

デュアルDRV425バスバー・アプリケーション設計の要求事項

磁気センシング製品部門、Scott Vestal



このドキュメントは、バスバー動作理論アプリケーション・レポート(SLOA237)およびDRV425バスバー・アプリケーション磁界カリキュレータ(SBOC480)を補完するものです。

電流を検出する方法はいくつか存在します。大部分のアプリケーションは、シャント抵抗の両端の電圧を測定します。この方法では、大電流(100A超)や高電圧(100V超)での測定は困難です。これらのレベルを超える設計では、磁界に基づく電流センシングが一般的なソリューションです。磁界に基づくソリューションでは、図1に示すように、測定対象の磁界(B)は電流(I)に比例し、電流の流れる導体からの距離(r)に反比例します(アンペールの法則)。

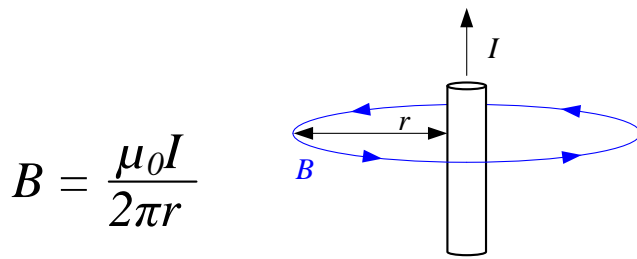


図 1. アンペールの法則

バスバーによる大電流の測定には、2つのDRV425統合型フラックスゲート磁界センサを、バスバー中央の切り欠き部に配置します。電流が切り欠きの周囲で等分に分割されると、切り欠きの両側の周囲に磁界の勾配が生じます。切り欠き部の電流の内側に逆方向の磁力線が発生します。

DRV425デバイスの最大磁界センシング範囲は2mTです。この実装で設計するときには、この最大範囲を超過しないよう、システム・レベルでの考慮事項について検討する必要があります。この設計の性能は、切り欠きの構成、DRV425デバイスのPCBレイアウト方向、および浮遊/干渉磁界の場所の影響を受けます。

TIの推奨する実装は、バスバー中央に穴を配置し、DRV425デバイスの感度軸をPCBと垂直方向に向ける、図2のような方法です。バスバーの中央に穴を配置すると、電流は穴の周囲で等分に分割されます。磁界は電流に垂直なため、穴の周囲を電流が流れると、穴の中の磁界が増幅されます。穴のサイズは可能な限り小さくしますが、最低でも2つのDRV425デバイス用に設計されたPCBの幅より大きくする必要があります。穴が小さいほど、切り欠きの両側に発生する磁界は大きくなります。穴の両側に発生する磁界は楕円形の形状で、切り欠きの内側で互いに反対方向になります。切り欠きの両側に発生する磁界の大きさは、切り欠きの中心では0であり、切り欠きの周辺に向かって増大します。それぞれの磁界の大きさは、切り欠き内のy軸で最大になります。このため、PCBに対して垂直に配置した各DRV425デバイスは、目的の磁界をより大きな値として検出できます。各デバイスの感度軸は、PCB上で逆方向に設定されているため、測定対象の磁界を2倍にできます。この向きのもう1つの利点は、切り欠き内での流れが1方向のみであるため、浮遊磁界の影響が低下、または打ち消されることです。

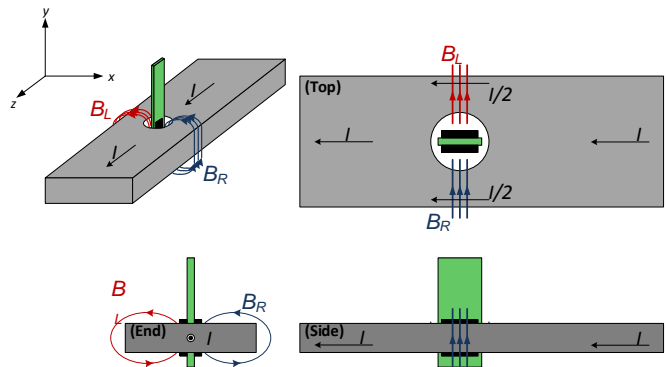


図 2. 推奨される構成

ただし、この構成はすべてのシステムで有効なわけではありません。最適な性能を発揮するには、設計に含まれるすべての磁界の影響を調べるのが重要です。以下で、別の構成を選択する理由となり得るものについて考えてみます。

穴とスロットの比較

穴が推奨されるのは、電流が穴の周囲に回り込むことにより、磁界が増幅されるためです。浮遊磁界は穴により増幅されないため、この構成により優れた信号/ノイズ比が得られます。次に、穴の代わりにスロットの構成を選択する理由を2つ挙げます。

