

課題番号 : F-18-IT-0002
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : 量子ホールエッジチャネルの弾道的ホットエレクトロン輸送
 Program Title (English) : Ballistic hot-electron transport in a quantum Hall edge channel
 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ネル、弾道的電子輸送、リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

電子が弾道的に輸送する様子は、通常、エネルギーの低い電子により顕著に現れる。本研究では、エネルギーの高いホットエレクトロンに着目し、量子ホールエッジチャネルにおける電子電子散乱や光学フォノン散乱を抑制することで、長距離にわたる弾道的輸送を観測した。

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、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(c)の走査電子顕微鏡写真のようなナノ集積化素子を作製した。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)

Fig.1(c)の各ゲート電極に適当な電圧を印加することで、Fig.1(b)の模式図のようなホットエレクトロン分光測定を行った。エミッターEからエネルギーの高い($eV_E = 10 - 200$ meV)電子をチャネルに注入すると、縦光学フォノン(LO)散乱によるエネルギー ϵ_{LO} ($= 36$ meV)の緩和と、電子電子(e-e)散乱に伴ってフェルミ面付近に電子正孔(e-h)励起が形成される。これらの様子を検出用のトンネル障壁 P_{det} でエネルギー分光した。Fig.1(d)は得られたスペクトル $F(\epsilon_{det})$ を示しており、これらの散乱過程が明瞭に観測されるとともに、弾道的条件($\epsilon_{det} = eV_E$)を示す電子があることを示している。この様子は Fig.1(a)のような散乱過程により理解でき、エッジポテンシャルの調整により、数 $10 \mu\text{m}$ に渡る弾道輸送の観測に成功した。

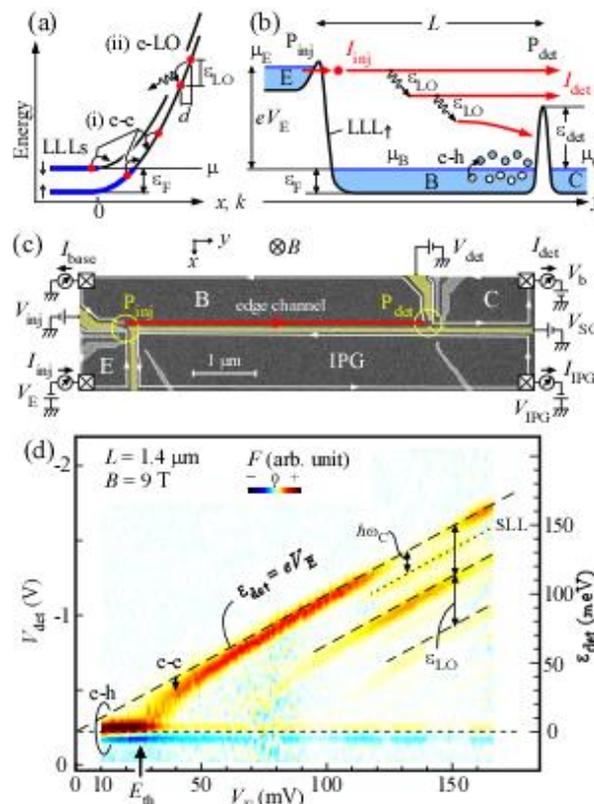


Fig. 1. (a) Schematic edge potential with relaxation processes. (b) Hot-electron spectroscopy. (c) Measurement setup with a scanning electron micrograph of the device. (d) Energy distribution function $F(\epsilon_{det})$ for various injection voltage V_E .

4. その他・特記事項(Others)

本研究は、科研費(JP26247051, JP15H05854, JP17K18751)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., Phys. Rev. B 99, 085310 (2019).

6. 関連特許(Patent)

なし