

## 熱電変換素子用ヒートシンクの作製と評価

日大生産工(院) ○中村 侑太 日大生産工 清水 耕作

## 1 まえがき

クリーンで永久的なエネルギー源として太陽電池が注目されている。現在主流のシリコン太陽電池は高エネルギーで発電に利用できない光を熱として放出している。この解決策として熱を電気に変換する熱電変換素子を提案している。この素子は内部の温度差により発電し、温度差が大きいほど発電量は増加する。素子の加熱面は外部環境により決まるため、冷却面の放熱効率の向上が重要となる。この方法としてヒートシンクを設置することを考えている。ヒートシンクは形状により温度分布やフィン間の風の流れが変わるため放熱効率が大きく変化する。そこで熱シミュレーションを用いることで様々な環境条件でのヒートシンクの温度分布や周囲の空気温度、風の流れを見る。これから放熱効率を評価する。

本研究ではタワー型のヒートシンクについて熱解析シミュレーションを行う。この結果を実際に実験した結果と比較することで放熱効率について評価し、放熱効率の向上に重要な要因を検討する。

## 2 実験方法および測定方法

シミュレーションモデルをFig.1に示す。加熱面側には太陽電池と熱電変換素子を設置し、その背面にヒートシンクを設置した。ヒートシンクはフィンのサイズを変えたものを2種類用意した。それぞれのヒートシンクの形状をFig.2に示す。太陽電池は厚さ2mmのガラスと400 $\mu$ mのシリコン、熱電変換素子は厚さ1mmのシリコンを厚さ1mmのアルミナで上下から挟む構造になっている。また太陽電池、熱電変換素子のサイズは全て60mm $\times$ 60mmである。Table 1に実験条件を示す。

Table 1 Experiment condition

Heat Sink material	Al
Environmental temperature[ $^{\circ}$ C]	20
Solar cell material	Si
Solar cell calorific value[W/cm $^2$ ]	0.2
Thermoelectric transducer material	Al $_2$ O $_3$ , Si

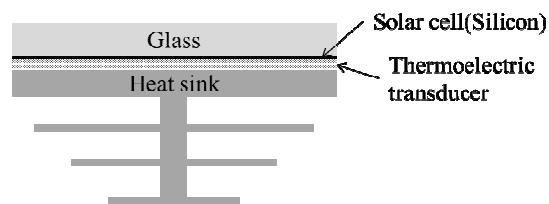
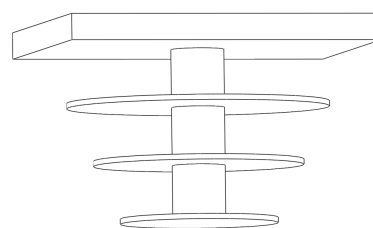


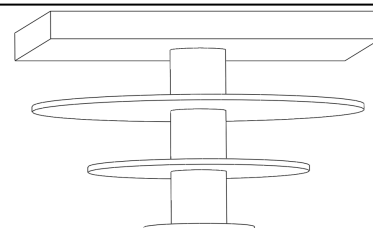
Fig.1 Simulation model

Material:Al  
Size:60mm $\times$ 60mm $\times$ 38mm  
Breech thickness:5mm  
Fin thickness:1mm  
The number of fin:3  
Void:10mm  
Fin diameter:30mm,40mm,50mm



(a)Tower type 1

Material:Al  
Size:60mm $\times$ 60mm $\times$ 38mm  
Breech thickness:5mm  
Fin thickness:1mm  
The number of fin:3  
Void:10mm  
Fin diameter:20mm,40mm,60mm



(b)Tower type 2

Fig.2 Heat sink model

Fabrication and value of the heat sink for thermoelectric transducer.

