

中赤外メタ表面に向けたハイエントロピー合金材料の開発

High entropy alloy for metasurfaces

横浜国大工 〇西島 喜明¹, 首藤 輝晃

Yokohama National Univ.¹,

E-mail: nishijima-yoshiaki-sp@ynu.ac.jp

【緒言】従来のプラズモン共鳴材料は、金、銀、銅、アルミニウムなどの単体金属を用いて研究がなされてきた。これは、自由電子を豊富に含み電気伝導度が高い金属に限定されるためである。我々は、この材料の制限を超え材料の幅を広げるため、あるいは触媒活性などの新たな機能性材料をプラズモニクスに適応させるため、合金に着目して新たな材料の探索を行ってきた[1]。近年5種類以上の金属材料からなるハイエントロピー合金が注目されている。特に皇后時に相分離が起こらず均一な相を形成でき、単体金属よりも強固な物性を示すことが報告されている。また、貴金属や白金・パラジウムなどを使ったハイエントロピー合金では、触媒活性も大きく向上することが報告されている。このような新たな材料をプラズモニクスに適応することを目標とした。プラズモン材料としての機能を評価するためには、誘電率を評価することが欠かせない。そこで本発表では紫外可視から中赤外までの広範囲の波長領域で、誘電率を決定しメタ表面材料として適応した際のプラズモン特性について評価したので報告する。

【実験】ハイエントロピー合金として金、銀、銅、白金、パラジウムからなる合金系を選択した。ハイエントロピー合金はスパッタ法で、単体金属は真空蒸着により基板上に製膜し、分光エリプソメトリーにより誘電率を決定した。また、金-SiO₂を製膜した基板の上に電子線リソグラフィを行いこれらの金属を製膜することで、メタ表面を作製しその反射光学特性をFTIRで計測した。

【結果・考察】

金、銀、銅などのいわゆるプラズモン共鳴材料としてよくつかわれる金属の場合、光吸収メタ表面の吸収帯域はSiO₂の膜厚に対して限られた範囲でしか得られないのに対して、ハイエントロピー合金、白金、パラジウムは中赤外の波長領域で2-7 μmの範囲にわたって良好な吸収特性が得られることが分かった。また、白金やパラジウムは吸収特性がブロードになるのに対して、ハイエントロピー合金は、金、銀、銅と同程度の半値幅の吸収特性が得られた。このことより光吸収メタ表面にとってハイエントロピー合金が良好な材料となっていることがわかった。この結果を誘電率の解析や、誘電率を使ったFDTDシミュレーションにより、解析した結果を報告する。

参考文献

[1]Y. Hashimoto, G. Seniutinas, A. Balčytis, S. Juodkazis and Y. Nishijima, “Au-Ag-Cu nano-alloys: tailoring of permittivity,” Scientific Reports, 6, 25010, 2016.

謝辞

本研究を行うにあたり、中赤外の誘電率決定は宇都宮大学の依田先生、UPSによる仕事関数の決定は北海道大学電子科学研究所松尾先生にご協力をいただきました。感謝を申し上げます。