

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6577655号
(P6577655)

(45) 発行日 令和1年9月18日(2019.9.18)

(24) 登録日 令和1年8月30日(2019.8.30)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 P	5/22	(2006.01)	HO 1 P	5/22	B
HO 1 Q	13/08	(2006.01)	HO 1 Q	13/08	
HO 1 Q	21/24	(2006.01)	HO 1 Q	21/24	
HO 1 Q	5/378	(2015.01)	HO 1 Q	5/378	

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2018-501658 (P2018-501658)	(73) 特許権者	301072650
(86) (22) 出願日	平成29年2月20日 (2017.2.20)		NECスペーステクノロジー株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/006061		東京都府中市日新町一丁目10番地
(87) 国際公開番号	W02017/145968	(74) 代理人	100109313
(87) 国際公開日	平成29年8月31日 (2017.8.31)		弁理士 机 昌彦
審査請求日	平成30年8月6日 (2018.8.6)	(74) 代理人	100124154
(31) 優先権主張番号	特願2016-32743 (P2016-32743)		弁理士 下坂 直樹
(32) 優先日	平成28年2月24日 (2016.2.24)	(72) 発明者	尼野 理
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		東京都府中市日新町一丁目10番地 NEC スペーステクノロジー株式会社内
		審査官	岸田 伸太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド回路、給電回路、アンテナ装置、及び給電方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

互いに等しい電気長と特性インピーダンスとを持つ4つの部分線路から成る環状線路と

、
該環状線路の第1の部分線路を介して隣接する第1および第2の分岐点からそれぞれ分岐した第1および第2の入力線路と、

前記環状線路の前記第1の部分線路と対向する第2の部分線路を介して隣接する第3および第4の分岐点からそれぞれ分岐した第1および第2の出力線路と、

前記第1および第2の分岐点からそれぞれ分岐した第3および第4の出力線路と、
を備え、

前記第1および第2の入力線路の各々の入力インピーダンスは、前記部分線路の特性インピーダンスの四分の1に等しく、

前記第1乃至第4の出力線路の各々の出力インピーダンスは、前記部分線路の特性インピーダンスの半分に等しい、
ハイブリッド回路。

【請求項2】

アンテナ素子へ給電するために、請求項1に記載のハイブリッド回路を用いた給電回路であって、

前記環状線路と前記第1および第2の入力線路とは、誘電体基板の表面上に形成されており、

前記第 1 乃至第 4 の出力線路は、前記誘電体基板と異なる別の誘電体基板にそれぞれ形成された第 1 乃至第 4 のスルーホールから成り、

前記第 1 乃至第 4 のスルーホールの先端から、前記アンテナ素子へ 4 点で給電し、
前記ハイブリッド回路の特性インピーダンスは前記第 1 乃至第 4 のスルーホールのうち、出力ポートとなるスルーホールの出力インピーダンスであり、前記アンテナ素子のインピーダンスの半分に等しい、給電回路。

【請求項 3】

前記第 1 の入力線路と前記第 2 の入力線路とは、互いに直交する方向へ延在している、請求項 2 に記載の給電回路。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 に記載の給電回路を用いたアンテナ装置であって、
前記給電回路は、前記第 1 および第 2 の入力線路にそれぞれ接続された第 1 および第 2 の入力ポートを持ち、
前記アンテナ素子は、
前記第 1 乃至第 4 のスルーホールの先端にそれぞれ接続された第 1 乃至第 4 の給電点を持つ下部パッチと、
該下部パッチと電磁的に接続された上部パッチと、
から成る、アンテナ装置。

【請求項 5】

前記下部パッチと前記上部パッチとは、更に別の誘電体基板を介して対向している、請求項 4 に記載のアンテナ装置。

【請求項 6】

請求項 4 又は 5 に記載のアンテナ装置へ給電する方法であって、
前記第 1 の入力ポートへ第 1 の入力信号を供給して、前記給電回路を介して、前記第 3 および第 2 の給電点へそれぞれ第 1 および第 2 の出力信号を給電し、
前記第 2 の入力ポートへ第 2 の入力信号を供給して、前記給電回路を介して、前記第 4 および第 1 の給電点へそれぞれ第 3 および第 4 の出力信号を給電する、
給電方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、給電回路に関し、特に、マイクロストリップアンテナ（以下、「MSA」とも略称する）に用いられ、アンテナ素子へ給電するための給電回路およびそれに使用されるハイブリッド回路に関する。

【背景技術】

【0002】

通信衛星用アンテナや、科学衛星用アンテナ、合成開口レーダー用アンテナ、データ伝送用アンテナとして、マイクロストリップアレイアンテナが使用されている。マイクロストリップアレイアンテナは、適当な間隔で配列された複数のアンテナ素子と、それらを励振するための給電回路とから成る。各アンテナ素子は、マイクロストリップアンテナ（MSA）素子から成る。各 MSA 素子は、放射素子から成る。

【0003】

アンテナ素子（放射素子）へ給電するための給電回路としてハイブリッド回路を使用した MSA が、種々知られている。

【0004】

例えば、特許文献 1 は、給電回路としてリング型ハイブリッド回路を用いた「円偏波マイクロストリップ型アンテナ装置」を開示している。特許文献 1 は、2 点給電式の MSA を開示している。MSA は、アース板を間に挟んだ第 1 および第 2 の誘電体基板の各々の表面に、放射器パターン（放射素子）とハイブリッド回路とを対峙一体化している。放射器パターンの 2 つの給電点とハイブリッド回路の 2 つの出力端とを同一位置に一致させて

10

20

30

40

50

、第1および第2の誘電体基板とアース板とを貫通する2つのピンによって両者を接続している。ハイブリッド回路は、供給された高周波電流を最終的に2等分すると共に位相を90°ずらせてその2対の出力端に出力する。これにより、放射素子から円偏波を放射している。したがって、各MSAは、1つの偏波のみを放射している。

【0005】

この特許文献1に開示された円偏波マイクロストリップ型アンテナ装置では、リング型ハイブリッド回路の入力線路と出力線路との少なくとも一方を、リング状パターンの内側に配線している。

