

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5634267号
(P5634267)

(45) 発行日 平成26年12月3日(2014.12.3)

(24) 登録日 平成26年10月24日(2014.10.24)

(51) Int. Cl. F I
H O 1 Q 13/08 (2006.01) H O 1 Q 13/08

請求項の数 10 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2010-535989 (P2010-535989)	(73) 特許権者	505093552
(86) (22) 出願日	平成20年11月24日(2008.11.24)		トップコン ジーピーエス, エルエルシー
(65) 公表番号	特表2011-505748 (P2011-505748A)		アメリカ合衆国 07436 ニュージャ
(43) 公表日	平成23年2月24日(2011.2.24)		ーシー, オークランド, バウアー ドライ
(86) 国際出願番号	PCT/US2008/013071		ヴ 111, スイート 1
(87) 国際公開番号	W02009/073105	(74) 代理人	100094112
(87) 国際公開日	平成21年6月11日(2009.6.11)		弁理士 岡部 譲
審査請求日	平成23年9月30日(2011.9.30)	(74) 代理人	100085176
(31) 優先権主張番号	61/004,744		弁理士 加藤 伸晃
(32) 優先日	平成19年11月29日(2007.11.29)	(74) 代理人	100104352
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 朝日 伸光
(31) 優先権主張番号	12/275,761	(74) 代理人	100128657
(32) 優先日	平成20年11月21日(2008.11.21)		弁理士 三山 勝巳
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100160967
			弁理士 ▲濱▼口 岳久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 容量性素子を備えたパッチアンテナ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の円周を有する第1の円形の領域を含む放射素子と、
 前記第1の円周より大きい第2の円周を有する第2の円形の領域を含む接地面と、前記第2の円形の領域は外部周辺部を有する外部領域に取り囲まれ、
 前記放射素子と前記接地面との間のエアギャップと、
 前記第1の円周に沿って配置された第1の円状配列の局在構造体からなる第1の組の容量素子と、
 前記第2の円周に沿って配置された第2の円状配列の局在構造体からなる第2の組の容量素子を含み、
 前記第1の組の容量素子における各容量素子の一部は、前記第2の組の容量素子により取り囲まれ、
 前記放射素子上に配置された他の容量素子はなく、
 前記接地面上に配置された他の容量素子はない
 円偏光マイクロパッチアンテナ。

【請求項 2】

前記外部周辺部は円形状を有する請求項1記載の円偏光マイクロパッチアンテナ。

【請求項 3】

前記外部周辺部は四角形状を有する請求項1記載の円偏光マイクロパッチアンテナ。

【請求項 4】

前記放射素子上に実装された補助電子アセンブリとを更に含む請求項 1 記載の円偏光マイクロパッチアンテナ。

【請求項 5】

前記補助電子アセンブリは、プリント回路基板及び低ノイズ増幅器を含む請求項 4 記載の円偏光マイクロパッチアンテナ。

【請求項 6】

第 1 の外部周辺部を有する第 1 の四角の領域を含む放射素子と、

前記第 1 の外部周辺部は第 1 のエッジ、第 2 のエッジ、第 3 のエッジ及び第 4 のエッジを有し、それらエッジの各々は第 1 の長さを有し、

第 2 の外部周辺部を有する第 2 の四角の領域を含む接地面と、

前記第 2 の四角の領域は外部周辺部を有する外部領域により取り囲まれ、前記第 2 の外部周辺部は第 5 エッジ、第 6 エッジ、第 7 エッジ及び第 8 エッジを含み、それらエッジの各々は第 1 の長さより長い第 2 の長さを有し、前記第 5 のエッジは前記第 1 のエッジと平行であり、

前記放射素子と前記接地面との間のエアギャップと、

前記第 1 のエッジに沿った第 1 の一連の局在構造体と、前記第 2 のエッジに沿った第 2 の一連の局在構造体と、前記第 3 のエッジに沿った第 3 の一連の局在構造体と、前記第 4 のエッジに沿った第 4 の一連の局在構造体を含む第 1 の組の容量素子と、

前記第 5 のエッジに沿った第 5 の一連の局在構造体と、前記第 6 のエッジに沿った第 6 の一連の局在構造体と、前記第 7 のエッジに沿った第 7 の一連の局在構造体と、前記第 8 のエッジに沿った第 8 の一連の局在構造体とを含む第 2 の組の容量素子を含み、

前記第 1 の組の各容量素子は、それぞれその一部が前記第 2 の組の容量素子に取り囲まれ、

前記放射素子上に配置された他の容量素子はなく、

前記接地面上に配置された他の容量素子はない

円偏光マイクロパッチアンテナ。

【請求項 7】

前記外部周辺部は四角形状を有する請求項 6 記載の円偏光マイクロパッチアンテナ。

【請求項 8】

前記外部周辺部は円形形状を有する請求項 6 記載の円偏光マイクロパッチアンテナ。

【請求項 9】

前記放射素子上に実装された補助電子アセンブリとを更に含む請求項 6 記載の円偏光マイクロパッチアンテナ。

【請求項 10】

前記補助電子アセンブリは、プリント回路基板及び低ノイズ増幅器を含む請求項 9 記載の円偏光マイクロパッチアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般にアンテナに関し、より詳細には、容量性素子を備えたパッチアンテナに関する。

【背景技術】

【0002】

パッチアンテナは小型、軽量であるので、全地球測位システム受信機および携帯電話などの多くの機器に広く備えられている。従来のパッチアンテナの基本要素は、誘電媒体で分離された平坦な放射パッチおよび平坦な接地面である。マイクロストリップ・アンテナと呼ばれるパッチアンテナの一種類は、プリント回路基板の製作に使用される工程等のリソグラフィ工程によって製造することができる。これらの製造工程は、経済的な大量生産を可能にする。フェーズドアレー・アンテナなどに使用されるより複雑な形状も容易に製造することができる。

10

20

30

40

50

【0003】

マイクロストリップ・アンテナ用の共通の設計では、接地面および放射パッチは、誘電体基板上に堆積された、またはメッキされた金属膜で製作される。多くの用途において、広指向性と広い動作周波数帯域幅を有するパッチアンテナを有することが望ましい。マイクロストリップ・アンテナの設計において、機械的パラメータと電磁的パラメータとの間には依存性がある。指向性は、パッチのサイズが減少するにつれて増大する。マイクロストリップ・パッチの長さは、誘電体基板中を伝播する電磁波の波長の半分に等しい。マイクロストリップ・パッチの長さは、高い誘電率を有する誘電体を使用して短くすることができる。しかし、ラジオ周波数およびマイクロ波の帯域で動作するアンテナでは、高い誘電率を有する誘電体は密度も高く、アンテナの重量が増大する。同様に、誘電体基板の厚みを増大させることによって動作周波数帯域幅を増大させることができるが、やはり重量が増える。

10

【0004】

パッチアンテナのサイズおよび重量を低減するために提案された様々な設計があった。たとえば、M.K.FriesおよびR.Vahldieck(「Small microstrip patch antenna using slow-wave structure」、2000 IEEE International Antennas and Propagation Symposium Digest、2000年7月、第2巻、770~773項)は、放射パッチおよび接地面における低速波回路および十字型のスロットの形状の構造体を用いて小型化が達成されたマイクロストリップ・パッチアンテナを報告した。このようなアンテナは簡単な設計で軽量であるが、スロットの存在によって、共通の設計アーキテクチャである、アンテナ上に低ノイズ増幅器を備えたプリント回路基板の設置が妨げられる。必要とされるのは、小型、軽量、広指向性および広い動作周波数帯域幅を有するパッチアンテナである。低ノイズ増幅器などの補助電子アセンブリの簡単な組み込みを可能にするパッチアンテナが、さらに有利である。

20

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】M.K.FriesおよびR.Vahldieck、「Small microstrip patch antenna using slow-wave structure」、2000 IEEE International Antennas and Propagation Symposium Digest、2000年7月、第2巻、770~773項

【0006】

本発明の一実施形態において、マイクロパッチ・アンテナは、エアギャップによって分離された放射素子と接地面とを含む。高い誘電率の誘電体基板を導入することなく、小型、軽量、広帯域幅および広指向性が達成される。容量性素子は、放射素子と接地面のうちの少なくとも1つの周辺部に沿って構成される。容量性素子は、延在連続構造体または一連の局在構造体を含むことができる。放射素子、接地面および容量性素子の形状は、直線偏波または円偏波の電磁放射などの特定の用途に適合して変えることができる。

30

【0007】

本発明のこれらおよび他の利点は、以下の詳細な説明および添付の図面を参照することにより当業者にとって明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

40

【0008】

【図1】パッチアンテナの断面図である。

【図2】放射素子上のスロットを有する従来技術のパッチアンテナの俯瞰図である。

【図3】マイクロストリップ線路としてモデル化された直線偏波のアンテナの等価回路図である。

【図4】抵抗に並列な端部コンデンサを含む等価回路図である。

【図5】等価波遅延の関数としてのQ値のグラフである。

【図6】EおよびHベクトルに対する基準デカルト座標系である。

【図7】方形の放射素子の2つの縁部に沿った延在連続構造体を含む容量性素子を備えた直線偏波のアンテナの概略図である。

50

【図 8】延在連続構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

【図 9】延在連続構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

【図 10】延在連続構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

【図 11】延在連続構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

【図 12】延在連続構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

10

【図 13】延在連続構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

【図 14】延在連続構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

【図 15】延在連続構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

【図 16】方形の放射素子の 2 つの縁部に沿った一連の局在構造体を含む容量性素子を備えた直線偏波のアンテナの概略図である。

【図 17】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

20

【図 18】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

【図 19】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

【図 20】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

【図 21】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

【図 22】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

30

【図 23】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

【図 24】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

【図 25】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

【図 26】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

【図 27】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する直線偏波のアンテナの概略図である。

40

【図 28】複数のマイクロストリップ線路のセグメントとしてモデル化された円偏波のアンテナの等価回路図である。

【図 29】円偏波のアンテナのモデルの等価回路用の 4 ポールデバイスの鎖状構造の図である。

【図 30】送信線を含む 4 ポールデバイスの図である。

【図 31】方形の放射素子の 4 つの縁部に沿った一連の局在構造体を含む容量性素子を備えた円偏波のアンテナの概略図である。

【図 32】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する円偏波のアンテナの概略図である。

【図 33】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する円偏波のアンテナの

50

概略図である。

【図 3 4】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する円偏波のアンテナの概略図である。

【図 3 5】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する円偏波のアンテナの概略図である。

【図 3 6】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する円偏波のアンテナの概略図である。

【図 3 7】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する円偏波のアンテナの概略図である。

【図 3 8】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する円偏波のアンテナの概略図である。

10

【図 3 9】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する円偏波のアンテナの概略図である。

【図 4 0】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する円偏波のアンテナの概略図である。

【図 4 1】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する円偏波のアンテナの概略図である。

【図 4 2】一連の局在構造体を含む容量性素子の様々な構成を有する円偏波のアンテナの概略図である。

【図 4 3】放射素子上に実装されたプリント回路基板上に低ノイズ増幅器を備えたマイクロパッチ・アンテナの概略図である。

20

【図 4 4】デュアルバンド・マイクロパッチ・アンテナの概略図である。

【図 4 5 A】真っ直ぐな延在連続構造体の概略図である。

【図 4 5 B】内側曲げの延在連続構造体の概略図である。

【図 4 5 C】外側曲げの延在連続構造体の概略図である。

【図 4 6】真っ直ぐな一連の局在構造体の概略図である。

【図 4 7】容量性素子の特定の構成のための 1 組の設計パラメータの図である。

【図 4 8】A ~ D は特大の接地面上の延在連続構造体および一連の局在構造体の概略図である。

【図 4 9】特大の接地面上の延在連続構造体を有する直線偏波のアンテナの概略図である

30

【図 5 0】特大の接地面上の延在連続構造体を有する直線偏波のアンテナの概略図である

【図 5 1】A、B は円形放射素子および円形接地面を備えた円偏波のアンテナの概略図である。

【図 5 2】A、B は特大の接地面上の円状配列の局在構造体の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

