

Design Guide: TIDA-050047

2～4 個のセル バッテリ向け、統合型 USB Type-C[®] USB と充電のリファレンス デザイン

説明

2～4 セル バッテリ向けの統合型 USB Type-C[®] USB 電力供給 (PD) および充電リファレンス デザインは、USB Type-C と USB PD コントローラを一体化した 2-in-1 のバッテリー充電システムです。このリファレンス デザインは、標準的な USB Type-C 通信、Power Delivery (PD) ネゴシエーション、電源ロール スワップ、データ ロール スワップに加えて、USB Type-C ポート経由で 2S～4S のバッテリーの充電をサポートできます。このボードは、外付け FET 不要で最大 5A の充電電流に対応し、設計サイズの小型化と部品の合計コストの削減などに貢献します。また、USB-PD コントローラがバッテリー充電器集積回路 (IC) との I²C 通信を処理できるため、外部マイクロプロセッサは必要ありません。その結果、ファームウェア開発作業が不要で、市場投入までの時間を大幅に短縮できます。

リソース

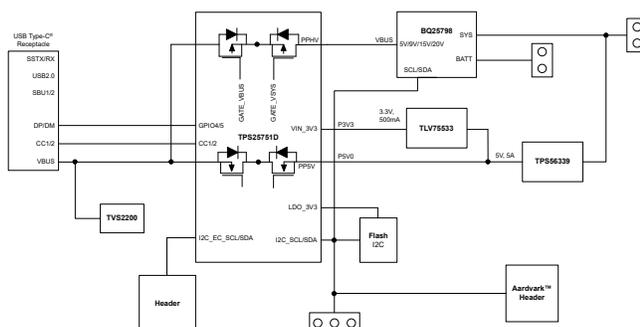
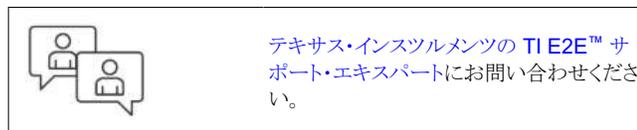
TIDA-050047	デザインフォルダ
TPS25751、BQ25798	プロダクトフォルダ
TPS54531、TLV755P	プロダクトフォルダ
TVS2200	プロダクトフォルダ

特長

- ソース・シンクまたはシンクのための電源ロールとして構成可能
- 設定オプションを Binary Vending Machine GUI で選択
- 包括的な電力パス管理および保護機能
- 2S-4S バッテリの充電をサポート
- 降圧、昇降圧、昇圧の各動作間をシームレスに移行
- ソース・モードで OTG モードをサポート

アプリケーション

- バッテリバック:コードレス電動工具
- 小売オートメーションおよび小売決済
- ワイヤレス・スピーカー
- ヘッドセット、ヘッドホン、小型イヤホン
- 携帯電子機器
- 産業用



1 システムの説明

統合型 USB Type-C と USB PD と充電のリファレンス デザインは、66W のシンクと最大 45W の電力供給に対応できる バッテリ充電システムを備えた USB Type-C と PD のコントローラ システムです。このリファレンス デザインは、USB Type-C 通信と Power Delivery ネゴシエーションに加えて、USB Type-C ポート経由で 2S~4S バッテリの充電をサポートできます。

このボードは、外部 FET を必要とせず、最大 18.8V または 5A の充電に対応しています。さ USB-PD コントローラが バッテリ充電器 IC との I²C 通信を処理して適切な機能を構成するため、外部マイクロプロセッサは不要です。USB-PD コントローラが処理する主な機能の例としては、充電電圧および電流の設定、アクティブな USB Type-C の電力ロールに基づいて バッテリ チャージャを OTG モードまたは充電モードに設定することなどが含まれます。

1.1 主なシステム仕様

表 1-1. 主なシステム仕様

パラメータ	仕様	詳細
シンク機能	5V–20V	USB Type-C 入力からの VBUS
ソース機能	5V–20V	BQ25798 からの出力
セルの構成	2 セル ~ 4 セル	バッテリのセル番号
充電電流	最大 5A	バッテリ充電電流
OTG 機能	最大 45W	バッテリからの電力供給

2 システム概要

2.1 ブロック図

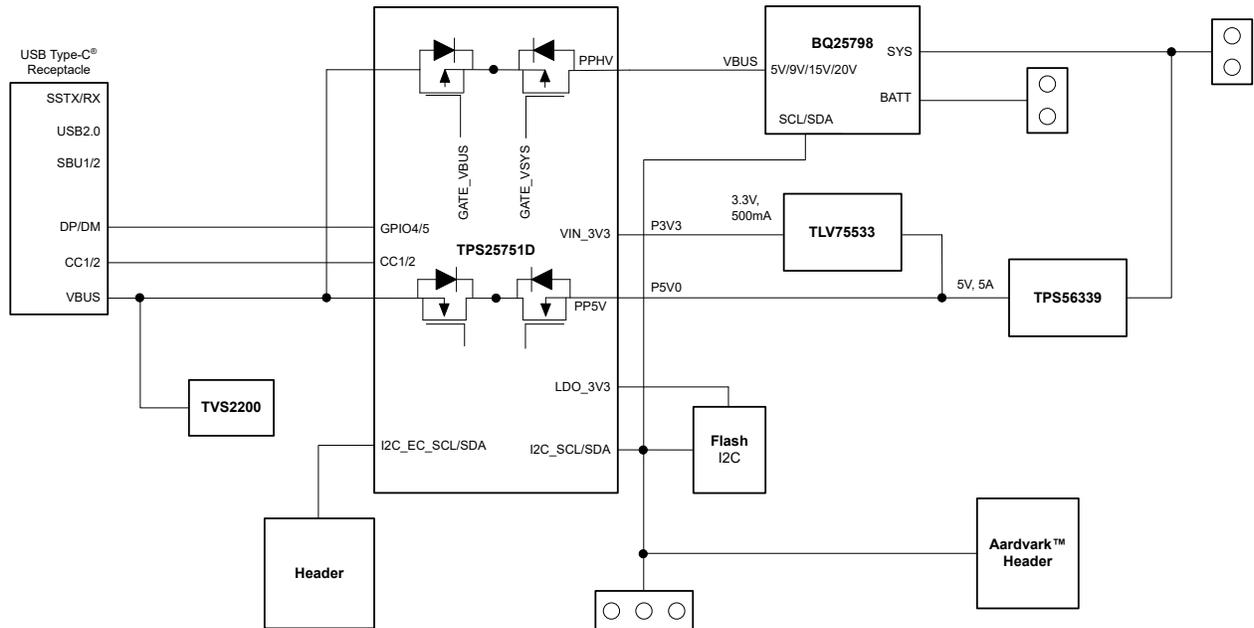


図 2-1. TIDA-050047 のブロック図

2.2 設計上の考慮事項

TIDA-050047 は、大電力と大電流に対応可能なスイッチング バッテリ充電器と一緒に USB Type-C PD システムを実装する方法の例を示します。このデザインは、電動工具、パワー バンク、その他さまざまなパーソナル エレクトロニクス システムで使用できます。このデザインは、バッテリ充電機能や、システムへの電力供給機能、USB Type-C コネクタ経由で接続先デバイスに電力を供給するための OTG モードへの切り替え機能など、さまざまな機能を支援できます。

