

Technical Article

スクイブドライバとコンタクトドライバを活用し、**HEV/EV** のバッテリー
切断システムの安全性と効率を向上させる方法

ジェニファー・ジョーダン



ハイブリッド電気自動車 (HEV) と電気自動車 (EV) を対象とするバッテリー管理システム (BMS) 内のパワー ディストリビューションは、自動車のコア機能に電力を供給すると同時に、高電圧イベントまたは大電流イベントを確実に遮断するメカニズムも搭載します。パワー ディストリビューション システムの 2 つのコア コンポーネントである高電圧リレーと遮断ヒューズは、高電圧、大電流、高効率、信頼性のサポートに対する需要の増大に伴い、多くの設計上の課題を抱えています。図 1 に、高電圧リレーと遮断ヒューズの概要を示します。

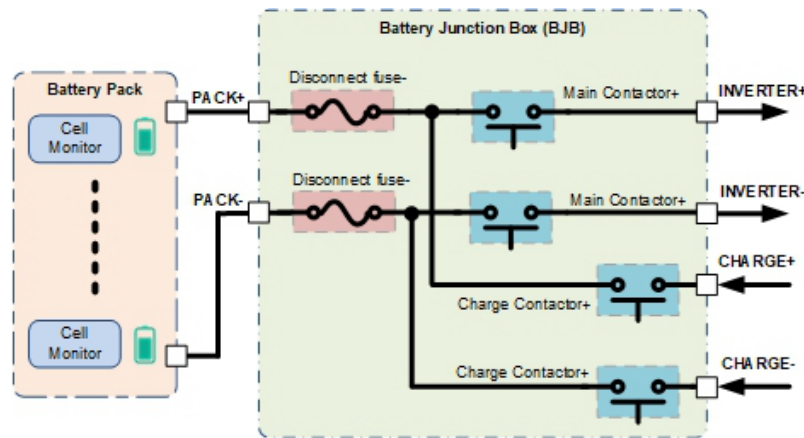


図 1. B パワー ディストリビューション内のバッテリー遮断ヒューズおよび高電圧リレー

リセット不可のバッテリー遮断ヒューズは、緊急時に作動して、バッテリーと車両の他の部分との間の接続を切断します。高電圧リレー (コンタクトとも呼ばれます) は、通常動作時に HEV または EV 全体の電源ラインを接続および切断します。この記事では、BMS のいっそうのスマート化、安全性向上、効率向上に役立つ、接触器と遮断ヒューズドライバの最新技術について説明します。

高速で信頼性の高いバッテリー遮断システムの実現

衝突が発生した場合、問題や損傷がこれ以上発生することを防止するために、下流のシステムへの電力供給を遮断する必要があります。現在の一般的な解決策は、溶断ヒューズとパイロヒューズの 2 つです。溶断ヒューズは、過電流事象の熱条件に基づいてトリガされ、これらのヒューズは工場ですべてに設定されています。パイロヒューズが作動するには、電子ドライバが接続を切断する信号を送信する必要があります。電子ドライバは、主にディスクリート回路または従来型のエアバッグ スクイブドライバが使用されています。HEV と EV の各システムが大電力化を進めている現状で、パイロヒューズは信頼性の向上と導入の迅速化に貢献します。ただし、これらのパイロヒューズを駆動する一般的なソリューションは、高速な応答時間を達成しようとすると、すぐに複雑になります。国際標準化機構 (ISO) の要件である ISO26262 を満たす必要があるため、これらの設計はますます複雑になっています。

応答時間を短縮するために、DRV3901-Q1 パイロヒューズドライバには、シリアル パラレル インターフェイス (SPI) をバイパスできる 2 ピンのダイレクト ハードウェア インターフェイスが実装されています。DRV3901-Q1 ドライバは、電圧、電流、抵抗 (UIR) センサと組み合わせて使用できるので、導入をさらに迅速化できます。BQ79731-Q1 デバイスなどの UIR センサは、ハードウェアピンを経由して DRV3901-Q1 ドライバと直接通信できるため、マイコンが不要になります。

パイロヒューズの最も重要な機能の 1 つは、クラッシュやその他の重大な障害が発生した場合に、システムの他の部分からバッテリーの接続を切断することです。システム設計者は、パイロヒューズ機能が確実に作動するようにしておく必要があります。DRV3901-Q1 の内蔵診断機能は、ドライバのステータス、パイロヒューズの状態、バックアップ電力の可用性を監視します。バックアップ電源の可用性を監視するために、リザーバコンデンサを測定します。このコンデンサは、バッテリーからの主電源が利用できなくなった場合に、パイロヒューズシステムのバックアップ電源として機能します。このコンデンサの放電電圧を定期的にチェックすることで、DRV3901-Q1 ドライバとマイコンはバックアップ電源の障害が処置を必要とする前に検出し、車両にアラートを送信できます。

