

Application Note

AMC3301 ファミリの放射エミッション EMI を減衰させるためのベストプラクティス



概要

この資料では、プリント基板 (PCB) の入力パターンまたはケーブルの設計が、テキサス・インスツルメンツの DC/DC コンバータ内蔵 AMC3301 高精度絶縁型アンプの放射エミッションの電磁干渉 (EMI) 性能にどのような影響を及ぼすかを示します。表 6-1 に示す AMC3301 ファミリーは、それ自体では過剰な放射エミッションを生成せず、デバイスに接続されている入力パターンの長さが短い場合、図 2-2 に示すように、追加部品なしで CISPR 11 Class B に合格することができます。より放射エミッションの減衰を必要とする設計に対しては、フェライトビーズとコモンモードチョークの選択と配置に関する推奨事項が提供されています。

いくつかの産業用および車載用アプリケーションでは、機能を実行する高電圧回路からデジタル回路を保護するために、何らかの種類の絶縁を必要とします。テキサス・インスツルメンツは、SiO₂ 絶縁バリアを採用した絶縁型アンプとコンバータの幅広い製品ラインアップを提供しており、絶縁型データ変換に関するお客様のニーズへの対応をお手伝いします。テキサス・インスツルメンツの SiO₂ 絶縁バリアは、多くの場合 100 年以上にわたり動作し、非常に優れた信頼性を実現します。テキサス・インスツルメンツの SiO₂ 絶縁バリアの詳細については、絶縁のリンクをご覧ください。これらのアプリケーションでは、EMI テストが一般的に行われ、システム内の他のコンポーネントや回路に悪影響を及ぼす可能性のある、定められたレベルを超える放射エミッションがシステムから発生しないことを検証します。EMI の詳細な説明については、このアプリケーション ノートを参照してください。許容される放射の大きさと放射エミッションの試験手順は、国際無線障害特別委員会 (CISPR) によって定められています。産業用アプリケーションは CISPR 11 規格に従って測定を行い、車載アプリケーションは CISPR 25 規格に従って測定を行います。CISPR 規格と、全周波数帯域でのそれぞれの大きさの詳細については、このアプリケーション ノートをご覧ください。

目次

| | |
|--|----|
| 1 はじめに..... | 2 |
| 2 入力接続が AMC3301 ファミリの放射エミッションに及ぼす影響..... | 3 |
| 3 AMC3301 ファミリの放射エミッションの減衰..... | 5 |
| 3.1 フェライトビーズとコモンモードチョーク..... | 5 |
| 3.2 AMC3301 ファミリの PCB 回路図とレイアウトのベストプラクティス..... | 6 |
| 4 複数の AMC3301 デバイスの使用..... | 8 |
| 4.1 デバイスの配置..... | 8 |
| 4.2 複数の AMC3301 の PCB レイアウトのベストプラクティス..... | 9 |
| 5 まとめ..... | 10 |
| 6 AMC3301 製品ファミリの特性表..... | 10 |
| 7 改訂履歴..... | 11 |

図の一覧

| | |
|---|---|
| 図 1-1. AMC3301 絶縁型アンプのブロック図..... | 2 |
| 図 2-1. AMC3301EVM を使用したテスト構成と入力長..... | 3 |
| 図 2-2. AMC3301EVM の入力短絡および水平環境での CISPR 11 測定..... | 3 |
| 図 2-3. さまざまな入力長での AMC3301EVM の CISPR 11 測定..... | 4 |
| 図 3-1. AMC3301EVM CISPR 11 測定、1.5m 入力..... | 5 |
| 図 3-2. AMC3301EVM CISPR 11 測定、30cm 入力..... | 6 |
| 図 3-3. AMC3301 フェライトビーズとコモンモードチョークの回路図..... | 6 |
| 図 3-4. AMC3301 フェライトビーズとコモンモードチョークのレイアウト..... | 7 |
| 図 4-1. デバイスの配置の例..... | 8 |

図 4-2. 1.5m の入力での複数回の AMC3301 CISPR 11 測定.....8
 図 4-3. 推奨される複数の AMC3301 デバイスのレイアウト.....9

