

电子连接器可靠性及其测试措施

一、产品的可靠性

n “可靠性”译自英文“Reliability”，日本人将之译为“信赖性”，指在给定条件下、规定时间中，一个产品执行某种功能的可能性。开始发展于第二次世界大战期间，发展历程如下：

n 1, 真空管时代

n 二战期间，美军作战的战斗机使用的通信设备中半数以上无法使用，经过详细调查发现几乎都为真空管不良引起。但对真空管进行品质全面检验时，从进料、生产、出货整个过程都完全达到图面要求的规格水准。此时才发现产品还需要考虑坚固耐用，并将其导入设计规范和图面中，开始以制造不易故障的产品为目标。

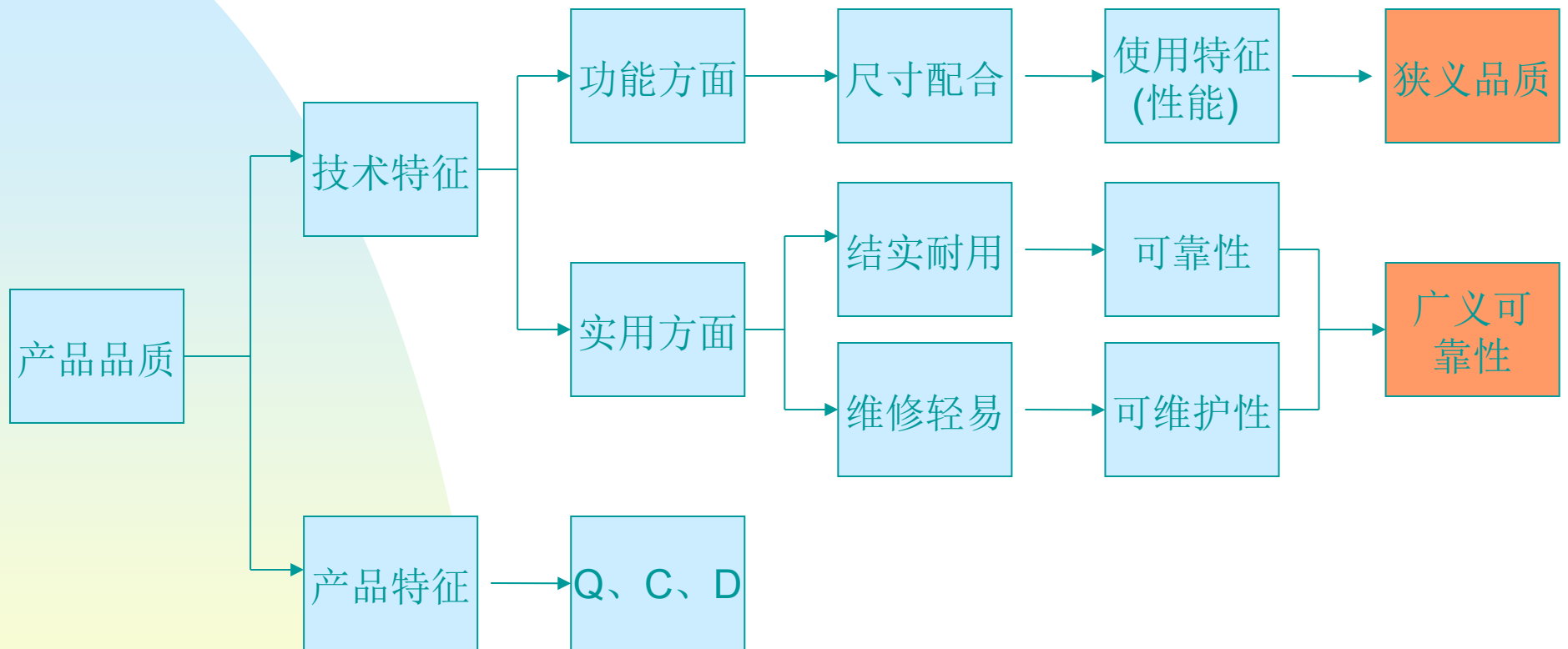
二、产品的可靠性

- 3, 1965年IEC(国际电气原则委员会)设置《可靠性技术》委员会。1975年正式刊登《可靠性和可维护性》规范(Reliability & Maintainability)
- 4, 可靠性技术引入日本约在1960年前后, 最成功的例子是日本新干线。到目前为止, 新干线已累积运营近10亿公里, 足可围绕地球25,000圈以上, 从未发生重大事故。

