

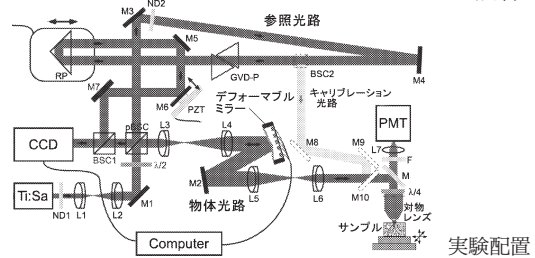
コヒーレンスゲート波面センシングを用いた二光子顕微鏡法における適応波面補正

Adaptive Wavefront Correction in Two-Photon Microscopy Using Coherence-Gated Wavefront Sensing
[M. Rueckel, J. A. Mack-Bucher and W. Denk: Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 103, No. 46 (2006) 17137-17142]

二光子顕微鏡は共焦点レーザー顕微鏡と比較して、生体の深部観察能が高く、標本へのダメージや蛍光色素の退色も抑えられる特徴を有する。ただし、より深部を観察しようとする標本内で発生する収差が増大し像品質が劣化するため、波面センサーと空間光変調器を組み合わせた適応波面補正技術による像回復方法が提案されてきた。しかし、従来の波面補正方法は蛍光をセンシングしており、収差発生量の大きい深部では励起光の照射パワーを上げて蛍光を生成する必要があり、フィードバックを繰り返すと試料へのダメージや退色が避けられない。本論文では、蛍光ではなく標本に入射した励起光（近赤外光）の後方散乱光をセンシングする。励起光を物体光路と参照光路に分け低コヒーレンス干渉計を構成する。焦点付近のコヒーレンスゲート内（長さ $\approx 22\mu\text{m}$ ）の光のみが CCD 上の干渉縞形成に寄与する。この干渉縞から位相シフトで波面形状を求め、デフォーダブルミラーの形状にフィードバックすることで像回復を行う。蛍光生成に依存せず低い照射パワーでも波面センシングが可能である。

蛍光ビーズを埋め込んだガラス毛細管、ゼブラフィッシュ幼生の前脳部の観察において、ほぼ回折限界の結像性能が得られ、その有効性が示された。（図4、文献38）

本論文は、二光子顕微鏡において深部観察能向上、波面補正、標本へのダメージ・退色抑制のすべてを実現した点で注目される。
(河村 淳)



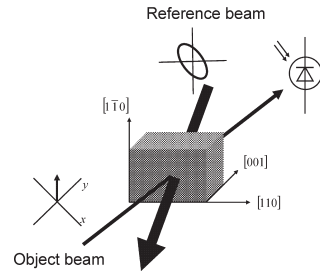
反射型配置における高速適応型ホログラフィック干渉計

Fast Adaptive Interferometer on Dynamic Reflection Hologram in CdTe: V
[S. Di Girolamo, A. A. Kamshilin, R. V. Romashko, Y. N. Kulchin and J.-C. Launay: Opt. Express, 15 (2007) 545-555]

フォトリフレktiv結晶を用いたホログラフィック干渉計では、ダイナミックなグレーティングが記録できることに起因して、空気ゆらぎや電源周波数（50 Hz/60 Hz）など比較的低周波数の振動ノイズなどをカットし、測定したい高周波の位相変位だけを選択的に検出することができる。しかし、一般的に位相変化量と検出される信号強度との応答の線形性を保つために、外部電場を印加しなければならないという短所もある。

ってはいるものの、外部電場が不要かつ十分な応答速度が得られることを示した本論文は、実用的な観点から大変興味深い。
(藤村 隆史)

本論文では、反射型配置における異方性回折を利用した外部電場のいらぬホログラフィック干渉計を提案している。反射型配置では、屈折率格子間隔が短いため屈折率格子の形成速度が速く、また有効トラップ密度が十分多い領域では感度の向上も期待できる。実験では、透過型配置に比べて微小変位の検出限界が5倍向上したという結果を得ている。また応答速度も、外的擾乱を補償するのに十分な応答速度とされる1 kHzを達成した。（図4、表1、文献14）



