



Literature Number: JAJA395

POWER | designer

Expert tips, tricks, and techniques for powerful designs

No.102

特集記事 1-7

FPGA、ASIC および
POL レギュレーションに最適
2MHz 降圧型
同期整流コントローラ 2

最大出力 1A、
超小型 SOT-23 パッケージに
収納した高性能降圧型
DC/DC コンバータ 4

入力電圧範囲 4.5V ~ 36V、
2 チャネル出力降圧型
同期整流スイッチング・
コントローラ 6

電源回路設計ツール 8



FPGA と ASIC における パワーマネジメントの考慮事項

— David Baba、スタッフ・アプリケーション・エンジニア

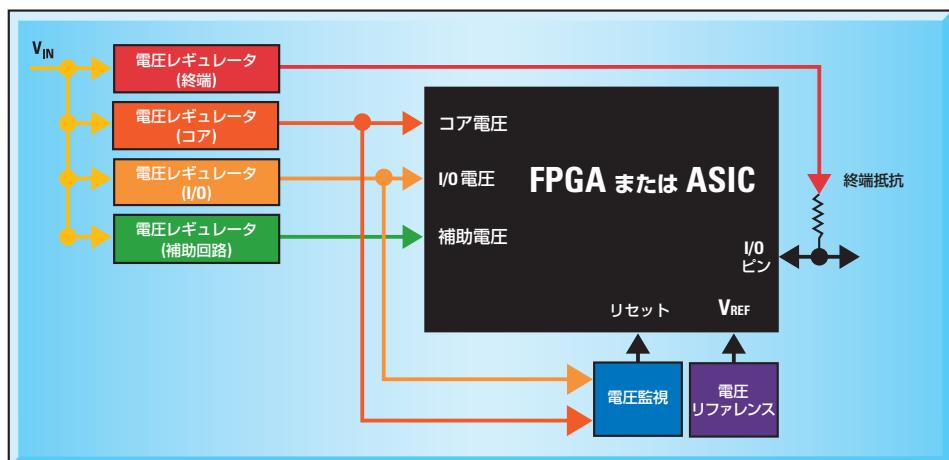


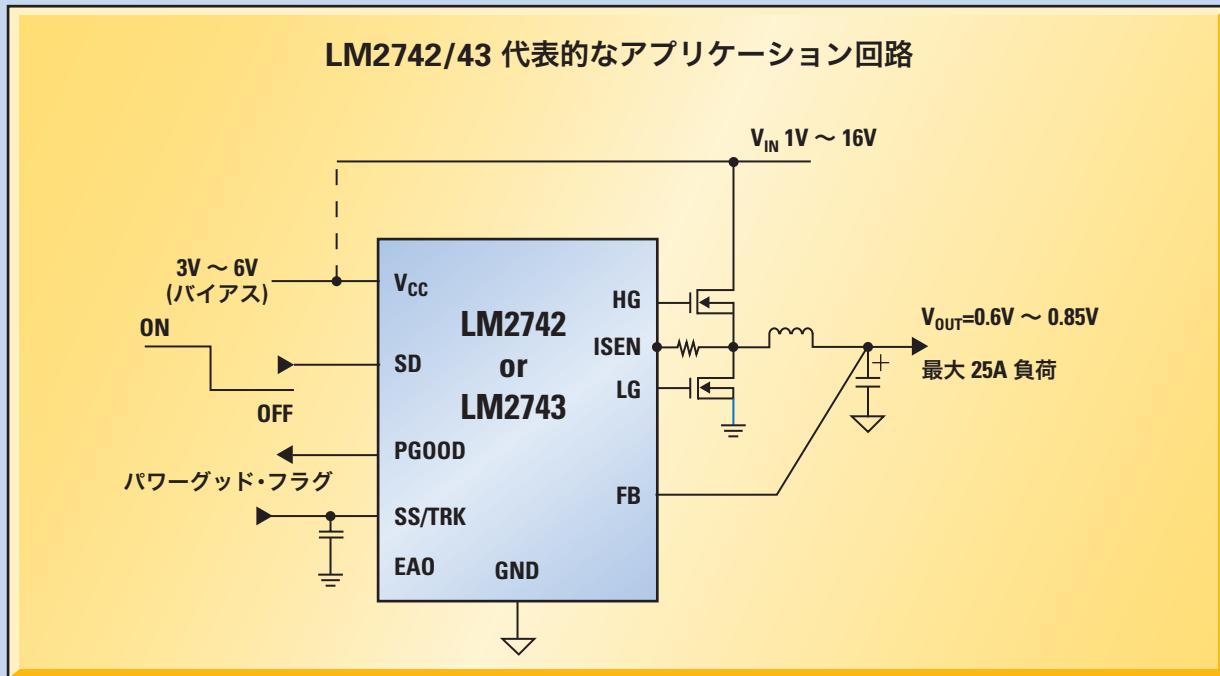
Figure 1 : FPGA または ASIC 用の典型的なパワーマネジメント要件