可靠性涉及三个方面的要素

- 1, 给定的条件, 亦虽然用条件或环境条件
- 2, 要求的期间, 亦即产品寿命
- 3, 要求的性能, 性能或故障的定义

二、产品品质与可靠性



Q: Quality;
C: Cost;
D: Delivery

三、电子连接器的可靠性

1, 简介

连接器的可靠性考虑如下几种原因:

- A、产品设计和产品制造的材料
- B、操作环境
- C、功能要求

应用的环境, 尤其是温度、湿度、腐蚀性, 决定了哪些本身的失效机理发生作用, 而连接器功能的要求, 决定了怎样的失效程度是允许的。

2, 可靠性评估的程序

连接器可靠性评估程序涉及如下内容:

- A、决定应用的可接受的原则, 涉及端子电阻和其他的失效模式。按照应用的主要性确认发生作用的失效机理并分类。
- B、开发测试程序处理预测的应用中的失效机理, 排列并分等级。
- C、定下加速因子 (要求X天暴露的A试验相当于Y年的B项应用), 如有可能, 做尤其的测试。
- D、根据从鉴定程序得来的数据, 作合适的数据分析和数据统计处理。
- E、评估可靠性

以上的环节依赖于工程上的判断。连接器的制造商和顾客应该对鉴定程序的内容和措施一致同意认可。

三、电子连接器的可靠性

3、连接器的定义

从功能上定义：

电子连接器：在一种电子系统中的两个子系统之间提供一种可分离的连接，而又不会对系统的性能产生不可接受的影响。

可分离性是我们使用连接器的理由，以便对一种系统的子系统或零件的维修、升级。同步，这种连接对系统的性能不能产生任何不可接受的影响。例如信号的吸收、衰减、电力的损耗。

