

# MPSの電源モジュールが いかに電源設計の課題を解決するか

蜷川 顕二

シニアFAE

MPSジャパン

2022年5月

# 本日のトピック

- 電源ソリューションにおける新たな課題
- MPSの電源モジュールの特長
- MPSの電源モジュールを使用した場合解決できる課題
  - 使い勝手の良さ、より短期の開発サイクル
  - スペースの節約と電力密度の向上
  - 高効率で低ノイズのソリューション
  - **MPS**の電源モジュールで高速過渡応答を簡単に実現
  - 電源設計をより簡単にするツールとリソース



## 2018年–現在

- MPSにてシニアFAEとしてパワーマネジメント製品を担当

## 2006–2018年

- テキサスインスツルメンツにて、フィールドアプリケーションエンジニアの業務に従事

## 1998–2006年

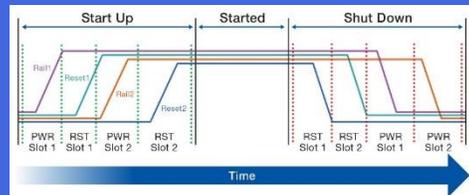
- 岩崎通信機にて、通信主装置向け電源を設計

# 電源ソリューションの新たな課題

短期での収益化



複雑な  
マルチレールシステム



コンパクトな設計と  
より高い電力密度

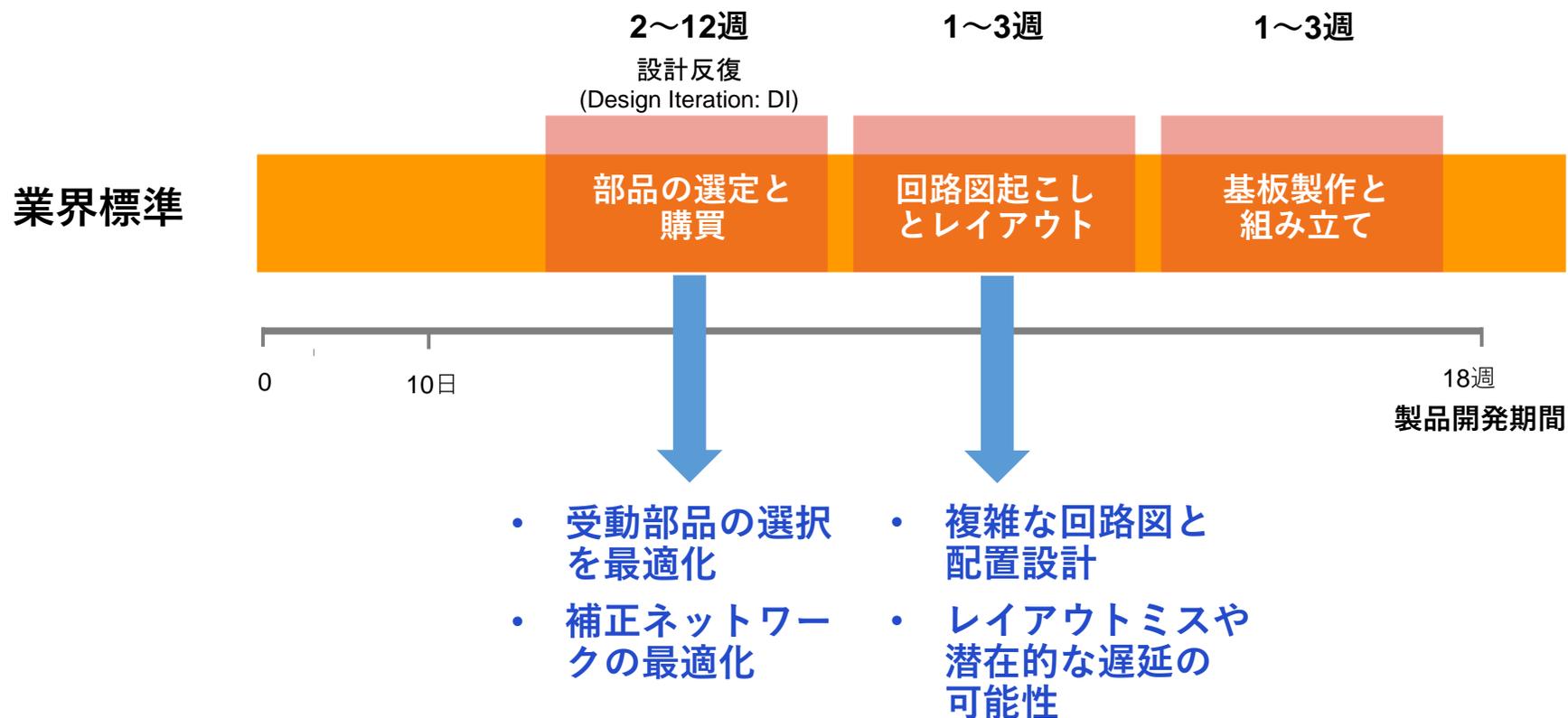


低ノイズ要求

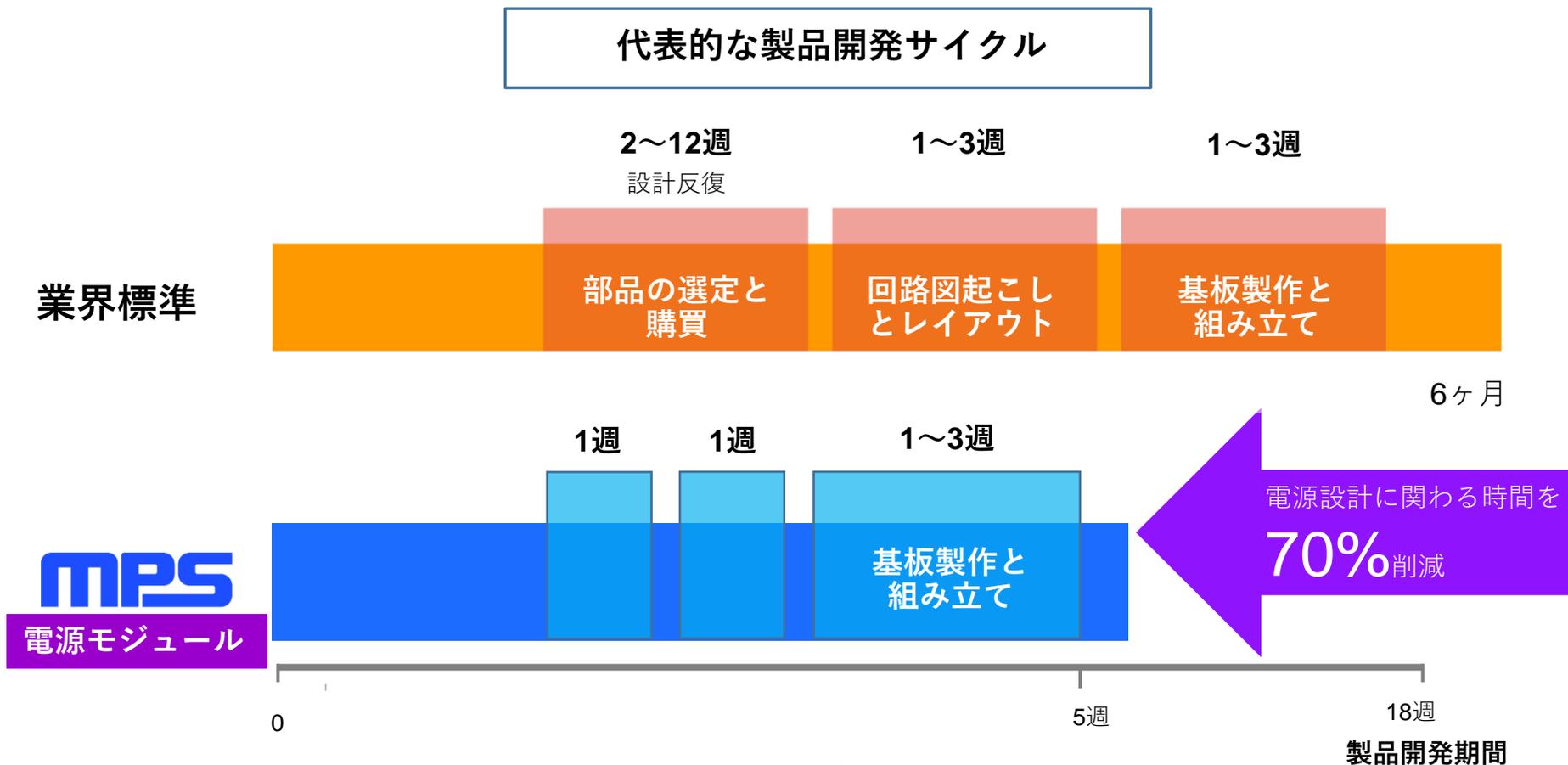


# ディスクリートの電源ソリューションは開発に18週以上必要

## ディスクリート部品を使用した 代表的な電源開発サイクル

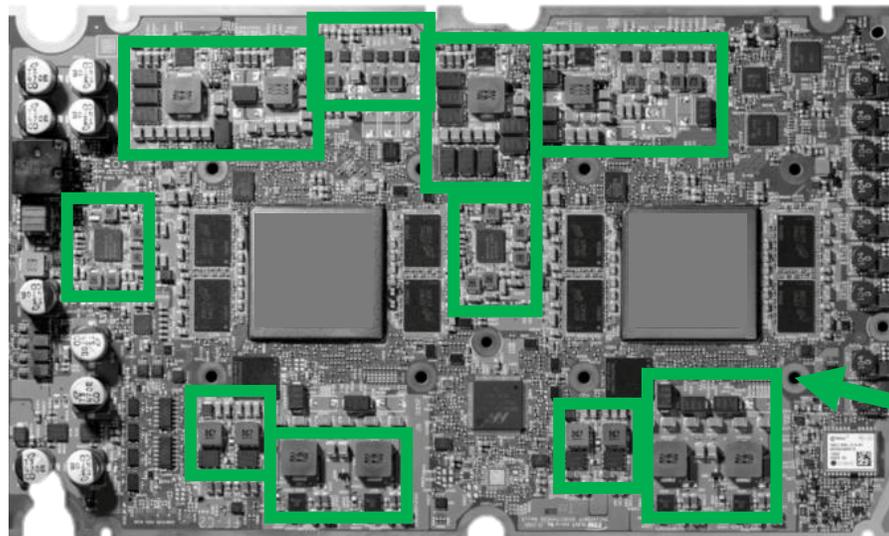


# 電源モジュールで市場投入期間を短縮



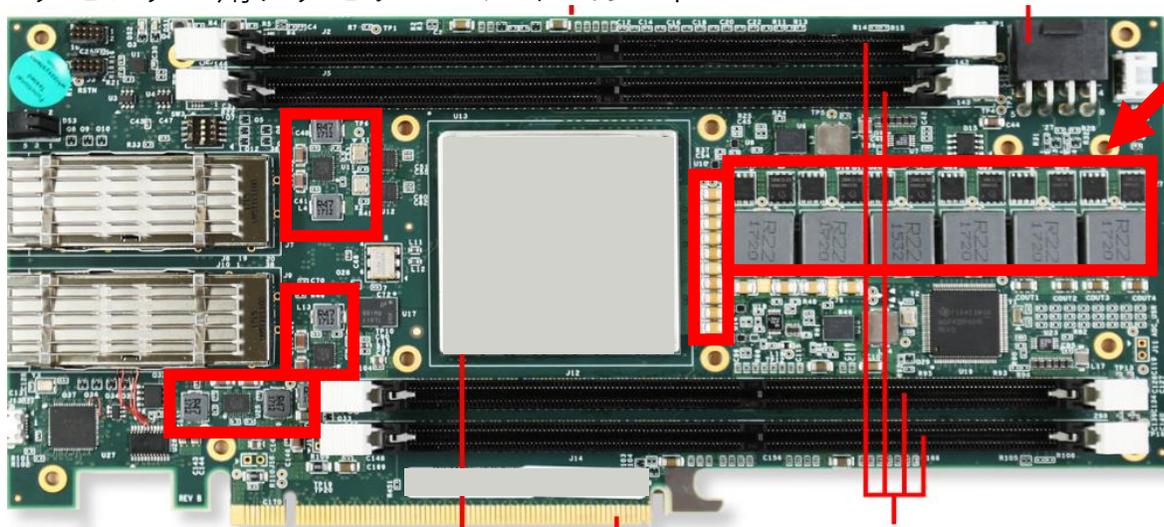
- 電源モジュールは統合型ドロップインソリューションを提供
- 性能は最適化済み
- シンプルなレイアウトと回路図
- 外部部品を最少化

