

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4034265号
(P4034265)

(45) 発行日 平成20年1月16日(2008.1.16)

(24) 登録日 平成19年11月2日(2007.11.2)

(51) Int. Cl.		F I
HO 1 Q 13/08	(2006.01)	HO 1 Q 13/08
HO 1 Q 21/30	(2006.01)	HO 1 Q 21/30
HO 1 Q 21/06	(2006.01)	HO 1 Q 21/06

請求項の数 13 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2003-513079 (P2003-513079)	(73) 特許権者	591034154
(86) (22) 出願日	平成14年7月11日(2002.7.11)		フランス テレコム
(65) 公表番号	特表2004-535131 (P2004-535131A)		フランス国 パリ 75015 プラス
(43) 公表日	平成16年11月18日(2004.11.18)		ダルレ 6
(86) 国際出願番号	PCT/FR2002/002448	(74) 代理人	100075812
(87) 国際公開番号	W02003/007423		弁理士 吉武 賢次
(87) 国際公開日	平成15年1月23日(2003.1.23)	(74) 代理人	100088889
審査請求日	平成17年4月13日(2005.4.13)		弁理士 橘谷 英俊
(31) 優先権主張番号	0109208	(74) 代理人	100082991
(32) 優先日	平成13年7月11日(2001.7.11)		弁理士 佐藤 泰和
(33) 優先権主張国	フランス (FR)	(74) 代理人	100096921
			弁理士 吉元 弘
		(74) 代理人	100103263
			弁理士 川崎 康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2個の放射要素を備えるリアクティブ結合アンテナ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

プレーナ形態の2個の実質的に積み重ねられた放射要素(25、45)と、
第1の周波数が与えられる少なくとも一つの給電線(6、7)及び少なくとも一つの接続スロット(16、17)を有する一つの導電アース面(15)とを備え、前記放射要素(25、45)の一方を励振する能力を有する、第1のリアクティブ結合レイアウト(5、15)と、

前記放射要素の他方を励振する能力を有し、第2の周波数が与えられる少なくとも一つの給電線を備える第2のリアクティブ結合レイアウト(25、35)と、

を備える第1の周波数バンド及び第2の周波数バンドにおいて動作するようにして成る二重バンドプリント型アンテナであって、

前記第2のリアクティブ結合レイアウトは、前記放射要素(25、45)の少なくとも一つの組み合わせを生成し、この組み合わせは前記アンテナに前記第2の周波数バンドにおいて動作することを可能にし、

前記2個の放射要素(25、45)が、前記第1のリアクティブ結合レイアウトに対しては、これら2個の放射要素(25、45)の同時的結合が得られるように、20%より少ない表面積の相対差が得られるような十分に類似する値の表面積を有し、前記同時的結合が前記アンテナに前記第1の周波数バンドにおいて動作することを可能にすることを特徴とする二重バンドプリントアンテナ。

【請求項2】

10

20

前記 2 個の放射要素 (2 5、4 5) の少なくとも一つが、一平面アース面を備える層上においてエッチングされる時、この放射要素がこのアース面からその放射要素の外郭を取り巻くスロットによって絶縁されていることを特徴とする請求項 1 記載のプリントアンテナ。

【請求項 3】

前記アンテナが前記放射要素 (2 5、4 5) の二重結合に対応する動作周波数バンドを有し、この周波数バンドが 1 5 % より大きな相対幅を有することを特徴とする請求項 1 或いは 2 のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項 4】

前記第 2 のリアクティブ結合レイアウト (3 5) が、少なくとも一つの給電線 (3 6、3 7) を含むことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のアンテナ。 10

【請求項 5】

前記第 2 のリアクティブ結合レイアウト (3 5) の前記給電線 (3 6、3 7) が、前記 2 個の放射要素間を延びることを特徴とする請求項 4 記載のアンテナ。

【請求項 6】

前記 2 個の放射要素 (2 5、4 5) の内、放射要素 (2 5) の方が前記アース面 (1 5) に近接し、前記第 2 のリアクティブ結合レイアウト (2 5、3 5) の給電線 (3 6、3 7) が、この放射要素 (2 5) に、他方の放射要素 (4 5) よりも近接することを特徴とする請求項 5 記載のアンテナ。

【請求項 7】

前記 2 個の放射要素 (2 5、4 5) の内、放射要素 (2 5) の方が前記アース面 (1 5) に近接し、前記第 2 のリアクティブ結合レイアウト (3 5) が前記アース面 (1 5) により近接する放射要素 (2 5) と前記アース面との間を延びることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のアンテナ。 20

【請求項 8】

前記第 1 のリアクティブ結合レイアウト (5、1 5) が、前記アンテナ内を、互いに直交する方向に延びる 2 個の給電線 (6、7) を備え、前記アース面 (1 5) が互いに直交する方向に延びる 2 個のスロット (1 6、1 7) を備え、これら 2 個のスロット (1 6、1 7) の各々が前記第 1 のリアクティブ結合レイアウトの対応する給電線 (6、7) に対して真向かいに、かつ、この対応する給電線 (6、7) に垂直に配置されることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載のアンテナ。 30

【請求項 9】

前記アンテナのリアクティブ結合レイアウト (5、1 5、2 5、3 5) が、前記アンテナ内を互いに直交する方向に延びる 2 個の給電線 (6、7、3 6、3 7) を備えることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項 10】

各々が請求項 9 による少なくとも一対のアンテナと、2 個の電気ポート (1 1 0、2 1 0) とを備えるアレイであって、

前記各ポート (1 1 0、2 1 0) について、そこから一対のブランチが延び、

第 1 のポート (1 1 0、2 1 0) の各ブランチは前記 2 個のアンテナの各々内の対応する第 1 の給電線をリンクし、 40

第 2 のポート (1 1 0、2 1 0) の各ブランチは前記 2 個のアンテナの各々内の対応する第 2 の給電線をリンクし、

前記第 1 と第 2 のポート (1 1 0、2 1 0) の前記対のブランチは、前記ポートの一つの所にアンテナの方向に到着する電流 (i_1 、 i_2) が前記ポートの対のブランチ内へと入る (2 つの) 電流に分割されるように配置され、

