

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5026246号  
(P5026246)

(45) 発行日 平成24年9月12日(2012.9.12)

(24) 登録日 平成24年6月29日(2012.6.29)

(51) Int.Cl. F I  
H04B 1/40 (2006.01) H04B 1/40

請求項の数 7 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-332353 (P2007-332353)                  (22) 出願日 平成19年12月25日(2007.12.25)                  (65) 公開番号 特開2009-159058 (P2009-159058A)                  (43) 公開日 平成21年7月16日(2009.7.16)                  審査請求日 平成22年12月22日(2010.12.22)</p>	<p>(73) 特許権者 594023722                  サムソン エレクトロメカニクス カ                  ンパニーリミテッド.                  大韓民国、キョンギード、スウォン、ヨン                  トング、マエタン3ードン 314                  (74) 代理人 100086368                  弁理士 萩原 誠                  (72) 発明者 小谷 典久                  神奈川県横浜市鶴見区菅沢町2-7 株式                  会社サムスン横浜研究所内                  (72) 発明者 乙部 英一郎                  神奈川県横浜市鶴見区菅沢町2-7 株式                  会社サムスン横浜研究所内                  審査官 相澤 祐介</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波スイッチ回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一端が第1ポートに接続され、他端が接地された第1のスイッチと、  
 一端が第2ポートに接続され、他端が位相回転素子を介して前記第1ポートに接続され  
 た第2のスイッチと、

前記第1ポートに入力される高周波信号を前記第2ポートから出力する際に、前記第1  
 のスイッチをOFF状態に、前記第2のスイッチをON状態に制御する制御回路とを備え

、  
 前記制御回路は、前記第1のスイッチで発生する前記高周波信号の高調波成分が増加す  
 るよう前記第1のスイッチのOFF状態を制御し、

前記位相回転素子は、前記第1のスイッチで発生する前記高調波成分に対して前記高調  
 波成分の周波数帯で位相回転を与え、前記位相回転された前記第1のスイッチで発生する  
 前記高調波成分と前記第2のスイッチで発生する高調波成分とを逆相で相殺させることを  
 特徴とする高周波スイッチ回路。

【請求項2】

前記位相回転が90°を超え180°以内であることを特徴とする請求項1に記載の高  
 周波スイッチ回路。

【請求項3】

前記第1のスイッチと前記第2のスイッチとを電界効果トランジスタで構成し、前記第  
 1のスイッチのOFF状態の制御は、前記電界効果トランジスタのゲート・ドレイン/ソ

ース間の電位差を小さくして、前記高周波信号の歪みを大きくすることを特徴とする請求項 1 に記載の高周波スイッチ回路。

【請求項 4】

前記位相回転素子が、基板上に形成された伝送線路であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の高周波スイッチ回路。

【請求項 5】

前記伝送線路が、マイクロストリップライン又はストリップラインであることを特徴とする請求項 4 に記載の高周波スイッチ回路。

【請求項 6】

前記位相回転素子が、インダクタであることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の高周波スイッチ回路。

【請求項 7】

前記制御回路は、

前記第 1 のスイッチによる前記高周波信号の歪み量と前記第 2 のスイッチによる前記高周波信号の歪み量とがほぼ同量となるような制御電圧を前記第 1 のスイッチと前記第 2 のスイッチとに供給することを特徴とする請求項 3 に記載の高周波スイッチ回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は携帯電話機等の無線通信装置において周波数帯の切り替えや送信信号と受信信号との切り替え等に使用される高周波スイッチ回路に関する。

【背景技術】

【0002】

携帯電話機等のバッテリー駆動の無線通信装置において、送受信の切り替えや無線機のモードの切り替えの為に F E T で構成される高周波スイッチを用いた高周波スイッチ回路が広く使用されている。

このような F E T を高周波スイッチとして用いた高周波スイッチ回路では、大電力の送信信号を通過させるとき F E T の非線形特性から送信信号に歪みが発生し、送信高周波信号の高調波成分が発生するという問題点がある。

