

Technical Article

USB Type-C® と USB パワー デリバリ: 拡張電力範囲とバッテリー駆動システムの両方に対応する設計



Adam McGaffin

パーソナル エレクトロニクス、車載、産業用、エンタープライズなどのシステムに採用されている USB Type-C® (USB-C®) は、業界標準のコネクタであり、単一のインターフェイス (ケーブル) を使用してデータと電力の両方を伝送することができます。USB パワー デリバリ (PD: 電力供給) は、USB-C コネクタを使用する規格であり、(電力伝送に関して) USB-C インターフェイスの機能と特長を強化する役割を果たします。最近まで、USB PD 3.0 仕様では、標準電力範囲 (SPR) と呼ばれる最大 100W (20V、5A) の電力が双方向に流れることを許容していました。最新の USB PD 3.1 仕様では、USB-C ケーブルによって電力範囲が 240W (48V、5A) に拡大されており、現在は拡張電力範囲 (EPR) と呼ばれています。

表 1 に、EPR と SPR の比較を示します。

表 1. SPR と EPR の固定電圧範囲

| 電力範囲 | 利用可能な電流と電圧 | 電力供給プロファイルの範囲 | 注 |
|------|---------------------------------|----------------------|----------------|
| SPR | 3A: 5V、9V、15V、20V 5A 1: 20 V | 15W-60W >60W-100W | |
| EPR | 5A 2: 28V、36V、48V | >100W-240W | EPR モードへの移行が必要 |

1. 5A ケーブルが必要です。
2. EPR ケーブルが必要です。

EPR は最大 240W の電力 (5A で 28V、36V、48V) をサポートできます。EPR モードでは、標準的な USB PD 契約ネゴシエーションの場合と同様に、シンクで新しいソース機能メッセージを評価して応答する必要があります。EPR モードに移行すると、ポートは最大 240W (48V、5A) の電力供給オブジェクト (PDO) のネゴシエーションを開始します。48V の制限は、設計上の安全マージンを考慮した場合の実用的な制限値を表します。

EPR モードの固定電圧レベル拡張に加えて、電源は可変電圧源 (AVS) の仕様にも従う必要があります。EPR モードでは、AVS により、シンクが 15V~48V の間で 100mV 刻みで電圧を微調整できるため、性能と熱効率が向上します。また、AVS により、あらゆるチャージャからシンクで電圧を受け取る柔軟性が得られるため、カスタム アダプタが不要になり、電子エコシステム内で一貫性のあるユーザー エクスペリエンスを実現できます。

図 1 に、SPR と EPR の電力レベルに関するプログラマブル電源 (PPS) および AVS 範囲を示します。PPS と AVS はどちらもプログラム可能なステップ サイズを備えていますが、同じではなく、異なる用途を目的としています。AVS は定電圧電源として動作し、効率を高めるために安定した DC 電圧をシステムに供給します。PPS はステップサイズ ウィンドウが小さく (20mV)、接続デバイスのバッテリー チャージャをバイパスしてバッテリーを直接充電できます。AVS と PPS の主な違いは、PPS ではネゴシエートされた電圧が時間の経過とともに絶えず変化することです。バッテリーの充電に伴い、必要な PPS 充電電圧が上昇します。AVS は、システム全体で必要とされる電圧に近い電圧レベルまでシステム入力電圧を供給する定電圧電源として機能することを意図しています。

