

ノート

熱伝達を向上させたヒートシンクの開発

富山 真一^{*1)} 大平 倫宏^{*2)}

Development of the heatsink geometry improving heat transfer

Shinichi Tomiyama^{*1)}, Norihiro Ohira^{*2)}

キーワード：ヒートシンク，強制空冷，放熱促進，熱流シミュレーション

Keywords：Heatsink, Forced air cooling, Radiation performance, Thermal-flow simulation

1. はじめに

電子機器の冷却技術は，機器の性能，安全性，寿命を確保する上で重要である。基板上に実装されている発熱部品にヒートシンクを設置し，ファンから排気される風を活用する強制空冷が広く用いられている。一般的なヒートシンクの形状は，フィン厚とフィン間隔が一定で，ベース面が平面である（以下，従来形状，図1参照）。しかし，従来形状の底面部や発熱部品周辺は，風速が遅いため，熱がこもりやすくなり，発熱部品の放熱不足が解決できない可能性がある。

本研究では，風速が遅い箇所の風速を速めるヒートシンクの形状を開発したので報告する。開発は，伝熱や風の流れをシミュレーションで確認しながら行った。

2. 開発したヒートシンクの形状

2.1 従来形状の伝熱経路 基板上に実装された発熱部品にヒートシンクが設置されている状態の伝熱経路を熱等価回路⁽¹⁾で表したものを図2に示す。発熱部品から生じた熱は，発熱部品表面から外気へ伝熱する経路と，基板やヒートシンクを経由し外気に伝熱する経路がある。伝熱は物体中を伝熱する熱伝導と，固体と流体の間を伝熱する熱伝達によって行われる。

熱伝導の熱コンダクタンスは，次式で与えられる。

$$C_{th_C} = \lambda \times S / L, \dots\dots\dots(1)$$

C_{th_C} ：熱伝導の熱コンダクタンス (W/K)
 λ ：熱伝導率 (W/(m・K)) S ：伝熱面積 (m²)
 L ：伝熱する長さ (m)

熱コンダクタンスは熱の流れやすさを，熱伝導率は，熱伝導の起こりやすさを表す。式(1)から，熱伝導率の高い

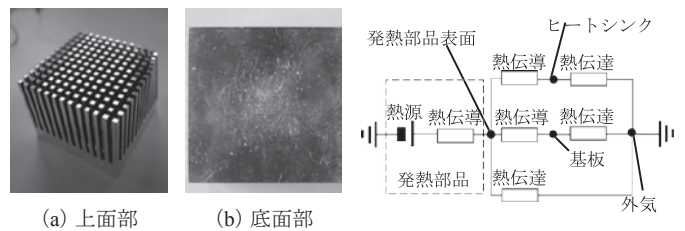


図1. 従来形状

図2. 伝熱経路

材料を用いることで熱コンダクタンスを大きくできる。しかし，そのような材料を用いた場合，材料費や加工費が高価である。

熱伝達の熱コンダクタンスは次式で与えられる。

$$C_{th_A} = S \times h, \dots\dots\dots(2)$$

C_{th_A} ：熱伝達の熱コンダクタンス (W/K)
 h ：熱伝達率 (W/(m²・K))

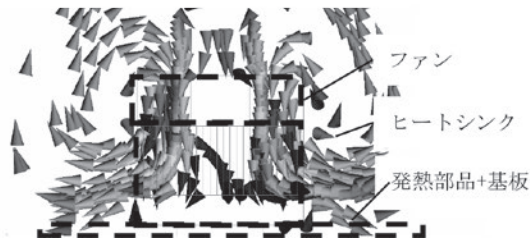
熱伝達率は，熱伝達による熱の伝わりやすさを表す指標であり，風速を速めることで，大きくすることができる⁽²⁾。

2.2 設計方針 基板上に実装された発熱部品に，従来形状のヒートシンクとファンが設置されている状態で，風の流れをシミュレーションした結果を図3に示す。図中の三角錐の数は，風速の速さを示している。これから，ヒートシンク中央部と底面の風速が遅いことが確認できる。本研究では，これらの部分の風速を速める設計方針で開発を行った。

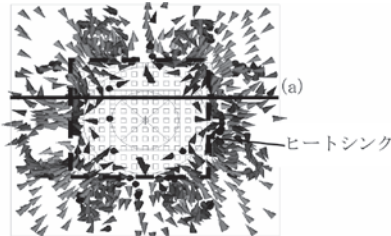
ヒートシンク中央部の風速が遅い理由は，フィン間隔が狭いため，風が流れにくいことが考えられる。フィン間隔を大きくした場合，風速は速められるが，伝熱面積が小さくなるため，熱伝達の熱コンダクタンスが低下する問題が生じる。本研究では，風速が遅いヒートシンク中央部だけフィン間隔を大きくすることで熱伝導による熱コンダクタンスの低下を抑える。

