

Application Brief

デッド バッテリ充電安全



Wyatt Keller

はじめに

安全性は、バッテリー管理システム (BMS) にとって最も重要な要素であり、チャージャはバッテリーセルを保護する上で極めて重要な部品です。バッテリー充電を許可または防止する時期が、バッテリーシステムの安全性に大きな影響をもたらす可能性があります。そのため、アプリケーションの要件に応じて、ゼロボルト充電またはデッドバッテリー充電に関連した適切な保護機能を備えたチャージャを選択する必要があります。

過放電の安全性

バッテリーを過放電状態で長時間にわたり使用しないと、バッテリーは急速に劣化します。劣化の加速は、電解液に溶解する銅陽極箔によって引き起こされます。銅陽極が溶解すると、パウチセル内にガスが放出されることもあり、それがバッテリーの膨張を引き起こすことがあります。さらに、次の充電サイクルでは銅デンドライトが形成され、固体電解質界面 (SEI) 層を損傷させる可能性があります。デンドライトの形成は、バッテリー内部の短絡を引き起こし、使用を重ねるにつれて悪化し、バッテリーの性能と安全性に影響を及ぼします。

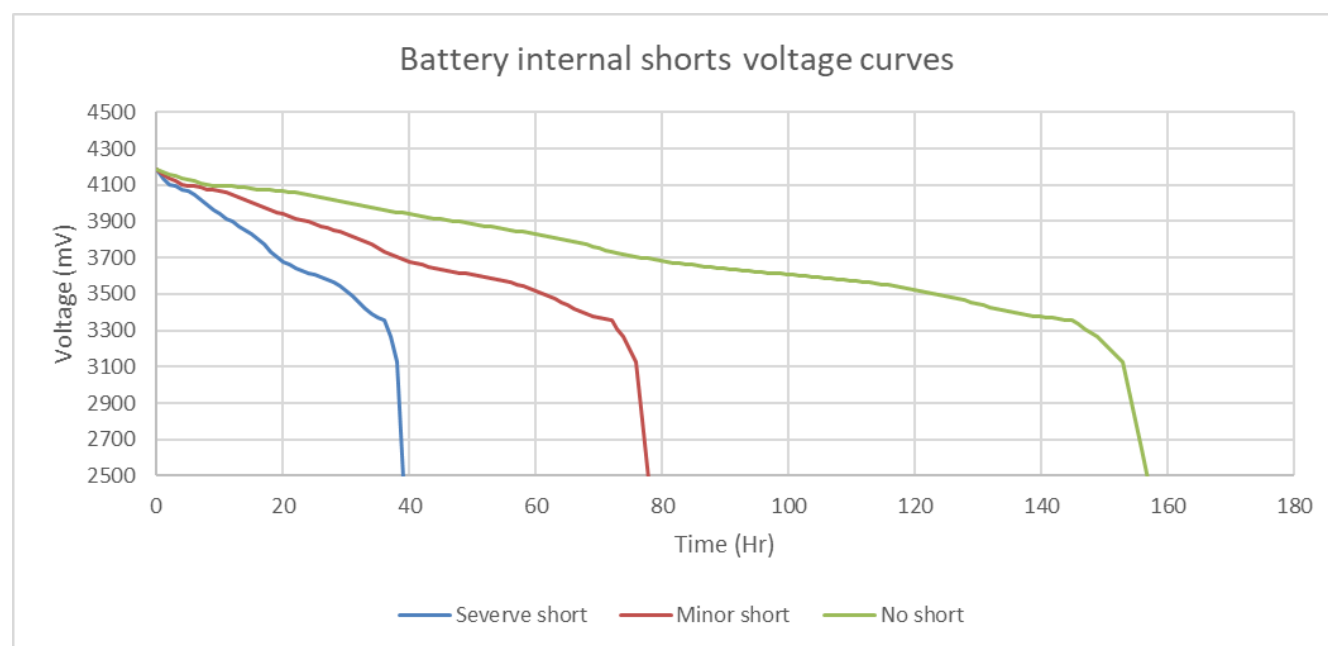


図 1. さまざまな内部短絡状態におけるバッテリー電圧の例

多くの規格では、バッテリーが過放電した場合に充電を禁止する何らかの仕組みが求められており、電圧しきい値を下回る状態での再充電は許されません。GB 31241 および IEC 62133 は、バッテリーアプリケーションの安全要件について概説している業界標準の一部です。これらの規格における安全要件では、バッテリーを安全に再充電するための明確な電圧しきい値が定義されておらず、バッテリーメーカーのデータシートおよび外部回路を信頼することで、過放電状態からの再充電に関するメーカーの要求事項に従っています。

