

## ハーフブリッジ DC-DC コンバーターが データセンターの電力を削減

データセンターでは、消費電力を抑制するため、48 V バスラインの新しいラック・アーキテクチャーの採用が始まっています。このような 48 V バスシステムを実現するためのハーフブリッジ DC-DC コンバーターの設計技法を紹介します。

データストレージに対する需要の増大に対応するため、データセンター（図 1）の拡張と新設が求められています。しかし、無計画な拡張は、最終的に電力需給の逼迫を招くため、データセンターの消費電力を抑制することが、併せて求められています。

データセンターの消費電力を削減する非常に効果的な方法のひとつは、サーバーラックに 48 V バスラインを使用することです。とはいえ、このような新しいアーキテクチャーは、慎重に選択された高効率の MOSFET を使用しないと実用にはなりません。

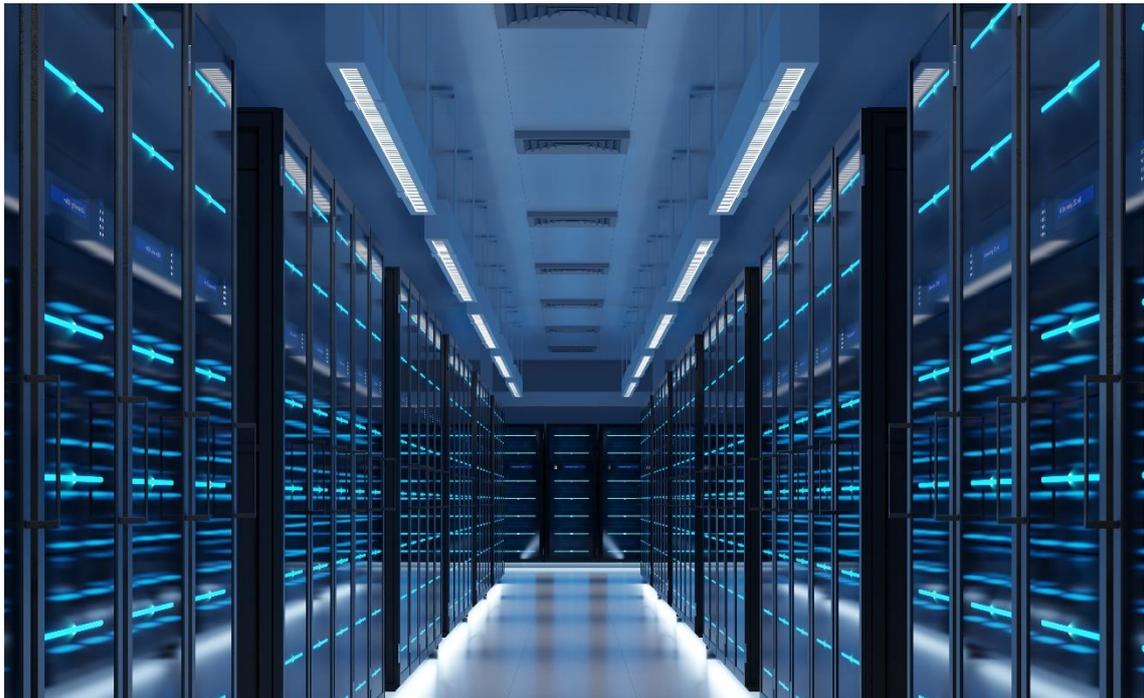


図 1. データセンターは常に膨大な電力を必要とするが、48 V バスシステムは、正しく設計されれば、電力損失を削減することが実証されている

## オープン・ラック・アーキテクチャーの電力損失への対処

より優れた効率を達成するために、[オープン・コンピュータ・プロジェクト \(OCP\)](#) が提案するオープン・ラック・アーキテクチャーでは、従来の 12 V バスラインではなく 48 V バスラインを使用することで、電力損失に対処しています。

この仕組みを理解するには、まず、電線における電力損失は  $I^2R$  で計算されることを思い出してみましょう。ここで、 $R$  は抵抗、 $I$  は電流です。この電流と抵抗の単純な関係に基づくと、同じ値の抵抗に対し、より低い電流を流せば、より少ない電力損失となり、より高い効率につながります。

オープン・ラック・アーキテクチャーにおいて、同じ量の電力が 12 V バスラインを通してサーバーラックに供給される時と 48 V バスラインを通して供給される時の電力損失を考えてみましょう。48 V バスラインを通過する電流は、12 V バスラインを通過する電流の 1/4 しかありません。したがって、48 V バスラインと 12 V バスラインの抵抗が同レベルであると仮定すると、48 V バスは 12 V バスの 1/16 の電力しか損失がありません。

