

課題番号 : F-13-IT-0005
 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の輸送特性
 Program Title (English) : Transport of a double quantum dot in a surface acoustic wave cavity
 利用者名 (日本語) : J. Chen, 小坂 玲雄, 橋坂昌幸, 藤澤利正
 Username (English) : J. Chen, R. Kosaka, M. Hashisaka, T. Fujisawa
 所属名 (日本語) : 東京工業大学大学院理工学研究科物性物理学専攻
 Affiliation (English) : Department of Physics, Tokyo Institute of Technology

1. 概要 (Summary)

電子格子相互作用に起因するエネルギー散逸は、固体電子デバイスにおける重要な問題である。このエネルギー散逸を原理的に解決するため、固体材料に周期的な構造を形成しフォノンが存在できない禁制帯を形成する手法や、発生したフォノンを保存するフォノン共振器を形成する手法が提案されている。本研究は、半導体表面に周期的金属パターンを形成することによって、表面弾性波 (SAW) に対するブラッグ反射共振器を形成し、その中に置かれた二重量子ドットの輸送特性への影響を調べることを目的としている。

2. 実験 (Experimental)

試料作製には、フォトリソグラフィや電子ビーム露光装置によってナノ構造のパターニングを行い、真空蒸着装置や化学エッチングによってゲート電極構造を形成した。図 1 は、走査型電子顕微鏡による素子の写真を示しており、AlGaAs/GaAs 変調ドープヘテロ構造半導体薄膜の上に形成した金属ゲート電極パターン (白い領域) を示している。

格子状の周期的金属構造 (0.2 μm のライン&スペースで 200 本) を試料表面に形成することにより、SAW の禁制帯を形成することができ、ブラッグ反射

鏡を形成することができる。この周期的金属構造の中央に間隙を開けることにより、ブラッグ反射共振器を形成した。図はその間隙近傍の構造を示しており、SAW の閉じ込めモードが模式的に点線で示されている。中央には、二重量子ドットを形成することができる金属ゲート電極が設けられており、SAW 共振器中の電子系を研究することができる構造である。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

作製された SAW 共振器は、約 3.2GHz の共振周波数で Q 値約 1000 の良好な特性を示すことが確認された。二重量子ドットは先鋭な共鳴トンネル電流のピークを示し、共振周波数のマイクロ波を照射することにより共鳴ピークが広がる様子が観測された。これは、SAW が作るピエゾポテンシャルによって、二重量子ドット系のエネルギーが変調されている効果である。十分な電子格子相互作用が観測されていることから、散逸の抑制に向けた研究への発展が期待される。

4. その他・特記事項 (Others)

本研究は、NTT 物性科学基礎研究所の村木康二氏との共同研究である。また、科学研究費・特別推進研究 21000004 の支援を受けた。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) Jason Chen, 小坂 玲雄, 橋坂昌幸, 村木康二, 藤澤利, 「Time resolved measurements of surface acoustic waves with quantum point contacts」, 28aAU-8, 日本物理学会第 69 回年次大会、平塚 (2014.3/27-30).

6. 関連特許 (Patent)

なし。

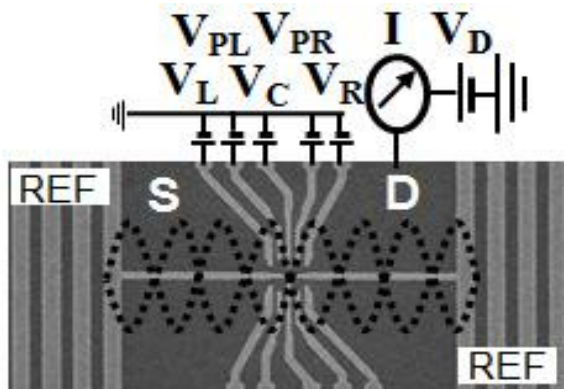


Fig. 1. The measurement setup with an SEM image of the device.