

# マイクロポンプの開発

## Development of micro pump

○ 上山 忠孝 (アイカムス・ラボ) 阿部 博生(アイカムス・ラボ)  
正 片野 圭二 (アイカムス・ラボ)  
新行内 成晃 (日本電産コパル電子) 坂口 賢司 (日本電産コパル電子)

Tadataka KAMIYAMA, Icomes Lab Co., Ltd. 4-3-5 Ueda Morioka City Iwate Pre.  
Hiroki ABE, Icomes Lab Co., Ltd.  
Keiji KATANO, Icomes Lab Co., Ltd  
Shigeaki SHINGYOCHI, Nidec Copal Electronics Corp.  
Kenji SAKAGUCHI, Nidec Copal Electronics Corp.

In the liquid control of the fuel battery for the mobile products and the medical analysis instruments, the pump is required to be microfied. So we developed the micro-pump of the diaphragm type with SMA(Shape Memory Alloy) as the actuator for the purpose of low electric power and high pressure. Furthermore, we developed the micro-pump of the gear pump with DC motor for the purpose of high flow late. We report specifications and the characteristics result of evaluation in this announcement for these micro-pumps.

**Key Words:** Micro-machine, Pump, SMA(Shape Memory Alloy), DC motor

### 1 緒言

各種モバイル製品に用いる燃料電池用メタノールの搬送や分析機器の各種試薬の搬送において、超小型のポンプが求められている。そこで筆者らは、構造がシンプルで小型化に適する形状記憶合金(SMA: Shape Memory Alloy)をアクチュエータとして用いたダイヤフラム型の低消費電力・高吐出圧のマイクロポンプを開発した。さらに、DCモータをアクチュエータとしたギヤポンプ型の高流量マイクロポンプの開発も合わせて開発を行った。本発表では、これらの仕様と特性の評価結果について報告する。

### 2 ポンプの仕様と構造

#### 2.1 SMAによるダイヤフラム型マイクロポンプ

図1に開発したSMAマイクロポンプの構造を示す。本マイクロポンプのアクチュエータ部は、SMAの収縮動作をカムにより回転動作後直行変換することで、プッシャーを介してダイヤフラムを押圧する。また、ポンプ部は、プッシャーと一体化したダイヤフラムと、吸入側と吐出側の二つの逆止弁から構成される。SMAワイヤは通電加熱の収縮によりダイヤフラムを伸長させ、吸入側逆止弁を通して作動流体を吸入する。冷却時にはダイヤフラムの復元力とばね力によりSMAワイヤは引き伸ばされ、吐出側逆止弁を通して作動流体を吐出する。パルス電流の通電加熱と冷却の繰返しによりポンピングは行われる。

表1に、開発したSMAマイクロポンプの概略仕様を示す。ノズル部分を除いた有効サイズは22.0×9.0×5.6mmである。本マイクロポンプは高吐出圧力、自吸可能、低消費電力、小型低背特徴としている。

SMAはΦ0.1×長さ80mmを用いた。ダイヤフラムを押圧するアクチュエータの推力とストロークは次式となる。

Table 1 Specifications of Diaphragm pump with SMA

	Spec.
Size	22×9×5.6mm
Actuator	SMA (Φ0.1×L80mm)
Pump type	Diaphragm
Current	0.22A
Power consumption	0.14W

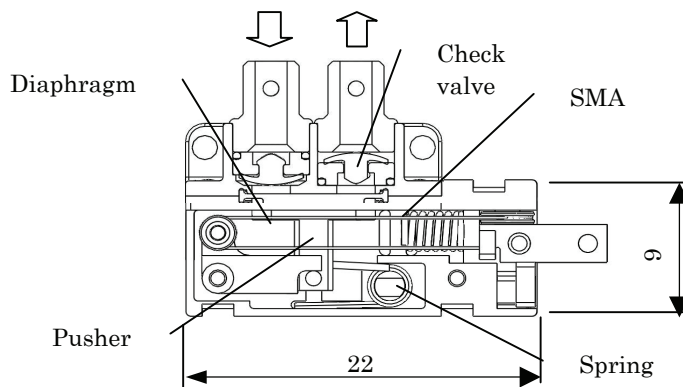


Fig.1 Fabricated SMA-driven micropump

$P$ : 最大吐出圧力

$F$ : SMA荷重

$A$ : プッシャー面積

$R$ : 変換比率

$$P = \frac{F \times R}{A} \quad \dots(1)$$

$Q$ : 無負荷吐出流量

$dL$ : SMA収縮量

$A$ : プッシャー面積

$R$ : 変換比率

$$Q = dL \times R \times A \quad \dots(2)$$

Table 2 Specifications of Gear Pump with DC Motor

Spec.	Spec.
Size	9×9×38mm
Actuator	DC coreless motor (Φ6×L 21mm)
Pump type	Gear
Voltage	3V
Power consumption	0.36W

### 2.2 DC モータによるギヤポンプ

図2に開発したDCモータによるギヤポンプの構成を、また表2にその仕様を示す。本マイクロポンプは、DCモータに取付けられた駆動ギヤ、駆動ギヤとかみ合い従動する従動ギヤにより構成される。DCモータに通電すると駆動ギヤが回転し、ギヤとハウジングの間に設けられた隙間の作動流体を吐出側に移動させ吐出する。

