700V CoolMOS™ P7

低電力用途向けに、直径300mmのウエハーで初めて耐圧700Vの CoolMOS™ MOSFETを開発

・このアプリケーションノートについて

・対象と目的

インフィニオンは、低電力用途向けに、直径 300 mm のウエハーで開発／製造された最初の耐圧 700V の高耐圧 MOSFET（金属酸化物半導体電界効果トランジスタ）ソリューションを製品化しています。この 700V CoolMOS™ P7 は、電力範囲が 10W～75W の充電器やアダプタなど、民生機器のアプリケーション向けに価格競争力のあるソリューションを提供します。これらのパワーコンバータは、通常、フライバック構成に基づいています。700V CoolMOS™ P7 は、フライバックや、DCM（電流不連続モード）の PFC（力率改善）の用途に最適化した技術なので、もはや多目的 MOSFET ではなくなっています。ハードコミュテーションが起こるような、ハーフブリッジ構成やフルブリッジ構成では使わないでください。このポートフォリオには、既存の MOSFET を直接置き換えられる一般的なパッケージが含まれているので、この低電力市場をターゲットとする他の技術と比べて、低価格になると同時に、特性を向上させることができます。700V CoolMOS™ P7 は、この市場で入手可能な最も低いオン抵抗 $R_{DS(on)}$を備えた SOT-223 など、いくつかの低電力パッケージに収めることができます。さらに、インフィニオンの最新パッケージの概念、すなわち、絶縁されて離れたリードを備えた IPAK にも対応する予定です。

このアプリケーションノートでは、新しい CoolMOS™技術について説明します。目的は、700V CoolMOS™ P7 のすべて技術的利点を説明することであり、従来の技術や競合品と比較することです。さらに、熱特性、効率、EMI（電磁干渉）雑音特性に関して、700V CoolMOS™ P7 で実現できる特性を示すために、ユーザーの充電器の評価を示します。

700V CoolMOS™ P7 は、すべての設計者が低電力用途で直面している主要な課題のすべてに適したソリューションであり、BOM（部品表）コストを低く抑えながら、技術仕様を犠牲にせずに、安全性の要件を満たします。

・対象読者

スイッチング電源（SMPS）の設計者

目次

・このアプリケーションノートについて 1

目次

.....

1 ターゲットアプリケーション 3
1.1 CCM のフライバック（固定周波数） 3
1.2 DCM のフライバック（固定周波数） 5
1.3 QR のフライバック（可変周波数） 6
2 技術パラメータ 8
2.1 Q_g：ゲート電荷 8
2.2 $R_{DS(on)}$：オン抵抗の温度依存性 8
2.3 E_{OSS}：出力容量に蓄積されたエネルギー 9
2.4 Q_{OSS}：出力容量に蓄積された電荷 10
2.5 伝達特性 11
2.6 アバランシェ 12
2.7 早期チャネルシャットダウン 14
3 低電力設計における 700V CoolMOS™ P7 のベンチマーク 15
3.1 ユーザーの 12 W の充電器 15
3.1.1 効率／温度 15
3.1.2 放射 EMI 16
3.2 インフィニオンの 35 W アダプタ 17
3.2.1 効率／温度 17
3.2.2 放射 EMI 18
3.3 すべての測定に対するベンチマークの要約（重要な事項） 18
4 ポートフォリオ 20
5 設計の考察 21
5.1 MOSFET の並列化 21
5.2 ソースインピーダンス（ソースビーズ） 21
5.3 ターゲットアプリケーション 21

改訂履歴

.....

1 ターゲットアプリケーション

前述したように、700V CoolMOS™ P7 は、フライバック構成と DCM の PFC に向けた技術です。この章では、10W～75W の充電器やアダプタのアプリケーションを主な対象とした市場について紹介します。充電器とアダプタの違いは、使用する出力電圧です。充電器は、通常、出力 5V～12V で動作し、アダプタは約 19V です。これらのアプリケーションにはすべて、通常、フライバック構成を使います。最も市場シェアが高いフライバック構成には、主に 3 種類あります。第 1 は、CCM（電流連続モード）のフライバック、2 番目は、固定周波数の DCM フライバック、そして疑似共振（QR）フライバックです。次のセクションで紹介します。

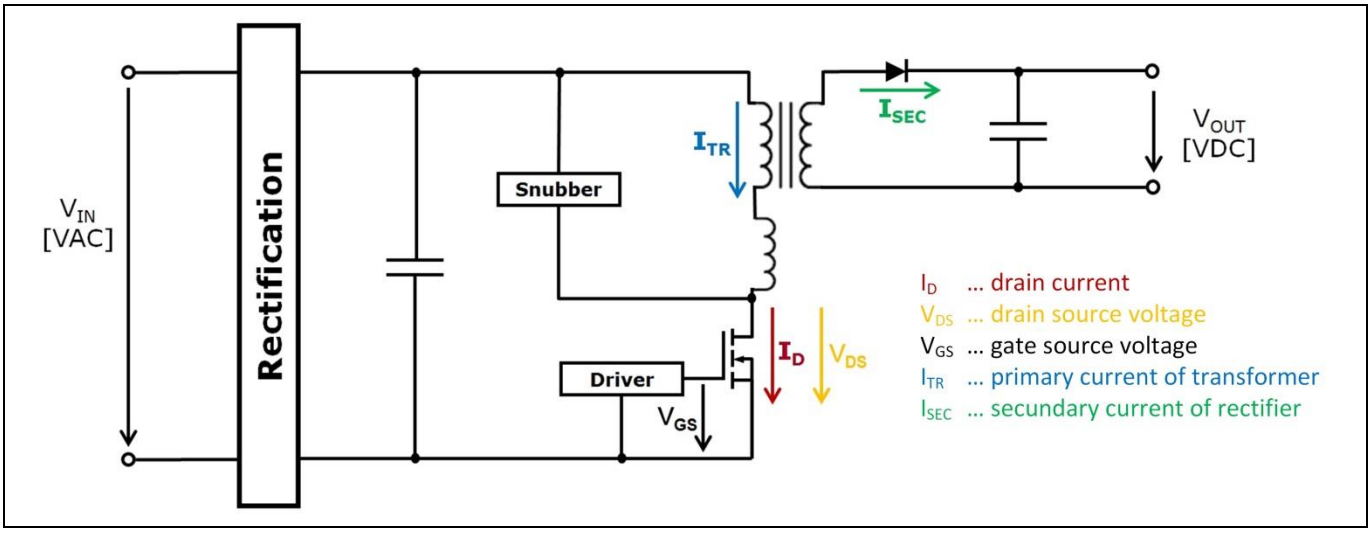

図 1　フライバックの概略図

1.1 CCM のフライバック（固定周波数）

CCM のフライバックは、固定周波数のフライバックで、通常、45 W を超えるより大きな電力範囲のアダプタに使われます。このフライバックでは、図 2 に示すように、定常状態の動作において、メイントランスを流れる電流（I_{TR}）は、決して 0A に達しません。これによって、700V CoolMOS™ P7 の E_{OSS}（特定の電圧での出力容量に蓄積されたエネルギー）の動作が最高の特性を示す完全なハードスイッチング構成が実現できます。固定周波数のコントローラは、通常、擬似共振コントローラよりも、コストが 1/3～1/4 と安価になります。出力電圧を安定化するために、デューティ比が出力負荷に応じて変わります。CCM フライバックは、メイントランスの 1 次巻線とインダクタンスの値に応じて、軽い負荷動作時に DCM で動作することも考慮しなければなりません。動作原理と、単純化した波形を図 2 に示します。

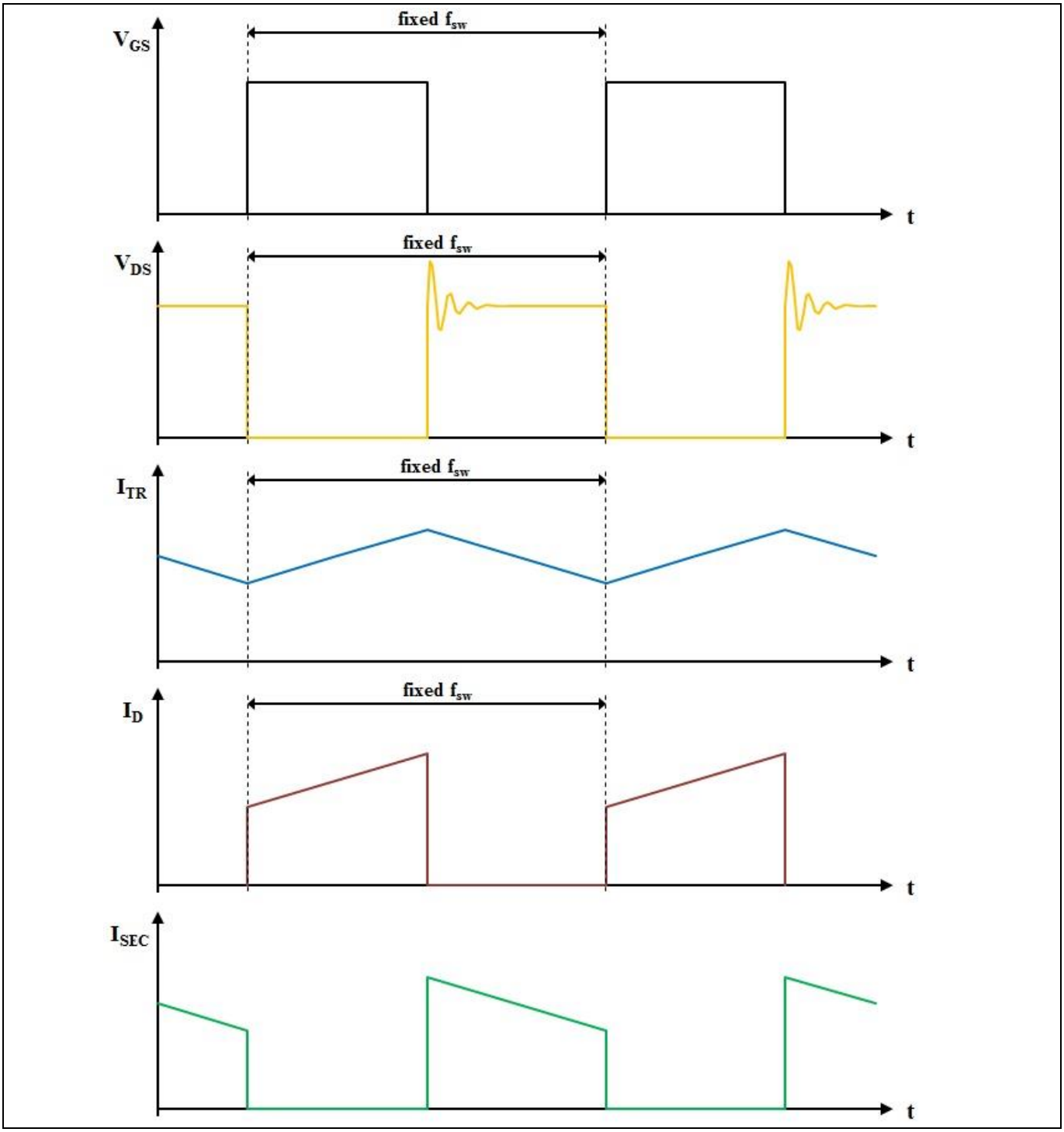

図 2　CCM のフライバックの動作原理

1.2 DCM のフライバック（固定周波数）

前述したように、DCM のフライバックは、通常、出力負荷がより小さい場合に使われます。標準的な DCM フライバックも、出力は、デューティ比によって安定化されます。この設定では、効率の新しい基準に対応するために頻繁には使いません。MOSFET の E_{OSS} 損失が全体の効率に大きく影響し、市場で入手可能なすべての MOSFET で異なるため、セカンドソースも必ずしも簡単に得られません。動作原理と、単純化した波形を下の図 3 に示します。

