

(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2005-136948

(P2005-136948A)

(43) 公開日 平成17年5月26日(2005.5.26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H01P 1/15

H04B 1/44

F 1

H01P 1/15

H04B 1/44

テーマコード(参考)

5 J O 1 2

5 K O 1 1

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2004-189257 (P2004-189257)  
 (22) 出願日 平成16年6月28日 (2004.6.28)  
 (31) 優先権主張番号 特願2003-348990 (P2003-348990)  
 (32) 優先日 平成15年10月8日 (2003.10.8)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 503121103  
 株式会社ルネサステクノロジ  
 東京都千代田区丸の内二丁目4番1号  
 (74) 代理人 100068504  
 弁理士 小川 勝男  
 (74) 代理人 100086656  
 弁理士 田中 恒助  
 (72) 発明者 小川 貴史  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内  
 (72) 発明者 近藤 博司  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】アンテナスイッチ回路

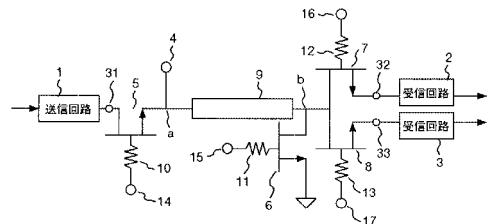
## (57) 【要約】

【課題】構成が簡単で、かつ送受信間で高いアイソレーションが得られるアンテナスイッチ回路を提供すること。

【解決手段】送信端子31とアンテナ端子4の間に接続した第1のスイッチ5と、一端をアンテナ端子4に接続した、使用する周波数において送信信号の位相を90°回転させる伝送回路9と、一端が伝送回路9の他端に接続され、他端が接地された第2のスイッチ6と、伝送回路9の他端と複数の受信端子32、33の間に接続したそれぞれ第3のスイッチ7、8とを具備する。

【選択図】図1

図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

送信信号が入力される送信端子及び受信信号が出力される複数の受信端子のいずれかを選択してアンテナ端子に結合するためのアンテナスイッチ回路であって、

上記送信端子と上記アンテナ端子との間に接続された第1のスイッチと、

一端が上記アンテナ端子に接続され、使用する周波数において位相を所望の値回転させられた送信信号が他端から得られる伝送回路と、

一端が上記伝送回路の上記他端に接続され、他端が交流的に接地された第2のスイッチと、

上記伝送回路の上記他端と上記複数の受信端子の各々との間に接続された複数の第3のスイッチとを具備することを特徴とするアンテナスイッチ回路。 10

**【請求項 2】**

上記第1～第3のスイッチがH E M T 素子によって構成されることを特徴とする請求項1に記載のアンテナスイッチ回路。

**【請求項 3】**

一端が上記複数の受信端子の各々に接続され、他端が接地された第4のスイッチを更に具備することを特徴とする請求項1に記載のアンテナスイッチ回路。

**【請求項 4】**

送信信号が入力される送信端子及び受信信号が出力される複数の受信端子のいずれかを選択して副アンテナ端子に結合するための副アンテナスイッチ回路の二個と、 20

アンテナ端子と2個の上記副アンテナ端子との間に接続された分波器とを具備し、

上記副アンテナスイッチ回路は、

上記送信端子と上記副アンテナ端子との間に接続された第1のスイッチと、

一端が上記副アンテナ端子に接続され、使用する周波数において位相を所望の値回転させられた送信信号が他端から得られる伝送回路と、

一端が上記伝送回路の上記他端に接続され、他端が交流的に接地された第2のスイッチと、

上記伝送回路の上記他端と上記複数の受信端子の各々との間に接続された複数の第3のスイッチとを具備することを特徴とするアンテナスイッチ回路。 30

**【請求項 5】**

送信信号が入力される送信端子及び受信信号が出力される複数の受信端子のいずれかを選択してアンテナ端子に接続するためのアンテナスイッチ回路であって、

上記送信端子と上記アンテナ端子との間に接続された第1のスイッチと、

一端が上記アンテナ端子に接続され、上記複数の受信端子のいずれかが選択されて他端に結合される第2のスイッチと、

上記第2のスイッチの上記他端と上記複数の受信端子の各々との間の結合経路に接続された複数の第3のスイッチとを具備することを特徴とするアンテナスイッチ回路。 40

**【請求項 6】**

上記第1～第3のスイッチがH E M T 素子によって構成されることを特徴とする請求項5に記載のアンテナスイッチ回路。

**【請求項 7】**

上記第2のスイッチの耐圧が上記第3のスイッチの耐圧よりも高いことを特徴とする請求項6に記載のアンテナスイッチ回路。

**【請求項 8】**

一端が上記第2のスイッチの上記他端に接続され、他端が交流的に接地された第4のスイッチを更に具備することを特徴とする請求項5に記載のアンテナスイッチ回路。

**【請求項 9】**

別の送信端子と上記アンテナ端子との間に接続された第5のスイッチを更に具備することを特徴とする請求項5に記載のアンテナスイッチ回路。

**【請求項 10】**

上記第1～第3及び第5のスイッチがHEMT素子によって構成され、上記第1、第2及び第5のスイッチの耐圧が上記第3のスイッチの耐圧よりも高いことを特徴とする請求項9に記載のアンテナスイッチ回路。

