

Design Guide: TIDA-010248

USB Type-C パワー・デリバリ (PD) とリドライバのリファレンス・デザイン



説明

この USB Type-C® パワー・デリバリ (PD) および USB Type-C® リドライバのリファレンス・デザインは、5V~20V で最大 3A を出力し、合計出力電力は 60W です。リドライバは、USB 3.2 (10Gbps)、USB 3.2 ×2 (20Gbps)、および DisplayPort 1.4 (8.1Gbps) をサポートしています。このリファレンス・デザインは、産業用 PC および HMI アプリケーションで使用されます。

リソース


TIDA-010248	デザイン・フォルダ
TPS65994	プロダクト・フォルダ
TUSB1104	プロダクト・フォルダ
TUSB1044	プロダクト・フォルダ
TPS55288	プロダクト・フォルダ

特長

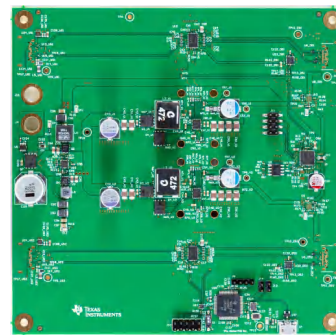
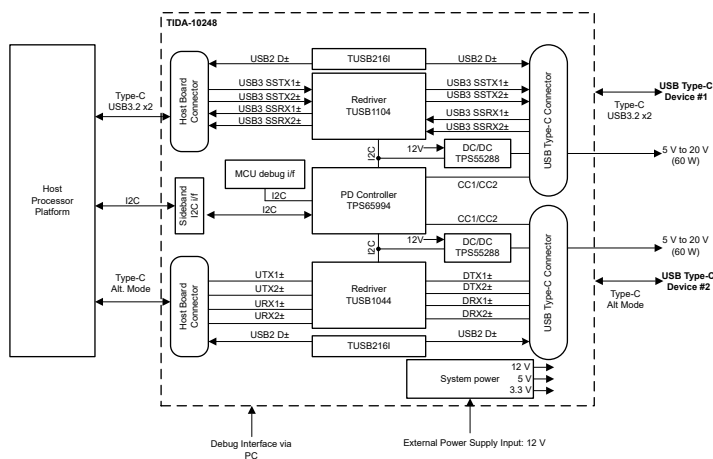
- 包括的な USB Type-C パワー・デリバリ (PD) とリドライバのリファレンス・デザイン
- USB Type-C 経由の 5V~20V PD、出力電力 60W
- 完全に構成可能なデュアル・ポート USB 4 および Thunderbolt 4 (TBT4) PD 3.0 コントローラ
- USB Type-C 10Gbps、USB 3.2 ×2 アダプティブ・リニア・リドライバ
- USB Type-C 10Gbps マルチプロトコル双方向リニア・リドライバ
- I2C 制御インターフェイス搭載、5V~20V、5A 昇降圧コンバータ

アプリケーション

- ファクトリ・オートメーション / 制御
- シングル・ボード・コンピュータ
- 産業用モータ



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



1 システムの説明

USB Type-C パワー・デリバリ・コントローラ、USB 3.2x2 適応型リニア・リドライバとマルチプロトコル双方向リニア・リドライバを備えたこのリファレンス・デザインは、最大 3A、5V~20V の範囲で、最大 60W の合計電力を供給します。リドライバは、USB 3.2 (10Gbps)、USB 3.2x2 (20Gbps)、DisplayPort 1.4 (8.1Gbps) をサポートしています。このリファレンス・デザインは、産業用 PC および HMI アプリケーションで使用できます。

リドライバは、ホストとデバイス間のシグナル・インテグリティの問題を修正することで、より堅牢なシステムを実現します。PD サブシステムは、USB-PD コントローラと調整可能な昇降圧 DC/DC コンバータで構成されています。PD コントローラはリドライバと通信して USB または DP スwitching・パスを有効にし、I2C プロトコルを介して DC/DC コンバータとリドライバを制御します。PD コントローラは、構成チャネル (CC) ライン経由で USB Type-C コネクタに接続されている USB Type-C デバイスと相互作用します。これにより、リドライバで対応するパスが有効になり、DC/DC コンバータで必要な電圧と電流が設定されます。

