

35-30 非共振型超音波モータ駆動超精密ステージの開発

— (第8報) 円筒型圧電素子を用いたアクチュエータの動解析—

電気システム工学科	教授	久保田	弘
	助教授	中田	明良
大学院自然科学研究科	前期課程	橘口	弘幸
		遠藤	泰史
大学院自然科学研究科	後期課程	江頭	義也
		永本	恵市
熊本テクノロジー		小坂	光二
		小坂	哲也
太平洋セメント		山川	孝宏

半導体の微細化、高集積化に伴い、次世代のリソグラフィーには非常に高精度な技術が要求される。我々研究グループはその中核技術ともいえる高速かつ高精度な超精密ステージシステムの開発を行っており、その駆動源の一つとして円筒型圧電素子を用いた非共振型超音波モータの開発を行っている。本性能は、駆動電圧 $\pm 100\text{Vp-p}$ @ 20kHz において最高速度 130mm/s 、 $500\mu\text{m}$ ステップ&リピートにおいて $\pm 3.5\text{nm}$ という超精密位置決めを達成した。本稿ではアクチュエータの更なる送り速度向上のために取り組んでいる周波数領域における動解析に関して報告する。本アクチュエータの送り速度は、原理的に1シーケンスで発生するスライド変位量と駆動周波数の積に比例する。つまり、高速化を図る手段の一つとして高周波数化が考えられる。試作した素子長 $20/10/5\text{mm}$ の3種類に関して駆動周波数に対する送り速度の測定を行った。何れのタイプもある周波数を境に速度が急速に低下し停止することがわかった。この原因としては、圧電素子自体の持つ固有振動モード（共振）によって素子先端が送りに寄与しなくなること、予圧機構等他の機械的要素による影響の2点が考えられる。なお、我々の方式は非共振原理に基づくため、固有振動モードを避けた駆動周波数帯で高速化を達成する設計、制御をする必要がある。この現象を解明するため、FEM解析ソフト「PIEZO-plus」(株式会社ダイナス)を用いて元々圧電素子自身が持つ固有モード解析を行った。この解析結果と実測結果との比較により、予め駆動状態を予測できるという利点をもつシミュレーションの有用性の検討と駆動停止原因の解明を行った。

(2002年度精密工学会秋季大会、2002.10.4)