

ワイヤレスブロードバンド用GaAsスイッチIC

岩田 直高・梶田 耕太郎

要 旨

WiMAXや無線LAN、Bluetooth、携帯電話といったワイヤレスブロードバンドアプリケーションのアンテナや信号の切替えに、小型薄型パッケージのスイッチICが求められています。本稿では、これらの要求に適したGaAsスイッチICの技術と特長ある製品を紹介します。

キーワード

●GaAs ●スイッチIC ●ワイヤレスブロードバンド ●携帯電話 ●低損失 ●低歪

1. はじめに

近年、無線LANやBluetoothを始めとして多様なワイヤレスアプリケーションが普及し、市場が拡大しています。無線LANは、パソコンを中心に搭載が進みましたが、現在はそれに留まることなく、ゲーム機、デジタルカメラ、ミュージックプレイヤー、各種家電へと搭載が拡大しています。一方、携帯電話においてもマルチモード/マルチバンド対応などの多機能化が加速し、様々なワイヤレスアプリケーションが複合的に搭載されてきています。最近では、これらの既存アプリケーションに加え、次世代ワイヤレスブロードバンドネットワークとして急成長が期待されるモバイルWiMAXやケーブルによるUSB接続を無線化するワイヤレスUSBなど、新しい技術が本格的な立ち上がりを見せようとしています。

スイッチICは、これらワイヤレスアプリケーションにおいて、送受信の切り替えやアンテナの切り替えなど、高周波信号の経路を切り替えるために用いられるデバイスであり、その用途に応じて低損失、高アイソレーション、広周波数帯域での高出力通過信号の切り替え動作や小型薄型パッケージなどの特性・仕様が要求されます。

本稿では、WiMAX、無線LAN、Bluetooth、および携帯電話といったワイヤレスブロードバンドアプリケーションに適したスイッチICを実現するための技術と特長ある製品を紹介します。

2. 高周波スイッチICの概要

複数の高周波信号の経路を切り替える高周波スイッチには

PINダイオードを複数個組み合わせたものとFETを用いたICとがあり、用途に応じて使い分けられています。PINダイオードは安価で現在も広く使われていますが、たとえば1ポートの信号を2ポートに切り替える(Single Pole Double Throw: SPDT)スイッチを構成する場合、2個のダイオードと1/4波長のストリップラインが必要になり小型化、複合化に適しません。また、携帯電話の高出力な送信信号を切り替える場合、数mAの電流が流れてしまうため、これが携帯電話機の待ち受け時間を縮めます。

一方、FETによるスイッチはPINダイオードのような1/4波長ストリップラインの必要はなく、IC化による小型化が可能です。さらに、制御端子に流れる電流は数 μ A～数十 μ AとPINダイオードに比べて低く、低消費電力化も実現できます。このため携帯電話など小型薄型化、低消費電力化が必要不可欠な用途では、FETを用いた高周波スイッチICがPINダイオードに代わって使用されるケースが増えています。

高周波スイッチICのデバイスプロセスはGaAsが主流です。最近ではSiのCMOSプロセスを用いたスイッチICもありますが、損失など高周波特性面では、GaAsが優れています。また、GaAsデバイスは高価な印象がありますが、量産効果により、比較的安価になりました。これまで価格が高いために敬遠されていた用途からの引き合いも増え始め、GaAsスイッチICの応用分野は広がっています。

3. GaAsスイッチICに適用した技術

近年のマルチモード/マルチファンクションを切り替えるスイッチ特性への要求は、

- ・ 選択された回路パスの信号損失(ロス)が小さいこと(低ロス特性)
- ・ 各パス間の信号が混ざらないこと(良好なアイソレーション特性)
- ・ 高い通過信号電力を扱えること(高出力対応)
- ・ 通過する信号が歪まないこと(低歪特性)
- ・ 低電圧低消費電力で動作すること

などであり、これに加えて製品としては、低コストかつ小型薄型であることが求められます。

これらの要求に対して、弊社は独自に開発したヘテロ接合FET(Heterojunction Field Effect Transistor: HJFET)を適用しました¹⁾。エピタキシャルウエハは、GaAs基板の上に無添加のInGaAsチャネル層をドナー添加したAlGaAs層で挟み込んだダブルドープダブルヘテロ接合構造を有しており、素子特性は、

- ・ 低オン抵抗かつ高い電流の線形性
- ・ 高電流密度かつ高耐圧

であることを特長としています。このHJFETをスイッチICに適用することにより、小型チップのスイッチICで、大きな通過電力まで低損失、低歪かつ良好なアイソレーション特性が得られました。

チップの小型化に加えて、小型薄型パッケージの開発も進めました。具体的には、薄く微細なリードフレームや高さの低い金ワイヤーボンディング技術などを開発しました。その結果、スイッチの機能や通過電力クラス別に比較しますと、弊社は業界最小クラスのパッケージサイズで製品化することができました。

