

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-503261
(P2010-503261A)

(43) 公表日 平成22年1月28日(2010.1.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 Q 1/50 (2006.01)	HO 1 Q 1/50	5 J 0 4 6
HO 4 B 1/18 (2006.01)	HO 4 B 1/18 A	5 K 0 2 2
HO 4 B 7/04 (2006.01)	HO 4 B 7/04	5 K 0 5 9
HO 4 J 99/00 (2009.01)	HO 4 J 15/00	5 K 0 6 2

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2009-526569 (P2009-526569)
 (86) (22) 出願日 平成19年9月5日(2007.9.5)
 (85) 翻訳文提出日 平成21年5月1日(2009.5.1)
 (86) 国際出願番号 PCT/SE2007/000776
 (87) 国際公開番号 W02008/030165
 (87) 国際公開日 平成20年3月13日(2008.3.13)
 (31) 優先権主張番号 0601822-0
 (32) 優先日 平成18年9月5日(2006.9.5)
 (33) 優先権主張国 スウェーデン(SE)
 (31) 優先権主張番号 60/842,238
 (32) 優先日 平成18年9月5日(2006.9.5)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

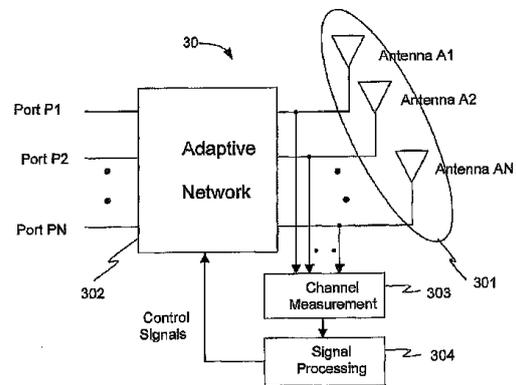
(71) 出願人 502087507
 ソニー エリクソン モバイル コミュニ
 ケーションズ, エービー
 スウェーデン国, 221 88 ルンド
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナシステム及びアンテナシステムを動作させる方法

(57) 【要約】

アンテナシステム(30)は、2つ以上のアンテナ(301)とインピーダンスマッチングネットワーク(302)とを備える。アンテナシステム(30)のアンテナ(301)は、例えば $\lambda/2$ 以下の距離で互いに近接して離間して配される。 λ は信号の波長である。適応性のあるネットワーク(302)は、アンテナ(301)が共に近接して配置されることによる結合に起因する任意の性能劣化を考慮及び/又は低減するように構成される。更に本発明は、アンテナシステム(30)において使用するための方法に関する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のアンテナ(301)及びインピーダンスマッチングネットワーク(302)を備えるアンテナシステム(30)であって、前記インピーダンスマッチングネットワーク(302)は適応性を有していることを特徴とするアンテナシステム(30)。

【請求項 2】

前記アンテナのうち少なくとも2つは、結合されるように所定の距離だけ離間して配されており、前記インピーダンスマッチングネットワーク(302)は、前記結合に対して適応性を有していることを特徴とする請求項1に記載のアンテナシステム(30)。

【請求項 3】

を信号の波長とした場合、前記少なくとも2つのアンテナは、 $\lambda/2$ 以下の距離で離間して配されていることを特徴とする請求項2に記載のアンテナシステム(30)。

【請求項 4】

前記インピーダンスマッチングネットワーク(302)は、前記複数のアンテナ(301)間の結合に起因する任意の性能劣化を低減するように構成されていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のアンテナシステム(30)。

【請求項 5】

受信信号から少なくとも1つのチャネルパラメータを推定するチャネル測定手段(303)と、

前記アンテナシステム(30)の少なくとも1つの事前定義済みパラメータと前記少なくとも1つのチャネルパラメータとに基づいて制御信号を生成する信号処理手段(304)と、を備え、

前記インピーダンスマッチングネットワーク(302)は、前記制御信号に応じて制御されることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のアンテナシステム(30)。

【請求項 6】

前記少なくとも1つのチャネルパラメータは、開回路の相関を示す指標などの、前記チャネルの少なくとも1つの統計的指標であることを特徴とする請求項5に記載のアンテナシステム(30)。

【請求項 7】

請求項1乃至6のいずれか1項に記載のアンテナシステム(30)を備えることを特徴とする移動電話機。

【請求項 8】

複数のアンテナ(301)及びインピーダンスマッチングネットワーク(302)を有するアンテナシステム(30)を動作させる方法であって、前記インピーダンスマッチングネットワーク(302)により適応インピーダンスマッチングが実行されることを特徴とする方法。

