

MgO ドープニオブ酸リチウム結晶での光照射による核形成電場の減少

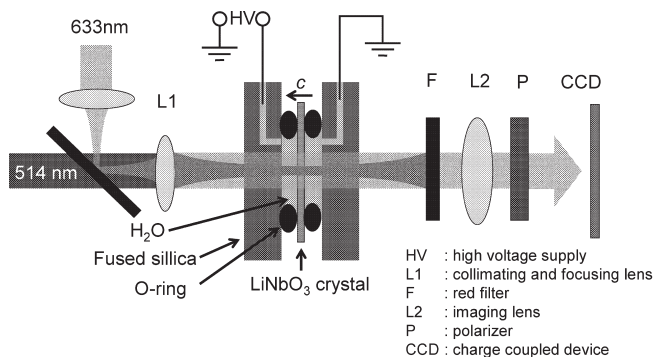
Light-Induced Order-of-Magnitude Decrease in the Electric Field for Domain Nucleation in MgO-Doped Lithium Niobate Crystals

[C. L. Sones, M. C. Wengler, C. E. Valdivia, S. Mailis, R. W. Eason and K. Buse: Appl. Phys. Lett., 86 (2005) 212901-1-212901-3]

周期分極反転素子は、いまや波長変換において欠かせないデバイスであり、その作製技術には高い関心が集まっている。光アシストによる分極反転法は、従来の櫛型構造電極を用いた分極反転法と比べ、より細かい周期の分極反転構造を作製できる方法として注目されている。本論文では、下図に示すような光学配置により、ニオブ酸リチウム結晶における光照射の分極反転への影響を調べた。著者らは可視光照射により分極反転ドメインの核形成電場が大幅に減少することを発見し、その減少率はノンドープ結晶で30%、マグネシウムドープ結晶で約90%に達するという結果を得ている。また、このような効果は光照射をしているときのみ起こり、入射する面の方向(+C面、-C面)には依存しないと報告している。(図3、表1、文献18)

光アシストによる分極反転のメカニズムは、いまだ解明されていない部分が多い。本論文のような研究が進み、今後、より短周期で高品質な周期分極反転素子が作製できるようになることを期待したい。

(藤村 隆史)



光アシスト分極反転法の実験配置

知覚される輝度は時間的文脈に依存する

Perceived Luminance Depends on Temporal Context

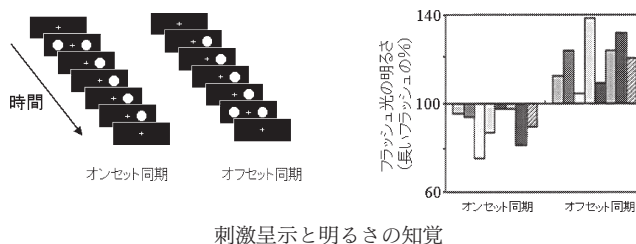
[D. Eagleman, J. Jacobson and T. Sejnowski: Nature, 428, No. 6985 (2004) 854-856]

物体の明るさ知覚は空間的な影響を受けることは知られているが、本論文では、時間的に変化する周辺刺激の影響を受け、ターゲット刺激の知覚される明るさが変化することを報告している。呈示時間が異なる2つのフラッシュ光を用い、短時間呈示されるフラッシュ光をターゲット刺激とする。他方のフラッシュ光のオンセット時・オフセット時に合わせてターゲット刺激を呈示すると、同一の輝度の刺激を用いているにもかかわらず、知覚される明るさは異なり、オフセット時に同期して呈示されたターゲットのほうが有意に明るく知覚された。また、ターゲット刺激が他方のフラッシュ光と非同期で呈示された場合には、オンセット時間からのタイムラグに応じて知覚される明るさが徐々に増大し、これはすべての被験者に共通の傾向であった。この現象は、これまでに知られている同時対比、網膜上の相互作用、視覚的注意といった効果では説明がつかない。明るさ知覚が、時間的に順応するメカニズムと時間的に順応を起こさないメカニズムの2つの異なる機構から構成されると考えることにより、説明することができる

(図2、文献16)

明るさ知覚メカニズムが周辺刺激の時間的変動の影響を受けるという錯視であり、明るさ知覚の時間特性を解明するのに役立つことが期待され、興味深い。

(山内 泰樹)



