

Application Note

2 つの TPS61287 昇圧コンバータの並列動作



Fergus He

概要

Bluetooth スピーカや USB Type-C パワー デリバリのようなほとんどの使用事例では、入力リチウム バッテリであり、出力電力は 90W 以上に達します。1 つのコンバータでは十分な電力を出力するのが困難であり、並列モデルが一般的に使用されています。

通常、最悪の条件下でデバイスの変動があった場合、一方のデバイスの出力電流がもう一方のデバイスのわずか 50% にとどまる可能性があるため、許容可能な出力負荷は大幅に減少します。さらに、バッテリー システムは入力電流リップルの影響を受けやすく、コンバータのインダクタ電流の位相が重なることはシステムに対して好ましくありません。

このアプリケーション ノートでは、2 つの TPS61287 デバイスを並列接続し、より大きな出力電力を供給する方式を提示します。この方法では、2 つのデバイスの VIN、VOUT、FB、COMP ピンを互いに接続することができ、TPS61287 の同期機能も使用して、電流共有と位相シフト制御を実現します。

同期遅延は推定できるため、ユーザーは RC デバイダを介して同期信号として DRV 信号または SW 信号のいずれかを選択できます。ほとんどの場合、SW 信号を同期入力として使用すると、約 50% のスイッチング周期の位相シフトが得られるため、並列動作に適しています。

ベンチ テスト結果により、この方式で 2 つの昇圧コンバータのインターレース並列出力を実現し、電流入力リップルを大幅に低減して、出力電力を最大化できることがわかりました。

目次

1 概要.....	2
1.1 TPS61287 の概要.....	2
1.2 並列配置の TPS61287 を使用して設計します.....	2
1.3 同期機能.....	3
1.4 位相遅延の詳細.....	4
2 TPS61287 の並列ベンチ性能.....	5
2.1 熱性能.....	5
2.2 スwitching 波形.....	6
2.3 リップル波形.....	7
2.4 効率.....	8
3 まとめ.....	9
4 参考資料.....	9

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 概要

1.1 TPS61287 の概要

TPS61287 は、高電力密度の同期整流昇圧コンバータであり、ハイサイド同期整流 MOSFET を内蔵し、外付けローサイド MOSFET を使用して高効率かつ小型化を実現します。TPS61287 は、入力電圧範囲が 2V ~ 23V と広く、出力電圧は最大 25V に対応し、20A のスイッチング バレー電流能力を備えています。

TPS61287 は、適応型コンスタント オンタイム バレー電流制御トポロジを使用して出力電圧を制御し、積層可能な多相動作をサポートします。最大 4 個の TPS61287 を同じスイッチング周波数で多相動作に構成することで、より大きな電力と入力電流のバランシングをサポートできます。

1.2 並列配置の TPS61287 を使用して設計します

図 1-1 に、並列動作する 2 つの TPS61287 の回路図を示します。2 つのデバイスの VIN、VOUT、FB、COMP ピンは、互いに接続されています。

ホスト デバイスの M/SYNC は、グランドに接続されています。下位デバイスの M/SYNC は、RC デバイダを介して DRV ピンまたはホストデバイスの SW に接続できます。TI は、より優れた電流バランスと信頼性の高い位相シフトを実現するために、強制 PWM モードの使用を推奨します。

