



전력을 현명하게 사용하는 법

▶▶ 브렛 잔(Bret Zahn) 온세미컨덕터 저전압 MOSFETs, 배터리보호 MOSFETs 및 WBG(GaN and SiC) 담당 이사 겸 본부장

향후 대량 운송수단, 개인 이동 수단, 물류 운송 수단이 전기 자동차로 대체될 것이라는 사실에는 반박의 여지가 없다. 항공 산업까지도 제트기 연료를 전기로 대체하기 시작했다. 전기로 바뀌는 이 흐름은 이미 자동차 산업에 유례가 없는 변혁이고, 이와 유사한 대규모의 변혁은 다른 산업 분야에서도 체감 가능해질 전망이다. 사실, 현재 전력 생산의 주 공급원은 일종의 재생 불가능한 연료에 기반으로 하고 있다.

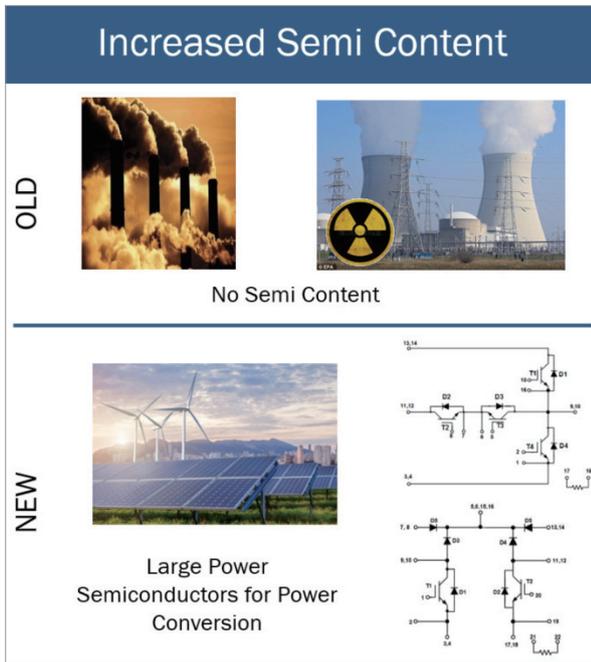


그림 1. 증가하는 반도체 영향력

우리가 전력을 생산하는 방법은 좀 더 깨끗하고 재생이 가능한 방법으로 바뀌고 있고, 이는 대부분 이산화탄소 배출을 줄이지는 국제적인 협약을 준수하기 위한 것이다. 아직 신재생 에너지 분야는 제대로 확립되지 않은 상태이지만, 새롭고 더 효율적일 가능성이 높은 기술들이 계속 연구되고 있으며, 어느 순간에는 이 개발된 기술들로 인해 변화는 완성될 것이다.

그러나 화석 연료 발전소를 점점 폐지해 나감으로써, 현재의 저가 에너지 시대는 함께 사라지게 될 지도 모른다. 다시 말하면, 처음으로 성능과 효율성의 관점에서 전도 작용이(더 정확하게는 반도체)가 연소작용보다 영향력이 더욱 강력해진다는 의미이다. 우리가 전력을 관리하는 방법이 반드시 변화해야 하는 두 가지 이유가 있다. 첫째, 우리는 더 많은 일을 수행하기 위해 우리가 생산하는 더 효율적인 에너지가 필요하다. 둘째, 우리는 수행하려는 모든 일을 하려면 에너지를 더 많이 생산해야 한다.

WBG의 등장

일반적인 의미의 실리콘 기반기술, 특히 CMOS 기술이 현재 사용 중인 반도체 기술로는 가장 중요하게 평가되고 있는데, 최소한 가까운 미래에 이러한 지위가 대체될 것으로 보이지는 않는다. 하지만 고전력 및 고주파수 애플리케이션에는 실리콘 기반 기술이 유일한 선택이 아니라는 것은 널리 알려진 사실이다.

