

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7662150号
(P7662150)

(45)発行日 令和7年4月15日(2025.4.15)

(24)登録日 令和7年4月7日(2025.4.7)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 Q 3/36 (2006.01)

H 0 1 Q 13/08 (2006.01)

H 0 1 Q 21/06 (2006.01)

H 0 1 Q 3/36

H 0 1 Q 13/08

H 0 1 Q 21/06

請求項の数 18 外国語出願 (全14頁)

(21)出願番号	特願2020-189337(P2020-189337)	(73)特許権者	518321174
(22)出願日	令和2年11月13日(2020.11.13)		ウェハー エルエルシー
(65)公開番号	特開2021-83087(P2021-83087A)		W A F E R L L C
(43)公開日	令和3年5月27日(2021.5.27)		アメリカ合衆国 ニューハンプシャー州
審査請求日	令和5年11月10日(2023.11.10)		0 3 7 5 5 ハノーバー ピーオー ボッ
(31)優先権主張番号	62/936,283		クス 8 6
(32)優先日	令和1年11月15日(2019.11.15)	(73)特許権者	520446470
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		スデロテック, インコーポレイテッド
			S D E R O T E C H , I N C .
			アメリカ合衆国 1 9 8 0 1 デラウェア
			州 ウィルミントン, ワン コマース セ
			ンター オレンジ ストリート 1 2 0 1 ,
			スイート 6 0 0
		(74)代理人	100121728
			弁理士 井関 勝守

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 デュアルバンド型パッチを有する多層アンテナ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アンテナであって、
絶縁基板と、
前記絶縁基板の上面の上に設けられた放射パッチと、
前記絶縁基板に形成され、前記放射パッチと接触する導電性材料で充填された第1のビアと、
前記絶縁基板の上面の上に、前記放射パッチの第1の側から間隔 d_1 を置いて設けられ、
これにより、前記放射パッチとコンデンサを形成する結合パッチと、
前記絶縁基板に形成され、前記結合パッチと電氣的に接触する導電性材料で充填された第2のビアと、
前記第1のビアに接続された第1の遅延ラインと、
前記第2のビアに接続された第2の遅延ラインと、
可変比誘電率 (V D C) プレートと、
前記 V D C プレートの面の上に設けられたグラウンドプレーンと、
前記放射パッチに結合される誘導性 - 容量性回路と、を備え、前記誘導性 - 容量性回路は、前記絶縁基板の上面の上に設けられた電氣的に浮遊するパッチを含み、前記電氣的に浮遊するパッチは、前記放射パッチから間隔 d_2 を置いて前記結合パッチと反対側に配置され、前記間隔 d_2 は、間隔 d_1 とは異なる、アンテナ。

【請求項 2】

10

前記放射パッチの一方向の長さは、垂直方向の長さよりも長い、請求項 1 に記載のアンテナ。

【請求項 3】

さらに、前記絶縁基板の上面の上に設けられた少なくとも 1 つの追加の放射パッチを備える、請求項 1 に記載のアンテナ。

【請求項 4】

前記放射パッチは前記電氣的に浮遊するパッチに面する側において角がカットされている、請求項 1 に記載のアンテナ。

【請求項 5】

さらに、前記放射パッチの上に設けられた無給電パッチを備える、請求項 1 に記載のアンテナ。

10

【請求項 6】

前記無給電パッチは、前記放射パッチよりも大きい、請求項 5 に記載のアンテナ。

【請求項 7】

さらに、前記第 1 の遅延ラインより下において位置合わせされた終端部を有する第 1 の給電ラインと、前記第 2 の遅延ラインより下において位置合わせされた終端部を有する第 2 の給電ラインとを備え、前記グランドプレーンは、前記第 1 の給電ラインの終端部と位置合わせされた第 1 のウィンドウと、前記第 2 の給電ラインの終端部と位置合わせされた第 2 のウィンドウとを備える、請求項 1 に記載のアンテナ。

【請求項 8】

20

アレイアンテナであって、

絶縁基板と、

前記絶縁基板の上面の上に設けられた複数の放射パッチと、

前記絶縁基板に形成された複数の第 1 のビアであって、当該第 1 のビアのそれぞれは、導電性材料で充填され、前記放射パッチの 1 つとそれぞれ接触する複数の第 1 のビアと、

前記絶縁基板の上面の上に設けられた複数の結合パッチであって、それぞれが、前記放射パッチの 1 つからそれぞれ間隔 d_1 を置いて配置され、これにより、前記放射パッチの 1 つとそれぞれコンデンサを形成する、複数の結合パッチと、

前記絶縁基板に形成された複数の第 2 のビアであって、前記第 2 のビアのそれぞれは、導電性材料で充填され、前記結合パッチの 1 つとそれぞれ電氣的に接触する複数の第 2 のビアと、

30

複数の、それぞれが前記第 1 のビアの 1 つとそれぞれ接続された第 1 の遅延ラインと、
複数の第 1 の制御ラインであって、それぞれが、電圧電源に接続され、前記第 1 の遅延ラインの 1 つとそれぞれ接続された複数の第 1 の制御ラインと、

複数の、それぞれが前記第 2 のビアの 1 つとそれぞれ接続された複数の第 2 の遅延ラインと、

複数の第 2 の制御ラインであって、それぞれが、前記電圧電源に接続され、前記第 2 の遅延ラインの 1 つとそれぞれ接続された複数の第 2 の制御ラインと、

複数の誘導性 - 容量性 (LC) 構成であって、それぞれが、前記複数の放射パッチの 1 つに結合された複数の誘導性 - 容量性 (LC) 構成と、を備え、前記複数の誘導性 - 容量性構成のそれぞれは、前記絶縁基板の上面の上に設けられ、前記放射パッチのそれぞれの 1 つから間隔 d_2 を置いてそれぞれの前記結合パッチと反対側に配置された近接パッチを備え、前記間隔 d_2 は、間隔 d_1 とは異なり、さらに

