

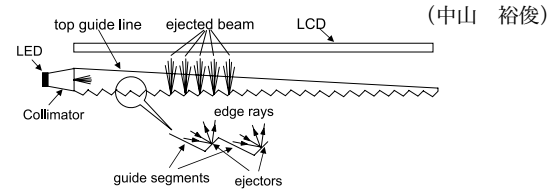
気になる論文コーナー

フローライン法を用いた LED バックライトの設計

LED Backlight Designs with the Flow-Line Method
 [D. Grabovickic, P. Benitez, J. C. Minano and J. Chaves: Opt. Exp., 20, No. S1 (2012) A62-A68]

LCD (liquid crystal display) を裏面側から照明するバックライトは、輝度むらが少なく、光の利用効率が高いことが求められる。従来の設計では、LED (light emitting diode) から出射した光は導光板内を全反射しながら伝わり、任意の反射面で拡散された光が放出されていた。このような方法では光が十分に管理されておらず、光の利用効率を落とす原因となっていた。そこで著者らは光の利用効率を向上させるため、フローライン法とよばれる手法を用いて光を管理するバックライトの設計方法を提案した。フローライン法では、LED から発した光はコリメーターによってほぼ平行光となり、この平行光が上面ガイドラインおよびガイドセグメントによって LCD の全面に伝搬していく。この伝搬光はそれぞれの場所の ejectors で LCD 面へ向かって反射し、指向性の高い光として出射される。実験では、LCD 面への出射角度に対する強度分布の半値全幅が 30 度以下となる指向性を

有し、光の利用効率が80%を超えるバックライトの試作に成功した。(図8, 文献9)
 光の利用効率を向上させるため、フローライン法を用いて光を管理する設計手法が面白い。指向性の高い光が効率よく取り出せるので、視野角は狭いが、明るいディスプレイが実現できると期待される。



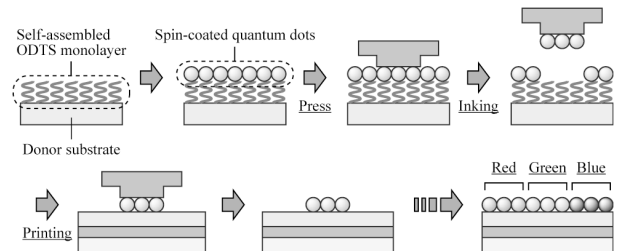
フローライン法を用いた LED バックライトの設計図

均一量子ドット層の形成により実現されたフルカラー量子ドットディスプレイ

Full-Colour Quantum Dot Displays Fabricated by Transfer Printing
 [T.-H. Kim, K.-S. Cho, E. K. Lee, S. J. Lee, J. Chae, J. W. Kim, D. H. Kim, J.-Y. Kwon, G. Amaratunga, S. Y. Lee, B. L. Choi, Y. Kuk, J. M. Kim and K. Kim: Nat. Photonics, 5, No. 3 (2011) 176-182]

量子ドットは、高量子収率、高い光退色耐性、シメトリックな蛍光スペクトルといった特長をもつ有用な発光材料として広く知られている。本論文では、量子ドットの最も典型的な応用事例として挙げられるディスプレイ応用について、独自の作製技術に基づく試作と動作検証を行っている。量子ドットディスプレイとは、電極構造間に形成した量子ドット層に対する電圧印加に伴うエレクトロルミネッセンス効果を利用することで省電力・高輝度を実現するものであり、各動作仕様については量子ドット層中の個々の量子ドットの特性およびその分布の均一性が大きく影響する。本論文では、自己組織化単分子膜と量子ドットとの化学的な相互作用を利用することで均一な量子ドット層を形成することに成功しており、それをもとに電力効率・輝度・電流密度等さまざまな側面において従来デバイスを上回る性能をもつ試作デバイスを実現している。また、フレキシブル基板を用いた折り曲げ可能なディスプレイについても試作を行い、実用上十分な折り曲げ耐性を実証している。(図6, 文献35)

れていた量子ドット層の質の向上という案件について、独自の提案手法に基づき見出した最適条件下で解決し、実用に足る明快な性能向上を実現した点は十分意義深いものである。一方で、商用化の際に必要なとされる材料のコストや毒性等に関する言及がなかった点はやや不満である。(堅 直也)