電子サブシステムにも開発期間の短縮が求められるほど競争の激しい現在のマーケットを背景に、FPGA や ASIC には新しいシステムに不可欠となる機能が恒常に集積されるようになります。その重要性がますます高まっています。FPGA システム設計で特に重要な要素の 1 つが電源系の取扱いです。電力を FPGA に効率的に供給するには、システム全体を詳しく理解しなければなりません。なお、ASIC の場合も FPGA とほぼ同様です。

電源の要件には、初期条件、過渡条件、ターンオンとターンオフ仕様などの要因が複雑に関係します。アプリケーションの観点では、FPGA デバイスの実装位置における電源のバイパスやデカップリングにも注意が必要です。FPGA 回路に求められる典型的な電源要件を Figure 1 に示します。通常、FPGA の電力として少なくとも 2 系統の電圧が必要です。1 つは「コア」電圧（通常 1.0V から 2.5V）で、もう 1 つは「I/O」電圧（通常 3.3V）です。また、多くの FPGA は補助回路用の電力として低ノイズかつ低リップルの第 3 の電圧系統を必要とします。この電圧は FPGA ファミリによって異なりますが、通常 2.5 V から 3.3V の範囲です。

FPGA、ASIC および POL(ポイント・オブ・ロード) レギュレーションに最適 2MHz 降圧型同期整流コントローラ

LM2742/43/44 は 0.6V から出力電圧設定可能

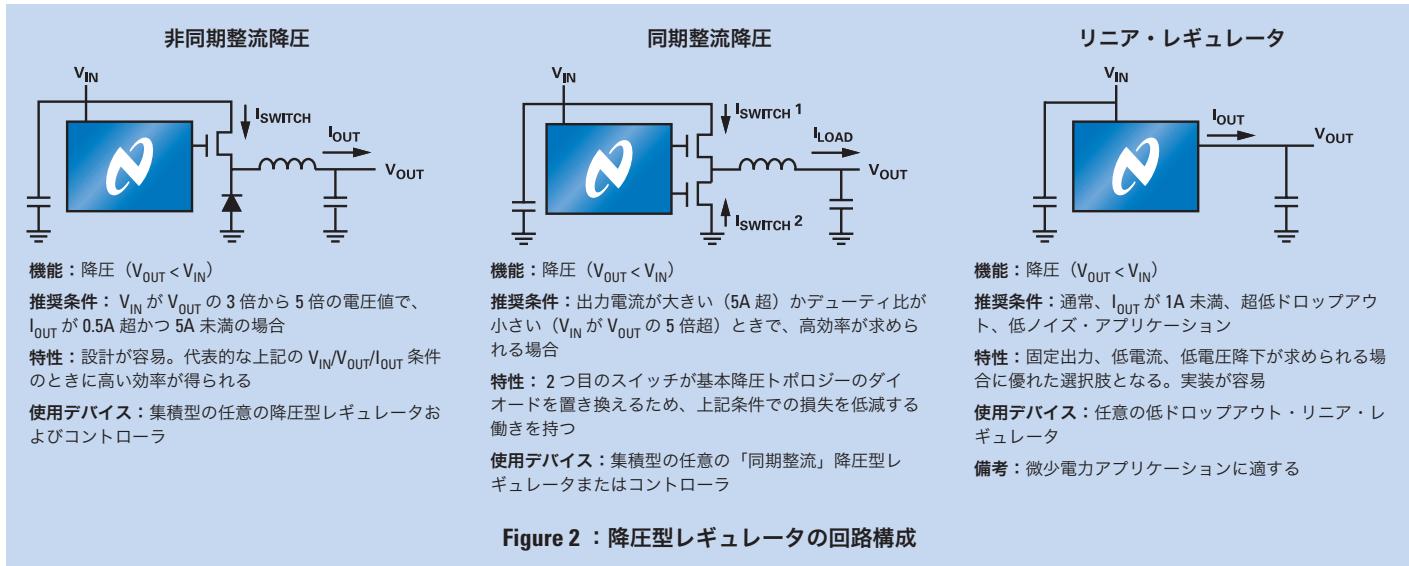


LM2743 の特長

LM2743 は基準電圧源精度 ± 2 % の高速 N チャネル降圧型同期整流レギュレータ・コントローラです。周波数一定の電圧モード PWM 制御方式を用いており、スイッチング周波数は外付け抵抗によって 50kHz ~ 2MHz の範囲で設定可能です。PWM 周波数範囲が広いため、部品サイズ、EMI、効率を自由に選択できます。パワー MOSFET は 1V ~ 16V の入力電圧範囲を持ち、3V ~ 6V、2mA のバイアス電源で動作します。