

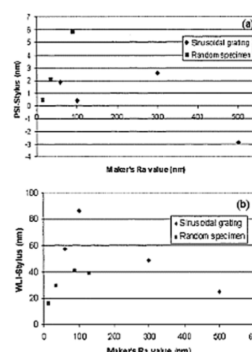
位相シフト法と白色干渉法で得られる粗さ測定値の差異

Discrepancies between Roughness Measurements Obtained with Phase-Shifting and White-Light Interferometry [H.-G. Rhee, T. V. Vorburger, J. W. Lee and J. Fu: Appl. Opt., 44, No. 28 (2005) 5919-5927]

ナノメートルの形状を非接触で高速に計れる干渉測定の中でも、白色干渉法は、光の半波長以上の不連続な形状も測定できる点で、優位性がある。一方で、粗さ測定や段差片のようなエッジのある対象物を測定する場合、測定値が乱れるといった報告もされている。

著者らは、複数の試料片を使って、白色干渉法と位相シフト法および接触式で、粗さ測定値の比較を行った。位相シフト法と接触式による測定値はよく一致するのに対して、白色干渉法は粗さによって測定値が大きく異なる結果が得られた。この原因として、有限サイズの物体面上の点情報が有限画素サイズの CCD で結像される回折モデルを立て、粗さが実際よりも大きめに出ることを計算により求めた。また、試料片の粗さによる散乱光の大小も影響していると考察している。(図 11, 表 3, 文献 27)

光計測では測定原理に応じて対象物依存性が生じるものも多く、本論文は白色干渉法で得られる測定値の特質を他の測定手法と比較して明確に示した点で、大変興味深い。



(川崎 和彦)

接触式による測定値からの偏差。(a) 位相シフト法の場合、(b) 白色干渉法の場合

両眼視野闘争における優位性は物体に基づく注意が決定する

Object-Based Attention Determines Dominance in Binocular Rivalry

[J. F. Mitchell, G. R. Stoner and J. H. Reynolds: Nature, 429 (2004) 410-413]

両眼に異なる情報が呈示されると、視野闘争と呼ばれるように、それぞれの目に呈示された刺激が交替で知覚されることが知られている。本論文では、一定の間両眼に2つの異なる運動要素から構成される刺激を呈示した後に、視覚的注意がひきつけられるように短時間だけ1つの要素の運動を変化させ、その後で最初に呈示した2種類の刺激要素をそれぞれの眼に呈示し、闘争するどちらの刺激が長く知覚されるかを調べた。その結果、視覚的注意を引き付けるような運動をさせた刺激要素のほうが有意に知覚されることが多かった。このことは、視野闘争が物体に基づく視覚的注意と同じメカニズムによって制御されていることを示唆する結果である。一方で、この効果は、刺激呈示眼に依存しなかったこと、運動する要素刺激が空間的に同じ場所に呈示されていたことなどから、目の優位性や空間的特性などに起因しているのではないことがわかる。(図 2, 文献 30)

る知見を与えることが期待される。

(山内 泰樹)

両眼に異なる情報を与えた時に知覚に至るメカニズムに関する興味深い結果であり、今後両眼に異なる情報を呈示するような表示に対す

動的に再構成可能な光格子

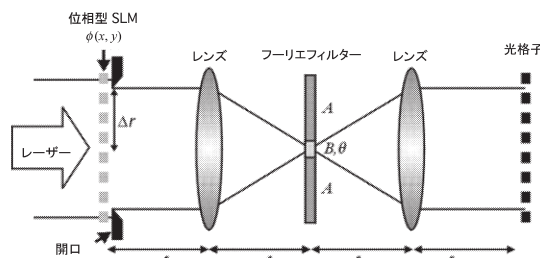
Dynamically Reconfigurable Optical Lattices

[P. J. Rodrigo, V. R. Daria and J. Glückstad: Opt. Express, 13, No. 5 (2005) 1384-1394]

空間的に周期性をもつ光格子は微粒子の周期的な固定や分別などに利用されている。光格子はレーザー光の干渉パターンにより生成することが多い。これに対し本論文では、位相型空間光変調器 (SLM) を用いた二次元位相パターンのフーリエフィルタリング操作による光格子の生成について報告している。図は光格子生成のための位相型 SLM を用いた 4-f 光学系である。入射面に置かれた SLM 上に周期構造をもつ位相パターンを形成し、レーザーを照射してフーリエ面に置かれたフィルターを作用させると、位相パターンは出力面上で光格子の強度パターンに変換される。フィルタリングの違いにより、一般化位相コントラスト法と振幅型高次フィルタリング法が検討されている。一般化位相コントラスト法では位相パターンの位相分布を変えることにより、ほぼ 100% の光利用効率を有する水平垂直方向または対角線方向に周期性をもつ光格子が生成できる。振幅型高次フィルタリング法では位相パターンの 0 次および ± 1 次成分のみを通過させる振幅型フィルターと位相パターンの充填率を制御することにより、同様

の周期性をもつ光格子が生成できる。適切な充填率を用いることにより、光格子の副極大の抑制も可能である。(図 9, 文献 17)

光格子は流体回路の制御や原子の捕捉など適用範囲が広がっており、今後の発展が期待される。(吉川 宣一)



位相型空間光変調器を用いたフーリエフィルタリング光学系

透明な組織の速いダイナミクスを調査するためのヒルベルト位相顕微鏡

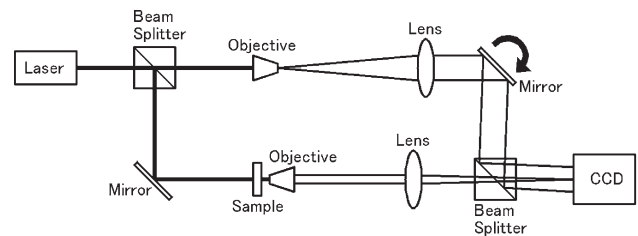
Hilbert Phase Microscopy for Investigating Fast Dynamics in Transparent Systems

