

전해액 누액에 의한 리튬이차전지 보호회로의 영향

남종하
(주)에코아이

Effect of Protection Circuit Module for Li-Secondary Battery on Electrolyte Leakage

Jong-ha Nam
ECOI CO.,LTD.

ABSTRACT

리튬이차전지는 양극과 음극이 충전과 방전을 반복적으로 수행할 수 있는 구조를 가지고 있으며, 전극 내에서의 이온의 삽입 및 탈리가 용이하고 이들 과정이 진행되는 동안 전극의 구조가 안정하게 유지되어야 하는 전해질은 이온의 전달을 용이하게 하여야 한다. 전지에서 전극 내로 삽입되는 이온은 집전체를 통해 전극으로 들어온 전자와 전하중성을 이루어 전극 내에 전기 에너지를 저장하는 매개체가 된다. 리튬이차전지에서 전해액은 유기 전해액이 사용되고 있으며, 유기용매에 이온원으로서 용질인 리튬염을 용해시킨 것이지만 폭 넓은 환경조건 하에서도 이온의 이동을 계속적으로 원활하게 하여 실용전지로서 충분한 역할을 하도록 만드는 중요한 재료이다. 본 논문에서는 전지에서 유기 전해액의 누액이 발생시 보호회로에 미치는 영향에 대해 소개하고자 한다.

1. 서론

리튬이차전지는 다른 이차전지에 비해 작동전압 및 에너지 밀도가 높을 뿐만 아니라 오래 사용할 수 있어 기기의 다양화와 복합화에 따른 복잡한 요구조건을 충족시킬 수 있는 우수한 특성을 지니고 있다. 최근에는 스마트폰, 태블릿 PC 등 모바일 기기에서 기술을 더욱 발전시켜 전기자동차 등 친환경 수송시스템이나 전력저장, 의료, 국방 등으로 그 응용 분야를 확대하기 위한 노력이 전 세계적으로 활발히 진행되고 있다. 하지만 과충전이나 과전류 등 비정상적인 환경에서 발화나 폭발의 위험성을 내포하고 있어 반드시 보호회로를 장착하여 사용하고 있다.

2. 리튬이온 배터리팩

리튬이차전지는 양극, 음극, 전해질, 분리막의 4대 핵심소재로 구성되어 있으며, 전해질의 경우 전지 내에서 이온을 전달하는 매개체 역할을 담당하며, 일반적으로 용매와 염으로 구성된다. 용매가 액체인 경우 액체전해질, 무기화합물 또는 고분자와 같은 고체인 경우에는 고체전해질이라고 부르며, 특히 용매가 고분자인 경우는 고분자 전해질이라 한다. 리튬이온전지는 일반적으로 이온의 삽입, 탈리가 가능한 양극 및 음극으로 사용하고 이들 사이의 분리막을 설치한 후 액체 전해질을 주입시켜 제조된다. 여기서 액체 전해질은 이온 전도의 기능을 담당

하며, 충전시 양극에서 음극으로 방전시 음극에서 양극으로 리튬이온을 운반하는 역할을 한다. 리튬이차전지에서 가장 많이 사용되고 있는 양극 및 음극은 리튬 전이 금속 산화물 및 탄소를 각각 활물질로 사용하여 만든 다공성 전극이므로 전해질은 미세기공 내부까지 침투하여 리튬이온을 공급함과 동시에 활물질과의 계면에서 리튬이온을 주고 받는 기능을 맡고 있다. 리튬이차전지의 작동 전압과 에너지 밀도 등의 기본 성능은 이론적으로 양극 및 음극을 구성하는 재료에 의해 결정된다. 그러나 우수한 전기 성능을 얻으려면 양 전극 사이에서의 높은 이온전달이 요구되므로 체적의 전해질을 선택하는 것이 매우 중요하다.