1. 小電流/小さなバスバーバスバーに穴を開けるだけの十分な大きさが無い場合に、スロット構成を採用すると、垂直方向のPCBデバイス・レイアウトで開口部を小さくすることができます。開口部が小さくなると、デュアルDRV425デバイスによって測定される磁界の差分が大きくなります。
2. 大電流/大きなバスバースロットには穴のような増幅効果はないため、同じ電流と切り欠き幅でも発生する磁界は小さくなります。

垂直と水平の比較

垂直または水平とは、DRV425の内部にあるフラックスゲート・センサの感度軸について、PCBレイアウトの方向を示します。垂直レイアウトでは、各DRV425デバイスの感度軸はy軸方向に配置されます。各デバイスは、いずれかの磁界のy軸成分を測定します。同様に、水平レイアウトでは各DRV425デバイスの感度軸はx軸方向に配置され、いずれかの磁界のx軸成分を測定します。興味深いことですが、各デバイスによって測定される差分磁界の最終的な値は、どちらの方向でもほぼ同じです。ただし、垂直のPCBレイアウトの切り欠き内に配置された各DRV425デバイスでは、より大きな値が測定されるため、PCBレイアウトとして推奨されます。水平方向のPCBデバイス・レイアウトを使用する理由を以下に挙げます。

1. y軸の浮遊磁界が大きい。図3に例を示します。浮遊磁界の大きさは、各DRV425デバイスによって総体的に測定された後で減算されます。2つのDRV425デバイス間の差分は小さくても、1つまたは両方のDRV425デバイスにより測定される合計の磁界は2mTの磁界範囲制限を超える可能性があります。この場合、測定結果が間違っただけのものになります。磁界の強度は距離に反比例するため、浮遊磁界の発生源(別のバスバーなど)からの距離をシステム・レベルで評価し、いずれかのDRV425が飽和しないことを保証する必要があります。

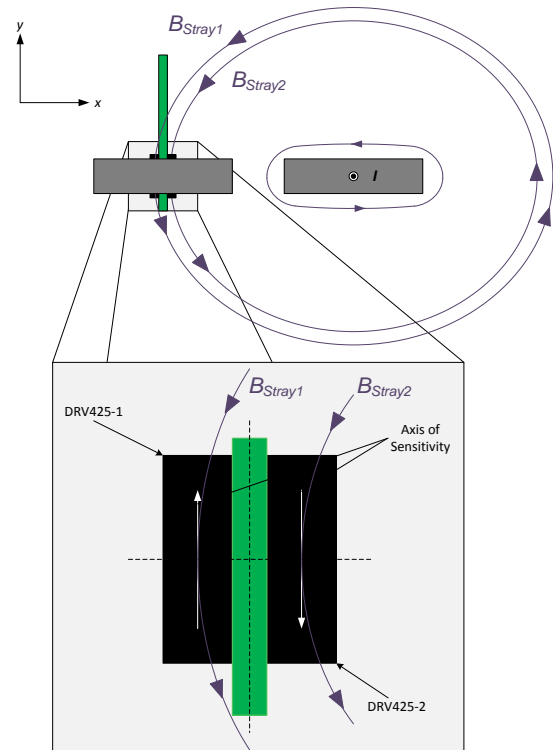


図 3. 浮遊磁界

磁界の測定に対するシステム・レベルの影響を把握することは、システムで最良の性能を実現するために重要です。浮遊磁界を除去することはできませんが、その影響は最小化できます。

その他の推奨デバイス

システムの要件によっては、別のデバイスを利用して、必要な性能と機能を実現可能です。DRV421は、外付けのコアと補償インダクタを使用して、クローズドループの絶縁した電流測定を実行できます。AMC1305は、絶縁機能を内蔵しており、外付けのシャント抵抗を使用します。

表 1. その他の推奨デバイス

| デバイス | 最適化されるパラメータ | 性能のトレードオフ |
|----------|---------------------|-------------------|
| DRV421 | 高精度の内蔵型フラックスゲート・センサ | 外付けのコアと補償インダクタが必要 |
| AMC1305x | 高精度、強化絶縁のデルタ・シグマ変調器 | 若干のコスト増大 |

表 2. 関連するTech Note

| | |
|---------|--------------------------------------|
| SBOA179 | 電流センシングA/Dコンバータ |
| SBOA168 | 電流に関する複数の異常状況の監視 |
| SBOA160 | PWM除去を搭載した、低ドリフト係数、高精度のインライン・モータ電流測定 |