【請求項11】

上記第2のスイッチは、スイッチ電流経路が直列接続された複数のトランジスタから成る高耐圧スイッチであることを特徴とする請求項5に記載のアンテナスイッチ回路。

【請求項12】

アンテナスイッチ回路と、

送信回路及び受信回路の少なくとも一方とを具備して成り、

上記アンテナスイッチ回路は、

送信信号が入力される送信端子及び受信信号が出力される複数の受信端子のいずれかを選択してアンテナ端子に接続するためのアンテナスイッチ回路であって、

上記送信端子と上記アンテナ端子との間に接続された第1のスイッチと、

一端が上記アンテナ端子に接続され、上記複数の受信端子のいずれかが選択されて他端に結合される第2のスイッチと、

上記第2のスイッチの上記他端と上記複数の受信端子の各々との間の結合経路に接続された複数の第3のスイッチとを具備することを特徴とする高周波モジュール。

【請求項13】

上記第1～第3のスイッチがHEMT素子によって構成されることを特徴とする請求項12に記載の高周波モジュール。

【請求項14】

上記第2のスイッチの耐圧が上記第3のスイッチの耐圧よりも高いことを特徴とする請求項13に記載の高周波モジュール。

【請求項15】

一端が上記第2のスイッチの上記他端に接続され、他端が交流的に接地された第4のスイッチを更に具備することを特徴とする請求項12に記載の高周波モジュール。

【請求項16】

別の送信端子と上記アンテナ端子との間に接続された第5のスイッチを更に具備することを特徴とする請求項12に記載の高周波モジュール。

【請求項17】

上記第1～第3及び第5のスイッチがHEMT素子によって構成され、上記第1、第2及び第5のスイッチの耐圧が上記第3のスイッチの耐圧よりも高いことを特徴とする請求項16に記載の高周波モジュール。

【請求項18】

上記第2のスイッチは、スイッチ電流経路が直列接続された複数のトランジスタから成る高耐圧スイッチであることを特徴とする請求項12に記載の高周波モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の送受信回路とそれらに共通のアンテナとの接続を切替えるアンテナスイッチ回路に関する。

【背景技術】

【0002】

1ワットを超えるような高出力の送信信号を扱う送受信回路とアンテナとの接続を切替えるアンテナスイッチ回路に対しては、高耐圧であることに加えて、送信時に送信信号が受信回路に漏洩しないよう、送受信間の分離（アイソレーション）が強く求められる。

【0003】

そのような要求に対応するアンテナスイッチ回路の例が特許文献1に開示されている。同文献に開示されている回路について図10を使って説明する。入力端子101を持つ電力增幅回路102は、その出力信号を入力する送信端子112及び電界効果トランジスタを使った

10

20

30

40

50

1入力1出力のスイッチ素子103を介してアンテナ端子104に接続される。また、伝送回路105は、一端がアンテナ端子104に、他端が電界効果トランジスタを使った1入力1出力のスイッチ素子107と受信端子106に接続される。スイッチ素子107の一端は接地され、伝送回路105の長さは実効波長の1/4である。

【0004】

電界効果トランジスタを使ったスイッチ素子の導通状態は、トランジスタのドレイン(D)・ソース(S)間のオン抵抗を主とした低インピーダンス成分で構成される。一方、非導通状態は、トランジスタのドレイン・ソース間の空乏層による高インピーダンス成分で構成される。これらの制御がゲート(G)を接続したゲート端子Tgから印加する電圧によって行なわれる。

【0005】

電力增幅回路102からの高電力信号をアンテナ端子104に出力する場合、スイッチ素子103、107は導通状態となり、受信端子106は接地される。そのとき、伝送回路105の長さが実行波長の1/4であるためインピーダンス変換され、アンテナ端子104から見た受信端子106のインピーダンスは大きくなっている。このため、送信信号は受信端子106へは伝送されない。また、スイッチ素子103、107の両端に印加される電圧は導通状態のため低い。

【0006】

受信時、スイッチ素子103、107が非導通状態となるため、アンテナから受信した信号は送信端子112へは伝送されず、受信端子106に伝送される。

【0007】

この構成における送信時の送受信間アイソレーションの周波数依存性を図11に示す。例えば、20dBのアイソレーションが得られる周波数範囲は2.0±0.2GHzにとどまり、狭帯域である他、アイソレーションの最大値も23dB程度で低い。

【0008】

次に、非特許文献1に開示された回路の一部を図12に示す。同図の回路は、アンテナ端子111と送信端子112及び受信端子113、114、115との接続切替を高耐圧スイッチ116で切替えるアンテナスイッチ回路である。高出力信号の送信時、送信端子112に接続されたスイッチは導通状態となる。そして、受信端子113～115に接続されたスイッチは非導通となり、高い電圧が印加される。

【0009】

このスイッチ回路の耐圧は、スイッチとして用いるトランジスタの空乏層容量の耐圧で決まるため、耐圧確保のためにトランジスタの多段接続が必要になる。非特許文献1の場合、高耐圧スイッチ116は、図13のようにシングルゲート構成によりi、j間で4段の接続が必要となっている。

【0010】

【特許文献1】特開2002-1111301号公報

【非特許文献1】米国IEEE学会による2003年マイクロ波国際シンポジウム予稿集(2003 IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest)第1巻、第IFTU-50号、第A5頁～第A8頁(H. Tosaka他、「An Antenna Switch MMIC Using E/D Mode p-HEMT for GSM/DCS/PCS/WCDMA Bands Application」)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

