

Technical Article

통합 TOLL 패키지형 GaN 장치를 사용해 전원 공급 장치 설계 혁신 주도



Srijan Ashok



최신 전원 공급 장치 설계에는 고효율과 높은 전력 밀도가 필수입니다. 그래서 설계자는 다양한 전력 변환 토폴로지에서 GaN(질화 갈륨) 장치를 사용하고 있습니다.

GaN을 이용하면 고주파 스위칭이 가능하기 때문에 패시브 크기를 줄여주고, 나아가 밀도를 높여 줍니다. 또한 GaN은 실리콘이나 SiC(실리콘 카바이드) 같은 기술 대비 스위칭, 게이트 드라이브, 역방향 복구 손실이 적어 전력 설계 효율을 높여 주기도 합니다.

예를 들어 AC/DC에서 DC/DC로 변환할 때 650V GaN FET를 사용하거나 DC/DC 변환에 100V 또는 200V GaN FET를 사용해 전원 공급 장치를 구현할 수 있습니다.

최첨단 제품을 개발할 때는 조달 팀의 공급망을 간소화하기 위해 업계 표준 풋프린트를 갖춘 장치를 선택하는 것도 중요합니다. 이러한 이유로, 650V 영역에서 TOLL(Transformer Outline Leadless) 패키지가 고전력 전원 공급 장치 설계 분야에서 인기를 얻고 있습니다.

업계 표준 장치를 선택하는 것 외에도, TI의 [LMG3650R035](#) GaN FET(전계 효과 트랜지스터)와 같은 통합형 장치를 사용하면 다양한 전력 토폴로지에서 밀도가 높으면서도 안정적으로 작동하는 설계를 만드는 데 중요한 역할을 할 수 있습니다. 이 장치에는 통합형 게이트 드라이버와, 과전류 보호, 과열 보호 및 단락 보호와 같은 보호 회로도 있습니다. 보호 회로가 내장되어 있어서 이러한 기능을 구현하는 데 필요한 외부 부품을 줄일 수 있습니다. 이 장치는 또한 토렘 폴 PFC(역률 보정), 인덕터 커패시터, 위상 변이 풀 브리지, DAB(듀얼 액티브 브리지) 등 고전압 분야의 여러 전력 토폴로지를 지원합니다.

게이트 드라이버를 통합하면 단순하고 깔끔한 고밀도 레이아웃을 작성하는 데 도움이 되고, 기생 커플링이 대폭 줄어듭니다 ([그림 1](#)의 그림 참조). 스위칭 주파수가 높은 전력 변환에서는 통합이 특히 중요합니다. 왜냐하면 게이트 루프에서의 회로 기

생 커플링이 게이트 잡음과 오버랩 손실을 증가시키기 때문입니다. 통합형 전력계를 사용하면 이러한 기생 커플링이 미미한 수준으로 줄어 레이아웃이 간결해집니다.

