

電子機器の熱設計に関する研究

～シミュレーションモデルの簡略化に関する検討～

**中部エレクトロニクス振興会
名古屋市工業研究所**

平成 20 年 10 月

目 次

	頁
1. はじめに	
1.1 本研究の背景	1
1.2 本研究の目的	1
1.3 検討方法	2
2. 温度分布測定方法の概要	
2.1 測定方法の検討	3
2.2 放射率校正材の検討	4
3. TO-220 実装基板	
3.1 温度分布の測定	6
3.1.1 サーモグラフィの測定精度の検証	6
3.1.2 測定方法	7
3.1.3 測定結果	9
3.2 詳細モデルの解析	11
3.2.1 解析モデル	11
3.2.2 解析結果	13
3.2.3 考察	15
3.3 簡易モデル化手法の検討	20
3.3.1 モデル形状	20
3.3.2 解析結果	21
3.3.3 考察	23
4. SOP 実装基板	
4.1 温度分布の測定	25
4.1.1 サーモグラフィの測定精度の検証	25
4.1.2 測定方法	26
4.1.3 測定結果	29
4.2 詳細モデルの解析	31
4.2.1 Icepak による解析	31
4.2.2 FLOTHERM による解析	35
4.3 簡易モデル化手法の検討	37
4.3.1 モデル形状	37
4.3.2 解析結果	38

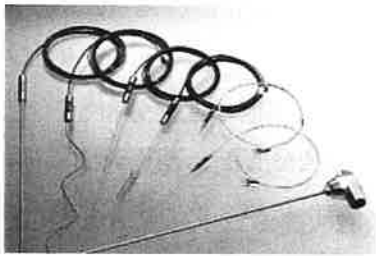

5. 基板の簡易モデル化手法の検討	
5.1 部分詳細モデル	41
5.2 一様熱伝導率モデル	42
5.3 分布熱伝導率モデル	46
5.3.1 Icepak の配線インポート機能	46
5.3.2 TO-220 基板での評価	46
5.3.3 SOP 基板での評価	49
6. 結論と今後の課題	
6.1 結論	55
6.2 今後の課題	56
7. 活動経過	57
参考文献	57
資料	58

2. 温度分布測定方法の概要

2.1 測定方法の検討

温度測定の方法は、接触式温度計による方法と非接触式温度計による方法に大別できる⁶⁾。接触式温度計は接触点の温度を高い精度で測定できるが、配線部からの放熱や応答速度が遅い等の問題があり、電子部品のように熱容量の小さなものや変化の早い現象を測定する場合には注意を要する。また、温度分布を得るためには多数の温度計を用いた多点観測を行う必要があり、配線部が流体の流れに影響を及ぼすことも懸念される。一方、非接触式温度計は、応答速度が速いことから、急峻な現象を捕らえることが可能である。また、サーモグラフィーのように多数のセンサを用いることによって温度分布を容易に可視化できるが、高い精度で温度を測定するためには放射率の校正が必要になる。各測定方法の特徴をまとめたものを表 2.1.1 に示す。

表 2.1.1 温度測定方式の分類

方式	接触式	非接触式
代表例	<p>熱電対</p> 	<p>サーモグラフィー</p> 
測定方法	異種金属材料の熱起電力を温度に換算	発熱体からの赤外線を計測して温度に換算
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ 接触点の温度を計測 ・ 測定精度が高い ・ 配線が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温度分布を容易に計測 ・ 放射率の校正が必要 ・ 表面温度のみ計測

本研究では、電子部品を実装した基板の温度分布を測定し、この結果とシミュレーションとの比較から、電子部品及びプリント基板のモデル簡略化について検討することを目的としているため、以降の測定ではサーモグラフィーを使った非接触方式を選択することにした。

2.2 放射率校正材の検討

先に述べたように、非接触式温度計を使った温度測定では放射率の校正が必要になる。ここでは、市販されている代表的な放射率校正材を使って、校正材を用いることによる表面温度への影響を検証した。なお、最終的な校正材の選定ならびにサーモグラフィーを用いた場合の測定精度に関しては次章で述べる。

