

昆虫型マイクロロボット用の静電センサの基礎的検討

C-11

Basic Study on Electrostatic Sensor for Insect-Type Microrobot

石川 真聡[†] 伊藤 穂高[†] 山田 哲之[†] 長田 元気^{††} 水本 明日也^{††}平尾 聡志^{††} 武井 裕樹^{††} 齊藤 健[†]Masato ISHIKAWA[†] Hotaka ITO[†] Noriyuki YAMADA[†] Genki OSADA^{††} Asuya MIZUMOTO^{††}Satoshi HIRAO^{††} Yuki TAKEI^{††} Ken SAITO[†][†] 日本大学理工学部 ^{††} 日本大学大学院理工学研究科[†] College of Science and Technology, Nihon University ^{††} Graduate school of Science and Technology, Nihon University

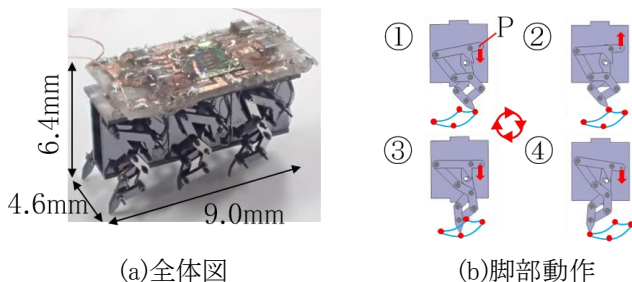
1. はじめに

昆虫は脳や触覚, 筋肉, エネルギー源などを小さい体に有しており, 自律活動が可能である. 我々は Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)技術を用いて自律活動が可能なマイクロロボットの開発を行い, 歩行を実現した[1]. しかし, マイクロロボットにセンサを搭載していないため, 外部環境や自身の状態に対応した歩行は困難である.

本論文は昆虫のように自律活動が可能なマイクロロボットの実現に向けて, マイクロロボットの脚先にかかる力を測る静電容量式センサの検討を行ったので報告する.

2. 昆虫型マイクロロボット

先に我々は, 図 1(a)に示すマイクロロボットを開発した[1]. マイクロロボットの脚部は P 点を上下に動かすことで, ①から④のような踏み込み動作を行う. 静電センサをマイクロロボットの脚先に取り付けるため, マイクロロボット静止時と歩行時に脚先にかかる力を求める. 脚先にかかる力はマイクロロボットの質量や歩行パターン, 脚が床を蹴り出すときの力を考慮し 0 mN から 1.5 mN と求める. 本論文では測定範囲を大きく取るために, 静電センサに入力される力の範囲を 0 mN から 12.5 mN と仮定し静電センサの検討を行った.



(a)全体図

(b)脚部動作

図 1 昆虫型マイクロロボット

3. 昆虫型マイクロロボット用の静電センサ

検討した静電センサを図 2 に示す. 静電センサは MEMS 加工技術である Silicon on Insulator (SOI)プロセスで作製する. 静電センサはシャトル, 70 本の櫛歯, ばね, ストッパー, 電極 V_D , GND, 可動電極, 固定電極で構成した.

静電センサには脚先にかかる力を検出するため, 常に一定の電圧を印加する. 本論文では静電センサの印加電圧が 10V から 110V の範囲内であれば, 静電センサに入力される力の範囲 0mN から 12.5mN が測定可能となるように検

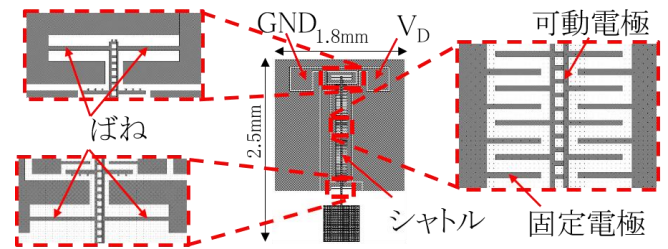


図 2 静電センサ

討を行った.

電圧印加後の静電センサに, 力を入力していない状態では, 櫛歯間に働く静電気力とばねの復元力が釣り合う位置まで可動電極が移動し静止する. 電圧印加後の静電センサに脚先からの力を入力した状態では, 静電気力とばねの復元力と脚先からの力が釣り合う位置まで可動電極が移動し静止する. 可動電極の移動により櫛歯間の距離が変化するため, 静電センサの静電容量が変化する. 静電センサに脚先からの力を入力している状態での静電容量の変化は 192 fF から 671 fF である. 静電容量の変化を検出回路に入力することで脚先からの力を読み取る.

静電センサ動作中のばねの復元力の最大値は 15.4 mN, 静電気力の最大値は 110 V を印加した時の 1.86 mN である. 可動電極の最大変位時のばねの復元力と静電気力の差は 13.5 mN となる. 従って, 静電センサに入力される力の範囲 0 mN から 12.5 mN が測定可能であることを明らかにした.

4. まとめ

マイクロロボットの脚先にかかる力を計測するための静電センサの検討を行った. 今後は検討した静電センサの実機を作製し, 測定を行う.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP18K04060 の助成を受けたものです. また, 日本大学理工学研究科先導研究推進助成金の補助を受けました. マイクロロボットの作製は, 日本大学マイクロ機能デバイス研究センターの支援を受けておこなわれました.

参考文献

[1] K. Saito, *et al*, Transactions of The Japan Institute of Electronics Packaging, Vol.12, pp.E18-009-1-7, 2019.