

TNY284-290 TinySwitch-4 ファミリー

高エネルギー効率、過負荷電力の入力補正対応オフライン
スイッチング電源用 IC

製品ハイライト

自由度の向上によりシステム コストを最小化

- 725 V 定格 MOSFET
 - BV デレレーティング マージンの向上
- 過負荷電力の入力補正 – 追加部品が不要
 - ユニバーサル AC 入力電圧範囲における過負荷変動の最大値を大幅に削減
- ±5% ターンオン UV スレッシュホールド: 単一外付け抵抗による入力電圧検出
- シンプルな ON/OFF 制御で帰還ループ補償が不要
- BP/M コンデンサの値によりカレント リミットを選択可能
 - ハイ カレント リミットは、ピーク電力を拡張し、オープン フレーム設計時に最大連続電力を拡張
 - ローカレントリミットは密閉型アダプタ/充電器の効率を改善
 - 回路変更無しで、最適な TinySwitch™-4 デバイスへの変更が可能
- 高精度な T_{pf} パラメータ公差により、システム コストを削減
 - MOSFET 及びトランスの使用率を最大化
- ON 時間の拡張 – 低入力レギュレーション範囲/保持時間を拡大し、入力整流コンデンサを削減
- 自己バイアス: バイアス巻線またはバイアス部品が不要
- 周波数ジッタリングにより、EMI フィルタ コストを削減
- 効果的なピン配列により、放熱のための PCB レイアウトを簡素化
- 電氣的に安定な SOURCE ピンを多数配置することで良好な放熱性と EMI 低減を実現

高度な安全性及び信頼性

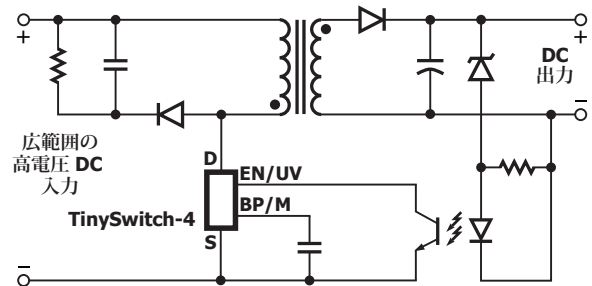
- 高精度なヒステリシス自動復帰タイプの過熱保護機能により、手動リセットが不要
- オートリスタート機能により、ショート、オープン ループ不良時の最大電力を 3% 未満に低減
- オプションのツェナーを使用した出力過電圧シャットダウン
 - オプションの UV 外付け抵抗による AC 高速リセット
- 極めて少ない部品点数により信頼性を向上し、片面プリント基板レイアウトを実現
- バンド幅が広く、高速な起動特性と優れた負荷過渡応答を実現
- DRAIN ピンとその他すべてのピンの間の広い沿面距離によって市場での信頼性を向上

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
- 無負荷時消費電力が、バイアス巻線ありの場合は 30 mW 未満、バイアス巻線なしの場合は 265 VAC で 150 mW 未満
- ON/OFF 制御により、軽負荷時でも高い効率を維持し、CEC 規制及び EuP 待機電力要求に適合

用途

- PC 待機電源及びその他の補助電源
- DVD/PVR、及びその他の低電力セット トップ デコーダ
- 家電製品、産業用装置、測定機器などの電源
- 携帯電話/コードレス電話、PDA、デジタル カメラ、MP3/ポータブル オーディオ、シェーバーなどの充電器/アダプタ



PI-6578-020915

図 1. 標準的なスタンバイ アプリケーション



SO-8C (D パッケージ) DIP-8C (P パッケージ) eSOP-12B (K パッケージ)

図 2. パッケージ オプション

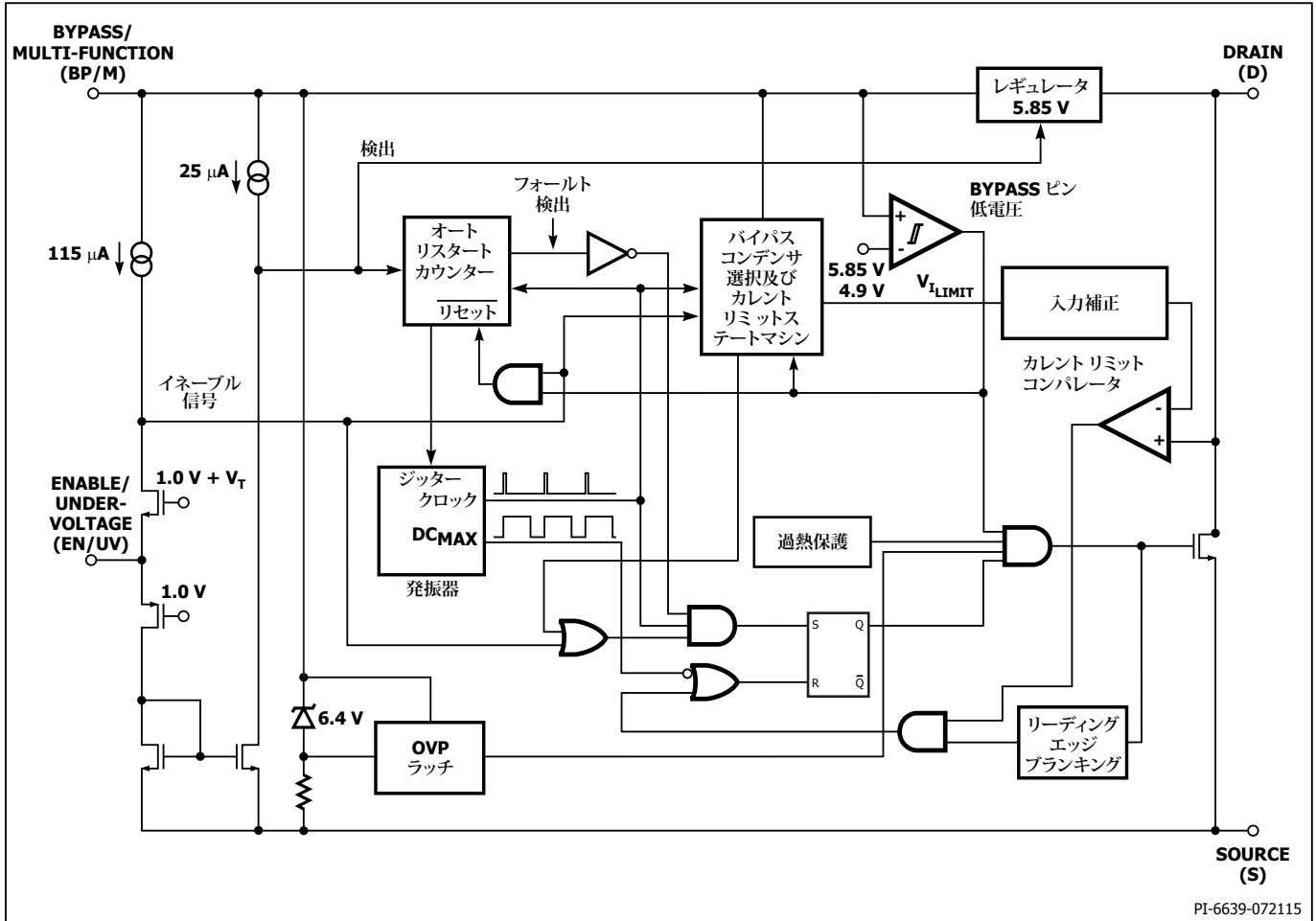
出力電力テーブル

製品 ³	230 VAC ± 15%		85-265 VAC	
	アダプタ ¹	ピークまたはオープンフレーム ²	アダプタ ¹	ピークまたはオープンフレーム ²
TNY284P/D/K	6 W	11 W	5 W	8.5 W
TNY285P/D	8.5 W	15 W	6 W	11.5 W
TNY285K	11 W	15 W	7.5 W	11.5 W
TNY286P/D	10 W	19 W	7 W	15 W
TNY286K	13.5 W	19 W	9.5 W	15 W
TNY287P	13 W	23.5 W	8 W	18 W
TNY287D	11.5 W	23.5 W	7 W	18 W
TNY287K	18 W	23.5 W	11 W	18 W
TNY288P	16 W	28 W	10 W	21.5 W
TNY288D	14.5 W	26 W	9 W	19.5 W
TNY288K	23 W	28 W	14.5 W	21.5 W
TNY289P	18 W	32 W	12 W	25 W
TNY289K	25 W	32 W	17 W	25 W
TNY290P	20 W	36.5 W	14 W	28.5 W
TNY290K	28 W	36.5 W	20 W	28.5 W

表 1. 出力電力テーブル

注:

- 周囲温度 +50 °C、標準的な換気なしの密閉型アダプタでの最小連続電力。外付けヒートシンク使用で、電力容量は増加。
- すべての設計における最小ピーク電力容量またはオープン フレーム設計の最小連続電力（「応用時の重要検討項目」を参照してください）。
- パッケージ: P: DIP-8C, D: SO-8C, K: eSOP-12B。「品番コード体系表」を参照してください。



PI-6639-072115

図 3. 機能ブロック図

ピン機能の説明

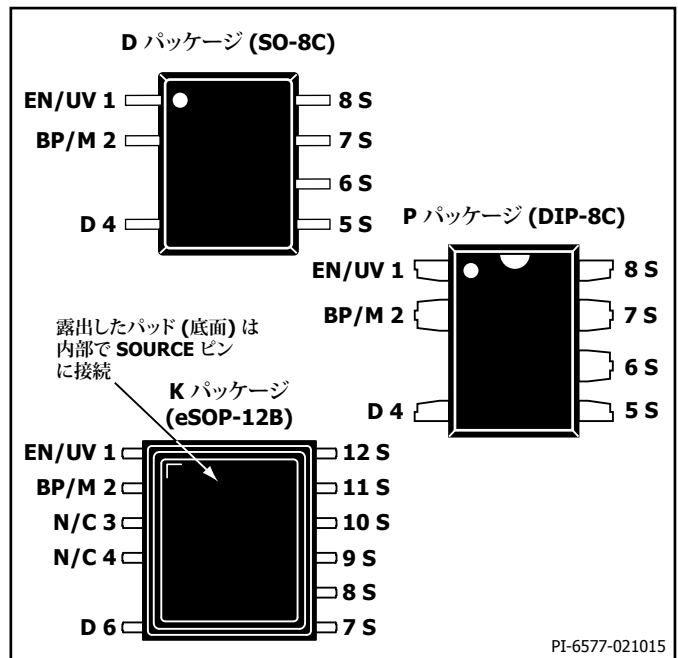
DRAIN (D) ピン:

このピンは、パワー MOSFET のドレインに接続されています。起動時と定常時に、双方の内部動作電流を供給します。

BYPASS/MULTI-FUNCTION (BP/M) ピン:

このピンには、次に示す複数の機能があります。

- 内部で生成される 5.85 V 電源用の外付けバイパス コンデンサの接続ポイントです。
- 接続された容量値に応じてカレント リミットを選択します。0.1 μF コンデンサを使用すると、標準カレント リミット値になります。1 μF コンデンサを使用すると、ワンサイズ小さなデバイスのカレントリミットに下がります。10 μF コンデンサを使用すると TNY285-290 で、ワンサイズ大きなデバイスのカレントリミットに上がります。
- BYPASS ピンに流れ込む電流が ISD を超えるとシャットダウンします。停止中や BP/UV ピンに外付け抵抗を接続した状態でUV機能を使用している際に、UV/EN ピン電流が IUV からリセットヒステリシス (通常は 18.75 μA) を減じた値を下回り、BP/M 電圧が 4.9 V 未満に低下するまで、デバイスはラッチオフします。この機能により、BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピンとバイアス巻線電源間にツェナーを接続することで出力過電圧保護を実現します。



PI-6577-021015

図 4. ピン配置図

ENABLE/UNDERVOLTAGE (EN/UV) ピン:

このピンにはイネーブル入力と低入力電圧検出の 2 つの機能があります。通常動作中のパワー MOSFET のスイッチングは、このピンによって制御されます。スレッシュホールド電流よりも大きい電流がこのピンから供給されると、MOSFET のスイッチングは停止します。このピンから供給されている電流がスレッシュホールド電流を下回ると、スイッチングは再開します。このスレッシュホールド電流が変化することにより、パルス発生モードが変化します。スレッシュホールド電流は 75 μA ~ 115 μA の間となります。

ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンは、DC 入力電圧に接続された外付け抵抗を介して低入力電圧状態も検出します。このピンに外付け抵抗が接続されていない場合、TinySwitch-4 は抵抗がないことを検出して、低入力検出機能を無効にします。

SOURCE (S) ピン

このピンは、高電圧パワー回路のリターン及び制御回路のコモンで MOSFET のソースに内部で接続されています。

TinySwitch-4 機能の説明

TinySwitch-4 には、1 つのチップに高電圧パワー MOSFET スイッチと電源コントローラが組み込まれています。従来の PWM (パルス幅変調方式) コントローラと異なり、シンプルな ON/OFF 制御で出力電圧を制御します。

