

気になる論文コーナー

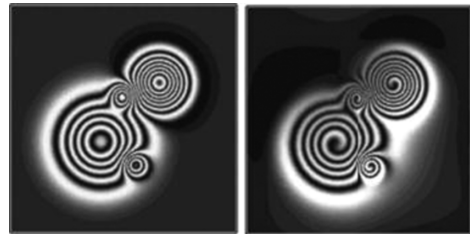
らせん干渉計

Spiral Interferometry

[S. Furhapter, A. Jesacher, S. Bernet and M. Ritsch-Marte: Opt. Lett., 30, No. 15 (2005) 1953-1955]

通常の干渉計により得られる、位相に対応する閉じた等高線で構成されたインターフェログラムにおいては、となりあった等高線で位相が  $2\pi$  増えたのか減ったのかは不定である。そのため、波長や角度を変えて複数枚のインターフェログラムを記録して情報を増やす操作が一般に用いられる。このため静的に安定した試料であるか、あるいは複雑なセットアップで同時にこれらを撮影する必要があった。著者らはこれらの欠点を取り除く、1枚の撮影で位相が確定する干渉計を提案している。本構成では図に示すようならせん状の開いたフリンジパターンが得られる。らせんが右巻きか左巻きかによって位相の増減方向が示され、接線の方向が局所的な位相を表す。これにより位相が一意に決定される。実験では半導体レーザー (780 nm) と、試料として位相物体 (カバーガラス上の油滴) を用いた。空間光変調器 SLM (もしくは位相ホログラム) によって波面に渦糸状の位相プロファイルを与える。明瞭ならせん状のインターフェログラムが得られ、そこから位相を回復することができた。(図3, 文献10)

複数枚の撮影をする必要がない本方式は、移動物体にも適用でき応用範囲が広いと考えられる。課題として、位相の回復は逐次的に行わなければならないので計算処理が必要なこと、段差のあるサンプルでは従来通り位相不確定となることがあげられる。(岡村 秀樹)



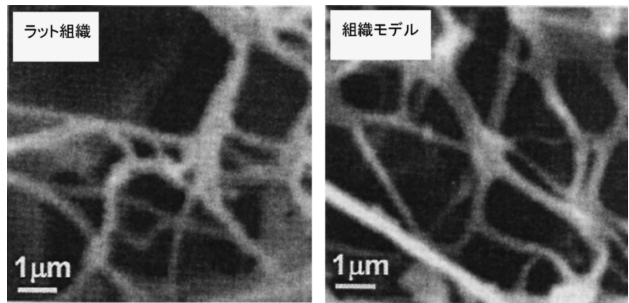
通常の干渉計 (左) とらせん干渉計 (右) のインターフェログラム (シミュレーション)

生体工学的に作られた組織モデルの進展と、その偏光分解測定の深さ方向選択性検討への適用

Development of a Bioengineered Tissue Model and Its Application in the Investigation of the Depth Selectivity of Polarization Gating [Y. Liu, Y. L. Kim and V. Backman: Appl. Opt., 44, No. 12 (2005) 2288-2299]

複雑な構造をもつ生体組織の光学的特性の検討を効率よく進めるには、光学および物理的特性を再現性よく制御できる生体モデルが必要である。本論文では組織モデルの作成およびそれを用いた偏光分解測定の深さ方向選択性の検討結果について報告している。結合組織モデルの主要な構成要素として、結合組織に普遍的に存在するコラーゲンを選択した。組織モデルの作成は、コラーゲンのゲルを作成し、架橋コラーゲン骨格に変換するという2つの手順からなる。本手法で作成した組織モデルは (1) 光学および物理的特性を広い範囲で調整可能、(2) 特性に再現性がある、(3) 水中で6か月以上常温保存できる、などの利点がある。作成した組織モデルは微細構造のSEM (走査型電子顕微鏡) 観察と、積分球を用いた光学的特性の測定により、実際の生体組織との類似性が確認できた。組織モデルも用いて偏光分解測定の検討を行ったところ、上皮や結合組織の侵入深さは、組織の光学的厚さに依存することがわかった。(図9, 文献49)

く、それを支える本論文のような研究の進展が不可欠である。(上原 靖弘)



