

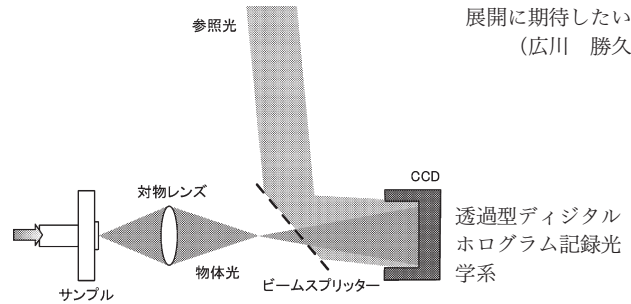
デジタルホログラフィック像再生にシアリングを用いた位相差顕微鏡

Quantitative Phase-Contrast Microscopy by a Lateral Shear Approach to Digital Holographic Image Reconstruction [P. Ferraro, D. Alferi, S. De Nicola, L. De Petrocellis, A. Finizio and G. Pierattini: Opt. Lett., 31, No. 10 (2006) 1405-1407]

位相差顕微鏡は、生物観察やMEMSなど幅広い分野で利用されている。本研究では、デジタルホログラフィーによる位相差顕微鏡への適用を行っている。デジタルホログラフィーは光の複素振幅分布をコンピューターに記録し、計算により光の分布を再生できることから、顕微鏡で観測される物体からの光をデジタルホログラムとして記録し、計算により物体の位相を求めることを可能にする。しかし位相を求めるためには、レンズの焦点距離や物体との距離などが正確にわかっているか、または、校正するための参照面を別に記録する必要があった。著者らはシアリング干渉計の手法をデジタルホログラムに適用し、デフォーカスによる位相成分が重畳された1枚の再生画像から物体の位相を得る方法を提案している。再生された位相画像を横にずらし、元の画像から引くシアリング操作により位相を求める。デフォーカスによる位相項は、シアリングにより座標に対して線形な位相値となり、除去され、物体の位相のみを得ることができる。MEMSデバイスを計測した実験では、二重露光ホログラムから、フェイズア

ンラッピングによって得られた結果と、同等な結果が本手法により得られている。(図4, 文献19)

1枚のホログラムから位相情報が得られるため、生物など、動きがあり長時間の記録が必要なものには有効性が高いと思われる。今後の展開に期待したい。(広川 勝久)

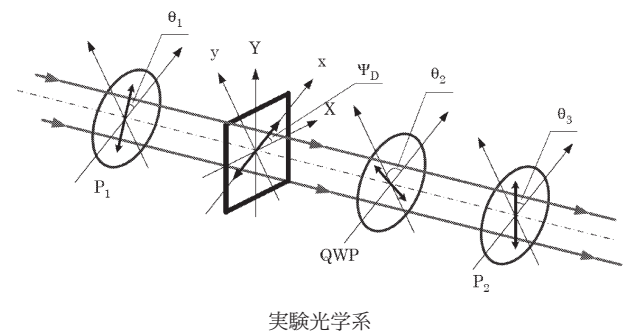


同方位の偏光状態による TN 液晶ディスプレイを用いた位相変調

Phase-Only Modulation with a Twisted Nematic Liquid Crystal Display by Means of Equi-Azimuth Polarization States [V. Durán, J. Lancis, E. Tejuhuerce and M. Fernández-Alonso: Opt. Express, 14, No. 12 (2006) 5607-5616]

TN 液晶ディスプレイは偏光板と組み合わせることにより位相と振幅を変調することができるが、光学分野においては所定の波面生成や収差補償など位相のみを変調したい場合が多い。本論文では、同方位の偏光状態を作り出すことにより、位相変調のみを達成している。実験光学系は、偏光板  $P_1$  と液晶ディスプレイ LCD,  $1/4$  波長板 QWP, 偏光板  $P_2$  から構成されている。波長  $514\text{ nm}$  の平行光を用い、 $\theta_1 = -28^\circ$ ,  $\theta_2 = 16^\circ$ ,  $\theta_3 = -47^\circ$  として、8ビットの階調を有する TN 液晶ディスプレイのグレイレベルを 0 から 255 まで変化させ、位相変調量を測定したところ、 $3\pi/2$  程度の値が得られた。その際の振幅変調量は 2.5% 以下に抑制された。また、位相変調量は、タルボット効果を利用してフレネル像のコントラスト変化をもとに算出されている。偏光板、波長板の回転角ずれに対して、 $\pm 0.5^\circ$  以内であれば、位相に与える影響はほとんどないと著者らは述べている。(図6, 文献21)

では液晶ディスプレイのグレイレベルに対して、位相の線形性が得られていないが、今後の特性改善に期待したい。(佐伯 哲夫)

