

INN346xC/INN347xC InnoSwitch3-MX ファミリー

650 V、725 V または 750 V パワースイッチ、同期整流及び FluxLink フィードバック を内蔵したオフライン多出力 QR フライバック スイッチング電源用 IC

製品ハイライト

InnoSwitch3 に準拠

- 全負荷範囲で高効率
- マルチモード疑似共振 (QR)/CCM フライバック コントローラ、650 V、725 V、または 750 V パワースイッチ、二次側検出回路及び同期整流ドライバを搭載
- PowiGaN™ 技術 – ヒート シンクなしで最大 85 W (INN3478C、INN3479C 及び INN3470C)
- 絶縁フィードバック制御を実現する FluxLink™ を内蔵
- 0%-100%-0% 負荷ステップにおいて±5% の CV 過渡応答特性
- InnoMux と併用

EcoSmart™ – 高エネルギー効率

- 世界中のあらゆるエネルギー効率規制に容易に適合
- 低電力損失

優れた保護/安全性

- 一次側検出による出力 OVP
- SR FET のゲートオープン検出
- ヒステリシス過熱保護機能
- 高精度な起動/停止及び過電圧保護に対応した入力電圧モニター機能

安全規格及び規制に準拠

- 強化絶縁
- 絶縁耐圧 > 4000 VAC
- 生産ラインでの 100% HIPOT テストに準拠
- UL1577 及び TUV (EN60950) 安全認証取得
- EN61000-4-2、4-3 (30 V/m)、4-4、4-5、4-6、4-8 (100 A/m)、及び 4-9 (1000 A/m) などの EN61000-4 suite に対して クラス "A" 性能基準をクリアする設計が可能

グリーン パッケージ

- ハロゲン化合物不使用、RoHS 指令適合

用途

- Energy Star 8、CEC、及び 2021/2023 EU ラベル適合モニター及びテレビ (InnoMux との併用により対応)

概要

InnoSwitch3-MX は InnoMux を併用することにより、昇圧型コンバータと降圧型コンバータのステージを不要にし、システム効率を劇的に向上させます。また、特に小型筐体や高効率が必要される多出力電源の開発及び製造を飛躍的に簡素化します。InnoSwitch3-MX のアーキテクチャは、検出機能及び安全規格に適合したフィードバック メカニズムを有する一次側コントローラ、二次側コントローラの両方を単一の IC に組み込むという革新的な構成になります。

構成部品を近接に配置し、革新的な内蔵 通信機能 (Flux Link) を使用することで、一次側の内蔵高耐圧パワースイッチの疑似共振スイッチングと二次側同期整流 MOSFET の正確な制御が可能になり、全負荷範囲にわたって高い効率を維持します。

InnoSwitch3-MX は、モニター及びテレビ用途の多出力、シングル ステージ電源向けに InnoMux と併用することを前提に設計されています。これにより、占有面積の小さい基板に極めて高いシステム効率を実現します。

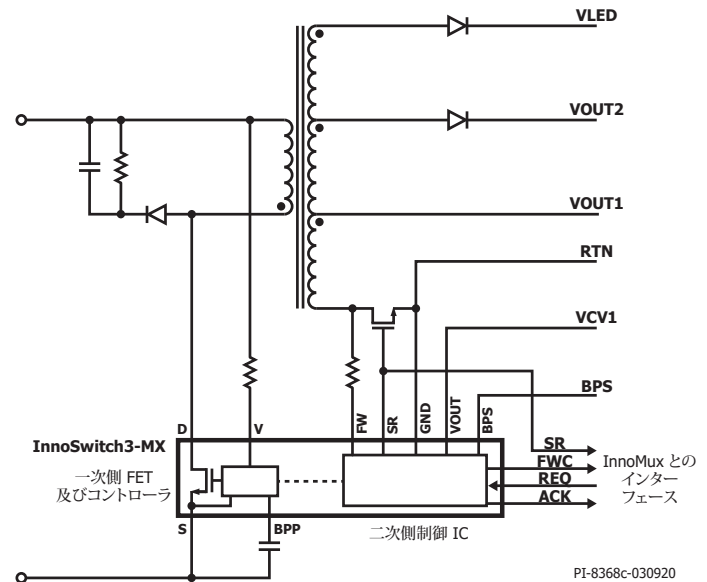


図 1. 標準的なアプリケーション



図 2. 高沿面距離、安全規格準拠 InSOP-24D パッケージ (ウェーブソルダーリングまたはリフロー プロセスに対応)

出力電力テーブル

製品 ³	BV 定格	85-265 VAC	
		公称連続 ¹	最大連続 ²
INN3464C	650 V	18 W	23 W
INN34x5C	650 / 725 V	22 W	28 W
INN34x6C	650 / 725 V	28 W	35 W
INN34x7C	650 / 725 V	35 W	44 W
INN3468C	650 V	40 W	50 W
INN3478C	750 V	55 W	65 W
INN3479C	750 V	65 W	75 W
INN3470C	750 V	75 W	85 W

テーブル 1. 出力電力テーブル

注:

1. 周囲温度 +50 °C、適切な熱設計を施した PCB を使用した一般的なオープンフレーム アプリケーションにおける標準カレントリミット時の連続出力電力 (パッケージの温度 125 °C 未満)。
2. 周囲温度 +50 °C、適切な熱設計を施した PCB を使用した一般的なオープンフレーム アプリケーションにおけるハイカレントリミット時の連続出力電力 (パッケージの温度 125 °C 未満)。
3. パッケージ: InSOP-24D。

