

K6-66

電池搭載により独立駆動する昆虫型 MEMS マイクロロボットの検討

Investigation of Insect Type MEMS Microrobot Driven Independently by Battery Mounting

○榎澤瑠奈¹, 竹内大貴¹, 高柳拓生¹, 戸松麗実¹, 西田海都¹, 宮下湧介¹, 安田和樹¹,
山下湧¹, 吉田一也¹, 柴田さゆり¹, 金子美泉², 内木場文男²

*Runa Enosawa¹, Daiki takeuchi¹, Hiroki Takayanagi¹, Remi Tomatsu¹, Kaito Nishida¹, Yusuke Miyashita¹, Kazuki Yasuda¹,
Yu Yamashita¹, Kazuya Yoshida¹, Sayuri Shibata¹, Minami Kaneko², Fumio Uchikoba²

Abstract: Insects have an excellent walking mechanism such as stable walking in uneven terrain. The technology that imitates the features of this walking mechanism has been drawing attention. We developed an insect type microrobot as a previous research. The robot was fabricated by using small and high precision MEMS process, and artificial muscle wire based on shape memory alloy was used for actuator. However, a limit was in the drive range because I used an outside power supply with the conventional insect type microrobot, Therefore, in this report, we considered a robot that does not require external wiring by installing batteries in the MEMS microrobot.

1. はじめに

昆虫は小型かつ優れた歩行機構を有している。例えば、蟻は常に三脚を接地し、不整地などでも安定した歩行ができる。このような昆虫の優れた特徴を模倣し、応用するバイオメテックスは注目を集めており、マイクロロボットにも応用されている^[1]。将来的には、細管内の検査や医療分野での活躍を期待されている。そのためにはロボットの小型化、高性能化が求められる。我々は先行研究として、アクチュエータに形状記憶合金を用いた歩行型マイクロロボットの歩行動作を実現した^[2]。昆虫のように小型で複雑な運動機構を実現するための加工技術として Micro Electro Mechanical Systems(MEMS)工程を用いた。MEMS 工程を用いることで、従来の機械加工技術では困難であった微小かつ高精度な加工を行うことができる。しかし、歩行型マイクロロボットの電源は配線を介して外部から供給している。そのため想定している狭小部での作業に対し、患者の負担となることや長距離の移動が行えなくなるなどの課題が存在する。本研究では、電池を内部に搭載することで独立駆動可能なマイクロロボットを検討したので、報告する。

2. MEMS マイクロロボット

Figure 1 に作製するマイクロロボットの図を示す。マイクロロボットは本体フレーム、脚部、ロータパーツで構成されている。各パーツは MEMS 工程を用いて、シリコンウェハにフォトリソグラフィによりパターンニングを行い、ICP ドライエッチングにより作製した。

Figure 2 に作製したマイクロロボットパーツを示す。

アクチュエータには形状記憶合金を基にした人工筋肉ワイヤ(Artificial Muscle Wire:AMW)を用いる。AMW は熱により収縮し、放熱により弛緩する性質を持っている。本研究では制御回路からの出力電流によってジュール熱を発生させる。AMW と導線をスポット溶接を用いて接合し、ロータパーツとは導電性ペーストを介して接続する。AMW はロータから 4 方向へ接続し、順番に電流を流すことで回転運動を生成する。ロータは軸を通してリンク機構で構築した脚部に繋がり、回転運動を歩行運動に変換する。また、昆虫の歩行動作を模倣するため、左右のアクチュエータの動作を半位相ずらして 3 点接地歩行を実現する。

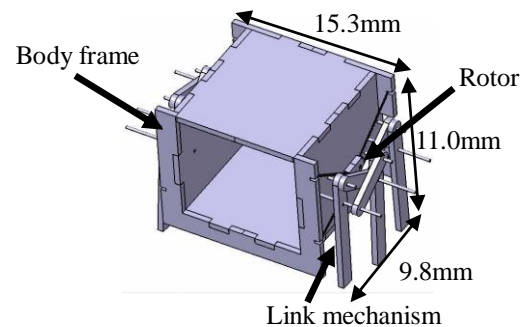


Figure 1. Construction of MEMS microrobot.

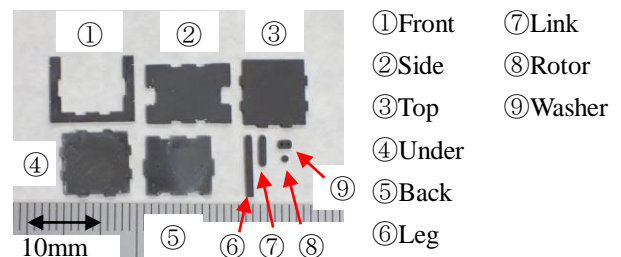


Figure 2. Fabricated mechanical parts.

