

SIMOでスマートウォッチの寿命を延長する

スマートウォッチ市場の成長は、さまざまな新しい機能やアプリケーションに後押しされ、一向に衰える兆しがありません。個人用のヘルスおよびフィットネス製品は、トラッキング、アラート、コネクティビティのような新機能を内蔵しています。スマートウォッチ制御の自動車の台頭は、緊急支援や自動車のステータス更新などの機能に後押しされています。防水および耐衝撃機能や高輝度ディスプレイは、この市場の成長を世界中でけん引しています。高解像度カメラ、GPSレシーバ、小型高性能スピーカ、大容量ストレージなどの新機能が搭載されつつあります。しかし、製品の一層の小型化が求められることから、電子部品の小型化の課題は厳しさを増し、バッテリー寿命延長のために新たな課題も生じています。このデザインソリューションでは、小型ウェアラブル機器(図1)用にバッテリー寿命の延長を実現しながら、非常に小さなスペースで高効率に電力を供給する革新的なパワーマネジメントシステムを紹介します。

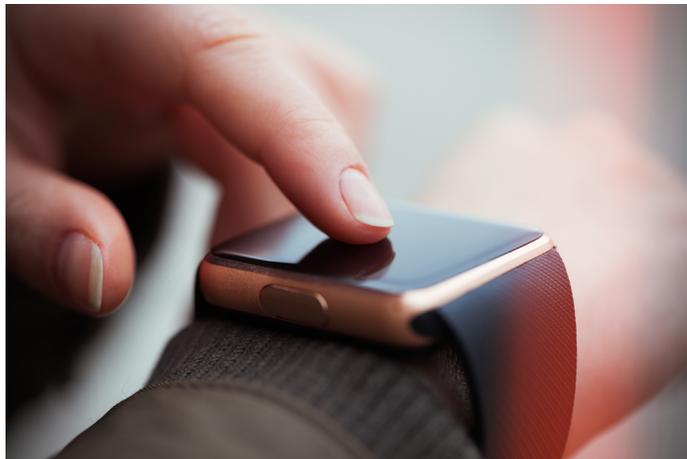


図1. スマートウォッチの実例

プログラム可能なSIMOソリューション

理想的には、効率的なソリューションは最小限のスペースを占有し、バッテリーチャージャや必要な安定化回路をすべてワンチップに集積してスマートウォッチブロックに電力を供給します。3つのスイッチングレギュレータと1つのインダクタを実装した単一インダクタマルチ出力(SIMO)バックブーストコンバータは、占有スペースをさらに縮小させます。各レギュレータのトポロジはプログラム可能で、バッテリー電圧範囲内お

よびそれ以上の電圧でのバックブースト動作に対応するとともに、バッテリー電圧未満の電圧での(本質的にバックブーストよりも効率的な)バック動作も提供します。最後に、高周波動作によって小型インダクタの使用が可能となり、必要なスペースがさらに最小限に抑えられます。2つのオンチップLDOは、ノイズに敏感な負荷用に、または負荷スイッチとして使用されます。図2は、高集積SIMO PMICを示しています。この図では、簡素化のために外付け受動部品は省略されています。

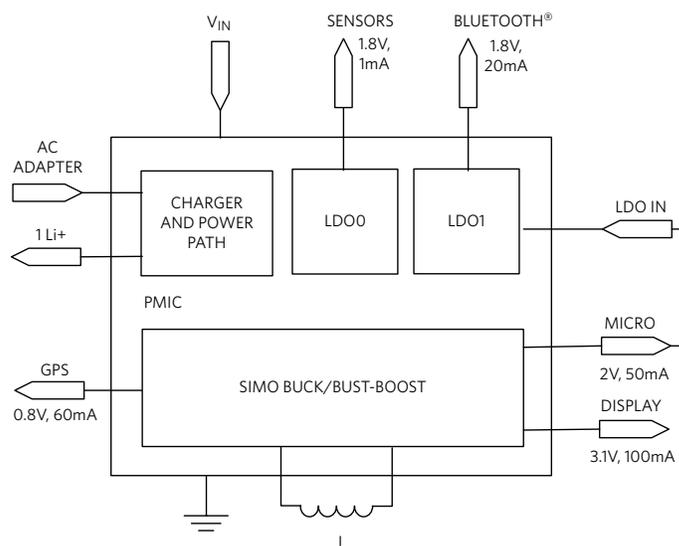


図2. 高集積SIMO PMICのブロック図

SIMOの電力ツリー

図3はシステムの電力ツリーで、各レギュレータの出力電圧、負荷電流、効率、および消費電力(PD)を示しています。5つの負荷のうち3つは、高効率SIMOスイッチングレギュレータによって直接給電されます。また、4つ目と5つ目の負荷に対するLDOはSIMOによって給電され、低ドロップアウト(2V~1.8V)であるため90%の効率を達成します。総合的なシステム効率は86.2%で非常に優れています。