## ハーフブリッジ DC-DC コンバーターを使用したオープンラック

理論を踏まえたオープン・ラック・アーキテクチャーの実現のため、図 2 に示すようなハーフブリッジ DC-DC コンバーターの採用を考察します。このようなコンバーターは、48 V のバスライン電圧を効率的に 1.2 V に降圧することができ、システムの総消費電力を削減します。

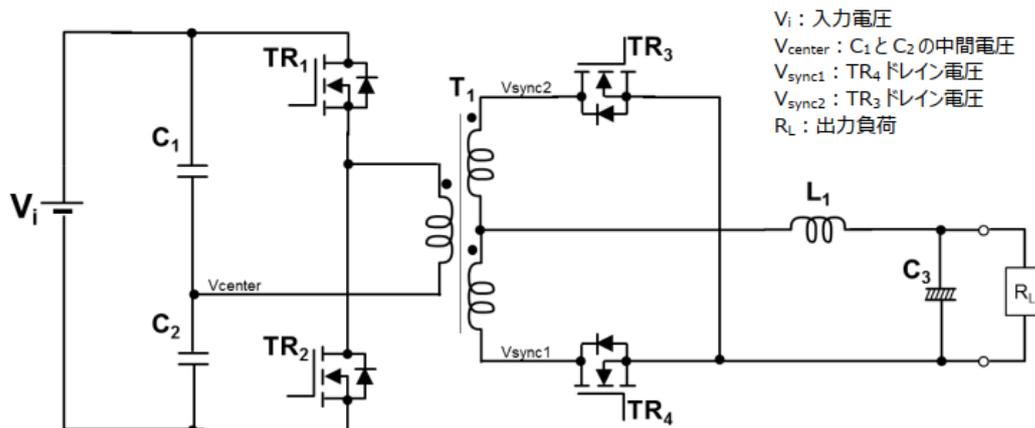


図 2. 簡略化したハーフブリッジ DC-DC コンバーター

ハーフブリッジ DC-DC コンバーター上の MOSFET 動作に起因する損失は、スイッチング損失に加え、ゲートドライブ損失、出力容量損失、ダイオード逆回復損失、導通損失があり、これらすべてが DC-DC コンバーターの効率に影響を与えます。

ここで単純化のために、MOSFET 二つで構成される図 3 に示す非絶縁型降圧 DC-DC コンバーターに置き換えてこれら損失を考えます。ハーフブリッジ DC-DC コンバーターの損失を考える場合は、図 3 の High-side MOSFET を図 2 の 1 次側素子 ( $TR_1$ 、 $TR_2$ ) に、図 3 の Low-side MOSFET を図 2 の 2 次側素子 ( $TR_3$ 、 $TR_4$ ) に置き換えてください。

非絶縁型降圧 DC-DC コンバーターの各 MOSFET には図 3 に示した損失が発生します。これらの損失は、適切な MOSFET を選択することで大幅に削減できます。

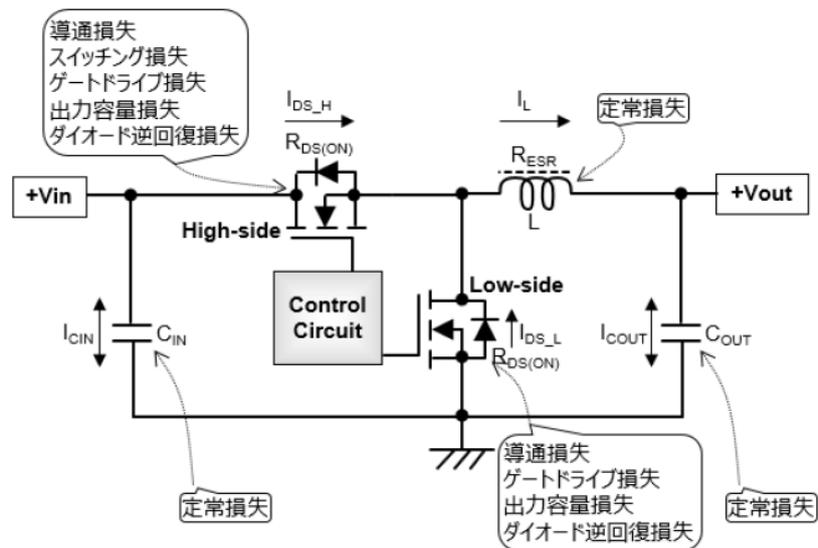


図 3. 非絶縁型降圧 DC-DC コンバーターにおける電力損失要因

## 当社のアプローチ

当社は、図 4 に示す 48 V バスラインをサポートするハーフブリッジ DC-DC コンバーターの[リファレンスデザイン](#)を開発し、48 V バスシステムで最高の効率レベルを達成するために必要とされる、効果的で実用的な MOSFET について検討してみました。このハーフブリッジ DC-DC コンバーターの仕様を表 1 に、ブロック図を図 5 に示します。適切な MOSFET を選択することで、わずか 160 mm x 100 mm の基板サイズにて、トータル効率 92.8 % ( $V_{in} = 54.5 \text{ V}$ 、30 % 負荷時) を達成しました。