表2は、DCマイクロポンプの開発仕様である。ノズル部分を除いた有効サイズは9×9×38mmである。本マイクロポンプの特徴はシンプルな構造で小型、大流量である。

### 3 ポンプの試作と特性評価及び考察

図3に、試作したSMAマイクロポンプと、ギヤポンプの写真を示す。

#### 3.1 SMA マイクロポンプ

図4に実験より得られた特性と式(1)、(2)で得られた計算値を示す。作動流体にはメタノール(比重0.78)を使用し、吐出流量は60s間の吐出重量を測定し求めている。SMAには線径φ100μmを使用し、電流0.22mA、駆動周波数0.48Hzの駆動条件において、無負荷吐出流量0.23ml/min、最大吐出圧力64kPaの計算値とほぼ同等の特性を得た。

#### 3.2 DC モータマイクロポンプ

図5に実験より得られた特性を示す。作動流体には蒸留水を使用し、吐出流量は60s間の吐出重量を測定し求めている。DCモータの駆動電圧3Vの駆動条件において、無負荷吐出流量57.5ml/min、最大吐出圧力26.5kPaの特性を得た。

### 4 結 言

本開発では、SMAを用いたマイクロポンプとDCモータを用いたマイクロポンプを試作開発し、特性の評価を行った。その結果、それぞれのポンプの特徴を生かした特性が得ることができた。

- (1) SMAを用いたダイヤフラム型マイクロポンプの試作・評価を行った。消費電力0.14Wで無負荷吐出流量0.23ml/minおよび最大吐出圧力64kPaの低消費電力・高吐出圧の特性を得た。
- (2) DCモータを用いたギヤポンプの試作・評価を行った。消費電力0.36Wで無負荷吐出流量57ml/min、最大吐出圧力26.5kPaの高流量特性を得た。

### 文 献

- (1)横田真一・吉田和弘・岡安毅, ECF ジェット冷却を用いたSMA駆動マイクロポンプ, 機論, 66-650, (2000-10), 292-298

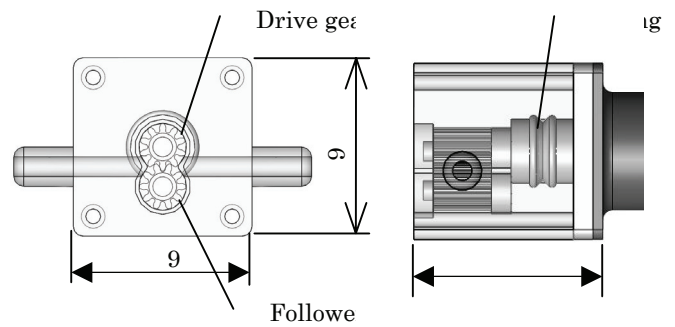


Fig.2 Fabricated of Gear-pump with DC motor

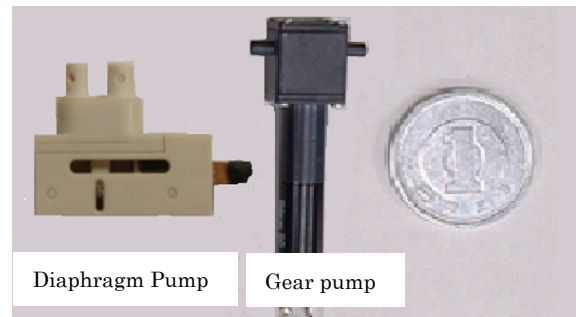


Fig.3 Photocopy of the fabricated micro-pump

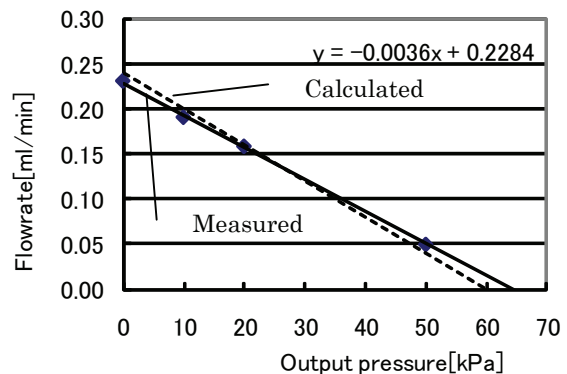


Fig.4 Relation between flowrate and output pressure (Diaphragm-pump with SMA)

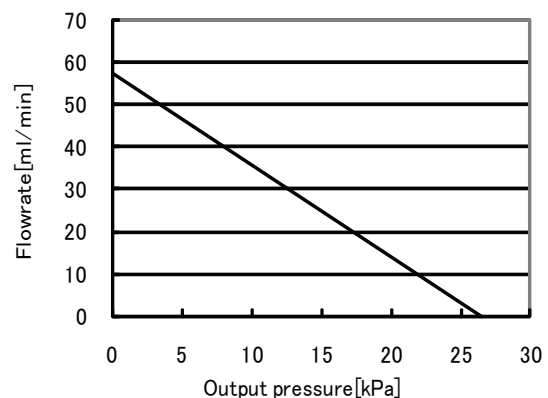


Fig.5 Relation between flowrate and output pressure (Gear-pump with DC motor)