



将来の EV ニーズを満たすために必要なダイレクト コンタクト テクノロジー

自動車メーカーがバッテリー電気自動車 (EV) プラットフォームを次々と発表する中、高電圧 (HV) 相互接続が最も重要な自動車部品の 1 つとして浮上しています。これらにより、充電器からバッテリーへ、そしてそこからインバーター、電気モーター、配電システム、エアコンなどの補助装置への電力供給が可能になります。

適切に設計された HV 相互接続はその中心的な役割から、EV にとって重要な差別化要因となり得ます。OEM は、電気の効率的な伝導、省スペース、長期間使用を実現すると同時に、製造を合理化し、さまざまな用途に適応できるコネクタを必要としています。

ダイレクト コンタクト テクノロジーは、これらすべての特性を備えた相互接続を実現できるため、OEM が信頼性、通信範囲、パフォーマンスの向上という最終目標を達成するのに役立ちます。

端子設計が鍵

EV が迅速に充電し、車両の主要な要素に電力を供給できるようにするために、OEM は大電流を通電できる、より大きく重いバスバーとケーブルを組み込んでいます。しかし、これらの新しい導体には、コネクタ設計に対する新しいアプローチが必要です。

導電率を最大化し、抵抗を低く保ち、長期間にわたって確実に動作できるのが理想的なコネクタです。また、製造にも適しており、優れた柔軟性を活かしてさまざまな電気アーキテクチャで動作するため、OEM は自社のプロセスに簡単に組み込むことができます。

それらのニーズに応えるのが、ダイレクト コンタクト テクノロジーです。そのシンプルさは、HV コネクタ設計において画期的であり、コネクタ システム全体の性能、コンパクトさ、柔軟性、信頼性、その他の特性に大きな影響を与えます。

導電率

従来の端子設計では、電流は、一般的にラメラと呼ばれる別個の接点スプリングを介して、導電性銅製雌端子から導電性雄ブレードに伝達されます。このスプリングは、ハーネス端子からデバイス端子まで電流を流す電氣的機能と、端子部分で垂直抗力を生成する機械的機能の両方を実行する必要があります。両機能の要件を満たすために、接点スプリングは通常、コネクタの主要な銅要素より導電性が低いものの、銅単体より強い機械的特性を持つ銅合金で作られています。このコンポーネントは電氣的機能と機械的機能の両方を実行する必要があるため、どちらの領域でも完璧なパフォーマンスを発揮するように最適化することはできません。

ダイレクト コンタクト テクノロジーは、ハーネス端子とデバイス端子を簡素化された設計に統合することで、電流が一方の導電性要素からもう一方の導電性要素に直接流れることを可能にし、ラメラとその両側の接触インターフェースを削除することでバルク抵抗と接触抵抗を最小限に抑えます。端子のバスバーへの固定作業は、この作業に最適な材質であるステンレス製の別部品を使用して、端子本体により実施されます。鋼製の端子本体により、銅合金製の接点スプリングより高い接触力と耐久性が得られます。

シンプルさで省スペースを実現

EV のすべてのコンポーネントは、軽量化のために最適化することに加えて、占有スペースをできる限り少なくする必要があります。OEM がより大型のバッテリーやより多くの電気部品を組み込もうとする中で、設計の柔軟性を実現するにはコンパクトな部品が不可欠です。これらの要素はすべて、電磁干渉を最小限に抑えるために配置される十分なスペースを確保した上で、共存する必要があります。

HV 相互接続とケーブルのスペースを最適化する方法はいくつかあります。最適なスペース効率を達成するには、直角または軸方向、ハーネス コネクタをデバイスに固定するためのボルトやレバーなどの設計オプションが不可欠です。また、バスバーに対応できるコネクタ（丸型ケーブルに代わる、より平たく剛性の高いコネクタ）も、省スペースに寄与します。バスバーはケーブルより薄型で、より狭い曲げ半径で形成可能です。

