

動的に変化させたスペックルを照明に用いた擬似的な共焦点蛍光断層法

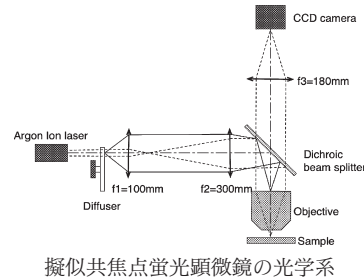
Quasi-Confocal Fluorescence Sectioning with Dynamic Speckle Illumination
[C. Ventalon and J. Mertz: Opt. Lett., 30, No. 24 (2005) 3350-3352]

一次元の周期性をもった空間パターンを照射することにより、共焦点顕微鏡のように断層画像を取得する方法が報告されている。本論文では、レーザー励起による蛍光断層画像を得るために、一次元周期パターンの代わりにスペックルパターンを照射する方法を提案している。

断層画像を1面得るために、照射するスペックルパターンを変化させながら50~100枚の画像を取得する。得られた複数枚の画像には、独立なスペックルパターンが重畳されているため、断層画像には、複数枚の画像の同じ位置にある画素の強度分散の平方根を強度として用いる。分散値は、焦点と一致した点で最大値をとるため、最大値を調べることで深さ情報を得ることが可能となる。理論的な分解能は、共焦点顕微鏡の $1.4 n\lambda / NA^2$ に対して $5.4 n\lambda / NA^2$ である。横方向の分解能は実験的に $0.6 \mu m$ の値が得られている。深さ方向の分解能は共焦点顕微鏡に及ばないものの、散乱体の深部でも細かいスペックルパターンが生成されるため、厚い物体に対しても高い空間分解能

を保つことができるなどの優位性をもつ。(図4, 文献9)

実験結果では、鮮明な蛍光断層画像が得られており、従来の空間パターンを利用する場合と比較して光学系も簡単で、効率もよいことが予想される。この手法を植物や生物に応用した場合の性能がどの程度であるのかが興味深い。(広川 勝久)



擬似共焦点蛍光顕微鏡の光学系

マスタリングと複製技術を用いた民生向けホログラフィック ROM 再生装置

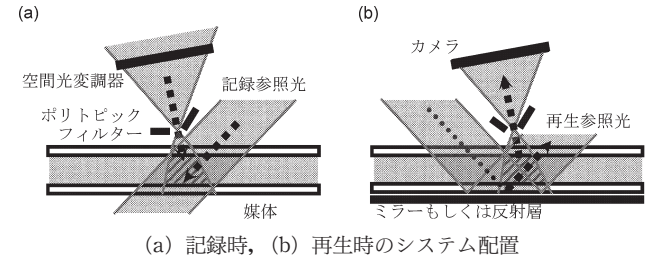
Consumer Holographic Read-Only Memory Reader with Mastering and Replication Technology
[E. Chuang, K. Curtis, Y. Yang and A. Hill: Opt. Lett., 31, No. 8 (2006) 1050-1052]

安価かつ高速にホログラフィック ROM (read only memory) 媒体を製造するためには、効率的な ROM 媒体のマスタリングおよび複製技術は欠かせない。本論文では、レンズレスイメージング、および位相共役波を用いた薄型カード ROM システムと、回折効率が従来よりも高い複製用のマスターホログラムを作製するマスタリングプロセスについて述べられている。

だけで、マスターホログラムの回折効率を高めることができる点は注目される。また、詳細は記述されていないがドライブ高さ10mmを切る試作機についても、今後の開発動向に注目していきたい。(佐伯 哲夫)

提案されているマスタリングプロセスでは、マスターに1ページずつデータを記録するのではなく、データを複数のサブマスターに分けて記録し、それらからマスターを作製することで回折効率を高めている。このマスタリングプロセスにより作製された 5×5 の記録領域に1ページ当たり30kBのデータを5角度多重された媒体を用いて再生実験を行ったところ、記録したビットデータがエラーなく再生された。また、再生装置プロトタイプドライブ高さは10mm以下である。(図5, 文献6)

