

テイラーメイド固体照明に向けた InGaN マイクロファセット量子井戸によるモノリシック多色 LED

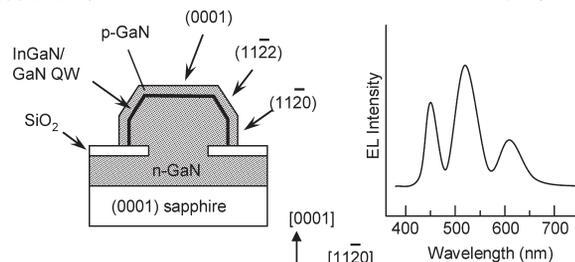
Monolithic Polychromatic Light-Emitting Diodes Based on InGaN Microfacet Quantum Wells toward Tailor-Made Solid-State Lighting

[M. Funato, T. Kondou, K. Hayashi, S. Nishiura, M. Ueda, Y. Kawakami, Y. Narukawa and T. Mukai: Appl. Phys. Exp., 1, No. 1 (2008) 011106]

物体を照らすための白色光源は、発光光のスペクトル特性が非常に重要であり、用途に応じてその特性を変えている。一方、現在の白色 LED は、InGaN 系青色 LED と黄色蛍光体を組み合わせた構成のものが主流であり、スペクトル特性を変えることが難しい。さらに、青色光を黄色光に変換する蛍光体の変換効率も課題である。

本論文では、InGaN 系 LED の構造を工夫し、1つの素子から青色だけでなく緑色、赤色を出射できるようにし、蛍光体レスでスペクトル特性の良好な白色 LED を実現した。InGaN 系結晶材料のバンドギャップが元素組成により 0.7 eV (赤外) から 3.5 eV (紫外) まで広く変化し、この元素組成が結晶成長時の結晶面に依存することを利用して多波長化を試みた。GaN 層上に SiO₂ 膜をパターンニングし、その開口部より GaN 結晶を再成長させることで (0001) (11 $\bar{2}$ 2) (1 $\bar{2}$ 20) の 3 種類の結晶面を有する微小構造を構成した。この微小構造上に量子井戸を形成することで、波長 470, 570, 690 nm の 3 種類の発光を得た。(図 5, 文献 13)

GaN 系材料の特性を最大限に生かした光デバイスであり、将来の究極の LED 構造として有望である。現在まだ輝度は低いと考えられるが、今後の微小構造の構造最適化や結晶成長技術向上などの進捗に注目したい。(山中 一彦)



LED の構造と発光スペクトル

残効に順応する

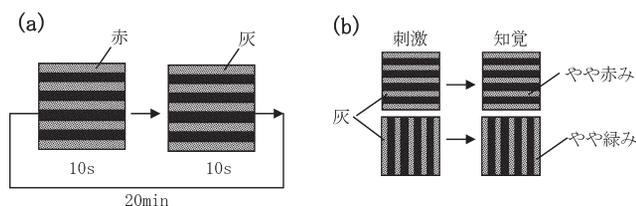
Adapting to an Aftereffect

[B. R. Sheth and S. Shimojo: J. Vision, 8, No. 3 (2008) 29]

赤黒の水平グレーティングに数分順応した後、白黒の水平グレーティングが白黒の垂直グレーティングより緑みを強く知覚される方位随伴色残効 (McCollough 効果) はよく知られた現象である。本論文では、McCollough 効果とは逆の色知覚が生じる新しい色残効の現象を報告している。実験では、赤黒の水平グレーティングとそれと等輝度の灰黒の水平グレーティングを各 10 s 間交互に計 20 min 間呈示する (順応期間)。その後、画面の左右に水平グレーティングと垂直グレーティングがランダムに呈示される。観察者は 2 つのグレーティングを比較し、緑みを強く知覚するほうを強制選択する。各試行でグレーティングの緑みおよび赤みは変化し、計 5 段階の hue のグレーティングを恒常法により呈示する。その結果、水平グレーティングをより赤く知覚する傾向がみられた。さらに、一般的な McCollough 効果は両眼間転移が生じないが、本実験では完全な両眼間転移がみられた。このことから本実験の現象は、高次レベルのニューロンが低次レベルで生じる一般的な色残効に順応する “after-aftereffect” であること

が示唆された。(図 3, 文献 23)

順応によって生じる残効は、照明条件の変化に対して対象の見えを一定にしようとする視覚メカニズムの優れた特性の表れであると解釈されてきた。しかし、今回の現象はその逆の傾向であるため、色順応の果たす役割を改めて考えさせられる驚くべき発見であったといえよう。(瀬川かおり)



