

Faraday効果利用型光プローブ電流センサ用磁気ヨーク形状の検討

山崎 健太, 藤城 佑太, 塩田 健太, 岩見 晃希, 曾根原 誠, 佐藤 敏郎
(信州大学)

Study on shape of magnetic-yoke for Faraday-effect optical probe current sensor

K. Yamazaki, Y. Fujishiro, K. Shiota, K. Iwami, M. Sonehara, T. Sato
(Shinshu University)

はじめに

電流センサは、パワーエレクトロニクスにおいて「制御」「監視」「管理」の役割を果たしており、高性能化が求められている。筆者らは、既に小型で電磁ノイズに強く高周波数帯域でも測定可能な電流センサの実現を目指し、強磁性薄膜の 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¹⁾。また本電流センサの感度増大のためセンサヘッドに磁性微粒子複合材料 (透磁率 $\mu_r' = 20$)²⁾を用いた磁気ヨークを提案した。本稿では、その磁気ヨークの形状を検討し、結果について述べる。

解析方法

Fig. 1 に示すように、磁気ヨークに光ファイバを通過させるための溝を作り、磁性膜をサンドイッチするように、二つの磁気ヨークを対向して配置し、磁性膜に印加される磁界をエンハンスする構成とした。電磁界解析ソフト JMAG を用いて磁気ヨークの下底 a および磁気ヨーク間のギャップ長 L_g を変化させた場合での磁性膜に印加される磁界 H を解析した。なお、解析では磁気ヨークに光の進行方向と同方向に 8.0 kA/m の磁界を印加させた。

解析結果

Fig. 2 に磁気ヨークの下底 a を変化させた場合の磁性膜に印加される磁界 H の関係を示す。同図より、 a が長くなるに伴い磁気ヨークによりエンハンスされる H は約 6 倍まで高められるが、やがて飽和する傾向が示された。これは、 a を長くすることでヨークの面積が増加し、磁極も増加するため、 H が大きくなるがヨークによって集磁できる磁束には上限があるため H が飽和すると考えられる。したがって、磁気ヨークを台形形状にすることにより、磁性膜に加わる H を高められるが、 $a > 5.0 \text{ [mm]}$ は大きな効果が無いことが分かり、また小型化の観点からも $a = 5.0 \text{ [mm]}$ が妥当である。

Fig. 3 (a) に台形磁気ヨークにおけるギャップ長 L_g に対する磁性膜に印加される磁界 H の関係を示す。同図より、 $L_g \approx 0.225 \text{ [mm]}$ で H が極大値を取ることが分かった。Fig. 3 (b) に磁性膜を装荷する磁気ヨーク間付近の磁束密度ベクトルをプロットしたものを示すが、センサ感度の増大に寄与するのは同図で赤丸の箇所、 $L_g \approx 0.225 \text{ [mm]}$ の場合に磁束密度が最も高く、本解析条件では最適であることが分かった。

発表当日は、詳細な解析結果と、試作したヨークの測定結果も述べる。

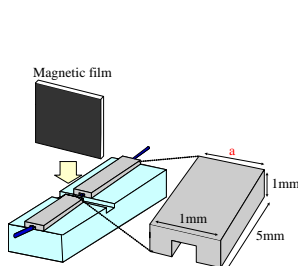


Fig.1 Model of sensor head with yoke.

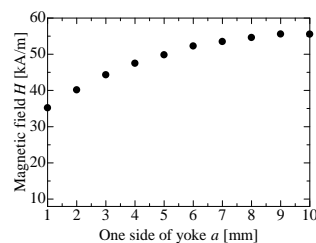
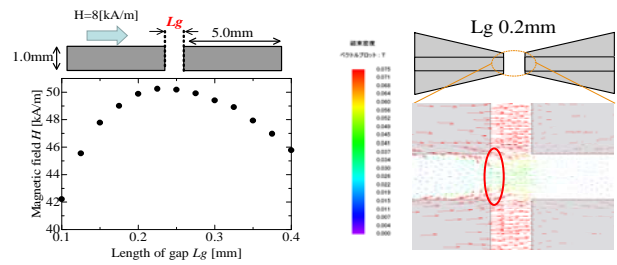


Fig.2 Analysis result in H vs. a



(a) H vs. L_g (b) Magnetic flux density
Fig.3 Analysis results of trapezoidal shape yoke.

参考文献

- 1) M. Miyamoto, et al.: *INTERMAG 2018*, CW-14 (2018).
- 2) N. Yabu, et al.: *The Papers of Tech. Meeting on "Magn."*, IEEJ, MAG-17-156 (2017).