

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4968191号
(P4968191)

(45) 発行日 平成24年7月4日(2012.7.4)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 Q 3/44 (2006.01) HO 1 Q 3/44
 HO 1 Q 21/08 (2006.01) HO 1 Q 21/08

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-158324 (P2008-158324)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成20年6月17日(2008.6.17)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2009-303165 (P2009-303165A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成21年12月24日(2009.12.24)	(74) 代理人	100074099
審査請求日	平成23年3月15日(2011.3.15)		弁理士 大菅 義之
		(74) 代理人	100133570
			弁理士 ▲徳▼永 民雄
		(72) 発明者	ソルワル ホセイン
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		審査官	高野 洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナ、可変リアクタンス回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

能動アンテナ素子と2つ以上の受動アンテナ素子が実装されたアンテナアレイ部と、前記各受動アンテナ素子にそれぞれ接続されそれらに供給する信号のリアクタンスをそれぞれ可変する2つ以上の可変リアクタンス回路とを同一プリント回路基板上に実装したシングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバイスであって、

前記可変リアクタンス回路は、

バイアス電圧によって制御される可変キャパシタンス回路と、

該可変キャパシタンス回路に前記バイアス電圧を供給するための、交流接地ノードを有する回路であって、該交流接地ノードを実現するための共振回路を形成するための、前記バイアス電圧を前記可変キャパシタンス回路側に伝達する細線相互接続スペーサと、該細線相互接続スペーサに接続されると共にそれに対してそれぞれ所定の微小間隙をもって長手方向に平行に配置され、それぞれ折り曲げられた形状を有しそれぞれ誘導性素子及び容量性素子として機能する第1及び第2のオープン折曲げスタブとからなる共振折曲げ線バイアス回路と、

前記可変キャパシタンス回路を前記交流接地ノードから分離するためのインピーダンストランス回路と、

を含む、

ことを特徴とするシングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバイス。

【請求項2】

前記可変リアクタンス回路は、それが接続される前記受動アンテナ素子の信号フィードバック線に対して、90度の角度をもって配置される、

ことを特徴とする請求項1に記載のシングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバイス。

【請求項3】

前記第1及び第2のオープン折曲げスタブは、互いに反対方向に折り曲げられるように配置される、

ことを特徴とする請求項1に記載のシングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバイス。

【請求項4】

前記第1及び第2のオープン折曲げスタブは、それぞれ2回以上折り曲げられた構成を有する、

ことを特徴とする請求項1に記載のシングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバイス。

【請求項5】

前記細線相互接続スペーサは、折り曲げられた構成を有する、

ことを特徴とする請求項1に記載のシングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバイス。

【請求項6】

能動アンテナ素子と2つ以上の受動アンテナ素子とからなるアンテナアレイ部の前記各受動アンテナ素子に接続されそれに供給する信号のリアクタンスを可変する可変リアクタンス回路であって、

バイアス電圧によって制御される可変キャパシタンス回路と、

該可変キャパシタンス回路に前記バイアス電圧を供給するための、交流接地ノードを有する回路であって、該交流接地ノードを実現するための共振回路を形成するための、前記バイアス電圧を前記可変キャパシタンス回路側に伝達する細線相互接続スペーサと、該細線相互接続スペーサに接続されると共にそれに対してそれぞれ所定の微小間隙をもって長手方向に平行に配置され、それぞれ折り曲げられた形状を有しそれぞれ誘導性素子及び容量性素子として機能する第1及び第2のオープン折曲げスタブとからなる共振折曲げ線バイアス回路と、

前記可変キャパシタンス回路を前記交流接地ノードから分離するためのインピーダンストランス回路と、

を含むことを特徴とする可変リアクタンス回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コンパクトな可変リアクタンス回路を有するアダプティブアンテナに関し、特に、シングルレイヤ形状における低プロファイルアダプティブ平面アレイアンテナに関する。

【背景技術】

【0002】

平面マイクロストリップ型アダプティブESPAR (Electronically Steerable Passive Array Radiator antenna) アンテナアレイは、低プロファイル性、コンパクト構造、低重量、低製造コスト等の優位点を有する。

【0003】

ESPARアンテナの動作原理は、アレイ中に2つのタイプの放射素子を有する点である。中央の素子は能動素子と呼ばれ、他の素子は受動素子(又は寄生素子)と呼ばれる。これらの受動素子は、電磁的カップリングをピックアップすることにより受動放射器として振る舞うように、中央の能動素子に対して対称的に配置される。

【0004】

10

20

30

40

50

寄生素子は、可変リアクタンス受動回路に接続される。カップリング量は、基本的に入力励起位相を変化させる可変リアクタンス値に依存する。これによって、アレイ中でビームステアリングを発生させ、アンテナの指向性を制御することができる。

【0005】

平面ESPARアンテナの設計においては、従来、アンテナ素子が実装されるプリント回路基板(PCB)のレイヤとは異なるレイヤに可変リアクタンスRF回路が据え付けられる、マルチレイヤ方式が一般的であった。

【0006】

下記は、平面ESPARアンテナ技術に関連する先行技術文献であり、マルチレイヤ構成を前提とする。

【特許文献1】特開2005-159401号公報

【特許文献2】特開2007-267041号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、マルチレイヤによる平面ESPARアンテナは、アンテナモジュールの小型化に限界があり、携帯電話等の小型電子機器への実装が難しいという問題点を有していた。

そのため、シングルレイヤPCBによる小型平面ESPARアンテナの実装が望まれるが、アンテナ素子が実装されるレイヤと同一レイヤの小型PCBに、性能の良い可変リアクタンスRF回路を据え付けることは、従来困難であった。