図 1 は、従来のパッチアンテナの基本断面図を示す。平坦な放射パッチ 102 は、誘電媒体 112 によって平坦な接地面 104 から分離される。本明細書において、放射パッチは放射素子とも呼ばれる。図示された例において、放射パッチ 102 と接地面 104 とは、スタンドオフ 110 - A およびスタンドオフ 110 - B によって一体に保持される。スタンドオフは、たとえば、セラミックの支柱とすることができる。誘電媒体 112 は、たとえば、エアギャップであってよい。他のパッチアンテナ設計では、誘電媒体 112 は、固体誘電体であってよい。たとえば、マイクロストリップ・アンテナでは、放射パッチ 102 および接地面 104 は、誘電体基板上に堆積された、またはメッキされた導電性膜とすることができる。誘電体基板が固体であるので、スタンドオフ 110 - A およびスタンドオフ 110 - B は何らかの設計にする必要はない。マイクロストリップ・アンテナにおいて、複雑な形状は、プリント回路基板の製造において使用されるような光リソグラフィ工程によって製作することができる。本明細書において専門用語を簡単にするために、マ

40

50

マイクロパッチ・アンテナという用語は、放射パッチと接地面との間の誘電媒体が誘電体基板または空気のいずれかであるパッチアンテナを指す。放射パッチと接地面との間の間隔は、誘電体基板の厚み、またはエアギャップの間隔にそれぞれ等しい。以下の本発明の実施形態に示すように、誘電体基板がない場合でも、マイクロパッチ・アンテナの放射パッチおよび接地面は、複雑な形状で製作することができる。

【0010】

信号は、ラジオ周波数(RF)送信線を介してパッチアンテナへノから送信される。図1に示された例において、信号は、同軸ケーブルを介して放射パッチ102に供給される。外部導体106は、接地面104に電氣的に接続され、中心導体108は、放射パッチ102に電氣的に接続される。電磁気信号が、中心導体108を介して放射パッチ102に供給される。電流が、放射パッチ102および接地面104の双方の上で誘導される。放射パッチ102のサイズは、放射パッチ102と接地面104との間の誘電媒体112中を伝播している波長の関数である。たとえば、マイクロストリップ・アンテナにおいて、マイクロストリップの長さは波長の半分に等しい。アンテナ指向性の幅は、放射パッチ102のサイズの関数である。たとえば、マイクロストリップ・アンテナにおいて、指向性の幅は、マイクロストリップの長さが減少するにつれて増大する。

10

【0011】

アンテナのサイズを小さくし、同時に指向性を増大させる1つの方法は、放射パッチ102と接地面104との間の誘電媒体112中の波長を短縮させることである。波長は、高い誘電率(誘電定数とも呼ばれる)の値を有する誘電媒体を選択することによって短縮

20

【数1】

$$\sqrt{\epsilon}$$

分の1に短縮する。ただし、 ϵ は誘電媒体の誘電率である。その結果、マイクロストリップ・アンテナの共振サイズは、

【数2】

$$\sqrt{\epsilon}$$

30

分の1に減少する。しかし、ラジオおよびマイクロ波の周波数において、誘電率の値が高い誘電体は密度が高く、したがって、パッチアンテナの重量を増大させる。

【0012】

動作周波数の帯域幅は、 ϵ の値が増大するのに伴って減少するので、高い誘電率の誘電体によって性能も劣化する。動作周波数の帯域幅は、放射パッチ102と接地面104との間の距離の関数でもある。動作周波数は、この距離が増大するのに伴って増大する。たとえば、マイクロストリップ・アンテナにおいて、動作周波数帯域幅は、誘電体基板の厚みを増大させることによって増大させることができる。しかし、性能を改良することによって、またもやパッチアンテナの重量が増大する。

40

【0013】

パッチアンテナのサイズおよび重量を低減させるために提案された様々な設計があった。たとえば、M.K.FriesおよびR.Vahldieck(「Small microstrip patch antenna using slow-wave structure」、2000 IEEE International Antennas and Propagation Symposium Digest、2000年7月、第2巻、770~773項)は、放射パッチおよび接地面において遅波回路と十字型のスロットの形状の構造体とを用いて小型化が達成されたマイクロストリップ・パッチアンテナを報告した。彼らのマイクロストリップ・パッチアンテナ200の上面図を図2に示す。このようなアンテナは、簡単な設計で軽量であるが、スロットの存在により、共通の設計アーキテクチャである、アンテナ上に低ノイズ増幅器を備えたプリント回路基板の設置が妨げられる。

50

【 0 0 1 4 】

本発明の一実施形態において、放射パッチの寸法は、放射パッチと接地面との間に高い誘電率の固体誘電媒体を導入することなく縮小される。直線偏波モードにおけるマイクロストリップ・アンテナの周波数応答を推定するために、マイクロストリップ線路のセグメントが短絡された形のモデルを使用することができる。このセグメントの長さが4分の1波長未満である場合、横波（T波）が発生する。セグメントは、放射パッチ縁部および接地面によって形成されたスロットの放射伝導率を評価するために負荷がかけられる。この構造体は、負荷共振器と見なすことができ、その動作帯域幅は、そのQ値によって決定される。実際のマイクロストリップ・アンテナは、通常、半波長共振器であるが、短絡された4分の1波長共振器に基づいて行われたQ値の推定は、無効電力および放射抵抗が、半波長送信線において相当する値の半分であるので、依然として有効である。

10

【 0 0 1 5 】

図3において、等価回路が、長さLのストリップ線路の形で示されている。ストリップ線路の2つの側方は、（ノードA321からノードB325まで通る）線302、および（ノードA'323からノードB'327まで通る）線304である。ノードB325からノードB'327まで通る一方の端部は短絡306である。ノードA321からノードA'323まで通る他方の端部は、抵抗R308が負荷されている。

【 0 0 1 6 】

波抵抗をWによって表し、波遅延係数を β によって表す。以下の式によって、パラメータ γ は、基板の有効な誘電率（有効な誘電定数とも呼ばれる）、 ϵ_{eff} に関する。

20

【 数 3 】

$$\beta = \sqrt{\epsilon_{eff}} \quad (E)$$

ノードA321とノードA'323との端部間の入力アドミタンスYは、以下で与えられる。

【 数 4 】

$$Y = G - \frac{i}{W} \text{ctg} \gamma L = G + iB(\omega) \quad (E)$$

30

ただし、Gはコンダクタンスであり、Bはサセプタンスであって、

【 数 5 】

$$G = \frac{1}{R} \quad (E)$$

伝播位相定数は以下である。

【 数 6 】

$$\gamma = \frac{\omega}{c} \beta \quad (E)$$

40

ただし、 ω は角周波数であり、cは真空中の光速である。コタンジェント関数はctgと略される。

【 0 0 1 7 】

共振周波数 ω_0 の近傍で、

【 数 7 】

$$B(\omega_0) = 0$$

$$\left[\text{ctg} \gamma L = 0 \Rightarrow \gamma L = \frac{\pi}{2} \right] \quad (E)$$

50

および

【数 8】

$$Y \approx G + i \frac{dB}{d\omega_{\omega=\omega_0}} \Delta\omega = G + i\omega_0 \frac{dB}{d\omega} \frac{\Delta\omega}{\omega_0} = G \left(1 + i2 \frac{R}{2} \omega_0 \frac{dB}{d\omega_{\omega=\omega_0}} \frac{\Delta\omega}{\omega_0} \right), \quad (E)$$

ただし、 $\frac{dB}{d\omega_{\omega=\omega_0}}$ は周波数離調（不整合）、 $\frac{\Delta\omega}{\omega_0}$ = $\frac{\Delta\omega}{\omega_0}$ である。

次に、Q 値は以下である。

【数 9】

$$Q = \frac{R}{2} \omega_0 \frac{dB}{d\omega_{\omega=\omega_0}}. \quad (E)$$

10

【0018】

数式（E 6）の導関数は、以下のように計算される。

【数 10】

$$\begin{aligned} \frac{dB}{d\omega_{\omega=\omega_0}} &= -\frac{d}{d\omega} \left(\frac{1}{W} \operatorname{ctg} \gamma L \right)_{\omega=\omega_0} = -\left(\frac{1}{W} \frac{-1}{\sin^2 \gamma L} L \frac{d\gamma}{d\omega} \right)_{\omega=\omega_0} \quad (E) \\ &= -\left(\left(\frac{1}{W} \frac{-1}{\sin^2 \gamma L} L \frac{1}{c} \beta \right)_{\omega=\omega_0} \right) = \frac{1}{W} \frac{\pi}{2} \frac{1}{\omega_0} \end{aligned}$$

20

したがって、Q 値は以下である。

【数 11】

$$Q = \frac{R}{W} \frac{\pi}{4}. \quad (E)$$

【0019】

正方形の形状の放射素子に対しては、幅 w は、波遅延係数 β に反比例する。

【数 12】

$$w(\beta) = \frac{w(1)}{\beta}, \quad (E)$$

30

ただし、 $w(1)$ は、 $\beta = 1$ での空気誘電媒体を有する正方形の放射素子の幅を表す。放射パッチの縁部と接地面とによって形成されたスロットの放射抵抗は以下である。

【数 13】

$$R(\beta) \approx 120 \frac{\lambda}{w(\beta)} = 120 \frac{\lambda}{w(1)} \beta, \quad (E)$$

ただし、 λ は真空中の波長である。

40

【0020】

エッジ効果を無視すると、T 波の波抵抗は以下によって与えられる。

【数 14】

$$W(\beta) \approx \frac{120\pi}{\beta} \frac{h}{w} = \frac{120\pi}{\beta} \frac{h}{w(1)} \beta = 120\pi \frac{h}{w(1)}, \quad (E)$$

ただし、 h は誘電体基板の厚みまたはエアギャップの間隔である。したがって、Q 値は以下である。

【数 15】

$$Q = \frac{1}{4} \frac{\lambda}{h} \beta \quad (E)$$

【0021】

図4は、並列端部コンデンサを含む長さLのストリップ線路に対する等価回路を示す。ストリップ線路の2つの側方は、(ノードA421からノードB425まで通る)線402、および(ノードA'423からノードB'427まで通る)線404である。ノードB425からノードB'427まで通る一方の端部は短絡406である。ノードA421からノードA'423まで通る他方の端部は、静電容量C410と並列な抵抗R408が負荷されている。ノードA421とノードA'423との端部間の入力アドミタンスYは、以下で与えられる。

10

【数 16】

$$Y = G + i\omega C - \frac{i}{W} \operatorname{ctg} \gamma L = G + i \left[\omega C - \frac{1}{W} \operatorname{ctg} \gamma L \right] \quad (E)$$

共振周波数 ω_0 で、

$$\omega_0 C W = \operatorname{ctg} \gamma_0 L$$

【0022】

20

共振サイズ短絡係数を代入し、コンデンサなしで共振サイズが

【数 17】

$$\frac{\lambda}{4}$$

であることを考慮することによって、以下の関係が成り立つ。

【数 18】

$$\operatorname{ctg} \gamma_0 L = \operatorname{ctg} \left(\frac{2\pi}{\lambda_0} \frac{\lambda}{4} \frac{1}{\beta} \right) = \operatorname{ctg} \left(\frac{\pi}{2\beta} \right) \quad (E)$$

