

Application Brief

スマートウォッチや他のウェアラブル機器の位置検出



Alicia Rosenberger, , Rishi Ramabadran, Jesse Baker

はじめに

スマートウォッチには、小型でエネルギー効率に優れ、正確で非接触測定を実現できるセンサが必要です。

TMAG3001 は低消費電力の 3 軸ホール エフェクト センサであり、ウェアラブル アプリケーション向けにカスタマイズされた高度な機能を実現します。本文書では、**TMAG3001** とテキサス・インスツルメンツの誘導性センサおよびホール エフェクト スイッチを組み合わせる一般的なスマートウォッチの要件に対応させる方法と、**TMAG3001** デバイスがフィットネストラッカー、医療用トラッカー、スマートトラッカー、スマートウォッチのようなウェアラブル アプリケーションに適したオプションとなっている理由についてご説明します。

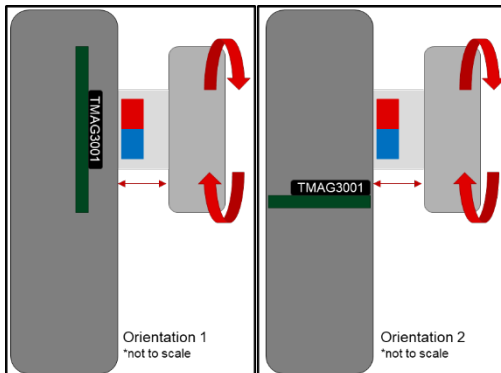


図 1. デジタルクラウンの向き

デジタルクラウンの動作

スマートウォッチのデジタルクラウンは、スマートウォッチとの対話型操作に使用できるロータリーボタンとして機能します。デジタルクラウンを回転させることで、スクロール、ズーム、設定の調整などを行うことができます。一部のデジタルクラウンはボタンとして機能し、さらに多くの機能を実現できます。リニア 3D ホール エフェクト センサにより、単一のセンサを使用して、デジタル クラウンの回転と、デジタルクラウンの任意のボタン押下機能の両方を検知できます。

TMAG3001 は、テキサス・インスツルメンツの 3 軸リニアホール エフェクト センサの 1 つで、さまざまな機能を備えており、デバイスをデジタル クラウン アプリケーション向けのオプションとして使用できます。**TMAG3001** は、超小型のパッケージで供給されるほか、ウェイクアップおよびスリープモードによる低消費電力も実現しています。さらに、

TMAG3001 には、角度計算やさまざまな割り込み機能など、各種のプログラム可能なオプションがあります。

消費電力と PCB 面積を節約

ウェアラブル アプリケーションに関しては、考慮すべき重要な要素として、バッテリー駆動時間があります。消費電力を低減することで、これらのウェアラブル機器の使用時間を延長できますが、これは、フィットネス、医療、スマートトラッカーを長時間オンにしておく必要がある場合には不可欠です。

ウェイクアップおよびスリープモードでは、**TMAG3001** などのデバイスは、必要なときに磁界をサンプリングするように構成できます。

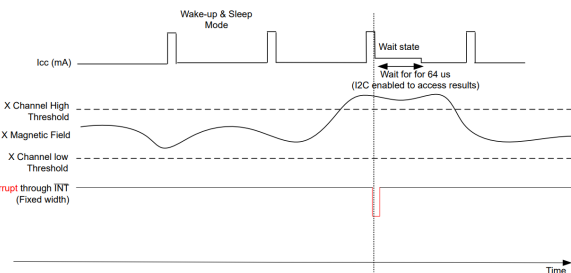


図 2. ウェイクアップとスリープ サンプリング

図 2 に示すように、デバイスの構成によっては電力を節約するため、**TMAG3001** では、大半の時間が低消費電力状態で経過します。選択したタイミング間隔に基づいて、デバイスが起動し、測定を行います。ここから、実装されている割り込み方式に応じて、選択した条件 (スレッシュホールドを超えている、結果の読み取り準備完了など) が満たされたときに、デバイスは割り込みを通知できます。

