

令和 5 年 5 月 23 日現在

機関番号：14501

研究種目：奨励研究

研究期間：2022～2022

課題番号：22H04221

研究課題名 超小型ウェアラブルIoTデバイスに向けた再生可能エネルギー利用技術の研究

研究代表者

松本 香 (Matsumoto, Kaori)

神戸大学・工学研究科・教室系技術職員

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 480,000円

研究成果の概要：近年、AI・IoTと呼ばれる高度情報化社会の実現に注目が集まっている。これらの社会では、我々の生活の質を高めることが期待されている。本研究では、超小型ウェアラブルIoTデバイスに向けたバッテリーレス・メンテナンスフリーで動作するパワーマネジメントシステム技術の構築を推進した。実現に向けた技術課題として、電源供給の問題が挙げられる。そこで、環境から得られる微小なエネルギーを、電力に変換する技術であるエネルギーハーベスティングに注目した。超小型IoTウェアラブルデバイスの自立電源化を目指し、再生可能エネルギーを高効率に利用する技術を開拓した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、小型センサノードのバッテリーレス・メンテナンスフリー動作を実現する創造性の高い回路技術を実現した。システムが利用する電力を、その場発電、その場蓄電、その場利用することを特徴とし、我々の周りのインフラ・環境・生体情報の取得を目的とした次世代情報システムの実現に向けた基盤技術開拓を行っている。電源自体も含めて集積回路を1つのシリコンウェハ上に実装することを推進し、超低消費電力LSIと小型発電・蓄電デバイスを集積統合した次世代の技術基盤の発展が期待される。

研究分野：集積回路工学

キーワード：IoTデバイス 再生可能エネルギー 環境発電 エネルギーハーベスティング パワーマネジメント 最大電力点追従制御 超低消費電力集積回路 太陽電池

1. 研究の目的

近年、AI (Artificial Intelligence)・IoT (Internet of Things)と呼ばれる高度情報化社会の実現に注目が集まっている。あらゆるモノにセンサデバイスを搭載し、モノ同士をインターネットに接続することで、情報を共有・活用する次世代情報社会のことである。これらの社会では、我々の生活の質を高めることが期待されている。図1のような超小型ウェアラブル IoT デバイスの実現に向けた技術課題として、長期間にわたり【バッテリーレス】・【メンテナンスフリー】動作が可能なが求められる。その解決手法として、微小なエネルギーを収穫（ハーベスト）して、電力に変換する技術であるエネルギーハーベスティングが注目されている。そこで本研究では、超小型 IoT ウェアラブルデバイスの自立電源化を目指し、環境から得られる再生可能エネルギーを高効率に利用する技術を開拓することを目的とする。

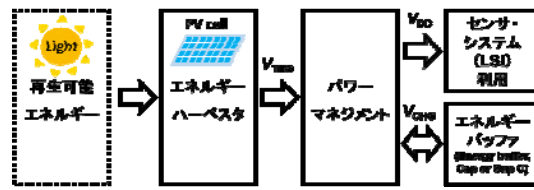


図1 超小型ウェアラブル IoT 機器の構成例

2. 研究成果

(1) 昇圧回路

自立電源化に向け、太陽からの微弱な環境エネルギーの高効率な昇圧制御について検討を行った。小型太陽電池から得られる電圧は低いため、IoT デバイスを直接駆動することはできない。そのため、昇圧回路を用いて所望の電圧に変換することが必要となる。昇圧回路を効率よく動作させる手法に、最大電力点追従 (MPPT : Maximum Power Point Tracking) 制御技術がある。図2に太陽電池と提案システムの出力電圧を示す。MPPT 制御前は、太陽電池の開放電圧 V_{PV} は 0.58 V であった。MPPT 制御を行った後、最大電力点（開放電圧の約 80%）である 0.46 V を出力することを確認した。また、昇圧システムの出力電圧 V_{OUT} は、約 6 倍を出力しており、設計した回路が所望の動作を行っていることを確認した。構築した回路の測定評価により、適切な動作点でハーベスタを動作させることができることを確認した。

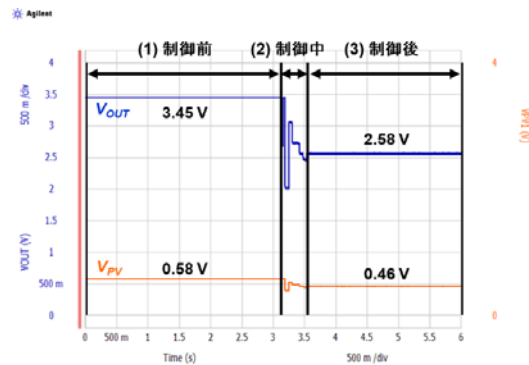


図2 太陽電池と提案回路の出力電圧

(2) オンチップ太陽電池

超小型ウェアラブル IoT デバイスへの運用には、電力供給の課題が挙げられる。小型ボタン電池等の利用が考えられるが、サイズが大きくなる等の様々な課題から、化学電池に代わるエネルギー源が期待されている。周りの環境から得られる再生可能エネルギーを用いた環境発電技術には様々な方法があるが、今回は光エネルギーを利用した超小型太陽電池について検討した。超小型 IoT デバイスを動作させるための電源は外部から得ていたが、本研究では、電源自体も含めて1つのシリコンウェハ上に実装した。従来の利用方法では、電力損失・電圧降下が大きく、性能を十分に発揮できなかったが、接続方式を変更することで、従来よりも高い電圧と電力が得られることが分かった。図2に従来と提案手法について、その特性評価の結果を示す。提案手法の電圧が 0.1 V 以上高く、性能向上を確認した。

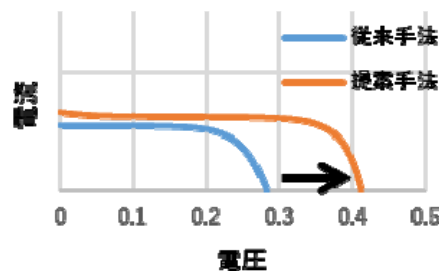


図3 オンチップ太陽電池の特性評価

小型センサノードのバッテリーレス・メンテナンスフリー動作を実現する創造性の高い回路技術を実現した。超低消費電力 LSI と小型発電・蓄電デバイスを集積統合した次世代の技術基盤の発展が期待される。

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Matsumoto Kaori, Ikeda Ryuki, Sebe Hikaru, Kuroki Nobutaka, Numa Masahiro, Kanemoto Daisuke, Hirose Tetsuya	4. 巻 62
2. 論文標題 Fully-integrated switched-capacitor voltage boost converter with digital maximum power point tracking for low-voltage energy harvesting	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SC1071 ~ SC1071
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.35848/1347-4065/acb77e	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Matsumoto Kaori, Ikeda Ryuki, Sebe Hikaru, Kuroki Nobutaka, Numa Masahiro, Kanemoto Daisuke, Hirose Tetsuya
2. 発表標題 Switched-Capacitor Voltage Boost Converter with Digital Maximum Power Point Tracking for Low-Voltage Energy Harvesting
3. 学会等名 2022 International Conference on Solid State Devices and Materials（国際学会）
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名