2차전지 구동회로의 기본 구성과 과제

富士通(株)
小澤 秀淸(오자와 히데키요)

2차전지로 동작하는 기기를 설계할 때는 사용하는 2차전지의 특성을 이해할 필요가 있다. 따라서 2차전지의 특성에 관해 사용자 입장에서 전지의 특성과 사용상의 문제점을 설명한다. 그리고 노트북을 예로 하여 2차전지의 제어에 관하여 해설한다.

리튬이온전지의 특성

전지를 사용하여 기기를 동작시켰을 때, 전지의 에너지를 전지 메이커의 카탈로그 대로 사용하지 못하고 전지를 사용하다 버리는 경우가 많다. 이것은 2차전지의 특성을 표현할 때 전지에서 출력되는 에너지량을 전류량으로 표시하여 전류원적으로 설명하기 때문이다. 실제 전기회로에서 전지는 전압원으로서 동작한다. 이때 이상적인 전압원이 아니라 방전된 에너지량에 따라 기전력이나 내부 임피던스가 변화한다. 특히 리튬이온전지는 과충전이나 과방전에서 전지를 보호하기 위한 보호회로가 있어 보호회로 자체의 라인 임피던스가 크고 전지 자체의 내부 임피던스가 온도나 사용 횟수에 따라서도 크게 변화되는 문제점이 있다.

그림 1 4는 실제로 전기회로에서 리튬이온 2차전지를 사용

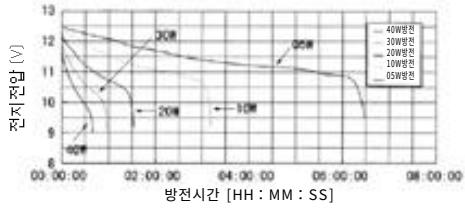


그림 1. 리튬이온전지의 방전 특성 (3S2P) 25℃

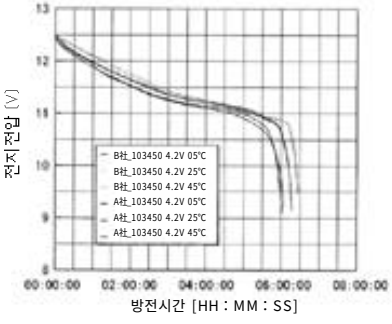


그림 2. 리튬이온전지의 방전 특성 5W 방전 (3S2P)

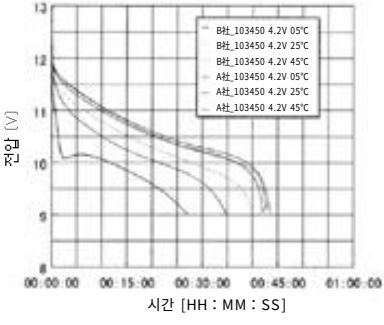


그림 3. 리튬이온전지의 방전 특성 40W 방전 (3S2P)

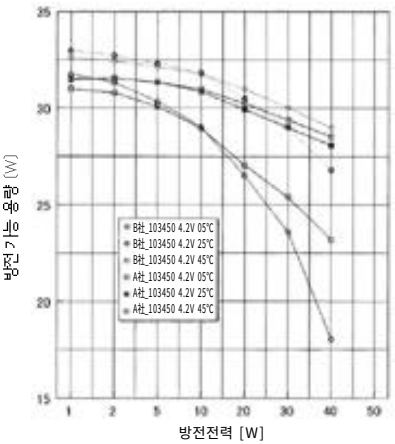


그림 4. 리튬 이온전지의 방전전력과 방전 용량 (3S2P)

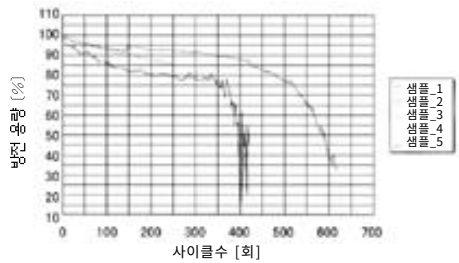


그림 5. 사이클 수명 특성 1P3S [상온]
(충전 : CVCC 12.6V/1.35A 방전 : 19.14W 9.0V 까지)

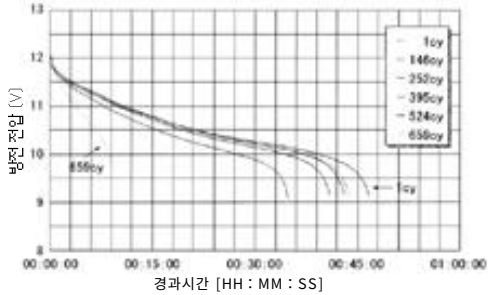


그림 6. 사이클 사용후의 방전 특성 샘플 1 [상온]
(충전 : CVCC 12.6V/1.35A 방전 : 19.14W 9.0V 까지)

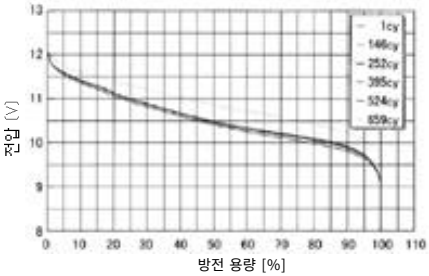


그림 7. 사이클 사용후의 방전 특성 샘플 1 [상온] (정규화)
(충전 : CVCC 12.6V/1.35A 방전 : 19.14W 9.0V 까지)

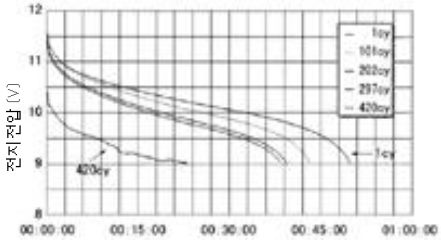


그림 8. 사이클 사용후의 방전 특성 샘플 2 [상온]
(충전 : CVCC 12.6V/1.35A 방전 : 30.00W 9.0V 까지)

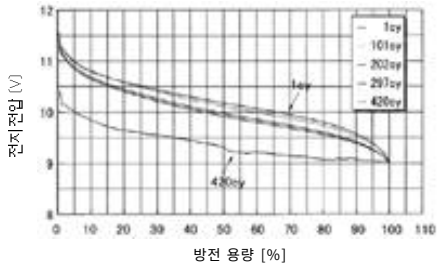


그림 9. 사이클 사용후의 방전 특성 샘플 2 [상온] (정규화)
(충전 : CVCC 12.6V/1.35A 방전 : 30.00W 9.0V 까지)

했을 때의 전지의 특성을 나타낸다. 이 전지는 노트북용 2차전지로서 흔히 사용되는 그래파이트계 리튬이온 전지의 특성을 표현하고 있다.

