

変調側波帯位相雑音補償 OFDR を用いた後方散乱光による光損失測定

システム工学群 光エレクトロニクス専攻 岩下・小林研究室

1140141 日野 拓哉

1. はじめに

OFDR(Optical Frequency Domain Reflectometry)は空間分解能に優れているが、光源のコヒーレンス長を超えると位相雑音の影響を受けてしまい距離分解能が劣化してしまう。そこで今回は研究で提案するコヒーレンス長による制限を克服した変調側波帯位相雑音補償 OFDR を用いて後方散乱による光損失測定を目的とした実験結果を示す。

2. 実験構成

図 1 (a)に変調側波帯を用いた位相雑音補償 OFDR の実験構成を示す。位相雑音 θ を含んだ光源に周波数が掃引された電気信号を用いて DSB-SC 変調を行う。変調後の信号は参照光と FUT に入射し反射してくる反射光に分かれる。参照光と反射光は合波し、分波器 (AWG) を用いて上側波帯、下側波帯に分波し、受信する構成である。位相雑音補償の原理としては図 1 (b)に示すように ω_c を光源の角周波数、 ω_m を強度変調の角周波数、 ω'_m を FUT で遅延された角周波数とすると、Ch1,Ch2 のビート信号の位相はそれぞれ

$$\text{Ch1} : (\omega'_m - \omega_m)t - (\theta - \theta')$$

$$\text{Ch2} : (\omega'_m + \omega_m)t + (\theta - \theta')$$

と表せ、CH1 と CH2 を掛け合わせることで、位相雑音 $\theta - \theta'$ を含まない 2 倍のビート信号を得ることができる。

$$\text{Ch1} \times \text{Ch2} \propto \cos\{2(\omega'_m - \omega_m)t\}$$

今回の実験では光源は掃引変調信号 (8.5~16.5[GHz],周波数掃引速度 80[GHz/s]) で強度変調を行った。FUT は 20km のファイバを使用し、AWG (25GHz 間隔) で各側波帯に分波したのちフォトダイオードにて受信した。以前の実験構成の変更として参照光を AWG で上側波帯と下側波帯に分波し、反射光と合波させ、新しく作製したバランスド受信器で受信を行うことにより受信感度を向上させている。受信器は前回の -3dB 周波数帯域を保ちつつ 10dB 程度利得が増加し、同相除去比は -38dB を得ることができた。(図 2)

3. 実験結果

図 2 が以前の実験構成の位相雑音補償後のスペクトルを示す。2 倍の周波数のフレネル反射による鋭いピークが現れた。しかし、後方散乱光により光損失は本来距離とともに減少するはずが破断点付近で増加している。

図 3 が今回の位相雑音補償スペクトルを示す。図 2 と同じくフレネル反射による鋭いピークが現れた。また、後方散乱光による光損失測定が行えたが、破断点付近で光損失の変動がみられた。

4. まとめ

今回の実験では位相雑音補償 OFDR を用いて、後方散乱光による光損失の測定を行った。

フレネル反射によるファイバの破断が確認でき、光損失が確認できた。しかし、光損失の変動があった。そこで偏波ダイバーシティ構成にすることで改善が期待できる。

5. 発表論文

日野拓哉、BADAR. M、岩下克 “変調側波帯位相雑音補償 OFDR を用いた後方散乱光による光損失測定”電気関係学会四国支部連合大会、12-6、2013 年

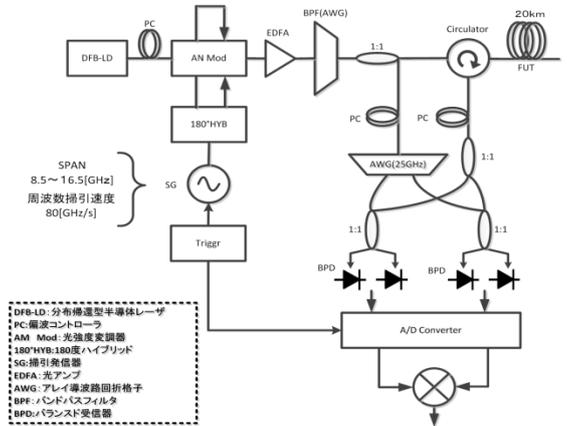


図 1 (a) 実験構成

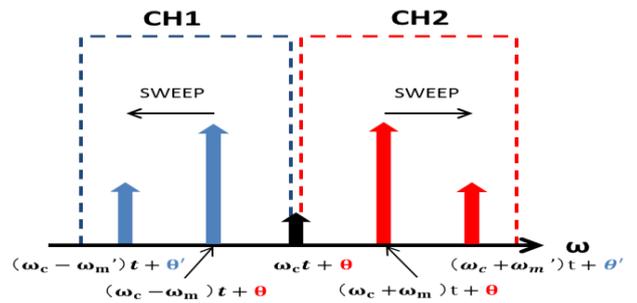


図 1 (b) 実験構成

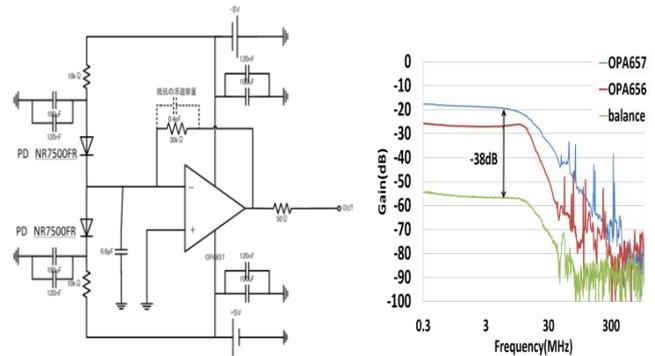


図 2 バランスド受信器

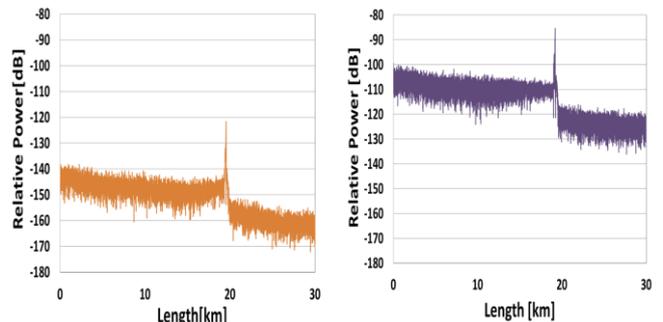


図 3 損失分布