

加齢に伴う S 錐体神経経路におけるインパルス応答

Impulse Response of S-Cone Pathway in the Aging Visual System

[K. Shinomori and J. Werner: J. Opt. Soc. Am. A, **23**, No. 7 (2006) 1570-1577]

加齢に伴う視覚系の変化として、特に眼光学系において短波長成分の透過率が減少することが一般的に知られている。また、眼光学系のみではなく、網膜以降の神経伝達経路においても加齢に伴う変化が起きることが指摘されている。しかし、これまでの研究では両者をうまく分離して計測した例はほとんどなかった。本論文では被験者ごとに眼光学系の特性を考慮し、網膜上に到達する S 錐体への刺激を統制したうえで、網膜以降の S 錐体の神経伝達経路における時間応答が加齢に伴ってどのように変化するかを検討している。実験では時間的二刺激法を用い、S 錐体経路におけるインパルス応答関数を求めた。時間的二刺激法とは、2つの同様な刺激光をある時間間隔 t で与え、それを検出できる閾値を測定し、さまざまな時間間隔 t における検出閾値から、インパルス応答関数を求める方法である。S 錐体の時間応答を調べるため、2つの刺激光を等輝度に設定し、S 錐体の反応量だけが変化するように刺激光の色を白色から黄-青方向へと変化させて検出閾値を求めた。被験者 (16~86 歳までの男女) 49 人の実

験結果から、S 錐体のインパルス応答関数は年齢によらず単峰形をしており、他の神経経路 (例えば輝度) に比べてゆっくりとした変化であることが明らかになった。また高齢者と若年者と比較すると、高齢者では S 錐体の反応時間の遅れはみられなかったが、反応量は減少していた。つまり高齢者においては、神経系においても S 錐体の反応量が減少していることを示している。(図 9, 文献 38)

本論文は眼光学系の特性と網膜以降の神経回路での処理特性を、心理物理学的実験手法を個々に適用することでうまく分離している。この研究によって得られた時間応答特性は、高齢者の視覚特性を考える上で有用なデータになると期待される。(山口 秀樹)

ハイダイナミックレンジ画像化における色の見え

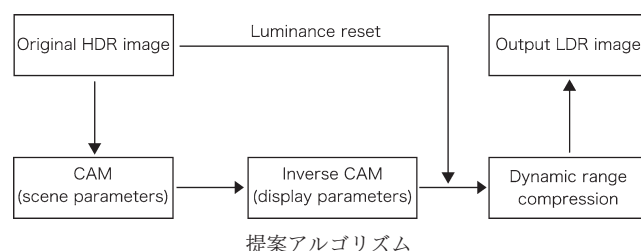
Color Appearance in High-Dynamic-Range Imaging

[A. O. Akyüz and E. Reinhard: J. Electron. Imag., **15**, No. 3 (2006) 033001-1-033001-12]

近年、ハイダイナミックレンジ (HDR: high-dynamic-range) 画像に注目が集まりつつある。HDR では、露出を変えた複数の画像から適正露出のみを抜き出すことにより、撮像機器固有のダイナミックレンジを超えた画像を合成する。しかし表示デバイスの制約により、輝度を表示可能な範囲に圧縮しなければならない。HDR 画像のもつ情報を生かして表示するには単純な輝度圧縮だけでは不十分であり、色の見えを考慮する必要がある。本論文では階調再現オペレーター (tone-reproduction operator) の前処理として、色の見えモデル (CAMs: color appearance models) の組み込みを提案した。提案アルゴリズムは図に示すように、まずシーンパラメーターを予測する。その後逆変換によりディスプレイパラメーターを推定する。輝度をリセットした後にダイナミックレンジの圧縮を行い、表示画像を生成する。実験では CAMs としておもに CIECAM02 を適用しているが、その他のモデルについても同じように適用可能である。(図 13, 表 6, 文献 41)

HDR 画像へのニーズは今後さらに高まって行くと思える。HDR 表示デバイスの普及も含めて今後の動向に注目したい。

(西 省吾)



2.5-ジメチル-4-(p-ニトロフェニルアゾ) アニソール含有ポリマーによる再書き込み可能な偏光エンコード多層記録媒体

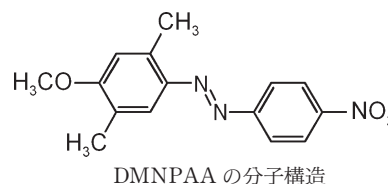
Rewritable Polarization-Encoded Multilayer Data Storage in 2,5-Dimethyl-4-(p-Nitrophenylazo) Anisole Doped Polymer

