



研究課題名 痛みの分かる材料・構造の為の光相関領域法による光ファイバ神経網技術の機能進化

東京大学・大学院工学系研究科・教授

ほたて かずお
保立 和夫

研究分野：工学

キーワード：計測システム, 光ファイバセンサ, スマート材料・構造, 分布型センシング

【研究の背景・目的】

光ファイバに沿う歪や温度の情報を伝搬光の属性から分布測定する「光ファイバ神経網」を、ビル、橋、航空機翼等に張り巡らせることで「痛みの分かる材料・構造」を実現する研究が活発である。しかし、従来開発されてきた時間領域法などでは、空間分解能や測定時間等が不十分であった。

これに対し研究代表者は、光源の周波数や光波位相等を変調して干渉特性を任意に合成する「光相関領域法」を発明し、従来技術を凌ぐ性能を発現できる種々の「光ファイバ神経網」を提案・開発した。学術創成研究費(04~08年度)を得て、mm オーダの空間分解能、kHz のサンプリング速度、ランダムアクセス性等の機能を達成した。

本研究では、一本の光ファイバでの歪と温度の高精度・同時・分布計測や、分布情報全体の動的測定等、より高次の機能を独自新手法にて実現し、「光ファイバ神経網」に「機能進化」をもたらす。

【研究の方法】

以下の4サブテーマを併進させる。

1. BOCDA 法の機能進化
 - * 温度と歪の高精度・同時・分布計測技術
 - * 分布情報全体のダイナミック測定
2. ブリルアン散乱センシングシステムの進化
 - * BOCDR 法の高機能化
 - * S-BOCDA 法の機能進化
3. 長尺 FBG 歪センサの多点化技術
4. 上記光ファイバ神経網技術を実装した「進化した痛みの分かる材料・構造」の実現

【期待される成果と意義】

BOCDA 法は、「光相関領域法」により誘導ブリルアン散乱を光ファイバ中の特定の位置でのみ発生させ、その位置を掃引する独自分布測定技術である。本散乱の周波数シフトの温度と歪依存性によって「光ファイバ神経網」を実現する。最近、偏波維持光ファイバの一偏波モードによる誘導ブリルアン散乱と直交偏波光が示すブラッグ反射の両周波数シフトの温度と歪への依存性が異符号であることを見出した。本原理により、世界初の温度/歪高精度・同時・分布計測を実現し(図1)、理論的性能限界も明確化する。また、BOCDA 法に新測定原理を導入して全歪分布の高速測定も実現する。

自然散乱を活用して被測定光ファイバの一端から入射した光のみで歪分布センシングを実現する

独自の BOCDR 法では、既に時間領域法を数桁凌ぐ測定速度と空間分解能を実現した。本研究では歪精度の向上を図り、理論的性能限界を明確化する。誘導散乱の発生に必要なポンプ・プローブ両光を時分割発生させる低価格化 BOCDA 技術においては、その高速測定機能をさらに進化させる。

約 10cm の長尺光ファイバグレーティング内のブラッグ波長変化を「光相関領域法」で分布測定する独自技術では、長尺 FBG を光ファイバに沿って多点配置する新たな構成を提案・実現する。

上記の光ファイバ神経網技術を航空機用カーボンファイバ樹脂や鉄骨構造等を実装し、「進化した痛みの分かる材料・構造」を実現する。これら新たな光ファイバ神経網によって、交通、土木、通信等の分野において、各種の社会基盤の安全・安心を高めるとともに、その稼働年月の延伸にも寄与することで持続可能社会の実現にも貢献する。

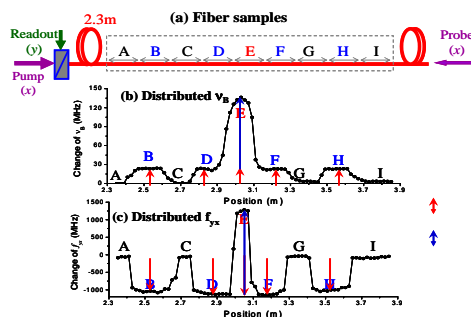


図1 温度/歪高精度・同時・分布計測の基礎実験

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- W. Zou, Z. He and K. Hotate, "Correlation-based distributed measurement of dynamic grating spectrum generated by stimulated Brillouin scattering in a polarization-maintaining optical fiber," *Opt. Lett.*, vol. 34, pp. 1126-1128, 2009.
- K. Hotate and K. Kajiwara, "Proposal and experimental verification of Bragg wavelength distribution measurement within a long-length FBG by synthesis of optical coherence function," *Opt. Exp.*, vol. 16, pp. 7881-7887, 2008.

【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

156,800千円

ホームページ等

<http://www.sagnac.t.u-tokyo.ac.jp/>