

分子線エピタキシー法により成長した GaN/InGaN ナノアンブレラ結晶 InGaN nano-umbrella crystals grown by radio-frequency plasma-assisted molecular beam epitaxy

○光野 徹也¹, 酒井 優², 岸野 克巳³, 原 和彦¹

(1. 静岡大工、2. 山梨大医工、3. 上智大理工)

°Tetsuya Kouno¹, Masaru Sakai², Katsumi Kishino³, and Kazuhiko Hara¹

(1. Shizuoka Univ., 2. Univ. of Yamanashi, 3. Sophia Univ.), E-mail: rtkouno@ipc.shizuoka.ac.jp

はじめに: III 族窒化物半導体のナノ結晶(ナノコラム、ナノワイヤー、ナノロッドなど)の優れた光学特性は高性能発光デバイスへの応用が検討されている。また、これらナノ結晶が波長と同程度の大きさを有するため微小光共振器への応用検討も進められている。その微小光共振器の一つとしてウィスパーリングギャラリモード(WGM)が期待されている。WGM は微小構造内で光が全反射により周回すること共振させる微小光共振モードであり、単一のナノ結晶によってレーザを実現できる可能性がある。本研究ではこの WGM が発現すると期待される傘のような特異な形状を InGaN ナノ結晶により実現し、その特性について評価したので報告する。

実験と結果: サファイア基板上に窒素極性 GaN を分子線エピタキシー法(rf-MBE 法)により成長した GaN テンプレートを基板として用いた。rf-MBE 法によりこの基板に Ti 薄膜を 4 nm 蒸着した。基板温度 400°C で 10 分間窒素プラズマを照射後、基板温度 900°C で 3 時間 Ga とプラズマ窒素を供給する。このとき Ti 薄膜が部分的に TiN となる過程で Ti 薄膜表面にランダムに穴ができ、窒素極性 GaN ナノコラムがこの薄膜表面にランダムにできた穴より成長すると考えられる。続いて、基板温度 650°C で 9 分間 Ga、In、窒素を供給するとやや屈曲した InGaN 六角形状ディスク状の結晶が成長した。このナノ結晶は、傘の様な形状であることから GaN/InGaN ナノアンブレラと呼称する。図 1 に GaN/InGaN ナノアンブレラの電子線顕微鏡像と構造概要を示す。InGaN ナノディスクは直径が 200-800 nm 程度で厚さが 50 nm であり、これを支える GaN ナノコラムは直径が 50-200 nm で高さが 1500 nm であった。

図 2 に GaN/InGaN ナノアンブレラからの低温(4K)フォトルミネッセンススペクトルを示す。励起光源には波長 532 nm の CW 半導体レーザー (Coherent, Verdi G18) の第 2 高調波 (266 nm) を用いた。顕微鏡下でこの光源を直径 3 μm 程度に集光し光励起を行った。図 2 中に赤い矢印で明示するように、複数のシャープなピークが広い波長域で観測された。例えば、波長 427.1 nm のピークについては FWHM: 1.0 nm であった。これらシャープなピークは WGM による光共振の結果得られたものと考えられる。また、このシャープなピークは光励起パワーに対し非線形にその強度が増大することからレーザ発振している可能性がある。

謝辞: 本研究の一部は科学技術人材育成費補助金「テニユアトラック普及・定着事業」、科研費特別推進研究 (#24000013) の助成を受けた。

引用文献:[1] S. Kita, et al., Opt. Express **19**, 17683 (2011) [2] M. Fukuyama, et al., J. Appl. Phys. **50**, 04DL07 (2010) [3] T. Kouno, et al., IEEE Photonics Journals, **6** (2010) 1027.

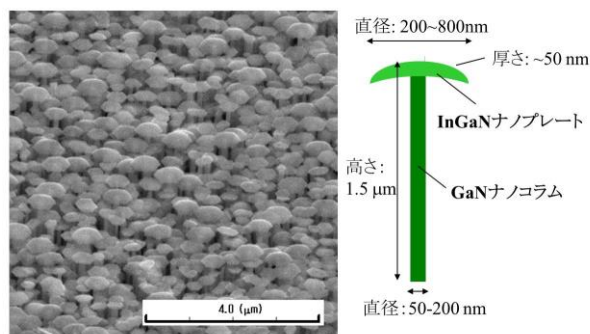


図 1. GaN/InGaN ナノアンブレラの鳥瞰 SEM 像
及び結晶構造概要図

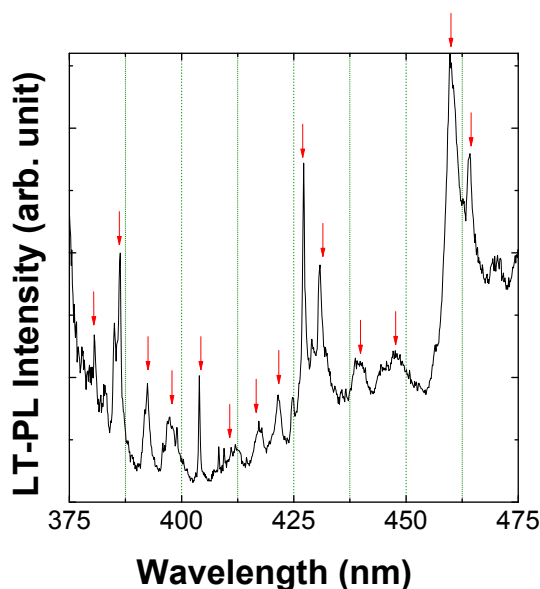


図 2. GaN/InGaN ナノアンブレラの低温(4K)フォトルミネッセンススペクトルの一例