

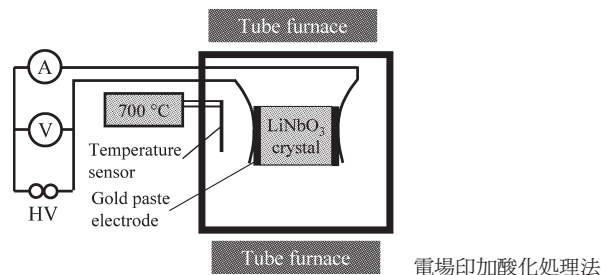
電場印加酸化処理によるニオブ酸リチウム結晶のフォトリフラクティブ耐性の向上

Reduction of Optical Damage in Lithium Niobate by Thermo-Electric Oxidation
[M. Falk, Th. Woike and K. Buse: Appl. Phys. Lett., 90, No. 25 (2007) 251912]

周期分極反転素子などのニオブ酸リチウム結晶をベースとした非線形光デバイスでは、光損傷（フォトリフラクティブ効果）は透過光の波面を乱し位相整合に悪影響を与えるやっかいな現象と考えられている。これまでにフォトリフラクティブ効果を抑制する手法として、結晶成長時にマグネシウムをドーピングする方法が提案されているが、マグネシウムを添加したニオブ酸リチウム結晶は周期分極反転素子の作製が難しくなるなどの欠点も有している。

本論文では、著者らが開発した強力な酸化処理手法（電場印加酸化処理）によってニオブ酸リチウム結晶中に存在するドナー（電子の励起源）を極限的に減少させ、フォトリフラクティブ効果を根本から抑制することを試みている。電場印加酸化処理法は、結晶に電場を印加しながら空气中で温度を700°Cまで上昇させ、そのまま数時間保持してその後冷却を行うという方法である。この酸化処理を行うことによって、従来の酸素雰囲気中で行う酸化処理よりも強力に結晶を酸化することができ、光損傷の大きさ（誘起される屈折率変化の大きさ）を

As-grown 結晶と比べて1桁程度抑えることに成功した。（図3、文献9）得られたフォトリフラクティブ耐性はまだ十分ではないものの、本論文はニオブ酸リチウム結晶をベースとした非線形光デバイスのフォトリフラクティブ耐性を向上させる新しい可能性を示しており、大変興味深い。（藤村 隆史）

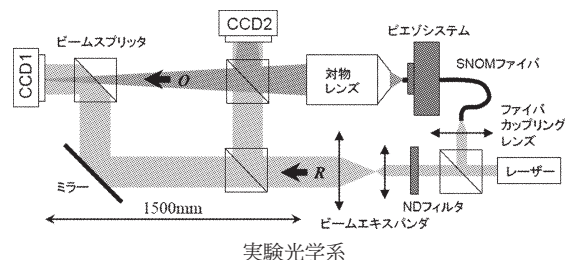


デジタルホログラフィー顕微鏡による高 NA 顕微鏡対物レンズの振幅点像分布関数測定

Amplitude Point-Spread Function Measurement of High-NA Microscope Objectives by Digital Holographic Microscopy
[F. Charrière, A. Marian, T. Colomb, P. Marquet and C. Depeursinge: Opt. Lett., 32, No. 16 (2007) 2456-2458]

点像分布関数 (PSF: point-spread function) は光学結像システムの特徴を表す指標として用いられている。一般に強度 PSF のみが考えられており、位相 PSF は考慮されていない。位相感知型の顕微鏡技術では、位相 PSF を正確に知ることは測定された位相信号を適切に解釈するために重要である。本論文では、デジタルホログラフィー技術を用いることにより、強度 PSF と位相 PSF の両方、すなわち振幅 PSF を三次元的に求めている。実験では、直径 60 nm の近接場顕微鏡ファイバーを点物体として用い、2つの CCD カメラを含むマッハ・ウェンダー干渉計でオフアクシス型デジタルホログラムを取得している。1番目の CCD カメラ (CCD₁) は点物体の回折を十分にサンプリングするために対物レンズから 1500 mm の位置に置かれ、点物体を光軸に沿って走査したときの大量のホログラムを記録する。これは対物レンズの三次元振幅 PSF を直接測定していることに相当する。2番目の CCD カメラ (CCD₂) は対物レンズの瞳関数の像を得るために対物レンズに近い位置 (~50 mm) に配置され、ホログラムを記録する。このホログラムからの再生像に対してツェルニケ多項式を用いた3回のフィッティング処理により位相収差補償を行い、最終

的な収差係数を得る。そしてスカラー回折モデルを用いて三次元振幅 PSF を求めている。この結果と点物体の走査により直接測定された三次元振幅 PSF および Gibson, Lanni モデルによる理論値と比較したところ同等の結果が得られており、1枚のホログラムからでも信頼性の高い三次元振幅 PSF が得られることを示している。（図4、文献13）従来の方法にあった計測時間に関する問題が解消されており有効性が高いものと思われる。（吉川 宣一）



強度測定による波面収差復元法

Method of Reconstructing Wavefront Aberrations from the Intensity Measurement
[T. M. Jeong, D.-K. Ko and J. Lee: Opt. Lett., 32, No. 24 (2007) 3507-3509]

波面収差を測定する手法として、瞳面での位相分布から波面を測定する干渉計測法やシャック・ハルトマンセンサーなどがよく用いられている。一方で、結像光学系における焦平面での像から位相を復元するフーリエ反復位相回復法なども知られている。これらは、焦平面上で得られた強度分布に適切な拘束条件のもとでフーリエ変換、逆フーリエ変換を繰り返すことによって位相を復元し、波面を測定する手法である。ただし、この手法は、フーリエ変換を繰り返すため多大な計算時間を要するという欠点がある。本論文では、結像光学系の焦平面における強度分布から、高速かつ高精度に波面収差を求める新たな手法を提案している。提案されたシステム（図）は可変絞りを備えた結像光学系で、被検物に入射する光束径は被検物の径より大きく設定されている。この外周部を参照領域とし、被検領域と参照領域を通過した光が焦平面上で像を形成する。著者らは、これを空間周波数領域での干渉計測とみなすことができるとしている。また、参照領域のみを通過した光の像は数値シミュレーションによって、さらに、被検領域のみを通過した光の像は可変絞りで参照領域を遮蔽することによって、それぞれ容易に得ることができる。これらの焦平面における強度

分布に対して、逆フーリエ変換を施すことで波面を復元する。（図2、文献7）

本論文中で実証された波面収差量は小さい量であるが、シンプルな光学系でありながら高精度に波面を再現できている。波面収差における測定範囲の大きさや、参照領域の形状によって測定精度に影響があるのかなど、興味深い点は多い。参照領域を設けることで、焦平面上の点像を空間周波数領域での干渉とみなす発想は非常におもしろい。（山中 健三）

