

InGaN 薄膜表面に形成されたピットの CL と不純物との相関

Correlation between CL and impurities on pits formed on surface of InGaN films

(独)物材機構¹, 工学院大², 法政大³, JST-ALCA⁴, ○豊満直樹^{1,2}, 原田善之³, 王剣宇¹, Sang Liwen¹,
関口隆史¹, 山口智広³, 本田徹³, 角谷正友^{1,4}

NIMS¹, Kogakuin Univ.², Hosei Univ.³, JST-ALCA⁴ ○N. Toyomitsu^{1,2}, Y. Harada³, J. Wang^{1,4}, L. Sang¹, T. Sekiguchi¹,
T. Yamaguchi³, T. Honda³, and M. Sumiya^{1,4}

E-mail: SUMIYA.Masatomo@nims.go.jp

【はじめに】我々は活性層に超格子構造でなく InGaN 薄膜単層を用いて III-V 族窒化物薄膜の光電変換デバイスへの応用に関する研究を行ってきた。光を十分に吸収するには 0.3 μm 以上の InGaN 薄膜の厚さが必要であるが、膜厚増加とともに表面にピットが形成されたり、キャリア寿命に相当する室温 PL の発光寿命が ~ 100 psec と極端に短くなったりする課題がある。InGaN 表面に形成されたピットを蛍光顕微鏡で観察したところ、InGaN 試料に応じて蛍光を発するものと発しないピットが観察された[1]。本講演では蛍光の起源を検討するために、ピット内部を CL および μ -AES で観察したので報告する。

【実験】有機金属気層成長法を用いてサファイア基板上 GaN テンプレート (Sample A)、自立 GaN 基板上 (Sample B) に InGaN 薄膜を成長した。それぞれの基板に GaN を再成長して、830°C で InGaN を 45nm 成長したのちに 780°C で InGaN を 150nm 成長した (In $\sim 10\%$)。InGaN 薄膜表面を蛍光顕微鏡、AFM, 室温 CL, μ -AES で観察した。

【結果と考察】AFM 観察から面内に圧縮歪を受けている GaN テンプレート上に成長した InGaN/GaN (Sample A) はスパイラス成長をしていた。一方、圧縮歪がない GaN 基板上の InGaN/GaN (Sample B) はステップフロー的に成長していた。蛍光顕微鏡観察から、Sample A では明視野観察から観察される直径 1 μm の六角形のピットから緑色の蛍光発光が観察された。これに対して、Sample B では六角形のピットは観察されたが、ピットからの蛍光発光は観察されなかった。蛍光発光に対応して、図 1 に示すように試料表面での空間分解カソードルミネッセンス (室温) からピット内部では、520 nm の長波長での発光が観察され、ステップフロー的に成長した試料ではピットが形成されても蛍光は見られなかった。SIMS 測定を行ったところ、成長した GaN 層には C, O の不純物は検出限界 ($2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$) レベルであったが、InGaN 層では膜厚の増加とともに C 不純物が表面に向かって $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ まで指数関数的に増加していた。また、 μ -AES でピット内部の C を検出したところ、蛍光を発しないピットからは平坦部と C に変化がなく、蛍光が観察されたピットで C が蓄積している様子が見られたことから、InGaN 単層膜のピットからの蛍光の起源は C 不純物と考えられる。

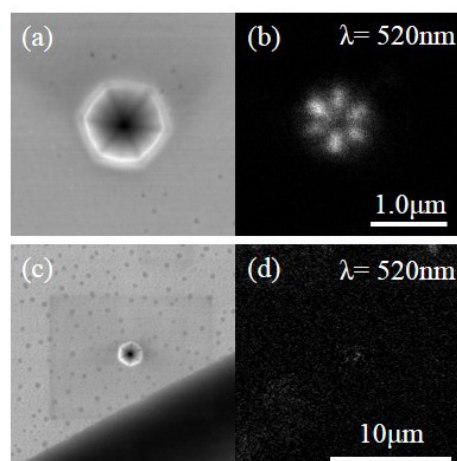


図1 圧縮歪がある GaN テンプレート上に成長した InGaN 表面上ピットの SEM 像(a)と 520 nm の CL マッピング像(b)。圧縮歪がない GaN バルク基板上に成長した InGaN 表面上ピットの SEM 像(c)と 520 nm の CL マッピング像(d)

【謝辞】本研究の一部は JST-ALCA によって行われたものである。

[1]豊満他 第 61 回応用物理学春季学術講演会 17p-E13-4 (2014. 3. 17).