

設置場所の環境から電力を発生してワイヤレス・センサのバッテリーを不要にする環境発電（エネルギーハーベスト）システム

デザインノート 483

Jim Drew

はじめに

超低消費電力マイクロコントローラの最近の進歩により、その動作に必要な電力レベルではこれまでなかった集積度を實現したデバイスが作り出されています。これらは、電力をシャットダウンして機能をアイドル状態にするなどの強力な省電方式を備えたシステムオンチップです。実際、これらのデバイスを動作させるのに必要な電力は非常に小さく、多くのセンサはそのままバッテリーで駆動できるのでワイヤレスになりつつあります。残念なことに、バッテリーは定期的な交換する必要があり、保守するのにコストと手間がかかります。もっと効果的なワイヤレス電源ソリューションでは、センサの設置場所の周囲の機械的、熱的、または電磁的エネルギーを捕集するでしょう。

図 1 に示されている LTC3588-1 は、圧電トランスジューサなどの高インピーダンス・ソース向けに最適化された環境発電（エネルギーハーベスト）ソリューションです。これは低損失全波ブリッジ整流器および高効率同期整流式降圧コンバータを備えており、入力貯蔵デバイスから、最大 100mA をサポート可能な安定化された電圧でエネルギーを出力に送ります。LTC3588-1 は 10 ピン MSE および 3mm × 3mm DFN パッケージで供給されます。

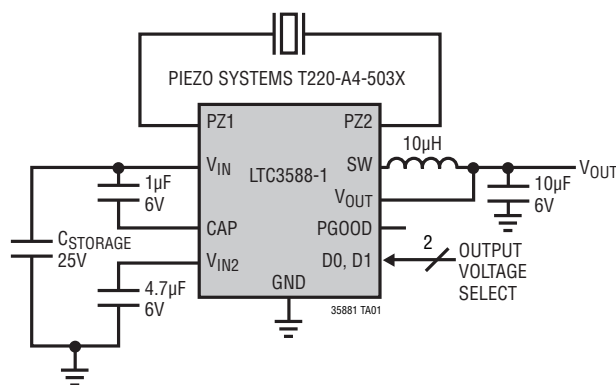


図 1. 圧電トランスジューサなどの高インピーダンス・ソース向けに最適化された環境発電（エネルギーハーベスト）ソリューション

環境エネルギー源

環境エネルギー源には、光、熱差、振動ビーム、送信された RF 信号、トランスジューサを介して電荷を生じることができるその他のソースが含まれます。たとえば、以下のものがあります。

- 小型ソーラーパネルは多年にわたりハンドヘルド電子機器に電力を供給してきましたが、直射日光の下で 1cm^2 当たり数 100mW、間接光では 1cm^2 当たり数 $100\mu\text{W}$ を発生することができます。
- ゼーベック素子は温度勾配が存在する場所で熱エネルギーを電気エネルギーに変換します。熱エネルギー源は、数 $100\mu\text{W}/\text{cm}^2$ を発生可能な体温から、表面温度が数 $10\text{mW}/\text{cm}^2$ を発生可能な炉の排気筒に至るまで様々です。
- 圧電素子は素子の圧縮やたわみによりエネルギーを発生します。圧電素子は、そのサイズや構造に依存して、数 $100\mu\text{W}/\text{cm}^2$ を発生することができます。
- RF エネルギーはアンテナによって捕集され、数 $100\text{pW}/\text{cm}^2$ を発生することができます。

自足したワイヤレス・センサ・システムをうまく設計するには、低エネルギー環境から最小限の電気エネルギーを消費する省電マイクロコントローラおよびトランスジューサを必要とします。現在では両方とも簡単に入手できるので、欠けているのはトランスジューサの出力を利用可能な電圧に変換する能力をもった高効率電力変換製品だけです。

エネルギー源 / トランスジューサ、エネルギー貯蔵素子およびこの貯蔵されたエネルギーを使いやすい安定化された電圧に変換する手段を備えた環境発電（エネルギーハーベスト）システムを図 2 に示します。エネルギーがトランスジューサに逆供給されるのを防ぐため、または圧電デバイスの場合 AC 信号を整流するため、エネルギー・トランスジューサとエネルギー貯蔵素子の間に電圧整流ネットワークが必要になる可能性があります。

LT, LTC および LTM はリニアテクノロジー社の登録商標です。他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

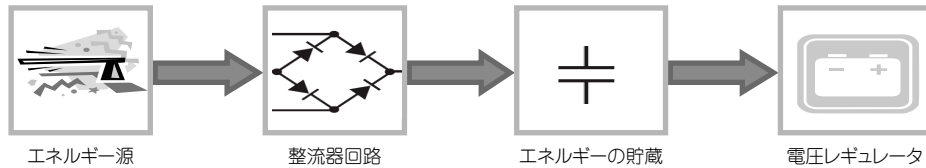


図 2. 環境発電（エネルギーハーベスト）システムの部品

応用例

LTC3588-1 は、トランスジューサの出力電圧が、(D0 と D1 の入力ピンで設定される特定の出力電圧に対応する) 低電圧ロックアウトの上昇方向スレッショルド・リミットを上回ることを必要とします。最大エネルギーを転送するには、エネルギー・トランスジューサの開回路電圧は入力動作電圧の 2 倍が必要で、短絡電流は必要な入力電流の 2 倍が必要です。連続出力電力を達成するには、ソースの最小励起レベルでこれらの要件を満たす必要があります。

