

# 異径管接合 ECF ポンプの開発

桜井康雄\*, 岡本拓也\*\*, 中田 毅\*\*\*, 枝村一弥\*\*\*\*

## Development of ECF-pump with Different Diameter Tube

Yasuo SAKURAI\*, Takuya OKAMOTO\*\*, Takeshi NAKADA\*\*\*, Kazuya EDAMURA\*\*\*\*

This paper describes a new pump for electro-conjugate fluid (ECF). An Electro-conjugate Fluid (ECF) is one of functional fluids, which has the characteristic that a strong jet flow is generated between electrodes when a high voltage is applied to ECF through electrodes. By utilizing this strong jet flow, an ECF-pump can be developed without a motor and an impeller. Therefore, in such the pump, neither vibration nor noise is generated. By using the ECF-pump, it seems to be possible to realize a new liquid cooling system for CPU of personal computer by ECF to cope with an increase of its thermal design power. Some of authors had proposed some ECF-pumps and fabricated new liquid cooling systems by ECF with the pumps. It had been shown that the system had sufficient performance. However, to actualize a personal computer with a liquid cooling system by ECF, it is necessary to develop a new ECF-pump which should be small and has simple structure. In this study, a new ECF-pump is proposed to realize these requirements. The body of the ECF-pump is an acrylic tube with different diameter and its electrodes are metallic meshes. The diameter of the pump body is 20mm and its length is 10mm. The gap between two metric meshes as electrode is set at 0.1mm. The proposed pump was fabricated and some experiments were carried out to investigate its basic characteristics. Based on the experimental results, it becomes clear that the maximum pump discharge is about  $1.5\text{cm}^3/\text{s}$  (90cc/min) when input voltage to the pump is 0.9kV and then the pump pressure is about 0.23kPa.

**Key Words** : Functional fluid, ECF, Pump, Mesh electrode, Tube with different diameter

### 1. 緒言

電界共役流体(Electro Conjugate Fluid : ECF)<sup>1)</sup>とは、機能性流体の一種である。この液体に一对の電極により直流高電圧を印加すると電極間で他の液体に比べ非常に強いジェット流が発生するという特徴を有している。この現象を利用することにより、モータおよび羽根車を必要としない単純な構造を持つ ECF 用のポンプ（以後、ECF ポンプ）の開発が可能である。また、そのポンプは運動部が無いいため振動および騒音が発生しないという特長を有する。

このようなポンプの用途の一つとして、近年、パーソナルコンピュータの高性能化に伴う発熱量の増大が問題となっている CPU あるいは DLP 方式のプロジェクタに用いられる DLP チップを ECF で冷やす新しい液冷システムへの応用が考えられる。

このような背景の下、著者らは、数種類の ECF ポンプ<sup>2,3)</sup>を提案してきた。しかしながら、ECF による新し

い冷却システムの実用化ならびに用途拡大の観点から、ECF ポンプのさらなる小形化が求められている。

ここでは、異なった内径を有する管を組み合わせることにより小型化および部品点数の削減を図った異径管接合 ECF ポンプを提案、試作し、その性能を実験的に検討した結果を示す。

### 2. 異径管接合 ECF ポンプの概要

Fig.1 に ECF ポンプの小型化を狙ったスペーサ一体型 ECF ポンプ<sup>4)</sup>のポンプボディを示す。このポンプはスペーサをポンプボディと一体としている特長を有している。しかしながら、ポンプボディと一体化したスペーサの強度の関係上、スペーサの厚さを 0.2mm までにしかできず十分な性能が得られなかった。そこで、Fig.2 に示した異径管接合 ECF ポンプを提案した。この図に示すように、本ポンプは、ポンプ本体、R1/8 高電位電極側管継手、高電位電極側メッシュ、スペーサ、GND 電極側メッシュ、銅リングおよび R1/4 の GND 電極側管継手で構成されている。このような構造とすることで ECF ポンプのさらなる小型化および部品点数の削減を図るとともに、

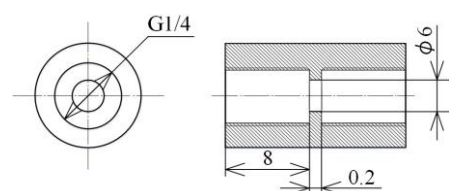


Fig.1 Pump body of spacer integrated ECF-pump

\*足利工業大学工学部創生工学科  
(〒326 - 8558 栃木県足利市大前町 268-1)  
(E-mail:ysakurai@ashitech.ac.jp)

\*\*東邦車輛(株)

(〒370-0614 群馬県邑楽郡邑楽町赤堀 4120 番地)

\*\*\*東京電機大学情報環境学部情報環境学科

(所在地 〒270 - 1382 千葉県印西市武西学園台 2-1200)

\*\*\*\*(有)新技術マネジメント

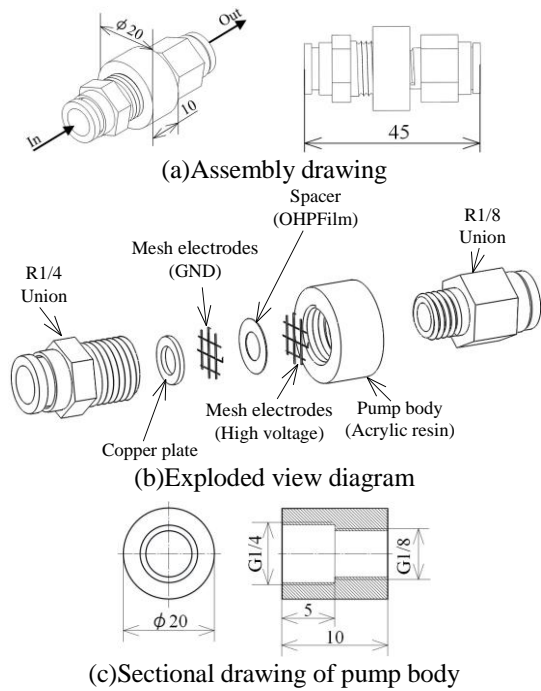
(所在地 〒124 - 0023 東京都葛飾区新小岩 2-9-1-306)

\* Ashikaga Institute of Technology

\*\* Toho Car Corporation

\*\*\* Tokyo Denki University

\*\*\*\* New Technology Management Co., Ltd.