ダイレクト コンタクト テクノロジーはそのシンプルさによりパッケージングの柔軟性を実現し、設計ではこの特性を活用できます。たとえば、端子本体をヘッダーに移動できるため、ハーネス側のコネクタを小型化できます。

長寿命

充電システム、バッテリー、駆動モーター、その他の必須の EV コンポーネントを連結する HV 相互接続には、安全性と車両の耐用年数にわたる最大限のパフォーマンスを実現するために、高い信頼性が必要とされます。EV には、内燃モデルより寿命が長く、メンテナンスの必要性が少ないことが求められており、HV コネクタの長期的な信頼性がこの結果に大きな役割を果たします。将来的には、自動運転 EV がより頻繁に使用され、その結果、車両の寿命中に走行距離がさらに増える可能性があります。HV コネクタと端子は、この期待に応えられる必要があります。

従来の端子システムでは、端子間に接触力を加えると同時に、電流を流す導電性スプリングが弱点となっています。最初は端子が低接触抵抗を示しても、時間の経過とともに銅製スプリングに応力による緩みが生じます。これにより、コネクタ内の抵抗による発熱が増加し、車両の耐用年数にわたって通電機能が低下します。

ダイレクト コンタクト テクノロジーは、銅製スプリングを高導電性銅製端子とステンレス製端子本体に置き換えることで、信頼性を向上させます。電流が直接流れるため、車両の耐用年数にわたって安定した低抵抗が発生し、発熱が抑えられます。また、専用端子本体のステンレス製スプリングにより、導電性スプリングより長時間にわたり高い接触力を実現できます。その結果、直接接点端子の動作寿命は従来の端子システムの 100 倍以上となります。

再発明を必要としない適応

EV 用の HV インターコネクタに関しては、1 つのサイズがすべての車両やアプリケーションに適合するわけではありません。特定のデバイスに最適なコネクタ設計は、その機能、位置、電力要件などの変数によって異なります。

たとえば、DC 充電器や駆動モーターなどの電力変換機器の場合、OEM は、拡大するケーブル サイズとアンペア数 (25 mm² ~ 120 mm² のケーブル接続と最大 400 A の電流) に対応するために拡張可能なコネクタオプションを必要とします。充電レベルやバッテリー サイズの増加に伴ってこれらの要件は拡大し、これらのすべてのコネクタには 1,000 V の動作に必要な物理的なクリアランスも必要になります。

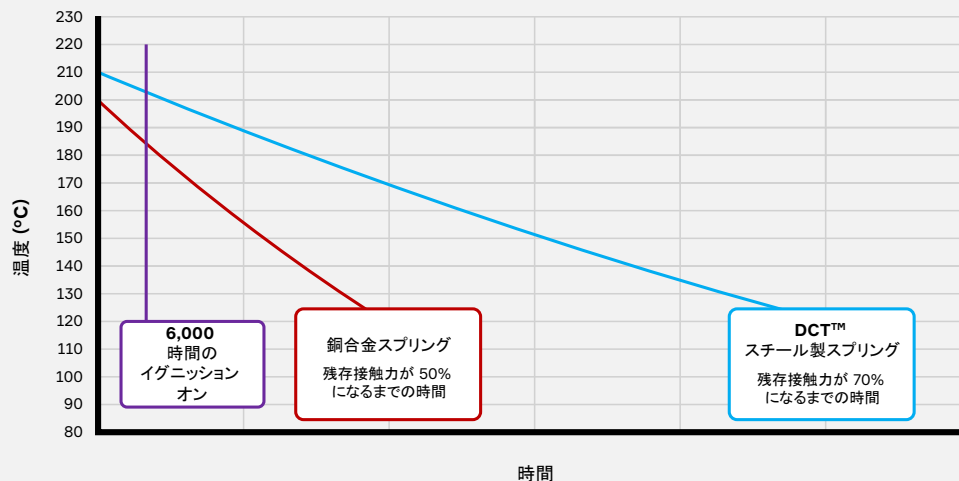
さらに、増加を続ける高電圧機器を車内に取り付けるための最適な設計には、2 極および 3 極コネクタ、右向きまたは左向きのハーネスを軸方向または直角方向に接続など、幅広いコネクタのタイプと構成が必要となる場合があります。ハーネス アセンブリは、レバーまたはボルトを使用して固定しなくてはならない場合があります。

