

ゴーストイメージングによる回折干渉フリンジの再生 Retrieval of Diffraction-Interference Fringes by Ghost Imaging

○ 大岡佳生、深津 晋 (東大院総合)

○ Y. O-oka and S. Fukatsu (UTokyo)

E-mail: o-okayoshiki@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

ゴーストイメージング (Ghost Imaging, GI) は、2次元マスク透過光の全強度のみを空間分解せずに測定し、これとマスクの情報が載らない光強度の空間揺らぎとの相互相関をとることでマスク画像を遠隔再生する [1]。一方、この対極にあるゴースト回折 (Ghost Diffraction, GD) は、透過光強度をピンホール測定することで同じく強度の相互相関から (回折) 干渉フリンジの遠隔再生を行う GI の派生技術である [2]。従来、GI, GD への興味は主として空間情報の再生にあったが、近年、時間ドメインへの拡張例 [3][4] が報告され、光通信など情報処理・通信分野への活路が拓けた。

GI で画像が再生され、GD で干渉フリンジが再生される原理は、多くの場合、光伝搬理論を用いて光源から検出器への伝達関数によって説明できる [5]。従来、干渉フリンジの再生には専ら GD 配置が用いられ、干渉フリンジが再生されることを理由に GD と呼ばれてきた [6]。ところが干渉計では伝播光の空間モードが制限されるため「回折」は顕著ではなくなるが、依然として干渉フリンジが観測される。これは多モードの集合から少数を事後選択することで干渉パターンを再生することが本質の GD が干渉計とは相容れない一方、1次元系に限定すれば画像再生を通じた干渉フリンジ再生が可能なることを意味する。これが「GI による GD の原理」であり、空間ドメインほど回折が顕著でない時間ドメインで有効となる。また高 SN 比再生に資する差動型 GI や、少数測定で再生可能な圧縮センシング GI などを駆使して高精度で高速な干渉フリンジの遠隔再生が期待できる。本研究では、時間ドメインのゴーストイメージングを用いて干渉フリンジの再生を試みた。

ランダム光源には 2 Gbps の $2^{15} - 1$ 擬似乱数バイナリーシーケンスでオンオフ変調した通信波長帯の連続波レーザー (1550 nm) を用いた。3 dB カプラでテスト光と参照光に分割した後、(1) テスト光経路では 80 MHz 駆動の音響光学素子を配置した二経路干渉計によるヘテロダインビートの 204.8 ns ゲートの積算強度 B を測定し、(2) 参照光経路では 0.4 ns 毎に時間分解測定 $I_{\text{ref}}(t)$ した。これを 10^4 回測定することで相互相関 $\langle \Delta I_{\text{ref}}(t) \Delta B \rangle$ から図 2 に示す時間ドメイン上の回折フリンジを求めた。直接測定によるフリンジとの相関係数 (忠実度) が 0.99 の回折フリンジを再生できた。

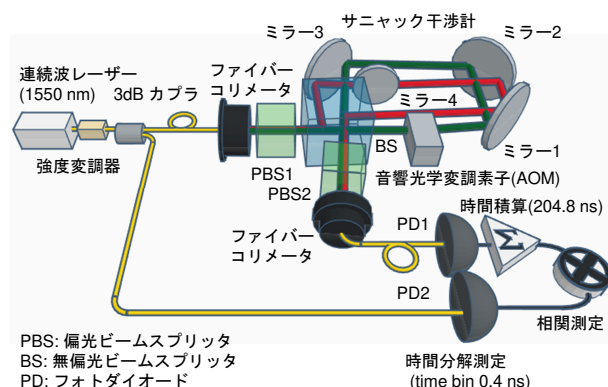


図 1: 実験光学系。

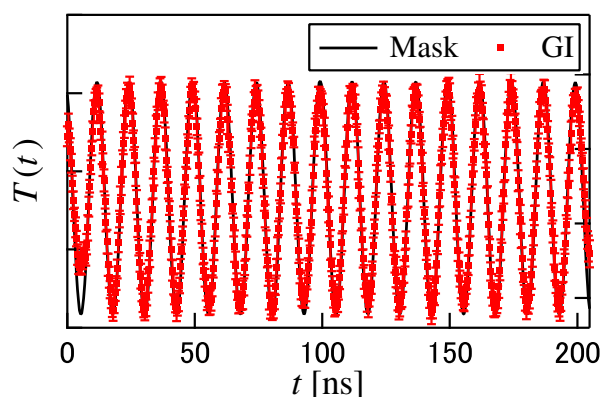


図 2: 「GI による GD」によって再生された干渉フリンジ。

- [1] T. B. Pittman *et al.*, Phys. Rev. A **52**, R3429 (1995).
 [3] R. Ryzkowski *et al.*, Nature Photonics **10**, 167-170 (2016).
 [5] A. Gatti *et al.*, Phys. Rev. Lett. **93**, 093602 (2004).

- [2] D. V. Strekalov *et al.*, Phys. Rev. Lett. **74**, 3600 (1995).
 [4] Y. O-oka and S. Fukatsu, arXiv:1805.06592 (2018).
 [6] M. Bellini *et al.*, Phys. Rev. Lett. **90**, 043602 (2003).