

車載用SoC電源の課題と 電源ソリューション提案

MPSジャパン合同会社
FAEマネージャー
合屋 俊介

2024年2月

MPS

アジェンダ

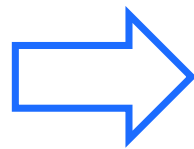
1. モビリティの問題
2. ADAS / AVの市場規模
3. 車載コンピューティングアーキテクチャの変貌
4. 従来型のパワーマネジメントソリューション
5. 次世代型のパワーマネジメントソリューション
6. MPSの製品例

車載用SoC市場の概要

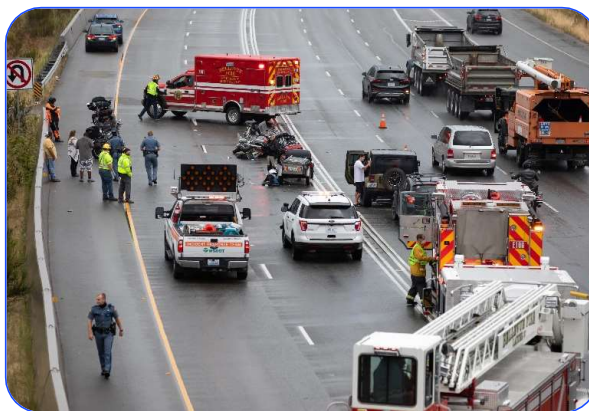
モビリティの課題

モビリティは渋滞、事故、およびアクセス欠如に悩まされている

- 先進運転支援システム (ADAS)
- 自動運転車 (AV)
- 自動運転タクシー / シェアードモビリティ



便利、安全、そして実用的なモビリティへ

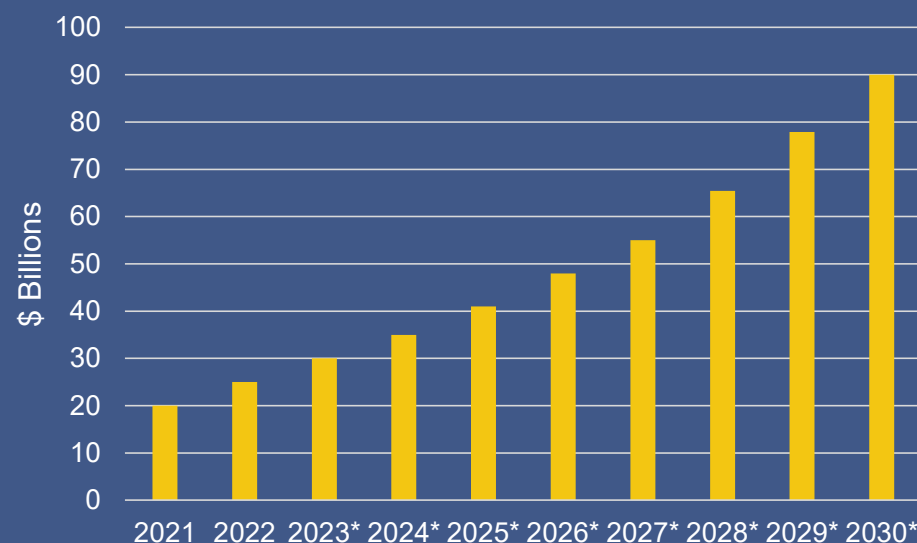


ADAS / AV: 車載マーケット最大の成長分野

ADAS成長の要因:

- 安全性への一層の関心
- 政府機関による先進安全機能使用の義務化
- 快適さとラグジュアリー需要の高まり
- テクノロジーとインフラへの多額な投資

ADAS市場は年平均19%成長
2030年には\$90Bに



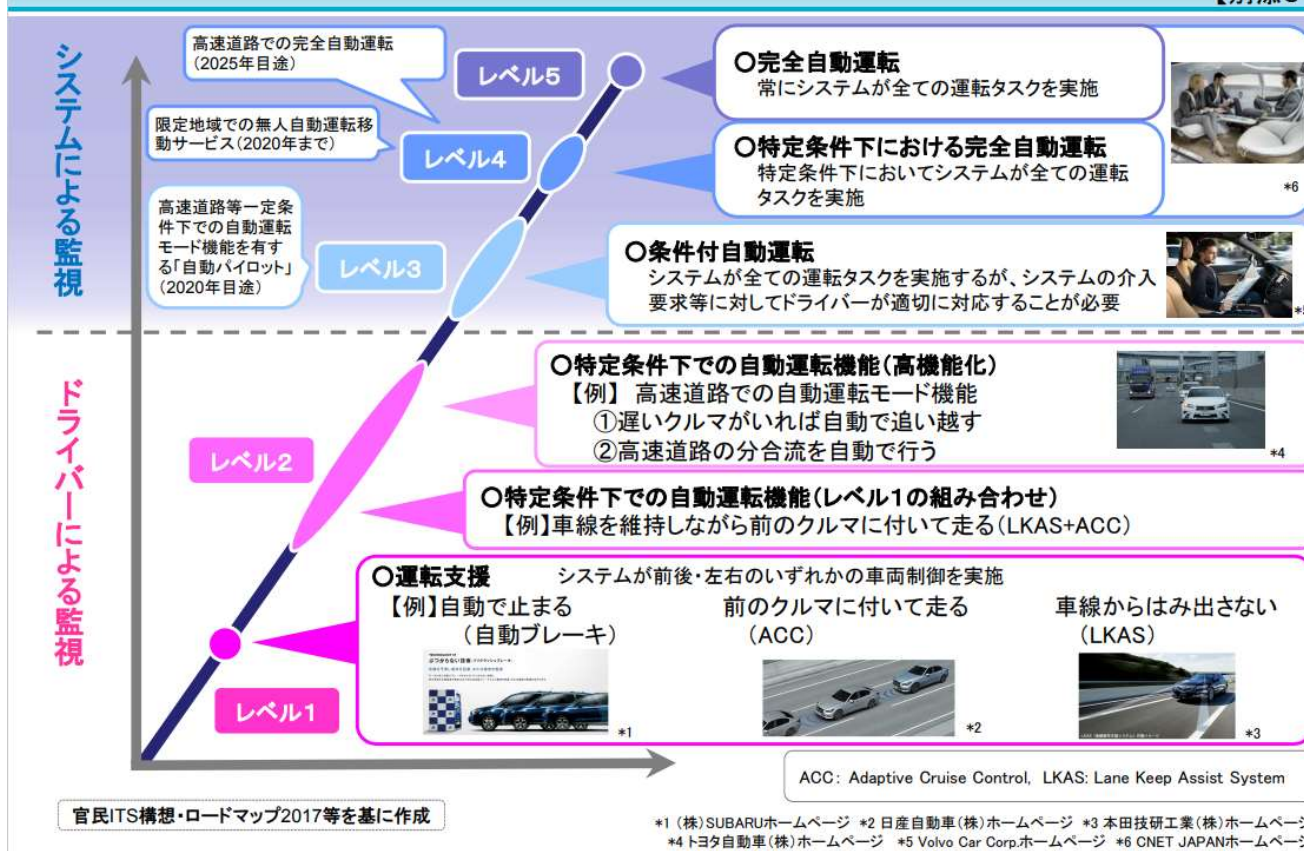
自動運転レベル

車両はより高いレベルの自動化を可能にするために「車輪付きサーバー」へと変化

自動運転のレベル分けについて

国土交通省
【別添3】

出典：国土交通省「自動運転のレベル分けについて」



MIND-OFF	1000TOPS?
EYES-OFF	> 100TOPS
HANDS-OFF	30-60TOPS
FEET-OFF	0-30TOPS
HANDS-OFF	30-60TOPS
FEET-OFF	0-30TOPS
FEET-OFF	0-30TOPS

※TOPS (teraOPS): Tera Operation Per Second、整数演算の能力を表す。

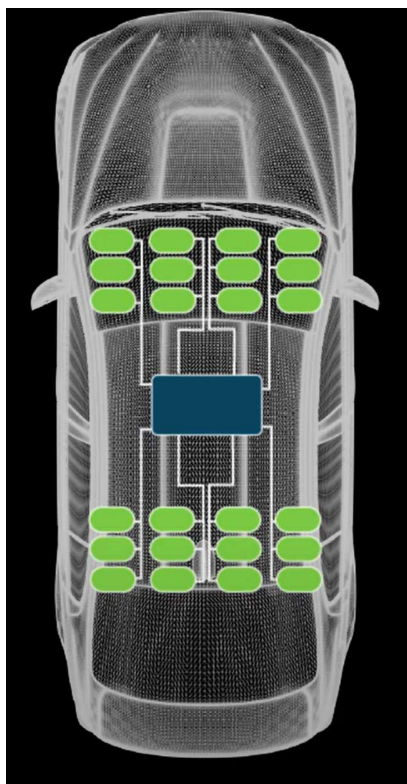
コンピュータや内部のプロセッサの処理速度をあらわす単位の一つで、1秒間に実行できる演算回数を1兆回単位で表したものを。



