

研究課題 (テーマ)		光学式非接触形状計測に基づくマイクロプローブ球の直径及び真球度の一括・超精密計測に関する研究	
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	株式会社ミットヨ研究開発 本部オプトメカトロニクス 開発部	部長付	石下 雅史
研究結果の概要			
<p>本研究では、直径 0.1 mm 未満の球状測定子(プローブ球)を有するマイクロプローブは複雑形状に対する優れた可測性と高い検出感度のため、<math>\mu\text{m}</math> サイズ構造の次世代三次元精密計測技術として各国の大学や研究機関で開発が行われている。接触式マイクロプローブを用いた三次元計測では、プローブ球直径と測定点座標から寸法を算出するため、プローブ球の直径や形状の誤差は主な測定誤差の一因となる。</p> <p>JIS B 7440 シリーズ及び ISO10360 シリーズでは、マスタ球を用いたプローブ球の校正が規格化されている。しかしながら、マイクロプローブでは一般的なマスタ球を用いたプローブ球校正は適用困難であり、新規なプローブ球測定方法が必要となる。本研究では、白色干渉計によるプローブ球の形状計測に基づく直径及び形状偏差の精密計測法の開発に取り組んだ。白色干渉計による 1 回の測定ではプローブ球を部分的にしか測定できない。部分球形状の最小二乗法近似に基づく直径算出は誤差が大きいことが知られているため、本研究では平面度が補償されたオプティカルフラット(OFF)基準面上にプローブ球をわずかに接触させ、基準面を含むプローブ球部分形状を計測し、OFF 面を基準面とする新規な直径測定法を開発した。本研究における提案手法では、平面度が保証された OFF をアライメントの基準として用いることにより、部分球の形状偏差に由来する最小二乗近似誤差を含まない直径及び形状偏差の測定法を開発した。</p> <p>白色干渉計は真円度測定機のように 1 回の測定でマイクロプローブ球の全周を測定することができないため、OFF を用いたマイクロプローブ球測定用治具を作製し、測定の再現性向上と効率化を試みた。さらに、マイクロプローブ球と OFF 表面の接触検出に取り組み、接触による測定圧を最小化する測定法を検証した。</p> <p>本研究では、マイクロプローブ先端を OFF 表面に接触させた状態で表面形状の測定を行うため、マイクロプローブ先端球と OFF 表面は接触によって変形し、直径測定の誤差となることが予測された。そこで本研究では、ヘルツの接触理論(Hertzian contact theory)に基づく解析によって、マイクロプローブ球と OFF 表面間の接触圧力を算出し、接触による直径測定誤差を推定した。接触によるマイクロプローブ球及び OFF の変形は pm (<math>10^{-12}</math> m)オーダーとなることが推定され、本手法が高精度にマイクロプローブ球の直径及び形状偏差の測定を実現可能であることが示された。</p>			
今後の展開			
<p>本研究では、OFF 基準面と白色干渉計を用いたマイクロプローブ球の直径及び形状偏差の精密測定方法を検討し、その効果を実験により実証した。本研究では離散的に測定されたマイクロプローブ球の各測定箇所における直径及び形状偏差を高精度に測定可能であったが、マイクロプローブ球全体における誤差分布の解析は達成できていない。今後は離散化された表面形状データからマイクロプローブ球形状をデジタル上で復元し、直径誤差の三次元分布や複数円周における真円度の評価に取り組む計画である。</p>			