



지속 가능한 사회를 위한 로옴의 신기술 초저소비전류 기술 : Nano Energy

서론

최근, 스마트폰을 비롯한 모바일 기기, 웨어러블 기기 및 IoT 기기 등, 배터리로 구동하는 전자기기의 보급이 가속화되고 있다. 그리고 이러한 기기에 탑재되는 전자부품에는 디자인성 향상 및 신기능 탑재용 스페이스 확보를 위해 소형화가 요구되고 있다. 또한, 배터리의 수명을 향상시키기 위해 극한의 저소비전력화가 요구되고 있다.

이러한 전자기기는 전체의 제어를 주관하는 CPU (Central Processing Unit) 및 필요한 정보를 취득하는 센서, 정보 통신을 담당하는 무선기기 등으로 구성되어 있으며 (그림 1), 취득한 정보를 적절히 처리함으로써 다양한 기능을 실현한다. 여기에 사용되는 각종 부품에 대해, 동작을 위해 필요한 전원전압을 배터리로부터 안정적으로 공급하는 것이 전원 IC에 요구되는 역할이다. 또한, 전자기기는 대기 상태에서도 외부로부터의 신호에 대해 즉시 응답할 필요가 있으므로, 외부의 신호를 감시하는 기능은 계속 동작하게 된다. 이러한 기능에 대해서도 전원전압을 공급해야 하므로, 전원 IC 역시 계속 동작해야 할 필요가 있다. 따라서, 배터리를 장시간 유지하기 위해서는 전원 IC 자체에서 소비전류 저감이 반드시 필요한 것이다.

로움은 아날로그 설계 기술 및 파워계 프로세스 등, 수직 통합형 생산체제를 활용하여, 시장 요구에 대응하는 전원 IC를 개발해왔다. 최근, 전 세계적으로 지속 가능한 사회의 실현이 강하게 요구되고 있다. 실제로, 코인 배터리로 10년 구동하는 기술은 IoT 및 웨어러블 분야에서의 공통 키워드라고 할 수 있다. 로움은 이러한 사회적 요구에 대응하기 위해, 지금까지 확립해온 기술을 구사하여 초저소비전류 기술인 「Nano Energy」를 탑재한 전원 IC를 개발했다. 이로써, 코인 배터리를 사용하는 디바이스의 10년 연속 구동을 간단히 실현할 수 있게 되었다.

Nano Energy 기술을 탑재한 제품으로서 「BD70522GUL」이 있다. 이 BD70522GUL은 배터리 구동에 대응한 스위칭 레귤레이터로서 세계 최소 (2018년 1월 로움 조사)의 소비전류인 180nA를 실현했다. (그림 2)

그럼, BD70522GUL에 탑재된 Nano Energy 기술에 대해 소개하고자 한다.

