



# TECHNICAL REPORT

SECTION 01

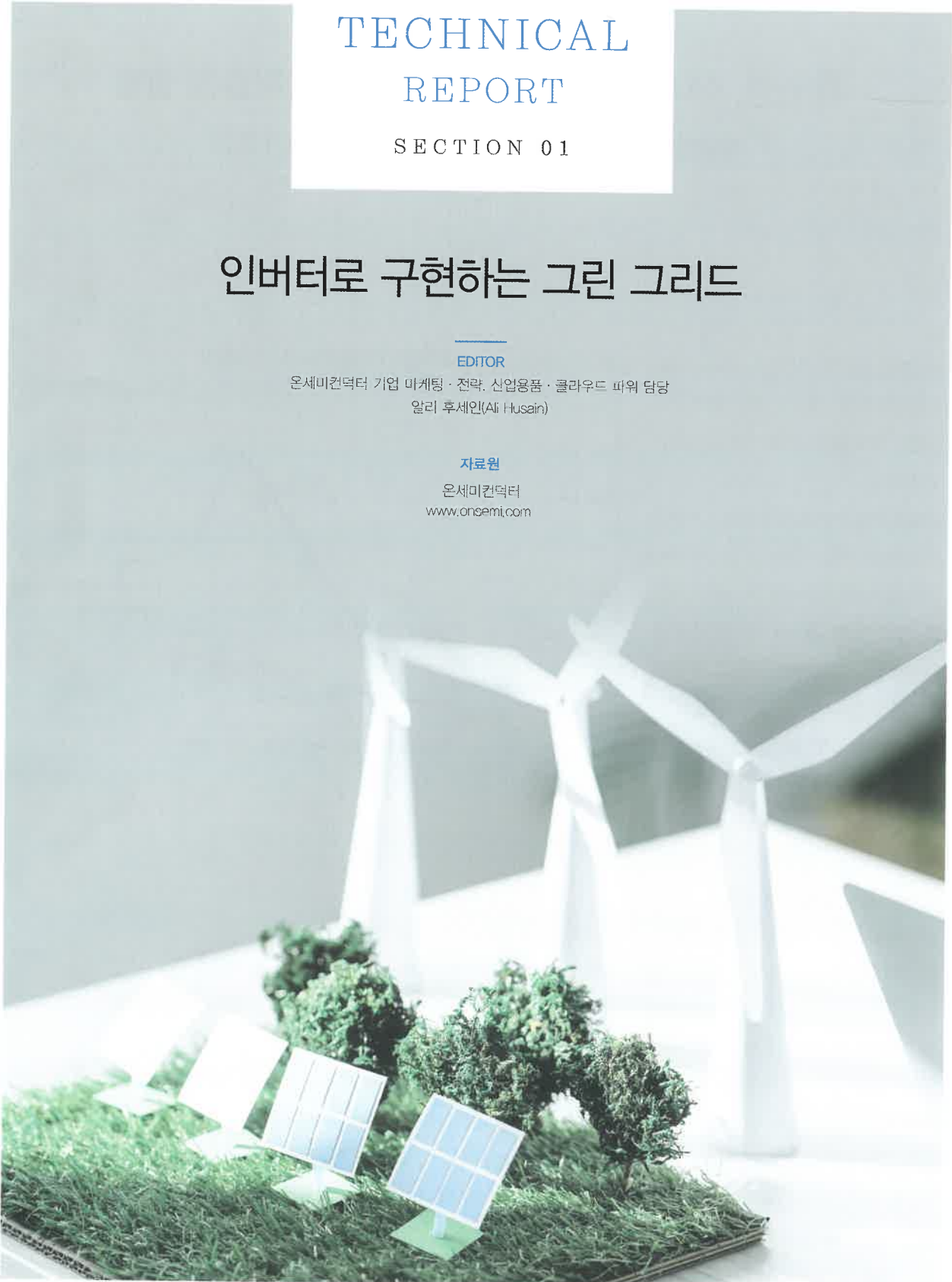
## 인버터로 구현하는 그린 그리드

EDITOR

온세미컨덕터 기업 마케팅 · 전략, 산업용품 · 클라우드 파워 담당  
알리 후세인(Ali Husain)

자료원

온세미컨덕터  
[www.onsemi.com](http://www.onsemi.com)



재앙적인 기후 변화로 인한 위기를 극복하기 위해 전 세계적으로 노력하는 오늘날, 전력 발전 산업은 탄소 배출량을 줄일 수 있는 가장 중요한 분야로 여겨진다. 현재 26개가 넘는 미국 주정부가 재생에너지규약을 제정했으며, 미국에서 가장 큰 주로 꼽히는 캘리포니아, 텍사스, 뉴욕 등도 포함된다. 유럽은 EU 재생에너지지침을 마련해 미국과 비슷한 감량 목표를 설정했다. 상수도가스와 같은 공익사업에서 재생에너지자원을 통합하는 것은 더욱 어렵다. 특히 풍력, 태양에너지와 같은 에너지들은 간헐적이고 변화가 많기 때문이다.

