



第2章 メカニカルな接点で 高周波信号を切り替える素子

高周波リレーの種類と使い方

森 栄二
Eiji Mori

一口に高周波信号を切り替える素子といっても、その方式や特性によって、サイズも価格もさまざまなものが供給されています(写真1)。高周波信号をメカニカルな接点で切り替える素子としては、一般には次のようなものがあります。

- (1) 高周波リレー
- (2) 同軸スイッチ
- (3) MEMSスイッチ

本章では、主に高周波リレーについて解説します。まず、それぞれの特徴について概観しておきます。

機械接点式高周波スイッチのいろいろ

● 高周波リレー

高周波リレーは写真2のように、外観は普通の信号を切り替えるリレーとあまり違いはありません。ただ、高い周波数の信号を切り替えるために、内部に工夫が凝らされています。

一般に、高周波リレーは同軸コネクタをもたないため、プリント基板にはんだ付けをして使用します。そのため、高周波特性はリレーを載せる基板のパターン(レイアウト)の影響をかなり強く受けます。カタログどおりの特性が得られないといったトラブルの多くは、このレイアウト設計がまずい場合に生じます。

このため、仕様どおりの特性を得るためには、基板とリレーの接合部分の設計ノウハウが必要です。一般には、メーカー推奨のパターン・レイアウトを使用しますが、アッテネータなどを作る際には、性能を得るた



写真2
高周波リレーの外観
(松下電工)

左：上から ARE13A12、ARE1309、ARA206A1H、右：上から ARX1024、RK1-6V

めに特化したパターンを作る必要もあります。

また、プリント基板では一般にラインがむき出しなので、ラインの引き回しかたによっては、アイソレーション特性(スイッチをOFFにしたときの通過特性)が悪くなる場合もあります。一般には、DC～数GHzの間の比較的低い周波数で使われます。

● 同軸スイッチ

一方、同軸スイッチ(同軸リレー)は、同軸コネクタが素子の入出力端に付いていて、簡単に同軸コネクタを接続して使うことができます。写真3に市販の同軸スイッチの外観を示します。

コネクタを接続して使うタイプのため、基板の上に載せることが難しく、一般には筐体に固定して使いま



写真1 機械接点式高周波スイッチの例



写真3 市販の同軸スイッチの外観
左から ARD12012、ARD22012(松下電工)、DMT M6-413K30(JAY-EL Products, Inc.)

す。セミリジッド・ケーブルなどを使い、スイッチどうしを結ぶなどの方法がよくとられますが、リレーに比べるとかなり広い場所を占有します。

このような欠点があっても、**カタログどおりの性能を簡単に得ることができる**ので、今でも多くの場所で利用されています。数十GHzといった周波数で使える同軸スイッチも一般的で、**高周波リレーに比べるとロスも少なく、伝送ラインもむき出しではないので、大きなアイソレーションを得ることも容易**です。

また、一部の同軸スイッチには内部に終端器が格納されていて、スイッチを切った際に、接続されていない端子が終端されることで、開放端となる端子が生じないように配慮されたものもあります。これは、増幅器などの異常発振を防ぐほか、開放端で生じる反射波が他の回路に影響を与えることを防止します。

しかし、**形状が大きいこと、さらに同軸ケーブルが必要なため、低い周波数では徐々にほかの素子に置き換わっています**。

● MEMSスイッチ

この素子は比較的新しいもので、半導体プロセスを利用して作るメカニカル・スイッチです。MEMSはMicro-Electro-Mechanical Systemsの頭字語で、一般に「メムス」と呼んでいます。超小型のメカニカル・スイッチをデバイス上に構築したもので、周波数特性などもかなり良く、小型化できるため、これからの開発や利用が期待されるデバイスです。

高周波リレーのいろいろ

高周波リレーのなかにもいくつかの種類があります。カテゴリが分かれているわけではないのですが、構造により特性が違うので、ここでは私が勝手に分けました。大きく分けると四つのタイプが出回っています。

- (1) DCリレーと同じ構造の高周波リレー
- (2) TO-5型の小型高周波リレー
- (3) 内部が同軸スイッチと同じ構造の高周波リレー
- (4) リード・リレー

半導体による高周波スイッチ

● PINダイオード・スイッチ

写真Aに示すようなPINダイオードは、製造メーカーが減ったため、あまり一般的でなくなりましたが、優れた特性をもっています。

半導体デバイスを使ったスイッチは、機械的な接点や可動部分がないので、**機械接点式のスイッチと比べると寿命が長い**ことが特徴でしょう。ただし、高周波の特性は機械式スイッチに比べると劣る面もあります。特に**デジタル信号の伝送の際に重要なひずみ特性は、どうしても機械式スイッチに劣ってしまいます**。そのなかでPINダイオード・スイッチは、後述のFETスイッチと比べると優れた特徴をもっています。

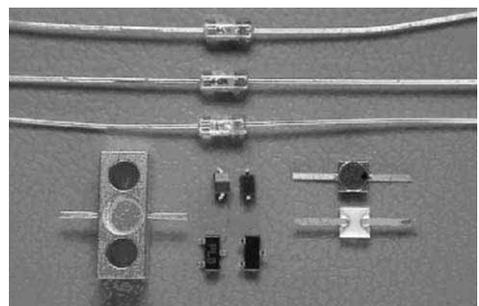
PINダイオード・スイッチの利点は、FETスイッチに比べると「**少ない電力で大きな信号をスイッチングできる**」ということです。FETのスイッチとは動作原理が異なります。これはキャリアの蓄積を応用したスイッチ素子という独特の動作原理によるためです。そのため、DC付近の信号に対してはPINダイオードの特性が失われてしまい、うまくスイッチングできません。

しかし、**PINダイオードのブレイクダウン電圧は一般的にはかなり高い**(数十～100V程度)ので、壊れにくいという特徴があります。

● FETスイッチ

FETスイッチは、FETのON特性を利用したものです。低周波のアナログ・スイッチと同じ原理で動作しています。FETスイッチの場合、**スイッチングされる高周波信号よりも大きな電力の制御信号が必要**です。電力の大きな高周波信号を切り替えたい場合には、大きなFETが必要となるため、寄生容量が増え、周波数特性が悪くなります。

また、一般に高周波で使われているFETは内部抵抗が大きいので、挿入損失は大きめです。しかし、**DCからかなり高い周波数まで使用できる**ことと、**サイズが小さい**ので、多くの回路で使われています。



写真A 市販のPINダイオードの外観の例