

XMCD 検出 ESR の開発と応用

Development and Application of XMCD-Detection-ESR

野尻 浩之¹, 松澤 智¹, 小谷佳範², 中村 哲也²
1 東北大金研, 2 SPring8/JASRI

近年磁気デバイスや薄膜における磁性研究の重要性が高まっている。しかし、これらの系において機能発現の起源となる表面や界面における原子層レベルの磁性評価には困難が多い。本研究では、電子スピン共鳴と XMCD を組み合わせた ESR 分光法について報告する。ESR はスピン多重項のゼーマン分裂を利用した磁気共鳴法であるが、近年、高感度化のために、カンチレバーや SQUID 等を利用した磁化検出型 ESR が開発されている。しかし、これらの手法では、数原子層の ESR は不可能であるため、我々は、表面敏感な磁化検出法である X 線磁気円二色性分光 (XMCD) を用いて、高周波 XMCD-ESR 法の開発を行った。

ESR の励起は Gunn 発振器を光源として、空洞共振器法で行い、XMCD 信号は、空洞共振器内に置いた試料に電極を取り付けて、全電子収量法で測定した。周波数は 35 GHz と従来の報告で用いられた X バンドより 3 倍高周波化した。測定系の実証実験の試料としては、Fe の薄膜を用いた。膜に垂直に磁場を加えると反磁場により共鳴磁場が電磁石の発生可能な磁場範囲を越えてしまったため、薄膜を磁場に対して傾けて共鳴磁場を低下させた条件で測定した。

磁場掃引を行ったところ、マイクロ波吸収において、1.05 T 付近にローレンツ波形の強磁性共鳴を観測した。また、L2 吸収端の XMCD 信号を測定では、金属状態の鉄と複数の異なる酸化物のスペクトルの重ね合わせでフィットできるスペクトルを得た。L2 吸収端のピーク位置にエネルギーを固定して、XMCD 信号について、マイクロ波の On/Off による差分測定を行うと、マイクロ波吸収で強磁性共鳴が観測されたのと同じ磁場において、ガウス波形の吸収を観測した。この時、XMCD 信号の変化の符号はマイクロ波吸収による磁化の減少で期待される符号と一致し、比較のために測定した L3 吸収端における測定でも類似出逆符号の信号を検出した。波形は、吸収端によらずガウス型で、線幅はバルクの ESR に比べて 3 倍程度に広がっていた。バルク磁化過程は、酸化していない Fe の特徴を示すため、XMCD スペクトルで見られた酸化物は表面のみで生じていると考えられる。このことは、XMCD-ESR のガウス型波形が信号表面の不均一性によるものであることを示唆する。これらの結果から、今回の測定系により、表面固有の信号観測することに成功したことが確認出来た。