

日本第十届可靠性与维护性 会议论文集选编

电子产品可靠性与环境试验编辑部

可靠性与环境试验参考资料 (12)

日本第十届可靠性与维护性 会议论文集选编

电子产品可靠性与环境试验编辑部

内 容 简 介

本书选编于财团法人、日本科学技术连盟编辑的《第10回信頼性・保全性シンポジウム发表报文集》(昭和55年6月30日)。选入的文章包括元器件、集成电路、薄膜器件、印刷板、磁带、接插件共25篇。介绍了有关可靠性设计、可靠性活动与管理、可靠性数据的收集与分析方法、可靠性试验的故障与分析、组合环境试验、测量与维护等,内容广泛,对于从事电子产品可靠性研究、设计与生产、使用与维护的广大科技人员均有参考意义。

可靠性与环境试验参考资料(12)

日本第十届可靠性与维护性会议论文集选编

责任编辑:余宏达

出版日期 1983年8月

编辑出版	电子产品可靠性与环境试验编辑部 广州1252信箱9分箱
印刷	电子工业部第五研究所印刷厂
发行	电子工业部第五研究所出版室

广东省内部刊物登记证017号

定价 1.00元

目 录

元 件 可 靠 性

关于磁带寿命的若干问题.....	(1)
高辉度数字显示管的寿命试验.....	(4)
印刷板(金属化孔)的可靠性.....	(6)
电视机接插件的可靠性评价方法.....	(10)
功率晶体管的可靠性研究.....	(13)
功率晶体管焊接层的热强度分析.....	(17)
发光二极管的老化特性.....	(22)
薄氧化膜的老化击穿失效.....	(26)
薄膜载体器件的可靠性研究.....	(31)

可 靠 性 活 动 与 管 理

三洋电机公司可靠性数据库系统的开发及运用.....	(36)
用户的软件可靠性管理.....	(42)
在外协作厂家生产的电子设备的可靠性管理.....	(46)
工厂电子测试设备可靠性与维护性的改进.....	(51)
与早期质量有关的用户动向的掌握及利用.....	(57)
组合环境试验方法.....	(60)

可 靠 性 设 计

MIL-HDBK-217C之主要修改点.....	(64)
树脂封装功率集成电路PN结-封壳热阻与封壳-大气热阻及总热阻间的关系.....	(69)
用微型计算机进行威布尔型失效分析.....	(73)
彩电可靠性数据的收集与分析.....	(78)
不完整数据分析方法的研究.....	(82)

可 靠 性 试 验 和 故 障 分 析

塑料封装半导体器件的耐湿可靠性.....	(85)
如何定量掌握用户对可靠性试验的要求.....	(89)
电子计算机中集成电路的失效分析.....	(91)
16K EPROM的可靠性比较试验.....	(94)
威布尔分布元器件的最佳替换方式.....	(101)

关于磁带寿命的若干问题

铃木喜久、贝塚隆则等

1. 绪 言

人们似乎认为磁带的寿命是非常之长的，其实，根据使用的情况来看，不可能期待它有那么长的寿命，我们最好是把它看作消耗品，在适当的情况下把它废弃更换，以减小计算机实际工作时间的损失。关于计算机磁带的寿命，曾做过试验、分析，并运用失效物理的分析方法进行过研究。这里试对磁带寿命的几个问题报告如下。

2. 关于磁带寿命之一例

在6台不同型号的计算机内，均配上4家公司的磁带各一盘，共计24盘，把它们作为操作带使用，从而以它们为对象来考察一下磁带的寿命。该计算机系统的月平均工作时间约为500小时，且全部在断续工作中，磁带使用的比率是0.8次/小时。机器在运转过程中，任何一盘磁带失效了，都要立即更换新的带子使用，结果在470天内更换了19盘磁带。该数据的随机分布曲线如图1所示。

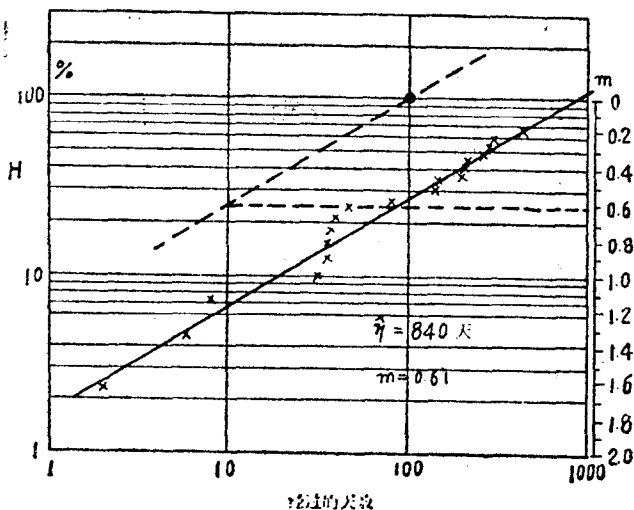


图1 磁带的寿命特性（随机威布尔分布）

根据图1的曲线，估计磁带的特征寿命为840天。若把该特征寿命以使用次数来表示，则其使用寿命为3000次（若考虑过带的次数，那寿命就更长了）。而且，这些磁带在耐久性试验方面，也是完全符合日本国家标准规定的要求。另外，不管是在机器上的磁带也好，还是没上机的磁带也好，从磁带寿命的角度来说，没有看到显著差异。关于漏失信息的问题，则由于磁带的牌号不同，有显著差异。但就随时间变化而言，也许是因为有清洗机构的缘故，故曲线没有单调上升。一度有所增加，而后再再度减小下来。

