

Dammann 放射状波長板を用いたリング状光格子アレイの生成

Generation of ring-lattice array by using Dammann-space-variant wave plate

○坂本盛嗣¹, 野田浩平¹, 佐々木友之¹, 岡和彦², 川月喜弘³, 小野浩司¹

長岡技科大¹, 弘前大², 兵庫県立大³

○M. Sakamoto¹, K. Noda¹, T. Sasaki¹, K. Oka², N. Kawatsuki³, and H. Ono¹

Nagaoka Univ. of Tech.¹, Hirosaki Univ.², Univ. of Hyogo³

E-mail: sakamoto@vos.nagaokaut.ac.jp

トポロジカルチャージ l が異なる2つの光渦を同軸で干渉させると、 l の差に等しい数の明暗部を持つリング状の光格子が生成される [1]。この光格子には、光渦成分間の位相差の変調によりパターンを回転させることが出来るという特徴があり、微小粒子や低温原子の回転操作に応用されている。リング状光格子を生成するための1手法として、放射状波長板 SVWP を利用する方法が提案されている [2]。この手法には、光格子のパターンが外乱に対して安定で、且つパターンを高速に回せるという利点がある。実際に SVWP を利用して単一のリング状光格子を生成し、微小粒子の回転制御が実証されている [3]。一方で、並列処理による効率化等の観点から、複数のリング状光格子をアレイ状に発生させる用途も想定し得る。そこで今回我々は、新たに Dammann-SVWP (DSVWP) を用いたリング状光格子アレイの生成法を提案する。さらに、DSVWP を設計・試作し、リング状光格子アレイの発生とその回転制御を実証したので報告する。

Fig. 1 はリング状光格子アレイの発生光学系の概略図である。光源から射出されたレーザー光は、まず始めに偏光変調器 PM により左右円偏光成分間の位相差を高速に制御可能な光へと変換されたのち、DSVWP へと入射する。DSVWP は Dammann grating (DG)[4] と SVWP[5] の機能が重畳した幾何学的位相素子であり、入射光の左右円偏光成分は SVWP の機能により入射する円偏光の回転方向に応じて $\pm l$ の光渦へとそれぞれ変換される。さらに、DG の機能により光渦へと変換された左右円偏光成分は $N_x \times N_y$ の回折スポットへ等しい回折効率で各々分岐される。最後に、偏光子 P で左右円偏光成分を互いに干渉させてレンズで集光すると、焦点面にリング状光格子がアレイ状に発生する。PM で左右円偏光成分間の位相差を連続的に変えれば、リング状光格子は一斉に回転する。

提案手法では、リング状光格子をアレイ状に発生可能であり、微小粒子の環状トラップ及び回転制御の並列処理等への応用が期待できる。発生させるアレイ数は DG のパターンに応じて様々に変えることができる [6]。偏光変調器 PM による位相差制御に電気光学変調器を用いれば、その回転速度は原理上数 GHz 程度まで高速化できる。また、各リング状光格子を構成する2つの光渦は、共通光路で干渉しており、外乱に対してパターンが時間的に乱れにくいという特徴がある。

上記の原理に基づく実証実験を行った。初めに、Fig. 2(a) の実験系を用いて DSVWP を試作した。Digital Micromirror device (DMD) と SVWP を用いて Fig. 1 の光学軸分布に対応する偏光パターンを生成し、光配向膜を塗布した空セルへと露光した上で、露光後の空セルに液晶を注入して DSVWP を形成した。Fig. 2(b) は作製した DSVWP の偏光顕微鏡写真である。作製した DSVWP を用いてリング状光格子アレイを発生させ、回転制御させた結果を Fig. 2(c) に示す。5×5のリング状光格子が発生しており、時間的に一斉に回転していることが分かる。

[1] S. Franke-Arnold et al., *Opt. Express*, **15**, 8619 (2007). [2] M. Sakamoto et al., *Opt. Lett.* **38**, 3661 (2013). [3] 小原威吹 et al., 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 19a-H116-7 (2016). [4] H. Dammann et al., *Opt. Acta* **24**, 505 (1977). [5] L. Marrucci et al., *Phys. Rev. Lett.* **96**, 163905 (2006). [6] C. Zhou et al., *Appl. Opt.* **34**, 5961 (1995).

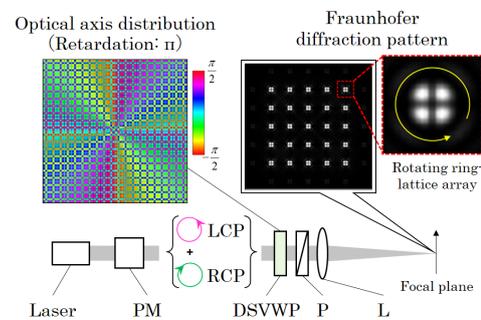


Fig. 1. Schematic of ring-lattice array generator using DSVWP where the case of $l = \pm 2$.

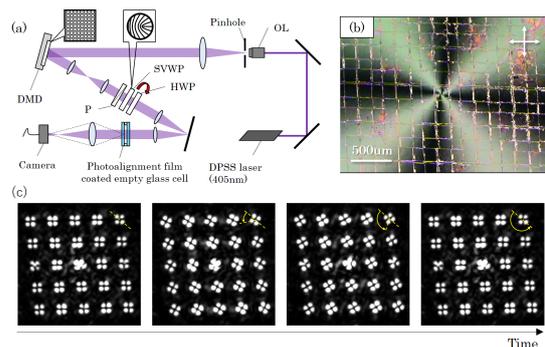


Fig. 2. (a) Optical setup for fabricating DSVWP. (b) Polarization microscope image of fabricated DSVWP. (c) Images of ring-lattice array generated by using DSVWP.