

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3940490号
(P3940490)

(45) 発行日 平成19年7月4日(2007.7.4)

(24) 登録日 平成19年4月6日(2007.4.6)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4B	7/26	(2006.01)	HO4B	7/26	B
HO4B	7/08	(2006.01)	HO4B	7/08	C
HO4B	7/10	(2006.01)	HO4B	7/10	A

請求項の数 4 (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平10-63233 (22) 出願日 平成10年3月13日(1998.3.13) (65) 公開番号 特開平11-261474 (43) 公開日 平成11年9月24日(1999.9.24) 審査請求日 平成16年12月7日(2004.12.7)</p>	<p>(73) 特許権者 000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号 (74) 代理人 100058479 弁理士 鈴江 武彦 (74) 代理人 100084618 弁理士 村松 貞男 (74) 代理人 100092196 弁理士 橋本 良郎 (74) 代理人 100091351 弁理士 河野 哲 (74) 代理人 100088683 弁理士 中村 誠 (74) 代理人 100070437 弁理士 河井 将次</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分散アンテナシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

それぞれの個別サービスエリアが一部で重複するように分散して配置された複数のアンテナ部と、

前記複数のアンテナ部の少なくとも一つを選択する第1の選択手段と、

前記第1の選択手段により選択されたアンテナ部に対し任意の励振条件を設定して送信ビームを形成する送信ビーム形成手段と、

前記複数のアンテナ部の前記第1の選択手段により選択されたアンテナ部以外の少なくとも一つを選択する第2の選択手段と、

前記第2の選択手段により選択されたアンテナ部に対し任意の励振条件を設定して受信ビームを形成する受信ビーム形成手段と、

前記送信ビーム形成手段および受信ビーム形成手段を同一周波数で動作させ、前記送信ビームが形成された送信側アンテナ部から送信され前記受信ビームが形成された受信側アンテナ部により受信された信号の受信レベルをモニタするモニタ手段と、

前記モニタ手段によりモニタした受信レベルに基づいて前記送信側アンテナ部と前記受信側アンテナ部間の相互結合量を求める手段と、

前記複数のアンテナ部から前記第1および第2の選択手段により前記相互結合量が所定値以下となる少なくとも一つをそれぞれ選択することにより、アンテナ群を形成せしめる手段とを具備し、前記アンテナ群の各アンテナ部は同一周波数を使用することを特徴とする分散アンテナシステム。

【請求項 2】

前記相互結合量を記憶する手段と、記憶した相互結合量を更新する手段とをさらに具備することを特徴とする請求項 1 記載の分散アンテナシステム。

【請求項 3】

それぞれの個別サービスエリアが一部で重複するように分散して配置された複数のアンテナ部と、

前記複数のアンテナ部の少なくとも一つを選択する第 1 の選択手段と、

前記第 1 の選択手段により選択されたアンテナ部に対し任意の励振条件を設定して送信ビームを形成する送信ビーム形成手段と、

前記複数のアンテナ部の前記第 1 の選択手段により選択されたアンテナ部以外の少なくとも一つを選択する第 2 の選択手段と、

前記第 2 の選択手段により選択されたアンテナ部に対し任意の励振条件を設定して受信ビームを形成する受信ビーム形成手段と、

前記送信ビーム形成手段および受信ビーム形成手段を同一周波数で動作させ、前記送信ビームが形成された送信側アンテナ部から送信され前記受信ビームが形成された受信側アンテナ部により受信された信号の受信レベルをモニタするモニタ手段と、

前記モニタ手段によりモニタした受信レベルに基づいて前記送信側アンテナ部と前記受信側アンテナ部間の相互結合量を求める手段と、

前記複数のアンテナ部から前記第 1 および第 2 の選択手段により前記相互結合量が所定値以下となる少なくとも一つをそれぞれ選択することにより、複数のアンテナ群を形成せしめる手段とを具備し、前記複数のアンテナ群は同一周波数を使用することを特徴とする分散アンテナシステム。

【請求項 4】

前記複数のアンテナ部は道路に沿って配置され、前記複数のアンテナ群はそれぞれ道路に沿って隣接する複数のアンテナ部により形成されることを特徴とする請求項 3 記載の分散アンテナシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、移動通信などに利用される分散アンテナシステムに係り、特に複数のアンテナ部をサービスエリア内に広く分散させ、その制御を集中制御部で行う分散アンテナシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】

携帯電話などの移動通信における基地局の構成方法として、アンテナと送受信増幅部からなるアンテナ部を通信サービスエリア内に分散して複数個配置し、その制御を集中制御部で一括して行う方法が考えられている。

【0003】

例えば、特開平 6 - 197071 では、図 8 に示すようにアンテナ部 101, 102, 103 を分散させ、その制御を集中制御部 100 で行っている。集中制御部 100 とアンテナ部 101, 102, 103 との間の接続にはケーブルもしくは光ファイバが用いられる。集中制御部 100 が行う制御の内容は、アンテナ部 101, 102, 103 がそれぞれ担当するゾーン Z1, Z2, Z3 内にある端末 104 との情報伝達を行うための無線周波数割り当て、およびその送受信信号の変復調である。ここで、アンテナ部 101, 102, 103 に対する信号の処理は、それぞれ独立に行っている。このような構成により、制御を集中制御部 100 に集中させることができ、アンテナ部の個数が多い場合には設置コストを低減できる利点がある。

【0004】

しかし、この従来の分散アンテナシステムでは、携帯電話などの移動通信において常に問題となるマルチパスやフェージング等に対してなんら対策がなされていない。すなわち、

10

20

30

40

50

図8のような分散アンテナシステムにおいて、サービスエリア内で端末側からアクセスできるアンテナ部が一つのみである場合には、マルチパスやフェージング等により、時間軸上で、あるいは端末の移動により通信が分断されてしまうという問題が発生する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように従来の分散アンテナシステムでは、移動通信で問題となるマルチパスやフェージングに対してなんら対策がなされておらず、通信の信頼性に乏しいという問題点があった。