USB Type-C PD およびリドライバのリファレンス・デザインは、テキサス・インスツルメンツの Sitara™ MPU を搭載した Intel CPU (Elkhart Lake, Alder Lake, Tiger Lake)、および USB 3 または DP 機能、またはその両方を備えたその他の CPU または MPU の設計に統合できます。

2 システム概要

2.1 ブロック図

図 2-1 に、USB Type-C PD およびリドライバのリファレンス・デザインを示します。このデザインは、[主な使用製品のセクション](#)で説明されているさまざまなサブシステムで構成されています。PCB サブセクションの概要を [図 2-2](#) に示します。各ボックスはリドライバ・パス、入力電力、DC/DC コンバータ、PD コントローラ・ブロックなどの特定のサブセクションを示します。

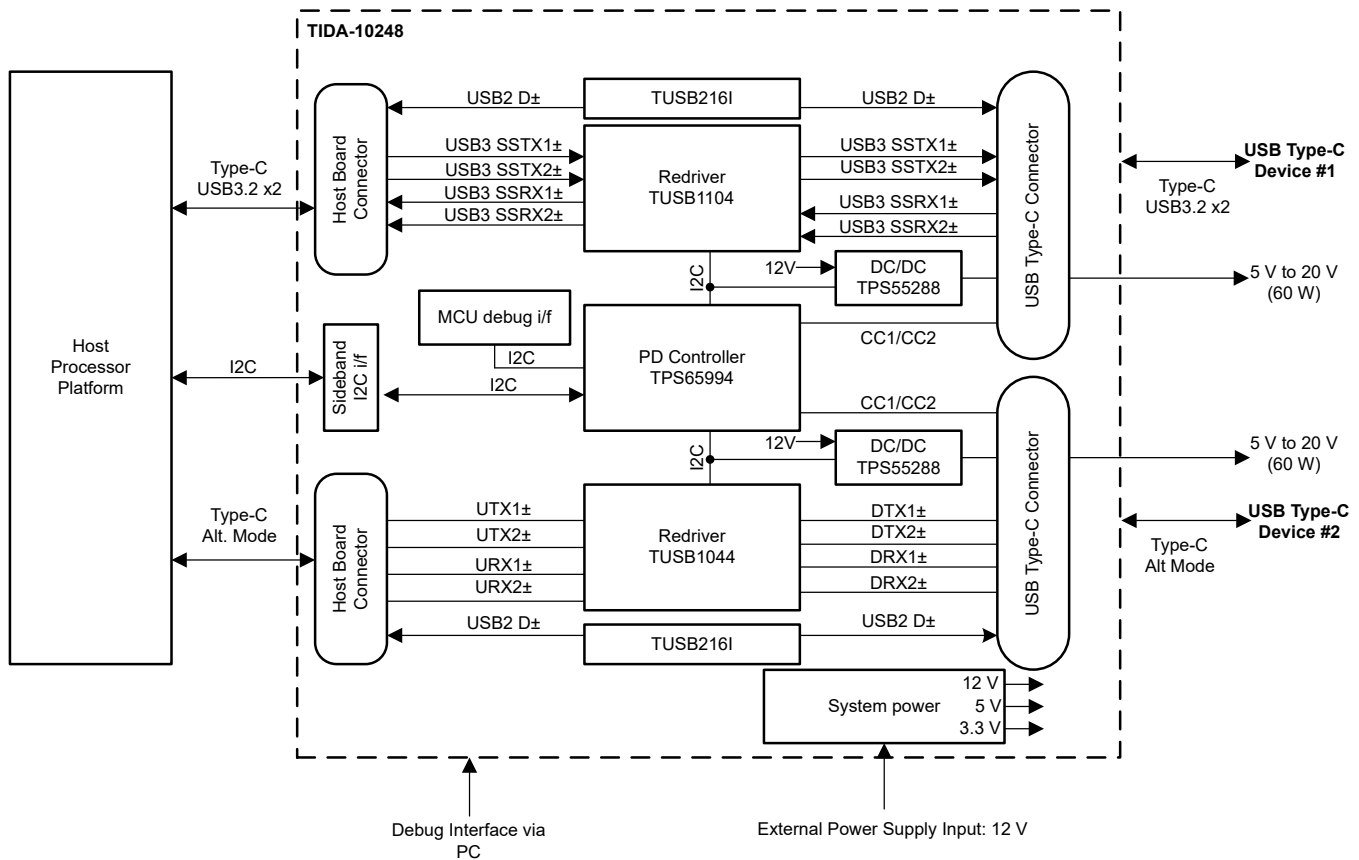


図 2-1. ブロック図

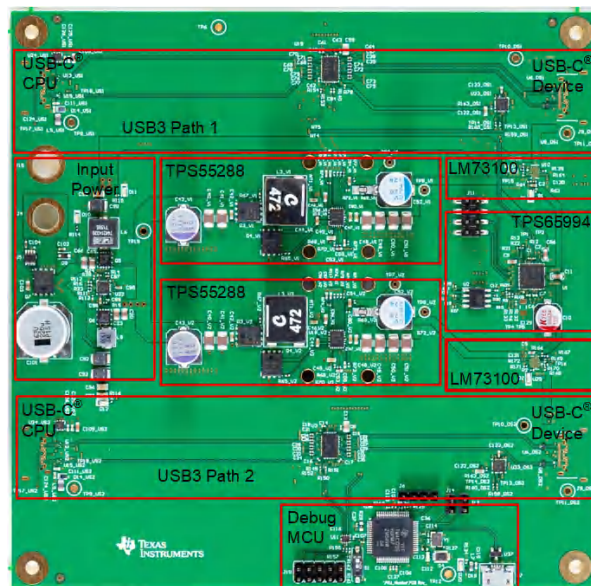


図 2-2. PCB サブセクションの概要

2.2 主な使用製品

2.2.1 PD コントローラ - TPS65994BF

PD コントローラは USB Type-C デバイスと通信し、電圧、電流、および代替モードの構成をネゴシエートします。その後、コントローラは I2C インターフェイスを介して DC/DC 昇降圧コンバータとリドライバを構成します。さらに、PD コントローラは I2C プロトコルを使用して、選択された構成を独立処理プラットフォームに通知します。

2.2.2 LM73100

LM73100 デバイスは、TPS55288 サブシステムから接続されている USB デバイスへの 5V~20V をイネーブルするパワー・スイッチです。

2.2.3 リドライバ TUSB1104