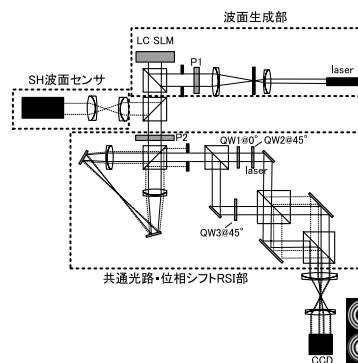
均一量子ドット層の形成手順

1 回計測・共通光路・位相シフトのラディアル・シアリング干渉計による波面収差計測

A Single-Shot Common-Path Phase-Stepping Radial Shearing Interferometer for Wavefront Measurements
 [N. Gu: Opt. Exp., 19, No. 5 (2011) 4703-4713]

干渉計において1回計測・共通光路・位相シフトを用いると、それぞれ系の振動・外乱・強度むら等の影響低減に効果がある。本論文で著者らは、ラディアル・シアリング干渉計とよばれる動径方向に光束をずらすシアリング干渉計において1回計測・共通光路・位相シフトを用いる方法を提案する。これにより振幅や位相分布が変動的で不安定なレーザーの波面収差計測を安定的に行える。本干渉計は、2つに分けた光束を倍率1.2倍の光学系の両側から通過させた後に再度重ね合わせることで、完全に共通光路のラディアル・シアリング干渉計を実現する。また干渉光の偏光状態を変えて光束を分離することで、4つの位相シフト画像を1回計測で取得する。本干渉計とシャック・ハルトマンセンサーで計測された波面とを比較した結果、PV値(最高値と最低値の差)3.6λ、RMS値(自乗平均差)0.48λの波面に対して両者の波面形状の差分がPV値0.31λ、RMS値0.035λとなり、1割程度の誤差で一致している。(図8, 文献37)

をいかに高精度にするかという試行錯誤が興味深い。このような簡易な構成で、ある程度の計測精度を狙うコンセプトの干渉計は、導入の容易さからさまざまな場面で活用されていくのではないかと感じた。(加藤 正磨)



ラディアル・シアリング干渉計とシャック・ハルトマン波面センサーの比較実験の構成

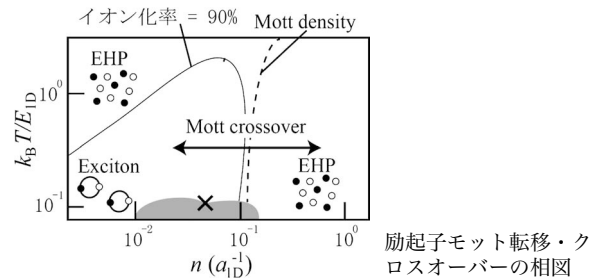
擬一次元電子正孔系における励起子モット転移・クロスオーバーの物理

Exciton-Mott Physics in a Quasi-One-Dimensional Electron-Hole System
[T. Yoshioka and K. Asano: Phys. Rev. Lett., 107, No. 25 (2011) 256403]

半導体を光励起すると伝導帯と価電子帯に電子と正孔が生成され、それらはクーロン引力によって励起子へと結合する。励起子密度が大きくなると、遮蔽効果によってクーロン引力が弱められるため、励起子の結合が壊れて電子正孔プラズマ (EHP) に解離する。この現象は励起子モット転移とよばれ、1961年にMottが予言して以来多くの研究がなされてきたが、電子相関の複雑さからメカニズムの解明が非常に困難であった。励起子モット転移を理解するには、励起子とEHPの中間状態を扱う必要がある。著者らは、任意の電子正孔密度と温度に対する励起子モット転移・クロスオーバーの相図を理論的に導出することに成功した。遮蔽効果には解離したEHPだけが寄与し、電気的に中性な励起子は寄与しない。本論文では、遮蔽効果が正確に考慮されたクーロン相互作用の効果を自己無撞着に決定して電子正孔の運動へ繰り込み、全電子正孔対のうちEHPへ解離しているイオン化率を求めることで相図を導出している。励起子とEHP間の状態変化を、励起子モットクロスオーバー・励起子モット転移・一次相転移の3種類に区別し整理することに成功した。さらに、それらの状態変化

を伴う吸収スペクトルの励起子密度依存性を計算し、量子細線による実験の特徴を再現した。(図3、文献30)

励起子モット転移・クロスオーバーに対して、ただひとつの理論的枠組の中で概念図を越えた包括的相図が得られたことは特筆すべきことであり、全密度領域における半導体光物性の理解に対して大変意義深いと思われる。(石川 陽)

