>、<sub>2</sub>、および<sub>3</sub>、ならびに正規化適正受信電圧 $V_1$ 、 $V_2$ 、および $V_3$ を決定する。正規化適正受信電圧および方位角方向は、任意の方法で決定することができる。例えば、方位角方向を移動端末の位置から決定し、適正受信電圧を、移動端末から受信される誤り情報ビットのようなパワー制御情報あるいは信号品質情報のいずれかから決定した後に、正規化することができる。図9a、図9b、および図9cはそれぞれ、基地局112と、移動端末130、140、および150のうちの1つとを含むセクタ102aを示す。それぞれの移動端末130、140、および150はそれぞれ、その移動端末の方位角方向および正規化適正受信電圧を用いて生成可能な対応する電圧ビームパターン135、145、および155を有する。

10

#### 【0038】

正規化適正受信電圧および方位角方向を決定した後、移動端末のうちの1つ(例えば、移動端末130)に関する電圧ビームパターンを決定する。フェーズドアレーアンテナを用いて1つの移動端末へ信号を送信するビームパターンを形成する方法は周知であり、アンテナに関する文献、例えば、JOSEPH C. LIBERTI, JR and THEODORE S. RAPPAPORT, "SMART ANTENNAS FOR WIRELESS COMMUNICATIONS: IS-95 AND THIRD GENERATION CDMA APPLICATIONS", Prentice Hall PTR (1999)、に記載されている。フェーズドアレーアンテナを用いて1つの移動端末へ信号を送信するビームパターンを形成することについては、この文献の83~88ページに記載されている。

20

#### 【0039】

図10からわかるように、電圧ビームパターン135は、方位角方向<sub>1</sub>、すなわち、移動端末130の方位角方向に正規化適正受信電圧 $V_1$ を提供するように、成形される。電圧ビームパターン135はまた、方位角方向<sub>2</sub>、すなわち、移動端末140の方位角方向にも、ある電圧 $V_2$ を提供する。図9bに示したように、移動端末140が信号を受信することを必要とする唯一の移動端末であると仮定した場合、フェーズドアレーアンテナ225は、移動端末140が信号を許容される程度で受信するために、方位角方向<sub>2</sub>に $V_2$ ボルトを提供する電圧ビームパターンを生成することが必要となる。しかし、図10からわかるように、電圧ビームパターン135はすでに、方位角方向<sub>2</sub>に、ある電圧を提供している。そこで、電圧ビームパターン145は、方位角方向<sub>2</sub>に $V_2 - V_1$ ボルトの電圧を提供するように決定される(これを、決定された電圧ビームパターン145という)。図11に、フェーズドアレーアンテナ225によって生成される、電圧ビームパターン135および145を示す。

30

#### 【0040】

図9cに示したように、移動端末150が信号を受信することを必要とする唯一の移動端末であると仮定した場合、フェーズドアレーアンテナ225は、移動端末150が信号を許容される程度で受信するために、方位角方向<sub>3</sub>に $V_3$ ボルトを提供する電圧ビームパターンを生成することが必要となる。しかし、図11からわかるように、電圧ビームパターン135および145はすでに、方位角方向<sub>3</sub>に、ある電圧 $V_1$ および $V_2$ をそれぞれ提供している。そこで、電圧ビームパターン155は、方位角方向<sub>3</sub>に $V_3 - V_2 - V_1$ ボルトの電圧を提供するように決定される(これを、決定された電圧ビームパターン155という)。図12に、フェーズドアレーアンテナ225によって生成される、電圧ビームパターン135、145、および155を示す。

40

#### 【0041】

図12からわかるように、決定された電圧ビームパターン145および155は、方位角方向<sub>1</sub>に、それぞれ $V_2$ および $V_3$ ボルトを提供する。したがって、電圧ビームパターン135は、決定された電圧ビームパターン145および155によって方位角方向<sub>1</sub>に提供される電圧を考慮に入れて、再び決定される。電圧ビームパターン135を決定すると、決定された電圧ビームパターン135が得られる。

#### 【0042】

電圧ビームパターン135を決定して、決定された電圧ビームパターン135が得られ

50

ると、それが方位角方向<sub>2</sub>に提供する電圧の値 $V_1$ が変化する。さらに、電圧ビームパターン155は、方位角方向<sub>2</sub>に $V_3$ ボルトを提供する。したがって、今度は、決定された電圧ビームパターン155および135を考慮に入れて、電圧ビームパターン145のこの決定は、それが方位角方向<sub>1</sub>および<sub>3</sub>に提供している電圧の値を変化させる。決定された電圧ビームパターン135および145が再び決定されているため、新たに決定された電圧ビームパターン135および145を考慮に入れて、決定された電圧ビームパターン155を再び決定しなければならない。

#### 【0043】

3個の電圧ビームパターンを決定するこのプロセスは、3個の電圧ビームパターンのそれぞれが収束するまで繰り返される。電圧ビームパターンが収束するのは、決定された電圧ビームパターンと、前の反復の決定された電圧ビームパターンとの間の変化が小さいときである。これがいつ起こるかを計算するため、まず、決定された電圧ビームパターンから形成されることになる合成電圧ビームパターンを決定する。合成ビームパターンのパワーを計算し、最後の反復の電圧ビームパターンから形成される合成ビームパターンのパワーと比較する。例えば、合成ビームパターンのパワーが、最後の反復の電圧ビームパターンから形成される合成ビームパターンのパワーの1%の誤差の範囲内にあるときに、電圧ビームパターンは収束したとみなすことができる。