[X. Li, J. W. M. Chon, S. Wu, R. A. Evans and M. Gu: Opt. Lett., **32**, No. 3 (2007) 277-279]

より高密度な光記録媒体を目指してさまざまな研究が行われている。著者らは、アゾ色素の一種である 2,5-ジメチル-4-(p-ニトロフェニルアゾ) アニソール (DMNPAA) を含有させたポリマーを用いて、偏光でエンコードした再書き込み可能な多層多重光記録媒体を報告している。DMNPAA が吸収を示さない波長 780 nm のフェムト秒チタンサファイアレーザーを使用し、対物レンズで集光することで二光子励起によって書き込みを行った。DMNPAA も他のアゾ色素と同様、光学軸に平行な偏光が入射すると trans-cis-trans 光異性化反応を示し、光学軸が直交方向に配向する。これにより、同一層の同じ領域に 45° 異なる 2つの直線偏光で多重記録が可能となる。著者らは、ビット間隔 4 μm で 1層に 21×21 ビットの文字を 2つの偏光状態で、層間隔 30 μm で 3層の書き込みを行った結果、高コントラストでの読み出しが可能であることを示した。また、He-Ne レーザーを用いた消去、再書き込みを 100 回繰り返しても、劣化はみられなかったことを報告している。(図 4, 文献 16)

アゾ色素を用いた光記録媒体の、記録密度向上のために偏光エンコードと多層記録を組み合わせた報告である。これまでの色素を使った記録媒体は、記録時間にかかる時間が長く、繰り返し記録に弱いものが多かったが、これらのことが克服されており、興味深い。

(似内 映之)



合成開口型インテグラルイメージングによる遮蔽された物体の自由視点可視化

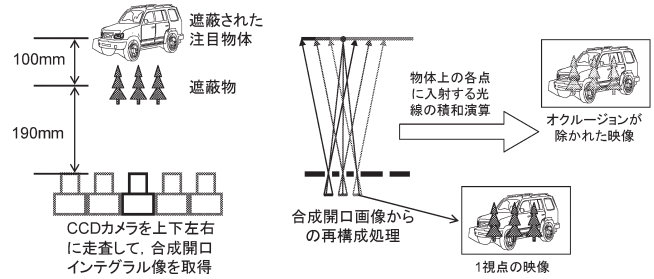
Free View 3-D Visualization of Occluded Objects by Using Computational Synthetic Aperture Integral Imaging
 [Y. S. Hwang, S.-H. Hong and B. Javidi: J. Display Technol., 3, No. 1 (2007) 64-70]

インテグラルイメージングは多数の光線を取得・再生するために膨大な画素数を必要とするが、上下左右方向に自由な視点からの映像を表示する技術として期待されている。本論文では、合成開口型のインテグラルイメージング (SAII: synthetic aperture integral imaging) を提案している。SAII において、画素数の課題をカメラの走査により克服した。そして、広範な角度にわたる光線を取得することにより、オクルージョン (手前にある物体により背後の物体が隠される状態) の除去が可能になることを示した。物体上で遮蔽される箇所は視点位置によって異なるため、物体上の各点に対して全視点からの光線成分を積和演算することにより、物体全体の可視化ができる。可視化アルゴリズム、SAII におけるカメラの傾斜の補正処理、ならびに再生時の画素配置と再生物体の拡大率の関係を定式化し、CCD カメラ (2268×1512 画素) を用いた SAII システムを構築してオクルージョン除去を実証した。(図 12, 文献 30)

SAII により取得された画像に対して、光学処理だけでオクルージ

ョンが除かれる点が興味深い。体積表示型ディスプレイへの実写映像の入力手段としても、SAII が有効であると期待される。

(山本 裕紹)



合成開口型インテグラルイメージングの概要

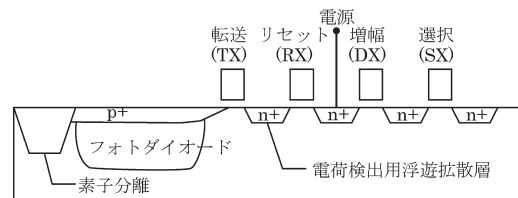
不完全空乏化フォトダイオードを用いた 0.18- μm 4 トランジスタ CMOS 画素の駆動原理

Operation Principles of 0.18- μm Four-Transistor CMOS Image Pixels with a Nonfully Depleted Pinned Photodiode
 [B. Mheen, M. Kim, Y.-J. Song and S. Hong: IEEE Trans. Electron Dev., 53, No. 11 (2006) 2735-2740]

