

InP ナノワイヤの接合構造と発光ダイオード特性の関係

InP nanowire light-emitting diodes: different junction geometry and their diode properties

北海道大学情報科学研究院および量子集積センター

○木村 峻、勝見 悠、蒲生 浩憲、本久 順一、富岡 克広

Graduate School of IST and RCIQE, Hokkaido Univ.

○Shun Kimura, Yu Katsumi, Hironori Gamo, Junichi Motohisa, Katsuhiro Tomioka

E-mail: kimura@rciqe.hokudai.ac.jp

[はじめに] 発光素子分野の課題は、黄色～緑色波長帯で高効率発光する材料がないことである。青色、赤色の発光ダイオード (Light-emitting diode; LED) は、窒化物半導体と As/P 系半導体を用いられているが、これらは緑、黄色領域で発光効率が大きく低下する。そのため、新しい未踏波長材料の検討が必要となっている。我々はウルツ鉱型結晶構造 InP ナノワイヤ (NW) をテンプレートとして、MOVPE 選択成長の横方向成長を応用し、ウルツ鉱型 AllnP 成長と未踏波長帯 LED 応用について検討してきた [1]。本研究では、テンプレートの InP NW の LED 構造最適化のため、異なる接合構造を有した InP NW-LED の素子特性について報告する。

[実験方法] 基板はプラズマ CVD により SiO₂ 膜を約 20 nm 堆積させた p 型 InP (111)A を使い、電子ビームリソグラフィとウェットエッチングによって開口部を形成した。次に、MOVPE 選択成長法で、長軸方向に pn 接合を形成した縦方向接合 InP NW とナノワイヤの動径方向に pn 接合を形成したコアシェル (CS) 接合 InP NW をそれぞれ成長した。成長原料には III 族原料に trimethylindium (TMIn)、V 族原料は tertiary-butylphosphine (TBP) を用いた。n 型ドーパ

ントとしてモノシランガス、tetraethyltin (TESn)、p 型ドーパントとして diethylzinc (DEZn) を用いた。

次に、ベンゾシクロブテンにより NW を包埋し、反応性イオンエッチングで NW 上部を露出させ、NW 上部と基板裏面にそれぞれ Ti/ITO と ZnAu を蒸着し、縦型二端子デバイスを作製し、窒素雰囲気 420°C でアニールした。

[結果] 図 1(a), (b) に縦方向接合 InP NW と CS 接合 InP NW の SEM 像、図 2 に NW LED の電流密度-電圧特性を示す。いずれも整流特性を示し、立ち上がり電圧はそれぞれ 1.1 V, 0.9 V であった。この図から CS 接合では、暗電流が大きい傾向にあることが分かった。これは広い接合面積で、接合界面の欠陥の寄与が、大きくなることを示している。図 3 に電流注入発光 (EL) スペクトルを示す。両方の接合構造でバンドギャップ近傍 1.34 eV にピークをもつ EL を示したが、CS 接合では、半値幅の広い発光になった。当日は、これらの発光起源、EL スペクトルのバイアス依存性に関して議論する。

[参考文献]

[1] F. Ishizaka *et al.*, *Nano Lett.*, **17** (2017) 1350

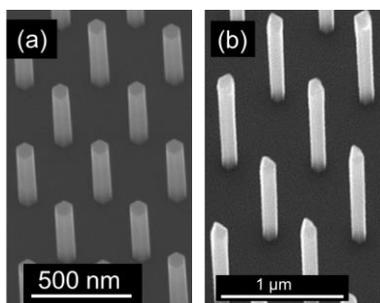


Fig1. (a) SEM image showing InP vertical NW array. (b) SEM image showing InP CS NW array.

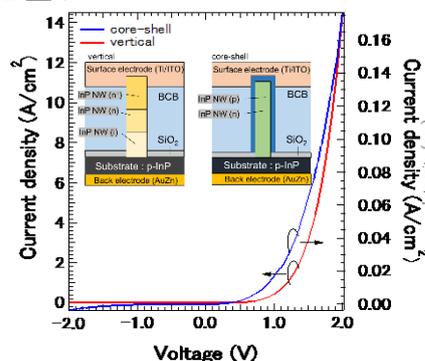


Fig.2 Current density-voltage curve of vertical and CS InP NW-LED.

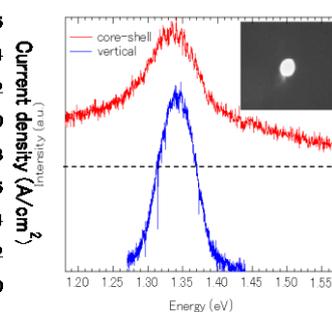


Fig.3 EL spectra of vertical and CS InP NW-LED.