

리튬이온 2차전지 기술동향

이인호, 유지윤

(*고려대 산업전자연구실 선임연구원, **고려대 공대 전기공학과 교수)

1. 서론

핸드폰, 개인종합단말기, 노트북PC, 캠코더 등의 휴대용 기기의 사용이 급격히 확산함에 따라 2차전지의 중요성이 인식되어 2차전지가 반도체, LCD 등과 함께 3대 핵심 부품으로 취급되고 있다. 2차전지는 휴대용 기기의 가격 및 성능 무게를 결정짓는 가장 중요한 요소로 2차전지가 차지하는 무게 및 가격 비중은 위성체의 경우 23%와 8%, 휴대폰은 40%와 20%, 노트북 PC는 20%와 12%, 캠코더는 15%와 14% 그리고 전기자동차는 각각 30%이다.

종래 오랫동안 휴대용 기기의 전지로는 Ni-Cd전지가 사용되었지만 91년 Ni-MH전지가 개발되어 빠른 속도로 Ni-Cd와 납축전지의 수요를 잠식하였다. Ni-MH 전지는 Ni-Cd 보다 1.5-2배의 에너지를 축적할 수 있고 카드뮴을 사용하지 않아 공해가 없어 92년-96년에 걸쳐 소형 2차전

지 수요의 1/4이상을 차지하는 급성장을 하였으나 96년에 들어 리튬이온 1차전지의 장점을 살리며 안정성을 향상시킨 리튬이온 2차전지의 사용이 급증하고 있다. [그림1 참조]

리튬이온 2차전지는 표1과같이 기존의 2차전지에 비해 모든 부문에 걸쳐 장점을 가지고 있어 앞으로 휴대용기기의 채용이 더욱 확산될 전망이나 과충전시 폭발의 위험성이 있고 과방전시 전지의 용량이 회복되지 않는 단점을 가지고 있어 다른 종류의 2차전지에 비해 충전 및 방전을 위한 제어회로를 정밀하게 구성하여야한다. 또 양극에 사용되는 코발트가 값이 비싸고 산지가 한정되어 있기 때문에 국제 정세의 변화에 따라 수급이 곤란할 경우가 발생할 수 있으며 양극과 음극에 리튬이온 흡장물질을 코팅할 때 고도의 기술이 필요하기 때문에 기존의 2차전지에 비해 값이 2배정도로 비싸게된다. 그러나 이러한 단점에도 불구하고 휴대용기기의 경쟁 포인트가 전지의 사용 시간 및 경박단소화로 됨에 따라 리튬이온 2차전지의 채용이 확산되고 있어 리튬이온 2차전지의 특성 및 충전회로 설계에 관심이 집중되고 있다.

이러한 추세에 부응하여 본고에서는 리튬이온 2차전지의 전기적, 기구적 특징에 대하여 서술하고, 충전회로의 설계 및 리튬이온 2차전지를 채용한 전원공급장치 설계방법에 대하여 서술하고 향후 2차전지 개발동향 및 국내 전지시장 및 개발상황에 대하여 소개하고자한다.

표 1. 2차전지의 사양비교

사항	Ni-Cd	Ni-MH	Li-Ion
체적밀도(Wh/L)	220	250	300
중량밀도(Wh/kg)	50	60	120
평균전압(V)	1.2	1.2	3.6
총방전횟수	500	500	>500
자가방전(%/M)	25	25	<10
잔량표시	X	X	◎

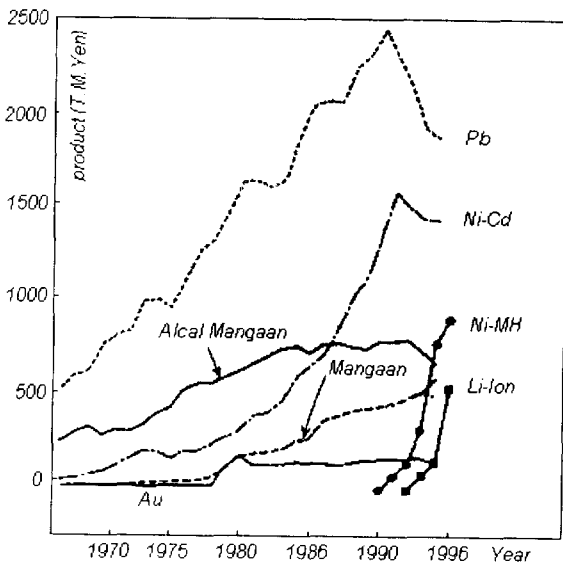


그림 1. 일본의 2차전지 생산추이

2. 리튬이온 2차전지

리튬을 금속 그대로 사용하여 만든 1차전지는 음극에 금속 리튬, 양극에 이산화망간을 사용하고 전해액으로는 과염소산리튬을 유기용매에 녹인 것을 이용한다. 이 리튬1차전지는 용량이 크고 저온에서도 안정한 출력용량을 얻을 수 있어 비디로나 계측기 분야에서 많이 사용되었다. 이러한 리튬 1차전지의 장점을 살리며 충전이 가능하고 금속 리튬의 위험성을 감소시킨 리튬 2차전지가 개발되어 군사용, 항공기, 통신기기등 뛰어난 전지의 성능이 요구되는 곳에서 사용되다가 90년대에 들어 소니, 송하, 도시바, 일본전지, 산요등에 의하여 민수용으로 개발되어 이동통신기기, 노트북 컴퓨터에 많이 사용되고 있다.

