GaN(10-10)上へのウルツ鉱構造 AlInP の成長と緑色発光

Wurtzite AlInP grown on GaN (10-10) and green emission

北大院情報科学および量子集積センター¹, JST さきがけ² 平谷 佳大¹, 石坂 文哉¹, 冨岡 克広^{1,2}, 福井 孝志¹ GS-IST and RCIQE, Hokkaido Univ.¹, JST-PRESTO², Y. Hiraya¹, F. Ishizaka¹, and K. Tomioka^{1,2}, T. Fukui¹ Email: fukui@rciqe.hokudai.ac.jp

GaP や AIP はバルク結晶では閃亜鉛鉱構造 (ZB)が安定構造であるが、ウルツ鉱構造(WZ) との内部エネルギー差が比較的小さいため¹⁾、 WZ においても準安定状態をとることができ る。近年、ZB では間接遷移型半導体となる GaP や AIP の結晶構造を WZ に変えることで直接 遷移型半導体となることが理論計算により示 されている²⁾。これに In を加えた AlGaInP 混 晶の発光波長は赤色から青色までの可視光全 領域をカバーするため、近年問題とされている 「グリーンギャップ」を埋める可能性を秘めて いる。

実験的にも、金触媒を用いた VLS 法で WZ GaP ナノワイヤを作製し、緑色領域の直接遷移 発光が確認されている³⁰。ナノワイヤで WZ に 変わる理由としては、表面効果のためと考えら れているが詳細は不明である。

我々は、これまでに WZ 構造の GaN(10-10) 基板上に AlGaP 及び AlInP を作製するという 方法で、InP, AlP 系混晶の WZ への構造相転移 の試みを進めてきたが、今回 WZ 構造 AlInP で 緑色発光を得たので発表する。

無極性 GaN(10-10)基板上に MOVPE 法によ り AlInP プレーナ成長を行った⁴⁾。(10-10)面は ABAB...配列がそのまま表面に現れた面方位 である。AlInP/GaN の断面 TEM 像より、AlInP 層がエピタキシャル成長していること、また GaN と AlInP の格子不整合度が約 25%と非常 に大きいために、AlInP 層の成長と垂直方向に 対して積層欠陥が高密度に発生していること が明らかとなった。また X 線回折の逆格子マ ッピング測定結果から WZ AlInP (20-21)反射の ピークは確認できるが、ZB AlInP (22-2)反射の ピークは確認できない。これらの結果より、 AlInP 層は WZ の ABAB...型の積層に積層欠陥 が発生することで、ランダムに C という積層 が入っていると考えられる。界面付近の原子配 列モデルを図1に示す。

次に WZ AlInP の低温(35K)CL 測定を図 2 に 示す。最短波長で緑色領域の 540 nm(2.30eV) 付近に発光が見られている。場所により強度が 著しく異なるが、ZBと比較するとWZの方が 平均的に強度は一桁近く強い。また計算から求 められるWZのAllnPのバンドギャップが 2.34eVであり、540nmの発光はバンド間遷移 によるものと思われる。長波長側にいくつもピ ークが得られるのは、積層欠陥に関連している と思われるが詳細は不明である。

以上、AlInP 混晶を GaN(10-10)基板上に成長 することで WZ への構造相転移が確認され、計 算値に近い緑色で発光が観測された。直接遷移 かどうかは、時間分解発光を確認する必要があ り、これからの課題である。

参考文献 1) C. Yeh et al., PRB 46 (1992) 10086. 2) A. De et al., PRB 81 (2010) 155210.3) S. Assali et al., Nano Lett. 13 (2013) 1559. 4) 平谷 他, 2015 秋季応用物理学会,13p-PB2-15



図 1 AlInP/GaN(10-10)の原子配列モデル



図 2 AlInP/GaN(10-10)の CL スペクトル(35K)