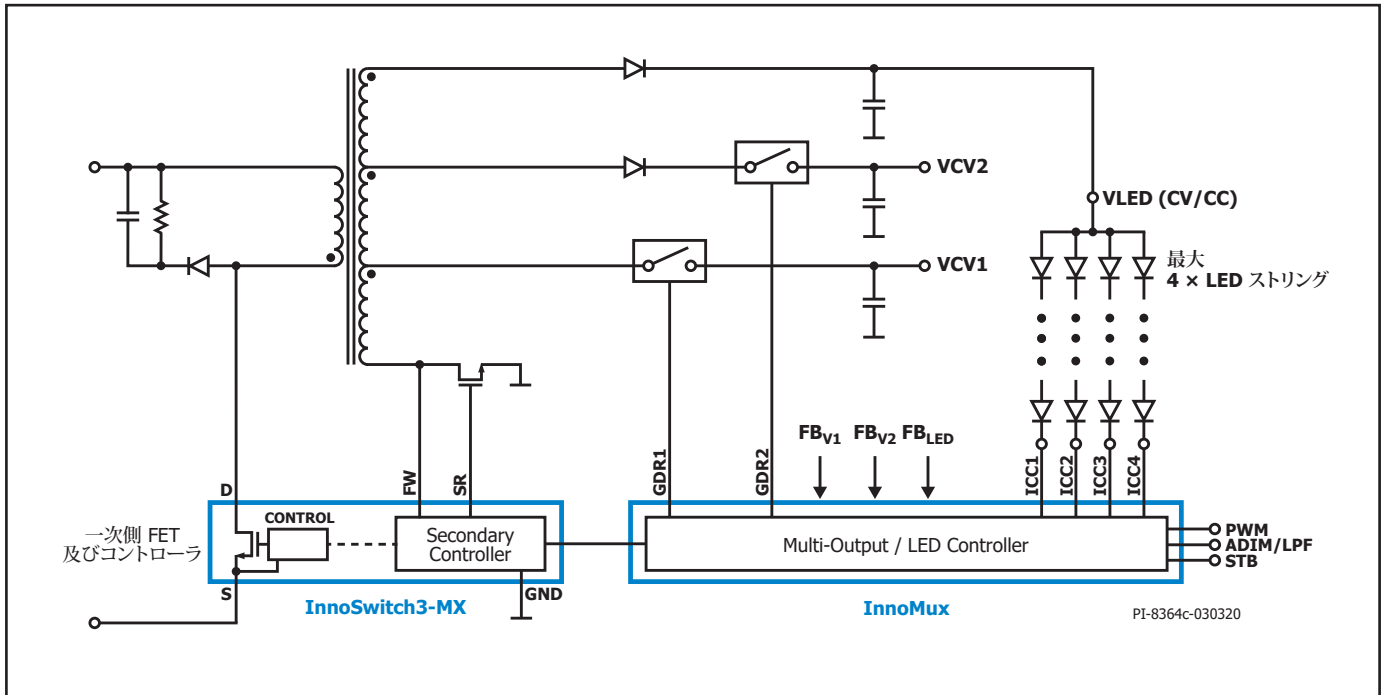


図 3. モニター/テレビ アプリケーション向けの簡略回路図

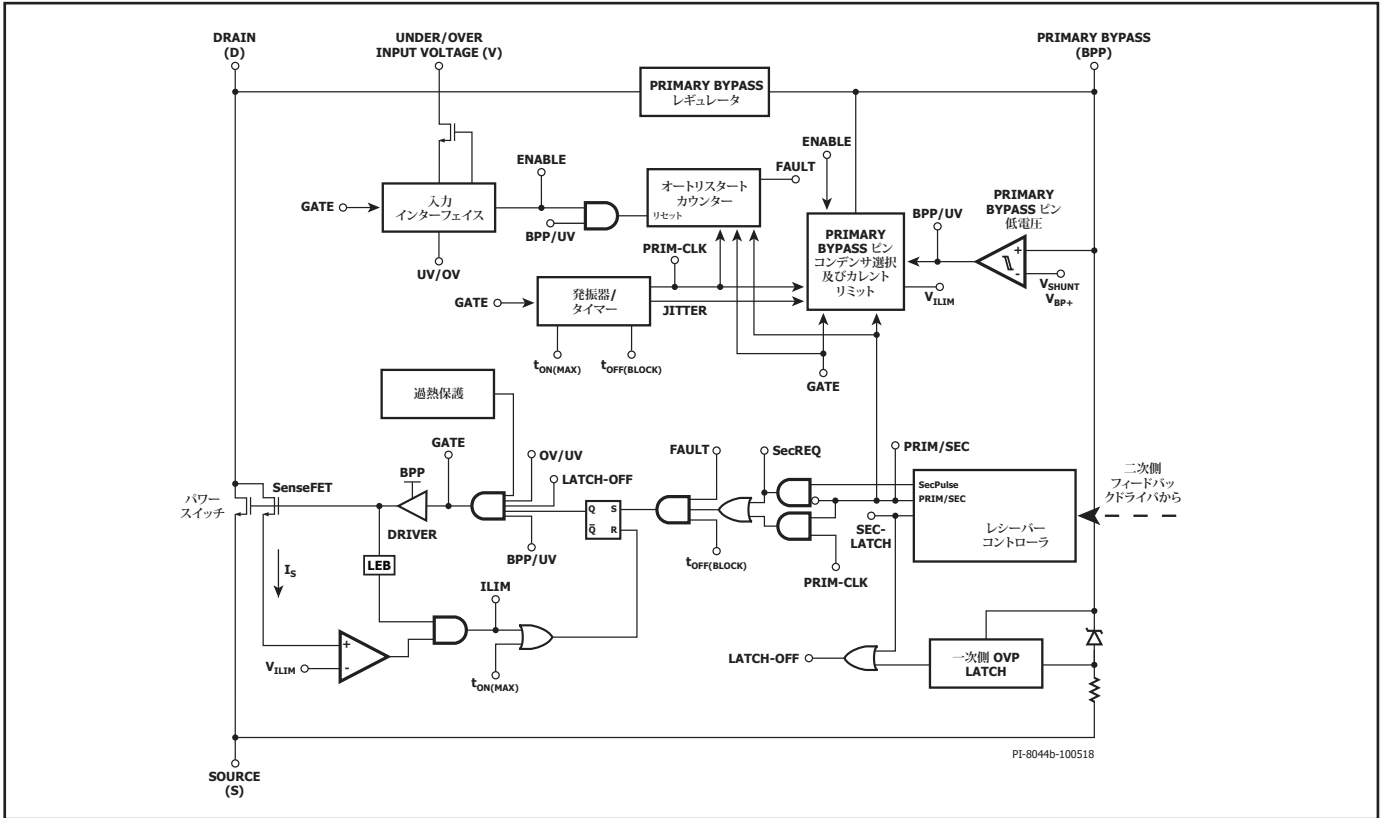


図 4. InnoSwitch3-MX 一次側ブロック図

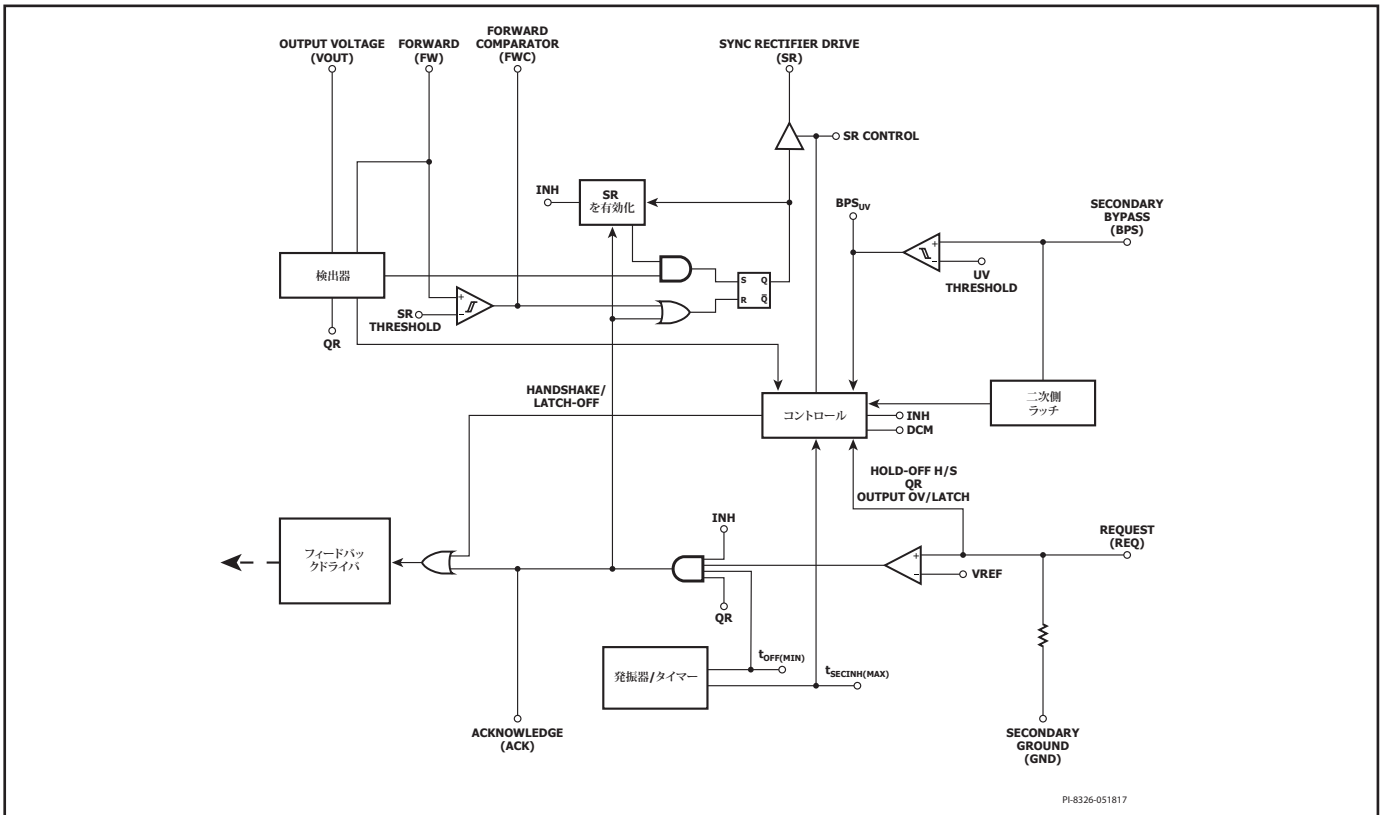


図 5. InnoSwitch3-MX 二次側ブロック図

ピン機能の説明

InnoSwitch3-MX

REQUEST (REQ) ピン (ピン 1)

InnoMux からのパルス要求の入力端子です。InnoMux の REQUEST (REQ) ピンに接続する必要があります。

GROUND (GND) ピン (ピン 2 & 3)

二次側の GND 端子です。すべての GND ピンを二次側グラウンドに接続してください。

ACKNOWLEDGE (ACK) ピン (ピン 4)

二次側から一次側にパルス要求されたことを InnoMux に通知します。InnoMux の ACKNOWLEDGE (ACK) ピンに接続する必要があります。

FORWARD COMPARATOR (FWC) ピン (ピン 5)

FORWARD COMPARATOR の出力端子です。InnoMux の FORWARD COMPARATOR (FWC) ピンに接続する必要があります。

SECONDARY BYPASS (BPS) ピン (ピン 6)

InnoMux から供給される二次側の内部電源端子です。InnoMux の BYPASS (BP) ピンに接続する必要があります。

SYNCHRONOUS RECTIFIER DRIVE (SR) ピン (ピン 7)

同期整流用のゲートドライバです。InnoMux の SYNCHRONOUS RECTIFIER (SR) ピンにも接続する必要があります。

OUTPUT VOLTAGE (VOUT) ピン (ピン 8)

出力電圧 (V_{CV1}) の接続端子です。

FORWARD (FW) ピン (ピン 9)

トランスの二次側巻線のスイッチングノードに接続し、スイッチングのタイミングを検知します。

NOT CONNECTED (NC) ピン (ピン 10、11、及び 12)

オープン (フローティング状態) のままにします。他のピンには接続しないでください。

UNDER/OVER INPUT VOLTAGE (V) ピン (ピン 13)

入力電圧の検出端子です。

PRIMARY BYPASS (BPP) ピン (ピン 14)

一次側の内部電源端子です。

NOT CONNECTED (NC) ピン (ピン 15)

オープン (フローティング状態) のままにします。他のピンには接続しないでください。

SOURCE (S) (ピン 16-19)

内部パワースイッチのソースに接続されています。

DRAIN (D) (ピン 24)