# コンパクトな設計に求められるタイトなスペースの制約



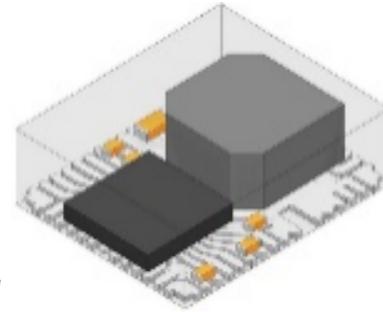
高密度な基板設計

データセンター用アクセラレーションカード



電源ソリューションが  
貴重な基板スペースの  
大きな部分を占有

# より小さなサイズ向けのMPSのモジュールソリューション



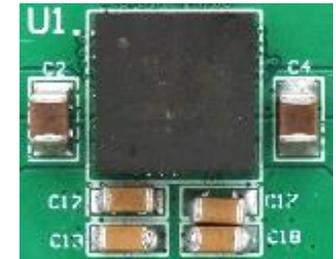
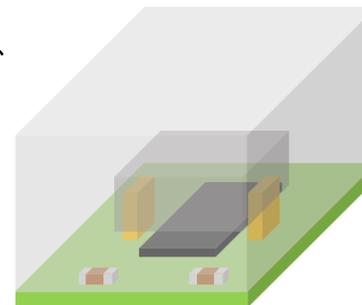
1. モノリシックな電源ICでシリコン面積を削減