(d) Photo of proposed ECF-pump  
 Fig.2 ECF-pump with Different Diameter Tube

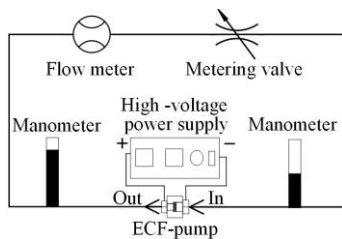


Fig.3 Experimental apparatus  
 (Pump discharge vs. pump pressure characteristics)

スペーサ厚さを 0.1mm とすることが可能となった。管継手に通電用の端子を取り付けメッシュ電極<sup>5),6)</sup>への通電を行う。ポンプ本体は 3D プリンタで製作し、その材料はアクリル樹脂とした。

### 3. 流量-圧力特性

異径管接合 ECF ポンプの流量-圧力特性実験を Fig.3 に示す実験装置で行った。本実験では絞り弁の開度を変化させ、ECF ポンプへの入力電圧  $V_{in}$  を 0.5kV および電極間でショートが発生する直前の入力電圧  $V_{in}=0.9kV$  に設定し、ポンプ吐出し量  $Q_p$  とポンプ吐出し圧力  $P_p$  を計測した。なお、本実験では電極であるメッシュに過去の研究においてポンプ吐出し量が最大となったメッシュの組み合わせ(高電位電極側:メッシュサイズ#150, GND 電極側:メッシュサイズ#120)<sup>7)</sup>のニッケルメッシュに金めつきを

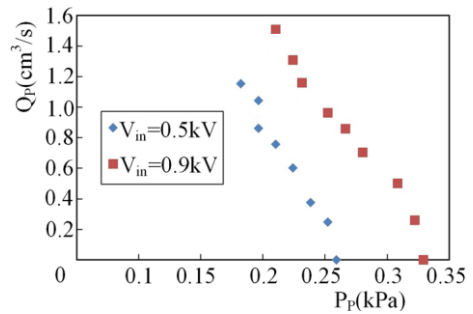


Fig.4 Experimental results

施したものを用いた。なお、メッシュサイズは 1 インチ(25.4mm)の間にあるメッシュ数を意味する。

Fig.4 に ECF ポンプへの入力電圧  $V_{in}$  とポンプ吐出し量  $Q_p$  およびポンプ吐出し圧力  $P_p$  の実験結果を示す。この図より、入力電圧  $V_{in}$  が一定のとき、ポンプ吐出し量  $Q_p$  はポンプ圧力の増加とともに比例的減少していることがわかる。ポンプ吐出し量の最大値は  $V_{in}=0.9kV$  で、 $1.5cm^3/s$ (90cc/min) であり、その時のポンプ吐出し圧力  $P_p$  は 0.23kPa である。

過去の研究において試作した ECF を用いた液冷システムでは、CPU を模擬した 50W の発熱量のヒータの温度を 50°C 程度に保った際、システム内を循環する ECF の流量が約  $5.9cm^3/s$ 、冷却システムの圧力損失が約 1.8kPa であったことが報告されている<sup>2)</sup>。本研究で提案するポンプでは、例えば  $V_{in}=0.9kV$  でポンプ吐出し量  $Q_p=1.5cm^3/s$ 、ポンプ吐出し圧力  $P_p=0.23kPa$  である。よって、この ECF ポンプを用いた液冷システムの実現には、ポンプの基本性能の向上およびポンプユニットの多連装化が必要である。

### 4. 結言

ここでは構造が単純で小型化を実現した異径管接合ポンプを提案し、その基本性能を実験的に明らかにした。今後の課題は、本ポンプの基本性能を向上させるとともに、本ポンプを用いた液冷システムを試作し、その基本性能を明らかにすることである。

### 参考文献

- 1) 例えば、横田眞一、貞本敦史、近藤豊、大坪泰文、枝村一弥：電解共役流体(ECF)を応用したマイクロモータ(ステータ電極(SE)形マイクロモータの提案)、機論 C, **66**-642, 627/633(2000)
- 2) 桜井康雄、門井寛人、中田毅、枝村一弥：プリント基板多層形 ECF ポンプの開発と液冷システムへの応用、機論 C, **72**-715, 991/996(2006)
- 3) 桜井康雄、中田毅、枝村一弥：管路形 ECF ポンプの開発と CPU 液冷システムへの応用、機論 B, **75**-753, 966/971(2009)
- 4) 岡本拓也、桜井康雄、中田毅、枝村一弥：新型メッシュ電極 ECF ポンプの提案、平成 27 年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, 64/66(2015)
- 5) 中田毅、桜井康雄、枝村一弥：電界共役流体を用いたピストン形リニアアクチュエータの開発、機論 C, **71**-706, 2014/2019(2005)
- 6) 特許 3225016「リニアモータ」、特許権者：395016615、有限会社新技術マネージメント
- 7) 桜井康雄、五十嵐友彰、中田毅、枝村一弥：メッシュ電極を用いた ECF ポンプの提案、機論 B, **78**-786, 291/299(2012)