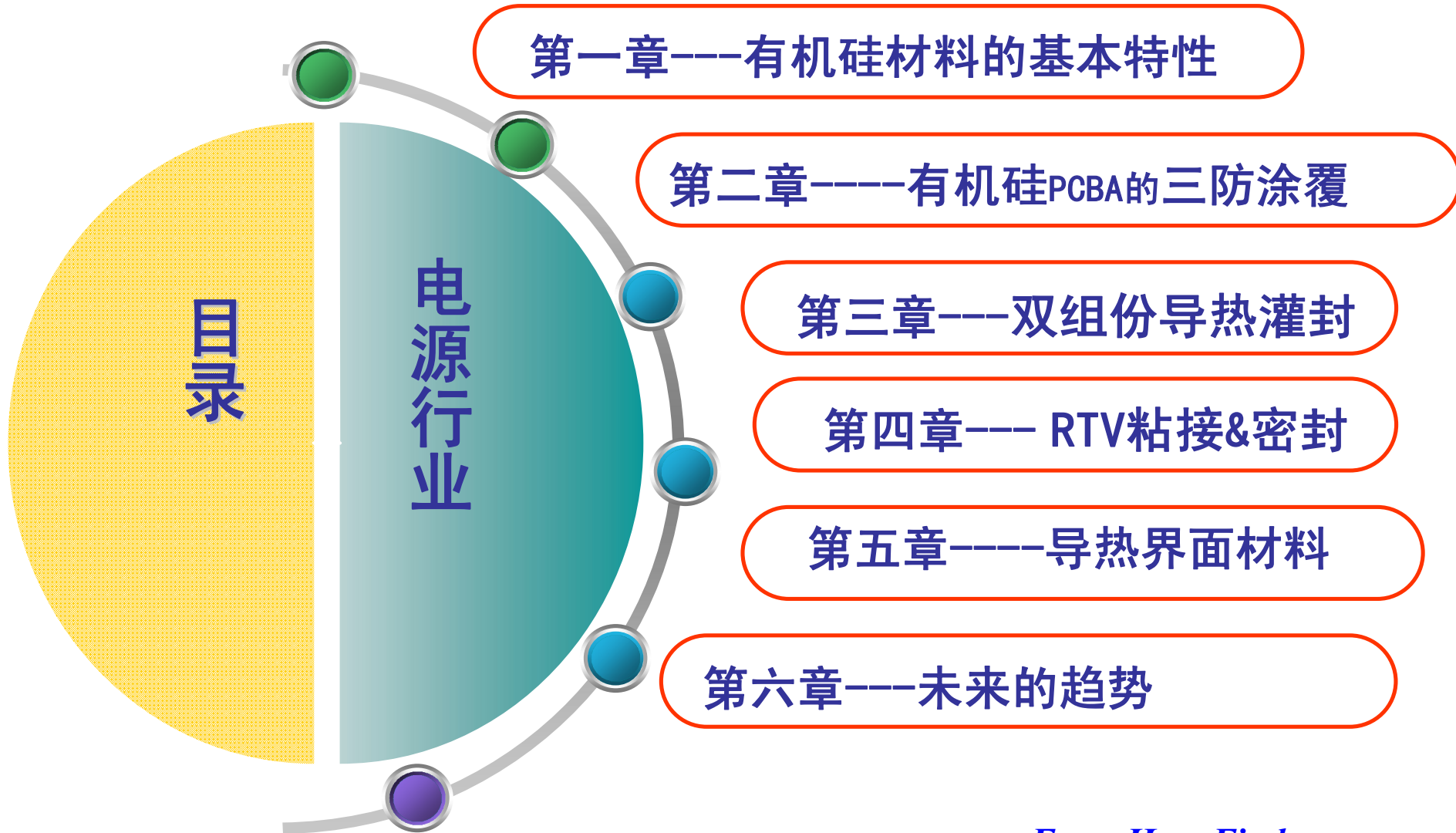


有机硅材料在电源行业的应用及未来趋势

田建明

M:+86-135 000 58588

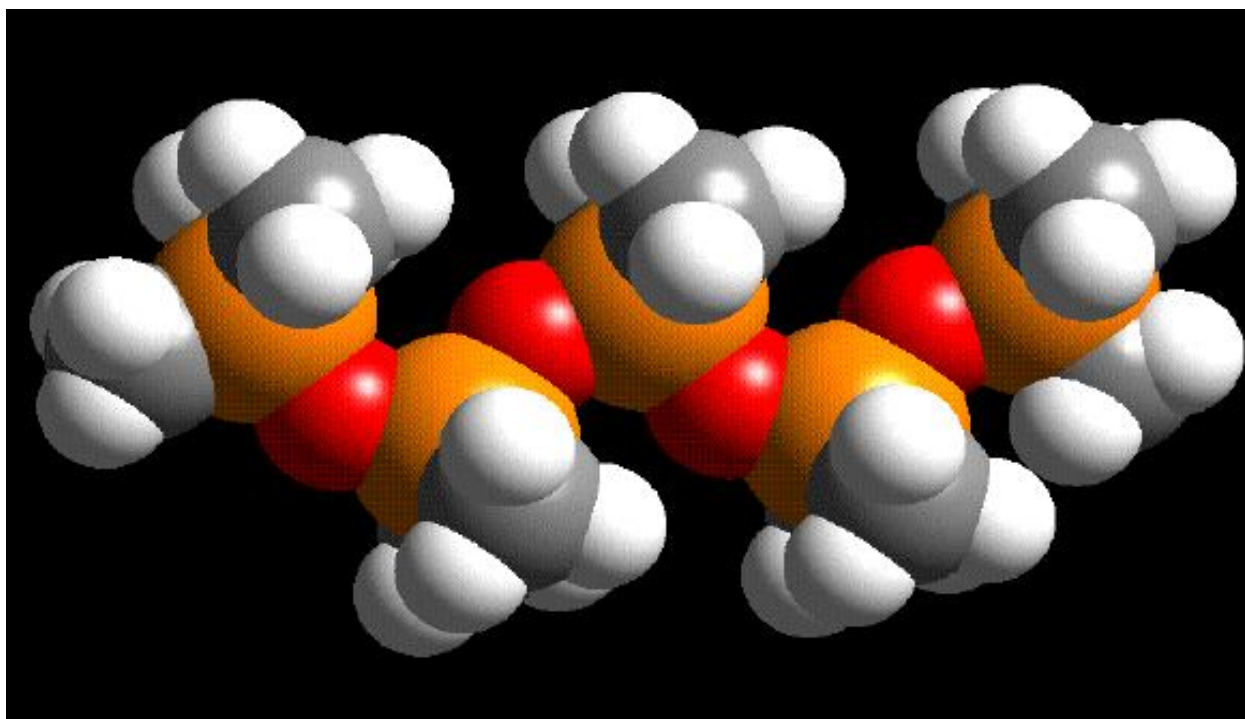
Email: briantian@gtsi.hk





有机硅材料特性

The Features of Silicone Materials





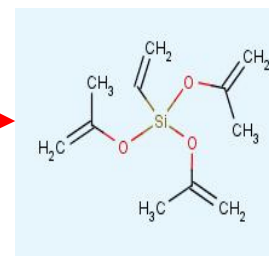
砂子 Sand



石英 Quartz



硅 Silicon



有机硅 Silicone



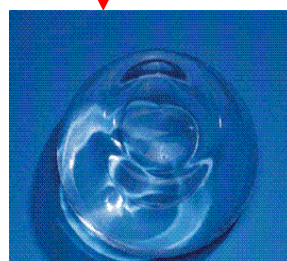
脂/膏

Grease/Compound



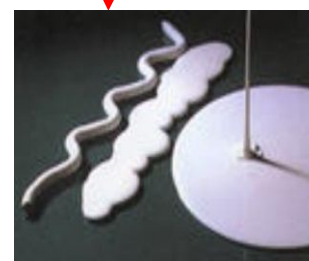
硅油

Oil



凝胶

Gel



硅橡胶

Elastomer

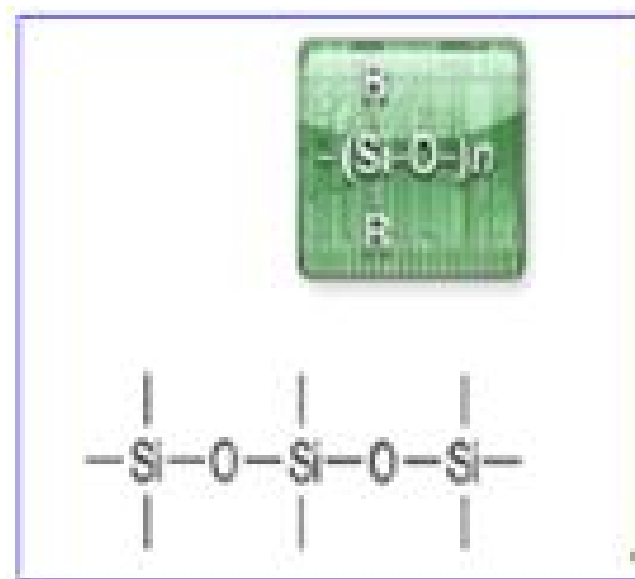


硅树脂

Resin



- 以硅-氧为主体的化学结构
- 优异的点绝缘性能
