



LED散热指引

Revision 1 –2010
SHENZHEN Engineering Learning Center
周大凯



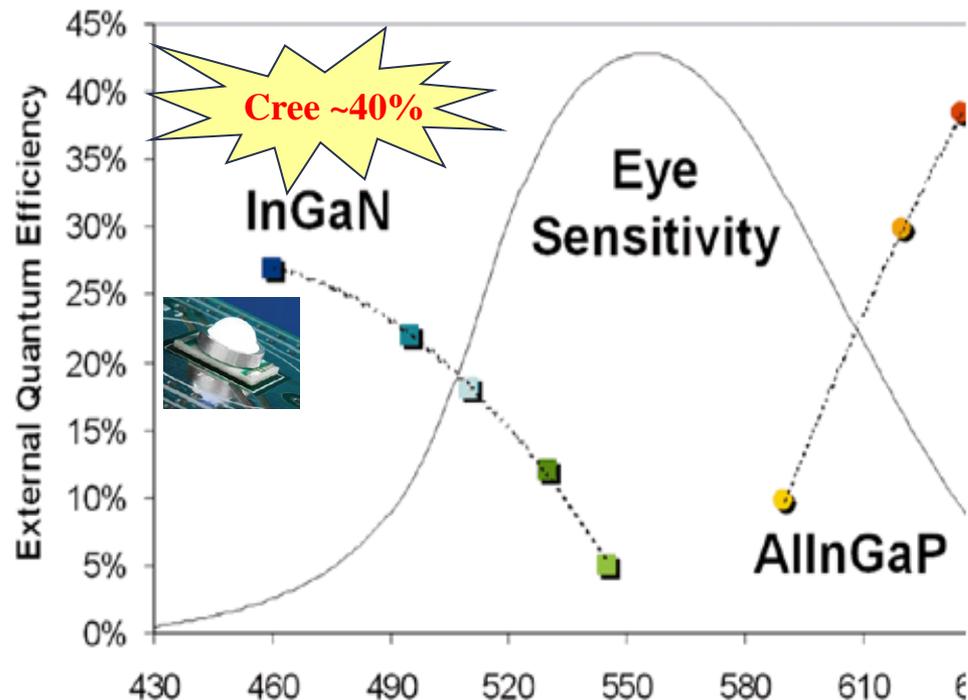
目录

- LED散热的必要性
- LED结温 T_j 与热阻 R 的计算
- LED产品的热管理
- LED灯具的散热设计
 1. 灯珠与基板的选择与设计
 2. 导热膏的选择与使用
 3. 散热器的选型与设计
- 新型散热技术简介

