

Design Guide: TIDA-050090

TPS1689 と TPS1685 の各 eFuse を使用する、AI データセンター向け 54V 5kW パワーパス保護のリファレンス デザイン



説明

このリファレンス デザインは、1 つの TPS1689 eFuse デバイスと 5 つの TPS1685 eFuse デバイスを並列に使用した、AI 搭載データセンター向けの 54V、5kW 入力電力パス保護回路を示しています。これらの統合型高電流回路保護デバイスは、少数の外部コンポーネントを使用して複数の保護を提供し、過負荷、短絡、過剰な突入電流に対する強力な防御として機能します。TPS1689 eFuse に内蔵された PMBus® インターフェイスにより、リアルタイムの監視、制御、および構成が可能になります。3 つのデバイスは上層に配置され、3 つは下層に配置されています。

リソース

TIDA-050090

デザインフォルダ

TPS1685、TPS1689、TPS7A4001

プロダクトフォルダ



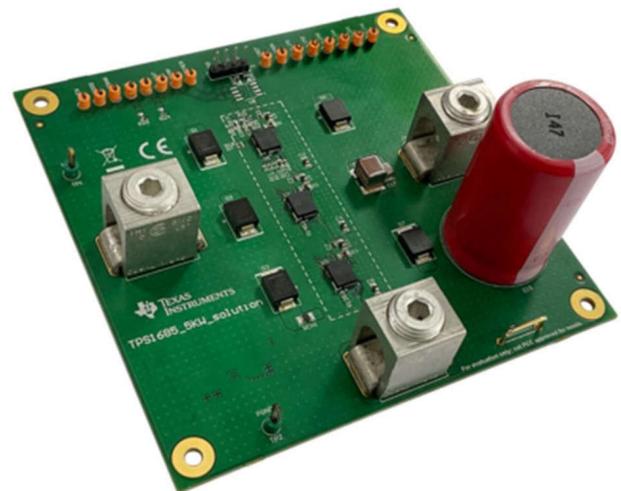
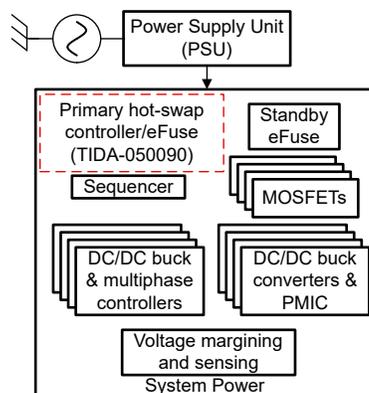
テキサス・インスツルメンツの™ E2E サポート エキスパートにお問い合わせください。

特長

- 外部からの空気の流れなしで、周囲温度 55°C の高温でも 100A_{RMS} の電流を流すことができます。
- イネーブル電源サイクルとクイック出力放電 (QOD) を開始するオプション
- TPS1689 eFuse 経由の PMBus を使用した制御、遠隔測定、構成機能
- 障害発生後に構成ファイルとブラック ボックス データを保存する EEPROM
- 低電圧、過電圧、過電流、短絡、過熱保護が搭載されています

アプリケーション

- 48V 入力、パワー ディストリビューション ボード
- Intel サーバー
- 高性能コンピューティング
- ネットワーク インターフェイス カード (NIC)
- AI アクセラレータ モジュールまたはカード



1 システムの説明

図 1-1 に、48V または 54V エンタープライズ サーバー マザーボードの代表的な配電アーキテクチャを示します。この画像は、サーバーのマザーボードで TIDA-050090 リファレンス デザインを使用可能な電力ツリー内の位置も示しています。

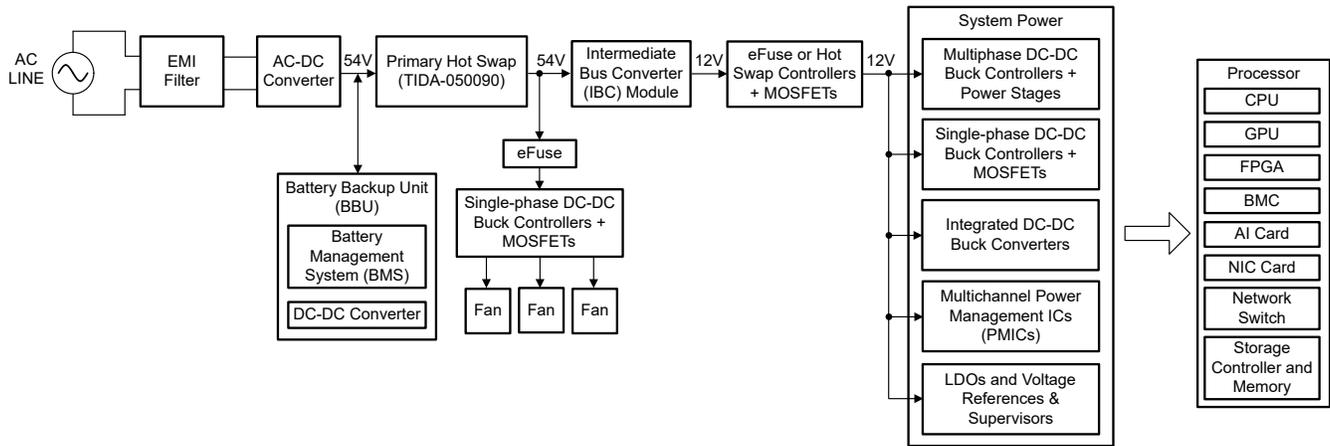


図 1-1. システム ブロック図

1.1 主なシステム仕様

表 1-1 は、このリファレンス設計の設計パラメータを示しています。

表 1-1. 設計パラメータ

パラメータ	値
入力電圧範囲 (V_{IN})	40V ~ 60V
最大 DC 負荷電流、($I_{OUT(max)}$)	100A
ピーク電流	200A
最大出力キャパシタンス (C_{LOAD})	5mF
PG がアサートされるまで、すべての負荷はオフになっていますか？	はい
最大周囲温度	55°C
過渡過負荷ブランキング タイマ	1.5ms
出力端子での短絡による過熱状態に耐える必要がありますか？	はい
パワーアップ時の短絡状態に耐える必要はありますか？	はい
基盤はホットプラグまたはパワーサイクルに対応していますか？	はい
システムで負荷電流の監視は必要ですか？	はい
故障応答	ラッチオフ

2 システム概要

TIDA-050090 リファレンス デザインは、6 つの TPS1685 eFuse デバイス、または並列に配置された 1 個の TPS1689 と 5 個の TPS1685 eFuse デバイスを活用した、データ センター サーバーの 54V、5kW 入力電力パス保護システムを特徴としています。TPS1685 と TPS1689 eFuse は、大電流回路保護とパワー マネージメント向けのコンパクトでパッケージ統合型の並列化可能な設計です。このデバイスは、最小限の外付け部品で複数の保護モードを備えています。eFuse は、過負荷、短絡、過剰な突入電流に対する強力な防御を実現します。このリファレンス デザインは、複数のデバイスを並列に接続して、より大きい負荷電流に対応する場合の TPS1685 および TPS1689 eFuse の性能を提示します。