【0003】

図 5 は従来の高周波スイッチ回路の構成を示す図である。

送信側端子 1 0 とアンテナ側端子 3 0 との間に高周波スイッチ 5 0 が接続され、受信側端子 2 0 とアンテナ側端子 3 0 との間に高周波スイッチ 6 0 が接続される。

また送信側端子 1 0 に一端が接続され、他端が接地される高周波スイッチ 4 0 と受信側端子 2 0 に一端が接続され他端が接地された高周波スイッチ 7 0 も設けられる。

【0004】

これらの高周波スイッチ 4 0 , 5 0 , 6 0 , 7 0 の O N ・ O F F 制御はこれらのスイッチの制御端子に図示しない制御回路から印加される印加電圧により行われる。

すなわちそれぞれの制御端子に 0 ボルトが印加されると高周波スイッチは O F F 状態となり 2 . 5 ~ 4 . 2 ボルト程度の電圧が印加されると O N 状態となる。

送信時には高周波スイッチ 5 0 と高周波スイッチ 7 0 とを O N 状態とし、高周波スイッチ 4 0 , 6 0 を O F F 状態となるように制御する。

【0005】

このとき高周波スイッチの高出力時における歪みの発生を低減する方法として図 5 に示すような昇圧回路 8 0 を利用する方法が知られている。

この場合 2 . 5 ~ 4 . 2 ボルト程度の制御用信号を昇圧回路 8 0 により 7 ~ 9 ボルト程度に昇圧し、この昇圧された電圧を高周波スイッチ 5 0 及び高周波スイッチ 7 0 の制御端子に印加して O F F 時の高周波スイッチ 4 0 及び 6 0 のゲート・ドレイン/ソース間の電位差を制御用信号電圧 2 . 5 ~ 4 . 2 ボルトよりも高く設定することにより、O F F 状態にある高周波スイッチ 4 0 及び 6 0 の歪の発生を少なくする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 6 】

図 6 は従来技術による高周波スイッチ回路の基本構成を示す図で、高周波スイッチとして S P S T を用いた場合の例を示している。

すなわち、従来の S P S T による高周波スイッチ回路では、O F F 状態にある高周波スイッチ 4 0 で発生する高周波信号の歪みを押さえ、すなわち歪みを良くすることにより送信側端子 1 0 から入力される高周波信号 A がアンテナ側端子 3 0 に到達した際の二次高調波  $2 f_0$  及び三次高調波  $3 f_0$  の発生を少なく高周波信号 F を得るようにしている。

## 【 0 0 0 7 】

図 7 は従来の高周波スイッチ回路で発生する高調波発生の原理説明図である。

送信側端子 1 0 に印加された高周波信号 A がアンテナ側端子 3 0 に伝達される際に、O F F 状態にある高周波スイッチ 4 0 により発生する歪みに起因する高調波の発生は、昇圧回路の出力電圧を 7 ~ 9 ボルトと高くすることによって図 7 に示すように  $E_1$  の状態から  $E_2$  の状態へと低減させることができる。

## 【 0 0 0 8 】

一方、O N 状態にある高周波スイッチ 5 0 を介して伝送される高周波信号 A によっても高調波は発生し、これが C の状態として図 7 に示されている。

この O F F 状態にある高周波スイッチ 4 0 で発生した高調波  $E_2$  と O N 状態にある高周波スイッチ 5 0 により発生した高調波 C とは重ね合わされることにより F の状態で示されるような高調波を含んだ高周波信号がアンテナ端子 3 0 から出力される。

## 【 0 0 0 9 】

このように、従来技術による低歪み化方法では O F F 状態にある高周波スイッチ 4 0 から発生する高調波は低減されるものの、O N 状態にある高周波スイッチ 5 0 で発生する歪みがかなり大きく、これによる高調波を加えると結果的にはさほどの低歪み化の効果が発揮できないという問題点があった。

このような高周波スイッチによる歪みに起因する高調波の発生を低減する方法として特許文献 1 に記載されている方法が知られている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 0 5 7 3 7 5

