

16ビットの高分解能オシロスコープ:電気自動車やハイブリッド車の確度の高い測定を実現

ドライブエレクトロニクスの電力効率は、電気駆動システムを開発する際の重要なパラメータです。電気駆動エレクトロニクスの導通損失は、特に関心を集めています。導通損失を決定するための1つの重要なパラメータが、MOSFETの $R_{DS(on)}$ です。スイッチングMOSFETがオフ状態のときには、ドレイン-ソース間電圧が高くなりますが、オン状態になると、電圧はわずか数百mVまで低下します。このような低電圧の測定には、高分解能オシロスコープが必要です。 $R_{DS(on)}$ の測定には、プローブ補正と正しいプロービングも重要です。



課題

インバースモードで動作しているMOSFETの $R_{DS(on)}$ を計算するには、ドレイン電流と、ドレイン-ソース間電圧を測定する必要があります。ただし、オフ状態とスイッチング時のピークではドレイン-ソース間電圧が高くなるため、オン状態の比較的低いドレイン-ソース間電圧の測定は、標準的な8ビット分解能のオシロスコープでは困難です。また、プローブ補正が不十分だったり、プロービング方法が正しくなかったりすると、信号の歪みが大きくなり、オシロスコープのダイナミックレンジが十分であっても、誤った測定結果が得られる場合があります。

ローデ・シュワルツのソリューション

R&S®RTO/R&S®RTE オシロスコープでは、R&S®RTO/R&S®RTE 高分解能モードと適切なプロービング方法を用いることにより、 $R_{DS(on)}$ を求めるためのドレイン-ソース間電圧を広いダイナミックレンジで測定できます。デジタル・ローパス・フィルタにより、最大16ビットの垂直軸分解能が得られ、ノイズを減らしてS/N比を向上することができます。

ユーザーは、帯域幅(選択可能なバンド)を1 GHz~10 kHz(10ビット~16ビット)の範囲で制限できます。これにより、スイッチング電源アプリケーションのドレイン-ソース間電圧など、ノイズに埋もれてしまう小信号の細部も表示できます。

アプリケーション

正確な測定のための適切なプロービング方法とプローブ補正

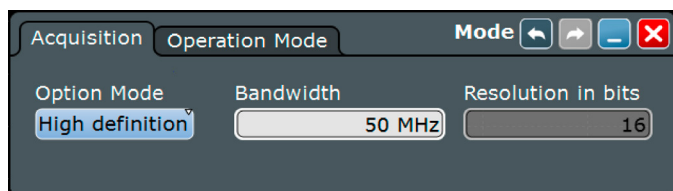
高周波成分を持つ信号を測定する場合、プロービングに関して重要なことは、プローブ接続(信号ピンとグランド接続)から生じる「ループ」をできるだけ短くすることです。R&S®RT-ZP10 パッシブプローブは、スプリング内蔵チップとグランド接点スプリングにより、測定信号へのノイズや干渉の結合を最小限に抑えながら、安全な接続を実現します。これにより、MOSFETのピンや本体を直接プロービングすることができます。高分解能測定では、正確なプローブ補正もきわめて重要です。プローブ補正が不十分だと、測定誤差が生じ、測定値が不正確になります。これは、このアプリケーションカードで推奨している差動測定にも影響します。MOSFETのピンが接地されていない場合は、アクティブ差動プローブを測定に使用する必要があります。R&S®RT-ZD10 1 GHzアクティブ差動プローブは、付属する追加の10:1アッテネータによりプローブの電圧レンジを70 V DC/46 V AC(ピーク)にまで拡張できるため、このような用途に特に有用です。

高分解能モードでのきわめて小さい信号の詳細の解析

R&S®RTO/R&S®RTE 高分解能 (HD) モードを使えば、R&S®RTO/R&S®RTE オシロスコープの分解能をきわめて柔軟に拡張できます。このHDモードは、デジタルフィルターを使用して、オシロスコープの分解能を高めます。最大16ビットの分解能を実現できるので、ダイナミックレンジが非常に広い条件でも、詳細な解析が可能です。高分解能モードは、わずか数ステップで簡単にセットアップできます。