2.1 ブロック図

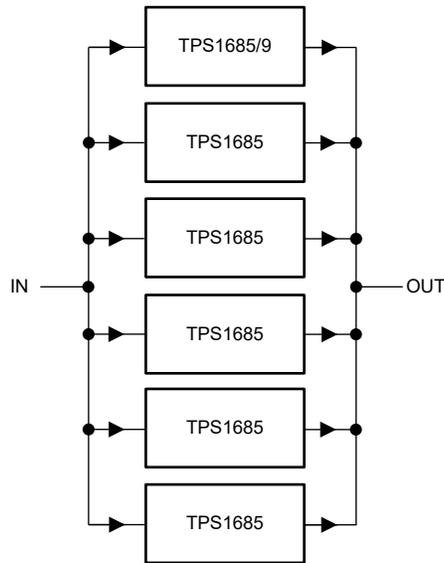


図 2-1. TIDA-050090 のブロック図

2.2 主な使用製品

2.2.1 TPS1685

TPS1685x は統合型大電流回路保護およびパワー マネージメント デバイスです。このデバイスは、非常に少数の外付け部品で複数の保護モードを提供し、過負荷、短絡、および過剰な突入電流に対して堅牢な保護を行います。特定の突入電流要件を持つアプリケーションでは、単一の外付けコンデンサにより出力スルー レートを設定できます。ユーザーは、システムのニーズに応じて、出力電流制限レベルを設定できます。ユーザーが調整可能な過電流ブランキング タイマを使用すると、システムは eFuse をトリップせずに、負荷電流の過渡ピークに対応できます。内蔵された高速かつ正確なアナログ負荷電流モニターにより、予測メンテナンスと、Intel® Platform System Power (PSYS) や PROCHOT# などの高度な動的プラットフォーム電源管理が可能になり、サーバーとデータ センターのパフォーマンスが最適化されます。

複数の TPS1685x デバイスを並列に接続して、大電力システム用に合計電流容量を拡大できます。すべてのデバイスが動作状態をアクティブに同期し、スタートアップ時や定常状態で電流を共有することで、一部のデバイスに過大なストレスがかかることを防ぎます。このようなストレスは、並列チェーンの早期または部分的なシャットダウンを引き起こす可能性があります。これらのデバイスは、-40°C ~ +125°C の接合部温度範囲で動作が規定されています。

2.2.2 TPS1689

TPS1689x は統合型大電流回路保護およびパワー マネージメント設計であり、小型パッケージに封止されています。このデバイスは、非常に少数の外付け部品で複数の保護モードを提供し、過負荷、短絡、および過剰な突入電流に対して堅牢な保護を行います。内蔵 PMBus® インターフェイスにより、ホストコントローラはシステムをリアルタイムで監視、制御、および構成できます。リモート テレメトリの場合、主なシステム パラメータを読み戻すことができます。各種の保護および警告スレッショルドおよび係数は、PMBus を使用して構成することも、不揮発性コンフィギュレーション メモリに保存することもできます。高速で高精度の検出を行う統合型のアナログ負荷電流モニターにより、予知保全と高度な動的プラットフォーム電力管理 (Intel® PSYS、PROCHOT# など) が容易になり、サーバーおよびデータセンターの性能を最適化します。ブラックボックス フォルト記録機能は、フィールド障害や返品デバッグに役立ちます。より大きな電流をサポートするために、TPS1689x を TPS1685x と並列に接続できます。これらのデバイスは、 -40°C ~ $+125^{\circ}\text{C}$ の接合部温度範囲で動作が規定されています。

2.2.3 TPS7A4001

TPS7A4001 デバイスは、熱的に強化されたパッケージ (HVSSOP) の利点を生かした超高耐圧リニアレギュレータであり、最高 100V の連続 DC または過渡入力電圧に耐えます。

TPS7A4001 デバイスは、 $4.7\mu\text{F}$ よりも大きな任意の出力容量と、 $1\mu\text{F}$ (過熱と許容誤差) よりも大きい入力容量で安定します。そのため、パッケージ (HVSSOP) が小型化されて出力コンデンサが小さくなる可能性があるため、このデバイスを実装する際に基板面積を最小限に抑えることができます。さらに TPS7A4001 デバイスは、低電流のシャットダウン モードを有効にするための、標準 CMOS ロジック互換のイネーブルピン (EN) を備えています。

TPS7A4001 デバイスは、故障条件中にシステムを保護するためのサーマル シャットダウンおよび電流制限機能を備えています。HVSSOP パッケージの動作温度範囲は、 $T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ です。

3 ハードウェア、ソフトウェア、テスト要件、テスト結果

3.1 ハードウェア要件

- TIDA-050090 リファレンス デザイン ボード
- DC 電源: N8951A、オートレンジシステム DC 電源、80V、510A、15kW
- DC 電子負荷: 63210A-150-1000、大電力 DC 電子負荷、150V、1000A、10kW
- デジタル マルチメータ
- Fluke® Ti480 PRO 赤外線カメラ
- MDO4000C ミックスドメイン オシロスコープ

