

実装印刷配線板信頼性に関する研究

( 第 十 報 )

温度変化と湿度による加速試験に関する研究

名古屋市工業研究所

中部エレクトロニクス振興会

平成 7 年 3 月

## 序

電子機器の関連技術において、フロン規制に次いで製造物責任法が施行されるなど、信頼性評価技術がさらに向上することが求められています。

電子機器の小型化、高機能化に拍車かけられる今日、新製品の期間は短く、これを構成している部品およびその組み込み技術が電子機器の信頼性にどのように影響を与えるかについて、常に新たな対応が迫られています。また、電子機器の小型化による信号電力の微小化は外部の電界による影響を受け易くし、これが電子機器の誤動作の原因となり、時には社会問題さえおこす場合があります。さらに、ソフトウェアの原因でシステムが納品後に誤動作し、その修正作業が問題になることがあります。

名古屋市では、業界共通の技術的問題を解決するために共同研究制度を設け、当所と業界団体とが、経費を分担し、共同して課題の解決に努めています。

今回、中部エレクトロニクス振興会との共同研究である「高密度実装配線板の信頼性向上とフロン対策に関する研究」における成果の一部を「温度変化と湿度に加速試験に関する研究」として、報告書にまとめることになりました。本報告書は、プリント回路板に熱衝撃と高湿度の環境を与え、電子部品の故障を調べたものです。

本報告書が、関係業界の実装印刷配線板の信頼性向上に寄与することはもとより、関係各位に御高覧いただき何等かのお役に立つことができることを期待いたします。

名古屋市工業研究所  
所長 寺田 仁計

## 温度変化と湿度による加速試験に関する研究

—技術委員会研究報告書第十報発行に当たって—

中部エレクトロニクス振興会は、会員企業間の情報交換、共通技術の導入や課題解決のための研究、さらには毎年恒例となっている中部エレクトロニクスショーの開催などを通じて、当地区のエレクトロニクス事業の振興を図るために活動しております。

当会組織の中で、技術委員会は、会員企業が抱えている基本的な共通問題の研究により、その成果を活かして、技術力の向上を図ることを目的としております。

技術委員会は4つの分科会から構成されています。それぞれのテーマは、「振動に関する研究」、「表面実装に関する研究」、「加速試験と実際の相関に関する研究」、「無洗浄化による脱フロンの研究」となっております。各分科会は、毎月研究会を開催し、参加メンバーによる熱心な研究が続けられております。そして、その成果は研究が一段落したところで報告書としてまとめられて発行されてきました。

今回の報告書は名古屋市工業研究所と当会との平成5、6年度の共同研究「高密度実装配線板の信頼性向上とフロン対策に関する研究」において得られた成果報告であり、「実装印刷配線板の信頼性に関する研究」の第十報で、「温度変化と湿度による加速試験に関する研究」であります。また、この研究は第三分科会が平成5年7月から共同で行ってきたものであり、膨大な実験がベースとなっており、非常に実戦的な知見が得られる内容となっております。

技術委員会は今後も活発に活動を続けていくつもりであります。皆様の変わらぬ御理解と御支援を今後ともよろしくお願いいたします。

終わりに、この度の共同研究には名古屋市より格別の御配慮を賜ったことに深く謝意を表すとともに、本研究を進めるにあたり御指導いただいた中部大学副学長岩田幸二先生をはじめ、愛知県工業技術センター主任研究員盛田耕作先生及び名古屋市工業研究所の先生方に心からお礼申し上げます。

