

(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2004-172729
(P2004-172729A)

(43) 公開日 平成16年6月17日(2004.6.17)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H04B 1/44	H04B 1/44	5J012
H01P 1/15	H01P 1/15	5K011

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2002-333536 (P2002-333536)	(71) 出願人	000005083 日立金属株式会社 東京都港区芝浦一丁目2番1号
(22) 出願日	平成14年11月18日 (2002.11.18)	(72) 発明者	杉山 雄太 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社先端エレクトロニクス研究所内
		(72) 発明者	深町 啓介 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社先端エレクトロニクス研究所内
		(72) 発明者	山下 貴弘 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社先端エレクトロニクス研究所内
		Fターム(参考)	5J012 BA03 BA04 5K011 BA04 DA02 DA21 FA01 GA04 JA01 JA03 KA04

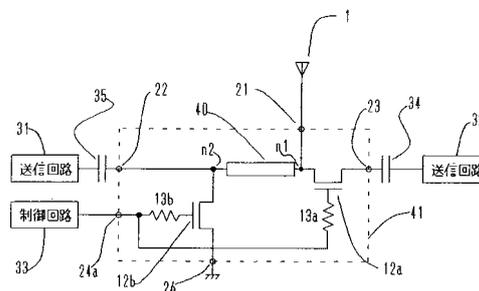
(54) 【発明の名称】 アンテナ送受信切替え回路

(57) 【要約】

【課題】 大電力を送信しても相互変調ひずみの少なく線形性の良い、電界効果トランジスタを用いた小型のアンテナ送受信切替え回路を提供する。

【解決手段】 送受信アンテナ側に接続される共通端子と、送信用回路が接続される送信回路端子と、受信用回路が接続される受信回路端子と、接地電位に接続される接地端子と、第1及び第2の電界効果トランジスタと、電界効果トランジスタのゲート電位を制御する制御端子を有し、第1の電界効果トランジスタは共通端子と接続されたノードn1にソース端子を接続し、受信回路端子にドレイン端子を接続し、制御端子に抵抗を介してゲート端子を接続し、ノードn1と送信回路端子に接続されるノードn2の間に受信信号波長の1/4の伝送線路が接続され、更に第2の電界効果トランジスタはノードn2にドレイン端子を接続し、接地端子にソース端子を接続し、制御端子に抵抗を介してゲート端子を接続した。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

送受信アンテナ側に接続される共通端子と、送信用回路が接続される送信回路端子と、受信回路が接続される受信回路端子と、接地電位に接続される接地端子と、第 1 及び第 2 の電界効果トランジスタと、前記電界効果トランジスタのゲート電位を制御する制御端子を持つ送受信切替え回路であって、前記第 1 の電界効果トランジスタは共通端子と接続されたノード n 1 にソース端子を接続し、受信回路端子にドレイン端子を接続し、制御端子に抵抗を介してゲート端子が接続されるように配置され、更に前記ノード n 1 と送信回路端子に接続されるノード n 2 の間に受信信号波長の略 4 分の 1 の長さを持つ伝送線路が接続され、更に前記第 2 の電界効果トランジスタは前記ノード n 2 にドレイン端子を接続し、接地端子にソース端子を接続し、前記制御端子に抵抗を介してゲート端子が接続されるように配置したことを特徴とするアンテナ送受信切替え回路。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載のアンテナ送受信切替え回路であって、前記第 1、第 2 の電界効果トランジスタと並列にインダクタが接続され、前記インダクタのインダクタンスは送信信号周波数においてそれぞれ電界効果トランジスタのオフ時のキャパシタンスと並列共振するように設定されることを特徴とするアンテナ送受信切替え回路。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載のアンテナ送受信切替え回路であって、前記第 2 の電界効果トランジスタのソースが接続される接地端子を、キャパシタを介して交流的に接地することにより、前記第 1 及び第 2 の電界効果トランジスタのソース端子の直流電位を変更可能にしたことを特徴とするアンテナ送受信切替え回路。

20

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 の何れかに記載のアンテナ送受信切替え回路であって、前記伝送線路の代わりに、集中定数素子による等価な回路を用いたことを特徴とするアンテナ送受信切替え回路。

