650V CoolMOS™ CFD7

ソフトスイッチングアプリケーションに合わせた最新の高速ダイオード技術

本書について

適用範囲と目的

新しい 650V CoolMOS™ CFD7 は、高速ボディダイオードが統合されたインフィニオンの最新の高電圧 (HV) スーパージャンクション (SJ) MOSFET テクノロジです。CoolMOS™ 7 シリーズを 650V に拡張し、通信、サーバー、および EV 充電市場に対応します。この新技術は、オン抵抗 ($R_{DS(on)}$) あたりの低逆回復電荷 (Q_{rr}) を提供します。この技術的パラメータは、「信頼性」という言葉に新しい意味を与えます。特に、共振スイッチング トポロジでは、導電性のボディ ダイオードでハード転流が発生する可能性があります。

このアプリケーション ノートでは、CFD7 が共振スイッチング アプリケーションに最適なテクノロジであることを示し、証明します。特定の技術パラメータに基づいて、650 V CoolMOS™ CFD7 のすべての利点を示します。650 V CoolMOS™ CFD7 は、最高の効率、改善された電力密度、および魅力的な価格を必要とする新しい設計を対象とします。650 V CoolMOS™ CFD7 は、ブレークダウン電圧に追加の安全マージンが必要な設計も対象とします。テクノロジパラメータが異なるため、共振トポロジでの単純なプラグ アンド プレイ交換は推奨されません。

対象者

このアプリケーション ノートは、SMPS および EV 充電設計者を対象とします。

目次

本書について 1
目次 1
1 650 V CoolMOS™ CFD7 の概要と位置付け 3
1.1 対象アプリケーションと重要な事実 3
1.2 インフィニオン製品ポートフォリオにおける 650 V CoolMOS™ CFD7 の位置付け 3
1.3 先行製品との位置付け 5
2 技術的特長/パラメータ 6
2.1 信頼性 6
2.1.1 導電性ボディダイオードのハード転流 6
2.1.2 Q_{rr} (逆回復電荷) 7
2.1.3 t_{rr} (逆回復時間) および I_{rrm} (最大逆回復電流) 7
2.1.4 チャネルの早期シャットダウン 8
2.2 効率とパフォーマンス 9
2.2.1 Q_g (ゲートチャージ) 9
2.2.2 Q_{oss} (出力容量の電荷) 10
2.2.3 Eoss (出力容量に蓄えられたエネルギー) 11
2.2.4 E_{off} (ハードターンオフ時のスイッチング損失) 12
2.2.5 $R_{DS(on)}$ 温度依存性 14
2.2.6 さまざまなパッケージのクラス最高の $R_{DS(on)}$ 14
2.2.7 4 ピンパッケージ – 電力損失が少ないという利点 15

目次

2.2.8 設計に関する考慮事項 16
3 まとめ 19
4 ポートフォリオ 20
改訂履歴 21
免責事項 22

1 650 V CoolMOS™ CFD7 の概要と位置付け

1.1 対象アプリケーションと重要な事実

上で説明したように、650 V CoolMOS™ CFD7 は、サーバーおよびテレコムアプリケーションで使用されるタイプの共振スイッチングトポロジに合わせて調整された製品です。それにもかかわらず、CFD7 は、オフボード充電器または充電パイルの EV 充電市場をターゲットにするために必要なパフォーマンスも備えています。これらの市場で使用されている主なトポロジは、ゼロ電圧スイッチング位相シフトフルブリッジ (ZVS PSFB) と LLC です。対象アプリケーションを次の図に示します。

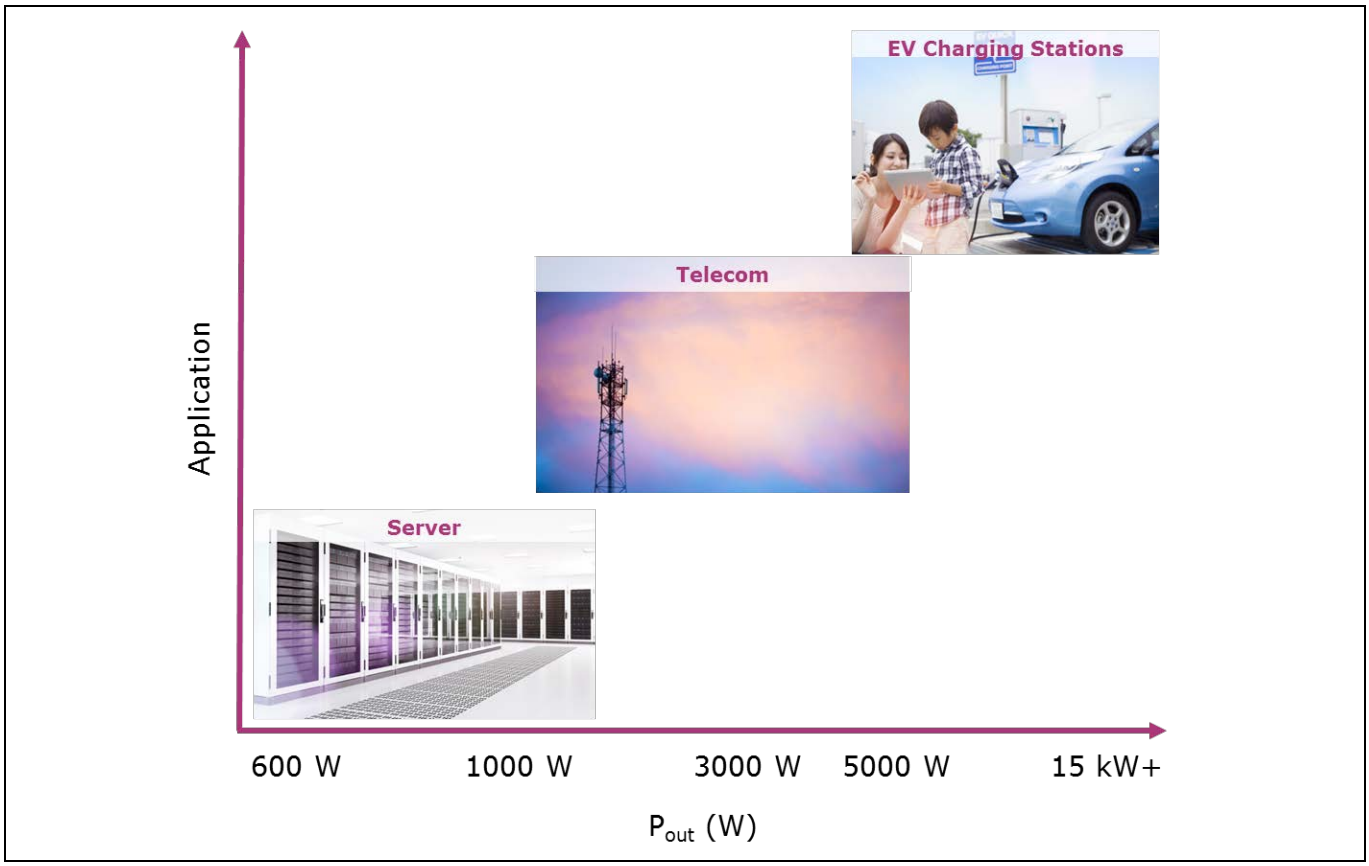


Figure 1 対象 アプリケーションは共振トポロジのハイパワー SMPS 市場を含む

650 V CoolMOS™ CFD7 の主な特長は、共振スイッチング トポロジにおける卓越した信頼性と、対象市場に最適な効率です。CoolMOS™ 7 シリーズの一部として、CFD7 は魅力的な価格と競争力のある長期的な価格ロードマップを提供します。

1.2 インフィニオン製品ポートフォリオにおける 650 V CoolMOS™ CFD7 の位置付け

インフィニオンは、Si ベース、SiC ベース、および GaN ベースの電力製品を提供しています。これにより、お客様は AC から DC まで、およびその逆の電力伝送路全体をカバーする機会が得られます。次に、これら 3 つの技術の位置付けについて説明する必要があります。

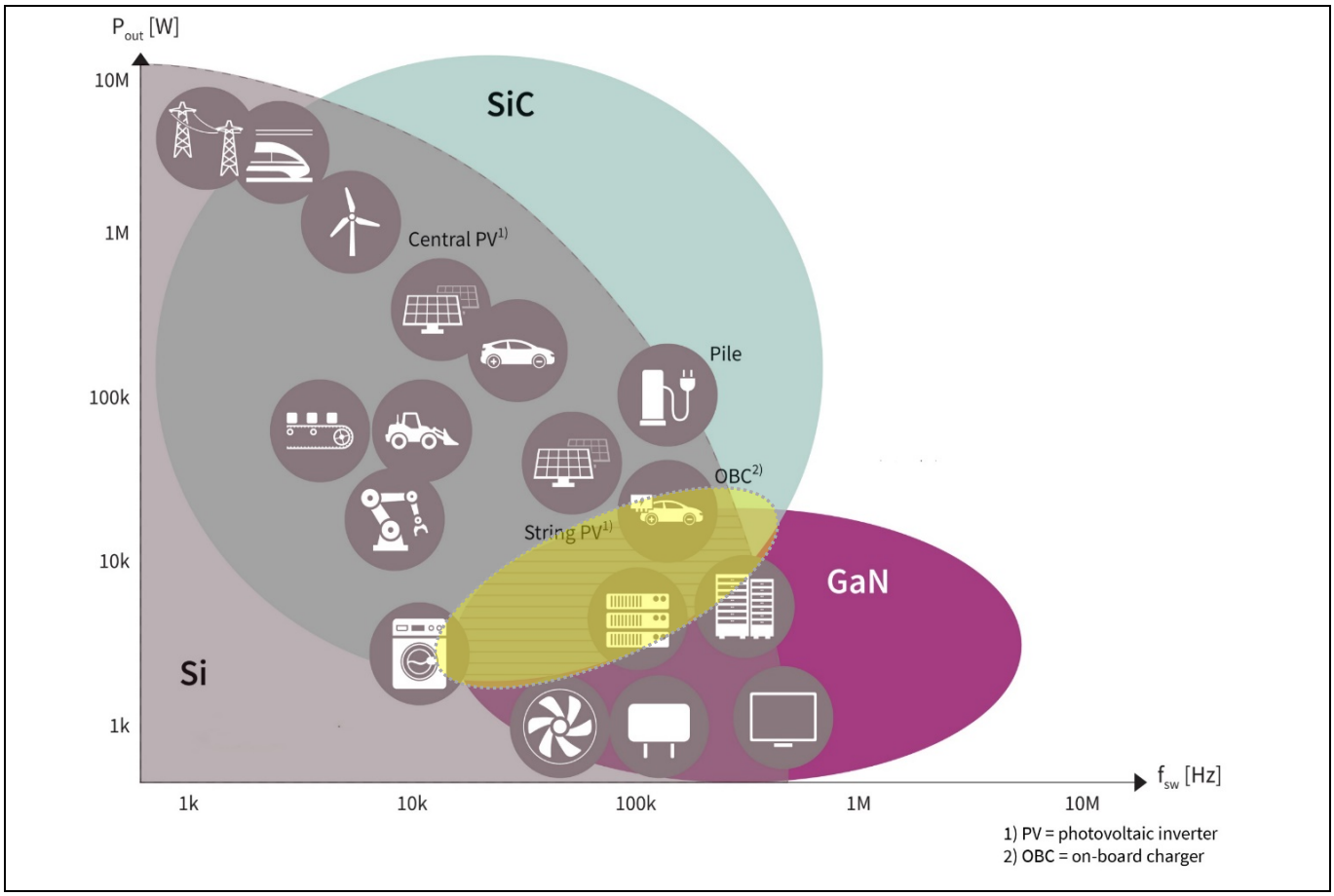


Figure 2　インフィニオン HV 電源スイッチの位置付け (650 V CFD7 –黄色の領域)

