



신년특집 글로벌 반도체사 CEO들이 보내온 2012년 전망 메시지

Technology Focus | 92% 효율의 다임 태양광 연턴

EPSON
EXCEED YOUR VISION



QMEMS

Quartz+MEMS

수정디바이스는 새로운 세상으로

"Quartz+MEMS, 고정도, 고안정된 수정재료와 포토리소그래피를 이용한 미세가공기술의 만남." 수정 디바이스는 새로운 영역에서 기존상식을 넘어서는 제품이 계속해서 탄생하고 있습니다.

자이로센서의 소형화 · 고성능화 및 소자를 포토리소그래피 3차원형상화함으로써 초소형 · 정밀형상의 센서소자를 시작으로 더욱더 소형화 · 고성능화를 실현하고 있습니다.

EPSON TOYOCOM은 수정기술의 결정체인 QMEMS기술을 사용하여 전자부품업계의 새로운 혁신을 이루겠습니다.

■ QMEMS테크놀로지

"수정웨이퍼에 포토리소그래피 가공으로 종래의 기계 4차공을 'Workless' 소형 · 고성능을 제공할수 있는 수정디바이스를 QMEMS라고 부릅니다."



자세한 정보는 홈페이지에서 확인을 부탁드립니다. www.epsontoyocom.co.jp / www.epson-service.co.kr



전류를 정확하게 센싱하는 새로운 방법

글: 왓슨 맥다니엘(Wharton McDaniel) / 전력 MOSFET 사업부 제품홍보 매니저
온세미컨덕터 / www.onsemi.com

에너지 효율과 정확성, 더 낮은 비용에 대한 요구가 증가함에 따라 기존의 셉트 저항이나 그와 비슷한 수동 회로의 전류 센싱 방법은 MOSFET 기반의 보다 현대적인 솔루션으로 대체되는 추세이다. 이전의 셉스FET는 전류센싱의 정도가 넓은 변동폭이고, 새로운 부품들은 센싱 전류에 대해 더 엄격한 허용오차를 가지고 있다.

전력을 측정하고 제어하며 최적화하는 일은 전자 시스템에서 기본적인 요소로서 효율의 최대화, 배터리 수명 연장, 고장 시 시스템 구성요소 보호와 같은 일을 하기 위해 부하 전류의 정확한 센싱을 필요로 한다.

에너지 효율과 정확성, 더 낮은 비용에 대한 요구가 증가함에 따라 기존의 셉트 저항이나 그와 비슷한 수동 회로의 전류 센싱 방법은 MOSFET 기반의 보다 현대적인 솔루션으로 대체되는 추세이다. 이전의 셉스FET는 전류센싱의 정도가 넓은 변동폭이고, 새로운 부품들은 센싱 전류에 대해 더 엄격한 허용오차를 가지고 있다.

기존의 전류 센싱 기법

낮은 센싱 저항을 부하 전류 경로에 연결하는 전통적인 접근 방식에는 한계가 있다. 더 낮은 동작 전압이 필요함에 따라 센싱 저

항은 상대적으로 높은 I^2R 손실을 가져오게 되는데 이로 인해 오늘날의 전자 설계에서 점점 더 중요해지고 있는 에너지가 더욱 낭비된다. I^2R 값이 상대적으로 높으면 저항이 더 뜨거워져 결국은 온도의 안정성을 우려하지 않을 수 없다.

게다가 저항은 전 부하 전류를 통과시킬 수 있어야 하므로 비교적 부피가 클 수밖에 없다. 더욱이 대량생산 시스템에서 장비 간에 서로 큰 변동 요인이 생기는 것을 피하려면 설계자들은 적은 허용 오차를 갖는 값비싼 저항을 명시해야만 한다.

회로에 직렬 인덕터가 있고 스위치모드 파워서플라이를 제어하기 위해 전류가 센싱되는 경우, 인덕터의 기생 저항에서 전류를 센싱할 수 있다. 작은 저항(R)과 작은 세라믹 커패시터(C_s)는 바로 인덕터 양단에 위치한다. 이 저항값과 커패시터 값은 인덕턴스 및 기생 저항(R_L)과 아래처럼 관계가 형성된다: $R \times C_s = L/R_L$.

$$R \times C_s = L/R_L$$

그러면 커패시터 양단의 전압이 RL 양단의 전압과 동일해진다. 그러므로 RL을 이 전압으로 나누어서 센싱 전류를 계산할 수 있다.