2.1 리튬이온 2차전지의 구조

리튬이온 2차전지는 그림2와 같이 음극과 양극 그리고 미소한 구멍이 무수하게 형성된 폴리에틸렌 필름으로 만든 격리벽(seperator)이 원통형으로 감긴 구조로 되어있으며 그 사이를 리튬염을 비protic 용매에 녹인 전해액으로 충전한 구조로 되어있다.

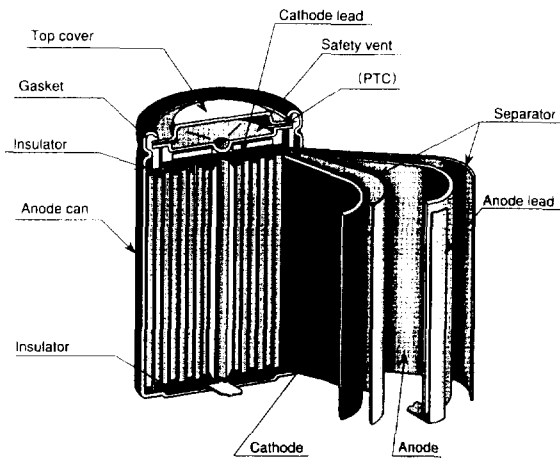


그림 2. 리튬이온 2차전지의 구조

리튬이온 전지의 양극은 알루미늄박으로 된 집전체에 리튬이온과 코발트 등의 복합 금속 산화물을 코팅한 구조로 되어있다. 이 복합 금속 산화물은 리튬 이온의 축적 방출 능력이 뛰어나야하고 화학적으로 안정한 구조를 가지고 있어야한다. 이러한 특성을 가지는 화합물로는 lithium cobaltite(LiCoO₂), lithium nickelite(LiNiO₂), spinel-structure lithium manganese oxide(LiMn₂O₄)등이 있으며 산요전기와 소니의 리튬이온 전지는 lithium cobaltite를 사용한다.

리튬이온 전지의 음극은 동박으로된 집전체에 특수한 탄

소질 재료의 활성물질을 코팅한 구조로 되어있으며 코팅한 탄소질 재료의 재질에 따라 코크계열과 그라파이트계열로 구분한다. 그라파이트계열은 단자 전압이 4.1V이고 방전시 전지 단자 전압이 평탄한 특성을 가지고 있어 코크계열에 비해 전지에 축적된 에너지를 효율적으로 사용할 수 있다. 코크계열은 단자전압이 4.2V로 그라파이트계열보다 약간 높으며 공칭 전류 용량이 그라파이트계열보다 약간 크다. 그라파이트계열에서는 현재 327mAh/g의 에너지 용량을 가진 반면 코크계열에서의 에너지 용량은 점차 증가하는 추세이며 860mAh/g의 용량을 가진 전지가 개발되어 향후 코크계열의 리튬이온 전지가 많이 사용될 전망이다. 현재 코크계열은 소니계열에서 사용하고 그라파이트계열은 산요계열에서 주로 사용되며 표1에 코크계열과 그라파이트계열의 특성을 나타내었다.

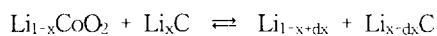
표 2. 그라파이트계열과 코크계열 리튬이온 2차전지의 특성비교

Manufacture	Sony	Sanyo
Negative Electrode	Non-graphitizable carbon	Crystallized graphite
Type	Cylindrical	Cylindrical
Product Number	US18650	UR18650
Nominal Voltage	3.6V	3.6V
Nominal Capacity	1350mAh	1300mAh
Charge Voltage	4.2V	4.1V
Weight	40g	39g

2.2 리튬이온 2차전지의 충전/방전 메카니즘

리튬이온 2차전지가 충전될 때 그림3과 같이 양극의 복합금속 산화물에서 발생된 리튬이온은 격리벽을 통과하여 음극의 탄소질 재료의 탄소원자의 빈틈으로 흡수된다. 반대로 양극, 음극의 집전체에 부하를 연결하면 음극에 흡수된 리튬이온이 격리벽을 통과하여 양극으로 이동하면서 전류가 발생된다. 충전 및 방전 반응은 다음 식으로 표현되는 리튬이온의 이동에 의하여 이루어진다.