【0008】

特に従来、アンテナ素子が実装されたPCBレイヤのわずかな空き領域に配置可能な可変リアクタンスRF回路のレイアウトを設計することは、非常に困難であった。

また、アンテナ素子と可変リアクタンスRF回路の部品が近接することによる相互結合作用が、アンテナの性能を低下させてしまうという問題点を有していた。

【0009】

更に、アンテナ素子と可変リアクタンスRF回路の部品が近接することにより擬似放射の問題も発生し、アンテナの性能を低下させてしまうという問題点を有していた。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の課題は、アンテナ素子が実装されるレイヤと同一レイヤに、性能の良い可変リアクタンスRF回路を据え付けることを可能とすることにある。

本発明は、能動アンテナ素子(102)と2つ以上の受動アンテナ素子(103a、103b)が実装されたアンテナアレイ部(101)と、前記各受動アンテナ素子にそれぞれ接続されそれらに供給する信号のリアクタンスをそれぞれ可変する2つ以上の可変リアクタンス回路(104a、104b)とを同一プリント回路基板上に実装したシングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバイス、又は可変リアクタンス回路のみを前提とする。

【0011】

そして、可変リアクタンス回路は、以下の可変キャパシタンス回路(203)、共振折曲げ線バイアス回路(201)、及びインピーダンストランス回路(202)を含む。

可変キャパシタンス回路(203)は、バイアス電圧に基づいてキャパシタンスを制御できる回路素子である。

【0012】

共振折曲げ線バイアス回路(201)は、可変キャパシタンス回路にバイアス電圧を供給するための、交流接地ノードを有する回路であって、交流接地ノードを実現するための共振回路を形成するための、バイアス電圧を可変キャパシタンス回路側に伝達する細線相互接続スペーサ(303)と、その細線相互接続スペーサに接続されると共にそれに対してそれぞれ所定の微小間隙(Lcp)をもって長手方向に平行に配置され、それぞれ折り曲げられた形状を有しそれぞれ誘導性素子及び容量性素子として機能する第1及び第2のオ

10

20

30

40

50

オープン折曲げスタブ(301、302)とからなる。第1及び第2のオープン折曲げスタブは、例えば、互いに反対方向に折り曲げられるように配置される。また、第1及び第2のオープン折曲げスタブは、たとえば、それらの長手方向がアンテナアレイ部の偏波方向(H極)に一致するように配置される。また、例えば、第1及び第2のオープン折曲げスタブのそれぞれの長手方向の長さは互いに異なり、両方の長手方向の長さは可変リアクタンス回路が受動アンテナ素子に供給する信号の基本波長の1/4以下である。また、例えば、第1のオープン折曲げスタブの長手方向の長さは、第2のオープン折曲げスタブの長手方向の長さよりも長い。また、細線相互接続スペーサの長手方向の長さは、例えば、可変リアクタンス回路が受動アンテナ素子に供給する信号の基本波長の1/4以下である。また、第1及び第2のオープン折曲げスタブは、例えば、それぞれ2回以上折り曲げられた構成を有するように構成することができる。更に、細線相互接続スペーサは、折り曲げられた構成を有するように構成することができる。

10

【0013】

インピーダンストランス回路(202)は、可変キャパシタンス回路を交流接地ノードから分離する。

上記発明の態様の構成において、可変リアクタンス回路は、それが接続される受動アンテナ素子の信号フィーディング線(106)に対して、90度の角度をもって配置されるように構成することができる。

【0014】

上記発明の態様の構成において、アンテナアレイ部及び各可変リアクタンス回路は、プリント回路基板の上面に実装され、接地面は該プリント回路基板の底面に実装されるように構成することができる。

20

【発明の効果】**【0015】**

本発明によれば、共振折曲げ線バイアス回路を構成するスタブが、折り曲げられた構成を有する第1及び第2のオープン折曲げスタブとして実装されることにより、可変リアクタンス回路の小型化を図ることが可能となり、90度の角度をもった配置と合わせて、能動アンテナ素子及び各受動アンテナ素子の各信号フィーディング線間のスペースに、各可変リアクタンス回路を配置することが可能となり、プリント回路基板のシングルレイヤ上にアンテナアレイ部と可変リアクタンス回路を実装することが可能となる。

30

【0016】

この場合に、第1及び第2のオープン折曲げスタブがそれぞれ2回以上折り曲げられた構成を有することにより、また、細線相互接続スペーサも折り曲げられた構成を有することにより、可変リアクタンス回路の更なる小型化が可能となる。

【0017】

また、第1及び第2のオープン折曲げスタブの長手方向がアンテナアレイ部の偏波方向(H極)に一致するように配置されることにより、アンテナアレイ部から可変リアクタンス回路への相互結合を最小にすることが可能となる。

【0018】

また、第1及び第2のオープン折曲げスタブが、互いに反対方向に折り曲げられるように配置されることにより、擬似放射の発生を抑制することが可能となる。

40

更に、アンテナアレイ部及び可変リアクタンス回路がプリント回路基板のトップレイヤ上に実装されることにより、シングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバイスの製造が容易となり、材料及び製造コストが低減され、その構造も軽量にすることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0019】**

以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。

図1は、本発明の実施形態における、シングルレイヤ構成における平面アダプティブアレイアンテナのレイアウト図である。

50

【 0 0 2 0 】

この構成は、2つの部分からなる。アンテナレイ部101と可変リアクタンスRF部104(a, b)である。

アンテナレイ部101は、3つの平面アンテナ素子を有する。中央のアンテナ素子である能動パッチ素子102は、50オームマッチングのRFフィーディング線105を通じて、RF信号ソースが供給される。両側の他の2つのアンテナ素子である寄生パッチ素子103a及び103bはそれぞれ、個別に50オームのRFフィーディング線106a及び106bを通じて、可変リアクタンスRF部104a及び104bにそれぞれ接続される。

