

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5502200号
(P5502200)

(45) 発行日 平成26年5月28日 (2014. 5. 28)

(24) 登録日 平成26年3月20日 (2014. 3. 20)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 Q 9/16 (2006. 01)	H O 1 Q 9/16
H O 1 Q 21/24 (2006. 01)	H O 1 Q 21/24
H O 1 Q 21/26 (2006. 01)	H O 1 Q 21/26

請求項の数 16 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2012-523661 (P2012-523661)	(73) 特許権者	512024439
(86) (22) 出願日	平成22年7月29日 (2010. 7. 29)		ヴェンティ・グループ・エルエルシー
(65) 公表番号	特表2013-501461 (P2013-501461A)		アメリカ合衆国・カリフォルニア・926
(43) 公表日	平成25年1月10日 (2013. 1. 10)		53・ラグーナ・ヒルズ・ダービーヒル・
(86) 国際出願番号	PCT/US2010/043767		ドライヴ・25351
(87) 国際公開番号	W02011/017198	(74) 代理人	100108453
(87) 国際公開日	平成23年2月10日 (2011. 2. 10)		弁理士 村山 靖彦
審査請求日	平成25年7月26日 (2013. 7. 26)	(74) 代理人	100064908
(31) 優先権主張番号	12/841, 048		弁理士 志賀 正武
(32) 優先日	平成22年7月21日 (2010. 7. 21)	(74) 代理人	100089037
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 渡邊 隆
(31) 優先権主張番号	12/784, 992	(74) 代理人	100110364
(32) 優先日	平成22年5月21日 (2010. 5. 21)		弁理士 実広 信哉
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 クロスダイポールアンテナ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

クロスダイポールアンテナを具備してなる装置であって、前記クロスダイポールアンテナは、

中心導体および外側シールドを有する同軸構造体であって、前記外側シールドは、ある外径および対応する半径 R を有する同軸構造体と、

アームの第 1 の対を具備してなる第 1 のダイポールと、

アームの第 2 の対を具備してなる第 2 のダイポールと、を具備してなり、

前記第 1 の対あるいは前記第 2 の対の少なくとも一つの対のアームは、前記外側シールドに接続されたアームが、前記同軸構造体の中心から測った場合に、前記半径 R の 0.15 ないし 1.5 倍だけ、前記中心導体に接続されたアームよりも長いように、固定された非対称有効電氣的長さを有し、前記アンテナの少なくとも一つのアームは、その有効電氣的長さよりも短い物理的長さを有することを特徴とする装置。

【請求項 2】

前記同軸構造体の前記外側シールドの半径は、前記第 1 のダイポールあるいは前記第 2 のダイポールの最短アームの少なくとも 30 分の 1 であることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記同軸構造体は同軸ケーブルフィードラインを具備してなることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記同軸構造体は同軸ケーブルコネクタを具備してなることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記第 1 のダイポールおよび前記第 2 のダイポールは、プリント回路基板のトレースを具備してなることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記アンテナは、一つ以上のリフレクターをさらに具備してなることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

前記クロスダイポールアンテナは第 1 の偏波方向を有し、さらに、前記第 1 の偏波と直交する第 2 の偏波を有する第 2 のアンテナを具備してなることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記クロスダイポールアンテナは水平偏波方向を有し、かつ、前記第 2 のアンテナは垂直偏波方向を有することを特徴とする請求項 7 に記載の装置。

【請求項 9】

前記第 2 のアンテナはモノポールアンテナを具備してなることを特徴とする請求項 7 に記載の装置。

【請求項 10】

前記第 2 のアンテナはダイポールアンテナを具備してなることを特徴とする請求項 7 に記載の装置。

【請求項 11】

前記クロスダイポールアンテナは水平偏波方向を有し、かつ、前記第 2 のアンテナは前記クロスダイポールアンテナから水平方向に離間しており、前記クロスダイポールアンテナおよび前記第 2 のアンテナのそれぞれは別個のフィードラインに接続されることを特徴とする請求項 7 に記載の装置。

【請求項 12】

前記クロスダイポールアンテナと同じ偏波方向を有する一つ以上の付加的なクロスダイポールアンテナと、

前記第 2 のアンテナと同じ偏波方向を有する一つ以上の付加的なアンテナと、をさらに具備してなり、前記装置はアンテナアレイを具備してなることを特徴とする請求項 7 に記載の装置。

【請求項 13】

第 3 のアンテナとして第 2 のクロスダイポールアンテナをさらに具備してなり、かつ、第 4 のアンテナをさらに具備してなり、前記第 2 のクロスダイポールアンテナは前記クロスダイポールアンテナと同じ偏波方向を有し、前記第 4 のアンテナは前記第 2 のアンテナと同じ偏波方向を有し、前記クロスダイポールアンテナ、前記第 2 のアンテナ、前記第 2 のクロスダイポールアンテナおよび前記第 4 のアンテナは、前記第 2 のクロスダイポールアンテナが前記クロスダイポールアンテナの斜め向かい存在し、かつ、前記第 4 のアンテナが前記第 2 のアンテナの斜め向かいに存在するように、 2×2 アンテナアレイで配置されていることを特徴とする請求項 7 に記載の装置。

【請求項 14】

第 1 の端部、第 2 の端部および第 3 の端部を有するティージョイントをさらに具備してなり、前記第 1 の端部はフィードラインに接続され、前記クロスダイポールアンテナは前記第 2 の端部に配置され、前記第 2 のアンテナは前記第 3 の端部に配置され、かつ、前記第 2 のアンテナはモノポールアンテナを具備してなることを特徴とする請求項 7 に記載の装置。

【請求項 15】

少なくとも一つのアームは、屈曲アーム、折り曲げアーム、容量性端部ロードアーム、

10

20

30

40

50

蛇行パターンロードアーム、誘導性ロードアーム、あるいは高比誘電率および/または透磁率素材内への埋め込みの少なくとも一つから選ばれた小型化技術によって、その所定の有効電氣的長さよりも物理的に短いことを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 16】

波長 を有する信号のために使用されることを意図されたクロスダイポールアンテナを設計するための方法であって、前記クロスダイポールアンテナは、第 1 のアーム、第 2 のアーム、第 3 のアーム、および第 4 のアームを具備してなり、前記方法は、

前記クロスダイポールアンテナのシミュレーションモデルを生成するステップであって、前記シミュレーションモデルは、前記第 1 のアームと、前記第 2 のアームと、前記第 3 のアームと、前記第 4 のアームと、それに対して前記第 1 のアーム、前記第 2 のアーム、前記第 3 のアームおよび前記第 4 のアームが接続される同軸構造体と、を含んでいるステップと、

前記シミュレーションモデルのコンピューター実行によって前記クロスダイポールアンテナをシミュレーションするステップと、

前記第 1 のアームおよび前記第 3 のアームに関する長さ a と共に開始するステップであって、 a に関する値は約 0.25 であり、前記第 1 のアームは前記同軸構造体の中心導体に接続され、かつ、前記第 3 のアームは前記同軸構造体のシールドに接続されるステップと、

前記第 2 のアームおよび前記第 4 のアームに関する長さ b と共に開始するステップであって、 b に関する値は約 0.25 であり、前記第 2 のアームは前記同軸構造体の中心導体に接続され、かつ、前記第 4 のアームは前記同軸構造体のシールドに接続されるステップと、

アームの間で直角位相関係が確立されるまで短いアームの a に関する値を調整すると共に長いアームの b に関する値を調整するステップであって、前記短いアームの a に関する最終値が前記長いアームの b に関する最終値よりも小さく、前記直角位相関係は前記シミュレーションモデルのコンピューター実行によって決定されるステップと、

前記同軸構造体の半径 R のある割合 x だけ、前記第 1 のアームに対して前記第 3 のアームの長さを増大させるステップと、

前記同軸構造体の半径 R のある割合 x だけ、前記第 2 のアームに対して前記第 4 のアームの長さを増大させるステップと、

シミュレーション結果に応じて、前記第 1 のアーム、前記第 2 のアーム、前記第 3 のアームおよび前記第 4 のアームの一つ以上のアーム長を調整するステップと、を具備することを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して、高周波アンテナ、特に全方向アンテナに関する。良好な送信フィールド(アンテナパターン)は、より低い送信機パワー設定値を使用することを可能とし、これはパワーを一定に保つ。

【背景技術】

【0002】

ある状況では、全方向パターンを備えたアンテナが望まれる。たとえば、そうした特性は、通常、ワイヤレスアクセスポイントなどの送信機用途におけるアンテナのために好まれる。別な状況では、全方向パターンが、FCC 規則などの規則によって必要とされるであろう。別な状況では、円偏波のための相対的に良好な軸比特性を有するアンテナが望まれる。

【0003】

従来型全方向アンテナの一例はターンスタイルアンテナとして公知である。そうしたアンテナは四つの 4 分の 1 波長アームから構成され、かつ、各アームは、各アーム間の 90° 移相インターバルを伴って給電される。0 および 180 度の移相が、同軸ケーブルの中

10

20

30

40

50

心コア(あるいは中心導体)およびシールド(あるいは外側導体)から、それぞれ利用可能である。90および270度に関して、通常は、4分の1波長移相が4分の1波長のケーブル長さによって実現される。たとえば、特許文献1を参照されたい。それ以外の移相回路もまた使用可能である。たとえば、特許文献2を参照されたい。

【0004】

従来型全方向アンテナの別な例はクロスダイポールアンテナとして公知である。クロスダイポールアンテナは単一の同軸ケーブルによって駆動され、かつ、有利なことにはコンパクトである。さらに、アームの一つの対(ダイポール)はアームの第2の対(第2のダイポール)よりも長く、この結果、理想的な場合には、外部移相シフターあるいは第2の同軸ケーブルを要せずに、アームそれ自体によって45, 135, 225, 315度の移相が

10

【0005】

だが、本願出願人は、従来型のクロスダイポールアンテナなどの従来の全方向アンテナは都合の悪いことに零位パターンを示し、これによって、アンテナあるいはシステムの機能が低下し、収率が低減し、あるいはさもなければコストの掛かる回転作業が必要になることがあることに気付いた。

【0006】

図1は、クロスダイポールアンテナのアームが不均一な振幅によって駆動される場合に生じるアンテナパターン102を示している。図2は正確に90度移相を伴ってクロスダイポールアンテナのアームが駆動されない、すなわち直角位相ではない場合に生じるアンテナパターン202を示している。図1および図2に示すパターンのそれぞれは、問題の根源が認識されるので、当業者であれば容易に修正可能である。

20

【0007】

図3は従来型クロスダイポールアンテナの平面図である。たとえば、特許文献3を参照されたい。同軸ケーブルフィードライン、コネクタ、ブラケット、アダプター、フレームなどの同軸構造体は、中心導体302と外側シールド304とを含む。同軸ケーブルにおいて、誘電性素材が中心導体302と外側シールド304との間のスペースに充填される。

【0008】

上から反時計回りに、アンテナは第1のアーム312、第2のアーム314、第3のアーム316、および第4のアーム318を有する。アンテナの鏡像もまた適用可能である。従来のクロスダイポールアンテナにおいては、第1のアーム312および第3のアーム316は(同軸構造体の中心から測った場合に)同じ長さを共有する。第2のアーム314および第4のアーム318は同じ長さを共有する。

30

【0009】

図4は、同軸ケーブルの外側導体(シールド)の直径が波長に対して無視できない場合に見られる、従来技術に基づくクロスダイポールアンテナのためのアンテナパターンの例を示している。このアンテナパターンは、実質的に所望の全方位パターンのそれから変化し得る。図4に示すパターン402は、図8に関連付けて以下で説明するようなシミュレーションに基づく。アンテナフェーザー404は均等大きさのものではなく、直角位相(90度)からオフセットしている。本願出願人は、クロスダイポールアンテナに関して見られる図4に示される非対称アンテナパターンを修正するための従来技術は認識していない。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】米国特許第2,086,976号明細書(Brown)