在该数据中，值得引起我们注意的是，磁带的寿命分布显示出多为早期失效的趋势（ $m < 1$ ）。这个趋势，可以说是给了我们一个启示，那就是应该把磁带和设备联系起来加以考虑。

3. 失效后更换的新磁带的失效模式

使用两家公司的设备和使用这两家公司的合计约一万盘磁带，结果在14个月的现场使用期间里，报废处理的磁带有194盘。经调查，这些磁带的失效原因是属于图2所示的失效模式。以往，磁带的好坏，往往以漏失信息的多少而定。这从性能上来说，无疑是正确的。但若从寿命这个角度来看，由于现在的设备都有重读功能，所以单纯用漏失信息来判断磁带寿命是几乎没有的，磁带的寿命莫如用物理方面的性能衡量更恰当。

但是，有关寿命特性的数

王衍庆译 关成勋校

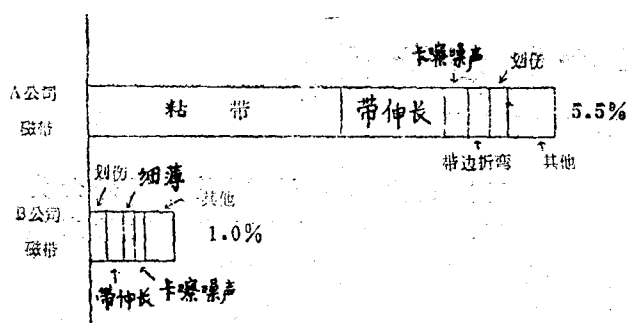


图2 磁带的失效模式

据,是指产品过去的数据而已。而不管是设备还是磁带,都是在日新月异地进步的。图1、图2所示的数据也是说明产品过去特性的一个例子,仅供参考。

4. 磁带随时间变化的状况

如前所述,关于磁带的实际寿命,要取得最新的数据是困难的。本文是从失效物理方面,或者是以磁带的构造、成分方面等内在因素为出发点来进行研究的。到上节为止,所给出的数据都是磁带的实际数据,虽然它显示了早期的失效模式,但也可以从中考虑磁带是否存在磨损失效模式。在老磁带中,与磁头发生接触磨损,按通常的说法,就是磁带的磨损寿命问题。而近期,磁带的耐久性已非常好,按日本国家标准规定做耐久性试验,几乎见不到不合格的产品。在这一基础上,我们进一步探索是否有随时间而变化的因素,并已发现了这样的一种因素。现将研究结果报告如下。

可以说磁带的构造是很简单的,它只有基带和磁带层。基带是一种很稳定的材料,磁

粉如是用氧化物制成的,也是很稳定的。所以,如果单从时间来考虑,可以不必考虑它们会有什么变化。但是在磁带里使用了微量的有机物,可以确定,它才是随时间变化的物质。

为了观察粘合剂的变化情况,就要观测分子量的分布,该分子量的分布是氟里昂的四羟甲基乙醇中提取的液体,按色层分离法分析出来的,通过这一观测就可以看到图3和图3'所示的曲线,即在温湿度的影响下,存在着随时间而变化的情况。当然,在通常环境下,这种变化要影响到磁带的寿命都需要相当长的时间,因此我们不必担心。但是,对于磁带的保存环境和使用方法,则需要相当注意。

5. 结束语

磁带的耐久性虽正在迅速地提高,然而,也还有一个因使用、操作而产生的寿命问题,以及存在带根本性的、随时间而变化的因素。因此,注意保存环境,适时更换磁带,也是很必要的。

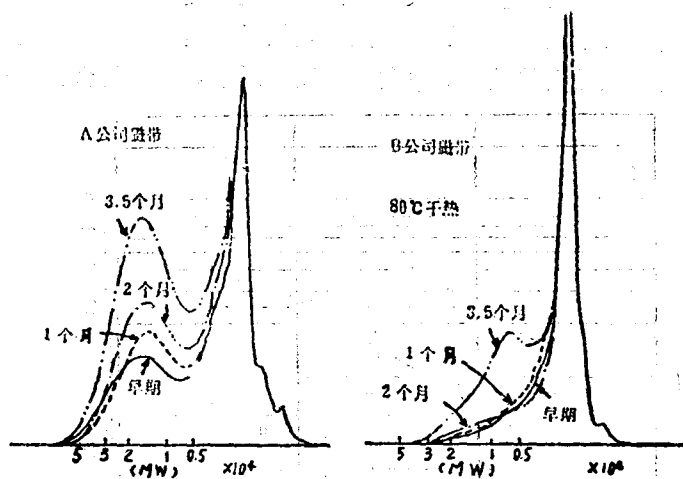


图3 因高温贮存而引起的磁带粘合剂的变化(利用提取物的胶液渗透色层分离法得出的结果)

