자동차 DC-DC 애플리케이션을 위한 eGaN® FET 및 IC

EPC
EFFICIENT POWER CONVERSION

자동차용 전자장치는 eGaN®(Enhancement-Mode Gallium Nitride) 디바이스의 향상된 효율성과 속도, 그리고 더 작은 크기 및 더 낮은 비용의 이점을 활용할 수 있다. GaN은 여러 대규모 애플리케이션, 특히 48V 입력 노드에서 기존의 실리콘 MOSFET 대비 상당한 이점을 제공하는 것으로 이미 입증되었다.

마일드 하이브리드 전력을 위한 48 V_{IN} ~ 12 V_{OUT}

인포테인먼트를 위한 12 ~ 24 V_{IN} ~ 3.3 V_{OUT}

마일드 하이브리드 전력을 위한 48 V_{IN} ~ 12 V_{OUT}

2025년까지 전세계적으로 판매되는 자동차의 10대중 한 대는 48 V 마일드 하이브리드가 될 것이다. 48 V 시스템은 연비를 10 ~ 15%까지 향상시킬 수 있으며, 엔진 크기를 늘리지 않고도 4배의 출력을 제공하고, 이산화탄소 배출량을 25%까지 줄일 수 있다 .

48 V 버스 전력분배에 대한 요구는 최신 자동차에 채택되고 있는 전력소모가 큰 새로운 전자식 구동 장치들과 기능들로 인해 갈수록 증가하고 있다. 몇 가지 예로, 전자식 시동 장치나 전자식 조향, 전자식 서스펜션, 전자식 터보 수퍼차징 및 가변속도 에어컨 등을 들 수 있다.

그리고 이제 자율주행 자동차가 등장하면서 라이다, 레이더, 카메라 및 초음파 센서와 같은 추가적인 시스템 요구사항에 대해서도 전력분배 시스템을 통해 충족해야 한다. 이러한 자율주행 차량은 데이터를 수집하고, 해석하고, 통합 및 분석하기 위해 고성능 그래픽 프로세서가 필요하다. 이러한 프로세서는 전력을 많이 소모하기 때문에 기존의 자동차용 12 V 배전 버스에 부담을 가중시킨다.

