

チューナブル偏光無依存性液晶ファブリー・ペローフィルター

Switchable Polarization-Independent Liquid-Crystal Fabry-Perot Filter

[E. Dorjgotov, A. K. Bhowmik and P. J. Bos: Appl. Opt., 48, No. 1 (2009) 74-79]

ネマチック液晶 (LC) は分子配向により光学および電気的異方性をもつ。そのため、電気光学デバイスとしてさまざまな分野に応用されている。最近、従来の機械的なファブリー・ペロー干渉計 (FPI) 波長フィルターの代わりとなる LC・FPI を用いたチューナブルフィルターが提案された。しかし、FPI への応用では、LC の偏光特性は非常に望ましくないものである。LC・FPI の偏光無依存性を実現するためには、直交する固有モード間の位相差をできる限り小さくするのが原則である。本論文では、中次螺旋状 LC 構造を用いた FPI を実現するため、螺旋角と干渉計キャビティー内での各固有モードの位相状況、および固有モード間の位相差の関係についてシミュレーションを行った。数値計算では、LC 層の厚さ  $0.45 \mu\text{m}$ 、常光線・異常光線の屈折率はそれぞれ 1.5 と 1.9 とし、多層膜誘電体ミラーは  $\text{TiO}_2$  ( $n=2.27$ ) と  $\text{MgF}_2$  ( $n=1.38$ ) を利用した。FPI の平均反射率は約 80% とした。シミュレーションにより、中次螺旋角を用いた偏光無依存性 LC・FPI になるためには、① 各固有モードの位相が  $\pi$  の整

数倍、② 固有モードの間の位相差は  $2\pi$  の整数倍の条件を満たさなければならない、との結果を得た。(図 8, 文献 15)

液晶 FPI は、低電圧で簡単に波長選択ができる点が魅力的である。本論文で提案されているような方法による実用的な液晶 FPI デバイスの開発が期待される。(金 蓮花)

ポリマーペンリソグラフィー

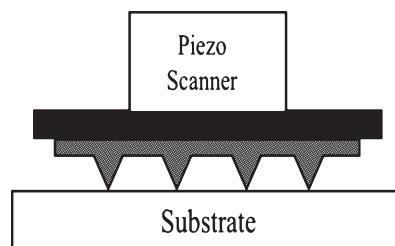
Polymer Pen Lithography

[F. Huo, Z. Zheng, G. Zheng, L. R. Giam, H. Zhang and C. A. Mirkin: Science, 321 (2008) 1658-1660]

リソグラフィー技術は、電子回路、記録装置、ディスプレイデバイス、光学素子など、さまざまなデバイスを作製するプロセスとして用いられている。一般的に、ナノメートルサイズの微小なリソグラフィーを実現する手法としては、電子線を用いた描画手法や近接場光プローブを用いた描画法などが提案されている。しかしながら、これら描画手法は一筆書きのため描画速度が遅く、大面積のデバイス作製においては高コスト化が問題になる。本論文は、二次元アレイ化したピラミッド形状カンチレバーを用いて高速にかつ大面積のリソグラフィーを実現することが可能な手法に関する提案と、実験結果について報告している。これまで、近接場光プローブ顕微鏡や原子間力顕微鏡用のカンチレバーを用いたリソグラフィーの報告は数多くあるが、本論文の手法は柔らかい PDMS 樹脂を用いてカンチレバーを作製しているため、大面積化したプローブヘッドを用いた場合でも、90 nm~数百マイクロのさまざまな大きさのパターンサイズを安定して描画することを実現している。本論文に用いている PDMS 樹脂は柔らかく吸水性があるため、プローブヘッドの押しつけ圧力と時間によって、1シ

ョットに描画できるパターンサイズをナノメートルサイズからマイクロサイズまで制御できるため、従来の報告に比べて飛躍的に描画速度を向上できる点が本論文の特徴である。(図 3, 文献 30)

本論文の提案によって、大面積でかつ微細な描画を必要とする光学デバイスやディスプレイへの適用が可能であることから、今後の展開が楽しみである。(栗原 一真)