[T. Ikeda, G. Popescu, R. R. Dasari and M. S. Feld: Opt. Lett., 30, No. 10 (2005) 1165-1167]

生体細胞などは、可視光領域においては光学的に透明な物体であり、これらを顕微鏡で観察する場合は、その位相イメージを得る必要がある。本論文では、光学的に透明な物体の位相イメージを、数値的にかつ高分解能で測定する新しい技術として、ヒルベルト位相顕微鏡を提案している。図のようなマッハ・ツェンダー干渉計を用いた光学系で撮影した画像に、ハイパスフィルターを通した後に、二次元のフーリエ変換を行って負の空間周波数成分を抑制して、再び逆フーリエ変換を行い、物体の位相イメージが得られる。グリセロールに浸した光ファイバーの観測結果から、光ファイバーの断面方向の位相プロファイルが得られ、そこからフィッティングによって得られたグリセロールの屈折率は、文献値とよく一致した。また、赤血球の観測結果では、個々の細胞とその塊とを区別することができた。位相イメージからは、厚さ情報を簡単に得ることができるために、この手法は細胞の形状や体積情報を得ることも可能である。(図3, 文献16)

一度の撮影で高分解能な位相イメージを測定する画期的な新しい方

法であり、多くの可能性を秘めていると思われる。さまざまな応用が考えられ非常に興味深い。(似内 映之)



実験光学系

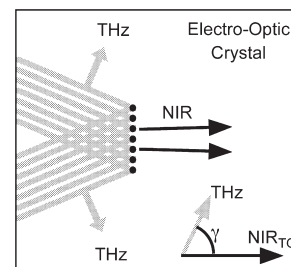
2 ビーム励起による狭帯域ピコ秒 THz パルスの発生、チューニングおよび波形整形

Generation, Tuning, and Shaping of Narrow-Band, Picosecond THz Pulses by Two-Beam Excitation

[A. G. Stepanov, J. Hebling and J. Kuhl: Opt. Express, 12, No. 19 (2005) 4650-4658]

高出力・狭帯域テラヘルツ (THz) 放射は、THz 周波数領域における電磁波と物質共鳴の非線形相互作用を探る上で有効とされている。本論文では、増幅フェムト秒レーザー光を用いたニオブ酸リチウム結晶の2ビーム励起による、狭帯域ピコ秒 THz パルスの発生、周波数チューニングおよび波形整形を報告している。2ビームを微小交叉角で入射すると、干渉縞による過渡分極格子が結晶内に生成される。この過渡分極格子が結晶中を伝搬していくと、各干渉縞ピークからチェレンコフ放射による THz 平面波がある角度方向に放射される。発生したすべての THz 平面波は同一方向に伝搬するので、結果的に干渉縞間隔に比例した周期の THz パルス列を形成する。発生した THz パルス列波形の全時間幅 (周波数スペクトル幅) はビーム径、周期 (中心周波数) はビーム交叉角によって、それぞれ決定される。実際に、0.5~3 THz において良好な周波数チューニング特性および発生効率を得ている。さらに、励起ビームパターンによる波形整形も行っている。(図5, 文献29)

空間-時間変換を用いた新しいパルス整形法として興味深い。また、中心周波数および周波数スペクトル幅を独立かつ任意に設定可能なため、パルス波形整形手法としてのフレキシビリティも高いと思われる。(安井 武士)



発生原理

行並列探索と多重サンプリング技術を用いた 375×365 画素高速三次元計測イメージセンサー

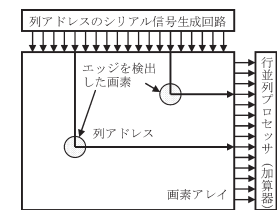
A 375×365 High-Speed 3-D Range-Finding Image Sensor Using Row-Parallel Search Architecture and Multisampling Technique

[Y. Oike, M. Ikeda and K. Asada: IEEE J. Solid-State Circuits, 40, No. 2 (2005) 444-453]

車両衝突試験や落下試験に利用できる 1000 レンジマップ毎秒を超える高速三次元光計測を実現するために、著者らは、光切断法に特化した高速三次元計測 CMOS イメージセンサーを開発している。光切断法では、シートビームを被計測物体に照射し、ビームの変形量から距離情報を取得する。新規イメージセンサーの画素は、画素値の二値化回路と、それを左側の二値化画素値と比較することで、シートビームのエッジを検出する機能をもつ。これにより、画素アレイの左端から右端への信号伝搬遅延内に、行ごと並列にエッジ位置が探索できる。列ごとに設けた垂直信号線に列アドレス情報をシリアルに送信し、エッジ検出画素が、それを行ごとにある水平信号線に渡すことで、エッジ位置を読み出す。画素アレイの各行の右側には、アドレス信号を受信して加算する回路がある。また、露光時間を変えて複数回エッジ位置を取得して平均化することにより、1画素以下の位置分解能が得られ、測距精度を高めることができる。著者らは、0.18 μm CMOS プロセスを用いて 375×365 画素のイメージセンサーを試作し、従来

の10倍の速度である 394.5 kHz のフレームレートで、1052 レンジマップ毎秒の性能を実現している。600 mm 離れた物体に対して、1.10 mm の測距精度を得ている。(図22, 表2, 文献17)

高速三次元計測は、産業・ITS (intelligent transportation systems) 応用などの分野で需要がある。既存デバイスの組み合わせでは得られない性能を実現できる CMOS イメージセンサーが期待されている。(香川景一郎)



行並列エッジ位置検出の機構