



# 기술자료

시스템 설계시 울트라커패시터를 사용해야 하는 10 가지 이유

Maxwell Technologies, Inc. ®

Maxwell Technologies, Inc.  
Worldwide Headquarters  
9244 Balboa Avenue  
San Diego, CA 92123  
USA  
Phone: +1 858 503 3300  
Fax: +1 858 503 3301

Maxwell Technologies SA  
CH-1728 Rossens  
Switzerland  
Phone: +41 (0)26 411 85 00  
Fax: +41 (0)26 411 85 05

Maxwell Technologies GmbH  
Brucker Strasse 21  
D-82205 Gilching  
Germany  
Phone: +49 (0)8105 24 16 10  
Fax: +49 (0)8105 24 16 19

Maxwell Technologies, Inc. -  
Shanghai Representative Office  
Rm.2104, Suncome Liauw's Plaza  
738 Shang Cheng Road  
Pudong New Area  
Shanghai 200120, P.R. China  
Phone: +86 21 5836 5733  
Fax: +86 21 5836 5620

[info@maxwell.com](mailto:info@maxwell.com) – [www.maxwell.com](http://www.maxwell.com)

## MAXWELL TECHNOLOGIES 기술자료:

### 시스템 설계시 울트라커패시터를 사용해야 하는 10 가지 이유

---

지금까지 애플리케이션의 전체 파워 규격을 충족하는 싱글 에너지 저장 디바이스를 사용하려면 설계자들은 파워용 설계(에너지가 남는 경우)를 하거나 에너지용 설계(파워가 부족한 경우)를 해야 했다. EDLC(Electrochemical Double Layer Capacitor)로도 불리는 울트라커패시터는 다른 에너지 저장 디바이스에 비해 독특한 특성을 제공한다. 이 특성을 활용하면 파워 시스템을 설계할 때 선택의 폭을 넓힐 수 있다. 시스템 설계자는 맥스웰 테크놀로지스(Maxwell Technologies) BOOSTCAP 울트라커패시터의 고성능 특성을 활용하여 기존 솔루션보다 비용이 저렴하고, 성능은 더 뛰어난 하이브리드 파워 시스템을 개발할 수 있다. 울트라커패시터는 다양한 이점을 제공한다. 파워 시스템 설계시 울트라커패시터 사용을 고려해야 하는 10 가지 이유는 다음과 같다.

#### 1. 고효율

BOOSTCAP 울트라커패시터는 고효율 디바이스이다. 쿨롱 효율(방전된 충전량을 채우기 위해 추가된 총 충전량으로 방전된 총 충전량을 나눈 값)이 고전류에서도 99%를 초과하기 때문에 울트라커패시터를 충·방전할 때 소실되는 충전량이 거의 없다.

또한 낮은 ESR(Equivalent Series Resistance) 덕분에 RTE(Round-Trip Efficiency)도 매우 높다. 5 초\* 내에 RTE 가 70%를 넘는다. 10 초 내에 RTE 가 80%를 넘는다.

이는 에너지를 더욱 효율적으로 사용할 수 있을 뿐만 아니라 과열을 방지한다.

따라서 에너지 저장 디바이스를 냉각해야 하는 오버헤드가 줄어들 가능성이 높다. \* 5 초 내에 1/2 전압으로 방전하고 울트라커패시터가 완전히 충전될 때까지 같은 속도로 충전

#### 2. 고전류 처리

BOOSTCAP 울트라커패시터는 초저 ESR 로 설계되어 고전류를 처리하고 공급한다.

Maxwell Technologies, Inc.  
Worldwide Headquarters  
9244 Balboa Avenue  
San Diego, CA 92123  
USA  
Phone: +1 858 503 3300  
Fax: +1 858 503 3301

Maxwell Technologies SA  
CH-1728 Rossens  
Switzerland  
Phone: +41 (0)26 411 85 00  
Fax: +41 (0)26 411 85 05

Maxwell Technologies GmbH  
Brucker Strasse 21  
D-82205 Gilching  
Germany  
Phone: +49 (0)8105 24 16 10  
Fax: +49 (0)8105 24 16 19

Maxwell Technologies, Inc. -  
Shanghai Representative Office  
Rm.2104, Suncome Liao's Plaza  
738 Shang Cheng Road  
Pudong New Area  
Shanghai 200120, P.R. China  
Phone: +86 21 5836 5733  
Fax: +86 21 5836 5620

## MAXWELL TECHNOLOGIES 기술자료:

### 시스템 설계시 울트라커패시터를 사용해야 하는 10 가지 이유

---

PowerCache 커패시터의 낮은 ESR 덕분에 커패시터는 고속으로 충전 가능하므로 회생제동과 기타 고속 애플리케이션에 매우 적합하다. 울트라커패시터의 고유한 특성 때문에 충전 및 방전 속도가 동일하다. 이를 견디는 배터리는 없다.