그림 1은 리튬이온전지를 정전력(40W, 30W, 20W, 10W, 5W)으로 방전시켰을 때의 시간 경과와 전지 전압의 변화 상태를 나타내고 있다. 만충전 상태일 때, 리튬이온전지의 전압은 4.2V(그림 1은 리튬이온 2차전지 3개를 직렬로 접속하고 있으므로 12.6V)이지만 방전에 의

해 전압이 낮아져서 3.0V(3개 직렬일 경우에 9.0V)에서 방전이 완료되고 있다.

그림 2 3은 전지의 사용 환경온도를 바꾸어 정전력(5W, 40W)으로 방전시켰을 때의 시간 경과에 따른 전지 전압의 변화 상태를 나타내고 있다. 5W에서 방전시켰을 때는 온도에 의한 방전 특성의 차이가 보이지 않지만, 40W에서 방전시키면 저온 환경하(5℃)에서는 전지에서 충분한 에너지를 출력하지 않는다는 것을 알 수 있다.

이때 환경온도와 방전전력으로 전지에서 출력되는 에너지량의 변화를 측정한 결과를 그림 4에 나타낸다. 이 그래프에서 전지의 사용환경이 저온일수록 또한 방전전력이 클수록 전지에서 출력되는 에너지량이 적어지고 있다는 것을 알 수 있다.

2차전지의 열화 특성

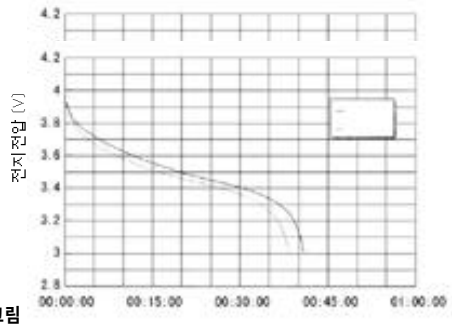
2차전지는 소모품으로, 충방전에 의해 반복해서 사용되는 횟수가 한정되어 있는데 이것을 사이클 수명 특성이라 한다. 2차전지의 사이클 수명은 정해진 횟수만큼 사용한 다음에 사용할 수 없게 되는 것이 아니다. 자동차의 타이어와 마찬가지로 사용할 때마다 소모되는 것으로서, 이 이상은 사용할 수 없다고 판단되는 경우를 수명이라고 한다.

일반적으로 2차전지인 경우, 전지에서 출력되는 에너지의 양이 초기의 60%에 도달한 지점을 사이클 수명으로 하고 있다. 그림 5에 2차전지의 충방전을 반복했을 때 용량의 열화 특성을 조사한 결과를 나타낸다. 사이클 열화 특성은 충전조건(전압, 전류, 온도)이나 방전 특성(방전전력, 온도)에 의존하기 때문에 실제로 사용하는 장치의 조건에서 시험할 필요가 있다.

사이클 사용에서의 방전 특성의 변화를 그림 6 9에 나타낸다. 그림 6의 샘플 시험 결과에서는 방전 가능한 전류 용량이 사이클 횟수에 따라 감소되고 있다. 전지로서 매우 특성이 양호하다.

그림 6의 시간축을 정규화하여 퍼센트 표시로 변화한 결과를 그림 7의 그래프로 나타낸다. 사이클 사용에서 방전되는 전류 용량은 감소되

그림



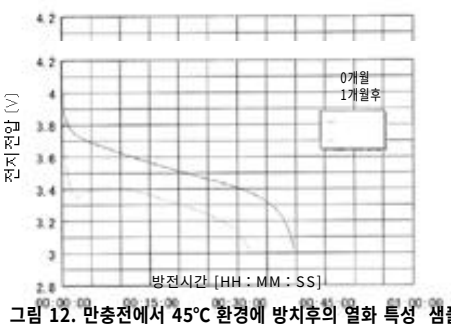


그림 12. 만충전에서 45℃ 환경에 방치후의 열화 특성 샘플 2

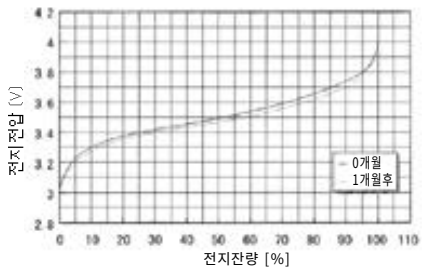


그림 11. 만충전에서 45℃ 환경에 1개월 방치 (정규화)

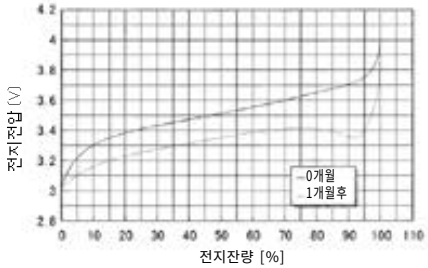


그림 13. 만충전에서 45℃ 환경에 1개월 방치 샘플 2 (정규화)

