

28aB10

回転ブリッジマン法による 四元混晶成長と熱力学的計算

静岡大学 電子工学研究所 小澤哲夫、早川泰弘、熊川征司

【1. はじめに】

本研究の目的は、結晶成長系に高速回転を加え溶液を攪拌し結晶を成長させる方法、すなわち回転ブリッジマン法^{1),2)}を用いて、大型のIII-V族四元化合物混晶を成長させることである。

今回は $Ga_{1-x}In_xAs_ySb_{1-y}$ の結晶成長と、種結晶近傍に現れた中間層に関する熱力学的計算について報告する。

【2. 実験方法】

結晶成長は、アンプル中に封じ込んだ60(at.%)In、26(at.%)Sb、13.85(at.%)Ga、0.15(at.%)Asの溶液をGaSb種結晶に接触させた状態で、アンプルを回転させることによる結晶-溶液間の相対運動を利用して行った。成長開始温度、冷却速度、アンプル回転速度は各々540(°C)、1.2(°C/h)、100(rpm)であった。

熱力学的計算は、正則溶液モデルを用いて二元化合物のGaSb基板と四元化合物の $Ga_{1-x}In_xAs_ySb_{1-y}$ 成長層の間のギブスの自由エネルギーの差 ΔG を計算した。

【3. 結果と考察】

成長した結晶の種結晶と成長層の接合界面を詳細に観察した結果、図1に示したような中間層が現れていた。この中間層を以後、鯨の歯状の成長層と呼ぶことにする。山の高さは、頂上で(30 μ m)で、写真に現れている回転縞からその成長速度は2(μ m/s)であり、通常のLPEでの成長速度の40倍の速さであった。成長実験から得られた鯨の歯状の成長層の組成比分布(In: ●、○ As: ▲、△)をもとに計算したギブスの自由エネルギー差 ΔG の結果を図2に示した。(I)の領域が鯨の歯状の領域で、(II)の領域は、外側に単結晶成長した層である。ギブスの自由エネルギー差 ΔG は混晶比xが増加、yが減少するに従い増加する傾向が見られた。この結果はInSbリッチの混晶が温度降下と共に容易に成長することを示唆している。GaSb種結晶と(I)の領域の鯨の歯状の成長層の間のエネルギー差は、-540(cal/mole)であった。この値に比べて四元混晶の間のエネルギー差は非常に小さい値であった。

以上のことから、二元化合物-四元混晶間の大きなエネルギー差が過冷却度に影響を及ぼすものと仮定すると、大きなエネルギー差による大きな過冷却度が、鯨の歯状の成長を生じさせたものと考えられる。結果として、鯨の歯状の成長層中では、速い成長速度になった。

1)M.KUMAGAWA et. al.: Appl.Surface Sci. 33/34(1988) 611.

2)T.OZAWA et. al.: J.Cryst.Growth109(1991) 212.

