バッテリー駆動型機器のための急速充電の検証と 設置式バッテリー交換機構の提案

伊藤 瞬^a 田頭 龍之介^a 芹川 聖一^a

^a九州工業大学

1. はじめに

近年、日本では様々なモノに通信機能を持たせ、自動認識や自動制御等を行えるようにする IoT の考えが広まりつつある。それ故に、今後 IoT の普及率の上昇が予想され、その結果様々な場所で IoT 機器が使用されることが考えられるため、バッテリー型の IoT 機器が重要となる。しかし、バッテリー型のデメリットとして、「交換を行う必要があり、その際手間がかかる」、「充電に時間がかかる」の二点が考えられ、このデメリットはバッテリー型の普及を妨げる要因として考えられる。

よって、本研究では、バッテリー交換を容易にするためにバッテリー側の電極と装置に電流を流すための供电回路側の電極を任意の位置に接触させるだけで装置に電力を供給できる供电回路の作製及び、充電時間の短縮を目的とした、大電流で充電可能な電気二重層コンデンサを搭載したバッテリーによる急速充電の検証を行う。

2. 原理

2.1 供电機構

まず、一つ目の「交換を行う必要があり、その際手間がかかる」というデメリットの解決案としては、バッテリー本体の電極を、装置に接続した電極板の任意の位置に乗せるだけでバッテリーから電力が供給され装置が稼働する機構を作製する。ここで、この機構の完成予想図を図 1 に示す。

Fig 1. 設置式バッテリー交換機構の完成予想図

次に供电回路について説明する。まず、バッテリーか

らの電力を装置に供給する供电回路の原理図を図 2 に示す。本研究では、バッテリーの電極と接触する四角形の電極板を 4 枚 1 組で構成し、さらに、それらと電流制御回路を接続することで、装置側に電流が一定方向のみに流れることを可能にしている。また、バッテリーの電極が複数の電極板にまたがって接触していた場合も、電流は一定方向にしか流れないため、バッテリーを置く場所の制限がなくなる。

Fig 2. 供电回路の回路図

今回、電流制御回路に交流を整流して直流にする機能を持つブリッジダイオードを使用して実現している。本研究では、電極版 4 枚に対して 2 つのブリッジダイオードを並列接続することで電流の整流を行っている。

2.2 電気二重層コンデンサ

本研究では、バッテリーの「充電時間に時間がかかる」というデメリットの解決のために、バッテリーとして電気二重層コンデンサを用いた。今回、大きな電流を流すことが可能なコンデンサをバッテリーに用いることで、バッテリーの充電時間の長さの問題を解決しようとしたが、バッテリーとして使うため、ある程度エネルギーを蓄えられるものにする必要があった。そのため、コンデンサの中でもエネルギー密度が高い電気二重層コンデンサを使用するに至った。

2.3 定電流回路

まず、本研究の充電する際に使用した定電流回路を図 3 に示す。この回路を使用することで、約 2.5A による定電流充電を行った。

Fig 3. 3 端子レギュレータを用いた定電流回路

3. 実験

3.1 供电回路

供电回路における実験として、まず、四枚の電極板（1 ユニット）が正常に機能するか、つまり、バッテリーの電極がどこに置かれても装置側に電流が流れているかを確認する実験を行った。

内容としては、バッテリー電極と四枚の電極板の接触するパターン全てに対して実際に電圧をかけて、電流が流れているかを確認した。ここで、接触パターンとして考えられるのは以下の通りである。

- ・接触している電極板の数が 2 枚・・・12 パターン
- ・接触している電極板の数が 3 枚・・・16 パターン
- ・接触している電極板の数が 4 枚・・・4 パターン

上記のパターンを試した結果、全て電流が流れていた。したがって、今回作製した供电回路はバッテリー電極と電極板の接触場所に関係なく、一定方向に電流を流すことが可能な回路であることが確認できた。

次の実験は、電極板を拡張した際にも、バッテリーの設置場所に関係なく電流を一定方向に流せるかの確認を行った。電流の流れの確認法として、LED を点灯させることで電流が一定方向に流れているかの確認を行った。今回、電極板 1 ユニートを 4 個使用して拡張を行った。接触させるバッテリーは今回作製した電気二重層コンデンサ搭載のバッテリーと市販の充電電池型のバッテリーの 2 通りを用いて、供电回路の汎用性の確認も行った。実験の結果、どちらのバッテリーでも、接触場所に関係なく LED の点灯を確認することができ、また、電極ユニットの汎用性の確認を行うことが出来た。

3.2 定電流回路による充電

電気二重層コンデンサへの充電に図 3 の定電流回路を用いることによって、大きな電流で充電を行い、従来のバッテリーの充電時間の長さの解決を図った。また、今回は、パナソニック社の eneloop lite 単三型（容量：

950mAh）の充電時間と比較することとした。また、充電時間の比較を分かりやすくするため、上記の容量（950mAh）と電気二重層コンデンサの容量が同等になるまでの充電時間を比較することとする。実際に充電を行ったところ、電気二重層コンデンサは 34 分 10 秒で充電が完了した。一方、eneloop lite 単三型（950mAh）の充電時間は約 6 時間となっているため、本実験で、バッテリーにコンデンサを使用することで充電時間の大幅な短縮が可能なが確認できた。

4. 結論

本研究では、将来的なバッテリー型 IoT の普及拡大のためのバッテリーのデメリットの解決を目的とし、「交換を行う必要があり、その際手間がかかる」・「充電に時間がかかる」の二つのデメリットの解決のために研究を行った。

その結果、今回作製した供电回路を用いることで、バッテリー電極と供电回路側の電極板の接触場所に関係なく、バッテリーを電極板の任意の位置上に乗せるだけで装置側に電流を送ることが可能となり、バッテリーの交換が容易になるという利点を得ることができた。また、バッテリーにコンデンサの中でエネルギー密度の高い電気二重層コンデンサを用いることで、充電電流の制限を無くし、大電流による充電を可能とし、実験の結果、市販の充電電池に比べ大幅な充電時間の削減を実現することができた。

文 献

- (1) 岡村勉夫、木下繁則、「電気二重層キャパシタ<EDLC>の特性と上手な使い方」、日刊工業新聞社、pp.1-199(2010)
- (2) 岡村勉夫、「電気二重層キャパシタと蓄電システム（第 2 版）」、日刊工業新聞社、pp.1-213(2003)
- (3) Mayonez “日本の IoT 活用事例 20 個”, <https://mayonez.jp/topic/1492>
- (4) 総務省 “ユビキタスから IoT へ”
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/nc254110.html>
- (5) RS エレクトロニクスセンター “電気二重層コンデンサ編”
https://jp.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=centre/ceem_mrtec_h1108
- (6) 日本ケミコン株式会社 “電気二重層キャパシタの「基礎知識」”
https://www.chemi-con.co.jp/tech_topics/top_edlc_01.html
- (7) パナソニック “eneloop”
<http://panasonic.jp/battery/charge/eneloop.html>