40

前記絶縁基板の下に設けられた可変比誘電率 (VDC) プレートと、

グランドプレーンと、を備えるアレイアンテナ。

【請求項 9】

さらに、

複数の第 1 の RF 給電ラインであって、それぞれが、RF エネルギーを前記複数の第 1 の遅延ラインの 1 つにそれぞれ結合する、複数の第 1 の RF 給電ラインと、

複数の第 2 の RF 給電ラインであって、それぞれが、RF エネルギーを前記複数の第 2

50

の遅延ラインの１つにそれぞれ結合する、複数の第２のＲＦ給電ラインと、を備える、請求項 ８に記載のアレイアンテナ。

【請求項 １０】

前記近接パッチの長さは対応する放射パッチの側より短い、請求項 ８に記載のアレイアンテナ。

【請求項 １１】

前記近接パッチは前記アレイアンテナの任意の他の導電性部分から絶縁されている、請求項 １０に記載のアレイアンテナ。

【請求項 １２】

さらに、第２のＶＤＣプレートを用意、前記グランドプレーンは、前記ＶＤＣプレートと前記第２のＶＤＣプレートとの間に挟まれる、請求項 ８に記載のアレイアンテナ。

10

【請求項 １３】

前記グランドプレーンは、複数のウィンドウであって、それぞれが、前記複数の第１の遅延ラインの１つの終端部に位置合わせされている複数のウィンドウを用意、請求項 ９に記載のアレイアンテナ。

【請求項 １４】

さらに、複数の、それぞれが前記複数の放射パッチの対応する１つの上に設けられた無給電パッチを用意、前記無給電パッチのそれぞれが、前記対応の放射パッチと同じ形状だが寸法は大きい、請求項 ８に記載のアレイアンテナ。

【請求項 １５】

20

前記放射パッチのそれぞれの一方の長さは、垂直方向の長さよりも長い、請求項 １４に記載のアレイアンテナ。

【請求項 １６】

前記放射パッチのそれぞれは、疑似長方形である、請求項 １５に記載のアレイアンテナ。

【請求項 １７】

前記近接パッチのそれぞれは、前記電圧電源から電氣的にＤＣ絶縁されている、請求項 ８に記載のアレイアンテナ。

【請求項 １８】

さらに、
複数の第１の給電ラインであって、それぞれが、前記複数の第１の遅延ラインの１つの下において位置合わせされた終端部を有する複数の第１の給電ラインと、
複数の第２の給電ラインであって、それぞれが、前記複数の第２の遅延ラインの１つの下において位置合わせされた終端部を有する複数の第２の給電ラインと、を用意
前記グランドプレーンは、複数の、それぞれが第１の給電ラインの１つの終端部と位置合わせされた第１のウィンドウと、複数の、それぞれが前記第２の給電ラインの終端部と位置合わせされた第２のウィンドウとを用意、請求項 ８に記載のアレイアンテナ。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

40

〔関連出願〕

本願は、２０１９年１１月１５日出願の米国仮出願第６２／９３６，２８３号の優先権を主張し、その開示の全てが参照により本明細書に援用される。

【０００２】

〔技術分野〕

開示の本発明は、無線送信アンテナ及びこのようなアンテナの製造方法に関する。

【背景技術】

【０００３】

〔関連技術〕

先の開示において、本発明者は、アンテナ特性を制御するために可変比誘電率（ＶＤＣ

50

）を利用するアンテナを開示している。そのアンテナについての詳細は、米国特許第 7, 466, 269 号明細書に開示されており、その開示の全てが、参照により本明細書に援用される。先の開示において、本発明者は、いかに、アレイアンテナに、ソフトウェア制御を、それぞれの遅延ライン付近におけるドメインの比誘電率を別々に変化させるように用いて、ステアリング又は走査をさせ得るかを詳述している。本開示は、同様のステアリング/走査機構を実施するが、ソフトウェア制御が、各種周波数帯で送受信するアンテナにおいて実施されることを可能にする。

【発明の概要】

【0004】

本開示の以下の発明の概要は、本発明のいくつかの態様及び特徴の基本を理解してもらうためにある。この発明の概要は、本発明の広範囲の概略ではなく、それ自体特に本発明の不可欠な又は重要な要素を特定すること、又は本発明の範囲を詳述することを意図しない。その唯一の目的は、以下に記載されるより詳細な説明の前置きとして簡易な形態で本発明のいくつかの概念を提示することにある。

【0005】

本開示は、可変比誘電率アンテナに対する種々の高度化及び進歩を提供するものであって、当該アンテナは、改良型アレイアンテナと、このようなアレイアンテナの製造方法を提供する。

【0006】

本発明の実施形態は、可変性の誘電体を用いて遅延ラインを制御し、これにより、アンテナの空間方向に対して位相シフトを生じさせる、ソフトウェアデファインドアンテナを提供するものである。本明細書に開示の実施形態は、アンテナとコーポレート給電の設計とをデカップリングしている。本明細書に開示の実施形態は、さらに、RF 電位及び DC 電位を、直交する遅延ラインからデカップリングしている。放射器、コーポレート給電、可変性の誘電体、位相シフト制御ライン等、アンテナの種々の要素が、多層アンテナ設計の各種層に設けられる。

【0007】

開示の特徴事項は、RF 信号を放射素子と給電ラインとの間において結合する構成と、送受信デュアル周波数帯のための構成と、帯域幅を広げるための構成、並びにアンテナの製造方法を含んでいる。

【0008】

本発明の他の態様及び特徴は、詳細な説明から明らかとなり、詳細な説明を以下の図面に関して行う。詳細な説明及び図面が、本発明の種々の実施形態の非限定的な種々の例を提供するものであって、当該例は、添付の請求項により規定されるものと理解すべきである。