反射配置における異方性回折を利用した
適応型ホログラフィック干渉計

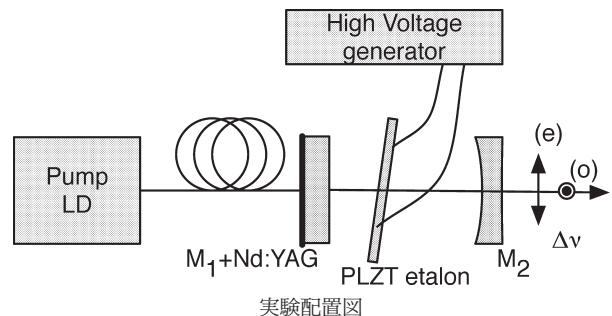
検出限界に関してはこれまでに報告されている性能と比べてやや劣

PLZT 複屈折エタロンを用いた同軸二波長レーザー

Dual-frequency Single-Axis Laser using a Lead Lanthanum Zirconate Tantalate (PLZT) Birefringent Etalon for Millimeter Wave Generation: Beyond the Standard Limit of Tunability
[J. L. Gouët, L. Morvan, M. Alouini, J. Bourderionnet, D. Dolfi and J.-P. Huignard: Opt. Lett., 32, No. 9 (2007) 1090-1092]

光ビートによってマイクロ波を発生する方法は、長距離の RF 信号の伝送、長さ計測、光電機器の試験、マイクロ波信号処理などへの応用が期待されている。そのため光源は高い周波数安定性をもつ必要があり、独立な2つのレーザーでは困難である。レーザー共振器中に異方性物質を挿入して同軸で2波長を発生する方式は、周波数差の安定性が高く、単純・小型であるためにたいへん有効な光源であるが、2つの偏光の周波数差がキャビティの自由スペクトル領域（FSR）を超えることができないという欠点があり、たとえマイクロキャビティを用いたとしても周波数差は60 GHz程度が上限となる。本論文では、Nd:YAGレーザーのキャビティ中に電気光学効果をもつ薄いエタロンを挿入することで、この制限を超えた周波数差の2波長を同軸で発振させる方法を提案している。実験では電極を埋め込んだ厚さ400 μm のPLZTエタロン（FSR; 156 GHz）を用いて127 GHzの周波数差を達成した。（図4、文献11）

ーニングできるなど実用性が高い。得られた周波数差は利得媒質の利得幅で制限されており、利得幅の広い媒質を利用できればCWのテラヘルツ波の発生も可能である。
(岡村 秀樹)



従来の問題点を巧妙なアイデアで解決した。高安定で電氣的にチュ

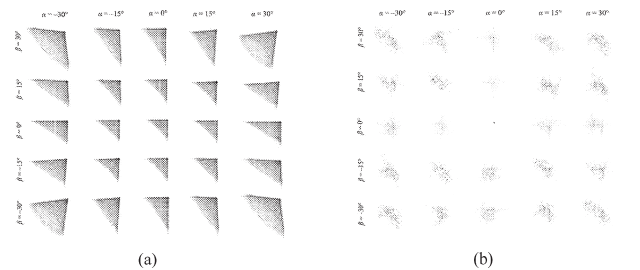
波面コード化光学系における点像分布関数の広角斜入射による影響

Wide Viewing Angle Skewed Effect of the Point Spread Function in a Wavefront Coding System
[T. Zhao, Z. Ye, W. Zhang, Y. Chen and F. Yu: Opt. Lett., 32, No. 10 (2007) 1220-1222]

被写界深度を深くさせる技術として、波面コード化技術 (WFC: wavefront coding) がよく知られている。この技術は、瞳関数を変調する位相板 (CPM: cubic phase mask) によって、意図的にぼけた像を焦平面上に形成し、得られたぼけた像を画像処理により復元させ、被写界深度の深い画像撮影を可能にする。この WFC 光学系、特に CPM に対する光学特性に関して、多くの報告がなされているが、主光線が光軸に対して平行に入射する光束に関する報告がほとんどで、主光線が斜めに入射する光束に関する報告はほとんどない。著者らは、斜入射光による点像分布関数 (PSF: point spread function) への影響について解析し、報告を行った。主光線と光軸を一致させるために座標変換を行い、射出瞳での瞳関数を求める。この式に対して近似を行い、簡略化された近似式 (5) を得る。得られた近似解と厳密解を比較すると、最大誤差は 10% 程度と十分小さく、近似解は十分有効であると示している。また、得られた瞳関数から、PSF 図 (a)、信号処理後の PSF 図 (b) を求め、入射角度による影響を確認し、WFC 光学系では、斜入射光が広角になるにつれて画質劣化に大きく

影響を及ぼすと結論づけている。(図 7, 文献 8)

光学系において軸上・軸外光の影響を把握することは、きわめて重要なことであり、システムの設計において重要な指針となる。WFC 光学系のキーデバイスである位相板の光学特性を解析し、実力を把握することの意味は大きい。(山中 健三)



(a) PSF 図, (b) 信号処理後の PSF 図.