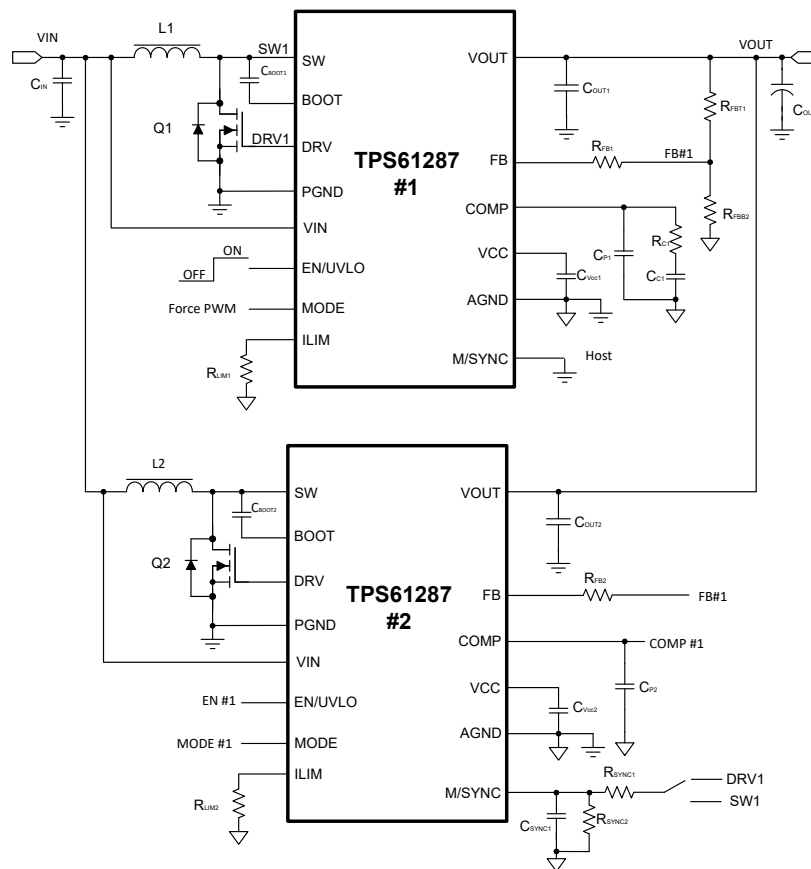


図 1-1. 大電力アプリケーションにおける TPS61287 の並列接続回路図

1.3 同期機能

図 1-2 に、TPS61287 の機能ブロック図を示します。

M/SYNC ピンに外部クロック信号が印加されると、同期回路は同期ノコギリ波信号を生成して Ton 時間を変調し、スイッチング周波数を外部クロックに同期します。

外部クロック周波数は、デフォルトの 320kHz スwitchング周波数の $\pm 20\%$ 以内である必要があります。M/SYNC ピンの外部クロックは、0.4V 未満の Low レベル電圧と 1.2V 超の High レベル電圧を有している必要があります。有効な同期クロック信号は 50ns 以上の幅で、同期前に少なくとも 4 つの連続クロックを持つ必要があります。

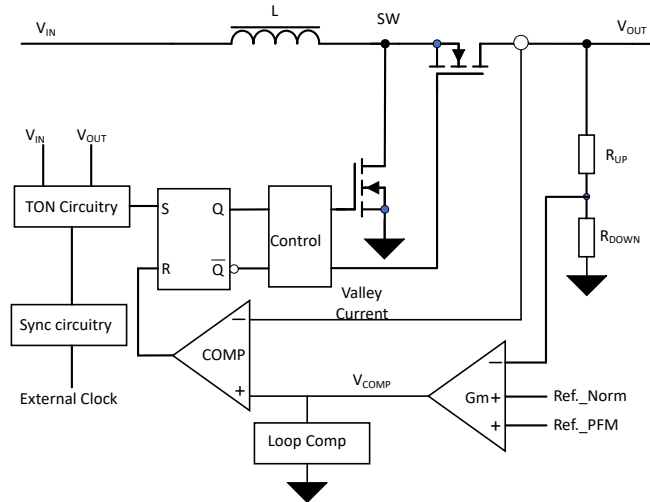


図 1-2. TPS61287 の外部同期機能ブロック図

マルチフェーズ機能搭載の TPS61287 を使用する場合、下位デバイスの M/SYNC は、RC デバイダを介して DRV またはホスト デバイスの SW に接続できます。

図 1-3 に、DRV 信号を同期入力として使用するときの波形を示します。DRV 電圧は M/SYNC ピンの電圧デレイトング範囲内であるため、抵抗デバイダは通常必要ありません。RC フィルタを追加して、追加の時間遅延を生成し、位相シフトを調整できます。2 つのデバイス間の合計位相シフトは、デューティ サイクルによって加算される位相遅延です。

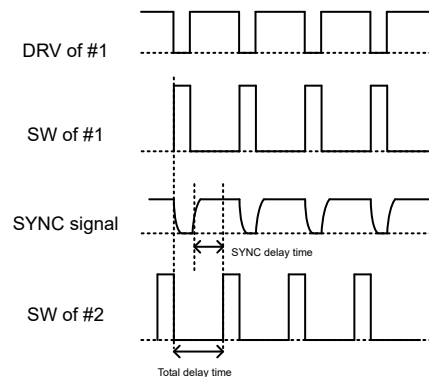


図 1-3. DRV を SYNC 入力として使用します

図 1-4 に、SW 信号を同期入力として使用するときの波形を示します。通常、SW 信号電圧は M/SYNC ピンのデレイトングよりもはるかに高くなるため、抵抗デバイダが必要です。実際の位相シフトは、同期遅延にすぎません。

