

## Application Brief

## 放射エミッションの最小化を実現する TI の最新シグナルアイソレータ (電源内蔵型)



Varun Kumar

## ISOW6441 - TI の最新シグナルアイソレータ (電源内蔵型)

現代の電子機器においてスイッチング電力段の統合がますます進む中、電磁両立性 (EMC) 性能は、DC/DC コンバータを内蔵したデジタルアイソレータにとって重要な差別化要因となっています。テキサスインスツルメンツの ISOW6441 は、TI の DC/DC 電源を内蔵した最新世代のカタログ品で、4 チャンネルの強化型デジタルアイソレータです。ISOW6441 は、業界最高クラスの放射エミッション性能を実現するためにゼロから設計されているため、マルチメディア機器の国際的な EMC 規格である CISPR 32 Class B の厳格な要件を満たし、さらにそれを上回っています。

スイッチング DC/DC コンバータを内蔵したデジタルアイソレータにおいては、CISPR 32 Class B への準拠は特に困難であり、その要因は以下のとおりです。

- 高周波スイッチング過渡 (数十 ~ 数百 MHz 帯)
- 絶縁バリアをまたいで形成されるコモンモードと差動モードの電流ループ。
- アンテナとして機能する長い PCB パターンとケーブル。

TI の最新設計である ISOW6441 は、上記の課題すべてに効果的に対処しており、放射エミッションのクリーンさという観点において、ISOW6441 の性能に匹敵する競合デバイスは他に存在しません。表 1 は、ピン互換性を持つ業界の競合デバイスとの比較データを示しています。これは、ISOW6441 の放射エミッションは、制限ラインから 10dB を超えるマージンを持ち、スペクトラム全体のどの周波数においても鋭いピークを持たず、CISPR32 Class-B を優に満たしていることを示しています。一方で、競合デバイスはどちらも、同一のセットアップ (図 9 参照) において制限ラインを大きく超過しており、規格に適合していません。

ISOW6441 のテスト結果の詳細については、『ISOW6441 の使用により、CISPR 32 Class-B 放射型電磁波に簡単に合格』を参照してください。

表 1. CISPR32 Class-B 放射エミッション適合性に関する ISOW6441 と競合デバイスとの関係のまとめ

	V <sub>DD</sub> (V)	V <sub>ISO</sub> (V)	V <sub>ISO</sub> 負荷 (mA)	周波数範囲	合格 / 不合格	エミッション スペクトラム
ISOW6441	5	5	110	30MHz ~ 1GHz	合格 (10dB を超えるマージン)	図 1
ISOW6441	3.3	3.3	60	30MHz ~ 1GHz	合格 (10dB を超えるマージン)	図 2
競合デバイス A	5	5	100	30MHz ~ 1GHz	不合格	図 3
競合デバイス A	3.3	3.3	60	30MHz ~ 1GHz	不合格	図 4
競合デバイス B	5	5	100	30MHz ~ 1GHz	不合格	図 5
競合デバイス B	3.3	3.3	60	30MHz ~ 1GHz	不合格	図 6