- 优异的耐温性 ($-50^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$)
- 化学性质稳定
- 憎水性
- 低毒性，可修复





耐高温特性

- 以硅 - 氧 (Si - O) 键为主链结构。
- C - C键, 键能为82.6千卡/克分子。
- Si - O键, 键能为 121千卡/克分子。
- 有机硅产品的热稳定性高, 高温下 (或辐射照射) 分子的化学键不断裂、不分解。
- 有机硅不但可耐高温, 而且也耐低温, 可在一个很宽的温度范围内使用。无论是化学性能还是物理机械性能, 随温度的变化都很小。



耐候特性

- 有机硅产品的主链为 $-Si-O-$ ，无双键存在，因此不易被紫外光和臭氧所分解。
- 有机硅具有比其他高分子材料更好的热稳定性以及耐辐照和耐候能力。有机硅中自然环境下的使用寿命可达几十年。



电器绝缘性

- 有机硅产品都具有良好的电绝缘性能，其介电损耗、耐电压、耐电弧、耐电晕、体积电阻系数和表面电阻系数等均在绝缘材料中名列前茅。
- 它们的电气性能受温度和频率的影响很小。因此，它们是一种稳定的电绝缘材料，被广泛应用于电子、电气工业上。
- 有机硅除了具有优良的耐热性外，还具有优异的拒水性，这是电气设备在湿态条件下使用具有高可靠性的保障。



