

## TPS54040/140/240

### Eco-mode™ 搭載、42V 入力、0.5A/1.5A/2.5A、降圧型 SWIFT™ DCDC コンバータ

#### 特 長

- ダイオード整流コンバータ
- 入力電圧範囲: 3.5V~42V
- ハイサイド FET 内蔵
- パルススキップ Eco-mode™ による軽負荷効率の改善
- スwitching 周波数: 最大 2.5MHz
- 外部クロック同期動作
- 0.8V±1% (25°C) 基準電圧 (全温度: 2%)
- 可変スロー・スタート・シーケンシング
- OV, UV をモニタするパワーグッド出力
- EN ピンを使用した調整可能な UVLO
- 過電圧過渡保護
- MSOP10 PowerPAD™ パッケージ

#### アプリケーション

- 12V および 24V の産業用および民生用低電力システム
- アフターマーケット用車載アクセサリ: ビデオ、GPS、エンターテインメント
- 車両管理、Eメーター、セキュリティ・システム用の GSM、GPRS モジュール

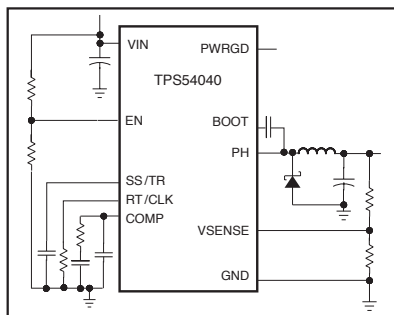
|          | 最大出力電流 |
|----------|--------|
| TPS54040 | 0.5A   |
| TPS54140 | 1.5A   |
| TPS54240 | 2.5A   |

#### 概 要

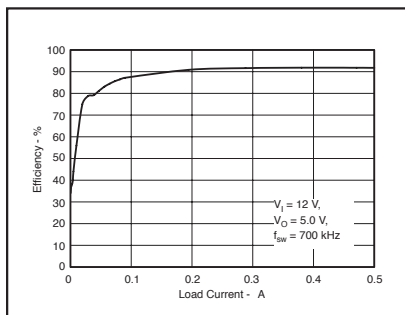
TPS54040/140/240 は、ハイサイド MOSFET を内蔵した 42V、0.5A/1.5A/2.5A の降圧型レギュレータです。電流モード制御により、外部補償が単純化され、柔軟な部品選択が可能になります。低リップルのパルス・スキップ・モードでは、無負荷でのレギュレーション出力時の消費電流を 110~140μA 程度まで低減できます。また、イネーブル・ピンが“Low” のときには、シャットダウン時消費電流が 1.3μA まで低減されます。

低電圧ロックアウトは内部で 2.5V に設定されていますが、イネーブル・ピンを使用してさらに高い電圧に設定することができます。出力電圧のスタートアップ・ランブはスロー・スタート・ピンで制御され、このピンはシーケンシング・トラッキング用としても使用可能です。オープン・ドレインのパワー・グッド信号は、出力が公称電圧の 94%~107% の範囲内であることを示します。Switching 周波数の範囲が広いため、効率および外部部品のサイズを最適化できます。周波数フォールドバックと過熱シャットダウン機能によって、過負荷状態時にデバイスを保護します。

TPS54040/140/240 は、熱特性が強化された 10 ピン MSOP PowerPAD™ パッケージで提供されます。



TPS54140 標準アプリケーション回路



効率 対 負荷電流特性

#### 詳細説明

##### 固定周波数 PWM 制御

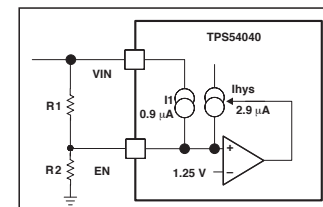
調整可能な固定周波数のピーク電流モード制御を動作します。COMP ピンを駆動する誤差増幅器により、出力電圧は外部抵抗を介して VSENSE ピンで内部電圧リファレンスと比較されます。内部発振器により、ハイサイド・パワー・スイッチのオン動作が開始され、誤差増幅器の出力がハイサイド・パワー・スイッチ電流と比較されます。パワー・スイッチ電流が COMP 電圧レベルに達すると、パワー・スイッチがオフになります。出力電流が増加および減少すると、COMP ピン電圧も増加および減少します。デバイスでは COMP ピン電圧を最大レベルにクランプすることで電流制限を実現しています。また、COMP ピンの最小クランプによって Eco-mode™ を実現しています。

##### パルス・スキップ Eco-mode

COMP ピンの電圧が最小クランプ値になると、パルス・スキップ・モードに入ります。軽負荷電流時にはパルス・スキップ・モードで動作します。Switching 周波数が低下して、ゲート駆動損失および Switching 損失を減少させることで効率を向上させます。