30

ただし、 λ_0 は共振波長である。共振サイズ短絡係数は、短絡素子がない放射素子の共振サイズに対する、短絡素子(誘電体または端部コンデンサ)がある放射素子の共振サイズの比である。共振サイズ短絡係数は、等価波遅延係数に等しい。次いで、共振条件は以下の形式に書き直すことができる。

【数 19】

$$\frac{W}{X_{C0}} = \operatorname{ctg} \left(\frac{\pi}{2\beta} \right) \quad (E)$$

40

ただし、 X_{C0} は、共振周波数での容量性リアクタンスである。さらにまた、

【数 2 0】

$$\begin{aligned} \frac{dB}{d\omega_{\omega=\omega_0}} &= \frac{d}{d\omega} \left(\omega C - \frac{1}{W} \text{ctg} \gamma L \right)_{\omega=\omega_0} = C - \left(\frac{1}{W} \frac{-1}{\sin^2 \gamma L} L \frac{d\gamma}{d\omega} \right)_{\omega=\omega_0} \\ &= C + \left(\frac{1}{W} \frac{1}{\sin^2 \gamma L} L \frac{1}{c} \beta \right)_{\omega=\omega_0} = \frac{1}{W \omega_0} \left(\text{ctg} \left(\frac{\pi}{2\beta} \right) + \frac{1}{\sin^2 \left(\frac{\pi}{2\beta} \right)} \left(\frac{\pi}{2\beta} \right) \right), \end{aligned} \quad (\text{E})$$

および Q 値は以下である。

10

【数 2 1】

$$\begin{aligned} Q &= \frac{R}{2} \omega_0 \frac{1}{W \omega_0} \left(\text{ctg} \left(\frac{\pi}{2\beta} \right) + \frac{1}{\sin^2 \left(\frac{\pi}{2\beta} \right)} \left(\frac{\pi}{2\beta} \right) \right) \\ &= \frac{R}{2} \frac{1}{W} \left(\text{ctg} \left(\frac{\pi}{2\beta} \right) + \frac{1}{\sin^2 \left(\frac{\pi}{2\beta} \right)} \left(\frac{\pi}{2\beta} \right) \right) \end{aligned} \quad (\text{E})$$

20

正方形型の放射素子に対して、(E 9) ~ (E 13) と同様の計算を辿ることによって、Q は以下で与えられる。

【数 2 2】

$$Q = \frac{1}{4} \frac{\lambda}{h} \left[\frac{2}{\pi} \text{ctg} \left(\frac{\pi}{2\beta} \right) + \frac{1}{\sin^2 \left(\frac{\pi}{2\beta} \right)} \frac{1}{\beta} \right]. \quad (\text{E})$$

30

【0 0 2 3】

波遅延係数 β に対する関数、 $Q' = 4 (h / \lambda) Q$ のグラフが図 5 に示されている。の値は、水平軸 5 0 2 に沿ってプロットされる。対応する Q' の値は、垂直軸 5 0 4 に沿ってプロットされる。実線 5 0 6 は、(E 20) による β に対する Q' のプロットである。破線 5 0 8 は、(誘電体基板などの) 固体誘電媒体に対して β に対する Q' をプロットしている。十分に大きな β の値で、以下の近似が成り立つことに留意されたい。

【数 2 3】

$$Q = \frac{1}{4} \frac{\lambda}{h} \left[\frac{2}{\pi} \frac{1}{\beta} + \frac{1}{\left(\frac{\pi}{2\beta} \right)^2} \frac{1}{\beta} \right] \approx \frac{1}{4} \frac{\lambda}{h} \frac{8}{\pi^2} \beta. \quad (\text{E})$$

40

点線 5 1 0 は、漸近的關係式 (E 21) に従って、 β に対する Q' をプロットしている。したがって、 $\beta = 1.5$ の値で、Q 値は、先に考察した誘電体基板またはエアギャップ (E 13) の場合に対する Q 値の約 0.8 倍である。したがって、端部コンデンサを使用することによって共振サイズを短くすると、誘電体基板と比較して帯域幅が 20% 増加する結果になる。

【0 0 2 4】

50

図1に戻って参照すると、本発明の実施形態において、放射パッチ(素子)102および接地面104は、正方形、方形、円形、および楕円形を含む様々な幾何学的形状を有することができる。当業者なら、異なる用途に対して異なる幾何学的形状を構成することができる。一部の実施形態において、接地面は、放射素子と同じサイズかつ幾何学的形状である。たとえば、放射素子と接地面とは、共に同じサイズの方形でよい。他の実施形態において、接地面は放射素子より大きく、接地面の幾何学的形状は、放射素子の幾何学的形状に対して任意であり得る。たとえば、放射素子は円であってよく、接地面は正方形であってよいが、正方形の辺の長さは円の直径より大きいものとする。具体的な形状は、以下でより詳細に論じられる。

【0025】

図6Aおよび図6Bは、x軸602、y軸604、およびz軸606によって定義された基準デカルト座標系を示す。図6Aに示された例において、磁場H面608がy-z面内にある。図6Bに示されたように、電場E面610がx-z面内にある。直線偏波アンテナに対して、容量性素子は、図7に示されたような、H面608と平行なストリップ側面に沿って向き付けられた導電性延在連続構造体(ECS)、または図16に示されたような、H面608と平行なストリップ側面に沿って向き付けられた一連の導電性局在構造体(SLS)として構成することができる。構造体の形状が等価静電容量を決定する。放射素子上の構造体と接地面上の構造体との重なり部分が増大するのに伴って共振サイズは減少する。その結果、図7に示されたような延在連続構造体を有する設計は、最小の共振サイズを提供することができる。図16に示されたような一連の局在構造体を有する設計

10

20

【0026】

図7に示された実施形態は、接地面702および放射素子704を含む直線偏波のアンテナの設計を示す。接地面702と放射素子704とは、エアギャップによって分離される。放射素子704は、同軸ケーブルの中心導体などのロッド励磁器706によって供給される。接地面702上に放射素子704を保持する支持体は図示されていない。これらの支持体は、たとえば、アンテナの電気的パラメータに著しい変化を持ち込まない薄い隔離スタンドオフであってよい。図7に示された実施形態において、放射素子704は、y軸604に沿った長さがb730でx軸602に沿った幅がa720である方形の形状である。方形の形状は、正方形の形状の場合(長さb730が幅a720に等しい)を含む

30

【0027】

容量性素子は、H面608(図6A)と平行で、y軸604と平行に向き付けられる。E面608(図6B)と平行な容量性素子は存在しない。図7において、容量性素子は、導電性延在連続構造体(ECS)708および延在連続構造体710を含む。ECS708およびECS710は、y軸604と平行な放射素子704の2つの縁部に沿って配置される。ECS708およびECS710は、長さがb730で高さがc740の方形の断面を有する。高さc740は、z軸606に沿って測定される。図7に示された実施形態において、ECS708の面およびECS710の面は、放射素子704の面に直交する。一般に、それらは直交する必要はない。当業者ならば、(ECS708の面と放射素子704の面との間、およびECS710の面と放射素子704の面との間の)向き付け角度を変えてアンテナを同調させることができる。一般に、ECS708およびECS710の断面は、方形である必要はない。たとえば、それらは円柱形であってよい。当業者ならば、異なる用途のために異なる断面を実施することができる。

40

【0028】

図8~図15は、ECSの異なる組合せ、形状、および位置を有する実施形態を示す。図8~図15において、2つの視図が示されている。図7を参照すると、視図A780は、y軸604の(+)方向に沿って見た図である。視図B790は、x軸602の(-)方向に沿って見た図である。放射素子および接地面の両方が方形の形状である。図45A

50

~図45Cに示されたように、ECSの断面は、真っ直ぐ、内側曲げ、または外側曲げとすることができる。図45Aは、放射素子4504の縁部に沿った真っ直ぐなECS4506を示す。ECS4506は、z軸606に沿って測定された長さが d_1 で、y軸604に沿って測定された長さが d_2 である。図45Bは、放射素子4504の縁部に沿ったECS部分4508AおよびECS部分4508Bを含む内側曲げのECSを示す。ECS4508Aは、z軸606に沿って測定された長さが d_1 で、y軸604に沿って測定された長さが d_2 である。ECS4508Bは、x軸602に沿って測定された長さが d_3 で、y軸604に沿って測定された長さが d_2 である。図45Cは、放射素子4504の縁部に沿ったECS部分4510AおよびECS部分4510Bを含む外側曲げのECSを示す。ECS4510Aは、z軸606に沿って測定された長さが d_1 で、y軸604に沿って測定された長さが d_2 である。ECS4510Bは、x軸602に沿って測定された長さが d_4 で、y軸604に沿って測定された長さが d_2 である。図45A~図45Cに示された実施形態において、曲げ角度(たとえば、ECS4508AとECS4508Bとの間の角度、またはECS4510AとECS4510Bとの間の角度)は90度である。一般に、曲げ角度は、特定の用途に適合するように変更することができる。

10

【0029】

図8において、アンテナは、接地面802と、中心導体806および外部導体801を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子804とを含む。ECS808およびECS810は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な放射素子804の2つの縁部に沿って配置される。ECS808およびECS810は、共に真っ直ぐなECSである。

20

【0030】

図9において、アンテナは、接地面902と、中心導体906および外部導体901を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子904とを含む。ECS908およびECS910は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な接地面902の2つの縁部に沿って配置される。ECS908およびECS910は、共に真っ直ぐなECSである。

【0031】

図10において、アンテナは、接地面1002と、中心導体1006および外部導体1001を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子1004とを含む。ECS1012およびECS1014は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な放射素子1004の2つの縁部に沿って配置される。ECS1008およびECS1010は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な接地面1002の2つの縁部に沿って配置される。ECS1008およびECS1010は、ECS1012とECS1014との間の領域内部に部分的に配置される。ECS1008、ECS1010、ECS1012、およびECS1014は、全て真っ直ぐなECSである。

30

【0032】

図11において、アンテナは、接地面1102と、中心導体1106および外部導体1101を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子1104とを含む。ECS1112およびECS1114は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な放射素子1104の2つの縁部に沿って配置される。ECS1108およびECS1110は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な接地面1102の2つの縁部に沿って配置される。ECS1112およびECS1114は、ECS1108とECS1110との間の領域内部に部分的に配置される。ECS1112、ECS1114、ECS1108およびECS1110は、全て真っ直ぐなECSである。

40

【0033】

図12において、アンテナは、接地面1202と、中心導体1206および外部導体1201を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子1204とを含む。ECS1212およびECS1214は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な放射素子1204の2つの縁部に沿って配置される。ECS1208およびECS1210

50

は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な接地面1202の2つの縁部に沿って配置される。ECS1208およびECS1210は、ECS1212とECS1214との間の領域内部に部分的に配置される。ECS1208およびECS1210は、共に内側曲げのECSである。ECS1212およびECS1214は、共に真っ直ぐなECSである。

【0034】

図13において、アンテナは、接地面1302と、中心導体1306および外部導体1301を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子1304とを含む。ECS1312およびECS1314は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な放射素子1304の2つの縁部に沿って配置される。ECS1308およびECS1310は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な接地面1302の2つの縁部に沿って配置される。ECS1312およびECS1314は、ECS1308とECS1310との間の領域内部に部分的に配置される。ECS1308およびECS1310は、共に真っ直ぐなECSである。ECS1312およびECS1314は、共に内側曲げのECSである。

