

전자엔지니어

E Times-Korea

2010년 4월

CORERIVER
www.coreriver.com

노이즈에 강한
디지털
터치코어

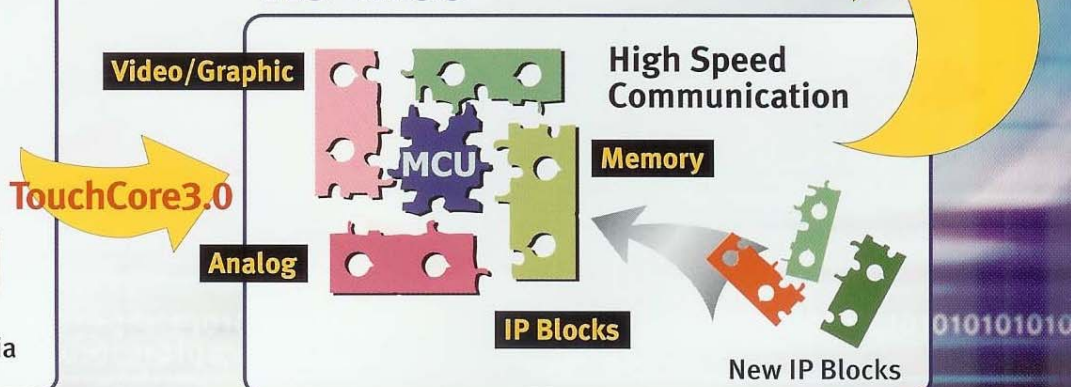
MCU



Touch Core
Touch Sensor + MCU



AS-MCU



터치코어 비즈니스 개척에 동참할 인재를 모집합니다.

구분	모집분야	비고	모집인원
R&D	• ASIC, SoC, F/E, B/E 설계 • Field Application Engineer	팀장급 포함	경력 00명
영업	국내외 영업	기술영업 우대	경력 0명
관리	회계 및 경리	대출(예정자 포함)	신입 0명

모집관련 문의: Email: info@coreriver.com / 전화: 02-2142-3430

WT MICROELECTRONICS

원텍마이크로일렉트로닉스코리아
www.wtmec.com
E-mail: WTK_Coreriver@wtmec.com
전화: 031)385-5775 Fax: 031)385-6446



Always Green Semicom Co., Ltd.

늘푸른 세미컴
www.agsemi.com
E-mail: info@agsemi.com
전화: 02) 2081-1900 Fax: 02) 2081-1910



TEI Corporation

테이코퍼레이션
E-mail: kpark@tei.kr
전화: 070-7696-9898 Fax: 02) 6008-9161

TEI Corporation

커패시터

배터리 구동 단말기의 고전류 과도부하 처리 기법

By Fabien Franc
Applications Manager
ON Semiconductor

과거에는 휴대폰과 같은 배터리 구동 단말기들이 동작시에 상당히 제한적인 전력 요건을 갖고 있었다. 그러나 지금은 메가픽셀 카메라 기능을 위한 고강도 플래시나 대량의 데이터 전송을 지원하기 위한 경우와 같이 높은 피크 전류 펄스 공급에 대한 필요성이 증가되고 있다. 기존 휴대폰 디자인들에서 이러한 고전류 과도부하는 배터리 전압뿐만 아니라 시스템 운용에까지 상당한 영향을 미치고 있다.

이는 배터리로부터 매우 높은 전류가 직접 인가될 때 주로 배터리의 직렬 저항으로 인해 터미널 전압이 순간적으로 떨어지기 때문이다. 오늘날에는 초대형 커패시터 컴포넌트와 최신 회로 디자인의 결합을 통해 배터리 스트레스 없이 이러한 피크 전류가 공급되는 것을 가능케 해 주고 있다. 이로써 보다 기능이 풍부한 단말기가 개발될 수 있을 뿐만 아니라 배터리의 수명도 연장할 수 있는 것이다.

휴대폰 배터리 내 고전류 과도부하

리튬이온 배터리에 적용되는 고전류 과도부하는 시스템 운용에 심각한 영향을 미칠 수 있다. 예컨대, 100ms 동안

2A 전류부하를 내게 되는 800mAh 리튬이온 배터리 팩이 적용된 휴대폰을 생각해 보자.

