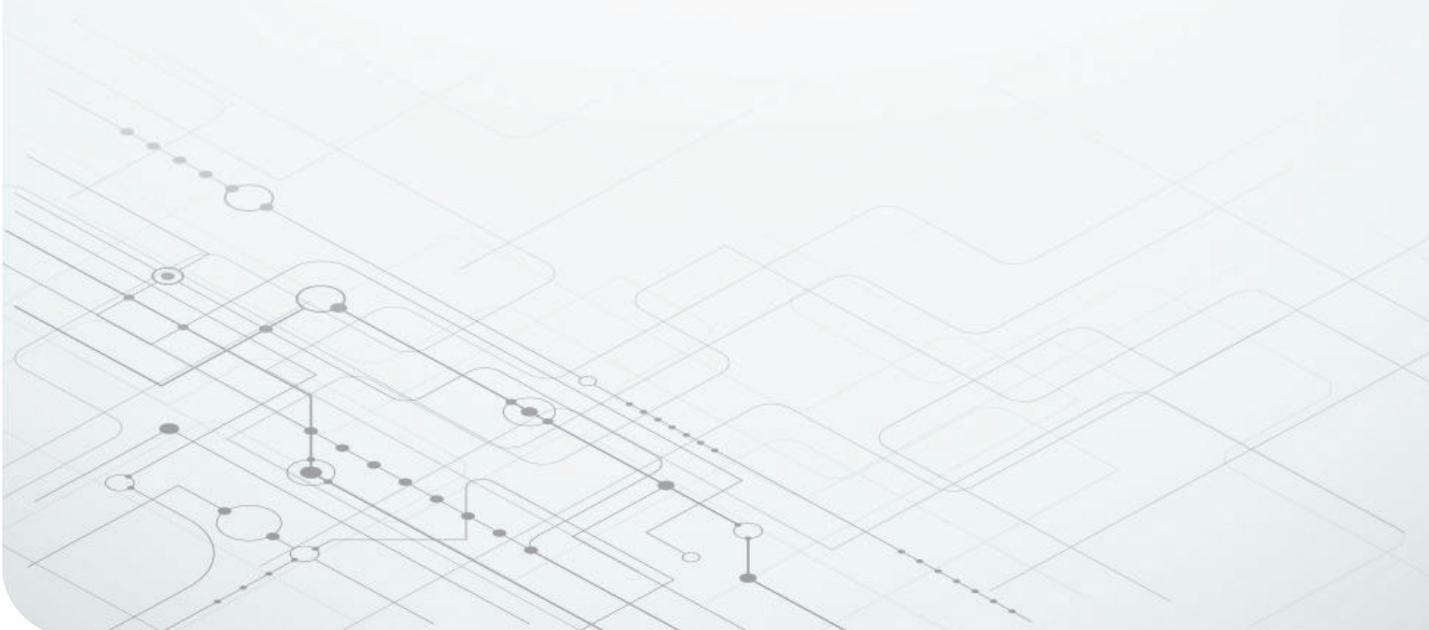


多様なアプリケーションに適したバッテリー充電システムの設計



Charles Harthan
Product Marketing Engineer
Battery Charging Products



消費者は、デバイスを充電するためのより便利な方法を求めています。適切なバッテリーチャージャを採用することで、双方向充電やソーラー充電のような新しい技術を活用する再充電可能デバイスを設計し、最適な充電環境を消費者に提供することができます。

概要



新しい USB-C アプリケーション向けのバッテリー充電

1

多くのアプリケーションは USB-C PD 入力を採用しており、バッテリーチャージャは USB-C PD のさまざまな電力レベルに対応できる必要があります。効率的で迅速な充電環境をお客様に提供できるように、USB-C PD のあらゆる電力レベルに対応できる適切なバッテリーチャージャを選定することが重要です。



ポータブル電源ステーションの充放電の最適化

2

双方向充電を使用すると、エンジニアは同じ USB-C PD ポートでバッテリーを充電および放電するシステムを設計できます。双方向バッテリー充電システムの利点を活用したアプリケーションの一例にポータブル電源ステーションがあります。