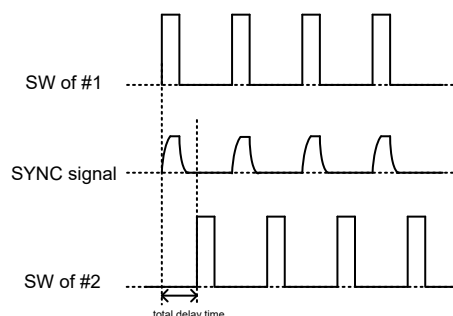


図 1-4. SW を SYNC 入力として使用します

1.4 位相遅延の詳細

同期遅延時間は、同期信号の立ち上がりエッジと、生成される SW の立ち上がりエッジとの間の時間遅延として定義されます。

表 1-1. デューティサイクルに関連する遅延時間と位相

デューティサイクル	遅延時間	位相遅延
10%	2.01us	64.3%
20%	1.89us	60.5%
30%	1.78us	57.0%
40%	1.71us	54.7%
50%	1.66us	53.1%
60%	1.68us	53.8%
70%	1.66us	53.1%
80%	1.65us	52.8%
90%	1.64us	52.5%

表 1-1 に、デューティサイクルに関連する一般的な遅延時間と位相遅延の推定値を示します。TPS61287 は、ほとんどの場合、位相遅延の約 50% を生じるよう慎重に設計されています。

この設計では、抵抗デバイダを使用する SYNC 信号として SW 信号電圧を使用します。実際の位相シフトは約 50% にとどまります。

2 TPS61287 の並列ベンチ性能

この章では、並列動作する 2 つの TPS61287 デバイスのベンチ テスト済み性能について説明します。放熱性能、スイッチング波形、出力リップル、効率の結果が含まれています。同期機能なしの出力リップル波形も比較のため添付しています。

図 2-1 に、TPS61287 2 相評価基板の上面図を示します。

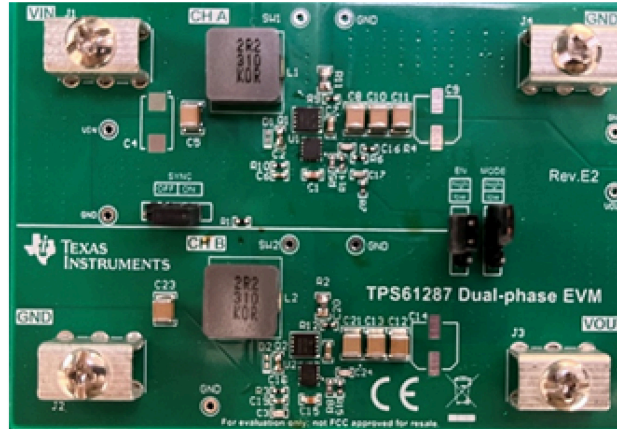


図 2-1. TPS61287 2 相評価基板の上面図

表 2-1 に、TPS61287 を並列接続した場合の性能を示します。

表 2-1. 設計パラメータ

設計パラメータ	数値例
入力電圧範囲	3.3V ~ 4.2V
出力電圧	18V
出力電圧リップル	200mV ピークツー ピーク
出力電流定格	6A

2.1 熱性能

この評価基板は 4 層 PCB で、外層に 2 オンスの銅箔、内層に 1 オンスの銅箔があります。より厚い銅の PCB を使用すると、より優れた放熱性能を実現できます。2 枚の熱画像図 2-2 と図 2-3 に、3.3V および 4.2V の入力電圧における熱条件を示します。入力電圧が高い場合は、放熱性能が向上します。