회생제동 및 고속 충전 장난감 등의 애플리케이션에서 에너지 저장 디바이스를 신속하게 충전하고 싶은 경우, 간단한 저항 가열을 사용하기 때문에 합리적인 제한범위 내에서 시스템의 허용 속도만큼 빠르게 울트라커패시터를 충전할 수 있다. 배터리 기반 시스템의 경우 배터리가 충전할 수 있는 속도 정도로만 충전할 수 있다. 이 때문에 시스템의 충전 속도가 저속이나 중간 속도로 제한되고 충전 빈도도 제한되는 경우가 있을 수 있으며, 이 사항은 제동 시스템에서 굉장히 중요하다. 게다가 배터리는 이 충전 속도를 자가 제어하지 못하므로 시스템 설계자들이 이 충전 속도를 처리해야 한다.

배터리 사용시 잉여 에너지가 필요한 경우가 가끔 있다. 이런 경우 울트라커패시터와 배터리를 결합하여 둘을 최대한 활용함으로써 시스템 설계를 최적화한다. 예를 들면 저렴한 알칼리 배터리와 울트라커패시터를 같이 사용하는 디지털 카메라 등 컨수머 전자제품과 하이브리드 전동장치 등 자동차 애플리케이션 등이다. 이들 경우 울트라커패시터는 고출력 펄스를 제공하며, 동시에 배터리는 높은 에너지를 공급한다.

### 3. 넓은 전압범위

BOOSTCAP 울트라커패시터는 전압범위가 넓다. 시스템 전압범위는 배터리의 좁은 전압범위보다 훨씬 넓다. 울트라커패시터는 최대 연속 동작전압 미만의 어떤 전압에서도 동작한다. 전압을 더 높이기 위해 멀티 셀이 직렬로 연결되어 있으며 전체 직렬 최대전압 이하에서 동작한다. 울트라커패시터는 과방전 위험이 없다. 보수유지 전에 울트라커패시터 시스템을 완전히 방전할 수 있어 위험을 줄일 수 있다. 일부 시스템의 경우 연료전지 수준의 전압을 제공하는 울트라커패시터는 배터리/연료전지 시스템보다 성능이 뛰어나다. 배터리/연료전지 시스템에서

Maxwell Technologies, Inc.  
Worldwide Headquarters  
9244 Balboa Avenue  
San Diego, CA 92123  
USA  
Phone: +1 858 503 3300  
Fax: +1 858 503 3301

Maxwell Technologies SA  
CH-1728 Rossens  
Switzerland  
Phone: +41 (0)26 411 85 00  
Fax: +41 (0)26 411 85 05

Maxwell Technologies GmbH  
Brucker Strasse 21  
D-82205 Gilching  
Germany  
Phone: +49 (0)8105 24 16 10  
Fax: +49 (0)8105 24 16 19

Maxwell Technologies, Inc. -  
Shanghai Representative Office  
Rm.2104, Suncome Liao's Plaza  
738 Shang Cheng Road  
Pudong New Area  
Shanghai 200120, P.R. China  
Phone: +86 21 5836 5733  
Fax: +86 21 5836 5620

## MAXWELL TECHNOLOGIES 기술자료:

### 시스템 설계시 울트라커패시터를 사용해야 하는 10 가지 이유

---

연료전지는 배터리가 견딜 수 있는 전압범위를 초과하여 동작할 수 있다.

#### 4. 넓은 온도범위

울트라커패시터는 화학 반응과 상관없이 동작하므로 다양한 온도범위에서 동작할 수 있다. 고온에 관한 한 울트라커패시터는 최대 65°C 에서 동작 가능하다. 최대 저장온도는 85°C 이며 열 폭주가 없다. 저온의 경우 울트라커패시터는 배터리의 저온 성능 역치보다 훨씬 낮은 -40°C 정도에서도 파워(저항 손실 다소 증가)를 공급할 수 있다. BOOSTCAP 울트라커패시터의 탁월한 저온 성능은 엔진 시동장치에 안성맞춤이다. 배터리와 함께 사용하면 배터리로 에너지 요건(엔진이 꺼진 동안 라이트 및 스테레오에 전원공급 등)이나 울트라커패시터로 파워 요건(엔진이 꺼진 동안 라이트 및 스테레오에 전원공급으로 배터리가 방전되는 경우나 추울 때 엔진 가동 등)을 충족시키는 시스템을 구현할 수 있다.