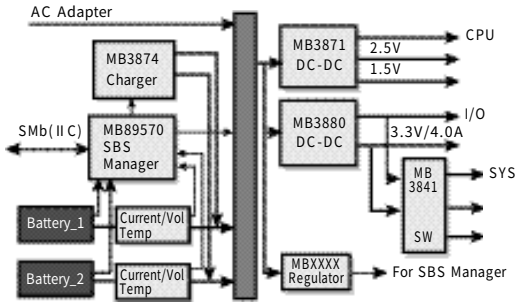


그림 14. 노트북의 전원부 블록 다이어그램

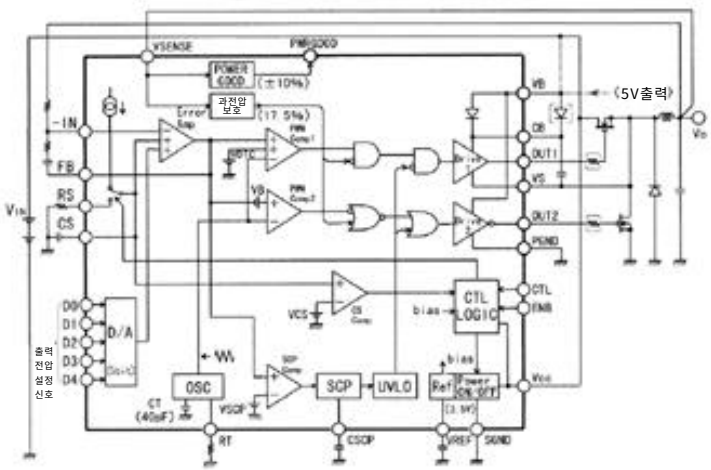


그림 15. MB3871의 블록다이어그램

지만 방전의 특성은 변화되지 않는다는 것을 알 수 있다. 그림 8에는 사이클 사용에서의 방전 특성의 변화를 다른 샘플을 사용하여 시험한 결과를 나타낸다. 이 샘플에서의 시험 결과는 그림 6의 샘플 시험 결과에 비해 그다지 좋은 전지라고는 할 수 없다. 그림 8의 샘플은 사이클 사용과 함께 방전할 수 있는 전류 용량이 감소되고 있을 뿐만 아니라 전지 내부 임피던스가 증가함에 따라 방전전위도 낮아지고 있다. 그림 8에서도 시간축을 정규화하여 퍼센트 표시로 변환한 결과를 그림 9에 그래프로 나타낸다. 방전시간을 정규화한 그래프에서 방전전위가 사이클 사용과 함께 낮아지고 있다.

리튬이온전지는 사용할 때마다 용량이 감소되고 있지만, 사용하지 않고 보관해 두는 것만으로도 사이클을 사용한 것과 똑같이 용량이 감소되는 경우가 있다. 이것은 전지를 만충전(100% 충전에 가까운 상태)에서 고온 환경에 방치하면 발생된다. 그 상태를 그림 10 13에 나타낸다. 그림 10은 만충전 상태의 전지를 45℃ 환경에서 1개월 방치했을 때의 방전 특성 변화를 나타낸 그래프이다.

그림 6의 사이클 특성의 그래프와 같은 결과이다. 그림 11은 그림 10의 시간축을 정규화하여 퍼센트 표시로 변환한 결과이다. 사이클을 사용하면 방전되는 전류 용량은 감소되지만 방전의 특성은 변화되지 않는다는 것을 알 수 있다.

그림 12는 만충전 상태의 전지를 45℃ 환경에 1개월 방치했을 때의 방전 특성의 변화를 다른 샘플을 사용하여 시험한 결과이다. 이 샘플에서의 시험 결과는 그림 10의 샘플 시험 결과와 비교하면 그다지 좋은 전지라고는 할 수 없다. 그림 12의 샘플은 고온 환경에 두면 방전할 수 있는 전류 용량이 감소되고 있을 뿐만 아니라 전지의 내부 임피던스가 증가되어 방전전위도 저하되고 있다. 그림 12에 대해서도 시간축을 정규화하여 퍼센트 표시로 변환한 결과가 그림 13의 그래프이다. 방전시간을 정규화한 그래프에서 방전전위를 고온 환경에 방치함으로써 낮아지고 있다.

위의 시험 결과에서 만충전 상태의 전지를 고온 환경에 두었을 때의 용량 열화의 진행성은 환경 온도를 10℃ 올릴 때마다 열화도가 2배로 된다는 것이 일부 리튬이온전지에서 확인되고 있다.

노트북의 회로 방식

노트북의 전원회로의 블록다이어그램을 그림 14에 나타낸다. 전지로 구동하는 기기의 가동시간을 길

게 하기 위해 전력 절감이 필요하다. 장치의 소비전력은 장치를 구성하는 반도체나 I/O 등 기기의 소비 전력량에 의해서 결정된다.

여기에서는 전원회로에서의 전력 절감 제어기술 및 그림 14에 나타나 있는 전원제어 전용 LSI에 관하여 소개한다.

전지는 방전됨에 따라 전압이 낮아지므로 기기에서 전지를 사용하기 위해서는 DC-DC로 전압을 안정화하여 사용한다. 노트북은 각종 전원전압을 요구한다. 메모리나 제어회로를 구성하는 반도체 회로는 3.3V에서 동작하고 하드디스크나 DVD라는 회전형 I/O는 5.0V를 요구한다. CPU는 해를 거듭할수록 요구하는 전압이 낮아져서 현재는 1.6V가 요구되고 있어 조만간 1.1V 정도까지 낮아질 것이라고 예측되고 있다.

이들 다수의 전압은 DC-DC에 의해 실현되는데, DC-DC의 효율이 전지로 구동되는 기기의 가동시간에 크게 영향을 미친다. 예를 들면 DC-DC 컨버터의 효율이 50%라면 전지가 가지고 있는 에너지의 50%가 변환할 때 손실되기 때문에 가동시간이 반감된다. 현재 폭넓게 사용되고 있는 동기 정류방식의 강압형 DC-DC는 가장 효율이 좋은 전압 변환방식으로, 90 95% 이상의 효율이 실현되고 있지만 아직 개선해야 할 점들이 많다.

그래서 Pentium용 DC-DC로 고속으로 변화하는 부하 변동에 따른 특성을 실현하면서 기존 DC-DC 제어회로의 이상적인 고효율화의 실현을 목적으로 한 MB3871을 개발했다. MB3871의 블록다이어그램을 그림 15에 나타낸다.

