

# 液冷システム用磁気駆動マイクロポンプの特性改善

占部諒、山田大生、本田崇  
(九工大)

Performance improvement of magnetically driven micro-pumps for liquid cooling system

R. Urabe, T. Honda  
(Kyushu Inst. of Tech.)

## はじめに

本研究では、ノート PC 等に搭載する小型液冷システムへの応用を目指し、弾性板の揺動を利用した磁気駆動マイクロポンプの開発を進めている。本報告では、ポンプ内部の断面形状を従来の円形から矩形に変更した結果、大幅に特性を改善でき、液冷システムへ組み込んだ際の冷却性能も良好だったので報告する。

## マイクロポンプの試作と基礎特性

Fig.1 にプロトタイプ構成を示す。揺動機構は、厚さ方向に着磁された2個の円盤状 NdFeB 磁石( $\phi 4\text{mm} \times 1\text{mm}$ )の間に、NdFeB 微小磁石( $\phi 1\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ )を2個重ねたものを前後2ヶ所に配置し、その一方の微小磁石間に弾性板として  $50\mu\text{m}$  厚のポリイミド(PI)フィルムを挟み込んで構成される。PI フィルムは長方形で、幅  $4\text{mm}$ 、磁石端から先端までの距離を  $6\text{mm}$  とした。本機構を、回転軸を介して流路内に取り付けた。流路の断面形状は高さ  $5\text{mm}$  の矩形であるが、磁石周囲の幅は磁石の回転を妨げないよう広く、弾性板が揺動する流路の幅を  $2.5\text{mm}$  とした。但し、図のように磁石側にテーパを設けている。

Fig.2 に動作原理を示す。ポンプ長手方向に交流磁界を印加することで、磁石は磁気トルクによって回転軸を中心に回転振動する。それに伴い弾性板が揺動し液体を送り出すことで、ポンプとして機能する。

ポンプの評価は室温で行い、作動流体には温度上昇を考慮し、濃度20%の不凍液を使用した。評価項目はポンプ単体と複数個を直列接続した場合について  $50\text{Oe}$  ( $4\text{kA/m}$ ) 印加時における流量の周波数特性を評価した。まずポンプ単体で評価した結果、従来の円形断面(内径  $4\text{mm}$ )の無負荷流量の最大値が  $124.6\text{ml/min}$  に対し、矩形断面では  $168.1\text{ml/min}$  と35%の増加を達成した。最大流量はポンプを連結することで増加し、2連結時において  $242\text{ml/min}$ 、3連結時において  $276\text{ml/min}$  まで増加した。矩形断面の2連結の流量は、円形断面の3連結(液冷システムを駆動できる最小連結数)を上回った。この結果を基に、矩形断面の連結個数は2つで対応できると判断し、プロトタイプの不要部を削り落とすことで小型化を行った。Fig.3 に小型化後のポンプと駆動用ソレノイドコイル( $8\text{mm}$  角)の外観の写真を示す。

## 冷却特性の評価

液冷システムは、CPU を模したヒーターに液冷ジャケットを固定し、冷却液をポンプで循環させることで、その熱をモニターの背面(Al板,  $30\text{cm} \times 40\text{cm}$ )で放出する構成になっている。室温  $25^\circ\text{C}$  の環境下で、 $50\text{W}$  クラスの CPU を想定した状態で冷却を行った結果、ヒーター表面温度は  $51.4^\circ\text{C}$  と、目標値  $55^\circ\text{C}$  を大きく下回り、十分な冷却性能を確認した。駆動コイルの消費電力は  $1.2\text{W}$  であった。

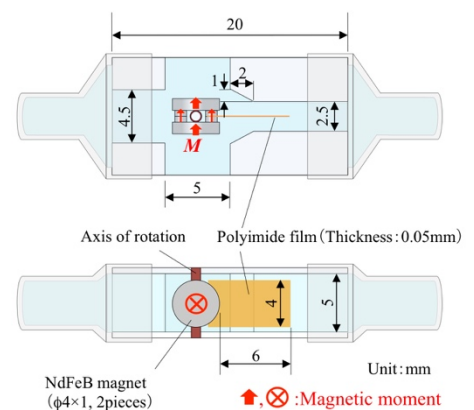


Fig.1 Structure of a micro pump.

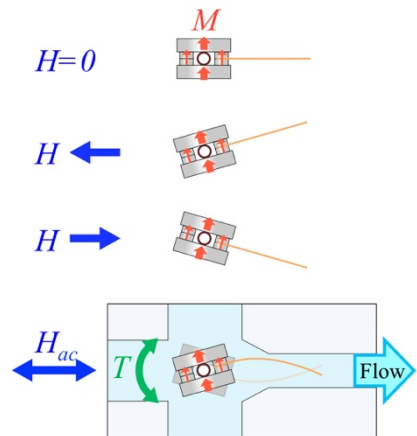


Fig.2 Actuation principle.

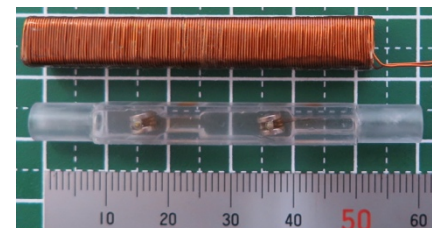


Fig.3 Photograph of a drive coil and two series pumps.