【特許文献2】米国特許第3,725,943号明細書(Spanos)

【特許文献3】米国特許第2,420,967号明細書(Moore)

50

【特許文献4】米国特許第6,163,306号明細書(Nakamura)

【特許文献5】特開平4 291806号公報

【特許文献6】米国特許第6,271,800号明細書(Nakamura)

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0011】

装置は、クロスダイポールアンテナ用の改良されたアンテナパターンを有する。そうしたアンテナは、好ましくは、全方向アンテナパターンを有する。従来型のクロスダイポールアンテナは、そのアンテナパターンに関して零位を呈するが、これによってアンテナは基準あるいは規格から外れることがある。本願出願人は、アンテナアームに対する同軸ケーブルの接続がアンテナパターンにおける零位の原因であることを認識しかつ確認し、そして接続の影響を補償あるいはキャンセルするために本明細書に開示する技術を発明した。ある実施形態では、同軸ケーブルの中心導体に接続されるクロスダイポールアンテナのアームは従来の長さのままであるが、同軸ケーブルのシールドに接続されるクロスダイポールアンテナの長さは、同軸ケーブルの半径(直径の半分)のある割合だけ延長される。

【0012】

ある実施形態は以下の装置であり、すなわち当該装置は第1の偏波方向を有するクロスダイポールアンテナを含み、このクロスダイポールアンテナは、中心導体と、対応する半径Rを備えた、ある外径を有する外側シールドと、を有する同軸構造体と、少なくとも第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームを具備してなる複数の導電性アームであって、複数のものは略平面内に存在すると共に約90度だけ互いに離間して、複数のアームのそれぞれの近位端部が中心ポイント付近に配置されるようになっており、かつ、複数のアームのそれぞれの遠位端部において概ね外向きに延在している複数の導電性アームと、を具備してなり、第1のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、かつ、第1の所定の長さを有しており、第2のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、かつ、第1の所定の長さとは異なる第2の所定の長さを有しており、第3のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、かつ、第3の所定の長さを有しており、第3の所定の長さは、第1の所定の長さ、半径Rの0.15ないし1.5倍との合計と等しく、第3のアームは、この第3のアームおよび第1のアームが第1のダイポールを形成するように第1のアームと逆方向に延在しており、第4のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、かつ、第4の所定の長さを有しており、第4の所定の長さは、第2の所定の長さ、半径Rの0.15ないし1.5倍との合計と等しく、第4のアームは、この第4のアームおよび第2のアームが第2のダイポールを形成するように第2のアームと逆方向に延在しており、かつ、当該装置は、第1の偏波と直交する第2の偏波を有する第2のアンテナを含む。

【0013】

別な実施形態は以下の装置であり、すなわち当該装置は第1の偏波を有するクロスダイポールアンテナを含み、このクロスダイポールアンテナは、中心導体および外側シールドを有する同軸構造体と、少なくとも第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームであって、アームは略平面内に存在すると共に約90度だけ互いに離間しており、各アームの近位端部は中心ポイント付近に配置され、かつ、各アームは遠位端部において概ね外向きに延在している、少なくとも第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームと、を具備してなり、第1のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、第2のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、第3のアームは、近位端部において外側導体に電氣的に接続され、第3のアームは、この第3のアームおよび第1のアームが第1のダイポールを形成するように第1のアームと逆方向に延在しており、第4のアームは、近位端部において外側導体に電氣的に接続され、第4のアームは、この第4のアームおよび第2のアームが第2のダイポールを形成するように第2のアームと逆方向に延在しており、同軸構造体の外側シールドの半径は、第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームの最短のものの長さの少なくとも

50分の1であり、かつ、第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームのそれぞれは、同軸構造体によって誘起されるアンテナパターンの歪みを補償するために、同軸構造体の中心から測った場合に、異なる所定の長さを有し、かつ、当該装置は、第1の偏波と直交する第2の偏波を有する第2のアンテナを含む。

【0014】

別な実施形態は以下の装置であり、すなわち当該装置は、第1の偏波を有するクロスダイポールアンテナを含み、このクロスダイポールアンテナは、中心導体および外側シールドを有する同軸構造体であって、外側シールドは、ある外径および対応する半径Rを有する同軸構造体と、アームの第1の対を具備してなる第1のダイポールと、アームの第2の対を具備してなる第2のダイポールと、を具備してなり、第1の対あるいは第2の対の少なくとも一つの対のアームは、外側シールドに接続されたアームが、同軸構造体の中心から測った場合に、半径Rの0.15ないし1.5倍だけ、中心導体に接続されたアームよりも長いように、固定された非対称長さを有し、かつ、当該装置は、第1の偏波と直交する第2の偏波を有する第2のアンテナを含む。

【0015】

装置は、クロスダイポールアンテナ用の改良されたアンテナパターンを有する。そうしたアンテナは、好ましくは、全方向アンテナパターンを有する。従来型のクロスダイポールアンテナは、そのアンテナパターンに関して零位を呈するが、これによってアンテナは基準あるいは規格から外れることがある。本願出願人は、アンテナアームに対する同軸ケーブルの接続がアンテナパターンにおける零位の原因であることを認識しかつ確認し、そして接続の影響を補償あるいはキャンセルするために本明細書に開示する技術を発明した。ある実施形態では、同軸ケーブルの中心導体に接続されるクロスダイポールアンテナのアームは従来の長さのままであるが、同軸ケーブルのシールドに接続されるクロスダイポールアンテナのアームは同軸ケーブルの半径R(直径の半分)のある割合だけ延長される。別な実施形態では、全てのアームの長さは、従来のクロスダイポールアンテナのそれから変更される。

【0016】

別な実施形態は以下の装置であり、すなわち当該装置は第1の偏波および第2の偏波を有するクロスダイポールアンテナを含み、このクロスダイポールアンテナは、中心導体および外側シールドを有する同軸構造体と、少なくとも第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームであって、アームは略平面内に存在すると共に約90度だけ互いに離間しており、各アームの近位端部は中心ポイント付近に配置され、かつ、各アームは遠位端部において概ね外向きに延在している、少なくとも第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームと、を具備してなり、第1のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、第2のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、第3のアームは、近位端部において外側導体に電氣的に接続され、第3のアームは、この第3のアームおよび第1のアームが第1のダイポールを形成するように第1のアームと逆方向に延在しており、第4のアームは、近位端部において外側導体に電氣的に接続され、第4のアームは、この第4のアームおよび第2のアームが第2のダイポールを形成するように第2のアームと逆方向に延在しており、同軸構造体の外側シールドの半径は、第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームの最短のものの長さの少なくとも50分の1であり、かつ、第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームのそれぞれは、同軸構造体によって誘起されるアンテナパターンの歪みを補償するために、同軸構造体の中心から測った場合に、異なる所定の長さを有し、かつ、当該装置は、クロスダイポールアンテナの第1の偏波および第2の偏波と直交する第3の偏波を有する第2のアンテナを含む。ある実施形態では、同軸構造体の外側シールドの半径は、クロスダイポールアンテナのアームの最短のものの少なくとも50分の1(1/50)である。

【0017】

別な実施形態は以下の装置であり、すなわち当該装置は、第1の偏波および第2の偏波

を有するクロスダイポールアンテナを含み、このクロスダイポールアンテナは、中心導体および外側シールドを有する同軸構造体であって、外側シールドは、ある外径および対応する半径 R を有する同軸構造体と、アームの第 1 の対を具備してなる第 1 のダイポールと、アームの第 2 の対を具備してなる第 2 のダイポールと、を具備してなり、第 1 の対あるいは第 2 の対の少なくとも一つの対のアームは、外側シールドに接続されたアームが、同軸構造体の中心から測った場合に、半径 R の 0.15 ないし 1.5 倍だけ、中心導体に接続されたアームよりも長いように、固定された非対称長さを有し、かつ、当該装置は、第 1 の偏波および第 2 の偏波と直交する第 3 の偏波を有する第 2 のアンテナを含む。

【0018】

さらに、アンテナ小型化技術もまた採用できる。

10

【0019】

ある実施形態は、クロスダイポールアンテナを具備してなる装置を含み、このクロスダイポールアンテナは、中心導体と、対応する半径 R を備えた、ある外径を有する外側シールドと、を有する同軸構造体と、少なくとも第 1 のアーム、第 2 のアーム、第 3 のアームおよび第 4 のアームを具備してなる複数の導電性アームであって、複数のものは略平面内に存在すると共に約 90 度だけ互いに離間して、複数のアームのそれぞれの近位端部が中心ポイント付近に配置されるようになっており、かつ、複数のアームのそれぞれの遠位端部において概ね外向きに延在している複数の導電性アームと、を含み、第 1 のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、かつ、第 1 の所定の有効電氣的長さを有しており、第 2 のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、かつ、第 1 の所定の長さとは異なる第 2 の所定の有効電氣的長さを有しており、第 3 のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、かつ、第 3 の所定の有効電氣的長さを有しており、第 3 の所定の長さは、第 1 の所定の有効電氣的長さと、半径 R の 0.3 ないし 1.2 倍との合計と等しく、第 3 のアームは、この第 3 のアームおよび第 1 のアームが第 1 のダイポールを形成するように第 1 のアームと逆方向に延在しており、第 4 のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、かつ、第 4 の所定の有効電氣的長さを有しており、第 4 の所定の有効電氣的長さは、第 2 の所定の有効電氣的長さと、半径 R の 0.15 ないし 1.5 倍との合計と等しく、第 4 のアームは、この第 4 のアームおよび第 2 のアームが第 2 のダイポールを形成するように第 2 のアームと逆方向に延在しており、第 1 の所定の有効電氣的長さ、第 2 の所定の有効電氣的長さ、第 3 の所定の有効電氣的長さ、および第 4 の所定の有効電氣的長さの一つ以上は、その所定の有効電氣的長さよりも物理的に短い。

20

30

【0020】

ある実施形態は、クロスダイポールアンテナを具備してなる装置を含み、このクロスダイポールアンテナは、中心導体および外側シールドを有する同軸構造体と、少なくとも第 1 のアーム、第 2 のアーム、第 3 のアームおよび第 4 のアームであって、アームは略平面内に存在すると共に約 90 度だけ互いに離間しており、各アームの近位端部は中心ポイント付近に配置され、かつ、各アームは遠位端部において概ね外向きに延在している、少なくとも第 1 のアーム、第 2 のアーム、第 3 のアームおよび第 4 のアームと、を具備してなり、第 1 のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、第 2 のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、第 3 のアームは、近位端部において外側導体に電氣的に接続され、第 3 のアームは、この第 3 のアームおよび第 1 のアームが第 1 のダイポールを形成するように第 1 のアームと逆方向に延在しており、第 4 のアームは、近位端部において外側導体に電氣的に接続され、かつ、第 4 のアームは、この第 4 のアームおよび第 2 のアームが第 2 のダイポールを形成するように第 2 のアームと逆方向に延在しており、同軸構造体の外側シールドの半径は、第 1 のアーム、第 2 のアーム、第 3 のアームおよび第 4 のアームの最短のものの長さの少なくとも 50 分の 1 であり、かつ、第 1 のアーム、第 2 のアーム、第 3 のアームおよび第 4 のアームのそれぞれの、同軸構造体によって誘起されるアンテナパターンの歪みを補償するために、同軸構造体の中心から測った場合に、異なる所定の有効電氣的長さを有し、第 1 のアーム、第 2 のアーム、第 3 のア

40

50

ームあるいは第4のームの一つ以上は、その所定の有効電氣的長さよりも物理的に短い。

【0021】

ある実施形態はクロスダイポールアンテナを具備してなる装置を含み、このクロスダイポールアンテナは、中心導体および外側シールドを有する同軸構造体であって、外側シールドは、ある外径および対応する半径 R を有する同軸構造体と、ームの第1の対を具備してなる第1のダイポールと、ームの第2の対を具備してなる第2のダイポールと、を具備してなり、第1の対あるいは第2の対の少なくとも一つの対のームは、外側シールドに接続されたームが、同軸構造体の中心から測った場合に、半径 R の0.15ないし1.5倍だけ、中心導体に接続されたームよりも長いように、固定された非対称有効電氣的長さを有し、アンテナの少なくとも一つのームは、その有効電氣的長さよりも短い物理的長さを有する。