図 3-1 と 図 3-2 に、リファレンス デザインの回路図を示します。

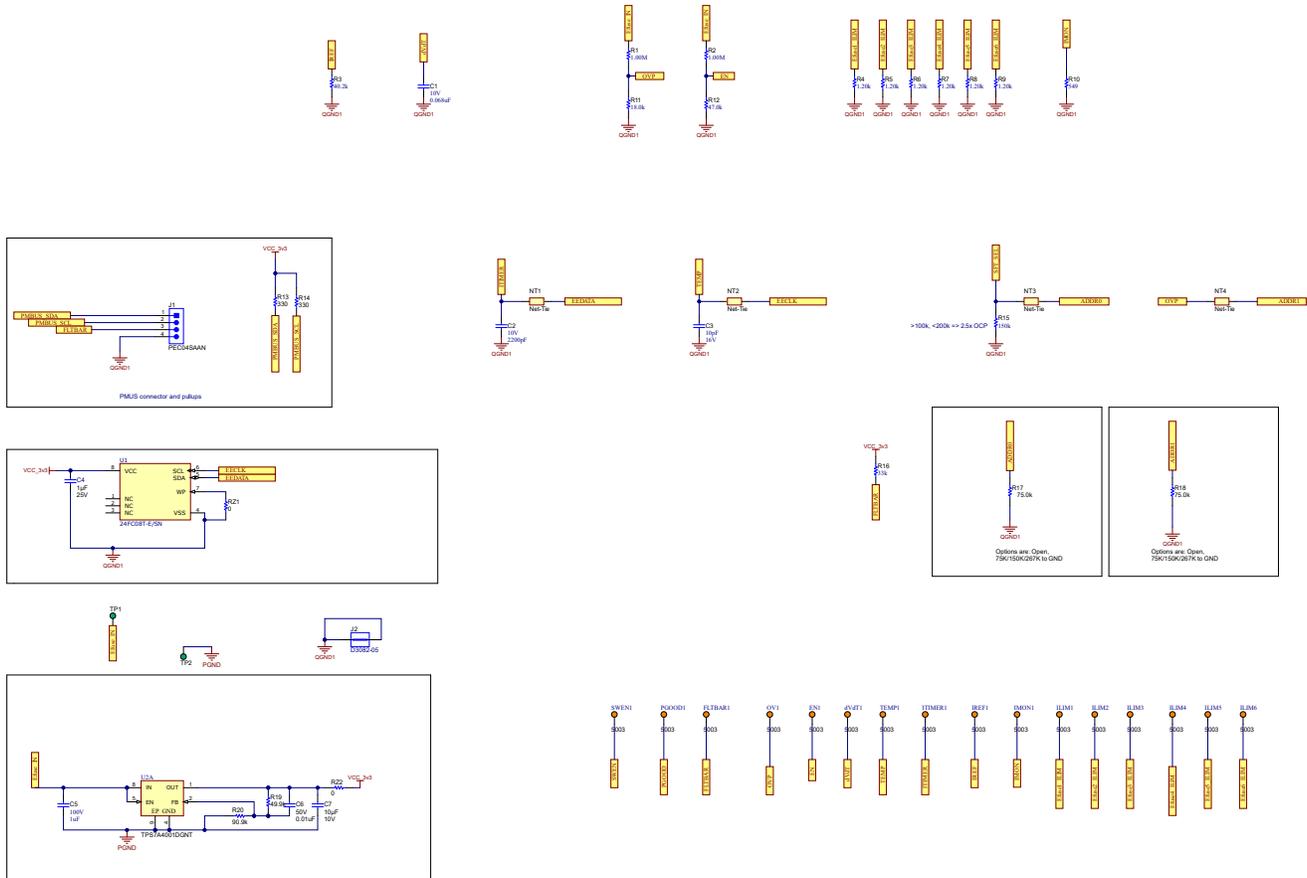


図 3-1. TIDA-050090 リファレンス デザイン (回路図 1)