2.3 主な使用製品

2.3.1 TPS25751D

TPS25751D は、USB Type-C および Power Delivery (PD) コントローラであり、1 本の USB Type-C コネクタのケーブルのプラグおよび向きを検出します。ケーブルを検出すると、TPS25751D は USB PD プロトコルを使用して CC ワイヤで通信を行います。ケーブルを検出し、USB PD ネゴシエーションが完了すると、TPS25751D は契約ネゴシエーションと構成に応じて、電力のソーシングまたはシンクに適した電力パスを有効にします。

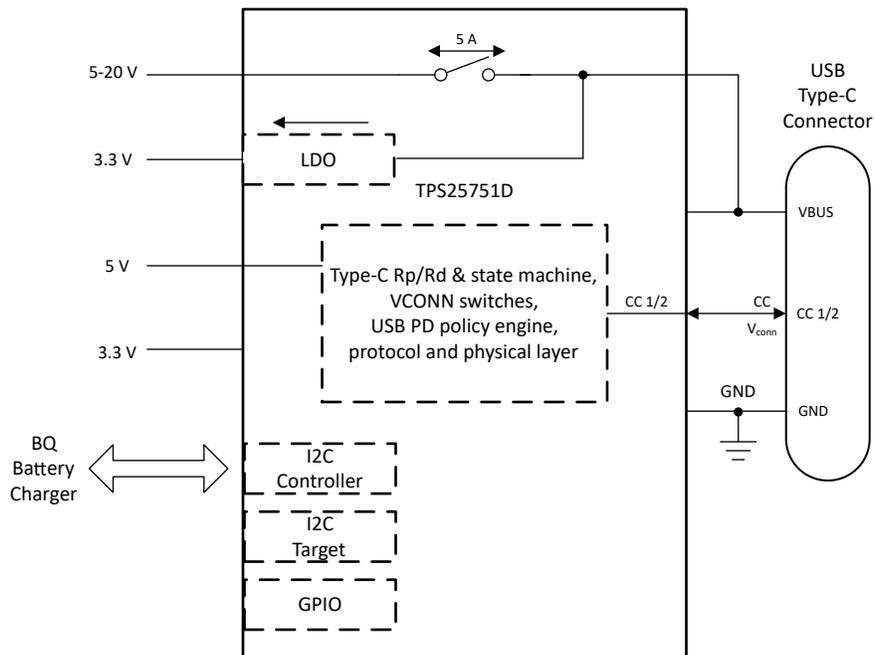


図 2-2. TPS25751D の代表的なアプリケーション回路

2.3.2 BQ25798

BQ25798 は、高度統合型のスイッチ モード昇降圧バッテリー充電管理デバイスであり、1~4 直列セルのリチウム イオン / リチウム ポリマ バッテリーを意図しています。この充電器は、Narrow VDC (NVDC、狭い入力電源電圧範囲) アーキテクチャを採用しており、バッテリーが完全に放電した状態であっても、最小出力電圧値でシステムのレギュレーションを実現できます。デュアル入力電源選択機能、USB OTG サポート、統合型の 16 ビット マルチチャネル A/D コンバータ (ADC) を搭載している BQ25798 は、完全な充電設計です。

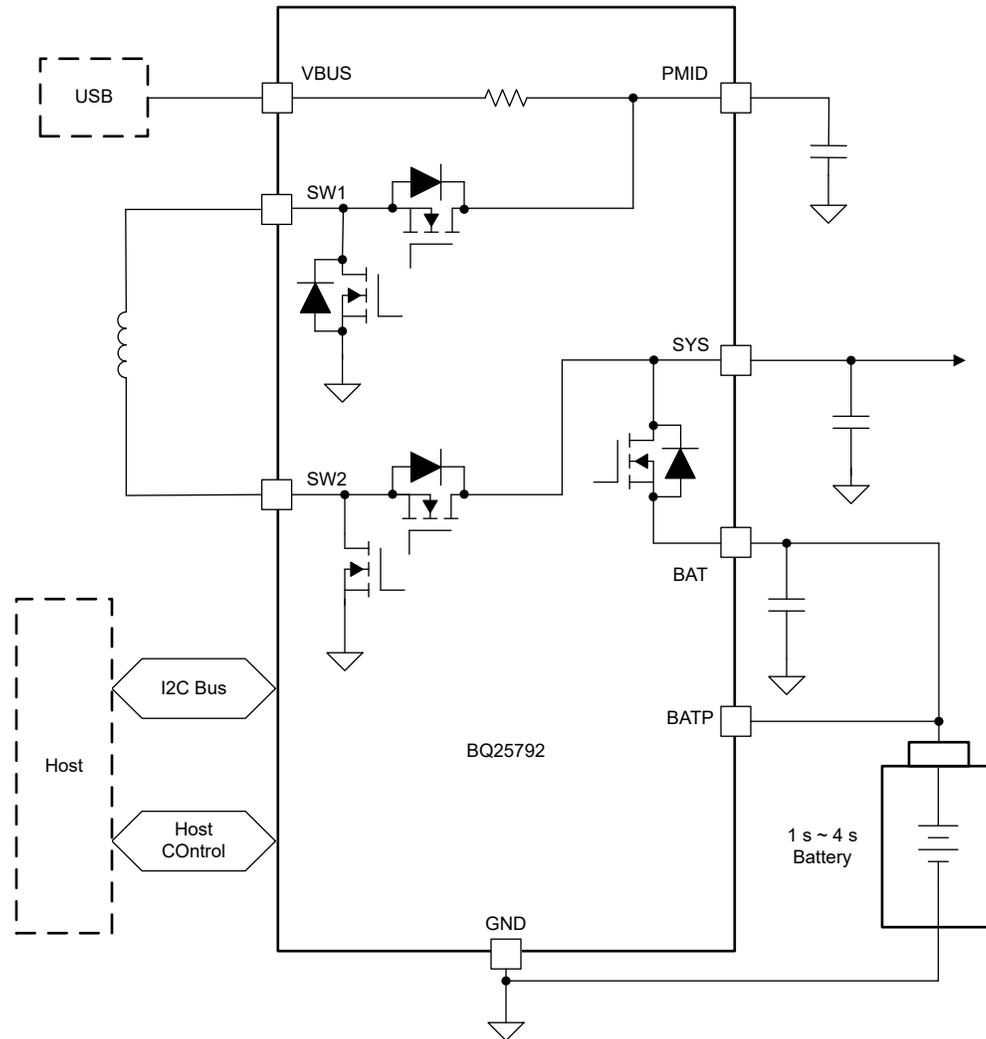


図 2-3. BQ25792 の代表的なアプリケーション回路

2.4 システム設計理論

以下のセクションでは、TIDA-050047 デザインのサブシステムに注目し、その機能と実装方法について説明します。このセクションでは、TPS25751D PD コントローラを I²C 経由で BQ25792 に接続し、外部 FET や FW 開発を必要としないシンプルな設計を実現する方法を示します。