【0009】

本明細書に含まれるとともに本明細書の一部をなす添付の図面は、本発明の実施形態を、例示するものであり、詳細な説明とともに、本発明の原理を説明し図示する役割を担う。図面は、概略的に、例示の実施形態の主な特徴を図示することを意図している。図面は、実際の実施形態の全ての特徴や示される要素の相対的寸法を示すことを意図するものではなく、正確な縮尺で描いていない。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】図 1 は、開示の実施形態に係るアレイを図示する上面図である。

【図 2】図 2 は、一実施形態に係るアレイアンテナの 1 つの素子を図示する上面図である。

【図 2 A】図 2 A は、デュアルバンド型パッチ構成の別の実施形態を図示する。

【図 3 A】図 3 A は、一実施形態に係る多層アレイアンテナの構造体の上面図である。

【図 3 B】図 3 B は、一実施形態に係る多層アレイアンテナの構造体の断面である。

【図 4】図 4 は、デュアルバンド型アレイアンテナの構造体を図示する上部「透視」図である。

10

20

30

40

50

【図 5】図 5 は、別の実施形態に係る多層アレイアンテナの断面である。

【図 6】図 6 は、さらに別の実施形態に係る多層アレイアンテナの断面である。

【図 7】図 7 は、さらなる実施形態に係る多層アレイアンテナの断面である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

ここで、本発明のアンテナの実施形態を、図面に関して説明する。各種応用のために又は各種利点を得るために、各種の実施形態又はそれらの組合せを用いることができる。本明細書に開示する各種の特徴は、得ようとする結果次第で、利点を要件や制約と両立させて、部分的に又はその全てを単独で又は他の特徴と組み合わせて用いることができる。ゆえに、特定の利点は、各種の実施形態に関して強調しているが、開示の実施形態に限定されるわけではない。すなわち、本明細書に開示の特徴は、それらが記載される実施形態に限定されるわけではなく、他の特徴と「混合され適合させ」、他の実施形態に組み込むことができる。

10

【0012】

図 1 は、アンテナ 100 の実施形態の上面図を図示している。一般に、このアンテナは、以下に詳細に説明するように、パッチ層と、実時間遅延層と、グランド層と、コープレート給電層とを含む多層プリントアンテナである。ある場合には、別の層を追加し、多重偏波、広帯域幅等を提供する。

【0013】

図 1 に図示するように、この特定の例におけるアレイアンテナ 100 は、無給電放射器 (parasitic radiators) 210 の 4×4 アレイを含むものの、任意の数の放射器を使用可能であり、 4×4 は、一例として選択しているに過ぎない。それぞれの無給電放射器 210 は、この図では無給電放射器 210 により覆い隠されて見えないが、対応のデュアルバンド型パッチの上の、絶縁層 105 の上部に設けている。デュアルバンド型パッチは、以下にさらに説明するように、それに物理的又は容量的に結合された 2 つの遅延給電ライン 215 及び 217 を有する。それぞれの遅延給電ライン 215、217 は、RF 信号をその対応するデュアルバンド型パッチに供給し、当該パッチは、放射エネルギーを無給電放射器 210 に結合する。この RF 信号は、可変性の誘電体層を制御することにより、操作、例えば、遅延、周波数変更、位相変化され得る。遅延ライン 215 及び 217 の全てを制御することによって、アレイが、必要に応じて、各種方向を向くように又は走査されるようにでき、これにより走査型アレイが得られる。ちなみに、遅延ラインが、図 1 に示されているが、こうしているのは、理解しやすくするために過ぎず、通常は、誘電体 105 により覆われるので、この上面図には見えない。

20

30

【0014】

図 2 に、デュアルバンドパッチ 220 の構成を図示し、当該パッチは、図 1 の無給電放射器 210 が覆い隠している (それぞれの無給電放射器 210 の下にパッチ 220 が 1 つずつある)。パッチ 220 は、2 つの別の帯域幅で、直交して、送受信するように構成されている。すなわち、遅延ライン 215 及び遅延ライン 217 の一方が送信専用となるのに対して、他方が受信用となり、送受信信号が、パッチの中を相互に直交して進む。よって、それぞれの遅延ラインは、各種帯域幅から選択された各種周波数の信号を送信することになる。これは、遅延ラインをバイアス - t に結合することにより行われる。しかしながら、バイアス - t の効果的な使用のため、このパッチの設計は、パッチにおける 2 つの遅延ラインの間にガルバニック接続が存在しないようなものである。これは、以下の通り行われる。

40

【0015】

1 つの遅延ライン、例えば、低周波数における受信は、オーミック接触によりパッチに接続されるのに対して、他方の遅延ライン、例えば、より高い周波数における送信は、オーミック接触を伴わない容量結合により、パッチに結合される。図 2 に、これを、以下の通り図示している。送信遅延ラインが、接触ポイント 223 において下からパッチ 220 に接続されている。遅延ラインが下層に形成されると、図 3 に示すように、その遅延ライ

50

ンは、ビアを用いて、接触ポイント 223 に接続される。逆に、他方の遅延ラインは、接触ポイント 227 に接続され、当該接触ポイントは、結合パッチ 225 に設けられている。結合パッチ 225 は、間隙 d_1 にわたってパッチ 220 とコンデンサを形成し、よって、パッチ 220 とパッチ 225 との間に RF 信号の送信が可能となるが、その間の DC 電流の通過は妨げられる。

【0016】

図 2 にも図示している任意の特徴は、帯域幅を広げるために放射パッチに取り付けられた LC (誘導性 - 容量性) 回路である。LC 回路は、容量性パッチとも呼び得る近接パッチ 229 を、間隙 d_2 を置いて、追加することにより形成され、間隙 d_2 は、LC 回路の容量性部分を設定し、パッチ自体は、選択された周波数において LC 回路の誘導性部分を形成する。