図 3-3 ~ 図 3-5 に、リファレンス デザインの基板の画像を示します。

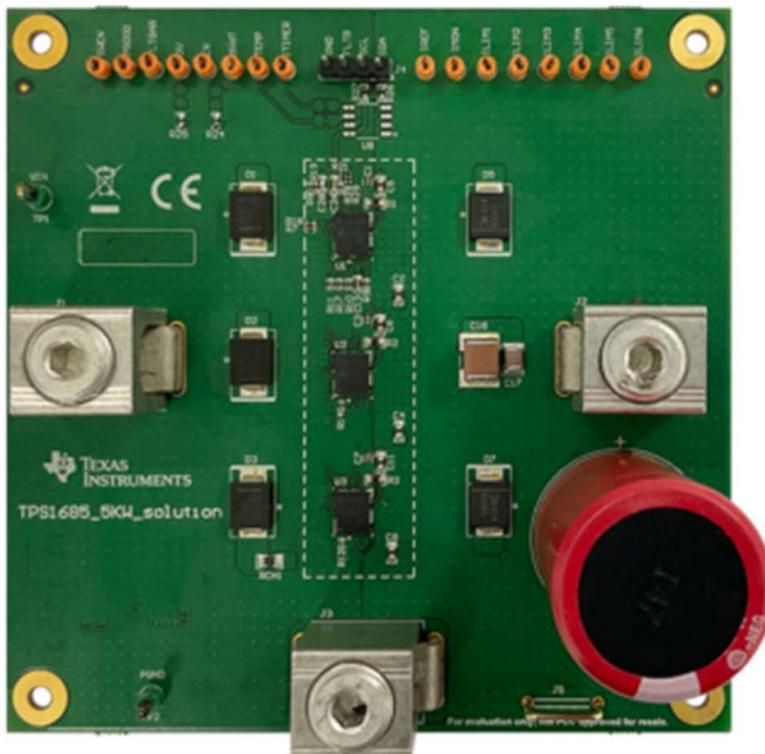


図 3-3. TIDA-050090 リファレンス デザイン: 上面図

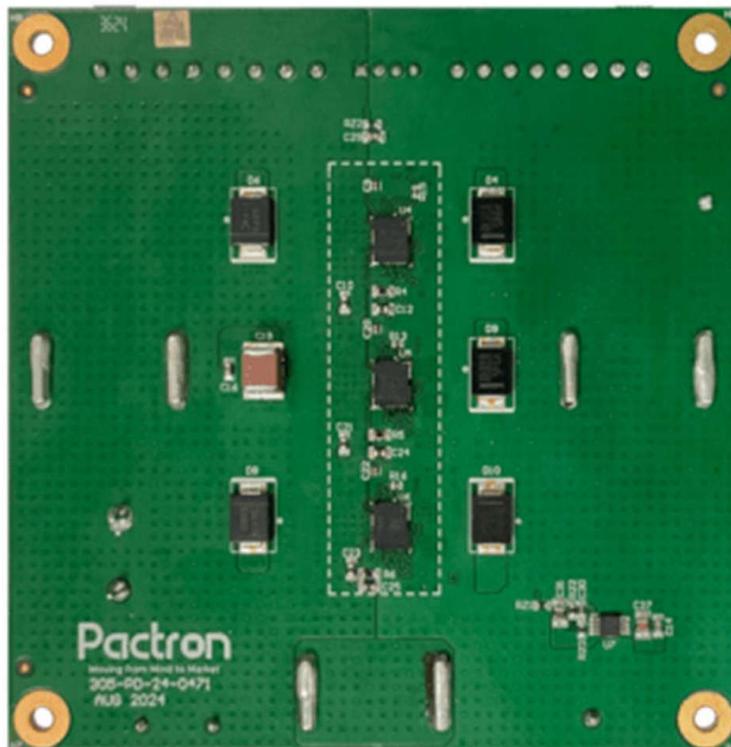


図 3-4. TIDA-050090 リファレンス デザイン: 底面図



図 3-5. TIDA-050090 リファレンス デザイン: 斜図

3.2 テスト設定

図 3-6 に、テスト設定のブロック図を示します。

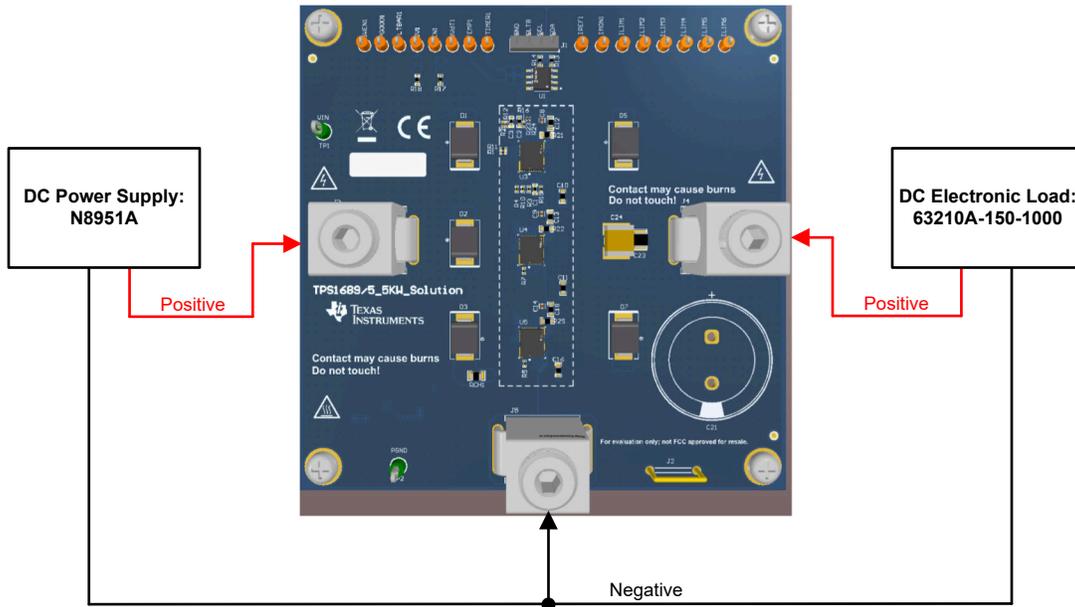
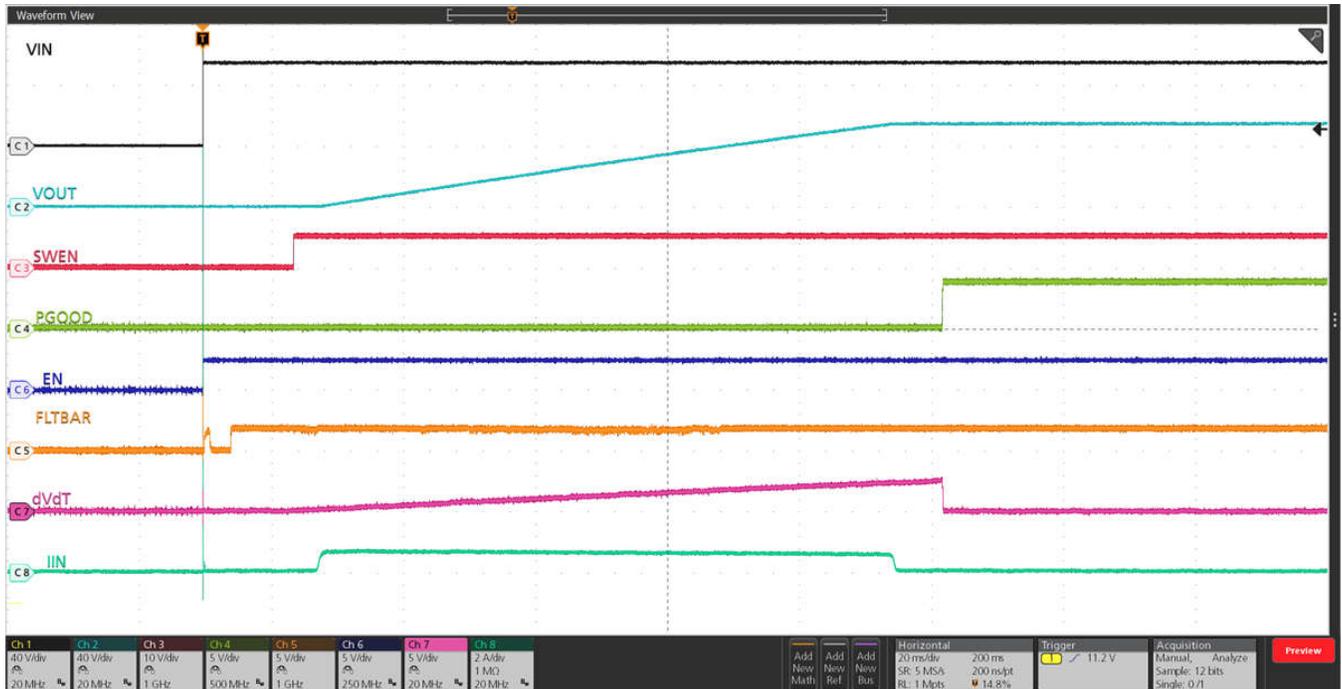


