

微小工具刃先形状の精密計測に関する研究 —極低測定力を有する接触式変位センサの開発—

ナノ計測制御学分野 / Nano-Metrology and Control Lab.

背景

[ロータリーダイカッタ]

- ・高生産性であるRoll to roll方式に用いられる輪郭切断工具
- ・ μm オーダーの刃先幅, 刃先曲率半径, かつ鋭角な刃先を有する。
→各パラメータは**工具寿命**や**切削能力**を左右する。
- ・刃先材料は超硬合金
→加工工程において研削工具の**摩耗**が生じる。
→形状測定結果を反映した**補正加工**が有効
→精密な再設置が困難であるため, **加工机上測定**が必要

[要求]

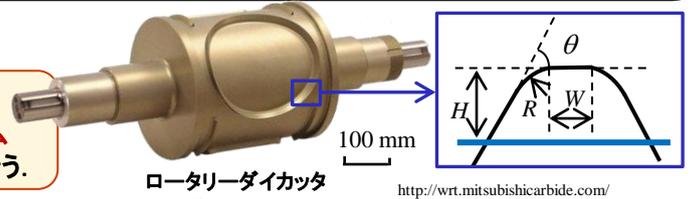
- ・加工机上測定
- ・微細急峻形状測定への適用 (広測定範囲, 高水平分解能)
- ・極低測定力(0.75 mN以下)

本研究の目的

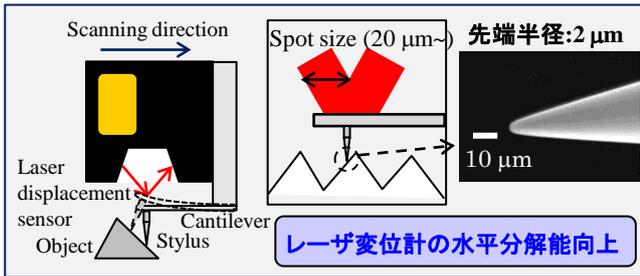
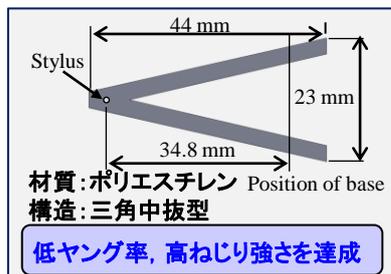
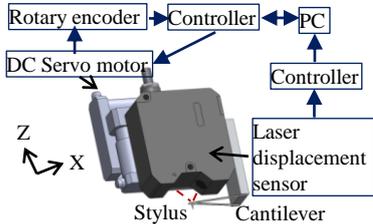
極低測定力を有する加工机上微細形状計測システムの設計, 開発, 及び刃先計測を行う。

[従来計測法]

- ・光学式測定機
レーザー変位計...刃先高さ計測は実現可能(先行研究)
スポット径より, **水平方向の分解能に制限**,
散乱光の影響により, **詳細な形状計測が困難**
共焦点顕微鏡...除振台などの設備が必要, **加工机上での適応困難**
- ・接触式測定機
→汎用機の測定力(0.75 mN:JISB0651)では刃先に**損傷を与える恐れ**



システム提案・設計

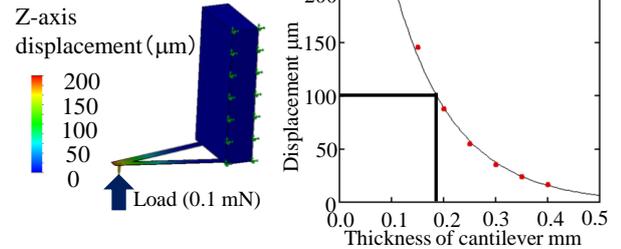


カンチレバー厚さ設計

ばね定数 k は下式で与えられる。

$$k = \frac{Eb^3}{4l^3}$$

カンチレバーの厚さを変化させ, 0.1 mNの荷重をスタイラス先端に加えた際の変位量を有限要素法を用いて算出

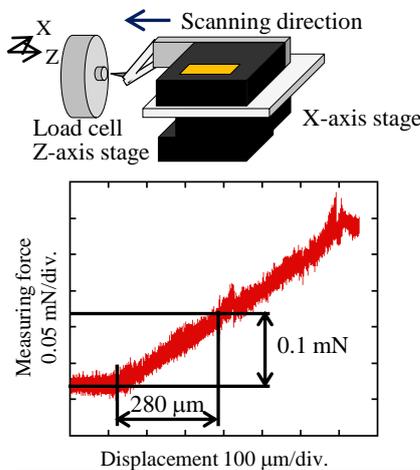


厚さ0.18 mm以下で
測定力0.1 mNにおけるZ方向測定範囲100 μmを達成可能

実験

測定力評価実験

荷重計を用いて, 設計測定力及び測定範囲が達成出来ているか確認した。

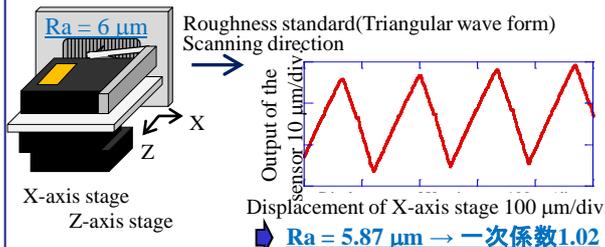
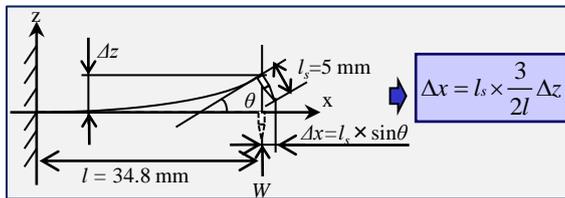


Z方向測定範囲100 μm以上において測定力0.1 mNの達成を確認

出力校正方法

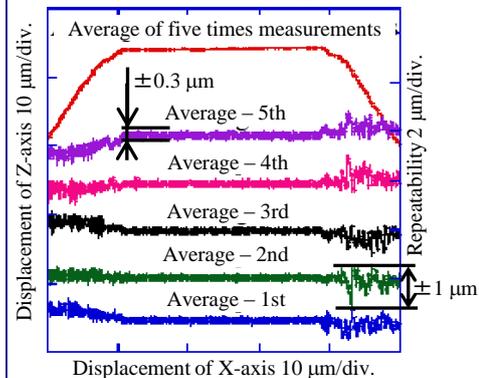
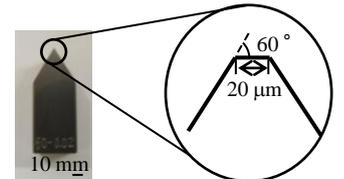
以下に挙げられる要因により, 出力に誤差が生じる。

- ・カンチレバーのたわみ, 製造誤差
- ・スタイラス先端とレーザスポット位置ずれ誤差
→下式, および粗さ標準測定により, 校正する。



形状測定の際, センサ出力に粗さ標準測定より得られる1次係数をかけることで校正が可能

刃先サンプル測定実験



繰返し性
±0.3 μm(刃先平面部分)
±1 μm(刃先エッジ部分)を達成

まとめ

- ・極低測定力を有する加工机上における微細急峻な刃先形状測定システムの開発を行った。
- ・要求を満たす設計を行い, 測定システムを構築した
- ・刃先サンプルの測定を行い, 本システムの有用性を示した。