MB3871의 첫번째 특징은 전압 검출용 분압저항의 감소에 의한 누설전류의 감소와 부하 변동시의 고속 추종성의 실현 및 출력 전압의 디지털 설정 기능이다. 일반적인 DC-DC 출력전압의 제어회로는 DC-DC의 출력전압을 제어하기 위해 출력전압을 저항 분압회로에 의해 측정하고 오차 증폭기에서 기준전압과 비교함으로써 제어된다. 전력 절감을 고려한다면 이 분압회로에 의한 전력 손실을 최대한 억제하기 위해 수100kΩ 이상의 고저항으로 실현하는 것이 바람직하다. 그러나 분압 저항은 수백Ω 수kΩ 정도로 하지 않으면 부하 변동에 대한 충분한 추종 특성이나 위상 특성이 얻어지지 않는다.

전압 검출용 분압 저항에 흐르는 전류는 기껏해야 수mA 수십mA 이지만 이 저항에 의한 전력 손실도 간과할 수 없다. 그래서 MB3871은 출력전압 검출용 분압 저항을 이용하지 않고 출력 전압을 직접 오차증폭기에 입력함으로써 부하 변동에 대해 충분한 추종 특성이나 위상 특성을 얻는다. 또 출력 전압 검출용의 분압 저항을 없앴기 때문에 종래 분압 저항에 흐르던 수mA의 전류를 삭감할 수 있었다. 반면에 출력 전압 검출용의 분압 저항을 감소하면 출력 전압의 변경이 어려운 회로방식으로 되어 버린다. 또 CPU에서 요구하는 전압은 해를 거듭할수록 낮아지는 경향이 있어 CPU의 종류에 따라 요구되는 전압이 달라지고 있다.

그래서 MB3871에서는 출력 전압의 변경 요구에 대응하기 위해 오차증폭기에 입력하는 기준전압을 변경하기로 했다. MB3871은 외부에서 설정 가능한 4비트의 디지털 값으로 미리 준비한 16종류의 기준 전압을 선택하면 1.3V 2.0V 사이에서 50mV 또는 100mV의 구분 범위에서 출력 전압을 결정할 수 있다.

MB3871의 두번째 특징은 종래의 동기 정류방식에서 채택되고 있는 전류 센스 저항을 없앴다는 점이다.

종래의 DC-DC에서는 초크 코일에 흐르는 전류를 감지하기 위해 10 30mΩ의 센스 저항이 회로에 직렬로 삽입되어 있다. 종래의 동기

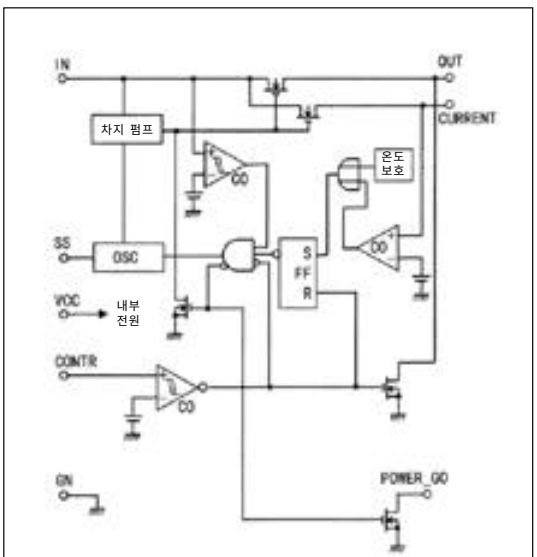


그림 16. MB3841의 블록다이어그램

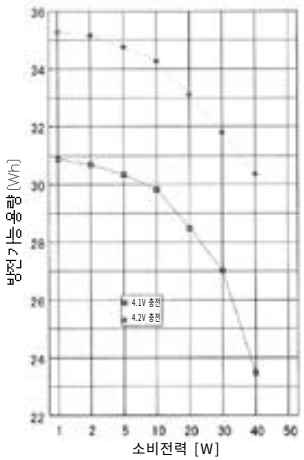


그림 17. 충전전압과 소비전력과 방전 용량 18650×6 (3S2P : 상온)

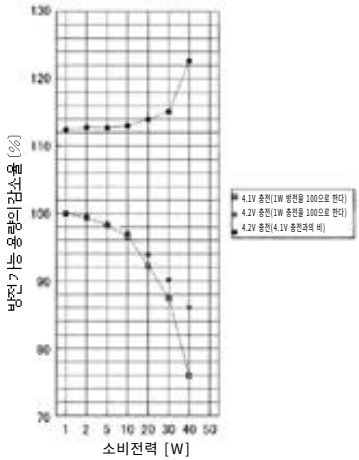


그림 18. 충전전압과 부하에 의한 방전 용량의 감소율 18650×6 (3S2P : 상온)

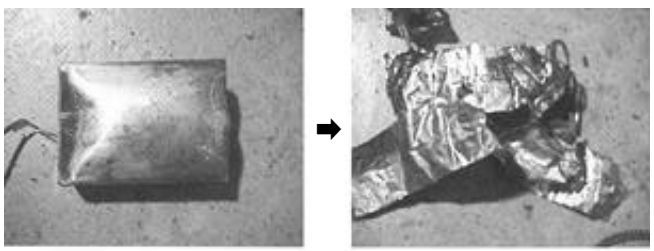


사진 1. 18.0V/3.0A에서 충전

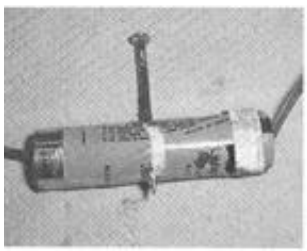


사진 2. 4.25V에서 충전 (못으로 찌르는 시험)

사진 3. 4.30V에서 충전 (못으로 찌르는 시험)

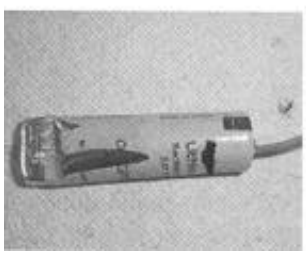


사진 4. 4.25V에서 충전 (압괴시험)

사진 5. 4.30V에서 충전 (압괴시험)

정류형 DC-DC는 센스 저항에 흐르는 전류값을 측정하여 전류값이 규정값 이하일 때는 동기 정류를 정지하거나 DC-DC의 동작 주파수를 낮춤으로써 저부하시 DC-DC 효율의 개선을 도모하고 있었다. 그러나 최근에는 출력전압의 저하에 반비례하여 부하 전류값이 증대하고 있기 때문에 정격 부하시의 센스 저항에 의한 전력손실은 3 5%까지 달한다. 더 나아가 경부하시에 DC-DC의 동작 주파수를 낮추거나 동기 정류를 정지시키면 부하가 급격히 커졌을 경우의 부하 변동에 따라갈 수 없는 문제가 발생한다.