##### イネーブルおよび低電圧ロックアウトの調整

イネーブル (EN ピン) は IC のオン/オフを制御するために使用します。また、アプリケーションによっては、VIN に内部設定された 2.5V より高い値での低電圧ロックアウト (UVLO) を必要とする場合は、EN ピンを使用し、2 個の外付け抵抗で入力電圧 UVLO を調整します。EN ピンには 0.9 μA の内部プルアップ電流源 (I<sub>1</sub>) があり、EN ピンがフローティングの時に TPS54X40 のデフォルト状態を提供します。EN ピンの電圧が 1.25V を超えると、ヒステリシス電流 (I<sub>hys</sub>) が追加されます。この追加電流により、入力電圧 UVLO のヒステリシスを実現できます。



$$R1 = \frac{V_{START} - V_{STOP}}{I_{HYS}}$$

$$R2 = \frac{V_{ENA}}{\frac{V_{START} - V_{ENA}}{R1} + I_1}$$

##### 誤差増幅器

TPS54X40 は、誤差増幅器としてトランスコンダクタンス・アンプを内蔵しています。誤差増幅器は、VSENSE の電圧を、SS/TR ピンの電圧または内部の 0.8V 電圧リファレンスのいずれか低い方と比較し、出力電圧をレギュレーションします。COMP ピンとグランドとの間に周波数補償部品 (コンデンサ、直列抵抗およびコンデンサ) が追加されます。

##### スロー・スタート・トラッキング・ピン (SS/TR)

TPS54X40 では、SS/TR ピン電圧または内部電圧リファレンスのいずれか低い方の電圧を電源リファレンス電圧として使用し、出力のレギュレーションを行います。SS/TR ピンとグランド間に接続されるコンデンサを、内部の 2μA プルアップ電流源で充電することで、スロー・スタート時間が設定されます。スロー・スタート・コンデンサは、0.47nF~0.47μF とする必要があります。パワーアップ時、TPS54X40 は、適切なパワーアップを保証するために、スロー・スタート・ピンが放電されて 40mV を下回るまで Switching を開始しません。

##### 過負荷回復回路

TPS54X40 は、過負荷回復 (OLR) 回路を備えています。OLR 回路は、過負荷状態が解消されると、出力を過負荷電圧から公称レギュレーション電圧へとスロー・スタートさせます。誤差増幅器が障害状態から高電圧状態へと変化すると、OLR 回路は内部プルダウンを使用して、SS/TR ピンを VSENSE ピン電圧よりわずかに高い電圧まで放電します。障害状態が解消されると、出力は障害電圧から公称出力電圧へとスロー・スタートします。

## 外部抵抗によるスイッチング周波数設定と外部同期動作(RT/CLKピン)

スイッチング周波数は、RT/CLKピンに抵抗を接続することで、約100kHz(140のみは最小300kHz)～2500kHzという広い範囲にわたって調整可能です。RT/CLKピンの電圧は標準で0.5Vであり、スイッチング周波数を設定するにはグラウンドとの間に抵抗を接続する必要があります。ソリューション・サイズを小さくするには、一般にスイッチング周波数をできるだけ高く設定しますが、電源効率、最大入力電圧、および最小制御可能オン時間の間でトレードオフを考慮する必要があります。

最小制御可能オン時間は標準で130ns程であり、これによって最大動作入力電圧が制限されます。最大スイッチング周波数は、周波数シフト回路によっても制限されます。(詳細については製品データシートを参照願います。)

また、RT/CLK端子を使用して、外部クロックと同期動作を行うことができます。

## シーケンシング

SS/TR、EN、およびPWRGDピンを使用して、複数の電源の逐次立ち上げ、同時立ち上げ、同比率立ち上げのような電源シーケンシング方法を実装できます。(設定方法の詳細は製品データシートを参照願います。)

## 過電流保護および周波数シフト

TPS54x40は、電流モード制御を実装し、各サイクルでスイッチ電流とCOMPピン電圧が比較され、ピーク・スイッチ電流がCOMP電圧と交差すると、ハイサイド・スイッチがオフになります。過電流状態で出力電圧が低下すると、誤差増幅器によってCOMPピン電圧が上昇し、それによってスイッチ電流が増加します。最終的に誤差増幅器出力(COMP)は内部で最大クランプされ、その状態がスイッチ電流の最大制限状態となります。

高い入力電圧での最大動作スイッチング周波数を高めるために、TPS54x40では周波数シフトを実装しています。VSENSEピンの電圧が0Vから0.8Vに上昇する際、スイッチング周波数は8、4、2、および1で分周されます。このようなデジタル周波数シフトを実装することで、通常動作時および障害状態時に外部クロックとの同期を可能にしています。スイッチング周波数は8分周のみが可能なため、デバイスが動作しながら周波数シフト保護も得られる最大の入力電圧制限が存在します。

