

スマートフォンを利用したスマートウォッチへのワイヤレス給電

はじめに

ワイヤレス充電は、ポータブル電子機器における次の大きな波です。充電ケーブルが不要になると、ウェアラブル機器に対する給電の様相は一変します(図1)。しかし、この分野はまだ草創期にあり、複数の技術が競合する中で標準規格は確定していません。ポータブルガジェットの他の重要ブロックと同様に、ワイヤレスパワーレシーバは、1回の充電での長時間動作という期待に応えつつ、占有スペースを最小限に抑える必要があります。そのため、ワイヤレスパワーレシーバは非常に小型かつ高効率で、複数の規格に準拠しなければなりません。このデザインソリューションでは、現在の状況下で電磁誘導式ワイヤレス充電パワーレシーバを設計する際の課題について説明します。さらに、これらの課題への対処に加えて、ピアデバイスへのワイヤレス電力伝送を可能にする革新的なソリューションを紹介します。



図1. ワイヤレス充電

ワイヤレス充電システム

図2は電磁誘導式ワイヤレス充電システムの概要図です。充電は、機器を充電パッド上に置くだけで自動的に開始されます。送信コイル(L_T)は充電パッド内に置かれ、数百kHzのAC信号を生成します(WPCおよびPMA)。エネルギーの伝送は、送

信コイルとスマートウォッチ内の受信コイル(L_R)との磁気結合を介して行われます。AC信号はレシーバ(Rx)内で整流され(V_{RECT})、LDOによって安定化されます。電力はトランスミッタ(Tx)からレシーバへと流れますが、ワイヤレスデータ信号は逆方向に流れ、レシーバのステータスをトランスミッタに報告します。レシーバのステータスに対応して、トランスミッタは送信電圧の振幅を調整します。

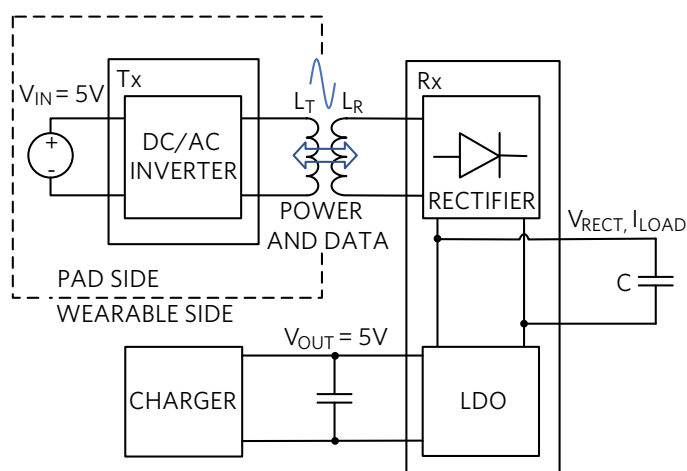


図2. ワイヤレス充電システム

重負荷時には、整流電圧(V_{RECT})は出力電圧(V_{OUT})に非常に近いレベルに維持され、LDOの損失が最小限に抑えられます。軽負荷時には、急速な立上りエッジを伴う重負荷のアプリケーションにおける負のスパイクの発生を見越して、 V_{RECT} は高レベルに維持されます。システム全体は、低帯域幅のクロースドループ電圧レギュレータとして動作します。

ワイヤレス電力伝送の規格

現在、レシーバとトランスミッタ間における電力およびデータのワイヤレス伝送を規制する単一の標準規格というものはありません。2つの一般的な規格としてPMAとWPC/Qiがあり、これらはどちらも電磁誘導充電に基づきますが、電力および信号の伝送方法に明確な違いがあります。両規格とも、チャージャとレシーバを1cm~数cmの距離まで接近させる必要があります。より長い距離にわたる電力のワイヤレス伝送も登場しています。