図 3-6. TIDA-050090 のテストの構成

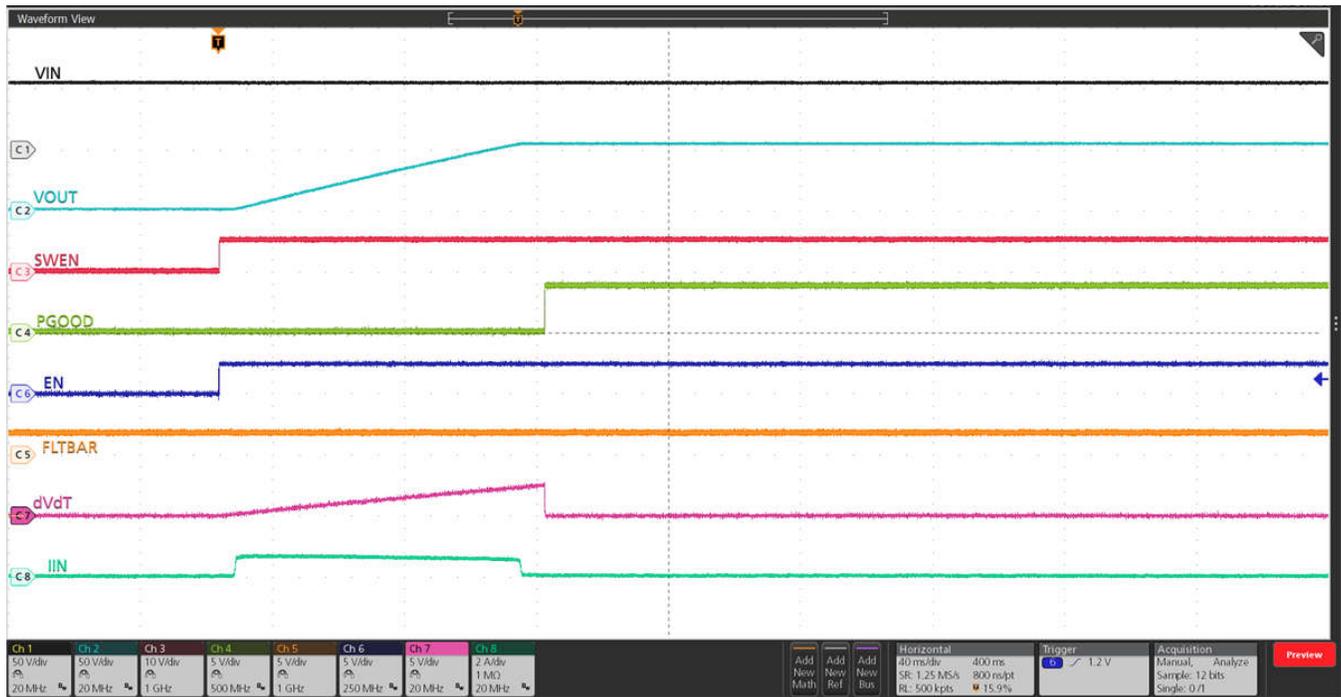
3.3 テスト結果

図 3-7 から 図 3-16 までに TIDA-050090 リファレンス デザインのさまざまなテスト結果を示します。



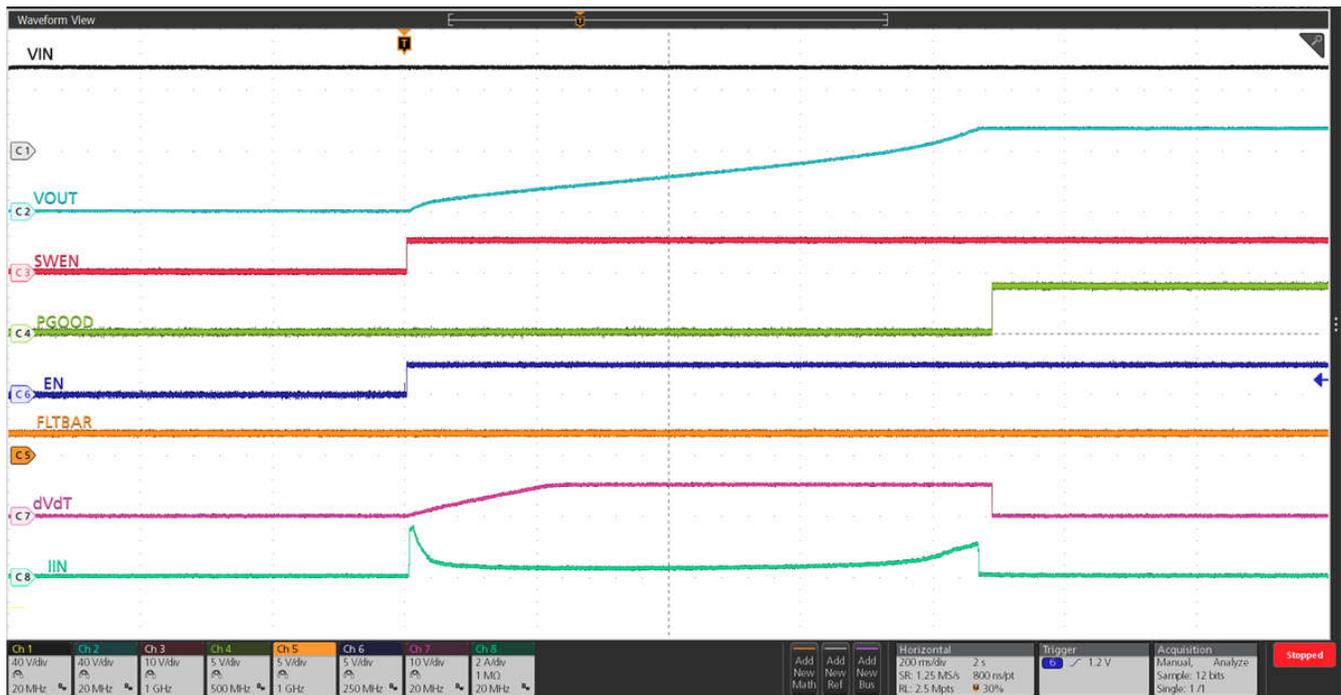
V_{IN} は 0V ~ 54V に昇圧、 $C_{OUT} = 1mF$ 、および $C_{DVDT} = 68nF$

図 3-7. 6 台のデバイスを並列接続したホットプラグ プロファイル



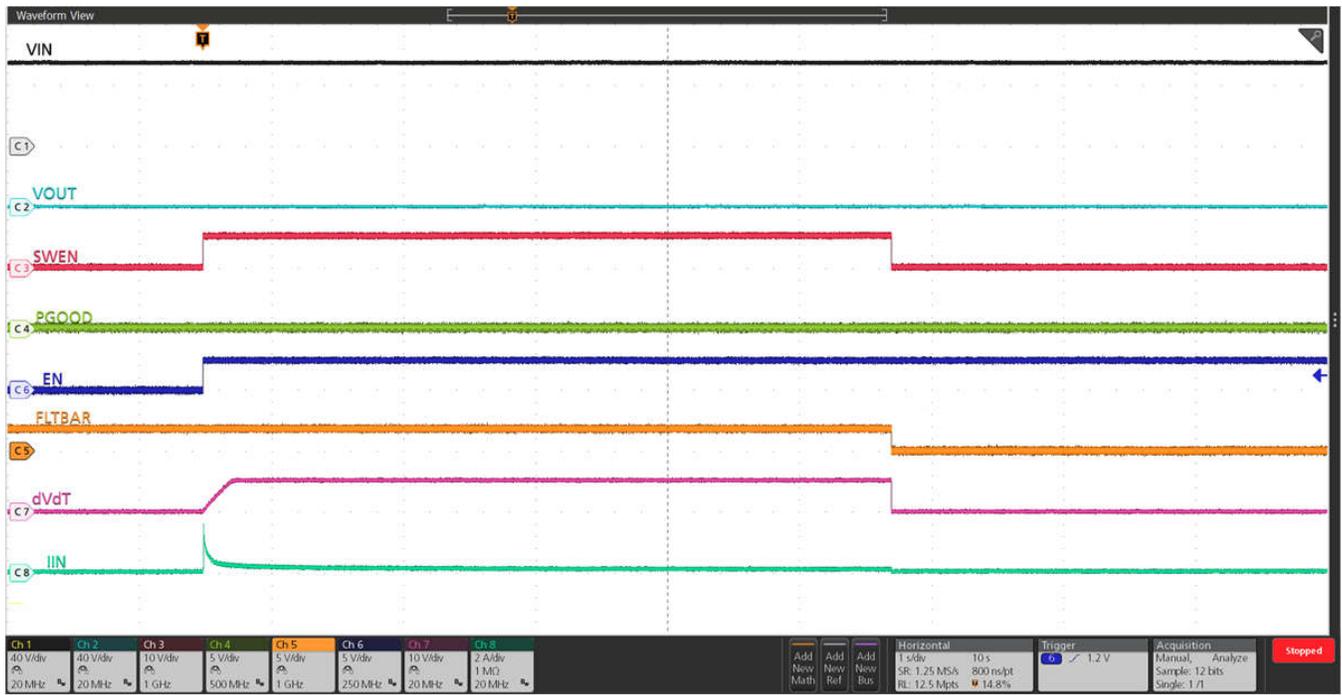
$V_{IN} = 54V$, EN は 0V ~ 3V に昇圧, $C_{OUT} = 1mF$, および $C_{DVDT} = 68nF$

