

陽極酸化アルミナメンブレンを用いた大面積均一ナノワイヤ成長法の開発

Uniform Nanowire Growth at Large Area Using AAO Membrane

阪大産研¹, 首都大², [○]長島 一樹¹, Gang Meng¹, 柳田 剛¹, 柳下 崇², 金井 真樹¹,
益田 秀樹², 川合 知二¹

ISIR-Sanken Osaka Univ.¹, Tokyo Metropolitan Univ.², [○]Kazuki Nagashima¹, Takeshi
Yanagida¹, Gang Meng¹, Masaki Kanai¹, Hideki Masuda² and Tomoji Kawai^{1,2}

E-mail: kazu-n32@sanken.osaka-u.ac.jp

【はじめに】 自己組織化 1 次元ナノワイヤは、微細加工技術の限界を凌駕した極微サイズの構造体である。これらの多くは、バルク材料には見られない物性機能を示し、如何なるテンプレートにも展開可能であることから、既存の概念に捉われない新規デバイス群の創出へ向けてエレクトロニクス、創・省・蓄エネルギー、バイオセンサなどの幅広い分野で注目を集めている。気液固(VLS)法は、金属触媒を用いてナノワイヤの空間位置やサイズを厳密に制御可能な手法であるが、均一なナノワイヤ成長には触媒サイズの均一性に加えて隣り合う触媒間距離の均一性が要求される。^[1] しかしながら、①隣接距離が制御された、②均一な極微サイズの金属触媒を、③大面積にパターニングすることは極めて困難であった。そこで本研究では、アルミニウムの陽極酸化プロセスにより形成される数十ナノメートルの自己組織化細孔パターンを利用した大面積均一ナノワイヤ成長法の開発を狙いとした。

【実験】 二段階陽極酸化法により高純度アルミ板(99.99%)の表面に自己組織化アルミナ(酸化アルミニウム)細孔パターン(AAO 膜: 細孔サイズ~20nm)を形成した。次いで、化学エッチングプロセスにより AAO 膜をメンブレン化し、これを水の毛管力を利用して SrTiO₃(100)基板上に転写した。メンブレン転写後ドライエッチングにより AAO メンブレンを開孔し、金属触媒の蒸着を行った。その後 PLD 法を用いて MgO ナノワイヤを作製した。作製されたナノワイヤの構造を XRD、FESEM、TEM を用いて評価し、その構造均一性について従来法との比較を行った。

【結果】 AAO メンブレンの膜厚を変化させていくとナノワイヤ収率への影響が観測された。細孔のアスペクト比が大きくなると、金属蒸着の際に金原子が細孔を通過することが困難となるためである。膜厚が 100nm 以下の AAO メンブレンを用いてパターニングした金属触媒・ナノワイヤは自己組織化細孔パターンと同様の六方最密充填構造を有し、それぞれのナノワイヤ間距離は細孔間距離に一致することが FESEM-FFT 解析から確認された。本手法を用いて作製されたナノワイヤの長さ・径のばらつきはそれぞれ $\sigma(\text{長さ})=84.8\text{nm}$ 、 $\sigma(\text{径})=1.1\text{nm}$ であり、^[2] パターニングを施さない従来法と比較して大幅な改善が見られた(従来: $\sigma(\text{長さ})=275.3\text{nm}$ 、 $\sigma(\text{径})=4.8\text{nm}$)。本研究で用いたパターニング法は少なくとも 3 インチウエハースケールまで適用可能であり、実験条件・材料選択により任意の基板上に任意の形状・間隔でパターニングされたナノワイヤ形成が可能であることから、大面積均一ナノワイヤ成長における本手法の有用性が示唆される。

References

[1] *Appl. Phys. Lett.* 99, 193105 (2011), [2] *RSC Adv.* 2, 10618 (2012)