表の一覧

表 3-1. フェライトビーズとコモンモードチョークに関する推奨事項.....5
 表 6-1. AMC3301 製品ファミリの特性表.....10

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 はじめに

AMC3301 ファミリのデバイスには、図 1-1 に示すように、2 つの放射エミッション源があります。下の赤で示した容量性データパスと、青で示した内蔵 DC/DC コンバータです。データパスの放射エミッション性能は AMC1300B-Q1 と同じであり、この『AMC1300B-Q1 絶縁型アンプによるクラス最高の放射エミッション EMI 性能』テクニカル ホワイト ペーパーに示すように、放射エミッションの影響はごくわずかです。AMC3301 ファミリの 2 番目かつ最大の放射源は、スペクトラム拡散変調により 30MHz の周波数で動作する内蔵 DC/DC コンバータです。内部 DC/DC コンバータのコイルには、絶縁バリアの 1 次側 (ユーザー) から 2 次側 (ハイ) までの寄生容量があります。1 次側ドライブは、絶縁型グランドである HGND と GND の間に同相電圧を生成します。この電圧は疑似共振特性を持ち、より高い周波数の高調波を発生します。絶縁バリアの性質上、エネルギーはソースに戻る導体を見つけることができません。ソースに戻るパスがないため、エネルギーはデバイスのピン (およびそれらが接続されているすべてのパターンや PCB プレーン) から放射エミッションの形で放射されます。

絶縁型アンプまたはコンバータに接続される入力パターンとケーブルは、HGND と GND の間に注入される電磁エネルギーのアンテナとして動作します。パターンとケーブルのサイズと形状は、全周波数帯域の放射エミッションの大きさに直接影響します。一般的なルールとして、短いアンテナは高い周波数をより効果的に放射し、長いアンテナは低い周波数をより効果的に放射します。AMC3301 ファミリを使用して設計する場合は、放射エミッションの大きさを制限するために、入力パターンとケーブルをできるだけ短くする必要があります。

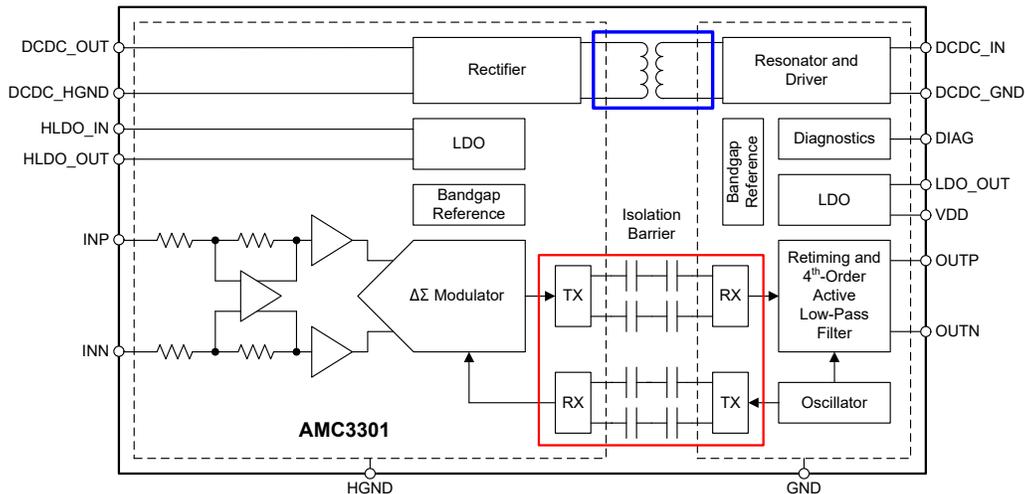


図 1-1. AMC3301 絶縁型アンプのブロック図

2 入力接続が AMC3301 ファミリの放射エミッションに及ぼす影響

CISPR 11 のピーク測定を、さまざまな入力ケーブル長とテキサス・インスツルメンツの AMC3301 を使用して行いました。テストした入力ケーブルの長さは、1.5m の入力、30cm の入力、評価基板 (EVM) の入力端子で入力が短絡した状態です。すべてのテストに同じ AMC3301EVM を使用し、外部バッテリーから電力を供給しました。表示されているすべての測定値は、水平方向、またはワーストケースの方向です。図 2-1 のテスト構成と 図 2-2 および 図 2-3 の CISPR 11 放射エミッション EMI のプロットを参照してください。

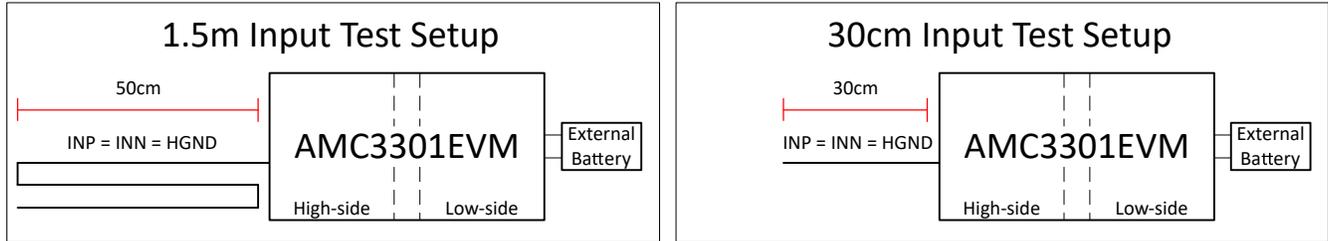


図 2-1. AMC3301EVM を使用したテスト構成と入力長

入力を短絡した状態での AMC3301 の放射エミッション性能を、図 2-2 に青色で示します。AMC3301 は、赤で示したノイズフロアを上回る放射エミッションをほとんど放射していません。これは、AMC3301 がデバイスへの入力パターンやケーブルが短ければ過剰な放射エミッションを発生しないことを示しています。