#### 5. 상황 모니터링

배터리의 SOC(State of Charge) 및 SOH(State of Health)를 판단하는 것은 튼튼한 배터리 시스템 설계시 중요하다. 따라서 정교한 데이터 수집, 복잡한 알고리즘 및 장기간 데이터 통합이 필요하다. 울트라커패시터의 SOC 및 SOH 를 판단하는 것은 매우 간단하다.

커패시터에 저장된 에너지는 커패시턴스와 전압으로만 이뤄진 함수이고 커패시턴스는 상수이다.(간단한 오픈회로 전압 측정으로 SOC 를 정한다.) 커패시턴스는 비교적 일정하므로 전압만으로도 SOC 를 효과적으로 판단한다. 오랜 시간에 걸쳐 ESR 과 커패시턴스의 변화가 비교적 느리므로 커패시턴스와 ESR 을 계산하여 SOH 를 판단한다. 정전류에서 짧은(2~10 초) 방전은 커패시턴스와 ESR 을 계산하는 데 충분한 데이터를 제공한다. 이 값들은 천천히 변하므로 SOC 용 오픈회로 전압측정과 합쳐지는 SOH 데이터 지점에서 울트라커패시터 조건을

## MAXWELL TECHNOLOGIES 기술자료:

### 시스템 설계시 울트라커패시터를 사용해야 하는 10 가지 이유

---

판단하는 데 필요한 모든 정보를 얻을 수 있다.

#### 6. 긴 사이클

울트라커패시터의 에너지 저장 메커니즘은 전하와 이온만 이동한다. 이 과정은 화학 결합을 생성하거나 깨지 않는다. 따라서 수십만 번의 완전 사이클이 가능하며, 성능 변화는 최소로 발생한다. 또한 울트라커패시터의 사이클은 동일한 사용수명을 갖는 마이크로 사이클(총 에너지의 5% 미만 사이클) 또는 풀 사이클(총 에너지의 80% 초과 사이클)이 된다. 1 년에 몇 번만 방전되는 UPS(무정전전원장치)처럼 울트라커패시터는 가끔 순환되거나, 하이브리드 차량에 사용되듯 매우 빈번하게 순환된다.

#### 7. 긴 동작수명

화학 반응이 없으므로 울트라커패시터의 에너지 저장 메커니즘은 매우 안정적이다. 따라서 수년간 계속 동작이 가능하고 성능 변화는 거의 없다. 울트라커패시터는 완전 방전 후 충전하거나(충전해야 하므로) 장기 저장이 큰 문제가 되지 않는다. 긴 사이클과 긴 동작수명 덕분에 울트라커패시터는 애플리케이션의 시스템 사용수명까지 사용할 수 있다. 배터리의 경우 교체시 비용 및 시간이 든다.

#### 8. 기타 에너지원의 수명 연장

배터리, 특수 엔진, 연료전지 등 에너지원은 과도 상황에서 제대로 작동하지 않는다. 몇몇 디바이스의 경우 과도현상으로 사용수명이 단축되기도 한다. 울트라커패시터를 이런 에너지원과 같이 사용하면 주 에너지원의 많은 과도현상을 덜 수 있다. 장점으로 소형 에너지원이 가능하므로 에너지원을 더 오래 사용할 수 있다. 울트라커패시터/배터리 시스템에 사용되는 배터리 수명은 배터리만 사용하는

Maxwell Technologies, Inc.  
Worldwide Headquarters  
9244 Balboa Avenue  
San Diego, CA 92123  
USA  
Phone: +1 858 503 3300  
Fax: +1 858 503 3301

Maxwell Technologies SA  
CH-1728 Rossens  
Switzerland  
Phone: +41 (0)26 411 85 00  
Fax: +41 (0)26 411 85 05

Maxwell Technologies GmbH  
Brucker Strasse 21  
D-82205 Gilching  
Germany  
Phone: +49 (0)8105 24 16 10  
Fax: +49 (0)8105 24 16 19

Maxwell Technologies, Inc. -  
Shanghai Representative Office  
Rm.2104, Suncome Liauw's Plaza  
738 Shang Cheng Road  
Pudong New Area  
Shanghai 200120, P.R. China  
Phone: +86 21 5836 5733  
Fax: +86 21 5836 5620

## MAXWELL TECHNOLOGIES 기술자료:

### 시스템 설계시 울트라커패시터를 사용해야 하는 10 가지 이유

---

시스템의 수명보다 훨씬 길다.