前記ブランチ内に流入する電流は、結合により前記他のポートの前記対のブランチ内に 2 つの漂遊電流を生成し、この漂遊電流は、アンテナからポートに向かう向きと、ポートからアンテナに向かう向きの内、前記他方のポートの前記対のブランチ内で生成される漂遊電流とは反対の向きを有することを特徴とするアレイ。 50

【請求項 1 1】

第 1 のポート (1 1 0) の前記対のブランチは、この第 1 のポート (1 1 0) の所に前記アンテナに向かって到着する電流が、各ブランチについて、両方とも同一の向きにあり、いずれか一方が前記アンテナの内側又は外側に向けられた前記 2 個の対応する給電線を、アンテナの内側に向かう向き或いは外側に向かう向きの内、一つの同一の向きに流れる 2 つの電流に分割されるように構成され、

前記第 2 のポート (1 1 0) の対のブランチは、この第 2 のポート (2 1 0) の所に前記アンテナに向かって到着する電流が、前記対応する給電線を、一方のブランチについては、アンテナの内側に向かい、他方のブランチについては、アンテナの外側に向う 2 つの電流に分割されるように構成される、ことを特徴とする請求項 1 0 記載のレイ。 10

【請求項 1 2】

少なくとも二対のアンテナを備えるレイであって、各アンテナ対が請求項 1 0 或いは 1 1 によるレイを形成し、

一方の対のアンテナの前記第 1 のポート (1 1 0) は、このポートから給電線に到着する電流が、両方の給電線について、前記対のアンテナの内側に向かう、一つの同一の向きを示すように構成された対のブランチを有し、

他方の対のアンテナの前記第 1 のポート (1 1 0) は、このポートから給電線に到着する電流が、両方の給電線について、一つの同一のアンテナの外側に向かう、一つの同一の向きを示すように構成された対のブランチを有し、

これら 2 個の第 1 のポート (1 1 0) が、一方はアンテナに再び入る向きを有し、他方はアンテナから出る向きを有する 2 つの給電線を有し、これら給電線が一つの同一の上側ポート (1 1 5) にリンクされることを特徴とするレイ。 20

【請求項 1 3】

一連のアンテナ対と、

各々が、縦続に接続された 2 個のブランチを有する一連の分離を構成する一つのツリーを形成する 2 個の回路と、を備えるアンテナのレイであって、

前記各ツリーが末端ブランチに終端し、

各アンテナ対が、前記 2 個のツリーに属する二対の末端ブランチと一体となって、請求項 1 0 或いは 1 1 による 2 個のアンテナを有するサブレイを形成することを特徴とするアンテナのレイ。 30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は、コンパクトなプリントアンテナ、より詳細には、受信及び/或いは送信レイ用のプレート (plated technology) を採用する要素プリント型アンテナ (elementary printed antenna) に係り、例えば、乗り物 (craft) に搭載するために利用される。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

来たるべき衛星ベースのマルチメディアサービスでは、複数のサービス及び複数の衛星に同時にアクセスすることが要求され、このためにはステアラブル受信アンテナ (steerable reception antenna) が必要となり、終局的には、このアンテナに知能も組み込まれることが予想される。パラボラアンテナ (parabolic dishes) 及び機械的ステアリング手段 (mechanical solutions) を採用する現在の地上ベースの技術 (ground-based technologies) は、これらサービスへの多量アクセスの観点からは、美的にもコンパクトさに欠ける点からも急速に衰退するものと思われる。 40

【0 0 0 3】

いずれはこれらに代る手段として、電子ステアリング (electronic steering) を備える能動アレイタイプ (active array type) の多衛星フラットアンテナ (multi-satellite flat antenna) が出現するものと予測される。考慮される (Ku及びこれを超える) 周波数バンドにおいては、このようなアンテナは、まだ主としてコスト及び技術の点から存在 50

しない。

【0004】

プリント技術に関しては、例えば、Kuバンド（10.75から12.75 GHz範囲の受信バンド）に対しては、現時点においては、プリント型の要素は本質的にバンド幅が小さいために、（30%を超える）ブロードバンド放射要素も、（受信において18%、送信において4%を超える）二重バンド放射要素も、存在しない。更に、同一の構造上に、能動送信コンポーネント（SSPA アンプ等）と能動受信コンポーネント（LAN低雑音受信機）とを同時に配置するためには、受信段の飽和を回避するために、送信ポートと受信ポート間の絶縁（isolation）を確保するという重大な課題を解決することが要請される。

【0005】

同様に、とりわけ、受信に関しては、雑音温度が低下する（reduced noise temperature）及びG/T比が厳しくなる（critical G/T ratio）等の理由から、誘電基板内で或いは導電回路上で生成される損失の問題も重大である。

【0006】

最後に、能動要素を一体化するための現在のコストは、現状では大量販売のためには高すぎる。

【0007】

従来の二重バンド（2ポート）プリント型アンテナは以下の3つの技術を用いて製造された。

【0008】

第一の技術は、非対称パッチ（asymmetric patch）上に、直交モード（orthogonal modes）を用いることから成る。この方法によると、各バンドに対して2個の別個のポートを得ることは可能となるが、ただし、この方法では、二重偏波動作（dual-polarization operation）は不可能である（つまり、周波数当り一つの偏波しか利用できない）。

【0009】

第二の技術は、複数のパッチを用いることから成る。つまり、各々がある異なる周波数に対する共振器として動作する必要な数のパッチが、高さ方向に積み重ねられたり、或いは面方向に配置される。後者のやり方は、要素をある一つのアレイに一体化したい場合には、コンパクトさの点で、大きな制約がある。

【0010】

第三の技術は、小さなプレート或いはパッチをリアクティブ負荷（reactively loaded）することから成る。この負荷（load）は、インラインスタブ（in-line stub）とされ、これが、マイクロストリップ或いは同軸ケーブルによって、垂直短絡回路スタッド（short-circuit studs）によって、或いは、パッチ自体にスロット、開口、或いはノッチを組み込むことで、負荷される。