그래서 MB3871은 전류 센스 저항을 삭제하고 전압 모드에 의한 동기 정류 방식으로 하여 경부하시에도 동기 정류를 정지시키지 않고 초크 코일과 부하 콘덴서 사이에서 공진시켜서 부하가 급변할 때 추종 특성을 높이기로 했다.

그 결과, 경부하시의 효율은 기존 방식에 비해 약간 나빠지지만 정격 출력시의 전류 센스 저항에 의한 전력손실이 개선되어 종합 효율은 4 5%의 효율 개선이 실현되었다.

MB3871의 세 번째 특징은 부하의 경중에 의존하지 않고 DC-DC 출력전압의 상승시간 및 하강시간을 자유롭게 제어할 수 있다는 것이다.

노트북은 내부에서 복수의 전압원을 사용하고 있지만 개개의 전압원의 상승 하강 시퀀스가 중요하다. 각 전원의 인가₩단절의 시퀀스를 고려하지 않으면 반도체 디바이스가 래치업을 일으켜 불타버리는 수가 있다. 전원간의 인가₩단절 시퀀스를 제어하기 위해서는 보통 시퀀스 제어를 위한 논리회로가 필요하므로 회로의 규모도 크고 제어회로도 복잡

하다.

그러나 MB3871에서는 DC-DC의 출력 전압 상승시간 및 하강 시간을 부하의 경중에 의존하지 않고 자유롭게 제어할 수 있는 기능을 실현함으로써 각 전원간의 인가₩단절의 순서제어가 시퀀스 제어회로를 이용하지 않더라도 실현할 수 있게 했다.

종래 방식의 DC-DC 제어회로는 DC-DC 기동시의 돌입전류를 방지하기 위한 소프트 스타트 제어를 PWM 제어부에서 컨트롤하고 있어 DC-DC의 상승시간이 부하의 경중에 의존하는 구조였다. MB3871에서는 DC-DC 기동시의 돌입전류를 방지하기 위한 소프트 스타트 제어를 전압제어용 오차증폭기에서 담당함으로써 부하에 의존하지 않는 출력전압의 상승 및 하강을 실현하고 있다.

현재는 차세대 PENTIUM용의 DC-DC 제어 LSI로서 더욱 기능 강화를 한 MB3884를 개발하고 있다.

장치의 소비전력을 삭감하기 위한 방법으로는 장치의 동작 주파수나 반도체의 동작전압을 낮추는 것이 효과적이다. 그 이외에도 사용하고 있지 않는 회로에는 전원을 공급하지 않는 절전도 효과적인 방법이다.

노트북은 다양한 회로 부품으로 구성되어 있지만 항상 모두가 동작하고 있는 것은 아니다. 인터넷이나 PC통신을 할 때는 모뎀이 동작하지만 그 이외의 전화회선을 사용하지 않는 애플리케이션 프로그램을 실행하고 있을 때는 모뎀은 동작하지 않는다.

마찬가지로 하드디스크(HDD)에서 프로그램이나 데이터를 판독하는 데에는 HDD가 동작하고 있어야 하지만 판독한 데이터나 프로그램을 사용하여 CPU가 연산 등의 처리를 하고 있는 동안은 HDD가 동작할 필요는 없다. 그래서 동작하고 있지 않는 회로의 전원 공급을 차단함으로써 소비전력을 감소시킬 수 있다.

절전을 위한 스위치 회로는 FET를 사용하여 구성되지만 전술한 바와 같이 반도체의 동작전압은 해를 거듭하여 저하되고 있기 때문에 낮은 전압에서 동작하는 스위치 회로가 요구된다. 또 소비전력이 일정한 경우는 동작전압이 낮아질지라도 그만큼 부하 전류값이 커지게 되므로 스위치 동작시 on저항이 낮은 것이 필요하다. 또한 부하전류가 큰 분전원 라인의 임피던스에 의해 부하측에서의 전압 변동이 커지게 된다.

그래서 저전압에서 동작하고, 동작시의 on저항도 낮은 절전용 스위치 회로로서 MB3841을 개발했다.

당사에서는 같은 절전 스위치인 MB3802를 1993년 초에 개발하여 노트북에 적용하고 있었는데, MB3802도 사용개시 후 5년이 경과한 지금 다시 고성능 절전용 스위치 IC가 필요하게 되었다.

MB3841은 소비전류의 증대에 대응하기 위해 고성능화와 고기능화를 목적으로 개발했다.

그림 16에 MB3841의 블록 다이어그램을 나타낸다.

MB3841은 DC-DC 컨버터(차지 펌프)를 내장했으며, 또 DC-DC 컨버터를 기동하고, 스위치용 FET 게이트에 전압을 인가하여 스위치를 ON시키기 때문에 전원 라인의 전압이 2.1V 이상일 때 동작한다. DC-DC 컨버터를 내장하면 스위치용으로 on 저항이 낮은 N형 MOS Tr를 사용할 수 있으므로 전원 라인에서의 전압 드롭을 적게 할 수 있다.

또 NMOS Tr의 백 게이트를 GND에 접속함으로써 DMOS Tr에서 문제가 되고 있는 기생 다이오드에 의한 스위치 off시 역류를 방지하고 있다. 때문에 스위치 on저항의 증대를 초래하지 않고 REVERSE BLOCK 구조를 실현하고 있다.

REVERSE BLOCK 구조에 의해 쌍방향 스위치 특성을 가지게 된다. 이로써 부하에 공급하는 전압 전환을 위해 스위치 회로로도 사용할 수 있다.

또 소프트 스타트 기능으로 스위치 회로의 on/off 시간을 지연시킬 수 있으므로 스위치 on시의 부하에의 돌입전류를 방지할 수 있다.

