

プログラム名：重介護ゼロ社会を実現する革新的サイバニックシステム

PM名：山海 嘉之

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 27 年度

研究開発課題名：

サイバニックインタフェース・デバイス・システムのための

小型バッテリーおよび電子デバイスの開発

研究開発機関名：

TDK 株式会社

研究開発責任者

前山 繁隆

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

本研究開発では従来以上の重量エネルギー密度を有し、ロボットスーツ等の機械駆動用のサイバニックデバイスに搭載するリチウムイオン電池の開発を行う。人が容易にバッテリー交換を行えるサイズ・重量を考慮し、ImPACT 研究開発推進コアとの協議を行い、125Wh の電池パックの研究開発を目標とした。電池パックの開発は、(i)セルの開発と、(ii)電池セルをモジュール化する上で必要な回路技術の開発に大別される。前者(i)の課題として、サイバニックデバイスの駆動には瞬間的に高出力が要求されるうえ、高容量かつ高安全性も求められる。極めて高いハードルに対し、材料、電極設計から見直し、セル開発に取り組んだ。

後者(ii)の回路開発では、材料のみならず回路からも安全性を確保できるよう設計を行う。また軽量化を実現する上で本開発では単セルとしてパウチセルを採用しており、パウチセルをパック化する技術開発も併せて行う。

駆動電圧が 30V、125Wh の容量を実現するために、容量値 4.5Ah の単セルを 8 直列 1 並列とした構造とする。そのため当該年度は高出力かつ高安全な 4.5Ah のパウチセルの開発が目標となる。一方、電池パックはパウチ電池を用いた構造設計とバッテリーマネージメントシステムの基本設計を行う。まず容量値 125Wh を達成する為の開発を行い、平成 28 年 3 月までに原理試作を完成させ、重量については、来期で検討する計画である。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

セル開発

電池特性に大きな影響を及ぼす正極活物質として、容量に優れる Ni 系材料と Co 系材料を検討した。125Wh の電池パック目標値を実現する上でセルの高容量化が必須であったため、当初 Ni 系材料に注力した。Ni 系材料は容量が高いことで知られるが、Co 系材料に比べ材料が不安定であるという欠点を有する。そこで正極活物質の表面処理や安全性の高い活物質を添加することで容量を維持したうえで安全性の改良を行った。また、出力特性は正極の電極設計や負極材料を見直すことで、308W/kg から 1051W/kg への改善が見られた。

Ni 系正極材料ならびに Co 系正極材料それぞれを用いて、高出力に有効な捲回構造を新たに適用した試作・評価を行ったところ Ni 系正極材料では Co 系正極材料に比べ約 10% の高い重量エネルギー密度 (Ah/kg) が得られたものの高温保存時のガス発生に課題が見られた。また、平成 28 年 9 月に提出する電池パックサンプルは現行の医療ロボットに搭載されて評価されるが、そのロボットの運転条件・終止判定条件を模擬的に再現し容量を比較すると Co 系正極材料の方がより多くの容量を取り出せることが分かった。したがって平成 28 年 3 月時点では総合的に Co 系正極材料が優れていると判断し、平成 28 年 9 月の電池パックサンプルに向けた正極材料は Co 系正極材料を用いることとした。

回路開発

回路開発では平成 28 年 3 月までに容量値 125Wh の電池パックを試作し、機能の原理確認を行う。まずは本開発初期時点の Ni 系正極材料を用いたパウチセルを用いて電池パックの構造設計とバッテリー

マネージメントシステムの基本設計を行った。試作品は開発目標値 125Wh に対して、放電容量 117.26Wh(0.7C)の容量となった。放電容量が少なくなるのは、電池パックの抵抗値が大きい為に負荷電流が大きいと電圧が低下してしまうからである。このことから、モーターを負荷とした場合、内部抵抗値が問題になる課題が明らかになった。

2-2 成果

セル開発

一般的に高い電流を流すとセルの内部抵抗のため容量が下がる傾向にある。本系である Co 系正極材料を用いたセルの高出力時の容量は、5C 条件(4.5Ah セルにおける 22.5A の出力に相当)にて初期容量の 98%の容量となり、低下が小さいことを確認した。本開発のターゲットとなるロボットでは 20A 以上のパルス電流が流れるが、20A 以上の高電流が流れても容量低下はわずかにすぎない。一方、Ni 系正極材料は、Co 正極材料に比べ約 10%高い重量エネルギー密度(Ah/kg)が得られ、同様に 5C 条件にて初期容量の 91%まで容量が低下する。

回路開発

電池パックの目標値である 125Wh の容量値に対して、目標を達成できた。電池パックについて、パウチ電池を用いた原理試作（特に構造や、溶接に関する知見を得ること）を行い充放電試験で動作を確認することができた。また、モーター負荷用の電池としては、電池の内部抵抗を減らして、電流容量を大きくする設計が必要となることがわかった。

2-3 新たな課題など

本開発において電池の負荷となる医療ロボットでは、電池容量を直接検出して電池残量の判断をしておらず所定の電圧で判断していることから、放電時にできるだけ高い電圧を保持できる材料、すなわち Co 系正極材料に優位性がある。一方、Ni 系正極材料は重量エネルギー密度の点で有利であり、軽量化を進める上では魅力的な材料ではあるが、高温保存時のガス発生抑制が課題となる。総合的に鑑み、平成 28 年度は Co 系正極材料を用いて平成 28 年 9 月の電池パックサンプルを作製してゆく。

電池パックについては、平成 27 年度の試作に用いた電池セルと平成 28 年 9 月にサンプルとして提出するセルではサイズ・構造が変わるため、セルの保持構造やパックの保持構造を変更する。本 ImPACT プログラムの平成 28 年度計画の目標は、重量目標を現状より重量エネルギー密度が約 3 割良い 125Wh の電池パックを実現させることとした。

3. アウトリーチ活動報告

特になし