

Si フォトニック結晶導波路スローライト FMCW LiDAR による動きの観測

Scanning Laser Doppler Velocimeter and Vibrometer with Si Photonic Crystal Slow Light FMCW LiDAR

横国院工 ○陶山実之, 伊藤寛之, 倉橋諒, 阿部紘士, 馬場俊彦
Yokohama Nat'l Univ., ○S. Suyama, H. Ito, R. Kurahashi, H. Abe, T. Baba

E-mail: suyama-saneyuki-hg@ynu.jp

我々はスローライト効果をもつ Si フォトニック結晶導波路 (PCW) 光偏向器を光ビーム送受信用アンテナとして用いた小型 FMCW LiDAR チップを研究してきた^{1,2)}. FMCW 方式の大きな特徴は, ドップラシフトを検出することで, 物体の速さを直接測定し, イメージ化ができる点である^{3,4)}. また, レーザドップラ振動計の原理を組み合わせることによって, 物体の振動分布を可視化できる⁵⁾. そこで本研究では PCW 光偏向器を用いて, 距離, 速さ, 振動の 3 つをイメージ化し, ドップラ速度計や振動計の機能をもつ LiDAR となることを実証した.

速さ情報を含む距離画像に関しては, 図 1(a) のように 45 rpm で回転するターンテーブルと筐体側面を測定対象とした. S/N 向上のため, 再帰性反射シートを張り付けている. FMCW の周波数変調には, 掃引帯域 $B = 10$ GHz, 周期 $T = 40$ μ s の三角波変調を用いた. このとき, 距離分解能は 15 mm, 速さの分解能は 19 mm/s となる. また θ 方向には波長掃引, ϕ 方向にはコリメートレンズのオフセットで 2 次元ビーム走査を行った. 図 1(b) は実際に測定された距離と速さの分布を示しており, 速さの誤差は 23 mm/s であった. この値は理論値とターンテーブル側面のタコメータ用凹凸によるジッタを考慮すると妥当な値である.

次に振動分布を測定した. 測定対象は, 図 2(a) のように振動数 1.5 kHz, 2 kHz, 2.5 kHz で振動しているスピーカアレイであり, 同様に再帰性反射シートを張り付けている. 周波数変調は $B = 10$ GHz, $T = 4$ μ s のノコギリ波を使用し, 2 次元ビーム走査は上と同じである. 図 2(b) は実際に測定された振動分布であり, 誤差 10 Hz の精度で周波数分布が測定できた.

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) H. Ito et al., *Optica* **7**, 1 (2020). 2) T. Tamanuki et al., *J. Lightw. Technol.* **9**, 904 (2020). 3) J. Riemensberger et al., *Nature* **581**, 164 (2020). 4) C. Rogers et al., *Nature* **590**, 256 (2021). 5) 陶山ら, 秋季応物, 18a-Z10-10 (2020). 6) L. E. Drain, *The Laser Doppler Techniques*, John Wiley & Sons (1980).

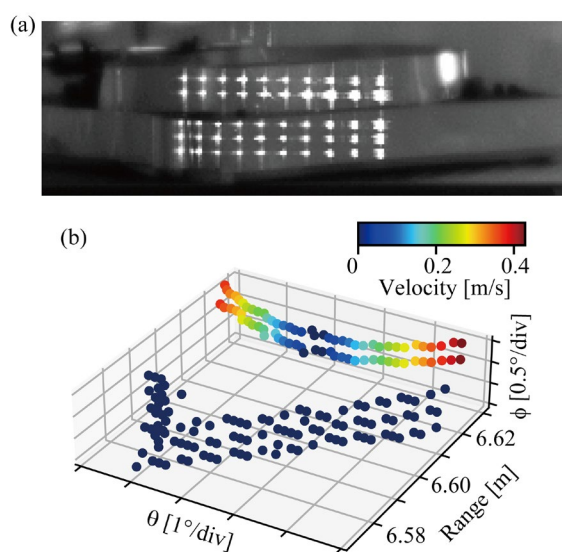


図 1 レコードプレーヤーの回転の測定. (a) ビーム走査の様子. (b) 測定された速さの分布.

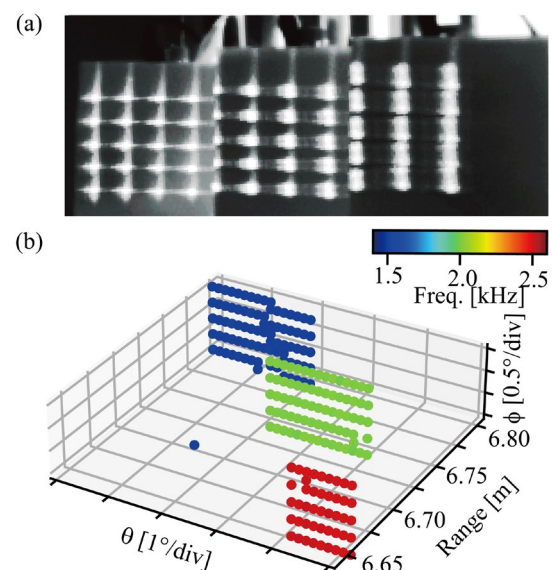


図 2 スピーカアレイの振動分布の測定. (a) ビーム走査の様子. (b) 測定された振動分布.