이 기술은 인덕턴스 값이 DC 바이어스 전류에 따라 변하여 넓은 전류 범위에 걸쳐 센싱의 정확성이 떨어질 수 있다. 뿐만 아니라, 인덕터의 기생 저항은 엄격하게 제어되는 파라미터가 아니며 유닛 별로 큰 변동이 있을 수 있기 때문에 제조 시 개별적인 캘리브레이션이 필요하다. 자체 발열로 인한 인덕턴스와 기생 저항의 변화를 교정하기 위해서는 온도 보상도 필요하다.

이와 유사하게 설계자는 회로 내 적당한 MOSFET의 on 저항 양단의 전압 강하를 측정함으로써 전류의 센싱을 선택할 수 있는데 이는 동기식 정류기의 sync FET가 될 수 있다. 즉, MOSFET의 on 저항($R_{DS(ON)}$)이 유닛 별로 크게 다를 수 있기 때문에 전류 센싱 회로는 캘리브레이션될 필요가 있으며 MOSFET의 on 저항값도 온도에 따라 넓은 범위로 변할 수 있다.

차세대 SenseFET

SenseFET이라 불리는 전류 센싱 MOSFET은 종래의 센싱 저항, 인덕터 센싱 또는 일반적인 MOSFET의 한계를 극복할 수 있다. SenseFET에서는 소스 커넥션을 분리해 바깥쪽에 있는 별도의 핀으로 가져감으로써 개별 전력 MOSFET 셀들 중 작은 부분을 전류 센싱에 이용한다. 이 소자는 설계도상으로 드레인과 게이트 커넥션을 공유하지만 별도의 소스 커넥션을 갖는 두 MOSFET의 병렬로 구현된다. 이것이 그림 1에 나와 있다.

센싱 목적으로 단지 몇 개의 셀을 분리하기만 해도 메인 소스 채널에 흐르는 전류는 부하 전류와 거의 같아지며 센싱 채널에는 알 수 있는 더 적은 전류가 흐른다. 메인 채널 대비 센싱 채널의 셀 수는 전류 미러 비율(current mirror ratio)이라고 불린다. SenseFET의 원리는 일정한 정확성과 온도 안정성을 보장하기