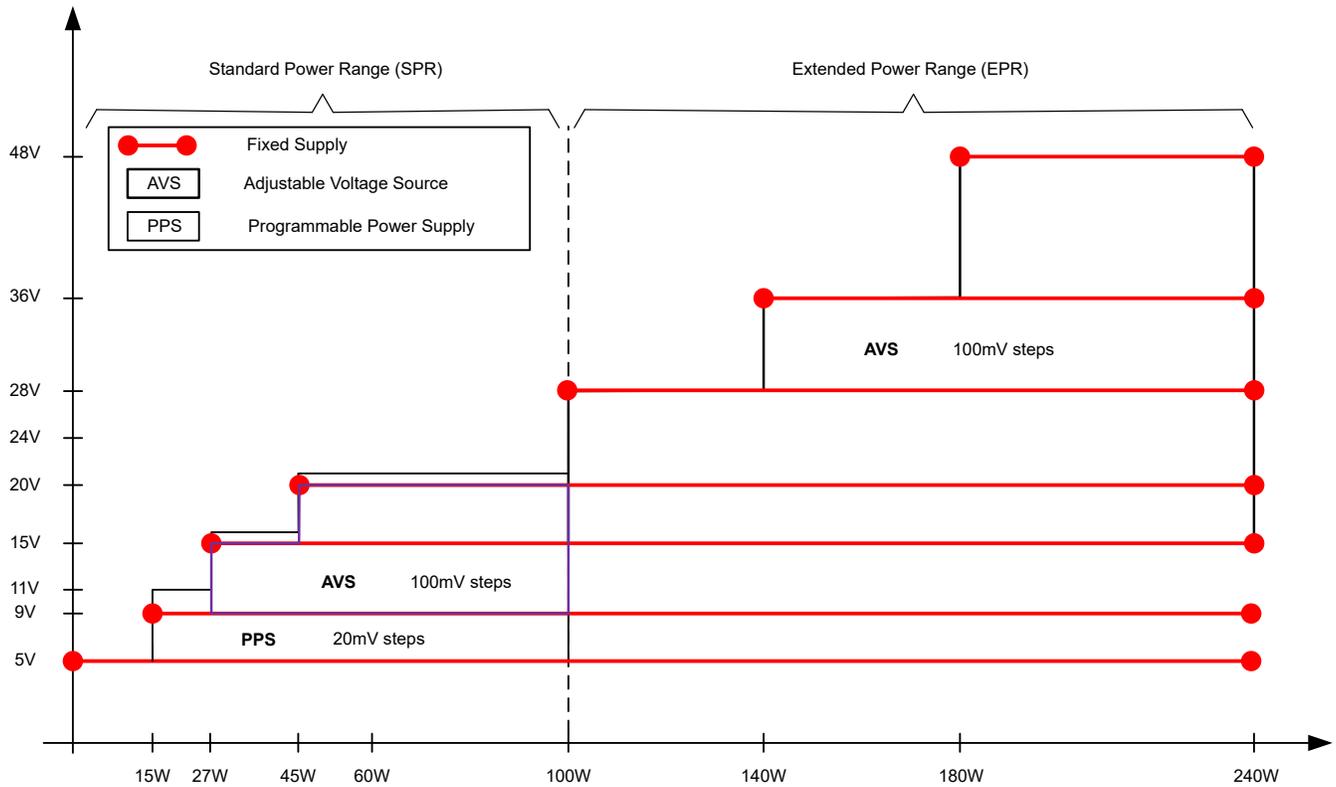


図 1. ソースに必要な USB PD 3.2 電圧

バッテリー駆動製品と次世代ソリューション

Bluetooth® スピーカーや電動工具のようなポータブル バッテリー駆動製品は、USB-C の採用によって利点を得られます。この種の製品に USB-C を実装すると、USB-C ポートから充電できるだけでなく、同じポートを使用して接続デバイスに電力を供給することもできます。シングルまたはマルチセルのバッテリー チャージャを使用する製品を USB-C または USB PD コントローラとペアリングできるようになったため、アプリケーションで USB-C ポートから電力のソース (供給) およびシンク (吸い込み) を行うことが可能です。

