

光通信波長帯における金の表面プラズモン共鳴特性の評価 Characterization of Surface Plasmon Resonance on Au Thin Film in Optical Telecommunication Wavelength

東京農工大工 ○鈴木 翔吾, 下平 貴大, 清水 大雅

Tokyo Univ. of Agri. & Tech., ○Shogo Suzuki, Takahiro Shimodaira, Hiromasa Shimizu

E-mail: s184836y@st.go.tuat.ac.jp, h-shmz@cc.tuat.ac.jp

[はじめに]

表面プラズモン共鳴(Surface Plasmon Resonance: SPR)センサは金属と誘電体界面の近接場が誘電体の屈折率によって異なることを利用したセンサであり、測定対象を特異的高感度検出できるセンサである[1]。感度を向上させるには導電率の高い金属が好ましい。製品化されている SPR センサでは、導電率が高く化学的に安定な Au が用いられ、測定波長は $\lambda \sim 650$ nm (赤色)である。金属の導電率はプラズマ周波数から低周波数側(長波長側)で大きくなる。SPR センサの構造設計に用いられる屈折率は $\lambda = 650$ nm で $0.166 + i3.15$ であるのに対し、光通信波長帯の $\lambda = 1550$ nm では $0.559 + i9.81$ [2]と有利である。波長制御性・効率・高速変調特性・強度の点で優れている光通信波長帯半導体レーザは SPR センサの高感度化に適している。本研究では光通信波長帯レーザ光源を用いた表面プラズモン共鳴構造を設計し、共鳴特性と励起波長依存性を評価した。

[実験結果と考察]

表面プラズモンを励起するために、ガラス基板上の Au (層厚 d [nm])を用いた。ガラス基板と Au の間の接着性を向上させるために Ti (3 nm)層を設けた。Au 層の上部は真空(屈折率 $n = 1$)と仮定し、ガラスプリズムから p 偏光を入射したときの反射率入射角依存性をシミュレーションした。 $\lambda = 1360$ nm のとき、 $d = 24$ nm で反射率の最小値が 0 となり(カットオフ)、表面プラズモン共鳴を示すことがわかった。設計に基づきガラス基板上に電子ビーム蒸着によって Ti/Au 薄膜を成膜し、図 1 のようにマッチングオイルにてガラスプリズムにマウントした。図 2 に反射率の入射角度依存性の測定結果を示す。入射角度は試料をマウントしたステップモータにて変化させ角度ステップは 0.05 deg.とし、平行光を入射した。 $\lambda = 1360$ nm のとき、反射率の極小値 0.0127 が得られた。また $\lambda = 1260, 1550$ nm の光を入射し反射率を比較した。 $\lambda = 1360$ nm から波長がずれると反射率の極小値が大きくなり、 $\lambda = 1550$ nm から短波長化するにしたがって半値幅が増大することがわかった。カットオフ条件は入射光の波数と表面プラズモンの波数の一致で決まり、反射率の入射角度依存性に波長依存性が見られたことから光通信波長帯での表面プラズモン共鳴の観測に成功したと結論した。また、図 2 のカットオフに対応した測定結果を赤色($\lambda \sim 650$ nm)における反射率の計算結果と比較すると反射率が急峻に変化しており、磁気的変調効果[3]も合わせることで高感度化が期待できる。

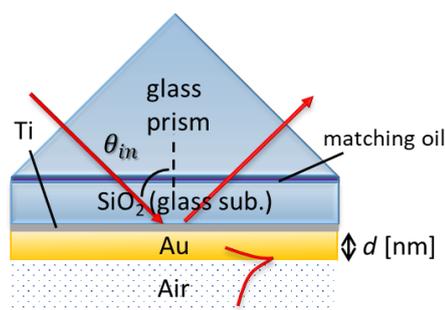


図 1 表面プラズモン共鳴構造と測定時の模式図

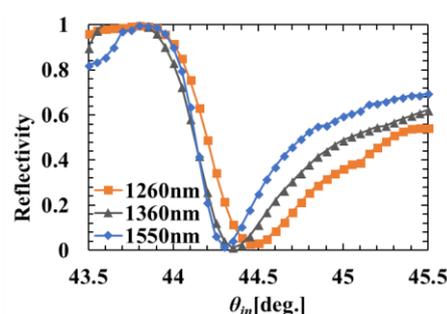


図 2 全反射減衰法による SPR 特性の測定結果

[1] B. Liedberg et al., Biosensors and Bioelectronics, **10** 853-883, (1995).

[2] D. Palik, Handbook of optical constants of solids, Academic Press, (1985).

[3] T. Kaihara et al., Appl. Phys. Lett., **109** 111102 (2016).