

# 이동형 기기를 위한 고출력 리튬 배터리 관리시스템 개발

남종하, 유성모  
(주)파워로직스,

## Development of Management System of High Power Li Battery Pack for Mobile Devices

Jong-ha Nam, Seong-mo Yoo

Power Logics Co., LTD.

### ABSTRACT

현재 우리사회는 친환경을 요구하는 시대로 접어들었다. 세계적인 추세도 같은 방향으로 흐르고 있으며, 이미 미국, 영국, 프랑스, 이태리, 일본 등의 선진국에서는 자연 친화적, 경제적 실리 추구 및 편리성을 추구하면서 청정 에너지를 사용하는 “미래형 이동수단”에 큰 관심을 갖고 우리보다 한발 앞서 나가고 있다. 이중 전기자전거는 배터리를 통해 무공해, 무소음이라는 장점을 가지고 있으며, 유지관리비가 거의 들지 않고 교통체증을 완화시켜주며, 주차에 신경쓰지 않아도 되어 교통수단에 혁신을 가져다 줄 것이라 생각된다. 본 논문에서는 소형 이동 수단인 전기자전거에 채용되는 고출력 리튬이온 배터리팩의 관리시스템을 개발하였으며, 기존의 MCU를 채용하는 제품에서의 문제점이었던 소비전류는 크게 저감하고 셀 밸런싱(Cell Balancing), 온도보호(OTP, Over Temperature Protection) 등의 추가기능은 충실히 수행할 수 있으면서도 저가의 전기자전거용 배터리관리시스템(BMS, Battery Management System)을 개발하였다.

### 1. 서 론

식품에서부터 자동차까지 친환경이라는 말은 우리에게 더 이상 생소하지 않은 단어이다. 2005년 2월 16일 발효된 기후변화의 주 요인인 온실가스 배출 감축을 위한 교토의정서 또한 이러한 친환경이란 말과 무관하지 않다. 교토의정서의 발효 이후 세계 각국은 의무화된 규제조항을 만족하기 위해 막대한 자본을 투입하고 있다. 우리나라의 경우 온실가스 배출량이 세계 9위에 달하고 있으며, 전체 온실가스 배출량의 82.5% 정도가 화석에너지의 사용에 의해 발생되고 있다. 이중 이산화탄소의 경우 전체배출량의 27%를 자동차에서 배출되며, 이로 인해 세계 각국에서는 자동차에서의 배출가스를 규제하는 조항을 법제화하고 있다. 이러한 규제는 앞서 미국의 경우

캘리포니아 주정부에서 1998년부터 전기자동차 사용을 의무화하는 ZEV 규제를 입법화하면서 본격화되었고, 무공해 및 저공해 자동차의 개발이 활발하게 진행되었다. 또한 고유가 시대로 접어들면서 대체에너지에 대한 필요성이 한층 고조되고 있는 실정이다. 전기자전거의 경우 배터리를 동력원으로 사용하며 전동스쿠터 등에서의 문제점인 일충진 주행거리에 제약을 받지 않아 최근 중국 등에서 보급이 급격히 확산되고 있는 추세에 있다. 하지만 대부분 납축전지, 니켈-카드뮴 등의 배터리가 사용되고 있어 중량, 수명, 중금속에 의한 환경오염 등의 다양한 문제점을 내포하고 있다. 또한 국내의 경우 리튬-배터리의 기술은 세계적인 수준에 도달해 있고 전기자전거 등에 적용할 수 있는 고출력용 배터리가 개발되어 있으나 배터리관리시스템의 부재로 인해 시장진입에 제약을 받고 있다. 따라서 본 논문에서는 친환경, 웰빙, 고유가 등으로 인해 최근 활발히 개발되고 있는 전기자전거에 적용하기 위한 고출력 리튬배터리용 배터리관리시스템을 개발하였으며, 시험을 통해 그 타당성을 검증하였다.

