高屈折率誘電体ナノワイヤの光学特性(1) Optical properties of individual resonant high-index nanowires 神戸大院工, ⁰今泉 瞭佑, 杉本 泰, 藤井 稔 Kobe Univ. ⁰Ryosuke Imaizumi, Hiroshi Sugimoto, Minoru Fujii E-mail: sugimoto@eedept.kobe-u.ac.jp

サブ波長スケールの高屈折率誘電体構造は、可視-近赤外光領域でサイズ・形状に依存した電磁 気的な共鳴モードを有する。シリコン(Si)は光学領域で高い屈折率(>3.6)且つ非常に小さい吸 収係数をもち、プラズモニック材料に比べて低損失な光学共鳴を示す材料として注目されている。 近年、球状Siナノ粒子[1]やSiナノディスクのMie 共鳴に加えて、シリンダー形状のSiナノワイ ヤの光学共鳴が報告されている。Siナノワイヤは構造異方性に起因する複数の共鳴モードを示し、 光学共鳴による吸収増強効果を用いた高感度ナノ受光デバイス等が開発されている[2]。しかしな がら、誘電体単独ではその共鳴の制御範囲や電場増強効果は限定的である。我々は、金属平面の 表面プラズモン共鳴(SPP)との結合を利用し、Siナノワイヤの光学特性の広範な制御と大きな 電場増強効果の実現を目的に研究を行っている。本発表では、低屈折率誘電体および金属平面基 板上に配置した単-Siナノワイヤの光散乱特性を詳細に調べ、ナノワイヤの Mie 共鳴の詳細な特 性(サイズ・入射偏光依存性)と金属平面のSPPが結合した光学共鳴について報告する。

Vapor-Liquid-Solid (VLS) 法により作製した Si ナノワイヤを溶液中に分散させ、シリカ基板上 に滴下し、顕微分光法により単一ナノワイヤの散乱スペクトル測定を行った。図1に入射偏光を 変化させた際の単一シリコンナノワイヤ(長さ11.5 µm、直径130 nm)の散乱イメージと、その 散乱スペクトルを示す。挿入図に示すように入射偏光(TE, TM)を定義している。散乱イメージ

より、TE・TM 偏光入射に対してそれぞれ 緑・赤色の非常に明るい散乱を示している。 散乱スペクトルより、TE 偏光入射では 500 nm と 900 nm にピークを示し、TM 偏光入射 では 700 nm にブロードなピークを示す。こ れは Si ナノワイヤの異なる共鳴モードに由 来すると考えられる。発表では、種々の基 板上に配置した Si ナノワイヤの光学特性に ついて、実験・理論の両面から調べ、その 相互作用について議論する。

 H. Sugimoto, M. Fujii, Advanced Optical Materials, 1700332, (2017).

[2] L. Cao, et al., Nat. Mater. 8, 643 (2009).



Fig1. Scattering spectra of a Si NW on SiO_2 substrate under excitation with TE (blue) and TM (red) polarizations. Insets: sketch of the incident polarization configurations and dark-field optical micrographs of Si NWs. Scale bars represent 1 μ m.