그림 1에서 볼 수 있듯이 배터리의 터미널 전압은 순간 강하(V_{ESR})를 보이는데, 이는 배터리의 등가직렬저항(R_{ESR}) 및 전류(I)에 정비례하기 때문에 $V_{ESR} = R_{ESR} \times I$ 라는 등식으로 정의할 수 있다.

2A 펄스로 인해 공급 전압이 처음에는 4V에서 3.7V로 감소하고 100ms 후에는 3.6V로 낮아진다. 부하 펄스가 정지하면 배터리 전압이 초기 전압으로 되돌아가게 된다. 배터리의 내부 저항은 $R_{ESR} = V_{ESR} / I$ 로 산출된다. 이번 예에서는 $R_{ESR} = 0.3V / 2A = 0.15\Omega$ 라는 의미가 된다.

대체로 휴대폰의 공급 전압이 3.3V라는 한계값 미만으로 떨어질 때마다 휴대폰이 정지 모드로 들어간다고 가정한다면, 배터리 전압은 3.5V로 낮아짐으로써 이러한 부하 이벤트가 시스템 정지(배터리가 완전히 방전된 것처럼)를 야기하게 될 것이다.

수퍼커패시터에 대한 논의

배터리가 방전됨에 따라 최대로 허용 가능한 부하 전류가 감소된다는 사실은 명확하다.

게다가 이처럼 배터리로부터 인가될 수 있는 최대 전류는 터미널 전압을 부하 아래로 강하시키며 인가될 수 있는

전류를 감소시킨다. 이는 리튬이온 기술의 경우 내부 저항이 기타 다른 재충전 배터리 종류보다 높기 때문에 쟁점이 되고 있다. 더욱이 일반적으로 리튬이온 배터리에서는 시간이 지남에 따라 내부 저항이 증가된다.

이와 같은 요인들을 완화하기 위한 한 가지 방법이 바로 수퍼커패시터 기술을 활용하는 것이다. 이는 자유롭게 이용할 수 있는 수백 마이크로패럿(μF)의 에너지 스토리지를 제공할 뿐만 아니라 매우 낮은 ESR 레벨을 보이기 때문에 피크 동안에도 부하를 공급할 수 있다.

수퍼커패시터는 일반적으로 낮은 연속 전류에 의해 사전에 충전되고 공칭 전압은 약 5V에 이른다. 커패시터 전압

이 높으면 보다 오랜 시간 동안 부하를 공급하게 되는데, 이는 전하(Q)가 전압 및 커패시턴스 값(C)의 곱과 같기 때문이다. 그러나 대형 커패시터를 직접 배터리에 연결하면 극도로 높은 돌입 전류를 야기할 수 있으며 제한적으로 제어된 충전 전류 및 정확한 최종 전압을 보장하기 위해서는 추가적 회로가 필요하게 된다.

카메라 플래시를 위한 수퍼커패시터

수퍼커패시터의 이점은 디지털 카메라와 카메라폰에 점점 더 많이 적용되고 있는 LED 기반 플래시를 생각해 보면 이해할 수 있을 것이다. 이 경우들에서는 몇 암페어의 전류

20 쪽으로 »

컨버터

저전력 ADC, 배터리 구동 휴대기기 넘어 영역 확장 진행 중!

빌 슈웨이

복잡하고 다양한 아날로그 세계와 관련된 우세한 '추세'가 하나만 있다고 생각하는 것은 지나치게 단순하다고 할 수도 있겠지만 일부 추세가 다른 것보다 강력한 것이 사실이다. 아날로그/디지털 컨버터(ADC)의 경우 거의 모든 분해능과 속도에 붙는 형용사는 바로 '저전력'이다. 특히 흥미로운 점은 현재 저전력 어플리케이션이 배터리 구동 휴대기기를 넘어 엑스레이 장비, 초음파 및 MRI 스캐너와 같이 채널 수가 많은 디자인으로 확장되고 있다는 점이다.

그렇다면 전력선으로부터 수십 킬로와트를 끌어오면서도, 왜 아날로그 프론트엔드의 경우에는 몇 와트도 문제가 되는 것일까?

