

## 光断層計測による表面形状・薄膜厚さ計測、透過観察技術

光断層画像化法を用いた断層計測により、試料の表面形状や厚さ測定、試料内部の光透過計測や観察を実現しました。

**OCT (Optical Coherence Tomography : 光断層画像化法)** は、試料に微弱な光を照射することで、試料の表面や試料に光が入り込める場合はその内部の構造を可視化することができる技術です。また、もう一つの特徴として、計測感度域が非常に広いことから、鏡の様な高光沢のものと黒い紙などの低反射の試料までを一緒に観察することができます。この技術を実現する方法として、二種類の方式を開発しました。

一つ目は、**スペクトルドメイン型 OCT** で、約 $3\text{mm}^2$ 程度の範囲で試料の表面形状計測を $1\mu\text{m}$ 程度の分解能で計測でき、金属や樹脂製品などの表面形状を計測することができます。また、層構造のある試料については $7\mu\text{m}$ 程度の分解能で三次元構造を計測でき、単層や積層されたフィルムや塗装膜の厚さや形状を計測したり観察したりすることができます。この際、試料へ照射するビームは対物レンズで集光しており、そのビーム径は約 $6\mu\text{m}$ です。これが計測横方向の最小分解能となり、非常に微細なパターンの観察も可能です。**図 1**に USAF (United-states air force) 評価用ターゲットの撮影画像を、**図 2**に三次元形状計測例を示します。

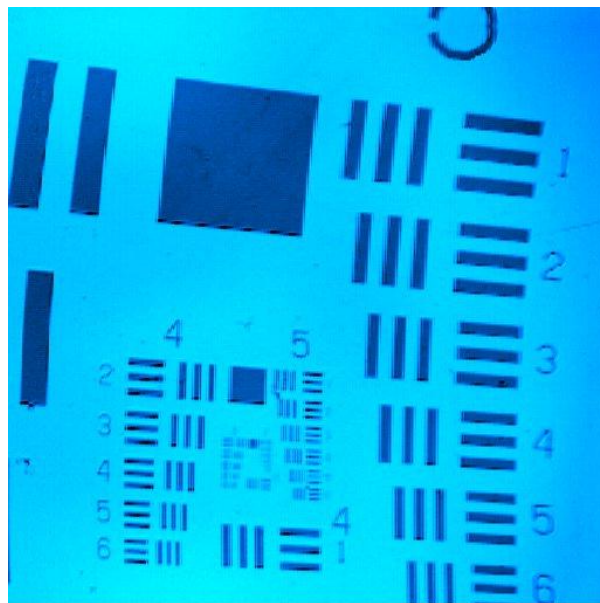


図 1 USAF テストパターン計測例 ( $2.08 \times 2.32\text{mm}^2$ )

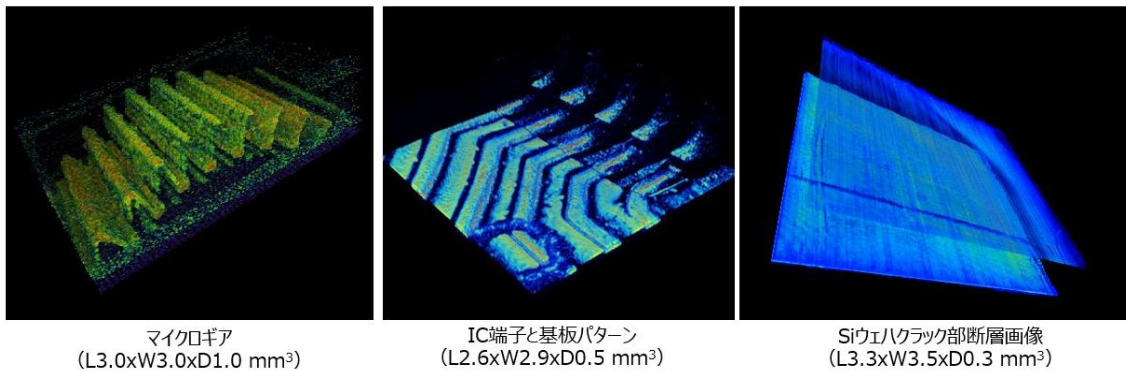


図2 三次元形状計測例

二つ目は、**エリア型 OCT** で、試料表面の約 $5\text{mm}^2$ 程度で微細な形状を 100nm 以下程度の分解能で計測することができ、試料表面の僅かな凹凸やうねり、マイクロ流路の様な試料内部に構成された構造物の面形状計測ができます。図3 にマイクロ流路の壁面観察例を示します。