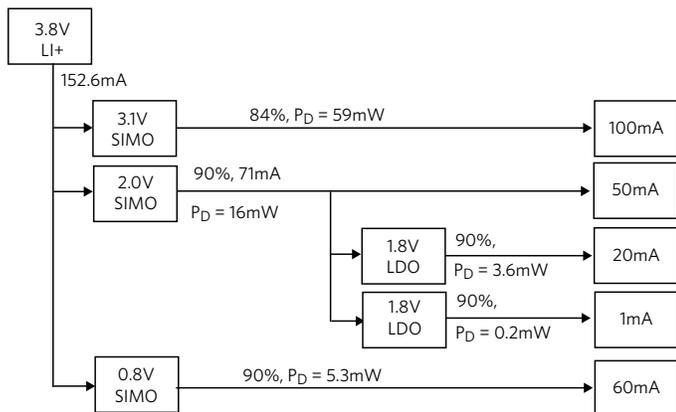


図3. 高効率SIMOの電力ツリー

SIMOコンバータ

図4は、SIMOコンバータのブロック図を示しています(インダクタを除くすべてのコンポーネントが含まれています)。このスイッチングレギュレータは、最小限の損失で電力を供給します。優れたアーキテクチャを採用しているため、各スイッチングレギュレータに1つのインダクタを実装する必要はありません。

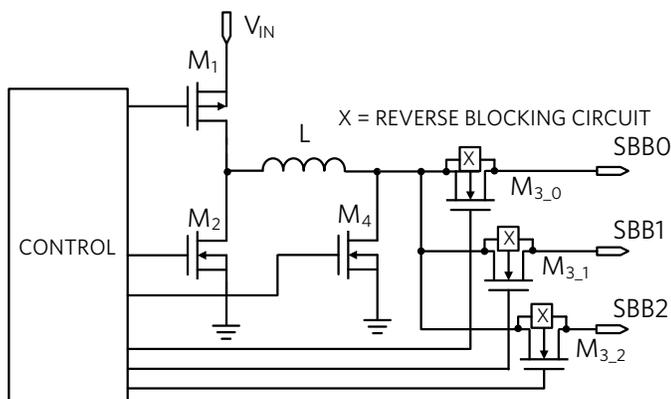


図4. SIMO PMICの電力ブロック図

インダクタ電流共有

このヒステリシスを備えた断続電流モード(DCM)レギュレータでは、インダクタ電流が常に0となるため、インダクタを共有することが可能です。

バックブーストモードでは、インダクタは M_1 および M_4 が「オン」の状態では、 V_{IN}/L のレートで電流を増大させます。図5に示すように、設定された限度に達すると、電流は M_2 および $M_{3,x}$ トランジスタを介して選択されたSBBx出力に供給されます。

バックモードでは、 M_1 と $M_{3,x}$ がオンになり、インダクタにおいて $(V_{IN} - V_{SBBx})/L$ のレートで電流を増大させながら電流を出力に供給します。インダクタ電流が設定された限度に達すると、インダクタからのエネルギーは M_2 をオンにし、 M_1 をオフにすることによって出力に供給されます。

バックブーストにおいて M_2 および $M_{3,x}$ トランジスタがオンのフェーズにのみ電流が出力に供給される一方、バックモードにおいてサイクル全体を通じて電流がどのように出力に向けられるかに注意してください。出力に対するサイクル当りの電流供給が大きいため、バックコンバータは最も効率的なアーキテクチャとなります。

出力への供給は、出力エラーコンパレータが要求する順序で行われ、これはファーストイン/ファーストアウト(FIFO)とも呼ばれています。

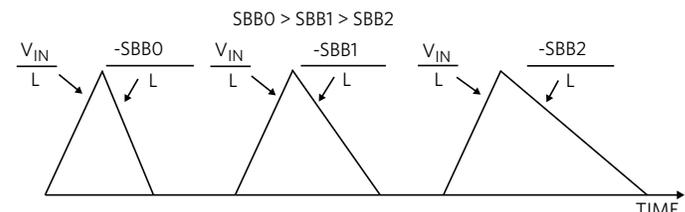


図5. SIMOの電流波形の例

図5に示すように、3つのスイッチングレギュレータは1つずつ動作し、インダクタ電流を0Aに減少させてクロスレギュレーションの問題を回避します。

より小さなスペースでバッテリー寿命を延長

小型のMAX77654 PMIC (WLP, 2.79mm x 2.34mm x 0.5mm) は、そのSIMOスイッチングレギュレータと内蔵LDOによって、標準的な実装に比べて41%小さなPCBスペースで損失を最小限に抑えて電力を供給します(次のセクションを参照)。図6では、PCB上のすべての能動および受動部品を考慮していません。占有する基板スペースは合計19.2mm²にすぎません。

