

SiC ナノワイヤは高い破壊電界強度や熱伝導率をもつワイドギャップ材料であり、その特性は積層不整の影響を受けることが知られている。SiC ナノワイヤ中にも容易に積層不整が発生するが、SiC ナノワイヤにおける積層不整発生メカニズムには未知の点が多い。これに関連して、SiC ナノワイヤの積層配列には特殊な統計的性質が存在することが報告されている [1]。また、同一の触媒粒子から成長した 2 本の SiC ナノワイヤの積層配列の類似性を調べることで、触媒粒子が SiC ナノワイヤにおける積層不整発生に与える影響を調べることを試みた研究も行われている [2]。

本研究では、異なる成長速度で成長した SiC ナノワイヤの統計的性質を比較し、積層不整発生の要因を突き止めることを試みる。触媒粒子が固有の平均時間間隔で、成長中の SiC ナノワイヤに対して外因的に作用することによって積層不整が発生していると仮定すれば、成長速度が大きいほど積層不整の間隔は開くことになる。この場合、ABC 回転・CBA 回転が連続した箇所を 1 つのセグメントと定義すれば、成長速度が大きいほど長いセグメントの割合が大きくなる。このことは、セグメント長の累積度数分布は成長速度が大きいものほど緩やかに減少していくことを意味している。

観察に用いた SiC ナノワイヤは次のように作製した：まず、Si 基板上に触媒となる Fe を膜厚 10 nm で蒸着した。その基板を SiC 粉末とサッカリンを混合した試薬 4 mg とともに長さ 10 cm 程度の石英管に真空封入し、電気炉を用いて 1200 °C で 1 時間加熱した。加熱後、石英管を冷水で急冷し、成長を停止させた。このとき、試料粉末を質量比で 1000 : 1, 100 : 1, 10 : 1 の 3 通りの混合比で作製した。炭素源となるサッカリンの量を変化させることで、その量に比例して成長中の過飽和度が変化し、過飽和度の変化に比例して成長速度が変化すると考えられる。

作製したナノワイヤの積層配列を高分解能の TEM で読み取り、各ナノワイヤのセグメント長の累積度数分布を求めた。積層配列を読み取ることができたナノワイヤは合計で 7 本（混合比 1000 : 1 のもののみ 3 本、他は 2 本ずつ）であった。いずれのナノワイヤにおいても、短いセグメント長の分布は指数分布に近いものであった。このことは、実際の成長過程が、層が 1 つ積み上がるごとに固有の確率 b で積層不整が発生するというモデルでよく近似できることを示している。

おのおののナノワイヤに対して積層不整発生確率 b の値を推定すると、混合比 10 : 1 で作製したナノワイヤではそれぞれ 0.496 ± 0.011 , 0.598 ± 0.007 で、混合比 100 : 1 で作製したナノワイヤではそれぞれ 0.449 ± 0.005 , 0.328 ± 0.004 であり、混合比 1000 : 1 で作製したナノワイヤではそれぞれ 0.567 ± 0.015 , 0.365 ± 0.006 , 0.332 ± 0.007 であった。試薬中のサッカリンの量が増えるに従って b の値が増加する傾向が若干見られるものの、観察するナノワイヤのサンプリングによるゆらぎである可能性は否定できない。しかしながら、触媒粒子が固有の平均時間間隔で、成長中の SiC ナノワイヤに対して外因的に作用して積層不整が発生しているという仮説は否定できると考えられる。

[1] H. Kohno, *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **78**, 044601 (2009)

[2] T. Kataoka, *et al.*, *Microscopy*, **69**, 234–239 (2020)