

課題番号 : F-18-IT-0031
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : 単色磁気プラズモンの電子エネルギー分光
 Program Title (English) : Electronic energy spectroscopy of monochromatic edge magnetoplasmons
 利用者名(日本語) : 藤澤利正
 Username (English) : 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 : 量子ホールエッジチャンネル、磁気プラズモン、リソグラフィ、露光・描画装置

1. 概要(Summary)

量子ホールエッジチャンネルにおいては、磁気プラズモンが安定に伝搬することが知られている。本研究では量子ドット分光を用いることで、磁気プラズモンを解析し、熱化が無視できることを実験的に確認した。

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、走査電子顕微鏡

【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、Fig.1 (a)のようなナノ集積化素子を作製した。微細パターン部は走査電子顕微鏡写真(使用したゲート電極に擬色を付けた)によって示されている。作製した試料は、東京工業大学藤澤研究室の希釈冷凍機により極低温強磁場で測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

強磁場中において、Fig.1(a)の各ゲート電極に適当な電圧を印加することで、量子ホールエッジチャンネルを形成した。さらに、ゲート G_{ex} に周波数 f の高周波電圧 V_{ex} を印加することで、単色の磁気プラズモンを励起し、この様子を量子ドット(QD)によってエネルギー分光測定を行った。Fig.1 (b)のように、QD を流れる電流 I の微分 dI/dV_p の解析から、プラズモンの振幅を読むことができる。ここで、ピーク(赤色)の分裂がプラズモン振幅を表している。 $f < 0.2$ GHz では周波数に比例してピーク間隔が広がり(プラズモン振幅が増大し)、静電容量的結合による励起モデルでよく説明できる。より高い周波数では、励起ゲート内での磁気プラズモンの干渉効果で振幅が減少していると考えられる。ここで、振幅が最小となる $f \sim 0.56$ GHz で、シャ

ープな単峰ピークに戻っていることから熱化の影響が無視できることを確認した。この結果は、磁気プラズモンの高い干渉性と安定性を示しており、高周波のプラズモン回路として利用できることを示している。

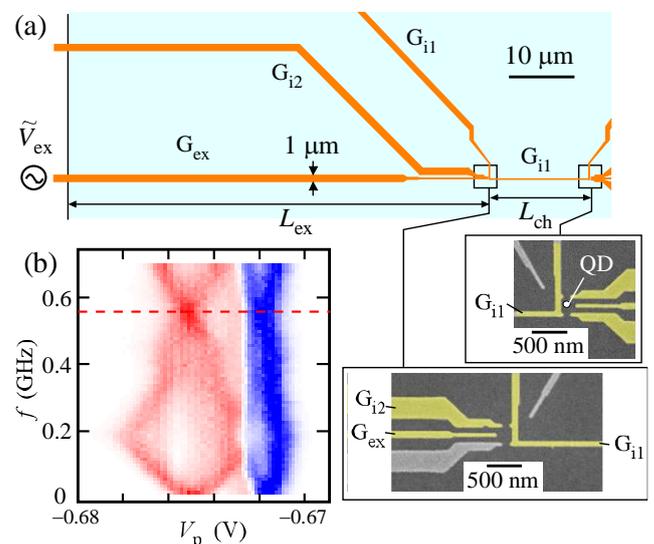


Fig. 1. (a) Schematic gate pattern (G_{ex} , G_{i1} , G_{i2}) on an AlGaAs/GaAs heterostructure with scanning electron micrographs. (b) Measured profile of dI/dV_p (red for positive and blue for negative) as a function V_p and frequency f .

4. その他・特記事項(Others)

本研究は、科研費(JP26247051, JP15H05854)の支援を受けた。共同研究者: 橋坂昌幸氏・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. Ota et al., J. Phys. Cond. Mat. 30, 345301 (2018).

6. 関連特許(Patent)

なし