Figure 2 の位置付け図に見られるように、Si パワートランジスタは今後数年間主流の技術であり続け、適切な電力と周波数の可能性を備えた幅広い可能なアプリケーションをカバーします。一方、SiC 系は、多くのアプリケーションで Si 系を補完するだけでなく、より高出力で堅牢なアプリケーション向けの新しいソリューションとトポロジを可能にします。さらに、CoolMOS™ は最高の効率を達成することができ、本質的に最高のスイッチング周波数を達成するための最高の性能指数 (FOM) を備えています。

インフィニオンは、次のようなさまざまなテクノロジを推奨します。

CoolMOS™:

- 幅広いアプリケーションでコスト/パフォーマンスのメリットを維持
- 特定の電力密度制限に対する高効率 (最大 97%)
- 簡単なデザインイン
- 45kHz～300kHz のスイッチング周波数をカバーする PFC トポロジと共振トポロジ
- 短い評価時間と、PSU でシリコンを使用した豊富な経験

CoolGaN™:

- 最高の効率と密度: 最高の FOM 効率と電力密度
- 周波数を上げながら高効率を維持するのに最適
- トーテムポール PFC およびより高い周波数で動作するハードおよび共振スイッチング トポロジ
- ドーターカード/SMD に最適化された設計アプローチ

CoolSiC™:

- 高効率と高密度: 高出力が高温動作条件と組み合わされるアプリケーション
- トーテムポール PFC およびハードおよび共振スイッチングトポロジ
- 堅牢性

3 つのテクノロジには明確な共通点があり、そして 3 つのテクノロジはすべて 600 V/650 V セグメントで特定の価値提案を持っているため、適切なテクノロジの選択はアプリケーションの要件に大きく依存します。

1.3 先行製品との位置付け

高速ボディダイオードが統合されたインフィニオンの以前の HV スーパージャンクション MOSFET と比較すると、650 V CoolMOS™ CFD7 は、その前身である 650 V CoolMOS™ CFD2 に比べて技術的および商業的な利点を提供します。次のチャートに、インフィニオンの以前の高速ボディ ダイオード技術に対する CFD7 の全体的な位置付けを示します。

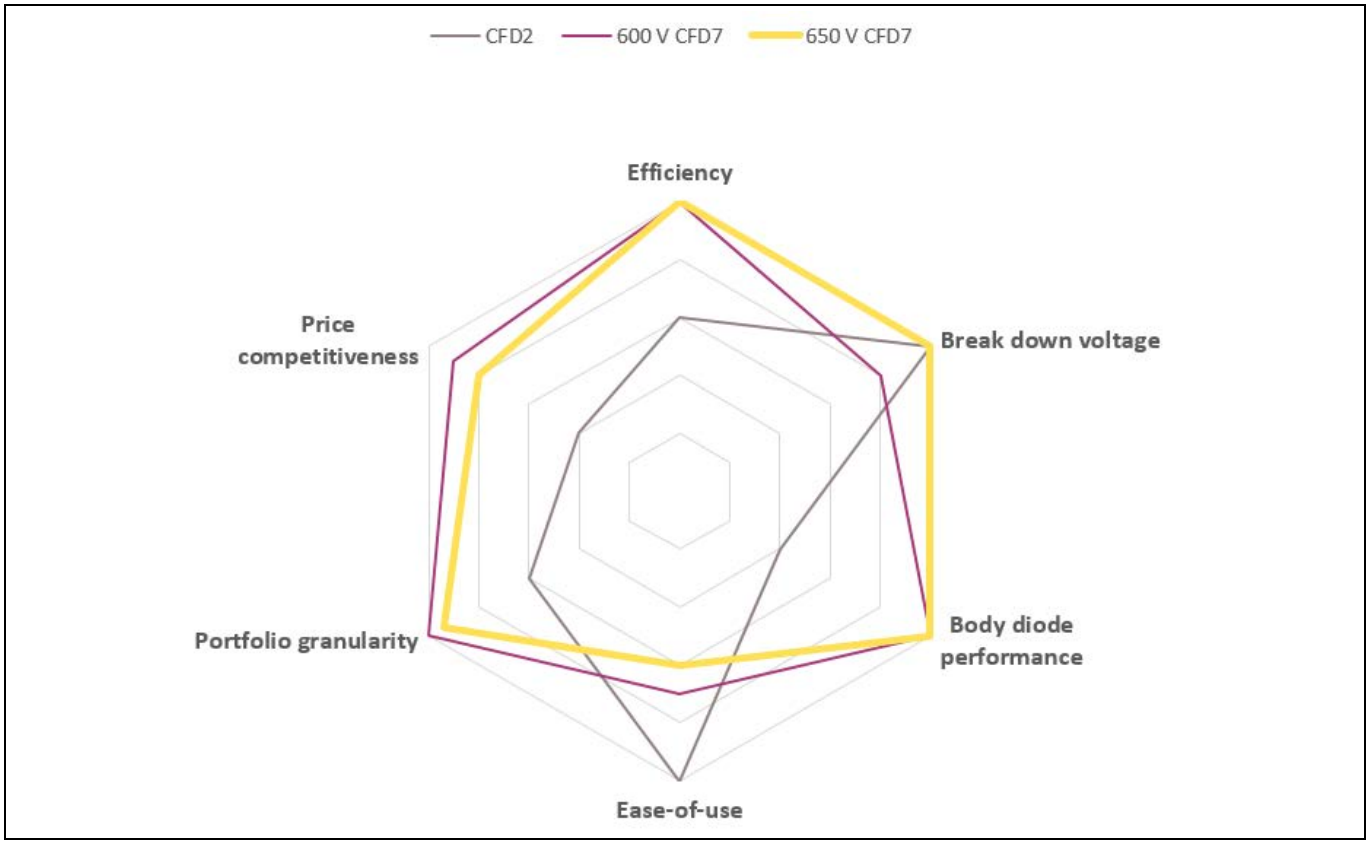


Figure 3 600V CoolMOS™ CFD7 の先行製品に対する位置づけ

このチャートに示されているように、650 V CoolMOS™ CFD7 は、650 V で最高の効率を、競争力のある価格で提供します。さらに、低抵抗の豊富なラインナップと、堅牢なボディ ダイオードを組み合わせることで、最高の CFD2 後継製品になります。さらに、このドキュメントでは、$R_{DS(on)}$の温度依存性の低下、MOSFET のターンオフ時のエネルギー損失 (E_{off})、Q_{rr} と Q_{gd} の低下などの追加の利点を示します。このアプリケーションノートの後半で詳しく説明するように、これらのテクノロジパラメータにより、ターゲットアプリケーションで最高の効率が得られます。

2 技術的特長/パラメータ

ここでは、650 V CoolMOS™ CFD7 および CFD2 に関連するすべてのテクノロジパラメータについて説明します。これらの機能の詳細を説明する前に、この章の次のセクションで、導電性ボディ ダイオードのハード転流の簡単な要約を示します。

2.1 信頼性

ここでは、対象アプリケーションで 650 V CoolMOS™ CFD7 の信頼性を向上させる、関連するすべての技術的特長とパラメータについて説明します。

2.1.1 導電性ボディダイオードのハード転流

導電性ボディダイオードでのハード転流は、ハーフブリッジまたはフルブリッジ構成で発生する可能性があります。LLC または ZVSPSFB の特定の動作条件下では、CFD7 または同様の高速ボディダイオードデバイスが必要です。これらのトポロジでは、デューティサイクルまたは周波数が突然変化した場合に、ハード転流が発生する可能性があります。また、一定期間、ハード転流が繰り返される可能性がある他の動作条件もあります。この場合、破壊につながる可能性のあるこの動作中の熱問題を回避するために、Q_{rr} によって発生する損失を減らし、結果として生じる逆回復エネルギー (E_{rr}) を最小限に抑えることが非常に重要です。さらに低い Q_{rr} により、CFD7 はそのような動作条件下でより高い信頼性を確保できます。それにもかかわらず、例えばハードスイッチングトーテムポール PFC のハーフブリッジに存在するため、導電ボディダイオードのハード転流がスイッチング周波数で各サイクルに存在するトポロジで CFD テクノロジを使用することは推奨されません。

導通しているボディ ダイオードのハード転流の間、MOSFET のボディ ダイオードの寄生容量の Q_{rr} を除去する必要があり、非常に高い dv/dt と di/dt および逆回復電流 (I_{rrm}) が発生します。これにより、MOSFET が破壊する可能性があります。ただし、650 V CoolMOS™ CFD7 は、市場で最も低い Q_{rr} を提供します。これにより、故障の可能性が最小限に抑えられ、システム全体の信頼性が向上します。

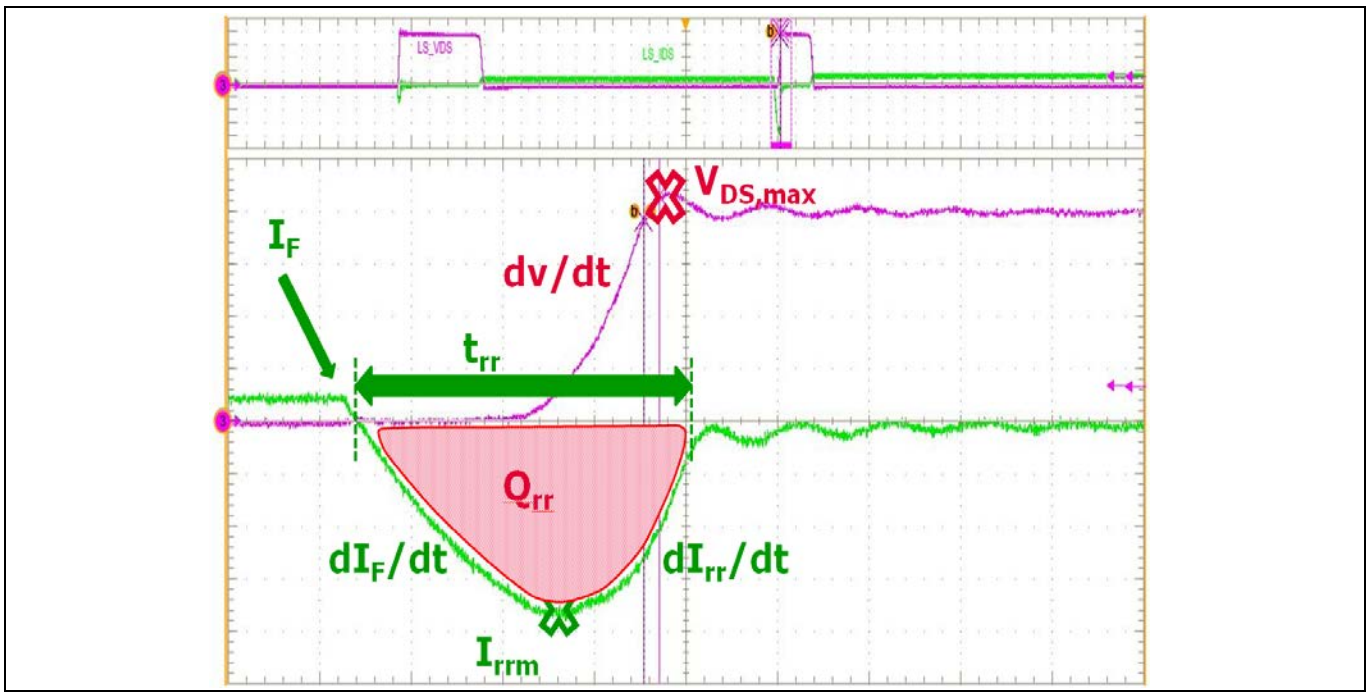


Figure 4 導電性ボディダイオードのハード転流 (例)

