

ベッセルビームフォーミングを用いた振幅変調連続光距離計

Amplitude-Modulated Continuous-Wave Rangefinder with Bessel Beamforming



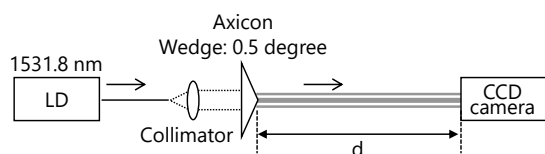
東大先端研, 〇張 超, 劉 斯凡, 張 哲元, セット ジイヨン, 山下 真司
 RCAST Tokyo Univ., 〇Chao Zhang, Sifan Liu, Zheyuan Zhang, Sze Yun Set,
 and Shinji Yamashita
 E-mail: chao@cntp.t.u-tokyo.ac.jp

インダストリー4.0の台頭と共に、スマートファクトリーが注目されてきた。このような自律した生産システムの実現のためには、機械が自動で行う作業により造られる部品等の三次元形状を測定する必要がある。

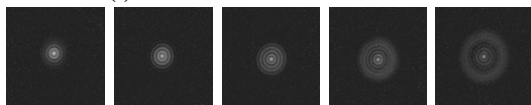
筆者らはこれまで振幅変調連続光(AMCW)距離系の研究開発に取り組んできた[1,2]。縦横の空間分解能はビーム径により制限されており、従来のコリメート光方式では距離計出口におけるビーム径は数 mm 程度である[3]。一方、集光系及び機械駆動による合焦操作を組み合わせることで、焦点付近において $<100\ \mu\text{m}$ のビーム径を実現できる。ところが、一般的な集光系の焦点深度は数 cm であり、機械駆動による合焦には比較的時間を要する。そこで、本稿ではベッセルビームフォーミングをレーザ距離系に導入し、メインローブ1 mm 以下で約60 cmの伝搬を確認した。そして、AMCW 距離計に導入して測距を実施した。

まず、図1(a)のように、コリメート光をウェッジ角0.5度のアキシコンに照射してベッセルビームを生成した。そして、異なる距離におけるビームプロファイルを観測した(図1(b)-(f))。メインローブ径は200~300 μm で、伝搬距離は60 cm ほどであった。より小さいウェッジ角を持つアキシコンを用いることで、ビームの伝搬距離をさらに伸ばすことが期待できる。

続いて、図2(a)に示すように AMCW 距離計に



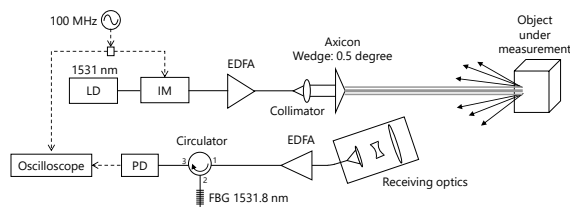
(a) ベッセルビームフォーミングの実験系



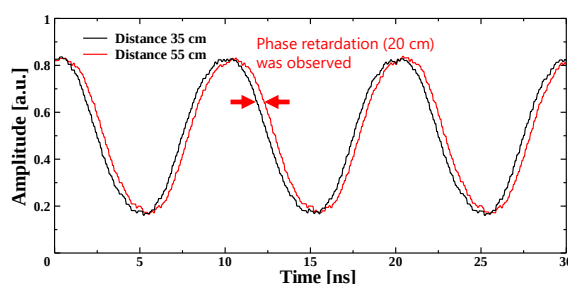
(b) 20 cm (c) 30 cm (d) 40 cm (e) 50 cm (f) 60 cm

図1 ベッセルビームフォーミング及び異なる距離におけるビームプロファイル。

ベッセルビームフォーミングを導入した。CW 光に 100 MHz の正弦波変調を施し、増幅した後ベッセルビームフォーミングを実施した。測定物に照射した後、検出した散乱光を増幅し[4]、電気信号に変換した。測定物の距離は電気段で得られた正弦波の位相遅延から求められる。実験では、測定物を 35 cm 先及び 55 cm 先に設置した状態で測距を実施し、両者の位相遅延をから約 20 cm の距離差を特定した(図2(b))。



(a) ベッセルビームを用いた AMCW 距離計。



(b) 測距結果

図2 ベッセルビームを用いた距離計及び測距結果

本稿では、ベッセルビームを用いたレーザ距離計を提案した。原理確認として生成したベッセルビームの伝搬距離は約60 cmで、メインローブ径は200~300 μm であった。既存のコリメート光が距離計出口においてビームスポット径が数 mm であるのに対して、これは1オーダー小さい。また、より小さいウェッジ角を持つアキシコンを用いることで、ベッセルビームの伝搬距離をさらに伸ばすことが期待できる。

参考文献

- [1] C. Zhang *et al.*, *IEEE TIM*, 2019. doi: 10.1109/TIM.2019.2946429
- [2] C. Zhang *et al.*, *CLEO*, JTh2A.85, 2019.
- [3] M. Dassot *et al.*, *Annals of Forest Science* 68.5 (2011): 959-974.
- [4] S. Yamashita *et al.*, *IEEE PTL*, 4.11 (1992): 1276-1278.