

スローライト FMCW LiDAR におけるステップ状光ビーム走査 Step-like optical beam scanning in slow-light FMCW LiDAR

横国大院工 ○權藤潤, 玉貫岳正, 馬場俊彦

Yokohama Nat'l Univ., [○]Jun Gondo, Takemasa Tamanuki and Toshihiko Baba

E-mail: gondo-jun-ks@ynu.jp

Si フォトニクス非機械式 LiDAR が注目されている¹⁾。我々はフォトニック結晶導波路 (PCW) スローライト偏向器^{2,3)} による FMCW LiDAR を開発してきた⁴⁾。PCW は波長掃引か、または p-i-p ドープ Si ヒータによる熱光学効果により光ビームが走査できる。特に後者は波長掃引レーザが不要、かつ動作が高速(ビーム切替時間 2.7 μs)⁵⁾ である。ただし FMCW LiDAR に適用すると周波数変調でビームが動くので、測距中に解像点にビームを静止できない。そこで本研究では、FMCW LiDAR の新たなステップ状ビーム走査法を考案した。

Fig. 1 に実験系を示す. AWG からの周波数掃引信号を LNIQ 変調器に印加してレーザ光を SSB 変調し, FMCW 光を得た. ビームは受光用ファイバコリメータの移動と時間波形観測を組み合わせた時空間測定⁵⁾により評価できる. ここで Fig. 2(a) のように鋸歯状に周波数を掃引し, 同時に Fig. 2(b) のような直線的な電圧を熱光学ヒータに印加する. PCW のスローライト効果を考慮して各傾斜を適切に設定すると, 両者の効果が相殺し, Fig. 2(c) のようなステップ状光ビーム走査が得られる. 実際に周波数掃引帯域を 14 GHz (1~15GHz) とすると, 波長シフトは 0.11 nm であり, これに対して PCW からのビームは約 0.1°移動する. これはビーム拡がりを考慮すると, ちょうど解像点 1 個分である. これに合致するように電圧の傾斜を調整したとき, Fig. 1 の系で, 1 つのファイバコリメータの位置で実際に観測されたビーム波形が Fig. 3 である. ただし変調周波数の跳びで出力が安定しない領域を削っている. 加熱なしではビームが移動して強度が変化するのに対し, 加熱ありではビームがほぼ静止する様子がわかる.

なお、本研究は JST-ACCEL プロジェクト (JPMJAC1603) として行われている.

参考文献 1) C. Rogers et al., *Nature* **590**, 256 (2021).
2) H. Ito et al., *Optica* **7**, 47 (2020). 3) T. Tamanuki et al.,
J. Lightw. Technol. **39**, 904 (2020). 4) 馬場ら, 信学論
文誌 **J103-C**, 434 (2020). 5) J. Gondo et al., *Opt. Lett.*
(2021, submitted).

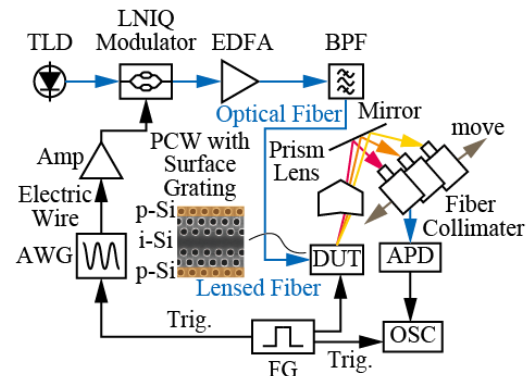


Fig. 1 Measurement setup.

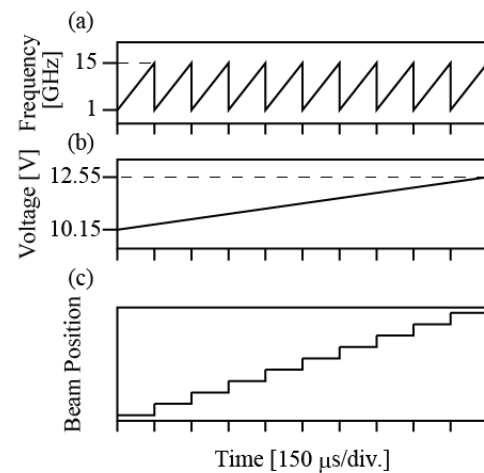


Fig. 2 Schematic of Proposed step-like scanning method. (a) Frequency-swept signal, (b) heating voltage, (c) beam's temporal response.

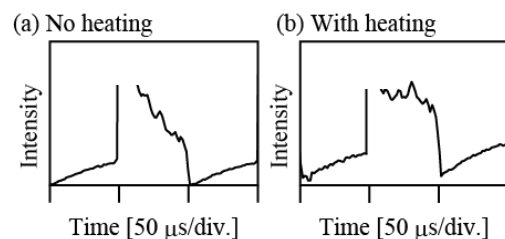


Fig. 3 Beam's temporal response observed at a fixed fiber collimator position by the setup in Fig. 1. Unusual peak at the rise of the waveform due to the sudden change of the modulation frequency is neglected.