2.1.2 Q_{rr} (逆回復電荷)

Q_{rr} は、ハード転流イベント中にボディダイオードから除去する必要がありますが、これにより、高電流、高 di/dt、高 dv/dt、および寄生インダクタンスによるドレインソース電圧 (V_{DS}) のオーバーシュートが発生します。

Q_{rr} は次のように定義されます。

$$Q_{rr} = \int_{t_{rr,start}}^{t_{rr,end}} i \cdot dt$$

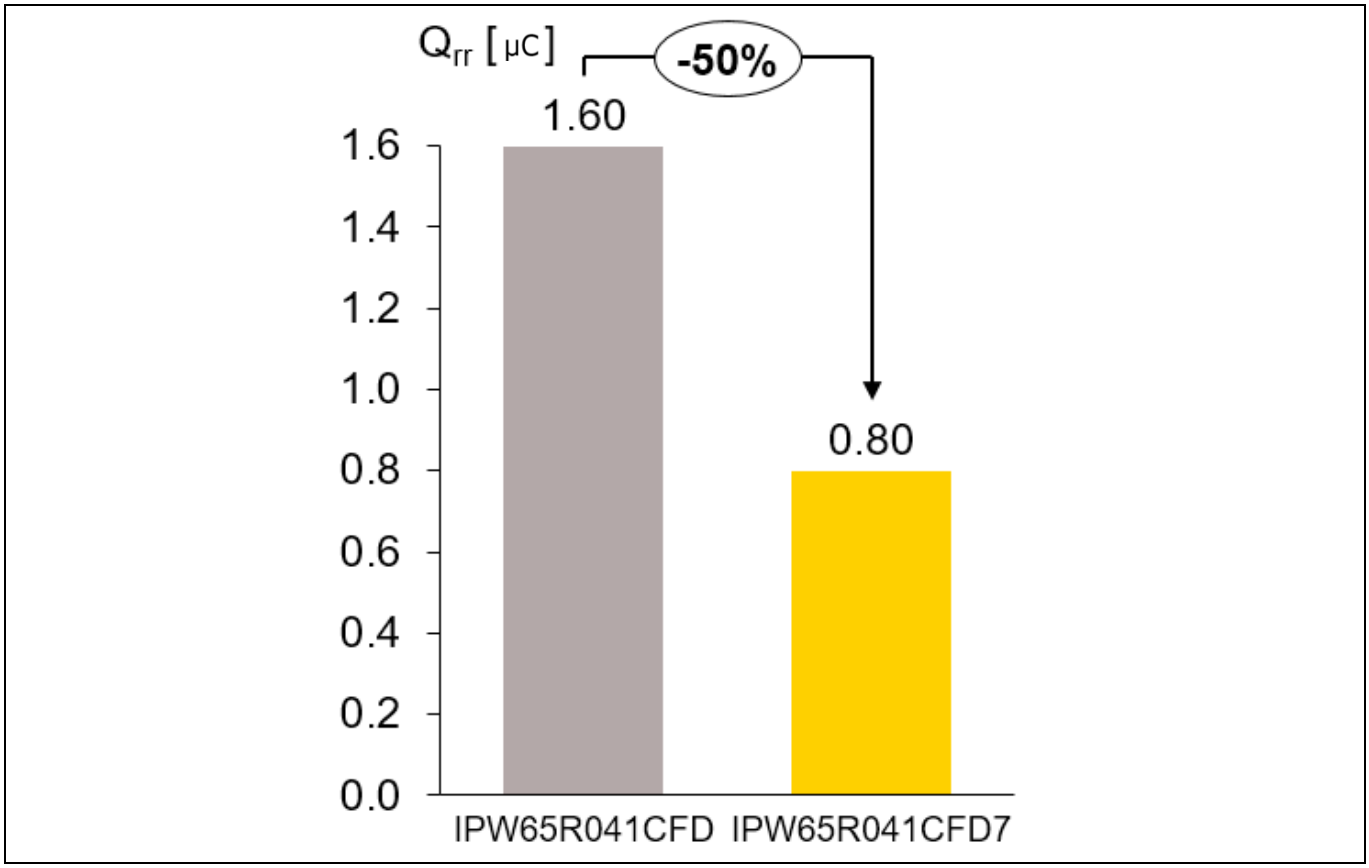


Figure 5　dIF/dt = 100 A/µs での IPW65R041CFD7 と IPW65R041CFD の Q_{rr} 比較

CFD2 は、繰り返しハード転流が発生する可能性のある動作条件でより高い信頼性が必要なため、世界で最も低い Qrr を提供していました。これは、インフィニオンの新しい 650 V CoolMOS™ CFD7 で、Q_{rr} を 50%下げることでさらに改善されました。さらに、CFD7 の最大ダイオード整流速度は、CFD2 の 900 A/µs と比較して 1300 A/µs に増加しています。さらに、逆方向ダイオードの dv/dt を 50 V/ns から 70 V/ns に、MOSFET の dv/dt を 50 V/ns から卓越した 120 V/ns に増やし、さらに堅牢なデバイスを実現しました。

2.1.3 t_{rr} (逆回復時間) および I_{rrm} (最大逆回復電流)

この Q_{rr} の低下により、t_{rr} と I_{rrm}、および導電性ボディダイオードイベント でのハード転流中に生じるエネルギー (E_{rr}) は CFD2 よりもはるかに低くなります。

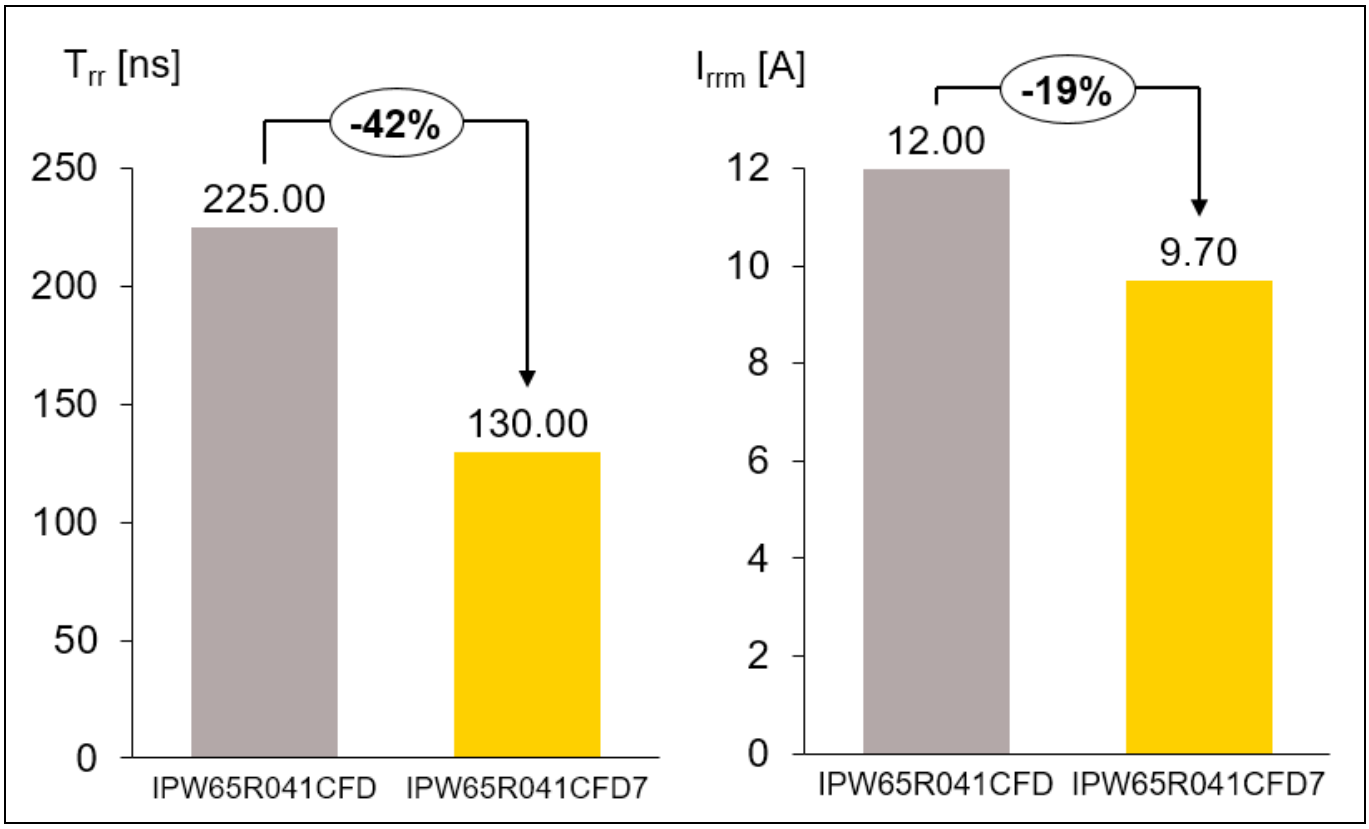


Figure 6　16.4 A での IPW65R041CFD7 と IPW65R041CFD の t_{rr} と I_{rrm} の比較; 100 A/µs

アプリケーションにおける高い スイッチング周波数での繰り返しのハード転流は、一般にスーパージャンクション MOSFET には推奨されませんが、動作条件によっては、少なくとも短期間は避けられないことがあります。したがって、CFD7 のボディ ダイオードの逆回復が減少すると、CFD2、特に非高速ダイオード ソリューションに対するこれらのイベント中の電力損失が大幅に減少します。

2.1.4　チャネルの早期シャットダウン

すべての 650V CoolMOS™ CFD7 $R_{DS(on)}$クラスには、ハード転流における最高の信頼性のニーズを満たすために内蔵ゲート抵抗 ($R_{G,int}$) があり、1300 A/µs di_F/dt に達します。また、最終的なアプリケーションでは、ディレーティングの理由でデバイスの速度を落とすか、ピーク電圧を制限するために、外部ゲート抵抗が使用されていることがわかります。CFD7 は、いわゆる早期チャネルシャットダウンを提供します。これは、すべての $R_{DS(on)}$クラスに制限があり、特定のドレイン電流でゲート ドライブ ループのゲート抵抗に対してスイッチング損失が増加することを意味します。650 V CoolMOS™ CFD7 の場合、ゲート抵抗を増加させることが可能であり、ターンオフ中のスイッチング損失の増加に悩まされることはありません。Figure 7 からわかるように、CFD7 はさまざまな外部抵抗で E_{off} はフラットな特性 を示しています。これは、デバイスがまだ早期のチャネル シャットダウンにあることを意味します。CFD2 は、外部抵抗の増加に伴って損失が大幅に増加していることがわかります。早期のチャネル シャットダウンはありません。

