

# デジタルホログラフィ技術を用いた ナノオーダーの 3D 計測システム

株式会社マクスエンジニアリング  
西郷知泰  
中部大学 工学部  
服部公央亮, 梅崎太造  
株式会社 3Dragons  
堀米秀嘉

## 1. はじめに

カメラ撮影画像を用いて対象を非接触で 3D 立体計測する技術は、近年幅広い範囲での適用が進んでいる。例えばステレオ計測法や光切断法は数多くの製品が提供され、工場等での実運用が進んでいる。また、光の干渉をセンシングする手法は、高精度な測定が可能なることから工業製品の精密不良検査や医療用精密検査等の目的をはじめ需要が高く、白色干渉法<sup>1)</sup>や光周波数コム技術<sup>2)</sup>等が製品化されている。本稿では、(株)マクスエンジニアリング、(合)3Dragons、中部大学、名古屋工業大学からなる研究グループにて研究開発を進めているデジタルホログラフィによる計測技術を紹介する。我々は、現場環境の外乱にロバストな計測システムの実用化を目指し、振動に強いシンプルな構成の計測器と処理アルゴリズムを検討した。本稿では、これらの取り組みについて解説する。また、本研究グループの開発した反射型・透過型の顕微鏡による計測事例を紹介する。

## 2. 反射型デジタルホログラフィ顕微鏡

はじめに、物体からの反射光と平面ミラーからの参照光を干渉させることで、計測を行う反射型の計測について説明する。

### 2-1 位相シフトデジタルホログラフィ

位相シフトデジタルホログラフィでは、参照光と物体光の光路差をレーザ波長の 1/4 倍ずつずらし、4 枚の位相シフト干渉縞画像をカメラで撮影する。

次に、撮影した位相シフト干渉縞画像を用いて、位相シフト法により、干渉縞に存在する直流成分および虚像成分を除去し、最後に、フレネル変換を用いて計測対象表面の物体光を再生することにより物体光の絶対位相値を算出し計測対象の三次元形状を復元する。

我々の構築したシステムでは、偏光板を回転させることで位相シフト干渉縞を生成し、カメラで 4 枚の位相シフト干渉縞を記録している(図 1)。また、通常は物体光の回折計算にはフレネル変換のテイラー展開による近似解を用いるところ、インパルス応答関数を用いることにより、畳み込み定理からフーリエ変換のみによる物体光の回折計算を可能にする方式を採用している<sup>3)</sup>。

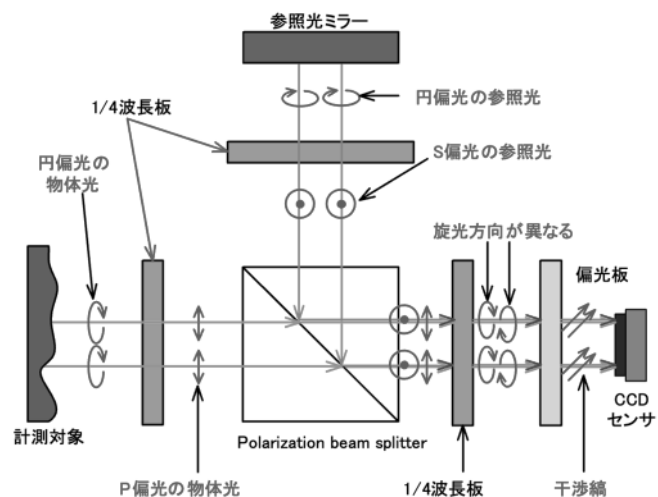


図 1 位相シフトデジタルホログラフィの構成