

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-296429

(P2009-296429A)

(43) 公開日 平成21年12月17日(2009.12.17)

(51) Int.Cl.			F I		テーマコード (参考)	
HO4B	1/44	(2006.01)	HO4B	1/44		5J012
HO1P	1/15	(2006.01)	HO1P	1/15		5J050
HO3K	17/74	(2006.01)	HO3K	17/74	G	5K011

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2008-149210 (P2008-149210)	(71) 出願人	000201777 双信電機株式会社
(22) 出願日	平成20年6月6日(2008.6.6)		長野県佐久市長土呂800-38
		(74) 代理人	100077665 弁理士 千葉 剛宏
		(74) 代理人	100116676 弁理士 宮寺 利幸
		(74) 代理人	100142066 弁理士 鹿島 直樹
		(74) 代理人	100126468 弁理士 田久保 泰夫
		(74) 代理人	100149261 弁理士 大内 秀治

最終頁に続く

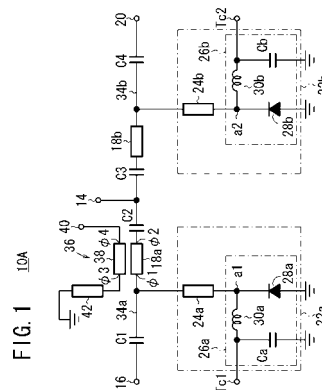
(54) 【発明の名称】 高周波スイッチ

(57) 【要約】

【課題】少なくとも送信信号の反射波を検出することができるアンテナスイッチを提供する。

【解決手段】送信端子16からの送信信号を伝送させる第1 / 4信号伝送路18aに対して、第1スイッチ回路22aが並列に接続され、受信信号を受信端子20に伝送させる第2 / 4信号伝送路18bに対して、第2スイッチ回路22bが並列に接続された第1アンテナスイッチ10Aにおいて、第1 / 4信号伝送路18aを構成要素の1つとし、送信信号の反射波を検出する方向性結合器36を有する。この方向性結合器36は、上述した第1 / 4信号伝送路18aと、該第1 / 4信号伝送路18aに対向して配置された / 4線路38と、該 / 4線路38の一端に接続された反射波出力端子40と、 / 4線路38の他端に接続された終端抵抗42とを有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

送信端子からの送信信号を伝送させる第 1 信号伝送路に対して、第 1 スイッチ回路が並列に接続され、受信信号を受信端子に伝送させる第 2 信号伝送路に対して、第 2 スイッチ回路が並列に接続された高周波スイッチにおいて、

前記第 1 信号伝送路を構成要素として含み、少なくとも前記送信信号の反射波を検出する方向性結合器を有することを特徴とする高周波スイッチ。

【請求項 2】

請求項 1 記載の高周波スイッチにおいて、

前記方向性結合器は、

前記第 1 信号伝送路に対向して配置された線路と、

前記線路の一端に接続された反射波出力端子と、

前記線路の他端に接続された終端抵抗とを有することを特徴とする高周波スイッチ。

10

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の高周波スイッチにおいて、

前記送信端子と前記第 1 信号伝送路との間に接続された第 3 信号伝送路に対して第 3 スイッチ回路が並列に接続され、

前記第 3 信号伝送路を構成要素として含み、少なくとも前記送信信号の進行波を検出する第 2 方向性結合器を有することを特徴とする高周波スイッチ。

【請求項 4】

請求項 3 記載の高周波スイッチにおいて、

前記方向性結合器は、

前記第 1 信号伝送路に対向して配置された第 1 線路と、

前記第 1 線路の一端に接続された反射波出力端子と、

前記第 1 線路の他端に接続された終端抵抗とを有し、

前記第 2 方向性結合器は、

前記第 3 信号伝送路に対向して配置された第 2 線路と、

前記第 2 線路の一端に接続された進行波出力端子と、

前記第 2 線路の他端に接続された第 2 終端抵抗とを有することを特徴とする高周波スイッチ。

20

30

【請求項 5】

請求項 1 記載の高周波スイッチにおいて、

前記方向性結合器は、前記送信信号の反射波及び進行波を検出することを特徴とする高周波スイッチ。

【請求項 6】

請求項 5 記載の高周波スイッチにおいて、

前記方向性結合器は、

前記第 1 信号伝送路に対向して配置された線路と、

前記線路の一端に接続された反射波出力端子と、

前記線路の他端に接続された進行波出力端子とを有することを特徴とする高周波スイッチ。

40

【請求項 7】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の高周波スイッチにおいて、

前記第 1 スイッチ回路は、第 1 伝送路と 1 以上の第 1 PIN ダイオードを含む回路とが直列に接続され、

前記第 2 スイッチ回路は、第 2 伝送路と 1 以上の第 2 PIN ダイオードを含む回路とが直列に接続されていることを特徴とする高周波スイッチ。

【請求項 8】

請求項 3 又は 4 記載の高周波スイッチにおいて、

前記第 3 スイッチ回路は、第 3 伝送路と 1 以上の第 3 PIN ダイオードを含む回路とが

50

直列に接続されていることを特徴とする高周波スイッチ。

【請求項 9】

請求項 1、2、3、4 又は 6 記載の高周波スイッチにおいて、前記信号伝送路は / 4 信号伝送路であることを特徴とする高周波スイッチ。

【請求項 10】

請求項 2、4 又は 6 記載の高周波スイッチにおいて、前記線路は / 4 線路であることを特徴とする高周波スイッチ。

【請求項 11】

請求項 7 又は 8 記載の高周波スイッチにおいて、前記伝送路は / 4 伝送路であることを特徴とする高周波スイッチ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高周波信号を切り替える高周波スイッチに関し、特に、アンテナに接続されるアンテナスイッチ、例えば TDD (Time Division Duplex) スイッチ等に用いて好適な高周波スイッチに関する。

【背景技術】

【0002】

従来のアンテナスイッチ等の高周波スイッチとしては、例えば特許文献 1 記載のマイクロ波スイッチや特許文献 2 記載の送受信切り換え装置が知られている。

20

【0003】

特許文献 1 記載のマイクロ波スイッチは、信号ラインに直列及び並列に PIN ダイオードを挿入し、PIN ダイオードに順電流を流して PIN ダイオードをオンとし、また、PIN ダイオードを逆バイアスして PIN ダイオードをオフさせることにより、高周波信号を切り替えるようにしている。

【0004】

特許文献 2 記載の送受信切り換え装置は、信号伝送ラインに、伝送ラインとそれに直列に配置された PIN ダイオード等を並列に挿入してスイッチを構成した回路方式を採用している。

【0005】

30

【特許文献 1】特許第 2532122 号公報

【特許文献 2】特許第 2830319 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上述のような高周波スイッチを利用した送受信切換え方式としては、以下に示すような 2 種類の方式（第 1 送受信切換え方式及び第 2 送受信切換え方式）が通常使われる。

【0007】

第 1 送受信切換え方式は、図 17 に示すように、送受信器 100 と送受信アンテナ 102（又はバンドパスフィルタ 104 を介して）との間における送信ライン 106 に、送信アンプ 108 とアイソレータ 111 を接続し、送受信器 100 と送受信アンテナ 102（又はバンドパスフィルタ 104 を介して）との間における受信ライン 110 に受信アンプ 112 を接続し、送信ライン 106 と受信ライン 110 との結合点に高周波スイッチ 114 を接続した方式である。

40

【0008】

第 2 送受信切換え方式は、図 18 に示すように、送信ライン 106 に送信アンプ 108 を接続し、受信ライン 110 に受信アンプ 112 と高周波スイッチ 114 を接続し、送信ライン 106 と受信ライン 110 との結合点にサーキュレータ 116 を接続した方式である。

50

【 0 0 0 9 】

上述の高周波スイッチにおいては、送受信器 1 0 0 とアンテナ 1 0 2 との間には、同軸線路等の給電線が接続されるが、送受信器 1 0 0 から出力された送信信号は進行波によってアンテナ 1 0 2 に運ばれた後、アンテナ 1 0 2 から空間に放射される。ここで、アンテナ 1 0 2 と給電線とが何らかの理由により整合しなくなったときは、アンテナ 1 0 2 で反射が発生して、反射波として送受信器 1 0 0 に戻ってくる。この場合、通信が正常に行われないだけでなく、送受信器 1 0 0 の故障、破壊につながるおそれがある。そこで、反射波を常に監視することが望ましい。また、送信信号の進行波のレベルを監視し、適正な値に制御することが望ましい。