10

【0022】

ある実施形態は、波長を有する信号のために使用されることを意図されたクロスダイポールアンテナを設計するための方法を含み、クロスダイポールアンテナは、第1のーム、第2のーム、第3のーム、および第4のームを具備してなり、当該方法は、クロスダイポールアンテナのシミュレーションモデルを生成するステップであって、シミュレーションモデルは、第1のーム、第2のーム、第3のームおよび第4のームと、それに対して第1のーム、第2のーム、第3のームおよび第4のームが接続される同軸構造体と、を含んでいるステップと、シミュレーションモデルのコンピューター実行によってクロスダイポールアンテナをシミュレーションするステップと、第1のームおよび第3のームに関する長さ a と共に開始するステップであって、 a に関する値は約0.25であり、第1のームは同軸構造体の中心導体に接続され、かつ、第3のームは同軸構造体のシールドに接続されるステップと、第2のームおよび第4のームに関する長さ b と共に開始するステップであって、 b に関する値は約0.25であり、第2のームは同軸構造体の中心導体に接続され、かつ、第4のームは同軸構造体のシールドに接続されるステップと、ームの間で直角位相関係が確立されるまで短いームの a に関する値を調整すると共に長いームの b に関する値を調整するステップであって、短いームの a に関する最終値が長いームの b に関する最終値よりも小さく、直角位相関係はシミュレーションモデルのコンピューター実行によって決定されるステップと、同軸構造体の半径 R のある割合 x だけ、第1のームに対して第3のームの長さを増大させるステップと、同軸構造体の半径 R のある割合 x だけ、第2のームに対して第4のームの長さを増大させるステップと、シミュレーション結果に応じて、第1のーム、第2のーム、第3のームおよび第4のームの一つ以上のーム長を調整するステップと、を含む。

20

30

【0023】

ある実施形態は以下の装置を含み、すなわち当該装置は、第1の偏波方向を有するクロスダイポールアンテナを含み、クロスダイポールアンテナは、中心導体と、対応する半径 R を備えた、ある外径を有する外側シールドと、を有する同軸構造体と、少なくとも第1のーム、第2のーム、第3のームおよび第4のームを具備してなる複数の導電性ームであって、複数のものは略平面内に存在すると共に約90度だけ互いに離間して、複数のームのそれぞれの近位端部が中心ポイント付近に配置されるようになっており、かつ、複数のームのそれぞれの遠位端部において概ね外向きに延在している複数の導電性ームと、を具備してなり、第1のームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、かつ、第1の所定の長さを有しており、第2のームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、かつ、第1の所定の長さとは異なる第2の所定の長さを有しており、第3のームは、近位端部において外側シールドに電氣的に接続され、かつ、第3の所定の長さを有しており、第3の所定の長さは、第1の所定の長さ、半径 R の0.15ないし1.5倍との合計と等しく、第3のームは、この第3のームおよび第1のームが第1のダイポールを形成するように第1のームと逆方向に延在しており、第4の

40

50

アームは、近位端部において外側シールドに電氣的に接続され、かつ、第4の所定の長さを有しており、第4の所定の長さは、第2の所定の長さ、と、半径Rの0.15ないし1.5倍との合計と等しく、第4のアームは、この第4のアームおよび第2のアームが第2のダイポールを形成するように第2のアームと逆方向に延在しており、かつ、当該装置は、第1の偏波と直交する第2の偏波を有する第2のアンテナを含む。

【0024】

ある実施形態は以下の装置を含み、すなわち当該装置は第1の偏波を有するクロスダイポールアンテナを具備し、クロスダイポールアンテナは、中心導体と外側シールドと、を有する同軸構造体と、少なくとも第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームであって、アームは略平面内に存在すると共に約90度だけ互いに離間して、各アームの近位端部は中心ポイント付近に配置されており、かつ、各アームは遠位端部において概ね外向きに延在している、少なくとも第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームと、を具備してなり、第1のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、第2のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、第3のアームは、近位端部において外側シールドに電氣的に接続され、第3のアームは、この第3のアームおよび第1のアームが第1のダイポールを形成するように第1のアームと逆方向に延在しており、かつ、第4のアームは、近位端部において外側シールドに電氣的に接続され、第4のアームは、この第4のアームおよび第2のアームが第2のダイポールを形成するように第2のアームと逆方向に延在しており、同軸構造体の外側シールドの半径は、第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームの最短のものの長さの少なくとも50分の1であり、かつ、第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームのそれぞれは、同軸構造体によって誘起されるアンテナパターンの歪みを補償するために、同軸構造体の中心から測った場合に、異なる所定の長さを有し、かつ、当該装置は、第1の偏波と直交する第2の偏波を有する第2のアンテナを含む。

【0025】

ある実施形態は以下の装置を含み、すなわち当該装置は、第1の偏波を有するクロスダイポールアンテナを含み、クロスダイポールアンテナは、中心導体および外側シールドを有する同軸構造体であって、外側シールドは、ある外径および対応する半径Rを有している同軸構造体と、アームの第1の対を具備してなる第1のダイポールと、アームの第2の対を具備してなる第2のダイポールと、を具備してなり、第1の対あるいは第2の対の少なくとも一つの対のアームは、外側シールドに接続されたアームが、同軸構造体の中心から測った場合に、半径Rの0.15ないし1.5倍だけ、中心導体に接続されたアームよりも長いように、固定された非対称長さを有し、かつ、当該装置は、第1の偏波と直交する第2の偏波を有する第2のアンテナを含む。

【0026】

ある装置は、波長を有する信号のために使用されることを意図されたクロスダイポールアンテナを含み、当該装置は、中心導体と、対応する半径Rを備えた、ある外径を有する外側シールドと、を有する同軸構造体と、少なくとも第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームを具備してなる複数の導電性アームであって、複数のものは略平面内に存在すると共に約90度だけ互いに離間して、複数のアームのそれぞれの近位端部が中心ポイント付近に配置されるようになっており、かつ、複数のアームのそれぞれは遠位端部において概ね外向きに延在している複数の導電性アームと、を具備してなり、第1のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、かつ、第1の所定の長さを有しており、第2のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、かつ、第1の所定の長さとは異なる第2の所定の長さを有しており、第3のアームは、近位端部において外側シールドに電氣的に接続され、かつ、第3の所定の長さを有しており、第3の所定の長さは、第1の所定の長さ、と、半径Rの0.3ないし1.2倍との合計と等しく、第3のアームは、この第3のアームおよび第1のアームが第1のダイポールを形成するように第1のアームと逆方向に延在しており、第4のアームは、近位端部において外側シールドに電氣的に接続され、かつ、第4の所定の長さを有しており、第4の所定の長さ

は、第2の所定の長さと、半径Rの0.3ないし1.2倍との合計と等しく、第4のアームは、この第4のアームおよび第2のアームが第2のダイポールを形成するように第2のアームと逆方向に延在している。

【0027】

ある実施形態はクロスダイポールアンテナを含み、当該クロスダイポールアンテナは、中心導体と外側シールドと、を有する同軸構造体と、少なくとも第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームであって、アームは略平面内に存在すると共に約90度だけ互いに離間して、各アームの近位端部は中心ポイント付近に配置されており、かつ、各アームは遠位端部において概ね外向きに延在している、少なくとも第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームと、を具備してなり、第1のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、第2のアームは、近位端部において中心導体に電氣的に接続され、第3のアームは、近位端部において外側シールドに電氣的に接続され、第3のアームは、この第3のアームおよび第1のアームが第1のダイポールを形成するように第1のアームと逆方向に延在しており、第4のアームは、近位端部において外側シールドに電氣的に接続され、第4のアームは、この第4のアームおよび第2のアームが第2のダイポールを形成するように第2のアームと逆方向に延在しており、同軸構造体の外側シールドの半径は、第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームの最短のものの長さの少なくとも50分の1であり、かつ、第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームのそれぞれは、同軸構造体によって誘起されるアンテナパターンの歪みを補償するために、同軸構造体の中心から測った場合に、異なる所定の長さを有する。

【0028】

ある実施形態はクロスダイポールアンテナを含み、当該クロスダイポールアンテナは、中心導体と外側シールドと、を有する同軸構造体であって、外側シールドはある外径と、対応する半径Rとを有する同軸構造体と、アームの第1の対を具備してなる第1のダイポールと、アームの第2の対を具備してなる第2のダイポールと、を含み、第1の対あるいは第2の対の少なくとも一つの対のアームは、外側シールドに接続されたアームが、同軸構造体の中心から測った場合に、半径Rの0.3ないし1.2倍だけ、中心導体に接続されたアームよりも長いように、固定された非対称長さを有する。

【0029】

ある実施形態は、波長を有する信号のために使用されることを意図されたクロスダイポールアンテナを設計するための方法を含み、クロスダイポールアンテナは、第1のアームと、第2のアームと、第3のアームと、第4のアームと、を具備してなり、当該方法は、クロスダイポールアンテナのシミュレーションモデルを生成するステップであって、シミュレーションモデルは、第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームと、それに対して第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームが接続される同軸構造体と、を含んでいるステップと、シミュレーションモデルのコンピューター実行によってクロスダイポールアンテナをシミュレーションするステップと、シミュレーション結果に応じて、第1のアーム、第2のアーム、第3のアームおよび第4のアームの一つ以上のアーム長を調整するステップと、を含む。

【0030】

図面(一定の率での縮尺ではない)ならびに関連する以下の記述は、本発明の特定の実施形態を説明するために提示したものであり、限定を意図するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】不均一な電流分布を伴う従来型クロスダイポールアンテナのためのアンテナパターンの例を示す図である。

【図2】一様でない位相分離を伴う従来型クロスダイポールアンテナのためのアンテナパターンの例を示す図である。

【図3】従来型クロスダイポールアンテナの平面図である。

【図 4】従来型クロスダイポールアンテナのための非対称アンテナパターンの例を示す図である。

【図 5】本発明の実施形態によってアプローチ可能な理想的なアンテナパターンを示す図である。

【図 6】本発明の実施形態に基づくクロスダイポールアンテナの平面図である。

【図 7】クロスダイポールアンテナの実施形態の斜視図である。

【図 8】従来型アンテナのシミュレーション結果を示す図である。

【図 9】クロスダイポールアンテナの実施形態のシミュレーション結果を示す図である。

【図 10】偏波ダイバーシティーを利用するアンテナの 2×2 アレイの例を示す図である。

10

【図 11】「ティー」状にモノポールアンテナと組み合わされたクロスダイポールアンテナを利用する偏波ダイバーシティーの別な例を示す図である。

【図 12 A】従来型ダイポールの例を示す図である。

【図 12 B】ダイポールのための従来のローディング技術の例を示す図である。

【図 12 C】ダイポールのための従来のローディング技術の例を示す図である。

【図 12 D】ダイポールのための従来のローディング技術の例を示す図である。

【図 12 E】ダイポールのための従来のローディング技術の例を示す図である。

【図 12 F】ダイポールのための従来のローディング技術の例を示す図である。

【図 12 G】ダイポールのための従来のローディング技術の例を示す図である。

【図 13 A】本発明の実施形態に基づくクロスダイポールアンテナの平面図であり、アームのそれぞれは端部折り曲げによってコンパクト化されている。

20

【図 13 B】本発明の実施形態に基づくクロスダイポールアンテナの平面図であり、アームのそれぞれは蛇行パターンによってコンパクト化されている。

【図 14 A】本発明の実施形態に基づくクロスダイポールアンテナの平面図であり、アームの二つが容量性端部ロードによってコンパクト化され、かつ、アームの二つが蛇行パターンによってコンパクト化されている。