刺激呈示と明るさの知覚

高 NA 光ディスク読み取り装置における基板関連収差の簡潔な表現

Compact Description of Substrate-Related Aberrations in High Numerical-Aperture Optical Disk Readout

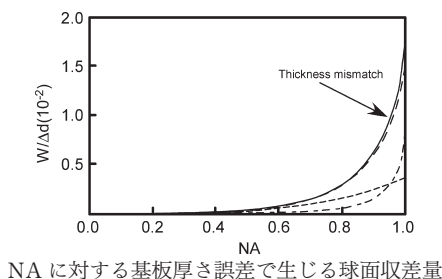
[S. Stallinga: Appl. Opt., 44, No. 6 (2005) 849-858]

著者は、光ディスク装置における基板厚さ誤差による球面収差、および基板傾きによるコマ収差の発生量に関する、より正確な表現方法について提案している。一般的に、球面収差は開口数 (NA) の4乗に、コマ収差はNAの3乗に比例することが知られている。しかし、光ディスク装置のようにNAが大きい対物レンズを用いる場合、この関係が必ずしも成立しない。そこで、著者はツェルニケ収差の拡張という観点から、NAが大きい場合にもより正確な収差量が求められる計算式を導き出した。また、各光ディスク (CD, DVD, AOD (HD DVD), BD) について、基板厚さ誤差による球面収差、および基板傾きによるコマ収差の発生量を計算した。許容収差量をマレシャルクライテリオンに設定した場合、AODの基板傾き許容量は0.1 deg, BDの基板厚さ誤差許容量は2.4 μmと非常に小さい値であった。これより、著者はAOD用光ディスク装置では基板傾き調整機構が、BD用光ディスク装置では基板厚さ補正機構が必要であることを示している。また、近接場光ディスクへの展開についても述べてい

る。(図5、表1、文献15)

これまで高NA光ディスクにおいて高次を含めたrms波面収差に関する発表がほとんど知られていなかったことから、今回NAが大きい場合でも適用しうるrms波面収差量の計算式が提案されたところに意義があると考えられる。

(是枝 大輔)



NAに対する基板厚さ誤差で生じる球面収差量

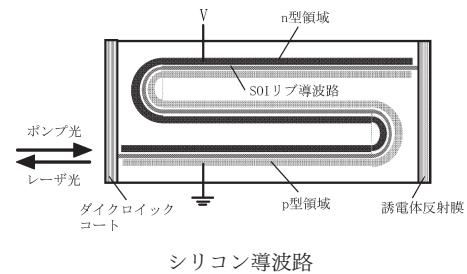
連続発振ラマンシリコンレーザー

A Continuous-Wave Raman Silicon Laser

[H. Rong, R. Jones, A. Liu, O. Cohen, D. Hak, A. Fang and M. Paniccia: Nature, 433, No. 7027 (2005) 725-728]

近年、高屈折率なシリコンを用いた微小光導波路素子が注目されている。間接遷移型のバンドギャップをもつシリコンでは、光増幅やレーザー発振は非常に困難であるが、誘導ラマン散乱を利用した光増幅・発振に関する研究が盛んに行われている。本論文では、シリコン導波路型共振器を作製し、ラマン散乱を用いた室温連続発振レーザーを実現している。シリコン導波路型共振器は、図のようにS形状のリブ導波路と、端面の誘電体高反射ミラー、および誘電体ダイクロイックコートで構成されている。また、導波路に沿ってp型層およびn型層を作製し、導波路断面方向にp-i-n構造を形成している。このp-i-n構造に逆バイアス電圧を印加することで、二光子吸収によって生成される自由キャリアによる光吸収を低減させている。長さ4.8 cm、実効コア断面積 $\sim 1.6 \mu\text{m}^2$ の導波路において、バイアス電圧25 Vの際に、ポンプ光波長1550 nmに対して波長1686 nmのレーザー出力が、閾値180 mW、スロープ効率4.3%で得られている。また、ポンプ光の波長に応じた出力波長の変調も示している。(図4, 文献25)

ラマン散乱を用いているとはいえ、シリコン導波路においてレーザーを実現しており興味深い。光励起のレーザーを作製するだけでなく、変調器と集積化する等のシリコン技術との融合が予想され、今後の展開が期待される。(金高 健二)