10

#### 【0044】

このシェーピング方法の代替実施例では、移動端末の方位角方向に向かうエネルギーの量は次のように求められる。まず、それぞれの移動端末について、その移動端末が信号を受信することを必要とする唯一の移動端末であると仮定した場合に、その移動端末における許容受信強度を提供するために生成しなければならない電磁場を決定する。次に、これらの電磁場を用いてスケーリングファクタを決定する。これは、以下で説明するように、少なくとも2つの移動端末について決定された電磁場が、これらの2つの移動端末のそれについて適正受信強度に実質的に等しい電磁場強度を提供するように、それぞれの電磁場をスケーリングする係数である。

20

#### 【0045】

したがって、このシェーピング方法は、結果として得られる合成電圧ビームパターンが、移動端末130、140、および150のうちの少なくとも2つの移動端末のいずれの位置においても、正規化適正受信電圧と少なくとも同程度（ただし、それより実質的に大きくはない）となる電圧を有するように、電圧ビームパターン135、145、および155を決定し結合する。これは、システム資源を節約し、他の信号との干渉を低減し、同時に送信可能な信号の数を増大させるため、容量を増大させ、したがって、収益を増大させる。

30

#### 【0046】

##### シェーピング方法の数学的説明

図13に、フェーズドアレーランテナ225を詳細に示す。フェーズドアレーランテナ225は、M×N個のアンテナ素子のアレイを有する。フェーズドアレーランテナ225は、アンテナ素子の列もしくは行またはその両方を用いて、生成された電磁場を、したがって電圧ビームパターンを成形して向きづける。例えば、フェーズドアレーランテナ225は、アンテナ素子のM個の列を用いて、1つの方向（例えば方位角方向）に電圧ビームパターンを成形し向きづけることができる。フェーズドアレーランテナ225はまた、アンテナ素子のN個の行を用いて、別の方向（例えば仰角方向）に電圧ビームパターンを成形し向きづけることができる。

40

#### 【0047】

図7と図13を同時に参照して、フェーズドアレーランテナ225が、移動端末130において正規化適正受信電圧を生成するビームパターンを生成する方法について説明する。前述のように、送信器522は、移動端末130に対する方位角方向<sub>1</sub>および正規化適正受信電圧 $V_1$ を求める。

50

## 【0048】

フェーズドアレーアンテナ225は、アンテナ素子のそれぞれの列に対応する重み $W_1(\sin\theta_1), \dots, W(\sin\theta_1)$ を有する。それぞれの重み $W_1(\sin\theta_1), \dots, W(\sin\theta_1)$ は、式(1)で示されるような振幅および重みを有する。

## 【数1】

$$W_y(\sin\theta_1) = \frac{1}{\sqrt{M}} \exp\left(j2\pi\frac{d}{\lambda}\left(y - \frac{M+1}{2}\right)\sin\theta_1\right) \quad (1)$$

ただし、dは、2つの隣り合うアンテナ列の間の距離であり、yは、フェーズドアレーアンテナのキャリア周波数に対する波長であり、yは、アンテナ列の番号(1～Mの任意の数)である。式1からわかるように、重み $W_1(\sin\theta_1), \dots, W(\sin\theta_1)$ の位相は、移動端末130の方位角方向 $\theta_1$ に依存する。

## 【0049】

フェーズドアレーアンテナ225は、電圧 $V_{11}$ と、重み $W_1(\sin\theta_1), \dots, W(\sin\theta_1)$ を用いて、ビームパターン135を生成する。当業者に周知のように、 $V_{11}$ は、フェーズドアレーアンテナ225が、移動端末130が信号を許容される程度で受信することを保証するためにのみ電圧ビームパターンを生成しなければならないと仮定した場合に、正規化適正受信電圧 $V_1$ を誘起するためにフェーズドアレーアンテナ225によって使用されることが可能な電圧である。フェーズドアレーアンテナ225は、アンテナ素子のそれぞれの列に対して、電圧 $V_{11}$ と、その列に対応する重み $W_1(\sin\theta_1), \dots, W(\sin\theta_1)$ との積を提供する。重み $W_1(\sin\theta_1), \dots, W(\sin\theta_1)$ は、式2に示すような重みベクトル $Z_1$ を構成する。

$$Z_1 = [W_1(\sin\theta_1), W_2(\sin\theta_1), \dots, W(\sin\theta_1)] \text{ の転置} \quad (2)$$

## 【0050】

電圧ビームパターン135は、 $V_1 f(u - u_1)$ と表すことができる。ただし、uは $\sin(\theta)$ であり、 $u_1$ は $\sin(\theta_1)$ であり、

## 【数2】

$$f(u - u_1) = \frac{1}{M} \frac{\sin\left[M\pi\frac{d}{\lambda}(u - u_1)\right]}{\sin\left[\pi\frac{d}{\lambda}(u - u_1)\right]} \quad (3)$$

である。

## 【0051】

u方向におけるビームパターン135の電圧は、 $F_1(u)$ と表すことができる。すなわち、 $F_1(u) = V_1 f(u - u_1)$ である。

## 【0052】

こうして、フェーズドアレーアンテナ225は、重みベクトルと電圧を用いて電圧ビームパターンを生成する。したがって、それぞれの電圧ビームパターン135、145、および155に対応する重みベクトル $Z_1, Z_2$ 、および $Z_3$ がある。上記のシェーピング方法に従って電圧ビームパターンを決定するため、重みベクトル $Z_1, Z_2, Z_3$ のそれぞれに、スケーリングファクタ $C_1, C_2, C_3$ をそれぞれ乗じる。次に、スケーリングされた重みベクトルを結合して、合成ビームパターン175の合成重みベクトル $Z_5$ を求める。したがって、合成重みベクトル $Z_5$ は式(4)で与えられる。

