

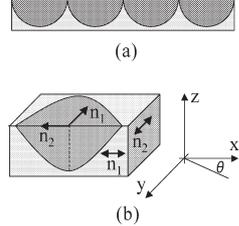
気になる論文コーナー

ポリマー製で柔軟な構造をもつ可変焦点距離マイクロレンズアレイ

Polymer-based flexible microlens arrays with hermaphroditic focusing properties
 [H. Ren, S. and Wu: Appl. Opt., 44, No. 36 (2005) 7730-7734]

著者らは、入射光の偏光状態に応じて焦点距離が変化し、小型、軽量、薄型でフレキシブルなマイクロレンズアレイを提案している。図に示すように、複屈折性をもつ平凹レンズと平凸レンズが、進相軸と遅相軸が互いに直交するように重なった構造となっており、入射光の偏光方向に応じて正負の焦点距離をとることができる。製造方法は、まずガラス製マイクロ凸レンズアレイとラビング処理した基板との間に紫外線硬化性の液晶ジアクリレートモノマーを加熱した状態で注入し、UV照射してポリマー化することによって平凹レンズアレイを作成し、さらに凸レンズアレイを取り外して同様のプロセスを行うことにより、凹レンズアレイを作成した。実験では、アレイ数 16×20 、厚さ $50 \mu\text{m}$ 、単位個眼の半径 $250 \mu\text{m}$ の素子を作成し、偏光状態に応じて焦点距離が $\pm 7 \text{mm}$ の範囲で変化する様子を示している。また結像特性を評価しており、焦点距離が正負の領域にまたがって変化することにより、正立像、倒立像のいずれもが得られる様子を示している。(図5、文献17)

薄型かつフレキシブルであるため他の光学部品との親和性が高く、ディスプレイの視域拡大をはじめ、さまざまな応用が期待される。入射光の偏光を制御する素子とどのように組み合わせるのか、今後の研究が注目される。(赤尾 佳則)



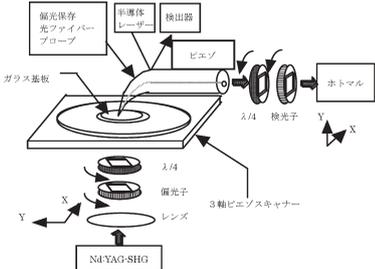
マイクロレンズアレイの構造。(a) 断面図、(b) 単位個眼とその屈折率分布

近接場光学顕微鏡用の開発および曲げとスクイーミングの偏光への影響

Development of a polarization-preserving optical-fiber probe for near-field scanning optical microscopy and the influences of bending and squeezing on the polarization properties
 [T. Mitsui: Natl. Inst., 76, No. 4 (2005) 043703.1-043703.6]

本論文では、偏光保存近接場光学顕微鏡 (NSOM) 用の光ファイバプローブを評価し、溶融延伸および曲げなどの製作工程がどのように影響するかを調べている。遅相軸に平行に入射した直線偏光においては、常に消光比が減少し、この減少はプローブの曲げ方向には依存しないことがわかった。消光比が低い原因はファイバーが延伸されるときに等方的圧縮応力状態にあり、これはコアに加えられた引っ張り応力を相殺する。この偏光保存 NSOM プローブを用いて、高分子光ファイバー中を導波路-集光モードで伝搬する光の光学的性質を観察し、入射光と光ファイバプローブの集光におけるさまざまな偏光条件によるこれらの光学的性質を調べた。(図2、文献7)

NSOMの構成を用いている。ストークスパラメーターによる計算結果より、消光比が明確に得られたことから、近接場における偏光状態の保存に関して実験的に実証する方法のひとつとして期待できる。(大久保進也)



NSOM用偏光保存光ファイバプローブ偏光測定装置

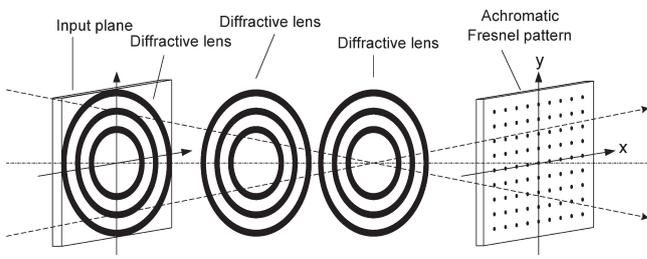
NSOMにおいて、偏光を光源とした装置構成は一般的に用いられているが、光ファイバプローブ先端の開口径サイズや、光ファイバー自身もつ複屈折などの影響により、観測される光学画像に影響を及ぼすことが懸念されていた。本論文においては、特にベンディングタイプの光ファイバプローブについての偏光状態評価法として集光型

