

炭素フリー原料を用いて化学気相成長させた

六方晶窒化ホウ素薄膜における間接遷移励起子の発光ダイナミクス

(東北大多元研¹、静岡大²、千葉大³)秩父重英¹, 嶋紘平¹, 菊地清¹, 梅原直己², 瀧口佳祐³, 石谷善博³, 原和彦²

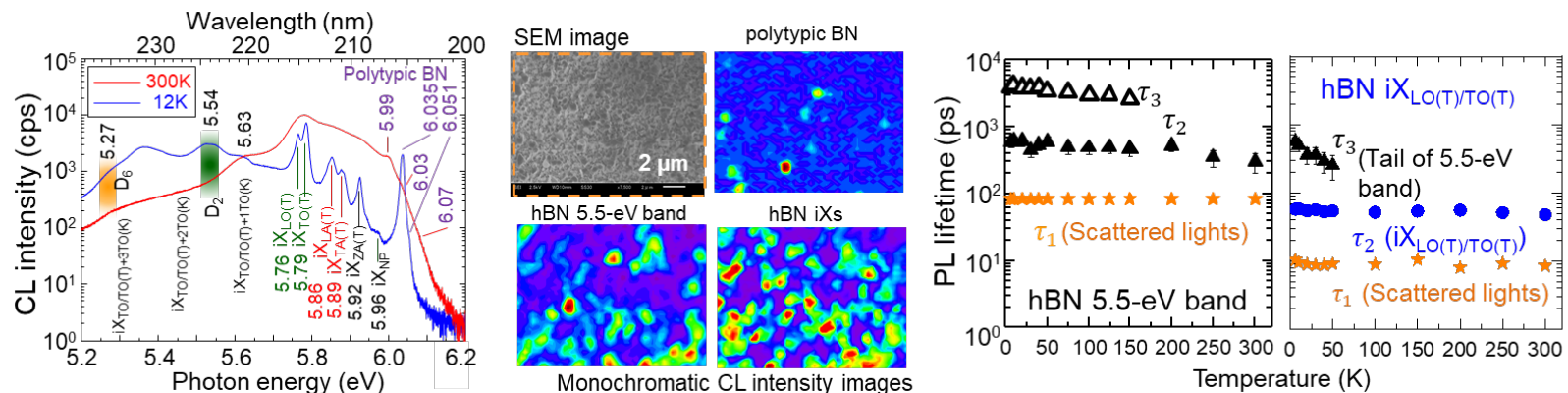
Applied Physics Letters 120 (2022) 231904

Published online: 7 June 2022
https://doi.org/10.1063/5.0090431

Featured Article

Recombination dynamics of indirect excitons in hexagonal BN epilayers containing polytypic segments grown by chemical vapor deposition using carbon-free precursors

S. F. Chichibu, K. Shima, K. Kikuchi, N. Umehara, K. Takiguchi, Y. Ishitani, and K. Hara



二次元BN層が積層された構造の六方晶(h)BNは、間接遷移型半導体でありながら、室温で禁制帯幅(約6 eV)に相当する波長215 nm付近の強い発光を呈するため深紫外線発光素子用材料として期待できる。本研究では、炭素フリー原料を用いてサファイア基板上に化学気相成長させた高純度hBN薄膜における間接遷移励起子(iX)発光の時間分解フォトルミネッセンス(PL)および空間分解カソードルミネッセンス(CL)計測を行った。hBN薄膜のCLスペクトルにおける支配的な発光ピークはiXの再結合のフォノンレプリカ(5.7-5.9 eV)であり、炭素由来と考えられる4.0 eV付近の発光帯の強度は1桁以上低かった。iXのPL寿命(τ_{PL})の温度依存性は弱く(約54 ps)、 τ_{PL} はミッドギャップ再結合過程に支配されていると考えられた。連続励起時のiXのCL強度は100 K以上において温度とともに増加した。従って、hBNの高い発光効率には、iXの持つ強い束縛性と強い励起子フォノン相互作用が寄与していると考えられる。さらに、多形BN相(グラフィティックBN相等)からの発光 (6.035 eV at 12 K, 6.0-6.1 eV at 300 K)も観測されたが、hBNのiXと同程度の強度を呈し、かつ温度消光しないことが明らかとなった。

Since hexagonal (h) BN exhibits high quantum efficiency (QE) near-band edge emission at around 5.8 eV despite the indirect bandgap, hBN has a potential for the use in deep ultraviolet light emitters. For elucidating the emission dynamics of indirect excitons (iXs) in hBN, spatially and temporally resolved luminescence measurements were carried out on hBN epilayers grown using carbon-free precursors. The hBN domains exhibited predominant emissions of phonon-assisted fundamental iXs at 5.7–5.9 eV and a less-pronounced 4.0-eV emission band. The photoluminescence lifetime (τ_{PL}) for the iX emissions was 54 ps, which most likely represents the midgap recombination lifetime (τ_{MGR}) for an iX reservoir. Because τ_{PL} did not change while the cathodoluminescence (CL) intensity increased with temperature above 100 K, both the immobile character of iXs and strong exciton–phonon interaction seem significant for procreating the high QE. Equally significant emissions at 6.035 eV at 12 K and 6.0–6.1 eV at 300 K were observed from the polytypic segments, most probably graphitic bernal BN, which also exhibited negligible thermal quenching property.