- ▶ "Mode" ボタンを押します。
- ▶ "Acquisition" タブで、"Option Mode" を押し、"High definition" を選択します。
- ▶ 帯域幅を必要に応じて調整します。その結果の分解能で自動的に表示されます。

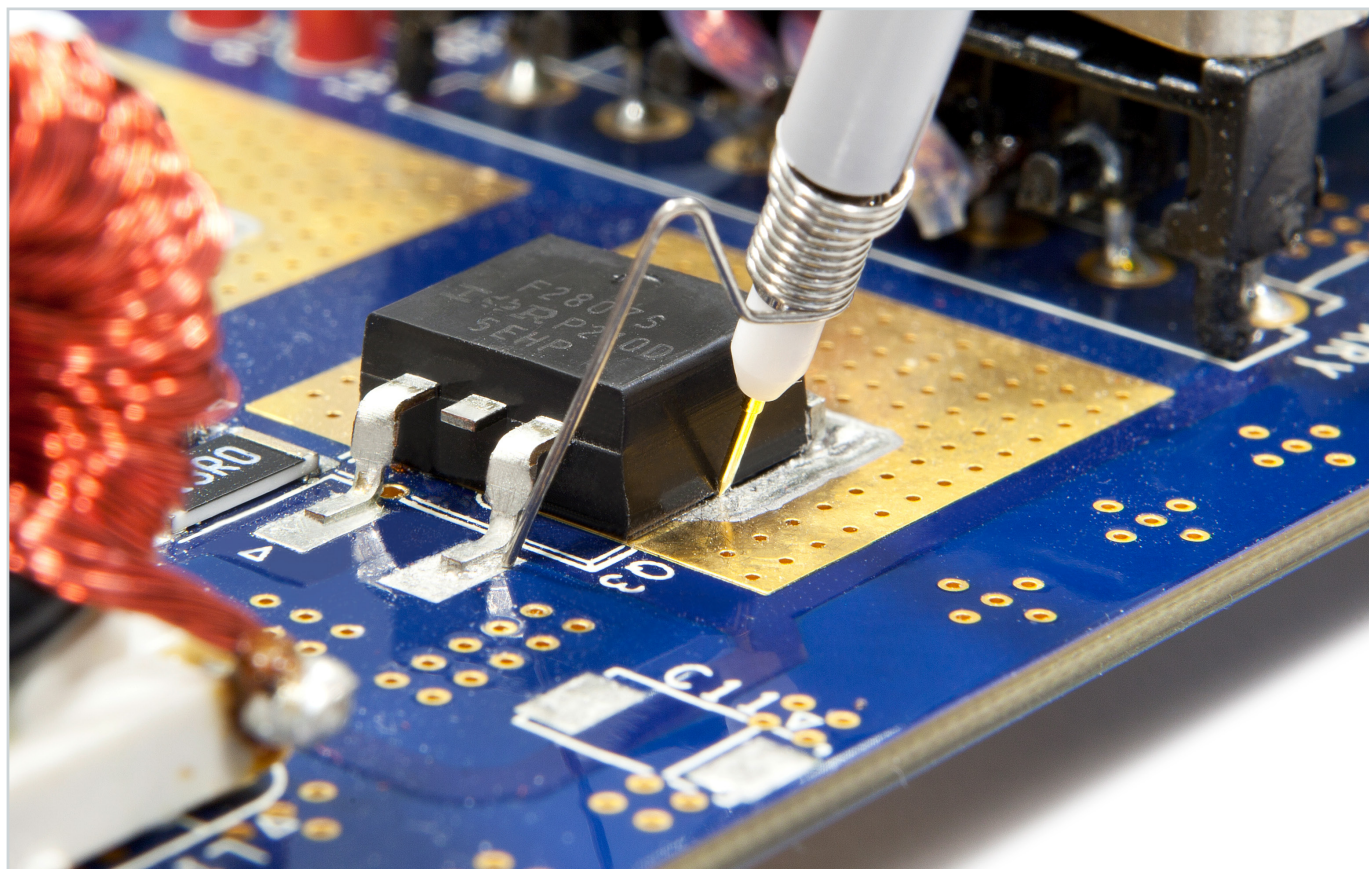
選択する帯域幅は、十分な分解能を得るためにはできるだけ小さい方がよいですが、フィルターによる信号の歪みを最小化するためにはできるだけ大きくする必要があります。理想的な測定帯域幅は、ケースごとに判定する必要があります。