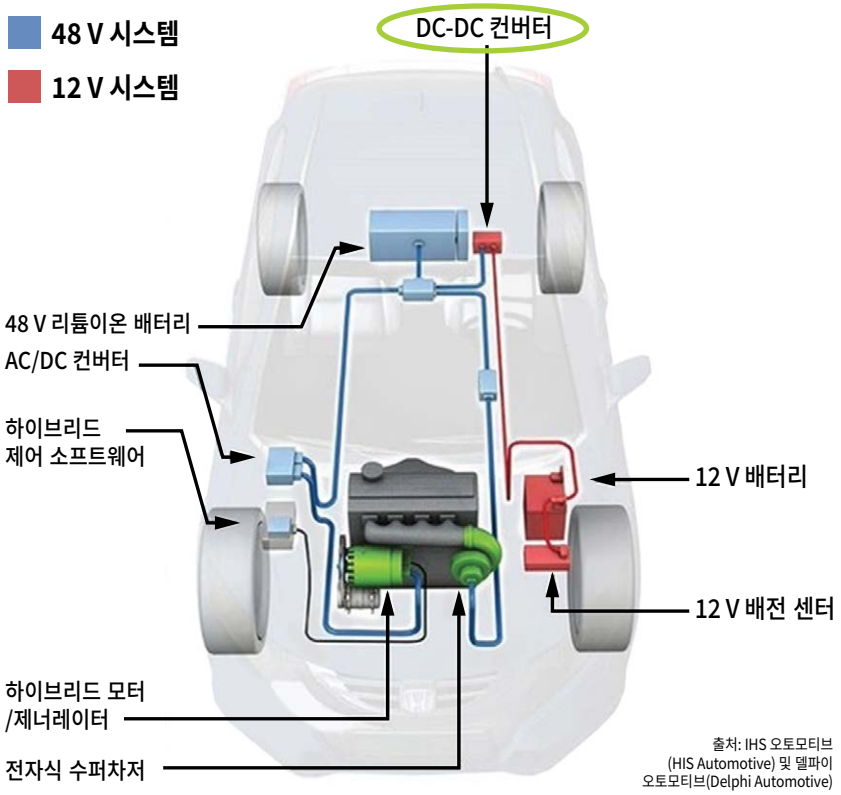


그림 1. 일반적인 48 V 마일드 하이브리드 시스템

왜 GaN인가?

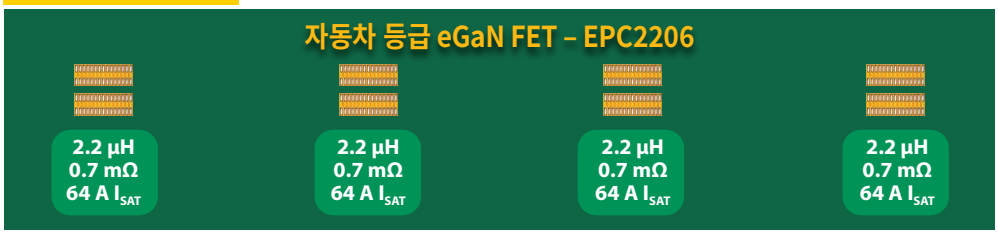
48V 버스 시스템의 경우, GaN 기술을 통해 효율성을 높이고, 크기와 시스템 비용을 절감할 수 있다. 고속 스위칭 속도를 제공하는 GaN 기반 솔루션은 위상 당 125kHz에서 동작하는 기존 MOSFET 솔루션과 달리 위상 당 250kHz에서 동작할 수 있다. 예를 들어, 3kW, 48V ~ 12V DC-DC 컨버터의 경우 이러한 높은 스위칭 주파수를 통해 5상 시스템에서 4상 시스템으로 줄일 수 있어 크기와 비용을 모두 절감할 수 있다. 그림 2에서 볼 수 있듯이, GaN 기반 솔루션은 크기가 35% 더 작기 때문에 인덕터 DCR 손실을 10W까지 낮출 수 있으며, MOSFET 솔루션에 비해 비용을 약 20%가량 절감할 수 있다.

GaN은 ... *더 작다*

125kHz의 MOSFET 솔루션: 250A를 위해 필요한 5상 설계(인덕터 제한적)

