

マイクロ波磁場により励起された Co/Pt 多層膜 ドットのナノビーム X 線磁気円二色性測定

菊池伸明¹, 岡本聡¹, 北上修¹, 島津武仁¹, 鈴木基寛²
(¹ 東北大, ²JASRI/SPring-8)

Nano-beam XMCD measurement on a Co/Pt multilayer dot excited by microwave field

N. Kikuchi¹, S. Okamoto¹, O. Kitakami¹, T. Shimatsu¹, M. Suzuki²
(¹Tohoku Univ., ²JASRI/Spring-8)

はじめに

Pt を含む多層膜や合金は大きな磁気異方性を発現できることから応用上も重要であり、幅広い研究の対象となっている。磁性層と Pt 層を積層した場合、その界面においては Pt 原子に大きな磁気モーメントが誘起されることが知られている[1]。また、そのような系においては、磁性金属単層に比べてダンピングが著しく大きく増加することが報告されており[2]、その理解が重要となっている。しかしながら、一般的な磁氣的・電氣的測定手法では界面で分極した Pt の挙動のみを分離して議論することは困難である。そこで、本研究においては元素選択性を持つ X 線磁気円二色性 (X-ray Magnetic Circular Dichroism : XMCD) を用いることで、rf 磁場により励起された Co/Pt 多層膜ドット中の分極した Pt 原子の挙動について調べた。

実験方法・結果

Co/Pt 多層膜は MgO(100)基板上に sub./Ta(0.5)/Pt(1)/Ru(24)/Pt(0.5)/[Co(1.4)/Pt(0.5)]₆/Ru(10)の構成で DC マグネットロンスパッタリングにより成膜した。数字は各層の膜厚で単位は nm である。多層膜を電子線リソグラフィ・Ar イオンエッチングにより直径 3 μ m のディスク状に加工し、異常 Hall 効果(AHE)検出用の電極および高周波磁界印加用の伝送線路 (幅 3 μ m) を形成した。伝送線路を用いて膜面内方向の rf 磁場を発生すると、強磁性共鳴条件において歳差運動が誘起されることで膜面に垂直な磁化成分が変化する。この変化を異常 Hall 効果および XMCD により検出した。なお、XMCD の測定は SPring-8 のビームライン BL39XU にて実施し、Pt の L₃ 吸収端を用いた。磁化の垂直成分に感度を持つように X 線は膜面に垂直に入射した。図 1 に、異常 Hall 効果により測定した直径 3 μ m のドット一つの磁化曲線を示す。点線は rf 磁場を印加せずに、実線は周波数 $f_{rf}=3$ GHz、振幅約 400Oe の rf 磁場を印加した状態で測定した結果である。直流磁場 H_{dc} は膜面に垂直に印加し、掃引方向は正から負方向である。 $H_{dc}=3$ kOe 近傍に強磁性共鳴による明瞭なディップが現れており、その形状は大振幅の歳差運動を反映して非対称な形状を示す。図 2 に、 $f_{rf}=2.8$ GHz の rf 磁場下で測定した XMCD (実線) の結果を、異常 Hall 効果 (●) の結果と合わせて示した。いずれも飽和値で規格化し、磁化の垂直成分 M_z として示した。XMCD の測定は約 300 nm 径のナノビームで行い、ドットの中心付近で計測した。強磁性共鳴ピークの位置・形状・強度が双方の測定手法においてよく一致しており、Co 層に挟まれた Pt 層がほぼ一様に歳差運動をしていることが示唆された。

参考文献 [1] M. Suzuki *et al.*, PRB 72, 054430 (2005), [2] S. Mizukami *et al.* APL 96, 152502 (2010)

謝辞 本研究の一部は、文科省「ナノマクロ物質・デバイス・システム創製アライアンス」および科研費、JST「戦略的イノベーション創出推進プログラム(S-イノベ)」ならびに SRC からの援助の下行われた。

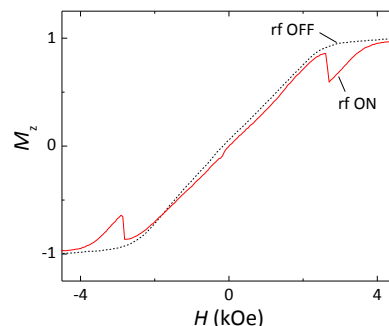


Fig. 1 AHE curves of single Co/Pt multilayer dot measured with and without rf fields ($f_{rf}=3$ GHz).

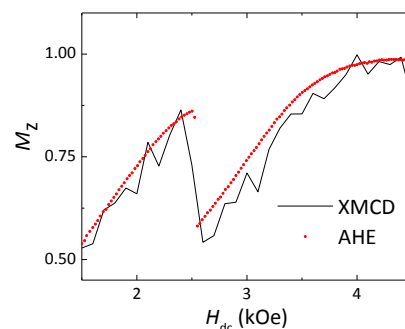


Fig. 2 Magnetization curves of a Co/Pt multilayer dot measured by XMCD and AHE under application of rf field ($f_{rf}=2.8$ GHz).