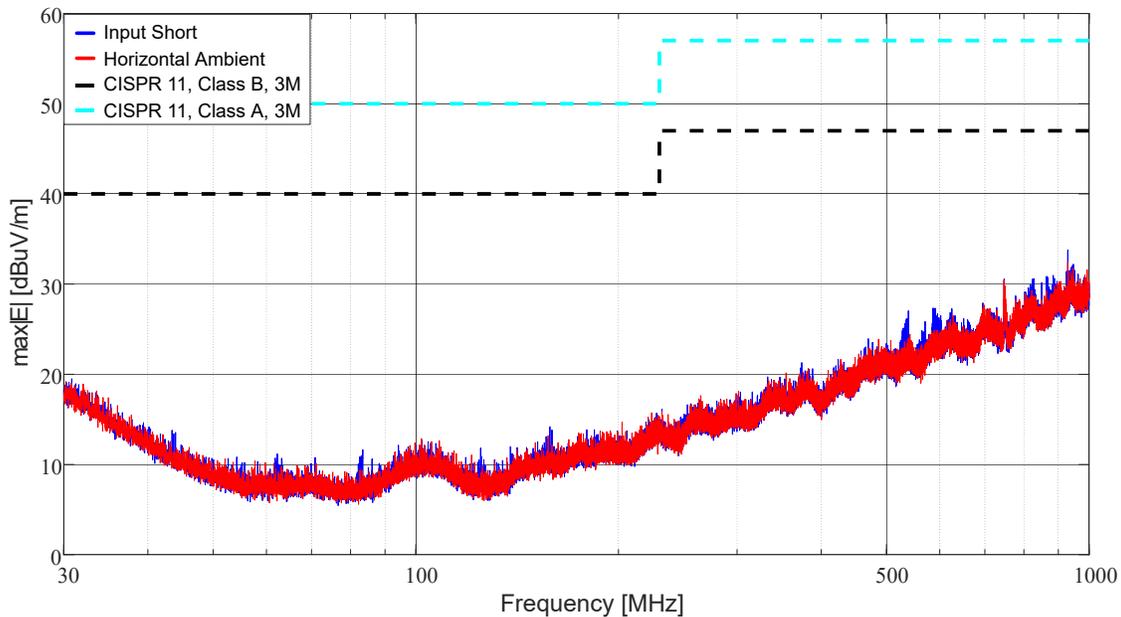


図 2-2. AMC3301EVM の入力短絡および水平環境での CISPR 11 測定

図 2-3 に、1.5m の入力ケーブルに対する放射エミッションの測定値を青、30cm の入力ケーブルに対する測定値を赤、入力短絡の場合の測定値を緑で示します。このテストで、入力が短絡されている場合と、1.5m の入力ケーブルや 30cm の入力ケーブルを比較すると、AMC3301 に接続された入力パターンやケーブルが長いと放射エミッションが大きくなることが分かります。