2.4.1 TPS25751D PD コントローラ

TPS25751D には 2 つの I²C ポートがあり、1 つはバッテリーチャージャに直接接続するコントローラポートです。後者は、充電モード、充電電流、OTG モードなどの適切な構成を通信します。コントローラポートは、TPS25751 がブート時にロードするパッチおよび構成バンドルを含む I²C EEPROM にも接続されます。コントローラポートをヘッダ J7 と組み合わせて使用し、BQ25792 との通信を実施できます。2 つ目の I²C ポート、つまりターゲットポートは、TPS25751 を直接プログラムするため、ホストマイコン (MCU) 経由で BQ25792 をプログラムするため、または両方をプログラムするために使用でき、J3 端子で利用可能です。

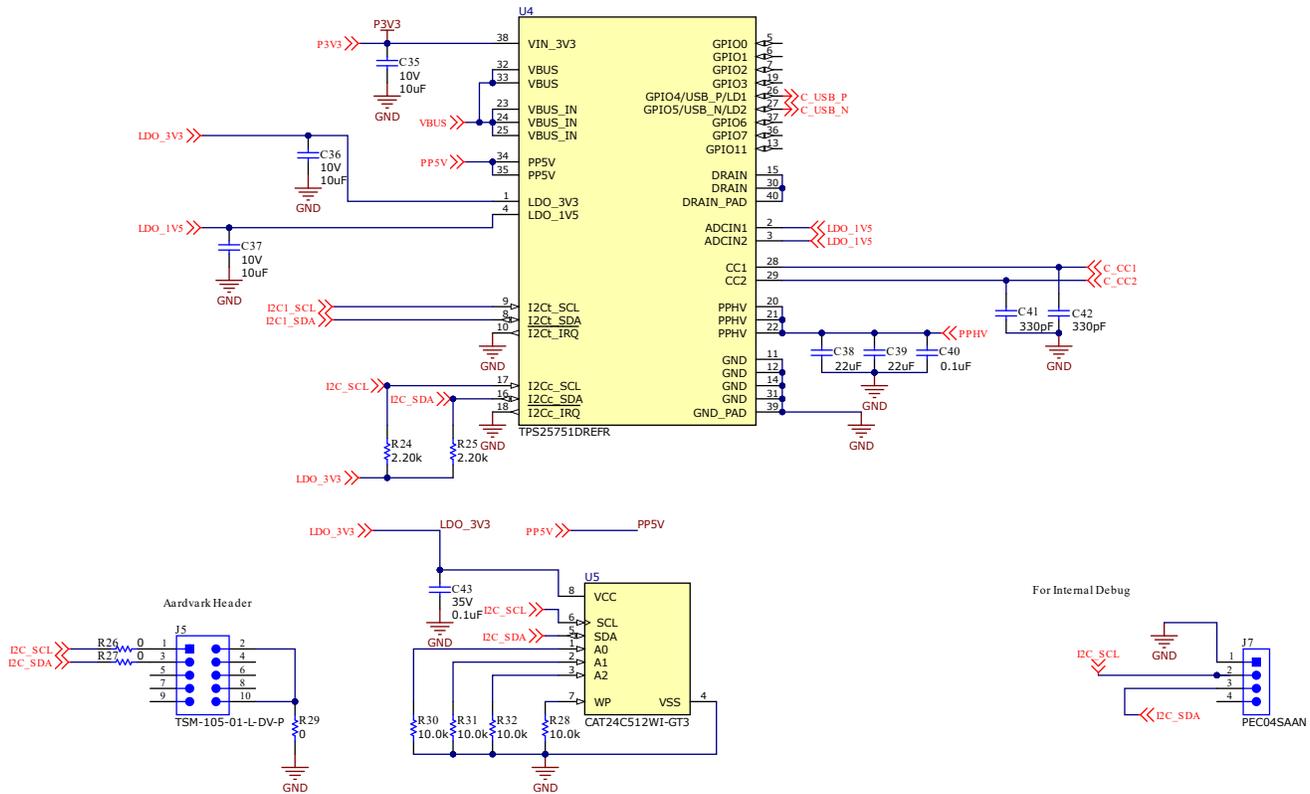


図 2-4. TPS25751D の回路図

2.4.2 BQ25798 バッテリー充電器

BQ25798 は、1~4 セルリチウムイオンバッテリーおよびリチウムポリマバッテリー用の高集積スイッチモード昇降圧充電器です。4つのスイッチング MOSFET (Q1、Q2、Q3、Q4)、入力および充電電流センシング回路、バッテリー FET (QBAT)、昇降圧コンバータのすべてのループ補償が統合されています。このバッテリー充電器は PD コントローラから I²C コマンドを受信し、目的のアプリケーションに適したレジスタを設定します。充電器をシステムやバッテリーに接続するためのソケットがあります。