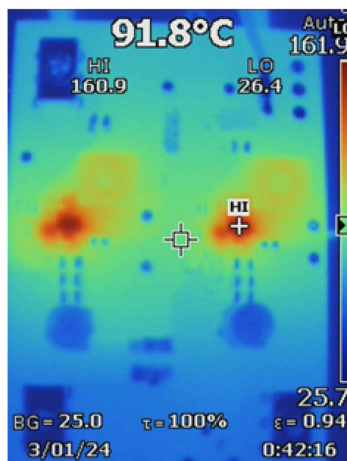


図 2-2. $V_{IN}=3.3V$ 、 $V_{OUT}=18V$ の熱画像

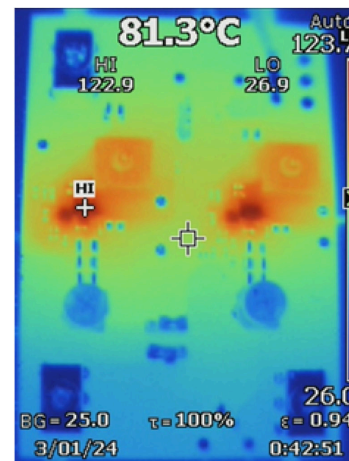


図 2-3. $V_{IN}=4.2V$ 、 $V_{OUT}=18V$ の熱画像

2.2 スイッチング波形

図 2-4 から図 2-9 に、無負荷および全負荷条件での、さまざまな入力電圧におけるスイッチング ノードとインダクタ電流の波形を示します。SW を同期信号として使用し、位相シフトはスイッチング周期の約 50% です。この波形は、スイッチング位相シフトと電流バランスが改善されていることを示しています。