【0006】

このように今までのMSAでは、1つの偏波のみを使用すればよかった。しかしながら、近年チャンネル数が増加してきたため、周波数の有効活用から一度に2偏波同時に使用する「偏波共用アンテナ」の要求が増加してきた。

【0007】

そこで、複数の偏波を放射(送受信)可能なMSAから成る偏波共用アンテナも、種々提案されている。

【0008】

たとえば、特許文献2は、給電回路としてハイブリッド回路を使用していないが、使用する偏波を垂直偏波、水平偏波、左旋円偏波、右旋円偏波の4種類に切換えることが可能な「マイクロストリップアンテナ」を開示している。この特許文献2に開示されたマイクロストリップアンテナは、それぞれ互いに直交する偏波を発生する第1の給電点および第2の給電点を有する放射系(放射素子)と、2つの給電点間における高周波出力信号の位相差を制御することにより合成される電波の偏波を切換える偏波切換給電系とを備える。放射系と偏波切換給電系とは、複数の層からなるプリント基板上に形成されている。偏波切換給電系は、等振幅かつ等位相に2分配された高周波出力信号が2つの給電点間において生じる位相差を0°、90°、180°および270°とする制御を行う偏波切換手段を有する。このような構成のマイクロストリップアンテナでは、位相差が0°および180°のときに放射系より垂直偏波または水平偏波を発生し、90°および270°のときに左旋円偏波または右旋円偏波を発生する。偏波切換手段は、具体的には、入力する高周波信号を等振幅かつ等位相に2分配する等電力分配器と、等電力分配器の第1の分配出力端と第1の給電点との間にある第1の可変移相器と、等電力分配器の第2の分配出力端と第2の給電点との間にある第2の可変移相器と、第1および第2の可変移相器における移相量の切換えを制御する移相器制御回路とを有する。

【0009】

また、特許文献3は、交差偏波識別度(XPD: Cross Polarization Discrimination)を向上させた「円偏波切換形アンテナ」を開示している。この特許文献3に開示された円偏波切換形アンテナは、2個の給電点を有しかつ互いに直交する2つの直線偏波を放射する放射素子と、放射素子の各給電点に接続した移相量が180°の第1、第2の移相器と、入力信号を位相差90°で2分岐して第1、第2の移相器に接続され、他の一端が終端された90°ハイブリッド回路と、第1、第2の移相器の移相量を0°または180°に切り換えて放射素子から右旋若しくは左旋円偏波を放射するように制御する制御手段とを具備する。

【0010】

さらに、特許文献4は、円偏波を含む複数の周波数帯の送受信を一体化された小型の「多周波平面アンテナ」を開示している。特許文献4に開示された多周波平面アンテナは、誘電体基板からなるアンテナ素子と、それを搭載する配線基板とから成る。アンテナ素子は、誘電体基板の表面に形成された、正方形の第1の放射電極および環状の第2の放射電極と、誘電体基板の裏面に形成されたアース電極と、第1の放射電極と第2の放射電極のそれぞれ2つの給電点の位置に形成された4つの貫通孔とを備える。配線基板には、1/4波長ごとに太さが変化した1波長の環状導体パターンによる同心状の2つの90°ハイブリッドを備える。それぞれの90°ハイブリッドには2つのポートが形成されている。

10

20

30

40

50

それぞれのポートの2つの先端とそれぞれの放射電極の2つの給電点とが貫通孔を介して接続されている。

【0011】

本発明に係る「給電回路」とは直接的には関連しないが、特許文献5は、モノリシックマイクロ波集積回路として実現するに適した「高周波電力分配合成器」を開示している。特許文献5では、電力分配合成器を構成する上で、線路のインピーダンスを1/2とする直列分配と線路のインピーダンスを2倍とする並列分配を交互に繰り返して接続するようにして、 $n/4$ 線路を全く用いずに電力分配合成器を構成している。たとえば、特許文献5は、一実施の形態として、特性インピーダンス Z_0 の平行平板平衡線路と、特性インピーダンス $Z_0/2$ の第1および第2のマイクロストリップ線路と、平行平板平衡線路と第1および第2のマイクロストリップ線路との間に配置された、平行平板平衡線路の直列分配部および平行平板平衡線路 - マイクロストリップ線路変換部と、を含む電力分配合成器を開示している。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】特許第2709383号公報

【特許文献2】特開平9-284031号公報

【特許文献3】特開2000-223942号公報

【特許文献4】特開2003-152431号公報

20

【特許文献5】特開平9-246817号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

そのようなMSA素子を複数並べたマイクロストリップアレイアンテナを走査する場合でも、走査範囲をさらに広くすることが要求されてきた。そこで、ますますアンテナ素子(MSA素子)の間隔を狭くする必要がでてきた。これにより、そのMSA素子に給電するための給電回路も小型化が必要となってきた。

【0014】

しかしながら、上記特許文献1~4には、それぞれ、次に述べるような課題がある。

30

【0015】

上記特許文献1に開示された円偏波マイクロストリップ型アンテナ装置は、1つの偏波のみしか放射(送受信)できない。

【0016】

上記特許文献2に開示されたマイクロストリップアンテナ(MSA)では、その給電回路が2点(直交する2方向に対し各1点)で給電を行っている。そのため、構成が複雑になるとともに、交差偏波識別度が上がらないという問題がある。

【0017】

また、特許文献3にされた円偏波切換形アンテナでも、その給電回路が2点(直交する2方向に対し各1点)で給電を行っている。特許文献3では、交差偏波識別度を向上させるために、給電回路が、第1の移相器と、第2の移相器と、 90° ハイブリッド回路とから構成されている。その結果、給電回路の構成が複雑になるという問題がある。

40

【0018】

特許文献4に開示された多周波平面アンテナは、その給電回路が4点(直交する2方向に対し各2点)で、給電を行っている。そのため、スペクトルが十分取れないので、十分な特性を得ることが難しいという問題がある。また、給電回路が、2つの 90° ハイブリッドから成るので、構成が複雑になるという問題もある。更に、ストリップ線路を無理やり曲げて各 90° ハイブリッドを形成している。このため、電圧定在波比(VSWR: Voltage Standing Wave Ratio)が悪かったり、ライン間が狭いため相互の結合度が上がらないという問題もある。

