

이차전지용 배터리 관리시스템

남종하
(주)파워로직스

Battery Management System for Secondary Battery

Jong-ha Nam

Power Logics Co., LTD.

ABSTRACT

이차전지는 방전을 통하여 화학에너지를 전기에너지로 변환하여 사용하고 이의 역반응인 충전과정을 통하여 전기에너지를 화학에너지로 변환하여 저장함으로써 반복 사용이 가능하다. 많은 이차전지 중에서 리튬이차전지는 현재 핸드폰, 노트북, PDA 등 휴대용 전자기기가 보편화된 Mobile Energy 시대의 동력원이며, 최근 하이브리드 자동차, 지능형 로봇 등의 신산업분야에 적용하기 위한 고출력, 중/대형 이차전지의 개발이 활발히 진행되고 있다. 아울러 경쟁력을 확보하기 위해 전지부문에서는 에너지 밀도, 출력밀도, 사이클 수명, 안전성 등에서 지속적인 성능향상을 거듭하고 있으며, 활용면에서는 고밀도화에 따른 발열, 발화 사고의 안전성 문제를 해결하기 위해 배터리 보호회로를 필수적으로 장착하며, 이러한 보호회로는 용도에 따라 PCM(Protection Circuit Module), 스마트모듈(Smart Module), BMS(Battery Management System) 등으로 명칭되며, 각 사용분야별로 개발이 활발히 진행되고 있어 전지 시스템의 고안전성 및 고신뢰성을 추구하고 있다.

1. 서 론

배럴당 100달러가 넘는 고유가가 지속되고 있고 각국의 환경규제도 강화되고 있다. 이러한 국제적 현실에서 각국은 고연비의 자동차 개발에 박차를 가하고 있으며, 태양광, 풍력, 연료전지 등의 대체에너지에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 하이브리드 자동차의 경우 엔진과 배터리라는 두 개의 동력원을 통해 연비를 크게 향상함으로써 CO2 감축규제의 대안으로 제시되고 있다. 또한 IT 산업의 급속한 성장에 힘입어 휴대폰, 노트북 PC, 네비게이션 등 휴대형 기기가 보편화되었으며, 성능의 향상과 더불어 이들 기기에 채용되는 이차전지의 성능도 향상되어지고 있다. 과거 주류를 이루던 니켈-카드뮴전

지나 니켈-수소전지는 차츰 사용빈도가 줄어들고 있으며, 에너지 밀도가 높은 리튬이차전지가 대부분 사용되어 지고 있다. 하지만 리튬이차전지는 수계전해액을 사용하는 납축전지, 니켈-수소전지 등과 차이를 가지며, 정극 활물질로 LiCoO₂와 부극 활물질로 흑연, 그리고 유기전해액이 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 저하하거나 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 전기적인 보호회로나 전류 퓨즈 등 다중 보호기능을 도입하여 안전성을 확보하고 있다. 본 논문에서는 휴대폰에서부터 하이브리드 자동차에 이르기까지 리튬이차전지의 각 분야별 배터리관리시스템에 대한 기능 및 역할에 대해 소개하고자 한다.

2. 본 문

2.1 보호회로의 기능 및 응용분야

가장 기본적인 리튬이차전지용 보호회로는 휴대폰용 리튬이차전지용 보호회로이며, 배터리의 상태를 모니터링하기 위한 전용 Protection IC, 이상상태로부터 배터리를 부하 혹은 충전기로부터 분리하기 위한 각각의 MOSFET가 사용되며, 응용분야에 따라 잔존용량, 온도 보호 등의 기능이 추가될 수 있다. 노트북, 전기자전거, 전동스쿠터, 하이브리드 자동차 등의 다중셀 응용분야에서는 이들 기능 외에 셀 밸런싱, 채용되는 기기와의 통신 등의 기능을 구비하게 된다.