散热问题是当前半导体照明技术发展的技术瓶颈！

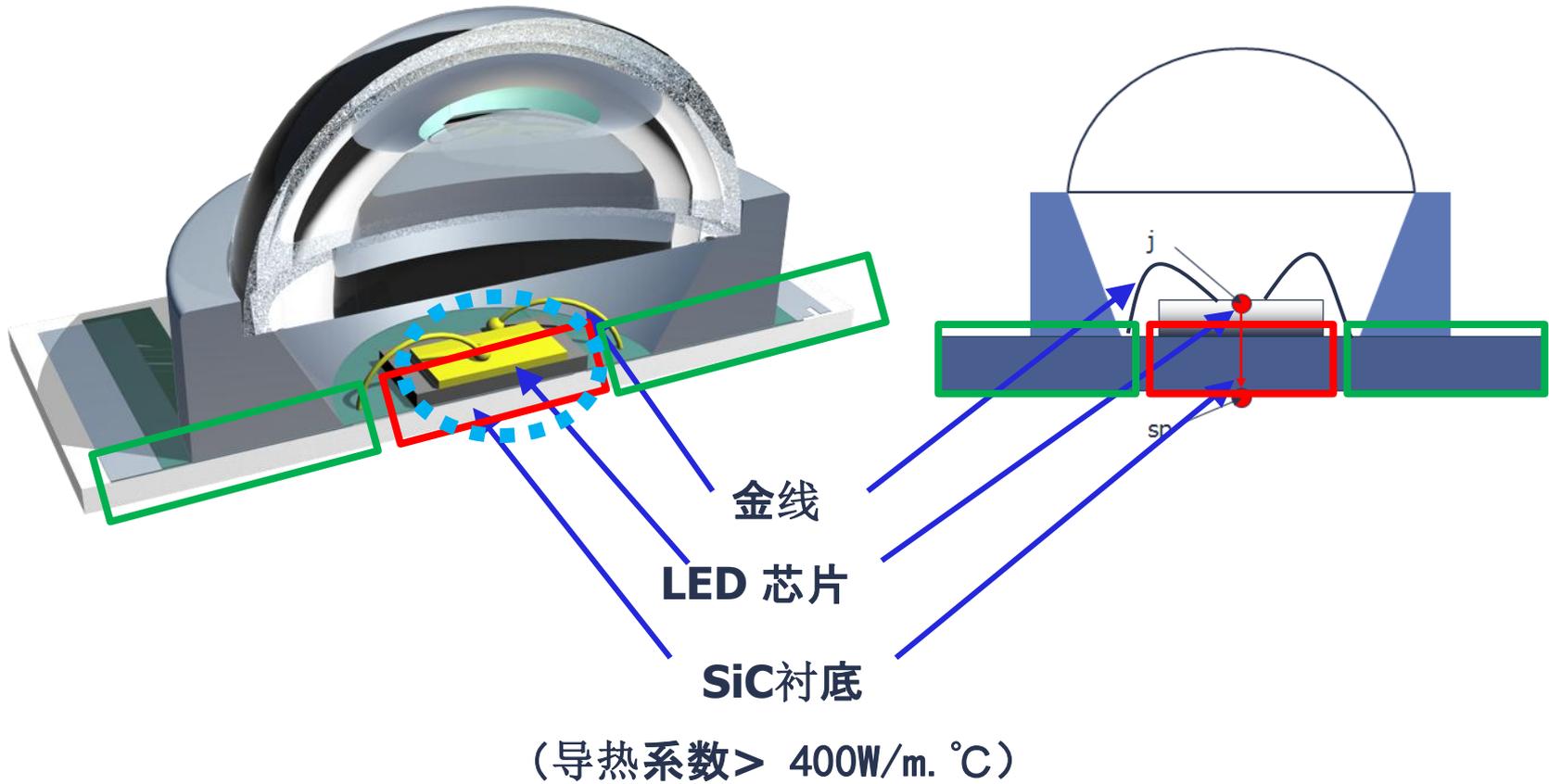
光电转换效率

- 白炽灯 ~3%
- 荧光灯 ~15%
- LED 10%~40%  60%~90%能量转化为热量
在结温60~80度时, Xlamp热转换效率约70~80%



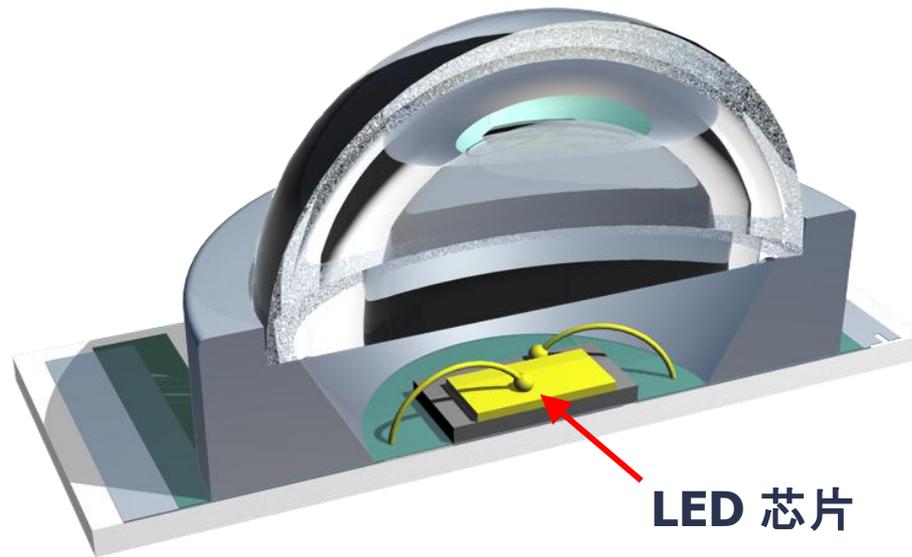
LED的结构分析

热电分离结构

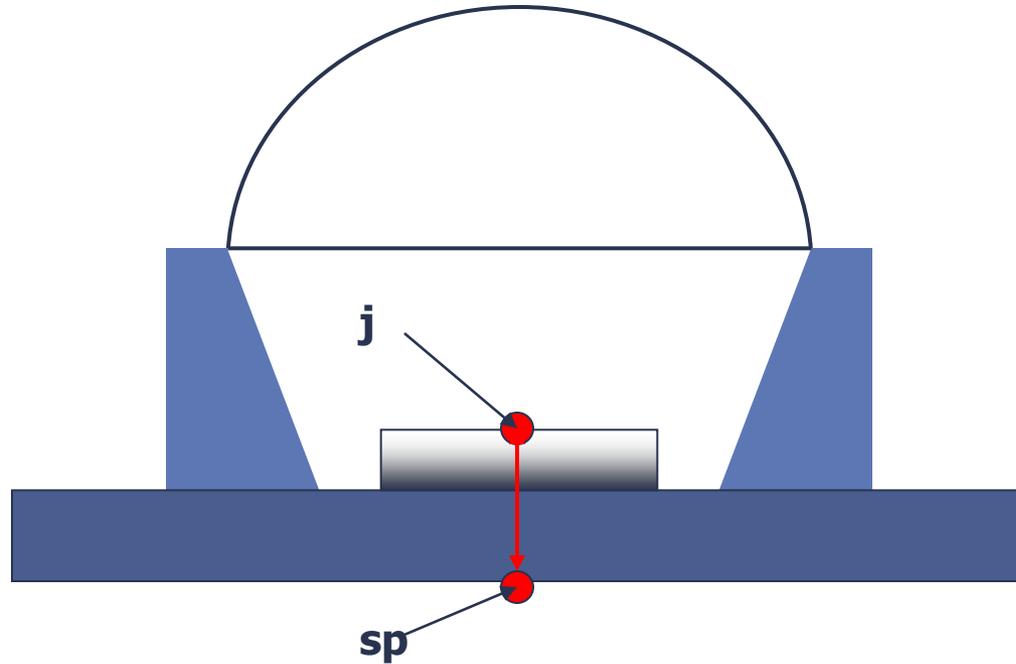


LED 的结温 T_j

LED的基本结构是一个半导体的P-N结。一般把P-N结区的温度定义为LED的结温。但LED的P-N结区温度无法直接测量到。



LED的热阻 R_{js}



热阻的定义：

热流通道上的温度差与通道上耗散功率之比。

LED的热阻定义：

$R_{th\ j-sp}$ ：从PN结(j)到焊点(sp)的热阻。

- 单位： $^{\circ}C/W$ 或 K/W

$$\theta_{jx} = \left[\frac{T_j - T_x}{P_{jx}} \right]$$

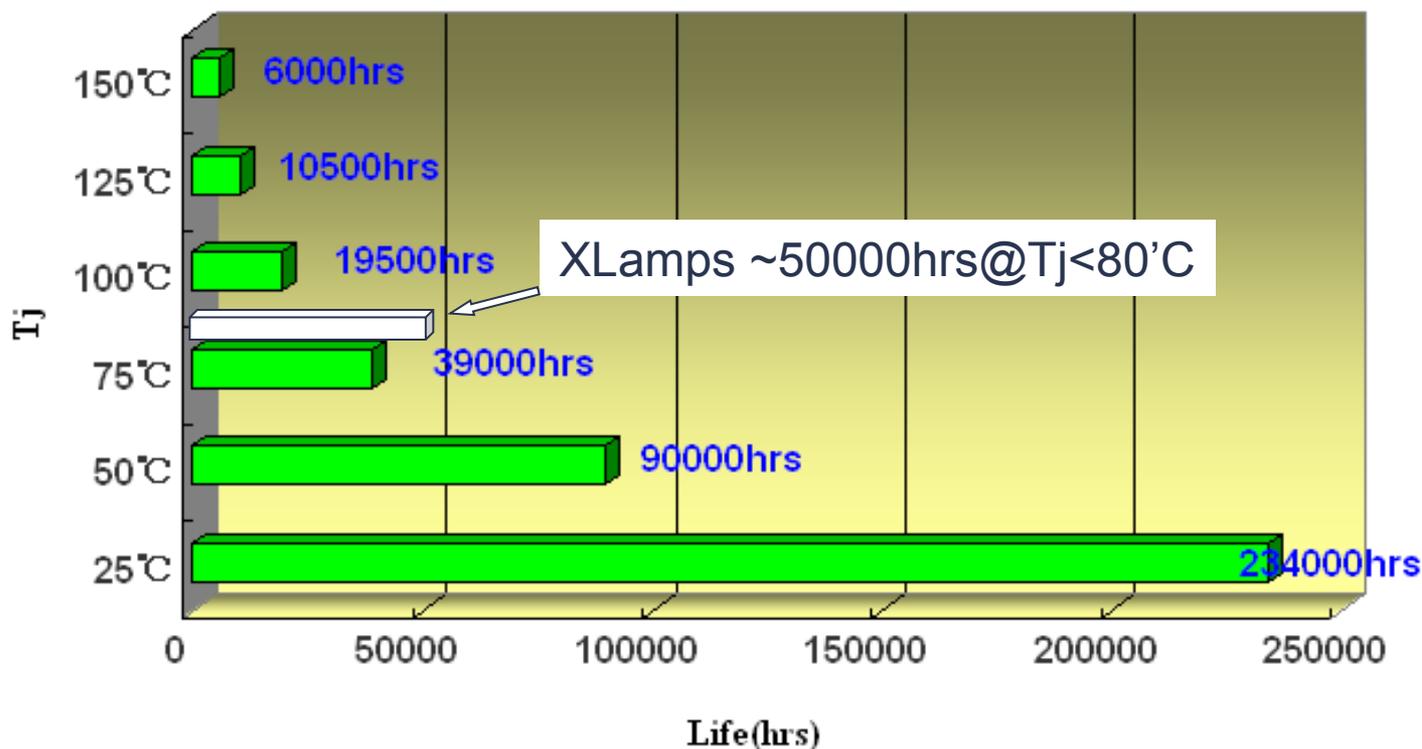
T_j ：LED结温

T_x ：LED器件参考点温度

结温对LED寿命有重大影响

一般電子零件的溫度每上升 10°C ，壽命就變成約一半。
溫度每上升 2°C ，可靠性將下降10%。

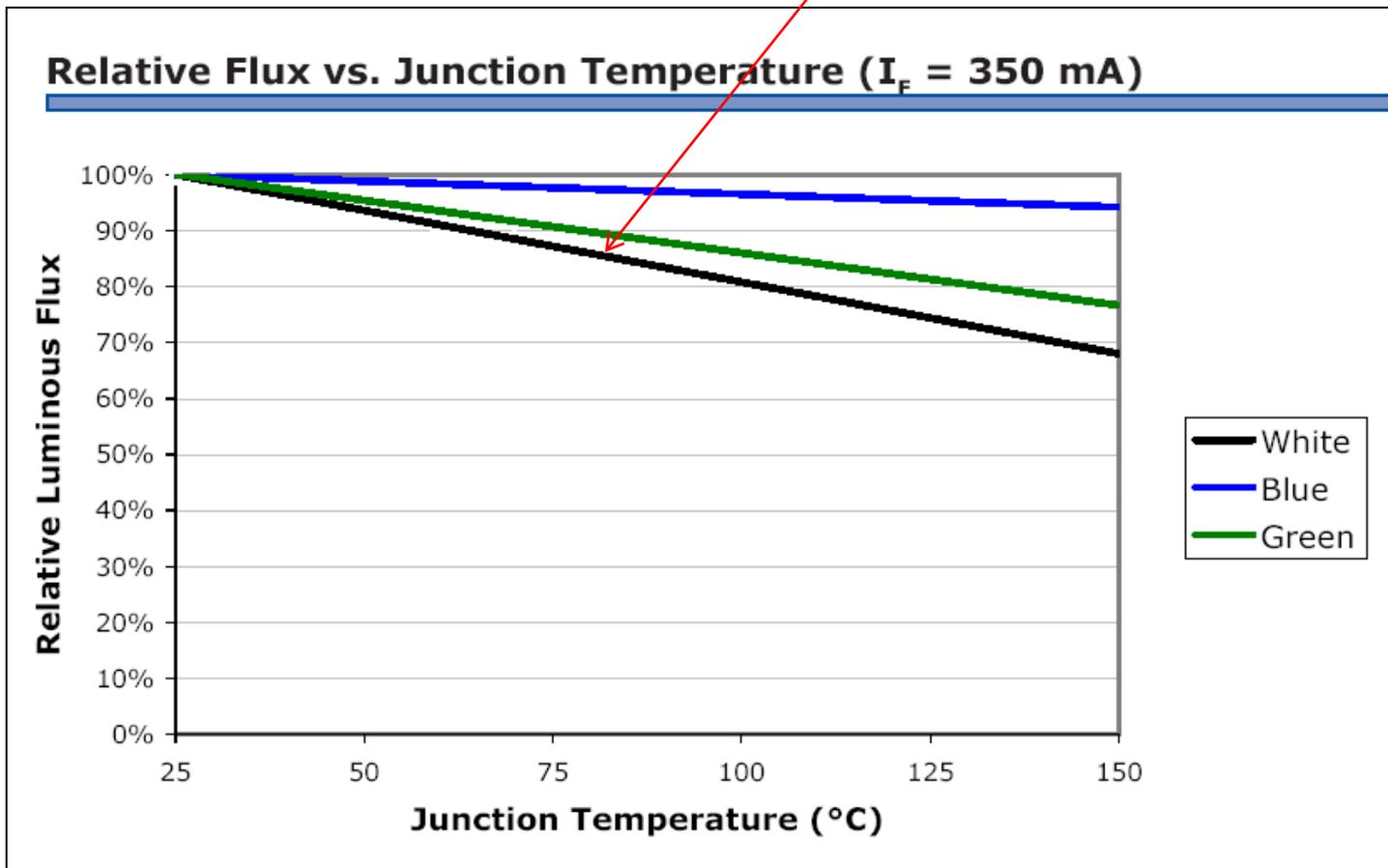
Led Life @ Tj (Flux 70% Lumen Maintenance)



除了寿命的影响，结温的影响还有

1. 光输出

当LED结温80°C的时候，白光LED的光输出效率只有85%。



除了寿命的影响, 结温的影响还有

2. 正向电压

- LED温度系数
 - $4\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ (负温度系数)
- 结温 T_j 上升, LED的正向电压降低