中部エレクトロニクス振興会  
技術委員会  
委員長 水谷 集治

— 目 次 —

1. はじめに	...	1	9. 試験状況		
			9.1 試料の設置状況	...	23
2. 目的	...	1	9.2 測定風景	...	24
3. 活動の経過	...	2	10. 試験結果		
4. 試験に用いた試料			10.1 厚膜抵抗の解析	...	25
4.1 試料選択の事由	...	4	10.2 薄膜抵抗の解析	...	27
4.2 試料及び仕様	...	4	10.3 アルミ電解コンデンサの解析	...	28
4.3 試験用基板	...	5	10.4 積層セラミックコンデンサの解析		31
4.4 基板の組立	...	7	10.5 抵抗付発光ダイオードの解析	...	33
4.5 試料数	...	8	10.6 発光ダイオードの解析	...	38
5. 試験条件及び試料数			10.7 トランジスタの解析	...	42
5.1 試験条件と試料数	...	9	10.8 試料以外の変化状況	...	45
5.2 洗浄・無洗浄による違い	...	10	11. 第六報との比較		
5.3 通電・無通電による違い	...	10	11.1 目的	...	50
5.4 熱衝撃試験条件	...	10	11.2 試験条件の比較	...	50
5.5 高温高湿試験条件	...	10	11.3 結果の比較	...	50
5.6 組合せ試験	...	11	11.4 温度差係数について	...	51
6. 試験条件と実際との相関			11.5 温度差係数のまとめ	...	52
6.1 試験条件とその加速係数	...	12	12. フィールド試験について		
6.2 寿命についての考え方	...	14	12.1 フィールド試験の目的	...	53
6.3 計算例	...	16	12.2 フィールド試験の方法	...	53
7. 試験日程及び試験場所			12.3 進め方について	...	54
7.1 試験日程	...	17	13. 試験結果及び解析結果のまとめ		
7.2 試験場所	...	17	13.1 試験結果のまとめ	...	55
8. 試験装置・測定項目及び測定方法			13.2 故障解析結果のまとめ	...	56
8.1 試験装置	...	18	14. 問題点及び今後の課題	...	57
8.2 測定項目と故障判定基準	...	21	15. 研究成果の活用事例	...	58
8.3 測定方法	...	21	16. おわりに	...	59
8.4 使用計測器	...	22			
8.5 データの集計方法	...	22			
			「参考文献」	...	59

## 1. はじめに

生活水準の高度化、情報社会への対応などを反映し、電子機器の高機能化は急ピッチで進み、それに見合った高い信頼性も望まれるようになってきている。また、要求の多様化、競争の激化によって商品の開発サイクルが前にも増して短くなり、信頼性の評価にも一層の正確さとスピードアップが要求されている。しかし、同一製品でもその使われ方は千差万別であり、それらの使用状況を把握することや実際の使用状況に合わせた信頼性試験を行うことは至難と言える。

中部エレクトロニクス振興会と名古屋市工業研究所の共同研究の成果として、昭和63年に発行された「実装印刷配線板信頼性に関する研究」の第三報に述べられているように、当時の技術委員会第2分科会は「熱衝撃とフィールドとの相関」の研究を行うことでスタートした。しかし、研究の参考になるような適切なフィールドデータが得られなかったことや、試験にからフィールドデータを得ようとするならば相当な時間と費用が伴う等々の理由により、テーマを「効率的な熱衝撃試験方法に関する研究」に変更して研究を進めた。その後も平成4年に第六報として「効率的な熱衝撃試験法に関する研究」を発行するなど、熱衝撃試験に関しての多くの貴重な成果をもたらした。

その間にも電子部品や電子機器の信頼性技術はめざましく発展してきたが、ある製品を指して実際にはどれだけでもつのかということになると依然として明快な答は得られない状況である。

誰もが知りたいこの問題の解はあるのだろうか。当分科会はかつて「フィールドとの相関」を断念した経緯を承知しながらも、依然として皆の関心が高く、長年の課題であるこの問題について再度挑むことにした。また、旧第2分科会の研究も継承しながら、そこで残されていたいくつかの問題点にも取り組むことにした。

## 2. 目的

電子機器の寿命や故障モードを実際の使用環境に置かなくても、製造段階の試験で短時間に推定できるようにしたいというのが当分科会の研究の目的であり、研究テーマを「加速試験と実際の相関に関する研究」としてスタートした。

そのために、実装した電子部品に対して熱衝撃試験及び高温高湿試験並びにそれらを組合せた各種の加速試験を行う一方でフィールド試験を行い、それらの結果を比較することで相関関係を探り、短時間で電子部品の壊れ方を知り、その寿命の推定や耐環境性の評価ができるようにしたいと考えた。また、その中から効率的で効果的な寿命試験は何かということも見出したいと考えた。