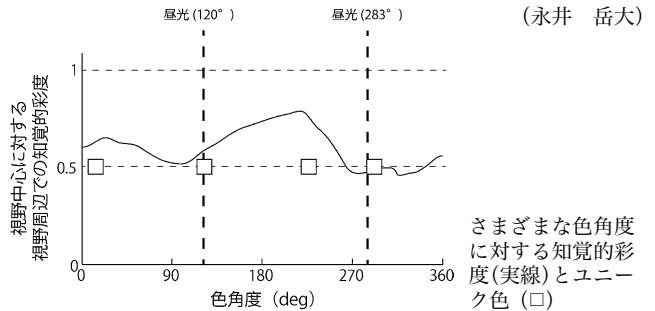


昼光変化とヒト近傍周辺視野における色知覚の安定性

Phases of Daylight and the Stability of Color Perception in the Near Peripheral Human Retina
[A. Panorgias, J. J. Kulikowski, N. R. Parry, D. J. McKeefry and J. J. Murray: J. Vision, 12, No. 3 (1) (2012) 1-11]

昼光の色は時間帯により青色から橙色まで変化し、この変化は色空間内で昼光軌跡として表現される。本研究では、この昼光変化とヒトの色知覚の関係性を調べた。実験では、中心視野に呈示された色に対し、近傍周辺視野に呈示された色と同じ色に見えるように調整する非対称マッチング課題を行った。その結果、中心視と周辺視の色知覚の違いは、昼光軌跡付近で非常に小さく、他の色領域では大きかった。同様に、個人差についても、昼光軌跡付近では小さく、赤緑方向で大きい傾向がみられた。また、別実験として行ったカラーネーミング課題の結果では、ユニーク青とユニーク黄は昼光軌跡とほぼ一致した。この結果は、系統発生的に古い青黄色経路に基づく色メカニズムが、昼光色の変化という環境要因を強く受けてきたことを示唆する。

いまだ未解明の問題が多く、視環境と色知覚の対応関係が明らかになることで色情報処理を解明する糸口になるかもしれない。(永井 岳大)



本研究の結果は視環境に適応するように色知覚が発達した可能性を示す事例のひとつといえる。網膜信号と知覚色との処理については

ニードル適合単一ファイバイメージガイド反射顕微鏡

Needle-Compatible Single Fiber Image Guide Reflectance Endoscope
[J. Sun, C. Shu, B. Appiah and R. Drezek: J. Biomed. Opt., 15, No. 4 (2010) 040502]

本論文では、組織生検応用のためのニードル適合型高解像度反射ファイバ顕微鏡 (reflectance-mode fiber microscope; RFM) を提案しており、LED (light emitting diode) 光源、ファイバ光学系、CCD (charge coupled device) カメラを用いることでコンパクトなシステムを低コストで実現可能であることが示されている。実験で使ったシステムでは光源として空冷式白色LEDまたは青色LEDからの光をレンズによりコリメートされ、直線偏光子を透過後、光軸に対して45度の角度に設置されたスライドガラスにより反射され、無限遠補正10倍対物レンズにより外径450 μmのファイババンドルイメージガイドの入射端に集光される。ファイバイメージガイド出射端は20ゲージの注射針内に挿入され、サンプルに接触するように設置される。サンプルからの散乱光は照明用と同一のファイバで収集され、再び10倍対物レンズを通り、スライドガラスを透過後にカラーCCDカメラにより検出される。ファイババンドル端面の内部反射による背景光を抑制するために直交偏光フィルターのペアが使用されている。将来的な臨床試験での使用を容易にするために、光学系は携帯型のアルミ製ブレッドボード (18×24×0.5 インチ) 上に組み立

てられている。実験では、はじめに白色LEDを光源として、USAF (United States Air Force) 解像度ターゲットの計測を行い、構築したイメージングシステムの解像度が3.5 μm以下であることが確認されている。また、グリーンオニオンの皮の細胞を計測し、細胞壁の正方形構造が静止画像および動画の両方において明瞭に可視化されている。次に、青色LEDを光源として、培養SKBR3細胞(ヒト由来乳癌細胞)および摘出口腔癌組織に対する計測を行い、いずれの結果においても細胞の境界が確認されている。さらに、ファイババンドルを構成するファイバ要素(直径3.3 μm)の単一ピクセルの分解能を実証するために、水溶液内を浮遊する粉体微粒子の動画撮影を行っている。フィルターを変更することで、蛍光イメージングシステムへの切り替えも容易に可能であるとしている。(図4、文献10)

本論文では得られた画像の分光学的考察は行われていないが、提案されたシステムはスペクトルイメージングへの拡張も可能であると思われる。ファイババンドルを小型化することでより細かいニードルでの使用が可能になれば、皮下、筋組織、脳等のさまざまな臓器の深部へのアプローチと継続的な観察も期待できる。(西館 泉)