

K6-16

フラフープ型小型圧電アクチュエータの開発

The development of the hula hoop type small piezoelectric actuator

○鈴木駿弥¹, 黒川 晋平², 高藤美泉³, 齊藤健³, 内木場文男³*Shunya Suzuki¹, Sinpei Kurokawa², Minami Takato³, Ken Saito³, Fumio Uchikoba³,

Abstract: Hula hoop type small piezoelectric actuators for driving the micro-robot is studied. In the conventional hula-hoop type actuator, four piezoelectric elements and square nut or spacer are used as the driving source of rotation. Piezoelectric elements are affixed to each side of square, and vibration in the circumferential direction order. This vibration creates the orbiting movement, such as the hula hoop. It rotates shaft. This paper reports an experiment about a hula hoop type piezoelectric actuator that is composed of three multilayer piezoelectric elements and nut. The results of the experiment showed fragmentary rotation at an applied voltage 10 V and the input frequency was 34 kHz.

1. はじめに

アクチュエータは様々な産業機器やロボットに不可欠な構成要素である。とりわけミリメートルサイズの小型アクチュエータは、低侵襲医療デバイスや、マイクロロボットへの応用を目的とし研究が行われている^[1-2]。小型アクチュエータの駆動方式には、静電方式や、電場方式、形状記憶合金方式等があるが、圧電素子を用いた小型アクチュエータは、他の方式と比較し、高出力で応答速度が速く、またアクチュエータの構造を単純にしやすいといった利点がある。一方、欠点としては圧電素子自体の変位量が圧電素子自体の寸法の 0.1% 程度と小さく、駆動機構に工夫が必要な事が挙げられる^[2]。

圧電素子を用いたアクチュエータは、代表的なもので積層型やバイモルフ型などが挙げられるが、本研究ではマイクロロボットの駆動に向け、回転アクチュエータについての研究を行っている。回転アクチュエータの代表例としては、超音波モータが実用化されているが、構造が複雑なため小型化には適さない。そこで 4 つの圧電素子で構成する、フラフープ型アクチュエータが研究されている^[3]。フラフープ型アクチュエータは、例えば軸穴の開けられた 4 角柱などをステータとし、各面に配置した圧電素子を周方向順に伸縮させることによってステータを軸の周囲に順番にたわませ、回転運動を得るアクチュエータである。本論文では、3 つの積層型圧電素子と 6 角ナットを用い、同様な回転原理で動作するフラフープ型圧電アクチュエータについて実験を行ったので報告する。

2. 3 つの積層型圧電素子とナットを用いたフラフープ型アクチュエータ

実験を行ったフラフープ型アクチュエータを Figure1 に示す。長さ 10mm の M2 ナットの 3 面に積層型圧電素子を貼り付け、フラフープ型アクチュエータとした。積層型圧電素子は 2×2×9mm の寸法で、印加電圧 10V のとき 850nm の変位が得られるものを使用した。

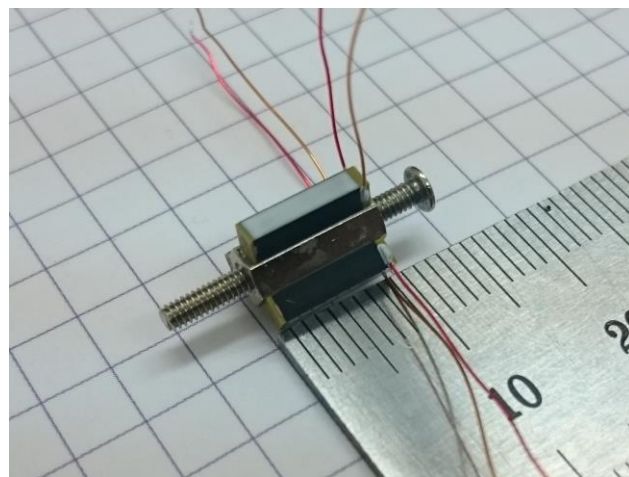


Figure 1. Hula hoop type piezoelectric actuator that is composed of three multilayer piezoelectric elements and nut

Figure2 に各圧電素子に印加する電圧と作製したアクチュエータの断面図を示す。各圧電素子に 120° ずつ位相がずれた正弦波電圧を印加することにより、3 つの圧電素子が連続的かつ周方向順に伸縮するようにした。ある時間 t_1 で圧電素子 B に正の最大電圧が印加され伸びるとき、ナットには圧縮方向の力が働き、Figure3 のようにねじ軸まわりにたわみが発生する。このとき、他の 2 つの圧電素子についても、印加される電圧は負であるため、圧電素子は縮小しナットたわみに寄与する。その他の時間についても、同様なたわみが各面で順番に発生することによりねじを回転させる。