【 0 0 1 0 】

そこで、送信信号の反射波及び進行波を検出するために、方向性結合器を挿入接続することが考えられる。

【 0 0 1 1 】

例えば第 1 送受信切換え方式では、図 1 7 に示すように、高周波スイッチ 1 1 4 とバンドパスフィルタ 1 0 4 の間に反射波検出のための第 1 方向性結合器 1 2 0 を挿入接続し、送信アンプ 1 0 8 とアイソレータ 1 1 1 の間に進行波検出のための第 2 方向性結合器 1 2 2 を挿入接続する。

【 0 0 1 2 】

第 2 送受信切換え方式では、図 1 8 に示すように、高周波スイッチ 1 1 4 と終端抵抗 1 2 4 の間に反射波検出のための第 1 方向性結合器 1 2 0 を挿入接続し、送信アンプ 1 0 8 とサーキュレータ 1 1 6 の間に進行波検出のための第 2 方向性結合器 1 2 2 を挿入接続する。

【 0 0 1 3 】

しかし、第 1 送受信切換え方式及び第 2 送受信切換え方式共に、第 1 方向性結合器 1 2 0 及び第 2 方向性結合器 1 2 2 という新たな 2 つの電子部品を挿入接続する必要があることから、システム全体の部品点数が多くなり、しかも、サイズも大きくなるという問題がある。これは、製造コストの高価格化にもつながる。また、伝送ロスの増大の問題もある。

【 0 0 1 4 】

なお、上述した特許文献 1 及び 2 には、反射波（及び進行波）を検出するという考えがなく、第 1 送受信切換え方式及び第 2 送受信切換え方式の高周波スイッチ 1 1 4 の代替品として使用できるに過ぎない。

【 0 0 1 5 】

本発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、1 つの高周波スイッチであっても、少なくとも送信信号の反射波を検出することができ、反射波検出機能付きの送信システムあるいは送受信システムの部品点数の低減、サイズの小型化をより促進することができ、製造コストの低廉化、伝送ロスの低減化も図ることができる高周波スイッチを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 6 】

本発明に係る高周波スイッチは、送信端子からの送信信号を伝送させる第 1 信号伝送路に対して、第 1 スイッチ回路が並列に接続され、受信信号を受信端子に伝送させる第 2 信号伝送路に対して、第 2 スイッチ回路が並列に接続された高周波スイッチにおいて、前記第 1 信号伝送路を構成要素として含み、少なくとも前記送信信号の反射波を検出する方向性結合器を有することを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

これにより、1 つの高周波スイッチであっても、少なくとも送信信号の反射波を検出することができ、反射波検出機能付きの送信システムあるいは送受信システムの部品点数の低減、サイズの小型化をより促進することができ、製造コストの低廉化も図ることができる。また、伝送ロスの低減化も図ることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

そして、本発明において、前記方向性結合器は、前記第 1 信号伝送路に対向して配置された線路と、前記線路の一端に接続された反射波出力端子と、前記線路の他端に接続された終端抵抗とを有するようによい。

【 0 0 1 9 】

また、本発明において、前記送信端子と前記第 1 信号伝送路との間に接続された第 3 信号伝送路に対して第 3 スイッチ回路が並列に接続され、前記第 3 信号伝送路を構成要素として含み、少なくとも前記送信信号の進行波を検出する第 2 方向性結合器を有するようによい。この場合、前記方向性結合器は、前記第 1 信号伝送路に対向して配置された第 1 線路と、前記第 1 線路の一端に接続された反射波出力端子と、前記第 1 線路の他端に接続された終端抵抗とを有し、前記第 2 方向性結合器は、前記第 3 信号伝送路に対向して配置された第 2 線路と、前記第 2 線路の一端に接続された進行波出力端子と、前記第 2 線路の他端に接続された第 2 終端抵抗とを有するようによい。

10

【 0 0 2 0 】

また、本発明において、前記方向性結合器は、前記送信信号の反射波及び進行波を検出するようによい。この場合、前記方向性結合器は、前記第 1 信号伝送路に対向して配置された線路と、前記線路の一端に接続された反射波出力端子と、前記線路の他端に接続された進行波出力端子とを有するようによい。

【 0 0 2 1 】

また、本発明において、前記第 1 スイッチ回路は、第 1 伝送路と 1 以上の第 1 P I N ダイオードを含む回路とが直列に接続され、前記第 2 スイッチ回路は、第 2 伝送路と 1 以上の第 2 P I N ダイオードを含む回路とが直列に接続されていてもよい。

20

【 0 0 2 2 】

また、前記第 3 スイッチ回路は、第 3 伝送路と 1 以上の第 3 P I N ダイオードを含む回路とが直列に接続されていてもよい。

【 0 0 2 3 】

なお、上述した信号伝送路は、3 / 4 信号伝送路、 / 4 信号伝送路等、電気長を限定しないが、 / 4 信号伝送路が小型化等の点で好ましい。また、上述した前記線路は、3 / 4 線路、 / 4 線路等のいずれを使用してもよいが、 / 4 線路が好ましい。また、上述した前記伝送路は、3 / 4 伝送路、 / 4 伝送路等のいずれを使用してもよいが、 / 4 伝送路が小型化等の点で好ましい。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 2 4 】

以上説明したように、本発明に係る高周波スイッチによれば、1つの高周波スイッチであっても、少なくとも送信信号の反射波を検出することができ、反射波検出機能付きの送信システムあるいは送受信システムの部品点数の低減、サイズの小型化をより促進することができ、製造コストの低廉化、伝送ロス低減化も図ることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 5 】

以下、本発明に係る高周波スイッチを、例えばアンテナスイッチに適用した実施の形態例を図 1 ~ 図 1 6 を参照しながら説明する。なお、 は、スイッチの動作周波数帯の中心周波数に対応する波長で、以下の伝送路での波長を表すものとする。

40

【 0 0 2 6 】

第 1 の実施の形態に係るアンテナスイッチ（以下、第 1 アンテナスイッチ 1 0 A と記す）は、図 1 に示すように、アンテナ接続端子 1 4 と送信端子 1 6 との間に接続された 1 つの第 1 / 4 信号伝送路 1 8 a と、アンテナ接続端子 1 4 と受信端子 2 0 との間に接続された 1 つの第 2 / 4 信号伝送路 1 8 b と、第 1 / 4 信号伝送路 1 8 a に対して並列に接続された第 1 スイッチ回路 2 2 a と、第 2 / 4 信号伝送路 1 8 b に対して並列に接続された第 2 スイッチ回路 2 2 b とを有する。なお、送信端子 1 6 と第 1 / 4 信号伝送路 1 8 a との間、第 1 / 4 信号伝送路 1 8 a とアンテナ接続端子 1 4 との間、アンテナ接

50

続端子14と第2 / 4信号伝送路18bとの間、第2 / 4信号伝送路18bと受信端子20との間にそれぞれキャパシタC1~C4が直列に接続されている。このキャパシタC1~C4は、後述するPINダイオードをオン/オフする電流を阻止するためのコンデンサで、高周波的にはショートとして働く。

【0027】

第1スイッチ回路22aは、キャパシタC1と第1 / 4信号伝送路18aとの間の信号ラインとGND(グランド)間に接続され、1つの第1 / 4伝送路24aと第1並列共振回路26aとが第1接点a1で直列に接続された直列回路を有する。

【0028】

第1並列共振回路26aは、第1接点a1とGND間に接続された1つの第1PINダイオード28aと、第1接点a1と第1制御端子Tc1間に接続された第1インダクタ30aと、第1制御端子Tc1とGND間に接続された第1キャパシタCaとを有する。この第1キャパシタCaは、第1PINダイオード28aをオン/オフする電流を阻止するためのコンデンサとして働く。

10

【0029】

第1制御端子Tc1には、第1PINダイオード28aに順電流を流して該第1PINダイオード28aをオンにするための順バイアス電圧Vc1と、第1PINダイオード28aを逆バイアスして第1PINダイオード28aをオフにするための逆バイアス電圧Vc2が印加されるようになっている。

【0030】

第2スイッチ回路22bは、上述した第1スイッチ回路22aと同様に、第2 / 4信号伝送路18bとキャパシタC4との間の信号ラインとGND(グランド)間に接続され、1つの第2 / 4伝送路24bと第2並列共振回路26bとが第2接点a2で直列に接続された直列回路を有する。

20

【0031】

第2並列共振回路26bは、第2接点a2とGND間に接続された1つの第2PINダイオード28bと、第2接点a2と第2制御端子Tc2間に接続された第2インダクタ30bと、第2制御端子Tc2とGND間に接続された第2キャパシタCbとを有する。この第2キャパシタCbは、第2PINダイオード28bをオン/オフする電流を阻止するためのコンデンサとして働く。