(1) 使用機器

加熱源：シリコンラバーヒータ（150 mm×200 mm）アズワン

試験体：アルミ板（70 mm×50 mm×1.5 mm）

熱電対：K 熱電対（ $\phi=0.127$ mm）石川産業

電源：S-130-10 YAMABISHI

記録計： μ R 1800 横河電機

(2) 放射率校正材（放射率 ϵ はカタログ値）

- ① まず貼る一番（ $\epsilon=0.96$ ）沖電気工業
- ② 黒体テープ（ $\epsilon=0.95$ ）タスコジャパン
- ③ 黒体スプレー（ $\epsilon=0.94$ ）タスコジャパン
- ④ ドライグラファイトスプレー 日本船舶工具

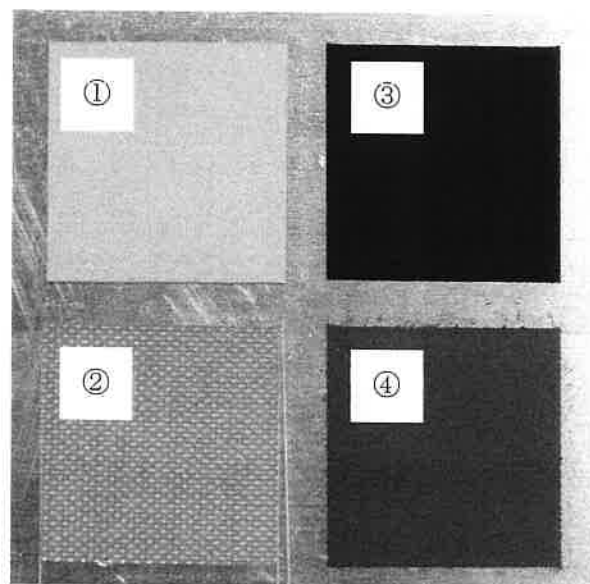


図 2.2.1 放射率校正材

(3) 測定方法

図 2.2.1 に示すように、アルミ基板上に放射率校正材（20 mm×20 mm）を塗布または貼付した試験体を作成した。これをシリコンラバーヒータ上にシリコングリッドで接着して加熱し、放射率校正材及びアルミ基板の表面温度を熱電対で測定した。

(4) 測定結果

アルミ基板（校正材のない部分）と放射率校正材との表面温度差を表 2.2.1 及び図 2.2.2 に示す。各校正材を塗布または貼付することによる表面温度への影響はドライグラファイトスプレーが最も小さいといえるが、いずれの校正材を使っても 2℃以内に収まることが明らかになった。

表 2.2.1 放射率校正材の表面温度への影響（アルミ基板との表面温度差（℃））

アルミ基板 [℃]	まず貼る一番	黒体テープ	黒体スプレー	ドライグラファイト
41.0	±0.0	-0.3	-0.3	±0.0
50.5	-0.2	-0.5	-0.6	+0.1
62.0	-0.4	-0.7	-1.0	+0.1
76.7	-0.6	-1.1	-1.4	+0.2

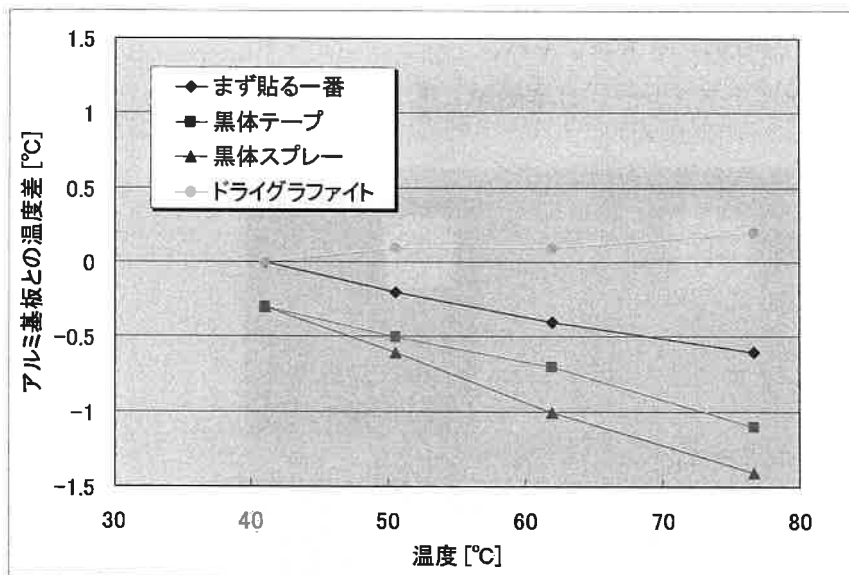


図 2.2.2 放射率校正材の表面温度への影響