

課題番号 : F-14-HK-0053
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 二重量子井戸スピンフィルタ実現のための半導体微細加工
Program Title (English) : Submicron fabrication of semiconductor double quantum well to realize a spin-filter device
利用者名(日本語) : 山士家貴志, 古賀貴亮
Username (English) : T. Yamashige, T. Koga
所属名(日本語) : 北海道大学 大学院情報科学研究科
Affiliation (English) : Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

1. 概要(Summary)

我々は、参考文献1で提案する半導体スピンフィルタデバイスの実験的な検証を行うことを目指している。このデバイス実現には、InP 格子整合系の InGaAs/InAlAs 半導体二重量子井戸(エピ成長基板)をサブミクロンオーダーで加工する必要がある。具体的には、Fig. 1(up)に示すようなホールバーデバイスの中央に Fig. 1(left)に示すような、ライン&スペース構造を電子ビーム描画装置を用いて加工する。そのために、ライン(長さ $145\ \mu\text{m}$ × 幅 $0.2\ \mu\text{m}$)の部分に電子線を照射し、レジストを除去する。EB描画後は、現像済みのレジストをマスクに、共同研究先のNTT物性科学基礎研究所にて、ドライエッチング処理を行った。ここでのエッチング深さは、触針式段差計によると、 50nm 程度であり、非常に精密に制御されている。エピウェハの構造の中での活性層(デバイス動作に有効な部分)は、 10nm 厚の量子井戸層(InGaAs)2枚が $3\ \text{nm}$ 厚の障壁層(InAlAs)を挟みこんでいる構造をしている。今回のエッチング深さは、丁度上側にある量子井戸の中央付近までエッチングされていることに対応する。

2. 実験(Experimental)

超高精度電子ビーム描画装置 $100\ \text{kV}$ を利用し、長さ $145\ \mu\text{m}$ (幅 $\delta = 0.2\ \mu\text{m}$) のラインを、 $L = 0.8\ \mu\text{m} \sim 2.0\ \mu\text{m}$ 間隔(スペース)で、 $100 \sim 200$ 本描画した(全 26 条件)。使用したレジストは ZEP-520A である。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に、今回の加工で作製したデバイス構造のレーザー一顕微鏡写真を示す。微細加工プラットフォームでの助言を元に決定した EB 露光条件で、ほぼ最適に露光されていることがわかった。Fig. 1(left)の顕微鏡写真でのライン&スペースは、 $\delta = 0.2\ \mu\text{m}$ 、 $L = 2\ \mu\text{m}$ である。

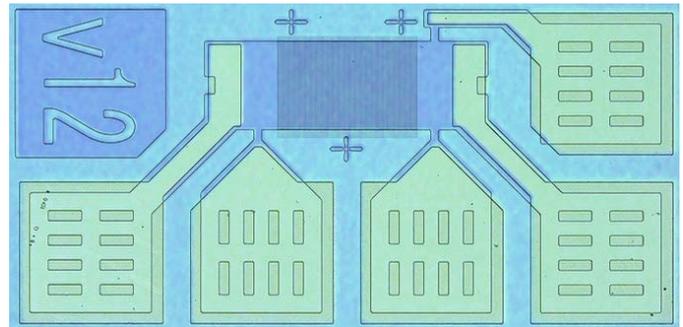


Fig. 1 : (up) Laser micrograph of the fabricated device. EB drawing was done right on the Hall bar. (left) Magnified view of the pattern by the scanning laser microscope.

4. その他・特記事項(Others)

参考文献

- [1] S. Souma, H. Mukai, M. Ogawa, A. Sawada, S. Yokota, Y. Sekine, M. Eto, T. Koga, “Spin blocker made of semiconductor double quantum well using the Rashba effect”, arXiv:1304.6992

共同研究

- [1] NTT 物性科学基礎研究所－北海道大学 共同研究「二重量子井戸による高効率スピブロック効果の研究」(2014 年度) 共同研究者:NTT 物性科学基礎研究所 関根佳明、北海道大学 大学院情報科学研究科 末岡和久

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし