

受信スキャンレス型 CW 変調方式 3D Imaging LADAR の開発 Development of CW modulated 3D Imaging LADAR with scanless receiver

今城 勝治、亀山 俊平、石村栄太郎、平野 嘉仁

Masaharu Imaki, Shumpei Kameyama, Eitaro Ishimura, Yoshihito Hirano

三菱電機株式会社

Mitsubishi Electric Corporation

Abstract

We have been developed the CW modulated phase detection 3D imaging LADAR system with scanless receiver. The receiver using long narrow PD has wide field of view. The intensity modulated laser is scanned by using MEMS mirror in the field. By using this system, high speed and realtime imaging is realized.

1 はじめに

我々は、レーザを用いた物体上の多点測距により 3 次元画像の撮像を行う 3D-Imaging LADAR (LAsER Detection And Ranging) の開発を行っている[1]。一般的に、リアルタイムで 3 次元撮像を行うためには、受信系をアレイ化し、多点測距を瞬時に撮像する技術が必要であるが、システム構成が複雑化・高コスト化が課題である[2]。ここでは、上記アレイ化を必要とすることなく、高速に 3 次元撮像を実現できる新しいシステム方式を開発したので報告する。

2 システム構成

図 1 にシステム構成を示す。本システムでは、CW 信号で強度変調された $1.5 \mu\text{m}$ 帯アイセーフレーザを送信する。固定されたライン状の受信視野中に沿って、送信ビームをラインスキャンする。各送信方向において得られた受信信号を位相検波し、送受間の位相差からターゲットまでの距離を測定する。各測距値とビーム送信角より、ターゲットの断面プロファイルを取得する。ターゲットが上記視野を横切ることによって 3 次元画像を取得できる。

この構成では、スキャンするのは送信ビームのみであり、小型 MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) ミラーを用いることでレート 1kHz 以上の高速スキャンが可能である。また、受信開口を大きく保持しつつライン方向の視野を広角にするため、長尺型 InGaAs-PD を新規開発した。図 2 に長尺型 InGaAs-PD の構成を示す。受光面の幅は $50 \mu\text{m}$ 、長さは約 13mm であり、これにより開口径 18mm でライン方向視野角 30deg の受信系をスキャンレスで実現した。図 3 に受光器のノイズスペクトルを示す。一般的に、受光面積が大きくなると、PD 内部のキャパシタンスが大きくなり、雑音特性が劣化する。本システムでは単一の変調周波数による CW 変調方式で測距するため、TIA(Trans Impedance Amplifier)を LC 同調型として受信周波数 (= 変調周波数) 近傍の雑音特性を改善した。

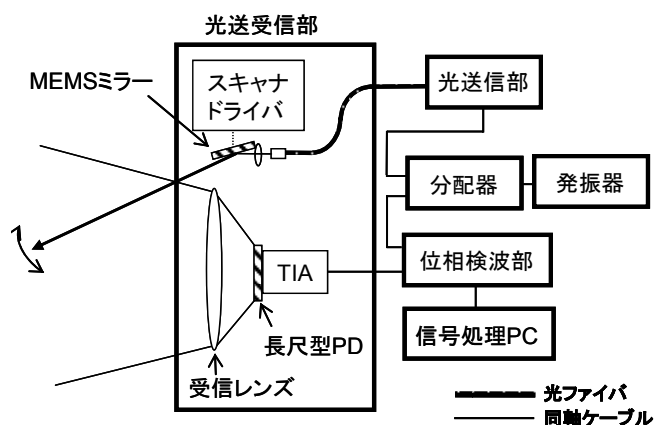


図 1 システム構成

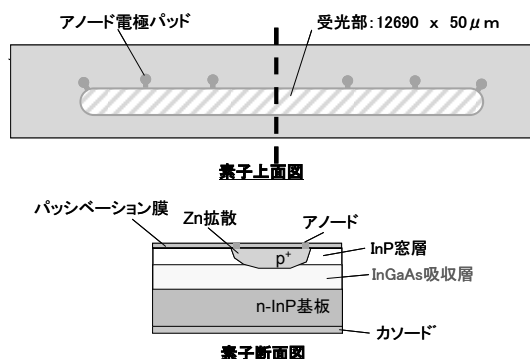


図 2 長尺型 InGaAs-PD の構成

図 4 に装置の外観を示す。装置は、光送信部、光受信部、位相検波部、制御部、電源部、信号処理部より構成されている。光受信部を光ファイバと同軸ケーブル、電源ケーブルで接続し、配置自由度の高い構成とした。また、信号処理PCは受信信号を処理するだけでなく、シリアル通信により光送信部や MEMS ミラーを制御する。また電源部は光受信部に対し遠隔から電源を供給する。