풍력, 태양에너지의 원가는 지난 10년간 가파르게 하락했다. 이로 인해 특히 그리드 규모로 배치할 경우에 화석연료 대비 원가 경쟁력이 생겼으며, 상업과 공업 부문에서의 대규모 설치 또한 매우 경제적인 것으로 입증됐다. 월마트(Walmart), 타겟(Target), 아마존(Amazon)과 같은 회사들이 엄청난 양의 태양광패널을 창고와 영업지점에 보관했다는 사실이 이를 뒷받침한다. 해상 풍력발전과 수상 태양광발전 기술은 계속 선진화되는 중이며, 재생에너지 발전에 적합한 부지도 함께 확장되고 있다.

### 에너지 발전의 주요 해결 과제

주거용 태양에너지 용량을 늘리는 것과 함께 통제 밖의 분산된 에너지 자원들을 통합하는 것 또한 주요 과제다. 미국의 한 주정부에서는 BTM(Behind The Meter)을 지원하기 위해 전력요금 인하제도나 발



전차액 지원제도를 지시하는 규정을 가지고 있다. 하지만 이런 규정은 복잡함을 가중시킬 뿐만 아니라 공익사업의 수익성에도 영향을 미친다.

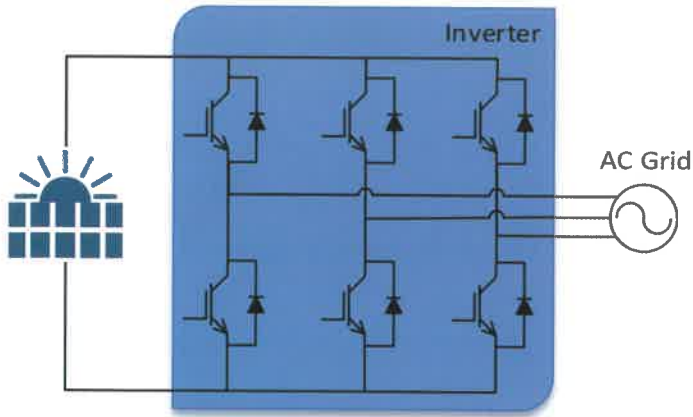
기후 변화와 관련한 또 다른 주요 과제는 그리드 인프라의 안전과 신뢰성이다. 최근 캘리포니아의 대형 산불과 PG&E의 파산신청은 극단적인 날씨와 변화하는 기후가 전력 네트워크에 얼마나 큰 영향을 주는지 알 수 있는 초기 지표다. 아직도 PG&E는 설비, 고객, 숲을 지키기 위해 정전을 예고하고 있다.

이런 복잡한 과정을 더 어렵게 하는 것이 바로 에너지 저장 문제다. 에너지는 양수 발전, 대형 플라이휠, 해저 압축 저장장치(Undersea pressurized bladders), 거대한 콘크리트 덩어리를 들어올리는 크레인 등 다양한 형태로 저장된다. 또한, 많은 저장 형태들이 대규모 건설을 해야 경제적이거나 특수한 지리적 환경이 마련돼야 한다.

### 에너지 저장의 효과

배터리는 빠르게 성장하는 에너지 저장 기술로 가장 중요한 부분이다. 배터리는 확장성이 넓어 가정용부터 전력 발전소용까지 다양하게 쓰인다. 대부분의 장소에 배치할 수 있기에 기존의 전력 발전소처럼 많은 환경 평가를 거치지 않아도 되고, 인프라 구축을 위해 지방 규제를 고려할 필요가 없다. 많은 업체들이 6개월 만에 대규모 배터리를 설치할 수 있음을 보였으며, 기존 화석연료 전력 발전은 계획부터 성과를 내기까지 수십년이 걸려 기간부터 큰 차이를 나타내는 것을 알 수 있다.

