

環境に優しい鉄道車両用高性能ヒートシンク「Hiシンク・HP」 Eco-Friendly High-Performance Heat Sink for Railway Rolling Stock “Hi Sink HP”

1. はじめに

アルミニウム製のヒートシンクは、電子機器の半導体素子やIGBTなどの冷却用として、多くの電子電機製品に使われています。

これまで鉄道車両用主変換装置には、フロン類の相変化を利用した沸騰式のアルミニウム製ヒートシンクが多く用いられてきました。しかし今後は、フロンなどのオゾン層破壊物質や温室効果ガスを使わなくても、高い冷却性能を実現できるヒートシンクが要求されています。

そこで当社は、高い冷却性能を持ちながら、地球環境に与える負荷が少ない環境に優しい鉄道車両用ヒートシンクを開発しました。

開発した大型ヒートシンクは、図1のN700系新幹線の主変換装置で、半導体素子の冷却に使われています。この主変換装置は、東海旅客鉄道(株)殿が中心となって初めてN700系新幹線で実用化したプロアマータを使わない走行風冷却方式で、大幅に小型軽量化されています。



図1 N700系新幹線
Fig.1 N700 series Shinkansen.

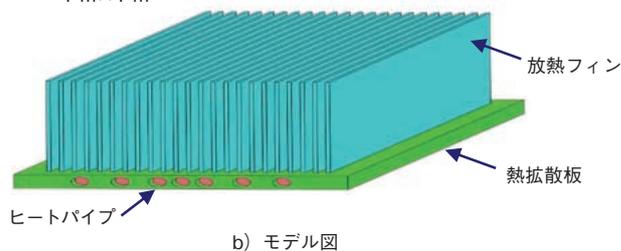
2. 構造

開発したヒートシンクの概略構造を図2に示します。また主な構造上の仕様を次に示します。

- 1) アルミニウム製熱拡散板に銅製ヒートパイプを内蔵
- 2) ヒートパイプを熱拡散板に接合用物質なしで接合
- 3) 高性能放熱フィンと熱拡散板にろう付で接合
- 4) フィンと熱拡散板を塗装処理



サイズ 1 m×1 m
a) 代表的な外観



b) モデル図

図2 開発したヒートシンクの概略構造
Fig.2 Schematic of developed heat sink.

開発したヒートシンクは、様々な製品の要求仕様に応じ、放熱フィン形状やフィンピッチ、ヒートパイプの配置構造などを最適設計できます。また、ご要求に即した製造方法の提案も可能です。

3. 特徴

3.1 環境に優しい

開発したヒートシンクに使用しているヒートパイプの作動液は純水であり、パーフルオロカーボンなどのオゾン層破壊物質や温室効果ガスは一切使用していません。

またヒートパイプと熱拡散板の接合には、ハンダなどの接合用の物質を全く使わず、特殊な方法でヒートパイプの拡管により接合しています。

3.2 高い冷却性能

開発したヒートシンクは、高い熱輸送能力を持つ銅製のヒートパイプの働きにより、一瞬で発熱素子から熱を熱拡散板に広く均一に分散します。さらに熱拡散板にろう付されたアルミニウム製のフィンで、高効率の放熱を行います。

また、ヒートパイプと熱拡散板の接合には、従来のように熱移動を阻害する接合用の物質を使わないことで、熱拡散板とヒートパイプで高い熱伝達性を得ることができます。

これらの結果、局所的な温度上昇が回避されるとともに、半導体素子の長寿命化に貢献します。

ヒートパイプの最適な配置は、半導体素子の配置や熱損失量などの仕様に応じて、設計することができます。

車両の場合、上り坂や下り坂、加速、減速などがありますが、ヒートパイプの配置を工夫することで、高い冷却性能を持たせることができます。

3.3 高い信頼性

車両用ヒートシンクは、長期間にわたり風雨にさらされ、海岸線などの腐食しやすい環境でも使用されます。また走行中に小石が跳ねてヒートシンクに当たった場合でも、簡単に部品が離れない接合強度が必要です。

開発したヒートシンクのアルミニウム製フィン、熱拡散板と Al-Si 系のろう材を用いてろう付で一体化されているため、高い接合強度が得られるとともに耐食性についても高い信頼性を持っています。