10

20

30

40

50

$$Z_5 = C_1 Z_1 + C_2 Z_2 + C_3 Z_3 \quad (4)$$

【0053】

上記のシェーピング方法に基づいて、スケーリングファクタ  $C_1$ 、 $C_2$ 、および  $C_3$  を決定する 1 つの方法について説明する。

【0054】

方位角方向  $x$  における合成ビームパターン 175 の電圧  $F_5(u_x)$  は、方位角方向  $x$  (すなわち、特定の移動端末の方位角方向) におけるビームパターン 135、145、および 155 の部分に、対応するスケーリングファクタ  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  を乗じたものの和である。すなわち、方位角方向  $x$  における電圧の値  $F_5(u_x)$  は、式 5 に示すとおりである。

$$F_5(u_x) = [C_1 f(u_x - u_1) + C_2 f(u_x - u_2) + C_3 f(u_x - u_3)] \quad (5)$$

【0055】

ただし、

$x$  は、移動端末 130 に対して 1、移動端末 140 に対して 2、移動端末 150 に対して 3 であり、

$C_1 f(u_x - u_1)$  は、方位角方向  $x$  における電圧ビームパターン 135 の部分であり、

$C_2 f(u_x - u_2)$  は、方位角方向  $x$  における電圧ビームパターン 145 の部分であり、

$C_3 f(u_x - u_3)$  は、方位角方向  $x$  における電圧ビームパターン 155 の部分であり、

$u_x$  は、 $\sin(x)$  であり、

$u_1$  は、 $\sin(1)$  であり、

$u_2$  は、 $\sin(2)$  であり、

$u_3$  は、 $\sin(3)$  である。

【0056】

3 つの方位角方向  $1$ 、 $2$ 、および  $3$  のそれぞれにおける合成電圧ビームパターン 175 の電圧は、式 (5) を用いて計算することができる。

【0057】

方位角方向  $1$  における合成電圧ビームパターン 175 の電圧  $F_5(u_1)$  は、式 6 で与えられる。

$$F_5(u_1) = [C_1 + C_2 f(u_1 - u_2) + C_3 f(u_1 - u_3)] \quad (6)$$

方位角方向  $2$  における合成電圧ビームパターン 175 の電圧  $F_5(u_2)$  は、式 7 で与えられる。

$$F_5(u_2) = [C_1 f(u_2 - u_1) + C_2 + C_3 f(u_2 - u_3)] \quad (7)$$

方位角方向  $3$  における合成電圧ビームパターン 175 の電圧  $F_5(u_3)$  は、式 8 で与えられる。

$$F_5(u_3) = [C_1 f(u_3 - u_1) + C_2 f(u_3 - u_2) + C_3] \quad (8)$$

【0058】

合成電圧ビームパターン 175 は、方位角方向  $x$  において少なくとも正規化適正受信電圧を提供しなければならない。したがって、方位角方向  $x$  における電圧  $F_5(u_x)$  の大きさは、方位角方向  $x$  において必要とされる正規化適正受信電圧  $V_x$  以上でなければならない。

$$|F_5(u_x)| \geq V_x \quad (9)$$

3 つの移動端末に対する値を  $x$  に代入すると、式 9 から次の 3 つの不等式が導かれる。

$$| [C_1 + C_2 f(u_1 - u_2) + C_3 f(u_1 - u_3)] | \geq V_1 \quad (10)$$

$$| [C_1 f(u_2 - u_1) + C_2 + C_3 f(u_2 - u_3)] | \geq V_2 \quad (11)$$

$$| [C_1 f(u_3 - u_1) + C_2 f(u_3 - u_2) + C_3] | \geq V_3 \quad (12)$$

不等式 10 において絶対値をはずして  $C_1$  について解くと、次式が得られる。

10

20

30

40

50

$$C_1 \cdot V_1 - [C_2 f(u_1 - u_2) + C_3 f(u_1 - u_3)] \quad (13)$$

$$\text{または } C_1 \cdot V_1 - [C_2 f(u_1 - u_2) + C_3 f(u_1 - u_3)] \quad (14)$$

### 【0059】

しかし、方位角方向<sub>1</sub>における決定された電圧ビームパターン145および155の部分の和、すなわち、 $[C_2 f(u_1 - u_2) + C_3 f(u_1 - u_3)]$ が、正規化適正受信電圧 $V_1$ より大きい場合、決定された電圧ビームパターン135は不要であるため、 $C_1$ は0とおくことができる。したがって、不等式13および14は次のようになる。

$$C_1 = \max(0, V_1 - [C_2 f(u_1 - u_2) + C_3 f(u_1 - u_3)]) \quad (15)$$

$$\text{または } C_1 = \min(0, -V_1 - [C_2 f(u_1 - u_2) + C_3 f(u_1 - u_3)]) \quad (16)$$

同様に、不等式11は次のようになる。

$$C_2 = \max(0, V_2 - [C_1 f(u_2 - u_1) + C_3 f(u_2 - u_3)]) \quad (17)$$

$$\text{または } C_2 = \min(0, -V_2 - [C_1 f(u_2 - u_1) + C_3 f(u_2 - u_3)]) \quad (18)$$

同様に、不等式12は次のようになる。

$$C_3 = \max(0, V_3 - [C_1 f(u_3 - u_1) + C_2 f(u_3 - u_2)]) \quad (19)$$

$$\text{または } C_3 = \min(0, -V_3 - [C_1 f(u_3 - u_1) + C_2 f(u_3 - u_2)]) \quad (20)$$

### 【0060】

それぞれのスケーリングファクタについて2つの選択肢があるため( $C_1$ について式15または16、 $C_2$ について式17または18、 $C_3$ について式19または20)、スケーリングファクタの組合せは8通りある。なお、 $C_1$ は、式15では0以上であり、式16では0以下である。 $C_2$ は、式17では0以上であり、式18では0以下である。 $C_3$ は、式19では0以上であり、式20では0以下である。記載を簡単にするため、まず、式15、17、および19の結果として、すべてのスケーリングファクタ $C_1$ 、 $C_2$ 、および $C_3$ から得られるスケーリングファクタの組合せが正である場合のシェーピング方法について説明する。

