

SiC(シリコン カーバイド)によるバッテリーエネルギー貯蔵システムの効率向上

急速に発展する現代の電力システム環境で、信頼性、効率、持続可能性を確保するには、ESS(エネルギー貯蔵システム)が重要な役割を果たします。SiC はパワー エレクトロニクス分野の画期的な技術で、ESS 設計時に生じる多くの課題を解決するのに役立ちます。

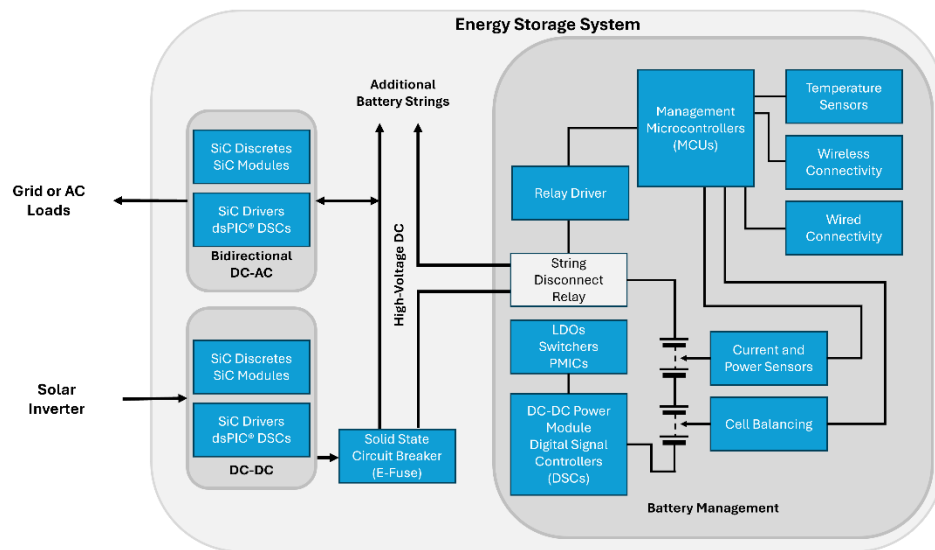
By: Kevin Dykyj (Sr. Digital Marketing Specialist)



SiC によるバッテリーエネルギー貯蔵システムの効率向上

急速に発展する現代の電力システム環境で、信頼性、効率、持続可能性を確保するには、ESS(エネルギー貯蔵システム)が重要な役割を果たします。しかし、ESS を効果的に設計するには、コストの管理、技術的性能の最適化、規制と環境に関する考慮事項への対応等、ESS 設計に独自の課題が伴います。

SiC はパワー エレクトロニクス分野の画期的な技術で、ESS 設計時に生じる多くの課題を解決するのに役立ちます。その優れた特性から、SiC には従来の Si(シリコン)と比べて重要な利点があり、ESS の安全性、効率、総合的な性能を高める事が期待されています。このブログ記事では、SiC を利用して ESS 設計時の主要課題にどう対処できるか、また次期電力システム設計プロジェクトに SiC をシームレスに統合するために、Microchip 社の革新的ソリューションがどう役立つかについて説明します。



エネルギー貯蔵システムとは

エネルギーの貯蔵では、エネルギーの需要と生産のバランスを取るために、ある時点で生成されたエネルギーを取り込み、後から使えるようにする必要があります。このエネルギー貯蔵プロセスで、エネルギーは貯蔵しにくい形式から、より貯蔵しやすい形式や、より経済的な形式に変換されます。

BESS(バッテリーエネルギー貯蔵システム)は ESS の 1 つです。多数のバッテリーを利用して後から使うための電気エネルギーを貯蔵する事で、現代の電源システムの信頼性、効率、持続可能性を向上します。主な構成要素にはバッテリー、PCS(電力変換システム)、EMS(電力量管理システム)、補助システムが含まれます。Li(リチウムイオン)や PbA(鉛酸)等のバッテリーがエネルギーを貯蔵し、PCSが必要に応じて DC(直流)と AC(交流)の間でエネルギーを変換します。