コントローラは発振器、イネーブル回路 (センス及びロジック)、カレントリミット ステート マシン、5.85 V レギュレータ、BYPASS/MULTI-FUNCTION ピン低電圧/過電圧回路、カレントリミット選択回路、過熱保護、カレントリミット回路、リーディング エッジ ブランキング、725 V パワー MOSFET で構成されています。TinySwitch-4 にはさらに、低入力電圧検出、オートリスタート、適応型スイッチング サイクル ON 時間延長機能、及び周波数ジッターが内蔵されています。図 3 に、最も重要な機能を含む機能ブロック図を示します。

発振器

通常、発振周波数は、内部で平均 132 kHz に設定されます。発振器では最大デューティ サイクル信号 (DC_{MAX}) 及び各サイクルの開始を示すクロック信号の 2 種類の信号が生成されます。

発振器には、EMI エミッションを最小限に抑えるために、一般にピークトゥピークが 8 kHz の小幅な周波数ジッターを発生させる回路が組み込まれています。平均値と擬似ピーク値の両方の EMI 低減効果を最適化するために、周波数ジッターは 1 kHz に設定されています。周波数ジッターを計

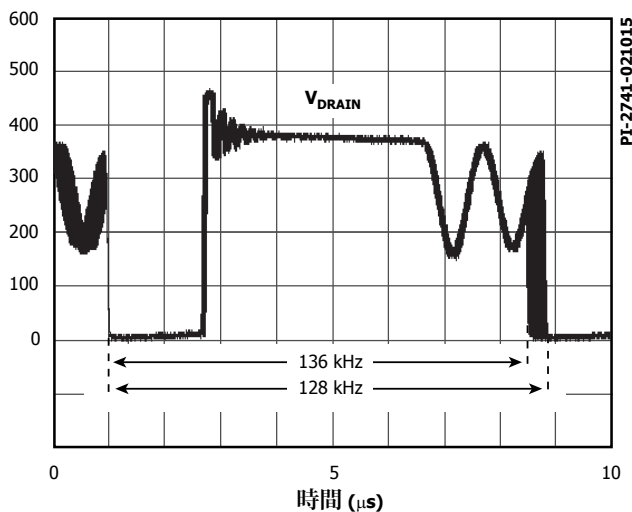


図 5. 周波数ジッター

測する際は、オシロスコープを使用して、ドレイン波形の波形の立ち下がりエッジでトリガするようにします。図 5 に、周波数ジッターの波形を示します。

イネーブル入力及びカレントリミット ステート マシン

ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンのイネーブル入力回路は、1.2 V に設定された低インピーダンス ソース フォロワ出力で構成されています。ソース フォロワを流れる電流は、115 μA に制限されています。このピンからの出力電流がスレッシュホールド電流を超えると、イネーブル回路の出力で Low レベル (ディゼーブル) が生成され、このピンの出力電流がスレッシュホールド電流を下回るとディゼーブルは停止します。このイネーブル回路の出力は、クロック信号の立ち上がりエッジにおける各サイクルの開始点でサンプリングされます。High レベルの場合はそのサイクルでパワー MOSFET がオン (イネーブル) になります。Low レベルの場合はパワー MOSFET がオフ (ディゼーブル) のままになります。サンプリングは各サイクルの開始点でのみ行われるため、サイクルの残り期間中に ENABLE/UNDER-VOLTAGE ピンの電圧または電流の変化が発生してもその変化は無視されます。

TinySwitch-4 が可聴周波数範囲内でスイッチング動作する可能性がある場合、カレントリミット ステート マシンは、軽負荷時の負荷量に応じてカレントリミットを低減します。カレントリミットが小さい場合、スイッチング周波数が可聴範囲以上にまで引き上げられ、トランスの磁束密度を低減し、それに関連する可聴ノイズも抑制します。ステート マシンはイネーブル動作のシーケンスを監視して負荷状態を判断し、負荷量に応じてカレントリミット レベルを調整します。

ほとんどの動作条件では (無負荷に近い場合を除く)、ソース フォロワのインピーダンスが低いいため、ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンの電圧はディゼーブル状態の時に 1.2 V を大幅に下回ることがなくなります。これにより、通常はこのピンに接続されているフォトカプラの応答が向上します。

5.85 V レギュレータと 6.4 V シャント電圧クランプ

5.85 V レギュレータは、MOSFET がオフのときに DRAIN ピンの電圧から電流を引き込むことによって、BYPASS ピンに接続されたバイパス コンデンサを 5.85 V まで充電します。BYPASS/MULTI-FUNCTION ピンは、内部回路用電源ピンです。MOSFET がオンしている間、デバイスは、バイパスコンデンサに蓄えられたエネルギーによって動作します。内部回路の電力消費が極めて小さいため、TinySwitch-4 は、DRAIN ピンから供給される電流で連続的に動作することが可能です。バイパス コンデンサの値が 0.1 μF であれば、高周波デカップリングにも電力供給にも十分対応できます。

さらに、BYPASS/MULTI-FUNCTION ピンに外付け抵抗を介して電流が供給されるときに BYPASS/MULTI-FUNCTION ピン電圧を 6.4 V でクランプするシャントレギュレータがあります。これにより TinySwitch-4 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、無負荷時待機電力を 50 mW 未満に抑えることができます。

BYPASS/MULTI-FUNCTION ピン低電圧検出

BYPASS/MULTI-FUNCTION ピン低電圧回路は、定常動作中に BYPASS/MULTI-FUNCTION ピンの電圧が約 4.9 V を下回った場合にパワー MOSFET を停止します。定常動作中に BYPASS/MULTI-FUNCTION ピン電圧が 4.9V を下回った場合、パワー MOSFET をオンさせるためには、この電圧を 5.85 V まで上げる必要があります。

過熱保護

過熱保護回路はダイの温度を検出します。スレッシュホールドは通常、142 °C (75 °C ヒステリシス) に設定されています。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 MOSFET は停止します。ダイの温度が 75 °C 低下すると、パワー MOSFET は再び動作を開始します。75 °C (typ.) という大きなヒステリシスなので、継続的な異常状態によるプリント基板の過熱を回避できます。

カレントリミット

カレントリミット回路は、パワー MOSFET の電流を検出します。この電流が内部スレッショールド (I_{LIMIT}) を超えると、そのサイクルの残りの期間、パワー MOSFET はオフになります。カレントリミット ステートマシンは、中負荷及び軽負荷時の負荷量に応じてカレントリミットのスレッショールドを低減します。

パワー MOSFET がオンした直後、リーディング エッジ型ブランキング回路はカレントリミットコンパレータを短時間 (t_{LEB}) 停止させます。このリーディング エッジブランキング時間は、コンデンサ及び二次側整流器の回復時間が原因で発生する電流スパイクによりスイッチングパルスが途中で終了しないように設定されています。

オートリスタート

出力過負荷、出力短絡、またはオープンループ等の異常状態が発生した場合、TinySwitch-4 はオートリスタート動作に切り替わります。発振器でクロックが発生する内部カウンタは、ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンが引き下げられるたびにリセットされます。ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンが 64 ms 間引き下げられなかった場合、パワー MOSFET スwitching は通常 2.5 秒間停止します (低入力電圧状態の場合は除きます)。異常状態が除去されるまでは、オートリスタート機能により、パワー MOSFET のスイッチングは動作と停止が繰り返されます。図 6 に、出力短絡がある場合のオートリスタート回路の動作を示します。

低入力電圧状態の場合は、パワー MOSFET のスイッチングが通常の 2.5 秒間が過ぎても停止状態になり、入力低電圧状態が終了するまで停止したままになります。

適応型スイッチング サイクル オン時間延長

適応型スイッチングサイクル ON 時間延長機能により、 DC_{MAX} 信号が低下した後も途中で終了せず、カレントリミットに達するまでサイクルが継続します。この機能により、レギュレーションを維持するために必要な最小入力電圧を低下させ、保持時間を拡大して必要な整流コンデンサのサイズを最小化できます。電源の起動中は、電源出力がレギュレーション範囲に達するまで ON 時間延長は無効になります。

低入力電圧検出回路

DC 入力と ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンを外付け抵抗で接続することで、DC 入力電圧を監視することができます。起動時、またはオートリスタート中でパワー MOSFET のスイッチングが停止している場合に、パワー MOSFET のスイッチングを開始するには、ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンに供給される電流が 25 μA を超える必要があります。起動時にこの条件を満たすようにするには、低入力電圧状態のときに、BYPASS/MULTI-

FUNCTION ピンを 4.9 V に保持します。これにより、低入力電圧状態が解消されると BYPASS/MULTI-FUNCTION ピンが 4.9 V から 5.85 V に上昇します。パワー MOSFET のスイッチングがオートリスタートモードで停止し、低入力電圧状態になるとオートリスタートカウンタが停止します。これにより、ディセーブル時間が通常の 2.5 秒よりも延長されて、低入力電圧状態が終了するまで継続します。

また、低入力電圧回路は、ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンに接続された外付け抵抗が無い場合 (ピンへの供給電流が 2 μA 未満)、低入力電圧検出機能は無効になります。

TinySwitch-4 の動作

TinySwitch-4 デバイスは、カレントリミットモードで動作します。通常、発振器は各サイクルの最初にパワー MOSFET をオンにします。電流がカレントリミットまで上昇するか、または DC_{MAX} リミットに達すると、MOSFET はオフになります。TinySwitch-4 の設計上の最大のカレントリミットレベル及び発振周波数は一定であるため、負荷に供給される電力はトランスの一次インダクタンス及びピーク一次電流の 2 乗に比例します。そのため、電源の設計には、必要な最大出力電力に対するトランスの一次インダクタンスの計算が必要です。TinySwitch-4 が電力レベルに対して適切に選択されている場合、 DC_{MAX} リミットに達する前に、インダクタンス電流は徐々にカレントリミットに到達します。

イネーブル機能

TinySwitch-4 は ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンを検出して、次のスイッチングサイクルに進むかどうかを判断します。カレントリミットの決定には、サイクルのシーケンスが使用されます。一度サイクルが開始すると、サイクルは常に完了されます (サイクルの途中で ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンの状態が変化した場合も含む)。この動作の結果、出力リップルは、出力コンデンサ、スイッチングサイクルあたりのエネルギー及びフィードバックの遅延によって規定されます。

電源の出力電圧を基準電圧と比較して、ENABLE/UNDERVOLTAGE ピン信号が二次側で生成されます。電源の出力電圧が基準電圧より小さい場合は、ENABLE/UNDERVOLTAGE ピン信号が High になります。通常、ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンはフォトカプラによって駆動されます。フォトカプラ トランジスタのコレクタは ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンに、エミッタは SOURCE ピンに接続されています。フォトカプラ LED は、DC 出力電圧のツェナーダイオードと直列に接続され、レギュレーション動作を行います。出力電圧が目標のレギュレーション電圧レベル (フォトカプラ LED の電圧降下にツェナー電圧を加えた値) を超えると、フォトカプラ LED の導通が開始し、ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンを Low に引き下げます。ツェナー ダイオードを TL431 基準回路に置き換えて、精度を高めることもできます。

カレントリミット ステートマシンの ON/OFF 動作

TinySwitch-4 の内部クロックは常に動作します。各クロックサイクルの開始時に、ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンをサンプリングしてスイッチングサイクルを実行するかどうかを判定し、サイクルを複数回経過したサンプルのシーケンスに基づいて適切なカレントリミットを決定します。負荷が大きいと、ステートマシンはカレントリミットを最大値に設定します。負荷が軽くと、ステートマシンはカレントリミットの値を減少させます。

最大負荷に近い場合、TinySwitch-4 はクロックサイクルのほぼすべてで動作します (図 7)。負荷がわずかに軽くと、電源出力の電圧レギュレーションを維持するために、それに続くサイクルを「スキップ」します (図 8)。中程度の負荷では、サイクルはスキップされ、カレントリミットは減少します (図 9)。負荷が極めて軽くと、カレントリミットはさらに減少します (図 10)。電源の電力消費を抑えるために発生するサイクルはごくわずかです。

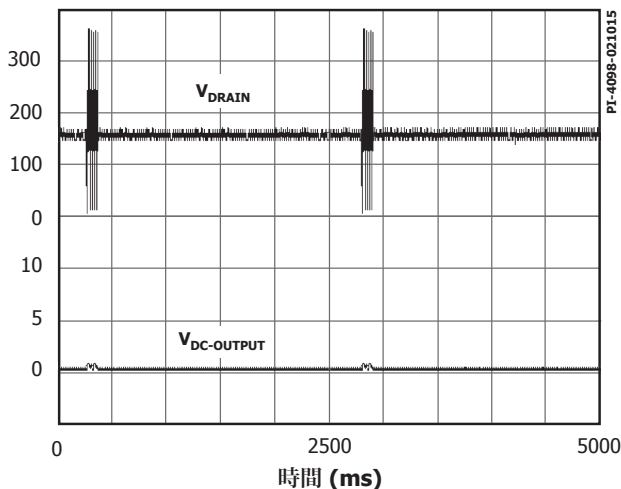


図 6. オートリスタートでの動作

ON/OFF 制御スキームの応答時間は、PWM コントロール回路と比較すると非常に高速です。このため、高精度なレギュレーションと優れた過渡応答を実現します。

起動/停止

TinySwitch-4 は、標準のカレントリミットで動作する場合、BYPASS/MULTI-FUNCTION ピンに 0.1 μ F コンデンサのみが必要です。サイズが小さいため、このコンデンサの充電時間は絶対最小値 (通常は 0.6 ms) に維持されます。別のカレントリミットを選択した場合、充電時間は BYPASS/MULTI-FUNCTION ピンのコンデンサ容量に比例して変わります。ON/OFF フィード