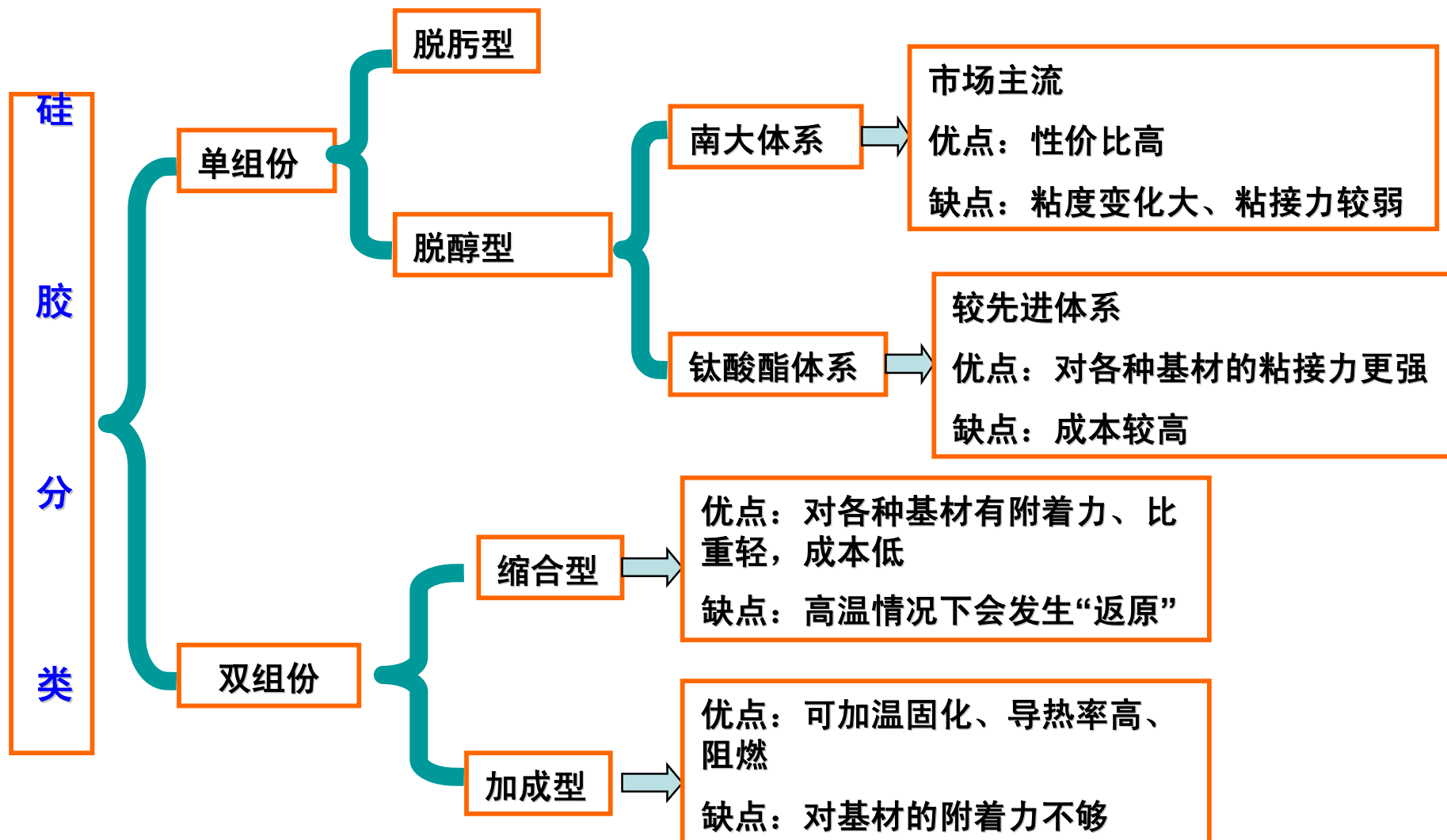
生理惰性

- 聚硅氧烷类化合物是已知的最无活性的化合物中的一种。
- 它们十分耐生物老化，与动物体无排异反应，并具有较好的抗凝血性能。



低表面张力和低表面能

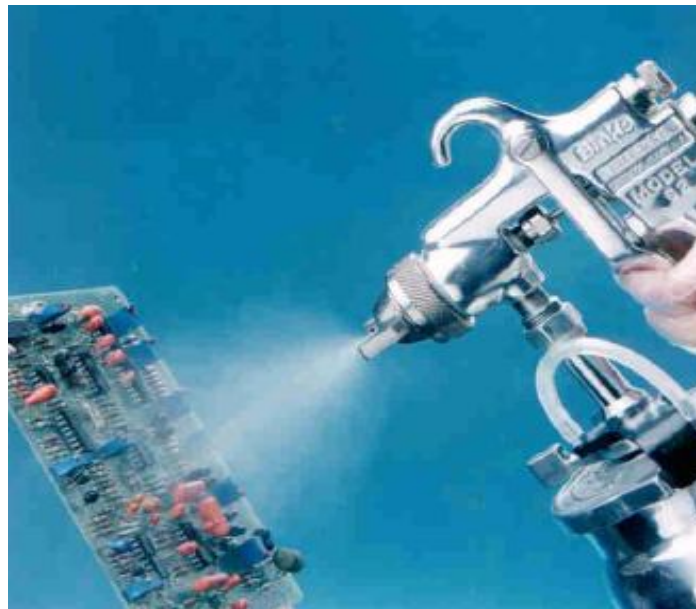
- 有机硅的主链十分柔顺，其分子间的作用力比碳氢化合物要弱得多，因此，比同分子量的碳氢化合物粘度低，表面张力弱，表面能小，成膜能力强。
- 这种低表面张力和低表面能是它获得多方面应用的主要原因：疏水、消泡、泡沫稳定、防粘、润滑、上光等各项优异性能。





涂覆胶

Conformal coating





涂覆胶

涂覆工艺有哪些方法？

- 浸涂
- 手工或自动喷涂
- 刷涂
- 流动刷涂



如何评估有机硅敷形涂料？

盐雾腐蚀试验

老化失重

高低温循环试验

热膨胀系数

阻燃性测试

低分子测试





常用涂覆胶对比

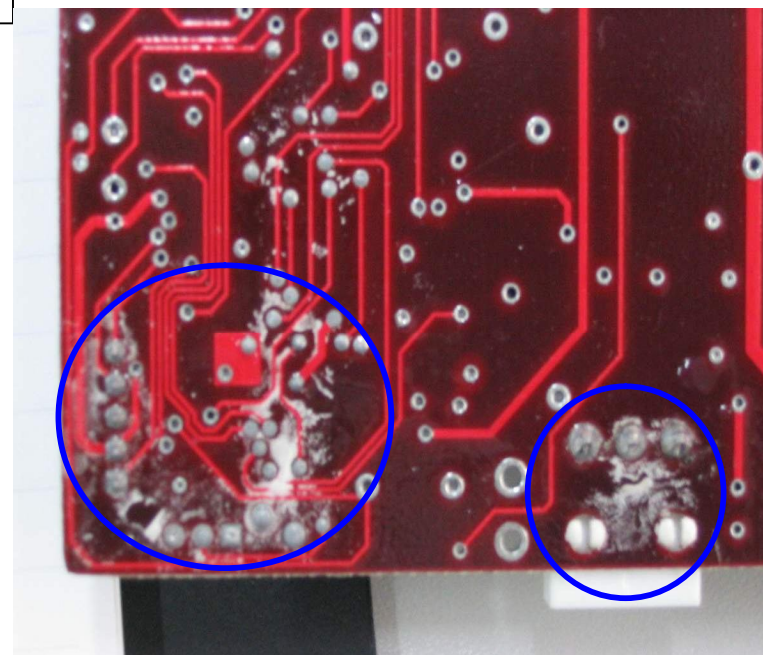
| 材料 | 承受最高温度 (°C) | |
|-----|-------------|-----|
| | 短时间 | 长时间 |
| 有机硅 | 240 | 200 |
| 环氧 | 140 | 125 |
| 丙烯酸 | - | 125 |

| 材料 | 体积电阻系数 (Ω-cm) | | |
|-----|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 25°C | 100 °C | 150 °C |
| 有机硅 | 9×10^{14} | 5×10^{14} | 7×10^{12} |
| 环氧 | 1×10^{15} | 1×10^{10} | 3×10^8 |
| 丙烯酸 | 3×10^{15} | 1×10^{11} | 8×10^8 |



