デュアル光渦コムによる回転光マニピュレーション

Rotational Optical Manipulation using Dual-Optical Vortex Combs

○浅原 彰文 [1,2], 庄司 暁 [1,2], 近藤 健一 [1,2], 王 月 [1,2], 美濃島 薫 [1,2]
1. 電通大, 2. JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザ
○Akifumi Asahara[1,2], Satoru Shoji[1,2], Ken-ichi Kondo[1,2], Yue Wang[1,2], and Kaoru Minoshima[1,2]
1. The University of Electro-Communications
2. JST, ERATO MINOSHIMA Intelligent Optical Synthesizer (IOS)
E-mail: aki.asahara@uec.ac.jp

従来，光コムは精密な周波数基準を与えるツールとして広く知られてきたが，時間ドメインにおける高い位相制御性の積極的活用による新たな応用展開が近年注目されている．我々は，位相同期された複数台の光コム（マルチ光コム）間の相対キャリアエンベロープ位相（CEP）を活用した新規コヒーレント制御技術の開発を行ってきた[1]．さらなる発展として，前回の講演会において，光コムに光渦の空間ドメインにおける位相制御性を組み合わせることで，精密な時空間位相制御を可能にする“光渦コム”の概念を提案した[2]．また応用例として，2 つの位相制御された光渦コムである“デュアル光渦コム”によりリング状光格子を生成し，光コムのオフセット周波数差（Δf_{ceo}）制御を介して，その任意回転操作が可能であることを示した．今回の発表では，これを実際に光ピンセット光源として適用し，本手法の有用性を実証する．

構築した実験システムを図 1(a)に示す．1 台の Er ファイバコムを光源として，偏光制御された AOM 回折・透過光を q-plate に透過させることで，Δf_{ceo} 可変なデュアル光渦コム（$\ell = \pm 2$）を同軸上に生成した．シングルモードファイバを透過させて横モードのマッチングを改善したことで，図 1(b)に示すように，非常に対称性の良いリング状光格子が生成された．この光を顕微システム（NA 0.85）へ導入し，粒径 2 μm のポリスチレン微粒子の光マニピュレーションを試みた．その結果，図 1(c)のように 4 回対称の光強度分布に沿って微粒子を光トラップし，その回転運動を，Δf_{ceo} 制御を介して任意操作することに成功した．本研究は，我々の知る限り光コムを横運動操作へ展開した初の実験例であり，光コムのさらなる応用可能性拡大につながると期待される

本研究は JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザプロジェクト（JPMJER1304）の助成を受けた．

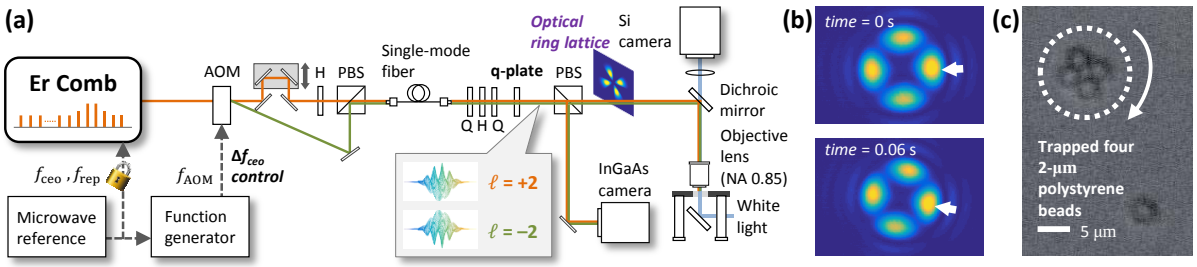

図 1. (a) 光コムを用いた回転光マニピュレーションの実験システム．(b) 生成したリング状光格子の回転制御の観測結果（Δf_{ceo} = 1 Hz）．(c) デュアル光渦コム（2.4 mW）によって制御されたポリスチレン微粒子の顕微像．

[1] A. Asahara, and Kaoru Minoshima, “Multi-optical comb metrology using relative phase control and demonstration for arbitrary polarization modulation,” arXiv: 1710:06098 (2017).
[2] 浅原 彰文, 近藤 健一, 王 月, 美濃島 薫, “光コムによる光渦の精密位相制御と応用,” 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 6p–S45–10, 2017 年 9 月.