【 0 0 2 1 】

10

上記各平面アンテナ素子の入力におけるリアクタンスが変化することによって、アンテナレイ部101は、所望の方向に指向させることができるビームを適応的に形成する。

図1の構成は、3素子ESPARアレーアンテナであり、能動パッチ素子102及び寄生パッチ素子103a、103bは、インセットフィーディング型矩形マイクロストリップパッチアンテナアレーを構成する。

【 0 0 2 2 】

図2は、図1の可変リアクタンスRF部104a及び104b(図2では可変リアクタンスRF部104と表記している)の共通の詳細なレイアウト図である。

この回路は、3つの異なる部分からなる。共振折曲げ線(RFL: Resonating Folded Line)の部位によって実現される共振折曲げ線バイアス部201、伝送線路によって実現されるインピーダンストランス202、及び図中のバラクタデバイススペース203に挿入される可変キャパシタンス(バラクタ)デバイスである。

20

【 0 0 2 3 】

そのほか、図2の構成は、DC電圧電源が接続されるDCパッド204と、寄生パッチ素子103(図1の103a、103b)に接続されるRFフィーディング線106(図1の106a及び106bに対応)を有する。

【 0 0 2 4 】

共振折曲げ線バイアス部201は、図1の可変リアクタンスRF部104aが能動パッチ素子102のRFフィーディング線105と寄生パッチ素子103aのRFフィーディング線106aの間の小スペースに収容され、図1の可変リアクタンスRF部104bが能動パッチ素子102のRFフィーディング線105と寄生パッチ素子103bのRFフィーディング線106bの間の小スペースに収容されるように、インピーダンストランス202と共に、RFフィーディング線106に対して90度の曲げ角度で設置される。

30

【 0 0 2 5 】

図3は、図2の共振折曲げ線バイアス部201の更に詳細なレイアウト図である。

共振折曲げ線バイアス部201は、3つの素子からなる。第1のオープン折曲げスタブ301、第2のオープン折曲げスタブ302、及び細線相互接続スペーサ303である。

【 0 0 2 6 】

第1のオープン折曲げスタブ301と第2のオープン折曲げスタブ302が細線相互接続スペーサ303で結合され、301と303及び302と303の間に空隙Lcpが設けられた場合に、第1のオープン折曲げスタブ301は誘導性スタブとして振る舞い、同時に、第2のオープン折曲げスタブ302は容量性スタブとして振る舞うように考慮される。その結果、共振折曲げ線バイアス部201は、連続的な共振を継続して、動作周波数において交流(AC)接地を生ずる。

40

【 0 0 2 7 】

細線相互接続スペーサ303はまた、DCパッド204(図2)からのDC電圧供給パルスを、バラクタデバイススペース203(図2)に挿入される可変キャパシタンス(バラクタ)デバイスに供給する。

【 0 0 2 8 】

この細線相互接続スペーサ303により、折曲げスタブ群301及び302が相互に近

50

接させられ、それにより、共振器がコンパクトになると共に、より大きな相互結合が実現される。

【0029】

折曲げスタブ群301及び302間強い相互結合により、両方のスタブの長さ L_{s1} 及び L_{s2} 、並びに細線相互接続スペーサ303の長さ L_{ss} は、基本波長の $1/4$ ($\lambda_0/4$)よりも短くさせることができる。この長さは、本出願人により提案されている先の特許出願(出願番号: PCT/JP2007/065800)におけるものとは異なる。

【0030】

図3に示される結合ギャップ L_{cp} は、可能な限り最小 ($\lambda_0/100$ 程度)に維持される。

10

ここで、共振折曲げ線バイアス部201の寸法は、フル3D電磁シミュレーションを用いた最適化手法により得ることができる。2つのオープン折曲げスタブ301、302と細線相互接続スペーサ303の寸法は、共振折曲げ線バイアス部201においてRF接地又はゼロ入力インピーダンスが得られるまで調整される。

【0031】

共振折曲げ線バイアス部201は、交流接地のように振る舞うため、RF(高周波)信号と直流(DC)電圧の間の絶縁を提供する。

共振折曲げ線バイアス部201はまた、インピーダンストランス202(図2参照)に対して交流接地を提供し、その結果、アンテナレイ部101内の寄生パッチ素子103a、103b(図1参照)の各RFフィーディング線106a及び106bに対して都合

20

【0032】

前述した本出願人による先の特許出願では、PCBの2レイヤ構造において使用される、共振デュアルチョーク(RDC)可変リアクタンス回路と呼ばれるリアクタンス回路を提案した。このRDC回路は、可変リアクタンス回路におけるRFとDC回路の間の絶縁機能を有する二重オープンスタブチョークバイアス部を有していた。

【0033】

このバイアス回路は、ゼロ入力インピーダンスを有するため、バイアス回路上に出現するどのような寄生インピーダンスも除去することができ優れた性能を発揮する。しかし、PCBのシングルレイヤ形状が採用される場合には、RDCの構成が十分にコンパクトではないため、シングルレイヤ上にアンテナレイ部と共にRDCによって構成される可変リアクタンスRF部を実装するのが難しいという問題がある。また、シングルレイヤ構成においては、アンテナ素子と可変リアクタンスRF回路の部品が近接することによる相互結合作用と、擬似放射の問題が発生し、アンテナの性能を低下させてしまうという問題点を有していた。本実施形態は、これらの問題を解決するものである。その理由については後述する。