図10に示したアンテナスイッチ回路を1個の送信回路と2個の受信回路と1個のアンテナとの接続を切替えるアンテナスイッチ回路に拡張して構成すると、図14に示すようになる。アイソレーション特性が狭帯域であるため、受信端子109とアンテナ端子104との間に、回路の動作周波数の種類毎に実効波長の1/4に相当する伝送回路108とスイッチ110が更に必要になる。動作周波数の種類が増えるに伴って追加する伝送回路が増え、アンテナスイッチ回路の構成が複雑になる。

【0012】

10

20

30

40

50

また、図12に示した回路でも受信回路毎にスイッチが必要になり、受信回路が増えるに伴って追加する高耐圧スイッチが増え、アンテナスイッチ回路の構成が複雑になる。更に、高耐圧スイッチには、多段接続において挿入損失の増大を防ぐために、ゲート幅が大きいトランジスタが必要となる。そのため、素子面積が増大し、チップ面積が増大する。

#### 【0013】

本発明の主たる目的は、構成が簡単で、かつ送受信間で高いアイソレーションが得られるアンテナスイッチ回路を提供することにある。

#### 【0014】

また、その付加的な目的は、スイッチの素子面積の増加を防ぐことができるアンテナスイッチ回路を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0015】

上記主たる目的を達成するための本発明のアンテナスイッチ回路は、送信信号を入力する送信端子及び受信信号を出力する複数の受信端子のいずれかにアンテナ端子を接続するためのアンテナスイッチ回路であって、上記送信端子と上記アンテナ端子との間に接続した第1のスイッチと、一端を上記アンテナ端子に接続した、使用する周波数において送信信号の位相を90°回転させる伝送回路と、一端が上記伝送回路の他端に接続され、他端が接地された第2のスイッチと、上記伝送回路の他端と上記複数の受信端子の各々との間に接続した第3のスイッチとを具備することを特徴とする。

#### 【0016】

上記伝送回路を複数の受信端子で共通に使用するので、構成が簡単になり、更に送受信間のアイソレーションが上記伝送回路と上記第2のスイッチの組合せ及び第3のスイッチによって2段階で行なわれるので高いアイソレーションを得ることができる。

#### 【0017】

上記付加的な目的を達成するための本発明のアンテナスイッチ回路は、送信信号を入力する送信端子及び受信信号を出力する複数の受信端子のいずれかにアンテナ端子を接続するためのアンテナスイッチ回路であって、上記送信端子と上記アンテナ端子との間に接続した第1のスイッチと、一端が上記アンテナ端子に接続された第2のスイッチと、上記第2のスイッチの他端と上記複数の受信端子の各々との間に接続した第3のスイッチとを具備することを特徴とする。

#### 【0018】

上記第2のスイッチを複数の受信端子で共通に使用するので、構成が簡単になり、更に送受信間のアイソレーションが上記第2のスイッチ及び第3のスイッチの2段階で行なわれるので高いアイソレーションを得ることができると他、第3のスイッチは、第2のスイッチよりも耐圧を低くしてよいため、スイッチの素子面積が受信端子が増えるに伴って増加するのを抑えることができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0019】

本発明によれば、複数の送受信端子とアンテナ端子との接続を切替えるアンテナスイッチ回路において、広い周波数帯域に亘って高アイソレーション及び低損失を実現することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0020】

以下、本発明に係るアンテナスイッチ回路を図面に示した実施形態を参照して更に詳細に説明する。なお、図1、図3～図5及び図9における同一の符号は、同一物又は類似物を表示するものとし、説明の重複を避ける。

#### 【0021】

本発明の第1の実施形態を図1を用いて説明する。同図に、高出力の送信信号を扱う1個の送信回路1及び2個の受信回路2、3と1個のアンテナ端子4との接続を切替えるアンテナスイッチ回路を示す。

10

20

30

40

50

## 【0022】

送信回路1の出力信号を入力する送信端子31とアンテナ端子4の間に1入力1出力のスイッチ素子5が接続される。また、アンテナ端子4に伝送回路9の一端が接続され、伝送回路9の他端に1入力1出力のスイッチ6の一端が接続される。スイッチ6の他端は接地される。伝送回路9の長さは実効波長の1/4である。伝送回路9は、使用する周波数において送信信号の位相を90度回転させる。受信回路2、3に受信信号を与える受信端子32、33とスイッチ6の一端の間に1入力1出力のスイッチ7、8がそれぞれ接続される。

## 【0023】

スイッチ5～8は、HEMT (High Electron Mobility Transistor) 素子で構成される。端子14～17は、それぞれスイッチ5～8の導通状態、非導通状態を制御するコントロール端子である。また、抵抗素子10～13は、端子14～17をそれぞれスイッチ5～8から高周波的に分離するために用いられる。

## 【0024】

送信時、スイッチ5、6は導通状態となり、スイッチ7、8は非導通状態となる。このとき、アンテナ端子4とスイッチ5と伝送回路9との接続点aから、スイッチ6と伝送回路9の接続点bをみたインピーダンスは、接続点bがスイッチ6を介して低インピーダンスで接地され、かつ伝送回路の位相が90度回転しているため、高くなっている。

## 【0025】

接続点aと接続点bの間のアイソレーションの量は、スイッチ6の導通状態のインピーダンスで決まる。本実施形態ではHEMT素子を使っているため、他の電界効果型トランジスタであるJFET (junction Field Effect Transistor) 素子やMESFET (Metal Semiconductor Field Effect Transistor) 素子に比べて高いアイソレーションを実現することができる。