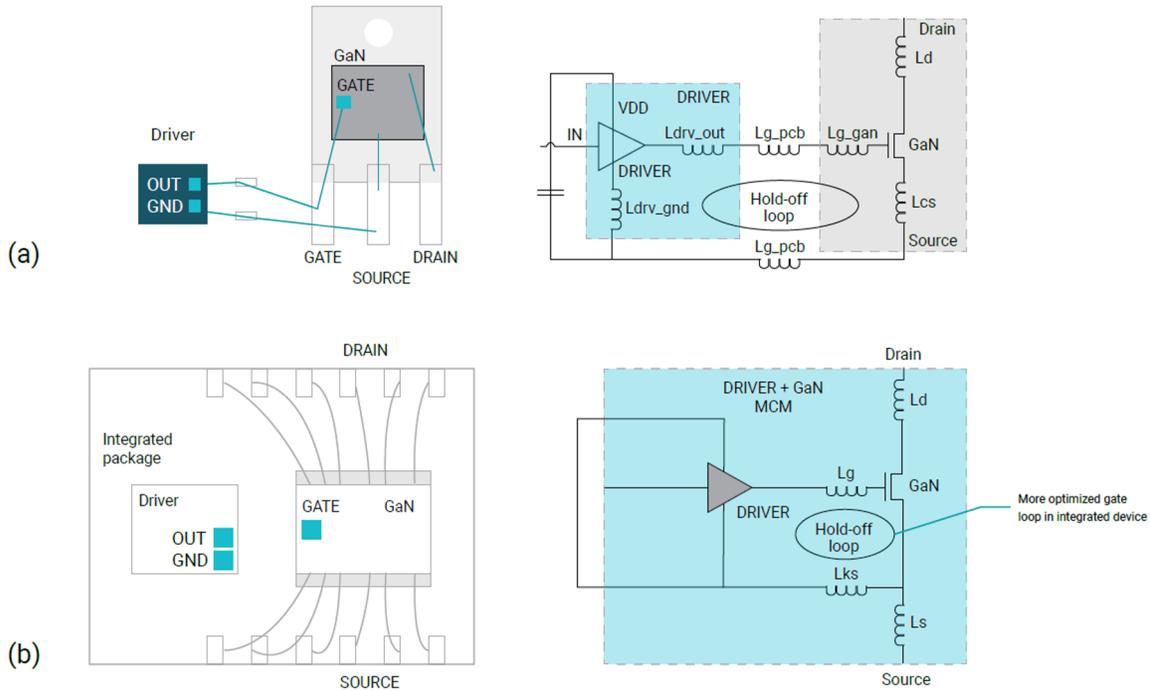


그림 1. 통합형 GaN 전력계와 개별 GaN의 회로 기생 비교

TI 고전압 TOLL 장치 애플리케이션 분야

그럼 이제부터 TI의 TOLL 장치가 이용되는 주요 애플리케이션 분야를 몇 가지 살펴보겠습니다. 여기에서는 통합형 보호 기능, 통합형 제로 전압 감지(3사분면 손실을 줄여줌), 미미한 수준의 기생 커플링으로 인한 오버랩 전환 손실 감소 등의 효과를 활용할 수 있습니다.

데이터 센터 및 통신 전력용 PSU

데이터 센터와 하이퍼스케일 컴퓨팅의 수요가 늘어나면서, 효율이 매우 뛰어나고 전력 밀도가 높은 PSU(전원 공급 장치)를 제작할 필요성도 기하급수적으로 늘어날 것입니다. 통신이 4G에서 5G, 이제는 6G까지 이동하면서 장치의 전력 요구 사항도 그에 따라 계속 늘어나고 있지만, 폼팩터는 똑같이 유지되고 있습니다.

이런 상황은 통합형 650V TOLL 장치의 필요성을 매우 잘 보여주는 사례라고 할 수 있습니다. 이 장치는 주로 PFC 및와 DC/DC 단계를 통해 AC 전원을 DC 버스로 변환하기 때문입니다(그림 2 참조). TI TOLL 패키지의 GaN 장치는 PFC 단계에서 99%를 넘는 효율을 달성할 수 있고, 앞서 언급한 여러 토폴로지의 DC/DC 단계에서도 98%를 초과하는 효율을 달성합니다.

