

パワーデバイス

パワー測定におけるプローブ校正の重要性 デスキュー編

測定に使用する機材は定期的に校正していても、測定環境に対して校正を怠ると誤った結果が得られます。このアプリケーションノートではパワー測定環境でプローブ校正の重要性について説明しています。

スイッチング損失の測定

Figure 1 に SiC MOSFET を用いたスイッチング回路の一例を示します。スイッチング損失の測定は、各部を電圧と電流プローブで測定し、得られた電圧と電流波形をポイントごとに乗算したものです。Figure 2 は各部の波形で斜線部分がスイッチング損失になります。

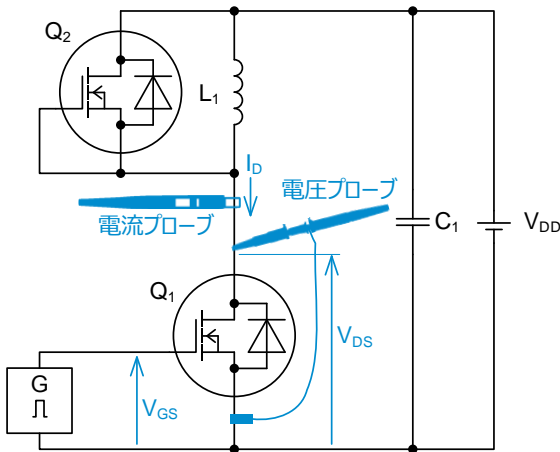


Figure 1. スwitching回路の一例

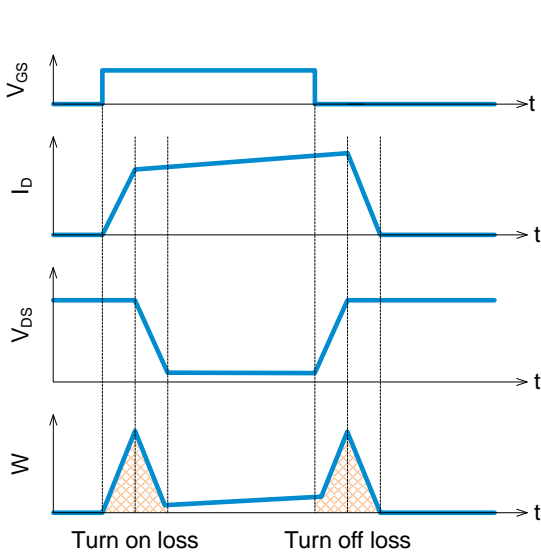


Figure 2. 各部の波形とスイッチング損失

伝搬遅延の問題

波形取得に使用するプローブやケーブルには伝搬遅延があります。この遅延時間はプローブによって異なります。前述のスイッチング損失の測定例では、電圧プローブと電流プローブの組み合わせですが、それ以外にも電圧測定に差動アクティブプローブや、光プローブをパッシブプローブと組み合わせて使用することがあります。このときもプローブ間で伝搬遅延の誤差が発生します。

この遅延時間の誤差は変化時間が長い波形では問題になりませんが、スイッチング波形のように、数十 nsec 以下で変化する波形では大きな影響を受けます。

プローブ間の伝搬遅延差が測定結果に与える影響を Figure 3 に示します。この例では、電流プローブの伝搬時間が電圧プローブよりも長いことに気づかず、そのまま測定した状態です。正しい波形 Figure 2 に比べて Turn on loss が小さく、Turn off loss は大きく見えるといった誤った結果になっています。測定環境によっては大きな誤差が発生することがあります。

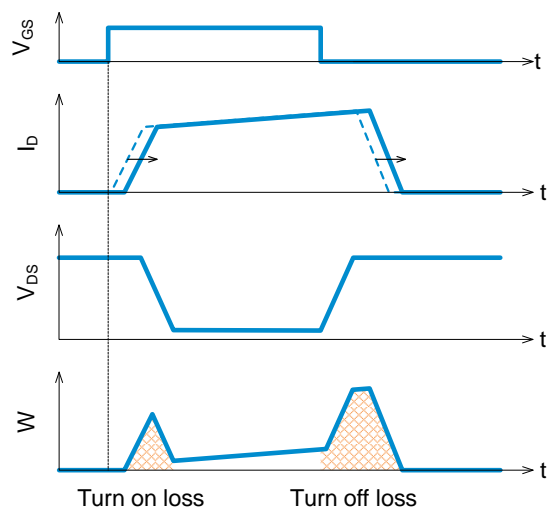


Figure 3. プローブ間の伝搬遅延差が測定結果に与える影響

## プローブのデスキュー(Deskew)

正確なパワー測定を行うためには、プローブ間の伝搬遅延時間を一致させる必要があります。これは「デスキュー」や「スキュー補正」と呼ばれる方法が用いられます。

Figure 4 左は、電圧と電流が同時に立ち上がる信号を測定したのですが、時間差があるかのように観測されています。これをスキュー誤差といいます。

デジタルオシロスコープにはスキュー誤差をゼロに合わせ込む「デスキュー」機能が搭載されているものがありますので、これを使用します。デスキュー機能により、プローブごとに遅延時間をオシロスコープ内部で自動補正してくれます。補正後の波形は Figure 4 右のように 2 つの波形はきれいに一致してくれます。より正確にデスキューするために、計測器メーカーでは「デスキューフィクスチャ」を用意しています。Figure 5 は Tektronix 社製の写真です。