ソーラー アプリケーション向けのバッテリー充電

3

再充電可能バッテリーを採用するアプリケーションが増加するにつれて、バッテリーをいつでも充電できる必要性が高まっています。ソーラー充電はコンセントが周囲にない場合でもアプリケーションを充電する手段を提供します。最高のソーラー充電環境を実現するには、ソーラーパネルの性能を最適化するために適切なバッテリーチャージャを選択する必要があります。

バッテリー駆動の電子機器の増加に伴い、消費者はより利便性の高い充電方法を探しています。住宅のドアを修理するときに、コードレスドリルのバッテリーが充電されていないと、ドリルの電源アダプタを探すのに余計な時間がかかってしまいます。

従来、製品に専用の電源アダプタが付属している理由の 1 つは、バッテリーチャージャの入力に対応する入力電力範囲を提供することにあります。ここで、バッテリーチャージャ IC (集積回路) の入力が一般的な家庭用アダプタ (ラップトップの USB Type-C® コードなど) に対応していて、電動工具の充電に使用できるとしたらどうでしょうか。

バッテリー駆動の電子機器の増加に伴い、信頼性の高いポータブル バックアップ電源に対するニーズも高まっています。キャンプ場の星空の下で映画を見たい場合、夜間にバックアップバッテリーから電子製品に電力を供給できるように、日中にバックアップバッテリーの電源を充電するシステムがあると便利です。太陽光発電で充電できるポータブル電源ステーションを設計できるとしたらどうでしょうか。

このように、バッテリー充電のシナリオは状況によってそれぞれ異なりますが、多様なバッテリー充電アプリケーション向けのシステムを設計するための課題を緩和するのに役立つ共通の方法がいくつかあります。

新しい USB-C アプリケーション向けのバッテリー充電

USB Type-C 充電は、多くの家庭用品に同じ USB Type-C コードを使用して便利なことから消費者の間で人気が高まっています。USB Type-C は、電動工具や電動アシスト自転車のような大電力アプリケーションにも対応できるように拡張を続けています。図 1 に示すように、USB Type-C は、以前は標準電力範囲 (SPR) で最大 100W の電力をサポートしていましたが、現在では拡張電力範囲 (EPR) で最大 240W をサポートするようになっています。

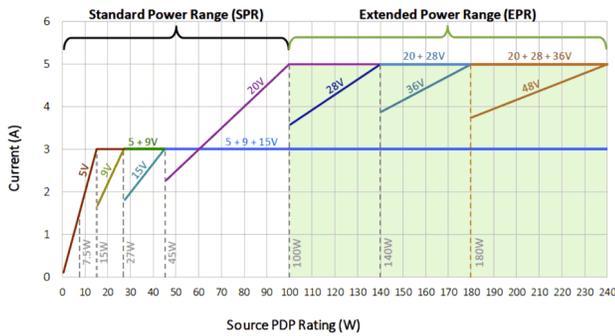


図1. USB 電力供給 (PD) 範囲

SPR と EPR を含むさまざまな種類の USB Type-C ソースから充電できるようにするという目標を達成するには、USB Type-C PD EPR の電圧範囲全体に対応できるアプリケーションを設計することが課題になります。5 セルのリチウムイオンバッテリーと USB Type-C 入力を使用して設計したリーフブローワーについて考えてみます。バッテリーはリチウムイオンであるため、各バッテリーセルのフル充電電圧は 4.2V であり、バッテリーパックのフル充電時の電圧 (V_{BATT}) は 21V となります。リーフブローワーの充電にはさまざまな USB 電源アダプタを使用できますが、この例では 45W または 140W の USB Type-C 電源アダプタを使用するものと仮定します。この場合、バッテリーチャージャへの入力電圧 (V_{IN}) は 15V または 28V となります。次に、以下の要件を満たす方法を考えます。

- $V_{IN} > V_{BATT}$ または $V_{IN} < V_{BATT}$ のときにバッテリーを充電する。
- 充電時間を最小限に抑えるためにできるだけ早くバッテリーを充電する。
- 充電中は過熱防止のためにリーフブローワーを冷却する。
- セル数が異なるさまざまなプラットフォームに単一のチャージャ IC を使用する。