このリファレンス・デザインで使用しているリドライバは、USB Type-C ホストとデバイスの間で発生するシグナル・インテグリティの問題を修正し、より堅牢なシステムを実現します。TUSB1104 は、USB Type-C アプリケーション向けの 10Gbps USB 3.2 x2 リニア・リドライバです。

2.2.4 リドライバ TUSB1044

TUSB1044 は、USB 3.2 では最大 10Gbps のデータ・レートでの USB Type-C ポートのシグナル・コンディショニングをサポートし、USB Type-C アプリケーションでは、統合された DisplayPort™ MUX をサポートする、リニア・リドライバです。

2.2.5 TUSB216I

TUSB216I は、最大 5m のケーブル長での通信をサポートする USB 2.0 高速シグナル・コンディショナです。2 つの TUSB216I コンポーネントが両方のリドライバに接続され、伝送チャネルでの AC 損失 (容量性負荷による) および DC 損失 (抵抗負荷による) の両方を補償します。

2.2.6 昇降圧 DC/DC コンバータ - TPS55288

TPS55288 は、同期 4 スイッチ昇降圧 DC/DC コンバータであり、出力電圧を入力電圧 (この場合は 12V) のままにするように、またはそれより高く、または低くするように調整できます。このような DC/DC コンバータは、PD コントローラと USB Type-C コネクタの間に 2 つ接続され、それぞれが 1 つの USB Type-C チャンネルを提供します。TPS55288 は、接続された USB Type-C デバイスと PD コントローラによってネゴシエートされた電圧に応じて、5V~20V の出力電圧を供給します。PD コントローラは、I2C インターフェイスを介して TPS55288 と通信します。