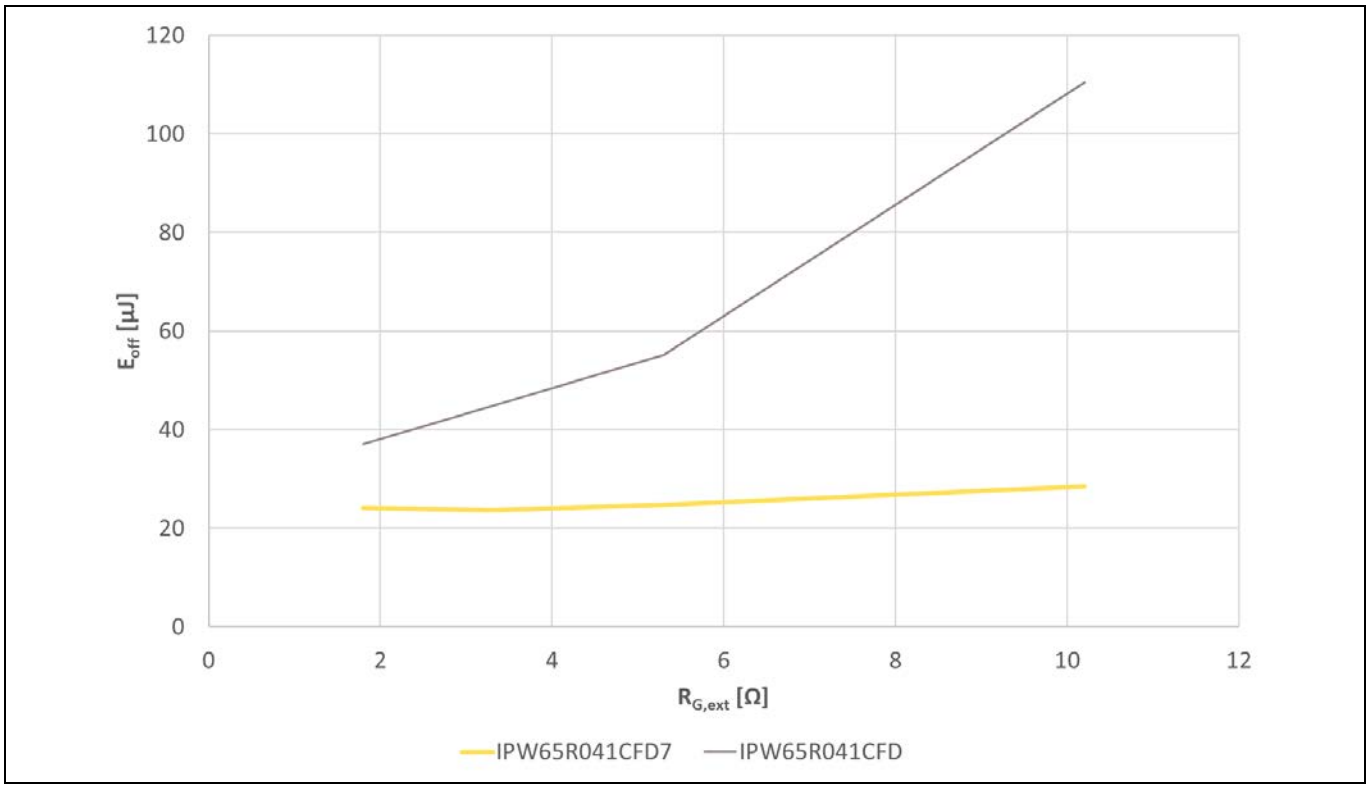


Figure 7　I_D = 12.4A での 41mΩ クラスに基づく早期チャネルシャットダウン

安全性、EMI、および効率要件のエンドアプリケーションを同時に定義できるため、設計者はこの動作の恩恵を受けることができます。

2.2　効率とパフォーマンス

この章では、ターゲットアプリケーションで 650 V CoolMOS™の効率とパフォーマンスを向上させるすべての関連する技術的機能とパラメータについて説明します。

2.2.1　Q_g (ゲートチャージ)

Q_g は、駆動損失と ZVS の動作に影響を与えます。これは、軽負荷動作中の効率やスイッチング周波数の増加に劇的な影響を与える可能性があります。

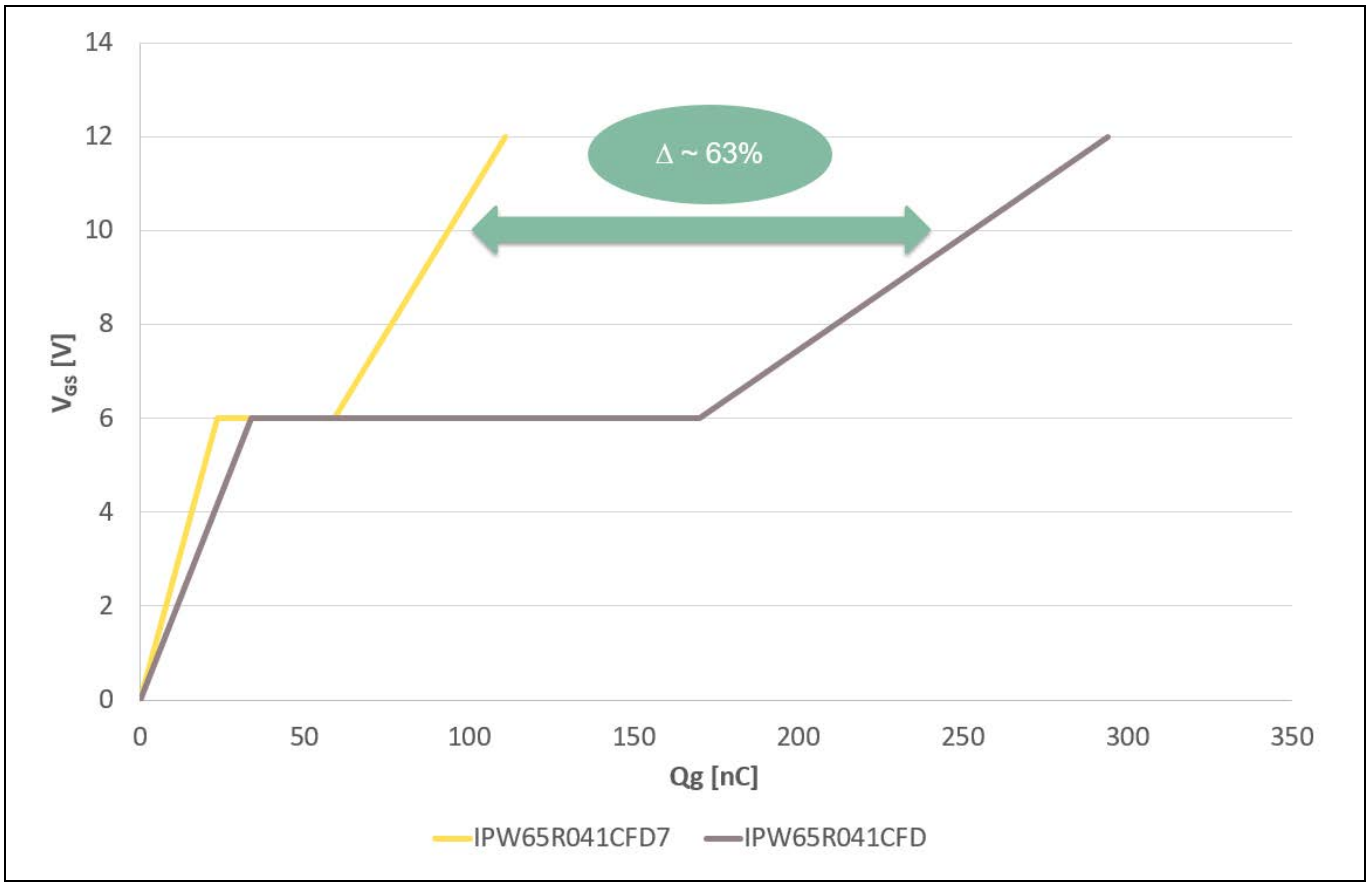


Figure 8　特性に基づく 24.8 A パルスでの Q_g 比較

上のグラフからわかるように、650 V CoolMOS™ CFD7 は、以前のモデルと比較して最も低い Q_g を示します。この動作により、CFD7 はより高いスイッチング周波数 (100 kHz 以上) をサポートできるため、フォームファクターを小さくしたり、電力密度を高くしたりできます。インフィニオンの以前の高速ボディダイオード技術と比較して、駆動損失が少なくとも約 63%削減されていることがはっきりとわかります。

2.2.2　Q_{oss} (出力容量の電荷)

650 V CoolMOS™ CFD7 は、前モデルと比較して、CFD2 とほぼ同じレベルです。Q_{oss} を次の図に示します。

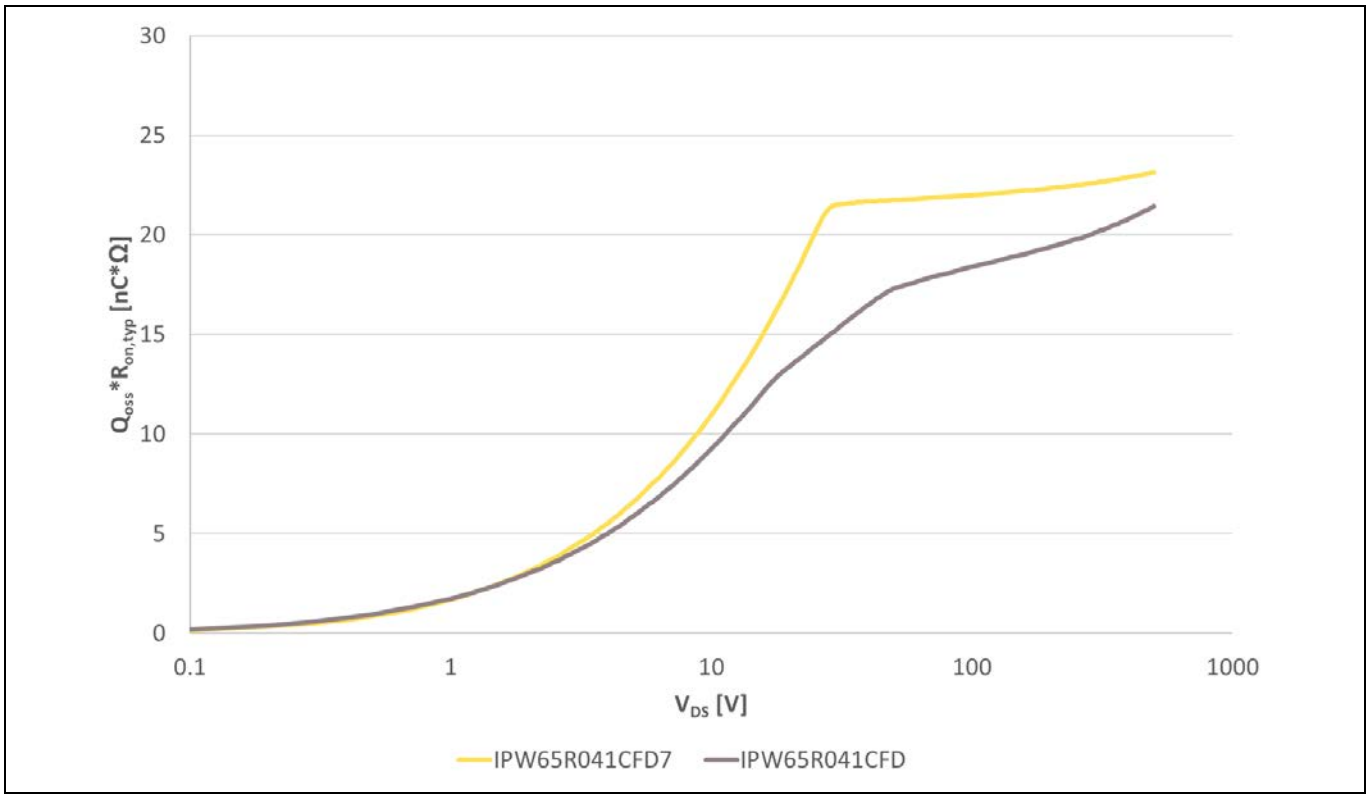


Figure 9　41 mΩ クラスの特性評価による Q_{oss} 比較

ご覧のとおり、完全な ZVS 動作は CFD2 よりも簡単には実現できませんが、これは全体的な欠点ではありません。650 V CoolMOS™ CFD7 が 0V V_{DS} で完全にオンになっていない場合でも、軽負荷でより高い効率を達成できます。これは、CFD7 が約 25 V V_{DS} でオンになるようにアプリケーションを設計するときに有効になります。その結果、650 V CoolMOS™ CFD7 では追加の E_{oss} 損失が発生しますが、これらの追加の E_{oss} 損失は全体的なスイッチング損失のごく一部であるため、無視できます。総スイッチング損失の主な原因はハードスイッチング E_{off} 損失であり、次の章に示すように、CFD2 の損失よりも劇的に低くなっています。400 V から 25 V に移行するときに蓄積される電荷は約 2.8 nC*Ω のみであるため、ターンオン中に 25 V V_{DS} を達成することはさらに簡単です。

