

平行機構を用いた走査型 プローブ顕微鏡用微動ステージ

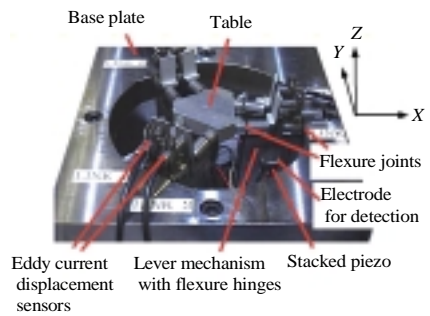
ナノメータオーダの加工を目的とした加工機の重要な要素の一つに微動テーブルがある。市販の走査型プローブ顕微鏡は、チューブ型圧電素子を用いているため、自由度が低い。本研究では、スチュワート型平行機構を用いて6自由度微動ステージを試作し、誘導電荷フィードバック法により変位を制御した。

可動範囲は $100 \times 100 \times 20 \mu\text{m}$ 、固有振動数はz軸方向で75Hzであった。走査速度が高く取れるようにxy方向の剛性を高め、高いz軸方向の分解能が得られるように、xy平面とリンクのなす角度を 6° にした。

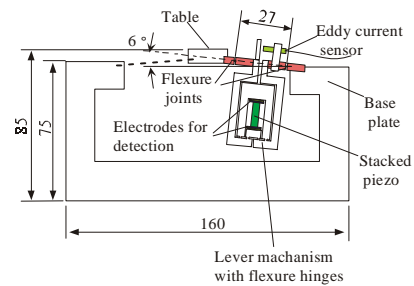
各リンク長を制御することでテーブル変位を制御するセミクローズドループ方式とした。テーブルの目標位置および姿勢は、逆運動学を解くことで各軸の長さに分解される。

誘導電荷フィードバックによりテーブルの運動を制御した結果、変位フィードバックと同等の運動精度が得られた。

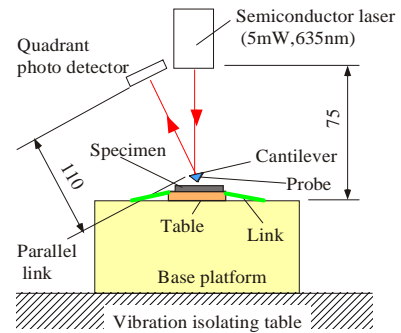
試作したステージを用いて原子間力顕微鏡を構成し、フォースカーブを測定した。これを用いて運動精度を測定した結果、z軸方向で $16\text{nm}(\sigma)$ の繰返し精度を持つことが明らかになった。また、 $20 \times 20 \mu\text{m}$ の範囲で直線性のよい回折格子像が観察された。しゅう動部がないため、真空中でも使用可能である。



Appearance of device



Sectional view



Setup for atomic force microscope

Specifications

Size: $160 \times 160 \times 85 \text{ mm}$

Mass of table: 24 g

Movable range:

$100 \mu\text{m}$ in xy, $20 \mu\text{m}$ in z

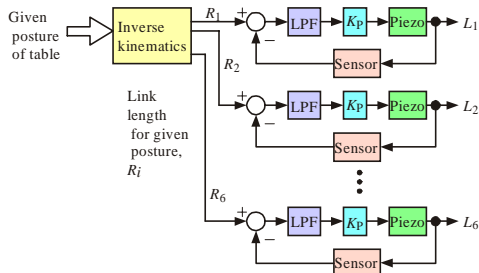
Resonance frequency:

100 Hz in xy, 75 Hz in z

Degrees of freedom: 6

Actuators: Piezoelectric actuators

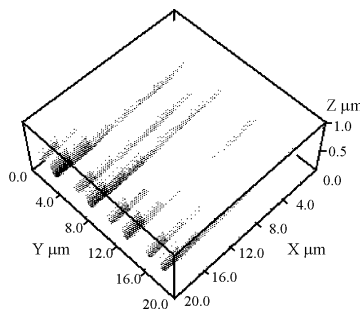
Magnification: 12.5



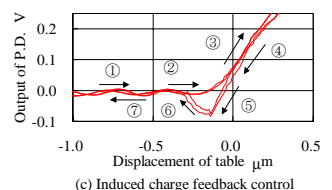
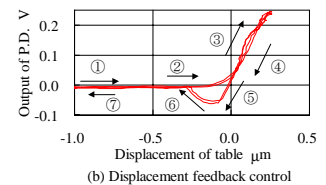
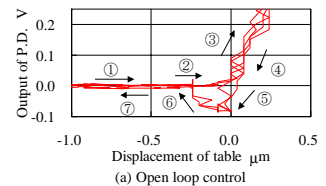
Block diagram of control system

Cross-talk ratio

Feedback	Cross talk ratio		% Pitching error μrad
	x/y	z/y	
None	19.6	8.2	12
Displacement	11.7	3.9	17
Induced charge	3.5	4.7	17



AFM image of diffraction gratings



Force curve on Silicon