

不規則性が励起エネルギー移動を妨げないための円環型分子集合系の戦略

Strategy of Ring-shaped Aggregates in Excitation Energy Transfer for Removing Disorder-induced Shielding
[G. Tei, M. Nakatani, H. Ishihara: New J. Phys., 15, No. 6 (2013) 063032/1-19]

近年のエネルギー問題解決へ向けた取り組みの中で、太陽光エネルギーの利用を目指し、光合成の機構を解明するための研究が盛んに進められている。本論文では、光合成の基本要素のひとつである光励起エネルギー移動に関して理論的に議論している。特に、紅色光合成細菌のLH2内B850リングに注目し、色素分子集合系の円環形状が励起移動に重要な意味をもつことを発見した。具体的には、円環形状の3つの特性、すなわち、(1)円環を形成することによる大きな双極子モーメントの実現、(2)円環形状の等方性、(3)円環を形成することによる占有面積の増加により、色素分子がバラバラではなく円環を形成して分布したほうが、生体のもつ不規則性に影響されることなく、励起エネルギー移動効率が增大することを明らかにした。(図12、文献38)

本論文の成果は、ナノ物質の形状がマクロな励起エネルギー移動に対して意味をもつことを示しており、将来のナノ光科学技術の発展に

重要な知見をもたらしている。また、生体分子の形状が生体機能と密接に関係することを解明した点は、生体進化のひとつの要因を説明していると解釈することもでき、大変興味深い研究成果である。

(石川 陽)



紅色光合成細菌における励起エネルギー移動

開口コリメーターを利用した産業用CT画像の高解像度化へのアプローチ

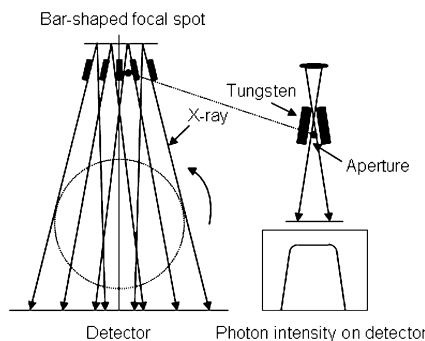
An Approach to Increasing the Resolution of Industrial CT Images Based on an Aperture Collimator
[Y. Zhu, D. Chen, Y. Zhao, H. Li and P. Zhang: Opt. Express, 21, No. 23 (2013) 27946-27963]

CT (computerized tomography) とは、放射線などを利用して物体を走査し、コンピューター処理することで、物体の内部画像を再構成する技術である。細部を識別する能力として、空間解像度は重要な特性値である。空間解像度を向上させる方法は引用文献にいくつか提案されているが、放射線源の焦点サイズが検出器の1画素サイズに比べて相対的に大きいと、焦点サイズの影響が支配的となるため、上記の方法はほとんど無効化されてしまう。例えば、450 keVの産業用CTの焦点サイズは一般的に3.0~6.5 mmであるが、検出器の1画素サイズは0.083~0.4 mmである。この条件下では、投影データはぼやけてしまい、再構成して得られるCT画像は低解像度となってしまふ。そこで著者は、コリメーターを通過する光線が狭いファンビームとなるように、放射線源の前に開口コリメーターを配置し、検出器のおおの1画素が受光するファンビームの数を制限した。これにより、低コントラスト物体の検査が高解像に行えるようになった。(図13、文献27)

産業用CTの高解像度化はこれから求められてくると思う。その

ひとつのアプローチとして、開口コリメーターを用いた技術は有効であると考える。

(中山 裕俊)



開口コリメーターによるファンビームの形成

量子ドット $Mn^{2+}@Bi_2S_3$ 含有ガラス材料が示す巨大磁気光学効果

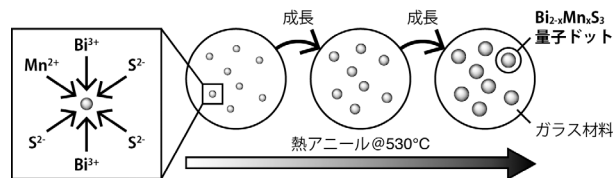
Novel and Stable $Mn^{2+}@Bi_2S_3$ Quantum Dots-glass System with Giant Magneto Optical Faraday Rotations
[R. P. Panmand, G. Kumar, S. M. Mahajan, M. V. Kulkarni, B. B. Kale and S. W. Gosav: J. Mater. Chem. C, 1 (2013) 1203-1210]

