

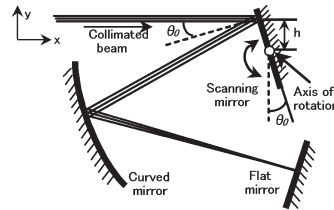
実時間 OCT へ向けた反射鏡だけで作られた高速スキャン光ディレイライン

Rapid Scanning All-Reflective Optical Delay Line for Real-Time Optical Coherence Tomography
[X. Liu, M. J. Cobb and X. Li: Opt. Lett., 29, No. 1 (2004) 80-82]

生体試料の断層像などを得る手段として、近年 OCT (optical coherence tomography) 技術が発展してきている。光ディレイラインは、OCT における A-scan (光軸方向の走査) 用のキーデバイスとなっており、いくつかの方法が提案されているが、分解能を向上させるために低コヒーレンスなブロードバンド光源を用いた場合、回折格子などの分散特性が性能低下の要因となっている。本論文は、反射鏡のみを使用して分散フリーで高速に走査することができる光ディレイラインを構成し、それを用いて断層像を得た実験結果について報告している。図は、その構成を示す。平行光が、入射角 θ_0 、中心位置から h の距離でガルバノメーターにより駆動されているスキャンニングミラーへ入射する。スキャンニングミラーは、曲面ミラーの焦点面に置かれており、スキャンニングミラーで反射した光は曲面ミラーで反射し、平面鏡上で焦点を結ぶように到達し、もとの光路を戻るように伝搬する。スキャンニングミラーの回転角 θ_{sc} が十分小さい場合、走査振幅は、 $\Delta l = 2h[\tan(\theta_0 + \theta_{sc}) - \tan(\theta_0 - \theta_{sc})]$ で与えられる。ただし

θ_{sc} が大きくなると、走査振幅に非線形が生じ、入射ビームの位置に比べて出射ビームの位置が横方向にずれていく欠点がある。走査振幅 1.5 mm、最大走査速度 9.1 m/s、繰り返し周波数 4.1 kHz の光ディレイラインを実現した実験結果が示されている。また 6 枚のカバーガラスを重ねた試料に対する OCT 断層像が得られている。(図 3, 文献 16)
高分解能 OCT を実現する上で必要となる分散フリーの光ディレイラインが報告されており、今後のさらなる発展が期待できる。

(小野寺理文)



分散フリーの光ディレイラインの構成

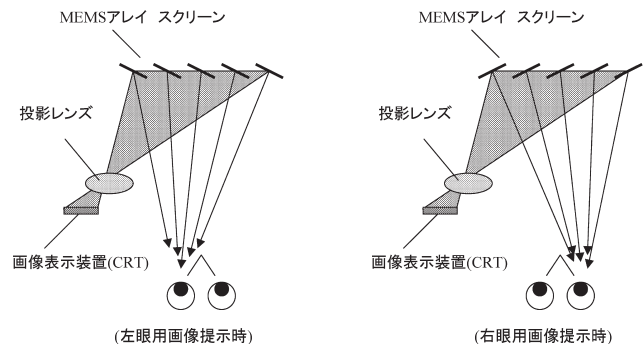
マイクロミラーアレイを用いためがねなし立体表示装置

Autostereoscopic Three-Dimensional Display Based on a Micromirror Array
[J. Yan, S. T. Kowel, H. J. Cho, C. H. Ahn, G. P. Nordin and J. H. Kulick: Appl. Opt., 43, No. 18 (2004) 3686-3696]

めがねなし立体表示装置といえば、画像情報を「面積分割」してディスプレイ上に配置し、レンチキュラシートやパララックスバリアなどで複数方向に指向させる方式が数多く報告されているが、本論文では画像情報を「時間分割」して投影する方式が提案されている。MEMS (micro-electro-mechanical system) アレイで光の反射方向が時系列的に変化するスクリーンを形成し、このスクリーンに視差画像を時間分割投影することで、複数方向から複数の視差画像を独立に観察できるように構成する。本論文では、上記の原理提案と、理論に基づいた光学設計、試作結果などが報告され、試作機においては 4 眼程度の multi-view を確認している。(図 23, 表 1, 文献 30)

日本でもめがねなし立体表示装置に関する報告は多いが、ほとんどが「面積分割」方式のものである。表示する立体像のリアリティを追求し、かつ情報表示の効率を考慮すると、本報告のように時間軸方向への情報展開が必要になってくるのかもしれない。現時点での技術的なスペックはあまり高くないが、新たな方向性を示しており、今後

