

高機能化システム部門 制御システム研究分野 (吉田和弘研究室)

E-mail: yoshida@pi.titech.ac.jp

http://yokota-www.pi.titech.ac.jp

(研究分野)

微小領域で作業可能な液圧駆動マイクロマシンなどの高機能化制御システムを実現するため、機能性流体を応用したマイクロアクチュエータなどの高機能要素の開発および統合、集積化を進めている。

(研究テーマ)

1) 機能性流体を応用したニューアクチュエータ

(吉田和弘, 巖祥仁, 横田眞一, 金俊完)

高機能な液圧駆動システムを実現するため、ERF (電気粘性流体) などの機能性流体を応用したニューアクチュエータの開発を進めている。

印加電界で粘度を制御でき、分散粒子を含まずマイクロ化に適する均一系ERFを作動流体とした摺動部のない単純構造のERマイクロバルブおよびこれを集積したERマイクロアクチュエータの提案、MEMS技術による試作、フレキシブルERマイクロアクチュエータ、交流圧力源を用いた多自由度ERマイクロアクチュエータなどの提案、試作を行っている。また、交流電圧印加により誘電性液体の対流を生じる交流電気浸透を応用した、可動部がない単純構造で安定に動作するマイクロポンプの提案、試作を行っている。(図1~図4)

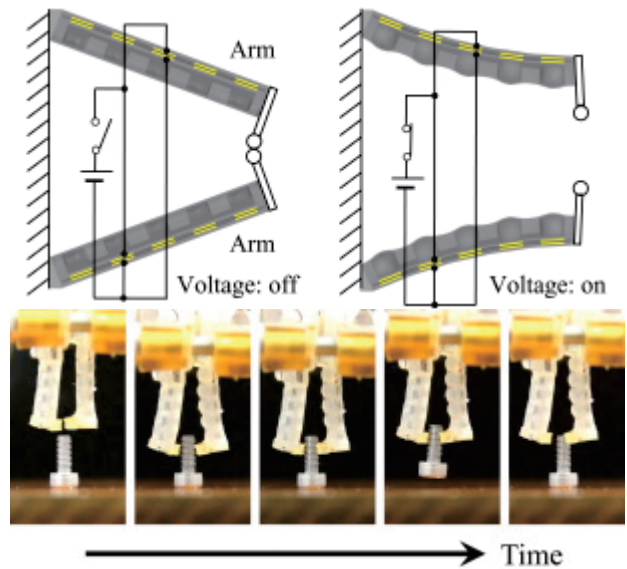


図1 フレキシブルERバルブを用いたマイクログリッパ
Fig. 1 Microgripper using flexible ER valves

2) 高出力マイクロ液圧源 (吉田和弘, 巖祥仁, 横田眞一)

高機能な液圧駆動マイクロシステムのため、高出力マイクロ液圧源の開発を進めている。

吐出側チェックバルブの代わりに管路要素を設け、その流体慣性を応用し高出力化を図った圧電マイクロポンプを提案し、体積2.3cm³の試作ポンプで水が作動流体のとき出力パワー0.22Wを実現している。さらに、均一系ERFなどの高粘度流体をポンピングするため、吸入側チェックバルブとしてマルチリードバルブを提案し、高出力化を実現している。(図5)

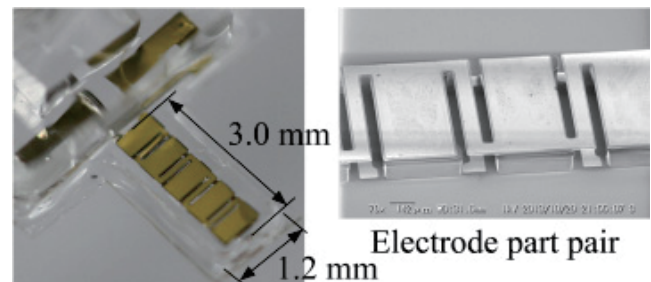


図2 MEMS技術を用いた電極分割形フレキシブルERバルブ
Fig. 2 Divided electrode type flexible ER valve using MEMS technologies

3) 流体パワーを用いた管内作業マイクロマシン

(吉田和弘, 巖祥仁, 横田眞一)

発電施設の細管内で検査、補修を行う出力密度が高い流体パワーを用いた管内作業マイクロマシンの機構と制御について検討している。

細管に適応するため、トグル式保持機構とコイルばね拘束形ゴムチューブアクチュエータを用い、外部からの液圧で駆動する管内走行マイクロマシンを提案、試作し、内径4~5mmの細管内で前進および後進走行を実現している。また、ERマイクロバルブおよび圧電マイクロポンプを搭載したマイクロマシンを試作している。(図6)

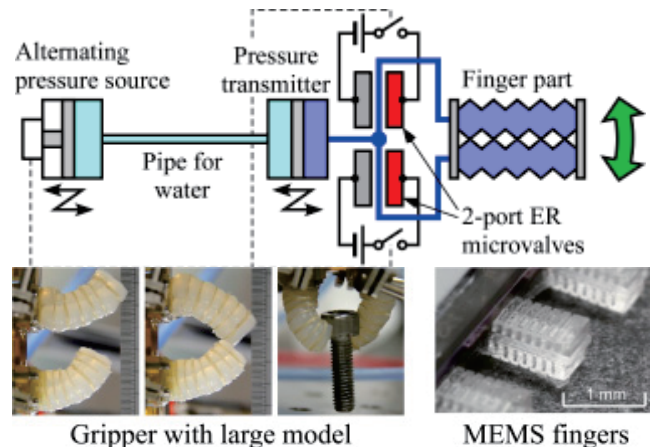


図3 交流圧力源を用いたERマイクロフィンガ
Fig. 3 ER microfinger using alternating pressure source

Advanced Mechanical Systems Division

System Control Section

(Kazuhiro Yoshida Group)

(Research Field)

For realizing advanced mechanical systems such as micromachines using fluid power, advanced functional elements such as microactuators using functional fluids are developed and integrated.

