

Ag 基置換型固溶体単相薄膜の構造及び光学・表面プラズモン特性

Structural, Optical and Surface Plasmonic Properties of Ag-based Substituted Solid Solution Single Phase Thin Films

○石川翼¹, 芦澤好人², 中川活二²*Tsubasa Ishikawa¹, Yoshito Ashizawa², Katsuji Nakagawa²

Single elements such as Au, Ag, and Cu have been widely used as materials for surface plasmon excitation in visible light. So, such optical properties are element-dependent and discontinuous. In this study, Ag-based substitutional solid solution single-phase thin films are fabricated, and their structural and optical properties are evaluated for adjustment of the excitation characteristics of surface plasmons.

表面プラズモンは、光電場が金属/誘電体界面において金属界面を伝搬し、金属表面上にある自由電子を集团的振動させることで発生する疎密波である。表面プラズモンは媒質の誘電率変化に対して非常に敏感な応答をするという特徴を持つことからバイオセンサなど、幅広い分野で応用されている。表面プラズモンの励起条件が外部磁界により変化する磁気表面プラズモン効果^[1]においては、磁性材料の磁気光学効果に適する波長と表面プラズモン励起に適する波長が一致することが望ましい。そのため金属材料において最適波長を調節できることが求められる。

これまで可視光での表面プラズモン励起材料として、主に Au, Ag, Cu などの単元素が広く用いられてきた。また、先行研究において、プラズモン励起特性を調節する狙いで、f.c.c.構造で全率固溶する Au-Ag 合金を用いた材料で表面プラズモン共鳴の励起特性制御の検討^[2]や、C₁型 PtIn₂規則合金などのナノ粒子^[3]が検討されてきた。しかし、Ag などの置換型固溶体形成領域への微量添加の効果については検討が十分でない。そこで本研究では、Figure 1 に示すような Ag を母材とする f.c.c.構造に第 2 元素の Al が固溶した置換型固溶体単相薄膜を作製し、その光学特性及び表面プラズモンの励起特性の検討を行った。

試料は RF マグネトロンスパッタリング法により石英基板上に成膜した。成膜前の基板には、アセトン、エタノールの順にそれぞれ 3 分間の超音波洗浄、及び、イソプロパノールで 30 秒間の浸漬洗浄を行った。成膜条件は、到達真空度 7.0×10^{-4} Pa 以下まで排気後、Ar ガス圧 0.8 Pa とし、Ag に対して固溶する領域になるように、Ag と第 2 元素の投入電力を調節することで組成比を変化させた。試料の組成は、走査電子顕微鏡-エネルギー分散型 X 線分光法 (SEM - EDS) により測定し、ZAF 補正法を用いて解析した。また、X 線回折 (X-Ray Diffraction : XRD) 法に fcc 単相構造の確認を行った。薄膜の誘電率評価には分光エリプソメータを用いた。表面プラズモンの励起には、クレッチマン配置での全反射減衰 (Attenuated Total Reflection : ATR) 法を用いた。光学配置を Figure 2 に示す。入射光は波長 785 nm のレーザを用いた。

本稿では、Ag を母材として Al 等の第 2 元素が固溶した置換型固溶体単相薄膜の構造、光学特性、及び、表面プラズモン特性の結果について報告する。

参考文献

- [1] J. B. González-Díaz et al.: "Surface-magnetoplasmon nonreciprocity effects in noble-metal/ferromagnetic heterostructures", *Phys. Rev. B*, Vol. 76, pp. 153402-1-153402-4, (2007).
- [2] O. Peña-Rodríguez et al.: *Opt. Mat. Exp.*, "Optical properties of Au-Ag alloys: An ellipsometric study", Vol. 4, pp. 403-410, (2014).
- [3] 竹熊晴香 他: 「規則合金ナノ粒子の表面プラズモン特性」, 第 19 回プラズモニクスシンポジウム, p. 13, 2023.

1: 日大理工・学部・電子, 2: 日大理工・教員・電子

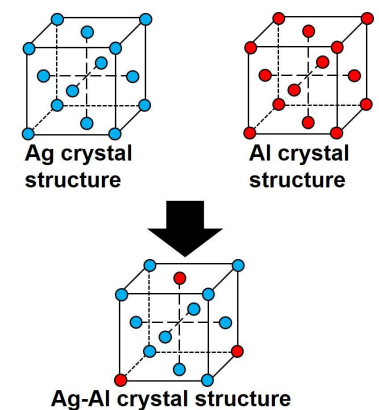


Figure 1. Ag-based solid solution

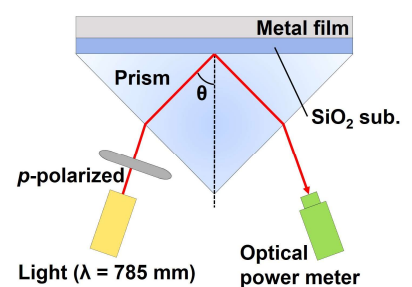


Figure 2. Attenuated total reflection method for evaluation of surface plasmon excitation