【0006】

本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであり、マルチパスやフェージングが存在する移動通信環境においても良好な通信回線を維持できる分散アンテナシステムを提供することを目的とする。

【0007】

【発明を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明ではそれぞれの個別サービスエリアが一部で重複するように分散して配置された複数のアンテナ部と、これらのアンテナ部を制御する集中制御部とにより分散アンテナシステムが構成される。集中制御部は、基本的には複数のアンテナ部の少なくとも一つを選択する選択手段と、この選択手段により選択されたアンテナ部に対し任意の励振条件を設定して送信ビームまたは受信ビームを形成するビーム形成手段とを有する。

【0008】

このように構成すると、通信時の状況に応じて必要なアンテナ部のみを選択して移動端末などのユーザ端末に対し効率的なビーム形成が可能となり、また干渉波成分の抑圧も可能となる。すなわち、不要なアンテナを使用することによる不要な方向へ電波を放射して第三者に対して干渉させたり、不要な方向にビームを形成することにより、不要干渉波を受信してしまうという問題が解消される。従って、マルチパスやフェージングが存在する移動通信環境においても良好な通信回線を維持することができる。

【0009】

集中制御部は、ビーム形成手段を複数個有し、複数の送信ビームまたは受信ビームを形成可能としてもよく、このようにすることでコスト的な負担を最低限に抑えつつ多数のユーザ端末が独立に同時に通信を行うことができる。

【0010】

集中制御部においては、アンテナ部の選択とビームの形成を送信と受信で別々に独立して行うようにしてもよい。すなわち、集中制御部は複数のアンテナ部の少なくとも一つを選択する第1の選択手段と、この第1の選択手段により選択されたアンテナ部に対し任意の励振条件を設定して送信ビームを形成する送信ビーム形成手段と、複数のアンテナ部の少なくとも一つを選択する第2の選択手段と、この第2の選択手段により選択されたアンテナ部に対し任意の励振条件を設定して受信ビームを形成する受信ビーム形成手段とを有する構成とする。

【0011】

移動通信では送信と受信との時間差や周波数の違いにより、電波伝搬環境が送受で異なることが多いが、このように同一端末の通信に際しても送信ビームと受信ビームを独立に制御することができるようにすると、このような場合にも通信を良好に行うことができる。

【0012】

集中制御部においては、第1、第2の選択手段と送信ビーム形成手段および受信ビーム形成手段に加えて、送信ビーム形成手段および受信ビーム形成手段を同一周波数で動作させ、送信ビームが形成された送信側アンテナ部から送信され受信ビームが形成された受信側アンテナ部により受信された信号の受信レベルをモニタするモニタ手段をさらに備えてもよい。

【0013】

このような構成により、例えば時間帯によって電波伝搬環境が変化するような状況下でも、各アンテナ部の個別サービスエリアを認識でき、それに基づき実用上有効な個別サービスエリアの設定が可能となる。さらに、同一周波数利用のための周波数（チャンネル）配置を最も高い利用効率で設計することができるため、周波数の有効利用が効果的に図られる。

【0014】

また、集中制御部は上記モニタ手段によりモニタした受信レベルに基づいて送信側アンテナ部と受信側アンテナ部間の相互結合量を求め、この相互結合量を記憶するようにしてよい。

【0015】

このようにすると、アンテナ部間の相互結合量さらには相互干渉の有無を常に記憶しておくことができるため、実際の通信のために周波数やチャンネルを割り当てる際に、この記憶結果に基づいて例えば干渉しないアンテナ部については同一の周波数およびチャンネルを割り当てるといった操作を行うことで、周波数の繰り返し使用が可能となり、周波数の有効利用の面でさらに効果が大きく、また一つの集中制御部を基地局とした通信システムにおいて、より多くのユーザ端末を同時に収容することができることになり、通信の混雑緩和に有効となる。さらに、記憶した相互結合量を定期的に更新するようにすれば、時間帯などにより変化する電波伝搬環境に応じて最適な周波数割り当てが可能である。

【0016】

また、このようにして記憶されたアンテナ部間の相互結合量を利用し、集中制御部において第1および第2の選択手段により相互結合量が所定値以下となる少なくとも一つをそれぞれ選択することにより、複数のアンテナ群を形成せしめるようにしてもよい。

【0017】

このような構成とすることで、複数のアンテナ群を独立に制御することが可能となり、アンテナ群同士の結合を小さくすることもできる。さらに、これらのアンテナ群を同一周波数で動作させるようにすれば、同一周波数で異なるビームを形成でき、ビーム間のアイソレーションを確保することが可能である。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

（第1の実施形態）

図1に、本発明の第1の実施形態に係る分散アンテナシステムの概要を示す。複数のアンテナ部1-1～1-6が分散して、つまり互いに距離を隔て構造的に独立に配置されている。これらのアンテナ部1-1～1-6は、集中制御部17により制御される。アンテナ部1-1～1-6と集中制御部17との間は、制御用の線路6で接続されている。

【0019】

制御用線路6はアンテナ部1-1～1-6が送受する信号の伝達、アンテナ部1-1～1-6の内部に設けられる増幅器や、場合によってはさらに周波数変換器、A/D変換器およびD/A変換器などの制御のための信号の伝達、電源供給などを行うためのものである。制御用線路6としては、同軸線路などの電気ケーブルを利用してもよいし、光/電気変換器をアンテナ部1-1～1-6や集中基地局17に挿入することにより、光ケーブル（光ファイバ）を用いてもよい。また、制御用線路6を通じてのアンテナ部1-1～1-6と集中制御部17との間の信号のやりとりは、無線周波数（RF）帯、中間周波数（IF）帯およびベースバンド（BB）帯のいずれでも構わない。