MB3841의 스위치용 NMOS Tr은 커런트(current) 미러 회로를 구성하고 블록다이어그램으로 나타내는 CURRENT 단자에 저항을 접속만 하면 임의의 전류값으로 과전류 보호를 실행할 수 있다. MB3841에서는 성능 강화를 위해 스위치 저항을 MB3802의 1/3 1/4로 개선하고 있다.

MB3802 전체의 스위치 저항은 약 120mΩ이었다. 이것을 자세하게 분석해 보면 스위치 역할을 하는 FET의 on저항은 60mΩ으로서, 모든 저항값의 약 절반밖에 되지 않았다. 나머지의 60mΩ은 IC 패키지의 리드 프레임이 편측 27mΩ, 본딩용 금선도 편측 3mΩ이라는 것을 알 수 있었다.

MB3841은 종래의 철 프레임에서 동 프레임 패키지를 사용함으로써 리드 프레임 저항을 거의 0mΩ으로 했다. 또 본딩용 금와이어의 선

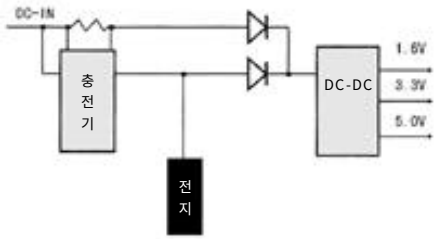


그림 19. 차동 충전의 원리

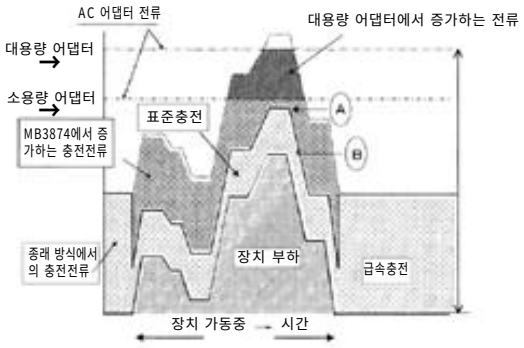


그림 21. MB3874에서의 충전전류의 상태

그림 20. MB3874에 의한 충전제어

지름을 가능한 굵게 하거나 여러 개를 본딩함으로써 저항값을 감소시키는 동시에 금와이어의 선 길이가 1mm 이하가 되도록 동 프레임의 형상을 IC 칩의 패턴에 맞추어 재설계했기 때문에 금와이어의 저항값도 거의 0mΩ으로 되었다. 또한, FET의 미세화와 가공 정밀도를 높임으로써 on저항을 종래의 절반값인 30mΩ으로 했다.

2차전지의 충전제어

2차전지를 충전하는 데에는 전원회로의 양극과 전지의 양극을 접속하여 전지에 전류를 흘리면 되지만 전지에 인가하는 전압이나 유입전류에는 제한이 있다.

니켈 카드뮴이나 니켈 수소는 정전류 충전이 일반적인 것으로서, 전지의 사이즈에 의해 허용되고 있는 전류값 이상의 전류가 전지에 유입되지 않도록 제어한 전원회로에서 충전한다. 리튬이온전지는 정전압 정전류로 충전하는 것이 가장 일반적이다.

충전의 종료도 충전방식에 따라 여러 가지 판별 방법이 있다. 니켈 카드뮴에서는 −ΔV를 검출하면 충전을 완료한다. 니켈 수소는 ΔT/Δt가 규정값 이상으로 되었다는 것을 검출하면 충전을 완료한다.

이에 비해 리튬이온전지는 충전전류값이 규정값 이하로 떨어졌다는 것을 검출하면 충전을 완료한다.

리튬이온전지는 정전압 정전류에서 충전을 하지만 충전기의 전압 정밀도에 따라 2차전지에 충전되는 용량이 크게 변한다. 그 상태를 그림 17, 18에 나타낸다.

이와 같이 충전 전압이 높을수록 축적되는 에너지는 크다. 그러나 리튬이온전지를 4.25V를 초과한 높은 전압으로 충전하면 누액이나 발연₩발화₩파열이라고 하는 위험이 따를 뿐 아니라 사이클 수명(방전되는 횟수)도 감소된다. 과충전 자체에 의해서 직접 사고가 일어나지 않아도 과충전 상태에 있는 전지에 별개의 사고가 가해짐으로써 발연₩발화에 이르는 경우가 있다.

사진 1은 용량 1,400mA의 각형 전지에 AC 어댑터에서 직접 충전했을 경우를 상정하여 18.0V/30A로 충전했을 때의 결과를 나타내고 있다. 과충전에 의해 전지가 파열된 예이다.

사진 2, 3은 충전 상태의 전지를 못으로 찌르는 실험을 했을 때의 충전 전압의 차이에 의한 결과를 나타낸 것이다. 충전 전압이 50mV로 높아진 범위에서 발연₩발화에 이르는가에 따라 차이가 발생한다. 사진 4, 5는 충전 상태의 전지를 각봉에 의한 압괴(壓壞)시험을 했을 때 충전 전압 차이에 의한 결과를 나타낸 것

이다.

리튬이온전지는 모든 온도 범위에서 4.2V±50mV(±1.1%) 정밀도의 충전전압을 요구하지만 일반적인 DC-DC 컨버터에서 보증할 수 있는 전압의 정밀도는 ±5% 정도이다. 충전 전압을 ±1.1%의 범위내에 수납하기 위해서는 전압 검출용의 저항을 레이저로 트리밍하거나 트리머 저항을 사용하여 조정하면 실현할 수 있지만 이러한 방법은 제조 공수가 걸리고 비용이 증가하는 문제가 발생한다.

그래서 ±0.5%의 정밀도로 전압을 제어할 수 있는 충전제어 전용의 LSI를 개발하여 ±1.1% 정밀도의 충전 전압을 간단히 실현하는 동시에 고정밀도로 충전전압을 제어함으로써 종래보다도 약 10%가 증가한 에너지를 충전하도록 했다.

