

セキュアデバイス研究センター (金俊完研究室)

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

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

(研究分野)

電界共役流体 (ECF) を応用した新原理マイクロメカトロニクス (アクチュエータ, センサ, 制御システム) の研究・開発を行なっている。

MEMS技術, 超精密機械加工技術, または, これらの融合技術など, 高度なものづくり技術を用いて多様なデバイスを実現している。

(研究テーマ)

1) ECFマイクロポンプ (金俊完, 横田眞一)

安価で大量生産が可能であると同時に, 世界一の高出力パワー密度を有するマイクロポンプを実現するために, 直流電圧の印加により電極間に活発な流れが発生する電界共役流体 (ECF) の駆動原理とマイクロマシン (MEMS) の加工技術を融合した新たなマイクロポンプ (図1) を開発している。この三角柱-スリット形電極対 (TPSE) を用いた ECF マイクロポンプは, 機械的な摺動部・可動部がないシンプルな構造であるため, マイクロ化に適している。また, ECF ジェットは電極対の寸法が小さくなるほど, パワー密度が大きくなる特長から, 高出力パワー密度が実現できる。吐出圧力は ECF 電極対の直列化により, 吐出流量は並列化により比例して増加することから, TPSE の直列・並列化による集積化で高出力パワーのマイクロ液圧源を実現する。この TPSE をマイクロ流路に集積化することにより, 電子チップなどの強制液冷をマイクロシステム (図2) で実現できる。

2) ECFマイクロソフトアクチュエータ (金俊完, 横田眞一)

ECF ジェットの発生圧力を用いて, 柔軟なシリコンゴムを変形させる多様なマイクロソフトアクチュエータが実現できる。図3のように, 透明なシリコンゴム (PDMS) 膜の形状を ECF ジェットで制御することで, コンパクトな可変焦点マイクロレンズが実現できる。また, 図4のように, 膜厚の異なる柔軟なシート2枚を貼り合わせた構造のバルーン内に ECF ジェットを印加することで1自由度の屈曲変位を得ることができる。高い発生力と大きな変位が両立できる偏心チューブソフトマイクロアクチュエータ (図5) の開発も進めている。

3) ECFマイクロセンサ (金俊完, 横田眞一, 今村恒彦)

ECF ジェットを応用して, 小形, 低コスト, 省電力, 耐衝撃性などの特長を有するレートジャイロを開発している (図6)。コリオリ力により偏流する ECF ジェットをホイートストンブリッジ回路のホットワイヤで検出することで, 回転角速度を高感度で測定できる。この ECF ジャイロは, ジェット発生部, センサ部, ノズル含むマイクロ流路などで構成され, すべての構成要素を MEMS 技術によりワンチップで実現している。このような ECF マイクロセンサは, マイクロ化と大量生産が可能であり, 実用化に適している。

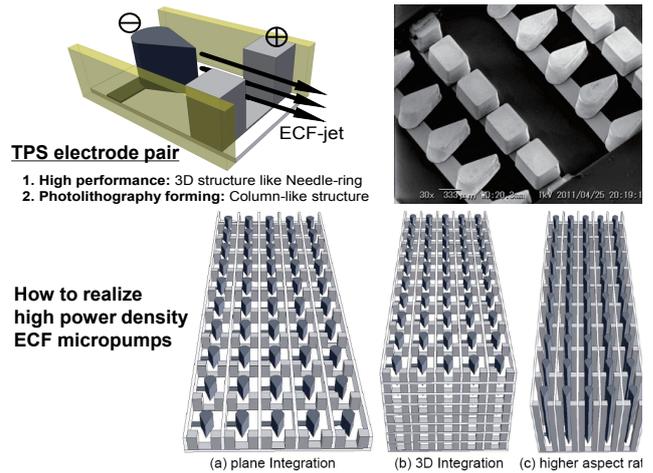


図1 三角柱-スリット (TPSE) 形 ECF マイクロポンプ

Fig.1 ECF Micropump by triangular prism and slit electrodes

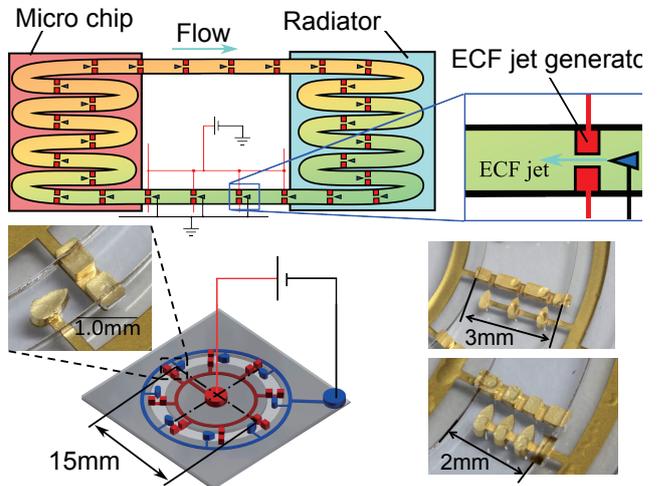


図2 ECF マイクロポンプを用いた強制液冷

Fig.2 Forced liquid cooling by ECF micropump

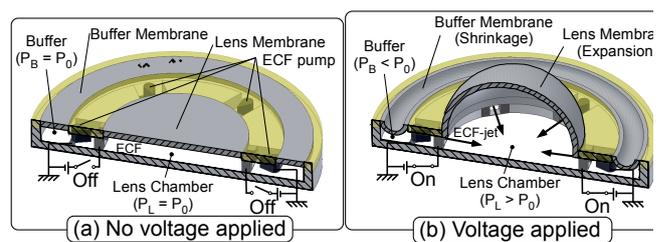


図3 ECF ジェット駆動可変焦点形マイクロレンズ

Fig.3 Focus-tunable microlens by ECF jet

Secure Device Research Center (Joon-Wan KIM Group)

(Research Field)

To develop and fabricate new types of micro actuators and sensors using electro-conjugated fluid (ECF) by utilizing MEMS technology and their practical applications.