デッド バッテリ チャージャの特長

外部ホスト制御のないスタンドアロンチャージャの場合、安全上の特長を確認し、用途に最適なチャージャを選定することが重要です。選択したバッテリーセルが、低い電圧しきい値を下回った後の充電を禁止している場合は、デッド バッテリ 充電禁止を備えたチャージャを選ぶ必要があります。BQ25308 は、ゼロボルト充電を許さないアプリケーション向けに設計されています。一方、バッテリーデータシートで過放電状態からの再充電が許されている場合、BQ25300 のようなチャージャを選択できます。また、BQ25308 は、より低いプリチャージおよび充電禁止電圧しきい値を持つ LiFePO4 (リン酸鉄リチウム) 系にも対応しています。

表 1. BQ25308 における充電禁止、プリチャージ、および急速充電の電圧遷移点

モード	バッテリー電圧 V_{BAT}	充電電流	標準値
バッテリーの短絡	$V_{BAT} < V_{BAT_SHORT}$	充電禁止	-1.5uA
プリチャージ	$V_{BAT_SHORT} < V_{BAT} < V_{BAT_LOWV}$	I_{PRECHG}	I_{CHG} の 10% ($I_{PRE} > 63mA$)
高速充電	$V_{BAT_LOWV} < V_{BAT}$	I_{CHG}	I_{CHG} 抵抗で設定

表 2. LiFePO4 および標準リチウムイオン電池における BQ25308 の電圧しきい値

パラメータ	説明	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$V_{BAT_SHORT_RISE_L_FP}$	LiFePO4 の VBAT 短絡立ち上がりしきい値	短絡からトリクル充電へ、 $V_{BATREG} = 3.6V$	1.1	1.2	1.3	V
$V_{BAT_SHORT_RISE}$	VBAT 短絡立ち上がりしきい値	短絡からプリチャージへ、 $V_{BATREG} = 4.05V/4.15V/4.2V$	2.05	2.2	2.35	V
$V_{BAT_SHORT_FALL_L_FP}$	LiFePO4 の VBAT 短絡下降しきい値	トリクル充電から短絡へ、 $V_{BATREG} = 3.6V$	0.9	1	1.1	V
V_{SHORT_FALL}	VBAT 短絡立ち下がりしきい値	プリチャージから短絡へ、 $V_{BATREG} = 4.05V/4.15V/4.2V$	1.85	2	2.15	V

バッテリーセルのデータシートで低電圧での再充電が許されていても、セルに内部短絡がある場合、チャージャはプリチャージから高速充電への電圧遷移点以上に電圧を回復できないことがあります。プリチャージは高速充電電流の割合 (%) で、BQ2530x デバイスでは高速充電電流の 10% です。バッテリーがプリチャージ電流で回復しない場合、チャージャは潜在的に安全でないバッテリーを検出し、プリチャージ安全タイマを使って充電を停止することができます。

表 3. BQ25308: 安全タイマ

パラメータ	説明	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
t_{SAFETY_FAST}	充電安全タイマ	高速充電安全タイマ 20 時間	15	20	24	hr
t_{SAFETY_PRE}	充電安全タイマ	プリチャージ安全タイマ	1.5	2	2.5	hr

I2C チャージャをホスト制御およびパワーパスマネジメントと共に使用する場合、充電を許可するかどうかの判断はホスト側で行えるため、デッドバッテリー充電禁止機能を持つチャージャを選ぶことはそれほど重要ではありません。

参考資料

1. テキサス インスツルメンツ、[BQ25308 スタンドアロン 1 セル、17V、3.0A バッテリチャージャ、デッドバッテリ充電禁止機能搭載](#)、データシート
2. LI, H.-F., GAO, J.-K., および ZHANG, S.-L. (2008), リチウムイオン電池の膨潤および再充電性能に対する過放電の影響 Chin. J. Chem., 26: 1585-1588. <https://doi.org/10.1002/cjoc.200890286>、ウェブページ。
3. C. Chen, G. He, J. Cai, Z. Zhao, D. Luo, 「ポータブルエレクトロニクスにおけるリチウムイオン電池の銅デンドライト現象の過放電障害の研究」、2019 年第 22 回欧州マイクロエレクトロニクスおよびパッケージング会議 & 展示会 (EMPC)、ピサ、イタリア、2019 年、pp. 1-6、doi: 10.23919/EMPC44848.2019.8951808。
4. Gongquan Wang, Ping Ping, Depeng Kong, Rongqi Peng, Xu He, Yue Zhang, Xinyi Dai, Jennifer Wen, リチウムイオン電池の熱暴走モデリングの進歩と課題、イノベーション、第 5 巻、第 4 版、2024 年、100624、ISSN 2666-6758、<https://doi.org/10.1016/j.xinn.2024.100624>、ウェブページ。

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 © 2025, 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、TI は一切の責任を拒否します。

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 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 © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月