Characteristics

Characteristics	Unit	Minimum	Typical
Thermal Resistance, junction to solder point - white, blue	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$		9
Thermal Resistance, junction to solder point - green	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$		15
Thermal Resistance, junction to solder point - amber, red, red-orange	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$		10
Viewing Angle (FWHM) - white	degrees		115
Viewing Angle (FWHM) - blue, green, red, red-orange, amber	degrees		130
Temperature coefficient of voltage - white	$\text{mV}/^{\circ}\text{C}$		-4.0
Temperature coefficient of voltage - blue	$\text{mV}/^{\circ}\text{C}$		-3.3
Temperature coefficient of voltage - green	$\text{mV}/^{\circ}\text{C}$		-3.8
Temperature coefficient of voltage - red-orange, red	$\text{mV}/^{\circ}\text{C}$		-1.8
Temperature coefficient of voltage - amber	$\text{mV}/^{\circ}\text{C}$		-1.2
ESD Classification (HBM per Mil-Std-883D)			Class 2

相关热阻的计算

物体固有热阻：

$$R_{th} = L / \lambda S$$

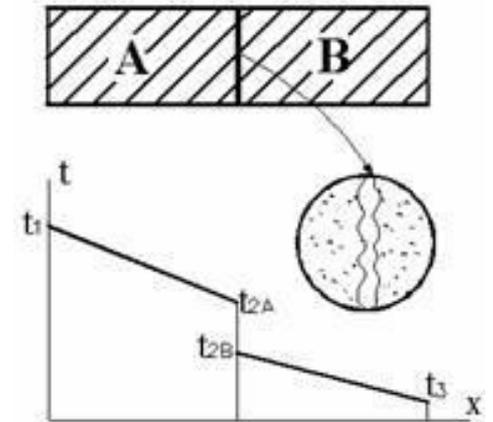
L是物体的传热方向厚度， λ 是物体的热传导方向导热系数，S取物体传热流道截面面积最小值。

物体面接触热阻的定义：

当热量流过两个相接触的固体的交界面时，界面本身对热流呈现出明显的热阻，称为接触热阻。

接触热阻与接触材料，接触面粗糙度，以及压力有关。

-----基本无法计算，一般实验测试算出。



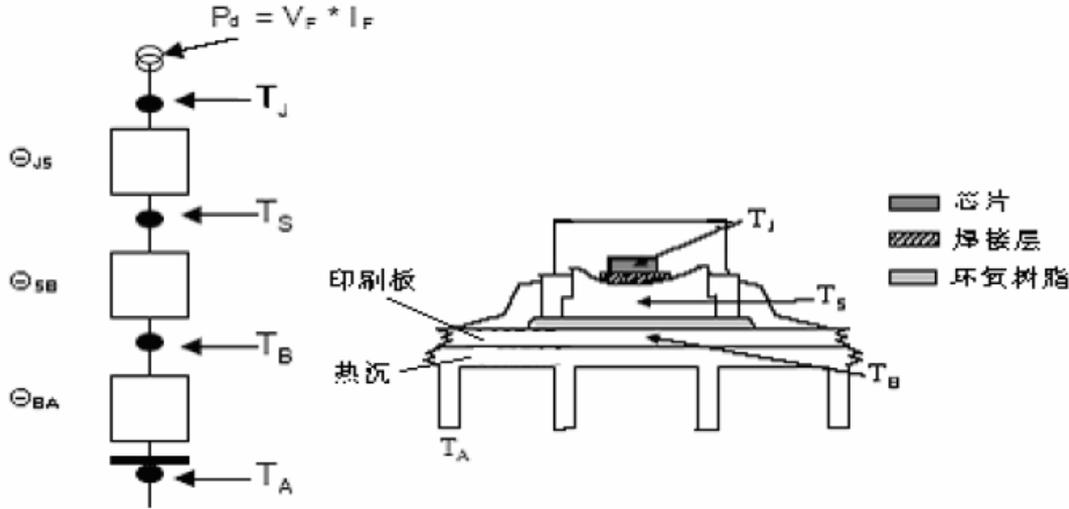
减小接触热阻的措施是：

①增加两物体接触面的压力，使物体交界面上的突出部分变形，从而减小缝隙增大接触面。

②在两物体交界面处涂上有较高导热能力的胶状物体——导热脂。

我们一般采用导热硅脂来减小热阻，接触良好的话接触热阻可忽略不计。

结温的计算



总热阻可以表示为从结—环境这一热路（thermal path）中各个单个热阻之和。

$$\theta_{JA} = \theta_{JS} + \theta_{SB} + \theta_{BA}$$

θ_{JS}

为芯片和芯片粘结剂到反射腔之间形成的热阻。

θ_{SB}

为反射腔，环氧树脂到印刷板间的热阻。

θ_{BA}

为印刷板和接触环境空气的热沉之间组合的热阻

结温计算：

$$T_J = T_A + P_d \times \theta_{JA}$$

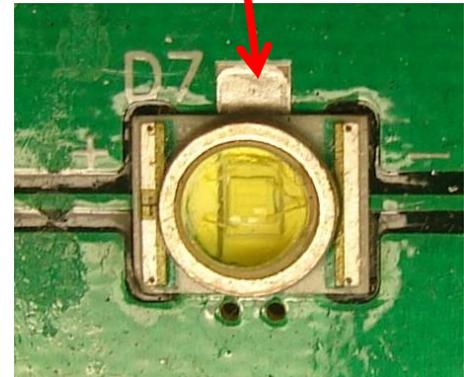
LED PN结内产生的热量从芯片开始沿着下述热学通道传输：
PN结—反射腔—印刷板—空气（环境）

即是：

$$T_{\text{结温}} = T_{\text{HS}} + P_{\text{功率}} * (R_{js} + R_{\text{接触热阻}} + R_{\text{PCB}})$$

$$= T_{\text{焊盘}} + P_{\text{功率}} * R_{js}$$

测焊盘上焊点的温度



结温的计算举例

$$T_{\text{结温}} = T_{\text{焊盘}} + P_{\text{功率}} * R_{\text{js}}$$

例：某款灯，采用5颗cree产品XP-G系列灯珠,单颗灯输入功率：
 $I_F=350\text{mA}$, $U_F=3.3\text{V}$ ；测试环温 $T_a=25\text{ }^\circ\text{C}$ 时，测得铝基板焊盘处焊点温度为 $T_c=52.8\text{ }^\circ\text{C}$ ，则可推算此款产品结温约为：

$$\begin{aligned} T_j &= T_{\text{焊盘}} + P_{\text{功率}} * R_{\text{js}} = T_{\text{焊盘}} + I_F * U_a * R_{\text{js}} \\ &= 52.8\text{ }^\circ\text{C} + 0.35\text{A} * \left[3.3 - 0.0021 * (52.8 - 25) \right] \text{V} * 6\text{ }^\circ\text{C/W} \\ &= 59.6\text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

特征	单位	最小	典型	最大
热阻，结点到焊点	$^\circ\text{C/W}$		6	
视角 (FWHM)	度		125	
电压温度系数	$\text{mV}/^\circ\text{C}$		-2.1	
ESD 类别 (HBM per Mil-Std-883D)			2 类	
直流正向电流	mA			1000
反向电压	V			5
正向电压 (350 mA 时)	V		3.0	3.75
正向电压 (700 mA 时)	V		3.2	
正向电压 (1000 mA 时)	V		3.3	
LED 结温	$^\circ\text{C}$			150

LED的热管理

解决方法:

(A) 改进LED芯片、封装的结构和材料;

——上中游产业完成

(B) 系统集成, 主要针对灯具散热方式, 提高换热效率。

——灯具散热设计的主要工作

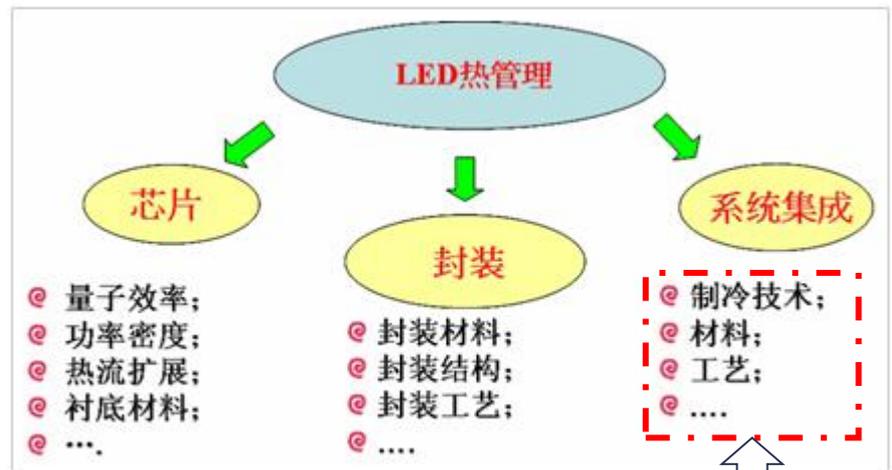
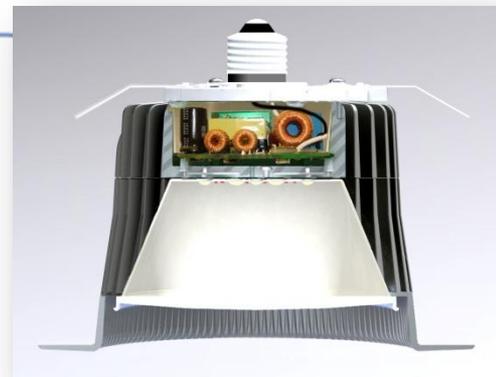