【図 14 B】図 14 A に示すクロスダイポールアンテナの斜視図であり、ダイポールアンテナは、チップアンテナを形成するために誘電体ブロック内でコンパクト化されている。

【図 15】「ティー」状にモノポールアンテナと組み合わされたクロスダイポールアンテナを利用する偏波ダイバーシティーの別な例を示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0032】

以下、特定の実施形態について説明するが、(本明細書中で言及する利点および機能の全てを提供しない実施形態を含む)本発明の他の実施形態は当業者にとって自明であろう。

【0033】

図 5 は、本発明の実施形態のためにアプローチ可能な理想的なアンテナパターン 502 を示している。シミュレーションおよび試験結果は、直角位相における対称アンテナフェーザー 504 によって、ギガヘルツの 10 倍でさえ、アンテナパターンは 1 dB 内へと全方向にすることができることを示した。ある用途においては、フェデラルコミュニケーションコミッション(FCC)あるいはその他の規制機関がアンテナ要件を述べている。その他の規制機関あるいは準規制機関としては、the International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS)(これは捜索救助用トランスポンダ(SARTs)を定める)、the International Maritime Organization (IMO)(これは決議 A.802(19)における SART 性能基準を推奨する)、および the International Telecommunication Union(ITU)(これは IMO 推奨性能および SOLAS 遵守を達成するための技術的特性を制定しかつ Recommendation ITU-R M.628-4 を出版する(これはアンテナ特性を含む))が挙げられる。規制機関、たとえば FCC などは、通常、参照によって、こうした基準を包含する。ある例では、ITU-R M.628.4 は、偏波もまた水平状態で、水平線 ± 2 dB で全方向性を必要とする。直線偏波アンテナの偏りは、使用時、その方向に依存して変化し得る。たとえば、テーブル上に倒した状態で置

40

50

かれたり、あるいはユーザーの耳の近くにあるときには垂直に保持されるなど、セルラーフォンはさまざまな向きに置かれることがある。したがって、さまざまな直線偏波アンテナは、垂直偏波、水平偏波、あるいは垂直・水平の両偏波を、その向きに依存して発生させることができる。さらに、クロスダイポールアンテナあるいはターンスタイルアンテナに対するユーザーの位置関係によって、偏波は変化し得る。アンテナのアームが水平であるようにクロスダイポールアンテナが水平に設置される場合、水平線付近でアンテナによって放射される波の偏りは水平であり、そしてアンテナは概ね全方向性である。開示された技術は、水平に設置された際に、クロスダイポールアンテナの全方向性を改善する。そうした水平設置は、たとえば、ワイヤレスアクセスポイント用途において有用である。天頂あるいは天底方向に関して、クロスダイポールアンテナは、アームの位相に依存して、右手あるいは左手偏波を伴う円偏波を示す。天頂あるいは天底方向に関する放射は必要とされずかつクロスダイポールアンテナは水平向きを有するSOLAS用途におけるような、ある実施形態では、クロスダイポールアンテナのアームは、水平方向に天頂あるいは天底方向からエネルギーの方向を変えるために、リフレクター間に任意選択で介在させることができる。だが、アーム間の位相の改善はまた円偏波の軸比特性を改善する。軸比は、電界ベクトルによって規定される長軸および短軸の長さの比率である。ある実施形態では、アーム間の改善された位相によって、円偏波の軸比は1に近付くことができる。

【0034】

本願出願人は、両シミュレーションによってかつ試験において、相対的に高い周波数では、同軸ケーブルに対するアンテナの接続はアンテナパターンを歪めることを想定し、そしてそれを確かめた。遠い昔は、周波数は相対的に低くかつこれに応じて長い波長を有していたので、そうした歪みは比較的小さなものであった。だが、多くの現代的なデバイスは相対的に高い周波数を使用する。たとえば、IEEE 802.11のワイヤレスローカルエリアネットワーク基準の下では、適用周波数は2.4, 3.6および5ギガヘルツ(GHz)レンジ内にある。別な例では、IEEE 802.16のブロードバンドワイヤレスアクセス基準は、10ないし66GHz、2ないし11GHzなどの周波数帯域を使用する。相対的に高い周波数においては、波長は相対的に短くなる。たとえば、10GHzの周波数を持つ信号は、僅か約3センチメートルの波長しか持たない。同軸ケーブルのシールド直径はケーブルに依存して広範に変化し得るが、一般に、数センチメートルの範囲において作用する。

【0035】

本願出願人は、設計ツールはクロスダイポールアンテナ用の全方向アンテナパターンを予測するが、実際には、アンテナパターンは受け容れられない零位を呈することを見出した。こうした零位は、都合の悪いことに、カバレッジに「デッドスポット」を発生させることがある。本願出願人は、同軸ケーブル直径に起因するさらなる移相が存在することを見出したが、これは、比較的低い周波数および比較の長い波長では無視できるものの、高い周波数では無視できない。ある実施形態では、同軸ケーブルの外側シールドの半径(直径の半分)が、アンテナのために意図された波長の少なくとも2~3パーセントである場合、開示した技術が利用されるべきである。得られるアンテナは、良好なカバレッジを備えた、より全方向性のアンテナパターンを有する。

【0036】

図6は本発明の実施形態に基づくクロスダイポールアンテナの平面図である。図面は一定の率で縮尺したものではない。アーム長の差異は、改良をより分かりやすくするために誇張されている。同軸構造体もまた示されている。同軸構造体は、たとえば、同軸ケーブル、同軸ケーブル用のコネクタ、アダプター、あるいはアンテナ自体のフレームの一部に対応できる。図6において、クロスダイポールアンテナの導電性部分のみが示されている。シングルクロスダイポールアンテナが示されているに過ぎないが、本発明の実施形態は、ベイド(bayed)アレイにおけるようなクロスダイポールアンテナのアレイに適用可能である。さらに、相対的に細い、長尺なアームと関連付けて図示しているが、アンテナのアームはさまざまな形状を有することができる。

【0037】

同軸構造体は中心導体 6 0 2 と外側シールド 6 0 4 とを含む。同軸ケーブルにおいては、誘電性素材が中心導体 6 0 2 と外側シールド 6 0 4 との間のスペースに充填される。

【 0 0 3 8 】

上から反時計回りに、アンテナは、第 1 のアーム 6 1 2、第 2 のアーム 6 1 4、第 3 のアーム 6 1 6、および第 4 のアーム 6 1 8 を有する。アームの鏡像もまた適用可能である。ある実施形態では、アーム 6 1 2、6 1 4、6 1 6、6 1 8 は「ファン」形状であり、かつ、プリント回路上に形成される。最適化技術が各ダイポールに適用されるので、図示されたアーム 6 1 2、6 1 4、6 1 6、6 1 8 はいずれも同じ長さを持たない。だが、以下で説明するように、次善の解決策においては、最適化技術がダイポールの対のただ一つのダイポールに適用される。当業者にとって、クロスダイポールアンテナの正確な寸法は同軸フィードライン直径およびアンテナに関して意図された周波数帯域に依存して変化することは明らかである。

【 0 0 3 9 】

第 1 のアーム 6 1 2 および第 3 のアーム 6 1 6 は第 1 のダイポールを形成する。第 2 のアーム 6 1 4 および第 4 のアーム 6 1 8 は第 2 のダイポールを形成する。従来のクロスダイポールアンテナにおいては、第 1 のアーム 6 1 2 および第 3 のアーム 6 1 6 はそれぞれ同じ長さを有しており、かつ、それぞれ、意図された周波数帯域に関する波長の半分よりも短い。さらに、従来のクロスダイポールアンテナにおいては、第 2 のアーム 6 1 4 および第 4 のアーム 6 1 8 はそれぞれ同じ長さを有しており、かつ、それぞれ、意図された周波数帯域に関する波長の半分よりも長い。

【 0 0 4 0 】

図示する実施形態では、第 1 のアーム 6 1 2 および第 2 のアーム 6 1 4 (そのいずれもが、同軸構造体の中心導体 6 0 2 に電氣的に接続される)は一般的な長さのものである。第 3 のアーム 6 1 6 および第 4 のアーム 6 1 8 は同軸構造体の外側シールド 6 0 4 に電氣的に接続され、かつ、好ましくは外側シールド 6 0 4 の半径 R の約 0.6 倍だけ、一般的な長さよりも長い。

【 0 0 4 1 】

【表 1】

アーム	接続	相対角度	アーム長
第1のアーム612	中心	0°	$a\lambda$
第2のアーム614	中心	90°	$b\lambda$
第3のアーム616	シールド	180°	$a\lambda + xR$
第4のアーム618	シールド	270°	$b\lambda + xR$

【 0 0 4 2 】

表 1 は、アンテナに関する、接続、相対角度、およびアーム長をまとめたものである。各アームの長さとは、同軸フィードラインの中心から遠位端部までであり、この場合、各アームの近位端部が中心導体にあるいは外側シールドに適切に接続される。従来技術とは対照的に、各ダイポールのアーム長は同じではない。図示する実施形態では、第 1 のアーム 6 1 2 および第 2 のアーム 6 1 4 は従来技術の対応するアーム 3 1 2、3 1 4 (図 3) よりも短く、かつ、第 3 のアーム 6 1 6 および第 4 のアーム 6 1 8 は従来技術の対応するアーム 3 1 6、3 1 8 (図 3) よりも長い。表 1 において、ファクター a は、従来のクロスダイポールアンテナの短いアームのために使用される割合に対応する。ファクター b は従来のクロスダイポールアンテナの長いアームのために使用される割合に関する。通常、熟練した専門家はファクター a に関する、そしてファクター b に関する出発ポイントとして 0.5 を使用し、そして、対応するアームをより容量性のものとするために a を小さくし、かつ、対応するアームをより誘導性のものとするために b を大きくする。これによって位相は 45 度だけ進められかつ遅らせられるが、これは、今度は、アーム間の所望の直角位

相関係を生み出す。ベクター電圧計、ネットワークアナライザ、およびシミュレーションモデルが、通常は、ファクター a およびファクター b に対応する所望の長さを生み出すために採用される。本願出願人は、同軸ケーブルなどの、対応する同軸構造体の外側導体の半径 R (直径の半分) が、外側導体に接続されたこれらのアームに関するアーム長に影響を与えることを見出した。外側導体によって生み出されるアンテナパターンへの歪み作用は、同軸構造体外径がアームの長さに対して大きくなる時、より激しいものとなる。周波数が高くなる時、アーム長は減少する。さらに、大径同軸構造体は高周波数においてロスが少ないので、周波数が高くなる時、より大径の同軸構造体を使用することが望ましい。ある実施形態では、開示された技術は、1 GHz 超でアンテナパターンに顕著な利益をもたらす。ある実施形態では、図示する技術は、同軸構造体の外側シールドの半径がアーム 612, 614, 616, 618 の最も短いものの少なくとも 50 分の 1 ($1/50$) であるか、アーム 612, 614, 616, 618 の最も短いものの少なくとも 30 分の 1 ($1/30$) である場合に、適用可能である。

10

【0043】

定数 R は、同軸構造体の外側シールド 604 の半径を表す。ファクター x は、小数、好ましくは 0.6 に対応し、これには、半径 R が掛けられ、そして第 3 のアーム 616 および第 4 のアーム 618 の長さに付加される。ファクター x に由来する付加的な長さは、第 3 のアーム 616 および第 4 のアーム 618 に関して同じである必要はない。だが、ファクター x は比較的広い範囲で変化できる。たとえば、x は約 0.54 と約 0.66 との間で変化できる。別な例では、x は約 0.48 と約 0.72 との間で変化できる。別な例では、x は約 0.48 と約 0.78 との間で変化できる。別な例では、x は約 0.3 と約 1.2 との間で変化できる。別な例では、x は約 0.15 と約 1.15 との間で変化できる。x に関するその他の適用可能な値は、当業者であれば容易に決定できる。

