

深さ分解 X 線磁気円二色性分光によるコバルト/六方晶窒化硼素積層体の評価 Depth-resolved XMCD spectroscopy of cobalt/h-BN heterostructure

境 誠司^{1,2,*}, 渡邊 貴弘², 小出 明広³, 山田 洋一², 圓谷 志郎¹, 檜本 洋¹, 雨宮 健太⁴

¹量子科学技術研究開発機構 量子ビーム科学研究部門, 〒319-1106 東海村白方 2-4

²筑波大学大学院 数理物質科学研究科, 〒305-8573 つくば市天王台 1-1-1

³自然科学研究機構 分子科学研究所, 〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中 38

⁴高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

Seiji Sakai^{1,2,*}, Takahiro Watanabe², Akihiro Koide³, Yoichi Yamada², Shiro Entani¹, Hiroshi Naramoto¹, Kenta Amemioya⁴

¹QST, 2-4 Shirakata, Tokai, 319-1106, Japan

²Univ. Tsukuba, 1-1-1 Tennoudai, Tsukuba, 305-8573, Japan

³IMS, Okazaki, 444-8585

⁴KEK, Tsukuba, 305-0801

1 緒言

スピントロニクスにおいて、磁性金属薄膜の磁気異方性の制御はデバイス応用の観点から特に重要な研究課題の一つである。特に垂直磁気異方性(PMA)を有する薄膜材料(垂直磁化膜)の開発は、ハードディスクや磁気ランダムアクセスメモリの高密度・大容量化の鍵を握る課題である。従来、垂直磁化膜は磁性金属とスピン-軌道相互作用の大きな重金属(貴金属や希土類)を組み合わせた材料について検討が行われてきたが、近年、希少な重金属を含まない新規材料が注目されている。

我々は、以前の研究で、単層グラフェン(SLG)で被覆したニッケル薄膜(SLG/Ni(111)薄膜)では、グラフェンとの界面に近い領域で PMA が発現することを報告した[1]。グラフェンによる PMA の促進は、SLG/Pt(111)の層間に Co をインターカレートした SLG/Co/Pt(111)積層体についても報告されている[2]。そこで本研究では、グラフェンと結晶構造が類似の絶縁体である六方晶窒化硼素(h-BN)が Co 薄膜の磁気異方性に与える影響を深さ分解 X 線磁気円二色性(XMCD)分光によるその場実験で調べた。

2 実験

実験は BL-7A に電子ビーム蒸着源によるその場蒸着が可能な深さ分解 XMCD 装置を設置して行った。化学気相蒸着(CVD)により単層 h-BN を Pt(111)単結晶表面に成長した試料(h-BN/Pt(111))を基板として用いて、h-BN 表面に Co を蒸着した積層体(Co/h-BN/Pt(111))について、Co $L_{2,3}$ 吸収端の深さ分解 X 線吸収(XAS)・XMCD 分光[3]の実験を行った。測定は、室温で 2000 Oe のパルス磁場を試料の面直若しくは面内方向に加えた後、残留磁化条件にて行った。

3 結果

図 1 a, b に、Co/h-BN/Pt(111)の原子間力顕微鏡(AFM)像および面直方向にパルス磁場印加後に面直方向から X 線を入射して測定した Co $L_{2,3}$ 端 XAS/XMCD スペクトル(深さは非分解)を示す。AFM 像から、h-BN 上の Co は直径が 20-30nm で厚さが 2nm 前後の ナノ粒子として存在することが分かる。XMCD 分光において、同試料は、b のように面直方向に磁場を印加した場合にのみ XMCD が観測された。本結果から、Co/h-BN/Pt(111)の Co ナノ粒子は室温で PMA を示すことが明らかになった。磁気総和則から見積もった磁気モーメントの大きさは 0.9 μ_B で Co 結晶の値の半分程度であった。さらに、深さ分解した解析から、PMA は Co ナノ粒子内の h-BN との界面に近い領域もしくは厚さが薄い Co ナノ粒子ほど促進されることが示唆された。

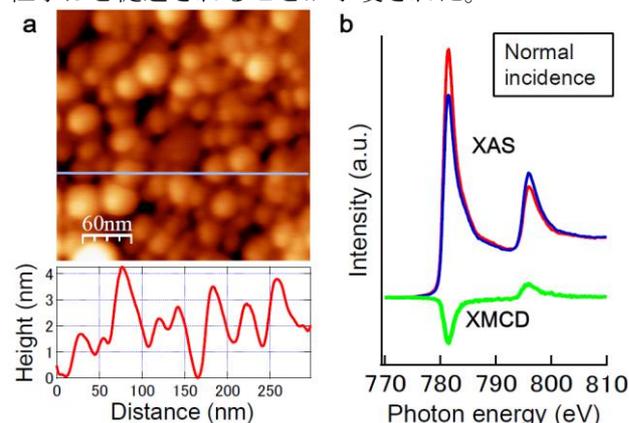


図 1 Co/h-BN/Pt(111)の AFM 像(a)および Co $L_{2,3}$ 端 XAS/XMCD スペクトル(b)。XAS/XMCD 測定時のパルス磁場印加および X 線入射の方向は共に面直方向

参考文献

- [1] Y. Matsumoto, S. Entani, A. Koide, M. Ohtomo, P. V. Avramov *et al.*, *J. Mater. Chem. C* **1**, 5533 (2013)
 [2] J. Coraux, A. T. N'Diaye, N. Rougemaille, C. Vo-Van, A. Kimouche *et al.*, *J. Phys. Chem. Lett.* **3**, 2059 (2012)
 [3] K. Amemiya, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **14**, 10477 (2012)