図 4. 48 V バスシステムをサポートするハーフブリッジ DC-DC コンバーターリファレンスデザイン

表1.ハーフブリッジ DC-DC コンバーター仕様

パラメーター	条件	最小	標準	最大	単位
<b>入力特性</b>					
入力電圧		40	54.5	59.5	V
入力電流	$V_{in} = 54.5 \text{ V}, I_{out} = 100 \text{ A}$			2.8	A
<b>出力特性</b>					
出力電圧		1.18	1.2	1.22	V
出力電流	$V_{in} = 48\text{V}$			100	A
出力電力	$V_{in} = 48\text{V}$			120	W
出力リップル電圧				10	mV
スイッチング周波数			302		kHz

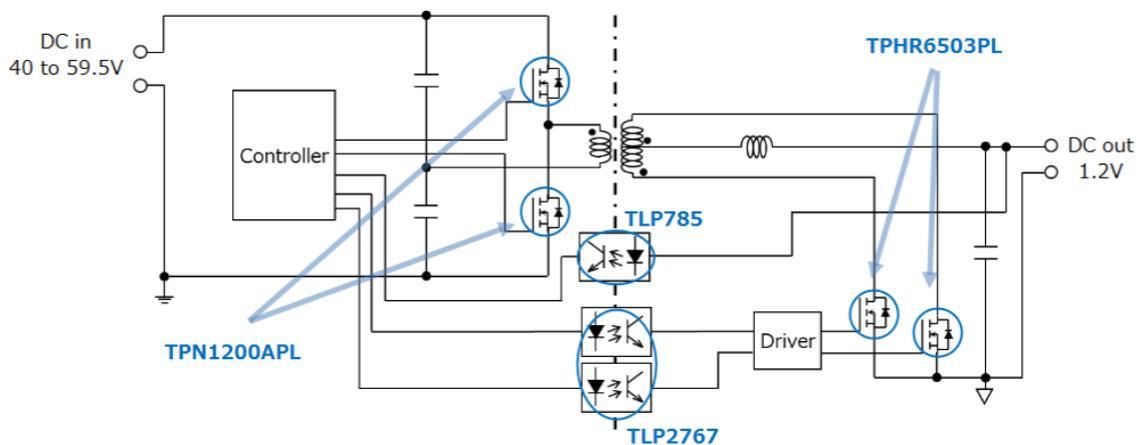


図5. 48 V バス電圧を 1.2 V に直接変換する 1.2 V/100 A 出力絶縁型 DC-DC コンバーター

1 次側で影響が大きいスイッチング損失の観点では入力容量が小さい MOSFET が優位ですが、最大負荷時には平均で 3 A 程度の電流が流れるため定常損失の影響も無視できません。そこで、入力容量とオン抵抗のバランスに優れた [TPN1200APL](#) を採用しました。

2 次側は MOSFET がオンする前に内蔵ダイオードが動作するためスイッチング損失の発生は非常に小さく、導通損失の占める影響が支配的です。従って、当社ラインアップの中で 0.41 mΩ と最もオン抵抗の小さい [TPHR6503PL](#) を採用しました。

## 消費電力削減のまとめ

OCP が提案するオープン・ラック・アーキテクチャーは、48 V バスラインを使用することで消費電力を削減し、効率を高めています。48 V バスシステムをサポートするハーフブリッジ DC-DC コンバーターは、効率的な実装のためのひとつのアプローチです。

DC-DC コンバーターでは、搭載する MOSFET を慎重に選択する必要があります。そこで当社が設計した小型で高効率の DC-DC コンバーターリファレンスデザインでは、1 次側に TPN1200APL、2 次側に TPHR6503PL という MOSFET を採用しています。

当社では、VDSS が 30 V から 250 V までの高品質で高効率な MOSFET をラインアップしており、さらに VDSS クラスごとにさまざまなオン抵抗タイプを用意しています。DC-DC コンバーター設計の際は、ぜひ当社 MOSFET をご検討ください。

本記事のブロック図、基板情報、使用方法などより詳しい情報を以下よりご覧いただけます。

[48V バス電圧対応 1.2V/100A 出力 DC-DC コンバーター リファレンスデザイン](#)

## 製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。

本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。

本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。

- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。

特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。

- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
  - 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
  - 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
  - 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも默示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
  - 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
  - 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。
- 本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。