

Pt/Co/Pt 薄膜へのレーザー照射による磁気異方性の変化機構の解明 Mechanism of laser-induced change in magnetic anisotropy of Pt/Co/Pt thin films

雨宮健太^{1,*}, 酒巻真粧子¹

¹物質構造科学研究所放射光科学研究施設, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

¹Photon Factory, Institute of Materials Structure Science, 1-1 Oho, Tsukuba, 305-0801, Japan

1 はじめに

磁性薄膜において、磁気異方性(膜に平行、垂直どちらの方向に磁化されやすいか)を制御すること、特に高密度磁気記録のために必須な面直磁化を実現することは、極めて重要な課題である。最近 Maziewski らのグループは、Pt/Co/Pt 薄膜において、Ga⁺イオンの照射によって垂直磁化が実現することを見出した。そこで我々は EXAFS を用いて、結合距離・配位数の異方性から、その起源を研究してきた[1,2]。さらに彼らは最近、レーザー照射によって垂直磁化を実現することに成功した[3-5]。本研究では、レーザー照射による磁気異方性変化の機構を解明するために、Co の K および L 吸収端において、位置分解 XAFS 測定を行い、Co の化学状態と構造の変化を観察した。

2 実験

Co K 吸収端 EXAFS および Co L 吸収端 XANES 測定はそれぞれ、硬 X 線ビームライン BL-9A および軟 X 線ビームライン BL-16A において行った。試料は、あらかじめ大気中でレーザーを照射した Pt/Co/Pt 薄膜に X 線を照射し、X 線吸収に伴って放出される電子を光電子顕微鏡(PEEM)によって取り込むことで、位置分解した電子収量 XAFS スペクトルを得た。測定はすべて真空中、室温で行った。

3 結果および考察

図 1 に、レーザーを照射した Pt/Co/Pt 薄膜に対して Co K 吸収端付近の X 線を用いて測定した PEEM 像を示す。レーザー照射スポットの中心(×印)から直径 200 μm 程度にわたって電子の放出量が減少している。解析においては、図に示すように 10 μm 幅の同心円状の領域ごとに電子の強度を足し合わせ、それを入射 X 線エネルギーに対してプロットすることによって位置分解した XAFS スペクトルを得た。

図 2 に、それぞれの位置における Co L 吸収端 XAFS スペクトルを示す。レーザー照射スポットの中心付近では、780 eV 程度に明瞭な肩構造が観察されている。これは Co の酸化物に特徴的なスペクトル構造であり、大気中でのレーザー照射によって Co が酸化されたことが示唆される。一方、薄膜が面直磁化を示す領域(中心からの距離が 115 μm 程度)では、Co の酸化は一部しか進行していないことがわかる。同様に、それぞれの位置における Co K 吸

収端 EXAFS のフーリエ変換を図 3(a)に示す。レーザー照射スポットの中心から十分離れた位置では、ほぼ金属 Co となっているが、中心に近づくにつれて Co-O 結合が顕著になり、Co の酸化が進行していることがわかる。

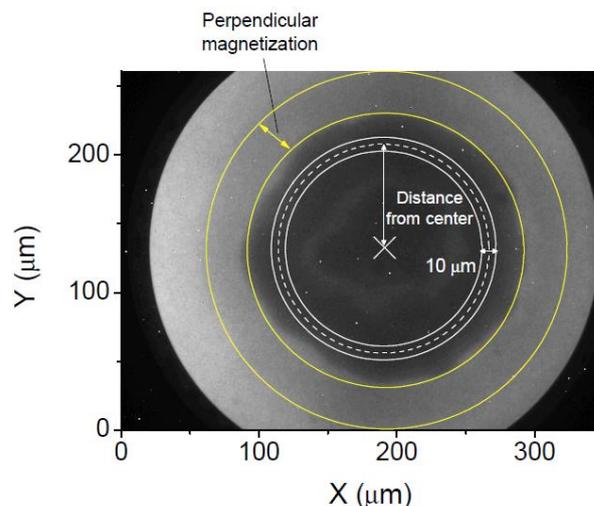


図 1 : Co K 吸収端付近で測定した PEEM 像。面直磁化を示す領域を黄色で示す。

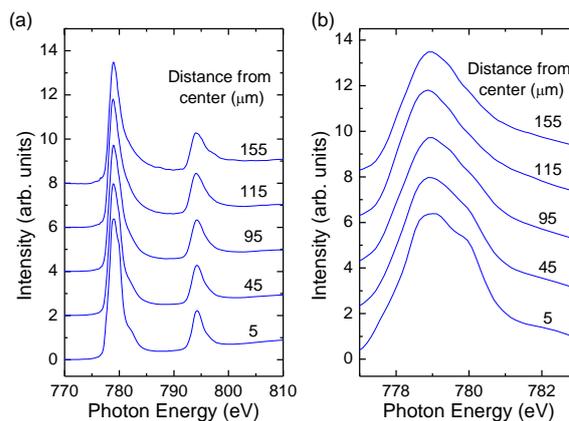


図 2 : Co L 吸収端 XAFS の位置依存性。

図 3(b)に、EXAFS の解析結果を示す。レーザー照射スポットの中心に近づくにつれて、Co-Co 結合が減少し、Co-O 結合が増加している。また、Co-Co 結合の距離については、中心から離れた位置では典型

的な金属 Co の結合距離に近いが、少し中心に近づいたところ(面直磁化を示す領域)で急激に距離が増加し、その後緩やかに減少している。このような構造変化が磁気異方性の変化を引き起こしていることが示唆される。

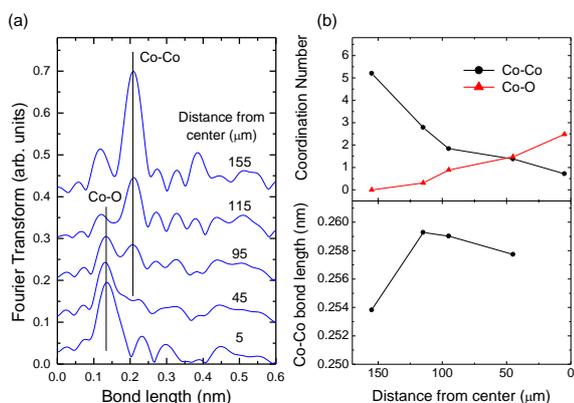


図3 : Co K 吸収端 EXAFS のフーリエ変換(a)と解析結果(b)。

4 まとめ

Pt/Co/Pt 薄膜に対するレーザー照射による磁気異方性変化の機構を、PEEM を用いた位置分解 XAFS 測定によって明らかにした。大気中における適量のレーザー照射によって、Co が部分的に酸化され、それにともなって Co-Co 距離が増大することが、面直磁化を引き起こしていることが示唆された。

参考文献

- [1] M. Sakamaki et al., *Phys. Rev. B*, **86**, 024418 (2012).
- [2] M. Sakamaki et al., *Phys. Rev. B*, **94**, 174422 (2016).
- [3] J. Kisielewski et al., *J. Appl. Physics*, **115**, 053906 (2014).
- [4] E. Dynowska et al., *Nucl. Instr. Meth. B*, **364**, 33 (2015).
- [5] W. Szuszkiewicz et al., *Phase Transitions*, **89**, 328 (2016).

* kenta.amemiya@kek.jp