

IRES'プロジェクト研究計画書(2026年度)

系・センター名 電気・電子情報工学系

氏 名 吉村 武

新規 継続

研 究 課 題	強誘電体/圧電体薄膜を用いたニューロモルフィックセンシングシステムの開発		
研究目的	<p>(IRES'の研究テーマとの関連, および施設・設備使用目的を明らかに)</p> <p>本研究では、強誘電体/圧電体薄膜を用いた物理リザバー計算(PRC)を基盤技術として、センサと情報処理機能が一体化したニューロモルフィックセンシングシステムの開発に取り組む。具体的な検討項目としては、①圧電MEMSアレイをノードとするニューロモルフィック音響センサ、②圧電共振器を用いたエッジAI電流センサ、③強誘電体薄膜による学習型メモリデバイスの3テーマを推進する。本研究はIRES'が掲げる「次世代を見据えた先端的半導体・センサとその応用研究・開発」に直結するテーマである。</p> <p>研究の実施には、(1)強誘電体単結晶薄膜をシリコンウェハ上に成膜するためのスパッタリング装置群、(2)圧電MEMSデバイスを試作するためのリソグラフィ・エッチング等のLSI工場設備、(3)試作デバイスの電気・機械特性を評価するためのプローバ・パラメータアナライザ等の計測設備が必要である。IRES'/VBLは、これら半導体・MEMS加工から評価まで一貫して実施できる設備を有しており、本研究を遂行するうえで不可欠な環境である。</p>		
研究計画及び方法	<p>(過去の経過, 研究準備状況等)</p> <p>申請者はこれまで20年以上にわたり強誘電体薄膜の成長・評価・デバイス試作を一貫して進め、BiFeO₃エピタキシャル薄膜のMEMS音響センサへの応用でPRC動作を世界に先駆けて実証した(Transducers,2025)。HfO₂系強誘電体ゲートFETでもPRC動作を達成し(APEX,2025)、AlScN薄膜では抵抗変化型メモリを実現している。</p> <p>(今後の研究計画及び方法, 利用希望設備など, IRES'教員と打合せている場合はその状況)</p> <p>ニューロモルフィック音響センサと電流センサの開発では、圧電MEMS共振器の物理的特性とPRCにおける情報処理能力との関係を明らかにするために、設計パラメータの異なる素子を試作する。また、強誘電体薄膜を用いた学習型メモリデバイスの開発では、AlN系・ZnO系を含む複数の材料系でエピタキシャル薄膜を作製し、PRC応用に最適な材料を探索する。トンネル接合型の多素子アレイを試作し、高次元性と短期記憶性を両立させることで情報処理能力の向上を目指す。設備としては、リソグラフィ装置群、nMOS試作装置群を主として利用する予定である。</p>		
IRES'内で研究プロジェクトを行う理由	<p>PRCは、近年注目されているエッジAI技術の一つである。処理すべきデータをリザバー層と呼ばれる複雑な力学系に入力し、その応答を適切な重みで線形変換することでデータの分類や予測を行う。理論的には、ややばらついた特性を持つ人工ニューロン(ノード)をランダムに配置したリザバー層を構築することで、より高次元空間への写像が可能となり学習性能が向上することが示されている。これらは、均一な特性を持つトランジスタを人工的に緻密に並べることで高性能化してきた現在の演算素子における開発指針とは正反対と言えるものであり、情報処理能力を向上させる方法が確立していない。さらに本研究では、共振器の機械的特性やメモリ素子の電气的特性と、PRCの情報処理能力という異なるレイヤー間の関係性を解明する必要があり、材料・デバイス設計にフィードバックをかけながら素子を迅速に試作・評価するサイクルが不可欠である。以上の理由から、これを実施できる国内最高水準の施設であるIRES'内で本研究プロジェクトを実施したい。</p>		
研 究 組 織	研究者氏名	所属・職名	役割分担
	吉村 武◎	電気・電子情報工学系・教授	研究統括
<p>研究期間: 2026年 4月 ~ 2029年 3月(原則として3年間)</p> <p>(研究期間の始期は、研究を開始した年を記入する。終期は原則として、開始した年から3年後を記入する。)</p> <p>※ARIM登録設備を利用される場合は、別途半導体基盤プラットフォーム推進室へ事前に相談願います。 (連絡先)内線: 7132, E-mail: arim-support@eiiris.tut.ac.jp</p>			