2. フリップチップ・パッケージで面積削減

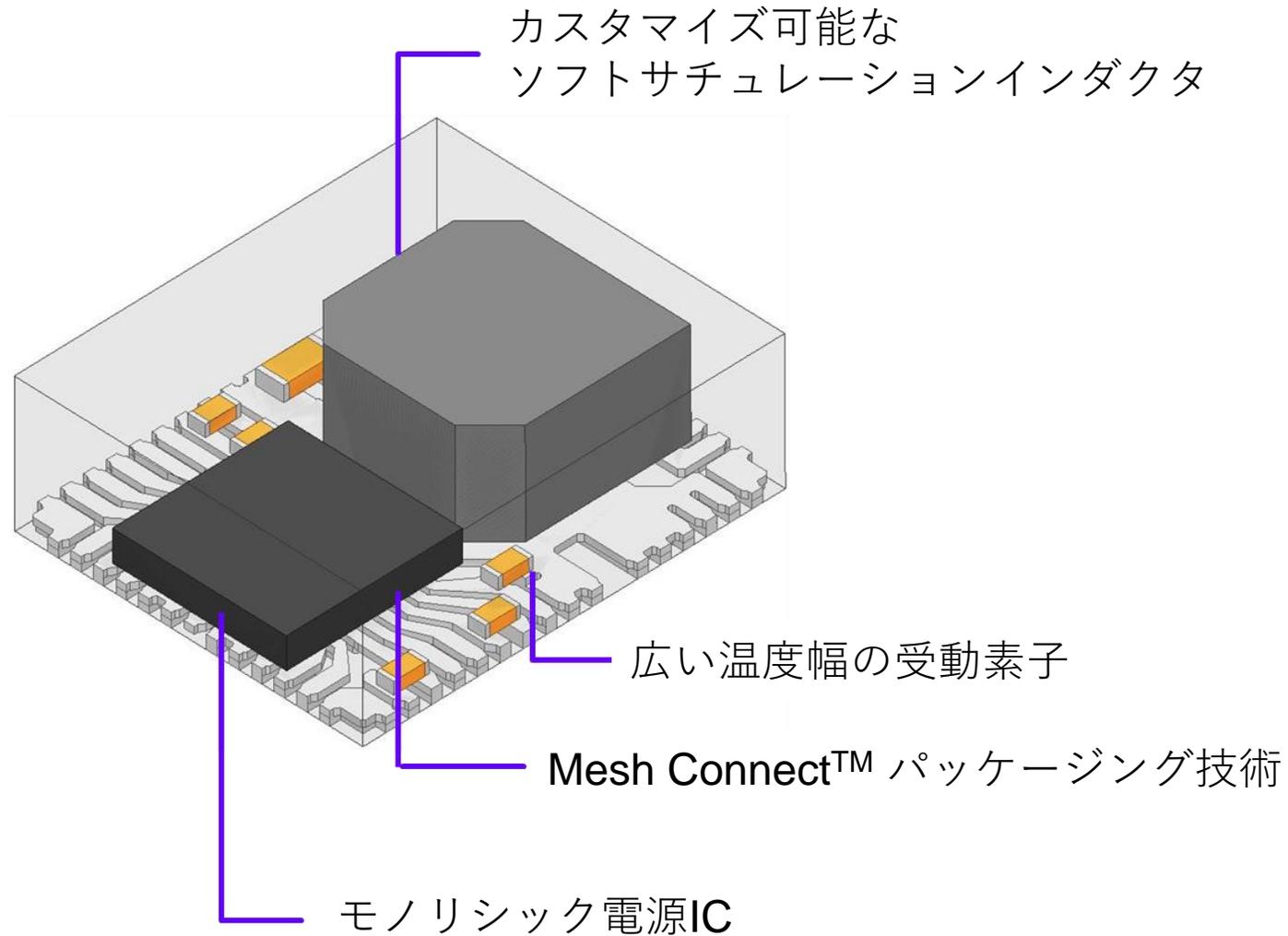


3. インダクタサイズを小さくするためにスイッチング周波数を増大

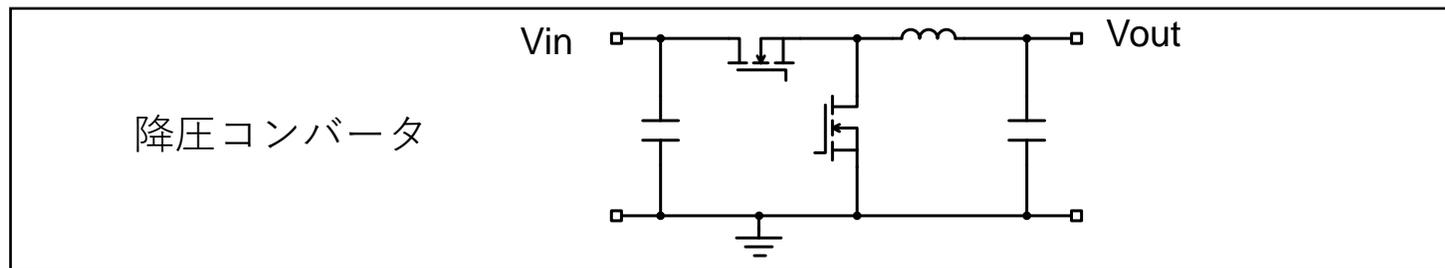
4. 電力密度を増大させるための3Dパッケージング



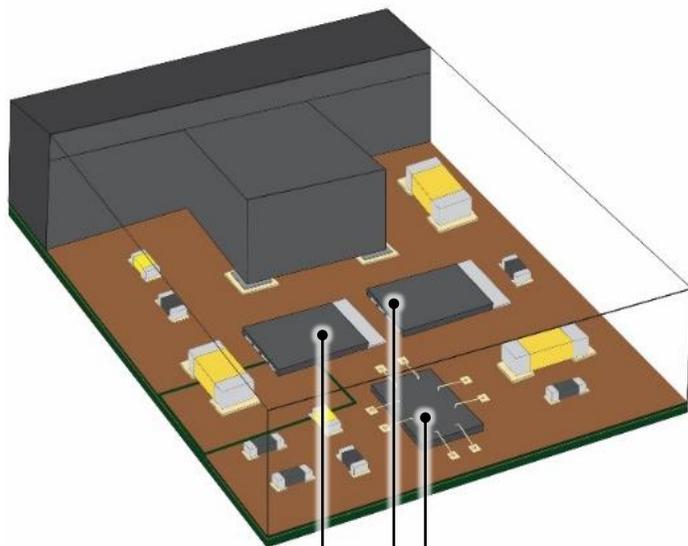
# MPSの電源モジュール



# モノリシック電源がシリコン面積を削減

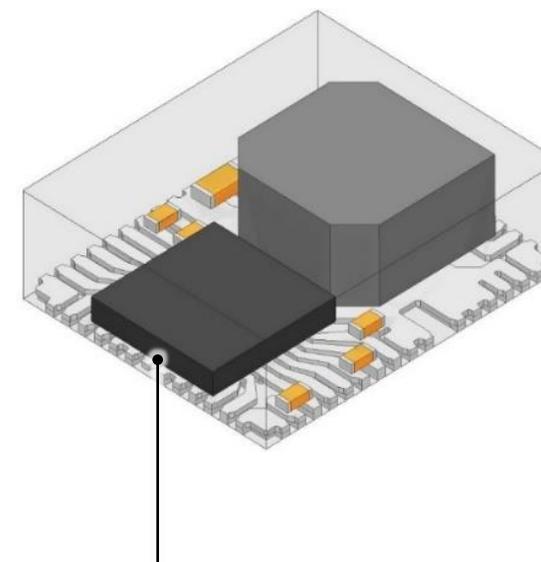


❑ 従来の設計



個別のハイサイドFET、ローサイドFET、コントローラが存在するため、モジュールサイズに制限

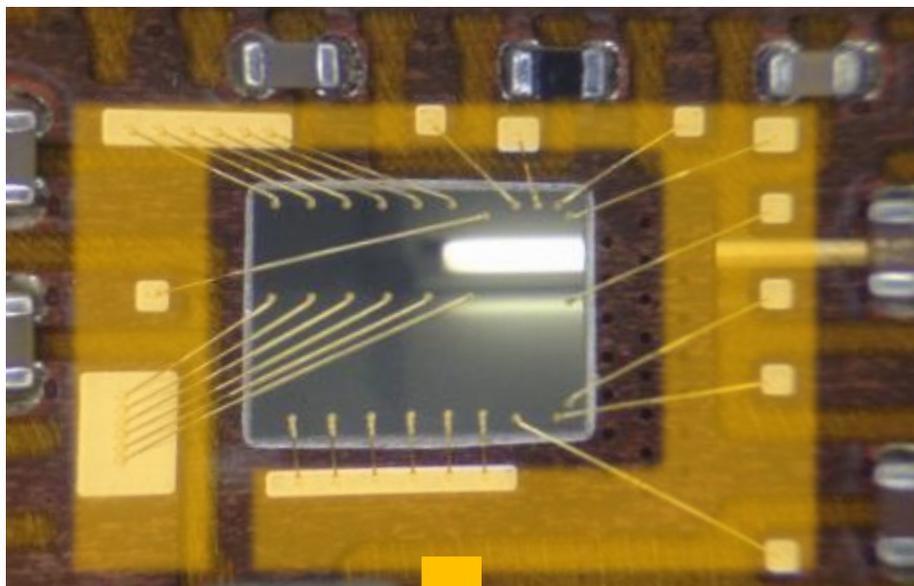
❑ MPSのモノリシック・ソリューション



1つのダイにモノリシックにハイサイドFET、ローサイドFET、コントローラを実装し、モジュールサイズを小型化

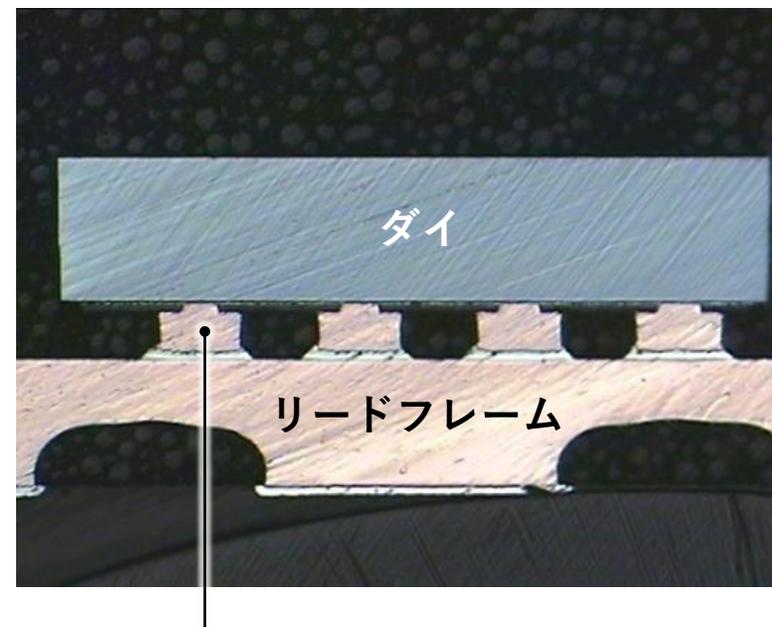
# フリップチップ・パッケージで面積削減

## □ 従来の設計 - ワイヤボンド



↓  
ボンドワイヤ接続で面積が増大

## □ MPSのフリップチップ・ソリューション



銅のピラーで  
ダイとリードフレームを**直接接続**

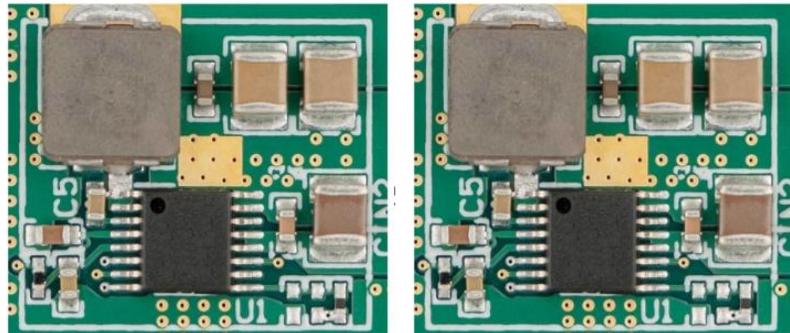
# インダクタサイズを小さくするためにスイッチング周波数を増大

寄生インダクタンスを削減したモノリシックなダイとフリップチップによって、インダクタのサイズをより小さくする高周波数での動作を実現

## □ 従来の設計

24V -> 5V / 3A、3.3V / 3A

300kHzで動作

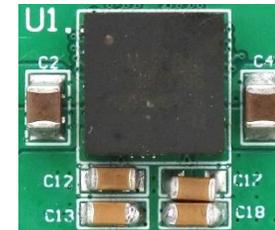


総面積: 510mm<sup>2</sup>

## □ MPSの高周波数ソリューション

24V -> 5V / 3A、3.3V / 3A

800kHz~2MHzで動作