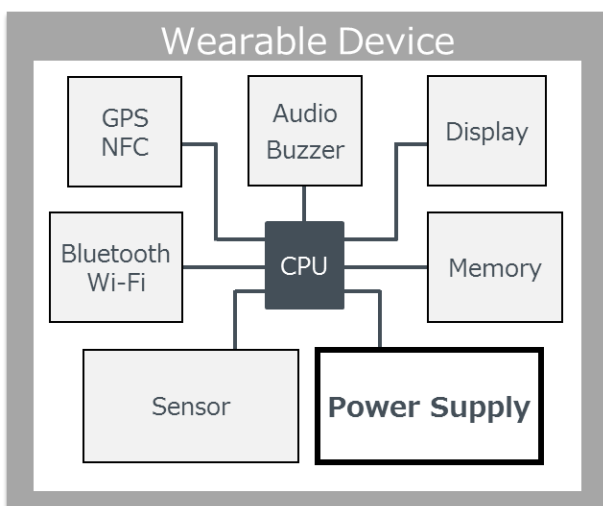


그림 1 : 웨어러블 디바이스의 구성 예

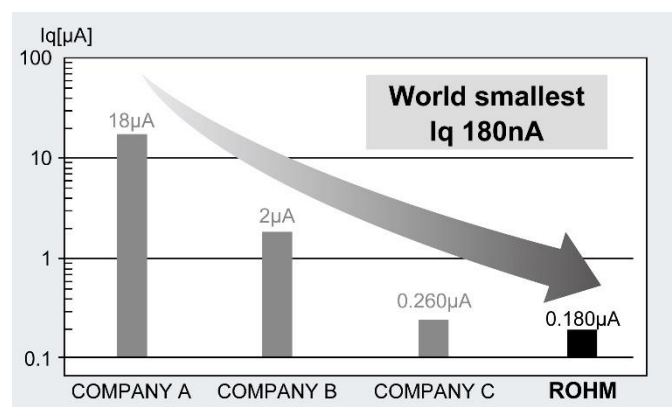


그림 2 : 경합 제품과의 소비전류 비교

코인 배터리로 10 년 구동을 위해서는

코인 배터리로 가장 유명한 제품은 CR2032 다. 이 배터리의 용량은 220mAh 로, 각 사의 공통 사양이 있다. 이 코인 배터리를 사용하여, 전자기기의 연속 구동 시간 10 년을 달성하기 위해, 필요한 전원 IC 의 동작 시 소비전류를 산출해 보았다. 배터리 용량이 220mAh 라고 해도, 그 전체를 전원 IC 에서 소비할 수는 없다. 최대 100mAh 를 전원 IC 가 소비할 수 있다는 가정하에 산출하면 하기와 같다.

$$ICC (\text{소비전류}) = 100\text{mAh} (\text{배터리 용량}) \div 87,600\text{h} (10 \text{ 년간}) \approx 1\mu\text{A} (\text{그림 3})$$

이 1μA 라는 수치가 전원 IC 로서 소비가 허용되는 최대 동작 시의 평균 소비전류이다. 즉, 전원 IC 의 소비전류는 nA 오더의 소비전류일 것이 필요조건이 된다. 이에 따라, 배터리의 용량을 늘리지 않고도, 전원 IC 의 소비전류를 최소화함으로써, 전자기기로서의 연속 구동 시간을 유지함과 동시에 기능 확장이 가능해진다. BD70522GUL 은 소비전류 180nA 까지의 삭감을 실현하여, 대폭적인 개선에 기여할 수 있다.

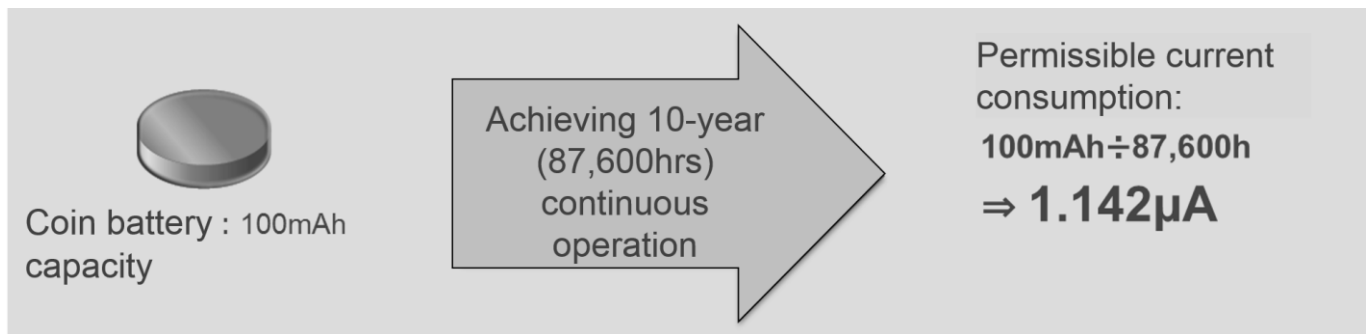


그림 3 : 코인 배터리로 10 년 구동하기 위한 필요조건

소비전류의 삭감으로 부각되는 과제

전원 IC 에서, 소비전류를 삭감하기 위한 가장 간단한 방법은 내부에 존재하는 저항치를 크게 하는 것이다. 그러나, 단순히 저항을 크게 하면 하기와 같은 과제가 부각된다.

- 회로 면적 증가
- 소자의 리크 전류에 대한 영향 증가
- 임피던스 증가에 따른 외부 노이즈에 대한 감도 상승
- 아날로그 회로의 응답 속도 저하

「회로 면적의 증가」란, 저항치가 커짐에 따른 저항분의 면적이다.

