

アメリカの手話の画像統計：顔と自然の景色との比較

Image Statistics of American Sign Language: Comparison with Faces and Natural Scenes
[R. G. Bosworth, M. S. Bartlett and K. R. Dobkins: J. Opt. Soc. Am. A, **23**, No. 9 (2006) 2085-2096]

聴覚障害者にとって、手話はコミュニケーションの手段として重要な視覚情報である。先天性の聴覚障害者や手話の環境で育った被験者を対象にした実験では、周辺視における視覚的注意や速度知覚の感度増加などが確認されている。本研究では、手話の画像自体がそれらの感度増加をもたらす視覚的特徴をもつか否かについて、画像解析により検討している。画像は、ある言葉を示している静止画像から腕と手の部分のみを示した105枚の手話の画像（図参照）と、100枚ずつの顔と景色の画像である。解析方法はフーリエ解析を用い、空間周波数と角度、明るさの3要素に加え、明るさ分布を比較している。角度成分の結果から、手話画像では水平よりも垂直成分が多いが、顔や自然の景色では逆であり異方向性が示唆された。空間周波数に対する明るさ成分比較の結果から、空間周波数の増加に伴う明るさ成分の減少がすべての画像で示された。しかし、空間周波数に対する明るさ成分の分布の程度を示すエントロピーの比較からは、手話画像のみが1.9 cyc/degでピークを示した。この結果は、手話画像の空間周波数を変化させ被験者の応答を測定した Riedl らの心理物理実験結果と一致している。このことから、手話の画像においては明るく、その分布がよ

り大きい明るさ成分を含む空間周波数が、視覚機能と関係している可能性が示唆された。（図8、文献85）

手話は映像ではなく言語として処理されるため、視覚機能との比較を試みている研究は興味深い。動きも含めた手話と視覚特性の関係が明らかになれば、手話単語の作成や後天的に手話を取得する場合の学習法など、視覚特性の観点から改良の手掛かりを提案できるのではないかと期待できる。（山内 留美）



解析に用いたアメリカの手話の画像例。ENJOYを示すサインの一部である

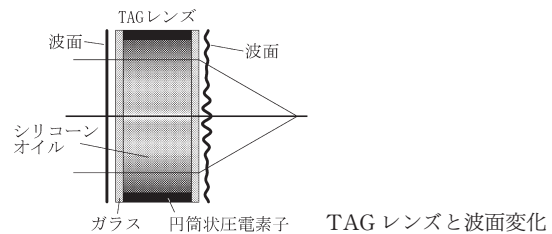
可変音響グリレンズによるマルチスケールベッセルビームの生成

Multiscale Bessel Beams Generated by a Tunable Acoustic Gradient Index of Refraction Lens
[E. McLeod, A. B. Hopkins and C. B. Arnold: Opt. Lett., **31**, No. 21 (2006) 3155-3157]

空間光変調器やアキシコンレンズで形成されるベッセルビームは深い焦点深度をもち、光計測や光マニピュレーション、非線形光学などで応用されている。著者らは超音波を利用した可変音響グリ（TAG: tunable acoustic gradient）レンズを試作し、試作レンズによるベッセルビーム形成について検討した。TAGレンズは、内径71mm、長さ36mmの円筒状圧セラミックスの内部に屈折率1.396のシリコンオイルを2枚のガラス板で封入したものである。周波数100~500kHz、電圧40~100V_{pp}の正弦波を圧セラミックスに印加すると、シリコンオイル内に円筒状の定在波が形成される。その定在波がJ₀ベッセル関数と正弦波の積に依存した10⁻⁵程度の屈折率変化を誘起する。このTAGレンズにレーザー光を透過させると、間隔の広い明るいベッセルビームとその周辺にできる間隔の狭い暗いベッセルビームの2種類で構成されたマルチスケールベッセルビームが形成された。明るいベッセルビームは円筒状屈折率分布による光の屈折で形成され、暗いベッセルビームはアキシコンレンズで形成されるビーム特性であることが示された。また、TAGレンズの焦点深度が深いこ

とを実験的に確認でき、超音波の周波数や強度を変化させることで円環の間隔や長さ、作動距離を制御できることが示された。（図4、文献16）

TAGレンズは、アキシコンレンズのベッセルビームと比べて複雑な形状を有するが、超音波による高速応答やビーム形状の高い自由度の特徴を有する。レンズ内のモード形状を再検討することで、有効なベッセルビームの形成が期待できる。（日坂 真樹）