ワイヤレス充電の制約

ワイヤレス充電を利用すれば、外出時にチャージャやUSBケーブルを携帯する必要はなくなります。しかし、充電パッドが簡単に使用可能でなければなりません。現在ではホテルやレストラン、空港などに充電パッドが設置され、ワイヤレス充電はますます利用しやすくなっています。

最先端のソリューション

最先端のワイヤレスチャージャは、前述の課題に対処する必要があります。複数の規格に準拠し、超低消費電力かつ小型サイズで、提供されている充電パッドとの連携が可能でなければなりません。

MAX77950は、WPCローパワーv1.2およびPMA SR (v2.0)通信プロトコルの仕様上の要件を満たす先進的なワイヤレスパワーレシーバICです。このデバイスは、WPCまたはPMAトランスミッタと組み合わせると近距離磁界誘導を利用して動作し、最大12Vの出力電力を供給します。

アクティブブリッジ整流器

MAX77950ワイヤレスレシーバの中核には、AC入力電圧 $V_{IN}(f)$ （振幅 V_{IN} および周波数 f の正弦曲線）を受け入れるだけでなく、これを整流してフィルタリングするトランジスタブリッジ整流器(図3)があります。この整流器内の4つの低 $R_{DS(ON)}$ nチャネルトランジスタは、旧来のダイオードブリッジ整流器の実装に比べて電力損失を大幅に低減します。図3の破線は、MOSFETの寄生ダイオードを表しています。

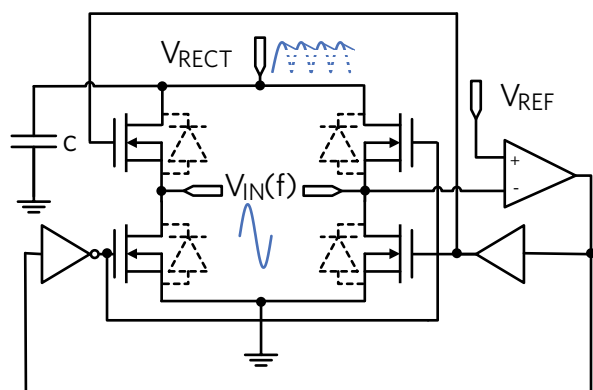


図3. AC-DCアクティブブリッジ整流器

有限ステートマシン

V_{RECT} 出力電圧と負荷電流の関係は、アプリケーションの規定されたプロファイルに適合する必要があります。この目的を達成するために、 V_{RECT} および対応する電流(I_{LOAD})を(アンペアAによって)測定し、(ADCによって)デジタル化して、有限ステートマシン(FSM)に入力します。FSMは、この情報を定義済みの V_{RECT} 対 I_{LOAD} のプロファイルテーブルと比較し、 V_{RECT} に対する「次の」最適値を計算します。この情報はワイヤレスでトラン

スミッタに返信され、トランスミッタは送信振幅を適宜調整します(図4)。

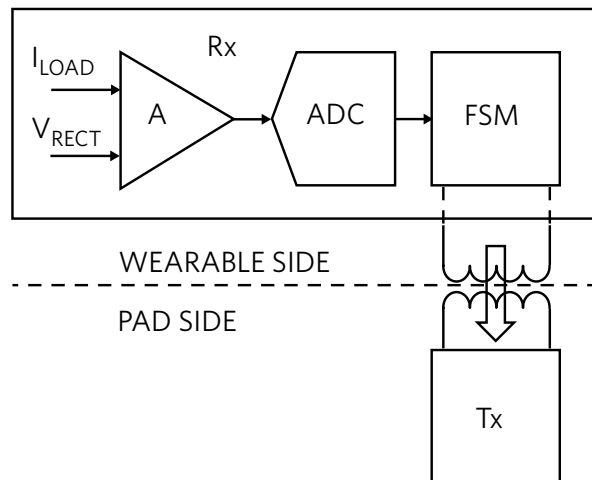


図4. V_{RECT} のフィードバックループ

標準的な整流器の出力プロファイル

クローズドループシステムは、整流電圧(V_{RECT})を制御してLDO両端の電力損失を最小限に抑えます。特定のアプリケーションに対して、 V_{RECT} の電圧プロファイルは、電圧-電流空間における複数(n)の座標(V_{RECTn} , I_{LOADn})によって規定されます。これらの座標は、 I^2C バスを通じてチップレジスタにロードされます。図5は標準的な例で、 V_{RECT} の4つの異なる電圧レベルが負荷の関数として示されています。

