

知覚的消失や充填における錯視混色は‘禁じられた色’にならない

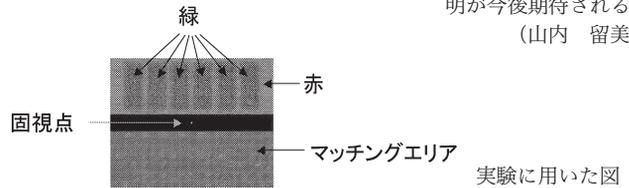
Illusory Color Mixing upon Perceptual Fading and Filling-in Does Not Result in ‘Forbidden Colors’
[P.-J. Hsieh and P. U. Tse: Vision Res., 46, No. 14 (2006) 2251-2258]

固定した網膜像は知覚的な消失をもたらすことが知られている。例えば、黒色背景にある点を中心に輪郭のぼやけた白色の円が偏在している場合、中心点を固視することにより、偏在している円は徐々に消失し、背景の黒色で充填される。この知覚的消失の現象は、網膜の受容体の特性に基づいていると考えられているが、背景色が前景部分を充填する知覚メカニズムは明らかではない。一方、赤と緑、黄と青の反対色は同時に知覚されないことがわかっている。しかし、1983年にCraneらは、知覚の充填色が反対色の混色である‘禁じられた色’を知覚したと報告した。そこで、本研究は充填により知覚された色を測定し、‘禁じられた色’の存在の有無と、知覚的な充填が視覚処理メカニズムのどの段階で生じるかについて検討した。実験では、空間的な分布が均等な赤と緑の縞の刺激、空間的な分布が不均一な赤背景に緑の縞の刺激(図参照)が用いられ、両条件ともに錯視混色は黄色と知覚された。つまり、錯視混色において‘禁じられた色’の知覚は起こらず、背景色と前景色の混色となることが証明された。さらに、両眼に

赤と緑の刺激を別々に呈示することで、混色が網膜上の受容体レベルではなく、左右の情報が統合される大脳レベルで生じることが確認された。(図2, 文献23)

両眼に異なる刺激を呈示すると視野闘争により左右どちらかの刺激のみが知覚されるが、本実験の結果は他の研究同様に、充填による左右の刺激の混色が得られるという興味深い結果である。混色が高次の処理であることを示しており、近年、脳研究においても充填知覚時のV1領域での賦活が確認されているなど、より詳細なメカニズムの解明が今後期待される。

(山内 留美)



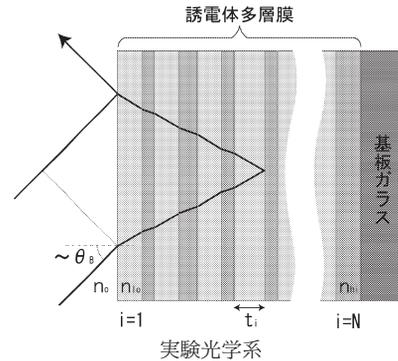
ブリュースター角を用いた広帯域パルス圧縮用チャープミラー

Brewster-Angled Chirped Mirrors for Broadband Pulse Compression without Dispersion Oscillations
[P. Baum, M. Breuer, E. Riedle and G. Steinmeyer: Opt. Lett., 31, No. 14 (2006) 2220-2222]

数フェムト秒の超短パルスレーザー発生では、広帯域波長での分散補償が重要な役割を果たす。著者らは広帯域パルス圧縮用のブリュースター角型チャープミラーを試作し、その性能を評価した。分散補償ミラーは基板ガラス上にSiO₂とTiO₂を交互に58層積層することで作製されており、波長460~800nmにおいて98%以上の反射率を実現している。このミラーの分散補償特性を調べるために、繰り返し周波数1kHz、パルスエネルギー300μJのチタンサファイアレーザー光を、長さ90mmの熔融シリカに入射し、150~400fsのパルス幅に延伸した光を長さ2.0mmのBBO結晶で光パラメトリック発振させた。その光をチャープミラーにブリュースター角θ_Bで入射させ(図参照)、そのミラーで連続24回反射させることでスペクトル幅270THzにわたって位相変化の少ない反射を実現した。また、パルス幅5.6fsのパルス圧縮と、そのパルスの前後に発生する付随パルスの抑制にも成功した。(図3, 文献16)

近年、レーザーの短パルス化のめざましい進歩が進む中で提案され

たこの分散補償法は、比較的簡便な方法で広帯域波長の位相を補償できており、今後の応用が期待される。(日坂 真樹)