10

【0035】

図14において、アンテナは、接地面1402と、中心導体1406および外部導体1401を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子1404とを含む。ECS1412およびECS1414は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な放射素子1404の2つの縁部に沿って配置される。ECS1408およびECS1410は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な接地面1402の2つの縁部に沿って配置される。ECS1408およびECS1410は、ECS1412とECS1414との間の領域内部に部分的に配置される。ECS1408およびECS1410は、共に真っ直ぐなECSである。ECS1412およびECS1414は、共に外側曲げのECSである。

20

【0036】

図15において、アンテナは、接地面1502と、中心導体1506および外部導体1501を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子1504とを含む。ECS1512およびECS1514は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な放射素子1504の2つの縁部に沿って配置される。ECS1508およびECS1510は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な接地面1502の2つの縁部に沿って配置される。ECS1508およびECS1510は、ECS1512とECS1514との間の領域内部に部分的に配置される。ECS1508およびECS1510は、共に内側曲げのECSである。ECS1512およびECS1514は、共に外側曲げのECSである。

30

【0037】

図16に示された実施形態は、接地面1602および放射素子1604を含む直線偏波のアンテナの設計を示す。接地面1602と放射素子1604とは、エアギャップによって分離される。放射素子1604は、同軸ケーブルの中心導体などのロッド励磁器1606によって供給される。接地面1602上に放射素子1604を保持する支持体は図示されていない。これらの支持体は、たとえば、アンテナの電気的パラメータに著しい変化を持ち込まない薄い隔離スタンドオフであってよい。図16に示された実施形態において、放射素子1604は、y軸604に沿った長さが**b**1630でx軸602に沿った幅が**a**1620である方形の形状である。方形の形状は、正方形の形状の場合（長さ**b**1630が幅**a**1620に等しい）を含むことに留意されたい。接地面1602は、放射素子1604より大きくすることができる。

40

【0038】

容量性素子は、H面608（図6A）と平行で、y軸604と平行に向き付けられる。E面608（図6B）と平行に配置された容量性素子は存在しない。図16において、容量性素子は、一連の導電性局在構造体（SLS）1608および一連の局在構造体161

50

0を含む。SLS1608は、局在構造体(LS)1608A~局在構造体1608Dを含む。SLS1610は、LS1610A~LS1610Dを含む。一連の局在構造体における局在構造体の数はユーザ定義である。SLS1608およびSLS1610は、y軸604と平行な放射素子1604の2つの縁部に沿って配置される。図16に示された実施形態において、局在構造体の高さはc1640である。高さc1640は、z軸606に沿って測定される。図16に示された実施形態において、SLS1608の面およびSLS1610の面は、放射素子1604の面に直交する。一般に、それらは直交する必要はない。当業者ならば、(SLS1608の面と放射素子1604の面との間、およびSLS1610の面と放射素子1604の面との間)の向き付け角度を変えてアンテナを同調させることができる。一般に、個々の局在構造体の断面は、方形である必要はない。たとえば、それらは円柱形であってよい。当業者ならば、異なる用途のために異なる断面を実施することができる。

10

【0039】

図17~図27は、SLSの異なる組合せ、形状、および位置を有する実施形態を示す。図8~図15において、2つの視図が示されている。図16を参照すると、視図A780は、y軸604の(+)方向に沿って見た図である。視図B790は、x軸602の(-)方向に沿って見た図である。図45A~図45Cに示されたECSの断面と同様に、局在構造体の断面は、真っ直ぐ、内側曲げ、または外側曲げとすることができる。曲げ角度は、変えることができる。図46は、放射素子4604の縁部に沿った、真っ直ぐなSLS4606の至近図を示す。SLS4606は、LS4606A~LS4606Dを含む。各LSは、z軸606に沿って測定された長さが d_1 である。各LSの幅は d_5 であり、2つの隣接したLSの間隔は d_6 である。 d_5 および d_6 の値は、y軸604に沿って測定される。図17において、アンテナは、接地面1702と、中心導体1706および外部導体1701を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子1704とを含む。SLS1712(LS1712A~LS1712Eを含む)およびSLS1714(LS1714A~LS1714Eを含む。図示せず)は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な放射素子1704の2つの縁部に沿って配置される。SLS1712およびSLS1714は、共に真っ直ぐなSLSである。

20

【0040】

図18において、アンテナは、接地面1802と、中心導体1806および外部導体1801を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子1804とを含む。SLS1808(LS1808A~LS1808Eを含む)およびSLS1810(LS1810A~LS1810Eを含む。図示せず)は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な接地面1802の2つの縁部に沿って配置される。SLS1808およびSLS1810は、共に真っ直ぐなSLSである。

30

【0041】

図19において、アンテナは、接地面1902と、中心導体1906および外部導体1901を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子1904とを含む。SLS1912(LS1912A~LS1912Eを含む)およびSLS1914(LS1914A~LS1914Eを含む。図示せず)は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な放射素子1904の2つの縁部に沿って配置される。SLS1908(LS1908A~LS1908Eを含む)およびSLS1910(LS1910A~LS1910Eを含む。図示せず)は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な接地面1902の2つの縁部に沿って配置される。SLS1908およびSLS1910は、SLS1912とSLS1914との間の領域内部に部分的に配置される。SLS1908、SLS1910、SLS1912、およびSLS1914は、全て真っ直ぐなSLSである。y軸604に沿って、SLS1908はSLS1912と整合され、SLS1910はSLS1914と整合される。

40

【0042】

図20において、アンテナは、接地面2002と、中心導体2006および外部導体2

50

001を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子2004とを含む。SLS2012(LS2012A~LS2012Eを含む)およびSLS2014(LS2014A~LS2014Eを含む。図示せず)は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な放射素子2004の2つの縁部に沿って配置される。SLS2008(LS2008A~LS2008Eを含む)およびSLS2010(LS2010A~LS2010Eを含む。図示せず)は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な接地面2002の2つの縁部に沿って配置される。SLS2012およびSLS2014は、SLS2008とSLS2010との間の領域内部に部分的に配置される。SLS2008、SLS2010、SLS2012、およびSLS2014は、全て真っ直ぐなSLSである。y軸604に沿って、SLS2008はSLS2012と整合され、SLS2010はSLS2014と整合される。

10

【0043】

図21において、アンテナは、接地面2102と、中心導体2106および外部導体2101を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子2104とを含む。SLS2112(LS2112A~LS2112Eを含む)およびSLS2114(LS2114A~LS2114Eを含む。図示せず)は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な放射素子2104の2つの縁部に沿って配置される。SLS2108(LS2108A~LS2108Eを含む)およびSLS2110(LS2110A~LS2110Eを含む。図示せず)は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な接地面2102の2つの縁部に沿って配置される。SLS2108およびSLS2110は、SLS2112とSLS2114との間の領域内部に部分的に配置される。SLS2108、SLS2110、SLS2112、およびSLS2114は、全て真っ直ぐなSLSである。y軸604に沿って、SLS2108はSLS2112からずらされ、SLS2110はSLS2114からずらされる。

20

【0044】

図22において、アンテナは、接地面2202と、中心導体2206および外部導体2201を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子2204とを含む。SLS2212(LS2212A~LS2212Eを含む)およびSLS2214(LS2214A~LS2214Eを含む。図示せず)は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な放射素子2204の2つの縁部に沿って配置される。SLS2208(LS2208A~LS2208Eを含む)およびSLS2210(LS2210A~LS2210Eを含む。図示せず)は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な接地面2202の2つの縁部に沿って配置される。SLS2212およびSLS2214は、SLS2208とSLS2210との間の領域内部に部分的に配置される。SLS2208、SLS2210、SLS2212、およびSLS2214は、全て真っ直ぐなSLSである。y軸604に沿って、SLS2208はSLS2212からずらされ、SLS2210はSLS2214からずらされる。

30

【0045】

図23において、アンテナは、接地面2302と、中心導体2306および外部導体2301を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子2304とを含む。SLS2312(LS2312A~LS2312Eを含む)およびSLS2314(LS2314A~LS2314Eを含む。図示せず)は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な放射素子2304の2つの縁部に沿って配置される。SLS2308(LS2308A~LS2308Eを含む)およびSLS2310(LS2310A~LS2310Eを含む。図示せず)は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な接地面2302の2つの縁部に沿って配置される。SLS2308、SLS2310、SLS2312、およびSLS2314は、全て真っ直ぐなSLSである。x軸602に沿って、SLS2308はSLS2312と整合され、SLS2310はSLS2314と整合される。図23の視図B790に示されたように、y軸604に沿って、かつz軸606に沿って、SLS2308とSLS2312とは互いに噛み合い、SLS2310とSLS

40

50

2 3 1 4 とは互いに噛み合う。

【 0 0 4 6 】

図 2 4 において、アンテナは、接地面 2 4 0 2 と、中心導体 2 4 0 6 および外部導体 2 4 0 1 を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子 2 4 0 4 とを含む。S L S 2 4 1 2 (L S 2 4 1 2 A ~ L S 2 4 1 2 E を含む) および S L S 2 4 1 4 (L S 2 4 1 4 A ~ L S 2 4 1 4 E を含む。図示せず) は、H 面 6 0 8 と平行に向き付けられ、y 軸 6 0 4 と平行な放射素子 2 4 0 4 の 2 つの縁部に沿って配置される。S L S 2 4 0 8 (L S 2 4 0 8 A ~ L S 2 4 0 8 E を含む) および S L S 2 4 1 0 (L S 2 4 1 0 A ~ L S 2 4 1 0 E を含む。図示せず) は、H 面 6 0 8 と平行に向き付けられ、y 軸 6 0 4 と平行な接地面 2 4 0 2 の 2 つの縁部に沿って配置される。S L S 2 4 0 8 および S L S 2 4 1 0 は、S L S 2 4 1 2 と S L S 2 4 1 4 との間の領域内部に部分的に配置される。S L S 2 4 0 8 および S L S 2 4 1 0 は、共に内側曲げの S L S である。S L S 2 4 1 2 および S L S 2 4 1 4 は、共に真っ直ぐな S L S である。y 軸 6 0 4 に沿って、S L S 2 4 0 8 は S L S 2 4 1 2 と整合され、S L S 2 4 1 0 は S L S 2 4 1 4 と整合される。

10

【 0 0 4 7 】

図 2 5 において、アンテナは、接地面 2 5 0 2 と、中心導体 2 5 0 6 および外部導体 2 5 0 1 を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子 2 5 0 4 とを含む。S L S 2 5 1 2 (L S 2 5 1 2 A ~ L S 2 5 1 2 E を含む) および S L S 2 5 1 4 (L S 2 5 1 4 A ~ L S 2 5 1 4 E を含む。図示せず) は、H 面 6 0 8 と平行に向き付けられ、y 軸 6 0 4 と平行な放射素子 2 5 0 4 の 2 つの縁部に沿って配置される。S L S 2 5 0 8 (L S 2 5 0 8 A ~ L S 2 5 0 8 E を含む) および S L S 2 5 1 0 (L S 2 5 1 0 A ~ L S 2 5 1 0 E を含む。図示せず) は、H 面 6 0 8 と平行に向き付けられ、y 軸 6 0 4 と平行な接地面 2 5 0 2 の 2 つの縁部に沿って配置される。S L S 2 5 1 2 および S L S 2 5 1 4 は、S L S 2 5 0 8 と S L S 2 5 1 0 との間の領域内部に部分的に配置される。S L S 2 5 0 8 および S L S 2 5 1 0 は、共に真っ直ぐな S L S である。S L S 2 5 1 2 および S L S 2 5 1 4 は、共に内側曲げの S L S である。y 軸 6 0 4 に沿って、S L S 2 5 0 8 は S L S 2 5 1 2 と整合され、S L S 2 5 1 0 は S L S 2 5 1 4 と整合される。

