

機械的に誘導された長周期光ファイバグレーティングの評価

Evaluation of Mechanically Induced Long Period Optical Fiber Grating

芝浦工大理工¹, キングモンクット工科大学トンブリ校², 芝浦工大グリーンイノベーション研究センター³

○南條 光哉¹, Ravivudh Khun-in^{1,2}, 高木 真寛¹, Yuttapong Jiraksopakun², Apichai Bhatranand², 横井 秀樹^{1,3}

Shibaura Inst of Technol¹, Electronic and Telecommunication Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi², SIT Research Center for Green Innovation³

○Kouya Nanjo¹, Ravivudh Khun-in^{1,2}, Masahiro Takagi¹, Yuttapong Jiraksopakun², Apichai Bhatranand², Hideki Yokoi^{1,3}

E-mail: ma16076@shibaura-it.ac.jp

1. 背景

圧力や温度などを計測する際、一般的には電気センサが用いられるが、電気センサは伝送損失や電磁干渉に対する感受性といった制約があり、電気センサの利用が難しい場面がある。例えば、落雷の多い山間部などがそれにあたる。対して光ファイバセンサは、電気の代わりに光を利用し、銅線の代わりに標準的な光ファイバを使って計測するため、電気センサの課題に対する優れたソリューションとして期待されている。

近年注目されている光圧力センサで、LPFG(Long Period Fiber Grating)光センサがある。通常 LPFG は、エキシマーレーザー光などの大型高出力光源により形成されるが、この手法は高価であることや敷設済みファイバ内での移設が困難であることが課題となっている。その課題を解決しうる手法として、機械的誘導による LPFG 形成法がある。機械的誘導とは周期的な凹凸を持つ物質をファイバに押し付けることによる LPFG 形成法である。本研究では機械的手法をより安価に実現するために、3D プリンタにより形成されたアクリル系樹脂を用いて LPFG 光センサを構成することを目的としている。LPFG 形成において、数十~数百 μm 間隔で周期的に凹凸を樹脂に持たせる必要があるが、近年の 3D プリンタの解像度および精度の向上により、その実現が可能となっている。

2. 動作原理

LPFG とは光ファイバの屈折率を数十~数百 μm 間隔で周期的に変化させた回折格子であり、そこを広帯域の光波が伝搬すると、特定の波長の光波に損失が起こる。本研究では、圧力による屈折率上昇を利用し、周期的な凹凸を持つ樹脂をファイバに圧着することで LPFG を形成している。減衰波長 λ は以下の式(1)より決定される。

$$\lambda = (n_{co} - n_{cl}^i)\Lambda \quad (1)$$

ここで、 n_{co} はコアの実効屈折率、 n_{cl}^i はクラッドの実効屈折率、 Λ はグレーティング周期である。クラッドの実効屈折率 n_{cl}^i は光波のモードごとに異なる値をとるため、減衰波長 λ もまた複数存在する。[1]

3. 実験方法・実験結果

LPFG 光センサの実験評価系を図 1 に示す。圧力はフォースゲージにより加えている。また、ファイバは被覆径 0.25mm のベアファイバを用いている。光源の波長範囲は 1400nm-1600nm である。

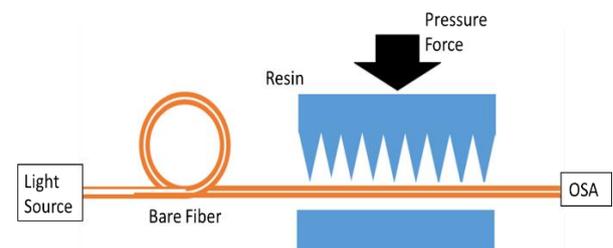


図 1 LPFG 光センサの実験評価系

グレーティング周期 Λ を $600\mu\text{m}$ としたときの圧力-減衰量特性を図 2 に示す。減衰量は圧力に対して単調増加することが理想的であるが、その特性が樹脂による LPFG でも得られることが確認できた。

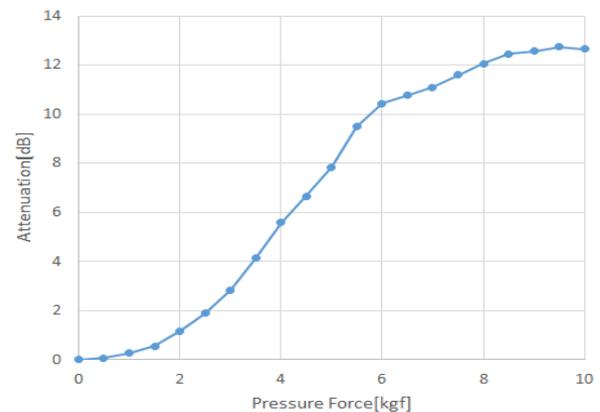


図 2 圧力-減衰量特性

参考文献

- [1] T. Yokouchi, Y Suzuki, K Nakagawa, M Yamauchi, M Kimura, Y Mizutani, S Kimura, and S Ejima: Applied Optics, vol.44, no. 24, pp. 5024-5028, 2005.

謝辞

本研究の一部は芝浦工業大学グリーンイノベーション研究センターの支援による成果であることを記し、感謝します。