

## [CoPt/Ag]積層膜における磁気プラズモン共鳴とセンサ応用

### Magneto-Plasmonics on [CoPt/Ag] Stacked Films for Chemical Sensing Applications

秋田県産業技術センター, 山根治起

Akita Industrial Technology Center, Haruki Yamane, E-mail: yamane@rdc.pref.akita.jp

表面プラズモン共鳴による磁気光学効果の増強が注目されている。大きな磁気光学効果は、光情報通信やプラズモンセンサなど、光機能デバイスの高性能化に繋がると期待されている。本研究では、垂直磁気特性を有する[CoPt/Ag]積層膜において、表面プラズモン共鳴が磁気光学特性(極 Kerr 効果)に与える影響、ならびに、光検知式化学センサへの応用について検討した。

図 1 に、[CoPt/Ag]積層膜で構成された磁気プラズモン素子の概略図を示す。マグネトロンスパッタ法によってガラス基板上に作製した試料は、イメージジョンオイルによりプリズムと光学結合した。*hcp*(001)-Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub> 磁性層の垂直磁気特性の向上を図るため、Ag 貴金属層の上下には ZnO シード層および中間層を形成した。さらに膜表面には、厚さ 5 nm の SiO<sub>2</sub> 膜を保護層として成膜した。磁気光学特性は、波長:658 nm の半導体レーザを用いて極 Kerr 配置により測定した。また、水素ガスの検知実験では、水素/窒素混合ガス(流量:200 ml/min)を用いた。

積層膜の磁気光学特性は、各層の厚さを含めた膜構成、測定光の入射角度などに依存する。特に、表面プラズモン共鳴が発生する条件下では、磁気光学効果の大きな増強が可能である。図 2 に、[SiO<sub>2</sub>(5.0)/CoPt(3.9)/ZnO(3.0)/Ag(18.6)/ZnO(30), unit: nm]積層膜の磁気 Kerr 回転角: $\theta_K$  および反射光強度: $R$  の入射角依存性を示す。反射光が最小となる入射角度において、 $\pm 21.2$  度の磁気 Kerr 回転角が得られた。この値は、積層膜の表面側から測定した場合での通常の極 Kerr 効果に比べて、約 100 倍に相当し、表面プラズモン共鳴が磁気光学効果の増強に有効であることが分かる。また、磁気光学特性は、Ag 層の厚さにも非常に敏感であり、17.8 nm に薄くすることで、極性は急峻に反転する。さらに、磁気プラズモン共鳴は積層膜の表面状態にも敏感であり、各種化学センサとして利用することが可能である。一例として、積層膜の最表面に Pd 層を形成することで、水素ガスセンサへの応用について検討した。図 3 は、室温かつ大気中において、水素/窒素混合ガスの導入にともなう磁気光学ヒステリシス曲線の変化を示している。Pd の光学特性は、水素との反応によって変化することが知られており、表面プラズモンの共鳴条件の変化が原因と考えられる。ここで、磁気光学信号は、計測光の強度変動の影響を受けないため、磁気プラズモンセンサでは、通常の光検知式センサに比べて、安定した水素検出が期待できる。本研究は、科研費(17K05087)の助成を受けて実施した。

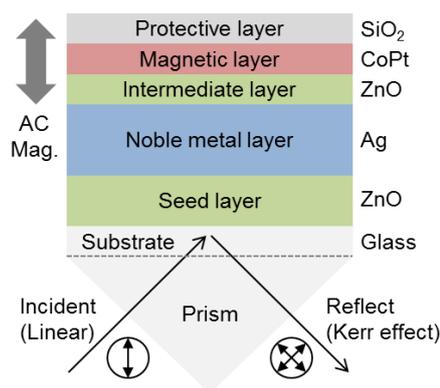


図 1. Schematic illustration for CoPt magneto-plasmonic system.

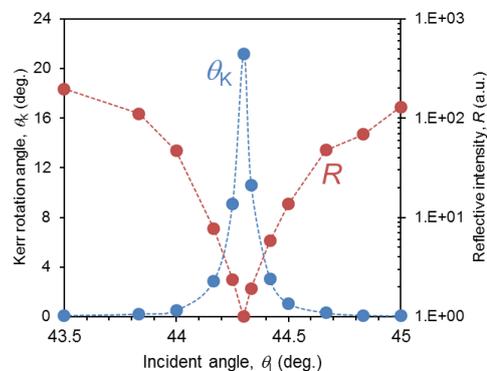


図 2. Magneto-optical enhancement by surface plasmon resonances.

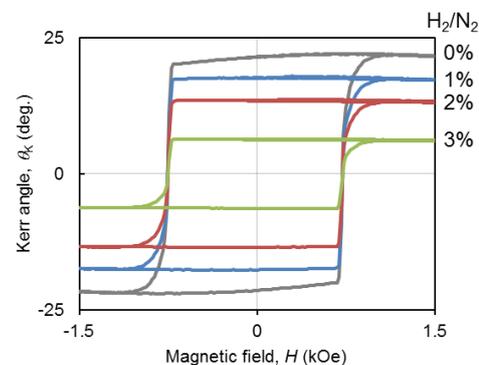


図 3. Hydrogen gas detection by CoPt magneto-plasmonic sensor.