

# 2019年度 固体電子物性研究室（旧強相関電子磁性 II）

## 1. メンバー

准教授 : 松山 秀生 011-706-4416 [matsu@phys.sci.hokudai.ac.jp](mailto:matsu@phys.sci.hokudai.ac.jp)

MC1 : 下田 晨人

4年生 : 佐藤 美銀

## 2. 研究成果

### 2. 1 スピン偏極走査トンネル顕微鏡用2D 磁場印加機構の開発とスピン方向検出への応用

スピン偏極 STM 用に面内 2 成分検出を可能とする磁性探針を開発したが、この磁性探針用に磁場印加機構を開発した。この機構は真空チャンバーに密着して 2 対の空芯コイルを水平に配置したもので、試料面内任意方向に $\pm 20$  Oe 以上の磁場印加が可能である。チャンバーの円周上に配置された複数のポートを避けるためコイル対の中心軸のなす角は  $65.9^\circ$  となっている。試料位置で一様な磁場となるように、各コイルは直径 226 ~ 430 mm、巻き数 185 ~ 400 とそれぞれ異なる仕様で $\phi 1.2$  mm の被覆銅線を使用して作製した。磁場印加方向は、方位磁針を試料プレートに固定したものを導入して CCD カメラ画像より決定し、面内任意方向に印加できることを確認した。

上記磁場印加機構と 2D 磁性探針を使用し、Fe(001)単結晶上で探針に磁場を $\pm 20$  Oe 印加して探針磁化を反転することでスピン信号の検出を確認した。また、反強磁性 Cr(001)単結晶を清浄化処理して多数の原子レベルで平坦なテラスで構成された表面を形成した。このテラス上のスピンはテラスの高さが奇数原子層であれば(001)面内で反平行となる。この Cr(001)表面のスピン像を観察中に磁場印加機構で探針に磁場を印加した。その結果、得られた Cr(001)表面のスピンコントラストが磁場印加前後で逆転していることを確認し、磁場印加により磁性探針の先端の磁化が変化し、スピンコントラストが反転したと解釈することができる。これらの結果は 2019 年日本物理学会秋季大会で発表をおこなった。

### 2. 2 スピン偏極走査電子顕微鏡

日立との共同研究でスピン偏極走査電子顕微鏡（スピン SEM）を日立が研究開発している磁性材料に応用している。スピン SEM では磁性試料からの 2 次電子のスピン偏極度をスピン検出器（Mott 検出器）で検出しているが、効率が低い。そのため W(100)上の Fe 超薄膜を利用した新しいスピン検出器を導入し、スピン SEM に取り付ける改造を行なった。この Fe 薄膜を利用したスピン検出器は Mott 検出器と比 Figure of merit が約 10 倍で、同条件での測定であれば、1/10 の時間でスピン像を得ることができる。ただし、このスピン検出器とスピン SEM 間に専用電子光学系が必要である。2 次電子はエネルギー分散が

10 eV 程度あるが、それを 40 keV に加速する Mott 検出器では大きな問題にならないが、Fe 薄膜検出器では 10 eV 程度のエネルギーの電子のスピン偏極度を計測するので大きな問題となる。そこで電子軌道のシミュレーションで多くの 2 次電子が適切な角度とエネルギーで Fe 薄膜に入射するように光学系を設計・製作を行なった。現在、スピン SEM にこの光学系と Fe 薄膜スピン検出器を取り付け、性能評価を行なっている。

### 3. 成果発表

#### <原著論文>

該当なし

#### <著書>

該当なし

#### <解説>

該当なし

#### 4-1. 学術講演 (国際学会・国際シンポジウム) (\*講演者)

##### <招待講演>

該当なし

##### <一般講演> 《ポスター発表》

該当なし

##### <一般講演> 《ポスター発表》

該当なし

#### 4-2. 学術講演 (国内学会・国内その他) (\*講演者)

##### 《ポスター発表》

\*下田農人、佐藤美銀、松山秀生、「スピン偏極 STM による Cr(001) 表面スピン方向の定量検出の試み」、2019 年日本物理学会秋季大会 (岐阜大学) 講演番号: 10ac115-42

\*佐藤美銀、下田農人、松山秀生、「スピン偏極 STM 用 2D 磁場印加機構の開発とスピン方向検出への応用」、2019 年日本物理学会秋季大会 (岐阜大学) 講演番号: 10pPSB-40

### 5. 国際学会および国際シンポジウムの組織・運営等

#### <組織・運営委員>

該当なし

### 6. 在外研究

該当なし

### 7. 科研費、助成金等の取得状況

・日立製作所との共同研究「スピン偏極走査電子顕微鏡 (スピン SEM) を用いた磁性体の研究 2」 2,700 千円 (2019 年 4 月 1 日~2020 年 3 月 31 日)

### 8. その他

