

光電子顕微鏡を用いた Pt/Co/Pt 薄膜へのレーザー照射効果の観察 Observation of effect of laser irradiation on a Pt/Co/Pt thin film

雨宮健太^{1,2,*}, 酒巻真粧子^{1,2}

¹放射光科学研究施設, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

²構造物性研究センター, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

Kenta Amemiya^{1,2,*} and Masako Sakamaki^{1,2}

¹Photon Factory, 1-1 Oho, Tsukuba, 305-0801, Japan

²Condensed Matter Research Center, 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垂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]。さらに彼らは最近より簡便な方法として、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]。図 1 に、レーザーを照射した Pt/Co/Pt 薄膜に対して測定した Polar MOKE (magneto-optic Kerr effect)イメージを示す。レーザー照射によって 100-300 μm 程度の範囲で垂直磁化が出現しているが、レーザー強度の分布によって、スポット内でも位置によって磁気異方性に違いが見られる。

本研究の目的は、このような試料に対して、光電子顕微鏡を用いた Co K および L 吸収端における位置分解電子収量 XAFS 測定によって、レーザー照射による垂直磁化の発現機構を、構造と化学状態の観点から明らかにすることである。

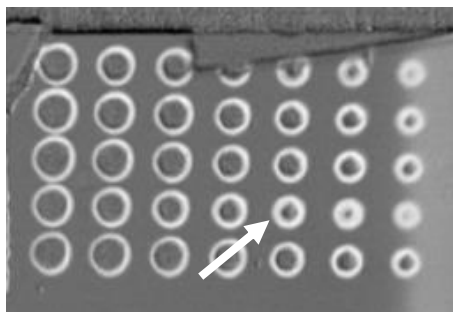


図 1 : レーザー照射 Pt/Co/Pt 薄膜の Polar MOKE イメージ。白い領域が垂直磁化に対応する。XAFS 測定を行ったスポットを矢印で示す。

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。いずれの場合も、X 線を試料に照射し、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。室温はすべて真空下、室温で行った。

3 結果および考察

図 2 に、Co K 吸収端付近の X 線を照射して得られた光電子顕微鏡像を示す。レーザー照射スポットの部分が暗くなっており、電子の放出量が少ないことを示す。このような像を、それぞれの X 線エネルギーにおいて測定し、特定の位置における電子の量を 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。

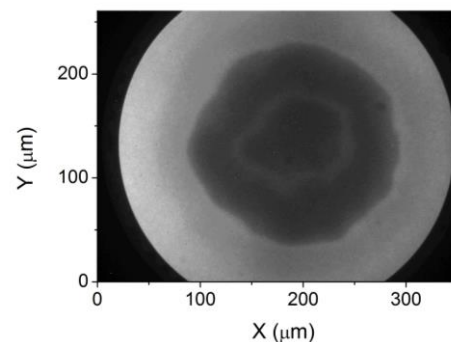


図 2 : レーザー照射スポット付近の光電子顕微鏡像。Co K 吸収端付近の X 線エネルギーを利用した

図 3 に、レーザー照射スポット付近の 3 ヲ所(スポットの外側、縁、中心)における、Co K 吸収端 EXAFS のフーリエ変換を示す。スポットの外側では、2.1 Å 程度の距離に Co-Co 結合に起因するピークが観測される。一方、中心では Co-Co 結合はほとんど消失し、1.4 Å 付近のピークのみが観測される。薄膜へのレーザー照射は大気中で行われているので、このピークは Co の酸化に伴って形成された Co-O 結合に起因すると考えられる。図 1 に示すように垂直磁化はスポットの縁付近でのみ観測されているが、

この位置においては Co-Co 結合と Co-O 結合の両方が観測される。

図 4 に同様に測定した Co L 吸収端 XANES スペクトルを示す。レーザー照射スポットの外側では典型的な金属 Co のスペクトルを示すのに対し、スポット内部に近づくにつれて CoO のスペクトルに似た構造を示すようになる。これは EXAFS の結果と同様、レーザー照射による Co の酸化を示唆している。

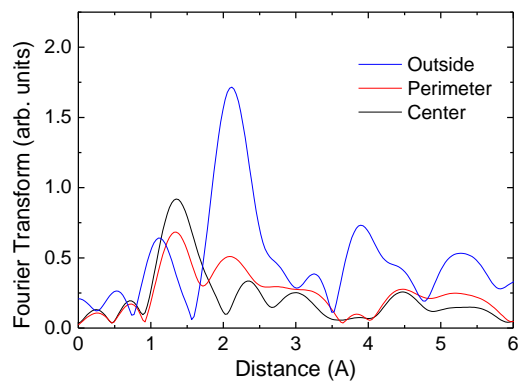


図 3 : レーザー照射スポットの外側(Outside), 縁(Perimeter)および中心(Center)における, Co K 吸収端 EXAFS のフーリエ変換。

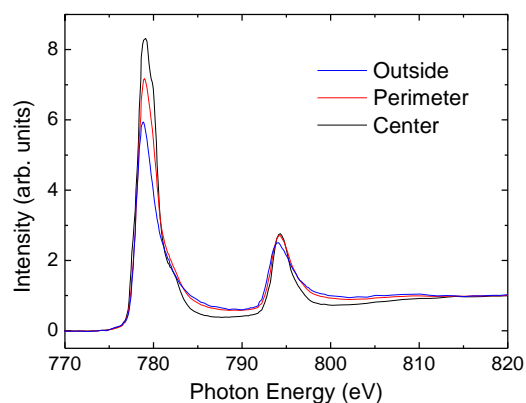


図 4 : レーザー照射スポットの外側(Outside), 縁(Perimeter)および中心(Center)における, Co L 吸収端 XANES スペクトル。

参考文献

- [1] M. Sakamaki et al., *Phys. Rev. B*, **86**, 024418 (2012).
- [2] M. Sakamaki et al., *Phys. Rev. B*, submitted.
- [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).