2.2.7 システム電力

このアプリケーションに供給される公称入力電圧は 12V であり、最大 23V の範囲に対応できます。図 2-3 に、システム電源に使用される部品を示します。

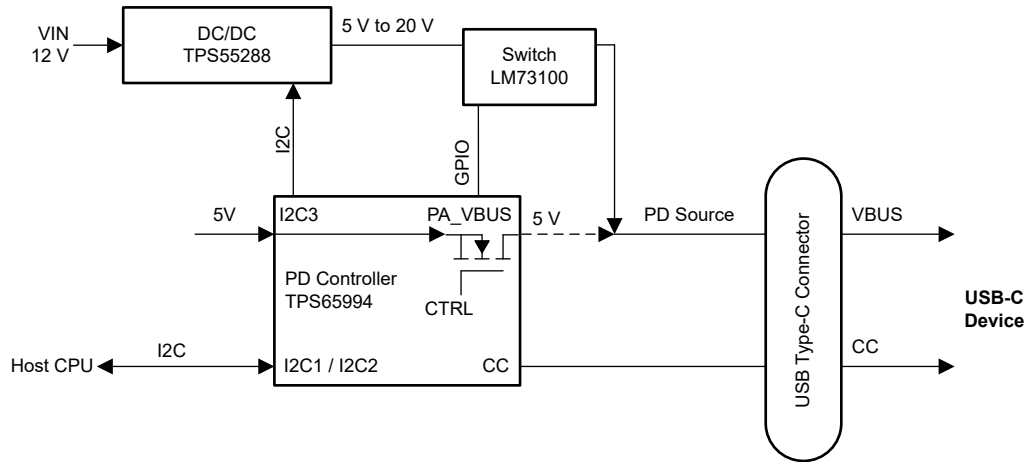


図 2-3. システム・パワー・ツリー

2.2.7.1 逆極性保護ダイオード - LM74500-Q1

LM74500-Q1 は、低損失の逆極性保護ダイオードとして、外付けの N チャンネル MOSFET と組み合わせて動作するコントローラです。

2.2.7.2 TPS51225

TPS51225 は、5V および 3.3V の出力電圧を持つデュアル同期整流降圧コントローラで、外部 MOSFET の制御に使用されます。このデバイスは、高効率で高速な過渡応答をサポートし、0.8ms の電圧サーボ・ソフトスタートを組み合わせたパワー・グッド信号を内蔵しています。

2.2.7.3 外部 MOSFET - CSD87330Q3D

この外部 MOSFET は、大電流、高効率、および高周波数の機能を提供します。この MOSFET は、外部のコントローラまたはドライバからの任意の 5V ゲート・ドライブと組み合わせることで、高密度な電源を提供できるフレキシブルな設計を提供します。

2.2.8 アップストリームおよびダウンストリームの USB Type-C® ポート

2.2.8.1 ダウンストリーム・ポート

このリファレンス・デザインの PD コントローラは 2 つのチャンネルをサポートしており、それぞれに 1 つのダウンストリーム・ポート (1 つ目のチャンネルには DS1、2 つ目のチャンネルには DS2) があります。このポートは、PD コントローラからの電力とデータをネゴシエートする USB Type-C デバイスを接続するためのデバイス・インターフェイスとして機能します。両方のポートは、以下の ESD コンポーネントによって保護されています。

2.2.8.1.1 ESD 保護 - TPD6S300A

TPD6S300A は、シングル・チップの USB Type-C ポート保護デバイスで、20V の VBUS への短絡過電圧および IEC ESD 保護を行います。本デバイスは CC および SideBand Use (SBU) ピンの過電圧保護を行うため、通常の動作に影響することなく CC および SBU ピンを 20V 許容にできます。

2.2.8.1.2 ESD 保護 - ESD122

ESD122 は、USB Type-C および HDMI 2.0 の回路保護用の双方向 ESD 保護ダイオード・アレイです。このデバイスは、チャンネルごとの I/O 容量が小さく、対称型の差動高速信号配線に適したピン配置を特徴としているため、最大 10Gbps の高速インターフェイスを保護するのに最適です。

2.2.8.2 アップストリーム・ポート

アップストリーム USB Type-C ポートは、このリファレンス・デザインの評価目的でのみ使用されるホスト・インターフェイスです。評価の一環として、これらのポートを使用して USB Type-C 信号を Intel CPU や Sitara™ などの独立したプロセッサ・プラットフォームに接続します。代表的な産業用 PC アプリケーションでは、このリファレンス・デザインはシングル・ボード・コンピュータ (SBC) またはキャリア・ボードに組み込まれています。さらに、USB Type-C リドドライバ信号は、CPU または MPU の USB Type-C ポートに直接接続されます。