다음에 소개하는 병렬 충전제어용의 LSIMB3814에서는 출력 전압 검출용의 분압저항 R1과 R2를 LSI 내부에서 작성함으로써 고정밀도의 전압제어를 가능케 하고 있다. LSI 내부에서 저항을 만드는 경우에 저항의 절대값은 불순물 확산의 분산 등으로 ±20 30%의 오차가 발생한다. 그러나 LSI 내부에서 만드는 저항의 상대값은 외형 치수로 결정되기 때문에 외형 치수를 0.1μm 단위로 제어되는 LSI에서는 2개의 저항값의 비를 높은 정밀도로 제어할 수 있다.

(1) 병렬충전

병렬충전 제어는 당사가 제창하고 있는 리튬이온전지의 충전 제어 방법으로서, 하나의 충전기 회로에서 복수의 전지를 동시에 충전함으로써 충전시간을 단축시키는 방법이다. 1개의 리튬이온전지를 충전하는 데에는 약 2시간이 필요하며 2개의 리튬이온전지를 순서대로 충전해 가면 약 4시간이 필요하게 된다.

그러나 2개의 전지를 하나의 충전기 회로에서 동시에 충전하는 병렬충전에서는 약 2.7시간에 2개의 전지가 충전되므로 시간을 더욱 단축시킬 수 있다. 이 정전압 정전제어에 의한 병렬충전을 실현하기 위한 LSI가 MB3814이다.

MB3814는 정전압 정전류 DC-DC 제어용의 LSI이지만 병렬충전을 하기 위해 몇 가지 기능이 추가되고 있다. 첫번째 기능은 2개의 전지 각각의 충전 전압을 전지마다 정확하게 제어할 수 있도록 독립된 전압 제어회로를 가지고 있다. 마찬가지로 2개의 전지 각각의 충전전류를 전지마다 정확하게 제어할 수 있도록 독립된 전류 제어회로를 가지고 있다.

두번째 기능은 양쪽 전지에 흐르는 충전전류의 합계값을 구하기 위한 전류 가산회로와 전류 가산회로에 의한 전류 제어회로를 가지고 있다. 2개의 독립된 충전전류 제어회로에서 충전전류를 제어하면 충전기의 최대 출력은 양쪽 합계 전류로 되는데 전류 가산회로에 의한 전류 제어회로를 설치함으로써 개개 전지의 충전전류 제어 이외에 동시 충전시 최대 충전전류를 설정할 수 있어 AC 어댑터 등의 입력원에서의 최대 소비전력을 제한할 수 있다.

(2) 차동 충전

노트북의 전력원은 전지와 AC 어댑터 2개로 동작하도록 구성되어 있다. 또 2차전지의 충전회로를 내장하고 있어서 퍼스널 컴퓨터에 AC 어댑터가 접속되어 있을 경우 장치

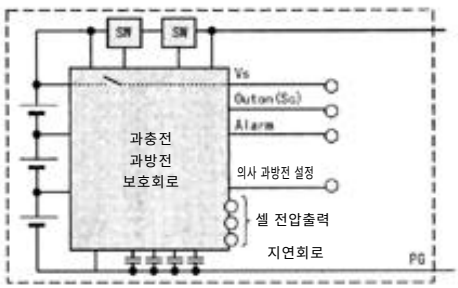


그림 22. 리튬이온전지용 보호 IC MB3835

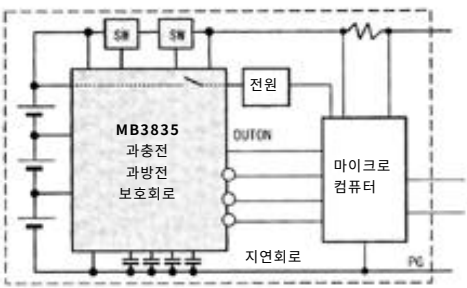


그림 23. MB3835를 이용한 SBS의 구성 예

에 전지 팩을 장착하는 것만으로 전지가 충전된다.

노트북을 사용하지 않을 때, AC 어댑터에서 공급되는 전력은 모두 전지의 충전용으로 사용할 수 있으므로 AC 어댑터의 능력 범위 내에서 전지가 허용되는 최대 충전전류에서의 충전이 가능하게 된다. 전지가 허용되는 최대 충전전류에서 충전함으로써 충전시간이 짧아지는데 이것을 급속 충전이라 한다. 한편, 노트북을 사용할 때는 AC 어댑터에서 공급되는 전력은 장치측에서 먼저 사용하고 AC 어댑터가 공급할 수 있는 전력에서 장치가 사용하는 최대 전력을 뺀 나머지의 전력으로 전지를 충전하기 때문에 충전에 시간이 걸린다.

그러나 노트북은 언제나 최대의 소비전력에서 동작하고 있는 것은 아니다. 노트북의 동작은 사용하는 애플리케이션 프로그램에 의존하고 있으므로 소비전력도 그것에 의존하여 항상 변화되고 있다.

따라서 노트북이 동작할 때 소비전력을 감시하여 노트북의 소비전력과 전지의 충전전력의 합계 전력이 AC 어댑터가 공급할 수 있는 전력과 항상 일치되도록 전지의 충전전류를 자동적으로 제어하여 평균 충전전류를 증가시킴으로써 충전시간을 단축할 수 있다. 이와 같은 충전방법을 차동충전이라 한다. 차동충전의 원리를 그림 9에 나타낸다. 병렬충전 제어용으로 개발한 MB3814는 차동충전 제어용 IC로서도 동작한다.

(3)동작 제어충전

차동충전에 의해 장치 동작시의 전지 충전시간을 짧게 할 수는 있지만, 더욱 발전된 충전 제어방법으로서 동적 제어충전을 들 수 있다.

차동충전에서는 노트북의 소비전력과 전지의 충전전력의 합계값이 AC 어댑터가 공급할 수 있는 전력의 최대값에 맞추어 설정되므로 퍼스널 컴퓨터의 사용방법에 따라 AC 어댑터를 바꿔서 사용할 수는 없다.