シリコン導波路

透過型表面プラズモン共鳴を利用したバイオセンシング

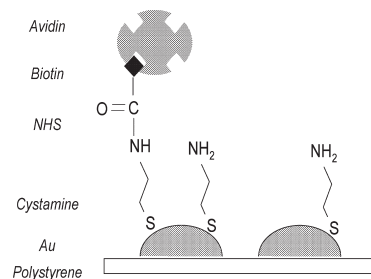
Biological Sensing Using Transmission Surface Plasmon Resonance Spectroscopy

[M. Lahav, A. Vaskevich and I. Rubinstein: Langmuir, 20, No. 18 (2004) 7365-7367]

近年、生体分子の相互作用をモニタリングするための有望な手段として、表面プラズモン共鳴 (SPR) センサーが注目されている。本論文では、不連続なナノ構造を有する薄膜を用いた表面プラズモンの吸光度の変化をモニタリングする、透過型表面プラズモン共鳴 (T-SPR) センサーを提案している。著者らは、ポリスチレンの基板に、蒸着により金のナノ構造を構築し、それにシスタミンの自己組織化単分子層を修飾し、それとビオチン-NHS (N-hydroxy succinimide) を結合させたチップを作製した。そしてターゲット分子としてアビジンをを用い、ビオチン-アビジンの結合反応量を本提案のシステムである T-SPR で検出した。通常 SPR センサーは波長シフトもしくは吸光度の変化量で生体分子の結合反応量を検出するが、本システムでは吸光度の変化量が有効であることがわかった。さらに本システムは、一般的に用いられるクレッチマン配置などの全反射 SPR よりもセットアップが簡便であると主張している。(図2, 文献8)

このシステムは、生体分子の相互作用解析を将来飛躍的に進展させ

ると予想される。また、今後は、多種多様な生体分子の結合反応の検出データや、検出の分解能、さらにはシステムの有効性の詳細なデータがでてくることを期待する。(松下 智彦)



本システムのチップ構造

イヌの明るさ弁別能力

Brightness Discrimination in the Dog

[G. Pretterer, H. Bubna-Littitz, G. Windischbauer, C. Gabler and U. Griebel: J. Vision, 4, No. 3 (2004) 241-249]

本論文は、警察犬として広く用いられているジャーマンシェパードとベルジアンマリノアの「明るさ弁別能力」についての知覚行動学的実験結果の報告である。被験犬は健康な3頭のオーストリア警察の警察犬(ジャーマンシェパード1頭とベルジアンマリノア2頭)であり、その年齢は1.5~3歳である。彼らの課題は、2つの餌箱の前扉に貼られた灰色色票を観察し、より明るいほうの色票の扉を鼻先で押し開け、報酬であるドッグフードを得る、というものである。その際、もう一方の扉(明度の低い扉)は固定されているため報酬にありつけない。色票は印画紙の露光時間を変えて明度を調整した30種類、大きさは30 cm 正方形である。餌箱と扉の色票を取り替えてこの試行をくり返し、正答率が70%となる時の色票の明度差を明るさ弁別閾値とした。実験室は屋内で窓がなく、色票位置での照度が600 lxになるように蛍光灯で照明されている。人間と同様、イヌの明るさ弁別閾値は刺激の明度(もしくは輝度)に比例し、ウェーバー・フェヒナーの法則に従う結果となった。そのウェーバー比は平均で0.22

(ジャーマンシェパード)、0.27(ベルジアンマリノア)となり、人間の場合(0.11~0.14)に比べると1/2程度の明るさ弁別能力であることがわかった。(図3, 表2, 文献44)

イヌは昼夜問わず活動するため、昼行・夜行性と分けた場合、その中間に分類される。実験条件が明所視レベルであったことを考えると、昼行性の人間よりも明るさ弁別能力が劣るという結果には納得がいく。これまでネコの研究は電気生理を中心に数多くあるが、最も身近な動物であるイヌの、それも明るさ知覚という基本的な特性が調べられていなかったのは意外である。嗅覚に多くを頼っていることは事実だが、盲導犬のように人間社会で働くイヌは視覚を用いなければならないことも多い。イヌの視覚特性を把握しておくことは、実は人間社会のバリアフリーという観点からも重要かもしれない。

(篠田 博之)