BDG-BOCDA 歪/温度分離・分布測定系における光源強度変調効果の解析

Analysis of light-source intensity modulation effect in BDG-BOCDA starin/temperature discriminative distributed measurement system

豊田工大[1]，古河電工[2]，工学院大[3]　○(P)大川 洋平[1], 山下 健二 ホドリーゴ[2], 岸 眞人[3], 保立 和夫[1]

Toyota Tech. Inst. [1], Furukawa Electric Corp. [2] Kogakuin Univ. [3],
°Y. Okawa[1], R. K. Yamashita[2], M. Kishi[3], and K. Hotate[1]

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

光ファイバ中の誘導ブリルアン散乱を利用した，歪や温度の位置分布計測技術であるブリルアンセンシングは，大型構造物の新しい診断技術として活発に研究が進められている[1]．しかし，従来のブリルアンセンシングには温度と歪の区別・分離ができないという問題がある．我々のグループでは，誘導ブリルアン散乱に伴い生じる音響波であるブリルアンダイナミックグレーティング(BDG)の反射スペクトル情報を利用して，温度と歪を分離した分布計測を一本の偏波保持ファイバで行う手法を提案・実証しており，BDG-BOCDA法と呼ばれている[1]．BDG-BOCDA法による温度/歪の分離・分布計測では，光相関領域解析法（BOCDA法）により誘導ブリルアン散乱を位置選択的に生じさせ，分布測定を行う．このとき，空間分解能はBOCDA法単独の場合と比べて10倍以上劣化する[2]．これはBDG反射スペクトル取得の際の空間分解能劣化に起因している．

そこで本研究では，BDG-BOCDA法の空間分解能劣化要因を解明するため，文献[2]の定式化を用いて数値シミュレーションによる解析を行った．特に，BOCDA法で雑音パワーの抑制効果が実証されている光強度変調による光源スペクトルの成形法（アポダイズ法）をBDG-BOCDA法に適用した場合[3]の空間分解能改善効果を精査した．先行研究では，実効的な空間分解能として，歪が印加されている被測定箇所の信号パワーとそれ以外の雑音パワーのピーク比（SNR）が 1 を超える歪部の長さと定義していた．しかし，本研究により，SNRは測定ファイバ全長や，歪部の長さ，歪量の大きさ，などに複雑に影響されることが分かった．また解析の結果，アポダイズ法を適用すると測定箇所から離れた位置の寄与が相対的に大きくなり，測定ファイバ長が理論的な最大測定可能レンジ[1]より十分短い場合にのみ改善効果が得られることが示された(図1)．特に，歪部長が長くなると，測定ファイバ長が最長の場合にはアポダイズ法によりむしろSNRが悪化する結果が得られた．現在，これらシミュレーションの実験的検証や改良アポダイズ法による空間分解能改善について検討を進めている．

[1] K. Hotate, Optical Fiber Technol. **19**, 700 (2013). [2] R. K. Yamashita, M. Kishi, K. Hotate, APEX **10**, 042501 (2017). [3] R. K. Yamashita, Z. He, K. Hotate, IEEE Photonics Technol. Lett. **26**, 473 (2014).

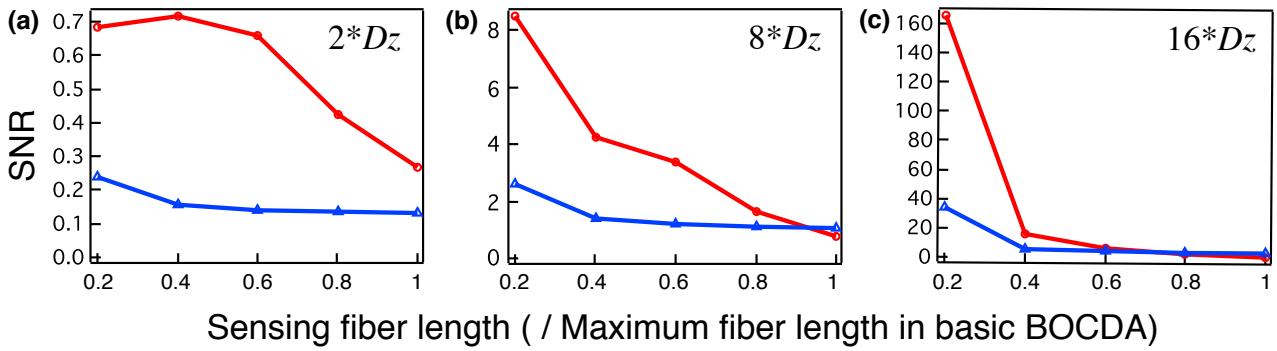

図1：BDG分布測定における測定ファイバ長に対する信号対雑音比(SNR). アポダイズ法の適用前(青三角)，適用後(赤丸)．BOCDA法の理論的空間分解能(Dz)に対する歪印加長：(a)2倍, (b)8倍, (c)16倍.

© 2019年 応用物理学会