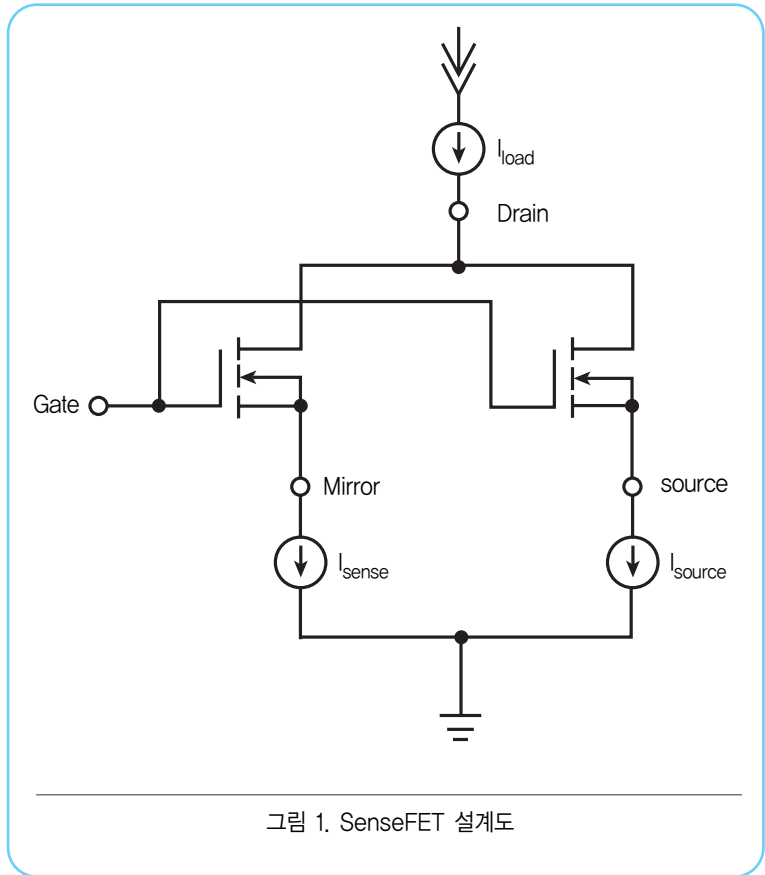


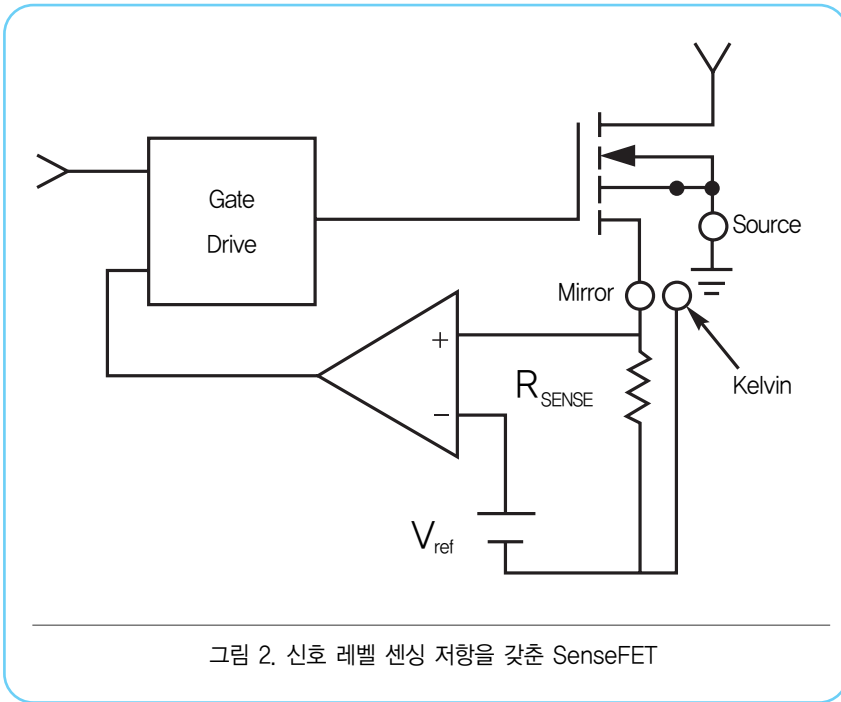
그림 1. SenseFET 설계도

위해서 동일한 다이 위에 제작된 셀들의 on 저항 간에 밀접한 매칭을 이용한다.

센싱 셀에 흐르는 전류는 센싱 단자에 직렬로 연결된 작은 저항 양단 전압 측정을 통해 감지된다. 센싱 단자의 전류는 부하 전류의 작은 일부이기 때문에 전력 손실이 매우 낮으며 저가의 소형 신호 레벨 저항이 사용될 수 있다. 그림 2는 센싱 저항을 이용한 실제의 일반적인 회로 배치를 보여준다.

저항이 센싱 채널 상에 있는 on 저항의 10% 미만이면 샘플링된 전류는 부하 전류를 FET의 센싱 비율로 나눈 것과 대략 같아진다. 이 작은 저항은 전류 제한 회로를 구동시키는 큰 센싱 전압을 충분히 지탱할 수 없으며 마이크로프로세서에서 필요로 하는 출력 전압 차를 충분히 제어하도록 허용하지도 않을 것이다.

설계자는 전류를 정확하게 측정하기 위해 전체 SenseFET 회로를 소자내의 벌크 드레인 저항과 소스 와이어 저항 그리고 메인



프의 비 반전 입력이 접지에 연결되면 그 반전 입력은 SenseFET의 센싱단자에 연결된다. 이렇게 해서 가상 접지에서 센싱 커넥션이 이루어져 소스와 동일한 전위를 갖게 된다.

이 경우 다음과 같은 센싱 공식이 성립한다:

$$V_{SENSE} = -I_D * n * R_f$$

$$R_f = V_{SENSE} / I_D * n$$

$$I_D = -(V_{SENSE} / R_f) * n$$

여기서 n은 SenseFET의 전류 미러 비율이다.