【請求項 5】

請求項 4 記載のアンテナ送受信切替え回路であって、前記集中定数素子による等価な回路は、ローパス特性を示す事を特徴とするアンテナ送受信切替え回路。

【発明の詳細な説明】

30

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、移動体無線通信機器、特に時分割多重アクセス (T D M A) を採用した携帯電話等に用いられるアンテナ送受信切り替え回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

高周波の無線通信機器におけるアンテナ送受信切替え回路としては、従来ダイオードを用いたスイッチが広く用いられている。これは、ダイオードに D C 電流を流した場合には、高周波帯で導通した状態となり、電流を流さない場合には絶縁状態となる性質を利用したものである。このようなアンテナ送受信切替え回路として例えば特許文献 1 に報告されている。ところが D C 電流を流すということは、電力を消費するという事であり、携帯電話などのバッテリーで駆動する通信機器ではより低消費電力のスイッチが求められている。

40

【0003】

そのような素子として、電界効果トランジスタが挙げられる。電界効果トランジスタは、そのゲートとソース間の電圧によりドレイン端子とソース端子間の導通をオン・オフでき、なおかつゲート端子に流れ込む電流がごくわずかですむために低消費電力でスイッチングできるという好ましい特徴をもつ。特に G a A s を材料として用いた電界効果トランジスタは高周波特性に優れ、準マイクロ波、マイクロ波帯域で使用するのにふさわしい特性を持つ。

【0004】

50

このような電界効果トランジスタを用いたアンテナ送受信切替え回路として、特許文献2の高周波スイッチ回路や特許文献3の高周波スイッチ等が開示されている。図6は特許文献2に示された回路図である。しかしながら、図6からも明らかなように、これらの構成では、いずれも送信時には送信信号電流が電界効果トランジスタを通過してしまう。現在用いられている携帯電話などの出力は1W近くにもなるため、電界効果トランジスタの持つ非線形性通過特性により、高調波発生による帯域外輻射や相互変調による歪みから近接通信チャンネルへの電波の漏洩が問題となる可能性がある。また、電界効果トランジスタのオン抵抗を電流が流れるので、信号が減衰するという問題もある。

【0005】

また別の構成を持つアンテナ送受信切替え回路としては、特許文献4が挙げられる。図7は特許文献4に示された回路図である。この構成によれば、送信信号電流は電界効果トランジスタを通過せずに送信アンプからアンテナへ流れるように見えるが、実際には送信時に電界効果トランジスタ12cはオン状態にあり、(4分の1波長伝送線路40cの特性インピーダンス)/(ノードn3における交流電圧)分だけの電流が流れるため、やはり非線形性による問題を回避できない。またこの構成では4分の1波長伝送線路を複数個使用する構成となるため、10GHz以下の帯域では装置の小型化が困難といった問題が発生する。

10

【0006】

【特許文献1】

特開2002-246945号公報

20

【特許文献2】

特開平5-199094号公報

【特許文献3】

特開平8-23270号公報

【特許文献4】

特開平7-235802号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、10GHz以下の準マイクロ波帯、マイクロ波帯で用いられるアンテナ送受信切替え回路において、信号送信時の線形性に優れ、尚且つ小型化を可能とする回路を実現することを目的とする。

30

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1のアンテナ送受信切替え回路は、送受信アンテナ側に接続される共通端子と、送信用回路が接続される送信回路端子と、受信用回路が接続される受信回路端子と、接地電位に接続される接地端子と、第1及び第2の電界効果トランジスタと、前記電界効果トランジスタのゲート電位を制御する制御端子を持つ送受信切替え回路であって、前記第1の電界効果トランジスタは共通端子と接続されたノードn1にソース端子を接続し、受信回路端子にドレイン端子を接続し、制御端子に抵抗を介してゲート端子が接続されるように配置され、更に前記ノードn1と送信回路端子に接続されるノードn2の間に受信信号波長の略4分の1の長さを持つ伝送線路が接続され、更に前記第2の電界効果トランジスタは前記ノードn2にドレイン端子を接続し、接地端子にソース端子を接続し、前記制御端子に抵抗を介してゲート端子が接続されるように配置したことを特徴とする。