可分离和不可接受的程度的要求，决定于连接器的详细应用要求。

从构造上定义：

连接器有四个构造性的元素，它们是：

- A、端子(间)的接触界面
- B、端子的表面处理
- C、端子的簧片
- D、连接器的壳体

请参照图1-1。

三、电子连接器的可靠性

连接器的构造

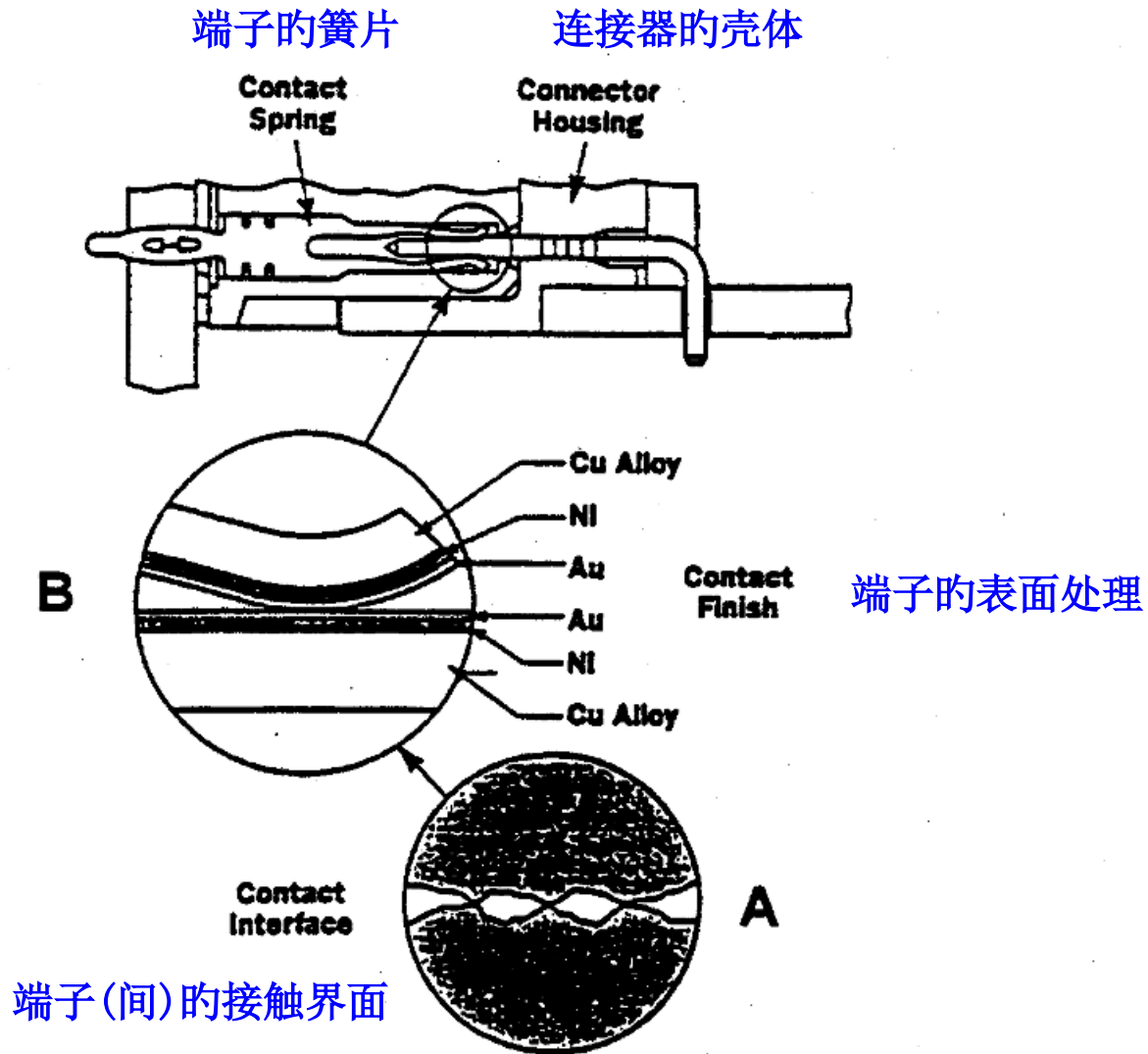


图1

三、电子连接器的可靠性

A、端子(间)的接触界面

端子间的接触界面决定了端子的电阻、连接器的寿命(性能不失效的情况下插拔次数)和失效的发生。

端子间的接触界面有两种形式:

可分离性接触——连接器的每次插入时形成的联接

永久性接触——连接器固定在子系统上的点, 这些点是看成永久连接的。

B、端子的表面处理

端子的表面处理有两个主要功能:

a、保护端子簧片的基材不生锈

b、优化端子间的接触界面

端子的表面处理主要分为两大类:

a、贵金属表面处理

我们所讲的贵金属即惰性金属。主要有金(Au)、钯(Pd)及其合金。

b、非贵金属的表面处理

锡是最常用的非贵金属表面处理, 因为它的表面氧化层很轻易在连接器插入过程中被破坏掉。

三、电子连接器的可靠性

C、端子的簧片

端子簧片提供如下三个功能：

- a、传播电力或信号
- b、提供端子正向力来建立和维持可分离的端子接触界面
- c、提供永久性端子接触界面的连接点

D、连接器壳体(HOUSING)