ヒートシンク底面の風速が遅い場合，発熱部品周辺で熱

事業名 平成25年度 基盤研究
^{*1)} 情報技術グループ
^{*2)} 生活技術開発セクター

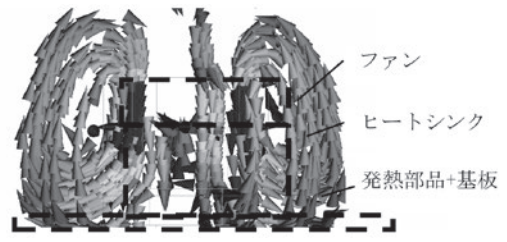


(a) ヒートシンク (縦断面)

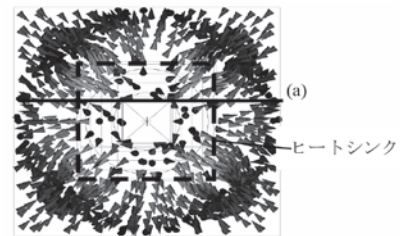


(b) 発熱部品中心 (横断面)

図3. 従来形状のシミュレーション結果



(a) ヒートシンク (縦断面)



(b) 発熱部品中心 (横断面)

図5. 提案形状のシミュレーション結果

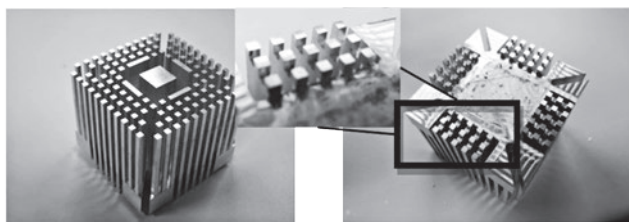
がこもる可能性がある。本研究では、ヒートシンク底面に通風口を設ける形状を提案する。この形状によって、ファンから排気される風が発熱部品周辺に流れるため、熱のこもりを抑える。

また、ファンから排気される風は、ヒートシンク底面の中央部分から外側へ流れた後、ファンへ吸気されることがシミュレーションで確認できる(図3(a))。本研究では、ヒートシンク底面に凹凸を設ける形状を提案する。この形状によって、ファン下部の排気からファン上部への吸気までに接するヒートシンクの表面積が増加するため、熱伝達の熱コンダクタンスの増加が期待できる。

本研究では、上述の設計方針に基づき、シミュレーションを繰り返してヒートシンクの開発を行った。開発したヒートシンクを図4に示す(以下、提案形状)。また、図5に、図3と同条件で提案形状をシミュレーションした結果を示す。提案形状は従来形状よりもヒートシンク中央と底面発熱部品周辺の風速が速くなることを確認した。

3. 温度測定による評価と考察

提案形状の評価を発熱部品の温度測定によって実施した。その結果を表1に示す。温度測定は、温度が時間経過により変化しなくなる状態になるまで、発熱部品の発熱量を一定にした後、発熱部品に内蔵されているK型熱電対を



(a) 上面部

(b) 底面部

図4. 開発したヒートシンクの形状

表1. 温度測定結果

発熱量 [W]	従来形状		提案形状	
	温度 [K]	熱コンダクタンス [W/K]	温度 [K]	熱コンダクタンス [W/K]
11.86	346.8	0.2439	343.0	0.2642
24.25	387.8	0.2683	384.8	0.2779

用いて行った。提案形状は従来形状に比べて、発熱部品の温度上昇を3~8%抑制することが可能となった。発熱部品の発熱量が大きい場合、提案形状は従来形状とほぼ同じ温度になる課題が明らかになった。この理由は、外気への熱伝達が不足し、各場所で熱のこもりが生じていることが考えられる。

4. まとめ

ヒートシンク中央と発熱部品周辺の熱伝達を向上させたヒートシンクの形状を開発した。温度測定による評価を行った結果、従来形状より発熱部品の温度上昇を抑制していることを確認した。発熱部品の発熱量が大きい場合、提案形状は従来形状とほぼ同じ温度になるため、今後はこの改善を行う。

(平成27年7月13日受付, 平成27年8月12日再受付)

文 献

- (1)相原利雄:「電子機器における伝熱について」, 日本機械学会誌, Vol.70, No.583, pp.1197-1204 (1967)
- (2)国峰尚樹:「最新熱設計手法と放熱対策技術」, シーエムシー出版 (2011)