

気になる論文コーナー

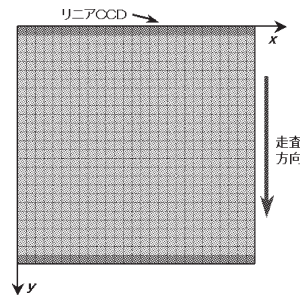
リニア CCD 走査を用いた合成開口法による広視野高精細デジタルホログラフィー顕微鏡

High Resolution Digital Holographic Microscopy with a Wide Field of View Based on a Synthetic Aperture Technique and Use of Linear CCD Scanning

[J. Di, J. Zhao, H. Jiang, P. Zhang, Q. Fan and W. Sun: Appl. Opt., 47, No. 30 (2008) 5654-5659]

デジタルホログラフィーでは、撮像素子の大きさと低いカットオフ周波数のため、デジタルホログラフィーシステムの空間バンド幅積と再生像の解像度がかなり制限されている。そのため、高精細かつ広視野を同時に満足する再生像を得ることは困難である。デジタルホログラムの面積と画素数を増やすことは、再生像の解像度の向上と視野の拡大に有効な手段である。本論文では、リニア CCD 走査を用いた合成開口法を用いてデジタルホログラムを記録し、Rayleigh-Sommerfeld 積分を用いて数値的な像再生を行うことにより、高精細かつ広視野なデジタルホログラフィーの再生像を得る方法を提案している。実験システムは、リニア CCD を一定速度で走査して 0.0102 秒ごとに撮影することにより、51 秒で 5000 枚の画像を記録することができる。これらを順番に並べることにより、5000×5000 画素、大きさ 3.5 cm×3.5 cm のデジタルホログラムを得ている。CCD から 14 cm の距離に置かれた 4 mm のテストターゲットに対して実験を行っている。この距離は、フレネル近似で要求される最小距離よりもかなり短い条件である。再生像ではテストターゲットの解像度 100 line

pairs/mm のパターンがきれいに再生されており、4 mm の視野を得ている。提案手法の理論的な解像度は 194.5 line pairs/mm であり、距離を 4.6 cm よりも短くすると 500 line pairs/mm を超える解像度が可能であることを示している。記録距離とホログラムの大きさに対する解像度の関係についても実験を行い、理論どおりの結果を得ている。(図 8, 文献 23)



原理的に静止物体に限られるが、応用範囲は広く、実用性が高いものと思われる。(吉川 宣一)

リニア CCD 走査による合成開口デジタルホログラムの記録過程

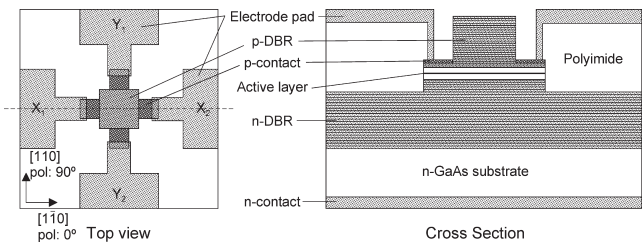
非対称電流注入による面発光レーザーの偏光スイッチング

Polarization Switching in Vertical-Cavity Surface-Emitting Lasers by Asymmetrical Current Injection

[Y. Sato, K. Furuta, T. Katayama and H. Kawaguchi: IEEE Photon. Technol. Lett., 20, No. 17 (2008) 1446-1448]

一般的な面発光レーザーでは偏光方向と横モードの不安定性が問題となっていたが、偏光方向制御についてはデバイス構造や電流分布により可能なことが報告されている。本論文では、活性層に流れる電流分布を制御できる面発光レーザーを作製し、最低次単一横モード発振を維持しつつ非対称電流注入による 0° または 90° の直線偏光制御が報告されている。面発光レーザーは 40 ペア n-DBR, InGaAs 三重量子井戸, 25 ペア p-DBR から構成され、p-DBR を誘導結合プラズマ反応性イオンエッチングでエッチングすることにより、辺の向きが結晶軸の [110] (0°), [110] (90°) に沿った 1 辺 10 μm の正方形メサ構造とした。メサ構造の各辺に 4 つの独立した電極を形成することで、電流分布を制御できるようにした。電極 X₁ と X₂ および Y₁ と Y₂ へはそれぞれ同じ電流値 I_x, I_y を流し、電流比を I_x : I_y = 1 : 2 としたときは 0° 方向の直線偏光で連続発振, I_x : I_y = 2 : 1 としたときは 90° 方向の直線偏光で連続発振した。偏光分解スペクトルと近視野像および遠視野像の測定結果から、いずれの場合も最低次単一横モードで発振していることを確認した。(図 5, 文献 10)

