

精機デバイス部門 超微細加工研究分野 (新野秀憲研究室)

Email: shinno@pi.titech.ac.jp

<http://www.upm.pi.titech.ac.jp/>

(研究分野)

革新的な生産システムの実現を目指して、機械をつくるための機械であるマザーマシンについて新たな構造概念の提案とその実現、ならびに超精密加工技術の高度化に取り組んでいる。

(研究テーマ)

1) 加工環境制御超精密加工に関する研究

(新野秀憲, 吉岡勇人, 澤野宏)

次世代超精密加工技術を確立するためには、在来工作機械構造の延長上に無い、新たな設計概念に基づくマザーマシンを実現することが必要不可欠である。本研究では、研究室で創出された様々な研究成果を組み込んだカプセル構造加工環境制御超精密加工機を開発すると共に、継続的に機能高度化を図っている。更に、開発した加工機を用いて難削材料の超精密加工技術の研究を進めている(図1及び図2)。

2) 長ストローク高速ナノ位置決めテーブルシステム

(新野秀憲, 吉岡勇人, 澤野宏)

超精密工作機械や半導体製造用露光装置等の重要な構成要素である位置決めテーブルシステムには、更なる高精度化、高度化が要求されている。本研究では、300mmの運動範囲におけるナノ位置決めと高速・高加速度運動を同時に実現するため、空気静圧案内とリニアモータ駆動を組み込み、テーブルの非接触支持と非接触駆動を実現した長ストローク高速ナノ位置決めテーブルシステムを開発すると共に、テーブルシステムの構造、ナノ運動制御、設置環境制御、並びに更なる高速・高加速度を実現可能な新機構の開発を行っている。(図3及び図4)。

3) 広域ナノパターンジェネレータ

(新野秀憲, 吉岡勇人, 澤野宏)

今後、加工要求が拡大する大面積におけるナノ加工を実現するため、新たな構造概念に基づく完全非接触構造の超精密加工システムの研究開発を進めている。開発した加工システム(ANGEL)は、完全非接触X Yナノ位置決めテーブルシステム、重力補償機能を具備した鉛直方向ナノ位置決め機構、エアータービン駆動超精密空気軸受スピンドルなど独自開発による構造モジュールから構成されている。ナノ加工実験の結果、硬ぜい性材料の延性モード加工の実現も確認されている。(図5及び図6)



図1 加工環境制御超精密加工システム

Fig.1 Machining environment-controlled ultraprecision machining system (CAPSULE)

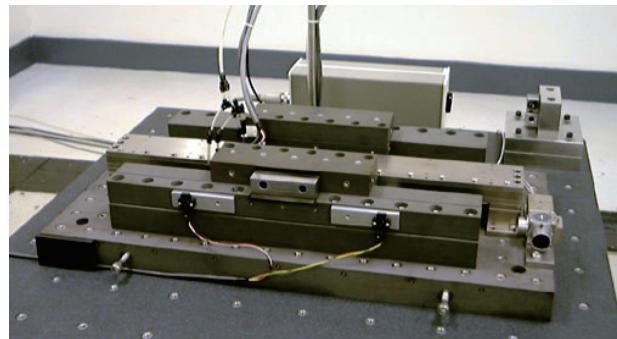


図3 高速ナノメートル位置決めテーブルシステム

Fig.3 High speed sub-nanometer positioning table system

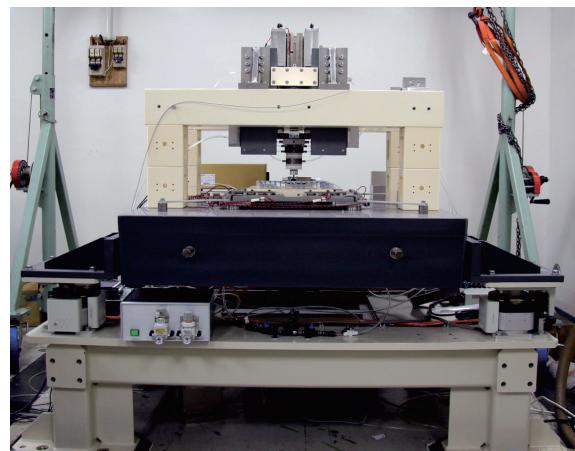


図5 広域ナノパターンジェネレータ

Fig.5 Advanced nano-pattern generator with large work area (ANGEL)

Precision Machine Devices Division

Ultra Fine Machining Section

(Hidenori Shinno Group)

(Research Field)

Realization of innovative ultraprecision machine tools for a future manufacturing environment and establishment of a design methodology for mother machine and ultraprecision machining technologies.