2.2.8.3 サイドバンド信号インターフェイス

サイドバンド信号インターフェイスは、USB PD コントローラとホスト CPU の間の I2C インターフェイスです。ホスト CPU は、プログラムを実行することで、このインターフェイスを介して USB PD コントローラからステータス情報を取得できます。

2.2.9 MCU デバッグ・インターフェイス

Arm® Cortex® M4F ベースの MCU - TM4C123GH6PMTR は、デバッグ・インターフェイスとしてのみ使用されます。ハードウェア開発者がこのデバイスを設計に統合することは必須ではありません。この MCU は、USB 2.0 から I2C へのインターフェイスをホストします。USB 2.0 インターフェイスは、PD コントローラ・レジスタにアクセスしてプログラムするために、TPS65994 用のデバッグ・ソフトウェアを実行する Microsoft® Windows® PC に接続します。

3 システム設計理論

3.1 PD コントローラと I2C 通信

3.1.1 PD コントローラの I2C インターフェイス - TPS65994

3 つの I2C インターフェイスがあり、そのうちの最初のもは MCU デバッグ・インターフェイスを PD コントローラに接続し、I2C デバイスとして機能します。独立したホスト・プラットフォーム・インターフェイスは、2 番目の I2C インターフェイスを介して接続され、同様に I2C デバイスとして機能します。このインターフェイスを使用することで、ホスト CPU (この場合は Intel) は PD コントローラに、接続されている USB Type-C デバイスのステータス情報を提供するように指示します。3 番目の I2C インターフェイスは、リドドライバ (TUSB1104 および TUSB1044) と DC/DC コンバータ (TPS55288) を I2C コントローラとして制御します。この I2C インターフェイスを介して、PD コントローラは DC/DC コンバータの出力電圧をプログラムし、表 3-2 および表 3-3 にまとめたさまざまな構成のリドドライバを制御します。

3.1.2 DC/DC コンバータを制御するための I2C コマンド - TPS55288

表 3-1 に示すコマンドは、DC/DC コンバータのレジスタ設定を制御します。

表 3-1. DC/DC コンバータのレジスタ設定を制御する I2C コマンド

レジスタ	PD コントローラのトリガ・イベント	レジスタ名	データ	備考
0x00h - 01h	POWER_ON_RESET	REF	0xD200h	TPS55288 は、デバイスのパワーオン・リセット時に出力電圧を 5V にレギュレートする
0x02h	POWER_ON_RESET	IOUT_LIMIT	0xE4h	デバイスのパワーオン・リセット時に TPS55288 の電流制限を設定する
0x06h	POWER_ON_RESET	MODE	0xB0h	デバイスのパワーオン・リセット時に TPS55288 の出力をイネーブルにする。
0x00h - 01h	SRC_PDO2_NEGOTIATED	REF	0x9A01h	TPS55288 は、2 番目の PDO がネゴシエートされるときに、2 番目の PDO で指定された電圧に出力をレギュレートする
0x00h - 01h	SRC_PDO3_NEGOTIATED	REF	0xC602h	TPS55288 は、3 番目の PDO がネゴシエートされるときに、3 番目の PDO で指定された電圧に出力をレギュレートする
0x00h - 01h	SRC_PDO4_NEGOTIATED	REF	0xC003h	TPS55288 は、4 番目の PDO がネゴシエートされるときに、4 番目の PDO で指定された電圧に出力をレギュレートする
0x00h - 01h	DETACH	REF	0xD200h	TPS55288 は、デバイスの切り離し時に出力を 5V にレギュレートし、次のデバイスの取り付けに備える