图1 LED热管理概况

散热设计
研究方向

LED灯具散热结构剖析

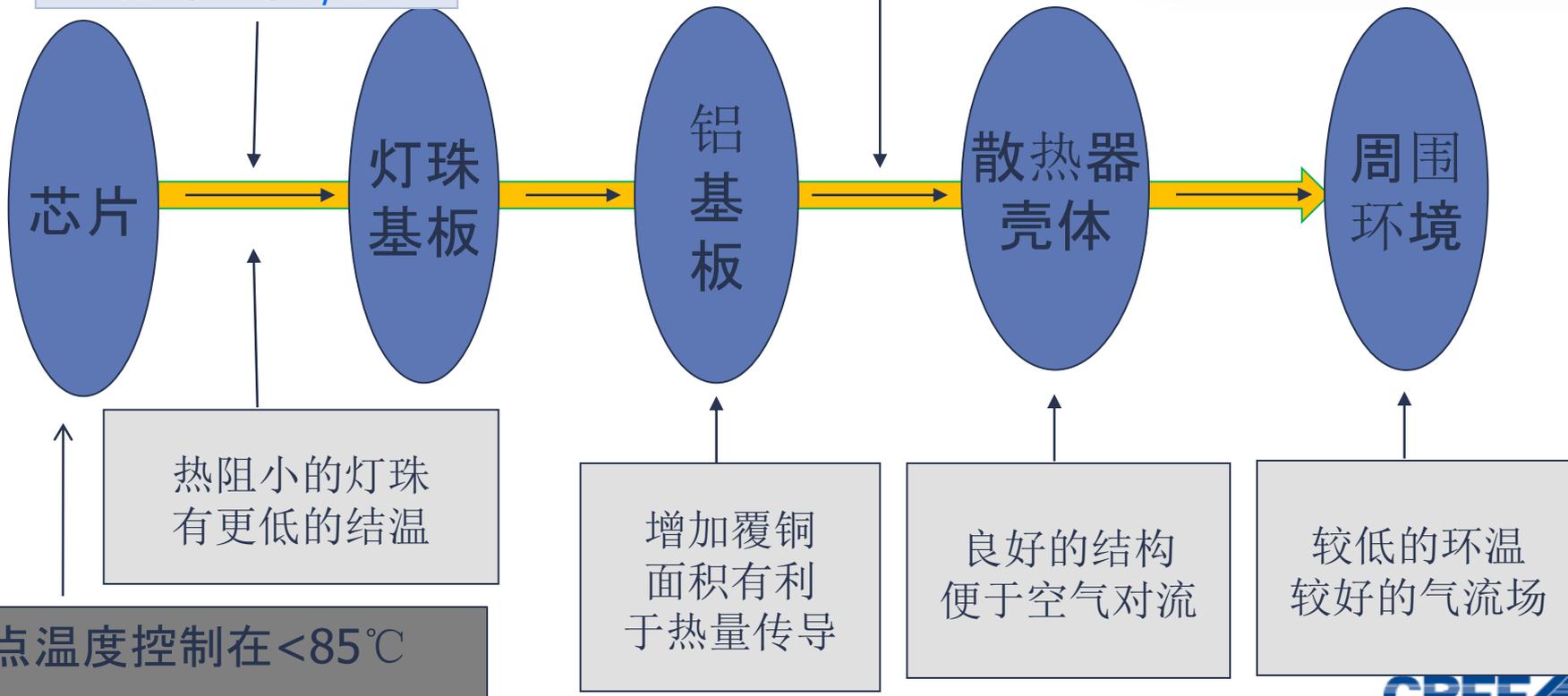
LED灯的热流通道



CREE灯珠

XR-E	8°C/W
XP-C	12°C/W
MC-E	3°C/W
XP-G	5°C/W

使用导热硅胶
减小接触热阻



铝基板MCPCB的设计选择



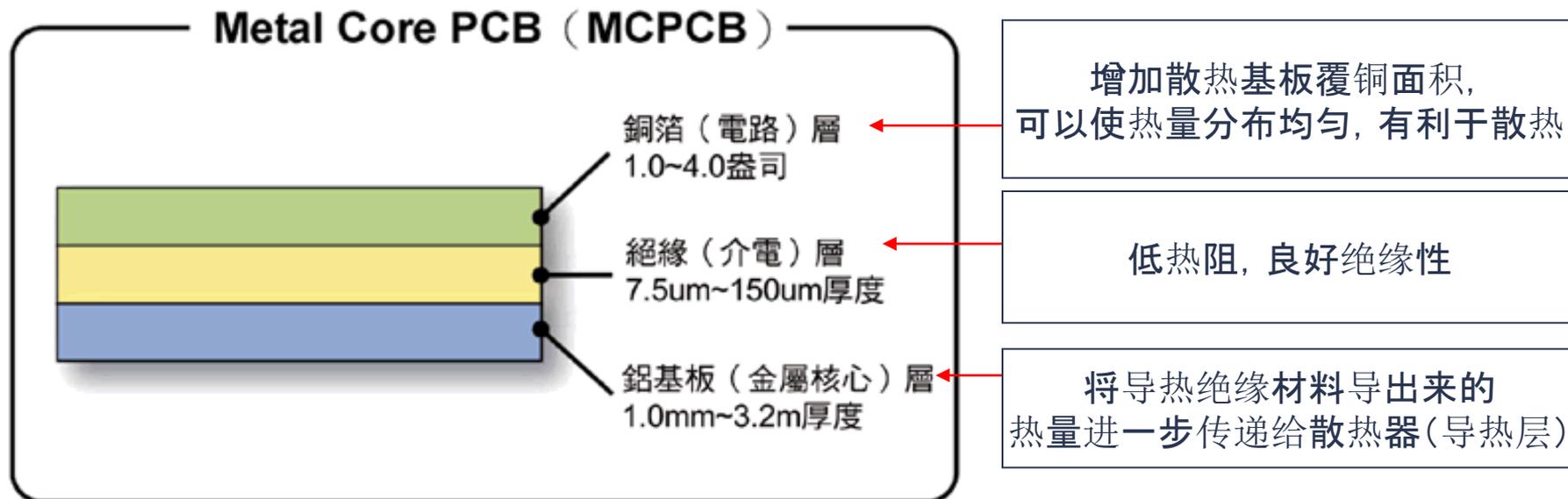
铝基板产品图

产品标准厚度：0.8、1.0、1.2、1.5、2.0、2.5、3.0mm

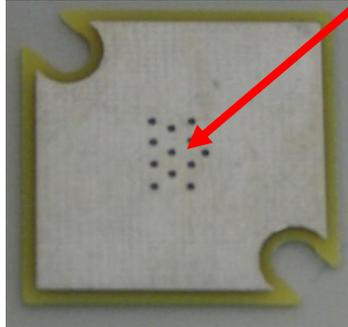
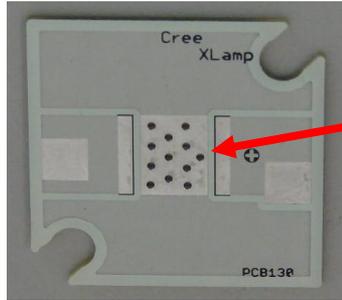
铜箔厚度：35um 70um 105um 140um 280um

特色：导热系数一般为 $1\sim 3\text{W/m}\cdot\text{°C}$ （陶瓷基板为20以上），具有高散热性、电磁屏蔽性，机械强度高（强于陶瓷基板），加工性能优良。

工艺要求有：镀金、喷锡、osp抗氧化、沉金、无铅ROHS制程等。



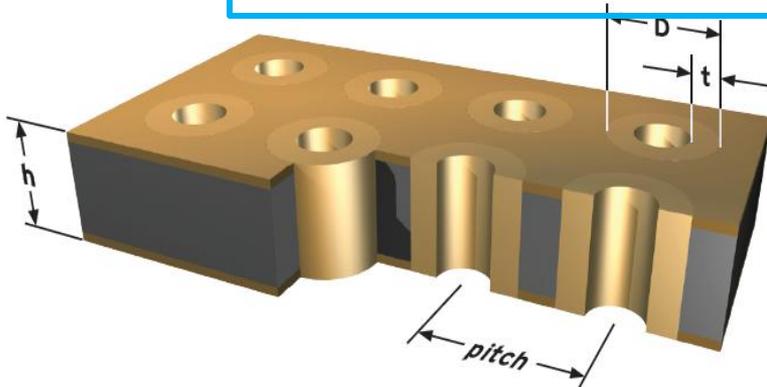
FR4 PCB的结构介绍



LED的热量通过敷铜和金属化过孔传到线路板(**PCB**)的背面来达到良好的导热目的。

- 热性能和 **MCPCB**相似
- 比 **MCPCB**便宜许多
- 大纵横比, 更困难的是达到可靠的镀层
- 板厚和孔径的比率 > 8 需增加额外的费用

