

TBCl エッチング効果を利用した InSb ナノ構造の作製
Fabrication of InSb nanostructures by using TBCl etching effect
 日本電信電話株式会社 NTT 物性研¹, NTT ナノフォトニクスセンタ²

°館野 功太^{1,2}, 章 国強^{1,2}, 佐々木 智¹, 熊倉 一英¹

NTT Basic Research Labs.¹, NTT Nanophotonics Center²,

NTT Corporation

°K. Tateno^{1,2}, G. Zhang^{1,2}, S. Sasaki¹, K. Kumakura¹

E-mail: tateno.kouta@lab.ntt.co.jp

InSb は高い電子易動度と良好な正孔易動度を持ち、また、エキシトンのボーア半径が大きいので、50 nm サイズでも量子効果が起きる。量子物理では大きな Rashba 効果、ランダウの g 因子、マヨラナフェルミオンの観測等で興味をもたれている材料である。InSb は InP や InAs と比べ格子定数が大きく、ヘテロ構造をこれらの材料に層成長するのは難しい。ナノワイヤの形状では格子定数差による歪の影響が緩和されるため、良好なヘテロ成長が可能である。既にいくつかの InSb ナノワイヤ成長の報告がなされているが、InSb 成長の特徴として基板から直接ナノワイヤを成長するのが難しく、ほとんどの報告が InAs ナノワイヤや InP ナノワイヤを介して成長を行ったものである。我々は有機金属原料と TBCl (tertiary-butyl chloride)を用いた系で、InSb ナノ構造の結晶成長を調べた。

金微粒子を分散した InP 基板を用いて減圧横型の MOCVD 装置により結晶成長を行った。III族原料は TMI (trimethyl indium)、V 族原料は TBP (tertiary-butyl phosphine)、TBAs (tertiary-butyl arsine)、TESb (triethyl antimony) を使い、TBCl の供給の効果調べた。

図(a) は InP ナノワイヤ上に成長した InSb の TEM 像である。InP ナノワイヤ成長後に InSb を 360°C で 10 分、TBCl を供給しながら連続成長した。TBCl の供給により InSb の成長がナノワイヤ先端で起きやすくなることがわかった。触媒のある先端で結晶化が進み、ワイヤや基板表面では反応種が除去されたと考えられる。コアの InP を覆うように軸方向に 20 nm、動径方向に 20-60 nm 程度 InSb が積層し、格子を見ると積層欠陥の入った Zincblende 構造であった。コアの InP が積層欠陥の多い Zincblende 構造であったため、シェルの構造はそれを反映しているものと考えられる。次に wurtzite 構造の InAs ナノワイヤを用いて成長を行った。図(b) は InAs ナノワイヤ先端に成長したナノ構造の SEM 像である。TBCl 無しの成長条件ではボール状の構造が先端に形成された。TBCl を用いることで真っ直ぐなテーパー状の構造が形成された。おそらく TBCl を供給することにより余分なアモルファス状の InSb が除去されたものと考えられる。本研究の一部は科研費 (15H05735) の助成を受けた。

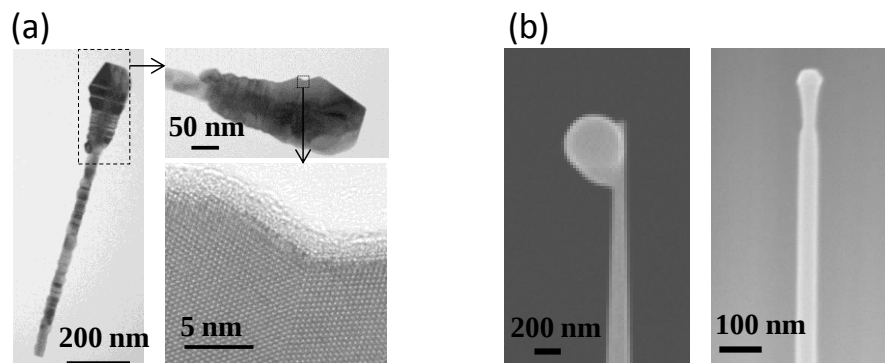


Figure (a) TEM images of a InSb/InP nanowire. (b) SEM images at the tip of InAs nanowires. InSb growth was performed without (left image) and with (right image) TBCl after InAs nanowire growth.