20

【 0 0 4 8 】

図 2 6 において、アンテナは、接地面 2 6 0 2 と、中心導体 2 6 0 6 および外部導体 2 6 0 1 を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子 2 6 0 4 とを含む。S L S 2 6 1 2 (L S 2 6 1 2 A ~ L S 2 6 1 2 E を含む) および S L S 2 6 1 4 (L S 2 6 1 4 A ~ L S 2 6 1 4 E を含む。図示せず) は、H 面 6 0 8 と平行に向き付けられ、y 軸 6 0 4 と平行な放射素子 2 6 0 4 の 2 つの縁部に沿って配置される。S L S 2 6 0 8 (L S 2 6 0 8 A ~ L S 2 6 0 8 E を含む) および S L S 2 6 1 0 (L S 2 6 1 0 A ~ L S 2 6 1 0 E を含む。図示せず) は、H 面 6 0 8 と平行に向き付けられ、y 軸 6 0 4 と平行な接地面 2 6 0 2 の 2 つの縁部に沿って配置される。S L S 2 6 0 8 および S L S 2 6 1 0 は、S L S 2 6 1 2 と S L S 2 6 1 4 との間の領域内部に部分的に配置される。S L S 2 6 0 8 および S L S 2 6 1 0 は、共に真っ直ぐな S L S である。S L S 2 6 1 2 および S L S 2 6 1 4 は、共に外側曲げの S L S である。y 軸 6 0 4 に沿って、S L S 2 6 0 8 は S L S 2 6 1 2 と整合され、S L S 2 6 1 0 は S L S 2 6 1 4 と整合される。

30

40

【 0 0 4 9 】

図 2 7 において、アンテナは、接地面 2 7 0 2 と、中心導体 2 7 0 6 および外部導体 2 7 0 1 を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子 2 7 0 4 とを含む。S L S 2 7 1 2 (L S 2 7 1 2 A ~ L S 2 7 1 2 E を含む) および S L S 2 7 1 4 (L S 2 7 1 4 A ~ L S 2 7 1 4 E を含む。図示せず) は、H 面 6 0 8 と平行に向き付けられ、y 軸 6 0 4 と平行な放射素子 2 7 0 4 の 2 つの縁部に沿って配置される。S L S 2 7 0 8 (L S 2 7 0 8 A ~ L S 2 7 0 8 E を含む) および S L S 2 7 1 0 (L S 2 7 1 0 A ~ L S 2 7 1 0 E を含む。図示せず) は、H 面 6 0 8 と平行に向き付けられ、y 軸 6 0 4 と平行な接地面 2 7 0 2 の 2 つの縁部に沿って配置される。S L S 2 7 0 8 および S L S 2 7 1 0 は、S L S 2 7 1 2 と S L S 2 7 1 4 との間の領域内部に部分的に配置される。S L S 2 7 0 8

50

および $SLS2710$ は、共に内側曲げの SLS である。 $SLS2712$ および $SLS2714$ は、共に外側曲げの SLS である。 y 軸 604 に沿って、 $SLS2708$ は $SLS2712$ と整合され、 $SLS2710$ は $SLS2714$ と整合される。

【0050】

図31に示された実施形態は、接地面 3102 および放射素子 3104 を含む円偏波のアンテナの設計を示す。接地面 3102 と放射素子 3104 とは、エアギャップによって分離される。放射素子 3104 は、2つのロッド励磁器、ロッド 3106 およびロッド 3107 により供給される。各ロッドは、別々の同軸ケーブルの中心導体であってよい。接地面 3102 上に放射素子 3104 を保持する支持体は図示されていない。これらの支持体は、たとえば、アンテナの電気的パラメータに著しい変化を持ち込まない薄い隔離スタンドオフであってよい。図31に示された実施形態において、放射素子 3104 は、 y 軸 604 に沿った長さが $b3130$ で x 軸 602 に沿った幅が $a3120$ である方形の形状である。方形の形状は、正方形の形状の場合（長さ $b3130$ が幅 $a3120$ に等しい）を含むことに留意されたい。接地面 3102 は、放射素子 3104 より大きくすることができる。

10

【0051】

SLS を含む容量性素子は、放射パッチ 3104 の4つ全ての縁部に配置される。 $SLS3108$ および $SLS3110$ は、 y 軸 604 と平行な放射素子 3104 の2つの縁部に沿って配置される。 $SLS3120$ および $SLS3122$ は、 x 軸 602 と平行な放射素子 3104 の2つの縁部に沿って配置される。図31に示された実施形態において、局在構造体の高さは $c3140$ である。高さ $c3140$ は、 z 軸 606 に沿って測定される。

20

【0052】

円偏波の場は互いに直交し、位相が 90 度ずれた2つの直線偏波の合成である。この場を励起するために、2本のロッド、ロッド 3106 およびロッド 3107 が使用される。ロッド 3107 の位置は、放射素子 3104 の幾何的中心から x 軸 602 に沿って移される。ロッド 3106 の位置は、放射素子 3104 の幾何的中心から y 軸 604 に沿って移される。 $x-z$ 面は、ロッド 3107 によって励起される場に対する E 面であり、ロッド 3106 によって励起される場に対する H 面である。ロッド 3107 によって励起される場に対して、 $SLS3108$ および $SLS3110$ は、(H 面内の) 磁場ベクトルに沿って整合される。 $SLS3120$ および $SLS3122$ は、(E 面内の) 電場ベクトルに沿って整合される。同様に、ロッド 3106 によって励起された場に対して、 $SLS3108$ および $SLS3110$ は、(E 面内の) 電場ベクトルに沿って整合される。 $SLS3120$ および $SLS3122$ は、(H 面内の) 磁場ベクトルに沿って整合される。

30

【0053】

図31に示された円偏波されたアンテナの周波数性能を評価するために、各直線偏波の周波数性能を分析する必要がある。円偏波されたアンテナは、図28に示された等価回路によって特徴付けることができる。たとえば、ロッド 3107 によって励起される直線偏波の E 場は、 x 軸 602 に沿って向き付けされる。次に、 x 軸 602 に沿って整合された $SLS3122$ は、静電容量 C_1 の系によってモデル化される。 y 軸 604 に沿って整合された $SLS3108$ は、全静電容量 C_2 によってモデル化される。同様の考察が、ロッド 3106 によって励起された E 場に適用される。

40

【0054】

円偏波されたアンテナに対する等価回路が図28に示されている。長さ L のストリップ線路の2つの側方は、(ノード $A2821$ からノード $B2825$ まで通る) 線 2802 、および (ノード $A'2823$ からノード $B'2827$ まで通る) 線 2804 である。線路 2802 は、線路セグメント $2802A \sim$ 線路セグメント $2802E$ を含む。線路 2804 は、線路セグメント $2804A \sim$ 線路セグメント $2804E$ を含む。増加幅が l_1 で x 軸 602 に沿って延在する (静電容量 $2812 \sim$ 静電容量 2818 を含む) 静電容量 C_1 の系は、線路全体の波遅延係数 γ_1 に等価である。 y 軸 604 に沿って延在する静電容量

50

2810の系は、全静電容量 C_2 に等価である。分散が存在する場合（周波数は γ_1 の関数である）、 Q 値の望ましくない増加がある。波遅延係数 γ_1 の値、および分散が著しくなる増分幅 l_1 の値を評価するために、一連の4ポールデバイス（4ポールデバイス2960～4ポールデバイス2964）を含む等価回路が使用される（図29）。個々の4ポールデバイスが図30に示される。そのノードは、ノードA3021、ノードA'3023、ノードB3025およびノードB'3027である。4ポールデバイスは、長さ l_1 のストリップ線路と空気誘電媒体に対応する波抵抗 W と伝搬定数 γ_1 と静電容量 C_1 3010とを含む。対応する伝導マトリックスの要素は、以下により与えられる。

【数24】

$$\begin{aligned} y_{11} &= \frac{-i}{W} \operatorname{ctg} \gamma_1 l_1 \\ y_{22} &= \frac{-i}{W} \operatorname{ctg} \gamma_1 l_1 + i\omega C_1 \\ y_{12} &= y_{21} = \frac{i}{W \sin \gamma_1 l_1} \end{aligned} \quad (E)$$

ただし、 y_{ij} は伝導マトリックスの要素である。

【0055】

図29に示された等価回路において進行波が存在し、近隣の2つの4ポールデバイスの間の位相偏差は φ である。[位相偏差は、以下に定義される I_{p+1} と I_p の位相間および U_{p+1} と U_p の位相間の差である。]以下の1組の等式が成り立つ。

【数25】

$$\begin{cases} I_p = U_p y_{11} + U_{p+1} y_{12} \\ I_{p+1} = U_p y_{21} + U_{p+1} y_{22} \\ U_{p+1} = U_p e^{-i\varphi} \\ I_{p+1} = -I_p e^{-i\varphi} \end{cases} \quad (E2)$$

ただし、 I_p および I_{p+1} は等価電流であり、 U_p および U_{p+1} は、4ポールデバイスのノードでの対応する等価電圧である（図29）。

したがって、

$$U_p y_{21} + U_p e^{-i\varphi} y_{22} = - (U_p y_{11} + U_p e^{-i\varphi} y_{12}) e^{-i\varphi}$$

および

【数26】

$$\cos \varphi = - \frac{y_{11} + y_{22}}{2y_{12}} \quad (E)$$

その結果は以下である。

【数27】

$$\cos \varphi = \cos \gamma_1 l_1 - \frac{\omega C_1 W \sin \gamma_1 l_1}{2} \quad (E)$$

位相偏差 φ は、等価波遅延係数 γ_1 を用いて説明することができる。

【数 2 8】

$$\varphi = \frac{\omega}{c} \beta_1 l_1 \quad (\text{E})$$

【0056】

(E22) ~ (E27) による数学的計算によって、分散は、波遅延係数 β_1 および増幅 l_1 が増大するのに伴って増大することが示される。周波数に独立な波遅延係数を約 4 ~ 5 次のオーダーで得るためには、増加幅の値は、波長の約 0.07 倍以下である。(E14) ~ (E20) と同様に使用された解析と同様の解析を辿って、図 28 の等価回路に対する Q 値の評価が以下で与えられる。

10

【数 2 9】

$$Q = \frac{1}{4} \frac{\lambda_0}{h} \beta_1 \left[\frac{2}{\pi} \operatorname{ctg} \left(\frac{\pi}{2\beta_2} \right) + \frac{1}{\sin^2 \left(\frac{\pi}{2\beta_2} \right)} \frac{1}{\beta_2} \right] \quad (\text{E})$$

ただし、 β_1 は全体波遅延係数で、 β_2 は波遅延への静電容量 C_2 の寄与である。十分に大きな β_2 の値で ($\beta_2 > 1.5$)、以下の近似が成り立つ。

20

【数 3 0】

$$Q \approx \frac{1}{4} \frac{\lambda_0}{h} \frac{8}{\pi^2} \beta_1 \beta_2 \quad (\text{E})$$

したがって、固体誘電媒体と比較して帯域幅のゲインは、この場合も依然として有効である。

【0057】

図 32 ~ 図 42 は、SLS の異なる組合せ、形状、および位置を有する実施形態を示す。図 32 ~ 図 42 において、2 つの視図が示されている。図 31 を参照すると、視図 A780 は、y 軸 604 の (+) 方向に沿って見た図である。視図 B790 は、x 軸 602 の (-) 方向に沿って見た図である。形状は、SLS が放射素子または接地面の 4 つ全ての縁部上に配置されることを除いて、図 17 ~ 図 27 で先に示されたものと同様である。図 32 は、図 32 ~ 図 42 に示された全ての実施形態に共通の構成要素を示す。アンテナは、接地面 3202 と、一方が中心導体 3206 および外部導体 3201 を備え、他方が中心導体 3207 および外部導体 3203 を備えた 2 本の同軸ケーブルによって供給される放射素子 3204 とを含む。

