

## 【基盤研究(S)】

### 総合・新領域系（複合新領域）



#### 研究課題名 スピン偏極パルス TEM の開発とナノスピン解析への応用

名古屋大学・エコトピア科学研究所・教授 **たなか のぶお**  
**田中 信夫**

研究分野：複合新領域

キーワード：ナノ構造物性

#### 【研究の背景・目的】

近年の磁気記録装置の高密度化への過酷な要求は、磁気記録単位を 5nm 以下にすることを必須とし、それに対応する磁気量子ドットの歩止まりの高い製造とその磁気状態の正確な評価を要求している。またスピントロニクスに代表されるように、スピンや nm サイズの磁気モーメントを人間が制御して動かすようなデバイス開発も次世代の科学技術開発の視野に入っている。

本研究では、スピン偏極電子線を用いた高分解能 TEM を世界で初めて開発する。それを用いて次世代大容量 HDD 用に開発する FePt などのナノサイズ磁気量子ドットのスピン構造やトンネル磁気抵抗 (TMR) 素子内の磁化反転現象を精緻に研究する。さらに分解能が原子レベルに達した段階で、各種スピントロニクスデバイスの素子性能を支配する界面スピン構造を原子分解能で可視化し、新しいナノスピン解析技術の開発に役立てる。

#### 【研究の方法】

本研究は世界で初めての装置開発と測定実験を行うため、以下の 5 年間の計画で研究を進める。本研究はこれを以下の 7 つの部分に分割して、研究開発設計をしている。

①高輝度・高偏極度フォトカソード開発、②20-50keV の TEM 用偏極電子銃の開発、③スピン回転器および TEM への入射最適化設計および装置開発、④光または磁場、電場励起用試料ホルダー部および対物レンズ部の開発、⑤偏極電子による像の高感度・高精度記録法、および磁気状態を取り出す画像処理装置の開発、⑥種々の磁性関係薄膜やナノワイヤ微粒子の作製法の開発と観察、⑦電子のスピンによる磁気ポテンシャルによる電子線の散乱の理論的研究。

#### 【期待される成果と意義】

本研究の最大の特色は、常温動作可能、スピン偏極率 90%以上、輝度  $2 \times 10^7 \text{ A/m}^2 \text{ sr}$  以上のスピン偏極電子銃を、20kV~50kV の加速電圧をもつ TEM に搭載し、ナノ材料の磁性状態を原子レベルで可視化することである。またこの電子銃はレーザーパルスで励起動作するため、ごく自然にマイクロ秒からナノ秒時間分解能の動的観察 TEM や動的電子回折の実験も可能となる。

また、装置開発だけでなく、我が国が得意とする磁性物理学の根幹に関わる磁気モーメントや応用のデバイス素子内のスピン状態を原子レベルの分解能で可視化する世界で初めての実験が行えることも大きな特色である。

本研究が成功した暁には、世界の電子顕微鏡学会や磁性物理学会に大きなインパクトを与えるとともに、これまで走査トンネル顕微鏡、収差補正 TEM やパルス電子顕微鏡などで、残念ながら欧米に先を越されていた我が国の顕微鏡学研究や材料評価法研究にとって起死回生の開発研究になることが期待できる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- N.Yamamoto, et al., "High brightness and high polarization electron source using trans-mission photocathode with GaAs-GaAsP superlattice layer", Journal of Applied Physics vol.103, No. 6 (2008) 064905
- S. Fukami, N.Tanaka, T.Shimatsu, and O. Kitakami, "Nanostructure of CoPtSiO<sub>2</sub> granular films for magnetic recording media ", Materials Transactions, Vol. 46, No.8 (2005) 1.

#### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

160,200 千円

ホームページ等

<http://sirius.cirse.nagoya-u.ac.jp/%7Etanakalab/>