

## コリメータレンズをセンサヘッドに用いた 高 S/N 比光プローブ電流センサの基礎検討

山崎 健太<sup>1</sup>, 太田 柊都<sup>1</sup>, 岩見 晃希<sup>1</sup>, 古屋 一輝<sup>1</sup>,  
久保 俊哉<sup>2</sup>, 宮本 光教<sup>2</sup>, 曾根原 誠<sup>1</sup>, 佐藤 敏郎<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>信州大学, <sup>2</sup>シチズンファインデバイス)

Fundamental study on high S/N ratio optical probe current sensor using sensor head with collimator lens  
K. Yamazaki<sup>1</sup>, S. Ota<sup>1</sup>, K. Iwami<sup>1</sup>, K. Furuya<sup>1</sup>, T. Kubo<sup>2</sup>, M. Miyamoto<sup>2</sup>, M. Sonehara<sup>1</sup>, T. Sato<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>Shinshu University, <sup>2</sup>Citizen Finedevice Co.,Ltd.)

### はじめに

筆者らは、電磁ノイズの影響を受け難く、直流から高周波まで測定可能な電流センサの実現を目指し、Co-MgF<sub>2</sub> ナノグラニューラー磁性膜の Faraday 効果を利用した光プローブ電流センサの研究・開発を進めている<sup>1)</sup>。本稿では、センサヘッドにコリメータレンズを利用し<sup>2)</sup>、磁性膜への入射光を集光させ、本電流センサの S/N 比を高くする手法を提案した。

### 実験方法

Fig. 1 に示すように、本センサヘッドは偏波保持ファイバ (PMF) から出射した直線偏光がコリメータレンズにより集光され、磁性膜を透過し、誘電体ミラーで反射、再び磁性膜を透過、再度コリメータレンズにより集光され PMF に入射する構成である。Fig. 2 に示す光プローブ電流センサのセンサヘッド部を Fig. 1 の構成とし、800 kA/m → -800 kA/m → 800 kA/m と磁界  $H$  を印加した場合の各偏光強度  $P_P$ ,  $P_S$  を測定した。Faraday 素子には、Co-MgF<sub>2</sub> ナノグラニューラー薄膜 (Co:MgF<sub>2</sub> = 1:2, 厚さ 1.38 μm)<sup>1)</sup> を使用した。

### 測定結果

Fig. 3 にコリメータレンズの有無における光プローブ電流センサの磁界と各偏光強度の関係の測定結果を示す。Fig. 3 より、コリメータレンズを使用することで約 3 倍の光強度が得られた。本電流センサのセンサ出力は、偏光強度の最大値  $P_{max}$  および Faraday 効果による偏光面の回転角 (単位磁界当たりの Faraday 回転角  $\theta_F$  [°/(A/m)]) の積で表され、S/N 比に依存する。前述の通りコリメータレンズの使用で  $P_{max}$  が約 3 倍増大したため、S/N 比が約 3 倍の高くなる可能性が示された。今後は、更に高 S/N 比化を図るため、集磁用小型磁気ヨークの併用も検討する<sup>3)</sup>。

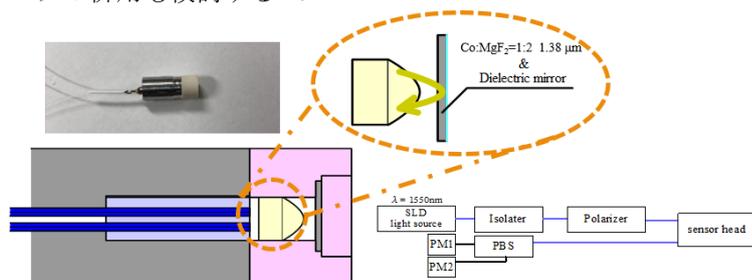


Fig. 1 Photograph and schematic view sensor head with collimator lens.

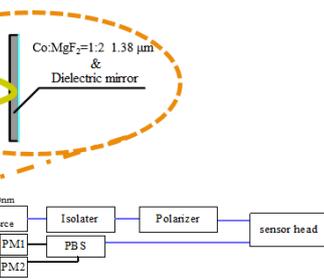


Fig. 2 Optical system for optical probe current sensor.

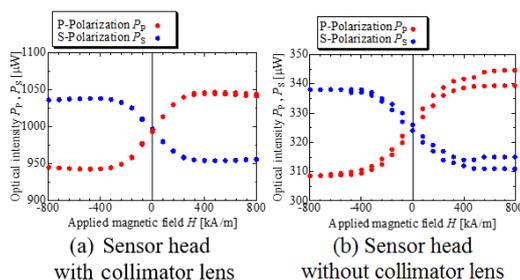


Fig. 3 Experiment results of relation between applied magnetic field  $H$  and optical intensities  $P_P$ ,  $P_S$ .

### 参考文献

- 1) M. Miyamoto, T. Kubo, Y. Fujishiro, K. Shiota, M. Sonehara, T. Sato, "Fabrication of Ferromagnetic Co-MgF<sub>2</sub> Granular Film with High Transmittance and Large Faraday Effect for Optical Magnetic Field Sensor", *IEEE Trans. Magn.*, **54**, 11, #2501205, 2018.
- 2) T. Jitsuno, K. Tokumura, H. Tamamura, "Laser ablative shaping of collimator lens for single mode fiber", *OFC 2001, Tech. Digest Postconference Edition*, #7091585, 2001.
- 3) K. Yamazaki, Y. Fujishiro, K. Shiota, K. Iwami, M. Sonehara, T. Sato, "Study on shape of magnetic-yoke for Faraday-effect optical probe current sensor", *The 42nd Annual Conf. Magn. Jpn.*, 14aD-9, 2018.