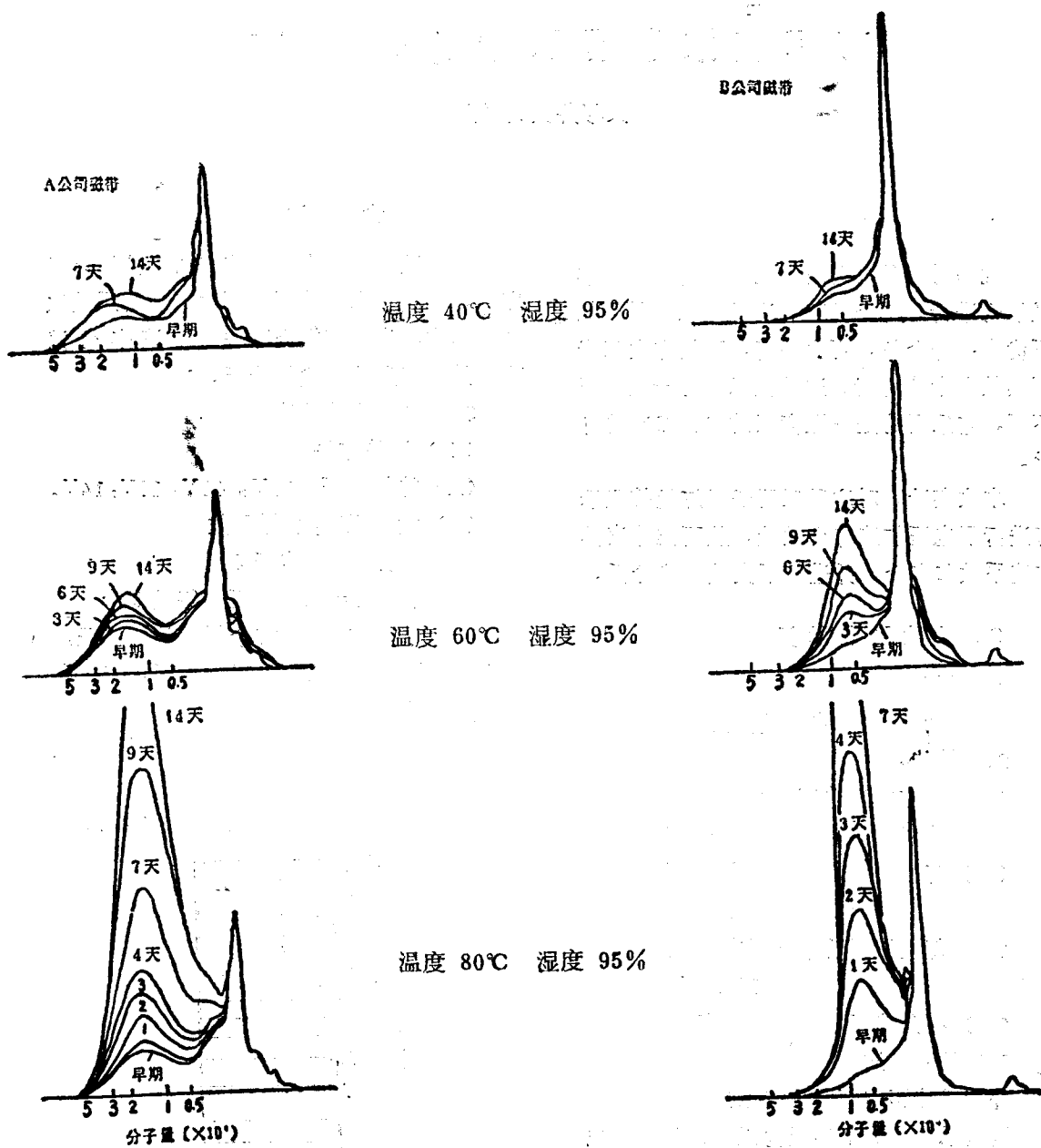


图3' 因湿热贮存而引起的磁带粘合剂的变化 (利用氟里昂四羟甲基醇是取物的胶凝渗透色层分离法)

高辉度数字显示管的寿命试验

矢杉井久雄 等

1. 前言

我们对一种新近研制出来的高辉度数字显示管进行了寿命试验。这种显示管具有如下优点：寿命长，可靠性高，即使在太阳光下读数也十分清晰。这种显示管与一般管子不同，它采用的是低温度（约1300℃）的灯丝。

本次实验，对这种采用低温灯丝的显示管进行了电压加速寿命试验，从而推算出其加速系数和寿命，并进行了失效模式分析。

2. 试验用显示管

2.1 样品管

DA-2000型（日本阿波罗公司）

2.2 性能

(1) 额定直流电压 4.5V_{DC}

(2) 使用电压范围 3.5~5 V_{DC}

(3) 每段消耗电流（额定电压时）
24mA

(4) 每段消耗功率（额定电压时）
108mW

(5) 视角范围 140度

2.3 构造

外观照片和内部照片（略）。

该显示管由7个字段构成，每段是绕成线圈形状的钨丝。各段熔接在陶瓷基板底座的支杆上。陶瓷基板用玻璃管密封，以保持高真空度。在额定电压下使用时，灯丝温度约1300℃，比一般管子的温度（2500℃）要低得多，故钨的蒸发减少，寿命可增长。另外，由于字段的质量极小，且成线圈状，故耐振动、冲击。

3. 寿命试验

寿命试验采用电压加速寿命试验法。程序是，首先为求加速系数而进行加速系数试验；其次，为推算寿命而进行加速寿命试验，并进行失效模式的分析。

3.1 加速系数试验

(1) 试验方法

(A) 施加电压 11V, 12V, 13V, 14V.

