妥協は不要:
コスト効率の高い2層PCBで実現する
EMIと熱特性の改善

岩本純一
シニアFAEマネージャー
MPSジャパン

トピック

- なぜ検証するか
- 4層PCB vs. 2層PCB
- MPQ4323 – コンパクト、低自己消費電流、36V/3A、同期整流降圧コンバータ
- MPQ4323 – 推奨回路図
- MPQ4323 – 推奨配置
- MPQ4323 – 推奨レイアウト
- MPQ4323 – 推奨DC/DCレイアウト
- MPQ4323 – 推奨下位層レイアウト
- MPQ4323 – 推奨フィルタレイアウト
- MPQ4323 – さまざまなレイヤの熱効果
- MPQ4323と他社品の比較
- 推奨レイアウトを使用した場合のEMC結果
- 結論

なぜ検証するか

コストにかかるプレッシャーが増え、4層PCBのECUの代わりに2層のPCB設計の再導入が始まっています。

厳しいEMCの制限を4層PCBで満たすのは難しく、2層PCBになればなお一層難しくなります。

動作周囲温度の要件は100℃未満です。

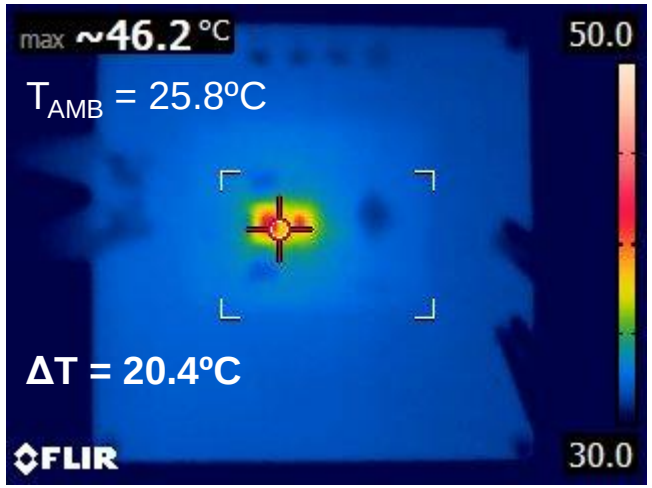
MPSは、MPQ4323を使用して、降圧コンバータの最善の2層PCBレイアウトを定義する実験を行いました。

9つの異なるレイアウトのPCBパネル

4層PCB vs. 2層PCB

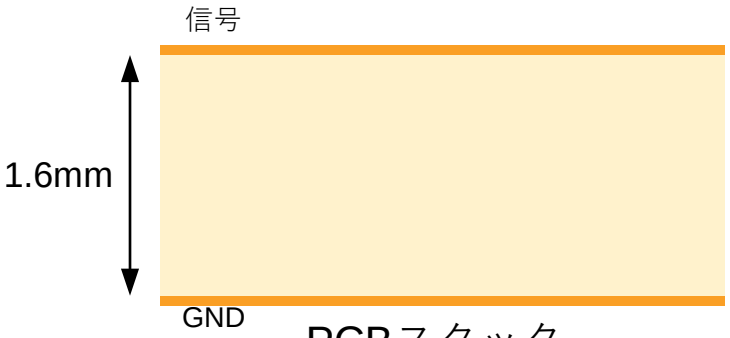
4層

PCBスタック

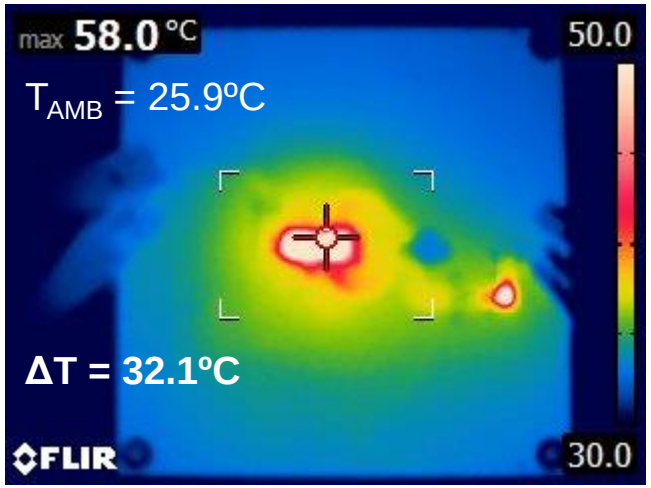


PCB熱画像*

2層



PCBスタック



PCB熱画像*

2層PCBはリターンパスが8倍長い。

ICケースの温度は2層PCBのほうが12℃高い。

*条件: V_{IN} = 13.5V、V_{OUT} = 5V、I_{OUT} = 3A, f_{SW} = 430kHz, 稼働2時間

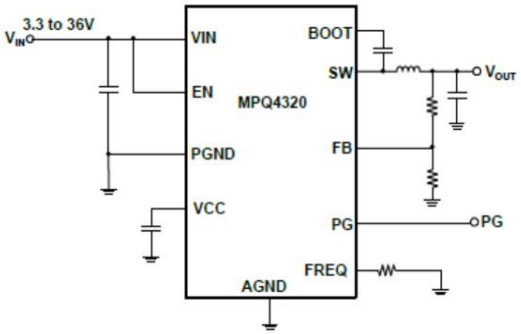
MPQ4323 –
コンパクト、低自己消費電力、36V / 3A、同期整流降圧コンバータ

特長:

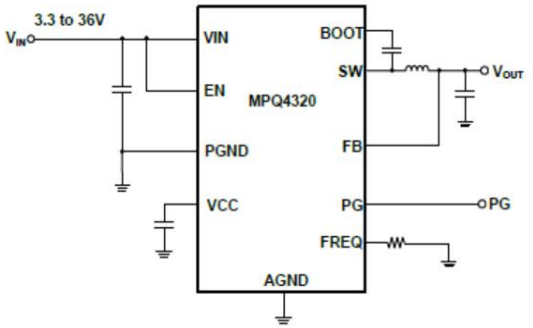
- 広い動作電圧範囲: 3.3V～36V
- 42Vのロードダンプに対応、3Vの低コールドクランク
- **MPQ432x: 0.5Aから4Aまでのアプリケーションを網羅するピン互換製品**
- **無負荷時20μAの入力電流**
- **最大96%のピーク効率**
- 350kHz～2.5MHzまで調整可能なスイッチング周波数
- 調整可能な出力電圧
- 固定出力バージョン: 1V、1.1V、1.8V、2.5V、3.0V、3.3V、3.8V、5V
- **低EMIのための周波数スペクトラム拡散**
- **低EMIのための対称入力電圧**
- 過電圧および低電圧に備えた正確なパワーグッド / リセットモニタ
- AAMまたは強制CCMバージョン
- **2Aで250mAの低ドロップアウト**
- ウェッタブルフランク付きのコンパクトなQFNパッケージ (2mm x 3mm) で提供

アプリケーション:

- 車載インフォテインメント、クラスタ
- 先進運転支援システム (ADAS)
- 産業用電源システム



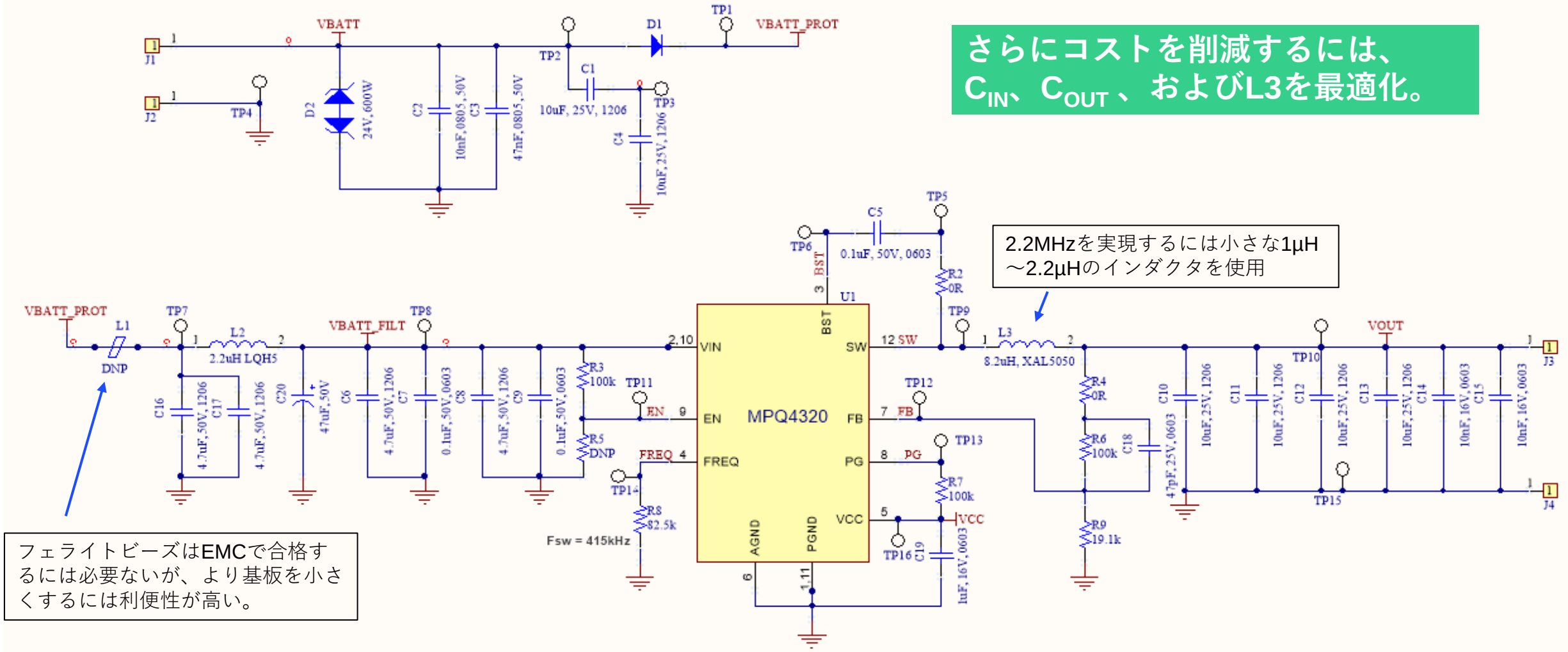
出力調整可能バージョン



出力固定バージョン

主な仕様	
入力電圧	3.3V～42V ロードダンプ
出力電圧	調整可能: 5V、3.8V、3.3Vまたは2.5V
スイッチング周波数	350kHz～2.5MHz
HS-/LS-FET $R_{DS(ON)}$	65mΩ / 45mΩ
パッケージ	FCQFN-12 (2mm x 3mm)