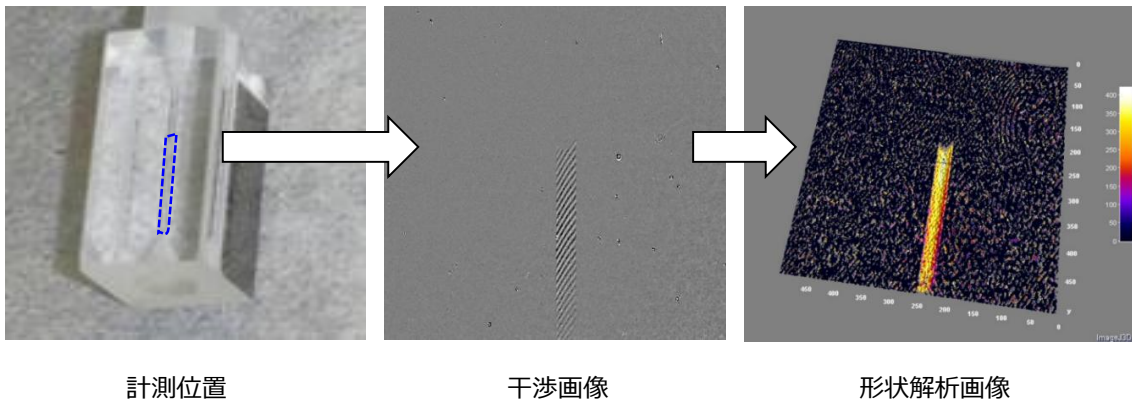


図3 マイクロ流路観察例

### 1. スペクトルドメイン型 OCT

本手法では、光源に低コヒーレンス光源である SLD(Superluminescent Diode) を使用した光学干渉計を基本システムとします。原理モデルを図4 に示します。この光学干渉計を更に図5 に示すような**オール光ファイバー型干渉計**で構成することで、干渉計の高効率化やサンプルにアプローチするプローブを光ファイバーで構成できるようにしています。計測部には、高速なラインスキャンカメラを用いた分光計測システムを構築し、ラインスキャンカメラによる取り込み信号を PC で OCT 解析を行っています。この際、高速なカメラからのデータ取り込みに遅延のないように、PC に実装した GPU (Graphic Processing Unit) を用

いた汎用演算手法である **GPGPU (General-purpose computing on GPU)** による **高速並列演算処理** を行っています。また、サンプル計測用プローブには当所で開発された **MEMS 型二軸走査ミラー** を用いたエリアスキャナを搭載しており、OCT による深さ計測と合わせて三次元形状計測を行うことができます。分解能によりますが、三次元計測に要する時間は 0.5~2s 程度と非常に高速です。