(B) 批（组）数/样品数

批数 = 每种电压 3 批

样品数 = 每种电压、每批 3 个

(C) 试验方法 对 3 个样品施加电压，记录最先断线样品的断线时间数据。记录各批、各电压的断线时间数据。

(2) 试验结果 图 1 为试验结果数据。失效现象均为字段断线。

(3) 加速系数推算 众所周知，钨丝

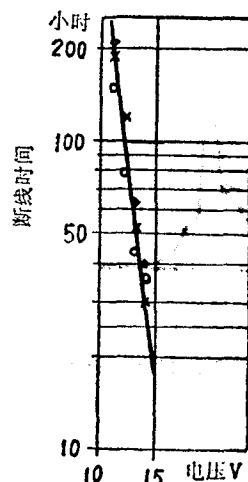


图 1 加速系数试验

盛志森译 郭辉校

的寿命与电压比的 k 次方成反比。即加速系数 K 可用下式表达:

$$K = \frac{L_0}{L} = (V/V_0)^k \quad (1)$$

式中: V_0 ——基准电压

V ——施加电压

L_0 ——电压 V_0 下的寿命

L ——电压 V 下的寿命

根据式(1)和图1来推算 k 值, 得 $k=7.7$ 。就是说, 这种显示管的寿命服从于 7.7 次方法则, 与一般管子常说的 12 次方法不同。

3.2 加速寿命试验

(1) 试验方法

(A) 施加电压 14V

(B) 样品数 20个

(C) 试验方法 对各样品施加电压, 记录断线的时间数据。

(2) 试验结果 图2为描绘在威布尔率概纸上的试验结果数据。失效现象均为字段断线。

根据图2推算的威布尔参数如下:

特征寿命 $\eta = 110$ 小时

形状参数 $m = 1.6$

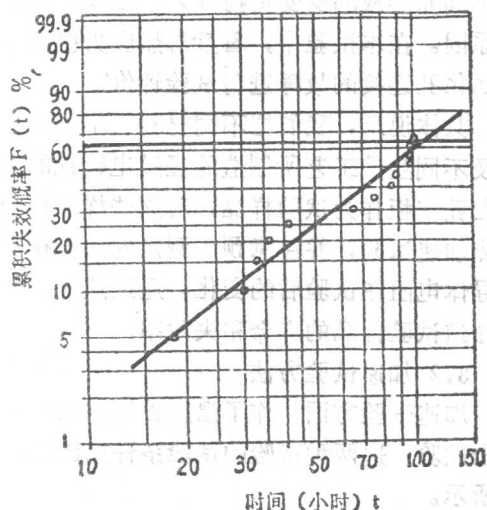


图2 加速寿命试验

分布函数 $F(t)$ 以下式表示:

$$F(t) = 1 - \exp[-(t/\eta)^m] \quad (2)$$

式中 t 为时间。

(3) 寿命推算 如把寿命定义为“断线的样品数达总样品数的 $P\%$ 时的时间”的话, 应用加速系数, 按式(1)和(2), 寿命 L_0 由下式表示:

$$L_0 = (V/V_0)^k \cdot [-\ln(1-P)]^{1/m} \cdot \eta \quad (3)$$

式中: $V = 14V$, $\eta = 110$ 小时, $k = 7.7$, $m = 1.6$ 。

根据式(3), 对于额定直流电压 $V_0 = 4.5V$ 、 $P = 0.05$ (即 5% 的样品断线) 时的寿命 L_0 , 可推算出 $L_0 = 107000$ 小时。由此可确认, 本试验所用的显示管乃是长寿命的。

3.3 失效模式分析

前面各项试验发生的失效现象均为字段断线, 如图3、图4所示。根据这些照片可

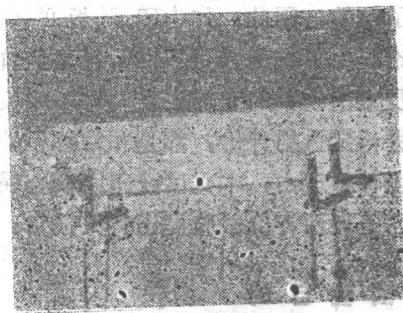


图3 断线的字段

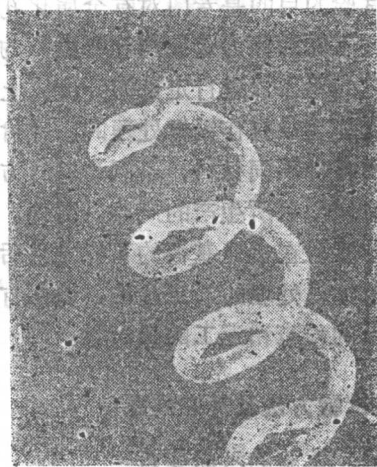


图4 断线部位的放大

以推断,样品的失效是由于其灯丝表面产生凹凸现象,最后导致断线。

4. 结 论

通过对采用低温灯丝的高辉度数字显示管进行的寿命试验,得到如下结论:

(1) 加速系数服从7.7次方法则(即寿命与电压比的7.7次方成反比);

(2) 额定电压下的寿命长于10万小时(寿命系指5%样品发生断线之时间);

(3) 失效模式均为字段断线,即由于灯丝表面产生凹凸现象继而断线。

印刷板(金属化孔)的可靠性

田代通也

1. 前 言

印刷板是电子设备的重要组成部分之一,因而要求它具有高的可靠性。然而,与许多元器件比较起来,对印刷板的可靠性还是很不了解的。因此,作为印刷板的使用者,无论是为了确保其可靠性,还是从价值分析以及数据收集的立场出发,对印刷板的可靠性进行定量的评价,都是非常必要的。基于上述种种理由,本文试就印刷板金属化孔连接的可靠性评价试验提出有关报告。

