

光源周波数変調波形の工夫による BOCDA 歪分布測定技術における背景光雑音の低減

Reduction of optical background noise in BOCDA distributed strain measurement technology by synthesizing frequency modulation waveform of light source

豊田工大¹, 工学院大² [○](B)伊東 直紀¹, 岸 真人², 保立 和夫¹

Toyota Tech. Inst.¹, Kogakuin Univ.², [○]Naoki Ito¹, Masato Kishi², and Kazuo Hotate¹

E-mail: sd15007@toyota-ti.ac.jp

1. はじめに

光ファイバ自体が歪や温度を検知するセンサとして機能するので、光ファイバセンシングはこれら物理量の分布計測を可能にするという特徴を有し、注目を集めている[1]。

本発表は分布型光ファイバセンサ方式のひとつであるブリルアン光相関領域解析法(BOCDA法)[1]のシステム構成簡素化に向けた研究であり、BOCDA 法出力に現れる背景光雑音を光源に施す FM 波形を工夫するだけで低減できる手法を提案・実証する。

2. 光源周波数変調波形の合成による背景光雑音の低減

BOCDA 法では、光源に FM 変調を施すことにより光ファイバに沿う 1 点でのみ誘導ブリルアン散乱を発生させることで、位置選択的測定、そして分布型測定を実現する[1]。

ここで、光源に対して Fig.1(a)のように正弦波で周波数変調(FM)を施すと、Fig.1(b)のように両端のパワーが大きな時間平均スペクトラムとなる。そのフーリエ変換は、近似的に、光ファイバ光軸方向の位置分解特性となり[1]、Fig.1(c)のようにサイドローブが大きくなる。このサイドローブが富士山型の背景光雑音を生じさせ、歪測定のダイナミックレンジを制限する[2]。

従来は、光強度変調器(IM)を系内に導入して FM に同期した光強度変調も施し、光源時間平均スペクトラムを整形して両端部分のパワーを低減し(Fig.1(d))、サイドローブを低減した(Fig.1(e))[2]。

ただし、Fig.1(d)のように両端パワーを低減すると背景光雑音を低減しすぎてしまい、無歪部分で信号が失われた[2]。この問題は、Fig.2(a)のスペクトラム形状で解決される[2]。

本研究では、IM 変調器を用いずに、Fig.2(a)のスペクトラム形状を実現できる光源周波数変調波形を合成するシステム簡素化手法を提案する。Fig.2(a)の光源パワースペクトラムを実現する FM 波形として Fig.2(b)に示した波形を合成することができた。

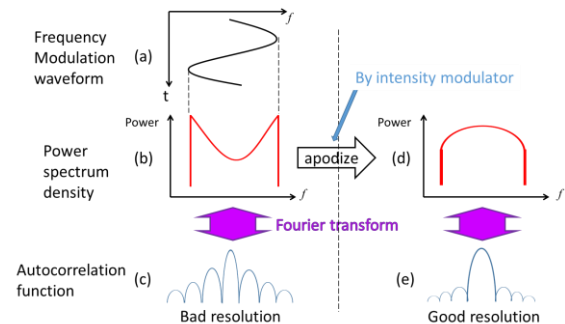


Fig.1 Apodization by intensity modulation.

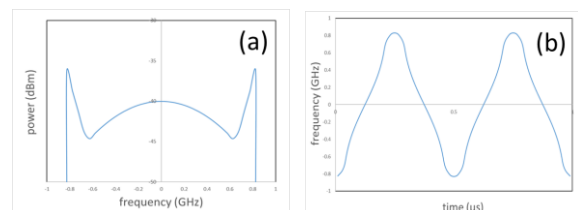


Fig.2 (a) Optimized optical power spectrum, (b) synthesized FM waveform to realize the optimized power spectrum.

3. 実験結果

Fig.2(b)の波形を FM 波形として BOCDA 系の光源に入力したときの BOCDA 出力スペクトラムを Fig.3(b)に示す。Fig.3(a)は通常正弦波形状の FM 波形による BOCDA 出力である。提案波形により背景光雑音が適度に低減されて、歪部測定においても無歪部測定においても、信号スペクトラムピークが明瞭に測定されている。

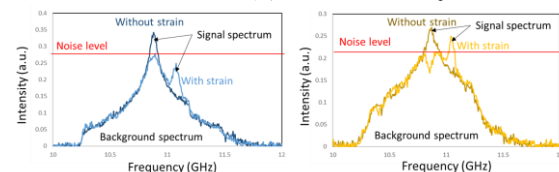


Fig.3 Brillouin Gain Spectrum (a) with sinusoidal FM (b) with synthesized FM.

参考文献

- [1] K. Hotate, Opt. Fiber Technol. **19**, 700-719 (2013).
- [2] K. Y. Song, Z. He, and K. Hotate, J. Light. Technol. **25**, 1238-1246 (2007).