방전시



충전시

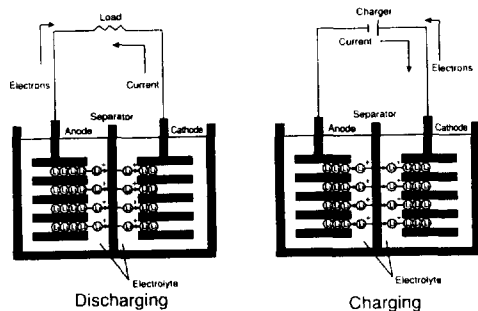


그림 3. 리튬이온 2차전지의 충전방전 메카니즘

2.3 리튬이온 2차전지의 팩킹(packing)

일반적으로 전지에는 전해액으로서 물을 사용하지만 리튬이온 2차전지에 사용되는 리튬은 물과 반응하여 고열을 동반한 급격한 화학 반응을 야기하기 때문에 리튬이온 2차전지의 전해액으로는 유전율이 큰 특수한 유기용매를 사용한다. 따라서 리튬이온 2차전지는 큰 전류의 사용에는 적합하지 않으나 전극의 두께를 최소화하고 전극간 거리를 극소화하며 전극 대향면적을 최대화함으로써 전류용량을 크게 만들 수 있다. 현재 개발된 원통형의 업계표준형 18650(지름 18mm, 높이 65mm)의 전류용량은 1350mAh 정도이며 이 정도의 전류 용량은 150mA 정도의 전류를 소비하는 이동통신기에는 충분한 용량이 되고 오히려 전지의 중량의 문제로 US14500, US083448(소니) 등의 소형 전지팩을 사용한다. 그러나 노트북 PC의 경우 1500mA-2000mA 정도의 전류용량이 필요하며 12V(오디오용전원), 5V(CD-ROM, HDD용), 3.3V(논리연산 LSI), 2.9V(CPU용) 전원을 공급하기 위하여 내장된 DC/DC 컨버터의 효율향상을 위하여 강압형 컨버터를 적용하기 때문에 6V-7V 정도의 최소 입력 전압을 필요로 하게 된다. 따라서 노트북 PC의 경우 2셀 이상의 직렬연결과 2셀 이상의 병렬 연결이 필요하며 LCD 백라이트용 인버터의 표준화를 고려하면 3셀 이상의 직렬 연결이 바람직하다. 이와 같이 여러 개의 셀을 직병렬로 사용할 때는 특정 전지의 과충전, 과방전을 방지하기 위한 안전장치를 필요로 하며 이러한 목적으로 셀과 셀 사이에 스위치를 달거나, 잔존용량 기능을 추가하기도 한다. 최근 전지의 안정성을 확보하고 전지의 표준화 충전기의 표준화 및 노트북 PC OS 차원에서 전지를 관리하기 위하여 전지팩 내에 전지 관리용 CPU가 내장된 Li-Ion 스마트 배터리(DR201, DURACELL)가 개발되어 노트북 PC에 적용되고 있다.

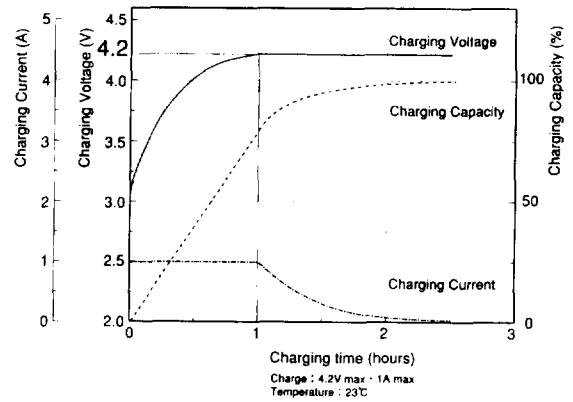


그림 4. 리튬이온 2차전지의 충전프로파일

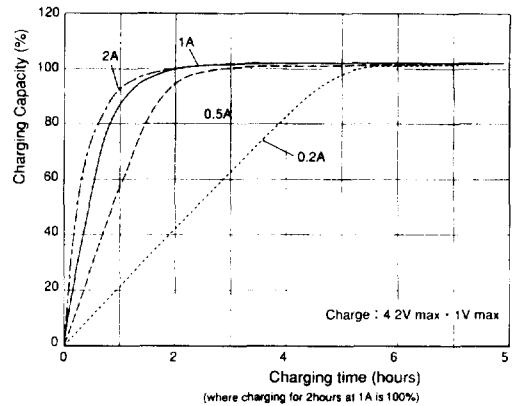


그림 5. 충전 전류와 충전시간의 상관관계

3. 리튬이온 2차전지의 전기적 특성

3.1 리튬이온 2차전지의 충전특성

리튬이온 2차전지에 충전전류가 흐르면 양극의 복합 리튬 금속 산화물에서 리튬이온이 빠져나와 음극에 흡착됨으로서 전지의 전압이 상승하기 시작하고 충전이 어느 정도 진행되면 양극에서 빠져나오는 리튬이온의 양이 감소하면서 전지의 단자 전압이 고정되고 결과적으로 충전 전류가 자연적으로 감소한다. 이러한 리튬이온 2차전지의 특성에 따라 정전류-정전압방식으로 충전하며 그림4에 리튬이온 2차전지(US18650, Sony)를 최대 충전 전압 4.2V, 1A의 정전류로 충전한 경우의 충전 프로파일을 도시하였다.

충전이 시작된 시점으로부터 1시간 후, 또는 단자 전압이 최대 충전 전압(4.2V)에 도달하는 시점에서 약 80% 정도의 에너지가 충전되고 이후 정전압 충전에 의하여 나머지 20% 정도가 충전된다. 리튬이온 2차전지에서 충전량은 충전 전류의 크기에 따라 결정되며 그림5에 충전 전류의 크기와 충전시간, 충전량과의 관계를 도시하였다.