가상 접지 센싱은 이러한 방식으로

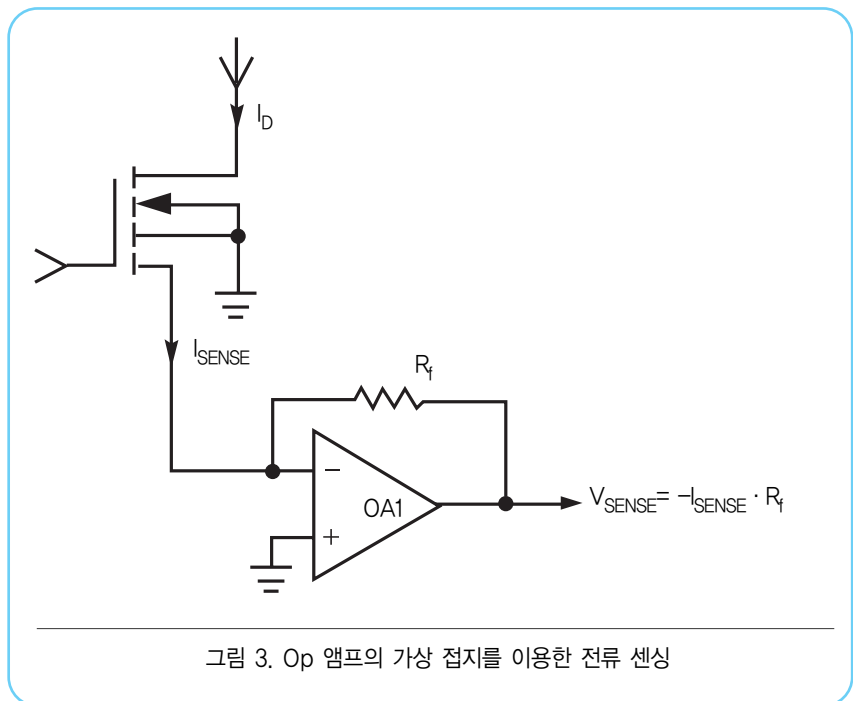
채널 및 센싱 채널의 on 저항으로 이루어진 저항 분배기로 모델링해야 한다. 이를 통해 설계자는 센싱 회로의 전류와 메인 소스 채널 전류 사이의 관계 변화를 교정할 수 있다.

설계자는 또한 센싱 저항값을 계산할 때 온도 안정성과 개별 SenseFET 유닛 간의 변동 효과도 고려해야 한다. 센싱 저항값이 증가할수록 측정 정확성은 SenseFET 메인 채널의 on 저항에 의존하게 되는데 이는 유닛 별로 30%나 달라지고 정격 동작 온도에서는 40%나 차이가 날 수 있다.

SenseFET의 행동을 변경시킬 큰 센싱 저항값 없이도 더 큰 센싱 신호를 가능하게 한다. 그러나 양(+)의 출력을 생산하기 위해서는

SenseFET를 이용한 정밀 센싱

op 앰프를 이용한 가상 접지 센싱은 보다 정확한 전류 측정을 가능하게 해주는데 이는 특히 더 큰 센싱 전압이 필요할 때 유용하다. 그림 3에 나와 있는 것처럼 op 앰



두 번째 반전 op 앰프가 필요하다.

전용 인터페이스 IC

가상 접지 센싱 회로는 이산형 op 앰프와 저항들을 이용하여 만들 수도 있지만 이는 시간을 소모할 뿐 아니라 부품 비용도 증가시킨다. 그 대안인 SenseFET 컨트롤러 IC는 SenseFET를 컨트롤하는데 필요한 게이트 구동 회로 이외에도 가상 접지 센싱 네트워크가 합쳐진 통합 솔루션을 제공한다.

그림 4는 온세미컨덕터의 SenseFET 게이트 구동신호를 발생시키면서도 SenseFET의 양 채널을 모니터링하는 정밀 전류 센

싱 회로가 통합된 컨트롤러 IC(CAT2301)에 NTMFS4854NS 같은 SenseFET가 어떻게 연결되어 있는지를 보여준다.