50

【0019】

尚、特許文献5は、単に、モノリシックマイクロ波集積回路として実現するに適した高周波電力分配合成器を開示しているに過ぎない。

【0020】

本発明の目的は、上述した課題を解決する、ハイブリッド回路、給電回路、アンテナ装置、および給電方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0021】

本発明のハイブリッド回路は、互いに等しい電気長と特性インピーダンスとを持つ4つの部分線路から成る環状線路と、該環状線路の第1の部分線路を介して隣接する第1および第2の分岐点からそれぞれ分岐した第1および第2の入力線路と、前記環状線路の前記第1の部分線路と対向する第2の部分線路を介して隣接する第3および第4の分岐点からそれぞれ分岐した第1および第2の出力線路と、前記第1および第2の分岐点からそれぞれ分岐した第3および第4の出力線路と、を備え、前記第1および第2の入力線路の各々の入力インピーダンスは、前記部分線路の特性インピーダンスの四分の1に等しく、前記第1乃至第4の出力線路の各々の出力インピーダンスは、前記部分線路の特性インピーダンスの半分に等しい。

10

【0022】

本発明の給電回路は、アンテナ素子へ給電するために、上記ハイブリッド回路を用いた給電回路であって、前記環状線路と前記第1および第2の入力線路とは、誘電体基板の表面上に形成されており、前記第1乃至第4の出力線路は、前記誘電体基板と異なる別の誘電体基板にそれぞれ形成された第1乃至第4のスルーホールから成り、前記第1乃至第4のスルーホールの先端から、前記アンテナ素子へ4点で給電し、前記ハイブリッド回路の特性インピーダンスは、前記アンテナ素子のインピーダンスの半分に等しい。

20

【0023】

本発明のアンテナ装置は、上記給電回路を用いたアンテナ装置であって、前記給電回路は、前記第1および第2の入力線路にそれぞれ接続された第1および第2の入力ポートを持ち、前記アンテナ素子は、前記第1乃至第4のスルーホールの先端にそれぞれ接続された第1乃至第4の給電点を持つ下部パッチと、該下部パッチと電磁的に接続された上部パッチと、から成る。

30

【0024】

本発明の給電方法は、上記アンテナ装置へ給電する方法であって、前記第1の入力ポートへ第1の入力信号を供給して、前記給電回路を介して、前記第3および第2の給電点へそれぞれ第1および第2の出力信号を給電し、前記第2の入力ポートへ第2の入力信号を供給して、前記給電回路を介して、前記第4および第1の給電点へそれぞれ第3および第4の出力信号を給電する。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、小型の給電回路を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0026】

【図1】関連の給電回路として使用されている90°ハイブリッド回路を示す回路図で、(A)は第1の入力ポートP1から入力信号を入力した場合を示し、(B)は第2の入力ポートP2から入力信号を入力した場合を示す。

【図2】本発明の一実施の形態に係る給電回路として使用されるハイブリッド回路を示す回路図で、(A)は第1の入力ポートP1から第1の入力信号を入力した場合を示し、(B)は第2の入力ポートP2から第2の入力信号を入力した場合を示す。

【図3】図2に示したハイブリッド回路を給電回路として用いた、4点給電方式マイクロストリップアンテナ(MSA)を示す透視斜視図である。

【図4】図3をZ-X平面で切断した断面図である。

50

【図5】図3をZ-Y平面で切断した断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

[関連技術]

本発明の理解を容易にするために、特許文献1等に使用されている、関連の給電回路について説明する。

【0028】

図1は、関連の給電回路として使用されている90°ハイブリッド回路10を示す回路図である。図示の90°ハイブリッド回路10は、ブランチ・ライン・カプラとも呼ばれる。

10

【0029】

90°ハイブリッド回路10は、特性インピーダンス Z_0 の第1および第2の部分線路11、12と、特性インピーダンス $Z_0/\sqrt{2}$ の第3および第4の部分線路13、14との組み合わせから成る。すべての部分線路11~14の電気長 L は $L/4$ に等しい。この90°ハイブリッド回路10の四つのポートP1~P4の入出力インピーダンスは Z_0 である。四つのポートP1~P4は、それぞれ、第1乃至第4のポートとも呼ばれる。

【0030】

ここでは、第1のポートP1は第1の入力ポートとも呼ばれ、第2のポートP2は第2の入力ポートとも呼ばれ、第3のポートP3は第1の出力ポートとも呼ばれ、第4のポートP4は第2の出力ポートとも呼ばれる。

20

【0031】

詳述すると、第1乃至第4の部分線路11~14によって環状線路が構成されている。第1の部分線路11と第2の部分線路12とは、互いに対向しており、短絡アームとも呼ばれる。第3の部分線路13と第4の部分線路14とは、互いに対向しており、直列アームとも呼ばれる。

【0032】

第1の部分線路11の一端は、第1の分岐点21で、第3の部分線路13の一端と接続されている。第1の部分線路11の他端は、第2の分岐点22で、第4の部分線路14の一端と接続されている。したがって、第1の部分線路11は、第1の分岐点21と第2の分岐点22との間に配置されている。第2の部分線路12の一端は、第3の分岐点23で、第3の部分線路13の他端と接続されている。第2の部分線路12の他端は、第4の分岐点24で、第4の部分線路14の他端と接続されている。したがって、第2の部分線路12は、第3の分岐点23と第4の分岐点24との間に配置されている。

30

【0033】

90°ハイブリッド回路10は、環状線路(11~14)から第1乃至第4の分岐点21~24で、それぞれ、外方へ分岐した第1乃至第4の分岐線路31~34を有する。

【0034】

第1のポート(第1の入力ポート)P1は、第1の分岐線路31を介して、第1の分岐点21に接続されている。第2のポート(第2の入力ポート)P2は、第2の分岐線路32を介して、第2の分岐点22に接続されている。第1の分岐線路31は第1の入力線路とも呼ばれ、第2の分岐線路32は第2の入力線路とも呼ばれる。第3のポート(第1の出力ポート)P3は、第3の分岐線路33を介して第3の分岐点23に接続されている。第4のポート(第2の出力ポート)P4は、第4の分岐線路24を介して第4の分岐点34に接続されている。第3の分岐線路33は第1の出力線路とも呼ばれ、第4の分岐線路34は第2の出力線路とも呼ばれる。