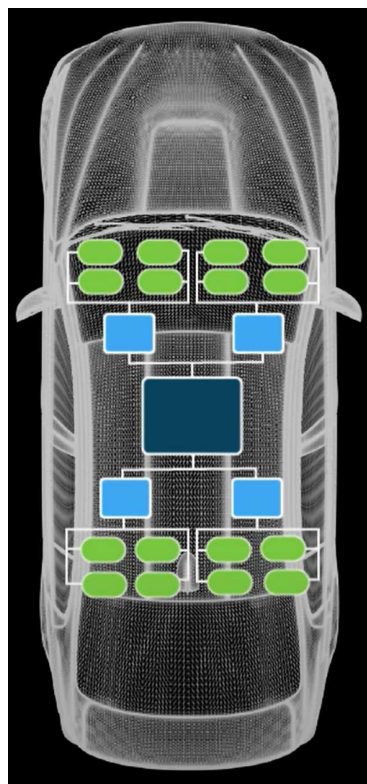
進化する車両コンピューティングアーキテクチャ

ADASとAVは、ECUを統合して強化し、ゾーンアーキテクチャ (セントラルコンピューティング) に移行

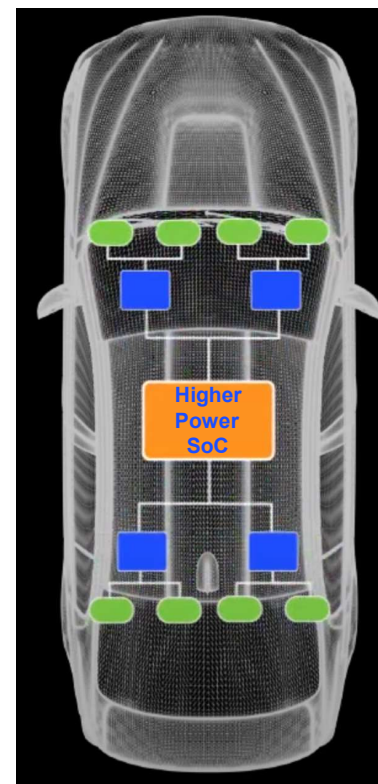
過去: 分散型



現在: ドメインアーキテクチャ



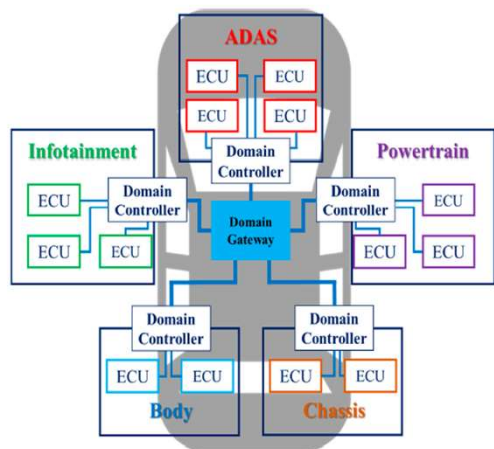
将来: ゾーンアーキテクチャ (セントラルコンピューティング)



- Gateways
- Zone Controllers
- Central Computer
- Domain ECUs
- ECUs

ドメインアーキテクチャ vs ゾーンアーキテクチャ

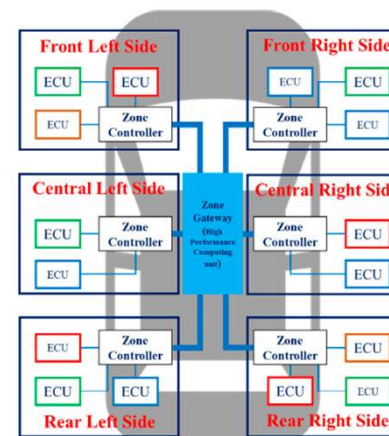
ドメインアーキテクチャ



機能に基づいてECUをグループ化

- 複雑で長いワイヤハーネス
- 通信遅延が長い

ゾーンアーキテクチャ

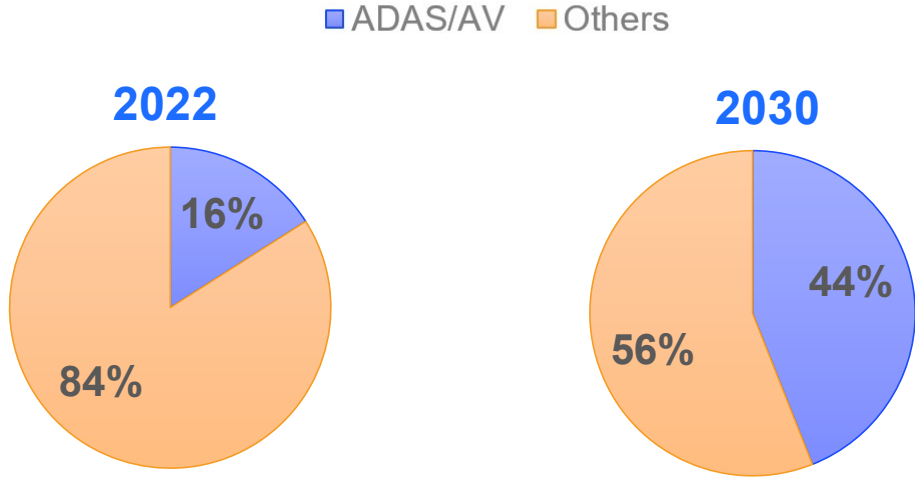


物理的な配置に基づいてECUをグループ化

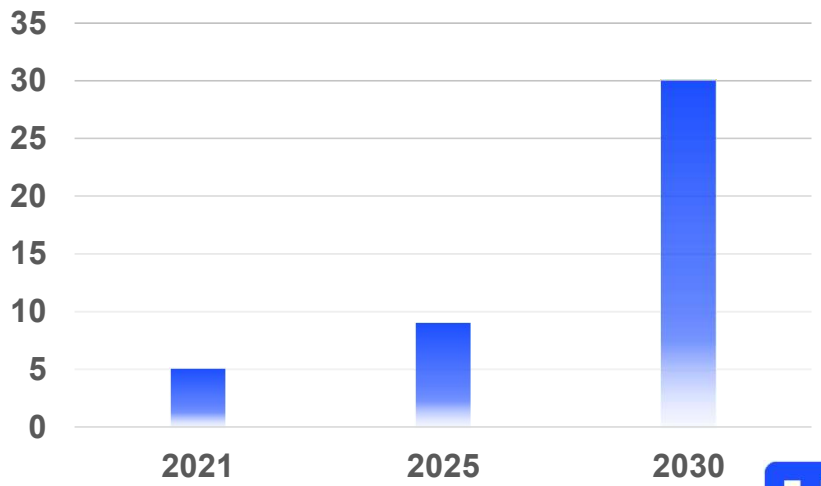
- シンプルで短いワイヤハーネス
- 通信遅延が少ない

ADAS / AV用SoCの支出

ADAS / AV用SoCの支出は、2030年までに
車両全体のプロセッサの支出の44%



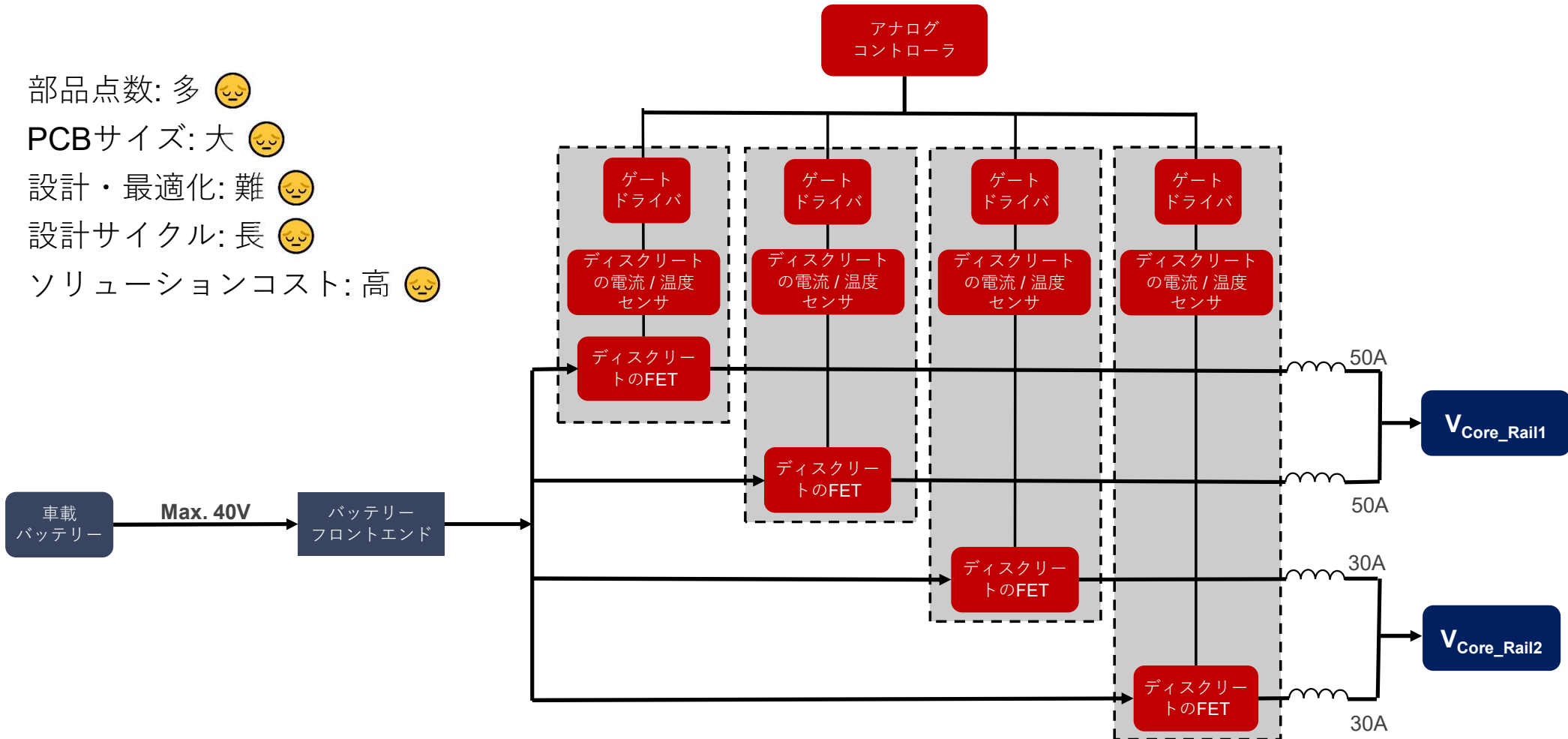
ADAS / AV用SoC市場は
2025年～2030年まで26%の年間成長率で、
2030年には \$30B



