

Technical Article

バッテリー情報活用管理の新たな段階を実現



Wenjia Liu, vice president and general manager of battery management solutions, Texas Instruments



- 各セル内部での動作に関するより詳細な詳細情報を得ることにより、バッテリーの安全性向上、長寿命を実現できる理由。
- 統合 EIS エンジンを搭載した新しいバッテリー モニタは、400V と 800V の各バッテリー システムでの、より早期の熱暴走検出をサポート。

現在のバッテリー システムは、グリッドのサポートにおいても電気自動車 (EV) への給電においても、安全かつ予測可能な方法でエネルギーを供給することが求められています。グリッド スケールのエネルギー ストレージ システム (ESS) は、20 年の寿命を実現できる場合もありますが、グリッドの状態の変化に合わせて充電と放電を行う必要があります。EV パックは、運転、充電、温度変化に関して長年にわたって高い信頼性を実現する必要があります。

外側からは、どちらのシステムも安定しているように見える場合があります。しかし、各セルの内部では、電圧、電流、温度の測定値から何らかの変化が明らかになるよりもずっと前に、電気化学的変化が始まっている可能性があります。

バッテリーが EV とエネルギー ストレージでより大きな役割を担う中、このような認識のギャップには注意が必要になっています。バッテリー管理システムは、バッテリー パックの外部から監視するだけでなく、各セルの内部で発生している事象を検出する必要があります。この移行を理解するには、表面的な測定の限界を認識する必要があります。

電圧と温度の監視だけでは不十分である理由

バッテリー管理システムはすべて、電圧、電流、温度に依存します。これらの測定は不可欠ですが、主に外部からセルを読み取るものです。これらの測定では、セル内の安全性、経年変化、性能に影響を与える電気化学的変化を完全に明らかにすることはできません。

また、外部センサはリアクティブな対応のみが可能であり、プロアクティブな対応はできません。セル内の変化が増加して一定のレベルに達してはじめて、センサにより電圧、電流、温度の測定値がレジスタに登録されます。それまでに、システムはすでに進行しつつある状態に反応しています。

このギャップは、熱暴走、つまり放散可能な量を超える熱がセルで生成される自己発熱の連鎖反応のような安全重視事象において最も注意が必要となります。熱暴走は、内部の電気化学的事象として始まることもあり、外部センサが反応する前に熱が生成されます。そのため、アラートがトリガされるまでに、この状態は回復不可能なレベルにまで達している可能性があります。

規制当局は対応を進めています。2026 年 7 月に発効する中国の国家規格 (GB) 38031「National EV battery standard (EV バッテリ国家標準)」の更新版では、熱暴走開始から少なくとも 2 時間、火災や爆発の発生を防止するようなバッテリーパックを使用することを規定しています。多くの設計者が懸念しているのは、この規格と将来の要件により、何が求められるようになるかという点です。その答えとなるのは、従来の検出方法を置き換えることなく、セル自体をより重層的に監視できるようにすることです。



EIS による内部での各セルの監視方法

電気化学インピーダンス分光法 (EIS) は、複数の周波数においてバッテリーセルが小さな電気信号にどのように反応するかを分析する測定技術です。EIS では、この電気信号を適用し、セルのインピーダンス応答を分析することにより、セルの充電状態、健全性状態、温度、熱暴走リスクの早期インジケータをより詳細に把握できます。これらの警告サインを早期に検知できるかどうかで、管理可能なメンテナンス事象になるか、重大な障害 (安全性の低下、動作の停止、またはシステムの回復不能な損傷の原因となる) になるかの違いが生まれます。

この種の測定を行うには、これまで何十年の間、専門の実験装置が必要でした。しかし現在では、センサの追加やコストのかかる再設計を行うことなく、すべてのセルにこの機能を構築することが可能です。