3.2 리튬이온 2차전지의 방전특성

리튬이온 2차전지의 방전 특성은 방전 전류와 방전 종료 전압, 그리고 방전 온도에 따라 결정된다. 그림 6은 방전 전류의 크기에 따른 전지의 단자전압 프로파일이다. 방전 기간중 대부분의 시간에서 방전 전압이 3.6V가 되기 때문에 리튬이온 2차전지의 공칭전압은 3.6V로 된다.

그림 7에 리튬이온 2차전지의 방전 전류와 방전 종료 전압과 방전 용량의 관계를 도시하였다. 방전 전류가 증가할수록 전지의 단자전압과 방전 가능 용량은 감소한다. 만일 전지의 방전전류를 1200mA로 하고 방전 종료 전압을 2.75V로 하는 경우 방전 용량은 전지용량의 90%정도이고 방전 종료 전압을 2.5V로 하는 경우 방전 용량은 95%정도가 된다. 이 방전 용량은 방전 전류가 감소할수록 증가한다.

그림 8은 리튬이온 전지를 -10°C, 0°C, 23°C에서 700mA로 방전하였을 경우의 방전 프로파일이다. 리튬이온 2차전지를 0°C에서 방전하였을 경우 방전용량은 85%정도이고 -10°C에서 방전한 경우 75%의 방전용량을 나타내었다. 일

반적으로 리튬이온 2차전지는 방전시 주위온도가 23°C보다 높은 경우에는 방전 용량의 변화가 없으나 방전시 주위 온도가 23°C 보다 낮아지면 전지의 단자전압과 방전 용량이 감소하게되나 Ni-MH 나 Ni-Cd에 비해 온도 의존이 훨씬 낮다.

