

## 多層構造の構造解析を目指す 非接触なシングルショット断層イメージング技術 Non-contact Single-shot Tomography for Multilayer Structure Analysis

塩田 達俊

キーワード：干渉計、空間位相変調器、回折格子、イメージセンサ

Keywords: Interferometer, Spatial phase modulator, Diffraction grating, Image sensor

### 1. はじめに

高速に表面形状計測や物体の内部構造を計測できる3次元計測システムの開発が、機械加工などの産業分野を中心に進められてきた。特に非接触かつ非破壊にそれらを計測する技術は、接触方式で拭えなかったプローブの構造による信頼性劣化や劣化寿命などの欠点がないうえに大面積を高速に計測できる利点があるので、長年技術開発が進められてきた<sup>1), 2)</sup>。しかし、機械加工精度の向上や部品の製造拠点の多拠点化によるトレーサビリティの必要性の高まりによって、それら3次元計測器の性能ではカバーできない高い面内精度が必要となった。

一方、医療分野では、細胞や細胞小器官を観察する要求から、マイクロメートルの空間分解能をもつ3次元顕微鏡が開発されてきた。反射顕微鏡の入射光軸と直行した水平面内の画像は従来の顕微鏡と同様の性能を維持し、かつ入射光軸方向の構造つまり断層画像を低コヒーレンス干渉により観測する手法が医療用途として初めて提案され、実用化されてきた。代表的な手法として、時間領域 (Time Domain) 干渉法<sup>3)</sup>

や周波数領域 (Fourier-domain) 干渉法<sup>4)</sup>がある。時間領域干渉法は、低コヒーレンスな白色光を光源として信号光路長と参照光路長の距離差を走査して距離差が小さい領域でのみ干渉波形が得られることを利用して信号光路上の物体の位置を計測する方法である。この方法は比較的安価でデバイスと簡単な構成で実現できるものの、比較的感度が低いことと、光学ミラーの機械的掃引が必要となり機械的なメンテナンスと長時間を要す欠点がある。

周波数領域干渉法は、時間領域干渉計で必要とする光路長走査を排し、光源の周波数毎の干渉強度つまりスペクトルを測定してフーリエ変換を行って深さ方向の距離情報を得る。そのため機械的可動部を必要とせず、光源を波長走査可能なレーザーとすることで高感度化が可能となる。一方、データ解析の演算回路と計測体積が大きくなるほどデータ容量が増大して断層画像を得るまでの時間が無視できなくなる。

近年、光周波数コムを光源として用いる干渉計測法が提案されている<sup>5)~8)</sup>。光周波数コムとは周波数軸上のスペクトルにおいて、等間隔にピークが整列した多波長光源である。光周波数コムのピーク間隔 (FSR: Free spectral range) を電氣的に掃引することによって、機械的掃引を必要とせずに距離計測が可能なる手法である。光周波数コムの周期性により干渉出力も周期性

2014年9月26日受付  
SHIODA Tatsutoshi  
埼玉大学大学院 理工学研究科 数理電子情報専攻