MPQ4323 – 推奨回路図

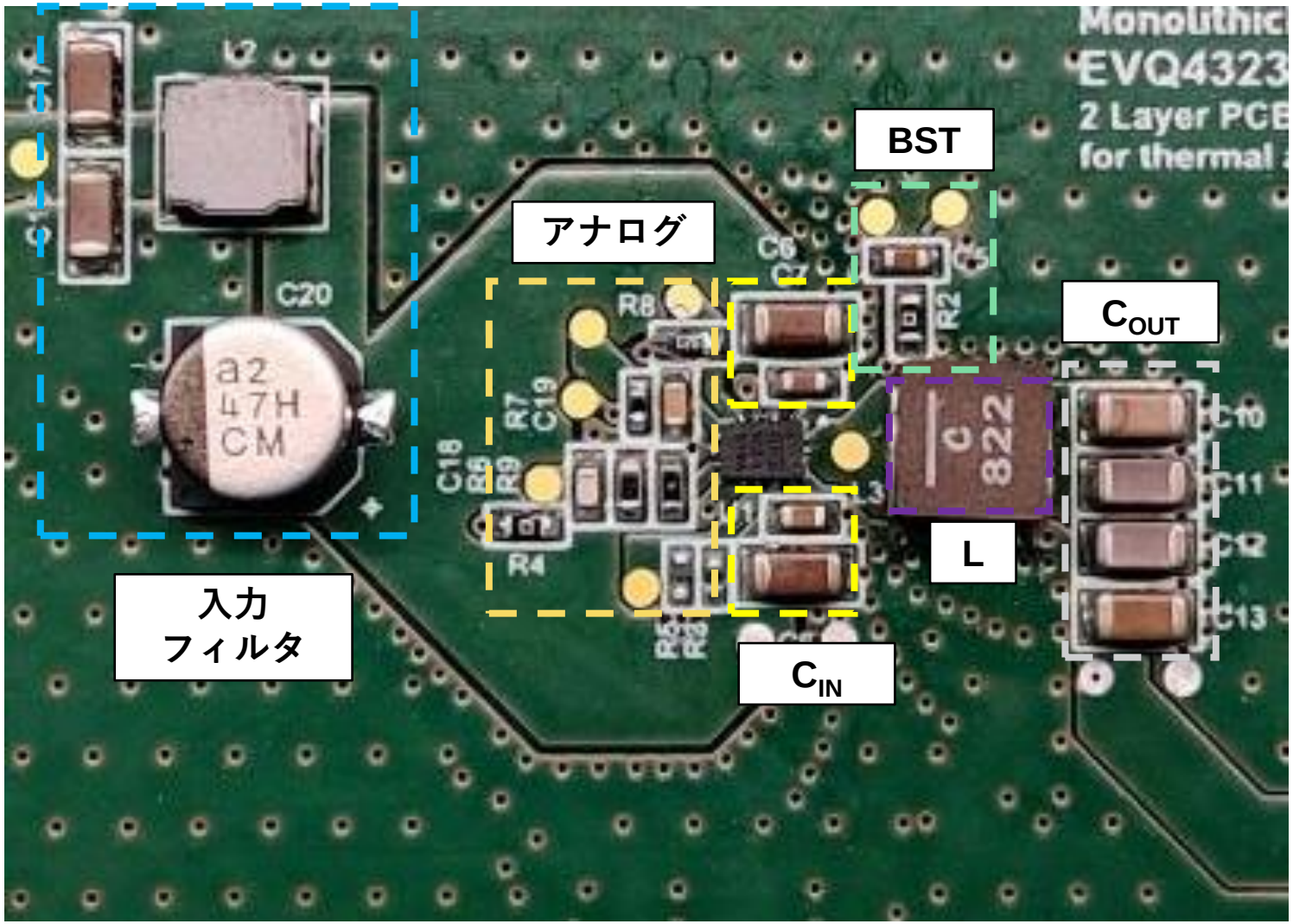


さらにコストを削減するには、
C_{IN}、C_{OUT}、およびL3を最適化。

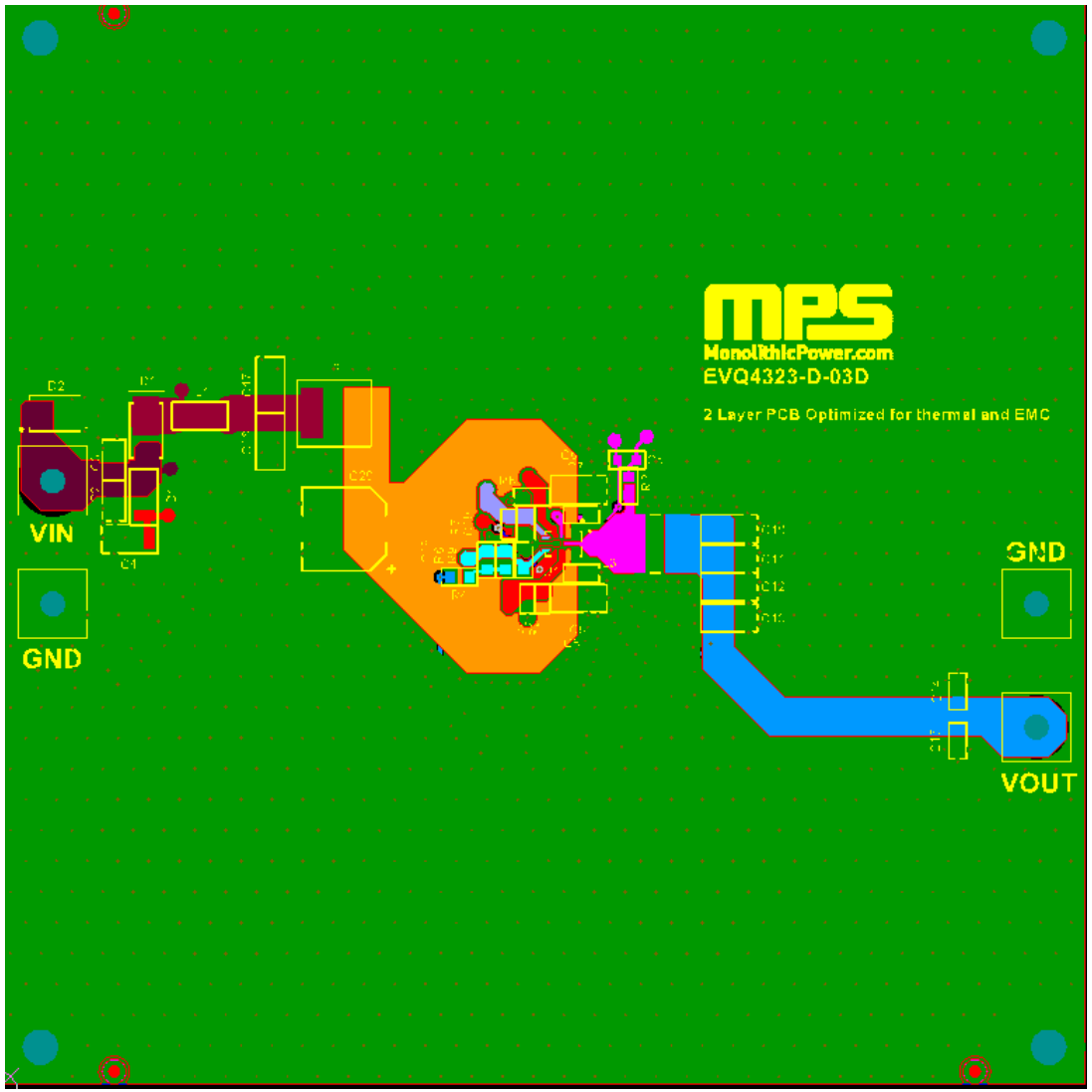
2.2MHzを実現するには小さな1µH～2.2µHのインダクタを使用

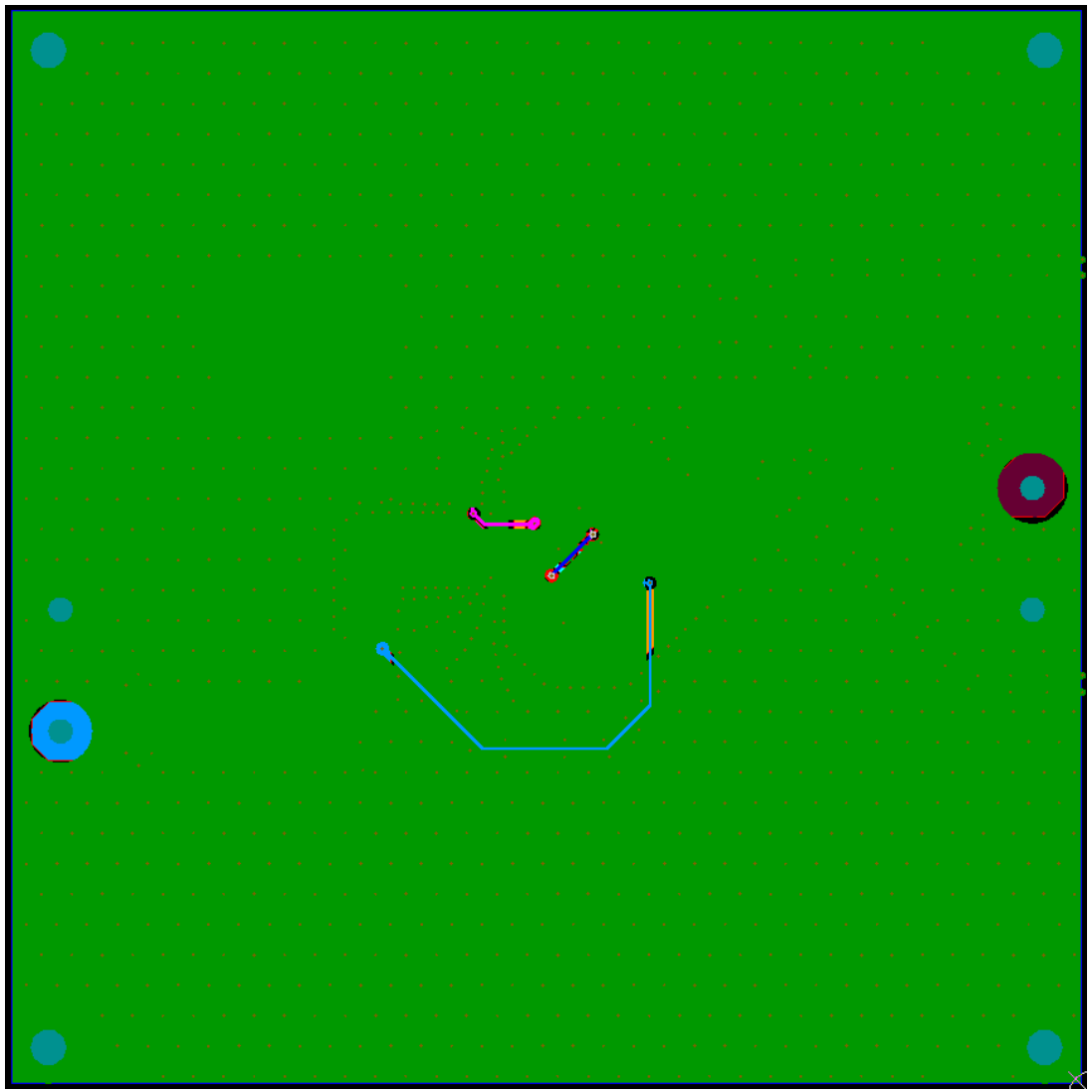
フェライトビーズはEMCで合格するには必要ないが、より基板を小さくするには利便性が高い。