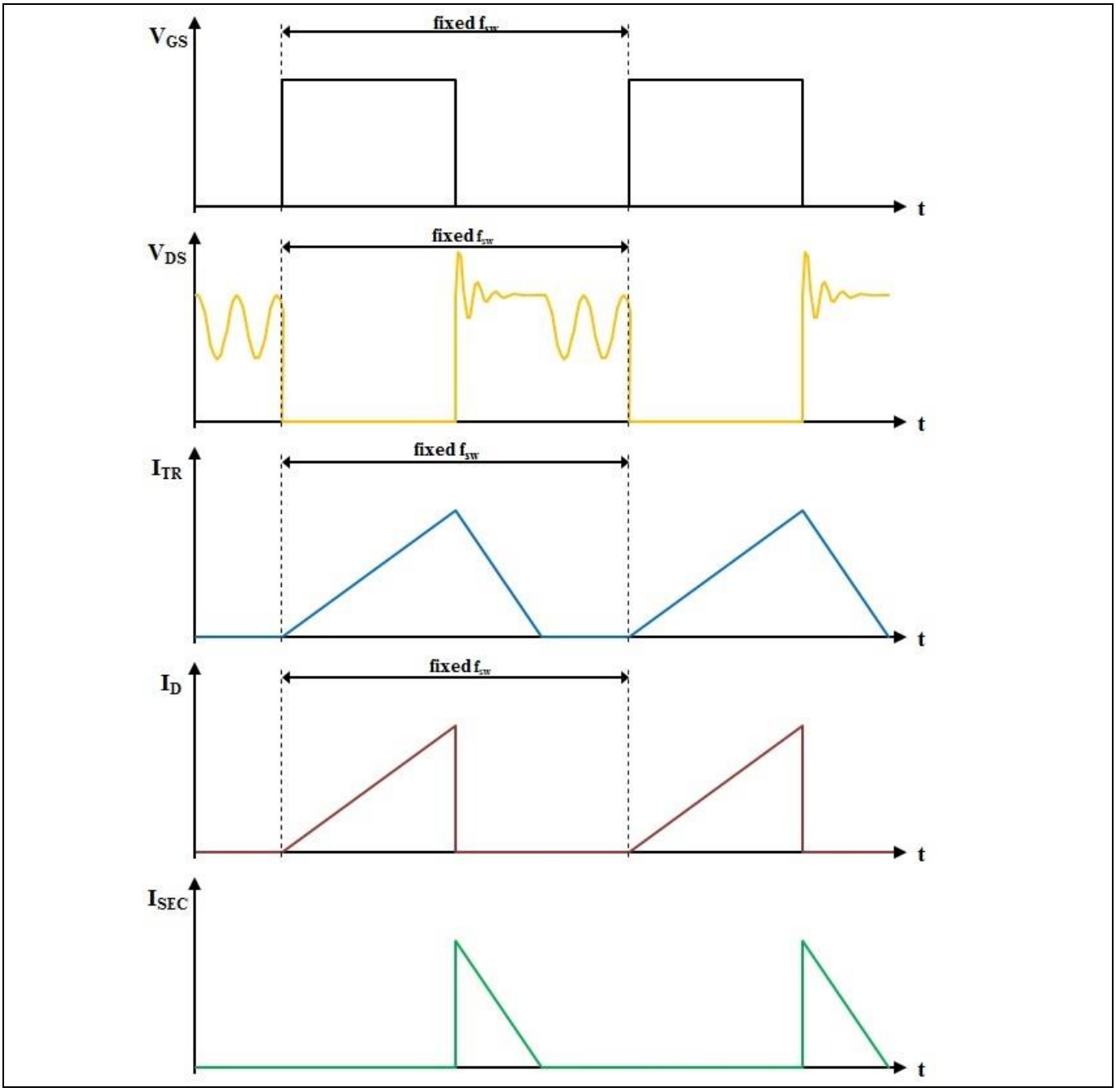

図 3　DCM のフライバックの動作原理

1.3 QR のフライバック（可変周波数）

疑似共振（QR）のフライバックは、低電力の充電器で最も一般的に使われている構成です。スイッチング損失の低減に、より適した特性を備えています。QR フライバックは、DCM でのみ動作可能です。メイントランスを流れる電流が 0A のときに、ドレインノードの容量とトランスの主なインダクタンスとの発振状態の間、MOSFET をオンさせるからです。標準的な DCM フライバック動作と QR 動作との違いは、MOSFET が最小の V_{DS}（ドレイン-ソース間電圧）でオンすることができ、E_{OSS} 損失を低減できることです。この動作は、バレースイッチングと呼ばれ、下図に示されています。

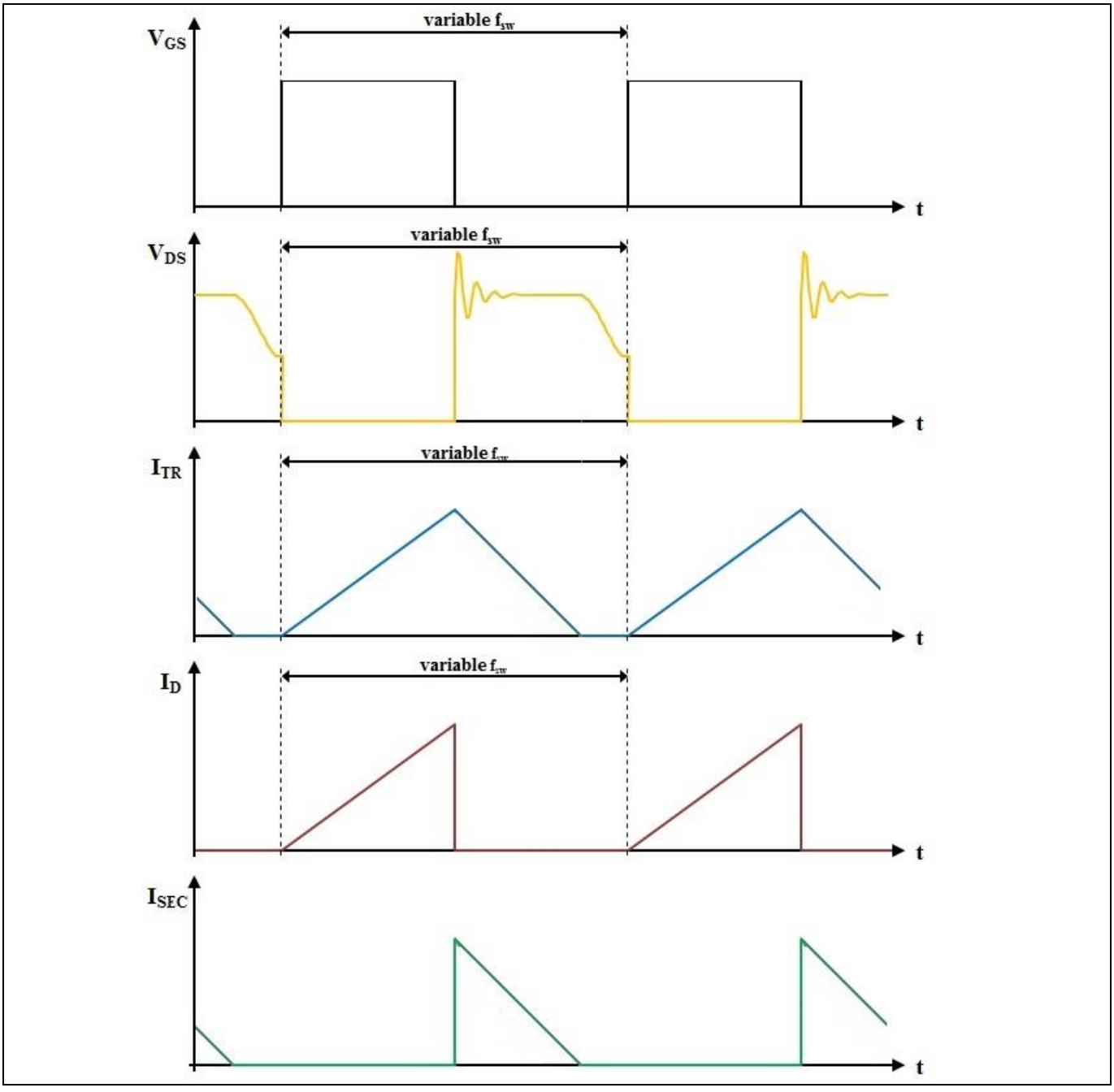

図 4　QR のフライバックの動作原理

一般に、非常に軽い負荷の場合、MOSFET は、後のバレーでオンになり、重い負荷では、最初のバレーでオンになります。前述したように、V_{DS} の発振は、ドレインノードの容量値で与えられ、MOSFET の

出力容量（C_{OSS}）の影響を受けます。この場合、スイッチング周波数は、MOSFET の選択によって影響される可能性があります。

現時点では、ゼロ電圧スイッチングのフライバックやアクティブクランプのフライバックなど、他のフライバックソリューションもありますが、これらのソリューションは、このアプリケーションノートでは取り上げません。700V CoolMOS™ P7 は、ボディダイオードが丈夫ではなので、導通したボディダイオードにハードコミュテーションが発生するハーフブリッジ構成やフルブリッジ構成での使用を目的としていません。

