

ナノリンクルチタン構造を用いた高分子ナノ粒子の光捕集

Optical trapping of polymer nanoparticles using nano-wrinkle titanium structure

神奈川大院理¹, 神奈川大理² ○(M1C)吉田 匡志¹, (BC)森本 雅夕², 東海林 竜也^{*1,2}

Grad. Sch. of Sci., Kanagawa Univ.¹, Fac. of Sci., Kanagawa Univ.², ○(M1C)Masashi Yoshida¹,

(BC)Mayu Morimoto², Tatsuya Shoji^{*1,2}

E-mail: t-shoji@kanagawa-u.ac.jp

1. 緒言

ナノ構造体による電場増強効果を用いた光ピンセット法は、溶液中のナノ粒子を効率的に捕捉できるだけでなく、ナノ構造の材質・形状に由来する興味深い現象が起こることが分かってきた。例えば2021年坪井らは、プラズマドライエッチングにより作製したナノピラー構造を付与したチタン基板(Black-Ti)上でナノ粒子を捕捉する光ピンセット法を報告した¹⁾。この NASTiA(Nanostructured titanium-assisted)光ピンセットは、高圧水銀ランプのようなインコヒーレント光を用いてもナノ粒子を光捕捉でき、従来法とは一線を画す可能性を秘めている。そこで本研究では、その捕捉メカニズムや捕捉に最適なチタンナノ構造体を理解すべく、チタンナノ構造体を酸腐食により作製し、より効率的なナノ粒子捕捉法を模索する。

2. 実験

基板となる Black-Ti は市販のチタン箔(Ti > 99.5%)を混酸溶液(HCl/H₂SO₄)に浸漬させ作製した。得られた Black-Ti に蛍光性ポリスチレン粒子(直径 500 nm) (PS 粒子)分散液を接触させ波長 808 nm の近赤外レーザー光を用いて光捕捉を試みた。粒子の捕捉挙動を蛍光顕微鏡像として観察した。

3. 結果と考察

Fig. 1(a)に作製した Black-Ti 表面の SEM 像を、(b)にその Black-Ti を用いて PS 粒子を光捕集した際の蛍光顕微鏡像を示す。SEM 像より表面にナノメートルオーダーのシワのような不均一な凹凸構造(ナノリンクル構造)が形成されることがわかった(Fig. 1(a))。この構造体にレーザー光を照射すると、1秒後には PS 粒子が捕捉された。照射時間の経過とともに捕捉される粒子の数は増加し、PS 粒子の会合体を形成した。その際、光照射の範囲外から範囲内に向かって PS 粒子が熱対流により輸送される様子も観察された。レーザー照射を止めると捕捉されていた PS 粒子は直ちに散逸した。一連の挙動は、ナノリンクル構造による増強光圧と、光熱効果に基づく熱対流が協奏的に作用することで発現したと考えられる。当日は、光捕集の光強度依存性やナノリンクルの構造依存性についても議論する。

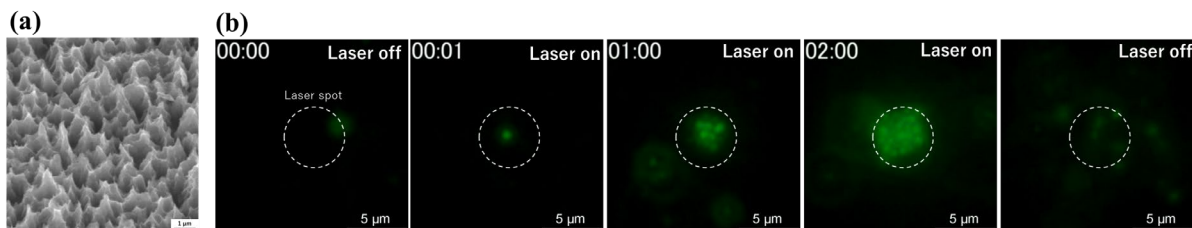


Fig. 1 (a) SEM image of a nano-wrinkle structured titanium surface.(b)Fluorescence micrographs during NASTiA optical trapping of 500 nm PS nanospheres. Laser irradiation area (laser intensity $I = 2.0 \text{ kW/cm}^2$, $\lambda = 808 \text{ nm}$) is expressed as a white dotted circle.

1) Y. Tsuboi et al. *ACS Appl. Mater. Interf.* 13 (2021), 27586-27593.