「소자의 리크 전류에 대한 영향 증가」란, 전원 IC 를 구성하는 파트의 MOS (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 트랜지스터에 관한 문제이다. 이 트랜지스터는 OFF 상태에서도 일정한 리크 전류가 흐른다. 이 리크 전류는 내부 회로 및 출력단에서 발생한다. 예를 들면, 귀환 저항에 흘러 들어온 리크 전류의 경우 (그림 4), 기존의 저항치라면 출력전압이 생성되는 정상 전류 (= 출력전압 ÷ 귀환 저항)에 대해 리크 전류가 충분히 작으므로 무시할 수 있다. 그러나, 저항이 커지면 정상 전류도 작아져, 리크 전류의 영향을 무시할 수 없게 된다.

「임피던스의 증가에 따른 외부 노이즈에 대한 감도」는, 간단화를 위해 저항 (R)에 접속된 파이 타입 필터를 가정해보면, 그 한쪽 끝에 전압이 공급되고 다른 한쪽에 노이즈가 유입되었을 때, 노이즈가 유입된 단자의 전압이 원래 전압으로 돌아오기까지의 시정수는 파이 타입 필터의 RC 로 정해진다. 이 저항이 커지게 되면 시정수도 커져, 안정되기까지의 시간이 길어지게 된다.

「아날로그 회로의 응답 속도」는 다양한 요인으로 결정된다. 하나의 예로 콘덴서에 대한 전하의 충전을 생각해볼 수 있다. 일정한 동작전압까지 전하가 충전되는 시간이 응답 속도이며, 이 응답 속도는 충전에 사용되는 전류에 비례하므로, 소비전류가 감소하면 저하된다. (그림 5)

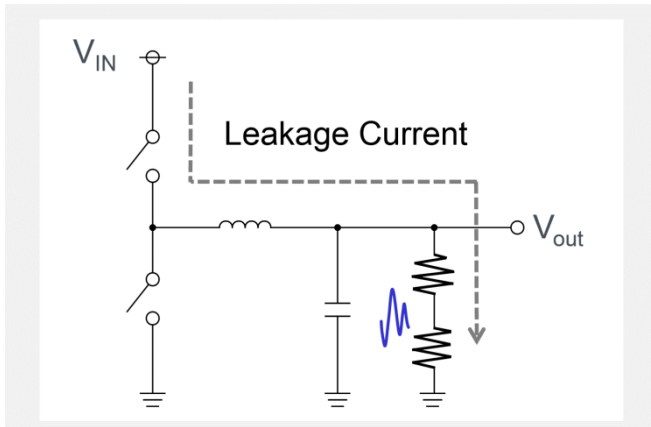


그림 4 : 소비전류의 삭감에 따른 과제 (리크 전류)

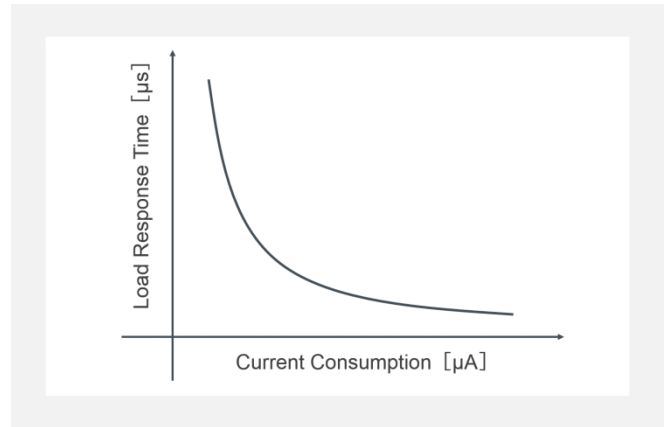


그림 5 : 소비전류 삭감에 따른 과제 (응답 속도)

과제를 극복하기 위한 요소 기술과 그 결과 얻어진 특성

앞서 기술한 다양한 과제에 대해, 로옴은 개발에서 제조까지 일관하여 그룹 내에서 모두 실시하는 수직 통합형 생산 체제를 통한 「회로 설계」 「레이아웃」 「프로세스」의 3 가지 첨단 아날로그 기술을 융합하여, Nano Energy 기술을 개발했다. 이러한 기술 융합을 통해 각종 과제에 대해, 각각에 최적인 대책을 실현했다. 여기에서는 BD70522GUL 에 탑재되어 있는 Nano Energy 기술의 회로 설계 기술로서 하기 2 가지 요소 기술과 결과를 소개하고자 한다.