絶対 Q_{oss} 値は、41mΩクラスのデバイスに基づいて次の計算によって導き出されます。

CFD7、25 V に到達するため→ $Q_{oss,400V\ to\ 25V} = \frac{2.8\ nC\cdot\Omega}{34\ m\Omega} \approx 68\ nC$

CFD2、0 V に到達するため　→ $Q_{oss,400V\ to\ 0V} = \frac{20.8\ nC\cdot\Omega}{37\ m\Omega} \approx 562\ nC$

CFD7、0 V に到達するため　→ $Q_{oss,400V\ to\ 0V} = \frac{22.8nC\cdot\Omega}{34\ m\Omega} \approx 670\ nC$

88% 以下の低い電荷で、CFD7 を使用して 400 V から 25 V に放電すると、出力容量 (C_{oss}) を放電するために必要な再循環電流を削減できる可能性があります。CFD7 を 0V に放電すると、CFD2 と比較して 108 nC の高い電荷が発生し、MOSFET の出力容量を放電するためにより高い磁化電流またはより長いデッドタイムが必要になります。

2.2.3　Eoss (出力容量に蓄えられたエネルギー)

650V CoolMOS™ CFD7 は、CFD2 と比較して 80 V 以降に改善された E_{oss} を提供し、400 V で 45% 低い E_{oss} をもたらします。

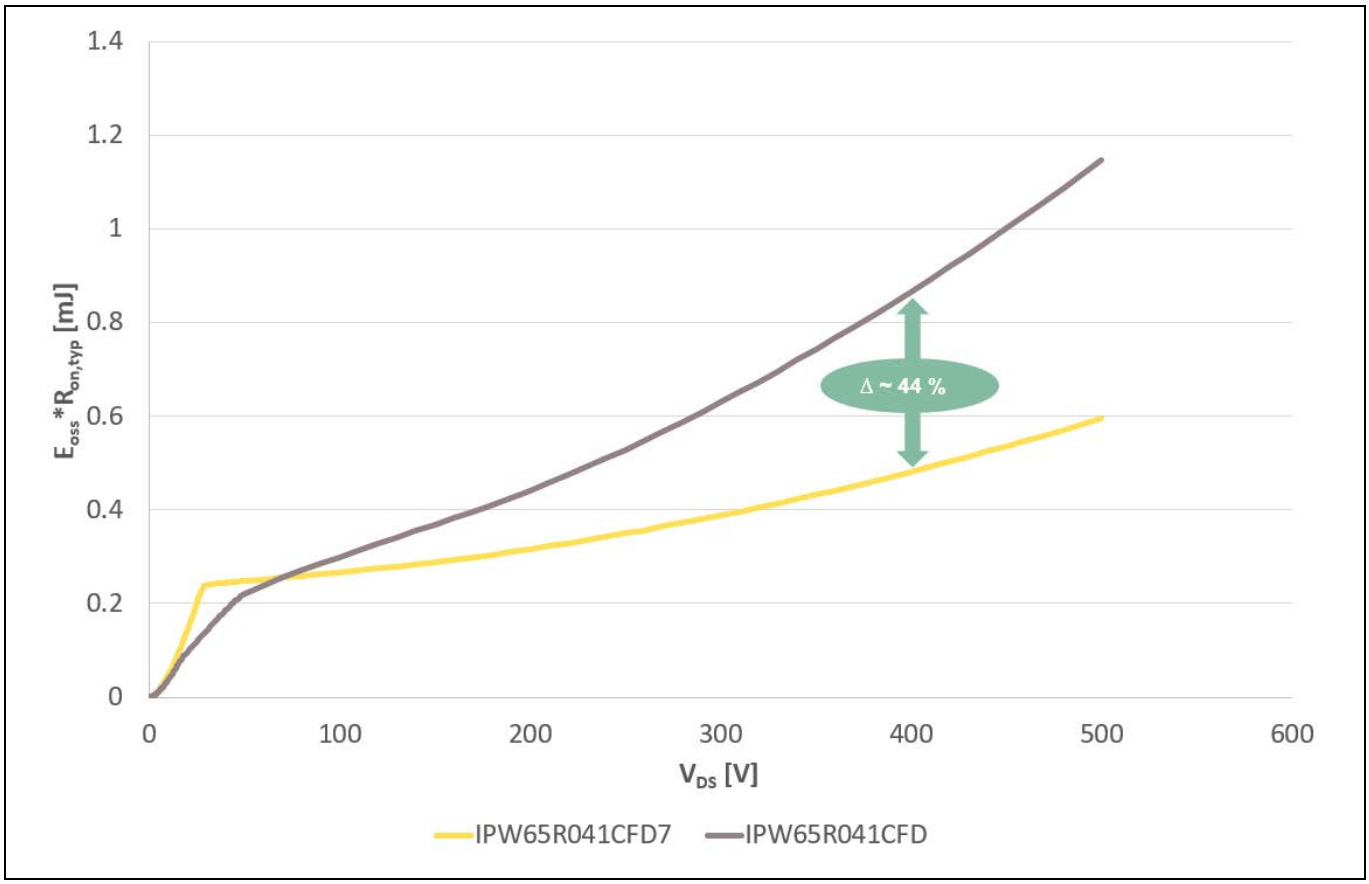


Figure 10　特性評価に基づく E_{oss} の比較

ハードスイッチスイッチングターンオンでは 650 V CoolMOS™ CFD7 には競合他社がまったくありません。一方、低電圧では、ターンオンの違いはわずかです。前に示した Q_{oss} と 25 V での推奨ターンオンでは、CFD2 が完全な ZVS 動作を達成できることがわかります。これにより、可能性のある電圧/電流オーバーラップが 25 V V_{DS} で無視できるため、CFD2 と比較して、600 V CoolMOS™ CFD7 のターンオン損失が約 5.8µJ ($E_{OSS\ at\ 25V} = \frac{0.2\mu J \cdot \Omega}{34m\Omega} \approx 5.8\mu J$) に増加します。したがって、ターンオフ損失と推奨される 25 V ターンオンと比較することも必要です。

2.2.4　E_{off} (ハードターンオフ時のスイッチング損失)

650 V CoolMOS™ CFD7 は、最も低い E_{off} を提供します。次の図に示すように、CFD7 と CFD2 の比較を続けると、Q_{oss} が最も低い CFD7 の E_{off} は 33.6 µJ 低くなります。

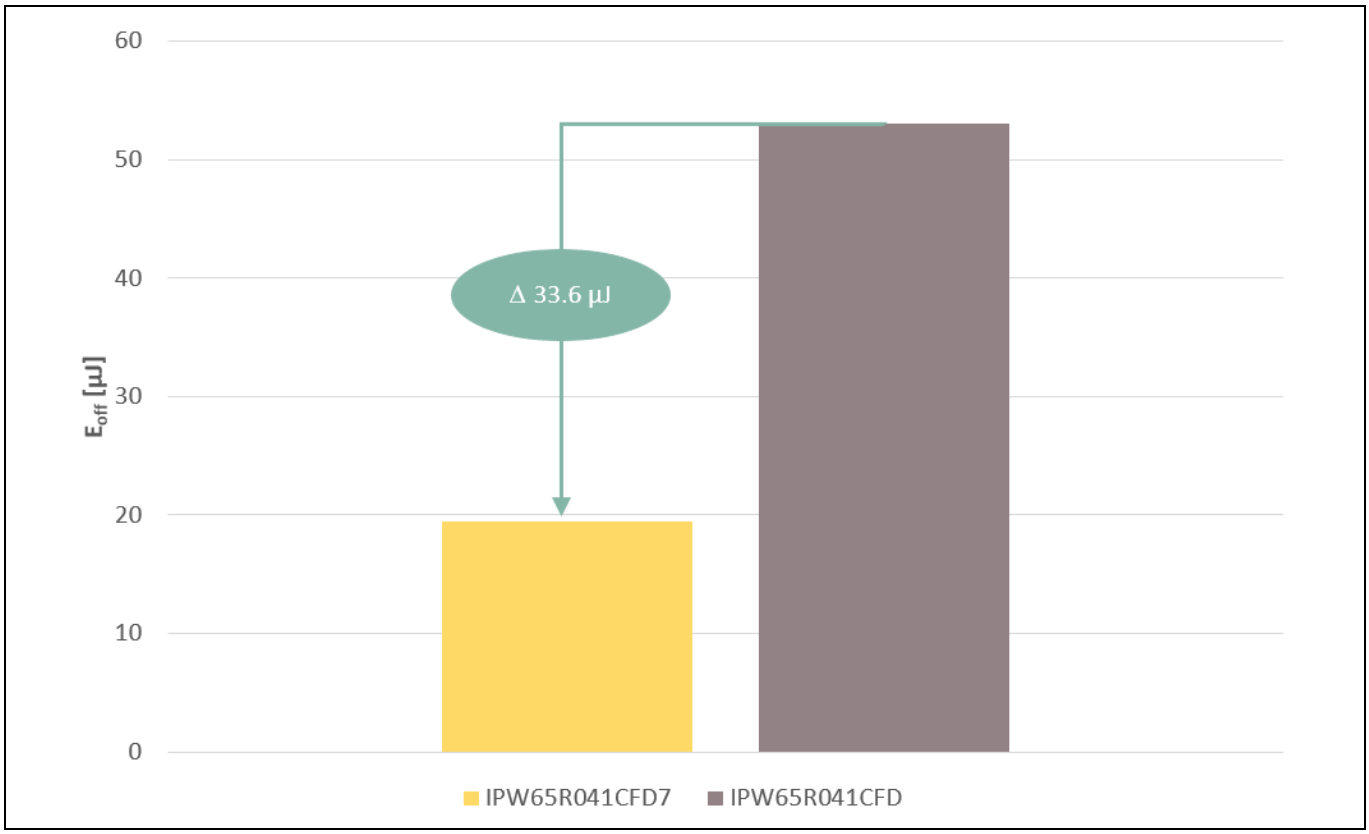


Figure 11　$R_{G,ext}$ = 1.8Ω での E_{off} 比較; I_D = 24.8 A; V_{DS}=400V

650 V CoolMOS™ CFD7 の 25 V での E_{oss} と、0 V での CFD2 の E_{oss} = 0 J を考慮すると、CFD7 は合計が低くなります。41 mΩ デバイスに基づく次の計算に示すように、1 サイクルあたりのスイッチング損失が低くなります。

