

# 리튬이온 배터리의 다중밸런싱 배터리팩 및 관리시스템

남종하  
(주)에코아이

## Pack and Battery Management System for Multiple Balancing of Li-ion Battery

Jong ha Nam  
ECOI CO.,LTD.

### ABSTRACT

최근 퍼스널 모빌리티 분야에 적용되는 배터리는 대부분 리튬계열 배터리가 차지하고 있다. 각광받는 이유로는 작은 부피, 무게에 비해 큰 용량을 가지는 장점이 있고 셀당 전압의 경우에도 기존 니켈수소 및 카드뮴 등과 같은 수계 전해액의 전지에 비해 3배 정도 높다는 장점을 가진다. 이러한 리튬이온 배터리를 제품에 적용하기 위해서는 직렬 구조의 팩 단위로 구성하여야 하며, 단일 셀이 아닌 다수의 셀 조합이기 때문에 충방전을 진행하는 과정에서 직렬 구성 셀의 특성이 달라지게 되어 최종적으로는 전압의 차로 검출되게 된다. 이러한 전압의 차는 배터리의 용량을 저감시키고 특정 셀에 스트레스를 가중시켜 셀의 수명을 단축시키는 요인으로 작용한다.

### 1. 서론

퍼스널 모빌리티 분야에 적용되는 배터리팩은 표준 혹은 급속충전이 임의로 이루어질 수 있는 환경에서 사용이 되며, 기존의 단일화된 밸런싱에서는 급속충전시 전압의 상승분에 대해 대응하지 못하여 완전충전을 어렵게 하며, 밸런싱 시간 또한 오래 걸리는 단점을 가진다. 반면 표준충전시에는 만충전 부근의 임의 시점에서 1차적인 밸런싱 동작을 수행하며, 급속충전 시에는 충전전류의 증대로 인한 전압의 상승폭이 커짐에 따라 1차 밸런싱 시점보다 다소 높은 전압영역에서 2차적인 밸런싱을 수행하는 이중 밸런싱은 충전방식에 따라 밸런싱 전류를 증대함으로써 완전충전 및 밸런싱 시간을 최소화하는 장점을 가진다. 본 논문에서는 충전과 방전을 반복하는 다셀이 직렬로 구성된 리튬 이차전지 배터리팩을 제작하고 셀간의 편차를 해소하기 위한 셀 밸런싱은 2단으로 구성되도록 적용하여 완속 및 급속충전시 능동적으로 대응이 되도록 하였다. 또한 향후 배터리팩의 잔량검출을 위해 OCV 특성곡선에 기반한 SOC 알고리즘을 개발하였다.

### 2. 다중 셀 밸런싱

다셀로 구성되는 리튬이차전지 팩에는 밸런싱회로는 반드시 적용되어야 하는 기술이며, 일반적으로 회로가 간소하고 가격이 저렴한 수동형 밸런싱 회로가 널리 사용되고 있다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 다중 밸런싱 기법의 회로를 보여주고 있으며, 기존 보호회로에서 밸런싱 회로가 추가되어 2개의 회로

가 결합된 형태를 가진다. 이는 배터리팩이 적용되는 제품이 고출력화되고 충전기는 급속이 적용됨에 따라 충전시 배터리 내부임피던스에 의한 전압상승폭이 커지게 되고 이로 인해 기존의 셀 밸런싱 회로에서는 밸런싱을 충분히 수행하지 못하고 과충전 전압차단이 될 수 있다. 따라서 만충전 부근에서 첫번째 밸런싱 동작을 수행하고 첫번째 밸런싱 수행전압과 과충전 전압차단치 사이에서 두번째 밸런싱을 수행하는 형태를 특징으로 가진다. 이를 통해 기존의 방식에 비해 밸런싱 전류를 2배로 흘려 전압의 상승을 억제시키고 빠른 밸런싱을 할 수 있다는 장점을 가진다.