3.1.3 リドドライバを制御するための I2C コマンド - TUSB1104

表 3-2 のコマンドは、リドドライバ TUSB1104 のレジスタ設定を制御します。

表 3-2. リドドライバ TUSB1104 のレジスタ設定を制御する I2C コマンド

レジスタ	PD コントローラのトリガ・イベント	レジスタ名	データ	備考
0x0Ah	POWER_ON_RESET	General_1	0x10h	ソフトウェアが、ピンからサンプリングされた値ではなく、レジスタからの EQ 設定を使用できるようにする
0x1Ch	POWER_ON_RESET	AEQ_CONTROL_1	0x84h	アダプティブ EQ 機能は、この設計では注目されていないため、無効にする
0x21h	POWER_ON_RESET	SS_EQ	0x77h	USB ホストに面する USB3 SSTX1 および SSTX2 レシーバの EQ インデックス 7 を選択する。書き込まれる値は、シグナル・インテグリティ・テストの結果に基づいて変更可能
0x0Ah	ATTACH_UU	General_1	0x11h	通常の向きで接続した場合、リドドライバをイネーブルにし、USB 3.2 × 2 モードの向きを選択する
0x0Ah	ATTACH_UD	General_1	0x15h	反転方向で接続した場合、リドドライバをイネーブルにし、USB 3.2 × 2 モードの向きを選択する
0x0Ah	DETACH	General_1	0x10h	デバイスの接続解除を検出すると、リドドライバがディセーブルになる

3.1.4 リドドライバを制御するための I2C コマンド - TUSB1044

表 3-3 に示すコマンドは、リドドライバ TUSB1044 のレジスタ設定を制御します。

表 3-3. リドライバ TUSB1044 のレジスタ設定を制御する I2C コマンド

レジスタ	PD コントローラのトリガイベント	レジスタ名	データ	備考
0x0Ah	POWER_ON_RESET	General_1	0x10h	ソフトウェアが、ピンからサンプリングされた値ではなく、レジスタからの EQ 設定を使用できるようにし、リドライバを無効にする
0x0Ch	POWER_ON_RESET	General_3	0x48h	<ol style="list-style-type: none"> ソフトウェアが、ピンからサンプリングされた値ではなく、レジスタからの VOD 直線性範囲および DC ゲイン設定を使用できるようにする VOD の直線性範囲と DC ゲインの設定 #2 を選択する 動作モードを USB + DP Alt モードのソースに設定する
0x10h	POWER_ON_RESET	UFP2_EQ	0x77h	UTX2P、UTX2N、および URX2P、URX2N ピンの EQ インデックス 7 を選択する。書き込まれる値は、シグナル・インテグリティ・テストの結果に基づいて変更可能。
0x11h	POWER_ON_RESET	UFP1_EQ	0x77h	UTX1P、UTX1N、および URX1P、URX1N ピンの EQ インデックス 7 を選択する。書き込まれる値は、シグナル・インテグリティ・テストの結果に基づいて変更可能。
0x20h	POWER_ON_RESET	DFP2_EQ	0x33h	DTX2P、DTX2N、および DRX2P、DRX2N ピンの EQ インデックス 3 を選択する。書き込まれる値は、シグナル・インテグリティ・テストの結果に基づいて変更可能。
0x21h	POWER_ON_RESET	DFP1_EQ	0x33h	DTX1P、DTX1N、および DRX1P、DRX1N ピンの EQ インデックス 3 を選択する。書き込まれる値は、シグナル・インテグリティ・テストの結果に基づいて変更可能。
0x0Ah	ATTACH_UU	General_1	0x11h	<p>通常の向きで接続を行うと、次のようになる。</p> <ol style="list-style-type: none"> リドライバをイネーブルにし、リドライバを USB3.1 専用モードに設定 通常の向きを選択
0x0Ah	ATTACH_UD	General_1	0x15h	<p>反転方向で接続を行うと、次のようになる。</p> <ol style="list-style-type: none"> リドライバをイネーブルにし、リドライバを USB3.1 専用モードに設定 反転方向を選択
0x0Ah	DP_CONFIG_ACE_UU	General_1	0x1Ah	<p>ピン配置 A、C、または E を使用して、通常の向きで接続を行うと、次のようになる。</p> <ol style="list-style-type: none"> リドライバをイネーブルにし、リドライバを DisplayPort モードの 4 レーンに設定 通常の向きを選択
0x0Ah	DP_CONFIG_ACE_UD	General_1	0x1Eh	<p>ピン配置 A、C、または E を使用して、反転方向で接続を行うと、次のようになる。</p> <ol style="list-style-type: none"> リドライバをイネーブルにし、リドライバを DisplayPort モードの 4 レーンに設定 反転方向を選択
0x0Ah	DP_CONFIG_BDF_UU	General_1	0x1Bh	<p>ピン配置 B、D、または F を使用して、通常の向きで接続を行うと、次のようになる。</p> <ol style="list-style-type: none"> リドライバをイネーブルにし、リドライバを USB3.1 および DisplayPort 2 レーン・モードに設定 通常の向きを選択
0x0Ah	DP_CONFIG_BDF_UD	General_1	0x1Fh	<p>ピン配置 B、D、または F を使用して、反転方向で接続を行うと、次のようになる。</p> <ol style="list-style-type: none"> リドライバをイネーブルにし、リドライバを USB3.1 および DisplayPort 2 レーン・モードに設定 反転方向を選択
0x0Ah	DETACH	General_1	0x10h	デバイスの接続解除を検出すると、リドライバがディセーブルになる