### 【0061】

正規化適正受信電圧 $V_1$ 、 $V_2$ 、および $V_3$ 、ならびに、方位角方向<sub>1</sub>、<sub>2</sub>、および<sub>3</sub>を決定した後、電圧ビームパターンのうちの1つ(例えば135)を、あたかも移動端末130(これは、この電圧ビームパターンに対応する)が信号を受信することを必要とする唯一の移動端末であるかのように、生成する。これを生成するために、 $C_2$ および $C_3$ を0とおく。式15において $C_2$ および $C_3$ を0とおくと、 $C_1$ は $V_1$ に等しくなる。

### 【0062】

次に、方位角方向<sub>2</sub>における電圧ビームパターン135の部分、すなわち、 $C_1 f(u_2 - u_1)$ を用いて、決定された電圧ビームパターン145を計算する。ビームパターン145を生成するため、 $C_1$ を、今得られた $C_1$ の値とし(すなわち、 $C_1 = V_1$ )、 $C_3$ を0とおく。式17において $C_1 = V_1$ かつ $C_3 = 0$ とおいて、 $C_2$ を計算する。この計算された $C_2$ を $C_2$ ということにする。

### 【0063】

次に、方位角方向<sub>3</sub>における電圧ビームパターン135および145の部分、すなわち、 $C_1 f(u_3 - u_1)$ および $C_2 f(u_3 - u_2)$ を用いて、決定された電圧ビームパターン155を計算する。決定された電圧ビームパターン155を生成するため、 $C_1$ および $C_2$ を、今得られた $C_1$ および $C_2$ の値とし(すなわち、 $C_1 = V_1$ かつ $C_2 = C_2$ )とする。式19において $C_1 = V_1$ かつ $C_2 = C_2$ とおいて、 $C_3$ を計算し

10

20

30

40

50

、これを  $C_3$  ということにする。

【0064】

ここで、決定された電圧ビームパターン 145 および 155 は、方位角方向  $\alpha_1$  に電圧を提供する可能性がある。したがって、今得られた  $C_2$  および  $C_3$  の値を用いて  $C_1$  を再計算して、決定された電圧ビームパターン 135 を求めなければならない。

【0065】

$C_1$  を再計算すると、方位角方向  $\alpha_2$  における決定された電圧ビームパターン 135 の部分が変化することになる。さらに、決定された電圧ビームパターン 155 が、方位角方向  $\alpha_2$  に、ある電圧を提供している。したがって次に、今得られた  $C_1$  および  $C_3$  の値を用いて  $C_2$  を再計算しなければならない。

10

【0066】

$C_1$  および  $C_2$  を再計算すると、方位角方向  $\alpha_3$  における決定された電圧ビームパターン 135 および 145 の部分が変化することになる。したがって次に、今得られた  $C_1$  および  $C_2$  の値を用いて  $C_3$  を再計算しなければならない。

【0067】

スケーリングファクタ  $C_1$ 、 $C_2$ 、および  $C_3$  を反復して再計算するこのプロセスは、3 つのスケーリングファクタのそれぞれが収束するまで継続しなければならない。スケーリングファクタが収束するのは、再計算されたスケーリングファクタと、前の反復のスケーリングファクタとの間の変化が小さいときである。

例えば、スケーリングファクタを用いて決定される合成電圧ビームパターンの全パワーが、前の反復のスケーリングファクタを用いて決定される合成電圧ビームパターンの全パワーの 1 % の誤差の範囲内にあるときに、スケーリングファクタは収束したとみなすことができる。

20

【0068】

式 15、16、17、18、19 および 20 に戻ると、それぞれのスケーリングファクタについて 2 つの選択肢がある。すなわち、各スケーリングファクタ  $C_1$ 、 $C_2$ 、および  $C_3$  は、式 15、17、および 19 を解くことによってそれぞれ 0 以上となる可能性があり、また、各スケーリングファクタ  $C_1$ 、 $C_2$ 、および  $C_3$  は、式 16、18、および 20 を解くことによってそれぞれ 0 以下となる可能性がある。各スケーリングファクタについて 2 つの方程式があるため、方程式の組合せは 8 通りあり、これはスケーリングファクタの 8 通りの組合せを生じる。

30

【0069】

【表 1】

## スケーリングファクタの符号

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	
組合せ 1: 式 15, 17, 19;	+	+	+	
組合せ 2: 式 15, 17, 20;	+	+	-	10
組合せ 3: 式 15, 18, 19;	+	-	+	
組合せ 4: 式 15, 18, 20;	+	-	-	
組合せ 5: 式 16, 17, 19;	-	+	+	
組合せ 6: 式 16, 17, 20;	-	+	-	20
組合せ 7: 式 16, 18, 19;	-	-	+	
組合せ 8: 式 16, 18, 20;	-	-	-	

### 【0070】

今説明したシェーピング方法は、組合せ 1 についてのものである。好ましい実施例では、前半の 4 つまたは後半の 4 つのいずれかの組合せが選択される。この 4 つの組合せのそれを用いて、組合せ 1 について前述したのと同様にして、スケーリングファクタのセットを計算する。次に、それぞれのスケーリングファクタのセットを用いて、合成ビームパターンを生成する。次に、合成ビームパターンのパワーを計算する。最小パワーの合成ビームパターンを、図 5 に示した合成ビームパターン 175 として選択すべきである。プロセッサ 523 は、スケーリングファクタの組合せを計算するために使用可能である。

