

ポリマ GRIN レンズの製造を改善する OCT

米ロチェスター大学の研究チームは、多数の他機関との協力の下で、光コヒーレンストモグラフィー(OCT)を使って、新しいタイプの屈折率分布型 (GRIN) レンズの内部構造の高解像度3D画像を取得した⁽¹⁾。S-GRIN と呼ばれるこの

新型レンズは球形の屈折率勾配を持つ。このレンズは軽量単レンズカメラや他のデバイスの潜在的需要を持つが、レンズ自体の技術的躍進は、その製造的側面にある。同大学チームは米シノプシス社 (Synopsys)、米ポリマ

ープラス社 (PolymerPlus)、米ケース・ウエスタン・リザーブ大学、タイのスラナリー工科大学 (Suranaree University of Technology) からの研究者で構成される。

軸勾配 (曲面)、とりわけ動径勾配 (光軸に垂直な平坦端をもつ棒状) をもつ GRIN レンズは一般的だが、S-GRIN レンズは球形屈折率勾配の加工が困難なため、さほど普及していない。しかし、そのような勾配はレンズ設計者にレンズ取差を補正するさらなる自由度を提供するため、ケース・ウエスタン・リザーブ大学のチームは多数のポリマ層を互いの上に重ねて製造する技術を粘り強く開発した。次にこれを加熱、圧縮成形して、同心円状球面をもつプリフォームを作製した。このプリフォームをダイヤモンド旋盤にかけ、最終レンズに仕上げた⁽²⁾。

微視的な細部の3Dイメージング

しかし、レンズ製造工程の1つの重要な部分は、作られているものの詳細な特徴を知ることである。OCTは光伝達物質内部の非侵襲3D測定 (OCTの最も有名な利用は生物組織の3D画像形成) が可能なため、同大学の研究チームはOCTを使ってS-GRINの多層の微視的詳細を画像化した。

2つのアプローチが採用された。第1は、同大学で開発された、いわゆるガボールドメイン光コヒーレンス顕微鏡法 (GD-OCM) であり、8mm立方体積に対して3次元において2 μ mの高解像度を提供する。