CFD2 の合計スイッチング損失の計算:

$E_{oss} = 0\,J \rightarrow full\ ZVS\ operation$ 0 V

$E_{on} = 0\,J$

$E_{off} = 53\,\mu J$

$E_{total} = E_{oss} + E_{on} + E_{off} = 53\,\mu J \rightarrow at\ 200\,kHz \rightarrow\ P_{switching} = 53\,\mu J \cdot 200\,kHz = \mathbf{10.6\,W}$

650 V CoolMOS™ CFD7 の合計スイッチング損失の計算:

$E_{oss} = 5.8\,\mu J \rightarrow turn\ on\ at\ 25\,V$

$E_{on} = 0\,J$

$E_{off} = 19.5\,\mu J$

$E_{total} = E_{oss} + E_{on} + E_{off} = 25.3\,\mu J \rightarrow at\ 200\,kHz \rightarrow\ P_{switching} = 25.3\,\mu J \cdot 200\,kHz = \mathbf{5.06\,W}$

この計算に基づくと、650 V CoolMOS™ CFD7 の合計スイッチング損失は、CFD2 と比較して最大 52% 少なくなります。

スイッチング損失を比較すると、高い負荷効率を達成するためのもう 1 つの重要な要素は導通損失です。これは、動作温度での $R_{DS(on)}$ 動作に純粋に基づきます。

2.2.5 $R_{DS(on)}$温度依存性

すべてのデータシートの 25°C での良好な $R_{DS(on)}$値と $R_{DS(on)}$マージンは正ですが、動作温度での導通損失を知ることも非常に重要です。したがって、次の図に、接合部温度に対する $R_{DS(on)}$の動作を示します。

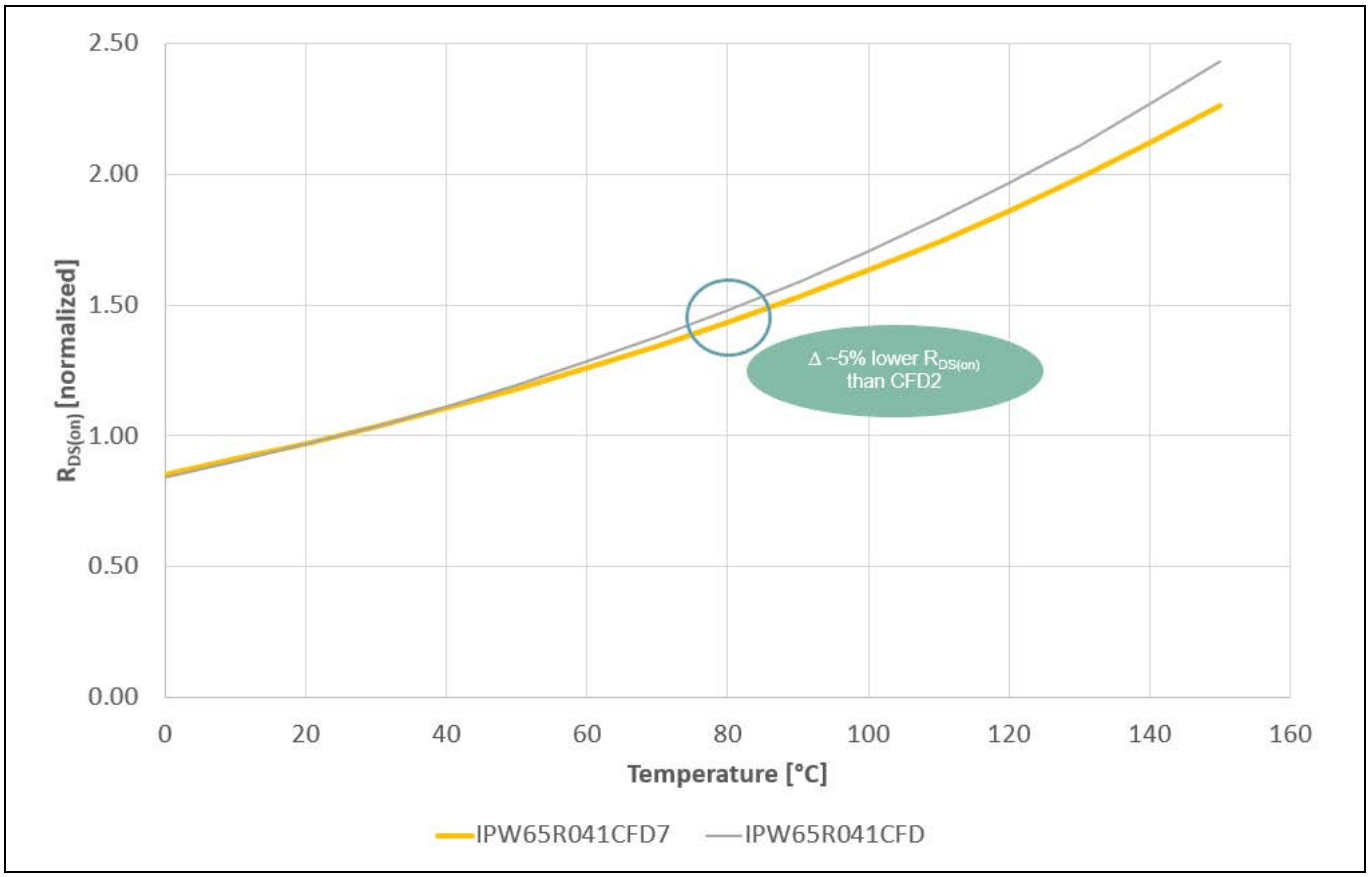


Figure 12　接合部温度での正規化された $R_{DS(ON)}$

はっきりとわかるように、650 V CoolMOS™ CFD7 は、80°C で CFD2 よりも約 5%低い $R_{DS(on)}$を備えるため、中負荷から全負荷での高電力アプリケーションでの効率が大幅に向上します。

2.2.6 さまざまなパッケージのクラス最高の $R_{DS(on)}$

さらに高い効率と高い電力密度を実現するために、650 V CoolMOS™ CFD7 は、TO-220 および D^2PAK でクラス最高の (BiC) $R_{DS(on)}$を提供します。次の図は、CFD7 を次善の競合他社 (NBC) と比較しています。

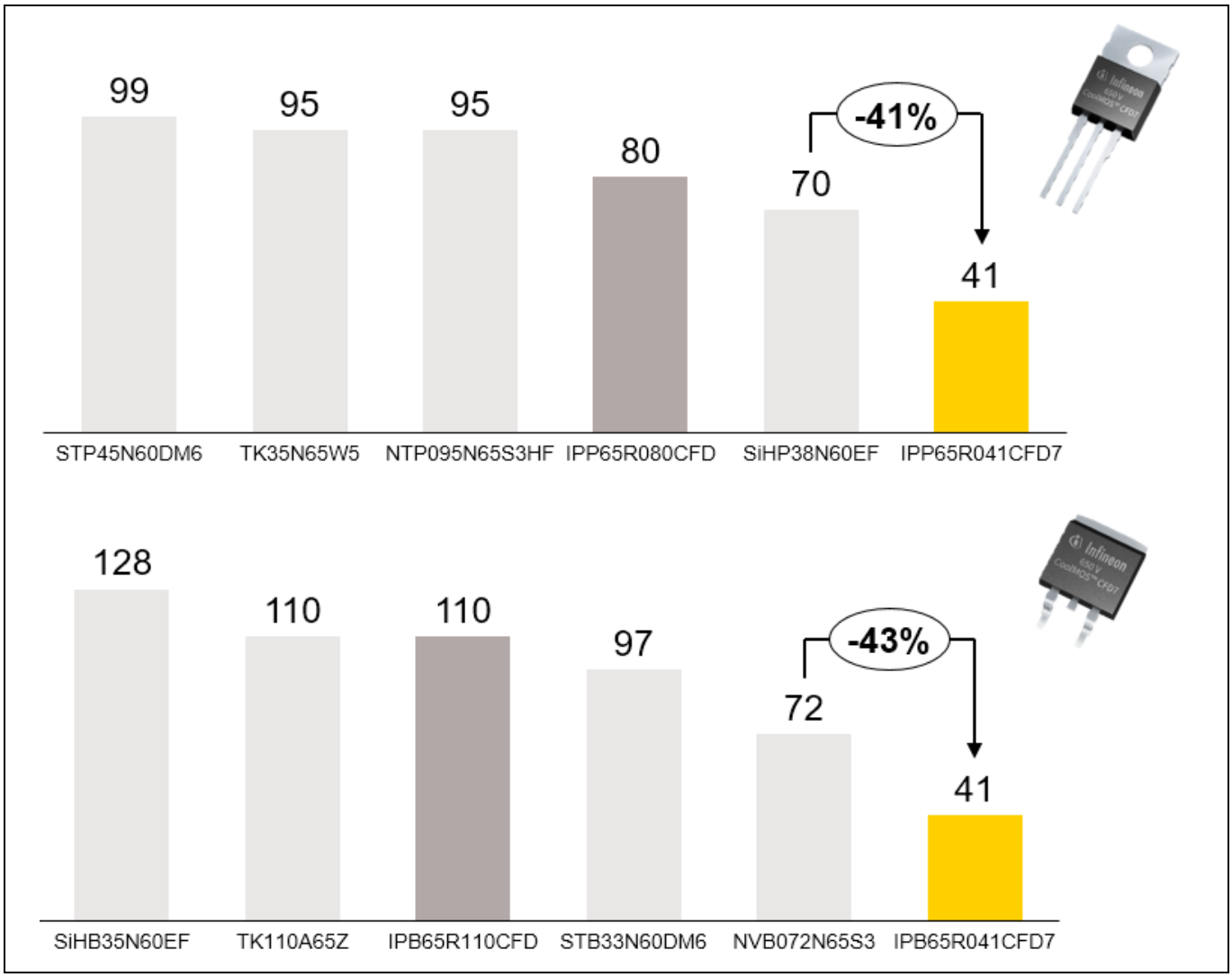


Figure 13　さまざまなパッケージの BiC $R_{DS(on)}$

650 V CoolMOS™ CFD7 ポートフォリオのスイートスポットは、TO-220 および D^2PAK の BiC デバイスです。650 V CoolMOS™ CFD7 は、41mΩ の TO-220 デバイスを提供します。このパッケージでは、NBC は 70 mΩ デバイスを提供できます。したがって、650 V CoolMOS™ CFD7 は、お客様に TO-247 から TO-220 に移行するメリットを提供し、熱の違いを考慮してパッケージ サイズを 50% 縮小します。また、D^2PAK では、650 V CoolMOS™ CFD7 が利用可能な最小の $R_{DS(on)}$ を提供します。競合他社は、$R_{DS(on)}$ が 72 mΩ 以上の D^2PAK デバイスのみを提供できますが、650 V CoolMOS™ CFD7 は 41 mΩ まで下げることができます。