の展開が注目される。(須藤 敏行)



装置の構成概要と立体表示の原理

ポリマー微結晶に関する近接場偏光測定キャラクタリゼーション

Near-Field Polarimetric Characterization of Polymer Crystallinities
[L. S. Goldner, S. N. Goldie, M. J. Fasolka, F. Renaldo, J. Hwang and J. F. Douglas: Appl. Phys. Lett., 85, No. 8 (2004) 1338-1340]

ポリマー微結晶は、ここ数十年の間研究されているが、それらの形状が生じるメカニズムは疑問とされていた。著者らは、アイソタクティックポリスチレン (iPS) の薄膜結晶を研究するために、近接場偏光測定 (NFP) を用いた。NFP は、近接場走査型光学顕微鏡 (NSOM) に偏光変調測定法を応用し、iPS 薄膜の複屈折位相差と進相軸方位を 50~150 nm の横分解能で得ることが可能である。また、試料として、トルエン (質量比 4.5%) 中に、薄めたストック溶液 (90% の iPS ; 分子量 6×10^5 , 多分散指数 3.0) を入れたものをスピコートし、真空中で乾燥させた。これを原子間力顕微鏡 (AFM) などで観察すると、海草形状の地形パターンが確認された。得られた NFP 像より、iPS の存在しない背景部分では、非晶質層 (複屈折位相差が 0) の領域がはっきり確認でき、また、地形パターンのエッジに沿った領域では、高い複屈折位相差 (6~10 mrad) が確認できた。また、前述の試料をホットプレートで加熱したものの NFP 測定を行った結果、球状の地形パターンとともに、半径方向の歪み (動径歪み) による複屈折

(20~30 mrad) が得られた。以上の結果から、NFP は、(1) 上記試料での複屈折について、回折限界を超えた分解能での定量的キャラクタリゼーションを可能とし、(2) 成長前線を囲む空乏境界での動径歪の証拠を与え、(3) 微結晶の成長面の上下の非晶質層における結晶軸および、歪みの傾き分布を与えることがわかった。(図 2, 文献 8)

近接場走査型光学顕微鏡による偏光測定は、現在さまざまな分野で応用されている。本論文で観測したアイソタクティックは、不斉炭素がすべて同一の立体配置をもち、ポリスチレンとともに光学異方性材料であるため、微小領域におけるメカニズム (結晶構造、分子配列) を定量的に解明する手法としては、今後の展開に期待がかかる。また、光学的に等方性な媒質においても、メゾスコピック応力測定などへの応用が考えられる。(大久保進也)

流動抵抗を制御された流体回路による論理演算

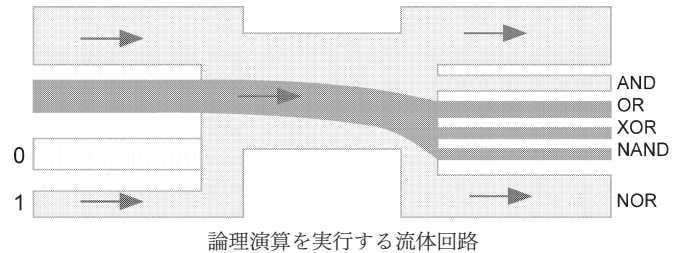
Flow Resistance for Microfluidic Logic Operations

[T. Vestad, D. W. M. Marr and T. Munakata: Appl. Phys. Lett., 84, No. 25 (2004) 5074-5075]

1960年代、電子回路と同様に、流体回路による計算の研究が盛んに行われた。近年、微小流体回路は、半導体集積化回路と同様に集積・微細化できるようになったため、化学実験、化学操作に適用するデバイスとして注目されている。これは、測定時間の大幅な短縮、試薬量・廃液量の削減、省スペース、携帯性などのさまざまなメリットをもたらすため、流路内で混合・反応・分離・検出を制御できる多様なデバイスが開発されている。本論文は、流動抵抗を制御した微小流体回路によって、論理演算を実行できることを報告している。流体回路の構成を図に示す。この回路は、5つの2入力論理演算を実行できるデバイスであり、XORとANDとを組み合わせると1ビットの半加算器となる。図は、入力が(1, 0)のときの流体の流れを示している。グレーの領域は、不溶性色素を混入した水溶液の流れを示している。出力側にその色素を含む液体の到達するとき、出力が1となる。このデバイスの特徴は、回路の非線形応答が、流体の性質ではなく、回路構造によって決定されることにある。なお、出力流体に色素を