## 【0026】

次に、接続点aと受信回路2、3との間には、接続点aと接続点bの間の上記のアイソレーションに、非導通のスイッチ7、8によるアイソレーションが加わる。非導通のスイッチ7、8が容量性のため、周波数が低くなるほど高いアイソレーションが得られる。

## 【0027】

このようにして得られた本実施形態のアイソレーション特性を図2に示す。2.7GHz以下の広い帯域で20dBのアイソレーションが得られている。即ち、本実施形態においては、接続点aと受信回路2及び受信回路3との間のアイソレーションは、伝送回路9とスイッチ6とのアイソレーション及びスイッチ7、8のアイソレーションの双方により、広い周波数帯域に亘って高いアイソレーションを実現することができる。従って、接続点aから受信回路2、3への信号漏洩は小さくなり、送信回路1から出力された高出力の送信信号は、低損失でアンテナ端子4へ伝送される。

## 【0028】

また、スイッチ5、6は、送信時に導通状態になるため耐圧を要求されない。スイッチ7、8についても、伝送回路9とスイッチ6とのアイソレーションにより送信信号が十分に減衰するため耐圧は要求されない。また、送信信号が十分に減衰することから、スイッチ7、8は、送信信号に対して損失、歪の影響を及ぼさない。即ち、送信信号に対して低損失、低歪みのスイッチが提供されることになる。

## 【0029】

続いて、受信時の動作を、受信回路2で受信する場合を採り上げて説明する。スイッチ5、6は非導通状態となり、スイッチ7は導通状態、スイッチ8は非導通状態となる。アンテナ端子4から受信された信号は、伝送回路9、スイッチ7を経て受信回路2に伝送される。スイッチ5とスイッチ8が非導通状態のため、送信回路1と受信回路3へは伝送されない。また、受信信号は微弱であるため、歪みの問題はない。

## 【0030】

なお、送信周波数が同じ場合には伝送回路を共通に用いることができるので、受信回路

10

20

30

40

50

は本実施形態のように2個に限らず、更に多くすることが可能である。

【0031】

図3に本発明の第2の実施形態を示す。本実施形態では、送信時の送受信間のアイソレーションと受信間のアイソレーションを更に向上させるために、スイッチ7と受信回路2の間に、一端が接地されたスイッチ18が接続され、更に、スイッチ8と受信回路3の間に、一端が接地されたスイッチ21が接続される。スイッチ18、21は、HEMT素子で構成される。

【0032】

端子20、23は、それぞれスイッチ18、21の導通状態と非導通状態を制御するコントロール端子である。抵抗素子19、22は、端子20、23とHEMTスイッチ18、21とをそれぞれ高周波的に分離するために用いられる。

【0033】

送信時にスイッチ18、21を導通状態にすることにより、送信時のアイソレーションが向上する。また、受信時に受信する回路に接続されているスイッチを非導通状態にし、更に、受信しない回路に接続されているスイッチを導通状態にして受信しない回路を接地することにより、受信回路間のアイソレーションが向上する。

【0034】

図4に本発明の第3の実施形態を示す。本実施形態は、携帯電話の複数の通信規格に対応するように構成したアンテナスイッチ回路であり、現行の通信規格であるGSM(Global System for Mobile communications)とPCS(Personal Communication Services)とDCS(Digital Communication System)の接続切替が可能である。GSMは送信1系統に対し受信が2系統となり、PCS及びDCSは送信回路を共通にすることによって両者で送信1系統、受信がPCSで1系統、DCSで1系統となる。

【0035】

GSMは900MHz帯、PCSとDCSは1800MHz帯であるため、位相が90度回転する伝送回路の長さの差が大きい。そのため、GSMとPCS及びDCSとは、アンテナ端子4とGSM端子27とPCS/DCS端子44を持つ分波器58を使って分離される。その上で、GSM端子27、PCS/DCS端子44にはそれぞれ図1のスイッチ回路が接続される。

【0036】

即ち、本実施形態は、アンテナ端子4と送信端子31a及び受信端子32a、33a、並びに送信端子31b及び受信端子32b、33bとの間に構成したアンテナスイッチ回路である。なお、GSM端子27、PCS/DCS端子44をそれぞれ副アンテナ端子と云い、GSM側の図1のスイッチ回路及びPCS/DCS側の図1のスイッチ回路をそれぞれ副アンテナスイッチ回路と云うこととする。それぞれの副アンテナスイッチ回路における符号には、図1の符号に添え字a、bを付記したものが用いられる。

【0037】

また、伝送回路9aの長さは、GSMの送信側周波数において送信信号の位相が90度回転する長さに設定され、伝送回路9bの長さはPCS/DCSの送信周波数において送信信号の位相が90度回転する長さに設定される。

【0038】

GSM送信時、スイッチ5a、6aは導通状態、スイッチ7a、8aは非導通状態となる。このとき、伝送回路9aとスイッチ6aにより、接続点cからみた接続点dは高インピーダンスとなり、更に接続点dからみた受信回路2a、3aも高インピーダンスになる。それにより、広い周波数帯域に亘って送受信間で高いアイソレーションが実現される。このため、送信回路1aから出力された高出力の送信信号は、受信回路へ殆ど漏洩することなく、スイッチ5a、端子27、分波器58を経てアンテナ端子4へ伝送される。