30

【0058】

図 43 は、接地面 4302 および放射素子 4304 を含む積層されたマイクロパッチ・アンテナの一実施形態を示す。補助電子アセンブリをマイクロパッチ・アンテナに組み込むことができる。低ノイズ増幅器 4430 は、たとえば、プリント回路基板上に組み立てることができる。容量性素子 (SLS4308、SLS4310、SLS4320、および SLS4322) は、形状が方形である放射素子 4304 の 4 つ全ての縁部に沿って配置された一連の局在構造体である。上述したように、容量性素子の他の構成を用いることもできる。

40

【0059】

図 44 は、接地面 4402 と、放射素子 4404 および放射素子 4434 の 2 つの放射素子とを含むデュアルバンド・マイクロパッチ・アンテナの一実施形態を示す。放射素子 4404 および接地面 4402 は、低周波数帯域で信号を受信し、送信するためのマイクロパッチ・アンテナを含む。放射素子 4404 は、放射素子 4434 のための接地面としても機能する。放射素子 4434 および放射素子 4404 は、高周波数帯域で信号を送信

50

するための一本のアンテナを含む。容量性素子、SLS4408、SLS4410、SLS4420、およびSLS4452は、形状が方形である放射素子4404の4つ全ての縁部に沿って配置された一連の局在構造体である。容量性素子、SLS4438、SLS4440、SLS4442、およびSLS4450は、形状が方形である放射素子4434の4つ全ての縁部に沿って配置された一連の局在構造体である。上述したように、容量性素子の他の構成を用いることもできる。

【0060】

延在連続構造体を含む容量性素子を備えた放射素子または接地面は、たとえば、図45A～図45Cに示されたように縁部を適切に曲げることによって、一枚のシートメタルから製作することができる。同様に、たとえば、図46に示された一連の局在構造体を含む容量性素子を備えた放射素子または接地面は、一枚のシートメタルから製作することができる。まず、一連の切込みがシートメタルの縁部から入れられ、一連のタブを残し、次いで、タブは所望の形状に曲げられる。全ての関連寸法は、特定の用途に形状を適合させるためにユーザ定義とすることができる。たとえば、図47に示された幾何学的な構成において、寸法 s_1 4701～ s_8 4708はユーザ定義とすることができる。

【0061】

図8～図15および図17～図27に示された実施形態において、容量性素子は、方形の放射素子の周辺部に沿って、あるいは接地面の周辺部に沿って、あるいは方形の放射素子の周辺部および接地面の周辺部に沿って配置される。本明細書において、周辺部という用語は、幾何学的な形状または領域の直線および曲線両方の境界を指す。たとえば、方形の領域の周辺部とは、方形の4つの縁部(辺)を指し、円形領域の周辺部とは円の円周を指す。周辺部は、個別の幾何学的領域に関連することに留意されたい。以下の実施形態において、1つの幾何学的領域は、第2の幾何学的領域によって囲まれ得る。たとえば、円形の領域は、より大きな方形の領域によって囲まれ得る。この場合、対象となる2つの周辺部がある。内側の円形領域の周辺部(円周)および外側の方形領域の周辺部(4つの縁部)である。

【0062】

本発明の他の実施形態において、容量性素子は、接地面のサイズが放射素子のサイズより大きい大型の接地面内部に構成することができる。図48A～図48Dは、具体的な接地面の形状の実施形態を示す。図7を参照すると、視図C770は、z軸606の(-)方向に沿って見た図である。図48Aにおいて、容量性素子ECS4808およびECS4810は、方形の接地面4820(によって囲まれた)内部に配置される。領域4802は、ECS4808およびECS4810に沿った辺を有する方形によって囲まれた領域である。図48Bにおいて、容量性素子ECS4808およびECS4810は、円形の接地面4830内部に配置される。図48Cにおいて、容量性素子SLS4834(A～K)は、方形の領域4832の周辺部に沿って構成される。容量性素子SLS4834(A～K)は、方形の接地面4840内部に配置される。図48Dにおいて、容量性素子SLS4834(A～K)は、円形の接地面4850内部に配置される。本明細書において、容量性素子が、より大きな接地面(によって囲まれた)内部に配置された場合、接地面は、特大の接地面と呼ばれる。容量性素子は、特大の接地面の周辺部内部に配置される。本明細書において、マイクロパッチ・アンテナ内の特大の接地面は、マイクロパッチ・アンテナ内の放射素子よりも大きい。当業者ならば、特定の用途に適合された特大の接地面に対して他の幾何学的形状を使用することができる。

【0063】

図49および図50は、特大の接地面を備えた直線偏波のアンテナの実施形態を示す。示された図は、視図A780および視図B790である。図49および図50における構成には、図48A(視図C770)の接地面の形状を用いる。図49および図50において、図48Aに示された構成要素に対応する構成要素は、図48からの参照番号によって表示される。

【0064】

10

20

30

40

50

図49に示された設計は、接地面の形状を除いて図9に示された設計と同様である。図9において、アンテナは、接地面902と、中心導体906および外部導体901を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子904とを含む。ECS908およびECS910は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な接地面902の2つの縁部に沿って配置される。ECS908およびECS910は、共に真っ直ぐなECSである。図49において、アンテナは、特大の接地面4820と、中心導体4906および外部導体4901を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子4904とを含む。ECS4808およびECS4810は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な特大の接地面4820内部に配置される。ECS4808およびECS4810は、共に真っ直ぐなECSである。図48Aおよび図49における領域4802（特大の接地面4820の一部）は、図9における接地面の領域902に対応することに留意されたい。

10

【0065】

図50に示された設計は、接地面の形状を除いて図14に示された設計と同様である。図14において、アンテナは、接地面1402と、中心導体1406および外部導体1401を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子1404とを含む。ECS1412およびECS1414は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な放射素子1404の2つの縁部に沿って配置される。ECS1408およびECS1410は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な接地面1402の2つの縁部に沿って配置される。ECS1408およびECS1410は、ECS1412とECS1414との間の領域内部に部分的に配置される。ECS1408およびECS1410は、共に真っ直ぐなECSである。ECS1412およびECS1414は、共に外側曲げのECSである。図50において、アンテナは、特大の接地面4820と、中心導体5006および外部導体5001を備えた同軸ケーブルによって供給される放射素子5004とを含む。ECS5012およびECS5014は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な放射素子5004の2つの縁部に沿って配置される。ECS4808およびECS4810は、H面608と平行に向き付けられ、y軸604と平行な特大の接地面4802内部に配置される。ECS4808およびECS4810は、ECS5012とECS5014との間の領域内部に部分的に配置される。ECS4808およびECS4810は、共に真っ直ぐなECSである。ECS5012およびECS5014は、共に外側曲げのECSである。図48Aおよび図49における領域4802（特大の接地面4820の一部）は、図14における接地面の領域1402に対応することに留意されたい。

20

30

【0066】

上で論じられた実施形態において、放射素子および接地面は方形の形状である。図51Aおよび図51Bに示された実施形態において、形状が円形である放射素子および接地面は、円偏波の放射に使用される。図を簡単にするために、アンテナに供給している同軸ケーブルは図示しない。図51Aおよび図51Bは、円形の放射素子5104および円形の接地面5102の2つの異なる視図を示す。容量性素子は、放射素子5104の周辺部（円周）に沿った円状配列の局在構造体5106と、接地面5102の周辺部（円周）に沿った円状配列の局在構造体5108とを含む。図51Aは、詳細を示すために、放射素子5104と接地面5102とが分離された分解図を示す。図51Bに示されたように、実際の組立てにおいて、接地面5102の直径は、放射素子5104の直径より大きく、円状配列の局在構造体5106は、円状配列の局在構造体5108によって囲まれた領域内部に部分的に配置される。円状配列の局在構造体における局在構造体に対しては、図32～図42に示された、一連の局在構造体のために構成された構造体と同様の様々な形状を用いることができる。

40

【0067】

特大の接地面は、形状が円形であるアンテナに対して使用することもできる。図52Aにおいて、円状配列の局在構造体5108（図51）は、特大の方形の接地面5220内

50

部に配置される。円状配列の局在構造体 5 1 0 8 によって囲まれた領域 5 1 0 2 (図 5 2 A) は、図 5 1 A および図 5 1 B における接地面 5 1 0 2 と同じ領域を表す。図 5 2 B において、円状配列の局在構造体 5 1 0 8 は、特大の円形の接地面 5 2 3 0 内部に配置される。

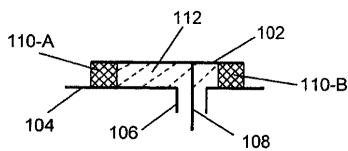
【 0 0 6 8 】

本明細書において、1組の容量性素子は、ユーザ指定の1つまたは複数の容量性素子の群を指す。1組の容量性素子は、たとえば、1つまたは複数の延在連続構造体の群と、1つまたは複数の一連の局在構造体の群と、1つまたは複数の円状配列の局在構造体の群とを指すことができる。

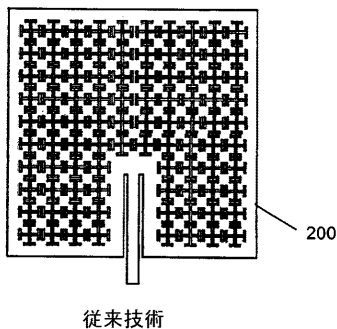
【 0 0 6 9 】

上記の詳細な説明は、あらゆる点で説明および例示のためであると理解すべきであり、限定的なものでなく、本明細書に開示された本発明の範囲は、詳細な説明から決定すべきでなく、特許法により認められる全範囲に従って特許請求の範囲から解釈されるものである。本明細書において示され、説明された実施形態は、本発明の原理の例示のためだけであり、本発明の範囲および趣旨から逸脱することなく、様々な改変が、当業者により実施できることを理解されたい。当業者なら、本発明の範囲および趣旨から逸脱することなく、他の様々な特徴の組合せを実施することができよう。