記録されるホログラム数が同じであっても、プロセスを少し変える



(a) 記録時, (b) 再生時のシステム配置

単一視点光学系による単一カメラ全方位ステレオシステム

Single-Camera Panoramic Stereo System with Single-Viewpoint Optics
[G. Jang, S. Kim and I. Kweon: Opt. Lett., 31, No. 1 (2006) 41-43]

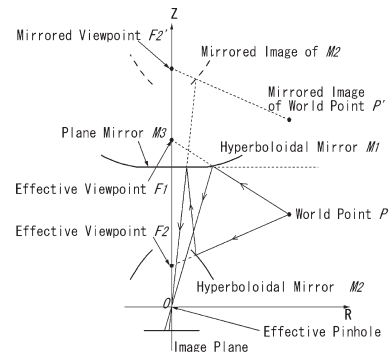
異なる視点から撮影した2枚の画像によるステレオ視について種々の方法が考案されており、水平方向全方位の視野を提供する全方位ステレオシステムが注目されている。著者らは、単一の撮像素子と複数のミラーを用いたコンパクトな全方位ステレオシステムを作製した。

用途など今後の展開が期待される。

(白附 晶英)

本システムは、2枚の双曲線ミラー、1枚の平面ミラー、および単一のカメラによって構成されている。それぞれの双曲線ミラーの焦点に投影される点が、撮像素子上の外側および内側にそれぞれ投影され、視点の異なる同心円状の2つの全方位画像が取得できる。試作として、ベースライン120mm、ミラー半径80mm、垂直方向の画角 16° の全方位カメラシステムを作製した。また、試作機では、水平方向1200画素の撮像素子および焦点距離12mmのレンズにより画像を取得している。取得した2つの全方位画像から視差画像を計算しており、全方位ステレオシステムにおける本構成の有効性を示している。(図5, 文献10)

コンパクトな全方位ステレオカメラとして、ロボット、監視、防犯



作製した全方位ステレオシステムの概略図

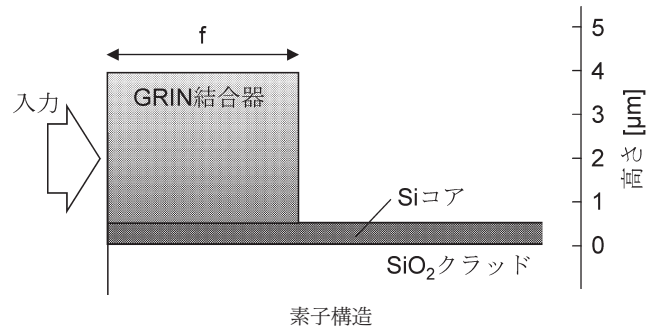
微小光導波路用の一体集積された非対称分布屈折率型とステップ屈折率型結合器

Monolithically Integrated Asymmetric Graded and Step-Index Couplers for Microphotonic Waveguides

[A. Delàge, S. Janz, B. Lamontagne, A. Bogdanov, D. Dalacu, D.-X. Xu and K. P. Yap: Opt. Express, 14, No. 1 (2006) 148-161]

近年、小型の集積光回路の実現を目指して、SOI (silicon on insulator) 導波路や SiO₂N₂ コア導波路が盛んに研究されている。課題のひとつは、光ファイバーと高効率で入出力結合することである。本論文では、図のように SOI 導波路上に厚さ方向に屈折率分布をもった (GRIN) 膜や単一屈折率の膜を集積した、多モード干渉を利用した結合器について、数値解析と、単一屈折率膜を堆積した素子の作製について報告している。数値計算は、Si コア (屈折率 3.47, 0.5 μm 厚) 上に、屈折率が二次関数的に小さくなる膜 (屈折率 3.372~3.05) が単一屈折率膜 (屈折率 3.365) を部分的に堆積 (3.5 μm 厚) した構造で行った。波長 1.55 μm, 半値全幅 3.5 μm のガウシアンビームを入力した場合、11 μm 長の GRIN 膜で 88%, 50 μm 長の単一屈折率膜で 45% の結合効率が得られた。入力位置、入力角度、波長、偏光に対する依存性も解析している。0.8 μm 厚の Si コア上に 3 μm 厚の a-Si 膜をプラズマ化学気相法 (CVD) で堆積して作製した素子で効率の結合長依存性を測定し、理論と一致した結果が得られている。(図 8, 表 2, 文献 14)

