

Si 吸収端でのコントラストマッチング GISAXS の試み Contrast Matching AGISAXS of block copolymer film/Si at Si K absorption edge

奥田浩司¹、竹下浩樹²、落合庄治郎¹ 櫻井伸一³
北島義典⁴ 小川紘樹⁵

1.京大工 2.京大院生 3.京都工繊大 4.KEKPF 5.JASRI

GISAXS は薄膜中の 3 次元構造を評価するうえで有効な手法である。微小角で入射する測定においては、入射角により X 線の侵入深さを制御する事ができる。これは、例えば薄膜の内部構造が表面近傍と異なるのか、といった深さ方向の構造情報解析には有効であると期待される。しかしながら、硬い X 線領域では細かく侵入長を制御する事は困難であり、薄膜の場合には簡単に基板界面まで X 線が到達する。このような薄膜での GISAXS の解析においては薄膜と基板界面からの反射の影響を取り込んだ DWBA による強度シミュレーションの併用が必要な場合が多い。DWBA と屈折効果による GISAXS パターンの変化は規則化したブロック共重合体マイクロ相分離構造のような場合には回折ピークの多重化、位置のずれとして確認が容易であるが、散乱強度が単調変化を示すような構造の場合、評価が複雑になる場合がある。

Si の K 吸収端を利用した異常分散効果により、Si の屈折率を高分子と同程度に調整する事が可能である。このような条件を利用すると薄膜と基板の屈折率を一致させる事により、界面反射を消す事が原理的に可能となる。その場合、試料は X 線的には見かけ上均一なバルク材料の表面近傍のみが 3 次元ナノ構造を持っていることになり、その散乱強度解析には DWBA の補正が不要になる。

我々は Si(001) 基板の上にスピンコート、熱処理したトリブロックコポリマー SEBS 薄膜の SiK 吸収端での GISAXS 測定をおこない、通常の(波長 1 Å/1.5Å)GISAXS 強度との比較をおこなった。通常の GISAXS では bcc 構造をとるマイクロ相分離組織に対応する回折スポットに加え、界面からの反射に起因するスポットが見られると共に、高分子と Si に対応する 2 本の Yoneda ラインが観察される。一方、吸収端直下のパターンでは Yoneda ラインは 1 本のみであり、SEBS と Si の屈折率が一致している事、すなわち界面反射が消失した事を示している。このように基板の構成元素の吸収端を利用することにより、軽元素からなる薄膜と屈折率を一致させ、あたかも基板が存在しないかのような散乱測定が可能であることが示された。光源の高輝度化により有力な実験手法になると期待される。

参考文献: H.Okuda et al., J.Appl.Cryst., 44(2011)380.

H.Okuda et al., J. Appl. Cryst. 45(2012)119.