MPQ4323 – 推奨配置

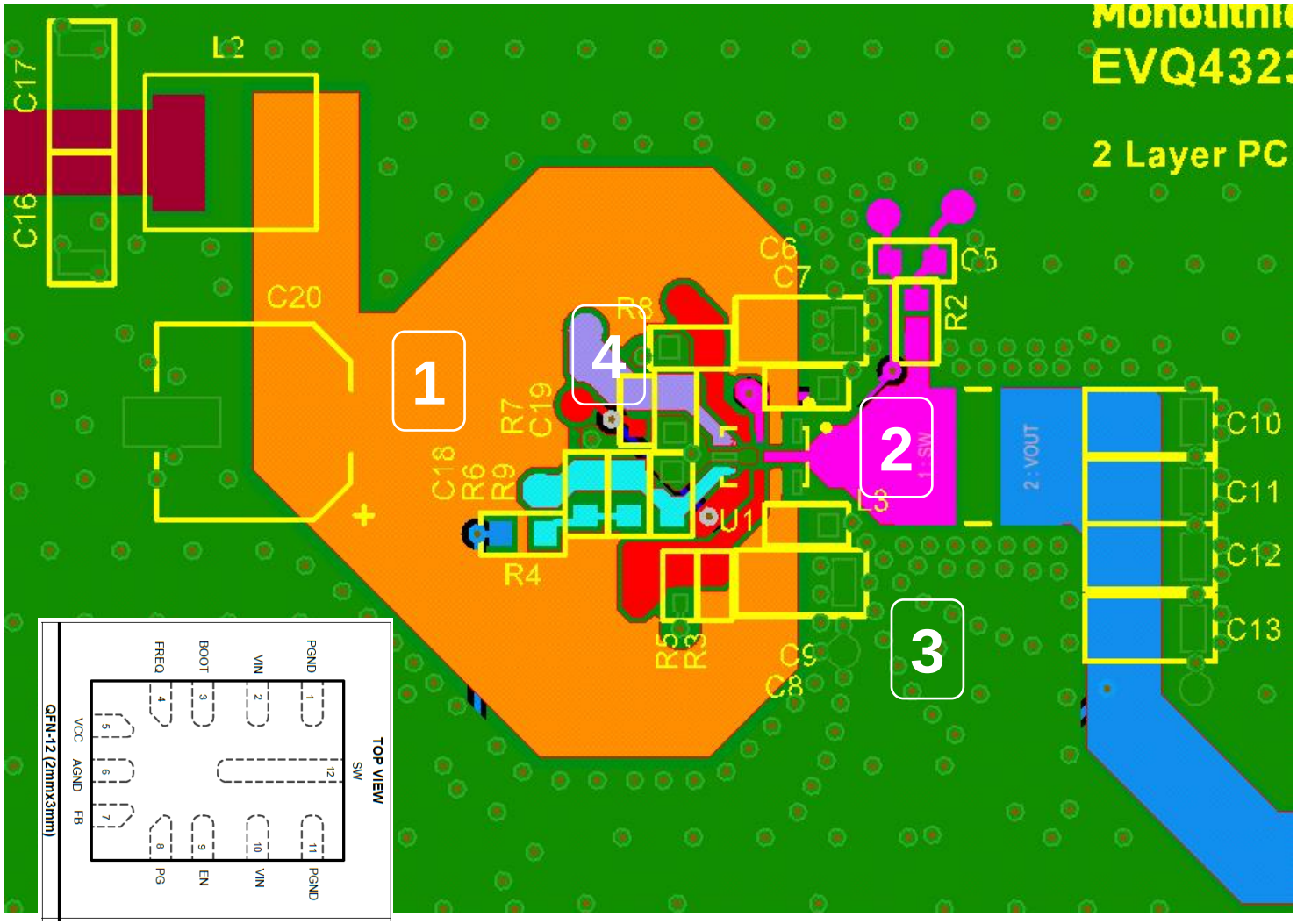


MPQ4323 – 推奨レイアウト



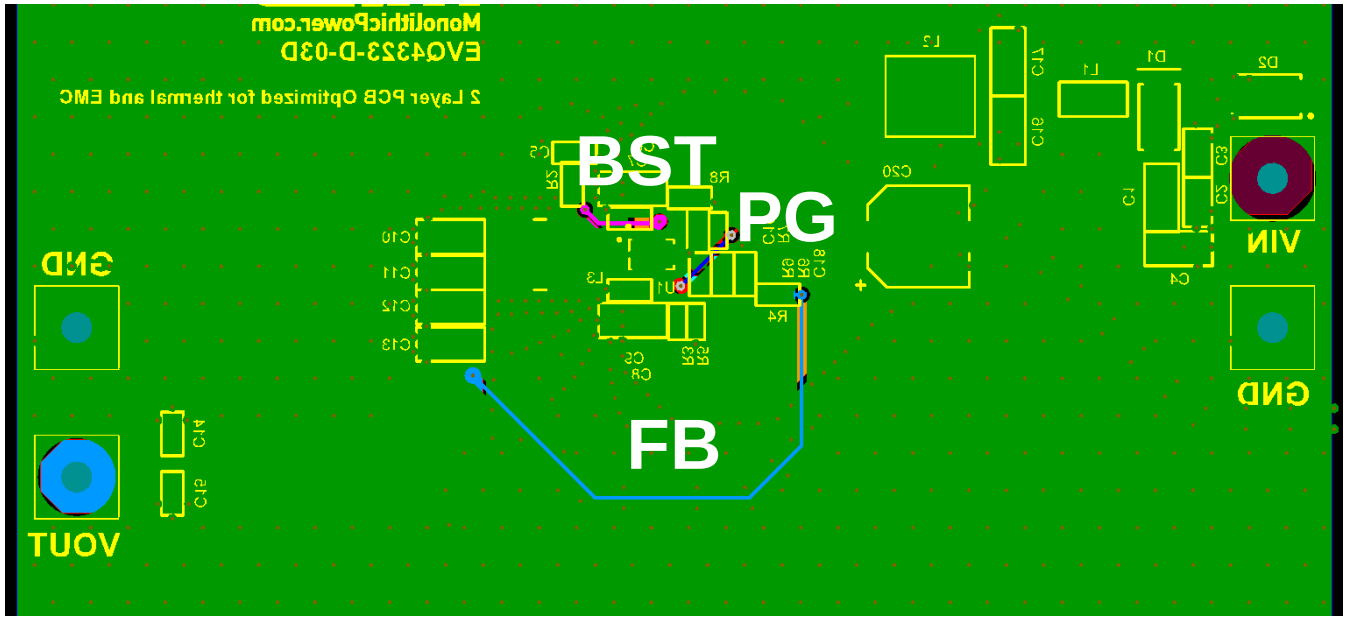


MPQ4323 – 推奨DC/DCレイアウト



1. 放熱を改善するために、VINを広い銅ポリゴンに接続します。対称VIN入力を使用し、アナログ信号周辺を覆います。
2. 試験箇所を追加する間は、インダクタに接続する最小限の領域でSWノードを小さく保ちます。
3. 大きなプレーンにPGNDを接続します。周辺で分断が起こらないようにします。下層のプレーンの、特にインダクタ周辺で、いくつかビアを設置します。
4. mm^2ごとに放熱が改善するように、広いトレースを使用して信号ピンを接続します。

MPQ4323 –推奨下位層レイアウト

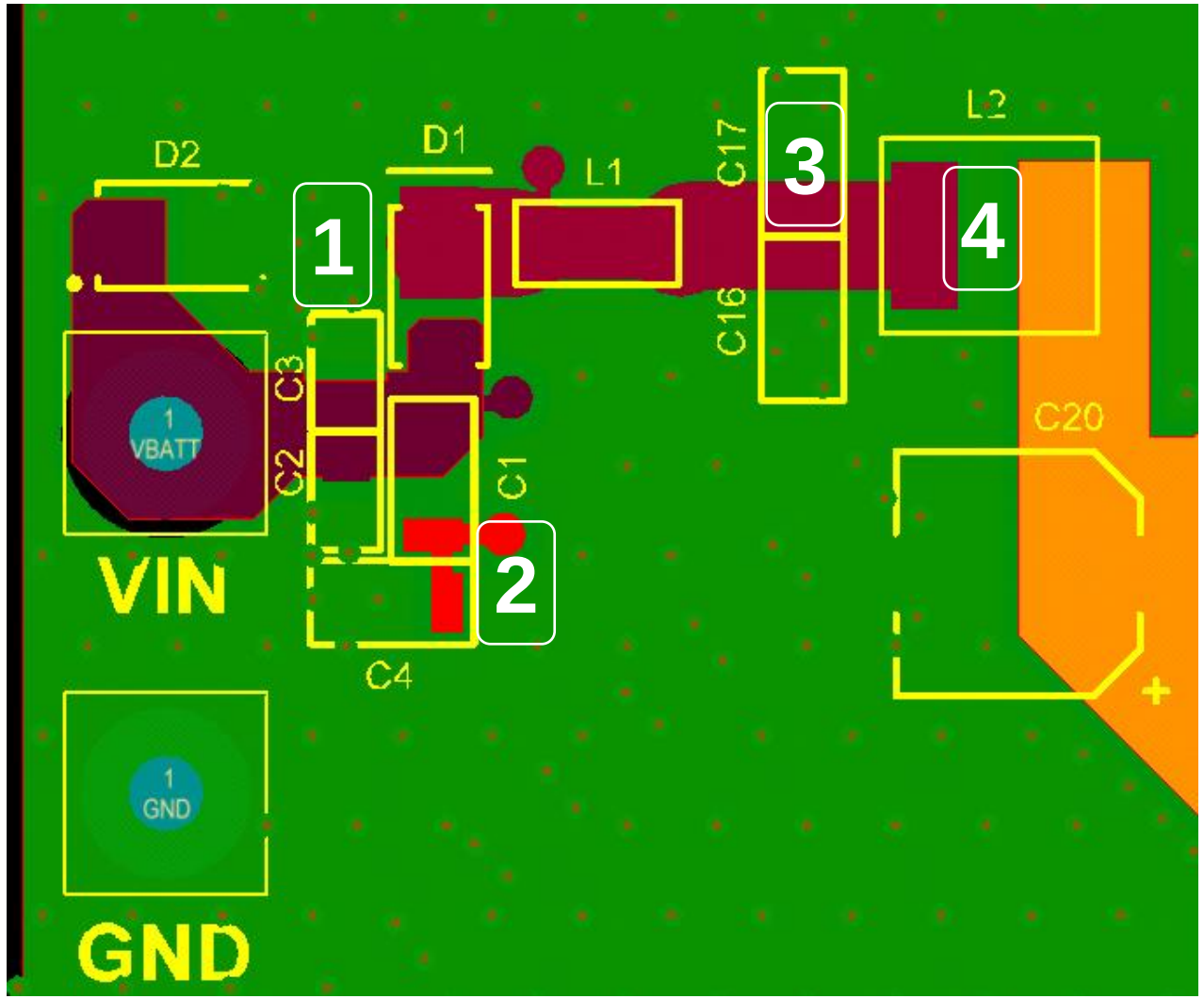


可能であれば、下位層に信号を走らせるのは避けましょう。

