

【基盤研究 (S)】
理工系 (工学)



研究課題名 痛みの分る材料・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学術基盤の確立

東京大学・大学院工学系研究科・教授 ほとて 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

【研究の背景・目的】

光ファイバに沿う歪や温度の情報を分布測定する「光ファイバ神経網」を、橋や航空機翼等に張り巡らせて「痛みの分る材料・構造」が実現できる。しかし、従来法では、空間分解能等が不十分であった。研究代表者らは、光波の周波数や位相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の「光ファイバ神経網」を提案した。学術創成研究(04-08)・基盤研究S(09-13)を得て、mm分解能、kHz測定速度、ランダムアクセス機能等を実現し、歪と温度の同時計測や分布情報全体の動的測定等の高次機能も提案・実証した。本研究では、最近発案した新機能の実現手法を実証するとともに、理論研究も深めて、本独自センシング手法の学術基盤を確立する。

【研究の方法】

下記サブテーマを推進して新機能を実証し、理論研究も進めて、本技術の学術基盤を確立する。

- ・温度と歪の同時・分布計測での極限性能の実現
- ・分布情報全体の高速ダイナミック測定の最適化
- ・BOCDR法の総合機能の実現
- ・S-BOCDA法での温度と歪の分離・分布測定
- ・長尺FBG歪センシングシステムの機能進化
- ・BOCDA法による光集積回路の評価技術
- ・痛みの分る材料・構造の実証研究

【期待される成果と意義】

BOCDA法は、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・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り「光ファイバ神経網」を実現する。偏波維持光ファイバの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周波数シフトから高精度に温度と歪を分離・分布測定する独自技術により、世界初の温度・歪の高精度・分布計測を実現した。本研究では、空間分解能、測定レンジ、歪・温度精度等の性能を総合的に高め、これら性能の理論限界も明確化する。独自の全歪分布情報の高速測定手法(図1)に関しても、総合性能を高める。自然ブリルアン散乱を活用して、被測定光ファイバの一端から入射した光のみで歪分布測定を実現する独自のBOCDR法でも、空間分解能、測定レンジ、歪レンジ等の性能を極限化し、シミュレーションも行って、学術基盤を固める。誘導散乱発生の為のポ

ンプ・プローブ光を時分割発生させるS-BOCDA法でも、温度と歪の同時・分布計測機能を高める。長尺FBG内のブラッグ波長変化を「光相関領域法」で分布測定する技術では、独自の測定位置掃引法を確立する。BOCDA法の高空間分解能を活かし、PLC光導波路中の導波路パラメータの分布測定も実現して、本デバイスの評価手法を提示する。上記光ファイバ神経網技術を航空機に実装し、「痛みの分る材料・構造」を実現する。プラント、土木・建築、通信等の分野においても、社会基盤の安全・安心を高め、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貢献する。

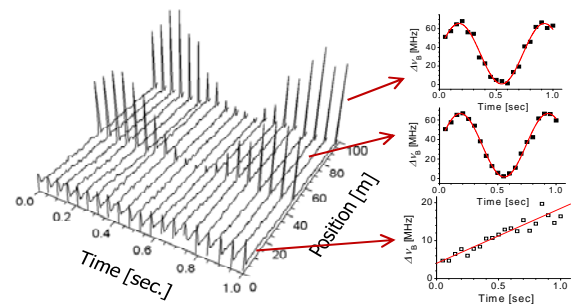


図1 全歪分布の高速測定例(20分布/秒の達成)

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ K.-Y. Song, M. Kishi, Z. He and K. Hotate, "High-repetition-rate distributed Brillouin sensor based on optical correlation-domain analysis with differential frequency modulation," Optics Letters, vol. 36, pp. 2062-2064, May 2011.
- ・ R. K. Yamashita, W. Zou, Z. He, and K. Hotate, "Measurement range elongation based on temporal gating in Brillouin optical correlation domain distributed simultaneous sensing of strain and temperature," Photonics Technology Letters, vol.24, pp.1006-1008, 2012.

【研究期間と研究経費】

平成25年度-28年度
134,800千円

【ホームページ等】

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