40

【0009】

本発明の第2のアンテナ送受信切替え回路は、上記アンテナ送受信切替え回路において、前記第1、第2の電界効果トランジスタと並列にインダクタが接続され、前記インダクタのインダクタンスは送信信号周波数においてそれぞれ電界効果トランジスタのオフ時のキャパシタンスと並列共振するように設定されることを特徴とする。

【0010】

本発明の第3のアンテナ送受信切替え回路は、上記アンテナ送受信切替え回路の何れかに

50

において、前記第2の電界効果トランジスタのソースが接続される接地端子を、キャパシタを介して交流的に接地することにより、前記第1及び第2の電界効果トランジスタのソース端子の直流電位を変更することを可能にしたことを特徴とする。

【0011】

本発明の第4のアンテナ送受信切替え回路は、上記アンテナ送受信切替え回路の何れかにおいて、前記伝送線路の代わりに、集中定数素子による等価な回路を用いたことを特徴とする。

【0012】

本発明の第5のアンテナ送受信切替え回路は、上記アンテナ送受信切替え回路において、前記集中定数素子による等価な回路は、ローパス特性を示す事を特徴とする。

10

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明のアンテナ送受信切替え回路を実施例の図面に基づいて説明する。

(実施例1)

図1は本発明のアンテナ送受信切替え回路の第1の実施例である。図1に示されるように、送受信アンテナ1が接続されるアンテナ端子21と、送信用回路31が接続される送信回路端子22と、受信用回路32が接続される受信回路端子23と、接地電位に接続される接地端子26と、第1及び第2の電界効果トランジスタ12a、12bと、前記電界効果トランジスタのゲート電位を制御する制御端子24aを持つ送受信切替え回路である。ここで前記第1の電界効果トランジスタ12aは共通端子21と接続されたノードn1にソース端子を接続し、受信回路端子23にドレイン端子を接続し、制御端子24aに抵抗13aを介してゲート端子が接続されるように配置し、更に前記ノードn1と送信回路端子22に接続されるノードn2の間に受信信号波長の略4分の1の長さを持つ伝送線路40を接続し、更に前記第2の電界効果トランジスタ12bは前記ノードn2にドレイン端子を接続し、接地端子26にソース端子を接続し、前記制御端子24aに抵抗13bを介してゲート端子が接続されるように配置したものである。以下にその動作を説明する。

20

【0014】

1 : 送信時

送信時においては制御端子24aに、電界効果トランジスタ12a、12bの閾値電圧以下の電圧(例えば-2V)を印加することにより、電界効果トランジスタ12a、12bのソース、ドレイン間をオフ状態にする。こうする事によって、ノードn1から受信回路側を見た場合にそのインピーダンスはオープンに近くなり、受信端子はノードn1から電氣的に切り離された状態となる。またノードn2から第2の電界効果トランジスタ側を見たインピーダンスも同様にオープンに近い高インピーダンスとなり、送信回路端子から入力された信号は伝送線路40を通過して共通端子21に出力され、出力信号の高周波電流は電界効果トランジスタ12a、12bを通過することがなくなる。したがって電界効果トランジスタ12a、12bによる非線形の効果は最小限に抑える事が出来、線形性のよい切替え回路となる。また、電界効果トランジスタ12a、12bのドレイン・ソース間には電流が流れないので、電界効果トランジスタ12a、12bによる信号減衰もなく、比較的小さい電界効果トランジスタを用いても十分な特性を得られることが期待でき、製造コストの削減にも寄与する。

30

40

【0015】

2 : 受信時

受信時においては制御端子24aに電界効果トランジスタ12a、12bの閾値電圧以上の電圧(例えば3.6V)を印加することにより、電界効果トランジスタ12a、12bのソース、ドレイン間を導通させた状態にする。こうすることによりノードn1から受信回路端子側を見た場合には、電界効果トランジスタ12aのドレイン、ソース間が導通状態にあるため、ほぼ受信回路のインピーダンスが見えることになる。さらに、ノードn2はオン状態にある電界効果トランジスタ12bのため、送信回路のインピーダンスに係らずほぼ接地状態となる。ノードn1からノードn2側を見たインピーダンスは、n2