パワーグッド・フラグ、高精度シャットダウン・スレッショルドやソフトスタート機能を用いて、電源トラッキングとシーケンシングを容易に行えます。ローサイド MOSFET のオン抵抗全体にわたる電圧降下の監視によって電流制限を行い、アンダーボルテージ/オーバーボルテージ・フラグ機能も備えています。この適応型非オーバーラップ MOSFET ゲート・ドライバは、高効率を保ちながら、貫通電流を防止します。ハイサイドおよびローサイド MOSFET はともに N チャネルで、ポートストラップ方式により、ハイサイド MOSFET の効率を最大限に高めます。

1.8V 以下の電源電圧を必要とする DSP、FPGA、ASIC やプロセッサを使用するデジタル家電、セットトップ・ボックス (STB)、ケーブル・モデム、ラック搭載機器、ネットワーキング製品などのシステムに最適です。

FPGA と ASIC におけるパワーマネジメントの考慮事項



前述の各電圧の動作電流は一定ではなく、FPGA の動作速度やゲート利用率など、アプリケーションに関連するさまざまな要因によって変わります。動作電流は 100mA 程度から 20A 程度までの値を取り得ます。通常これらシステムの入力電圧は、FPGA に与えられる電圧のいずれよりも高いため、降圧とレギュレーションが必要になります。Figure 2 に、FPGA に適した、一般的に広く使用されている 3 種類の降圧回路構成を示します。それぞれ、非同期整流降圧型、同期整流降圧型、リニア・レギュレータです。システム仕様とレギュレータの特性から、使用すべきレギュレータの種類が決まります。また、適切な設計を行うには次のような事項について検討が必要です。

入力電圧 (V_{IN})

FPGA 用の電源回路には、電源ユニット、バックプレーン、あるいは中間電圧レールから入力電圧が供給されます。代表的な入力電圧は 3V から 15V の範囲ですが、一部の工業用アプリケーションでは 30V 前後です。FPGA に電力を供給するレギュレータは最大 V_{IN} 定格が決められているため、入力電圧によっては使用可能なレギュレータ部品が限定される場合があります。

出力電圧 (V_{OUT}) と出力電流 (I_{OUT})