図 3-8. 6 つのデバイスを並列に接続した場合の ENABLE を使用したパワーアップ (条件 1)



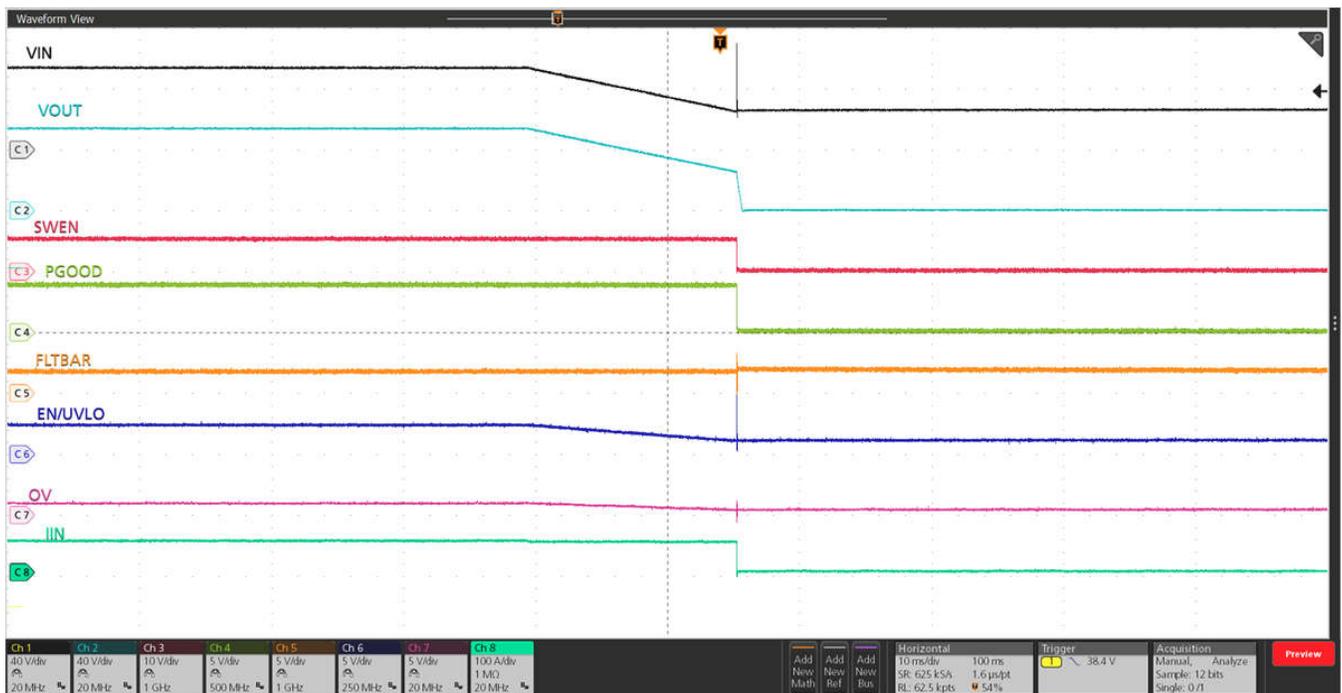
$V_{IN} = 54V$, EN は 0V ~ 3V に昇圧, $C_{OUT} = 6mF$, および $C_{DVDT} = 68nF$

図 3-9. 6 つのデバイスを並列に接続した場合の ENABLE を使用したパワーアップ (条件 2)



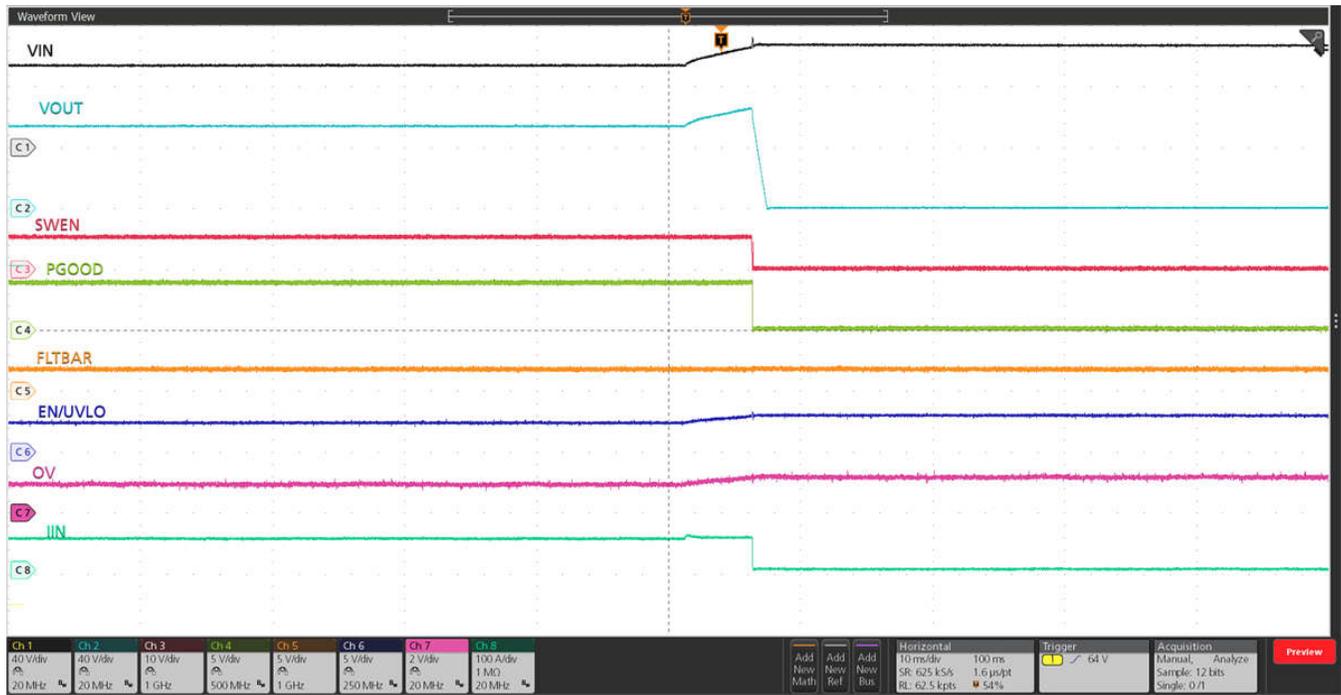
$V_{IN} = 54V$ 、OUT は GND に短絡、EN は 0V ~ 3V に昇圧、 $C_{OUT} = 6mF$ 、および $C_{DVDT} = 68nF$