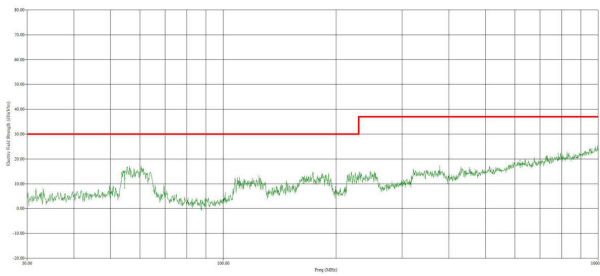


図 1. ISOW6441:5V 入力、5V 出力、110mA 負荷 (最大負荷) での CISPR32 Class-B 放射エミッションの結果

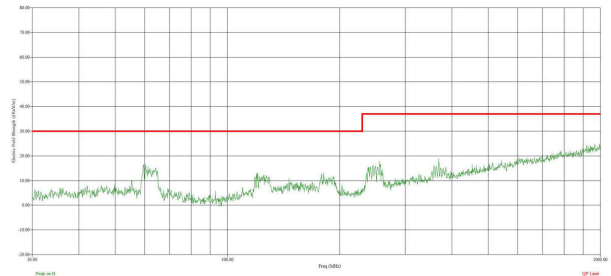


図 2. ISOW6441:3.3V 入力、3.3V 出力、60mA 負荷 (最大負荷) での CISPR32 Class-B 放射エミッションの結果

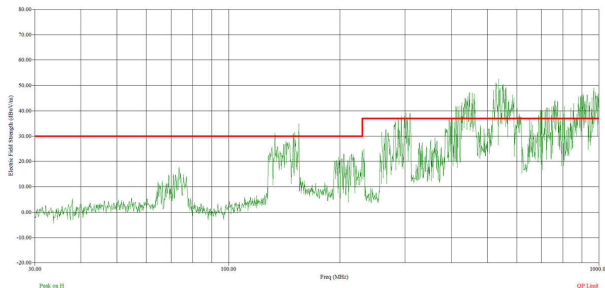


図 3. 競合デバイス A:5V 入力、5V 出力、100mA 負荷 (最大負荷) での CISPR32 Class-B 放射エミッションの結果

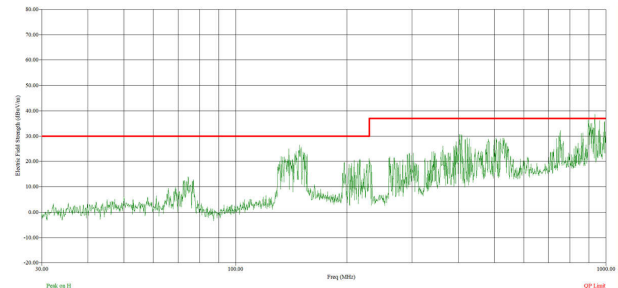


図 4. 競合デバイス A:3.3V 入力、3.3V 出力、60mA 負荷 (最大負荷) での CISPR32 Class-B 放射エミッションの結果

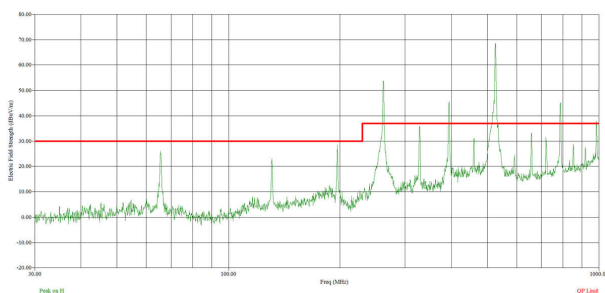


図 5. 競合デバイス B:5V 入力、5V 出力、100mA 負荷 (最大負荷) での CISPR32 Class-B 放射エミッションの結果

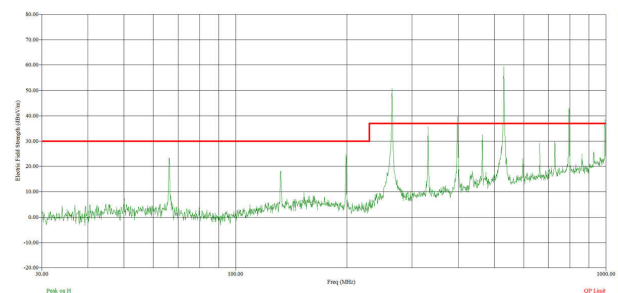


図 6. 競合デバイス B:3.3V 入力、3.3V 出力、60mA 負荷 (最大負荷) での CISPR32 Class-B 放射エミッションの結果

## 絶縁型 DC/DC コンバータにおける放射エミッションの主な発生源とは

電磁放射は、図 7 に示すように、特定の PCB 上の絶縁型スイッチング コンバータから、コモン モード電流ループまたは差動モード電流ループとして放射されることがあります。

### 1. コモン モード電流ループ

DC/DC コンバータからの高速過渡は、PCB 上の絶縁グラウンド間の寄生容量を介して結合します。両側がガバナニク絶縁されているため、誘導電流は空気および基板レベルの寄生容量を介して大きいリターン ループを形成し、システムの絶縁された 2 つの領域間で、実質的にダイポール アンテナを形成します。

### 2. 差動モード電流ループ

入力電源 (VDD) または絶縁型出力電源 (VISO) のパターンで高電圧リップルが発生すると、絶縁バリアの両側に差動モード電流ループが形成されます。これらのループからの放射は、ループ面積と電流変化率に比例します。