- 기준전압 블록 및 제어 감시 블록의 저소비전류화

- 제어 감시부의 저소비전류, 고속응답, 고정밀도에 존재하는 트레이드 오프 관계를 극복하는 기술

BD70522GUL 은 강압 스위칭 레귤레이터이다. 스위칭 레귤레이터는 부하가 되는 출력전류가 일정한 값보다 작아지면 간헐 동작으로 전환함으로써, 출력전압을 유지함과 동시에 소비전류를 삭감할 수 있다. Nano Energy 기술을 필요로 하는 대부분의 어플리케이션에서는 간헐 동작 상태가 오래 지속될 것으로 예상된다. 따라서, BD70522GUL 은 이러한 간헐 동작 시의 전류에 대해 철저한 분석과 그 결과를 바탕으로 삭감 대책을 실시했다.

우선, 분석 결과를 바탕으로 간헐 동작 시 소비전류의 주요 요인을 기준전압 블록과 제어 감시 블록의 2 가지로 한정했다 (그림 6). 그리고, 그 블록에 대해 최적의 소비전류 삭감 방법을 적용하여, 각 블록에 대해 기존 대비 1/100 정도까지 삭감했다. 그 결과, 전원 IC 의 가장 중요한 특성인 효율 특성에서 후단이 스탠바이 상태인 부하 전류 10 μ A 에서 효율 90% 이상의 특성을 실현했다 (그림 7). 또한, 최대 부하 전류 500mA 까지의 넓은 범위에서 그 특성을 유지할 수 있다.