【請求項 9】

前記アンテナシステム(30)は、結合されるように所定の距離だけ離間して配された少なくとも2つのアンテナを備えており、前記インピーダンスマッチングネットワークによる適応インピーダンスマッチングは、前記結合を考慮して実行されることを特徴とする請求項8に記載の方法。

【請求項 10】

受信信号から少なくとも1つのチャネルパラメータを推定する工程と、前記アンテナシステム(30)の少なくとも1つの事前定義済みパラメータと前記少なくとも1つのチャネルパラメータとに基づいて制御信号を生成する工程と、

前記制御信号に応じて前記インピーダンスマッチングネットワーク(302)を制御する工程と

を有することを特徴とする請求項8又は9に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明はいわゆるアンテナシステムに関するものである。特に、本発明は、複数のアンテナ及びインピーダンスマッチングネットワークを具備するアンテナシステムに関するものである。更に本発明は、複数のアンテナ及びインピーダンスマッチングネットワークを有するアンテナシステムを動作させる方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、無線通信システムでは、複数のアンテナシステムが非常に注目されている。一般に、そのようなアンテナシステムには、(i)スマートアンテナシステム又は適応アンテナシステムとして周知のシステム(送信又は受信システム)の一方で複数のアンテナを使用すること、及び(ii)多入力多出力(MIMO)システムとして周知のシステムの送信側/受信側の両方で複数のアンテナを使用することが含まれる。従来のスマートアンテナシステムは、機能面において優れている。これらの性能には、例えばビーム形成利得、ダイバーシティ利得及び混合除去機能が含まれ、これにより、セル有効範囲が拡張され且つ/又はサービスの品質が向上する。これらの機能に加え、MIMOシステムでは、更に送信及び受信アンテナの数により制限される最大数の非干渉チャネルを同時に送信する機能を提供することができる。その結果、無線データのスループットを、アンテナの数に対して潜在的に直線的に増加させることが可能である。

【0003】

従来技術において、MIMOシステムに対する複数の並列チャネルに加えてスマートアンテナシステムに対するダイバーシティ利得を取得するための必要条件は、種々のアンテナにおける受信信号が互いに可能な限り類似しないように、アンテナを十分に離間して配置することである。換言すると、信号間の相関が低いことが必要とされる。一般に、を信号の波長とした場合、 $\lambda/2$ を上回る距離だけ分離することが必要とされる。従って、移動基地局のアンテナは空間的に十分に分離されている。しかし、携帯電話機等の小さなサイズの移動端末の場合、端末の(最大)寸法は一般に $\lambda/2$ 以下である。従って、これは、アンテナ間の距離が $\lambda/2$ 以下となる可能性のある小さなサイズの移動端末に対しては実現可能なオプションとはならない。相関の問題とは別に、近接して離間されるアンテナは、互いに電磁的に強い相互作用を及ぼす可能性がある。その結果、アンテナ特性が変化する可能性があり、アンテナのインピーダンスの不整合が増加し、アンテナの出力における受信電力が減少する。更に、信号間の相関は更に相互結合により影響を受ける。

【0004】

図1は、従来の単一アンテナシステム10を示す。単一アンテナシステム10は、単一アンテナ101の入力インピーダンスが負荷回路102のインピーダンスに合うように動作させることが可能である。これは、理想的には無損失回路であるマッチングネットワーク103を使用して実行される。マッチングネットワーク103は、例えばアンテナ101と負荷回路102との間に接続される集中定数素子又は分布定数素子を具備していてもよい。従来技術においては、調整は1度のみ実行され、調整結果が所定のアンテナ101に対して設定される。

【0005】

適応インピーダンスマッチングは、近年、移動端末において注目されるようになってきている。そのような適応インピーダンスマッチングはマッチングネットワーク103に依存し、単一アンテナ101と負荷102との不整合を低減する。不整合の検出は、全てのマッチング可能点にわたりマッチングネットワーク103を変更し、受信電力(受信機の場合)又は反射電力(送信機の場合)を測定することにより実現される。最適なマッチングネットワークは、最大受信電力(受信機の場合)又は最小反射電力(送信機の場合)に対応するように構成される。主な目的は、アンテナインピーダンスを変更することによって隣接するオブジェクトに生じる不整合損失を低減することである。