30

【0034】

図4は、図1及び図2の可変リアクタンスRF部104の構成に代わる、その異なる実施形態の構成を示す図である。

40

図4(a)(b)(c)に示される各実施形態は、それぞれ異なるタイプのRFL(共振折曲げ線)バイアス部を示している。図4において、図1~図3におけるものと同じ番号が付されている部分は、それぞれ同じ機能を有する部分である。

【0035】

図4(a)は、図1~図3にて説明したのと同じ単一折曲げ共振器の例、図4(b)は、第1のオープン折曲げスタブ301と第2のオープン折曲げスタブ302のそれぞれが、二重に折り曲げられている構成を有する二重折曲げ共振器の例、第4(c)は、第1のオープン折曲げスタブ301と第2のオープン折曲げスタブ302のそれぞれが二重に折り曲げられ、更に、細線相互接続スペーサ303も折り曲げられてDCパッド204の配置がインピーダンストランス202の真下に移動している例である。図4(a)の構成よ

50

りも図4(b)の構成のほうが、更に、図4(b)の構成よりも図4(c)の構成のほうが、シングルレイヤ上で、可変リアクタンスRF部をより小型に配置することが可能となることがわかる。

【0036】

図4に示される全ての実施形態は、RF部におけるアンテナレイ部101(図1)からの相互結合が最小になり、かつ、オープン折曲げスタブ301、302、及び細線相互接続スペース303の折曲げかたがアンテナレイ部101の各パッチ素子のH-plane(図1参照)に並行(並列)になるような、設計制約に従う。なお、この考察においては、アンテナレイ部101は、パッチ素子群102、103a、103bの各辺に沿った極性(図1のE及びH極方向)を有するように、線形的に偏波されると仮定している。

10

【0037】

図4に示される各実施形態における折曲げは、アンテナレイ部101中でどのような極性の混合も起こさないような、擬似放射の自己キャンセル性を満足するように対称形が維持される。

【0038】

図3から理解されるように、第1のオープン折曲げスタブ301及び第2のオープン折曲げスタブ302が相互に反対向きに折り曲げられ、その結果スタブ電流J1及びJ2が近接して擬似放射を防止するように対向させられるため、擬似放射は発生しない。

【0039】

図5は、シングルレイヤアダプティブアンテナの斜視図である。図1と同じ番号が付された部分は、図1の場合と同じ機能を有する。ここまで説明した実施形態は全て、PCBのトップレイヤ上に実装することができる。そのため、製造は容易であり、材料及び製造コストは低減され、その構造は軽量である。

20

【0040】

図6は、図2や図3等に示される可変リアクタンスRF部104の動作原理を説明するための、近似的な集中定数素子等価モデルを示した図である。

集中定数素子は、全ての損失等価パラメータを無視した理想ケースとして近似される。

【0041】

破線ブロック601は、共振折曲げ線(RFL)バイアス部201に対する近似的な集中定数素子等価モデルを示しており、図3の第1のオープン折曲げスタブ301に対応するインダクタンスLrと、第2のオープン折曲げスタブ302に対応するキャパシタンスCrとを有する近似的な集中定数のキャパシタ605とインダクタ606を含む。

30

【0042】

望ましい設計周波数において、キャパシタ605とインダクタ606は、協調して連続的な共振を生成するため、RFLブロック601はRF接地607として実現される。

共振の間、LrとCrは見えなくなるため、RFLブロック601は、ノード609においてゼロ入力インピーダンスを生成する。

【0043】

ノード611は、DC電圧電源が接続されるポイントを示している。

40

インピーダンストランス602は、ノード609と610の間に接続される。

インピーダンストランス602は、RF接地ノードであるノード609において終端される伝送線路の一部であるため、インダクタのように振る舞う。

【0044】

バラクタダイオード603は、ノード610とDC接地608の間に接続される。

DC接地608は、RF接地607とは異なる。そのため、インピーダンストランス602は、RF接地607が見えるため、バラクタダイオード603と共に、LCタンク回路を形成する。

【0045】

LCタンク回路は、ノード610において、入力リアクタンスの変動を生成する。供給

50

されるDC電圧がノード611において変動したときに、バラクタダイオード603のキャパシタンス値が変動するため、バラクタダイオード603はノード610においてLCタンク回路を横切ってリアクタンス変動を生成する。

【0046】

インダクタ604は、アンテナ612の供給点からリアクタンス可変ノード610に接続される50オーム伝送線路の近似である。アンテナ612は、RF回路によって置き換えることができる。

【0047】

短絡回路は、バラクタダイオード603を横断して現れるため、RF接地607はバラクタダイオード603から分離される必要がある。そのために、インピーダンストランス602が、バラクタダイオード603とRF接地607とを分離するために設けられる。

10

【0048】

上記等価回路モデルにおいて、RF接地607により、RFLバイアス部601内の全ての寄生インピーダンスが短絡されるため、それらの発生を阻止することができる。バイアスはRF短絡によって実現されるため、DC電圧電源へのRF信号の漏出をブロックしながらDC電圧電源をバラクタダイオード603へ導通させることができる。

【0049】

以上の実施形態に関して、更に以下の付記を開示する。

(付記1)

能動アンテナ素子と2つ以上の受動アンテナ素子が実装されたアンテナアレイ部と、前記各受動アンテナ素子にそれぞれ接続されそれらに供給する信号のリアクタンスをそれぞれ可変する2つ以上の可変リアクタンス回路とを同一プリント回路基板上に実装したシングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバイスであって、