2.2 휴대폰용 보호회로

휴대폰에 사용되는 보호회로는 PCM(Protection

Circuit Module)이라 명칭하며, 셀 내부단락 등의 배터리 자체 문제점을 제외한 보호동작을 수행한다. 그림 1은 배터리 자체문제를 포함하여 보호회로의 미장착, 비품사용 등이 원인이 되어 폭발한 일례를 보여주고 있다. 휴대폰용 보호회로의 구성을 살펴보면 그림 2와 같이 전용 Protection IC, 과충전 및 과방전 차단용 MOSFET 등 가장 간단한 구조를 가진다. 보호회로는 셀이 과충전, 과방전, 과전류로부터 차단동작의 수행을 통해 셀의 발화, 폭발 등의 사고로부터 보호하여 안전성을 향상하고 수명을 연장하는 역할을 담당한다. 추가적으로 PTC나 NTC 등을 사용하여 전류차단, Thermistor을 통한 온도검출, 비품사용여부의 판단을 위한 ID 설정 등의 다양한 추가 기능을 부여할 수 있다.



그림 1 배터리의 폭발
Fig. 1 Explosion of Li-ion Battery

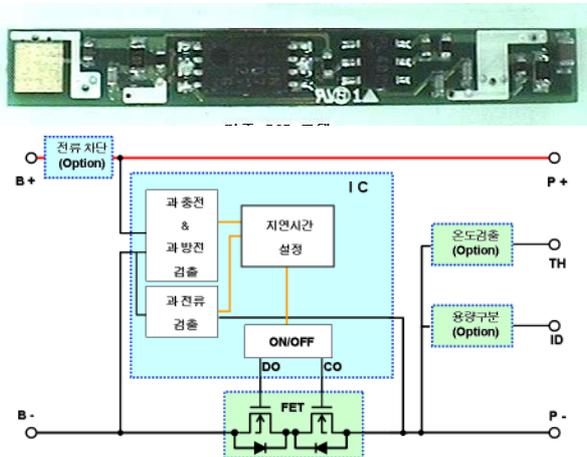


그림 2 휴대폰용 보호회로
Fig. 2 Protection Circuit for Mobile Phone

1.3 노트북용 보호회로

노트북 PC에 사용되는 보호회로는 스마트 모듈(Smart Module)이라 명칭하며, 휴대폰용 보호회로보다는 다소 복잡하게 구성된다. 그림 3에서와 같이 차단/복귀가 가능한 기본적인 보호회로(1st Protection)와 함께, 안전성의 향상을 위해 영구적으로 배터리 팩을 사용할 수 없도록 실시되는 2차 보호개념(2nd Protection)을 도입하였다. 또한 잔존용량을 측정하는 Fuel Gauging 기능이 탑재되고, 사용기간의 경과에 따른 용량변화에도 정확한 용량계산을 실시하도록 자가용량학습 기능을 수행하며,

노트북 본체에 SMBus 통신으로 정보를 전달해주는 기능을 수행한다.

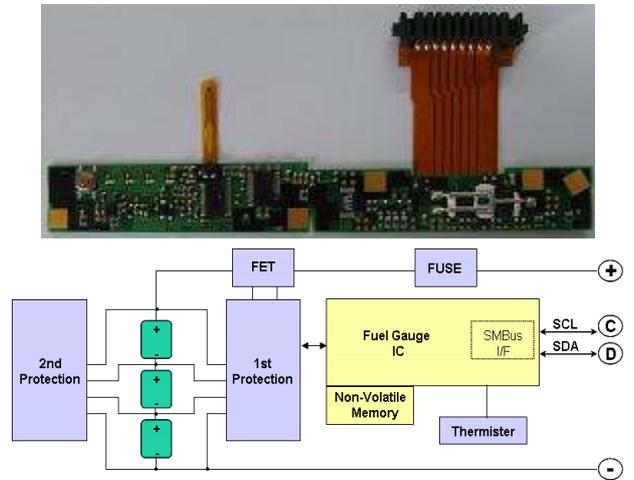


그림 3 노트북용 보호회로
Fig. 3 Smart Module for Notebook PC

1.4 하이브리드 자동차용 BMS

하이브리드 자동차는 엔진을 포함한 다른 동력원과 배터리의 복수 동력원을 사용하며, 회생제동을 통해 에너지를 배터리로 회수함으로써 연비 및 배기가스를 현저히 개선한 자동차이다. 고유가 및 각국의 환경규제 등으로 인해 최근 가장 주목받고 있는 기술 중에 하나이며, 기존에는 니켈-수소전지가 사용되었으나 차츰 고출력용 리튬이차전지의 채용에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하이브리드 자동차에 적용되는 리튬이차전지의 배터리 관리시스템은 많은 수의 배터리가 직렬로 연결되어 사용됨에 따라 많은 기능이 요구되고 있다.

