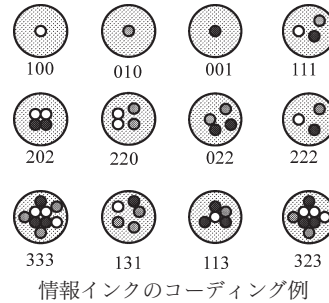


蛍光性半導体ナノ結晶を用いた物体識別のための情報のコード化および再生

Information Coding and Retrieving Using Fluorescent Semiconductor Nanocrystals for Object Identification [S. Chang, M. Zhou and C. P. Grover: Opt. Express, 12, No. 1 (2004) 143-148]

バーコードなど印刷によるデジタル情報記録は物の識別などに利用されている。本論文ではこのような技術として、半導体ナノ結晶（量子ドット：QDs）の蛍光のスペクトル（波長，強度）を使用する方法が提案されている。これはバーコードと異なり，情報担体が非常に小さい。また，読み取りも回転やスケールの変化に影響を受けないため簡単な装置により可能となる。QDsはサイズにより蛍光波長が異なる性質がある。情報をもつインク（情報インク）は複数のサイズのQDsをコーディング規則により混合比率を変え，高分子マトリクス材料と混ぜて作製する。図4は3種のQDsを用いた場合の情報インクのコーディング例である。情報はインクへ励起光を照射，蛍光スペクトルを測定することにより得る。蛍光スペクトルはQDsのサイズばらつきなどにより一定の幅をもつため，スペクトルの重ね合わせが発生する。信号分離のため，逆畳み込みベースのアルゴリズムが新たに提案されており，その有効性が作製した情報インクの読み出しで確認されている。（図4，文献11）

蛍光スペクトル広がり簡単な演算により取り除く方法が興味深い。狭い範囲での書き込みが可能で，視認性も低いため外観を損なうことなく個体認識ができる。商品の管理など利用範囲は広いと考えられる。（山本 博昭）

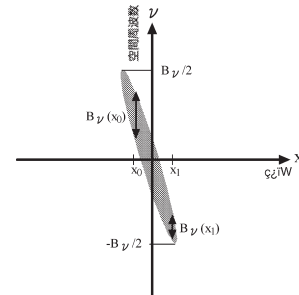


ウィグナー分布下での光の標本化

Sampling in the Light of Wigner Distribution [A. Stern and B. Javidi: J. Opt. Soc. Am. A, 21, No. 3 (2004) 360-366]

時間（位置）と周波数の対応関係を与えるウィグナー分布関数は，現在フラクショナルフーリエ変換を理解するために注目すべき関数であると同時に，フラクショナル領域での光の状態を簡単に説明できるとされている。本論文では，実数および複素信号の標本化条件と再生条件の解析にウィグナー分布の領域を用いた新しい方法を提案している。著者らは，ウィグナーの領域を用いることでフーリエ領域での標本化の過程を説明するとともに，フレネル領域へ拡張するために，ナイキストの制限の一般化を行っている。これまでの標本化では，信号全体の帯域幅によりナイキスト周波数が決定されるのに対して，一般化されたものでは，局所的な帯域幅により周波数が決定される。この一般化した標本化定理をフレネル変換に用いたシミュレーションの結果により，標本化間隔が広い場合にも信号が再生されていることを示している。また，フラクショナルフーリエ変換の標本化周波数についても言及している。（図4，文献21）

あり，CCD デバイスなどのように，空間的な計測精度が固定されたものへの実用的な応用利用を今後期待したい。（広川 勝久）



論文中で説明されたウィグナー領域での変換は光学的に実行可能で

ウィグナー領域での局所的な帯域幅

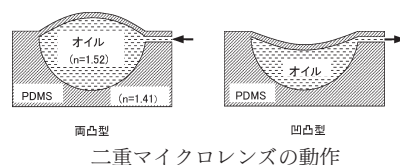
可変二重マイクロレンズアレイ

Tunable Microdoublet Lens Array [K.-H. Jeong, G. L. Liu, N. Chronis and L. P. Lee: Opt. Express, 12, No. 11 (2004) 2494-2500]

