

利用課題番号 : F-13-NM-0081
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : FIB-SEM ダブルビーム装置を用いた光電子融合ナノエレクトロニックデバイスの作製
Program Title (English) : Fabrication of opto-electronics device using FIB-SEM
利用者名 (日本語) : 牧野 孝太郎, 中野 隆志
Username (English) : K. Makino, T. Nakano
所属名 (日本語) : 産業技術総合研究所
Affiliation (English) : National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

1. 概要 (Summary) :

超格子型の相変化記録材料がトポロジカル特性を持つことが分かってきている。このトポロジカル特性は、第一原理を用いた計算より、 $\text{Ge}_2\text{Te}_2/\text{Sb}_2\text{Te}_3$ 界面に電子散乱が抑制された二次元電子状態が存在しているためであると予測されている。そのため、この電子状態を外部から刺激を与えることで制御し、バンド構造を操作することが可能となる。

本課題では、その制御方法として光入射による金属薄膜でのプラズモン励起を用いてデバイスの電子状態の制御を行い、光による高速変調特性を用いた超高速のスイッチングデバイスの開発を目指す。また、本材料を用いた不揮発メモリ (PRAM) と融合を図り、新しい機能を持った記録デバイスの実現を目指す。

2. 実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

FIB-SEM ダブルビーム装置

【実験方法】

Al_2O_3 基板上に成長させた超格子相変化材料に対して FIB-SEM ダブルビーム装置により光を入射させるための複数の矩形パターンを形成する。矩形パターンは幅が 1~300 μm 、長さが 300 μm であり、1 行×3 列にパターンを配置した。上下のパターンは一定のサイズとし、中段のパターンの幅を変更したものである (図 1 左参照)。FIB により、積層させた超格子膜、 ZnS-SiO_2 保護層、Au 層をエッチングし、基板が露出するまでエッチングを行った。

実験ではまず FIB エッチングレートの確認を行い、加工に用いるパラメータを決定した。加速電圧は 30kV、ビーム電流は 280pA、ドーズ量は 2.7×10^{17} ions/ cm^2 とした。この結果を基にテスト用デバイスの作製を行った。作製後、SEM により成形したパター

ンの評価を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

図 1 に作成したデバイスの光学顕微鏡像全体図(左)と、4 μm 幅のパターンの SEM 像(右)を示す。全体図より、おおよそ設計通りにパターンが配置されていることが確認された。また、SEM により撮像されたそれぞれのパターンは設計より幅が太くなっていることが明らかとなった。図 1 の右図に示す 4 μm 幅の場合では設計よりも 0.5 μm 程度幅が広がっている。

この結果から、より正確に矩形パターンを形成するためには加工条件を再検討する必要があるが、現在のところこれ以上の寸法精度が必要ではないため、今後も現在の条件でのエッチングを行う予定である。このように、現在までテスト用のサンプルを用いて FIB による加工を行ってきた。今後は実際に電気記録デバイスを構成し、プラズモン誘起超高速相変化メモリの創製を目指す予定である。

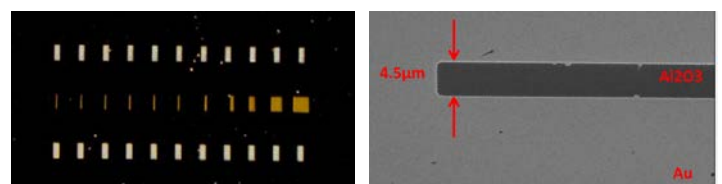


図 1 作製した素子の全体像(左)と 4 μm 幅パターンの SEM 図

4. その他・特記事項 (Others) :

なし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

なし

6. 関連特許 (Patent) :

なし