10

【0017】

図 1 及び図 2 に示すアンテナの構造及び作動は、図 3 A 及び図 3 B の以下の説明から、且つ図 4 をさらに参照してよりよく理解することができる。図 3 A は、単一のパッチ 220 の上面図を図示し、図 3 B は、図 3 A のパッチ 220 の位置におけるアンテナの関連する部分の断面を図示する。図 4 は、図 3 A 及び図 3 B の実施形態を含む、本明細書に記載の実施形態に適用し得る上部「透視」図を提供する。したがって、本明細書に開示した実施形態のいずれかを検討するのに際して、よりよく理解するためには図 4 も参照する必要がある。

【0018】

20

無給電放射器 210 は、誘電体スペーサ 310 の上に形成され、当該スペーサは、ガラス、PET (ポリエチレンテレフタレート) 等にし得る。無給電放射器 210 のそれぞれのパッチの位置において、放射パッチ 220 が、無給電放射器 210 の下に位置を合わせて形成される。無給電放射器 210 は、帯域幅を広げるように、放射パッチ 220 よりも横方向の寸法が大きい、放射パッチ 220 と概ね同じ形状にし得る。RF エネルギーは、無給電放射器 210 と放射パッチ 220 との間において結合される。よって、放射パッチ 220 は、RF エネルギーを放射すると、RF エネルギーが無給電パッチ 210 に結合され、その次に、無給電放射器 210 から周囲へ放射している。逆に、無給電放射器 210 が、RF 信号を受信すると、信号を放射パッチ 220 に結合し、当該信号は、その次に、結合パッチ 225 及び遅延ライン 217 により送受信機 (図示せず) に送られる。

30

【0019】

さらに図 3 B に関して、ビア 125 が、形成され、導電性材料、例えば銅で充填されて、コンタクト 325 が形成され、当該コンタクトは、物理的及び電氣的に、すなわち、オーミック接触を形成して、放射パッチ 220 に接続する。1つの遅延ライン、例えば、215 が、誘電体スペーサの底面に形成され、コンタクト 325 に物理的及び電氣的に接続される。すなわち、遅延ライン 215 から放射パッチ 220 に連続的な DC 電気接続が存在する。図 3 A に示すように、遅延ラインは、蛇行導電ラインであり、所望の遅延を生じるのに十分な長さを具えるように任意の形状をとることができ、これにより、信号に所望の位相シフトを発生させることができる。

【0020】

40

遅延ライン 215、217 における遅延は、可変比誘電率 (VDC) プレート 340 により制御され、当該プレートは、この例では、上部バインダー 342 (例えば、ガラス、PET 等) と、可変比誘電率材料 344 (例えば、ねじれネマチック液晶層) と、底部バインダー 346 とからなる。VDC プレート 340 の比誘電率は、VDC プレート 340 にわたって DC 電位をかけることにより制御可能である。DC 電位をかけるため、この例では、電極 341 及び 343 が、形成され、制御可能な電圧電位 351 に、例えば、パルス幅変調 DC 供給部に接続される。電極を形成するための種々の構成があり、一例を示しているが、DC 電位を VDC にかけるための任意の従来の構成も使用可能である。

【0021】

一例として、電極 341 を可変電位 351 に接続し、その一方、電極 343 をグラウンド

50

に接続して、示している。一代案として、破線で示すように、電極 3 4 3 を可変電位 3 4 9 に接続してもよい。よって、可変電位 3 5 1 及びノ又は可変電位 3 4 9 の出力電圧を変化させることによって、電極 3 4 1 及び 3 4 3 付近の V D C 材料の比誘電率を変化させることができ、それによって、遅延ライン 2 1 5 全体を進む R F 信号を変化させることができる。

【 0 0 2 2 】

この点において、本説明において、グラウンドという用語の使用は、一般に許容可能なグラウンド電位、すなわち、接地電位と、共通又は基準電位も指し、当該共通又は基準電位は、設定電位又は浮遊電位でよいことを明確にすべきである。同様に、図面において、グラウンド用の記号が使用されているが、これは互換的に接地又は共通電位のいずれかを意味するように簡略表現として使用している。よって、グラウンドという用語が本明細書中に使用されるときは常に、正もしくは負の設定電位又は浮遊電位でよい、共通電位又は基準電位という用語が、本明細書に含まれている。

10

【 0 0 2 3 】

第 2 の遅延ライン 2 1 7 は、物理的及び電氣的に結合パッチ 2 2 5 にビア 1 2 8 により接続されている。電極の別の組が、電圧電位を遅延ライン 2 1 7 付近において L C にかけるように用いられているが、図面には、図 3 B に図示した断面を物理的に超えているので示されていない。誘導性 / 容量性の L C パッチ 2 2 9 は、何に対しても物理的又はオーミック接続がされず、電氣的に浮遊しており、L C 回路を放射パッチ 2 2 0 とともに形成している。

20

【 0 0 2 4 】

全ての R F アンテナがそうであるように、受発信は、対称的であるので、一方の説明は、等しく他方に当てはまる。本説明では、発信を説明することの方が容易な場合があるが、受信は、方向が反対というだけで、同じものとなる。

【 0 0 2 5 】

送信モードにおいて、R F 信号は、送受信機から給電ライン 8 6 0 へ進み、そこから、遅延ライン 2 1 5 に容量結合され、そこから、ビア 1 2 5 を通って放射パッチ 2 2 0 、無給電放射器 2 1 0 へ、それから大気中へと進む。受信において、無給電放射器 2 1 0 により受信された信号は、放射パッチ 2 2 0 に結合され、そこから、結合パッチ 2 2 5 へ、そこから、遅延ライン 2 1 7 へ、そこから、給電ライン 8 6 2 を通って送受信機へ結合される。図示した例では、信号結合の一部は、オーミック接触により行われ、その一方、その他は、容量結合により以下の通り行われる。

