

全固体型2波長ミー散乱ライダ

All Solidstate, Dual Wavelength Mie-Scattering LIDAR

菊地 昭¹, 石井重夫¹,
中島一光², 石井孝和², 久保村浩之², 井元 拓², 亀山隆治², 細川哲夫²

A.Kikuchi, S.Ishii

K.Nakajima, T.Ishii, H.Kubomura, H.Imoto, R.Kameyama, T.Hosokawa,

¹宇宙開発事業団, ²日本電気株式会社

National Space Development Agency of Japan, NEC Corporation

Abstract

Assembling and experimental results are reported on "All Solidstate, Dual Wavelength Mie-Scattering LIDAR". LD-pumped Nd:YAG laser and Optical-detector are key components for an air-borne and a space-borne LIDAR. Laser was reported last symposium.

Optical-detector(APD photoncounter) is improved concerning Large-scale active-area ($\phi 500 \mu\text{m}$) and high-countrate(count-miss <10% for 1Mc/s).

Solar irradiance, atmospheric backscatter and cloud reflection are measured by this LIDAR system.

1. はじめに

衛星搭載ライダの各種性能を実証し、未知の問題点を明らかにする目的で行う航空機搭載ライダに使用する目的で、数年かけて半導体レーザ励起Nd:YAGレーザや受信光学系の設計試作等を行ってきた。システム性能を大きく左右する要素の一つが光検出器であるとの認識から、APDを使用したフォトンカウンティングモジュールの受光径とカウントレートの増大を図る目的で開発試作を行った。その際、装置に組み込んだ場合の性能を評価する目的で既試作品を組み合わせ、信号処理に必要な最小限の機器を付加して「レーザ散乱送受試験装置」なるものを試作したが、これが全固体型の「2波長ミー散乱ライダ」として従来のライダに無い特長を幾つか備えたものとなったので、試作ならびに試験結果を報告する。外観をFig. 1に構成ブロック図をFig. 2に示す。

2. 本装置の特長

- ・合計100mJ以上の2波長出力を有する半導体レーザ励起YAGレーザを使用している。
- ・光検出器はAPDを使用し、電子管等は用いていない。(APDによるフォトンカウント)
- ・熱放散の関連で本試験ではウォーターチラーを使用した。レーザ発振器は宇宙での使用を想定した伝導冷却を行っており、本質的には冷却水も不要である。

※以上の3点より、文字通り全固体型と称し得る。

- ・望遠鏡は軽量化をはかる目的で、鏡の材料に発泡石英、構造体はCFRPを使用した。
- ・航空機搭載条件下でも、固体検出器の小さな受光面に全受信光を集光するための、耐振動性を有する光学系を使用した。
- ・近傍散乱光の影響を除くため可能な限り送受光の位置を離し、検出器にはゲート機能を付けた。
- ・市販のフォトンカウンティングシステムを改造して使用し、データは別のアプリケーションソフトでも使用可能なテキストファイルで保存するように改めた。(標準の画面の他にグラフ化ソフト等を用いて対数表示等も可能にした)

3. 主要性能

Table. 1に示す。

固体光検出器と光電子増倍管とを比較する上で懸案事項となるのが、カウントレートの低さであるが、これを評価する上で重要な「入力光強度(検出器のカウント数に対応)に対するカウントミス」についてFig. 3に示す。

4. 試験結果

- ①昼間は太陽光ノイズで光検出器が飽和するので、検出器の前に減衰用フィルタが必要となる。
- ②近傍からの直接散乱光は送受位置を離れたことにより避けることが出来たが、多重散乱により、計算上の視野クロス点より低い高度からの到来光が無視出来ない程強かった。
- ③途中からゲートをONする際に1パルスのノイズが出る（当初からONすれば問題なし）。等の問題点も有ったが、②③は衛星搭載用としては関係ない問題であり、①も運用時間に配慮することにより回避出来、当初の目標である「固体光検出器を用いたレーザレーダ」として、実用に耐えうる事が判明した。

データ例並びに興味有るデータをFig. 4～Fig. 6に示す。

- ・ Fig. 4は太陽光ノイズが強い時の計測例である。ゲートの機能を確認するため、途中でゲートをOFFとした。
- ・ Fig. 5, Fig. 6は雲からの反射のように強い入力光が有る場合、どのような形で光検出器が飽和するかを示す例である。

参考文献

久保村他「航空機搭載ライダ用レーザの開発」第16回レーザセンシングシンポジウム予稿集P187(1993)

Table 1 Specification of All Solidstate, Dual Wavelength Mie-Scattering LIDAR

1	Wavelength	1064/532 nm	2 Wavelength
2	Output Energy	70 (1064nm) mJ	Total 100 mJ
		30 (532nm) mJ	
3	PRF	50 (Max) pps	
4	Pumping	--	Diode-laser-Pump
5	Cooling	--	Conductive-cooling
6	Beam Divergence	< 0.5 mrad	
7	Optical Efficiency	> 20 %	
8	Telescope Aperture	300 mm	
9	Focal Length	1000 mm	
10	Filter Bandwidth	2 nm	
11	FOV	0.7 mrad	
12	Active-area Diameter	0.45 mm	
13	Count Rate	> 8 Mc/s	Count miss <10% (for 1Mc/s)
14	Photon Detection Probability	2 %	1064 nm Typ.
		39 %	532 nm Typ.
15	Resolution	150 m	1 μs Typ.
16	Gate ON/OFF Time	100 ns	