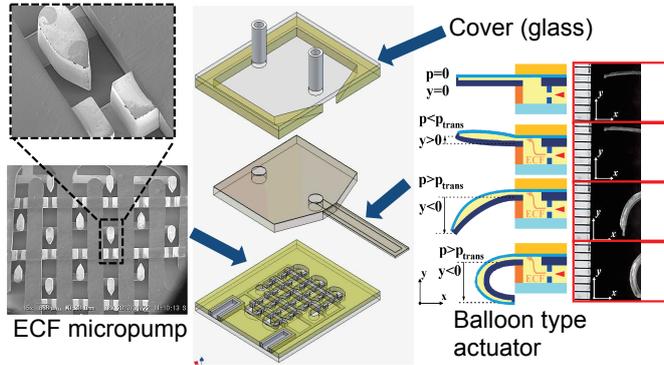


図4 ECFバルーン形マイクロアクチュエータ

Fig.4 ECF balloon-type microactuator

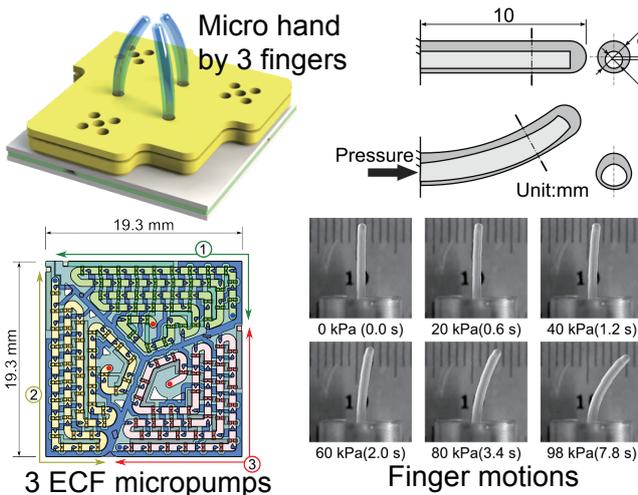


図5 ECF偏心チューブマイクロアクチュエータ

Fig.5 ECF eccentric tube-type microactuator

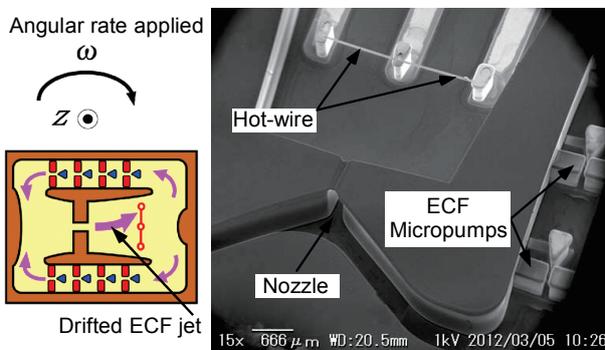


図6 MEMS技術を用いたECFマイクロレートジャイロ

Fig.6 ECF micro rate gyroscope by MEMS technology

(Current Topics)

1) ECF Micropump by MEMS (J.-W. Kim, S. Yokota)

In order to realize a novel micro hydraulic power source, we have studied a functional fluid called as electro-conjugated fluid (ECF). ECF is a kind of dielectric and functional fluid, which generates a strong jet flow (ECF jet), when high DC voltage is applied to electrodes that are surrounded by ECF. The advantages of ECF jet for the high power micropumps (Fig.1) are as follows: (a) simple structure (All needed for ECF jet are ECF itself and fixed electrodes.); (b) dynamic pumping mechanism (An ECF micropump converts electric energy directly into kinetic energy of the fluid by the ECF effect.); and (c) multiplication in output pressure and flow rate (Output pressure and flow rate can be easily increased by the serial and parallel integration of electrode pairs.). In addition, MEMS-fabricated ECF micropump is a good candidate for micro cooling system of electric chips (Fig.2).

2) ECF micro soft actuators (J.-W. Kim, S. Yokota)

The focus-tunable microlens consists of a buffer chamber, a lens chamber, a lens membrane and an ECF micropump in Fig.3. By increasing or decreasing the pressure of the fluidic chamber, the thin elastic membrane expands to form either a convex or concave shape, resulting in realization of tunable focus. Beside the ECF microlens, we are also interested in various soft microactuators that consist of an asymmetric flexible structure around an internal void. In Fig.4 and 5, the asymmetry easily generates a large bending deformation, when the void is pressurized by ECF jet.

3) ECF micro rate gyroscope (J.-W. Kim, S. Yokota)

The ECF jet stream ejected from a nozzle moves to sensing hotwires and cools them. When a rotation is applied, the ECF stream drifts due to Coriolis force and results in the unbalanced cooling of the hotwires. We can calculate the applied angular rate from the output change of the bridge circuit (Fig.6). In order to enhance the stability and mass productivity, we develop a novel micro ECF-rate gyroscope, all components of which are fabricated in one chip by MEMS technology.