30

【0032】

第2制御端子Tc2には、第2PINダイオード28bに順電流を流して該第2PINダイオード28bをオンにするための順バイアス電圧Vc1と、第2PINダイオード28bを逆バイアスして第2PINダイオード28bをオフにするための逆バイアス電圧Vc2が印加されるようになっている。

【0033】

なお、第1制御端子Tc1に順バイアス電圧Vc1が印加される時には、第2制御端子Tc2に逆バイアス電圧Vc2が印加され、第1制御端子Tc1に逆バイアス電圧Vc2が印加される時には、第2制御端子Tc2に順バイアス電圧Vc1が印加される。第1制御端子Tc1の逆バイアス電圧Vc2と第2制御端子Tc2の逆バイアス電圧Vc2の電圧は、異なってもよい。

40

【0034】

そして、この第1アンテナスイッチ10Aは、第1 / 4信号伝送路18aを構成要素の1つとし、送信信号の反射波を検出する方向性結合器36を有する。

【0035】

この方向性結合器36は、上述した第1 / 4信号伝送路18aと、該第1 / 4信号伝送路18aに対向して配置された / 4線路38と、該 / 4線路38の一端に接続された反射波出力端子40と、 / 4線路38の他端に接続された終端抵抗42とを有する。なお、終端抵抗42の他端は接地とされている。

【0036】

50

ここで、方向性結合器 36 の動作原理について図 2 を参照しながら説明する。まず、方向性結合器 36 の第 1 端 1 ~ 第 4 端 4 について以下のように定義する。すなわち、第 1 / 4 信号伝送路 18 a の送信端子 16 側の端部を第 1 端 1、第 1 / 4 信号伝送路 18 a のアンテナ接続端子 14 側の端部を第 2 端 2、 / 4 線路 38 の送信端子 16 側の端部を第 3 端 3、 / 4 線路 38 のアンテナ接続端子 14 側の端部を第 4 端 4 とする。

【 0 0 3 7 】

このとき、方向性結合器 36 の第 1 端 1 に、送信端子 16 からの送信信号による進行波電力 P_a が加えられると、第 2 端 2 に進行波が現れ、第 3 端 3 に進行波電力 P_a に比例した電力 $d P_a$ の電波 (信号) が現れる。そして、アンテナで反射が発生して、方向性結合器 36 の第 2 端 2 に反射波電力 P_b が加わると、第 1 端 1 に反射波が現れ、第 4 端 4 に反射波電力 P_b に比例した電力 $d P_b$ の電波 (信号) が現れる。つまり、方向性結合器 36 の第 4 端 4 につながる反射波出力端子 40 から反射波電力 P_b に比例した信号が出力されることになり、反射波を検出することが可能となる。

10

【 0 0 3 8 】

次に、第 1 アンテナスイッチ 10 A の回路動作について図 3 ~ 図 7 を参照しながら説明する。

【 0 0 3 9 】

第 1 スイッチ回路 22 a を主体に説明すると、まず、第 1 制御端子 T_{c1} に順バイアス電圧 V_{c1} が印加されることで、第 1 PIN ダイオード 28 a がオンとなり、そのときの第 1 スイッチ回路 22 a の等価回路は図 3 A に示すようになる。すなわち、第 1 / 4 伝送路 24 a と GND 間に、等価的にインダクタンス L_a と第 1 PIN ダイオード 28 a のオン抵抗 R_o が並列に接続された回路が直列に接続された形態となる。

20

【 0 0 4 0 】

反対に、第 1 制御端子 T_{c1} に逆バイアス電圧 V_{c2} が印加されることで、第 1 PIN ダイオード 28 a がオフとなり、そのときの第 1 スイッチ回路 22 a の等価回路は図 3 B に示すようになる。すなわち、第 1 / 4 伝送路 24 a と GND 間に、インダクタンス L_a と第 1 PIN ダイオード 28 a の空乏層による寄生容量 C_f と第 1 PIN ダイオード 28 a のオフ抵抗 R_f による並列共振回路が直列に接続された形態となる。

【 0 0 4 1 】

そして、この第 1 アンテナスイッチ 10 A では、該第 1 アンテナスイッチ 10 A の中心周波数 f_o と、寄生容量 C_f 、オフ抵抗 R_f 及びインダクタンス L_a からなる並列共振回路の共振周波数を一致させるようにインダクタンス L_a の値を設定してある。

30

【 0 0 4 2 】

ここで、オン抵抗 R_o は、一般に 1 オーム程度あるいはそれ以下であり、 $R_o \ll 2 f_o L_a$ とできるため、第 1 PIN ダイオード 28 a のオン時における中心周波数 f_o 付近の等価回路は図 4 A のように表すことができ、第 1 PIN ダイオード 28 a のオフ時における中心周波数 f_o 付近の等価回路は図 4 B のように表すことができる。

【 0 0 4 3 】

いま、図 5 に示すように、伝送線路 $z = L$ においてインピーダンス $Z(L)$ の負荷で終端した場合を考える。

40

【 0 0 4 4 】

伝送線路の特性インピーダンスを Z_o とし、進行波を $A e^{-z}$ 、反射波を $B e^{-z}$ (は伝搬定数) とすれば、基準点 z における電圧 $V(z)$ 及び電流 $I(z)$ は以下の式で表される。

$$\begin{aligned} V(z) &= A e^{-z} + B e^{-z} \\ I(z) &= (A / Z_o) e^{-z} - (B / Z_o) e^{-z} \end{aligned}$$

【 0 0 4 5 】

従って、 $z = L$ におけるインピーダンス $Z(L)$ は以下の式で表される。

$$Z(L) = V(L) / I(L)$$

50

$$= Z_0 \{ (A e^{-\gamma L} + B e^{-\gamma L}) / (A e^{-\gamma L} - B e^{-\gamma L}) \}$$

【0046】

また、反射係数 $\Gamma(L)$ は以下の式 (a) で示す関係がある。

$$\begin{aligned} \Gamma(L) &= (B e^{-\gamma L}) / (A e^{-\gamma L}) \\ &= (B/A) e^{2\gamma L} \\ &= \{ Z(L) - Z_0 \} / \{ Z(L) + Z_0 \} \quad \dots\dots (a) \end{aligned}$$

【0047】

さらに、 $z = 0$ において負荷側を見たインピーダンス $Z(0)$ は、以下の式 (b) で表される。

$$Z(0) = Z_0 \{ (A + B) / (A - B) \} \quad \dots\dots (b)$$

10

【0048】

式 (a) より、

$$B/A = [\{ Z(L) - Z_0 \} / \{ Z(L) + Z_0 \}] e^{-2\gamma L}$$

であるから、この式を式 (b) に代入すれば、以下の式 (c) になる。

$$Z(0)/Z_0 = [Z(L) + Z_0 \tanh \gamma L] / [Z_0 + Z(L) \tanh \gamma L] \quad \dots\dots (c)$$

【0049】

ここで、 $\gamma = \alpha + j\beta$ (α は減衰定数、 $\beta = 2\pi/\lambda$ で位相定数) である。

【0050】

無損失線路は、 $\alpha = 0$ であり、 $\gamma = j\beta$ となるから、式 (c) は以下の式 (d) に変形できる。

$$Z(0)/Z_0 = [Z(L) + jZ_0 \tan \beta L] / [Z_0 + jZ(L) \tan \beta L] \quad \dots\dots (d)$$

20

【0051】

そして、式 (d) に $L = \lambda/4$ を代入すると、以下の式 (e) が求まる。

$$\begin{aligned} Z(0)/Z_0 &= Z_0/Z(L) \\ Z(0) &= Z_0^2/Z(L) \quad \dots\dots (e) \end{aligned}$$

【0052】

このことから、第1 PIN ダイオード 28a がオンのとき、 $Z(L)$ が 1 オーム程度あるいはそれ以下の低抵抗であることから、式 (e) からわかるように、第1 $\lambda/4$ 伝送路 24a の信号ライン側のインピーダンス (この場合、 $Z(0)$) は大きな値となり、理想的には開放状態となる。反対に、第1 PIN ダイオード 28a がオフのとき、 $Z(L)$ が 10 k オーム以上の高抵抗であることから、式 (e) からわかるように、第1 $\lambda/4$ 伝送路 24a の信号ライン側のインピーダンス (この場合、 $Z(0)$) は小さな値となり、理想的には短絡状態となる。