消費電力の低減に加えて、考慮すべきもう 1 つの重要な要因はサイズであるため、スマートウォッチをできるだけコンパクトに抑えることが重要です。図 3 に示す **TMAG3001** が実現している超小型 WCSP (ウェハーチップスケールパッケージ) のパッケージを使用すると、ユーザーは PCB のスペースを節約できます。PCB のサイズを縮小することで、より軽量でコンパクトなスマートウォッチの設計形状を考慮でき、機能を犠牲にせずにより快適な操作感を実現できます。

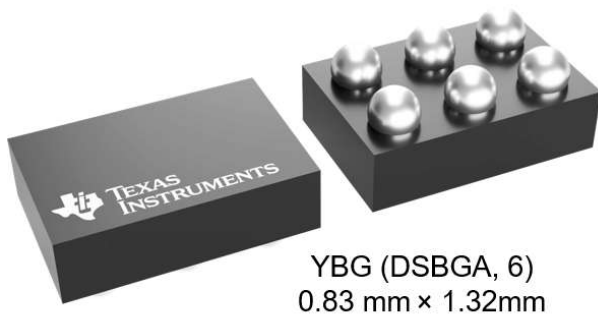


図 3. TMAG3001 パッケージ

プログラマビリティ

TMAG3001 の主要な特長の 1 つとして、プログラマビリティがあります。このデバイスを使用すると、ユーザーはさまざまな割り込み機能から選択できます。

これらの割り込み機能の 1 つには、ウェイクオン変更 (WOC) モードが含まれます。WOC を使用すると、角度の変化または単一の磁界軸 (X、Y、Z のいずれか) の変化のいずれかを監視するようにデバイスを構成できます。デバイスが磁界または角度の変化を検知すると、割り込みがトリガされ、新しい測定値が連続測定の基準値として使用されます。図 4 に、TMAG3001 を構成して x 軸の磁界の変化を監視しているデバイスの応答を示します。図 5 に、角度測定の変化に対応するようにデバイスを構成したときのデバイスの応答を示します。

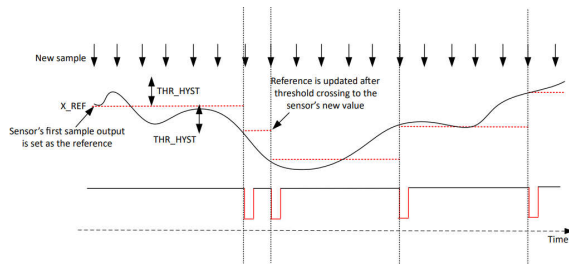


図 4. 磁界 WOC の例

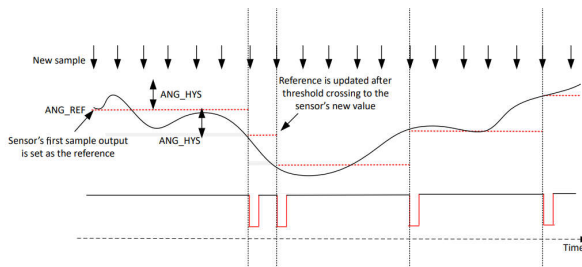


図 5. 角度 WOC の例

TMAG3001 は、設定されたスレッシュホールドに基づいて割り込み応答を送信するように構成することもできます。WOC モードとは異なり、変化が検知されたときに更新される基準値を監視する代わりに、特定のスレッシュホールドを使用し

て、角度、磁気、または規模上限検査を実装するときに割り込みがいつ発生する必要があるかを判定できます。この割り込み応答は、短いパルスまたは I2C 通信によって消去されるラッチのいずれかのように見えることがあります。または、設定されたスレッシュホールドに基づいてデバイスの割り込みピンをオン/オフ スイッチとして動作するよう構成するスイッチ モード機能も備えています。

