

課題番号 : F-13-AT-0031  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 近接場顕微鏡プローブの作製  
Program Title (English) : Development of near-field optical microscope  
利用者名(日本語) : 柴田 祐輔, 櫻井 蓉子, 野村 晋太郎  
Username (English) : Yusuke Shibata, Yoko Sakurai, Shintaro Nomura  
所属名(日本語) : 筑波大学 物理学域  
Affiliation (English) : Division of Physics, University of Tsukuba

## 1. 概要(Summary)

光ファイバープローブを用いた近接場光学顕微鏡は空間分解能が高く熱流入量も低いため半導体中の電子状態を観察するための強力な手法として最近注目を集めている。[1] 光ファイバープローブから照射される光の偏光制御により、量子ホールカイラルエッジ状態のスピンの観測が可能となると期待される。そのためには真円度の高い開口部を光プローブ先端に作製することが重要である。本研究では高い円偏向度の光を近接場プローブから照射し、スピン注入手法を確立することを目的とした。そこで NPF の集束イオンビームを用いて光ファイバープローブの微細加工を行った。

## 2. 実験(Experimental)

利用した装置

・集束イオンビーム照射装置(FIB)

エッチングにより作製されたダブルテーパー構造を持つ光ファイバープローブにクロムを 150 nm 蒸着した。この光ファイバープローブの先端に対し FIB を用いて Ga イオンエッチングすることにより開口部を作製した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig.1 に作製した光ファイバープローブの走査型イオン顕微鏡像を示す。二重テーパー型の突起の先端の黒い部分が開口部である。光ファイバープローブから円偏光を出射するためには、この開口部の形状が軸対称に近いことが重要となる。本実験では FIB を使用することにより直径約 150 nm の真円に近い開口部を作製することに成功した。この光ファイバープローブを用いて右回り円偏光および左回り円偏光を制御して、試料に照射することが可能となった。また希釈冷凍機温度で量子ホール状態にある試料に対しこの光を照射し光起電圧を測定することでスピン分裂した量子ホールカイラル端状態をマッピングすることが可能となった。

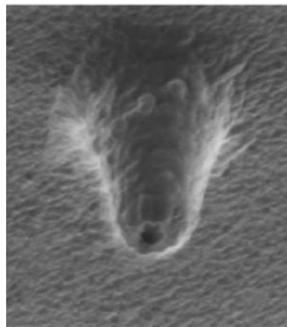


Fig. 1 Scanning ion microscope image of a near-field optical probe.

## 4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

[1] H. Ito, et. al., Phys. Rev. Lett. 107, 256803 (2011).

本研究は科研費新学術領域研究「対称性の破れた凝縮系におけるトポロジカル量子現象」 No.25103704 の支援を受けた。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) H. Ito, S. Mamyouda, Y. Shibata, Y. Ootuka, S. Nomura, S. Kashiwaya, M. Yamaguchi, H. Tamura and T. Akazaki, “Imaging of spin-resolved quantum Hall edge states by near-field scanning optical microscopy”, The 20th international conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems, (Wroclow, July 1-5, 2013).

(2) S. Nomura, S. Mamyouda, H. Ito, Y. Shibata, Y. Ootuka, S. Kashiwaya, M. Yamaguchi, H. Tamura and T. Akazaki, “Mapping of spin-resolved quantum Hall chiral edge channels”, International Symposium on Nanoscale Transport and Technology, (Atsugi, Nov. 26-29, 2013).

(3) S. Nomura, S. Mamyouda, H. Ito, Y. Shibata, Y. Ootuka, S. Kashiwaya, M. Yamaguchi, H. Tamura and T. Akazaki, “Near-field scanning optical

microscope imaging of spin-resolved quantum Hall chiral edge states“, International Symposium on Advanced Nanodevices and Nanotechnology, (Kauai, USA, Dec. 8-13, 2013).

6. 関連特許 (Patent)

なし。