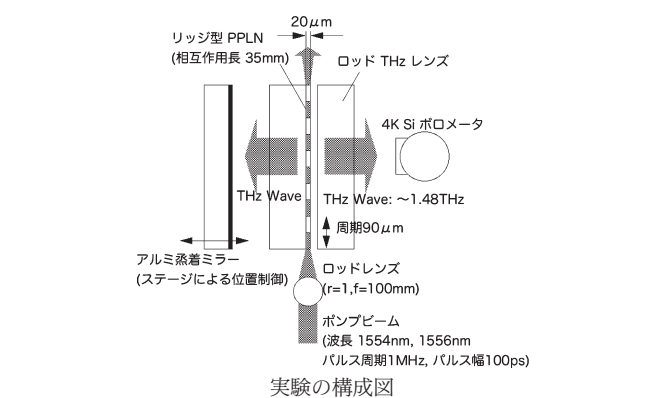


安価で入手性のよい TN 液晶ディスプレイを用いた位相変調素子は、応用範囲が広く研究開発の現場で役立つデバイスとなる。現段階

リッジ型周期分極反転ニオブ酸リチウムによるテラヘルツ波発生およびテラヘルツ波混合による高効率化

Surface-Emitted Terahertz-Wave Generation by Ridged Periodically Polled Lithium Niobate and Enhancement by Mixing of Two Terahertz Waves [K. Suizu, Y. Suzuki, Y. Sasaki, H. Ito and Y. Avetisyan: Opt. Lett., 31, No. 7 (2006) 957-959]

非線形光学を利用した差周波発生は、波長可変でスペクトル幅の狭いテラヘルツ波発生の有効な方法のひとつである。著者らは、リッジ形状の周期分極反転したニオブ酸リチウム (PPLN: periodically poled lithium niobate) を用い、差周波発生 (DFG: difference-frequency generation) による表面放射型テラヘルツ波発生を行った。また、表面より2方向に発生したテラヘルツ波のうち、一方をミラーにより折り返し増幅させることで、ミラーがない場合に比べ2.7倍の強度を達成している。試作では、高さ  $300\text{ }\mu\text{m}$ 、厚さ  $20\text{ }\mu\text{m}$ 、相互作用長  $35\text{ mm}$  の PPLN に対して、パルス平均パワー  $1\text{ W}$ 、波長  $1554\text{ nm}$  および  $1556\text{ nm}$  の赤外光をポンプ光として入射し、平均パワー  $400\text{ pW}$ 、周波数約  $1.48\text{ THz}$  のテラヘルツ波を得ている。(図4, 文献14)



PPLN を用いたテラヘルツ波発生は、結晶内での吸収が大きく高効率化が困難であるが、本方式は高効率なデバイスとして今後の応用展開が期待される。(白附 晶英)

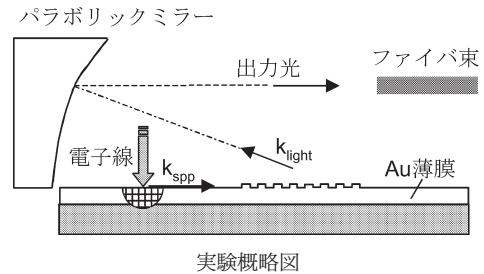
電子線照射による表面プラズモン波の発生

Generation of Traveling Surface Plasmon Waves by Free-Electron Impact

[M. V. Bashevoy, F. Jonsson, A. V. Krasavin, N. I. Zheludev, Y. Chen and M. I. Stockman: Nano Lett., 6, No. 6 (2006) 1113-1115]

表面プラズモンポラリトン (SPP: surface plasmon polariton) は導体と誘電体の境界近傍にのみ局所化されるため、近年、高密度で広帯域なインターコネクションや信号処理素子への応用を目指して研究されている。一般的には、SPP の励起は光照射により行われる。本論文では、構造をもたない金属膜への電子線照射により SPP を励振し、グレーティングカップラーによる出力特性や SPP の伝搬損失について報告している。図のように、厚さ 200 nm の金薄膜に、周期 4.25  $\mu\text{m}$ 、深さ 50 nm のグレーティングを作製した素子に電子線 (50 keV, 12  $\mu\text{A}$ ) を照射し、発光スペクトルを測定する。構造のない薄膜の場合、波長 700 nm をピークとした発光スペクトルが得られるが、グレーティングに電子線を照射した場合、回折次数に応じた波長の光が強く検出され、ブラッグ回折の波長の光が弱く検出される。また、電子線照射位置を変化させたときのスペクトル強度の変化より、SPP の減衰の波長依存性について測定しており、SPP の励起効率についても検討している。(図 3, 文献 14)