これらの各要件に対応する部品は、外部スイッチング FET (電界効果トランジスタ) を備えた昇降圧バッテリー充電コントローラです。チャージャの昇降圧部分は、 $V_{IN} > V_{BATT}$ または $V_{IN} < V_{BATT}$ という最初の要件に対応します。図 2 に示す構成で 4 つの FET と 1 つのインダクタを使用することで、バッテリーチャージャを $V_{IN} > V_{BATT}$ のときは降圧モード (図 3) で、 $V_{IN} < V_{BATT}$ のときは昇圧モード (図 4) で動作させることができます。

外部 FET は、2 番目の要件に対応します。外部 FET を使用することで、放熱性能が向上し、充電電流能力が高くなって充電時間を短縮できます。さらに、外部 FET により、充電中に熱を分散する面積も多くなります。これらの理由から、外部の金属酸化膜半導体 FET 昇降圧バッテリーチャージャを採用することで、新しい USB PD EPR レベルに対応できるアプリケーションを設計し、迅速な充電環境を実現することができます。

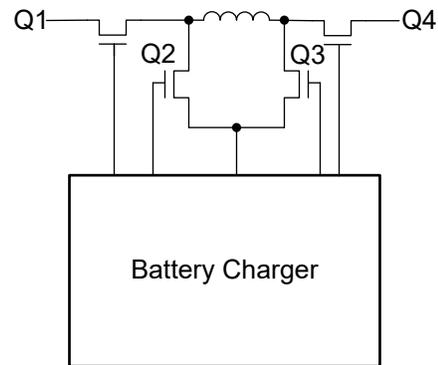


図2. Hブリッジ構成の昇降圧充電コントローラ

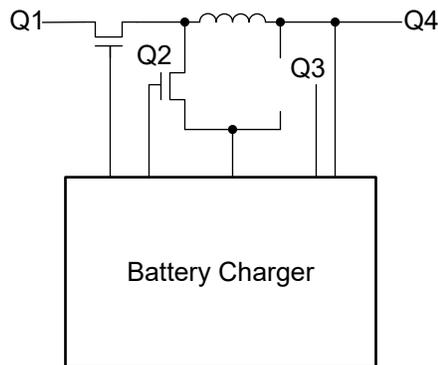


図3. $V_{IN} > V_{BATT}$ のときは降圧モード構成。Q1 と Q2 はオンとオフ、Q3 はオフ、Q4 はオン。

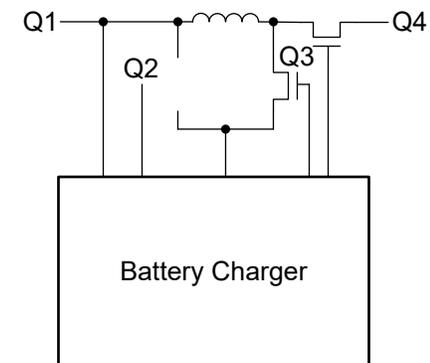


図4. $V_{IN} < V_{BATT}$ のときは昇圧モード構成。Q3 と Q4 はオンとオフ、Q2 はオフ、Q1 はオン。

ポータブル電源ステーションの充放電の最適化

USB PD の普及に伴い、バッテリー駆動の電子機器に対する需要が増加し、それらを充電するためのポータブル電源ステーションのニーズが高まっています。ポータブル電源ステーションは、以前はテレビ、ラジオ、小型冷蔵庫のような製品に使用されていましたが、USB PD EPR の拡張により、ラップトップやスピーカなど、より小型の家電製品用のポータブル電源ステーションのバッテリーを同じ USB Type-C コードで充電できるようになりました。図 5 と図 6 を参照してください。図 5 では、バッテリーチャージャからポータブル電源ステーションのバッテリーを最大 240W で充電できます。図 6 は、その逆の電力の流れを示しています。ポータブル電源ステーションのバッテリーから、コードを使用して USB Type-C ポート経由でラップトップが充電されます。