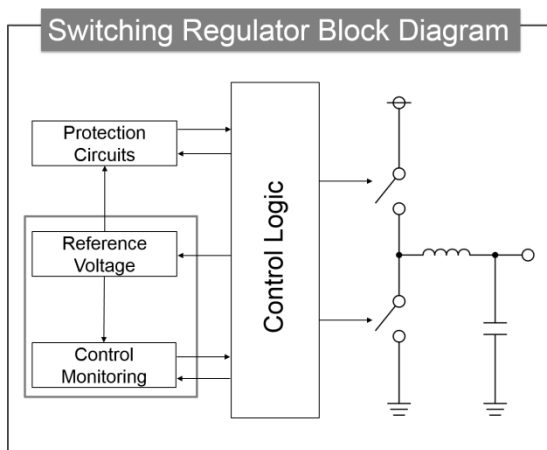


그림 6 : 스위칭 레귤레이터 블록도

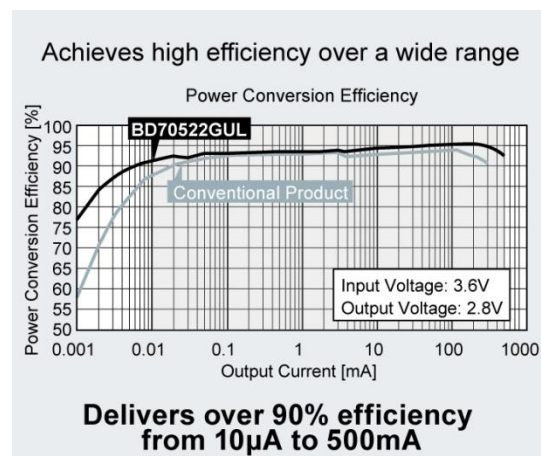


그림 7 : BD70522GUL 의 효율 특성

다음으로 제어 감시부의 트레이드 오프를 극복하는 기술에 대해 설명하겠다. 앞서 기술한 바와 같이, 제어 감시부의 소비전류를 삭감하게 되면, 응답 속도의 저하가 발생한다. 또한, 제어 감시부에 의해 정해지는 또 한가지 중요한 회로의 특성이 있다. 바로, 안정적인 출력전압이다. 기존의 제어 감시부 회로 구성에서는 「저소비전류, 고속 응답, 고정밀도」의 3 가지 특성을 동시에 실현하는 것은 불가능했다. 그러나, BD70522GUL 에 탑재된 Nano Energy 기술에서는 회로 구성을 철저하게 개선하여, 기존에는 실현할 수 없었던 3 가지 특성을 동시에 실현하는데 성공했다. 그리고, 세계 최소의 무부하 시 소비전류와 부하 변동 시의 고속 응답성 (Load response), 모든 부하 영역에서의 안정된 출력전압 (Load regulation)을 실현할 수 있었다. (그림 8, 9)

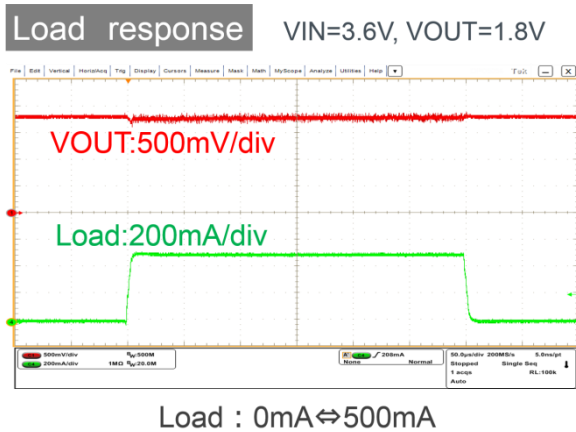


그림 8 : BD70522GUL 고속 응답 특성

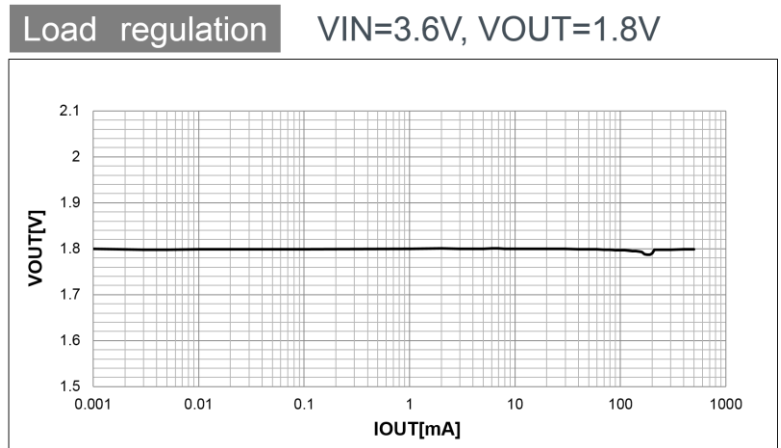


그림 9 : BD70522GUL 출력전압 안정성

Nano Energy 탑재 제품을 통해 확대되는 어플리케이션

Nano Energy 기술은 전원을 필요로 하는 모든 어플리케이션의 영원한 테마인 저소비전류에 있어서 매우 유익한 기술이다. 본 기술은 특히 스탠바이 상태가 길지만, 동작 시에는 빠르게 응답해야 하는 어플리케이션에 최적인 기술이다. 코인 배터리 및 리튬이온 배터리 등으로 동작하는 모바일 기기 및 보안 기기 등을 예로 들 수 있다. 또한, 최근에는 자동차의 전자화가 가속화됨에 따라 차량용 부품으로서 필요한 기술이기도 하다. 로움이 보유한 전원 IC 기술로서는, 스위칭 레귤레이터뿐만 아니라 LDO (Low Drop Out) 레귤레이터도 있다. 현재 Nano Energy 기술을 탑재한 LDO 레귤레이터도 개발하고 있으므로, 앞으로 한차원 높은 스페이스 절약화 및 low noise 화와 같은 폭넓은 솔루션 제안을 통해, 지속 가능한 사회의 실현을 위해 기여해 나가고자 한다. (그림 10)

