

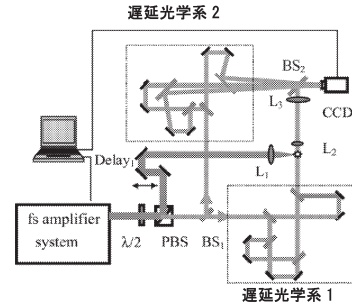
フェムト秒レーザーを光源としたデジタルホログラフィーを用いた超高速現象の記録

Pulsed Digital Holography System Recording Ultrafast Process of the Femtosecond Order
[X. Wang, H. Zhai and G. Mu: Opt. Lett., 31, No. 11 (2006) 1636-1638]

近年、フェムト秒レーザーを用いた超高速現象の研究が盛んに行われており、この技術はホログラフィーにも導入されつつある。本論文では、超短パルス光源を使ったデジタルホログラフィーによる超高速過程の計測について報告している。図に示すような光学系を用いて、チタンサファイアレーザーよりパルス幅 50 fs のパルス光が射出され、参照光と物体光へ振幅分割される。物体光は、光路中に設けた遅延光学系によりピコ秒からフェムト秒の遅延時間で 3 つのサブパルス列となり、参照光と各パルス光間の干渉によるフレネルホログラムを CCD で記録する。参照光の入射角を多重化することにより、遅延時間の異なる独立した 3 つのホログラムが CCD の 1 フレーム内に記録される。多重化された 3 つのホログラムは、フーリエ周波数領域において分離され、数値計算により再生される。

実験では、物体光路中でパルス光を集光し発生させた空気のイオン化現象の過程を時間間隔 300 fs のサブパルス列を用いて測定している。3 つのホログラムのデジタル再生像により、時間間隔が 300 fs、

時間分解能 50 fs でイオン化過程の変化の様子が観測されている (図 3, 文献 11). (横田 正幸)



パルスデジタルホログラフィー光学系

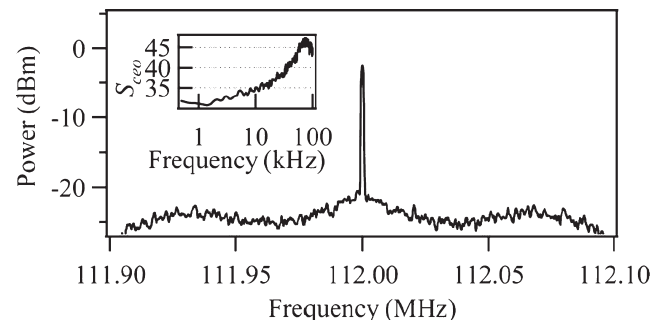
ファイバーレーザー周波数コム of 励起光による周波数揺らぎの除去

Elimination of Pump-Induced Frequency Jitter on Fiber-Laser Frequency Combs
[J. J. McFerran, W. C. Swann, B. R. Washburn and N. R. Newbury: Opt. Lett., 31, No. 13 (2006) 1997-1999]

ファイバーレーザーを用いた周波数コムは小型で安価・高効率であり、ファイバー光学系にも結合が容易という利点をもつが、モードの線幅が太いこと (100 kHz 程度) が問題とされていた。本論文では、ファイバーレーザーの周波数コム of オフセット周波数と CW レーザーとのビート周波数の揺らぎを測定し、周波数コム of モードの揺らぎ方を検証するとともに、励起光の揺らぎとの関連性を解析した。この結果をもとに、励起光揺らぎを抑制し、さらにフィードバック方式を改良することによって、モードの線幅を 1 Hz 以下に抑制することにも成功している。(図 5, 文献 15)

ファイバーレーザー周波数コム of 太い線幅が励起光の揺らぎに起因することが特定され、狭線幅が実現されたことにより、今後、ファイバーベースの周波数コム of の開発が加速されることが期待される。

(吉富 大)



