

Ge/Si コア/シェル ナノワイヤ ヘテロ構造の成長と評価

Growth and characterization of Ge/Si core/shell nanowire heterostructures

物材機構¹, 筑波大院工² ○余銘珂^{1,2}, 神永惇^{1,2}, 深田直樹¹NIMS¹, Univ. of Tsukuba², ○Minke Yu^{1,2}, Jun Kaminaga^{1,2}, Naoki Fukata¹

E-mail: YU.Mingke@nims.go.jp

【研究背景・目的】

近年、半導体トランジスタの微細化の限界が指摘されており、微細化によるリーク電流や発熱の問題などが挙げられる。その改善策の一つとしてチャネル領域にナノワイヤ構造を用いた縦型構造トランジスタが提案されている。しかし、ナノワイヤ中へ不純物ドーピングを行うと、不純物散乱によりキャリアの移動度が低下してしまう。この問題を解決するため、我々のグループでは Ge と Si を用いた一次元のコア/シェルナノワイヤの研究を行っている[1]。Ge と Si によるヘテロ構造により量子井戸を形成できる。そのため、不純物領域とキャリア領域を分離することができ [2]、高移動度チャネルを形成できると期待できる。今回は Ge/Si NWs デバイス実現のため、コア/シェルナノワイヤの最適成長条件の確立を目的として実験を行った。

【実験】

コア/シェル Ge/Si NWs 成長には、高真空化学気相堆積 (CVD) 装置を用いて行った。CVD では、金のナノコロイドを成長触媒として VLS 成長機構を介し、一次元 Ge/Si NWs 成長が行われる。コアの直径は金属触媒によりコントロールでき、ワイヤの長さは成長時間によりコントロールすることが可能である。ナノワイヤのシェルの厚さは成長時間、B のドーピング量に依存し、制御することが可能である。また NWs の観察を SEM、TEM、EDX により行い、ラマン分光および XRD 測定により NWs の結晶性、応力評価、および B 不純物の状態評価を行った。

【結果・考察】

図 1 の TEM 像に示されるようにコア/シェル Ge/Si ナノワイヤの成長に成功した。また、コア層とシェル層両方の結晶性を確認できた。図 2 からラマン分光により B の局在振動ピークおよび Fano 効果によるフォノンピークの非対称ブロードニングが観測でき、B 原子が Si シェル中で電気的に活性化していることを証明できた。当日は XRD の結果についても発表する。

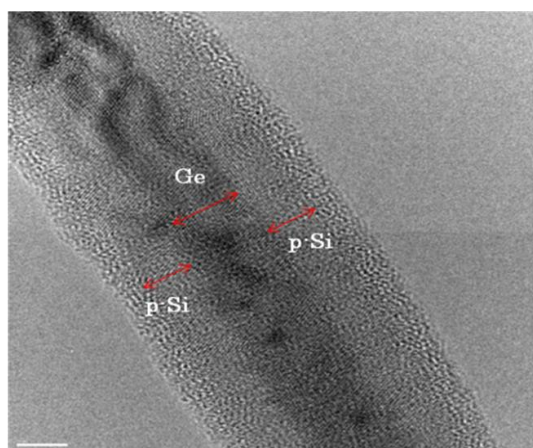


図 1 Ge/Si-B NWs の TEM 像

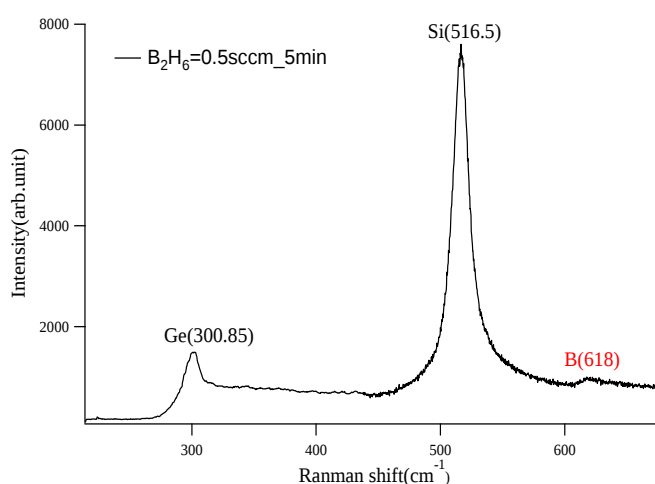


図 2 Ge/Si-B NWs の顕微ラマン散乱測定

参考文献 [1] N.Fukata et al., ASC NANO 6, 8887 (2012), [2] M. Amato et al., Nano, Lett, 11, 594 (2011).