

本稿で述べるリレー/スイッチの基本的な機能は、信号経路のON/OFFや信号経路の切り替えです。低周波回路用の場合には、スイッチング時間、接点接触抵抗(リレー)、ON抵抗(半導体スイッチ)、そして許容電力が重要な特性です。

一方、高周波回路用の場合には、スイッチング時間、許容電力に加えて、入出力端子の特性インピーダンス、端子間の挿入損失、入出力端子のVSWR、そして端子間のアイソレーションといった、高周波回路/部品に特有な特性も重要になります。

● **どこで使われているのか**

それでは、高周波リレーやスイッチがどのようなところに使われているのかを見てみましょう。

まず高周波リレーは、テレビなどの入力切り替え(地上波受信信号とCATV信号など)や各種測定器内における信号切り替え、そして図1に示すようなプログラマブル・アッテネータなどの高周波コンポーネント内における信号切り替えに使われています。

一方の高周波スイッチは、身近なところでは図2に示すように携帯電話や無線LAN機器のアンテナ入出力部分で、送受信信号の切り替え素子として使われています。

RF MEMSスイッチは、市場に登場したばかりですので、これからさまざまな製品内で使われるようになるでしょう。

● **リレーとスイッチの使い分け**

さて、高周波リレーと半導体スイッチ、そしてRF MEMSスイッチの使い分けは、どのようにしたらよ

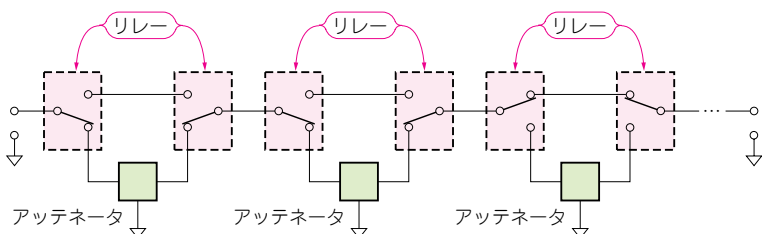


図1 リレーによるプログラマブル・アッテネータの構成

表1 各種高周波スイッチの比較

	機械式 (リレー)	電子式*		MEMS
		PIN ダイオード	MESFET	
形状	大きい	小さい	◎非常に小さい	◎非常に小さい
スイッチング速度	遅い	速い	◎極めて速い	少し遅い
耐電力	○大きい	◎大きい	小さい	小さい
挿入損失	◎小さい	少し大きい	少し大きい	小さい
アイソレーション	◎大きい	小さい	小さい	大きい
消費電力	大きい	少し大きい	◎極めて小さい	小さい

*：電気的特性について1素子で比較

いのでしょうか。

表1に高周波リレーと各種高周波スイッチの比較を示します。表1の比較から、高周波リレー、半導体スイッチ、そしてRF MEMSスイッチには、それぞれに適した用途があると考えられます。

高周波リレー、半導体スイッチ(GaAs MMIC)、RF MEMSスイッチについて、それぞれの特徴と特性、長所と短所を捉え、適した用途を考えてみましょう。

高周波リレー

高周波リレーも、基本的な切り替え機構は一般的なリレーと変わりません。しかし信号経路については、リレーを通過する高周波信号を損なわないような構造的配慮がなされています。

高周波用のリレーには、基板に実装して使用するリレーのほかに、測定機器などへの組み込みに適した同軸リレーと呼ばれるものがあります。

● **リレーの基本動作と構造**

リレーの簡単な説明図を図3に示します。リレーは電磁石と、その電磁力によって動く鉄片、そしてその鉄片の動きによって切り替え(または開閉)されるスイッチで構成されています。

したがってリレーは、制御信号(電気信号)を物理的な動きに変えて機械式スイッチを切り替え、別の経路の電気信号を制御するものと言えます。

リレーの内部構造の例として、図4に「RXリレー」の内部を示します。

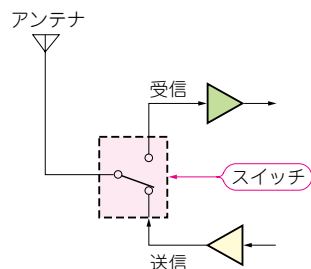


図2 携帯電話や無線LANの送受信を切り換えるアンテナ・スイッチ

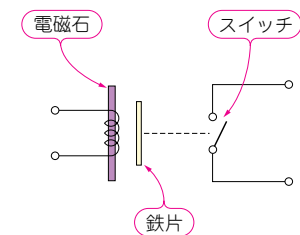


図3 リレーの基本的な構造

● リレーの種類

▶ シングル・ステーブル(単安定)型

図3のように、リレーに制御信号を加えていないときのスイッチの状態が決まっています。制御信号が加わったときにだけスイッチが倒れるようになっているリレーを、シングル・ステーブル(単安定)型と呼びます。そのため、切り替えたままにするためには、制御入力を加えて、電磁石のコイルに電流を流し続けなければなりません。

