高屈折率誘電体ナノディスクアレイの大面積形成と光学応答制御(I)

Fabrication of high-index dielectric nanodisk arrays and their optical responses (I)

·神戸大院工¹, ⁰長谷部 宏明, 雛本 樹生, 杉本 泰, 藤井 稔

Kobe Univ.¹, °Hiroaki Hasebe, Tatsuki Hinamoto, Hiroshi Sugimoto, Minoru Fujii

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

高屈折率 (*n*>3) 誘電体ナノ構造は Mie 共鳴により特異な光学応答を示す。特に、高屈折率誘 電体ナノディスクは直径 (*D*) および高さ (*H*) を変化させることで電気・磁気多極子モードの 制御が可能であり、規則配列したアレイ構造で光学素子が実現されている[1]。また、*D*/*H* が大 きいディスクにおいて、無輻射なアナポールモードを用いた誘電体メタサーフェスデバイスが 提案されている。これらのナノディスク配列構造は、主に電子線リソグラフィーなどの微細構 造形成技術が使用されているが、応用にはマクロスケールの加工プロセスと機能の探索が必要 不可欠である。本研究では、大面積形成可能な技術としてコロイダルリソグラフィー法を採用 し、シリコン (Si) ナノディスクアレイの形成と構造制御、光学応答について報告する。

本発表では、*D/H*が大きいナノディスクが六方格子状に並んだ構造の電磁場応答について、 実験および FDTD 法による計算で解析を行う。図1に示すように、直径 500 nm のポリスチレン

(PS) 微粒子を用い、H=450 nm、D=50 nm のSi ナノディスクアレイをガラス基板上に作製 した。このプロセスでは、(i) 配列する PS 微粒子の直径により周期が制御可能であり、(ii)-(iii) のドライエッチング時間により D と H を制御できる。図2に FDTD 法による単一のSi ナノデ ィスク (D=450, H=50 nm)の散乱スペクトルの計算結果を示す。電気双極子モード (581 nm, 717 nm)による散乱ピークに加えて、電場分布より 648 nm にアナポールモードに起因するディ ップがみられる。これは、本研究で作製したナノディスクによって、上述の多様な共鳴モードを 実現できることを示している。講演では、D および H と光学特性の関係、基板の帯電制御によ る配列構造制御について報告する。

[1] A. I. Kuznetsov, et al., Science, 354, 6314 (2016)



Figure 1. Procedure and SEM image of hexagonal Si nanodisk arrays (thickness: 50 nm) on glass substrate fabricated by colloidal lithography. The diameter is 450 nm. The period is 500 nm.



Figure 2. Scattering cross section of single Si nanodisk (diameter: 450 nm, thickness: 50 nm) by FDTD simulation. Electric field distributions of bright and dark modes excited at 648 nm, 581 nm and 717 nm are also shown.