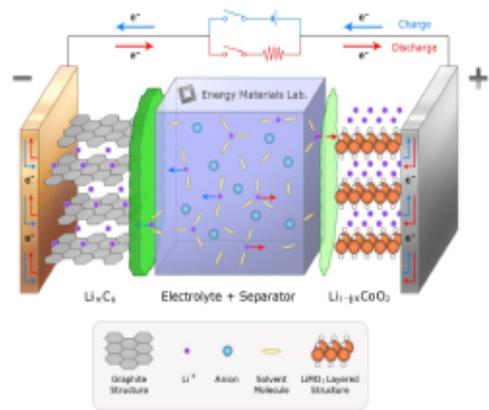


그림 1 리튬이차전지의 구성과 동작원리
Fig. 1 Schematic Diagram of Li-ion Battery

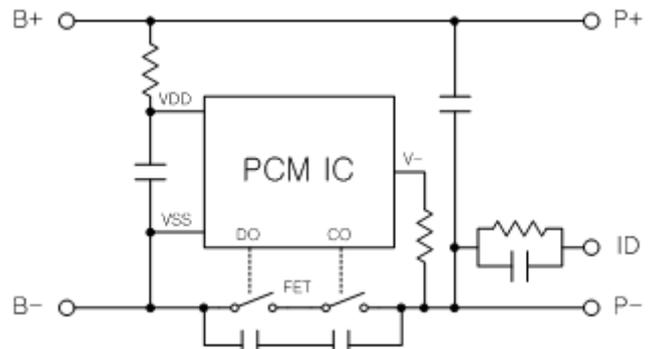


그림 2 리튬이온전지의 보호회로
Fig. 2 Protection Circuit Module of Li-ion Battery

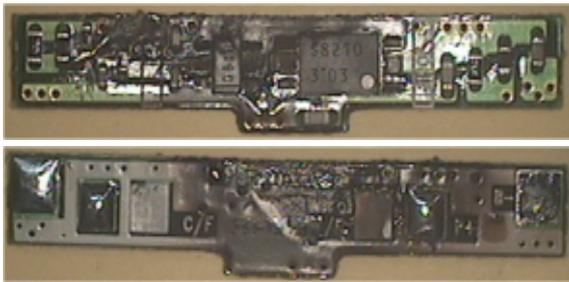
또한 리튬이차전지는 안전성과 파손을 방지하기 위해 보호 회로와의 조합으로 배터리팩을 구성하게 되며, 보호회로의 구성은 크게 배터리의 충방전 상태를 모니터링하기 위한 모니터링부, 과충전, 과방전, 과전류 등 이상상태에서 배터리를 보호하기 위한 충방전 차단부로 구성된다.

3. 전해액 누액 시험

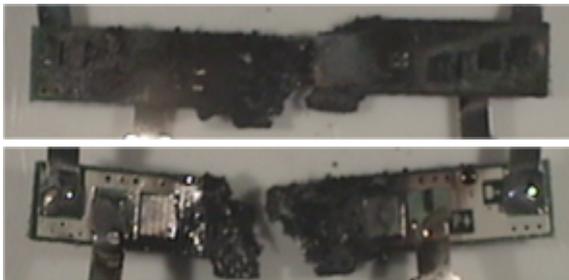
본 시험에서는 리튬배터리팩에서 전해액의 누액이 발생된 상황을 가정하여 보호회로 표면에 전해액을 도포한 후 직류전원공급기(DC Power Supply)와 전자부하(Electric Load)의 시험 구성을 통해 충전상태를 모사하여 시험을 진행하였다. 그림 2에서 (a)의 시험은 4.2V, 1A의 조건에서 충전을 진행하였으며, 전해액에 의한 부식반응이 진행되고 시험시작 7시간 경과시점에서 Capacitor, FET 등 일부 부품에서 Short가 발생되면서 부분 발화가 발생하였다. (b)의 시험은 4.2V, 3A의 조건에서 충전을 진행하였으며, 시험시작 20분 경과시점에서 PCB 및 부품단에서 발화가 진행되고 수분간 발화 및 연소가 진행되었다. (c)의 시험은 4V, 0.8A 조건에서 분당 1V씩 전압을 상승시키며 현상을 파악하였으며, 15V 시점부터 부식현상이 급진행되고 20V에서 발화가 시작되어 30초 가량 연소가 진행되었으며, PCB가 분리되면서 연소가 멈추었다.