2 技術パラメータ

この章では、ターゲットアプリケーションにおける動作に影響する技術関連のすべてのパラメータについて説明します。ここで、700V CoolMOS™ P7 は、すべての種類の $R_{DS(on)}$ に対して、人体モデルで少なくともクラス 1C に相当する ESD（静電気放電）保護ダイオードを備えており、$R_{DS(on)}$ が 600mΩ 以下のすべての製品でクラス 2 を実現していることに触れておきたいと思います 。

2.1 Q_g：ゲート電荷

ゲート電荷は、駆動損失に影響し、軽い負荷の動作中やスイッチング周波数が高いときに、効率に大きな影響を与える可能性があります。

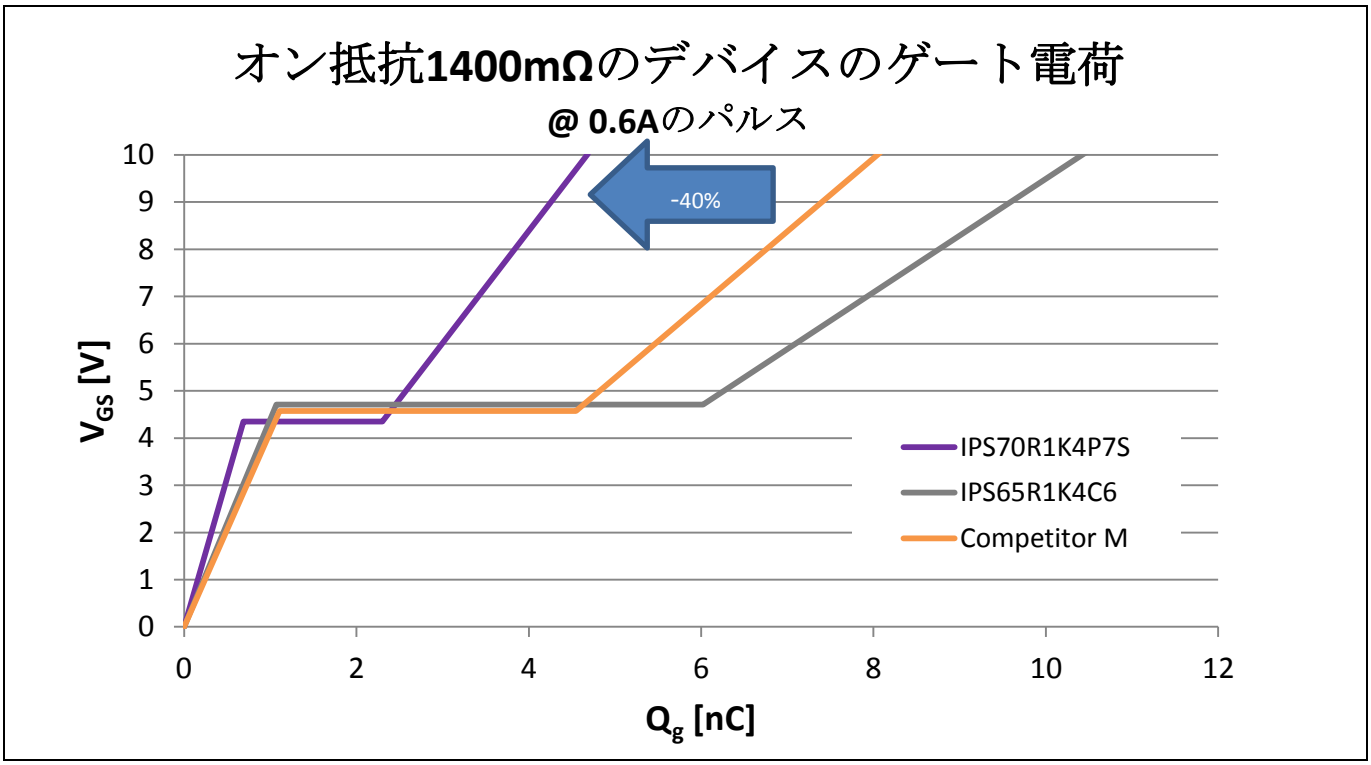

図 5　オン抵抗 1400mΩ のデバイスのゲート電荷（0.6A のパルスのとき）

図から分かるように、700V CoolMOS™ P7 は、インフィニオンの以前のすべての技術、および主な競合他社の技術と比べて、最も低い Q_g が得られています。この属性によって、P7 は、より高いスイッチング周波数（100kHz 以上）に移行する実現技術になり得るので、設計時に磁気部品を削減できるメリットがあり、形状を小型化したり、電力密度を高めたりできます。競合品と比べて、駆動損失が、少なくとも 40%低減されていることは明らかです。

2.2 $R_{DS(on)}$：オン抵抗の温度依存性

より低い電力範囲でも、導通損失は、特に $90V_{AC}$ または $110V_{AC}$ などのより低い入力電圧で、システム全体の効率と熱特性に影響します。この場合、700V CoolMOS™ P7 は、大きなバリュープロポジション（製品が提供する価値）を提供することができます。この MOSFET の構造から明らかなように、700V CoolMOS™ P7 は、接合部温度の上昇によって引き起こされる $R_{DS(on)}$の変動が最も小さくなっています。下の図 6 は、この動作を示しています。

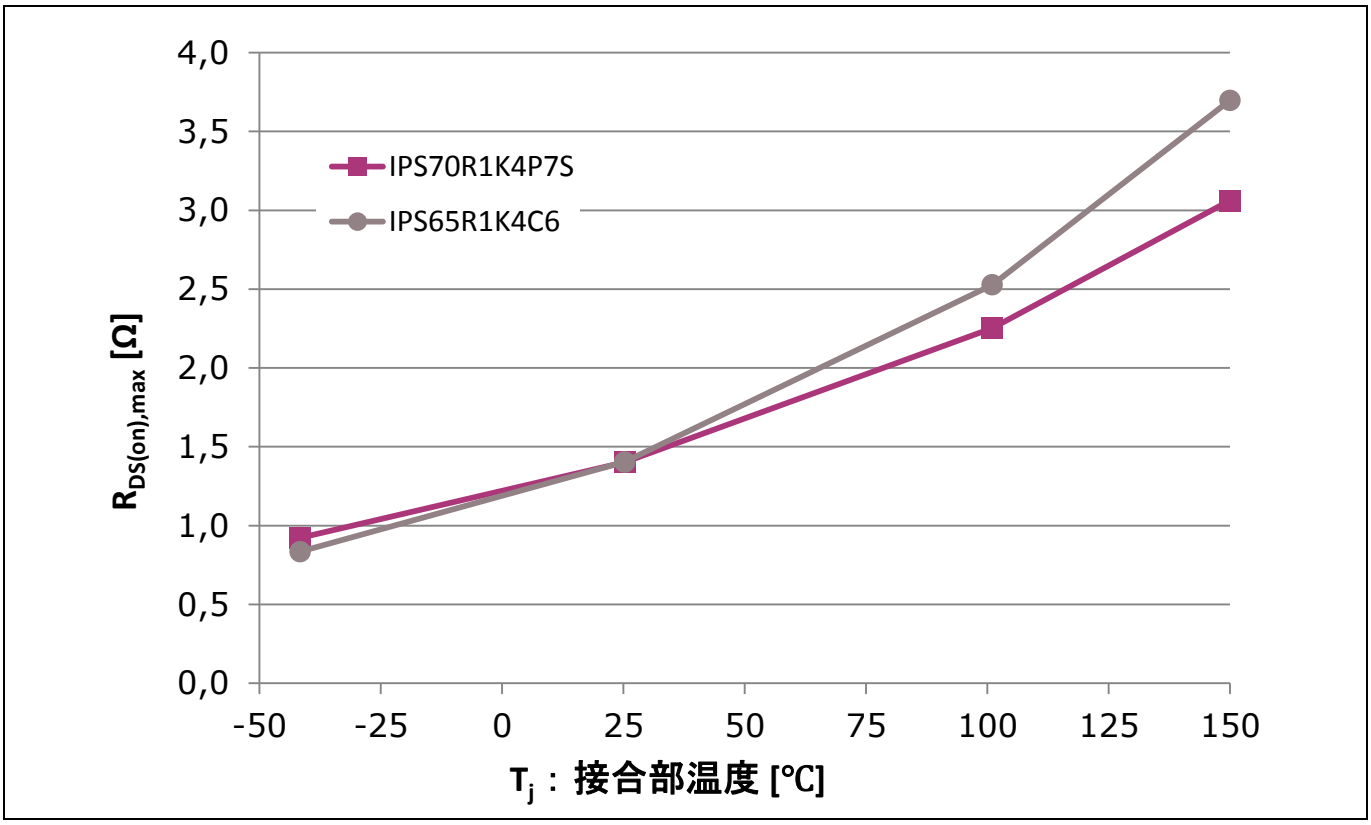

図 6　全接合部温度にわたる $R_{DS(on)}$の変動

700V CoolMOS™ P7 は、接合部温度 150℃で、インフィニオンの CoolMOS™ C6 ファミリーと比べて、最大 $R_{DS(on)}$ が約 21%小さいことが分かります。この重要なパラメータは、どのような設計でも、MOSFET の導通損失を低減させることに貢献します。

2.3　E_{OSS}：出力容量に蓄積されたエネルギー

E_{OSS} は、MOSFET がオンしている間の主な損失要因の 1 つです。これは、所定の V_{DS} 電圧でオンしている間の損失になるエネルギーです。QR フライバックコンバータでは、I_D と V_{DS} の間に重なりがなく、メイントランスを流れる電流が 0A なので、E_{on} 損失はありません。それにもかかわらず、出力容量に蓄えられたエネルギー量に基づいて、各オン期間に余分な損失が発生します。