レギュレータの機能は、入力電圧の変動と負荷電流の変動を吸収して、一定の出力電圧を維持することです。上述のとおり、動作電流は 100mA 程度から 20A 程度まで変化する場合があります。入力電圧と出力電圧、それに出力電流から、使用すべきレギュレータの種類が決まります。経験則として次のことがいえます。

- 消費電力が 1W 未満の場合はリニア・レギュレータを使用する

- 入力と出力の電圧比が 2:1 未満で、出力電流が 3A 未満の場合は、非同期整流降圧型レギュレータを使用する
- 入力と出力の電圧比が 2:1 より大きく、出力電流が 5A を超える場合は、同期整流降圧型レギュレータを使用する

レギュレータは、リファレンス電圧とフィードバック・ピンに与えられる分圧した出力電圧とを比較して、出力電圧のレギュレーションを行います。通常、リファレンス電圧によって出力可能な最低電圧が決まります。

一部のコントローラでは最小オンタイムが決められています。最小オンタイムによって、入力電圧に対するレギュレータの降圧比が制限されます。コントローラの仕様として規定されている最小オンタイム ($T_{ON\ min}$) は、所与の周波数における出力可能な最低電圧も決定します。たとえば、最小オンタイムの大きいコントローラを使用すれば、必要とする低い電圧が得られない場合があります。

$$V_{IN} = 12V$$

$$V_{OUT} = 1.2V$$

$$D = \frac{1.2V}{12V} = 0.1$$

$$F_s = 300\text{kHz}$$

$$T_{ON\ min} = 0.1 \times \frac{1}{300\text{kHz}} = 333\text{ns}$$

最大出力 1A、超小型 SOT-23 パッケージに収納した高性能降圧型 DC/DC コンバータ

最大 3MHz のスイッチング周波数、高い電力密度を備えた新製品：LM2734/36

ワイドレンジ入力 (3V ~ 20V) および
ワイドレンジ出力 (0.8V ~ 18V) が可能

- AC アダプタ入力 (16V、19V 等) とバッテリを併用するようなポータブル機器、また 12V、5V、3.3V バス電圧を使用しているロジック回路にも最適
- 最低出力電圧が 0.8V (LM2734) なので将来の低電圧駆動 LSI にも対応

小型 (SOT-23：約 3mm 角) & 薄型 (高さ 1mm) で
1A 出力が可能

- 従来の同期整流同等品 4.4mm × 5mm (TSSOP-16) に対し、2.9mm × 2.8mm (SOT-23) と占有面積で 63% のスペース削減 (当社製品比) を実現

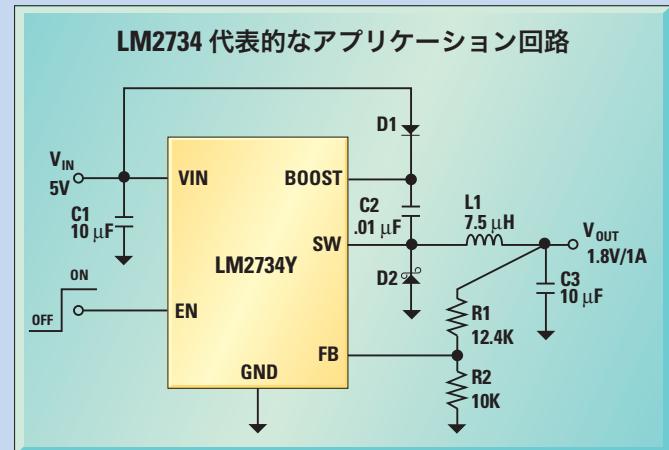
高周波スイッチング品を用意し、外付け部品の小型化が可能、さらにセラミック・コンデンサ対応で小型化のトータル・ソリューションを提供

- PWM の発振周波数が 550kHz、1.6MHz、3MHz の 3 種類をラインナップ、様々なアプリケーションで最適な選択が可能、さらに高周波スイッチング品では出力 L、C の小型化が可能で、PCB スペースおよびコストの削減を実現