TIの設計情報およびリソースに関する重要な注意事項

Texas Instruments Incorporated ("TI")の技術、アプリケーションその他設計に関する助言、サービスまたは情報は、TI製品を組み込んだアプリケーションを開発する設計者に役立つことを目的として提供するものです。これにはリファレンス設計や、評価モジュールに関する資料が含まれますが、これらに限られません。以下、これらを総称して「TIリソース」と呼びます。いかなる方法であっても、TIリソースのいずれかをダウンロード、アクセス、または使用した場合、お客様(個人、または会社を代表している場合にはお客様の会社)は、これらのリソースをここに記載された目的にのみ使用し、この注意事項の条項に従うことに合意したものとします。

TIによるTIリソースの提供は、TI製品に対する該当の発行済み保証事項または免責事項を拡張またはいかなる形でも変更するものではなく、これらのTIリソースを提供することによって、TIにはいかなる追加義務も責任も発生しないものとします。TIは、自社のTIリソースに訂正、拡張、改良、およびその他の変更を加える権利を留保します。

お客様は、自らのアプリケーションの設計において、ご自身が独自に分析、評価、判断を行う責任がお客様にあり、お客様のアプリケーション(および、お客様のアプリケーションに使用されるすべてのTI製品)の安全性、および該当するすべての規制、法、その他適用される要件への遵守を保証するすべての責任をお客様のみが負うことを理解し、合意するものとします。お客様は、自身のアプリケーションに関して、(1) 故障による危険な結果を予測し、(2) 障害とその結果を監視し、および、(3) 損害を引き起こす障害の可能性を減らし、適切な対策を行う目的で、安全策を開発し実装するために必要な、すべての技術を保持していることを表明するものとします。お客様は、TI製品を含むアプリケーションを使用または配布する前に、それらのアプリケーション、およびアプリケーションに使用されているTI製品の機能性を完全にテストすることに合意するものとします。TIは、特定のTIリソース用に発行されたドキュメントで明示的に記載されているもの以外のテストを実行していません。

お客様は、個別のTIリソースにつき、当該TIリソースに記載されているTI製品を含むアプリケーションの開発に関連する目的でのみ、使用、コピー、変更することが許可されています。明示的または黙示的を問わず、禁反言の法理その他どのような理由でも、他のTIの知的所有権に対するその他のライセンスは付与されません。また、TIまたは他のいかなる第三者のテクノロジーまたは知的所有権についても、いかなるライセンスも付与されるものではありません。付与されないものには、TI製品またはサービスが使用される組み合わせ、機械、プロセスに関連する特許権、著作権、回路配置利用権、その他の知的所有権が含まれますが、これらに限られません。第三者の製品やサービスに関する、またはそれらを参照する情報は、そのような製品またはサービスを利用するライセンスを構成するものではなく、それらに対する保証または推奨を意味するものでもありません。TIリソースを使用するため、第三者の特許または他の知的所有権に基づく第三者からのライセンス、あるいはTIの特許または他の知的所有権に基づくTIからのライセンスが必要な場合があります。

TIのリソースは、それに含まれるあらゆる欠陥も含めて、「現状のまま」提供されます。TIは、TIリソースまたはその仕様に関して、明示的か暗黙的にかかわらず、他のいかなる保証または表明も行いません。これには、正確性または完全性、権原、続発性の障害に関する保証、および商品性、特定目的への適合性、第三者の知的所有権の非侵害に対する黙示的保証が含まれますが、これらに限られません。

TIは、いかなる苦情に対しても、お客様への弁済または補償を行う義務はなく、行わないものとします。これには、任意の製品の組み合わせに関連する、またはそれらに基づく侵害の請求も含まれますが、これらに限られず、またその事実についてTIリソースまたは他の場所に記載されているか否かを問わないものとします。いかなる場合も、TIリソースまたはその使用に関連して、またはそれらにより発生した、実際の、直接的、特別、付随的、間接的、懲罰的、偶発的、または、結果的な損害について、そのような損害の可能性についてTIが知らされていたかどうかにかかわらず、TIは責任を負わないものとします。

お客様は、この注意事項の条件および条項に従わなかったために発生した、いかなる損害、コスト、損失、責任からも、TIおよびその代表者を完全に免責するものとします。

この注意事項はTIリソースに適用されます。特定の種類の資料、TI製品、およびサービスの使用および購入については、追加条項が適用されます。これには、半導体製品(<http://www.ti.com/sc/docs/stdterms.htm>)、評価モジュール、およびサンプル(<http://www.ti.com/sc/docs/sampterm.htm>)についてのTIの標準条項が含まれますが、これらに限られません。