30

【 0 0 2 6 】

図 3 B の例に示したように、電気 D C (オーミック) 接続は、給電ライン 8 6 0 / 8 6 2 と、それぞれの遅延ライン 2 1 5 / 2 1 7 との間に存在しない。むしろ、本例では、R F 信号がグラウンドプレーン中に形成されたウィンドウにわたって容量結合されるような R F 短絡が、提供される。図 3 B に図示したように、ウィンドウ 3 5 3 が、バックプレーングラウンド (又は共通) 3 5 0 に設けられ、遅延ライン 2 1 5 の第 1 の端部の下に位置合わせされている (他方の端部は、コンタクト 3 2 5 に接続)。R F 信号は、給電ライン 8 6 0 から、ウィンドウ 3 5 3 を介して、進み、遅延ライン 2 1 5 に容量結合される。同様に、ウィンドウ 3 5 7 が、グラウンドプレーン 3 5 0 に設けられ、遅延ライン 2 1 7 の第 1 の端部の下に位置合わせされる (他方の端部は、ビア 1 2 8 に接続)。受信時、遅延ライン 2 1 7 からの信号は、ウィンドウ 3 5 7 を通って、給電ライン 8 6 2 に容量結合される。

40

【 0 0 2 7 】

開示の実施形態の R F 短絡 (仮想チョークとも称する) 設計をさらに理解するために、図 4 を参照する。図 4 の送信側について、放射パッチ 2 2 0 が、コンタクト 8 2 5 により遅延ライン 2 1 5 に電氣的に接続されている。図 3 B に示したように、V D C プレート 3 4 0 は、遅延ライン 2 1 5 より下に配置されているが、図 4 では、このプレートを図示しておらず、それは、R F 短絡の特徴を理解しやすいように図面を簡略化しているためである。バックプレーングラウンド 3 5 0 は、ハッチング 8 5 0 により部分的に示され、ウィン

50

ドウ 3 5 3 も示している。R F 信号を効果的に結合するための、「L」として示すウィンドウ 3 5 3 の長さは、給電ライン 8 6 0 中を進む波長の約半分、すなわち $\lambda / 2$ に設定すべきである。その点において、波長 λ に言及するときはいつでも、関連の媒体中の波長を指しており、それは、波長が、アンテナの種々の媒体中を進むと、その設計や、アンテナ内の可変比誘電率物質に印加される D C 電位に応じて変化し得るからである。「W」として示すウィンドウの幅は、波長の約 1 0 分の 1、すなわち $\lambda / 1 0$ に設定すべきである。

【 0 0 2 8 】

その上、R F 信号を効果的に結合するための、給電ライン 8 6 0 は、D により示されるように、ウィンドウ 3 5 3 の端縁部を超えて約 4 分の 1 波長、つまり $\lambda / 4$ 延出する。同様に、遅延ライン 2 1 5 の終端部（コンタクト 8 2 5 と反対の端部）は、E によって示されるようにウィンドウ 3 5 3 の端縁部を超えて 4 分の 1 波長、つまり $\lambda / 4$ 延出する。給電ライン 8 6 0 中を進む R F 信号は、遅延ライン 2 1 5 中を進む信号より長い波長を有するので、間隔 D が間隔 E より長く示されていることに留意されたい。

10

【 0 0 2 9 】

同様の容量結合構成が、受信信号を遅延ライン 2 1 7 から給電ライン 8 6 0 に結合するために設けられる。その上、放射パッチからの信号は、結合パッチ 2 2 5 を横切って遅延ライン 2 1 7 に容量結合される。図 3 B にさらにはっきりと示されているように、結合パッチ 2 2 5 が、放射パッチ 2 2 0 と同一平面に設けられ、放射パッチ 2 2 0 の端縁部から間隔 d_1 を置いて配置されている。この構成によって、R F 信号は、放射パッチ 2 2 0 と結合パッチ 2 2 5 との間を送信され得るが、D C 信号が放射パッチ 2 2 0 と結合パッチ 2 2 5 との間に送信されることは妨げられる。この構成によって、受信信号が、V D C プレート

20

【 0 0 3 0 】

図 2 では、パッチは、2 2 8 で示すように、一方の側の 2 つの角を落としたものとして、図示されており、これにより、「疑似正方形」と呼び得るものを形成することに留意する。本例では、角を落とすことが、少なくとも 2 つの理由から有益である。第一に、隣接する放射パッチの間における信号の「漏れ」を防止する。鋭角にすると、場の濃度が高くなり、R F 信号の漏れにつながりかねない。その上、カットアウトが結合パッチ 2 2 5 の側に存在する 1 つの理由は、R F 信号の、放射パッチ 2 2 0 と結合パッチ 2 2 5 との間における結合を強化することがある。

30

【 0 0 3 1 】

留意されるように、本開示の別の特徴は、誘導性 - 容量性 L C 回路を、帯域幅を広げるように放射パッチにおいて使用することである。L C 回路は、容量性又は近接パッチ 2 2 9 を、放射パッチと結合パッチ 2 2 5 と同じ平面に、放射パッチ 2 2 0 の側から間隙間隔 d_2 を置いて、配置することにより形成され、間隙 d_2 （及び間隙における物質の比誘電率）が、L C 回路の容量性部分のキャパシタンスを確定し、パッチ自体は、L C 回路の誘導性部分を形成する。容量性パッチ 2 2 9 が、電氣的に浮遊しており、アレイアンテナの任意の他の導電性部分から絶縁されていることに留意する。