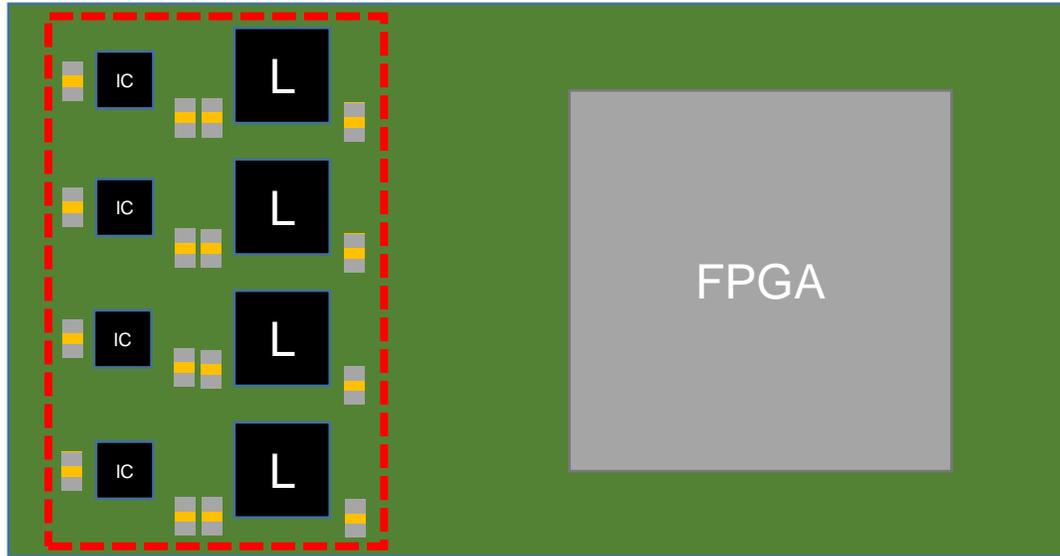


総面積: 225mm<sup>2</sup>

# MPM54304 補助レール用のコンパクトなレイアウト

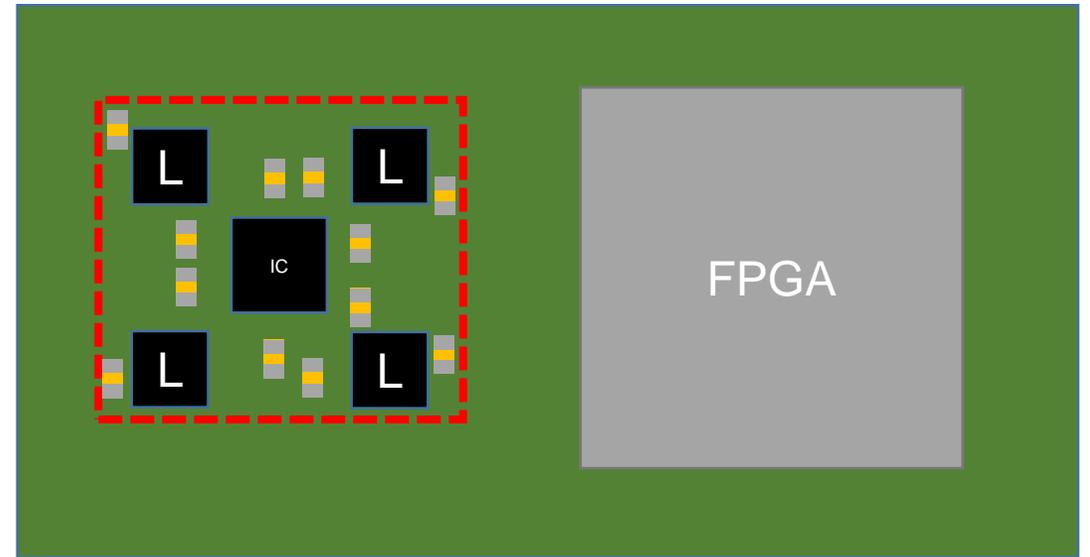
ディスクリートの場合 ~500mm<sup>2</sup>

#1

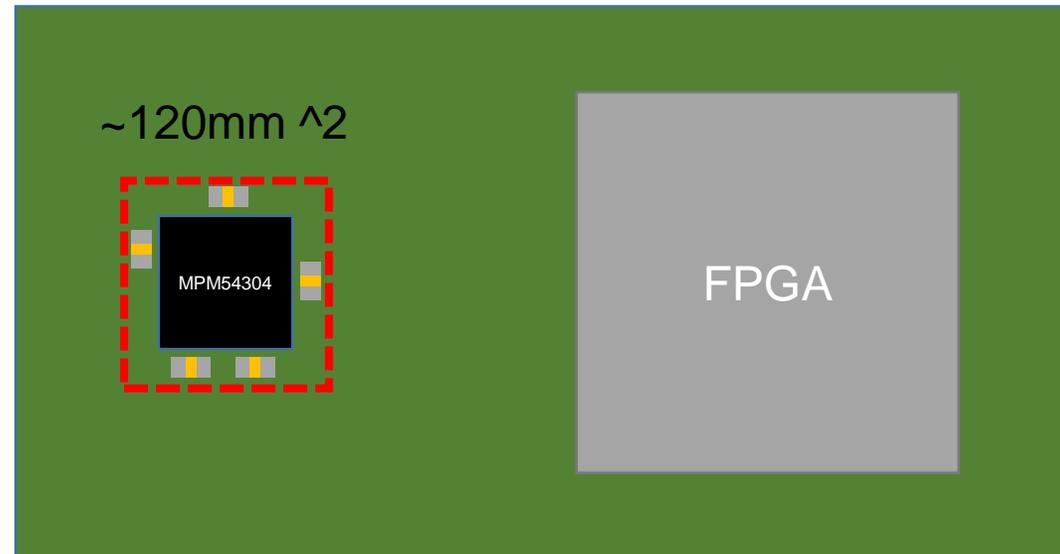


PMICの場合 ~350mm<sup>2</sup>

#2



MPM54304の場合 ~120mm<sup>2</sup>

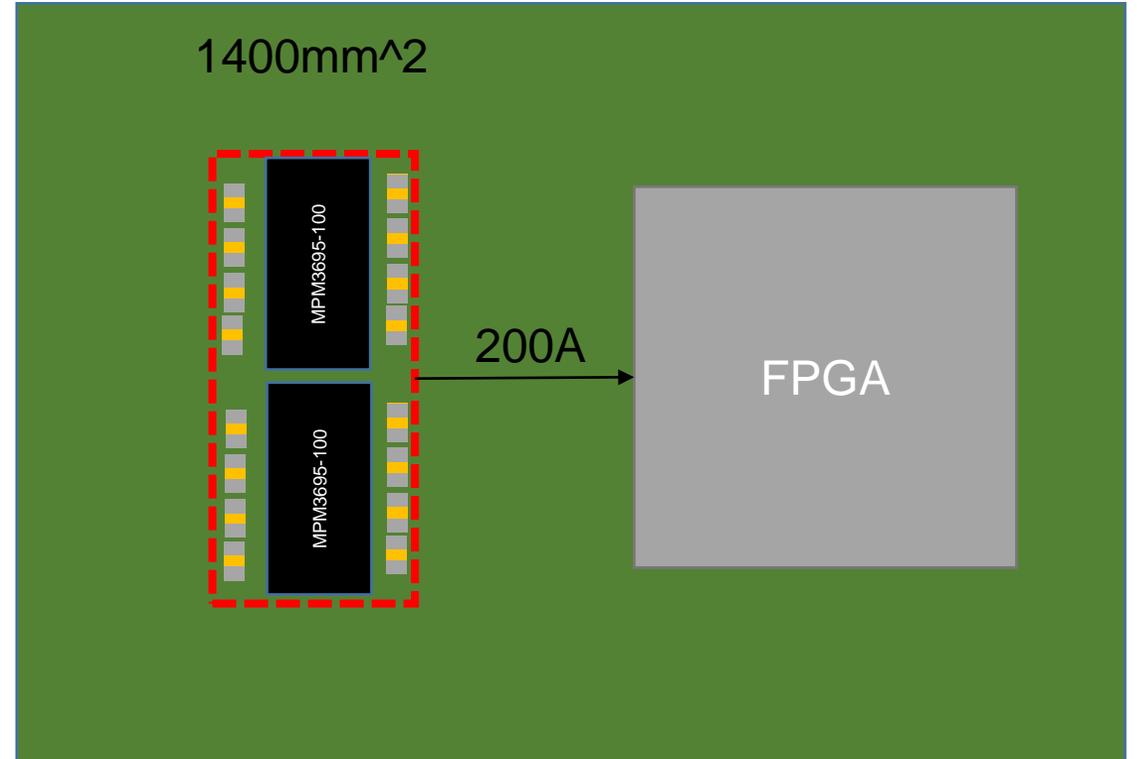
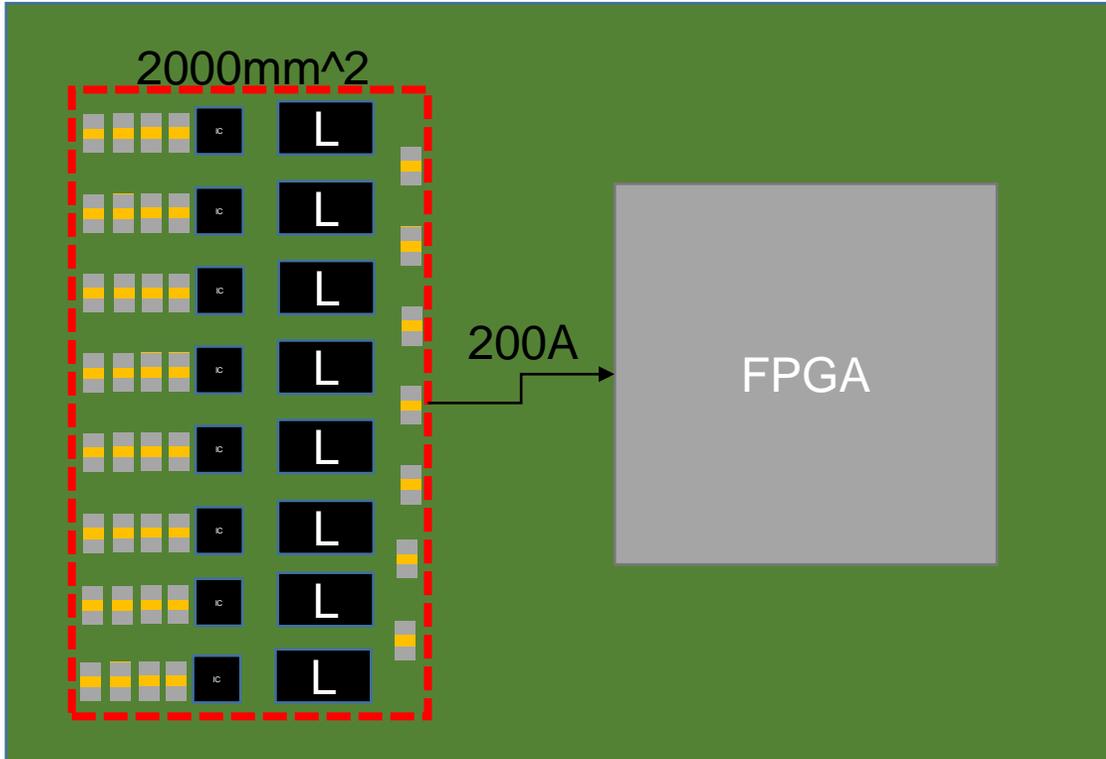


# MPM3695-100 vs. ディスクリートのコアレール

ディスクリートの場合 ~2000mm<sup>2</sup>

42%  
削減

MPM3695-100の場合 ~1400mm<sup>2</sup>



MPM3695-100

- 入力電圧: 4~16V
- 100A出力
- 並列使用で800A

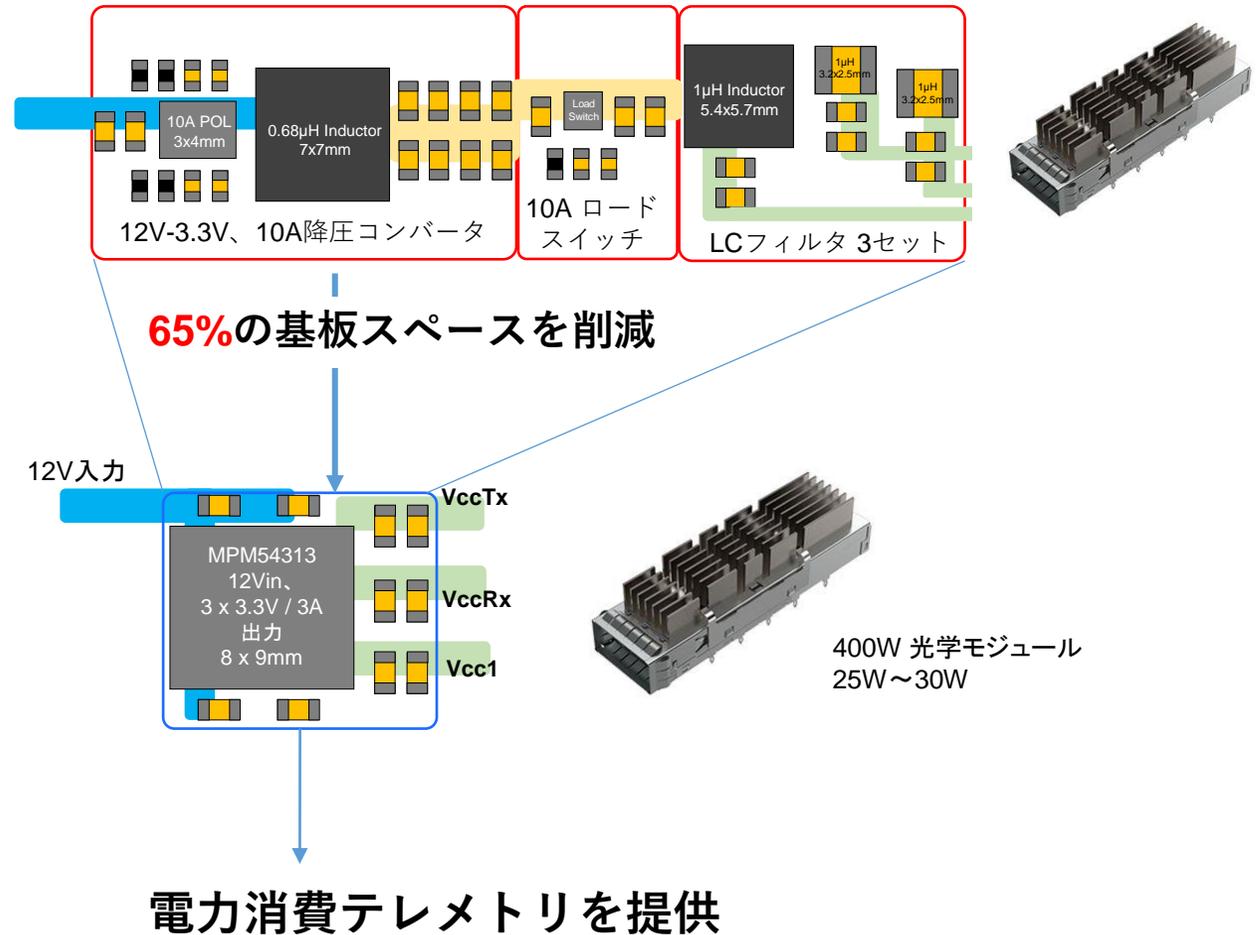
# スペース削減ソリューション例: 25W QSFP-DD/DD800のためのソリューション – MPM54313

## 3段階のソリューション:

- 降圧 + ロードスイッチ + LCフィルタ
- システム全体の効率: ~91%
- 大きなソリューションサイズ: 405mm<sup>2</sup> (9 x 45mm)
- BOM部品: 42個以上
- 光学モジュール電力消費用のテレメトリ無し
- 複雑なPCB設計

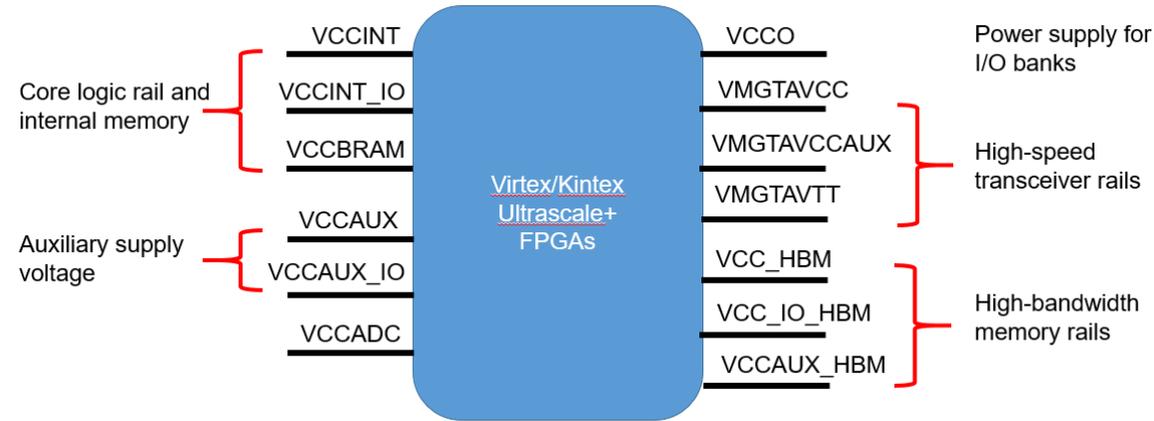


- **1段階だけのソリューション**で直接に12V入力を受け入れ
- システム全体の効率: ~92%
- 小さなソリューションサイズ: 130mm<sup>2</sup> (10 x 13mm)
- BOM部品: 11個だけ
- 光学モジュール電力消費用の**テレメトリ有り**
- **シンプル**なPCB設計