内部パワースイッチのドレイン端子です。

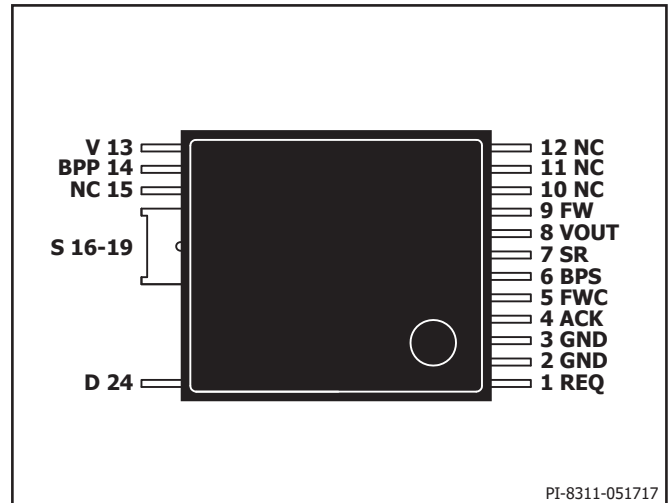


図 6. InnoSwitch3-MX ピン配置図

InnoSwitch3-MX の機能の概要

InnoSwitch3-MX は、高耐圧パワー スイッチ及び一次側と二次側両方のコントローラを 1 つのデバイスに内蔵しています。InnoSwitch3-MX は、InnoMux コントローラと併用することを前提に設計されています。

InnoSwitch3-MX アーキテクチャは、パッケージ リードフレーム及びボンディング ワイヤを使用する斬新な磁気結合 フィードバック スキームを採用し、InnoMux コントローラから一次側コントローラに正確に電力要求を伝達する、安全かつ高信頼、コスト効率の高い手段を提供します。

InnoSwitch3-MX の一次側コントローラは、連続動作モード (CCM) で動作できる疑似共振 (QR) フライバック コントローラです。このコントローラは、可変電流制御方式で動作します。一次側コントローラは、周波数ジッター発振器、二次側コントローラに磁気結合された受信回路、カレントリミットコントローラ、PRIMARY BYPASS ピンに接続する 5 V レギュレータ、可聴ノイズ低減エンジン、バイパス過電圧検出回路、無損失入力電圧検出回路、カレントリミット選択回路、過熱保護、リーディング エッジ ブランキング、二次側出力ダイオード/SR MOSFET 短絡保護回路、及び 650 V/725 V/750 V パワー スイッチで構成されます。

二次側コントローラは、一次側コントローラと磁気結合した送信回路、同期整流器 (SR) MOSFET ドライバ、タイミング機能、及び内蔵保護動作のホスト機能で構成されます。

図 4 と 5 に、最も重要な機能を表示した一次側コントローラと二次側コントローラの機能ブロック図を示します。

一次側コントローラ

効率の向上と出力電力容量の拡張を実現するために、InnoSwitch3-MX は可変周波数制御の QR コントローラを内蔵し、CCM/CrM/DCM モードにて動作します。

PRIMARY BYPASS ピン レギュレータ

PRIMARY BYPASS ピンには、パワースイッチがオフの時に DRAIN ピンから電流を引き込むことによって PRIMARY BYPASS ピン コンデンサを V_{BPP} まで充電する内部レギュレータがあります。PRIMARY BYPASS ピンは、内部回路用電源ピンです。パワースイッチがオンすると、デバイスは、PRIMARY BYPASS ピン コンデンサのエネ르기によって動作します。

さらに、PRIMARY BYPASS ピンに外付け抵抗を介して電流が供給される場合、シャントレギュレータが PRIMARY BYPASS ピン電圧を V_{SHUNT} にクランプします。これにより、InnoSwitch3-MX にバイアス巻線を介して外部電力を供給できるようになり、無負荷時の消費電力を抑えることができます。また、一般的なテレビ/ディスプレイ アプリケーションの待機電力要件 (出力負荷が 100 mW の時、入力電力が 275mW) を満たすことが可能になります。

一次側バイパス ILIM プログラミング

InnoSwitch3-MX IC では、PRIMARY BYPASS ピンのコンデンサ値を選択することで、一次側カレントリミット (I_{LIM}) を設定します。このコンデンサにはセラミックコンデンサを使用できます。標準 ILIM 設定とハイ ILIM 設定には、それぞれ 0.47 μ F と 4.7 μ F の 2 つのコンデンサ容量を選択できます。InnoSwitch3-MX の調整可能なカレントリミットの詳細は、回路保護のカレントリミットテーブルを参照してください。

PRIMARY BYPASS の低電圧スレッシュホールド

PRIMARY BYPASS ピン低電圧回路は、定常動作中に PRIMARY BYPASS ピンの電圧が約 4.5V ($=V_{BPP} - V_{BPP(H)}$) を下回った場合にパワー スイッチを停止させます。PRIMARY BYPASS ピン電圧がこのスレッシュホールドを下回った後に、パワー スイッチのターンオンを再度有効にするには、この電圧を $V_{BPP(SHUNT)}$ まで上昇させる必要があります。

PRIMARY BYPASS 出力過電圧機能

PRIMARY BYPASS ピンには、ラッチ/オートリスタートの OV 保護機能があります。PRIMARY BYPASS ピン コンデンサに直列に接続した抵抗にツェナーダイオードを並列接続して、一次側バイアス巻線の過電圧を検出します。PRIMARY BYPASS ピンへの流入電流が I_{SD} を超えると、デバイスはラッチオフするか、またはパワースイッチのスウィッチングを $t_{AR(OFF)}$ の間停止した後、コントローラが再起動して出力電圧を規定値に復帰させることを試みます。

出力 OV 保護機能は、InnoMux コントローラにも含まれます。

過熱保護

過熱保護回路は一次側パワースイッチのダイの温度を検知します。スレッシュホールドは T_{SD} に設定され、オートリスタートタイプとラッチオフタイプがあります。オートリスタートタイプ: ダイの温度がこのスレッシュホールドを上回ると、パワースイッチは停止します。ダイの温度が $T_{SD(H)}$ 下がるとスウィッチングが再開されます。この大きなヒステリシスにより、継続的な異常状態による基板の過熱を回避できます。

ラッチオフタイプ: ダイの温度がこのスレッシュホールドを上回ると、パワースイッチは停止します。PRIMARY BYPASS ピンが $V_{BPP(RESET)}$ を下回るか、UNDER/OVER INPUT VOLTAGE ピンが UV (I_{UV}) スレッシュホールドを下回ると、ラッチ状態がリセットされます。

過熱保護機能は、InnoMux コントローラにも含まれます。

カレントリミットの動作

一次側コントローラには、一つ前の一次側スウィッチング サイクルの終了時点 (一次側パワースイッチがスウィッチング サイクルの終わりにオフする時点) から時間とともに直線的に減少するカレント スレッシュホールドがあります。

この特性により、スウィッチング周波数 (負荷) が増加するにつれて、一次側カレントリミットが増加します (図 7)。

このアルゴリズムには、デジタルフィードバック情報に瞬時に応答するという利点があります。これにより、スウィッチングサイクルを要求するフィードバック信号を受信すると瞬時に応答し、一次側パワースイッチを最も効率的に使用できるようになります。

高負荷時には、スウィッチング電流は I_{LIM} の 100% に近づき、最大になります。負荷が減少すると I_{LIM} の 30% まで低下します。カレントリミットが I_{LIM} の 30% まで低下すると、(可聴ノイズを十分に避けられるレベルにあるため) それよりも低下することはありません。スウィッチングサイクルの間隔は、負荷の減少とともに増加します。

ジッター

正規化されたカレントリミットは、 f_m の変調周波数で、100% から 95% の間で変調されます。その結果、平均周波数が約 100 kHz の時に約 7 kHz の周波数ジッターが生じます。

オートリスタート

異常状態 (出力過負荷、出力短絡、または外付け部品/ピンの異常等) が発生した場合、InnoSwitch3-MX はオートリスタート (AR) に移行するか、ラッチオフします。これは通常、InnoMux コントローラによって開始されます。

ラッチ状態は、PRIMARY BYPASS ピンが約 3 V を下回るか、UNDER/OVER INPUT VOLTAGE ピンが UV (I_{UV}) スレッシュホールドを下回るとリセットされます。

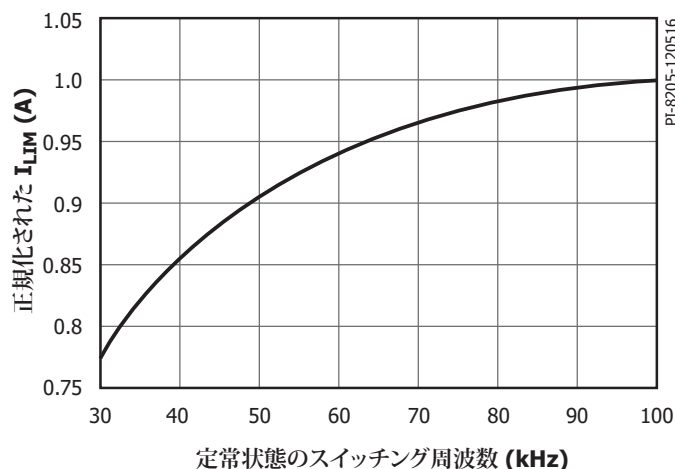


図 7. 正規化された一次側電流 - 周波数特性

オートリスタートでは、 $t_{AR(OFF)}$ の間、パワー MOSFET のスイッチングを停止します。オートリスタートに移行するモードは 2 つあります。

1. t_{AR} より長い期間、過負荷検出周波数 (約 110 kHz) を超える要求が二次側から継続して発生した場合。
2. $t_{AR(SK)}$ を超えて、二次側からスイッチング サイクル要求がない場合。

InnoMux は、スイッチングサイクルの要求を InnoMux3-MX の二次側コントローラに送信しないことによって、オートリスタートを開始できます。その後、一次側コントローラが再起動します。

通信が切断され、一次側がリスタートを試みる場合があります。通常の動作では発生しませんが、システムに対し ESD 発生時には考えられます。例えば、二次側コントローラへのノイズ干渉が原因で通信が切断される場合があります。この場合、オートリスタートオフ時間の後、一次側のリスタート時に正常復帰します。

