

自立 GaN 基板上 m 面 $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ エピタキシャル薄膜の発光特性 ()

Emission characteristics of m -plane $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ epilayers grown on a freestanding GaN substrate by MOVPE ()

○秩父 重英¹、小島 一信¹、山崎 芳樹¹、佐藤 義孝²、上殿 明良³

(1.東北大多元研、2.双葉電子工業、3.筑波大)

○S. F. Chichibu¹, K. Kojima¹, Y. Yamazaki¹, Y. Sato², A. Uedono³

(1.IMRAM-Tohoku Univ., 2.Futaba Corp., 3.Univ. Tsukuba)

E-mail: chichibulab@yahoo.co.jp

医療や殺菌、公害物質の高速分解処理用光源の小型化や白色 LED の演色性向上を目的として、波長 200~400 nm の小型固体 UV 光源の開発が進められている。 $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶のバンドギャップ(E_g)波長は光通信波長($x=1$)から 210 nm 程度の深紫外線波長($x=0$)までをカバーしているため、紫外から可視光源の活性層材料として活用可能であるが、結晶成長が困難なことから $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 活性層を有する発光素子は実現されていない。我々は、 $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶の場合も非極性面成長を行うことにより、自発・圧電分極の不連続に起因して歪量子井戸に発生する内部電場の影響を排除することができると考え、低転位密度 m 面自立 GaN 基板¹⁾上に MOVPE 法で $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶薄膜を成長し²⁾、構造・発光特性を報告してきた^{2,3)}。本講演では、 m 面 $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 混晶においてバンド端から大きいストークスシフトを伴って発光するピーク(Extended States: EXS)²⁾の発光機構について考察する。

m 面自立 GaN 基板¹⁾上に約 1 μm 厚の GaN 下地層を介して MOVPE 成長させた約 500~600 nm 厚の $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ ($x=0, 0.23, 0.30$) 薄膜²⁾の EXS 発光は、室温でも E//c 偏光しており³⁾、価電子帯の対称性とエピタキシャル薄膜の歪状態を反映している。 $x=0.14, 0.23, 0.30$ の薄膜の EXS の発光寿命は、弱い x 依存性をみせながらも低温から室温まで 20~40 ps オーダーと非常に短い。室温と低温の弱励起 CL 積分強度比は 44-66%程度と見かけ上高いが、発光寿命が極めて短いことから、極低温でも非輻射再結合が支配的であり発光効率は低いものと考えられる。実際、陽電子消滅測定により求めた S パラメータの値は非常に大きく、Al 空孔に関連した欠陥濃度が非常に高いことが明らかとなった(陽電子の欠陥による捕獲割合を考えると、約 10^{19} cm^{-3} 程度以上と考えられる)。この濃度は、GaN のようなキャリア局在の無い系では極低温でも発光が観測されないレベルである。それに関わらず上記薄膜を実装した蛍光表示管デバイスが室温で発光を呈するという結果は、励起された電子-正孔対のうちいくらかは、非輻射再結合中心に捕獲されず輻射再結合するという機構が働いている事を示唆している。

【謝辞】本研究の一部は三菱化学(株)、旭硝子財団、NEDO、附置研アライアンス、科研費 15K13344 の援助を受けた。また、羽豆耕治、石川陽一、古澤健太郎、大友友美各氏の協力を得た。

【参考文献】1)藤戸他 PSS A 205, 1056 (2008), 2)秩父他 JAP 116, 213501 (2014), 3) 秩父他 2014 年春季応用物理学会 19a-E13-8、同秋季学会 18a-C5-14、IWN2014、小島,秩父他 2015 年春季応用物理学会 11p-B1-19、秩父他 ICNS-11 など。