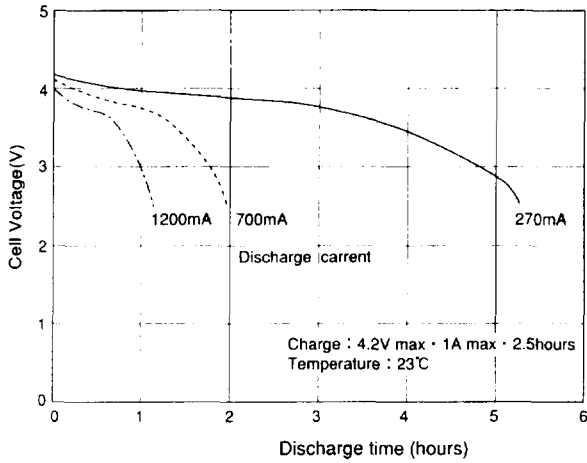


그림 6. 리튬이온 2차전지의 방전 프로파일

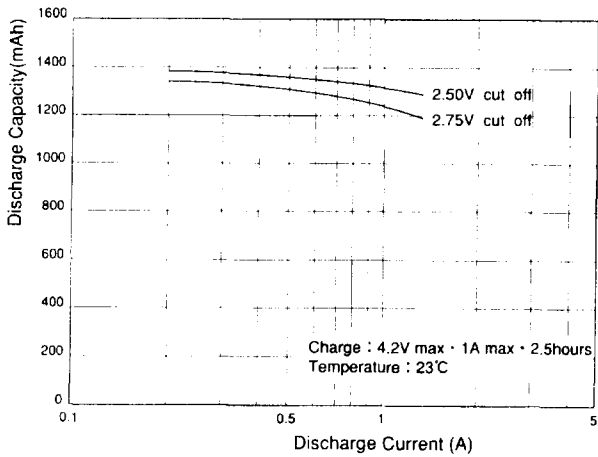


그림 7. 방전 종료 전압, 방전전류에 따른 방전용량

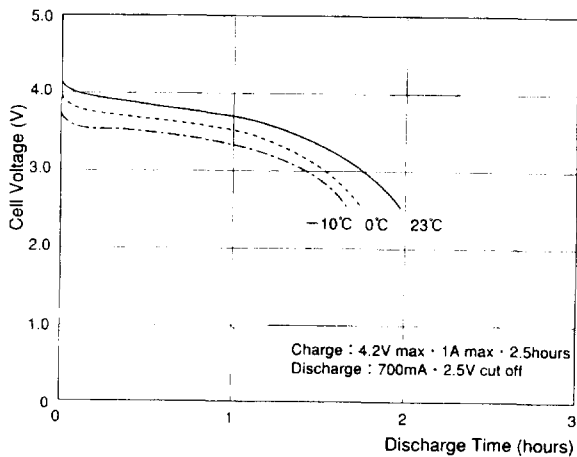


그림 8. 온도에 따른 방전 전압 프로파일

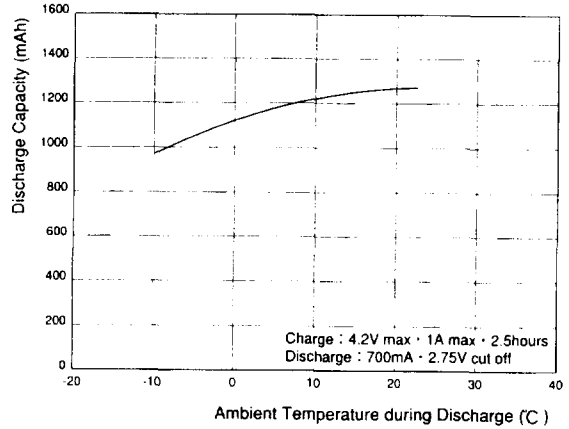


그림 9. 온도에 따른 방전용량

3.3 리튬이온 2차전지의 자가방전특성

리튬이온 2차전지는 전지를 사용하지 않는 경우에 다른 전지와 마찬가지로 자가방전이 발생한다. 그림10은 100% 충전한 리튬이온 2차전지의 보존 시간과 보존온도에 따른 잔존용량이다. 보존 온도가 높을수록 자가방전이 가속되어 잔존용량이 많이 줄어들음을 알 수 있다. 일반적으로 100% 충전된 리튬이온 2차전지는 약 3개월 후에 잔존용량이 10% 정도로 감소하게되므로 사용상 주의를 요한다.

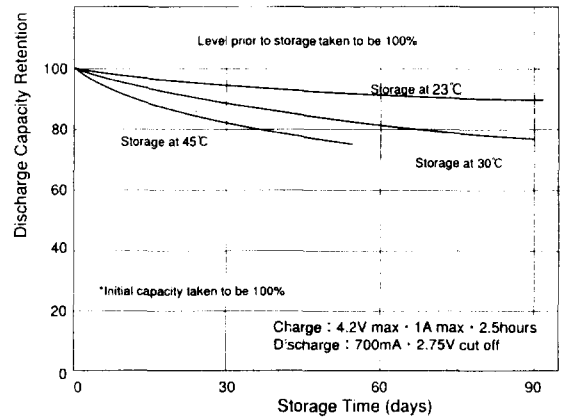


그림 10. 리튬이온 2차전지의 보존특성

리튬이온 2차전지의 장기 보관은 잔존 용량을 감소시킬 뿐 아니라 전지를 재충전하여도 전지의 정격 용량을 회복하지 못하는 결과를 발생시킨다. 이 충전 용량의 감소는 전지의 초기 용량이 클수록 증가하게 되므로 장기간 보존을 필요로 하는 경우 전지를 방전시킨 상태에서 보관하는 것이 좋다.

3.4 리튬이온 전지의 충방전 횟수

리튬이온 2차전지는 충전 최대전압과 방전 종료 전압을 정

확하게 유지하여야 한다. 과충전시 또는 과방전시 전지내의 리튬이온이 금속의 형태로 적출되어 충전 용량이 감소될 뿐만 아니라 폭발의 위험이 있다. 따라서 리튬이온 2차전지 팩내에 과충전, 과방전 장치를 내장하여야 한다.

리튬이온 2차전지는 다른 종류의 2차전지에서 나타나는 메모리 효과는 없으나 충방전 횟수가 증가함에 따라 그림 11과 같이 충전 용량이 감소하고 전지의 방전 전압이 감소하게 된다. 리튬이온 2차전지를 200회 충방전한 경우 충전용량은 90%정도이고 500회 충방전을 반복한 경우 충전용량은 80%정도로 감소한다.

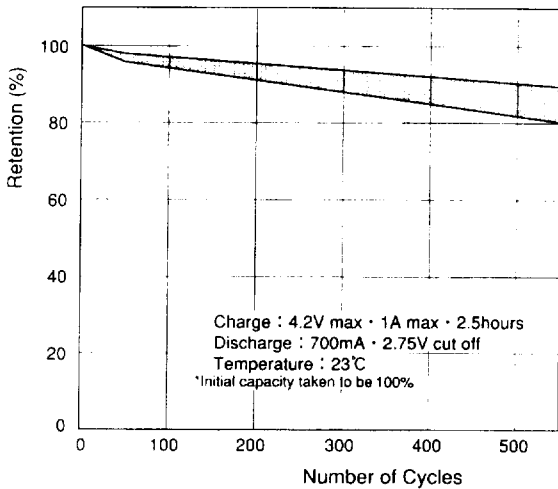


그림 11. 리튬이온 2차전지의 충방전 특성

4. 리튬이온 2차전지의 충방전 회로

리튬이온 2차전지는 Ni-MH 2차전지에 비하여 1.5배의 에너지용량을 가지고 있지만 주변회로의 설계가 잘못되었을 경우 사용할 수 있는 용량이 감소하며 최악의 경우 약 55%정도밖에 사용할 수 없다. 표3은 리튬이온 2차전지의 용량을 감소시키는 원인과 이에 따른 용량 감소 비율이다.

표 3. 리튬이온 2차전지의 용량 감소원인

Nominal energy capacity	100%
Charging voltage error	10%
Large current discharge	10%-20%
End voltage error	10%
Other margins	5%
Usable energy	55%

일반적으로 리튬이온 2차전지 특성을 효과적으로 이용하기 위하여 다음의 네 가지 사항을 고려하여야 한다.