【0006】

10

20

30

40

50

十分に離間したアンテナを有する複数アンテナシステムにおいて、一般に、相互結合は重要ではなく、単一アンテナマッチング技術は容易に適用できる。換言すると、そのようなシステムの場合、マッチングネットワークは、各々が図1に示す単一アンテナの例と同様にアンテナを負荷回路にマッチングさせる複数の分離された又は相互接続されないサブネットワークを具備する。一般に、複数のアンテナを含むアンテナシステム20に対するマッチングネットワークは図2の形式をとる。図2では、入力ポートP1、P2、...、PNとアンテナA1、A2、...、ANに接続された出力ポートとの間が相互接続される。複数ポート（又はマルチポート）ネットワーク（例えば、複数のアンテナ）が、単一ポート（又はアンテナ）ネットワークの複素共役マッチングへの拡張により、（マルチポートアンテナとマルチポート負荷との間の最大電力伝送に対して）完全にマッチングされることは、回路理論から周知である。インピーダンスの不整合がほとんど発生しないことに加え、無線信号が同じ確率で空間の全ての方向（3D）から送信される環境の場合には、アンテナ間の信号は相関しない。しかし、これは、一般に無線信号が異なる方向から不均一に送信される移動通信環境には当てはまらない。更に移動通信環境には、ユーザ等の近視野オブジェクト、並びに建物及び風景等の遠視野散乱体の双方が含まれる。従って、周知のアンテナマッチング技術は、移動通信環境において近接して離間した複数のアンテナに対して効率的なマッチングを提供することができない。

10

20

30

40

50

【0007】

その結果、複数のアンテナのうち、特にアンテナが共に近接して配置されるアンテナシステムにおいては、アンテナシステムの性能を向上させる必要性がある。

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

従って、本発明は、好ましくは従来技術における上記の識別された欠陥及び欠点の1つ以上を個々に又は任意に組み合わせる緩和、軽減又は削除する。

【課題を解決するための手段】**【0009】**

本発明の1つの面によると、複数のアンテナ及び適応性のあるインピーダンスマッチングネットワークを具備するアンテナシステムが提供される。

【0010】

アンテナのうち少なくとも2つは、結合されるように所定の距離だけ離間して配される。を信号の波長とした場合、少なくとも2つのアンテナは、例えば $\lambda/2$ 以下の距離に配される。更に、ネットワークは前記結合に対して適応性を有している。

【0011】

インピーダンスマッチングネットワークは、複数のアンテナ間の結合に起因する任意の性能劣化を低減するように構成される。

【0012】

アンテナシステムは、受信信号から少なくとも1つのチャネルパラメータを推定するチャネル測定手段と、アンテナシステムの少なくとも1つの事前定義済みパラメータと前記少なくとも1つのチャネルパラメータとに基づいて制御信号を生成する信号処理手段とを更に具備する。インピーダンスマッチングネットワークは、前記制御信号に応じて制御することが可能である。例えば、少なくとも1つのチャネルパラメータは、開回路の相関を示す指標のように、チャネルの少なくとも1つの統計的指標であってもよい。

【0013】

本発明の別の面によると、本発明の実施形態に係るアンテナシステムを具備する移動端末、例えば携帯電話機が提供される。

【0014】

本発明の更に別の面によると、複数のアンテナ及びインピーダンスマッチングネットワークを有するアンテナシステムを動作させる方法が提供され、当該方法にはネットワークにより実行される適応インピーダンスマッチングが含まれる。

【0015】

アンテナシステムは、結合されるように所定の距離だけ離間して配される少なくとも2つのアンテナを具備する。を信号の波長とした場合、当該距離は、例えば $\lambda/2$ 以下である。上記方法には、前記結合を考慮してインピーダンスマッチングネットワークを適応させる工程が含まれる。

【0016】

更に又はその代わりに、上記方法には複数のアンテナ間の結合に起因する任意の性能劣化を低減する工程が含まれる。

【0017】

更に上記方法には、受信信号から少なくとも1つのチャネルパラメータを推定する工程と、アンテナシステムの少なくとも1つの事前定義済みパラメータと前記少なくとも1つのチャネルパラメータとに基づいて制御信号を生成する工程と、前記制御信号に応じてネットワークを制御する工程とが含まれる。例えば、少なくとも1つのチャネルパラメータは、開回路の相関を示す指標のように、チャネルの少なくとも1つの統計的指標であってもよい。

10

【0018】

本発明の更に別の面によると、コンピュータ機能を有するコンピュータシステム上で実行される場合にコンピュータシステムに本発明の実施形態に係る方法を実行させるためのプログラム命令を含むコンピュータプログラムが提供される。コンピュータプログラムは、例えば記録媒体により格納されても、コンピュータメモリに格納されても、あるいは読み出し専用メモリに格納されてもよく、また、電気搬送波信号で搬送されてもよい。

20

【0019】

本発明の更なる実施形態は、従属請求項で規定される。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は、単一アンテナを含む従来のアンテナシステムを示すブロック図である。