磁気光学効果とは磁界・磁化の印加が当該材料に入射する光に対して与える変調作用の総称であり、特にファラデー効果は磁気光学材料の左右円偏光に対する屈折率差に応じて直線偏光を円偏光に変調することが知られている。関連研究においては、主として磁気光学効果の大きさに関する定量指標・ヴェルデ定数が高く、かつ入射する光に対して吸収が少ない材料の開発や、光の伝搬距離を稼ぐことで既知材料をもってより大きな変調量を得るための加工などが成されている。一方、本論文においては、著者が独自に開発し高いヴェルデ定数を示すことが実証されている半導体ナノ結晶 $Bi_{2-x}Mn_xS_3$ を透明なガラス材料中で成長させた新材料を提案し、試作実験を行っている。この材料は高いヴェルデ定数と低い吸収率という特長を併せもち、実際に大きなファラデー回転効果を実現することに成功している。(図7、表1、文献49)

本論文の内容は、磁気光学効果の実用に際しての既知材料の希少性およびデバイス加工に関する課題を効果的に解決し得る成果である。また、本論文における検証実験では、要素材料の混合比率や熱アニールの条件等を多様によつて作製した複数のサンプルの特性について比

較を行っており、その結果から Mn^{2+} のドーパ量とヴェルデ定数の相関関係について定量的に見だし、かつ既知の原理をもとにその関係について理論的に考察している。これらの内容は関連研究全般の今後の指針に寄与し、磁気光学効果のさらなる応用領域の拡大に大きく寄与するものと期待される。

(堅 直也)



ガラス材料中における $Bi_{2-x}Mn_xS_3$ 量子ドットの成長

ジャイロイドフォトニック結晶を用いた円偏光ビームスプリッター

Miniature Chiral Beamsplitter Based on Gyroid Photonic Crystals

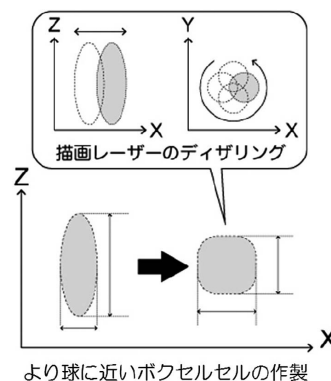
[M. D. Turner, M. Sab, Q. Zhang, B. P. Cumming, G. E. Schroder-Turk and M. Gu: Nat. Photonics, 7 (2013) 801-805]

一般的な偏光ビームスプリッターは異方的な光学結晶からなり、直交する2つの直線偏光(s偏光とp偏光)を分離するために用いられる。一方、左円偏光、右円偏光も互いに直交するが、これまで円偏光を分波するビームスプリッターは存在しなかった。著者らはレーザー直接描画法により光重合性ポリマーからI4₃₂対称性を有するフォトニック結晶プリズムを作製し、円偏光に対する分離機能を報告している。レーザー直接描画法は自由度の高い三次元構造の作製を可能とするが、ボクセルがレーザーの光軸方向に異方的に伸びてしまうことから、対称性の高い構造の作製は困難であった。著者らは、描画に用いるレーザースポットをガルバノメーターでわずかに振動させること(ディザリング)で光軸方向のボクセルサイズを減少させ、ひずみのほとんどない立方構造体を作製した。周期1.2 μmのユニットセルを768,000個配置した微小なプリズムを用いて、波長1.615 μmにおける円偏光分波機能を示した。(図4, 文献33)

直接描画に用いるレーザースポットをわずかに振動させるというシンプルなアイデアにより、ボクセルの対称性が大幅に改善されることが興味深い。複雑な三次元フォトニック結晶のさらなる機能探索と今

後の応用展開に期待したい。

(吉田 浩之)