最初のオートリスタート オフ時間は短くなっています ($t_{AR(OFF)SH}$)。これは、高速リセット時に直ちに復帰できるようにするためです。このショートオートリスタート オフ 時間により、コントローラはオートリスタート状態が $t_{AR(OFF)SH}$ 以上維持されているかどうかを迅速にチェックできます。

オートリスタートは、AC リセットが行われるとすぐにリセットされます。

SOA 保護

約 500 ns (ブランキング時間+カレント リミット遅延時間) 以内に I_{LIM} に達し、これが 2 サイクル連続で発生した場合、コントローラは 2.5 サイクルまたは約 25 μ s (100 kHz の全周波数に基づく) スキップします。これにより、大容量負荷時に起動時間が長くなることなくトランスのリセットのための十分な時間が確保されます。

入力電圧監視

UNDER/OVER INPUT VOLTAGE ピンは、入力の低電圧及び過電圧の検出と保護に使用されます。

この機能を有効にするには、センス抵抗をブリッジ整流器の後段の高電圧 DC バルクコンデンサ (また、高速 AC リセットのためにはブリッジ整流器の前段) と UNDER/OVER INPUT VOLTAGE ピンの間に接続します。この機能を無効にする場合は、UNDER/OVER INPUT VOLTAGE ピンを一次側 GND にショートしてください。

起動時、一次側のバイパス コンデンサが充電されて I_{LIM} 設定値が決定した後、スイッチングの開始前に UNDER/OVER INPUT VOLTAGE ピンの状態がチェックされ、起動スレッシュホールドを上回り、過電圧シャットダウン スレッシュホールドを下回っていることを確認します。

通常の動作では、UNDER/OVER INPUT VOLTAGE ピンの電流が停止スレッシュホールドを下回り、 t_{UV} よりも長い間起動スレッシュホールドを下回ったままになると、コントローラはオートリスタートに移行します。UNDER/OVER INPUT VOLTAGE ピンの電流が起動スレッシュホールドを上回ると、スイッチングが再開されます。

UNDER/OVER INPUT VOLTAGE ピンの電流が過電圧スレッシュホールドを上回った場合も、コントローラはオートリスタートに移行します。この場合も、UNDER/OVER INPUT VOLTAGE ピンの電流が通常動作範囲内に戻ると、スイッチングが再開されます。

入力 UV/OV 機能は、UNDER/OVER INPUT VOLTAGE ピン (V_U) に接続された IC 内部の高耐圧 MOSFET を使用して消費電力を抑えます。コントローラは、スイッチング サイクル期間が 50 μ s 以上の時に軽負荷状態にあるとして入力電圧をサンプリングします。スイッチング サイクル期間が 50 μ s 未満の場合、高耐圧 MOSFET が引き続き検出を行います。

一次側 - 二次側ハンドシェイク

起動時、一次側はまず最初にフィードバック情報なしでスイッチングを行います (これは標準的な TOPSwitch™、TinySwitch™、TinySwitch™、及びその他の InnoSwitch3™ コントローラの動作に非常によく似ています)。

オートリスタート時間 (t_{AR}) 中にフィードバック信号が受信されない場合、一次側はオートリスタート モードに入ります。通常の状態では、InnoMux コントローラがオートリスタート時間中に出力電圧から電力供給されて起動し、次に InnoSwitch3-MX の二次側コントローラに電源供給します。その後、InnoMux は InnoSwitch3-MX の二次側コントローラが制御を行うように指示します。これ以降、InnoSwitch3-MX の二次側がスイッチングを制御します。

一次側コントローラがスイッチングを停止する、または (二次側が制御している時の) 通常動作中に二次側からのサイクル要求に応答しないなどの状況が発生した場合、ハンドシェイクプロトコルが開始され、一次側のスイッチングが再開された時に二次側が制御を実行できるようにします。一次側が要求よりも多くのサイクルを供給していることを二次側が検出した場合にも、追加のハンドシェイクがトリガされます。

追加のハンドシェイクが必要になる可能性が最も高い状況は、入力が一時的に低下したために一次側がスイッチングを停止した場合です。一次側が動作を再開すると起動状態に戻り、二次側からのハンドシェイクパルスの検出を試みます。

一次側がスイッチング要求に応答したことを二次側が検出しない場合、または一次側がサイクル要求なしでスイッチングしたことを二次側が検出した場合、二次側コントローラは 2 回目のハンドシェイクシーケンスを開始します。これは、一次側がスイッチングしている間に SR FET が同時導通することを防止する追加の保護として機能します。この保護モードは、二次側が制御している間に一次側がリセットされた場合の出力過電圧も防止します。

待機とリッスン

入力電圧異常 (UV または OV) またはオートリスタートから最初に再起動した後、一次側がスイッチングを再開すると、一次側が制御しているとみなされ、制御を放棄させるためには二次側コントローラはハンドシェイクを成功させる必要があります。

追加の安全対策として、一次側はスイッチングの前にオートリスタートのオン時間 (t_{AR} , 約 82 ms) の間停止します。この「待機」時間の間、一次側は二次側の要求を「リッスン」します。約 30 μ s 間隔で 2 回連続して二次側の要求があった場合、一次側は二次側制御と判断し、スレープモードでスイッチングを開始します。 t_{AR} の「待機」期間中にパルスが発生しない場合は、ハンドシェイクパルスが受信されるまで、一次側は一次側による制御でスイッチングを開始します。

可聴ノイズ低減エンジン

InnoSwitch3-MX にはアクティブな可聴ノイズ低減モード ("周波数スキップ" 動作モード) が備わっており、コントローラは 7 kHz から 12 kHz (142 μ s から 83 μ s) の (電源の機構上、最も共振しやすく、ノイズの振幅が大きくなりやすい) 共振周波数帯を避けることができます。二次側コントローラからのスイッチング要求が最後の導通サイクルからこの時間枠内に発生すると、パワースイッチに対するゲート駆動が抑止されます。

二次側コントローラ

IC の二次側コントローラは、SECONDARY BYPASS (BPS) ピンを介して InnoMux から電力供給されます。

InnoMux とのインターフェースは、4 つのピンで構成されています。REQ ピンは InnoMux から新たに一次側スイッチングサイクル要求が発信されたことを受信します。これらの要求は、Flux Link を介して一次側に送信されます。ACK ピンは、パルスが Flux Link を介して送信されたことを知らせます。FWC ピンと SR ピンは、InnoMux に対してさらに、ハンドシェイク及びタイミングの信号を出力します。

FORWARD ピンは、SYNCHRONOUS RECTIFIER DRIVE ピンに接続された SR FET オンするためのハンドシェイクとタイミングの両方で使用するために、負のエッジを検出するブロックに接続されます。FORWARD ピンは、SR FET のドレイン電圧が $V_{SR(TH)}$ スレッシホールドを下回った時に、不連続動作モードでの SR FET をオフにするタイミングを検知するためにも使用されます。

連続動作モード (CCM) で動作している SR FET は、次のスイッチングサイクルを要求するフィードバック信号が一次側に送信されたときにオフになり、一次側パワースイッチのターンオンと重なることなく、優れた同期動作を実現します。

最小オフ時間

二次側コントローラは、一次側へのインダクティブ接続を使用してサイクル要求を開始します。二次側サイクル要求の最大周波数は、最小サイクルオフ時間 ($t_{OFF(MIN)}$) で制限されます。これは、負荷にエネルギーを供給するために、一次側導通後のリセット時間を十分に確保するためです。

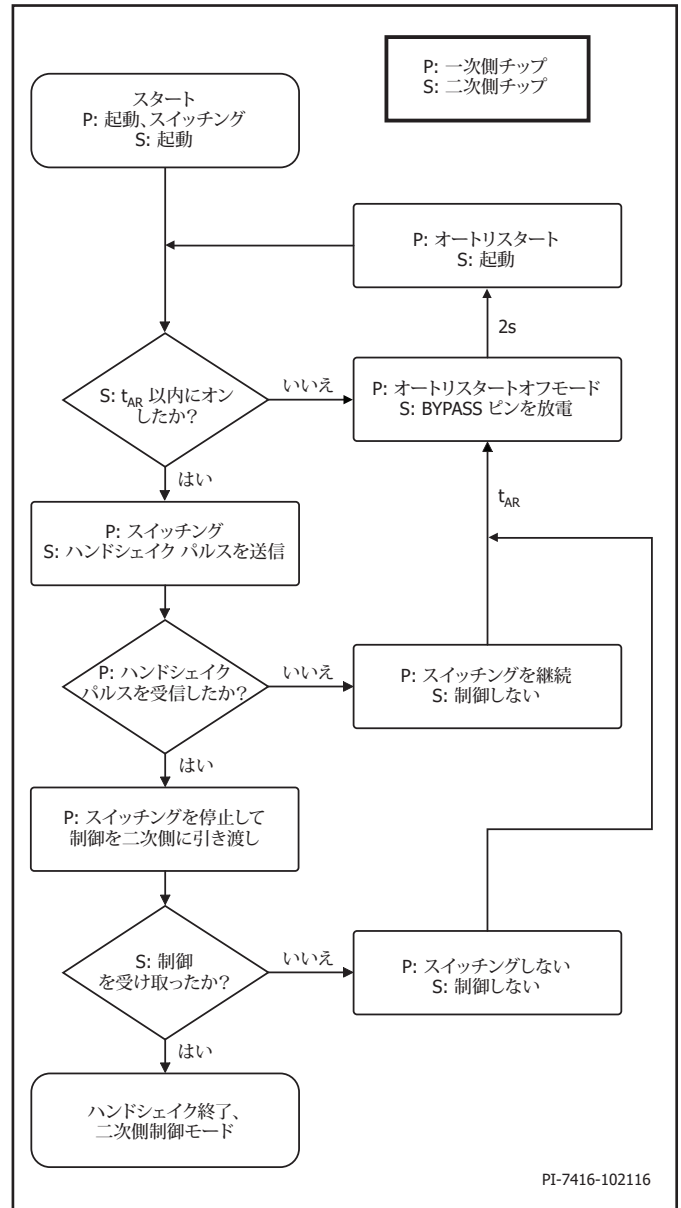


図 8. 一次側 - 二次側ハンドシェイクのフローチャート

最大二次側抑止期間

一次側のスイッチングの開始を求める二次側の要求は、最大周波数未満での動作を維持し、最小オフ時間を確保するために抑止されます。この制約に加えて、一次側パワースイッチの「ON」時間サイクル（サイクル要求から FORWARD ピンの立ち上がりエッジの検出の期間）の間、二次側サイクルの要求も抑止されます。サイクル要求後に FORWARD ピンの立ち上がりエッジが検出されない場合の最大タイムアウトは約 30 μ s です。

