複数の回転偏光回折格子を利用したビームステアリング

Beam steering by use of rotating polarization gratings

 $^{\bigcirc}$ 坂本盛嗣 ¹, Huynh Thanh Nhan¹, 野田浩平 ¹, 佐々木友之 ¹, 亀井理祥 ², 酒井丈也 ²,

服部幸年²,川月喜弘³,小野浩司¹

長岡技科大¹,林テレンプ株式会社²,兵庫県立大³

^OM. Sakamoto¹, H. T. Nhan¹, K. Noda¹, T. Sasaki¹, T. Kamei², T. Sakai²,

Y. Hattori², N. Kawatsuki³, and H. Ono¹

Nagaoka Univ. of Tech.¹, Hayashi Telempu CORPORATION, LTD², Univ. of Hyogo³ E-mail: sakamoto@vos.nagaokaut.ac.jp

ビームの伝搬方向の走査を可能とするビームステアリングは、自動運転用の LiDAR やディスプレイ用の レーザープロジェクターなどの開発に必須の要素技術である。従来よりガルバノミラー等の反射型のビー ムステアリングの手法が広く利用されているものの、反射光学系の形態を取るため装置全体のサイズが大 型化しやすい。一方で透過型のビームステアリングの手法として、回転するウェッジプリズムや等方性回折 格子 [1] を利用する方法も提案されているが、前者は素子が重量化しやすいことから高速な光線走査が難し く、後者は不要な回折光の発生によりゴースト等のノイズを生みやすいという難点がある。そこで今回我々 は、偏光回折格子を用いた新しい透過型のビームステアリングの手法を考案した。本手法には、高速な光線 走査が可能で且つ低ノイズであるという特徴がある。

Fig. 1 に考案した手法の基本的な光学系を示す。本光学 系ではまず、レーザーから射出された光を円偏光子 (CP) で 左円偏光 (LCP) に変換した後に、直列に配列した2枚の偏 光回折格子 (PG₁ and PG₂) へと連続して入射させる。PG₁ 及び PG₂ はそれぞれ互いに独立した回転機構に保持されて おり、異なる角速度 (ω_1 and ω_2) で回転させることができ る。PG は入射する LCP を右円偏光 RCP へ変換すると同 時に、そのリタデーションが *π* rad の条件を満たすときに、 100%の回折効率で+1次の回折方向にビームを偏向できる という特性を持つ [2]。偏向角とその方向は入射光の波長・ PGの格子周期・格子ベクトル方向に依存し、このため透過 光の伝搬方向は2枚のPGの回転に応じて連続的に変えら れる。Fig. 2(b) は、格子周期Λが10μmのPG 2枚を異な る角速度で回転させた場合に、PG2から1m離れた位置で 描く走査軌跡をシミュレーションしたものである。2枚の PG の角速度の組み合わせや、その位相差に応じて異なるリ サージュ図形が描かれることが分かる。



Fig. 1. (a) A scheme of polarization beam steering system by use of rotating polarization gratings. (b) Numerically simulated examples of beam steering trajectories.

本手法では、PGの回折特性により100%の回折効率で入射光を偏向で きるため、不要な回折光の発生が抑制され、ゴースト等のノイズが生じ にくいという利点がある。また、偏光回折格子は厚さ数 µm 程度の薄膜 且つ軽量の光学素子として製造可能であり、ウェッジプリズムを利用す る方式に比べて素子の高速回転が容易である。また、透過型の構成であ るため光学系の設計自由度が高く、装置を小型化しやすい。

上述の原理に基づいた実証実験を行った。光架橋性高分子液晶の光配向 法により,格子周期 200 μ m の PG を 2 枚作製した [3]。光源には 532 nm の DPSS レーザーを用いた。各々の PG を自動回転ステージに保持し、 PG₁ を $\omega_1 = 1.9 \operatorname{rad/s}$ 、PG₂ を $\omega_2 = 19 \operatorname{rad/s}$ でそれぞれ回転させた。 Fig. 2 に CMOS カメラの長時間露光で撮像した光線走査の軌跡を示す。 Fig. 1(b) と同様のリサージュ図形が得られていることが分かる。



Fig. 2. Beam steering trajectory projected by the rotating two polarization gratings, where $\omega_1 = 1.9 \text{ rad/s}$ and $\omega_2 = 19 \text{ rad/s}$.

M. Bawart et al., Opt. Commun. 460, 125071 (2020).
H. Ono et al., J. Appl. Phys. 94, 1298 (2003).
N. Kawatsuki et al., Macromolecules 35, 706 (2002).