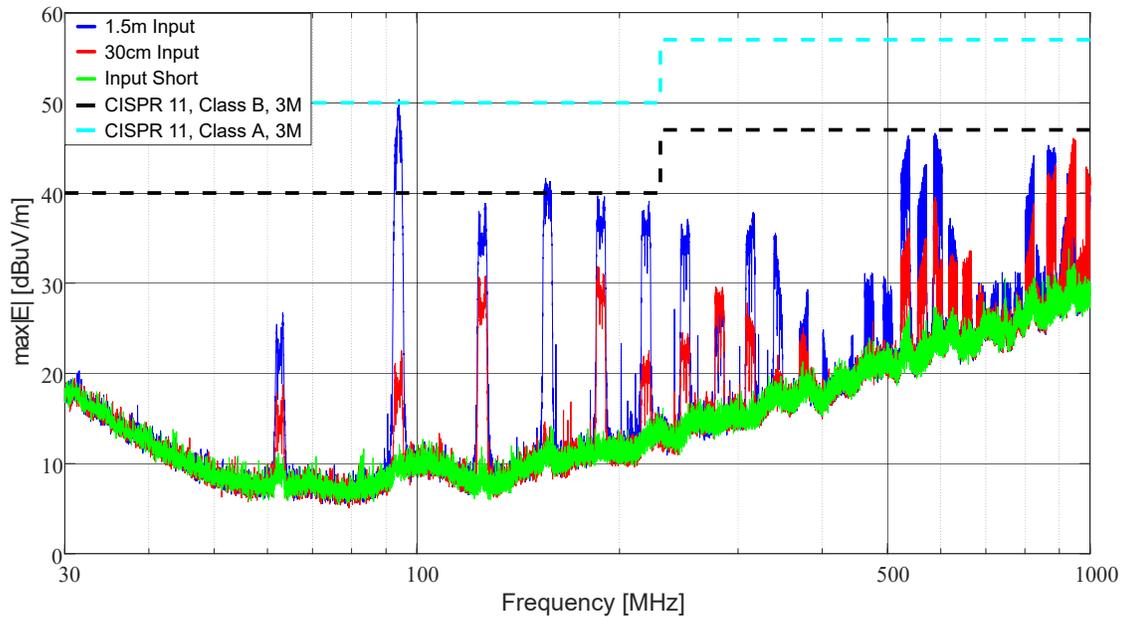


図 2-3. さまざまな入力長での AMC3301EVM の CISPR 11 測定

3 AMC3301 ファミリの放射エミッションの減衰

3.1 フェライトビーズとコモンモードチョーク

設計者は、AMC3301 ファミリーに接続される入力パターンまたはケーブルの長さを制限する必要があります。ただし、一部のアプリケーションでは、長い入力パターンまたはケーブルが必要になり、過剰な放射エミッションが発生する可能性があります。この放射は、入力接続と直列にフェライトビーズまたはコモンモードチョークを使用することで減衰できます。フェライトビーズまたはコモンモードチョークを選択する場合、部品のデータシートに掲載されている周波数に対するインピーダンスのプロットを参照してください。対象となる周波数範囲 (CISPR 11 の場合は 150MHz から 800MHz まで) にわたって最小 $1k\Omega$ のインピーダンス (z) を推奨します。インピーダンスが大きいと放射エミッションがより効果的に減衰します。表 3-1 に、推奨されるフェライトビーズとコモンモードチョークを示します。

表 3-1. フェライトビーズとコモンモードチョークに関する推奨事項

| 種類 | メーカー | 部品番号 |
|------------|------------------|----------------|
| フェライトビーズ | Würth Elektronik | 74269244182 |
| フェライトビーズ | Murata (村田製作所) | BLM15HD182SH1 |
| フェライトビーズ | Taiyo Yuden | BKH1005LM182-T |
| コモンモードチョーク | Murata (村田製作所) | DLW31SN222SQ2 |

1.5m 入力および 30cm 入力に対してフェライトビーズまたはコモンモードチョークを追加する利点を示すには、それぞれ 図 3-1 と 図 3-2 を参照してください。これらのテストでは、ウルトエレクトロニクス (Würth Elektronik) の 74269244182 フェライトビーズと、村田製作所の DLW31SN222SQ2 コモンモードチョークを直列に入力接続に追加しました。

図 3-1 に、1.5m 入力の放射エミッションを示します。フェライトビーズやコモンモードチョークがない場合は青で示しており、CISPR 11 class B の制限に違反しています。フェライトビーズによる減衰の利点を赤、コモンモードチョークを緑で示しています。フェライトビーズとコモンモードチョークはどちらも、放射エミッションを大幅に減衰させるので、AMC3301EVM は CISPR 11 class B のテストに合格することが可能です。