SPP は小型・高集積化の観点から最近非常に注目されているが、まだ基礎研究の段階で、実用化に向けては課題が多いと思われる。今後の動向に注目したい。(金高 健二)



実験概略図

断層画像のウェーブレットノイズ除去

Wavelet Denoising for Tomographically Reconstructed Image

[S. Kuwamura: Opt. Rev., 13, No. 3 (2006) 129-137]

画像内のノイズの除去は、画像処理の分野における重要な課題のひとつである。ノイズ除去の方法として、ウェーブレット閾値法が提案されている。このノイズ除去法は、ウェーブレット変換によるサブバンド分解を行い、各解像度の係数に対してこの係数の閾値処理によりノイズ部分を除去する。この閾値は各解像度の係数の標準偏差から導出される。ウェーブレット閾値法は、他のノイズ除去法に比べて画像内のエッジが残るといった特徴をもっている。しかし、特定の統計モデルを想定するため、複数の方法の使い分けを必要としていた。著者らは、以下の 2 段階の処理により、特定の統計モデルに依存しないノイズ除去を可能にした。第 1 に、“ $\sigma$ -map” とよばれる画像内の局所的な分散の地図を作る。この“ $\sigma$ -map”は、画像中の各画素の画素近傍の標準偏差を求めることで作成される。著者らは、画像端では近傍の点が存在しないため、統計的に端部の画素を推定する方法も提案している。第 2 に、各解像度におけるウェーブレット係数の分散を求める。このウェーブレット係数の分散は、スケーリング係数とウェーブレッ

ト係数間の相関を使って“ $\sigma$ -map”から求められる。最後に、従来手法と同様に、求めたウェーブレット係数の分散を使って標準偏差を求めることで閾値を決定する。本方法により、ノイズ除去でよく使われている平滑化フィルターやメディアンフィルターよりも残差を 10% 低下させることに成功した。(図 8, 文献 19)

ライフサイエンス等の分野において、画像処理の重要性が高まってきている。ノイズ除去技術は、今まで見えなかったものが見えるようになるという点で、社会に対する貢献度は高い。本提案は、ノイズ除去を適用するための前提とする条件を大幅に緩和しているため、汎用性が高い。さらなる発展に注目したい。(山下 敏行)

ナノインプリントリソグラフィーによる自己配向型液晶の多機能光学薄膜への応用

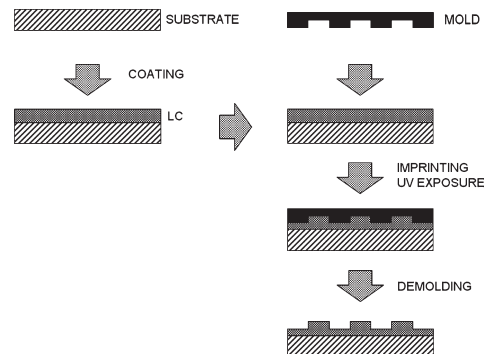
Nanoimprinting-Lithography-Induced Self-Aligned Liquid Crystals for Novel Multifunctional Optical Films

[C.-H. Chiu, H.-L. Kou, P.-C. Chen, C.-H. Wen, Y.-C. Liu and H.-M. P. Chen: Appl. Phys. Lett., 88, No. 7 (2006) 073509]

位相差フィルムに代表される光学フィルムの作製時には、配向膜が用いられている。また、液晶ディスプレイには、液晶分子を配向させるために配向膜が組み込まれている。現在、配向膜は、おもにラビング工程とよばれる高分子材料を擦る工程で作製される。本論文は、重合性ネマチック液晶にナノインプリントリソグラフィーによって微細な溝形状を成形することで配向膜を用いることなく位相差フィルムを作製し、それに加えて配向膜の機能を兼ね備えた多機能光学薄膜の作製方法を提案する。著者らは、位相差フィルムおよび配向膜としての特性を偏光顕微鏡と紫外/可視偏光スペクトル計を用いて計測した。その結果、著者らの提案する多機能光学薄膜が、市販の位相差フィルムおよび従来のラビング方式の配向膜と同等の特性を有していた。しかし、液晶分子を配向した際のプレチルト角によって、ラビング方式の配向膜より劣ってしまうという結果も得ている。(図 5, 文献 23)

本論文では、重合性ネマチック液晶を用いて位相差フィルムと配向膜の両方の機能を兼ね備えた多機能光学薄膜を実現した。今後は、実

用化に向けたさらなる技術開発に期待したい。(植木 真治)



重合性ネマチック液晶へのナノインプリントリソグラフィー