【0020】

アンテナ部1-1～1-6は、破線で示されるようにそれぞれがカバーするエリア、すなわち各アンテナからの電波の照射領域、または各アンテナで受信可能な電波の到来領域（以下、個別サービスエリアという）A1～A6が一部で重複するように配置されている。例えば、図1の例ではアンテナ部1-1の個別サービスエリアA1とアンテナ1-2およびアンテナ1-3の個別サービスエリアA2、A3が一部で重複している。

10

20

30

40

50

【0021】

このようにアンテナ部 1 - 1 ~ 1 - 6 の個別サービスエリア A 1 ~ A 6 が一部で重なり合っていることにより、分散アンテナシステム全体の通信サービスエリア内にある端末 1 9 - 1 , 1 9 - 2 がそれぞれ複数のアンテナ部との間での電波の授受を可能としている。例えば、端末 1 9 - 1 ではアンテナ部 1 - 1 およびアンテナ部 1 - 2 との間で、同一周波数（チャンネル） f_1 で通信を行い、端末 1 9 - 2 ではアンテナ部 1 - 4 およびアンテナ部 1 0 5 との間で、同一周波数（チャンネル） f_2 で通信を行う。

【0022】

すなわち、端末 1 9 - 1 , 1 9 - 2 は常に二つ以上の複数のアンテナ部と通信が可能であるため、障害物等により電波経路が遮断された場合などでも通信が途切れることがなく、通信の信頼性を向上できる。また、後述するように同時に利用可能な複数のアンテナ部の励振条件を制御することにより、マルチパスやフェージングにより電波の信号強度変動がある場合にもダイバーシチによる対処が可能であり、移動通信応用としての効果は大きい。

10

【0023】

図 2 は、本実施形態に係る分散アンテナシステムのより具体的な構成を示している。 n 個のアンテナ部 1 - 1 ~ 1 - n には、アンテナ 2、送受切換スイッチ 3、受信増幅部 4 および送信増幅部 5 が内蔵され、これらの要素が構造的に一体化されている。これらのアンテナ部 1 - 1 ~ 1 - n は、図 1 に示したように互いに距離的に離して分散配置される。アンテナ部 1 - 1 ~ 1 - n の間隔は、通信システムの使用周波数帯や伝送レート、分散アンテナシステム全体の通信サービスエリアのサイズ等により変化するが、例えば数 1 0 m ~ 数 1 0 0 m というような値に設定される。アンテナ部 1 - 1 ~ 1 - n は、線路 6 により集中制御部 1 7 と接続される。

20

【0024】

なお、本実施形態では線路 6 として送信用と受信用を別個に設けているが、スイッチ等を用いることにより、送受共用の線路を用いることもできる。

集中制御部 1 7 には、送信スイッチ 7、受信スイッチ 8、送信ビーム形成回路（送信 B F N）9 , 1 2、受信ビーム形成回路（受信 B F N）1 0 , 1 1、送信部 1 3 , 1 4、受信部 1 5、1 6 および制御部 1 8 が設けられている。以下、集中制御部 1 7 の受信時および送信時の動作について説明する。

30

【0025】

受信時には、まず受信スイッチ 8 にアンテナ部 1 - 1 ~ 1 - n から送信された信号が受信信号として入力される。受信スイッチ 8 では、ビーム形成のための所定の幾つかのアンテナ部の選択が行われ、その選択したアンテナ部から送信された信号が受信信号として複数の受信ビーム形成回路 1 1 , 1 2 に伝達される。

【0026】

受信ビーム形成回路 1 1 , 1 2 では、受信スイッチ 8 で選択されたアンテナ部に対して適当な励振条件が設定される。ここ、励振条件とは受信時の励振振幅および励振位相であり、それぞれ受信信号に対する振幅および位相の重み付けである。このような励振条件の設定により、受信ビーム形成回路 1 1 , 1 2 の出力で見ると、特定の受信ビームパターンを形成したり、特定方向へ受信ビームを向けたり、あるいはフェージング対策としての切換ダイバーシチ機能や合成ダイバーシチ機能を持たせることができる。

40

【0027】

受信ビーム形成回路 1 1 , 1 2 からの出力は受信部 1 5 , 1 6 へそれぞれ伝達され、これらの受信部 1 5 , 1 6 により受信信号の同期、復調、検波および復号などが行われる。

【0028】

一方、送信時には、送信部 1 3 , 1 4 により出力された送信信号が送信ビーム形成回路 9 , 1 0 へそれぞれ入力され、所定のアンテナ部に対する励振条件が設定される。次に、送信スイッチ 7 により所定の幾つかのアンテナ部が選択され、その選択したアンテナ部へ送信部 1 3 , 1 4 から出力された送信信号が送信ビーム形成回路 9 , 1 0 を経由して伝達さ

50

れる。

【 0 0 2 9 】

ここで、励振条件とは送信時の励振振幅および励振位相であり、それぞれ送信信号に対する振幅および位相の重み付けである。このような励振条件の設定により、選択されたアンテナ部によって特定の送信ビームパターンを形成したり、特定方向へ送信ビームを向けたり、あるいはフェージング対策としての切換ダイバーシチ機能や合成ダイバーシチ機能を持たせることができる。

【 0 0 3 0 】

集中制御部 1 7 の内部の制御は、制御部 1 8 により行われる。すなわち、制御部 1 8 では受信部 1 5 , 1 6 で受信された信号の情報および送信部 1 3 , 1 4 から送信する信号の情報に基づいて、送信ビーム形成回路 9 , 1 0 および受信ビーム形成回路 1 1 , 1 2 への励振条件の設定、送信スイッチ 7 および受信スイッチ 8 でそれぞれ選択するアンテナ部の設定等の制御が行われる。

