

## ウルツ鉱構造 InP/AlInP コアマルチシェルナノワイヤの構造及び光学特性評価 Structural and optical characterization of wurtzite InP/AlInP core-multishell nanowires

北大院情報科学および量子集積センター<sup>1</sup>, JST さきがけ<sup>2</sup>

○石坂 文哉<sup>1</sup>, 平谷 佳大<sup>1</sup>, 富岡 克広<sup>1,2</sup>, 本久 順一<sup>1</sup>, 福井 孝志<sup>1</sup>

GS-IST and RCIQE, Hokkaido Univ.<sup>1</sup>, JST-PRESTO<sup>2</sup>,

○F. Ishizaka<sup>1</sup>, Y. Hiraya<sup>1</sup>, K. Tomioka<sup>1,2</sup>, J. Motohisa<sup>1</sup>, and T. Fukui<sup>1</sup>

Email: ishizaka@rciqe.hokudai.ac.jp

【はじめに】ウルツ鉱(WZ)構造を有する InP, GaP および AlP は直接遷移型半導体となることが理論的に示されており[1]、新しい発光デバイス材料として注目を集めている。中でも、WZ AlInP 混晶は組成を変化させることで赤色・黄色・緑色の発光が期待できる。前回の報告では、InP ナノワイヤ側面の WZ AlInP シェル内に、Al 組成が異なる量子井戸構造を作製した[2]。発光デバイスへ応用するためには、WZ AlInP の構造及び光学特性の Al 組成依存性を調べる必要がある。そこで本研究では、図 1(a)に示すように AlInP シェル内にダブルヘテロ構造を作製し、Al 組成、結晶構造および光学特性の評価を行ったので報告する。

【実験方法】InP (111)A 基板の上に RF スパッタ法により SiO<sub>2</sub> を 20 nm 堆積し、電子線リソグラフィとエッチングにより周期的な開口部を作製した。成長は減圧 MOVPE 法を用い、成長原料として TMAI, TMIn, TBP を用いた。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 で 15 分間成長を行った。続いて、成長温度 600°C で AlInP を障壁層 5 分間、活性層 30 分間、障壁層 5 分間成長し、最後に InP キャップ層を 1 分間成長した[図 1(a)]。障壁層は、光学特性を評価する際に、キャリアがバンドギャップの低い InP に流れ込むことを防止するために Al 組成を多くした。今回は、活性層の III 族原料合計に対する TMAI 分圧比が異なるサンプルを 4 つ作製した。

【実験結果】図 1(b), (c)に TMAI 分圧比 0.30 のサンプルの SEM 像及び TEM 像を示す。コアマルチシェルナノワイヤ全体の直径は 425 nm、高さは 2.6 μm であった。InP コア及び側面の AlInP シェルの結晶構造は WZ 構造であることが TEM 像より分かった。また、AlInP シェルには周期的に積層欠陥が含まれていた。InP コアには積層欠陥はほとんど見られないため、AlInP シェルにおける積層欠陥は InP と AlInP の格子不整合に起因するものと考えられる。図 1(d)に XRD 逆格子マッピング測

定により求めたナノワイヤの Al 組成と c 軸の格子定数の関係を示す。測定した AlInP シェルの格子定数は格子緩和した値より 1%程度大きく、AlInP シェルは c 軸方向に引張歪みを受けていることが分かった。次に、WZ 構造を有するナノワイヤ中腹部から下部に対してカソードルミネッセンス(CL)測定を行った。図 1(e)に WZ AlInP シェルの CL スペクトルを示す。AlInP シェルの発光ピーク位置は、いずれの Al 組成においても理論計算より予想されるバンドギャップより 200–300 meV 低い値であった。この理由は主に、WZ AlInP シェルにおける積層欠陥と引張歪みによる影響と考えられる。

### 【参考文献】

[1] A. De *et al.*, PRB **81** (2010) 155210.

[2]石坂 他, 2015 秋季応用物理学会, 14p-2Q-1.

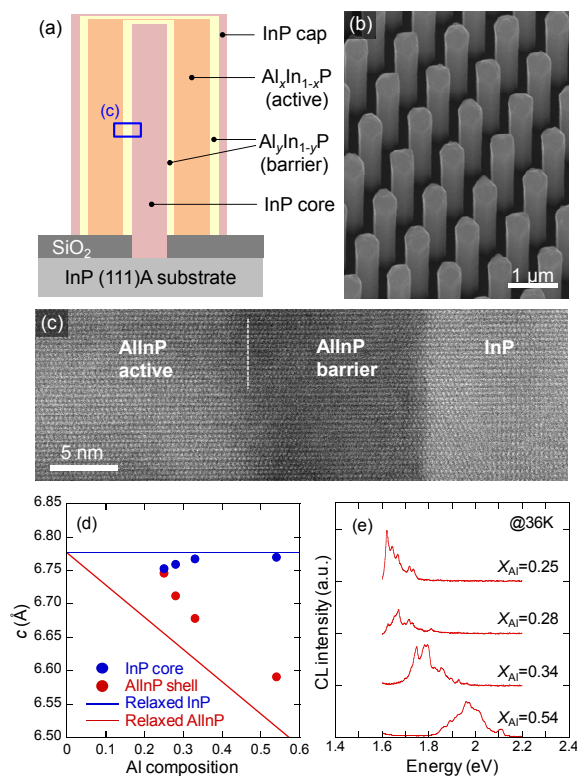


図1 InP/AlInPコアマルチシェルナノワイヤの(a)模式図、(b)SEM像、(c)TEM像。(d)Al組成とc軸の格子定数の関係。(e)AlInPシェルのCLスペクトル。