30

【0053】

従って、例えば第1制御端子 Tc1 に順バイアス電圧 V_{c1} が印加されて第1 PIN ダイオード 28a がオン、第2制御端子 Tc2 に逆バイアス電圧 V_{c2} が印加されて第2 PIN ダイオード 28b がオフになると、図6に示すような等価回路となり、送信端子 16 のみがアンテナ接続端子 14 に高周波的には接続されることになる。これによって、送信端子 16 に供給された送信信号 S_a がアンテナ接続端子 14 を通じて送信されることになる。つまり、送信端子 16 からアンテナ接続端子 14 にかけての第1信号ライン 34a が信号伝送側となり、受信端子 20 からアンテナ接続端子 14 にかけての第2信号ライン 34b が信号遮断側となる。

40

【0054】

上述とは反対に、第1制御端子 Tc1 に逆バイアス電圧 V_{c2} が印加されて第1 PIN ダイオード 28a がオフ、第2制御端子 Tc2 に順バイアス電圧 V_{c1} が印加されて第2 PIN ダイオード 28b がオンになると、図7に示すような等価回路となり、受信端子 20 のみがアンテナ接続端子 14 に高周波的には接続されることになる。これによって、アンテナにて受信した受信信号 S_b がアンテナ接続端子 14 に供給され、該受信端子 20 から出力されることになる。つまり、送信端子 16 からアンテナ接続端子 14 にかけての第1信号ライン 34a が信号遮断側となり、受信端子 20 からアンテナ接続端子 14 にか

50

ての第 2 信号ライン 3 4 b が信号伝送側となる。

【 0 0 5 5 】

ところで、上述したように、例えば第 1 並列共振回路 2 6 a を設けず、第 1 P I N ダイオード 2 8 a のみを接続した場合、第 1 P I N ダイオード 2 8 a のオフ時における中心周波数 f_0 付近の等価回路は、図 4 B のようにはならず、図 3 B のように、寄生容量 C_f が残り、共振周波数は低域側にずれることになる。その結果、第 1 / 4 伝送路 2 4 a の位相特性に誤差が生じ、損失につながるという問題がある。

【 0 0 5 6 】

そこで、第 1 アンテナスイッチ 1 0 A では、第 1 並列共振回路 2 6 a の第 1 インダクタ 3 0 a の定数を調整して、第 1 P I N ダイオード 2 8 a のオフ時の第 1 並列共振回路 2 6 a の共振周波数と第 1 アンテナスイッチ 1 0 A の中心周波数 f_0 とが同じになるようにしている。同様に、第 2 並列共振回路 2 6 b の第 2 インダクタ 3 0 b の定数を調整して、第 2 P I N ダイオード 2 8 b のオフ時の第 2 並列共振回路 2 6 b の共振周波数と第 1 アンテナスイッチ 1 0 A の中心周波数 f_0 とが同じになるようにしている。

【 0 0 5 7 】

一方、P I N ダイオードのオン時の抵抗 R_o は、 $R_o \ll 2 f_0 L_a$ であるので、これにより、図 4 A 及び図 4 B に示すように、例えば第 1 P I N ダイオード 2 8 a のオン時において、第 1 / 4 伝送路 2 4 a の G N D 側にオン抵抗 R_o のみが接続され、第 1 P I N ダイオード 2 8 a のオフ時において、第 1 / 4 伝送路 2 4 a の G N D 側にオフ抵抗 R_f のみが接続された形態となるため、第 1 P I N ダイオード 2 8 a のオン時とオフ時の第 1 / 4 伝送路 2 4 a の共振周波数はずれることがない。

【 0 0 5 8 】

従って、この第 1 アンテナスイッチ 1 0 A においては、第 1 / 4 伝送路 2 4 a 及び第 2 / 4 伝送路 2 4 b の各位相特性に誤差は発生せず、スイッチ回路のオン時の通過帯域とオフ時のアイソレーション帯域を一致させることができる。つまり、アンテナスイッチとして使用する帯域において、オン時の通過損失の最小化、オフ時のアイソレーションの最大化を適切に設定することができる。結果的に、スイッチ回路に伴う伝送信号に対する損失を低減することができると共に、スイッチ回路のオフ時の減衰量を適切に確保することができる。

【 0 0 5 9 】

特に、この第 1 アンテナスイッチ 1 0 A は、第 1 / 4 信号伝送路 1 8 a を構成要素の 1 つとした方向性結合器 3 6 を有することから、送信信号の出力時に、アンテナで反射が生じた場合、方向性結合器 3 6 の反射波出力端子 4 0 から反射波に比例した信号を取り出すことができ、反射波を検出することが可能となる。この場合、第 1 / 4 信号伝送路 1 8 a に / 4 線路 3 8 を対向して配置するだけでよいため、部品点数を増加させることなく、送信信号の反射波を検出することができる。

【 0 0 6 0 】

このように、第 1 アンテナスイッチ 1 0 A においては、1 つのアンテナスイッチであっても、送信信号の反射波を検出することができることから、反射波検出機能付きの送信システムあるいは送受信システムの部品点数の低減、サイズの小型化をより促進することができる。製造コストの低廉化、伝送ロスの低減化も図ることができる。

【 0 0 6 1 】

次に、第 2 の実施の形態に係るアンテナスイッチ（以下、第 2 アンテナスイッチ 1 0 B と記す）について、図 8 を参照しながら説明する。

【 0 0 6 2 】

この第 2 アンテナスイッチ 1 0 B は、図 8 に示すように、上述した第 1 アンテナスイッチ 1 0 A とほぼ同様の構成を有するが、方向性結合器 3 6 が以下のように構成されている点で異なる。

【 0 0 6 3 】

すなわち、方向性結合器 3 6 は、第 1 / 4 信号伝送路 1 8 a と、該第 1 / 4 信号伝

10

20

30

40

50

送路 18 a に対向して配置された / 4 線路 38 とを有し、第 3 端 3 (/ 4 線路 38 の送信端子 16 側端部) に進行波出力端子 44 が接続され、第 4 端 4 (/ 4 線路 38 のアンテナ接続端子 14 側端部) に反射波出力端子 40 が接続されている。

【0064】

これにより、方向性結合器 36 の第 3 端 3 につながる進行波出力端子 44 から進行波電力 P a (図 2 参照) に比例した信号が出力され、方向性結合器 36 の第 4 端 4 につながる反射波出力端子 40 から反射波電力 P b に比例した信号が出力されることになり、送信信号の反射波及び進行波を検出することができる。

【0065】

次に、第 3 の実施の形態に係るアンテナスイッチ (以下、第 3 アンテナスイッチ 10 C と記す) について図 9 を参照しながら説明する。

10

【0066】

この第 3 アンテナスイッチ 10 C は、図 9 に示すように、上述した第 1 アンテナスイッチ 10 A とほぼ同様の構成を有するが、以下の点で異なる。

【0067】

すなわち、送信端子 16 と第 1 / 4 信号伝送路 18 a の間に第 3 / 4 信号伝送路 18 c が接続され、受信端子 20 と第 2 / 4 信号伝送路 18 b の間に第 4 / 4 信号伝送路が接続されている。

【0068】

第 3 / 4 信号伝送路 18 c に対応して第 3 スイッチ回路 22 c が接続され、第 4 / 4 信号伝送路 18 d に対応して第 4 スイッチ回路 22 d が接続されている。

20

【0069】

さらに、第 1 スイッチ回路 22 a の第 1 並列共振回路 26 a に複数の第 1 P I N ダイオード 28 a が並列に接続され、第 2 スイッチ回路 22 b の第 2 並列共振回路 26 b に複数の第 2 P I N ダイオード 28 b が並列に接続されている。同様に、第 3 スイッチ回路 22 c の第 3 並列共振回路 26 c に複数の第 3 P I N ダイオード 28 c が並列に接続され、第 4 スイッチ回路 22 d の第 4 並列共振回路 26 d に複数の第 4 P I N ダイオード 28 d が並列に接続されている。

【0070】

この場合も、第 1 並列共振回路 26 a の第 1 インダクタ 30 a 及び第 3 並列共振回路 26 c の第 3 インダクタ 30 c の各定数を調整して、第 1 P I N ダイオード 28 a のオフ時の第 1 並列共振回路 26 a の共振周波数と、第 3 P I N ダイオード 28 c のオフ時の第 3 並列共振回路 26 c の共振周波数と、第 3 アンテナスイッチ 10 C の中心周波数とが同じになるようにしている。

30

【0071】

同様に、第 2 並列共振回路 26 b の第 2 インダクタ 30 b 及び第 4 並列共振回路 26 d の第 4 インダクタ 30 d の各定数を調整して、第 2 P I N ダイオード 28 b のオフ時の第 1 並列共振回路 26 a の共振周波数と、第 4 P I N ダイオード 28 d のオフ時の第 4 並列共振回路 26 d の共振周波数と、第 3 アンテナスイッチ 10 C の中心周波数とが同じになるようにしている。

