

シリコンナノ粒子 1次元配列構造の光学特性

Optical properties of one-dimensional array of Si nanoparticles

神戸大工¹, JST さきがけ² ○根来 英利¹, 杉本 泰^{1,2}, 雛本 樹生¹, 藤井 稔¹Kobe Univ.¹, JST-PRESTRO², ○Hidemasa Negoro¹, Hiroshi Sugimoto^{1,2},Tatsuki Hinamoto¹, Minoru Fujii¹

E-mail: sugimoto@eedept.kobe-u.ac.jp

高屈折率誘電体ナノ粒子は電気・磁気多重極子 Mie 共鳴により、金属の表面プラズモン共鳴では見られないユニークな光学応答を示す。さらに、Mie 共鳴ナノ粒子の配列構造では粒子間の共鳴モードの結合を利用した、フットプリントの非常に小さい導波路[1]や発光指向性を有するナノアンテナ・メタサーフェス[2]が開発されている。このような構造の多くは電子ビームリソグラフィーに代表されるトップダウンプロセスで作製されているが、我々はボトムアッププロセスで溶液に分散したシリコン(Si)ナノ粒子をナノパターン上に集積・配列する技術を開発している。今回は、Si ナノ粒子が1次元に配列した構造を作製し、その光学特性を FDTD シミュレーションと顕微分光測定により調査し、粒子間の相互作用が光学特性に与える影響を明らかにする。

図1 挿入図に当グループで開発した結晶 Si のナノ粒子分散溶液を示す[3]。粒子は真球性が高く、平均粒径を 100~200 nm の範囲で制御できる。本研究では、光ナノインプリントリソグラフィーで作製したライン&スペースパターン上に移流集積法を用いてナノ粒子を配列させる(図1)。図2は粒径 150 ± 30 nm の Si ナノ粒子を 120 nm 幅の溝に1次元配列させた試料の暗視野光学顕微鏡像である。明るい各スポットは Si ナノ粒子の Mie 共鳴によるものである。Si ナノ粒子の粒径分布によって様々な色の散乱がみられるが、赤枠内に示すように数 μm に1次元配列している箇所では黄~橙色の発色を示している。これは、ナノ粒子が密に配列し、個々の共鳴モードに加えてブロードな結合モードが励起されることを示唆している。講演では、本構造の粒子内部、粒子間での光学的な共鳴を、配列構造の粒子サイズや粒子数を変化させた実験とシミュレーション結果を比較しながら報告する。 [1] S. Bidault, *et al.*, *J. Appl. Phys.* 126, 094104 (2019). [2] L. Ding, *et al.*, *Nanoscale*, 12, 21713 (2020). [3] H. Sugimoto, *et al.*, *Adv. Opt. Mater.* 8, 2000033 (2020).

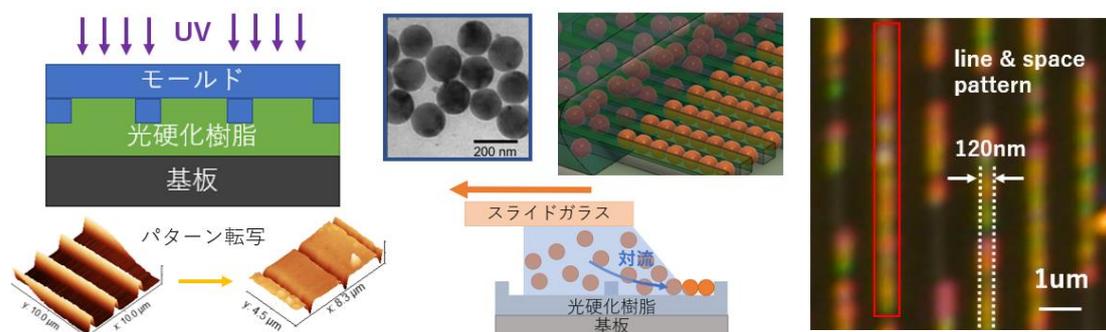


Figure 1. (Left) Schematic of the process and AFM images of L & S patterns prepared by imprint lithography. (Right) Schematic of assembly of colloidal Si NPs. Inset: TEM image of Si NPs

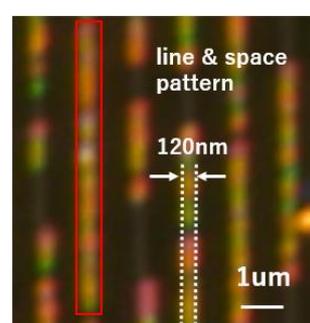


Figure 2. Dark field image of 1D Si NP array.