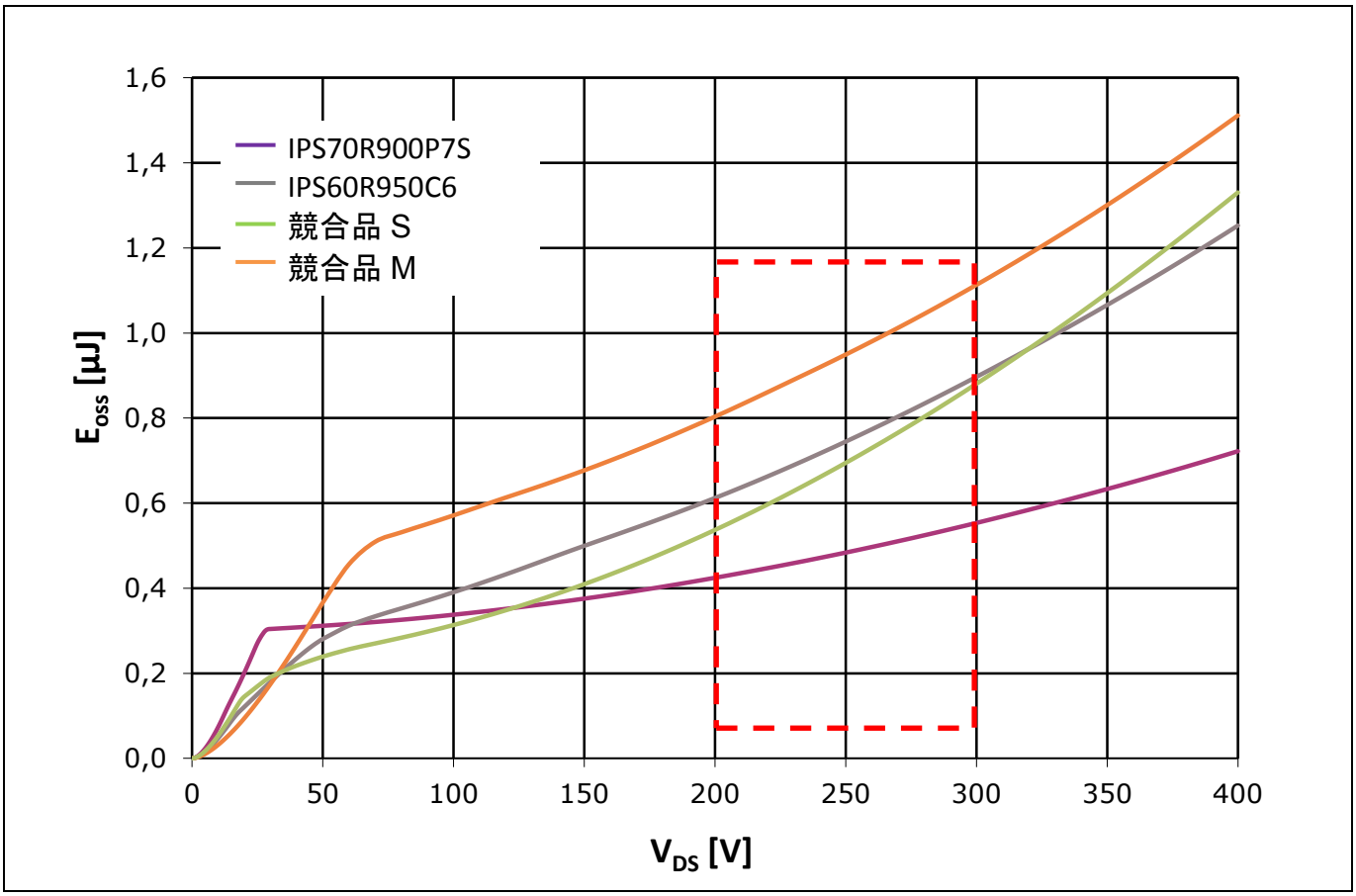

図 7　オン抵抗 900mΩ の各デバイスにおける E_{OSS} の比較

図から、700V CoolMOS™ P7 は、V_{DS} が 150V 以上で、最小の E_{OSS} が得られていることが分かります。通常、2 次側から 1 次側への反射電圧を大幅に増加させる必要があるため、ZVS によって実際に MOSFET をオンすることは不可能です。これによって、オフ時のバルク電圧とドレイン-ソース間電圧のピークも増加します。したがって、標準的な 50V～100V の低いライン電圧、および、200V～300V の高いライン電圧で V_{DS} をオンさせた結果、オン時の損失が主な競合品 M よりも約 50%小さく、競合品 S よりも約 25%小さくなりました。

各オン時に、このような余分な損失が存在するため、700V CoolMOS™ P7 は、この章のゲート電荷セクションですでに説明したように、より高いスイッチング周波数を実現できる可能性もあります。

2.4　Q_{OSS}：出力容量に蓄積された電荷

バレースイッチングは、通常、ドレイン-ソース間電圧が 50V を超えることをすでに示しました。

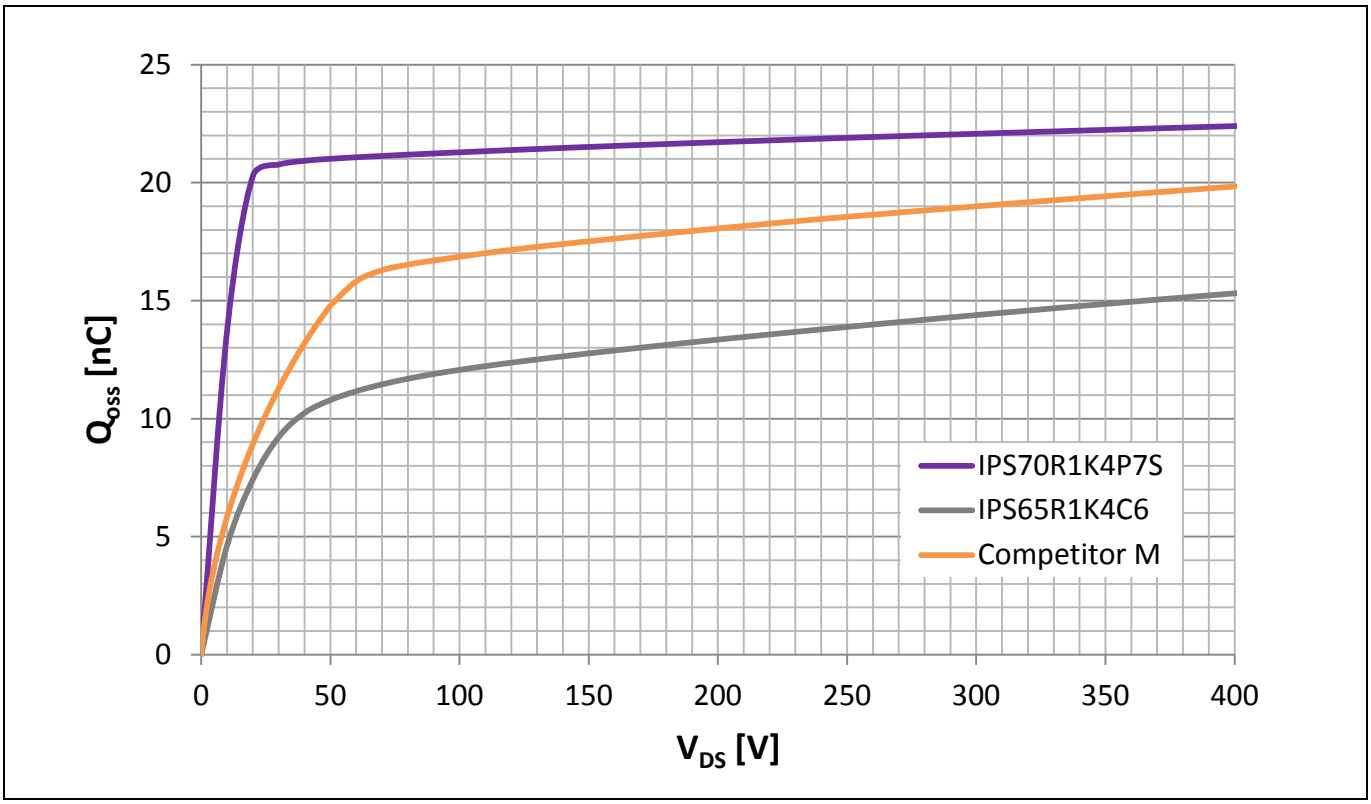

図 8　オン抵抗 1400 mΩ の各デバイスにおける Q_{oss} の比較

再循環電流も、50V 以上において追加の受動損失をもたらします。再循環電流を可能な限り小さくするために、700V CoolMOS™ P7 の V_{DS} が 50V と 400V との間のデバイスの Q_{OSS} が非常に小さい（1.7 nC）ので、V_{DS} が 50V 以上で競合品と比べて、C_{OSS} を充放電するための循環電流が最小で済みます。

2.5　伝達特性

すべてのフライバックコンバータの約 95%がピーク電流制御を採用しています。これは、コントローラがメイントランスの 1 次側インダクタンスと MOSFET に存在する特定の電流値でゲートドライバにオフ信号を送ることを意味します。バーストモード動作中にゲート-ソース間電圧が低下し、この MOSFET が、ピーク電流に達するための十分な電流を流すことができない場合、充電器やアダプタのアプリケーションには、よく知られている故障モードがあります。このとき、MOSFET はリニア領域で動作し、オフせず、MOSFET／アプリケーションが破壊されることになります。そこで、700V CoolMOS™ P7 は、$V_{GS(th)}$（ゲート-ソース間のしきい電圧）を標準 3V で 、その範囲が 2.5V～3.5V の非常に狭いウィンドウにすることができます。