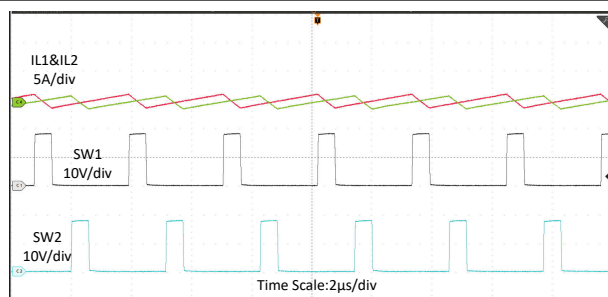


図 2-4. 負荷 0A におけるスイッチング波形

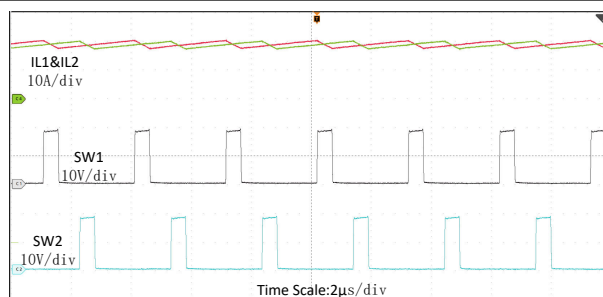


図 2-5. 負荷 6A におけるスイッチング波形

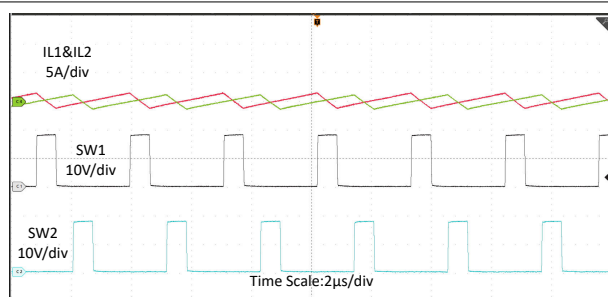


図 2-6. 負荷 0A におけるスイッチング波形

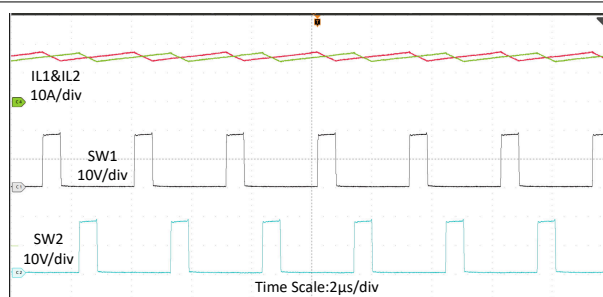


図 2-7. 負荷 6A におけるスイッチング波形

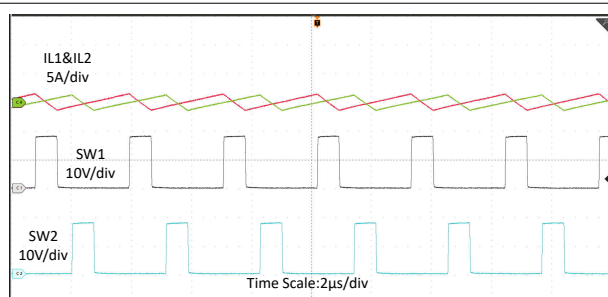


図 2-8. 負荷 0A におけるスイッチング波形

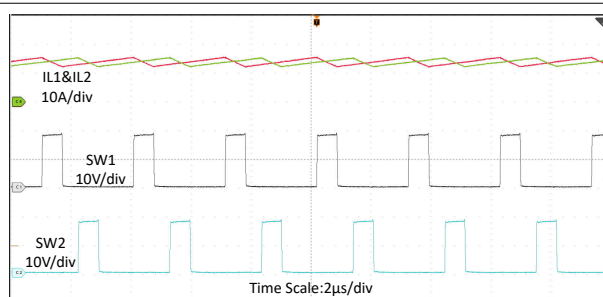
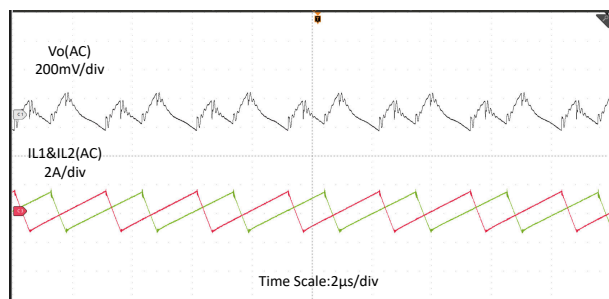


図 2-9. 負荷 6A におけるスイッチング波形

2.3 リップル波形

このセクションでは、出力 AC リップルの波形を示します。図 2-10 と図 2-11 に、同期機能を用いたさまざまな入力電圧での出力リップル波形を示します。出力電圧リップルは 200mV の範囲内です。

図 2-12 から図 2-15 に、同期機能を使用せずに、並列接続した 2 つの TPS61287 デバイスの出力リップルと AC リップルを示します。2 つのデバイスのスイッチング モーメントは同時ではなく、インダクタ電流のピークツーピーク値が重なるため、出力電圧リップルが増加し、振動周波数が増加します。出力電圧リップルは 400mV に達します。



$V_{IN} = 3.3V$ $V_{OUT} = 18V$ $I_{OUT} = 6A$

図 2-10. 同期機能を用いた出力電圧リップルとインダクタ電流

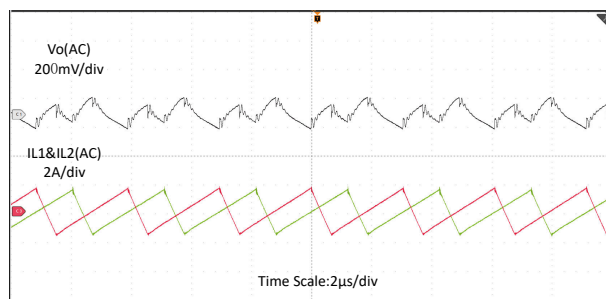


図 2-11. 同期機能を用いた出力電圧リップルとインダクタ電流

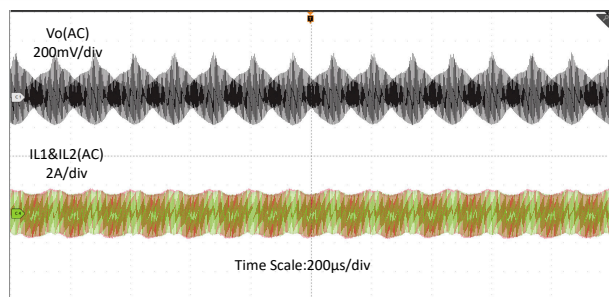


図 2-12. 同期機能なしでの出力電圧リップルとインダクタ電流

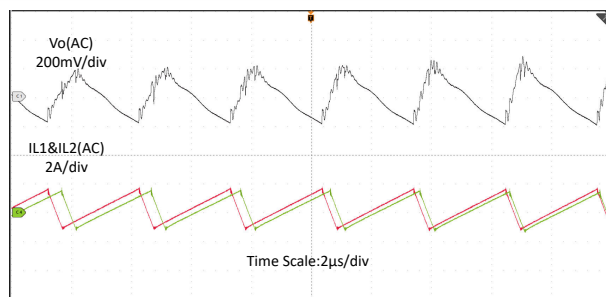


図 2-13. 同期機能なしでの出力電圧リップルとインダクタ電流 (拡大表示)