2. 试 验 目 的

本试验的目的是专门对有金属化孔连接的基板(下面简称为金属化孔基板)的金属化孔部分的可靠性进行定量的评价。上述金属化孔是完全没有作锡焊处理的。评价的范围涉及由各种不同材料、不同的制造方法、不同的生产厂家所生产的产品。另外,还希望通过本试验在确认基板的可靠性之后,能重新修改锡焊处理的判定基准,以期有可能减少基板的检查和返工的工时数。

3. 试验方法及其它问题

3.1 本试验的考虑要点

为了评价印刷板的可靠性,首先必须找

出与可靠性相关联的因子。这些因子包括印刷板的材料和品级、制造方法、印刷板的加工项目、使用环境,等等。在了解这些因子之后,印刷板的可靠性可这样来考虑:

可靠性评价 $\sim$ 寿命评价

进而,假如我们再考虑到金属化孔基板是大量使用的情况,那么所谓基板的寿命评价,无异于就是金属化孔连接的寿命评价了。

其次,我们试来考察一下金属化孔基板发生故障的主要原因。这些原因有:机械冲击(如跌落、振动等)、化学变化(如腐蚀等)、热应力(如由于基板与铜箔的膨胀系数不同而形成的交变负荷等),以及其它种种原因。在本试验中,着重对热应力引起的金属化孔连接的故障进行试验评价。

具体说来,我们把不同材料、不同品级以及不同生产工艺所制造的经过电镀铜的金属化孔基板作为试验样品,对这些样品作两种热加速试验,并注意预先测定的试验样品的导体电阻在试验后的变化。通过这些,便可知道试验样品的寿命和失效率。

3.2 加速试验方法

加速试验方面,作了温度循环试验和热冲击试验,这两种试验的试验条件如图1、2所示。

郭辉译 关成勋校

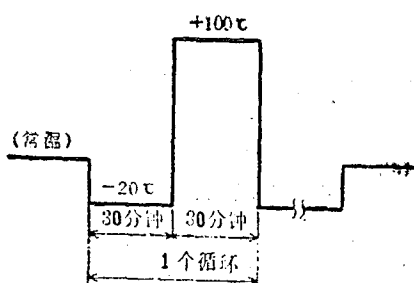


图1 温度循环试验

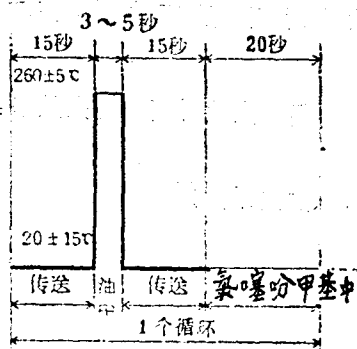


图2 热冲击试验

进行温度循环试验，是为了求得偶然失效期的失效率；而作热冲击试验，则是为了求得偶然失效期的长度和寿命。

3.3 加速系数

(1) 温度循环试验的加速系数

根据各种参考文献[1]、[2]、[3]，加速系数设为100。

(2) 热冲击试验的加速系数

在温度循环和热冲击两种加速试验数据的失效分布图中，在累积失效概率为0.1%的点上进行比较，从而算出热冲击试验相对于温度循环试验的加速系数，且设其为2.2。

3.4 测量

(1) 测量方法

使用微电阻测量仪，首先测量试验样品的总的导体电阻，并选择那些能判断总的电阻是否异常的点作为试验中的测量点，在以后的试验中，再对这些测量点逐个进行测量。

(2) 失效判定基准

当一个金属化孔的导体电阻超过30mΩ时，则判定该金属化孔失效。

3.5 试验样品

(1) 试验样品的形状，如图3和图4所示。

(2) 试验项目见表1。

表1 试验项目一览表

厂名	A社,	B社,	C社
基板材料(NEMA)	环氧树脂纸板(FR-3), 环氧玻璃板(G-10, FR-4, CEM3)		
板厚/铜箔厚	1.6mm, 1.0mm/35μ, 18μ		
制造方法	相减法, 半加法		
有否阻焊剂	单面有, 双面有, 双面无		
锡焊处理	250±5℃, 浸渍3~4秒		
样品数	温度循环试验	80块(186960孔)	
	热冲击试验	101块(248196孔)	
	合计	181块(435156孔)	

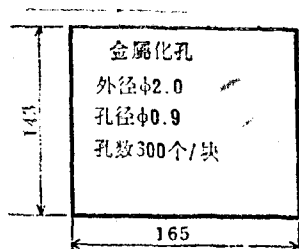


图3 A社试验样品的形状

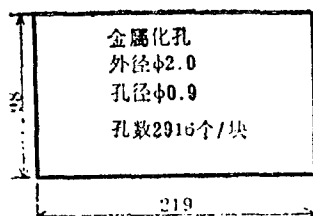


图4 B社和C社的试验样品的形状

4. 试验结果分析方法

在分析试验结果时，我们对失效率、偶然失效时间和寿命作如下定义：

$$\text{失效率} = \frac{\text{失效数 (置信度为60\%)}}{[\text{样品数 (金属化孔数)}] \times (\text{试验时间}) \times (\text{加速系数})}$$

