MOVPE 選択成長法によるウルツ鉱構造 InP/GaP コアシェルナノワイヤの作製 Fabrication of wurtzite InP/GaP core-shell nanowires by selective-area MOVPE

北大院情報科学および量子集積センター¹, JST さきがけ²
[○]石坂 文哉 ¹, 池尻 圭太郎 ¹, 冨岡 克広 ^{1,2}, 福井 孝志 ¹
GS-IST and RCIQE, Hokkaido Univ.¹, JST-PRESTO²,

[○]F. Ishizaka¹, K. Ikejiri¹, K. Tomioka^{1,2}, and T. Fukui¹
Email: ishizaka@rciqe.hokudai.ac.jp

【はじめに】III-V 族化合物半導体ナノワイヤ は、高輝度 LED を実現し得るナノ材料として 注目されている。ナノワイヤの特徴の1つとし て、成長条件を適切に設定することで結晶構造 を制御することが可能である[1]。近年、従来 の閃亜鉛鉱構造(ZB)では間接遷移型半導体と なる GaP や AIP においても、結晶構造をウル ツ鉱構造(WZ)に変えることで直接遷移型半導 体となることがバンド計算により示された[2]。 実際に、フォトルミネッセンス測定により WZ GaP ナノワイヤから直接遷移型の発光が確認 されている[3]。WZ GaP の作製方法としては、 気相-液相-固相成長(VLS)法を用いて高温条件 下で GaP ナノワイヤ成長することで WZ GaP を得る方法が主である。本研究では、WZ GaP を作製する新たな手法として、WZ InPナノワ イヤをウルツ鉱構造のテンプレートとした WZ InP/GaP コアシェルナノワイヤの作製を行 ったので報告する。

【実験方法】InP(111)A 基板上に RF スパッタ 法により SiO_2 を 25 nm 堆積し、電子線リソグラフィとウェットケミカルエッチングにより 開口直径 90 nm、開口部の周期 400 nm の開口パターンを作製した後、MOVPE 法によりナノワイヤを成長した。成長は減圧横型反応炉を用い、成長原料として TMIn、TMGa、TBP を用いた。テンプレートとなる InP ナノワイヤの成長は、ウルツ鉱構造が得られる成長温度 660° C、V/III 分圧比 18 の条件[1]で 20 分間成長を行った。続いて、成長温度 600° C、V/III 分圧比 646 で 3 分間 64 シェル層を成長した。

【実験結果】図 1(a)に InP/GaP コアシェルナノ ワイヤの模式図を示す。作製したナノワイヤは、

側面に{-211}面を持つ直径 100 nm、高さ 1.6 μm の六角柱構造であることを SEM 像より確認し た。次に、図 1(b)に InP/GaP コアシェルナノワ イヤ側面の TEM 像、図 1(c)にその制限視野電 子線回折(SAED)パターンを示す。TEM 像およ び SAED パターンから、テンプレートの WZ InP の結晶構造を引き継いだ、膜厚約 5 nm の WZ GaP シェル層の形成を確認した。また、 SAED パターンにおけるスポット分離は、InP とは格子定数が異なる GaP が成長しているこ とを示している。VLS 法では SAED パターン にストリークが見られ積層欠陥を多く含んで いるが[3]、我々の方法では完全な WZ が得ら れている。さらに、図 1(d)に示す EDX 組成分 析からも GaP シェル層の成長が確認できる。 これに対し、InP/GaP コアシェルナノワイヤ上 部では、ZB GaP が成長していることが分かっ た。ナノワイヤの成長方向である<111>A方向 では、Ga の吸着サイトは ZB 型積層と WZ 型 積層の2種類がある。P供給が十分であるとき ZB 型積層をとりやすいため[1,4]、今回の成長 条件ではZB GaP が成長したものと考えられる。 一方、ナノワイヤ側面の<-211>方向では、Ga およびPの吸着サイトはそれぞれ1種類しかな い。そのため、GaP が ZB となりやすい成長条 件においても、ナノワイヤ側面では WZ InP の 結晶構造を引き継ぎ WZ GaP が成長したと考 えられる。

【参考文献】

- [1] Y. Kitauchi et al., Nano Lett. 10 (2010) 1699.
- [2] A. De et al., PRB 81 (2010) 155210.
- [3] S. Assali et al., Nano Lett. 13 (2013) 1559.
- [4] F. Ishizaka et al., JJAP **52** (2013) 04CH05.

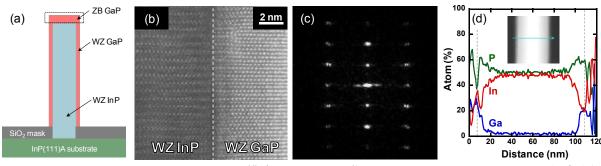


図 1 InP/GaP コアシェルナノワイヤの(a)模式図、(b) TEM 像、(c) SAED パターン、(d) EDX 組成分析