[그림 1] 태양광 패널과 그리드의 연결



에너지를 저장하는 것은 많은 장점을 가지며 특히, 간헐적인 재생에너지와 결합할 때 장점이 두드러진다. 이점이 가장 큰 저장법은 에너지 차익거래다. 전기 가격이 낮을 때 에너지를 저장했다가, 전기 가격이 높아지면 다시 그리드로 보내는 방법이다. 광전지 원천에서 과다 발전이 일어나는 햇빛이 짙은 날에는 전력이 저장 소자로 들어갈 수 있으며, '무조건 가져가야 하는(Must-take)' 자원의 사용 효율을 높여준다. 저녁이 되고 태양 에너지의 양이 줄어들면, 배터리의 기본 부하 발전량이 높아지고 손실된 전력을 공급하게 된다. 이런 장점으로 인해 많은 대규모 배터리 시설들이 태양에너지 발전지역에 함께 위치하고 있다.

PG&E가 화재 위험이 높은 시기에 정전을 일으키는 것은 배터리와 태양광패널이 정전 동안에도 전력이 필요한 부분에는 전력을 계속 공급해, 기업들이 중요한 업무를 계속 진행할 수 있도록 하고, 가정에서는 음식이 상하는 것과 같은 피해를 방지하는 것이다.

전력회사들은 분산 에너지자원을 '가상 전력발전소'와 협력해 통제할 수 있다. 가상 전력발전소는 수요에 대응해 전력을 발전, 저장, 송출하는 역할을 하며, 특수한 경우 비축한 전력을 비수기 기간에 사용할 수 있도록 수요에 대처한다.

### 인버터에 에너지 저장하기

인버터는 풍력, 광전지, 배터리 자원들을 전기 그리드에 결부시키는 주요 인터페이스다. 간단히 설명하자면, 직류전압을 교류전압으로 바

꾸고 그리드의 60Hz 전기주파수로 일치시키는 역할이다. [그림 1]은 태양광 패널과 그리드의 연결을 단순화한 도해로, 인버터 구성에 대한 표현이 강조되어 있다.

인버터는 단방향·양방향 구조, 여러 형태의 토폴로지를 갖는 다층 인버터 등 다양한 특징의 형태들이 존재하며, 각각의 구체적인 시나리오에 따라 장단점을 가진다. 인버터의 주요 소자는 전원 스위치로, [그림 1]에서는 절연 게이트 양극성 트랜지스터(IGBTs)로 표현되어 있다.

마이크로프로세서, 적절한 감지와 피드백, 정확한 알고리즘이 있다면 인버터는 전기에너지를 저장하고 송출하는 기능을 넘어 다양한 서비스를 그리드에 공급할 수 있다. 예를 들어 전압지원, 주파수규제, 고조파감소를 통해 전력의 질을 계속 유지할 수 있다. 전기 에너지가 생산된 위치에서 가까운 곳에 사용되기 때문에 분산 에너지 자원들이 송전 부하를 감소시킬 수 있으며, 배전망도 줄일 수 있다. 또한, 그리드 내 압력과 정체를 줄일 수 있고 송전선의 변경 주기를 늘려준다.

### IGBT와 인버터 효율

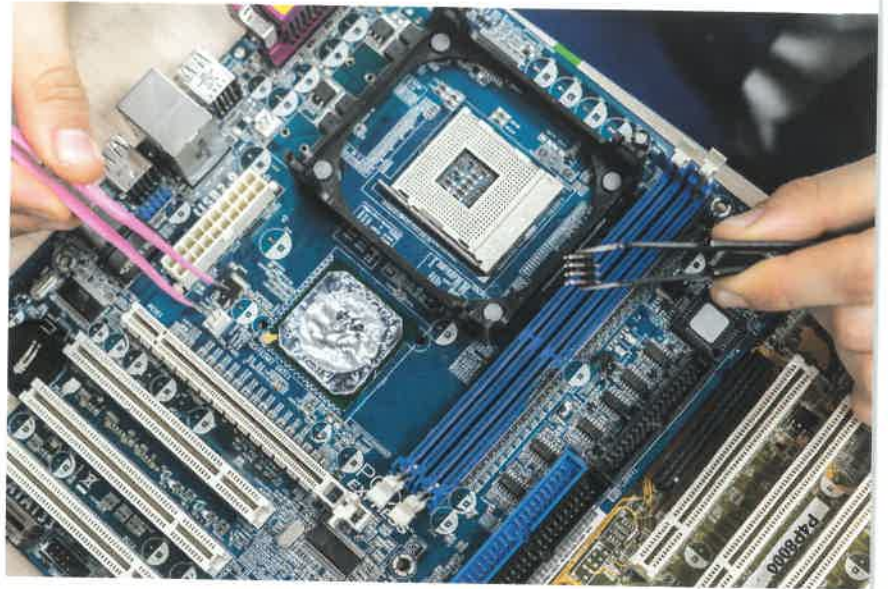
인버터를 통과하는 전류가 매우 많기 때문에 AC 전압과 DC 전압 간 변환이 매우 효율적으로 이뤄져야 한다. 실제 상업용으로 사용되는 인버터는 96%에서 98%의 고효율을 자랑한다. 그리드 운영자들은 이보다 높은 효율성을 원하