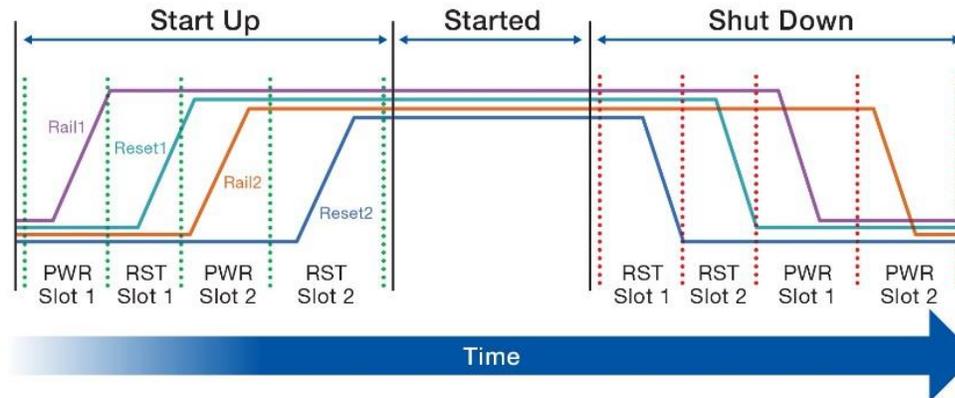


# 複雑なシステム設計

## 高性能コンピューティング用の複雑な電源レール



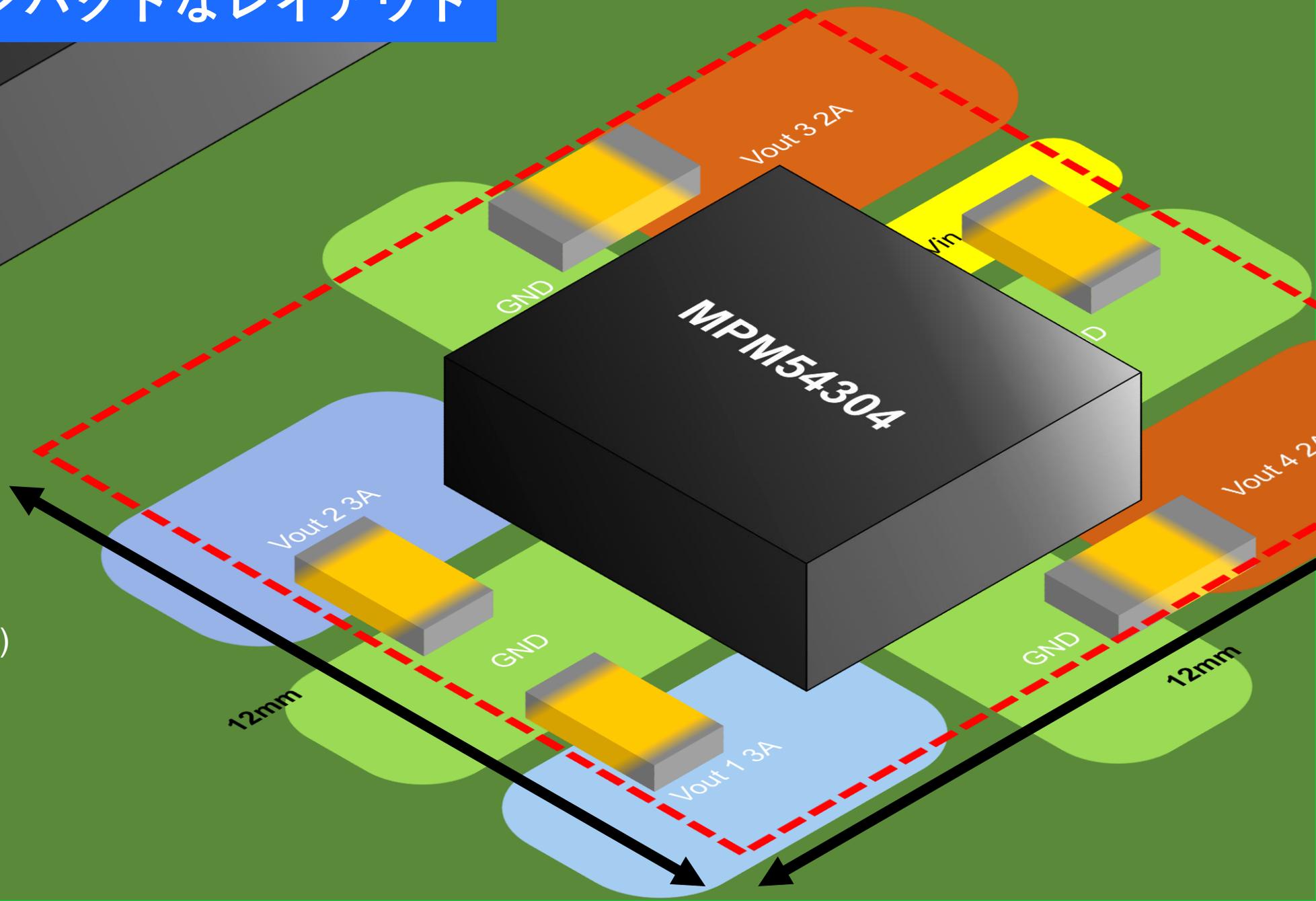
## 起動時およびシャットダウン時のシーケンシングが必要



# MPM54304 コンパクトなレイアウト

## MPM54304

- 4~16V入力電圧
- 4チャンネル  
(3A、3A、2A、2A)



# MPM54304 概要

## 機能

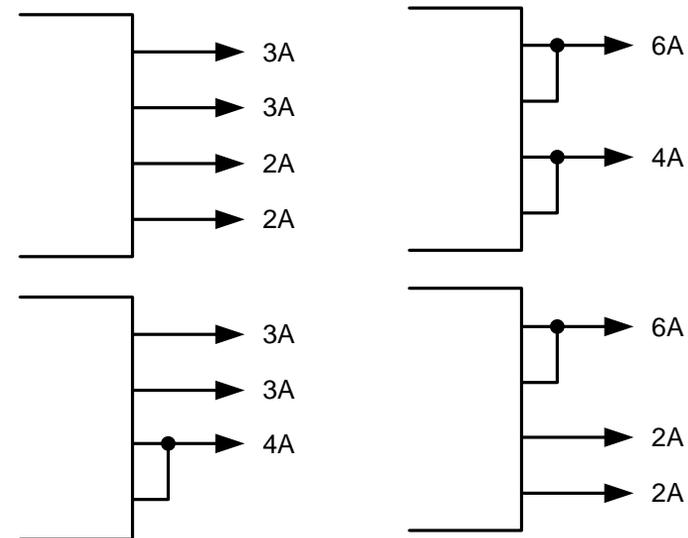
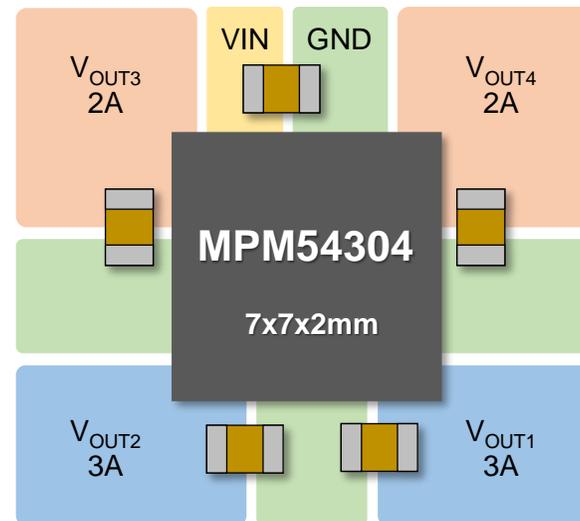
- 入力幅: 4V-16V
- 出力幅: 0.55-5.5V、10mVステップ
- 出力電流: 3A / 3A / 2A / 2A
- レールは組み合わせ可能
- 調整可能なパワーOn / Offシーケンス
- パワーグッドとイネーブル
- 総許容損失: 2.75W
- MTP (3回) およびI<sup>2</sup>C機能
- QFNパッケージ (7 x 7 x 2mm)

## 主な利点

- 小さなソリューションサイズ
- 柔軟なコンフィギュレーション
- レイアウトが簡単
- シーケンシングと電力管理

## アプリケーション

- FPGA / DSP用電源
- ZYNQ-7000シリーズ用シングルチップ電源ソリューション
- マルチレールアプリケーション
- 通信および産業用



# MPM54304 概要

## 機能

- 入力幅: 4V-16V
- 出力幅: 0.55-5.5V、10mVステップ
- 出力電流: 3A / 3A / 2A / 2A
- レールは組み合わせ可能
- 調整可能なパワーOn / Offシーケンス
- パワーグッドとイネーブル
- 総許容損失: 2.75W
- MTP (3回) およびI<sup>2</sup>C機能
- QFNパッケージ (7 x 7 x 2mm)

- パワーOFFシーケンスも組める
- シーケンスは1ms間隔、4ポイントの中から指定可能

## 柔軟なコンフィギュレーション

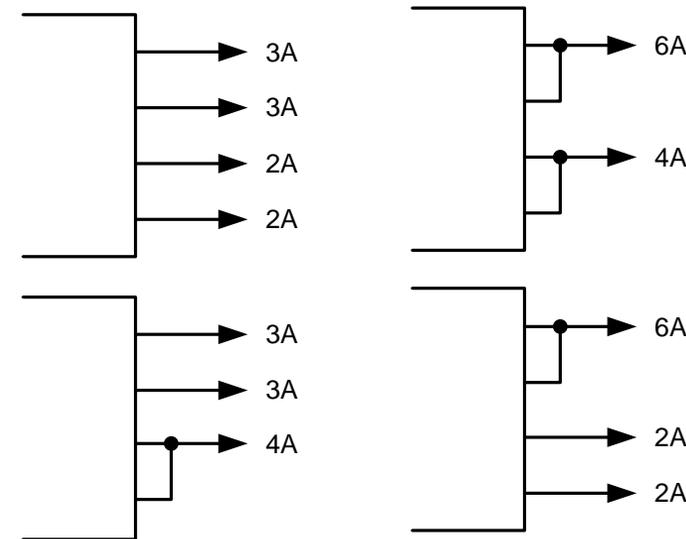
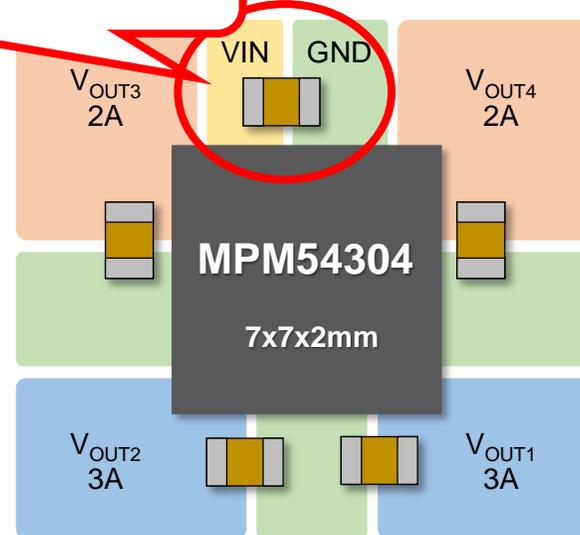
- レイアウトが簡単
- シーケンシングと電力管理

## アプリケーション

- 顧客個別設定を書き込み済み状態で納入
- 顧客サイドで2回まで不揮発性メモリの書換可能
- ホストがあれば、都度I<sup>2</sup>Cでレジスタ設定可能

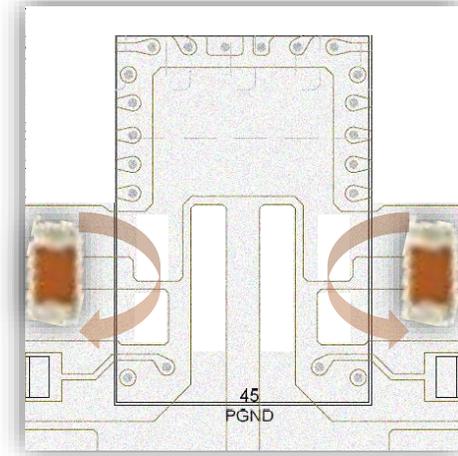
- 4チャンネルDC/DCを7x7サイズに搭載
- 高さ2mmなので、半田面にも実装できる可能性あり