ファイバーレーザー周波数コム of の線幅

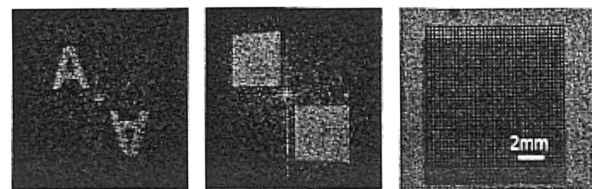
高度な集積ドットマトリクスシステムで実現されるセキュリティ応用のための合成回折型素子

Synthetic Diffractive Elements for Security Applications Realized on an Enhanced Integral Dot-Matrix System
[M. Skeren, P. Fiala and I. Richter: Appl. Opt., 45, No. 1 (2006) 27-32]

文書・紙面等のセキュリティ用ホログラムは回折光学素子の最近のトピックスのひとつであり、紙幣にも応用されている技術である。これまでの素子はファーフールド面におけるフーリエ変換像と計算機ホログラムによる暗号手法を組み合わせたホログラフィック回折素子が多く、バイナリー型の位相素子が広く使われている。本論文は、反復フーリエ変換アルゴリズムにより大部分の設計を行い、最近技術的にも改良がなされてきた高度な集積 dot-matrix システムで作製することができる素子の試作を検討している。

論文中で提案された手法の最大の特徴は、情報を載せているホログラムだけでは再生ができず、読み出し用マスク (reading mask) を通すことにより鮮明な再生像が得られるという、セキュリティ性の高さである。図 (a) は、(c) で示す読み出し用マスクを使い、ノイズ補正を行ったホログラム再生像であり、文字が映し出されている。図 (b) は、読み出し用マスクがない場合で、文字は再生されていない。(図 6, 文献 19)

この試作サンプルは dot-matrix システム型レーザー描画で作製されており、読み取り用デバイスや回折型の暗号技術のさらなる応用展開につながるものと期待される。(駒井 友紀)



(a) (b) (c)

再生像と読み出し用マスク

マルチコアファイバーにおける同相スーパーモードでのレーザー発振

Phase Locking and In-Phase Supermode Selection in Monolithic Multicore Fiber Laser

[L. Li, A. Schützgen, S. Chen and V. L. Temyanko, J. V. Moloney, N. Peyghambarian: Opt. Lett., 31, No. 17 (2006) 2577-2579]

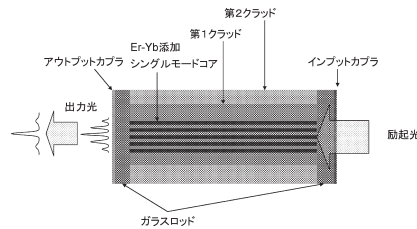
複数のコアをもつファイバーにおいて、各コアからの発振を同相に制御した発振の報告がなされている。自由空間を介した共振器構成ではなく、全ファイバー構成とすることにより、高安定で高出力・高輝度を兼ね備えたレーザーへ応用の可能性を示している。

希土類の添加された複数のシングルモードコアを、非常に近い距離で規則的に配置する。各コアが非常に近接しているために各コアを伝搬する光は互いに結合し、レーザーの発振においても結合したモードで発振する。このとき、すべてのコアからの発振を同相とすることにより、全体として1つの基本モードとなる。この全体で形成される基本モードの遠視野像としては、1点にエネルギーが集中した形になる。

本論文においてはマルチコアファイバーの両端にコアのないファイバーを融着接続し、その端面に反射コートを施しレーザー共振器のインプットカップラー、アウトプットカップラーとし、自由空間を介さない共振器構成となっている。ファイバー端からの反射光がタルボット効果などで各コアへフィードバックされ、各コアからのレーザー光

は同位相発振をするようになる。(図4, 文献16)

マルチコアファイバーから1つのモードとして光を取り出す技術は、高輝度を得るための技術としてとても興味深い。すべてをガラスファイバーで一体化できたことは、安定性の優れた高出力レーザーの可能性を期待させる。(桑山 哲朗)