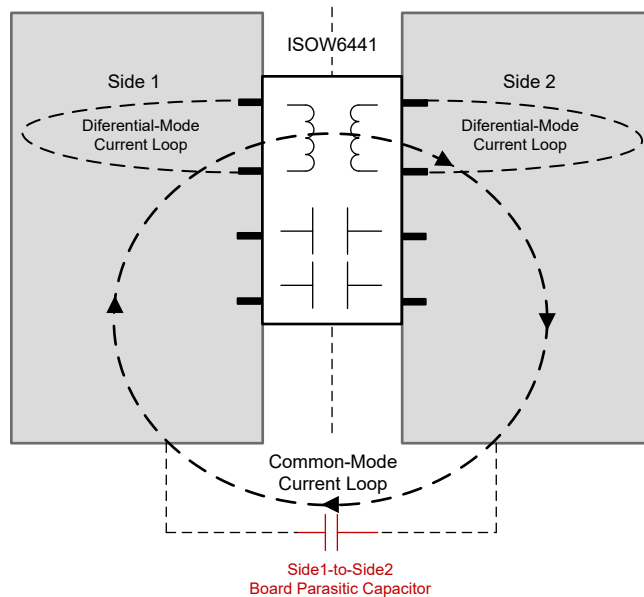


図 7. PCB 上でのコモンモードとディファレンシャルモードの電流ループ形成

ISOW6441 は、TI の電源内蔵型の最新シグナル アイソレータであり、約 60MHz でスイッチングを行います。この周波数は、高い電力効率を維持しつつ、内蔵トランスを小型に抑えるために特別に選定されたものです。このスイッチング周波数とそれに続く高調波は、CISPR 32 の測定帯域内にそのまま重なるため、放射エミッションの管理が極めて重要になります。

### ISOW6441 が最高の放射エミッション性能を実現する仕組み

TI では、クラス最高レベルのエミッション性能を実現するために、ハードウェアおよびアーキテクチャ面における複数の革新的技術を採用しています。

#### 1. 特許申請中の対称型設計アーキテクチャ

ISOW6441 には特許申請中の対称型設計アーキテクチャを採用しており、スイッチング電流による正味の電磁モーメントを最小限に抑えることで、コモンモード放射を発生源で抑制します。これは、競合デバイスとの根本的な設計上の違いであり、市場において利用可能な最高のコスト対性能比の実現に直接貢献しています。

#### 2. スペクトラム拡散クロック処理 (SSC)

離散的な高調波周波数でのエネルギー集中を回避するため、ISOW6441 ではスペクトラム拡散クロック処理を採用しています。この技術により、スイッチングエネルギーが広い周波数域に分散され、任意の単一周波数ポイントでのピークエミッションが低減されます。これは、大幅なマージンを確保して CISPR 32 Class B の制限をクリアするための重要な要素となっています。

#### 3. 最小限の外付け部品要件

多くの競合デバイスが、エミッション規格合格のために複雑な多層 PCB や大規模な外部フィルタリングネットワークを必要とするのとは異なり、ISOW6441 は以下の構成で、10dB を超えるマージンを持って CISPR 32 Class B を適合するように設計されています。