案例：腐蚀和导电

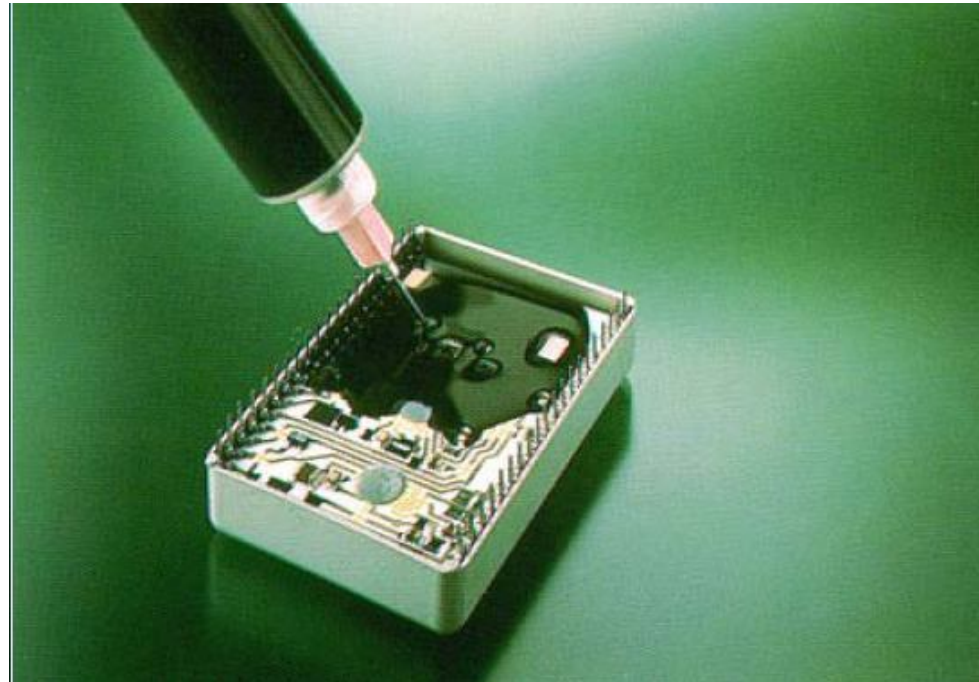
- 应用：GT-577保护PCBA
- 问题：半年后PCB出现腐蚀
- 对策：
 - 助焊剂未清洁或者未清洁干净
 - 操作中加入甲苯稀释
 - 硅胶和助焊剂不兼容，导致GT-577膜不完整
 - 高温高湿电压下容易腐蚀





灌封与凝胶

Encapsulants & Gels





导热防水灌封为什么要选用硅胶？

- 为什么要灌封？
- ◆ 保护元器件与模块
- ◆ 防潮、防污、防蚀
- ◆ 降低应力对元器件的损坏
- ◆ 导热





导热防水灌封为什么要选用硅胶？

- 导热性好

固化后的硅胶弹性体具有很好的导热性，能充分分散出元器件所发出的热量，从而延长器件的使用寿命。





导热防水灌封为什么要选用硅胶？

- 优良的电气特性
对于温度、湿度的环境变化，仍然能稳定发挥电气特性，适合电子器件的绝缘灌封保护。





导热防水灌封为什么要选用硅胶？

- 耐冲击性
硬化后的弹性体可以吸收震动和冲击, 能防止电器、电子部件、玻璃等的破损。

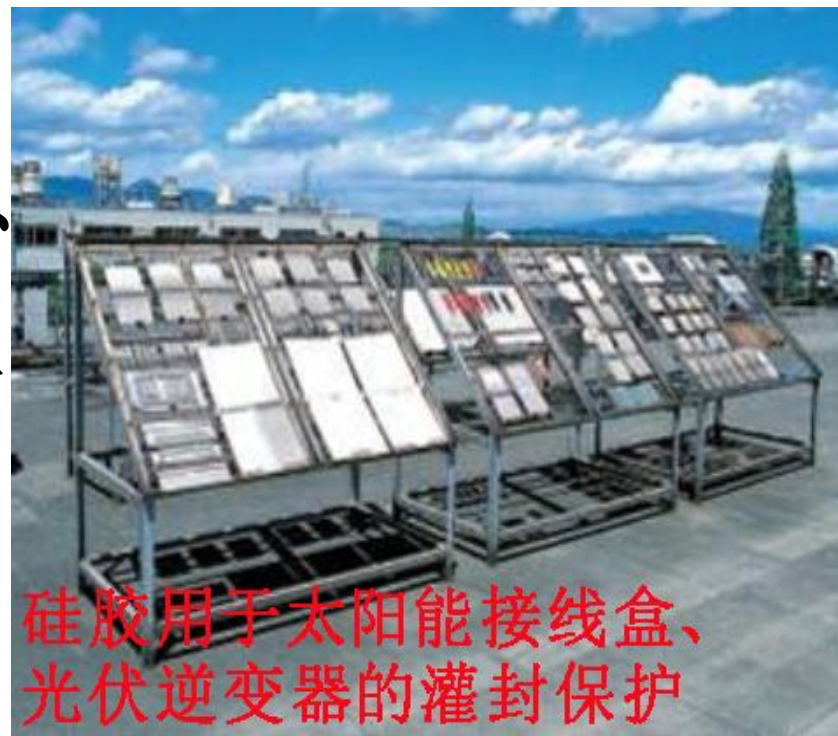




导热防水灌封为什么要选用硅胶？

- 耐候性

具备优异的耐紫外线性、耐臭氧性、防水性，即使长时间在室外日晒雨淋，也不会改变其特性。





导热防水灌封为什么要选用硅胶？

- 使用温度范围广 $-60^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$
- 无腐蚀
- 良好的耐紫外线特性
- 可修复性
- 应力小
- 环保无毒



常见灌密封胶对比

| | 有机硅 | 环氧树脂 | 聚氨酯 |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| 使用温度范围 | -60℃~200℃ | -30℃~150℃ | -50℃~120℃ |
| 耐热性 | 优异 | 差 | 差 |
| 耐紫外线 | 优异 | 差 | 差 |
| 耐腐蚀性 | 优异 | 优异 | 差 |
| 毒性 | 无毒 | 低毒 | 毒性较大 |
| 初始成本 | 高 | 低 | 低 |