20

前記可変リアクタンス回路は、

バイアス電圧によって制御される可変キャパシタンス回路と、

該可変キャパシタンス回路に前記バイアス電圧を供給するための、交流接地ノードを有する回路であって、該交流接地ノードを実現するための共振回路を形成するための、前記バイアス電圧を前記可変キャパシタンス回路側に伝達する細線相互接続スペーサと、該細線相互接続スペーサに接続されると共にそれに対してそれぞれ所定の微小間隙をもって長手方向に平行に配置され、それぞれ折り曲げられた形状を有しそれぞれ誘導性素子及び容量性素子として機能する第1及び第2のオープン折曲げスタブとからなる共振折曲げ線バイアス回路と、

30

前記可変キャパシタンス回路を前記交流接地ノードから分離するためのインピーダンストランス回路と、

を含む、

ことを特徴とするシングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバイス。

(付記2)

前記可変リアクタンス回路は、それが接続される前記受動アンテナ素子の信号フィーディング線に対して、90度の角度をもって配置される、

ことを特徴とする付記1に記載のシングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバイス。

40

(付記3)

前記第1及び第2のオープン折曲げスタブは、互いに反対方向に折り曲げられるように配置される、

ことを特徴とする付記1に記載のシングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバイス。

(付記4)

前記第1及び第2のオープン折曲げスタブは、それらの長手方向が前記アンテナアレイ部の偏波方向に一致するように配置される、

ことを特徴とする付記1に記載のシングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバ

50

イス。

(付記 5)

前記第 1 及び第 2 のオープン折曲げスタブのそれぞれの長手方向の長さは互いに異なり、両方の長手方向の長さは前記可変リアクタンス回路が前記受動アンテナ素子に供給する信号の基本波長の $1/4$ 以下である、

ことを特徴とする付記 1 に記載のシングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバイス。

(付記 6)

前記第 1 のオープン折曲げスタブの長手方向の長さは、前記第 2 のオープン折曲げスタブの長手方向の長さよりも長い、

ことを特徴とする付記 1 に記載のシングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバイス。

(付記 7)

前記細線相互接続スペーサの長手方向の長さは、前記可変リアクタンス回路が前記受動アンテナ素子に供給する信号の基本波長の $1/4$ 以下である、

ことを特徴とする付記 1 に記載のシングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバイス。

(付記 8)

前記第 1 及び第 2 のオープン折曲げスタブは、それぞれ 2 回以上折り曲げられた構成を有する、

ことを特徴とする付記 1 に記載のシングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバイス。

(付記 9)

前記細線相互接続スペーサは、折り曲げられた構成を有する、

ことを特徴とする付記 1 に記載のシングルレイヤアダプティブ平面アレイアンテナデバイス。

(付記 10)

前記アンテナアレイ部及び前記各可変リアクタンス回路は、プリント回路基板の上面に実装され、接地面は該プリント回路基板の底面に実装される。

(付記 11)

能動アンテナ素子と 2 つ以上の受動アンテナ素子とからなるアンテナアレイ部の前記各受動アンテナ素子に接続されそれに供給する信号のリアクタンスを可変する可変リアクタンス回路であって、

バイアス電圧によって制御される可変キャパシタンス回路と、

該可変キャパシタンス回路に前記バイアス電圧を供給するための、交流接地ノードを有する回路であって、該交流接地ノードを実現するための共振回路を形成するための、前記バイアス電圧を前記可変キャパシタンス回路側に伝達する細線相互接続スペーサと、該細線相互接続スペーサに接続されると共にそれに対してそれぞれ所定の微小間隙をもって長手方向に平行に配置され、それぞれ折り曲げられた形状を有しそれぞれ誘導性素子及び容量性素子として機能する第 1 及び第 2 のオープン折曲げスタブとからなる共振折曲げ線バイアス回路と、

前記可変キャパシタンス回路を前記交流接地ノードから分離するためのインピーダンストランス回路と、

を含むことを特徴とする可変リアクタンス回路。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図 1】本発明の実施形態における、シングルレイヤ構成における平面アダプティブアレイアンテナのレイアウト図である。

【図 2】図 1 の可変リアクタンス RF 部の共通の詳細なレイアウト図である。

【図 3】図 2 の共振折曲げ線バイアス部の更に詳細なレイアウト図である。

10

20

30

40

50

【図4】図1及び図2の可変リアクタンスRF部104の構成に代わる、その異なる実施形態の構成を示す図である。

【図5】シングルレイヤアダプティブアレイアンテナの斜視図である。

【図6】図2や図3等に表示される可変リアクタンスRF部104の動作原理を説明するための、近似的な集中定数素子等価モデルを示した図である。

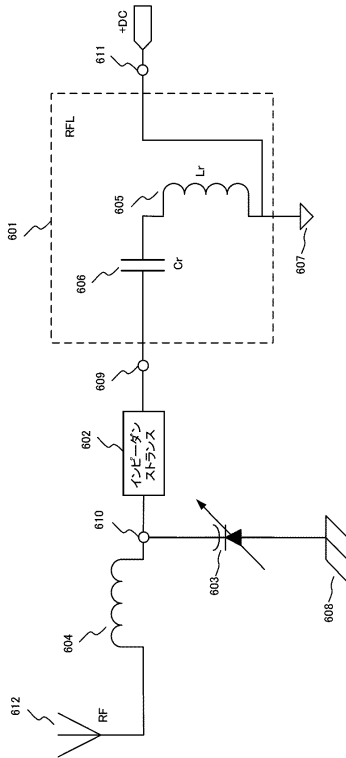
【符号の説明】

【0051】

101	アンテナアレイ部	
102	能動パッチ素子	
103、103a、103b	寄生パッチ素子	10
104、104a、104b	可変リアクタンスRF部	
105、106、106a、106b	RFフィーディング線	
201、601	共振折曲げ線(RFL)バイアス部	
202、602	インピーダンストランス	
203	バラクタデバイススペース	
204	DCパッド	
301	第1のオープン折曲げスタブ	
302	第2のオープン折曲げスタブ	
303	細線相互接続スペース	
603	バラクタダイオード	20
604、605	インダクタ	
606	キャパシタ	
607	RF接地	
608	DC接地	
609、610、611	ノード	
612	アンテナ	

