

電子・情報工学専攻	学籍番号	035208	指導 教員	寺嶋 一彦 教授
申請者 氏名	増井 陽二			三好 孝典 准教授

論文要旨 (博士)

論文題目	高剛性を有する振動型接触プローブを用いた寸法・形状計測手法の開発
------	----------------------------------

(要旨 1,200 字程度)

近年、製造品の寸法・部品精度を正しく評価できる計測技術の向上が必要となっている。高精度化に対応する計測技術の開発に続いて、さらに大量生産品への対応も求められている。しかし従来は三次元測定器を用いて安価な量産製品に対して全数検査を行い、寸法等の品質管理を徹底させることはほぼ不可能であった。そこで本研究では計測時間を短縮させることを課題に挙げ、新たな接触式プローブの提案と、本プローブを用いた寸法・形状計測の手法の提案も行う。

本論文では構造が単純で剛性が高い圧電素子を用いた振動型接触プローブを提案する。本プローブの周波数特性、振動特性、出力特性を測定しており、プローブは対象物と接触するとその接触量に応じて帰還電圧を出力する。さらに、1軸あたり加速度 $9.8[m/s^2]$ で加速する条件でプローブを動かす実験を行い、加速度の影響を受けないことを確認した。このため本プローブは高速駆動による短時間計測を行える。

次に寸法測定を提案する。寸法測定とは、対象物の複数点を計測することで対象物の寸法を求める手法である。本計測は測定点近傍まで高速で移動させた後に接触に適した速度で接触させる。この繰り返しから複数点を測定することで対象物の寸法を求めることができる。ここでは高速移動と接触動作の指令値生成をスイッチングする制御コントローラと、接触時の測定データから対象物寸法の演算を行う手法を提案している。最後に提案アルゴリズムの有効性を示す実験による検証を行った。測定結果は $120[mm] \times 88.1[mm]$ の対象物に対して、合計 8 点の計測位置を $3.4[s]$ で計測できており、幅 $120[mm]$ に対して測定誤差が $0.094[mm]$ 、幅 $88.1[mm]$ に対して測定誤差が $0.024[mm]$ で計測できた。

次に倣い計測である形状計測の制御手法については、接触量に相応するスカラー値であるプローブ出力を目標値に追従させることで、ベクトル値である複数軸の指令速度を生成させるものである。この非線形制御コントローラは移動方向の指令角度を PI コントローラにより生成して、その指令角度を正弦関数、余弦関数に入力するものである。また、リアプノフ関数による提案コントローラの安定性を証明している。有効性を検証するために計測実験を行い、対象物に $1[mm]$ の幅を持つ角形状の基準ゲージを選び実験を行った。対象物形状に追従するように動作しており、計測結果として真値 $1[mm]$ に対して幅 $1.0217[mm]$ 、すなわち誤差 $21.7[\mu m]$ を得た。また、直径 $1[mm]$ の円形状の基準ゲージの測定も行い、円対象物でも対象物形状を追従しており、半径の真値が $500[\mu m]$ に対して、半径が $489.1[\mu m]$ という結果を得た。

本研究では、振動型接触プローブの特性検証により本プローブは計測プローブとして利用でき、かつ計測時間の短縮化に有効であることがわかった。さらに高速計測の実験によって、その有効性を示した。また、本プローブの有効性を広げるために、計測時間の短縮化だけでなく、未知形状の計測もできるように形状計測コントローラを提案した。さらに実験を行うことで有効性を示した。これらの特性検証、手法提案、実験から、振動型接触プローブの有効性および計測手法が示された。