



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



超音波アクチュエータ用L字型振動子の振動特性

メタデータ	言語: jpn 出版者: 日本音響学会 公開日: 2012-09-21 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 川嶋, 伸明, 関, 舞子, 青柳, 学, 石黒, 稔, 田村, 英樹 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/1660

超音波アクチュエータ用 L 字型振動子の振動特性

その他（別言語等） のタイトル	The vibrational characteristics of a L-shaped stator vibrator for an ultrasonic actuator
著者	川嶋 伸明, 関 舞子, 青柳 学, 石黒 稔, 田村 英樹
雑誌名	日本音響学会研究発表会講演論文集
巻	2006年秋季
ページ	989-990
発行年	2006-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/1660

超音波アクチュエータ用L字型振動子の振動特性*

©川嶋伸明, 関舞子, 青柳学 (室蘭工大), 石黒稔 (フジノン), 田村英樹 (山形大・工)

1 はじめに

近年の電機製品の小型化に伴い、小型超音波アクチュエータの応用が考えられる。超音波アクチュエータには予圧機構として、外付けのバネ等、幾つかの部品が必要となり小型化の障害となっている。筆者らはL字型振動子を用いてコンパクトな予圧機構と支持機構を有する小型超音波アクチュエータを考案している^[1]。しかし、L字型であることから振動モードが単純でなく、性能設計のため振動特性を把握する必要がある。本報告ではL字型振動子の振動モードなどの振動解析結果および測定結果について報告する。

2 構成と動作原理

2.1 ステータ振動子の構成

Fig.1 にステータ振動子を示す。90 度に折り曲げられたステンレス(SUS304)製の薄板の両面に、圧電セラミックス (PZT) 板を貼り付けた簡単な構成である。振動速度増大と接触の安定化を図るため、ロータに接触する振動子の先端を細めになっている^[1]。他端を支持し折り曲げ部分までを板ばねとして予圧に用いる。PZT 板は厚み方向に分極処理がなされ、圧電横効果により伸縮歪を発生するように電界を加え励振する。

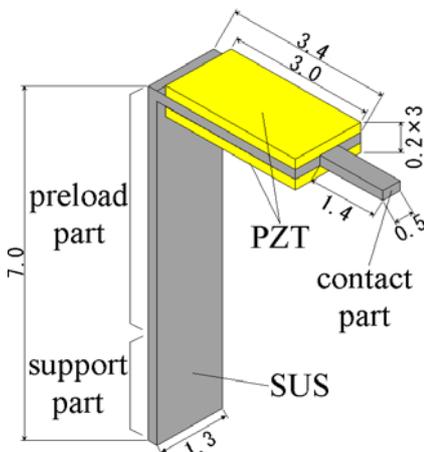


Fig. 1 Construction of an actuator.

2.2 アクチュエータの動作原理と振動モード

Fig.2 に示すように、ステータ振動子でロータを突くことで振動子先端に楕円変位を生じさせロータを回転させる。有限要素法解析 (ANSYS)によるモード解析結果を Fig.3 に示す。ステータ振動子の折り曲げによって伸び振動モードと屈曲振動モードが結合し、振動子先端の伸びに伴って曲がる方向が異なる 2 つの振動モードが発生する。これらの振動モードにより回転方向の切換えが可能である^[2]。

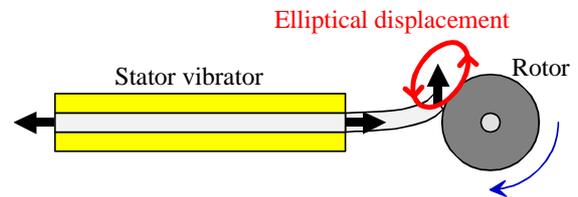


Fig. 2 Operating principle of an actuator.

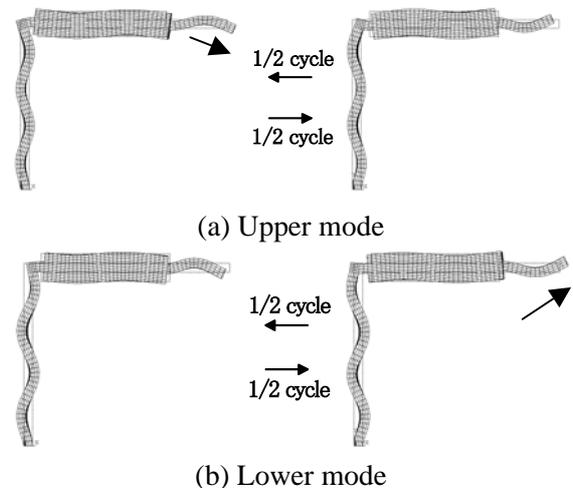


Fig. 3 Coupled vibration modes used in an actuator.(modal analyses by FEM)

3 振動特性

3.1 変位分布

有限要素法解析によりステータ振動子のモード解析を行った結果、共振周波数は 502.9kHz (Lower mode)と 556.2kHz (Upper mode)であった。振動子の支持部は自由端である。この2つの結合振動モードの屈曲変位

*The vibrational characteristics of a L-shaped stator vibrator for an ultrasonic actuator, by KAWASHIMA, Nobuaki, SEKI, Maiko, AOYAGI, Manabu (Muroran Institute of Technology), ISHIGURO, Minoru (Fujinon Corporation), and TAMURA, Hideki (Yamagata University).