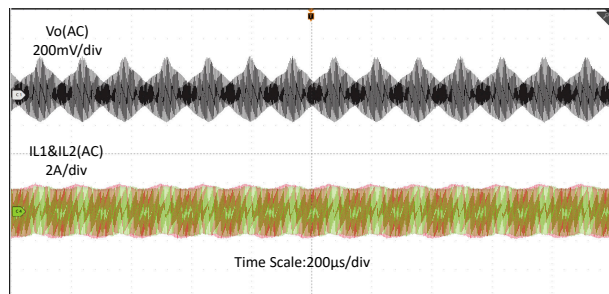


図 2-14. 同期機能なしでの出力電圧リップルとインダクタ電流

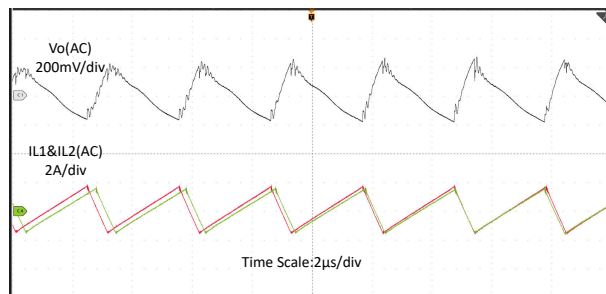


図 2-15. 同期機能なしでの出力電圧リップルとインダクタ電流 (拡大表示)

2.4 効率

図 2-16 に、18V 出力、さまざまな入力電圧における 0.1A ～ 6A の負荷の効率曲線を示します。

最高効率は、4.2V 入力、18V/3A 出力時に 94.5% に達します。

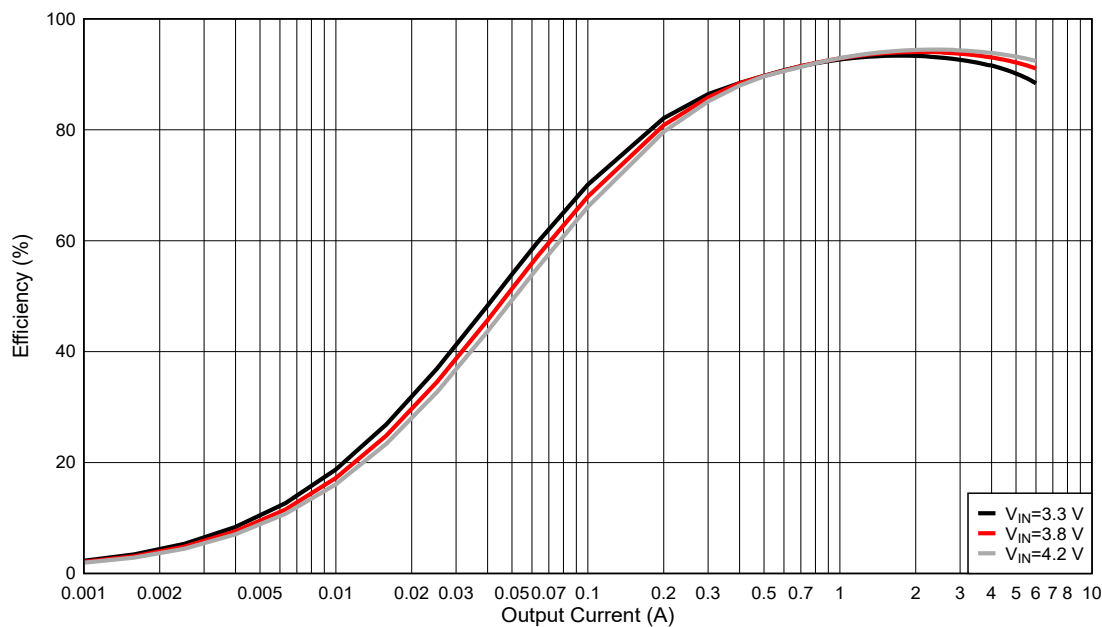


図 2-16. 効率と出力電流との関係

$V_{IN} = 3.3V, 3.8V, 4.2V$

$V_{OUT} = 18V$

3 まとめ

このアプリケーション ノートでは、2 つの TPS61287 デバイスを並列接続し、より大きな出力電力を供給する方式を提示します。この方法では、2 つのデバイスの VIN、VOUT、FB、COMP ピンを互いに接続します。また、この方式は、TPS61287 の同期機能を使用して、電流共有および位相シフト制御を実現します。ベンチ テスト結果により、この方式で 2 つの昇圧コンバータのインターレース並列出力を実現し、電流入力リップルを大幅に低減して、出力電力を最大化できることがわかりました。

4 参考資料

1. テキサス インスツルメンツ、[TPS61287 23VIN、25VOUT、20A 同期整流昇圧コンバータ \(スタックブル マルチフェーズ機能搭載\)](#)、データシート

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みいかなる保証も、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、TI は一切の責任を拒否します。

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](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](https://www.ti.com) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。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。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

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

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月