- 1) 방전전류가 증가하면 방전용량이 감소한다.

- 2) 전지의 내부임피던스가 150mΩ 정도로 높다.
- 3) 정전류-정전압 충전을 한다.
- 4) 음극의 재료에 따라 단자 전압에 차이가 있다.

현재 리튬이온 2차전지를 채용한 대부분의 노트북 PC 나 이동통신기기의 경우 에너지 이용률은 약 85%정도이다.

4.1 리튬이온 2차전지의 충전시퀀스

리튬이온 2차전지의 충전은 정전류-정전압 충전을 기본으로 하며 그림12와 같은 시퀀스로 충전한다.

- A 구간 : 전지의 단자 전압이 2.5V/cell이하인 경우 고임피던스 충전을 함으로서 충전기와 전지에 가해지는 스트레스를 방지한다. A구간의 충전전류는 0.1C이고 충전시간은 1시간이다.
- B 구간 : 전지의 전압이 2.5V/cell이상인 경우 충전기가 공급할 수 있는 최대의 전류로 충전한다. 충전전류는 0.5C-1C이다.
- C 구간 : 전지의 단자 전압이 충전 최대 전압 근처에 도달하면 전압의 상승 폭이 완만해지고 전류가 감소하기 시작한다. 이때 충전기는 정전압 모드로 동작한다.
- D 구간 : 충전의 말기로서 거의 만충전이 된 상태이다. 충전 전류가 20mA 정도로 감소한 시점이나 (4)에서부터 1시간 정도 더 충전한 후 충전을 종료한다.

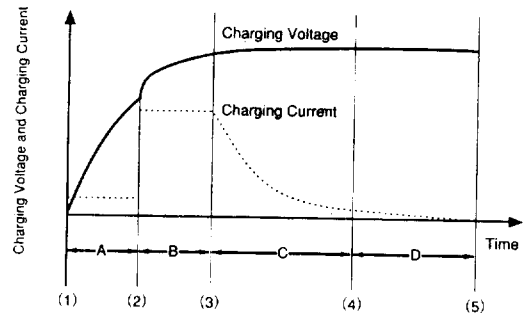


그림12 리튬이온 2차전지의 충전 시퀀스

4.2 리튬이온 2차전지 충전회로

리튬이온 2차전지의 충전회로는 그림13과 같이 DC/DC 컨버터를 정전압 정전류 모드로 제어하여 구현한다. 리튬이온 2차전지의 충전 전압은 충전용량을 향상시키기 위하여 가능한 한 높게 설정하여야 하나 과도한 충전 전압은 전지내에 리튬금속을 발생시켜 폭발의 원인이 된다. 최대 충전 전압은 그래파이트 계열에서는 4.1V, 코크 계열에서는 4.2V이다. 그러나 충전기의 출력전압 리플과 전압 전류를 검출

하는 저항의 오차 등으로 인하여 충전 전압에 50mV이상의 오차가 발생하므로 최대 충전 전압을 4.05V(그라파이트계열), 4.15V(코크계열)정도로 설정하여야 하며 이 결과 전지를 공칭 용량의 90%정도 밖에 충전하지 못한다. 리튬이온 2차전지의 성능을 최대한으로 이용하기 위하여 이 전압오차를 최대한으로 줄여야하며 최근의 이동통신기구나 노트북 PC의 경우 충전 전압오차를 $\pm 25\text{mV}$ 로 제어하는 것을 목표로 하고 있으며 이는 충전 용량에서 5%의 향상을 가져온다. 충전 전압 오차 $\pm 25\text{mV}$ 를 실현하기 위하여 기준 전압의 정밀도를 높이고 하나의 칩에 레이저로 트리밍하는 방법을 사용하여 저항오차를 0.05%로 감소시킨 저항을 사용하기도 한다.

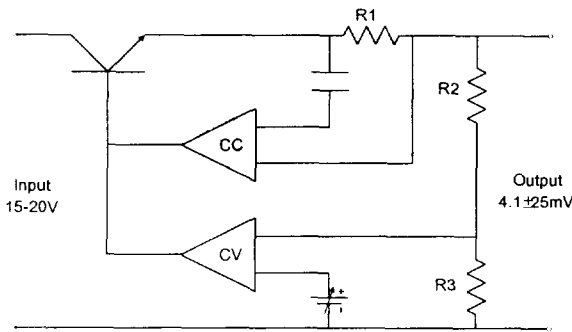


그림 13. 리튬이온 2차전지의 충전회로

4.3 리튬이온 2차전지를 채용한 시스템의 구성

리튬이온 2차전지를 채용한 전원부는 그림14와 같이 AC 어댑터, 2차전지팩, 충전부, DC/DC 컨버터, 전원관리용 마이크로프로세서의 5부분으로 구성되어있고 시스템의 용량 계산, DC/DC 컨버터 설계, 배터리 팩의 설계, 충전기의 설계, AC어댑터의 설계순으로 전원부를 설계하며 예로서 노트북 PC의 전원부를 설계한다.

