

光モジュールの電源の課題を解決する昇降圧型コンバータ

Brigitte Hauke



本アプリケーション・ノートでは、光モジュールと最適化された電源ツリーの必要性について概要を紹介し、次に光モジュール内における 4 スイッチ昇降圧コンバータと反転の昇降圧コンバータの使用例と利点に焦点を当てます。

光モジュールの電源ツリーの重要性について

光モジュールは電気から光、またはその逆の変換を行います。光情報は、光ファイバー・ケーブルを通して伝送されます。光ファイバーは、最小の遅延で高いデータレートを伝送できるという利点があります。特に高データレートで長距離の場合、最適化された電源ツリー設計は、データレートの向上、データの破損防止、消費電力の許容範囲内への維持または低減、外部からの影響に対する堅牢性の向上に対して役立ちます。

電力ツリーのいくつかの事例では、4 スイッチ昇降圧コンバータまたは反転昇降圧コンバータが目標を達成するのに適したソリューションとなります。

光モジュールの電源ツリー

図 1 は、光モジュール内の必要なすべてのブロックにどのように電源を供給するかを示すブロック図の一例です。必要な電源供給の全てが詳細に記述されているわけではなく、あくまでも概要です。昇降圧コンバータの使用例を赤で示しています。

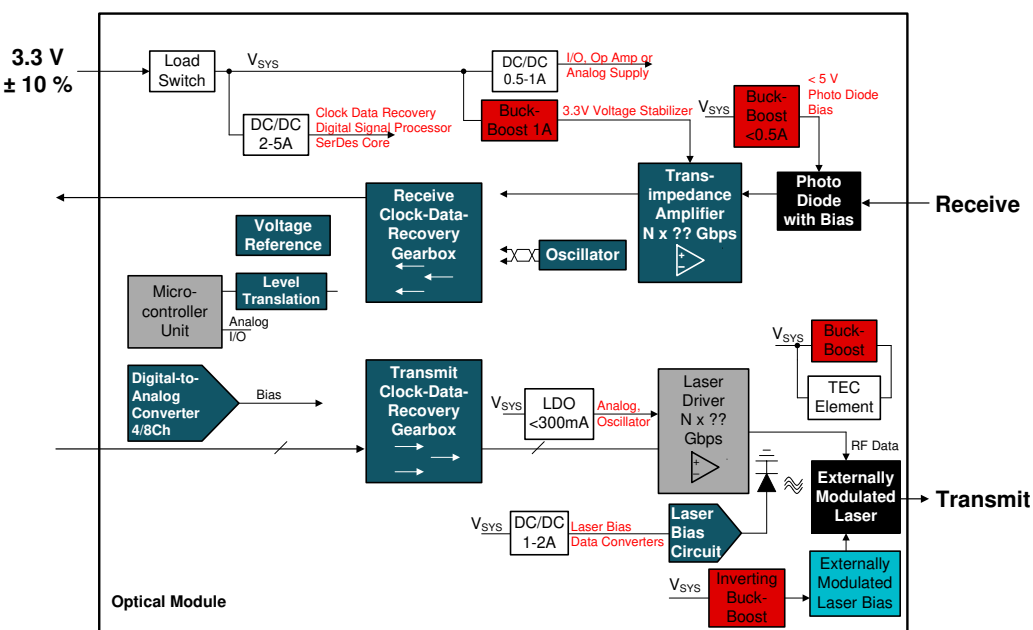


図 1. 光モジュールのブロック図の例

光モジュールでの昇降圧型コンバータの適用

4 スイッチ昇降圧コンバータの重要な特徴は、シャットダウン時に入力を出力電圧から完全に遮断できることです。なぜならば、インダクタの前後のハイサイド・スイッチの寄生バックゲート・ダイオードが互いに逆接続されているからです。完全な分離はホットプラグ時においてヒカップのない電圧シーケンスを可能にします。

光モジュールでの昇降圧型コンバータの 4 つの使用例を以下に詳述します。

1. 電圧の安定化

光モジュールは通常 3.3V 電源で動作します。モジュールは活線挿抜されるため、突入電流を制限する必要があります。これは多くの場合ロードスイッチによって行われます。通常、ロードスイッチには低抵抗のトランジスタを使用しますが、それでもなお、その両端で若干の電圧降下を生じます。光モジュールの受信側のトランスインピーダンスアンプ (TIA) は通常 3.3V 電源で動作しますが、光モジュールに供給される 3.3V 電源の $\pm 10\%$ の精度とロードスイッチによる電圧降下は、TIA の機能と性能を保証するうえで十分な精度であるとは言えない場合もあります。

4 スイッチ昇降圧型コンバータは、与えられた電源の精度を高めるための簡単な解決策です。『[Use Buck-boost Converter for Voltage Stabilization Application Note](#)』(英語) で、その選定基準について詳述しています。