車載用SoC電源アーキテクチャ

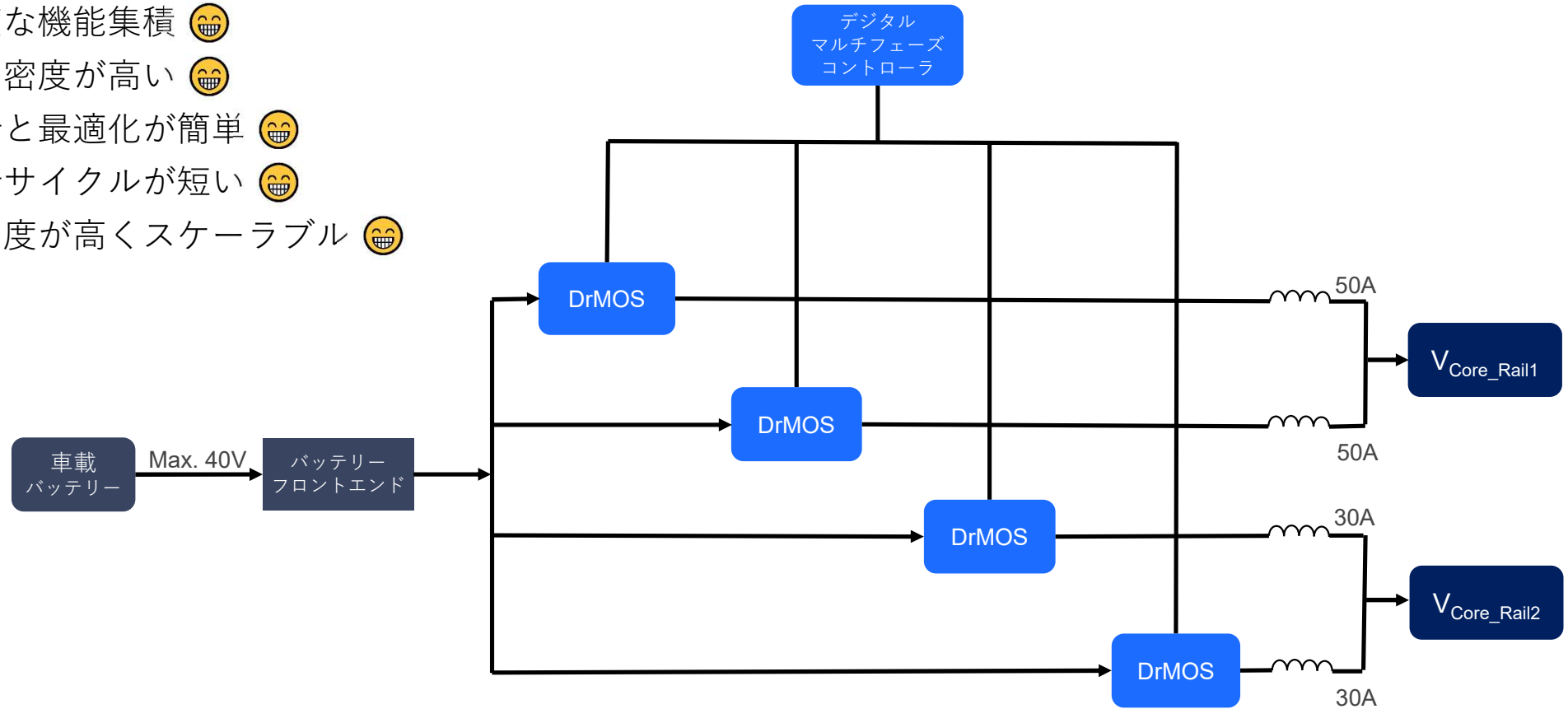
ディスクリート部品を使用した従来のソリューション

- 部品点数: 多 😞
- PCBサイズ: 大 😞
- 設計・最適化: 難 😞
- 設計サイクル: 長 😞
- ソリューションコスト: 高 😞

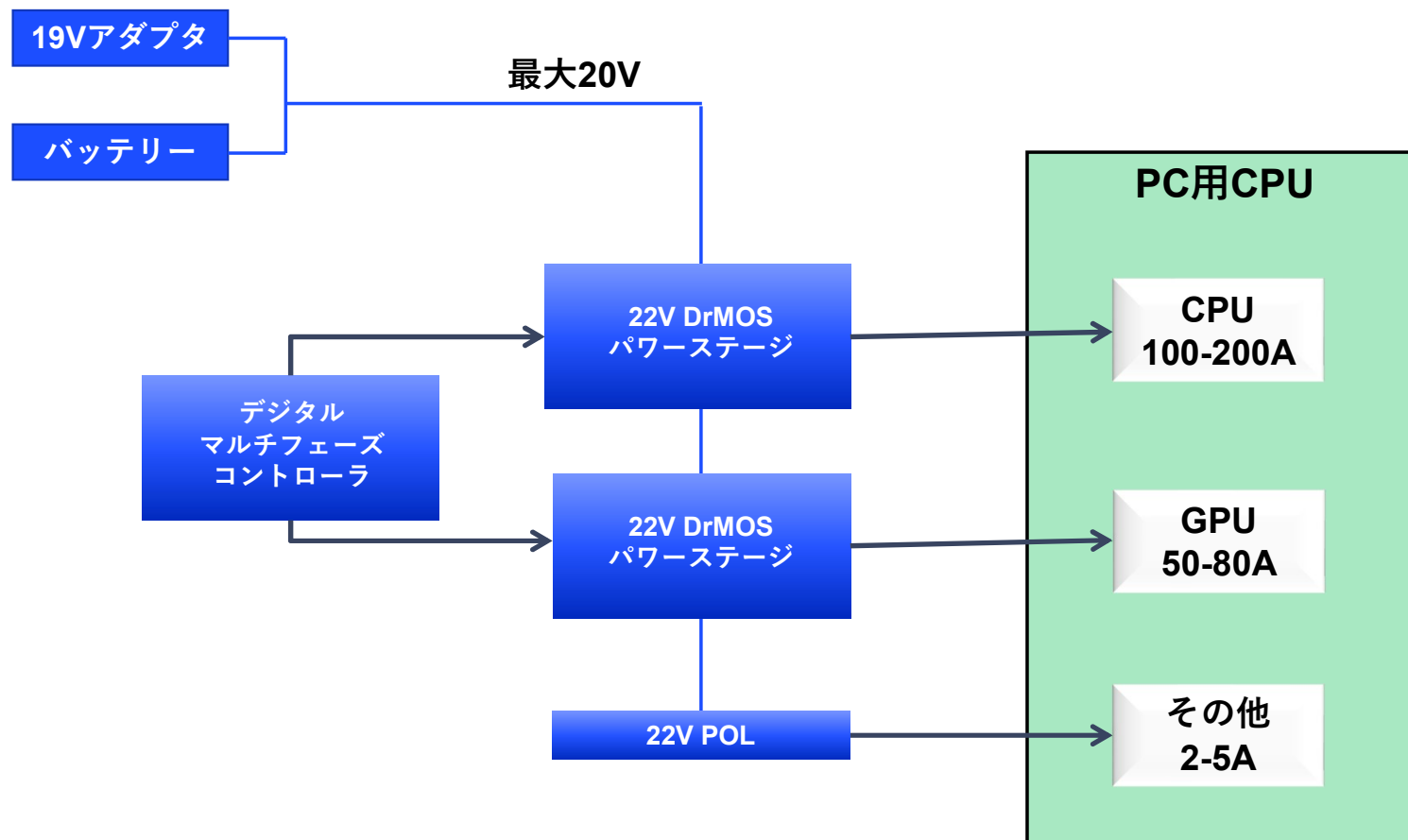


デジタルコントローラ + DrMOSを使用した次世代型ソリューション

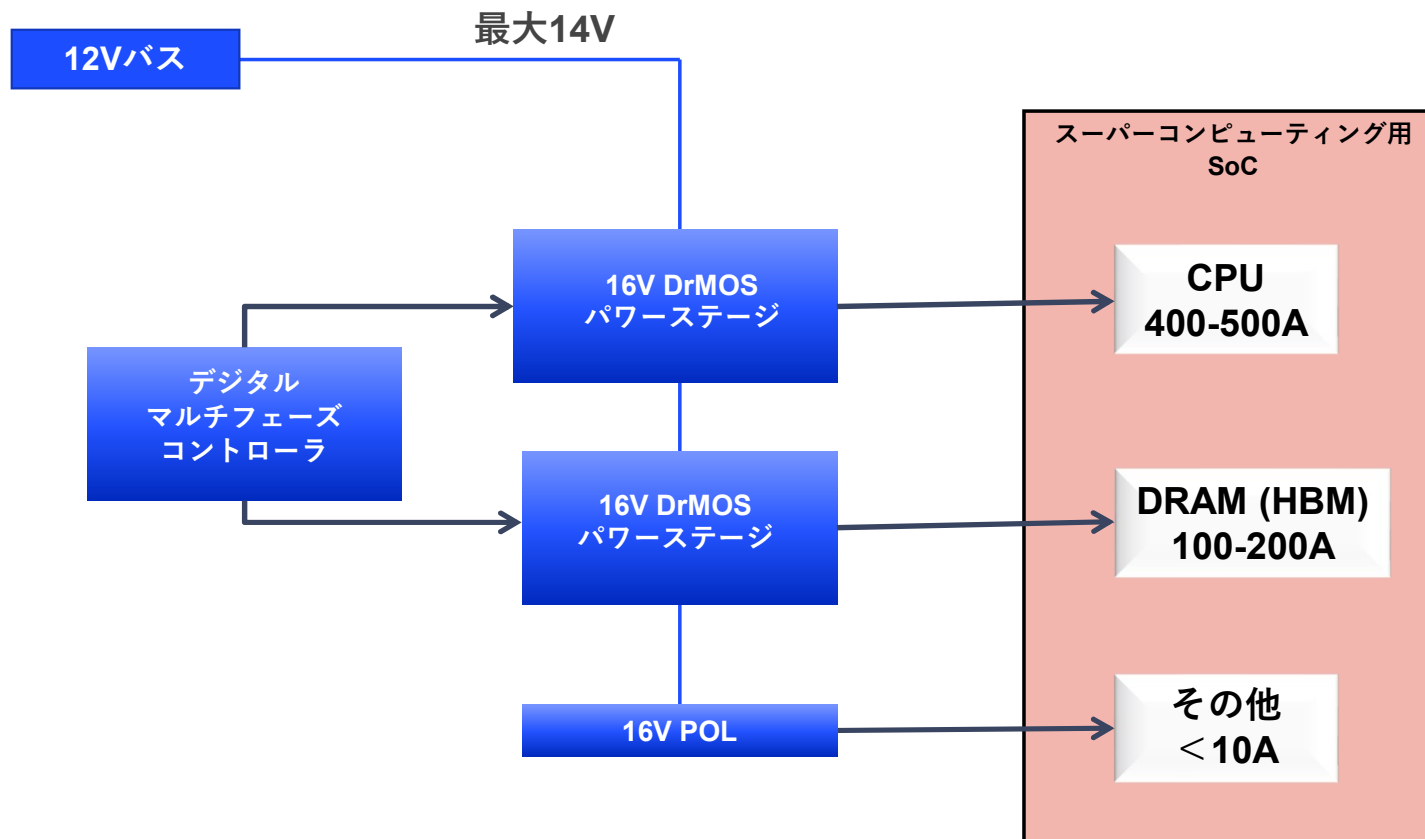
- 高度な機能集積 😄
- 電力密度が高い 😄
- 設計と最適化が簡単 😄
- 設計サイクルが短い 😄
- 自由度が高くスケラブル 😄



PC用SoC電源のアーキテクチャ

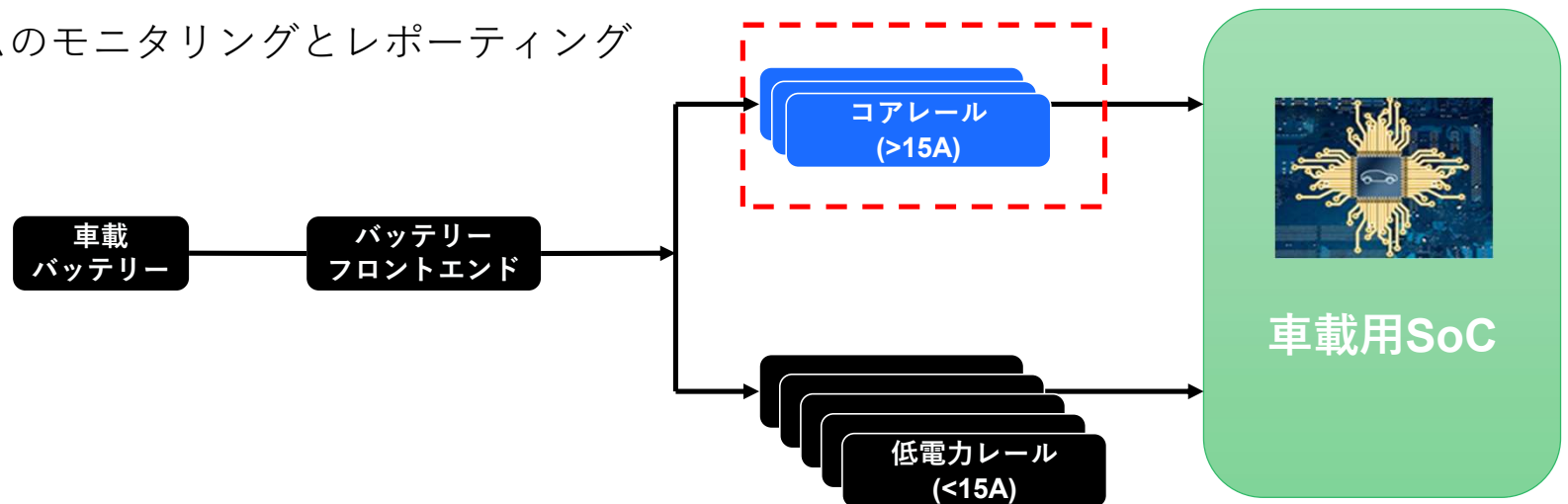


スーパーコンピューティング用SoC電源アーキテクチャ



車載用SoC電源アーキテクチャ

- PCおよびスーパーコンピューティング用SoCと類似した電源アーキテクチャ
- 低電流レールはPMICまたはディスクリートのPOL (point-of-load) コンバータを利用可能
- 高電流パワーに必要なとされる先進的パワーマネジメントソリューションが求められる
 - 高効率
 - 高速な過渡応答
 - ダイナミックな電圧 / 周波数スケーリング
 - リアルタイムのモニタリングとレポート