圧電トランスジューサのアプリケーション

空気流内に置かれたとき 3.3V で 100 μ W の電力を発生する圧電システムを図 3 に示します。圧電素子のたわみは 50Hz の周波数で 0.5cm です。

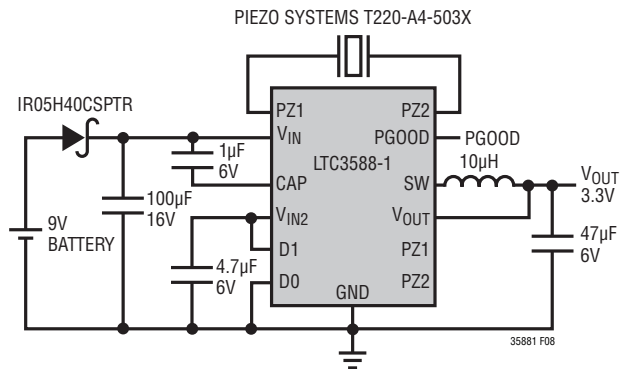


図 3. 圧電エネルギーハーベスタ

ゼーベック・トランスジューサのアプリケーション

Tellurex Corporation のゼーベックトランスジューサを使った環境発電（エネルギーハーベスト）システムを図 4 に示します。熱差により、300mW の出力負荷を支える出力電圧が発生します。トランスジューサを PZ1 入力に接続すると、熱源が取り去られたとき逆電流がゼーベック・デバイスに流れ込むのを防ぎます。100 Ω の抵抗により電流制限が与えられ、LTC3588-1 の入力ブリッジを保護します。

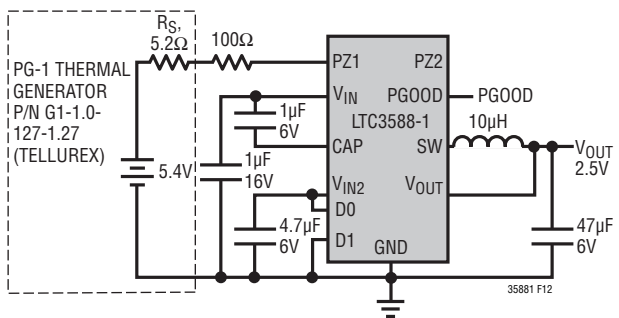


図 4. ゼーベック・エネルギーハーベスタ

標準的蛍光灯によって生じる電磁界から捕集したエネルギー

このアプリケーションは既存概念にとらわれない思考を必要とします。高電圧蛍光灯の周囲の電界からエネルギーを捕集するシステムを図 5 に示します。2 フィート × 4 フィートの蛍光灯設備から 6 インチ離して 12 インチ × 24 インチの銅板が 2 枚置かれています。これらの銅板がその容量を利用して周囲の電界から 200 μ W を捕集し、LTC3588-1 がその電力を安定化された出力に変換します。

まとめ

LTC3588-1 は、リモート・センサが、バッテリーなしで、周囲の環境からエネルギーを捕集して動作できるようにします。このデバイスはパワー・マネジメントに不可欠な機能を全て備えています。つまり、低損失ブリッジ整流器、高効率降圧レギュレータ、降圧コンバータをオン / オフする低バイアス UVLO 検出器、および電力が利用可能状態になるとマイクロコントローラを覚醒させる PGOOD 状態信号を備えています。LTC3588-1 はわずか 5 個の外部部品を使って最大 100mA の負荷をサポートします。

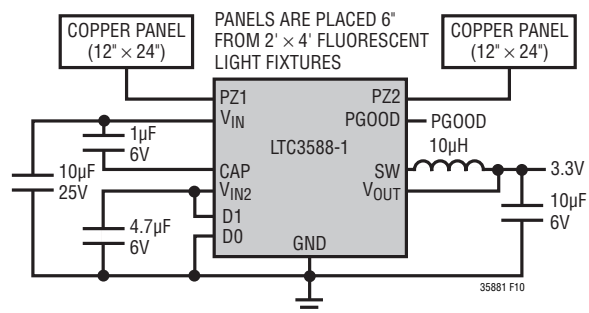


図 5. 電界エネルギーハーベスタ

データシートのダウンロード: <http://www.linear-tech.co.jp>

リニアテクノロジー株式会社

102-0094 東京都千代田区紀尾井町 3-6 紀尾井町パークビル 8F
TEL(03)5226-7291 FAX(03)5226-0268
<http://www.linear-tech.co.jp>

dn483f LT/AP 1010 • PRINTED IN JAPAN

LINEAR TECHNOLOGY
© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2010