バックは高バンド幅であるため、電源出力にオーバーシュートは発生しません。DC 入力プラス側と ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンの間に外付け抵抗 (4 M Ω) が接続されている場合、DC 入力電圧がスレッショールド (100V) を超えるまで、起動時のパワー MOSFET のスイッチングを遅延します。図 11 及び 12 に、外付け抵抗 (4 M Ω) が ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンに接続されている場合と、接続されていない場合の、アプリケーションの起動タイミングの波形を示します。起動時及び過負荷状態で、導通時間が 400 ns 未満の場合、デバイスはピークドレイン電流を制御し続けるためにスイッチング周波数を低減します。

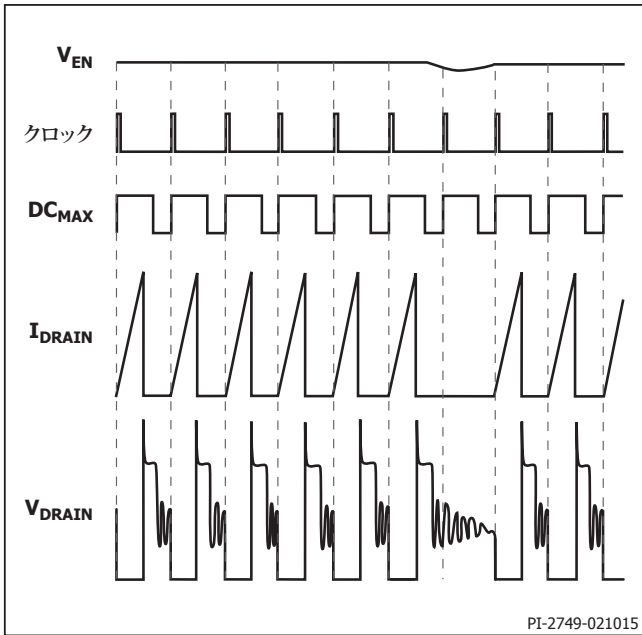


図 7. 最大負荷近くでの動作

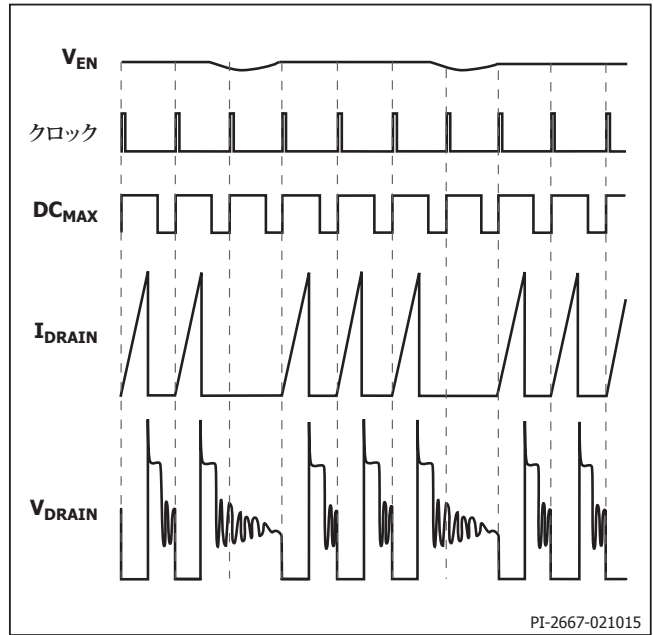


図 8. やや高負荷での動作

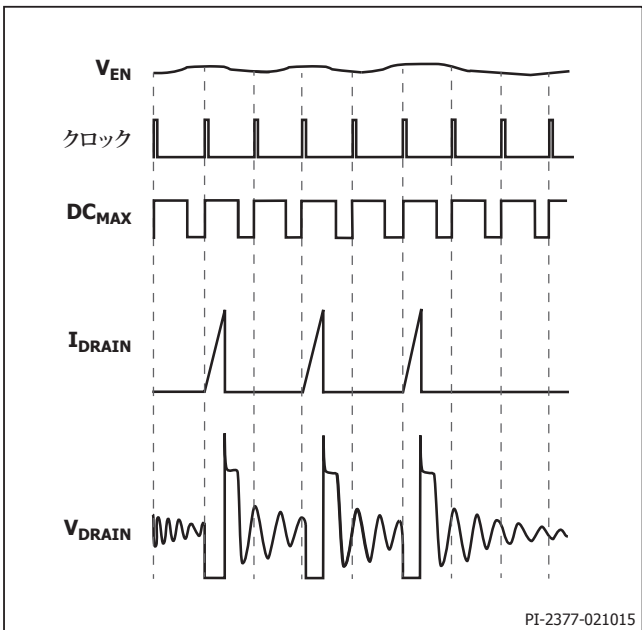


図 9. 中程度の負荷での動作

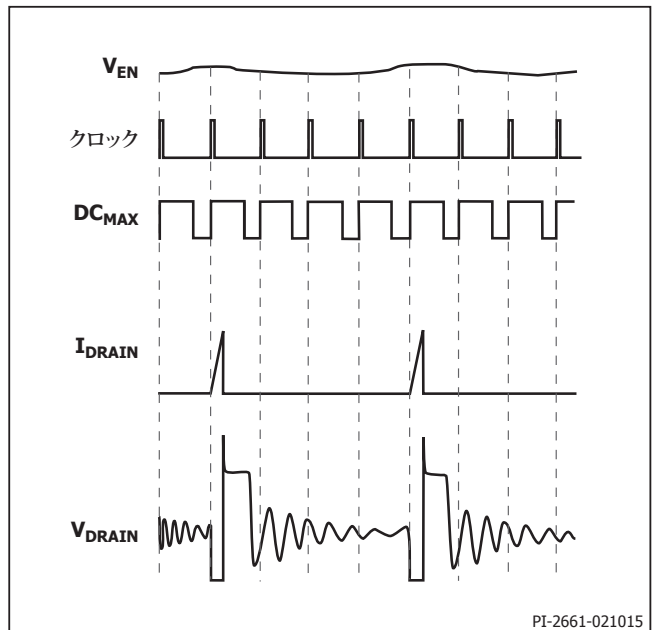


図 10. 極めて軽い負荷での動作

外付け抵抗が使用されている場合、停止時に出力のレギュレーションが外れると、パワー MOSFET は 64 ms の間、スイッチングを継続します。低電圧検出機能により入力電圧が低いときに再起動しないため、その後、パワー MOSFET はグリッチがなく停止します。

図 13 に、標準の停止タイミング波形を示します。図 14 に、スタンバイアプリケーションの非常に低速な停止タイミング波形を示します。この場合、不要な再起動を防ぐために、外付け抵抗 (4 M Ω) が ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンに接続されています。

チップには DRAIN ピンから直接電力が供給されるため、チップに電力を供給するのにバイアス巻線は不要です (「機能の説明」を参照)。これには主に 2 つのメリットがあります。通常のアプリケーション場合、バイアス巻線及び関連部品のコストを削減できます。次に、充電器アプリケーションの場合、電流/電圧特性により、電力供給中に出力電圧が 0 V 付近まで低下すること

があります。TinySwitch-4 では、この動作をフォワード バイアス巻線及び多数の関連部品なしで実現します。極めて低い無負荷時消費電力 (50 mW) を必要とするアプリケーションの場合、バイアス巻線と BYPASS/MULTI-FUNCTION ピン間の抵抗を通じてチップに電力を供給できます。最小の推奨供給電流は 1 mA です。この場合、BYPASS/MULTI-FUNCTION ピンは 6.4 V でクランプされます。この方法では、DRAIN ピンからの電力供給がなくなるため、無負荷時の電力消費が低減され、全負荷時のエネルギー効率が向上します。

カレントリミットの動作

ドレイン電流がデバイスのカレントリミットに達すると、各スイッチングサイクルは停止します。カレントリミットの動作により、入力リップルが適切に低減され、入力電圧に関係なく比較的一定の電力が供給されます。

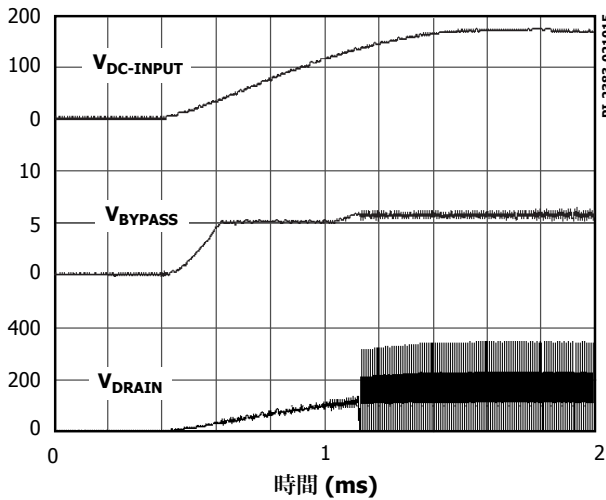


図 11. オプションの外付け UV 抵抗 (4 M Ω) が EN/UV ピンに接続されている場合の起動

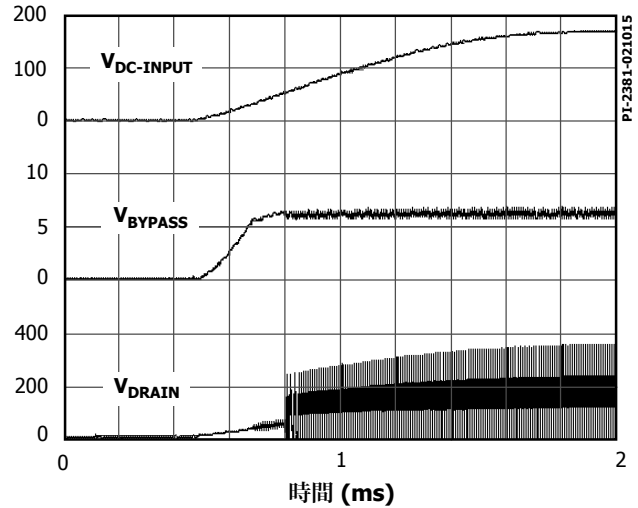


図 12. オプションの外付け UV 抵抗が EN/UV ピンに接続されていない場合の起動

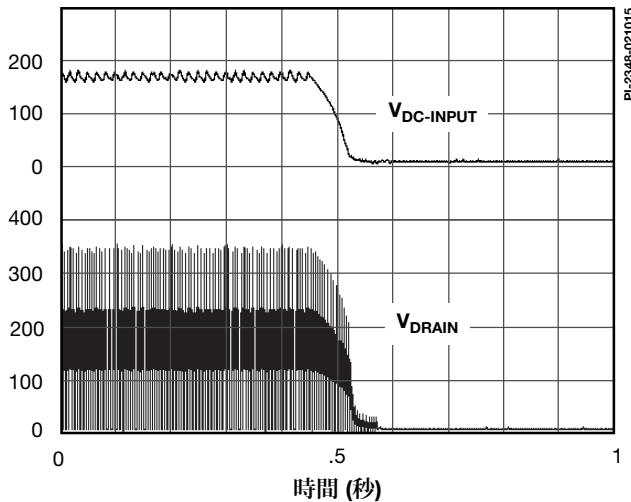


図 13. 通常の停止タイミング (UV なし)

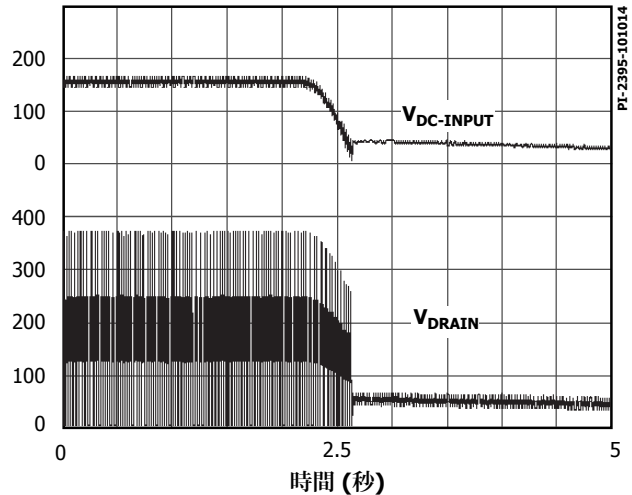


図 14. オプションの外付け UV 抵抗 (4 M Ω) が EN/UV ピンに接続されている場合の低速停止のタイミング

BYPASS/MULTI-FUNCTION ピン コンデンサ

BYPASS/MULTI-FUNCTION ピンでは、デバイスの内蔵電源のデカップリングを行うために 0.1 μF 程度の小さなセラミック コンデンサを使用できます。大きなサイズのコンデンサは、カレントリミットの設定変更に使用します。TNY285-290 では、BYPASS/MULTI-FUNCTION ピンのコンデンサが 1 μF の場合、ワンサイズ小さなデバイスの標準カレントリミットに等しい、小さなカレントリミットが選択されます。また、BYPASS/MULTI-FUNCTION ピンのコンデンサが 10 μF の場合、ワンサイズ大きなデバイスの標準カレントリミットに等しい、大きなカレントリミットが選択されます。TNY290 ハイカレントリミットレベルは、通常 850 mA に設定されています。TNY284 MOSFET ではカレントリミットを引き上げることができないため、この機能を使用できません。

