

六角形状 GaN マイクロディスク内に発現する 微小光共振モードを用いたセンシング手法の検討

Investigation of sensing techniques based on optical microresonant modes of hexagonal GaN microdisk

静岡大工¹, 山梨大院医工², 上智大理工³ ○光野徹也^{1,*}, 酒井優², 岸野克己³, 原和彦¹

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

Shizuoka Univ.¹, Univ. of Yamanashi², Sophia Univ.³

*E-mail: rtkouno@ipc.shizuoka.ac.jp

はじめに：球体や円形ディスク内に発現する光が全反射により周回するウィスパーリングギャラリーモード(WGM)ではその構造の表面あるいは側面にセンシング対象とする微小な物体が存在あるいは付着することでエバネッセント成分が影響を受け共振する光の波長が変化する。この特性の応用により対象とする微小な物体を検出する手法によりバイオセンサーへの応用が議論されてきた[1, 2]。球体や円形ディスクのWGMでは大きな入射角により全反射を繰り返すため高い光閉じ込め機構を示す。一方で、エバネッセント成分が小さいため微小な物体により受ける影響の割合が小さい(共振波長の変化量が極めて小さい)。これによって検出精度に課題を抱えている。

我々がその作製に成功した六角形状GaNマイクロディスク (Fig. 1(a)) に発現するWGM系の微小光共振モードには小さな入射角度(60もしくは30°)により全反射を繰り返す[3]。従って、微小物体によりエバネッセント成分が受ける影響が大きいことが予想され、先の課題を解決できる可能性がある。本報告では、六角形状GaNマイクロディスクのWGM系微小光共振モードによる微小物体の基本的なセンシング手法について数値計算の手法等により検討したので報告する。

検討方法と結果：2次元の有限時間領域差分法(2D-FDTD法)により六角形状 GaN マイクロディスク (一辺の長さが 1 μ m 程度) モデルについて GaN の光学利得付近(波長 360-380nm 程度)の光共振特性を検討した。Fig. 1(a)のようなマイクロディスクでは WGM と擬 WGM(QWGM)が生じる。QWGM は六角形ディスクの3つの側面で三角形の光線パスとなるように全反射を繰り返し周回する光微小共振モードであり、その反射面(六角形ディスク側面)への入射角度が 30° と小さいため反射面近傍に存在する微小体によって影響を受けやすい。そこで QWGM の光共振特性についてマイクロディスク側面に屈折率

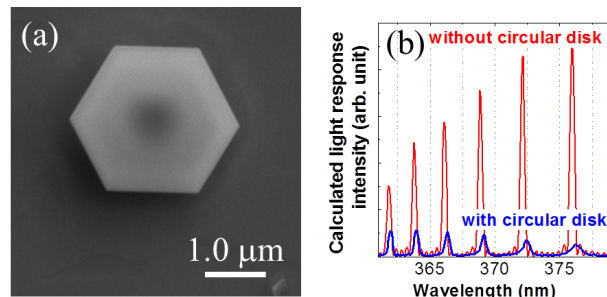


Fig. 1. (a) Top view SEM image of typical hexagonal GaN microdisk. (b) Calculated light response spectra of hexagonal GaN microdisk with and without circular dielectric disk with a diameter of 250 nm and a refractive index of 1.45 by a 2D-FDTD.

1.45 の直径 250nm の誘電体の円形ディスクの有/無の場合について数値計算により検討した。Fig. 1(b)に計算した光応答スペクトルを示す。これより、円形ディスクが無い場合に比べある場合は極端に光共振モードの応答強度が減少している。これは、反射面で全反射するときのエバネッセント成分が円形ディスクに結合し散乱され QWGM による光閉じ込めが低下したことによると考えられる。また、波長は 370nm 近傍のピークで 0.3nm 程度シフトした。これら結果は、六角形状 GaN マイクロディスクには周囲に微小な物体が存在した場合に光共振モードが大きな変化を受けることを示唆している。詳細は当日議論する。

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

引用文献：[1] F. Vollmer et al., Nat. method **5** (2008) 591. [2] F. Vollmer et al., PNAS **105** (2008) 20701.

[3] T. Kouno et al., IEEE J. Quant. Electron. **47** (2011) 1565.