

Si フォトニクスフル集積 LiDAR チップの感度に関する考察

A Consideration on Sensitivity of Si Photonics Full-Integrated LiDAR Chip

横国大院工 [○]鎌田幹也, 阿部紘士, 伊藤寛之, 玉貫岳正, 鉄矢諒, 倉橋諒, 馬場俊彦

Yokohama Nat'l Univ., [○]M. Kamata, H. Abe, H. Ito, T. Tamanuki, R. Tetsuya, R. Kurahashi, and T. Baba

E-mail: kamata-mikiya-kz@ynu.jp

Si フォトニクス FMCW LiDAR チップが開発されている¹⁾。我々は非機械式光偏向器として表面回折格子付き Si 格子シフト PCW (LSPCW) 光偏向器を提案し、大規模・高速な 2 次元偏向を実証した^{2,3)}。また、レーザの直接 FM 変調の代わりに、任意信号発生器からの周波数掃引信号で駆動した強度変調や片側波変調を適用することで FMCW 動作が可能なることを示してきた^{4,5)}。今回はより本格的な LiDAR 動作に向け、測距動作の感度について考察した。

図 1 に示すように横 9.1 mm、縦 5.5 mm の LiDAR チップをアルミ基板上にダイボンディング、周囲のプリント基板にワイヤボンディングし、ファイバ実装も行った。波長を固定した CW レーザ光を LN IQ 変調器に入射して帯域 10 GHz、掃引周期 100 μ s の線形周波数掃引信号光を生成し、アンプ後にチップに結合させる。チップ内部では、光スイッチを介して 32 本の LSPCW 光偏向器のうちの 1 本から出射、レンズでコリメートしてビーム状にし、鏡に照射した。光偏向器は pip ヒータを搭載しており、これと光スイッチによる導波路切り替えを用いて、2 次元偏向が可能である³⁾。鏡からの反射光は同じ光偏向器で受光し、内部で参照光とミキシング、Ge バランス型フォトダイオードで検出する。そして TIA アンプで増幅後、ビート信号を図 2 のようにスペクトラムアナライザにより観測した。距離約 5 m で最大で 66.7 dB の S/N を示した。これはランバート反射損⁵⁵ dB がある任意の物体が測距できる値である。

図 3 にはチップ内外の損失評価を示す。今回は SSC の不出来やファイバ接続の不安定性で既に 17 dB 以上の損失がある。そのほか、チップ内の各素子やレンズの最適化により損失が低減できると考えられ、合計で 34 dB 以上の改善が見込めるので、最終的には S/N > 100 dB が期待される。ここまで S/N があれば、物体表面の過剰反射損が 10 dB あっても、距離 200 m の物体が捉えられる性能となる。

当日は、自動取得される明瞭な 3 次元測距画

像についても報告する。また、現在、高速な FPGA 回路を用いたリアルタイム動作へ向けて進めている。

本研究は JST-ACCEL プロジェクトにて実施されている。

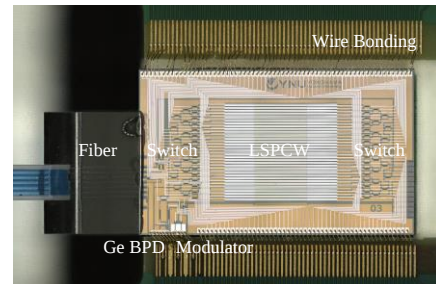


図 1 製作、実装した LiDAR チップ。

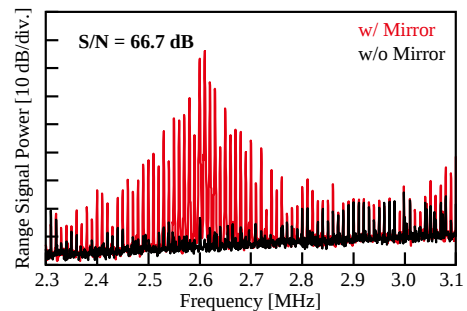


図 2 測距信号スペクトル. S/N = 66.7 dB.

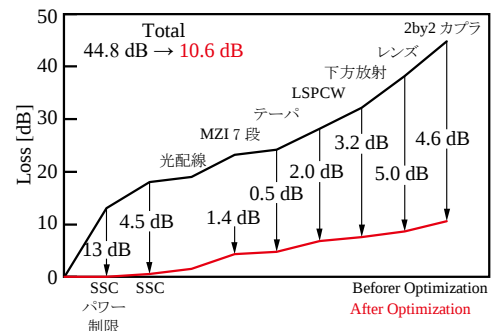


図 3 内部損失評価. 34.2 dB の改善の余地あり。

参考文献

- 1) C. V. Poulton, et al., IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron 25, 7700108 (2019).
- 2) H. Ito, et al., Optica 7, 47 (2020).
- 3) T. Tamanuki, et al., J. Lightw. Technol (2020)
- 4) Y. Furukado, et al., Opt. Exp. 26, 18222 (2018).
- 5) M. Kamata, et al., J. Lightw. Technol. 38, 2315 (2020)