SR 停止保護

各サイクルにおける SR は、二次側コントローラによってセットサイクルが要求された場合のみ動作し、FORWARD ピンで負のエッジが検出されます。

SR スタティックプルダウン

二次側が制御していない場合、SR ゲートを LOW レベルに維持します。SYNCHRONOUS RECTIFIER DRIVE ピンにはノミナリー ON デバイスが接続されており、ピンレベルを LOW にして、FORWARD ピンからの静電結合によって生じる SR ゲート電圧を低下させます。

オープン SR 保護

SYNCHRONOUS RECTIFIER DRIVE ピンオープンのシステム異常から保護するために、二次側コントローラには、SYNCHRONOUS RECTIFIER DRIVE ピンが外付け FET に接続されていることを確認する保護モードがあります。コントローラは、起動時に SYNCHRONOUS RECTIFIER DRIVE ピンに電流を流します。内部スレッシュホールドは 100 pF の容量に設定されています。SYNCHRONOUS RECTIFIER DRIVE ピンの外部容量が 100 pF 未満の場合、生成される電圧が基準電圧を上回り、デバイスは SYNCHRONOUS RECTIFIER DRIVE ピンが「オープン」で駆動する FET がないと見なします。検出されたピンの容量が 100 pF を超える場合（生成される電圧が基準電圧を下回る場合）、コントローラは SR FET が接続されていると見なします。

SYNCHRONOUS RECTIFIER DRIVE ピンがオープンであること、または SYNCHRONOUS RECTIFIER DRIVE ピンが起動時にグラウンドに接続されていることが検出されると、二次側コントローラはオートリスタートを開始するために一次側にパルスを要求することを停止します。

SR MOSFET の代わりにダイオードを使用することも可能です。その場合、220 pF のコンデンサを SR ピンに接続する必要があります。

インテリジェント疑似共振モード スwitchング

スイッチング損失を低減して変換効率を向上させるために、InnoSwitch3-MX には、コンバータが不連続動作モード (DCM) で動作している場合に、一次側パワースイッチの電圧が最小電圧に近づいた時に強制的にターンオンさせる機能が搭載されています。DCM ではこの動作モードが自動的に動作し、コンバータが連続動作モード (CCM) に移行すると停止します。図 9 を参照してください。

この動作では、一次側での磁気リングの谷を検出するのではなく、FORWARD ピンのピーク電圧が出力電圧レベルを超えて上昇することを検出して二次側要求のゲート制御に使用され、一次側コントローラのスイッチ「オン」サイクルを開始させます。出力電圧 (VOUT) は通常、InnoMux コントローラによって制御されているアプリケーションの出力電圧 VCV1 です。

二次側コントローラは、コントローラが不連続モードに移行したことを検出し、一次側パワースイッチの最小スイッチング電圧に対応する二次側サイクル要求ウィンドウを開きます。

疑似共振 (QR) モードは、DCM が検出された後、20 μ s 間有効になります。その後、QR スwitchングは無効になり、この時点より二次側からの要求によってスitchングが行われるようになります。

二次側コントローラには、FORWARD ピンがグラウンドを下回ってリングングした場合に一次側の「ON」サイクルの誤検出を防止するために、約 1 μ s のブランキング時間が組み込まれています。

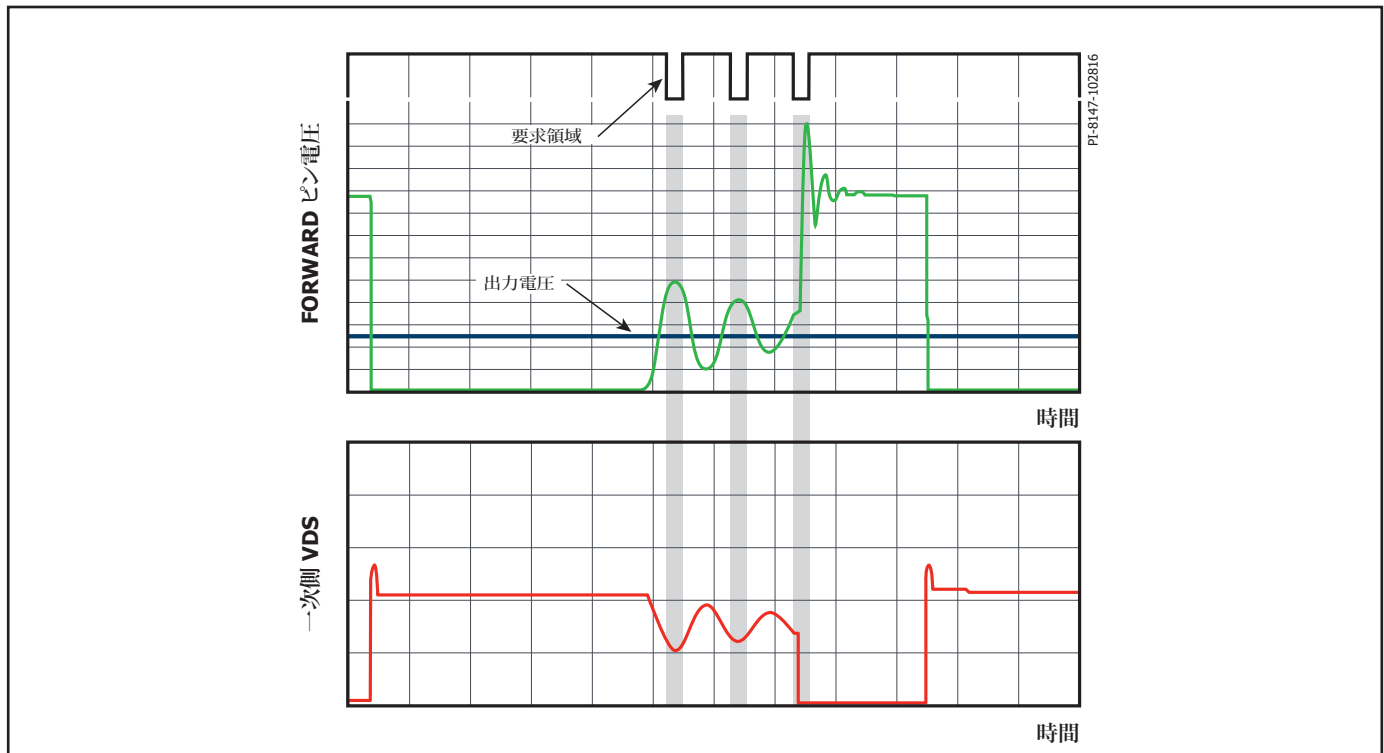


図 9. インテリジェント疑似共振モード スwitchング

PowiGaN デバイス (INN3478C、INN3479C 及び INN3470C) 使用時の設計上の考慮事項

フライバック コンバータ構成において、IC の DRAIN ピンでの一般的な電圧波形を図 10 に示します。

V_{OR} は、二次側が導通しているときの一次側巻線への跳ね返り電圧です。
 V_{BUS} は、トランスの一次側巻線の一端に接続された DC 電圧です。

ドレインにはターンオフ時に、 $V_{BUS} + V_{OR}$ に加え、一次側巻線の漏れインダクタンスに蓄えられたエネルギーによって発生する電圧スパイクも見られます。ドレインの電圧が最大連続ドレイン電圧の定格を超えないようにす

るために、一次側巻線にクランプ回路が必要です。一次側パワースイッチがターンオフする時、クランプダイオードのフォワードリカバリによって瞬時にスパイクが発生します。図 22 の V_{CLM} は、スパイクを含むクランプ電圧の組み合わせです。一次側パワースイッチのピークドレイン電圧は、 V_{BUS} 、 V_{OR} 、及び V_{CLM} の合計です。

V_{OR} 及びクランプ電圧 V_{CLM} を適切な値にして、ピークドレイン電圧がすべての通常の動作条件に対して 650 V を下回るようにする必要があります。これにより、入力サージなどにより入力電圧が上昇した場合でも、ピークドレイン電圧を 750 V 以下に維持できる十分なマージンが確保されます。これにより、長期にわたる優れた信頼性と設計マージンが確保されます。

