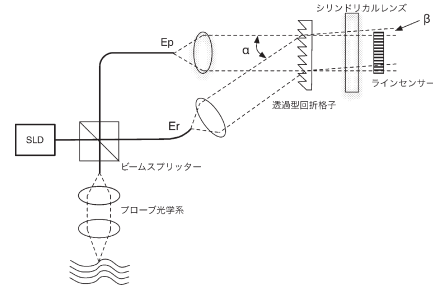


計測範囲を拡張した一次元断面画像計測システム

Linear Optical Coherence Tomography System with Extended Measurement Range  
[P. Koch, V. Hellemanns and G. Hüttmann: Opt. Lett., 31, No. 19 (2006) 2882-2884]

従来の光断面画像計測法 (OCT: optical coherence tomography) では、コヒーレンスゲートを時間移動させるための機械的な移動機構や FD-OCT (Fourier domain OCT) では、スペクトルのフーリエ変換が必要とされ、性能向上の妨げとなっている。そこで、移動機構やフーリエ変換を必要としない OCT として、低コヒーレンス干渉により発生するインターフェログラムを空間に展開し、計測する方法が考案された (linear OCT)。本論文では、計測範囲を拡張するために、空間展開されたインターフェログラムの空間周波数を回折格子を用いて低周波数に変換するシステムが提案されている。これにより、システムのダイナミックレンジを下げることなく、インターフェログラムの計測に必要な CCD の画素数を減らすことが可能となった。実験では、コヒーレンス長に相当する  $17.4 \mu\text{m}$  を 19 画素で測定した結果が示され、1024 画素をもつ CCD の測定レンジでは  $1.07 \text{mm}$  までの計測が可能となった。また、このシステムでは 66 dB の SNR を達成しており、 $1.2 \text{kHz}$  の速度で生体の計測を行っている。(図 5, 文献 8)

回折格子を巧みに使い干渉縞にビート信号を発生させ空間周波数をダウンコンバートする手法は非常に興味深い。OCT のみならず他の研究開発への応用に期待したい。(広川 勝久)



linear OCT の光学系

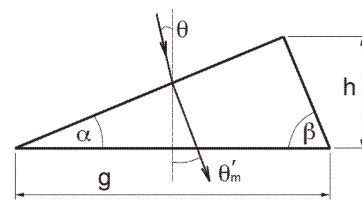
透過型ブレースグレーティングにおける遮蔽効果の厳密解析

Rigorous Analysis of Shadowing Effects in Blazed Transmission Gratings

[O. Sandfuchs, R. Brunner, D. Pätz, S. Sinzinger and J. Ruoff: Opt. Lett., 31, No. 24 (2006) 3638-3640]

近年、ブレース回折光学素子は、微細加工精度の向上により、屈折光学素子や反射光学素子と組み合わせたさまざまなハイブリッド光学系で利用されている。ブレース回折光学素子の表面では遮蔽効果の発生が知られており、光学系の性能低下を引き起こすため、光学設計において単純かつ精度のよい指標が必要とされている。著者らは、透過型ブレースグレーティングの回折効率に関して、最適グレーティング周期は幾何光学に基づく解析モデルでの計算結果と厳密計算結果の間にあることに着目し、波長やピッチに依存しない“遮蔽強度”という概念を導入した。設計パラメータの関数として、低次回折光の効率低下に対して、厳密な方程式ではなく、最適周期発見に役立つ単純な方程式を提供している。この指標によると、従来の幾何光学に基づくモデルでは遮蔽効果の回折効率低下量は低めに見積もられている。したがって、回折効率の低下は純粋に幾何学的な陰により発生するのではなく、ブレース表面の電磁界の境界効果によって発生していると著者らは主張している。(図 3, 表 1, 文献 9)

計算能力が向上した現在でも、ブレース光学素子の回折効率の厳密計算を行うことは非常に労力を要する。手軽に遮蔽効果を考慮した回折効率を求められることは有用である。回折光学素子では、設計に対する製造プロセスでの誤差により不要光が発生し、この不要光がしばしば光学系に悪影響を与える。製造プロセス誤差をパラメータとして、回折効率計算を単純化するモデルへの展開を期待したい。(佐伯 哲夫)



ブレースグレーティングの構造

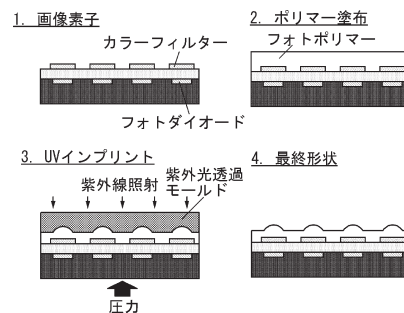
画像素子上にマイクロレンズアレイを集積化する紫外線インプリントプロセス

Development of an Ultraviolet Imprinting Process for Integrating a Microlens Array onto an Image Sensor

[S.-M. Kim, H. Kim and S. Kang: Opt. Lett., 31, No. 18 (2006) 2710-2712]

画像素子の感度向上の方策のひとつとして、マイクロレンズアレイ (MLA: micro lens array) を画像素子上に実装する方法がある。著者らは画像素子上に MLA を集積化する方法として、紫外線 (UV: ultra violet) 透過性のモールドによるインプリント技術について研究を行っている。UV インプリントは従来のリフロー法に比べて、MLA を高精度に大量生産できるという利点を有する。ここでは、一般的な画像素子を模擬した模擬画像素子上に MLA を UV インプリントにより実装し、本手法の実現可能性について実証した。レンズの型となる UV モールドは PET (polyethylene terephthalate) フィルムを用いて、フォトリソグラフィとリフローにより作製した。模擬画像素子上にフォトポリマーを塗布後、UV モールドをかぶせ圧力をかけた状態で UV を照射し、MLA を形成した。作製したレンズは、幅  $4.63 \mu\text{m}$ 、サグ高さ  $1.416 \mu\text{m}$ 、曲率  $2.544 \mu\text{m}$  であり、表面粗さの自乗平均値は  $1.07 \text{nm}$  であった。(図 6, 文献 9)

画像素子の低コスト化技術として期待できる。また、レンズ形状の自由度も高く高効率 MLA への応用展開も期待できる。(白附 晶英)



紫外線インプリントによるマイクロレンズアレイの集積化

本方法は従来の作製方法に比べ、簡便に MLA を作製でき、高感度

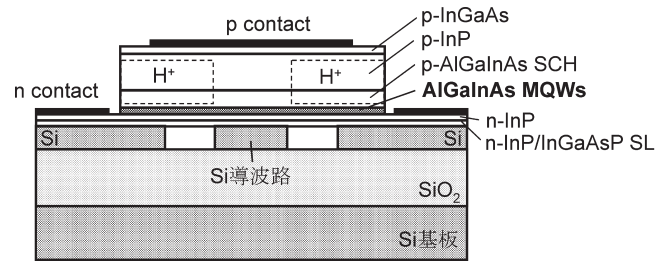
電流注入型ハイブリッド AlGaInAs-シリコンエバネセントレーザー

Electrically Pumped Hybrid AlGaInAs-Silicon Evanescent Laser

[A. W. Fang, H. Park, O. Cohen, R. Jones, M. J. Paniccia and J. E. Bowers: Opt. Express, 14, No. 20 (2006) 9203-9210]

近年、シリコンフォトニクスが光電子集積回路や光配線の実現を目指して盛んに研究されている。電流注入型のシリコンレーザーは、本分野での最も困難な課題のひとつである。本論文では、図のようにシリコン導波路上に AlGaInAs 製の多重量子井戸構造をボンディングして、室温連続発振する電流注入型レーザーを実現している。まず、SOI (silicon on insulator) 基板上にシリコン導波路を、InP 基板にエピタキシャル成長により AlGaInAs 製活性領域を作製し、両者をボンディングする。InP 基板を除去した後、メサ構造、コンタクト層を作製し、最後に両端面を研磨して共振器長 860 μm のレーザーを作製している。15°C において、閾値電流 65 mA、片側端面からのファイバー結合された最大出力パワーとして 1.8 mW が得られ、微分量子効率率は 12.7% と見積もられている。15~40°C でレーザー発振が確認されており、発振波長は 1577 nm 付近である。また、同一基板上に一度に 36 個のレーザーを作製し、7 個同時に駆動した結果も示している。(図 5, 文献 29)

これまでにシリコン導波路レーザーの実現に向けてさまざまな方法が検討されているが、本論文の方式が最も実用化に近いと思われる。今後の動向に注目したい。(金高 健二)