車載用SoC電源の主要要件



Run cooler



Design faster



Push higher performance



Achieve EMC resilience



Enable platform scalability



Shrink the board



Improve quality



Extend battery runtime

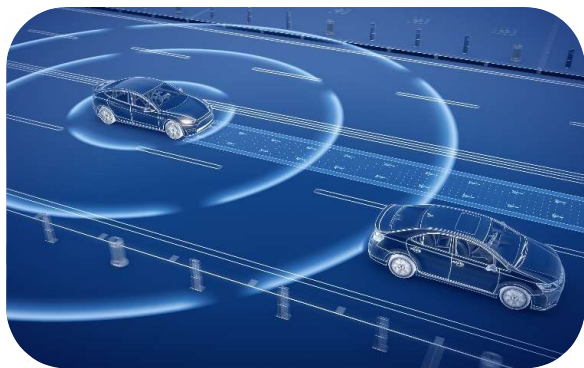
どの市場用途においてもSoC電源で重要なこと

車載用SoC電源に求められる追加要件

- 高効率
- 高電力密度
- 高速な過渡応答
- ダイナミックな電圧 / 周波数スケーリング
- リアルタイムのモニタリングとレポーティング
- スケーラビリティとフレキシビリティ
- AECQ認定
- ASIL機能安全性

SoCコアレールの駆動に関するMPSの経験

- PC、スーパーコンピュータ、サーバー、データセンター市場でのSoCコア電源を長期にわたって牽引
- 車載用SoCコア電源に実績のある同じテクノロジーを採用
- AECQ認定に適合するためゼロから設計
- MPSafe™ ASIL-D 機能安全性



ADAS



インフォテインメント



高性能コンピューティング

シングルステージ / 2ステージの電源アーキテクチャ

MOSFET性能指数 (FoM: Figure of Merit)

