

光干渉測定によるマルチコアファイバのねじれ計測

1230095 竹村 圭弘 (光制御・ネットワーク研究室)

(指導教員 小林 弘和 准教授)

1. 研究背景・目的

近年、データ通信量の増加に伴い、従来のシングルモードファイバによる伝送容量の限界を突破する技術として図1のような、一つのクラッド中に複数のコアを配置した、マルチコアファイバが開発された。コア毎に異なる情報の送信が可能であるため、光ファイバ1本当たりの伝送容量を増やすことができる。また現在、光ファイバは通信だけではなくファイバ周辺の温度や圧力、張力の変化を、ファイバ中を伝搬する光の状態の変化として観測するセンサとしても使用されている。従来のシングルモードファイバを用いた光ファイバセンサでは、ファイバに沿った張力や曲げの大きさといった一次元的な物理量の観測しかできなかった。一方マルチコアファイバを使用することにより、複数のコアを伝搬した光波を比較して、光ファイバ1本で曲げやねじれ方向と大きさという二次元的な物理量の観測が可能となることが予想される。本研究はマルチコアファイバを使用し、従来の光ファイバセンサでは計測が難しかったねじれを測定することを目的とする。

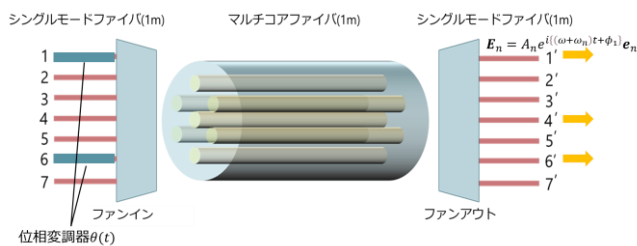


図 1 マルチコアファイバ

2. 光波の偏波干渉測定

本研究では、マルチコアファイバの中心のコアを含む 3 つのコア間の光波を偏波干渉測定することで 3 つの干渉信号の位相の和 ϕ を求めてねじれ計測に利用した. 3 コアそれぞれの光波の位相は周辺環境によって容易に変化するが、位相和 ϕ ではそれが打ち消されて変化しない. 一方で、位相和 ϕ は各コア間の相対的な偏光変動に敏感となり、ファイバのねじれによる各コアの偏光変動を測定することができる. この位相和を Mathematica 上で解析し、位相和の時間変化を読み取った.

3. 実験構成

波長 1550nm のレーザー光を用いて、1 対 4 の光コプラに入射し光波を分割し、偏波コントローラに通した。基準となる中心のコアに入力する光波以外を位相変調器に通した。位相変調器には波形発生器でノコギリ波を入力した。位相変調後の光を Chiral Photonics 社の 7 コアマルチコアファイバに入射した。マルチコアファイバからの出射光を 1 対 4 の光コプラを使用し干渉させフォトダイオードで測定し、オシロスコープを用いて観測した。観測データに対する窓フーリエ変換を用いて干渉信号から 3 つの周波数を抽出し、位相の時間変化と位相和の時間変化を測定した。まず、位相和 ϕ が周辺環境の変化に影響されていないことを確認するために、マルチコアファイバに指で触れたときの位相和 ϕ を計測した。次にマルチコアファイバに段階的にねじれを加えて、5s 間計測した。

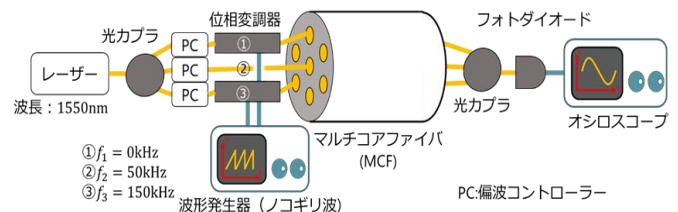


図 2 実験構成

4. 実験結果

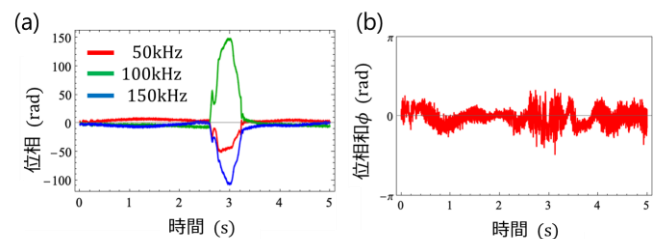


図 3 触れ測定の結果

(a)位相の時間変化 (b)位相和 ϕ の時間変化

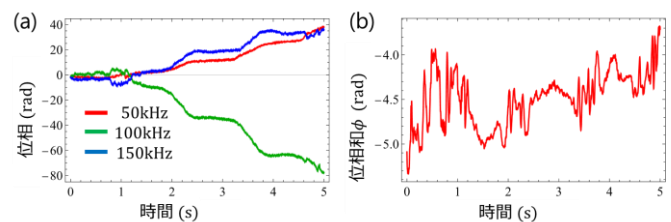


図 4 ねじれ測定の結果

(a)位相の時間変化 (b)位相和 ϕ の時間変化

図3は触れ測定の結果であり、図4はねじれ測定の結果である。それぞれ、(a)は位相の時間変化を示しており、(b)は位相和の時間変化を示している。

まず、図 3(a)よりマルチコアファイバに触れた時間だけ位相が変化していることが分かる。そして図 3(b)より位相和は図 3(a)と比べると変化していないことがわかる。このことから位相和 ϕ は周辺環境の変化に影響されていないことがわかる。

次に、図 4(a)で位相が斜めに変化している箇所がねじれを加えた時間と対応しており、時間的にねじる角度を大きくしていることが図 4(a)からわかる。また、図 4(b)からねじれを加えると、位相和が変化していることが分かり、ねじる角度が大きくなるほど図 4 の位相和が右肩上がりに大きくなっていることがわかる。以上のことからマルチコアファイバのねじれを測定できたと考えられる。

5. まとめと今後の展望

本研究から、干渉光の位相和を用いてマルチコアファイバのねじれの大きさを測定することに成功した。

今後の展望としては、実験系を再考し、時間とねじれ量を対応させることで位相和から、マルチコアファイバのどこでねじれが加えられたかを測定することができると考えている。