## 9. 유지보수 용이

울트라커패시터에는 기본적으로 유지보수가 필요하지 않다. 울트라커패시터에는 메모리가 없고 과방전되지 않으며 정격전압 이하의 어떤 전압에서도 동작한다. 전압 및 온도의 다양한 동작범위 내에서 보관하면 유지보수가 전혀 필요하지 않다.

## 10. 손쉬운 통합

울트라커패시터의 고유한 특성 중 하나는 배터리에 비해 시스템 통합이 비교적 간단하다는 점이다. 울트라커패시터의 경우 시스템 통합은 전압 및 온도의 다양한 온도 범위 내에 울트라커패시터를 유지하는 데 주로 집중된다. 울트라커패시터를 직렬 또는 병렬로 연결하게 되는데, 병렬로 연결하면 더 이상 처리할 게 없다. 직렬로 연결하면 전압 관리회로를 종종 사용하여 각 셀의 전압을 동작 범위 내로 유지해야 한다. 하지만 전압 관리회로는 배터리 시스템의 경우에도 종종 사용되므로 울트라커패시터 관리 시스템은 셀이 정격전압을 초과하지 않도록 하면 된다. 이 작업은 일반적으로 전압에 민감한 간단한 전류 바이패스회로로 처리한다. 울트라커패시터에는 전압 하한치가 없으므로 셀이 최소 전압 이상을 유지하도록 제어할 필요가 없다. 개별 셀 전압에 신경을 써서 설치해야 하는 경우 관리 시스템이 필요하지 않다. 최근 기술 향상으로 셀간 성능 편차가 상당히 감소하여 관리 시스템의 필요성이 줄어들어 관리 시스템이 완전히 사라질 가능성이 높다.

## 10 가지 이유 = 높은 설계 유연성

10 가지 이유 덕분에 설계자는 시스템의 설계 유연성을 높일 수 있다.

울트라커패시터는 시스템의 유일한 에너지 저장 디바이스로 사용하거나 하이브리드

Maxwell Technologies, Inc.  
Worldwide Headquarters  
9244 Balboa Avenue  
San Diego, CA 92123  
USA  
Phone: +1 858 503 3300  
Fax: +1 858 503 3301

Maxwell Technologies SA  
CH-1728 Rossens  
Switzerland  
Phone: +41 (0)26 411 85 00  
Fax: +41 (0)26 411 85 05

Maxwell Technologies GmbH  
Brucker Strasse 21  
D-82205 Gilching  
Germany  
Phone: +49 (0)8105 24 16 10  
Fax: +49 (0)8105 24 16 19

Maxwell Technologies, Inc. -  
Shanghai Representative Office  
Rm.2104, Suncome Liauw's Plaza  
738 Shang Cheng Road  
Pudong New Area  
Shanghai 200120, P.R. China  
Phone: +86 21 5836 5733  
Fax: +86 21 5836 5620

## MAXWELL TECHNOLOGIES 기술자료:

### 시스템 설계시 울트라커패시터를 사용해야 하는 10 가지 이유

---

시스템의 다른 에너지를 신장시키는 데 사용한다. 울트라커패시터는 고속 충방전이 되므로 울트라커패시터를 다양한 시스템 아키텍처에 사용할 수 있다. 울트라커패시터의 높은 전력밀도는 낮은 에너지 밀도에 의해 상쇄되지만, 울트라커패시터를 사용하는 적절한 시스템 설계는 울트라커패시터를 연속 전원보다 간헐적인 전원으로 사용함으로써 높은 전력밀도, 낮은 에너지 밀도를 처리한다. 예전에 싱글 디바이스의 크기 때문에 시스템 성능을 양보했었지만 이제 설계자는 두 가지 요소 즉 에너지와 파워의 균형을 맞추는 방법으로 최적의 시스템 성능 구현할 수 있다.

**Maxwell Technologies, Inc.**  
**Worldwide Headquarters**  
9244 Balboa Avenue  
San Diego, CA 92123  
USA  
Phone: +1 858 503 3300  
Fax: +1 858 503 3301

**Maxwell Technologies SA**  
CH-1728 Rossens  
Switzerland  
Phone: +41 (0)26 411 85 00  
Fax: +41 (0)26 411 85 05

**Maxwell Technologies GmbH**  
Brucker Strasse 21  
D-82205 Gilching  
Germany  
Phone: +49 (0)8105 24 16 10  
Fax: +49 (0)8105 24 16 19

**Maxwell Technologies, Inc. -  
Shanghai Representative Office**  
Rm.2104, Suncome Liauw's Plaza  
738 Shang Cheng Road  
Pudong New Area  
Shanghai 200120, P.R. China  
Phone: +86 21 5836 5733  
Fax: +86 21 5836 5620