40

【0035】

図1において、(A)は第1の入力ポートP1から入力信号を入力した場合を示し、(B)は第2の入力ポートP2から入力信号を入力した場合を示す。

【0036】

最初に、図1(A)を参照して、第1の入力ポートP1から入力信号が入力された場合

50

の動作について説明する。

【0037】

第1の入力ポートP1から供給された入力信号は、第1の出力ポートP3および第2の出力ポートP4に分岐され、それぞれ、第1の出力信号および第2の出力信号として出力される。第1および第2の出力信号の出力電力は、入力信号の入力電力の半分である。また、第1および第2の出力信号の位相は、入力信号に対して、第1の出力ポートP3で90°遅れ、第2の出力ポートP4で180°遅れる。第2の入力ポートP2には信号は出力されず、周辺回路とアイソレーションが保たれる。すなわち、第2の入力ポートP2は、周辺回路と切り離される。

【0038】

次に、図1(B)を参照して、第2の入力ポートP2から入力信号が入力された場合の動作について説明する。

【0039】

第2の入力ポートP2から供給された入力信号は、第1の出力ポートP3および第2の出力ポートP4に分岐され、それぞれ、第1の出力信号および第2の出力信号として出力される。第1および第2の出力信号の出力電力は、入力信号の入力電力の半分である。第1の出力ポートP3には、入力信号に対して位相が180°遅れて第1の出力信号が出力される。第2の出力ポートP4には、入力信号に対して位相が90°遅れて第2の出力信号が出力される。第1の入力ポートP1には信号は出力されず、周辺回路とアイソレーションが保たれる。すなわち、第1の入力ポートP1は、周辺回路と切り離される。

【0040】

このように、90°ハイブリッド回路10は、入力信号を二つの出力ポートP3、P4に分岐する。そして、二つの出力信号は位相が90°ずれている。

【0041】

したがって、90°ハイブリッド回路10の二つの出力ポートP3、P4を図示しないアンテナ素子(放射素子)の2つの給電点に(例えば、スルーホールを介して)接続することにより、アンテナ素子(放射素子)から円偏波を放射させることが可能となる。

【0042】

したがって、このような90°ハイブリッド回路10を給電回路として使用したマイクロストリップアンテナ(MSA)は、2点給電方式MSAとなることが分かる。しかしながら、そのようなMSAは、1つの偏波(本例では、円偏波)のみしか放射(送受信)できない。

【0043】

[実施の形態]

次に、発明を実施するための形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0044】

図2は、本発明の一実施の形態に係る給電回路として使用されるハイブリッド回路10Aを示す回路図である。

【0045】

図示のハイブリッド回路10Aは、後述するように、環状線路の構成が相違し、且つ、2つの出力線路と2つの出力ポートとを更に備えている点を除いて、図1に図示した関連の90°ハイブリッド回路10と同様の構成を有し、動作をする。したがって、以下では、図1に示したものと同様の機能を有するものには同一の参照符号を付して、相違点について詳細に説明する。

【0046】

図示のハイブリッド回路10Aは、環状回路として、第1の部分線路11、第2の部分線路12、第3の部分線路13A、および第4の部分線路14Aを備える。

【0047】

第3の部分線路13Aは、第3の部分線路13と異なり、特性インピーダンス Z_0 を持つ。第4の部分線路14Aも、第4の部分線路14と異なり、特性インピーダンス Z_0 を

10

20

30

40

50

持つ。

【 0 0 4 8 】

したがって、環状線路を構成する第 1 乃至第 4 の部分線路 1 1、1 2、1 3 A、および 1 4 A は、全て、同じ電気長 $L = \quad / 4$ を持ち、同じ特性インピーダンス Z_0 を持つ。

【 0 0 4 9 】

第 1 および第 2 のポート（第 1 および第 2 の入力ポート）P 1 および P 2 の入力インピーダンスは、 $Z_0 / 4$ に等しい。第 1 のポート（第 1 の入力ポート）P 1 は、第 1 の分岐線路（第 1 の入力線路）3 1 A を介して第 1 の分岐点 2 1 に接続されている。第 2 のポート（第 2 の入力ポート）P 2 は、第 2 の分岐線路（第 2 の入力線路）3 2 A を介して第 2 の分岐点 2 2 に接続されている。

10

【 0 0 5 0 】

第 3 および第 4 のポート（第 1 および第 2 の出力ポート）P 3 および P 4 の出力インピーダンスは、 $Z_0 / 2$ に等しい。第 3 のポート（第 1 の出力ポート）P 3 は、第 3 の分岐線路（第 1 の出力線路）3 3 A を介して第 3 の分岐点 2 3 に接続されている。第 4 のポート（第 2 の出力ポート）P 4 は、第 4 の分岐線路（第 2 の出力線路）3 4 A を介して第 4 の分岐点 2 4 に接続されている。

【 0 0 5 1 】

図示のハイブリッド回路 1 0 A は、第 5 および第 6 のポート P 5、P 6 を更に有する。第 5 のポート P 5 は第 3 の出力ポートとも呼ばれ、第 6 のポート P 6 は第 4 の出力ポートとも呼ばれる。第 5 および第 6 のポート（第 3 および第 4 の出力ポート）P 5 および P 6 の出力インピーダンスは、 $Z_0 / 2$ に等しい。第 5 のポート（第 3 の出力ポート）P 5 は、第 5 の分岐線路 3 5 を介して第 1 の分岐点 2 1 に接続されている。第 6 のポート（第 4 の出力ポート）P 6 は、第 6 の分岐線路 3 6 を介して第 2 の分岐点 2 2 に接続されている。第 5 の分岐線路 3 5 は第 3 の出力線路とも呼ばれ、第 6 の分岐線路 3 6 は第 4 の出力線路とも呼ばれる。

20

【 0 0 5 2 】

図 2 において、(A) は第 1 の入力ポート P 1 から第 1 の入力信号を入力した場合を示し、(B) は第 2 の入力ポート P 2 から第 2 の入力信号を入力した場合を示す。