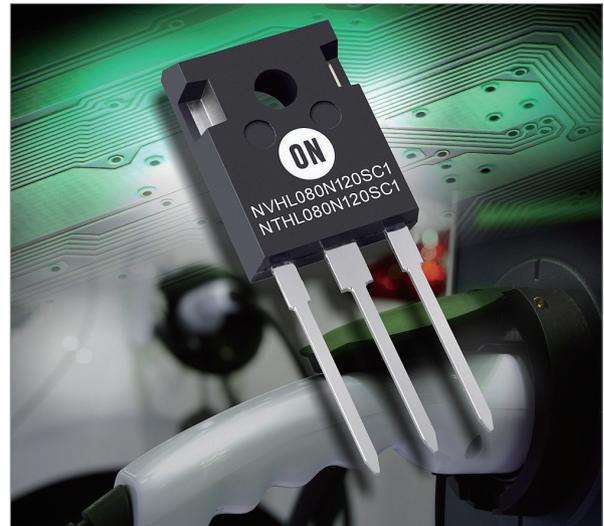


그림 2. 1200V SiC MOSFETs

사실 이러한 점에서 실리콘의 한계는 추가적인 개선을 막는 장애 요인이 되었다. 자동차의 전기화가 성공하려면 실리콘의 한계를 단순히 인정만 하고 있을 수는 없으므로 산업 전반에서 다가오는 위기에 대응하기 시작했다. 와이드밴드갭(WBG) 반도체소자, 구체적으로는 질화갈륨(Gallium Nitride, GaN) 및 실리콘 카바이드(Silicon Carbide, SiC) 소자들은 전압·전류 용량, 스위칭 속도와 기생 특성(Parasitic characteristics)에 있어서 대단한 장점을 보여주었다. 이러한 장점들은 자동차 산업에서 하이브리드 혹은 전지식 전기 자동차의 구동렬에 사용되는 높은 전압을 관리하고, 변환하고, 분배하는데 있어서 WBG 반도체소자만큼 완벽한 답은 없다고 말해준다. 이러한 특성은 태양광전지 인버터나 풍력터빈 같은 높은 효율성이 요구되는 다른 애플리케이션에도 적용되고, 산업 자동화가 된 환경에서 전기 모터를 작동하는 경우에도 적용된다.

물론, 이러한 위기 극복은 엄청난 도전 없이는 해낼 수 없는 것이다. 일례로, 온세미컨덕터는 라지 다이(Large die) SiC MOSFET을 개발하는데 지금까지 성공한 몇몇 안되는 반도체 제조업체들 중 하나다. SiC를 생산할 경우 전 제조 과정은 재평가 및 재설계되어야 하고, 생산량 문제를 찾아내고 해결해야 하며, SiC가 구성 부품들에 가중된 압력을 가할 수 있으므로 패키지를 재 디자인하고, SiC가 처리하는 전례 없이 높은 dv/dt 수치를 감당할 수 있는 새로운 산화물을 개발하여야 한다.

뛰어난 엔지니어링 팀들의 엄청난 노력과 어마어마한 양의 작업을 통해 아주 강력한 다이오드와 MOSFET을 상대적으로 매우 짧은 시일 내에 시판이 가능하게 됐다.

생태계 구축

전반적인 반도체 산업의 측면에서는 WBG는 아직 초기의 단계에 있다. CMOS와는 다르게 ‘팹리스’ 시장으로 갈 수 있는 경로를 제공하는 공급망이 아직 확립되지 않았기 때문에 훨씬 적은 수의 공급자만이 존재할 수밖에 없다. WBG를 개척한 이들은 GaN이나 SiC 제품을 개발하고자 하는 광범위한 산업의 요구를 충족시킬 수 있는 수평적인 시장을 만들기 보다는 WBG의 기술과 시장 및 제품 포트폴리오를 개발하는 데 주력해 왔다.

이러한 시장 역학은 기술이 발전하면서 변동될 수도 있다. 하지만 요즘 WBG 소자 공급에 성공하고자 하는 업체는 정말 미세한 제조 공정부터 보드의 문제까지 커버할 수 있는 완전한 해결책을 보유해야 한다. 바로 이 부분에 온세미컨덕터가 노력을 쏟는 중이다. 온세미컨덕터는 표준시장의 개발 요구에 부합하는 기간 내에 일류의 SiC 공급업체가 되고자 하는 전략을 가지고 있다.