过孔的热阻计算 $R_{th} = h / [n \times k \times \pi \times (D \times t - t^2)]$



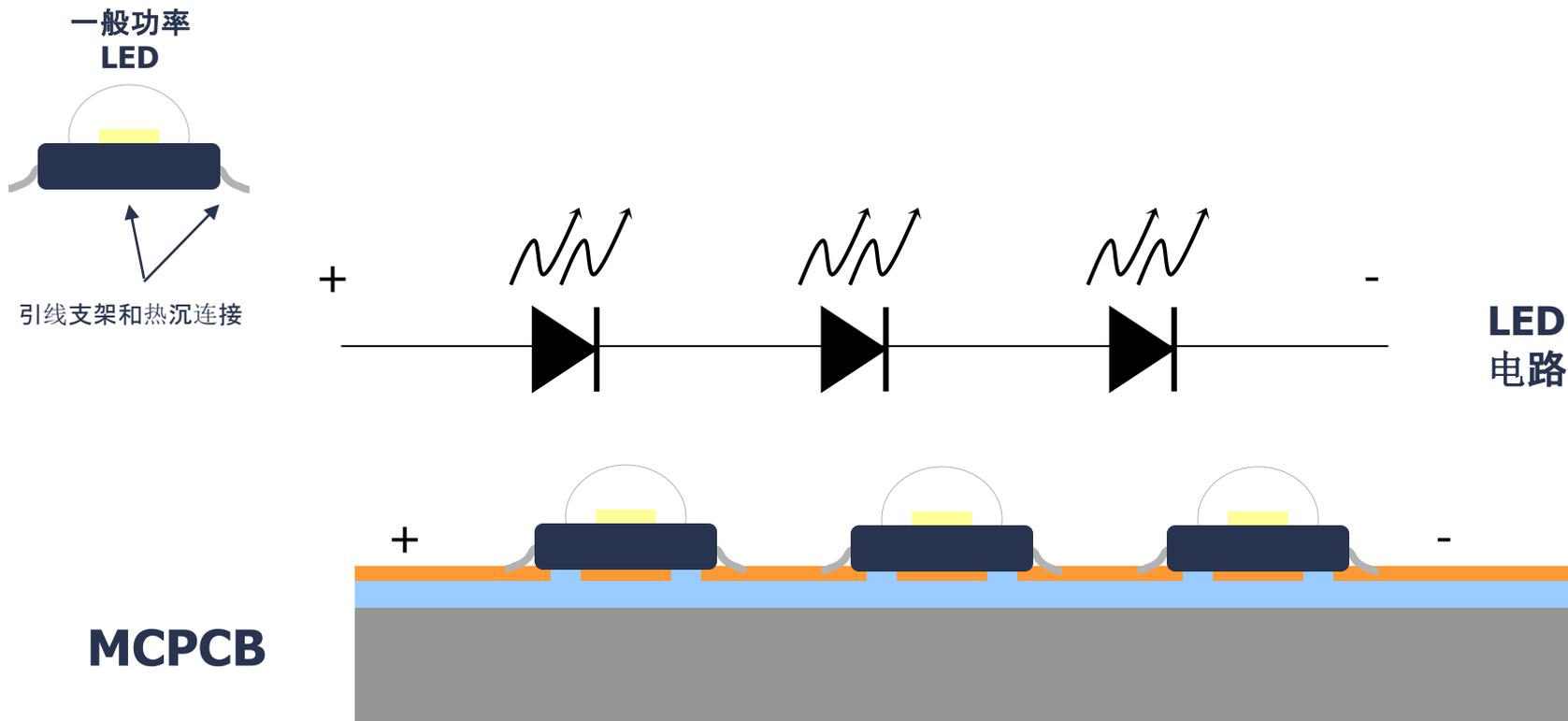
R_{th} : 热阻 ($^{\circ}C/W$)

h : PCB 厚度(m).

n : 过孔数量

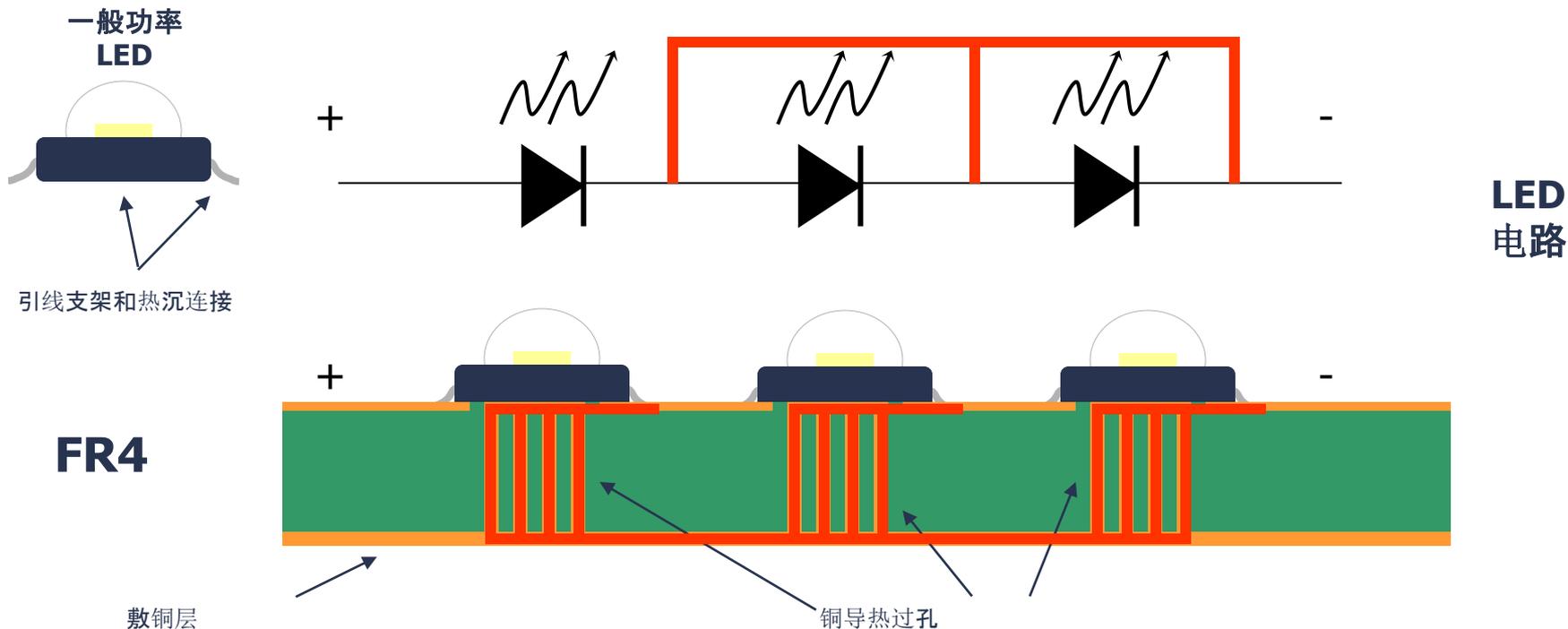
k : 敷铜材料热导率(铜 = $390 W/mK$)

功率 LEDs用于MCPCB



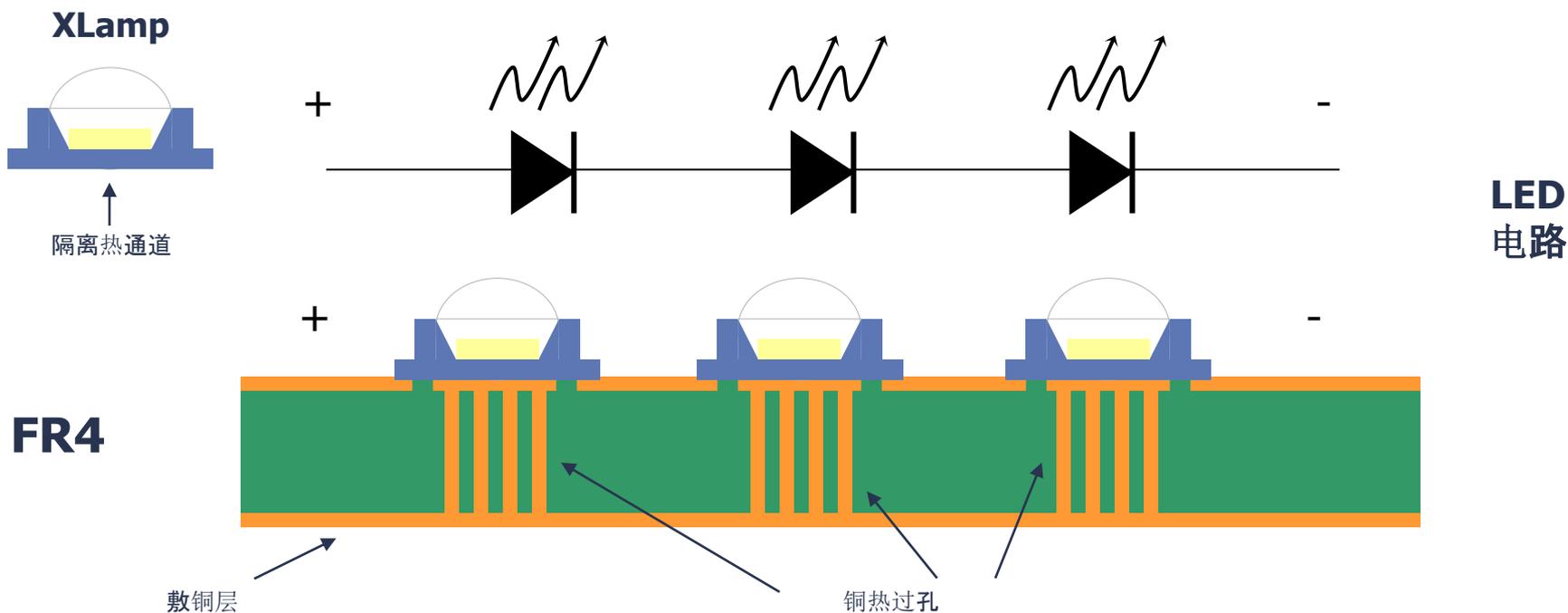
大部分用于LED的MCPCB因为加入绝缘高导热层而使其价格非常高

为什么一般的功率LED不能用于 FR4上



- **FR4 单独提供不了热通道—必须增加敷铜面积和热过孔**
- **散热层本身是导电性的,将导致LED之间短路**

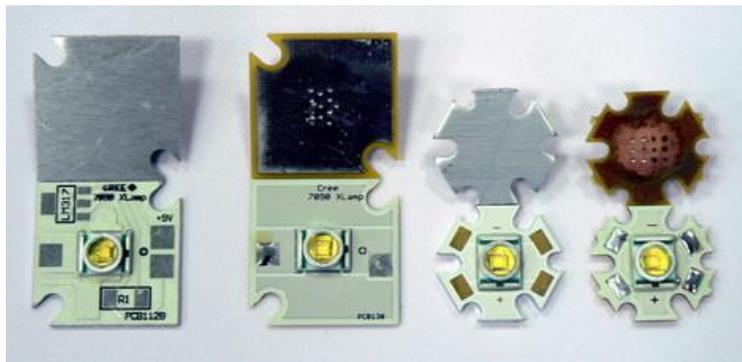
Cree-XLamp 可用于FR4工作!