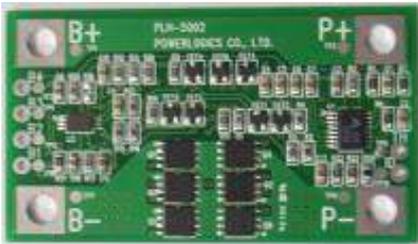


그림 4 하이브리드 자동차용 배터리관리시스템
Fig. 4 Battery Management System for HEV

- 개별 셀 전압 측정 및 보호동작
- 팩 전압 측정 및 보호동작
- 충전/방전 전류 측정 및 보호동작
- 셀 및 팩 온도 측정 및 온도 제어
- 잔존용량(SOC) 측정
- 배터리의 노화상태(SOH) 측정
- CAN 통신을 통한 HCU와의 통신
- 셀 밸런싱 동작

1.5 기타 보호회로

상기의 적용분야 외에도 로봇청소기, 전동공구 등의 일반가전에서부터 전기자전거, 전동스쿠터 등 소형 이동 수단 등의 분야까지 기존의 납축전지, 니켈-카드뮴 전지, 니켈-수소 전지 등이 사용되던 분야에서 리튬이차전지를 채용하는 제품이 급속하게 늘어나고 있는 실정이다. 그 중 전기자전거는 최근 시장조사에 의하면 중국의 2005년도 전기자전거의 생산량은 1,000만대에 이르며, 매년 그 생산량이 증가하고 있는 추세에 있고, 대부분 납축전지가 사용되었다. 하지만 수명, 무게, 중금속 오염원의 배출 등 문제점이 대두되고 있고 최근에는 리튬이차전지를 채용하는 제품이 급속히 늘고 있는 실정이다.



(a) 전동공구용 보호회로



(b) 전기자전거용 배터리관리시스템



(c) 전동 스쿠터용 배터리관리시스템

그림 5 멀티셀용 보호회로

Fig. 5 Protection Circuit Module for Multi-Cell

3. 결 론

이차전지산업은 에너지 고갈 및 기후변화협약 등 환경 문제로 수요가 지속적으로 증대되고 있으며, 자동차에 대한 환경규제 극복 등 연관산업의 경쟁력 확보에 결정적인 역할을 수행한다. 아울러 에너지 수입국으로서 대체에너지에 대한 미래투자라는 전략적 측면에서도 중요한 의미를 가진다. 국내의 경우 삼성SDI, LG화학, SK에너지 등 대기업과 코캠, EIG 등 중소기업이 세계적인 수준의 기술을 보유하고 있다. 하지만 보호회로가 충분히 검증되지 않은 상태에서 무분별한 리튬이차전지의 사용은 예기치 않은 사고를 일으키게 된다. 일례로 최근 휴대폰, 노트북 배터리의 폭발 및 발화, 차량용 네비게이션의 배터리가 폭발하면서 화재로 이어지는 사고 등이 발생되고 있어 보호회로에 대한 관심이 집중되고 있다. 본 논문에서는 휴대폰에서부터 하이브리드 자동차에 이르기까지 리튬이차전지의 각 분야별 배터리관리시스템에 대한 기능 및 역할에 대해 소개하였다.

감사의 글

본 논문은 2008년도 중소기업 기술혁신개발사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음(S1038278).

참 고 문 헌

- [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] Kenneth J. Kelly, "Benchmarking of OEM Hybrid Electric Vehicles at NREL", Milestone Report of NREL, DE-AC36-99GO10337, pp.8-42, 2001.
- [3] Akira Nagasaka, Mitsuiro Nada, Hidetsugu Hamada, "Development of the Hybrid/ Battery ECU for the Toyota Hybrid System", Society of Automotive Engineers, pp. 19-27, 1998.
- [4] 남종하, 최진홍, 백종엽, 황호석, "이차전지의 셀밸런싱 기법에 관한 연구", 전력전자학회 학술대회지, pp. 143-145, 2006.11.