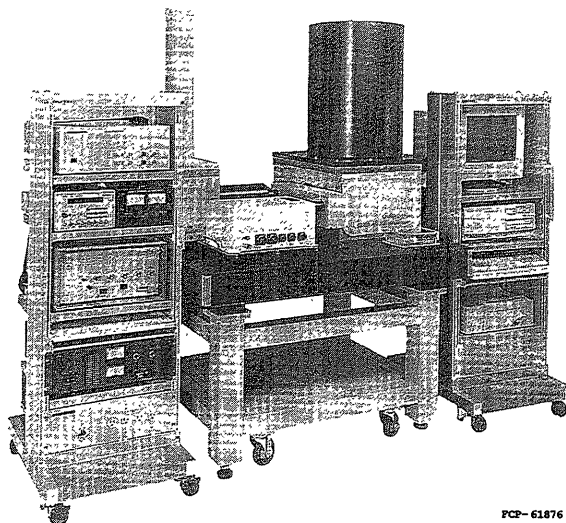


Fig.1 A photograph of the All Solidstate, Dual Wavelength Mie-Scattering LIDAR

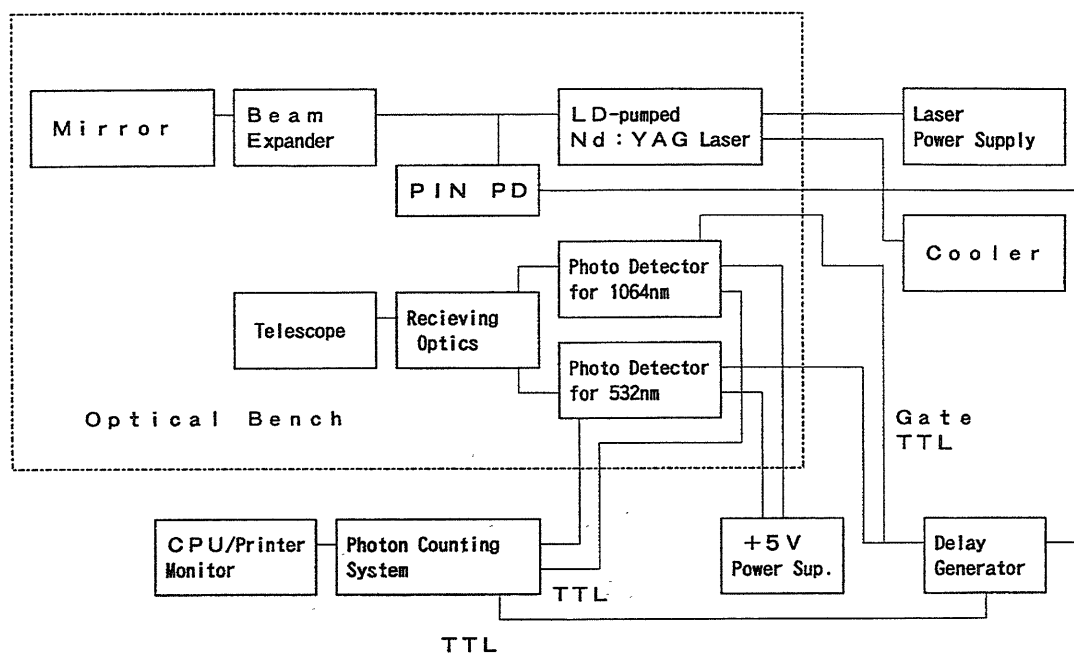


Fig.2 Schematic Diagram of Mie-Scattering LIDAR

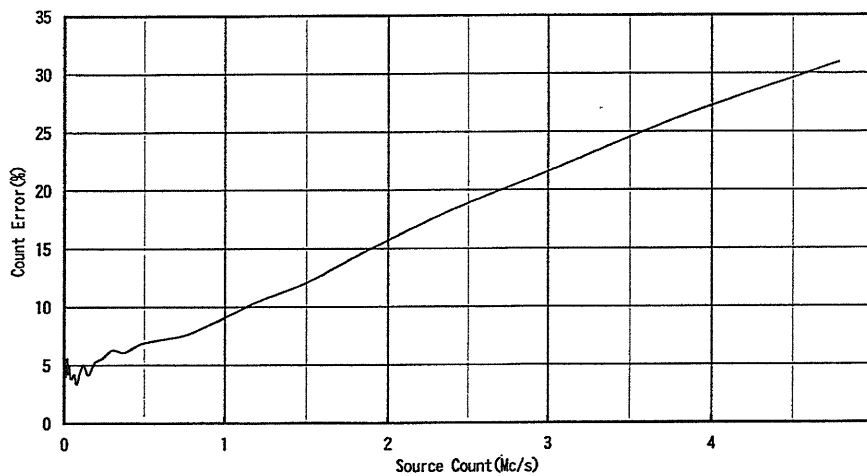


Fig.3 SPCM(Single Photon Counting Module) Source Count-rate / Count-error

ゲート時間 : 1 us トリガ : 外部トリガ トリガディレイ : 0%
 記録長 : 256 ch 積算回数 : 1000 loops 測定日 : 平成 7/03/06
 ファイル名 : test30 コメント : 16:58 ケチシ