3.1.5 I2C MCU デバッグ・インターフェイス

TIVA MCU デバッグ・インターフェイスには、USB-I2C 間のインターフェイスがあります。アプリケーション・カスタマイズ・ツールを使用すると、TIVA MCU を介して読み取り / 書き込みレジスタを使用することで、TPS65994 とインターフェイスで接続できます。J10 は Aardvark™ インターフェイスであり、オプションとして、サード・パーティーの USB-I2C インターフェイス・ハードウェア・ボックスと使用することもできます。さらに、U11 スイッチを使用して、MCU または Aardvark インターフェイスが、PD コントローラまたは I2C3 通信を介してアクセスすることで、DC/DC コンバータまたは USB-C リドライバに書き込むことができます。

3.1.6 USB Type-C® VBUS の電力生成

TPS55288 は、5V、9V、15V、20V を供給します。外部 FET スイッチ LM73100 は、TPS55288 のパワー・パスを USB Type-C VBUS に切り替えます。また、TPS65994 は USB Type-C VBUS のみに 5V を供給できることにも注意してください。TPS55288 から電圧が供給される場合、TPS65994 の内部パワー・パスを無効にする必要があります。アプリケー

ション・カスタマイズ・ツールから生成された構成ファイルを使用して、内部パワー・パスを無効にできます。さらに、TPS65994 は GPIO を管理して、TPS55288 のパワー・パスをアクティブにします。GPIO7 は電源のポート 1 をアクティブにし、GPIO8 は電源のポート 2 をアクティブにします。

4 ハードウェア、ソフトウェア、テスト要件、テスト結果

4.1 ハードウェア要件

USB Type-C PD とリドライバのリファレンス・デザインを検証するには、以下のハードウェア・コンポーネントが必要です。

- TIDA-010248 評価ボード
- 12V、5A の電源
- ボードに電源を入れるためのバナナ・ケーブル 2 本
- USB Type-C ケーブル 2 本
- TPS65994AD (QFN パッケージ) デュアル・ポート USB Type-C PD 用評価基板
- パッシブ USB Type-C ケーブル
- USB Type-A から USB Micro-B へのケーブル
- USB Type-A から USB Type-B へのケーブル
- USB 2.0、USB 3.2、DP 機能を搭載したノート PC
- マルチメータ
- Power DUO ソースとシンクの評価基板 (USB-C-PD-DUO-EVM)

4.2 ソフトウェア要件

USB Type-C PD およびリドライバのリファレンス・デザインを検証するには、以下のソフトウェア・コンポーネントが必要です。

- TPS65994 アプリケーション・カスタマイズ・ツール (このツールについては、テキサス・インスツルメンツの担当者にお問い合わせください)。
- アプリケーション・カスタマイズ・ツールから生成された、TPS65994 用のバイナリ構成ファイル。
- アプリケーション・カスタマイズ・ツールを使用しない場合、以下の PC 用 I2C インターフェイス (オプション)。
 - Aardvark インターフェイス
 - USB2ANY インターフェイス (USB から I2C へのデバッグ・インターフェイス) ユーザー・ソフトウェア

4.3 テスト構成

以下のステップで、テスト構成について説明します。

1. 12V を供給して TIDA-010248 評価ボードに電源を投入。
2. アプリケーション・カスタマイズ・ツールを使用して、バイナリ構成ファイルで EEPROM をプログラムする。
3. パワー・サイクルを実行。

