

マイクロマシンパーツのための 平行メカニズム型三次元座標測定機

静岡大学 工学部 機械工学科 助教授 大岩 孝彰

1. はじめに

近年、立体的で複雑な形状を持つ高精度な微小パーツの成形が現実となりつつあり、これらのパーツの三次元的な精度評価の必要性が高まっている。我々は、従来の直交座標型メカニズムではなく、能動対偶を出力節に対して並列に配置した平行メカニズムを用いた新しい三次元座標測定機 平行CMM を提案してきた。本研究では、このメカニズムを用いた小型CMM(平行 μ CMM)を開発する。ここでは、まず本装置の概要について触れ、リンク配置について検討した結果、そして、試作した直動リンク ストラット について報告する。

2. 概要

本平行 μ CMMの基本的な設計指針を以下に示す。また、構想図を図1に示す。

- (1)直交座標型スライドメカニズムではなく、リンク機構である3自由度空間平行メカニズムを用いる。
- (2)精度基準として球面ジョイントを用いるが、ジョイントの回転誤差を測定する変位センサ等をストラットに内蔵し、補正を行う。
- (3)縮小機構となるようにリンク配置を設計し、スケール分解能に対する測定分解能を向上させる。したがって、測定領域に対する機械の大きさは相対的に大きくなる。
- (4)ジョイントの回転誤差や機構パラメータの誤差が測定精度に及ぼす影響の少ないリンク配置のための最適設計を行う。

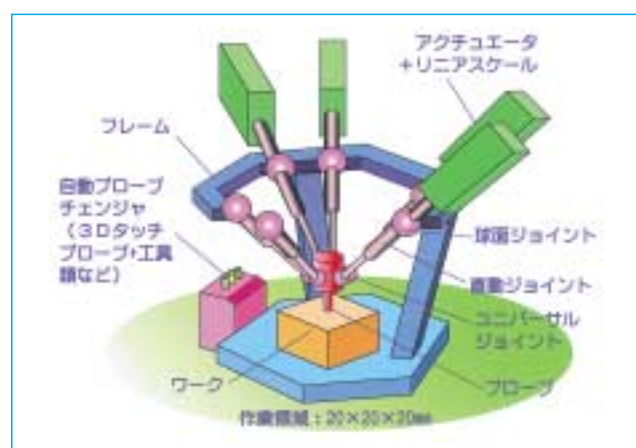


図1 平行メカニズムを用いた小型CMM(平行 μ CMM)

3. リンク配置設計

機構パラメータの誤差およびジョイントの回転誤差がプローブの運動誤差に及ぼす影響が少なく、さらに測定分解能が高くなるように、リンク配置の検討を行った。ここでは、上述の影響の大きさを表す評価関数として、ヤコビ行列の最大特異値を用いた。計算では比較のため、ベース上の球面ジョイントの半径位置と測定領域の大きさ $100 \times 100 \times 100 \text{mm}$ を従来のパラ

レルCMMと同一とし、ステージ半径、プローブ長さおよび測定領域のZ方向位置の3つを設計変数とした。設計後の平行 μ CMMのリンク配置を図2に示す。実際の平行 μ CMMのサイズは図中の寸法の1/2 ~ 1/5程度になると予想される。

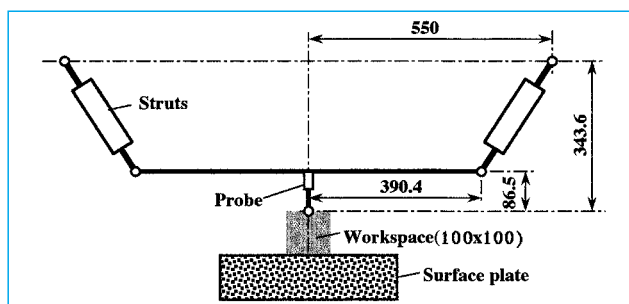


図2 設計後のCMMリンク配置 (×5)

4. 直動リンク

試作した直動リンクの概要について述べる。直動リンク全体の写真を図3に示す。アクチュエータとして積層型圧電素子を用いたインチワーム機構を採用した。理論上の駆動分解能は2 nm以下とした。また、分解能2nm以下、精度 $\pm 0.1 \mu\text{m}$ の高精度なリニア測長ユニットを内蔵する。まず質量10 ~ 400gの重錘を用いて負荷を掛けたときの速度を測定し、負荷の大きさや移動速度はほぼ比例関係にあること、直動リンク1本当たり24N以上の推力があることなどがわかった。次に測長ユニットをフィードバックセンサとして用いたフルクローズド制御による位置決めを行った。10 μm のステップ位置決めを行った結果、制定時間は0.1s以内であった。



図3 試作した直動リンクの全景写真

5. まとめ

マイクロマシンパーツなどの立体的な精密部品の寸法・幾何偏差測定を目的とし、空間3自由度平行メカニズムを用いた小型三次元座標測定機を提案し、そのリンク配置設計と試作機に用いる直動リンクの製作・評価を行った。今後はジョイント部の弾性変形や回転誤差、リンク全体の熱的変形の影響について調査する予定である。