



HEV/EV用電池内モジュール配線

Battery Module Wiring for Electric and Hybrid Electric Vehicles

下田 洋樹*
Hiroki Shimoda

高橋 秀夫
Hideo Takahashi

中山 治
Osamu Nakayama

高瀬 慎一
Shinichi Takase

田中 徹児
Tetsuji Tanaka

内田 淑文
Yoshifumi Uchita

当社はこれまで電動化車両（HEV^{※1}、PHV^{※2}、EV^{※3}等）向けの高圧関連製品を開発・量産してきたが、今後、中国を中心としたEV市場が急速に拡大していくと予測されており、EV向け製品開発を推進している。EVに搭載されるバッテリーパックは、航続距離確保のための大容量化、搭載セル数の増加が進んでいることから、パック内部品に対してより一層の省スペース化が求められている。またバッテリーパックの安全性についても、EV普及に伴いより高い安全性が必要となる。本稿では高圧バッテリーに搭載される電池配線モジュールに関して、EVバッテリー対応に向けた当社の取り組みを紹介する。

We have been producing wiring modules for high-voltage battery packs used in automated vehicles. With the recent rapid expansion of the market, we have been promoting product development for electric vehicle (EV) applications. The number of battery cells used in an EV pack increases to extend the mileage, which in turn requires a reduction in the volume of battery wiring parts. For the widespread use of EVs, the safety of battery packs is another important factor. This report introduces our development on battery wiring modules for EVs.

キーワード：電池配線モジュール、電気自動車、ハイブリッド自動車、高圧バッテリー

1. 緒 言

近年、各国における燃費・排ガス規制、ZEV規制^{※4}等の強化により電動化車両（HEV、PHV、EV等）の普及が加速しており、2030年には電動化車両の販売台数が現在の5倍以上に増加すると予想されている⁽¹⁾。特に中国においては、従来のCO₂（二酸化炭素）排出規制に加えて、自動車メーカーに対し販売台数に応じて一定台数の環境対応車（EV、PHV等）の販売義務化規制を計画しており、自動車各社はEVの開発・市場投入を進めている。

当社はこれまで、主にHEV、PHV向けを中心に高圧ハーネスや高圧コネクタをはじめとする多くの高圧関連製品を開発・量産してきたが、今後急速に立ち上がるEV市場に向けた技術開発も進めていく必要がある⁽²⁾。EVでは、従来のHEV、PHV向けの製品と比較して大電流化・高出力化対応が必要となるため、製品の小型化や冷却性能の向上などが課題となる。

本稿では高圧関連製品の中でも、バッテリーパック内の高圧バッテリー本体に搭載される「電池配線モジュール」について、その製品概要と今後のEV普及拡大に向けた当社の取り組みについて述べる。

2. 電池配線モジュール概要

まず、図1にEVにおける高圧システム製品群の配置例を示す。走行エネルギーが蓄電されている高圧バッテリーパックは車両底部に配置されており、バッテリーから出力

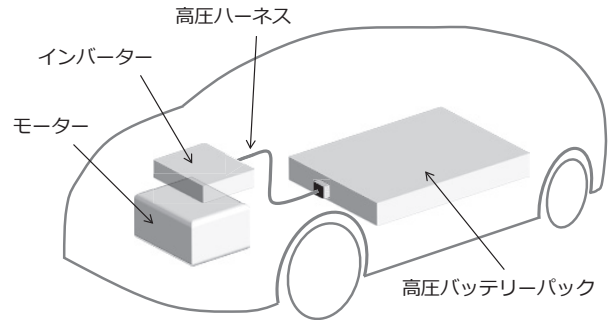
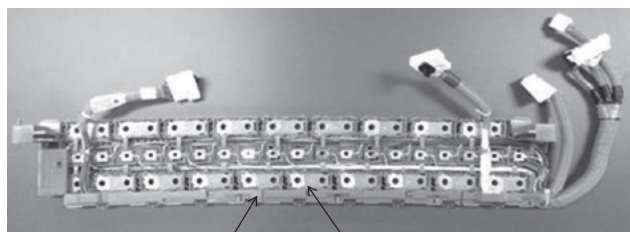


図1 高圧システム関連製品の配置例

された電力は高圧ハーネスを通じてインバーターへと流れる。電力はインバーターで直流から交流へ変換され、さらにモーターへと送られる。モーターでは、この電力がタイヤを回すための動力に変換される。

次に、写真1に当社のEV向け電池配線モジュールの製品例を示す。電池配線モジュールは、高圧バッテリーのセル電極間を直列、並列に電気接続するための配線部品であり、樹脂成形品にバスバーと端子付きハーネスが収められた構成となっている。