2. フォトダイオードのバイアス電源

光モジュールの受信側のフォトダイオードの電源電圧範囲は 3.5V~5V です。フォトダイオードに 3.3V $\pm 10\%$ (2.97V~3.63V) の入力から直接電源を供給すると、昇圧コンバータを使用する場合、最大入力電圧が最小出力電圧を上回り、その時点でバイパスを使用したとしても電圧を安定化できなくなります。昇降圧型コンバータを使用すれば、入力電圧が出力電圧にきわめて近くでも適切に安定化できます。これは、昇圧型コンバータまたは降圧型コンバータにはない利点です。

さらに、システムの温度または消費電力に応じて電圧を調節する必要もあるため、DC/DC コンバータの出力電圧を変化させる簡単な方法が求められます。『[TEC driver reference design for 3.3-V inputs](#)』(英語) で、マイクロコントローラからの PWM 信号を用いて昇降圧型コンバータの出力電圧を調節する簡単な方法について詳しく説明しています。

3. 外部変調レーザ (EML) 用負電源

外部変調レーザは、電界吸収型変調器 (EAM) と定電流で電力供給されるレーザ・ダイオードで構成されます。EAM に印加するバイアス電圧は通常、-2.5V~-5V の負電圧です。光モジュールの正の 3.3V 入力電圧を、レーザ・ダイオード周波数の変調に使う EAM 負電源に変換するには、従来型の反転昇降圧型コンバータを使用します。

『[AN-2264 LMR70503 Demo Board User's Guide](#)』(英語) で、出力電圧を必要に応じて変化させるきわめて簡単な方法を紹介しています。たとえば、変調器のバイアス電源で全電圧範囲を必要としない場合にどのように消費電力を低減するかを示しています。

4. EML 用熱電冷却 (TEC)

EML は多くの場合、特定の動作温度において伝送速度および伝送距離を最大化することができます。TEC モジュールを使用して、EML の動作温度を一定に保つことができます。TEC モジュールはペルチェ効果を利用して、モジュールの片側から反対側に熱を移動させます。反対側は、放熱素子であるヒートシンクに接続する必要があります。

『[TEC driver reference design for 3.3-V inputs](#)』(英語) に、TEC 素子の片側の温度を一定に保つ方法を示しています。TPS63802 の 3.3V 入力電圧と出力電圧の間に TEC 素子を接続します。この出力電圧は、マイクロコントローラから送信される PWM 信号により調節できます (光モジュールに搭載されている既存のマイクロコントローラを流用します)。マイクロコントローラは、TEC 素子の安定化される側に熱的に結合した NTC サーミスタにより温度情報を取得し、PWM 信号を調節して TPS63802 の出力電圧を増減します。入出力の電圧比が、TEC モジュールに流れる電流が EML に接触した側を加熱するのか冷却するのかを決定します。

まとめ

昇降圧型コンバータを使用して光モジュールの各種部品の電源電圧を安定化させることで、送受信の速度を向上させ、または受信距離を延ばすことができます。世界中で転送されるデータ量と同様に、サーバー・ファーム内、コンピュータ間、コンピュータからストレージ素子の間で転送されるデータ量が増大しても、昇降圧コンバータを使用することで、これらのアプリケーションのデータ・パッケージあたりの消費電力を低減し、総消費電力を利用可能な電力バジェット内に収めることができます。

関連資料

- 『[TPS63802 2A、高効率、低 IQ でソリューション・サイズの小さい昇降圧コンバータ](#)』データシート (SLVSEU9)
- 『[TPS6302x 高効率シングル・インダクタ昇降圧コンバータ、4A スイッチ付き](#)』データシート (SLVS916)
- 『[Use Buck-boost Converter for Voltage Stabilization Application Note](#)』(英語) (SLVAEA2)
- 『[AN-2264 LMR70503 Demo Board User's Guide](#)』(英語) (SNVU155)
- 『[TEC driver reference design for 3.3-V inputs](#)』(英語) (TIDA-050017)

- 『*A cost-effective 25-Gb/s EML TOSA using all-in-one FPCB wiring and metal optical bench*』(英語)、Young-Tak Han、Oh-Kee Kwon、Dong-Hun Lee、Chul-Wook Lee、Young-Ahn Leem、Jang-Uk Shin、Sang-Ho Park、Yongsoon Baek、©2013 Optical Society of America
- 『*100GBE- OPTICAL LAN TECHNOLOGIES*』(英語)、Chris Cole、David Allouche、Frank Flens、Bernd Huebner、Thelinh Nguyen、2017年12月、Finisar Corp.

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ(データシートを含みます)、設計リソース(リファレンス・デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所 : Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022, Texas Instruments Incorporated