時間変調された複スリットによる空間的コヒーレンスの高精度測定法

Accurate Spatial Coherence Measurement with a Temporally Modulated Double Slit

産業技術総合研究所　○白井 智宏
AIST　°Tomohiro Shirai
E-mail: t.shirai@aist.go.jp

光の空間的コヒーレンスの概念は，結像系の特性や太陽電池の効率など，光を利用した多様な応用分野において重要な役割を果たしている．これまでに筆者らは，空間的コヒーレンス度を測定する新しい原理として，デジタルマイクロミラーデバイス（DMD）の時空間変調を利用するロバストで利便性に優れた手法を提案した[1, 2]．本研究では，当該原理の拡張により，従来型のヤングの干渉実験に比較して高精度な空間的コヒーレンス測定が可能であることを明らかにした．

提案する空間的コヒーレンス測定法は，DMD 上に表示した複スリットを時間的に変調し，それによって形成されるヤングの干渉縞を同期検出することに基づいている（Fig. 1 参照）．これは位相敏感検出の一種となるため，取得データに基づく干渉縞の再構成においては，時間変調された光のみが干渉縞の形成に寄与する．その結果，再構成された干渉縞は，一般に背景光の影響を受けない特徴をもっている．さらに，複スリットの片方のみを時間変調すると，再構成された干渉縞の可視度を増幅することができる．

検証実験では，多モード光ファイバに接続された LED からの赤色光を，コリメータレンズを通して DMD（Texas Instruments 社 DLP7000）に照射した（Fig. 1 参照）．さらに，DMD 上に表示した複スリットの双方もしくは片方を時間変調し，同期検出した信号から再構成される干渉縞に基づき可視度（空間的コヒーレンス度）を評価した．結果の一例を Fig. 2 に示す．複スリットの片方のみを変調した場合に再構成される干渉縞は，双方を変調した場合に比べて，その可視度が増幅される様子が確認される．この特徴により，可視度の低い光であっても，その空間的コヒーレンス度をより高い精度で測定できるものと期待される．

本研究を進めるにあたり有益な助言を頂いた東フィンランド大の Ari T. Friberg 教授に感謝する．本研究の一部は，JSPS 科研費 JP20K05376 の助成を受けた．

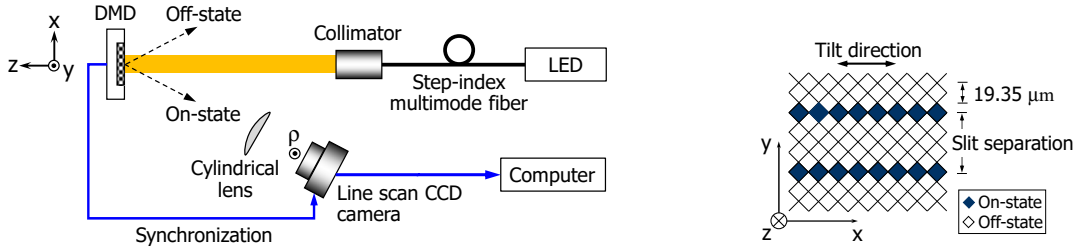

Fig. 1. Experimental setup (left) and micromirror arrangement forming a double slit on a DMD (right).

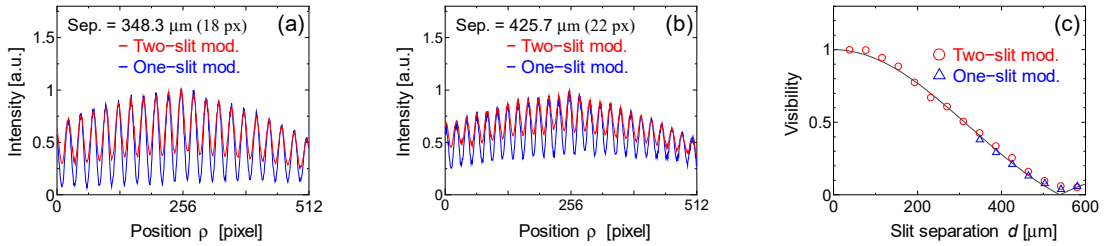

Fig. 2. Interference fringe patterns reproduced with one-slit and two-slit modulations for slit separations (a) 348.3 μm (18 pixels) and (b) 425.7 μm (22 pixels). (c) Visibilities of the interference fringe patterns, where the solid curve indicates the theoretical values calculated according to the van Cittert-Zernike theorem.

[1] 白井智宏，第 68 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集 16a-Z09-2 (2021).
[2] T. Shirai and A. T. Friberg, Opt. Lett. **46** (2021) 4160-4163.

© 2022年 応用物理学会