【図2】図2は、複数のアンテナを含む従来のアンテナシステムを示すブロック図である。

【図3】図3は、複数のアンテナ及びインピーダンスマッチングネットワークを有するアンテナシステムの一実施形態を示すブロック図である。

30

【図4】図4は、アンテナから見て負荷 Z_L が等価荷重（カスケード接続のマッチングネットワーク+負荷）を表す場合、各々が等価荷重 Z_L を有する2つの受信アンテナの回路モデルを示すブロック図である。

【図5】図5は、 R_L 及び X_L （単位はオーム）の負荷インピーダンスマッチング時の平均容量のばらつき（単位はビット/秒/Hz）を示す等高線グラフである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下に説明する実施形態は、最適な形態を開示し、当業者が本発明を実行できるようにしたものである。実施形態の種々の特徴は、以下に説明する以外の方法で組み合わせることもできる。本発明は、多くの種々の形態で実施されてもよく、本明細書で説明する実施形態に限定されるものではない。それらの実施形態が提供されることにより、本開示が完璧で完全なものとなり且つ本発明の範囲が当業者に完全に理解されるようになる。本発明は、添付の請求の範囲によってのみ限定される。

40

【0022】

アンテナシステムの一実施形態を以下に説明する。一般にアンテナシステムは、複数のアンテナ及びインピーダンスマッチングネットワークを具備する。インピーダンスマッチングネットワークは適応性を有している。

【0023】

アンテナシステムは、2つ以上のアンテナを具備する。2つ以上のアンテナは、結合されるように所定の距離（互いに対して）だけ離間して配される。アンテナは、例えば $\lambda/2$

50

2以下の距離だけ離間して配されてもよい。適応インピーダンスマッチングネットワークは、前記結合に関して適応性を有する。例えば適応インピーダンスマッチングネットワークは、複数のアンテナ間の結合（例えば、電磁的又は相互結合）に起因する任意の性能劣化を低減するように構成される。

【0024】

アンテナシステムは、受信信号から少なくとも1つのチャネルパラメータを推定するチャネル測定手段と、アンテナシステムの少なくとも1つの事前定義済みパラメータと前記少なくとも1つのチャネルパラメータとに基づいて制御信号を生成する信号処理手段とを具備する。適応インピーダンスマッチングネットワークは、前記制御信号に応じて制御することができる。

10

【0025】

例えば適応インピーダンスマッチングネットワークを使用することにより、複数のアンテナにおけるアンテナ間の結合（例えば、電磁的又は相互結合）が考慮され、特に環境の変化に応じて、複数のアンテナを有するアンテナシステムの性能を最適化する。

【0026】

特に複数のアンテナのうちアンテナが共に近接して配置され且つ相互結合がアンテナ間に存在するアンテナシステムにおいて、本発明の実施形態に係る適応インピーダンスマッチングネットワークを使用することにより、無線通信において複数のアンテナを有するアンテナシステムの性能が向上する。

20

【0027】

本発明の実施形態に係るアンテナシステムは、移動端末等のコンパクトなシステムにおいて使用するのに有益である。コンパクトなシステムにおいて、複数のアンテナを含むことは、一般に、アンテナ間の強力な電磁（又は相互）結合により環境に関係なく深刻な性能劣化を招くこととなる。

【0028】

特に本発明の実施形態に係るアンテナシステムは、複数ポート適応インピーダンスマッチングネットワークを利用することで、相互結合及び/又はアンテナから見た環境の変化に起因する性能劣化を低減する。複数アンテナシステムの性能は、単一アンテナシステムにも存在するインピーダンスの不整合に加え、受信信号間の相関にも依存する。従って、複数のアンテナに対して適応マッチングを応用することは、単一アンテナの場合の単純な拡張ではない。

30

【0029】

図3は、複数のアンテナ301及びインピーダンスマッチングネットワーク302を具備するアンテナシステム30の一実施形態を示している。インピーダンスマッチングネットワーク302は適応性を有する。環境内に散乱の原因となるオブジェクト（例えば、車、建物、道路標識）が存在するために、無線周波数（RF）信号は、複数の伝播経路を介して送信機（不図示）の送信アンテナから受信アンテナA1、A2、...、ANの集合301へと伝播する。送信アンテナと受信アンテナA1、A2、...、ANとの伝達関数は、各々が経路の長さ（又は遅延）、送信及び受信の方向、並びにドップラーシフト等の別個のパラメータを有する信号経路の関数である。全体の伝達関数は、送信アンテナ及び受信アンテナの全ての可能な対に対する全ての経路の合計であり、MIMOチャネル行列Hとして周知である。チャネル測定ユニット等のチャネル測定手段303は、受信信号から行列Hを抽出又は推定するように構成される。この動作は、例えばトレーニング信号を使用して定期的に行われる。信号処理ユニット等の信号処理手段304は、推定されたH及び受信アンテナの周知の特性（例えば、自己インピーダンス及び相互インピーダンスに関する特性）に基づいて、関心動作周波数帯域にわたり性能計測値に対して最適な複数ポートマッチングネットワークを生成するように構成されている。性能計測値は、例えば受信電力、相関及び/又は容量であってもよい。予測された最適なマッチングネットワークは、信号処理ユニット304からの制御信号を適用することにより適応マッチングネットワーク302において実現される。行列Hの測定又は推定は、制御信号により、伝達