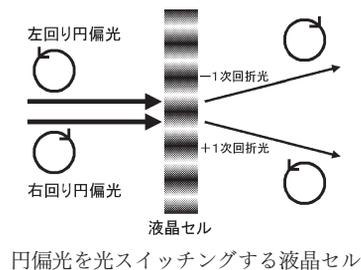
周期的に配向した液晶による偏光制御光スイッチング

Polarization-Controlled Switching between Diffraction Orders in Transverse-Periodically Aligned Nematic Liquid Crystals
[H. Sarkissian, S. V. Serak, N. V. Tabiryan, L. B. Glebov, V. Rotar and B. Y. Zeldovich: Opt. Lett., 31, No. 15 (2006) 2248-2250]

著者らは横方向に周期的に配向の変化する液晶セルを用いて回折格子を作製し、入射させる偏光状態によって回折方向が変わることを利用した光スイッチングを試みた。光の波長をλ、液晶の屈折率差をΔn、セルの厚さをLとすると、ΔnL=λ/2を満足するとき+1次と-1次のみが回折され、それ以外の回折光は存在しなくなる。このような場合、右回り円偏光を入射させると+1次方向に回折され、回折光は左回り円偏光となり、また左回り円偏光を入射させると、-1次方向に回折され、回折光は右回り円偏光となる。これを利用することで、-1次と+1次の間で光スイッチングを行うことが可能となる。著者らは印加電圧によって制御できるリターダを用いて入射させる偏光を変化させ、光スイッチングを行った。作製した回折格子は厚さが1.5μm、格子周期が4μmであり、円偏光入射を入射させて回折効率を測定したところ、右回りでは+1次回折光で18.7%、左回りでは-1次回折光で17.2%の結果が得られた。正負の回折次数間でコントラスト比を計算したところ、267:1と191:1となり、高い値が得

られた。(図5, 文献10)

液晶を封入したセル自身に電場を印加するのではなく、入射させる偏光状態によって光スイッチングを行う点が興味深い。0次回折光の消去などによって完全な回折が得られるよう、今後の発展に期待したい。(似内 映之)



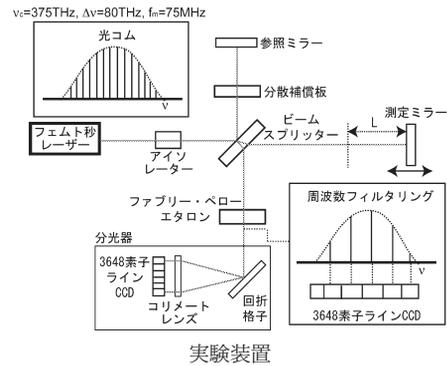
フェムト秒パルスレーザーを光源とした分散型干渉計による絶対距離測定

Absolute Distance Measurement by Dispersive Interferometry Using a Femtosecond Pulse Laser
 [K.-N. Joo and S.-W. Kim: Opt. Express, 14, No. 13 (2006) 5954-5960]

フェムト秒パルスレーザー光は、周波数領域において、多数の安定な光周波数モード列がモード同期周波数間隔で規則的に櫛の歯状で並んだ離散スペクトル構造を示す。これを光周波数コムという。本論文では、10 フェムト秒モード同期チタン・サファイアレーザーから出力された光周波数コム（中心周波数 375 THz、スペクトル幅 80 THz、コム間隔 75 MHz）をわずかに波長の異なる単一 CW レーザー光の集まりと見なし、分散型干渉計の光源に用いることで多数の単色干渉縞を同時に生成する。分光測定によって得られたスペクトル干渉縞信号をフーリエ解析することにより、機械的光路長走査を行うことなく絶対距離が決定できる。基本特性として、最小測定距離 5 μm、最大測定距離 0.89 m および分解能 7 nm が得られた。また、提案手法を実際にガラス板の厚さ測定（厚さ=1~2 mm）に適用し、30 nm の繰り返し再現性で幾何学的厚さを決定している。本手法により、絶対距離測定の高分解能化とレンジ拡大が実現されている（図 4、表 2、文献 12）。

実際の計測ではファブリー・ペロー・エタロンでコム・モード数が

間引かれているものの、光周波数コムの特性を生かした高分解・高ダイナミックレンジ干渉測長法として興味深い。（安井 武史）



表面プラズモンアンテナシリコンナノフォトダイオード

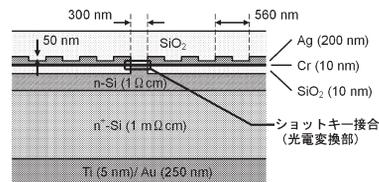
Si Nano-Photodiode with a Surface Plasmon Antenna