同大学の研究者ジャンニック・ロラン氏 (Jannick Rolland) は、「われわれは、このGD-OCM法で個々の膜と厚み0.6

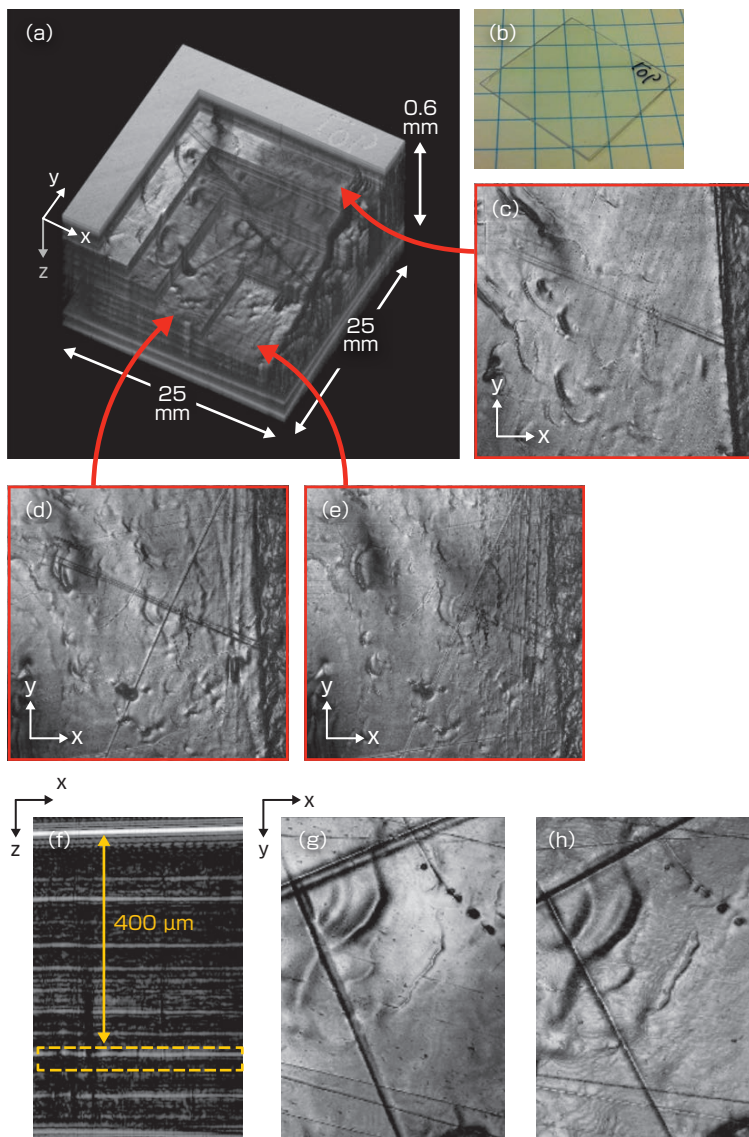


図1 熱プレスされたGRINシートの内部構造が掃引光源フーリエ領域OCT (SS-OCT)によって3D画像として可視化された (a)。このシートは写真 (b)でも示された。異なる深度のOCTデータのスライスが内部構造 (c~e)を示している。シートを通る2D断面中の黄色の点線は特定のポリマ層を強調している。この層のトポグラフィがこの層の2つのOCTレンダリング、すなわちシートトップから画像処理されたもの (g)とボトムから画像処理されたもの (h)で明らかにされた。(資料提供:ロチェスター大学)

mm以上の堆積膜を高感度で撮像した」と言う。「同時に、しかし異なる温度で透明度の異なる堆積膜を構成する過程で、各層の組成も観測した」と付け加えた。さらにロラン氏は、新しい堆積工程、いわゆる整合化工程を使うことで、層間の後方散乱も低下したと言う。この工程のおかげで、光学コンポーネント内の透過も従来工程に比べ10%以上高まった。

第2のOCT工程は、8 μ mの軸方向分解能と20 μ mの方位分解能を提供する掃引光源フーリエ領域OCT(SS-OCT)である。SS-OCTは最大5mmの深さまで測定することができる。これを、微視的構造をより微細なスケールで捕らえるGD-OCMと組み合わせて利用

することで、GRINシートの体積全体を評価した(図1)。ロラン氏は、「層の同時組み立て時に、理想的な層形成からの逸脱があると、いくつかの層が予測よりも過少または過剰に圧縮されるだろう」と言う。「われわれは、(SS-OCTを使って)、これらの逸脱を定量化し、製造工程を補正しながら反復することができた」と付け加えた。

ロラン氏のチームは、S-GRINレンズの製造工程を開発しているポリマープラス社のマイケル・ポンティング氏(Michael Ponting)にも協力を要請した。OCTが提供するフィードバックに

よって、S-GRINは大いに改善された。

「OCTは、微妙な構造を高コントラストで撮像する非常に敏感な技術である」とロラン氏は指摘する。「その鍵は、これらの視覚化された構造と、それらがこれらのコンポーネントを通過する波面をいかに変形させるかを関連づけることだ。残る構造の効果についてのわれわれの理解はOCTと従来の干渉法を組み合わせた将来研究によって深められるであろう。これまでに、われわれは開口の90%以上が回折限界に達する試料を分析してきた」と語っている。(John Wallace)

参考文献

- (1) P. Meemon et al, Sci. Rep., 3, 1709 (2013); doi:10.1038/srep01709.
- (2) Y. Jin et al, J. Appl. Poly. Sci., 103, 1834-1841 (2007).

LFWJ

光産業技術マンスリーセミナー



Optoelectronics Industry and Technology Development Association

プログラム (10~11月)

No. / 開催日	講演テーマ / 講師
第 365 回 10月15日(火) 15:30-17:30	「次世代高効率太陽電池技術の最新動向」 講師: 岡田 至崇 氏 (東京大学 先端科学技術研究センター 教授)
第 366 回 11月19日(火) 15:30-17:30	「ヘテロコア光ファイバセンサ技術と応用例」 講師: 佐々木 博幸 氏 (株式会社コアシステムジャパン 開発部長)

- 場所 一般財団法人光産業技術振興協会
- 定員 各60名
- 参加費 光協会賛助会員: 1,500円(税込み) / 一般参加: 3,000円(税込み)
※支払いは、当日受付にて現金でお願いします。

- 申込方法 オンライン申込フォーム >>> http://www.oitda.or.jp/main/monthly/monthly_postmail.html
- 申込締切 定員になり次第締め切ります。なお、締め切った場合には Web 上にその旨を掲載します。

問い合わせ先

一般財団法人光産業技術振興協会マンスリーセミナー担当 白井、潮田
〒112-0014 東京都文京区関口 1-20-10 住友江戸川橋駅前ビル7F TEL:03-5225-6431 FAX: 03-5225-6435
E-mail: mly@oitda.or.jp URL: <http://www.oitda.or.jp/>