近距離領域での色補正：形状とサイズの調整

Chromatic Compensation in the near-field region: shape and size tunability
 [G. Mínguez-Vega, M. Fernández-Alonso, E. Tajahuerce, J. Lancis, Z. Jaroszewicz and P. Andrés: Appl. Opt., 44 (2005) 6933-6939]

通常の回折素子や回折レンズは、波長依存性があるため実質的に単色でしか利用できない。これに対して著者らは、回折素子の白色対応を目指して波動光学における ABCD 行列を応用し、近距離のフレネル回折領域での伝搬特性およびその波長依存性を解析する手法を開発してきた。この論文ではその手法を用いて、3つの回折レンズのみを用いた光学系により、近距離のフレネル回折領域にパターンを生成する回折素子に対して広い波長帯域で色補正が可能であること、さらに、光学系のパラメーターを調整することにより、色補正および出射パターンの拡大・縮小が独立に行えることを解析的に示した。また応用例として、平面波を正方形格子状に並んだ点パターンに変換するフレネル面アレイ照明素子およびキノフォーム型回折レンズによる光学系を作成し、可視の広帯域光源で照明した場合でも実際に色収差がほとんど生じないこと、パターンのサイズを調整できることなどを確認した。(図4、文献25)

て色消しの議論を行ったことは注目に値する。また、光学系の性能向上により、光信号処理などへの利用も期待できる。(塚本 宏之)



色補正回折光学系の模式図

一次の補正のみとはいえず、フレネル回折領域で動作する素子に対し

自己形成ゾルゲル材によるロイドのミラー干渉を用いた正弦波位相格子の1ステップ作製

Self-processing solgel material for one-step fabrication of micrometer-period sinusoidal phase gratings using the Lloyd's mirror scheme

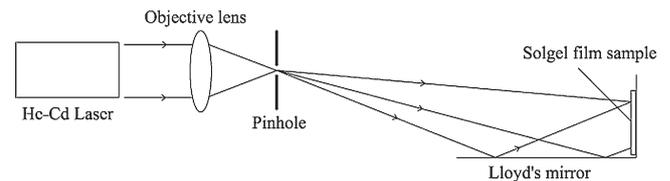
[M. He, J. Bu, X. Yuan, H. Niu and X. Peng: Opt. Lett., 30, No. 20 (2005) 2772-2774]

フォトレジストを用いたマイクロ光学素子の作製には、リソグラフィによるパターンニング工程とエッチング工程を有するのが一般的である。これに対し、著者らは、自己形成シリカジルコニアゾルゲル材を用いて、正弦波位相格子を1回のステップで作製した。図のように、波長 345 nm の He-Cd レーザーとピンホールを用いてロイドのミラー干渉計を構成し、ゾルゲルのフィルム面上に正弦波状の強度分布を発生させる。フィルムに形成される凹凸の深さおよび屈折率は、UV 光の照射時間とともに増加し、光強度 4 mW/cm^2 、60 分間の照射で飽和する。飽和後の屈折率は 1.49 である。実験では、ピッチ $0.99 \mu\text{m}$ 、深さ 330 nm の正弦波位相格子を作製し、He-Ne レーザーを用いた回折実験において、±一次光の回折効率 30.56% を実現している。またこのゾルゲル材は耐環境性にも優れており、 200°C で 4 時間の高温放置試験や、アセトン、エタノール等へのディップ試験でも、形状変化がないことが確認されている。(図 4, 文献 16)

本手法を用いれば、シンプルな構成で高精度の正弦波位相格子を作

製できる。1 回の作製に 60 分必要なため、このままでは産業上の利用範囲は限られるが、母型の作成方法としては魅力的である。モールドやインプリント技術など、複製技術への展開が期待される。

(大村 陽一)



