

近赤外擬似ランダム変調 CW ライダーの開発

Development of a pseudo-random-modulated CW LIDAR in the near IR region

内海通弘、西山友二、古賀隆博

Michihiro Uchiumi, Yuji Nishiyama and Takahiro Koga

有明高専 電子情報工学科

Ariake National College of Technology,

Abstract : A pseudo Random modulated CW LIDAR is developed for the measurement of atmospheric minor molecules related to the greenhouse effect to bring the earth warming. The differential absorption LIDAR, DIAL is an useful technique to measure the density of the molecules having strong absorption bands in the near infrared wavelength region. However, the DIAL RM-CW LIDAR has not been in a practical stage yet. At first, an RM-CW LIDAR is developed to measure the atmospheric water vapor density.

1. はじめに

レーザーレーダは高出力パルスレーザーを使うなどシステムが高価になり、一般に普及しない欠点がある。半導体レーザーが利用できれば、コンパクトで決めの細かい計測が可能となると考えられる。われわれは、赤外の豊富な吸収線を利用して、差分吸収ライダーによって赤外吸収分子の密度計測を目指して、開発を行っている。安価でコンパクトなCWレーザーを光源とする、擬似ランダム変調CW(RM-CW)ライダーはこれまでも研究されているが、我々はこの技術を赤外DIAL(差分吸収ライダー)に拡張するための研究を行っている。⁽¹⁾

2. RM-CW ライダーの測定原理

文献に見られるRM-CW差分吸収ライダー(DIAL)システムの構成例を図1に示す。^{(2)~(5)}同図のALU(算術・論理演算ユニット)から生成したM系列コードをメモリーに保存し、それを光ファイバーを通して電源に送り、2つのLD(レーザーダイオード)からそれぞれ、on/off波長の2種類の光が送出される。それにより大気で散乱した光を望遠鏡で集光し、PMT(光電子増倍管)によって光子を電気信号に変えて増幅し、ノイズを取り除いた信号をALUに送り、データメモリーとバッファメモリーに保存する。そのデータから吸収による信号の差を算出することで、測定対象の密度の空間分布を求めることができる。一般のレーザーレーダーシステムのように距離分解能を持たせるためには、連続光源の場合には工夫が必要である。CWレーザーの変調を行うのがひとつの解決策であるが、その際の変調法としてM系列(Maximum Length Sequence)やA1、A2系列を利用される。さらに、⁽⁶⁾擬似ランダムであるM系列の値をレーザーのon/offに対応させて送信し、on信号とoff信号をより分けて処理することができるようにしたのがRM-CW差分吸収ライダーである。

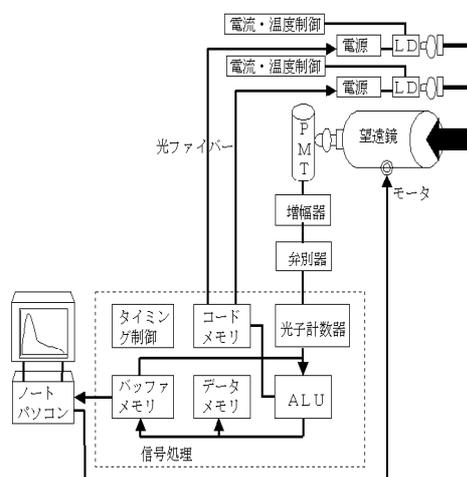


Fig. 1 Schematic diagram of a RM-CW DIAL.

3. システム構築

Table 1 はシミュレーションの結果を基に設計したライダーシステムのパラメーターである。レーザーの波長は水蒸気の吸収線のある 830nm 付近で、出力はできるだけ高出力にし、望遠鏡はコンパクト性を重視した口径 20cm のもの、検出器の PMT は波長 830nm 付近で感度の高いものを選定した。

4. レーザー変調システム

RM-CW ライダーシステムを構築するために重要となるレーザー変調システムの設計を今回行った。Fig. 2 は AOM(音響光学変調器)を用いたレーザー変調システムである。AOM は電気光学効果を利用するものに対し、応答速度が遅い欠点があるが、ライダーに使うには十分であることと、今回安価なライダーを目標とする場合には適切であると考えた。ライダーの距離分解能 15m を目標の仕様とするとサンプリング時間として 100ns が必要である。これを実現するためには AOM 動作時の立ち上がり時間が少なくとも 25ns 以下である必要があると考えた。

そこで AOM を用いて、レーザーに変調を加える実験を今回行い、その変調された一次光の立ち上がり時間がどれほどになっているのかを測定した。ここで立ち上がり時間の定義として立ち上がりが 10% から 90% に到達するまでの時間とした。測定結果は、80ns であった。これは目標値の 25ns よりも大きい値となった。

5. まとめと今後の課題

前回の近赤外用 RM-CW ライダー開発のためのシミュレーションに基づき、実際にシステムの構築を行うため、レーザー変調部分の設計を行い、レーザーの変調実験を行った。現在は変調信号に M 系列信号を用い、DIAL 拡張への準備段階としてエアロゾルによる散乱光を対象としたライダーの実験を行っている。

参考文献

1. 内海通弘, 前田三男, :地球温暖化に関する大気中微量成分計測用差分吸収ライダー, レーザー研究 第 22 巻 第 6 号 1994, pp. 448・459
2. 竹内延夫, 杉本信夫, 他: レーザー研究 11(1983)763.
3. 竹内延夫, 馬場浩司, 桜井捷海, 他: レーザー研究 13(1985)353.
4. 上野敏行, 竹内延夫, 他: レーザー研究 16(1988)101.
5. 阿保真, 長澤親生, 内野修: レーザー研究 18(1990)341.
6. 柏木潤, M 系列とその応用, 昭晃堂, 1991

Table 1 Lidar parameters of a random modulated CW LIDAR using the maximum length liner shift register sequence.

Emitter	laser	wavelength	825 nm
		power	100 mW
		current	170 mA
	Period of the sequence		4095
	Sampling time		100 ns
Receiver	telescope	diameter	20 cm
		Focal length	1950 mm
		FOV	2 mrad
	PMT	sensitivity	85 mA/W

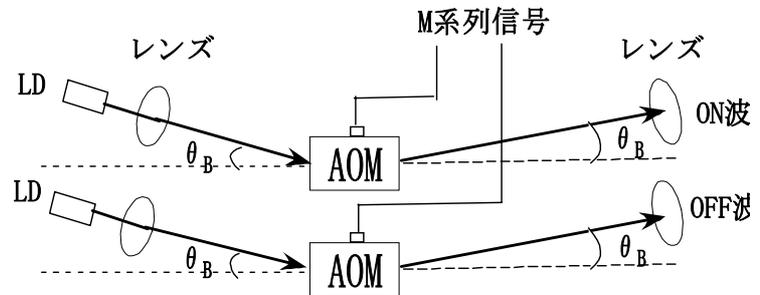


Fig.2 Laser modulation method for the RM-CW lidar