### 2. 본 문

#### 1.1 고출력 리튬이온 배터리

리튬이온전지에는 수계 전해액을 사용하는 납축전지, 니켈-수소전지 등과 차이를 가지며, 정극 활물질로 LiCoO<sub>2</sub>와 부극 활물질로 흑연, 그리고 유기 전해액이 주로 사용되고 있다. 타 배터리에 비해 높은 전압과 에너지 밀도를 가지는 반면, 정극 및 부극 활물질, 유기전해액과 같은 구성물질로 인해 과충전이나 과방전 시에 특성이 현저하게 저하되거나 발열 또는 발화 등의 위험성이 매우 높아진다. 따라서 현재 리튬이온배터리를 사용하고 있는 적용처에서는 반드시 보호회로를 채용하고 있으며, 이러한 보호회로는 전지 내부의 PTC나 안전변과 같은 기계적인 안전장치를 비롯하여 팩 내부에 전기

적인 보호회로나 전류 퓨즈 등 다중 보호기능을 도입하여 안전성을 확보하고 있다.

### 1.2 배터리관리시스템

그림 1은 개발된 배터리관리시스템의 구성을 나타내고 있으며, 기존의 Micro Controller를 사용하던 방식과 달리 휴대폰에 적용되던 1Cell PCM IC를 적용하여 개발하였으며, 특징은 하기와 같다.

- 저전력 시스템 구현: 시스템 ON시 수백 uA, 시스템 OFF시 수십 uA
- 만충전 부근에서 효과적인 Cell Balancing 구현
- FET 온도보호(105[°C]), 배터리팩 온도보호(60[°C])의 이중 온도보호 실시
- Compact한 사이즈 및 저가형 시스템 구현
- 배터리 셀수의 증감에 따른 공용화 가능
- 900 ~ 1,300[W]급 시스템 적용

표 1 BMS 사양  
Table. 1 BMS Specification

항목	정격	오차
과충전차단	4.250V	± 25mV
과충전차단회복	4.050V	± 50mV
과방전차단	3.000V	± 75mV
과방전차단회복	3.200V	± 80mV
과전류차단	40.0A	± 4.0A
셀밸런싱 전압	4.200V	± 30mV
셀 밸런싱 전류	120mA	± 50mA
소비전류(ON)	500uA	
소비전류(OFF)	15uA	
사이즈	55.0×140.0×15.0mm	

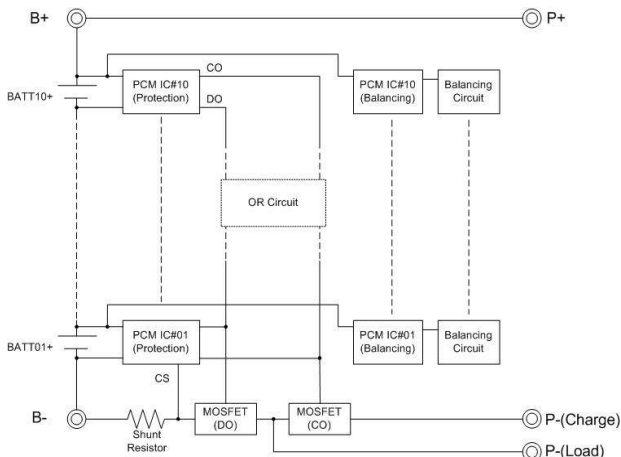


그림 1 리튬-이온 배터리의 배터리관리시스템  
Fig. 1 Battery Management System of Li-ion Battery

### 1.3 셀 밸런싱의 구현

여러 개의 배터리가 직렬로 구성되어 사용되는 이차전지에서 셀 밸런싱은 매우 중요한 문제이다. 이러한 직렬구성의 팩에서는 가장 성능이 낮은 셀의 특성으로 동작하게 되며, 그림 2와 같이 셀에서 언밸런싱이 발생되면 팩의 용량을 충분히 발휘하지 못하고 가장 낮은 셀의 용량 이하로 동작하게 된다. 전기자전거와 같이 사이클 부하특성을 가지는 배터리의 경우 그림 3과 같이 만충전 부근에서 충전시 밸런싱을 실시하는 것이 매우 효과적이며, 본 논문에서는 저항을 통한 Passive Cell Balancing을 도입하였으며, 충전시 4.2[V]에 먼저 도달한 셀부터 셀 밸런싱을 실시하여 4.25[V]에서 충전을 중지하고 4.2[V]에서 셀 밸런싱을 중지하도록 구성하였다.