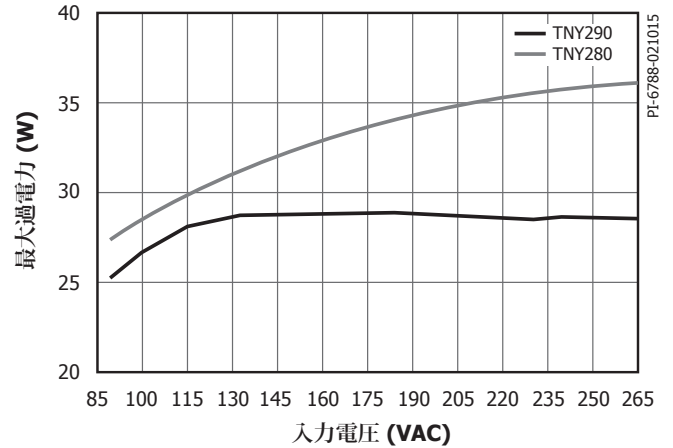


図 15. 入力電圧に対する、TinySwitch-4 及び TinySwitch-III の最大電力の比較 (データ参照: RDK-295 20W デザイン例)

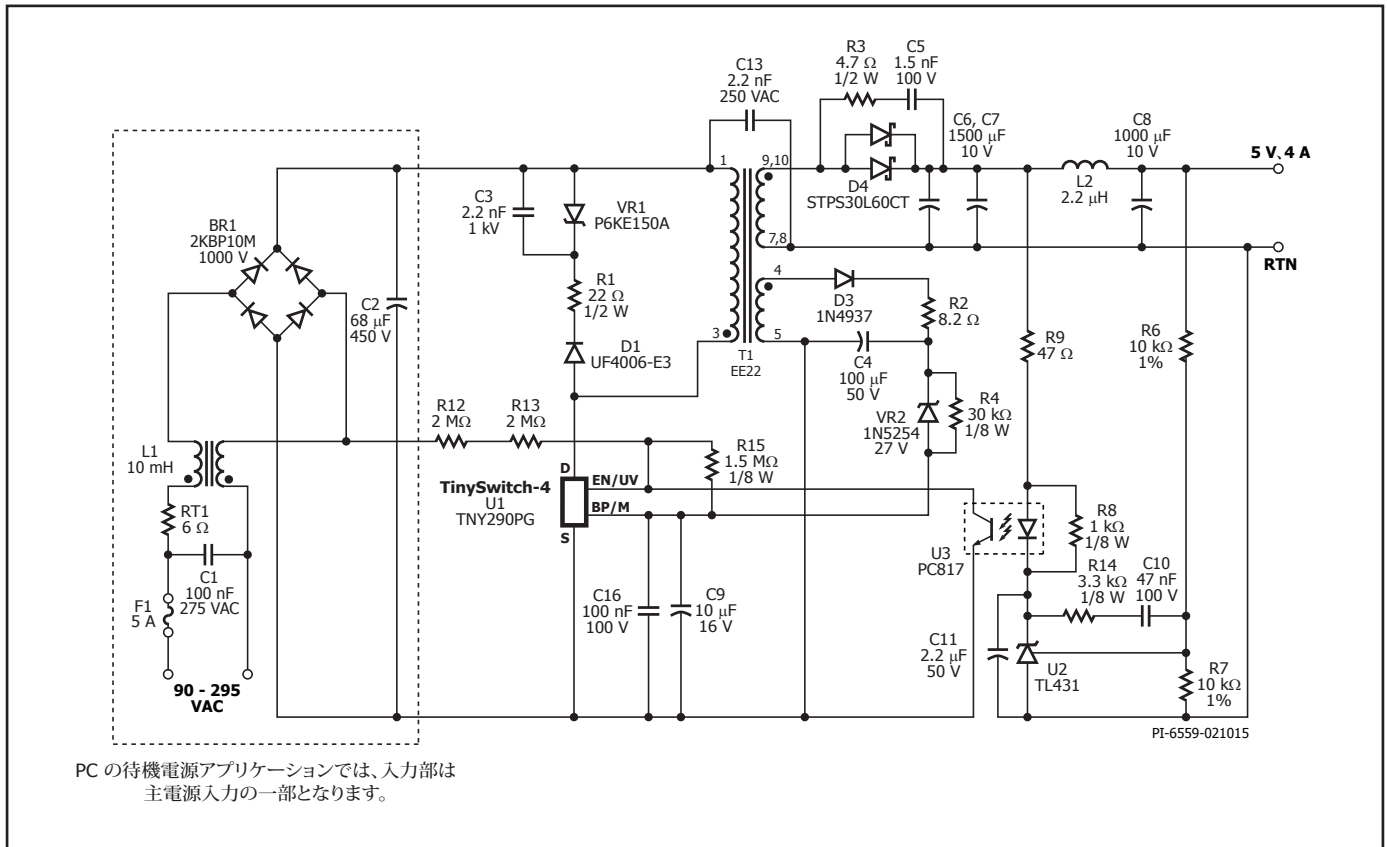


図 16. TNY290PG, 5 V, 4 A ユニバーサル入力電源

応用例

図 16 に示す回路は、TNY290PG を使用した、ユニバーサル入力、5 V, 4 A 出力用に設計された低コスト、高効率のフライバック電源です。

この電源には、低電圧ロックアウト、一次側検出による出力過電圧ラッチ停止保護、高効率 (80% 以上)、及び極めて低い無負荷時消費電力 (265 WAC で 50 mW 未満) の特徴があります。出力レギュレーションは、リファレンス IC 及びフォトカプラフィードバックを使用することにより行われます。

整流及びフィルタを通過した入力電圧は、T1 の一次巻線に印加されます。トランス一次側のもう一方の端子は、U1 に内蔵された MOSFET によって駆動されます。クランプ回路はダイオード D1、C3、R1、及び VR1 で構成されていて、漏れインダクタンスによる DRAIN ピンのターンオフ電圧スパイクを安全な値に制限します。

出力電圧は TL431 U2 で制御されます。出力電圧リップルが U2 のカソード電圧とフォトカプラ LED の順方向電圧降下の合計を超えると、電流はフォトカプラ LED 内を流れるようになります。これにより、フォトカプラのトランジスタは電流を吸い込みます。この電流が ENABLE ピンのスレッショールド電流を超えると、次のスイッチングサイクルを停止します。出力電圧がフィードバック スレッショールドを下回ると、スイッチングが開始され、スイッチングサイクル数を制御することによって、出力レギュレーションを維持します。負荷が低減するとスイッチングサイクル数は減少し、スイッチング周波数は低くなり、スイッチング損失は負荷の大きさによって決められます。これにより、軽負荷時を含めば一定の効率を維持できるため、エネルギー効率要求を満たすのに最適です。

TinySwitch-4 デバイスは完全に自己給電されるため、トランスに補助巻線またはバイアス巻線は不要です。ただし、バイアス巻線を追加して出力過電圧保護機能を設定することで、オープン フィードバック ループ不良から負荷を保護することができます。

バイアス電圧が VR2 と BYPASS/MULTIFUNCTION (BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL) ピン電圧の合計を超えるような過電圧状態が発生した場合、電流が BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピンに流れ込み始めます。この電流が I_{SD} を超えると、TinySwitch-4 の内部ラッチ停止回路がアクティブになります。R12 及び R13 を経由する ENABLE/UNDERVOLTAGE ピン電流が各 AC 入力ハーフサイクルの間に 18.75 μ A 未満に低下すると、この状態はリセットされます。したがって、図 16 の設定は、過電圧異常時の非ラッチタイプになります。ラッチ過電圧保護を実現するには、R12 及び R13 を C2 のプラス端子に接続しますが、待機電力は上昇します。ここで示されている例では、オープンループ時、出力が 17V まで上昇して OVP 停止します。

無負荷時の入力消費電力を削減する場合、バイアス巻線を使用して TinySwitch-4 デバイスに電力を供給することもできます。抵抗 R4 は BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピンに電流を供給します。これにより、デバイス内部の高電圧からの電流供給ではなく、抵抗 R4 を経由して BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピンに電流が供給され、BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピンコンデンサ電圧 (C7) を維持します。その結果、この設計の無負荷時消費電力が 140 mW から 40 mW (265VAC 時) に低下します。

DC バスと U1 の ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンを接続する R5 によって、低電圧ロックアウトが設定されます。低電圧ロックアウト状態の場合、ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンの電流が 25 μ A を超えるまで、スイッチン

グは行われません。これにより、起動電圧は通常動作の入力電圧範囲内でプログラムされ、異常な低電圧状態や AC 入力ゼロになった際にも出力グリッチを防ぎます。

ディファレンシャルモード EMI のシンプルな π 型入力フィルタ (C1、L1、C2) に加え、この設計ではトランス内に E-Shield™ シールド技術を使用して、コモンモード EMI 変位電流を低減します。また、R2 及び C4 をダンピングネットワークとして使用して、高周波トランスのリングングを低減します。これらの技術と TNY288PG 周波数ジッターを組み合わせることで、優れた伝導及び放射 EMI 特性が得られ、EN55022 クラス B 伝導 EMI 規格に対するマージンを 12 dB μ V 以上にすることができます。

設計の自由度が高いため、C7 の値を選択して、U1 の 3 つのカレントリミット オプションからいずれか 1 つを選択できます。これにより、設計者はアプリケーションに適したカレントリミットを選択できます。

- 標準カレントリミット (I_{LIMIT}) は 0.1 μ F の BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピン コンデンサで選択され、標準的な密閉型アダプタ応用例として一般的に選択されます。
- 1 μ F の BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピンコンデンサを使用すると、カレントリミットが低下し ($I_{LIMITred}$ または $I_{LIMIT}-1$)、RMS デバイス電流を小さくできるため、効率は向上しますが、最大電力容量は小さくなります。これは、放熱を最小限にする必要がある、温度条件の厳しい設計に最適です。
- 10 μ F の BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピン コンデンサを使用すると、カレントリミットが増加し ($I_{LIMITinc}$ または $I_{LIMIT}+1$)、熱条件が許す限りピーク電力または連続電力を高くする必要があるアプリケーションの電力容量を拡張します。

隣接する TinySwitch-4 ファミリー製品間のカレントリミットには互換性があるため、さらに自由度が高まります。特定のデバイスのローカレントリミットは、ワンサイズ小さなデバイスの標準カレントリミットと同じになり、ハイカレントリミットはワンサイズ大きなデバイスの標準カレントリミットと同じになります。

応用時の重要検討項目

TinySwitch-4 vs. TinySwitch-III

表 2 に、TinySwitch-4 と TinySwitch-III の機能及び特性面の違いを示します。TinySwitch-4 は TinySwitch-III に対して機能が改善されていますが、ピンの互換性があり、設計上の手間を最小限に抑えながら新しい設計に対応できます。機能強化に加えて、TinySwitch-4 には、さまざまなアプリケーション要件に適合するために eSOP-12B (K) 及び SO-8C (D) という 2 つの新しいパッケージが用意されています。

機能	TinySwitch-III	TinySwitch-4
BV _{DSS}	700 V	725 V
入力補正された OCP	無し	有り
85 VAC ~ 265 VAC の標準的な OCP 変化	> 40%	<15%
UV スレッシュホールド	25 μ A \pm 10%	25 μ A \pm 5%
V _{BP} リセット電圧	2.6 V (標準)	3.0 V (標準)
パッケージ	DIP-8C (P)、SMD-8C (G)	DIP-8C (P)、eSOP-12B (K)、SO-8C (D)

表 2. TinySwitch-III と TinySwitch-4 の比較

TinySwitch-4 設計上の考慮事項

出力電力テーブル

データシートに記載の出力電力テーブル (表 1) は、以下の想定条件下で得られる最小連続出力電力レベルを示しています。

- 最小 DC 入力電圧が 85 VAC 入力 100 V 以上、230 VAC 入力または倍電圧使用時の 115 VAC 入力 220 V 以上。入力コンデンサの値は、AC 入力設計に対するこれらの条件を満たす値にする必要があります。
- 75% の効率。
- I_F がデータシートに記載されている最小の値。
- \pm 10% のトランスの一次インダクタンス公差。
- 135 V の出力の跳ね返り電圧 (V_{OR})。
- 高速 PN 整流ダイオードを使用した 12 V の電圧用出力。
- 過渡 K_p* 値が 0.25 による連続動作モードでの動作。
- ピーク電力及びオープン フレーム電力設計ではハイカレントリミットを選択し、アダプタ設計では標準カレントリミットを選択。
- 部品は SOURCE ピンが大きな銅面にはんだ付けされ、ヒートシンクは SOURCE ピンの温度を 110 °C 以下に保つために使用。
- オープン フレーム設計で 50 °C、密閉型アダプタで 40 °C の周囲温度。

