

定在波を用いた内殻吸収 MCD による Fe/Si 多層膜の研究

佐藤功典、神野貴義、荒井彰、柳原美広

東北大学多元物質科学研究所

Fe/Si 磁性多層膜は次世代の反強磁性結合素子として注目されている。我々はこれまで軟 X 線発光分光を用いて層間結合が最も強い Fe(3.0nm)/Si(1.3nm)多層膜の界面を解析した結果、Si 層は Fe 層との相互拡散によって消え、厚さが約 0.7 nm の FeSi₂層を 0.5 nm の Fe₃Si 層がはさむ構造になっていることを明らかにした。これより、層間結合を媒介しているのは、強磁性体の Fe₃Si ではなく、絶縁体、若しくは半導体的な FeSi₂であることを示した[1]。興味深いのは、厚さ 1 nm ほどの拡散層があるにもかかわらず、強い層間結合が現れる点である。そこで、この界面の磁性状態を明らかにする必要がある。埋もれた界面の磁性状態の解明には、軟 X 線定在波法と内殻吸収磁気円二色性 (MCD) を組み合わせた手法が有望である。用いた試料は、定在波生成層となる W/B₄C 多層膜上に Fe/Si (*t*)/Fe 三層膜 (*t*=0.5, 0.9, 1.0, 1.3 nm)を形成したもので、最上層に酸化防止のために厚さ 2.0 nm の C を蒸着した。測定は AR-NE1B で行った。図 1 左は、Fe/Si(0.5nm)/Fe 三層膜について入射角 0.2°間隔で測定した Fe L_{2,3} XAS スペクトルを、散乱ベクトル q ($q = 4\pi \sin\theta/\lambda$) に関して再構成したものである。こうすることで、定在波の位相が一定、すなわち深さが一定の部分の情報得られることになる。Bragg 条件を満たす $q = 0.17$ 付近で定在波の効果が顕著に現れているのが分かる。図 1 右は、左図から得られた MCD スペクトルである。これに総和側を用いて磁気モーメントを計算した結果、どの試料も、界面の Fe₃Si 層で軌道磁気モーメントが増大していることが分かった。

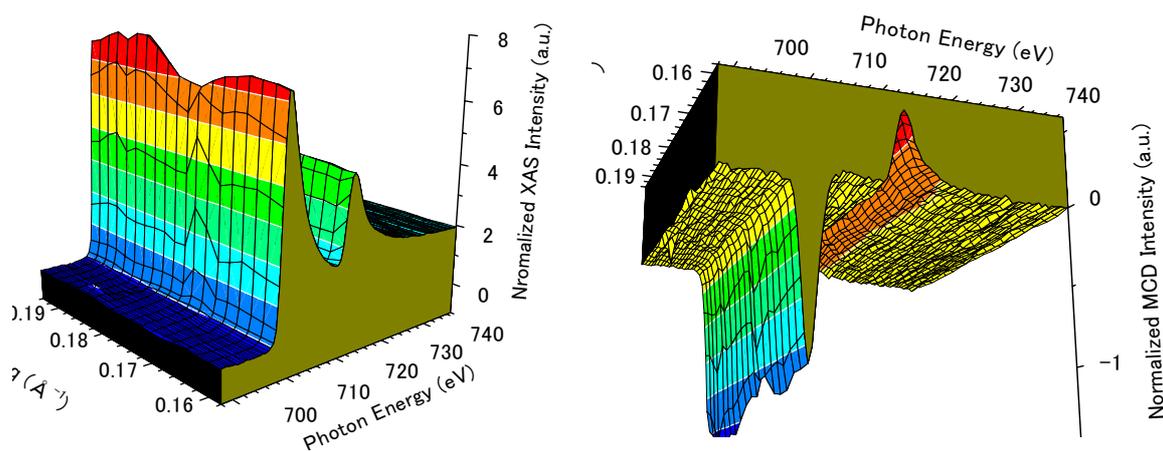


図 1 Fe/Si(0.5nm)/Fe 三層膜の XAS スペクトル(左)、および MCD スペクトル(右)。

[1] T. Imazono, Y. Hirayama, S. Ichikura, O. Kitakami, M. Yanagihara and M. Watanabe, Jpn. J. Appl. Phys. **43**, 4327 (2004).