

解説5

リニアボールガイドを用いたナノメータ輪郭制御(第3報)

THK 二見 茂*

*ふたみ しげる：産業機器統括本部 技術本部 技術顧問、
工学博士(東京工業大学)

はじめに

超精密用として開発された8条リニアボールガイド¹⁾を用いた一軸ステージでナノメータ輪郭制御を実現したので報告する^{2)~4)}。振幅100 μm 、周波数0.1 Hzの正弦波指令に対して ± 1 nm以内の誤差に収まった。指令と誤差との比は1/100,000である。リニアボールガイドでナノメータ輪郭制御が実現できた要因は、①再現性のある、摩擦に起因する誤差を制御的手段で補正できた、②位置制御ゲインを従来と比べ約10倍(1200 1/s)と大きく設定できた、③転がりばね(ボールの転がり始めにばね特性が存在する)が再現性のない外乱振動を大幅に抑止できた、ことと考える。

これらの達成された性能は従来の転がり案内の常識を変えるものと考え。従来超精密輪郭制御に用いられてきた油および空気静圧案内に比べ、リニアボールガイドは非常に安価で取扱いが簡単である。したがって、今後、リニアボールガイドを用いた実用的なナノメータ輪郭制御装置が開発される、と期待できる。

1990年にリニアボールガイドを用いたナノメータ位置決めが実現されたが⁵⁾、リニアボールガイドを用いたナノメータ輪郭制御の実現はそれから30年後となった。位置決めでは最終整定位置での精度のみが重要であるのに対し、輪郭制御では経路全体にわたっての追従精度が要求され、さまざまな誤差要因が存在するからである。またこの間に、さまざまな要素技術が超精密化へと大きく進歩したことも見逃せない。

実験装置

図1に実験装置の構成を示す。通常の実験室の床上に空気圧式パッシブ除振台(共振周波数1.3 Hz)を設置し、その上に超精密ステージを固定している。ステージは、リニアボールガイド(THK SPS25)、リニアモータ(KOVERY)とリニアスケール(Heidenhain LIP281)から構成されている。リニアボールガイドは8条構造で、レールと無限軌道のボール列が循環するキャリッジの組合せからなる。図2にその概略形状を示す。キャリッジは可動テーブルの四隅下面に取り付けられている。ボール径は約3 mmで、1キャリッジ当たりの接触

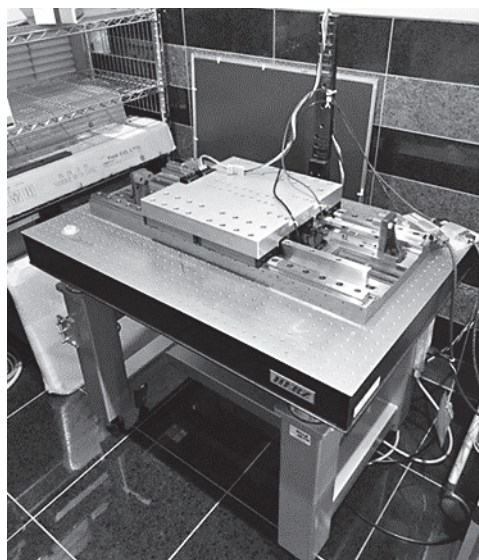


図1 実験装置の構成(コントローラを除く)