40

50

関数が測定されているアンテナ以外の開回路（例えば、適応マッチングネットワーク 304 における）が全てのアンテナ 301 を一時的に切断することにより行われる。

【0030】

一実施形態によると、適応させるために H の瞬間推定値を使用してもよい。あるいは更に、H の統計値（例えば、種々の受信信号間の相関）を使用してもよい。統計値は、環境の統計値が安定していると考えられる時間間隔において、複数のチャンネル測定インスタンスにわたり取得される H の推定値から計算されてもよい。徐々に変化する環境において、チャンネル統計値、すなわち平均的な挙動に基づくそのような適応マッチングは、例えばより少ない情報で済み、且つより少ない頻度で実行できるため、適応手順に伴う計算的な労力を低減させるという利点がある。更にそのような適応マッチングは、推定エラーによる影響を低減させるために、より強固な性能を提供することができる。

10

【0031】

別の実施形態によると、以下に示すアンテナシステム 30 の完全な実現例において、適応マッチングネットワーク 302 は、アンテナポートから見て任意の $N \times N$ のインピーダンス行列を実現するように構成される。

【0032】

他の実施形態によると、実現可能なインピーダンス行列を制約する単純化された適応マッチングネットワーク 302 が利用されてもよい。例えば、マッチングネットワークは切り離されてもよい。すなわち、適応マッチングネットワーク 304 は、アンテナ A_j と対応するポート P_j との間に接続される各アンテナ A_j に対する別個のマッチングネットワークを具備しており、該別個のマッチングネットワーク間は相互接続されていない。

20

【0033】

更に、複雑さが低減されてもよい。例えば、チャンネル測定ユニット 303 は、チャンネル推定を制限してチャンネルの統計的指標である開回路の相関のみを生成するように構成されてもよい。性能計測値は、開回路の相関に基づいて、マッチングインピーダンスの関数として評価される。

【0034】

更に、マッチングネットワークが切り離される場合、すなわち各アンテナとその負荷とを接続するマッチング回路同士が相互接続されない場合、最適化は、適応マッチングネットワークの特定の回路の実現により与えられるマッチングインピーダンスの範囲において、信号処理ユニット 30 内の 2 次元格子を探索することにより実行されてもよい。最適化された解決策は、適切な制御信号により適応マッチングネットワーク 304 において実現される。本来、単一アンテナ適応マッチング用であった周知の回路は、適応マッチングネットワーク 10 の各アンテナ A_1 、 A_2 、 \dots 、 A_N に接続される別個のマッチングネットワークを実現するために使用される。

30

【0035】

適応マッチングシステムの利点の一例として、2 つの送信アンテナ及び 2 つの受信アンテナを含む単純な MIMO システムを以下に挙げる。一例として、全てのアンテナは、同一の半波長（すなわち、 $\lambda/2$ ）電気双極子である。移動基地局の送信アンテナが遠く隔てられており、相関しないと仮定する場合における下り送信について検討する。受信アンテナは、例えば 0.05λ だけ離間して移動端末上又は移動端末内にコンパクトに配置されているものとする。受信ダイポールアンテナの自己インピーダンス及び相互インピーダンスは、それぞれ $Z_{11} = 92.7 + j39.4$ 及び $Z_{12} = 91.1 + j17.8$ である。インピーダンスマッチングネットワークは、各アンテナに接続されたインピーダンス負荷 Z_L により表される。環境は、電圧 V_{oc1} 及び V_{oc2} で表され、それらの電圧が開放電圧時にはアンテナポート間電圧となる。受信アンテナの回路モデルは、図 4 で与えられる。

40

【0036】

周知のクロネッカーモデルのチャンネル行列は、以下のように形成される：

$$\mathbf{H} = \boldsymbol{\psi}_R^{1/2} \mathbf{H}_{iid} \quad (1)$$

式中、

$$\boldsymbol{\psi}_R = \begin{bmatrix} 1 & \alpha \\ \alpha^* & 1 \end{bmatrix}$$