ポリマーペンリソグラフィーの概要図

視覚的注意は運動誘発盲に影響を与える

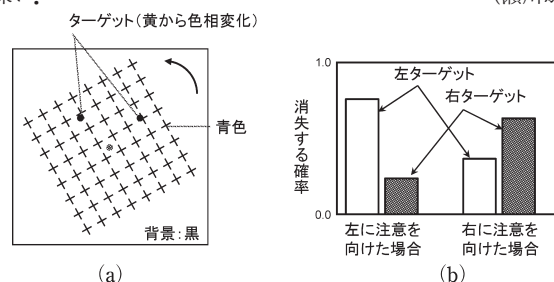
Attentional Influences on the Dynamics of Motion-Induced Blindness

[L. S. Marieke and R. Geraint: J. Vision, 9, No. 1 (2009) 38]

Motion-induced blindness (運動誘発盲) とは、静止刺激の周辺に運動刺激を付加することで静止刺激が消失したように知覚される現象である。本論文では、視覚的注意が運動誘発盲に及ぼす影響についての新しい見解を報告している。実験では、モニターに 2 つの黄色の静止したドット (ターゲット) と回転する青十字で構成されたグリッドが提示される (図 a)。2 つの黄色のドットは 1~3 秒のランダムな時間間隔で、色相が赤みあるいは緑み方向に変化する。観察者は中央の固視点を固視しながら、指定された片方のターゲットに注意を向け、その色が変わったときに応答、ターゲットのどちらかが消失したときに応答、という 2 つの課題を行う。その結果、注意を向けた方のターゲットが消失する割合が高かった (図 b)。結果から、ターゲットへの注意量の増加が運動誘発盲を促進していることが明らかになった。(図 2, 文献 33)

運動誘発盲は一般的には、運動刺激へ注意が向き、ターゲットへの注意量が減少することで生じるとされている。しかし、本結果はタ

ーゲットへの注意量の増加が運動誘発盲を促進するという逆の結果であり、運動誘発盲の発生メカニズムの複雑さを表していると思われる興味深い。(瀬川かおり)



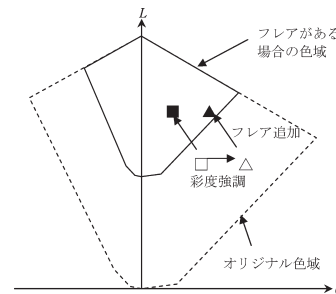
視覚的注意が運動誘発盲に及ぼす影響についての実験。(a) 刺激図, (b) 結果

明度順応とフレア補正を使用した携帯ディスプレイ用適応の色再現方法

Illumination-Level Adaptive Color Reproduction Method with Lightness Adaptation and Flare Compensation for Mobile Display [M.-Y. Lee, C.-H. Son, J.-M. Kim, C.-H. Lee and Y.-H. Ha: J. Imag. Sci. Technol., 51, No. 1 (2007) 44-52]

視環境（画像観察時の照明，周囲の明るさ等）が与える画質への影響が最近注目されている．一般のディスプレイ視環境（周囲の明るさ）はおもに室内に限定されるが，携帯ディスプレイの視環境は多岐にわたる．特に日中の屋外で使用する場合，ディスプレイ上の画像や文字が暗く見えにくくなる．これは周囲の明るさに順応して視細胞の感度が低くなるという生理学的現象と，周囲光がディスプレイに反射して生じるフレアが原因である．前者によりディスプレイ上の暗い部分が潰れて知覚され，後者によりディスプレイの表示色域が狭くなる．そこで，視覚の輝度順応を考慮した明度強調と，色域に応じた彩度強調処理を用いて，照明レベルに応じた画像再現方法を提案し，周囲が明るい場合の可読性が向上した．屋外視環境を模した 10000 lx および 2000 lx 照明下において，本手法（パラメーターを変えた 3 種類）および他の手法（明度向上モデル，コントラスト強調モデル）による画像補正結果を比較した結果，本手法の優位性が確認された．（図 11，表 3，文献 15）

フレアの影響や視覚特性を考慮した画質改善処理は興味深い．携帯電話をはじめ携帯ディスプレイの利用は広がっており，ハード的改善技術と本提案のようなソフト的補正技術を組み合わせることで，携帯ディスプレイのさらなる画質向上を期待したい．（兼松えりか）



彩度強調の概念図  
（縦軸：明度  $L$ ，横軸：彩度  $C$ ）  
□：オリジナル，△：彩度強調処理後，■▲：フレアある場合

高速ホログフィック投影のシフト平均を用いたスペckル除去

Speckle Elimination Using Shift-Averaging in High-Rate Holographic Projection [L. Golan and S. Shoham: Opt. Exp., 17, No. 3 (2009) 1330-1339]