40

【0072】

従って、例えば第 1 スイッチ回路 22 a 及び第 3 スイッチ回路 22 c がオン、すなわち、複数の第 1 P I N ダイオード 28 a 及び複数の第 3 P I N ダイオード 28 c がすべてオンになると、第 1 接点 a 1 と G N D 間の抵抗並びに第 3 接点 a 3 と G N D 間の抵抗は、1 つのオン抵抗よりも低い抵抗が接続された形となる。従って、上述した式 (e) からわかるように、第 1 / 4 伝送路 24 a における第 1 信号ライン 34 a 側の端部のインピーダンス並びに第 3 / 4 伝送路 24 c における第 1 信号ライン 34 a 側の端部のインピーダンスは、1 つのオン抵抗の場合よりも高いインピーダンスとなる。すなわち、理想的な開放状態に近づくことになる。

【0073】

50

逆に、第1スイッチ回路22a及び第3スイッチ回路22cがオフ、すなわち、複数の第1PINダイオード28a及び複数の第3PINダイオード28cがすべてオフになると、結果的に第1接点a1とGND間並びに第3接点a3とGND間にはそれぞれ高抵抗であるオフ抵抗のみが接続された形となる。従って、第1/4伝送路24aにおける第1信号ライン34a側の端部のインピーダンス並びに第3/4伝送路24cにおける第1信号ライン34a側の端部のインピーダンスは、上述した(e)式からもわかるように、高抵抗に応じた低いインピーダンスになる。つまり、信号伝送時のスイッチ回路の通過損失をより低減することができる。

【0074】

そして、この第3アンテナスイッチ10Cは、第1/4信号伝送路18aを構成要素の1つとし、送信信号の反射波を検出する第1方向性結合器36aと、第3/4信号伝送路18cを構成要素の1つとし、送信信号の進行波を検出する第2方向性結合器36bとを有する。

10

【0075】

第1方向性結合器36aは、上述した第1/4信号伝送路18aと、該第1/4信号伝送路18aに対向して配置された第1/4線路38aと、該第1/4線路38aの一端(第4端4)に接続された反射波出力端子40と、第1/4線路38の他端(第3端3)に接続された第1終端抵抗42aとを有する。

【0076】

第2方向性結合器36bは、上述した第3/4信号伝送路18cと、該第3/4信号伝送路18cに対向して配置された第2/4線路38bと、該第2/4線路38bの一端(第3端3)に接続された進行波出力端子44と、第2/4線路38bの他端(第4端4)に接続された第2終端抵抗42bとを有する。なお、第1終端抵抗42a及び第2終端抵抗42bの各他端は接地とされている。

20

【0077】

この場合、第2方向性結合器36bの第3端3につながる進行波出力端子44から進行波電力Pa(図2参照)に比例した信号が出力され、第1方向性結合器36aの第4端4につながる反射波出力端子40から反射波電力Pbに比例した信号が出力されることになるため、送信信号の反射波及び進行波を検出することができる。

【0078】

しかも、反射波出力端子40に接続されるモニタ回路(反射波検出回路)の特性と、進行波出力端子44に接続されるモニタ回路(進行波検出回路)の特性が異なっても、各モニタ回路の特性に、第1方向性結合器36a及び第2方向性結合器36bの出力特性をそれぞれ独立に設定することができるため、方向性結合器の設計の自由度を上げることができる。

30

【0079】

次に、第4の実施の形態に係るアンテナスイッチ(以下、第4のアンテナスイッチ10Dと記す)について図10を参照しながら説明する。

【0080】

この第4アンテナスイッチ10Dは、図10に示すように、上述した第1アンテナスイッチ10Aとほぼ同様の構成を有するが、以下のように構成されている点で異なる。

40

【0081】

すなわち、受信端子20と第2/4信号伝送路18bの間に第4/4信号伝送路18dが接続され、第4/4信号伝送路18dに対応して第4スイッチ回路22dが接続されている。

【0082】

第4スイッチ回路22dは、上述した第2スイッチ回路22bと同様に、第4/4信号伝送路18dとキャパシタC5との間の信号ラインとGND(グランド)間に接続され、1つの第4/4伝送路24dと第4並列共振回路26dとが第4接点a4で直列に接続された直列回路を有する。

50

【0083】

第4並列共振回路26dは、第4接点a4とGND間に接続された1つの第4PINダイオード28dと、第4接点a4と第2制御端子Tc2間に接続された第4インダクタ30dと、第2制御端子Tc2とGND間に接続された第4キャパシタCdとを有する。この第4キャパシタCdは、第4PINダイオード28dをオン/オフする電流を阻止するためのコンデンサとして働く。

【0084】

さらに、第4スイッチ回路22dは、第4PINダイオード28dに対して、受信側終端形成用抵抗RrとコンデンサCrの直列回路が並列に接続されている。このコンデンサCrは、第4PINダイオード28dをオン/オフする電流を阻止するためのコンデンサとして働く。

10

【0085】

ここで、第4スイッチ回路22dの動作を主体に説明すると、第4スイッチ回路22dは、第2制御端子Tc2に順バイアス電圧Vc1が印加されることで、第4PINダイオード28dがオンとなり、そのときの第4スイッチ回路22dの等価回路は図11Aに示すようになる。すなわち、第4 / 4伝送路24dとGND間に、等価的にインダクタLaと第4PINダイオード28dのオン抵抗Roと受信側終端形成用抵抗Rrが並列に接続された回路が直列に接続された形態となる。

【0086】

反対に、第2制御端子Tc2に逆バイアス電圧Vc2が印加されることで、第4PINダイオード28dがオフとなり、そのときの第4スイッチ回路22dの等価回路は図11Bに示すようになる。すなわち、第4 / 4伝送路24dとGND間に、インダクタLaと第4PINダイオード28dの空乏層による寄生容量Cfと第4PINダイオード28dのオフ抵抗Rfと受信側終端形成用抵抗Rrによる並列共振回路が直列に接続された形態となる。

20

【0087】

この場合も、第4アンテナスイッチ10Dの中心周波数foと、寄生容量Cf、オフ抵抗Rf及びインダクタLaからなる並列共振回路の共振周波数を一致させるようにインダクタLaの値を設定してある。

【0088】

第4スイッチ回路22dは、上述したように、受信側終端形成用抵抗Rrが並列に接続された形態となるが、オン抵抗Roと受信側終端形成用抵抗Rrの大小関係が、 $R_o \ll R_r$ であるため、オン動作時には影響を与えない。また、オフ抵抗Rfと受信側終端形成用抵抗Rrの大小関係が、 $R_f \gg R_r$ であるため、信号ライン側のインピーダンスは受信側終端形成用抵抗Rrで決定される。

30

【0089】

具体的に説明すると、例えば第4 / 4伝送路24dの特性インピーダンスを50オームとし、受信側終端形成用抵抗Rrを50オームとしたとき、オフ抵抗Rf（例えば10kオーム）と受信側終端形成用抵抗Rrとの合成抵抗($R_f // R_r$)は、49.751オームとなるから、第4 / 4伝送路24cの信号ライン側のインピーダンスは、上述の式(e)から、 $50 \times 50 / 49.751 = 50.250$ オームで終端されることになる(終端抵抗が50.250オームとなる)。実際には、終端抵抗が例えば50オームとなるように、受信側終端形成用抵抗Rrの値を決定する。

40

【0090】

オン時は、オン抵抗Ro = 1オームとすると、オン抵抗Roと受信側終端形成用抵抗Rrとの合成抵抗($R_o // R_r$)は、0.9804オームとなるから、第4 / 4伝送路24dの信号ライン側のインピーダンスは、上述の式(e)から、 $50 \times 50 / 0.9804 = 2550$ オームとなる。

【0091】

従って、例えば第1制御端子Tc1に順バイアス電圧Vc1が印加されて第1PINダ

50

イオード 28 a がオン、第 2 制御端子 T c 2 に逆バイアス電圧 V c 2 が印加されて第 2 P I N ダイオード 28 b 及び第 4 P I N ダイオード 28 d がオフになると、図 12 に示すような等価回路となり、送信端子 16 のみがアンテナ接続端子 14 に高周波的には接続され、受信端子 20 には例えば 50 オームの終端抵抗 R e が接続されることになる。これによって、送信端子 16 に供給された送信信号 S a がアンテナ接続端子 14 を通じて送信されることになる。つまり、送信端子 16 からアンテナ接続端子 14 にかけての第 1 信号ライン 34 a が信号伝送側となり、受信端子 20 からアンテナ接続端子 14 にかけての第 2 信号ライン 34 b が信号遮断側となる。