50

における接地の状態が伝送線路によるインピーダンス変換を受け、ほぼオープンに近い高インピーダンスに見える。したがって共通端子 2 1 からアンテナ送受信切替え回路側を見た場合には、ほぼ受信回路のインピーダンスが見えることになり、整合条件が保たれ、共通端子 2 1 から入力された受信信号は電界効果トランジスタ 1 2 a を通って受信回路端子 2 3 に出力される。この際電界効果トランジスタ 1 2 a、1 2 b とともに受信信号による高周波電流がドレイン、ソース間に流れるが、受信電力は通常極めて小さいため、電界効果トランジスタのオン抵抗を十分小さくしておけば、非線形性が問題になることはない。

【 0 0 1 6 】

(実施例 2)

図 2 に本発明の第 2 の実施例を示す。本実施例においては電界効果トランジスタ 1 2 a、1 2 b と並列にインダクタ 1 4 a、1 4 b を接続する。本構成は特に送信時において、前記各インダクタがオフ状態にある電界効果トランジスタ 1 2 a、1 2 b の寄生容量と共振するように設定する事により、これらの並列回路の受信周波数におけるインピーダンスをより高めることが出来る。このようにすることで、送信電力の受信回路端子への漏洩電力をより少なくする事が出来、好ましい。また、受信時においては、この時電界効果トランジスタ 1 2 a、1 2 b はオン状態にあるため、そのオン抵抗とインダクタが並列に接続されることにより、この並列回路のインピーダンスが小さく見えるだけであり、特に悪影響を及ぼす事はない。

10

【 0 0 1 7 】

(実施例 3)

図 3 は本発明の第 3 の実施例を示す図である。本実施例においては、接地端子 2 4 b をキャパシタ 3 6 を介して交流的に接地する。接地端子 2 4 b はインダクタ 3 7 を介して直流的には制御回路に接続され、その電位を調整することが可能である。高周波信号に対しては、インダクタ 3 7 が高インピーダンスを示すため、制御回路に信号が漏洩する事を防ぐことが出来る。このような構成をとる事により、送信時に、制御端子 2 4 b に正の電圧（例えば 3 V）を印加し、2 4 a に 0 V を印加することにより、制御回路が負の電圧を作ることなく電界効果トランジスタのゲート・ソース間電圧を負にすることが可能となる。したがって、制御回路が簡単となりコスト削減に貢献する。

20

【 0 0 1 8 】

(実施例 4)

図 4 は本発明の第 4 の実施例を示す図である。図において 5 1 はインダクタ、5 2 a、5 2 b はキャパシタであり、それぞれのインダクタンス、容量は次のように設定する。

30

【 0 0 1 9 】

【 数 1 】

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot fr \cdot Z_{ant}}$$

$$L = \frac{Z_{ant}}{2\pi \cdot fr}$$

40

【 0 0 2 0 】

ここで Z_{ant} はアンテナ端子に接続される外部のインピーダンスであり、 fr は受信信号周波数を表す。このように、集中定数による等価な回路を用いることにより、4分の1波長伝送線路と同等の効果が期待されると同時に、集中定数素子を用いるために回路の小型化が可能となる。さらにこの等価な回路にローパス特性を持つようにすることにより、

50

送信信号に含まれる高調波成分を除去できるためにさらに望ましい。

【0021】

(実施例5)

図5は上記した第2の実施例に係わる別の実施例を示す図である。次にその動作について説明する。すなわち送信時において、制御端子24aに閾値電圧以下の電圧を印加する事により、電界効果トランジスタ12a、12bともオフ状態とし、制御端子24cに閾値電圧以上の電圧を印加して電界効果トランジスタ12iをオン状態にする。電界効果トランジスタ12aはオフ状態でインダクタ14aと並列共振し、高インピーダンス状態を作りだしているが、実際にはインピーダンスは有限であるため、わずかではあるが信号が漏れてしまう。そこで電界効果トランジスタ12iをオン状態にして受信回路端子を接地させてこの漏れ電流を接地に逃がすことにより、実施例2と比較して、受信回路のアイソレーションをより改善することができる。

10

【0022】

【発明の効果】

本発明によれば、電界効果トランジスタを用いた高性能のアンテナ送受信切替え回路において、良好な線形性を持ち相互変調歪みが小さい、小型のアンテナ送受信切替え回路が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のアンテナ送受信切替え回路の第1の実施例を示す回路図である。