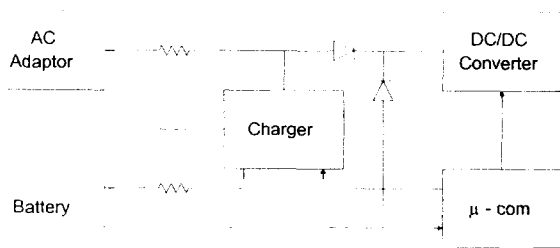


그림 14. 전원회로의 구성

전원 공급 장치의 전압레벨 설정 : 노트북 PC는 12V, 9V, 3.3V, 2.9V의 네 가지 DC 전원을 필요로 하며 용량은 30W 정도이다. 전지의 사용시간을 최대로 하기 위하여 이 전압을 공급하는 DC/DC 컨버터의 효율을 높여야한다. 현재 동

기 정류회로를 채용한 노트북 PC용 DC/DC 컨버터가 발매되고있으며 변환효율은 최대 96%정도이다. 노트북용 DC/DC 컨버터는 기본적으로 강압형 컨버터로 구성되며 12V는 5V 출력단에 있는 평활인덕턴스에 보조 권선을 감아 플라이백 방식으로 공급된다. 따라서 DC/DC 컨버터의 입력전압은 $5V + \alpha$ 가 필요하다. 실험에 의하면 α 는 DC/DC 컨버터 내부의 전압강하와 전지에서 DC/DC 입력단의 라인 임피던스에 기인하며 실험에 의하면 α 는 최소 1V정도이므로 DC/DC 컨버터의 입력 전압은 6V 이상이 되어야한다. 6V의 입력전압을 구현하기 위하여 리튬이온 2차전지를 2개 이상 직렬로 연결 구성하여야한다.

리튬이온 2차전지팩의 설계 : DC/DC컨버터의 입력전압이 최소 6V이면 리튬이온 2차전지의 방전종료 전압은 2셀의 직렬연결구조에서는 3V가된다. 이 경우 전지의 사용 에너지량은 20%이상 감소하게되어 불합리하므로 직렬연결 셀 수를 늘린다. 4셀 직렬연결의 경우 충전시 단자전압은 16.8V에 달하고 충전기의 전압강하 3V와 어댑터의 리플을 고려하면 어댑터의 출력전압이 21V 이상이 되어 어댑터의 용량이 커지게 되어 소형화에 불리하고 어댑터 클래스5를 벗어나게 된다. 따라서 이 경우 3셀의 직렬연결이 바람직하며 리튬이온 2차전지가 0.2C방전에서 전지의 용량을 최대로 사용할 수 있으므로 3셀을 병렬로 연결하여 3S3P로 구성한다.

충전부의 구성 : 리튬이온 2차전지의 충전기는 전용 충전 제어 LSI와 주변회로로 구성된다. 주변회로의 설계중 가장 중요한 요소는 충전기의 출력 전압리플을 최소화하는 것이고 고정밀 저항을 사용하여 전압 및 전류오차를 줄여 충전 전압을 최대한 높여 충전효율을 향상시킨다. 또한 노트북 PC가 동작중일 때 저항 R1을 사용하여 어댑터의 출력 전력에서 노트북 PC의 소비전력을 제외한 나머지 전력을 사용하여 충전하는 차동충전방식을 적용하여 충전시간을 최소화 하고 저항 R2를 이용하여 정전압, 정전류 충전을 구현한다.

과방전 검출회로 : 리튬이온 2차전지를 3S3P의 구성으로 하는 경우방전종료 전압을 7.5V ($2.5\text{V}/\text{cell} * 3\text{cell}$)로 하면 전지 셀의 특성차이에 의하여 특정한 셀이 과방전될 수 있다. 실험에 의하면 그라파이트계 리튬이온 2차전지는 방전 특성이 비교적 평활하여 방전 말기에 전지의 전압이 급격하게 저하되기 때문에 전지 셀간 전압차이가 크게 나타난다. 코크계열도 그라파이트보다 정도가 작기는 하나 각 셀 간에 전압차이가 나타난다. 따라서 특정 셀의 과방전을 방지하기 위하여 방전종료 전압에 마진을 두며 이 마진에 의하여 5%-10%정도의 에너지를 사용할 수 없다. 이 마진을 최소로 줄여 에너지 사용을 극대화하기 위하여 전지 팩의 단자전압을 감시하는 대신 각각의 셀 전압을 직접 감시하여 충전시 가장 전압이 높은셀의 전압을 기준으로 하며 방전시 가장 전압이 낮은 셀을 기준으로 하면 잔존용량의 발생을 최대한 억제할 수 있다.

전원관리 마이크로프로세서 : 전원관리 마이크로프로세서는 시스템으로부터의 전원공급 요청에 따라 DC/DC 컨버터를 제어하고 배터리 전압을 감시하여 과방전 과충전을 방지하고 전지구동시 전지의 전압을 검출하여 전지의 잔량을 계산하여 시스템으로 전송하며 어댑터 및 전지의 상태에 따라 충방전을 제어한다. 전지의 충방전시 하드웨어적으로 구성된 여러 가지 보호장치와 더불어 마이크로 프로세서의 소프트웨어적인 보호장치를 구동시켜 안정성을 확보한다.

