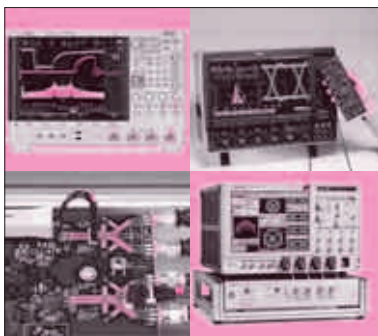


特集



第3章 負荷効果, 広帯域測定用プローブ, 使用上の注意, 適切なプロービング, 反射除去など

プローブとプロービングの基礎知識

岡田 信孝

Nobutaka Okada

1 プローブの基礎知識

1.1 プローブの種類

オシロスコープ用のプローブには、能動素子を内蔵した「アクティブ・プローブ」^{active probe}と、受動素子のみで構成された「パッシブ・プローブ」^{passive probe}があります。このほか、用途に応じて高電圧測定用の高圧プローブおよび高圧差動プローブや、電流測定用の電流プローブなどがあります。

プローブを選択する際に確認すべき仕様として、周波数帯域、入力抵抗、入力容量、動作電圧範囲、対応するオシロスコープの機種などがあります。

周波数帯域の広いプローブほど動作電圧範囲が狭いなど相反する性能があるので、1本のプローブですべての用途に対応することはできません。用途に応じたプローブを選ぶことが大切です。

1.2 アクティブ・プローブの基礎知識

広帯域オシロスコープで高速信号を観測する場合、おもにアクティブ・プローブを使います。

以前はアクティブ・プローブのことを「FETプローブ」と呼ぶこともありましたが、現在では信号を増幅する素子にFETではなくバイポーラ・トランジスタなども使用されることがあるために、アクティブ・プローブと呼んだ方が適切です。

● 特徴

アクティブ・プローブは、パッシブ・プローブと比較して周波数帯域が広く、入力容量が小さいという特徴がありますが、動作電圧範囲が狭くて入力抵抗が低いといった欠点もあります。

● プローブの負荷効果

回路上の波形をプローブで測定する場合、プローブの負荷効果についても考える必要があります。理想的なプローブは、入力抵抗が無限度で入力容量がゼロで



〈写真1〉 TAP2500型 2.5 GHz アクティブ・プローブ(テクトロニクス社)

すが、実際のプローブはそうではありません。プローブの役割として回路上の信号を正しくオシロスコープに伝えつつ、被測定回路に影響を与えないことが大切です。回路にプローブを接触させると、回路に対してはプローブの入力抵抗と入力容量が負荷として加わります。この抵抗成分と容量成分によって伝送路を伝わる波形が影響を受けます。不具合の発生している回路にプローブを接続すると一時的に不具合が発生しなくなったり、逆にプローブを接続することで問題が発生したりすることがあるのは、この負荷効果の影響です。

一般的に高速な伝送路ほど、入力抵抗の影響よりも入力容量の影響の方が大きくなります。これは抵抗とコンデンサが並列に配置された等価回路のインピーダンスは周波数が高くなるほど低くなることから類推できます。

■ 1.3 広帯域測定に対応する プローブのラインアップ

アクティブ・プローブはシングルエンド・プローブと差動プローブに分けられます。1本でシングルエンド測定も差動測定も可能なTriModeプローブも発売されています。これらを写真1～4に示します。写真5はTriModeプローブP7500シリーズ用の各種チップの一例です。

高速信号の多くは差動信号であり、その評価は差動間の信号だけでなくグラウンドと+側、グラウンドと-側およびコモン・モード電圧の測定が必要です。



〈写真2〉 TDP3500型 3.5 GHz 差動プローブ(テクトロニクス社)

回路へのコンタクト方法として、プローブ・ピンで接触するタイプと先端のプローブ・チップをはんだ付けするタイプがあります。また、サンプリング・オシロスコープによるTDR測定のためのTDRプローブ(写真6)、差動TDRプローブ(写真7)も用意されています。



〈写真3〉 P7380型 8 GHz 差動プローブ(テクトロニクス社)