

アンプで心拍数モニタのバッテリー駆動時間を延長

はじめに

パーソナルヘルス監視用のウェアラブル技術はこれから台頭する分野であり、非常に大きいビジネスになる可能性を備えています。毎日のように、拍動、ワークアウトアクティビティ(起立、移動、および運動)、カロリー、心拍数、睡眠パターンなどの監視が可能な新しいリストバンドやスマートウォッチが登場しています。このデザインソリューションでは、心拍数監視を支える技術、その課題、および消費電力を低減しウェアラブル機器使用時間を延長する方法について説明します。



図1. スマートウォッチの心拍数表示

1 μ Aもおろそかにできない

200mAhの、スマートウォッチのバッテリーは、1日の使用時間を24時間サイクル中およそ4時間アクティブ動作と定義して、通常は1日の使用または2週間のスタンバイ時間をサポートする必要があります。これに対応するスマートウォッチの電子回路(マイクロプロセッサ、メモリ、センサー、ディスプレイ、およびパワーマネジメント)の1日の許容量は50mAです。したがって、1.5mAを消費する標準的なオペアンプは利用可能な電流の3%をフルに要求することになり、これは7分間の使用時間に相当します。本当に、1 μ Aもおろそかにはできません。

心拍数監視

脈に触れることによって拍動を検出するのは非常に容易です。血液は心臓によっておよそ1秒に1回(1Hz)の割合で勢いよく循環させられます。心筋の収縮は血流の増大(動脈を通して多量の血液を吐出)に相当し、心筋の弛緩は減少に相当します。心臓の拍動ごとに、流れ込む血流に対応して動脈が拡大し、拍動の間では縮小します。このように検出される拍動によって、人が生きていることが確認されます。より決定が難しいのは心拍数です。ここで役立つのが、リストバンドやスマートウォッチの形をしたウェアラブルです。

PPG

反射型フォトプレチスモグラフィ(PPG:光電式容積脈波法)は、光パルスを使用して心拍数を測定する手法で、心臓のポンピング動作の結果生じる血流量の変化を検出します。緑色光は血流中で最も大きい変調度を示し、増大時に吸収が最大で、減少時に最小となります(血液が多いほど吸収が大きい)。PPGの緑色LEDは短い光パルスを出し、その光は皮膚を透過したあと反射されて戻ってきます。光のうち血液によって反射された部分は血流の増大と減少によって変調され、フォトディテクタによって拍動の周波数のAC信号として検出されます。対象範囲で動きのない部分も光を反射しますが、それはDC信号として検出され、あとで信号処理によって除去されます。

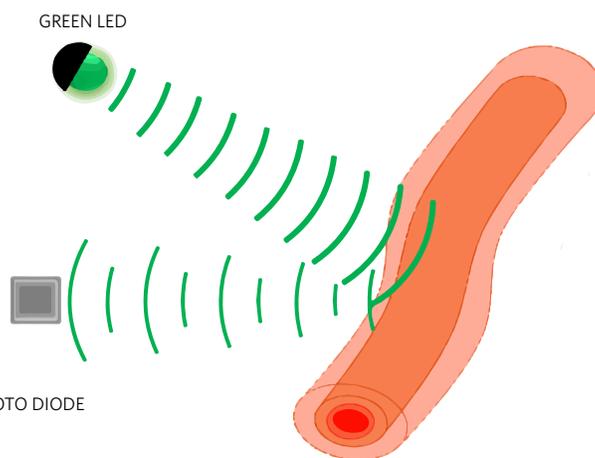


図2. 動脈血流の増大と減少によって変調される緑色LED光の図

信号の増幅

緑色LEDからの光に対応してフォトダイオードによって生成された電流信号は、通常は心拍数モニタのアナログフロントエンド(AFE)回路によって処理されます。AFEの中核にあるのは低電力オペアンプです。トランスインピーダンス構成のオペアンプ(図3)は、フォトダイオード(PD)電流 I を R 倍に増幅し、出力電圧 $V_{OUT} = I \times R$ を生成します。コンデンサ C は時定数 RC のローパスフィルタを実装します。このローパスフィルタは低周波数の心拍数信号は通過させますが、より高い周波数のノイズはすべて除去します。