이것은 '클린' 파워레일을 IC에 적용하는 비용뿐만 아니라 회로 기판 내의 열 소산과 관련이 있다. 전력 소모를 줄이면 전력 공급 서브시스템의 디자인을 단순화할 수 있을 뿐

만 아니라 열 부하를 줄이고 결과적으로 소산을 낮춤으로써 채널 수를 보다 늘릴 수 있게 된다. 게다가 저전력은 IC 벤더들이 보다 많은 채널들을 단일 IC로 패키징할 수 있게 해줄 뿐만 아니라 프론트엔드의 밀도를 증가시켜 준다.

또한 BOM(Bill of Material)의 단순화도 설계자들의 마음을 무겁게 하고 있다. "설계자들은 그들의 요구를 가능한 한 많이 충족시켜 주는 단일 ADC를 원하고 있으며 [또한] 이러한 ADC를 최대 속도로 구동시키고 사후 처리를 함으로써 오버샘플링과 평균화를 통해 보다 나은 SNR을 달성하기를 기대하고 있다"고 Maxim Integrated Products사의 Steve Logan 씨는 밝혔다.

포트프린트를 줄이는 또 다른 방법은 모든 ADC에 요구되는 레퍼런스 기능의 경우와 같이 통합과 기능성을 증가시키는 것이다. 하이엔

22 쪽으로 »

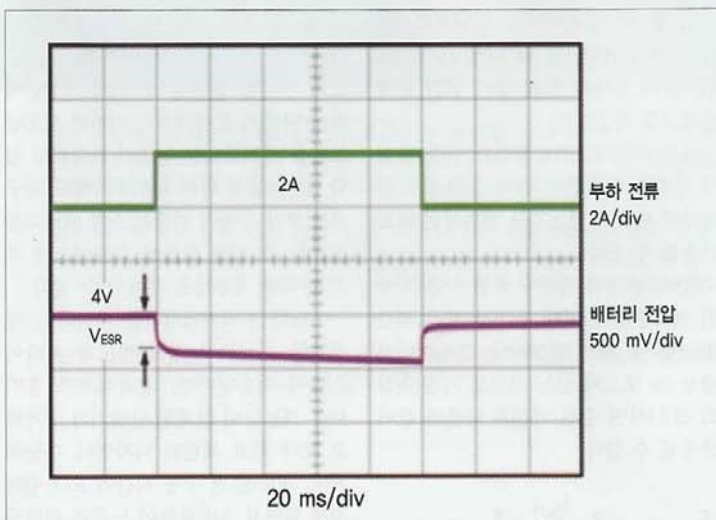


그림 1: 2A 과도부하일 때 리튬이온 배터리 전압의 변화

배터리 구동 단말기의 고전류 과도부하 처리 기법

» 19 쪽에서

가 최대 100ms의 짧은 시간 동안 공급되어야 한다.

수퍼커패시터는 LED에 동력을 공급하는 데 필요한 전하를 저장하기 위한 저장소를 제공하는 한편, 드라이버 회로는 플래시가 동작하는 동안 정전류를 조절한다. 게다가 방전시 리튬이온 배터리 전압이 4.2V에서 3.3V로 떨어질 수 있기 때문에 일반적으로 전압을 올리고 커패시터를 공칭 전압까지 충전하기 위해 부스트 컨버터가 필요하다.

최근에는 이러한 디자인들의 구현을 촉진하기 위해 LED 드라이버 기능과 수퍼커패시터 충전 기능을 모두 결합시킨 통합 드라이버 IC가 출현하기도 했다.

예컨대, 그림 2는 수퍼커패시터와 통합 IC가 결합된 LED 카메라 플래시 어플리케이션을 설명하고 있다. 이는 수퍼커패시터 충전기 및 LED 드라이버의 모든 기능을 3mm×3mm 크기의 소형 TQFN 패키지에 담았다.