### 【0071】

次に、4 つの組合せのみを使用する理由について説明する。組合せ 1 は、組合せ 8 によって生成されるスケーリングファクタと大きさが等しく逆符号のスケーリングファクタのセットを生成する。これらの 2 つのスケーリングファクタのセットは等しい大きさおよび逆符号を有するため、重みベクトル  $Z_1$ 、 $Z_2$  および  $Z_3$  の和の大きさをこれらのスケーリングファクタの一方のセットによってスケーリングしたものは、重みベクトル  $Z_1$ 、 $Z_2$  および  $Z_3$  の和の大きさを他方のスケーリングファクタのセットによってスケーリングしたものと等しくなる。パワーを求めるためにこれらの 2 つの和を 2 乗すると、2 つの和の 2 乗は相等しくなる。したがって、組合せ 1 および 8 によって生成されるスケーリングファクタは、等しいパワーを有する電圧ビームパターンを生成するので、どの合成電圧ビームパターンが最小パワーとなるかを考慮する際には、これらのスケーリングファクタのセットのうちの一方のセットのみで十分である。

### 【0072】

同様に、組合せ 2 は、組合せ 7 によって生成されるスケーリングファクタと大きさが等しく逆符号のスケーリングファクタのセットを生成する。したがって、上記で説明したように、どの合成電圧ビームパターンが最小パワーとなるかを考慮する際には、これらのスケーリングファクタのセットのうちの一方のセットのみを用いれば十分である。同様に、組

10

20

30

40

50

合せ 3 は、組合せ 6 によって生成されるスケーリングファクタと大きさが等しく逆符号のスケーリングファクタのセットを生成し、組合せ 4 は、組合せ 5 によって生成されるスケーリングファクタと大きさが等しく逆符号のスケーリングファクタのセットを生成する。

【0073】

今説明したステップの系列は、スケーリングファクタ  $C_1$ 、 $C_2$ 、および  $C_3$  を決定する 1 つの方法である。次に、上記の本発明の代替実施例に従ってスケーリングファクタを決定する別の方法について説明する。解析を容易にするため、2 個の移動端末の場合についてこの説明を行う。2 個の移動端末があるとき、式 15 ~ 18 は次のようになる。

$$C_1 = \max(0, V_1 - [C_2 f(u_1 - u_2)]) \quad (21)$$

$$\text{または } C_1 = \min(0, -V_1 - [C_2 f(u_1 - u_2)]) \quad (22)$$

10

同様に、式 14 は次のようになる。

$$C_2 = \max(0, V_2 - [C_1 f(u_2 - u_1)]) \quad (23)$$

$$\text{または } C_2 = \min(0, -V_2 - [C_1 f(u_2 - u_1)]) \quad (24)$$

【0074】

$f(u)$  は偶関数であるため、 $f(u_1 - u_2) = f(u_2 - u_1)$  である。

したがって、2 個のスケーリングファクタのそれぞれについて、2 つの式、すなわち、 $C_1$  について 21 または 22、また、 $C_2$  について 23 または 24、のいずれを選択するかを決定した後には、2 变数  $C_1$  および  $C_2$  に関する 2 つの方程式があり、これらは  $C_1$  および  $C_2$  について解くことができる。使用すべき方程式の選択は、2 つの移動端末への 2 つの電磁場どうしの干渉のタイプおよび量に基づく。干渉のタイプおよび量は、 $f(u_1 - u_2)$  の大きさから決定することができる。

20

【0075】

$0 = f(u_1 - u_2) = V_2 / V_1$  のとき、式 21 および 23 が用いられ、したがって、

$$C_1 = V_1 - C_2 f(u_1 - u_2) \quad \text{かつ} \quad C_2 = V_2 - C_1 f(u_1 - u_2)$$

である。これらの 2 つの方程式を  $C_1$  および  $C_2$  について解くと、次のようになる。

【数 3】

$$C_1 = V_1 \frac{\frac{V_2}{V_1} - f(u_1 - u_2)}{1 - [f(u_1 - u_2)]^2} \quad (30)$$

$$C_2 = V_1 \frac{\frac{V_1}{V_2} - f(u_1 - u_2)}{1 - [f(u_1 - u_2)]^2} \quad (40)$$

【0076】

$V_2 / V_1 = f(u_1 - u_2) = 1$  のとき、 $C_1 = V_1$ 、かつ、 $C_2 = 0$  である。

【0077】

$-V_2 / V_1 = f(u_1 - u_2) = 0$  のとき、式 21 および 24 が用いられ、したがって

、

$$C_1 = V_1 - C_2 f(u_1 - u_2) \quad \text{かつ} \quad C_2 = -V_2 - C_1 f(u_1 - u_2)$$

である。これらの 2 つの方程式を  $C_1$  および  $C_2$  について解くと、次のようになる。

50

【数4】

$$C_1 = V_1 \frac{1 + \frac{V_2}{V_1} f(u_1 - u_2)}{1 - [f(u_1 - u_2)]^2}$$

10

$$C_2 = -V_1 \frac{\frac{V_2}{V_1} + f(u_1 - u_2)}{1 - [f(u_1 - u_2)]^2}$$

【0078】

$f(u_1 - u_2) = V_2 / V_1$  のときは、 $C_1 = V_1$ 、かつ、 $C_2 = 0$  である。

20

【0079】

ヌル充填ファクタ

さらに、好ましい実施例では、合成重みベクトル  $Z_5$  をさらにロバストにすることにより、ビームパターンをさらにロバストにすることができる。式2に示したように、重みベクトルは、アンテナ素子のそれぞれの列に関する重みの転置であり、また、式4に記載したように、合成重みベクトルは、個々の電圧ビームパターンのスケーリングされた重みベクトルの和である。式2および4と、アンテナ素子のそれぞれの列に関する重み  $Z_{51}, \dots, Z_{5M}$  とを用いると、合成重みベクトルを次のように決定することができる。

$Z_5 = [Z_{51}, \dots, Z_{5M}]$  の転置 (25)