【 0 0 5 3 】

最初に、図 2 (A) を参照して、第 1 の入力ポート P 1 から第 1 の入力信号が入力された場合の動作について説明する。

30

【 0 0 5 4 】

第 1 の入力ポート P 1 から供給された第 1 の入力信号は、第 1 の分岐線路（第 1 の入力線路）3 1 A を介して第 1 の分岐点 2 1 に供給される。第 1 の分岐点 2 1 での第 1 の入力信号の一部分は、第 5 の分岐線路（第 3 の出力線路）3 5 を介して第 3 の出力ポート P 5 から第 1 の出力信号として出力される。第 1 の分岐点 2 1 での第 1 の入力信号の残りの部分は、第 2 の分岐点 2 2 並びに第 3 の分岐点 2 3 では、右回りの信号と左回りの信号とが互いに逆相となるためそのまま通過し、第 4 の分岐点 2 4 で第 4 の分岐線路（第 2 の出力線路）3 4 A を介して第 2 の出力ポート P 4 から第 2 の出力信号として出力される。第 1 の出力信号と第 2 の出力信号とは、位相が 180° ずれている。第 2 の入力ポート P 2、第 4 の出力ポート P 6、および第 1 の出力ポート P 3 には信号は出力されず、周辺回路とアイソレーションが保たれる。すなわち、第 2 の入力ポート P 2、第 4 の出力ポート P 6、および第 1 の出力ポート P 3 は、周辺回路と切り離される。

40

【 0 0 5 5 】

次に、図 2 (B) を参照して、第 2 の入力ポート P 2 から第 2 の入力信号が入力された場合の動作について説明する。

【 0 0 5 6 】

第 2 の入力ポート P 2 から供給された第 2 の入力信号は、第 2 の分岐線路（第 2 の入力線路）3 2 A を介して第 2 の分岐点 2 2 に供給される。第 2 の分岐点 2 2 での第 2 の入力信号の一部分は、第 6 の分岐線路（第 4 の出力線路）3 6 を介して第 4 の出力ポート P 6

50

から第3の出力信号として出力される。第2の分岐点22での第2の入力信号の残りの部分は、第1の分岐点21並びに第4の分岐点24では、右回りの信号と左回りの信号とが互いに逆相となるためそのまま通過し、第3の分岐点23で第3の分岐線路(第1の出力線路)33Aを介して第1の出力ポートP3から第4の出力信号として出力される。第3の出力信号と第4の出力信号とは、位相が180°ずれている。第1の入力ポートP1、第3の出力ポートP5、および第2の出力ポートP4には信号は出力されず、周辺回路とアイソレーションが保たれる。すなわち、第1の入力ポートP1、第3の出力ポートP5、および第2の出力ポートP4は、周辺回路と切り離される。

【0057】

このように、ハイブリッド回路10Aは、入力信号を四つの出力ポートP3~P6に分岐する。したがって、ハイブリッド回路10Aの四つの出力ポートP3~P6を図示しないアンテナ素子(放射素子)の4つの給電点に(例えば、スルーホールを介して)接続することにより、アンテナ素子(放射素子)から、一度に互いに直交する2つの直線偏波を放射させることが可能となる。

10

【0058】

したがって、このようなハイブリッド回路10Aを給電回路として使用したマイクロストリップアンテナ(MSA)は、4点給電方式MSAとなることが分かる。そのようなMSAは、2つの偏波(本例では、直線偏波)を放射(送受信)することができる。

【0059】

次に、図1に示した関連の給電回路10と、図2に示した本実施形態に係る給電回路10Aとの間の主な相違点について説明する。

20

【0060】

図1に示した関連の給電回路10では、出力信号は、入力信号が供給される分岐点(21、22)から離れた分岐点(23、24)に接続された出力ポート(P3、P4)のみから出力される。

【0061】

これに対して、図2に示した本実施形態に係る給電回路10Aでは、出力信号は、入力信号が供給される分岐点(21、22)に接続された出力ポート(P5、P6)と、それから離れた分岐点(23、24)に接続された出力ポート(P3、P4)と、の両方から出力される。

30

【実施例1】

【0062】

次に、図3乃至図5を参照して、図2に示したハイブリッド回路10Aを給電回路として用いた4点給電方式マイクロストリップアンテナ(MSA)100について説明する。

【0063】

図3は4点給電方式MSA100を示す透視斜視図である。図4は図3をZ-X平面で切断した断面図である。図5は図3をZ-Y平面で切断した断面図である。

【0064】

ここでは、図3乃至図5に示されるように、直交座標系(X, Y, Z)を使用している。図3乃至図5に示された状態では、直交座標系(X, Y, Z)において、X軸方向は前後方向(奥行方向)であり、Y軸方向は左右方向であり、Z軸方向は上下方向(高さ方向)である。そして、本例では、後述する上部接地導体71の中心を直交座標系(X, Y, Z)の原点Oとしている。

40

【0065】

図示の4点給電方式MSA100は、実質的に直方体の形状をしている。4点給電方式MSA100は、第1乃至第4の誘電体基板51、52、53、および54を備える。これら第1乃至第4の誘電体基板51~54は、図3に示されるように、この順番で、上側から下側へ積層されている。

【0066】

第1の誘電体基板51の上面には、矩形形状の上部パッチ61が形成されている。第1

50

の誘電体基板 5 1 の下面には、実質的に矩形形状の下部パッチ 6 2 が形成されている。すなわち、第 1 の誘電体基板 5 1 は、上部パッチ 6 1 と下部パッチ 6 2 との間に挟まれている。上部パッチ 6 1 と下部パッチ 6 2 とは電磁的に結合されている。したがって、上部パッチ 6 1 と下部パッチ 6 2 との組み合わせによって、M S A 素子（アンテナ素子）6 0 が構成されている。

【 0 0 6 7 】

下部パッチ 6 2 は、第 1 の誘電体基板 5 1 の下面と第 2 の誘電体基板 5 2 の上面との間に挟まれている。

【 0 0 6 8 】

4 点給電方式 M S A 1 0 0 は、矩形形状の上部接地導体 7 1 と、矩形形状の下部接地導体 7 2 とを有する。上部接地導体 7 1 は、第 2 の誘電体基板 5 2 の下面と第 3 の誘電体基板 5 3 の上面との間に挟まれている。下部接地導体 7 2 は、第 4 の誘電体基板 5 4 の下面に形成されている。