4. スイッチIC製品

スイッチ製品はいくつの回路を切り替えられるかという機能と、どれだけの信号出力まで切り替えられるかという通過電力レベルによって大まかに用途が分けられます。そして、それぞれの製品において、小型薄型で低電圧動作、低損失かつ広帯域動作などの仕様・特性が要求されます。

まず、無線通信規格のモバイルWiMAXシステムを構築する際に必要となる、データ送受信の切り替えおよびアンテナの切り替えスイッチIC「 μ PG2176T5N」を説明します²⁾。WiMAXシステムはひずみの規格が厳しいため、無線LANシステムの5倍の通過信号電力を切り替えられること、2.3GHzから5.85GHzまでの広帯域の高周波信号を切り替えることなどが求

められます。開発したスイッチICは、第3章で示したHJFET技術を用い、37dBmという高出力を、2.7GHzで0.45dB、5.85GHzで0.7dBの低い損失で、**図1**のように1ポートの信号を2ポートに切り替え(SPDT)ます。

代表的な特性を、**表1**にまとめます。また、**写真1**に外観を示します。縦1.5mm、横1.5mm、高さ0.37mmという業界最小の超小型薄型パッケージに封入しているため、弊社の従来製品と比較すると、実装面積で25%、厚さで50%の小型薄型化を実現していることが特長です。

次に、マルチモード/マルチバンド対応携帯電話用のアンテナ切り替えスイッチICとして「 μ PG2401T6A」を紹介します。

このスイッチICは、GSM方式とUMTS方式の通信機能を併せ持つ携帯電話に対応するもので、**図2**に示すように、1ポ

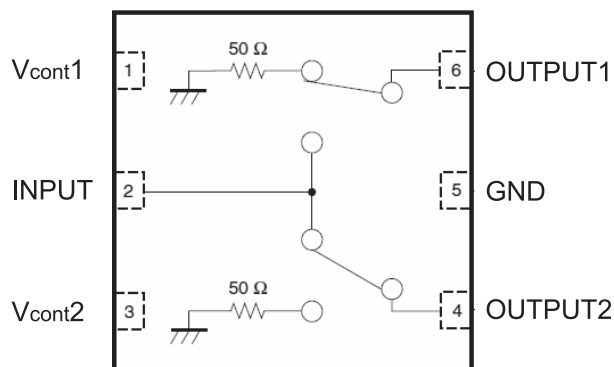


図1 μ PG2176T5Nのブロック図

表1 μ PG2176T5N(SPDTスイッチ)の概要

項目	概要
コントロール電圧	+2.5V ~ +5.0V
挿入損失	0.45dB typ. @f=2.7GHz 0.55dB typ. @f=3.8GHz 0.7dB typ. @f=5.85GHz
アイソレーション (INPUT - OFF Port)	27dB typ. @f=2.7GHz 24dB typ. @f=3.8GHz 21dB typ. @f=5.85GHz
通過電力	Pin(1dB) = 5W(+37dBm) typ. @f=2.7GHz, V _{cont} =3.0V/0V Pin(1dB) = 5W(+37dBm) typ. @f=3.8GHz, V _{cont} =3.0V/0V Pin(1dB) = 5W(+37dBm) typ. @f=5.85GHz, V _{cont} =3.0V/0V
消費電流	16 μ A
パッケージ	6ピン TSON (1.5 x 1.5 x 0.37mm ³)

