

自己触媒 VLS 法による InP/GaInAs ヘテロ構造ナノワイヤの組成分析

Compositional analysis of InP/GaInAs heterostructure nanowires

grown by self-catalytic VLS mode using MOVPE

上智大学 理工学部, 桑原 圭, 石原 理暉, 下村 和彦

Sophia University, Kei Kuwahara, Riki Ishihara, Kazuhiko Shimomura

E-mail: kshimom@sophia.ac.jp

はじめに

近年、MOVPE を用いて自身の III 族元素を触媒とした III-V 族化合物半導体ナノワイヤを成長させる自己触媒 VLS 法が研究されている[1]。この成長法は Au などの金属触媒を用いた成長法やマスクパターンを用いた選択成長法とは異なる。我々は自己触媒 VLS 法を用いて InP(111)B 基板上に In を触媒とした InP ナノワイヤの成長とデバイス応用へ向け研究を行っている。本報告では自己触媒 VLS 法を用いた InP/GaInAs ヘテロ構造ナノワイヤの GaInAs 層の成長時間及び、Ga 流量変化に対する組成と PL ピーク波長の関係について述べる。

実験

成長には InP(111)B 基板を用いた。成長シーケンスを Fig.1 に示す。470°C で成長前基板加熱を行った後、400°C まで降温させ In ドロップレット形成(TMI:3.0 μ mol/min)を5分間行った。そして InP ナノワイヤ成長(TMI:1.0 μ mol/min, TBP: 400 μ mol/min)を5分間行った[2]。次に成長時間 2, 4, 6 秒の GaInAs 層を3層成長させた。その後、成長時間を2秒に固定し、TEG の流量を変化させた GaInAs 層を3層成長させた。なお各層の間に InP 層を1分15秒成長した。成長後 TEM による観察、組成分析測定を行った。

結果

Fig.2 は成長させたナノワイヤを HAADF STEM により撮影した画像である。平均的な直径は 156nm、高さは 430nm となった。成長時間を 2, 4, 6 秒と変化することによって、GaInAs 層厚は 3.2nm, 5.03nm, 6.09nm と時間に比例して変化していることが分かる。Fig.3 はこのナノワイヤの EDX 分析結果である。図より In の占有率は全ての位置において 50~60%であった。InP 層では、P が 45%、As が 2%であるが、GaInAs 層においては As が 30%に対して P が 20%程混入し、そして Ga は 1%ほどにとどまっている。この原因として、In ドロップレット内の Ga 相対量の低さ、また Ga は In よりも比重が小さいため、In ドロップレット内からナノワイヤに析出しづらかったことが考えられる。

参考文献

[1] C. J. Novotny, P. K. L. Yu, Appl. Phys. Lett. 87, 203111 (2005).

[2] T. Ogino, et al., J. Cryst. Growth 414, 161-166 (2015).

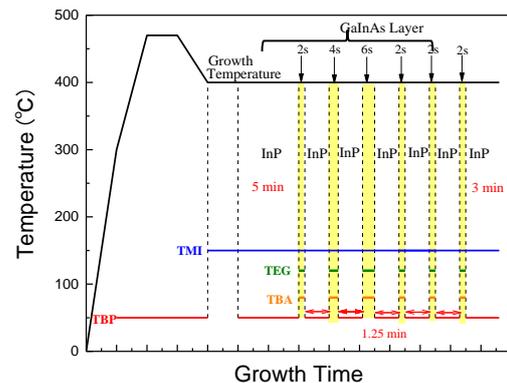


Fig. 1 Growth Sequence of the Nanowire

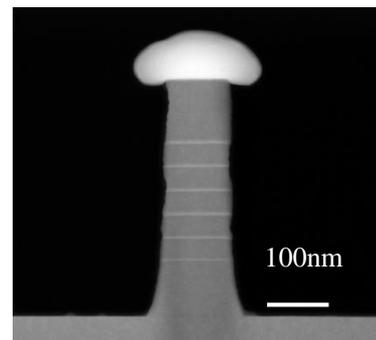


Fig. 2 HAADF STEM Image of the Nanowire

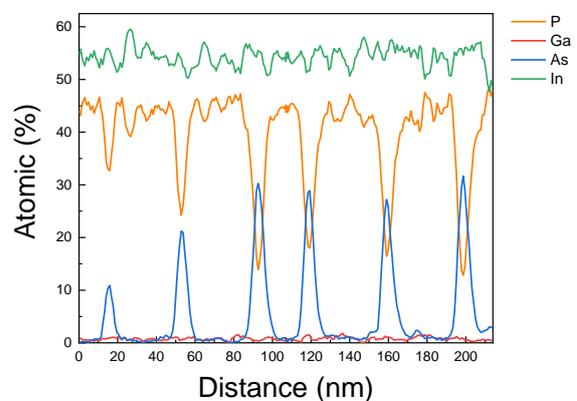


Fig. 3 EDX Analysis of the Nanowire