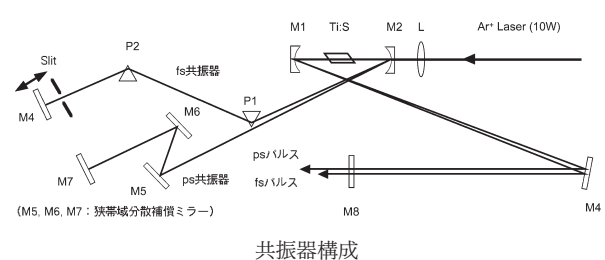
ラット組織および組織モデルの SEM 像

二波長発振フェムト秒チタン・サファイアレーザーにおけるフェムト秒パルス光とピコ秒パルス光の同調

Generation of Synchronized Femtosecond and Picosecond Pulses in a Dual-Wavelength Femtosecond Ti: sapphire Laser [C. J. Zhu, J. F. He and S. C. Wang: Opt. Lett., 30, No. 5 (2005) 561-563]

ポンプ・プローブ法で用いられる二波長発振フェムト秒 (fs) レーザーでは、二波長パルス光のモード同期周波数を厳密に一致 (同調) させる必要がある。相互位相変調による相互モード同期を利用すると、特別な制御システムを必要とせずに受動的に同調可能なことから、本論文では fs パルス光とピコ秒 (ps) パルス光の同調に応用している。共振器構成は、分散補償部を fs 用と ps 用に独立させ、それ以外は共有する構成となっている。まず fs 共振器と ps 共振器で独立して同時に自己モード同期動作させ、さらに両共振器長が一致するように fs 共振器の共振器長を調整する。共振器長差が  $0.2 \mu\text{m}$  (モード同期周波数差で 9 Hz) 以下になると、ps 共振器において相互位相変調による相互モード同期が支配的になり、受動同調が始まる。その結果、45 fs パルス光と 0.848 ps パルス光の受動同調がタイミングジッター 41 fs で達成された。本光源は、波長可変性とパルス幅可変性が必要な特定の二波長ポンプ・プローブ法に対して有用である。(図4, 文献16)

一般的な fs レーザー共振器の一部構成変更のみで fs パルス光と ps パルス光の受動同調を実現している点が興味深い。また、fs パルス光同士の受動同調に対してもこの単純な共振器構成が有効であると思われる。(安井 武史)



## 予測的多重サンプリングを用いた線形特性をもつ時間使用効率のよい1/3インチVGA広ダイナミックレンジCMOSイメージセンサー

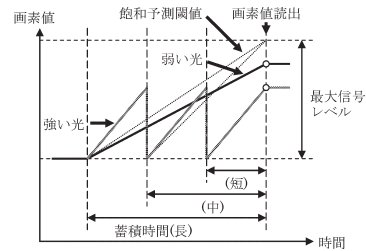
A 1/3" VGA Linear Wide Dynamic Range CMOS Image Sensor Implementing a Predictive Multiple Sampling Algorithm with Overlapping Integration Intervals

[P. M. Acosta-Serafini, I. Masaki and C. G. Sodini: IEEE J. Solid-State Circuits, **39**, No. 9 (2004) 1487-1496]

ITS (intelligent transport systems) の進歩により、バックアシストや車線認識などの用途で車載カメラが普及しつつある。どのような環境でもトビやツブレのない画像を得るために、100 dB を超える広ダイナミックレンジが必要とされている。CMOS イメージセンサーでは、広ダイナミックレンジを実現するために、長短複数の蓄積時間に対して画素信号を読み出し、飽和しない最大の信号レベルを検出する多重サンプリングという方法がよく用いられる。著者は、この方法に、蓄積時間の終わりに画素値が飽和するかどうかを予測し、飽和する場合には画素をリセットして、より短い蓄積時間を用いる方法を考案している。これにより、蓄積を終了する時刻を、すべての蓄積時間に対して同一とし、画像読み出しを簡略化できる。また、蓄積期間をオーバーラップさせることで、時間の利用効率を高めた。0.18  $\mu\text{m}$  CMOS プロセスを用いてイメージセンサーを試作し、約 60 dB のダイナミックレンジ拡大が実現できている。画像に縦縞状の固定パターンノイズがみられるものの、トータル 100 dB 程度のダイナミックレ

ンジが得られている。(図 16, 表 1, 文献 51)

広ダイナミックレンジイメージセンサーは、今後確実な市場が見込まれる。アーキテクチャー・回路技術の工夫の自由度がきわめて大きい CMOS イメージセンサーが期待される分野である。(香川景一郎)