さらにヒートシンクの表面は、ろう付部も含めて防食性の高い塗装処理をすることで、より耐食性を高めています。

4. 冷却性能の代表的な事例

図3にヒートシンクに熱負荷したときの温度分布を示します。これはヒートシンクの熱拡散板に、熱損失量が異なる分散した6個の発熱素子(非表示)を模擬して熱量

を与えたときの、ヒートシンク全体の温度分布をシミュレーションしたものです。

開発したヒートシンク(ヒートパイプ内蔵)はヒートパイプの働きにより、ヒートパイプなし品に比べて熱拡散板の局所的な高温部がなく温度が全体的にほぼ均一になっており、放熱フィンに効率よく熱伝達されています。

開発したヒートシンクは、水平および傾斜した場合でも、ヒートパイプなし品と比べて冷却性能(熱抵抗値)が20%程度向上しています。

5. おわりに

開発したヒートシンクは冷却性能が高く環境に優しいため、製品の小型化や軽量化が期待でき、今後は鉄道車両のほかハイブリッド車など環境対応車の冷却部品への展開が期待されます。

当社では、熱流体解析を活用して冷却製品の最適設計を行い、電子電機製品へ冷却に関する提案ができます。また各種の風洞設備を用いて、より実際に近い環境で冷却製品の温度評価が可能です。

今後も冷却製品の提案や熱的な技術的課題の解決に対応していきます。

6. お問い合わせ先

押出加工品事業部 加工品部

〒101-8970 東京都千代田区外神田4丁目14番1号

秋葉原UDX12階

TEL : (03) 5295-3554 FAX : (03) 5295-3766

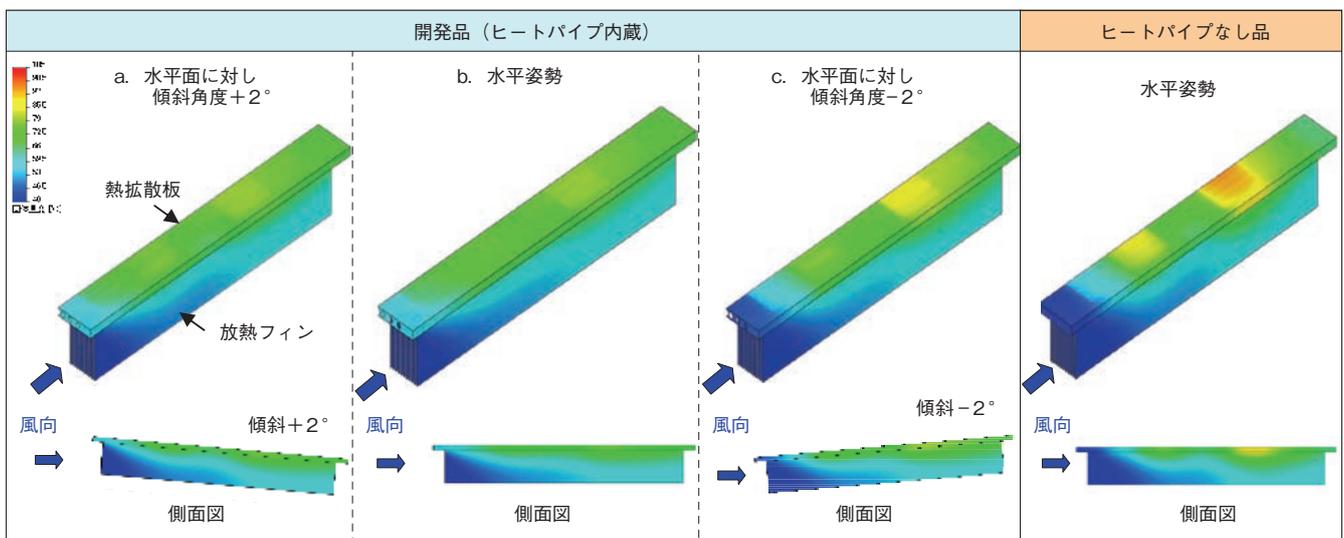


図3 ヒートシンクに熱負荷したときの温度分布
Fig.3 Simulation results of temperature distribution in selected heat sinks.