40

【 0 0 3 2 】

図 2 A は、図 2 と同様だが、L C 構成が変更されている、R F 信号の同様の容量結合を有するデュアルバンド型パッチ構成の別の実施形態を図示する。特に、近接パッチ 2 2 9 の長さは、放射パッチ 2 2 0 と同じにする必要はない。図 2 A の実施形態では、近接パッチ 2 2 9 の長さは、放射パッチ 2 2 0 よりも短い。その上、放射パッチ 2 2 0 の角は、近接パッチ 2 2 9 と対向する側と、結合パッチ 2 2 5 に面する側とにおいて落とされている。この点において、図 2 に図示した放射パッチの設計は、半疑似正方形と呼ぶことができ、図 2 A の設計は疑似正方形としているものの、留意されるように、設計は、角を落とした長方形形状ということの意味する疑似長方形とも呼べるような長方形である。また、無

50

給電パッチ 210 は、寸法を大きくし得る点を除いて、角を落とした放射パッチ 220 と同じ形状にしてよい。

【0033】

図 5 は、本明細書に開示の特徴、特に、放射パッチ 220 への送受信 RF 結合を分離することから計り知れない利益が得られる一実施形態を図示する。特に、本実施形態では、DC 電源 351 及び 349 からの制御電圧が、遅延ライン 215 及び 217 にそれぞれ供給される。よって、DC 電位が遅延ラインにかけられると、その遅延ライン付近の液晶が、かけられた電位に応じてその比誘電率を変化させる。作動中、遅延ライン 215 にかかけられた電位は、遅延ライン 217 にかかけられた電位とは異なる。よって、放射パッチ 220 へのオーミック接触を有する 1 つの遅延ラインと、放射パッチ 220 への DC ブレークを有する 1 つの遅延ラインとを具えることによって、DC 絶縁が、遅延ライン 215 と遅延ライン 217 との間に作り出されるが、その一方、両方の遅延ラインは、なお放射パッチ 220 への RF 結合を有している。

10

【0034】

上の説明から、DC 絶縁という特徴は、放射パッチ 220 が正方形であっても、すなわち、送受信が同じ帯域幅で行われても、有利であることを、理解すべきである。また、開示の発明の利点は、図 5 の実施形態により例示したように、無給電放射器を用いずに実施可能であることを、理解すべきである。すなわち、図 5 では、放射パッチからの信号が、無給電パッチへではなく、直接大気中へ放射される。当然のことながら、同じことを、本明細書に開示のその他の実施形態で実施可能である。図 5 の実施形態では、グランドプレーン 350 が、アンテナの RF 信号及び DC 信号の全てに対するグランドとして機能することにも留意すべきである。

20

【0035】

示したように、送信と受信とは、対称的な作動である。したがって、実施形態は、送信に用いられる遅延ライン 215 と、受信に用いられる遅延ライン 217 とともに説明したが、このラインの役割は、逆にすることができ、遅延ライン 215 を受信に使用し、遅延ライン 217 を送信に使用することができることを理解すべきである。

【0036】

よって、アレイアンテナであって、絶縁基板と、絶縁基板の上面の上に設けられた複数の放射パッチと、絶縁基板に形成されてそれぞれが導電性材料で充填され放射パッチの 1 つとそれぞれ接触する複数の第 1 のビアと、絶縁基板の上面の上に設けられ、それぞれが放射パッチの 1 つからそれぞれ間隔 d を置いて配置され、これにより、放射パッチの 1 つとそれぞれコンデンサを形成する複数の容量性パッチと、絶縁基板に形成されそれぞれが導電性材料で充填され第 1 のビアの 1 つとそれぞれ電気的に接触する複数の第 2 のビアと、複数の、それぞれが第 1 のビアの 1 つにそれぞれ接続された第 1 の遅延ラインと、複数の、それぞれが電圧電源に接続され第 1 の遅延ラインの 1 つにそれぞれ接続された第 1 の制御ラインと、複数の、それぞれが第 2 のビアの 1 つとそれぞれ接続された第 2 の遅延ラインと、複数の、それぞれが電圧電源に接続され第 2 の遅延ラインの 1 つとそれぞれ接続された第 2 の制御ラインと、絶縁基板の下に設けられた可変比誘電率 (VDC) プレートと、VDC プレートの面の上に設けられたグランドプレーンと、を備えたアレイアンテナが提供される。

30

40

【0037】

図 6 は、さらに別の実施形態に係る多層アレイアンテナの断面である。図 6 の実施形態では、給電ライン 860 及び 862 は、直接遅延ライン 215 及び 217 にそれぞれ接続されている。接続は、ページに対して垂直な平面において行ってもよく、これが、給電ラインを点線で示した一つの理由であることを、理解すべきである。給電ラインは、直接遅延ラインに接続されるので、グランドプレーン 350 は、RF 信号の容量結合用のウィンドウを具える必要がない。

【0038】

図 7 は、さらなる実施形態に係る多層アレイアンテナの断面である。図 7 の実施形態で

50

は、遅延ライン 2 1 7 の R F 信号は、結合パッチ 2 2 5 を介して放射パッチ 2 2 0 に容量結合され、一方、遅延ライン 2 1 5 の R F 信号は、グランドプレーン 3 5 0 中のウィンドウ 3 5 3 を介して放射パッチ 2 2 0 に容量結合される。よって、遅延ライン 2 1 5 と遅延ライン 2 1 7 との間に、完全な絶縁が得られる。さらに、電圧供給部 3 4 9 からの制御信号は、遅延ライン 2 1 7 付近の V D C 層 3 4 0 のドメインに影響を与え、また、電圧供給部 3 5 1 からの制御信号が、遅延ライン 2 1 5 付近の V D C 層 3 4 1 のドメインに影響を与える。グランドプレーン 3 5 0 は、V D C 層 3 4 0 と V D C 層 3 4 1 との間に絶縁を提供する。その上、遅延ライン 2 1 5 及び遅延ライン 2 1 7 のそれぞれが、別々の層にあるので、蛇行遅延ラインを、所望の長さにし所望の形状にするのに利用可能な「場所」又は空間が広がる。ところで、遅延ライン 2 1 5 のウィンドウ 3 5 3 に対する位置合わせは、図 4 に関して説明したものと同様に設計可能である。

