

大面積プラズモニックメタ表面における共鳴調整と界面改質

Resonance tuning and interface reforming on large-area plasmonic metasurfaces

物質・材料研究機構

○岩長祐伸, 崔 峯碩, 宮崎英樹, 杉本喜正, 迫田和彰

NIMS

○M. Iwanaga, B. Choi, H.T. Miyazaki, Y. Sugimoto, K. Sakoda

E-mail: iwanaga.masanobu@nims.go.jp

表面ナノ、マイクロ構造によって新奇な光学特性を発現しようというメタ表面の研究が盛んになってきている。回折光も含むエキゾチックな光線制御がその端緒となった [1,2]。メタ表面はサブ波長構造に必ずしもこだわらないため、メタマテリアルの拡張分野と位置づけることもできる。

今回、UV ナノインプリントリソグラフィを用いて1つの石英モールドのみを用いてメタ表面の面内方向における構造を制御することに成功した。その結果、共鳴エネルギーを200 nm 以上にわたる範囲で所望のエネルギー

一位置に調整できた。図 1(a)は作製したプラズモニックメタ表面の SEM 像である。この構造は SOI (Silicon-on-insulator) 基板の SOI 層にナノ加工を施した後、金蒸着して作製した (金の膜厚は 35 nm)。このプラズモニックメタ表面上でこれまでに可視光色素分子の蛍光を平坦なシリコンウェーハ上より 100 倍以上増強できることを見出した [3]。

図 1(b) は測定した反射スペクトルの構造依存性を示している。空気円孔の直径 (D) を 190 nm から 288 nm (図 1(a)) まで変えた。直径を 100 nm 変えると、2 次モードの共鳴エネルギーをほぼ線形に 275 nm シフトした。使用したモールドの円柱直径は 200 nm であった。

一方で、上記金蒸着を省いて得たシリコンフォトニック結晶スラブ上でも 200 倍を超える蛍光増強を得た [4]。このようにプラズモニック構造とフォトニック構造は競合しており、いずれがより良い構造であるかを明らかにすることが1つの課題となっている。講演では金属最表面の単分子膜形成による界面改質の効果についても述べる予定である。

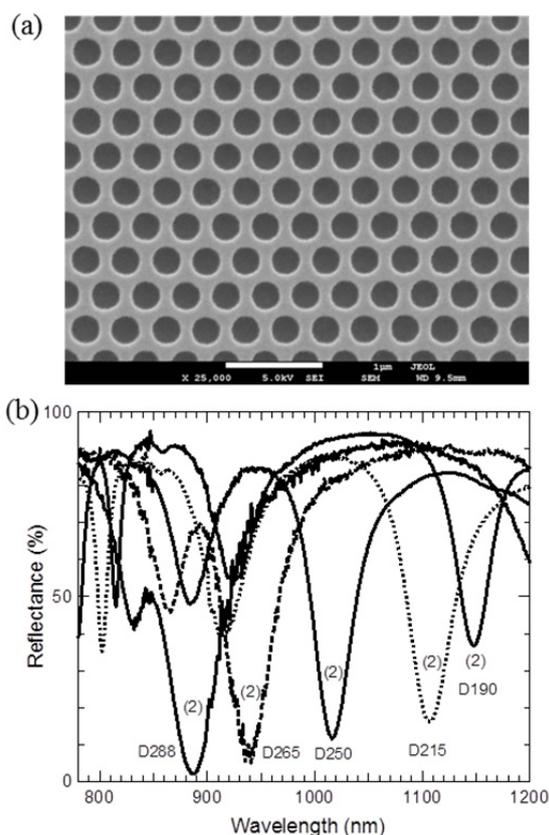


Figure 1. (a) A top-view SEM image of a typical metasurface based on SOI substrate. White scale bar indicates 1 μm . (b) Measured reflectance spectra of the plasmonic metasurfaces of various air-hole diameters (D). The symbol (2) indicates the 2nd resonant mode.

謝辞 この研究は科学研究費補助金 (Numbers 22109007, 26706020) によって支援を受けました。大規模数値計算はHPCIシステム研究プロジェクト (ID: hp140068) を通して東北大学サイバーサイエンスセンターにおいて実施しました。

- [1] N. Yu, P. Genevet, M. A. Kats, F. Aieta, J.-P. Tetienne, F. Capasso, and Z. Gaburro, *Science* **334**, 333 (2011).
 [2] A. V. Kildishev, A. Boltasseva, V. M. Shalaev, *Science* **339**, 1232009 (2013).
 [3] B. Choi, M. Iwanaga, H. T. Miyazaki, K. Sakoda, and Y. Sugimoto, *J. Micro/Nanolithogr. MEMS MOEMS* **13**, 023007 (2014). [Open access]
 [4] B. Choi, M. Iwanaga, T. Ochiai, H. T. Miyazaki, Y. Sugimoto, and K. Sakoda, *Appl. Phys. Lett.* **105**, 201106 (2014).