【0011】

同時に二重バンドかつ二重偏波（各バンドに対して2個の偏波；計4ポート）をサポートする要素の設計（engineering）は、より一層分厚くなる（複数の層構造を用いること、及びスタブ、スロット或いは短絡回路スタッドを介してリアクティブ負荷を組み込むことが必要となる）。

【0012】

文献[3]において提唱される解決手段では、2つのバンドの一つと関連する要素を給電するために同軸線が用いられる。垂直同軸スタッドを用いるこのタイプの解決手段では、アレイアンテナ（array antenna）を製造する際の組立てコストが著しく高くなる。

【0013】

文献[2]において提唱される解決手段では、2つのレベルのパッチが用いられる。第一のレベルは、高周波バンド用であり、結合スロット（coupling slots）によって給電され、（同軸）給電線はこれによってアース面の背後に曲げ込まれる。第二のレベルのパッチは、低周波バンド用であり、大きな寸法のベース要素（base element）を備え、これに、下側パッチの放射がそこを“通過（pass through）”できるように開口が設けられる。上

10

20

30

40

50

側レベルは、近接結合 (proximity coupling) によって給電されるが、これは、2つの異なる表面上に実装される2つの異なる周波数バンド (送信及び受信) と関連する給電回路 (feed circuit) を分離 (decouple) することができるという長所、従って、これら回路間の自然な絶縁 (isolation) を達成できるという長所を有する。ただし、二重バンド動作 (dual-band operation) を得るためには、この方法は、現実には、4:1より大きなバンド比 (band ratio) に対してのみ実現可能であり、例えば、1.25:1から2:1なるオーダのバンド比を目標とする用途に対しては実現不能である。

【非特許文献1】MACI S., Biffi Gentili G. "Dual Frequency Patch Antennas" 「二重周波数パッチアンテナ」IEEE AP Magazine, vol. 39, No.6, Dec 1997, pp.13-19

【非特許文献2】Targonski, S.D., Pozar D.M. "Dual Band dual polarized printed antenna element" 「二重バンド二重極性プリントアンテナ」Electronic Letters, vol. 34, No.23, Nov 1998, pp. 2193-2194

【非特許文献3】Zurcher J.F. et al. "A computer dual port, dual frequency, printed antenna with high decoupling" 「コンピュータ二重ポート、二重周波数、高分離性を有するプリントアンテナ」Microwave and optical technological letters, vol.19, No.2, Oct 1998, pp. 131-137

【非特許文献4】P. Brachat, R. Behe, G. Kossiavas, L. Habib, A. Papiernik Antennes microrubans polarises par des grilles [Microstrip antennas polarized by grids] 「グリットにより極性化されたマイクロストリップアンテナ」Annales des Telecommunications, volume 48, No. 11-12, 1993, pp. 567-572

【非特許文献5】P.Brachat, R. Behe Antenne imprimee pour reseau a double polarisation [Printed antenna for dual-polarization array] 「二重極性化アレイ用プリントアンテナ」Patent No. 9013563 - October 1990

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

要約すると、二重バンドアンテナ (dual-band antenna) においては、従来から2つのバンド間のうまく分離 (decoupling) するための方法が探求されており、これを達成するためには、文献[2]において提唱されるように、2つの対応するリアクティブ結合レイアウト (reactive coupling layout) と関連する2つの放射要素 (radiating element) を採用することが提唱されている。

【0015】

従来は、これら2つの周波数バンドを可能な限り分離するために、これら2つの放射要素に対して、大きく異なる寸法が用いられてきた。

【0016】

例えば、文献[2]においては、小さなサイズのプレートが第一のバンドに対して用いられ、広いプレートが第二のバンドに対して用いられる。小さなプレートは2つの給電線及び2つのスロットと結合され、広いプレートは、広いプレートの近傍に配置された他の2つの給電線と結合される。大きなプレートは、小さなプレートの表面積の約3.2倍の表面積を有する。

【0017】

このように放射要素の寸法の差を大きくすることで、バンド間の良好の分離 (decorrelation) が確保されてきたが、ただし、この方法では、これらバンド間の間隔が広くなるとともに、各バンドが狭くなりすぎる。逆に、他の幾つかのケースにおいては、各バンドは、より広いが、互いにより接近しており、しかも、十分に分離 (decoupled) されたバンドを得ることが要請される。

【0018】

本発明の本質的な目的はこれらの長所を有するアンテナを提供することにある。つまり、容積は小さく、2つのバンドを有するが、これら2つのバンドは、良く分離 (decoupled) されてはいるが、各バンドは互いに接近しており、かつ、これらバンドの少なくとも一

10

20

30

40

50

方は、幅が非常に広い、ことを特徴とするアンテナを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明によると、このようなアンテナは、
プレーナ形態の2個の実質的に積み重ねられた放射要素(25、45)と、
第1の周波数が与えられる少なくとも一つの給電線(6、7)及び少なくとも一つの接
続スロット(16、17)を有する一つの導電アース面(15)とを備え、前記放射要素
(25、45)の一方を励振する能力を有する、第1のリアクティブ結合レイアウト(5
、15)と、

前記放射要素の他方を励振する能力を有し、第2の周波数が与えられる少なくとも一つ
の給電線を備える第2のリアクティブ結合レイアウト(25、35)と、

を備える第1の周波数バンド及び第2の周波数バンドにおいて動作するようにして成る
二重バンドプリント型アンテナであって、

前記第2のリアクティブ結合レイアウトは、前記放射要素(25、45)の少なくともも
一つの組み合わせを生成し、この組み合わせは前記アンテナに前記第2の周波数バンドに
おいて動作することを可能にし、

前記2個の放射要素(25、45)が、前記第1のリアクティブ結合レイアウトに対し
ては、これら2個の放射要素(25、45)の同時的結合が得られるように、20%より
少ない表面積の相対差が得られるような十分に類似する値の表面積を有し、前記同時的結
合が前記アンテナに前記第1の周波数バンドにおいて動作することを可能にする
ことを特徴とする二重バンドプリントアンテナである。