H = 46 mm
L = 163 mm
Area = 75 cm²

250kHz의 GaN FET 솔루션: 더 높은 스위칭 주파수로 4상 설계 가능



H = 38 mm
L = 130 mm
Area = 49 cm²

35% 더 작고, 인덕터 DCR 손실을 10 W까지 감소

그림 2. 48V ~ 12V, 3kW 시스템에서 eGaN FET와 실리콘 MOSFET의 솔루션 크기 비교

GaN은 ... *더 효율적이다*

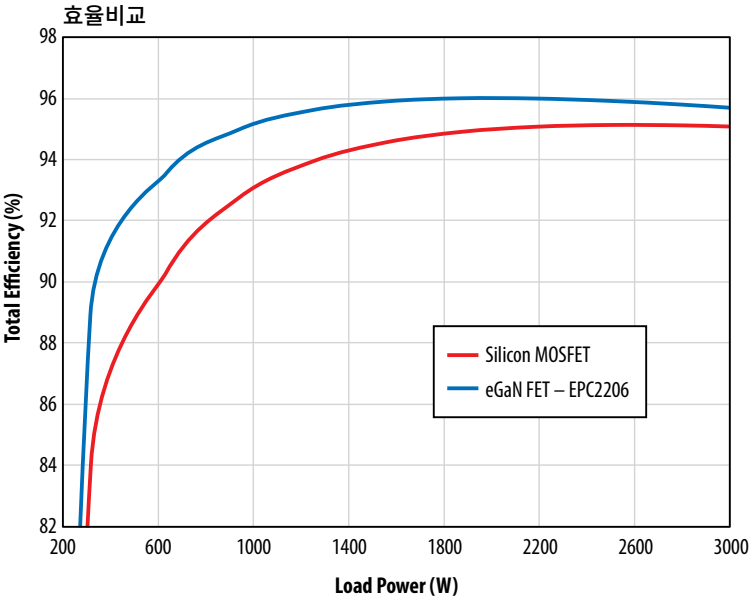


그림 3. 48V ~ 12V, 3kW 시스템에서 eGaN FET와 실리콘 MOSFET의 비용 및 효율 비교

GaN은 ... *더 저렴하다*

비용	솔루션	
	MOSFET	eGaN
인덕터 비용 MOSFET = 5 per GaN FET = 4 per	$5.50	**$4.40**
FET 비용 MOSFET = 10 per GaN FET = 8 per	$10.30	**$9.90**
드라이버 비용 MOSFET = 5 per GaN FET = 4 per	$2.50	**$2.00**
PCB 비용 ($0.025/cm² 로 추산)	$1.88	**$1.23**
하우징 비용 (더 큰 MOSFET 솔루션 추가)	$2.00*	-
총 DC-DC 컨버터 하위 비용	**$22.20**	**$17.50**

*추정치

인포테인먼트를 위한 12–24V_{IN}에서 3.3V_{OUT}

자동차 인포테인먼트 시스템의 전세계 출하량은 2022년까지 1억8,300만대를 초과할 것으로 예상되고 있다.(스태티스타(Statista) 전망자료) 최신 인포테인먼트 시스템은 터치 스크린 기능과 블루투스 통신, 디지털 및 고화질 TV와 위성 라디오, GPS 내비게이션 및 게임 등과 같은 여러 첨단 기능을 갖추고 있다. 이러한 시스템은 추가적인 차량의 전원 시스템을 필요로 한다.

왜 GaN인가?

GaN 디바이스는 실리콘 MOSFET에 비해 크기가 훨씬 작고, 커패시턴스도 적다. GaN 트랜지스터는 최신 실리콘 MOSFET에 비해 뛰어난 성능지수(FOM: Figure of Merit)를 가지고 있기 때문에 설계자는 더 작고, 더 효율적이고, 열 문제 및 비용을 절감할 수 있는 훨씬 더 뛰어난 시스템을 만들 수 있다.(그림 4)

이러한 성능지수를 통해 어떠한 성능을 구현할 수 있는지 알아보기 위해 12 V ~ 24 V 입력 범위와 3.3 V 출력을 가진 시스템에 실리콘 MOSFET 솔루션과 100 V eGaN FET를 구현하여 성능을 비교했다. 두 컨버터는 2 MHz에서 10 A로 동작한다. 24 V 입력에서 eGaN 솔루션은 약 7% 더 높은 피크 효율과 3.1 W 더 낮은 전력 손실을 나타냈다.(그림 5)