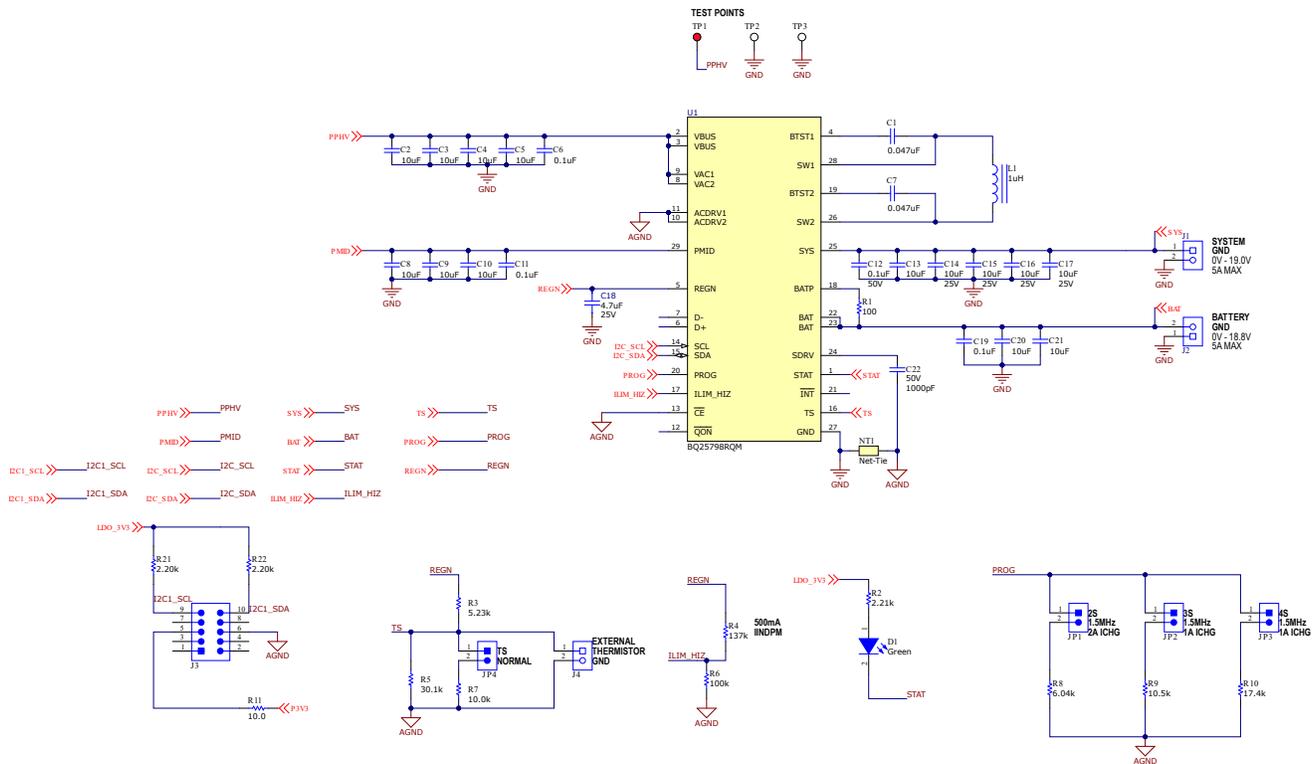


図 2-5. BQ25798 の回路図

2.4.3 TPS54531 降圧コンバータ

ソーシング能力を確保するために、この設計は PP5V 電力パスを使用して 5V ソースを供給し、PPHV 電力パスを使用してより高い電圧を供給します。したがって、PD コントローラ用および VCONN サポート用に、一定の 5V システム電源を VBUS 上ですぐに利用可能な状態に維持するには、降圧コンバータが必要です。降圧トポロジの選択により、バッテリーを入力として使用して 5V 出力動作を実現するには、TPS54531 と組み合わせて 2S~4S バッテリーが必要です。この設計には、TPS54531 が適しています。このデバイスには複数の FET が内蔵されており、広い入力電圧範囲に対応しています。このコンバータはバッテリーチャージャのシステムレールに接続されているため、3.5V~28V の入力電圧範囲に対応し、最大 5A を供給可能な 5V 出力を提供できます。シンクのみアプリケーションの場合、このデバイスは必要なく、5V レールは省略可能です。

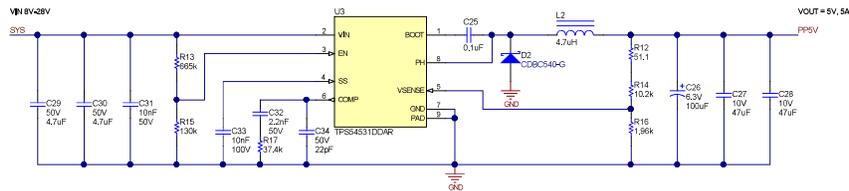


図 2-6. TPS54531 降圧コンバータの回路図

2.4.4 TLV75533 LDO

システムが電力を供給する必要があるときに TPS25751D デバイスの電源を投入するには、VIN_3V3 入力ピンにも供給する必要があります。このため、PD コントローラへの電力供給に必要な 3.3V を供給するために、TLV75533 を選択しました。入力は 5V の TPS54531 出力に接続され、この出力は 3.3V に降下します。ただし、この入力電源はシンクのみアプリケーションには必要ないため、その場合は 3.3V レールも省略できます。

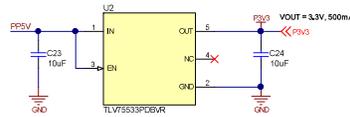


図 2-7. TLV75533 の回路図

2.4.5 USB Type-C® コンセント

この設計で使用する USB Type-C コンセントの回路図を、図 2-8 に示します。このコンセントから、通信 (CC1 および CC2) ピンと VBUS ピンが TPS25751D PD コントローラに適切にマップされます。さらに、保護機能を強化するために、22V の高精度サージ保護クランプである TVS2200 ダイオードも USB Type-C ポートの設計に追加されました。

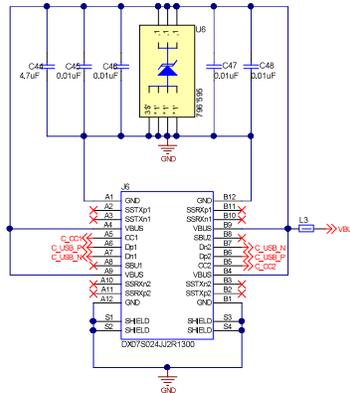


図 2-8. TVS2200 を使用した USB Type-C® コンセント回路

2.4.6 プログラミングの対応部品

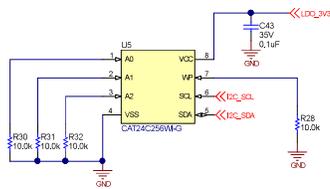


図 2-9. フラッシュ IC

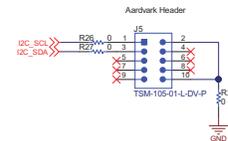


図 2-10. Aardvark™ コネクタ

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 ハードウェアとソフトウェアの要件

TIDA-050047 を完全にテストするには、以下の部品が必要です。

1. Web ベースの [TPS25751 アプリケーション カスタマイズ ツール GUI](#) を実行する Microsoft® Windows® PC
2. TIDA-050047 ボード
3. バッテリ接続テスト向けの双方向電源
4. 大電流 USB Type-C ケーブル
5. システム接続テスト用の電子負荷または抵抗性負荷
6. I2C フラッシュ プログラミング ツール (合計位相® Aardvark™ または類似のデバイス)

3.2 アプリケーション カスタマイズ ツール

このセクションでは、GUI の構成と、[TIDA-050047](#) の再プログラムに必要な EEPROM バイナリ ファイルの生成について説明します。リファレンス デザインの EEPROM にも同様の画像がプログラムされています。