常见灌密封胶对比

| | 有机硅 | 环氧树脂 | 聚氨酯 |
|----|--|---|-------------------------------------|
| 优点 | 1、优异的电性能 2、柔韧性好，应力低 3、固化时不放热 4、收缩性小 5、环保无毒 6、可修复性 | 1、力学性能高 2、粘接性能优异 3、电性能好 4、耐热性一般 | 1、机械性能高 2、耐磨，抗冲击性高 3、耐候性，耐油性好 |
| 缺点 | 1、粘接性能相对于Epoxy较差 | 1、不增韧时，固化物一般偏脆，抗剥离、抗冲击性能较差 2、有一定毒性和刺激性 | 1、不耐高温 2、耐酸碱性能差 |



有机硅灌封胶产品特点及应用

- 优势：① 固化无小分子放出
② 室温固化，加温加速固化
③ 导热性好
- 劣势：① 对各类基材无粘接性
② 某些含N、S、重金属等物质容易使催化剂失效

- 优势：① 对铝、PC、ABS等材质有较好的粘接性
② 室温固化，操作时间可调整
③ 性价比高
- 劣势：高温密闭环境中易出现“返原”现象

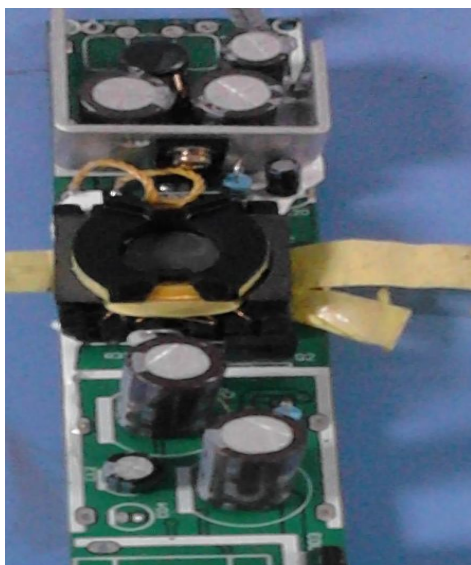
硅凝胶
AP-599

加成型
AP-905

缩合型
AP-9210

应用

电源模块、变压器、LED应用、汽车电子、继电器、连接器、放大器、传感器、、、



双组份点胶机



注意事项

- 工艺可行性
- 电气绝缘性能
- 防水性能
- 导热



常见问题处理

| 常见问题 | 原因及解决方案 |
|-----------------------|---|
| 局部不固化 | 主要原因是铂金 (Pt) 催化剂中毒，因为双组份加成型灌封胶添加有铂金催化剂，对助焊剂、松香、硫及硫化物、磷及磷化物、氨、重金属（镉、锰等）很敏感。施胶前需对PCBA清洁、清洗，然后烘干或吹干！ |
| 膨胀或者局部鼓起或表面像蜂窝 | 主要原因是气泡引起，因为有些产品结构设计时，体积空间小而深，电子元器件排布又很密，中间出现高大的器件，所以胶在元器件底部时渗透性很慢。分两次施胶，先灌注1/2或2/3，抽完真空后再灌注 |
| 胶水表面起皱纹 | 主要原因是急剧高温加热或者胶体沉淀分层，常温下静止30~60分钟，然后根据技术资料推荐的温度加热固化；如果胶体沉淀分层，使用前分别充分搅拌，混合后也搅拌均匀！ |

