

(テーマ：次世代光通信用半導体レーザーの実現に向けた希釈ビスマス系半導体に関する研究)

調査・研究報告の要旨

1. 研究背景・目的

光通信技術は、社会的な利便性の追求やマルチメディアの充実に伴って急増を続けるトラフィックを支えるため、更なる省エネルギー化・大容量化・システムの簡略化が強く求められている。光通信用半導体レーザーの発振波長は、周囲の温度変化によって変動するため、冷却素子を用いてレーザーを一定の動作温度に保つ必要がある。そこで、もし周囲の温度変化に強い(温度無依存レーザー)が実現できれば、冷却素子が不要となることで、光通信システムの更なる進化が期待される。希釈ビスマス(Bi)系半導体は、それらの要望に応えるべく創製された次世代の半導体レーザー材料である。

本研究では、GaAs 半導体に少量の Bi と、さらに窒素(N)を添加した四元混晶 GaNAsBi を活性層に用いた温度無依存レーザーの実現を目指している。今回の検討では、半導体レーザーを高性能化させるために必要となる多重量子井戸構造の成長に挑戦し、その特性を評価することを目的とした。

2. 研究方法・研究成果

プラズマ援用分子線エピタキシー(Plasma-assisted MBE)法を用いて、GaAs 基板上に GaNAsBi/GaAs 多重量子井戸(MQW)構造(図 1(a))を成長し、X 線回折(XRD)測定により結晶性を評価した。周期数 5 に設定された MQW 試料の(004)面の回折パターンを図 1(b)に示す。最も鋭い GaAs 回折ピークの他に、GaNAsBi/GaAs MQW 構造に由来する 0 次の回折ピークおよびサテライトピークが観測された。さらに、サテライトピークの間には MQW の周期構造に由来する干渉フリンジが見られ、その干渉フリンジの数は、理想的な界面の品質を有する MQW 構造から得られる数と一致している。以上の結果は、Bi を取り込むために必要な 400°C 以下という低温成長にも関わらず、極端な偏析のない平坦な界面を有する GaNAsBi/GaAs MQW が得られたことを示している。

今後、製作した MQW 構造の品質を、透過型電子顕微鏡(TEM)を用いて詳細に評価する。また、光学的特性についても、組成依存性や量子効果に注目して丹念に調査する。それらの結果を踏まえて、レーザーダイオードへの応用を目指す。

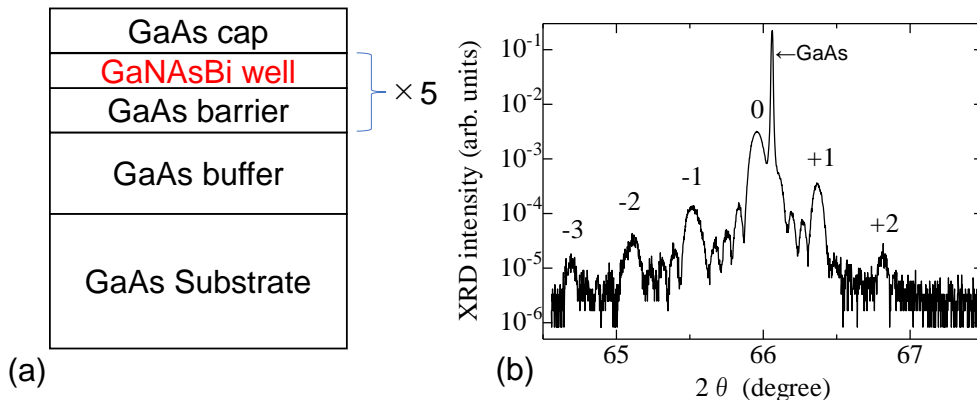


図 1 (a) 本研究にて成長した 5 周期の GaNAsBi/GaAs 多重量子井戸構造の概略図 (b) GaNAsBi/GaAs 多重量子井戸構造から得られた X 線回折パターン