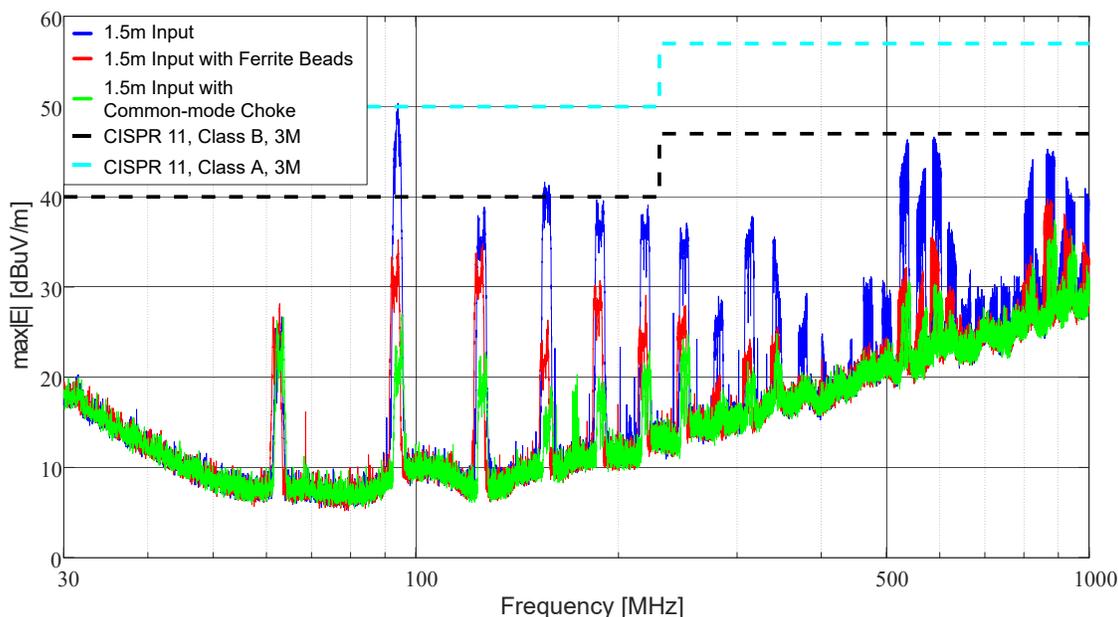


図 3-1. AMC3301EVM CISPR 11 測定、1.5m 入力

図 3-2 に、30cm 入力の放射エミッションを示します。すべてのテスト ケースは、青色で示すようにフェライトビーズやコモンモードチョークを使用しない状況も含め、CISPR 11 class B のテストに合格しています。これは、この試験に合格するために追加の部品は必要ではないことを意味しており、減衰の利点を示すために、フェライトビーズを使用した測定結果を赤、コモンモードチョークを緑で表示しています。

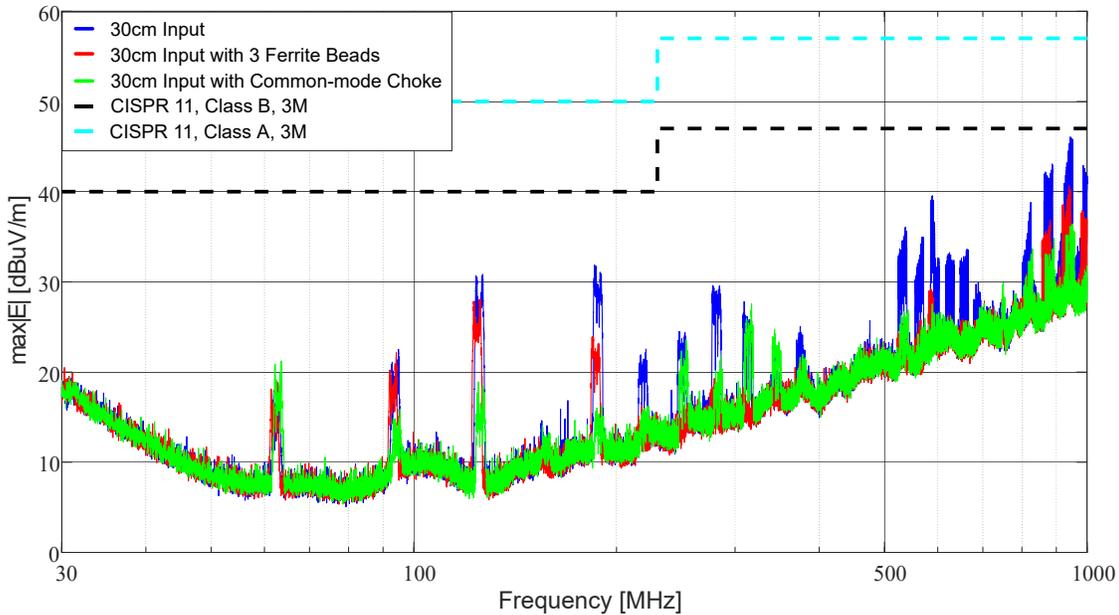


図 3-2. AMC3301EVM CISPR 11 測定、30cm 入力

3.2 AMC3301 ファミリの PCB 回路図とレイアウトのベスト プラクティス

図 3-3 の左側にフェライトビーズ、右側にコモンモードチョークの回路図を示します。各入力に 1 つと、シャント抵抗への HGND パターンに 1 つ、合計 3 つのフェライトビーズが必要であることに注意してください。コモンモードチョークには 2 つのチャンネルがあり、コモンモードチョークの近くで VINN への HGND 接続を終端する必要があります。R2、R4、C12 によって形成された差動 RC フィルタを、フェライトビーズまたはコモンモードチョークと AMC3301 の間に配置します。詳細については、デバイスのデータシートの「レイアウトのガイドライン」セクションを参照してください。