【0080】

30

前述のように、シェーピング方法に従って、電圧ビームパターン 135、145、155 のうちの1つが生成される。図14に、デカルト座標系でプロットした合成電圧ビームパターン 135 を示す。図14からわかるように、電圧ビームパターンのうちの1つ（例えば、電圧ビームパターン 135）が生成されると、この電圧ビームパターンは、大きい中心ロープ 910 と、それより小さいサイドロープ 920 および 930 を有し、これらのロープの間にヌル領域 940 および 950 がある。中心ロープ 910 は、移動端末 130 へと成形され向けられている。第2の移動端末（例えば、移動端末 140）が、ビームパターン 135 の中心ロープまたはサイドロープのうちの1つにある場合、合成ビームパターン 175 は、第2の移動端末が信号を許容される程度で受信するために方位角方向  $\theta_2$  に追加電圧を必要としないため、スケーリングファクタ  $C_2$  は 0 とおかれる。したがって、決定された電圧ビームパターン 145 は 0 となり、合成ビームパターン 175 は、 $C_2$  を 0 とおいて計算される。

40

【0081】

しかし、移動端末 140 がロープの端に近い場合、これは問題を生じことがある。移動端末 140 がヌル領域のうちの1つ（例えば、ヌル領域 950）に位置する場合、移動端末 140 の方位角方向を求めるときにわずかな誤差があっても、システムは、移動端末 140 が、ロープのうちの1つ（この場合には、ロープ 920）のパターン内に位置すると判定する可能性がある。したがって、信号が実際には移動端末 140 によって許容される程度で受信されていないときでも、送信器は、フェーズドアレーランテナが、移動端末 140 によって許容される程度で受信される信号を伝える合成電圧ビームパターンを生成し

50

ていると判定する可能性がある。

【0082】

方位角方向推定誤差に対して、よりロバストな合成ビームパターンを形成するため、重みベクトル  $Z_5$  にヌル充填ファクタ  $\eta$  を付加して重みベクトル  $Z_6$  を生成する。式25にヌル充填ファクタ  $\eta$  を付加すると式26が得られる。

【数5】

$$Z_6 = \left[ \frac{1}{\eta^{M-1}} Z_{51}, \frac{1}{\eta^{M-3}} Z_{52}, \dots, \eta^{M-3} Z_{5(M-1)}, \eta^{M-1} Z_M \right] \text{の転置} \quad (26)$$

次に、重みベクトル  $Z_6$  を用いて合成電圧ビームパターン185を生成する。ヌル充填ファクタ  $\eta$  は、ヌルを低減するが、フェーズドアーレーアンテナによって提供されるビームパターンを狭くするという利点を打ち消すほど実質的にローブを増大させるほどではないような任意の値とすることが可能である。具体的には、ヌル充填ファクタ  $\eta$  は、0.8~1.2とすることが可能である。

【0083】

以上は単なる例示である。したがって、例えば、実施例では、本発明の方法について、3個の移動端末の場合を説明したが、代替実施例として、本発明の方法は、2個以上の任意の個数の移動端末の場合にも使用可能である。

【0084】

さらに、実施例では、電圧ビームパターンは、正規化電圧を用いて生成される。代替実施例では、電圧ビームパターンは、電圧を正規化せずに生成することも可能である。この場合、それぞれの電圧ビームパターンは、フェーズドアーレーアンテナからの相異なる距離に誘起される電圧を用いて決定される。これは、ある移動端末の位置に、別の移動端末へ向かう電圧ビームパターンによって提供される電圧の大きさを計算するときに、考慮に入れなければならない。例えば、第1の電圧ビームパターン（第1の移動端末に対応する）が第2の方位角方向（第2の移動端末の方位角方向）に提供する電圧の大きさは、第1の電圧ビームパターンに対応する電磁場によって第2の方位角方向においてフェーズドアーレーアンテナから第2の移動端末までの距離に誘起される電圧の大きさとなる。

【0085】

さらに、実施例では、電圧の大きさは  $r = 30$  メートルに正規化されるが、代替実施例では、 $r$  は任意の距離とすることが可能であり、その場合、電圧の大きさは、フェーズドアーレーアンテナからのその距離に誘起される電圧に正規化されることになる。

【0086】

さらに、当業者には認識されるように、実施例では、各セルは3個の120°セクタに分割されるが、セルは、許容される任意のサイズの、任意の個数のセクタに分割することが可能である。また、セルは、全方位セクタとすることが可能であり、その場合、各セルは1個の360°セクタを有する。

【0087】

さらに、実施例では、プロセッサ523は、図5において、送信器522に配置されるように示されているが、本発明の代替実施例では、プロセッサ523は、ワイヤレス通信システムの任意の位置（例えば、基地局112の別の部分や、MSC）に配置することが可能である。

【0088】

さらに、実施例では、本発明は、特定の方位角方向に集束した電磁場を用いて実行されるが、代替実施例では、本発明は、別の方向（例えば、仰角方向）に集束した電磁場を用いて実施することも可能である。

【0089】

特許請求の範囲の発明の要件の後に括弧で記載した番号は、本発明の一実施例の対応関係を示すもので本発明の範囲を限定するものと解釈すべきではない。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【図1】ワイヤレス通信システムの一部のブロック図である。

【図2】図2aは、図1のワイヤレス通信システムのセクタを示す図である。このセクタは、信号を1つの移動端末に送信するフェーズドアレーアンテナを有する基地局を含む。図2bは、ワイヤレス通信システムのセクタを示す図である。このセクタは、信号を1つの移動端末に送信する非フェーズドアレーアンテナを有する基地局を含む。

【図3】ワイヤレス通信システムのセクタを示す図である。このセクタは、フェーズドアレーアンテナを有する基地局を含む。また、この図は、移動端末が信号を許容される程度で受信するために、これらの移動端末の位置で誘起されることが必要となる電圧の大きさを示す。

【図4】弱め合う干渉の結果として、図3の移動端末の位置で誘起される電圧を示す図である。 10

【図5】図1のワイヤレス通信システムのセクタを示す図である。このセクタは、フェーズドアレーアンテナを有する基地局を含む。また、この図は、移動端末が信号を許容される程度で受信するために、これらの移動端末の位置で誘起される電圧の大きさを示す。

