

36-39 非共振型超音波モータの開発

— 駆動性能の安定化 —

大学院自然科学研究科	教授	久保田	弘
電気システム工学科	助教授	中田	明良
大学院自然科学研究科	前期課程	遠藤	泰史
		古川	博之
		橋口	弘幸
	後期課程	永本	恵市
		小坂	光二

ナノテクノロジーという言葉に代表されるように、産業界における加工精度はナノメートルオーダーに達し、OA機器、工作機械、半導体などの工業分野はもちろんのこと、細胞内構造体の手術に代表される医学分野にまでその技術が応用されている。とりわけ、半導体製造工程のリソグラフィ工程においては、最先端のナノテクノロジーが必要となってくる。リソグラフィ工程では、微細な電子回路のパターンをシリコンウェハ上に焼き付け、それをもとに微細な加工を行っていくわけであるが、精度の原点すなわち微細加工の土台を支えているのがウェハ移動用の高速超精密ステージである。このステージには、高速でかつ超精密な動作が要求される。また、微細化が進むにつれ、回路パターンの形成を行う雰囲気は大気から真空へと移行し、ステージへの要求はさらに厳しくなる。

ステージの性能は、その大部分が駆動源に依存する。従来の技術としては、回転型電磁モータやリニア型電磁モータに代表されるような電磁力を用いるものと、積層圧電アクチュエータや超音波モータといった圧電現象を利用するものに大別できる。これまで研究を進めてきた非共振型超音波モータ(NRUSM: nonresonant ultrasonic motor)[1]は、後者に属するもので、積層圧電アクチュエータと予圧機構によって構成される。NRUSMに用いる積層圧電アクチュエータは、伸縮モード(d33)と剪断モード(d15)に分極された圧電素子を、電極を挟んで積層し、先端に摩擦のためのフリクションチップを付けて構成した。このNRUSMでステージを駆動する場合、NRUSMをステージに固定し、予圧機構によってフリクションチップ先端面をステージ側面に取り付けられたガイドプレート表面に押し付ける。各圧電素子に最適な伸縮、剪断動作を行わせ、それらを合成することにより圧電アクチュエータ先端に楕円軌道が発生し、フリクションチップとガイドプレートの接触界面で摩擦が生じ、ステージが駆動される。このように、摩擦力を介して圧電素子の微小な発生変位を直接ステージに伝達するダイレクトドライブ方式を採用している。そのため、静止時には予圧力によってガイドプレートは保持され、エネルギーを消費せずにステージを目標位置に止めておくことができる。さらには装置のフットプリントの小型化が図れるといった利点がある反面、予圧機構、接触界面の状態、摩擦材料などがその駆動性能さらには信頼性といったものに深く影響してくる。本稿では、主に予圧機構による駆動性能の安定化について報告する。

(第15回「電磁力関連のダイナミックス」シンポジウム 2003.5.29)