

車載用DC-DC向けeGaN® FETとIC



車載用電子機器は今、エンハンスメント・モード窒化ガリウム (eGaN®) ・デバイスの高効率、高速、小型、低コストというメリットを最大限に活用できるようになりました。特に48 Vの入力ノードでは、成熟したシリコンMOSFETに比べて、GaNの大きな利点が生かせる大規模なアプリケーションがいくつか登場しています。



48 V入力、12 V出力のマイルドハイブリッド車用電力分配



12~24 V入力、3.3 V出力のインフォテインメント

48 V入力、12 V出力のマイルドハイブリッド車用電力分配

2025年までに、世界中で販売される自動車10台のうち1台が48 V系のマイルドハイブリッド車になるでしょう。48 Vシステムは、燃料効率を約10~15%向上させ、エンジンのサイズを大きくすることなく電力を4倍にでき、二酸化炭素排出量を25%に減らします。

48 Vバスによる電力分配の必要性は、最新の自動車に搭載する電力消費の大きい新たな電気駆動の機能と機構によって、ますます顕著になってきています。例えば、ほんの数例を挙げると、電動アイドリング・ストップ、電動ステアリング、電動サスペンション、電動ターボ・チャージャ、インバータ・エアコンなどです。

そして今、自動運転車の出現によって、Lidar (光による検出と距離の測定)、レーダー、カメラ、超音波センサーなどのシステムからの追加の電力要求が、電力分配システムに押し寄せてきています。これらを収集、解釈、統合し、そのすべてを理解するためには、高性能のグラフィックス・プロセッサが必要です。これらのプロセッサは、大きな電力を消費し、従来の自動車用12 V系電力分配バスには、さらなる負荷となります。

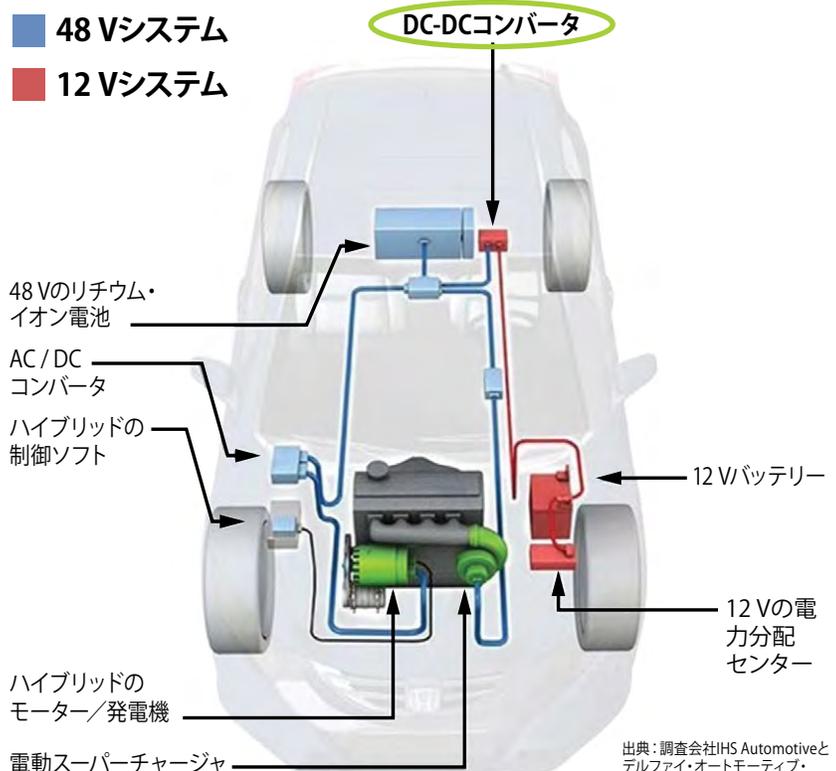


図1. 48 Vのマイルドハイブリッド・システムの代表例

出典: 調査会社IHS Automotiveとデルファイ・オートモーティブ・システムズ (現アブティブ)

なぜGaN?

