

主 論 文 要 旨

論文題名 マイクロ環境発電における極低電力パワー マネージメント回路構成法の研究

ふりがな うつのみや ふみやす
氏名 宇都宮 文靖

主論文要旨

本論文では、マイクロ環境発電を用いたセンサネットワーク用ワイヤレスセンサ端末の極低電力パワーマネージメント回路構成を明らかにした。具体的には、パワーマネージメント回路構成として熱発電腕時計における電源回路構成と、LED 発電による零待機電力フォトセンサスイッチ構成を述べた。

熱発電腕時計は、体温と室温の温度差で発電する熱発電素子を腕時計内部に組み込んだ機器であり、装着時に熱発電素子の発電電力を2次電池に常に充電することで時計の電池交換を不要にできる。熱発電素子は、乾電池と異なり周囲の環境によって出力が大きく変動し、内部抵抗が大きいため、発電電力を2次電池に効率良く充電するパワーマネージメント回路が必要になる。本論文では、可変段数スイッチトキャパシタ昇圧回路で最大電力点追従制御 (MPPT) を行う極低電力の電源回路を提案し、熱発電素子から発電電力を最大限に取り出す手法を確立した。本電源回路を熱発電腕時計に適用した場合、1時間の装着で12時間分の時計動作のための充電量が得られること、MPPT技術を用いることにより約2倍の充電量を確保できることを明確にした。零待機電力フォトセンサスイッチは、ワイヤレスセンサ端末の待機電力を削減することにより電池を長寿命化する回路である。従来のセンサ端末は、起動時に外部からの起動トリガー信号を検出する検出回路が必要であり、消費電力の大きい検出回路を常時動作させる必要があるため、検出回路を含むセンサ端末の待機電力が大きくなる問題があった。本研究では、LED素子を発電に用い、発電変化をnWレベル以下の極低電力で検知できる零待機電力フォトセンサスイッチを提案した。まず、可視光LEDを用いたフォトセンサスイッチとして、ディプレッション型nMOSFETを用いた単一入力のラッチ回路構成によるED-CMOSレベル変換回路を提案し、nWレベルの消費電力でLED素子での発電の有無をレベル変換回路で検出できることを示した。また、試作したフォトセンサスイッチをワイヤレスマウスに搭載し、通常使用で従来機器に比べて電池寿命が2倍に延びることを示した。次に、赤外LEDを用いたフォトセンサスイッチとして、サブスレッショルド動作の電源立ち上がりエッジ検出回路を提案し、消費電力40pWで赤外線起動パルス信号を検知できることを示した。本センサスイッチを赤外線制御の受信機に適用し、零待機電力で距離6mから受信機のリモコン制御が可能となることを実証した。