

第5章 キレがよすぎて難しい! GaN/SiC時代の重要技術

超高速スイッチング損失の オシロによる測定法

白井 慎也 Shinya Shirai

普及の進むワイド・バンドギャップ半導体パワー・デバイスは、従来のIGBTなどのパワー・デバイスに比べてスイッチングの立ち上がり、立ち下がりが高速なため、スイッチング損失を抑えられるなどの利点があります。そうした高速なスイッチング波形の測定にあたっては、オシロスコープとプローブを適切に選定し、正しく使用する必要があります。スイッチング・デバイスの評価として最も基本的な測定項目であるターン・オン時とターン・オフ時の損失測定を、オシロスコープやプローブ特性の影響に着目して解説します。

基本! 高速スイッチング波形の測定

● 10:1パッシブ・プローブのしくみ

広く用いられているパッシブ・プローブの原理を解説します。

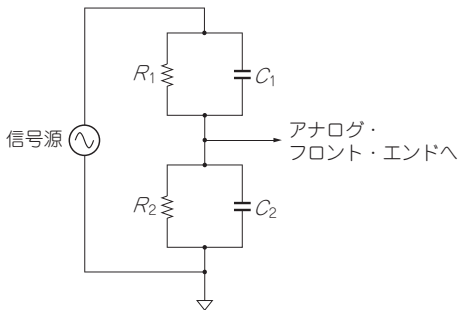


図2 10:1パッシブ・プローブの等価回路
 $R_1 \times C_1 = R_2 \times C_2$ が成り立つとき、周波数特性はフラットになる

図1に10:1パッシブ・プローブ回路を示します。同軸ケーブルには芯線とシールド間に静電容量が存在するため、単純に9MΩの抵抗とオシロスコープ入力部の1MΩで分圧した場合、周波数特性はフラットになりません。そこで、9MΩの抵抗にコンデンサを並列接続することでフラットな周波数特性となるように工夫したのが10:1パッシブ・プローブです。

10:1パッシブ・プローブを簡略化した等価回路を図2に示します。 $R_1 \times C_1 = R_2 \times C_2$ が成り立つとき、周波数特性はフラットになります。なお、同軸ケーブルの両端で信号が反射して波形が乱れることを防ぐため、パッシブ・プローブの同軸ケーブルには高抵抗な芯線が使われています。

● プローブのグラウンド・リードの影響

写真1にパッシブ・プローブの一例を示します。信号を測定するためには、プローブのチップを測定対象回路のテスト・ポイントに、プローブのグラウンド・クリップをシャーシ電位などに接続する必要があります。ほとんどのパッシブ・プローブには、回路のグラウンド接続用にワニ口クリップ付きのグラウンド・リードが付属しています。

グラウンド・リードはワイヤなので、インダクタンスをもちます。図3に示すように、プローブのグラウンド接続ラインにインダクタが挿入されたのと同じで、プローブの入力容量と共振します。この共振周波数がオシロスコープとプローブで構成される計測系の帯域よりも低い場合、パルス波形を観測する際にリングング(スイッチング・ノイズ)が生じてしまいます。

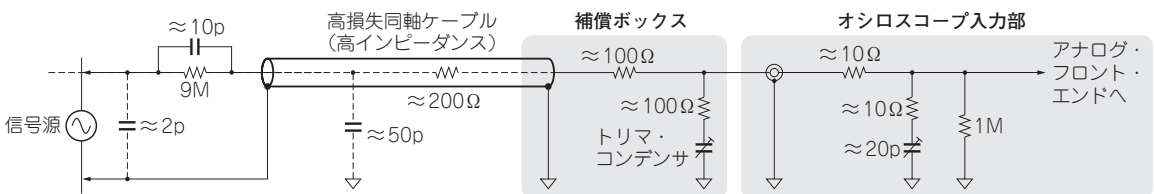


図1 10:1パッシブ・プローブの回路(一例)