SiC 관련 완전한 해결책

완전한 해결책이라는 개념은 SiC 트랜지스터, 다이오드 혹은 통합 파워 모듈에서만 끝나는 것이 아니다. 왜냐하면 WBG의 본질은 최종 애플리케이션만큼 파고적이기 때문이다. 엔지니어들은 파워 트랜지스터가 드라이버를 필요로 한다는 사실과 각각의 트랜지스터 종류(Si, SiC, GaN)가 이러한 부분에 있어 각자 다른 필요조건들이 있다는 사실을 잘 인식하고 있다. 따라서 완전한 해결책이 완성되기 위해서는 드라이버 기술까지도 제공할 수 있어야 한다는 결론이 나온다.

놀랍게도 어떤 공급사들은 IGBT 드라이버의 용도를 SiC MOSFET에 사용할 수 있는 용도로 바꿀 수 있다고 주장한다. 온세미컨덕터는 이 주장이 차선의 해결책일 뿐이라고 생각한다. 드라이버는 사용되는 반도체 기술의 특정한 필요 조건을 맞출 수 있도록 개발되어야 하는 것이기 때문이다. 일반적으로 사용되는 MOSFET이나 IGBT에 맞게 설계된 드라이버를 SiC MOSFET에 적용한다면 이는 스위칭 작용이나 소자의 특성에 따른 차이를 고려하지 못하는 것이다. 예를 들면 WBG에 존재하는 입력 임피던스, 게이트 차지 및 역동성(di/dt 및 dv/dt)에 대한 고려가 부족하다는 의미이다.

이러한 차이점들을 고려하면 일반적인 IGBT 혹은 초접합(Superjunction) MOSFET 드라이버는 SiC MOSFET까지도 최적으로 가동할 수 있도록 설계된 것이 아니라는 점이 명확해진다. 따라서 만약 이 소자들이 최상의 성능까지 도달하지 못하면, 본래 이 소자들이 제작될 때의 목적인 고효율성, 고�출력 밀도와 총 비용의 감소를 달성할 수 없는 것이다.

파워모듈의 중요성

SiC를 위한 생태계는 모듈까지도 포함하여야 한다. 왜냐하면 모듈은 이미 전력 애플리케이션에서 주요 시장 주도 요인이고, 이 사실은 WBG으로 이동한다 하여도 변경되지 않을 것이다. 20kW 이상의 전력이 필요한 애플리케이션에 파워모듈을 사용하는 장점은 이미 입증되었고, 전력 수요도 증가하고 있다.

SiC의 인덕턴스와 열에 관한 장점들은 모듈 시장에서 크게 체감될 것이다. 반면 동일한 폼팩터가 사용될 수 있지만, 폼팩터 이외에 모듈 설계 관련한 거의 모든 면들을 다뤄야 할 것이다. 예컨대, 이는 높은 수준의 설계 지원을 필요로 할 것이고, SiC FETs의 SPICE 모델도 사용 가능하게 해주어야 할 것이다.

가까운 시일 내에 일어날 수 있는 다른 중요한 개발 내용은 IGBT와 SiC의 비용이 동등해지는 것이다. 앞서 언급한대로, 초기의 시장은 제조상의 효율성을 얻기 위해 주요 제조단계에서 더 큰 규모의 수직적 병합을 요구한다. 바로 이 부분을 온세미컨덕터가 철저히 인식하고 있으며, 추구하는 바이다.

자동차 산업에서 SiC 해결책에 대한 계속 커지는 관심 덕분에 특히 전기자동차에 관련된 부분에서는 탄력이 빠르게 붙고 있다. SiC가 가진 크기, 중량, 효율성의 장점들은 이미 제조사들이 인정하고 있으며, 우리가 파워 트랜지스터의 다른 제품들과 가격의 동등함을 점점 추구하게 되면 수요도 함께 상승할 것으로 예상된다.

온세미컨덕터는 완성된 수직적 통합으로 산업용품 및 자동차 시장과 더 많은 파워 애플리케이션에서 일류의 SiC 공급사가 되기 위해 최선을 다하고 있다. 우리가 어느 정도 보유하고 있는 다이오드와 MOSFET과 함께 SiC 전체 모듈은 2019년 말부터 산업용품 시장에 판매를 시작했다. 그리고 종합적인 자동차 제품 목록 발표는 2020년에 계획되어 있다. 온세미컨덕터는 SiC에 대한 생태계를 구축하고 수요를 생성할 수 있도록 지원하고 있고, 반도체산업이 전반적으로 이러한 선순환으로 인해 더욱 탄탄해지도록 한다. **E E**