10

【 0 0 3 1 】

次に、図 3 を用いて図 2 中の送信ビーム形成回路 9 , 1 0 および受信ビーム形成回路 1 1 , 1 2 の具体的な構成例について説明する。

図 3 (a) に示す送信ビーム形成回路においては、送信部 1 3 または 1 4 からの送信信号が分配器 3 2 により複数の重み付け器 3 1 に分配され、振幅および位相の重み付けが行われる。ここで、振幅および位相の重み付けとは、信号の振幅および位相成分を可変することである。

20

【 0 0 3 2 】

一方、図 3 (b) に示す受信ビーム形成回路においては、受信スイッチ 8 からの受信信号が複数の重み付け器 4 1 に入力され、同様に振幅および位相の重み付けが行われた後、加算器 4 2 で合成される。重み付け器 3 1 , 4 1 での重み付け量は、図 2 中の制御部 1 8 により制御される。

【 0 0 3 3 】

送信および受信ビーム形成回路 9 , 1 0 , 1 1 , 1 2 がデジタル信号処理回路の場合には、重み付け器 3 1 , 4 2 は演算処理により容易に実現できる。送信および受信ビーム形成回路 9 , 1 0 , 1 1 , 1 2 がアナログ回路の場合には、振幅については可変減衰器や可変増幅器のような可変利得回路、位相については可変移相器などをそれぞれ用いて重み付けを行うことができる。

30

【 0 0 3 4 】

上述した本実施形態によると、以下のような効果を得ることができる。

(1) 集中制御部 1 7 の送信時および受信時に、送信スイッチ 7 および受信スイッチ 8 によりアンテナ部 1 - 1 ~ 1 - n のうちの任意の 1 以上のアンテナ部をそれぞれ選択し、選択したアンテナ部に対して任意の励振条件を設定することができる。

このため、通信時の状況に応じて必要なアンテナ部のみを選択し、端末などの通信相手に対して最も効率的なビーム形成が可能になる。すなわち、ビームの方向をユーザ端末の方向へ向けたり、ビームパターンを成形して干渉波成分を抑圧することが可能となり、特に移動通信の基地局アンテナシステムとして有効である。

40

【 0 0 3 5 】

(2) 従来 of 全てのアンテナを用いる方式では、不要なアンテナを使用することによって、不要な方向へ電波を放射して第三者に対して干渉させたり、不要な方向にビームを形成することにより、不要干渉波を受信してしまうという問題があったが、本実施形態によれば必要なアンテナ部のみを使用して送受信を行うことにより、これらの問題点が解決され、耐干渉波対策として、また基地局単体として、システム全体としても利点が多い。

【 0 0 3 6 】

(3) 一つの集中制御部 1 7 に複数のビーム形成回路を設けることによって、複数の独立したビームを同時に形成することができるため、多数のユーザ端末に対して独立の制御を行っても、コストが増加することがなく、実用的である。

50

【0037】

(4) 送信ビーム形成回路9, 10と受信ビーム形成回路11, 12を別個に設けることにより、同一ユーザ端末に対する通信を行う場合にも、送信ビームと受信ビームを独立に制御することができる。通常、移動通信では送信と受信で時間差があったり、周波数の違いがあるため、電波伝搬環境が送受で異なることが多いが、そのような場合にも良好な通信が実現できる。

【0038】

なお、本実施形態ではアンテナ部1-1~1-nにおいて送受切換スイッチ3によりアンテナ2を送受共用とした場合について説明したが、送受切換スイッチ3に代えてサーキュレータなどを用いてもよい。また、送受で使用する周波数帯が異なる場合には、分波器やフィルタを用いて送受の信号の分離を行うようにしてもよい。さらに、アンテナを送受別個に用意して、各アンテナ部1-1~1-n内に構造的に組み込んでよい。

【0039】

(第2の実施形態)

図4に、本発明の第2の実施形態に係る分散アンテナシステムの構成を示す。本実施形態は、アンテナ部1-1~1-nと集中制御部17との間の信号のやりとりを光伝送で行うようにした点が第1の実施形態と異なる。

【0040】

すなわち、本実施形態ではアンテナ部1-1~1-nにおいて、受信増幅部4の出力側に増幅した受信信号を光信号に変換して出力する電気-光変換器(E/O変換器)51が設けられ、送信増幅部5の入力側に集中制御部17から伝達された光信号を電気信号に変換する光-電気変換器(O/E変換器)52が設けられている。

【0041】

一方、集中制御部17においては、受信スイッチ8の入力側にアンテナ部1-1~1-nから伝達された光信号を電気信号に変換するO/E変換器54が設けられ、送信スイッチ7の出力側に電気信号を光信号に変換してアンテナ部1-1~1-nへ伝達するE/O変換器55が設けられている。

【0042】

そして、E/O変換器51とO/E変換器54間、O/E変換器52とE/O変換器55間はそれぞれ光ファイバ53によって接続されている。

本実施形態によると、アンテナ部1-1~1-nと集中制御部17との間の信号のやりとりに光伝送を用いることにより、アンテナ部1-1~1-nと集中制御部17の間の距離を大きく離れた場合においても、同軸ケーブルなどの電気ケーブルを用いた場合に比較して低損失で信号を伝送できるという利点がある。

【0043】

また、光ファイバ53を用いた場合、電気ケーブルに比較してケーブル敷設費用が安価で済み、システム全体の低コスト化が図られるという利点もある。

(第3の実施形態)

次に、図5を用いて本発明の第3の実施形態に係る分散アンテナシステムについて説明する。

本実施形態の分散アンテナシステムは基本的に第1の実施形態と同様であり、複数のアンテナ部21~26が分散して配置され、集中制御部20により制御される。アンテナ部21~26と集中制御部20の間は制御用の線路27で接続されている。