スレッシュホールドを超えたときに割り込みを送信する代わりに、変換測定が完了し、データを読み取る準備ができたときに割り込みを発生するように構成できます。

誘導性ボタンの押下

スマートウォッチで位置センサを使用できる 2 番目の方法は、ボタンが押された時点を検知することです。ボタン押下検知は、LDC2112 や LDC2114 などのテキサス・インスツルメンツの誘導性センサを使用して実行できます。通常、機械式スイッチを使用してボタンの押下を検知しますが、この用途で誘導性センシングを使用する場合には多くの利点があります。第 1 に、誘導型センシングは非接触型方式であり、誘導型センシングの信頼性が向上し、製品の寿命を長くすることができます。機械式スイッチは物理的に接触する必要があるため、時間が経過すると機械的応力にさらされ、常時使用しているためスイッチの劣化につながる可能性があります。さらに、誘導性センサを使用してボタンを押すのに使われる力の大きさを検知することもでき、これは機械式スイッチには欠けている機能です。誘導性センサを使用してボタンの押下を検知するもう 1 つの利点は、これらのセンサがほこり、汚れ、水、破片などの環境要因に耐性があることです。これにより、時間の経過とともに腐食や摩耗が発生する機械式スイッチとは対照的に、このような誘導性ボタンをより長期間使用できるようになります。

誘導性センサを使用してボタンの押下を検知する方法を、図 6 で強調しています。図 6 に示すように、誘導性センサを使用して、ボタンを押したときの金属プレートのたわみを測定します。金属板が振れると、金属板上に渦電流が発生し、センサ周波数が上昇します。この金属プレートがセンサに近づく、センサ周波数は継続的に上昇し、誘導性デバイスはこの感知周波数をユーザーが確認できるようにデジタル値に変換します。さらに、LDC2112 や LDC2114 などの誘導性センサにはデジタル出力ピンがあり、ボタンを押したときかつプリセットされたスレッシュホールドに達したときに割り込みを出力できます。

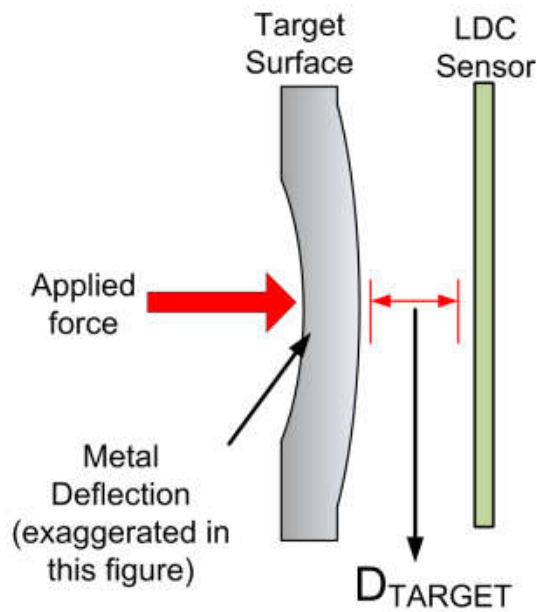


図 6. 誘導性タッチ コンポーネント

タッチ ボタン用途に [LDC2112](#) と [LDC2114](#) が他の誘導性センサよりも推奨されている理由は、温度ドリフトとボタン表面の変形を考慮したベースライン追跡アルゴリズムを利用して、偏向した物質の再校正とデジタル スレッショルドの一貫性を維持できるからです。また、[LDC2112](#) と [LDC2114](#) のもう 1 つの重要な機能は、サイズが 1.6mm x 1.6mm の WCSP パッケージを提供していることです。スマートウォッチ用途の場合、小型パッケージ オプションが役に立つ理由として、スペースの制約が重要な検討事項になります。

リムーバブル スクリーン検知

スマートウォッチの位置センサのもう 1 つの用途は、画面の取り外されたときに検知できる機能です。着脱式スクリーンは、特に多くの子供が自分の時計からスクリーンを取り除く能力を持っていることを楽しんでいることから、子供のために設計された時計に見られる機能です。この用途で一般的に使用されるテキサス・インスツルメンツのデバイスは、[DRV5032DUDMRR](#) です。このデバイスはデュアルユニポーラ ホール エフェクト スイッチです。デバイスには 2 つの出力ピンがあり、1 つの出力が磁石の N 極からの磁界を検知し、もう 1 つの出力が磁石の S 極からの磁界を検知します。別の方法として、この用途で使用できるテキサス・インスツルメンツの製品構成からのもう 1 つのホールエフェクト スイッチは、[TMAG5231](#) であり、このデバイスは、複数の感度と消費電流のオプションを備え、小型の X2SON パッケージ (1.4mm x 1.1mm) に封止された超低コストのデバイスです。