コントロール電圧：3.0V / 0V、温度：+25°C

デジタルコンシューマ分野向け半導体
ワイヤレスブロードバンド用GaAsスイッチIC

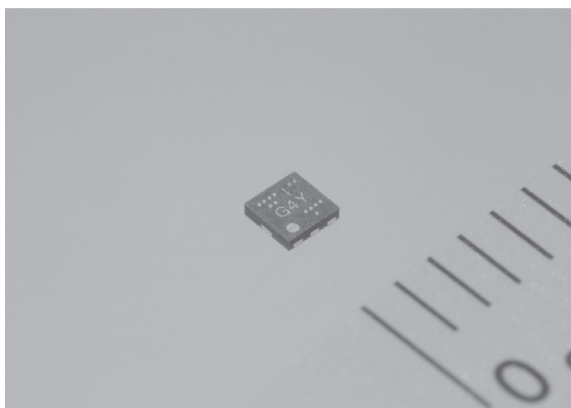


写真1 μPG2176T5Nの外觀

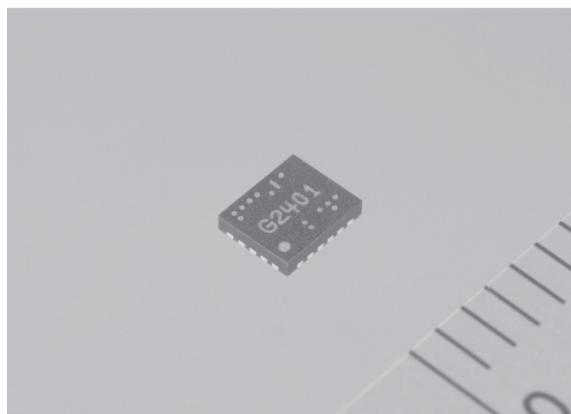


写真2 μPG2401T6Aの外觀

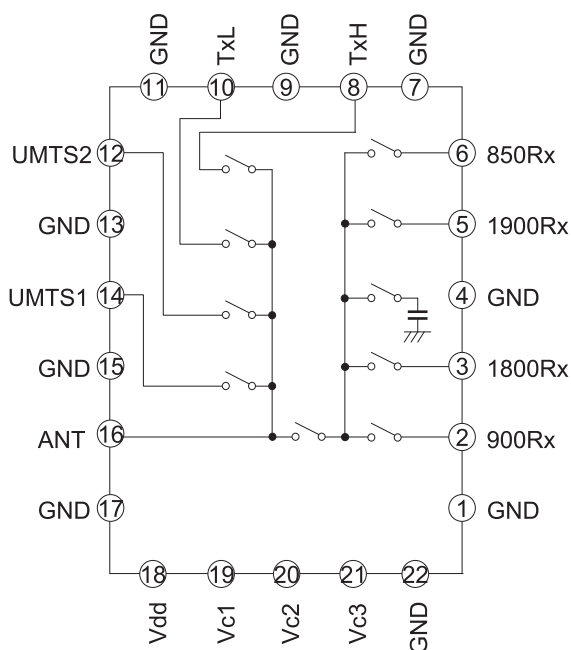


図2 μPG2401T6Aのブロック図

トの信号を8ポートに切り替える(SP8T)ことができます。すなわち、GSM方式の送受信の6バンドとUMTS方式の2バンドをアンテナに対して切り替えます。ポートの切り替えは、ロジック信号により制御され、この機能も含めて、縦3.0mm、横2.5mm、高さ0.55mmの小型薄型パッケージに収めています。外観を写真2に示します。

代表的な特性を表2に示しますが、0.9GHzでの損失が0.3dB、

表2 μPG2401T6A(SP8Tスイッチ)の概要

項目	概要
電源電圧	+2.8V
コントロール電圧	+1.8V
挿入損失	0.3dB typ. @f=0.9GHz 0.5dB typ. @f=1.9GHz
2次高調波	-78dBc min. @f=0.9GHz, 1.9GHz
3次高調波	-80dBc min. @f=0.9GHz, 1.9GHz
消費電流	800 uA typ.
パッケージ	22ピンRQFN (3.0 x 2.5 x 0.55mm ³)

コントロール電圧：1.8V / 0V、温度：+25°C

1.9GHzでの損失が0.5dB、また3次高調波歪は-80dBcと良好です。Siデバイス技術で作製したスイッチICと比較すると低損失であり、携帯電話の長時間通話に貢献します。

5. 今後の展開とまとめ

最近、ベースバンド/制御系の低電圧化に伴い、スイッチICのコントロール電圧にも低電圧化がいつそう求められています。弊社のHJFET技術によれば、すでに1.8V動作で標準仕様を設けており、好評を得ています。今後は制御端子1つで切り替えられるシングルコントロールタイプでも1.8V動作対応の製品を拡充していくとともに、いつその低電圧動作に対応していきます。

また、小型薄型パッケージ展開としては、SPDTだけでなくSP3T、SP4T、DPDTなど、マルチポートスイッチICの製

品拡充を図り、お客様のニーズに合った製品をタイムリーに提供し、無線通信機器のさらなる小型薄型化に貢献していきます。

*BluetoothワードマークとロゴはBluetooth SIG, Inc.の所有であり、NECはライセンスに基づきこのマークを使用しています。

参考文献

- 1) 岩田直高、「GaAsヘテロ接合FETのパワーアンプとスイッチへの適用」、電子情報通信学会総合大会 ソサイエティ特別企画 CT-1：移動体通信を支える化合物半導体デバイス、2006年3月25日。
- 2) 日経マイクロデバイスNEWS、2007年8月2日号、No.2455。

執筆者プロフィール

岩田 直高
NECエレクトロニクス
化合物デバイス事業部
化合物半導体部
チームマネージャー
電子情報通信学会会員 IEEEシニア会員

梶田 耕太郎
NECエレクトロニクス
化合物デバイス事業部
マイクロ波デバイス営業技術グループ
主任