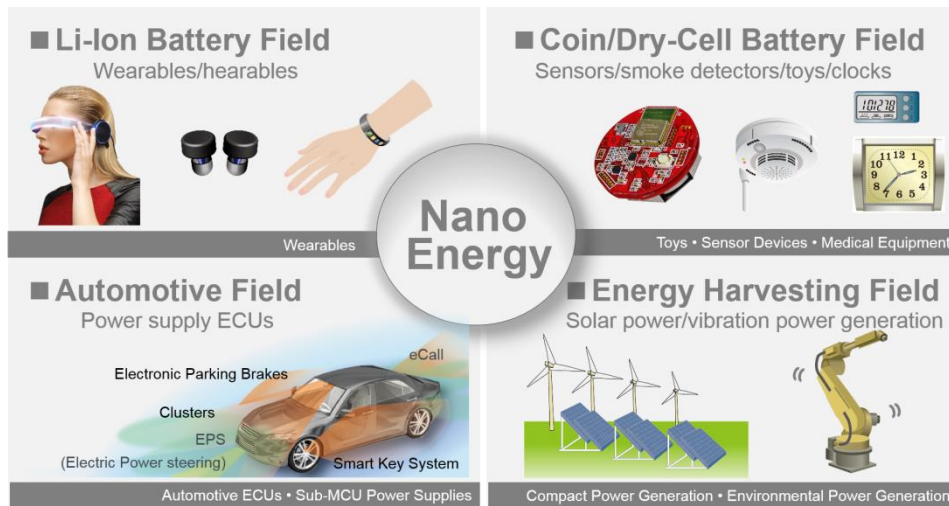


그림 10 : Nano Energy 기술 탑재 제품의 대응 어플리케이션 예

결론

로움이 개발한 초저소비전류 기술인 Nano Energy 기술을 통해, 전원 IC의 소비전류를 대폭 삭감할 수 있게 되었다. 실제로 Nano Energy 기술을 탑재한 BD70522GUL은 세계 최소 소비전류 180nA를 실현했다. 또한, 저소비전류화에 따른 트레이드 오프 문제에 있어서도, BD70522GUL은 Nano Energy 기술을 적용함으로써, 초저소비전류, 고속 응답, 출력전압의 안정성을 동시에 실현했다. 이로써, 코인 배터리로 10년 구동이라는 키워드를 지닌 모바일 기기를 비롯하여, 최근 급속히 가속화되고 있는 차량용 전자부품을 포함한 폭넓은 어플리케이션에 대해 솔루션 제안이 가능하게 되었다.

로움은 현재, 전원 IC의 첨단 기술로서 2가지 Nano 기술 (Nano Pulse Control^{*1}, Nano Energy)을 시장으로 전개하고 있다. 이러한 기술은 특정 분야에서만 유효한 기술이 아니다. 한계를 추구한 성능을 바탕으로, 폭넓은 분야로의 전개가 가능하다. 앞으로도 Nano 기술을 탑재한 제품군의 확장을 추진하여, 한층 더 폭넓은 수요에 대응해 나가고자 한다.

※1 펄스 폭을 최대한 좁게 하여, 안정적으로 제어하는 기술.

입력전압과 출력전압의 차이가 큰 환경에서의 「전원 시스템 1chip화」와, 코일을 포함한 「실장 면적 소형화」를 실현한다.

This document is intended to introduce ROHM' s products (hereinafter "Products"). Any ROHM Products should be used in conjunction with the latest specifications and data sheet thereof. Please contact the sales office of ROHM or visit ROHM' s web site. The information contained in this document is provided on an "as is" basis. ROHM shall not be in any way responsible or liable for any damages, expenses or losses incurred by you or third parties resulting from inaccuracy, error or use of such information. All information specified herein including but not limited to the typical functions of and examples of application circuits for the Products is for reference only. ROHM does not warrant that foregoing information will not infringe any intellectual property rights or any other rights of any third party regarding such information. ROHM shall bear no responsibility whatsoever for any dispute arising from the use of such technical information. ROHM does not grant you, explicitly or implicitly, any license to use or exercise intellectual property or other rights held by ROHM and other parties. If you intend to export or ship overseas any Products or technology specified herein that may be controlled under the Foreign Exchange and Foreign Trade Act and other applicable export regulations, you will be required to obtain a license or permit under the acts and regulations. The content specified in this document is current as of NOV, 2020 and subject to change without any prior notice.