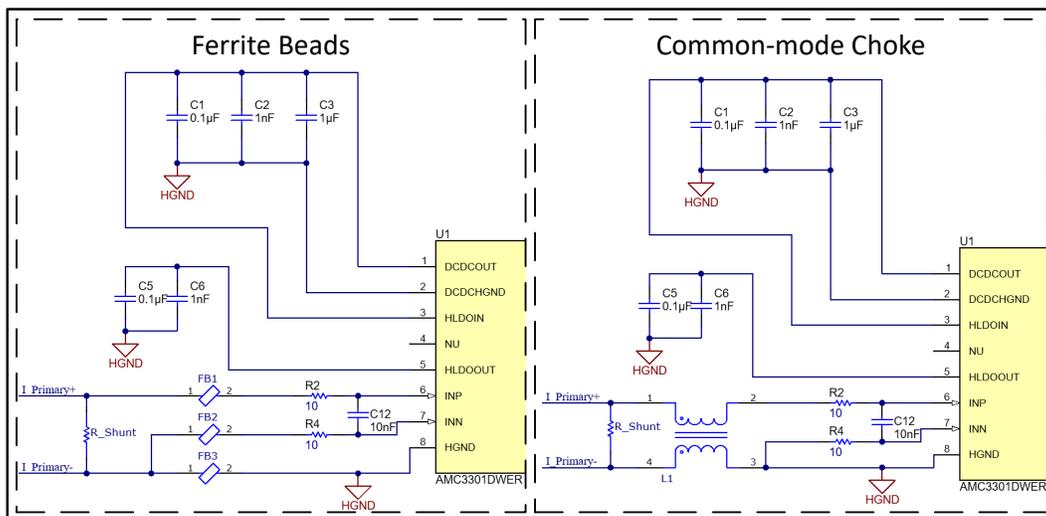


図 3-3. AMC3301 フェライトビーズとコモンモードチョークの回路図

アンテナとして機能する銅箔部分の大きさを制限するため、フェライトビーズまたはコモンモードチョークはデバイスにできる限り近づけて配置する必要があります。ピン 2 (DCDC_HGND) からピン 8 (HGND) を、低インダクタンスで直接接続する必要があります。図 3-4 の左側にフェライトビーズ、右側にコモンモードチョークの推奨レイアウトを示します。

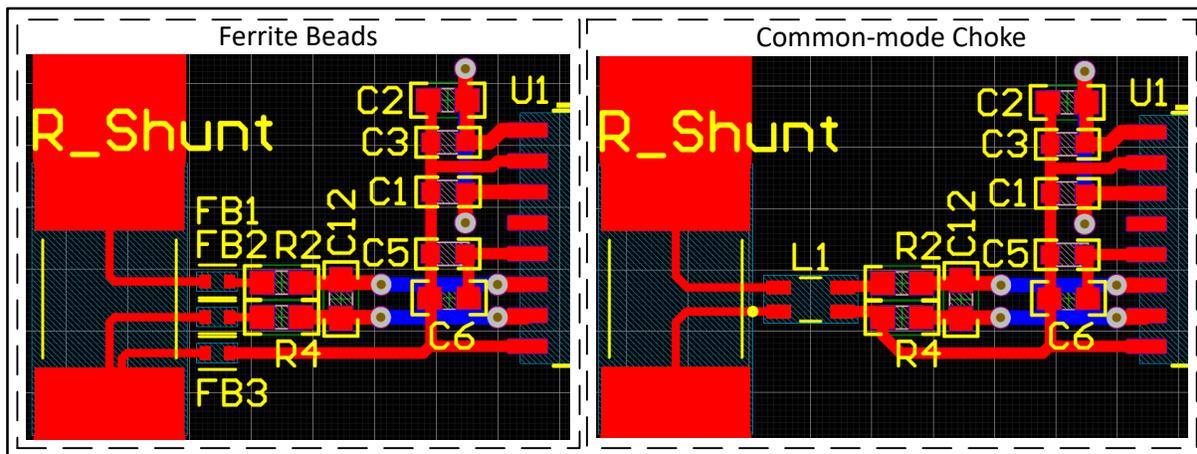


図 3-4. AMC3301 フェライトビーズとコモンモードチョークのレイアウト

4 複数の AMC3301 デバイスの使用

4.1 デバイスの配置

すでに説明したように、内部 DC/DC コンバータのコイルには、絶縁バリアの 1 次側から 2 次側への寄生容量があり、そのエネルギーはデバイスのピンと、ピンに接続されたパターンから放射されます。したがって、AMC3301 ファミリがどのような放射を行い、他の AMC3301 など絶縁バリアに沿ったその他のデバイスにどのように影響するかを考慮することが重要です。