【 0 0 9 2 】

仮に、第 4 スイッチ回路 22 d が存在しないとすると、上述したように、第 2 / 4 伝送路 24 b の信号ライン側のインピーダンスは小さな値となり、理想的には短絡状態となる。つまり、オフ時の受信側のインピーダンスが 0 オームとなり、全反射となるため、受信端子 20 に接続される受信アンプの動作が不安定になる場合がある。

10

【 0 0 9 3 】

しかし、この第 4 アンテナスイッチ 10 D では、第 4 スイッチ回路 22 d を接続するようにしたので、上述したように、オフ時の受信側のインピーダンスが終端抵抗 R e の値、例えば 50 オームとなって、他の回路とインピーダンスの整合をとることができ、受信端子 20 に接続される受信アンプの動作を安定にさせることができる。

【 0 0 9 4 】

上述とは反対に、第 1 制御端子 T c 1 に逆バイアス電圧 V c 2 が印加されて第 1 P I N ダイオード 28 a がオフ、第 2 制御端子 T c 2 に順バイアス電圧 V c 1 が印加されて第 2 P I N ダイオード 28 b 及び第 4 P I N ダイオード 28 d がオンになると、図 7 に示すような等価回路となり、受信端子 20 のみがアンテナ接続端子 14 に高周波的には接続されることになる。これによって、アンテナにて受信した受信信号 S b がアンテナ接続端子 14 に供給され、該受信端子 20 から出力されることになる。つまり、送信端子 16 からアンテナ接続端子 14 にかけての第 1 信号ライン 34 a が信号遮断側となり、受信端子 20 からアンテナ接続端子 14 にかけての第 2 信号ライン 34 b が信号伝送側となる。このため、受信時において、受信側終端形成用抵抗 R r による影響はない。

20

【 0 0 9 5 】

そして、この第 4 アンテナスイッチ 10 D においても、第 1 アンテナスイッチ 10 A と同様に、第 1 / 4 信号伝送路 18 a を構成要素の 1 つとする方向性結合器 36 を有することから、方向性結合器 36 の第 4 端 4 につながる反射波出力端子 40 から反射波電力 P b に比例した信号が出力されることになり、反射波を検出することが可能となる。

30

【 0 0 9 6 】

次に、第 5 の実施の形態に係るアンテナスイッチ（以下、第 5 アンテナスイッチ 10 E と記す）について図 13 を参照しながら説明する。

【 0 0 9 7 】

この第 5 アンテナスイッチ 10 E は、上述した第 4 アンテナスイッチ 10 D とほぼ同様の構成を有するが、以下の点で異なる。

【 0 0 9 8 】

すなわち、第 1 / 4 信号伝送路 18 a と送信端子 16 との間に接続された 1 つの第 3 / 4 信号伝送路 18 c と、該第 3 / 4 信号伝送路 18 c に対して並列に接続された第 3 スイッチ回路 22 c とを有する。

40

【 0 0 9 9 】

第 3 スイッチ回路 22 c は、第 3 / 4 信号伝送路 18 c とキャパシタ C 1 との間の信号ラインと G N D（グラウンド）間に接続され、1 つの第 3 / 4 伝送路 24 c と第 3 並列共振回路 26 c とが第 3 接点 a 3 で直列に接続された直列回路を有する。

【 0 1 0 0 】

第 3 並列共振回路 26 c は、第 3 接点 a 3 と G N D 間に接続された 1 つの第 3 P I N ダイオード 28 c と、第 3 接点 a 3 と第 1 制御端子 T c 1 間に接続された第 3 インダクタ 3

50

0 c と、第 1 制御端子 T c 1 と G N D 間に接続された第 3 キャパシタ C c とを有する。この第 3 キャパシタ C c は、第 3 P I N ダイオード 2 8 c をオン/オフする電流を阻止するためのコンデンサとして働く。

【 0 1 0 1 】

さらに、第 3 スイッチ回路 2 2 c は、第 3 P I N ダイオード 2 8 c に対して、送信用終端形成用抵抗 R t とコンデンサ C t の直列回路が並列に接続されている。

【 0 1 0 2 】

つまり、この第 3 スイッチ回路 2 2 c は、受信側の第 4 スイッチ回路 2 2 d と同様の構成を有する。

【 0 1 0 3 】

従って、例えば第 1 制御端子 T c 1 に順バイアス電圧 V c 1 が印加されて第 1 P I N ダイオード 2 8 a 及び第 3 P I N ダイオード 2 8 c がオン、第 2 制御端子 T c 2 に逆バイアス電圧 V c 2 が印加されて第 2 P I N ダイオード 2 8 b 及び第 4 P I N ダイオード 2 8 d がオフになると、図 1 2 に示すような等価回路となり、送信端子 1 6 のみがアンテナ接続端子 1 4 に高周波的に接続され、受信端子 2 0 には例えば 5 0 オームの終端抵抗が接続されることになる。この場合、オフ時の受信側のインピーダンスが終端抵抗 R e の値、例えば 5 0 オームとなって、他の回路とインピーダンスの整合をとることができ、受信端子 2 0 に接続される受信アンプの動作を安定にさせることができる。

【 0 1 0 4 】

上述とは反対に、第 1 制御端子 T c 1 に逆バイアス電圧 V c 2 が印加されて第 1 P I N ダイオード 2 8 a 及び第 3 P I N ダイオード 2 8 c がオフ、第 2 制御端子 T c 2 に順バイアス電圧 V c 1 が印加されて第 2 P I N ダイオード 2 8 b 及び第 4 P I N ダイオード 2 8 d がオンになると、図 1 4 に示すような等価回路となり、受信端子 2 0 のみがアンテナ接続端子 1 4 に高周波的に接続され、送信端子 1 6 には例えば 5 0 オームの終端抵抗 R e が接続されることになる。この場合、オフ時の送信側のインピーダンスが終端抵抗 R e の値、例えば 5 0 オームとなって、他の回路とインピーダンスの整合をとることができ、

【 0 1 0 5 】

そして、この第 5 アンテナスイッチ 1 0 E は、図 1 3 に示すように、上述した第 3 アンテナスイッチ 1 0 C と同様に、第 1 / 4 信号伝送路 1 8 a を構成要素の 1 つとし、送信信号の反射波を検出する第 1 方向性結合器 3 6 a と、第 3 / 4 信号伝送路 1 8 c を構成要素の 1 つとし、送信信号の進行波を検出する第 2 方向性結合器 3 6 b とを有する。

【 0 1 0 6 】

従って、第 2 方向性結合器 3 6 b の第 3 端 3 につながる進行波出力端子 4 4 から進行波電力 P a に比例した信号が出力され、第 1 方向性結合器 3 6 a の第 4 端 4 につながる反射波出力端子 4 0 から反射波電力 P b に比例した信号が出力されることになるため、送信信号の反射波及び進行波を検出することができる。

【 0 1 0 7 】

上述した第 1 アンテナスイッチ 1 0 A ~ 第 5 アンテナスイッチ 1 0 E においては、動作周波数帯の中心周波数 f o を主体に説明したが、実際には、動作周波数帯域に含まれる各周波数で、上述した効果があることはもちろんである。

【 0 1 0 8 】

次に、第 6 の実施の形態に係るアンテナスイッチ（以下、第 6 アンテナスイッチ 1 0 F と記す）について図 1 5 を参照しながら説明する。

【 0 1 0 9 】

この第 6 アンテナスイッチ 1 0 F は、上述した第 4 アンテナスイッチ 1 0 D とほぼ同様の構成を有するが、第 1 スイッチ回路 2 2 a、第 2 スイッチ回路 2 2 b 及び第 4 スイッチ回路 2 2 d の構成が以下の点で異なる。

【 0 1 1 0 】

すなわち、第 1 スイッチ回路 2 2 a は、第 1 / 4 伝送路 2 4 a と G N D 間に第 1 P I N ダイオード 2 8 a と第 1 キャパシタ C a との直列回路が接続され、第 1 P I N ダイオ-

10

20

30

40

50

ド 2 8 a と第 1 キャパシタ C a との接点に第 1 制御端子 T c 1 が接続されて構成されている。

【 0 1 1 1 】

第 2 スイッチ回路 2 2 b は、第 2 / 4 伝送路 2 4 b と G N D 間に第 2 P I N ダイオード 2 8 b と第 2 キャパシタ C b との直列回路が接続され、第 2 P I N ダイオード 2 8 b と第 2 キャパシタ C b との接点に第 2 制御端子 T c 2 が接続されて構成されている。