[T. Ishii, J. Fujikata, K. Makita, T. Baba and K. Ohashi: Jpn. J. Appl. Phys., 44, No. 12 (2005) L364-L366]

半導体集積回路の微細化限界が近づくとともに、金属配線の代わりに、チップ内光配線による信号の高速化、低遅延化、遅延ばらつき低減、低消費電力化への期待が高まっている。オンチップ光配線の実用化には、高速化と光感度のトレードオフの解決、受光回路面積および消費電力の削減が不可欠である。著者らはこれらの課題を克服するために、表面プラズモンアンテナシリコンナノフォトダイオードを開発した。入射光を直径 10 μm の表面プラズモンアンテナにより表面プラズモンに変換することで光を収集し、アンテナの中心に空けた直径 300 nm の微小開口に局在化した近接場光を誘起して、それをクロムとシリコンのショットキー接合を用いた微小フォトダイオードにより光電変換する。フォトダイオード領域を微小化することで、接合容量とキャリアの走行時間をともに低減でき、高速化につながる。また、アンテナにより光を収集した後に、光を局在化させてから光電変換することで、光の吸収長が長いシリコンにおいても光感度が著しくは低下しないことも大きな利点である。著者らは、同心円状のグレーティ

ングを刻んだ波長 840 nm に対応する表面プラズモンアンテナシリコンナノフォトダイオードを試作した。その光感度はアンテナのない場合の数十倍になった。（図 5、文献 16）

著者らは 2006 年の半導体集積回路国際会議において、このフォトダイオードを利用した、5 GHz で 75 μW の超低消費電力、構成トランジスター数 8 個という小面積の受光回路を報告している。オンチップ光配線の実用化に近いことを感じる。（香川景一郎）



表面プラズモンアンテナシリコンナノフォトダイオードの断面構造

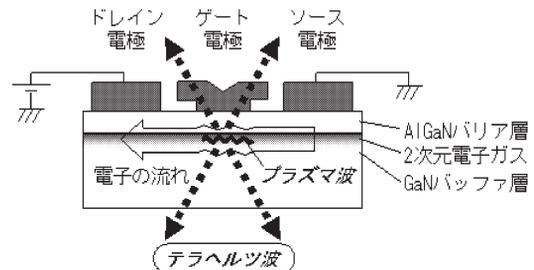
ナノサイズ電界効果トランジスターからの室温テラヘルツ放射

Room-Temperature Terahertz Emission from Nanometer Field-Effect Transistors

[N. Dyakonova, A. El Fatimy, J. Lusakowski, W. Knap, M. I. Dyakonov, M. -A. Poisson, E. Morvan, S. Bollaert, A. Shchepetov, Y. Roelens, Ch. Gaquiere, D. Theron and A. Cappy: Appl. Phys. Lett., 88, No. 14 (2006) 141906]

光と電波の中間の周波数帯の電磁波であるテラヘルツ (THz) 波を用いて、従来の光・電波では実現できなかったセキュリティやバイオテクノロジー分野での物質同定・計測などの産業応用が期待されている。しかし、従来の THz 波発生源はフェムト秒レーザーを用いたテーブルトップの装置サイズであり、産業化には小型の THz 発生源が求められている。例えば、レーザーや LED と同じ原理で THz を発生させる半導体素子も検討されているが、THz 波のフォトンエネルギーが物質の熱振動エネルギーと同程度であるため、室温での THz 波発生が困難であった。著者らは半導体材料として InAlAs/InGaAs あるいは AlGaIn/GaN を用いた電界効果トランジスター (high electron mobility transistor: HEMT) において、ゲート電極長をナノメートルサイズとすることにより、室温での THz 波発生を見いだした。この素子の原理は、高電圧印加時に電子の流れが不安定になるために発生するプラズマ波に対して、50~150 nm 長のゲート電極が共振器もしくは導波路と作用し、THz 波を放射させる。（図 3、文献 9）

今回の報告では、素子への投入電力 1W に対して THz 波出力は 0.1 μW と非常に低効率である。THz 波技術を実用化するためには発生源の小型化だけでなく高効率化も必要であり、今後の展開を期待したい。（折田 賢児）



室温でテラヘルツ波を発生させた電界効果トランジスターの模式図