

課題番号 : F-16-NM-0051
利用形態 : 技術補助
利用課題名(日本語) : 電子ビームリソグラフィによる強誘電トンネル接合素子の微細化
Program Title (English) : Nanofabrication of ferroelectric tunnel junctions by electron beam lithography
利用者名(日本語) : 山田 浩之
Username (English) : Hiroyuki Yamada
所属名(日本語) : 産業技術総合研究所 電子光技術研究部門
Affiliation (English) : National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

1. 概要(Summary)

「強誘電トンネル接合」(Ferroelectric Tunnel Junction; FTJ)、すなわち、厚さ数 nm の強誘電超薄膜をバリア層として用いた二端子素子では、強誘電バリア層の分極反転に伴い、接合抵抗が不揮発に変化し、高性能な抵抗変化型不揮発性メモリとして期待されている。その機能創出には FTJ の素子サイズをサブミクロン以下に微細化とともに素子機能のサイズ依存性を明らかにする必要がある。H27 年度に引き続き、本年度も素子サイズ 50nm-1 μ m の FTJ の作製を目的に、共同利用研究を実施した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ 100kV 電子ビーム描画装置 (エリオニクス)
- ・ 125kV 電子ビーム描画装置 (エリオニクス)

【実験方法】

FTJ の作製プロセスは、①下部電極構造の作製、②キャパシタ素子の形成、③層間絶縁膜の形成、④コンタクトパッドの形成からなる。②のみを NIMS 微細加工 PF の設備を利用して実施した。具体的には、産総研において、強誘電ヘテロ接合(Au [40nm]/Co または RuO₂ [10nm]/BaTiO₃ [3nm]/(La,Sr)MnO₃ [30nm] ;基板 SrTiO₃)をパルスレーザ堆積法および電子ビーム蒸着により作製し、下部電極構造を形成後 NIMS 微細加工 PF に持ち込み、電子ビーム描画を ELS-7000 または ELS-F125 で実施した。引き続き、産総研においてドライエッチング、層間絶縁膜の蒸着、リフトオフを実施した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

描画サイズ(d)に関しては、目標の 50nm はレジスト定着には成功したものの、レジストの倒壊が発生するため断念し、 $d \geq 100$ nm に注力した。リフトオフに関しては、昨年度に試みたジェットリフトオフは試料損傷により断念し、本

年度は超音波洗浄によるリフトオフに切り替えた。その結果、 $d=100$ nm-1 μ m の接合は損傷なく作製できた。しかし、レジストの残留のため(Fig.1 left)、接合の電気特性を評価できなかった。そこでダイレクト・プラズマアッシングを産総研で実施した(Fig.1 right)。その結果、 $d=100$ nm 接合は殆どの接合で電気特性を評価できた。ただし $d=250$ nm-1 μ m については歩留まりが低かった。これは層間絶縁膜が厚すぎるとレジストの残量が多くなり、アッシングが困難になると考えられる。

本年度研究の範囲内で最適な層間絶縁膜の膜厚や描画条件はほぼ絞れた。今後は全サイズを同一チップで作製してサイズ依存性を詳細に明らかにし、また他の強誘電接合系への展開をめざしたい。

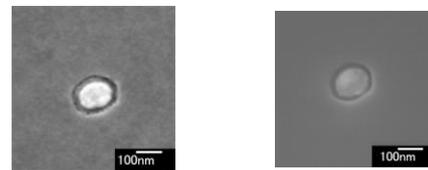


Fig. 1 SEM images of FTJ with a diameter of 100nm after lift-off (left) and after plasma ashing (right).

4. その他・特記事項(Others)

技術支援者: 大里 啓孝 (NIMS)

共同研究者: 澤 彰仁(産総研)、豊崎 喜精(産総研)

競争的資金名: JST さきがけ

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

該当なし。

6. 関連特許 (Patent)

(1) 山田浩之 澤彰仁, “トンネル接合素子及び不揮発性メモリ素子”, 出願済み。