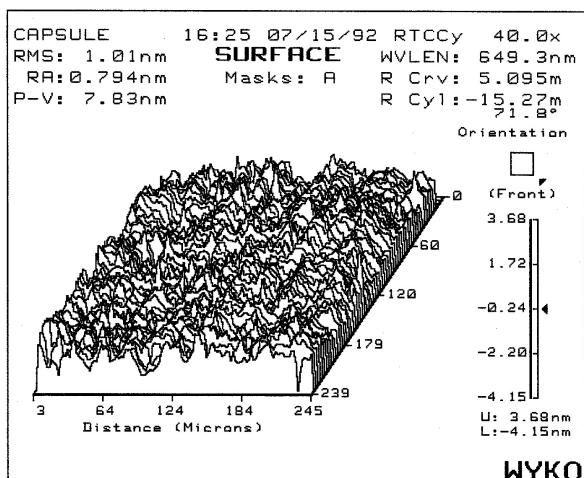


図2 加工面の評価結果の一例

Fig.2 An evaluated result of a machined surface

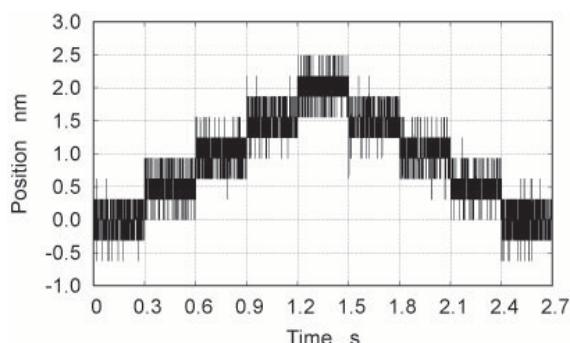


図4 0.5nmステップ応答

Fig.4 0.5nm step response

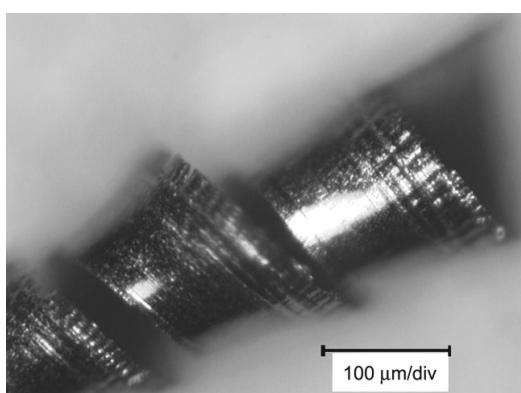


図6 WCの延性モード切りくず

Fig.6 Ductile mode chip of WC

(Current Topics)

1) Machining environment-controlled ultraprecision machining (H. Shinno, H. Yoshioka and H. Sawano)

To establish a future ultraprecision machining technology, it is necessary and indispensable to realize the mother machine based on a new design concept. Therefore, a machining environment-controlled ultraprecision diamond turning machine was developed. The developed machine can be characterized by a capsule-like structure together with various innovative mechanisms. Using the machine, the usefulness of the machining environmentcontrolled function has been confirmed (Figs. 1 and 2).

2) Long-stroke high speed nano-motion table system

(H. Shinno, H. Yoshioka and H. Sawano)

In order to realize a table system for an ultraprecision machine system, nanometer order positioning stability and tracking accuracy over a long travel range are required. To meet such requirements, a brushless DC linear motor-driven aerostatic table system with a 300mm travel range was developed based on a new design concept. The table system developed has an effective structural configuration which enables to systematically minimize error factors. Experimental evaluation results demonstrated that the table system has a remarkable performance (Figs. 3 and 4).

3) Advanced nano-pattern generator with large work area

(H. Shinno, H. Yoshioka and H. Sawano)

In order to achieve nano-machining over three-dimensional large work space, an innovative ultraprecision machine tool was newly developed based on a new original design concept. The ultraprecision machine tool developed can be characterized by a perfect noncontact drive, by a perfect noncontact guide, by an overall machine structure made of ceramics, and by an ideal stable and symmetrical configuration. The performance evaluation of the developed machine tool and its structural modules has been performed through a series of various experiments. Experimental results confirmed the developed system has a superior performance (Figs. 5 and 6).