1. まず、TPS25751 アプリケーション カスタマイズ ツールを開きます。

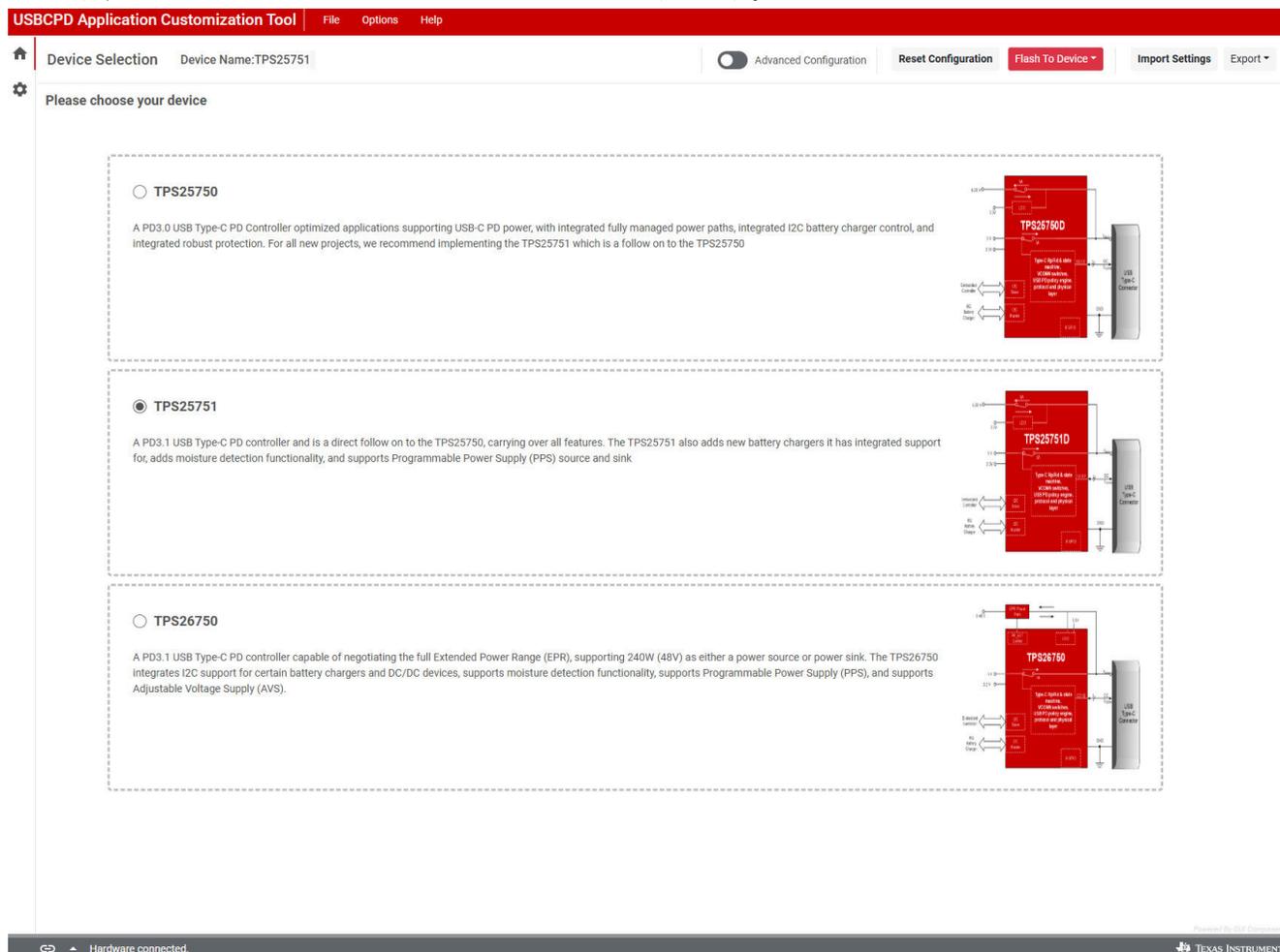


図 3-1. デバイスの選択

2. デバイスとして TPS25751 を選択します。
3. 次に、構成を選択します。このリファレンス デザインでは、[図 3-2](#) に示すように、デフォルトで選択されている最初のオプションを選択します。

1) Select your TPS25751 configuration: ②

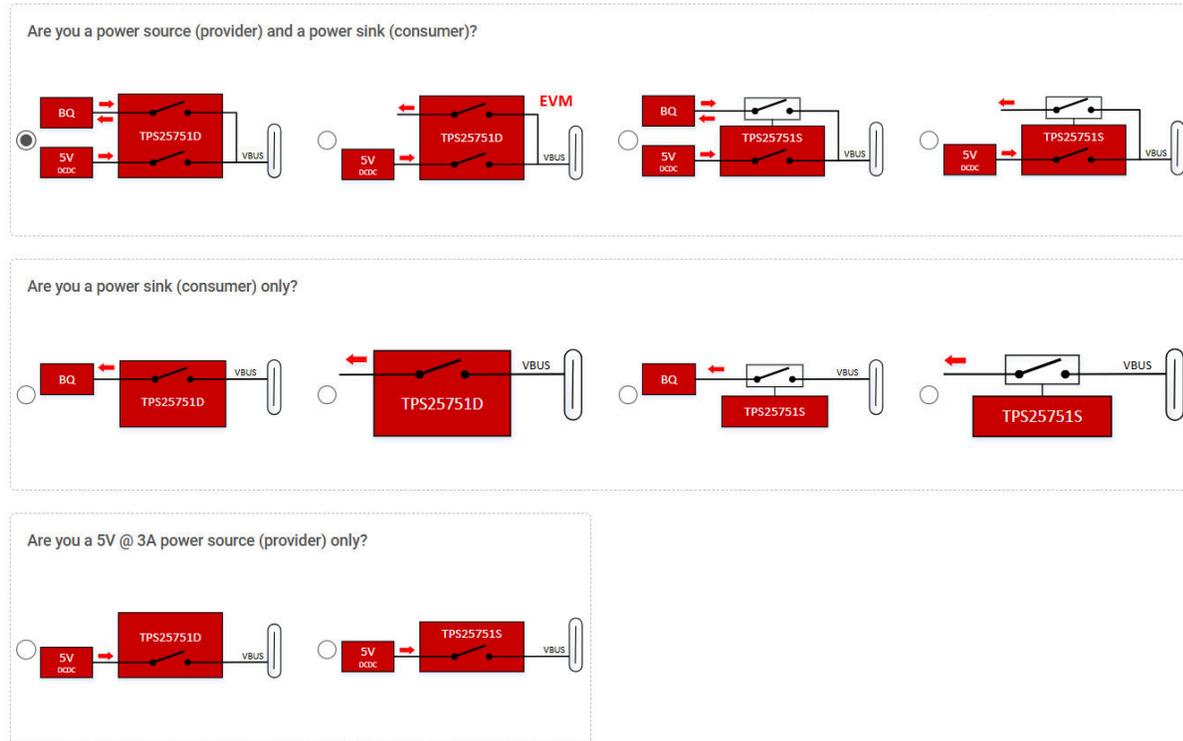


図 3-2. TPS25751 アプリケーションの選択

4. 質問 2 から 7 では、このリファレンス デザインに必要な電源およびデータ構成を設定します。TIDA-050047 は、最大 45W (15V、3A または 20V、2.25A) の電力供給 (ソース) および最大 66W の電力吸収 (シンク) が可能です。リファレンスに応じて、テストの設定を選択します。このリファレンス デザインでは、[図 3-3](#) に示す設定に従います。

2) What is the maximum power that can be sourced? ②

- 15W (5V)
- 27W (9V)
- 45W (15V)
- 60W (20V)
- 100W (20V)

3) What is the required sink power or power consumed? ②

- 15W (5V)
- 27W (9V)
- 45W (15V)
- 60W (20V)
- 100W (20V)

4) What is the preferred power role? ②

- Power source (provider)
- Power sink (consumer)

5) What is the supported USB Highest Speed? ②

- No USB data is being used
- USB 2
- USB 3.2 Gen 1
- USB 3.2 Gen 2

6) Do you have a preferred data role? ②

- No
- Host (PC, hub, etc.) to which devices are connected - Downstream Facing Port (DFP)
- Device (USB flash drive, USB monitor, USB mouse, etc.) that connects to another USB Host - Upstream Facing Port (UFP)
- Host & Device - Dual Role Port (DRP)

7) Does your device plan to support BC 1.2 and other legacy charging schemes? ②

- No
- BC 1.2 CDP
- BC 1.2 DCP Only
- BC 1.2 DCP, 1.2 V and 2.7 V Charging

図 3-3. サポートされている電源に関する質問

5. 質問 8 は、TPS25751 の液体検出機能をイネーブルにします。TIDA-050047 は液体検出のハードウェアをサポートしていないため、この質問はいいえに設定します。

8) Do you support Liquid Detection on the Type-C connector? 

