

# Fe/Si 磁性多層膜の Fe $L_{2,3}$ 内殻吸収 MCD スペクトル

菅原真幸, 佐藤功典, 羽多野忠, 豊田光紀, 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 0.7nm の FeSi<sub>2</sub> 層を 0.5nm の Fe<sub>3</sub>Si 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 Fe<sub>3</sub>Si ではなく、絶縁体、若しくは半導体的な FeSi<sub>2</sub> 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。

本研究では面内磁化を扱うため、斜入射による測定が必須である。そこで、実験を始めるに当たり、試料ホルダーとそれの固定装置を独自に考案し、製作した。用いた試料は、Fe(3.0nm)/Si(t nm)(t = 0.5, 1.3, 1.7, 2.0nm)多層膜で、最上層は光電子収量測定のことを考えて、厚さ 1.0 あるいは 2.0nm の Fe 層とした。測定は AR-NE1B で行った。図 1 は Fe  $L_{2,3}$  内殻吸収 MCD スペクトルより総和則で計算したスピンおよび軌道磁気モーメントの値を Si 層の厚さについてプロットしたものである。なお、この測定では定在波を用いていない。ここで顕著なのは、最上層の Fe が 1.0 と 2.0nm のいずれの系でも反強磁性結合した Si 層厚 1.3nm の多層膜の方が強磁性結合した Si 層厚 0.5 および 1.7nm の多層膜よりスピン磁気モーメントが増大していること

である。これは一見矛盾しているが、光電子脱出深さから考えると、反強磁性結合した多層膜の最上 Fe 層およびその拡散層のスピン磁気モーメントが増大していることで説明できる。

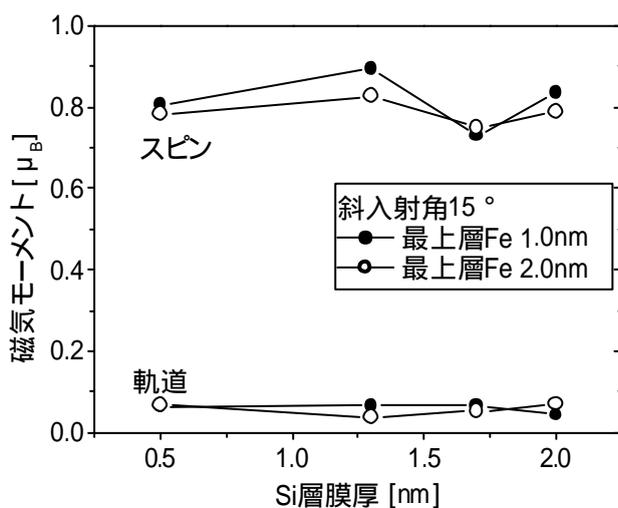


図 1 磁気モーメントの Si 層厚依存性

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