分布を Fig.4 に示す。2つのモードで僅かに分布が異なっており、共通の振動節が存在しないことが分かった。

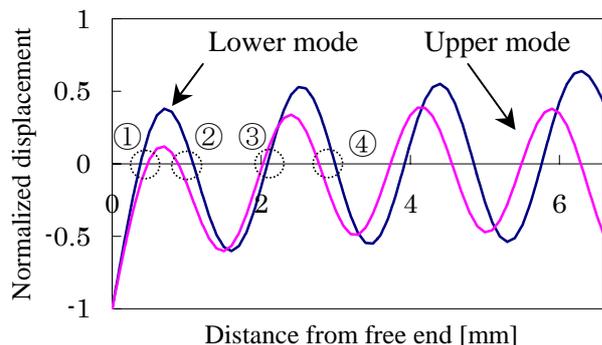


Fig. 4 Distribution of displacement of support part and preload one.

節付近である自由端から①0.43mm, ②1.01mm, ③2.07mm, ④2.88mm の部分を幅0.1mmで支持した場合、その結果、①②③の各点の支持で少なからぬ影響が振動モードにあった。また、④を支持した場合、自由端までの変位が小さくなり、④部分までの全てを固定した状態と変わらなかった。

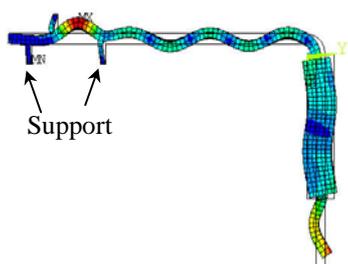


Fig. 5 Vibration mode of stator vibrator with three support points, ①②③.

3.2 アドミタンス特性

試作したステータ振動子のアドミタンス特性の測定結果を Fig.6 に示す。振動子の支持を長くすることにより振動子のQが低下していくことが分かる。しかし、大きな共振周波数の推移は見られなかった。

4 試作実験結果

ステータ振動子を 3mm (端から④付近まで) だけ挟み込んで支持し、 $\phi 1.0\text{mm}$ のロータに接触させて電圧 20Vp-p で駆動した結果を Fig.7 に示す。最大で 496rps、逆回転においては最大 83rps の高速回転が得られた。振動子のQが低下しているにも関わらず高速な回転が得られた。Qの改善で低電圧化が図られると思われる。

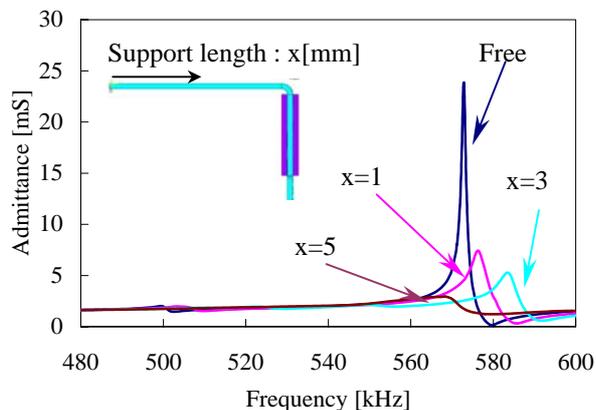


Fig.6 The shift of electrical characteristics by fixing lengths.

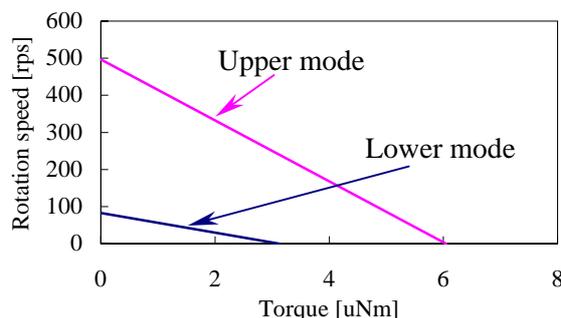


Fig.7 Torque vs. Rotation-speed characteristics of an actuator.

5 まとめ

板バネと一体構成したステータ振動子の振動特性を検討した。2つの結合モードで共通の節が存在せず、振動節部での支持による影響が大きいことが分かった。しかし、支持の影響でのQが低下したステータ振動子において、印加電圧 20Vp-p 時に最高回転速度が 500rps 程度の高速回転が得られた。支持の影響を可能な限り少なくすることで低電圧駆動が可能になると考えられる。

今後は Lower mode による回転特性の向上を図る必要がある。

謝辞

振動子や実験用治具の製作にご尽力戴きましたフジノン株式会社金子氏、山本氏に深く感謝致します。

参考文献

- [1] 青柳, 富川, 電子情報通信学会論文誌, J78-C- I (11), 560-566, 1995.
- [2] Aoyagi et al., Japanese Journal of Applied Physics, 43(5B), 2873-2878, 2004.