

課題番号 : F-16-IT-0014  
 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ンネルにおける電荷ダイナミクス研究  
 Program Title (English) : Charge dynamics in quantum Hall edge channels  
 利用者名(日本語) : 橋坂昌幸, Chaojing Lin, 藤澤利正  
 Username (English) : M. Hashisaka, C. Lin, 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

## 1. 概要(Summary)

1次元電子系における低エネルギーの電子ダイナミクスは、朝永-ラッティンジャー液体論によって説明される。我々は朝永-ラッティンジャー液体における電子ダイナミクスを調べるため、量子ホール系の試料端にあらわれるエッジチャンネルに注目している。この研究では、整数量子ホールエッジチャンネルにおけるスピン電荷分離現象の時間分解・エネルギー分解測定、及び分数量子ホールエッジチャンネルにおける中性モードと呼ばれる電荷輸送モードの検証に取り組んだ。ここではスピン電荷分離現象の時間分解測定について報告する。

## 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の上に、電子ビーム露光を用いて微細なゲート電極を形成した。極低温下で2次元電子系に垂直磁場を印加して量子ホール系を形成した。ゲート電極を用いてエッジチャンネルの形状を設計し、またチャンネル上にスピンフィルタや時間分解電荷計を設置した。これらの素子を組み合わせることで、チャンネル上の電子スピンを選択して測定できるスピン分解オシロスコープを実現した(図1)。この計測器を用いて、整数量子ホールエッジチャンネル上の電荷ダイナミクスを観察した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

整数量子ホールエッジチャンネルにおいて、空間的に分離された電荷波束とスピン波束の波形測定に成功した。得られた波形から、電荷密度波とスピン密度波の伝搬特性を評価し、朝永-ラッティンジャー液体としてのパラメータを決定することに成功した。これは、スピン電荷分離現象を直接観察した世界で初めての成果である。

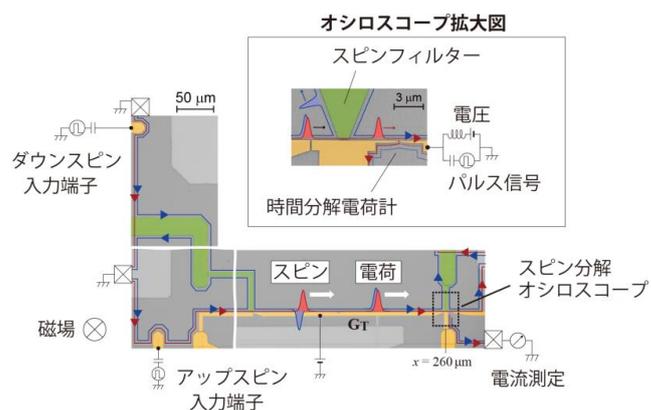


Fig. 1 : Colored scanning electron micrograph of the fabricated device and schematic of measurement setup (Inset) Magnified view of the spin-resolved oscilloscope.

## 4. その他・特記事項(Others)

本研究は、科研費 (JP26103508, JP15H05854, JP26247051, JP16H06009) 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) M. Hashisaka *et al.*, "Waveform measurement of charge- and spin-density wavepackets in a chiral Tomonaga-Luttinger liquid", *Nature Physics*, doi: 10.1038/nphys4062 (2017).
- (2) M. Hashisaka *et al.*, "Time-domain observation of spin-charge separation in copropagating quantum Hall edge channels", Mo-D-2, The 22<sup>nd</sup> International Conference on High Magnetic Fields in Semiconductor Physics (HMF-22), Sapporo, Japan (2016.7.24-29).
- (3) 橋坂昌幸 他 「並走エッジ状態における空間的に分離された電荷・スピン波束の観察」, 13aAB-2, 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