

## マイクロフィン加工プレートを用いた放熱特性についての実験的研究

## Experimental Study on Heat Transfer Characteristics from Plate with Micro-Fins

○ 正 鳥居修一 (熊本大工)      正 伊東 繁 (熊本大学衝撃センター)  
 正 峠 陸 (熊本大工)      正 外本和幸 (熊本大学衝撃センター)  
 嶽本あゆみ (熊本大学衝撃センター) 前原弘法 (熊本大学衝撃センター)

Shuichi TORII, Shigeru ITOH, Mutumi TOGE, Kazuyuki HOKAMOTO  
 Ayumi TAKEMOTO, Hironori MAEHARA

Kumamoto University, Kurokami, Kumamoto, 860-8555

## 1. 緒言

我が国をはじめ世界の電化製品産業は、今日、高性能化に伴い発熱量が増大する一方で、一般家庭への普及を目指し薄型化・小型化が強く求められている。このため筐体内での発熱密度は増加の一途を辿る結果、電化製品の性能と安定性は「いかに効率よく放熱するか」の一点により決定すると言っても過言ではない<sup>[1]</sup>。更に、放熱を有する電化製品全般において、高機能および静音による快適な環境を提供することで、非常に広い市場を生み出す可能性がある。電化製品の放熱性を向上させるための様々な研究は、現在も続けられている。そこで、本構想は、放熱性の飛躍的な向上とそれに伴う静音化を早急に実現するために、超微細パターンニング、超平滑化の製造技術の各要素技術の複合化・融合化により、放熱技術の進展を図る。

本研究は、家電製品に使用されている鋼板にマイクロフィン加工を施し、その伝熱特性について有用な知見が得られたので報告する。

## 2. 実験装置と実験方法

本実験は、エッチング微細加工<sup>[2]</sup>による放熱面積を拡大した際の加工板の放熱特性、及び家電製品内部に取り付けられた放熱板を模擬した放熱特性について行う。

市販の鋼板(肉厚0.5mm)にエッチング微細加工を施して放熱面積を拡大させる。その一例をFig.1に示す。伝熱板の放熱特性を検討するために使用した実験装置をFig.2に示す。装置は、断熱容器、伝熱板及び電動ファンからなる。実験では、断熱容器底部に固定されたヒーターに定格電力を与えて加熱させ、その時の容器内部の温度をK型熱電対で測定する。使用するファンは定格で運転する。鋼板に格子状マイクロフィンを加工した場合(ピッチ250 $\mu\text{m}$ 、深さ280 $\mu\text{m}$ 、溝幅150 $\mu\text{m}$ )、鋼板裏面に耐熱塗料(黒色)を塗布した場合、その放熱板表面を更にファンで冷却した場合について検討した。室内の温度は約24度に固定した。

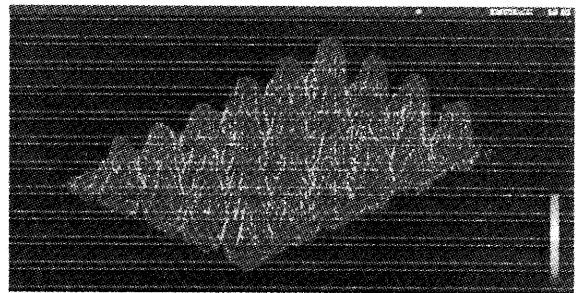


Fig.1 Micro Fins (Laser-Microscope Photograph)

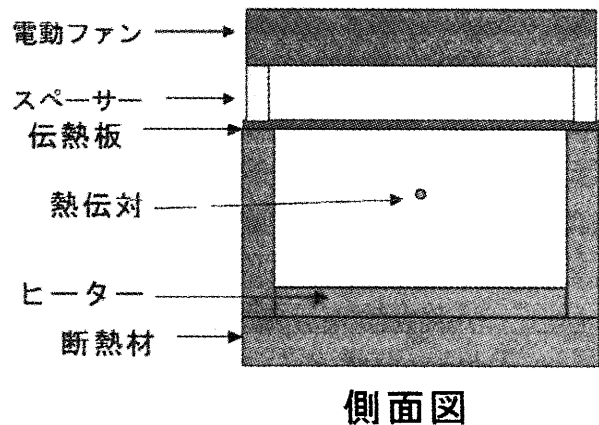
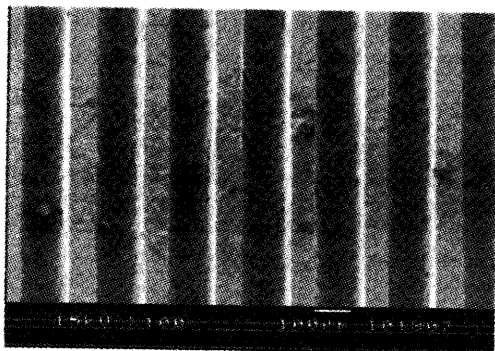
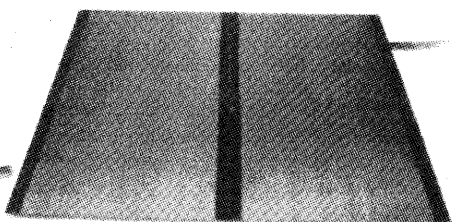