- 低コストな 2 層 PCB
- シンプルな PCB レイアウト
- 最小限の外付け部品

これにより、システム設計の簡素化、BOM コストの削減、設計の複雑さの低減が実現し、市場において最高のコスト対性能比を実現できます。

図 8 に、2 層 PCB レイアウトの例を示します。詳細については、評価基板 ISOW6441DWEEVM を参照してください。

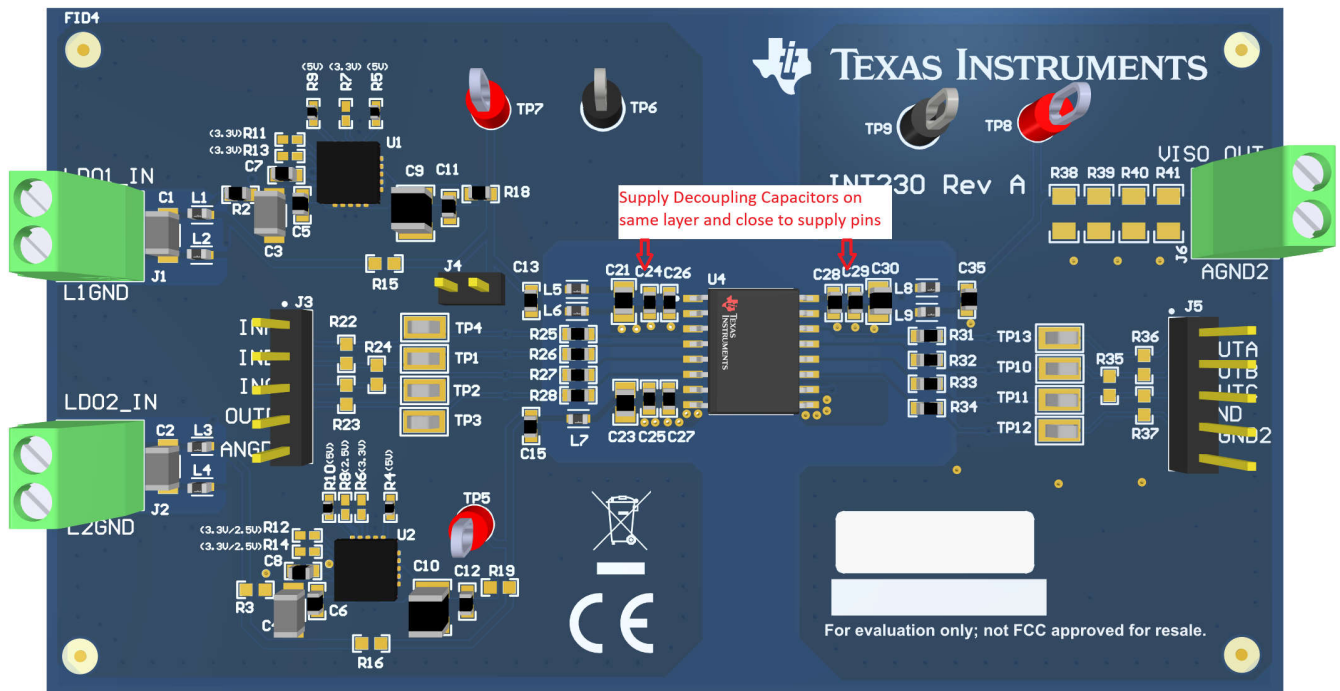


図 8. 2 層 PCB を使用したレイアウト例

### ISOW6441 および競合デバイスの放射エミッション テスト設定

ISOW6441 およびピン互換の競合デバイスは、CISPR32 Class-B 放射エミッションにおいて、まったく同じ設定でテストされました。テストでは、競合デバイスと ISOW6441 において、全体エミッションに対する外部からの増幅の影響を除去するため、非常に短い配線のバッテリーを使用しています。図 9 に、評価基板 ISOW6441DWEEVM に 9V のアルカリ バッテリーを短いワイヤで接続して電源を供給しているところを示します。