【図2】本発明のアンテナ送受信切替え回路の第2の実施例を示す回路図である。

20

【図3】本発明のアンテナ送受信切替え回路の第3の実施例を示す回路図である。

【図4】本発明のアンテナ送受信切替え回路の第5の実施例を示す回路図である。

【図5】本発明のアンテナ送受信切替え回路の別の実施例を示す回路図である。

【図6】従来 of アンテナ送受信切替え回路の例を示す回路図である。

【図7】従来 of 別のアンテナ送受信切替え回路の例を示す回路図である。

【符号の説明】

1：アンテナ

12a：第1の電界効果トランジスタ

12b：第2の電界効果トランジスタ

21：共通端子

30

22：送信回路端子

23：受信回路端子

24a：制御端子

24b：制御端子

26：接地端子

31：送信回路

32：受信回路

33：電界効果トランジスタのゲート電圧制御回路

40：4分の1波長伝送線路

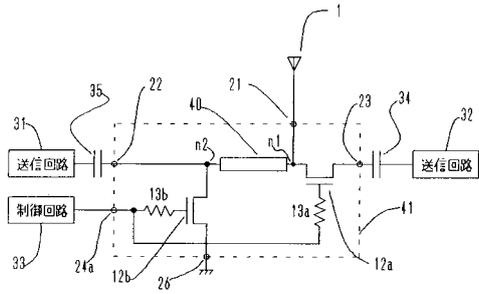
41：送受信切り替え回路

40

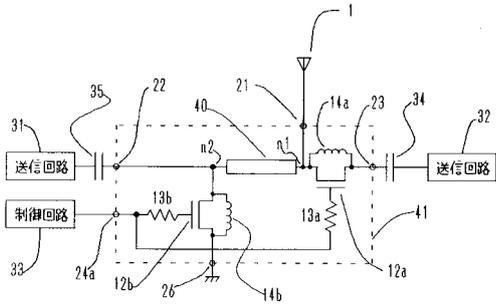
34、35、36、52a、52b：キャパシタ

14a、14b、37、51：インダクタ

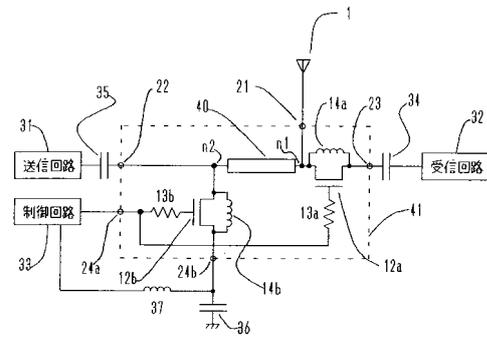
【 図 1 】



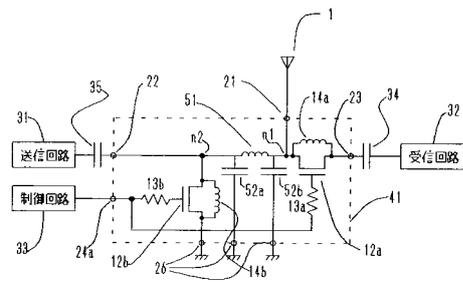
【 図 2 】



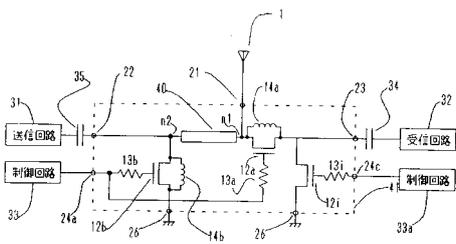
【 図 3 】



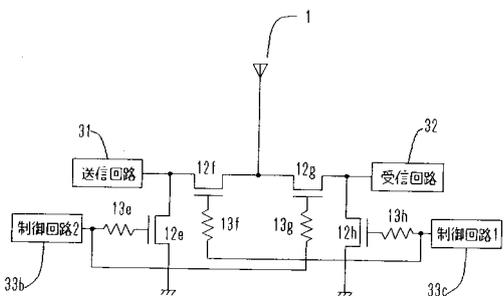
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