【 0 0 6 9 】

本発明の実施形態に係る給電回路（ハイブリッド回路）1 0 A は、実質的に、第 3 の誘電体基板 5 3 の下面と第 4 の誘電体基板 5 4 の上面との間に挟まれて形成されている。

【 0 0 7 0 】

図示の例では、第 1 のポート（第 1 の入力ポート）P 1 は、第 3 の誘電体基板 5 3 と第 4 の誘電体基板 5 4 との間の前端に形成されている。第 2 のポート（第 2 の入力ポート）P 2 は、第 3 の誘電体基板 5 3 と第 4 の誘電体基板 5 4 との間の右端に形成されている。第 1 の分岐線路（第 1 の入力線路）3 1 A は、第 1 のポート（第 1 の入力ポート）P 1 から前後方向 X に延在している。第 2 の分岐線路（第 2 の入力線路）3 2 A は、第 2 のポート（第 2 の入力ポート）P 2 から左右方向 Y に延在している。

【 0 0 7 1 】

給電回路（ハイブリッド回路）1 0 A における環状線路（1 1、1 2、1 3 A、1 4 A）は、原点 O を通る上下方向 Z の回りで、第 4 の誘電体基板 5 4 の上面に環状に形成されている。図示の環状線路（1 1、1 2、1 3 A、1 4 A）は、菱形の形状をしている。

【 0 0 7 2 】

第 1 の分岐点 2 1 は、原点 O を通る上下方向 Z よりも前後方向 X の前方に形成されている。第 2 の分岐点 2 2 は、原点 O を通る上下方向 Z よりも左右方向 Y の右方に形成されている。第 3 の分岐点 2 3 は、原点 O を通る上下方向 Z よりも左右方向 Y の左方に形成されている。第 4 の分岐点 2 4 は、原点 O を通る上下方向 Z よりも前後方向 X の後方に形成されている。

【 0 0 7 3 】

図 5 に示されるように、第 3 の分岐線路（第 1 の出力線路）3 3 A は、第 3 の分岐点 2 3 から上下方向 Z の上方へ延在して、第 3 の誘電体基板 5 3 と第 2 の誘電体基板 5 2 とを貫通して形成された、第 1 のスルーホールから成る。この第 1 のスルーホール 3 3 A の上端が第 3 のポート（第 1 の出力ポート）P 3 を形成している。この第 3 のポート（第 1 の出力ポート）P 3 は、下部パッチ 6 2 の第 1 の給電点 6 2 1 と接続されている。

【 0 0 7 4 】

図 4 に示されるように、第 4 の分岐線路（第 2 の出力線路）3 4 A は、第 4 の分岐点 2 4 から上下方向 Z の上方へ延在して、第 3 の誘電体基板 5 3 と第 2 の誘電体基板 5 2 とを貫通して形成された、第 2 のスルーホールから成る。この第 2 のスルーホール 3 4 A の上端が第 4 のポート（第 2 の出力ポート）P 4 を形成している。この第 4 のポート（第 2 の出力ポート）P 4 は、下部パッチ 6 2 の第 2 の給電点 6 2 2 と接続されている。

【 0 0 7 5 】

図 4 に示されるように、第 5 の分岐線路（第 3 の出力線路）3 5 は、第 1 の分岐点 2 1 から上下方向 Z の上方へ延在して、第 3 の誘電体基板 5 3 と第 2 の誘電体基板 5 2 とを貫通して形成された、第 3 のスルーホールから成る。この第 3 のスルーホール 3 5 の上端が第 5 のポート（第 3 の出力ポート）P 5 を形成している。この第 5 のポート（第 3 の出力

10

20

30

40

50

ポート) P 5 は、下部パッチ 6 2 の第 3 の給電点 6 2 3 に接続されている。

【 0 0 7 6 】

図 5 に示されるように、第 6 の分岐線路 (第 4 の出力線路) 3 6 は、第 2 の分岐点 2 2 から上下方向 Z の上方へ延在して、第 3 の誘電体基板 5 3 と第 2 の誘電体基板 5 2 とを貫通して形成された、第 4 のスルーホールから成る。この第 4 のスルーホール 3 6 の上端が第 6 のポート (第 4 の出力ポート) P 6 を形成している。この第 6 のポート (第 4 の出力ポート) P 6 は、下部パッチ 6 2 の第 4 の給電点 6 2 4 と接続されている。

【 0 0 7 7 】

上述したように、本例では、第 1 乃至第 4 の出力線路 3 3 A、3 4 A、3 5、および 3 6 は、それぞれ、第 3 の誘電体基板 5 3 と第 2 の誘電体基板 5 2 とを貫通して形成された、第 1 乃至第 4 のスルーホールから成る。

10

【 0 0 7 8 】

上部接地導体 7 1 は、それぞれ第 1 乃至第 4 のスルーホール 3 3 A、3 4 A、3 5、および 3 6 とほぼ同心で、かつ第 1 乃至第 4 のスルーホール 3 3 A、3 4 A、3 5、および 3 6 の直径よりも大きい直径の第 1 乃至第 4 の開口部 7 1 1、7 1 2、7 1 3、および 7 1 4 を持つ。

【 0 0 7 9 】

下部パッチ 6 2 は、第 1 乃至第 4 の給電点 6 2 1 ~ 6 2 4 の周囲にそれぞれ設けられた、第 1 乃至第 4 のスリット 6 2 6、6 2 7、6 2 8、および 6 2 9 を持つ。図示の例では、第 1 乃至第 4 のスリット 6 2 6 ~ 6 2 9 は、それぞれ、第 1 乃至第 4 の給電点 6 2 1 ~ 6 2 4 よりも原点 O を通過する上下方向 Z に向かって内側に形成された、半環の形状をしている。