$R_{DS(on)}$ 計算の際のオフセットの問題の回避

測定する電圧レベルにこれだけ差がある場合は、正しい結果を得るために追加の手順が必要です。オシロスコープのオフセット精度が不十分であるために、単にMOSFETのドレイン-ソース間電圧をドレイン電流で割るだけで $R_{DS(on)}$ を求めることはできません。また、ロゴスキューブローブを使用してMOSFETのドレインピンを測定する場合は、測定できるのはドレイン電流のAC成分だけです。このため、オシロスコープ上に表示される電流測定値には、DCオフセットがあります。

非常に簡単な高分解能モードの設定。



スプリング式のグランドコネクタの使用により、ノイズや干渉の結合を最小限に抑えながら、最高の信号受信を実現します。

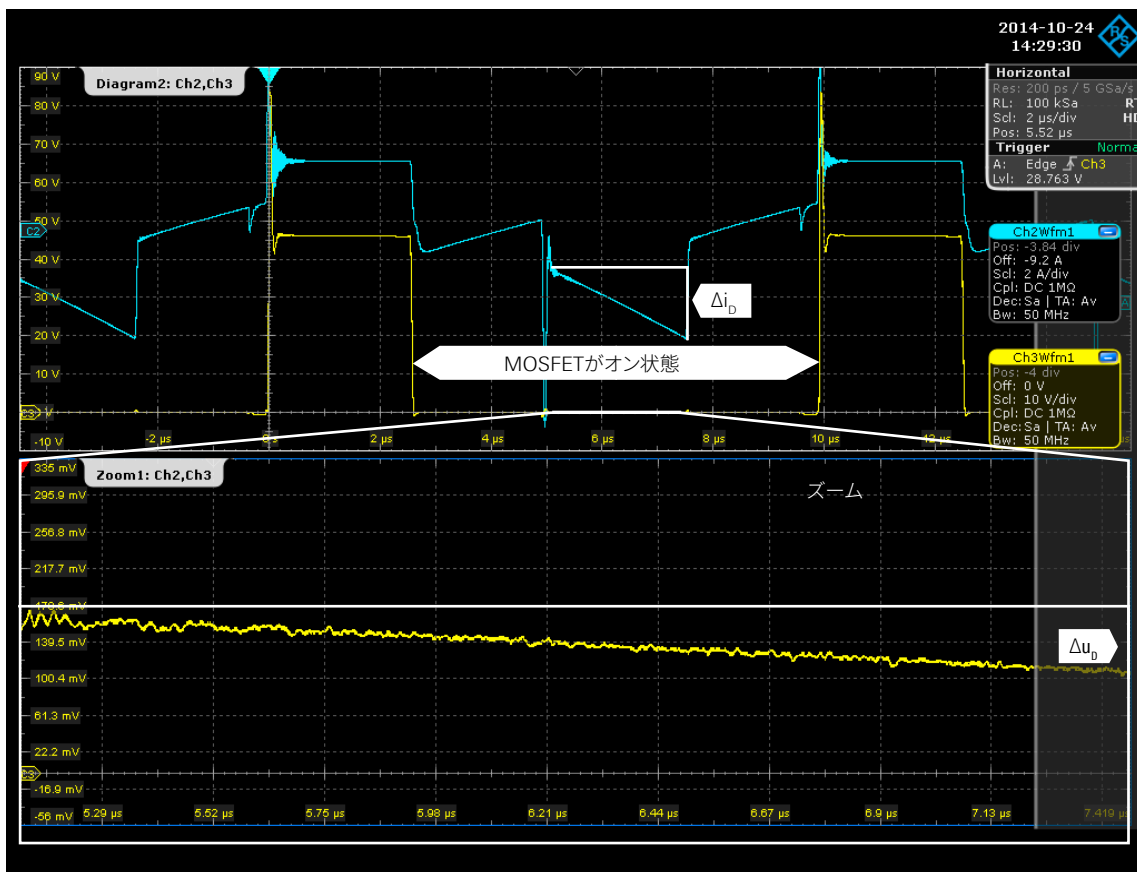
この問題を解決するには、MOSFETがオン状態のときに、ドレイン電流は特定の期間内で一定またはほぼ一定の傾きを示すという性質を利用します。このため、高分解能モードで差動法を使用して $R_{DS(on)}$ を計算するのが理にかなっています。