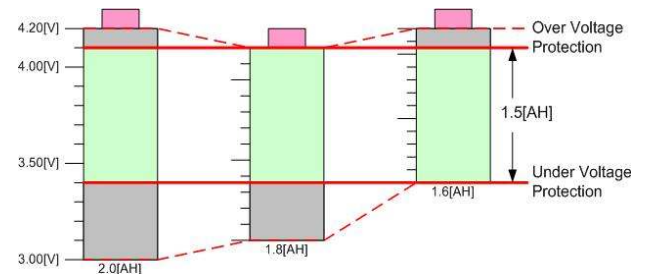


그림 2 셀 전압의 불균형 현상  
Fig. 2 Unbalanced Battery Pack

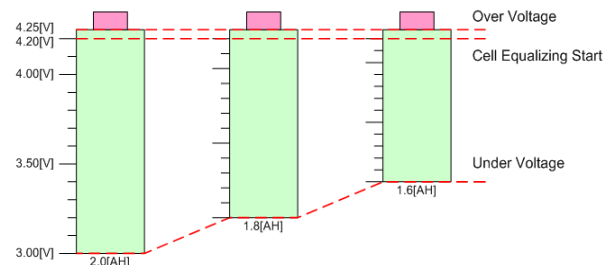
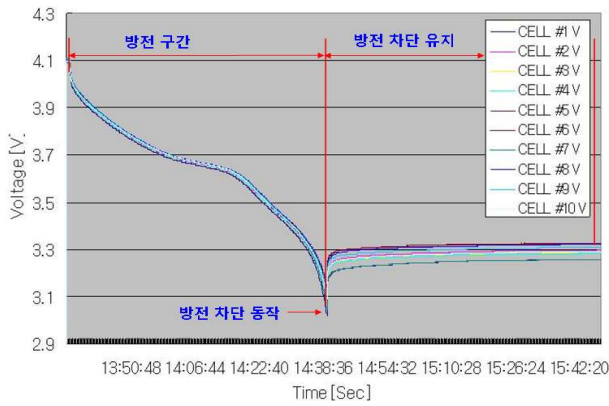


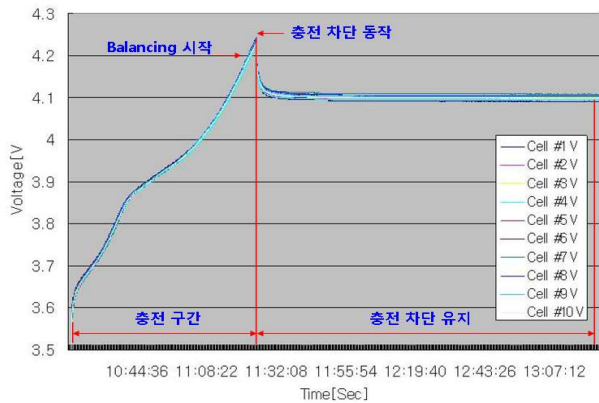
그림 3. 사이클 부하  
Fig. 3 Cyclic Load

## 3. 시험 및 결과

본 논문에서 제안된 고효율용 리튬 배터리 관리시스템을 3[Ah], 10Series, 3Parallel로 구성된 36[V], 9[Ah] 배터리팩에 연결하여 10[A]로 충/방전을 실시하였다. 그림 4는 충전 및 방전시 각 셀의 전압을 나타내고 충전차단 동작 및 방전차단동작을 원활히 하고 있는 것을 알 수 있다. 셀 밸런싱은 만충전 부근에서 실시하며, 결과에서 방전 차단시 셀 전압의 편차가 크게 나타나며, 충전 차단시 셀 밸런싱 동작을 통해 셀 전압의 편차가 현저히 감소함을 알 수 있다. 그림 5는 충/방전시 FET의 온도를 측정된 결과로서 충전시 최고온도는 약 35[°C], 방전시 최고 온도는 26.4[°C]로서 고효율 배터리팩에서 가장 큰 문제점인 온도를 크게 낮추었음을 알 수 있다.