1 : 日大理工・学部・精機 2 : 日大理工・教員・精機

3. 制御回路

アクチュエータの回転動作を生成するためには 4 相の出力波形が必要である。そこで PIC を用いて波形パターン生成を行う制御回路を作製した。Figure 3 に作製した回路の設計図を示す。回路には強度、耐熱性に優れ、信頼性の高いガラスエポキシ基板を用いた。また、電流増幅のため各出力につき 1 つのバイポーラトランジスタを搭載した。

本研究では電源に酸化銀電池の SR41W を用いた。SR41W は直径 7.9mm, 幅 3.6mm, 公称電圧 1.55V, 容量 39mAh である。今回は PIC の駆動電圧範囲を満たすために SR41W を 2 つ直列に接続し筐体内に収納した。これより筐体の寸法は縦 9.0mm, 横 8.7mm, 高さ 7.6mm とした。

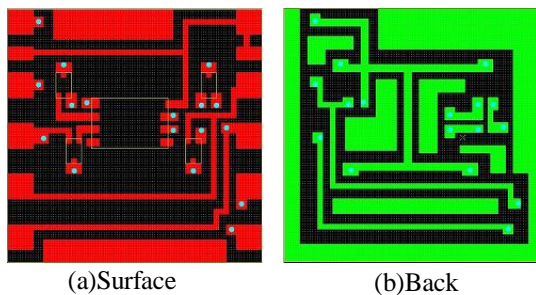


Figure 3. Diagram of mounted circuit.

4. 結果

Figure 4 に作製したアクチュエータと作製した回路を示す。各 AMW および配線の抵抗値は図中の 1 で 6.0Ω, 2 で 6.2Ω, 3 で 5.9Ω, 4 で 6.2Ω であった。Figure 5 にアクチュエータの駆動結果を示す。電源を用いてアクチュエータを駆動した結果、ロータパーツの回転運動を確認した。

Figure 6 に出力波形を示す。測定条件として電源には SR41W を用い, AMW の仮想抵抗として 各出力に 10Ω を接続して測定を行った。その結果, アクチュエータを駆動するのに必要な波形パターンを確認した。

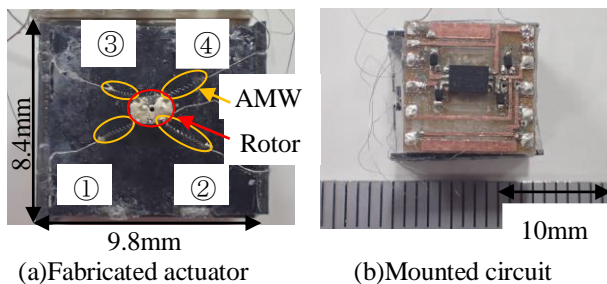


Figure 4. Fabricated actuator and mounted circuit.

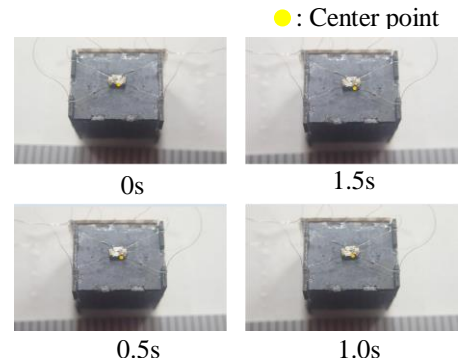


Figure 5. Actuator drive result.

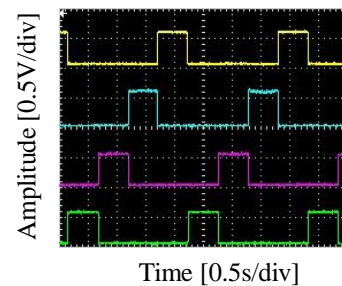


Figure 6. Output waveform.

5. まとめ

本研究では、電池搭載によって独立駆動する昆虫型 MEMS マイクロロボットの検討を行った。その結果、電源を用いてアクチュエータを駆動し、ロータの回転運動を確認した。また、PIC を用いた制御回路を作製し、SR41W を用いて出力波形の生成を確認した。今後は、脚部を取り付け、電池を搭載して 3 点接地歩行動作の検討を行う予定である。

6. 参考文献

- [1]D. Vogtmann, R. S. Pierre, and S. Bergbreiter, I. Paprotny : “A 25 mg magnetically actuated microrobot walking at 5 body length /sec”, IEEE Conference Proceedings, Vol.2017, pp179-182, 2017.
- [2]K. Sugita, T. Tanaka, Y. Nakata, M. Takato, K. Saito, and F. Uchikoba : “Hexapod type MEMS microrobot equipped with an artificial neural networks IC”, International conference on artificial life and robotics, pp225-228, 2017.