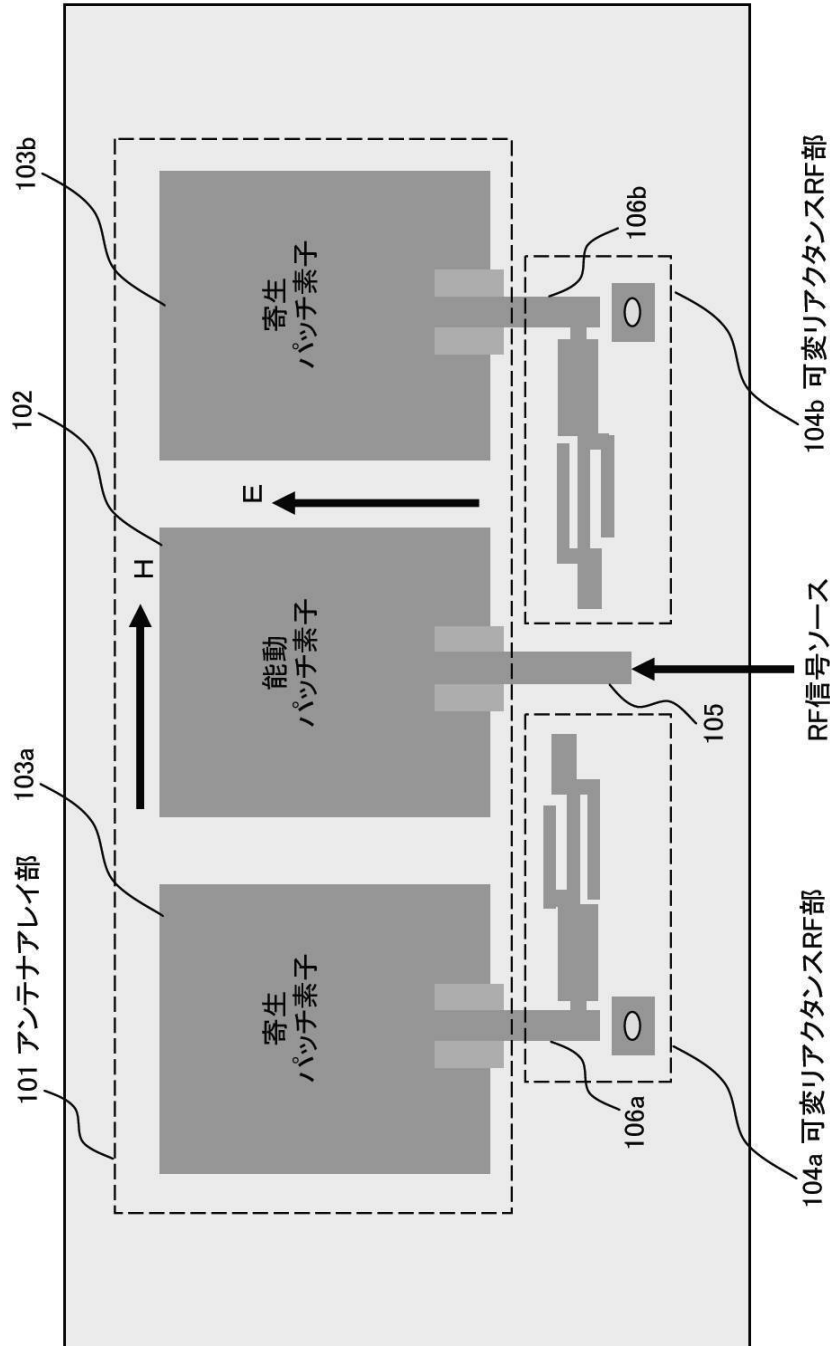
【図6】

図2や図3等に示される可変リアクタンスRF部104の動作原理を説明するための、近似的な集中定数素子等価モデルを示した図



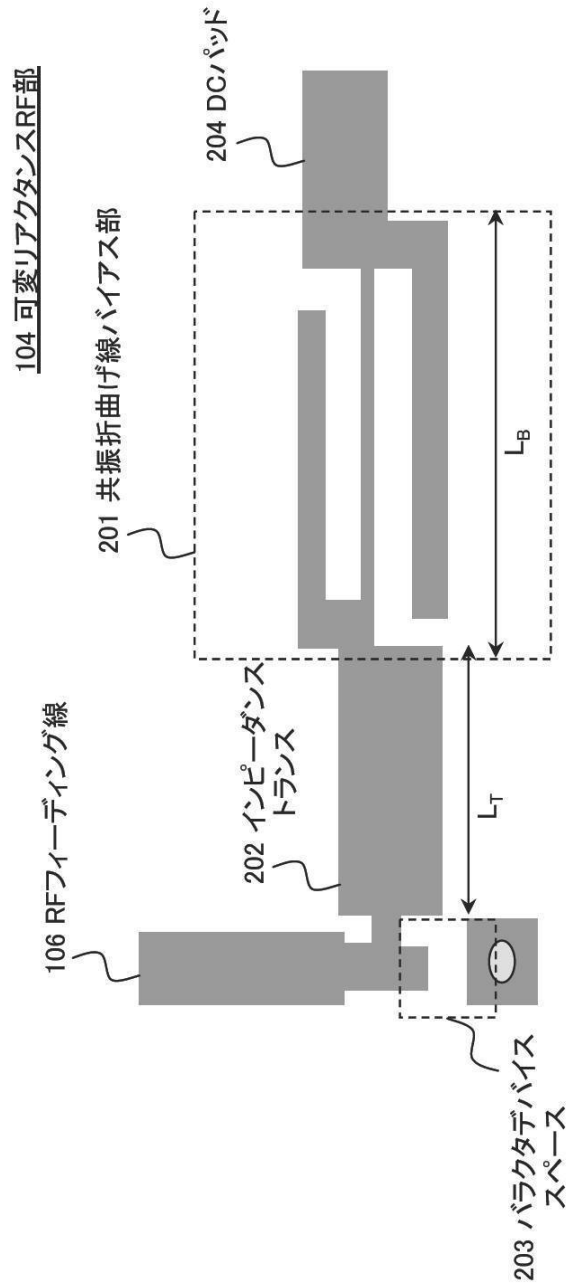
【図1】

本発明の実施形態における、
シングルレイヤ構成における
平面アダプティブアレイアンテナのレイアウト図



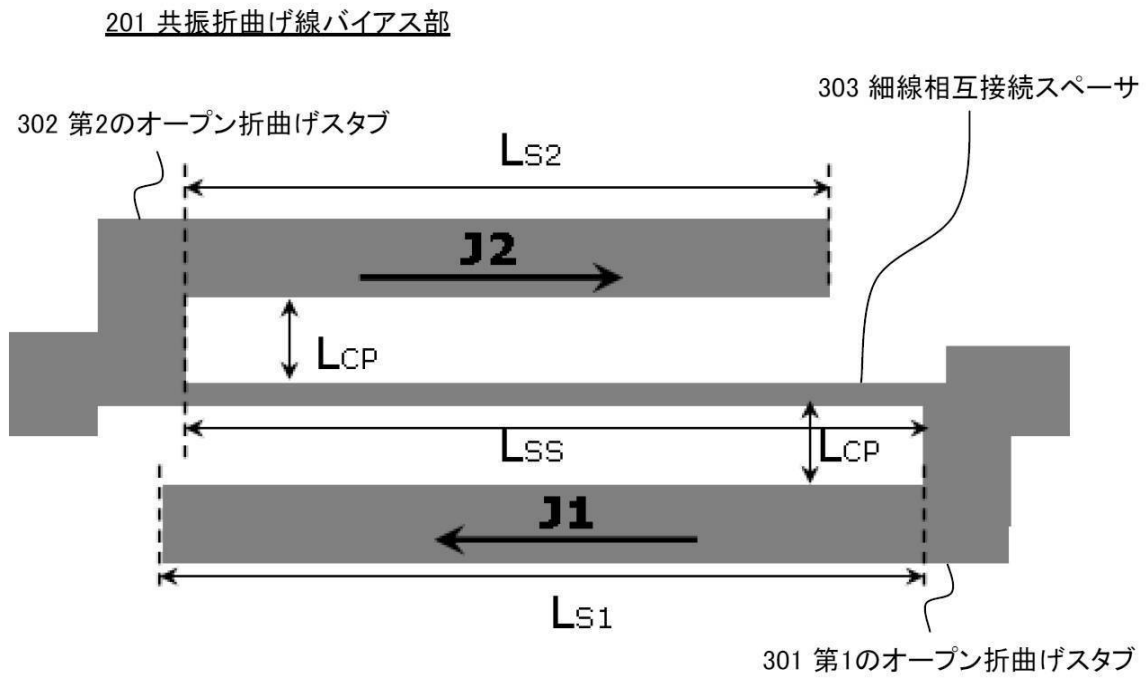
【 図 2 】

図1の可変リアクタンスRF部の
共通の詳細なレイアウト図