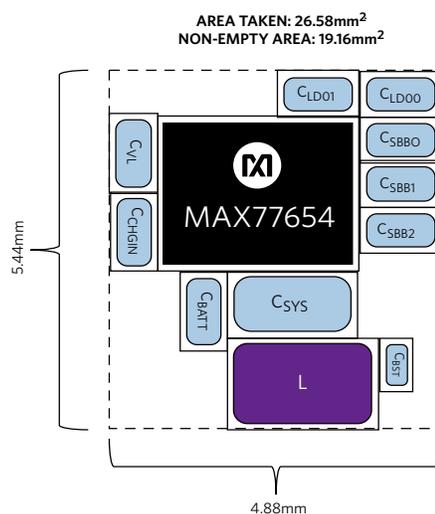


図6. 最小限の基板スペース(19.2mm²)しか占有しないSIMO PMICソリューション

効率

必要に応じてバックモードに設定可能であるため、効率上の利点がさらに拡大します。図7では、SIMOのバック動作はバックブースト動作を6%上回る効率を示しています。設定可能なインダクタピーク電流限度(I_{p_SBBx})は、0.5Aに設定されています。

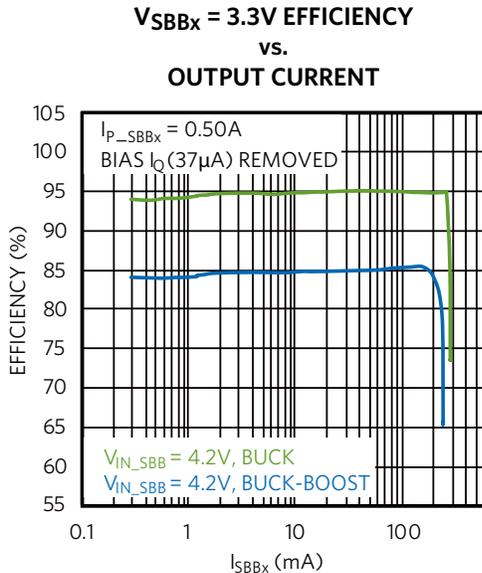


図7. バックおよびバックブーストの効率の比較

標準的なパワーマネージメント実装

スマートウォッチの標準的なパワーマネージメントシステムを図8に示します。PMICは、バッテリーチャージャ、マイクロに給電するバックコンバータ、およびディスプレイに給電するLDOを実装しています。2つ目のICはデュアルLDOで、センサーとBluetooth®に給電します。この図では、簡素化のために外付け受動部品は省略されています。

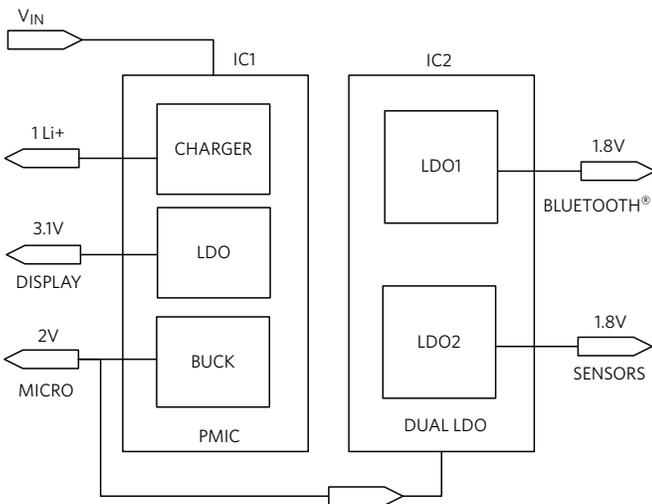


図8. 標準的なウェアラブルの電力フロー図

電力におけるSIMOの優位性

標準的な実装の電力ツリー全体を図9に示します。このスペースに制約がある標準的なソリューションでは、多数のLDOを使用しているため、総合的な効率は73.8%にすぎません。

