

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

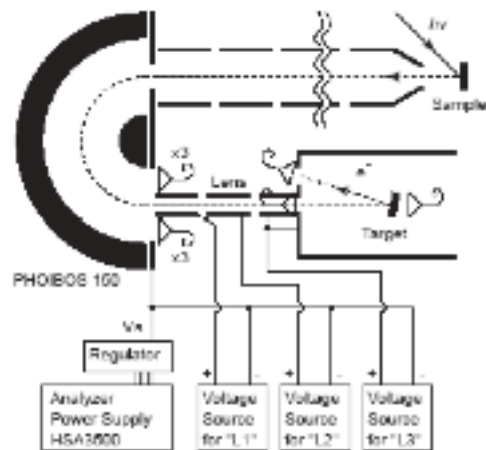
武市泰男、奥田太一、原沢あゆみ、松田 巖、木下豊彦¹、柿崎明人
東京大学物性研究所、JASRI¹

スピン分解光電子分光法は、物質の電子状態を結合エネルギーや運動量だけでなく、スピンを分解して観測できる優れた実験手法である。しかし、これまで電子のスピン検出に用いられてきた検出器は、高エネルギーで運動する電子のスピン軌道相互作用に依存した散乱（モット散乱）を利用するため検出効率が小さく、電子のスピン検出には長時間を要することが普通であった。従って高いエネルギー、角度分解能でスピン分解光電子スペクトルを測定することは困難であった。

一方、モット散乱よりも高い検出効率を持つスピン検出器として、強磁性体で低速電子を反射させる（VLEED: Very-Low-Energy Electron Diffraction）方法が20年近く前に開発されている。この方法では、電子を非占有準位がスピン分裂している強磁性体ターゲットで反射させる時の電子スピン依存性を利用する。低速電子の反射過程はモット散乱に比べて1桁高い反射確率を持つため、VLEEDを利用するスピン検出器は大きな検出効率を示すことが報告された。しかし、ターゲットに用いるFe薄膜が残留ガス等によって簡単に劣化するため頻りにターゲットを正常化する必要があり、その煩雑さのためにこのスピン検出器は普及しなかった。最近、われわれはターゲットに用いる強磁性体表面を工夫することによって表面劣化を押さえることに成功し、モット散乱によるスピン検出器よりも約2桁検出効率のいいVLEEDを利用するスピン検出器を開発した。ポスターではこの新しいスピン検出器を利用したスピン分解光電子分光実験装置について報告する。[1]

右図は、開発した装置の概略である。装置は高分解能電子エネルギー分析器（PHOIBOS150, SPECS GmbH）とVLEEDスピン検出器などで構成される。ターゲットはMgO(100)基板にエピタキシャル成長させたFe(100)p(1x1)で、スピン編極度はターゲットの磁化反転による反射電子強度の非対称性から求めることができる。Ni(110)表面から放出される二次電子のスピン編極度を測定し、実験結果と比較することによりスピン検出効率を示す有効シャーマン関数が約0.4、電子反射効率が0.12と見積もられ、スピン検出器としての検出効率（FOM: Figure of merit）は 1.9×10^{-2} である。

これは従来のモット検出器に比べて約100倍である。新しい装置を用いると、従来とほぼ同じ測定時間で30meVの高エネルギー分解能、 0.7° の角度分解能でスピン分解光電子スペクトルを測定することができる。本装置により、これまで測定が難しかった磁性体表面順位のスピン電子状態、非磁性体に見られるラシュバ分裂の解析等の研究の発展が期待される。



[1] T. Okuda et al., Rev. Sci. Instrum. 79, 123117 (2008).