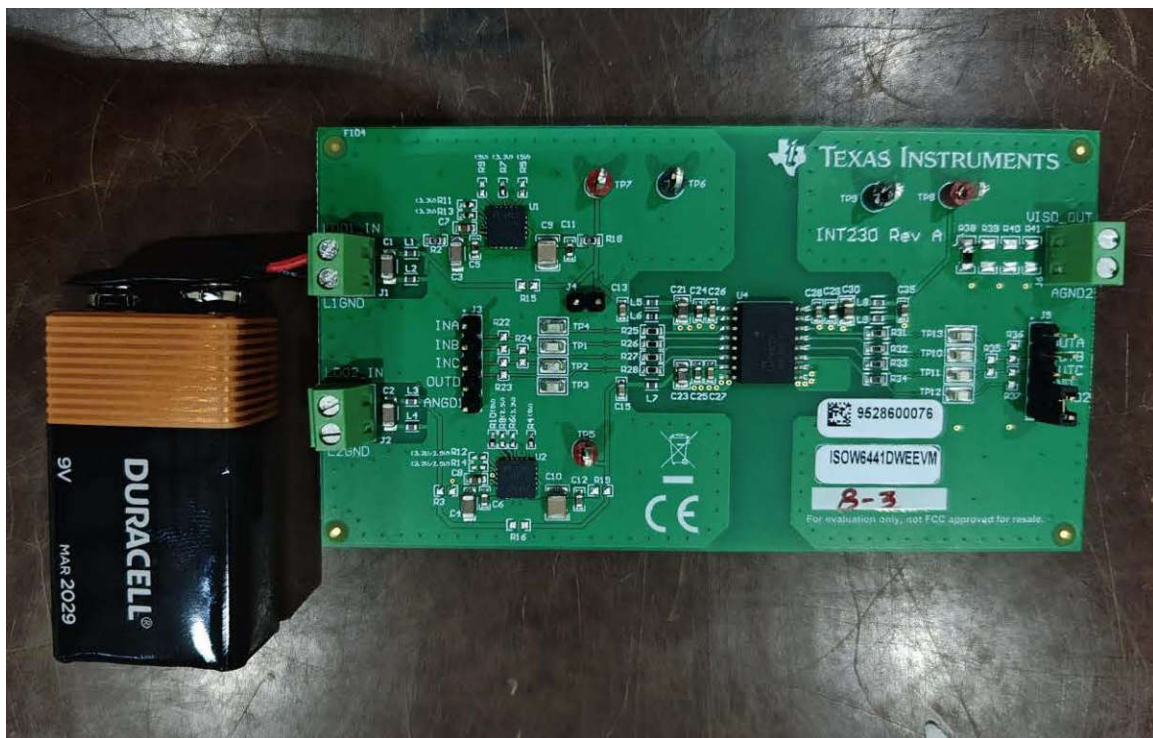


図 9. バッテリーを使用した ISOW6441DWEEVM のエミッション テスト構成

CISPR 32 規格では、放射エミッションの制限は疑似ピーク制限として規定されていますが、比較試験の結果を迅速に得るため、一般的にピーク検出機器スキャンが使用されます。ISOW6441 デバイスでは、すべての電力を単一の周波数に集中させる代わりに、スペクトラム拡散クロック処理を使用して小帯域の周波数でスイッチング周波数を変化させます。このような手法を使用すると、疑似ピーク スキャンを実行したときに、非常に良好な結果が得られます。

本資料に示す比較結果は、ワーストケースの測定における周波数を比較するため、また全体の測定時間を短縮するために、ピーク検出器スキャンを使用して測定されています。本資料に記載されているピーク スキャンの結果を確認することで、システム設計の評価フェーズ中に、関心のあるワーストケース周波数を選択し、疑似ピーク スキャンを直接実施できます。これにより、CISPR 32 の疑似ピーク制限ラインからの真のマージンを推定できます。

## ISOW6441 と競合製品の CISPR32 放射エミッション データの比較

TI の電源内蔵型の最新アイソレータ ISOW6441 とピン互換性を持つ市販の競合デバイスとの比較を行うために、2 つの競合デバイスを ISOW6441DWEEVM 上で、ISOW6441 とともに、最大サポート負荷条件で以下の 2 つの特定構成においてテストしました。

- VDD = 5V、VISOOOUT = 5V、最大サポート ILOAD は、110mA (ISOW6441)、100mA (競合デバイス)
- VDD = 3.3V、VISOOOUT = 3.3V、最大サポート ILOAD は 60mA (ISOW6441、競合デバイス)

ISOW6441 および競合デバイスについて、主に 30MHz ~ 1GHz の範囲におけるワーストケースの結果のみを以下に示します。ISOW6441 のテスト結果の詳細については、『[ISOW6441 の使用により、CISPR 32 Class-B 放射型電磁波に簡単に合格](#)』を参照してください

表 1 は、ピン互換性を持つ業界の競合デバイスとの比較データを示しています。これは、ISOW6441 の放射エミッションは、制限ラインから 10dB を超えるマージンを持ち、スペクトラム全体のどの周波数においても鋭いピークを持たず、CISPR32 Class-B を優に満たしていることを示しています。一方で、競合デバイスはどちらも、同一のセットアップ (図 9 参照) において制限ラインを大きく超過しており、規格に適合していません。

## まとめ

ISOW6441 は、DC/DC 電源内蔵型デジタル アイソレータにおいて、放射エミッション性能における新たなベンチマークを確立します。特許申請中の対称型アーキテクチャ、スペクトラム拡散クロック処理、最小限の外付け部品の組み合わせにより、ISOW6441 は、シンプルでコスト効率の高い 2 層基板のみを使用し、すべての電圧構成および最大負荷条件において、10dB を上回るマージンを持って CISPR 32 Class B への準拠を実現しています。

低 EMI で信頼性の高い絶縁設計 (特に産業、通信、民生マルチメディア用途) をターゲットとするシステム設計者に、ISOW6441 は現在の市場における最高のコスト対性能比を提供します。

## 参考資料

1. テキサス インストルメンツ、『[ISOW6441 を使用して、CISPR 32 Class-B の放射エミッション規格を容易にクリア](#)』、アプリケーション ノート。
2. テキサス インストルメンツ、『[ISOW6441 を使用して、CISPR 25 Class-5 の車載向け放射エミッション規格をクリア](#)』、アプリケーション ノート。
3. テキサス インストルメンツ、『[ISOW644x EVM レイアウト ガイダンス用データシート](#)』、評価基板。
4. テキサス インストルメンツ、『[ISOW644x、高 EMC 耐性、強化絶縁、DC/DC コンバータ内蔵 4 チャンネル デジタル アイソレータ](#)』データシート。
5. テキサス インストルメンツ、『[内蔵電源とデジタル アイソレーション設計を使用する設計性能の向上](#)』アプリケーション ブリーフ。

## 商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日 : 2025 年 10 月