

# 酸化チタンナノディスクアレーの狭帯域トロイダル双極子共鳴

## Narrow-band toroidal dipole resonances of titanium dioxide nanodisk array

神戸大院工<sup>1</sup>, JST さきがけ<sup>2</sup> ○(B) 藪口 大輝<sup>1</sup>, 本倉 健吾<sup>1</sup>, 杉本 泰<sup>1,2</sup>, 藤井 稔<sup>1</sup>

Kobe Univ.<sup>1</sup>, JST-PRESTO.<sup>2</sup>, Daiki Yabuguchi<sup>1</sup>, Kengo Motokura<sup>1</sup>, Hiroshi Sugimoto<sup>1,2</sup>, Minoru Fujii<sup>1</sup>

E-mail: [sugimoto@eedept.kobe-u.ac.jp](mailto:sugimoto@eedept.kobe-u.ac.jp), [fujii@eedept.kobe-u.ac.jp](mailto:fujii@eedept.kobe-u.ac.jp)

高屈折率誘電体のナノディスクは、電気双極子共鳴や磁気双極子共鳴に加えて、トロイダル双極子 (TD) 共鳴を有する事が知られており、同一の輻射パターンを持つトロイダル双極子共鳴と電気双極子共鳴の干渉により無輻射のアナポール状態が発現する[1]。我々のグループは、このようなナノディスクを二次元に配列したメタサーフェスにおいて、ナノディスク間のTD共鳴の相互作用により狭帯域な吸収増強が現れることを見出している[1]。これを利用して、バンドギャップ以下の波長領域でシリコンナノディスクアレーによる光電流の増強が実現可能であることも示している。[2]。

今回は、可視領域においてシリコンよりも損失の小さい酸化チタンのナノディスクアレーのTD共鳴についてシミュレーションと実験により研究を行った。図1 (a)に構造の模式図を示す。アスペクト比の小さい酸化チタンナノディスクを六方格子状に配列している。図1 (b)に計算で得られたシリコンと酸化チタンのナノディスクアレーの透過スペクトルを示す。酸化チタンを用いる事で、より狭帯域な共鳴が得られている。また、図1 (c)にナノディスク断面の電場分布を示す。酸化チタンはシリコンよりも屈折率が低いため、電場がディスク上部に大きく浸みだしている。これらのことは、酸化チタンナノディスクアレーのTD共鳴を用いて高感度の屈折率センサの実現が期待できることを示している。図1(d)にナノスフィアリソグラフィにより作製した酸化チタンナノディスクアレーの透過スペクトルを示す。TD共鳴による透過損失ピークが観測されている。また、ナノディスク上に屈折率1.59のポリスチレン (PS) 膜を形成するとピークが64nm程度長波長側にシフトしている。講演では、構造パラメーターと屈折率センサとしての感度の関係について議論する。

[1] H. Hasebe, et al., Adv. Optical Mater. 2020, 8, 2001148. [2] H. Hasebe, et al., ACS Photonics 2022, 9, 3302–3309.

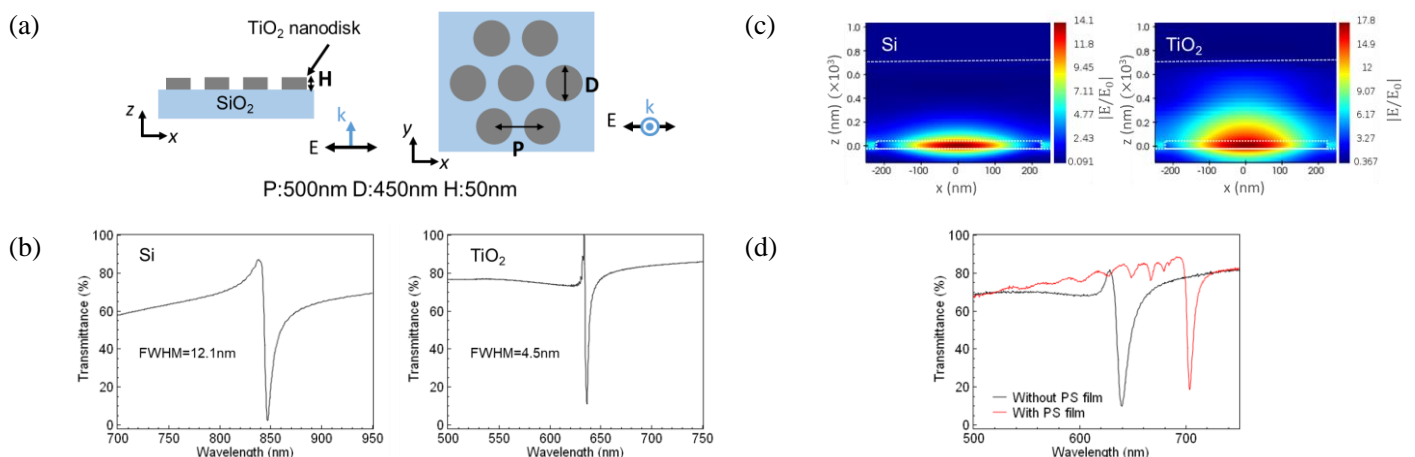


Fig1. (a) Schematic illustrations of cross-sectional and plane views of TiO<sub>2</sub> nanodisk array. (b) Calculated transmittance spectra of Si and TiO<sub>2</sub> nanodisk array. (c) Electric field distributions of Si and TiO<sub>2</sub> nanodisk array. A polystyrene (PS) film (n=1.59) with the thickness of 700nm is formed on the nanodisk arrays. (d) Measured transmittance spectra of TiO<sub>2</sub> nanodisk array with (red) and without (black) a PS film.