- 其独特的热电分离, 如图所视的设计XLamp没有任何问题
- 用FR4设计要求热密度 $< 1 \text{ W/in}^2$
- 铜热过孔最好采用高导热材料填充, 以便使热量能更好更快的传导到覆铜层上。

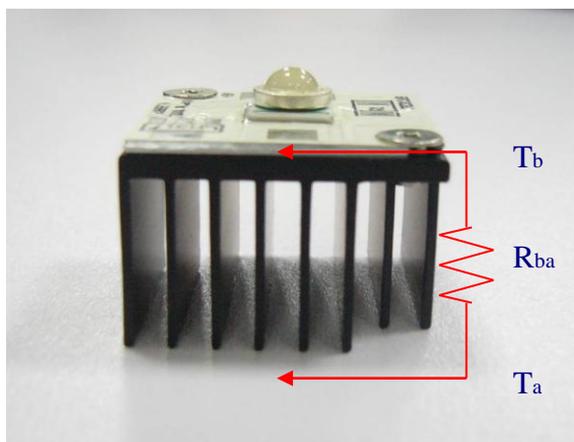
FR4 和 MCPCB的热测试

测试项目



序号	外形	基板材料
1	矩形	MCPCB
2	矩形	FR4
3	星形	MCPCB
4	星形	FR4

测试装置

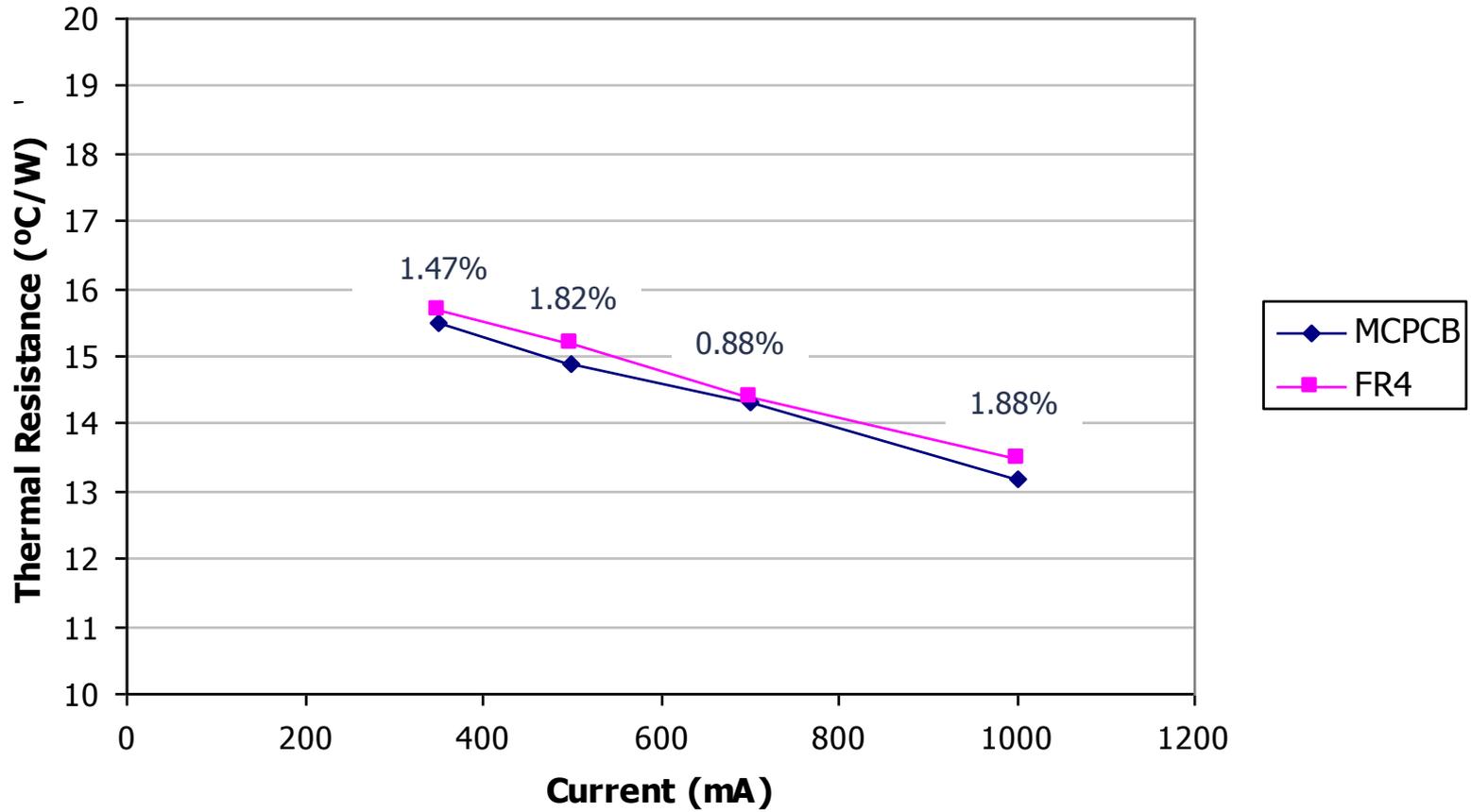
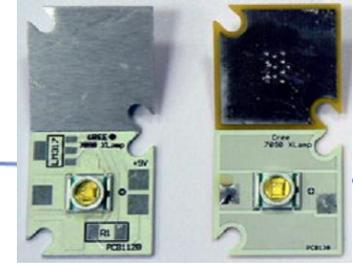


项目	供应商	型号	数量
LED	CREE	Xlamp7090	1
热模块	Cooler Master	ECB-00412-01-GP	1
TIM	Laird	T-pcm 580	1

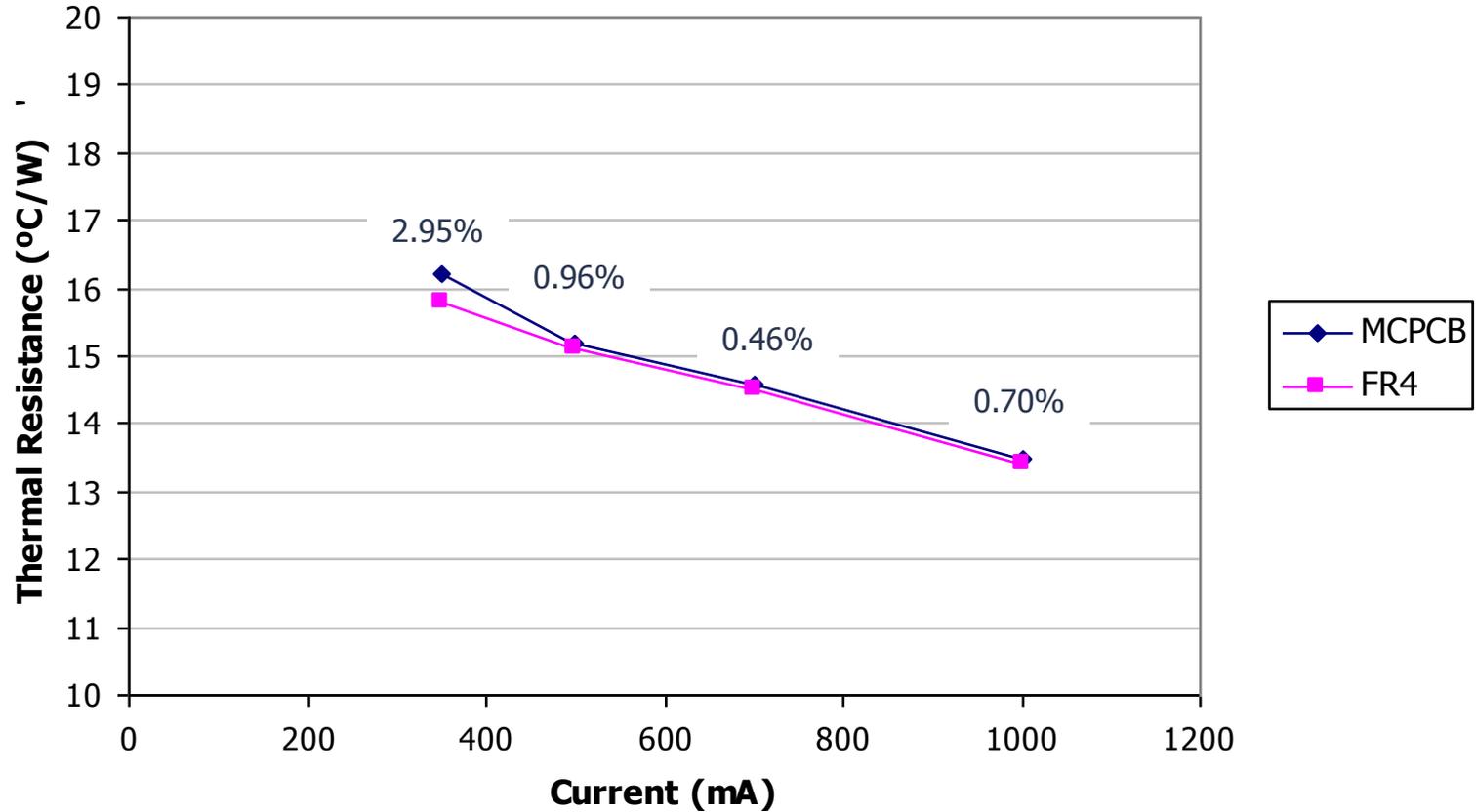
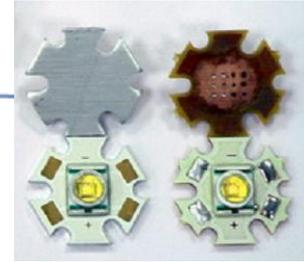
项目	参数	单位	尺寸
电流	350~1000	mA	
环境温度	27~29	°C	
TIM	3.8	W/mK	厚度=0.127mm