【0039】

高出力の送信信号は最大4Wに達するが、スイッチ5a、6aが導通状態となっているため、スイッチ5a、6aに印加される電圧は1Vにも満たない程度である。非導通状態

10

20

30

40

50

のスイッチ 7 a、8 a も同程度の電圧しか印加されないので、送信信号に与える歪みの影響は少ない。

【0040】

続いて、GSM受信時の動作について、受信回路 2 a が受信を行なう場合を例にとって説明する。スイッチ 5 a、6 a、8 a は非導通状態、スイッチ 7 a は導通状態となるため、アンテナ端子 4 から入力されたGSM受信信号は、分波器 5 8 を経て端子 2 7 に出力され、スイッチ 7 a を経て受信回路 2 a へ伝送される。受信信号の強度は微弱であるため、受信信号に与える歪みの問題はない。なお、受信回路 3 a が受信を行なう場合は、スイッチ 5 a、6 a、7 a が非導通状態、スイッチ 8 a が導通状態となる。

【0041】

次に、PCS/DCS送信時、スイッチ 5 b、6 b は導通状態、スイッチ 7 b、8 b は非導通状態となる。このとき、伝送回路 9 b とスイッチ 6 b により、接続点 e からみた接続点 f は高インピーダンスとなり、更に接続点 f からみた受信回路 2 b、3 b も高インピーダンスになっているため、広い周波数帯域に亘って送受信間で高いアイソレーションが実現される。このため、送信回路 1 b から出力された高出力の送信信号は、受信回路へ漏洩することなくスイッチ 5 b、端子 4 4、分波器 5 8 を経てアンテナ端子 4 へ伝送される。高出力の送信信号は、最大 2 ~ 3 W に達するが、スイッチ 5 b、6 b が導通状態となっているためスイッチ 5 b、6 b に印加される電圧は 1 V にも満たない程度である。非導通状態のスイッチ 7 b、8 b も同程度の電圧しか印加されないので、送信信号に与える歪みの影響は少ない。

【0042】

PCS受信時、スイッチ 5 b、6 b、8 b は非導通状態、スイッチ 7 b は導通状態となるため、アンテナ端子 4 から入力されたPCS受信信号は、分波器 5 8 を経て端子 4 4 に出力され、スイッチ 7 b を経て受信回路 2 b へ伝送される。受信信号の強度は微弱であるため、受信信号に与える歪みの問題はない。

【0043】

DCS受信時、スイッチ 5 b、6 b、7 b が非導通状態、スイッチ 8 b が導通状態となり受信回路 3 b へ伝送される。

【0044】

端子 1 4 a ~ 1 7 a、1 4 b ~ 1 7 b はスイッチの導通状態、非導通状態を制御するコントロール端子であり、抵抗素子 1 0 a ~ 1 3 a、1 0 b ~ 1 3 b は各コントロール端子とそれぞれのスイッチを高周波的に分離するために用いられる。

【0045】

本実施形態により、複数の通信規格に対応しつつ、広い周波数帯域に亘って送受信間及び受信間で高アイソレーションを保ち、アンテナと各回路の間が低損失であるアンテナスイッチ回路を実現することができた。

【0046】

図 5 に本発明の第 4 の実施形態を示す。本実施形態においては、伝送回路に代わってスイッチ 6 8 が用いられる。本実施形態は、高出力の送信信号を扱う 1 個の送信回路 1 と 2 個の受信回路 2、3 と 1 個のアンテナ端子 4 の接続を、伝送回路を使わずに切替えるアンテナスイッチ回路である。スイッチ 5、7、8 は HEMT で構成される。

【0047】

送信時、スイッチ 5 は導通状態、スイッチ 7、8、6 8 は非導通状態となる。スイッチ 6 8 は、送信回路 1 から出力される高出力の送信信号をアンテナ端子 4 へ低損失、低歪みで伝送させるために、非導通状態で十分な耐圧が要求される。アンテナ端子 4 における送信出力信号は最大 4 W に達し、高耐圧スイッチ 6 8 には 2 7 V 前後の電圧が印加される。

【0048】

この電圧に対して耐圧を確保するスイッチ素子として、高耐圧スイッチ 6 8 に多段接続のHEMT が用いられる。ピンチオフ電圧を -0.5 ~ -1.0 V にし、制御電圧を -2.8 V にした場合の高耐圧スイッチ 6 8 は、図 6 のようにシングルゲート構成で 4 ~ 6 段

10

20

30

40

50

、図7のようにデュアルゲート構成では2段～3段、図8のようにトリプルゲート構成では2段の接続が必要となる。

【0049】

スイッチ68のアイソレーションにより、送信信号の電力が十分に減衰されるためスイッチ7、8は、シングルゲートによって構成することができる。なお、スイッチ68のアイソレーションを補う必要になる場合には、高耐圧スイッチ68とスイッチ7、8との接続部分に一端が接地されたスイッチ6が接続される。スイッチ6をスイッチ5と同じ動作状態にすることによってアイソレーションが一層向上し、スイッチ7、8の歪みを更に緩和することができる。スイッチ6もHEMTで構成される。

【0050】

本実施形態によって、従来は受信回路毎に必要であった高耐圧スイッチを共通の高耐圧スイッチ68のみとすることができる、スイッチの素子面積の増加を防ぐことができた。

【0051】

図9に本発明の第5の実施形態を示す。本実施形態は、携帯電話のGSMとPCSとDCSの接続切替を可能とするアンテナスイッチ回路である。GSMは送信1系統に対し受信が2系統、PCS/DCSは送信回路を共通にすることができるため送信が1系統で受信がPCSで1系統、DCSで1系統となる。