* 値が 1 以下の場合、K_p は一次電流のピークに対するリップルの比率です。スイッチングサイクルの中断による電力容量の低減を防ぐには、過渡 K_p リミットを 0.25 以上にするのを推奨します。このようにすると、MOSFET のターンオン時に初期カレントリミット (I_{INIT}) を超過することがなくなります。

参考データとして、表 3 に各ファミリー製品における 3 つの選択可能なカレントリミット値での実用的な最小電力を示します。この表では、オープンフレーム動作 (熱的に制限されない) を想定していますが、それ以外の条件は上記と同じです。これらの値は、対象のデバイス及び出力電力要求に対する適切なカレントリミットを設定するのに役立ちます。

過電圧保護

TinySwitch-4 の出力過電圧保護では、約 5.5 mA のスレッシュホールド電流が BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピンに流れるとトリガされる内部ラッチを使用します。内部フィルタに加えて、BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピン コンデンサは外部フィルタを形成して、偶発的なトリガに対するノイズ耐性を高めます。バイパス コンデンサの高周波フィルタとしての効果が高めるには、コンデンサをデバイスの SOURCE ピン及び BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピンのできるだけ近くに配置する必要があります。

製品	230 VAC \pm 15%			85-265 VAC		
	I _{LIMIT-1}	I _{LIMIT}	I _{LIMIT+1}	I _{LIMIT-1}	I _{LIMIT}	I _{LIMIT+1}
TNY284P	9.1 W	10.9 W	9.1 W	7.1 W	8.5 W	7.1 W
TNY285P	10.8 W	12 W	15.1 W	8.4 W	9.3 W	11.8 W
TNY286P	11.8 W	15.3 W	19.4 W	9.2 W	11.9 W	15.1 W
TNY287P	15.1 W	19.6 W	23.7 W	11.8 W	15.3 W	18.5 W
TNY288P	19.4 W	24 W	28 W	15.1 W	18.6 W	21.8 W
TNY289P	23.7 W	28.4 W	32.2 W	18.5 W	22 W	25.2 W
TNY290P	28 W	32.7 W	36.6 W	21.8 W	25.4 W	28.5 W

表 3. 3 つの選択可能なカレントリミットレベルにおける実用的な最小電力

OVP 機能の特性を最大にするには、15 V ~ 30 V の範囲内の、比較的高いバイアス巻線電圧を使用することを推奨します。こうすることで、漏れインダクタンスが原因で発生するバイアス巻線のエラー電圧は最小になり、無負荷動作時に十分な電圧が印加されるようになって BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピンに電力が供給されるようになり、無負荷時の消費電力が低減されます。

ツェナー ダイオードの電圧がバイアス巻線電圧を約 6 V (22 V のバイアス巻線の場合は 28 V) 上回るように選択すると、ほとんどの設計で良好な OVP 特性を得ることができます。電圧は、漏れインダクタンスの変動を補正するよう調整されることがあります。さらにフィルタを追加するには、小さい値 (10 Ω から 47 Ω) の抵抗をバイアス巻線ダイオードや OVP ツェナー ダイオードと直列に挿入します (図 16 の R7 及び R3 を参照)。OVP ツェナー ダイオードと直列に接続された抵抗は、BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピンへの最大電流も制限します。

無負荷時待機電力の削減

TinySwitch-4 は BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピン コンデンサから自己給電されるため、電力供給のためにトランス上に補助巻線またはバイアス巻線を用意する必要はありません。自己給電中の一般的な無負荷時消費電力は、265 VAC 入力で 150 mW 未満です。バイアス巻線を追加すると、TinySwitch-4 に低いバイアス電圧から電力が供給され、内部の高電圧電源が使用されなくなるため、この無負荷時消費電力値を 50 mW 未満に下げることができます。このためには、データシートに記載されているドレイン供給電流を確保できるように、抵抗の値 (図 16 の R8) を選択します。実際は、低負荷時にはバイアス電圧が低下するため、データシートの最大電流より 40% を上回る値から開始し、抵抗の値を次第に大きくして、無負荷時消費電力が最小になるようにします。

音鳴り

TinySwitch-4 で使用されるサイクル スキップ モードでは、トランスで可聴周波数成分が生成されることがあります。この音鳴りの発生を制限するために、トランスはピーク コア磁束密度が 3000 ガウス (300 mT) 未満になるように設計する必要があります。このガイドラインに従い、標準のトランス製造技術である浸漬ワニス処理を行うことで、実用上の可聴ノイズをゼロにできます。一次容量が大きくなり、損失が増えることになるため、トランスの真空含浸処理は行わないでください。より高い磁束密度の設計も可能ですが、設計終了前にトランスの量産サンプルを使用して音鳴りの特性を慎重に評価する必要があります。

Z5U などの誘電体を使用するセラミック コンデンサをクランプ回路に使用した場合も、可聴ノイズが生成されることがあります。その場合は、フィルム タイプなどの別の誘電体または構造を使ったコンデンサに交換してみてください。

TinySwitch-4 のレイアウトに関する考慮事項

レイアウト

TinySwitch-4 の推奨基板レイアウトについては、図 17 を参照してください。

一点接地

入力フィルタ コンデンサから銅箔部上の SOURCE ピンへの接続は、一点接地接続にします。

バイパス コンデンサ (C_{BP})

BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピン コンデンサは BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピン及び SOURCE ピンの近傍に直接配置する必要があります。

0.1 μF のバイパス コンデンサを選択した場合は、高周波数セラミック タイプ (X7R 誘電体を搭載したタイプなど) を指定する必要があります。このコンデンサを ENABLE ピン及び SOURCE ピンの間に直接配置して、BYPASS ピンに入力される外部ノイズをフィルタする必要があります。1 μF または 10 μF のバイパス コンデンサを選択した場合は、0.1 μF コンデンサを

BYPASS ピン及と SOURCE ピンに間に追加して、ノイズをフィルタリングする必要があります (図 17 を参照)。

ENABLE/UNDERVOLTAGE ピン

ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンに接続する配線は短くして、できる限り、バイパス、ドレインノード、バイアス回路のダイオードのアノードノードなどの (ただしこれらに制限されない) ソースポテンシャル上のその他の全ての線及びノードから離します。

一次側ループ エリア

入力フィルタ コンデンサ、トランスの一次側、及び TinySwitch-4 を接続する一次側ループ エリアは、できるだけ小さくする必要があります。

一次側クランプ回路

クランプは、電源オフ時の DRAIN ピンのピーク電圧を制限するために使用します。具体的には、RCD クランプまたはツェナー (約 200 V) とダイオードクランプを一次巻線に使用します。EMI を低減するには、クランプ部品からトランス及び TinySwitch-4 までのループを最小化します。

温度に関する考慮事項

SOURCE ピンは IC リード フレームに内部で接続され、デバイスから放熱するための主要な経路を提供します。したがって、一点接地としてだけでなくヒート シンクとしても機能させるには、SOURCE ピンを TinySwitch-4 の下の銅箔部に接続する必要があります。銅箔部は EMI に影響しないノードに接続しているので、より良い放熱のために銅箔部をできるだけ大きくする必要があります。アキシャル出力ダイオードに対しても同様に、放熱を高めるためにカソードに接続する PCB 面積を最大にします。

Y コンデンサ

Y コンデンサは、一次側入力フィルタ コンデンサのプラス端子から二次側トランスのコモンリターン端子に直接接続する必要があります。このように配置すると、過大なコモン モード サージ電流を迂回させて、TinySwitch-4 デバイスへの進入を防止できます。注: π 型 (C、L、C) の入力 EMI フィルタを使用する場合は、フィルタのインダクタを入力フィルタコンデンサのマイナス端子間に接続する必要があります。

フォトカプラ

一次側配線の長さを最小にするには、フォトカプラを 物理的に TinySwitch-4 の近くに配置します。ノイズ干渉を防ぐために、高電流、高電圧のドレイン線とクランプ線はフォトカプラから離します。

出力ダイオード

最大限の性能を引き出すには、二次巻線、出力ダイオード、出力フィルタコンデンサを接続するループ面積をできるだけ小さくする必要があります。さらに、十分な放熱のためにダイオードのアノード端子とカソード端子の両方の銅箔部を十分に大きくする必要があります。電氣的に安定したカソード端子の銅箔面積を大きくすることを推奨します。アノード エリアを大きくすると、高周波のラジエーション EMI が増大することがあります。

プリント基板の漏れ電流

TinySwitch-4 は、全電力領域にわたって、特に待機/無負荷状態において、エネルギー効率を最適化するように設計されています。したがって、この特性を実現するために電流消費量は最小に抑えられています。たとえば、ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンの低入力電圧検出機能では、検出抵抗の有無を検知するためにスレッシュホールドが小さい値 (1 μA 未満) になっています。

プリント基板アセンブリが適切に管理された製造設備にある場合、ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンに流れる寄生漏れ電流は通常、この 1 μA のスレッシュホールド未満になっています。ただし、湿度が高く、無洗浄フラックスやその他の不純物による基板またはパッケージの汚染が原因で表面抵抗率が低下し、1 μA を超える寄生電流が ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンに流れることがあります。これらの電流は、ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンに近い、より高電圧の露出した半田パッド (BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピン半田パッドなど) から流入して、低電圧入力ロックアウト機能を使用する設計では起動に影響を及ぼすことがあります。抵抗を高電圧箇所から

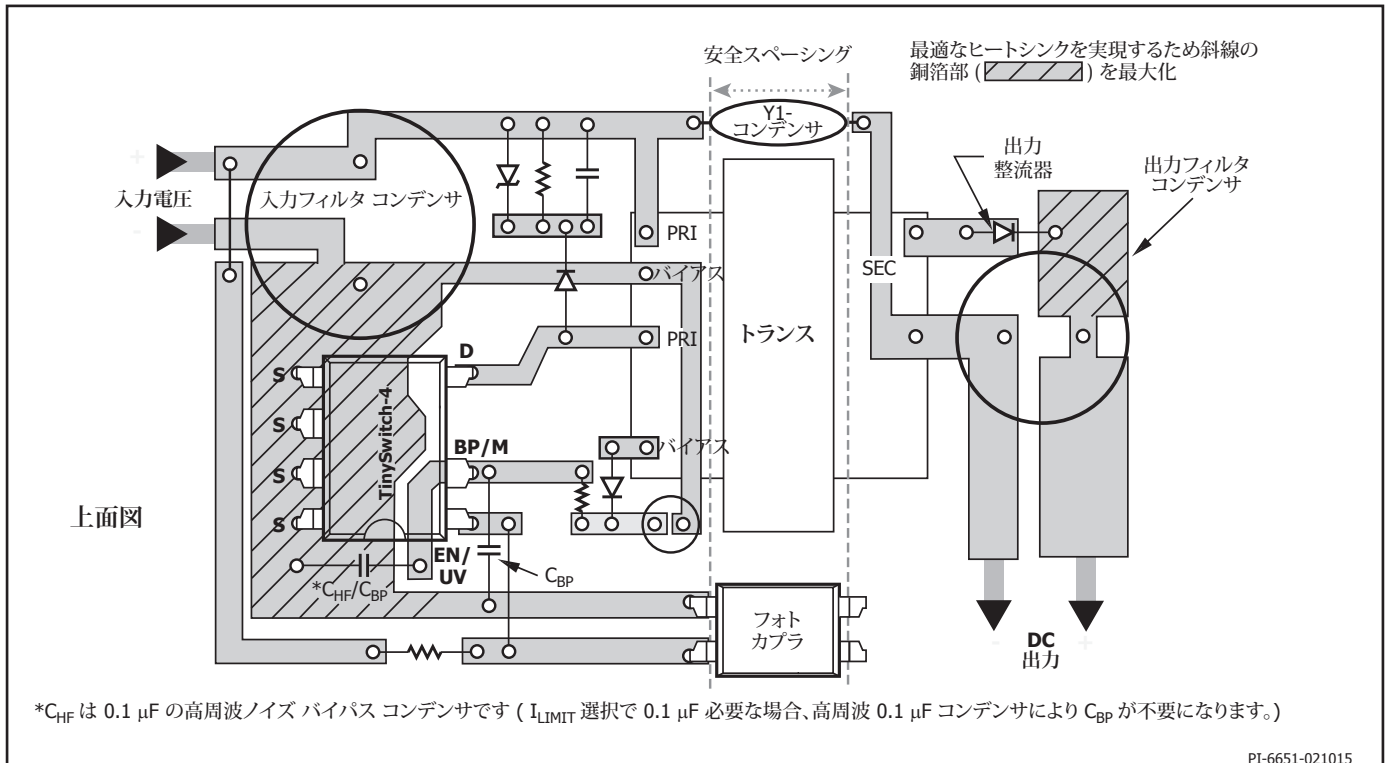


図 17. 低電圧ロックアウト抵抗を備えた TinySwitch-4 の推奨基板レイアウト

ENABLE/UNDERVOLTAGEピンに接続することで、この影響を受けなくすることができます。

プリント基板アセンブリ施設内の汚染レベルが不明で、アプリケーションがオープンフレームである、または汚染度が高い環境で動作し、低電圧ロックアウト機能を使用しない場合、オプションの 390 kΩ 抵抗を ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンと SOURCE ピンの間に追加して、ENABLE/UNDERVOLTAGE ピンに流れる寄生漏れ電流を 1 μA 未満に抑える必要があります。

