

課題番号 : F-15-OS-0017, S-15-OS-0014
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 半導体量子ナノ構造における量子輸送現象の研究
Program Title (English) : Study of quantum transport phenomena in semiconductor nanostructures
利用者名(日本語) : 木山治樹, 平山孝志, 敷島稜紀, 塩谷広樹, 中川智裕, 多田誠樹, Panin Pienroj
Username (English) : H. Kiyama, T. Hirayama, R. Shikishima, H. Shioya, T. Nakagawa, M. Tada, P. Pienroj
所属名(日本語) : 大阪大学産業科学研究所
Affiliation (English) : The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

1. 概要(Summary)

InAs 量子ドットは強いスピン軌道相互作用を示すため、それを利用した高速単一電子スピン操作が可能であり、量子情報処理などへの応用が期待されている。特に自己形成量子ドットではスピン軌道相互作用の電場制御が報告されており、電子スピン操作の更なる高速化などが期待される。我々は InAs 自己形成量子ドットにおけるスピン軌道相互作用の電場制御についてより詳細に調べることを目的として、電場制御効率の良い単一電子トランジスタ素子の作製を行った。

2. 実験(Experimental)

・利用した主な装置

電子線描画装置(ELS-7700T)

接触式膜厚測定器(DektakXT)

・実験方法

共同研究者が作製した量子ドット基板に対して電子線描画装置によって電極パターンを描画し、Ti と Au を 20 nm 程度蒸着した。また基板表面から約 300nm にあるドーパ層をバックゲートとして用いるためにウェットエッチングをする際、接触式膜厚測定器を用いてエッチング深さを確認した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製した InAs 自己形成量子ドット単一電子トランジスタの電気伝導を低温($T = 2$ K)において測定した。量子ドットに特徴的なクーロン振動やクーロンダイヤモンドを観測し、単一電子トランジスタ動作を確認した。

次に、サイドゲート電場によるドット伝導特性の変調を評価した。今回の試料ではドットに接合したソースドレイン電極の幅を従来のものに比べて約5分の1に細くした。これによりサイドゲート電場の遮蔽効果が弱められ、効率

よくドットの特性を変調できると期待される。実際、今回の試料におけるサイドゲート変調効率は従来の素子より約2.5倍高くなった。また、サイドゲート電場によるトンネル結合変調も確認した。

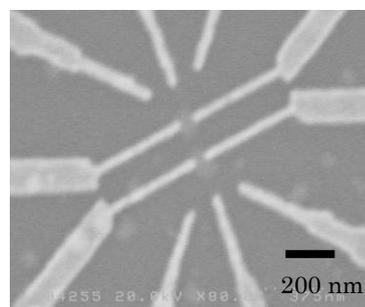


Fig. 1 Scanning electron microscope image of the device

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

Y. Kanai *et al.*, Nature nanotechnology **6**, 511(2011)

・共同研究者

大阪大学産業科学研究所 大岩顕教授

東京大学工学系研究科 樽茶清悟教授、馬場翔二様

東京大学生産技術研究所 平川一彦教授、長井奈緒美様

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 敷島稜紀他, 物理学会2015年秋季大会、平成27年9月17日

(2) 敷島稜紀他, EP2DS21/MSS-17, 平成27年7月28日

(3) 木山治樹他, ISNTT2015, 平成27年11月17日

6. 関連特許(Patent)

なし。