- 低いFoMは、低耐圧パワーMOSFETによって実現できます。
 - より低い $R_{DS(ON)}$ は、パワーMOSFETの導通損失を低減する
 - より低い Q_g 値は、パワーMOSFETのスウィッチング損失を低減する
- パワーMOSFETのサイズは、同じ R_{dson} 値であれば、低耐圧品の方がより小型なデバイスを選択可能です

V_{DS_MAX} 定格	25V	30V	40V	60V
$R_{DS(ON)} \times Q_g$ ($m\Omega \cdot nC$)	23.1	37	57.6	93.6
$R_{DS(ON)}$ ($m\Omega$)	2.2	2.4	3.6	3.9
Q_g (nC)	10.5	15.4	16	24

12Vバッテリー: シングルステージの電力変換

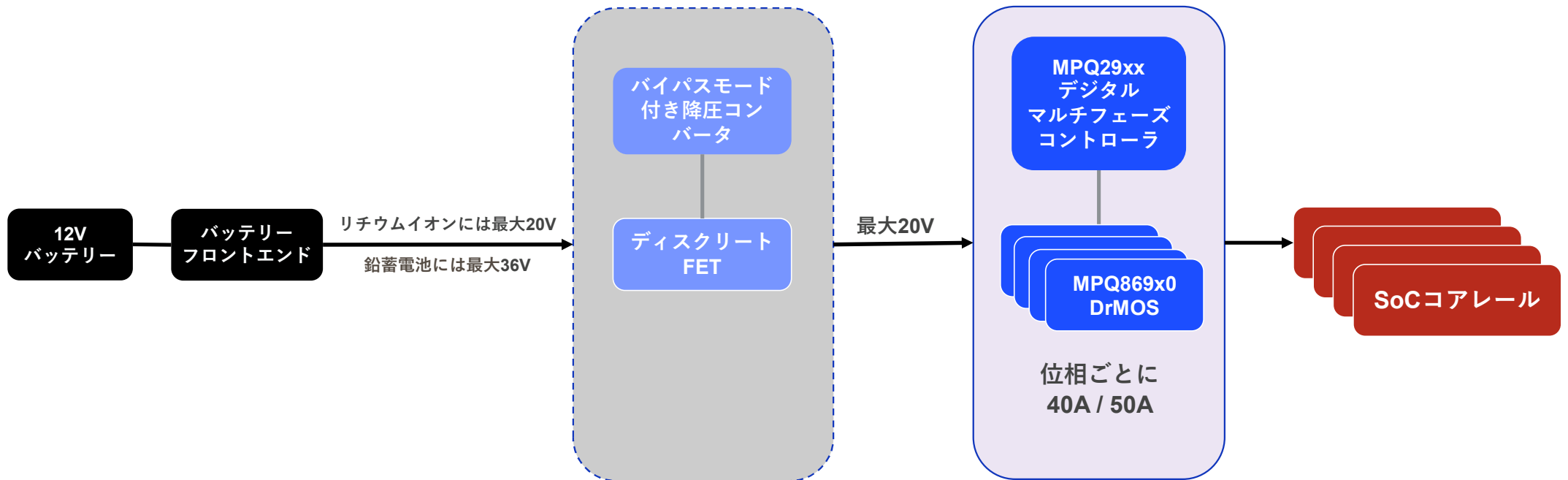
プリバックコンバータ

$V_{IN} < 20V$ でパススルー

V_{IN} 過渡電圧 $> 20V$ の間、ステップダウン

複数の高電流SoCレール

拡張性の高い22V DrMOSパワーステージ



MPQ2967 – 2レール、4フェーズのデジタルコントローラ

利点

- ACP™ (Advanced COT PWM): 少ない出力コンデンサと優れたEMIを実現
- フレキシビリティ、チューニングの最適化、早い設計サイクルを可能にするデジタル制御

特長

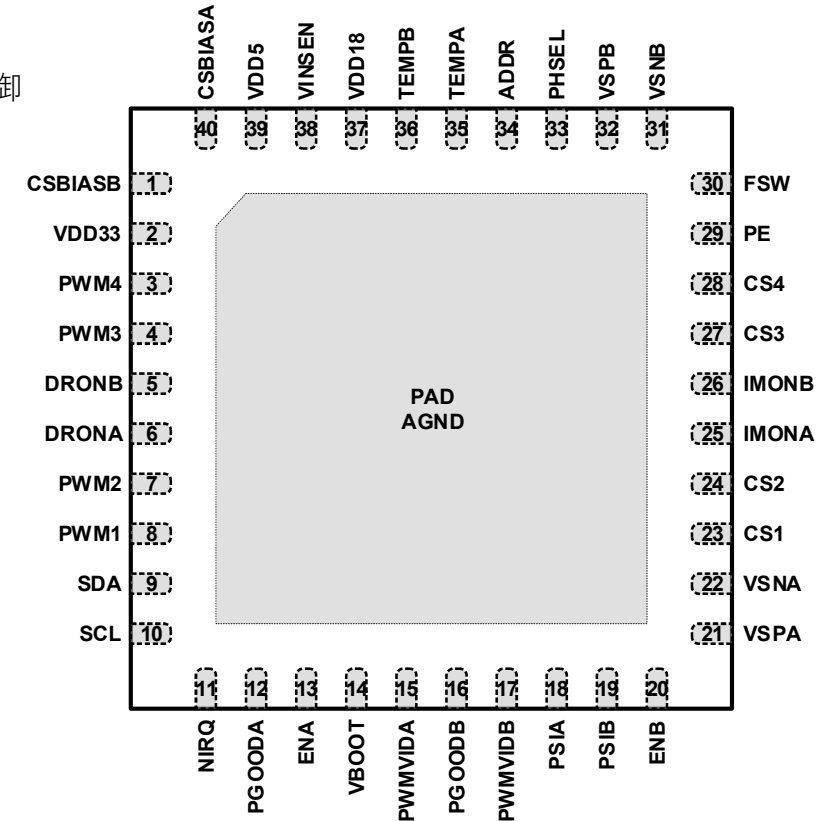
- プログラミングおよびモニタリング用のデジタルインターフェース
- PWM-VIDインターフェース準拠
- カスタムコンフィギュレーションのため何度でも書き込み可能なMTPメモリを搭載
- レジスタフラグで低電圧ロックアウト (UVLO)、過電圧保護 (OVP)、低電圧保護 (UVP)、過電流保護 (OCP)、および過熱保護 (OTP) に対応
- 入力電圧 (V_{IN})、出力電圧 (V_{OUT})、出力電流 (I_{OUT}) および抵抗温度をモニタリング
- 自動ループ補償、フェーズシェディング、および位相間のアクティブ電流バランス
- 動作中のレジスタの巡回冗長検査 (CRC)、およびパケットエラーチェック (PEC)
- 各レールごとにENを配置

アプリケーション例

- 車載SoC用コアレール

MPSafe™ ASIL-D

量産中



0.5mmピッチのQFN-40 (6mm x 6mm) で提供

MPS

MPQ86960 – 50A Intelli-Phase™ DrMOS

利点

- モノリシック設計でより高いスイッチング周波数を実現し、インダクタとコンデンサのサイズを低減
- EVのバッテリー範囲を拡張するのに最適化されたプロセス技術

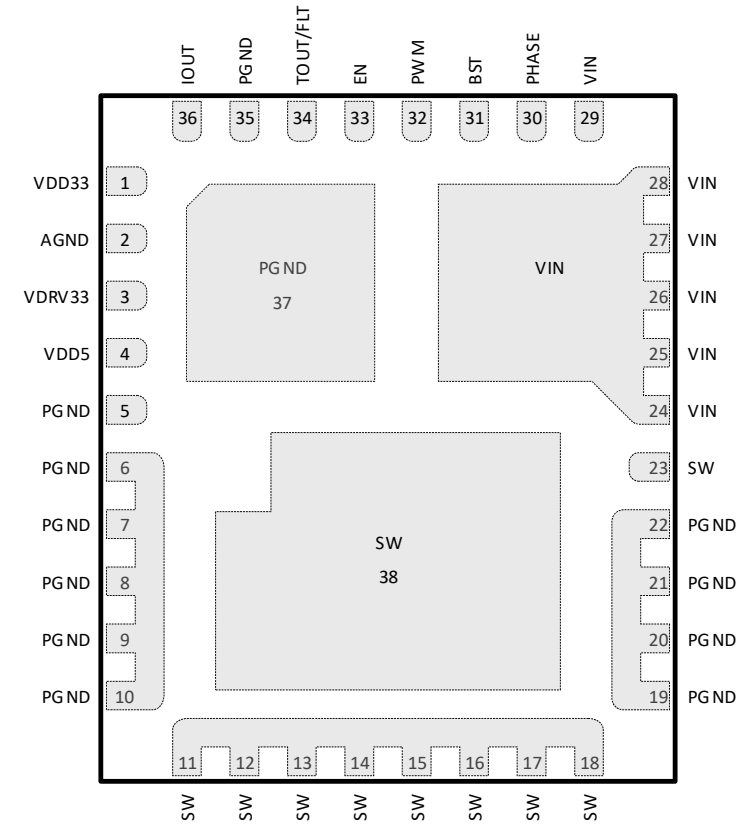
特長

- 広い動作入力電圧 (V_{IN}) 範囲: 3V~22V
- VDD入力: 5V
- 出力電流 (I_{OUT}): 50A
- 内蔵した低ドロップアウト(LDO)レギュレータでVDRV33およびVDD33に対応
- Accu-Sense™ 電流検知
- Tri-State PWM (H,L, Hi-Z)入力に対応
- 過電流保護
- 過熱保護 (OTP)
- ジャンクション温度センシング
- 故障検知

アプリケーション例

- 車載SoC用コアレール

量産中

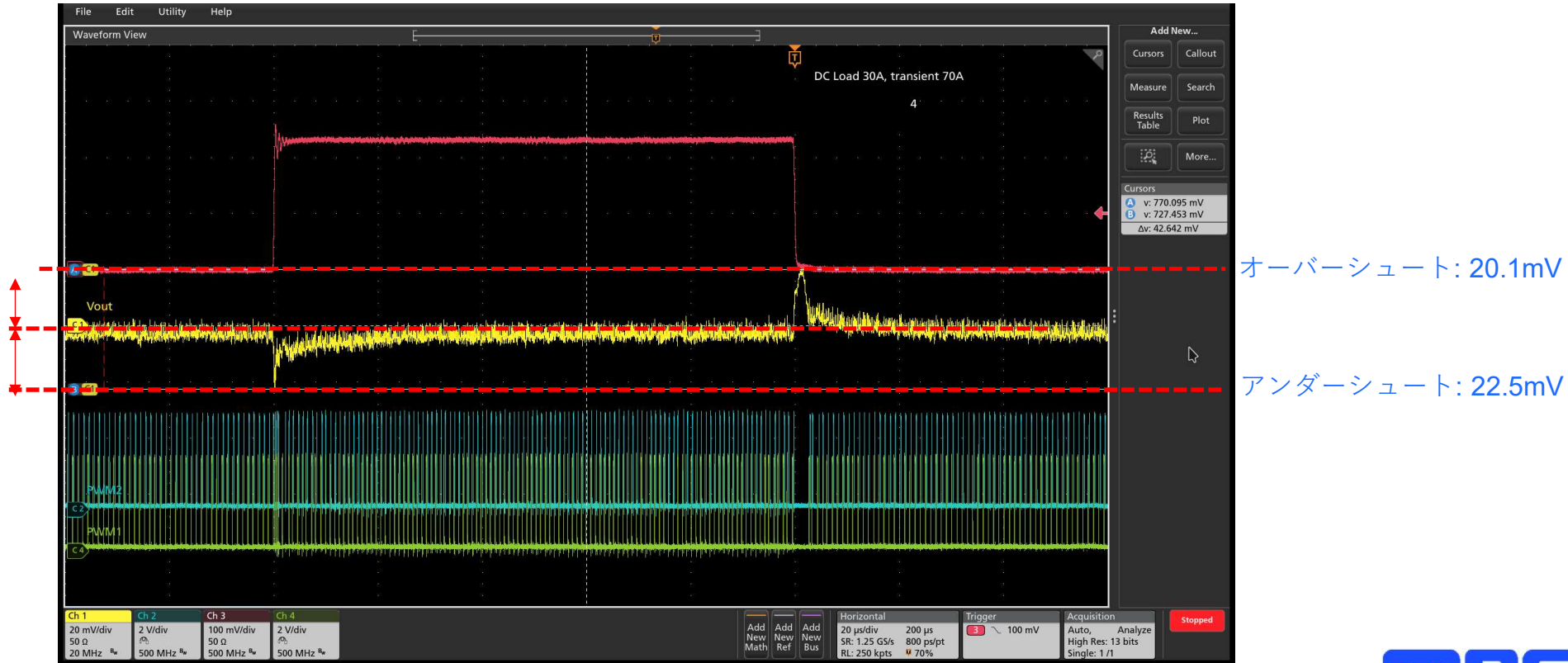


LGAパッケージ (5mm x 6mm) で提供

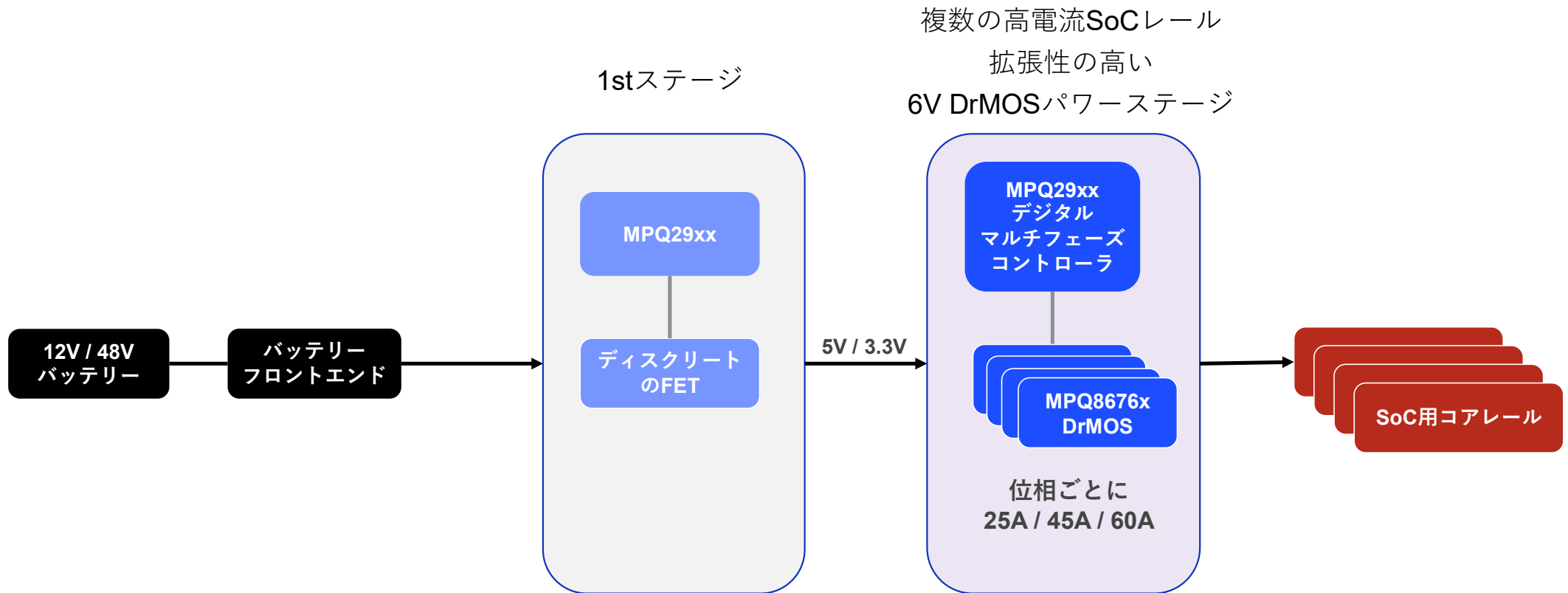
設計例: MPQ2967 + MPQ86960

950mm² PCBサイズで90%のピーク効率

試験条件: $V_{IN} = 12V$ 、負荷ステップ = 100A/ μ sのスルーレートで30A~100A、
 $V_{OUT} = 0.75V / 100A$ 、過渡耐性 = $\pm 22.5mV$ (3%)、 $f_{SW} = 500kHz$



12V / 48Vバッテリー: 2ステージの電力変換



MPQ86760 – 45A Intelli-Phase™ DrMOS

利点

- モノリシック設計でより高いスイッチング周波数を実現し、インダクタとコンデンサのサイズを低減
- EVのバッテリー範囲を拡張するのに最適化されたプロセス技術

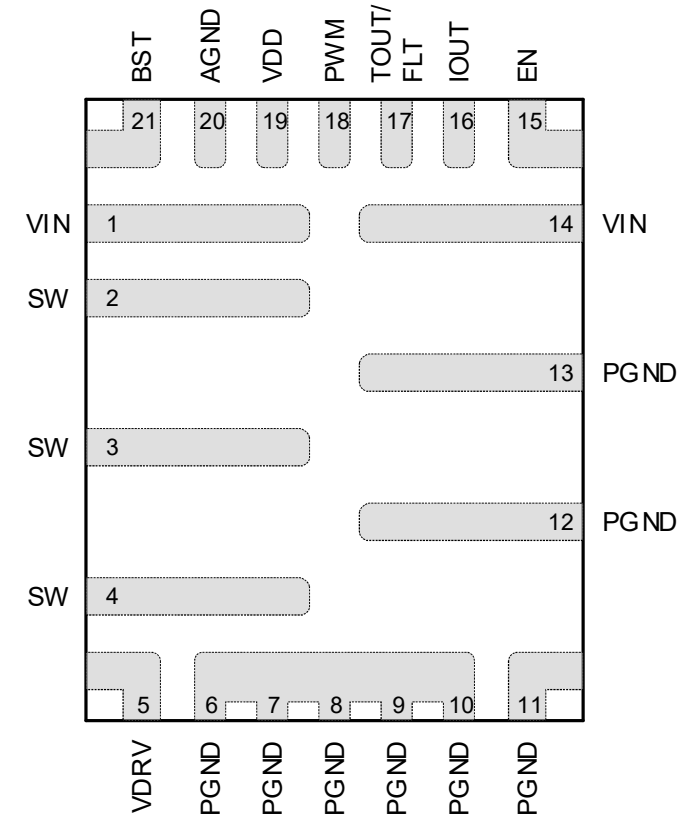
特長

- 動作入力電圧 (V_{IN}) 範囲: 3V~6V
- VDRV / VDD入力: 3.3V
- 出力電流 (I_{OUT}): 45A
- Accu-Sense™ 電流検知
- Tri-State PWM(H, L, Hi-Z)入力に対応
- 過電流保護
- 過熱保護 (OTP)
- 故障検知
- 低自己消費電流 (I_Q)

