

2024 年度年次報告書

CRONOS 川原領域

2024 年度採択研究開発代表者

新津 葵一

京都大学 大学院情報学研究科

教授

動的環境順応時空間拡張に資する半導体共進化微細 IoT

研究開発体制：

樋口 ゆり子（京都大学 大学院情報学研究科 教授）

1. 研究進捗状況と成果

2024 年度においては、動的環境順応時空間拡張に資する半導体共進化微細 IoT の基盤技術構築を実施した。

動的環境順応時間拡張に資する半導体共進化微細 IoT 向け集積回路設計技術として、非ゲート入力の回路構成である自己発振型電圧倍化回路 (Self-Oscillating Voltage Doubler) の開発を行った。自己発振型電圧倍化回路は電圧スタックされたリングオシレータとキャパシタで構成されるが、搭載面積を最小化するために配線層の上層において形成したキャパシタを導入した。トランジスタ層 (フロントエンド製造工程) においてリングオシレータを構成し、その上空の配線層 (バックエンド製造工程) においてキャパシタを構成するアーキテクチャを新たに提案した。

7nm RF FinFET プロセスにおいて、設計・試作したところ、最低動作電圧 110 mV、最小動作開始起電力 12 pW、回路実装面積 0.00006 mm² での動作を実集積回路上で実証することに成功した。最小動作開始起電力については、従来技術の最小動作開始起電力である 6 nW に比べて、1/500 まで低減することに成功した。面積についても、従来の 0.86 mm² に比べて、1/14,300 以下まで低減することに成功した。

動的環境順応空間拡張に資する半導体共進化微細 IoT 向け集積回路設計技術として、先端 CMOS プロセスを用いた無線送信器回路を開発した。限られたアンテナサイズの中で出来る限り長距離の通信が行えるように、オンチップインダクタとゲートキャパシタの LC 共振を用いて発振し、オンチップインダクタをアンテナとしても活用する LC パワー発振器回路の動作シミュレーションを、7nm RF FinFET プロセスにおいて実施した。シミュレーションの結果、標準電源電圧の 0.85V を超える電圧振幅を得られることを確認した。

この成果により、微細 IoT における動的環境順応時空間拡張の見込みが得られた。これらの結果をもとに、生命科学実験へと展開する具体案を検討した。微小空間温度センシングによる神経細胞における薬液応答評価への応用を目指すことを決定し、準備を行った。

以上