

課題番号 : F-19-IT-0026
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : 微小量子アンチドットにおける電子輸送
 Program Title (English) : Electron transport through a small quantum anti-dot
 利用者名(日本語) : 秦徳郎、藤澤利正
 Username (English) : T. Hata, T. Fujisawa
 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
 キーワード/Keyword : 量子ホール効果、量子アンチドット、リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

これまでの量子アンチドット研究では、電圧アンプを利用した電圧測定が行われてきた。しかし、微小電流を検出するうえで、アンプからのノイズに影響される可能性がある。本研究では、電流を直接測定することで、量子アンチドットを流れる 10 pA 程度の微小電流を観測した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子ビーム露光データ加工ソフトウェア、電子ビーム露光装置

【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)の走査電子顕微鏡写真のようなブリッジ構造型ゲート電極を作製した。作製した試料は、東京工業大学藤澤研究室の希釈冷凍機により極低温強磁場中で測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

コルビノ型電極を持つ二次元電子系に、ブリッジゲートによって形成されたアンチドットが配置された系を測定した。磁場 B およびブリッジゲート電圧 V_{BG} を掃引し、量子アンチドットを流れる電流を測定すると、振動パターンが現れた[図(b)]。磁場周期 $\Delta B = 20$ mT から、直径 360 nm の量子アンチドットが形成されていることがわかった。これは設計値である 300nm と比較して妥当な値だといえる。

ある磁場において、電流の V_{BG} 依存性を調べたものが図(c)である。このとき、電流—電圧変換器を用いた電流測定(上図)および通常の測定手法である電圧アンプを用いた電圧測定(下図)の二種類の方法を比べた。ゼロ電流領域の $V_{BG} > -0.1$ V に着目すると、電圧測定では大きく

揺らいでいる一方で、電流測定ではゆらぎが抑えられていることがわかった。さらに後者において、矢印で示した 10pA 程度の電流を明確に観測できた。この結果は、直接電流測定の優位性を示すものである。

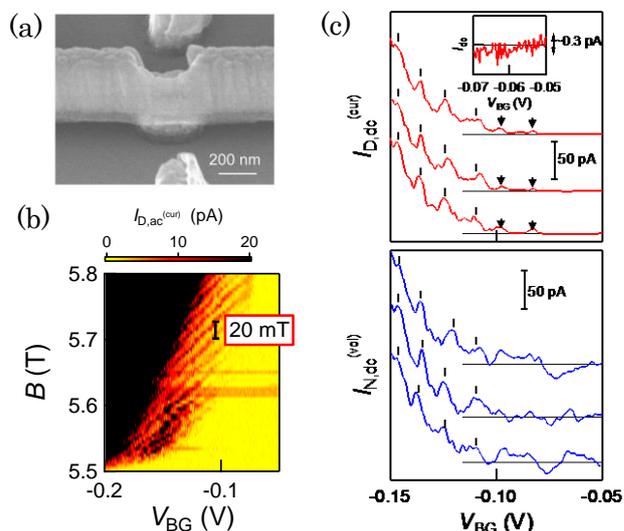


Fig. 1. (a) SEM image of a 55° -tilt view of an airbridge gate. (b) Color plot of ac current as a function of B and V_{BG} . (c) Comparison between direct current measurement and voltage measurement.

4. その他・特記事項(Others)

本研究は、科研費(JP26247051, JP15H05854, JP19H05603, , JP19K14630)の支援を受けた。共同研究者:秋保貴史氏・村木康二氏(NTT物性基礎研)、技術支援者:河田眞太郎氏(東工大)に感謝致します。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) T. Hata et al., Japan. J. Appl. Phys. accepted (2019).

6. 関連特許(Patent)

なし