

AlGaN 系ステップバンチング特異構造からの高効率発光現象

Efficient photoluminescence from AlGaN-based singularity structures originating from step-bunching

京大院工 °川上 養一, 早川 峰洋, 船戸 充

Dept. of Electronic Sci. and Eng., Kyoto Univ.,

°Yoichi Kawakami, Minehiro Hayakawa and Mitsuru Funato

E-mail:kawakami@kuee.kyoto-u.ac.jp

近年の窒化物半導体の研究進展はめざましく、InGaN 量子井戸を活性層とする発光ダイオード(LED)が開発され、極めて高い外部量子効率(EQE)の青色LEDが実用化されている。これら青色LEDのEQEのトップデータは約90%であり、光取り出し効率(LEE)も内部量子効率(IQE)も90%を超えており物理限界に近づいている。しかしながら、高電流注入で発光効率の低下する「Droop」現象や、活性層のIn組成を増加させた(InリッチInGaN)緑色LEDの効率低下といった「Green-gap」問題は未解決のままである。さらに、AlリッチAlGaN量子井戸を活性層とする深紫外LEDの高効率化も大きな課題となっている。実際に、サファイア基板上にMOVPE成長したAlGaN量子井戸構造を弱励起下のフォトルミネッセンス寿命を観測すると、発光波長240nm域では室温での発光寿命が約50psであり、非発光再結合過程により律速されている。本シンポジウムでは、AlGaN系量子井戸の高効率発光を目指した研究成果を紹介する。

極性面から微傾斜(数度程度)したサファイア基板上にAlNエピタキシャル膜を成長すると多数の分子ステップが集まったマクロステップが形成される。われわれは、その上にAlGaN量子井戸層を作製したところ、図1に示すように、ステップ端に細線状のGaリッチAlGaN発光局在中心が形成され[1]、室温での発光再結合寿命が270psに長寿命化することを見出している[2]。さらに、c面AlN微傾斜バルク基板を用いた場合には、室温・弱励起下で室温で1.2nsの発光寿命が観測された[3]。この値は、この波長域では最長の発光寿命である。これは、AlN基板を用いることで貫通転位が減少したことに加え、基板由来の不純物の拡散が低減され、さらなる非輻射再結合中心の減少に有効に働いていることを示唆している。このことから、高発光効率化に向けて有望なAlGaN系特異構造が自己形成したものと考えている。

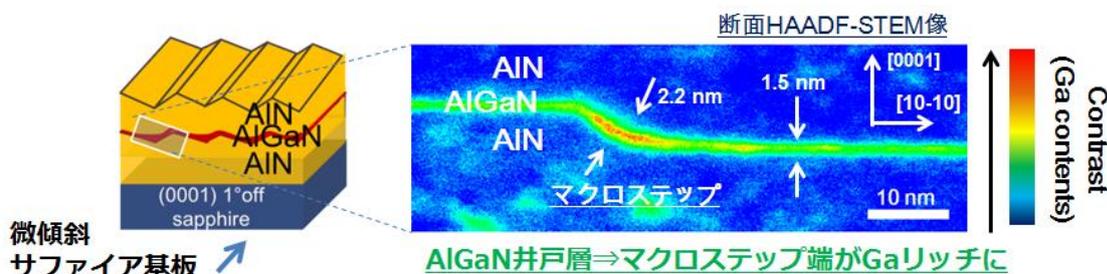


図1 AlGaN系ステップバンチング特異構造

- [1] M. Funato, Y. Kawakami et al., J. Appl. Phys. **115**, 103518 (2014).
 [2] M. Hayakawa, M. Funato, Y. Kawakami et al., SPIE **9926**, 99260S (2016).
 [3] 早川 峰洋, 市川 修平, 船戸 充, 川上 養一, 応物春 2018.