连接器壳体提供如下四项功能：

- a、端子间的电气绝缘
- b、固定端子的几何位置，利于插入和尺寸稳定
- c、为端子提供机械保护和支撑
- d、将端子从应用环境中隔离开来，降低对腐蚀的敏感

三、电子连接器的可靠性

4, 连接器的电阻

$R_{\text{总体电阻}} = R(\text{永久性接触}) + R(\text{体电阻}) + R(\text{接触电阻})$ 公式 1

如图 2 所示的连接器，经过测量两个 PCB 板的引线能够测量连接器的整体电阻。电阻范围大约为 2~20 微欧姆。电阻包括三个方面：

a、永久性接触界面的电阻的范围为几种至几十个微欧；

b、体电阻 是端子弹簧片的电阻，图 2 指的是公型弹簧片和母型弹簧片的电阻，取决于弹簧片的材料、几何形状，其范围也一般为几至几十微欧。

c、可分离式的接触电阻一般只有几种微欧或更低。

低的和稳定的电阻是连接器的一种主要要求之一，永久性接触电阻和体电阻是稳定的，总体电阻的不稳定是由接触电阻引起的。

$R(\text{接触电阻}) = R(\text{集中电阻}) + R(\text{膜层电阻})$

公式 2

R(集中电阻) 主要由接触的面积及接触面的表面处理有关

膜层主要有：

氧化物膜层，存在于大部分膜层

化学膜层，包括氯化物、硫化物、氮化物等，所处的环境有关，是化学粘附

吸附膜层，一般为水和有机物，涣散地吸附在表面

污染物层

所以，R(膜层电阻) 主要与其使用的环境有关

图 3 和 4 分别描述了集中电阻和膜层构造。

三、电子连接器的可靠性

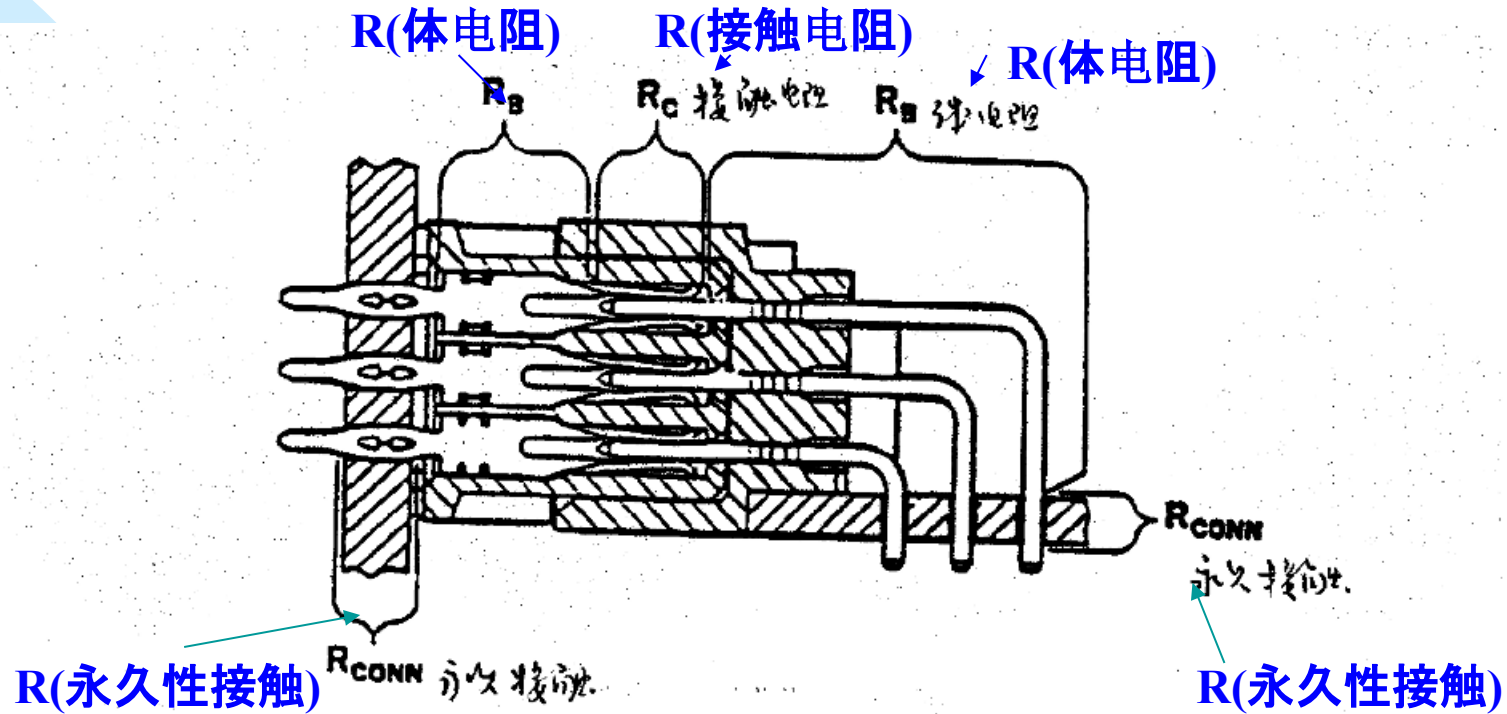


图 2 连接器电阻构成示意图

三、电子连接器的可靠性

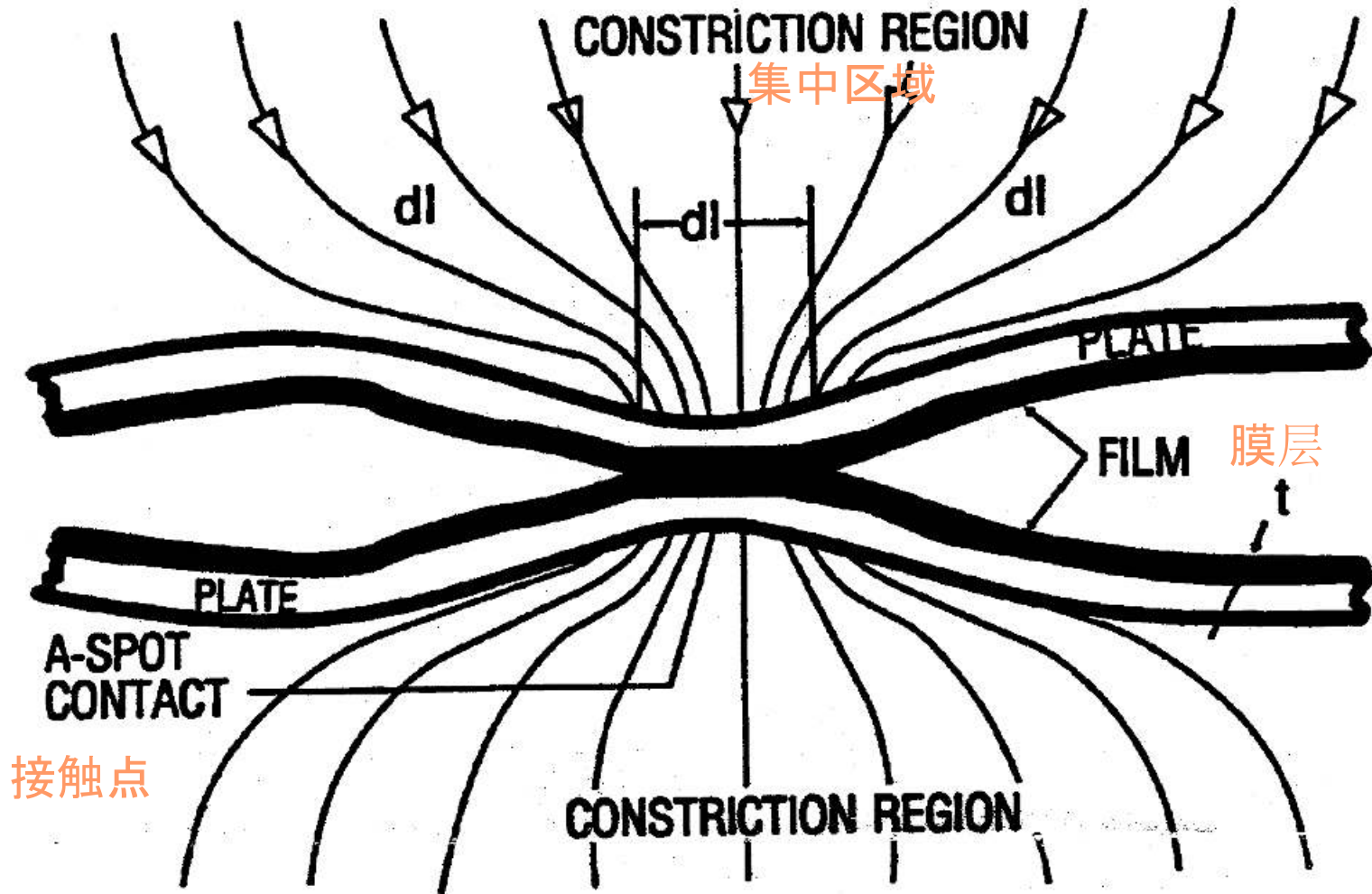


图 3 接触电阻示意图

三、电子连接器的可靠性

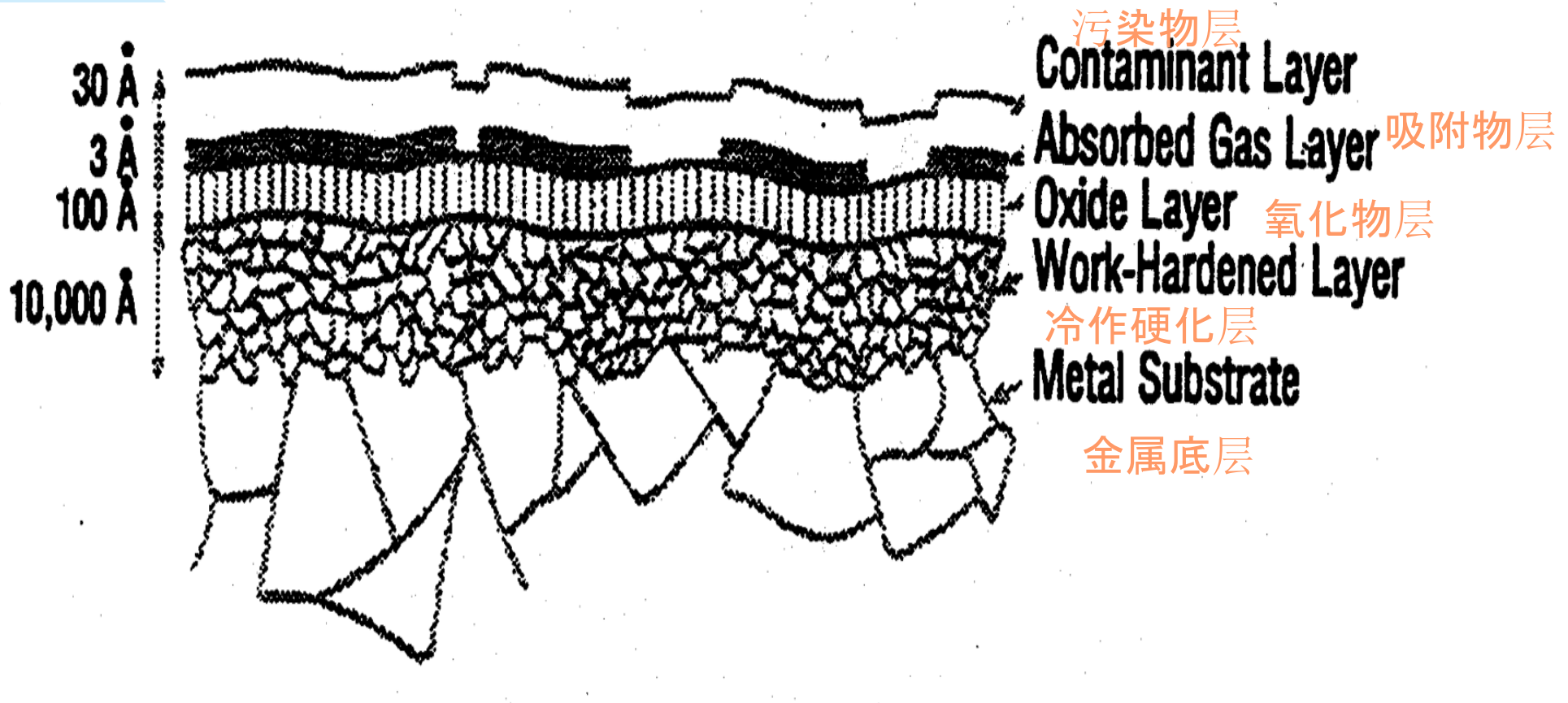


图 4 经典的覆盖的膜层构造

三、电子连接器的可靠性

5, 连接器的功能

连接器分为

- n 信号连接器和
- n 电源连接器

这两种连接器的功能要求是不同的。

三、电子连接器的可靠性

6, 连接器的应用

为了了解连接器的应用AMP建立了六个等级来定义系统中不同的内部连接，即电子封装的六个等级。

等级 1：芯片内部集成电路与金属引脚之间的连接

- ◆ 主要由高速自动的措施制造
- ◆ 非常尤其
- ◆ 一般不是可分离的和可修补的
- ◆ 装入到器件的封装中
- ◆ 必须极端可靠
- ◆ 例如多种芯片

等级 2：芯片与PCB之间的连接

- ◆ 一般必须能耐焊接的环境
- ◆ 相对来说，尺寸较小，一般不需要固定硬件
- ◆ 低的插拔次数要求
- ◆ 由专业人员服务
- ◆ 例如 DIP Socket
- ◆ 例如 PGA (Pin Grid Array, 针阵列) 370, mPGA478 (Northwood)

三、电子连接器的可靠性

6, 连接器的应用

等级 3 : PCB之间的连接, 一般有三种, 即垂直板连接 (mother/daughter, \perp), 平行板连接 (Parallel Stacked, $=$) 和同一平面内连接 (Planar, $-$ $-$)。