は受信相関行列であり、 α は受信アンテナにおける開回路の相関であり、 $*$ は複素共役演算子であり、行列 \mathbf{H}_{iid} の要素はゼロ平均及び平均電力 1 を有する複素ガウスランダム変数である。開回路の相関は、開回路電圧から取得される。すなわち、

$$\alpha = E(V_{OC1} V_{OC2}^*) / \sqrt{E(|V_{OC1}|^2) E(|V_{OC2}|^2)} \quad (2)$$

送信機における同等の送信電力に対する 2×2 の MIMO システムの瞬間容量は、以下のように得られる：

$$C = \log_2 \det(\mathbf{I} + 2\gamma_{ref} \text{Re}(Z_{11}) \text{Re}(Z_L) Z^{-1} \mathbf{H} (Z^{-1} \mathbf{H})^H) \quad (3)$$

式中、

$$\mathbf{Z} = \left(Z_L \mathbf{I} + \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{12} & Z_{11} \end{bmatrix} \right)$$

\mathbf{I} は 2×2 の恒等行列であり、 $(\cdot)^H$ はエルミート転置演算子であり、 $\gamma_{ref} = 20 \text{ dB}$ 基準 SNR である。チャンネル行列は、送信アンテナ及び受信アンテナの双方に共役インピーダンスマッチングを有する単一アンテナシステムにおいて、平均受信電力に対して正規化される。

【0037】

ラプラス分布は、伝播環境に対して仮定される：

$$p(\phi) = c_1 \exp\left[-\sqrt{2}|\phi - \phi_0| / \sigma\right] / \sqrt{2\sigma} \quad (4)$$

$\phi_0 = 90^\circ$ (縦方向) 及び $\sigma = 15^\circ$ がそれぞれ分布の平均値及び標準偏差である場合、 c_1 は、方位角平面上の $p(\cdot)$ の積分が 1 となるような正規化因子である。

【0038】

適応マッチングシステムが機能するために、まず開回路の相関は、チャンネル測定ユニット 303 において式 (2) を使用してアンテナの開回路電圧から計算される。この例において、 $\alpha = 0.96 - j0.27$ である。値は信号処理ユニット 304 に渡され、そこで性能計測値、この例においては平均容量又はエルゴード容量がマッチング負荷インピーダンス Z_L に基づいて生成される。従来、平均容量は、例えば G. Alfano、A. M. Tulino、A. Iozano 及び S. Verdú による文献「Capacity of MIMO channels with one-sided correlation」 in Proc. ISSSTA, vol. 1, 515 ~ 519 ページ、Sydney, Australia, 8月30日 ~ 9月2日、30204 に記載の閉じた形の近似表現を使用して、式 (3) の瞬間容量から取得してもよい。負荷抵抗及びリアクタンスの負荷インピーダンス平面にわたる 2次元格子探索は、最大平均容量を見つけるために実行されてもよい。負荷インピーダンス平面にわたる平均容量の等高線グラフを図 5 に示す

10

20

30

40

50

。この場合の最大平均容量 (7 . 4 ビット / 秒 / H z) に対応する最適なマッチング負荷は、 $2 - j 2 2$ である。このマッチング点は、このマッチング条件を達成する制御信号を介して適応マッチングネットワークに中継される。

【 0 0 3 9 】

比較例として、この最適化平均容量は、自己インピーダンスマッチングとしても周知であるアンテナの自己インピーダンスのみに対する複素共役マッチング ($Z_L = Z_{11}^*$) を実行することにより取得される容量と比較される。図 5 に示すように、6 . 3 2 ビット / 秒 / H z の自己インピーダンスマッチング (で印がつけられる点) の最適な容量に対して、最適な容量 (* で印がつけられる点) は 7 . 4 ビット / 秒 / H z である。これは、提案された適応技術による 1 ビット / 秒 / H z を超える容量利得を示している。計測値の別の値は、容量 7 . 4 ビット / 秒 / H z を達成するために自己インピーダンスマッチングに必要とされる余分な信号電力により与えられる。これは、自己インピーダンスマッチングに対する容量が 7 . 4 ビット / 秒 / H z となるまで、基準 $S N R_{r e f}$ を増加することにより取得される。この例では、 > 3 d B の追加の電力が必要とされることが分かり、これは、適応処理による信号強度の 3 d B の利得に相当する。一般化された適応マッチングネットワークを利用する上述の完全な実現例から更に高い利得が期待できる。

10

【 0 0 4 0 】

時分割二重通信 (T D D) システムの場合と同様に、コンパクトな複数アンテナシステム (例えば、携帯電話機等の移動端末) が同一の送信及び受信周波数 (及びアンテナ) を共有する場合、受信機における上述の実施形態において使用される適応マッチングネットワークは、更に、送信信号を改善するために使用されうる。伝播チャネルは、送信アンテナから見た場合、並べて配置された受信アンテナによる伝播チャネルと同一であるからである。