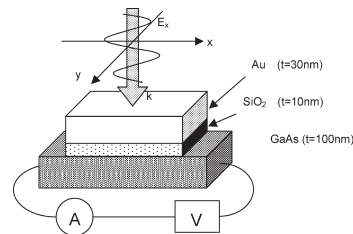
単一ナノ粒子におけるプラズモン共鳴の電氣的局所検出

Local Electrical Detection of Single Nanoparticle Plasmon Resonance

[I. De Vlaminck, P. Van Dorpe, L. Lagae and G. Borghs: Nano Lett., 7, No. 3 (2007) 703-706]

表面プラズモン共鳴 (SPR) を利用したセンサーは、媒質の屈折率の変化を高感度で検出可能であり、バイオセンサーなどへの応用が進んでいる。一方で、分析装置としての実用性向上にはスループットが課題とされ、解決策としてセンサーの微細化、集積化が求められている。本論文は、SPR の励起部と光検出素子を 1 つのデバイス上に載せた微小な SPR 検出システムの提案と、その検証実験に関するものである。デバイスはリソグラフィ技術により作製される。SPR を励起する金スラブに厚さ 10 nm の SiO_2 薄膜を挟んで GaAs の光検出素子が配置される。FDTD 法を用いた数値解析によって金スラブのサイズに依存した SPR の励起モードと近接場光強度の関係を考察している。実験では、キセノンランプからの光を、モノクロメーターおよびチョッパーを通してデバイスに照射し、各波長に対する GaAs の出力電圧をロックイン検出している。実験の結果、数値解析の結果同様、SPR 励起モードに依存した光強度信号が得られ、本デバイスの正常動作を証明するものとなっている。(図 3, 文献 19)

従来、SPR の応答は遠方場に置いた光検出器で観測するのが一般的であり、装置の小型集積化を阻む要因となっていた。著者らは、MEMS 技術を駆使し、SPR の応答を近接場領域で電気信号に変換し検出している。SPR システムの小型化手段としてはもとより、近接場光の検出法としても斬新であり大変興味深い。今後、構造の最適化や電気ノイズの低減が進めば、新規な光電子デバイスとして期待できる。(沼田 孝之)



SPR 検出デバイスの模式図

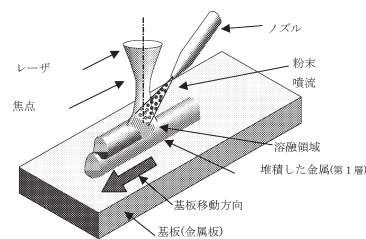
レーザーを使った積層造形法における三次元数値計算による形状予測

Three-Dimensional Numerical Approach for Geometrical Prediction of Multiplayer Laser Solid Freeform Fabrication Process
[M. Alimardani, E. Toyserkani and J. P. Huissoon: J. Laser Appl., 19, No. 1 (2007) 14-25]

積層造形法とは、立体を薄くスライスし、この断面を何らかの素材で生成しては積み上げる操作を繰り返して立体を生成する方法である。例えば、基板となる金属板に金属粉末を適量吹き付けながらレーザーを照射すると、焦点近傍のみが溶融し基板と一体化する。この状態で水平面を断面にあわせて走査すれば、断面要素ができ、この表面に焦点をずらして繰り返すことで立体が得られる。図は造形部詳細で、粉末は不活性ガスで搬送され供給される。難しい点は、同じ条件でレーザーを照射しても厚さや幅の異なる領域が生じることである。著者らは有限要素法を用いた非定常三次元熱伝導解析により形状の予測を試みている。レーザーの強度分布・溶融領域内の対流・到達温度に依存したビーム吸収率・表面張力で形成される曲面とビームの入射角の影響などが加味され、造形中の温度場が得られる。直線状に 4 層積層した実験と解析結果を比較すると、温度変化は実験値より最大で 11% 高くなる部分もあるが、傾向が一致している。特に基板に接する第 1 層目は到達温度が他より 20% 程度低く、立体を構成する粉末

も 30% 程度少ないことが示されている。(図 20, 文献 27)

粉末を溶かして付着させる溶射法は磨耗で消失した材料を補う修理で実績があるが、液化すると表面張力が支配的になり形状精度は望めなかった。数値解析によりレーザー等の条件補正ができれば、単純で有望な方法であろう。(徳永 剛)



金属粉末を使った立体の生成