位置決め VLS 成長 InAs ナノワイヤへの高濃度 S ドーピング

Heavily S-doping for InAs nanowires grown using position-defined VLS method

富士通¹, 富士通研² ^O河口 研一^{1,2}, 高橋 剛^{1,2}, 岡本 直哉^{1,2}, 佐藤 優^{1,2}

Fujitsu¹, Fujitsu Labs.², ^oKenichi Kawaguchi^{1,2}, Tsuyoshi Takahashi^{1,2}, Naoya Okamoto^{1,2},

Masaru Sato^{1,2}

E-mail: k_kawaguchi@jp.fujitsu.com

我々は、環境電波発電実現に向けて、微弱な 電波の受信を可能にする高感度 GaAsSb/InAs ナノワイヤバックワードダイオード(BWD)の 研究開発を進めている[1]。トンネル電流を動 作原理とする BWD 特性の実現には、各ナノワ イヤセグメントの不純物濃度制御が重要であ る。今回は、BWDの第1セグメントである InAs ナノワイヤの n型不純物濃度制御に向けて、S ドーピングの検討を行った。

InAs ナノワイヤは、位置決め VLS 成長によって形成した。成長基板には、GaAs(111)B ウェハに SiN マスクを施した後、間隔が 250~1000 nm の 2 次元アレイ状の開口部を形成し、その中に直径約 60 nm の Au 薄膜ディスクを配置したものを用いた。結晶成長は、MOVPE 法により行い、S ドーピング原料ガスには H₂S を用いた。S 濃度の定量化は、InAs 中の In 元素を基準に用いて行った。

図1に、異なる H₂S 流量にて S ドーピング を行った InAs ナノワイヤの SEM 像を示す。変 化の程度は小さいが、H₂S 流量の増大によるナ ノワイヤ直径の増大が見られた。一方、ナノワ イヤ結晶構造については、断面 TEM 観察の結 果、S ドーピングが与える影響は、無視できる 程度であることが分かった。

図 2 に、ピッチ間隔 250 nm のパターンにお ける S 濃度の TOF-SIMS プロファイル H₂S 流 量依存性を示す。S 濃度は、H₂S 流量の増大と 共に単調に増加した。ピーク濃度では、 1×10^{20} cm⁻³を超える高濃度ドーピングが可能である ことが分かった。また、ドーピング効率につい ては、H₂S 流量に対して良好な線形性を示した。 このような特性は、デバイス製造の観点におい て濃度制御を精密に行う上で好ましい。しかし、 ピッチ間隔が異なるパターン同士の比較にお いて、同一の H₂S 流量条件であっても、ピッ チ間隔の増大と共に S 濃度が減少する現象が 見られた。ピッチ間隔が広い試料ほど VS モー ドでの横方向成長成分が多いため、この横方向 成長成分が低濃度であることを示唆している。 ピッチ間隔が広いパターンを用いたデバイス 形成の際には、この効果を考慮する必要がある と考える。

【謝辞】本研究は、JST CREST グラント番 号 JPMJCR16Q3 の支援を受けたものである。



Fig. 1: InAs nanowires on GaAs(111)B substrates with H_2S flow of (a) 0.09 and (b) 0.81 ccm.



Fig. 2: TOF-SIMS profiles of S concentration in InAs nanowires.

[1] 河口他、2017年春季応物 15p-421-3