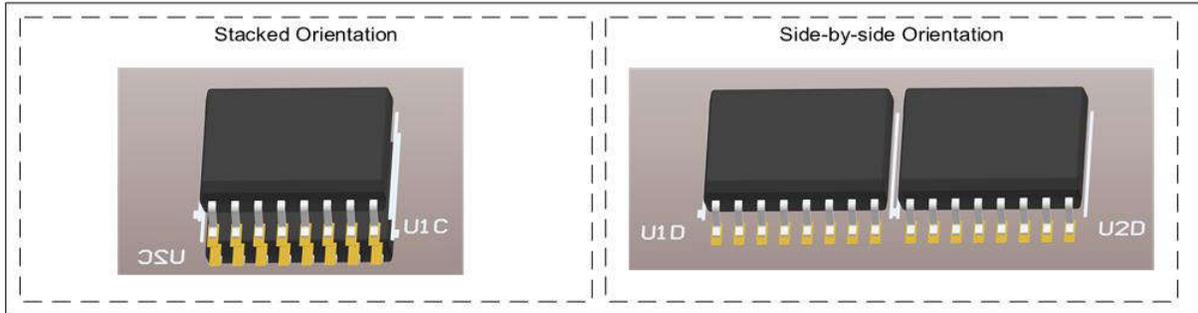


図 4-1. デバイスの配置の例

デバイスの配置の影響を示すために、スタックと横並びの配置をテストしました。テストで使用した回路図は、図 4-1 のフェライト セクションと同じです。入力フェライト ビーズの型番は 74269244182 で、1.5m の入力を互いに短絡した状態でテストしました。

図 4-2 は、前述のフェライト ビーズの結果として、これらの配置が CISPR 11 class B の制限を満たすことを示しています。スタックは赤で、横並びは青で表示しています。さらに、各配置はどちらも 5dBuV/m 以内に収まります。ただし、両方のデバイスを重ねて配置すると、最高の性能が得られます。

