Si フォトニック結晶光送受信アンテナを用いた 空間光ビームによる FMCW LiDAR

FMCW LiDAR Using Free-Space Optical Beam via Si Photonic Crystal Transmission/Reception Optical Antenna

横国大・院工, ⁰倉橋諒, 阿部紘士, 鉄矢諒, 馬場俊彦

Yokohama Nat'l Univ., °Ryo Kurahashi, Hiroshi Abe, Ryo Tetsuya, Toshihiko Baba E-mail: kurahashi-ryo-xv@ynu.jp

我々は、Si 二重周期フォトニック結晶導波路光偏向器とその FMCW LiDAR 応用を検討している¹⁾. これまでに、Si フォトニクス CMOS プロセスにより同デバイスを製作し、2 次元光偏向動 作を実証した²⁾. またこの光偏向器を送受信アンテナとして利用し、物体との間を空間光ビーム として往復させることで、LiDAR として想定される FMCW 測距動作を確認した³⁾. 今回は、複数 の光偏向器とマッハツェンダ型切り替えスイッチを集積したデバイスで、空間光ビームを 2 次元 的に光偏向させながら、FMCW 信号を取得し、FMCW LiDAR として初期動作を確認した.

製作したチップと偏波保持ファイバで構成された測定系の概要を図1に示す.まず任意波形発 生器(AWG)から出力する周波数チャープ信号を用いて、レーザ光を疑似FM変調した.この光 を2分岐し、片経路の12 dBmの光を光偏向器チップに入射し、コリメートレンズを介して光ビ ームを放射させた.ビームは3次元形状の物体で反射して同経路を戻り、同じ光偏向器で受光さ れ、2分岐したもう一方の経路とミキシングしてからバランス検出した.5~6 m離れた位置に配 置した金属の測距対象物の例を図2(a)に示す.放射ビームの横方向(θ方向)角度は、光源の波 長掃引か導波路の加熱により偏向できる.また、縦方向(φ方向)の角度は、光偏向器の切り替え で偏向する.それぞれの角度に対してFMCWビートスペクトルを取得、その周波数から距離を計 測し、この作業を繰り返して得られた距離画像の例を図2(b)に示す.測距対象物の表面形状に対 応するカラーマップが得られた.今回の実験ではチャープ信号の帯域を5 GHzに設定したので、 これに対応する距離分解能は3 cm である.

取得したビートスペクトルの S/N は標準で 30 dB 程度であったが,入射パワーの引き上げに加 え,バランス検出の精密な平衡化,偏向器の構造最適化,純粋な FM 変調の採用,コリメートレ ンズの大型化などにより,さらに数十 dB の向上が得られると見積もっており,より広範囲の角度 で任意の物体の測距が可能と考えている.既に光源を除くこれらの要素を集積したオンチップ集 積を完了しており,現在,動作検証中である.

なお,本研究は JST-ACCEL プロジェクトとして行われている.

<u>参考文献</u> 1) H. Abe, et al., Int. Commission for Opt. (2017) Tu1A-04. 2) H. Ito, et al., *Optica*, 7 (2020) 47. 3) 阿部ら,春季応物 (2019) 11p-W331-12.