20

【0044】

変更されたアーム長は、高い周波数での作動のためのアンテナパターンに関して重要な特質である。ある実施形態では、アーム長は予め決定された長さであるか固定された長さであり、エンドユーザーが調整することはできない。たとえば、各アームは、回路基板上の導電性トレースから形成できる。代替実施形態では、アームは、ロッド、チューブ、ワイヤフレーム、プレートなどから形成できる。

【0045】

図 7 は、図 6 に関連して先に説明したクロスダイポールアンテナの実施形態の斜視図である。繰り返すが、アンテナの導電性部分しか示していない。図 6 および図 7 に現れる同じ部品は、同じ参照数字で示している。図 6 に関連して先に説明したように、図示する実施形態の鏡像もまた適用可能である。

30

【0046】

回転が必要でないので、アンテナのアーム 612, 614, 616, 618 はプリント回路基板上の導電性トレース (通常は銅) を用いて具現化できる。たとえば、第 1 のアーム 612 および第 2 のアーム 614 は回路基板の第 1 の側 (たとえば上側) に形成でき、かつ、第 3 のアーム 616 および第 4 のアーム 618 は回路基板の第 2 の側 (たとえば下側) に形成できる。たとえば、中心導体 602 は、第 1 のアーム 612 および第 2 のアーム 614 のためのトレースに電氣的に接続するためにハンダ付けでき、かつ、外側シールド 604 は、第 3 のアーム 616 および第 4 のアーム 618 のためのトレースに接続するためにハンダ付けできる。代替実施形態では、トレースは回路基板の異なる層上に形成されるが、これは、必ずしも、回路基盤の対向する面上でなくてもよい。もちろん、アダプターおよび/またはコネクタを、同軸構造体とアンテナのアーム 612, 614, 616, 618 との間に配置してもよい。

40

【0047】

好ましくは、アンテナの各ダイポールからの一つのアームの長さは、同軸構造体の影響を補償するために、標準的なクロスダイポール寸法のそれから延長される。だが、代替実施形態では、より小さいダイポールが、本明細書に開示したように、変更された長さを備

50

えたアームを有する。

【 0 0 4 8 】

さまざまなソフトウェアプログラムがアンテナを設計するために利用できる。たとえば、EZNEC(これは以下のURL: <http://www.eznec.com/> から入手可能なソフトウェアツールである)が利用できる。図 8 および図 9 に示すシミュレーションを作動させるために、本願出願人は 1 0 0 0 のファクターでサイズおよび波長を拡大した(1 / 1 0 0 0 のファクターでの周波数の縮小)。インチの 1 0 0 0 分の 1 の全ての寸法はインチへと拡大され、かつ、ギガヘルツ(G H z)の周波数はメガヘルツ(M H z)へと縮小された。

【 0 0 4 9 】

表 2 および表 3 は、約 9 . 4 G H z での動作に適したアンテナのためのディメンジョンの例を示している。表 2 は従来技術の図 3 に対応し、かつ、表 3 は図 6 および図 7 に示す実施形態に対応する。これらの長さは、同軸構造体の中心から測ったものである。さらにシミュレーションモデルは、0 . 1 インチ直径同軸ケーブルフィードラインを含んでいた。

【 0 0 5 0 】

【表 2】

アーム	接続	アーム長
第1のアーム312	中心	0.225インチ
第2のアーム314	中心	0.265インチ
第3のアーム316	シールド	0.225インチ
第4のアーム318	シールド	0.265インチ

【 0 0 5 1 】

【表 3】

アーム	接続	アーム長
第1のアーム612	中心	0.215インチ
第2のアーム614	中心	0.250インチ
第3のアーム616	シールド	0.235インチ
第4のアーム618	シールド	0.280インチ

【 0 0 5 2 】

シミュレーションは無損失ケーブルを仮定し、かつ、自由空間内で設計された(無接地)。フィードラインのシールドの開放端部の効果をモデル化するために、八角形パターンのワイヤがこのモデル内に組み込まれた。さらに、スポークパターンのワイヤが、シールドの開放端部のモデリングのために、八角形パターンのワイヤに対して電流を導いた。

【 0 0 5 3 】

図 8 は、表 2 に示すディメンジョンを有する、9 . 4 G H z での従来型アンテナのシミュレーション結果を示している。シミュレーションモデルに組み込まれたフィードラインによって、シミュレーションは、好ましくない「インゲン豆」形状を示した。

【 0 0 5 4 】

図 9 は、表 3 に示すディメンジョンを有する、9 . 4 G H z でのクロスダイポールアンテナの実施形態のシミュレーション結果を示している。フィードラインもまた図 9 においてはモデル化される。シミュレーション結果によって示されるように、アンテナパターンは概ね全方向性である。模擬モデルは、プリント回路基板上に容易に形成できる「ファン」形状アームを有するフラットアンテナに対応する。ファン形状アンテナのそれぞれは、シミュレーションにおいては、3 本のワイヤによってモデル化される。

【 0 0 5 5 】

シングルクロスダイポールに関連して説明したが、本明細書中で説明したクロスダイポールアンテナの原理および利点はまた、アンテナアレイに対して、あるいは、クロスダイポールアンテナが二つのディスク間に挟み込まれた場合などのリフレクターを備えた組み合わせに対して適用可能である。そうした形態は、搜索救助用トランスポンダ(SARTs)において有用である。ある実施形態では、複数のクロスダイポールアンテナが、アレイの高さに沿って離間して配置されたアームのセットを備えた垂直同軸フィードラインと共にアレイ内に配置できる。リフレクターを備えた別の実施形態では、天底あるいは天頂方向が望まれ、かつ、クロスダイポールアンテナは、リフレクター用の供給源として円偏波を発するが、これは、たとえば、パラボラリフレクターすなわちディッシュ、あるいはキャビティバックド(cavity-backed)円偏波アンテナを形成するために使用されるその他のリフレクターであってもよい。たとえば、本発明の実施形態に基づくクロスダイポールアンテナは、クロスダイポールアンテナの別な側でディッシュに供給するために、クロスダイポールアンテナの一方側においてプレートと組み合わせられてもよい。

10

【 0 0 5 6 】

特定の偏波の本発明のクロスダイポールアンテナ実施形態は、有利なことには、直交偏波を特徴とするアンテナシステムを形成するために、クロスダイポールアンテナの偏波と直交する偏波を有する一つ以上の別なアンテナと組み合わせることができるが、これは、偏波ダイバーシティおよび/または空間多重化のために利用できる。たとえば、水平偏波を有するクロスダイポールアンテナは、垂直偏波を有するダイポールアンテナあるいはモノポールアンテナと組み合わせることができる。空間多重化の場合、垂直偏波を有する電磁波は独立した情報を運ぶことができ、これは、単一偏波システムに比べて、データレートの増大を可能とすることができる。たとえば、M.Shafi、M.Zhang、A.L.Moustakas、P.J.Smith、A.F.Molisch、F.TufvessonおよびS.H.Simon著、Polarized MIMO Channels in 3D: Models, Measurements and Mutual Information, IEEE J. Selected Areas Comm., 24、514-527(2006年)を参照されたい。したがって、データレートは、直交偏波を送信/受信できないシステムに比べて、概ね2倍にすることができる。偏波ダイバーシティの例に関して、同じ情報は二つの直交偏波によって伝達でき、しかも二つの偏波のフェーディングは同一であるので、偏波ダイバーシティは、より大きな信号ロバストネスを実現する。偏波ダイバーシティによって、互いに直交する偏波を有する波は、直交偏波を持たない波よりも、互いに干渉する程度が著しく少ない。したがって、水平偏波を利用するシステムを介して伝達できるスループットすなわちデータレートは、偏波ダイバーシティを伴わないシステムのその、ほとんど2倍となり得る。偏波ダイバーシティのための別なアンテナとクロスダイポールアンテナを組み合わせる多くの形態が実施可能であり、そして以下の形態は例証であり限定ではない。

20

30

【 0 0 5 7 】

図10は偏波ダイバーシティを利用するアンテナの2×2アレイの例を示している。このアレイは、多重入力および多重出力(MIMO)システムのコンポーネントとして利用できる。2×2アレイの各アンテナはそれ自身の同軸構造体に接続されるが、これは同軸ケーブル(硬質あるいはフレキシブル)であってもよい。同軸構造体の他端は、続いて、送信機、受信機、送信機/受信機、トランシーバーなど(図示せず)に接続できる。

40

【 0 0 5 8 】

図10の図示する実施形態では、第1のクロスダイポールアンテナ1002および第2のクロスダイポールアンテナ1004は第1の方向の偏波を実現する。第1のクロスダイポールアンテナ1002および第2のクロスダイポールアンテナ1004は、図6および図7に関連して先に説明したクロスダイポールアンテナに対応する。第1のモノポールアンテナ1006および第2のモノポールアンテナ1008は、第1の方向と直交する第2の方向における偏波を実現する。たとえば、第1の偏波は水平であってもよく、かつ、第2の偏波は垂直であってもよい。

【 0 0 5 9 】

50

ある実施例では、第1のモノポールアンテナ1006は、同軸構造体1014の中心導体部分1010および折り返し部分1012から形成される。中心導体部分1010および折り返し部分1012のそれぞれは、概ね、関心のある周波数に関する四分の一波長である。折り返し部分1012は同軸構造体1014のシールドに対して接続される。もちろん、アンテナは、下にある構造体が肉眼で認識できないようにプラスチックでカプセル化されてもよい。

【0060】

アンテナ1002, 1004, 1006, 1008は、同じ周波数レンジを有してもよく、あるいは異なる周波数レンジを有してもよい。代替実施形態では、ダイポールアンテナは、第1のモノポールアンテナ1006および第2のモノポールアンテナ1008の一つ以上の代わりに使用可能である。

10

【0061】

上記アレイは 2×2 以外のディメンジョンを有することができる。たとえば、二つのアンテナのより小さなアレイを、たとえば、互いに直交する偏波を伴う第1のクロスダイポールアンテナ1002および第1のモノポールアンテナ1006を使用できる。

【0062】

他の変形例は、 3×3 アレイで、 4×4 アレイで、あるいはさらに大きくアンテナを配置するといった、アレイのサイズの増大に対応する。もちろん、数多くの変更が可能である。たとえば、三角形アレイ、円形アレイなどの非矩形アレイが適用可能である。

【0063】

20

図11は、「ティー」を使用してモノポールアンテナ1104と組み合わされたクロスダイポールアンテナ1102を用いる直交偏波を伴うアンテナの別な例を示している。図示する実施形態は「オールインワン」設計の例である。別な「オールインワン」形態は、当業者であれば、容易に決定可能である。クロスダイポールアンテナ1102は、図6および図7に関連して先に説明したクロスダイポールアンテナに対応し得る。同軸構造体の端部1106は、送信機、受信機、送信機/受信機、トランシーバーなどに接続される。「ティー」のセクションの長さは、インピーダンス不整合について修正するために調整可能である。Smith Chartなどの技術が設計者を支援するために利用できる。

【0064】

図示する例では、同じフィードラインが、同じ信号に関する二つの直交偏波を実現するためにクロスダイポールアンテナ1102およびモノポールアーム1104の両方に供給する。同じフィードラインがクロスダイポールアンテナ1102およびモノポールアーム1104の両方に供給するとき、可変位相シフター(図示せず)が、クロスダイポールアンテナ1102とモノポールアンテナ1104との間に相対的位相差を発生させるために、ティーと、クロスダイポールアンテナ1102およびモノポールアンテナ1104の少なくとも一方との間に挿入されるべきであり、移相は、それが、検出された信号全部の信号対ノイズおよび干渉比における改良につながるように選択される。ある実施形態では、可変位相シフターは、経路長を変更するために選択されかつ選択が取り消される複数の選択可能な経路長を有するデバイスに対応する。PINダイオードが特定の経路を機能させるために使用可能である。これらPINダイオードは、マイクロプロセッサなどの制御回路からの制御信号に応答して選択的に作動させることができる。既成の位相シフターを、これに代えて利用できる。たとえば、適当な位相シフターは、Narda Microwave, Microtek Inc. などから入手可能である。

