

## 適切なバッテリー残量ゲージの選択による市場投入までの時間の短縮と動作時間の最大化

### はじめに

ウェアラブル機器は魅力的な成長市場を推進しており、その中でスマートウォッチは引き続き支配的地位を保持しています。この非常にライバルが多く競争の激しい環境の中で、すべてのメーカーは最初に市場投入するために努力していますが、一方で消費者はそれらのメーカーの機器に対して可能な限り最も高精度かつ最長のバッテリー動作時間を要求しています(図1)。この記事では、バッテリー容量の管理という重要な機能との関係でこれらの要件について解説し、それらの課題を克服する革新的な技術を示します。



図1. スマートウォッチの充電切れ表示

### 市場投入までの時間の課題

最適なバッテリー性能は、残量ゲージアルゴリズムを駆動する高品質のバッテリーモデルにかかっています。このカスタマイズされた特性評価作業に時間をかけることで、より高精度のバッテリー性能が得られ、充電状態(SOC)の誤差を最小限に抑えてバッテリーがエンプティに近づくタイミングを正確に予測することができます。

バッテリー内に蓄積されるエネルギー(容量の単位:mAhr)は、負荷や温度など複数のパラメータによって決まります。そのため、開発者はさまざまな条件下でバッテリーの特性評価を行う必要があります。バッテリーの動作に応じて調整されたモデルの抽出が終わると、それが残量ゲージチップにロードされます。この厳密に管理されたプロセスの結果として、より安全

なバッテリーの充放電が可能になります。

残量ゲージの特性評価には、市場投入までの時間が長くなること、非常に大口の顧客以外への対応が難しいためにメーカーの成長にとって障壁になるという、両方の問題があります。モデルの抽出にはラボでの広範な作業が要求される場合が多く、必要なリソースを備えているICメーカーはわずかであるため、従来にベンダーは大量生産アプリケーションのみに集中してきました。

### バッテリー動作時間の課題

バッテリーの不完全なモデル化による重要な結果の1つは、動作時間の予測が不正確になることです。標準的なスマートウォッチの使用モデルは、1日の間に5時間のアクティブ状態(時間の確認、通知、アプリの使用、音楽の再生、通話、運動などの活動)と19時間のパッシブ状態(時間の確認のみ)を含みます。1日の間の機器の消費電流がアクティブモードで40mAでパッシブモードで4mAの場合、総消費電力は276mAhになり、これはちょうど標準的なスマートウォッチのバッテリー容量に近い値です。機器の動作が予期せぬタイミングや早すぎるタイミングで中断されるのを防ぐために、バッテリー動作時間の高精度の予測が必要です。

動作時間の長さも同様に重要です。パッシブモードでは、上記と同じバッテリーで最大69時間の動作を維持することができます(276mAh/4mA)。50 $\mu$ Aを消費する標準的な残量ゲージによって、バッテリーのパッシブ動作時間は約52分短くなりますが、これは無視することのできない長さです。

### EZソリューション

Maxim Integratedは、バッテリーの充電状態を高精度で予測し、ほとんどのバッテリーを安全に扱うことができるアルゴリズムを開発しました。このアルゴリズムは、一般的なリチウムイオンバッテリーの特性を研究した後に開発されました。

このModelGauge™ m5 EZアルゴリズム(EZ)は、特定アプリケーション用に調整され残量ゲージIC内に組み込まれているバッテリーモデルを使用します。設計者は、評価キットソフトウェアに含まれている簡素なコンフィギュレーションウィザードを使用してバッテリーモデルを生成することができます。システム設計者に必要なのは、3つの情報を提供することのみです。

1. 容量(多くの場合バッテリーのラベルまたはデータシートに記載)
2. バッテリーのエンプティ点と考えられるセル当りの電圧(アプリケーションに依存)
3. バッテリー充電電圧(4.275V以上の場合)

EZの場合、特性評価は基本的に残量ゲージベンダーによって行われるため、システム設計者は特性評価作業を行う必要がなくなります。

EZアルゴリズムには複数の適応型メカニズムが含まれており、バッテリー特性についての学習に貢献することによって残量ゲージの精度をさらに高めます。それらのメカニズムの1つは、セル電圧がエンプティに近づくにつれて残量ゲージの出力が0%に収束することを保証します。それによって、セル電圧がエンプティに到達する正確なタイミングで残量ゲージは0% SOCを報告します。

SOC予測のシステム誤差バジェットを3%と想定した場合、EZモデルは全放電テストケースの95.5%で合格します。これは、テストケースの97.7%で合格する労働集約的なカスタムモデルに非常に近い性能です。図2に示すように、最も重要になるバッテリーがエンプティに近い場合、EZメカニズムはほぼ同じレベルの精度で動作します。