含むため、現状の回路構成ではカスケード接続できない。(図3, 表1, 文献7)

集積化化学システムやlab-on-a-chipの構築において、流体演算や流体メモリーを内在的に含む回路構成の研究はさらに盛んになる。それと同時に、光による非接触な制御を含む光アシスト型の回路も重要である。(早崎 芳夫)



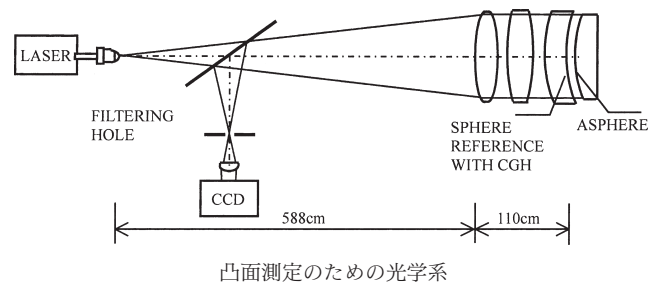
大口径凸面検査のための曲面ホログラムの使用

Using Curved Hologram to Test Large-Aperture Convex Surface

[H. Liu, Z. Lu, F. Li, Y. Xie, S. Kan and S. Wang: Opt. Express, 12, No. 14 (2004) 3251-3256]

最近、光学系の高性能化のため大口径の非球面を含む素子の利用が増えてきている。その作製には非球面を高精度に管理する必要があるが、非球面の測定は難しくコスト高であった。本論文では計算機ホログラム(CGH)を凹面に作製する高精度で低コストの測定システムを提案している。図はこのシステムの測定光学系である。最初の2個のレンズはイルミネーション光学系である。測定は、参照光と測定光の干渉縞を使用する。参照光は曲面に作製されたCGHからの反射1次回折光であり、所望の波面を形成するようにCGHが設計されている。測定光はCGHの透過0次光を被測定面で反射して得る。干渉縞は高次の回折光を遮断するためのピンホールを通してCCDで測定する。CGHの作製のため、曲面上に塗布したフォトレジストをHe-Cdレーザーにより直接描画する装置を開発しており、測定装置と合わせて1つのシステムを構成している。本システムで開口径110mm、曲率半径500mmの非球面形状を測定した結果、形状誤差300.6nm(P-V)の測定結果が得られた。(図4, 文献17)

DVD/CD互換レンズなど非球面を応用した特殊な光学系が数多く提案されてきている中、非球面形状の高精度な測定は必要不可欠な技術である。曲率などのシステム限界は不明であるが、今後期待できる技術である。(山本 博昭)



電流駆動単一胞フォトニック結晶レーザー

Electrically Driven Single-Cell Photonic Crystal Laser

[H. G. Park, S. H. Kim, S. H. Kwon, Y. G. Ju, J. K. Yang, J. H. Baek, S. B. Kim and Y. H. Lee: Science, 305 (2004) 1444-1447]

フォトニック結晶を利用することにより自然放光を制御できることが示唆されて以来、極低閾値レーザーの研究が盛んになった。特にフォトニック結晶は非常に小さな領域に光を閉じ込められるので、共振器量子電磁力学への適用や量子通信用の光源として期待がもたれている。しかし、そのモード体積の大きさ($\sim 0.1 \mu\text{m}^3$)ゆえにレーザーとして利用する場合、電流注入方法と熱対策に課題があった。特に、効率よく共振器への電流注入が行うように単一胞へ電極を取り付けたとき、光閉じ込め(Q値)の劣化を招くという問題があった。今回著者らは、単一胞の中心に節がある発振モードとなるように構造を最適化することにより、電極を取り付けたときにQ値の劣化を抑制するとともに、それがヒートシンクとなるようなデバイスを設計した。これに幅6ns、周期2.5 μs のパルス電流を注入したところ、単一胞フォトニック結晶レーザーとして初めて電流駆動による室温単一モード発振に成功した。そのときの閾値電流は260 μA 、パワーは700 μA のとき4nW、波長は1519.7nmでその幅は0.5nmだった。(図3, 文献29)

本報告の素子は、単一胞フォトニック結晶レーザーとして初めて電流駆動によるレーザー発振に成功した点に意義がある。高出力光源としてはあまり期待できないが、無閾値レーザーの実現に向けた成果として興味深い。(深町 俊彦)