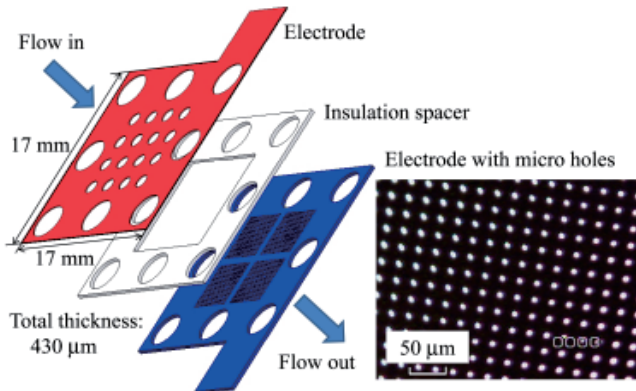


図4 交流電気浸透を用いたマイクロポンプ
Fig. 4 Micro-pump using ac electroosmosis

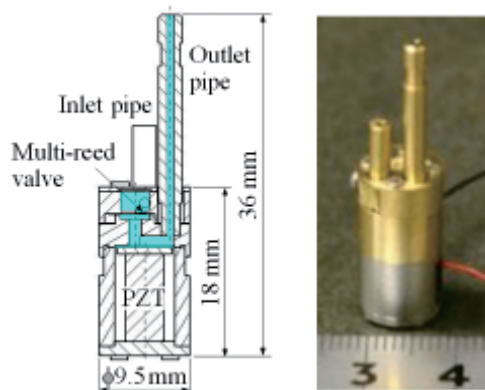


図5 高粘度流体をポンピングできる管路内の流体慣性を応用した圧電マイクロポンプ
Fig. 5 Piezoelectric micro-pump using fluid inertia effect in pipe for high viscosity fluids

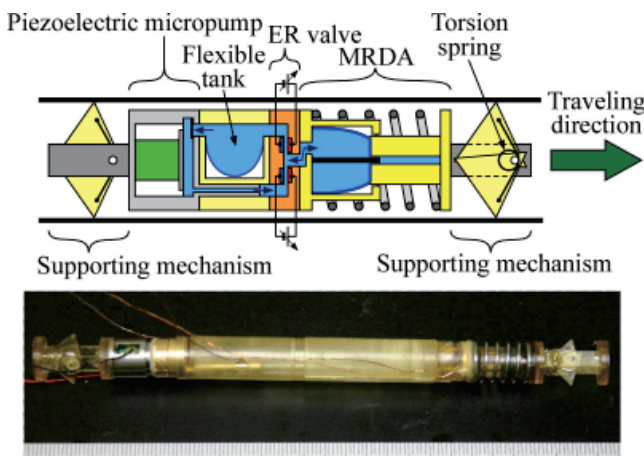


図6 ERマイクロバルブと圧電マイクロポンプを搭載した管内走行マイクロマシン
Fig. 6 In-pipe mobile micromachine equipped with ER microvalve and piezoelectric micropump

(Current Topics)

1) New actuators using functional fluids

(K. Yoshida, S. I. Eom, S. Yokota and J. W. Kim)

For advanced fluid power systems, new actuators using functional fluids such as an electro-rheological fluid (ERF) are developed.

An ER microvalve using a homogeneous ERF that can flow in narrow channels without dispersed particles was proposed and fabricated by MEMS technologies. The valve controls the homogeneous ERF flow without sliding parts due to the viscosity change in the applied electric field. Also, valve-integrated ER microactuators, flexible ER microactuators, multiple ER microactuator systems using alternating pressure sources and so on were proposed and developed. Furthermore, micropumps using ac electroosmosis that have simple structure without moving parts and stable motion without electrolysis were proposed and developed. (Figs. 1 - 4)

2) High output power micro fluid power sources

(K. Yoshida, S. I. Eom and S. Yokota)

High output power micro fluid power sources are developed for advanced fluid power microsystems. A piezoelectric micropump using fluid inertia effect in a pipe was proposed and developed, which has a pipe element instead of an outlet check valve and produces higher fluid power using the fluid inertia effect and liquid column separation. The fabricated pump with 2.3 cm³ in volume can produce fluid power up to 0.22 W when the working fluid is water. Furthermore, for pumping higher viscosity fluids such as a homogeneous ERF, a micropump using a multi-reed valve was proposed and developed. (Fig. 5)

3) In-pipe working micromachines using fluid power

(K. Yoshida, S. I. Eom and S. Yokota)

For practical micromachines such as maintenance microrobots for small diameter pipes in power plants, mechanisms and control of in-pipe working micromachines using high density fluid power are investigated.

An inchworm in-pipe mobile micromachine adaptable to pipe diameters of 4 - 5 mm was realized. The machine has compact supporting mechanisms using toggle mechanisms and a simple rubber-tube hydraulic actuator constrained with a coil-spring and is driven by the supplied pressure. Also, a micromachine equipped with an ER microvalve and a piezoelectric micropump was fabricated. (Fig. 6)