Yuta NAKAMURA,Kousaku SHIMIZU

熱解析シミュレーションによりヒートシンクの角度を変えた場合、ヒートシンク周囲を流れる風の風速を変えた場合の解析を行った。ヒートシンクの角度は $0\sim 90^\circ$  まで $10^\circ$  ずつ、風速は0(自然対流) $\sim 5\text{m/s}$ まで $1\text{m/s}$ ずつ変化させた。

ヒートシンクは表面積を広げることで空気中への熱の移動を増やす。そこでフィン間の空気の温度に注目して評価を行った。ただし自然対流で角度を変化させるとヒートシンクの熱抵抗が変化するためフィンの温度も変化する。そこで角度を変化させた場合はフィンとフィン間の空気の温度の温度差に注目した。

### 3 結果・考察

自然対流でヒートシンクの角度を変えた時のフィンとフィン間の空気の温度差をFig.3に示す。これよりType 1、Type 2共に角度が $0\sim 30^\circ$  まで変化する際には温度差が $1\sim 7^\circ\text{C}$ まで大幅に変化しているが、その後は $8^\circ\text{C}$ 付近で飽和状態になりつつある。自然対流では外部環境により暖められた空気が上昇する緩やかな流れを考えている。ヒートシンクを傾けるとフィン間に空気の流れができるため温度が下がる。しかし $30^\circ$  以上傾けるとフィン間を流れる空気の速度が飽和する。そのため熱の移動に変化がなくなり温度差が飽和する。これよりフィンを $30^\circ$  以上傾けると温度差が飽和することが分かった。

次にヒートシンクの周囲を流れる風の風速を変えた場合のフィン間の空気の温度変化をFig.4に示す。Type 1、Type 2ともに風速 $1\text{m/s}$

の風で温度が室温( $20^\circ\text{C}$ )付近まで急激に下がっており、その後 $5\text{m/s}$ まで風速を上げても空気の温度はほぼ $20^\circ\text{C}$ で飽和している。これからフィンの間隙を $10\text{mm}$ と広くとることにより、 $1\text{m/s}$ 程度の緩やかな風で十分にフィン間の空気の移動が起こることが分かる。

### 4 まとめ

太陽電池として $60\text{mm}\times 60\text{mm}$ の放熱領域の下に $60\text{mm}\times 60\text{mm}\times 38\text{mm}$ のヒートシンクを設置し熱解析シミュレーションを行った。その結果水平方向に対して角度を $30^\circ$ 、風速 $1\text{m/s}$ 程度の風がヒートシンクの横方向から流れることでフィン間の空気の温度が室温( $20^\circ\text{C}$ )付近まで下がることが分かった。これより以上の条件を満たすことで放熱効率向上が期待できる。

今後はシミュレーションで用いたヒートシンクと同じものを用いて実験を行う。この結果をシミュレーションと比較することで放熱効率向上に影響しているか確認する。

#### 「参考文献」

- [1] 横堀 勉、堀野 直治,「電子機器設計者のための放熱技術入門」日刊工業新聞社,(2011),p.203-224
- [2] 望月 貞成、村田 章,「伝熱工学の基礎」日新出版株式会社,(1996),p.62-63,107

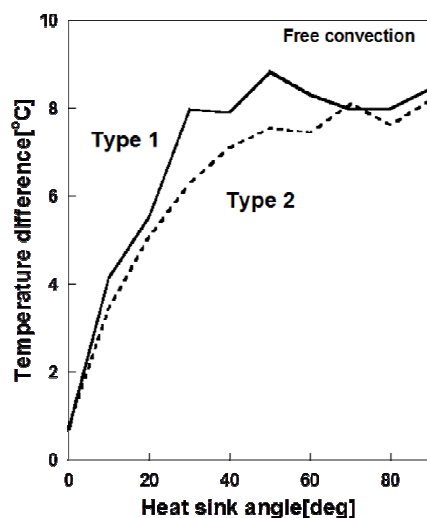


Fig.3 Change in temperature difference as a function of angle.

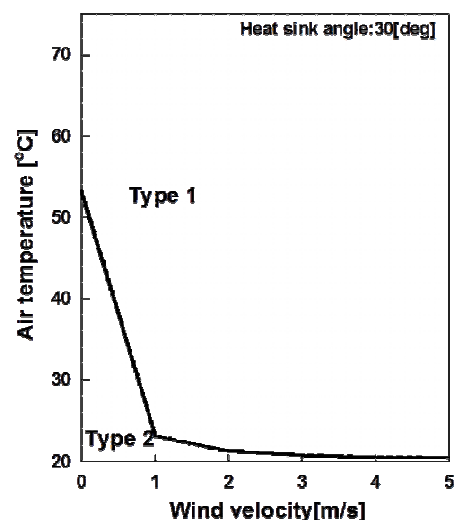


Fig.4 Change in air temperature