ロイドのミラー干渉

小型で集積された TM モード透過導波路偏光子

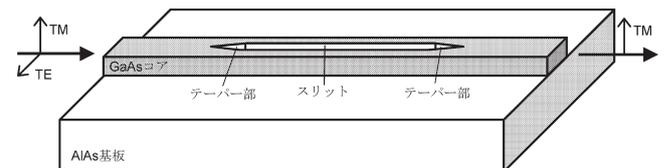
Compact and integrated TM-pass waveguide polarizer

[C.-H. Chen, L. Pang, C.-H. Tsai, U. Levy and Y. Fainman: Opt. Express, 13, No. 14 (2005) 5347-5352]

偏光子は集積光学素子の基本素子のひとつであり、さまざまな構造の素子が研究されている。本論文では、構造に起因する複屈折性を利用した、TM モードを透過させる導波路型偏光子を新たに提案し、数値解析を行っている。提案する導波路偏光子は、図のように AlAs 基板 (屈折率 2.95) と GaAs コア (屈折率 3.374) からなる高屈折率差導波路の中央にスリットを設けた構造である。スリットがある領域において、TM モードに対しては導波モードが存在するが、TE モードに対しては導波モードが存在しない構造にすることで、偏光子として機能する。また、スリット幅がテーパ状になっているモード変換領域を設けることで、挿入損失を低減している。幅 $1.0 \mu\text{m}$ 、高さ $0.5 \mu\text{m}$ のコアに、長さ $3.0 \mu\text{m}$ のテーパ部と幅 $0.1 \mu\text{m}$ 、高さ $0.5 \mu\text{m}$ 、長さ $20 \mu\text{m}$ のスリットを導入することで、波長 $1.55 \mu\text{m}$ において消光比 20.3 dB 、挿入損失 0.54 dB が得られる。また、素子特性のスリット長依存性、スリット幅依存性、波長依存性を示している。(図 7, 文献 18)

提案されている偏光子は非常に簡単な構成であり、興味深い。現状では数値解析のみであるので、今後、素子が作製され実証されることを期待したい。

(金高 健二)



素子構造

DOE 干渉計を用いたベクトルビームの発生

Generation of optical vector beams with a diffractive optical element interferometer

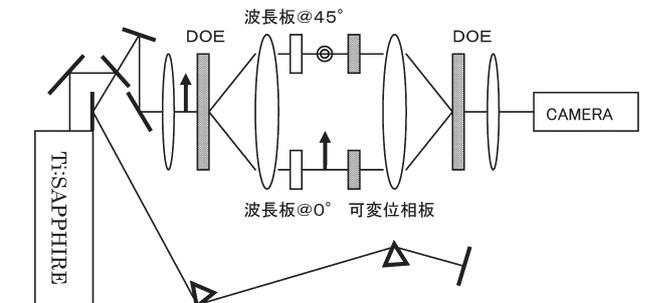
[K. C. Toussaint, Jr., S. Park, J. E. Jureller and N. F. Scherer: Opt. Lett., 30, No. 21 (2005) 2846-2848]

軸対称な分布をもつベクトルビームとしてラジアル偏波ビームやアジマス偏波ビームがあるが、解像度を向上させることができる光源として近年注目されている。著者らは、安定してベクトルビームを発生させることができる非常に簡単な構成を考案した。図のように同一の回折光学素子 (DOE) で分離、合成する干渉計を作成した。DOE で分離されたチタンサファイアレーザーからの直線偏光は、それぞれ半波長板を透過して、互いに直行する偏光に変換される。2つのビームを上下または左右に分割し、半周期の位相ずれを発生させることができる可変位相板を透過すると、上下のビームは互いに直交する TEM モードとなる。最後に DOE で合成されると、ベクトルビームとなる。著者らは、ラジアル偏波ビームやアジマス偏波ビームを発生させ、カメラ直前に配置された偏光板を回転させて撮影を行い、13 時間以上、 2° 以内の干渉計の位相安定性を確認した。(図 4, 文献 18)

著者らの提案した装置は、簡単なセットアップの変更だけで任意のベクトルビームを発生させることができるという点が面白い。ラジ

アル偏波ビーム等のベクトルビームは、顕微鏡応用等での利用が提案されているが、発生方法や応用研究の今後の動きに注目したい。

(金野 賢治)



DOE 干渉計の模式図