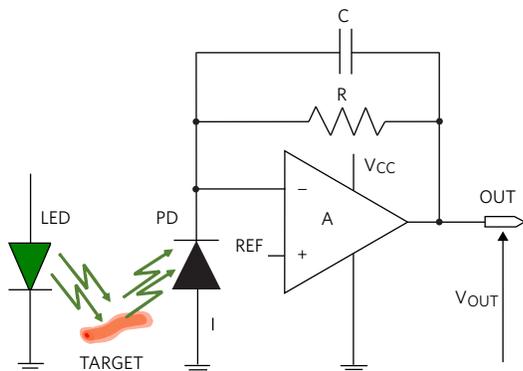


図3. トランスインピーダンスアンプ

心拍数監視に最適なアンプ

このアプリケーションに最適なアンプは、高速、低電力、高精度、および低入力電流ノイズを兼ね備えたものです。MAX44260は、このニーズに適合する特性を独自の組み合わせで提供します。MAX44260は15MHzの帯域幅をわずか750 μ Aの消費電流で提供するため、 μ A / MHzの単位で見れば非常に効率的で、消費電力は非常にわずか(標準的な競合デバイスの50%)です。1.2fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ の電流ノイズ密度は、電流から電圧への変換誤差を最小限に抑えるために役立ちます。シャットダウン端子によって、必要なときにのみデバイスを動作状態に維持することができるため、さらなる電力の節約が可能です。最小1.8Vでの動作も電力を節約し、より多くのポータブルおよび低電力システムがより低い電圧レールの使用へと移行しているため必須の特長です。

信号処理の特長

MAX44260は、その他にも特にヘルス監視アプリケーションに最適な特長を備えています。独自の設計によって、ウェアラブル機器に見られるRF信号への優れた耐性を提供します。低入力バイアス電流(室温で0.01pA (typ))は、ハイインピーダンスのセンサーまたはフォトダイオードを測定する場合に重要です。高い入力バイアス電流ではセンサーの読み値が劣化するまたは歪む可能性があるためです。最後に、低電圧オフセットと低ノイズの組み合わせは、スタンドアロンのアナログ-デジタルコンバータ(ADC)またはマイクロコントローラに内蔵されたもの(図4)のいずれの駆動にも最適です。

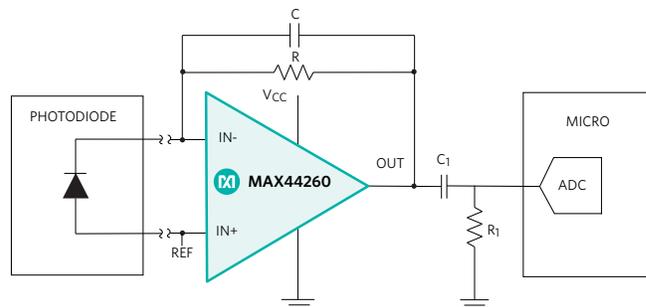


図4. 信号処理

結論

心拍数モニタのAFE回路のオペアンプで、帯域幅およびRF耐性を最大化しながら、消費電力、入力バイアス電流、および入力ノイズを最小限に抑えることの重要性について解説しました。1.8V、15MHz、低オフセット、低電力、レール・ツー・レールI/OオペアンプのMAX44260は、すべての主要な基準を満たすため、要求の厳しいウェアラブルヘルスケア監視アプリケーション用に最適な選択肢です。

さらに詳しく:

[MAX44260 1.8V、15MHz、低オフセット、低電力、レール・ツー・レールI/Oオペアンプ](#)

デザインソリューション No. 7

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。

