

InP(311)B 基板上における InGaAsPBi 成長

Growth of InGaAsPBi on InP(311)B substrate

情通機構¹, 広島大学² °赤羽 浩一¹, 松本 敦¹, 梅沢 俊匡¹,

山本 直克¹ 富永 依里子², 菅野 敦史¹

NICT¹, Hiroshima Univ.², °Kouichi Akahane¹, Atsushi Matsumoto¹, Toshimasa Umezawa¹,

Naokatsu Yamamoto¹, Yoriko Tominaga², and Atsushi Kanno¹

E-mail: akahane@nict.nict.go.jp

III-V 族化合物半導体に Bi を混入させた Bi 系化合物半導体はバンドギャップの温度依存性が小さくなる、オージェ効果の抑制など様々な効果が期待され活発に研究がなされている。これまで我々はこの材料系の量子ドットへの適用、および、光通信波長帯デバイスへの応用の観点から、InP(311)B 基板上における InPBi 成長に関する研究を行ってきた。本研究では半導体レーザなどのデバイス応用の際に利用する InGaAsP 材料系への Bi 照射の影響、および Bi 混入に関して検討を行ったのでこれを報告する。

試料の成長には分子線エピタキシー装置を用いた。また、V 族原子の供給にはフラックスの急激な変化と正確な制御が可能なバルブドクラッカーセルを用いた。成長チャンバーに導入した InP(311)B 基板は、 2.0×10^{-6} Torr の P 照射下において基板温度 500°C でサーマルクリーニングを行い、清浄表面を得た。その後、基板温度 470°C において 100nm の InP バッファ層を成長した。バッファ層成長後、基板温度を所定の温度に設定し、InGaAsP 層を成長した。この際に Bi を照射することによる InGaAsP 膜成長への影響、および Bi 混入に関して X 線回折および SIMS 測定により評価を行った。

図 1、2 はそれぞれ基板温度 380°C で、通常の InGaAsP 成長（格子整合）、および 1×10^{-8} Torr の Bi 照射を行いながら InGaAsP 成長を行った試料の XRD 測定結果である。これまでの研究で成長温度 380°C は Bi の混入が認められなかった領域であるが、Bi の照射によって成長層の XRD 回折ピーク位置が大きくシフトしていることが分かる。この際、基板よりも高角側にシフトしていることから格子定数が小さくなっていることが考えられる。これは Bi 照射により As 原子の取り込み量が減少したことが考えられ、Bi 照射による結晶成長メカニズムの変化を示しているものと考えられる。また、Bi が取り込まれるようになる基板温度 320°C での成長においては SIM 測定結果より Bi の混入が観測されたが、基板温度 380°C で成長した時と同様に成長層の XRD 回折ピークの高角側へのシフトが観測された。これらのことより InGaAsP 系材料への Bi 取り込みに際しては AsP 組成の変化を考慮する必要があると考えられる。【謝辞】本研究の一部は JSPS 科研費 JP21K04914 の助成を受けた成果、総務省「電波資源拡大のための研究開発」(JPJ000254)のうち「無線・光相互変換による超高周波数帯大容量通信技術に関する研究開発」によって実施した成果を含む。

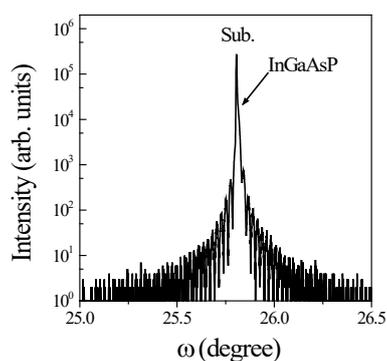


図 1 InGaAsP 膜の XRD 測定結果

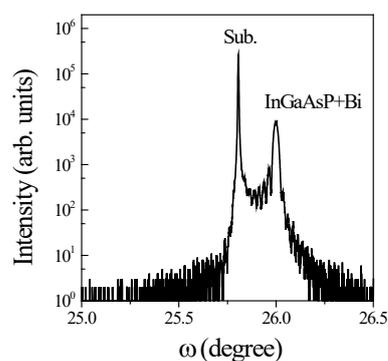


図 2 InGaAsP+Bi 膜の XRD 測定結果