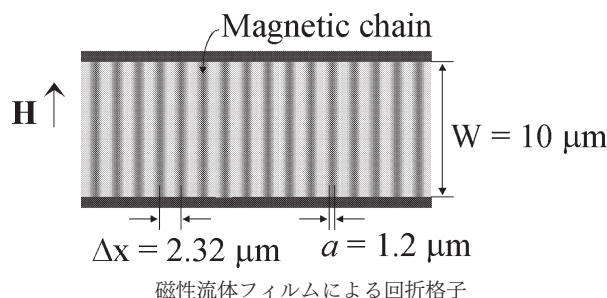


磁性流体フィルムによる可変回折格子と粗い波長分割多重への応用

Tunable Diffraction of Magnetic Fluid Films and Its Potential Application in Coarse Wavelength-Division Multiplexing [Y.-W. Huang, S.-T. Hu, S.-Y. Yang, H.-E. Horng, J.-C. Hung, C.-Y. Hong, H.-C. Yang, C.-H. Chao and C.-F. Lin: Opt. Lett., 29, No. 16 (2004) 1867-1869]

磁性流体フィルムの表面と垂直に磁場を印加すると、磁性流体は凝集してさまざまな構造を示すことが知られている。パラメーターの調整によりこの構造を制御する研究が数多く行われており、磁性流体フィルムを用いた可変光減衰器や光変調器、光フィルターなどの開発が期待されている。著者らは磁性流体フィルムの表面に平行に磁場を印加することで鎖状構造を形成させ、その回折格子としての機能を調査した。磁性流体はケロシンベースの MnFe_2O_4 を使用し、 $10\ \mu\text{m} \times 1000\ \mu\text{m}$ 深さ $0.3\ \mu\text{m}$ ガラスセルに封入した。フィルム表面と平行な向きにヘルムホルツコイルを使用して一様な磁場を印加した。150 Oe の磁場下で一次元の周期的な鎖状構造が確認され、格子間隔 $2.32\ \mu\text{m}$ 、格子幅 $1.2\ \mu\text{m}$ が得られた。この回折格子に白色光を垂直に入射させたところ、白色の 0 次光と分光された一次回折光が観察され、波長 $600\ \text{nm}$ の回折角を測定すると $\pm 15.00^\circ$ であった。この回折角は印加する磁場の大きさによって変化する。また、波長分割多重の調査を行ったところ $20\ \mu\text{m}$ の分割が可能であった。(図 5, 文献 16)

これまでの光学分野における磁性流体を用いた報告のほとんどは材料としてのパラメーターの測定であり、デバイスとしての特性を評価した本報告は非常に興味深い。さらなる応用が考えられ、今後の発展に期待したい。(似内 映之)



フェムト秒レーザーを用いた低侵襲角膜手術とイメージング

Mini-Invasive Corneal Surgery and Imaging with Femtosecond Lasers [M. Han, G. Giese, L. Zickler, H. Sun and J. F. Bille: Opt. Express, 12, No. 18 (2004) 4275-4281]

医療分野における加工手段としてのレーザー手術と観察手段としてのレーザー走査顕微鏡は、当分野におけるレーザー適用の代表例である。本論文では、屈折矯正レーザー角膜手術の低侵襲化と術後組織観察の手段としてのフェムト秒レーザーの利用を提案している。まず、フェムト秒レーザー誘起プラズマによる非熱的アブレーションでは、作用領域がかなり局所化される上に周辺組織への熱的影響が小さいことから、低侵襲での高精度レーザー手術が可能となる。一方、フェムト秒レーザー光源を用いた SHG (第二高調波発生光) 顕微鏡では、切除・固定・染色といったサンプル処理なしでも、高分解・高コントラストな角膜コラーゲン線維の三次元分布 (最大深さ $1500\ \mu\text{m}$) を得ることができる。実際に、スポット径 $5\ \mu\text{m}$ に集光されたレーザー光を走査することによりフラップ・カッティングや視野補正といったレーザー角膜手術が行われ、術後角膜組織の SHG 顕微鏡観測から良好な結果が確認されている。例えば、フラップ・カッティングでは表面粗さ $5\ \mu\text{m}$ 以下の滑らかな手術加工面が実現されている。本論文では、

レーザー手術と SHG 顕微鏡にそれぞれ別のフェムト秒レーザー光源 (Nd: glass レーザー再生増幅器およびモード同期チタン・サファイアレーザー) を用いているが、同一フェムト秒レーザー下でのレーザー手術と SHG 顕微鏡の複合の可能性も提案されている (図 3, 文献 12)。著者らが提案する両手法の複合による実時間モニタリング型レーザー角膜手術は、解決すべき課題がまだ残されているが、フェムト秒レーザーを利用した新しいレーザー治療の方向性を示すものとして興味深い。(安井 武史)

