

Development of an Incoherent Doppler Lidar

長澤 親生、阿保 真

Chikao NAGASAWA and Makoto ABO

東京都立大学工学部

Tokyo Metropolitan University

We have considered the possibility of an incoherent Doppler lidar system using a single-mode Q-switched Nd:YAG laser with an injection seeding system for measurements of atmospheric temperature and wind velocity. Capabilities of the narrow-band Nd:YAG laser and the detection system employing a Fabry-Perot interferometer with an automatic scanning system are appreciated and the possibility of an incoherent Doppler lidar is estimated.

1. はじめに

スペクトルの狭いレーザをライダーの送信光に用いるならば、散乱光のドップラーシフトやドップラー広がり何らかの方法で測定することによって、対象になるものの運動の速さ、温度、質量等の情報を得ることが可能である。従来から狭帯域レーザの良好なコヒーレンスを利用するコヒーレントドップラーライダーが開発されてきたが、コヒーレントドップラーライダーは感度の向上が図れるものの、波面整合の困難さや距離分解能を上げることに問題を残している。

我々は、単一縦モード半導体レーザ励起リング固体レーザをシーダ光とした高出力パルス固体レーザと電子掃引式ファブリペローエタロンを利用したインコヒーレントドップラーライダーを計画しており、今回は個々のエレメントの性能評価や準備状況について述べる。

2. 狭帯域パルスレーザ

我々が用いている単一縦モード半導体レーザ励起リング固体レーザをシーダ光とした高出力パルスNd:YAGレーザの諸元をTable 1に示す。シーダ光のスペクトル幅は100kHz以下であるが、パルス固体レーザに注入されるとフーリエ限界のため、パルス固体レーザのパルス時間幅に依存するスペクトル幅である約100MHzに広がる。もしNd:YAGレーザのパルス幅を1 μ sまで広げることができれば、スペクトル幅を1MHz程度まで狭めることは可能となる。

Table 1 Specifications of injection seeding Nd:YAG laser

Pulse energy	1000 mJ(1064nm) 550 mJ(532nm)
Pulse width	7-9 ns(1064nm) 5-7 ns(532nm)
Repetition rate	10 Hz
Line width	<0.003 cm ⁻¹
Beam divergence	<0.5 mrad
Beam diameter	8.5 mm

Table 2 Specifications of Fabry-Perot interferometer

Maximum cavity length	150 mm
Free spectral range	1 GHz
Reflectivity finesse	40
Minimum resolvable bandwidth	25 MHz
Clear aperture	25 mm
Maximum transmittance	91 %

3. 大気温度及び風のドップラー測定の検討

大気中のエアロゾルや分子からの散乱光は、Shimizu et al.(1983)にも示されているように、エアロゾルによるドップラー広がり約100 MHz、分子による広がり約2 GHz程度である。我々のNd:YAGレーザのSHG(532 nm)を利用する場合を考えると、ドップラー効果の式より1℃の温度精度を得るためには約1 MHz、1 m/sの風速の精度を得るためには約4 MHzのスペクトル測定精度が必要となる。

受信エレメントとして使用を検討しているファブリペローエタロンの性能をTable 2に示す。キャビティー長は0~150 mmで可変で、 piezoelectric素子により電子掃引が可能となっている。フィネスは40、最小分解能は25 MHzであるが、これはスペクトルの半値全幅の最小分解能であり、分子による広がり約2 GHzあるものを数MHzの精度で測ることは可能であると考えられる。

参考文献

Shimizu, H., S.A. Lee and C.Y. She: Applied Optics, 22, 1373-1381 (1983)