電流モード制御により高速応答を実現、また各種保護機能とシーケンス制御機能を装備

- 電流制限、過熱/過電圧/低入力電圧保護、ソフトスタートを装備、また他の電源とのシーケンス制御で使用する電源 ON/OFF 用イネーブル (EN) ピンも装備

AC アダプタで動作する各種デジタル家電やバッテリ駆動のポータブル機器、さらには 12V 等から各種低電圧を生成しているロジック回路の大电流スイッチングに最適です。



特長	LM2734	LM2736
入力電圧範囲	3.0V ~ 20V	3.0V ~ 18V
出力電流	1A	750 mA
出力電圧範囲	0.8V ~ 18V	1.25V ~ 16V
内部基準電圧	0.8V, 2%	1.25V, 2%
スイッチング周波数	550 kHz / 1.6 MHz / 3 MHz	

FPGA と ASIC におけるパワーマネジメントの考慮事項

なお、スイッチング周波数を下げる降圧比を大きく確保できます。

スイッチング・レギュレータの動作周波数

スイッチング周波数は、インダクタやコンデンサの大きさ、効率、リップル電圧、最終的には回路全体の面積まで、数々の重要なパラメータを決定付けます。高めのスイッチング周波数を選択すると、低インダクタと小容量コンデンサを使用しても低リップルの出力電圧が得られます。また、スイッチング周波数が高ければ、応答の優れた広帯域システムの設計が容易になります。アプリケーションによっては、システムの他の回路との干渉を避けるために、特定の周波数帯以外の周波数で動作させなければならない場合があります。周波数を調整できる降圧型レギュレータを使用すれば設計の自由度が高まります。

効率

効率は出力電力と入力電力の比であり、また、無駄になっている電力量を示します。このパラメータはシステム設計者に誤解されがちです。利用可能な入力電流が制限されていない、あるいはバッテリの動作寿命が重要ではない場合、考慮しなければならないパラメータは効率そのものではなく消費電力です。システムで消費される電力は、IC、MOSFET、コンデンサ、インダクタなどのシステム部品の温度を直接上昇させる要因になります。特に、与えられた面積内で発生する消費電力が重要です。一般的な法則として、1平方インチの銅箔領域で1Wの損失が発生すると、エアフローがない場合は温度が40°C上昇します。

たとえば、次の条件を仮定します。

$V_{out}=1.5V$
 $I_{out}=15A$
効率 =90%
消費電力 =2.5W

1平方インチの銅箔領域で上記電力の損失が発生すると100°Cの温度上昇をもたらします。

また、次の例を考えてみます。

$V_{out}=1.5V$
 $I_{out}=1.5A$
効率 =81%
消費電力 =0.53W

この例での効率81%は、前の例の効率90%と比べれば値としてはいいとはいえない。しかし、1平方インチの銅箔領域でこの消費電力が発生した場合、前の例では温度上昇は100°Cでしたが、この例ではわずか20°Cです。

効率のパラメータよりも損失する電力量のほうが影響の大きいことがわかります。この原理を理解することで、回路の効率要件の最適化とシステム全体のコスト低減が図れます。

回路面積

回路の面積要件あるいは高さ要件を厳しくすると、同じ回路でもコストと効率の両方に影響がおよびます。たとえば、通常小型のインダクタは、大型のインダクタよりも高い等価直列抵抗(ESR)を持っています。また、部品高さの低いインダクタや電解コンデンサは一般的に高価です。多層基板を採用すれば実装面積を小型化できますが、一般的に全体コストがはね上がります。

一部には、前述のとおりにスイッチング周波数を上げて部品サイズを小さくしようと試みる設計者もいますが、スイッチング周波数を高くすると電力損失が大きくなります。基板を不必要に小さくすると通常コストが上がり、また、電力損失を本来の値よりさらに低く維持しなければならない可能性が生じます。