サプライヤのガイドラインに従って無洗浄フラックスが適用されている表面絶縁抵抗 (SIR) の標準値は、10 MΩ よりも大幅に大きいため、この問題は発生しません。

設計チェックリスト

いかなる電源設計においても TinySwitch-4 を使用する場合はすべて、最

悪条件で部品仕様を超えないことをベンチマークテストで検証する必要があります。最低限、次の試験を行うことを強く推奨します。

1. 最大ドレイン電圧 – 最大入力電圧及びピーク (過負荷) 出力電力で V_{DS} が 675 V を超えないことを検証します。725 V BV_{DSS} 仕様に対する 50 V のマージンは、設計によるばらつきを考慮したマージンです。
2. 最大ドレイン電流 – 最高周囲温度、最大入力電圧及びピーク出力 (過負荷) 電力で、ドレイン電流の波形を検証してトランスの飽和とリーディング エッジ電流スパイクが起動時に発生しないことを確認します。定常状態で繰り返し、リーディング エッジ スパイク電流が $t_{LEB(MIN)}$ の最後に $I_{LIMIT(MIN)}$ を下回っているかどうか確認します。すべての条件において、最大ドレイン電流は仕様の絶対最大定格よりも低くすることが必要です。
3. 温度特性の確認 – 規定の最大出力電力、最小入力電圧、及び最大周囲温度で、TinySwitch-4、トランス、出力ダイオード、出力コンデンサの温度仕様を超えないことを検証します。TinySwitch-4 の $R_{DS(ON)}$ には、データシートに指定された部品ごとのばらつきを許容する十分な温度マージンが必要です。低入力電圧、最大電力においてこのばらつきを許容するには、TinySwitch-4 SOURCE ピンの最高温度を 110 °C にすることを推奨します。

絶対最大定格^{1,4}

DRAIN 電圧	.....	-0.3 V ~ 725 V
DRAIN ピーク電流:	TNY284	400 (750) mA ²
	TNY285	560 (1050) mA ²
	TNY286	720 (1350) mA ²
	TNY287	880 (1650) mA ²
	TNY288	1040 (1950) mA ²
	TNY289	1200 (2250) mA ²
	TNY290	1360 (2550) mA ²
EN/UV 電圧	.....	-0.3 V ~ 9 V
EN/UV 電流	.....	100 mA
BP/M 電圧	.....	-0.3 V ~ 9 V
保存温度	.....	-65 °C ~ 150 °C
最大ジャンクション温度 ³	.....	-40 °C ~ 150 °C
リード温度 ⁴	.....	260 °C

- 注:
- すべての電圧は SOURCE を基準とし、TA = 25 °C。
 - かっこ内のピーク DRAIN 電流は、DRAIN 電圧が同時に 400 V 未満であるときに適用されます。
 - 通常は内部回路によって制限されます。
 - ケースから 1/16 インチの点で 5 秒間。
 - 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。

熱抵抗

熱抵抗: P パッケージ:

(θ_{JA})	.....	70 °C/W ² , 60 °C/W ³
(θ_{JC}) ¹	.....	11 °C/W
D パッケージ:		
(θ_{JA})	.....	100 °C/W ² , 80 °C/W ³
(θ_{JC}) ¹	.....	30 °C/W
K パッケージ:		
(θ_{JA})	.....	45 °C/W ² , 38 °C/W ³
(θ_{JC}) ⁴	.....	2 °C/W

注:

- プラスチック面に近接した SOURCE ピンで測定。
- 0.36 平方インチ (232 mm²), 2 オンス (610 g/m²) の銅箔部にはんだ付け。
- 1 平方インチ (645 mm²), 2 オンス (610 g/m²) の銅箔部にはんだ付け。
- ケース温度は底面側の露出パッドで測定。

パラメータ	記号	条件 SOURCE = 0 V, T _J = -40 ~ 125 °C 図 18 を参照 (特に指定のない場合)			最小	標準	最大	単位
制御機能								
標準モードの出力周波数	f _{OSC}	T _J = 25 °C 図 5 を参照	平均	124	132	140	kHz	
			ピークトゥピーク ジッター		8			
最大デューティ サイクル	DC _{MAX}	S1 オープン		62	67		%	
EN/UV ピン上側ターンオフスレッシュホールド電流	I _{DIS}			-150	-122	-90	μA	
EN/UV ピン電圧	V _{EN}	I _{EN/UV} = 25 μA		1.8	2.2	2.6	V	
		I _{EN/UV} = -25 μA		0.8	1.2	1.6		
ドレイン供給電流	I _{S1}	EN/UV 電流 > I _{DIS} (MOSFET スイッチングなし) 注 A を参照			330		μA	
		I _{S2}	EN/UV オープン (f _{OSC} で MOSFET スイッチング) 注 B を参照	TNY284		360		400
	TNY285				410	440		
	TNY286				430	470		
	TNY287				510	550		
	TNY288				615	650		
	TNY289		715	800				
TNY290		875	930					

パラメータ	記号	条件 SOURCE = 0 V, $T_J = -40 \sim 125 \text{ }^\circ\text{C}$ 図 18 を参照 (特に指定がない場合)	最小	標準	最大	単位	
制御機能 (続き)							
BP/M ピン 充電電流	I_{CH1}	$V_{BP/M} = 0 \text{ V}, T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 C, D を参照	-6.5	-4.5	-2.5	mA	
	I_{CH2}	$V_{BP/M} = 4 \text{ V}, T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 C, D を参照	-4.7	-2.8	-1.4		
BP/M ピン電圧	$V_{BP/M}$	注 C 参照	5.6	5.85	6.3	V	
BP/M ピン 電圧ヒステリシス	$V_{BP/MH}$		0.80	0.95	1.20	V	
BP/M ピン シャント電圧	V_{SHUNT}	$I_{BP} = 2 \text{ mA}$	6.0	6.4	6.85	V	
EN/UV ピン入力低電圧 スレッシュホールド	I_{LUV}	$T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$	23.75	25	26.25	μA	
EN/UV ピンリセットヒス テリシス (BP/M ピン電流が I_{SD} を超える場合はラッチ オ フに従う)		$T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 G を参照	3	5	8	μA	
回路保護							
標準カレントリミット (BP/M コンデンサ = 0.1 μF) 注 D を参照	I_{LIMIT}	$di/dt = 50 \text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY284P/D/K	233	250	267	mA
		$di/dt = 55 \text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY285P/D/K	256	275	294	
		$di/dt = 70 \text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY286P/D/K	326	350	374	
		$di/dt = 90 \text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY287P/D/K	419	450	481	
		$di/dt = 110 \text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY288P/D/K	512	550	588	
		$di/dt = 130 \text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY289P/K	605	650	695	
		$di/dt = 150 \text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY290P/K	698	750	802	

パラメータ	記号	条件 SOURCE = 0 V, $T_J = -40 \sim 125 \text{ }^\circ\text{C}$ 図 18 を参照 (特に指定のない場合)	最小	標準	最大	単位	
回路保護 (続き)							
ロー カレントリミット (BP/M コンデンサ = 1 μF) 注 D を参照	I_{LIMITred}	di/dt = 42 mA/ μs $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY284P/D/K	196	210	233	mA
		di/dt = 50 mA/ μs $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY285P/D/K	233	250	277	
		di/dt = 55 mA/ μs $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY286P/D/K	256	275	305	
		di/dt = 70 mA/ μs $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY287P/D/K	326	350	388	
		di/dt = 90 mA/ μs $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY288P/D/K	419	450	499	
		di/dt = 110 mA/ μs $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY289P/K	512	550	610	
		di/dt = 130 mA/ μs $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY290P/K	605	650	721	
ハイ カレントリミット (BP/M コンデンサ = 10 μF) 注 D を参照	I_{LIMITinc}	di/dt = 42 mA/ μs $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E、F を参照	TNY284P/D/K	196	210	233	mA
		di/dt = 70 mA/ μs $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY285P/D/K	326	350	388	
		di/dt = 90 mA/ μs $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY286P/D/K	419	450	499	
		di/dt = 110 mA/ μs $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY287P/D/K	512	550	610	
		di/dt = 130 mA/ μs $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY288P/D/K	605	650	721	
		di/dt = 150 mA/ μs $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY289P/K	698	750	833	
		di/dt = 170 mA/ μs $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 E を参照	TNY290P/K	791	850	943	

パラメータ	記号	条件 SOURCE = 0 V、 $T_J = -40 \sim 125 \text{ }^\circ\text{C}$ 図 18 を参照 (特に指定のない場合)	最小	標準	最大	単位	
回路保護 (続き)							
電力係数	I^2f	標準カレントリミット、 $I^2f = I_{LIMIT(TYP)}^2 \times f_{OSC(TYP)}$ $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$	TNY284-290	$0.9 \times I^2f$	I^2f	$1.12 \times I^2f$	A ² Hz
		ローカレントリミット、 $I^2f = I_{LIMITRed(TYP)}^2 \times f_{OSC(TYP)}$ $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$	TNY284-290	$0.9 \times I^2f$	I^2f	$1.16 \times I^2f$	
		ハイカレントリミット、 $I^2f = I_{LIMITInc(TYP)}^2 \times f_{OSC(TYP)}$ $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$	TNY284-290	$0.9 \times I^2f$	I^2f	$1.16 \times I^2f$	
初期カレントリミット	I_{INIT}	図 21 を参照 $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 注 G を参照	TNY284-287	$0.77 \times I_{LIMIT(MIN)}$			mA
		図 22 を参照 $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 注 G を参照	TNY288-290	$0.725 \times I_{LIMIT(MIN)}$			
リーディングエッジ ブランキング時間	t_{LEB}	$T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 G を参照	170	215		ns	
カレントリミット遅延時間	t_{ILD}	$T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 G、H を参照		150		ns	
過熱シャットダウン温度	T_{SD}		135	142	150	$^\circ\text{C}$	
過熱シャットダウン ヒステリシス	T_{SDH}			75		$^\circ\text{C}$	
BP/M ピン シャットダウン スレッシュホールド電流	I_{SD}		4	6.5	9	mA	
BP/M 起動リセットスレッシュ ホールド電圧	$V_{BP/M(RESET)}$		1.6	3.0	3.6	V	
出力							
オン抵抗	$R_{DS(ON)}$	TNY284 $I_D = 25 \text{ mA}$	$T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$		28	32	Ω
			$T_J = 100 \text{ }^\circ\text{C}$		42	48	
		TNY285 $I_D = 28 \text{ mA}$	$T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$		19	22	
			$T_J = 100 \text{ }^\circ\text{C}$		29	33	
		TNY286 $I_D = 35 \text{ mA}$	$T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$		14	16	
			$T_J = 100 \text{ }^\circ\text{C}$		21	24	

パラメータ	記号	条件 SOURCE = 0 V, $T_J = -40 \sim 125 \text{ }^\circ\text{C}$ 図 18 を参照 (特に指定のない場合)	最小	標準	最大	単位
出力 (続き)						
オン抵抗	$R_{DS(ON)}$	TNY287 $I_D = 45 \text{ mA}$	$T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$		7.8	9.0
			$T_J = 100 \text{ }^\circ\text{C}$		11.7	13.5
		TNY288 $I_D = 55 \text{ mA}$	$T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$		5.2	6.0
			$T_J = 100 \text{ }^\circ\text{C}$		7.8	9.0
		TNY289 $I_D = 65 \text{ mA}$	$T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$		3.9	4.5
			$T_J = 100 \text{ }^\circ\text{C}$		5.8	6.7
		TNY290 $I_D = 75 \text{ mA}$	$T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$		2.6	3.0
			$T_J = 100 \text{ }^\circ\text{C}$		3.9	4.5
オフ時ドレイン漏れ電流	I_{DSS1}	$V_{BP/M} = 6.2 \text{ V}$ $V_{EN/UV} = 0 \text{ V}$ $V_{DS} = 560 \text{ V}$ $T_J = 125 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 I を参照	TNY284-286		50	μA
			TNY287-288		100	
			TNY289-290		200	
	I_{DSS2}	$V_{BP/M} = 6.2 \text{ V}$ $V_{EN/UV} = 0 \text{ V}$	$V_{DS} = 375 \text{ V}$ $T_J = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 G, I を参照		15	
ブレイクダウン電圧	BV_{DSS}	$V_{BP} = 6.2 \text{ V}$, $V_{EN/UV} = 0 \text{ V}$, 注 J を参照, $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$	725			V
DRAIN 供給電圧			50			V
f_{osc} 時のオートリスタート ON 時間	t_{AR}	$T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 注 K を参照		64		ms
オートリスタートデューティ サイクル	DC_{AR}	$T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C}$		3		%

注:

- A. これらの条件では動作周波数が非常に低いため、 I_{S1} は無負荷時のデバイス コントローラの電流消費の高精度予測値です。無負荷時のデバイスの総消費電流は、 I_{S1} と I_{DSS2} の合計になります。
- B. MOSFET はスイッチング動作しているため、スイッチング電流と DRAIN の供給電流を区別するのは困難です。この代替手段として、BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピンの電流を 6.1 V で測定します。
- C. BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピンは、供給電流を外部回路に供給することを目的としていません。
- D. 正確なカレントリミット値を得るため、定格の 0.1 μ F/1 μ F/10 μ F のコンデンサを使用することを推奨します。さらに、BP/M 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 BP/M 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
0.1 μ F	-60%	+100%
1 μ F	-50%	+100%
10 μ F	-50%	NA