25V/10uF~22uFクラスのセラコンが1つで足りる可能性大

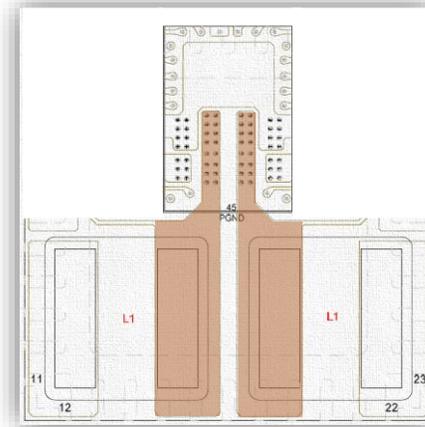


# EMI削減のためのMPSモジュールソリューション

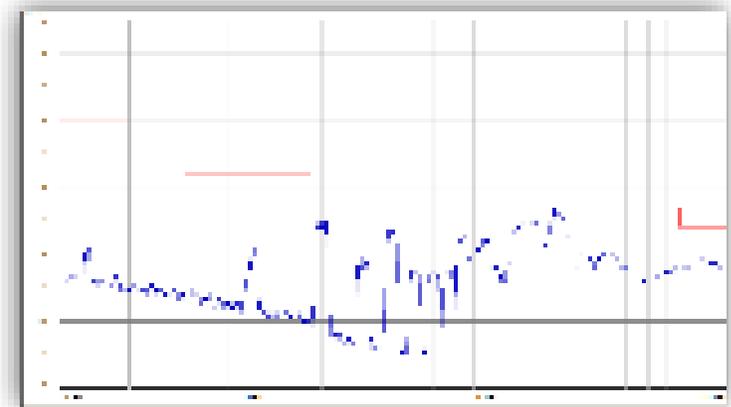
1. クリティカルループ (ホットループ) におけるノイズをキャンセルするためにデュアルサイド入力コンデンサを搭載



2. EMI軽減のためSW領域を削減

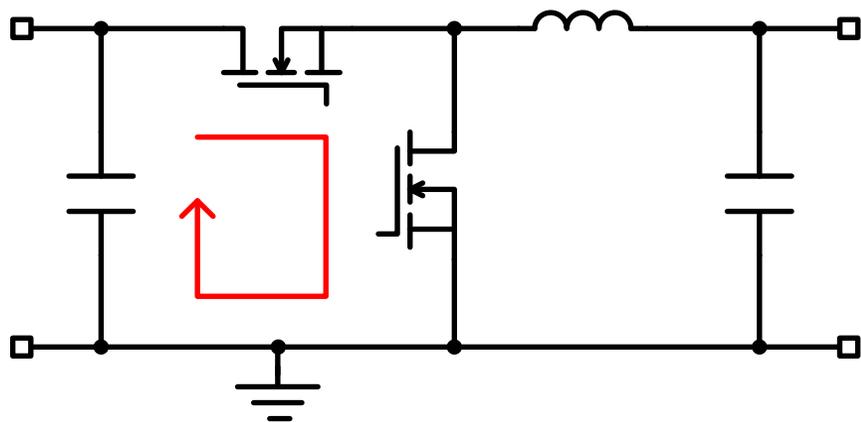


3. 周波数スペクトラム拡散と調整可能なdv/dt



# クリティカルループ (ホットループ) におけるノイズをキャンセルするためにデュアルサイド入力コンデンサを搭載

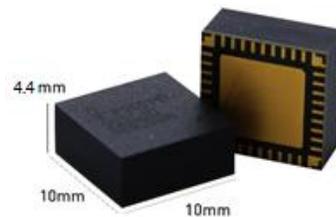
## □ 降圧におけるクリティカルループ (ホットループ)



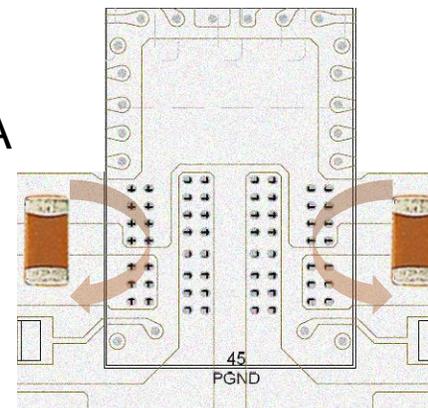
ハイサイドFET、ローサイドFET、  
入力コンデンサの電流脈動によって、  
クリティカルループ (ホットループ) から  
強いノイズが発生

## □ MPSのノイズキャンセリング・コンデンサ

MPM3596: 45V、3A



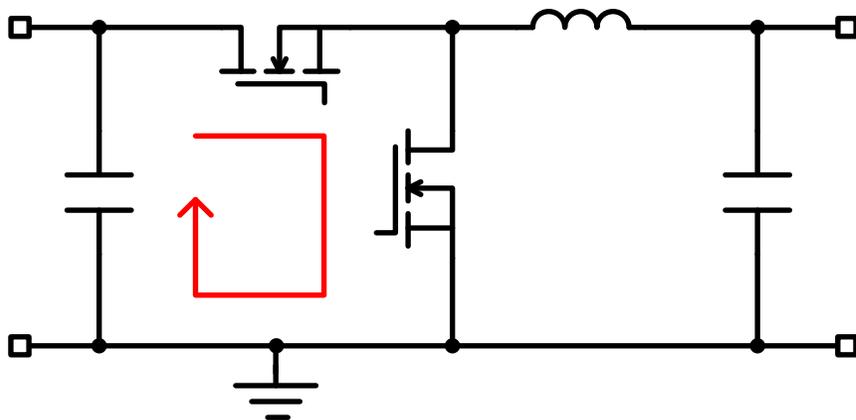
MPM3596の内側



クリティカルループ (ホットループ) 内  
で生成された磁界は  
両側からの相反する電流方向によって  
キャンセルされる

# EMI軽減のためSW領域を削減

- 降圧におけるクリティカルループ (ホットループ)

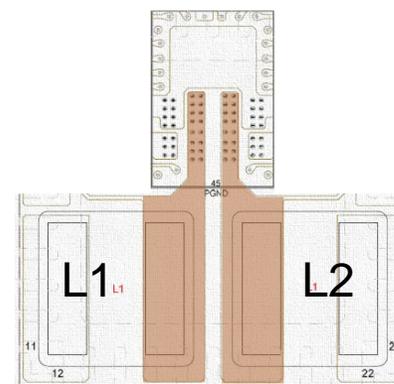
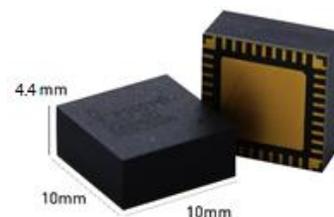


ハイサイドFET、ローサイドFET、および入力コンデンサにおける脈動電流によって、クリティカルループ (ホットループ) から強いノイズが発生

- SW領域を削減

MPM3596の内部

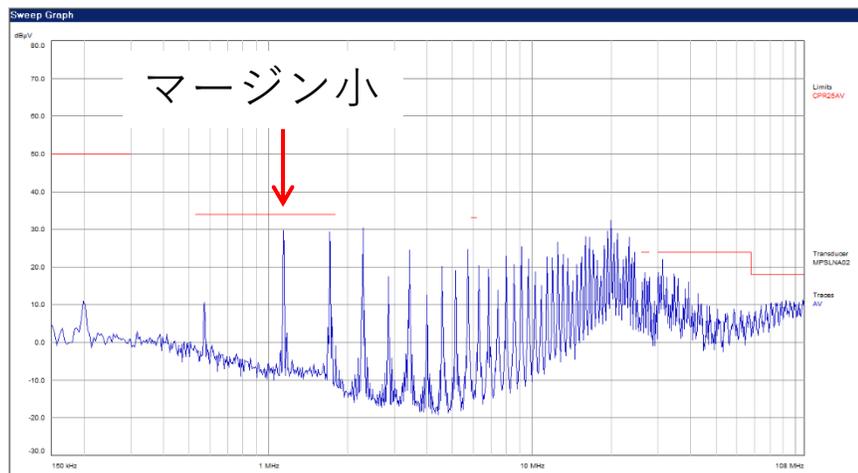
MPM3596: 45V、3A



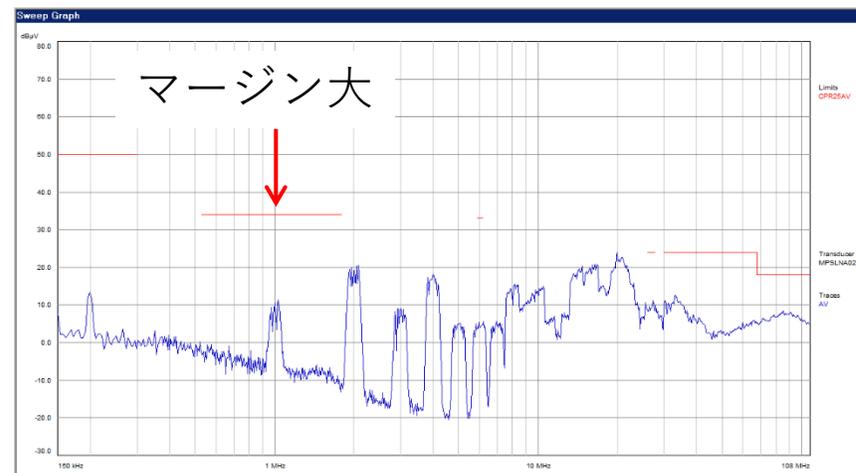
EMIエミッションを低減するため、スイッチングノード領域を制限

# 周波数スペクトラム拡散と調整可能なdv/dt

□ 従来のスイッチング



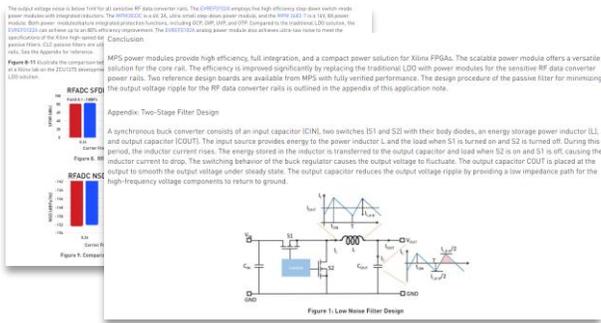
□ 周波数スペクトラム付きの  
MPSソリューション



- 1) 周波数スペクトラム拡散: 単一の周波数ポイントの代わりに、周波数範囲の中でスイッチ可能; 範囲は固定値内で調整可能
- 2) EMIの要件に併せて、dv/dtも調整可能

**MPSの高効率かつ低ノイズなモジュールソリューション**

# 低ノイズなモジュールソリューション

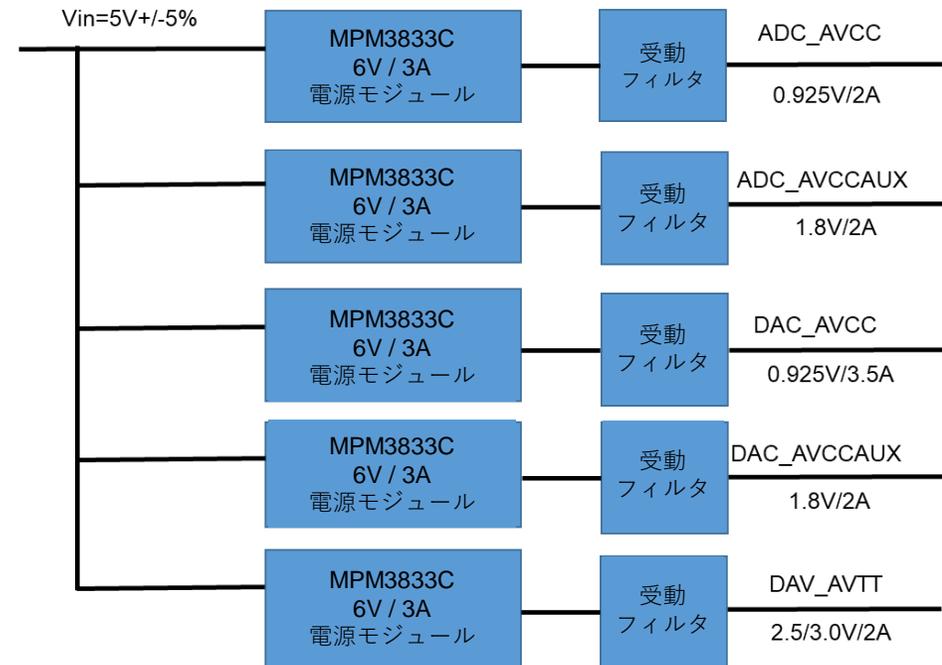


<https://www.monolithicpower.com/jp/ultra-low-noise-solution-for-xilinx-zynq-ultrascale-rfsocs/>

## • MPSソリューション – EVREF0102

- 超低ノイズ - <1mVリップル
- 高効率
- 高速過渡電流

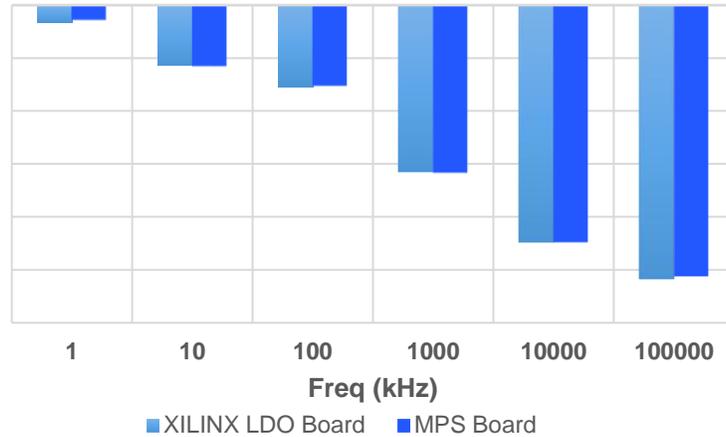
評価ボード提供可能



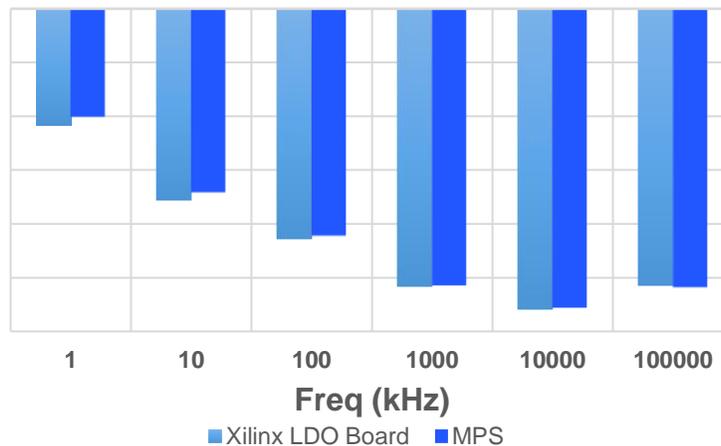
# 低ノイズ性能に関する結果

## ノイズ比較

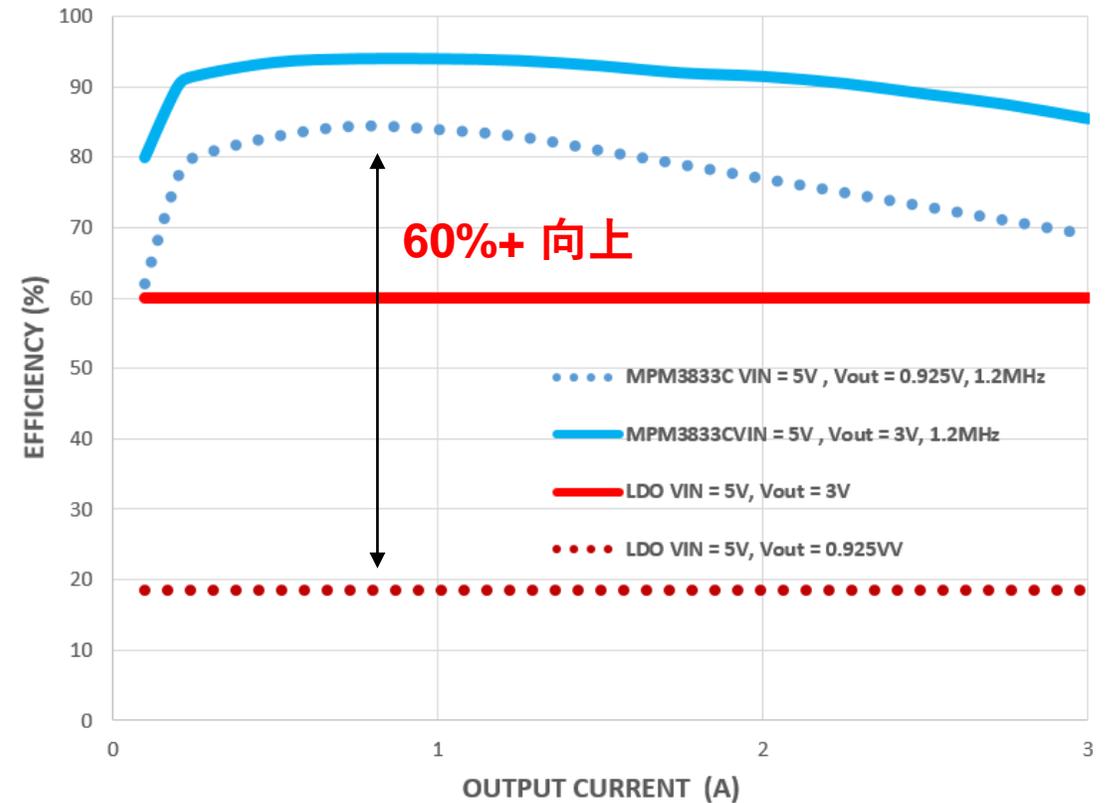
内蔵PLL付きの位相ノイズ



外部PLL付きの位相ノイズ



## 効率比較

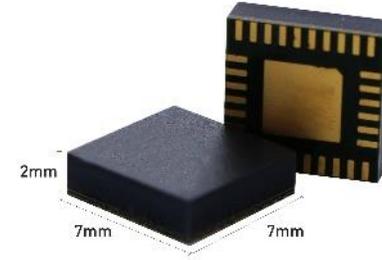


Xilinx lab on RFにてテスト実施  
12ビット 2GSPS ADCと14ビット 6.4GSPS DACs



# 複雑で高電流システム用のMPSモジュールソリューション

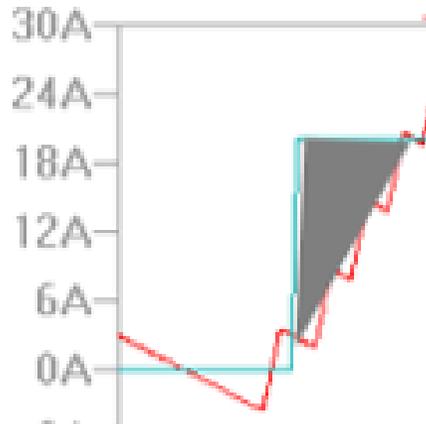
シーケンシング内蔵、統合型マルチ出力モジュール



800A出力電流のスケラブルなモジュール

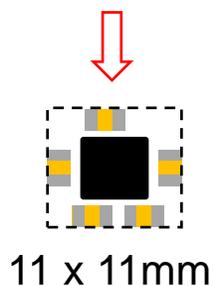
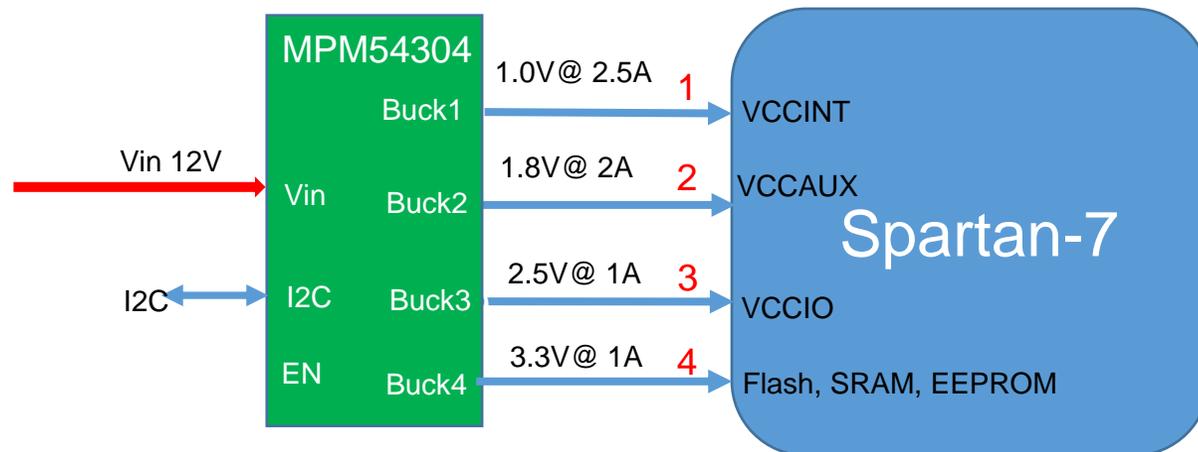