図 5. 240W の USB 電源でポータブル電源ステーションのバッテリーを充電



図 6. ポータブル電源ステーションのバッテリーからの放電により、同じ USB Type-C® コードを使用してラップトップを 140W で充電

図 5 と図 6 に示す最適化された充放電ソリューションを実現するには、双方向の昇降圧バッテリーチャージャが必要です。双方向とは、電力が出力から入力に流れるとき（リバースモード）にもバッテリーチャージャが降圧モードと昇圧モードで動作できることを意味します。リバースモードについて図で確認するには、図 2 と図 3 を参照してください。リバースモードでは、図 2 の降圧モードが昇圧モードになり、図 3 の昇圧モードが降圧モードになります。双方向の昇降圧チャージャを搭載しているため、USB Type-C ポートを使用してアプリケーションのバッテリーを充電した後、電力の流れを逆にしてラップトップなどの別のデバイスを充電することができます。

ポータブル電源ステーションで双方向バッテリーチャージャがどのように役立つかについては前述のとおりですが、双方向の電力伝送機能が役立つアプリケーションはほかにもあります。その 1 つとして、最近の電動アシスト自転車では、USB Type-C を使用してメインバッテリーを充電した後、メインバッテリーから同じ USB Type-C ポート経由でパーソナルデバイスを

充電できます。たとえば、電動アシスト自転車で公園に出かけ、スマートフォンで動画を見ようと思ったら 10% しか充電がなかったとします。電動アシスト自転車のメインバッテリーを双方向の昇降圧バッテリーチャージャと USB Type-C を使用して設計すれば、電動アシスト自転車のバッテリーからスマートフォンを充電できます。

ソーラーアプリケーション向けのバッテリー充電

バッテリー駆動の電子機器の増加に伴い、あらゆる環境でバッテリーを充電する必要性が生じています。前述のキャンプの例では、コンセントがない場合にソーラーパネルでポータブル電源ステーションを充電できます。ただし、ソーラー充電には以下のようないくつかの要因が影響します。

- ソーラーパネルの各種の定格
- 気象条件の変化
- 部分的な日陰

バッテリーを充電するために最大の充電電流を抽出するには、ソーラーパネルの最大電力点 (MPP) を見つけることが重要です。つまり、ソーラーパネルの I_{OUT} とソーラーパネルの V_{OUT} の積が最大になる点です。

これについてさらに説明するために、ソーラーパネルの電流電圧 (IV) グラフを図 7 に示します。y 軸がソーラーパネルの I_{OUT} で、x 軸がソーラーパネルの V_{OUT} です。IV グラフの目的は、気象条件に基づいてソーラーパネルが出力できる MPP を見つけることです。図 7 は、気象条件に応じて IV グラフがどのように変化するかを示しています。

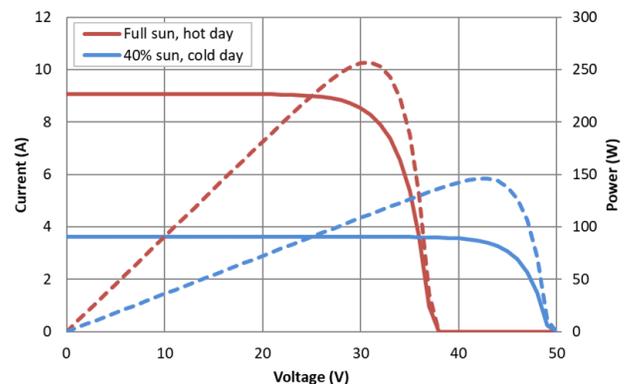


図 7. 気象条件に基づく IV 曲線

バッテリー チャージャ アプリケーションの多様化

前述のとおり、バッテリー チャージャの設計には USB PD やポータブル バックアップ電源の増加に関連してさまざまな課題がありますが、**BQ25756** 昇降圧バッテリー充電コントローラは各課題の解決に役立ちます。具体的には、以下の 3 つの特長があります。

- 最大 70V の入力と出力をサポート
- 双方向の電力伝送機能
- 自律型の MPPT アルゴリズム

70V の入力のサポートにより、USB PD の電圧範囲全体がサポートされます。また、昇降圧コントローラトポロジにより、 V_{IN} と V_{BATT} の値に応じて降圧モードと昇圧モードが自動的に切り替わるため、バッテリーの電圧に関係なく、あらゆる USB Type-C 入力が有効になります。70V の出力がサポートされるため、BQ25756 では最大 14 のリチウムイオン直列セルおよび最大 16 のリチウムイオン リン酸塩セルを充電できます。