【0020】

これら2つの放射要素間のある類似度の閾値を超えては、これら2つの動作バンド(operating band)は、各々、上述の第一と第二の励振レイアウト(excitation layout)のために、少なくともスロットを有する(第一の励振)レイアウトとの結合が二重結合(dual coupling)であるという事実のために、互いに接近してはいるが、互いに明確に分離(distinguished)される。

【発明の効果】

【0021】

こうして、一方の周波数バンドに対しては、(2つの放射要素の寸法を大きくするのではなく類似させることでやりくりされる)スロット(を有する第一の結合レイアウト)との二重結合を用い、他方の周波数バンドに対しては、単純な放射要素(を有する第二の結合レイアウト)との結合を用いることで、分離(decoupling)が非常に改善されることが発見された。更に、本発明によると、これら2つの周波数バンドと関連する給電回路を別個の層上に配置することができるために、これらバンド間の絶縁(isolation)は更に改善され、これら回路を幾何的に様々に配列すること(topological setup)も容易となる。

【0022】

本発明の他の特徴、目的及び長所が、図面との関連で与えられる以下の詳細な説明を読むことで一層明白になるものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

図1から3には、本発明の一つの好ましい実施例によるユニタリアンテナ(unitary antenna)が示される。

【0024】

このユニタリアンテナは、4個の基板の層10、20、30、40から成り、これら間に5個のメタライゼーション層(metallization layers)5、15、25、35、45が絶縁(isolating)される。

【0025】

これら符号番号の増加の方向は図1の垂直断面内での下から上への横断の方向に対応す

10

20

30

40

50

る。

【0026】

これらメタライゼーション層は、それぞれアンテナの下面と上面の所に配置された2個の層5、45と、各々2個の基板層の間に配置された3個の層15、25、35と、から成る。

【0027】

2個のメタライゼーション層25、45は、各々、放射要素を形成し、他の3個のメタライゼーション層5、15、35は、2個のリアクティブ結合レイアウト(reactive coupling layouts)を形成する(つまり、放射要素25、45を励振するために用いられる)。

10

【0028】

これら放射要素自体(例えば銅から形成されるが)は様々の開口を有し、(一平面アース面25bis、45bisを備える若しくは備えない)層上にエッチングされることに注意する(図2(b)、2(c)参照)。これら層がアース面を備える場合は、放射要素25、45はこれからその外形を取り囲むスロットによって絶縁される(図2(c)参照)。

【0029】

これら2個のリアクティブ結合レイアウトの内の第一リアクティブ結合レイアウトは、下側メタライゼーション層5と一段上のメタライゼーション層15を含む。下側メタライゼーション層5は、2個の給電線6、7を形成する。これら給電線はここではマイクロストリップとして示されるが、これらはトリプレート(triplate)であっても構わない。これら給電線6、7は第一の周波数、つまり、低周波数にて供給される。

20

【0030】

一段上のメタライゼーション層15はアース平面を形成し、この中には、各々、給電線6、7の対応する一つに対して真向かいに垂直に配置された2個の結合スロット(coupling slots)16、17が設けられる。

【0031】

これら結合スロット16、17は、ここでは、空間を節約するためにU字型とされている。ただし、これらは、最適な効果が得られるように、真っ直ぐとすることも、或いは“犬の骨(dog bone)”のような形状とすることもできる。給電線6、7は、これら結合スロット16、17を越えて延び、整合スタブ(matching stubs)6a、7aを形成する。

30

【0032】

第二のリアクティブ結合レイアウトは、放射要素25と45との間、或いは放射要素25とアース平面15との間に配置されたメタライゼーション層35を含む。このメタライゼーション層35は、基板層30上にエッチングされたマイクロストリップの形態の2個の給電線36、37を形成し、第二の周波数、ここでは、高周波周にて給電される。

【0033】

アンテナ内を放射の選択された方向に沿って延びる導電リンク(conducting link)の部分は“給電線(feed line)”と呼ばれる。換言すれば、これは、導電線内の、本質的に電磁的に活性な部分である。

【0034】

以下では、慣習的に、結合スロット16、17による励振と関連する周波数バンドを“受信バンド(reception band)”と呼び、アース平面15の上に配置される給電線36、37による励振と関連する周波数バンドを“送信バンド(transmission band)”と呼ぶものとする。

40

【0035】

ただし、これら“送信”及び“受信”なる用語は、ここで単に明快さの目的で用いられるものであり、実際には、これら“送信”或いはこれら“受信”に対して関連するバンドが固定的に用いられるわけではなく、本発明の枠組み内で、様々なバンドにおける送信と受信機能を、任意に入れ換えたり或いは組み替えたりすることも可能である。このことは、以下の説明の全てについて、アンテナのアレーの構成に関する説明の部分を含めて、当

50

てはまることである。

【 0 0 3 6 】

このようなアンテナのバンドダビング受信 (band dubbed reception) の動作のやり方は、2 個の放射要素 2 5、4 5 の同時的リアクティブ結合 (simultaneously reactive coupling)、すなわち、二重結合に依拠する。

【 0 0 3 7 】

この二重結合は、放射要素 2 5、4 5 が互いに類似する表面を有するように、つまり、約 2 0 % より小さな相対差を有する表面積を有するように設計することで達成される。この表面積の差をこれら 2 個の表面の平均表面積にて割った値は、表面積の相対差 (relative discrepancy) と呼ばれる。

10

【 0 0 3 8 】

これら 2 個の放射要素 2 5、4 5 の各々は受信バンドにて放射する。更に、各放射要素 2 5、4 5 は (各々が 2 つの互いに垂直な方向に偏波された 2 つの場を放射する) 2 個の直交する給電線 6、7 にて励振される。

【 0 0 3 9 】

バンドダビング送信 (band dubbed transmission) においては、給電線 3 6、3 7 によって上側放射要素 4 5 の所に近接リアクティブ結合 (proximity reactive coupling) が生成される。