マルチコアファイバーを利用したレーザー発振

ストロボスコープ白色干渉顕微鏡

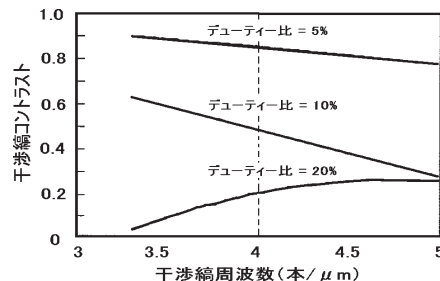
Stroboscopic White-Light Interference Microscope

[P. de Groot: Appl. Opt., 45, No. 23 (2006) 5840-5844]

ストロボスコープを併用した干渉計測は古くから知られる手法であり、商用化されている顕微鏡もある。おもに振動する測定物の観察などに用いられており、近年ではMEMSの動的な観察用に用いる例もある。著者らは白色干渉を用いた高分布測定顕微鏡をベースに、ストロボスコープを組み合わせた場合の干渉信号を解析的に求めている。その解析をもとにストロボのデューティーサイクルと干渉縞のコントラスト、信号強度や測定誤差の関係を求めている。またそれらの結果より、撮像カメラのフレームレートおよびグレイレベルとストロボの周波数の関係や、測定に適したデューティー比の範囲を示している。著者らによれば、デューティー比は10%、波長の25分の1以下が好ましく、それによって干渉縞のコントラストを90%以上に、また測定誤差を2nm以下に維持することが可能となる。(図4, 文献11)

白色干渉を用いた計測は古くから行われているが、OCTへの応用から半導体の外観検査など多くの分野で活用されている。非常に高精度な測定ができるという半面、高いコントラストを得るための設定や

調節が難しい面もある。特に、新たに白色干渉とストロボスコープを組み合わせた系の設計を行うときなどは、著者らの示した指針がひとつの参考になるだろう。(森野 剛志)



デューティー比に対する特性の変化

高性能計算機システム RAPID：性能とパフォーマンス評価

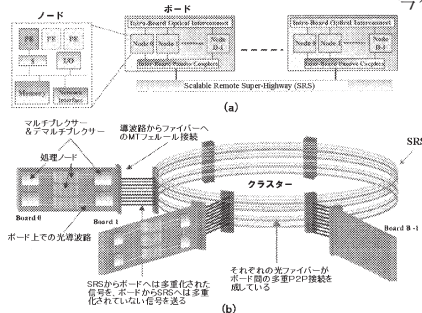
RAPID for High-Performance Computing Systems: Architecture and Performance Evaluation

[A. K. Kodi and A. Louri: Appl. Opt., 45, No. 25 (2006) 6326-6334]

高性能計算機システム (HPCS) においては、長距離間のコミュニケーションが帯域幅を制限し、消費電力を増加させる。このことはパフォーマンスに影響を及ぼすだけでなく、拡張性を損なう原因となる。本論文では、これらの問題点を解決する光インターコネクションベースの高性能計算機システム PAPIID を設計した。また、ボード内を電気接続にした E-RAPID と、さらに外部との接続部分をボードの端にした M-RAPID を提案し、YACSIM と NETSIM を用いたシミュレーションによる性能の評価を行った。ノード間のパケットの送受信をタスクとし、既存の電気式 HPCS に用いられているネットワーク (Fat-Tree, Torus, Hypercube) と比較実験を行ったところ、パケットの宛先の割り当て方に補数を用いたものを除いて、RAPID シリーズのほうが電気シリーズのものより、スループットが30~50%向上し、ネットワークの遅延時間を50~75%削減できることがわかった。(図6, 表1, 文献25)

パケットの宛先の割り当て方に性能が依存する点が気になるところ

であるが、この研究グループによると、将来的には動的にネットワークを再構築できるシステムを目指しており、光学系への実装を含め、今後の展開に期待したい。(川田宗太郎)



RAPID アーキテクチャ。(a) ノードとボード、ボード間の接続、(b) 1クラスターでの光学的実装の概念。