

直接検波ドップラーライダーのための 体積ブラッググレーティングを用いた受光システムの開発

Study on the receiving system with a volume Bragg grating for a direct detection Doppler lidar

首都大院シスデザ ○柴田泰邦, 長澤親生, 阿保真

Tokyo Metropolitan University ○Y. Shibata, C. Nagasawa, M. Abo

E-mail: sibata@tmu.ac.jp

我々は直接検波ドップラーライダーに、Fiber Bragg Grating (FBG) フィルターをドップラーシフト成分の検出素子として用いた方式を開発し、波長 1.57 μm 、出力 6 mJ (500 Hz) の OPA 光源を用いて高度 6 km までの風向風速測定に成功した^{1,2}。この FBG フィルターはシングルモードファイバーで構成されているため、受信望遠鏡で受信した光をファイバーのコア径 10 μm 内に集光させる必要がある。実際には、シングルモードファイバーへの結合損失が 8 割以上あり、この損失改善が精度向上の課題であった。

近年、空間利用可能な大口径の体積ブラッググレーティング (VBG : Volume Bragg Gratings) が開発された。半値全幅 1 nm、回折効率 97 %、口径 12 mm x 12 mm のフィルターが標準品として製品化されており、温度による波長シフト量は 5 GHz/°C 程度と FBG の 70 GHz/°C より一桁小さい利点がある。図 1 に VBG 回折効率特性と VBG の原理図を示す。VBG 回折特性のスロープ部分に波長同調したレーザーを大気に放射し、受信光の VBG 透過光と回折光の強度変化から風速を測定することができる。FBG 方式では、FBG への入射光と FBG からの反射光を分けるため、光サーキュレータを用いていたが、そこで生じた漏れ光の影響が無視できなかつた。VBG 方式ではこの光サーキュレータが不要になるため、システム誤差要因が少なくなる。

狭帯域 VBG (中心波長 532.27 nm、半値全幅 0.2 nm、回折効率 99 % 以上、開口部 10 mm x 10 mm) を試作し、視線風速当たりの回折効率変化であるドップラー感度 [%/(m/s)] と波長シフト量の温度依存性 [GHz/°C] を調べた。VBG は可視から近赤外領域で製作可能であるが、直接検波ドップラーライダーに利用可能な各種光源の中で最もドップラー感度の高くなる波長 532 nm を選択した。ドップラー感度の実測値は 0.063 %/(m/s) @ 532 nm で、FBG 方式 (0.093 %/(m/s) @ 1.57 μm) の約 2/3 であったが、結合効率による損失がないためシステム全体の効率は改善する。また、波長シフト量の温度依存性は 11.2 GHz/°C で、FBG 方式の 1/6 以下と小さい。この初期解析結果をもとに、アイセーフを考慮したドップラーライダーシステム全体の設計を行う。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 24560526 の助成を受けている。

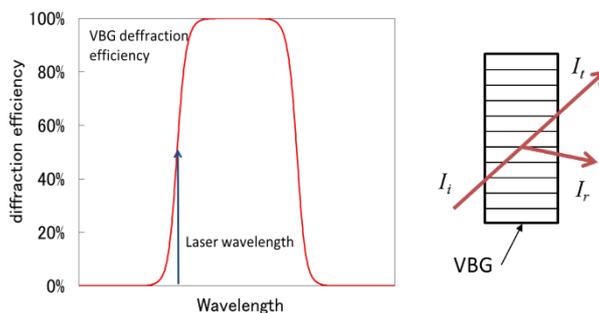


図 1 VBG 回折効率特性と VBG の原理図

【参考文献】

1. 柴田他, レーザー研究, Vol.39, pp.622-623, 2011.
2. 柴田他, 2013 年春季 第 60 回応用物理学会学術講演会, 27p-D1-11, 2013.