

矢嶋 赳彬

東京大学大学院工学系研究科
助教

抵抗変化素子を活用した環境発電用回路技術の創成

§ 1. 研究成果の概要

環境発電は発電量が小さいため、その制御回路の消費電力はさらに小さくしなければならない。制御回路の消費電力を劇的に下げるため、本研究では神経細胞を模倣した「ニューロン回路」を基本素子とする新しい回路技術を開発し、ナノワットで回路を制御することを目指している。2019 年度は、(1) TSMC のプロセスを利用した回路チップ設計を行い、(2) ニューロン回路を使った非同期回路のアーキテクチャを検討し、(3) ナノワットで温度補償するための特殊なサーミスタ回路を相転移材料を用いて実現した。

(1) 回路チップ設計

前年度までに理想 FET を用いて蓄積してきたナノワット回路技術を結集し、TSMC 0.18um プロセスを用いて MEMS 振動発電のための電源回路を試作した。①100nW 以下の微小発電でも蓄電するための同期整流、②power factor correction 回路によるインピーダンス整合、③素子特性ばらつきへの対処、④ノイズ対策、⑤外付けインダクタとキャパシタの選定、⑥測定系の構築を行った。

(2) ニューロン回路を使った回路アーキテクチャの構築

試作の中で、ニューロン回路を用いた回路アーキテクチャを以下のように構築した。A. 回路の待ち時間ごとにニューロン回路を割り振り回路を非同期駆動(図1)、B. 複数の並列プロセス間でハザードをマスタースレーブ型フリップフロップで回避。

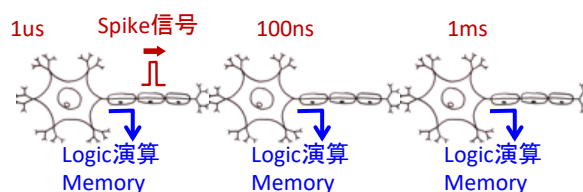


図. ニューロン回路を利用した非同期アーキテクチャ。

(3) 温度補償のためのサーミスタ回路

ナノワット回路ではトランジスタはサブスレッシュホールド領域で動作するため、温度の影響を受けやすい。しかしナノワットの制約下でこれを補償する回路技術は存在しない。そこで相転移材料を用いた超低消費電力サーミスタを用いて、この問題を解決する手法を構築した。