From Here Find

Your Needs



案例：颗粒和异物

应用：AP-905灌封网络变压器

问题：B组中颗粒导致耐压偏低

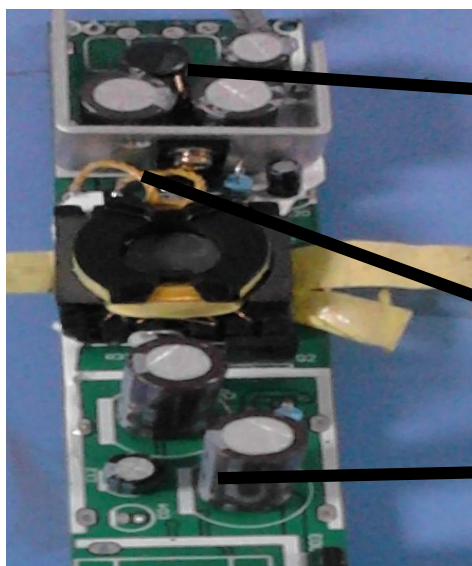
对策：

- B组分含有SiH，会和水汽反应产生结晶，时间越长，结晶越多
- 使用FSI 75micron滤袋过滤





案例：局部不固化



AP-603W

AP-905L-FD



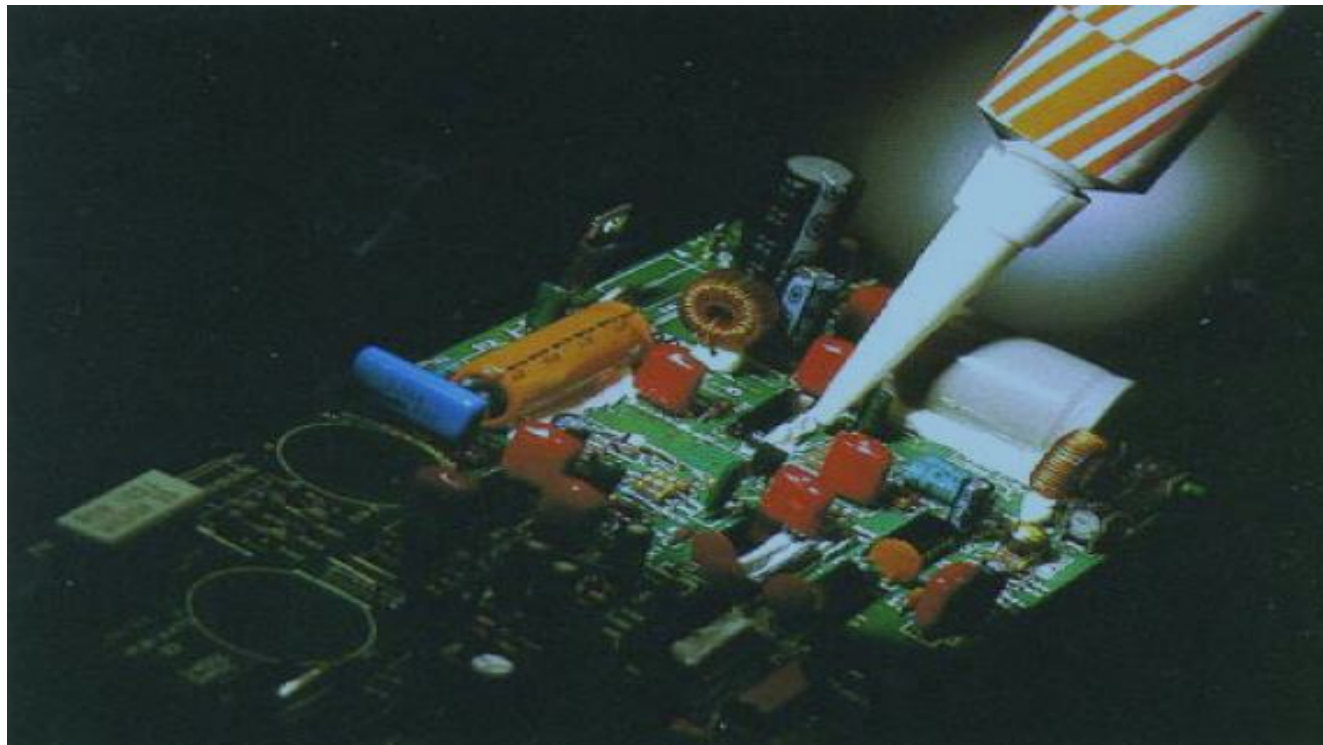
谷泰科技
GT Technology

中国驰名商标



粘接与密封

Adhesives & Sealants



Oct/2012

*From Here Find
Your Needs*



元器件粘接固定选用硅胶的优越性？

- 卓越的粘接性
能够粘接玻璃、金属
陶瓷及塑料PC、ABS等
大部分的材料。





元器件粘接固定选用硅胶的优越性？

- 优异的耐老化性
对于温度、湿度的环境变化，在经过长时间的使用后，仍能保持良好的粘接性及优异的电性能。

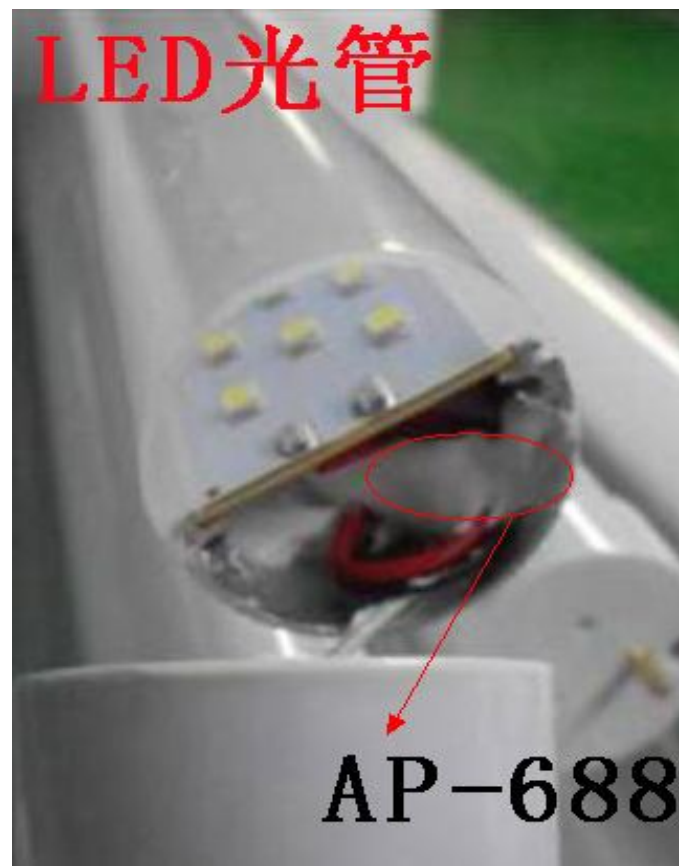




元器件粘接固定选用硅胶的优越性？

- 无腐蚀

无任何添加溶剂，不会产生挥发物；固化过程中放出的小分子对各类塑料无腐蚀性（部分脱酮肟产品会对PC、铜有轻微腐蚀）。





元器件粘接固定选用硅胶的优越性？

- 耐黄变
- 优异的电性能
- 不含溶剂，环保无毒
- 耐温性好（ $-60^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ ）
- 良好的导热性



