

超低速電子線回折を用いた 高効率スピン分解光電子分光実験装置の開発

東大物性研、JASRI¹⁾

武市泰男、奥田太一、原沢あゆみ、松田巖、木下豊彦¹⁾、柿崎明人

スピン分解光電子分光法は、固体の電子状態のエネルギー・波数だけでなくスピンに関する情報まで得られる優れた実験手法である。しかし、これまでスピン検出に広く用いられてきたモット型のスピン検出器は、検出強度が低く測定には非常に長時間を要する上、高エネルギー・角度分解能での測定は極めて困難であった。

モット検出器よりも高い効率を持つスピン検出器として、超低速電子線回折 (Very-Low-Energy Electron Diffraction: VLEED) を用いた検出器が報告されている [1,2]。これは、運動エネルギーが数 eV の電子が強磁性体ターゲット表面で散乱 (反射) される際、スピン交換分裂した強磁性体の非占有状態を反映して、ターゲットの磁化と入射電子のスピン向きによって吸収・反射確率が異なることを利用したものである。これによる検出強度はモット検出器に比べ約一桁高く、スピン検出効率が大きく向上することが報告された。しかしターゲットに用いられる Fe 薄膜は頻りに表面をクリーニングする必要があり、その煩雑さからこの VLEED 検出器はあまり普及しなかった。最近になって、Fe 薄膜に酸素を 1 原子層吸着した p(1x1)O/Fe(001)表面を用いると、表面清浄性の保持時間が飛躍的に向上し、スピン検出効率も優れることが報告された [3]。我々は PF BL-19A において、このターゲットを用いた VLEED 検出器を開発し、これを市販のエネルギー分析器 (PHOIBOS 150, SPECS GmbH) と組み合わせて高効率のスピン分解光電子分光装置を開発した。

Ni(110)表面から放出される二次電子のスピン偏極度の測定結果を過去の報告と比較することにより、この装置の性能評価を行った。その結果スピン検出能力を示す有効シャーマン関数が 0.4、電子の散乱確率が 0.12 と見積もられ、検出器全体の検出効率を示す FOM (Figure of Merit) は、 1.9×10^{-2} と求められた。この検出効率は一般的なモット検出器の 100 倍程度である。これにより、従来難しかった高いエネルギー分解能 (30 meV)、および角度分解能 ($\pm 0.7^\circ$) でのスピン分解光電子分光測定が実現した。本装置により、これまで精度のよい測定が難しかった磁性体の表面電子状態や、非磁性体の表面準位に見られるラシュバスピン分裂など、表面における様々な興味深い物性の研究の進展が期待される。

[1] D. Tillmann, *et al*, Z. Phys. B 77, 1(1989).

[2] F. U. Hillebrecht, *et al*, Rev. Sci. Instrum., 73, 1229 (2002).

[3] R. Bertacco, *et al*, Rev. Sci. Instrum. 70, 3572 (1999).