ヒューズは、必要ときに展開することが重要ですが、ヒューズがミスファイヤしないことも同様に重要です。DRV3901-Q1 ドライバは、パイロヒューズが意図せず展開することを防止する安全診断機能を内蔵しています。これは、個別のハイサイドドライバとローサイドドライバ、ハードウェアを直接起動するための冗長ピン、シリアル ペリフェラル インターフェイス上の巡回冗長検査 (CRC) 保護など、さまざまな機能で構成されています。

車両全体のパワー ディストリビューションの改善

HEV または EV の電源ラインで最も一般的な接続は、高電圧バッテリーシステムをトラクション インバータに接続するメイン接触器です。充電ステーションからバッテリーへの接続である AC/DC 充電接触器や、室内灯やヒーターなど他の電気負荷を接続する補助接触器など、他の電源レールが存在する場合があります。

接触器は、高電圧で大電流を供給できる機械式リレー スイッチを制御する低電圧ソレノイドです。HEV および EV 自動車の接触器は、より大電力のシステムを処理できるように進化しています。接触器の低電圧ソレノイド素子は、多くの場合、エコノマイザと呼ばれる制御回路によって駆動されます。エコノマイザ回路は、効率、信頼性、安全性に関する高度な要件を達成し、大電力条件での電力効率を改善するために、より重要かつ複雑になっています。これらの回路は、接触器を閉じた状態に維持するために必要な消費電流を低減するのに役立ちます。このエコノマイザは、接触器に直接統合することも、外部から追加することもできます。外部エコノマイザを必要とする接触器は、システムレベルの安全性を確保しようとすると、すぐに複雑になる可能性があります。

DRV3946-Q1 ドライバのような完全統合型の大電力接触器ドライバは、複雑なエコノマイザ設計を置き換えることができます。**DRV3946-Q1** ドライバは、接触器の効率的なターンオンと安全なターンオフを可能にします。より効率的なターンオンを実現するため、**DRV3946-Q1** ドライバはピーク ホールド電流制御をプログラム可能です。**図 2** に、この機能の動作を示します。スタートアップ時に、より多くの電流を供給して、初期接続を確立できます。接続が完了した後、「ホールド」フェーズで電流をより低いレベルに下げることができます。統合されたピークおよびホールド位相をプログラムできるため、接触器をより堅牢で効率的に切り替えることができます。

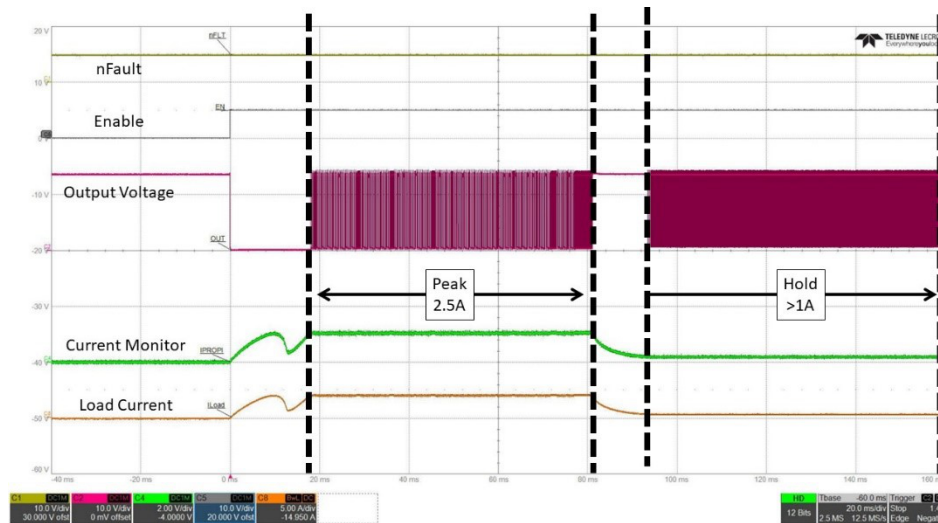


図 2. DRV3946-Q1 のピーク ホールド電流制御

接触器をオフにすることも重要です。接触器を迅速に遮断できる能力は、接触溶接を防止するのに役立ち、何か異常が発生した場合に車両システムの他の部分に最初の防衛線を提供します。高速放電機能を備えたピーク ホールド電流制御を実装するための一般的なソリューションは、複雑な回路を必要とします。**DRV3946-Q1** ドライバはこれら 2 つの機能をシングル チップに統合しており、システムの複雑さの緩和、効率と安全性の向上に役立ちます。

まとめ

接触器の効率と信頼性を向上させると、運転可能な走行距離の延長と HEV/EV の日常的な運転における安全性の向上につながります。パイロ ヒューズドライバをシングルチップ ソリューションに統合すると、バッテリー接続を遮断するタイミングをよりスマートかつ迅速に決定できます。**DRV3901-Q1** パイロ ヒューズドライバと **DRV3946-Q1** 接触器ドライバを使用すると、システム設計者はよりスマートで安全な自動車を開発するための選択肢を得ることができます。

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

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