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 1 0 】

特許文献 1 に記載されている発明ではアンテナ側端子と送信側端子との間に位相調整用線路とローパスフィルタとを挿入し、高周波スイッチにおいて発生する高調波の進行波とこの進行波がローパスフィルタで反射して発生する反射波との合成波の電力が小さくなるように進行波と反射波との位相差を調整するようにしている。

## 【 0 0 1 1 】

このように高周波スイッチの歪みに起因する高調波の発生を押さえる方法は種々提案されているが、前述した昇圧回路を用いる方法では昇圧電圧が高いほど昇圧回路での消費電力が増加するという問題がある。

また仮に昇圧回路を設けたとしても、前述したようにそれほどの高調波発生の低減には繋がらないという問題がある。また特許文献 1 に記載された方法ではローパスフィルタや位相調整用線路等の素子が必要となり、携帯電話機等の端末機を低コスト化し或いは小型化することが困難となる。

## 【 0 0 1 2 】

本発明は上述した問題点に鑑みてなされたもので昇圧回路を用いることなく簡単な回路素子を付加するだけで高調波成分を低減することのできる高周波スイッチ回路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 3 】

本発明の高周波スイッチ回路は、一端が第 1 ポートに接続され、他端が接地された第 1 のスイッチと、一端が第 2 ポートに接続され、他端が位相回転素子を介して前記第 1 ポー

10

20

30

40

50

トに接続された第2のスイッチと、前記第1ポートに入力される高周波信号を前記第2ポートから出力する際に、前記第1のスイッチをOFF状態に、前記第2のスイッチをON状態に制御する制御回路とを備え、前記制御回路は、前記第1のスイッチで発生する前記高周波信号の高調波成分が増加するよう前記第1のスイッチのOFF状態を制御し、前記位相回転素子は、前記第1のスイッチで発生する前記高調波成分に対して前記高調波成分の周波数帯で $180^\circ$ 以内の位相回転を与え、前記位相回転された前記第1のスイッチで発生する前記高調波成分と前記第2のスイッチで発生する高調波成分とを逆相で相殺させることを特徴としている。

#### 【0014】

これにより、第1のスイッチで発生する高調波成分は位相回転を受け第2のスイッチで発生する高調波成分と逆相で相殺されることになる。前記位相回転は $90^\circ$ を超え $180^\circ$ 以内とすることができる。

これにより、残存する高調波は極めて少なくなる。

また本発明は前記第1のスイッチと前記第2のスイッチとを電界効果トランジスタで構成し、前記第1のスイッチのOFF状態の制御は前記電界効果トランジスタのゲート・ドレイン/ソース間電位差を小さくして前記高周波信号の歪みを大きくすることを特徴としている。

このように構成することにより、従来必要としていた昇圧回路を必要とせず回路構成が簡素化できる。

#### 【0015】

また、本発明の位相回転素子は基板上に形成された伝送線路とすることができる。

さらに伝送線路としてはマイクロストリップライン又はストリップラインで構成できる。

さらに位相回転素子をインダクタで構成することも可能となる。

このように構成することにより、位相回転素子を簡単な回路構成により基板上に形成することができる。

#### 【0016】

また本発明では前記制御回路は、第1のスイッチによる前記高周波信号の歪み量と前記第2のスイッチによる前記高周波信号の歪み量とがほぼ同量となるような制御電圧を前記第1のスイッチと前記第2のスイッチとに供給するようにしている。

このように構成することにより、第1のスイッチによる高周波信号の歪み量と第2のスイッチによる高周波信号の歪み量とが同量のため発生する高調波が互いに逆相で相殺される。

したがって残存する高調波成分を極めて小さくすることができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0017】

本発明では、昇圧回路を用いることなく簡単な回路素子を付加するだけで高調波成分を低減することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0018】