【0052】

アンテナ端子4と送信回路1aに接続する送信端子31aとの間、及びアンテナ端子4と送信回路1bに接続する送信端子31bとの間にそれぞれ高耐圧スイッチ83、84が接続され、アンテナ端子4に高耐圧スイッチ68が接続される。更に、高耐圧スイッチ68と受信回路78～81の間にそれぞれスイッチ87～90が接続される。端子96～99はスイッチ87～90の導通状態、非導通状態を制御するコントロール端子であり、抵抗素子92～95は各コントロール端子とそれぞれのスイッチとを高周波的に分離するために用いられる。

【0053】

スイッチ83、84、68には、GSMの場合に最大出力電力が4Wに達するときでも歪みが発生しないように、それぞれ図6、図7又は図8に示した高耐圧スイッチが使用される。なお、高耐圧スイッチ68に対してアイソレーションを補う必要になる場合に、スイッチ6が設けられる。

【0054】

GSM送信時、スイッチ83、6は導通状態、スイッチ84、68、87～90は非導通状態となる。送信回路1aから出力された高出力の送信信号は、アンテナ端子4へ伝送される。

【0055】

PCS/DCS送信時、スイッチ84、6は導通状態、スイッチ83、68、87～90は非導通状態となる。送信回路1bから出力された高出力の送信信号はアンテナ端子4へ伝送される。

【0056】

受信時、スイッチ83、84、6は非導通状態、スイッチ68は導通状態となる。スイッチ87～90のうち、受信する受信回路に接続されたスイッチのみが導通状態となり、他は非導通状態となる。従って、アンテナ端子4から入力された受信信号は、導通状態となつたスイッチを経て受信回路に伝送される。端子96～99はスイッチ87～90の導通状態、非導通状態を制御するコントロール端子であり、抵抗素子92～95は各コントロール端子とそれぞれのスイッチを高周波的に分離するために用いられる。

【0057】

本実施形態により、複数の通信規格に対応しつつ、スイッチの素子面積の増加を防ぐことができた。

【0058】

図15に本発明の第6の実施形態を示す。本実施形態は、第5の実施形態のアンテナス

10

20

30

40

50

イッチ回路を用いて構成した高周波モジュールであり、携帯電話のGSMとPCSとDCSに対応する。GSMは送信1系統に対して受信が2系統(GSM\_1、GSM\_2)、PCS/DCSは送信回路を共通にすることができるため送信が1系統で受信がPCSで1系統、DCSで1系統となる。

#### 【0059】

本実施形態の高周波モジュール111には、GSM用の電力增幅回路112、GSM用の電力增幅回路112の高調波を除去するローパスフィルタ113、PCS/DCS用の電力增幅回路114、PCS/DCS用の電力增幅回路114の高調波を除去するローパスフィルタ115、本発明の第5の実施形態で示したアンテナスイッチ回路116、電力增幅回路112、114の出力電力の制御及びスイッチ回路116の接続切替えを制御する制御回路117、スイッチの各受信端子に接続された受信信号に対して妨害になる雑音を除去するSAWフィルタ118、134、135、136と受信回路119が搭載される。また、高周波モジュール111は、アンテナ端子121、GSM用変調信号端子122、PCS/DCS用変調信号端子123、制御回路にバイアス、制御信号を入力するための端子124、復調信号端子125を有している。

#### 【0060】

スイッチ回路116は図9と同等のスイッチ回路で、その高耐圧スイッチ部のスイッチ126、127、128の各々はデュアルゲート3段で構成されるが、図6のようなシングルゲート6段、図8のようなトリプルゲート2段で構成されてもよい。集積化した本回路のチップサイズは約1mm<sup>2</sup>である。

#### 【0061】

本実施形態の動作をPCS送受信時の場合を例にとって説明する。PCS受信時、電力增幅回路112、114は非動作状態、スイッチ126、127、129、130、132、133は非導通状態、スイッチ128、131は導通状態となるため、端子121から入力された受信信号はスイッチ128、131、SAWフィルタ135を経て受信回路119に入力されて復調され、端子125に出力される。

#### 【0062】

次にPCS送信時においては、PCS送信周波数とDCS受信周波数のうち1850MHzから1875MHzは動作周波数が重なっているため、この帯域のPCSの送信信号が出力された場合、SAWフィルタ136に入力される電力はPCS送信とDCS受信間のアイソレーションによって決まる。もし、アイソレーションが不足すると、SAWフィルタ136はPCSの送信信号の電力が過入力になるためSAWフィルタ136の破壊、更には受信回路119の破壊を招くこととなる。本実施形態では、スイッチ128、132、133によって高いアイソレーションが得られるため、そのような破壊が回避される。

#### 【0063】

PCS送信時、制御回路117によりGSM用電力增幅回路112が非動作状態、スイッチ126、128、129、130、131、132が非導通状態、PCS/DCS用電力增幅回路114が動作状態、スイッチ127、133が導通状態となる。端子123に入力された信号は、PCS/DCS用電力增幅回路114で増幅され、スイッチ127を経て端子121に出力される。このとき、スイッチ128、129、130、131、132は非導通状態、スイッチ133は導通状態となっているため、高いアイソレーションを広い周波数帯域で得ることができる。従って、受信側のSAWフィルタ136、受信回路119が破壊されるのを防ぐことができる。

