

超小型 LED ライダーの開発と受光特性評価

LED mini-lidar -Development and receiving characteristics-

小山護哲、椎名達雄

Moriaki Koyama, and Tatsuo Shiina

千葉大学大学院融合科学研究科

Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University

Abstract

In this study, we aim to develop a LED mini-lidar for near-range measurement. At first, we developed the pulsed LED light source module of the pulse width of 10ns. Next, we developed a miniature compact LED lidar system for near-range detection of few hundred meters. In this lidar, the pulse power is more than 100mW. And the oscillating frequency and the pulse width were 112kHz and 10.2ns, respectively. The lidar system has a coaxial optical system by a mirror with a hole. In this report, we evaluated receiving characteristics of the LED mini-lidar.

1.はじめに

近年、電球に換わる照明素子として LED(Light Emitting Diode)は普及しつつあり、長寿命性・低消費電力を謳った照明用器具が多く販売されている。また、市場では、光度 10,000mcd を超える超高輝度 LED や、出力 1W を超えるハイパワーLED といったものも容易に入手可能である。本研究では、LED をライダー光源に利用することに着目した。LED は、小型で安価であり、利用される半導体材料により波長も様々である。また、素子がタフな為、扱いも容易である。これらの特徴はライダー開発において大きなメリットとなる。

本研究では、イベントホール、工場内の大気や道路周辺の粉塵を計測対象とした LED ライダー[1,2]の開発を行っている。計測レンジは、0 メートルから数百メートルを想定している。サイズの超小型化により、持ち運びも容易である。本報告では、LED ライダーの装置作成と計測による受光特性の評価について報告する。

2.ライダー装置

Fig.1 に LED ライダーの構成を示す。現在利用している LED は全体で 25° 程度の拡がり角を持っている為、コリメート後のビーム径は $60\text{mm}\phi$ とした。この時のビーム拡がり角は 9.5mrad である。送受信には同じレンズを用いており、直径 $190\text{mm}\phi$ のフレネルレンズを利用している。本 LED ライダーでは、穴あきミラーを利用することにより、送信・受信を単一の光学系で行うコアキシャル型（同軸型）光学系を採用している（特許出願中）。LED の発振には、自励式のパルスドライブ回路を設計することで、光源ユニットの小型化を実現している[3]。このドライブ回路により、 100mW 超のパルス出力を獲得した[4]。受信系にはフォトンカウンティング用 PMT を用いており、微弱な信号も受信可能である。Fig.2 に装置写真を示す。装置サイズは $230\times 230\times 210\text{mm}$ （幅×奥行×高さ）で超小型化を実現している。Table 1 に LED ライダーの仕様をまとめる。LED の波長は 392nm の近紫外を用いており、パルス幅は 10.2ns とした。

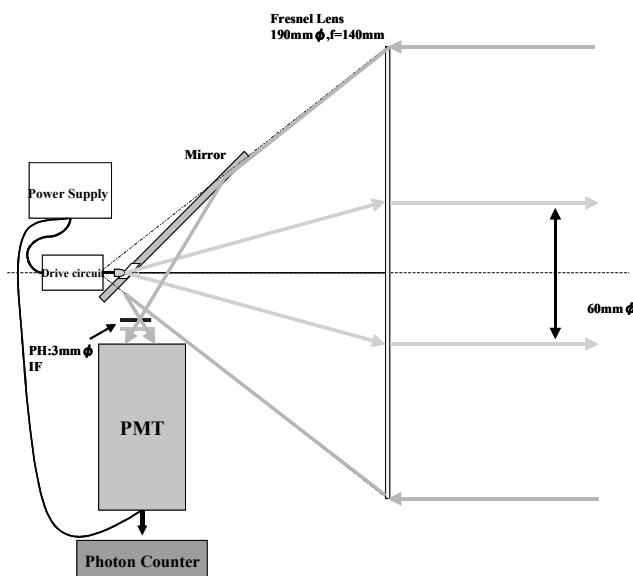


Fig.1 Block diagram of the LED lidar

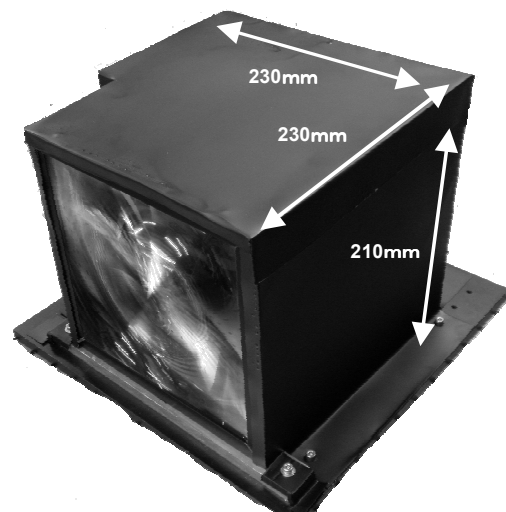


Fig.2 Photograph of the LED lidar

Table 1 LED lidar specification.