Yes

No

図 3-4. 液体検出

6. 質問 9 と 10 はベンダ ID と製品 ID に関連しており、これらへの入力はありません。必要に応じて、ここに排他 ID を入力できます。このプロジェクトでは、2 番目のオプションを両方の質問に選択できます。

9) Do you have a Vendor ID provided by the USB-IF? 

Yes, enter here as a 4-digit hexadecimal number:

0x

No, use the TI Vendor ID in the Vendor Information File (VIF)

10) Do you have a desired Product ID? 

Yes, enter here as a 4-digit hexadecimal number:

0x

No, use "0x0000" as the Product ID

図 3-5. ベンダ ID または製品 ID の情報

7. 最後のセクションでは、バッテリー充電器の構成に関する質問を行います。この設計では、使用するバッテリー充電器は BQ25798 なので、ここで最初のオプションを選択できます。

Battery Charger Configuration

11) Select the battery charger component to integrate: ②

- BQ25790 or BQ25792 or BQ25798
 BQ25713
 BQ25731
 BQ25756
 BQ25756E

12) Select the percentage above the negotiated PD Contract current for setting the INDPM on the battery charger. ②

- 0% - INDPM is set to the negotiated PD Contract Current
 5% - INDPM is set to 5% above negotiated PD Contract Current
 10% - INDPM is set to 10% above negotiated PD Contract Current
 15% - INDPM is set to 15% above negotiated PD Contract Current
 20% - INDPM is set to 20% above negotiated PD Contract Current

13) Select the percentage below the negotiated PD Contract voltage for setting the VINDPM on the battery charger. ②

- 5% - VINDPM is set to 5% below negotiated PD Contract Voltage
 10% - VINDPM is set to 10% below negotiated PD Contract Voltage
 15% - VINDPM is set to 15% below negotiated PD Contract Voltage
 20% - VINDPM is set to 20% below negotiated PD Contract Voltage

14) What is the battery charging voltage? ②

12.000 V

15) What is the battery charging current? ②

3.000 A

16) What is the charge termination current? ②

0.400 A

17) What is the pre-charge current? ②

0.400 A

18) What is the dead battery clear threshold? ②

0.000 V

図 3-6. バッテリー充電器に関する質問

質問 12 から 18 までは、目的のユースケースに応じて入力できます。たとえば、応答は次のように設定できます。

- INDPM パーセンテージは 0% に設定できます
- VINDPM パーセンテージは 5% に設定できます
- バッテリ充電電圧: 3s バッテリ用に 12V を入力します。
- バッテリ充電電流は 3A に設定できます
- 充電終端電流は低い 400mA に設定されています。これは、バッテリがほぼ最大容量に達したときにすぐにバッテリが充電される電流です。
- プリチャージ電流は、選択したバッテリ充電器によって異なります。BQ25798 デバイスには 400mA を選択します

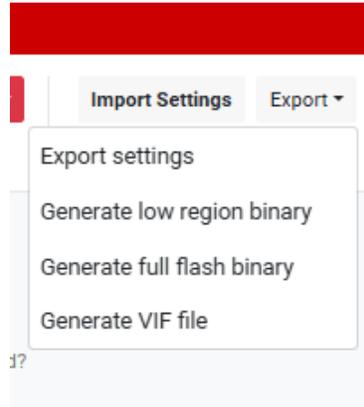


図 3-7. 選択された設定のエクスポート

すべての質問に回答すると、EEPROM のバイナリ ファイルを生成し、書き込める状態になります。エクスポート-> フルフラッシュ バイナリを生成オプションを使用してバイナリを生成します。次に、任意の I2C フラッシュ プログラミング ツールを使い、公開されている I2C ヘッダ (J5 または J7) を通じて、TPS25751 の EEPROM (U5) にバイナリを書き込みます。

3.3 テスト設定

TIDA-050047 の設定を書き込み後にテストを行うには、電源を入れる前にいくつかの接続を行う必要があります。

双方向電源を **BATT** ソケット (**J2**) に接続して、バッテリーをエミュレートできます。**JP1~JP3** のセル構成ジャンパ設定に応じて、それに応じて電源の電圧を設定します。テストには **1A** で十分ですが、必要に応じて変更できます。**JP4** ジャンパも、デフォルトのサーミスタ設定用に装着する必要があります。

接続が適切に行われたら、電源を投入できます。**BATT** の電源が、**BQ25798**、および必要な **5V** および **3.3V** 降圧コンバータ、**TPS25751D** へ接続する **LDO** の電源を投入します。**PD** コントローラの電源が投入されると、コントローラは、アプリケーション カスタマイズ ツールで選択したオプションに基づいて動作するように、フラッシュ IC にプログラムされたプロジェクト構成をロードします。

これで、ネゴシエーションに従って、**TIDA-050047** を **USB Type-C** ケーブルを経由してポート パートナーにつなぎ、ソース パワーまたはシンク パワーへの接続を行う準備が整いました。

BATT ピンに電力を供給するのは、バッテリー切れのシミュレーションなどのシンクのみでのテスト モードでのみです。接続設定は同じままです。したがって、適切なジャンパを設定した後、**USB Type-C** ケーブルを、ソース機能を提供するポート パートナーに接続すると、**TPS25751D** は **VBUS** を使用して電源を投入し、フラッシュから適切な構成をロードして、**BQ25798** をバッテリーの充電用にプログラムします。

3.4 テスト結果

電源投入時、TPS25751D は I2C 経由で BQ25798 を設定し、充電電流、プリチャージ電流、終止電流、充電電圧、および制御設定を構成します。これらの初期書き込みは、Web ベースのアプリケーション カスタマイズ ツールで提供された回答に基づいて行われます。5V シンク PDO 契約がネゴシエーションされると、PD コントローラは昇降圧バッテリー充電器である BQ25798 を V_{IN} を 5V に設定し、この特定の構成に基づいてバッテリーを 1A で充電するように設定します。

