

磁界で駆動する小型羽ばたき機構の小型化に伴う推力への影響

東優樹、花澤雄太、本田崇
(九工大)

Effect of miniaturization on thrust force in small flapping mechanism driven by external magnetic field

Y. Higashi, Y. Hanazawa, T. Honda
(Kyushu Inst. of Tech.)

はじめに

マイクロロボットの飛翔による移動を実現するために、著者らは永久磁石を内蔵し外部磁界で駆動する羽ばたき機構について検討してきた。現在、羽ばたき飛行において、翼長が短くなるほど有利となる点に着目し更なる小型化を進めることで性能の向上に努めている。本報告では、小型化に伴う特性の変化、特性改善策を調べたので報告する。

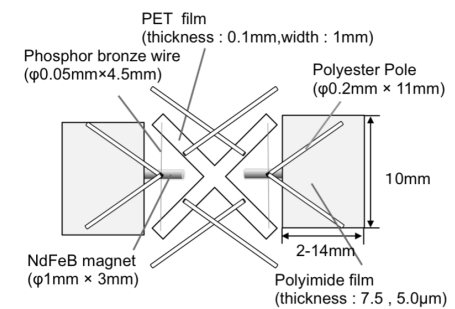
素子構成と動作原理

Fig.1 に羽ばたき機構を組み込んだマイクロロボットの構成を示す。このロボットは4本の脚を有する胴体部と2枚の翅から構成される。胴体部は0.1mm厚のPETフィルムで、幅1mmのX字形に切り出している。その胴体部にねじりバネとなる $\phi 0.05\text{mm}$ のリン青銅線を介してNdFeB磁石($\phi 1\text{mm} \times 3\text{mm}$)を水平に取り付けている。2つの磁石は互いに逆極性になるよう配置する。その2つの磁石の上部にそれぞれ翅を取り付けている。翅はV字形のポリエステル棒($\phi 0.2\text{mm}$)の裏側に、長方形のポリイミドフィルム($7.5\mu\text{m}$ または $5\mu\text{m}$ 厚)を根本部分のみ接着したものである。なお、胴体上部には磁界中における姿勢を安定させるため、2本を重ねた純鉄線($\phi 0.10\text{mm} \times 15\text{mm}$)を2箇所を設置した。

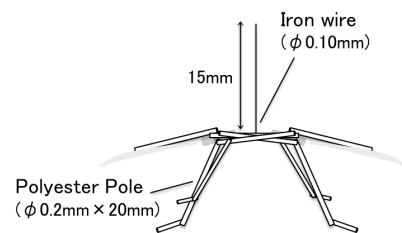
動作原理に関して、外部から鉛直方向に交流磁界を与えると、磁石は磁気トルクを受けリン青銅線を中心に回転振動し羽ばたき運動が起こる。このとき翅の構造上、打ち上げ時にはポリイミドフィルムが下方にたわんで抗力を低減し、打ち下し時にはポリエステル棒により押さえつけられ広がり大きな抗力を得るため、その打ち上げ時と打ち下し時の抗力差が上向きの推力となる。

実験結果及び考察

Fig.2 に、ポリイミドフィルム厚が $7.5\mu\text{m}$ と $5\mu\text{m}$ において、翼幅10mmで駆動磁界60Oeのときの最大推力と翼長の関係を示す。なお、最大推力は、それぞれの共振周波数で得られた。翼長14mmから短くするといずれも8mmまでは推力は増加していくが、6mmで頭打ちとなり、4mm以下では大幅に減少した。羽ばたきの様子を高速ビデオカメラで観察した結果、翼長が4mm以下では打ち上げ時に十分なたわみが生じていないことがわかった。そこで、打ち上げ時の翅のたわみを大きくするために $5\mu\text{m}$ 厚の翼長4mmにおいて、翅の付け根を細く加工し三角形にした結果、 0.29mN から 0.48mN まで推力は向上した。



(a) Top view



(b) Side view

Fig.1. Structure of flapping microrobot.

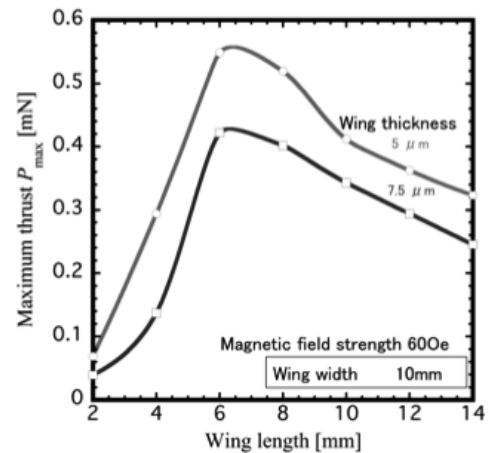


Fig.2. Relation between the maximum thrust and wing length