【図6】図6aは、図2aの電磁場を表す電圧ビームパターンのデカルト座標系におけるプロットを示す図である。図6bは、図2aの電磁場を表す電圧ビームパターンの極座標系におけるプロットを示す図である。

【図7】図5のフェーズドアレーアンテナによって生成される電圧ビームパターンを示す図である。 20

【図8】図5の電圧を正規化したものを示す図である。

【図9】図9a、図9b、および図9cは、移動端末のうちの1つのみに信号を送信するために図5のフェーズドアレーアンテナによって生成される電圧ビームパターンを示す図である。

【図10】第1の移動端末に信号を送信する図5のフェーズドアレーアンテナによって生成される電圧ビームパターンを示すとともに、第2の移動端末にその信号を送信するのに必要とされる追加ビームパターンを示す図である。 30

【図11】第1の移動端末に信号を送信する図5のフェーズドアレーアンテナによって生成される電圧ビームパターンと、第2の移動端末にその信号を送信するのに必要とされる追加ビームパターンと、第3の移動端末にその信号を送信するのに必要とされる追加ビームパターンとを示す図である。

【図12】図11の3個のビームパターンを送信する図5のフェーズドアレーアンテナを示す図である。 30

【図13】フェーズドアレーアンテナのブロック図である。

【図14】重みベクトルを用いて生成される合成電圧ビームパターンと、重みベクトルおよびヌル充填ファクタを用いて生成される合成電圧ビームパターンとを示す図である。

#### 【符号の説明】

100 ワイヤレス通信システム

102, 104, 106 セル

102a ~ 102c, 104a ~ 104c, 106a ~ 106c セクタ

112, 114, 116 基地局

40

118 移動通信交換センタ (MSC)

119 ネットワーク

120, 130, 140, 150 移動端末

135, 145, 155 電圧ビームパターン

175, 185 合成電圧ビームパターン

201 プロードサイド

204a セクタ

214 基地局

224 送信器

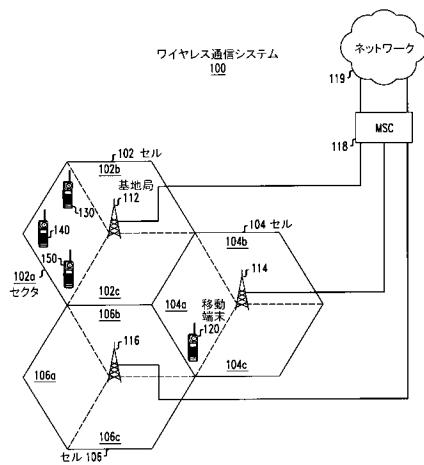
225 フェーズドアレーアンテナ

50

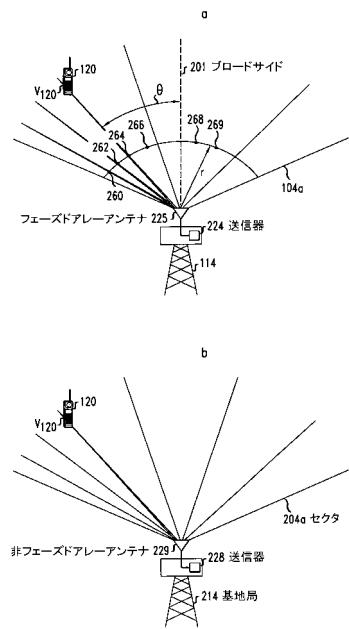
2 2 8 送信器  
2 2 9 非フェーズドアレーランテナ  
3 0 2 セクタ  
3 2 2 送信器  
3 3 0 , 3 4 0 , 3 5 0 移動端末  
5 2 2 送信器  
5 2 3 プロセッサ  
9 1 0 中心ロープ  
9 2 0 , 9 3 0 サイドロープ  
9 4 0 , 9 5 0 ヌル領域