4.3.1 電力供給を検証するためのテスト手順

電源供給を検証するためのテスト手順は、以下のステップで説明されています。

1. **USB-C-PD-DUO-EVM** を TIDA-010248 評価ボードの DS1 ポートに接続します。USB-C-PD-DUO-EVM は、TIDA-010248 評価ボードから電力をソースまたはシンクするために使用する Power DUO ソースとシンクの評価基板です。
2. USB Type-C PD EVM に USB Type-C ポートを介して接続すると、USB-C-PD-DUO-EVM の電源がオンになります。EVM の電源をオンにしたとき、LED がオンになることを確認します。
3. USB-C-PD-DUO-EVM シンク・ボードの 5V、9V、15V、20V のボタンを押して、供給する出力電圧を要求し、対応する出力電圧 5V、9V、15V、20V を DS1 ポートの USB Type-C VBUS チャンネルで測定します。
4. USB-C-PD-DUO-EVM を TIDA-010248 評価ボードの DS2 ポートに接続してステップ 1 からステップ 3 を繰り返して、2 番目のチャンネルでの電力供給を測定して、要求された電圧の LED が点灯するかどうかを確認します。

5 設計とドキュメントのサポート

5.1 設計ファイル

5.1.1 回路図

回路図をダウンロードするには、[TIDA-010248](#) のデザイン・ファイルを参照してください。

5.1.2 BOM

部品表 (BOM) をダウンロードするには、[TIDA-010248](#) のデザイン・ファイルを参照してください。

5.2 ドキュメントのサポート

1. テキサス・インスツルメンツ、『[TPS65994AD デュアル・ポート USB Type-C® および USB PD コントローラ、USB4 および代替モードをサポートするソース・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、『[TPS65994AE デュアル・ポート USB Type-C® および USB PD コントローラ、ソース・パワー・スイッチ内蔵](#)』データシート
3. テキサス・インスツルメンツ、『[TUSB1104 USB Type-C® 10Gbps USB 3.2 x2 アダプティブ・リニア・リドライバ](#)』データシート
4. テキサス・インスツルメンツ、『[TUSB1044 USB Type-C™ 10Gbps マルチプロトコル双方向リニア・リドライバ](#)』データシート
5. テキサス・インスツルメンツ、『[TPS55288 I²C インターフェイス搭載の 36V、16A 昇降圧コンバータ](#)』データシート

5.3 サポート・リソース

[TI 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、該当する貢献者により、現状のまま提供されるものです。これらは TI の仕様を構成するものではなく、必ずしも TI の見解を反映したものではありません。TI の[使用条件](#)を参照してください。

5.4 商標

TI E2E™ and Sitara™ are trademarks of Texas Instruments.

DisplayPort™ is a trademark of Video Electronics Standards Association.

Aardvark™ is a trademark of Total Phase, Inc.

USB Type-C® is a registered trademark of USB Implementers Forum.

Arm® and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited.

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

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

6 著者について

PREETI UDAPUDI: Preeti Udupudi は 2020 年にテキサス・インスツルメンツに入社し、現在はフライジングにあるテキサス・インスツルメンツのファクトリ・オートメーションおよび制御チームのシステム・エンジニアとして働いています。ファクトリ・オートメーションおよび制御システムにおける HMI および USB Type-C 関連のトピックをサポートしています。2022 年、Preeti はドイツのケムニッツ工科大学で、オートモーティブ・ソフトウェア・エンジニアリングの修士号を取得して卒業しました。

THOMAS MAUER: Thomas Mauer はテキサス・インスツルメンツ (フライジング) のファクトリ・オートメーションおよび制御チームのシステム・エンジニアです。産業分野向けのリファレンス・デザイン・ソリューションの開発を担当しています。Thomas は、産業用イーサネットやフィールドバスなどの産業用通信と産業用アプリケーションにおける豊富な経験をこの役職に活かしています。Thomas は、ドイツのヴィースバーデンにある応用科学大学で電気工学の学位 (Dipl.Ing.(FH)) を取得しました。

CHIH-WEI (ROY) HSU: Chih-Wei (Roy) Hsu は 2016 年にテキサス・インスツルメンツに入社し、現在はテキサス・インスツルメンツ (台湾) の産業チームのフィールド・アプリケーション・エンジニアとして勤務しています。台湾のさまざまな産業顧客をサポートし、USB Type-C PD コントローラと高速シグナル・コンディショニングを専門としています。Chih-Wei は、2016 年に台湾の新竹市にある国立清華大学で電気工学の修士号を取得しました。

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](#)、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 © 2023, Texas Instruments Incorporated