

課題番号 : F-15-NM-0130
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試作
Program Title (English) : Fabrication 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キャパシタ型素子では、強誘電バリア層の分極反転に伴い、接合抵抗、すなわちトンネル効果によってバリア層を流れるリーク電流が変化することが分かっている。FTJ を用いることにより低消費電力かつ、電子的機構に基づいた信頼性の高い抵抗スイッチング型不揮発メモリの実現が期待されている。不揮発メモリへの応用実現のためには、FTJ の素子サイズを、通常の写真リソグラフィでは不可能なサブミクロン以下の領域まで微細化することが必須である。そこで本研究課題では素子サイズ 50nm・1 μm の FTJ 作製を目指し、その素子機能のサイズ依存性を明らかにする。

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)
- ・ 高圧ジェットリフトオフ装置 (カナメックス)

【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。これらのうち①、④は利用者の所属ラボ(産総研)で実施し、②、③の一部を NIMS-NFP の設備を利用して実施した。

具体的には、産総研において、強誘電ヘテロ接合試料 (Au [100nm] /Co [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、下部電極構造をフォトリソグラフィによりパターンニングした。この上に、NIMS-NFP において、電子ビームリソグラフィ用レジストを塗布し、ELS-7000 による電子ビーム描画(合わせ露光)と現像を行った。引き続き、産総研においてドライエッチングと層間絶縁膜の蒸着をおこない、その後再び NIMS-NFP において高圧ジェット Lift-off 装置

KLO-150 CBU による Lift-off を実施した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

ELS-7000 による描画に関しては、直径 100nm, 250nm, 500nm, 1μm のサイズまで成功した (Fig 1;Left)。50nm は現像後レジストが定着せず、今後キャップ層 (Au) の代替により改善を図りたい。

KLO-150 CBU によるリフトオフに関しては、10MPa, 20min (リムーバーは 80°C NMP) の条件では試料に著しい損傷が見られたが、5MPa, 10min では、一部 Lift-off に成功した。しかし、レジストとともにキャップ層・上部電極 (Co) も剥離してしまったと考えられる深穴状の構造が多く得られた (Fig.1 ;Right)。剥離を防止するために、今後キャップ層の改善とともにリムーバーの吐出圧・時間の最適化を行いたい。

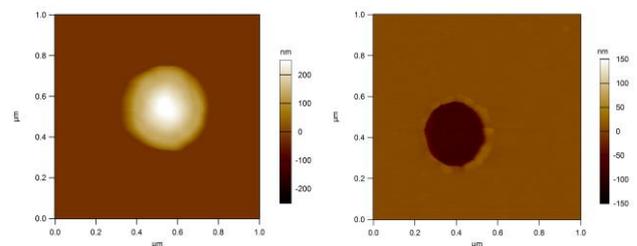


Fig 1. Atomic force microscopy (AFM) images for a patterned FTJ with a diameter of 250nm. The left and right figures represent AFM images before and after a jet lift-off process, respectively.

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)

なし

6. 関連特許 (Patent)

なし