30

40

【0065】

移相周波数に関して、位相の全サイクル(360 度)を偏移させる移相のための周波数は非常に広い範囲で変更可能であるが、システムの受信機と送信機との間の最大見込みドップラー偏位周波数と少なくとも同じくらい高いものであるべきである。もちろんドップラー偏移周波数は伝達されるRF周波数と共に変化する。たとえば、WiFiワイヤレスアクセスポイントの例において、ワイヤレスアクセスポイントのコントローラーあるいはマイクロプロセッサは、可変位相シフターの移相を制御できる。移相周波数は、これに限定さ

50

れるわけではないが、数千ヘルツといった特定の周波数へ予め決定でき、あるいは、遭遇するドップラー周波数の変化に応答して適切に調整可能である。

【 0 0 6 6 】

代替実施形態では、クロスダイポールアンテナ 1 1 0 2 およびモノポールアンテナ 1 1 0 4 は、その相対的向きを維持できるが、その代わりに、別個のフィードラインに接続できる。別個のフィードラインへの / それからの信号は、ベースバンドから / それへと偏移させられたアップ(ダウン)周波数であってもよく、この結果、ベースバンドにおける信号の別個の処理が可能である。この解決策は、ダイバーシティおよび空間多重化の両方のために利用できる。

【 0 0 6 7 】

フルサイズクロスダイポールアンテナに関連して先に説明したが、クロスダイポールアンテナの原理および利点はまたクロスダイポールアンテナの小型バージョンにも当てはまる。アンテナ技術に関連する小型化は単なる拡大縮小ではない。フルサイズクロスダイポールアンテナに関して、アンテナのアームの物理的な長さは電氣的な長さと同じである。したがって、表 1、表 2 および表 3 に関連して先に説明したアームに関する長さは、アームの物理的長さおよびその電氣的長さの両方に当てはまる。

【 0 0 6 8 】

アンテナ小型化に関して、ダイポールのアームの物理的長さは、アームの有効電氣的長さあるいは仮想長さよりも短くてもよい。小型化されたアームの有効電氣的長さは、(容量性ロードを避けるために)直線状の、非常に細い導体を用いてかつ自由空間内で形成されるならば、電氣的性能のためにアームが有するであろう対応する長さである。アンテナ小型化技術は従来公知であり、かつ、高い比誘電率および / または高い比透磁率を備えた物質中にアンテナを埋め込む技術と同様、ローディング技術を含む。ローディング技術の例に関しては、2006年7月付けの、Compact Integrated Antennasというタイトルの、Free scale SemiconductorからのApplication Note AN2731(改訂版 1.4)を挙げることができ、これは、以下のURL: <http://www.freescale.com/files/rf_if/doc/app_note/AN2731.pdf> から利用可能である。

【 0 0 6 9 】

極めて広範囲のローディング技術が、有効電氣的長さ関係を維持しながら、クロスダイポールアンテナの一つ以上のアームを物理的に短くするために使用できる。アンテナ小型化に関して、表 1、表 2 および表 3 に関連して先に説明したアームに関する長さは、アームの有効電氣的長さに当てはまり、かつ、小型化されたアームのための物理的長さから変化し得る。

【 0 0 7 0 】

比較のために、図 1 2 A は従来のダイポールの例を示す。図 1 2 B ~ 1 2 G は、本発明の実施形態に基づくクロスダイポールアンテナの一つ以上のアームに適用できるダイポールのための従来のローディング技術の非網羅的な例を示している。それ以外のローディング技術(やがて発見されるローディング技術を含む)もまた適用可能である。図 1 2 B ~ 1 2 G において、ローディング技術はダイポールの各アームに適用される。だが、こうしたロード技術は、ダイポールの一方あるいは両方のアームに対して(たとえば一つの非ロードアームおよび一つのロードアーム)に対して、クロスダイポールアンテナの一方あるいは両方のダイポールに対して適用可能であり、一つ以上のタイプのロード技術がクロスダイポールアンテナのダイポールにあるいはその両方のダイポールに適用可能であるように組み合わせることができ、そして、一つ以上のロード技術がクロスダイポールアンテナの特定のアームに対して適用できるように組み合わせることさえ可能である。

【 0 0 7 1 】

図 1 2 B は屈曲ダイポールの例を示している。図 1 2 C は折り曲げ、図示する例では、二重折り曲げダイポールの例を示している。図 1 2 D は容量性端部ローディングの例を示しており、これはまた「トップハット」として公知である。容量性端部ローディングは、アームの遠位端部において容量性プレートを使用することで具現化できる。図 1 2 E は蛇

10

20

30

40

50

行パターンローディングの例を示している。図 1 2 B ~ 1 2 E に示すローディング技術は図示するように二次元において平坦に具現化できる。これは、アンテナが一体化された回路の一部である場合に、あるいはその他のパッケージングの理由から有利である。だが、ローディング技術はまた、屈曲、折り曲げ、端部ロード、あるいは三次元蛇行であってもよい。図 1 2 F は誘導性ローディングの例を示しており、これは、通常、コイルを用いて具現化できる。図 1 2 G は、ヘアピン形態でスタブローディングの例を示している。別な例では、アームは「ファン」形状を有することができる。ファン形状アームに関して、遠位端部におけるアームの一部は、同軸構造体により近いアームの一部よりも幅広である。

【 0 0 7 2 】

図 1 3 A は、本発明の実施形態に基づくクロスダイポールアンテナの平面図であり、アーム 1 3 1 2, 1 3 1 4, 1 3 1 6, 1 3 1 8 のそれぞれは端部折り曲げによってコンパクト化されている。同軸構造体は中心導体 1 3 0 2 および外側シールド 1 3 0 4 を含むが、これは、図 6 に関連して先に説明した中心導体 6 0 2 および外側シールド 6 0 4 に対応し得る。第 1 のアーム 1 3 1 2、第 2 のアーム 1 3 1 4、第 3 のアーム 1 3 1 6 および第 4 のアーム 1 3 1 8 は、図 6 に関連して先に説明した実施形態の第 1 のアーム 6 1 2、第 2 のアーム 6 1 4、第 3 のアーム 6 1 6 および第 4 のアーム 6 1 8 のそれぞれと同じ有効電氣的長さを有するが、アーム 1 3 1 2, 1 3 1 4, 1 3 1 6, 1 3 1 8 は物理的に短い。アンテナの鏡像もまた適用可能である。図 1 3 A のアンテナは例証目的で描かれたものであり、必ずしも一定の縮尺ではない。アーム端部のそれぞれが折り曲げられた状態で示されているが、別な実施形態では、一つ、二つ、あるいは三つのアームが端部折り曲げによってコンパクト化され、そして別なアームはコンパクト化されないか、あるいは異なる手法でコンパクト化される。したがって、小型化されたアームは、屈曲アーム、折り曲げアーム、容量性およびロードアーム、蛇行パターンロードアーム、あるいは誘導性ロードアームの少なくとも一つに対応し得る。

【 0 0 7 3 】

図 1 3 B は、本発明の実施形態に基づくクロスダイポールアンテナの平面図であり、アーム 1 3 3 2, 1 3 3 4, 1 3 3 6, 1 3 3 8 のそれぞれは蛇行によってコンパクト化されている。同軸構造体は中心導体 1 3 2 2 および外側シールド 1 3 2 4 を含むが、これは、図 6 に関連して先に説明した中心導体 6 0 2 および外側シールド 6 0 4 に対応し得る。第 1 のアーム 1 3 3 2、第 2 のアーム 1 3 3 4、第 3 のアーム 1 3 3 6 および第 4 のアーム 1 3 3 8 は、図 6 に関連して先に説明した実施形態の第 1 のアーム 6 1 2、第 2 のアーム 6 1 4、第 3 のアーム 6 1 6 および第 4 のアーム 6 1 8 のそれぞれと同じ有効電氣的長さを有するが、アーム 1 3 3 2, 1 3 3 4, 1 3 3 6, 1 3 3 8 は物理的に短い。アンテナの鏡像もまた適用可能である。図 1 3 B のアンテナは例証目的で描かれたものであり、必ずしも一定の縮尺ではない。アーム端部のそれぞれが蛇行状態で示されているが、別な実施形態では、一つ、二つ、あるいは三つのアームが蛇行によってコンパクト化され、そして別なアームはコンパクト化されないか、あるいは異なる手法でコンパクト化される。蛇行パターンはまた、インピーダンス整合のためのスタブを含み得る。

【 0 0 7 4 】

図 1 4 A は、本発明の実施形態に基づくクロスダイポールアンテナの平面図であり、アーム 1 4 1 2, 1 4 1 6 の二つは容量性端部ロードによってコンパクト化され、かつ、アーム 1 4 1 4, 1 4 1 8 の二つは蛇行パターンによってコンパクト化されている。同軸構造体は中心導体 1 4 0 2 および外側シールド 1 4 0 4 を含むが、これは、図 6 に関連して先に説明した中心導体 6 0 2 および外側シールド 6 0 4 に対応し得る。第 1 のアーム 1 4 1 2、第 2 のアーム 1 4 1 4、第 3 のアーム 1 4 1 6 および第 4 のアーム 1 4 1 8 は、図 6 に関連して先に説明した実施形態の第 1 のアーム 6 1 2、第 2 のアーム 6 1 4、第 3 のアーム 6 1 6 および第 4 のアーム 6 1 8 のそれぞれと同じ有効電氣的長さを有するが、アーム 1 4 1 2, 1 4 1 4, 1 4 1 6, 1 4 1 8 は物理的に短い。アンテナの鏡像もまた適用可能である。図 1 4 A のアンテナは例証目的で描かれたものであり、必ずしも一定の縮尺ではない。もちろん、その他の組み合わせも可能である。

【 0 0 7 5 】

図 1 4 B は図 1 4 A に示すクロスダイポールアンテナの斜視図である。さらに、アンテナのアームは、高い比誘電率 ϵ_r および / または高い比透磁率 μ_r を有する素材内に埋設される。高い比誘電率 ϵ_r 、高い比透磁率 μ_r 、あるいは両方の特性は、アームに関するより大きな有効電氣的長さを維持しながら、アンテナの物理的サイズをさらに縮小させることができる。

【 0 0 7 6 】

アンテナのアームは、パッケージングあるいは小型化のために高い比誘電率 ϵ_r および / または高い比透磁率 μ_r を有する素材内に埋設することができる。自由空間の比誘電率および比透磁率は 1 である。ある実施形態では、高い比誘電率は少なくとも 1.1 の比誘電率に関する値を含む。ある実施形態では、高い比透磁率は少なくとも 1.1 の比透磁率に関する値を含む。小型化のためにあるいはパッケージングのために望まれる場合、高い比誘電率 ϵ_r 特性および / または高い比透磁率 μ_r 特性を備えた素材内へのアームの埋め込みは、別のフルサイズアンテナに対して、かつ、図 1 2 B ~ 1 2 G に関連して先に説明したローディング技術の一つ以上を利用するアンテナに対して適用可能である。

【 0 0 7 7 】

図 1 5 は、可変シフター 1 5 0 8 を加えた状態で図 1 1 の例を示している。図示する実施形態では、可変位相シフター 1 5 0 8 は、ティーとモノポールアンテナ 1 1 0 4 との間に挿入される。たとえば、ワイヤレスアクセスポイントのコントローラーあるいはマイクロプロセッサは入力「位相偏移制御」によって示すように可変位相シフターの移相を制御することができる。移相周波数は、これに限定されるわけではないが、数千ヘルツといった特定の周波数へ予め決定でき、あるいは、遭遇するドップラー周波数の変化に応答して適切に調整可能である。