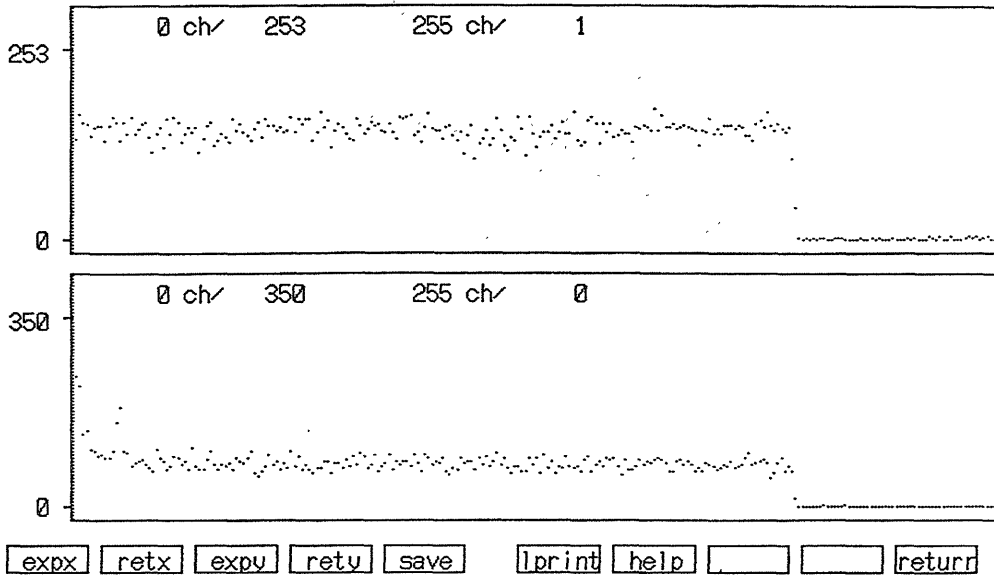


Fig. 4 An example of the Photon-counting-system output Data

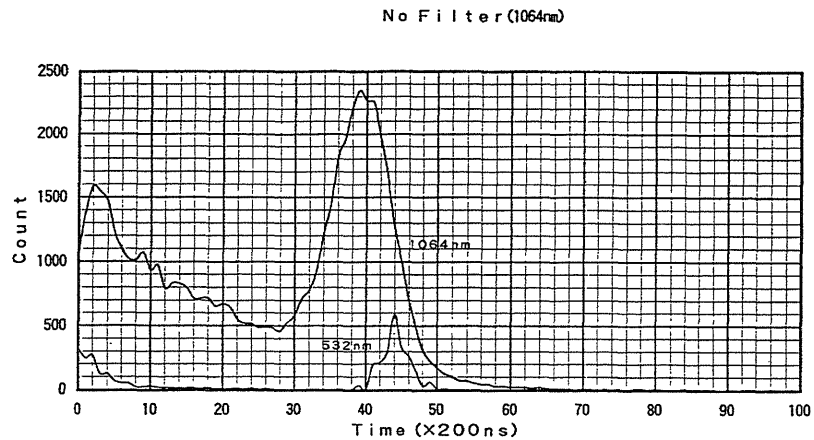


Fig. 5 SPCM saturation measurement(No attenuation filter for 1064nm)

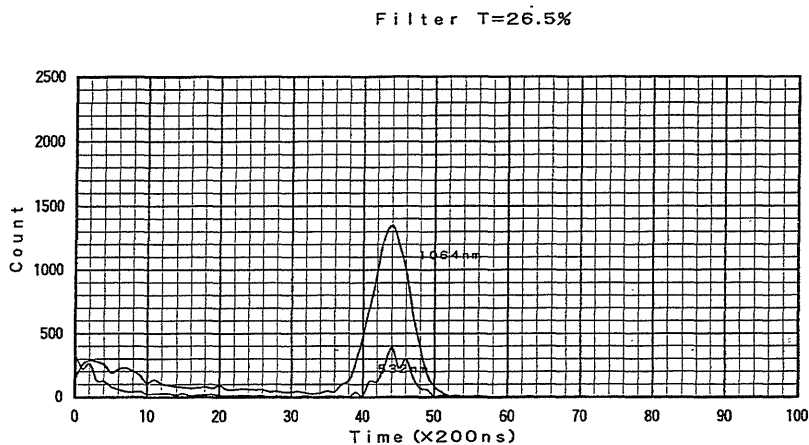


Fig. 6 SPCM saturation measurement(Attenuation filter 26.5% for 1064nm)