(a) 順応期間, (b) 知覚現象

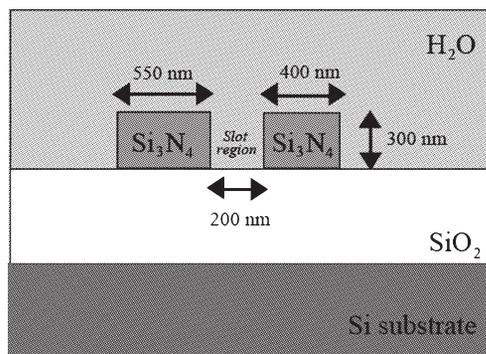
スロット導波路を用いたラベルフリーバイオセンシング

Label-Free Optical Biosensing with Slot-Waveguide

[C. A. Barrios, M. J. Bañuls, V. González-Pedro, K. B. Gylfason, B. Sánchez, A. Griol, A. Maquieira, H. Sohlström, M. Holgado and R. Casquel: Opt. Lett., 33, No. 7 (2008) 708-710]

生体分子を無標識にかつ高感度で測定する装置を小型化、集積化する技術が望まれている。最近、スロット導波路をもつリング共振器構造センサーの作製が報告された。スロット導波路は 2 本の高屈折率導波路がサブ波長の間隔で隣接しており、このスロット空間に低屈折率の液体を浸すと、サブ波長の液体空間に光強度が強く閉じ込められる。スロット導波路を有するリング型共振器デバイスにおいて、透過波長の変化により微小な屈折率変化を測定することが可能である。筆者らは、SiO₂ 上にシリコンナイトライド (Si₃N₄) のスロット導波路のリング型共振器を形成した。2 本のスロット導波路の高さは 300 nm、幅はそれぞれ 500 nm と 400 nm であった。波長 1.3 μm 近傍の波長可変レーザーを用いて、ウシ血清アルブミン分子の測定を行い、28 pg/mm² の感度を実現し、生体分子測定に対してのスロット導波路リング共振器型センサーの有効性を示している。(図 4, 文献 13)

より集積化バイオセンサーの開発が期待される。(渡辺 歴)



スロット導波路の断面構造の概念図

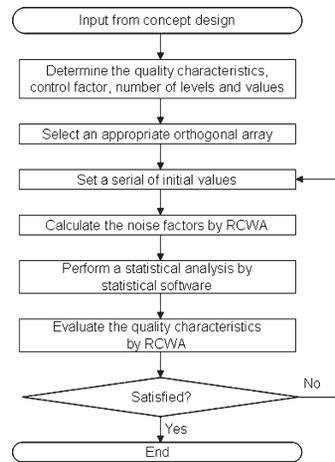
スロット導波路は、無標識の生体分子を高感度で計測できるバイオセンサーとして、今後の応用展開が興味深い。また、微細加工技術に

タグチメソッドを応用した偏光感受性および非感受性反射型回折格子の設計

Design of Retrodiffraction Gratings for Polarization-Insensitive and Polarization-Sensitive Characteristics by Using the Taguchi Method

[C. Lee, K. Hane, W. Kim and S.-K. Lee: Appl. Opt., 47, No. 18 (2008) 3246-3253]

タグチメソッド（パラメーター設計）として知られる品質工学の手法は、生産における高品質、高生産性を実現するための技術方法論として広く用いられており、さまざまな分野で多大な成果を上げている。本論文では、タグチメソッドを応用した反射型回折格子の設計手法が提案されている。提案手法では、まず、最適化するグレーティングのパラメーター（制御因子）として屈折率、格子ピッチ、フィルファクター、溝深さを選択し、それぞれに対して3つの設計値（水準）を設定する。次に設計値をL₁₈直交表に割り当て、18通りの組み合わせ条件のそれぞれに対して厳密結合波解析法で回折効率（特性値）を計算する。得られた計算値をもとに、各設計値の安定性の指標となるS/N比を求め、最大となる設計値が最適値として採用される。得られた結果が必要な特性を満たさない場合は、初期値となるパラメーターの設計値を変更して再度評価を行うが、その際、分散分析による評価を用いて、回折効率の変化に影響の大きな設計値に限定して再設定する。著者らは、本手法を偏光特性のあるタイプとないタイプの2種類の反射型回折格子の設計に適用した。最適化設計のフローを繰り返し実施した結果、どちらの場合に対しても目的の特性に近づくこと



を確認し、設計手法として有効であることを示した。(図5, 表8, 文献27)

本手法は、反射型回折格子だけでなく、他の光学デバイス設計に対しても適用できると思われる。所望の特性を効率よく得る設計方法として期待される。

(渡邊由紀夫)