【 0 0 7 8 】

図 6 に戻ると、別な実施形態では、第 1 のアーム 6 1 2 および第 3 のアーム 6 1 6 は第 1 のダイポールを形成する。第 2 のアーム 6 1 4 および第 4 のアーム 6 1 8 は第 2 のダイポールを形成する。従来のクロスダイポールアンテナにおいては、第 1 のアーム 6 1 2 および第 3 のアーム 6 1 6 は同じ長さを有し、かつ、それぞれ、意図された周波数帯域に関する波長の 4 分の 1 よりも短い。また、従来のクロスダイポールアンテナにおいては、第 2 のアーム 6 1 4 および第 4 のアーム 6 1 8 は同じ長さを有し、かつ、それぞれ、(ある小型化技術の使用にもかかわらず)意図された周波数帯域に関する波長の 4 分の 1 よりも長い。本発明の実施形態によれば、クロスダイポールアンテナのダイポールのアーム長は、以下の表 4 に関連して説明するように変化し得る。

【 0 0 7 9 】

【表 4】

アーム	接続	相対角度	アーム長
第1のアーム612	中心	0°	$a\lambda - y_1R$
第2のアーム614	中心	90°	$b\lambda - y_2R$
第3のアーム616	シールド	180°	$a\lambda + y_3R$
第4のアーム618	シールド	270°	$b\lambda + y_4R$

【 0 0 8 0 】

ある実施形態では、四つの調整ファクター y_1, y_2, y_3 および y_4 は同一である必要はなく、そして、好ましくは、全ての四つのアームが性能のために最適化される。表 3 に関連して先に説明した形態においては、この例は、図 9 に示すパターンをもたらし、有利なことには、相対的に等しい振幅を備えた相対的に良好な移相矩象を呈する。それどころか、表 2 の形態は図 8 に示すパターンをもたらし。表 4 に関して先に説明した形態に戻ると、調整ファクター y_3 および y_4 による外側シールド接続アーム 6 1 6, 6 1 8 の延長は、内

側導体接続アーム 6 1 2, 6 1 4 の調整ファクター y_1 および y_2 による短縮によって実現される。

【 0 0 8 1 】

表 5 (以下に示す) は、アンテナの別な実施形態に関する、接続、相対角度、およびアーム長をまとめたものである。各アームの長さとは、同軸フィードラインの中心から遠位端部までであり、この場合、各アームの近位端部が中心導体にあるいは外側シールドに適切に接続される。従来技術とは対照的に、各ダイポールのアーム長は同じではない。図示する実施形態では、第 1 のアーム 6 1 2 および第 2 のアーム 6 1 4 (図 6) は従来技術の対応するアーム 3 1 2, 3 1 4 (図 3) よりも短く、かつ、第 3 のアーム 6 1 6 および第 4 のアーム 6 1 8 は従来技術の対応するアーム 3 1 6, 3 1 8 (図 3) よりも長い。表 5 において、ファクター a は、従来のクロスダイポールアンテナの短いアームのために使用される割合に対応する。ファクター b は従来のクロスダイポールアンテナの長いアームのために使用される割合に関する。ある実施形態では、熟練した専門家はファクター a に関する、そしてファクター b に関する出発ポイントとして 0.25 を使用する。この場合、対応するアームをより容量性のものとするために a を小さくし、かつ、対応するアームをより誘導性のものとするために b を大きくすることによって、電流の位相はそれぞれ進められかつ遅らせられる。各位相が 45 度だけ変更されたとき、アーム間の所望の直角位相関係が確立される。ベクター電圧計、ネットワークアナライザ、およびシミュレーションモデルが、通常は、ファクター a およびファクター b に対応する所望の長さを生み出すために採用される。本願出願人は、同軸ケーブルなどの、対応する同軸構造体の外側導体の半径 R (直径の半分) が、外側導体に接続されたこれらのアームに関するアーム長に影響を与えることを見出した。外側導体によって生み出されるアンテナパターンへの歪み作用は、同軸構造体外径がアームの長さに対して大きくなると、より激しいものとなる。周波数が高くなると、アーム長は減少する。さらに、大径同軸構造体は高周波数においてロスが少ないので、周波数が高くなると、より大径の同軸構造体を使用することが望ましい。ある実施形態では、開示された技術は、1 GHz 超でアンテナパターンに顕著な利益をもたらす。たとえば、図 9 のパターンを参照されたい。対照的に、従来技術によれば、図 8 の「インゲン豆」形状パターンは修正可能ではない。ある実施形態では、図示する技術は、同軸構造体の外側シールドの半径がアーム 6 1 2, 6 1 4, 6 1 6, 6 1 8 の最も短いものの少なくとも 50 分の 1 ($1/50$) であるか、アーム 6 1 2, 6 1 4, 6 1 6, 6 1 8 の最も短いものの少なくとも 30 分の 1 ($1/30$) である場合に、適用可能である。

【 0 0 8 2 】

定数 R は、同軸構造体の外側シールド 6 0 4 の半径を表す。ファクター y_1, y_2, y_3 および y_4 は、小数、好ましくは 0.6 に対応し、これには、半径 R が掛けられ、そして第 3 のアーム 6 1 6 および第 4 のアーム 6 1 8 の長さに付加される。だが、ファクター y_1, y_2, y_3 および y_4 は比較的広い範囲で変化できる。たとえば、 y_1, y_2, y_3 および y_4 は約 0.54 と約 0.66 との間で変化できる。別な例では、 y_1, y_2, y_3 および y_4 は約 0.48 と約 0.72 との間で変化できる。別な例では、 y_1, y_2, y_3 および y_4 は約 0.48 と約 0.78 との間で変化できる。別な例では、 y_1, y_2, y_3 および y_4 は約 0.3 と約 1.2 との間で変化できる。別な例では、 y_1, y_2, y_3 および y_4 は約 0.15 と約 1.15 との間で変化できる。 y_1, y_2, y_3 および y_4 に関するその他の適用可能な値は、当業者であれば容易に決定できる。

【 0 0 8 3 】

表 4 は、約 9.4 GHz での動作に好適なアンテナの実施形態のためのディメンションの例を示すが、ここで、アンテナは、プリント回路 (PC) 基板上の銅トレースを用いて形成されたファン形状アームを有する。PC 基板の誘電体だけでなくアームのそうしたファン形状は、僅かな小型化効果を有し、その結果、図示する実施形態のアーム長はそれぞれ自由空間波長の 4 分の 1 よりも短い。たとえば、遠位端部におけるアームの開拡は、図 12 D に関連して先に説明した容量性端部ロードアームと類似の効果を有する。こうした長さは同軸構造体の中心から測ったものである。さらに、シミュレーションモデルは、0.

1 インチ直径同軸ケーブルフィードラインを含んでいた。

【 0 0 8 4 】

【表 5】

アーム	接続	adj.	adj. /R	adj. (インチ)	アーム長	相対 adj. /R
第1のアーム 612	中心	$-y_1R$	-0.2	-0.01	0.215 インチ	n/a
第2のアーム 614	中心	$-y_2R$	-0.3	-0.015	0.250 インチ	n/a
第3のアーム 616	シールド	y_3R	0.2	+0.1	0.235 インチ	$x=y_1+y_3=$ 0.4
第4のアーム 618	シールド	y_4R	0.3	+0.015	0.280 インチ	$x=y_2+y_4=$ 0.6

10

【 0 0 8 5 】

表 5 において、「アーム」の行は特定のアームを表し、「接続」の行はアームに関する接続を表し、「adj」の列は表 4 に関連して先に説明したようなアームに関する調整に対応する。「adj./R」の行は、0.1 インチ直径 (0.05 インチ半径) 同軸構造体を備えた表 3 に示された例において使用されるように、 y_1, y_2, y_3 および y_4 に関する実際の値を示している。「adj.(インチ)」の行は調整量をインチで示している。「アーム長」の行はアーム全長を示し、そして「相対adj./R」は、表 1 に関連して先に説明した対応する x 値を示している。

20

【 0 0 8 6 】

アンテナのアーム 612, 614, 616, 618 はプリント回路基板上の導電性トレース (通常は銅) を用いて具現化できる。たとえば、第 1 のアーム 612 および第 2 のアーム 614 は回路基板の第 1 の側 (たとえば上側) に形成でき、かつ、第 3 のアーム 616 および第 4 のアーム 618 は回路基板の第 2 の側 (たとえば下側) に形成できる。たとえば、中心導体 602 は、第 1 のアーム 612 および第 2 のアーム 614 のためのトレースに対して電氣的に接続するためにハンダ付けでき、かつ、外側シールド 604 は第 2 のアーム 614 および第 4 のアーム 618 のためのトレースに接続するためにハンダ付けできる。代替実施形態では、トレースは回路基板の異なる層上に形成されるが、これは必ずしも回路基板の対向する面上ではない。もちろん、アダプターおよび/またはコネクタを同軸構造体とアンテナのアーム 612, 614, 616, 618 との間に配置することもできる。

30

【 0 0 8 7 】

上記クロスダイポールアンテナは、これに限定されるわけではないが、ベースステーション、ワイヤレスルータ、ワイヤレスアクセスポイント、ワイヤレスブリッジ、セルラータレフォンベースステーション、セルラータレフォン、ワイヤレスコンピューター、ポータブルあるいはハンドヘルドコンピューター、テレビ用のセットトップボックス、ビデオゲーミングコンソール、双方向キオスク、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタル音楽プレイヤー、その他の電子デバイスあるいはその組み合わせといった、さまざまな用途において使用できる。クロスダイポールアンテナを使用可能な用途のその他の例はフェムトセル内である。

40

【 0 0 8 8 】

以上、さまざまな実施形態について説明してきた。特定の実施形態を参照して説明したが、この説明は例証を意図したものであり、限定を意図していない。さまざまな変更および用途は当業者にとって自明である。

【符号の説明】

【 0 0 8 9 】

502 アンテナパターン

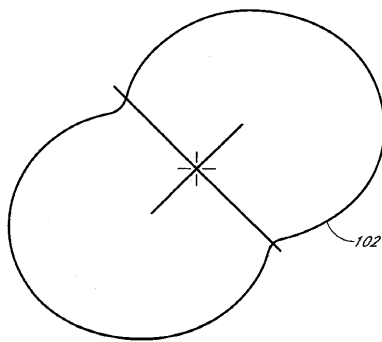
50

- 5 0 4 対称アンテナフェーザー
- 6 0 2 中心導体
- 6 0 4 外側シールド
- 6 1 2 第 1 のアーム
- 6 1 4 第 2 のアーム
- 6 1 6 第 3 のアーム
- 6 1 8 第 4 のアーム
- 1 0 0 2 第 1 のクロスダイポールアンテナ
- 1 0 0 4 第 2 のクロスダイポールアンテナ
- 1 0 0 6 第 1 のモノポールアンテナ
- 1 0 0 8 第 2 のモノポールアンテナ
- 1 0 1 0 中心導体部分
- 1 0 1 2 折り返し部分
- 1 0 1 4 同軸構造体
- 1 1 0 2 クロスダイポールアンテナ
- 1 1 0 4 モノポールアーム
- 1 3 0 2 中心導体
- 1 3 0 4 外側シールド
- 1 3 1 2 第 1 のアーム
- 1 3 1 4 第 2 のアーム
- 1 3 1 6 第 3 のアーム
- 1 3 1 8 第 4 のアーム

10

20

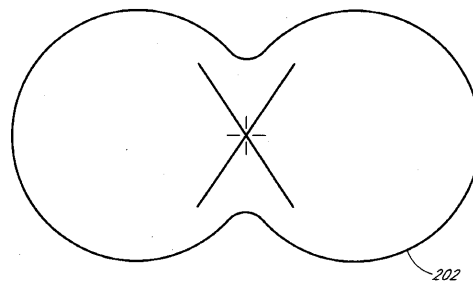
【図 1】



不等振幅

FIG. 1
(PRIOR ART)