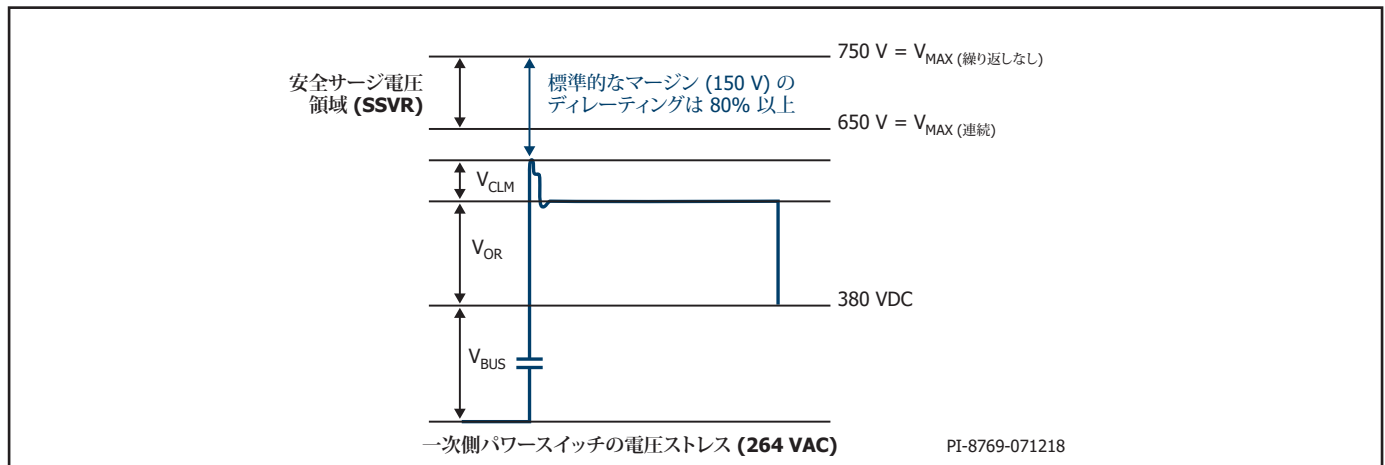


図 10. 264 VAC 入力電圧のピークドレイン電圧

絶対最大定格^{1,2}

D ピン電圧: INN346x.....	-0.3 V ~ 650 V	周囲温度	-40 °C ~ 105 °C
D ピン電圧: INN3475/3476/3477.....	-0.3 V ~ 725 V	リード温度 ⁵	260 °C
D ピン電圧: INN3478/3479/3470.....	-0.3 V ~ 750 V ⁶		
DRAIN ピンのピーク電流: INN3464C.....	1.52 A (2.85 A) ³	注:	
INN34x5C.....	1.84 A (3.45 A) ³	1. すべての電圧は SOURCE と二次側 GROUND を基準とし、 $T_A = 25\text{ °C}$ 。	
INN34x6C.....	2.32 A (4.35 A) ³	2. 仕様の最大定格は、一度に 1 回のみであれば製品に回復不能な損傷を与えることなく印加できます。絶対最大定格の状態を長時間続けると、製品の信頼性に悪影響を与えるおそれがあります。	
INN34x7C.....	2.64 A (4.95 A) ³	3. 大きい方のピークドレイン電流は、ドレイン電圧が同時に 400 V 未満である時に適用されます。	
INN3468C.....	2.96 A (5.55 A) ³	4. 通常は内部回路によって制限されます。	
PowGaIn デバイス INN3478C	6.5 A ⁷	5. ケースから 1/16 インチの点で 5 秒間。	
PowGaIn デバイス INN3479C	10 A ⁷	6. 最大ドレイン電圧 (非繰り返しパルス)	-0.3 V ~ 750 V
PowGaIn デバイス INN3470C	14A ⁷	最大連続ドレイン電圧	-0.3 ~ 650 V
V ピン電圧.....	-0.3 V ~ 725 V	7. 最大許容電圧と電流の組み合わせについては、図 11 を参照してください。	
FW ピン電圧	250 V		
SR ピン電圧	-0.3 V ~ 6 V		
VOUT PIN 電圧	-0.3 V ~ 25 V		
BPP/BPS ピン電圧	-0.3 V ~ 6 V		
保存温度	-65 °C ~ 150 °C		
動作ジャンクション温度 ⁴	-40 °C ~ 150 °C		

熱抵抗

熱抵抗: INN3464C – INN3468C & INN3475C – INN3477C	注:	
(θ_{JA}).....	76 °C/W ¹ , 65 °C/W ²	1. 0.36 平方インチ (232 mm ²), 2 オンス (610 g/m ²) の銅箔部にはんだ付け。
(θ_{JC}).....	8 °C/W ³	2. 1 平方インチ (645 mm ²), 2 オンス (610 g/m ²) の銅箔部にはんだ付け。
PowGaIn デバイス INN3478C, INN3479C, INN3470C		3. ケース温度は、パッケージ上部で測定します。
(θ_{JC}).....	TBD °C/W ³	

パラメータ	条件	定格	単位
UL1577 に対応する定格			
一次側電流定格	ピン (16 ~ 19) からピン 24 への電流	1.5	A
一次側電力定格	$T_{AMB} = 25\text{ °C}$ (ソケットに実装されたデバイス $T_{CASE} = 120\text{ °C}$ の条件において)	1.35	W
二次側電力定格	$T_{AMB} = 25\text{ °C}$ (ソケットに実装されたデバイス)	0.125	W
パッケージの特性			
空間距離		12.1	mm (標準)
沿面距離		11.7	mm (標準)
絶縁距離 (DTI)		0.4	mm (最小)
過渡絶縁電圧		6	kV (最小)
比較トラッキング指数 (CTI)		600	-

パラメータ	記号	条件 SOURCE = 0 V T _J = -40 °C ~ 125 °C (特に指定がない場合)	最小	標準	最大	単位	
制御機能							
起動スイッチング周波数	f _{START}	T _J = 25 °C	22.5	25	27.5	kHz	
ジッター変調周波数	f _M	T _J = 25 °C f _{SW} = 100 kHz		1.25		kHz	
最大 ON 時間	t _{ON(MAX)}	T _J = 25 °C	11.5	14.6	18	μs	
最小一次側フィードバック ロックアウト タイマー	t _{BLOCK}				t _{OFF(MIN)}	μs	
BPP 供給電流	I _{S1}	V _{BPP} = V _{BPP} + 0.1 V (スイッチングなし) T _J = 25 °C	INN3464C INN34x5C INN34x6C INN34x7C INN3468C	145	200	300	μA
			INN3478C INN3479C INN3470C	145	266	425	
	I _{S2}	V _{BPP} = V _{BPP} + 0.1 V (132 kHz でのスイッチング) T _J = 25 °C	INN3464C	0.38	0.50	0.69	mA
			INN34x5C	0.45	0.65	1.05	
			INN34x6C	0.65	0.86	1.20	
			INN34x7C	0.70	1.03	1.40	
			INN3468C	0.90	1.20	1.75	
INN3478C INN3479C INN3470C	1.15 1.46	1.3 1.95	1.45 2.81				
BPP ピン充電電流	I _{CH1}	V _{BPP} = 0 V, T _J = 25 °C	-1.7	-1.35	-0.90	mA	
	I _{CH2}	V _{BPP} = 4 V, T _J = 25 °C	-6.0	-4.65	-3.30		
BPP ピン電圧	V _{BPP}		4.64	4.9	5.3	V	
BPP ピン電圧ヒステリシス	V _{BPP(H)}	T _J = 25 °C	0.2	0.39	0.6	V	
BPP シャント	V _{BPP(SHUNT)}	I _{BPP} = 2 mA	5.2	5.36	5.7	V	
BPP 起動リセット スレッシュ ホールド電圧	V _{BPP(RESET)}	T _J = 25 °C	2.8	3.15	3.6	V	
UV/OV ピン起動スレッシュ ホールド	I _{UV+}	T _J = 25 °C	22	24.5	28	μA	
UV/OV ピン停止スレッシュ ホールド	I _{UV-}	T _J = 25 °C	19	22	26	μA	
停止遅延時間	t _{UV-}	T _J = 25 °C		35		ms	
UV/OV ピン入力 過電圧スレッシュホールド	I _{OV+}	T _J = 25 °C	100	112	118	μA	
UV/OV ピン入力 過電圧ヒステリシス	I _{OV(H)}	T _J = 25 °C	6	7	9	μA	