Fig. 2 Schematic of Experimental Apparatus

市販の鋼板(肉厚0.5mm)にピッチ200 $\mu\text{m}$ 、深さ200 $\mu\text{m}$ のマイクロ加工を施したプレート(130 $\times$ 130mm)をFig.3に示す。これを4枚使用して伝熱面を構成する(Fig.4)。伝熱面裏面には市販の銅管(1m)を貼り付け、断熱材(厚さ30mm)で覆っている。恒温槽内で任意に加熱された水は定格ポンプ(2.8 $\text{cm}^3/\text{s}$ )で銅管に導かれ伝熱面で放熱させた後、混合槽に流入するようになっている。実験では、室内温度を約20 $^{\circ}\text{C}$ に保ち、恒温槽内の作動媒体を30、40、50 $^{\circ}\text{C}$ に変化させて実験を行なった。恒温槽内水温、室温、混合槽内部水温はT型熱電対で測定した。実験では、市販の鋼板及びそれにマイクロ加工した場合の伝熱性能について検討した。



(a) SEM Photograph



(b) Front View

Fig. 3 Heat Transfer Surface with Micro-Fins

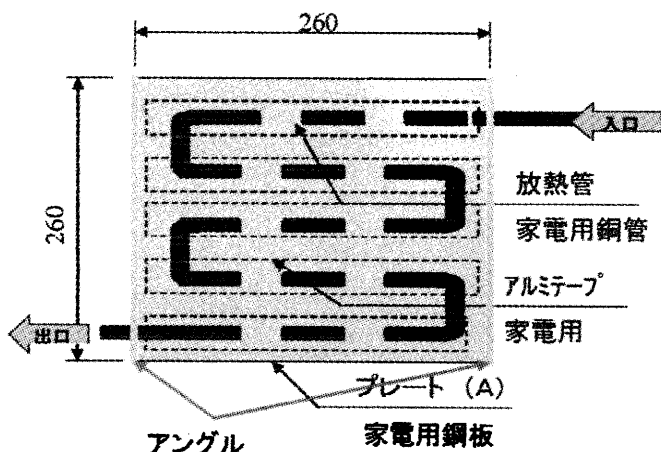


Fig. 4 Test Section of Experimental Apparatus

### 3. 結果と考察

Figure 5 は、断熱容器内温度と放熱面の関係を纏めたものである。市販の鋼板からの放熱に比べて、鋼板にマイクロ加工することによって断熱容器内の熱が鋼板から放出され、内部温度が急激に低下している事が分かる。参考までに、鋼板に Fig.3(a)に示すような加工を施した場合の結果を併記している。一連の結果から、断熱容器内部温度は、鋼板を黒色に着色して格子状マイクロフィン加工し、その面を電動ファンで強制的に冷却した場合に急激に低下している。即ち、市販の鋼板や通常のマイクロフィン加工を施した場合よりも、格子状マイクロフィンにすることで、容器内部温度は低下する。更に、鋼板に格子状マイクロフィン加工を施し、ヒーターからの放射熱を吸収しやすくするために黒塗料を鋼板裏面に塗布して、更にマイクロフィン側を強制的にファンで冷却することで、鋼板からの放熱量を大きく増やす事ができ

る。

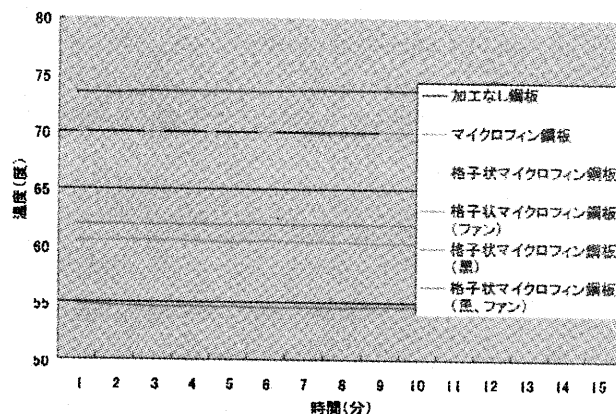


Fig.5 Effect of Micro-Fins on Heat Transfer Performance

Figure 6 は、市販の銅管を流れる流体から伝熱板へ伝わり率内に放出される放熱量を纏めたものである。試験部に流入する流体の温度と室温との温度差が増すにつれて、放熱量は増加している。ここで、銅管を鋼板に取り付けただけの結果は、市販の冷蔵庫からの放熱特性とほぼ一致している。銅管との接触抵抗を軽減するためにサーマルグリースを塗布し、銅管を変形させて接触面積を増やし、伝熱面にマイクロフィンを加工することによって、放熱量が3倍以上に増加している事が分かる。

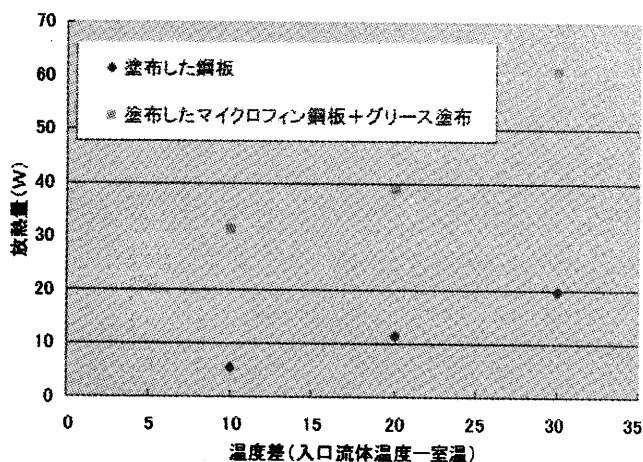


Fig. 6 Heat Transfer Enhancement by Micro Fins

### 4. まとめ

市販の鋼板をマイクロフィン加工して伝熱面積を増加させる事で、鋼板からの放熱量が大幅に増加する。ここで提案するフィンには鋼板にミクロン単位の溝を加工するもので、従来の拡大フィンとは大きく異なる。

(参考文献)

- [1] 石塚, 日本機械学会誌, vol. 105, no. 998, pp. 31-34, 2002.
- [2] 峠他 7 名, 熊本県産学官技術交流会講演論文集, pp.142-143, 2005.