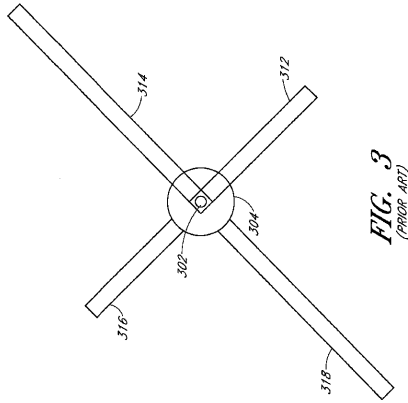
【図 2】



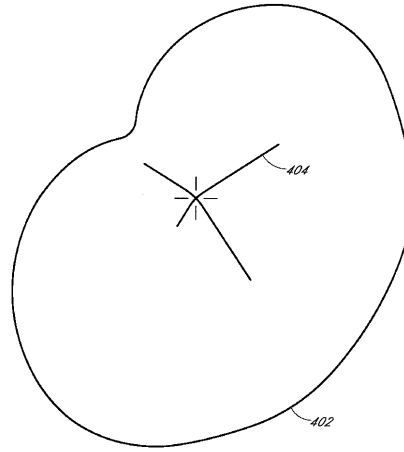
非直角位相

FIG. 2
(PRIOR ART)

【図 3】

FIG. 3
(PRIOR ART)

【図 4】

FIG. 4
(PRIOR ART)

【図 5】

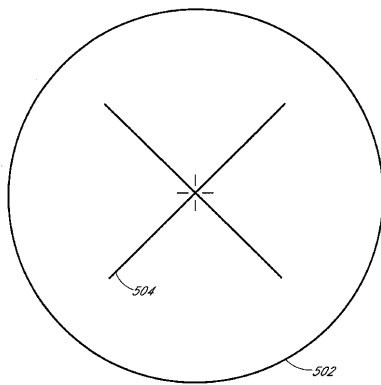


FIG. 5

【図 6】

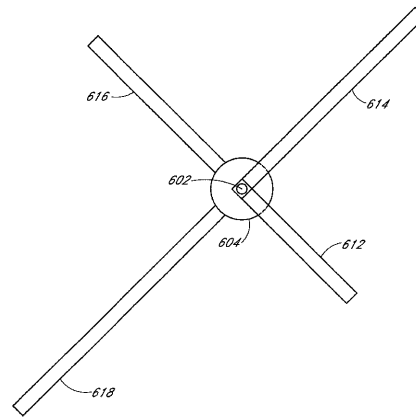


FIG. 6

【図 7】

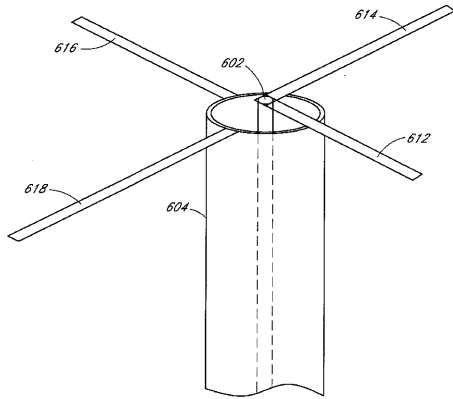
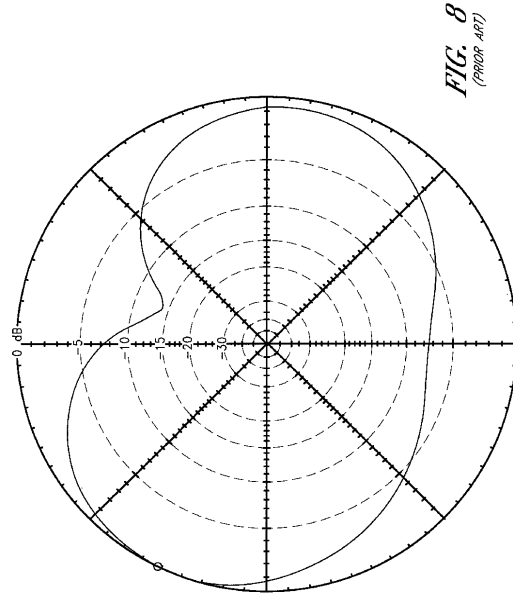
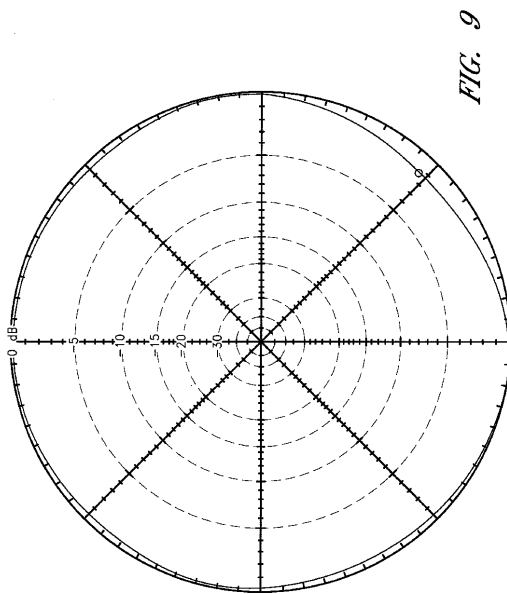


FIG. 7

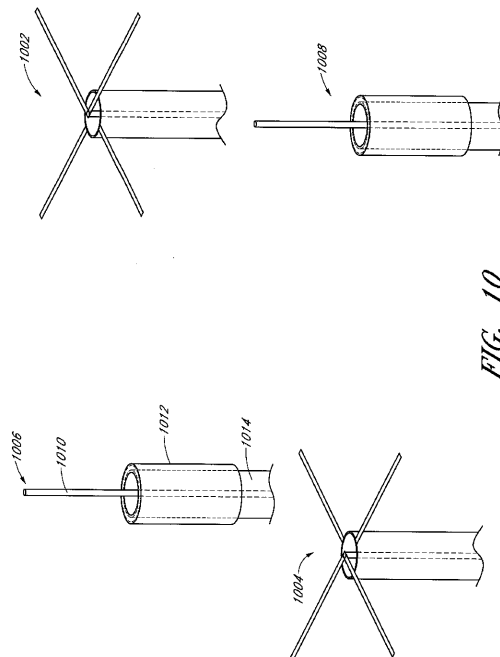
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

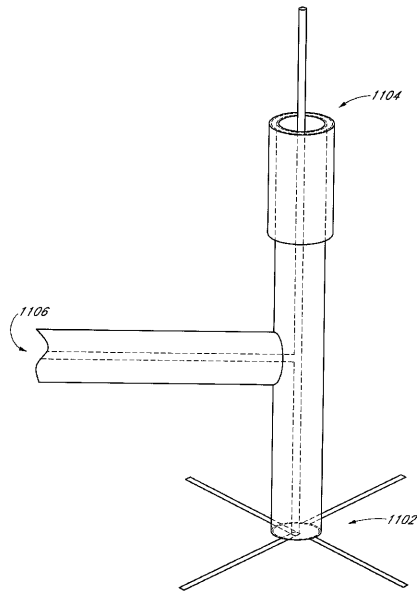
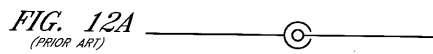
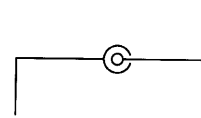


FIG. 11

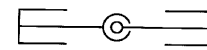
【図 12 A】



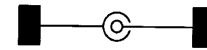
【図 12 B】

FIG. 12B
(PRIOR ART)

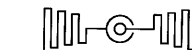
【図 12 C】

FIG. 12C
(PRIOR ART)

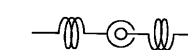
【図 12 D】

FIG. 12D
(PRIOR ART)

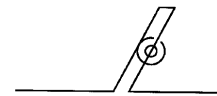
【図 12 E】

FIG. 12E
(PRIOR ART)

【図 12 F】

FIG. 12F
(PRIOR ART)

【図 12 G】

FIG. 12G
(PRIOR ART)

【図 13 A】

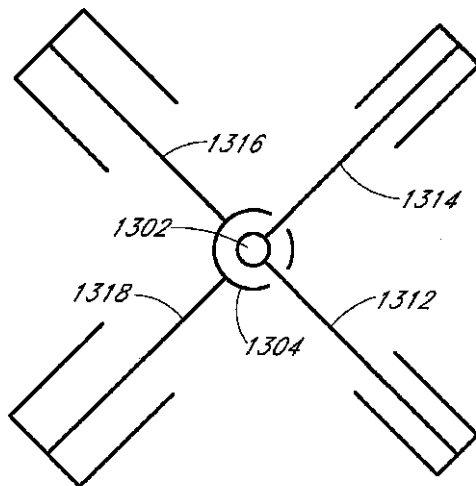


FIG. 13A

【図 13 B】

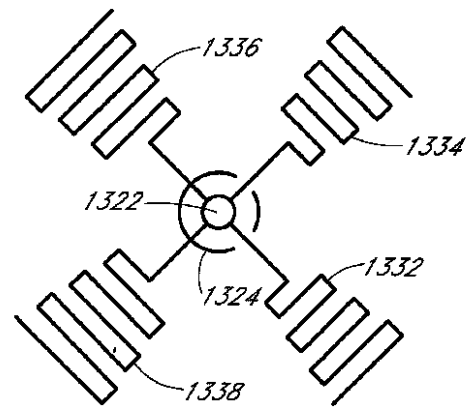


FIG. 13B

【図 14 A】

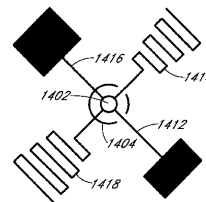


FIG. 14A

【図 14 B】

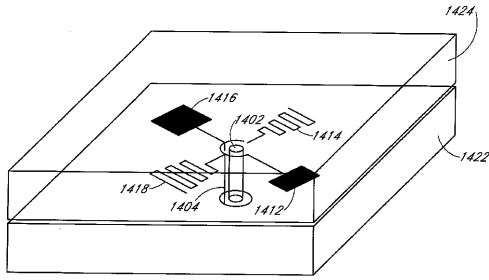


FIG. 14B

【図 15】

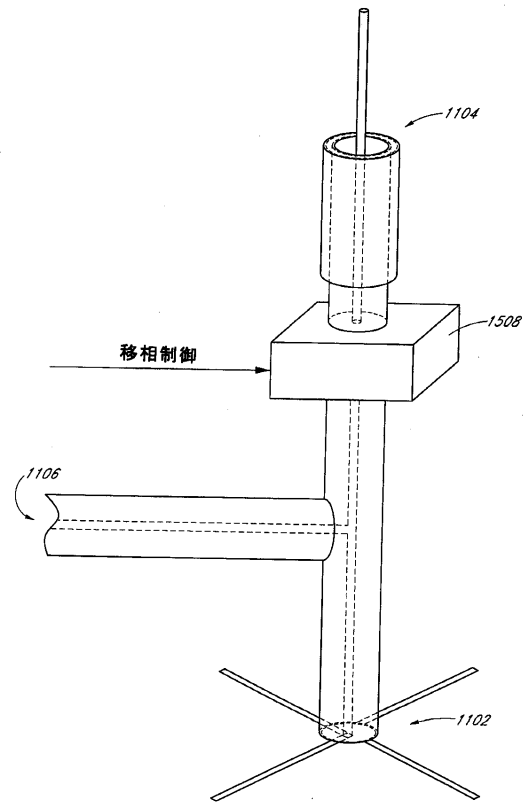


FIG. 15

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 12/534,703

(32)優先日 平成21年8月3日(2009.8.3)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 ウィリアム・アーネスト・ペイン

アメリカ合衆国・ジョージア・30132-8082・ダラス・オーク・ヒルズ・ドライブ・275

審査官 麻生 哲朗

(56)参考文献 特開平10-126150(JP,A)

特開2009-088625(JP,A)

特開2002-100928(JP,A)

特開2004-172906(JP,A)

特開2009-100431(JP,A)

特開昭57-154910(JP,A)

特開平10-041734(JP,A)

国際公開第2005/114789(WO,A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 9/16

H01Q 21/24

H01Q 21/26