17p-E11-14

希薄窒化物 GaAsN 混晶の成長における表面窒化の有効性

Effectiveness of surface nitridation on growth of dilute nitride GaAsN alloys

豊橋技科大工¹, EIIRIS², ^O浦上 法之¹, 関口 寛人¹, 岡田 浩^{2,1}, 若原 昭浩¹

Toyohashi Tech.¹, Toyohashi Tech. EIIRIS² ^oN. Urakami¹, H. Sekiguchi¹, H. Okada^{2,1}, A. Wakahara¹

E-mail: urakami-n@int.ee.tut.ac.jp

GaAsN 混晶の分子線エピタキシー(MBE)法や有機金属気相成長法による非平衡状態での結晶成 長は、N原子の非混和性により一般的に結晶内にN原子が局在し、深い準位の形成や伝導帯のエ ネルギー不均一につながる。我々はこれまでに、GaAs表面を窒化し数原子層のGaAsで埋め戻す 過程を繰り返すことによりGaAsN 擬似混晶を成長した[1]。この窒化過程には、窒化後に原子の再 配列を促進する待ち時間を設けることで、熱平衡に近い状態でN原子を取り込むことができると 考えられる[2]。本報告では、表面窒化法と一般的な成長法によりそれぞれ成長したGaAsN/GaAs 量子井戸(QW)の発光特性を比較することで、表面窒化法の有効性を示すことを目的とした。

全ての試料は、N 源に高周波(RF)プラズマセルを備えた MBE 装置により作製した。試料構造を 図1に示す。成長速度を0.4ML/sec として GaAsN QW を成長した。表面窒化法は成長温度を600℃ とし、As2照射下においてN ラジカル照射により5~20秒の表面窒化後、As2照射下で10~20秒の 成長中断を行った後に2MLの GaAsで埋め戻す工程を繰り返すことで、合計8MLの GaAsN 擬似 混晶 QW を形成した。一般的な成長法(連続供給)は成長温度を460℃とし、Ga、As分子線および N ラジカルを同時に供給することにより8MLの GaAsN/GaAs QW を形成した。両者の異なる点は、 QW の成長法および成長温度となる。結晶回復のための熱処理は行っていない。発光特性は、励 起波長523nmのレーザによるフォトルミネッセンス(PL)を測定することにより評価した。

18K における GaAsN QW の PL スペクトルは、QW からの発光強度(PL_{QW})と1.1eV 以下に観測 される深い準位からの発光強度(PL_{deep})が主に観測される。表面窒化および連続供給により成長し た GaAsN/GaAs QW における、積分強度(PL_{QW}+PL_{deep})に対する PL_{deep}の比を図 2 に示す。表面窒 化により作製した試料からの PL_{deep} は、連続供給のそれらと比較して N 組成によらず減少してい る。また表面窒化法および連続供給により作製した試料の PL_{QW} の半値全幅は、それぞれ 38.3~56.3meV および 40.9~86.5meV であった。これらの結果から表面窒化法を用いることにより、 結晶内における深い準位を形成する N 取り込みの抑制に効果があり、結晶性が向上された。図 3 に、N 組成がおよそ 1.8%の試料の 300K における PL スペクトルを示す。表面窒化法により作製 した試料は、室温においても QW 層からの発光を観測することができたが、連続供給により作製 した試料は、QW 層からの発光を 1/10 程度しか観測することはできなかった。この結果より、表 面窒化法は GaAsN の室温における発光効率の改善に対しても有効であることが明らかとなった。

[1] 浦上法之他, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会講演予稿集 29p-G20-17 [2] F. Ishikawa, *et*, *al.*, J. Cryst. Growth. **323** (2011) 30.



© 2014 年 応用物理学会