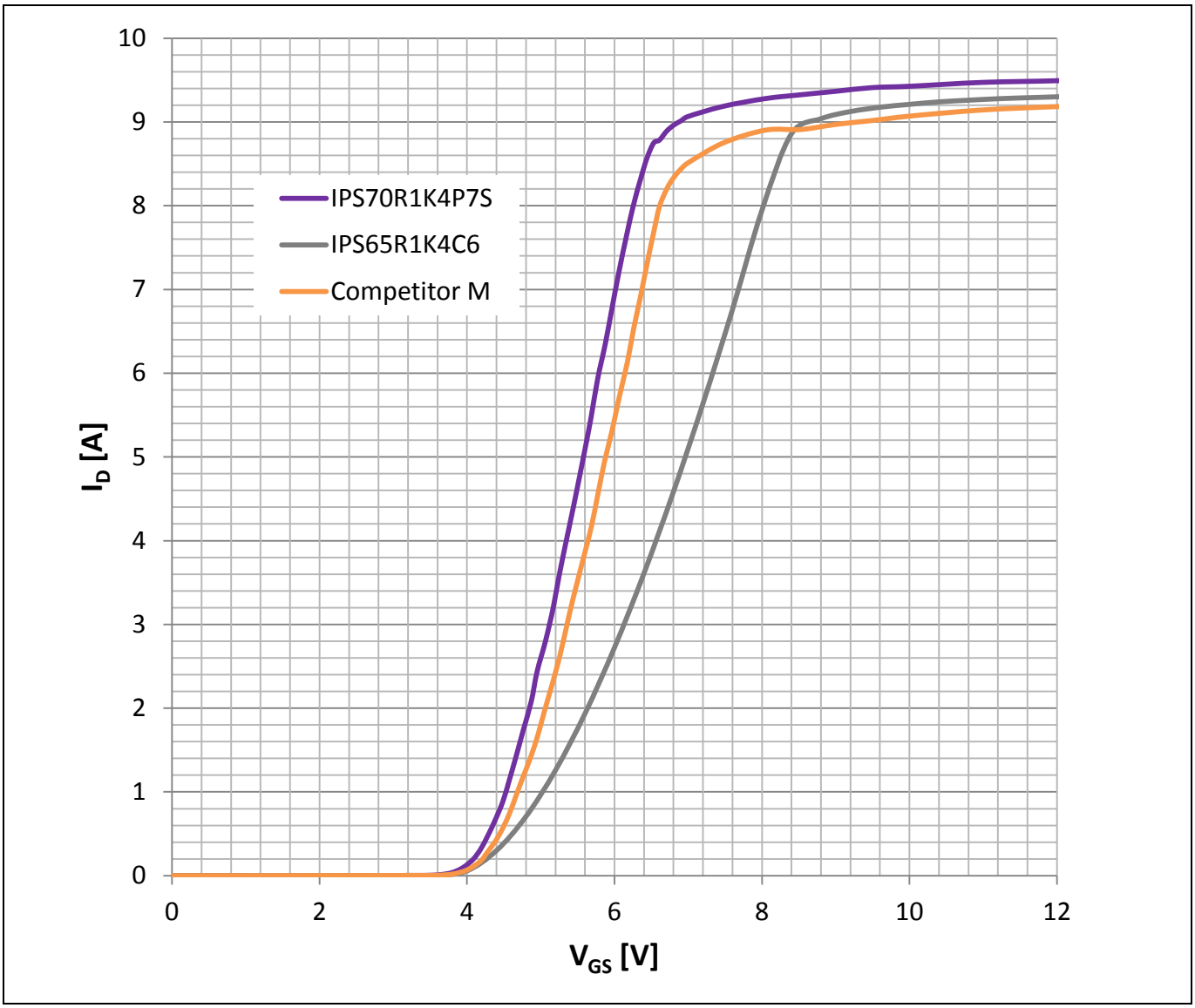

図 9　25℃における 1400mΩ のデバイスの伝達特性の比較

700V CoolMOS™ P7 は、低いゲート-ソース間電圧で比類のない電流供給能力を備えているため、最高クラスの相互コンダクタンス特性を示します。これは、全体の駆動損失を最小化するために、意図的にゲート-ソース間電圧を下げて、新しい無負荷動作条件を満たせる可能性があります。

2.6　アバランシェ

一般的な推奨事項は、V_{DS} を製品のデータシートに記載されている $V_{BR(DSS)}$（ブレークダウン電圧）定格以下に保つことです。市場分析で示されているように、80%のディレーティング（定格低減）は、標準動作中のすべての充電器やアダプタのアプリケーションで採用され、過渡時には 100%に増加することが許されています。この結果、これらのアプリケーションにおいて、アバランシェが存在しないという仮定が成り立ちます。それにもかかわらず、MOSFET が故障の根本的な原因であることが許されない合格／不合格テストだけの品質認定中に、ユーザーのアプリケーションで実行されるサージテストもあります。このとき、MOSFET がアバランシェ動作をするか否かを検証することは困難です。ドレイン-ソース間のオーバーシュート電圧を制限するためには、常にスナバ回路を使ってください。これは、図 10 に示すように、ブレークダウン電圧に達する前にスナバ回路がアクティブになるように設定する必要があります。

フライバックにおけるアバランシェ動作は、トランスの漏れインダクタンスによってのみ駆動され、通常、主トランスの 1 次側インダクタンスの 1～2%の範囲内にあります。これに基づいて、従来の MOSFET のデータシートに示されているように、より小さいエネルギー値とインダクタンス値になります。

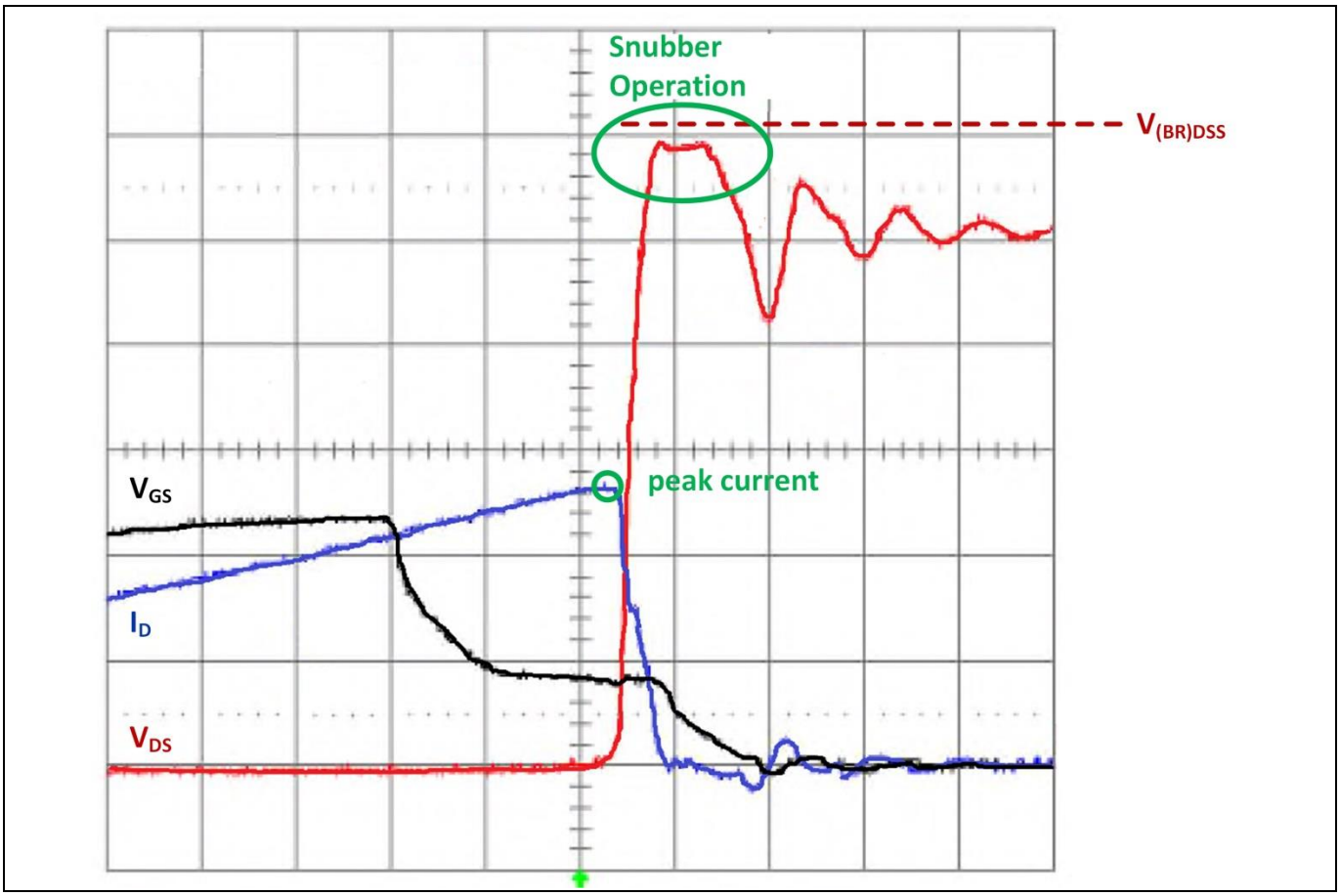

図 10　フライバックコンバータのオン時のアバランシェ動作

すでに、何件かの文献で論じられているように、大きいエネルギー値や大きいインダクタンス値のアバランシェエネルギーによる破壊は、いかなるスイッチング電源（SMPS）のアプリケーションに対しても一般的ではありません。したがって、インフィニオンは、アプリケーションの設計環境に合わせるために、新しい技術に対するすべての新しいデータシートにアバランシェ条件を採用しています。700V CoolMOS™ P7 には、すべてのデータシートに電流破壊メカニズムの定格が記載されています。アバランシェ時の電流は、ピーク電流制御によって制限されるので、非常に簡単に制御することができます。

700V CoolMOS™ P7 がサージ認定に対応しているかどうかを判断するために、インフィニオンは、いくつかの最終ユーザーの設計をテストし、サージ認定をユーザーの設計に直接対応させました。 次表は、サージ認定時の設計の不具合までのこのテストの結果を示しています。

表 1　最終ユーザーのアプリケーションにおいて実施した設計の不具合までのサージ検証テスト

ユーザーのアプリケーション	L-> N サージ電圧	不具合	備考
10W の充電器	1.5 kV	ヒューズ、バルクコンデンサ、ダイオードブリッジ	MOSFET の破壊なし
12W の高速充電器	2 kV	ヒューズ、バルクコンデンサ、ダイオードブリッジ	MOSFET の破壊なし

15 W の充電器	3 kV	ダイオードブリッジ	MOSFET の破壊なし
18 W の高速充電器	2.5 kV	ヒューズ、バルクコンデンサ、ダイオードブリッジ	MOSFET の破壊なし
18 W の高速充電器 2	2 kV	ヒューズ、ダイオードブリッジ	MOSFET の破壊なし
24 W の高速充電器	1.8 kV	ダイオードブリッジ	MOSFET の破壊なし

すべてのサージテストから分かるように、700V CoolMOS™ P7 は、サージ現象で破壊されませんでした。一般に、MOSFET のアバランシェ動作を防止するために、設計者は常に、スナバ回路を使わなければなりません。

2.7 早期チャネルシャットダウン

700V CoolMOS™ P7 は、何種類かの $R_{DS(on)}$の中に、$R_{g,int}$ （内臓されたゲート抵抗）が含まれます。インフィニオンの「使いやすさ」の要求を満たすために、この値は、利用可能なすべてのデータシートに記載されています。最終アプリケーションでは、EMI 雑音低減、またはピーク電圧の制限のいずれかのために、デバイスを低速化する目的でゲート抵抗を外付けします。それにもかかわらず、700V CoolMOS™ P7 は、いわゆる、早期チャネルシャットダウン機能を搭載しています。各 $R_{DS(on)}$には制限があり、ゲート駆動ループのゲート抵抗に関連してスイッチング損失が増加することを意味します。700V CoolMOS™ P7 の場合、スイッチング損失の増加なしに、ゲート抵抗を増加させることができます。これは、少なくともゲート抵抗 30～40 Ω（内部と外部のゲート抵抗の合計）まで、すべての種類の $R_{DS(on)}$に適用できます。下の図 11 は、これを単純化した例です。さらに、同じテスト条件の下で、700V CoolMOS™ P7 の E_{off}値は、インフィニオンの主な競合他社よりも平均 35%も小さくなっています。