図3はSPST(Single Pole Single Throw; 単極単投)のスイッチですが、SPDT(Single Pole Double Throw; 単極双投)構成のものであれば、通常は制御信号がなくてもつながれたままになる経路(NC: Normally Close)を使い、ときどき制御入力の必要な側(NO: Normally Open)に切り替えるような用途に向いています。

▶ ラッチング(双安定)型

シングル・ステーブル型では、コイルに電流を流し続けなければならない状態がありましたが、ラッチング型の場合には電流を切っても接点の状態が保持されます。

ラッチング型には、1巻き線型と2巻き線型があります。1巻き線型は、図5(a)に示すように、コイルに加える制御信号の極性によってスイッチの倒れる方向が決まっています。コイルに一定時間以上(数十ms程度)の制御信号を加えることによって接点が保持されますが、1巻き線型は制御信号の極性を変えなければならぬため、駆動回路が面倒になります。

一方、2巻き線型は図5(b)に示すように、二つのコイル(セット・コイルとリセット・コイル)をもち、どちらのコイルに制御信号を加えるかによって、切り替えることができます。したがって2巻き線型は、極性を変えなければならない1巻き線型よりも、駆動回路と制御が簡単になります。

ラッチング型には、電源を切っても、その前の状態が保持されるという大きな利点があります。

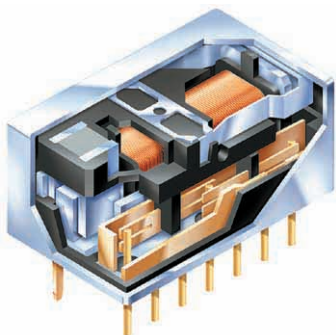


図4 RXリレー(松下電工)の内部構造

● 使用方法

▶ リレーのドライブ方法

図6(a)にリレーをドライブするときの基本回路を示します。トランジスタで駆動する場合は、このように電源とコレクタ間にリレーを挿入する方法が、最も一般的で安定な方法です。

リレーをドライブするときには、コイルに定格電圧を印加しなければなりません。その際、コイルには数十mA程度の電流が流れますので、トランジスタの許容電流とコレクタ-エミッタ間の電圧降下に注意が必要です。

▶ サージ電圧を回生するダイオードを追加する

リレーを駆動しているコイル電流を急にOFFにすると、図6(b)に示すようなパルス電圧が発生します。この電圧がトランジスタの耐電圧を越えると、トランジスタを劣化あるいは破壊してしまう恐れがあります。

そこでリレーを駆動するときには、このサージ電圧からトランジスタを保護するためのダイオードDを、リレーのコイルと並列に挿入します。ダイオードには、平均整流電流がリレーのコイル電流と同等以上で、逆方向耐圧が電源電圧の3倍程度のもので選べます。

● 高周波リレーの長所と短所

高周波リレーの最大の短所は、一般のリレーと同様にその形状が大きいことと、スイッチング時間の遅さです。リレーは機械式のスイッチで、切り替え時に機構部品の移動と接点の接触を伴いますので、半導体スイッチに比べて寿命が短いという短所もあります。

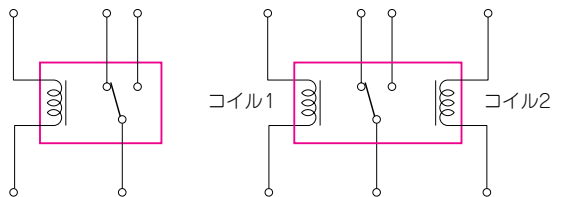
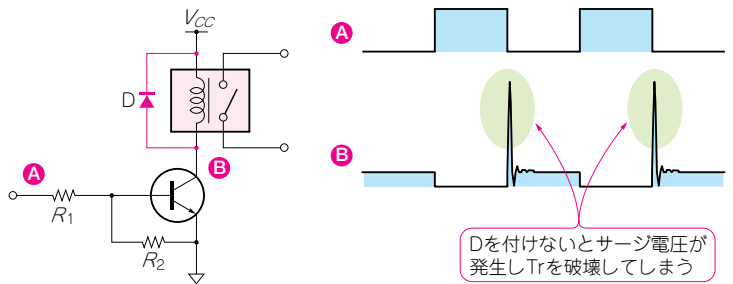


図5 ラッチング型リレーの構成



(a) 回路…電源-コレクタ間に挿入するのが一般的

(b) サージ電圧特性例

図6 リレーをドライブするときの基本回路