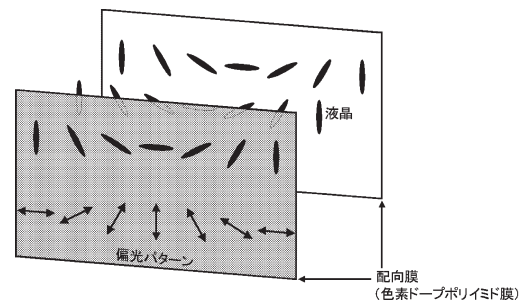
TAGレンズと波面変化

配向面での偏光ホログラムによって誘起される高効率な液晶型回折格子

Highly Efficient Liquid Crystal Based Diffraction Grating Induced by Polarization Holograms at the Aligning Surfaces
[C. Provenzano, P. Pagliusi and G. Cipparrone: Appl. Phys. Lett., **89**, No. 12 (2006) 121105]

著者らは、偏光ホログラムを配向膜に用いた液晶セルによって、高効率の回折格子を作製した。配向膜には薄い（20nm）アゾ色素ドーパポリイミド膜を用いた。これに左右円偏光を同時に照射することによって、横方向に周期的な偏光パターンが得られ、配向膜内部のアゾ色素が光異性化して偏光と直交方向に配向する。セル中の液晶は、相互作用によってこのアゾ色素と同じ方向に配向するため、液晶が周期的に配向したセルが得られる。こうして作製した液晶セルにプローブ光を入射させると、その偏光によらず、0次および±1次の回折光のみが現れる。円偏光の場合、セルの厚さとパターンの周期の比を適当に定めることによって、理論的には100%の回折効率が得られる。著者らは厚さ1.4μm、周期5μmの液晶セルによって回折効率が98%の1次回折光を得た。また、液晶セルに交流電圧を印加することによって複屈折率を変化させ、低電圧で0から98%まで回折効率を変化させた。（図3、文献14）

は10%程度であったのに対し、大きく改善された。また、低電圧によって調整可能な点が興味深い。デバイスへの応用を含め、今後の発展に期待したい。（似内 映之）



偏光パターンと液晶の配向

同様の回折格子の研究において、これまで発表されている回折効率

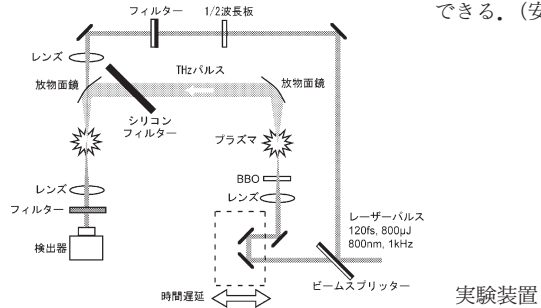
気体中のレーザー誘起プラズマによる広帯域テラヘルツ波検出

Detection of Broadband Terahertz Waves with a Laser-induced Plasma in Gases
[J. Dai, X. Xie and X.-C. Zhang: Phys. Rev. Lett., 97, No. 10 (2006) 103903]

テラヘルツ (THz) パルスのコヒーレント検出には、これまで光伝導アンテナや電気光学サンプリングが利用されてきた。前者では半導体光伝導膜のキャリア寿命が、後者では電気光学結晶中のフォノン吸収が検出帯域を制限してきた。一方、空気中レーザー誘起プラズマにおける四光波混合 (LIP-FWM: laser-induced plasma four-wave mixing) を用いた THz 発生が、近年注目されている。本論文では LIP-FWM の逆過程を広帯域 THz 検出に応用している。実験装置はフェムト秒チタンサファイア再生増幅器を光源とし、基本波光と SHG (第二高調波発生) 光からなるフェムト秒 2 色ポンプ・パルス光をレンズで空気中の同じ位置に集光すると、LIP-FWM 過程を通して THz パルスが発生する。一方、THz パルスとプローブ光を空気中に集光すると、両者の LIP-FWM 過程により THz 電場誘起 SHG 光が発生するので、これを光電子増倍管で検出する。プローブ光強度の調整により白色コンティニューム光を発生させ、それを局部発振光として利用することにより、THz パルスがコヒーレント検出できる (図 5、

文献 16)。

フェムト秒再生増幅器が必要なものの、身近にありふれた空気を THz 発生および THz 検出に用いる新しい手法として興味深い。また、プローブ光を局部発振光として利用できるのも、高感度化も期待できる。(安井 武史)



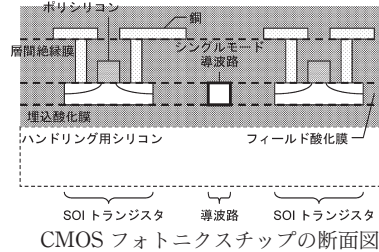
0.13 µm 標準 CMOS SOI プロセスによる全集積型 20 Gb/s 光電子トランシーバー