今回報告書を発行するにあたり、これまでの3年間の研究の成果を「温度変化と湿度による加速試験に関する研究」というタイトルでまとめることにした。

### 3. 活動経過

当分科会発足から現在に至るまでの活動経過の概要は次の通りである。

- |        |  |
|--------|--|
| 平成4年4月 | 分科会発足  |
| 5月     | 研究テーマ「加速試験と実際の相関に関する研究」と決定   |
| 6月     | 研究に対する要求のとりまとめ   |
| 7月     | サンプルの検討  |
| 8月     | 試験方法の検討  |
| 10月    | 試験条件の検討  |
| 11月    | 予備試験の検討  |
| 12月    | 予備試験の準備  |
| 平成5年1月 | 予備試験実施   |
| 2月     | 試験用印刷基板の製作検討   |
| 3月     | 試験用印刷基板の回路検討、予備試験の測定結果のまとめ   |
| 4月     | 試験用印刷基板の製作   |
| 5月     | 熱衝撃試験 (-55℃～+125℃、1000サイクル) 開始<br>故障が少ないために1500サイクルまで延長 終了10月  |
| 6月     | 熱衝撃試験測定、フィールド試験の検討   |
| 7月     | 熱衝撃試験測定と状況把握、フィールド試験の検討  |
| 8月     | 高温高湿試験の検討、熱衝撃試験延長決定  |
| 9月     | 熱衝撃試験測定、高温高湿試験の計画  |
| 11月    | 熱衝撃試験のまとめ<br>この結果からこれより低いストレスの熱衝撃試験の中止決定<br>熱衝撃試験+高温高湿試験の組合せ試験の実施の計画   |
| 12月    | 高温高湿試験の準備  |
| 平成6年1月 | 高温高湿試験 (+85℃/85%RH、1000h) 開始<br>熱衝撃試験 (実施済み) +高温高湿試験 (+85℃/85%RH、1000h) 開始   |
| 2月     | 高温高湿試験測定<br>高温高湿試験の結果をみて組合せ試験を計画   |
| 3月     | 組合せ試験開始 (以下の組合せ)<br>・高温高湿試験 (1000h+24h) +熱衝撃試験 (200サイクル)<br>・高温高湿試験 (1000h) +熱衝撃試験 (200サイクル)<br>・高温高湿試験 (24h) +熱衝撃試験 (200サイクル)<br>・熱衝撃試験 (200サイクル) |
| 4月     | 組合せ試験の結果のまとめ   |
| 5月     | これまでの試験結果のまとめ  |
| 6月     | 報告書作成検討、作業の分担  |
| 7月     | 試験結果のまとめ   |

- 8月 追加熱衝撃試験 (-40℃～+100℃、2000サイクル) 開始  
9月 報告書原稿作成  
10月 「温度変化と湿度による加速試験に関する研究」として資料作成  
「'94中部エレクトロニクスショー」の技術セミナーにて研究発表  
11月 報告書原稿作成  
12月 報告書原稿検討
- 平成7年1月 報告書原稿完成  
2月 報告書印刷  
3月 報告書発行

なお、分科会の会合は定例の会合を月1回(2時間程度)名古屋市工業研究所にて行い、必要に応じて臨時の会合を愛知県工業技術センターにて行った。

また、試験と測定はすべて愛知県工業技術センターにて行った。

#### 4. 試験に用いた試料

##### 4.1 試料選択の事由

試料の選択に当たっては次の点を協議し選定した。

- ・昨今の電子機器において小型化や軽量化が進む中で従来のディスクリート部品より面実装部品が多用されるようになっている。
- ・前第六報までは、おもにディスクリート部品を使用している。
- ・前第六報のデータの継続性が図れること。
- ・部品及びメーカ選定には、当分科会参加会社での使用部品として、提供可能な部品であること。
- ・10年後にも使用が想定され、得られたデータが生かせる基本的な部品であること。

よって基本的な表面実装部品である 抵抗（厚膜、薄膜）、コンデンサ（電解、セラミック）、発光ダイオード（可視光）、トランジスタを選択した。なお、部品は同一ロットの部品を使用した。