寿命：金属化孔发生失效的平均时间。
由于试验样品数很多，所以使用失效概率纸来处理试验数据。

5. 试验结果

图5所示是热冲击试验时导体电阻变化的一个例子，图6所示则是温度循环试验时的例子，表2是分析结果的一个例子。

6. 结论

由试验的分析结果可以推断，用相减法制造的环氧玻璃板作成的印刷电路板，即使金属化孔部分不作锡焊处理，它的偶然失效时间也可达到20年左右，失效率在0.18非特以下。

7. 讨论

(1) 印刷板的寿命是由本试验的结果推算出来的。但在自然界中还必须考虑到腐蚀等问题，所以实际上可以认为寿命一般不太可能超过100年。

(2) 在作热冲击试验时，高温的温度约为260℃左右，焊锡是会融化的。所以，

偶然失效时间：累积失效概率达到0.1%的时间。

失效率：偶然失效时间内的失效率。

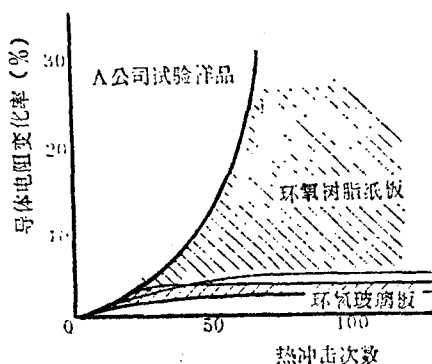


图5 导体电阻的变化(1)

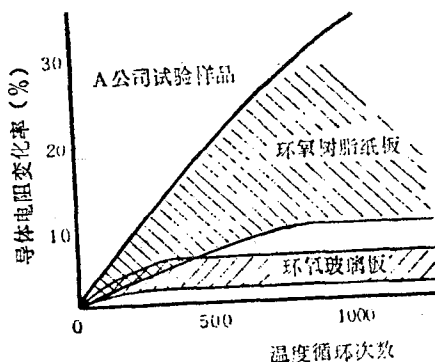


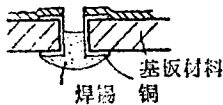
图6 导体电阻的变化(2)

表 2

厂 名	A 社				B 社				C 社			
基 板 材 料	环氧树脂纸板 FR-3		环氧玻璃板G-10		环氧树脂纸板FR-3				环氧玻璃板 G-10			
制 造 方 法	相 减 法				半 加 法		相 减 法					
板 厚	1.6mm				1.0mm		1.6mm					
样 品 形 状 *	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
偶然失效时间(年)	6.2	6.2	25.1	20.1	20.1	32.6	42.7	50.2	32.6	17.6	25.1	33.9
失 效 率(非特)	18.4	0.94	0.86	0.86	0.18	0.18	0.42	0.19	-	-	-	-
寿 命(年)	21	27	100	108	534	159	-	69	60	33	92	62

*样品形状(I)

阻焊剂



样品形状(I)



即使是有故障的基板，每当在 高温 槽 浸渍时，焊锡会再次融化，从而掩盖了故障。因此，在本试验中，把试验基板中的金属化孔分成几个部分，如果某一部分曾经发生过故障，那么在以后的试验中，就不再测量这部分了。

(3) 我们把失效判定基准设定为每个金属化孔的导体电阻不超过 $30\text{m}\Omega$ 。但在试验中，某试验样品有些孔的电阻值虽然没有超过 $30\text{m}\Omega$ ，但已十分接近这个数值，所以

引入了导体电阻变化率这个判定尺度，用它与失效率来共同衡量基板的可靠性。

参 考 资 料

- (1) 工业技术院，“信頼性委託試験成果報告”，標準化と品質管理，1973. 6
- (2) 青柳惠池，“銅スルーホール印刷配線板の信頼性”，东芝技術報告，1978. 8
- (3) 中原照己他，“各種印刷配線板の銅スルーホール信頼性試験”，东芝技術報告，1978. 11

电视机接插件的可靠性评价方法

松尾干也 等

1. 前言

为了提高生产率、设计水平以及维修服务质量,在电视机等家用电器里,往往使用许多接插件。而电视机是一种大批量生产的耐久性商品,要求所用的接插件价格便宜,而且能在各种环境中使用,可靠性高。

电视机用接插件的可靠性评价方法,一般是把接插件插拔若干次之后,再进行温度、湿度等耐气候性试验,然后检查评价其接触电阻的稳定性。但接插件在插拔性能方面,实际上是由非特定人员,在使用中以各自不同的角度施力插拔的。这样,从其结构上可以看出,接触簧片会出现疲劳现象,从而使接触力减弱,可靠性恶化。

本报告探讨了在这种插拔情况下,引起可靠性水平下降,防范于未然的评价方法。

2. 试验方法

2.1 试样的外形与构造

接插件虽小,但按其用途划分,就有很多形式,其性能也随使用条件不同而异。本报告讨论了两种接插件,它们一般在电视机等设备中使用,主要用于如图1所示的印制电路板上接续引线。

2.2 评价方法

如前所述,接插件是由非特定人员,在各自不同的角度施力插拔。由此从接插件的结构原理来看,可靠性指标恶化是可想而知的。基于这种情况,对图1中A、B两种形状的试样,对在插拔的同时,施加撬力和不加撬力的两种情况,分别进行温度及湿度的耐气候性试验,检查接触电阻的稳定性。