A Fully Integrated 20-Gb/s Optoelectronic Transceiver Implemented in a Standard 0.13-µm CMOS SOI Technology
[B. Analui, D. Guckenberger, D. Kucharski and A. Narasimha: IEEE J. Solid-State Circuits, 41, No. 12 (2006) 2945-2955]

10 Gbps 以上のデータレートでは、銅線による電気信号伝送における減衰と消費電力の急激な増大が大きな問題になる。そのため、近距離であっても、光データ伝送が次第に銅配線を置き換えていくと予想される。著者らは、0.13 µm 標準 CMOS SOI (silicon on insulator) プロセスを用い、ホログラフィックマイクロレンズ、導波路、マッハツェンダー干渉計型高速光変調器、可変光減衰器、高速受光回路、レーザードライバなどの基本要素をすべてワンチップに集積した。フォトダイオードと半導体レーザーは、チップ上にフリップチップ実装した。使用波長は C バンド (1550 nm) である。図にデバイスの断面構造を示す。著者らは、トランジスタを形成するシリコン層を導波路として利用した。導波路コアの屈折率が 3.5、クラッドが 1.5 と屈折率差が大きいため、最小半径 30 µm の曲げでも付加的な損失がなく、光回路の小型化が可能である。先端プロセスではトランジスタの耐圧が低く、本論文ではアナログ系 1.5 V、デジタル系 1.2 V である。回路的な工夫により、大振幅が必要とされるレーザードライバの電源電圧 5 V とした。試作デバイスのチップサイズは 8.0 × 5.6

mm² であり、10 Gb/s のトランシーバーを 2 チャンネル内蔵した。ビットレートは 10⁻¹⁵ 以下、1 チャンネルあたりの消費電力 1.25 W であった。(図 20、表 2、文献 30)

光通信だけでなく、ミリ波通信など、シリコン CMOS LSI でも、10~100 GHz の RF (radio frequency) 信号を扱えるようになってきている。日本が欧米・アジア各国に対して大きく遅れをとっている分野であるが、今後の巻き返しを期待したい。(香川景一郎)



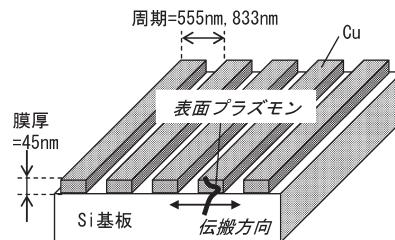
Si 基板上に作製した Ag と Cu の一次元周期構造における表面プラズモン

Propagation of Surface Plasmons on Ag and Cu Extended One-Dimensional Arrays on Silicon Substrates
[S. P. Sundararajan, J. M. Steele and N. J. Halas: Appl. Phys. Lett., 88, No. 6 (2006) 063115]

計算・通信の速度増大への要望に応えるため、半導体部品は高密度集積化を実現してきた。さらなる高密度伝送には、配線遅延やクロストークによるボトルネックを解決する必要がある。そのために、Si 基板上の情報伝送に光子あるいはプラズモンを用いることが検討されている。特にプラズモンは同じ周波数の搬送波であっても光子よりも波長が短いため、小型な導波路を実現できると期待されている。過去の研究の多くは、プラズモンのための金属材料に Ag もしくは Au を用いていた。しかし、これらの金属は Si プロセス技術の主流とは共存できない。そこで著者らは、Si プロセス (ダマシシ) で用いられている Cu に着目した。本発表では、Si 基板上に Cu の一次元周期構造 (回折格子) を、マイクロコンタクト・プリンティング技術とメッキ技術を用いて形成した。比較のために、従来用いられている Ag の回折格子も作製した。周期はいずれの材料でも 555 nm もしくは 833 nm とした。光透過率測定から、金属/Si 界面の表面プラズモンの波数-周波数分散特性を解析した。その結果、Cu においても従来の Ag と同等のプラズモン特性が得られることを明らかにした。

(図 3、文献 14)

従来のプラズモン研究が Ag や Au を用いることが多かったのは、可視域の周波数を対象としたためである。これらと同じ貴金属類である Cu が赤外域でのプラズモン用金属として利用できることは明らかであったが、実際に Si 基板上での用途を目指した報告は今回が初めてである。今後の展開を期待したい。(折田 賢児)



Si 基板上に作製した Cu の一次元周期表面プラズモン構造の模式図