マイクロレンズは，光通信，ディスプレイ等の分野で広く使われており，近年は焦点可変型レンズの研究も盛んである。著者らは，レンズ形状が両凸型から凹凸型まで変化し，幅広い焦点可変範囲をもつ液体マイクロレンズを作製した。マイクロレンズは，球面状の凹部をもつポリジメチルシロキサン（PDMS: $n=1.41 @ \lambda=535 \text{ nm}$ ）の型に厚み約 $20 \mu\text{m}$ の PDMS 薄膜を貼り合わせ，それらの間にオイルが流れる複数の微小流路を形成して作製される。凹部にオイル（ $n=1.52$ ）を満たし，その圧力を変化させることにより，図に示すように両凸型から凹凸型までレンズ形状が変化する。レンズ直径は $300 \sim 500 \mu\text{m}$ ，またレンズ直径 $500 \mu\text{m}$ のとき，PDMS 型の凹部の曲率半径は $250 \sim 750 \mu\text{m}$ のものが作製できている。得られたレンズでは，オイル圧力が -10 kPa から -2 kPa の範囲で F ナンバーは -3 から -10 に変化し，また -1.5 kPa から 10 kPa の範囲で F ナンバーは 3 から 1.5 に変化した。オイル圧力 -2 kPa と -1.5 kPa の間でレンズ特性が逆転しており，焦点距離は正負両方の方向に数百 μm から無限大まで変化

させられる。また，マイクロレンズを複数配列してレンズ間をオイル流路でつなぎ，オイル圧力を変化させて一度に複数のレンズの焦点距離を変化させることもできる。個数7個以上のレンズアレイが得られている。（図8，文献8）

PDMS 型の凹部は，リング状の土手内に紫外線硬化樹脂のナノリットル液滴をたらし表面張力を利用して球面状に硬化させ，その型をまとめて形成される。方法がユニークであり，形状精度も比較的高い。またレンズとしては焦点距離の可変範囲が長い点が魅力的である。取差や応答速度に関する報告が望まれる。（岡田 訓明）



ネマティック液晶素子による効果的な球面収差補償

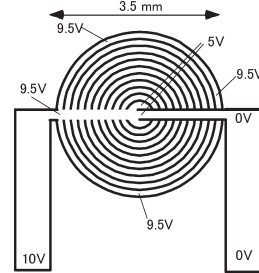
Effective Spherical Aberration Compensation by Use of a Nematic Liquid-Crystal Device

[S. Somalingam, K. Dressbach, M. Hain, S. Stankovic, T. Tschudi, J. Knittel and H. Richter: Appl. Opt., 43, No. 13 (2004) 2722-2729]

DVDの次世代となる青色レーザーを使った光ピックアップでは、直径0.6 μm 程度の微小な集光スポットでデータの記録再生を行う。例えばBlu-ray disc (BD)の規格では、波長405 nmの青紫色レーザーとNA=0.85という大きな開口数の対物レンズを使う。記録ピットの微小化による大容量化に加えて、データの記録層を2段に重ねると記録容量は50 Gbytesにもなる。その際の技術課題のひとつとして、球面収差の補正がある。2つのデータ層までの保護層の厚みは100 μm と80 μm であり両者の間の違いはたった20 μm であるが、対物レンズが大きな開口数をもつために両者への焦点の切り替えて発生する球面収差は0.5 λ (rms)を超え、何らかの補正が必要となる。本論文では、ITO膜で下図に示すような電極構造を作り、2つの駆動電極への印加だけで同心円状に連続的に変化する電圧分布をつくる新しい設計を行った。試作後の液晶素子単独の評価として、透過波面測定、時間応答、集光スポット等の評価を行っている。さらに、BDの読み取りドライブに本素子を挿入し、BD-ROM 2層ディスクの読み取りに成功

した。(図18, 文献9)

青色光ピックアップには、このような高度な光制御技術がふんだんに使われており、驚嘆するばかりである。本研究は実用化に近い研究であり、青色レーザーによる光記録ドライブの一般家庭への普及も遠くなくさそうである。(河野 裕之)



液晶素子の電極構造。33個の同心円の電極がある(図では簡略化)