【 0 0 4 0 】

より具体的には、これら給電線 3 6、3 7 は、主として上側放射要素 4 5 を励振し、下側放射要素 2 5 は、このときは、アース面として振る舞う。ただし、一つのバリエーションとして、この励振レイアウト 3 6、3 7 による励振として、2 個の放射要素 2 5、4 5 の所に同時的リアクティブ結合 (二重結合) を生成することもできる。

20

【 0 0 4 1 】

給電線 3 6、3 7 は、2 個の直交する方向の各放射に対応する。

【 0 0 4 2 】

給電線 6、7、3 6、3 7 は、互いに最大限に分離 (separated) されることに注意する。より具体的には、アース平面が、給電線 6、7 と、給電線 3 6、3 7 との間に、これらの絶縁 (isolation) を増加させる目的で差し込まれる。更に、好ましくは、各層 5 と 3 5 の各々の上で 2 個の偏波 (従って全体で 4 個のポート) が用いられると同時に、これとは対照的に、各層に対して特定の送信或いは受信周波数バンドが用いられる。

30

【 0 0 4 3 】

説明の好ましい実施例においては、2 個の給電線 3 6、3 7 は、好ましくは、放射要素 4 5 よりも放射要素 2 5 により近接して配置される。

【 0 0 4 4 】

給電線 3 6、3 7 によって生成される近接結合 (proximity coupling) は、ここでは、容量性結合 (capacitive coupling) とされるが、ただし、誘導性 (自己インダクタンス) 結合とすることもできる。

【 0 0 4 5 】

この近接結合を最適化するために、アンテナの内側に、つまり、給電線 3 6、3 7 の末端の所に、ここでは長方形のプレートの形態の容量性終端 (capacitive terminations) 3 8、3 9 が設けられる。

40

【 0 0 4 6 】

これら容量性の終端を用いることで、これらのサイズの選択を通じて、この結合量を制御することが可能になる。

【 0 0 4 7 】

このプレート状の終端の代わりに、とりわけ、基板層 3 0 は省かれ、給電線 3 6、3 7 がこのために穴を設けられた放射要素 2 5 に直接に延びるバリエーションや、層 3 0 及び 3 5 が層 2 5 の下側に配置されるバリエーションにおいては、アンテナの内側に、つまり、放射要素 2 5 内に形成されたスロットから成る終端を用いることもできる。これらスロツ

50

トは、給電線として振る舞い、これらの長さに依存する誘導性或いは容量性結合を生成する。

【0048】

このように終端をアンテナの内側に形成するやり方は、この方式ではこのユニタリアンテナの外側にかさばったものを付ける必要がなくなるために、とりわけ、これらアンテナをプレーナアレイとして実現する際には、コンパクトさの点で有利である。

【0049】

説明の実施例の場合は、放射要素25、45は10mm幅の正方形とされ、アンテナの厚さは全体で2mmのオーダーとされる。

【0050】

様々な基板層の慣習的に、 μ として表される誘電特性は層によって異なった値に選択されることに注意する。

【0051】

各給電線6、7、36、37は、ポートと呼ばれる局部リンクを介して給電される。

【0052】

ある与えられたアンテナのこれら4個の給電線の各々には、そのアンテナにリンクされた4個のポートの内のある異なる一つのポートからのある一つの独立した信号が供給される。こうして、ここに説明される二重偏波・二重バンド(dual-polarized and dual-band)型として実現されるアンテナは、従って、実際には、4個のポートを有するアンテナである。

【0053】

受信バンドと関連するポート及び給電回路は、全て、アンテナのアース面15の下側に配置される基板層10内にエッチングされる。この構成によると、アース面5の上側に配置される送信層の給電回路を備える基板層30からの自然な空間的絶縁が得られる。このアーキテクチャによると、典型的には-30から-40dBのオーダーの、送信ポートと受信ポートの間の絶縁が得られる。

【0054】

放射される場の偏波の向上させるために、ここでは詰まったメタライゼーション層(solid metallizations)にて放射要素が形成されるが、代わりに偏波格子(polarizing grids)を用いることもできる。

【0055】

ここでは、放射要素25、45に対して、放射を最適化するために、十字の形状が選択されているが、ただし、(場合によってはスロット或いは開口を備える)正方形、長方形、或いは円形を採用することもできる。

【0056】

これら放射要素は、(一平面アース面を備える或いは備えない)層上にエッチングされる(図2(b)及び2(c)参照)。一平面アース面を備えない層の場合(図2(c))は、放射要素は、アース面から、これら要素の外形を取り巻くスロットによって絶縁される。

【0057】

このアンテナは、とりわけ、広く、とりわけ、送信バンドから良く分離(decoupled)された受信バンドを示す。

【0058】

この受信バンドは、少なくとも15%、より良好な状況下では、少なくとも20%、そして、説明の実施例においては、18%なるスプレッド(spread)を示すが、これら値は、この受信バンドにおける放射要素の二重結合によって得られるものである。バンドの幅のバンドの中心周波数に対する比がバンド幅(bandwidth)或いはスプレッドと呼ばれる。

【0059】

より具体的には、この受信バンドは1.8より小さなSWR(Standard Wave Ratio)に対

10

20

30

40

50

しては、10.75から12.75GHzである。

【0060】

図4(a)及び図4(b)は、それぞれ、反射係数(reflection coefficient)のプロファイルS11及びS22を示し、図5はパラメータS11に対するSmith表現を示す。これら3つの図は、かなり広い通過帯域(ここでは20%のオーダ)を示唆する。図4(c)のパラメータ(パラメータS12或いはS21)のプロファイルからわかるようにポート間の絶縁(isolation)は20dBより良好である。

【0061】

説明の好ましいアンテナは、こうして、二重偏波・二重バンド(従って、4ポート)アンテナとして実現され、従来の印刷アンテナ(printed antenna)の有するかさ重量を低減できるという長所に加えて、バンド幅が広く、2つのバンド間の絶縁が優れるという長所を有する。