- ◆ 插拔次数在几十至上百次。
- ◆ 针的数目比较多, 有超出1000, 属高密度连接器。
- ◆ 因为高的针数目, 插拔力比较主要, 有导向作用的硬件和键。
- ◆ 高速的能力支持板的处理速度, 微毫秒、微微秒开关, 可控制的阻抗开始变得主要。
- ◆ 要求可维修性。
- ◆ 在系统的层次, 是专业人员服务, 但顾客直接使用的情况在增长, 所以要考虑结实性。
- ◆ 例如: AGP、PCI、DIMM、Card Edge系列。

等级 4 : 子系统之间的连接, 因为子系统之间能常都有一定的距离, 所以一般都经过Cable和Harness 完毕。

- ◆ 尤其的构造, 便于电缆的应用。
- ◆ 插拔次数在几百次。
- ◆ 因为顾客自行连接, 要结实。
- ◆ 锁紧构造很日常, 预防振动或其他器件的移动而造成的脱离接触。
- ◆ 考虑EMI/RFI(电磁干扰)的情况增多了。
- ◆ 屏蔽和过滤的要求增多了。
- ◆ 例如 Ultra ATA Cable, AMP-Latch, CT(Common Termination) Cable, EI/MTEI Cable

三、电子连接器的可靠性

6, 连接器的应用

等级 5 : 系统内部子系统与 I/O 接口之间的连接

- ◆ 因为连接器的二分之一是在系统的外面, 原则化很主要。
- ◆ 一样的原因, 要结实、易用。
- ◆ 考虑屏蔽、过滤和干涉很主要。
- ◆ 其他的要求同等级4。
- ◆ 例如: USB系列、IEEE 1394系列、MOD JK系列、D-Sub系列。

等级 6 : 不同系统之间的连接, 涉及电缆组件、电源线组件、射频同轴电缆组件及光纤

- ◆ 保存等级4及5的要求
- ◆ 结实变得很主要
- ◆ 插拔次数要求增长, 几百次甚至近千次。
- ◆ 因为更长的暴露的长度, 屏蔽和过滤很主要
- ◆ 原则化是一种主要的考虑
- ◆ 工业原则如RS232、RS-449、SCSI-1、SCSI-2、IEEE 1394、IEEE 802.3, MIL-C-39012(与射频同轴接插件有关), MIL-C-24308(与AMPLIMITE有关), V35(系统内连接和网络工业有关), 905及906(与光纤连接器有关)。
- ◆ 例如 AMPLIMITE 线缆、USB Cable、MOD JK CABLE, 多种同轴CABLE。