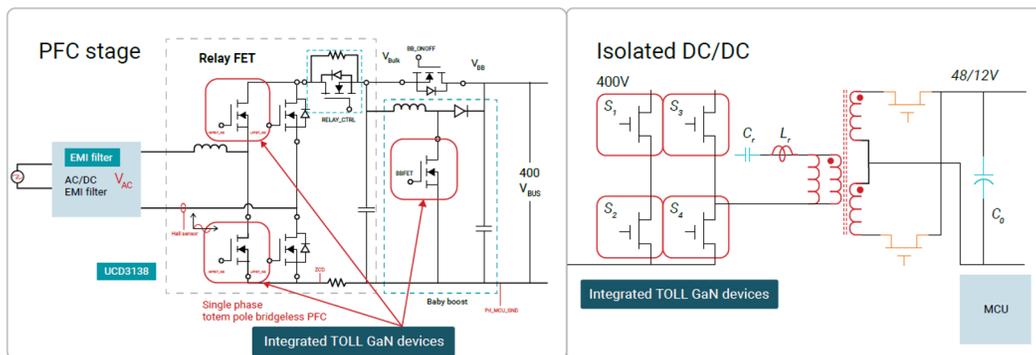


그림 2. PSU 블록 다이어그램

태양광 마이크로 인버터

전력원으로서 태양광 에너지가 주목을 받고 있습니다. 양방향 DC/DC와 PFC, 인버터 단계 모두 통합형 GaN TOLL 장치를 이용해 태양광 패널 전압을 AC 전력으로 변환할 수 있습니다(그림 3 참조). 청정 에너지 요구 사항이 급속하게 확장되는 지금, 업계 표준 장치를 사용해 작은 풋프린트로 높은 효율과 고전력을 제공하는 것이 중요한 시대입니다.

TOLL GaN 장치는 업계 표준 풋프린트와 통합형 기능을 견비하여 부가 가치를 창출합니다. 이러한 장치를 이용하면 토폴로지에 따라 다양한 드레인-소스 온 저항을 사용해 다양한 전력 레벨로 확장하면서도, 동시에 레이아웃 때문에 고심전할 필요가 없습니다. 대부분의 감지와 최적화 기능이 전력계에 통합되어 있기 때문입니다.

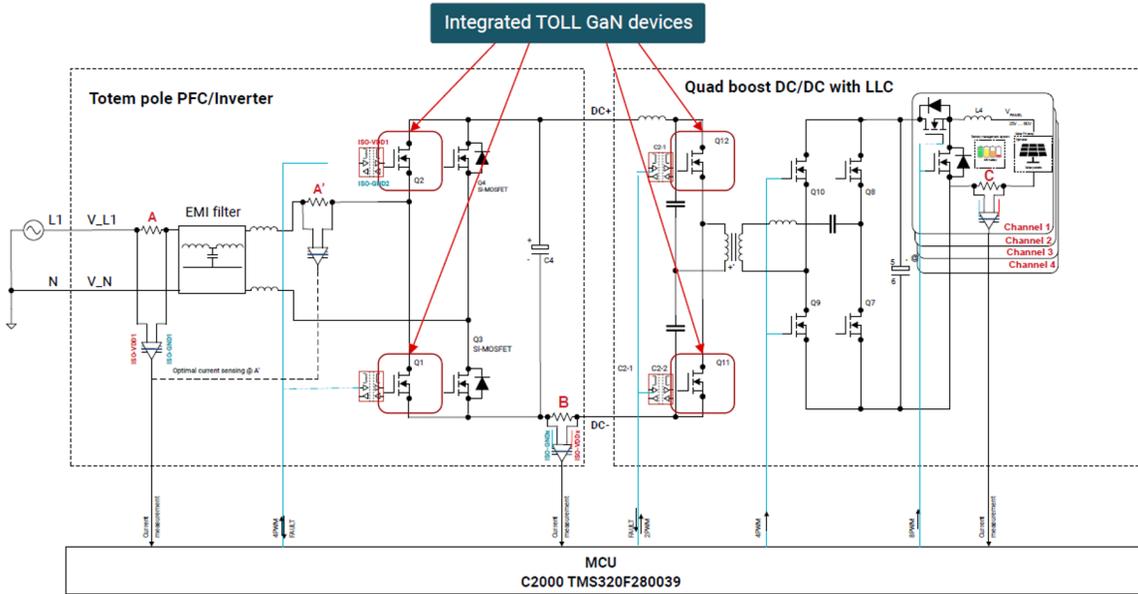


그림 3. 마이크로 인버터 블록 다이어그램

TV 전원 공급 장치

대형 스크린(40인치 이상) 텔레비전 시장은 앞으로 상당한 성장 가능성이 있으며, 미관상의 이유로 더 가볍고 얇은 화면을 선호하는 경향이 두드러지고 있습니다. 대형 스크린일수록 전원 요구 사항이 커지지만, 두께가 더 얇기 때문에 텔레비전의 전력 효율을 강화하는 것이 중요해졌습니다. AC/DC 변환의 경우, PFC와 DC/DC 단계에서 TOLL 장치를 활용하면 좋습니다.