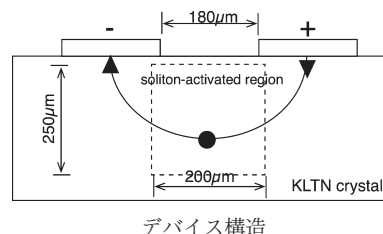
空間ソリトンに基づく電気光学アドレスフォトニックアレイ

Miniaturization and Embedding of Soliton-Based Electro-Optically Addressable Photonic Arrays [A. D'Ercole, E. Palange, E. DelRe, A. Ciattoni, B. Crosignani and A. J. Agranat: Appl. Phys. Lett., 85, No. 14 (2004) 2679-2681]

フォトリフラクティブソリトンは、バルク結晶中における、電気光学的な強度変調やビームルーティングのビーム操作を可能とする。ソリトンの局在性と頑丈性は、将来の高密度光ルーティング素子の実現を可能とする。本論文は、結晶表面に電極を有する素子構成である小型のフォトリフラクティブ電気光学デバイスについて記述している。図はそのデバイス構造を示す。屈折率分布が表面電極構造によって深さ方向に変化しているため、ソリトンの結晶端面での出射位置は入射位置に対して深い位置となり、その位置変化は外部印加電圧の増加に対して大きくなる。深さ $50\ \mu\text{m}$ の位置にビームを入射したとき、印加電圧 $160\ \text{V}$ で、出射位置は $300\ \mu\text{m}$ であった。次に、異なる極性の印加電圧でそれぞれ立ち上げたソリトンはその後に加する電圧の極性によって活性・不活性が変化することを利用して、2 モードのルーティングを試みた。異なる極性の印加電圧で立ち上げたソリトンの間に光を入射すると、その光は、印加電圧の極性に応じて、最初にソリトンを立ち上げた 2 つの位置でビームの出射位置の変化が確認された。

さらに、同じ手法で、ビーム分割と通過をスイッチングできる素子を構成した。(図 4, 文献 13)

フォトリフラクティブソリトンが、微弱な光 (本論文では $50\ \text{nW}$) で、バルク結晶中に任意の回路を書き込むことが可能で、書き換えスピードこそ高速ではないものの変更可能な光回路を実現できることは、非常に興味深い。(早崎 芳夫)

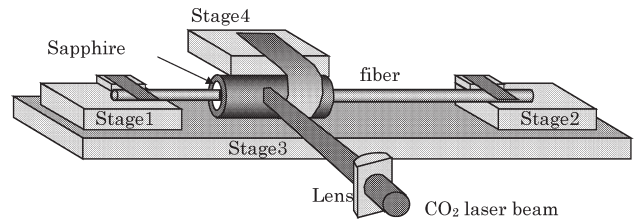


曲げおよびループ状の石英ナノワイヤーの製作と研究：自己カップリングマイクロループ干渉計

Fabrication and Study of Bent and Coiled Free Silica Nanowires: Self-Coupling Microloop Optical Interferometer
 [M. Sumetsky, Y. Dulashko and A. Hale: Opt. Express, 12, No. 15 (2004) 3521-3531]

ナノおよびマイクロオーダーの石英光ファイバー (NMOF) は透過ロスが少ないため、 Q 値の高いマイクロキャビティーやセンサーなどへの応用が期待されている。本論文では、NMOF の作製方法としてサファイアチューブ (マイクロ炉) を CO_2 レーザーで加熱する新しい方法を提案している。この方法はクリーンで空気の対流が少ないため、再現性がよいという特長をもつ。著者らは、この作製法で自由空間において局所的に曲げることができる NMOF (直径約 700 nm) を有する双テーパファイバーを作製し、その曲げやループが NMOF の透過スペクトルに与える影響を調査した。その結果、曲率数 $10 \mu\text{m}$ の鋭い曲がりをもつ NMOF の透過特性は強い波長依存性を示すことが確認できた。これは計算で求めた結果とよく一致している。さらに著者らは自己接触したコイル状の NMOF を用いた自己カップリングマイクロループ干渉計を作製し、設計通りの動作を確認している。(図 8, 文献 16)

との相互作用などさまざまな特性を詳細に調査することが必要である。本研究のさらなる発展が期待される。(山本 博昭)