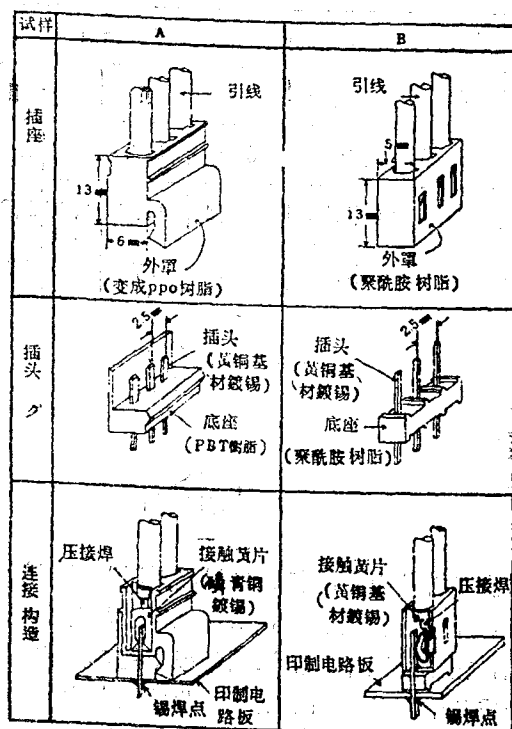


图1 试样的外形与构造

①耐撬性

由于接插件的插拔,是由非特定人员以多种姿态进行的,因此,定量地规定耐撬性试验方法,或者再进一步规定耐撬性要达到什么程度,是件困难的事。我们是按图2以及下述方法用手工进行试验的。为了检查接触簧片的疲劳情况,在试验前后,都要测量接触簧片单一方向的保持力。

耐撬性试验方法

(a) 如图2所示,首先把印制电路板固定好,再握住接插件外罩。

王衍庆译 周晓校

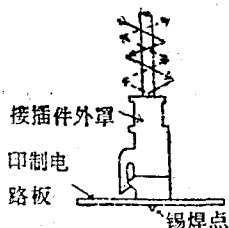


图2 耐撬性试验方法

(b) 选择接触簧片容易产生疲劳的方向，作为撬动的方向，用手沿箭头的指向

表1 耐气候性试验条件

	试验项目	试验方法	测量项目
1	高温贮存	在85℃的条件下贮存500小时	接触电阻
2	潮热贮存	60℃、90~95%RH的条件下贮存500小时	接触电阻

2.3 接触电阻稳定性的测量方法

接插件在规定的使用环境里，以及商品的耐用期内，应确保其性能及电连接的可靠性。通常是以接续部分的接触电阻值作为评价电连接可靠性好坏的依据。一般来说，接插件都是多接点的，而为了确认其可靠性水平，就得用一定数量的试样来做试验。然而，要把为数众多的连接点，一个个地加以测量，工作是相当烦杂的。而且在测量接触电阻时，连接部分往往会承受些旁不相干的作用力，从而改变了接触状态，因而不一定能确定出真正的接触电阻的稳定性。本文叙述的测量方法，系先将接插件的各个插针串联起来，再测量整个接插件的接触电阻，检查其接触电阻值的变化情况。由于接插件是在弱电电路里使用的，所以测量接触电阻时，应注意接触部分生成的氧化膜所引起的接触故障。在这种情况下，日本工业标准^[1]有在20mV的电压下进行测量的规定，本测量方法也是采用测量低电平电压的接触电阻仪（YHP-4328A、测量电压为20mV）进

（→插入，…→拔出）一边撬动，一边插拔，反复进行10次。

②耐气候性试验

根据用途上的要求，接插件应具有诸如温度、湿度、振动冲击、耐瓦斯环境以及插拔耐久性等环境或性能可靠性。而在电视接收机内部应用时，这些环境或者性能之中，又以确保温度及湿度影响为可靠性最基本的、不可缺少的条件。为此耐气候性试验按表1所示的条件进行。

行测量。

3. 试验结果及其讨论

3.1 耐撬性试验结果

耐撬插拔试验前后，接插件单一保持力的测量结果，由图3可以看出。试料A在试验后的情况是单一保持力增加；而试料B在耐撬试验前，单一保持力的偏差大，在耐撬性试验后，单一保持力降低了。

3.2 耐气候性试验结果

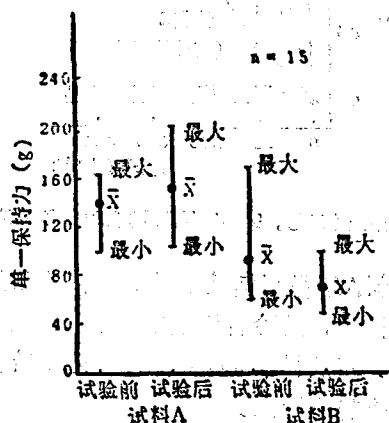


图3 耐撬试验前后的单一保持力

①高温贮存试验结果

高温贮存试验结果如图4所示。

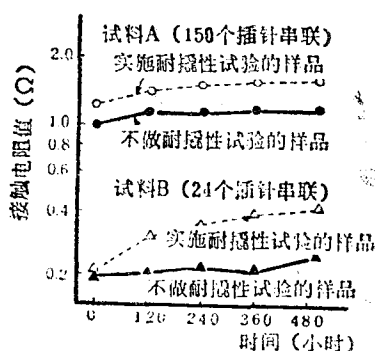


图4 高温(85℃)贮存试验的结果

试料A、B不做耐撬性试验的样品,以及试料A实施耐撬性试验的样品,试验前后接触电阻值没有多大的变化;而试料B实施耐撬性试验的样品,在试验后其接触电阻值比试验前大约增加了1倍。

