

LED ライダーの試案 Tentative Draft of LED Lidar

椎名 達雄、小山 護哲
Tatsuo Shiina, and Moriaki Koyama

千葉大学大学院融合科学研究科
Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University

Abstract: Mini-Lidar that used Light Emitting Diode (LED) as a light source was designed for near range atmosphere measurement on downtown, factory, and busy traffic road. We planned the structure of an unique LED lidar and estimated the signal-to-noise ratio of the LED lidar. As a result, it was examined that the blue LED of the power of 100mW and the pulse width of 10nm will be utilized as a light source of the near range lidar, especially in night time.

1. はじめに

レーザー技術が円熟し、小型化や安定性、低コストなレーザー機器が数多く市販されている。ライダー機器においても主要な装置は光源であり、レーザーの仕様や構成がライダーの仕様を左右することになる。レーザー装置の大きな電源、大きな消費電力、ならびにナイーブな扱いがライダーを設計する上で制約を設けることになる。本研究では簡易でラフな扱いができるライダーの開発を目指している。市街地や工場内大気、ならびに交通量の激しい道路等を計測対象とするライダーを想定している。数百 m を計測レンジとし、携帯できるコンパクト性と設計の自由度を考慮したミニライダーの構成を検討している。

簡易な高出力光源として、半導体レーザー (LD) と発光ダイオード (LED) が挙げられる。LD を光源としたライダーはこれまでも開発例があるが[1]、小型でアイセーフではあるものの、従来のライダーの構成を踏襲したものである。また、ハイパワー用の LD があるが、波長に限られる。そこで本研究では LED に着目した。LED は近年照明用途として高出力な製品が多数市販され、波長のバラエティも豊富である。扱いもラフで良く、しかも LD と比べて極めて安価である。LD と比べ、ドライバ等もラフな扱いが可能である。一方、コリメートした際の分布ムラ、輝度のバラツキ等はポイント観測であるライダーでは大きな問題とはならないまでも、ビームサイズが大きくなる、ビームの広がり角が大きくなるといった LED の性質はデメリットとなる。本研究では LED を光源としたライダーの構成を試案するとともにその実現性、利便性を検証した。

2. LED ライダーの構成

近距離ライダーを構成するにあたり、送信ビームのサイズが大きくなることは送受信に別々の光学系を使うバイアキシャル型 (双頭型) の光学系では好ましくない。これまでの経験からインライン型を構成するにしても偏光特性による送受信の分離が使えず、ラマン光による波長での送受信分離を行うには光量が足りない。結果としてコアキシャル型 (同軸型) の構成を試案した。Fig.1 にその図案を示す。その際に想定したライダー光学系諸定数を Table1 にまとめる。LED ドライバは電子回路で構成し、非球面レンズによってコリメートする。受信光学系は屈折型で描いているが、反射光学系でも構わない。送信ビームの広がり角を 3mrad としたため、受信光学系においても同様の 3mrad とした。

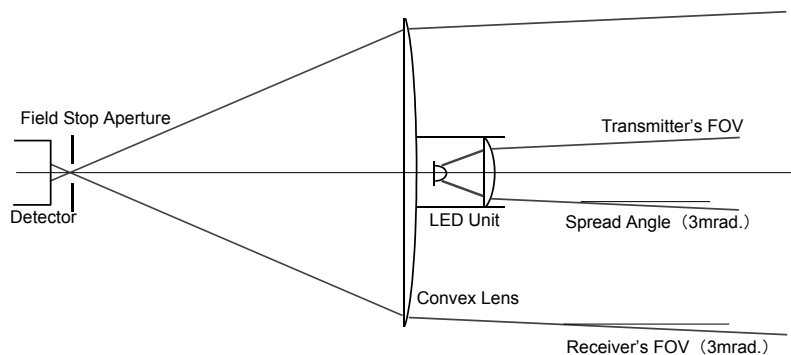


Table 1 LED Lidar setup.

Light Source	LED
Power	100mW
Pulse Width	10nm
Wavelength	400nm
Beam Size	30mmφ
Beam Divergence	3mrad.
Receiver	Convex Lens
Aperture	100mmφ
Focal Distance	200mm
Field Stop Aperture	1.2mmφ (FOV=3mrad)

Fig.1 Optical design of LED compact lidar.