20

【 0 0 4 1 】

本発明のいくつかの実施形態は、複数のアンテナを具備するアンテナシステムの性能を向上させる。特に、本発明のいくつかの実施形態は、複数のアンテナのうち、アンテナが共に近接して配置されており、且つ強度な電磁結合又は相互結合がアンテナ間に存在するアンテナシステムにおいて性能を改善することができる。

【 0 0 4 2 】

コンパクトなシステムにおいて、例えば携帯電話機等の移動端末において、本発明のいくつかの実施形態が使用されることは、それらの実施形態の利点を享受する。将来、よりコンパクトな移動端末となる傾向があるため、本発明のいくつかの実施形態は、期待されるコンパクトな移動端末において有利に利用される。

30

【 0 0 4 3 】

特に複数のアンテナを有し互いに近接してアンテナが配置されるアンテナシステムにおいて、本発明に係る上述の実施形態の応用例及び用途は種々あり、複数のアンテナを含むアンテナシステムを使用する全ての分野が含まれる。

【 0 0 4 4 】

特に指示のない限り、本明細書において使用される全ての用語 (技術科学用語を含む) は、本発明が属する技術の技術者により一般に理解される意味と同一の意味を有する。一般に使用される辞書において定義される用語等の用語は、関連技術の説明におけるそれらの用語の意味と一致する意味を有するものとして解釈されるべきであり、特に指示のない限り、理想化された意味又は過度に形式的な意味に解釈されないことは理解されよう。

40

【 0 0 4 5 】

本明細書において使用されるように、用語「最適化」は、ある点において向上された性能又は結果を達成することを意味するために使用される。従って、用語「最適」は、ある点において改善された性能又は改善された結果を意味するために使用される。最適化は、例えば受信電力、相関、容量、BER (ビット誤り率) 、FER (フレーム誤り率) 等に関する最適化を意味する。

【 0 0 4 6 】

50

本明細書において使用されるように、特に指示のない限り、単数形は複数形も含むものとする。用語「含む」及び/又は「具備する」は、本明細書において使用される場合、記載される特徴、数字、ステップ、動作、要素及び/又は構成要素の存在を特定するために利用されるが、1つ以上の他の特徴、数字、ステップ、動作、要素、構成要素及び/又はそれらの集合の存在又は追加を除外するものではないことは理解されよう。

【0047】

特定の実施形態を参照して本発明を説明した。しかし、上述した説明以外の実施形態が本発明の範囲内で同等に実現可能である。上記実施形態の組合せ及び変形例は、本発明が属する技術の技術者により実現可能である。本発明の種々の特徴は、説明した組合せ以外の組合せと組み合わせられてもよい。上述の種々の実施形態は本発明の範囲を限定するものではなく、本発明の範囲は、添付の請求の範囲によってのみ限定される。

【図1】

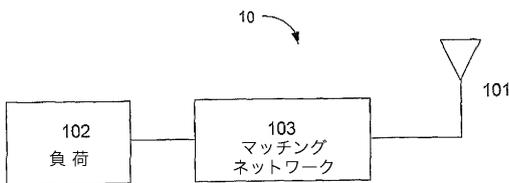


FIG. 1 (従来技術)

【図2】

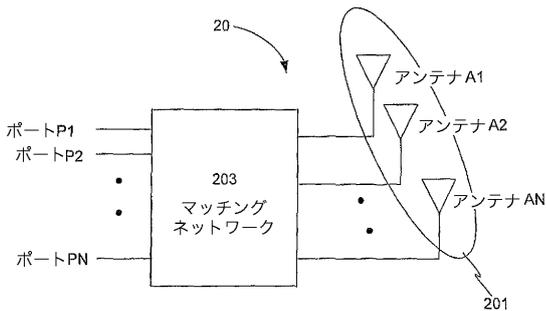


FIG. 2 (従来技術)