【0044】

第1の実施形態では、アンテナ部1-1~1-6の個別サービスエリアを予め規定した状況を示したが、本実施形態ではアンテナ部21~26の個別サービスエリアを集中制御部20からの制御により設定できるようになっている。この場合、分散アンテナシステムの具体的な構成は図2と同様になるが、アンテナ部21~26の個別サービスエリアを集中制御部20からの制御により設定できるようにするために、アンテナ部が同一周波数の信号を送受信可能であることが必要になる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

このような構成により、図 5 に示すようにアンテナ部 2 1 では周波数 f_0 で送信し、他の全てのアンテナ部 2 2 , 2 3 , 2 4 , 2 5 , 2 6 では周波数 f_0 の信号を受信することができる。そして、アンテナ部 2 1 から送信した信号の受信強度を他のアンテナ部 2 2 , 2 3 , 2 4 , 2 5 , 2 6 で測定することができ、その強度からアンテナ部 2 1 の個別サービスエリアを把握することができる。

【 0 0 4 6 】

本実施形態によると、アンテナ部 2 2 , 2 3 , 2 4 , 2 5 , 2 6 の個別サービスエリアを集中制御部 2 0 からの制御により決定することができる。実用上、電波の到達範囲は、建物の反射の影響や周波数、偏波などの様々のパラメータにより変化するため、アンテナ部 2 2 , 2 3 , 2 4 , 2 5 , 2 6 の個別サービスエリアを厳密に設定することは多大な困難があるが、本実施形態では個別サービスエリアを実測により認識できるので、分散アンテナシステム全体の通信サービスエリア設計の上で効果が大きい。特に、時間帯によって電波伝搬環境が変化するような場合にも、個別サービスエリアの実測を定期的に行うことにより、より良好な通信サービスエリア設計が可能になる。

【 0 0 4 7 】

また、本実施形態は周波数有効利用の点からも効果は絶大である。すなわち、本実施形態によればある一つのアンテナ部から送信した信号の受信強度を他のアンテナ部で受信して測定することで、異なる二つのアンテナ部間のアイソレーションが把握できる。

【 0 0 4 8 】

こうして求められたアイソレーションの値をある基準値と比較し、基準値以上（言い換えれば、二つのアンテナ部間の相互結合量がある基準値以下）であれば、これら二つのアンテナ部で同一周波数を用いてユーザ端末との通信を行っても、それらの通信は互いに干渉しないことになり、周波数の繰り返し利用ができることになる。本実施形態によると、このような同一周波数利用のための周波数（チャンネル）配置を最も高い利用効率で設計することができ、周波数の有効利用を図ることができる。

【 0 0 4 9 】

次に、図 6 に示すフローチャートを用いて、本実施形態における制御手順の具体例について説明する。なお、この制御手順は集中制御部 2 0 において実行される。

【 0 0 5 0 】

まず、送信するアンテナ部を選択する（ステップ S 1）。送信するアンテナ部はただ一つでも、複数であっても構わない。送信するアンテナを複数個用いる場合には、それらの各アンテナ部の励振条件（励振振幅と励振位相）が分散アンテナシステム全体の合成指向性を変化させる要因となるので、それらの励振条件を把握しておき、場合によっては記憶保持しておくようにする。

【 0 0 5 1 】

次に、送信用として選択したアンテナ部から所定の励振条件、周波数により送信を行うように制御を行う（ステップ S 2）。

次に、受信すべきアンテナ部を選択し（ステップ S 3）、ステップ S 2 で送信された周波数成分が受信できるように、選択したアンテナが受信を行うように制御を行う（ステップ S 4）。

【 0 0 5 2 】

そして、ステップ S 4 で受信された信号の受信レベル（電界強度または電力）をモニタする（ステップ S 5）。

上述したステップ S 1 ~ S 5 の制御手順によって、各アンテナ部の個別サービスエリアを集中制御部 2 0 の制御により認識でき、実用上有効な各アンテナ部の個別サービスエリアを厳密に設定することができる。また、時間帯によって電波伝搬環境が変化するような場合にも、ステップ S 1 ~ S 5 の手順を定期的に行うことにより、容易に対応できる。さらに、周波数の有効利用という点からも、同一周波数利用のための周波数（チャンネル）配置を最も高い利用効率で設計することができるため、その効果は大きい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

図 6 の制御手順においては、ステップ S 5 で得られた受信レベルのモニタ結果から、各アンテナ部間の相互結合量を計算する（ステップ S 6）。この計算はデジタル演算により容易に可能である。そして、この相互結合量をメモリに記憶する（ステップ S 7）。

例えば、送信するアンテナ部がただ一つの場合には、表 1 に示すように送信するアンテナ部と受信する各アンテナ部間の相互結合量をメモリに記憶する。

【 0 0 5 4 】

【表 1】

		受信するアンテナ部			
		アンテナA	アンテナB	アンテナC
送信するアンテナ部	アンテナA	 	- 1 0 d B	2 0 d B	
	アンテナB	- 1 0 d B	 	- 3 0 d B	
	アンテナC	- 2 0 d B	- 3 0 d B	 	
	：				
：					

10

20

【 0 0 5 5 】

表 1 の例では、アンテナ部 B が送信を行った場合、アンテナ部 B とアンテナ部 A との相互結合は大きい（ $- 1 0 \text{ dB}$ ）、アンテナ部 B とアンテナ部 C との相互結合量は小さい（ $- 3 0 \text{ dB}$ ）ということになる。ここで、アンテナ部間の相互結合量が $- 3 0 \text{ dB}$ 以下のとき互いに干渉しないという条件であれば、アンテナ部 B とアンテナ部 C は同一周波数を共用しても相互干渉がなく、周波数の共用が可能であると判断できる。

【 0 0 5 6 】

一方、複数のアンテナ部が同時に送信を行う場合には、例えば表 2 に示すように、送信に用いているアンテナ部とその励振条件（励振振幅と励振位相）および受信するアンテナ部の受信レベルをメモリに記憶する。

