

InGaAs ナノワイヤの選択成長における V/III 比の影響

Effect of V/III ratio on Growth of InGaAs Nanowires in Selective-area MOVPE

北海道大学大学院情報科学研究科¹, 量子集積エレクトロニクス研究センター²○小橋義典¹, 原真二郎^{1,2}, 本久順一¹IST, Hokkaido Univ.¹, RCIQE, Hokkaido Univ.²○Y. Kohashi¹, S. Hara^{1,2}, and J. Motohisa¹

E-mail: kohashi@impulse.ist.hokudai.ac.jp

【はじめに】半導体ナノワイヤ(NW)は次世代電子・光学素子材料として注目されている。中でも InGaAs NW は微小成長領域による格子歪み緩和により、従来のプレーナ技術以上の自在な組成変調や Si 基板上直接形成が可能のため幅広い素子応用が期待できる[1]。NW の素子応用には、その形状(直径・高さ)と組成を適切に制御することが重要である。これまでに、有機金属気相選択成長(MOVPE 選択成長)法による InGaAs NW 形成に関して、NW 形状と Ga 組成の成長温度依存性[2,3]や III 族原料分圧比依存性[4]などの報告がある。今回、これまで詳細な報告の無い、InGaAs NW 選択成長における V/III 比の影響を調査した。その結果、形状および Ga 組成が V/III 比に強く依存することが判明したので報告する。

【実験方法】InGaAs NW の MOVPE 選択成長を行った[2]。基板には、周期的微小開口部(直径(d_0):100 nm, ピッチ(a):750–3000nm)を設けた SiO₂/GaAs(111)B を用いた。III 族原料分圧比は $Ga_{supply} = [TMGa]/([TMGa]+[TMIn]) = 0.87$ とし、全 III 族流量を固定した。V 族原料分圧[AsH₃]を変調し、V/III 比を 27–214 と変化させた。成長温度(T_G)は 695°C、成長時間(t)は 30min とした。

【実験結果】図 1(a)に形成した InGaAs NW の SEM 像を示す ($d_0 = 100\text{nm}$, $a = 1\mu\text{m}$, V/III = 107)。NW 直径(d)、高さ(h)はそれぞれ 250nm、2.7 μm であり、NW は頂部の(111)B 面と側面の 6 つの{-110}面で構成されていることがわかる。次に、NW 直径と高さの V/III 比依存性を図 1(b)に示す($d_0 = 100\text{nm}$, $a = 1\mu\text{m}$)。NW 直径は V/III 比減少に伴い単調減少している。これは、V/III 比減少により NW 側面{-110}面における吸着原子の脱離が促進されるためと考えられる。一方、NW 高さは V/III 比減少に伴い増加し、V/III = 54 以下で減少した。これは、NW 頂部(111)B 面における単純な原子の脱着だけでは説明することができない。図 1(c)に、顕微 PL 測定(4K)から見積もった NW の Ga 組成の V/III 比依存性を示す。NW の Ga 組成は、V/III 比の減少に伴い単調増加していることがわかる。また、その傾きはピッチ(a)の増加に伴い増加している。ここで、 $a = 1\mu\text{m}$ の場合、V/III = 214 から 54 の変化で Ga 組成は約 11%変化している。これは、 $Ga_{supply} = 0.30$ の場合[5](NW の Ga 組成に明瞭な V/III 比依存性は見られず、V/III = 214 から 54 の変化で Ga 組成変化は 5%未満)とは異なる傾向である。発表では、上記の現象について詳細な考察を行い、その原理について議論する。

【参考文献】 [1] K. Tomioka, Nature, **488** (2012) 189. [2] Y. Kohashi *et al.*, JCG, **338** (2012) 47. [3] M. Yoshimura *et al.*, JJAP., **49** (2010) 04DH08. [4] T. Sato *et al.*, JCG, **310** (2008) 5111. [5] Y. Kohashi *et al.*, SSDM (2011) KM-5-4.

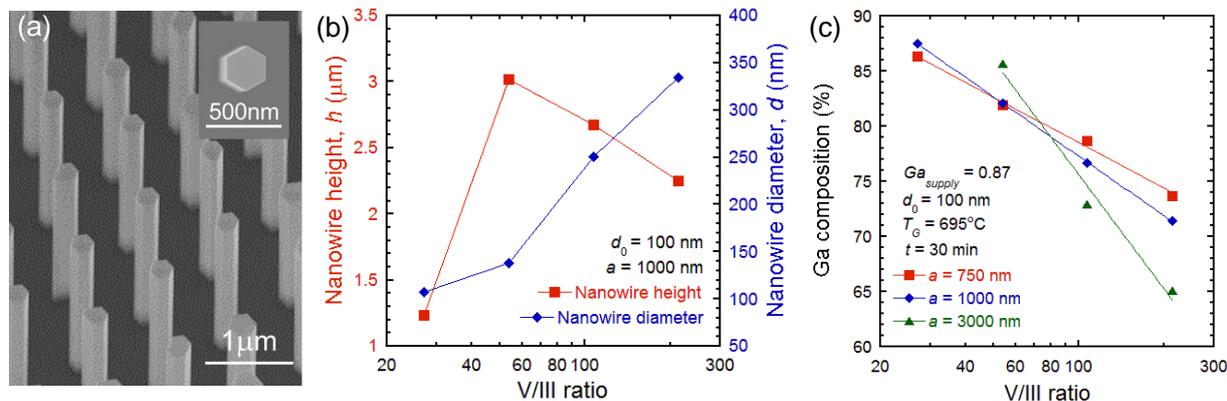


図 1 : (a) InGaAs NW の 30°傾斜の SEM 像 ($d_0 = 100$ nm, $a = 1$ μm, V/III = 107)。右上図は、NW 頂部拡大像。(b) InGaAs NW の直径・高さの V/III 比依存性。(c) InGaAs NW の Ga 組成の V/III 比依存性。