2.2.7　4 ピンパッケージ – 電力損失が少ないという利点

CoolMOS™の他の製品ファミリですでに導入されているように、ポートフォリオパッケージはケルビンソース接続で実装されます。

新世代の電源スイッチがより高速になるにつれて、パッケージとボードの寄生要素の影響により、システム全体のパフォーマンスがますます制限されています。多くのアプリケーションでは、スイッチング損失は、パワー スイッチのソース リードの寄生インダクタンスによって引き起こされる負のフィードバックによって大幅に増加します。この問題を解決する有効な手段は、ゲート駆動電圧の基準電位として使用されるソースへの接続 (ケルビン接続) を追加して、ソース インダクタンスによる電圧降下の影響を排除することです。主に高速スイッチングトランジェントに起因する効率の改善は、重要である可能性があります。[1]

これは、インフィニオンの最新世代のスーパージャンクションパワートランジスタである 650 V CoolMOS™ CFD7 の測定によって実証されています。

性能の違いを実証するために、インフィニオンの内部 EV 充電テストセットアップを使用しました。このテスト プラットフォームでは、150、250、および 350 kHz のスイッチング周波数で 360 V で最大 39 A をスイッチングして、最も一般的な EV 充電ステーションでの動作をシミュレートすることができます。

以下のグラフは、ボード上の受動部品の損失と MOSFET 自体の損失を含む、セットアップ全体の電力損失間のデルタを示しています。受動部品の損失は同じままですが、電力損失の変動は被試験デバイス (DUT) によって引き起こされます。これにより、総電力損失の比較ではなく、テストされたデバイス (常に 2 つのデバイス–ハーフブリッジ構成) 間のデルタ比較が行われます。

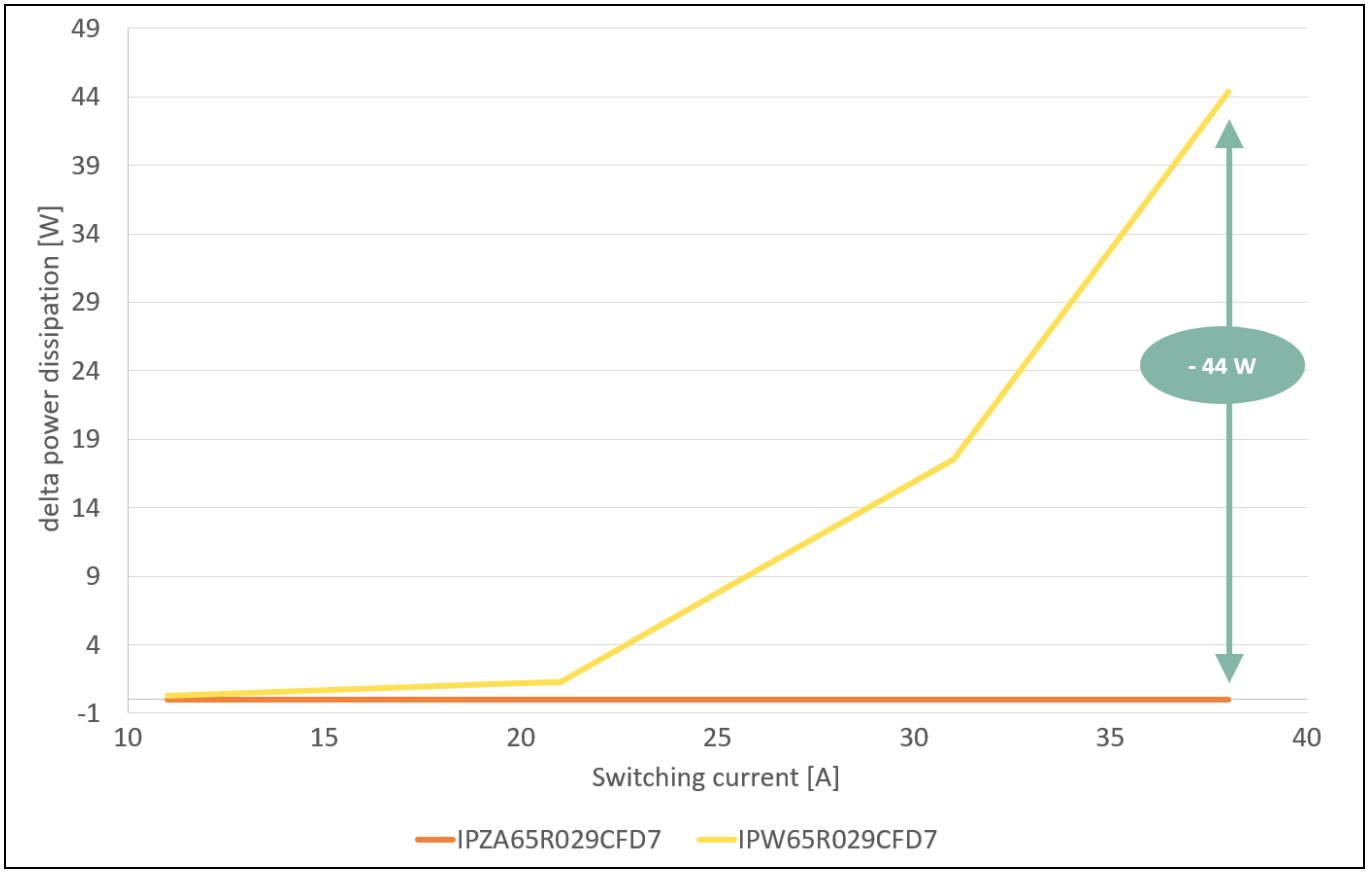


Figure 14　電力損失デルタ 150 kHz における 3 ピンと 4 ピンの MOSFET

ケルビン ソース デバイスおよび使用方法の詳細については、650 V CoolMOS™ C7 switch in a Kelvin source configuration のアプリケーション ノートを参照してください。

2.2.8　設計に関する考慮事項

最新のテクノロジとそれに対応するより高速なスイッチングデバイスでは、テクノロジの最適化が特定のアプリケーションとより高い電力密度の必要性に明らかに適しているため、プラグアンドプレイシナリオはもはや不可能です。それでも、デバイスを設計に完全に適合させるために必要なのは、わずかな調整だけです。

どの調整を考慮すべきかを示すために、3 kW LLC テストプラットフォームが例として使用されます。使用するテストボードの詳細については、アプリケーションノート 3kW dual-phase LLC demo board を参照してください。

次の例に、CFD2 と新しい 650 V CFD7 を最悪の条件 (無負荷起動) で比較するときに必要な外部抵抗とデッドタイムの違いを示します。この状態では、ボードがバーストモードを使用して起動しようとすると、ハードスイッチングが発生します。



Figure 15　3 kW デュアルフェーズ LLC の無負荷始動

650 V CFD7 が +/- 30 V V_{GS} のデータシート仕様内にあるためには、CFD2 よりも高いターンオン抵抗が必要であることは明らかです。これらの結果は、主に最高の効率を達成するための高速なスイッチング動作によるものです。

このテクノロジの調整は、古いテクノロジや競合他社と比較して、別の必要な調整につながります。Figure 9 に示すように、MOSFET の出力キャパシタンスを下げると、出力キャパシタンスに蓄積される Q_{oss} が増加します。 システム内は固定磁化電流であるため、ZVS に到達するために、CFD2 と比較して CFD7 の出力容量を放電するために必要なデッドタイムが長くなります。Figure 16 に、DUT の ZVS の調整を示します。3 kW デュアルフェーズ LLC の場合、2 A の負荷電流を使用して ZVS を調整し、適用される負荷の 10%から 100%まで ZVS を導きます。

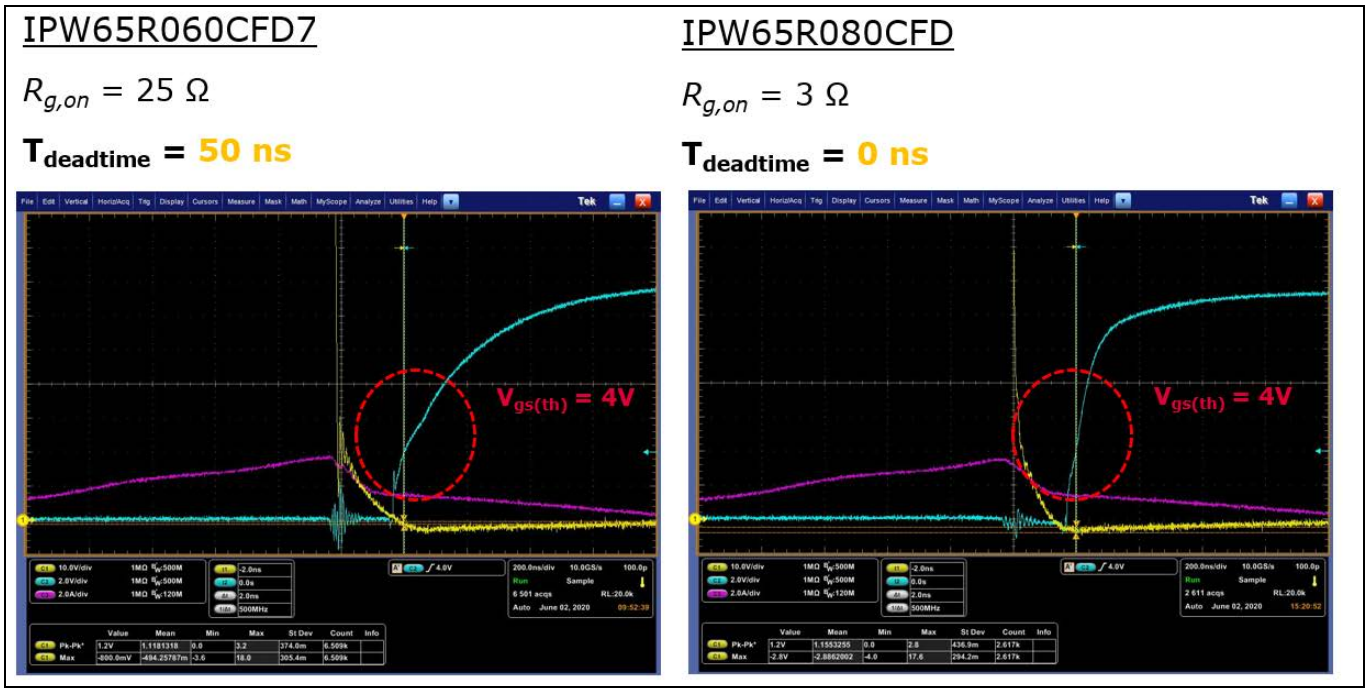


Figure 16　CFD7 および CFD2 を比較するために必要な ZVS 調整とデッドタイム設定

3 まとめ

これらすべての技術的機能とパラメータを考慮すると、650 V CoolMOS™ CFD7 は、ソフトスイッチングおよびハードスイッチングトポロジで卓越した信頼性を提供します。CFD7 はまた、高電力密度ソリューションを可能にし、すべてのターゲット市場で最高の効率を実現します。さらに、魅力的な価格と競争力のある長期的な価格ロードマップを提供します。

