

電気自動車 (EV) 用システムの課題と開発動向

Technical Difficulties and Development Trends of Electric Vehicle Components

吉田 崇*
Takashi Yoshida

石油資源の枯渇や地球温暖化への懸念から、電気自動車 (EV) への関心が高まっており、技術開発も大きく進んでいる。本稿では、EVを構成する主要な製品から、電池システム、電源システム、熱システムについて、その課題と開発動向について説明する。

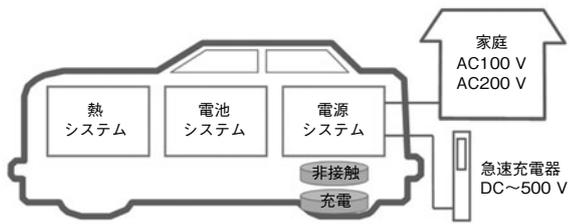
Because of concern regarding fossil-fuel depletion and global warming, the interest in electric vehicles is increasing, and electric drive technologies are progressing tremendously. In this paper, technical difficulties and development trends of electric vehicle components are discussed.

1. 電気自動車の主要システム

近年、石油資源の枯渇や地球温暖化への懸念から、電気自動車 (EV) への関心が高まり、各メーカーから相次いでEVが発表されている。しかしながら今のEVは、「航続距離を長くしたい」、「充電時間が短くしたい」、「安全に使いたい」という強い要求がある。

上記課題を解決する、小型・軽量で高性能な「電池システム」、さまざまな充電方式に対応して安全な充電を可能にし、さらに車両走行にあわせて最適な配電を実現する「電源システム」、電池の負担が少なく省エネな「熱 (冷暖房) システム」などの高性能な車載システム、またいつでもどこでも安心して出かけられる充電インフラの整備が、パナソニックにおける貢献領域になる (第1図)。

本稿では、各システムの課題および確立する技術要素について説明する。



第1図 電気自動車 (EV) の主要システム
Fig. 1 Basic configuration of Electric Vehicle

2. 電池システム

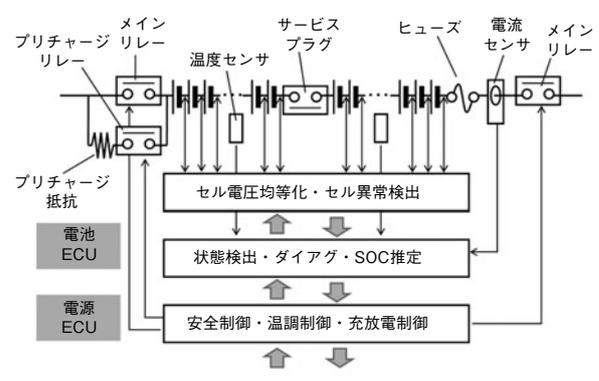
2.1 電池 (セル)

EVは電池に蓄えられた電気でのみ走行するため、電

池が車の性能を左右する。今後EVの本格普及には、さらなる航続距離の延長が必要であり、電池は「高密度・高出力」が要求される。現在はリチウムイオン (Li-ion) 電池が有望な蓄電デバイスとして期待されている。さらに2030年以降はLi-ion電池の枠を外れたLi-空気電池、Li-硫黄電池などの革新型蓄電池の開発も進んでいる。当社では種々の電池開発で培った技術を生かし、さらなる高密度化と低コスト化の開発を進めている。

2.2 パック・システム

Li-ion電池は、使用法を誤ると寿命が一気に短くなるうえ、最悪の場合、発熱発火の可能性があり安全な取り扱いが要求される。従って、電池システムには、車両の耐振動・耐衝撃の要件を満たす安全な筐体 (きょうたい)、小型軽量な手段で実現する温度制御 (放熱冷却・加温) 手段に加え、バッテリーマネジメントシステム (BMS) において、高精度に電池の状態を検知し、最適な充放電制御・安全制御を実現することが必要である (第2図)。当社の特徴としては、電池の状態を高精度に検出、蓄積した電池の特性にあわせて、電池の性能を安全かつ最大



第2図 バッテリーマネジメントシステム (BMS)
Fig. 2 Battery Management System

* オートモーティブシステムズ社 事業開発センター
Business Development Center, Auto motive Systems Company

