

時間分解顕微鏡による NiCo_2O_4 薄膜に おける超高速消磁の観測

～高速で高密度な情報記録を可能にする磁性材料の光反応と装置開発～

兵庫県立大学 大学院理学研究科¹, 京都大学化学研究所²

◎M2 たかはしりゅうのすけ 高橋龍之介¹, M1 たによしき 谷佳樹¹, M2 あべひろたか 安部弘隆¹,

M1 やまさきみなと 山崎未南斗¹, すずきいくみ 鈴木郁美², かんだいすけ 菅大介², しまかわゆういち 島川祐一², 教授 わたちひろき 和達大樹¹

キーワード

磁性材料, レーザー, 時間分解, 磁区, 記録デバイス

研究概要

NiCo_2O_4 は反平行に整列したスピンの大きさが上向きと下向きで異なるフェリ磁性体で、磁性が消失するキュリー温度を 400 K 以上に持つ。レーザーを照射するとサンプルの温度が急激に上昇し、このキュリー温度を超えるため、照射された部分の磁性が消える「消磁」という現象が起こる。 NiCo_2O_4 薄膜は膜面の垂直方向に磁化しやすく、膜の垂直方向に対して磁気光学 Kerr 効果を持つ。磁気光学 Kerr 効果は、偏光した光が磁性体に反射したとき、磁化の向きに応じて偏光が回転する効果のことで、このような物質の磁区は Kerr 顕微鏡によって観察できる。これらの

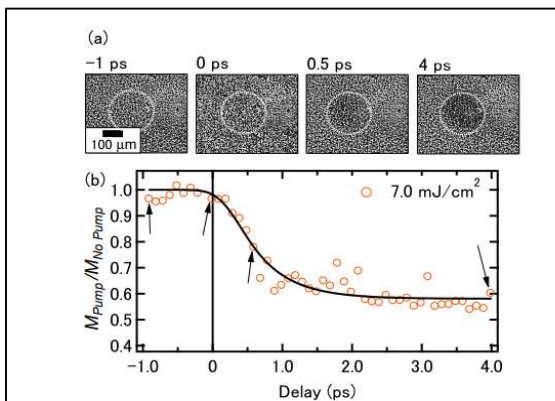


図1. 消磁の時間変化の(a)顕微写真と(b)コントラスト値

特性から、消磁のスピードとレーザーが照射された部分の磁区観察を同時に行える装置を開発した。この装置は、ポンププローブ法と Kerr 顕微鏡を両立させることで実現し、300 fs まで時間分解、1 μm まで顕微できる。図1はレーザーが当たる前 (-1 ps) から当たった後(4 ps)までの消磁の時間変化を示している(レーザーが当たった瞬間を 0 ps としている)。(a)は各時間における顕微鏡写真であり、レーザーが照射された部分の色が濃くなっていることがわかる。(b)は画像から抽出したコントラスト値を時間ごとにプロットしたものである。この結果から、消磁のスピードである時定数が ~ 0.4 psであることを明らかにした。

アピール ポイント

本研究は、 NiCo_2O_4 薄膜における 1 ps 以下の超高速消磁を世界で初めてとらえたものである。 NiCo_2O_4 薄膜は、膜面の垂直方向に磁化しやすく、高密度な磁気記録デバイス材料としても応用可能である。また、光によって 1 ps 以下で消磁できることは、高速な磁気記録の書き込みを可能にするため、デバイス応用への有用性が高いことを示している。本研究では、この物質でなぜこのような現象が起こるかを、電子やスピン状態にまで掘り下げ考察しており、新規材料開発への発展性を内包している。また、本研究で用いた時間分解磁気光学 Kerr 効果顕微鏡は、高橋が自らその開発を行った。本装置は、時間分割しながら、磁区を顕微鏡観察が可能のため、レーザーがどのように磁性体に作用するかを直接観察できる。このような観測法は、直感的な理解を促すだけでなく、今まで見逃されていた現象の発見可能性も持っている。参照: R. Takahashi *et al.*, arXiv2106.01026