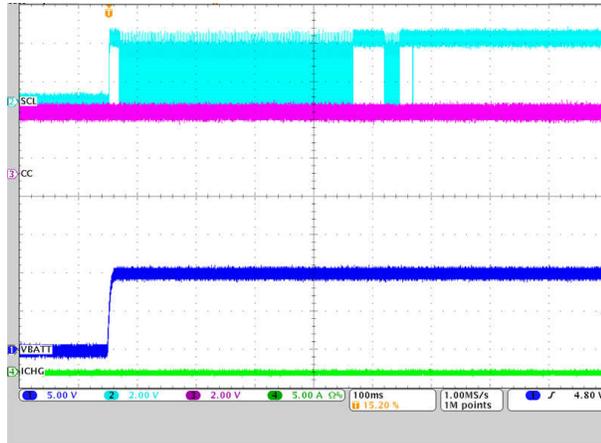


図 3-8. パワー オンリセット (POR) コマンド

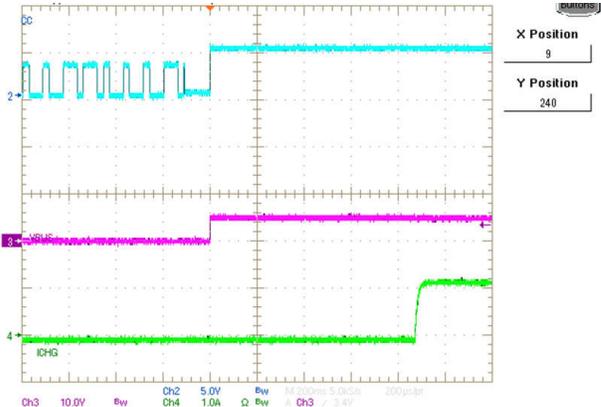


図 3-9. バッテリー充電 5V シンク契約の例

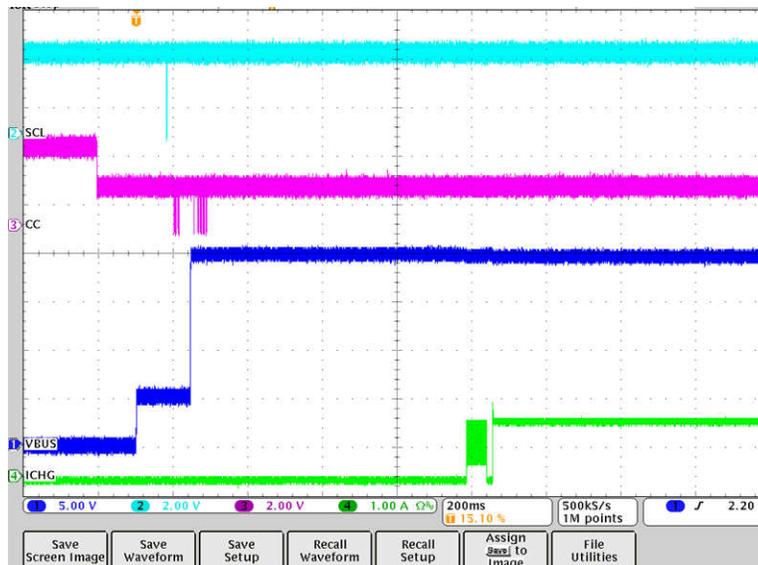


図 3-10. 1A で 20V シンク充電

同様に、20V シンクの PDO 契約がネゴシエーションされると、同じ動作が見られ、PD コントローラが今回は V_{IN} を 20V に設定しながら、充電電流は 1A を維持しています。

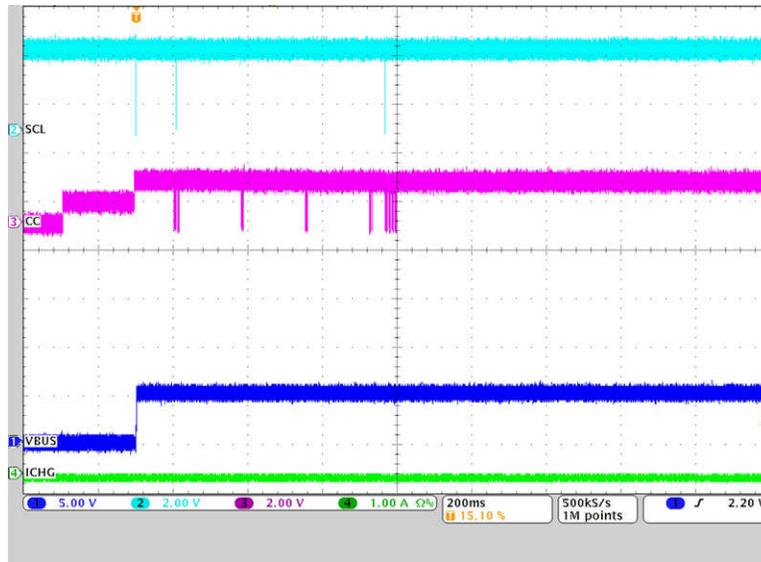


図 3-11. OTG モードで BQ25798 を使用して 5V のソーシング

TPS25751D がソース PDO 契約をネゴシエートするとき、デバイスは BQ25798 を OTG モードで動作するよう構成し、バッテリーからポートパートナーが必要とする電力を供給できるようにします。この場合、BQ25798 はバッテリー電圧を 5V まで昇圧して、他のデバイスに電力を供給する必要があります。

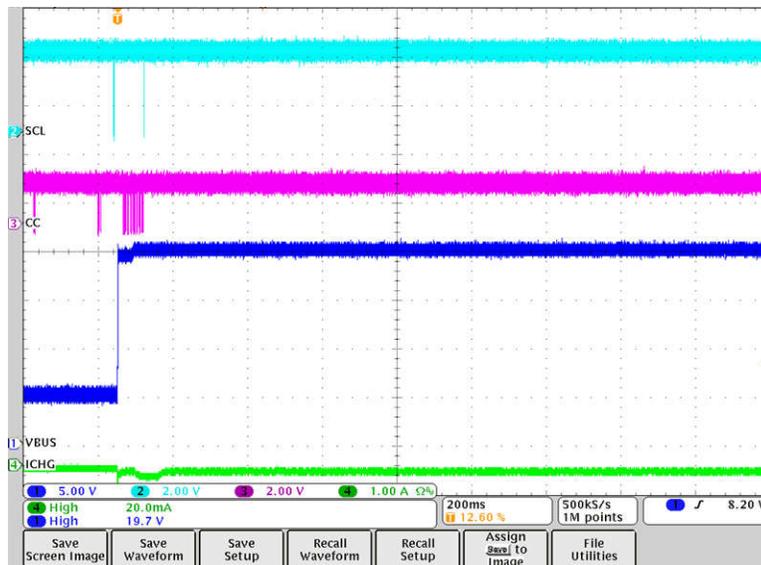


図 3-12. OTG モードで BQ25798 を使用して 20V のソーシング

ポートパートナーと TPS25751D が TPS25751D をソースとして使用して 20V 契約をネゴシエートするときも、同じ動作が見られます。

USB Type-C PD の特長の 1 つに、電力ロールの入れ替えを実行できることがあります。図 3-13 は、電源ロールのスイッチ (ソースからシンクへの切り替え) を示しています。