以下、添付図面を参照して本発明に係る高周波スイッチ回路の実施の形態について説明する。

なお、以下の図面において従来の構成と同一部分には同一符号を付し、その詳細説明は省略する。

#### 【0019】

図1は本発明に係る高周波スイッチ回路の基本構成を示す図である。

本発明の高周波スイッチ回路は図1に示すように一端が送信側端子1に接続され、他端が接地された高周波スイッチ3と一端がアンテナ側端子2に接続され、他端が位相回転素子5を介して送信側端子1に接続された高周波スイッチ4とで構成され、さらに、この高周波スイッチ3および4を制御するための図示しない制御回路とが備えられている。

10

20

30

40

50

そして送信側端子 1 に入力される高周波信号をアンテナ側端子 2 に出力する際には高周波スイッチ 3 を OFF 状態に、高周波スイッチ 4 を ON 状態に制御する。

【 0 0 2 0 】

その際、制御回路は高周波スイッチ 3 で発生する高周波信号の高調波成分が増加するように高周波スイッチ 3 の OFF 状態を制御する。

すなわち、高周波スイッチ 3 を構成する FET のゲート・ドレイン/ソース間の電位差を小さくしてこの FET スイッチが発生する歪みを大きくする、すなわち、歪みを悪くすることにより高調波成分を増加させる。

このようにスイッチに供給するコントロール電圧を低くすることで歪みを大きくすることができるので従来のように昇圧回路を必要としない。

10

【 0 0 2 1 】

図 2 は本発明による高周波スイッチ回路において高調波成分を低減できることの原理説明図である。

すなわち図 1 及び図 2 に示すように送信側端子 1 から D で示されるような状態の高周波信号を入力した場合、アンテナ側端子 2 から B で示されるような状態の信号が得られるようにする。

すなわち D で示される状態では第 2 高調波  $2f_0$ 、三次高調波  $3f_0$  は殆ど見られない。

【 0 0 2 2 】

図 2 に示すように送信側端子 1 から A で示すような状態の高周波信号を入力した場合、高周波スイッチ 3 の歪みが大きいため発生する高調波成分は増加する。

20

この大きな高調波成分を有する高周波信号は位相回転素子を通過することにより反転されて B に示されるような状態でアンテナ側端子 2 に出力される。

一方、ON 状態にある高周波スイッチ 4 を通過した高周波信号は C で示されるような状態で高調波成分を含んでアンテナ側端子 2 に出力される。

【 0 0 2 3 】

このとき B の状態にある高調波成分と C の状態にある高調波成分とは大きさがほぼ等しく位相が逆相となるようにしておけば、結局アンテナ側端子 2 からは B の状態にある信号と C の状態にある信号とが足し合わされて高調波成分は相殺され、D の状態で出力されることになる。

30

なおこのように高調波成分を逆相で相殺させるためには、高周波スイッチ 3 で発生する高調波成分に対して、この高調波成分の周波数帯で 90° を超え 180° 以内の位相回転 を与えるように位相回転素子 5 を設定する必要がある。

【 0 0 2 4 】

これを実現するためには高周波スイッチ 3 と 4 とを電界効果トランジスタで構成し、高周波スイッチ 3 の OFF 状態の制御はこの電界効果トランジスタのゲート・ドレイン/ソース間の電位差を小さくして高周波信号の歪みを大きくする必要がある。

なお本発明で用いられる位相回転素子は基板上に形成された伝送線路とすることができ、この伝送線路としてはマイクロストリップライン又はストリップラインを LTCC (Low Temperature Cofired Ceramics) 基板上で構成することにより実現できる。

40

また位相回転素子はインダクタで構成することもできる。

【 0 0 2 5 】

このように、従来のような昇圧回路を使用することなく低電圧かつ線形性の高い高周波スイッチ回路が実現できるため、消費電力を低減させることができる。

また挿入損失に関しては、入力される高周波信号の位相変化が起きても位相回転素子 5 により調整ができるため影響はない。

なお、図 1 及び図 2 に示す回路では説明の便宜上 SPST (Single Pole, Single Throw) で説明したが、SPDT (Single Pole, Double Throw) や SP3T、さらには DPDT (Double Pole, Double Throw) などでも説明できる。