本論文では、非対称電流注入によりこれまで難しかった偏光方向制御と最低次単一横モード発振を可能にした面発光レーザーを実現した。これにより面発光レーザーの応用分野のさらなる拡大が期待される。(上向井正裕)



非対称電流注入面発光レーザーの概略図

投影型インテグラルイメージングにおける再現画像の位置ずれの幾何学的解析

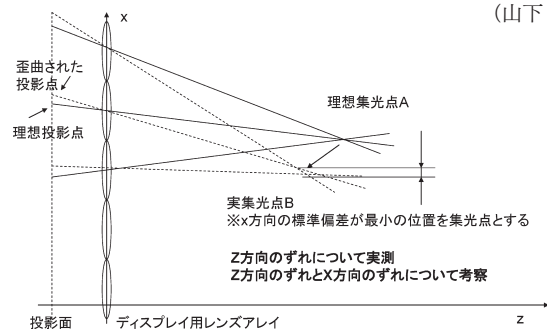
Geometric Analysis of Spatial Distortion in Projection-Type Integral Imaging

[M. Kawakita, H. Sasaki, J. Arai, F. Okano, K. Suehiro, Y. Haino, M. Yoshimura and M. Sato: Opt. Lett., 33, No. 7 (2008) 684-686]

近年、特殊なめがね等を装着することなく三次元視体験ができる手法として、インテグラルフォトグラフィー (IP: integral photography) が注目されている。中でも投影型ディスプレイを用いた IP は、高輝度・高精細・サイズの自由度の面で有力な方法である。しかし、投影レンズによる歪曲によって、再現される三次元画像の位置がずれることが問題となっている。著者らは、IP に対して投影レンズによる歪曲がどのような影響を与えるかを解析した。図中、理想集光点 A は投影レンズによる歪曲がない場合の理想的な点である。実集光点 B は歪曲によって移動した集光点である。ただし、図の通り光線 (破線) は一点に集まらないため、投影面に水平な面とレンズアレイからの光線との交点の標準偏差が最も小さくなる位置を実集光点 B としている。この定義に従い、糸巻き・樽型のそれぞれ 6 種類の歪曲を与えてシミュレーションしたところ、-1.25% (樽型) の歪曲の場合に、最大で 20 mm もの位置のずれが生じることがわかった。さらに、その結果は測定結果と一致した。(図 4, 表 1, 文献 8)

三次元表示では、二次元表示にない新しい誤差が顕在化し、これが定量化されていることは興味深い。今後の動向が注目される。

(山下 敏行)



再生画像の位置ずれの概念図

昼光利用空間における人工照明の個別調光

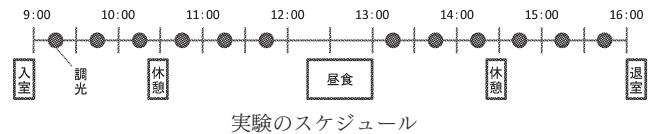
Individual Control of Electric Lighting in a Daylit Space

[G. Newsham, M. Aries, S. Mancini and G. Faye: Lighting Res. Technol., 40, No. 1 (2008) 25-41]

オフィスにおける電力消費量のうち、照明が占める割合は少なくない。オフィス空間の照明設計において太陽光を有効活用することは、省エネという観点からも非常に重要である。現在、室内に入射する太陽光の強度を計測し、人工照明の出力をコントロールするシステムが提案されているが、居住者にとって最適な調光ロジックは確立されていない。本論文の目的は、居住者の好む調光ロジックを各種の測光量から明らかにすることである。実験では被験者に実際のオフィス作業を行わせつつ、人工照明の強度を30分ごとに調光させるタスクを課した。その結果、被験者は昼光による机上面照度の変動を打ち消すように人工照明の調光を行う傾向にあった。ただし完全に一定の机上面照度に保つわけではなく、昼光の入射量が多ければ一定値よりやや高く、少なればやや低く設定する傾向がみられた。またこの調光を行うことで、人工照明を一定強度で点灯させた場合に比べて約25%の省エネルギー効果があると述べており、エネルギー消費における照明制御の有効性を示している。(図8, 表5, 文献38)