電圧、電流、温度が基本的な状態のままで、EIS により補完的にプロアクティブな対応が行われ、まだ表面化していないような変化も検出されます。

EV と ESS の設計におけるセル レベルの情報活用の意味

個々のセルについて内部の状態が理解できると、バッテリー管理をより広範なエコシステムの一部としてとらえ、セルレベルの知見と、安全性、信頼性、性能を向上させるために必要なアクションとを結び付けることが可能になります。

自動車 OEM (相手先ブランド製造業者) とティア 1 サプライヤにとって、EV プラットフォームがより高い電圧とセル数へと移行する過程で、セルレベルの知見は重要になります。TI の [BQ79826Z-Q1 バッテリー モニタ](#) を装備した TI のバッテリー EIS チップセットは、EIS 測定エンジンをバッテリー モニタに直接統合することでこのニーズに対応し、400V と 800V の両方のアーキテクチャでセル数の多いシステムをサポートしています。図 1 に、バッテリー管理システム (BMS) のアーキテクチャ全体の中におけるバッテリー モニタの統合方法を示し、同時にセル、通信バス、パック モニタとの関係も示します。

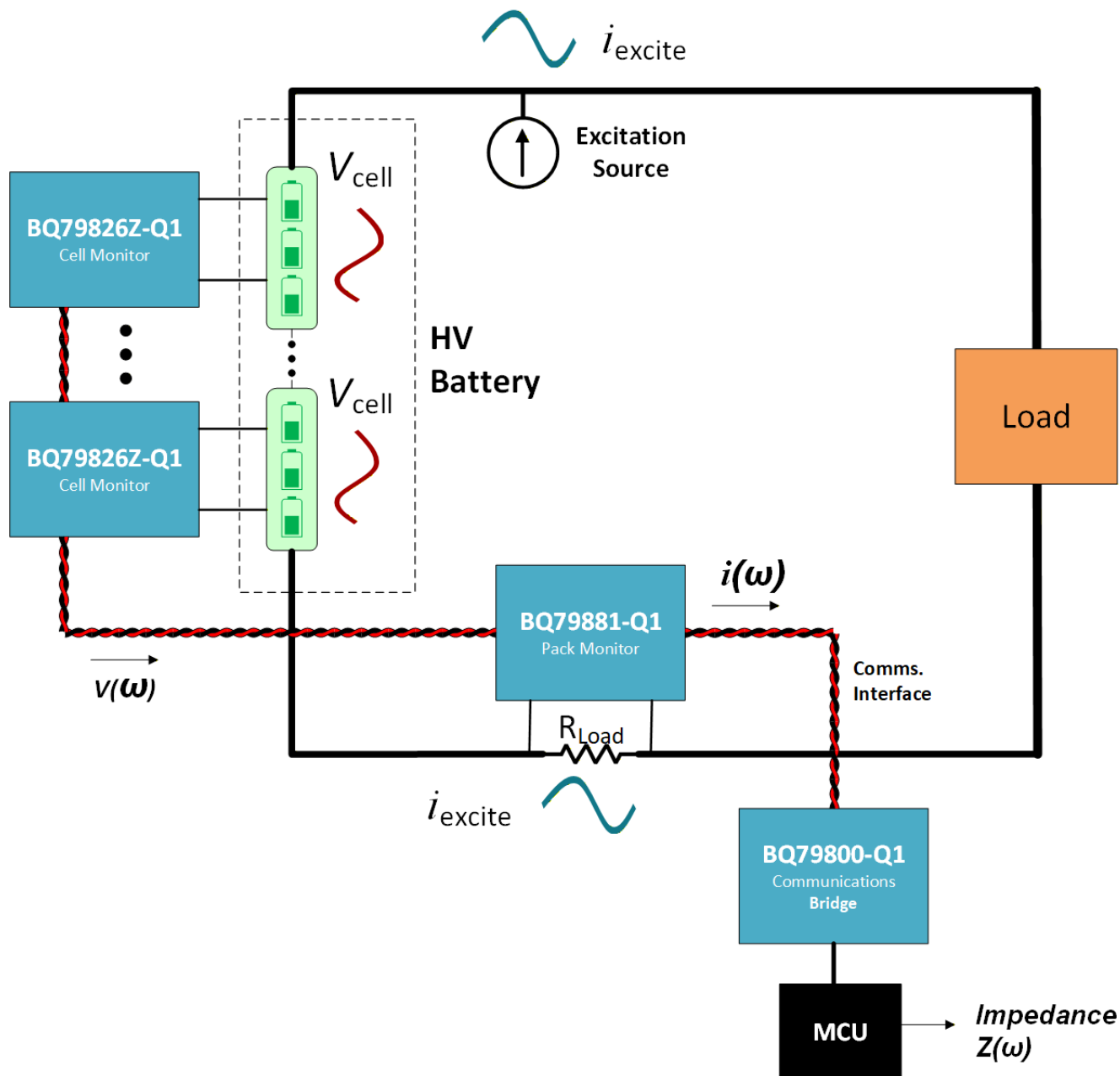


図 1: BMS アーキテクチャ全体の中で、統合 EIS エンジン搭載の BQ79826Z-Q1 バッテリー モニタを装備した TI のバッテリー EIS チップセット。

ESS の寿命は 15 ～ 20 年と予測されています。セルの状態をリアルタイムに把握できれば、劣化を早期に特定し、より効果的にメンテナンスを計画し、システムを期待どおりに稼働させ続けるのに役立ちます。EIS 派生データをアクティブな

セル バランシングと組み合わせることで、大規模なセル群にリアルタイムでエネルギーを再分配し、効率と性能を改善することができます。

予測型のバッテリー管理に向けて

従来型のバッテリー管理システムは、異常が発生してから、異常に対応します。そのため、アラートがトリガされるまでに、この状態は回復不可能なレベルにまで達している可能性があります。リアクティブな監視から予測型バッテリー管理へのこの移行は、バッテリー システムの設計における最も重要な変更の 1 つになりつつあります。