②潮热贮存试验结果

潮热贮存试验结果如图5所示。

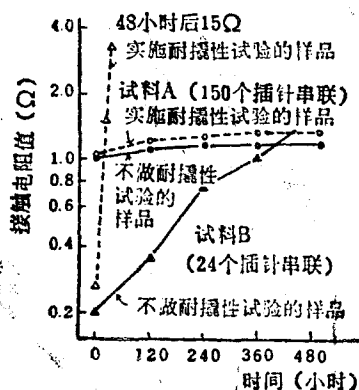


图5 潮热(60℃, 90~95% RH)贮存试验的结果

试料A不做耐撬性试验的和实施耐撬性试验的样品,试验后接触电阻值都没有多大的变化。而试料B的两种样品,经试验后接触电阻值普遍增大。

特别是实施了耐撬性试验的试样B,经48小时的潮热试验之后,其接触电阻值约为

试验前的60倍。

3.3 试验结果的讨论

由耐撬性试验可知,试料A的接触部分,由于进行过耐撬性试验,按理说会出现疲劳现象,但它的单一保持力反而增加了。这种情况,我们可以看作是接触部分磨损,使得摩擦力增加的缘故。

试料B的结构,决定了它在撬动的时候,接触簧片容易变形;另外,还由于接触簧片是用黄铜制作的,所以接触簧片容易疲劳,导致单一保持力下降。若从结构的角度来考虑这些差别时,就可以看出,如图6所示试料A的接触簧片的构造、外罩的形状都采取了耐撬性措施;如图7所示,试料B防止簧片疲劳的措施是不完善的,外罩没有采取耐撬动的措施。

接触簧片吸收撬动的范围

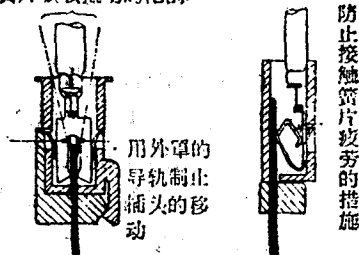


图6 试料A

图7 试料B

经过高温贮存以及潮热贮存试验之后,A、B两种试料的接触电阻都增加了,但实施耐撬性试验比不做耐撬性试验的样品其接触电阻增加的数值要大。这种情况,可以认为是由于撬动,使接触簧片的接触力减小,并且在温度、湿度的作用下,接触部分的金属表面容易氧化或被腐蚀。若把A、B两种试料作一番比较,则可看出试料A在潮热环境中,接触电阻稳定性好,在被撬动的情况下,它们之间的差别更加明显。其原因正如在耐撬性试验中所叙述的那样,是由于试料A的耐撬性性能好,接触力下降少。因此,

设计耐撬性好的结构，是确保接插件可靠性的有效手段。为了研究接触部分生成的氧化膜对接触电阻的影响，我们对潮热试验的试料B进行测量，测得的氧化膜击穿电压，如表2所示。测量接触电阻时要注意，如果使

表2 氧化膜击穿电压的测量结果

结果	0.8~4.2V
----	----------

用过高的电压进行测量，就检查不到使用低电压的电路所发生的接触故障。因此在进行评价的时候，应在低电平电压下进行测量。

4. 结 论

评价接插件可靠性的时候：

- ①在进行耐撬性试验之后，再进行耐气候性试验；
- ②而且要用低电平电压检查接触电阻的稳定性。

以上两点是确保接触可靠性的有效手段。

参 考 资 料

(1) JIS-C5402 1975年电子仪器用接插件试验方法

功率晶体管的可靠性研究

岛冈 诚 等

1. 序 言

我们知道，左右晶体管、集成电路可靠性的因素有：(1)半导体芯片的退化；(2)电极系统的退化；(3)键合结构；(4)封装结构等四种。本文就功率晶体管的芯片-基座(管座)的连接状态与可靠性之间的关系方面谈谈我们的研究成果。

功率循环寿命试验是评价功率晶体管可靠性的一个有效的方法。试验中，由于半导体芯片与基座的热特性、机械特性不同，在芯片和连接部位上便产生了循环热形变，往往导致连接部位的损坏。

为了增强基座与焊料间的浸润性或防止扩散，通常采用了基座表面镀镍的处理方法。但是，据笔者所知，有关深入探讨镍电镀性能状态对连接部位的有效性影响方面的研究报告则很少^[1]。因此，我们首先调查了镀镍条件不同的样品与功率循环寿命的关系，然后，在分析仪器下观察了连接部位的

有效性，从而进一步探讨镍电镀性能状态与功率晶体管可靠性间的关系。

2. 功率晶体管的横断面结构

图1是功率晶体管横断面结构的示意图。其键合方式是这样的：先在基座(铜)表面上镀镍，接着将要键合芯片的部分进行局部镀金，然后在370℃以上的还原气氛中将硅芯片与镀金层重合，以便形成连接芯片-基座的Au-Si合金层。

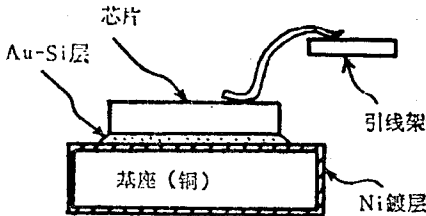


图1 功率晶体管的横断面结构

锡家桦译 何国瑞校