50

Double Throw)などのMPMT(Multi Pole, Multi Throw)といったマルチポートの高周波スイッチを使用した場合でも本発明の高周波スイッチ回路が実現できることに変わりはない。

【0026】

図3は送信側端子2に入力される高周波信号の周波数 $f_0$ を1.9ギガヘルツとした場合の位相変化量と高調波発生量との関係を示す図である。

図3(a)は第2高調波の場合を(b)は第3高調波の場合をそれぞれ示している。

特性曲線イはスイッチに供給されるコントロール電圧が5.5ボルトの場合を、ロは5.0ボルトの場合を、ハは4.5ボルトの場合をそれぞれ示している。

【0027】

図から明らかなようにコントロール電圧が小さくなるほど歪み量が大きくなり位相変化に対する高調波の信号レベルの変化が大きくなるが、特定の位相例えば第2高調波の場合には130°近辺で高調波の信号のレベルはピークとなる。

また第3高調波の場合には180°近辺でピークとなる。

【0028】

図4は本発明の高周波スイッチ回路の実施例を示す図である。

送信側端子1と接地との間にはFETスイッチ3aが短絡用キャパシタ6を介して直列に接続されている。

また送信側端子1とアンテナ側端子2の間にはマイクロストリップライン5aを介してFETスイッチ4aが接続されている。

【0029】

送信側端子(ポート1)とアンテナ側端子2(ポート2)とを接続状態にするには、FETスイッチ3aのゲートに印加する制御電圧を0ボルトに、FETスイッチ4aのゲートに印加する制御電圧を正の電圧とすれば、それぞれのFETスイッチはOFF状態及びON状態となりポート1とポート2とが接続状態となる。この時の制御電圧である正の電圧は図5に示す従来の回路で使用するよりも小さく携帯端末で使用されるバッテリーの出力電圧程度で十分である。

【0030】

ここで、この正の電圧値によるFETスイッチ3aとFETスイッチ4aの歪みの発生について説明する。

この正のコントロール電圧を7ボルト程度の高い電圧にした場合、このFETスイッチ4aはON状態となり、そのダイオード特性によりゲート・ドレイン間電圧( $V_{gs2}$ )は0.6ボルト程度になるので、ドレイン/ソースの電位は6.4ボルトになる。

【0031】

一方、FETスイッチ3aのドレイン/ソースの電位はFETスイッチ4aと同じ6.4ボルトとなるのでこのFETのゲート・ドレイン/ソース間の電圧 $V_{gs1}$ は-6.4ボルトとなり、OFF状態となる。

同様に、この正の電圧を4.5ボルト程度に低くした場合、FETスイッチ4aのゲート・ドレイン/ソース間電圧 $V_{gs2}$ は0.6ボルト、FETスイッチ3aのゲート・ドレイン/ソース間の電圧差 $V_{gs1}$ は-3.9ボルトとなる。

このようにコントロール電圧である正の電圧値を小さくすると、FETスイッチ4aのゲート・ドレイン/ソース間電圧だけが変化する。

【0032】

一般に、OFF状態のFETスイッチではゲート・ドレイン/ソース間の電圧差の絶対値が大きいほど歪みの発生は小さい。

また7ボルト程度の高い電圧ではOFF状態のFETスイッチ3aの歪み量はON状態のFETスイッチ4aの歪み量と比べて小さい。

このような場合、マイクロストリップライン5aを用いて逆相で相殺させる効果は少ない。

【0033】

10

20

30

40

50

一方、正の電圧値を低くした場合、前述したようにF E Tスイッチ 3 aのみ歪み量が大きくなり、F E Tスイッチ 4 aと同量の歪みとなる正の電圧が存在する。

このときが一番マイクロストリップライン 5 aを用いて逆相で相殺させる効果が大きくなる。

また挿入損失に関してはマイクロストリップライン 5 aで調整ができるため入力される高周波信号の位相変化が起きても影響はない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 4 】