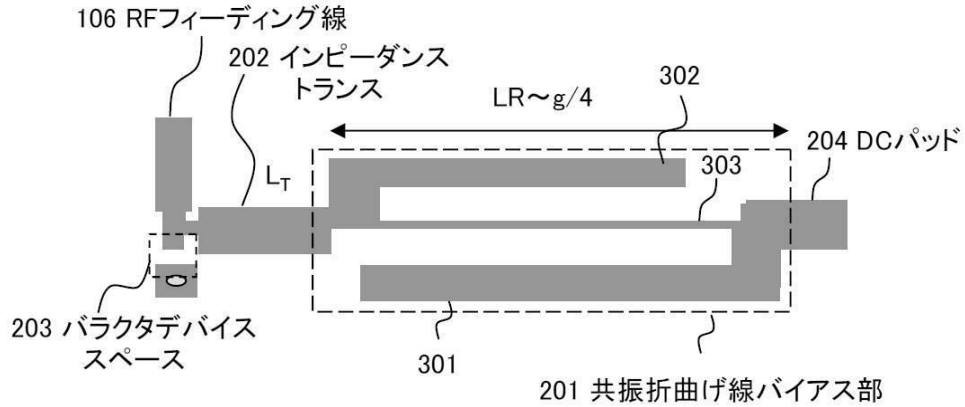
【図3】

図2の共振折曲げ線バイアス部の
更に詳細なレイアウト図

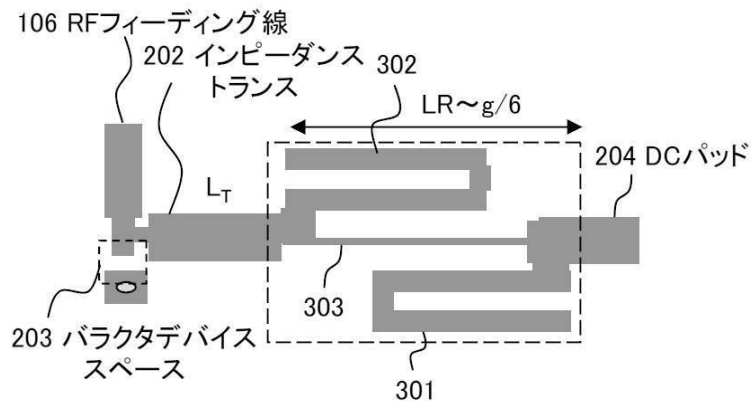


【図4】

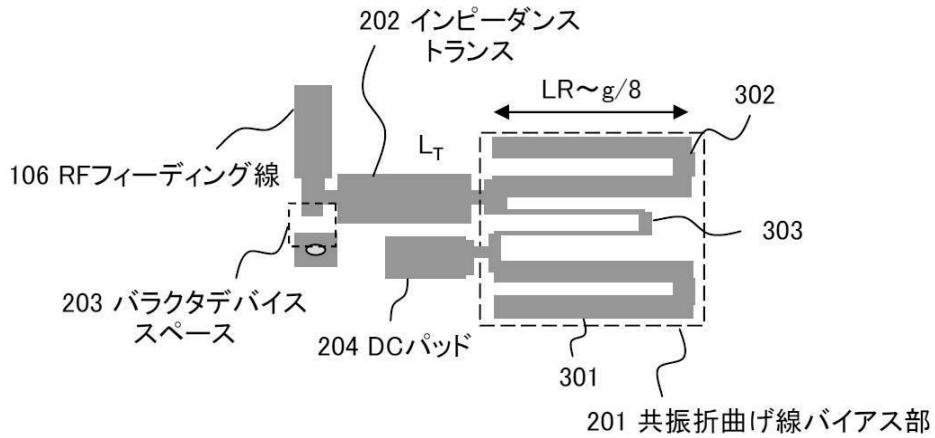
図1及び図2の可変リアクタンスRF部104の構成に代わる、その異なる実施形態の構成を示す図



(a) 単一折曲げ共振器



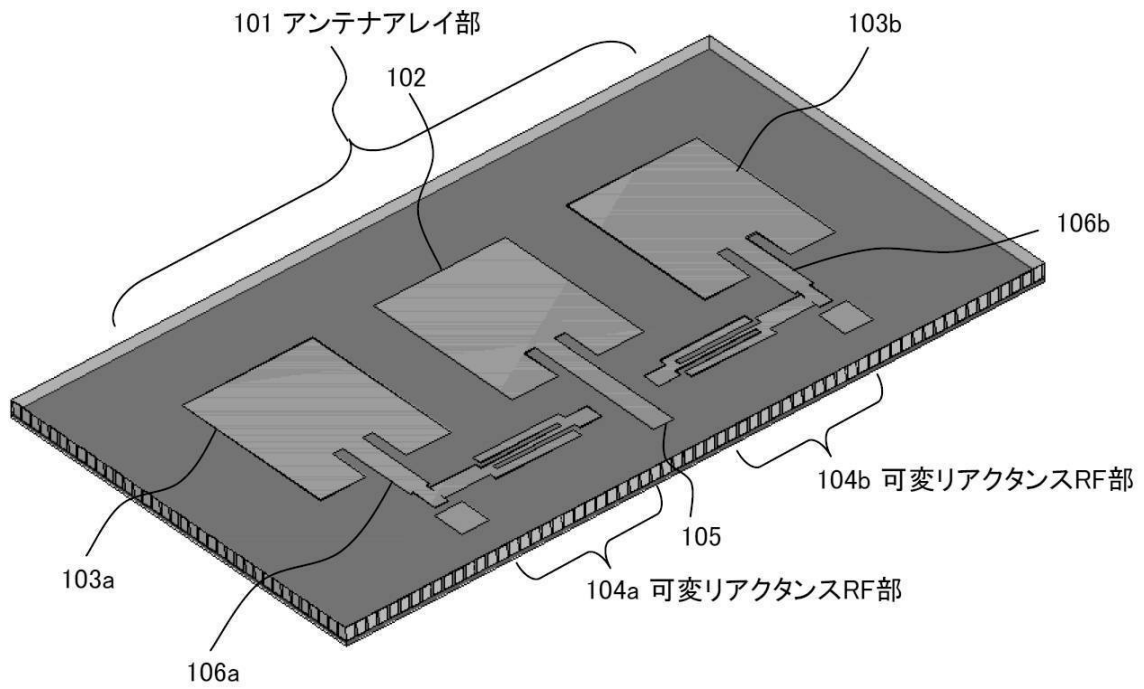
(b) 二重折曲げ共振器



(c) 多重折曲げ共振器

【図5】

シングルレイヤアダプティブアレイアンテナの斜視図



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2004/064194(WO, A1)

実公昭47-010517(JP, Y1)

特開平01-140822(JP, A)

実開平05-018110(JP, U)

特開2001-217604(JP, A)

特開2003-258533(JP, A)

特開昭58-101441(JP, A)

実開昭58-184902(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 3/44

H01Q 21/08