

K6-67

MEMS マイクロロボット用の双方向に駆動が可能な静電インチワームモータに対する検討 Study on Electrostatic Inchworm Motor With Drivable to Bi-Direction for MEMS Microrobot

○長田元気¹, 水元明日也¹, 平尾聡志², 仲田友也², 齊藤健³
*Genki Osada¹, Asuya Mizumoto¹, Satoshi Hirao², Yuya Nakata², Ken Saito³

Abstract: In this paper, we studied an electrostatic inchworm motor drivable to bi-direction for Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) microrobot. In order to operate the legs of the MEMS microrobot, a reciprocating movement of 250 μ m in straight line and an output of 0.25mN are necessary. For this reason, it is necessary to drive the legs of the MEMS microrobot by the electrostatic inchworm motor, to obtain the necessary reciprocating motion of the legs with the electrostatic actuator, We also studied an electrostatic inch worm motor that can produce large output.

1. まえがき

マイクロロボットは小型な体を活かし、瓦礫などで侵入困難な災害現場の調査、体内を探索し異常などを発見することなどが期待されている。またマイクロロボットは MEMS 技術によって従来の機械加工技術では困難であったマイクロメートルサイズの加工が実現した。しかしマイクロロボットには課題がある、それはミリスケールであり自律動作を行うマイクロロボットにアクチュエータ、電源、センサ、コントローラの搭載が困難であることだ。

これまでに我々は5mm角程の4足歩行型マイクロロボットの制作を行った、しかしこのマイクロロボットには問題がある、それは既存のアクチュエータでは消費電力が大きいため、マイクロロボットに搭載可能な電源で供給する電力では、動作しないことだ。なので低電力のアクチュエータが必要であり、静電アクチュエータを用いた静電インチワームモータの開発を行った。

我々が開発した静電インチワームモータは^[1]、静電アクチュエータに電圧を加えることによって、マイクロロボットの脚部の踏み込み動作を行うことが出来る。またこの静電インチワームモータはマイクロロボットの脚部を元の位置に戻す動作をばねの力によって行う。しかしばねの力では不十分だったため脚部が元の位置に戻すことが出来ない。

本論文では、戻りの力を静電アクチュエータによって行う静電インチワームモータの検討を行ったので報告する。

2. マイクロロボット脚部の動作.

Figure1 にマイクロロボットの脚部の動作を示す。

Figure1 の 1, 2, 3 のとき. P 点を下向きに 250 μ m 変位

させると、リンク機構によって脚先を前に押し出すことが出来る。次に Figure1 の 4 のとき. P 点を上向きに 250 μ m 変位させること、踏み込み動作を行うことが出来る。

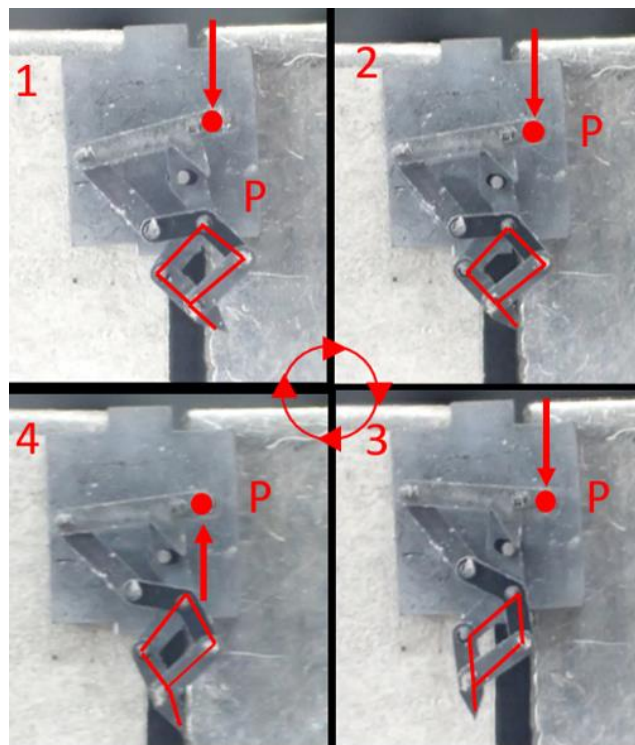


Figure1. Leg of Microrobot

Figure2 に微小力測定装置で測定を行った、P 点の変位に対して脚部を動作させるのに必要な力を示す。P 点を下向きに変位させる力を押し出し力とし、P 点を上向きに変位させる力を戻し力とする。Figure2 より、最大押し出し力が約 0.25mN、戻し力が約 0.2mN である。

1 : 日本大学・精密 2 : 日本大学・院 (前) 3 : 日本大学・教員・精密

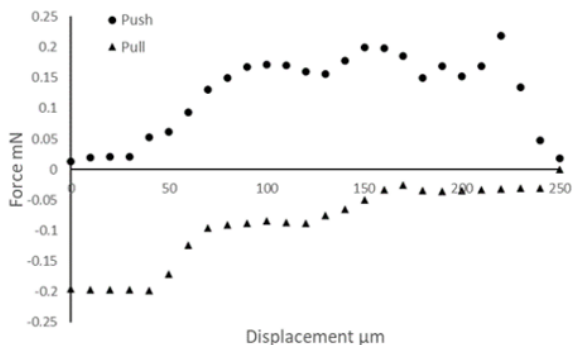


Figure2. The force required to move the Leg of Microrobot

以上のことからマイクロロボットの脚部を動作させる静電インチワームモータは、P 点を 250 μm 以上の変位と、動作させる力 0. 25mN 以上の出力が必要である。

3. 双方に駆動可能な静電インチワームモータの構造

静電インチワームモータは、シリコンオンインシュレータ(SOI)プロセスで製造し、稼働部を浮かせる。

Figure3 に双方に駆動可能な静電インチワームモータを示す、静電インチワームモータはシャトル、シャトル中央部に接合部、シャトルを双方向に駆動させる 2 対に配置した静電アクチュエータ 8 つ、シャトルを補助するためのメインスプリング、電極 V_{D1} , V_{D2} , V_{D3} , V_{D4} , GND で構成されている。

電極に電圧を加えると静電アクチュエータに電位差が生じる。櫛歯間に起こる静電気力によって、静電アクチュエータがシャトル方向に移動する。静電アクチュエータの先端の脚により、シャトルが 1 回の動作で約 1 μm 押し出すことが出来る。静電インチワームモータの中心から左右どちらか、4 つの静電アクチュエータを駆動させる。4 つの静電アクチュエータで 1 μm 押し出す動作を繰り返すことによって、125 μm シャトルを押し出すことが出来る。次に、押し出しを行ったアクチュエータとは反対に位置する、押し出しには使用していないアクチュエータ 4 つを駆動させる。この静電アクチュエータで同様の動作を繰り返し行うことで、押し出したシャトルを元の位置に戻すことが出来る。このシャトルを押し出す動作と、元の位置に戻す動作を繰り返し行うことによってシャトルを左右に、計 250 μm 駆動させることが出来る。

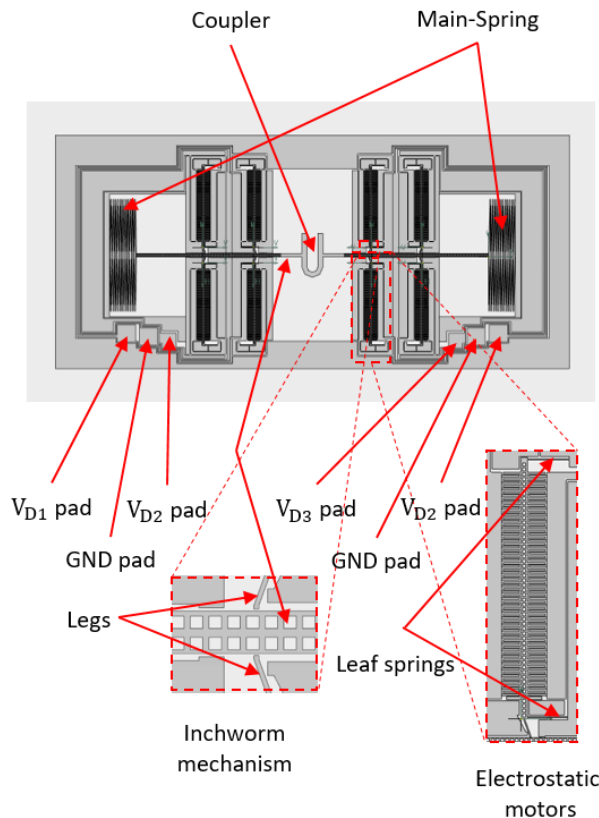


Figure3. Electrostatic Inchworm Motor

静電アクチュエータの厚さ、櫛歯間の距離、櫛歯の長さ、静電アクチュエータに掛かる電位差、静電アクチュエータの先端の脚の角度からシャトルを押し出す力と、戻す力が求まり、稼働時 1. 5mN の力が得られる。

4. まとめ

MEMS マイクロロボット用の双方に稼働が可能な静電インチワームモータの検討を行った。この静電インチワームモータは MEMS マイクロロボットの脚部を稼働させるのに必要な変位と出力がえられる。

今後、本論文で検討した静電インチワームモータを作成し、MEMS マイクロロボットの脚部を動かすことが予定である。

5. 参考文献

[1] K. Saito, D. S. Contreras, Y. Takeshiro, Y. Okamoto, Y. Nakata, T. Tanaka, S. Kawamura, M. Kaneko, F. Uchikoba, Y. Mita, and K. S. J. Pister : “Syudy on Silicon Device of Microrobot System for Heterogeneous Integration”, ICEP , 2018.