パラメータ	記号	条件 SOURCE = 0 V T _J = -40 °C ~ 125 °C (特に指定がない場合)	最小	標準	最大	単位	
入力回路保護							
VOLTAGE ピン入力過電圧 Deglitch フィルタ	t _{OV+}	T _J = 25 °C 注 B を参照		3		μs	
VOLTAGE ピン電圧定格	V _V	T _J = 25 °C	650			V	
回路保護							
標準カレントリミット (BPP) コンデンサ = 0.47 μF 注 C 参照	I _{LIM}	di/dt = 187.5 mA/μs T _J = 25 °C	INN3464C	0.69	0.75	0.81	A
		di/dt = 287.5 mA/μs T _J = 25 °C	INN34x5C	1.06	1.15	1.24	
		di/dt = 362.5 mA/μs T _J = 25 °C	INN34x6C	1.33	1.45	1.57	
		di/dt = 500 mA/μs T _J = 25 °C	INN3467C	1.84	2.00	2.16	
		di/dt = 550 mA/μs T _J = 25 °C	INN3468C	2.02	2.20	2.38	
		di/dt = 487.5 mA/μs T _J = 25 °C	INN3477C	1.79	1.95	2.11	
		di/dt = 660 mA/μs T _J = 25 °C	INN3478C	2.39	2.60	2.81	
		di/dt = 750 mA/μs T _J = 25 °C	INN3479C	2.76	3.00	3.24	
		di/dt = 850 mA/μs T _J = 25 °C	INN3470C	3.13	3.40	3.67	
ハイカレントリミット (BPP) コンデンサ = 4.7 μF 注 C 参照	I _{LIM+1}	di/dt = 187.5 mA/μs T _J = 25 °C	INN3464C	0.86	0.95	1.04	A
		di/dt = 287.5 mA/μs T _J = 25 °C	INN34x5C	1.27	1.40	1.53	
		di/dt = 362.5 mA/μs T _J = 25 °C	INN34x6C	1.58	1.75	1.92	
		di/dt = 500 mA/μs T _J = 25 °C	INN3467C	2.08	2.30	2.52	
		di/dt = 550 mA/μs T _J = 25 °C	INN3468C	2.35	2.60	2.85	
		di/dt = 487.5 mA/μs T _J = 25 °C	INN3477C	1.94	2.15	2.35	
		di/dt = 660 mA/μs T _J = 25 °C	INN3478C	2.63	2.91	3.19	
		di/dt = 750 mA/μs T _J = 25 °C	INN3479C	3.03	3.35	3.67	
		di/dt = 850 mA/μs T _J = 25 °C	INN3470C	3.44	3.80	4.16	
過負荷検出周波数	f _{OVL}	T _J = 25 °C	102	110	118	kHz	

パラメータ	記号	条件 SOURCE = 0 V T _J = -40 °C ~ 125 °C (特に指定がない場合)	最小	標準	最大	単位	
回路保護 (続き)							
BYPASS ピン ラッチ停止ス レッシュホールド電流	I _{SD}	T _J = 25 °C	5.5	7.3	9	mA	
オートリスタートオン時間	t _{AR}	T _J = 25 °C	74	82	90	ms	
オートリスタートトリガ スキップ時間	t _{AR(SK)}	T _J = 25 °C 注 A を参照		1.3		sec.	
オートリスタートオフ時間	t _{AR(OFF)}	T _J = 25 °C	1.7		2.1	sec.	
ショートオートリスタートオフ 時間	t _{AR(OFF)SH}	T _J = 25 °C		0.20		sec.	
出力							
オン抵抗	R _{DS(ON)}	INN3464C	T _J = 25 °C		3.20	3.68	Ω
			T _J = 100 °C		4.96	5.70	
		INN3465C	T _J = 25 °C		1.95	2.25	
			T _J = 100 °C		3.02	3.5	
		INN3466C	T _J = 25 °C		1.30	1.5	
			T _J = 100 °C		2.02	2.35	
		INN3467C	T _J = 25 °C		1.02	1.20	
			T _J = 100 °C		1.58	1.85	
		INN3468C	T _J = 25 °C		0.86	0.99	
			T _J = 100 °C		1.34	1.55	
		INN3475C	T _J = 25 °C		1.95	2.25	
			T _J = 100 °C		3.02	3.5	
		INN3476C	T _J = 25 °C		1.34	1.55	
			T _J = 100 °C		2.08	2.40	
		INN3477C	T _J = 25 °C		1.20	1.40	
			T _J = 100 °C		1.86	2.2	
		INN3478C	T _J = 25 °C		0.52	0.68	
			T _J = 100 °C		0.78	1.02	
		INN3479C	T _J = 25 °C		0.35	0.44	
			T _J = 100 °C		0.49	0.62	
		INN3470C	T _J = 25 °C		0.29	0.39	
			T _J = 100 °C		0.41	0.54	

パラメータ	記号	条件 SOURCE = 0 V T _J = -40 °C ~ 125 °C (特に指定がない場合)	最小	標準	最大	単位
出力 (続き)						
オフ時ドレイン漏れ電流	I _{DSS1}	V _{BPP} = V _{BPP} + 0.1 V V _{DS} = 150 V T _J = 25 °C		15		μA
	I _{DSS2}	V _{BPP} = V _{BPP} + 0.1 V V _{DS} = 325 V T _J = 25 °C			200	μA
ドレイン供給電圧			50			V
過熱保護	T _{SD}	注 A を参照	135	142	150	°C
過熱シャットダウン ヒステリシス	T _{SD(H)}	注 A を参照		70		°C
二次側						
最大スイッチング周波数	f _{SREQ}	T _J = 25 °C	118	132	145	kHz
無負荷時の BPS ピン電流	I _{SNL}	T _J = 25 °C		300		μA
BPS ピン低電圧スレッシュ ホールド	V _{BPS(UVLO)(TH)}		3.6	3.80	4.1	V
BPS ピン低電圧ヒステリシス	V _{BPS(UVLO)(H)}	T _J = 25 °C		0.65		V
FWD ピン電圧	V _{FWD}		250			V
最小オフ時間	t _{OFF(MIN)}		2.48	3.38		μs

パラメータ	記号	条件 SOURCE = 0 V T _J = -40 °C ~ 125 °C (特に指定がない場合)	最小	標準	最大	単位
同期整流器 @ T_J = 25 °C						
SR ピン駆動電圧	V _{SR}	InnoMUX 電源に依存		V _{BPS}		V
SR ピン電圧スレップ シュホールド	V _{SR(TH)}			-3		mV
SR ピン プルアップ電流	I _{SR(PU)}	T _J = 25 °C C _{LOAD} = 2 nF, f _{SW} = 100 kHz		155		mA
SR ピン プルダウン電流	I _{SR(PD)}	T _J = 25 °C C _{LOAD} = 2 nF, f _{SW} = 100 kHz		270		mA
出力プルアップ抵抗	R _{PU}	T _J = 25 °C V _{BPS} = 5 V I _{SR} = 10 mA	6.5	8.7	11	Ω
出力プルダウン抵抗	R _{PD}	T _J = 25 °C V _{BPS} = 5 V I _{SR} = 10 mA	3.5	4.5	5.5	Ω

注:

- A. このパラメータは、特性によって規定されます。
- B. このパラメータは、標準値を参照して設計してください。
- C. 正確なカレント リミット値を得るため、定格の 0.47 mF または 4.7 μF のコンデンサを使用することを推奨します。さらに、BPP コンデンサ値の公差は、ターゲットのアプリケーションの周囲温度範囲において、以下に示される値またはそれよりも良好な値である必要があります。最小及び最大コンデンサ値は、特性によって保証されます。

定格 BPP ピン コンデンサ値	コンデンサ定格値に対する公差	
	最小	最大
0.47 μF	-60%	+100%
4.7 μF	-50%	N/A

標準性能曲線

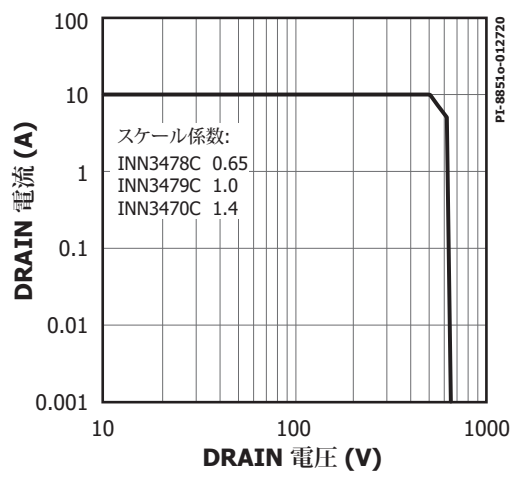
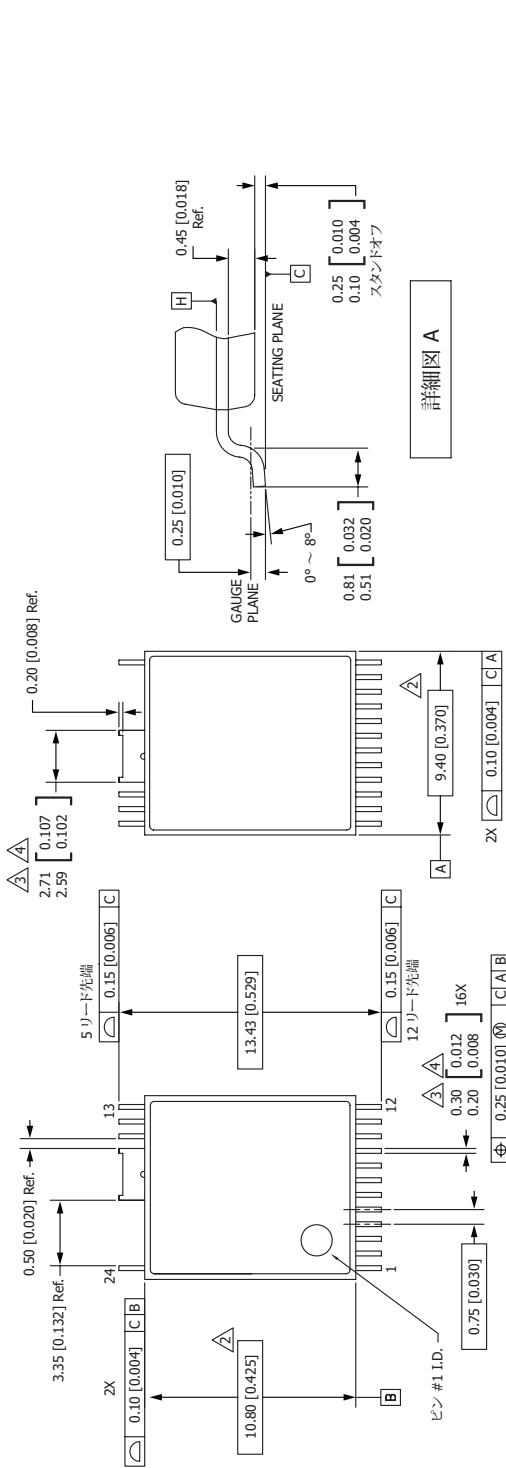


