

コヒーレントヘテロダイン検波を用いた光ファイバ局所的複屈折の動的変動特性測定

Measurement of dynamic fluctuation characteristics of optical fiber local birefringence using coherent heterodyne detection

明治大学大学院 先端数理科学研究科 (M2) 〇武井 菜々子, 笠 史郎

Graduate School of Advanced Mathematical Sciences, Meiji University, Nanako Takei, Shiro Ryu

E-mail: cs203011@meiji.ac.jp

1. まえがき

我々はこれまで、レイリー後方散乱光の同相(I)、直交(Q)成分をコヒーレントヘテロダイン検波によって検出することによる、光ファイバ複屈折のファイバ長手方向分布の測定法を提案し、実験的検証を行ってきた^[1, 2]。本論文では、光ファイバの特定地点に動的な複屈折変動を発生させ、それにより生じる局所的複屈折変動の測定に成功した結果について報告する。

2. 実験と考察

Fig. 1 は後方散乱光を測定するための実験系である^[3]。使用波長は1550nm 帯である。パルス波形を用いた光 FSK 変調により OTDR 用の光パルスを生成した。パルスの繰り返し周波数を 1kHz、パルス幅は 20ns とした。このパルス幅は距離分解能 2m に相当する。光送信器の出力光は FSK 変調のため

に電圧制御発振器(VCO)によって駆動される光 SSB 変調器に入力される。ヘテロダイン検波後の中間周波数安定化のために、信号光と局部発振光を 90:10 カップラーで一部分岐させ、中間周波信号に対して周波数安定化回路を適用した。光 SSB 変調器からの光信号を光増幅器によって増幅し、長さ 80km のシングルモードファイバ (ITU-T G. 652 準拠) に入射した。80km 長のファイバは、20km 長のスプール (直径 20 cm) 4 個で構成されている。1 番目と 2 番目のスプール間 (20km 地点) に piezo 素子によって 17m 長のファイバに応力印加できるファイバストレッチャーを挿入した。piezo 素子には 250Hz の応力変動を印加した。80km 長ファイバの後方散乱光の I, Q 成分は光 90 度ハイブリッド内蔵のバランス光受信器でヘテロダイン検波され、サンプリングレート 1.25GS/s で標本化される。Fig. 2 は、1ms ごとに 4 個の光 FSK パルスをファイバに入力したときの測定結果である^[3]。左側に各パルスに対応する局所的複屈折の測定結果を、また右側には応力変動波形の対応する時間位置をそれぞれ示した。Fig. 2 から 20 km 地点における局所的複屈折変動は、250Hz の応力変動に完全に対応していることがわかる。また、40km、60km 地点での局所的複屈折変動の原因は、ファイバスポールの巻き始めと巻き終わり個所において発生していると思われる応力が原因であると考えられる。

参考文献

- [1] N. Takei and S. Ryu, "Novel measurement method of fiber-birefringence spatial distribution by coherent heterodyne detection of Rayleigh backscattered light," CLEO 2020, paper SF3P.3, 2020.
- [2] N. Takei and S. Ryu, "Rapid measurement of spatial distribution of birefringence in optical fibers by coherent heterodyne detection of Rayleigh backscattered light," CLEO Pacific Rim 2020, Concurrent 10F, 2020.
- [3] N. Takei and S. Ryu, "Dynamic measurement of fiber-birefringence spatial distribution by coherent heterodyne detection of Rayleigh backscattered light," CLEO 2021, paper SM1E.7, 2021.

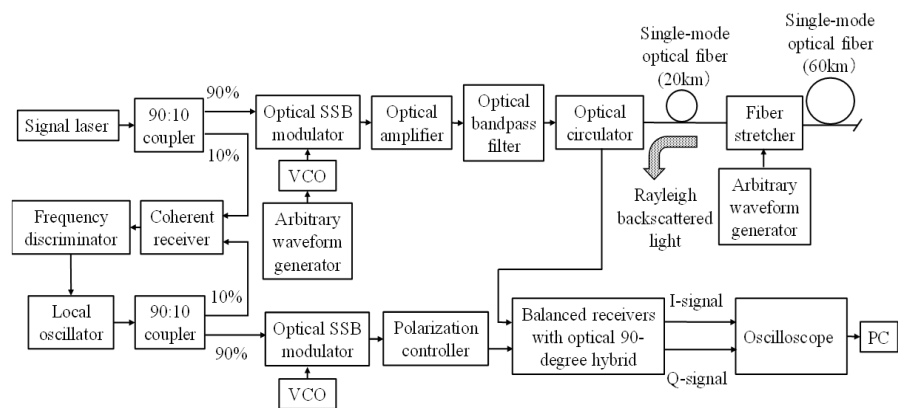


Fig. 1. Experimental setup

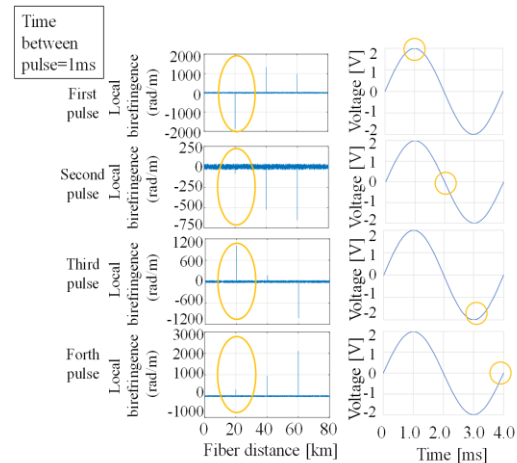


Fig. 2. Local birefringence when sinusoidally changing stress at 250 Hz is applied.