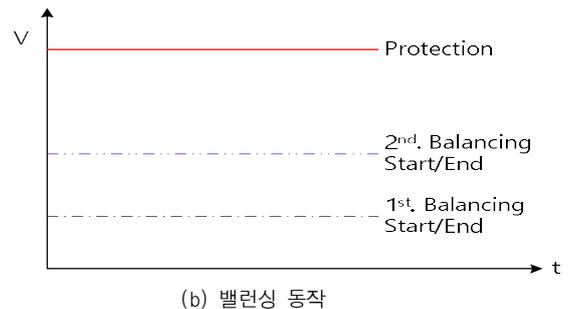
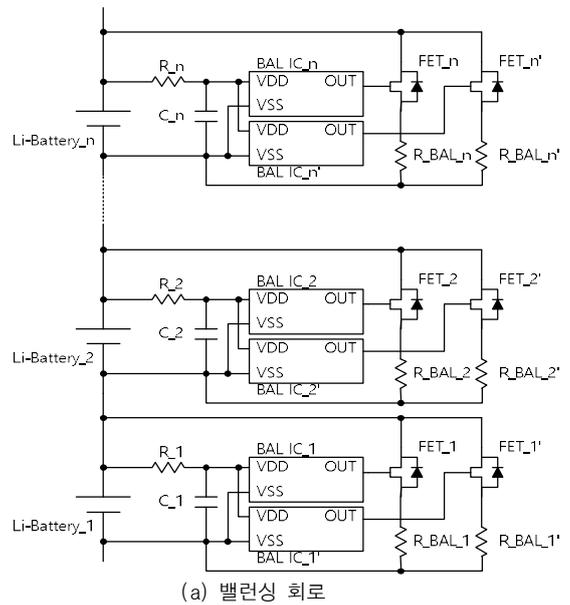
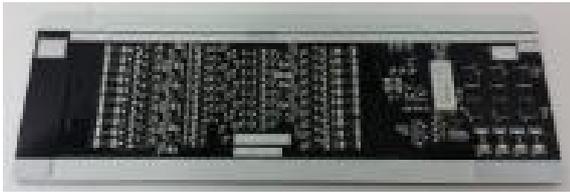


그림 1 다중 셀밸런싱  
Fig. 1 Multiple Cell Balancing

### 3. 배터리 용량 및 잔존용량 알고리즘

개발된 배터리관리시스템 및 팩은 그림 2와 같으며, 배터리 팩의 경우 알미늄 압출물과 실리콘 마감재를 사용하여 내구성은 물론 방수성능을 크게 향상하여 기존 퍼스널 모빌리티에 적용되던 배터리팩의 단점을 크게 보완하였다. 제작된 배터리팩에 대해서는 용량시험을 진행하였으며, 시험기준은 배터리 제조사 사양을 적용하였다. 일반적으로 퍼스널모빌리티 분야에서 배터리의 잔존용량의 표시는 전압에 기반하여 수행하는 경우가 대부분이며, 이를 위해 방전특성곡선에 기반한 특성곡선을 구하고 이를 Boltzmann 방정식으로 구현하여 수식적으로 표현되도록 구성하였다.



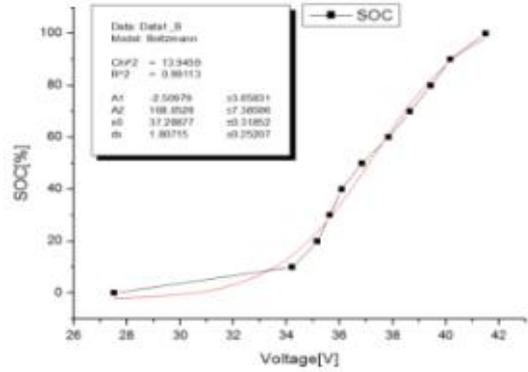
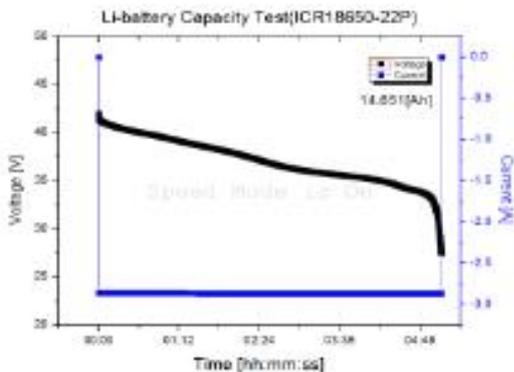
(a) 다중 밸런싱이 적용된 배터리관리시스템