システム・コスト

設計者の目標の一つはFPGA電源のコストの最適化ですが、電源のコストを最低にすることと、最も低価格なレギュレータを使用することは、必ずしも同義ではありません。たとえば、設計者はFETを内蔵したレギュレータは高価であるとして採用を見送る傾向がありますが、条件によっては、FET内蔵型のほうが外付けMOSFETを使うレギュレータよりも経済的であるのは容易に証明されます。その上、外付けFETを使うレギュレータは基板レイアウトにより敏感です。単純なMOSFET内部型スイッチング・レギュレータならノイズ問題はほとんど生じません。

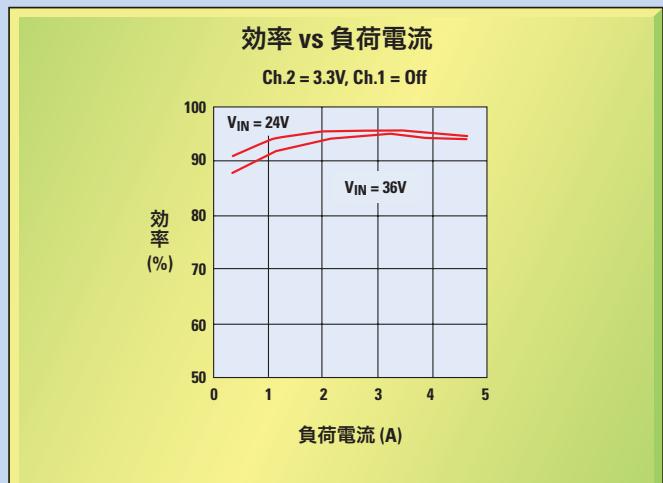
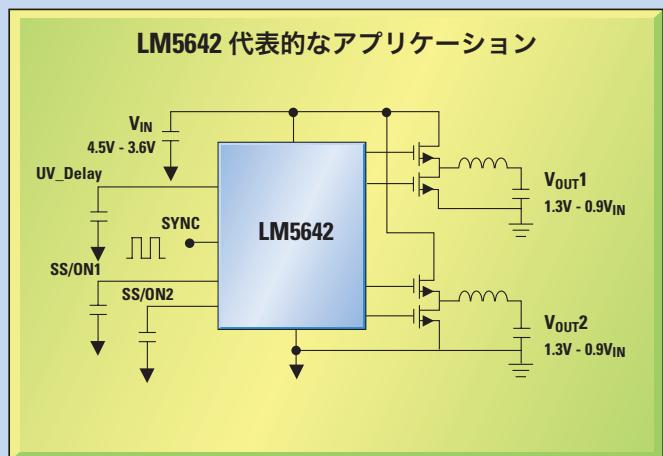
設計者はまた、2個の単体スイッチング・コンバータの代替としてデュアル降圧コンバータを使おうとはしません。しかし、入力コンデンサの個数を大幅に低減できるのは容易に理解されます。2つが位相のずれた状態で動作すると、入力コンデンサのRMSリップル電流が大幅に減るためです。また、2相コントローラを使用すれば、わずかに異なる周波数で動作する非同期スイッチ間から発生するビート問題を避けられます。真のコストはシステムの全部品のコストであって、個々の部品コストではない点を忘れないでください。FPGAシステムは、以上の要件のほかに、次のような個別要件を持つ場合があります。