노트북의 모바일 운용을 고려했을 때, 사무소나 가정에서 사용할 때는 대용량 AC 어댑터를 사용하여 급속 충전하는 것이 편리하다. 그러나 휴대용으로 사용할 때는 용량이 작아도 소형₩경량인 AC 어댑터를 사용하는 것이 편리하다. 그래서 AC 어댑터의 출력 용량을 자동적으로 확인하여 충전전류를 제어하는 충전방법이 동적 제어충전이다. MB3874는 동적 제어 충전용 IC로서 개발한 것이다. MB3874는 AC 어댑터의 출력전압을 감시하여 AC 어댑터가 과부하로 전압저하를 일으키지 않도록 충전전류를 제한한다. 이 상태를 그림 20에 나타낸다. 차동충전에서 동적 제어충전으로 되면서 AC 어댑터 용량에 따라 충전전류가 바뀌어지는 것을 그림 21에 나타낸다.

과충전 과방전 보호회로

전지를 과충전이나 과방전으로부터 보호하기 위해 전지 팩은 전지 셀 이외에 전기적인 보호회로를 내장하고 있다. 또 이를 위한 보호회로 IC가 여러 메이커에서 발표되고 있다. 그러나 종래의 보호회로는 전지 자체의 보호를 목적으로 한 것이 대부분으로, 전지를 사용하고 있는 기기측까지 고려한 보호회로는 아니다.

전지 팩은 복수의 전지 셀이 직렬접속으로 구성되지만 과방전 보호회로는 어느 것이든 하나라도 규정된 전압 이하가 되면 토털 전압에 상관없이 사전의 경고 없이 출력이 차단된다. 그 결과, 장치측에서 보면 충분한 전압이 있음에도 불구하고 갑자기 전력이 차단되어 결국 데이터가 파괴된다.

다음에 과방전 보호회로 자체의 소비전력에 의한 전지수명의 열화 촉진을 들 수 있다. 과방전 보호회로는 전지가 과방전되어 회복할 수 없는 손상을 받지 않도록 하기 위한 회로이다. 그러나 전지의 전압이 과방전 전위에 도달한 다음에도 보호회로 자체가 전력을 소비하기 때문에 전지 팩을 장치에 장착한 상태로 장기간 방치하면 전지에 치명적인 손상을 주게 된다. SBS(Smart Battery System) 등 마이크로컨트롤러를 내장한 인텔리전트 배터리에서는 항상 마이크로컨트롤러가 동작을 하기 때문에 전지가 팩 단체(單體)에서 장기간 재고되는 경우라도 전지 팩 내부에서 전력을 계속 소비하는 문제가 발생한다.

이 문제점을 해결하기 위해 개발된 리튬이온전지 보호회로의 IC로서 MB3835가 있다. MB3835의 기능을 그림 22에 나타낸다.

MB3835의 첫번째 기능은 과방전으로 인한 출력차단을 하기 전에 ALARM 신호를 송출하는 기능이다. ALARM 신호를 송출한 다음 출력을 차단할 때까지의 시간을 임의로 설정할 수 있다.

두번째 기능은 출력의 ON/OFF 제어 기능이다. 전지 팩이 단체(單體) 상태일 때, 과충전 과방전될 즈음에 스위치 회로를 외부신호로 ON/OFF하므로 전극간의 체인 쇼트를 방지할 수 있게 된다.

세번째 기능으로는 의사 과방전

모드가 있다. 의사 과방전 모드란 전지의 잔량이 있는 상태에서 외부신호로 과방전 검출에 의한 출력차단 상태로 설정할 수 있는 기능이다.

네번째는 기능이라고 할 수는 없지만 과방전 검출후의 소비전력이다. 종래의 보호회로 IC의 소비전력은 과방전 검출에 의해 출력 차단된 후 1μA 0.5μ정도였지만, MB3835는 과방전 검출후의 소비전력을 100PA까지 삭감하고 있다.

종래 IC의 약 1/5,000로서, 종래의 보호 IC를 사용한 전지 팩이 과방전 검출로 출력 차단된 후에 1일 동안 보호할 수 있다고 하면, MB3835를 사용한 전지 팩이라면 5,000일 동안 전지를 보호할 수 있는 것이다. 세번째 기능에서 기술한 의사 과방전 모드일 때의 보호 IC의 소비전력도 100PA이다.

다섯번째 기능으로 본래의 전력라인 이외에 IC 내부에 과방전에 의한 출력차단 기능과 전류 제한기능을 구비한 전원 출력 라인을 준비하고 있다.

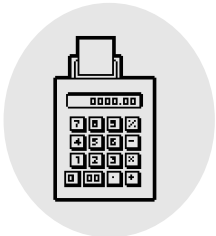
또 직렬로 접속된 전지 셀 단위의 전압을 그라운드 전위 기준으로 시프트하여 출력하는 기능도 있다.

MB3815는 그 이외에도 출력 단락시의 과전류 검출에 의한 출력차단 기능을 구비하고 있다. 과전류 검출회로는 전류값에 따라 출력 차단할 때까지의 시간을 2단계로 설정할 수 있기 때문에 회로측에서의 돌입전류를 발생시켰을 경우 오검출에 의한 출력차단을 방지할 수 있다.

과전류 검출회로에 의한 출력차단 기능을 구비하고 있으므로 전지팩이 역충전되었을 경우에도 이 기능을 이용하여 역충전 방지를 도모할 수 있다.

MB3835는 과충전 과방전 보호용의 LSI이지만 제2의 전압 출력회로나 전압 모니터 회로를 내장하고 있으므로 제어용의 마이크로컨트롤러와 전류 모니터 회로를 추가하는 것만으로 인텔리전트 배터리 팩의 일종인 SBS를 간단히 구성할 수 있다. MB3835를 사용하여 SBS를 구성하는 경우의 회로구성 예를 그림 23에 나타낸다.

내 브랜드를 관리하자



◆ 색다른 명함과 나만의 독특한 캐릭터, 별명 등을 만들자.
◆ 내가 잘 할 수 있는 것을 찾아 전문가가 되자.
◆ 나에게 주어진 일은 완벽하게 처리해 내자.
◆ 잡지나 방송에 글을 기고하는 등 다양하게 내 생각을 말하는 방법을 연구하자.
◆ 모임에서는 사회를 맡아서 자신감 있는 모습을 보여준다.
◆ 책상만 지키는 시대는 갔으므로 항상 다방면에 관심을 갖고 공부하자.
◆ 패션, 말하는 방법, 표정, 도덕성 등 전체적인 이미지 개선을 생각하자.