

様々な成長法による窒化物半導体ナノ構造の作製とデバイス応用

Growth of GaN-Based Nanowires by Several Methods and Their Device Applications

電情シ¹, IMASS², VBL³, ARC⁴ 名古屋大学 (M1)服部達也¹, Lekhal Kaddour², Bae Si-Young²,
本田善央², ○天野 浩^{2,3,4}

Dept. ECS¹, IMASS², VBL³, ARC⁴ Nagoya Univ. (M1)Tatsuya Hattori¹, Kaddour Lekhal²,
Si-Young Bae², Yoshio Honda², °Hiroshi Amano^{2,3,4}

E-mail: amano@nuce.nagoya-u.ac.jp

我々はプレーナー構造における高 In 組成 InGaN と下地 GaN 層との格子不整合による結晶欠陥発生の問題の解決や、超高耐圧スーパー Junction 構造トランジスタ、超高速スイッチングトランジスタ実現のため、ナノワイヤ構造のデバイス応用を目指し、これまでプラズマ援用 MBE 法、MOVPE 法、触媒援用 HVPE 法により GaN ナノワイヤや InGaN 系 LED の成長を試みている。本講演では、それぞれの成長法において、従来のプレーナー構造の成長と比較したナノワイヤ構造成長の特徴、及び得られたナノワイヤについて、プレーナー構造と比較した特性について議論する。

プラズマ援用 MBE で Si(111)を基板とした場合、より高温・高 V/III 比で成長を行うと、自然核形成により GaN ナノワイヤ及び InGaN ナノワイヤが成長する。InGaN ナノワイヤ成長において高 In 組成 InGaN は、より低温での成長が必要であるが、成長温度低下に伴い積層欠陥密度が増大し、発光効率が低下する。

MOVPE 法で GaN テンプレート上に成長させる場合、+c 面成長では TMGa と NH₃ を交互に供給することにより、マスクパターン上に GaN ナノワイヤが成長できる。一方、-c 面成長では Si 原料ガスを過剰に供給すると、交互供給しなくても GaN ナノワイヤが成長できる。側面はいずれも m 面で囲われるが、トップ面は成長条件によって半極性面で囲われたり、c 面で囲われたりする。LED 構造を成長させると、側面とトップ面では MQW の形成や p 層中の Mg 濃度が異なるので、全面で同じ特性のダイオードを作製するのは成長条件の精査が必要である。

HVPE 法の場合、触媒として Ni-Au を用いると、共晶点が 950°C 程度なので、成長温度である 1000°C 程度では溶融しており、そこに Ga と N が溶け込んで、いわゆる VLS 機構、あるいは液相成長により GaN ナノワイヤが成長する。V/III 比は 10 以下と極めて小さい条件で成長する。成長中にトップに形成される液体金属球からの成長であるため、横方向成長はほとんどゼロに近い。直径 50 nm 程度で長さ 50 μm 以上のナノワイヤが 10 分程度で成長できる。得られた GaN ナノワイヤの結晶を透過電子顕微鏡で観察すると、根元から先端まで貫通転位や積層欠陥は全く観測されない。

当日は、それぞれの成長法で得られたナノワイヤの特性や試作した LED の特性、FET 特性についても議論する。