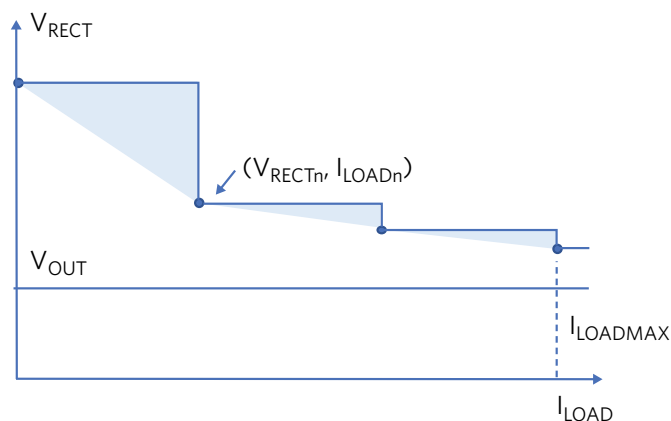


図5. 標準的な整流電圧のプロファイル

このように座標の精細度が低い場合、各ステップの下に青色で示された三角形の領域は浪費される電力に相当します。

MAX77950整流器の出力プロファイル

MAX77950は、8つの座標に対応しています(図6の青色の点に相当)。これによって精細度が上がり、 V_{RECT} のプロファイルはより滑らかなものとなります。さらに、FSMは負荷電流を測定し、その測定された電流値に隣接する2つの規定された座標(「n-1」および「n」の点)間で補間した V_{RECT} 電圧(図6の白抜き点)を強制します。その結果、量子化誤差による電力の浪費は大幅に減少します。

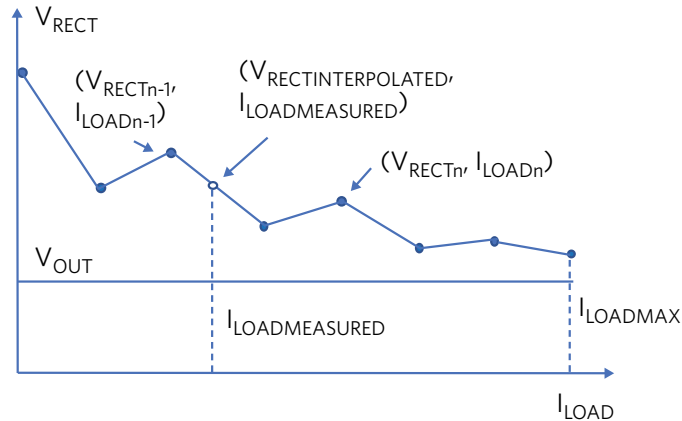


図6. MAX77950の整流電圧のプロファイル

MAX77950の効率上の優位性

低損失、アクティブブリッジ整流器、精細に調整されたLDO入力電圧(V_{RECT})の組み合わせによって、優れた効率性能が実現します。図7は、MAX77950と競合製品のソリューションについて、 V_{IN} から V_{OUT} まで(図2)測定したシステム効率を示しています。