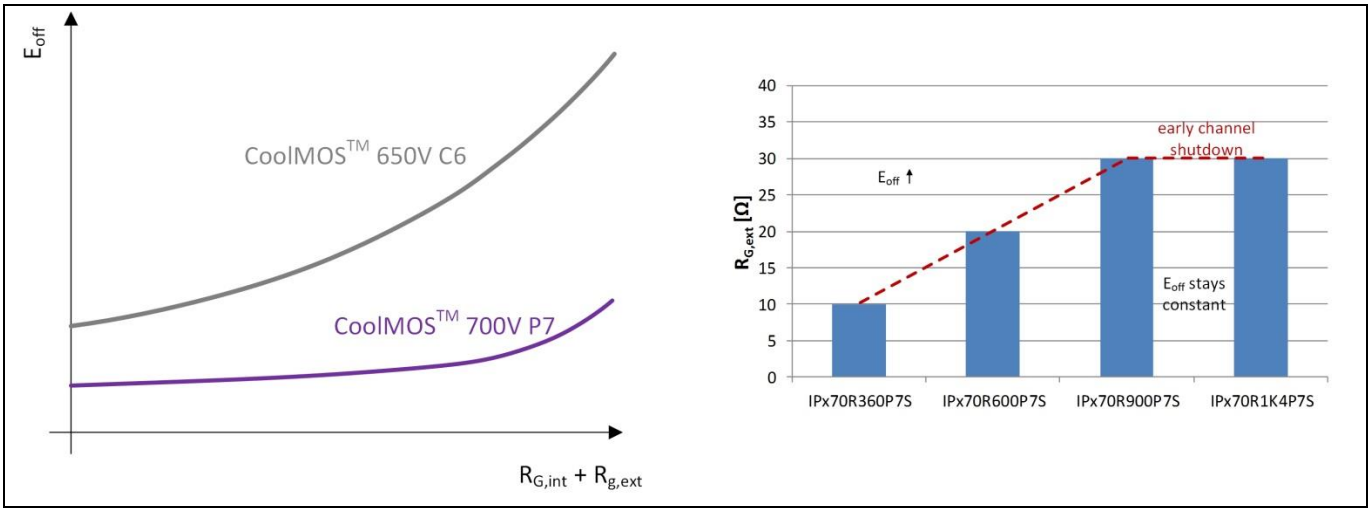

図 11　700V CoolMOS™ P7 の早期チャネルシャットダウン機能（単純化した図）

この動作によって、安全性、EMI、および効率の各条件に対して、最終アプリケーションを適切に定義することができます。

さて、700V CoolMOS™ P7 の重要な技術パラメータについて説明してきたので、次の章では、熱特性、効率、EMI に関して、実際のアプリケーションでの測定結果を示します。

3 低電力設計における 700V CoolMOS™ P7 のベンチマーク

これまで説明してきたように、700V CoolMOS™ P7 は、フライバック構成や DCM の PFC を使う低電力用途に適しています。この章では、競合品と比べて、700V CoolMOS™ P7 を使うユーザーが活用できる特性上の利点を示したいと思います。

3.1 ユーザーの 12 W の充電器

最初のベンチマークでは、使いやすさ（特に放射電磁干渉に対して）を犠牲にせずに、プラグアンドプレイの前提で 700V CoolMOS™ P7 を使って達成できる効率と熱に対する利点を示します。ユーザーのこの 12W 充電器は、最高スイッチング周波数 140kHz のモバイル機器向けで、ハイエンドの単一出力疑似共振フライバック充電器です。

3.1.1 効率／温度

一般に、充電器やアダプタのアプリケーションの設計者は、全負荷、75%、50%、25%の負荷点、および平均効率において、30 分間のバーンインを実施した後のモールド樹脂の温度に注目します。次の図は、出力電流に対する相対効率の比較を表しています。IPS70R1K4P7S は、リファレンスとして使っています。

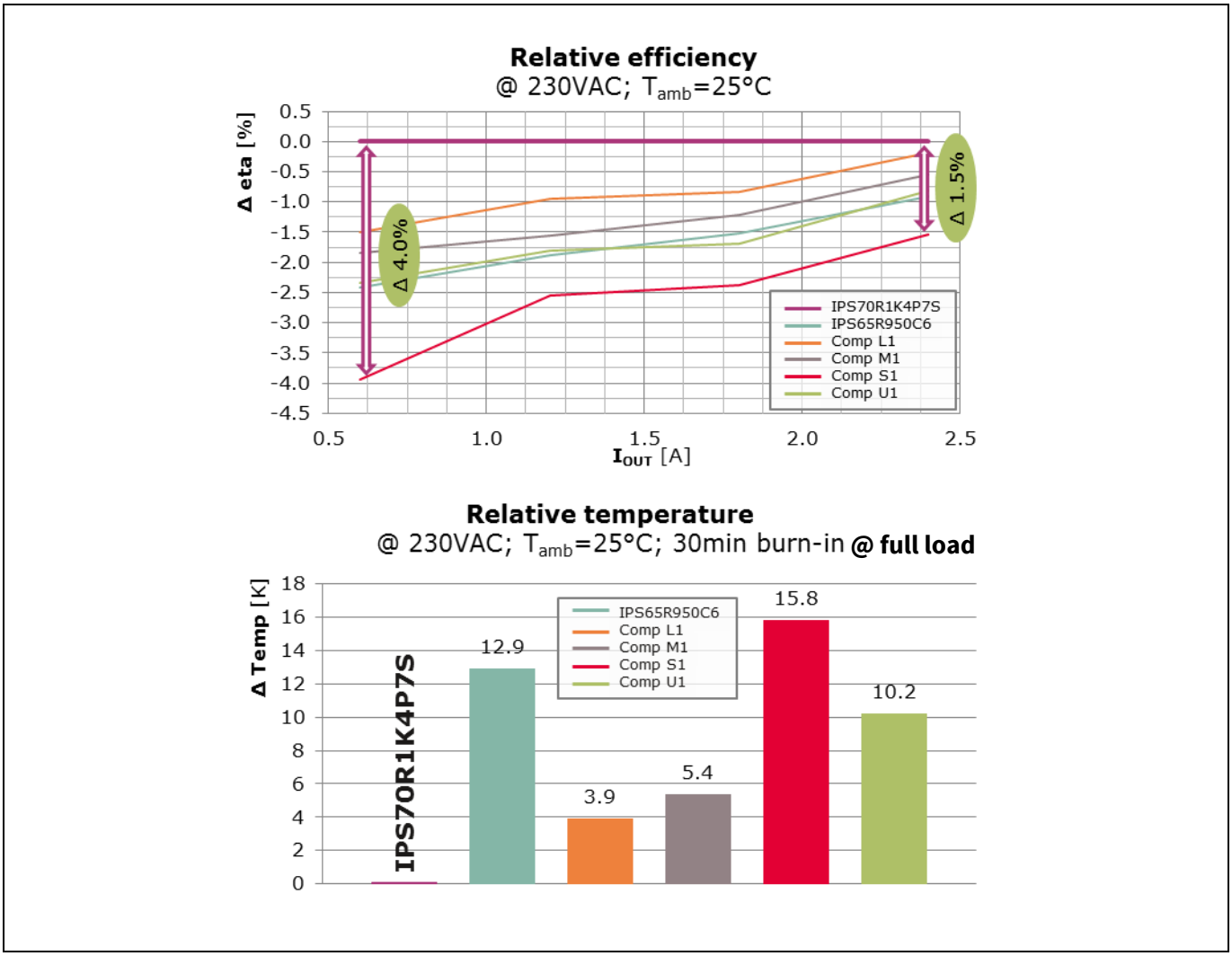

図 12　効率と温度の比較：ユーザーの 12 W 充電器。周囲温度 25℃、入力電圧 230V_{AC} のとき。

図 12 から分かるように、新しい IPS70R1K4P7S（$R_{DS(on)}$は 1400mΩ）は、$R_{DS(on)}$の最大値が 900mΩ の当社や他社のすべての競合品よりも優れています。特に軽い負荷の動作では、700V CoolMOS™ P7 は、この設計の競合品に対して、4%高い効率が得られます。IPS70R1K4P7S は、全負荷動作と 30 分間のバーンインで、モールド樹脂温度が競合品に比べて、最大 16℃程度低く、650V の C6 よりも 13℃程度低くなっています。（訳者注：図と 13℃と 16℃が逆のようなので、図に合わせました→ありがとうございます。図が正しいことを確認しました）

このベンチマークによって、競合他社の 900mΩ のデバイスと比べて、700V CoolMOS™ P7 の 1400mΩ のデバイスの方が、効率が高く、温度特性が優れているという特徴があることが分かります。ユーザーは、コストを削減するために、$R_{DS(on)}$が次に高いクラスのデバイスを選択できるかもしれません。さらに、設計者は、熱特性が優れているので、SOT-223 のようなコスト競争力のあるパッケージを選択することができます。

3.1.2 放射 EMI

効率と熱のほかに、EMI 特性は、充電器やアダプタのアプリケーションにおいて非常に重要な要素です。下の図 13 は、EMI の放射レベルを制限する EN55022B 規格に準拠した放射フィールドの最大疑似ピーク値を示しており、前の結果と同じ競合品も含んでいます。この測定は、欧州連合認定の EMI チャンバで実施しました。