【 0 1 1 2 】

第 4 スイッチ回路 2 2 d は、第 4 / 4 伝送路 2 4 d と G N D 間に第 4 P I N ダイオード 2 8 d と第 4 キャパシタ C d との直列回路が接続され、第 4 P I N ダイオード 2 8 d と第 4 キャパシタ C d との接点に第 2 制御端子 T c 2 が接続され、さらに、第 4 P I N ダイオード 2 8 d のカソードと G N D 間に受信側終端形成用抵抗 R r が接続されて構成されている。

10

【 0 1 1 3 】

従って、例えば第 1 制御端子 T c 1 に順バイアス電圧 V c 1 が印加されて第 1 P I N ダイオード 2 8 a がオン、第 2 制御端子 T c 2 に逆バイアス電圧 V c 2 が印加されて第 2 P I N ダイオード 2 8 b 及び第 4 P I N ダイオード 2 8 d がオフになると、図 1 2 に示すような等価回路となり、送信端子 1 6 のみがアンテナ接続端子 1 4 に高周波的に接続され、受信端子 2 0 には例えば 5 0 オームの終端抵抗 R e が接続されることになる。この場合、オフ時の受信側のインピーダンスが終端抵抗 R e の値、例えば 5 0 オームとなって、他の回路とインピーダンスの整合をとることができ、受信端子 2 0 に接続される受信アンプの動作を安定にさせることができる。

20

【 0 1 1 4 】

上述とは反対に、第 1 制御端子 T c 1 に逆バイアス電圧 V c 2 が印加されて第 1 P I N ダイオード 2 8 a がオフ、第 2 制御端子 T c 2 に順バイアス電圧 V c 1 が印加されて第 2 P I N ダイオード 2 8 b 及び第 4 P I N ダイオード 2 8 d がオンになると、図 7 に示すような等価回路となり、受信端子 2 0 のみがアンテナ接続端子 1 4 に高周波的には接続されることになる。

【 0 1 1 5 】

そして、この第 6 アンテナスイッチにおいても、第 4 アンテナスイッチ 1 0 D と同様に、第 1 / 4 信号伝送路 1 8 a を構成要素の 1 つとする方向性結合器 3 6 を有することから、方向性結合器 3 6 の第 4 端 4 につながる反射波出力端子 4 0 から反射波電力 P b に比例した信号が出力されることになり、反射波を検出することが可能となる。

30

【 0 1 1 6 】

この第 6 アンテナスイッチ 1 0 F では、第 1 P I N ダイオード 2 8 a のオフ時における中心周波数 f o 付近の等価回路は、図 4 B のようにはならず、図 3 B のように、寄生容量 C f が残り、これにより、共振周波数が低域側にずれてしまい、性能的には第 4 アンテナスイッチ 1 0 D よりも劣ることになるが、構造が簡単であることから、性能よりも小型化、低コストを望む場合に有効である。

【 0 1 1 7 】

次に、第 7 の実施の形態に係るアンテナスイッチ（以下、第 7 アンテナスイッチ 1 0 G と記す）について図 1 6 を参照しながら説明する。

40

【 0 1 1 8 】

この第 7 アンテナスイッチ 1 0 G は、従来から知られているアンテナスイッチに第 1 方向性結合器 3 6 a 及び第 2 方向性結合器 3 6 b を接続した構成を有する。

【 0 1 1 9 】

すなわち、送信端子 1 6 とアンテナ接続端子 1 4 間に接続された第 1 / 4 信号伝送路 1 8 a 及び第 3 / 4 信号伝送路 1 8 c と、第 1 / 4 信号伝送路 1 8 a に対して並列に接続された第 1 P I N ダイオード 2 8 a による第 1 スイッチ回路 2 2 a と、第 3 / 4 信号伝送路 1 8 c に対して並列に接続された第 3 P I N ダイオード 2 8 c による第 3 スイッチ回路 2 2 c とを有する。

50

【0120】

同様に、受信端子20とアンテナ接続端子14間に接続された第2 / 4信号伝送路18b及び第4 / 4信号伝送路18dと、第2 / 4信号伝送路18bに対して並列に接続された第2 PINダイオード28bによる第2スイッチ回路22bと、第4 / 4信号伝送路18dに対して並列に接続された第4 PINダイオード28dによる第4スイッチ回路22dとを有する。

【0121】

第1 PINダイオード28a～第4 PINダイオード28dは共にカソード側が接地とされている。

【0122】

また、送信側のキャパシタC1と第3 / 4信号伝送路18c間の信号ラインとインダクタンス素子L11を介して第1制御端子Tc1が接続され、第1接続端子Tc1とGND間にキャパシタC11が接続されている。同様に、受信側のキャパシタC4と第4 / 4信号伝送路18d間の信号ラインとインダクタンス素子C12を介して第2制御端子Tc2が接続され、第2接続端子Tc2とGND間にキャパシタC12が接続されている。

【0123】

そして、この第7アンテナスイッチ10Gは、第1 / 4信号伝送路18aを構成要素の1つとし、送信信号の反射波を検出する第1方向性結合器36aと、第3 / 4信号伝送路18cを構成要素の1つとし、送信信号の進行波を検出する第2方向性結合器36bとを有する。

【0124】

従って、第2方向性結合器36bの第3端3につながる進行波出力端子44から進行波電力Paに比例した信号が出力され、第1方向性結合器36aの第4端4につながる反射波出力端子40から反射波電力Pbに比例した信号が出力されることになるため、送信信号の反射波及び進行波を検出することができる。

【0125】

このように、従来のアンテナスイッチの / 4信号伝送路に / 4線路を対向して配置するだけでよいため、部品点数を増加させることなく、送信信号の反射波及び進行波を検出することができるアンテナスイッチを構成することができる。

【0126】

上述の例では、各種信号伝送路として、小型化等の点で優れる第1 / 4信号伝送路18a～第4 / 4信号伝送路18dを用いたが、3 / 4信号伝送路等を用いてもよい。また、各種線路として、 / 4線路38、第1 / 4線路38a、第2 / 4線路38bを用いた例を示したが、信号伝送路に合わせて3 / 4線路等を用いてもよい。また、各種伝送路として、小型化等の点で優れる第1 / 4伝送路24a～第4 / 4伝送路24dを用いたが、3 / 4伝送路等を用いてもよい。

【0127】

なお、本発明に係る高周波スイッチは、上述の実施の形態に限らず、本発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得る。

【図面の簡単な説明】

【0128】

【図1】第1アンテナスイッチの構成を示す回路図である。

【図2】方向性結合器の動作を示す説明図である。

【図3】図3Aは第1アンテナスイッチにおいて、第1 PINダイオードをオンにしたときの第1スイッチ回路の等価回路を示す図であり、図3Bは第1 PINダイオードをオフにしたときの第1スイッチ回路の等価回路を示す図である。

【図4】図4Aは第1 PINダイオードのオン時における中心周波数付近の第1スイッチ回路の等価回路を示す図であり、図4Bは第1 PINダイオードのオフ時における中心周波数付近の第1スイッチ回路の等価回路を示す図である。

【図5】伝送線路の入力側と出力側のインピーダンスの関係を示すための図である。

10

20

30

40

50

【図 6】第 1 アンテナスイッチにおいて、第 1 スイッチ回路をオン、第 2 スイッチ回路をオフにしたときの等価回路を示す図である。

【図 7】第 1 アンテナスイッチにおいて、第 1 スイッチ回路をオフ、第 2 スイッチ回路をオンにしたときの等価回路を示す図である。

【図 8】第 2 アンテナスイッチの構成を示す回路図である。

【図 9】第 3 アンテナスイッチの構成を示す回路図である。

【図 10】第 4 アンテナスイッチの構成を示す回路図である。

【図 11】図 11 A は第 4 アンテナスイッチにおいて、第 4 PIN ダイオードをオンにしたときの第 4 スイッチ回路の等価回路を示す図であり、図 11 B は第 4 PIN ダイオードをオフにしたときの第 4 スイッチ回路の等価回路を示す図である。

10

【図 12】第 4 アンテナスイッチにおいて、第 1 スイッチ回路をオン、第 2 スイッチ回路及び第 4 スイッチ回路をオフにしたときの等価回路を示す図である。

【図 13】第 5 アンテナスイッチの構成を示す回路図である。

【図 14】第 5 アンテナスイッチにおいて、第 1 スイッチ回路及び第 3 スイッチ回路をオフ、第 2 スイッチ回路及び第 4 スイッチ回路をオンにしたときの等価回路を示す図である。

