

전기이중층 캐패시터용 밸런싱 시스템

남종하, 조현목, 박재구, 박승욱, 강덕하, 김영석, 황호석
(주)아이티엠 반도체

Balancing System for Electric Double Layer Capacitor

Jong ha Nam, H.M Jo, J.G Park, S.U Park, D.H Kang, Y.S Kim, H.S Hwang
ITM Semiconductor Co.,LTD.

ABSTRACT

슈퍼캐패시터(Super Capacitor) 또는 울트라 캐패시터(Ultra Capacitor) 등으로 불리우는 전기 이중층 캐패시터(EDLC, Electric Double Layer Capacitor)는 기존 콘덴서보다 월등한 용량 특성을 가지며, 전극과 전해질의 화학반응을 이용하던 이차전지들과 달리 주로 계면반응을 사용한 축전원리를 이용하여 높은 출력밀도와 충방전 효율, 무제한에 가까운 사이클 특성을 가지고 있다. 또한 전류변화에 안정적이어서 기존의 이차전지와는 달리 보호회로를 생략할 수 있기 때문에 단순한 회로 구성이 가능하고 전극활물질로서 탄소재를 사용하여 환경 친화적인 특성을 가진 차세대 에너지저장장치라고 할 수 있다. 특히 50만 사이클이라는 우수한 수명특성으로 인해 기존의 이차전지가 사용되기 어려운 다양한 분야에 적용이 늘어가고 있는 추세에 있다.

1. 서 론

차세대 에너지 저장장치인 EDLC는 대용량의 전기를 빠르게 저장하고 꺼내어 사용할 수 있으며, 기존의 2차전지보다 100배 이상의 고출력이며, 반영구적으로 사용이 가능해 다양한 응용 분야에 사용이 되고 있다. 소용량의 EDLC의 경우 용량이 0.01~1[F] 정도의 용량을 가지며, 주로 오디오나 VCR 등에서 전원공급 중단시 데이터를 저장하거나 RTC(Real Time Clock)을 구동하는 보조 전원의 역할을 수행한다. 중형(1~100[F])부터 대형(100[F] 이상)의 EDLC는 하이브리드 자동차, 신재생에너지 등 다양한 분야에 사용되고 있다. 이러한 중대형급의 EDLC는 단위 용량이 크지만 이들 셀을 직/병렬 연결하여 모듈화하여 사용하는 것이 대부분이다. 본 논문에서는 이러한 다수의 대용량의 EDLC를 직렬연결하여 사용시 발생하는 문제점인 셀 전압 불균형에 대해 살펴보고 이를 해소하기 위한 밸런싱 기법에 대해 살펴보고자 한다.

2. 셀 밸런싱 시스템

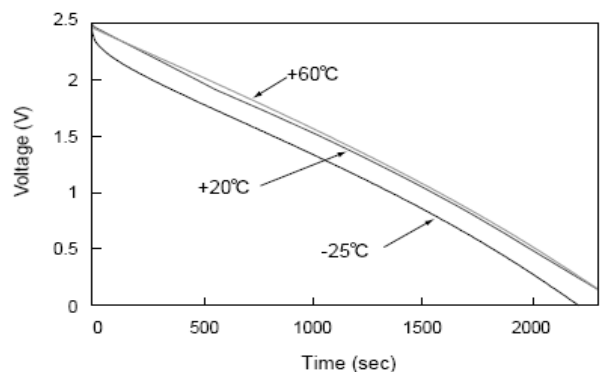
2.1 모듈의 직렬 구성시 문제점

EDLC를 직렬로 연결하여 사용시 개별 셀간의 전압 불균형을 야기할 수 있고 이러한 불균형 전압상태의 직렬연결로 구성된 모듈이 충전 되었을 때 하나 또는 그 이상의 셀은 과전압 상태가 될 수 있다. 과전압은 제품의 수명단축이나 파손을 야

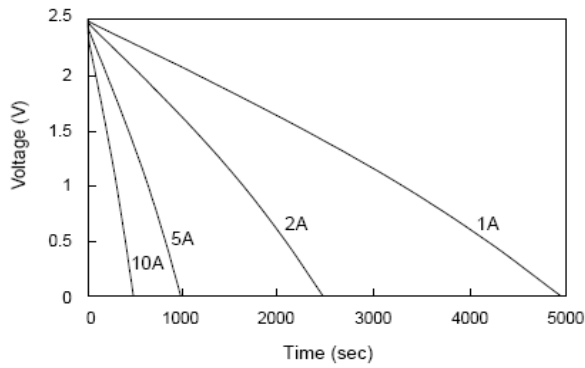
기할 수 있다. 따라서 다수의 셀을 직렬로 연결하여 사용할 경우에는 그 용도와 특성에 맞는 전압균등화 조치를 취해주어야 하며, 전압균등화는 제품의 누설전류를 고려하여 밸런싱 저항을 각 제품에 병렬로 연결하는 Passive Balancing과 특정 전압 이상에서 동작하게 하는 Active Balancing으로 구분할 수 있다. 또한 각 셀들은 출하시 사양에 따라 용량 규격 범위내의 제품이 공급되기 때문에 개별 제품간에 용량 차이가 발생할 수 있고 예를 들면 A=100F, B=110F, C=90F의 제품으로 직렬구성하였다고 한다면 특정 전류로 충전 및 방전시 전압변화율의 차이가 발생되며, 이러한 편차를 최소화하기 위해서는 비슷한 용량의 제품을 선정하여 사용하는 것이 바람직하다.



