

特別研究報告書

題目

凹面鏡を用いた反射型光ファイバセンサ
An optical fiber sensor using reflection by concave mirror

指導教員

神戸 宏 教授

報告者

学籍番号 : 1105315

山村 照正

平成 20 年 3 月 10 日

高知工科大学 大学院 工学研究科 基盤工学専攻
電子・光システム工学コース

要旨

光ファイバが持っている様々な特性を利用した光ファイバセンサは、多くの特徴を有し、温度や圧力、位置変化などを計測する用途に現在広く使われている。大きな特徴は光ファイバの伝送損失が小さいことであり、長距離の信号伝送が可能のため、遠隔の計測に適している。また電磁波の影響を受けない、耐久性に優れる、などの特徴を持ち、従来のセンサでは計測が困難な領域・分野でも使用可能である。

現在、石英光ファイバの屈折率が温度や圧力で変化することを利用したファイバ型回折格子(Fiber Bragg Grating : FBG)がセンサとして広く使われているが、波長変化を検出する必要があり、光源や検出の装置が高価になる。

本研究ではこのような高価な素子、機器を用いずに、光強度変化を検出する光ファイバセンサの構築を目的とした。ここで提案する光ファイバセンサは、光ファイバから出射した光を、凹面鏡で反射して元の光ファイバに戻す構造であり、光ファイバと凹面鏡との間の光を遮光板で遮る事によって光強度変化を起し、それを検出する方法である。遮光板が圧力で動く仕組みならば圧力センサ、温度で動く仕組みなら温度センサとして動作する。

本研究ではまず、光ファイバから出射した光がガウスビームで近似できることを実験により確認した。ここでは多モード光ファイバから出射した光を、出射端からの一定の距離の位置で光ファイバを用いて受光し、光軸に垂直な方向の光強度分布を測定した。また、出射光を大きな口径の光電力計で受光し、光軸に垂直な方向に配置した遮光板を用いて光強度分布を測定した。いずれの測定においても光ビームはガウス型で近似できることを確認した。

次に波長 850nm の半導体レーザの光を 2×2 分岐光ファイバカプラで2つに分け、一方で光強度をモニターし、他方の光ファイバから光を空中に出射し凹面鏡で反射させて元に戻し、その反射光をカプラを通して光強度を測る構成とした。出射光ファイバと凹面鏡との間に遮光板を挿入し、光軸と垂直な方向に遮光板を動かして光強度を変化させる光ファイバセンサとした。

遮光板を挿入した時の光強度の安定性と測定精度を明らかにするため、時間的な光強度の揺らぎ測定を行った。その結果、光強度の時間的揺らぎは 0.5%未満であった。また遮光板の位置変化を 1 μm 毎に変化させて測定を行い、検出可能精度 2 μm という結果を得た。

つぎに、バイメタルを遮光板に接触させ、温度変化によってバイメタルが遮光板を変位させる温度センサを試作した。遮光板を変位させた時の光強度変化特性を、バイメタルの温度を変化させた時の光強度変化特性と照らし合わせ、1 $^{\circ}\text{C}$ 当たり約 50 μm 変位している事が分かった。本構成において温度センサは 2 μm の精度を持つため、0.05 $^{\circ}\text{C}$ 単位での検出が可能であることを明らかにした。しかしながら、試作したセンサではバイメタルの温度分布が一樣でないため、温度上昇時と下降時では測定結果が一致せず、光強度変化と温度の関係にヒステリシスが現れ、今後の課題として残った。