VINパスを遮断するのを避けるため、FBトレースを下位層に配置しましょう。トレースが長すぎたら、下位層と上位相の間をステッチパターンで互い違いに行き来するのもいいかもしれません。

FB抵抗がICに近ければ、高周波数ノイズはC_{OUT}への長いトレースにおいても低インピーダンスとなります。

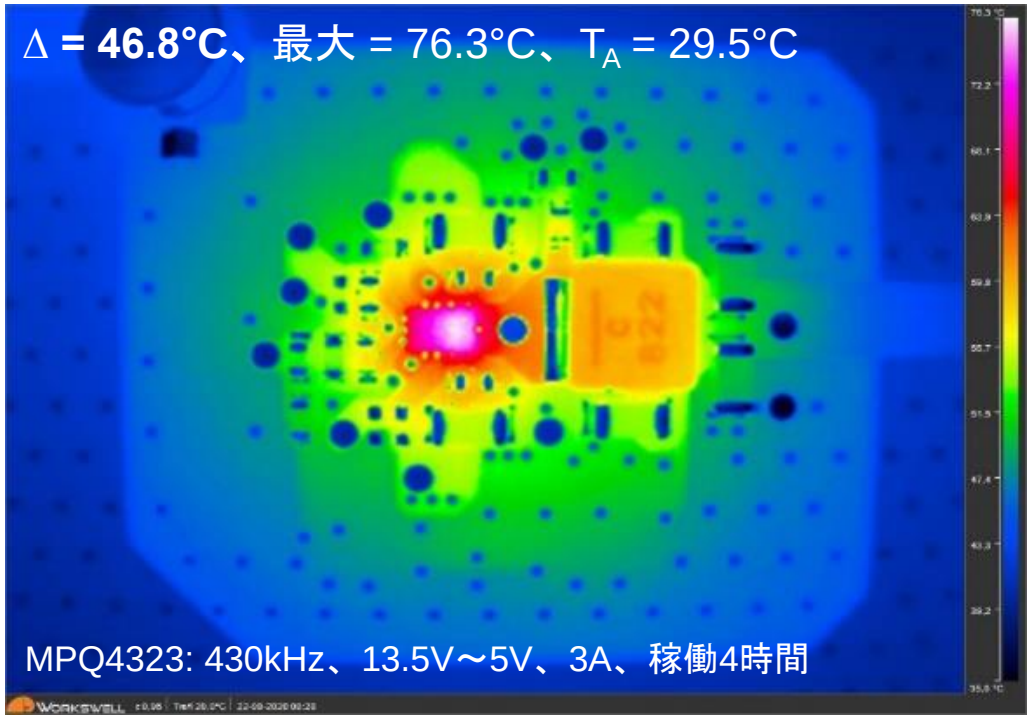
MPQ4323 – 推奨フィルタレイアウト



1. 小さな値のコンデンサをコネクタに非常に近い位置に配置します。フィルタの減衰点を高周波数にすることができるので、EMCにPassするには重要です。
2. 2個のコンデンサを直列に使用（90°の位置で接続）し、MLCCの一つが割れた時に発火するのを防ぎます。
3. より高い値のコンデンサを、対称レイアウトでインダクタ付近に配置します。
4. DC/DC側から見た時に、インダクタは入力フィルタの最初の部品であるべきです。これによって、コネクタに近くなりすぎた場合の高周波数ノイズが入力に放出するのを避けることができます。

