

磁気センサ付きの電力ゲーティング・システム

磁気センシング製品担当、Ross Eisenbeis



適切に設計された電子システムは、動作の各状態で必要なだけの電力しか消費しません。これはバッテリー駆動のシステムにおいて特に重要ですが、AC駆動のシステムでも消費電力を最小化することで発熱の減少、製品寿命の最大化、電力の節約といった利点を得られます。

低消費電力モードは、より大電力のモードから、ユーザーが別のアクションを行わずシームレスに移行するとき、最良に動作します。将来のスマートシステムでは、この完全な自動化が最も重要になるでしょう。何らかの機械的な動きが発生したときに電力モードが切り替わるなら、多くの場合にホール効果センサが適切なテクノロジーです。

ホール効果センサ

ホール効果センシング素子が組み込まれた半導体集積回路(IC)は、全世界の製品で位置の測定のため日常的に使用されています。これらの磁気センサは個人用電子機器、産業用システム、医療用デバイス、自動車、航空機、宇宙船に使用されています。他の磁気センシング・テクノロジーも存在しますが、ホール効果にはいくつかの固有の利点があるため、現在でも最も一般的です。

- **安価:** ホール効果素子を組み込んだICは、標準のCMOSプロセスフローで大量生産されます。
- **高信頼性:** ソリッドステート・センサで、磁界を非接触的に測定するため、何十年も動作可能です。
- **単純性:** ICの内部には何千もの複雑な回路が組み込まれていますが、ほとんどのデバイスの外部には3つしかピンがありません。出力ピンは磁場の近接性を単純に示し、標準のマイクロコントローラで読み出すことができます。
- **距離センシング:** 磁界は離れた場所まで伝わり、ほとんどの材質に影響を与えず通過します。このためセンサをパッケージの中に密封でき、環境から隔離されてユーザーには見えません。

アプリケーション

ラップトップおよびタブレット・コンピュータは何年にもわたり、ホール効果センサと、蓋やケースに組み込まれた小さな磁石を使用して、蓋やケースが開いているかどうかの判定を行ってきました。これによって、完全自動のウェークアップ方式により電力を効率化できます。蓋が閉じているとき、センサ、およびデジタル出力を監視するマイクロコントローラ以外の全ての電子回路はオフにできます。DRV5032超低消費電力ホール効果スイッチは、これらのアプリケーション用に設計されたものです。

車載用システムには、従来よりもさらに多くの電子回路が統合されるようになってきており、それと同時にインテリジェントな電力管理も行われます。エンジンがオフのとき、車のバッテリーを消耗しないようにするため、それぞれの電子制御ユニット(ECU)の消費電流は一般に100 μ A未満が要求されます。電力を節約して重点的に使用する必要があり、このためにセンサを使用して電力が主要回路へゲーティングされます。ほとんどのシステムはイベントが発生したとき、たとえば車のドアが開いた、ハンドルが動いた、ペダルが踏まれた、ドライバーがシートに座った、コンソールが開いたなどのとき、一時的に電力を増やすよう設計されています。このために採用される方法の1つが、低消費電力のホール・センサです。

ビデオカメラを内蔵する医療用カプセルは、人体の消化管を内視鏡検査するための革新的で非侵襲的なソリューションです。このカプセルの用途では、サイズが小さく外面が滑らかなことが不可欠です。カプセルの外側に電源スイッチを取り付けるのは非現実的ですが、内部の小さなバッテリーを節約する必要があるため、ワイヤレスに電源をオン/オフする必要があります。この場合、低消費電力のホール効果ラッチ(DRV5012など)が、電力ゲーティングの最適なソリューション

ションとなります。カプセルを飲み込む前に、医師は磁石のN極を近づけてカプセルの電源をオンにします。S極を使用すると電源をオフにできます。これはワイヤレス通信プロトコルを使用するよりもはるかに単純で、小型で、より効率的な実装です。

磁石とセンサをごく近い距離に置き、重量で隙間が縮まるようにすると、重量センサを作成できます。これらを椅子に取り付けると、誰かが腰かけたことを検知でき、スマート・システムに多くの可能性が拓けます。

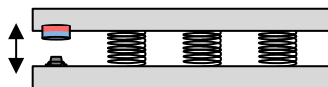


図 1. 重量センサ

ドアや窓を監視するための新しいセキュリティ・システムは、完全にワイヤレスとなりつつあります。これらのモジュール式システムは、ローカル・バッテリー、ワイヤレス・マイクロコントローラ、ホール効果センサを使用して、1つのCR2032ボタン型電池で10年間動作します。TI Design [TIDA-01066](#)はこの1例です。小さなバッテリーで、このような長時間の動作を実現するための前提として、セキュリティ違反はDRV5032により検出され、[CC1310](#)マイクロコントローラは必要な場合のみウェークアップされます。