10

【0062】

一つの好ましい実施例においては、ここで説明したアンテナは、これらアンテナを複数個、例えば、これらアンテナを数千個含む、ユニタリ要素のアレイとして構成される。

【0063】

以下では、このアレイの給電レイアウトについて説明するが、この給電レイアウトは、これらアンテナの直交する供給線間の結合のために漂遊電流(stray current)が低減されるという長所を有する。

【0064】

20

このレイアウトは、上述のユニタリアンテナと用いるとその長所との大きな相乗効果が期待できるが、ただし、他のアンテナアレイの場合、とりわけ、2個の偏波を利用するアンテナの場合でも、漂遊電流を除去できるという長所を失うことはない。

【0065】

以下に説明する好ましい給電レイアウト(feed layout)は、2つ回路から形成され、図6のアンテナ対に類似する一連のアンテナ対に基づく。

【0066】

各アンテナは少なくとも2つの直交する給電線を有する。

【0067】

図6の給電線は、いわゆる受信バンドのものであるが、ここで説明される構成は送信バンドの給電レイアウトに対しても採用することができる。

30

【0068】

図6の各アンテナは、ここではH(水平)方向及びV(垂直)方向と呼ばれる2つの直交する放射の方向を示す。

【0069】

第一のポートと呼ばれ、参照符号110によって表される、アンテナ対をアレイの残りの部分に接続する第一のリンクは、2個のアンテナ内の、V方向の2個の給電線に給電する。ポート210と呼ばれる第二のリンクは、これら2個のアンテナのH方向の給電線に給電する。

【0070】

40

以下に説明される給電レイアウトの目的は、一方の給電方向に対応するポートによって運ばれる電流が、他方の給電方向に対応するポート内に(各アンテナ内においてH方向の電流とV方向の電流が結合することによって発生する)漂遊電流が発生しないようにすることにある。

【0071】

この目的を達成するために、各ポートは、これら2個のアンテナを、漂遊電流が排除されるように配列される2個のブランチに分離(separate)する。

【0072】

こうして、図6に示すように、ポート110から出る2個のブランチは、その端の所で、つまり、これらブランチがポートから関連するブランチの端に向う方向に延びる際に、

50

各々、アンテナの外に向かう、一つの、同一の向き (sense) を示す。

【0073】

他方、ポート210から出る2個のブランチは、その端の所で、H方向を有する部分つまり、“給電線 (feed line)” と呼ばれるこれらの部分のレベルにおいて、これらブランチの一方は、アンテナの外側に向かう方向の出方向の向き (outgoing sense) を示し、他方のブランチは、再びアンテナの内側に向かう入り方向の向き (reentrant sense) を示す。

【0074】

こうして、第一のポートは、同一のV方向の給電方向及び同一の出方向の向きを有する2つのブランチに分割され、第二のポートは、同一のH方向の給電方向を有するが、ただし、一方は入り方向の向きであり、他方は出方向の向きである、反対の向きを有する2個のブランチに分割される。

10

【0075】

このような構成のために、これら2個のポートの一方内の電流がこれら2個のポートの他のポート内に漂遊電流を発生させることは (たとえこれら2個のアンテナの各々内の直交する給電線間で結合が起こったとしても) なくなる。

【0076】

慣習的に、電流 i_1 が、これらアンテナに向かって、ポート110 (Vポート) の所に到着するものと想定すると、この電流 i_1 は、このポートから出る2個のブランチを流れる実質的に同一の電流 $i_1/2$ に分割され (電流分割器)、この分割された電流 $i_1/2$ は、これら2つの給電線のレベルにおいて、アンテナ内を (これら2個のアンテナについて、2つの同一の出方向の向きを有するようなやり方にて) V方向に流れる。こうして、V-極 (V-polar) 要素の各々は、同一の振幅と同一の位相にて給電される。

20

【0077】

こうしてV方向ブランチ内に電流が流れるために、この結果として、結合により、H方向のブランチ内に電流が生成される。この結合電流は、主として、このユニタリアンテナは、これらスロットの構成のために、完全には対称ではないという事実に起因する。

【0078】

Hポートから出るブランチは、これらの部分については、このポートから出る際に、2個の異なる向き、つまり、関連するアンテナに再び入る向きと、関連するアンテナから出る向きを有する。このため、V方向のブランチ内に電流 $i_1/2$ が流れた結果として、これら2個のブランチ内に生成される電流は、逆向きの電流となる。H方向の第一のブランチ内においては、ポートに向かう方向の電流 $i_2/2$ が生成され、第二のブランチ内においては、ポートから遠ざかる方向に流れる電流 $i_2/2$ が生成される。

30

【0079】

こうして、一方はポートからアンテナに向かう方向の向きを有し、他方はアンテナからポートに向かう方向の向きを有する2つの電流 $i_2/2$ が生成されることとなるが、この結果として、ポート210 (Hポート) には、これら2つの電流の絶対値 (moduli) 間の差のみが入ることとなる。

【0080】

つまり、ポート210によって形成される分割器の所に、反対の位相にて到着するこれら電流の内、これらの絶対値の差に相当する量のみがこのポートに入ることとなる。このため、これら電流 $i_2/2$ によって、H偏波とV偏波間の分離 (decoupling) が悪化することはない。

40

【0081】

説明の実施例においては、これら2個のアンテナは類似の構造を有し、各ポートは類似のブランチを有する。

【0082】

このため、電流 i_1 は、完全に2個の等しい電流に分割され、両方のアンテナ内で起こる結合は、非常に類似したものとなる。換言すれば、対称性のために、絶対値の等しい漂

50

遊結合が生成される。このため、ポート 2 1 0 (Hポート)のこれら 2 個のブランチ内に発生する漂遊電流 $i_{2/2}$ は、極めて類似する大きさを有することとなり、これら 2 つの電流が相殺されるために、実際には、ポート 2 1 0 (Hポート)内に流れる漂遊電流は実質的に零となる。

【 0 0 8 3 】

勿論、逆の結合の場合、つまり、Hブランチ内の電流に起因して、Vブランチ内に漂遊電流が生成される場合も、Vポートのレベルにおける 2 つの漂遊電流間の相殺のために、類似のやり方で、(漂遊電流の)減衰効果が得られる。

【 0 0 8 4 】

図 6 の基本的な構成により、(ユニタリアンテナのみでは通常は 2 0 dB程度である)分離 (decoupling) を改善することが可能となる。実際、ポート 1 1 0 と 2 1 0 間の - 4 0 dBなるオーダの絶縁 (isolation) が観測されている。更に、この構成では、E - 平面及び H - 平面セクションにおいて、図 8 (a) 及び図 8 (b) に示すような偏波パターンを通じて、干渉偏波性能 (cross polarization performance) の改善も見られ、この結果、この軸上の最大干渉偏波は - 3 8 dBのオーダとなる。

【 0 0 8 5 】

二重要素に基づくこのトポロジは、大きなサイズのアレイを製造するのにとりわけ適する。図 9 に示すように、このやり方にて給電されるアンテナ対は、簡単に増分することができる。

【 0 0 8 6 】

示されるアレイにおいては、アンテナの H 方向の給電線は第一の回路を通じて給電され、V 方向の給電線は第二の回路を通じて給電される。

【 0 0 8 7 】

これら 2 個の回路の各々は、図 6 のそれに類似する給電ダイヤ (feed diagram) に従って、対にて 2 個のアンテナにリンクされた末端ブランチまで延びる、分割の縦続 (cascaded splitting) から成るツリーとして構成される。

【 0 0 8 8 】

図 9 のアンテナのアレイは、こうして、各々が関連するツリーの根を形成する 2 個のポートを有する。これら末端ブランチは、好ましくは、対称性が確保できるように、各々の根に対して、一つの、同一のツリーレベルに配置される。

【 0 0 8 9 】

図 7 に示すように、末端ポート 1 1 0 は上側のポート 1 1 5 に、末端ポート 1 1 0 内の残留漂遊電流が上側ポート 1 1 5 のレベルにおいても相殺されるようなやり方にてリンクされる。

【 0 0 9 0 】

こうして、V 偏波給電ツリーの場合は、直ぐ上のレベルのこれらポート 1 1 5 は (各々、あるケースにおいては入りブランチとして延び、他のケースにおいては出ブランチとして延びる) 末端ポートの対を互いに 1 つのグループにまとめる。

【 0 0 9 1 】

上述の構成では、アンテナ対の列 (column) に対して給電回路が設けられ、これらアンテナ対の列自体は、制約された空間内にうまく収まるような構成とされる。

【 0 0 9 2 】

受信バンドの層に対してここで説明されたツリー状の給電回路は、送信バンドの層に対しても同様に適用することができる。

【 0 0 9 3 】

表面搭載コンポーネント (Surface Mounted Components, CMS) タイプの技術によると能動要素を移動することが可能となり、これはコストの面で非常に有利であるが、ここではこの技術を送信及び受信層の各々に個別に適用することができ、これによって、様々な回路間の良好な絶縁を自然に確保するとともに、例えば、ユニタリアンテナの列当り 1 つの能動回路を設けることで、オーミック損失 (ohmic losses) を制御することも可能にな

10

20

30

40

50

る。

【0094】

当業者においては明らかなように、このアーキテクチャの全体を、例えば、上述のアレイの水平偏波（H）と垂直偏波（V）ポートの間にハイブリッドとしての環状の結合器要素を追加することで円形偏波（circular polarization）下での動作が得られるように適合化することも容易にできる。

【0095】

さらに、この説明の第一の部分において説明されたユニタリアンテナは、低損失発泡基板（foam substrate）上に一体化するのに非常に適し、これを能動要素の移動が容易な表面搭載コンポーネント（CMS）技術と組み合わせることもできる。この場合は、コスト面で非常に有利であることに加えて、上で提唱されたユニタリアンテナと、ここに提唱される給電回路と、の間の追加の相乗効果も期待できる。

【図面の簡単な説明】

【0096】

【図1（a）】第二の給電線35が2個の放射パッチ25と45との間に配置される、本発明の第一の実施例によるユニタリアンテナの断面図である。

【図1（b）】第二の給電線35が下側放射パッチ25と結合スロットを有するアース面15との間に配置される、もう一つの実施例の断面図である。

【図2（a）】この同一のユニタリアンテナを上から見た図である。

【図2（b）】本発明による放射要素の第一のバリエーションを示す図である。

【図2（c）】本発明による放射要素の第二のバリエーションを示す図である。

【図3】この同一のユニタリアンテナのリアクティブ結合レイアウトを上から見た略図である。

【図4（a）】図1から3のアンテナによって得られる透過及び反射係数の測定結果を示す図である。

【図4（b）】図1から3のアンテナによって得られる透過及び反射係数の測定結果を示す図である。

【図4（c）】図1から3のアンテナによって得られる透過及び反射係数の測定結果を示す図である。

【図5】図1から3のアンテナに対応するSmith表現の図である。

【図6】漂遊結合電流を低減するのに効果的な電氣的ダイヤグラムに従って給電される対のユニタリアンテナを上から見た図である。

【図7】図6に従う2対のアンテナから構成されるアセンブリを上から見た図であり、これらアンテナ対が漂遊結合電流が低減されるような効果的なやり方にてリンクされる様子が示される。