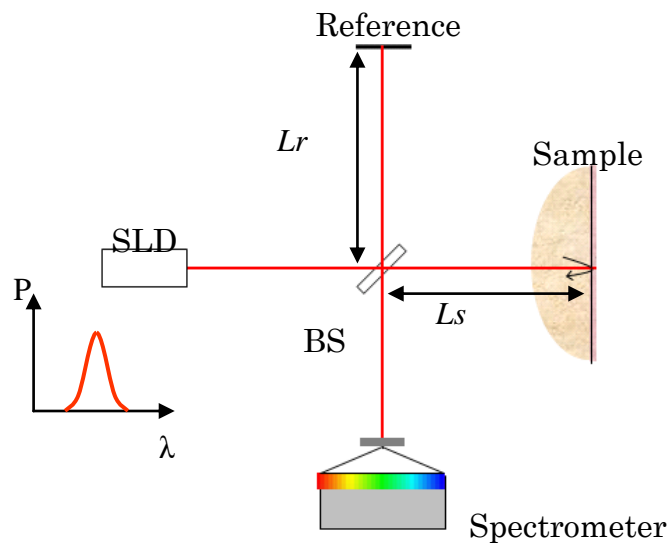


図4 干渉計原理モデル

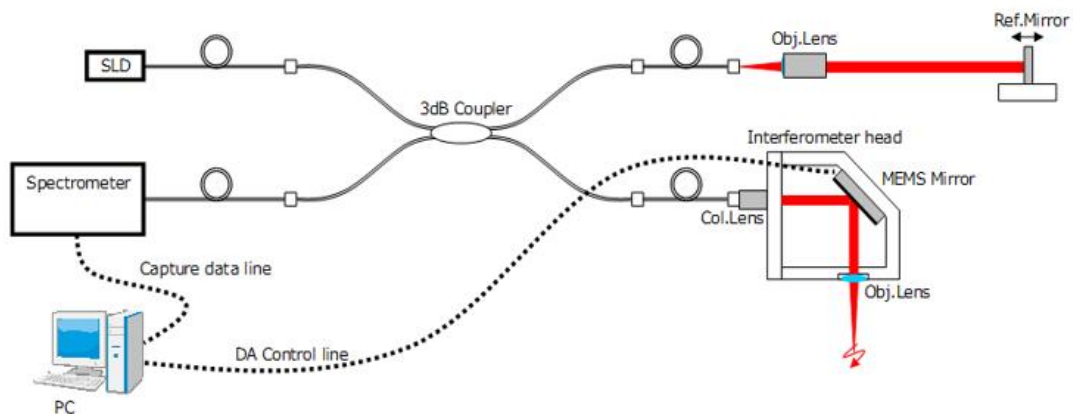


図5 オールファイバー型 SD-OCT

## 2. エリア型 OCT

本手法では、低コヒーレンス光源を用いた空間干渉計を構築し、干渉画像をエリアカメラで撮影することで表面形状の解析を行うことができます。計測システムの概要を図6に示します。光源の光は太い平行光として干渉計へ入力し、この光を分岐して試料とリファレンスミラーに照射します。それぞれの反射光を再び重ね合わせ、その光をカメラで観察します。この際、干渉計が干渉状態にあると画像上には干渉縞が生じており、この干渉縞を追跡することで試料表面の形状変化を計測することができます。計測手順を図7に示します。利用するカメラによりますが、1フレームあたりの計測時間は概ね10~100ms程度と非常に短時間です。

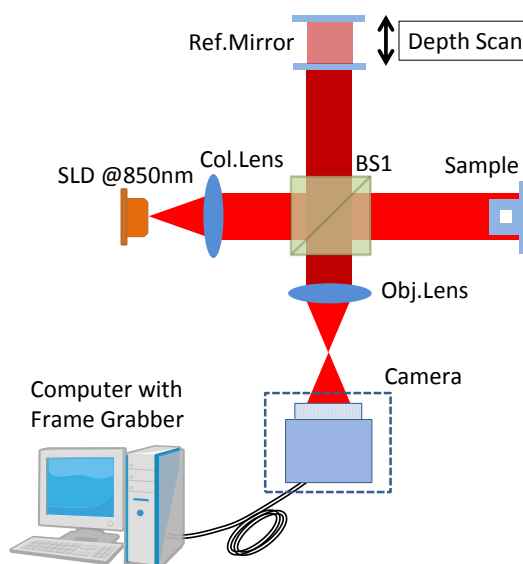
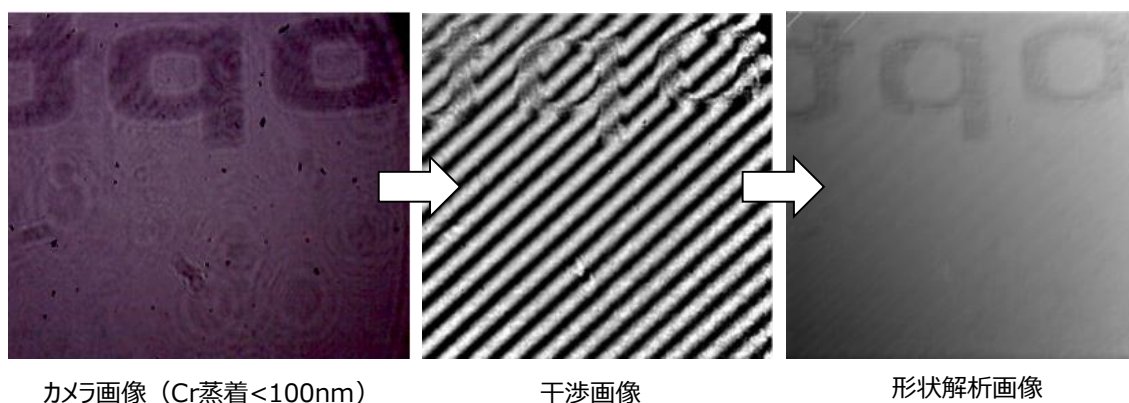


図6 エリア型 OCT のシステム構成



カメラ画像 (Cr蒸着<100nm)

干渉画像

形状解析画像

図7 段差計測手順の例

【担当部署】電子情報システム部:電子グループ