

Si フォトニック結晶 I-Q 光変調器を用いて搬送波抑制片側波信号を重畳した空間ビームによる FMCW LiDAR の測距動作

FMCW Ranging Action using Free-Space Optical Beam with Carrier-Suppressed Single Sideband Signal Generated by Si Photonic Crystal I-Q Optical Modulator

横国大院工 ○鎌田幹也, 阿部紘士, 雛倉陽介, 倉橋諒, 馬場俊彦

Yokohama Nat'l Univ., ○Mikiya Kamata, Hiroshi Abe, Yosuke Hinakura, Ryo Kurahashi, Toshihiko Baba

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

我々は Si フォトニクスとフォトニック結晶導波路 (PCW) を利用した非機械式オンチップ FMCW LiDAR を開発している[1]. FMCW 方式では, 線形に周波数を掃引した FM 変調が必要となる. これまで報告した強度変化を伴う擬似的な FM 変調では, 実効的な信号低下が懸念されるため[2], 我々は純粋な FM 変調となる搬送抑制片側波 (CS-SSB) 信号を生成し[3], ファイバ遅延干渉計による測距で, その有用性を確認した[4]. 今回は, 光偏向器を光ビームの送受信器として用いた測距を行い, LiDAR においても有用性となることを確認した.

CS-SSB 変調は I-Q 変調器の光と電気信号の各部の位相を調整することで生成される[5]. 同様に, 搬送波を抑制しない単なる SSB, 搬送波抑制両側波 (CS-DSB), DSB も可能である. 製作した Si PCW I-Q 変調器を図 1 に示す. 2 つのマッハツェンダー変調器が入れ子になった構造であり, 各移相器は波形 p-n ドープした長さ $L = 300 \mu\text{m}$ の格子シフト型 PCW (LSPCW) である. 図 2(a) は光パワーを等しくした上記の 4 種類の変調光の光スペクトルである. ただし変調周波数は 2 ~ 4 GHz の間で線形的に掃引した. 次にこの変調光を参照光路と遅延光路に分岐した. 遅延光路については, フォトニック結晶光偏向器[1]から光ビームを空間に放射し, 8.5 m 離れた物体からの反射光を受信, その後, 参照光とミキシングし, バランス型 PD で受光, ビートスペクトルを観測した. その結果を図 2(b), (c) に示す. ビート周波数は 33 MHz であり, 変調帯域幅 2 GHz と繰り返し周期 4 μs を考慮したときに算出される距離は実際の物体距離とよく対応した. ビートの強度を比較すると, DSB と比べて CS-DSB は 6.9 dB, SSB は 5.5 dB, CS-SSB は 9.1 dB 増加し, その有用性が確認された.

本研究は JST-ACCEL プロジェクトにて実施されている.

参考文献

- [1] Y. Furukado et al., *Opt. Exp.*, (2018).
- [2] X. Han et al., *IEEE Photon. Technol. Lett.*, (2019).
- [3] 雛倉ら, 応物秋季講演会, (2018) 18a-212A-8.

- [4] 鎌田ら, 応物春季講演会, (2019) 12p-W631-7.
- [5] T. Kawanishi and M. Izutsu, *IEEE Photon. Technol. Lett.*, **16** (2004) 1534.

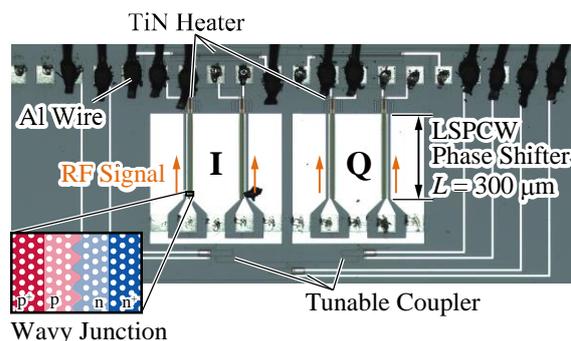


図 1 製作した Si PCW I-Q 変調器.

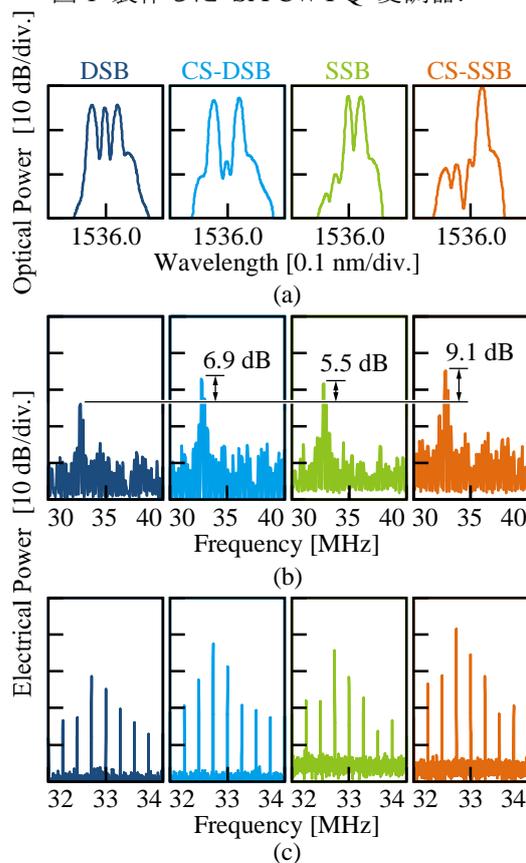


図 2(a) 4 種類の変調光スペクトル. (b) 各変調光を用いてそれぞれ観測されたビートスペクトル. (c) 所望のビート周波数付近の拡大.