

X線 CTR 散乱ホログラフィによる Si(111)上の Bi(001)超薄膜の界面構造解析 Holographic imaging of Si(111)-Bi(001) ultrathin film interface using X-ray CTR scattering

白澤徹郎, 大山真実, Wolfgang Voegeli, 高橋敏男
東大物性研

Si(111)清浄表面上に室温でビスマスを蒸着すると、膜厚 ~ 25 Å 以上で膜全体が(001)配向することが知られているおり[1]、Rashba 効果と量子サイズ効果[2]、トポロジカル絶縁体の母物質[3]や結晶性ペンタセン有機薄膜のテンプレート[4]など、興味深い研究の場を提供している。

本研究では Si(111)-Bi(001)超薄膜の界面構造を、X 線 CTR 散乱を用いて調べた結果を報告する。試料は KEK PF の BL15B2 において超高真空中で作製し、その場で XRD 測定を行った。Bi(001)膜からのラウエ振動が明瞭に観察され、10 層のビスマス 2 重層が成長していることが分かった。ラウエ振動から得られた Bi 薄膜の構造と Si 基板の結晶構造を既知構造とし、測定した CTR 散乱分布からホログラフィ法[5]によって界面構造を再構成すると、界面に一原子層の wetting layer があることが分かった。

さらに、得られた界面 wetting layer を含む Bi(001)膜を新たな参照構造として用い、最近開発された位相回復法である COBRA 法[6]によって界面の電子密度分布を定量解析した。図 1 は測定した CTR 散乱分布を位相回復して得た、膜厚方向の電子密度分布である。界面の電子密度から、wetting layer では Bi 原子が 2 次元的に最密充填していることが分かった。

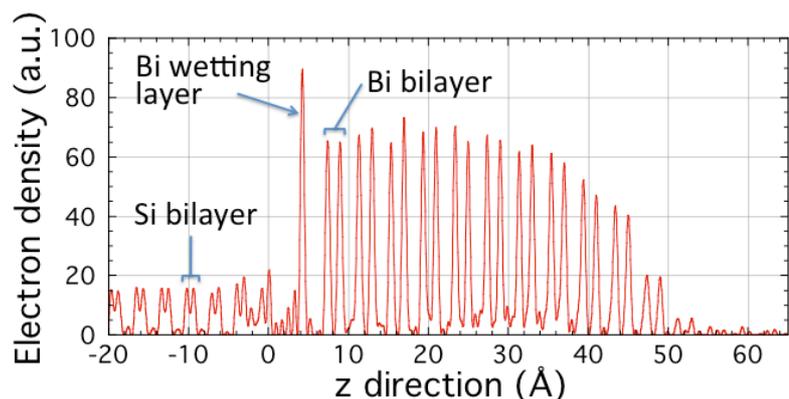


図 1. Bi(001)/Si(111)界面の膜厚方向の電子密度分布

- [1] T. Nagao *et al.*, Phys. Rev. Lett. 93, 105501 (2004). [2] T. Hirahara *et al.*, Phys. Rev. Lett. 97, 146803 (2006). [3] T. Hirahara *et al.*, Phys. Rev. B 81, 165422 (2010). [4] J. T. Sadowski *et al.*, Appl. Phys. Lett. 86, 073109 (2005). [5] T. Takahashi *et al.*, Surf. Sci. 493, 36 (2001). [6] Y. Yacoby *et al.*, Phys. Rev. B 66, 205311 (2002).