今回の計算では近距離計測にレンジを限定することでLEDパルス光量を100mWとした[2]。想定したLEDは砲弾型LEDで5mmφならびに3mmφの大きさのものである。その場合、単レンズでコリメートする際この光源サイズが起因となってビームの広がり角を狭くできない。また、砲弾型LEDではビームの放射角が15-60度と広い。従ってライダーでの送信光としてコリメートする場合、ビーム外径は30mmφ以上、広がり角は1-3mradとすることが実質的な構成となる。送信ビームの強度分布はガウシアン型と仮定した。波長はNUV(380nm)からNIR(1.5μm)まで豊富なラインナップが利用できる。これまでの研究成果から出力で100mWを超えるもの、ならびにパルス幅で10nmから50nmのものを利用できることを確認している。

3. LEDライダーエコー光量の見積り

Fig.1に示す光学系、ならびにTable1にまとめた仕様によってLEDライダーのエコー光量の見積りを行った[3]。Fig.2は送受信視野の重なり関数の変化を示す。視野角を広くしているため、20m程で送受信視野の重なりが1に立ち上がっていることがわかる。この早い(近距離での)立ち上がり、結果として近距離でのエコー波形の立ち上がりを決める。Fig.3にライダーエコー信号の信号対雑音比(SN比)を示す。この波形のピークは先の視野重なり関数の変化と同様の距離で生じている。一方、最近距離でもSN比は0とはならない。これは送信ビーム径が広がり角を持つことによる。計測範囲として0-300mでミーライダーの観測が可能であることを示している。現状では背景光を考慮した場合には最近距離であっても十分なSN比を得ることができていない。主要な要因は受光視野角を送信ビームの広がり角に合わせて3mradにまで広げていることにある。コアキシャル型の構成上送受信の視野は個別に調整が可能のため、送信ビームの広がり角を精度よくコリメートすること、ならびに受光視野を制限することで昼間のSN比を向上できるものと考えている。今後昼夜を問わず利用可能な携帯型ライダー機器として最適化を図っていく。

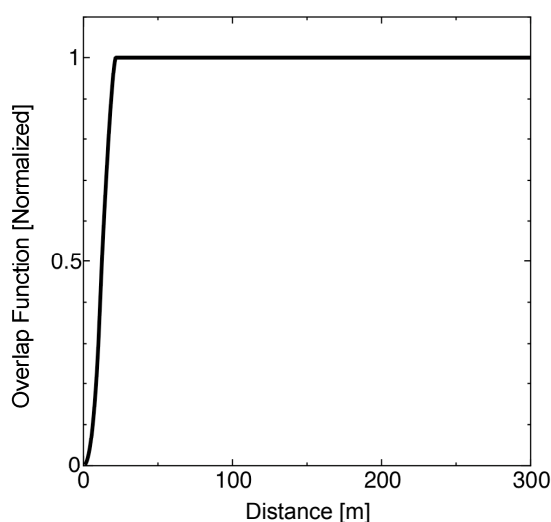


Fig.2 Overlap function of LED lidar optics.

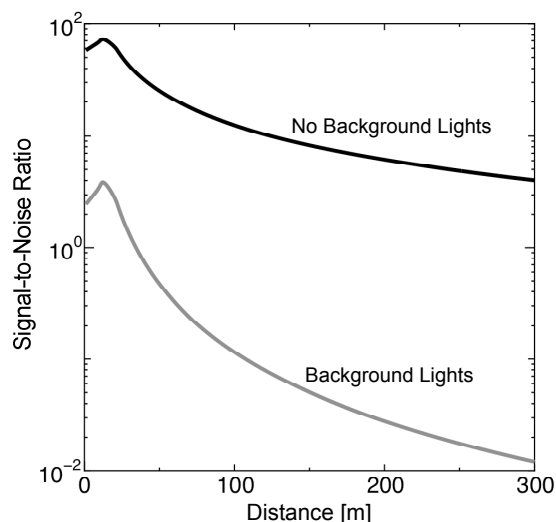


Fig.3 Signal-to-Noise ratios of LED lidar echoes.

4. まとめ

本研究ではLEDを光源とする超小型ライダーの試案を行った。パルス出力で100mW、パルス幅10nsのLED光源を想定し、ライダーエコーのSN比を見積もった。構成としてコアキシャル型光学系を採用し、送受信視野の広がり角3mradを考慮した計算を行った。両視野の重なり関数、ライダーエコー光量のSN比の解析結果から、夜間であれば0-300mの計測範囲で十分なSN比が得られた。現状では昼間は背景光の影響が視野角が大きいため近距離に置いてもライダーエコーを計測することは難しい。今後、送受信視野角をより狭く制限することで、昼夜ともに利用可能なLEDミニライダーの最適化を図っていく。

参考文献

- [1] 東川孝、横澤剛、「工業用ライダーの小型化の研究 II」第24回レーザセンシングシンポジウム予稿集、pp.73-74, 2005
- [2] 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
- [3] 山口一郎、角田義人編、「半導体レーザと光計測」学会出版センター、1992