アプリケーション例

- 車載SoC用コアレール

量産中

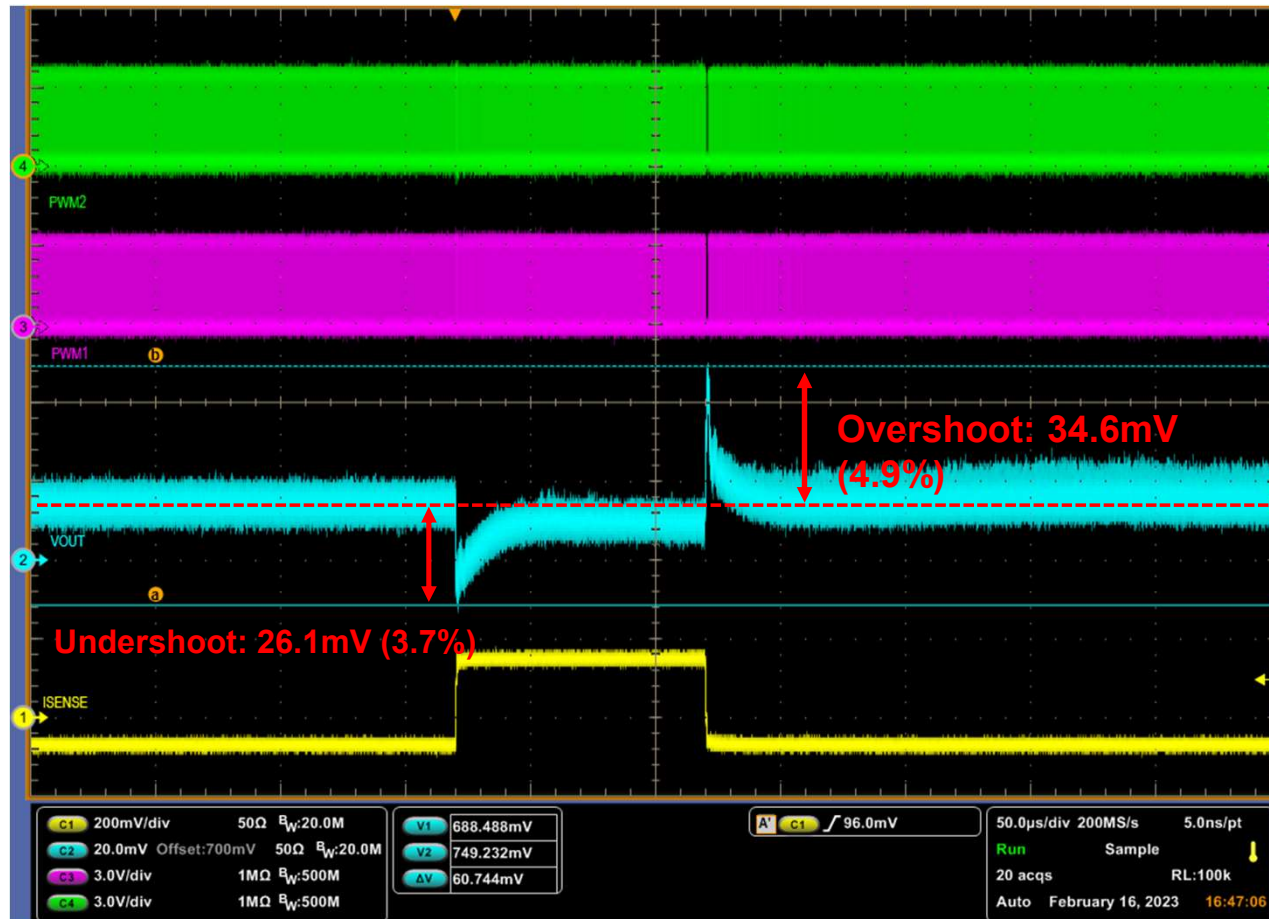


TQFN-21 パッケージ (4mm x 5mm) で提供

設計例: MPQ2946 + MPQ86760

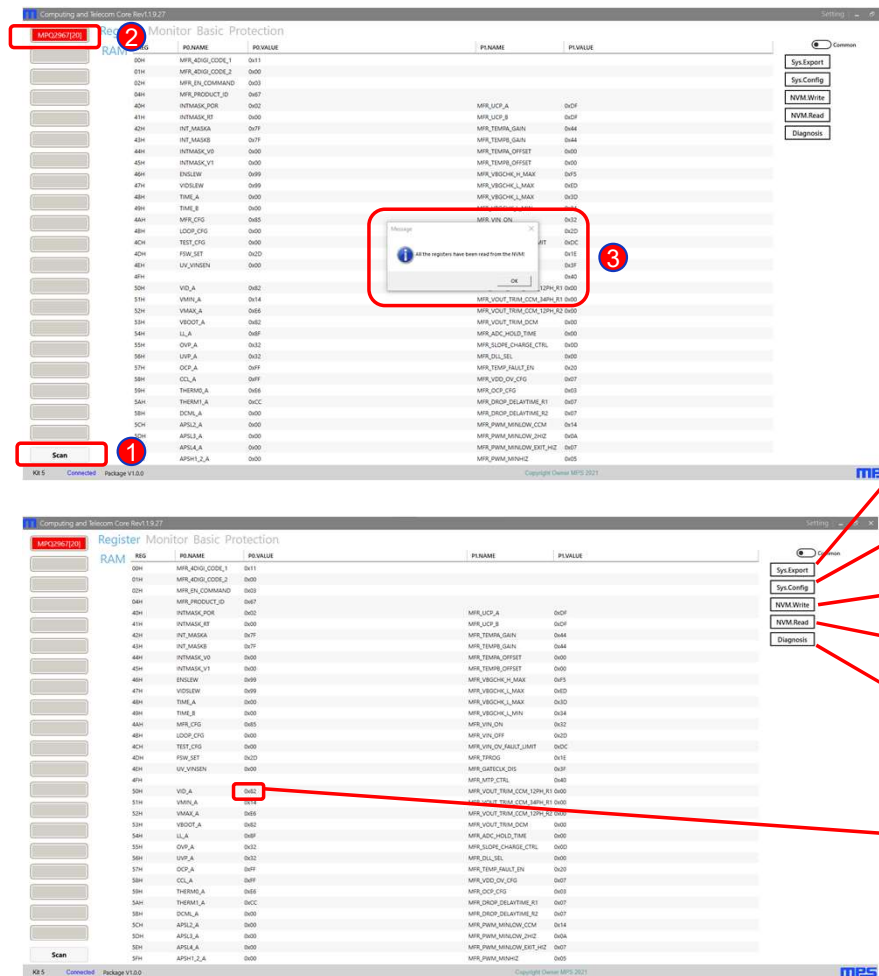
770mm² のPCBサイズで88%のピーク効率

試験条件: $V_{IN} = 5V$ 、 $V_{OUT} = 0.7V$ 、 $I_{MAX} = 150^a$ 、 $I_{DC} = 90^a$ 、 $I_{OUT} = 100A/\mu s$ で20A~90A、 $f_{SW} = 2MHz$



設計 / 開発用GUI

- GUIは評価ボードで利用可能
- 容易なPCセットアップ
- レジスタの読み込みとモニタリング
- 書き込みと上書き
- 設計時間を短縮



- ① → “Scan”ボタンをクリック。
- ② → ターゲットデバイスを選択。
- ③ → “Message”ウインドウが立ち上がるまで待ち、“OK”をクリックして選択したデバイスをロードします。