수퍼커패시터가 최대 5.4V까지 사전에 충전된다면 일반적인 순방향 전압 3.3V로 LED를 구동하기 위한 충분한 여유를 갖게 된다. 이 IC에서 듀얼모드 전하 펌프는 1x 선형 모드에서 시작되며, 커패시터 전압이 증가해 배터리 전압에 접근함에 따라 2x 모드로 전환된다. 충전기의 입력 전류는 외부 저항기에 의해 설정된 최대 전류 한계를 초과할 수 없는데, 이는 갑작스런 강하로부터 배터리와 공급 레일을 보호하기 위한 것이다.

1x 모드에서는 입력 전류가 사실상 수퍼커패시터 충전 전류와 동일한 한

편, 2x 모드에서는 전압이 전하 펌프에서 두 배가 되기 때문에 수퍼커패시터의 입력 전류는 절반이 된다. LED 전류가 조절되는 최대 플래시 지속 시간(T_{FLASH})은 최초 커패시터 전압(V_{CAP}), 커패시턴스 값(C), LED 순방향 전압(V_F) 및 LED 플래시 전류 설정에 의해 결정된다. ΔV_{CAP} 이 방전으로 인한 커패시터 전압의 감소량인 경우, 총 LED 전류는 $I_{OUT} = C \times \Delta V_{CAP} / T_{FLASH}$ 와 같다.

충전기를 쓸 수 없게 되는 최악의 경우에서도 커패시턴스는 다음과 같이 계산할 수 있다:

$$C = \frac{I_{OUT} \times T_{FLASH}}{\Delta V_{CAP}}$$

$$= \frac{I_{OUT} \times T_{FLASH}}{V_{CAP} - I_{OUT}(R_{CAP-ESR} + R_{LEDA}) - V_F}$$

I_{OUT} 이 커패시터의 총 출력 전류인 경우, $R_{CAP-ESR}$ 는 수퍼커패시터 ESR이며, R_{LEDA} 는 CAT3224 전류원의 드롭 아웃 저항이 결합된 LEDA/B이다. 초기 커패시터 전압인 V_{CAP} 은 일반적으로 5.2V 정도로 설정된다.

이 계산에서는 어떠한 인터커넥션 기생 저항도 무시할 수 있다고 가정한다. 예컨대, LED 네 개를 병렬로 사용하며 3.1V V_F 및 동작시간 100ms, V_{CAP} 가 5.2V인 4A 플래시의 경우에 권장 커패시터 용량은 다음과 같다:

$$C = \frac{4A \times 0.1s}{5.2V - 4A(0.1\Omega + 0.1\Omega) - 3.1V}$$

$$\approx 0.3Farad$$

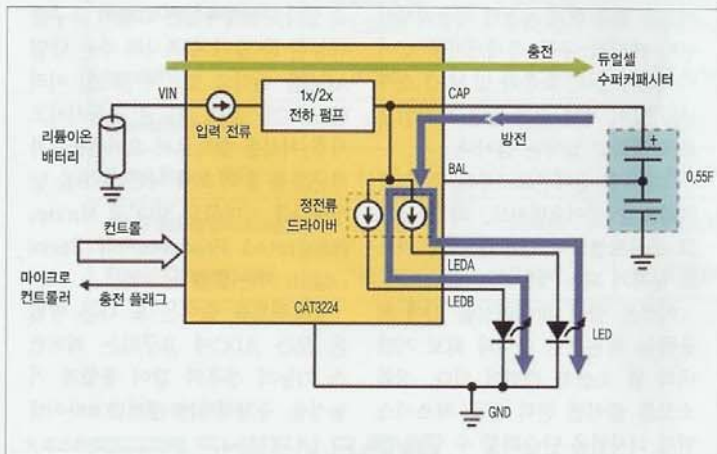


그림 2: 수퍼커패시터와 통합 드라이버 IC가 결합된 LED 카메라 플래시 어플리케이션

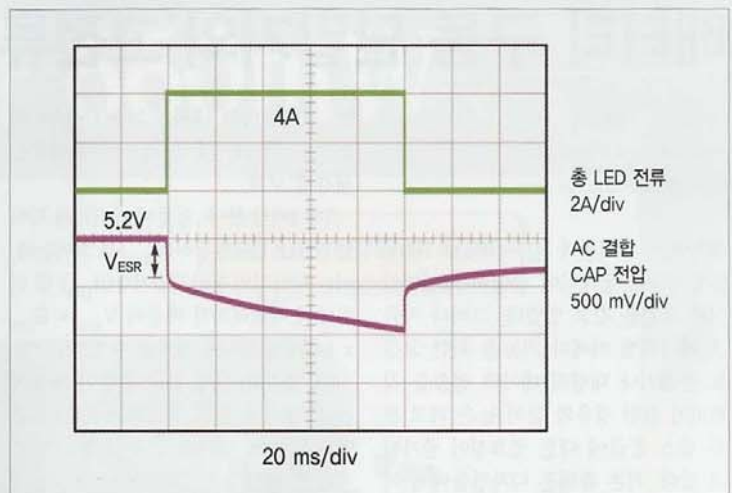


그림 3: 4A 플래시 펄스일 때 수퍼커패시터 전압의 변화 양상

4A 플래시를 지원하기 위해 0.55F 수퍼커패시터(CAP-XX의 HS206F와 같은)는 전압 정격 5.5V와 85mΩ의 낮은 ESR로 이용될 수 있다. 커패시터 방전 전이 파형은 그림 3과 같다.

100ms 후 V_{CAP} 은 1V 감소하고 LED 전류는 총 4A로 일정하게 유지된다. V_{CAP} 이 더욱 더 감소한다면 채널이 LED 전류를 더 이상 일정하게 유지할 수 없고 전류가 점차 감소하는 지점에서 전류원이 드롭아웃된다.

직렬 연결된 두 개의 셀(각각 정격 전압 2.75V)로 이루어진 수퍼커패시터가 내장되어 있는 충전기 IC는 두 셀의 밸런싱을 자동 제어하고 셀 간 터미널을 감시함으로써 각 셀의 전압이 총 커패시터 전압의 절반이라는 것을 보장하게 된다.

이 충전기/드라이버는 수퍼커패시터가 완전 충전되었을 때 이를 마이크로컨트롤러 유닛에 알려 주기 위한 출력 플래그를 제공한다.

이는 마이크로컨트롤러가 연속 플래시 동작을 실행하기 전에 충전 모드로 돌아갈 필요가 있는지를 평가하는 데도 이용될 수 있다.

2연속 플래시 이전에 충전 시간은 충전 전류뿐만 아니라 플래시 지속 시간 및 전류에 의해 결정된다. 드라이버가 항상 2x 모드에 있는 것으로 가정(최악의 경우)하면 충전 시간은 다음과 같이 산출될 수 있다:

$$T_{CHARGE} = 2 \times \frac{I_{OUT}}{I_{IN}} \times T_{FLASH}$$

I_{OUT} 은 이전 펄스의 총 LED 전류이고 T_{FLASH} 는 플래시 지속 시간이며 I_{IN} 은 입력 전류이다.

충전 전류가 300mA인 60ms, 4A 플래시 펄스의 경우 재충전 시간은 다음과 같다:

$$T_{CHARGE} = 2 \times \frac{4A}{0.3A} \times 0.06s$$

$$= 1.6s$$

결론

수퍼커패시터를 적절한 충전기 및 드라이버 기술과 결합시킴으로써 배터리 및 시스템 성능을 떨어뜨리지 않으면서도 현대 모바일 제품에 필수적인 기법인 단 시간에 고전류를 전달하는 것을 가능케 할 수 있다. 시간이 지나면서 수퍼커패시터 기술이 소형 패키지로 큰 규모의 전하를 운반할 수 있게 개선됨에 따라 단말기 분야에서는 이러한 컴포넌트들을 채택하려는 경향이 확대되고 있다. OEM들은 관련 과도부하에도 불구하고 보다 수명이 연장된 소형 배터리를 이용할 수 있기 때문에 디바이스에 보다 강력한 기능성을 추가할 수 있다.

이러한 수퍼커패시터를 지원하는 데 정확한 아날로그/전력 반도체 디바이스들이 이용된다면, 결과적으로 흥미로운 기능들이 탑재된 단말기가 증가하고 보다 작고 세련된 디자인이 가능해지며, 재충전 전 구동 시간이 보다 길어지게 되면서 소비자들이 느끼는 이점도 배가될 것이다.