ダイレクト コンタクトの利点

一般的な動作温度範囲での 2 種類の端子の信頼性テストによると、銅合金の導電性スプリングの接触力は、非導電性の鋼製スプリングよりもはるかに急速に低下します。

端子接点スプリングの残存接触力と時間の関係

(3,000 時間のテスト データに基づくアレニウスの公式)



これらのさまざまな要件を満たすために、さまざまなプラットフォーム用にコネクタを個別に設計または調達する場合、不必要な時間と費用がかさみます。OEM にはこれに対応する余裕はとてありません。モジュラー設計と共通部品を備えた適応性のある HV 相互接続アーキテクチャは、コネクタシステムの開発を合理化し、長年にわたって複数の製品ラインに最適に対応することができます。このタイプのアーキテクチャにより、OEM は複数の車両プラットフォームで同じデバイスを使用できます。共通部品を使用することで、コネクタ設計ごとに個別の部品のソーシング、承認、在庫管理を行うコストを削減し、設計プロセスを加速することができます。

ダイレクト コンタクト テクノロジーの設計は比較的シンプルであるため、以下で説明するように、設計の柔軟性の向上と製造の簡素化を実現できます。

合理化された製造

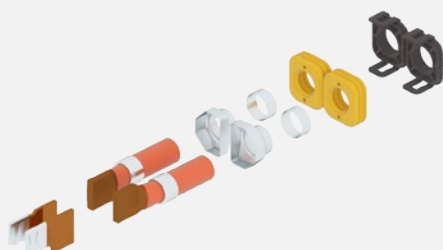
OEM が消費者の需要の高まりに応えるために EV プラットフォームに移行する中で、HV 相互接続の生産ではコスト効率よく迅速にスケールアップする必要があります。コネクタシステムは、迅速な製品開発に加えて、製造の簡素化を実現する必要があります。これによりコスト削減と自動化の推進が可能になり、より一貫した品質が保証されます。OEM、ティア 1 デバイス サプライヤー、ハーネス製造メーカーにとって、コネクタ設計の複雑さとコストを軽減できるいくつかの方法があります。

第 1 に、サプライヤーは高度に統合されたコネクタ アセンブリを提供することで、HV ワイヤリング ハーネスの製造を合理化できます。パズルのピースのように組み立てる部品の袋を供給するのではなく、完全に準備されたコネクタハウジングを供給することで、ハーネスメーカーは、完成したコネクタアセンブリにリード線を直接差し込むことができます。OEM は、デバイスのヘッダーにすぐに接続できるアセンブリを受け取ります。

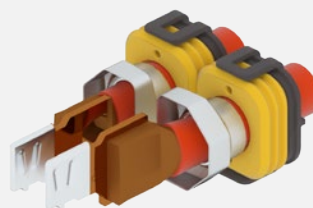
第 2 に、サプライヤーは、電磁シールドなどの主要コンポーネントがデバイスの筐体に組み込まれているヘッダー設計を提供できます。これにより、製造を簡素化し、部品表の部品点数を減らし、干渉や腐食に対する保護を強化できます。ダイレクト コンタクト テクノロジーと連動する Aptiv の Direct Mate™ テクノロジーはそのような設計の一例です。

DCT™ ハーネス コネクタ アセンブリ

Aptiv の DCT™ ソリューションは、ダイレクト コンタクト テクノロジーを活用してケーブル リード線などのコンポーネントの事前統合を可能にし、コネクタを組み立てる際の時間とコストを削減します。