** Cooler Master Co., Ltd.初步测试结果

测试结果 - 矩形 PCB



测试结果 - 星形PCB



导热物质的选用

作用：填充接触面空隙，减小表面接触热阻。

选用原因——空气是热的不良导体。

市场上有导热硅脂，导热双面胶与导热硅胶：

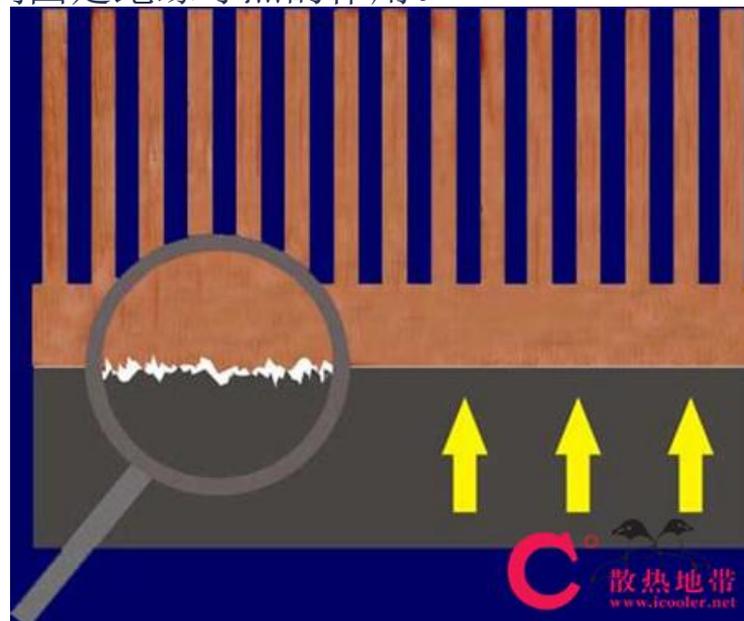
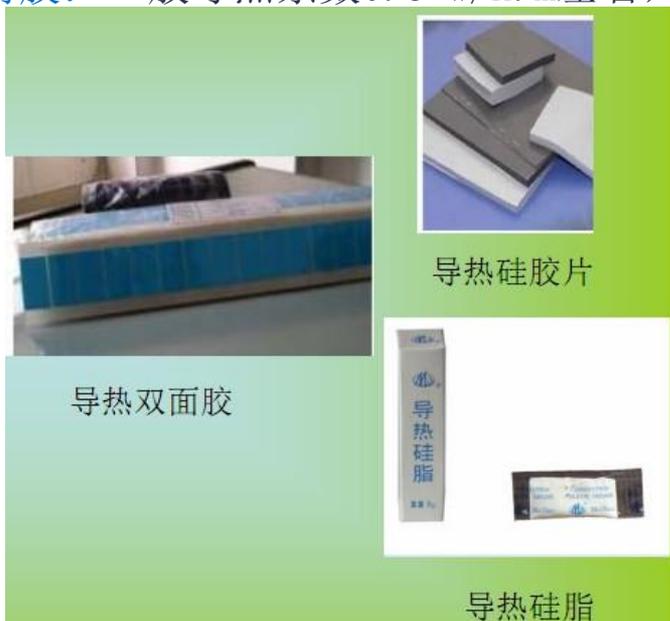
导热硅胶：一般为方形等固定尺寸胶状物质，导热系数一般为 $0.8 \sim 3 \text{ w/k.m}$ 。略低于导热硅脂，成本略高。但性能稳定，相对于使用在小尺寸产品上较多。

导热双面胶：导热系数一般低于 1 w/k.m ，适用于某些需要胶粘的低功耗部件。

导热硅脂：一般为偏黑色或者偏白色油泥状物质（加入银或者铝粉），借助钢制网板治具涂刷使用。可根据治具灵活调整尺寸厚度，较适合于用在大尺寸的零部件接触面。

-----三者都含有硅油，但经过测试，即使是含硅油较多的导热硅脂变干后散热效果会更好。

灌密封胶：一般导热系数 0.5 w/k.m 左右，可起到固定绝缘导热的作用。



当前LED主要散热器工艺

铝挤压技术

铝挤技术简单的说就是将铝锭高温加热至约 520~540℃，在高压下让铝液流经具有沟槽的挤型模具，作出散热片初胚，然后再对散热片初胚进行裁剪、剖沟等处理后就做成了我们常见到的散热片。

一般常用的铝挤型材料为 AL6063，其具有良好热传导率(约200 W/m.K)与加工性。

优点：易加工，成本低，技术成熟。

缺点：单向挤压成型，结构受限制较多。



当前LED主要散热器工艺

铝压铸技术

一般常用的压铸型铝合金为ADC12,可制作各种立体复杂形状散热器,但热传导率较差(约96 W/m.K)。

优点:可进行一体化无缝设计,有利于防水及减小系统热阻。

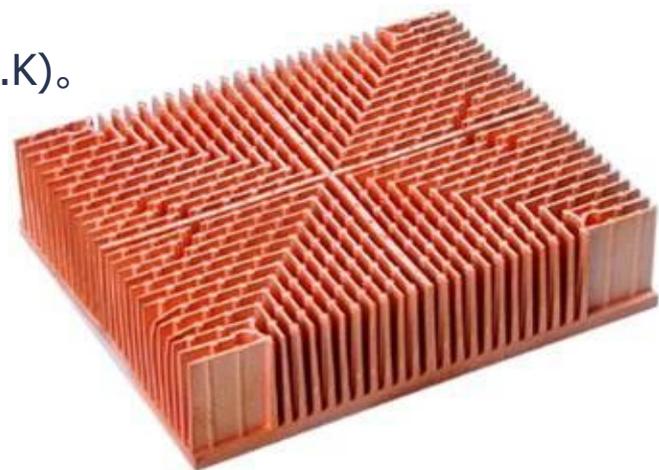
缺点:模具费用较高,散热效果一般,灯体较笨重,表面处理受限较多(阳极黑色,喷漆)。

适用于制作大型器件散热外壳。

注:阳极和电镀效果均较差,成品率低。

现在国内多以 AA1070 铝料来做为压铸材料,其热传导率高达 200 W/m.K 左右,具有良好的散热效果,但是以 AA1070 铝料来压铸存在着一些如下所述之问题:

- (1)压铸时表面流纹及氧化渣过多,会降低热传效果。
- (2)冷却时内部微缩孔偏高,实质热传导率降低($K < 200$ W/m.K)。
- (3)模具易受侵蚀,致寿命较短。
- (4)成型性差,不适合薄铸件。
- (5)材质较软,容易变型。



Product images courtesy of ThermaFlo Inc.

当前LED主要散热器工艺

热管FIN片技术

一般有采用热管加fin片(穿fin,扣fin)和单fin片(扣fin)两种形式。

Fin片材质一般是AA1050(AL,约200 W/m.K)或c1100(cu,约400 W/m.K), 导热管材质结构复杂, 具有几乎完美的热传导率(约80000~110000 W/m.K)。

优点:良好的散热效果, 重量轻。

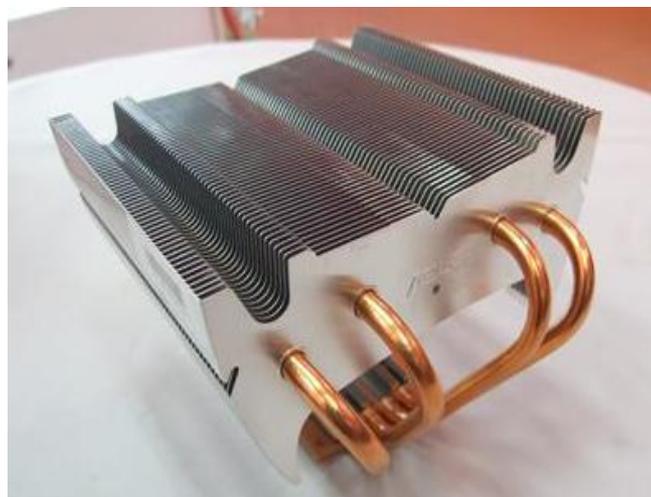
缺点:扣fin模具费用高, 受冲击易变形。热管散热器尺寸有限制, 安装也较复杂。

扣fin可取代铝挤与压铸, 散热效果相当, 优点是重量较轻。

热管散热器受尺寸限制较适用于大型散热体, 例如路灯。

热管的优势:

1. 导热性高
2. 均温性高
3. 环境的适应性高
4. 热流方向的可逆性
5. 高稳定性
(保证三年寿命)



Product images courtesy of ThermaFlo Inc.