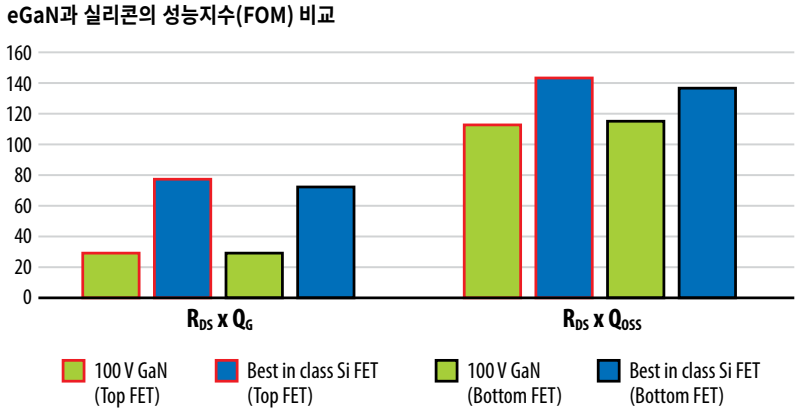


그림 4. eGaN FET와 실리콘 MOSFET의 성능지수(FOM) 비교

GaN은 ... *더 효율적이다*

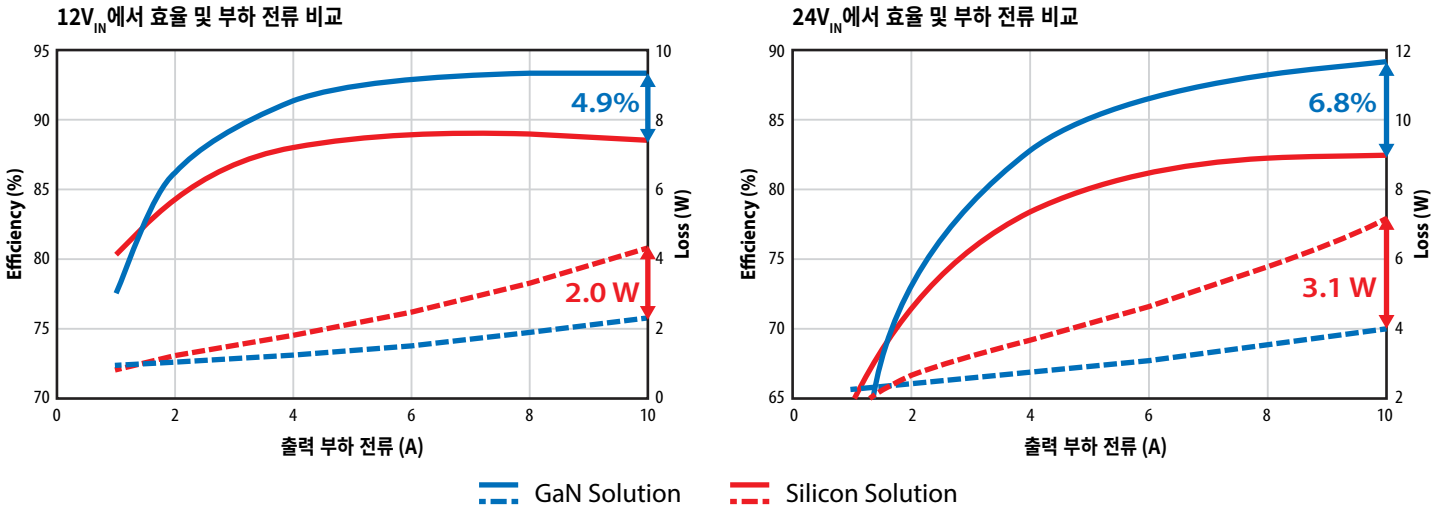


그림 5. eGaN FET와 실리콘 MOSFET의 효율 및 전력손실 비교

인포테인먼트 설계

부품번호	설명	V_{IN}	V_{OUT}	I_{OUT} (A)	주요 제품
EPC9160	듀얼 출력 동기식 벅 컨버터	9 V – 24 V	듀얼 출력: 5 V / 3.3 V	15 A	EPC2055

GaN은 ... *열 성능이 뛰어나다*

eGaN FET의 크기는 상당히 작지만, 효율성이 높고, 전력 손실이 적기 때문에 GaN 기반 솔루션은 더 큰 MOSFET 솔루션에 비해 동작 시 열 발생이 적다. 그림 6은 공기흐름과 히트싱크가 없는 24 V 입력, 3.3 V 출력, 2 MHz에서 동작하는 두 보드의 열 성능을 보여준다. GaN 기반 솔루션 보드의 핫스팟은 실리콘 보드에 비해 10°C 더 낮다.