【図3】

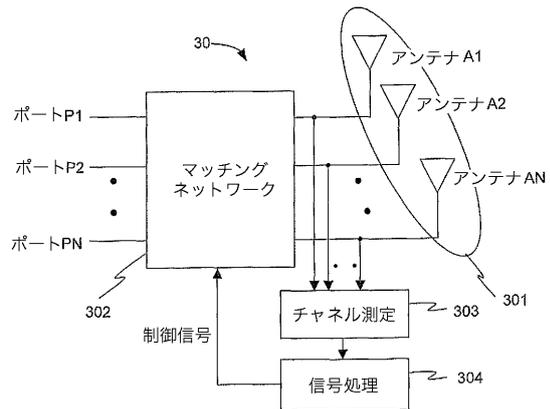


FIG. 3

【 図 4 】

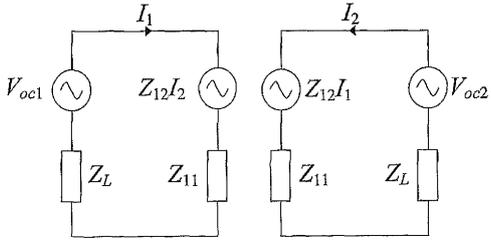


FIG. 4

【 図 5 】

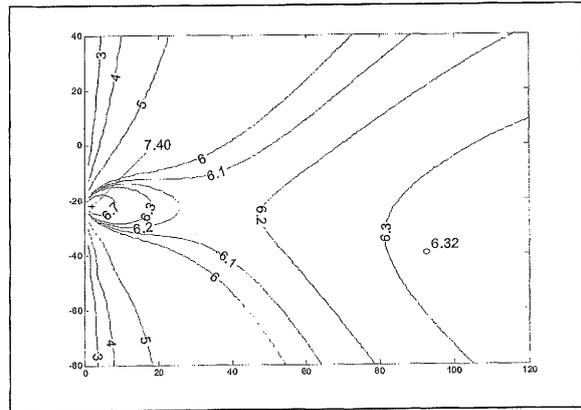


FIG. 5

【 国際調査報告 】

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/SE2007/000776

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC: see extra sheet According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC: H01Q, H03H		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
SE,DK,FI,NO classes as above		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
EPO-INTERNAL, WPI DATA, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1168658 A1 (MITSUBISHI DENKI KABUSAKI KAISHA), 2 January 2002 (02.01.2002), Paragraphs [0033]-[0035],[0046]-[0047], figures 2,8	1,5,7,8,10
Y	--	2-4,6,9
Y	EP 1349234 A2 (THALES PLC), 1 October 2003 (01.10.2003), paragraphs [0038]-[0042], figures 1, 2, abstract	2-4,6,9
Y	WALLACE, J W et al: "Mutual Coupling in MIMO Wireless Systems: A Rigorous Network Theory Analysis", IEEE Trans. on Wireless Comm., vol. 3, no. 4, Jul 2004, pages 1317-1325	2-4,6,9
	--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
7 December 2007		11-12-2007
Name and mailing address of the ISA/ Swedish Patent Office Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM Facsimile No. +46 8 666 02 86		Authorized officer Bo Gustavsson/ABW Telephone No. +46 8 782 25 00

2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/SE2007/000776

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	POZAR, D M: " Input Impedance and Mutual Coupling of Rectangular Microstrip Antennas" IEEE Trans. on Antennas and Propagation, vol.AP-30, no.6, nov. 1982, pages 1191-1196 --	1-10
A	US 5778308 A (SROKA, P ET AL), 7 July 1998 (07.07.1998), whole document -- -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. . PCT/SE2007/000776
--

International patent classification (IPC)**H01Q 1/24** (2006.01)**H03H 7/40** (2006.01)**H01Q 21/00** (2006.01)**H03H 7/38** (2006.01)**Download your patent documents at www.prv.se**

The cited patent documents can be downloaded at www.prv.se by following the links:

- In English/Searches and advisory services/Cited documents (service in English) or
- e-tjänster/anförda dokument (service in Swedish).

Use the application number as username.

The password is **BSMSQJGPPN**.

Paper copies can be ordered at a cost of 50 SEK per copy from PRV InterPat (telephone number 08-782 28 85).

Cited literature, if any, will be enclosed in paper form.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

01/09/2007

International application No.

PCT/SE2007/000776

EP	1168658	A1	02/01/2002	CN	1146142 C	14/04/2004
				CN	1343401 A	03/04/2002
				WO	0152445 A	19/07/2001
EP	1349234	A2	01/10/2003	GB	0207124 D	00/00/0000
				GB	2387030 A	01/10/2003
US	5778308	A	07/07/1998	DE	69531804 D,T	01/07/2004
				EP	0685936 A,B	06/12/1995
				GB	2289989 A,B	06/12/1995
				GB	9410513 D	00/00/0000
				JP	3347913 B	20/11/2002
				JP	8154007 A	11/06/1996

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ロウ, ブオン, キオング

スウェーデン国 ルンド エスイー - 2 2 5 5 7, ヨルダバルクスヴェーゲン 2 4

(72)発明者 バク, アンデルセン, ヨールゲン

デンマーク国 ギストラブ ディーケー - 9 2 6 0, ブルンステヴェイ 3

Fターム(参考) 5J046 AA04 AB01 UA02

5K022 FF00

5K059 EE02

5K062 AB01 AC01 AC02