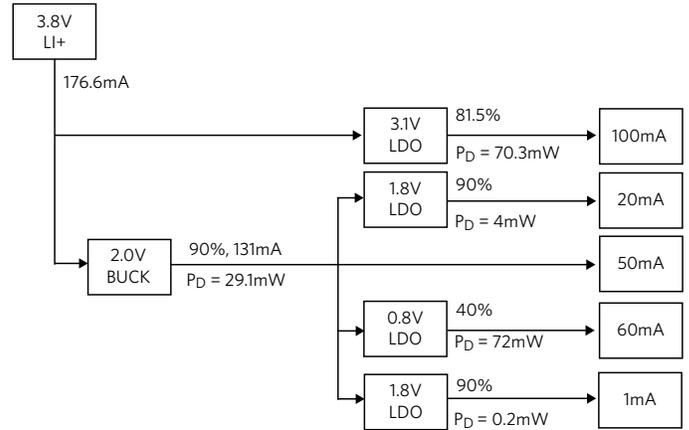


図9. 効率に劣る標準的なソリューションの電力ツリー

2つのソリューションの電力性能の比較を表1に示します。

表1. 従来のソリューションに対するSIMOの優位性

パラメータ	従来のソリューション	SIMO	SIMOの優位性
リチウムイオンバッテリー電流	176.6mA	152.6mA	SIMOは24mA節減
システム効率	73.8%	86.2%	SIMOは12.4%効率化
最低リチウムイオンバッテリー電圧	3.1V LDOにより32V	2.7V	SIMOはより大幅に放電可能

SIMOソリューションでは優れた効率によってバッテリー消費が低減されるとともに、動作範囲が拡大されるため(最小2.7V)、スマートウォッチの動作時間が延長されます。

サイズにおけるSIMOの優位性

図10のソリューションの図では、図9に示した標準的な電力フロー図のすべての能動および受動部品を考慮しています。

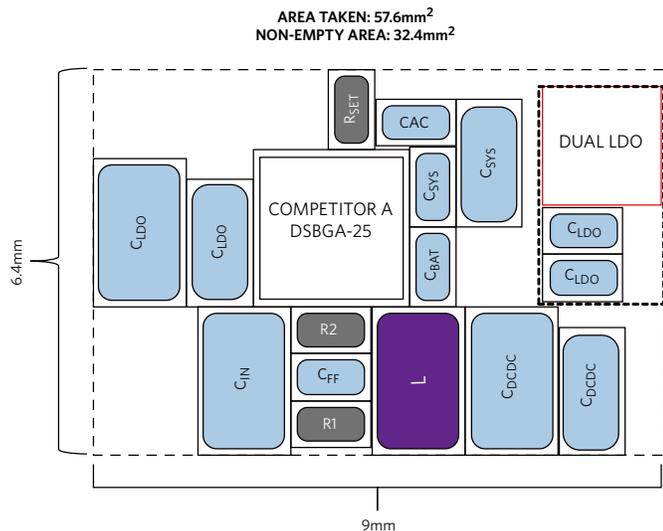


図10. 標準的なウェアラブルソリューションの基板スペース (32.4mm²)

この標準的なウェアラブルソリューションは、約32.4mm²の基板面積を占有します。これはSIMOベースのソリューションの面積(19.2mm²)を69%上回ります。この場合、比較的低水準の集積度、複数のLDOの使用、より大型の受動部品のために、ソリューションはスペースと電力の両面で非効率となります。

結論

このデザインソリューションでは、SIMOアーキテクチャに基づく高集積PMICによってスマートウォッチに給電することの利点について説明しました。SIMOソリューションと、PCBスペースおよび消費電力の両面で非効率な、集積度の低い標準的なソリューションを比較しました。MAX77654 PMICは、独特なSIMOアーキテクチャによって、より小さなスペースでより大きな電力を効率的に供給し、スマートウォッチなどの小型ポータブルアプリケーションのバッテリー寿命延長と小型化を可能にします。

用語集

- ブースト**: ステップアップスイッチングレギュレータ
- バック**: ステップダウンスイッチングレギュレータ
- LDO**: 低ドロップアウトレギュレータ
- Li+**: リチウムイオンバッテリー
- PCB**: プリント回路基板
- PMIC**: パワーマネジメントIC
- SBBx**: SIMOバックブースト電圧レギュレータ出力x
- SIMO**: 単一インダクタマルチ出力電圧レギュレータ

さらに詳しく:

MAX77654: 超低電力PMIC、単一インダクタ、3出力バックブースト、2 LDO、小型リチウムイオン用パワーパスチャージャ、および出荷時モード内蔵

SIMOでウェアラブルの寿命を延長する

デザインソリューション No. 158

Rev 0; September 2019

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

© 2019 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。