限に活用する制御を行い、航続距離向上と、車の寿命にあわせた電池の寿命保証を目指している。

3. 電源システム

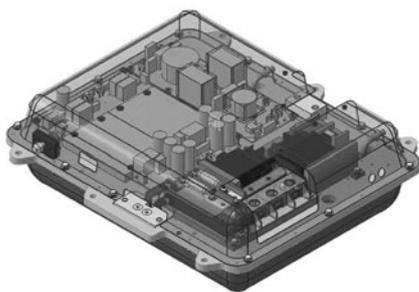
3.1 車載充電器

車載充電器は家庭用コンセント（AC100 V/200 V）からの充電を実現する装置である。充電時間を短くしたいという要求から、充電器は高出力化が強く要望されている。

しかしながら、限られた搭載スペースの中では高出力化に伴う発熱量の増加と、機器内部/外部へのノイズ問題が技術的に大きな課題となる。また、家につながることから、各国の家電法規・安全規格にも対応する必要がある。

当社では、高効率SW回路方式、およびパワーデバイスの採用とコイル最適化設計、さらには家電で培ったAC技術・強電技術の車載適合化により、これらの課題を解決し、6 kW高出力化、力率95%以上、総合効率90%以上を7 ℓ以下の容積で実現し、グローバル対応を可能にしている。

さらに車載充電器システムは、AC/DCコンバータ、PFC（Power Factor Correction）回路、400 V昇圧DC/DCコンバータに加え、14 V DC/DCコンバータ、急速充電用のIF回路、さらにそれらを制御するECUから構成される（第3図）。このシステムは、カーメーカーの要望に応じて、機能を変更するような種々のカスタマイズを行っている。



第3図 車載充電システム外観
Fig. 3 On-board battery-charging system

3.2 非接触充電への展開

さらに次世代の充電方法としては、充電のわずらわしさを解消する非接触充電が要望されている。将来的には、走行しながら充電することも期待されている。EV用としては、大電力を高効率伝送する必要があることから、広く電磁誘導方式や磁気共鳴方式が検討されている。異物対策などの安全性確立や、運転者に負荷をかけない駐車場で、効率よく充電する技術確立が必要である。

3.3 駆動インバータ

駆動インバータは、電池の直流電流をモータ向けの3相交流電流に変換、アクセル操作に応じて電流と電圧を調整しモータを制御する。また、減速時にモータで発電された交流電流を直流電流に変換して電池に充電する機能も担う。パワーモジュール・センサ・フィルムコンデンサがキーデバイスであり、高電力化と小型化を両立には、熱設計と耐電圧に対する開発が重要である。

4. 熱システム

EVはエンジンという熱源がなくなるため、電気ヒータで暖房を行っている。そのため、外気0℃でも航続距離を40～50%も減少させる程の電力消費が大きな課題である。この課題解決には外気熱を取り込むことができるヒートポンプシステムが有力で電力を従来の1/3程度にすることができる。

家電ではおなじみのシステムであるが、それを車載化すると、外気-20～40℃以上の外気負荷対応、断熱性に劣る車体での動作、窓曇り防止のための換気、除湿等の問題があり容易ではない。特に外気熱を取り込むヒートポンプシステムは低温環境下（-10℃以下）では性能を十分には発揮できず、その欠点を解決することが重要な開発ポイントである。

当社では、既に高圧シェル構造を特徴としたEV用のコンプレッサを量産している。そこで培われた技術を用い、車室内の換気排熱を積極的に利用、熱効率を究極に高めた車載用ヒートポンプシステムの開発に取り組んでいる。さらに、冷媒の高圧を約0.7 Mpa高めることにより、極低温時で現行EV（電気ヒータ暖房）に対し、50%以上のCOP（Coefficient of Performance）と航続距離向上を目標とした加圧デバイス検討も同時に進めている。

加えて電池内のエネルギーを可能な限り、走行に生かすため、電池・充電器・インバータなど、当社のデバイスの熱コントロールを統合化したEV熱マネジメントの開発を進めている。

5. 今後について

当社には、電池・リレー・コンデンサといった高電圧デバイス、DCDCコンバータ・インバータといった高電圧回路技術を中心に、ホームで培った多くの高電圧・省エネ技術が存在する。これらの車載化を加速、EV用の新たな製品・システム開発に取り組み、車社会の「環境革新」に貢献していく。