より球に近いボクセルセルの作製

直接レーザー描画法におけるディザリングの原理とその効果

ハイブリッドリソグラフィ：紫外線露光と二光子レーザー直接描画の複合加工

Hybrid Lithography: Combining UV-Exposure and Two Photon Direct Laser Writing

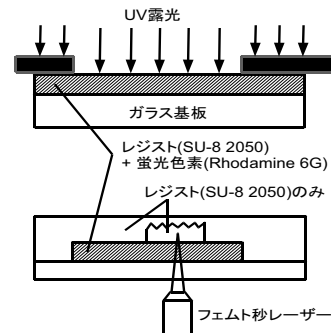
[C. Eschenbaum, D. Großmann, K. Dopf, S. Kettlitz, T. Bocksrocker, S. Valouch and U. Lemmer: Opt. Express, 21, No. 24 (2013) 29921-29926]

微細構造を製作するために、リソグラフィを適用した加工技術開発が広く行われている。一方、三次元微細構造の製作では、マイクロ光造形やフェムト秒レーザーを用いた二光子吸収による直接描画などが知られている。しかしながら、大面積の加工には長時間を要するため、スループットの改善が望まれている。著者らは、紫外線(UV)露光で大面積のレジスト形状を製作し、フェムト秒レーザーの直接描画(2PP-DLW)で微細構造の製作を担う複合的な加工法を提案している。2PP-DLWの位置合わせを行う方法として、現象前後のレジスト(SU-8 2050)を通過する光強度の変化を判別するのは容易ではない。そこで、UV露光の工程であらかじめレジストに蛍光色素(ローダミン6G)を添加し、各位置での色素による蛍光の強度変化を測ることにより、2PP-DLWの光軸方向における加工において約1 μmの精度の位置合わせを可能にした。本手法を用いて、互いに35 μm離れた高さ50 μmの全反射ミラーを有する幅50 μmのマイクロ流路を製作した。(図5, 文献24)

UV露光と2PP-DLWの併用加工において、その位置合わせをレジ

スト中の蛍光色素で評価したことは興味深い。基板が曲面を有するレンズ上への微細加工の展開に期待したい。

(岡野 正登)



UV露光とフェムト秒レーザーによる複合加工

新しいタイプの変化盲：等輝度刺激の滑らかな色変化は粗い空間スケールでモニターされている

A New Type of Change Blindness: Smooth, Isoluminant Color Changes Are Monitored on a Coarse Spatial Scale

[E. Goddard and C. W. G. Clifford: J. Vision, 13, No. 5: 20 (2013) 1-8]

人間の視覚系は視野内の物体の変化に対して非常に敏感であり、例えば、物体において輝度の変化が生じると、その変化を容易に検出することができる。これは、視野内の情報の選択機能として働く注意が、変化に対して強く誘導されるために生じると考えられている。一方、注意の誘導が阻害される状況では、変化に対する検出が困難になることが報告されている。この現象は変化盲(change blindness)として知られ、人間の視覚系が、特に注意が向けられないような状況では、顕著な変化でさえも検出できなくなることを示唆する。本論文では、この変化盲の新たなタイプとして、等輝度刺激の滑らかな色の変化に対する変化盲を報告している。実験では、8×8で整列したさまざまな色を有する64個の要素(四角形)で構成された刺激が被験者に提示された。色の変化条件として、各要素が他の要素とはランダムなフェーズで色のみが滑らかに変化する条件(Main条件)、色と輝度

が滑らかに変化する条件(Luminance条件)、色のみが急峻に変化する条件(Abrupt条件)に加え、すべての要素が同期してその色のみが滑らかに変化する条件(Synchronous条件)の4条件が設定された。被験者はこれらの刺激に対する2区間強制選択課題(実験1)および反応時間課題(実験2)を行った。結果は、Main条件において他の条件よりも検出率が低く、また反応時間も遅いことが示された。この結果は色の変化に対する視覚系の感度が低いことを示唆する。(図3, 文献28)

従来の研究の多くは、注意の誘導が阻害された状況での変化盲を報告してきたが、注意の誘導への阻害がない場合にも同様な現象が生じることを示している点で興味深い。変化盲は運転者の知覚などさまざまな研究分野とも関連しているため、今後の発展が期待される。

(瀬谷 安弘)