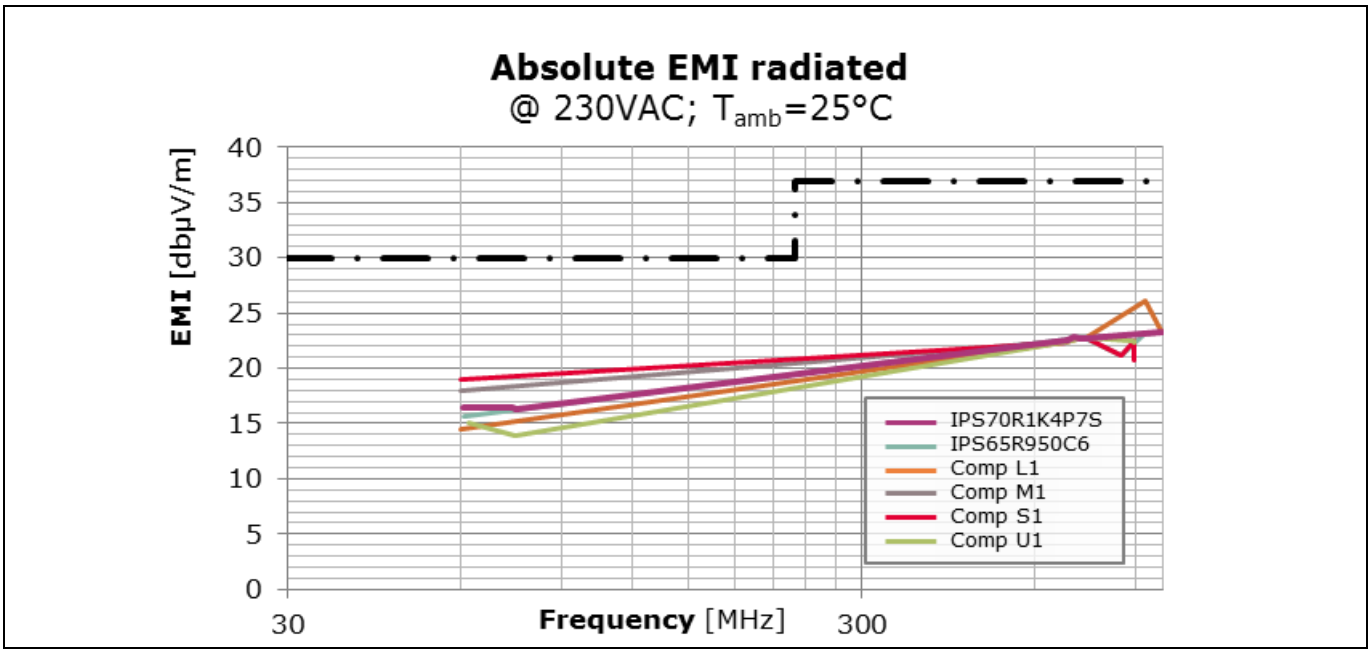

図 13　EN55022B 規格に準拠したユーザーの 12W 充電器における放射 EMI の比較

700V CoolMOS™ P7 は、EN55022B 規格の EMI 仕様を十分満足しており、オフ時に、$R_{G,ext}$ = 0Ω で仕様限界に対する安全マージンが 10dBµV / m 以上あることが分かります。ユーザーのこの充電器は、最高 140 kHz まで動作しているときでも、EMI フィルタや相殺巻線が追加されているため、EMI 特性に関して優れた設計になっています。すべてのデバイスが仕様限界を 10dBµV / m 以上ものマージンを備えていることは、700V CoolMOS™ P7 が、少なくとも、すべての競合品と同様の特性が得られることが分かります。

3.2 インフィニオンの 35 W アダプタ

この 35 W のアダプタは、E_{on} 損失を最小限に抑えながら、大電力用途向けに DCM モードで動作することができることを実証する 1 段の疑似共振フライバック・アダプタです。ただし、このアダプタは、65 kHz と 80 kHz の間で動作するので、ユーザーの 12 W 充電器とは大きく異なります。この測定結果は、700V CoolMOS™ P7 が高周波用途で最高の特性が得られることを示していますが、より低い周波数の用途でも最高の特性を示しています。低周波から中周波の領域で 700V CoolMOS™ P7 の価値がはっきりします。

3.2.1 効率／温度

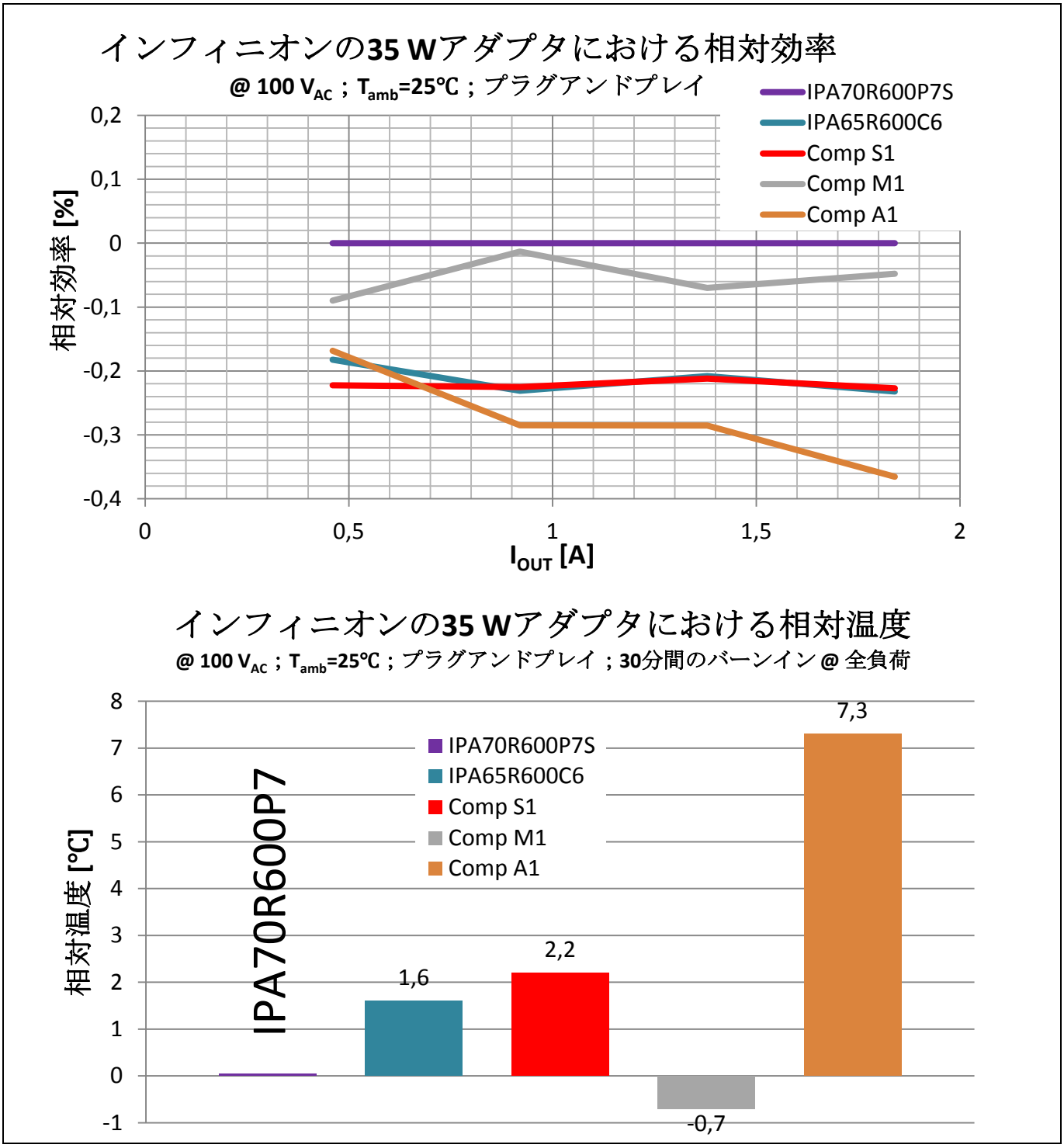

図 14　効率と温度の比較：インフィニオンの 35 W アダプタ。周囲温度 25℃、入力電圧 100V_{AC} のとき。

この測定は、低周波から中周波までの特性が、より高周波のアプリケーションのときほど顕著ではないことを示しています。しかし、この分析では、700V CoolMOS™ P7 は、他のどの競合デバイスよりも高い効率、および同等かそれ以上の温度特性であることが分かります。さらに、700V CoolMOS™ P7 は、軽い負荷条件での優れた効率によって、どの競合デバイスよりも、はるかに高い平均効率が得られています。したがって、700V CoolMOS™ P7 は、より厳しい将来の効率規制の対象となるかもしれない新しい設計に対しても最適なソリューションになります。競合品 M1 のみが、測定の許容範囲内でしたが、モールド樹脂の温度は、わずかに低かったことを示しています。

3.2.2　放射 EMI

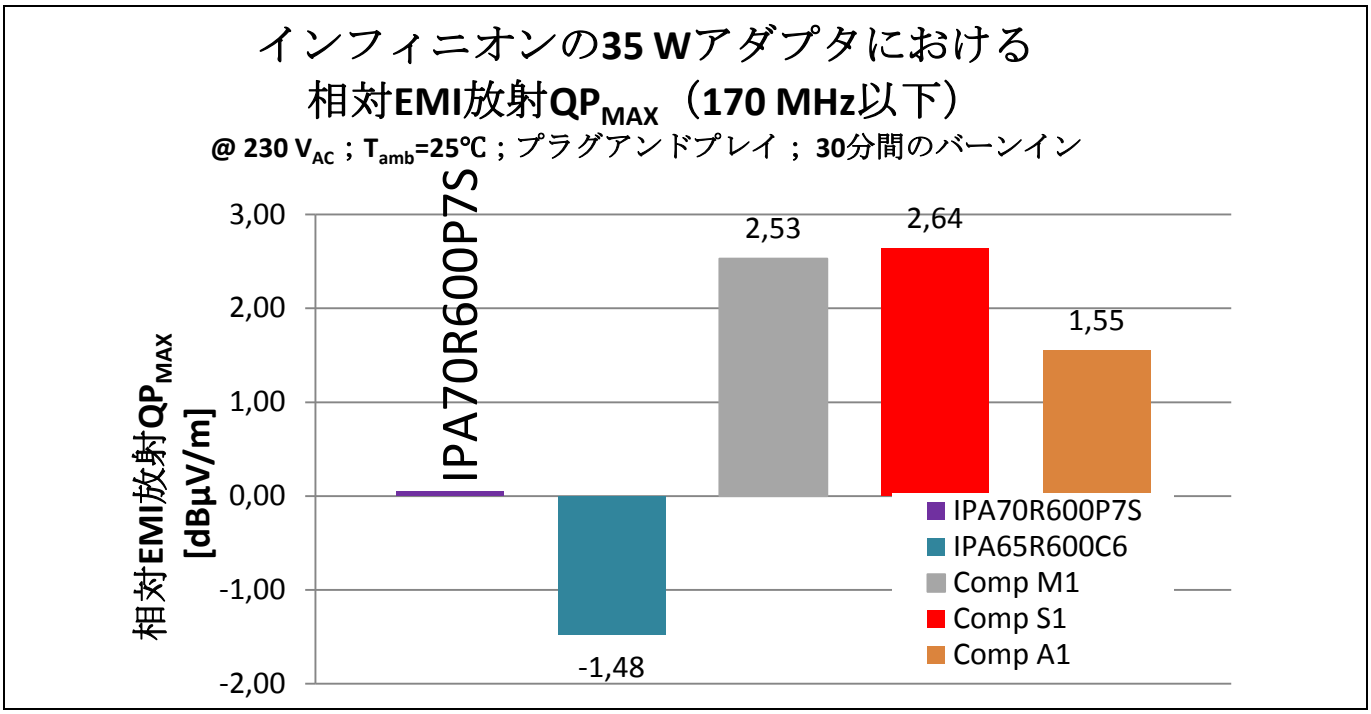

図 15　インフィニオンの 35 W アダプタにおける EN55022B 準拠の放射 EMI の比較

図 15 から、EN55022B 規格の全周波数範囲にわたって、IPA70R600P7S が他のどの競合品よりも小さな最大擬似ピーク（QP）値であることが分かります。IPA65R600C6 だけが、より良い放射 EMI 特性が得られていますが、ゲート電荷が大きく、一般的に E_{off} が大きいため、効率に関しては後れを取ります。