48 Vのバス・システムでは、GaN技術は、効率を高め、サイズを縮小し、システム・コストを削減します。GaNベースのソリューションは、スイッチング速度が速いため、従来のMOSFETソリューションの1相当たり125 kHzに対して、1相当たり250 kHzで動作できます。この例として、3 kWで48V入力、12V出力のDC-DCコンバータでは、この高いスイッチング周波数によって、5相システムから4相システムに減らせるので、サイズとコストの両方を削減できます。図2に示すように、GaNベースのソリューションは35%小さくなるので、コイルのDCR (直流抵抗) 損失が10W小さくなり、加えて、MOSFETソリューションに比べてシステム・コストを約20%削減できます。

GaNは・・・より小型

125 kHzでのMOSFETソリューション:250 A (コイルによる制限) には5相設計が必要

車載品質のMOSFET

4.7 μ H
1.7 m Ω
52 A I_{SAT}

4.7 μ H
1.7 m Ω
52 A I_{SAT}

4.7 μ H
1.7 m Ω
52 A I_{SAT}

4.7 μ H
1.7 m Ω
52 A I_{SAT}

4.7 μ H
1.7 m Ω
52 A I_{SAT}

H = 46 mm
L = 163 mm
面積 = 75 cm²

250 kHzのGaN FETソリューション: より高いスイッチング周波数にして4相設計可能

車載品質のeGaN FET: EPC2206

2.2 μ H
0.7 m Ω
64 A I_{SAT}

2.2 μ H
0.7 m Ω
64 A I_{SAT}

2.2 μ H
0.7 m Ω
64 A I_{SAT}

2.2 μ H
0.7 m Ω
64 A I_{SAT}

H = 38 mm
L = 130 mm
面積 = 49 cm²
**35%小型、
10 W小さいコイルの
DCR損失**

図2. 48 V入力、12 V出力で3 kWのシステムにおけるeGaN FETとシリコンMOSFETのソリューション・サイズの比較

GaNは・・・より高効率

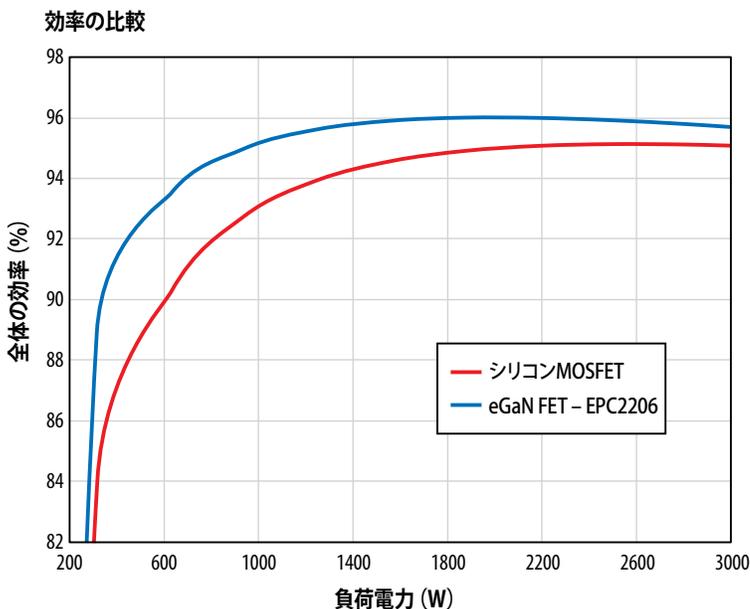


図3. 48 V入力、12 V出力で3 kWのシステムにおけるeGaN FETとシリコンMOSFETの効率とコストの比較

GaN・・・より安価なコスト

価格	ソリューション	
	MOSFET	eGaN
コイルの価格 MOSFET = 5 個当たり GaN FET = 4 個当たり	5.50 ドル	4.40 ドル
FETの価格 MOSFET = 10 個当たり GaN FET = 8 個当たり	10.30 ドル	9.90 ドル
ドライバの価格 MOSFET = 5 個当たり GaN FET = 4 個当たり	2.50 ドル	2.00 ドル
プリント回路基板の価格 (0.025ドル/cm ² で推定)	1.88 ドル	1.23 ドル
ハウジングの価格 (大きなMOSFETソリューションに追加)	2.00 ドル*	-
DC-DCコンバータのこの部分全体の価格	22.20 ドル	17.50 ドル

*推定

12~24 V入力、3.3 V出力のインフォテインメント

車載用インフォテインメント・システムの世界出荷台数は、2022年までに年1億8300万台を超えると予想されています（調査データ・サービス会社Statista）。最新のインフォテインメント・システムには、タッチ・スクリーン機能、Bluetooth通信、デジタルで高解像度のテレビ、衛星ラジオ、GPSナビゲーション、さらにはゲームなど、多くの高度な機能が含まれています。これらのシステムは、自動車の電力システムに新たな需要をもたらします。

なぜGaN?