図 3-10. 6 つのデバイスを並列接続した場合の出力短絡応答への電源投入



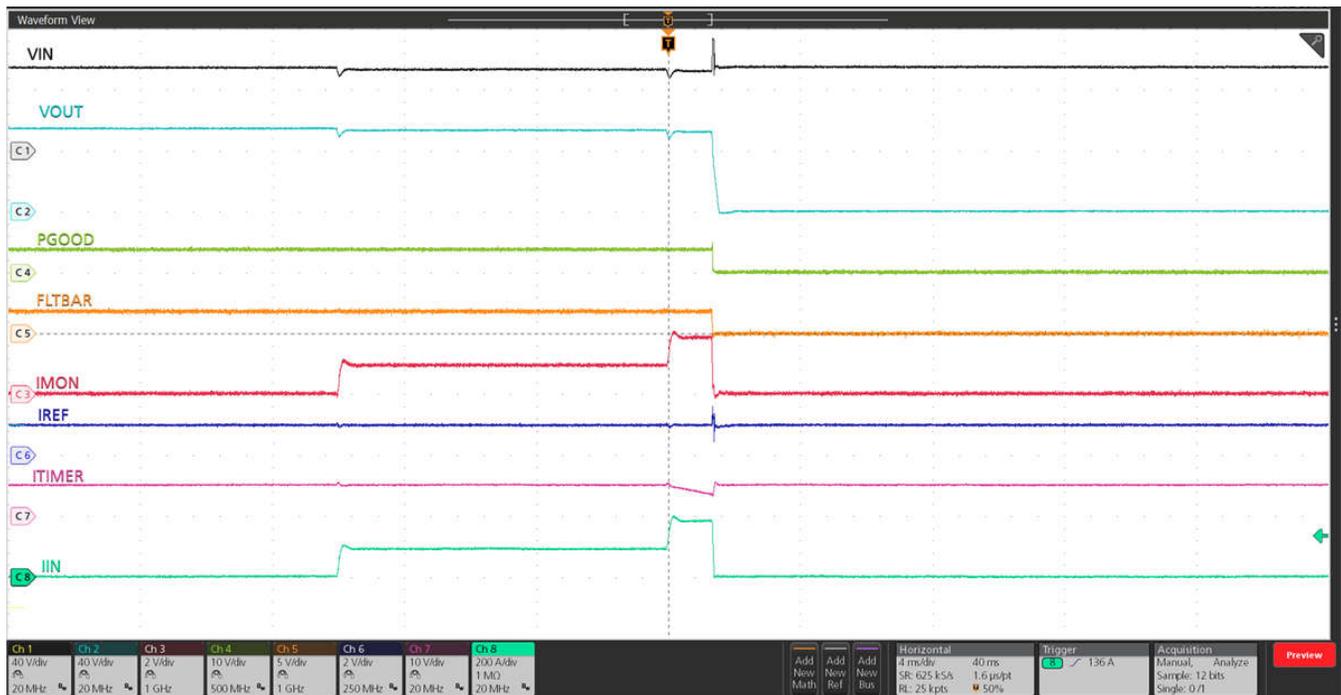
V_{IN} は 54V ~ 25V に昇圧、UVLO スレッシュホールド = 30V、および $I_{LOAD} = 60A$

図 3-11. 6 つのデバイスを並列に接続した場合の低電圧誤動作防止応答



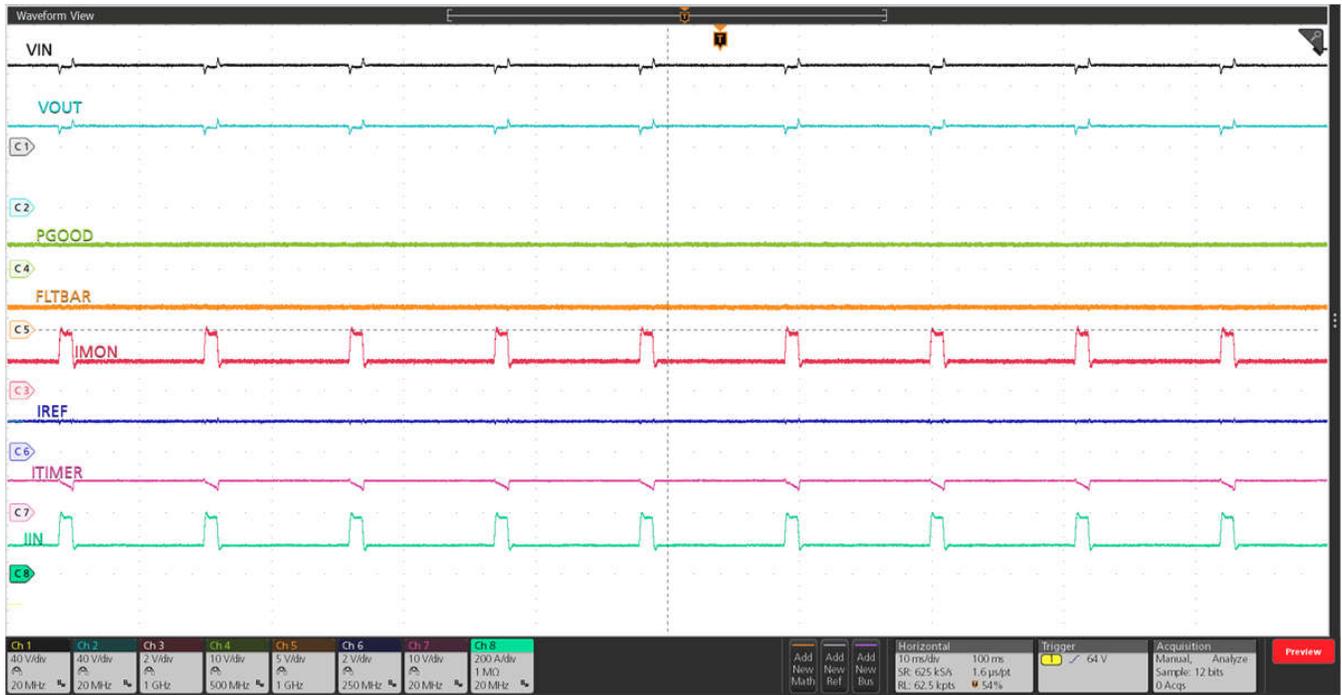
V_{IN} は 54V ~ 65V に昇圧、UVLO スレッシュホールド = 60V、および $I_{LOAD} = 60A$

図 3-12. 6 つのデバイスを並列に接続した場合の過電圧ロックアウト応答



$V_{IN} = 54V$, $t_{TIMER} = 1.5ms$, $R_{IMON} = 549\Omega$, $V_{IREF} = 1V$, I_{LOAD} は 5ms で 90A から 180A に上昇