3.3　すべての測定に対するベンチマークの要約（重要な事項）

ユーザーは、より大きい $R_{DS(on)}$ のデバイスに変更することによって、全体的なコストを削減できるというメリットがあります。

前述のように、700V CoolMOS™ P7 は、アプリケーションの全体的な磁気量を低減するので、より高いスイッチング周波数の用途で使用可能になり、形状を小型化できるので、電力密度を高められることになります。

700V CoolMOS™ P7 は、E_{OSS} の特性によって、高いライン電圧動作時に最高の特性を示しますが、$R_{DS(on)}$ の温度依存性によって、低いライン電圧動作時でも良好な特性を示します。

700V CoolMOS™ P7 は、ブレークダウン電圧を高くしたので、650V のアプリケーションに対して、50V の安全マージンがあります。

EMI 特性は、アプリケーション自体に依存しますが、測定では、現在入手可能な競合デバイスよりも放射 EMI が低い可能性があることが分かります。

4 ポートフォリオ

700V CoolMOS™ P7 は、$R_{DS(on)}$の大きさ別に細分化されたポートフォリオがあり、低電力用途に最も適したパッケージを用意しています。照明、テレビ、オーディオ、補助電源のアプリケーションなどの主要アプリケーションがすべて表示されます。

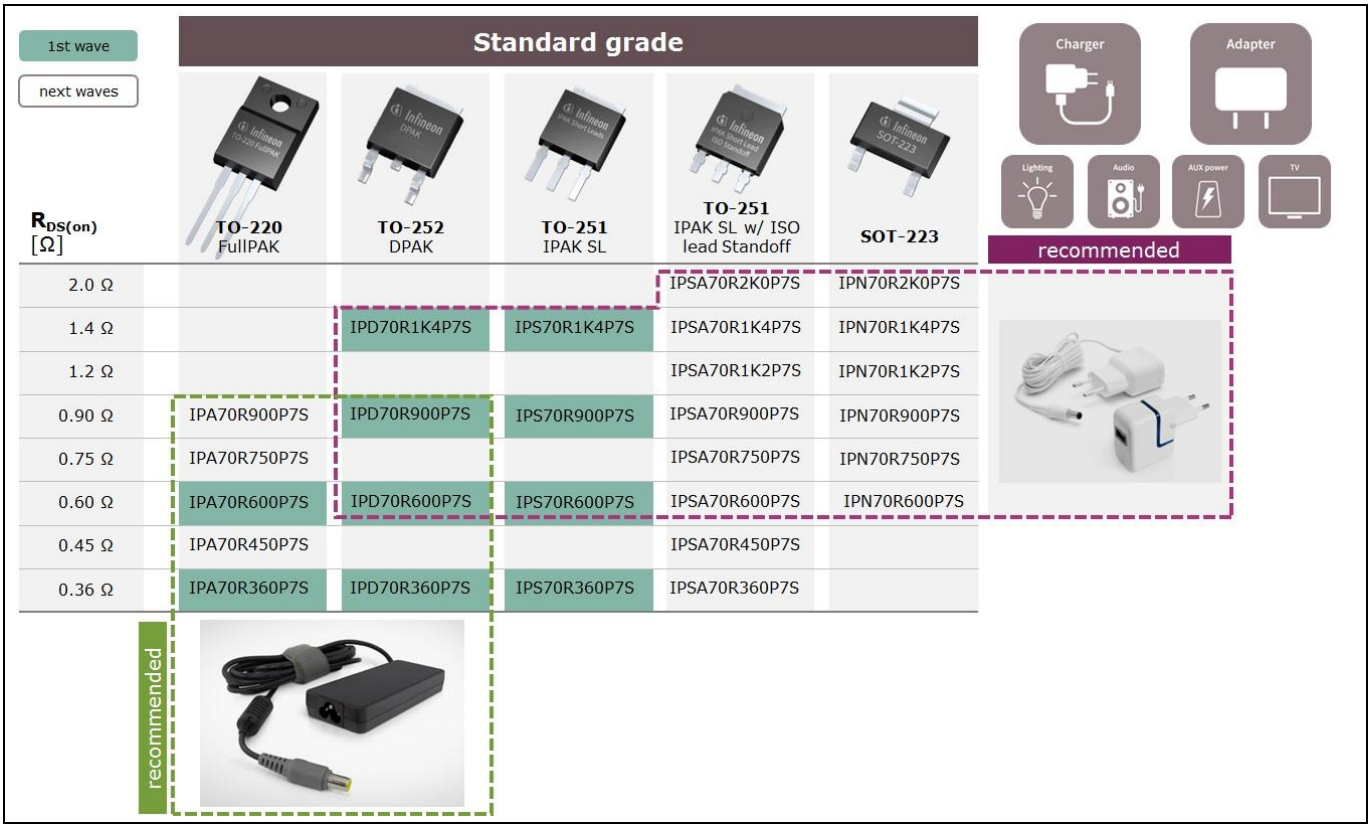

図 16　700V CoolMOS™ P7 のポートフォリオの標準品

図から分かるように、最初の 700V CoolMOS™ P7 デバイス（1st wave）は、すでに入手可能です。700V CoolMOS™ P7 デバイスの次の製品群（next wave）は、会計年度 2017 年中に製品化する予定です。この製品群の中で、インフィニオンは、絶縁され離れた短いリードを備えた IPAK と呼ばれる新しいパッケージの概念を導入します。このパッケージは、はんだ付け工程中に生じるはんだ残渣や、不完全な洗浄工程によって引き起こされるリード間のアーク放電の問題を低減することができます。さらに、700V CoolMOS™ P7 は、完全に SOT-223 で提供できるので、ユーザーは完全自動化された製造工程を実現できる可能性があり、全体的な生産コストを一段と低減できます。

設計に関するいくつかの推奨事項やルールなどを説明する最後の章に入る前に、700V CoolMOS™ P7 向けのこの他の多くの資料がウエブサイト（http://www.infineon.com/p7）にあることをお知らせしておきます。

近い将来（2017 年第 1 四半期）、700 V CoolMOS™ P7 のデモ・ボードを提供できる予定ですので、詳細については、ホームページをご覧ください。

紹介する順番が最後になりましたが、インフィニオンの経験豊かな CoolMOS™チームは、この資料で言及されているすべてのトピック（BOM（部品表）コスト、効率、熱、および EMI 規制の履行など）に関する課題に直面している設計者にしっかりしたサポートを行います。

5 設計の考察

最後の章では、最も関連性の高い設計上の考慮事項について説明します。

5.1 MOSFET の並列化

通常、これらのアプリケーションでは、MOSFET を並列接続して使うことはありませんが、MOSFET を並列化するためには、常にゲートにフェライトビーズを使うことを推奨します。適切な値は、プリント回路基板自体の寄生成分に依存します。

5.2 ソースインピーダンス（ソースビーズ）

ソースインピーダンスは、ドレイン経路の di / dt を低下させるために使われ、これによって、ドレイン-ソース間の過電圧のピークを小さくできます。ただし、ゲート駆動ループ内の発振につながる可能性があるオン時／オフ時の電圧降下も招きます。これは、一般的な EMI 動作に影響を与え、この電圧発振が、ゲート-ソース間電圧を+ 30V 以上、または－30V 以下に駆動すると、いかなる MOSFET でも破壊につながる可能性もあります。

したがって、ドレインからソースへ発生し得る過電圧ピークを制限するためのソースビーズは推奨しません。

5.3 ターゲットアプリケーション

700V CoolMOS™ P7 は、ハーフブリッジ構成やフルブリッジ構成、または、このほかのボディダイオードが導通するハードコミュテーションが起こるような構成では使えません。

改訂履歴

最終版以降の主な変更

ページまたは参照	変更内容

Trademarks of Infineon Technologies AG
AURIX™, C166™, CanPAK™, CIPOS™, CoolGaN™, CoolMOS™, CoolSET™, CoolSiC™, CORECONTROL™, CROSSAVE™, DAVE™, DI-POL™, DrBlade™, EasyPIM™, EconoBRIDGE™, EconoDUAL™, EconoPACK™, EconoPIM™, EiceDRIVER™, eupec™, FCOS™, HITFET™, HybridPACK™, Infineon™, ISOFACE™, IsoPACK™, i-Wafer™, MIPAQ™, ModSTACK™, my-d™, NovalithIC™, OmniTune™, OPTIGA™, OptiMOS™, ORIGA™, POWERCODE™, PRIMARION™, PrimePACK™, PrimeSTACK™, PROFET™, PRO-SIL™, RASIC™, REAL3™, ReverSave™, SatRIC™, SIEGET™, SIPMOS™, SmartLEWIS™, SOLID FLASH™, SPOC™, TEMPFET™, thinQ!™, TRENCHSTOP™, TriCore™.

Trademarks updated August 2015

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

Edition 2017-01-10

Published by

Infineon Technologies AG

81726 Munich, Germany

© 2018 Infineon Technologies AG. All Rights Reserved.

Do you have a question about this document?

Email: erratum@infineon.com

Document reference
AN_201701_PL52_006

IMPORTANT NOTICE

The information contained in this application note is given as a hint for the implementation of the product only and shall in no event be regarded as a description or warranty of a certain functionality, condition or quality of the product. Before implementation of the product, the recipient of this application note must verify any function and other technical information given herein in the real application. Infineon Technologies hereby disclaims any and all warranties and liabilities of any kind (including without limitation warranties of non-infringement of intellectual property rights of any third party) with respect to any and all information given in this application note.

The data contained in this document is exclusively intended for technically trained staff. It is the responsibility of customer's technical departments to evaluate the suitability of the product for the intended application and the completeness of the product information given in this document with respect to such application.

For further information on the product, technology, delivery terms and conditions and prices please contact your nearest Infineon Technologies office (**www.infineon.com**).

WARNINGS

Due to technical requirements products may contain dangerous substances. For information on the types in question please contact your nearest Infineon Technologies office.

Except as otherwise explicitly approved by Infineon Technologies in a written document signed by authorized representatives of Infineon Technologies, Infineon Technologies' products may not be used in any applications where a failure of the product or any consequences of the use thereof can reasonably be expected to result in personal injury.