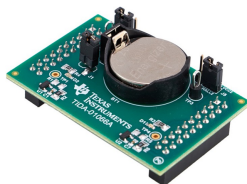


図 2. ワイヤレス・セキュリティ・システム

電氣的な考慮事項

DRV5032デバイスには、サンプリング・レートと出力ドライバの各種のバージョンが存在します。サンプリング・レートは5Hz~20Hz、出力ドライバはプッシュプルまたはオープン・ドレインを選択できます。5Hzバージョンは消費電力が低くなりますが、出力の更新が200msごとになります。20Hzバージョンは50msごとに更新されます。プッシュプル出力は、低レベルが駆動されているとき、オープン・ドレインよりも消費電力が低くなります。これは、オープン・ドレイン用の回路にはV_{DD}への外部プルアップ抵抗があり、V_{DD}/R_{PULLUP}に等しいオープン・ドレインへの電流リーク・パスが発生するためです。

DRV5032デバイスは1.65~5.5Vの電源電圧で動作するため、3Vのリチウムイオン、2つまたは3つの直列のアルカリやNiMHバッテリー、4Vのリチウム・ポリマーなど、各種のバッテリーで直接駆動できます。センサを駆動するときのバッテリー寿命を推定するには、指定された最低消費電流でのバッテリーのmAh定格を使用し、自己放電を考慮に入れます。たとえば、一般的なCR2032の定格は210mAhで、年間1%自己放電します。DRV5032の5Hzバージョンは一般に、3Vで0.69μAを消費します。210mAh/0.00069 mA = 300,000時間で、自己放電を含めて約26年になります。

電力ゲートド・システムでは、ホール・センサのデジタル出力は一般に、マイクロコントローラのGPIO、または負荷スイッチの制御入力に接続されます。

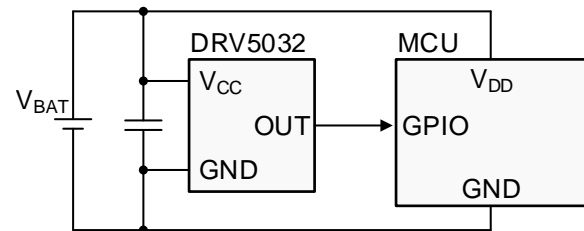


図 3. 一般的なマイクロコントローラの回路図

GPIOは割り込み入力として、センサ電圧の変化を検出し、システムの他の部分をいつアクティブ化するかを決定するよう構成できます。

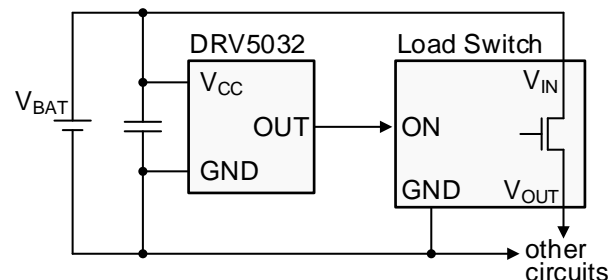


図 4. 一般的な負荷スイッチの回路図

負荷スイッチを使用する場合、設計者はシステムの電源がイネーブルされるとき、磁石がシステムに近づくのか、遠ざかるのかを考慮します。ほとんどのホール効果スイッチは磁石が近づいたときにLOW電圧を、離れたときにHIGH電圧を出力します。

- 磁石がセンサに近付いたとき電源をイネーブルする場合、[TPS22910A](#)などのアクティブLOW負荷スイッチを使用します。
- 磁石がセンサから遠ざかったとき電源をイネーブルする場合、[TPS22914](#)などのアクティブHIGH負荷スイッチを使用できます。

最後に、使用する磁気センサには、必ずしも低消費電力が組み込まれている必要はありません。ホワイト・ペーパー [SLYY058](#)に記載されているように、スリープ/イネーブル・ピン(デバイスに搭載されている場合)のデューティ・サイクルを外部的に調整する、またはデバイスのVCCピンのデューティ・サイクルを調整することでも、平均消費電力の削減を達成できます。

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
TPS22902	ナノアンペア I_Q	高い R_{ON} 、5Vの非サポート
DRV5033	TO-92パッケージが利用可能	外付けの電源サイクリングが必要
DRV5053	アナログ出力	外付けの電源サイクリングが必要

表 2. 関連するTech Note

SBOA162	電流測定による異常状況の検出
SBOA168	電流に関する複数の異常状況の監視

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係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の、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、もしくは、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/sampterms.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。