Transmitter	
Light source	Lamp type LED
Wave length	392nm
Pulse width	10.2ns
Pulse power	120mW
Beam size	60mm ϕ
Beam divergence	9.5mrad
Repetition rate	112kHz
Receiver	
Type	Photomultiplier tube
Aperture diameter	22mm ϕ
Pinhole	3mm
FOV	10.7mrad

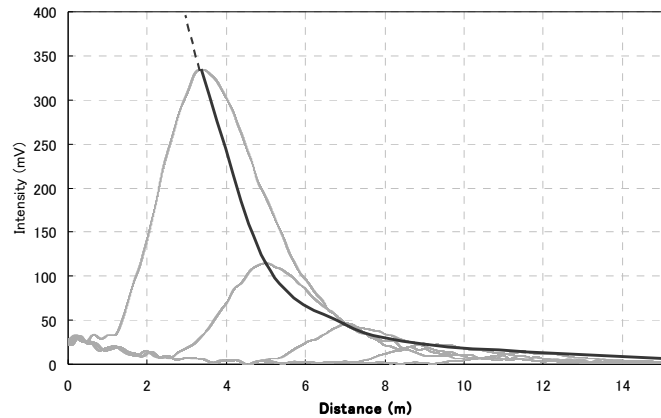


Fig.3 Lidar echo variation on the each distance

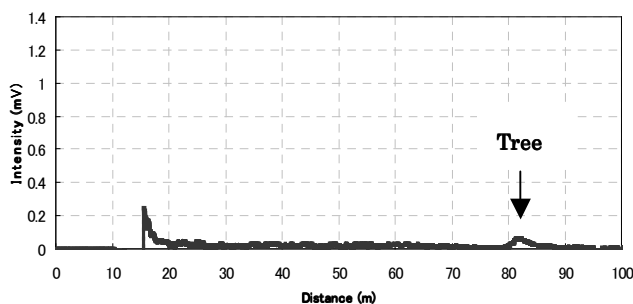


Fig.4 Lidar echo of the tree

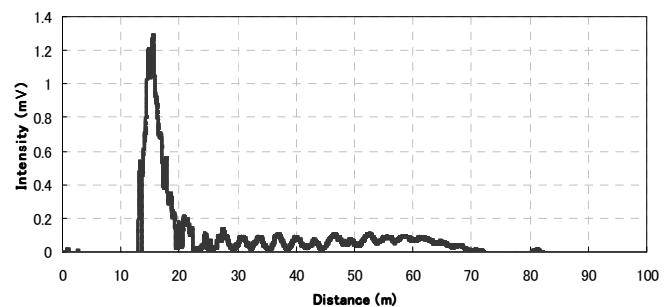


Fig.5 Lidar echo of the Smoke

3.受光特性評価

Fig.3 にハードターゲット(壁に貼った白紙)による受光特性の測定結果を示している。計測から、本 LED ライダーにおいて、ライダー装置の直近距離からターゲットのエコーが得られることを確認した。また、グラフ中の太線はターゲットからのエコーピークを結んだものである。これより直近距離から信号光強度が距離の二乗に反比例して減衰していることが確認できる。Fig.3 の結果では、10m 程度で信号が微弱になってしまっているが、PMT の感度を上げることで、さらに遠距離まで計測可能である。

Fig.4 に遠方ハードターゲット(木)の計測結果を示す。木からのライダー信号とビーム遮光時のライダー信号の差分を取ったものである。80m 付近に見られるピークが木からの信号である。これにより、100m 近い計測レンジが得られることを確認できた。また、15m 付近のピークは大気が取れている可能性があるが、現在、リンギング成分やノイズを考慮しながら考察を行っている。Fig.5 は、排煙をモデルとした煙を 15m 付近で焚き計測した結果である。計測条件は Fig.4 と同様である。15-20m 付近に煙による強いエコーが確認できる。煙の信号以降は、煙による減衰の為にリンギングの影響が強く出ている成分と考え検証を行っている。

4.まとめ

LED を光源とした超小型 LED ライダーの作成を行った。ライダー光学系には、特殊な穴あきミラーを用いたコアキシャル型光学系を採用し、シンプルでコンパクトなライダー装置を開発した。受信系にはフォトンカウンティング用 PMT を用いることで、微弱な信号も受信可能である。ハードターゲットによる計測により、ライダー直後の最近距離からの計測が可能であることを確認した。また、煙を対象とした計測も行った。これまではアナログモードでの計測を中心に行ってきたが、現状では大気の計測には至っていない。現在は、より微弱な信号を高精度で獲得する為、フォトンカウンティングによる大気の計測を試みている。

参考文献

- 1) 小山護哲, 椎名達雄, 「LED ライダー用パルス光源の開発」, 第 27 回レーザーセンシングシンポジウム予稿集, pp. 86-87 (2009)
- 2) 椎名達雄, 小山護哲, 「LED ライダーの試案」, 第 27 回レーザーセンシングシンポジウム予稿集, pp.84-85 (2009)
- 3) 小山護哲, 椎名達雄, 「LED ライダー用光源モジュールの開発」, 第 57 回応用物理学関連連合講演会講演予稿集, 04-238 (2010)
- 5) 阿保 真, 長澤親生, 柴田泰邦「超小型ライダーとセンサーネットワークを組合わせた都市大気環境測定」, 第 33 回リモートセンシングシンポジウム講演論文集, pp77-76 (2007)