三、电子连接器的可靠性

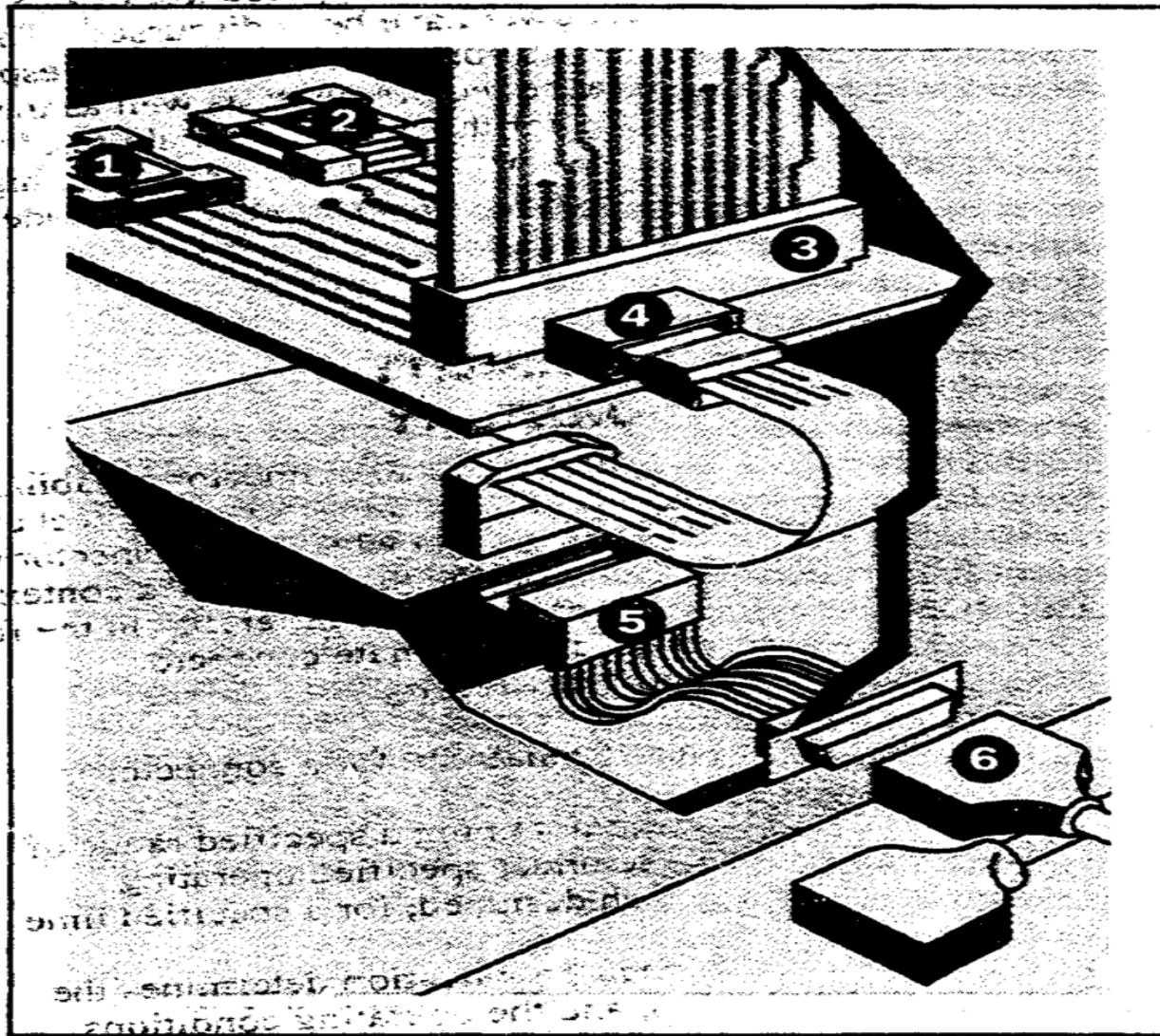


图5 电子封装的六个等级

三、电子连接器的可靠性

7, 连接器的可靠性

A、定义

在给定的应用条件下, 要求的期间内, 保持要求的连接器电阻范围的可能性。

B、失效模式

连接器电阻增大超出要求的范围。

C、失效机理

- n 腐蚀
- n 磨损
- n 端子正向力损失

三、电子连接器的可靠性

8, 连接器的失效机理

A、腐蚀

腐蚀主要与端子接触界面和表面处理有关。腐蚀造成端子电阻增长的两个主要机理为：

- n 一系列的膜层形成于接触界面和
- n 腐蚀性的物质渗透至接触界面而造成接触区域降低

必须要考虑的三个常见的腐蚀类型有：

n 表面腐蚀

指腐蚀膜层覆盖在端子表面，如锡氧化物、钯/钯合金的氯化物

n 腐蚀迁移

指腐蚀性的物质迁移至端子表面而到接触区域。应用的环境对腐蚀迁移很敏感，例如硫和氯存在的环境

n 小孔腐蚀

假如腐蚀迁移位置发生于一种小孔，一种小小的电镀表面的不连续的孔，这种腐蚀机理叫小孔腐蚀。小孔本身不影响接触电阻，而只有小孔变成腐蚀源头时，才会使接触电阻下降。

三、电子连接器的可靠性

B、磨损

n 因为磨损的作用，增长了接触界面对腐蚀的敏感性，经过对基材的表面处理，保护了基层和优化了膜层表面，而磨损会使表面处理的功能丧失。

n 影响磨损的原因

$$V = (KF_n I) / H \quad \text{公式 3}$$

V为每次循环磨损量，K为摩擦系数， F_n 为正向力，I为滑入长度，H为接触表面材料硬度。

摩擦系数K，由几何形状、正向力、表面硬度、润滑情况和材料决定。

正向力 F_n ， F_n 增长，增长了粘结和相应的研磨的磨损，因而增长了磨损。

滑入长度I，很明显，I增长，磨损会增长，所以要限制插入深度。

表面处理硬度H，影响接触区域的面积，硬的和软的表面处理的搭配的对拼，软的磨损物质会转移至硬的表面，所以在连接器中，一般连接器对拼的两个部分的电镀材料是一样的。

n 小结：

磨损能够经过谨慎地选择合适的材料(表面硬度)控制正向力和使用润滑剂来降至最低。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/236010243052010230>