

博士論文審査の結果の要旨

氏名	山内 晋
学位名	博士 (工学)
学位番号	甲 第 771 号
論文題目	リチウムイオン電池を用いた大規模電池システム構築技術
論文審査委員	主査 林 卓哉 橋本 佳男 村松 寛之 竹内 健司 福井 正博 (立命館大学)

(博士論文審査の結果の要旨)

本論文で取り上げているリチウムイオン電池(LIB)は他の二次電池に比べて高エネルギー密度と高出力密度を有する、社会の脱炭素化を実現する社会インフラ向けの重要デバイスとして今後更なる市場拡大が期待されている。一方で、出力特性と容量特性の双方に優れた LIB が存在しない中で今後需要が拡大すると予想される大出力、大容量の電池システムの提供に向けては、出力型と容量型の電池システムを自在に組み合わせ、必要な出力性能と容量性能を過不足なく提供可能な電池システムの構築技術が必要となる。本研究ではそのような電池システムの構築に向けて技術課題となる容量型と出力型でタイプの異なる電池を直接接続し、運用可能とする異種電池の設計技術の確立に取り組んだ。

出力型電池システムと容量型電池システムの異種の電池を直接接続して構成する異種電池システムでは、電池の特性や内部状態により、抵抗比に逆比例して電流が配分されるケースや、容量に比例して配分されるケース、一方の電池に全ての電流が集中するケースなど、過渡的に大きな電流が一方の電池に発生し得る。そのため、異種電池システムの設計には、単純な出力特性と容量特性の組み合わせだけでなく、電流が切り替わる際の状態遷移条件の把握が必須であり、出力型および容量型電池システムをキャパシタと電池抵抗の電気回路モデル化し、電流挙動を予測する方法を考案した。電気回路モデルの解析式より、異種電池システム内の電流配分を予想が可能なことを示した。

異種電池システムを搭載した EV を開発し、走行試験を実施した結果、開発した異種電池システムの電流配分は、電気回路モデルによる解析解と一致し、異種電池システムの電流配分は解析解で予測できることが判った。一方で、実際の電流配分では充放電中の SOC の違いにより、抵抗比や容量比に完全合致した電流配分とはならず、詳細な電流配分を再現するためには SOC の挙動の把握が必要であり、今後の課題であることを示した。更に、異種電池システムによる容量型電池システムの負荷軽減効果により、容量型電池システムの寿命が約 1.5 から 2 倍、伸びる可能性があることが判った。

以上より本論文では電池システムの出力と容量をスケラブルに拡大し、容量型と出力型の電池を直接接続し、運用可能とする異種電池の設計技術の確立に取り組んだ点で価値がある。申請学位論文は審査付き原著論文に基づいてまとめられている。本論文の学術的新規性及び当該分野への貢献度は高く、本研究の成果は電池システム制御の工学と大規模電池システムの構築に貢献するもので、審査委員全員一致で博士の学位に値するものと判断した。

(公表主要論文名)

- [Shin Yamauchi](#), Takeshi Inoue, Rishi Chandra, Shigeki Makino, Daiki Komatsu, “Development of a Combined Battery System for Electric Vehicles with Battery Lifespan Enhancements” SAE Technical Paper, 2018-01-0448 (9 pages) (2018)