

プラズモン応用に向けた金属的及び誘電体的窒化ジルコニウムの作製

Fabrication of metallic and dielectric zirconium nitride for plasmonic applications

物材機構¹, 北大院² °石井智¹, 長尾忠昭^{1,2}

MANA-NIMS¹, Hokkaido Univ.², °Satoshi Ishii¹, and Tadaaki Nagao^{1,2}

E-mail: sishii@nims.go.jp

表面プラズモンを励起するためには、金属が必要である。ここで「金属」とは、材料学的に金属の区分にされるものに限らず、複素誘電率の実部が負の材料であれば良い。金属以外の代替プラズモン材料の研究は、特に 2010 年以降盛り上がりを見せている[1]。これまでに、グラフェン、透明導電性酸化物、導電性有機物を含む様々な材料が検討されてきたが、その中で遷移金属窒化物は可視域から金属的性質を示すため、可視・近赤外でのプラズモン応用が盛んに検討されている[2,3]。

さて、プラズモン応用や光メタマテリアルにおいて期待する効果や現象の発現のため、金属以外に誘電体(複素誘電率の実部が正)もしばしば用いられる。これまでは、金属と誘電体は異なる材料が用いられることが多かった。他方、本研究では窒素と遷移金属の組成比の異なる遷移金属窒化物を作り分けることで、一つの材料から金属と誘電体を作製できることを示す。数ある遷移金属窒化物のうち、ここでは窒化ジルコニウムについて示す。室温の DC スパッタで Zr ターゲットを用いて成膜を行い、基板は 100nm の酸化膜のついたシリコンを用いた。スパッタ成膜中のアルゴンと窒素の流量比を調整することで、Fig. 1 に示すように可視-近赤外の誘電率の実部が負と正の窒化ジルコニウムを作り分けることができた。XRD と XPS の結果から、前者と後者の主要な相はそれぞれ ZrN と Zr₃N₄ であると考えられる。これら 2 種類の窒化ジルコニウムを使ってプラズモンデバイスの作製やホットキャリア励起が行われることが期待される。

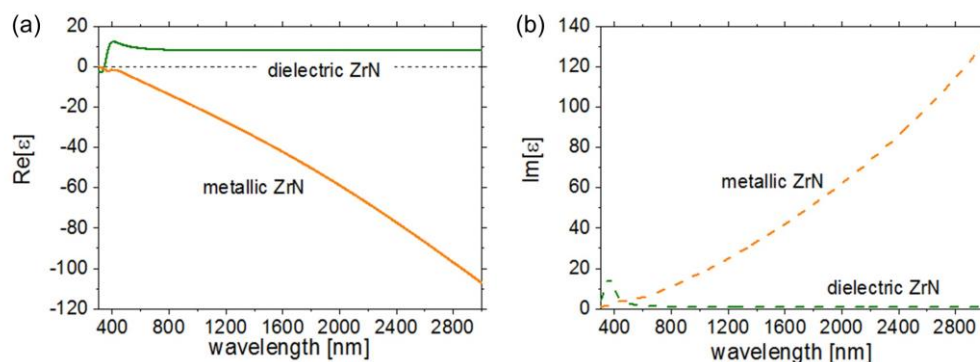


Fig. 1. (a) Real and (b) imaginary parts of the complex permittivities of zirconium nitride having metallic and dielectric properties.

参考文献：

[1] P. R. West #, S. Ishii #, G. V. Naik #, et al, Laser Photonics Rev. 4, 795-808 (2010).

[2] G. Naik, et al, Advanced Materials 25, 3264-3294 (2013).

[3] 石井智, 長尾忠昭, 応用物理 86, 300-304 (2017).