

磁性積層膜における磁気光学キャビティ効果を利用した 水素ガスセンサの開発

Magneto-optical Cavity Effect on Magnetic Multilayers for Hydrogen Gas Sensing

秋田産技センター¹, NLT テクノロジー² ○山根 治起¹, 山崎 裕², 住吉 研², 重村 幸治²

Akita Ind. Tech. Center¹, NLT Tech.², ○H. Yamane¹, H. Yamasaki², K. Sumiyoshi², K. Shigemura²

E-mail: yamane@ait.pref.akita.jp

フォトニック結晶あるいはプラズモン共鳴による磁気光学効果の増大が注目されている[1, 2]。大きな磁気光学効果は、光記録媒体、空間光変調素子あるいは光検知式化学センサなどの高性能化に繋がると期待される。【磁性金属/誘電体/金属】で構成された磁性積層膜では、誘電体層での光干渉(キャビティ)効果により、通常の 100 倍におよぶ非常に大きな Kerr 回転角が実現可能である[3]。本研究では、磁気光学キャビティ効果の水素ガスセンサへの応用について検討した。

試料の作製には、マグネトロンスパッタ法を用い、ガラス基板上にシード層として厚さ 10 nm の Al 添加 ZnO (AZO) を成膜した。膜構成は、【水素反応層/磁気光学干渉層/金属反射層】であり、水素反応層には Pd 膜、磁気光学干渉層には【AZO/CoPt/AZO】積層膜、金属反射層には Ag 膜を用いた。膜面垂直方向に磁場を印加して測定した磁気光学分光特性を図 1 に示す。膜構造は、[Pd(3.2 nm)/AZO(35 nm)/CoPt(2.8 nm)/AZO(35 nm)/Ag(100 nm)] である。CoPt 磁性膜は、角型比が 1 の良好な垂直磁気特性を有しており、共鳴波長($\lambda=630$ nm)近傍において、CoPt 単層膜の 100 倍以上に相当する約 ± 14 度の非常に大きな Kerr 回転角が得られている。共鳴波長は、AZO 層の厚さによって制御可能である。また、磁気光学キャビティ効果は、積層膜の表面状態に敏感であることから、大きな Kerr 回転角を得るためには、Pd 層の厚さを ± 0.5 nm 以下の精度で制御する必要がある。

次に、【水素反応層/磁気光学干渉層/金属反射層】積層膜による水素ガスの検知実験を行った。水素反応層(Pd)の水素化による光学物性の変化に伴う磁気光学的な共鳴条件の変動を、Kerr 回転角の違いとして検出するものである。図 2 に示すように、【窒素+4%水素】の混合ガスの導入に伴って、約 ± 3 度の偏光角の変化を確認することができた。測定は室温にて行っており、水素ガスと大気を交互に導入した場合、リアルタイムでの Kerr 回転角の変化を確認することができた。本検知方法では、水素ガスが実際に接触する検知素子には、電気印加を必要としないため、高い防爆性を有するセンサが実現可能である。本研究は科研費の助成を受けて実施した。

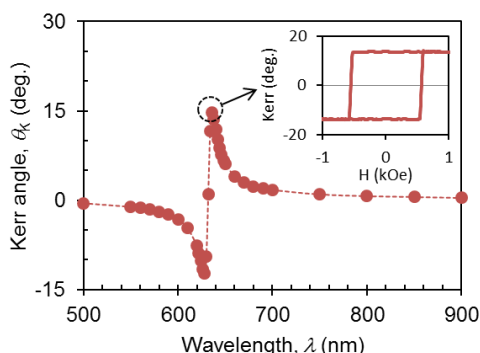


図 1 MO Kerr spectrum and hysteresis loop for magnetic stacked film.

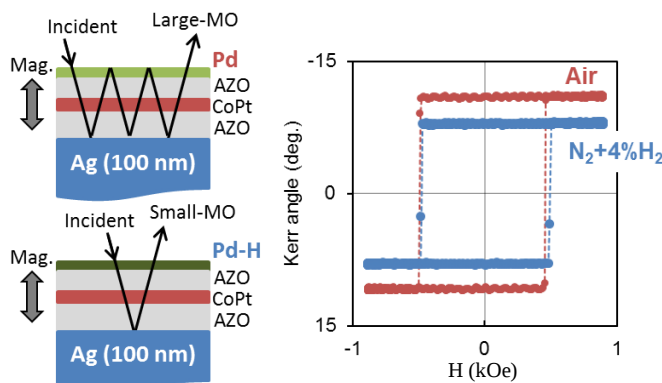


図 2 Hydrogen gas sensing by MO cavity effect on magnetic stacked film.

[1] H. Yamane, *Jpn. J. Appl. Phys.* **53**, 05FB04 (2014). [2] H. Yamane, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **106**, 052409 (2015). [3] 山根 他, 応用物理 2014 秋季講演会, 18p-PA1-14.