短絡発生時(特に、高入力電圧アプリケーションの場合)には、制御ループに有限の最小制御可能オン時間が存在し、出力電圧が非常に低くなります。スイッチのオン時間中は、高い入力電圧と最小オン時間により、インダクタ電流がピーク電流制限まで上昇します。スイッチのオフ時間中は、インダクタは通常、上昇したのと同じ分だけ下降するために十分なオフ時間と出力電圧を得られません。周波数シフトにより、オフ時間が実効的に増加するため、電流の下降が可能となり、電流暴走を防止します。

## 過電圧過渡保護(OVTP)

出力障害状態からの回復時や重負荷から無負荷への過渡時に出力電圧オーバーシュートを最小限に抑える、過電圧過渡保護(OVTP)回路が備えられています。電源出力が過負荷状態から開放された場合、出力容量の小さい一部のアプリケーションでは、電源出力の電圧が誤差増幅器の出力よりも速く応答する場合があります、出力のオーバーシュートにつながる可能性があります。OVTP機能では、VSENSEピンの電圧が内部電圧リファレンスの109%のOVTPスレッショルドと比較することで、ハイサイドMOSFETがディセーブルになり、出力に電流が流れるのを防いで、出力オーバーシュートを抑えます。VSENSE電圧がOVTPスレッショルドを下回ると、次のクロック・サイクルでハイサイドMOSFETが再びオンになります。

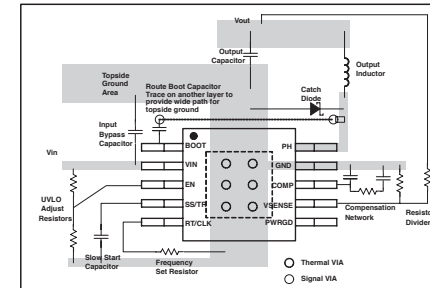
## パワー・グッド(PWRGDピン)

PWRGDピンは、オープン・ドレイン出力です。VSENSEピンが内部電圧リファレンスの94%～107%になると、PWRGDピンはデアサートされてフローティングになります。5.5V未満の電圧源に対して10～100kΩのプルアップ抵抗を使用することを推奨します。VSENSEが公称入力ファレンス電圧の92%を下回るか、または109%を上回ると、PWRGDピンは“Low”になります。また、UVLOまたは過熱シャットダウンがアサートされるか、ENピンが“Low”になった場合にも、PWRGDは“Low”になります。

## 過熱シャットダウン

接合部温度が182°Cを超えた場合にデバイス自身を保護する、過熱シャットダウン機能を内蔵しています。接合部温度が過熱トリップ・スレッショルドを超えると、デバイスのスイッチングが強制的に停止されます。接合部温度が182°Cを下回ると、デバイスはSS/TRピンを放電して電源投入シーケンスを再び開始します。

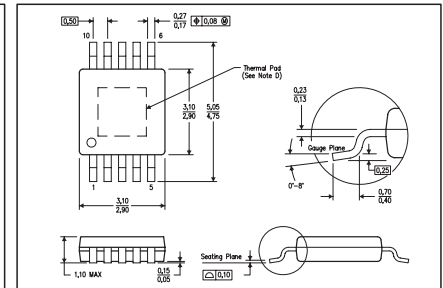
## レイアウト



推奨レイアウト

## DGQパッケージ

10ピン MSOP パッケージ



DGQ パッケージ

## TPS54040/140/240 製品 日本語ホームページ

最新版英文データシート、日本語参考資料(英文データシートの翻訳)、評価モジュール、設計支援ソフトウェア等の最新情報は以下の URL より入手できます。

<http://www.tij.co.jp/product/jp/tps54040>

<http://www.tij.co.jp/product/jp/tps54140>

<http://www.tij.co.jp/product/jp/tps54240>

## 製品に関するお問い合わせ先

日本 TI プロダクト・インフォメーションセンター(PIC) <http://www.tij.co.jp/pic/>

日本 TI 電源製品ホームページ <http://power.tij.co.jp>

## 販売代理店及び取扱店

<http://www.tij.co.jp/dist/>

# ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated (TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取り引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定されうる危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしておりません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えとか、保証もしくは是認するということを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTI からライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不公正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不公正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション（例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの）に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されておられません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されておられません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2012, Texas Instruments Incorporated  
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

## 弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気
  - 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
  - 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
  - マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
  - 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。
2. 温・湿度環境
  - 温度：0～40℃、相対湿度：40～85％で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
    - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
  4. 機械的衝撃
    - 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。
  5. 熱衝撃
    - はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）
  6. 汚染
    - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
    - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上