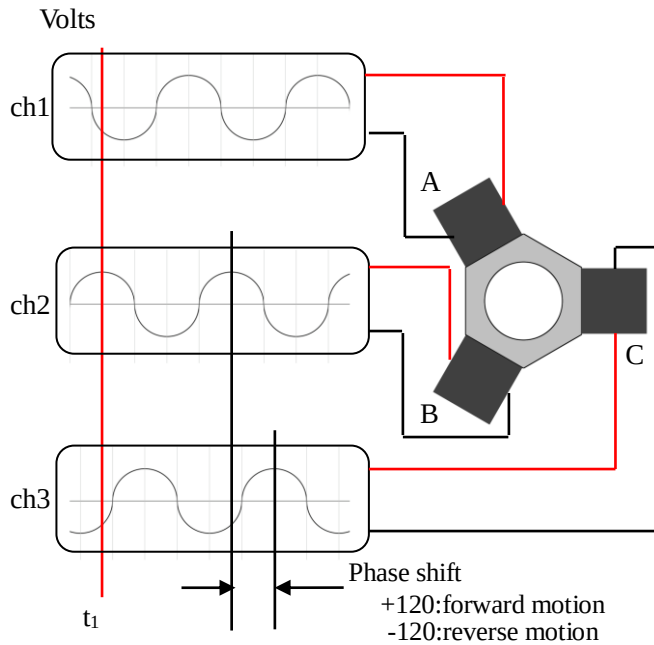


Figure 2. Applied voltage and top view of actuator

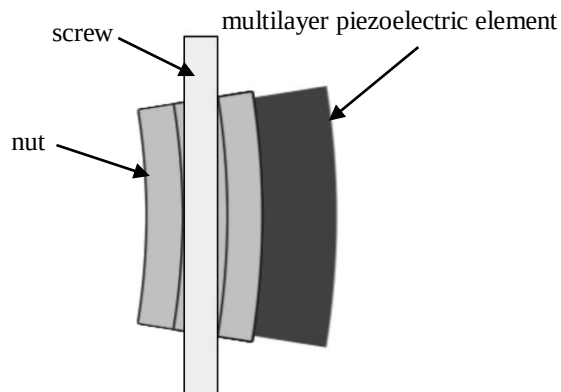


Figure 3. Sectional view of actuator

3. 結果および考察

ナットの向きを縦向きにし、ネジが時計回りで鉛直下方向に進む状態で、印加電圧 $10V_{pp}$ 、周波数 $34kHz$ 、において断片的な回転動作を示した。

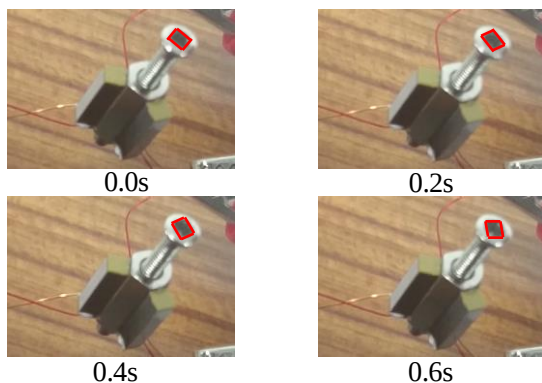


Figure 4. Rotation of the screw in the vertical pose

このとき回転トルクを計算すると、 $1.56 \times 10^{-6} Nm$ であった。またナットの向きを横向きにした場合、ピンセットでねじの進行方向に力を加えることで回転動作が確認できた。

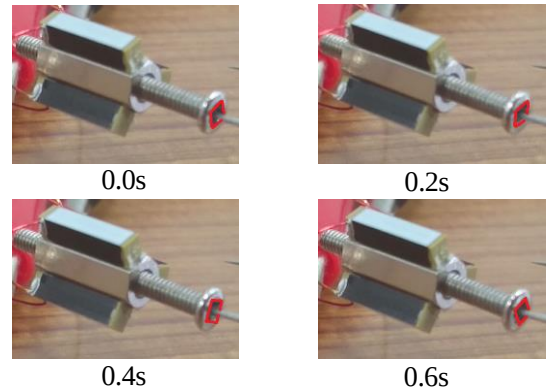


Figure 5. Rotation of the screw in the horizontal pose

4. まとめ

6 角ナットと 3 つの積層型圧電素子を用いたフラフープ型圧電アクチュエータについて回転実験を行った。ナットに対してねじが締めきりまでの回転は確認できなかったが、圧電素子が 3 つの場合でも回転動作に至ることを示した。

十分に細長い圧電素子に金属板を張り合わせると Figure5 に示すユニモルフ型圧電アクチュエータと同様な構造になる。今後はこの金属板の部分ステータとし、そのたわみを利用することによりフラフープ型アクチュエータを設計、開発を行う予定である。

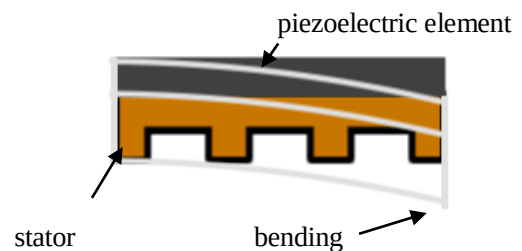


Figure 6. Part of structure of planning actuator

5. 参考文献

- [1] Nicola Ng Pak : “Electrolytic Silicone Bourdon Tube Microactuator for Reconfigurable Surgical Robots” Vol.111, No.1072, pp.184-185, March,2008
- [2] 藤田 博之:「マイクロアクチュエータと駆動原理」, 日本ロボット学会誌, Vol.12, No.4, pp.525-530, 1994
- [3] D. A. Henderson : “Simple Ceramic Motor ...Inspiring Smaller Products”, Actuator 2006, 10th International Conference on New Actuators, pp.1-4, 2006