

# 1mmの変位量を有する静電アクチュエータの試作

○長谷川 孝<sup>\*1)</sup>、殿谷 保雄<sup>\*1)</sup>

■キーワード アクチュエータ、高電圧、気中放電、絶縁体、研磨紙

1. 1mmの変位量で駆動する静電アクチュエータを実現するための手法として、印加電圧の向上を検討
2. 電極間での放電と帯電による密着を避けるために、研磨紙を貼付した絶縁体を電極間に介在
3. 卓上型 3D プリンタを用いてアクチュエータを試作

■研究の目的

静電アクチュエータは構造が単純であるため、小型・軽量化でき、制御性にも優れている。そのため、MEMSの駆動機構として活用されている。しかしながら、出力が小さいことが弱点である。本研究では、静電アクチュエータのさらなる用途拡大を目指して、3Dプリンタを用いて1mmの変位量を有する静電アクチュエータの試作に取り組み、前記弱点の改善手法を検討した。

■研究内容

(1) 電極間における気中放電の回避

静電アクチュエータの出力は、印加電圧の二乗に比例する<sup>[1]</sup>。したがって出力(変位量)を向上させるには、印加電圧を大きくすればよい。ところが、空気の絶縁破壊電圧は、1mmの離隔において3kV以下である。そのため、電極間距離を1mmにして3kVを超える電圧を印加すると、電極間で放電が発生し、所望の静電気力が得られない<sup>[1]</sup>。そこで絶縁体である高誘電率ガラス布基材(比誘電率:約10、板厚:約0.6mm)をアクチュエータ固定部電極上に接着し(図1(a)参照)、駆動部と固定部の電極間に介在させることで、電極間で発生する放電を回避した。

(2) 帯電による駆動部電極と絶縁体との密着の抑制

絶縁体を電極間に介在すると、絶縁体が帯電して駆動部電極が絶縁体に密着し、アクチュエータの往復運動を妨げる。そこで、絶縁体表面に研磨紙を貼付することで、絶縁体表面に凹凸を設けて、帯電下での駆動部電極と絶縁体との密着を抑制した(図1(b)参照)。

(3) 駆動回路の作成

ファンクションジェネレータでパルス信号を入力し、NチャンネルMOSFETとリレーを用いて、コンバータ出力電圧のON/OFFが入力パルス(0~約5Vpp)の周期とシンクロする設計とした(図2参照)。主な仕様としては、出力電圧:0~±15kV、波形:パルス波、周波数:DC~10Hz程度(リレーに依存)、である。

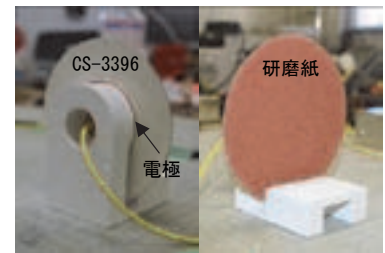
(4) アクチュエータの試作と評価

卓上型3Dプリンタを用いて試作した試作機の写真を図3に示す。試作機の電極は、φ50mm平行平板電極である。評価結果を表1に示す。

(5) まとめ

アクチュエータ駆動部と固定部の電極間に絶縁体を介在させ、駆動部電極の絶縁体への密着を抑制することで、往復回数5Hz以下で1mm以上の変位量を有する静電アクチュエータが実現できた。

今後はさらなる高出力化に向けて、最適な絶縁体と密着抑制手法を検討していく。また、高電圧を取り扱うので、感電に十分配慮した安全設計が課題である。



(a) 電極接続側 (b) 駆動部接触側

図1. アクチュエータ固定部

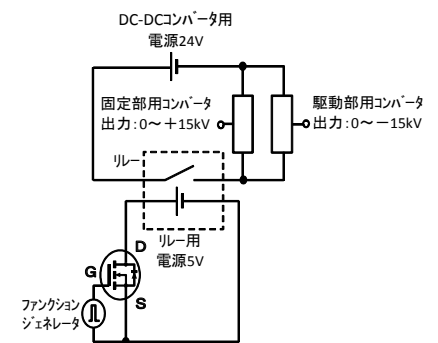


図2. 駆動回路図

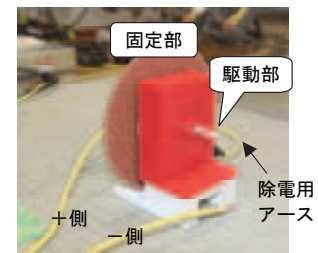


図3. 卓上型3Dプリンタ製の試作機

表1. 試作機による評価結果

入力パルス 周波数 [Hz]	最小駆動電圧 (設定値) [kV]	変位量 [mm]
2	10.5	1以上
3	12.0	
4	13.5	
5	15.0	

■研究の新規性・優位性

静電アクチュエータは、制御性に優れている。現在はMEMSでの活用が中心となっているが、本研究の課題を克服することでMEMS以外の用途での活用が期待できる。

■産業への展開・提案

- ① mm オーダ可動域の高精度小型マニピュレータ
- ② 小型・軽量化したロボットアクチュエータでの製品応用が考えられる

参考文献

[1] Kothari Dp and Nagrath Ij, Electric Machines (Sigma Series) (2006)

\*1) 城東支所