図 3-13. 6 つのデバイスが並列接続された場合の過電流性能



$V_{IN} = 54V$, $t_{TIMER} = 1.5ms$, $R_{IMON} = 549\Omega$, $V_{IREF} = 1V$, I_{LOAD} は 1.2ms で 90A から 180A に上昇し、その後 10ms で 90A に上昇

図 3-14. 6 つのデバイスを並列接続した場合の過渡過負荷性能

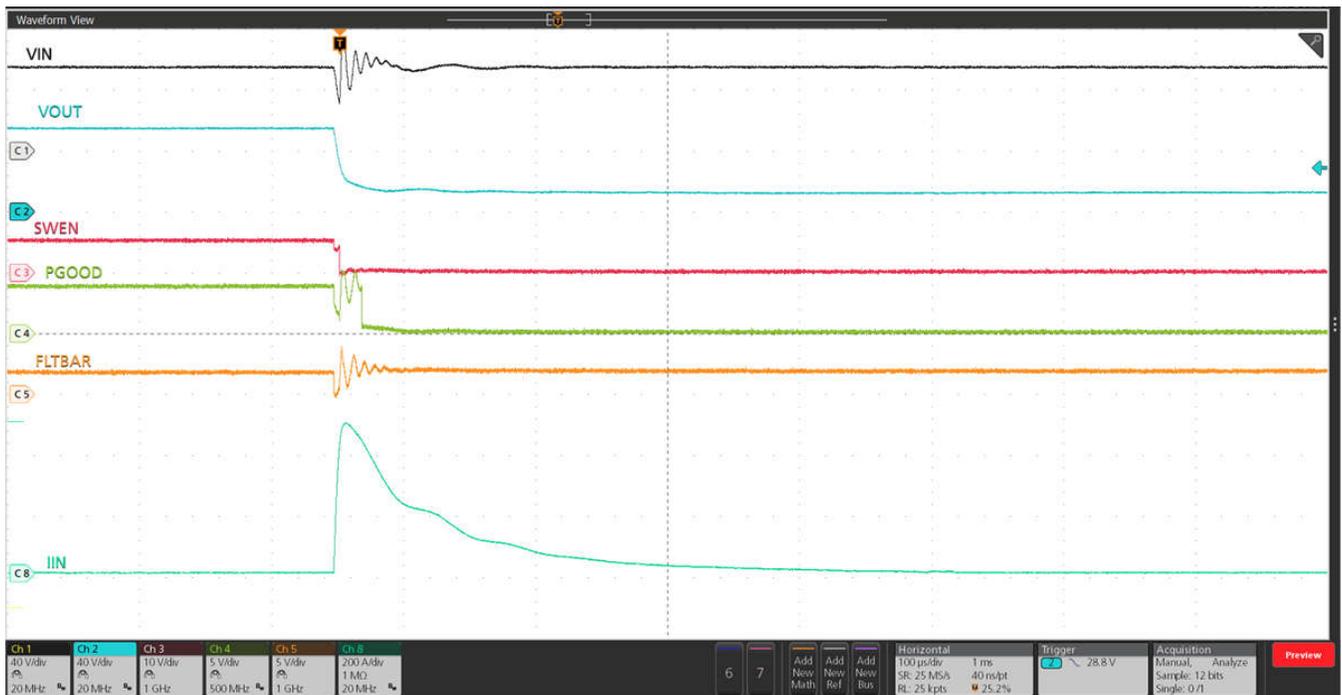
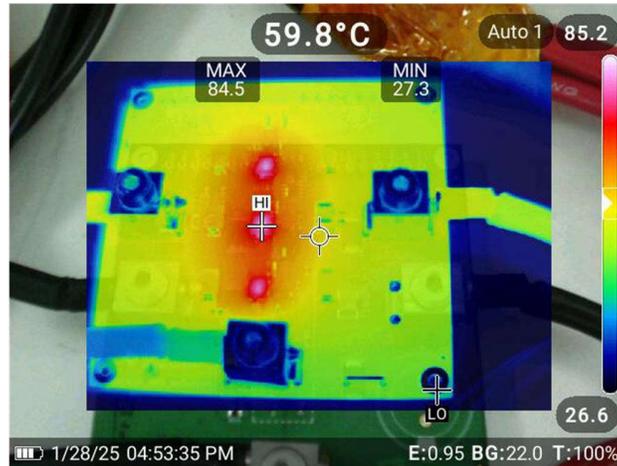


図 3-15. 6 つのデバイスを並列に接続した場合の出力ホットショート応答

図 3-16 は、与えられた条件における TIDA-050090 リファレンス デザインの放熱性能を示します。



$V_{IN} = 54V$ 、 $I_{OUT} = 100A$ 、外部エアフローなし

図 3-16. 6 つのデバイスを並列に接続した場合の放熱性能

4 設計とドキュメントのサポート

4.1 デザイン ファイル

4.1.1 回路図

回路図をダウンロードするには、[TIDA-050090](#) のデザイン ファイルを参照してください。

4.1.2 部品表

部品表 (BOM) をダウンロードするには、[TIDA-050090](#) のデザイン ファイルを参照してください。

4.1.3 Altium プロジェクト

Altium プロジェクト ファイルをダウンロードするには、[TIDA-050090](#) のデザイン ファイルを参照してください。

4.1.4 ガーバー ファイル

ガーバー ファイルをダウンロードするには、[TIDA-050090](#) のデザイン ファイルを参照してください。

4.2 ツール

デザイン カリキュレータ	TPS1689 デザイン カリキュレータ
デザイン カリキュレータ	TPS1685 デザイン カリキュレータ
TVS-推奨-計算	TVS ダイオード推奨ツール
PSpice-FOR-TI	TI Design / シミュレーション ツール向け PSpice®:

4.3 ドキュメントのサポート

1. テキサス インストルメンツ、[TPS1685x 9V ~ 80V、3.5mΩ、20A スタックブル統合ホットスワップ \(eFuse\) 高精度高速電流モニター搭載、データシート](#)
2. テキサス インストルメンツ、[TPS16890、9V ~ 80V、3.65mΩ、20A、スタックブル統合型ホットスワップ \(eFuse\)、PMBus® デジタル遠隔測定搭載データシート](#)
3. テキサス インストルメンツ、[TPS7A4001 入力電圧 100V、50mA、超高電圧リニアレギュレータ データシート](#)

4.4 サポート・リソース

[テキサス・インストルメンツ E2E™ サポート・フォーラム](#)は、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計で必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インストルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インストルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インストルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

4.5 商標

テキサス・インストルメンツの™ and テキサス・インストルメンツ E2E™ are trademarks of Texas Instruments.

PMBus® is a registered trademark of System Management Interface Forum, Inc.

Intel® is a registered trademark of Intel Corporation.

Fluke® is a registered trademark of Fluke Corporation.

PSpice® is a registered trademark of Cadence Design Systems, Inc.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

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、

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](#) 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