

2 光子加工法を用いた 単層カーボンナノチューブ／ポリマー複合材料の立体ナノ成形

3D nano fabrication of single wall carbon nanotube/polymer composites by means of two photon lithography

阪大院工¹, ライス大² ○牛場 翔太¹, 庄司 暁¹, 河野 淳一郎², 河田 聡¹

Osaka Univ.¹, Rice Univ.², °Shota Ushiba¹, Satoru Shoji¹, Kono Junichiro², Satoshi Kawata

E-mail: shoji@ap.eng.osaka-u.ac.jp

単層カーボンナノチューブ (Single wall carbon nanotube; SWCNT) は、直径 1 nm かつアスペクト比 500 以上の 1 次元ナノ材料であり、軸方向に対して 1 TPa の弾性率を示す。SWCNT をポリマーに内包することで、ポリマーの力学特性を強化することが可能である。また、SWCNT はナノサイズであるため、SWCNT／ポリマー複合材料を微細成形してサブミクロンサイズの強化材料に応用することが可能である。本研究では 2 光子加工法を用いて、SWCNT／ポリマー複合材料をサブミクロンサイズで自在に立体成形する方法を確立した。原材料は、SWCNT を孤立分散した紫外線硬化性樹脂を使用した。光源には Ti:sapphire レーザー (パルス幅:100 fs) を用い、中心波長を SWCNT の光吸収が比較的小さい 780 nm に調節した。レーザー光を油浸対物レンズ (NA1.4) で自作した樹脂に集光照射し、2 光子吸収光重合反応で樹脂を硬化して SWCNT を樹脂内に固定した。焦点内の光子密度の高い領域でのみ樹脂を硬化することで、サブミクロンサイズの加工分解能を達成した。レーザー光を 3 次元方向に走査して、SWCNT／ポリマー複合材料を任意の立体微細構造に成形した。レーザー光走査後、未硬化樹脂をアセトンで洗浄した。本手法で、体長 8 μm の雄牛の立体模型や直径 300 nm の細線構造の SWCNT／ポリマー複合材料を得た (図 1 a, b)。レーザーアブレーションによって細線の樹脂のみを除去した結果、SWCNT が細線中に内包されていることを明らかにした。細線中に SWCNT が均一に分布していることを顕微ラマン分光の結果から見出した。本成果は、SWCNT／ポリマー複合材料をサブミクロンサイズで立体成形することが可能であることを明示している。

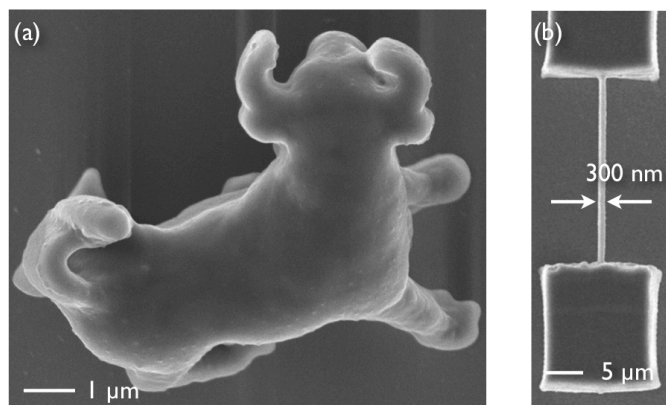


図 1 (a) 体長 8 μm の雄牛の立体模型構造の SWCNT/ポリマー複合材料、(b) 直径 300 nm の細線構造の SWCNT／ポリマー複合材料