入力電圧範囲 4.5V ~ 36V、2 チャネル出力降圧型 同期整流スイッチング・コントローラ

LM5642 は 2 回路の出力を並列接続して 2 相の単一レギュレータ動作も可能

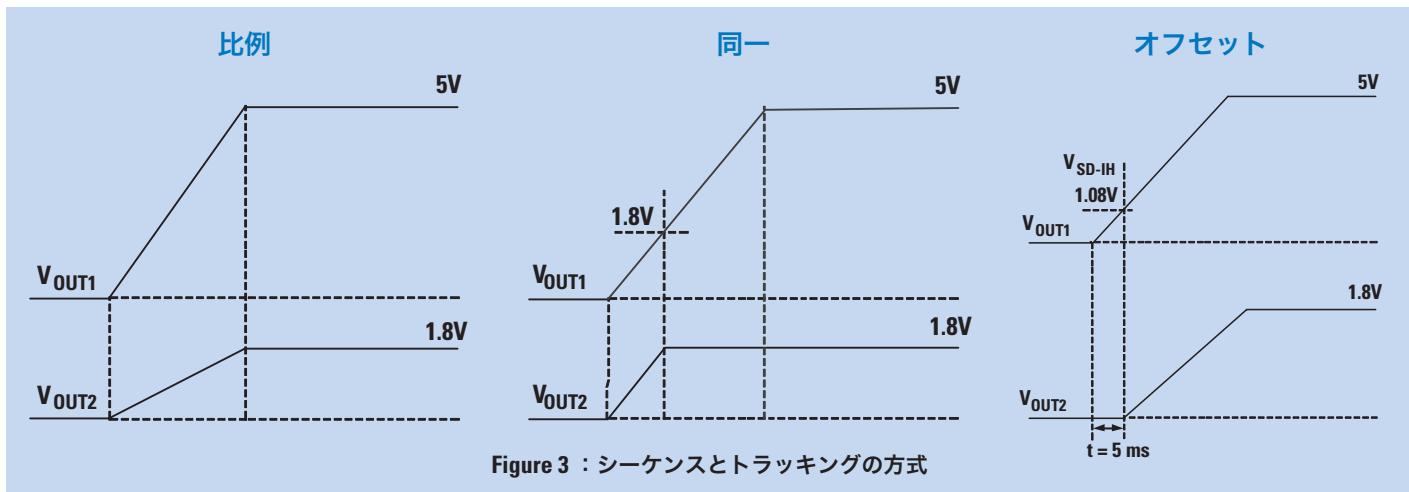
特長

- LM5642 は定格スイッチング周波数 200kHz のときにそれぞれが 180° の位相差で動作する 2 回路を備えた電流モード降圧型同期整流レギュレータ・コントローラです。位相差を設けたことによって動作時の入力リップル RMS 電流が抑えられ、そのため入力コンデンサの要件が大幅に緩和されています。
- スイッチング周波数は 150kHz から 250kHz の範囲であれば外部クロックに同期させることができます。また、2 個のスイッチング・レギュレータ出力を並列接続すれば、2 相の単一出力レギュレータとして動作します。
- 各チャネルの出力電圧はそれぞれ 1.3V から V_{IN} の 90% の範囲で個別に設定が可能です。また、内部 5V 電源レールがブートストラップ回路を駆動するために出力されています。
- 電流モード帰還制御によって優れたライン・レギュレーションとロード・レギュレーション、および広いループ帯域が保証され、急激な負荷変動に対しても優れた応答を実現しています。電流センサ回路は、上側 FET の V_{DS} 電圧、または上側 FET のドレインに直列接続した外付け電流センサ抵抗の両端電圧のいずれかをセンスします。
- LM5642 は出力負荷や出力容量の影響を受けないアナログ・ソフトスタート回路を採用しているため、従来のソフトスタート回路に比べてソフトスタート時の挙動が予測しやすく制御が容易です。
- 両方の出力ともに過電圧保護機能が実装されています。また、出力がアンダーポルテージ状態になった場合に IC の遅延シャットオフ時間を決める UV_DELAY ピンを備えています。



組み込みコンピュータ・システム、テレコム・システム、セットトップ・ボックス、および POL 電源アーキテクチャに最適です。

FPGA と ASIC におけるパワーマネジメントの考慮事項



過渡応答

FPGA のコア電圧は動作電流に極めて大きなスルーレートを生じさせる場合があります。コントローラには大きなステップ負荷電流が要求される一方で、出力電圧の変動を最小限に抑えなければなりません。このような負荷に対するコントローラの応答能力を過渡応答と呼びます。過渡応答要件によって、動作帯域と出力コンデンサ容量およびその ESR が決まります。

