

論文要旨

窒化物半導体を採用した発光素子の動作波長領域を、深紫外及び赤外線領域へ拡張する手がかりを掴むことを目的に、(Al, Ga, In)N 窒化物半導体薄膜における励起子ダイナミクスを、時間分解フォトルミネセンス (TRPL) 法を用いて調査した。AlGaIn 薄膜の自然放出発光は、低温では二成分指数関数的な時間減衰特性を示し、混晶組成不均一性により形成される裾状態へ弱く局在した励起子の発光であると考えられるが、温度上昇に従って非局在化する傾向にあった。また、AlN モル分率の増加に従い低温で減衰の遅い寿命成分が著しく増加したこと、および分極電場の殆ど効かない無歪 AlGaIn 混晶で数 10ns という長い輻射寿命が得られたことから、なんらかの捕獲機構の存在が示唆された。一方、AlInN 薄膜の TRPL 信号は、低温から室温まで、時間経過と共に減衰寿命が長くなるような *stretched exponential* 型の減衰特性を示したことから、InGaIn 量子井戸の場合と同様に、発光起源が分数次元的で不均一な量子ナノ構造へ強く局在した励起子の発光であることが示唆された。多くの構造的欠陥を含むと思われる AlInN 薄膜において、室温における発光強度が低温の場合の 29% 得られたことから、AlInN 混晶が深紫外から赤外線領域までの全ての波長範囲を覆う新たな発光・受光素子用材料として非常に高いポテンシャルをもつことが示された。

以上の結果は、III 族窒化物半導体の持つ発光素子用材料としてのポテンシャルを可視波長域から紫外、赤外線域に広げ得る可能性を示すものであり、素子構造を新たに設計する上で、キャリアの動的な振る舞いの観点から指針を与えるものである。