통합형 TOLL GaN 장치를 사용하면 간단한 라우팅을 통해 더 얇은 인쇄 회로 보드를 제공하여 패시브 크기는 동일하게 유지하되 외부 회로를 최소한으로 줄일 수 있습니다. 이 설계는 업계 표준 풋프린트를 고수하면서 효율성도 뛰어납니다.

2W, 3W 및 4W 온보드 충전기

전 세계가 차량 배기가스를 줄이고자 노력하는 가운데, 차량 전기화가 매일같이 뉴스 소재로 거론되고 있습니다. 온더고 충전에 간편하게 접근하려면 전기차용 OBC(온보드 충전기)가 필수적입니다. OBC는 전기차 내에서 새시에 위치하므로 손실을 분산할 능동 냉각이 없기 때문에, 차지하는 공간을 최소한으로 줄이고 손실을 줄이려면 전력 밀도가 높고 효율이 우수해야 합니다.

그림 4에서는 일반적인 OBC 블록 다이어그램을 보여줍니다. 통합형 TOLL GaN 장치를 사용하면 통합과 높은 스위칭 주파수를 통해 설계 크기를 최적화하여 PFC 및 DC/DC 단계에 모두 유익하고, 손실(게이트 드라이브 및 스위칭 손실)을 줄여 방열 효과도 높여 줍니다. TOLL GaN 장치를 사용하면 장치 레벨에서 각종 보호가 모두 지원되므로 업계 표준 풋프린트를 유지하면서도 OBC 설계의 복원력을 보강할 수 있습니다.