- ▶ オシロスコープの垂直軸スケールを調整して、ピークを含むドレイン-ソース間電圧の最大値が、オシロスコープの入力電圧レンジを超えないようにします。そうしないと、過負荷と飽和の影響により、ドレイン-ソース間電圧測定の確度が低下します。
- ▶ ズームモードを使用してドレイン-ソース間電圧を表示し、ドレイン-ソース間電圧の傾きがはっきりわかるようにします。
- ▶ 残っている不要なノイズや干渉を取り除くために、アベレーシングをオンにします。
- ▶ ドレイン-ソース間電圧の傾きを測定して、 Δu_D を求めます。
- ▶ MOSFETのドレイン電流の傾きを Δi_D と同じ期間で測定して、 Δi_D を求めます。
- ▶ Δu_D を Δi_D で割って $R_{DS(on)}$ を計算します。

スクリーンショットはこの測定を示します。

まとめ

R&S®RTO/R&S®RTE 高分解能(HD)モードを使用すれば、通常の8ビットのオシロスコープではノイズに埋もれてしまう信号の細部を測定できます。この機能は、測定信号のダイナミックレンジが広い電気駆動エレクトロニクスの $R_{DS(on)}$ 測定を可能にするための鍵です。プロービング方法とプロービング補正は、測定結果に重大な誤差をもたらす可能性があるため、正しく行うことが重要です。このようなダイナミックレンジの広い測定を行う場合は、いくつかの条件で測定を実行して、測定結果が正確であることを確認することをお勧めします。



高分解能モードで50 MHz帯域幅で波形アベレーシングを使用することにより、16ビットの垂直軸分解能が得られ、大きく拡大された波形が非常に鮮明に表示されます。

オーダー情報

品名	型番	オーダー番号
オシロスコープ		
1 GHz、10 Gサンプル/秒、50/100 Mサンプル、2チャンネル	R&S®RTO2012	1329.7002.12
1 GHz、5 Gサンプル/秒、10/20 Mサンプル/チャンネル、2チャンネル	R&S®RTE1102	1317.2500.02
プローブ		
パッシブ電圧プローブ、500 MHz、10 MΩ、10:1	R&S®RT-ZP10	1409.7550.00
差動電圧プローブ、1 GHz、1 MΩ、10:1	R&S®RT-ZD10	1410.4715.02
アクセサリ		
R&S®RTM-ZP10/R&S®RT-ZP10用アクセサリセット	R&S®RT-ZA1	1409.7566.02

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

ご購入に関するお問い合わせ

TEL: ☎ 0120-190-721 | FAX: 03-5925-1285

E-mail: sales.japan@rohde-schwarz.com

技術ホットライン

TEL: ☎ 0120-190-722

E-mail: TAC.rsjp@rohde-schwarz.com

修理・校正・サービスに関するお問い合わせ

TEL: ☎ 0120-138-065

E-mail: service.rsjp@rohde-schwarz.com

R&S® は、ドイツRohde & Schwarz の商標または登録商標です。

PD 3607.1320.96 | Version 02.00 | 9月 2020 (sk)

16ビットの高分解能オシロスコープ: 電気自動車やハイブリッド車の確度の高い測定を実現
掲載されている記事・図表などの無断転載を禁止します。

おことわりなしに掲載内容の一部を変更させていただくことがあります。

あらかじめご了承ください。

© 2016 - 2020 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG | 81671 Munich, Germany