

空間光変調技術によるサブ波長ビームの生成と応用

Generation of sub-wavelength beams by spatial light modulation and its applications

阪大院情 ○小倉 裕介

Osaka Univ., ○Yusuke Ogura

E-mail: ogura@ist.osaka-u.ac.jp

空間光変調技術は、所望の二次元／三次元光波場の生成・操作を可能にする汎用技術である。その機能を具現化するデバイスとして、計算機合成ホログラム (CGH) は有用である。適切な空間光変調分布を計算機であらかじめ設計し、微細加工や空間光変調器などを用いて実装される。CGHの応用は、ディスプレイ、光インターコネクト、光マニピュレーション、顕微鏡など多岐にわたる。しかし、CGHによる光波場の生成は光の自由空間伝搬に基づくため、回折限界による制限を受ける。これは各種応用において、分解能、精度、密度などの性能限界を決める要因となり得る。そこで我々は、空間光変調技術を利用し、回折限界系で得られる単一の光スポットよりも微細な光パターン・光ビームを生成する手法の開発を進めてきた [1,2]。本講演では、手法の原理や特性、応用などを紹介し、微細光パターン生成の観点から、空間光変調技術の潜在能力を議論する。

我々の手法では複数の光スポットを配置する。これらの位相を制御することで弱め合う干渉を誘起して、光スポット間に強度の零点を作り、光スポットを分離するとともに微細化する。Fig. 1にサブ回折限界光スポットアレイの生成例を示す [1]。高い開口数のレンズを組み合わせることで、サブ波長化も可能である。なお、本手法は高周波強調の一種であるため、空間光変調分布の中心部よりも周辺部の重要性が相対的に高く、実装において注意を有する。

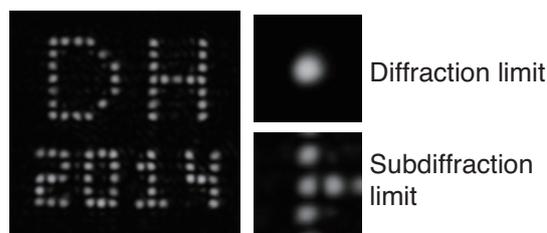


Fig. 1: Example of generated subdiffraction-limit optical pattern.

一方、空間光変調技術は、目的に応じて柔軟な対応が可能であり、基本原理をもとに多様な拡張ができることは一つの強みである。実際、三次元多波長光パターンの生成 [2] や、薄型光シートの生成 [3] に成功している。さらに本手法は自由空間伝搬を利用しているため、さまざまな光システムに容易に組み込むことが可能である [4-6]。例えば、顕微鏡の超解像技術において照明光の役割は大きい。本手法で生成されるサブ波長光は照明光として有用な特性を有する。これまでに、レーザー走査顕微鏡における分解能向上に有効であることを確認している [7]。

本研究の一部は、自然科学研究機構分野融合型共同研究事業 (01111902)、JSPS 科研費 17H02084 の助成を助成を受けた。

参考文献

- [1] Y. Ogura, *et al.*, *Opt. Express* **22**, 25196–25207 (2014).
- [2] Y. Ogura, *et al.*, *Appl. Opt.* **55**, 6371–6380 (2016).
- [3] Y. Ogura, *et al.*, *Opt. Rev.* **26**, 452–459 (2019).
- [4] Y. Ogura, *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **57**, 040309 (2018).
- [5] M. R. Rai, *et al.*, *Opt. Express* **27**, 391–403 (2019).
- [6] S. Hasegawa, *et al.*, *OSA Continuum* **2**, 3240–3250 (2019).
- [7] Y. Ogura, *et al.*, *The 13th Japan-Finland Joint Symposium on Optics in Engineering*, 61–62 (2019).