MPQ4323 – 異なるレイアウトでの熱効果

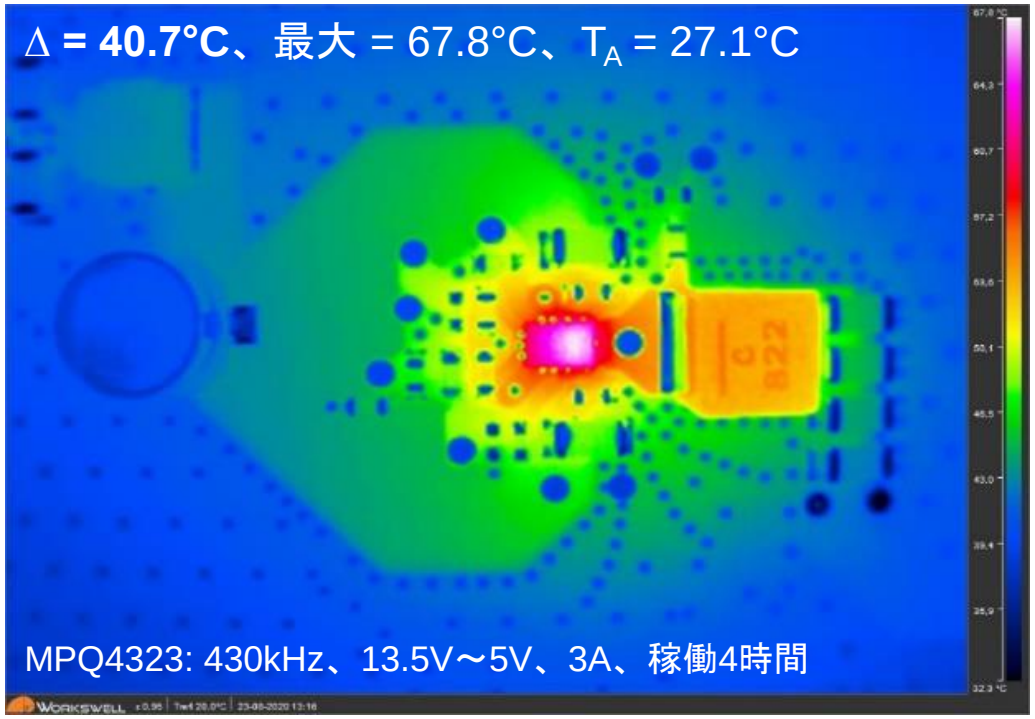
従来



従来型のレイアウトはDC/DCコンバータ周辺のGNDで分断があり、VINがY型で下位層と接続されています。

- 6° C

推奨

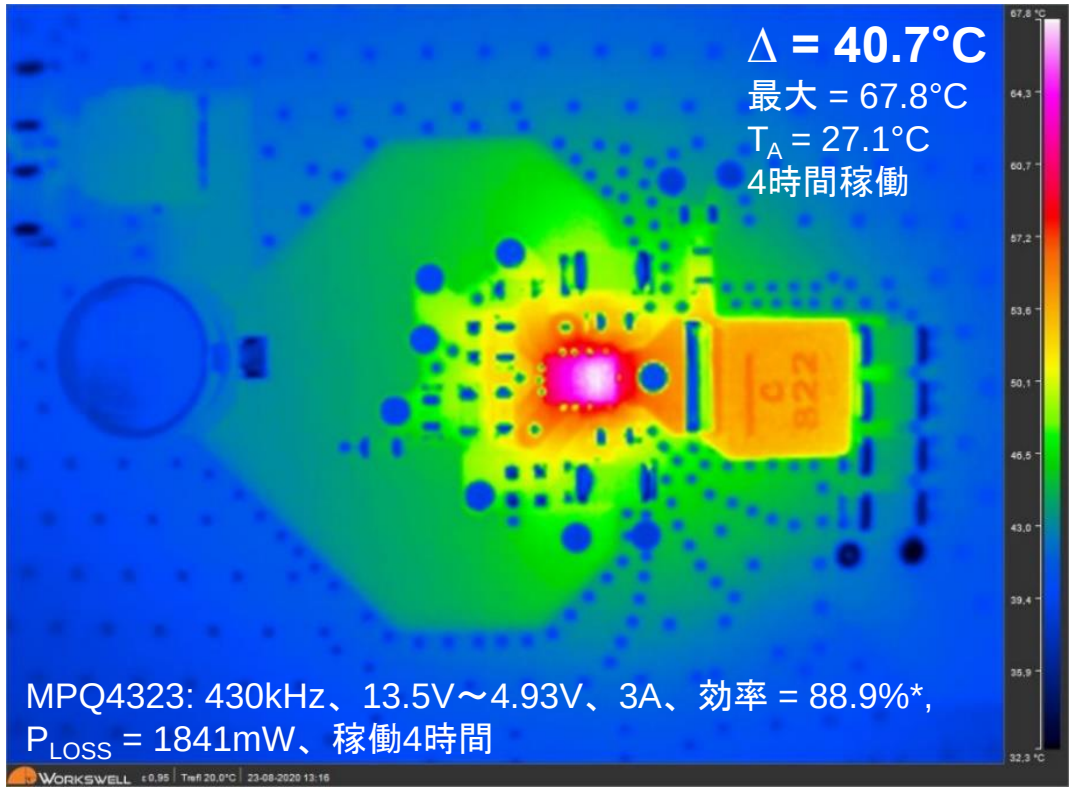


新しい推奨レイアウトでは、固定GNDプレーン同様、熱を逃がすため大きなVINポリゴンがあります。また上位層、下位層をつなぐより多くのビアが設置されています。

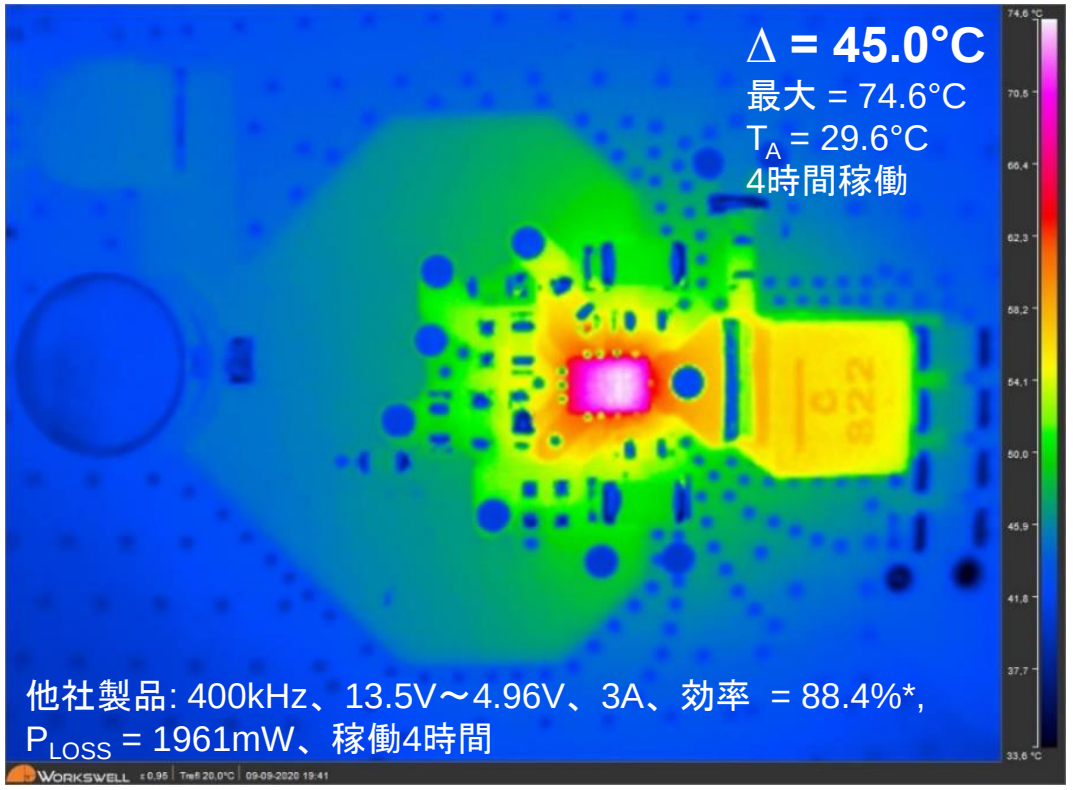
MPSのMPQ4323と他社製品の比較

MPQ4323は4度以上低い放熱となります。
様々なPCBで試してみても同じ結果でした。

MPQ4323



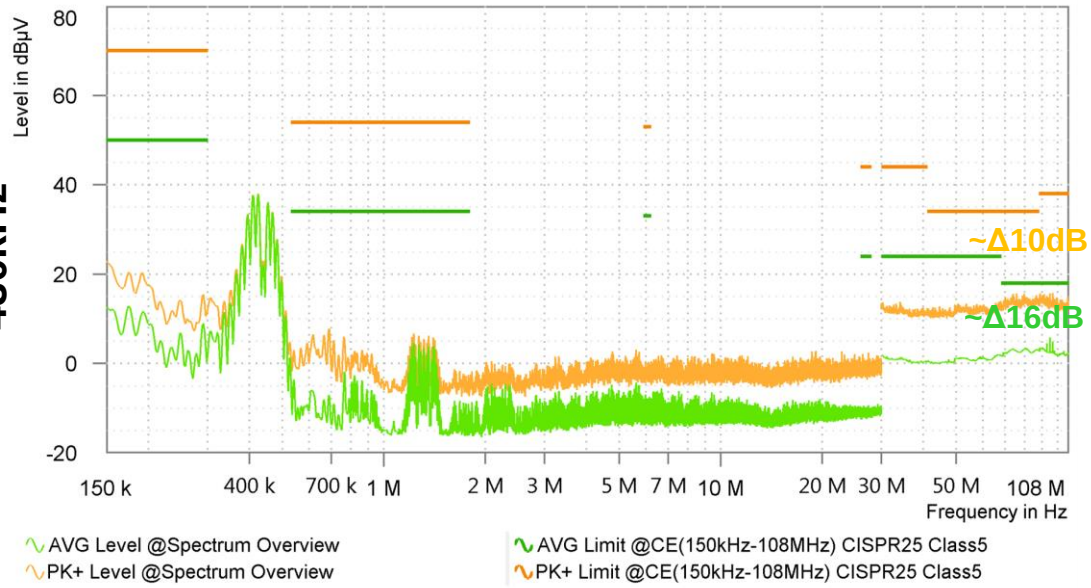
他社製品



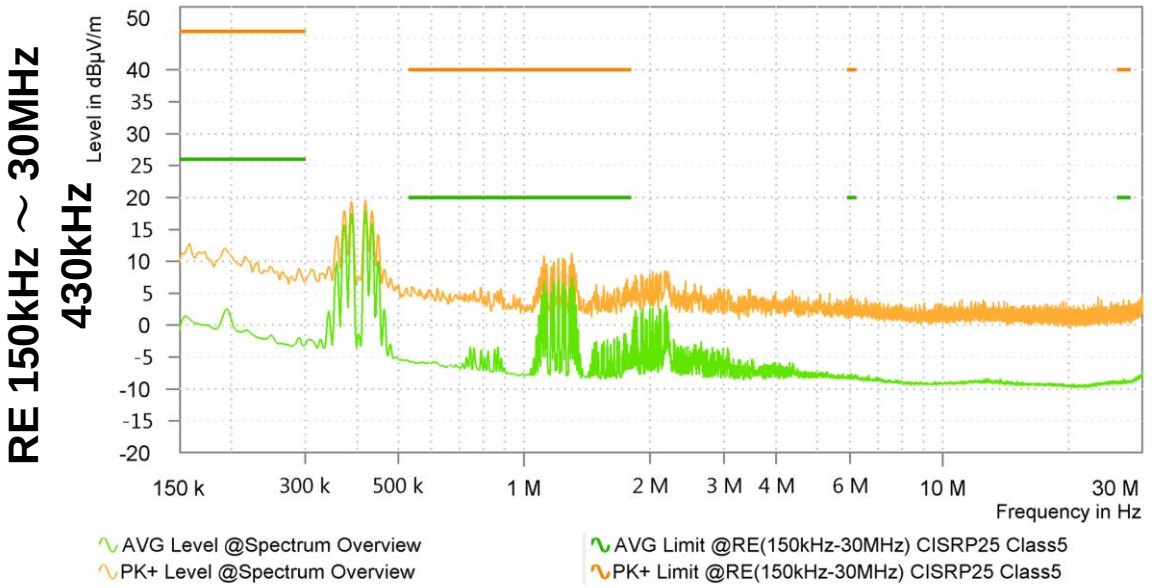
*効率の計測には、入力フィルタ、保護ダイオード、パワーインダクタの損失を含みます。