図 2 に、USB-C および USB PD に移行するデバイスの一般的なアーキテクチャを示します。

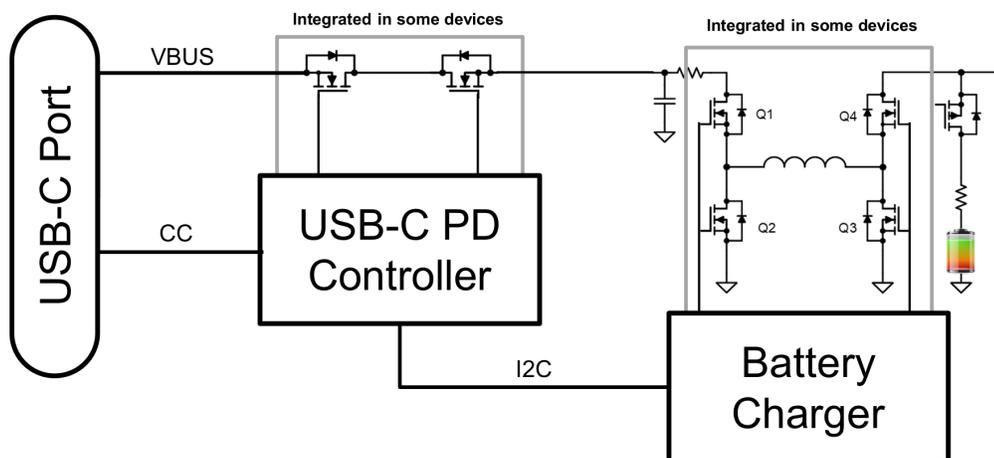


図 2. USB-C バッテリー駆動製品のブロック図

バッテリー駆動製品向けの USB PD ポートの設計を簡素化できるように、TI の USB PD コントローラは I²C ホスト サポートを追加して、バッテリー チャージャを直接制御します。この統合型 I²C ホスト制御により、外部マイクロコントローラ (MCU) を必要とせず、2 チップ構成のソリューションを実現できます。USB PD コントローラは、USB PD ポート上での電力ネゴシエーションに基づいて、I²C を介してバッテリー チャージャの充電パラメータを自動的に更新します。さらに、バッテリー駆動製品に USB PD ポートを追加するためにファームウェアを開発する必要もありません。TPS25751 と TPS26750 は、USB-C とバッテリー チャージャのペアリングに使用される 2 つの USB PD コントローラです。

TPS25751 は SPR PD コントローラであり、TPS26750 は 240W EPR 全体をネゴシエートできる EPR PD コントローラです。表 2 に、推奨される USB PD コントローラとバッテリー チャージャのペアリングを示します。これらのペアリングのリファレンス デザインを使用すると、設計をコピーしてアプリケーションに貼り付けることができます。

表 2. USB PD コントローラとバッテリー チャージャのペアリング

| サポートされる最大電力レベル | サポートされる直列接続セル数 (S) | 推奨の USB PD コントローラ | 推奨のバッテリー チャージャ | リファレンス デザイン |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------------------------------------------------------|
| 100W シンク 45W ソース | 1-4 | TPS25751 | BQ25798 | 2~4 セルのバッテリー向け、統合型 USB Type-C® パワー デリバリ (PD) と充電のリファレンス デザイン |
| 100W シンク 100W ソース | 1-5 | TPS25751 | BQ25731 | 1~5 セルのバッテリー向け、統合型 USB Type-C® PD 双方向充電のリファレンス デザイン |
| 100W シンク 100W ソース | 1-16 | TPS25751 | BQ25756 | 100W、統合型 USB Type-C® PD 双方向充電のリファレンス デザイン |
| 240W シンク 240W ソース | 1-16 | TPS26750 | BQ25756 | 240W、USB Type-C PD3.1 EPR バッテリー チャージャのリファレンス デザイン |

リファレンス デザイン

240W の拡張電力範囲全体をサポートできるように、「240W、USB Type-C PD3.1 EPR バッテリー チャージャのリファレンス デザイン」では、TPS26750 と BQ25756 双方向昇降圧充電コントローラをペアリングしています。図 3 に示すように、このリファレンス デザインは、これら 2 つのデバイスを 1 枚のプリント基板に組み合わせて、外部 MCU やカスタム ファームウェアを必要とせず、双方向 240W ソリューションを実現します。

