

課題番号 : F-15-HK-0003
 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 wells to realize a spin-filter device
 利用者名(日本語) : 山土家貴志
 Username (English) : T. Yamashige
 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。そこで、本研究課題では、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した。具体的には、ライン(長さ 145 μm × 幅 0.2 μm)の部分に電子線を照射後、感光部のレジストを除去した。このように作製したレジストをマスクに、 BCl_3 を用いた反応性ドライエッチングにより、上部の量子井戸の中央の深さまで精密にエッチングを行った。エッチング深さは、触針式段差計によると、45 nm 程度であり、非常に精密に制御されていることがわかった。エピウエハの構造の中での活性層(デバイス動作に有効な部分)は、10 nm 厚の量子井戸層(InGaAs)2枚が3 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では、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おり、今後、トランスポート測定により、デバイスの動作原理を検証する。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

超高精度電子ビーム描画装置(ELS-7000HM)

【実験方法】 超高精度電子ビーム描画装置 100 kV を利用し、長さ 145 μm (幅 $\delta=0.2 \mu\text{m}$) のラインを、 $L=0.3 \mu\text{m} \sim 2.2 \mu\text{m}$ 間隔(スペース)で、100~200 本描画した。使用したレジストは ZEP 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。

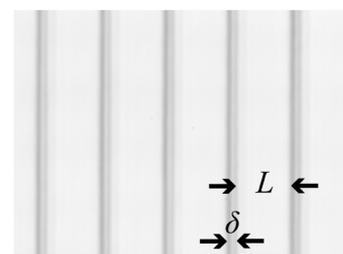
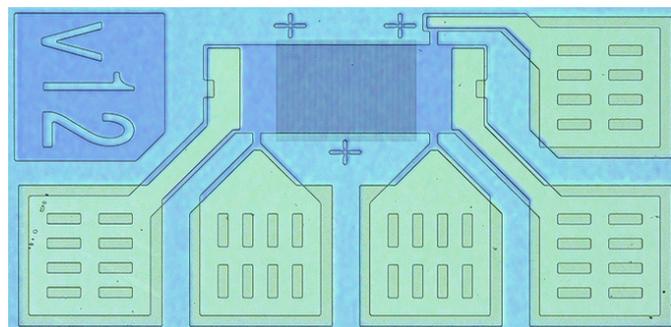


Fig. 1: (up) Scanning laser micrograph of the fabricated device. EB drawing was performed right on the Hall bar. (left) Magnified view of the pattern part by the scanning laser microscope.

4. その他・記事項(Others)

参考文献

[1] S. Souma, A. Sawada, H. Chen, Y. Sekine, M. Eto, T. Koga, “Spin blocker using the interband Rashba effect in symmetric double quantum wells”, *Physical Review APPLIED* **4**, 034010 (2015).

共同研究者：古賀貴亮 (北大情報科学研究科)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

[1] H. Chen, T. Yamashige, A. Sawada, B. Liu, H. Sugiyama, Y. Sekine and T. Koga, “Trials to Detect Spin-Selective Phenomena in InGaAs/InAlAs Double Quantum well”, 21th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS21), Sendai, Japan (2015).

6. 関連特許(Patent)

なし