レーザーの断面概略図

インテグラルイメージングに基づく LED アレイを使った二次元/三次元両用ディスプレイ

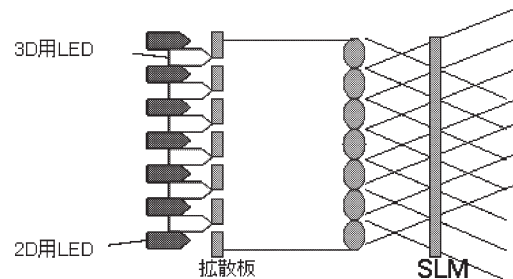
Convertible Two-Dimensional-Three-Dimensional Display Using an LED Array Based on Modified Integral Imaging

[S.-W. Cho, J.-H Park, Y. Kim, H. Choi, J. Kim and B. Lee: Opt. Lett., 31, No. 19 (2006) 2852-2854]

インテグラルイメージングに基づいた三次元 (3D) ディスプレイは、観察者が特殊なメガネを使用することなく、視点位置に制限のない 3D 視覚体験を得られることから、有望な技術となっている。著者らは過去に、コリメーターと高分子分散型液晶を用いて 3D だけでなく二次元 (2D) 表示も可能にしたディスプレイを提案した。本提案はこれを発展させ、LED アレイを使うことで、その構成を大幅にコンパクト化したものである。著者らが考案したシステムは図のように、LED アレイと穴の開いた拡散板、レンズアレイ、空間光変換器 (SLM) で構成される。このうち、LED アレイ中の LED は 2D/3D の用途に合わせて 2 種類に区別される。3D 用 LED の光は拡散板の穴を通るように配置されているため、その光は拡散されることなく SLM の手前で集光され、擬似的な点光源列を形成する。この点光源列からの光は、SLM によって光線の透過・遮蔽を制御される。その結果、視点位置に応じて見え方の変わる表示が行われる。一方、2D 用 LED からの拡散された光は、SLM 上の 2D 画像を表示するための

一様な照明光となる。(図 4, 文献 8)

3D 表示はゲーム分野等で多大なニーズが予想され、新しい発想の応用が期待される。今後の動向に注目したい。(山下 敏行)



LED アレイを用いた 2D/3D 両用ディスプレイ

レーザーアシストナノトランスファープリンティング法による三次元ナノ構造の作製

Fast Three-Dimensional Nanostructure Fabrication by Laser-Assisted Nanotransfer Printing

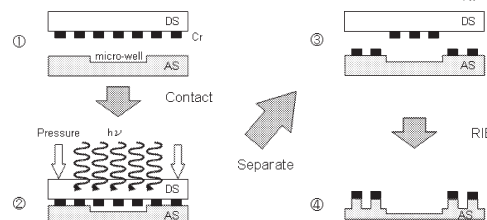
[B. L. Drogoff, B. Cui and T. Veres: Appl. Phys. Lett., 89, No. 11 (2006) 113103]

三次元ナノ構造を作製する代表的な手法として、フォトリソグラフィや電子線リソグラフィがある。しかし、これらの手法にはスループットの課題がある。本論文では、レーザーアシストナノトランスファープリンティング法 (LA-nTP: laser-assisted nanotransfer printing) とよばれる新しいナノ加工方法を提案している。本手法は、ナノサイズの Cr ドットを有する石英基板 (DS: donor support) を Si 基板 (AS: acceptor substrate) に押し当て、第四高調波固体 YAG レーザーによって Cr を融かし、Si 基板に転写することでナノ形状を形成する。また、この Cr ナノドットをマスクにして反応性イオンエッチング (RIE: reactive ion etching) を行うことで、よりアスペクトの高いナノ構造を得ることが可能となる。著者らは本手法を用いて、径 95 nm、高さ 100 nm のドットパターンを作製に成功している。また、シミュレーションでは、熱伝導方程式を用いて DS から Cr を介して AS までの熱プロファイルを計算している。そして、実験結果とシミュレーション結果から、LA-nTP 法は Cr と石英基板と

の密着力の低下、Cr と Si 基板表面の酸化膜との化学結合の 2 つのメカニズムからなると解説している。(図 4, 文献 4)

本手法は DS のナノ Cr ドット作製工程において課題が残るが、ナノドットのメタル蒸着が簡便にできるという点においては非常に興味深い。今後は本手法を用いた具体的な応用の開発に期待したい。

(植木 真治)



レーザーアシストナノトランスファープリンティングの概略図