

SUIREN

(Apparatus for Surface and Interface investigations with Reflection of Neutrons)

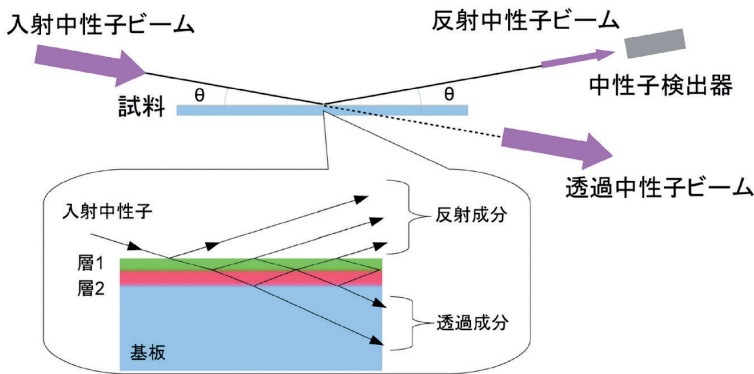
偏極中性子反射率計

物質表面付近の深さ方向の
構造の決定

概要

SUIREN は、平滑な物質界面で中性子が光学的に反射する性質を利用して、物質表面付近の深さ方向の構造や表面に成膜した薄膜・多層膜の層構造を非破壊で解析する装置です。1nm から数 μm 程度までの層構造を解析することができます。多様な材料が幅広く対象となりますが、特に中性子の特長である同位体識別能や磁気モーメントの観測能を活かし、軽元素だけで構成される高分子や界面活性剤等のソフトマター、磁性薄膜中の磁気界面などの研究に威力を発揮します。本装置は、測定面を垂直に立てる形で試料を設置するため、試料形態としては、固体試料またはセルに入れた状態の固液界面試料が対象となります。

測定では、平行度の高い波長 0.393nm の単色中性子を試料に入射させ、入射角を 0.01° 程度のステップで変えながら、中性子の反射強度を実測します。反射ビームは各層での反射、透過を経た成分が干渉したものであり、反射率の角度依存性を解析することによって、各層での密度、組成、層厚、層間の界面粗さの情報などが得られます。また、偏極中性子が利用できますので、磁性膜を含む多層磁気構造を解析し、磁化の深さ方向分布を同定することができます。



中性子波長	0.383 nm
波長分解能	1.30%
ビームサイズ	80(縦)×20(横)mm ²
測定レンジ	0.09~2.86 nm ⁻¹
中性子強度 (Δθ=0.08度)	2.3×10 ⁴ 個/秒/cm ²
バックグラウンド	4.5×10 ⁻³ 個/秒
検出器	³ He検出器、1次元位置敏感 ³ He検出器(長さ100mm)
試料環境	外部磁場 10kOe

利用研究例

図1と2は、磁気ヘッド用多層膜内部の強磁性 FeCo 層と反強磁性 MnIr 層の間の磁気構造を偏極中性子反射率測定により評価した結果の一例です。10kOe の磁場中で試料を面内方向に着磁させた後、試料をそれに垂直な 1.8kOe の磁場中に置き、その状態での磁気構造を調べました。中性子の初期の偏極方向 (上向き, 下向き) と反射時の偏極反転の有無に対応した3種の反射率プロファイル (R_{++} , R_{--} , R_{+-}) が測定され、この結果を解析することにより、FeCo 層から FeCo 層/MnIr 層界面にかけての磁化の大きさ (M) と傾き (θ)、およびそれらの深さ方向分布や、反強磁性層と強磁性層との間に磁化のねじれた層があることがわかりました。この研究は株式会社 日立製作所との共同研究によるものです。

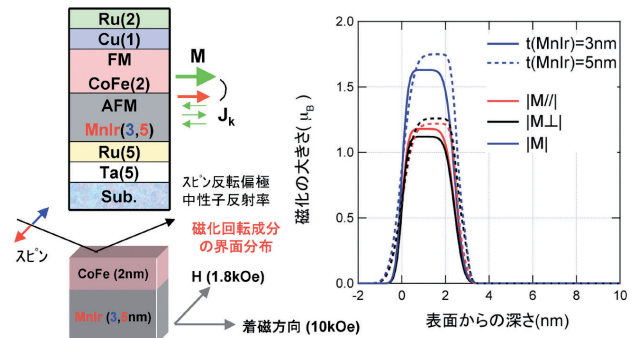


図1 測定で用いた磁気ヘッド用多層膜のモデル構造と、偏極中性子反射率測定で明らかになった、磁気モーメントの厚さ方向の分布。

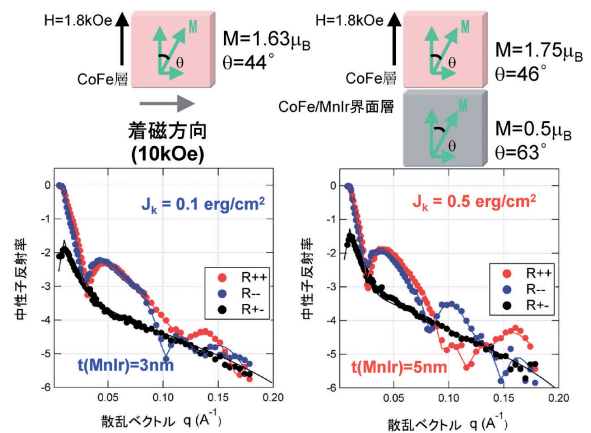


図2 着磁方向と垂直な方向に外部磁場を加えた状態で得られた、反強磁性層の厚さの異なる試料の偏極中性子反射率プロファイルと、解析で明らかになった強磁性層内部での磁気モーメントの方向。