推奨レイアウトでのEMC試験結果

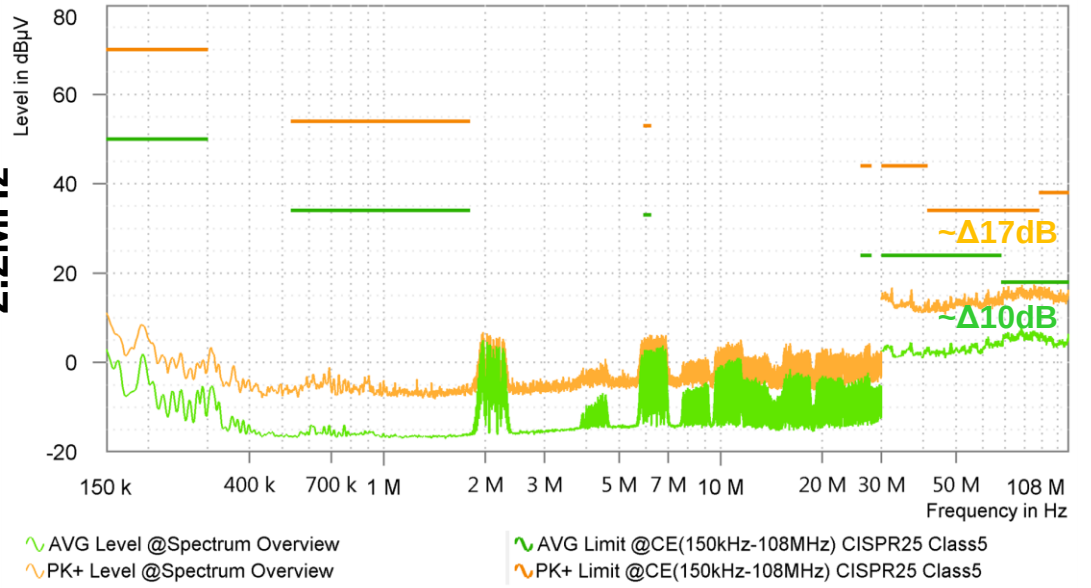
CE 150kHz～108MHz
430kHz



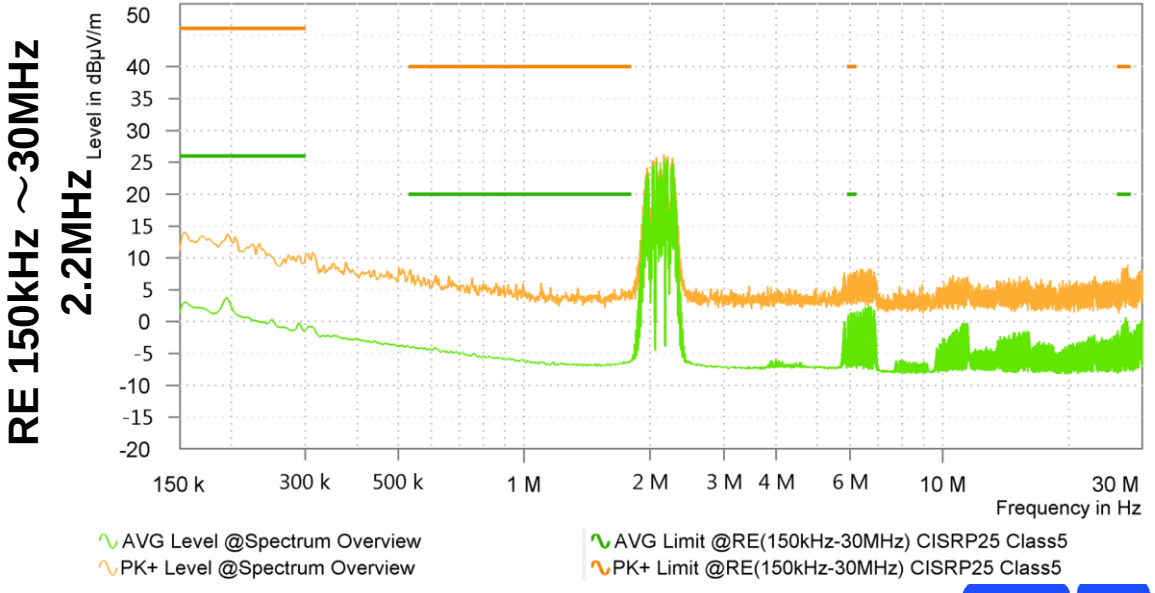
RE 150kHz ～ 30MHz
430kHz



CE 150kHz ～108MHz
2.2MHz

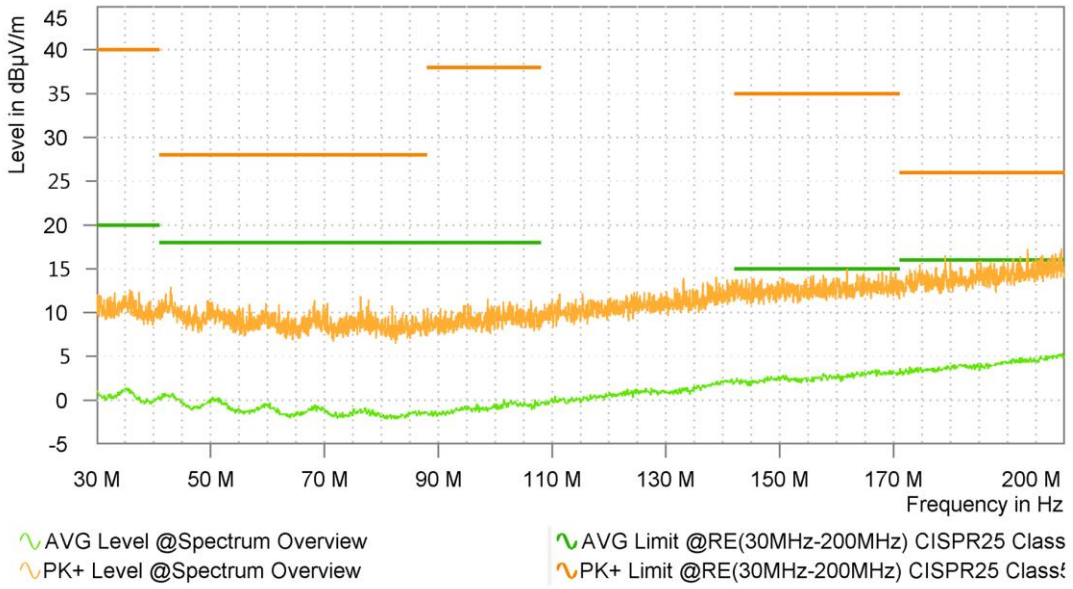


RE 150kHz ～30MHz
2.2MHz

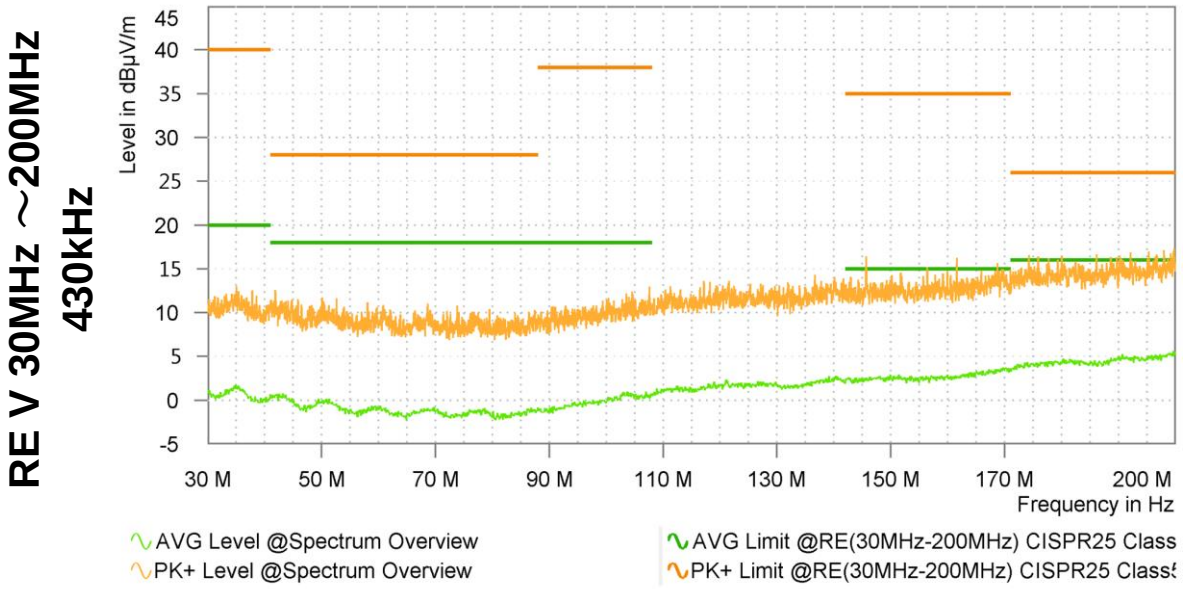


推奨レイアウトでのEMC試験結果

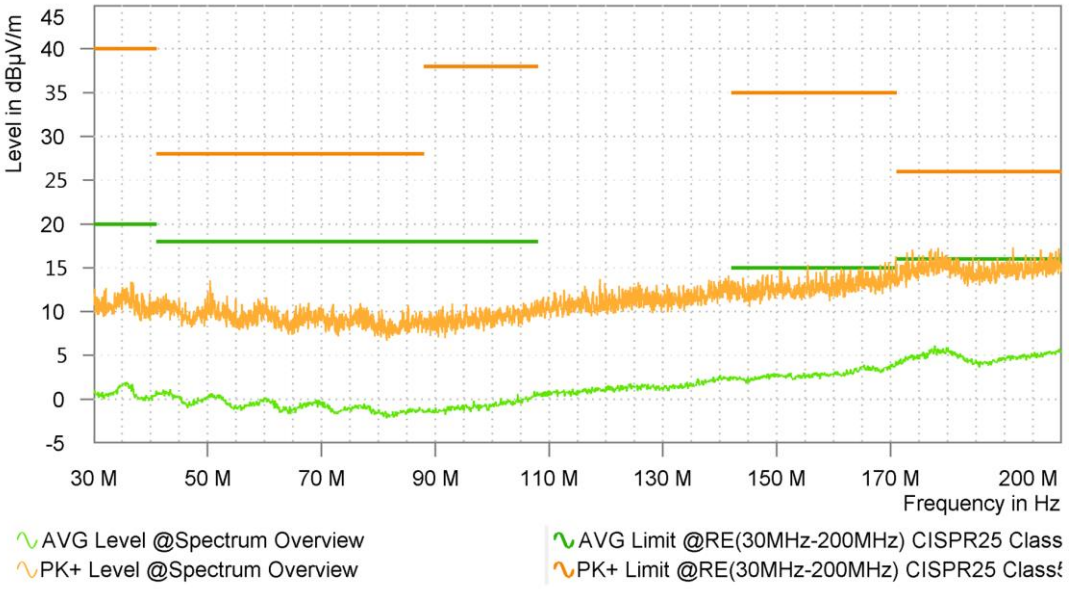
RE H 30MHz～200MHz 430kHz



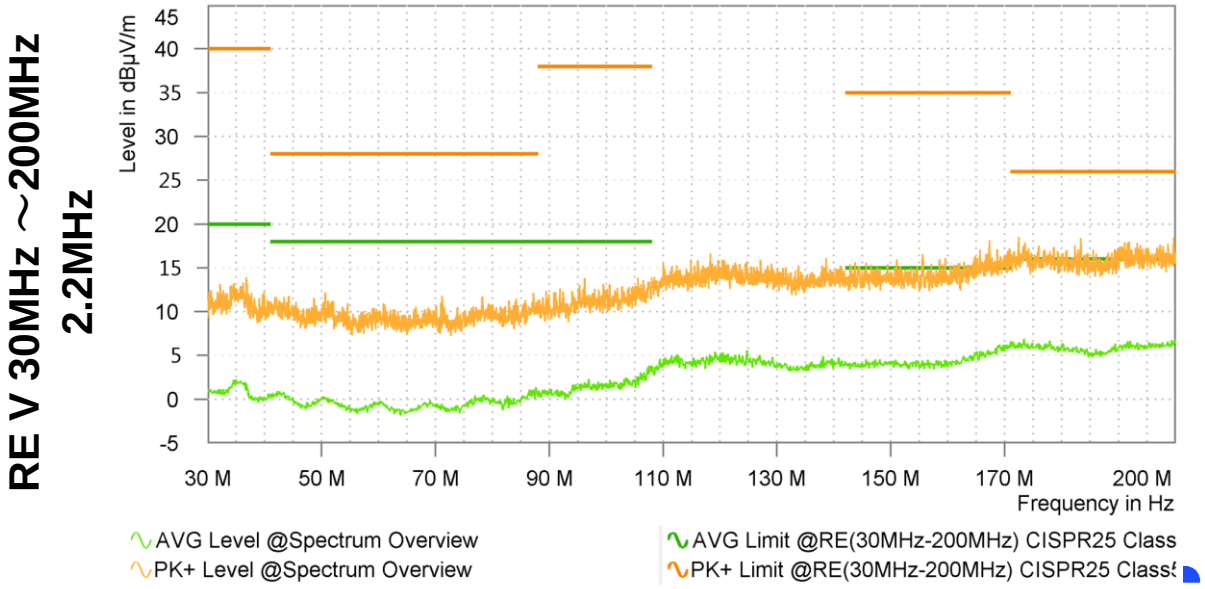
RE V 30MHz ～200MHz 430kHz



RE H 30MHz ～200MHz 2.2MHz

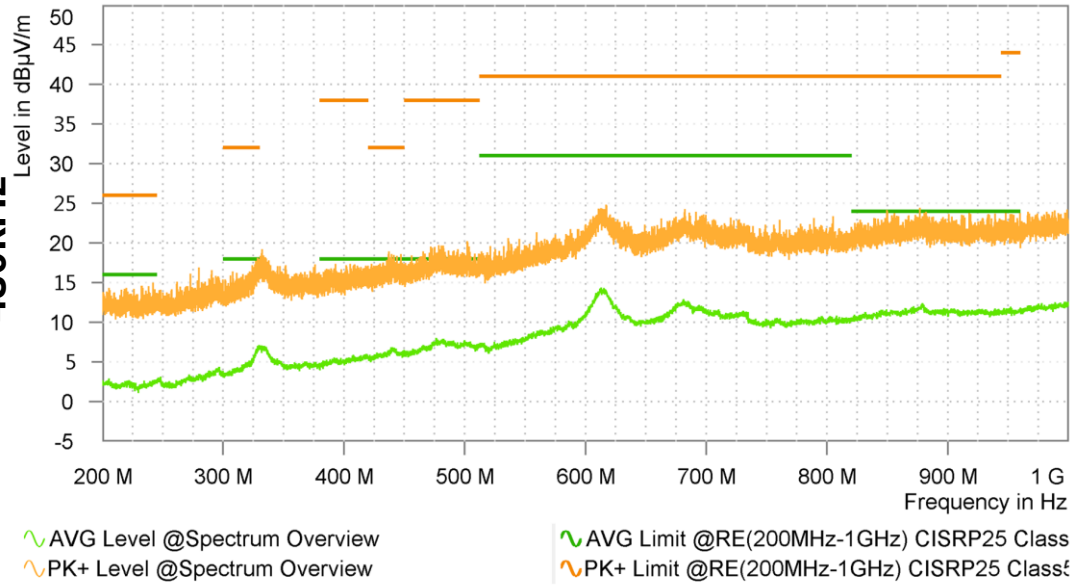


RE V 30MHz ～200MHz 2.2MHz