本製品では、バスバー穴がバッテリー電極から突出しているボルトに挿通されるように組み付けられた後、バスバー上面をナット締めすることで電極とバスバーが電氣的に接



樹脂ケース 端子/バスバー

写真1 電池配線モジュールの製品例

続される。セル電極列に対してバスバーをずらして交互に配置することにより、隣り合うバッテリー電極間を直列、並列に接続することができ、高圧バッテリー電力を車両へと供給することができる。

バスバーに重ねられた端子は電圧検知端子と呼ばれる。各端子はハーネス線を介して電池監視ユニットに繋がっており、バッテリーのセル電圧情報を常時監視ユニットに伝達している。

バッテリーの総電圧は数百ボルトにもなるため、バスバー同士またはバスバーと周囲部材間には高い絶縁性能が必要とされる。バスバーを取り囲む樹脂成形品は、この絶縁性能と電池配線モジュール内の部品保護の役割を担っている。

多数のセルで構成される高圧バッテリーでは、セル電極間の相互位置ズレが発生するため、配線モジュールは電極間の位置ズレを吸収する必要がある。本製品では、写真2のように樹脂ケースがバスバーを介して連結される構造をとっており、電極位置ズレに追従して電池配線モジュール

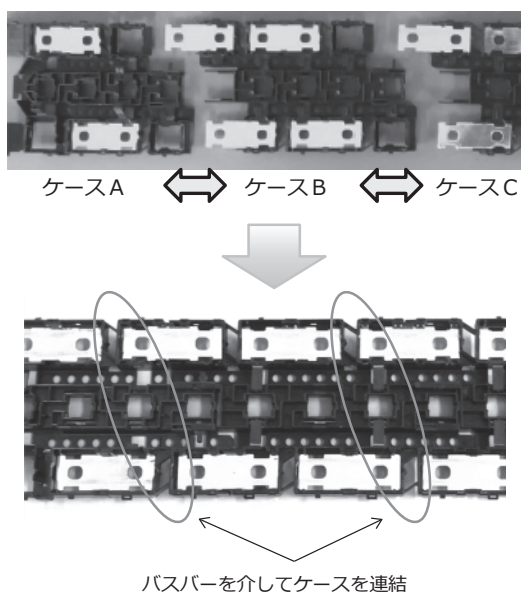


写真2 電池配線モジュールの連結構造

が伸縮できるようになっている。

この方式では、樹脂ヒンジバネ等によるケース伸縮構造と比較して配線モジュールの剛性を上げやすく、また共通形状である樹脂ケースの連結数を変えることでバッテリーのセル数違い品に柔軟に対応可能となっている。

3. EVに向けた技術開発の取り組み

EVに搭載されるバッテリーパックは、従来のHEV、PHV向けバッテリーパックと比較して大容量化・高出力化が必要となるため、搭載セル数や電池モジュール数が増加し、また電池パック内配線・接続部品のサイズが大型化している。

一方で車両側からの要求としては、従来車と変わらない広い車内スペース確保のためバッテリーパックのコンパクト化が求められている。また電池パックの大容量化に伴い、安全性に関してもより高いレベルでの安全性確保が求められている。

これらの課題に対応するため、電池配線モジュールでは以下の開発取り組みを行っている。

3-1 電圧検出回路のFPC配線化

バッテリーパックの内部には、セル電圧を監視ユニットに伝えるための電圧検知線が配置されているが、バッテリーパックのセル搭載密度を向上させるためには、これらの配線スペースの削減が必要となる。FPCは電線と比較して、配線の高密度化・薄型化が可能であり、狭隘スペースや屈曲部への搭載性も優れていることから当社ではFPCを用いた電池配線モジュールの開発を進めている。

写真3にFPCを用いた電池配線モジュールの一例を示す。

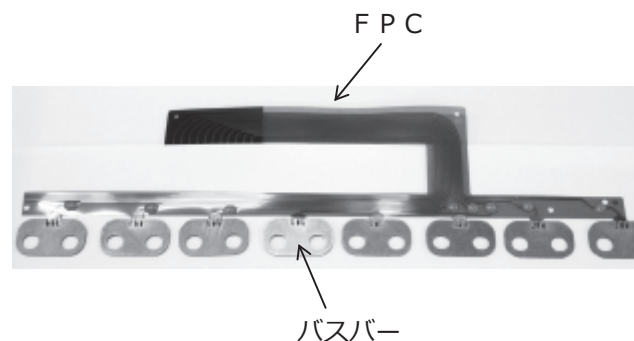


写真3 FPC電池配線モジュール

写真3の例では、従来の電線タイプの配線モジュールと比較して、配線材は体積・重量とも50%程度の削減が見込まれる。また、電池パック内では高電圧回路が密集して配線されており、回路間での短絡・トラッキング等の危険性

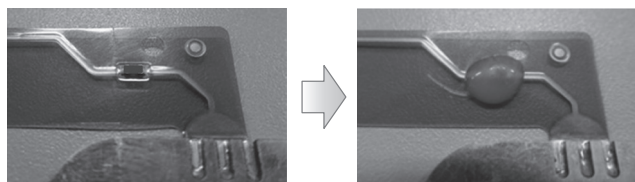
があるが、当社では電池仕様に応じてFPCの高圧安全設計を行っており、耐久性能を含めた高いレベルでの信頼性を確保している。