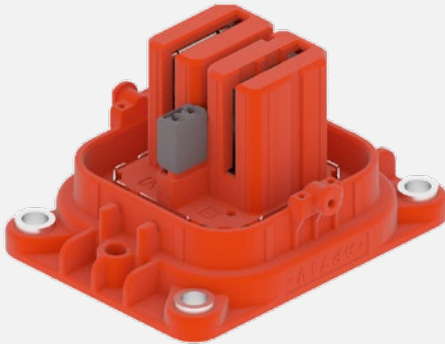
ハーネス コンポーネント



リード線の準備



組み立て済み DCT™ コネクタ



直接接触端子設計は合理化されたヘッダー アセンブリを提供し、ヘッダーはデバイスの電源バスに直接固定されます。

第 3 に、サプライヤーはリード線を個別に処理できるようにコネクタを設計できます。HV ケーブルは大きくて扱いにくく、処理のための位置決めが難しいにもかかわらず、一部のサプライヤーはメーカーに一度に 2 本を処理し、両方を 1 本のシールドでカバーするよう迫っています。ハーネス メーカーは、リード線を 1 本ずつ処理できる柔軟性を必要としています。

さらに、ダイレクト コンタクト テクノロジーの設計ではラメラのない純銅端子を使用するため、メーカーはラメラコンタクトを損傷することなく、端子とケーブル間のインターフェースに対して業界標準の終端技術 (超音波溶接、レーザー溶接、抵抗ろう付けなど) を安全に使用することができます。

高電圧のビジョンを現実にする

Aptiv は、EV における HV 接続の重要性の高まりを受け入れており、HV コネクタシステムにおける設計の柔軟性、規模の経済、信頼性、スペースの制約に対する高まる要件にすでに対応しています。また Aptiv は、EV や車両の自律性によって実現される車両寿命の延長、整備の削減、使用の増加などのさまざまな動作特性が新たな課題をもたらすことも認識しています。

Aptiv の DCT™ HV 相互接続ファミリーは前述の画期的な端子設計を採用しています。これにより、OEM はコスト効率よく次世代 EV 用のコネクタを実装できます。DCT™ ファミリーは以下を実現します。

- さまざまな電力ニーズに対応できる拡張性により、業界をリードする電力密度とパッケージ サイズを実現。
- 従来の銅合金端子に比べて 100 倍の寿命。
- ハーネス加工、製造の簡素化、自動組立のために最適化された設計を採用。
- 最大限の柔軟性を組み込んでデバイス ヘッダーを統合。
- Direct Mate™ テクノロジーを活用してデバイス インターフェースを最適化。

この端子の設計哲学、材料の選択、研究開発、およびコネクタの実装を組み合わせることで、将来の車両の需要を満たす「100 万マイルのソリューション」を提供することができます。

DCT™ 1400 と DCT™ 2200 相互接続は HV 接続用の共通の基本設計を共有し、25 mm² ~ 120 mm² のケーブルで動作します。最大 1,000 V の動作をサポートし、銅ケーブルの代わりにバスバーまたはアルミニウムケーブルの使用に適応できます。Aptiv の低コスト Direct Mate™ ヘッダーを含む、共通ヘッダーは、さまざまなコネクタの構成や向きに対応する最大限のモジュール性と柔軟性を提供します。

Aptiv は HV 相互接続の全範囲にわたる使用事例に対応できる DCT™ アプリケーションを開発しています。車載電気アーキテクチャに対するエンドツーエンドのアプローチの一環として、DCT™ 製品は EV の新たな課題に対し、一貫して拡張性と柔軟性に優れたソリューションを提供します。

著者について



Nick Durse
機械設計リード

Nick Durse は、Aptiv の次世代高電圧端子、およびシールドやバスバーなどの関連金属コンポーネントの開発、設計、発売を担当しています。Nick は、製品開発、製造、プロジェクト管理における幅広いエンジニアリング経験を持っています。2014 年に Aptiv に入社して以来、いくつかの異なる高電圧製品ラインにわたって 10 件の特許を取得すると同時に、新しいビジネスの追求と生産の立ち上げもサポートしてきました。

詳細については、[APTIV.COM/VES](https://www.aptiv.com/ves) をご覧ください →