10

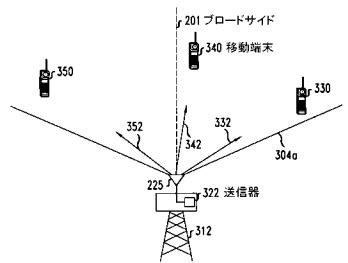
【 図 1 】



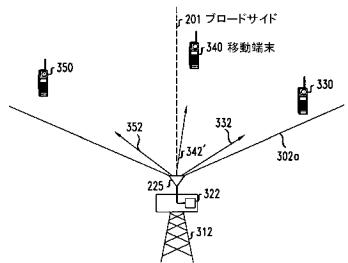
【図2】



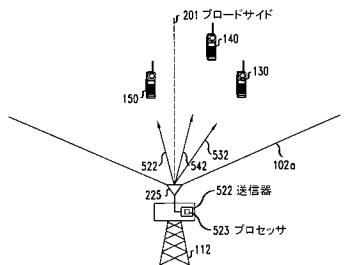
【図3】



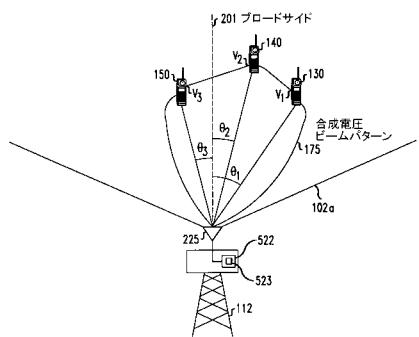
【図4】



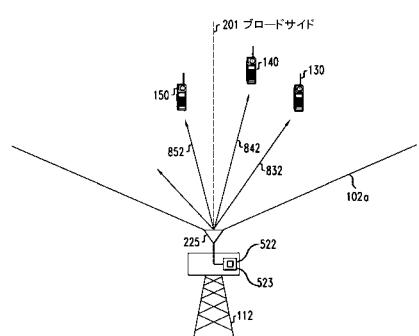
【図5】



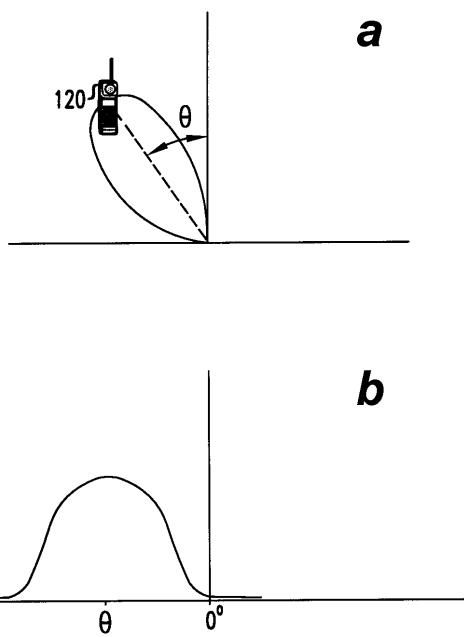
【図7】



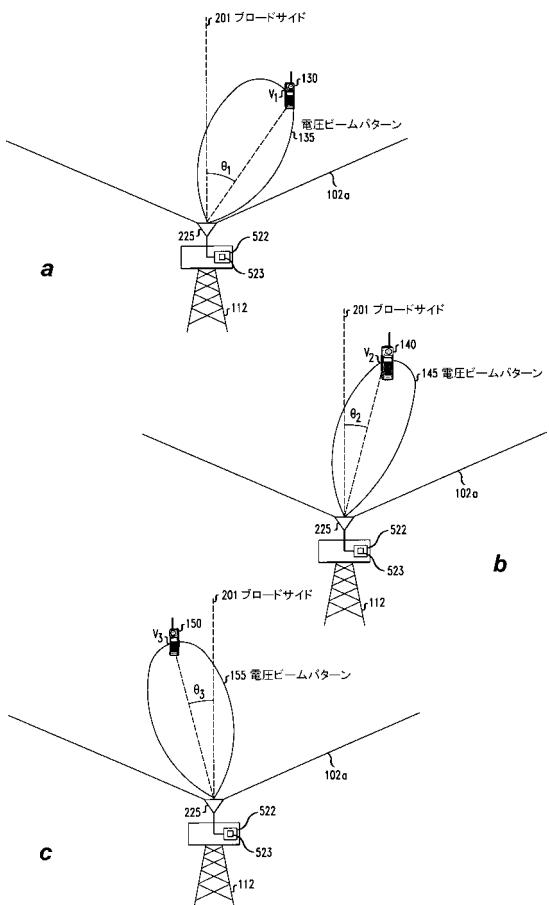
【図8】



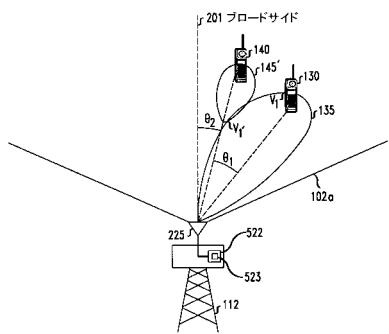
【図6】



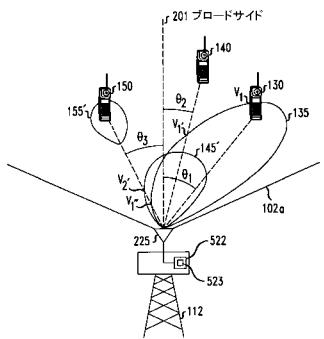
【図9】



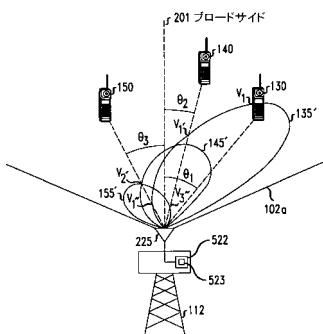
【図10】



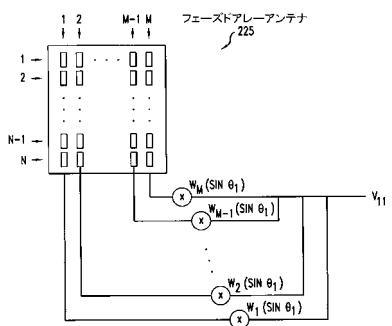
【図11】



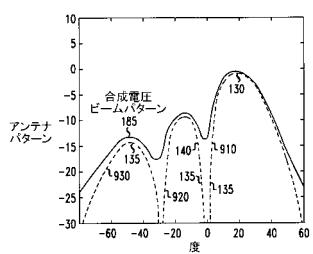
【図12】



【図13】



【図14】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100096943  
弁理士 白井 伸一  
(74)代理人 100091889  
弁理士 藤野 育男  
(74)代理人 100101498  
弁理士 越智 隆夫  
(74)代理人 100096688  
弁理士 本宮 照久  
(74)代理人 100102808  
弁理士 高梨 憲通  
(74)代理人 100104352  
弁理士 朝日 伸光  
(74)代理人 100107401  
弁理士 高橋 誠一郎  
(74)代理人 100106183  
弁理士 吉澤 弘司  
(74)代理人 100081053  
弁理士 三俣 弘文  
(72)発明者 リチャード トーマス アイケン  
アメリカ合衆国、07960 ニュージャージー州、コンベント ステーション、コンコルド レーン 19  
(72)発明者 ジョー ハン  
アメリカ合衆国、07054 ニュージャージー州、パーシッパニー、ドービル ドライブ 1  
審査官 原田 聖子

(56)参考文献 特開2000-092545(JP, A)  
特表平08-508865(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/10

H04W 16/28