NMOF 作製のための装置構成

NMOF の応用には、自己および相互カップリングや他のデバイス

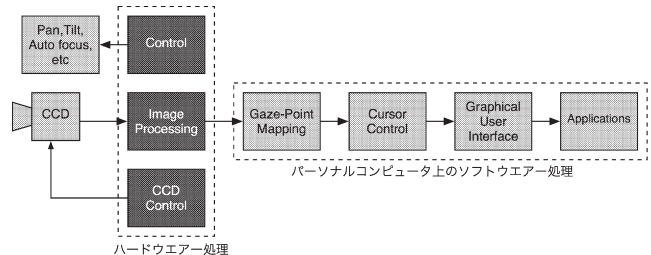
バイオメトリクスや遠隔監視のための視線追跡機構

Eye-Tracking Architecture for Biometrics and Remote Monitoring

[A. Talukder, J.-M. Morookian, S. Monacos, R. Lam, C. LeBaw and J. L. Lambert: Appl. Opt., 44, No. 5 (2005) 693-700]

近年、テロ事件などによりバイオメトリクスに対する関心がさまざまな場所で高まっている。バイオメトリクス認証の中でも高い認識精度をもつといわれる虹彩認識では、人間の眼球の位置を抽出する前処理を必要とする。著者らは、それらに利用可能な、目の位置や視線を高速に抽出・追跡する新しいシステムを提案している。CCD (charge-coupled device) の駆動制御回路を FPGA (field-programmable gate array) により作製することにより、 8×8 画素のサブウィンドウによるフレーム取り込み速度が、 $6 \sim 12 \text{ kHz}$ と高速化されている。視線検出において、光源としてパルス駆動の近赤外 LED を用い、瞳孔と角膜表面の反射を検出し、それぞれの検出位置のずれにより視線座標が求められる。瞳孔と角膜反射の位置検出精度は、頭の速い動きがない場合、それぞれ 96.4% と 96.8% が得られている。また、頭の速い動きがある場合、91.4% と 92.6% が得られている。さらに、まぶたが瞳孔の $40 \sim 50\%$ を覆っている場合でも検出可能であった。(図 8, 表 1, 文献 18)

視線の追跡は、コンピューターなどの補助入力装置として利用されているが、数 kHz で視線の追跡が可能となれば、神経障害などの医用診断などへの利用も期待される。今後、パーキンソン病などの視線の動作解析への研究展開が望まれる。(広川 勝久)



視線追跡システムの構成

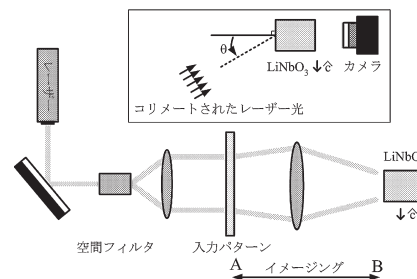
LiNbO_3 結晶への 1 ビーム記録

One-Beam Recording in a LiNbO_3 Crystal

[J.-P. Liu, H.-Y. Lee, H.-F. Yau, Y.-Z. Chen, C.-C. Chang and C. C. Sun: Opt. Lett., 30, No. 3 (2005) 305-307]

近年、次世代の光メモリーとしてホログラフィックメモリーの開発が盛んに行われている。一般的にホログラフィックメモリーは、物体光と参照光による干渉を利用して情報の記録が行われるが、著者らはフォトリフラクティブ結晶である LiNbO_3 に、参照光を用いることなく物体光のみを照射して画像を記録し像を再生した。実験光学系は図のように構成されている。光源波長は 532.5 nm 、記録媒体は 20 mm 角の $\text{LiNbO}_3:\text{Fe}$ を用いており、記録される入力パターンは 50 mW/cm^2 のコリメートされたレーザー光で結晶上に投影される。入射光の偏光状態は異常光に設定されており、記録時間は 10 分である。実験では、コリメートされたレーザー光を読み出し光として用い、入射角 θ が $\pm 15^\circ$ の範囲で結晶内に像が観測された。さらに読み出し光として白色光を用いて像の再生を行い、 $\pm 15^\circ$ の範囲で像が観測されることを確認し、その解像度は 8 lp/mm であった。筆者らは、物体光のみによる記録は扇効果により実現されていると主張している。(図 1, 文献 8)

メモリーにおいて、物体光のみで記録を行うことができる本報告は非常に興味深い。今後、ホログラフィックメモリー用記録材料として注目されている有機フォトリフラクティブ材料への展開が期待される。(佐伯 哲夫)



1 ビーム記録再生光学系

参照光, および物体光の複雑な調整を必要とするホログラフィック