予測的多重サンプリングの原理

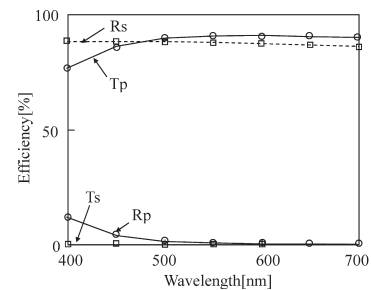
## 可視光用偏光ビームスプリッターとして用いるワイヤーグリッド回折格子と LCOS への応用

Wire-Grid Diffraction Gratings Used as Polarizing Beam Splitter for Visible Light and Applied in Liquid Crystal on Silicon [M. Xu, H. P. Urbach, D. K. G de Boer and H. J. Cornelissen: Opt. Express, **13**, No. 7 (2005) 2303-2320]

ワイヤーグリッド偏光子 (WGP) は波長より小さい周期を有するグレーティングであり、赤外領域の応用でよく知られている。近年のナノ領域での微細加工技術を用いることにより可視光領域での応用が可能となりつつある。WGP は高い消光比と低コスト性から、従来の偏光ビームスプリッター (PBS) の置き換えが期待される。著者は、WGP の解析に 1 周期を金属導波路とみなし、有限要素法で特性を計算する方法を提案している。この方法は、入射面が格子に垂直な場合はもちろん、格子に斜めに入射した場合でも有効であり、測定結果とのよい一致が得られている。本論文では、この手法で WGP の周期、深さ、材料についての検討を行い、図のように、アルミからなる WGP が可視光の全域で有効に動作することを確認している。さらに本論文では、反射型液晶表示素子 LCOS (liquid crystal on silicon) を用いた投射系への応用を想定し、斜め入射がコントラストに与える影響も見積もっている。(図 18, 文献 16)

性能について詳細な検討が行われていることが注目される。PBS に代わる素子として WGP が広く実用化されることを期待する。

(山本 博昭)



アルミを使用した WGP の波長特性

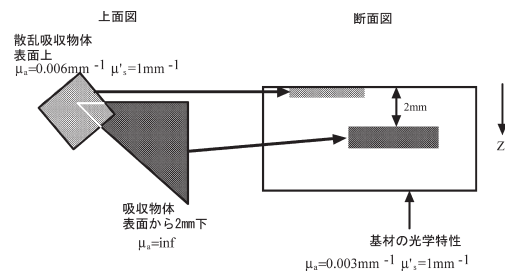
WGP 自体は新しいものではないが、可視光の領域での実用化の可

## 変調画像化：空間周波数領域内の散乱媒質の定量分析と断層画像法

Modulated Imaging: Quantitative Analysis and Tomography of Turbid Media in the Spatial-Frequency Domain [D. J. Guccia, F. Bevilacqua, A. J. Durkin and B. J. Tromberg: Opt. Lett., **30**, No. 11 (2005) 1354-1356]

著者は、周期性をもった空間パターンを散乱体に照射することにより、散乱体の光学特性計測と断層画像化が可能であることを提案している。まず、この方法では、散乱体に照射する空間パターンの空間周波数に対して反射光強度が変化することを利用し、散乱体の散乱特性を求めている。実験では、均一に散乱体が分布した標準ファントムに、空間周波数  $0 \sim 0.6 \text{ mm}^{-1}$  の周期の異なる 11 個のパターンを照射し、散乱係数と吸収係数を求めている。得られた各係数は、実際の値から誤差 10% 以内となった。次に、照射パターンの空間周波数により、散乱体の透過性が異なる点に着目し、内部からの反射光強度の違いから断層画像を求めている。図に示すような光学特性の異なる散乱体により構成されたファントムに、空間周波数  $0 \sim 0.63 \text{ mm}^{-1}$  範囲にある 42 個の周期パターンを照射し、散乱体の三次元構造を得ることに成功している。(図 5, 文献 7)

い精度で計測するものか、脳の機能測定などに利用されている DOT (diffuse optical tomography) のように数十ミリの広範囲の計測であり、本論文のような測定深度が数 mm 程度の散乱計測の研究はほんのわずかしがなく、今後の研究に注目したい。(広川 勝久)



ファントムの構成図

光を使った生体の構造計測の多くは、多光子励起顕微鏡や OCT (optical coherence tomography) などのように非常に狭い範囲を高