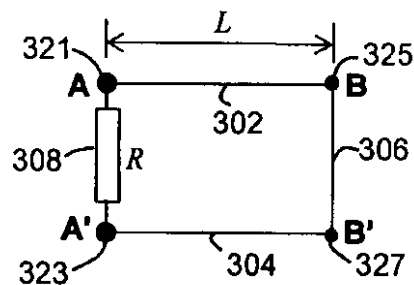
【 図 1 】



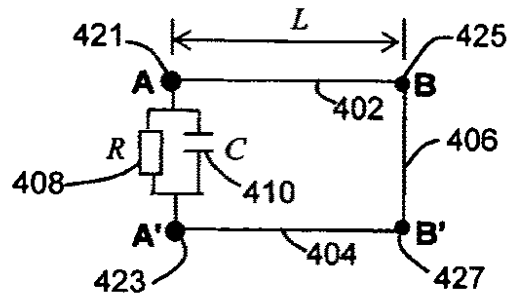
【 図 2 】



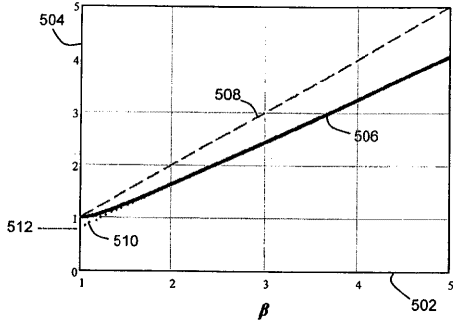
【 図 3 】



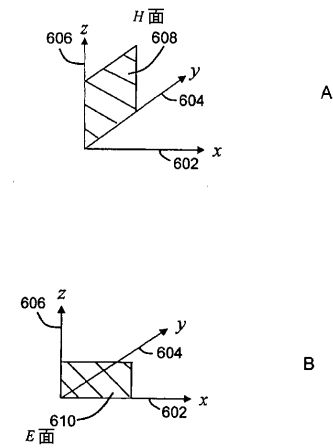
【 図 4 】



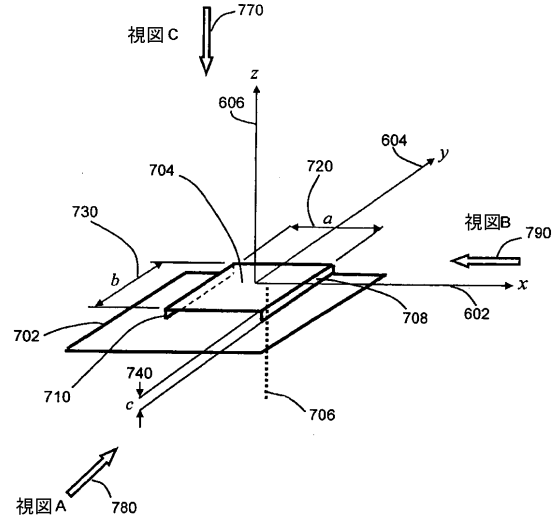
【 図 5 】



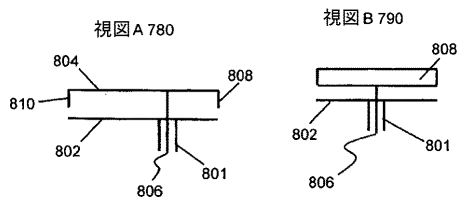
【 図 6 】



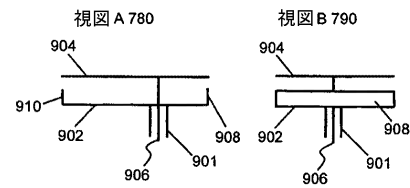
【 図 7 】



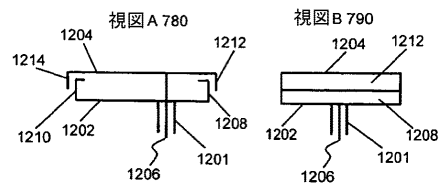
【 図 8 】



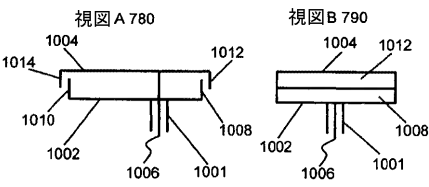
【 図 9 】



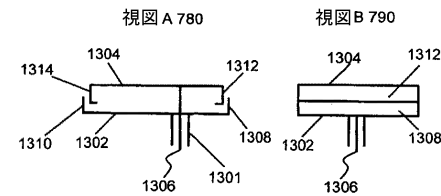
【 図 1 2 】



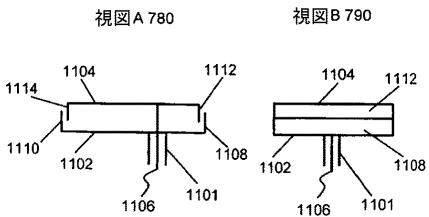
【 図 1 0 】



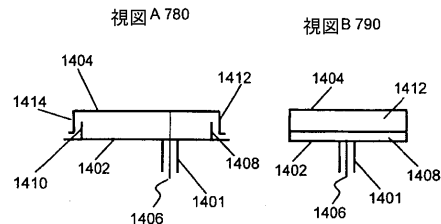
【 図 1 3 】



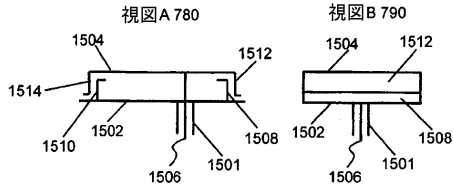
【 図 1 1 】



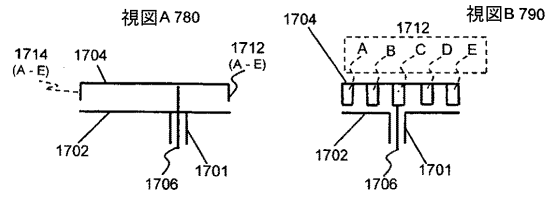
【 図 1 4 】



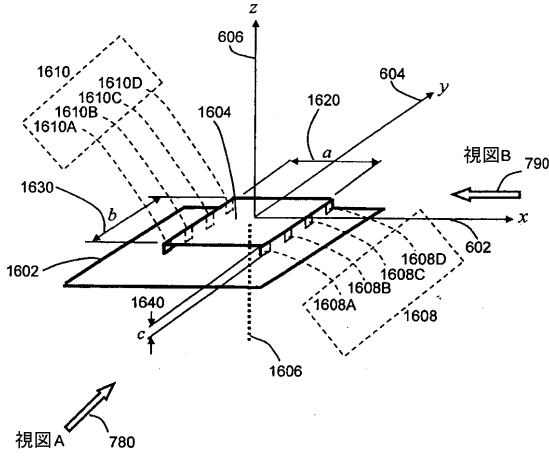
【図15】



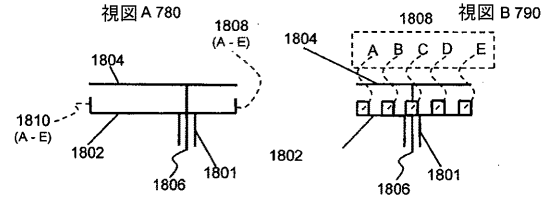
【図17】



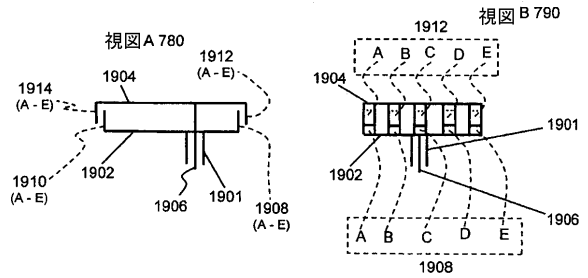
【図16】



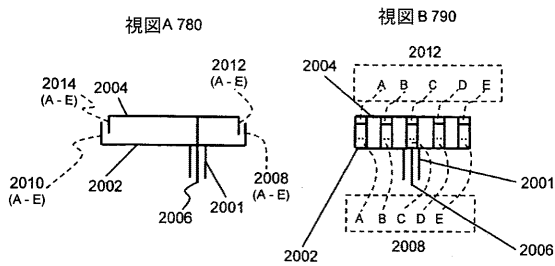
【図18】



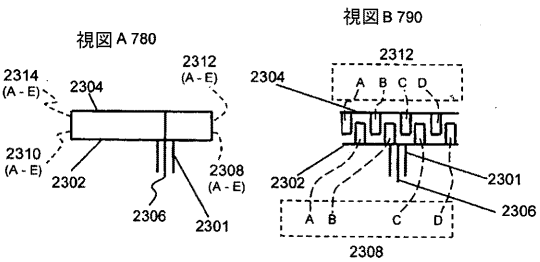
【図19】



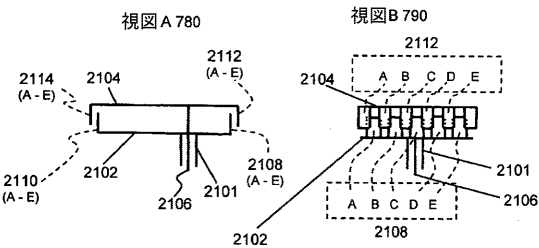
【図20】



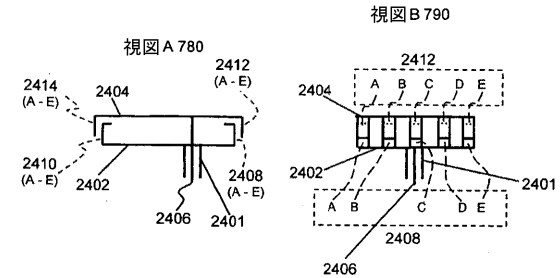
【図23】



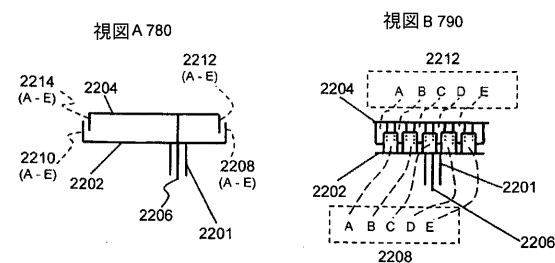
【図21】



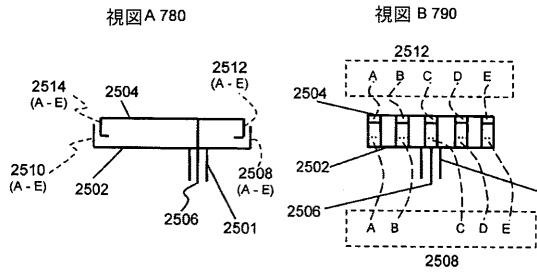
【図24】



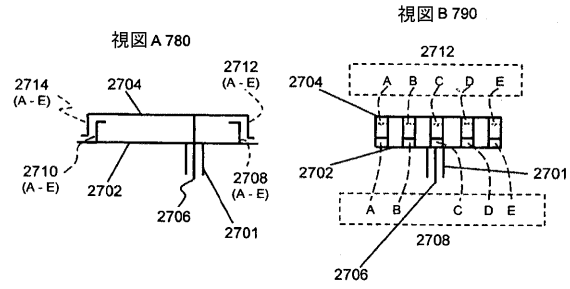
【図22】



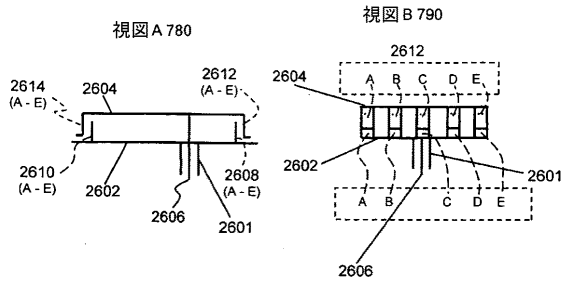
【図 25】



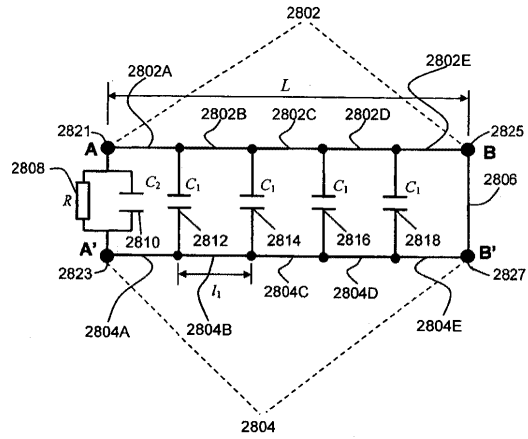
【図 27】



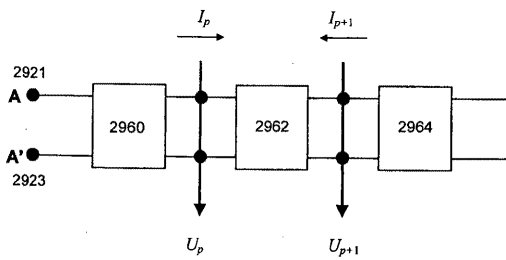
【図 26】



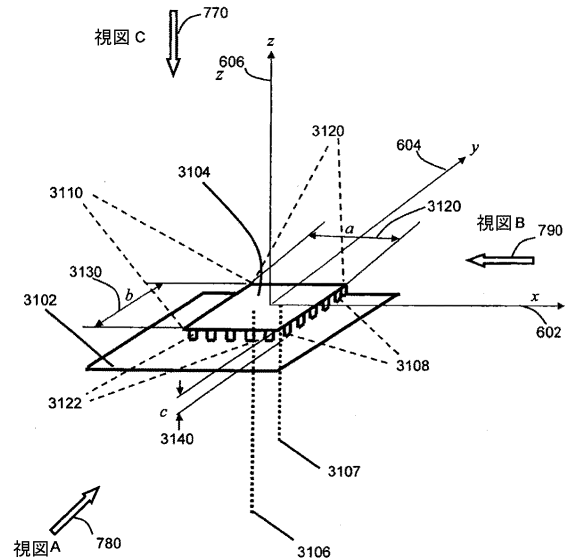
【図 28】



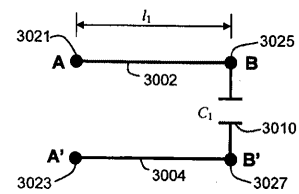
【図 29】



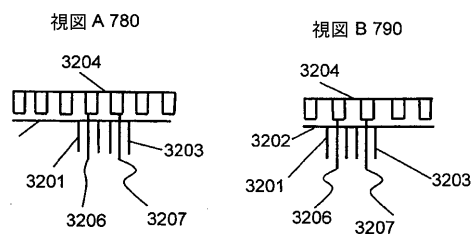
【図 31】



【図 30】



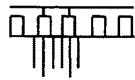
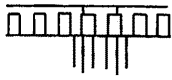
【図 32】



【図 3 3】

視図 A 780

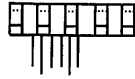
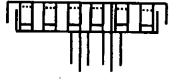
視図 B 790



【図 3 4】

視図 A 780

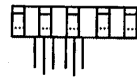
視図 B 790



【図 3 5】

視図 A 780