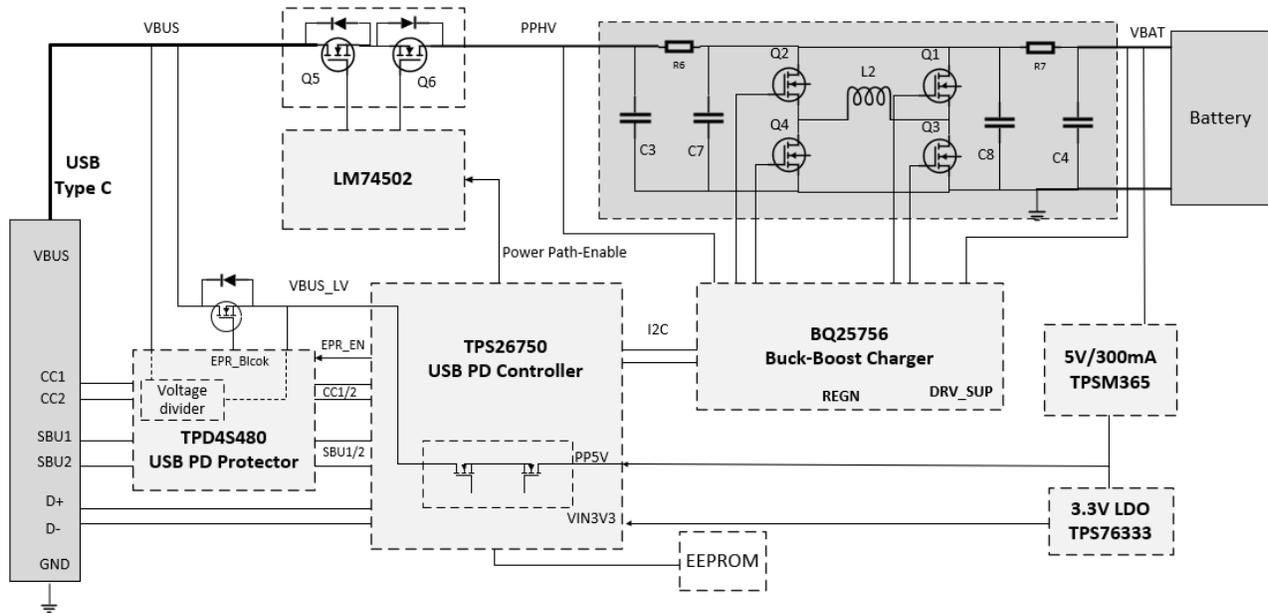


図 3. EPR バッテリー チャージャのリファレンス設計のブロック図

このバッテリー チャージャのリファレンス デザインは、7~14 セル バッテリー向けの統合型 USB PD と充電のリファレンス デザインであり、電動工具、掃除機、ポータブル電源、E-バイクなどの製品に適しています。TPS26750 は、シンプルな I²C 通信を介して BQ25756 と連携し、ファームウェアの開発は必要ありません。TI の [USB-C PD コントローラ向けアプリケーション カスタマイズ ツール](#)を使用すると、TPS26750 のプログラミングが簡単になります。

このバッテリー チャージャのリファレンス デザインは、USB PD 3.1 準拠の入力電源を使用して、最大 240W のバッテリー充電をサポートし、On-the-Go (OTG) モードで最大 48V、5A の出力を供給します。BQ25756 は 4 スイッチの昇降圧チャージャを実装しており、降圧モード、昇降圧モード、昇圧モードの間を遷移します。高集積とシンプルな設計により、BOM (部品表) コストの削減、サイズの小型化、開発期間の短縮を実現できます。

まとめ

新たに拡大された最大電力範囲により、USB-C は将来のユニバーサル コネクタとしての地位を確立しています。USB-C は新しく難しい技術と見る向きもありますが、TI のソリューションはソフトウェアとハードウェアの両方の観点で統合を可能にして、設計プロセスを簡素化できます。TI の USB PD コントローラとバッテリー チャージャのペアリングは、リファレンス デザインと組み合わせることで、ソリューション サイズの小型化や開発期間の短縮を実現できます。

その他の資料

- 最新のデモ『[USB Type-C パワー デリバリ 3.1 拡張電力範囲 + バッテリー チャージャ アプリケーションのデモ](#)』をご覧ください
- ビデオ『[USB Type-C:コネクティブティの未来](#)』をご覧ください
- [USB Type-C 技術の詳細をご確認ください](#)
- 『[USB Type-C および USB パワー デリバリ \(電力供給\) IC](#)』をご確認ください
- 最新の液体検出のデモ ビデオをご覧ください
- 『[USB Type-C および USB パワー デリバリのアプリケーションと要件に関する基礎](#)』をご確認ください

商標

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

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 © 2024, Texas Instruments Incorporated

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](#) 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 © 2024, Texas Instruments Incorporated