CMOS イメージセンサーの画質向上と微細化は年々進展し、携帯電話内蔵のデジタルカメラ、高級一眼レフカメラ、ハイビジョンビデオカムコーダーなどに幅広く利用されている。特に携帯電話用のものについては高画素化競争が過熱しており、画素サイズは $2\mu\text{m}$ 角を下回り、光学限界を超える勢いで進展している。このように製造プロセスの微細化が進む一方で、電源電圧は 3.3 V からほとんど下がっていない。微細化に伴いゲート酸化膜厚を薄くし、耐圧が下がることを考えると、画質を保ちながら電源電圧を下げることは必須であると考えられる。市販 CMOS イメージセンサーの画素は、一般的に図に示すような 1 画素 4 トランジスタから構成され、埋め込み型フォトダイオードで発生した電荷を浮遊拡散層に転送して信号電圧を得る。この方式では、暗電流が少ないとともに、十分高い電圧でリセットするとフォトダイオードのポテンシャルがある一定電圧に固定され、リセットノイズが発生しないため、高い画質が得られる (完全空乏状態) という利点をもつが、電源電圧を下げることはできない。本論文では、フォトダイオード内に残留電荷が残る駆動条件 (不完全空乏状態)、すなわち低電圧でも、電荷転送と画素リセットを行うトランジスタをオ

ンする際に、浮遊拡散層端でぎりぎりオフになる条件で駆動すれば、固定パターンノイズが低減できることを示した。電源電圧 2.5 V に対して、電荷転送時の転送ゲート電圧を $2.1 \pm 0.05 \text{ V}$ とすることで、固定パターンノイズが 13.3 dB 削減した。(図 7, 表 1, 文献 13)

本論文は、トランジスタの閾値電圧が不明で、ランダム雑音、残像の測定結果がないなどの課題があるが、CMOS イメージセンサーの低電圧化技術の開発に一石を投じるものと思われる。(香川景一郎)



画素断面構造

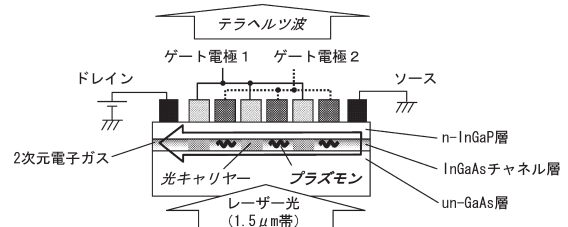
二重回折格子結合プラズモン共鳴放射器からの室温テラヘルツ放射：サイズ効果

Room Temperature Generation of Terahertz Radiation from a Grating-Bicoupled Plasmon-Resonant Emitter: Size Effect
 [Y. M. Mezziani, T. Otsuji, M. Hanabe, T. Ishibashi, T. Uno and E. Sano: Appl. Phys. Lett., 90, No. 6 (2007) 061105]

テラヘルツ (THz: terahertz) 波の発生源の小型化の有望な方法のひとつが、電界効果トランジスタ (HEMT: high electron mobility transistor) を用いるものである。この方法では、ゲート電圧により二次元電子ガスを発生させ、ソース-ドレイン間電圧により電子を速度飽和するまで加速させる。特定の条件を満たせば、電子流に乱れが自発的に生じる。その際、遠赤外域の電磁波と同じ振動数をもつ電子粗密波 (プラズモン) が発生し、プラズモンとゲート電極との相互作用により THz 波が放射される。著者らはこれまで、THz 波発生の制御性と効率を向上するため、回折格子型のゲート電極を入れ子状に 2 つ設け、レーザー光を照射する THz 発生器を提案していた。この素子では、照射時に光キャリアをゲート電極 1 下領域に発生させ、隣接するゲート電極 2 下領域へ流し込むことにより、ゲート電極 2 下領域の電子流に乱れを発生させる。すなわち、プラズモン発生を自発的ではなく、照射レーザー光をトリガーにして制御することができる。さらに、ゲート電極を回折格子とすることにより、プラズモンから放射 THz 光へのエネルギー変換効率を向上させることができる。本論文では、ゲート電極がプラズモン共振器としても機能してい

ることを利用し、THz 周波数をゲート長 (幅) により制御できることを実証した。(図 4, 文献 21)

本論文の THz 発生器は複数電極のため制御性が高く、また小型であるため将来の応用用途が広いと考えられる。今後の発展を期待したい。(折田 賢児)



テラヘルツ波発生器 (二重回折格子型ゲート電極を有する電界効果トランジスタ)