【図8（a）】図7のやり方にてリンクされた4個のユニタリアンテナから成るアレイに対して得られた放射パターンを示す図である。

【図8（b）】図7のやり方にてリンクされた4個のユニタリアンテナから成るアレイに対して得られた放射パターンを示す図である。

【図9】漂遊結合電流を低減するのに効果的な給電アーキテクチャに従って給電されるユニタリアンテナのアレイを示す図である。

【符号の説明】

【0097】

6、7 給電線

15 導電アース面

5、15 第一のリアクティブ結合レイアウト

25、35 第二のリアクティブ結合レイアウト

16、17 接続スロット

25、45 放射要素

16、17 結合スロット

10

20

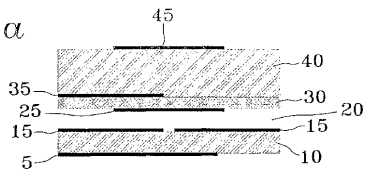
30

40

50

38、39 容量性終端

【 図 1 a 】
FIG. 1a



【 図 1 b 】

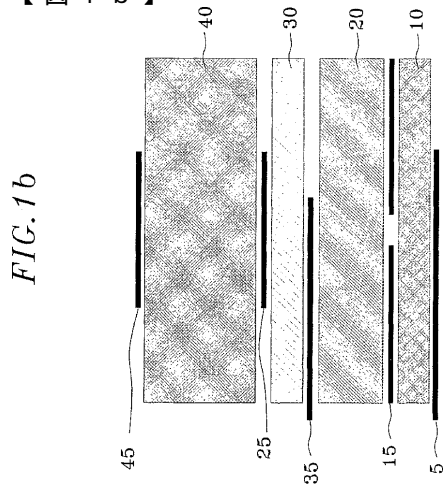
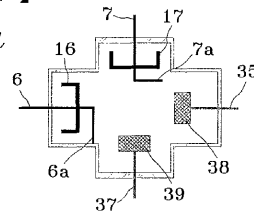


FIG. 1b

【 図 2 a 】
FIG. 2a



【 図 2 b 】

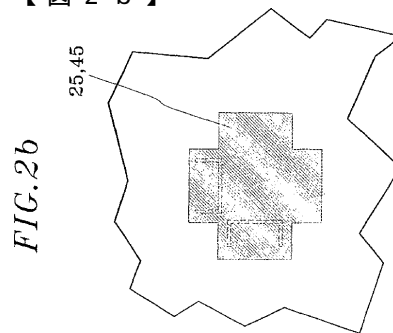
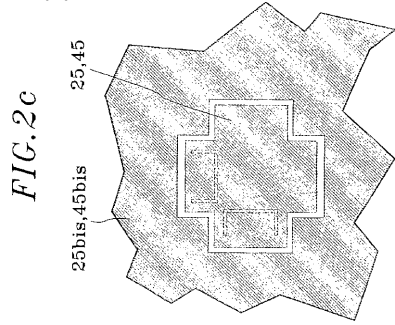


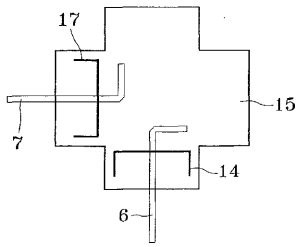
FIG. 2b

【 図 2 c 】



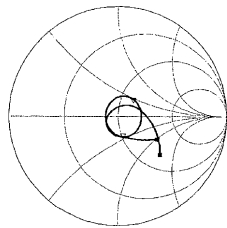
【 図 3 】

FIG. 3

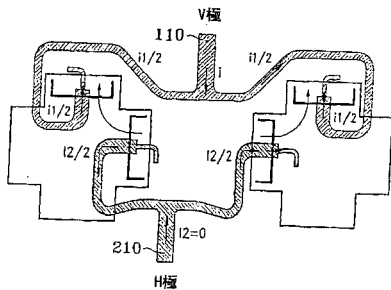


【 図 5 】

FIG. 5

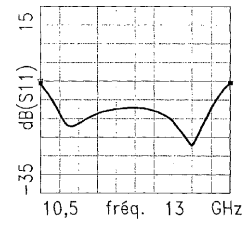


【 図 6 】



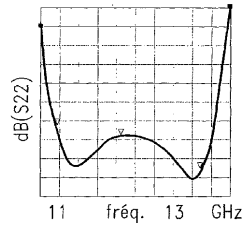
【 図 4 a 】

FIG. 4a



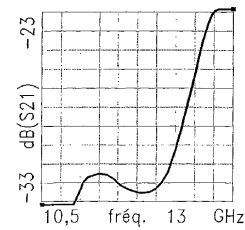
【 図 4 b 】

FIG. 4b

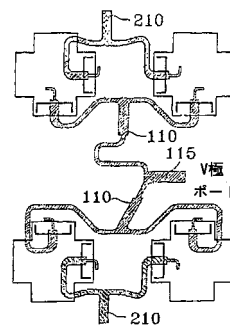


【 図 4 c 】

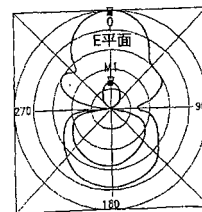
FIG. 4c



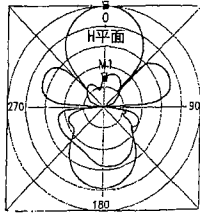
【 図 7 】



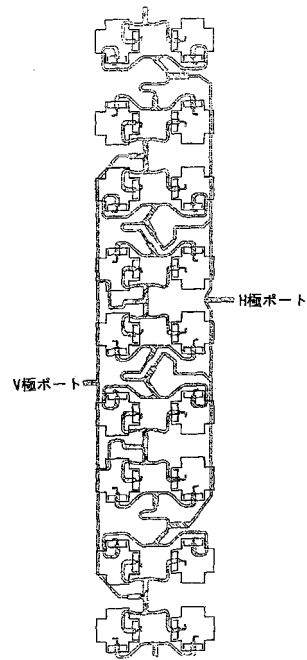
【 図 8 a 】



【 図 8 b 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 パトリス、ブラシャ
フランス国ニース、アブニュ、ド、フリレイ、26、レ、ジャスマン

審査官 岸田 伸太郎

(56)参考文献 特開平04 - 271605 (JP, A)
特開平09 - 307341 (JP, A)
特開平08 - 294727 (JP, A)
特開平10 - 209743 (JP, A)
特開平08 - 222946 (JP, A)
米国特許第04360813 (US, A)
特開平09 - 326631 (JP, A)
米国特許第06054953 (US, A)
特開平10 - 22728 (JP, A)
特開平6 - 112725 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 13/08

H01Q 21/06

H01Q 21/30