

DEVELOPMENT OF A SIX-DEGREE-OF-FREEDOM MOTION TABLE FOR NEW MACHINE TOOLS

JAPAN SOCIETY FOR THE PROMOTION OF MACHINE INDUSTRY

1-1-12 Hachimanc-Cho, Higashikurume-Shi, Tokyo, 203-0042 Japan
goto@tri.jspmi.or.jp

TOKYO PRECISION INSTRUMENTS Co., Ltd.

24 Aburaden, Miyoshi-Cho, Nishikamo-Gun, Aichi, 470-0224 Japan

KOENN Co., Ltd.

1-11-1 Suwa, Takatsu-ku, Kawasaki-Shi, Kanagawa, 213-0004 Japan

ABSTRACT

Traditional milling machines are usually based on a serial mechanism. In this exhibition, we introduce a prototype of Six-Degree-Of-Freedom (6-DOF) motion table for new machine tools. The motion table has a parallel link mechanism consists of the Stewart Platform. The advantages of this motion table are compactness, robustness against external force and error accumulation.

KEY WORDS

Parallel Link Mechanism, Electric-hydraulic Servo, Personal Computer, Numerical Control

1. はじめに

近年、パラレルリンクメカニズムを応用した加工機械（以下、パラレル加工機とする）が登場し注目を集めている。パラレルリンクメカニズムは従来の機構に比べ、構造が簡単でありながら、高速、高加速、高剛性、多自由度制御が容易、等の特徴があるとされている。本展示セッションでは、パラレル加工機への応用を目的とした、高剛性・高精度な6自由度モーションテーブルの概要を紹介する。

2. 試作した6自由度モーションテーブルの概要

機械振興協会では、加工テーブルの駆動に6自由度パラレルメカニズムを用いた、テーブル駆動形パラレル加工機の開発を進めている。本開発機は、工作機械用加工テーブルとして利用可能な十分な精度および剛性を持つ、電気・油圧サーボ駆動の6自由度モーションテーブルである。Fig.1に加工機に設置した状態の、モーションテーブルの概要を示す。このパラレル加工機では、既存の立型マシニングセンタ（三井精機製 VS5A）に、取り外し可能な6自由度(X,Y,Z,A,B,C 軸)小型加工テーブルを付加したことに特徴がある。このような構成をとることで、必要に応じてパラレル加工機として、または通常のマシニングセンタとして利用できるよう考慮している。