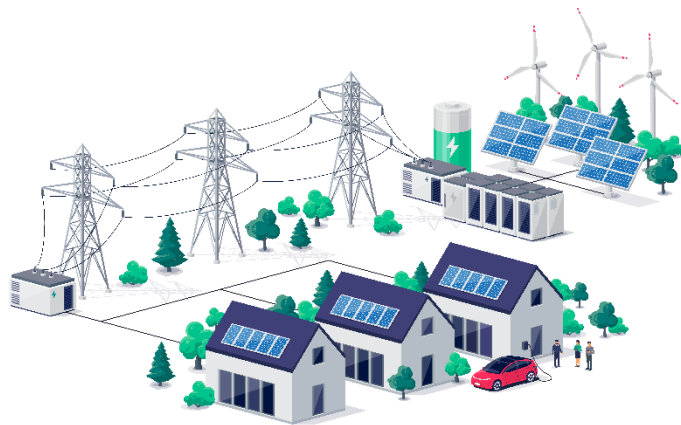
主な構成要素には以下が含まれます。

- バッテリー
- PCS(電力変換システム)
- EMS(電力量管理システム)
- その他の各種補助システム

BESS は電力需要が低い期間や発電量が多い期間に余分なエネルギーを取り込み、AC から DC に変換して貯蔵します。EMS はバッテリーの状態を監視し、貯蔵量を最適化します。電力需要が供給

を上回ると BESS がエネルギーを放出し、DC から元の AC に変換して需要と供給のバランスを取ります。

また、BESS はピークシェービング、負荷平準化、停電時のバックアップ電源等のグリッドサービスを提供します。EMS はリアルタイム データと制御によって効率的な運用を保証するだけでなく、バッテリー寿命を延ばし、経済的なメリットを最大化します。BESS は、再生可能エネルギーを統合し、変動する発電量を平準化し、エネルギー タイムシフトを実現するためにきわめて重要であり、これにより安定した持続可能な送電網をサポートします。簡単に言えば、BESS は電力量管理、送電網の安定性、再生可能エネルギーの統合に不可欠なシステムです。



BESS 電源システムの課題

経済的な実現性

BESS のコスト面は導入の大きなハードルになっています。バッテリー、電力変換システム、設置の費用を含めた初期投資額はかなり大きくなります。高品質なバッテリーは、原材料と製造プロセスにコストが掛かっており、特に高額です。さらに、継続的な保守、管理、劣化バッテリーの交換などの運用コストは、システム寿命全体ではかなり大きくなる可能性があります。

経済的に実現可能である事を確かめるには、徹底的な分析を行って投資収益率を示す必要があります。高額な初期支出と運用コストを正当化するには、ピークシェービング、負荷平準化、エネルギー市場への参入といったメカニズムを慎重に計画する必要があります。

技術的な性能と信頼性

運用コスト面から、高いエネルギー密度と効率を備えた技術を選ぶ事が不可欠です。しかし、バッテリーは充電および放電サイクルでの化学反応により時間と共に性能が劣化します。長期的な信頼性を確保するには、この性能劣化を管理し、バッテリー寿命を延ばす戦略を実行する必要があります。さらに、既存の送電網とシームレスに統合するには、電力品質を管理し、送電網の規格との互換性を確保するための堅牢なエンジニアリングソリューションが必要です。

規制と環境に関する考慮事項

安全性に関する規格、送電網の系統連系要件、環境規制に準拠する事はきわめて重要です。バッテリーの製造、運用、廃棄は環境に多大な影響を与える可能性があります。安全性に関する懸念(特に温度管理と化学的安定性に関する懸念)があるため、リスクを軽減するために先進の監視システムと緊急時のプロトコルが要求されています。

ESS 設計での SiC の利点

双方向電力フローと効率

SiC MOSFET の主な優位性の 1 つは、第 1 象限と第 3 象限の両方で、電流を流す能力が従来の Si または IGBT 技術より優れている点です。この特徴により、SiC MOSFET は真の双方向電力フローを実現する事ができます。これは現代の ESS アプリケーションには不可欠で、特にトータムポールまたはハーフブリッジコンバータのような低損失の双方向動作に依存する先進型トポロジではきわめて重要です。

SiC デバイスのボディダイオードは逆回復電荷量が小さく、これは高周波スイッチング時の損失を低減するために非常に重要な特性となります。Si ベースの MOSFET と IGBT では逆回復損失がより大きく、前述のトポロジでの効率低下につながるため、SiC ベースの方が有利になります。例えば、SJ (Si スーパー ジャンクション) デバイスは逆回復損失が大きく効率が損なわれるため、トータムポールトポロジにはあまり適していません。

