

希薄磁性半導体 $\text{Ga}_{1-x}\text{Mn}_x\text{As}$ の Mn L 及び Ga L 吸収端 XMCD

朝倉大輔¹, 小出常晴¹, 藤森淳², 齋藤秀和³, 安藤功兒³
物構研 PF¹, 東大理², 産総研³

これまで、キャリア誘起強磁性を示す希薄磁性半導体 $\text{Ga}_{1-x}\text{Mn}_x\text{As}$ の Mn L 吸収端 ($2p \rightarrow 3d$) の軟 X 線磁気円二色性 (Soft X-Ray Magnetic Circular Dichroism: XMCD) 実験は広く行われているが、磁気光学総和則を用いてスピン磁気モーメントと軌道磁気モーメントを求めた例は極めて少ない。また、交換相互作用によって Mn 3d 局在スピンの向きを揃える役割を果たすと考えられる母体半導体の磁気状態を調べることは非常に重要であるが、Ga や As の L 吸収端 ($2p \rightarrow 4s$) の XMCD 実験はほとんど行われていない。数少ない例の一つ、Keavney らによる Ga L および As L 吸収端 XMCD 実験は、Mn 3d スピンに対し、Ga 4s スピンは平行、As 4s スピンは反平行であると結論付けているが [1]、実験データや解釈に不明確な点が多く、再検証する必要がある。

今回我々は、KEK-PF BL-11A の円偏光を用いて、表面を金でキャップした $\text{Ga}_{0.94}\text{Mn}_{0.06}\text{As}$ 薄膜 ($T_C = 60$ K、磁化容易軸は試料表面に垂直方向) の Mn L、及び Ga L 吸収端の XMCD 測定を 30 K で行った。円偏光は試料表面に対して垂直に入射し、磁場の向きは円偏光に対して平行および反平行であった ($B = \pm 1$ T)。Mn クラスターの析出を避けるため、アニールは行っていない。Mn L 吸収端 X 線吸収スペクトルは、従来の研究結果とほぼ同様の Mn^{2+} ($3d^5$) に近い多重項構造を示し、XMCD スペクトル形状も従来のスペクトル形状とほぼ同様であった。この XMCD スペクトルに対し、3d ホール数を 5.0 と仮定して磁気光学総和則を適用した結果、Mn 3d のスピン磁気モーメントは $0.56 \mu_B/\text{Mn}$ 、軌道磁気モーメントは $0.010 \mu_B/\text{Mn}$ であった。なお、スピン磁気モーメントの決定には、クーロン相互作用による多体効果に対する補正を考慮している [2]。一方、Ga L 吸収端の XMCD は、まだ測定回数が少なく S/N が不十分であるため、現段階で有意な XMCD は観測できず Ga 4s スピンの符号を判断するには至っていない。

[1] D.J. Keavney *et al.*, Phys. Rev. Lett. **91**, 187203 (2003).

[2] Y. Teramura, A. Tanaka, and T. Jo, J. Phys. Soc. Jpn. **65**, 1053 (1996).