まとめ

特にフィットネスや医療追跡機能でスマートウォッチが一般的になりつつある現在、設計者はスマートウォッチの設計を改善および最適化する方法を常に探し求めています。[TMAG3001](#) などの低消費電力ニア 3D ホール エフェクト センサは、スペースを節約しながら、多くの有益な機能を実現します。磁界の変化が検知されるまでデバイスを低電源状態に維持できるため、デジタル クラウンのエネルギー効率を最適化してバッテリー寿命を延長できます。さらに、[LDC2112](#) や [LDC2114](#) などの誘導性センサは、ボタン押下アプリケーションの機械式スイッチで生じる損傷を低減するのに役立ちます。着脱式スクリーン ([DRV5032](#) や [TMAG5231](#) のようなホール エフェクト スイッチを使用して実行可能) のような独自の機能を実装することで、これらのウェアラブル機器は成人とまったく同じようにスマートウォッチを楽しんでいる若い世代に到達範囲を拡大できます。

表 1. 推奨位置検出デバイス

| | 特性 | 設計上の考慮事項 |
|----------|---|---|
| TMAG3001 | 低電力、コスト最適化された 3D リニア ホール エフェクト センサで、設定可能な低電力モード、WCSP パッケージ (0.83mm x 1.32mm)、I2C インターフェイス、およびプログラム可能なスイッチ機能を備えています。 | WCSP パッケージにより、スペース制約が厳しい用途に最適です。内部 CORDIC アルゴリズムを使用すると、デバイスは角度を計算し、物体の正確な位置を検知できます。3 軸の磁界強度を測定できます。 |
| LDC2112 | WCSP パッケージ (1.6mm x 1.6mm) とベースライン追跡アルゴリズム搭載、2 チャネル誘導性センサ。 | WCSP パッケージにより、スペース制約が厳しい用途に最適です。温度ドリフトやボタン表面の変形に対する耐性が高くなっています。 |
| LDC2114 | WCSP パッケージ (1.6mm x 1.6mm) とベースライン追跡アルゴリズム搭載、4 チャネル誘導性センサ。 | WCSP パッケージにより、スペース制約が厳しい用途に最適です。温度ドリフトやボタン表面の変形に対する耐性が高くなっています。追加チャネルを実施しているため、より多くのボタンを実装できます。 |
| DRV5032 | デュアルユニポーラの磁気応答バリエーションを備えた低消費電力ホール エフェクト スイッチ。SOT-23、TO-92、X2SON パッケージ オプションがあります。 | デュアル ユニポーラの磁気応答 (DU、DG、FD バリエーション) により、磁界の発生源となる磁石のどちらの極を検知できます。 |
| TMAG5231 | SOT-23 と X2SON の各パッケージに封止済みのコスト最適化済みホール エフェクト スイッチ。 | コンシューマ アプリケーション向けの汎用ホール エフェクト スイッチ。 |

表 2. 関連技術資料

| 名称 | 説明 |
|---------------------------|---|
| 多軸ホール エフェクト センサによる角度測定 | 3D ホール エフェクト センサを使用して絶対角度位置を監視するためのガイド |
| ホール エフェクト センサを使用した低消費電力設計 | テキサス・インスツルメンツのホール エフェクト センサを使用して消費電力を最適化する方法に関する解説 |
| ウェアラブル機器向け誘導性タッチボタン | ウェアラブル機器の目的で誘導性タッチ ボタンを使用する利点に関する説明です |
| TMAG3001EVM | GUI と付属品には、正確な 3 次元線形ホール エフェクト センサを使用した角度測定機能が組み込まれています |

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

テキサス・インスツルメンツは、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、テキサス・インスツルメンツ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テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかるテキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツ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 © 2025, Texas Instruments Incorporated