#### 【0064】

なお、高耐圧スイッチは、スイッチに接続される高周波伝送路の長さがスイッチの動作周波数の伝送路内波長の1/10以下である場合、スイッチに1Wを超えるような高周波電力を入力したとき、その高周波伝送路の長さが変化してもオフ状態を保ち続けることができるスイッチである必要がある。そのため、本実施形態では、スイッチ126、127、128にシングルゲートの多段接続やデュアルゲート、トリプルゲートなどのマルチゲート単体又はその多段接続したものが用いられる。シングルゲート1段のスイッチは、それだけでオフ状態を保ち続けることができる電力は1W未満であるため高耐圧スイッチとして用いることができない。

10

20

30

40

50

## 【0065】

本発明のアンテナスイッチ回路を送受信を行なう高周波モジュールに適用することにより、スイッチの高耐圧特性により高い送信電力を扱うことが可能となり、更に高耐圧スイッチとモード切替スイッチの直列接続により送受信間で高アイソレーションが実現できるため、デュブレクサなどの大型な受動部品が不要になると共に、モジュールの薄層化、小型化が可能な高周波モジュールを実現することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0066】

【図1】本発明に係るアンテナスイッチ回路の第1の実施形態を説明するための回路図。

10

【図2】第1の実施形態の送受信間アイソレーション特性を示す曲線図。

【図3】本発明の第2の実施形態を説明するための回路図。

【図4】本発明の第3の実施形態を説明するための回路図。

【図5】本発明の第4の実施形態を説明するための回路図。

【図6】第4の実施形態において用いるスイッチの例を示す回路図。

【図7】第4の実施形態において用いるスイッチの別の例を示す回路図。

【図8】第4の実施形態において用いるスイッチの更に別の例を示す回路図。

【図9】本発明の第5の実施形態を説明するための回路図。

【図10】従来のアンテナスイッチ回路の例を説明するための回路図。

【図11】図10のアンテナスイッチ回路の送受信間アイソレーション特性を示す曲線図

20

。

【図12】従来のアンテナスイッチ回路の別の例を説明するための回路図。

【図13】図12のアンテナスイッチ回路で用いられるスイッチを示す回路図。

【図14】従来技術を基本にして構成したアンテナスイッチ回路の例を説明するための回路図。

【図15】本発明の第6の実施形態を説明するための回路図。

## 【符号の説明】

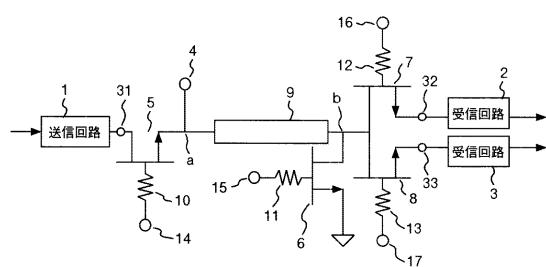
## 【0067】

1...送信回路、2, 3...受信回路、5~8...スイッチ、9...位相を90度回転させる伝送回路、10~13...抵抗素子、14~17...制御端子、4...アンテナ端子、6~8...高耐圧スイッチ、31...送信端子、32, 33...受信端子。