（4品種7点）試験に用いた試料及び仕様を表4.2.1に示す。

##### 4.2 試料及び仕様

表4.2.1 試料及び仕様

記号	部品名	種類	仕様	動作/保存温度	サイズ (mm)	メーカ
R1	抵抗	厚膜	1K $\Omega$ 1/10W $\pm 5\%$ $\pm 400\text{ppm}$	-55 $^{\circ}\text{C}$ ~+125 $^{\circ}\text{C}$ (Topr)	2.0 $\times$ 1.25 $\times$ 0.55	A
R2	抵抗	薄膜	1K $\Omega$ 0.125W $\pm 0.5\%$ $\pm 25\text{ppm}$	-55 $^{\circ}\text{C}$ ~+125 $^{\circ}\text{C}$ (Topr)	3.2 $\times$ 1.6 $\times$ 0.65	B
C1	アルミ電解 コンデンサ	小型	47 $\mu\text{F}$ 16V	-40 $^{\circ}\text{C}$ ~+105 $^{\circ}\text{C}$ (Topr)	6.3 $\phi$ $\times$ 5.4	C
C2	セラミック コンデンサ		0.01 $\mu\text{F}$ 50VDC	-25 $^{\circ}\text{C}$ ~+85 $^{\circ}\text{C}$ (Topr)	3.2 $\times$ 1.6 $\times$ 1.25	C
LED1	抵抗付発光 ダイオード	赤色 可視光	20mA 抵抗内臓	-25 $^{\circ}\text{C}$ ~+80 $^{\circ}\text{C}$ (Topr) -30 $^{\circ}\text{C}$ ~+85 $^{\circ}\text{C}$ (Tstg)	3.2 $\times$ 1.6 $\times$ 1.1	D
LED2	発光 ダイオード	赤色 可視光	15mA	-25 $^{\circ}\text{C}$ ~+65 $^{\circ}\text{C}$ (Topr) -30 $^{\circ}\text{C}$ ~+75 $^{\circ}\text{C}$ (Tstg)	3.2 $\times$ 2.0 $\times$ 1.1	C
Q1	トランジスタ	低周波 NPN	hfe:200~400 150mW	-55 $^{\circ}\text{C}$ ~+125 $^{\circ}\text{C}$ (Tstg)	2.9 $\times$ 1.5 $\times$ 1.1	E