20

【 0 0 8 0 】

給電回路 (ハイブリット回路) 1 0 A の特性インピーダンスは、M S A 素子 6 0 のインピーダンスの半分となっている。

【 0 0 8 1 】

次に、図 3 乃至図 5 に示した 4 点給電方式 M S A 1 0 0 の動作 (給電方法) について説明する。

【 0 0 8 2 】

最初に、第 1 の入力ポート P 1 から第 1 の入力信号を供給した場合の動作について説明する。

30

【 0 0 8 3 】

この場合、第 1 の入力ポート P 1 に供給された第 1 の入力信号は、第 1 の入力線路 3 1 A を通って、第 1 の分岐点 2 1 に達する。この第 1 の分岐点 2 1 で、第 1 の入力信号の一部は、第 3 のスルーホール 3 5 を通って第 3 の出力ポート P 5 から下部パッチ 6 2 の第 3 の給電点 6 2 3 に、第 1 の出力信号として給電される。

【 0 0 8 4 】

一方、第 1 の分岐点 2 1 に達した第 1 の入力信号の残りは、前述した理由により、給電回路 1 0 A の第 3 の分岐点 2 3 と第 2 の分岐点 2 2 とをそのまま通過し、第 4 の分岐点 2 4 で、第 2 のスルーホール 3 4 A を通って第 2 の出力ポート P 4 から下部パッチ 6 2 の第 2 の給電点 6 2 2 に、第 2 の出力信号として給電される。

40

【 0 0 8 5 】

第 1 の出力信号と第 2 の出力信号とは、位相が 1 8 0 ° ずれている。

【 0 0 8 6 】

この状態では、前述したように、第 2 の入力ポート P 2、第 4 の出力ポート P 6、および第 1 の出力ポート P 3 は、アイソレーションポートとなっている。

【 0 0 8 7 】

次に、第 2 の入力ポート P 2 から第 2 の入力信号を供給した場合の動作について説明する。

【 0 0 8 8 】

50

この場合、第2の入力ポートP2に供給された第2の入力信号は、第2の入力線路32Aを通過して、第2の分岐点22に達する。この第2の分岐点22で、第2の入力信号の一部は、第4のスルーホール36を通過して第4の出力ポートP6から下部パッチ62の第4の給電点624に、第3の出力信号として給電される。

【0089】

一方、第2の分岐点22に達した第2の入力信号の残りは、前述した理由により、給電回路10Aの第1の分岐点21と第4の分岐点24とをそのまま通過し、第3の分岐点23で、第1のスルーホール33Aを通過して第1の出力ポートP3から下部パッチ62の第1の給電点621に、第4の出力信号として供給される。

【0090】

第3の出力信号と第4の出力信号とは、位相が180°ずれている。

【0091】

この状態では、前述したように、第1の入力ポートP1、第3の出力ポートP5、および第2の出力ポートP4は、アイソレーションポートとなっている。

【0092】

このように、本実施例によれば、下部パッチ62の第3の給電点623と第2の給電点622との間と、下部パッチ62の第4の給電点624と第1の給電点621との間に、独立した直交する電界を得ることが出来る。

【0093】

図3乃至図5に示した給電回路10Aを用いた4点給電方式マイクロストリップアンテナ(MSA)100の効果について説明する。

【0094】

MSA100の給電回路としてハイブリッド回路10Aを採用しているため、アイソレーションが向上するとともに4点(直交する2方向に対し各2点)に対し給電しても、十分なスペクタクルが取得できるようになる。このため、MSA100として十分な特性を得ることが出来るようになる。

【0095】

また、上部パッチ61と下部パッチ62とを電磁的に接続しているため、広帯域化に寄与することが可能となる。

【0096】

さらに、給電回路10Aは、MSA素子(アンテナ素子)60の裏面に直結して配置されるため、小型の4点給電方式MSA100を提供することができる。

【0097】

以上、実施の形態(実施例)を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施の形態(実施例)に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のScope内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

【0098】

例えば、上記実施の形態(実施例)では、環状線路は菱形をしているが、それに限定されず、円形(円環形状)であっても良く、4つの部分線路が互いに等しい電気長と特性インピーダンスとを持ちさえすれば、どのような形状であっても構わない。

【産業上の利用可能性】

【0099】

本発明による給電回路(ハイブリッド回路)は、通信衛星用アンテナや、科学衛星用アンテナ、合成開口レーダー用アンテナ、データ伝送用アンテナ等のマイクロストリップアンテナ用の給電回路として利用可能である。

【0100】

この出願は、2016年2月24日に出願された日本出願特願2016-032743号を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