双方向の電力伝送機能により、同じ USB Type-C ポートを使用してバッテリー パックの充電と放電を行うチャージャシステムを設計できます。BQ25756 は、逆方向の昇降圧により、リバースモードの V_{OUT} がバッテリー パックの電圧よりも小さいか大きいかに関係なくバッテリー パックから放電できます。この機能により、消費者は USB Type-C ポートを使用して、ポータブル電源ステーションや電動アシスト自転車などの製品のバッテリー パックからラップトップやスピーカなどの機器を充電できます。

BQ25756 はソーラー充電アプリケーション用の MPPT を搭載し、以下の 3 つの点が改善されています。

- 自律起動
- V_{IN} の完全なスイープ
- 摂動と観測の機能

デフォルトの設定で自律型の MPPT を実行できるほか、MPPT アルゴリズムのサイクルの間隔など、MPPT の機能を I2C を使用してカスタマイズすることもできます。MPPT アルゴリズムが終了すると、タイマが再起動し、選択した時間の経過後に新しいサイクルが開始されます。アルゴリズムの実行中、チャージャは V_{IN} のグローバル スイープを実行して絶対的な MPP を求めます。図 8 に示すように、複数のソーラー

パネルを直列または並列に設置すると、MPP の候補となるピークが複数形成されます。真の MPP を見つけるためには、アルゴリズムですべてのピークを走査しなければなりません。BQ25756 は、ピークが複数ある場合でも、すべての V_{IN} 値をスイープして最大 MPP を特定します。

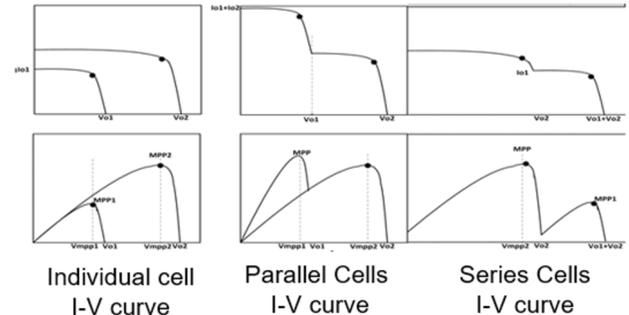


図 8. 複数のピークがある太陽電池曲線

まとめ

再充電可能バッテリーを使用する大規模なアプリケーションの増加に伴い、以下のようなアプリケーションの設計が可能になっています。

- USB PD EPR 規格に対応する入力電力をサポート。
- USB Type-C を使用してマルチセル バッテリー アプリケーションの充放電を最適化。
- ソーラー互換により、場所を問わずにオンデマンドの充電に対応。

同じ USB Type-C ポートと新しい USB PD EPR を使用して、掃除機、電動アシスト自転車、パワー バンクなど、より大型のバッテリー デバイスを USB Type-C で充電できます。また、双方向の電力伝送機能を搭載したチャージャにより、同じ USB Type-C ポートを使用してバッテリー パックの充電と放電を行うことができます。この機能により、あらゆるバッテリー パックをパワー バンクに変えることができます。最後に、ソーラー パネル入力と MPPT に対応したバッテリー チャージャにより、消費者が場所を問わずに充電できるアプリケーションを実現できます。

BQ25756 をテキサス・インスツルメンツの TPS25750 などの PD コントローラと組み合わせることで、多様な再充電可能バッテリー アプリケーションを設計することができます。BQ25756 の高度な MPPT アルゴリズムは、現在の光レベルに基づい

でソーラー パネルの MPP を検出し、ソーラー充電環境を最適化するのに役立ちます。

参考資料

- [バッテリー チャージャの基礎のビデオ](#)

重要なお知らせ:ここに記載されているテキサス・インスツルメンツ社および子会社の製品およびサービスの購入には、TI の販売に関する標準の使用許諾契約への同意が必要です。お客様には、ご注文の前に、TI 製品とサービスに関する完全な最新情報のご入手をお勧め致します。TI は、アプリケーションに対する援助、お客様のアプリケーションまたは製品の設計、ソフトウェアのパフォーマンス、または特許の侵害に対して一切責任を負いません。ここに記載されている他の会社の製品またはサービスに関する情報は、TI による同意、保証、または承認を意図するものではありません。

USB Type-C® is a registered trademark of USB Implementers Forum.
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](#)、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