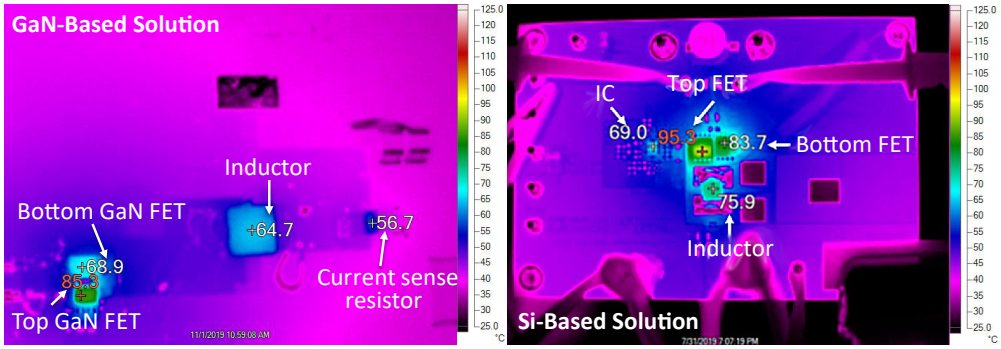
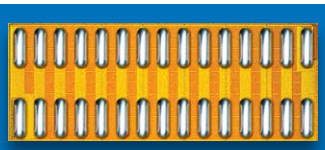


그림 6. eGaN FET와 실리콘 MOSFET의 열 성능 비교

	 6.05 x 2.3 mm	3.5 x 1.95 mm	2.5 x 1.5 mm
파라미터	**EPC2206 (@ 5 V_{GS})**	**EPC2218A (@ 5 V_{GS})**	**EPC2204A (@ 5 V_{GS})**
V_{DS}	80 (AEC-Q101)	80	80
$R_{DS(on)}$ typ	1.8 mΩ	2.4 mΩ	4.4 mΩ
$R_{DS(on)}$ max	2.2 mΩ	3.2 mΩ	6 mΩ
Q_G typ @ 50 V_{DS}	15 nC	10.5 nC	5.7 nC
Q_{GD} typ @ 50 V_{DS}	3 nC	1.5 nC	0.8 nC
Q_{OSS} typ @ 50 V_{DS}	72 nC	46 nC	25 nC
Q_{RR} typ	0 nC	0 nC	0 nC
디바이스 크기	13.9 mm^2	6.8 mm^2	3.75 mm^2
개발보드	EPC90122	n/a	n/a

* AEC 버전은 개발 중입니다. 자세한 내용은 EPC에 문의하시기 바랍니다.

48V 자동차용 레퍼런스 디자인

부품번호	설명	V_{IN}	V_{OUT}	I_{OUT} (A)	주요 제품
EPC9163	2 kW 48 V/12 V 양방향 전력 모듈	20 V – 60 V (벅) 11.3 V – 16 V (부스트)	5 V – 16 V (벅) 20 V – 50 V (부스트)	140 A (벅) 140 A (부스트)	EPC2218
EPC9165	2 kW 48 V/12 V 양방향 전력 모듈	20 V – 60 V (벅) 11.3 V – 16 V (부스트)	5 V – 16 V (벅) 20 V – 50 V (부스트)	140 A (벅) 140 A ((부스트)	EPC2302
EPC9170	2 kW 48V/14 V, 140A 전력 모듈	20 V – 60 V (벅) 11.3 V – 16 V (부스트)	5 V – 16 V (벅) 20 V – 50 V (부스트)	140 A (벅) 140 A (부스트)	EPC23101 /EPC2302

EPC EFFICIENT POWER CONVERSION

추가 자료요청 및 문의

winnie.wong@epc-co.com 또는
info@epc-co.com으로 연락하면 된다.
EPC 웹사이트: www.epc-co.com
EPC의 최신 정보는 bit.ly/EPCupdates

추가 자료요청 및 문의

eGaN은 Efficient Power Conversion Corporation의 등록 상표입니다.