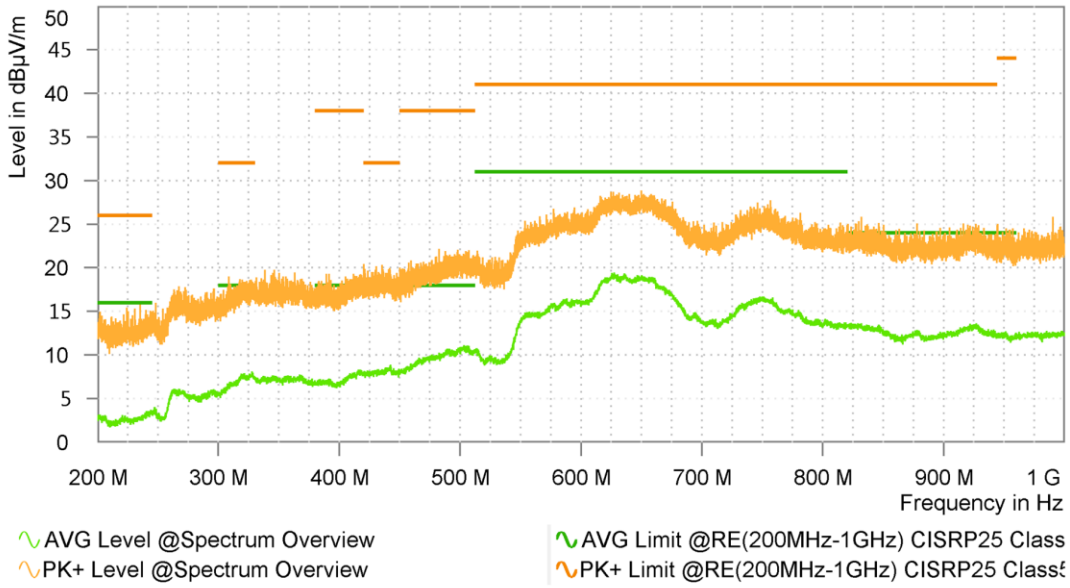


推奨レイアウトでのEMC試験結果

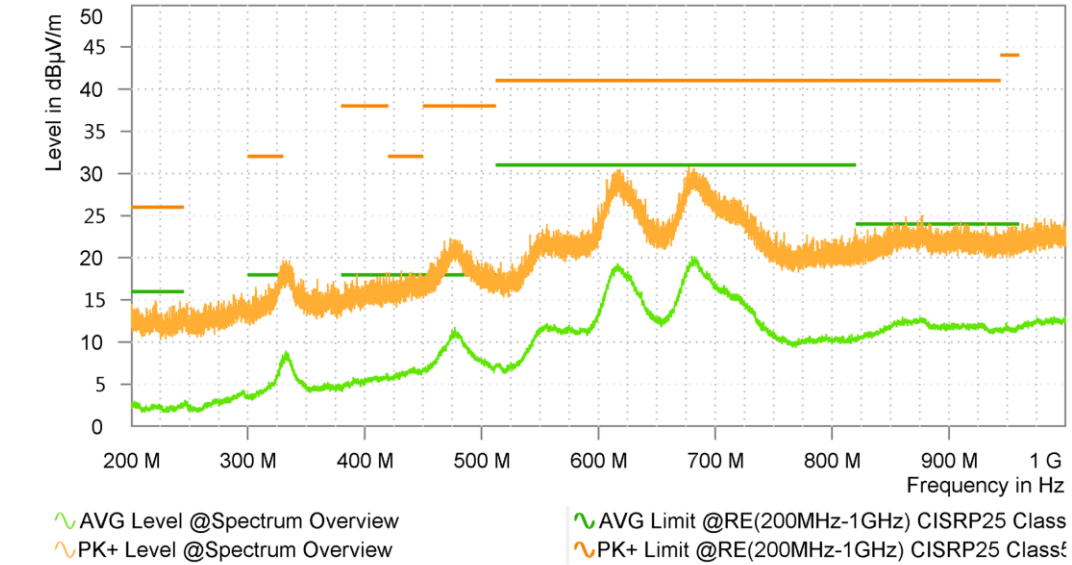
RE H 200MHz ～1GHz
430kHz



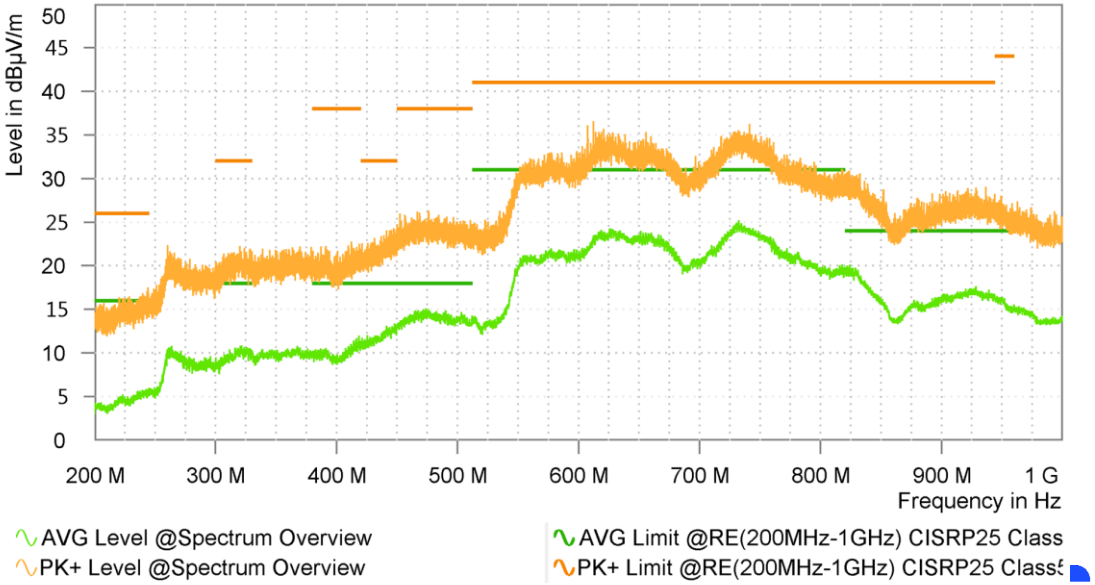
RE V 200MHz ～1GHz
430kHz



RE H 200MHz ～1GHz
2.2MHz



RE V 200MHz ～ 1GHz
2.2MHz



結論

- MPQ4323は、厳しい環境でもコスト効率が良い2層設計を可能にします。
- 許容周辺温度は、ICが400kHz動作時にほぼ100℃、および2.2MHz*でほぼ80℃でほぼフル出力駆動を実現します。
- MPQ4323は、リードフレームへの大きなバンプ接続とより高い効率によって、他社製品よりも優れた熱特性になっています。
- 十分なマージンがあれば、低コストの設計はCISPR25とOEMによる条件を踏まえながらEMI試験に合格することが可能です。基板には設計の制限があるかもしれませんが、スペース低減が可能なMPQ4323があれば合格できる可能性が高まります。

* 放熱のため十分な銅エリアがある場合。

Q&A