

# ナノCMMにおけるナノプローブシステムの開発

東京大学大学院工学系研究科精密機械工学専攻 教授 高増 潔  
東京電機大学工学部機械情報工学科 教授 古谷 涼秋

## 1. はじめに

マイクロマシンや小型光学素子の開発のためには、マイクロマシンやその部品、光学素子などをトレーサブルかつナノメートル分解能で三次元的に計測を行う必要がある。表面形状をトレーサブルにナノメートルで測定する技術は、STMやAFMなど実用化されているが、三次元的な寸法や位置などを測定する測定機の開発はまだ充分ではなく、ナノメートル分解能の三次元測定機「ナノCMM (nanometer Coordinate Measuring Machine)」を開発することが必要となる。この中で、プローブシステムが最も開発が難しいとされている。本研究では、機械的な接触とその光学的な検出を組み合わせ、「ナノプローブシステム」の開発を行う。

## 2. ナノプローブシステムの開発

ナノプローブシステムは、図1に示すように機械的に支えられた球が測定対象に接触し、その球の変位を光学的に直接検出する方式を採用した。この方法により、種々の表面性状を持つ対象に対して、2次元または3次元の安定したナノメートル分解能センサシステムが構築できる。図2は、開発したナノプローブシステムの構成とそのプロトタイプである。直径が0.5mm以下の小さい球によって測定物に接触し、そのときの球の動きをレーザーと4分割フォトダイオードによる光学センサで検出する。全体の大きさは、100mm×30mm×30mm程度でナノCMMに搭載できる大きさである。プロトタイプのナノプローブシステムの分解能を評価した。分解能として10nm以下が達成できている。さらに、2次元測定を行った場合では、X軸とY軸のクロストークなどがあるが、分解能としては10nm程度を達成しているために、ナノCMMのプローブシステムとして使用可能なプローブシステムとなっている。

## 3. まとめ

以上のように、今後のマイクロマシンの開発の基礎的なツールとなるナノCMMとナノプローブの開発が行われている。しかし、実際に使うためには、測定機のキャリブレーション方法の確立、測定の信頼性、装置の経年変化の評価など多くの課題が残されている。

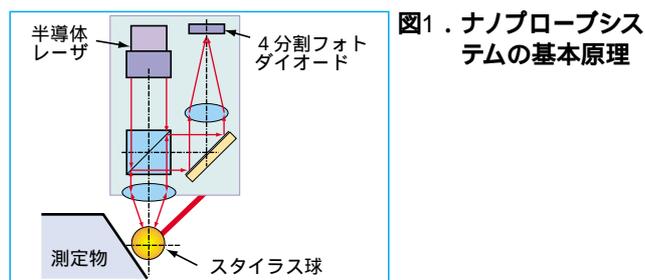


図1. ナノプローブシステムの基本原理

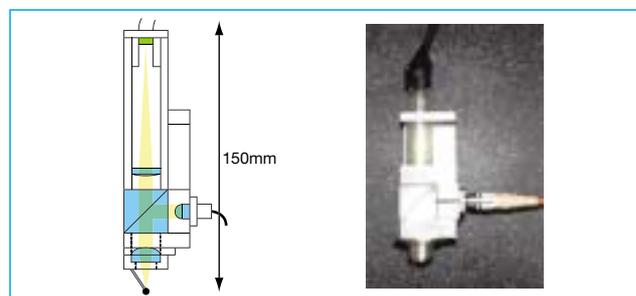


図2. ナノプローブの構成とプロトタイプ

# 微細作業環境内で3次元トラッキング可能なマイクロハンドシステム

大阪大学大学院基礎工学研究科 教授 新井 健生  
(独)産業技術総合研究所 主任研究員 谷川 民生

## 1. はじめに

顕微鏡視野内で微小な対象物のハンドリングや加工などの微細作業を自動で行えるシステムの開発を目指した。自動操作を行うため、目標の対象物に自動で焦点を合わせるシステム、焦点面内の対象物を認識しその位置を検出するシステム、そしてこれらのシステムを統合し2本指マイクロハンドを制御することにより、動対象物を自動で追従し、把持可能なマイクロハンドシステムを開発した。

## 2. 自動焦点システム

光学式顕微鏡の焦点面近傍における対象物周辺画像のRB情報に基づき、焦点面と対象物との上下関係を判定する特徴量を見出した。この条件に基づき焦点合わせのアルゴリズムを導出し、微小対象物に顕微鏡の焦点が自動追従するシステムを開発した。同じ原理をマイクロハンド高さ方向の制御に適用し、ハンドの指先端が焦点面に追従するシステムを構成した。トラッキング速度は0.1[ Hz ] (12[  $\mu\text{m}$  ]p-p)を実現した。

## 3. マイクロハンドによる動的微小対象物の自動把持

テンプレートマッチングを用い、焦点面内における指先と対象物位置の自動検出を行った。60[ pixel ]×60[ pixel ]のテンプレートを用い、焦点面内の動対象物に対する十分な追従を実現した。自動焦点と焦点面内の位置検出を融合し、マイクロハンドの精密位置決めに必要な自動キャリブレーションを実現した。図2はキャリブレーション後の絶対位置決め精度を示しており、概ね2[  $\mu\text{m}$  ]以下である。

これらの機能を統合し、マイクロハンドを用いて対象物の自動把持作業を実現した。図3は直径5[  $\mu\text{m}$  ]のガラス粒子の高速自動把持の様子である。

今後この成果を、動微小対象物、例えば活動する細胞を対象としたマイクロハンドによる自動操作などに発展させていく。

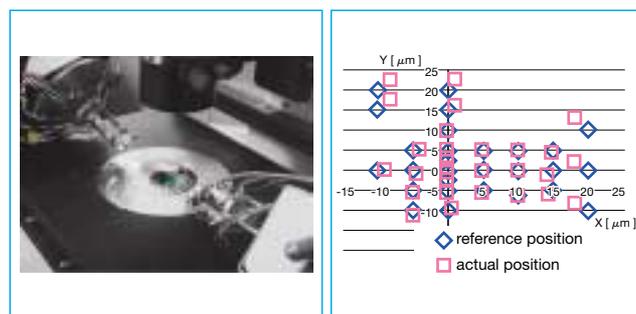


図1. システムの外観 図2. キャリブレーション後の位置決め精度

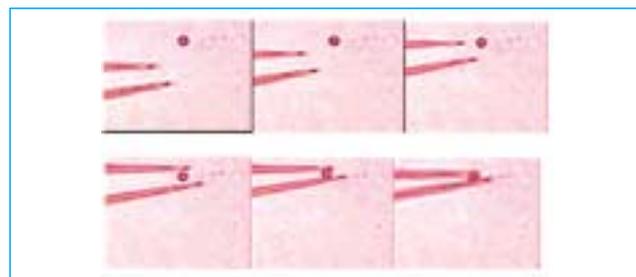


図3. 対象物の自動把持