30

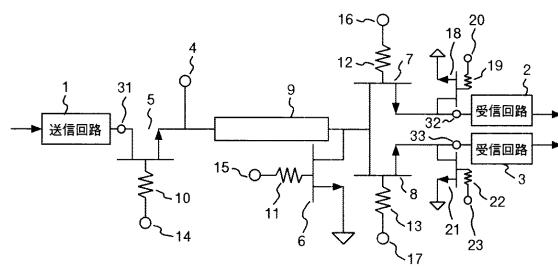
【図1】

図 1



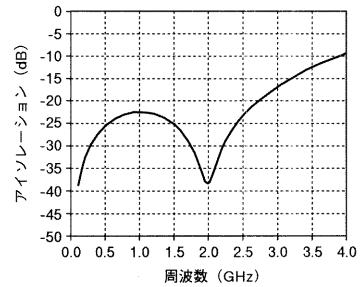
【図3】

図 3



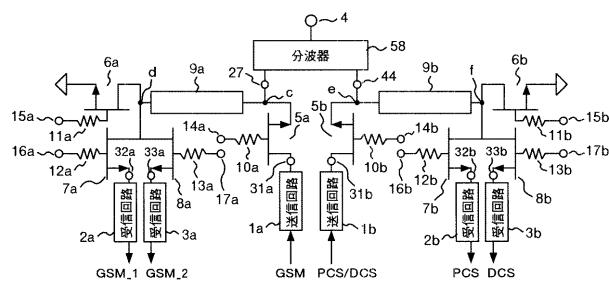
【図2】

図 2



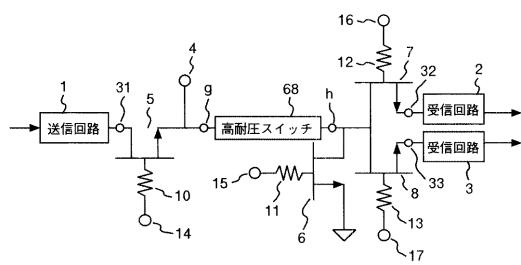
【図4】

図 4



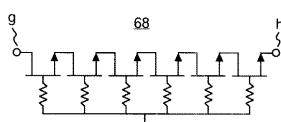
【図5】

図 5



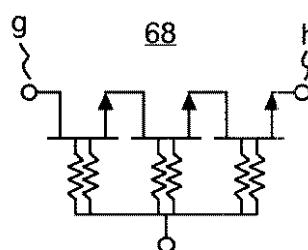
【図6】

図 6



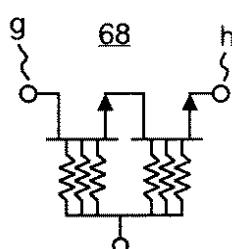
【図7】

図 7

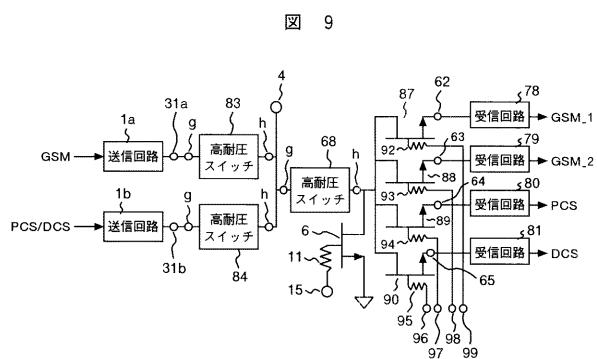


【図8】

図 8

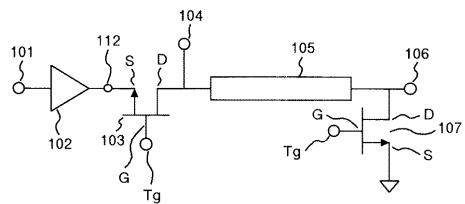


【図 9】



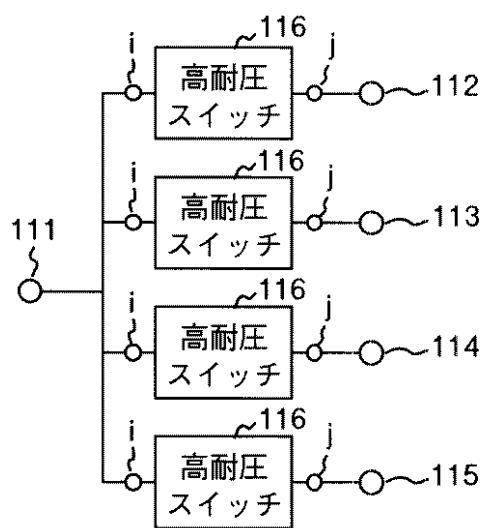
【図 10】

図 10



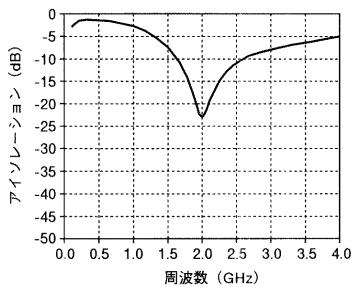
【図 12】

図 12



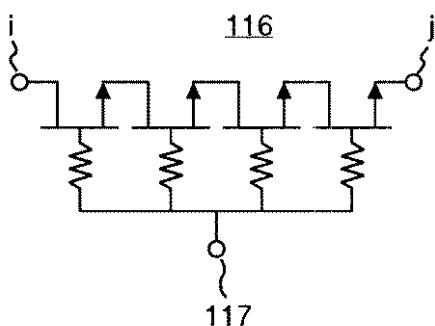
【図 11】

図 11



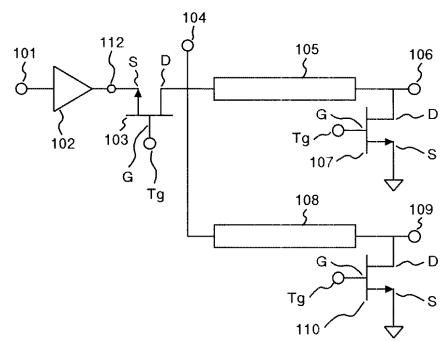
【図 13】

図 13

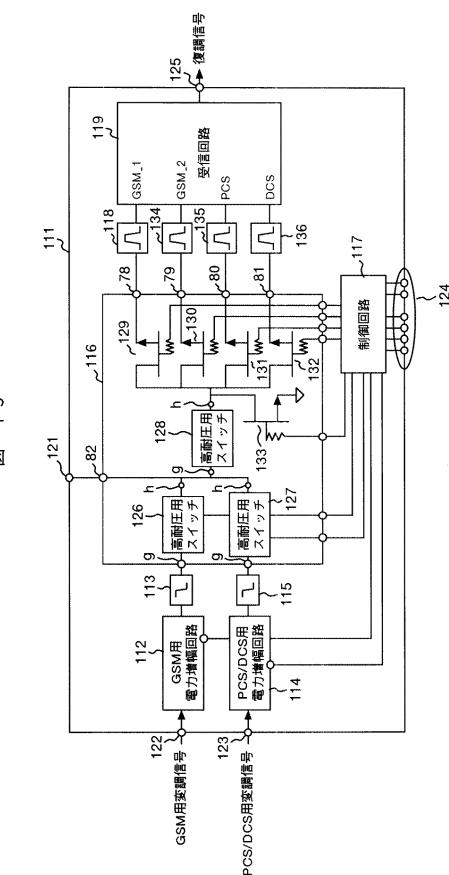


【図14】

図 14



【図15】



## フロントページの続き

(72)発明者 末永 英典

東京都千代田区丸の内二丁目4番1号 株式会社ルネサステクノロジ内

(72)発明者 中島 秋重

東京都千代田区丸の内二丁目4番1号 株式会社ルネサステクノロジ内

F ターム(参考) 5J012 BA03 BA04

5K011 DA02 DA21 FA01 GA04 JA01 KA04