3-2 電圧検出回路へのヒューズ搭載

バッテリーパックの大容量化・搭載セル数増加に伴い、回路の異常短絡への対策として電圧検出回路にヒューズを搭載する事例が増えている。当社でもFPC電池配線モジュールの配線内にセルヒューズ機能を搭載させた開発を行っており、異常短絡時の安全性確保を図っている。

写真4にセルヒューズ機能の搭載例を示す。

搭載するセルヒューズは、FPC電池配線モジュール及び周辺回路との電流マッチングにより設計・選定する必要があり、当社では電池仕様、周辺部品仕様に応じて最適なヒューズ・FPC設計を行っている。



FPC上にヒューズ実装

ヒューズ上にオーバーコート

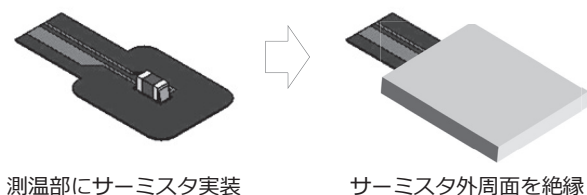
写真4 セルヒューズ機能の搭載例

またヒューズ搭載部はヒューズ動作後の再短絡が起らないような設計を行うことが望ましく、電池仕様に応じてヒューズ回路間の絶縁距離の確保、あるいは搭載部の防水化といった対策を実施している。

3-3 FPCへのサーミスタ搭載

バッテリーパックはセル温度に応じてバッテリー出力の制御・遮断等を行うため、セル温度の測定が必須である。セル温度測定にはサーミスタが用いられるが、FPC電池配線モジュールではFPC回路上にサーミスタ素子の実装が可能であるため、サーミスタ回路をFPCに取り込んで一体化することが可能である。

図2にサーミスタ搭載例を示す。



測温部にサーミスタ実装

サーミスタ外周面を絶縁

図2 FPCへのサーミスタ搭載例

サーミスタはセル温度を高い精度で測定するため、セル外周面に接触あるいは近接して用いられる。このためサーミスタはセルからの絶縁性確保が必要であり、図2の搭載例ではサーミスタ素子搭載部の周辺を絶縁材料で覆って保護している。

3-4 バスバーとFPC間の接続

セル電極間を電氣的に繋いでいるバスバーとFPC間の接続は、電池仕様に応じて様々な形態が考えられる。

接続形態の一例として、写真5にバスバーとFPC間をハンダ接続した形態例を示す。



写真5 バスバーとFPCのハンダ接続

上記の接続形態では、FPCの表面実装工程においてバスバーを同時に一括して接続することが可能であり、FPC配線モジュールの製造工程を削減することができる。また、バスバーとFPC間の接続信頼性についても、振動や熱衝撃等の長期耐久評価も実施しており、電池パック環境下における接続信頼性を確保している。

4. 結 言

EVに向けた電池配線モジュールの技術開発について、以下4点の取り組み内容を紹介した。

- ①電圧検出回路のFPC配線化
- ②電圧検出回路へのヒューズ搭載
- ③FPCへのサーミスタ搭載
- ④バスバーとFPC間の接続

当社ではこれまで電池パック内の高圧ハーネス、高圧コネクタをはじめとする多くの高圧関連製品を開発・量産してきており、その知見を活かして今後EV化に向けた高品質・安全なモジュール配線製品の開発を推進していく。

用語集

※1 HEV

Hybrid Electric Vehicle : ハイブリッド自動車。

※2 PHV

Plug-in Hybrid Vehicle : プラグインハイブリッド自動車。

※3 EV

Electric Vehicle : 電気自動車。

※4 ZEV

Zero Emission Vehicle : 排出ガスを一切出さない電気自動車や燃料電池車。

参考文献

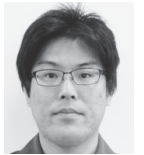
- (1) 「2017年版 HEV, EV 関連市場徹底分析調査」、(株)富士経済 名古屋マーケティング本部、PP.3-7
- (2) 木下優子 他、「セル数変更可能な高圧電池配線モジュール」、SEIテクニカルレビュー第186号、P41-44 (2015年1月)

執筆者

下田 洋樹* : (株)オートネットワーク技術研究所
グループ長



高橋 秀夫 : (株)オートネットワーク技術研究所



中山 治 : (株)オートネットワーク技術研究所
グループ長



高瀬 慎一 : (株)オートネットワーク技術研究所
室長



田中 徹児 : (株)オートネットワーク技術研究所
部長



内田 淑文 : 住友電工プリントサーキット(株)
グループ長



*主執筆者