(a) 4.2V, 1A(TOP/BOTTOM)



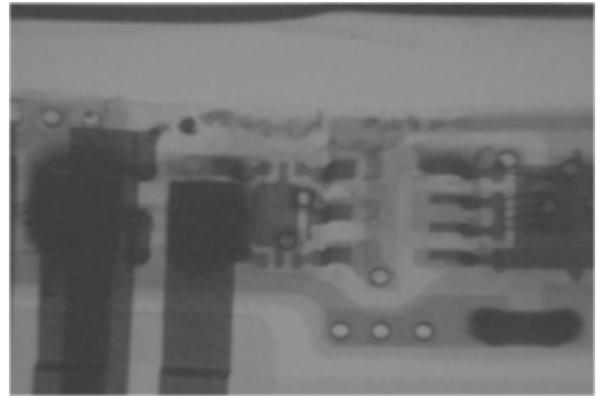
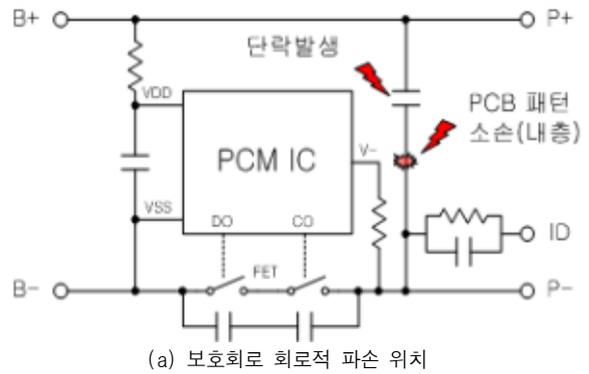
(b) 4.2V, 3A(TOP/BOTTOM)



(c) 4V에서 1분 단위 1V 상승(TOP/BOTTOM)

그림 3 보호회로 시험

Fig. 3 Test of Protection Circuit Module



(b) 파손 보호회로 X-Ray 사진

그림 4 테스트 결과

Fig. 4 Test Result

4. 결론

리튬이온 배터리팩은 과거 모바일 기기의 소형 위주로 사용되었으나 최근에는 전기자동차, 에너지저장시스템 등 적용분야가 매우 광범위하게 적용되고 있다. 하지만 잘못된 사용방법 및 환경, 검증되지 않은 제품의 시장유입, 자작품 등 다양한 원인에 의한 발화, 폭발 등 사고사례가 증대되고 있는 실정이다. 보호회로는 이차전지와 부하 혹은 충전기 사이에서 전기적인 영향은 보호동작을 수행하나 전해액의 누액 등인 외부적인 문제에 대해서는 보호동작을 수행할 수 없으며, 본 논문에서는 사고의 다양한 원인에서 리튬이차전지의 충전시 전해액의 누액이 발생되고 누액된 전해액이 보호회로에 유입시 발생될 수 있는 문제점을 살펴보았다.

이 논문은 2015년도 중소기업청 창업성장기술개발사업 “전동 스쿠터의 완속 및 급속충전을 위한 다중 밸런싱 기법의 리튬 배터리팩 개발, S2358561” 지원에 의하여 연구되었음.

참고 문헌

- [1] 이해원, “기능성 전해액에 따른 리튬이온전지의 전기화학적 특성분석”, 한밭대학교 응용화학과 석사학위논문, 2013.11
- [2] 남중하, “이차전지용 배터리 관리시스템”, 전력전자학회 추계학술대회 논문집, 2008.10, pp.94-96