逆並列ダイオードを備えた IGBT は双方向電力フローを実現しますが、逆方向は非管理の整流モードで動作するため、力率が低下して高調波成分が多くなります。対照的に、SiC MOSFET は管理された効率的な双方向特性を提供できるため、システム全体の性能を高めます。

オーミック伝導損失に関する特徴

ESS は部分(軽)負荷状態で動作することが多く、SiC MOSFET のオーミック伝導損失は、部分負荷状態では IGBT よりも大幅に低くなります。エネルギー貯蔵システムは部分負荷で動作する事が多いため、この特徴は特に重要です。一方、IGBT の伝導特性はバイポーラ型特性のため大きい伝導損失が発生します。ESS の寿命全体を通じてこれらの効率化が大幅な省電力化をもたらすため、SiC デバイスによる初期コストの高さを事実上相殺できます。EV(電気自動車)アプリケーションではこの効率向上によりバッテリー走行距離が延びるため、SiC はトラクション インバータに広く採用されています。

小型で対費用効果の高い設計

SiC デバイスは高いスイッチング周波数で動作するため、インダクタやコンデンサ等の受動素子の小型化が実現します。熱損失の削減により軽減される冷却要件と組み合わせると、さらに小型で費用対効果の高い設計が可能になります。SiC 部品は初期コストが高くなりますが、多くの場合、補助部品のコスト削減とシステム寿命全体でのエネルギー効率の向上による効果のほうが大きくなります。



SiC を統合するためのツールとソリューション

SiC を使う設計プロジェクトを事前知識なしで開始すると、好奇心、期待、不安が混ざり合った気持ちになるかもしれません。Microchip 社では、SiC をエネルギー貯蔵システムの設計に統合する際に役立つツールとソリューションの包括的なスイートを提供しています。



SiC を簡単に ESS 設計に統合できるようにするため、多数の設計ツールと開発ツールを提供しています。これには先進の設計ソフトウェアとシミュレータ ツールが含まれ、[MPLAB® SiC Power Simulator](#) では実装前にシステムをシミュレートして最適化できます。また、[評価用ボードとリファレンス デザイン](#) は、SiC ベースのソリューションの開発を始める上で役に立ち、設計プロセスの効率化と開発期間の短縮を可能にします。

豊富な[技術リソースとサポートサービス](#)によるサポートも提供しています。設計および実装段階で生じる可能性のある全ての課題を支援するため、このサポートには FET と SBD 向けの SPICE および PLECS モデル、詳細なアプリケーションノート、有益なウェブセミナー、専用のお客様サポートが含まれています。この包括的なツールとリソースは、SiC ベースの最先端エネルギー貯蔵システムを次に開発する際、パートナーとしての付加価値を提供するために役立ちます。

まとめ

エネルギー貯蔵システムの設計に SiC デバイスを使うと、大幅なコストの削減、技術的性能の向上、確実な規制準拠など、多くの利点がもたらされます。SiC デバイスは冷却要件の軽減と受動素子の小型化を通じて総システムコストを削減すると同時に、その優れた効率により運用コストを低減して長寿命を実現します。エネルギー密度、耐久性、信頼性が向上した事で、SiC 部品の魅力は一層高まっています。SiC は高いスイッチング周波数で動作し、高出力に対応するため、送電網にシームレスに統合して、安全性と性能に関する厳格な規格に準拠できます。

電力システム設計者の皆様には、これらの利点を最大限に活用するために、次期 ESS プロジェクトに SiC をご検討いただくことをお勧めします。SiC を統合する事で、現代の送電網の需要を満たす、効率性、信頼性、費用対効果が非常に高いエネルギー貯蔵ソリューションを実現できます。

SiC を使い始めるには、幅広いラインナップの[mSiC™製品およびソリューション](#)を参照してください。MOSFET、ダイオード、モジュールの包括的なポートフォリオに加え、先進の設計ソフトウェア、評価用ボード、技術サポートを通じて、お客様が短期間で SiC を簡単に、そして自信を持って導入できるようお手伝いします。