单组份硅胶分类及其特性

单组份硅胶

AP-608

脱酮肟型

产品特点

粘接性好、产品稳定性好、对各种材料均有较好的粘接性（除PC、铜）

AP-607

脱醇型

产品特点

南大体系：
性价比高，应用广泛；
粘接性一般，稳定性一般；
钛酸酯系列：
非常环保，对各类材料均有较好的粘接性；

AP-688



电源用硅胶使用工艺

多采用**2600ml**包装，采用
气动点胶机进行点胶。





单组份硅胶在其他行业的应用

PCBA上电子元器件的固定与粘接 **UL94-V0** -----**AP-688W/G**

太阳能光伏组件粘接密封 **UL94-V0** -----**AP-608W/B**

传感器、护栏管等防水、防潮、粘接 -----**AP-601W/L, AP-602**

灯饰、家用电器的粘接固定绝缘 -----**AP-610**

导热性要求较高的粘接密封 **UL94-V0** -----**AP-607W/G**

耐高温，电磁炉等小家电电器的密封防护 -----**AP-627W/B**

LCD模组电路保护 -----**AP-628W/B/L**

通用型部件防水、密封和粘接 -----**AP-603W/B/G, AP-605W/B/G, AP-704W/B**



案例：渗硅油

应用：AP-688W固定元件

问题：AP-688W发生漏油

对策：

- 高温高湿度会加速油流出
- 丢弃发生流油的部分
- 采用新生产的产品





案例：泡壳起雾

应用：AP-602L泡壳粘接

问题：灯泡起雾

对策：

- 待胶水固化后再通电老化
- 倒置灯泡





案例：开关电源外壳开裂

应用：AP-688W固定元件

问题：外壳开裂

对策：

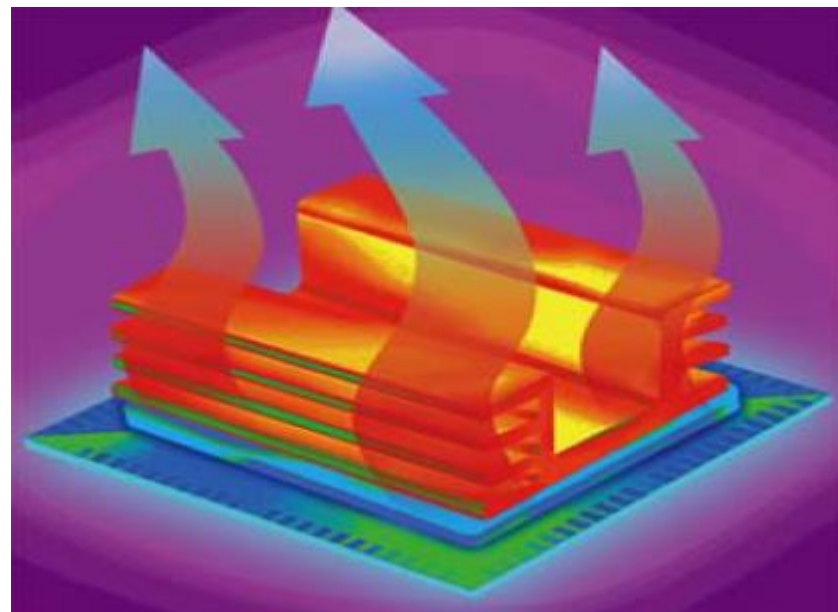
- 待胶水固化后再通电老化
- 采用新生产的产品





导热界面材料

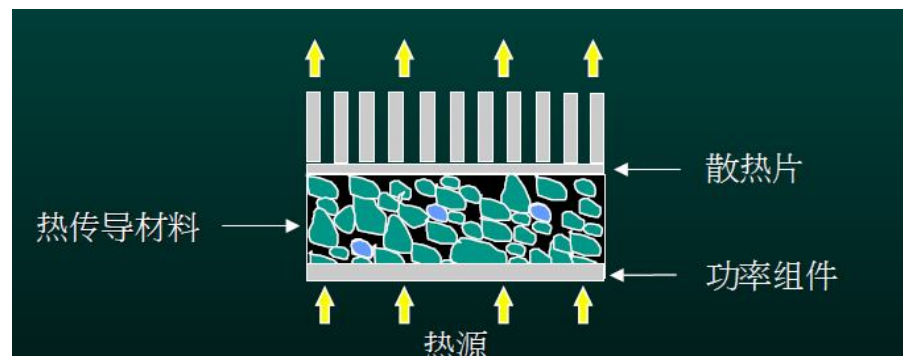
Thermal Interface Materials





导热界面材料的作用

提供散热途径以维持元器件与功率组件在适当的温度中工作



有机硅材料的特性

- 耐温特性
- 耐候性
- 电气绝缘性能
- 生理惰性
- 低表面张力和低表面能



导热硅脂 (AP-505)

- 一种不固化、不流动的膏状物
- 使用在非永久固定的散热器与功率组件之间
- 需要对散热器做机械式固定
- 常应用于CPU、LED照明等散热



$$R_{TIM} = BLT / K_{TIM} + R_{c1} + R_{c2}$$

- ✓ BLT=涂层厚度
- ✓ K_{TIM} =导热系数
- ✓ R_c =接触热阻

目的：使 R_{TIM} 最小化

- ✓ 提高导热系数
- ✓ 减小厚度
- ✓ 较少接触热阻

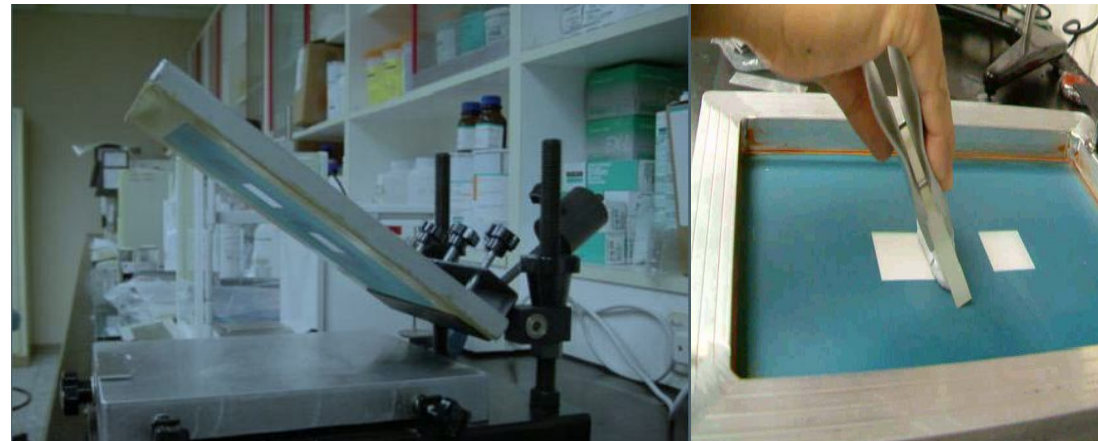


导热硅脂使用方法

1, 针筒点胶



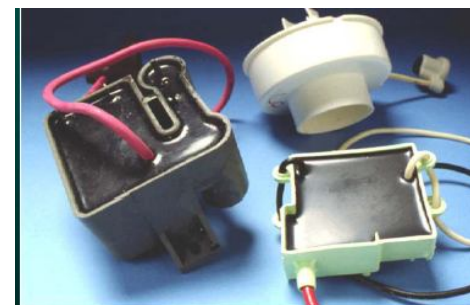
2, 丝网印刷





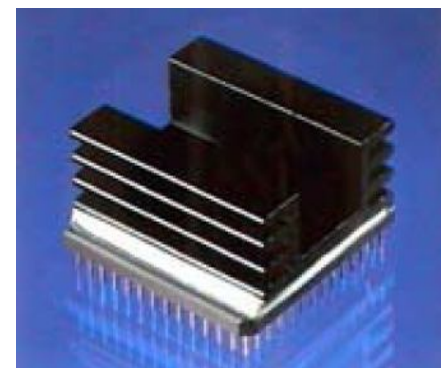
导热灌封材料 (AP-905)

- 需固化，固化后为橡胶或凝胶
- 低应力，减震
- 常应用于高压变压器与电源模块的灌封



导热粘合剂 (AP-607)