EIS は、システムで時間の経過とともに追跡できる内部の電気化学データを生成します。このデータに基づいてトレーニングされた機械学習モデルは、バッテリー容量の減少や熱関連のリスクにつながるインピーダンス パターンを認識できるため、バッテリー管理システムでは変化の受動的な検出ではなく、変化の予測が可能になります。そのデータは、より包括的なバッテリー プロファイルを構築するため、劣化が性能に影響を及ぼす前に劣化を検出するのに役立ち、結果的にシステムの寿命が長くなります。

長期的には、これらのバッテリー プロファイルは、AI (人工知能) 搭載のバッテリー システムが絶縁型測定を超えて、バッテリーについてより包括的に理解する上で役立ちます。次の優先順位は、そのデータを元に、よりの確な決定とより迅速な対応を行い、より安全で信頼性の高いシステムを実現することになります。

バッテリー管理の将来像

バッテリー使用の拡大に伴って、高電圧 EV からエネルギー ストレージ システム、産業用デバイスやコンシューマ デバイスまで、セルレベルのより高度な情報活用がますます重要になります。業界では、セル内で発生していることを問題の発生前に把握できるようなバッテリー管理が必要になります。

このような知見を実用的でスケーラブルなものにし、手頃な価格で提供する組織は、故障や重大な障害が発生する前にその原因となるバッテリーの状態を予測するという目標を掲げ、安全で信頼性の高い次世代のバッテリー システムを定義することに貢献します。

その他の資料

- EIS ベースのバッテリー モニタリングの詳細については、テクニカル ホワイト ペーパー「[電気化学インピーダンス分光法による次世代のバッテリー モニタリング](#)」をご覧ください。
- [BQ79826Q1EVM-086 評価基板](#)を注文して、EIS の設計を開始しましょう。

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

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みいかなる保証も、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](https://www.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 © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月