최대의 정확성을 위하여 SenseFET는 메인 소스 금속부에 직접 켈빈(Kelvin) 커넥션을 제공한다. 이 켈빈 커넥션이 없으면 접지 커넥션에 흐르는 부하 전류에 의해 만들어지는 모든 전압 강하가 센싱 전압에 추가되어 센싱 채널과 메인 채널 간의 전류 분배 상태를 변경시키게 된다. CAT2301은 켈빈 소스 커넥션에 적당한 입력을 제공한다. 이 커넥션은 전류 센싱에만 이용되어야 하며 다른 회로와 공유되어서는 안된다. CAT2301은 또한 KS(Kelvin Sense) 커넥션을 제공하는데 이 경우 SenseFET의 센싱 커넥션에 바로 연결되어야 한다. 이를 통해 SenseFET의 Sense 리드 및 Kelvin 리드 간에 전압이 밀접하게 매칭된다.

결론

정확한 전류 측정을 추구하는 설계자들은 단순히 셉트 저항을 삽입하거나 가장 최신의 SenseFET을 이용하는 등 다양한 선택을 할 수 있다. 게이트 드라이버와 최적화된 전류 센싱 회로를 하나의 패키지 안에 합친 CAT2301 같은 SenseFET IC는 시스템 보호 및 전력 제어 같은 기능을 위해 정확하면서도 온도에 안정적인 전류 센싱 설계를 간소화한다. **☐**

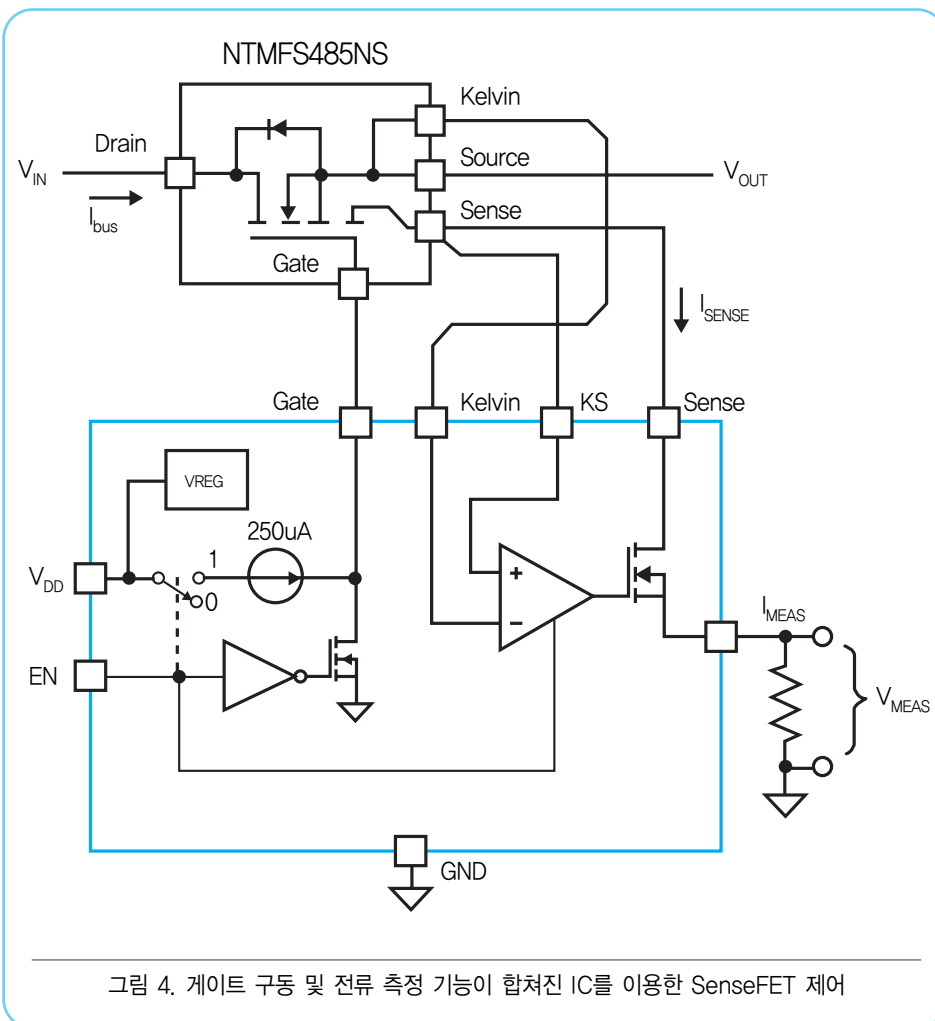


그림 4. 게이트 구동 및 전류 측정 기능이 합쳐진 IC를 이용한 SenseFET 제어