

超薄型ヒートパイプ「ペラフレックス®」

Ultra-thin Sheet Heatpipe “pera-flex®”

1. はじめに

近年のノートパソコンをはじめとした、デジタルカメラ、PDA、携帯電話などのモバイル電子機器の発展には目を見張るものがあります。電子機器の高機能化と同時に機器のスリム化による高密度実装も要求されており、従来問題視されてこなかったモバイル電子機器における熱問題が顕在化してきております。

既存の放熱対策としては、マイクロヒートパイプやグラファイトシートなどがありますが、これらは実装形態などからモバイル電子機器への適用は難しいとされてきました。

そこで当社では、従来から研究を行ってきたヒートパイプの技術を応用して、極めて狭い空間において熱を高効率に輸送、拡散することのできる超薄型シート状ヒートパイプ「ペラフレックス」の研究に着手し、開発に成功しました(写真1)。

2. ペラフレックスの構造

ペラフレックスは図1のように、薄い金属箔で形成した封筒状コンテナの中に、毛管力を発生させるためのウィックおよび耐圧構造物、それに少量の水を封入し、空気を全て排出して密閉することで形成されます。内圧はその温度における作動液の飽和蒸気圧と等しくなるため、常温では大気圧より低く、ウィックおよび耐圧構造物は大気圧で押し付けられて固定され、ウィックの隙間に空間が設けられます。

ペラフレックスに熱を加えると、図2のように、熱源に接した受熱部における作動液の飽和蒸気圧が高まり、作動液が蒸発します。このとき入力された熱は作動液の蒸発潜熱として吸収されるため、受熱部の温度上昇は極めて小さく抑えられます。蒸発した作動液はウィック間に設けられた空間内を隅々まで拡



写真1 ペラフレックスの外観
Appearance of pera-flex

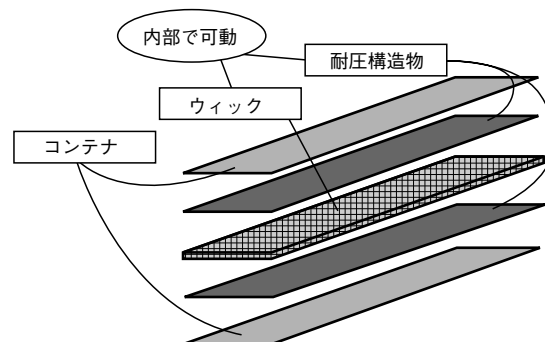


図1 ペラフレックスの構造
Construction of pera-flex

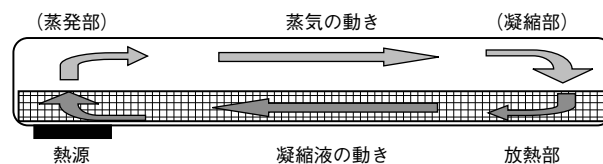


図2 ペラフレックス内部における作動液の循環
Circulation of working fluid in pera-flex

散して、相対的に温度の低い部位において凝縮し、潜熱を放出します。凝縮した作動液はウィックに吸収され、重力や毛管力によって受熱部に還流します。ペラフレックスの内部ではこのように相変化を利用した作動液の循環が起こるため、極めて小さい温度差間での熱輸送が可能となります。

ペラフレックスは、ウィックおよび耐圧構造物を内部で可動としたため、屈曲時にひずみを吸収して、座屈による空間の閉塞が起こらない仕組みになっています。このフレキシビリティにより、筐体と熱源との高さの寸法公差を気にすることなく、容易に設置することができるということも、組み立て加工性の向上という点で大きなメリットになります。

また、写真2に示すように平面形状の自由度が高く、従来のマイクロヒートパイプでは難しかった曲げや欠けのある異形平面における熱輸送にも対応できます。

さらに、独特のウィック形状および表面処理により毛細管力を強化したため、従来のマイクロヒートパイプでは作動が困難であった熱源が上部に位置するトップヒートモードにおいても作動させることができるようになりました。材質は熱伝導率の高い銅を、作動液には潜熱の大きい水を使用しており、良好な熱性能、安価、安全、低環境負荷などのメリットがあります。