그림 1 신재생에너지용 EDLC 모듈(3V, 350F)
Fig. 1 EDLC Module for Renewable Energy System

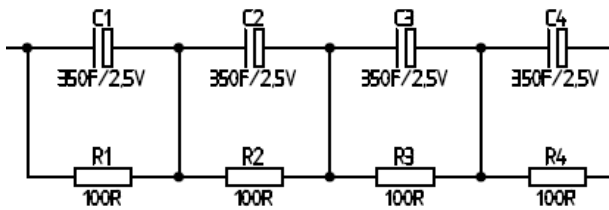


(a) Temperature Characteristics(Discharging 2A)

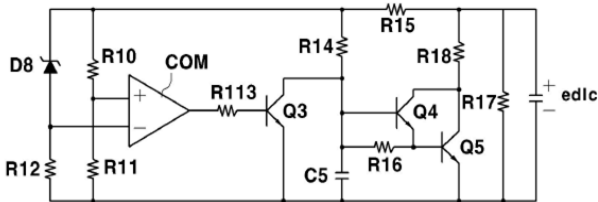


(b) Current vs. Duration(at 20°C)

그림 2 EDLC의 특성(2.5V, 2,000F)
Fig. 2 Characteristics Data of EDLC



(a) Passive Balancing

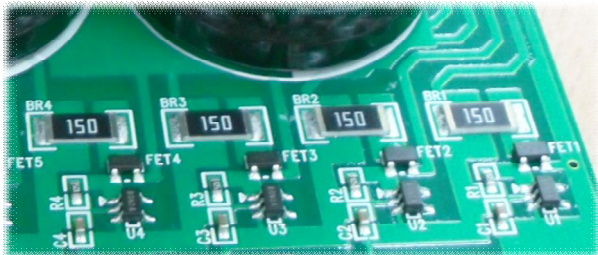


(b) Active Balancing

그림 3 EDLC의 밸런싱 방식
Fig. 3 Balancing Method of EDLC



(a) Maxwell社



(b) 개발 시제품

그림 4 능동형 밸런싱 시스템
Fig. 4 Active Balancing System

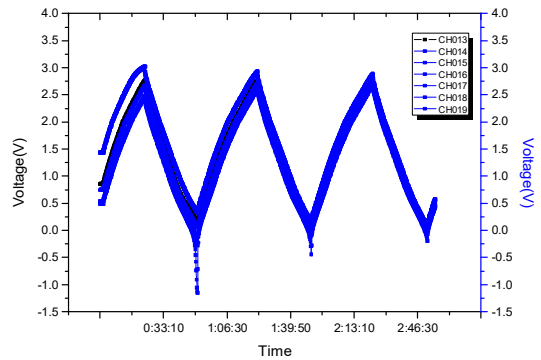


그림 5 능동형 밸런싱 시스템의 실험결과(3.0V, 350F)
Fig. 5 Experimental Results of Active Balancing

2.2 EDLC의 특성 및 밸런싱 시스템

EDLC는 여러 적용처가 있지만 그림 1과 같이 사막지형에 설치된 태양열 발전소의 태양전지의 트래킹 전원용으로 적용되는 제품과 같이 주간에는 고온이며, 야간에는 저온의 환경에서 기존의 이차전지가 적용되기 힘든 특수한 환경에서도 우수한 특성을 보이고 있다. 그림 2에서와 같이 온도의 변화에 비해 방전 특성변화가 크지 않으며, 정전류 충방전 특성에서도 방전 전류가 증가하더라도 용량의 변화가 작아 원하는 동작특성을 확보할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 앞서 언급된 바와 같이 여러 셀이 직렬로 연결되면서 발생하는 용량 및 전압의 편차를 해소하기 위한 밸런싱 회로의 적용이 필수적이라 할 수 있다. EDLC에 적용되는 대표적인 밸런싱 회로는 그림 3과 같이 EDLC에 저항을 병렬로 연결하여 사용되는 Passive 방식과 특정 전압에서 밸런싱이 동작하도록 구현된 Active 방식으로 나눌 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 새로운 개념의 능동형 밸런싱 회로를 제안하였으며, 그림 4와 같이 선진제품과 비교시 회로의 구성을 혁신적으로 간소화함으로써 가격적 경쟁력을 확보함은 물론 기능적인 측면에서도 그림 5와 같이 빠른 시간내에 밸런싱이 이루어짐을 확인하였다. 이러한 결과를 토대로 향후에는 일부 부품을 One Chip화함으로써 본 기술이 더 많은 분야에 적용이 확대될 수 있을 것으로 기대된다.

이 논문은 2012년도 한국산업단지공단의 생산기술사업화 지원사업의 현장맞춤형기술개발 “초박형 스마트폰용 배터리 안전 모듈 개발” 지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

- [1] 김병우, 허진, “고전압 시스템을 위한 초고용량 축전지의 모듈 특성 연구”, 대한전기학회논문지, 59권, 7호, 2010.07, pp.1237-1241