X線CTR散乱によるCaF₂/Si(111)界面構造の研究伊藤 洋文、高橋 功、一宮 彪彦、¹原田 仁平、²N.S.Sokolov名古屋大学・工学部 ¹電気通信大学・自然科学系 ²A.F.Ioffe Physico-Technical Institute

CaF₂は、Si(111)上に良好なエピタキシャル成長をさせることができ、将来の電子デバイスへの応用が期待されている。また、半導体上に絶縁体膜を成長させた時の界面構造の基礎研究のテーマとしても興味深い物質である。これまでTEM、XSW、イオン散乱などを用いて様々な報告がなされており、CaF₂の育成条件の違いによりその界面構造が変化するということが明らかになってきている。Lucasらの報告によれば、SiとCaF₂のc軸方向の格子間距離がCaF₂の膜厚や蒸着温度によって異なった値をとる(2.8Å, 4.5Å)ということが確認されている[1]。我々は、このうち長い格子間距離(4.5Å)をもつ試料を用いてX線CTR散乱による測定を行い、その界面の構造を調べた。

試料は、A.F.Ioffe Physico-Technical Instituteのグループにより作成されたもので、Si(111)上にCaF₂をMBE法により成長したものをを用いた[2]。CaF₂膜は、基板温度750°Cで2nmの蒸着の後、10°Cまで冷却し更に10nmの蒸着が行われた。以前の測定より、この試料はタイプBの成長方位を持ち、長い界面距離をもつことが明らかになっている[3]。X線CTR散乱の測定は高エネルギー物理学研究所、放射光実験施設(PF,KEK)のビームライン4C内に設置された結晶分光型高分解能回折計により行った。図1(a)(b)にそれぞれ(011)、(0 $\bar{1}$ 1)ロッドの測定点を示す。(015)と(0 $\bar{1}$ 4)に見られる鋭いピークはSiのブラッグ点、(014)と(0 $\bar{1}$ 5)付近に見られる広いピークはCaF₂のそれである。

図1(a)(b)に示された実線はフィッティングにより得られた計算値である。解析の際、界面距離は以前の測定で得られたパラメータを用い、Ca原子がSi層に対してどのSiteをとっているか、ということの問題にした。その結果、Ca原子が最上層のSi原子の上に位置している、いわゆる“T-site”[4]をとっているということが明らかになった。短い界面距離をもつCaF₂については、Siteについていくつかの研究成果がありT4-site[4]、或いはT4,H3-siteの混合である[5]、との結果が出ている。我々の結果はこのいずれとも一致していない。このことは、距離の異なる2つのCaF₂/Si(111)界面は表面平行方向に関しても異なった構造をもっている、ということを示している。

- [1] C.A.Lucas, G.C.L.Wong, and D.Loretto, Phys.Rev.Lett. **70**,1826(1993)
- [2] N.S.Sokolov, J.C.Alvarez, and N.L.Yakovlev, Appl. Surf. Sci. **60/61**,421 (1992)
- [3] J.Harada, Y.Itoh, T.shimura, I.Takahashi, J.C.Alvarez, N.S.Sokolov, Appl. Surf. Sci. **75**,263 (1994)
- [4] M.Katayama, B.V.King, E.Nomura, M.Aono, Prog. Theor. Phys. Suppl.**106**,315 (1991)
- [5] J.Zegenhagen and J.R.Patel, Phys.Rev.B **41**,5315(1990)