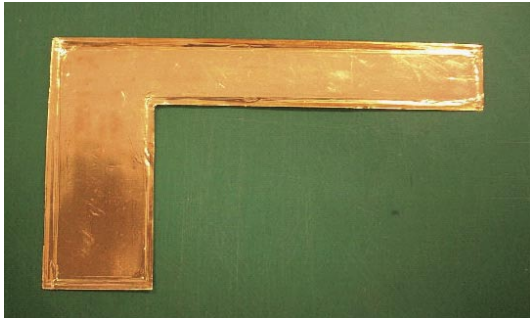


写真2 異形のペラフレックス
Various shapes of pera-flex

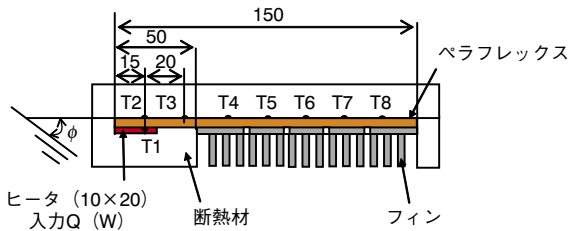


図3 熱性能測定装置
Apparatus for experiment

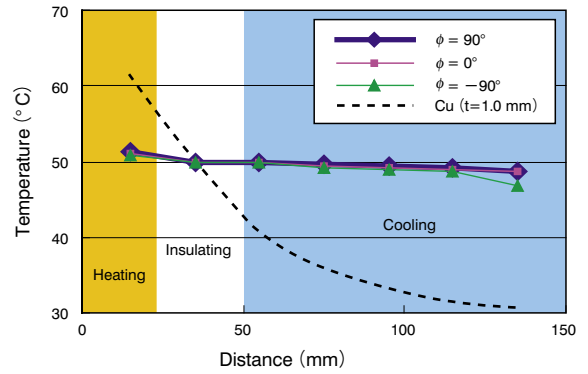
このようにペラフレックスは、超薄型であることに加え、形状の自由度および可撓性をも有しているため、極めて狭い空間への適用が可能となりました。また、任意の姿勢での使用にも対応できます。

3. ペラフレックスの性能

図3に熱性能測定系の一例を示します。ペラフレックスの一端をヒータで加熱し、放熱部にフィンを設置して他の部分を断熱します。測定結果の一例を図4に示します。断熱部温度T3が50℃となる条件において、厚さ0.7 mmのペラフレックスに4.0 Wの熱量を入力したとき、全ての姿勢において断熱部から先端までの温度差 ΔT を約1℃以内、熱抵抗値は1.0℃/W以下に抑えることができました。比較として厚さ1.0 mmの銅板に4.0 Wの熱量を入力した時の結果を示しますが、 ΔT は20℃、熱抵抗値は7℃/W以上に達しました。なお、厚さ1.0 mmの銅板では室温30℃以下で強制空冷しなければT3 = 50℃に制御することはできなかったのに対し、厚さ0.7 mmのペラフレックスでは室温30℃以上の自然空冷でもT3 = 50℃とすることが可能となりました。このようにペラフレックスは銅板と比較しても熱輸送効率が極めて高く、熱の移動・拡散に非常に有効であることが分かります。

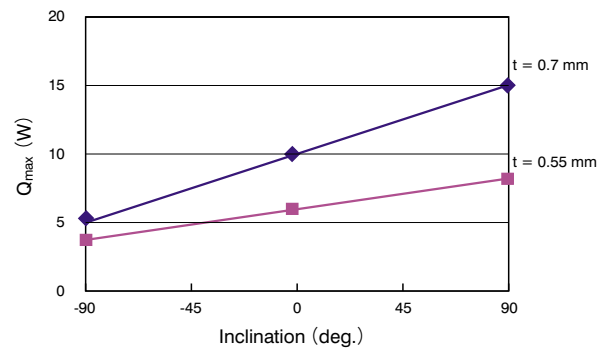
ペラフレックスにもヒートパイプと同様、運べる熱輸送量に限界があります。その現象をドライアウトと呼びますが、その限界値を図5に示します。この限界値を最大熱輸送量 Q_{max} と呼びます。

熱源が下部に位置するボトムヒートモードにおいては作動液の還流に対して重力がプラスに作用するため、最大熱輸送量は比較的大きな値になりますが、熱源が上部に位置するトップヒートモードにおいては重力がマイナスに作用するため、最大熱輸送量は比較的小さくなります。使用条件に応じて熱輸送量



size: 0.7^T × 20^W × 150^L, Q = 4.0 W,
Insulating section (T3) is controlled to 50°C.

図4 温度分布
Temperature profile



size: 20^W × 150^L,
Insulating section (T3) is controlled to 50°C.

図5 最大熱輸送量の姿勢角度依存性
Relationship between inclination angle
and max. heat transfer rate

を制限することにより、任意の姿勢で動作させることが可能になります。

4. おわりに

ペラフレックスは、超薄型、フレキシブル、形状・姿勢の自由度といった特長を有し、熱を高効率に輸送、拡散することができるため、近年のモバイル電子機器の熱問題に対応できる有力なソリューションになると考えています。熱問題にお困りの皆様は、まず一度、現物をご覧いただければ幸いです。

参考文献

- 1) 費川潤, 木村裕一: マイクロヒートパイプと放熱技術入門, 日刊工業新聞
- 2) 日経エレクトロニクス
- 3) S.W.Chi著, 大島耕一, 松下正, 村上正秀 共訳: ヒートパイプの理論と応用, ジャテック出版

<製品問い合わせ先>

エレクトロニクス・コンポーネント事業部

サーマル製品部 技術課

TEL: 0463-24-9784 FAX: 0463-24-9786