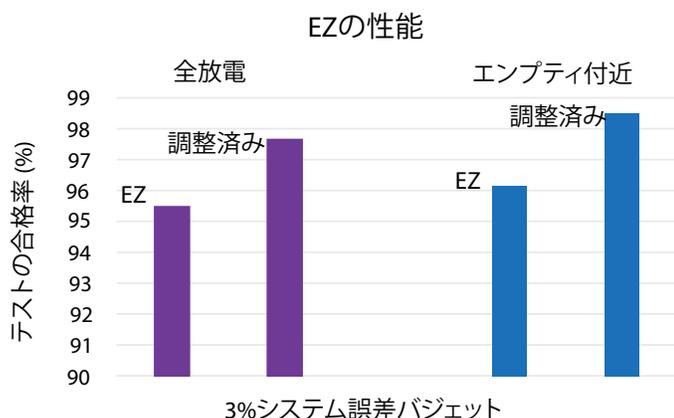


図2. EZのシステム誤差性能

多くのユーザーにとって、単にSOCまたは残容量が分かるだけでは不十分です。彼らが本当に知りたいのは、残りの電荷によってどれだけの動作時間が残されているかです。残容量を現在または将来の負荷で割るなどの単純な方式は、過度に楽観的な予測につながる可能性があります。EZアルゴリズムは、バッテリーのパラメータ、温度、負荷の影響、およびアプリケーションのエンプティ電圧に基づいて、より一層高精度なエンプティまでの時間の予測を提供することができます。

EZアルゴリズムの場合、大量生産メーカーはEZを迅速な開発の出発点として使用することができます。実動プロトタイプを作ったあとで、微調整されたバッテリーモデルを選択することができます。少量生産メーカーはEZを使用して利用可能な

最良のバッテリーをモデル化し、ほとんどのバッテリーに対応するという自信を持つことができます。

### ModelGauge m5 EZによる1セル残量ゲージ

EZアルゴリズムは、スタンドアロン1セルパック、残量ゲージICのMAX17055に組み込まれています。このデバイスは、0.7μAのシャットダウン電流、7μAのハイバネート電流、および18μAのアクティブ消費電流を備え、バッテリー動作のウェアラブル機器に最適です。I<sup>2</sup>Cインターフェースはデータおよび制御レジスタへのアクセスを提供します。

### システム誤差の競合分析

図3は、システム誤差の競合分析を示しています。このヒストグラムは、エンプティ付近ではMAX17055の誤差がほとんどのテストケース(26のうち15)で1%以内だったのに対し、競合デバイスでは同じテスト一式で大幅に大きい誤差が生じたことを示しています。

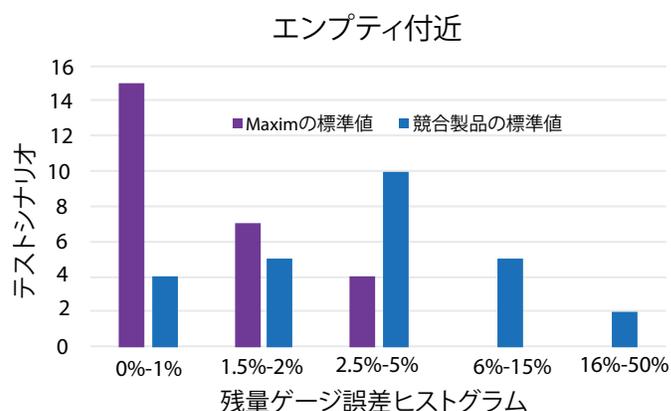


図3. システム誤差の競合分析

### 動作時間精度の競争優位性

エンプティ付近での低い誤差によってバッテリー電荷の最適な利用が保証され、動作時間が最大化され機器の動作の予想外または早すぎる中断が最小限に抑えられます。

### 動作時間延長の競争優位性

低自己消費電流の残量ゲージICを使用することで、動作時間が延長されます。MAX17055の18μAの自己消費電流は、最も近い競合デバイスより64%低い値です。さらに、低電力ハイバネートモードでは、このデバイスの消費電流はわずか7μAです。このデバイスを前述のシナリオに適用すると、動作時間の短縮が52分から7分へと減少し、性能が大幅に向上します。

### 結論

効果的な残量ゲージシステムでバッテリー動作時間の精度と長さを最大化する上で、バッテリーのモデル化が非常に重要であることを示しました。高精度のバッテリーモデルの取得には難しさがあり、製品の市場投入までの時間が延長し、少量生産のバッテリーアプリケーションの普及を妨げていることを解説しま

した。MAX17055に組み込まれた、ModelGauge m5 EZアルゴリズムをベースとする革新的な方式は、バッテリーシステムの開発を迅速化、容易化、高コスト効率化し、広範なアプリケーションにより良いバッテリー性能を提供します。

**スリープモード:**別名ハイバネートまたはアイドルモード。デバイスはスタンバイ状態で、最小限の電流を消費します。

**シャットダウンモード:**デバイスはオフになり、ほぼ電流を消費しません。

**動作時間:**所定の使用モデルに従ったバッテリー給電機器の動作時間です。

関連情報:

[MAX17055 7 \$\mu\$ A 1セル残量ゲージ、ModelGauge m5 EZ内蔵](#)

デザインソリューションNo. 39

設計サポートが必要な場合は、Eメールにてお問い合わせください。

<https://www.maximintegrated.com/jp/support/overview.html/TechSupportFormJapan>

[その他のデザインソリューションを探す](#)

マキシム・ジャパン株式会社

〒141-0032 東京都品川区大崎1-6-4 大崎ニューシティ4号館20F [maximintegrated.com/jp](http://maximintegrated.com/jp)

© 2017 Maxim Integrated Products, Inc. All rights reserved. Maxim IntegratedおよびMaxim Integratedのロゴは、米国およびその他の国の管轄域におけるMaxim Integrated Products, Inc.の登録商標です。その他、記載されている会社名、製品名は各社の登録商標、または商標です。