低損失光導波用のサブ波長直径のシリカワイヤー

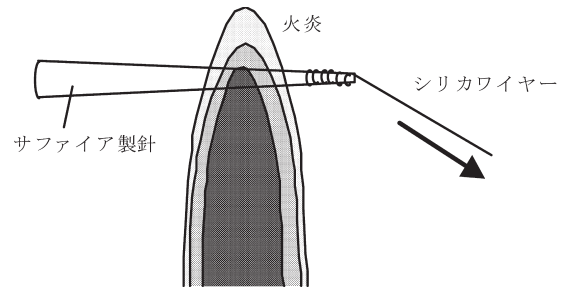
Subwavelength-Diameter Silica Wires for Low-Loss Optical Wave Guiding

[L. Tong, R. R. Gattass, J. B. Ashcom, S. He, J. Lou, M. Shen, I. Maxwell and E. Mazur: Nature, 426, No. 6968 (2003) 816-819]

シリカ製光ファイバーが広く光通信等の分野において使用されている。一方、近年は光導波路の微小化に関する研究が盛んに行われている。本論文では、純粋石英製で、直径がサブミクロンサイズのファイバーを作製し、低い導波損失を実現している。作製は、2段階の線引き工程で行っている。第1段階で直径がマイクロメートルサイズのシリカファイバーを作製する。第2段階では、図のようにこのシリカファイバーを先がテーパー状になったサファイア製の針の周りに巻き、このサファイア針を熱するとともに回転させながらシリカファイバーを引くことで、直径50~1100 nm、長さ数十mmのファイバーを作製している。サファイア針を介して間接的に熱することで均一な温度分布となり、シリカファイバーの直径の均一性を向上させている。直径数ミクロン程度のマイクロリングも作製可能である。光の励振は、エバネセント光を用いたカップリングで可能であり、1 dB/mm以下の導波損失が可視~近赤外光の範囲で得られている。(図4, 文献30)

単純な構造であるが、比較的簡易な作製プロセスでサブ波長サイズ

のファイバーを実現しており興味深い。実際に使用するためには、周辺技術を含めてさまざまな課題を解決する必要があると予想されるが、今後の展開が期待される。(金高 健二)



第2段階目の線引きの模式図

表面プラズモンポラリトンを用いた光学ビームプロファイラー

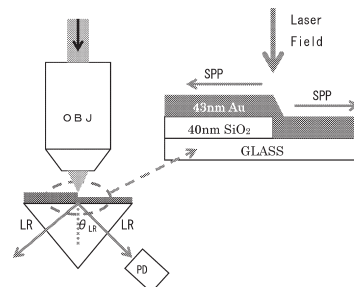
Surface Plasmon Polariton-Based Optical Beam Profiler

[H. Ditlbacher, J. R. Krenn, A. Leitner and F. R. Aussenegg: Opt. Lett., 29, No. 12 (2004) 1408-1410]

ビーム形状測定はCCD等を用いたイメージ方式やナイフエッジ法を用いた方式が一般的である。筆者らは表面プラズモンポラリトン(SPP)を用いた新規なビームプロファイラーを提案し、実際に測定を行った。図に示すようにガラス板に40 nm厚の石英を選択的に積層し、その後43 nm厚の金の薄膜を積層したものをプリズムと結合させた構成をプローブとして用いている。このプリズムプローブの段差部分に光が当たると、金属膜の欠陥によるSPPが発生する。SPPと結合した漏れ放射光(LR)の強度を検出器(PD)で測定することで欠陥部分に照射されているビーム強度を知ることができ、プリズムプローブをスキャンすることでビームの形状を測定することができる。著者らは実際に対物レンズで集光したビームを測定し、計算とよく一致した結果を得たと述べている。著者らによると、測定解像度は金属膜の欠陥の大きさで決まるので、比較的簡単に高精度ビーム形状が測定できるとしている。(図3, 文献15)

SNOMのような大がかりな装置ではなく簡易に高精度測定できる

方法の提案としては興味深い。筆者らの装置では偏光依存の二次元測定が可能となったが、装置の改良によっては三次元化や偏光依存性の解消も可能であり今後の展開が期待される。(金野 賢治)



ビームプロファイラーの原理説明図