照明の省エネルギー化に関して昼光の果たす役割が大きいことは誰もが認めるところではあるが、光強度の変動が大きいため、照明設計に組み込むためにはまだ課題が多い。本論文の結果は昼光利用における基礎的なデータを提供しているという点で有用である。

(山口 秀樹)



分光色情報の重み付け圧縮

Weighted Compression of Spectral Color Information

[H. Laamanen, T. Jetsu, T. Jaaskelainen and J. Parkkinen: J. Opt. Soc. Am. A, 25, No. 6 (2008) 1383-1388]

近年、分光色情報はさまざまな分野で利用されている。詳細な分光画像はRGBの3バンド表現に比べ、本来の色情報をより忠実に表現できるが、非常に大きな記憶領域を必要とする。しかしながら、この問題は適切な圧縮手法を用いることにより、最小限の情報ロスが必要とされる記憶容量を著しく削減することが可能である。本論文では、分光色情報の圧縮を行うために、主成分分析法 (principal component analysis: PCA) に基づいた重み付け圧縮法を提案した。提案手法では、固有ベクトルを求める前に分光色情報に重み付けを行っており、従来のPCAによる圧縮手法とは異なっている。重み付けのために2種類の重み関数を用意し、提案手法の妥当性を検討している。Munsellデータ1269種とPantoneデータ922種を対象に圧縮実験と評価を行った。色差について評価した場合、提案手法は従来法よりも優れた結果を示しており、成分数を増加させてもその結果は変わらなかった。一方、スペクトルの再現精度で評価を行った場合、従来のPCAによる圧縮法が最も高精度な手法であった。提案手法は、可視光領域の中

波長帯域では再現精度が高いが、短波長帯域ならびに長波長帯域では再現精度が低いことがわかった。これは成分数を増加しても同様な結果となった。しかし提案手法で使用した重み関数は、評価実験に使用した2種類に限定されるものではなく、自由に設計ができる。それゆえ、スペクトルの再現精度の改善も可能であると考えられる。(図7, 表4, 文献14)

分光画像処理に対する期待や注目は近年急激に高まっている。分光画像の容量圧縮はこの分野の課題のひとつであり、さまざまな手法が提案されているが一長一短がある。今後の進展に期待したい。

(西 省吾)

光コヒーレンス屈折率測定法

Optical Coherence Refractometry

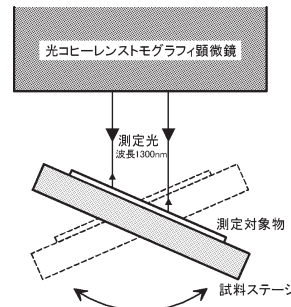
[P. H. Tomlins, P. Woolliams, C. Hart, A. Beaumont and M. Tedaldi: Opt. Lett., 33, No. 19 (2007) 2272-2274]

光を用いた生体診断において、組織内の光の伝搬を理解することは重要であり、そのためには生体組織の屈折率を正確に知ることが不可欠である。著者らは、低コヒーレンス干渉を用いて、非接触で位相屈折率を直接測定する方法を提案している。一様な平行平面をもつ測定対象を光軸に対して傾け、その両面での入射方向に戻る後方散乱光から、両面の位置を検出することができる。2つ以上の入射角での測定から、屈折率の決定が可能となる。実際の測定は商用の光コヒーレンストモグラフィ顕微鏡を用い、光源は波長1310 nm、半値幅110 nmの広帯域光源を使用した。測定対象を載せたテーブルを-45°から45°まで1°間隔で動かして測定を行い、スネルの法則から得られる関数に最小二乗フィッティングすることで屈折率を決定した。厚さ約1 mmのシリカ試験片を測定した結果、屈折率1.447±0.002が得られた。比較のため同じ試験片を波長1300 nmのアップ屈折計で測定した結果、1.4466±0.00002であった。また、強い散乱を示す樹脂複合材料で測定を行ったところ、アップ屈折計やエリプソメーターでは測定不可能であったが、著者らが提案する手法では1.550±0.002の値を

得た。(図3, 文献11)

非接触での屈折率測定は生体組織などの柔らかい試料の測定に適しており、試験片の形状に制限はあるが、このような測定方法は非常に有用である。測定精度に関する議論があまりなされておらず、向上の余地についてはわからないが、さらなる発展に期待したい。

(似内 映之)



回転する試料ステージ上の測定対象物