シーケンスとトラッキング

電源のスタートアップでは、ある系統の電圧を他の系統の電圧よりも先に立ち上げなければならない場合があります。シーケンスを無視すると「ラッチアップ」を起こす恐れがあり、FPGA の破壊や誤動作の原因になります。一部の FPGA は、I/O 電圧とコア電圧に、シーケンスかトラッキング（追従）、またはその両方を要求します（シーケンスとトラッキングの制御手法については Figure 3 を参照してください）。レギュレータがパワーゲッド、イネーブル、ソフトスタート、あるいはトラッキング機能を内蔵していれば、シーケンスとトラッキングは容易または柔軟に対応が可能です。レギュレータがそのような機能を内蔵していない場合は、外付け回路によって適切なシーケンスを保証しなければなりません。

スタートアップ要件

FPGA 電圧の立ち上がりレートが規定されている場合はソフトスタート・コンデンサを使って対応します。また、一般にスタートアップ時の立ち上がり電圧は、落ち込みのない単調増加でなければなりません。電源出力コンデンサが小さいと、

スタートアップ時に電圧低下を起こす恐れがあります。FPGA のスタートアップ負荷遷移に必要な充分な電荷を蓄えられるだけの適切な容量のコンデンサが必要です。

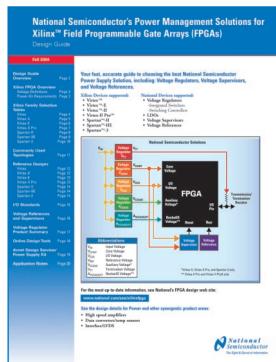
同期化

同期によって複数のレギュレータを单一の周波数にロックできます。同期させない場合に発生するスイッチング周波数のビート問題を解決します。

まとめ

最適な電源構成は、システム要件と、FPGA または ASIC の複雑さや回路容量によって異なります。入力電圧、出力電圧、出力電流のほかに、シーケンス、トラッキング、スタートアップ条件などの特定要件も考慮しなければなりません。また、消費電力、実装面積、コストも設計に影響を与えます。■

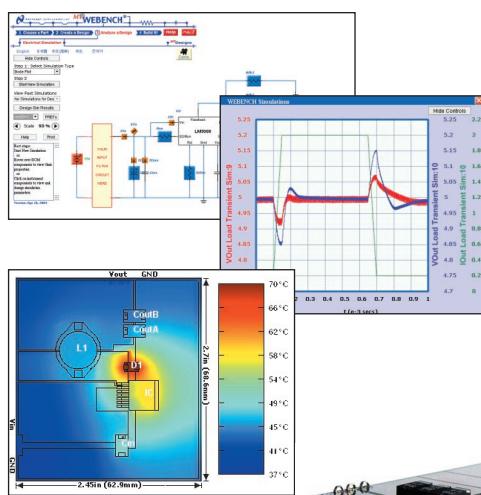
電源回路設計ツール



Xilinx FPGA デザイン・ガイド

Xilinx 社の各種製品ファミリに対応するナショナル セミコンダクターの電圧レギュレータ、電圧監視 IC、基準電圧源など各製品のリスト、およびリファレンス・デザインを収録した、Xilinx 製品の設計に便利なガイドブックです。

www.national.com/jpn/appinfo/power/xilinxfpga.html



WEBENCH® オンライン設計支援ツール

回路設計からプロトタイプ入手までがオンラインで完了。
設計時間を大幅に短縮できます。

1. 選ぶ
2. 設計する
3. 電源回路を分析する
 - 電気特性シミュレーション
 - 熱特性シミュレーション
4. 製作する
 - カスタム・プロトタイプを注文

webench.national.com/jpn



ナショナルのパワー製品サイト：power.national.com/jpn

お問い合わせ：JPN.feedback@nsc.com
0120-666-116

ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社
〒135-0042 東京都江東区木場 2-17-16
TEL 03-5639-7300 (大代表) www.national.com/jpn/

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るとか、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ぬ場合もあります。

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、及び何らかの默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負いません。

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りません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスティック」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件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もされていませんし、また使用されることを意図されておりません。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 © 2011, 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. 溫・湿度環境

- 温度：0～40°C、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°C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