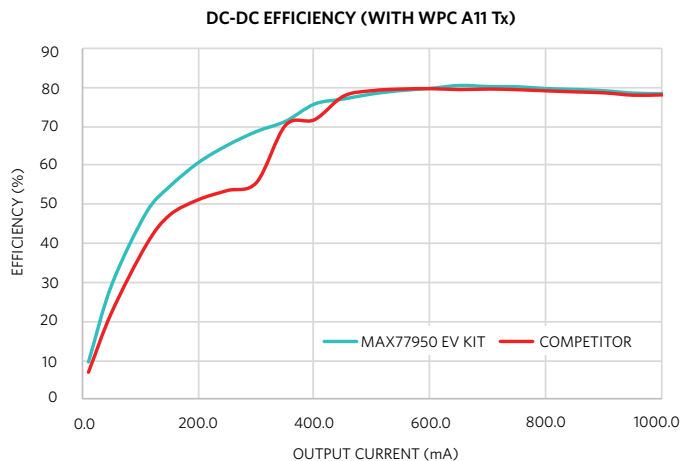


図7. MAX77950の効率上の優位性

予想どおり、損失の減少によって中負荷および軽負荷時に優れた効率が実現し、300mA付近で最大15%の最も大幅な優位性が得られます。

ピアツーピア充電

追加的な利点として、MAX77950はPeerPower™を実装しており、ピアツーピアのワイヤレス充電が可能です。このICは、図3の整流器ブロックをDC-ACインバータに再構成します。この場合、受信コイルは、交流電力をピアデバイスに伝送するトランスミッタとして動作します。図8は、DC ($V_{IN}(DC)$)から方形波($V_{OUT} = \pm V_{IN}$)への変換を示しています。後続のフィルタリングによって、ピアデバイスに送信される正弦波形が生成されます。

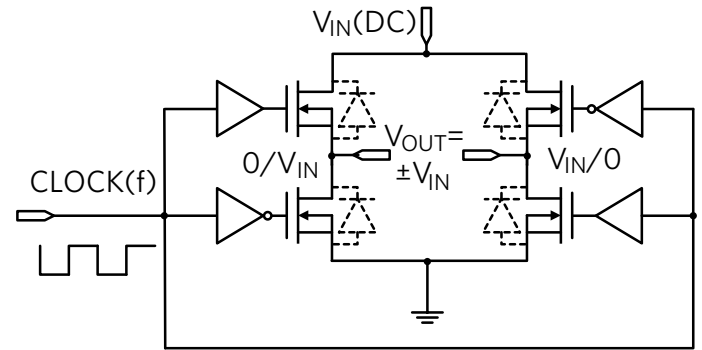


図8. DC-ACアクティブブリッジインバータ

標準的なアプリケーションの一例として、PeerPowerでは、スマートフォンからスマートウォッチに対する電力のワイヤレス伝送が可能です。スマートフォンから引き出される電力は比較的小さいものの、スマートウォッチの充電には十分です。PeerPowerは、いつでもどこでも利用可能なワイヤレス充電に向けた重要な一歩であり、充電パッドを不要にします。

小型サイズ

MAX77950は、小型(3.84mm × 2.64mm)のWLP、52ピンパッケージに封止されています。この極めてコンパクトなパッケージに加え、必要な外付け部品がごくわずかであるため、MAX77950は最小のウェアラブル設計にも最適です。

結論

このデザインソリューションでは、ワイヤレス充電システムについて検討し、複数の規格、小型サイズ、電力効率、充電ステーションの利用可能性という課題について概説しました。小型のMAX77950は、卓越したコンパクトなソリューションを提供します。このデバイスはWPCとPMAの両方の通信プロトコルで動作し、複数の規格という課題を克服します。このデバイスの優れた効率は、長時間にわたる無接続の動作を可能にします。ピアツーピア充電によって、業界はいつでもどこでも充電可能な機器の実現へと近づきます。

PMA: Power Matters Alliance

Qi: WPCによって開発されたオープンなインタフェース規格

WPC: Wireless Power Consortium

さらに詳しく:

[MAX77950 WPC/PMAデュアルモードワイヤレスパワーレシーバ](#)

デザインソリューション No. 49

Rev1 ; October 2017

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](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。