- E. その他の di/dt 値でのカレントリミットについては、図 25 を参照してください。
- F. TNY284 にはハイ カレントリミット値がありませんが、10 μ F BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピン コンデンサを使用すると、カレントリミットが 1 μ F BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL ピン コンデンサと同じになります (ロー カレントリミット値)。
- G. このパラメータは、特性によって規定されます。
- H. このパラメータは、 I_{LIMIT} 仕様で示される di/dt の 1X 及び 4X で測定されるカレントリミットの変化から得られます。
- I. I_{DSS1} は、 BV_{DSS} の 80%、最大動作ジャンクション温度での、最悪条件時のオフ時の漏れ電流です。 I_{DSS2} は、最悪アプリケーション条件 (整流 265 VAC) での無負荷時待機電力の標準的な計算値です。
- J. ブレークダウン電圧は最小 BV_{DSS} 仕様に対して DRAIN ピン電圧を BV_{DSS} 値を超えない程度まで上げることによって確認できます。
- K. オートリスタートのオン時間には、発振器と同じ温度特性があります (周波数に反比例)。

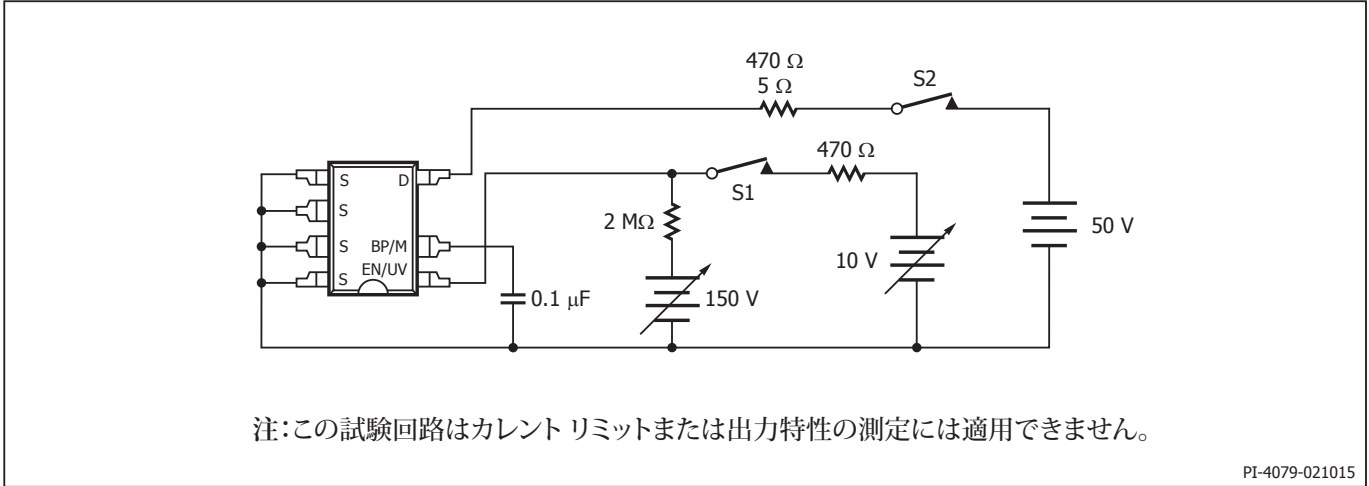


図 18. 基本試験回路

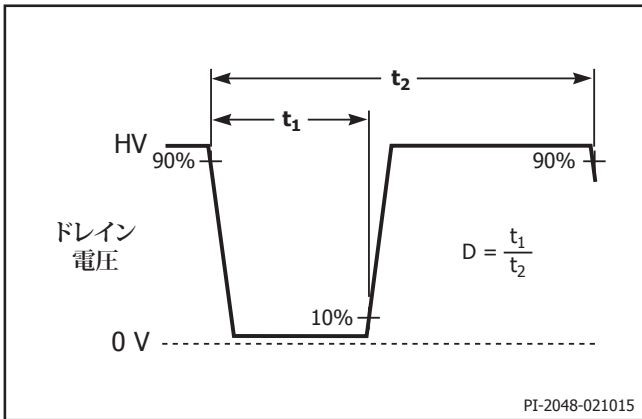


図 19. デューティサイクル測定

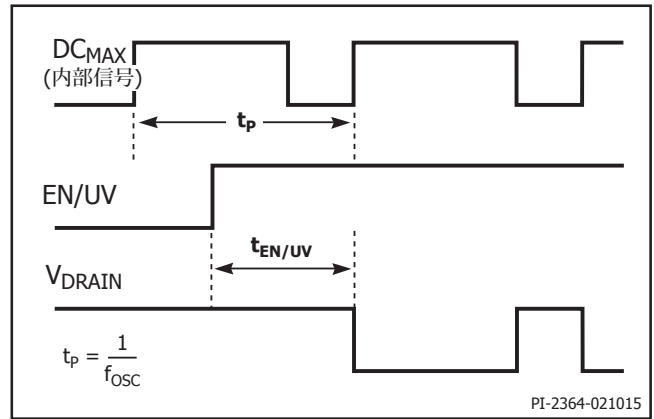


図 20. 出力イネーブルのタイミング

標準性能特性

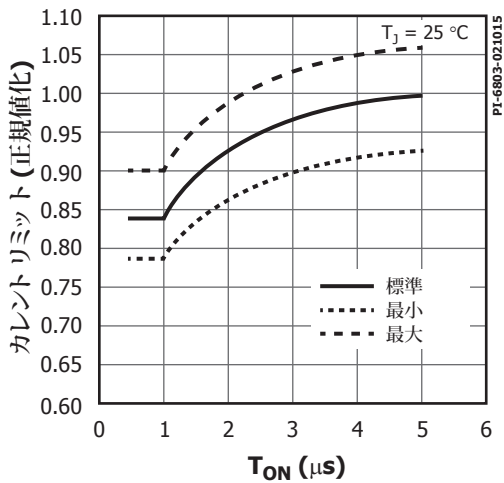


図 21. カレントリミット vs. T_{ON} (TNY284 ~ 287)

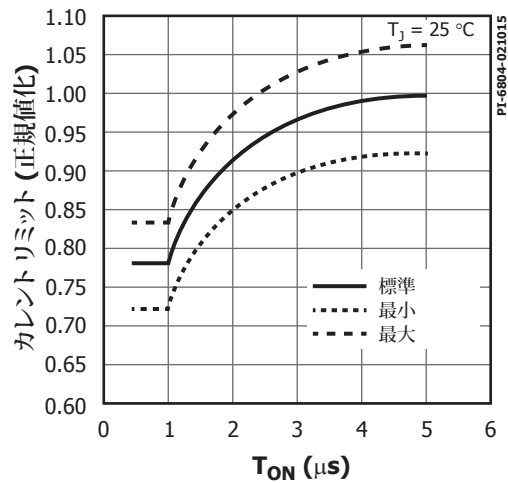


図 22. カレントリミット vs. T_{ON} (TNY288 ~ 290)

標準性能特性 (続き)

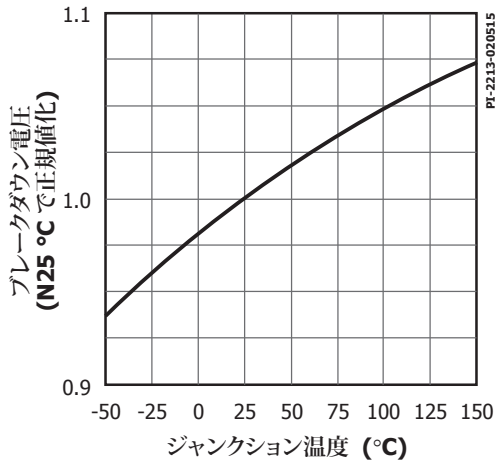


図 23. ブレークダウン vs. 温度

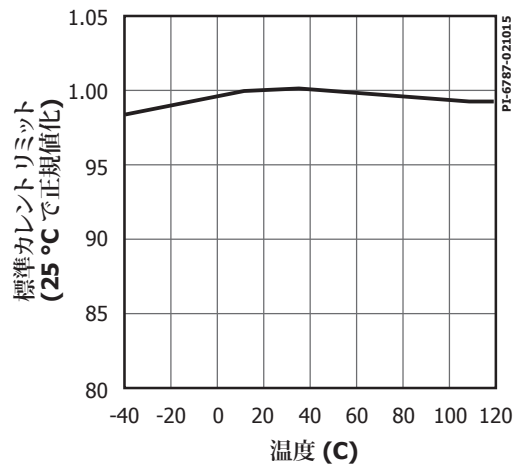


図 24. 標準カレントリミット vs. 温度

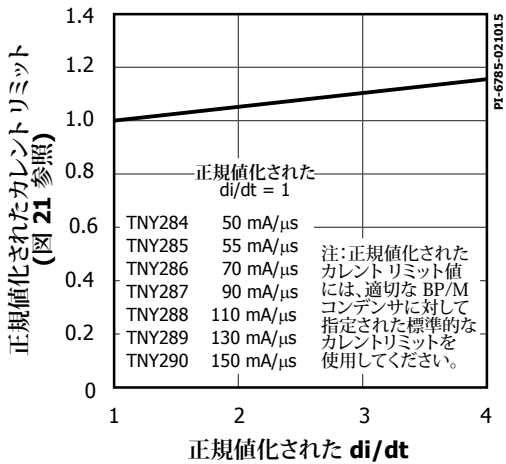


図 25. 標準カレントリミット vs. di/dt

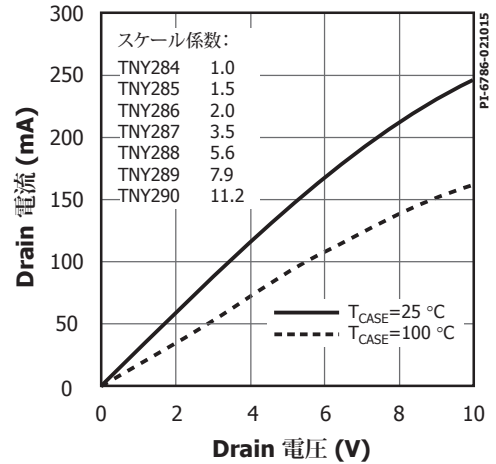


図 26. 出力特性

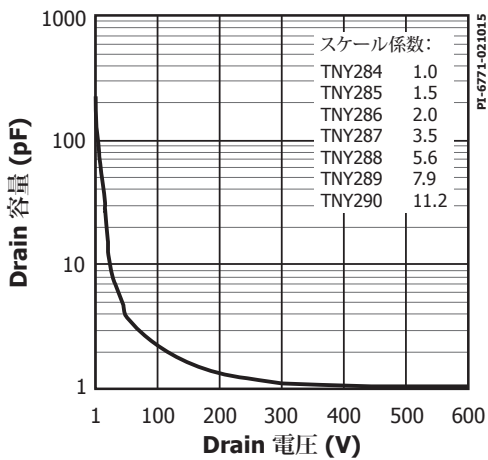


図 27. C_{oss} vs. Drain 電圧

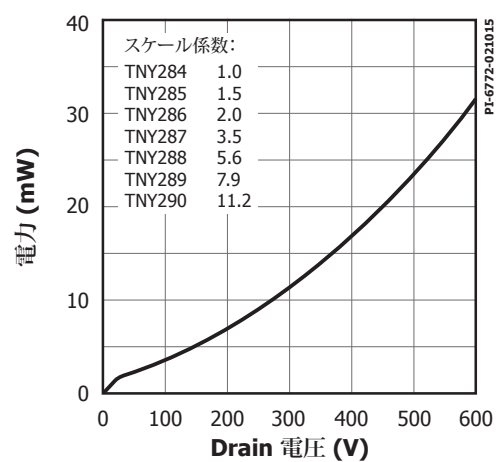


図 28. Drain-Capacitance 電力

標準性能特性 (続き)

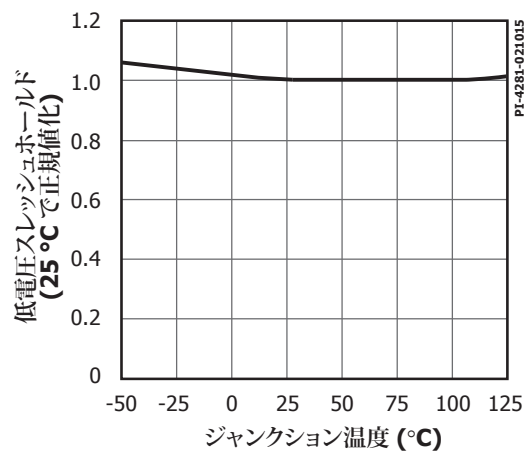
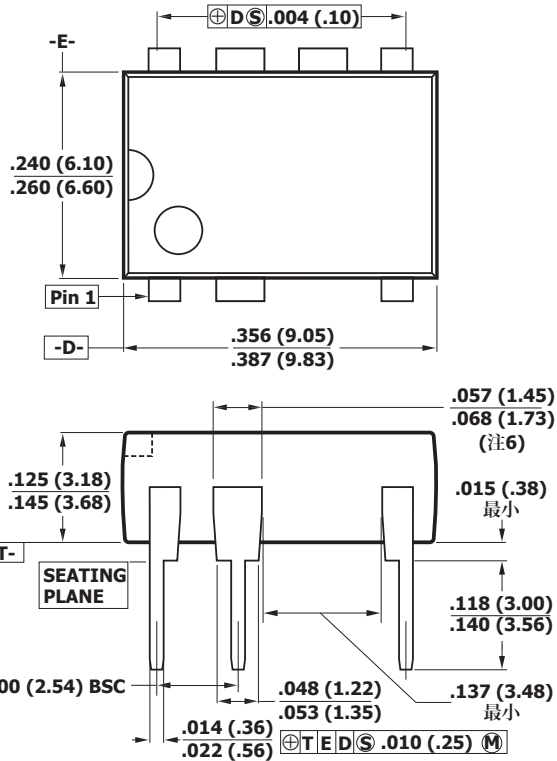