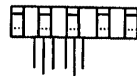
視図 B 790



【図 3 6】

視図 A 780

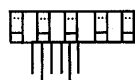
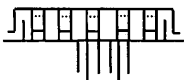
視図 B 790



【図 4 1】

視図 A 780

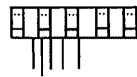
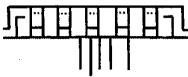
視図 B 790



【図 4 2】

視図 A 780

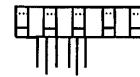
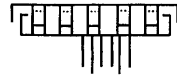
視図 B 790



【図 3 7】

視図 A 780

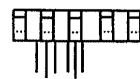
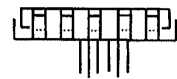
視図 B 790



【図 3 8】

視図 A 780

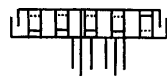
視図 B 790



【図 3 9】

視図 A 780

視図 B 790



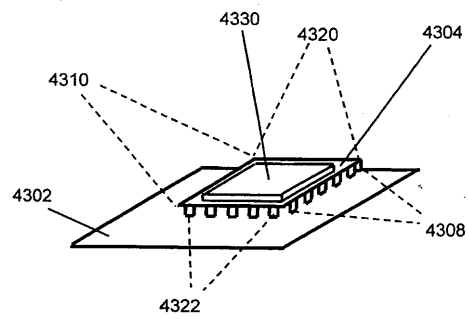
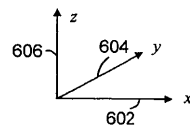
【図 4 0】

視図 A 780

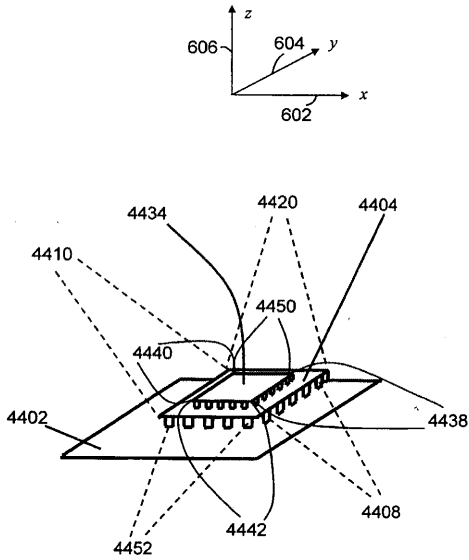
視図 B 790



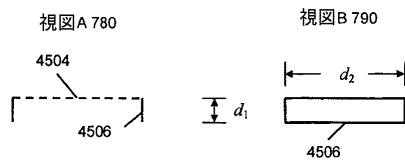
【図 4 3】



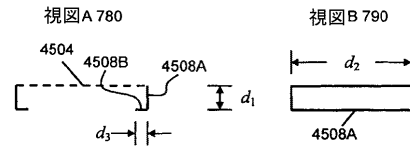
【図44】



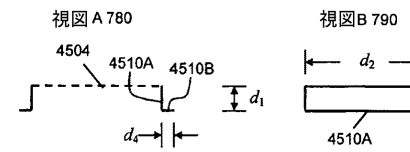
【図45A】



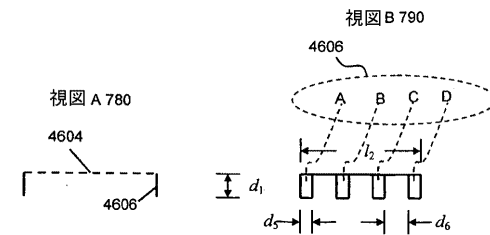
【図45B】



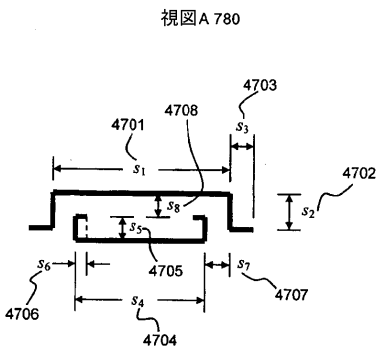
【図45C】



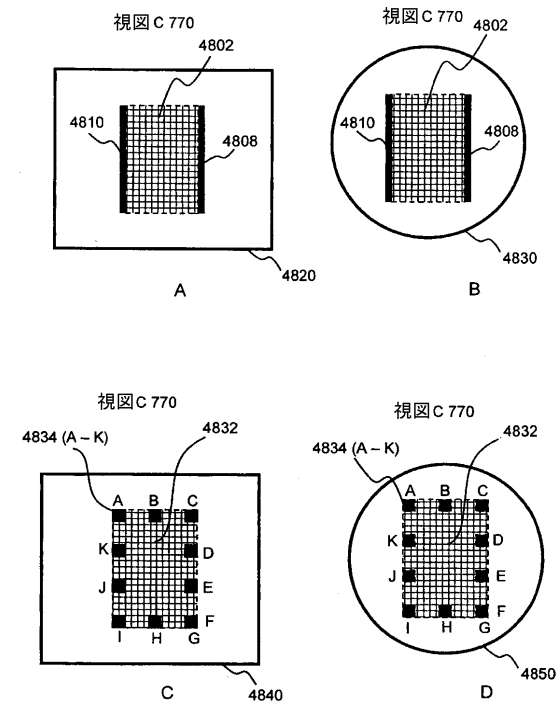
【図46】



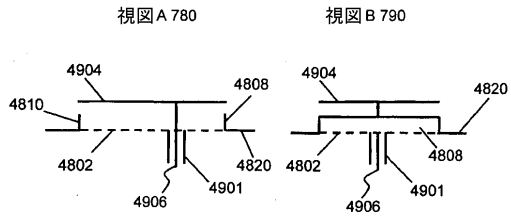
【図47】



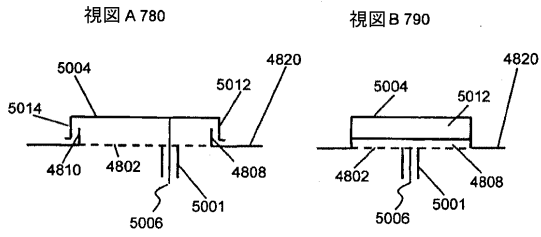
【図48】



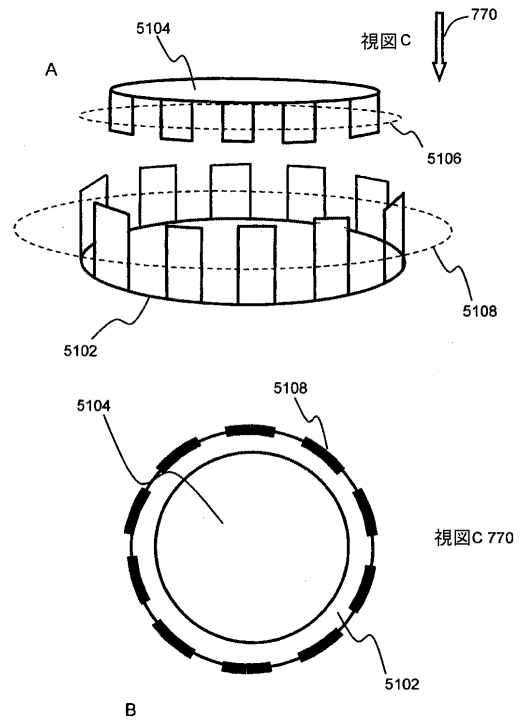
【 図 4 9 】



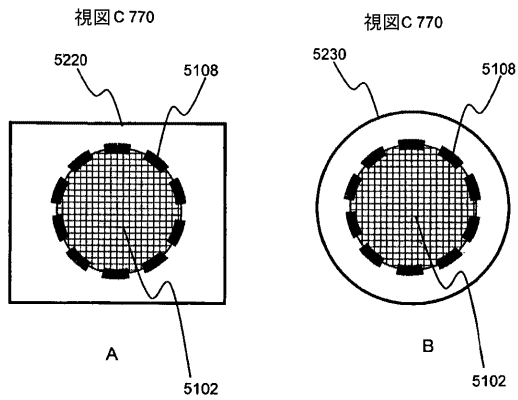
【 図 5 0 】



【 図 5 1 】



【 図 5 2 】



フロントページの続き

- (72)発明者 タタルニコフ, ドミトリー
ロシア 117449 モスクワ, シュヴェルニカ ストリート 22.2, アパート 51
- (72)発明者 アシュタコフ, アンドレイ
ロシア 125362 モスクワ, スヴォボデイ ストリート, 15, 10, アパート 87
- (72)発明者 シュテパネンコ, アントン
ロシア 143530 デトフスク, グラフナヤ ストリート, 8, アパート 27
- (72)発明者 シャマトルスキイ, パヴェル
ロシア 125364 モスクワ, スヴォボデイ ストリート, 32, アパート 47

審査官 岸田 伸太郎

- (56)参考文献 国際公開第2005/117208(WO, A1)
実開昭62-051809(JP, U)
国際公開第2006/098310(WO, A1)
特開2005-159944(JP, A)
特開2000-269732(JP, A)
国際公開第96/034426(WO, A1)
特開昭62-066704(JP, A)
特開2006-203894(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01Q 13/08