GaNデバイスは、シリコンMOSFETと比べると、サイズがはるかに小さく、容量が小さくなっています。最先端のシリコンMOSFETと比べて、GaNトランジスタの優れた性能指数FOM (figure of merit) によって、設計者は、より小型、より高効率で、より発熱が少なく、より低コストのシステムをより高いレベルで動作させることができます（図4）。

FOMのこの改善が性能にどのように貢献するかの例として、100 VのeGaN FETをSi MOSFETソリューションと比べるために、入力電圧範囲12 V~24 Vで3.3 V出力のシステムを構築しました。いずれのコンバータも、2 MHzにおいて10 Aで動作させました。12 V入力では、eGaNソリューションはピーク効率がほぼ5%高くなり、電力損失が2 W小さくなります。24 V入力では、eGaNソリューションは、ピーク効率がほぼ7%高くなり、電力損失が3.1 W小さくなります（図5）。



eGaNとシリコンの性能指数FOM

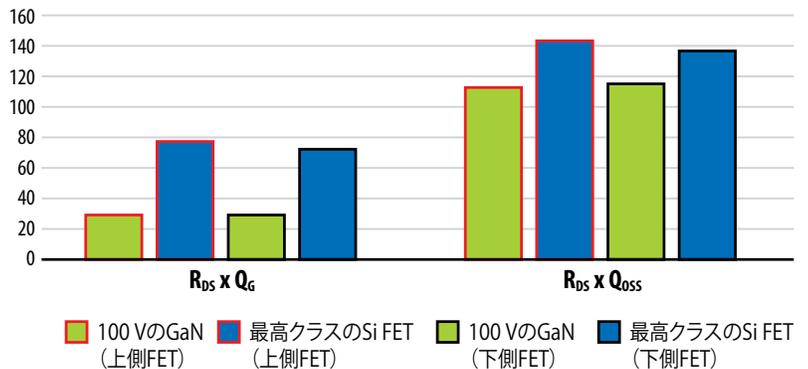
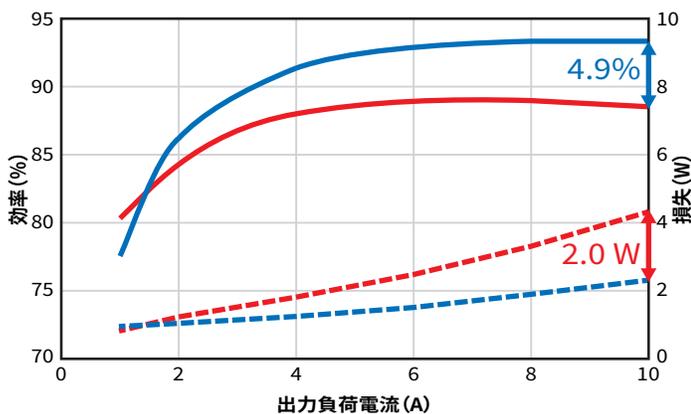


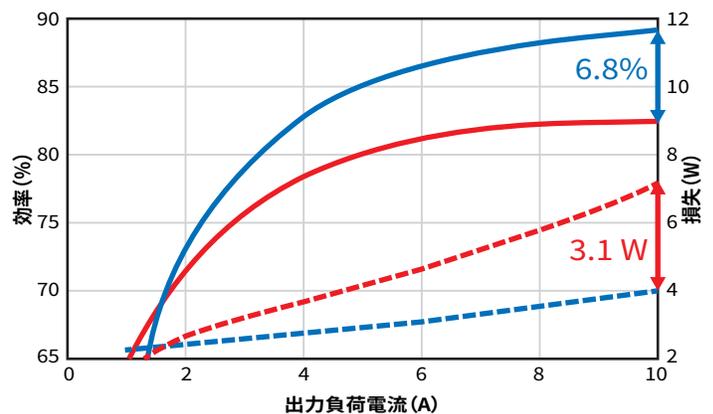
図4. eGaN FETとシリコンMOSFETの性能指数FOM

GaNは・・・高効率

12 V入力での負荷電流対効率の関係



24 V入力での負荷電流対効率の関係



— GaNソリューション — シリコン・ソリューション

図5. eGaN FETとシリコンMOSFETの効率と電力損失の比較

インフォテインメント設計

型番	概要	V_{IN}	V_{OUT}	I_{OUT} (A)	搭載製品
EPC9160	デュアル出力同期バック・コンバータ	9V - 24V	デュアル出力 5V / 3.3V	15 A	EPC2055

