

光周波数コムとヘテロダイン検波を利用したブリュアンセンサ Brillouin Sensor Based on Optical Frequency Comb and Heterodyne Detection

埼玉大¹, 農工大², ○(M1)小野拓真¹, 田中洋介², 塩田達俊¹

Saitama Univ.¹, Tokyo Univ. Agriculture & Tech.²,

○Takuma Ono¹, Yosuke Tanaka², Tatsutoshi Shioda¹

E-mail: tshioda@mail.saitama-u.ac.jp

1. はじめに

光ファイバー中で生じるレーザー光のブリュアン散乱を用いた応力や温度の計測技術が注目され、ビルや橋梁等巨大構造物のヘルスマonitoring等への応用が進んでいる。また、光周波数コム（以下光コム）は高速な距離計測等で注目される技術であり、これまでに光コムを上記技術と融合して光周波数領域でブリュアン増幅スペクトルの周波数シフトを計測する技術が報告されている^[1]。本研究では、その検出方法の拡張性を広げるために、ポンプ光のレイリー散乱光と誘導ブリュアン光とのヘテロダイン検波を行い電気スペクトラムアナライザによって計測する手法を提案し、原理確認実験を行った。

2. 実験と結果

Fig.1 に実験の概念図を示す。DFB レーザー（光周波数 193.3THz）をポンプ、プローブ用に分岐し、一方には光路中に 25GHz 光コム発生器を設置してポンプ用の光コムを発生した。他方の光路には 25.01GHz 間隔の光コム発生器を設置し、さらにその直前に Side Band Modulator (SSB)を設置することでプローブ光コムの中心周波数を駆動周波数 (f_{SSB}) だけシフトし、さらにそのシフト量をブリュアン周波数シフト量前後で走査 (10.83 ~ 10.87GHz) した。これらのポンプ光とプローブ光を 10km の光ファイバーに対向入射し、ポンプ光のレイリー光と誘導増幅光のビート信号を光サーキュレーターにより取り出した。取り出した光信号を光検出器 (PD) と電気スペクトラムアナライザ (ESA) により検出して、Fig.2 の様なレイリー光と誘導増幅光のコム間隔の差 (今回は 10MHz) 毎の誘導ブリュアンスペクトルを得た。

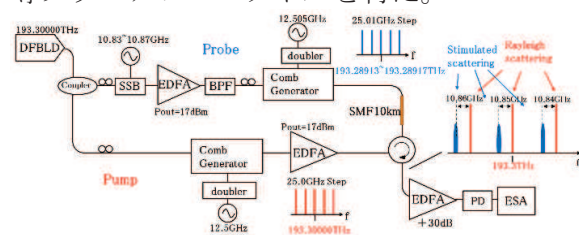


Fig.1 Experimental Setup.

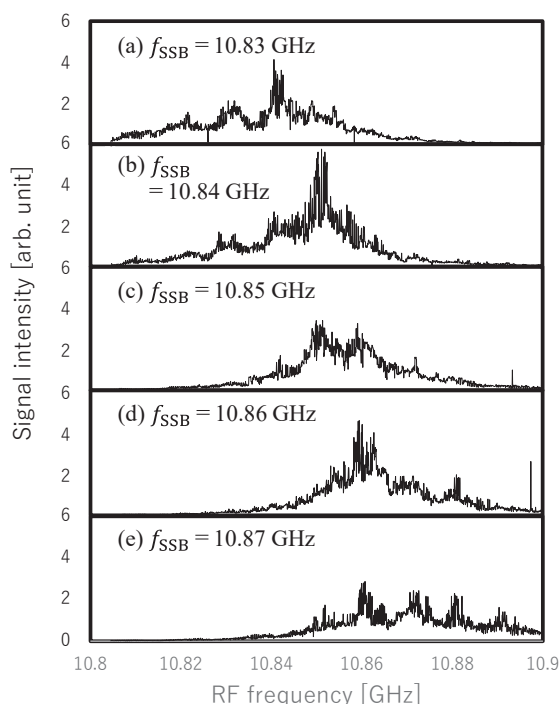


Fig.2 Experimentally observed RF spectra related to Brillouin gain spectra at different f_{SSB} .

Fig.2(a)~(e)に、SSB 駆動周波数を 10.83GHz から 10.87GHz まで 0.01GHz ごとに掃引した結果も示す。10.85GHz 程度にピークが観測されたことからブリュアン周波数は 10.85GHz 程度であることがわかった。また、原理から 10MHz 毎に離散的なピークが得られると予想されるが、明瞭でない結果が得られた。これは、主に光源の DFB レーザーのスペクトル線幅または揺らぎによるものと考えている。しかし、全体のスペクトル形状に注目すれば、その位置は f_{SSB} の走査にともなって、右にシフトしている様子がわかる。このことはブリュアン利得スペクトルの測定が可能であることを示している。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 21KK0067、20H02158、21H01837 の助成を受けて進められた。

参考文献

[1] Y. Tanaka, Y. Ozaki, Appl. Phys. Express **10**, 062504 (2017).