

BOCDA における測定的高速化に関する研究

Research on high-speed measurement in BOCDA

河野 裕太 岸 真人 保立 和夫

Yuta Kohno, Masato Kishi, and Kazuo Hotate

東京大学大学院工学系研究科 電気系工学専攻

Department of Electrical Engineering and Information Systems, School of Engineering, the University of Tokyo

Email:kohno@sagnac.t.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに

ブリルアン散乱を用いる分布型光ファイバセンシングにおいてブリルアンゲインスペクトラム(BGS)取得の高速化は、航空機の離着陸時など時間的に歪が変化するように必要となる。BOCDA 法は、連続光を用いることから単点当たりの測定速度が速いという特徴を持っており、測定レンジ 200m、空間分解能 6cm の条件下で、1000points/s などといった高速なランダムアクセス測定を実現している [1]。しかし、従来の BOCDA での測定手法では位置分解のための光源への周波数変調あるいは強度変調の二倍の周期で pump 光を chopping し同期検波する必要があった。したがって、最低でも、BGS トレースの 1 点を得るのに変調の 2 周期分、すなわち被測定ファイバ(FUT)長の 2 倍の長さを光が伝達する時間が必要となり、測定速度向上のボトルネックとなっていた。本稿では、変調の 1 周期で BGS 中の 1 点を測定できる手法を探索し結果を報告する。

2. BGS の測定手法

BOCDA 法においては光周波数変調により相関ピーク位置に誘導ブリルアン散乱 (Stimulated Brillouin Scattering: SBS) を局所発生させて位置分解を行う。その際、同一方向に伝搬する probe 光と散乱光である stokes 光を分離し stokes 光の強度のみを測定する必要がある。従来の検波方法では、その変調の 1 周期で pump 光を on、次の周期で off とし、差を取ることで SBS 強度を測定していた (Fig. 1 (a))。これを 1 周期内で 2 回 on/off を行うことにより、変調一周期で SBS 強度を取得することを考えた (Fig. 1 (b))。この手法により BGS の測定が可能であるか、周波数変調に対する on/off のタイミングの違いによる影響があるかについて検証するため、シミュレーションと実験を行った。

3. 実験及びシミュレーション

変調周波数 2.25MHz で振幅 1GHz 程度の周波数変調と 360kHz のパルス状の強度変調によるテンポラルゲート法 [2] により、測定レンジ 500m 弱、理論空間分解能約 50cm の条件で BGS を測定した。周波数掃引を 1ms で行うことにより、1ms で 225 点を取得し BGS を取得した (Fig. 2)。

さらに、類似の条件でのシミュレーションを行った (Fig. 3)。ただし、テンポラルゲート法は加味していない。それぞれの図の右に示している位相は、chopping のタイミングの違いである。ただし、実験において光源の周波数変化のタイミングを測定できていないため

これらの位相は相対的なものである。

これらの結果は、変調の 1 周期のうちに BGS の 1 点を取得可能であることを示している。また chopping のタイミングにより BGS 形状が変化し、場合によってはピークが全く確認できない。この変化については、実験とシミュレーションの間に高い類似性がみられる。BOCDA 法においては相関ピーク以外の位置からも信号が得られ背景高雑音スペクトラムを形成する [3]。Chopping のタイミングによる BGS 形状の変化は、この雑音スペクトラム形状の違いによるものと考えられる。

今後はさらなる高分解能下での測定や、BFS 精度の検証を行う。

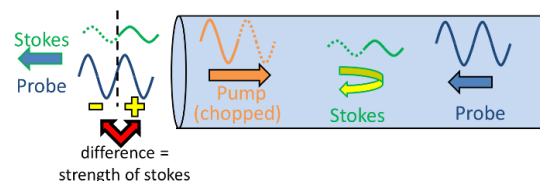


Fig.1 (a) Chopping in the previous system

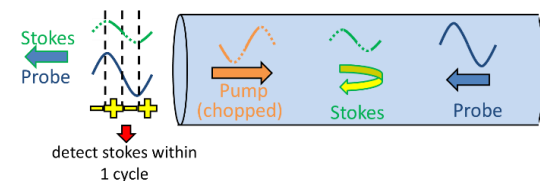


Fig. 1 (b) The idea of chopping in this report

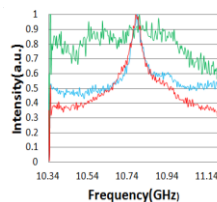


Fig. 2 BGS by experiment

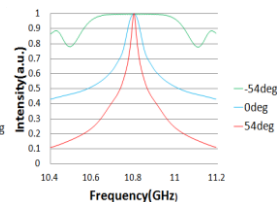


Fig. 3 BGS by simulation.

参考文献

- [1] Y.kohno, M. Kishi, and K. Hotate, *Proc. 6th EWOFs*, Limerick, June 2016
- [2] M. Mure, M. Imai, and S. Miura, *Proc. 42nd Meeting on Lightwave Technol.*, 2008
- [3] K. Hotate and T. Hasegawa, in *IEICE Trans. Electron.* E83-C, 405 (2000).