GaNは・・・発熱が少ない

eGaN FETは、サイズが非常に小さいにもかかわらず、効率が高く電力損失が小さいため、GaNベースのソリューションは、より大きなMOSFETのソリューションよりも少ない発熱で動作できます。図6は、エアフローなし、ヒートシンクなし、24 V入力、3.3 V出力、2 MHzで動作させたときの両方の基板の熱特性です。GaNベースのソリューション基板の最も熱い点（赤色の数字）は、シリコン基板よりも10°C低くなっています。

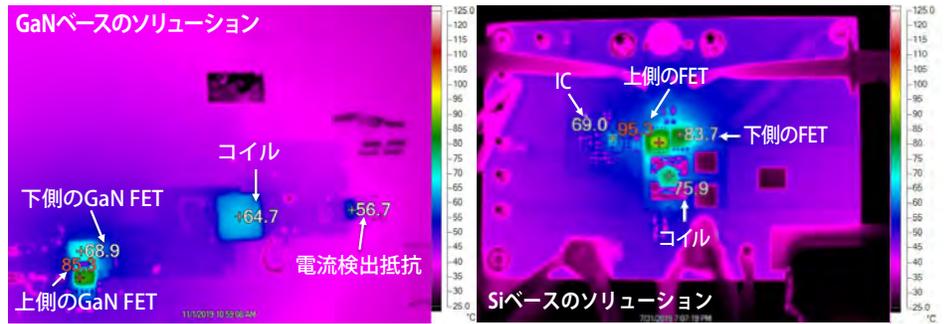


図6. eGaN FETとシリコンMOSFETの熱特性の比較

	 6.05 x 2.3 mm	 3.5 x 1.95 mm	 2.5 x 1.5 mm
パラメータ	EPC2206 (@ 5 V _{GS})	EPC2218A (@ 5 V _{GS})	EPC2204A (@ 5 V _{GS})
V _{DS}	80 (AEC-Q101)	80	80
R _{DS(on)} の標準値	1.8 mΩ	2.4 mΩ	4.4 mΩ
R _{DS(on)} の最大値	2.2 mΩ	3.2 mΩ	6 mΩ
Q _G の標準値@ 50 V _{DS}	15 nC	10.5 nC	5.7 nC
Q _{GD} の標準値@ 50 V _{DS}	3 nC	1.5 nC	0.8 nC
Q _{OSS} の標準値@ 50 V _{DS}	72 nC	46 nC	25 nC
Q _{RR} の標準値	0 nC	0 nC	0 nC
デバイス・サイズ	13.9 mm ²	6.8 mm ²	3.75 mm ²
開発基板	EPC90122	n/a	n/a

*開発中のAECバージョン。詳細についてはEPCにお問い合わせください

48 Vの自動車のリファレンス・デザイン

型番	概要	V _{IN}	V _{OUT}	I _{OUT} (A)	搭載製品
EPC9163	2 kWで 48 V / 12 Vの間の双方向パワー・モジュール	20 V - 60 V (降圧) 11.3 V - 16 V (昇圧)	5 V - 16 V (降圧) 20 V - 50 V (昇圧)	140 A (降圧) 140 A (昇圧)	EPC2218
EPC9165	2 kWで 48 V / 14 Vの間の双方向パワー・モジュール	20 V - 60 V (降圧) 11.3 V - 16 V (昇圧)	5 V - 16 V (降圧) 20 V - 50 V (昇圧)	140 A (降圧) 140 A (昇圧)	EPC2302
EPC9170	2 kW 48 V/14 V, 140 Aパワー・モジュール	20 V - 60 V (降圧) 11.3 V - 16 V (昇圧)	5 V - 16 V (降圧) 20 V - 50 V (昇圧)	140 A (降圧) 140 A (昇圧)	EPC23101 / EPC2302



詳細については、

info@epc-co.comに電子メールで、またはお近くの販売代理店にお尋ねください。

EPCのウェブサイト: epc-co.com/epc/jp/

bit.ly/EPCupdates に登録

詳細についてはスキャンしてください



eGaNは、Efficient Power Conversion Corporation, Inc.の登録商標です