

Si 上 InGaAs/GaSb コアシェルナノワイヤ選択成長

Selective-area growth of InGaAs/GaSb core-shell nanowires

北海道大学情報科学研究科および量子集積センター

○蒲生 浩憲、富岡 克広

Graduate School of IST and RCIQE, Hokkaido Univ.

○Hironori Gamo, Katsuhiro Tomioka

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

[はじめに] III-V 族化合物半導体ナノワイヤは特異な電気、光学特性を持つため、次世代のナノエレクトロニクス材料として注目されている。特に、As/Sb 系半導体を用いたコアシェルナノワイヤ構造は、Type-II バンド構造を利用したトンネルFET素子への応用が期待できる。一方、ナノワイヤ結晶成長技術として、Sb 系化合物半導体の高品質結晶成長技術は未だ確立していない。本研究では、Si 上の次世代トランジスタ応用を目指し、Si(111) 基板上の InGaAs/GaSb コアシェルナノワイヤ選択成長とその評価について報告する。

[実験結果] 基板は熱酸化膜(20 nm)を形成した n 型 Si(111)を用い、電子線リソグラフィ、ドライ・ウェットエッチングで SiO₂ 膜に開口部を形成し、有機金属気相(MOVPE)選択成長法で、n-InGaAs/p-GaSb コアシェルナノワイヤを成長した。成長原料は、TMIn、TMGa、AsH₃、TDMASb を用いた。また、InGaAs ナノワイヤの気相中の In 組成は 63%とした。InGaAs ナノワイヤチャンネル形成後、GaSb を成長温度 400-540°C で 5-10 min 成長し、ナノワイヤの側壁にシェル層を形成した。次に、ベンゾシクロブテン(BCB)によりナノワイヤを包埋し、反応性イオンエッチングで NW 上部が露出するまで

エッチングし、NW 上部、基板裏面にそれぞれ Ti/Au と Ni/Au を蒸着し、二端子デバイスを作製した。

[結果] 図 1 に InGaAs/GaSb コアシェルナノワイヤの SEM 像を示す。図 1 から、直径はおよそ 100 nm である。InGaAs コアナノワイヤの直径は 70 nm であるから、およそ 15 nm の p-GaSb がナノワイヤ側壁 {-110} フェースに成長したと考えられる。X 線回折による InGaAs/GaSb コアシェルナノワイヤアレイの回折パターンとそのフィッティング結果を図 2 に示す。2つの主要なピークはナノワイヤのピッチの差により組成が変調された InGaAs ナノワイヤのピークである。一方、低角側 25.26 deg に GaSb に相当するピークが得られた。これは GaSb の格子定数と概ね一致し、GaSb シェル層が形成されていることを示している。図 3 に二端子構造の電気特性を示す。図 3 より立ち上がり電圧 0.4 V の整流特性が得られ、直列抵抗成分は、2.53 mΩ であった。当日は、GaSb シェル層の成長条件の最適化と成長したナノワイヤの結晶構造評価、電気特性などについて検討する。

[参考文献]

[1] E. Memisevic *et al.*, IEEE IEDM Tech. Dig. 500 (2016)

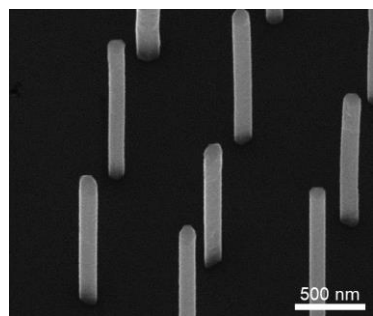


Fig.1 SEM image showing InGaAs/GaSb core-shell nanowires

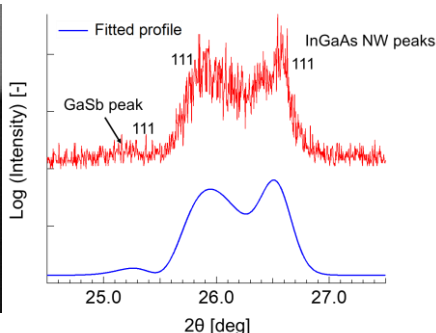


Fig.2 XRD spectra and fitting curve

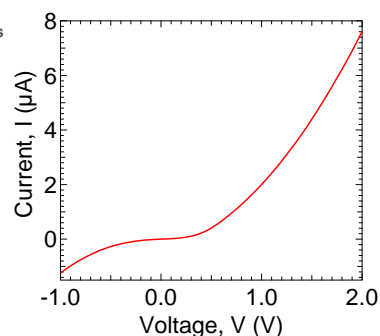


Fig.3 Current-voltage curve of the n-InGaAs/p-GaSb core-shell NWs on n-Si