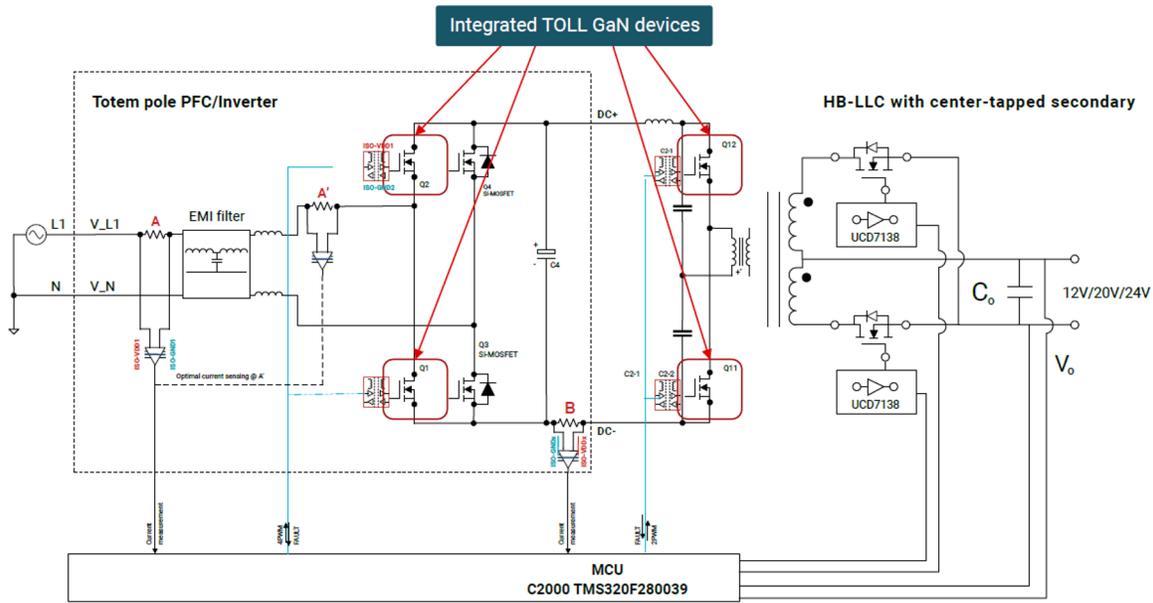


그림 4. 온보드 충전기

결론

앞으로 전력 설계자가 직면할 커다란 난제 중 하나는 고밀도 설계에서 최대한 손실을 줄여 점점 더 늘어나는 전력 레벨을 제공하는 것입니다. 이럴 때 통합형 TOLL GaN 장치를 사용하면 통합형 GaN에 업계 표준 풋프린트를 결합함으로써 추가 회로와 복잡한 PCB 레이아웃을 적용할 번거로움을 덜어주어 크게 도움이 됩니다. 이런 특성이 설계의 부담을 덜 수 있습니다. 또한 모터 드라이브, 산업용 전원 공급 장치, 가전제품 등 단순한 고밀도 설계를 중시하는 다른 완제품 장비 부문에서도 설계를 향상하는 데 도움이 됩니다.

TI는 GaN FET 기술의 도약에 힘입어 앞으로도 계속 TOLL 장치에 투자하고 성능지수를 개선하는 데 주력해 같은 공간에서 더 높은 전력을 제공하도록 설계자를 지원하고자 합니다.

추가 리소스

- [LMG3650R035 EVM\(평가 모듈\) 사용 설명서](#)를 참조하십시오.
- [LMG3650EVM-113 EVM\(평가 모듈\)](#)에 대해 자세히 알아보십시오.
- TI의 [GaN 기술](#)에 대해 자세히 알아보십시오.

상표

모든 상표는 각 소유권자의 자산입니다.

중요 알림 및 고지 사항

TI는 기술 및 신뢰성 데이터(데이터시트 포함), 디자인 리소스(레퍼런스 디자인 포함), 애플리케이션 또는 기타 디자인 조언, 웹 도구, 안전 정보 및 기타 리소스를 "있는 그대로" 제공하며 상업성, 특정 목적 적합성 또는 제3자 지적 재산권 비침해에 대한 명시적 보증을 포함하여(그러나 이에 국한되지 않음) 모든 명시적 또는 묵시적으로 모든 보증을 부인합니다.

이러한 리소스는 TI 제품을 사용하는 숙련된 개발자에게 적합합니다. (1) 애플리케이션에 대해 적절한 TI 제품을 선택하고, (2) 애플리케이션을 설계, 검증, 테스트하고, (3) 애플리케이션이 해당 표준 및 기타 안전, 보안, 규정 또는 기타 요구 사항을 충족하도록 보장하는 것은 전적으로 귀하의 책임입니다.

이러한 리소스는 예고 없이 변경될 수 있습니다. TI는 리소스에 설명된 TI 제품을 사용하는 애플리케이션의 개발에만 이러한 리소스를 사용할 수 있는 권한을 부여합니다. 이러한 리소스의 기타 복제 및 표시는 금지됩니다. 다른 모든 TI 지적 재산권 또는 타사 지적 재산권에 대한 라이선스가 부여되지 않습니다. TI는 이러한 리소스의 사용으로 인해 발생하는 모든 청구, 손해, 비용, 손실 및 책임에 대해 책임을 지지 않으며 귀하는 TI와 그 대리인을 완전히 면책해야 합니다.

TI의 제품은 [ti.com](https://www.ti.com)에서 확인하거나 이러한 TI 제품과 함께 제공되는 [TI의 판매 약관](#) 또는 기타 해당 약관의 적용을 받습니다. TI가 이러한 리소스를 제공한다고 해서 TI 제품에 대한 TI의 해당 보증 또는 보증 부인 정보가 확장 또는 기타의 방법으로 변경되지 않습니다.

TI는 사용자가 제안했을 수 있는 추가 또는 기타 조건을 반대하거나 거부합니다.

주소: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated