

## 11. $\text{CaF}_2$ (絶縁体薄膜)/ $\text{Si}(111)$ 接合の製作とその 表面層・界面構造

田 上 隆 三

単結晶の表面上に、ある結晶が特定の方位関係で単結晶成長することをエピタキシャル (epitaxial) 成長という。

本研究では、 $\text{Si}$  基板上への絶縁物  $\text{CaF}_2$  薄膜のエピタキシャル成長系をとりあげた。 $\text{CaF}_2/\text{Si}(111)$  界面の結合状態を知ることは、イオン結合性の強い物質と、共有結合性の強い物質とのエピタキシャル成長を探る上からも興味深い。この接合系については、これまで光電子分光法や高分解能電子顕微鏡による界面の構造の報告がなされているが、まだ系統的な結論は得られていない。

本研究の目的は、 $\text{Si}(111)$  基板上における  $\text{CaF}_2$  薄膜のエピタキシャル成長の条件を明らかにすること、及び、 $\text{CaF}_2/\text{Si}(111)$  界面の構造を解明することである。

$\text{Si}(111)$  表面上に  $\text{CaF}_2$  薄膜を到達真空度  $10^{-9}$  Torr の真空装置内で数  $100 \text{ \AA}$  成長させ、反射高速電子回折 (Reflection High Energy Electron Diffraction : RHEED) を用い表面層の結晶性を評価し、また、バルク及び界面の電子状態は軟 X 線分光法 (Soft X-ray Emission Spectroscopy : SXES) により非破壊的に評価した。それは、物質への電子の侵入深さが電子の持つエネルギーに依存していることを応用したものである。RHEED 測定の結果、以下のことが明らかになった。 $\text{CaF}_2$  は基板上に、基板温度が室温においては基板と同じ  $(111)$  面が配向した繊維構造をなしている。約  $500^\circ\text{C}$  以下において  $\text{CaF}_2$  は多結晶と単結晶の 2 相から成り、表面は凹凸のある状態である。約  $500^\circ\text{C}$  以上において表面が平坦である良好なエピタキシャル膜が成長している。また、SXES による測定の結果、次のことが明らかになった。 $\text{CaF}_2$  (エピタキシャル膜) /  $\text{Si}(111)$  界面には、基板  $\text{Si}$  と  $\text{Ca}$  の反応したカルシウムシリサイド層 ( $\text{CaSi}$ ) が形成されている。そして、その界面シリサイド層の厚さは入射電子の X 線生成深さをを用いた評価法により、約  $2 \text{ nm}$  である。