며, 특히 효율성에 있어 작은 수치 변화가 대규모 전력량에 영향을 주는 공익사업에서는 더욱 요구가 크다.

높은 수치의 효율성을 달성하기 위해서는 전력소자에서 발생하는 전력손실이 매우 낮아야 한다. 최근 IGBT가 애플리케이션에서의 전력손실을 낮추는 스위치 역할을 잘 해주고 있다. IGBT는 수백 암페어의 전류를 흐르게 하며 수천 볼트의 전압을 막아준다. 놀라운 점은 전화기나 데이터센터에 탑재되는 고성능 연산수행 칩(Computing chip) 제조와 유사한 방식으로 실리콘을 이용해 IGBT가 만들어진다는 것이다.

### 전력 절감 신소재 SiC

새로운 물질들은 더 좋은 성능, 높은 효율성, 우수한 신뢰도를 달성할 것으로 보인다. 대표적으로 탄화규소(SiC, 실리콘카바이드)가 있으며, SiC 전원 전자소자들은 비슷한 실리콘 소자들과 비교해 낮은 전도율과 낮은 스위칭 손실을 보인다. 이런 변화의 첫 단계는 [그림 1]에서 볼 수 있는 험블(Humble) 다이오드로, IGBT에 역병렬 방식으로 연결돼 있다. 실리콘 다이오드를 SiC 다이오드로 바꾸면 전력손실을 절감하고 스위칭 중 발생하는 과다출력을 줄일 수 있어 인버터에 가해지는 압력을 낮출 수 있다. SiC 다이오드가 실리콘 다이오드보다 많은 비용이 들지만 방열판과 전체 시스템 규모가 작아지기 때문에 전체 시스템의 원가는 줄어든다. 이런 변혁의 다음 단계는 SiC MOSFET이다. 이는 실리콘 IGBT보다 더 빠르게 스위칭할 수 있어, 태양에너지 시스템의 부스트 스테이지에 큰 장점이 된다. 일반적으로 태양



광 패널의 출력전압은 DC-DC 컨버터를 이용해 높이는데, SiC MOSFET은 빠른 스위칭 작업을 통해 부스트 스테이지의 인덕터와 같은 가격이 높은 수동소자들의 크기를 줄이고 효율성을 높여준다.

온세미컨덕터는 인버터의 다양한 전압과 전류 요구사항을 만족하기 위해 IGBT, SiC 다이오드, SiC MOSFET 제품들을 다양하게 제공하고 있다. 이중 수요가 가장 높은 제품은 파워 모듈이며, 이는 전원스위치와 다이오드가 함께 구성돼 설계에 용이성을 더하고 방열 효율을 높여준다. 온세미컨덕터는 주 전력 전자소자와 함께 게이트드라이버, 갈바닉 절연, 고성능 연산증폭기(Op-amps)로 시스템에 완성도를 더한다.

### 결론

재생에너지 저장기술이 고도화되고, 원가는 하락하면서 그리드의 '인버터화'가 빠르게 진행되고 있다. 인버터는 탄소 배출과 환경오염을 없애는 것뿐만 아니라, 전력사용자와 전력생산자 간의 구분이 어려워지는 요즘, 탄력성 있고 참여율 높은 전력망 구현을 돕는다. 전력 공익사업은 적절한 관리와 협력을 통해 전기의 질을 높이고, 개선비용은 낮추면서 훨씬 믿을 수 있는 서비스를 사용자들에게 제공할 수 있다. 파워 일렉트로닉스는 우리의 중대한 인프라를 혁신할 수 있는 중요한 기술이다. E