

課題番号 : F-16-IT-0051
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : 表面弾性波共振器中の二重量子ドットにおけるスピン反転フォノン支援トンネル
 Program Title (English) : Spin-flip phonon assisted tunneling in a double quantum dot in a surface-acoustic-wave cavity
 利用者名(日本語) : 藤澤利正, 佐藤裕也, 橋坂昌幸
 Username (English) : T. Fujisawa, Y. Sato, M. Hashisaka
 所属名(日本語) : 東京工業大学理学院物理学系
 Affiliation (English) : Department of Physics, Tokyo Institute of Technology

1. 概要(Summary)

固体素子における電子格子相互作用は、フォノン散乱やエネルギー散逸など電子デバイスに悪影響を与える。我々は、この電子格子相互作用を積極的に活用するため、電子フォノン結合系に注目している。本研究では、半導体(GaAs)の表面に周期的金属構造を作製することによりブラッグ反射型のフォノン共振器構造を作製し、その共振器構造中に二重量子ドットを形成することにより、電子フォノン結合系を実現している。特に、二重量子ドットがスピン閉塞領域にある場合に、スピン反転を伴うフォノン支援トンネル現象に注目して研究を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子ビーム露光装置、走査型電子顕微鏡、電子ビーム露光データ加工ソフトウェア

【実験方法】

AlGaAs/GaAs 半導体ヘテロ構造基板上に、プラットフォームの電子ビーム露光によりレジストパターンを形成し、金属薄膜(Ti/Au)を蒸着することにより、図 a の模式図(断面)のように、ブラッグ反射型表面弾性波共振器とゲート電極を形成した。図 b の写真は、プラットフォームの走査型電子顕微鏡によって観察した金属構造を示している。作製した試料は、東京工業大学藤澤研究室の希釈冷凍機などによって測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

無磁場におけるスピン閉塞領域において、マイクロ波(3.2GHz)の表面弾性波フォノンを励起すると、量子ドットの準位差がフォノンエネルギーに一致した条件で共鳴的にトンネル電流が観測された。これは、スピン反転を伴うフォノン支援トンネルを示している。さらに、強励起で共鳴条

件がシフトする様子は、二電子系のラビ分裂を示唆しており、電子フォノン結合系の実現に成功した。

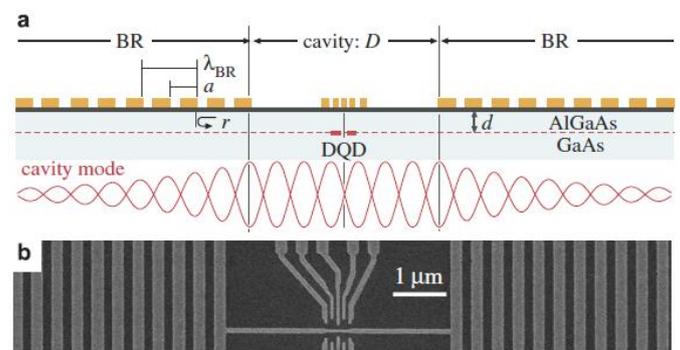


Fig. 1. a: Schematic cross section of the electron-phonon hybrid device. b: Scanning electron micrograph of the fabricated device.

4. その他・特記事項(Others)

本研究は、科研費(26247051, 15K13271)の支援を受けた。共同研究者:村木康二氏(NTT 物性基礎研)に感謝致します。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) T. Fujisawa, "Cavity quantum acoustics with a double quantum dot", SPICE Workshop Quantum Acoustics - Surface Acoustic Waves meets Solid State Qubits, Mainz, Germany (May17-20, 2016).
- (2) 藤澤利正, 佐藤裕也, J. C. H. Chen, 橋坂昌幸, 村木康二, 「表面弾性波による二電子系二重量子ドットのラビ分裂」, 15aAB-7, 日本物理学会 2016年秋季大会、金沢大学(金沢市) (2016.9.13-16)

6. 関連特許(Patent)

なし