以下の効率比較は、650 V CoolMOS™ CFD7 の性能向上を検証します。

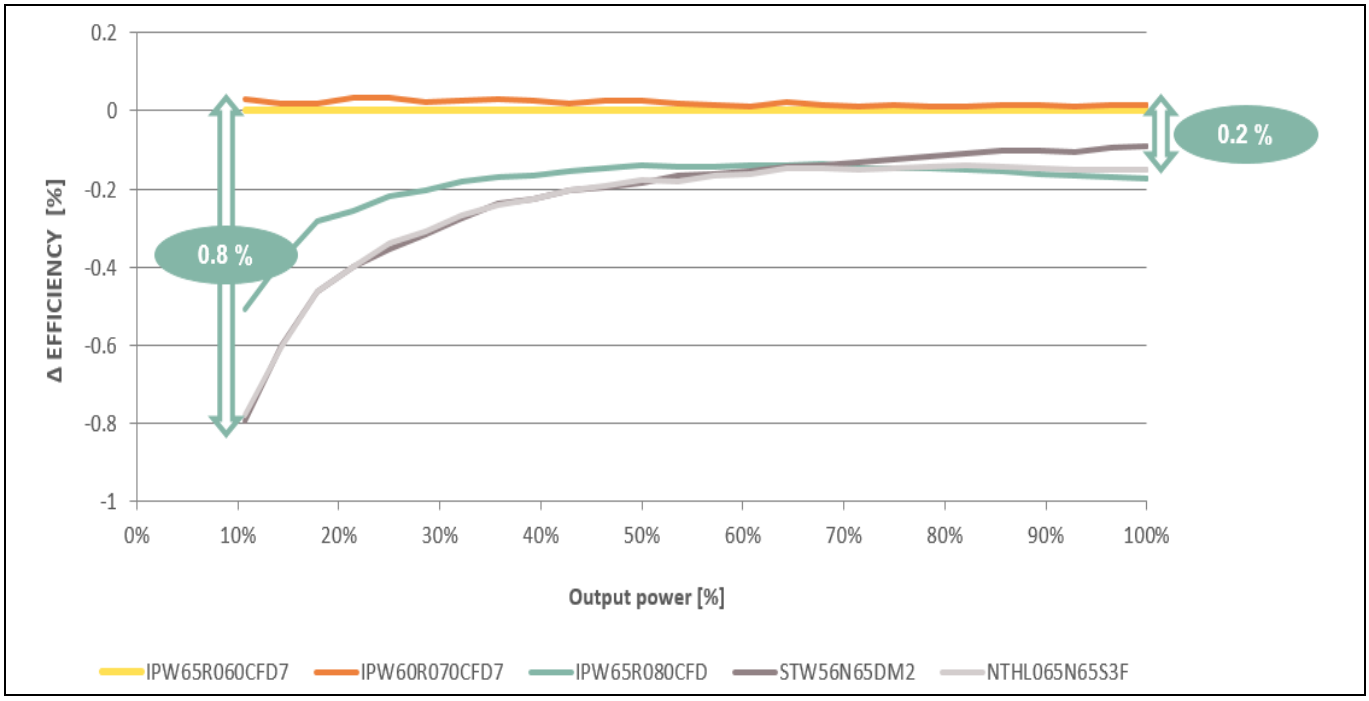


Figure 17　3 kW LLC DC-DC ステージ (1500 W の単一レール) でのデルタ効率; 最適化された各デバイス

650 V CoolMOS™ CFD7 から最大のメリットを得るために、関連するデッドタイム設定の適応を含む、前述のすべてのポイントが設計に実装されています。上の図では、各デバイスに対して最適化された条件 (80% V_{DS} ディレーティング、V_{GS} の仕様内、デッドタイム調整) で、CFD7 がすべての競合製品の中で最高の効率を示していることが明らかです。

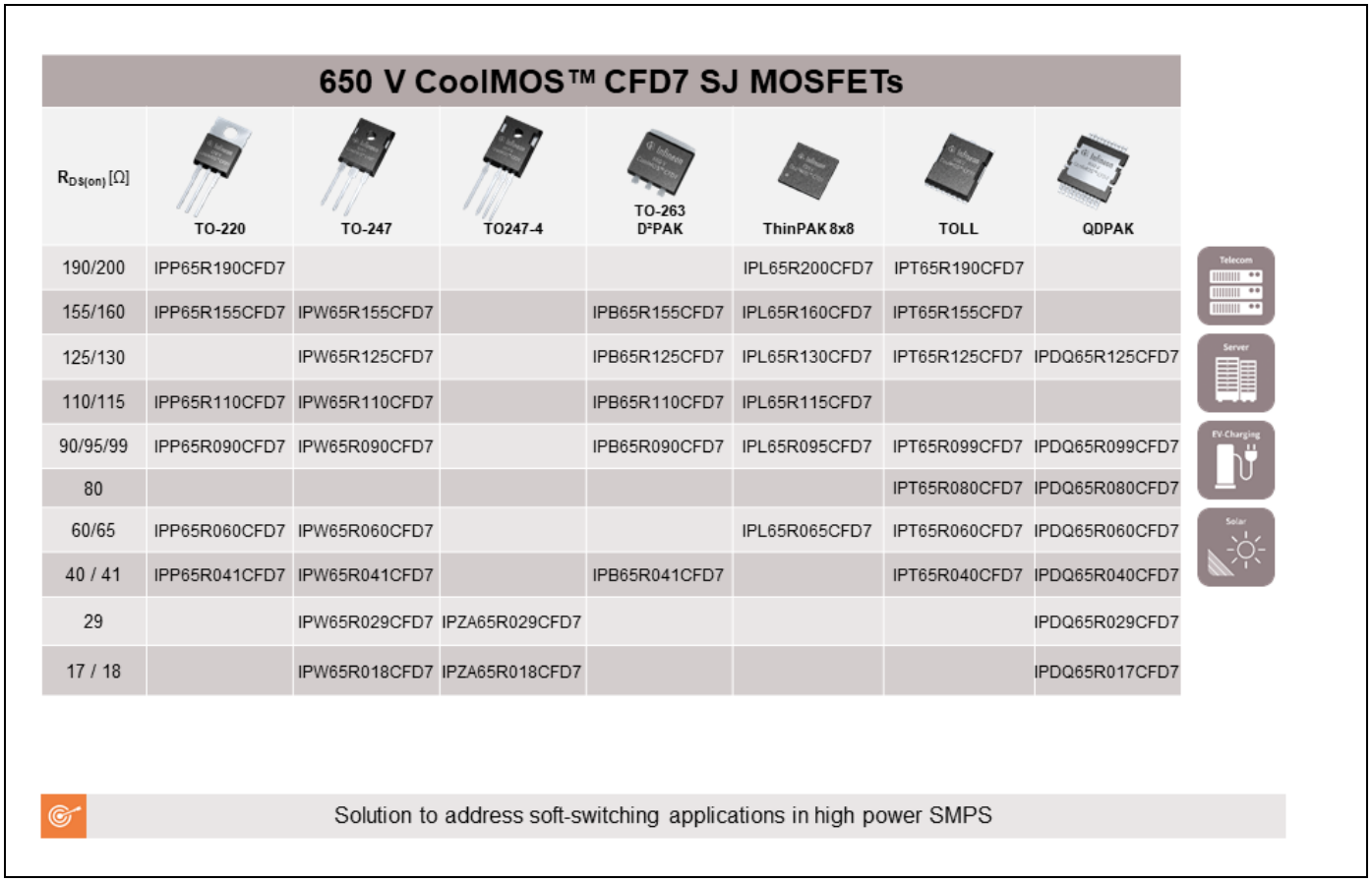
システム全体のパフォーマンスは磁気部品と一次側と二次同期整流の間の相互作用に依存するため、共振トポロジの場合、プラグアンドプレイシナリオは最適に機能しないことを、非常に重要なため再度述べます。

CFD7 は、STW56N65DM2 と比較して最大 0.8%高い軽負荷効率を提供し、CFD2 よりも最大 0.5%高い効率を提供することは明らかです。

中負荷から全負荷まで、$R_{DS(on)}$が低いことの利点と温度依存性も明らかです。CFD7 は、顧客が設計に最適な製品を選択できるようにする詳細なポートフォリオを提供します。

4 ポートフォリオ

LLC および ZVS PSFB トポロジに推奨される 650V CoolMOS™ CFD7 の計画されたポートフォリオは、次のとおりです。



$R_{DS(on)}$ [Ω]	TO-220	TO-247	TO247-4	TO-263 D²PAK	ThinPAK 8x8	TOLL	QDPAK
190/200	IPP65R190CFD7				IPL65R200CFD7	IPT65R190CFD7	
155/160	IPP65R155CFD7	IPW65R155CFD7		IPB65R155CFD7	IPL65R160CFD7	IPT65R155CFD7	
125/130		IPW65R125CFD7		IPB65R125CFD7	IPL65R130CFD7	IPT65R125CFD7	IPDQ65R125CFD7
110/115	IPP65R110CFD7	IPW65R110CFD7		IPB65R110CFD7	IPL65R115CFD7		
90/95/99	IPP65R090CFD7	IPW65R090CFD7		IPB65R090CFD7	IPL65R095CFD7	IPT65R099CFD7	IPDQ65R099CFD7
80						IPT65R080CFD7	IPDQ65R080CFD7
60/65	IPP65R060CFD7	IPW65R060CFD7			IPL65R065CFD7	IPT65R060CFD7	IPDQ65R060CFD7
40 / 41	IPP65R041CFD7	IPW65R041CFD7		IPB65R041CFD7		IPT65R040CFD7	IPDQ65R040CFD7
29		IPW65R029CFD7	IPZA65R029CFD7				IPDQ65R029CFD7
17 / 18		IPW65R018CFD7	IPZA65R018CFD7				IPDQ65R017CFD7

Figure 18 計画されたポートフォリオ

詳細および裏付けについては、www.infineon.com/cfd7 をご覧ください。

改訂履歴

版数	発行日	変更内容
V1.1	2021-10-26	本版は英語版 AN_2009_PL52_2010_130022 650 V CoolMOS™ CFD7 V1.1 について、CYPRESS DEVELOPER COMMUNITY の参画者によって日本語に翻訳されたドキュメントです。
V1.2	2022-06-17	これは英語版 AN_2009_PL52_2010_130022 650 V CoolMOS™ CFD7 V1.2 を翻訳した日本語版です。
V1.3	2023-10-31	これは英語版 AN_2009_PL52_2010_130022 650 V CoolMOS™ CFD7 V1.3 を翻訳した日本語版です。

Trademarks
All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

Edition 2023-10-31

Published by

Infineon Technologies AG

81726 Munich, Germany

© 2023 Infineon Technologies AG. All Rights Reserved.

Do you have a question about this document?

Email: erratum@infineon.com

Document reference

AN_2009_PL52_2010_130022_JA

重要事項

本手引書に記載された本製品の使用に関する手引きとして提供されるものであり、いかなる場合も、本製品における特定の機能性能や品質について保証するものではありません。本製品の使用の前に、当該手引書の受領者は実際の使用環境の下であらゆる本製品の機能及びその他本手引書に記された一切の技術的情報について確認する義務が有ります。インフィニオンテクノロジーズはここに当該手引書内で記される情報につき、第三者の知的所有権の不侵害の保証を含むがこれに限らず、あらゆる種類の一切の保証および責任を否定いたします。

本文書に含まれるデータは、技術的訓練を受けた従業員のみを対象としています。本製品の対象用途への適合性、およびこれら用途に関連して本文書に記載された製品情報の完全性についての評価は、お客様の技術部門の責任にて実施してください。

警告事項

技術的要件に伴い、製品には危険物質が含まれる可能性があります。当該種別の詳細については、インフィニオンの最寄りの営業所までお問い合わせください。
インフィニオンの正式代表者が署名した書面を通じ、インフィニオンによる明示の承認が存在する場合を除き、インフィニオンの製品は、当該製品の障害またはその使用に関する一切の結果が、合理的に人的傷害を招く恐れのある一切の用途に使用することはできないこと予めご了承ください。