選択したデバイスのコンフィギュレーションコードをエクスポート。

選択したデバイスにコンフィギュレーションコードをインポート。

NVMにRAMの内容を保存。

MTPの内容をRAMにリストア。

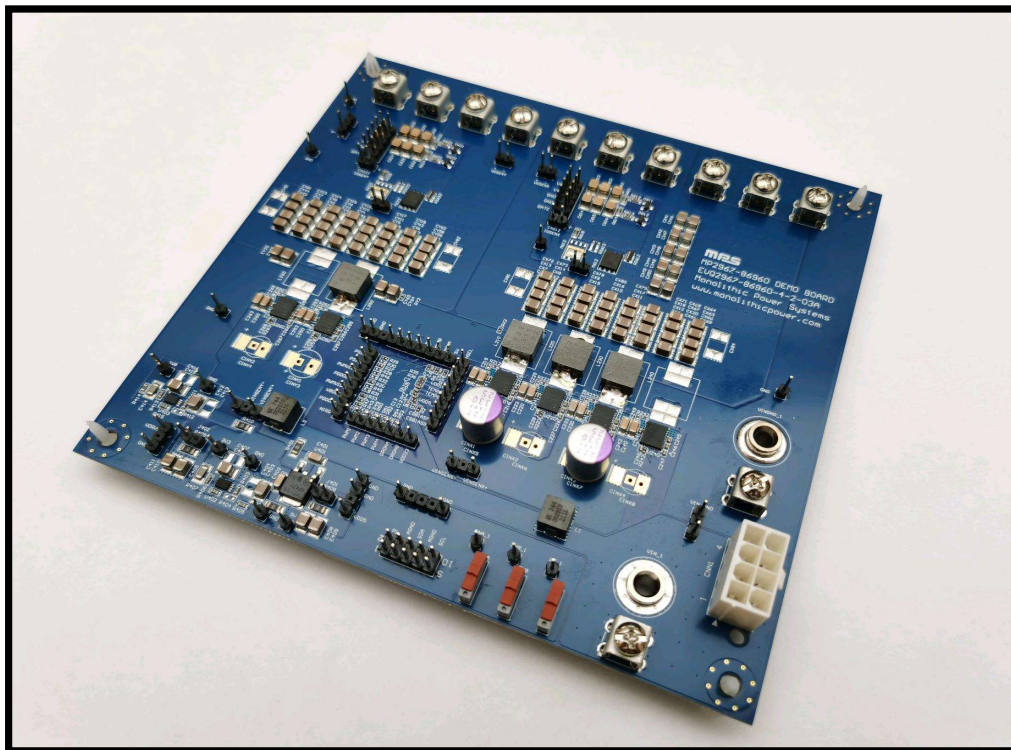
コンフィギュレーションファイルの差分をチェック。

“P0.VALUE”をダブルクリックしてサブウインドウを立ち上げ、抵抗のコンフィギュレーションの詳細を確認。

評価ボード

MPQ2967: 2レール、4フェーズデジタルコントローラ

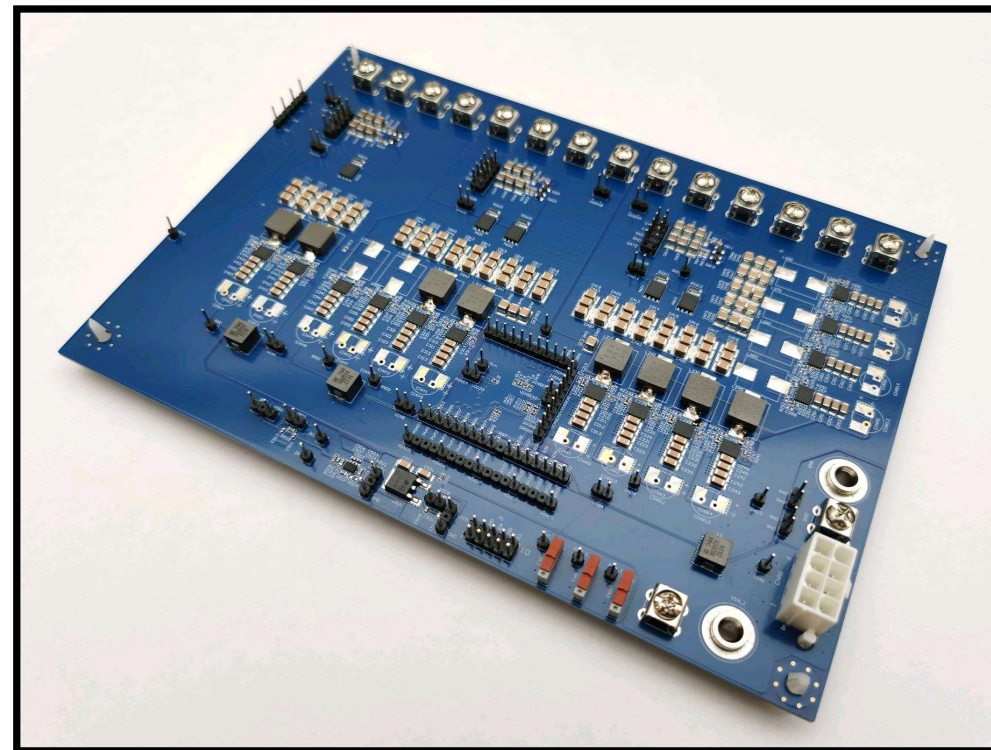
MPQ86960: 50A DrMOS



2レール: 3フェーズ+1フェーズ評価ボード

MPQ2946: 3レール、8フェーズデジタルコントローラ

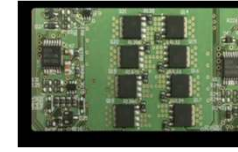
MPQ86760: 45A DrMOS



3レール: 4フェーズ+2フェーズ+2フェーズ評価ボード

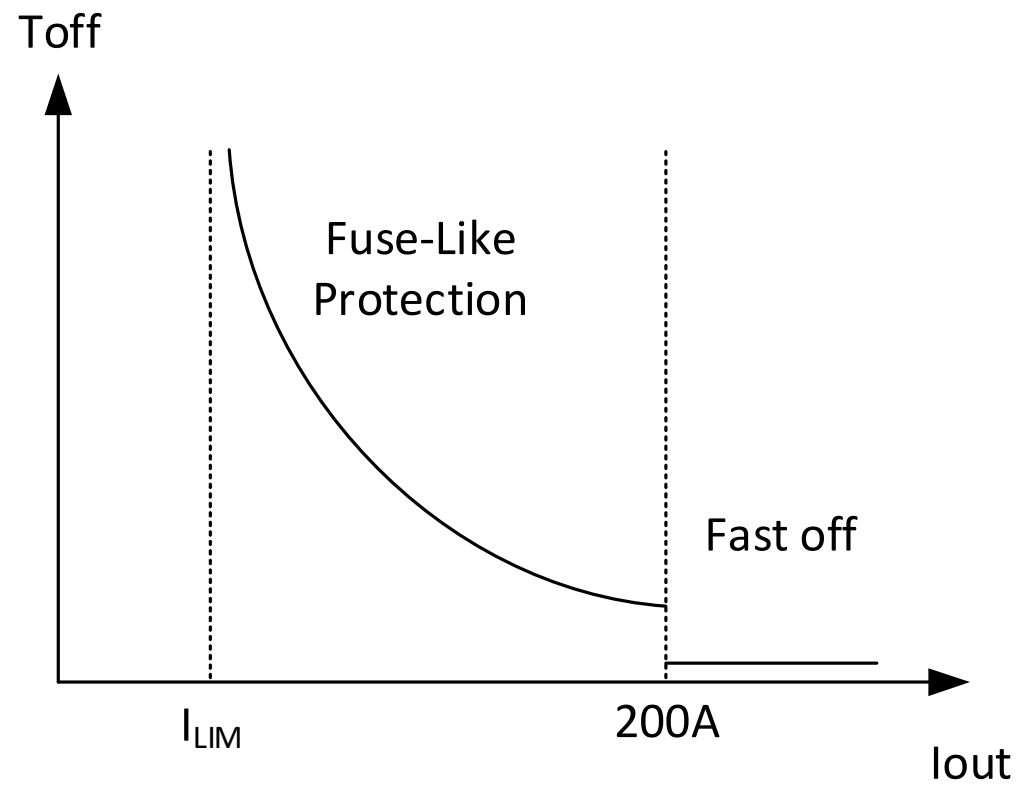
ゾーンアーキテクチャのバッテリーフロントエンド

従来型 vs Smart E-fuse



比較	ヒューズ+リレー	Eヒューズ
耐障害性	高い	低い
フォルトレスポンス時間	遅い	速い
ファームウェアリセット	なし	あり
フォルト診断	なし	あり
可動部品	あり	なし

MPS Eヒューズの*i*²t特性



負荷電流が大きいほどOFFまでの時間が短い

MPS Eヒューズの構成



NTC

+



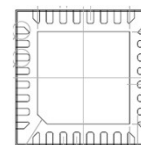
シャント抵抗

+

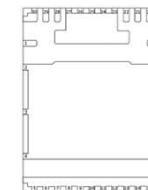


外部FET

+



コントローラ



オールインワン
ソリューション

サマリー

サマリー

- 自動車業界では、モビリティの課題を解決するため**ADAS / AV**市場が拡大しています
- **ADAS / AV**市場は、自動車の安全性と快適性の要求によって、急成長しています
- 膨大な情報処理能力を持つ**SoC**は、自動車のセントラルコンピューティングアーキテクチャの中心
- 車載用**SoC**には、コアレールのために先進的なパワーマネジメントソリューションが必要です
- **PC**、スーパーコンピュータ、サーバー、データセンターのアプリケーションでは、長年デジタルマルチフェーズコントローラ + **DrMOS**の組み合わせが使用されています
- **MPS**は[AECQ認定のデジタルマルチフェーズコントローラ + DrMOS](#)製品群の広範なポートフォリオを提供しています