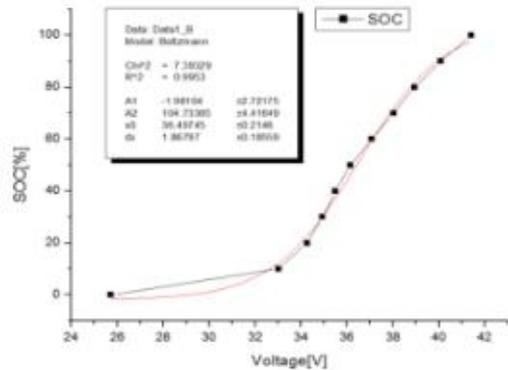
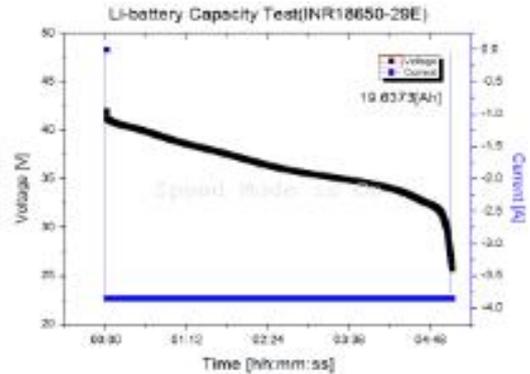
(b) 퍼스널모빌리티용 36V 15, 20Ah 리튬 배터리팩  
그림 2 다중 셀밸런싱의 리튬 배터리팩  
Fig. 2 Li-Battery Pack of Multiple Cell Balancing

$$SOC[\%] = V_2 + \frac{V_1 - V_2}{1 + e^{\frac{v - v_0}{dv}}} \quad (식)$$

- 여기서 SOC : State of Charge[%]
- $V_1$  : Discharge end voltage[V]
- $V_2$  : Charging end voltage[V]
- $v_0$  : Normal Voltage[V]
- $v$  : Terminal Voltage[V]



(a) 36V 15Ah급 배터리팩



(b) 36V 20Ah급 배터리팩

그림 3 배터리팩의 시험 결과  
Fig. 3 Result of Battery Test

### 4. 결 론

본 논문에서는 퍼스널 모빌리티 등에 적용되는 리튬이차전지의 다중밸런싱에 대해 고찰하고 해당 기능이 포함된 배터리 관리시스템 및 배터리팩을 제작하였다. 또한 제작된 배터리팩에 대해 방전용량시험을 수행하여 15Ah급 배터리팩은 자체시험에서는 14.651Ah, 공인기관평가에서는 15.0, 15.1, 14.9Ah의 결과를 도출하여 14.35Ah 목표치를 만족하였으며, 20Ah급 배터리팩은 자체시험에서는 , 공인기관평가에서는 19.5, 19.4, 19.3Ah의 결과를 도출하여 19.25Ah 목표치를 만족하였으며, 방전특성에 기반한 잔존용량 알고리즘을 개발하였다.

이 논문은 2015년도 중소기업청 창업성장기술개발사업 "전동 스쿠터의 완속 및 급속충전을 위한 다중 밸런싱 기법의 리튬 배터리 팩 개발, S2358561" 지원에 의하여 연구되었음.