30

【 0 0 5 7 】

【表 2】

	送信するアンテナ部と励振分布 (振幅<位相)					受信するアンテナ部と受信レベル				
	アンテナA	アンテナB	アンテナC	アンテナD		アンテナA	アンテナB	アンテナC	アンテナD	
1	0dB / 0°	- 3dB / 90°	使用せず	使用せず	...			- 10dB	- 30dB	...
2	- 3dB / 0°	0dB / -90°	使用せず	使用せず	...			- 8dB	- 33dB	...
3	使用せず	0dB / 0°	- 2dB / 100°	使用せず	...	- 10dB			- 30dB	...
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

【 0 0 5 8 】

表 2 によると、アンテナ部 A とアンテナ部 B が同時に送信を行う場合、これらのアンテナ部 A およびアンテナ部 B の励振条件を 1、2 と変化させたとき、アンテナ部 C との結合は大きい (- 10 dB または - 8 dB)、アンテナ部 D との結合は小さい (- 30 dB または - 33 dB) ことが分かり、アンテナ部 A とアンテナ部 B を同時に送信アンテナと使用している場合において、アンテナ部 A およびアンテナ部 B とアンテナ部 D を同一周波数

10

20

30

40

50

で利用しても、互いに干渉し合わないことが分かる。

【0059】

以上のような手順により、アンテナ部間の結合量および相互干渉の有無を常に記憶しておくことができる。従って、実際に通信を行い、周波数やチャネルを割り当てる際に、この記憶結果に基づいて、干渉しないアンテナ部については同一の周波数およびチャネルを割り当てるという操作が可能となる。従って、周波数を繰り返し使用することが可能となり、周波数の有効利用の面でその効果は大きい。

【0060】

別の観点からは、一つの集中制御部を基地局とした通信システムにおいて、より多くのユーザ端末を同時に収容することができることになり、通信の混雑緩和などの点でも効果が大きい。

10

【0061】

なお、本実施形態の制御手順は種々の変更が可能であり、例えばメモリに記憶する相互結合量を定期的に更新してもよい。このようにすると時間帯などにより変化する電波伝搬環境に応じて最適な周波数割り当てができる利点がある。

【0062】

また、実測した相互結合量に基づいて、互いに干渉し合わないアンテナ部の組み合わせを選択してアンテナ群を構成してもよい。この場合、あるアンテナ群はただ一つのアンテナ部のみで構成されることもあり得る。互いに干渉し合わないための条件は、相互結合量がある所定の値以下となることにより判断できる。

20

【0063】

このような構成にすることにより、アンテナ群同士が互いに干渉し合わないようにすることができる。この場合、アンテナ群を構成するアンテナ部に与える励振条件を変えても、アンテナ群同士が干渉しないことには変わりがないことが特徴である。

【0064】

このようにすることで、同一周波数を割り当てる単位をアンテナ群にすることができる。このアンテナ群については、励振条件により合成指向性を制御することができるので、単にエリア内にビームを照射するだけでなく、特定方向に利得を上げたり、妨害波方向に零点(ヌル)をつくるようなパターン成形を行うことが可能であり、端末とアンテナ部間の通信回線の品質向上に有効である。

30

【0065】

(第4の実施形態)

次に、本発明の第4の実施形態を説明する。

本実施形態では、上述した第3の実施形態で説明した制御手順において、相互干渉のない複数のアンテナ部を見出した後、それらのアンテナ部に対して同一の使用周波数を与えることにより、集中制御部がカバーするエリア内を細分化して、同一周波数の繰り返し利用率を上げるようにしたものである。

【0066】

図7は、本実施形態に適した通信システムの一形態として、高速道路などの自動車道路において運転者に有益な情報を与えるための、所謂ITS(Intelligent Transformation System)に本発明を適用した例を示している。このITSは、将来のAHS(Automatic Highway System)の基本となるシステムでもある。

40

【0067】

ITSが対象とする自動車道路のようにカバレッジエリアが細長い場合、図7に示すように道路に沿って複数のアンテナ部61~66を配置し、アンテナ部61と62によりアンテナ群A、アンテナ部63と64によりアンテナ群B、アンテナ部65と66によりアンテナ群Cを形成する。

【0068】

ここで、アンテナ群Aとアンテナ群Cが互いに干渉し合わないアンテナ部の組み合わせであると仮定すると、これらのアンテナ群Aとアンテナ群Cは通信に同一周波数(f_1)を

50

利用できる。道路沿線上においてこのような周波数繰り返しができるば、周波数資源をアンテナ群の半数に相当する倍数だけ繰り返し利用でき、周波数有効利用の観点から効果は大きい。

【0069】

また、図7の例においてアンテナ群を構成するアンテナ部の組み合わせを時間経過と共に変化させてもよい。アンテナ群を構成するアンテナ部の組み合わせの選択は、その都度先のように相互結合量を測定し、それに基づいて行ってもよいし、メモリに記憶した相互結合量により選択の仕方を決めてもよい。このような場合、ユーザ端末の移動に伴いアンテナ群のカバーするエリアを変化させ、追従させることも可能である。こうするとユーザ端末の移動に対してハンドオーバー等の制御が不要となり、制御を簡単化することができる。

10

【0070】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば以下に列挙する効果が得られる。

(1) 通信時の状況に応じて必要なアンテナ部のみを選択して移動端末などのユーザ端末に対し効率的なビーム形成が可能となり、また干渉波成分の抑圧も可能となる。すなわち、不要なアンテナを使用することによる不要な方向へ電波を放射して第三者に対して干渉させたり、不要な方向にビームを形成することにより、不要干渉波を受信してしまうという問題が解消され、マルチパスやフェージングが存在する移動通信環境においても良好な通信回線を維持することが可能となる。