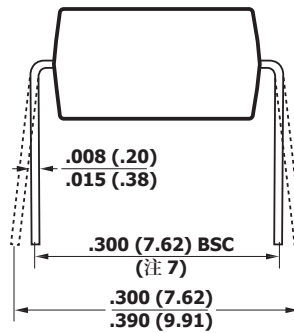
図 29. 低電圧スレッシュホールド vs. 温度

PDIP-8C (P パッケージ)



注:

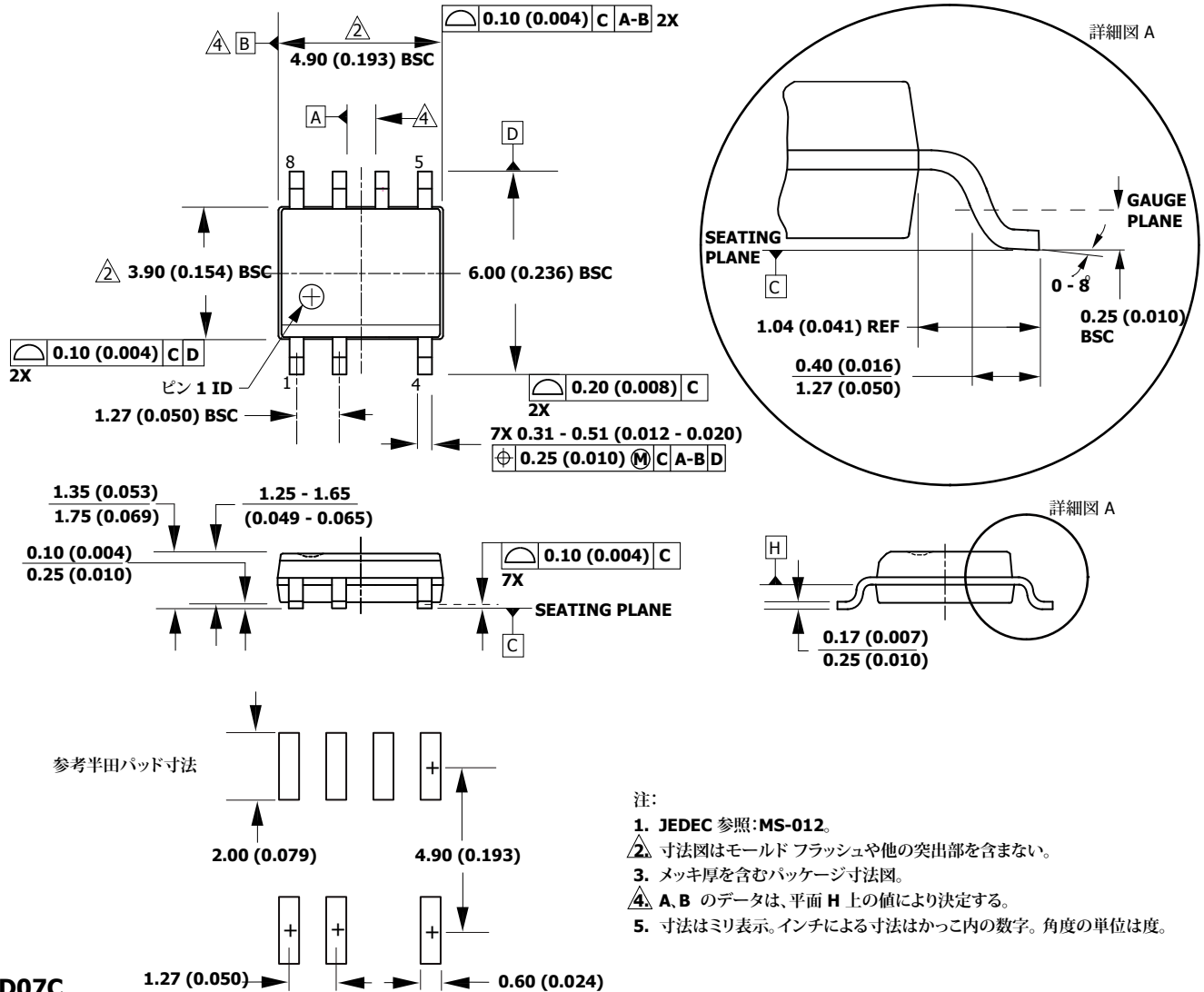
1. パッケージ寸法は、**0.300** インチ 配列のデュアルインライン(DIP)用パッケージ JEDEC 仕様 **MS-001-AB (B 7/85 号)** に準拠。
2. 寸法の単位はインチ。ミリによる寸法はカッコ内の数字。
3. 寸法図はモールド フラッシュや他の突出部を含まない。モールドフラッシュや突出部は、いかなる方向にも、**0.006** インチ (**0.15 mm**) を超えない。
4. ピン配置はピン **1** から始まり、ピン **8** まで上から見て時計と逆回りに続く。ノッチ及び/またはくぼみでピン **1** を指定。ピン **3** は無い。
5. ピン **2** とピン **4** の最小距離は、パッケージ上で **0.137** インチ (**3.48 mm**)。
6. リード幅はパッケージ上で測定。
7. リード間隔はリード線を平面 **T** に垂直に制限して測定。



P08C

PI-3933-081716

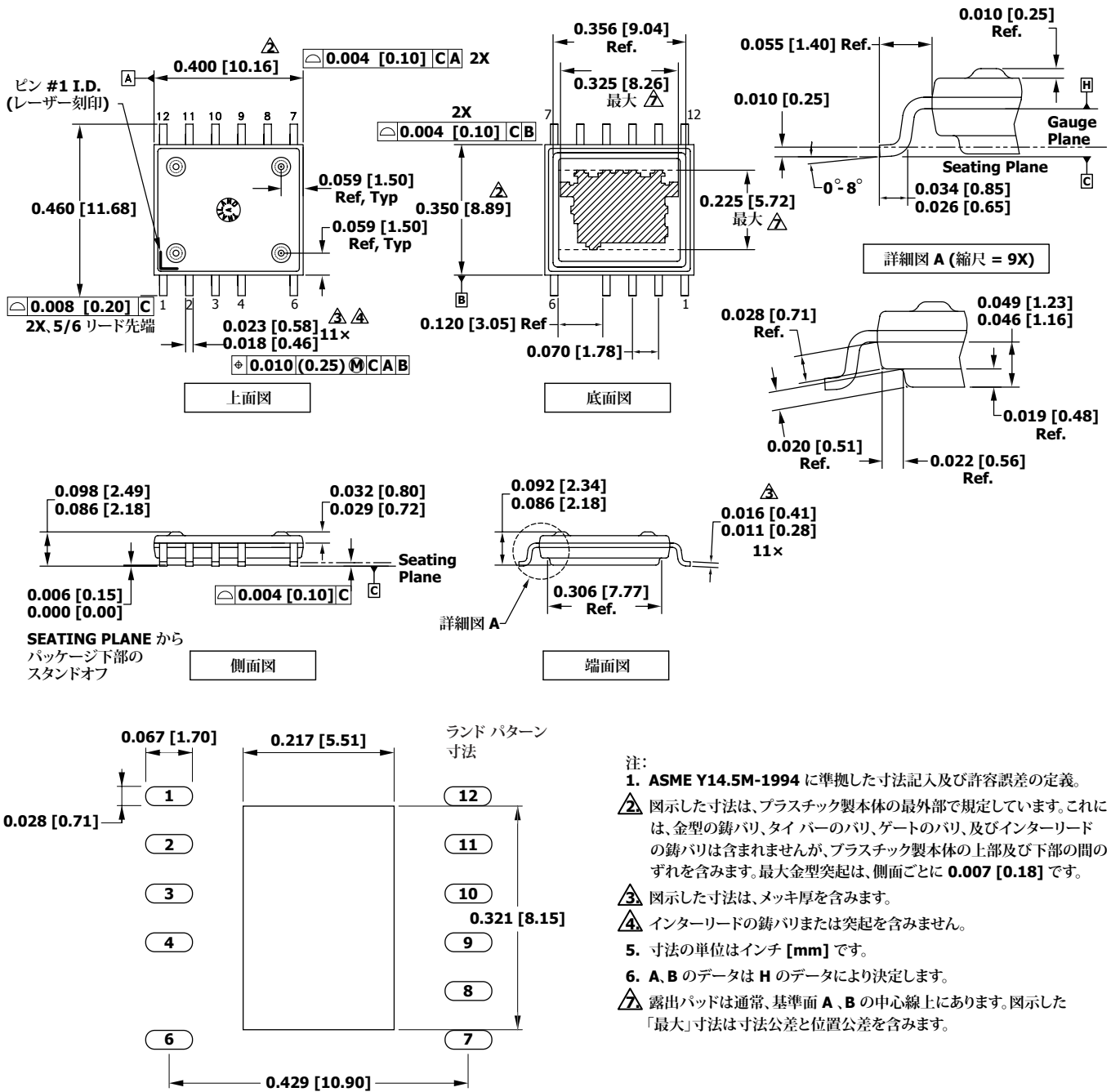
SO-8C (D パッケージ)



D07C

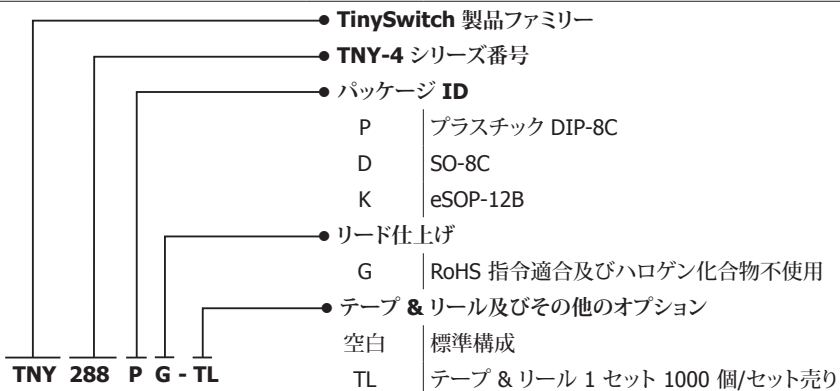
PI-4526-012315

eSOP-12B (K パッケージ)



PI-5748a-020515

品番コード体系情報



注

改訂	注	日付
A	初回リリース。	09/12
B	TNY288DG パッケージを追加。表 1 の TNY287K 及び TNY288D のピークまたはオープン フレーム値を更新。	08/13
C	15 ページの I _{INT} パラメータを訂正。新しいブランド スタイルで更新。	02/15
C	機能ブロック図の軽微な訂正。	07/15
D	PCN-16232 に基づいて PDIP-8C (P パッケージ) を更新。	08/16

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性の黙示の保証などが含まれますがこれに限定されず、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 の持つ特許の完全なリストは、www.power.com/ja に掲載される予定です。Power Integrations は、<http://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。

PI ロゴ、TOPSwitch、TinySwitch、SENZero、SCALE-iDriver、Qspeed、PeakSwitch、LYTSwitch、LinkZero、LinkSwitch、InnoSwitch、HiperTFS、HiperPFS、HiperLCS、DPA-Switch、CAPZero、Clampless、EcoSmart、E-Shield、Filterfuse、FluxLink、StakFET、PI Expert 及び PI FACTS は Power Integrations, Inc. の商標です。その他の商標は、各社の所有物です。©2016, 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: 電話: +1-408-414-9665 ファックス: +1-408-414-9765 電子メール: usasales@power.com	ドイツ Lindwurmstrasse 114 80337 Munich Germany 電話: +49-895-527-39110 ファックス: +49-895-527-39200 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 ファックス: +39-028-928-6009 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 ファックス: +65-6358-2015 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 ファックス: +86-21-6354-6325 電子メール: chinasales@power.com	ドイツ HellwegForum 1 59469 Ense Germany 電話: +49-2938-64-39990 電子メール: igt-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 ファックス: +886-2-2659-4550 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 ファックス: +86-755-8672-8690 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 ファックス: +91-80-4113-8023 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 ファックス: +82-2-2016-6630 電子メール: koreasales@power.com	英国 Cambridge Semiconductor, a Power Integrations company Westbrook Centre, Block 5, 2nd Floor Milton Road Cambridge CB4 1YG 電話: +44 (0) 1223-446483 電子メール: eurosales@power.com