

単層 h-BN 上における強磁性 Co ナノ粒子の作製

Fabrication of ferromagnetic Co nanoparticles on single layer h-BN

○渡邊貴弘¹、山田洋一¹、佐々木正洋¹、小出明弘²、圓谷志郎³、境誠司³

(1.筑波大数物、2.分子研、2.量研機構)

○T. Watanabe¹, Y. Yamada¹, M. Sasaki¹, A. Koide², S. Entani³, S. Sakai³

(1. Univ. of Tsukuba, 2. UVSOR, 3. QST)

E-mail: jumpthricedrdx@gmail.com

【研究背景・目的】 金属基板上的単層六方晶窒化ホウ素(h-BN)は、周期的凹凸構造を形成するため、ナノ構造作製のテンプレートとして注目を集めている。特に、Rh(111)やRu(0001)上にてできるh-BNのナノメッシュ構造は起伏が大きく、ナノメッシュの周期である約3 nmの金属ナノ粒子の形成が報告されている[1]。しかし、磁性金属でそのようなナノ粒子を作製した場合、超常磁性を示し、磁化が消失する[2]。そこで本研究では、平坦なPt(111)上の単層h-BNを用いて、強磁性を示すCoナノ粒子(NP)を作製することを目的とした。磁気特性計測の結果、作製したCo-NPは強磁性となり、磁気記録の高密度化に有益な垂直磁気異方性を示すことが分かったので報告する。

【実験方法】 Pt(111)上への単層h-BNの作製は、800°Cに保ったPt(111)清浄表面をボラジンに曝露して行った。その後、蒸着速度0.003 Å/秒、基板温度250°Cでh-BN上にCoを真空蒸着した。X線吸収分光(XAS)により、B, N, Coについて電子状態を計測した。X線磁気円二色性(XMCD)による磁気特性計測は、試料に±0.2 Tの磁場を印加した後、ゼロ磁場下で行った。Coの構造は大気圧下で原子間力顕微鏡(AFM)を用いて観測した。

【結果・考察】 Fig. 1に上記のように作製した試料のAFM像を示す。表面には、Co-NPが不均一に分布した。Co-NPの粒径は、幅 22 ± 7 nm、高さ 3.2 ± 1.0 nmであった。これは超常磁性の領域($\ll 10$ nm)より十分大きく、また、粒子内が単磁区となり抗磁力が大きくなる領域である。

Fig. 2にCo $L_{2,3}$ 吸収端のXAS及びXMCDスペクトルを示す。面直方向にXMCDシグナルが得られたため、Co-NPが強磁性体であり、垂直磁気異方性を示すことが分かる。一方、総和則から計算したCoの磁気モーメントは $0.91 \mu_B/\text{atom}$ であった。バルクCoの $1.77 \mu_B/\text{atom}$ より小さな値が得られたのは、Co-NPの抗磁力が大きく、0.2 Tで磁化が飽和しなかった可能性が考えられる。

Fig. 3にCo蒸着前後のN K吸収端のXASスペクトルを示す。Co蒸着後には、 π^* ピークの低エネルギー側に肩が現れた。この変化はCoとNの軌道の混成を示唆する。しかし、現状の試料では厚いCo-NPが不均一に分布しているため、界面の情報は十分得られていないと考えられる。

本研究では、h-BN/Pt(111)上でCoの成長を制御することで、強磁性かつ垂直磁気異方性のCo-NPを作製できることを示した。今後は、薄く均一に成長したCoの低温・高磁場下のXMCD計測を行い、Co-NPが垂直に磁化する機構の解明を目指す。

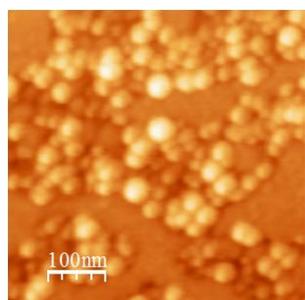


Fig.1 AFM image of Co/BN/Pt

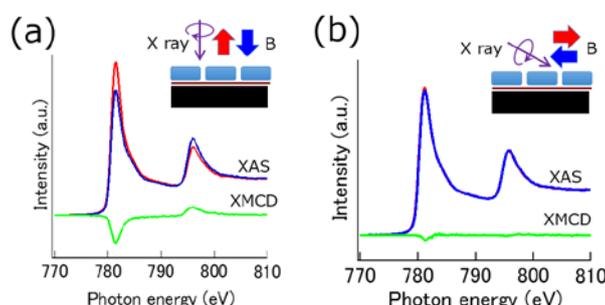


Fig. 2 XAS and XMCD spectra of Co $L_{2,3}$ -edge
(a) normal incidence (b) grazing incidence

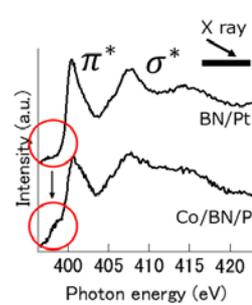


Fig. 3 XAS spectrum of N K-edge

[1] MC. Patterson et al., Phys. Rev. B **89**, 205423 (2014).

[2] V. Sessi et al., J. Appl. Phys. **113**, 123903 (2013)