- 需固化，固化后形成永久性粘接
- 低应力，可消除不同膨胀系数材料之间的应力
- 常应用于固定散热器，高功率元器件，
- 或粘接高功率线路与散热底板





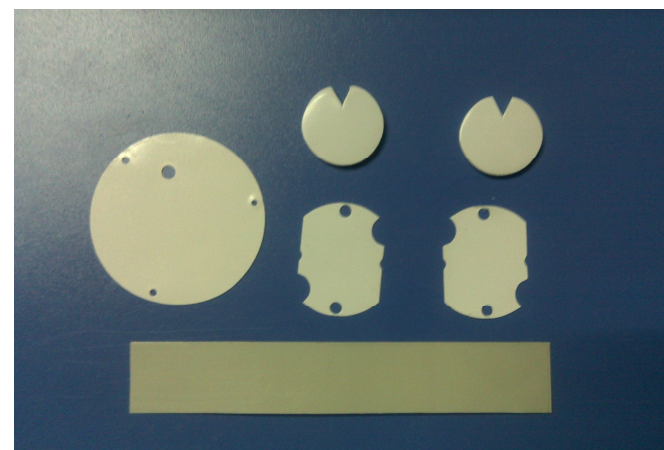
导热软片

功能:

增强热源和热沉之间的热传输

特性:

- ▶持久耐用
- ▶使用方便
- ▶高导热系数 (1.0 ~ 5.0W/m·k)
- ▶耐温范围宽广 (-50~200℃)
- ▶柔软橡胶态, 表面接触性好
- ▶电气绝缘优良





导热软片 GT-30XX

典型应用：

- 大功率LED
- 通讯用硬件
- 集成芯片
- 计算机及其附件





PCM-poly 导热相变材料 (GTP-10XX)

主要用于要求热阻小，热传导效率高的高性能器件，以确保良好的散热

特性：高导热系数

持续使用温度（-55-125℃）

相变温度（56℃）

电气绝缘

低热阻

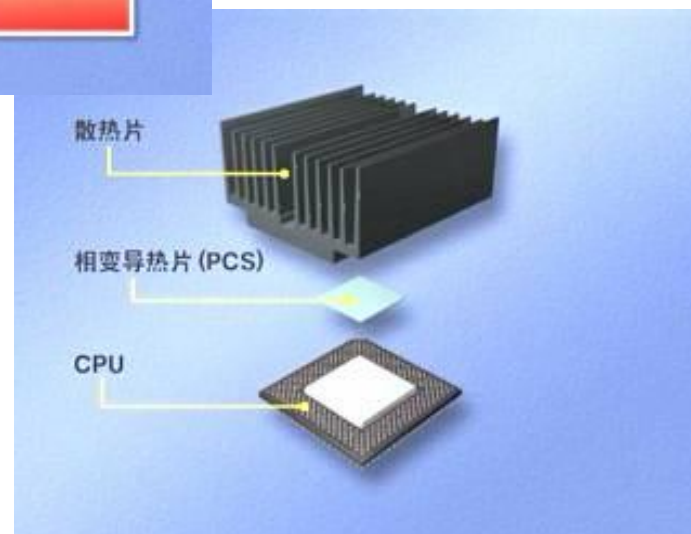
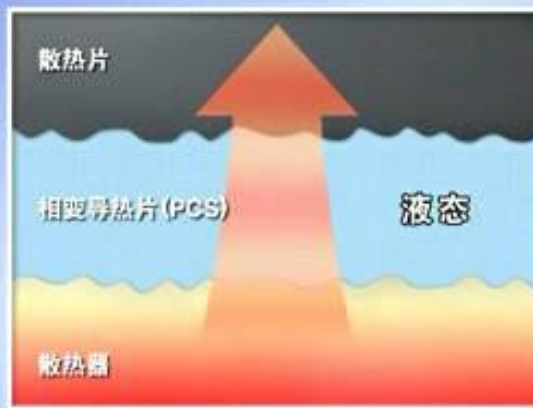


*From Here Find
Your Needs*



导热相变材料 PCM-poly 20XX

示意图





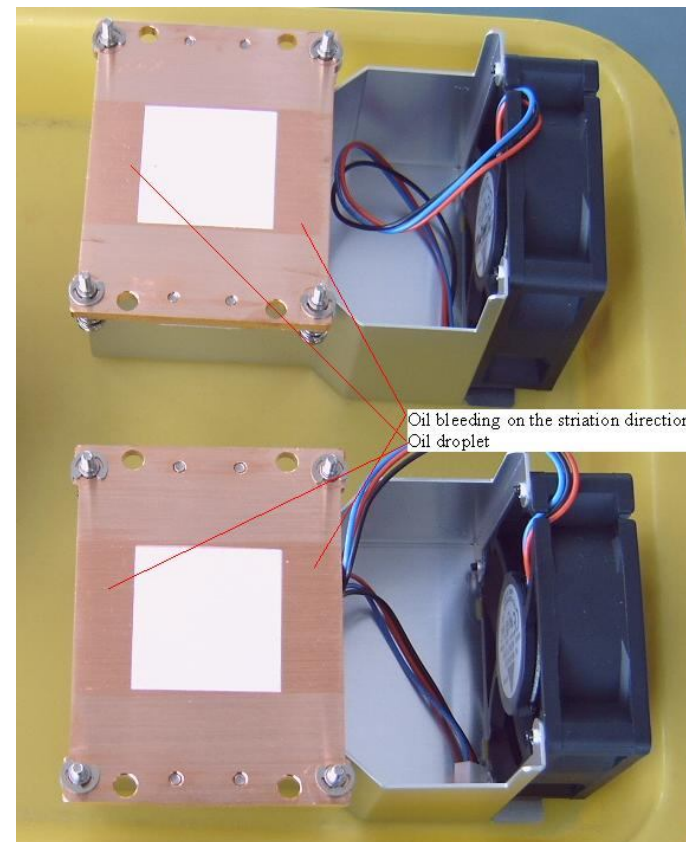
案例：渗硅油

应用：AP-505涂散热器

问题：客户担心

对策：

- 各种导热硅酯都一样流油
- 和材料表面纹理有关系
- 和材料种类有关系
- 尽量避免或减少流油





未来趋势 Future?



电源

小型化
多样化
高频化
高可靠性
功率
集成化
耐候性

材料

精细化
电气性能
导热能力
耐腐蚀
阻燃
环保



有机硅