\*Topr:Operating Temperature \*Tstg:Storage Temperature



### 4.3 試験用基板

#### 4.3.1 各試料への通電回路

各試料への通電回路を図4.3.1に示す。

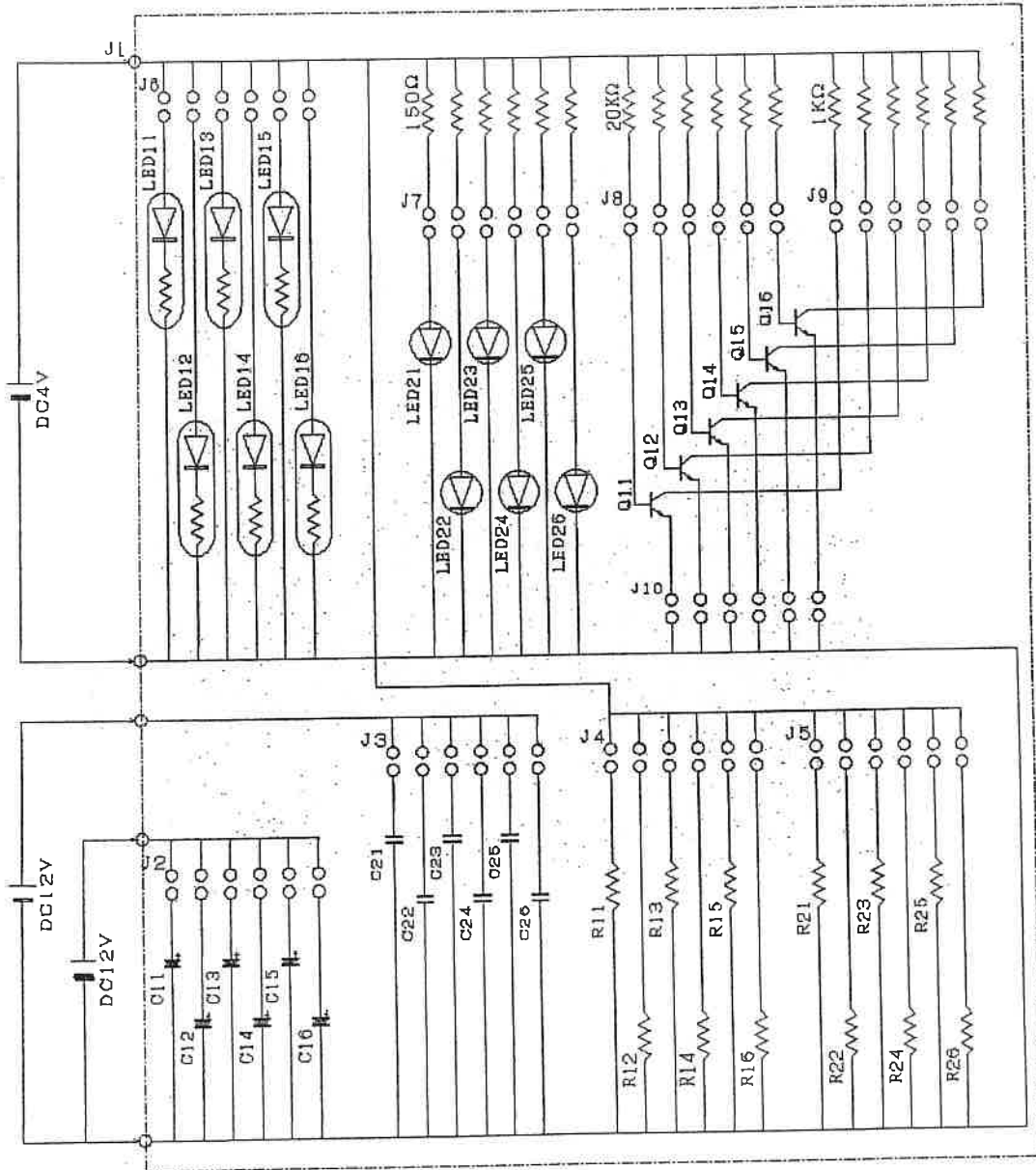


図4.3.1 通電回路

#### 4.3.2 基板の外形及び外観

- ・基板の外観を写真4.3.1に示す。
- ・基板の大きさ : 1.6t × 100 × 100 (mm)
- ・基板の材質 : ガラスエポキシ材 (FR-4、両面)

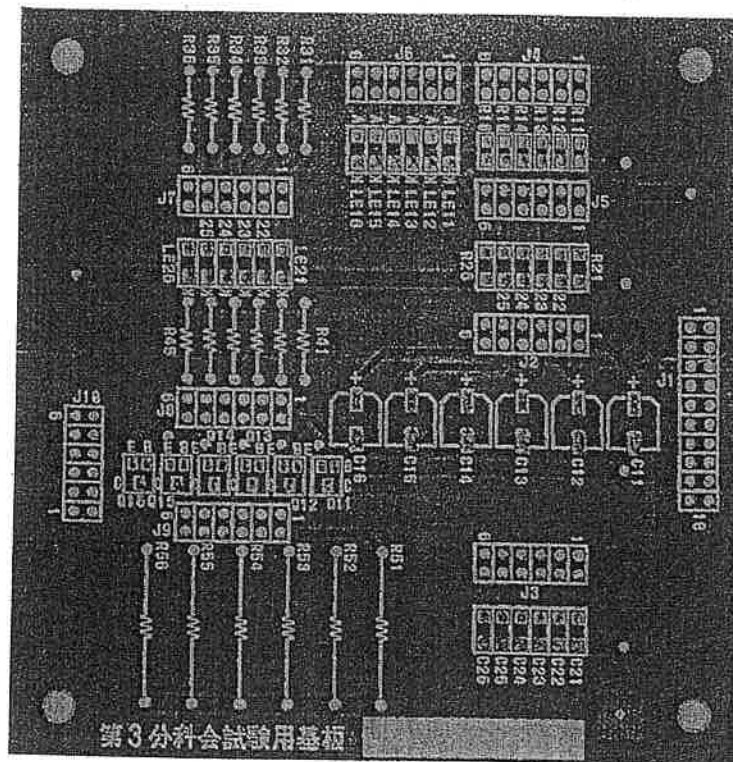


写真4.3.1 基板の外観