近年，実時間ホログフィック投影技術に関する研究が数多くなされている．この論文では，ホログフィック投影において主要な雑音源となっているスペckルを簡便に除去する手法を提案している．高速に駆動する空間光変調器を用いることにより，検出器の速度に対して十分高速にホログラムパターンを切り替える．この結果，投影パターンの時間平均が検出される．従来の手法では，投影パターンの位相分布をランダムに変化させることにより，スペckルパターンの時間平均をゼロに近づけるアプローチが取られていた．位相を変化させるために別のホログラムを必要とする上，スペckルパターンの  $N$  分の 1 に減少させるためには  $N^2$  回の切り替えを必要とする．著者らは，ホログラムの再生においてスペckルパターンが生成される過程の数学的性質に着目し，1 枚のホログラムを等間隔にシフトしたパターンを有限の回数逐次投影することで，スペckルパターンを完全にゼロにすることができるを見出した．この方法では，目的とする

投影パターン 1 枚に対して必要となるホログラムパターンは 1 枚であり，従来法に比べて計算時間が非常に短くすむ．Forthdd 社製 SXGA-R3 を用いて彼らが行った実証実験では，ホログラムパターンを 7.8 ms の間に 16 回切り替え，スペckルパターンを 10 分の 1 に減少させることに成功している．（図 6，文献 21）

提案された手法は条件を満たす空間光変調器さえあれば導入可能であり，今後の応用発展が興味深い．特に，光トラッピングや光加工等，投影パターン上の光エネルギーを直接利用する応用分野での可用性について，検証報告を期待したい．（和田 篤）

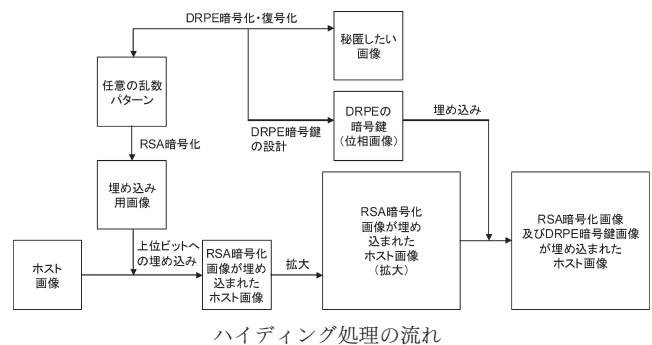
二重位相ランダム位相暗号化と公開鍵暗号を利用した情報秘匿

Information Hiding Based on Double Random-Phase Encoding and Public-Key Cryptography [Y. Sheng, Z. Xin, M. S. Alam, L. Xi and L. Xiao-feng: Opt. Express, 17, No. 5 (2009) 3270-3284]

二重ランダム位相暗号化（DRPE）は対称鍵を利用しており，暗号化画像を送信する場合には鍵配送の問題を解決する必要がある．一方，公開鍵暗号方式の代表手法である RSA 暗号はデータの拡散性が弱く，画像の暗号化に利用した場合には安全性に疑問が残る．そこで本論文では，DRPE と RSA を組み合わせたデータハイディング技術によって鍵配送不要な暗号化画像配送スキームを提案している．提案手法では，まず相手に送付したい平文画像と任意の乱数パターンから，この乱数パターンが暗号化画像となるよう位相回復手法によって DRPE 暗号鍵を生成する．そして暗号化画像（乱数パターン）をビットプレーンごとに RSA で暗号化し，データハイディング用のホスト画像へ埋め込む．さらに DRPE 暗号鍵もホスト画像へ埋め込んだ上で相手に送付する（図）．この提案手法では，1 つのホスト画像に DRPE の暗号化画像と DRPE の暗号鍵の両者を埋め込んでいるため 1 つのチャンネルでのデータ送付が可能であり，また埋め込み用画像やホスト画像に欠損やノイズがあってもある程度のロバスト性があることを確認している．（図 9，文献 15）

本論文で提案する手法はステガノグラフィーの利点である暗号化情報を含んでいること自体を秘匿できるというメリットがあり，画像の暗号化手法である DRPE を効果的に応用している手法といえる．

（鈴木 裕之）



ハイディング処理の流れ