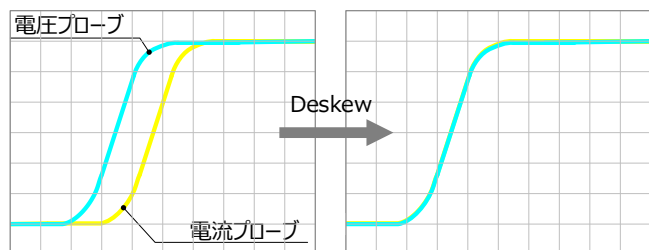


Figure 4. デスキュー前(左)と後(右)の波形



Figure 5. Tektronix 社製 デスキューフィクスチャ

## 事例

デスキューを実施しない場合、測定結果に与える影響をスイッチング波形の測定例を用いて紹介します。

Figure 6 は電圧プローブと電流プローブを用いて SiC MOSFET で構成されたスイッチング回路のターンオン時の波形を測定した結果です。上段は電圧波形、中段は電流波形、下段はスイッチングで消費する電力量です。デスキュー前と後では電流波形が 24ns 遅延しています。消費する電力量はデスキュー前が 794μJ で、デスキュー後は 1691μJ ですので+113%もの誤差が発生しています。

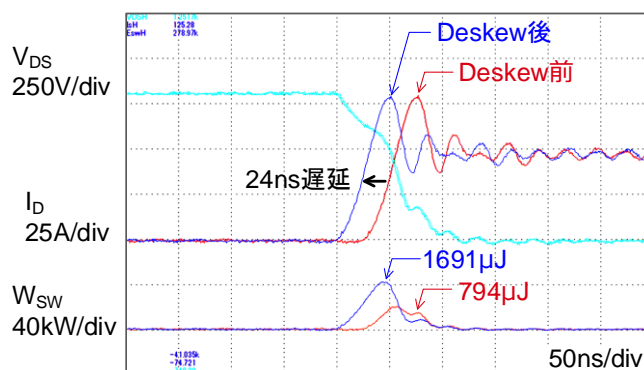


Figure 6. ターンオン波形

同様に Figure 7 はターンオフ時の波形を測定した結果です。消費する電力量はデスキュー前が 2083μJ で、デスキュー後は 1161μJ ですので-44%もの誤差が発生しています。これだけの誤差があると、スイッチング動作したときには数十 W 以上の電力損失誤差が発生するため放熱設計に大きな影響を与えます。

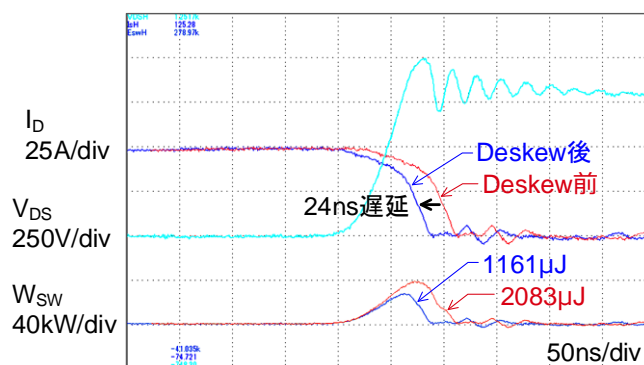


Figure 7. ターンオフ波形

トータルで消費する電力量は、デスキュー前が 2877μJ で、デスキュー後は 2852μJ ですので、誤差は-0.9%になります。この測定例では偶然にターンオンとオフ時の誤差が相殺され正しく測定できたように見えており、重大な測定ミスに気づいていないケースがあります。

## まとめ

- ・プローブには測定ポイントからオシロスコープの入力までの間に伝搬遅延が発生する。
- ・伝搬遅延の時間はプローブによって異なる。
- ・異なる種類のプローブを使用して、複数チャンネルで同期測定を行うと、事実と異なる波形を取得する可能性がある。
- ・異なる種類のプローブとは、電圧プローブと電流プローブ、パッシブプローブとアクティブ差動プローブ、低電圧プローブと高電圧プローブ、周波数帯域の違うプローブなど、様々な組み合わせがある。
- ・伝搬遅延の違いを補償するため必ずデスキューを実施する。
- ・数 nsec の誤差が影響を与える測定では、同じ種類のプローブでもデスキューを実施する。

## ご 注 意

- 1) 本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。
- 2) 本資料に記載されている内容は製品のご紹介資料です。ご使用に際しては、別途最新の仕様書を必ずご請求のうえ、ご確認ください。
- 3) ロームは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する可能性があります。  
万が一、本製品が故障・誤作動した場合であっても、その影響により人身事故、火災損害等が起こらないようご使用機器でのディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もロームは負うものではありません。
- 4) 本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作や使い方を説明するものです。  
したがって、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。
- 5) 本資料に記載されております技術情報は、製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。
- 6) 本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計はなされていません。
- 7) 本製品を下記のような特に高い信頼性が要求される機器等に使用される際には、ロームへ必ずご連絡の上、承諾を得てください。  
・輸送機器（車載、船舶、鉄道など）、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のための装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム
- 8) 本製品を極めて高い信頼性を要求される下記のような機器等には、使用しないでください。  
・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器
- 9) 本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もロームはその責任を負うものではありません。
- 10) 本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありません。
- 11) 本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上ご使用ください。  
お客様がかかる法令を順守しないことにより生じた損害に関して、ロームは一切の責任を負いません。  
本製品の RoHS 適合性などの詳細につきましては、セールス・オフィスまでお問合せください。
- 12) 本製品および本資料に記載の技術を輸出又は国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を行ってください。
- 13) 本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。



ローム製品のご検討ありがとうございます。  
より詳しい資料やカタログなどご用意しておりますので、お問合せください。

**ROHM Customer Support System**

<http://www.rohm.co.jp/contact/>