5. 2차전지의 개발 동향

현재 일반적으로 사용하는 리튬이온 2차전지의 용량은 1350mAh (18650기준)이나 양극재와 음극재의 재질을 개량하여 전지의 용량을 늘리는 연구가 진행되고 있다. 실례로 양극재로 코발트산리튬과 니켈산리튬을 혼용하고 음극재로 새로운 형태의 탄소섬유를 사용하여 용량을 1900mAh로 약 40%높인 전지가 도시바에서 시험 생산되었고 Ni-MH 2차전지의 경우 음극재에 수소이온을 고밀도로 흡장하는 재료를 양극재에 새로운 활성물질을 사용하고 음극과 양극을 격리하는 격리재를 부식이 강한 재질을 사용하여 3500mAh (HR4/3A)의 용량을 구현하였다.(산요)

2차전지의 용량을 증가시키는 또 하나의 방법은 새로운 형태의 전지를 개발하는 것이다. ECS(Energy Capacity System)라 불리는 전기이중 콘덴서와 전자회로를 조합해 만든 신형물리 전지는 아직 에너지 밀도는 작지만 충방전 사이클이 1만회 이상 되고 폐기물 문제가 발생하지 않는 특징을 가지고 있다. 또한 리튬이온 전지의 특성을 개선한 리튬폴리머 전지의 개발이 진행되고 있다. USABC (US Advanced Battery Consocium)의 중장기 목표에 의하여 2차전지의 개발이 진행되면 휴대용 기기의 사용시간이 대폭 향상되고 무게가 획기적으로 감소될 것으로 전망되고, 아울러 전기자동차의 개발이 가속될 것으로 전망된다.

표 4. USABC의 2차전지 개발 목표

사 항	중기목표	장기목표
중량밀도(Wh/Kg)	80	200
체적밀도(Wh/L)	135	300
중량출력밀도(W/Kg)	150	400
체적출력밀도(W/L)	250	600
충방전횟수	600	1000
충전시간(h)	<6	3-6
가격(\$/KWh)	<150	<100

6. 2차전지의 국산화 개발동향

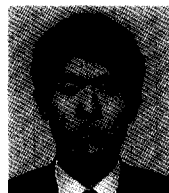
국내 전지 시장의 규모는 1차전지 시장의 경우 1천4백95억원, 2차전지시장은 2천7백16억원 등 총 4천2백11억원정도

이고 오는 2000년에는 전지시장규모가 6천3백억원정도로 팽창할것으로 예상된다. 특히 고성능 2차전지의 수요는 휴대용 기기의 수요 팽창에 따라 급격히 신장될것으로 전망되나 국내 휴대용 정보기업체는 Ni-MH나 수요가 급팽창하는 리튬이온 2차전지의 대부분을 일본으로부터 공급받아 일본업체들이 공급량을 임의로 조정하고 높은 가격을 요구하고있어 제품의 생산에 차질을 빚거나 제품경쟁력이 떨어지고 있다. 이에 따라 국내 전지업계는 1996년부터 Ni-MH 2차전지를 개발 또는 기술도입하여 시제품을 개발양산중이고 리튬이온 2차전지는 97년부터 시제품을 개발할 예정이다. 이에 따라 로케트 전지는 97년1월부터 Ni-MH 전지 양산라인을 본격적으로 가동하여 월 1백만셀을 생산하고 LG 화학은 연내에 Ni-MH 전지 양산라인을 구축할 예정이며 99년까지 1500억원을 투자하여 리튬이온 2차전지를 자체 개발할 예정이다. 서통은 자체 개발한 리튬이온 1차, 2차전지를 하반기에 상품화할 예정이며, 태일정밀은 월산 15만셀 규모의 리튬이온 2차전지를 확장하여 연내에 50만셀 이상을 생산할 예정이다. 또한 97년 3월 15개의 산업체, 4개 대학, 4개 연구소의 전지 전문가로 구성된 전지연구조합을 출범시켜 업계간의 정보교류, 중복투자방지 및 신기술개발을 통하여 고성능 2차전지를 효율적으로 개발하여 2000년 6천억 이상으로 예측되는 전지시장을 국산화하려는 소형 전지 기술 개발기획사업을 추진하고 있다.

참고문헌

- [1] Lithium ion rechargeable battery, Sony Corp, 1995
- [2] Clive D. S. Tuck, Modern Battery Technology, EllisHorwood
- [3] NIKKEI ELECTRONICS ASIA, May,1996 pp80-83
- [4] NIKKEI ELECTRONICS ASIA, Feb,1996 pp46-51
- [5] NIKKEI ELECTRONICS Dec. 1996, pp145-156
- [6] Sanyo Li-Ion Technical Databook, 1995

저 자 소 개



이인호 (李寅浩)

1962년 2월 25일생. 1987년 고려대 공대 전기공학과 졸업. 1990년 2월 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 8월 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 현재 고려대 정보통신공동연구소 선임연구원.



유지윤 (柳志潤)

1955년 2월 25일생. 1977년 고려대 공대 전기공학과 졸업. 1983년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1987년 일본 와세다대학 전기공학과 졸업(공학박). 1987년~1991년 창원대 공대 전기공학과 조교수, 현재 고려대 공대 전기공학과 교수.