【図 1】本発明による高周波スイッチ回路の基本構成を示す図。

【図 2】本発明の高周波スイッチ回路により高調波成分に改善が見られることを説明するための原理説明図。

【図 3】位相回転量と S P S T の高調波成分の関係を示す図。

【図 4】本発明の一実施例を示す高調波スイッチ回路の構成図。

【図 5】従来の高調波スイッチ回路の構成図。

【図 6】従来の高周波スイッチ回路の基本構成図。

【図 7】従来回路による高調波発生原理説明図。

【符号の説明】

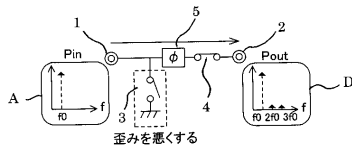
【 0 0 3 5 】

- 1 送信側端子
- 2 アンテナ側端子
- 3 O F F 状態にある高周波スイッチ
- 4 O N 状態にある高周波スイッチ
- 5 位相回転素子

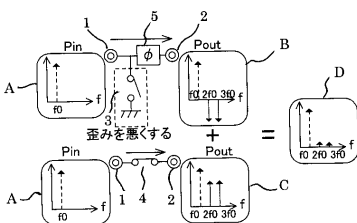
10

20

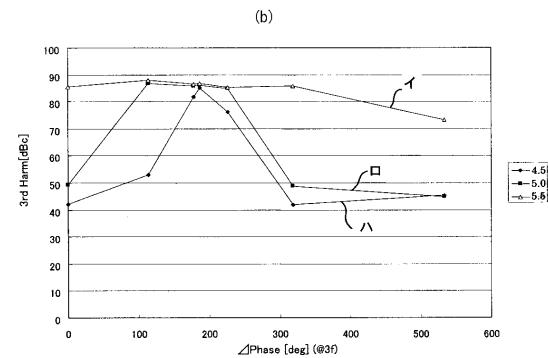
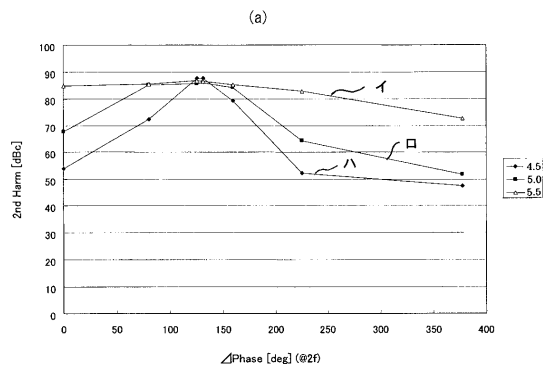
【図 1】



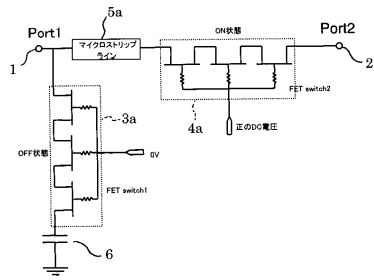
【図 2】



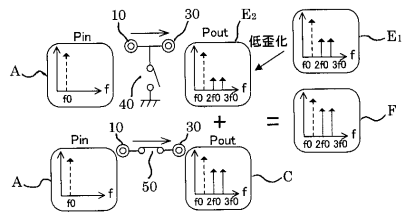
【図 3】



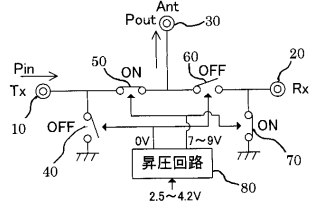
【図4】



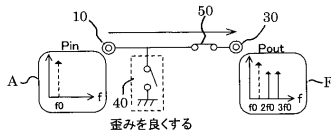
【図7】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-157423(JP,A)  
特開平11-145756(JP,A)  
特開平11-027177(JP,A)  
特開2004-104394(JP,A)  
特開2006-229732(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 1/40