COT制御



# マルチ出力電源モジュールを使用した複雑なシステムとは

## 例: Xilinx Spartan-7 電源ソリューション



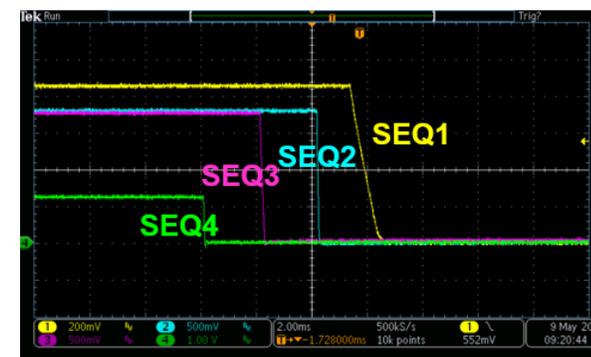
マルチ出力電源モジュールで  
ソリューションサイズをコンパクトに

調整可能な起動時および  
シャットダウン時シーケンスを搭載

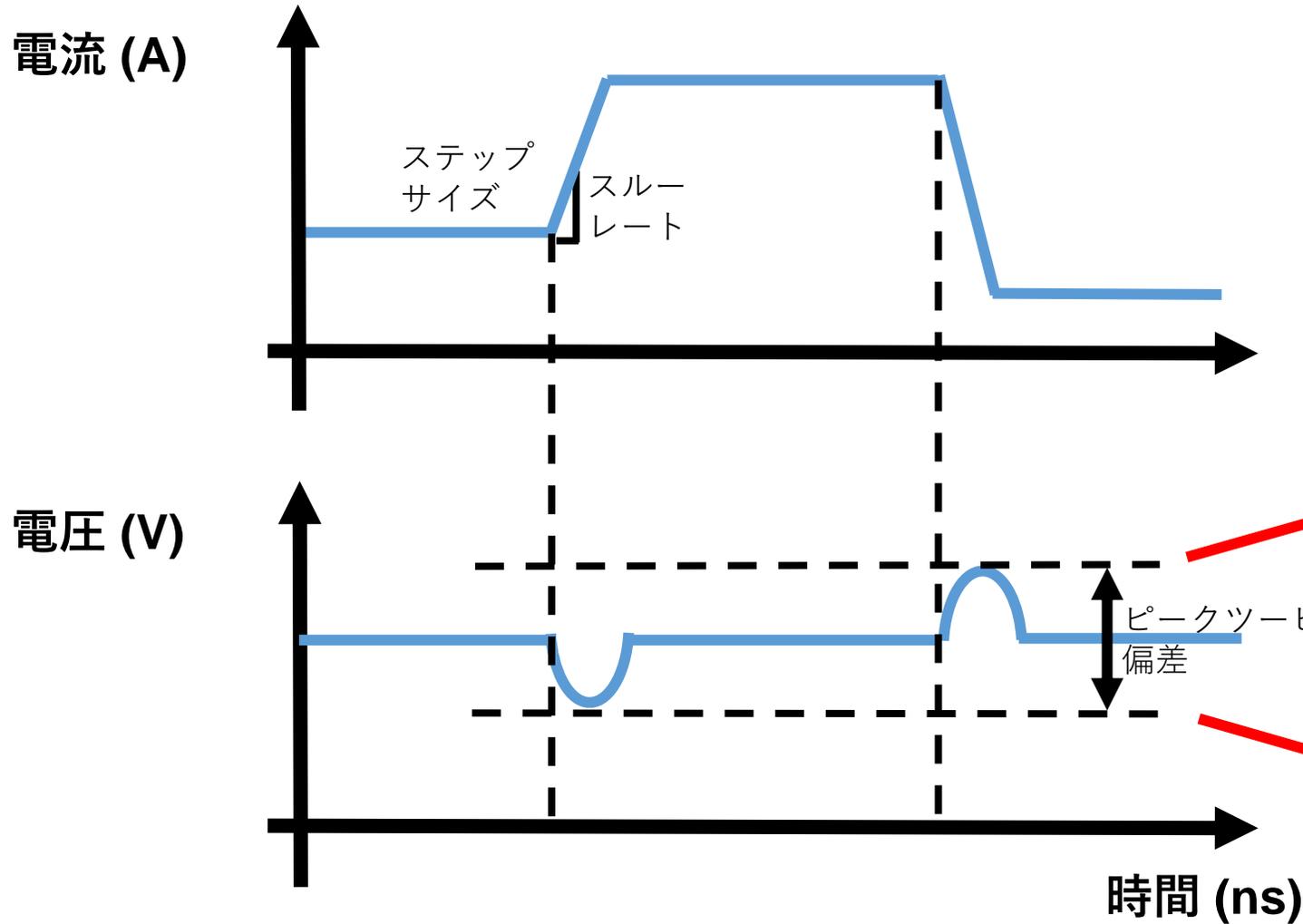
起動時シーケンス



シャットダウン時シーケンス



# 過渡電流性能

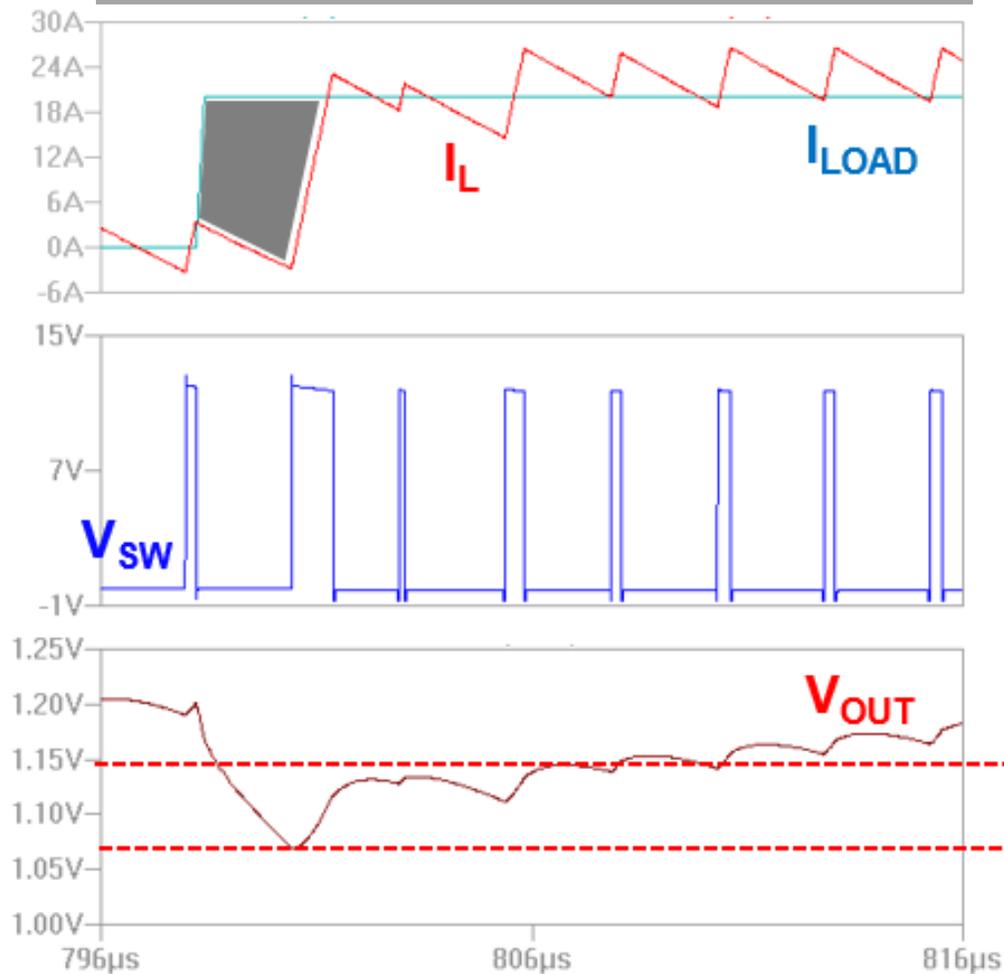


電圧降下に対していかに  
制御ループが素早く反応するか

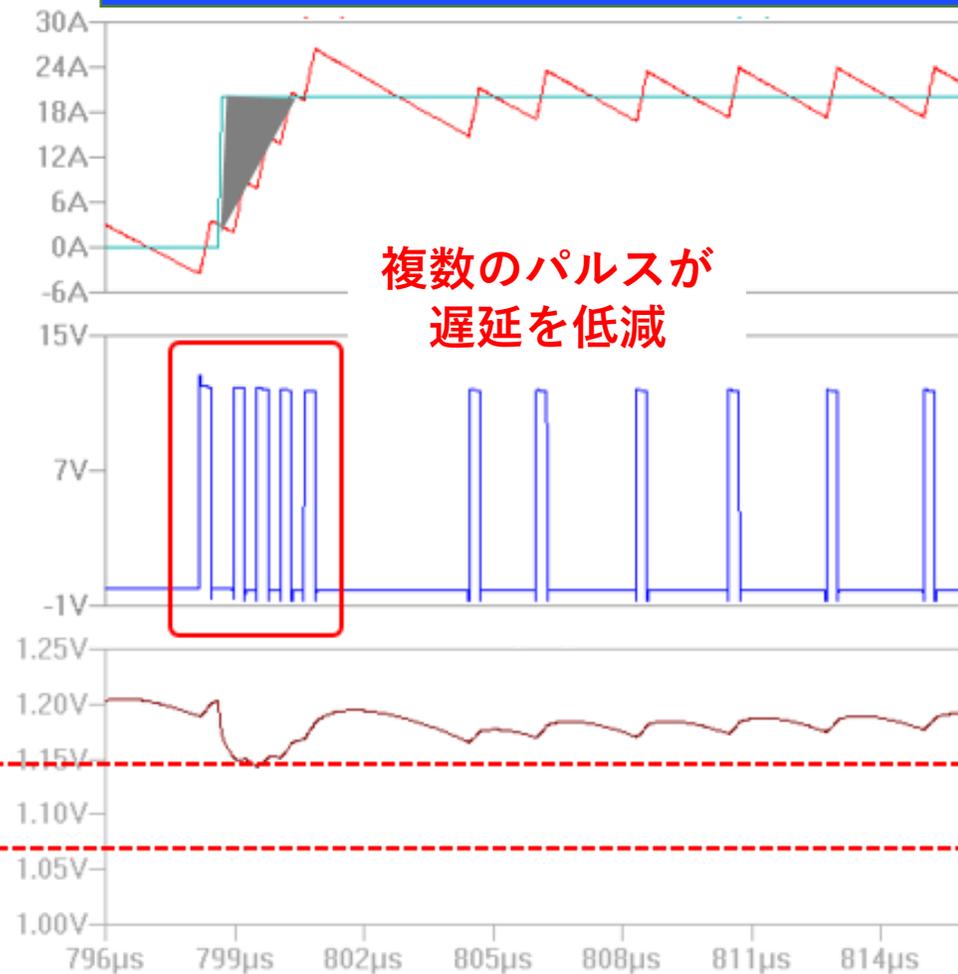
# MPS - 高速過渡電流性能

COT制御 vs. 業界標準 - より高速な過渡電流

電流モード制御



COT制御



複数のパルスが  
遅延を低減

MPSは  
特許取得の  
制御スキームで  
これを達成

# ウェブサイト – サポート / ファイルダウンロード

## EVM3632C-QV-00B



### 18V Input 3A Module Step-Down Converter Evaluation Board

The EVM3632C-QV-00B Evaluation Board is designed to demonstrate the capabilities of MPS' MPM3632C, a step-down regulator module integrated with a synchronous, rectifying power MOSFET, inductor, and three capacitors. The MPM3632C offers a very compact solution that requires only input and output capacitors to achieve 3A of continuous output current with excellent load and line regulation over a wide input range.

The MPM3632C operates at a fixed 3MHz switching frequency and employs constant-on-time (COT) control, which provides a fast load transient response.

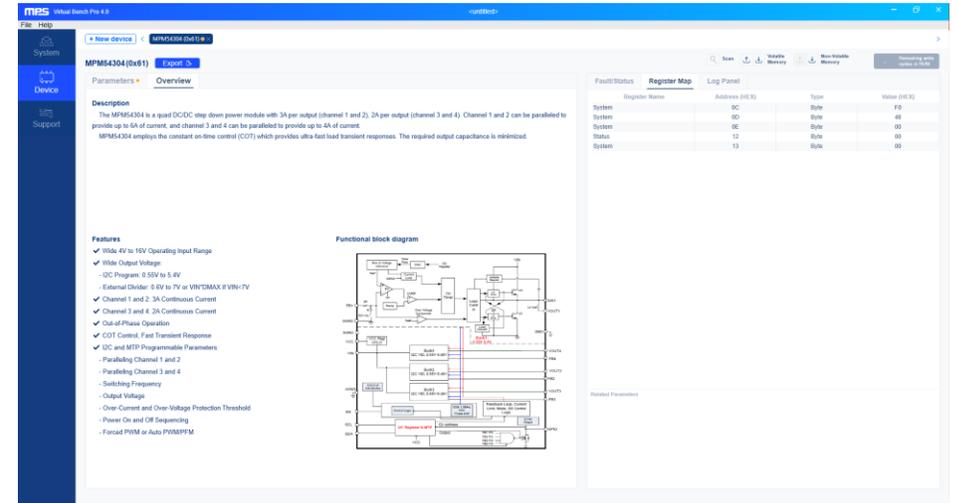
Full protection features include output over-voltage protection (OVP), over-current protection (OCP), and thermal shutdown.

The MPM3632C is available in a space-saving QFN-20 (3mmx5mmx1.6mm) package.

## EVKT-MPM3695-25-A



## Virtual Bench Pro 4.0



## Reference Materials

 Allegro Library (EN)

 Altium Library (EN)

 3D STEP Model (EN)

 Product Reliability Report (EN)

ありがとうございました