

研究課題 (テーマ)		表面相互作用力検出を用いたマイクロプローブの先端球状測定子直径のナノ精度校正法に関する研究				
研究者	所属学科等	職	氏 名			
代表者	知能ロボット工学科	准教授	伊東 聡			
分担者	知能ロボット工学科	教授	神谷 和秀			
研究結果の概要						
本研究では, nm 領域まで接近させたマイクロプローブ先端と測定対象物との間に作用する表面相互作用力の検出に基づいた高感度検出型マイクロプローブの研究に取り組んだ. 微小球形状の先端を有するマイクロプローブは全方位に対して均一な形状を有することから, 三次元精密測定に広く用いられている. 微細構造物を対象とした測定においては, 高感度かつ低測定力なプロービング検出センサが要求されるが, プローブの測定対象物表面への吸着による測定誤差の発生が課題であった. そこで本研究では, プローブ吸着の原因である表面相互作用力に着目し, 積極的に活用することで高感度プロービング検出への応用を提案した. 微小振動させたマイクロプローブの先端を測定対象物の表面とナノメートル範囲の距離まで接近させると, 表面水膜層の毛細管力や分子間力等の相互作用力が先端球に働き, プローブ振動の振幅や周波数に変化が生じる. 本研究ではクォーツ時計等に使用されている音叉型水晶振動子(Tuning fork quartz crystal resonator: TF-QCR)の圧電効果を応用したプローブ振動検出センサを開発し, 振動周波数の変化をプロービングのトリガ信号として採用した. また測定精度はプローブ先端球の直径精度にも影響されるため, 本研究ではマイクロ球直径の精密測定および校正法に関する検証を行った. 表面相互作用力検出型プローブに関する研究では, シミュレーションによってプローブ先端のマイクロ球に働く表面相互作用力とプローブ振動の周波数変化の関係について検証を行った. シミュレーションではプローブ先端マイクロ球には引力または斥力が作用し, 引力/斥力の状態は測定対象物表面との距離によって変化すること予測がされた. そこで表面相互作用力検出型マイクロプローブを試作し, シミュレーション結果との比較を行った. 実験結果はシミュレーションとの一致が確認され, 提案手法では表面相互作用力検出が可能であり, 測定対象物表面への接近を検出できることが認められた. さらに試作マイクロプローブを用いてプロービング検出実験を実施し, ナノメートルオーダーの分解能および再現性を実現可能であることが確認された. これらの成果は国際学術会議 1 件, および国内学術会議 1 件にて発表された. マイクロ球直径の精密測定および校正に関する研究では, マイクロ球直径の測定時に生じる誤差要因が取得される測定結果に及ぼす影響をシミュレーションにより評価し, 測定誤差の分離方法及び最適化に関する検証を行った.						
今後の展開						
本研究課題で開発したマイクロプローブは表面相互作用力の検出によりナノメートルオーダーの分解能と再現性を達成できたが, 三次元測定の精度はプローブ先端の形状や寸法の精度に影響される. 今後の展開として, 表面相互作用力の検出を応用し, プローブ先端のマイクロ球直径を外部の測定機やセンサ等を用いることなく計測し, 自律的に校正を行うことでナノ精度が保証された三次元精密測定への展開および検証を実施する.						