

弾性ヒンジを用いたリニア型超音波アクチュエータの開発

(有限要素法による弾性ヒンジ構造の評価)

高野昌宏* 中島明哉* 多加充彦** 石井孝明***

研究の背景

超音波アクチュエータを用いたリニアステージは、小型軽量、高分解能、非磁性対応が容易という特徴があることから、電子分野やバイオ分野などにおける新たな高精度位置決め装置としての応用が期待されている。しかしながら、超音波アクチュエータの設計は、その設計自由度の高さや連成振動が生じることによる固有振動モードの複雑さから、非常に困難な作業といえる。そこで、本研究では、超精密位置決め装置用のリニアステージに適用可能な高分解能、高推力の超音波アクチュエータを開発することを目的とし、簡便に設計可能な超音波アクチュエータ構造について検討を行った。

研究内容

超音波アクチュエータでステージ駆動を行なうためには、方向の異なる二つの固有振動モードを用いる必要がある。また、ランジュバン型圧電振動子や積層型圧電素子を振動の発生源として用いた場合、アクチュエータ構造が複雑になり、所定の固有振動モードにおいて、曲げ振動などの複雑な連成振動が生じるために、効率が低下する。そこで、この問題を解決するため、圧電素子部と振動子との結合部に弾性ヒンジを設ける構造を提案した。弾性ヒンジ部において、必要としない振動が吸収されるため、複雑な連成振動が発生せず、圧電素子の振動を効率的に伝えることができる(図1参照)。アクチュエータの動作性能を比較するため、有限要素法による周波数応答解析を行った。図2にその結果を示す。共振時の振動振幅は明らかに弾性ヒンジ構造の方が大きく、有効に共振現象を利用できている。アクチュエータの推力においても、弾性ヒンジ構造では、ヒンジ無し構造と比べて約3倍の推力が得られた。

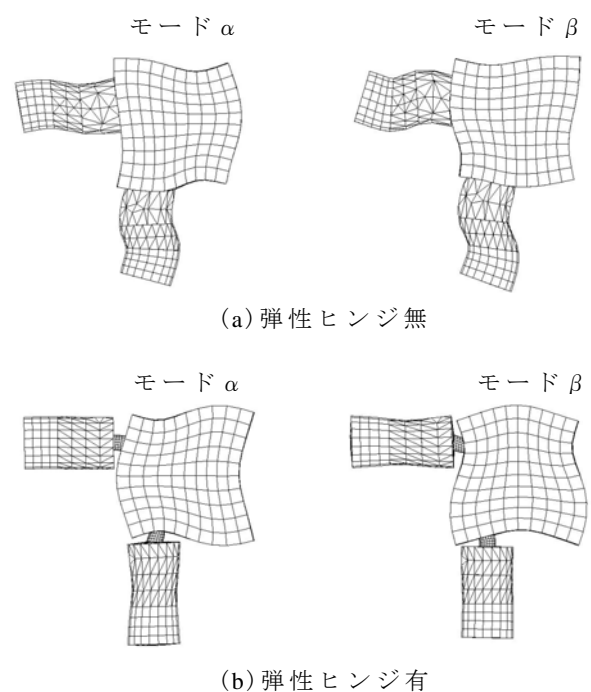


図1 固有振動モード

研究成果

高推力超音波リニアステージの開発を目的に、圧電素子と振動子を結合する部分に弾性ヒンジを設ける構造を提案した。その結果、弾性ヒンジ構造では、所定の固有振動モードに連成振動が重畳しないため、共振現象を有効に利用でき、ヒンジ無しと比べて、約3倍の推力を得ることができた。

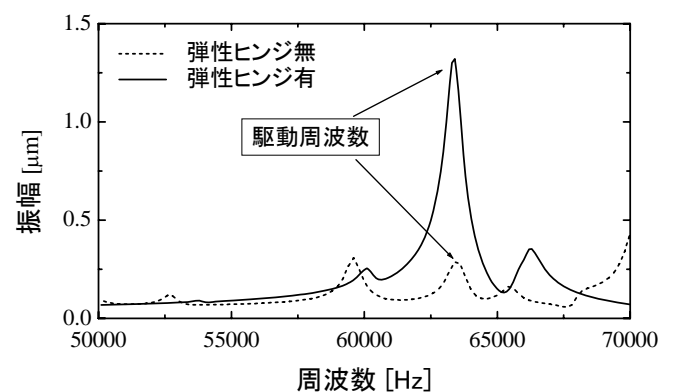


図2 圧電素子部の振幅

論文投稿

日本機械学会論文集(C編). 2006, vol. 72, no. 721, p. 209-214.