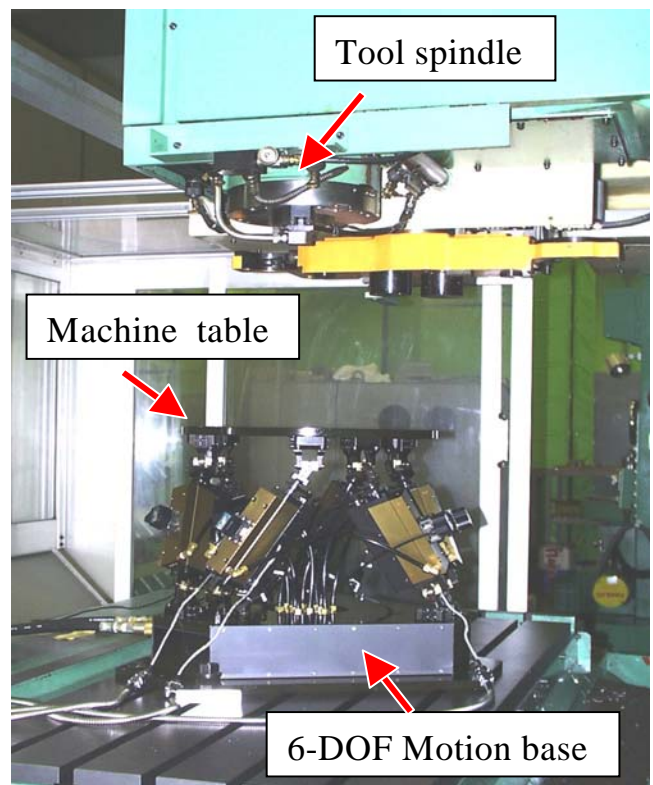


Fig. 1 Schematic diagram of a 6-DOF motion table

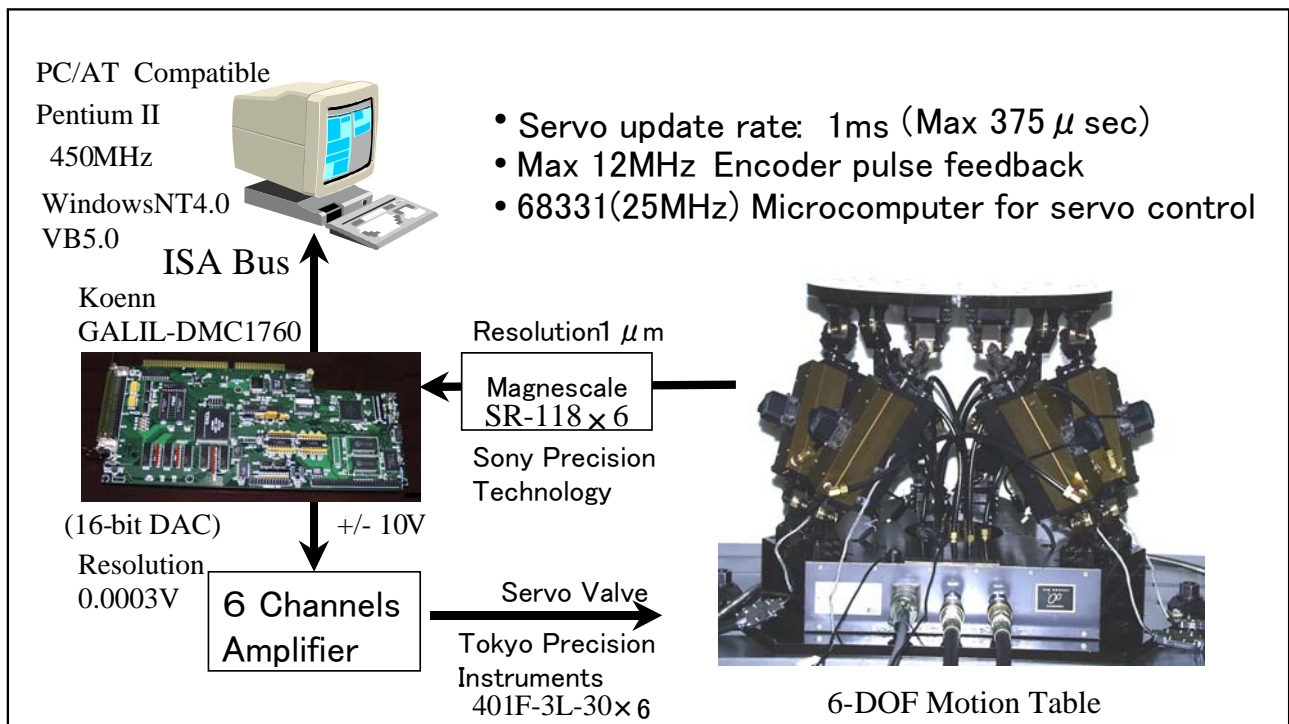


Fig. 2 Outline of the servo control

3. 制御系の構成

一般的に工作機械における送り機構は、ACサーボモータとボールねじが利用されることが多いが、本機では、ACサーボモータとボールねじによる駆動に比べて、高い出力と応答性が比較的容易に得られる、電気油圧式サーボ機構に着目し、これを用いることとした。使用したサーボ弁（東京精密測器製401F-4L）は定格流量 4l/min，サーボシリンダは、ストローク 100mm，直径 20mm（片ロッド），実験時の供給圧力 3.5Mpa である。サーボ弁はシリンダ直結とし、サーボ剛性を高めている。テーブルの姿勢制御は、パーソナルコンピュータ（以下 PC とする）に組み込んだ NC ボード（工苑/ガリル社製 DMC1760），サーボアンプ，シリンダに組み込んだ分解能 1 μm のリニアエンコーダによって行う。PC 上のソフトウェアにより計算した，各軸に対する位置指令値を，NC ボード内蔵の 16 ビット D/A 変換器から出力し，サーボアンプを介してサーボ弁に入力する。各サーボシリンダの変位は，リニアエンコーダで測定され，NC ボードに内蔵されたカウンタを介してフィードバックされる。制御系の構成概要を Fig.2 に示す。以上のように，6 自由度モーションテーブルの制御系は，デジタルソフトウェアサーボによるフィードバック制御系を構成している

4. 位置決め精度測定

工作機械において，第一に機械系の位置決め精度

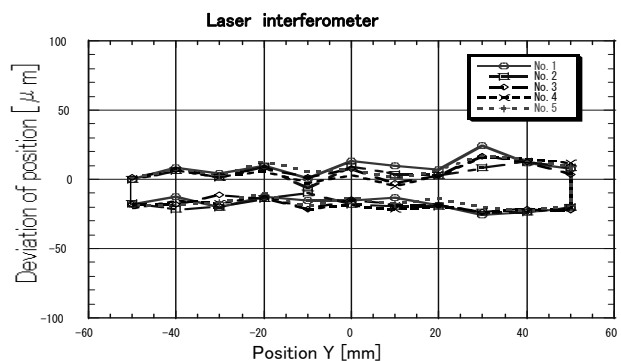


Fig.3 Deviation of position(Y-axis)

がどの程度であるかが，性能上大きな問題となる。テーブルの位置と姿勢の精度を左右する大きな要素は，テーブルを支える 6 本のシリンダの長さ，およびジョイント部の精度である。Fig.3 にレーザ測定機（レニショー社製 ML10）を使用した位置決め精度測定結果（ストローク 100mm，送り速度約 3m/min）を示す。これによると，5 回の繰り返し測定により，約 0.04mm の誤差が生じていることがわかる。この誤差の主要因は約 0.03mm のヒステリシスであり，これをさらに減少させることが今後の課題となる。

5. おわりに

パラレルリンクメカニズムを用いた，工作機械用 6 自由度モーションテーブルの開発について概要を述べた。