

窒化ガリウム量子ドットからの光子の高取り出し効率構造の作製

Fabrication of high photon extraction efficiency devices for GaN quantum dots

○青木 伴晋¹, 高 亢², 有田 宗貴², 荒川 泰彦², ホームズ マーク¹

(1:東大生研, 2:東大ナノ量子機構)

○Tomoyuki Aoki¹, Kang Gao², Munetaka Arita², Yasuhiko Arakawa², Mark Holmes¹

(1:IIS, Univ. of Tokyo, 2:NanoQuine, Univ. of Tokyo)

E-mail: ton-aoki@iis.u-tokyo.ac.jp

III族窒化物量子ドットを用いた単一光子源は、室温以上の温度での単一光子発生[1]や、発光線幅の細いもの[2]が報告されており、単一光子源の実用化に向けて有望な材料であると言える。しかしながら、半導体の屈折率が大きい為、半導体量子ドットから放出された光子は、その多くが半導体の外に出ずに内部で反射されてしまい、取り出すのが困難であるという問題がある。取り出し効率を上げるために、様々な光学構造が提案されているが、窒化物半導体は材料自体の固さや、発光波長が短波なため構造のスケールが小さくなることからプロセス加工によるデバイスの作製が困難である。

本研究では、GaN量子ドットからの光子取り出し効率を高めるため、実際にプロセスが可能な構造として、Nanowireの周りに円環状に $5\lambda/4$ ブラッグ反射層を設けたBullseye構造と呼ばれる構造を作製した。この構造では、中心にあるGaN量子ドットから出た光は横に広がりやすく、上下方向に放射される事が期待される[3,4]。特に、 $5\lambda/4$ DBRを用いることで、プロセスの容易さを増している。

Fig.1は実際に作製したBullseye構造のSEM像である。材料は、AlN/GaN量子ドットを用いており、EBリソグラフィを用いて作製したものである。作製した構造の寸法はAlN: 145 nm、Air: 342 nmであり、その理論上の反射スペクトルをFig.2に示す。290–320 nm付近で反射率が高いため、この波長において、上方向の光子取り出し効率の増大が期待される。光学評価の結果については当日に述べる。

謝辞：本研究は科研費（19K15039）により遂行されている。

参考文献：

- [1] M. Holmes et al., ACS Photonics 3, 543 (2016).
- [2] M. Arita et al., Nano Lett. 17, 2902 (2017).
- [3] K. Gao, et al., Japanese Journal of Applied Physics 58, SCCB15 (2019).
- [4] M. Davanco et al., Appl. Phys. Lett. 99, 041002 (2011).

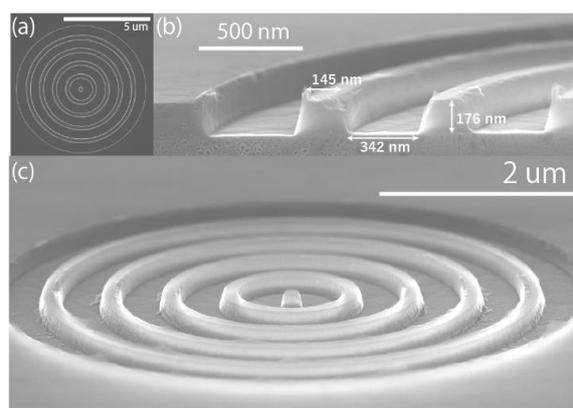


Figure 1. (a) Top, (b) cross-sectional, and (c) angled SEM images of the produced bullseye structure.

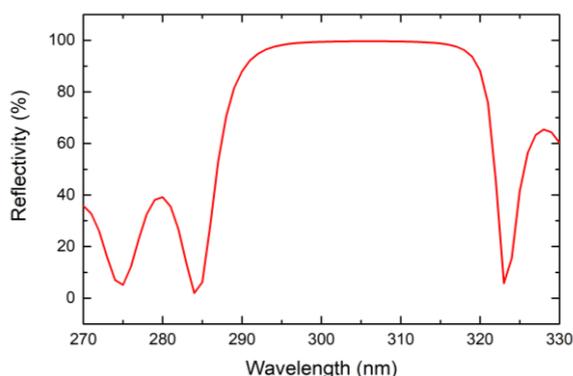


Figure 2. Calculated reflectivity for the fabricated DBR structure.