10

【 0 0 3 9 】

よって、アレイアンテナであって、誘電体基板と、誘電体基板の上に設けられた複数の放射パッチと、誘電体基板の上に設けられてそれぞれが放射パッチの対応する 1 つとの間隔 d 分を減退させた複数の結合パッチと、第 1 の可変比誘電率 (V D C) 層と第 2 の V D C 層との間にはさまれて、複数の、それぞれが複数の放射パッチの 1 つの下において位置合わせされたウィンドウを有するグランドプレーンと、複数の、それぞれが結合パッチの 1 つとオーミック接触する第 1 の遅延ラインと、複数の、それぞれが複数のウィンドウの 1 つと位置合わせされた終端部を有し放射パッチの 1 つに R F エネルギーを容量結合するように構成された第 2 の遅延ラインと、を備えるアレイアンテナが提供される。オーミック接触は、誘電体基板中に形成された複数の導電ビアを含むことができ、それぞれのビアは、第 1 の遅延ラインの 1 つを結合パッチの対応する 1 つに接続する。アレイアンテナは、さらに、誘電体基板の上に設けられてそれぞれが放射パッチの対応する 1 つとの間隔 d_2 分を減退させた複数の近接パッチを備え得る。アレイアンテナは、さらに、それぞれが電圧電源と複数の第 1 の遅延ラインの 1 つとにそれぞれ接続された複数の第 1 の制御ラインと、それぞれが電圧電源と複数の第 2 の遅延ラインの 1 つにそれぞれ接続された複数の第 2 の制御ラインとを、備え得る。

20

【 0 0 4 0 】

本明細書に説明したプロセス及び技術は、本質的に、任意の特定の装置に関連するものではなく、構成要素を任意の適切な組み合わせにすることにより実施し得ることを理解すべきである。さらに、本明細書に説明した教示に従って、種々のタイプの汎用デバイスを使用することができる。本発明を特定の例に関して説明してきたが、これらは、あらゆる点で限定というよりは例示を意図したものである。本発明の実施に多様な組合せが適するということを当業者は理解するだろう。

30

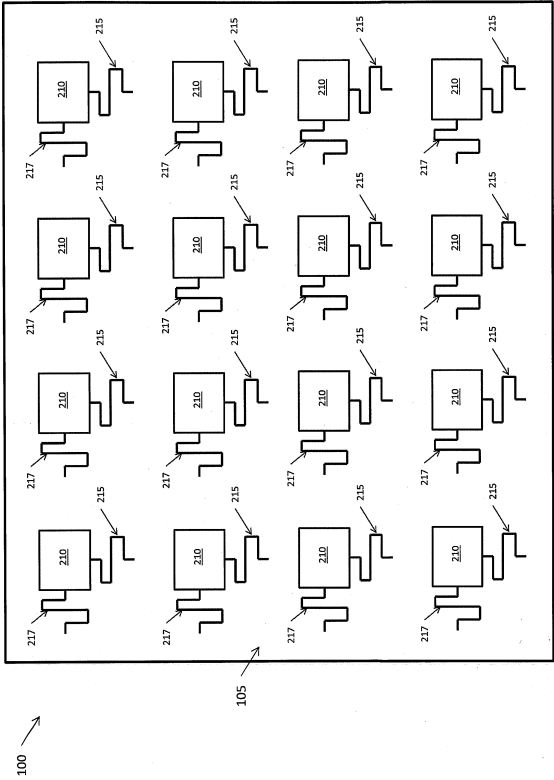
【 0 0 4 1 】

さらに、本発明の他の実施は、本明細書に開示の本発明の明細及び実施を検討することにより、当業者に明らかになるだろう。記載の実施形態の種々の態様及び / 又は構成要素は、単独で又は任意の組合せで使用することができる。明細書及び実施形態は例示のみとして考慮され、本発明の真の範囲及び趣旨は、以下の特許請求の範囲によって示されるということを意図している。