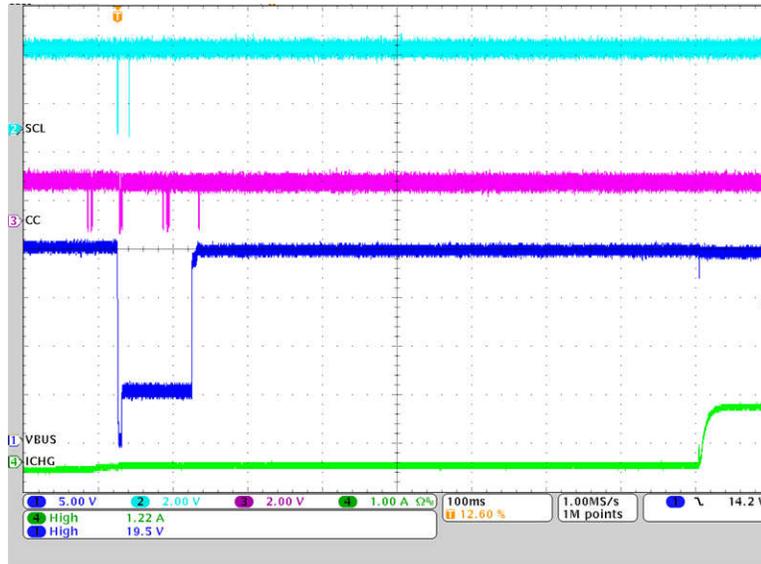


図 3-13. 20V ソースから 20V シンクへのパワー ロール スワップ

TIDA-050047 は最初は VBUS 上に 20V を供給します。電源ロールのスイッチが開始され、ポートが電力供給を停止すると VBUS は 0V に遷移します。遠端 USB-C ポートが新しい電源になり、20V の PD 契約がネゴシエーションされ、TIDA-050047 が電源シンクとして機能します。電源ロールのスイッチが正常に完了すると、TPS25751D は BQ25798 を充電モードに構成します。

同様にシンクからソースへの電力の役割の入れ替えが発生する可能性がある例を図 3-14 に示します。

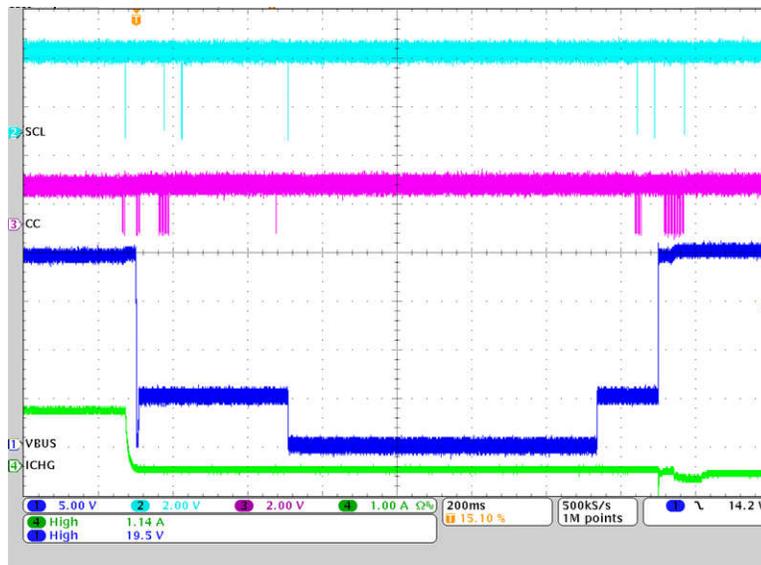


図 3-14. 20V シンクから 20V ソースへのパワー ロール スワップ

4 設計とドキュメントのサポート

4.1 設計ファイル

4.1.1 回路図

回路図をダウンロードするには、[TIDA-050047](#) の設計ファイルを参照してください。

4.1.2 BOM

部品表 (BOM) をダウンロードするには、[TIDA-050047](#) の設計ファイルを参照してください。

4.1.3 Altium プロジェクト

Altium Designer® のプロジェクト ファイルをダウンロードするには、[TIDA-050047](#) の設計ファイルを参照してください。

4.2 ソフトウェア

このリファレンス デザイン用に TPS25751D を構成するために必要なソフトウェア バイナリ ファイルをダウンロードするには、[TIDA-050047](#) の設計ファイルを参照してください。

4.3 ドキュメントのサポート

1. テキサス・インスツルメンツ、『[TPS25751 USB Type-C® および USB PD コントローラ、電源アプリケーションに最適化されたパワー スイッチ内蔵](#)』データシート
2. テキサス・インスツルメンツ、『[デュアル入力セレクタ、ソーラー パネル用 MPPT、高速バックアップ モード内蔵、BQ25798 I²C 制御、1~4 セル、5A 昇降圧バッテリー充電器](#)』データシート
3. テキサス・インスツルメンツ、『[TPS25751 用の Web ベース アプリケーション カスタマイズ ツール ガイド](#)』

4.4 サポート・リソース

テキサス・インスツルメンツ [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、設計に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・インスツ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・インスツ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・インスツルメンツの [使用条件](#) を参照してください。

4.5 商標

TI E2E™ and テキサス・インスツルメンツ E2E™ are trademarks of Texas Instruments.

Aardvark™ is a trademark of Total Phase, Inc.

USB Type-C® is a registered trademark of USB Implementer's Forum.

Microsoft® and Windows® are registered trademarks of Microsoft Corporation.

合計位相® is a registered trademark of Total Phase, Inc.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

5 著者について

Hari Patel は、テキサス・インスツルメンツのアプリケーション エンジニアであり、USB Type-C® と PD コントローラのサポートを担当しています。フロリダ州ゲインズビルのカロリナ大学で理学士号と電気工学修士号の両方を取得しています。

6 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

Changes from Revision B (November 2020) to Revision C (June 2025)	Page
• AP スタイルに合わせてドキュメントのタイトルを更新.....	1
• テキスト、画像、図の更新を含む、TPS25750 への言及を TPS25751 に更新。新しい TPS25751 GUI を反映するように GUI セクションを更新。TIDUEY1 はコネクタ経由の USB2ANY に対応していないため、USB2ANY についての記述を削除。TPS25751D PD コントローラ セクションで、I2C の「マスタ」と「スレーブ」を「コントローラ」および「ターゲット」に更新。.....	1
• PMID コンデンサの「0」μF マーキングを削除。この設計では D+/D- は使用されず TPS25751 で処理されるため、D+/D- についてのコメントを削除。.....	4
• 表現を更新し、BQ25798 回路図を BQ25798 (以前の 792) に更新.....	6
• EEPROM のフラッシュ書き込みプロセスを更新。TI は EVM 以外の Tiva 使用をサポートしていないため、TIVA に関する記述を削除。最新の GUI を反映するように GUI 画像を更新。.....	9

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、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、テキサス・インスツルメンツ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 テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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 テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツ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 © 2025, Texas Instruments Incorporated

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、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、テキサス・インスツルメンツ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テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかるテキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツ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 © 2025, Texas Instruments Incorporated