(a) Discharging Characteristic



(b) Charging Characteristic

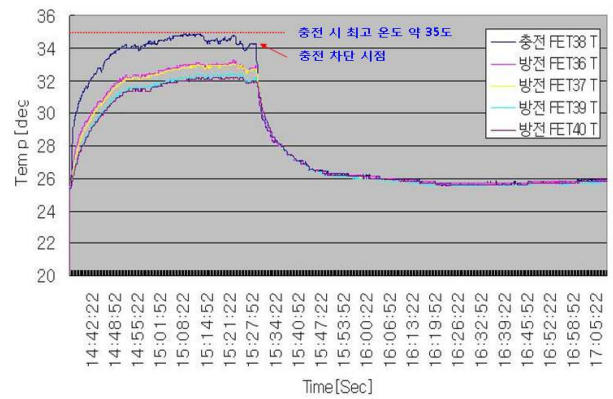
그림 4 충/방전 특성

Fig. 4 Charging/Discharging Characteristic

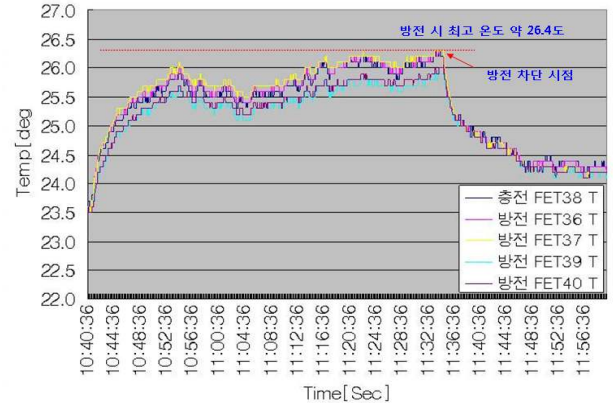
#### 4. 결론

최근 시장조사에 의하면 중국의 2005년도 전기자동차의 생산량은 1,000만대에 이르며, 매년 그 생산량이 증가하고 있는 추세에 있다. 또한 국내의 경우에도 고가의 일본제품과 저가의 중국제품이 대부분이고 고가 제품의 경우 성능이나 안전성은 우수한 반면 대당 가격이 수백만원에 이르며, 저가의 제품에서는 납축전지, 니켈-카드뮴 전지 등이 사용되어 환경오염원의 배출우려와 동시에 수명, 메모리 효과 등 성능이 떨어지고, 리튬배터리를 채용한 제품의 경우 배터리뿐만 아니라 보호회로의 경우에도 안전성이 취약한 실정이다. 국내의 경우 리튬배터리의 기술은 이미 세계적인 수준에 도달하였으며, 안정적인 배터리 보호회로의 채용을 통해 증가추세에 있는 전기자동차 시장진입이 가능해 질 것으로 판단된다.

본 논문에서는 고출력용에 적합하면서도 이미 성능이나 신뢰성에서 충분히 검증된 1Cell PCM IC의 채용을 통해 저가형 시스템을 구현하였다. 또한 다중셀에서 문제점인 Cell Balancing 문제를 만



(a) Temperature Characteristic(Charging)



(b) Temperature Characteristic(Discharging)

그림 5 온도 특성

Fig. 5 Temperature Characteristic

충전 부근에서 실시하였으며, 실험을 통해 그 타당성을 검증하였으며, 고출력 배터리팩에서 가장 큰 문제점인 온도문제를 크게 개선하였다.

#### 감사의 글

본 논문은 (주)파워로직스 선행개발연구비 지원에 의하여 연구되었음.

#### 참고 문헌

- [1] Stephen W. Moore, Peter J. Schneider, "A Review of Cell Equalization Methods for Lithium Ion and Lithium Polymer Battery Systems", 2001 Society of Automotive Engineers, 2001.
- [2] 김현수, 문성인, 윤문수, 고병희, 박상건, 신동오, 유성모, 이승호, "리튬이온전지의 Smart Battery System", 한국전기화학학회, 제4권, 제3호, pp.132-137, 2001.
- [3] 남중하, 최진홍, 백중엽, 황호석, "이차전지의 셀밸런싱 기법에 관한 연구", 전력전자학회 학술대회지, pp. 143-145, 2006.11.