【0071】

20

(2) 複数個の送信ビームまたは受信ビームを形成可能とすることにより、コスト的な負担を最低限に抑えつつ多数のユーザ端末が独立に同時に通信を行うことができる。

【0072】

(3) アンテナ部の選択とビームの形成を送信と受信で別々に独立して行うようにすることにより、送信と受信との時間差や周波数の違いにより電波伝搬環境が送受で異なる移動通信においても、同一端末の通信に際して送信ビームと受信ビームを独立に制御することにより、通信を良好に行うことができる。

【0073】

(4) 送信ビームと受信ビームを同一周波数で形成し、送信ビームが形成された送信側アンテナ部から送信され受信ビームが形成された受信側アンテナ部により受信された信号の受信レベルをモニタすることにより、時間帯によって電波伝搬環境が変化するような状況下でも、各アンテナ部の個別サービスエリアを認識でき、それに基づき実用上有効な個別サービスエリアの設定が可能となり、さらに同一周波数利用のための周波数配置を最も高い利用効率で設計することができるため、周波数の有効利用の面で大きな効果が得られる。

30

【0074】

(5) モニタした受信レベルに基づいて送信側アンテナ部と受信側アンテナ部間の相互結合量を求めて記憶しておき、これに基づいて実際の通信のために周波数やチャネルを割り当てる際に、干渉しないアンテナ部については同一の周波数およびチャネルを割り当てるといった操作を行うことにより、周波数の繰り返し使用が可能となり、周波数の有効利用の面でさらに効果が大きい。

40

【0075】

また、別の観点からは一つの集中制御部を基地局とした通信システムにおいて、より多くのユーザ端末を同時に収容することができ、通信の混雑緩和に効果がある。この場合、記憶した相互結合量を定期的に更新するようすれば、時間帯などにより変化する電波伝搬環境に応じて最適な周波数割り当てが可能である。

【0076】

(6) 送信側アンテナ部および受信側アンテナ部として、相互結合量が所定値以下となる少なくとも一つのアンテナ部をそれぞれ選択することにより、複数のアンテナ群を形成させることで、複数のアンテナ群を独立に制御することが可能となり、アンテナ群同士の結

50

合を小さくすることもでき、また各アンテナ群を同一周波数で動作させるようにすれば、同一周波数で異なるビームを形成して、ビーム間のアイソレーションを十分に確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る分散アンテナシステムの概要を示す図

