



## 金属触媒を用いないシリコンナノワイヤの硫黄支援成長

Sulfur-assisted growth of silicon nanowires without metal catalysts

豊技大院工, 森島 聖\*, 中川周平, 石山武, 石井佑弥

Toyohashi Univ. of Tech., Satoru Morishima\*, Shuhei Nakagawa, Takeshi Ishiyama, Yuya Ishii

\*E-mail: morishima@photon.ee.tut.ac.jp

### 1. 背景・目的

シリコンは、多くの電子デバイスに使用されているが、発光材料としての実用化例はない。一方で、シリコンは、ナノ構造化により発光効率が向上することが報告されており、盛んに研究されている。ナノワイヤを気相-液相-固相(VLS)法で作製する場合、触媒として用いられる金属が不純物として混入したり、先端に残留するという問題がある。本研究では、シリコンナノワイヤの成長方向や形状の制御を目的とし、金属触媒を用いず、硫黄を用いた自己組織化による作製法を検討した。

### 2. 実験方法

n-Si(111) 基板を  $0.5 \text{ cm}^2$  にカットし、硫黄粉末 5 mg と共に石英管に真空度 20 Pa 以下で封入した。電気炉にて 1200 度で 30 分間熱処理(heating rate 205 K/min)を行い、その後 1150 度まで電気炉内で冷却後(cooling rate 22.3 K/min)、電気炉から取り出し水で冷却(cooling rate 65.2 K/sec)した。作製した試料を走査型顕微鏡(SEM)で観測し、元素組成をエネルギー分散型 X 線分光法(EDX)で評価した。

### 3. 結果と考察

図 1 に作製した試料の SEM 像を示す。図 1(a)では、ニードル状のナノワイヤが、基板面に対し垂直に成長していることが分かる。直径は 200~600 nm であった。図 1(c)に同一基板上的 EDX による酸素検出量の多かった領域の SEM 像を示す。ナノワイヤが湾曲して成長しており、直径は 0.6~1.8  $\mu\text{m}$  であった。一般的な VLS 法は液相の形成に蒸着した金属触媒を用いるが、原料に硫黄を用いることで、シリコン基板と反応した

硫黄粉末が液相の役割を果たし、結晶成長の核となっていると考えられる。EDX の評価結果から、図 1(b)では酸素が 10.89 At%，硫黄が 0.23 At%，図 1(d)では酸素が 34.23 At%，硫黄が 0.66 At% 検出された。これらの元素はナノワイヤ成長時の原料として取り込まれていると考えられる。液相に原料が取り込まれる際にシリコンとの結合の弱い硫黄は剥離されるが、結合の強い酸素は残留する。その場合、単結晶として成長が阻害され湾曲すると考えられる。

### 4. おわりに

硫黄を触媒として用いることで、金属触媒を用いることなく、シリコン基板上にナノワイヤを垂直配向させて成長可能であることが確認できた。

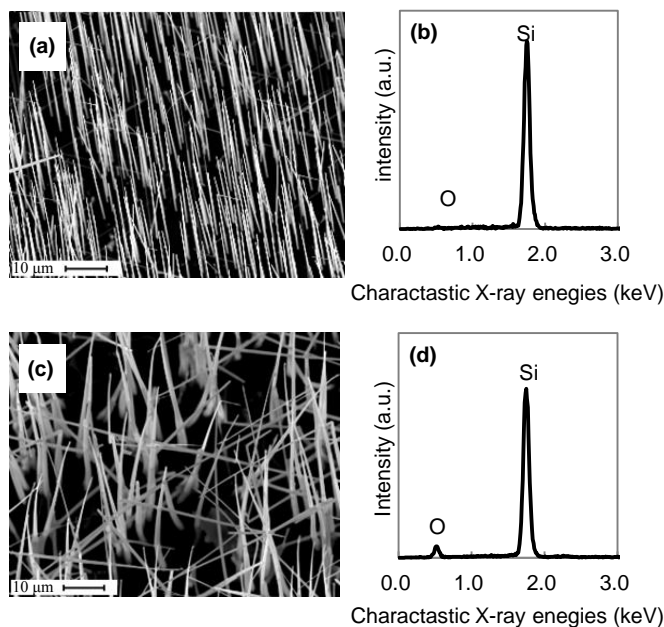


図 1 金属触媒なしで成長したシリコンナノワイヤの

(a),(c)SEM 像と(b),(d)EDX のスペクトル。

(a),(b) 酸素検出の少ない領域。(c),(d) 酸素検出の多い領域。