

電気二重層キャパシタを用いた電動アシスト自転車のシステム検討

学生員 野口 健二 正員 折川 幸司 正員 伊東 淳一 (長岡技術科学大学)

Study of the System of Electric Assisted Bicycle with an Electric Double Layer Capacitor

Kenji Noguchi, Student Member, Koji Orikawa, Member, Jun-ichi Itoh, Member (Nagaoka University of Technology)

キーワード：電動アシスト自転車, 電気二重層キャパシタ, キャパシタ容量設計, 非接触給電

Keywords : Electric assisted bicycle, Electric double layer capacitor, Design of the capacitor capacity, Wireless power transfer

1. はじめに

本論文では、アシスト用電源に急速充放電が可能で、かつサイクル寿命が長い電気二重層キャパシタ(以下 EDLC)を用い、EDLC の充電に非接触給電システムを採用し⁽¹⁾、小容量の EDLC に頻りに急速充電するコンセプトを提案する。従来の電動アシスト自転車の走行性能を実機検証し、それを基に EDLC のキャパシタ容量設計を行い、システム全体の検討を行ったので報告する。

2. 提案システム構成

従来のシステムは、サイクル寿命は短いエネルギー密度が高いリチウムイオン電池(以下 Li-ion 電池)を用いてアシストを行う⁽²⁾。しかし、少ない充電回数で長時間アシストするシステム構成のため、大容量で大型の電池を搭載することになり、充放電システムの小型化が課題である。

図 1 に提案システム構成を示す。非接触給電の送電側前段には高周波電源を用いて、受電側後段は急速充電可能な AC-DC コンバータと EDLC で構成する。また、アシスト時のみアシスト用 DC-DC コンバータで EDLC の放電制御をし、BLDC モータ(アシストモータ)を駆動する。

3. 従来システムの走行性能評価

図 2 に走行試験のアシストパターンを示す。パターン A は、始動時のアシストを実証するための走行パターンである。パターン B は、勾配のある坂(平均勾配 6%)を登るときのアシストを実証するための走行パターンである。

図 3 に各走行パターンの累積エネルギーの時間特性を示す。パターン A でアシストに使用したエネルギーは 716J(加速時のみは 436J)で、パターン B は 10.6kJ である。パターン B の結果より、坂を登りきれる距離を 1km とした場合、必要なエネルギーは 53.0kJ となる。今回は、このエネルギーだけアシストできる EDLC のキャパシタ容量設計を行い、EDLC の体積を検討した。

4. システム検討

図 4 に市販の Li-ion 電池と容量設計した EDLC(日本ケミコン, DDLE2R5LGN232KCH2S)の体積とエネルギーの関係を示す。図 4 より、EDLC より供給するエネルギー E は 56.5kJ とした。また、市販の EDLC のエネルギー密度は 5.16Wh/l となり、今後 EDLC の製造技術向上により、エネルギー密

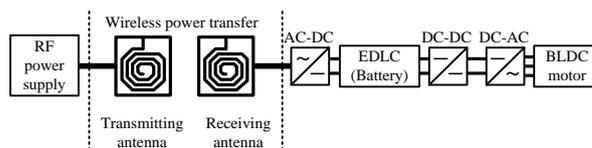


Fig. 1. Proposed system configuration.

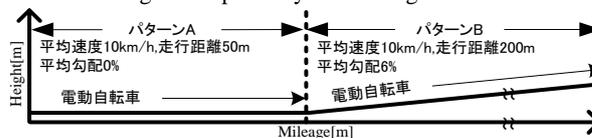


Fig. 2. Assist pattern of running test.

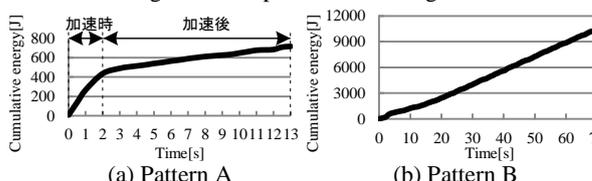


Fig. 3. Time characteristics of the cumulative energy of each driving pattern.

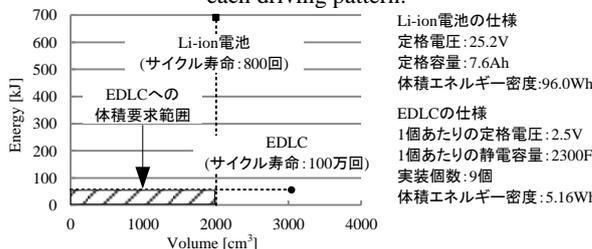


Fig. 4. Relationship between energy and volume of EDLC and Lithium-ion battery.

度が 1.52 倍以上となれば、本論文のコンセプトを実現でき、従来システムよりも小型にできる。

一方、充電器は充電効率と短時間充電を考慮して、目標充電時間 $T=60s$ とし、56.5kJ を供給する充電システムとする。充電器の平均出力電力は E/T 約 1kW に達するため、充電回路とアシスト用 DC-DC コンバータを併用すると回路が大型化する。したがって、充電回路を非接触給電の送電側の高周波電源に設置する構成が現実的である。

今後は、EDLC を電動アシスト自転車に実装し、提案システム構成を評価する予定である。

文 献

- (1) 野口・他:「可変コンデンサを用いた非接触給電用スパイラルアンテナの特性検証」,平成 24 年度電気学会北陸支部, A-66
- (2) ヤマハ発動機株式会社 PAS ワゴン (<http://www.yamaha-motor.jp/pas/lineup/wagon/>)