【符号の説明】

【0101】

10

20

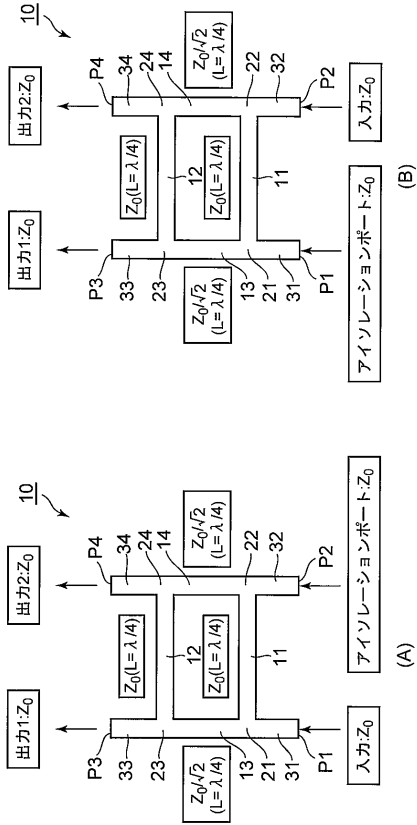
30

40

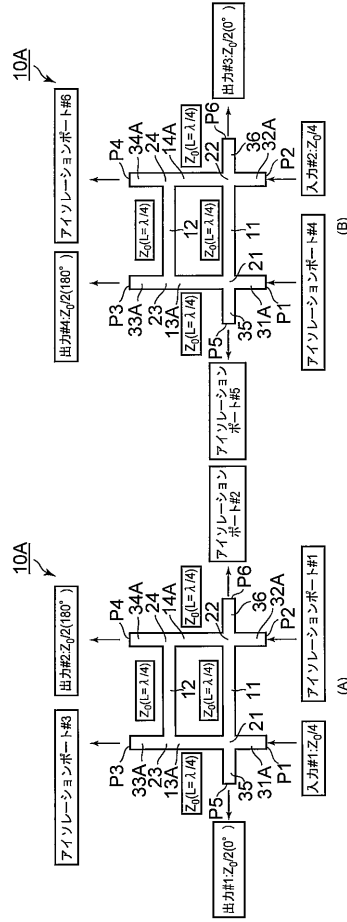
50

1 0 A	ハイブリッド回路 (給電回路)	
1 1	第 1 の部分線路	
1 2	第 2 の部分線路	
1 3 A	第 3 の部分線路	
1 4 A	第 4 の部分線路	
2 1	第 1 の分岐点	
2 2	第 2 の分岐点	
2 3	第 3 の分岐点	
2 4	第 4 の分岐点	
3 1 A	第 1 の分岐線路 (第 1 の入力線路)	10
3 2 A	第 2 の分岐線路 (第 2 の入力線路)	
3 3 A	第 3 の分岐線路 (第 1 の出力線路 ; 第 1 のスルーホール)	
3 4 A	第 4 の分岐線路 (第 2 の出力線路 ; 第 2 のスルーホール)	
3 5	第 5 の分岐線路 (第 3 の出力線路 ; 第 3 のスルーホール)	
3 6	第 6 の分岐線路 (第 4 の出力線路 ; 第 4 のスルーホール)	
5 1	第 1 の誘電体基板	
5 2	第 2 の誘電体基板	
5 3	第 3 の誘電体基板	
5 4	第 4 の誘電体基板	
6 0	M S A 素子 (アンテナ素子)	20
6 1	上部パッチ	
6 2	下部パッチ	
6 2 1	第 1 の給電点	
6 2 2	第 2 の給電点	
6 2 3	第 3 の給電点	
6 2 4	第 4 の給電点	
6 2 6	第 1 のスリット	
6 2 7	第 2 のスリット	
6 2 8	第 3 のスリット	
6 2 9	第 4 のスリット	30
7 1	上部接地導体	
7 1 1	第 1 の開口部	
7 1 2	第 2 の開口部	
7 1 3	第 3 の開口部	
7 1 4	第 4 の開口部	
7 2	下部接地導体	
1 0 0	4 点給電方式マイクロストリップアンテナ (M S A)	
P 1	第 1 のポート (第 1 の入力ポート)	
P 2	第 2 のポート (第 2 の入力ポート)	
P 3	第 3 のポート (第 1 の出力ポート)	40
P 4	第 4 のポート (第 2 の出力ポート)	
P 5	第 5 のポート (第 3 の出力ポート)	
P 6	第 6 のポート (第 4 の出力ポート)	
O	原点	

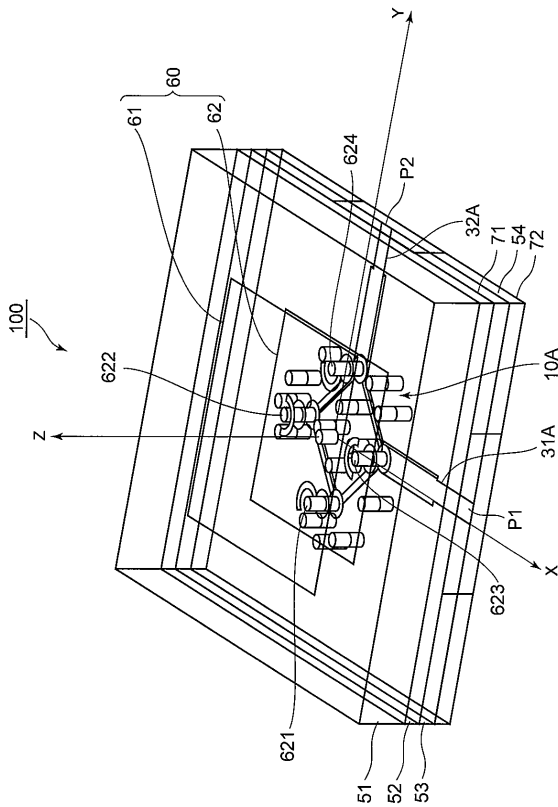
【図1】



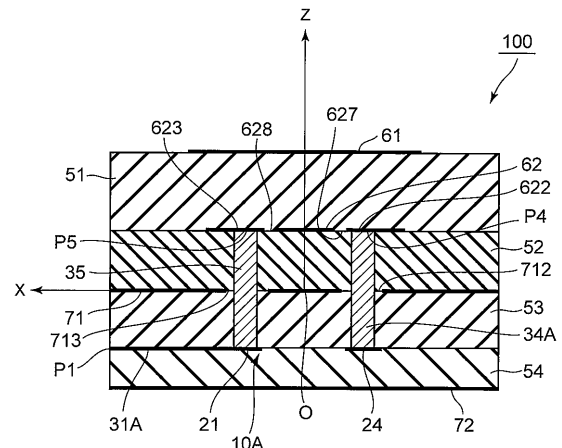
【図2】



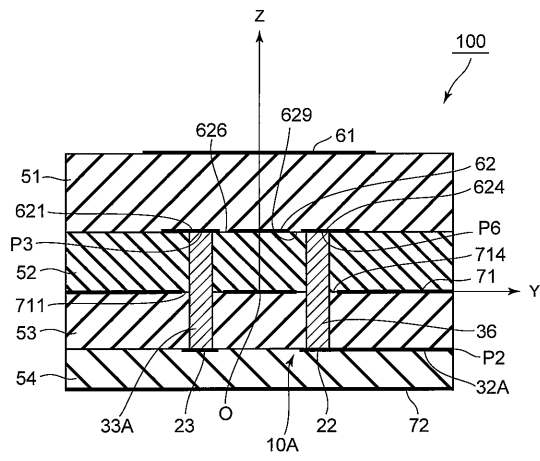
【図3】



【図4】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許第05880694(US,A)
米国特許出願公開第2013/0201066(US,A1)
特開2001-044753(JP,A)
特開平08-125413(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01P 1/00 - 11/00
H01Q 1/00 - 25/04
IEEE Xplore