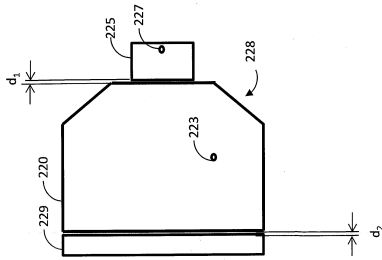
40

【図面】

【図 1】



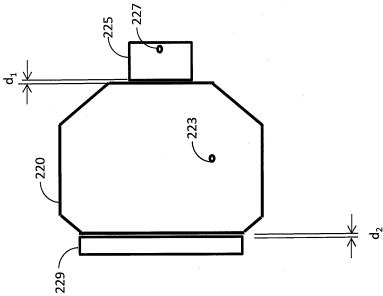
【図 2】



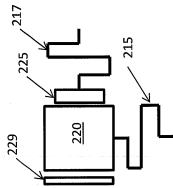
10

20

【図 2 A】



【図 3 A】

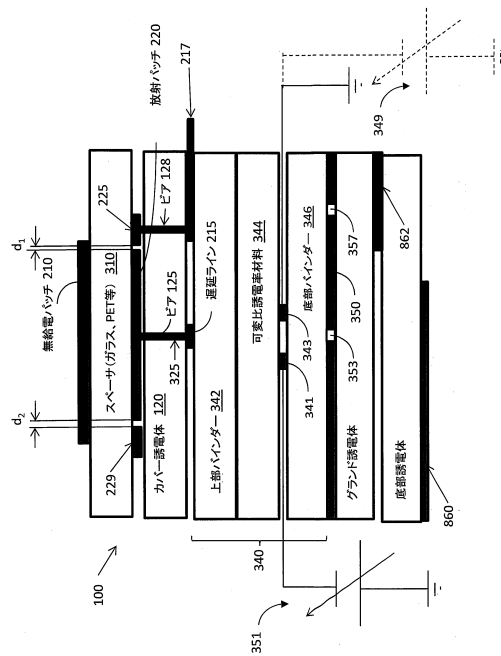


30

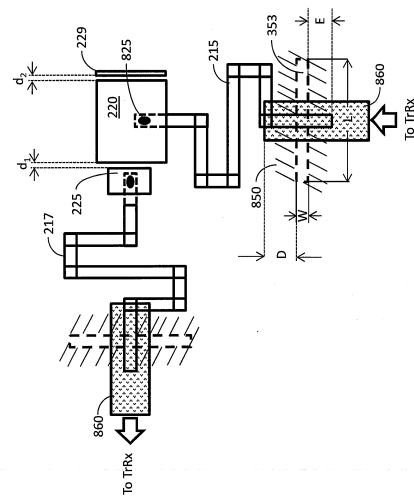
40

50

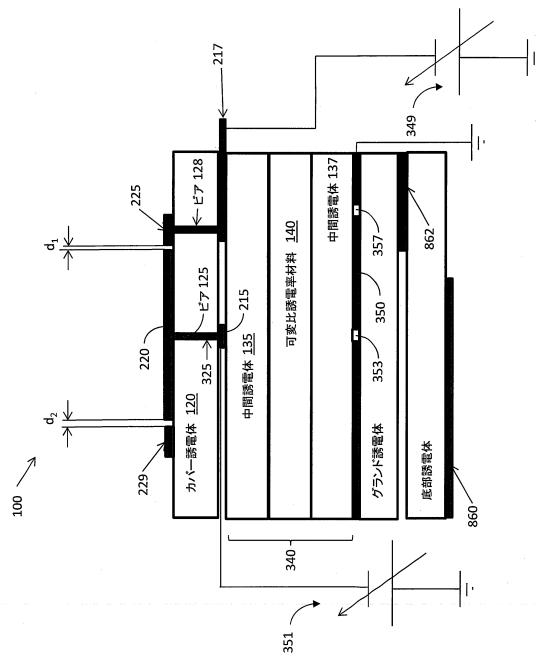
【 図 3 B 】



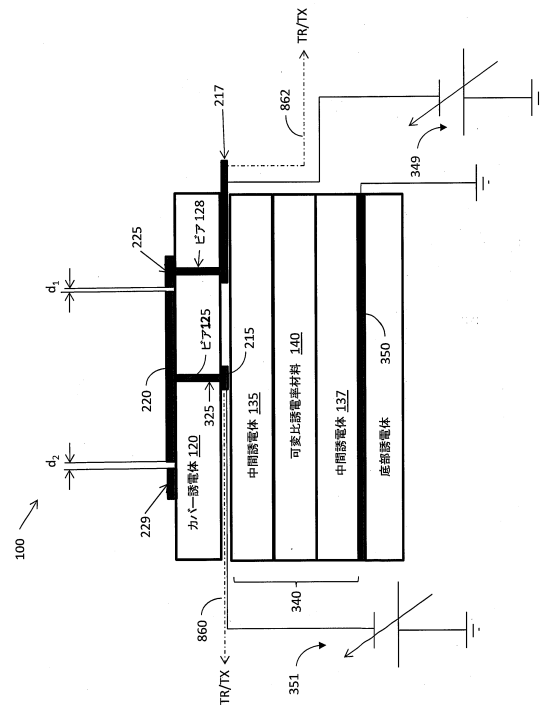
【 図 4 】



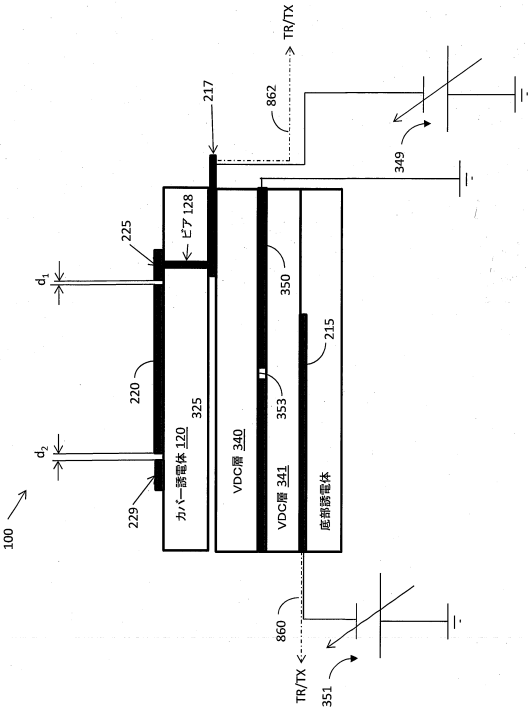
【 図 5 】



【 図 6 】



【図 7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (74)代理人 100165803
弁理士 金子 修平
- (74)代理人 100170900
弁理士 大西 渉
- (72)発明者 ハジザ, デディ
イスラエル 2 6 2 3 1 7 4 キルヤト モツキン メナカム・ベギン・ストリート 2 5 / 2 7
- 審査官 岸田 伸太郎
- (56)参考文献 特表 2 0 1 9 - 5 3 2 5 6 3 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 3 / 0 1 6 9 5 0 3 (U S , A 1)
特開 2 0 0 2 - 3 4 4 2 3 8 (J P , A)
米国特許第 0 6 1 0 4 3 4 7 (U S , A)
Justin J. Luther et al. , "Extraction of equivalent circuit model parameters of the feedless rectangular microstrip patch" , 2013 IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium , 2013年 , pp.302-303 , DOI: 10.1109/APS.2013.6710812
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 Q 3 / 3 6
H 0 1 Q 1 3 / 0 8
H 0 1 Q 2 1 / 0 6