

課題番号 : F-17-HK-0023  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 半導体単一量子ナノ構造のg因子制御によるキャリアスピン操作  
 Program Title (English) : Carrier spin manipulation via g factor control in semiconductor quantum structures  
 利用者名(日本語) : 石田太郎<sup>1)</sup>, 松崎亮典<sup>1)</sup>, 鍛冶怜奈<sup>1)</sup>, 笹倉弘理<sup>1)</sup>, 小田島聡<sup>2)</sup>, 足立智<sup>1)</sup>  
 Username (English) : T. Ishida<sup>1)</sup>, R. Matsusaki<sup>1)</sup>, R. Kaji<sup>1)</sup>, H. Sasakura, S. Odajima, S. Adachi<sup>1)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) 北海道大学大学院工学研究科, 2) 八戸工業大学社会連携学術推進室  
 Affiliation (English) : 1) Graduate School of Engineering, Hokkaido University, 2) Hachinohe Institute of Technology  
 キーワード/Keyword : スパッタリング, 半導体量子ナノ構造, スピン操作, g因子制御, リソグラフィ・露光・描画装置

### 1. 概要(Summary)

量子ドット(QD)等の半導体ナノ結晶中のスピン自由度を利用した量子情報処理研究が盛んである。そこでは標的スピン群と環境(電極や熱浴等)との相互作用のより深い理解とフォノンや原子核スピン等のリザーバのエンジニアリングが特に重要となる。そのためQDでの核四極子効果を明らかにすることを目的とした。今回は、単一QDに無歪状態から系統的な歪変化を与えることを目指して、北海道大学オープンファシリティの設備を利用して、QDに歪印可を行なうための圧電素子を用いたデバイスの試作準備およびQD試料のメサ構造作製をおこなった。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

ICP 高密度プラズマエッチング装置(RIE-101iHS)  
 プラズマ CVD 装置(PD-220ESN)  
 超高精度電子ビーム描画装置(ELS-F125-U)  
 反応性イオンエッチング装置(RIE-10NRV)  
 ヘリコンスパッタリング装置

#### 【実験方法】

歪印加デバイスの試作準備

圧電素子に電圧を印加するために、ガラス基板および圧電素子に金薄膜を蒸着し、表面状態を観察するとともに、電圧印加による素子の伸長を計測。

QD 試料をピラー状にメサ加工し、金電極への熱圧着をおこなった。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に示す金電極を蒸着した圧電素子に電圧印加を行い、1 および2の方向の変化を光学顕微鏡で観察するとともに、Z 方向の厚み変化をマイケルソン干渉計を用

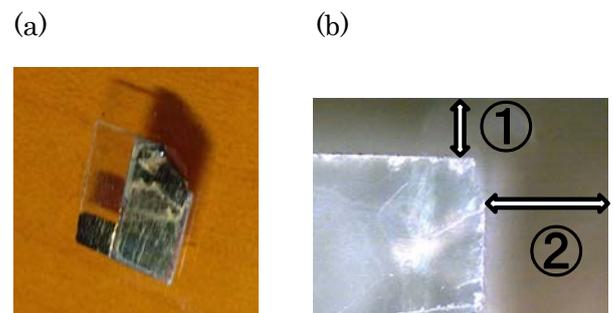


Fig. 1 (a) PMN-PT with the deposited gold electrodes, (b) edge of PMN-PT.

いて計測した結果、0~10 kV/cm の範囲で1方向に~4.3  $\mu\text{m}$ , 2 の方向に~4.7  $\mu\text{m}$  の変化であり、これはそれぞれ0.17%, 0.09%の面内歪に相当することが判明した。また圧電素子表面に蒸着した金電極でのQDピラーの埋め込みを熱圧着で行い、圧着の最適条件を探索中である。

### 4. その他・特記事項(Others)

H28 年度旭硝子財団研究奨励(自然科学系, H28~H29, 鍛冶怜奈)

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

- (1) S. Yamamoto, R. Matsusaki, R. Kaji, and S. Adachi, Phys. Rev. B **97**, 075309 (2018).
- (2) R. Kaji, T. Tominaga, Y.-N. Wu, S.-J. Cheng, and S. Adachi, Phys. Status Solidi B **254**, 1600486/1-7 (2017)
- (3) 松崎亮典 他, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会 (2018 年 3 月 17 - 20 日, 早稲田大学)

### 6. 関連特許(Patent)

なし