

# 四節リンク機構を用いて駆動力を低減した MEMS マイクロロボット用の脚部設計

Leg Design for MEMS Microrobot with Reduced Driving Force Using Four-node Link Mechanism

富永 雄大<sup>†</sup> 高橋 知宏<sup>††</sup> 熊倉 佑樹<sup>††</sup> LYU SHUXIN<sup>††</sup> 森下 克之<sup>††</sup> 齊藤 健<sup>†</sup>

Yudai TOMINAGA<sup>†</sup> Tomohiro TAKAHASHI<sup>††</sup> Yuki KUMAKURA<sup>††</sup> Shuxin LYU<sup>††</sup> Katsuyuki MORISITA<sup>††</sup> Ken SAITO<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 日本大学理工学部

<sup>††</sup> 日本大学大学院理工学研究科

<sup>†</sup> College of Science and Technology, Nihon University

<sup>††</sup> Graduate School of Science and Technology, Nihon University

## 1. はじめに

近年、工場などの管内の検査や災害現場の調査など、人が直接関与できない狭い空間で活動するマイクロロボットの研究開発が進んでいる[1].

我々は微細加工技術である Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) プロセスを用いて、自律駆動が可能な MEMS マイクロロボットの開発をおこなっている. 先に我々は、コントローラと Shape Memory Alloy (SMA) アクチュエータを搭載した 6 足歩行型 MEMS マイクロロボットを開発し、歩行に成功した. また、マイクロロボットに搭載可能な小型の電源を用いて脚部を駆動するために、低消費電力の静電モータを開発した[2].

しかし、従来の脚部の部品数は 6 個、接続点は 7 つであり、摩擦力の影響が大きくなり、静電モータの発生力では脚部の引き戻しが十分におこなえなかった.

本論文では、従来の脚部よりも駆動に必要な引き戻し力を低減し、さらに高さ方向の変位が大きな新規脚部機構を設計し、脚先の変位量の計算および比較をおこなったので報告する

## 2. 四節リンク脚部の構造

図 1 に新たに開発した四節リンク脚部機構の構造を示す. 点 P' は力点、点 F<sub>1</sub>'、F<sub>2</sub>' は固定点である. 四節リンク脚部は 4 個の部品と 5 個の接続点から構成されており、Bar1~Bar4 の部品に設けられた穴に対して Shaft を通し、両側から Washer を用いて留めることで歩行機構を実現している.

図 2 に四節リンク脚部機構の脚先の軌跡を示す.

①~④の動作を繰り返すことで歩行が実現する.

②にて Bar2 と Bar3 が接続され四節リンク機構として駆動し、③にて最大まで駆動する、④にて Bar2 と Bar3 の接続が解除されるため接点が減り駆動に必要な引き戻し力を低減することが可能である.

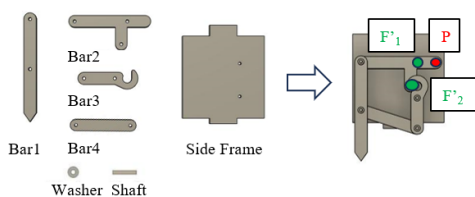


図 1 四節リンク脚部の脚部機構

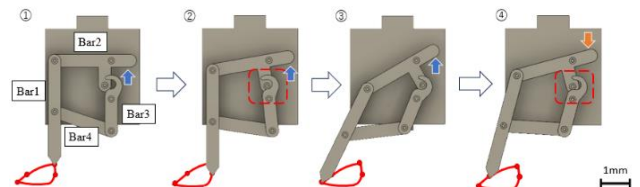


図 2 四節リンク脚部機構の脚先の軌跡

## 3. 四節リンク脚部の脚先変位量

従来の脚部機構との変位量の比較をおこなった. 従来の脚部機構は横方向に 1475  $\mu\text{m}$ 、高さ方向に 365  $\mu\text{m}$  の変位量であった. 一方、今回設計した四節リンク脚部機構は、横方向に 1140  $\mu\text{m}$ 、高さ方向に 598  $\mu\text{m}$  の変位量が得られることが分かった.

従来の脚部機構では、静電モータの引き戻し力が足りなかったため、十分に駆動しなかったが、今回設計した四節リンク脚部機構であれば、部品数および接続点が高減され摩擦力の影響が少なくなっているため脚部駆動が実現可能だと考えられる

## 4. まとめ

本論文では、引き戻し力を低減した四節リンクの新脚部機構を開発した. また CAD を用いて接地時の変位を比較したところ、横方向には従来の脚部の 0.77 倍、高さ方向には従来の脚部の 1.64 倍と十分な変位を得ることができた.

今後はフォトマスクの設計をおこない、MEMS 加工技術を用いてシリコンウエーハを加工することで等倍サイズの脚部を作製する予定である.

## 5. 謝辞

本研究は、令和 4 年度日本大学特別研究の助成を受けたものである. また、本研究の一部は令和 2 年度日本大学学術研究助成金 総合研究の助成を受けたものである.

## 参考文献

[1] 中里裕一, 伊藤高廣, 寺田英嗣, 鈴木健司, 新井時弘:「実用領域におけるマイクロ/ナノシステム—医療分野およびインセクトスケールメカニズム—」, 精密工学会誌, 86 巻, 10 号, pp. 746-750, 2020.

[2] Ken saito, *et al*, ICEP, pp33-37, 2018,