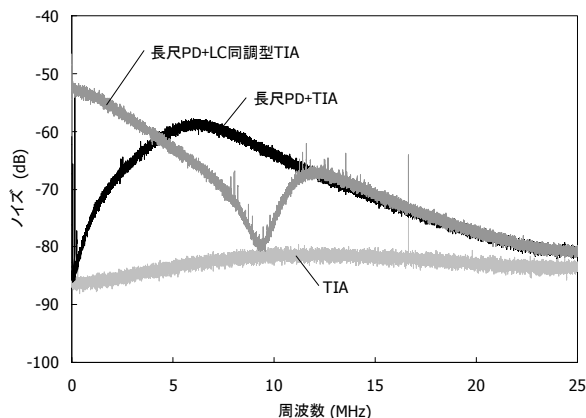


図 3 受光器のノイズスペクトル

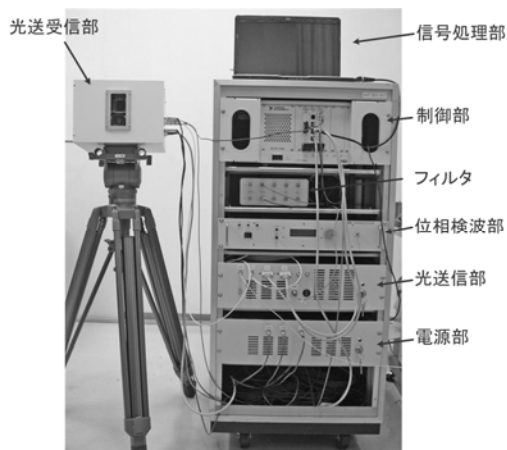


図4 装置外観

3 撮像結果

図 5 に本システムを用いて取得した 3 次元画像の一例を示す。変調周波数は 10MHz とした。図では、測距値を地表からの高さに変換し濃淡で示している。移動ターゲットが視野を横切る状態を模擬するため、静止ターゲットに対し縦方向に高速ビームスキャンさせながら、横方向スキャンを別途加えた。その結果、計測時間 0.4 秒で画素数 256×400 の良好な画像を取得できている。図からわかるように、路面は一定の高さを示しており、タイヤ止めや樹木、車両などの高さが変化している様子を測定することができている。測距精度は、反射率 0.3 のターゲットに対し、距離 10m で 6.7mm である。

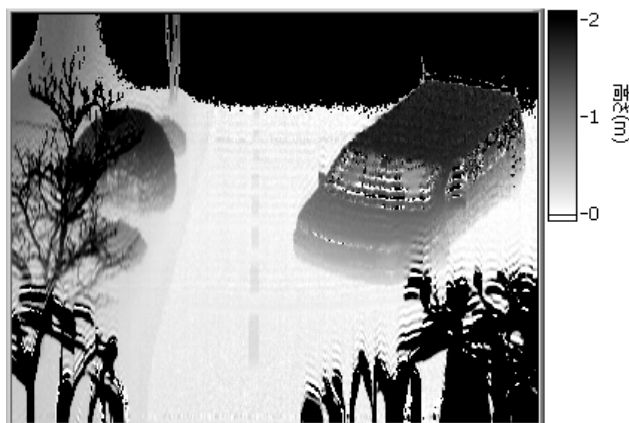


図5 撮像結果(画素数 256×400)

4 まとめ

受信スキャンレス型 CW 変調方式 3D-Imaging LADAR を開発し、その構成と撮像結果例について報告した。本装置では、長尺型 InGaAs-PD の適用により、受信開口 18mm、受信視野角 30deg のスキャンレス受信系を実現した。これにより、送信ビームのみを MEMS ミラーで高速にスキャンして、1kHz のスキャンレートで 1 ラインの撮像をすることができた。さらに、TIA を LC 同調型とすることで、受信周波数帯の雑音特性を改善した。開発した装置で撮像を行った結果、良好な 3 次元画像の取得を行うことができた。

参考文献

- [1] S. Kameyama *et al.*, "3D imaging LADAR with linear array devices: laser, detector and ROIC," Proc. of ISPDI 2009.
- [2] E. Garcia *et al.*, "Low-cost three-dimensional vision system based on a low-power semiconductor laser rangefinder and a single scanning mirror", Opt. Eng. Vol.40, no.1, pp.61-66 (2001).