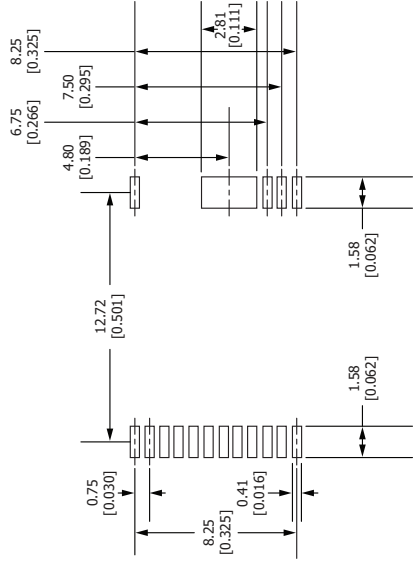
図 11. 最大許容 DRAIN 電流と DRAIN 電圧 (PwGaN デバイス INN3478C/INN3479C/INN3470C)

InSOP-24D



上面図

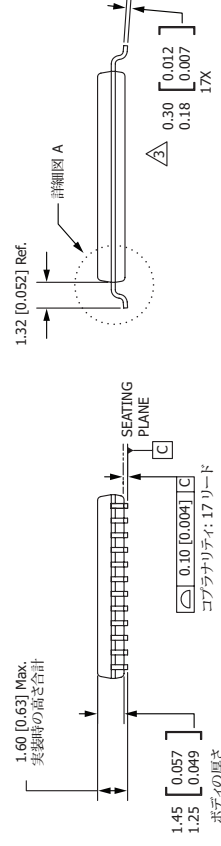
底面図



側面図

端面図

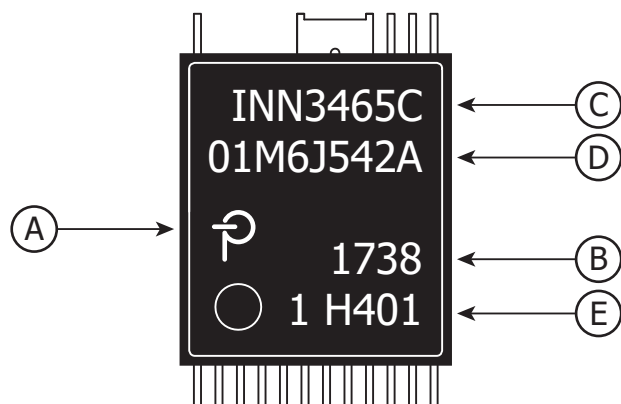
PCB ハットレイアウト



- 注:
1. 寸法と許容差は ASME Y14.5M - 1994 に準拠します。
 2. 図示した寸法は、プラスチック製本体の最外部で判断してします。これには、モールドフラッシュ、タイパバリ、ゲートのバリ、リード間の錫バリは含まれませんが、プラスチック製本体の上部及び下部の間のずれを含みます。最大型突起は、側面ごとに 0.18 [0.007] です。
 3. 図示した寸法は、メッキ厚を含みます。
 4. リード間の錫バリまたは突起を含みません。
 5. 寸法の単位はミリ (インチ) 表示。
 6. A、B のデータは、H のデータによって決まります。

パッケージのマーク

InSOP-24D



- A. Power Integrations のロゴ
- B. アセンブリのデート コード (年の下 2 桁、その後に 2 桁の週表示)
- C. 製品 ID (部品番号/パッケージ タイプ)
- D. ロット ID コード
- E. テスト サブロット及び機能コード

PI-8727e-011620

MSL テーブル

部品番号	MSL 定格
INN3464C	3
INN34x5C	3
INN34x6C	3
INN34x7C	3
INN3468C	3
INN3478C	3
INN3479C	3
INN3470C	3

ESD 及びラッチアップ テーブル

テスト	条件	結果
125 °C でラッチアップ	JESD78D	すべてのピンで ±100 mA 以上、または $1.5 \times V_{MAX}$ 以上
人体モデル ESD	ANSI/ESDA/JEDEC JS-001-2014	すべてのピンで ±2000 V 以上
充電デバイス モデル ESD	ANSI/ESDA/JEDEC JS-002-2014	すべてのピンで ±500 V 以上

品番コード体系表



改訂	注	日付
B	コード L のリリース。	03/19
C	次の $R_{DS(ON)}$ 最大値を更新: INN3468C $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 I_{LIM} 及び I_{LIM+1} di/dt 条件値を更新。	09/19
D	コード A のリリース。	03/20

最新の情報については、弊社ウェブサイト www.power.com をご覧ください。

Power Integrations は、信頼性や生産性を向上するために、いつでも製品を変更する権利を保有します。Power Integrations は、ここに記載した機器または回路を使用したことから生じる事柄について責任を一切負いません。Power Integrations は、ここでは何らの保証もせず、商品性、特定目的に対する適合性、及び第三者の権利の非侵害の黙示保証なども含めて、すべての保証を明確に否認します。

特許情報

ここで例示した製品及びアプリケーション（製品の外付けトランス構造と回路も含む）は、米国及び他国の特許の対象である場合があります。また、Power Integrations に譲渡された米国及び他国の出願中特許の対象である可能性があります。Power Integrations が保有する特許の全リストは、www.power.com に掲載されています。Power Integrations は、www.power.com/ip.htm に定めるところに従って、特定の特許権に基づくライセンスを顧客に許諾します。

生命維持に関する方針

Power Integrations の社長の書面による明示的な承認なく、Power Integrations の製品を生命維持装置またはシステムの重要な構成要素として使用することは認められていません。ここで使用した用語は次の意味を持つものとします。

- 「生命維持装置またはシステム」とは、(i) 外科手術による肉体への埋め込みを目的としているか、または (ii) 生命活動を支援または維持するものであり、かつ (iii) 指示に従って適切に使用した時に動作しないと、利用者に深刻な障害または死をもたらすと合理的に予想されるものです。
- 「重要な構成要素」とは、生命維持装置またはシステムの構成要素のうち、動作しないと生命維持装置またはシステムの故障を引き起こすか、あるいは安全性または効果に影響を及ぼすと合理的に予想される構成要素です。

Power Integrations, Power Integrations ロゴ、CAPZero, ChiPhy, CHY, DPA-Switch, EcoSmart, E-Shield, eSIP, eSOP, HiperPLC, HiperPFS, HiperTFS, InnoSwitch, Innovation in Power Conversion, InSOP, LinkSwitch, LinkZero, LYTSwitch, SENZero, TinySwitch, TOPSwitch, PI, PI Expert, PowiGaN, SCALE, SCALE-1, SCALE-2, SCALE-3, 及び SCALE-iDriver は Power Integrations, Inc. の商標です。その他の商標は、各社の所有物です。©2020, Power Integrations, Inc.

Power Integrations の世界各国の販売サポート担当

世界本社 5245 Hellyer Avenue San Jose, CA 95138, USA 代表: +1-408-414-9200 カスタマー サービス: 上記以外の国: +1-65-635-64480 南北アメリカ: +1-408-414-9621 電子メール: usasales@power.com	ドイツ (AC-DC/LED 販売) Einsteinring 24 85609 Dornach/Aschheim Germany 電話: +49-89-5527-39100 電子メール: eurosales@power.com	イタリア Via Milanese 20, 3rd.Fl. 20099 Sesto San Giovanni (MI) Italy 電話: +39-024-550-8701 電子メール: eurosales@power.com	シンガポール 51 Newton Road #19-01/05 Goldhill Plaza Singapore, 308900 電話: +65-6358-2160 電子メール: singaporesales@power.com
中国 (上海) Rm 2410, Charity Plaza, No. 88 North Caoxi Road Shanghai, PRC 200030 電話: +86-21-6354-6323 電子メール: chinasales@power.com	ドイツ (ゲートドライバ販売) HellwegForum 1 59469 Ense Germany 電話: +49-2938-64-39990 電子メール: igbt-driver.sales@power.com	日本 〒222-0033 神奈川県横浜市 港北区新横浜 1-7-9 友泉新横浜一丁目ビル 電話: +81-45-471-1021 電子メール: japansales@power.com	台湾 5F, No. 318, Nei Hu Rd., Sec.1 Nei Hu Dist. Taipei 11493, Taiwan R.O.C. 電話: +886-2-2659-4570 電子メール: taiwansales@power.com
中国 (深圳) 17/F, Hivac Building, No. 2, Keji Nan 8th Road, Nanshan District, Shenzhen, China, 518057 電話: +86-755-8672-8689 電子メール: chinasales@power.com	インド #1, 14th Main Road Vasanthanagar Bangalore-560052 India 電話: +91-80-4113-8020 電子メール: indiasales@power.com	韓国 RM 602, 6FL Korea City Air Terminal B/D, 159-6 Samsung-Dong, Kangnam-Gu, Seoul, 135-728, Korea 電話: +82-2-2016-6610 電子メール: koreasales@power.com	英国 Building 5, Suite 21 The Westbrook Centre Milton Road Cambridge CB4 1YG 電話: +44 (0) 7823-557484 電子メール: eurosales@power.com