

光学顕微鏡距離画像を利用した精密部品的高速三次元計測技術

Keyword: 三次元計測、マイクロ形状計測、画像処理、顕微鏡、外観検査、欠陥検査、画像再構成、形状モデリング、デジタルリフォーカス、回転工具刃先計測

研究の概要

近年、3D-CADおよび3Dプリンタ等のマイクロ加工技術の発展により、マイクロメートルオーダーの微細構造を有する精密部品を製造することが容易になってきた。これに伴い、これらの製品の三次元形状評価が必要となる。現在、マイクロ形状評価に用いられているレーザー顕微鏡、走査型プローブ顕微鏡等は高分解能であるが、非常に高価であり、測定時間も長い。そのため高速で安価な三次元形状評価方法が求められている。従来の製品評価システムとして、光学顕微鏡を用いて撮影した複数枚の画像からShape from Silhouette(SFS)法とShape from Focus(SFF)法を組み合わせたマイクロ製品評価システムがあるが、光軸方向にカメラを移動させながら複数枚の画像を得る必要があり、測定時間が長くなってしまふ。そこで、デジタルリフォーカス法を光学顕微鏡に応用して得られる顕微鏡距離画像とSFS法を併用することを提案する。これにより、マイクロ部品の三次元形状を高速に計測することが可能となる。更に、計測データから形状モデルを再構成することが出来るため、強度解析やCAE等を利用した新しいマイクロ製品評価システムの実現が期待される。SFS法は複数方向から撮影した物体の画像から輪郭形状を抽出し、三次元空間へ逆投影することで物体の三次元形状を再構成する方法である。このSFS法を光学顕微鏡に適用し、マイクロ形状再構成を行う。しかしSFS法では、凹んでいる部分はどの方向からでも死角となってしまい再構成出来ない。そこで、デジタルリフォーカス法により距離情報を取得する。従来の結像系における中間像面にマイクロレンズアレイを配置し、マイクロレンズの焦点面に撮像素子を配置する。この配置では、試料とマイクロレンズアレイ、メインレンズと撮像素子がそれぞれ共役な関係となっている。従来の光学顕微鏡では視差の情報は対物レンズの開口絞りで失われてしまふが、撮像素子上で取得された特定の画素とそれに対応するマイクロレンズの関係から試料から出た光の光路を逆に辿ることができる。このため、特定の画素を足し合わせることで任意の位置での試料情報の再構築が可能となる。また、光軸方向での任意の位置(refocus plane)で再構築する場合には、それに対応する光路を個々のマイクロレンズの位置と撮像素子上の個々の画素位置から計算し、それに対応する画素を足し合わせることで再構築が可能となる。この方法を光学顕微鏡に適用し、顕微鏡距離画像を取得する。提案手法をドリルやスピンドル等の回転工具刃先の形状評価・状態把握に適用することを考えて研究する。



図1 回転工具刃先的高速三次元計測システム

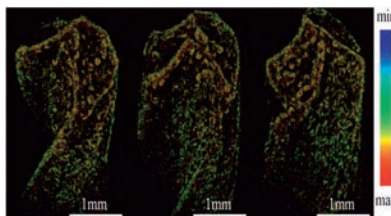


図2 顕微鏡距離画像

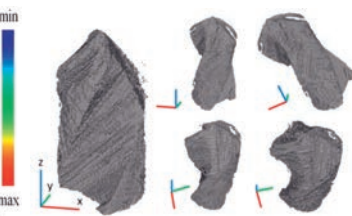


図3 SFS法により再構成された形状モデル

アピールポイント

・特筆すべき研究ポイント:

既存の検査システム(光学系)に容易に組み込むことが可能であり、高解像度カメラや高性能レンズの導入コストがからない点

・新規研究要素:

任意のマイクロ形状を高速に三次元計測することができる点

従来技術との差別化要素・優位性: 回転運動している対象であっても測定可能である点

■ 技術相談に応じられる関連分野

- ・光計測
- ・知的計測
- ・精密測定
- ・画像処理
- ・信号処理
- ・顕微鏡計測
- ・超解像
- ・サブピクセル処理

■ その他の研究紹介

- ・三次元的なStructured illuminationの生成および精密計測応用
- ・変調照明を用いた光学顕微鏡の高分解能化と半導体欠陥計測に関する研究
- ・GPUを用いた再構成画像処理の高速化と三次元画像処理
- ・定在エバネッセント照明を利用した高速高分解能表面欠陥計測に関する研究
- ・ModelingNanoプロジェクト(ナノ・マイクロ領域での形状モデリングおよびデザインに関する研究)



臼杵 深

学術院工学領域
機械工学系
准教授