簡単な構成で結合効率の向上が期待できる点は興味深い。現状では、単一屈折率膜の場合の相対的な結果のみの報告であり、今後の GRIN 膜への進展を期待したい。(金高 健二)



回折による回転点像分布を使った深度推定

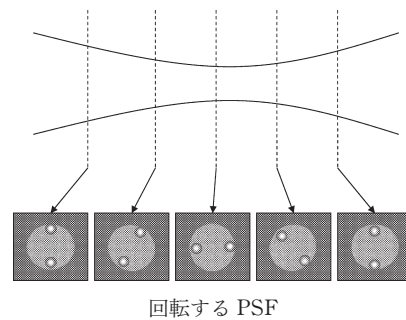
Depth from Diffracted Rotation

[A. Greengard, Y. Y. Schechner and R. Piestun: Opt. Lett., 31, No. 2 (2006) 181-183]

画像から深度を求める方法として、DFD (depth from defocus) が知られている。撮影画像からデコンポリューション処理により点像分布 (PSF) を求め、深度を推定するものである。ステレオ視と比べて隠蔽や一致性に強いという利点をもつ。しかし、従来の光学系では、PSF が深度推定に最適化されていないため、精度や感度は高くなかった。

そこで、著者らは、図に示すように、回折効果を利用してデフォーカス方向の移動に対して光強度分布が回転する PSF を考案した。一般に、光学系の PSF の Fisher 情報量が高いほど、深度推定の精度および感度が高くなる。従来よく使われていた円形開口では、合焦付近において Fisher 情報量が激しく落ち込んでいた。ところが、提案する PSF は、フォーカス可能領域において Fisher 情報量が合焦可能領域全域においてほぼ一定の値をとる。著者らは、提案手法による光学系を試作し、合焦可能長の 1.6% の精度で深度の測定が可能であることを明らかにした。(図 4, 文献 17)

光学系の小型化の限界が見えてきた昨今、本手法のようなソフトウェア技術に対する期待はますます高まっている。デフォーカス量を図転角に変換する着想はおもしろい。今後の動きに注目したい。(山下 敏行)



多層室温ナノインプリントリソグラフィーによる共役系高分子フォトニクス

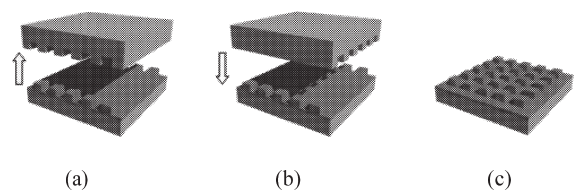
Multilevel, Room-Temperature Nanoimprint Lithography for Conjugated Polymer-Based Photonics

[E. Mele, F. D. Benedetto, L. Persano, R. Cingolani and D. Pisignano: Nano Lett., 5, No. 10 (2005) 1915-1919]

ナノサイズの超微細な形状を高スループットで作製するには、ナノインプリントリソグラフィー (NIL) が有効である。しかし、有機材料を従来の NIL によって成型する場合には、高温プロセスでの酸化の影響によって有機材料の光学的・電気的な特性が著しく劣化する。本論文では、この課題を解決する手段として、室温ナノインプリントリソグラフィー (RT-NIL: room-temperature NIL) を提案している。そして、有機発光高分子材料を用いて、1 μm ビッチの二次元・二次元フォトニック結晶の作製を実現している。

著者らは、AFM による形状測定と RT-NIL プロセス前後での有機発光高分子材料のフォトルミネセンスの量子収率の変化を観測することにより、RT-NIL の有機材料への有効性を示している。また、RE (red-emitting polymer) によって作製された二次元フォトニック結晶は、微細パターンがない状態に比べて量子収率が 2.4% 向上し、フォトルミネセンスは 69° 方向に高くなるという結果を得ている。(図 5, 文献 22)

本論文では、有機発光材料を用いて RT-NIL の有効性を実験により示している。今後は、この技術をさまざまな光学デバイスに応用した具体的な製品の開発に期待したい。(植木 真治)



二次元フォトニック結晶作製図。(a) 1 回目のインプリント、(b) 2 回目のインプリント、(c) 二次元フォトニック結晶