【図 2】同実施形態に係る分散アンテナシステムのより具体的な構成を示す図

【図 3】同実施形態における送信ビーム形成回路および受信ビーム形成回路の構成例を示す図

【図 4】本発明の第 2 の実施形態に係る分散アンテナシステムの構成を示す図

【図 5】本発明の第 3 の実施形態に係る分散アンテナシステムの概要を示す図

10

【図 6】同実施形態における制御手順を示すフローチャート

【図 7】本発明の第 4 の実施形態に係る分散アンテナシステムの概要を示す図

【図 8】従来の分散アンテナシステムの概要を示す図

【符号の説明】

1 - 1 ~ 1 - 6 , 2 1 ~ 2 6 , 6 1 ~ 6 6 ... アンテナ部

1 7 , 2 0 ... 集中制御部

1 9 - 1 , 1 9 - 2 ... 端末

6 , 2 7 ... 線路

2 ... アンテナ

3 ... スイッチ

20

4 ... 受信増幅部

5 ... 送信増幅部

7 ... 送信スイッチ

8 ... 受信スイッチ

9 , 1 0 ... 送信ビーム形成回路

1 1 , 1 2 ... 受信ビーム形成回路

1 3 , 1 4 ... 送信部

1 5 , 1 6 ... 受信部

1 8 ... 制御部

3 1 ... 重み付け器

30

3 2 ... 分配器

4 1 ... 重み付け器

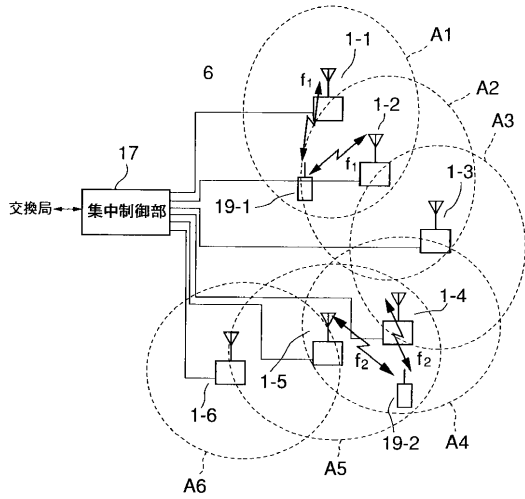
4 2 ... 加算器

5 1 , 5 5 ... E / O 変換器

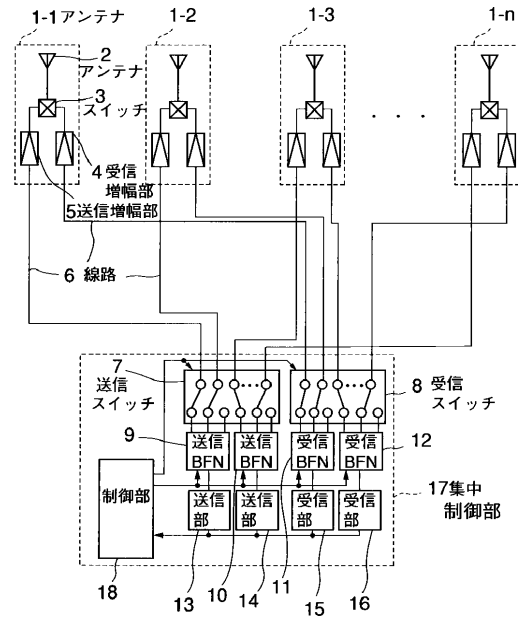
5 2 , 5 4 ... O / E 変換器

5 3 ... 光ファイバ

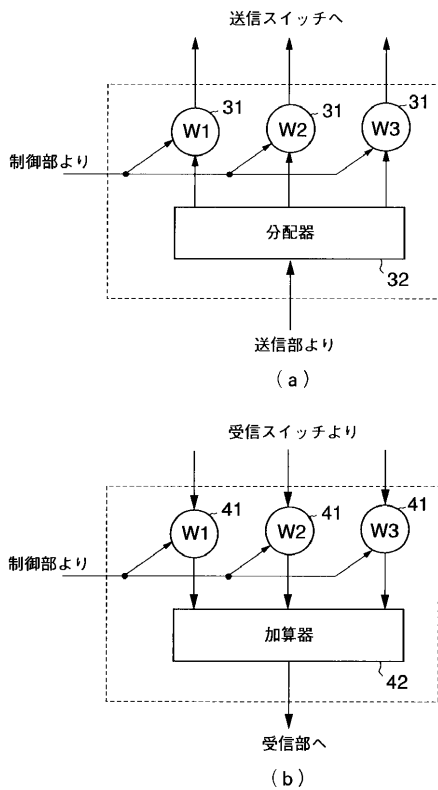
【 図 1 】



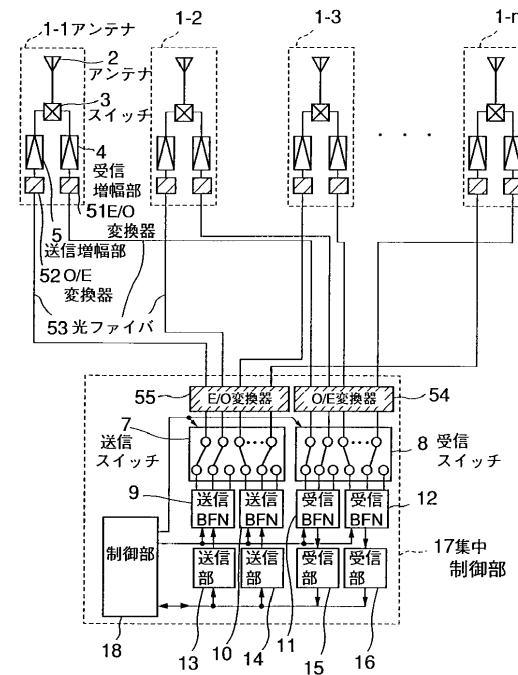
【 図 2 】



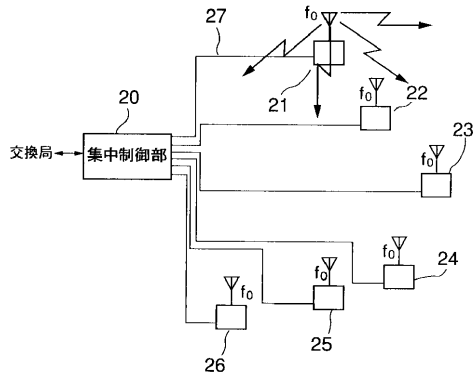
【 図 3 】



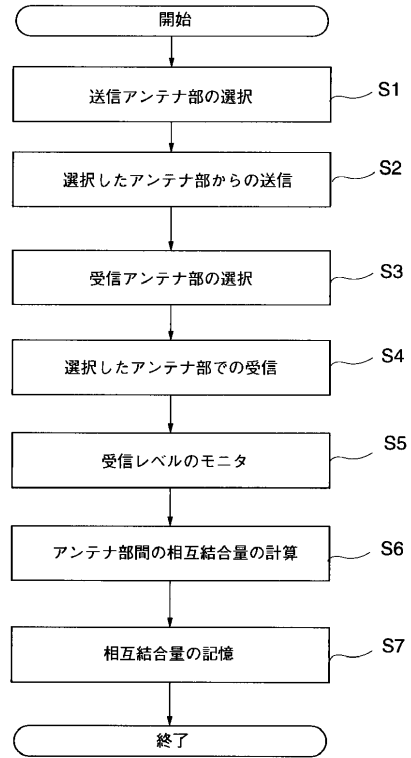
【 図 4 】



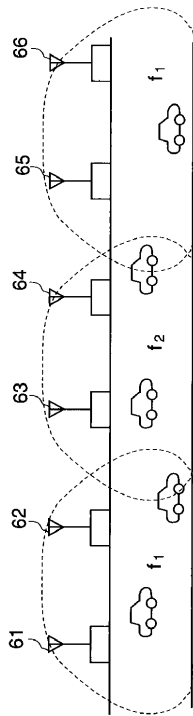
【 図 5 】



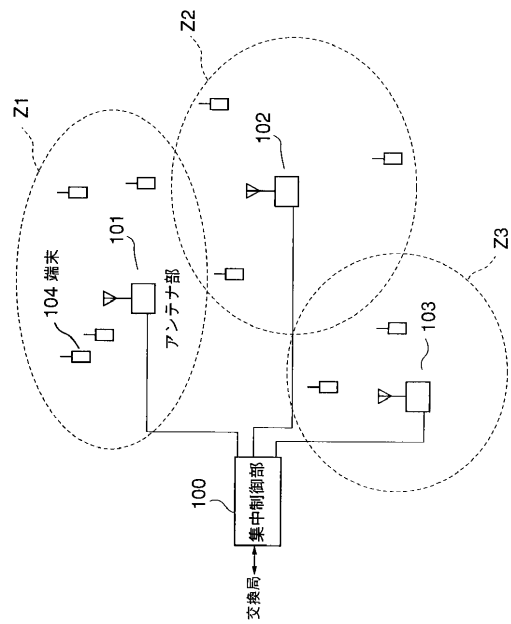
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 庄木 裕樹

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

審査官 望月 章俊

(56)参考文献 特開平07-087011(JP,A)

特開平09-074375(JP,A)

特開平07-007764(JP,A)

特開平10-013924(JP,A)

特表平10-502513(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B7/24-7/26

H04Q7/00-7/38