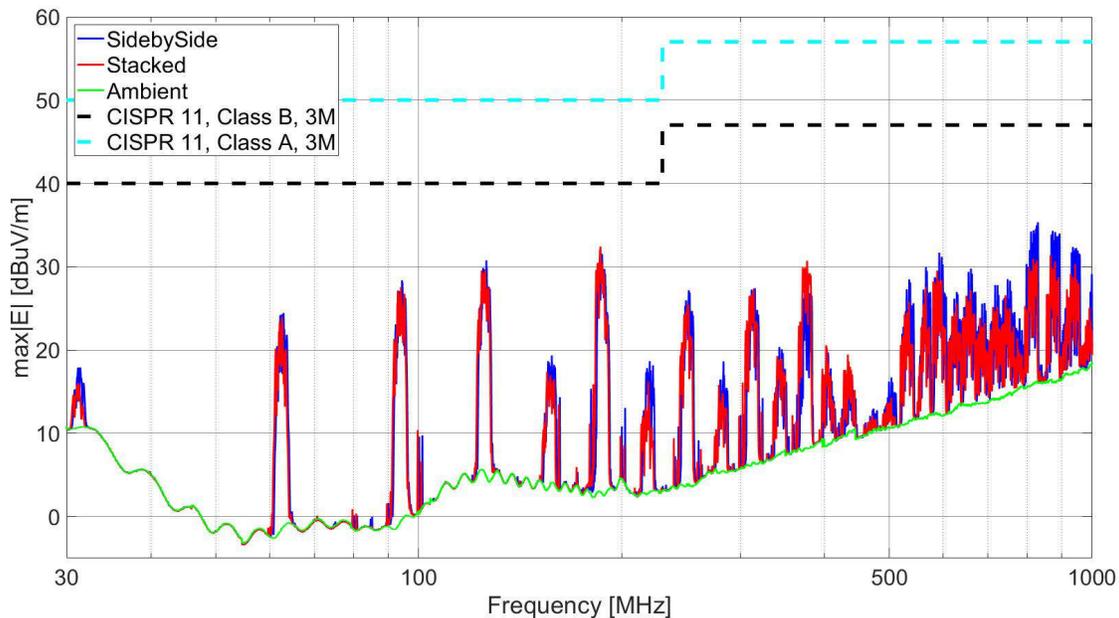


図 4-2. 1.5m の入力での複数回の AMC3301 CISPR 11 測定

4.2 複数の AMC3301 の PCB レイアウトのベスト プラクティス

テストで使用した回路図は、フェライト セクション (図 4-3) と同じです。ただし、図 4-3 に、AMC3301 のスタックレイアウトを示しています。

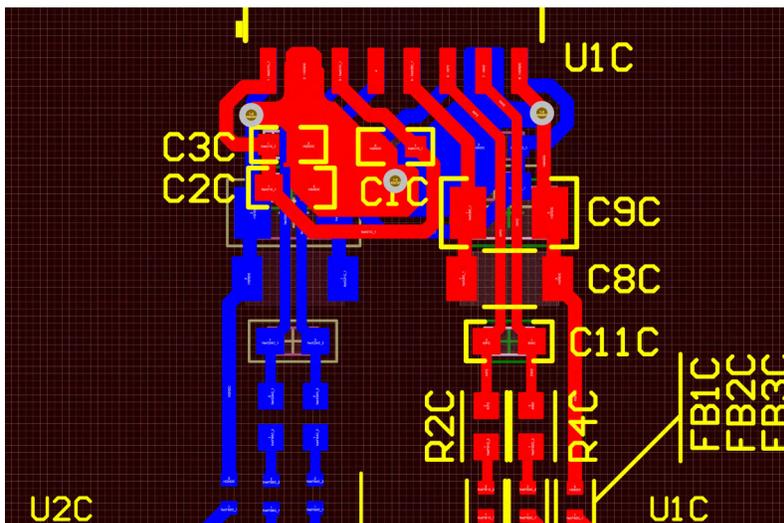


図 4-3. 推奨される複数の AMC3301 デバイスのレイアウト

一般に、セクション 3.2 で説明するのと同じレイアウト原理に従い、2 層基板設計が採用されています。

ただし、ピン 2 (DCDC_HGND) からピン 8 (HGND) への直接かつ低インダクタンスの経路は、各デバイスで異なる方法で実現されます。パターンの代わりに、最上層と最下層の間、ピン 4 と 5 で両方のデバイスをスター接続しています。さらに、銅のプールを使用して、DC/DC コンデンサを同じ層の DCDC_HGND に接続します。

最後に、LDO_OUT コンデンサは 1206 パッケージにスケールアップされており、コンデンサの下にある正および負の入力へ直接つながった経路が可能です。

5 まとめ

SiO₂ 絶縁はここ数年、絶縁型アンプを必要とする多くのお客様に広く利用されてきました。テキサス・インスツルメンツは継続的なイノベーションを進めており、最近、**DC/DC コンバータを内蔵した AMC3301 高精度絶縁型アンプ**をリリースしました。AMC3301 ファミリーは、それ自身では過剰な放射エミッションを発生させることがなく、入力パターンやケーブルの長さが短い場合、追加部品なしで **CISPR 11 Class B** に合格可能です。必要に応じ、フェライトビーズまたはコモンモードチョークを使用して、放射エミッションをさらに減衰させることもできます。AMC3301 デバイスを複数使用する場合、上層や下層で互いにスタックすることができます。AMC3301 ファミリーを使用すれば、静電容量性絶縁がもたらす高信頼性と高性能のアナログ性能の特徴と同時に、統合型 DC/DC コンバータの利便性とクラス最高の放射エミッション特性を活用して、自信を持って設計を行うことができます。

6 AMC3301 製品ファミリの特性表

このアプリケーション ノートで説明した内容は、[表 6-1](#) に示す、AMC3301 ファミリーに DC/DC コンバータを内蔵したすべての**絶縁型アンプ**と**絶縁型コンバータ**に適用されます。

表 6-1. AMC3301 製品ファミリの特性表

| デバイス | 種類 | 説明 |
|----------------------------|----------|--------------------|
| AMC3301 | 強化絶縁型アンプ | 電流検出、±250mV 入力 |
| AMC3301-Q1 | 強化絶縁型アンプ | 電流検出、±250mV 入力、車載用 |
| AMC3302 | 強化絶縁型アンプ | 電流検出、±50mV 入力 |
| AMC3302-Q1 | 強化絶縁型アンプ | 電流検出、±50mV 入力、車載用 |
| AMC3330 | 強化絶縁型アンプ | 電圧検出、±1V 入力 |
| AMC3330-Q1 | 強化絶縁型アンプ | 電圧検出、±1V 入力、車載用 |
| AMC3306M25 | 強化絶縁型変調器 | 電流検出、±250mV 入力 |
| AMC3306M05 | 強化絶縁型変調器 | 電流検出、±50mV 入力 |
| AMC3336 | 強化絶縁型変調器 | 電圧検出、±1V 入力 |
| AMC3336-Q1 | 強化絶縁型変調器 | 電圧検出、±1V 入力、車載用 |

7 改訂履歴

| Changes from Revision * (June 2021) to Revision A (September 2022) | Page |
|---|-------------|
| • ドキュメント全体にわたって表、図、相互参照の採番方法を更新..... | 2 |
| • 「複数の AMC3301 デバイスの使用」セクションにデバイスの方向データとレイアウトに関する推奨事項を追加 | 8 |

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ます。

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](#)、または [ti.com](#) やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。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。

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

郵送先住所 : Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated