

背面入射中性子反射率法による厚膜の構造評価

Characterization of thick film structure by back-incidence neutron reflectometry

CROSS 中性子科学センター °宮田 登, 宮崎 司

CROSS, °Noboru Miyata, Tsukasa Miyazaki

E-mail: n_miyata@cross.or.jp

中性子反射率法は軽元素にも敏感であり、透過性が高く、また、磁気に対しても敏感であるという性質によりソフトマターの構造評価や固液界面の測定、さらには磁性膜の評価など広範囲に用いられている。中性子反射率では通常数 nm～100nm 程度の薄膜の構造評価を対象としているが、それより厚い膜（100nm～数 μm ）となるとその構造を反映した Kiessig フリンジの間隔は非常に小さいだけでなく、表界面の粗さのために q とともに急激に減衰する。そのためできるだけ q の小さい領域でフリンジを観察する必要があるが、全反射領域では中性子は膜内部には侵入せず Kiessig フリンジが出現しないのでその構造を評価することは困難であった。

全反射は臨界運動量遷移(q_c)より小さい領域で生じる。通常の正面入射では q_c は大気（真空）と膜物質との屈折率により決まる。一方で中性子の特徴である透過性の強さを利用した基板からの入射（背面入射）では、基板の散乱長密度はほとんどの場合大気より大きくなるので基板と膜物質の屈折率は大気とのそれより小さくなり、 q_c も小さくなる。その結果全反射が起こる領域が狭くなり、小さな q 領域でも Kiessig フリンジが現れるようになり、厚い膜の構造評価が可能となると考えられる。

上記の効果の検証を目的として、1 μm 程度の膜厚を持つ試料を作製し、実際に背面入射により中性子反射率の測定を行った。試料は Au/Cu 2 層膜とし、スパッター装置により SiC 基板に作製した。設計膜厚はそれぞれ 800nm、15nm である。中性子反射率の測定は J-PARC MLF, BL17 偏極中性子反射率計「写楽」でおこなった（非偏極測定モード）。Fig.1 にその中性子反射率を示す。正面入射では Kiessig フリンジは全反射領域近傍にわずかに見えるだけだが、背面入射では全反射領域が小さくなり、Kiessig フリンジも明確に表れた。これらを box モデルにより解析すると Au 及び Cu の膜厚はそれぞれ約 900nm、13nm となった。このことから背面反射中性子反射率法で深く埋もれた界面に加え、十分厚い膜の構造も評価できることを示した。

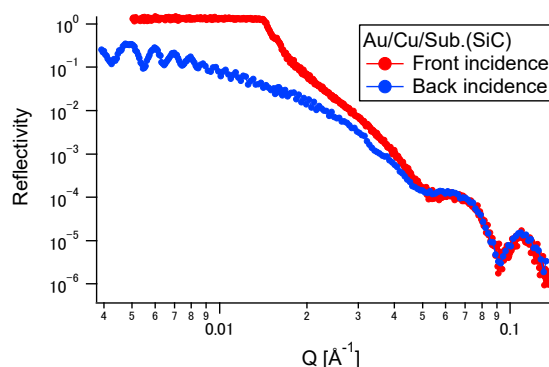


Fig. 1 Front- and back-incidence neutron reflectivity of thick Au and thin Cu bilayer with SiC substrate.