【図 15】第 6 アンテナスイッチの構成を示す回路図である。

【図 16】第 7 アンテナスイッチの構成を示す回路図である。

【図 17】高周波スイッチを利用した第 1 送受信切換え方式を示す説明図である。

【図 18】高周波スイッチを利用した第 2 送受信切換え方式を示す説明図である。

20

【符号の説明】

【0129】

10 A ~ 10 G ... アンテナスイッチ

14 ... アンテナ接続端子

16 ... 送信端子

18 a ~ 18 d ... 第 1 / 4 信号伝送路 ~ 第 4 / 4 信号伝送路

20 ... 受信端子

22 a ~ 22 d ... 第 1 スイッチ回路 ~ 第 4 スイッチ回路

24 a ~ 24 d ... 第 1 / 4 伝送路 ~ 第 4 / 4 伝送路

26 a ~ 26 d ... 第 1 並列共振回路 ~ 第 4 並列共振回路

30

28 a ~ 28 d ... 第 1 PIN ダイオード ~ 第 4 PIN ダイオード

36、36 a、36 b ... 方向性結合器

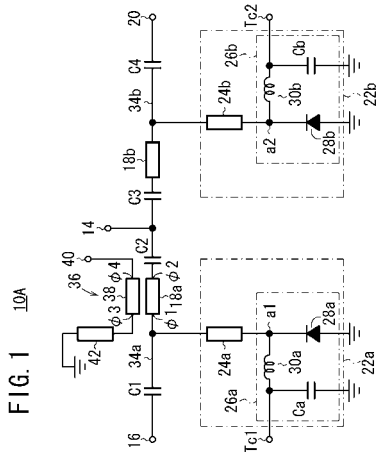
38、38 a、38 b ... / 4 線路

40 ... 反射波出力端子

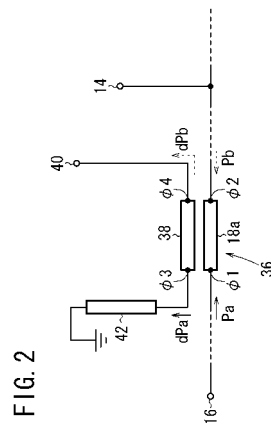
42、42 a、42 b ... 終端抵抗

44 ... 進行波出力端子

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

FIG. 3A

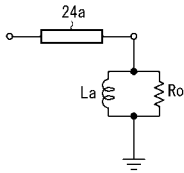
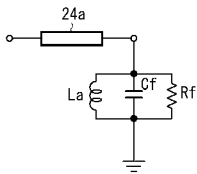


FIG. 3B



【 図 4 】

FIG. 4A

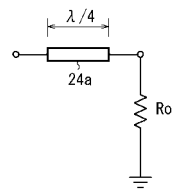
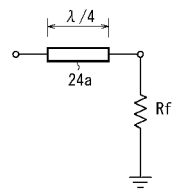
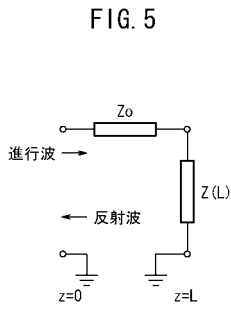


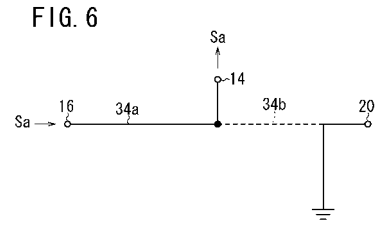
FIG. 4B



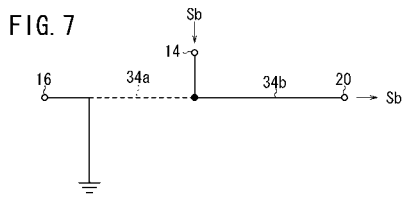
【 図 5 】



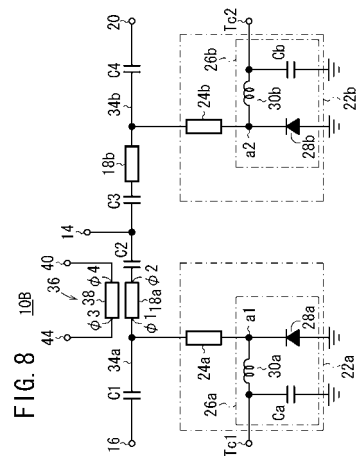
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

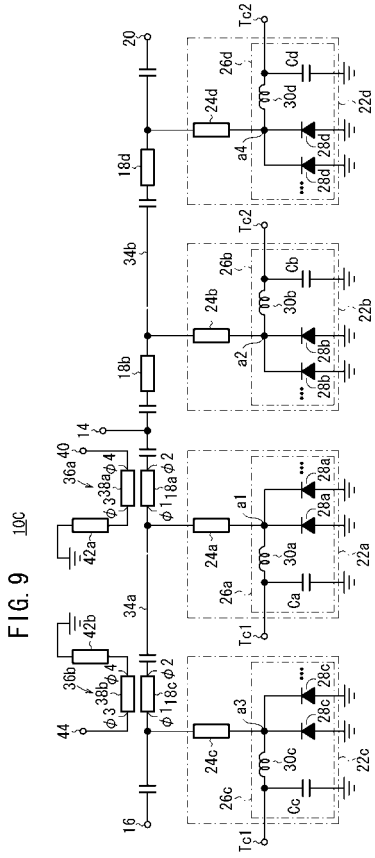


FIG. 9 10C

【 図 10 】

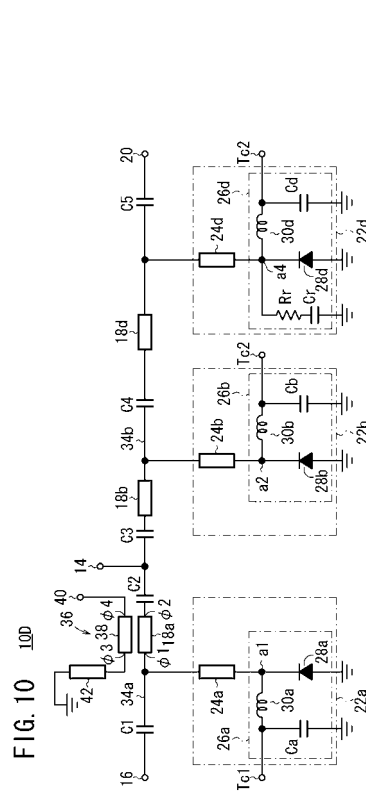


FIG. 10 10D

【 図 11 】

FIG. 11A

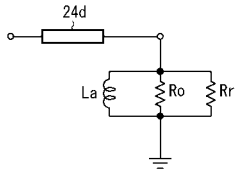
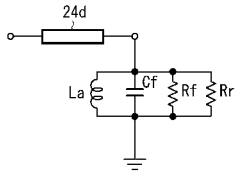
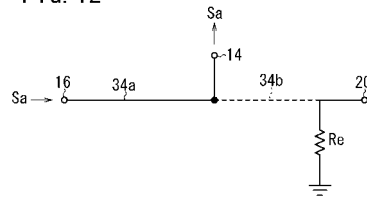


FIG. 11B



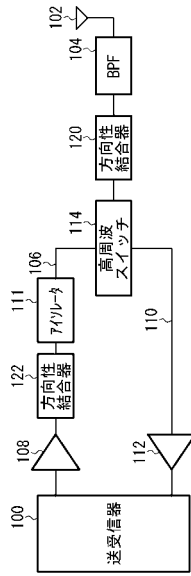
【 図 12 】

FIG. 12



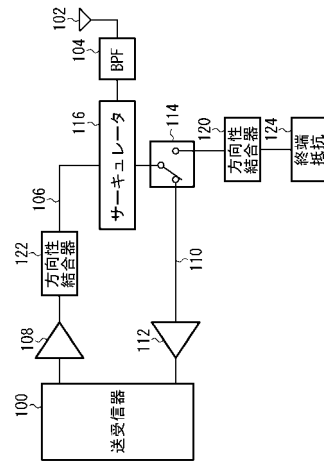
【 図 17 】

FIG. 17



【 図 18 】

FIG. 18



フロントページの続き

(72)発明者 安藤 朗

東京都港区三田 3 - 1 3 - 1 6 双信電機株式会社内

Fターム(参考) 5J012 BA04

5J050 AA00 BB03 CC12 DD01

5K011 DA01 DA22 EA06 FA01 KA01 KA13 KA18