

平成 29 年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」 調査研究報告書(公開版)

【研究題目】 デバイス応用を目指した HfO₂ 系強誘電体薄膜の合成技術の調査研究

【整理番号】 TK17-039

【代表機関】 産業技術総合研究所

【調査研究代表者（氏名、連絡先 TEL & Mail）】

右田 真司、029-861-5943、s-migita@aist.go.jp

【TIA 内連携機関：連携機関代表者】

NIMS 生田目 俊秀

【TIA 外連携機関】 **(ある場合には記載)**

【報告書作成者】 右田 真司

【報告書作成年月日】 2018 年 3 月 23 日

【連携推進（具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等）】

HfO₂ 系強誘電体は材料の素性が優れ、LSI 向けのメモリ応用の期待が高まっている。海外での研究開発活動が活発化している一方で、国内の半導体関連の装置メーカーやデバイスメーカーの活動状況は未だ小さく、本格的に乗り出すべきかどうかの判断途中の様子である。

そこで産総研と NIMS が連携して、この材料の性能向上技術の研究やデバイス信頼性に関わる電気特性評価を国内外の研究会で多数発表し、この材料の魅力を発信して研究コミュニティを拡大することに努めた。

その結果、TIA 以外の複数の大学が我々の成果に関心を寄せ、物性研究ならびに電気特性モデリングに関する共同研究を次年度から始めることとなった。まずは大学と国研との連携研究を推進することで研究の広がりや深みを大きくし、企業との連携に結びつけていきたい。

【調査研究内容（実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果）】

HfO₂ 系強誘電体は、その作成方法と電気特性との関連性といった基本的な部分で、未解明なことが多く残されている。産総研では微量元素の添加がもたらす効果に着目して、半導体製造プロセスの中では一般に用いられているイオン注入技術を活用する方法を実験し、強誘電体薄膜を形成することに成功した。一方 NIMS では、ZrO₂ 膜が低温で結晶化する性質を見出し、その極薄膜を結晶化のシード層として用いることで HfO₂ 系強誘電体の結晶粒を拡大成長することに成功し、強誘電特性が向上することを実証した。

さらに産総研では自発分極が発生する抗電界の大きさに注目した解析を行い、従来知られているペロブスカイト型の強誘電体とは異なる膜厚依存性が現れることを明らかにした。その起源を解明することは非常に難しく、今も研究を継続中であるが、HfO₂ 系強誘電体薄膜の中の強誘電ドメインがナノスケールで閉じ込められている可能性があることを指摘した。

産総研と NIMS で合わせて、12 件以上の国内会議と国際会議での成果発表を行い、そのうちの 3 件で受賞することができた。論文を 2 件発表した。

非常に薄い強誘電体薄膜では漏れ電流が課題となることは自明であり、産総研とNIMSで共同して漏れ電流経路の観測にも着手した。膜厚の設計、熱処理法、測定レンジの探索など評価を確立するためのパラメータが非常に多いため、残念ながら紹介できる成果はまだ無いが、重要なテーマであるので今後も継続して遂行する。

【今後の活動予定】

HfO₂系強誘電体の作成技術や基本物性の理解において進展が得られた。一方で漏れ電流経路の観測やその抑制方法、膜厚とともに変化するとされる強誘電特性など、さらに深く調べるべき課題も見つけることができた。産総研とNIMSで共同して、これらの課題の調査研究を継続する予定である。

本調査で得られた成果に関心を寄せていただいた2つの大学と共同研究を開始し、材料の物性評価と電気特性のモデリングをそれぞれで推進する。産総研とNIMSにこれらの大学が加わることで、基礎物性から応用までを見据えた研究を進めることができる。さらに重要課題のメカニズムやその解決手段を絞り込むことができれば、それらを研究テーマにした公的研究資金の獲得へと発展させる計画である。

以上