

20aA4 引上げ一時中断によるInGaSb混晶成長

静岡大電子研、IHI技研*

○大澤 永、大槻 淳、高橋克己*、正木みゆき*、小山忠信、早川泰弘、熊川征司

【はじめに】 InGaSb三元混晶は混晶比により格子定数を6.0959 Å～6.4794 Å、あるいはバンドギャップを0.18eV～0.70eVの範囲で制御できる。しかし、従来の引上げ法で三元混晶の結晶成長を行うと、固液界面近傍の融液中に組成的過冷却が生じ、大型の単結晶が得られにくいという問題点がある。そこで、引上げを一時中断するなどの動的環境下で結晶成長を行うことにより、組成的過冷却を減少させ、InGaSbの大型単結晶を成長させることを試みた。

【実験方法】 回転引上げ法を用いて15mm径のGaSb種結晶の(111)B面から $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{Sb}$ ($x=0.01\sim 0.20$)三元混晶を成長させた。種結晶の回転速度は40rpm、引上げ速度は1.5mm/hとした。また、結晶が常に定形となるように温度降下速度を1℃/hから4℃/hの範囲で変化させた。引上げの中断は、引上げを一定速度で1時間行った後に20分間中断する操作を繰り返した。さらに、引上げを止めている間は種結晶の回転数を40rpmから2rpmに減少させた場合と、回転数を40rpmに一定にした場合について実験した。引上げた成長結晶を(110)面で切断し、過マンガン酸カリ系の化学エッチ後の顕微鏡観察及びSEM観察、EPMA及びEDSによる組成分析測定を行った。

【結果】 結晶成長中にはLPEでは良く知られているマクロステップが観察された。図1に単結晶成長領域に見られるマクロステップを示す。矢印の縞の位置がライザー部であり縞間がテラス部であるが、In濃度分布はこの縞の位置で低くなっていた。これは、ライザー部がトレッド部に比べて成長速度が遅くなるため、偏析係数が1より小さいInなどの不純物が取り込まれにくくなり、その位置での不純物濃度はトレッド部に比べ小さくなるからである。また、マクロステップの縞は結晶の中央に存在するファセット領域の端から結晶端に向けてのびており、縞間隔は結晶の成長と共に広がった。さらに、マクロステップは多結晶化の直前まで存在していた。つまり、マクロステップとして現れる組成のゆらぎは多結晶化に影響を及ぼす一因であることが考えられる。結晶成長途中で引上げを中断すると、成長界面近傍の過剰なInによる組成的過冷却が小さくなり、それまで成長していたマクロステップが図1のA点からB点の間で除去された。結果として多結晶層発生を防ぎ、より大きな三元混晶を成長させ得た。また、図2に示すように成長方向のIn組成比変化に大きなばらつきはなくほぼ一定であった。

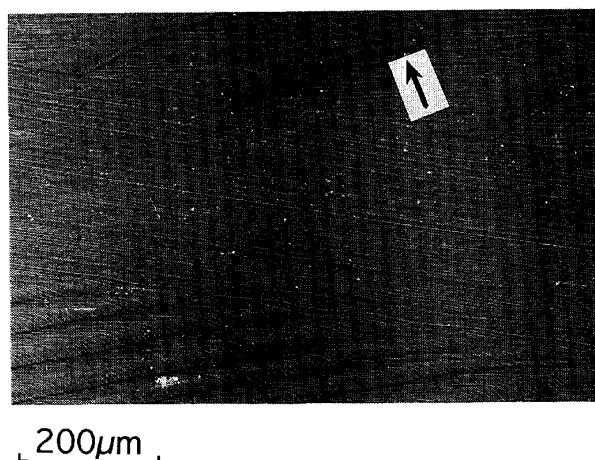


図1

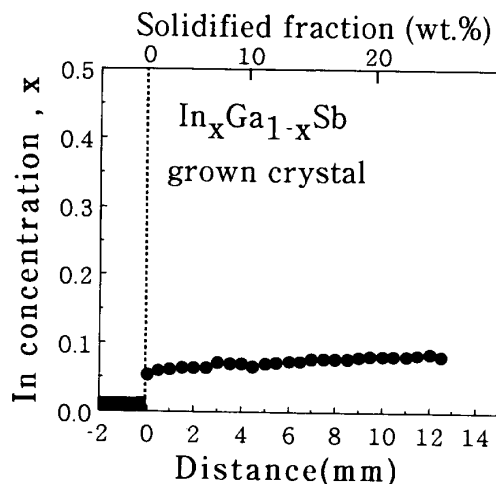


図2