設計手法のフローチャート

360° プロジェクションによる自由空間の蛍光断層画像システム

Free-Space Fluorescence Molecular Tomography Utilizing 360° Geometry Projections

[N. Deliolanis, T. Lasser, D. Hyde, A. Soubret, J. Ripoll and V. Ntziachristos: Opt. Lett., 32, No. 4 (2007) 382-384]

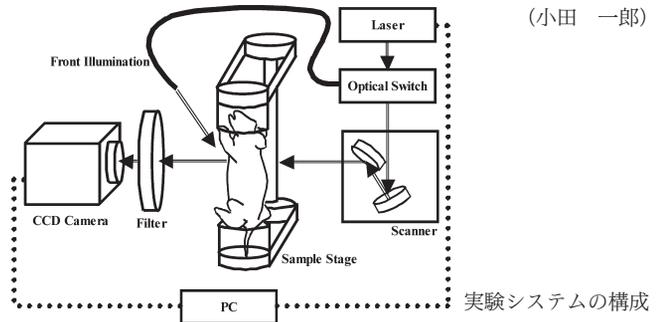
小動物を対象とした *in vivo* 蛍光観察は、生体内の酵素やそのレセプターの発現、化学的療法の動態や効果などを確認する技術として注目されている。従来、限られた方向から被写体を平面的に観察する報告は多く為されているが、著者らは光ファイバー等を試料に接触させることなく、360°の方向から投影蛍光データを取得して断層画像化する手法を提案した。

本方式では、図に示すように測定対象マウスを垂直に立て、頭部と腹部端を上下2つの円筒型ホルダーで支持して回転させる方式を採用するとともに、10°の回転ピッチで36方向の投影蛍光データを取得した。さらに、前方向照射による試料の輪郭データから三次元形状に関する情報を同時に得て、断層画像計算の境界条件として利用した。また、ヌードマウスの腹部皮下と食道の2か所に蛍光色素を封入したチューブを挿入し、その蛍光断層画像とX線CT像との比較から蛍光位置と定量性に関する考察を行った。(図3, 文献14)

一般に、生体を対象とした光計測は生体内吸収によって定量性が大

きく低下するが、断層画像化することで定量性向上を実証した点できわめて興味深い。さらに、生体試料に対して非接触観察であることも利点であり、試料セットアップの簡便化・測定時間の短縮化が行われれば、実用性の高いシステムになるものと期待される。

(小田 一郎)



実験システムの構成

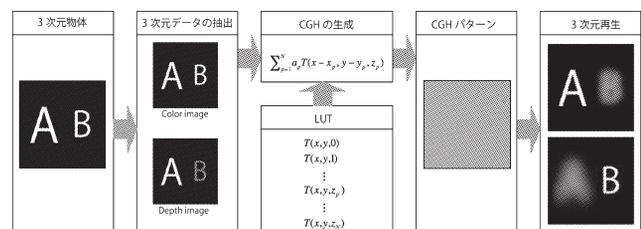
ルックアップテーブルを用いた三次元物体のホログラム作成

Effective Generation of Digital Holograms of Three-Dimensional Objects Using a Novel Look-Up Table Method

[S. C. Kim and E. S. Kim: Appl. Opt., 47, No. 19 (2007) D55-D62]

リアルタイム動作するホログラフィック立体ディスプレイを構築するための高速な信号処理法が注目されている。著者らは、三次元物体の座標データから、ルックアップテーブル (look up table; LUT) を用いてホログラムパターンを計算する手法を改良し、メモリー使用量が少ない効率の良い手法を提案している。LUTを用いたホログラム計算では、物体データの三次元座標に互いにコヒーレントな点光源を仮想的に設置し、それぞれの光源からの記録面における伝播パターンを足し合わせることで所望のホログラムを得る。従来手法では、物体の全三次元位置に対する伝播パターンをLUTとして保持する。一方、提案手法では、LUTを格納するために必要なメモリー使用量を削減するため、格納するLUTを奥行き位置 (z座標) ごと一枚に限定する。任意の伝播パターンは格納パターンをxおよびy方向にシフトさせることで得られる。実験的な検証の結果、提案手法が、100×100×256画素で表される物体のホログラムパターンを計算するためのメモリー使用量を、従来法に比べ744分の1に削減することが示されている。(図6, 表1, 文献10)

提案された計算手法自体は、革新的な要素に富んでいるとはいえない。しかし、ホログラフィック3Dディスプレイの実用化において、信号処理の高速化は必須である。専用LSIや画像プロセッサへの実装を念頭においた信号処理の提案は、実用研究として有意義であると考えられる。(仁田 功一)



提案手法の手順の概要