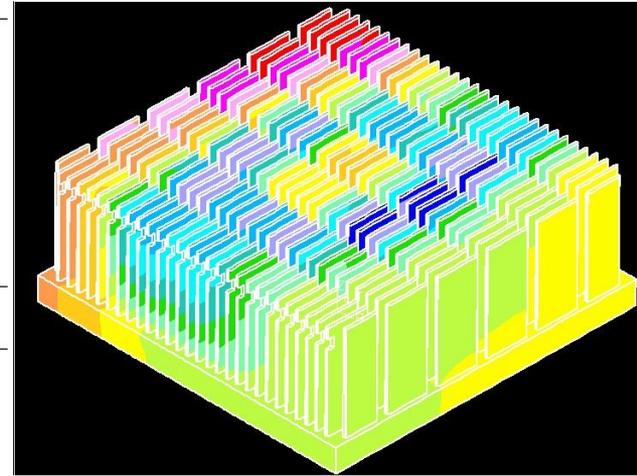
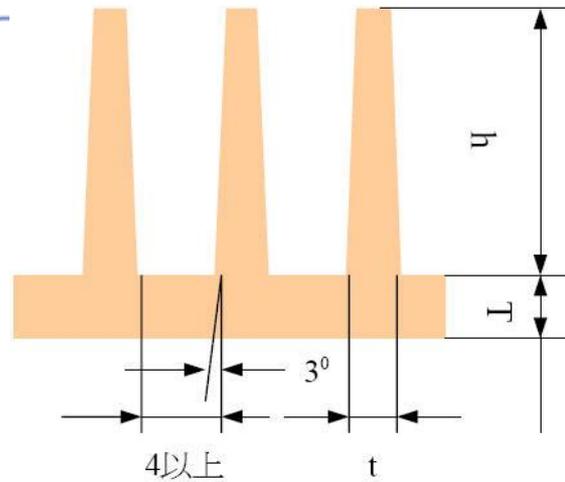
散热材质的选用

Material	Silver	Copper	Gold	Aluminum	Aluminum Nitride	Ni	Au-Sn	Diamond
Thermal Conductivity(W/mK)	427	398	315	237	a.200 b.285	90	57.3	2300

散热主要用AL的特性参数	1050	6063	6061	2024	7075
比重 g/cm ³	2.7	2.71	2.71	2.77	2.80
彈性率 kg/mm ² X 10 ³	7.0	7.0	7.0	7.5	7.3
剛性率 kg/mm ² X 10 ³	2.7	2.7	2.7	2.9	2.3
溶融溫度範圍	650 - 660 °C	600 - 650 °C	580 - 650 °C	500 - 640 °C	475 - 640 °C
比熱 (0~100 °C) cal / g · °C	0.22	0.21	0.22	0.22	0.23
線膨脹率(20~100 °C) 10 ⁻⁶ /°C	24	23.4	23.6	23.2	23.6
熱傳導率(25 °C) cal / cm · s · °C	0.5	0.48	0.37	0.29	0.29
熱傳導率(25 °C) W/m K	209.5	201.12	155.03	121.51	121.51
比電氣阻(20 °C) Ω mm ² / m	0.0282	0.033	0.043	0.057	0.058
等容量導電率(20 °C) % IACS	-	53	40	30	30

散热器的设计与选择

散热片设计重点:



- * 總體散熱表面積 ($P/h \cdot (T_i - T_j)$, 基本 > 60 平方厘米/W)
- * 材料 (鋁擠 AL6063, 壓鑄 ADC12, fin AA1050)
- * 底板厚度 (一般需 > 4mm, $T = 7 \times \log W - 6$ (min 2mm))
- * 鰭片形狀
- * 鰭片厚度 (鋁擠 0.5~2mm, 壓鑄 1~4mm, fin 0.2~0.5mm)
- * 鰭片間距 (3~8mm)
- * 鰭片長度
- * 鰭片 / 底板之結合 (焊接, 鉚合 ==)

以上仅供参考

散热器散热功率计算

可解决功率： $P_{\text{总}} = P_{\text{对}} + P_{\text{辐}} = h \times A_i \times (T_i - T_j) + \sigma \times F_{ij} \times A_i \times (T_i^4 - T_j^4)$

h 为对流换热系数, A_i 为散热器散热表面积（辐射时为散热体空间表面积）， F_{ij} 为常系数， σ 为表面辐射黑度系数（自然铝为约0.4，氧化处理后为约0.8，阳极黑色后约为0.9）。

影响对流换热系数的主要因素有：

1. 对流运动成因和流动状态；
2. 流体的物理性质（随种类、温度和压力而变化）；
3. 传热表面的形状、尺寸和相对位置；
4. 流体有无相变（如气态与液态之间的转化）。

在不同的情况下，传热强度会发生成倍直至成千倍的变化，所以对流传热是一个受许多因素影响且其强度变化幅度又很大的复杂过程。

由于 h 值受较多因素影响，计算复杂，我们一般可采用热设计软件来进行散热模拟设计，从而进行优化改进。

散热设计软件

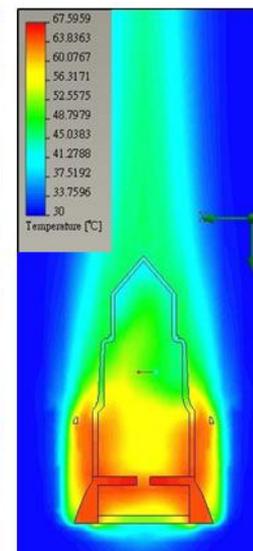
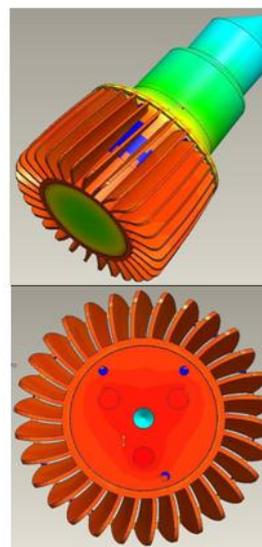
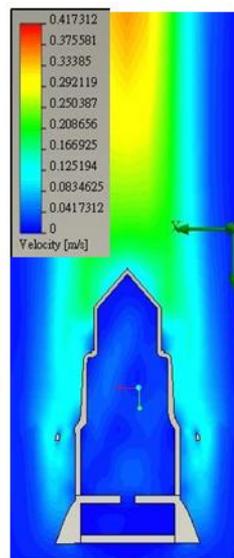
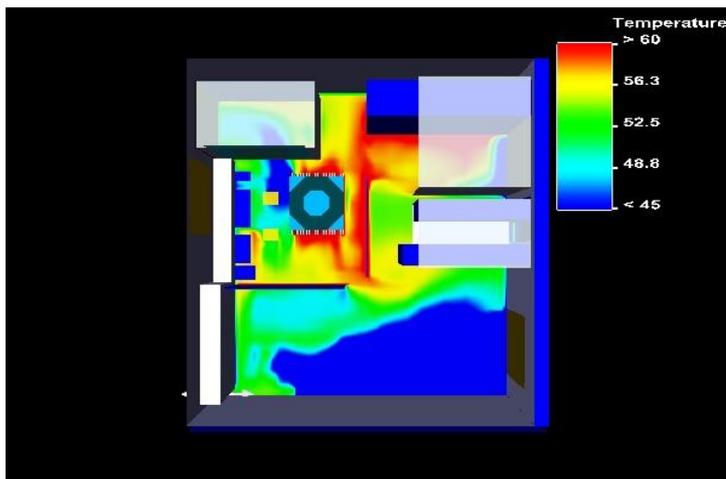
目前市面主要流行的散热软件也不少，常见的有：

Icepak, Flotherm, CFDesign, EFD, ANSYS, QLED等。

但各有优缺点，例如，Flotherm, Icepak需自行建模，较适合系统散热设计；QLED, R-Tools只能进行简单的散热器设计，不符合目前形状复杂的LED散热器；CFDesign, ANSYS较专业，但操作复杂繁琐，难以上手。

相比较之下：

推荐使用Mentor Graphics公司的EFD。EFD基于当前主流三维设计软件且拥有丰富的材料库，可进行精确的散热模拟分析，并进行优化，且简单易学。



表面处理工艺

作用：

1. 改进构件表面性能
2. 美观
3. 增加辐射系数

一般包括以下三种方式：

1. 手工处理：刮刀、钢丝刷或砂轮，散热器上常见的有拉丝
2. 化学处理：电镀，氧化，电镀膜
3. 机械处理（电，热等）：热烫印，热喷涂，喷涂，激光，电泳，镀膜，喷砂

散热器常见处理工艺：

铝型材： 阳极氧化，阳极黑色，喷砂，电镀，喷漆（散热效果较差），喷粉

压铸： 喷砂，喷漆，喷粉，阳极黑色

Fin： 阳极黑色，电镀（局部电镀）



LED自然散热设计瓶颈

目前LED灯具自然散热设计的窘境：

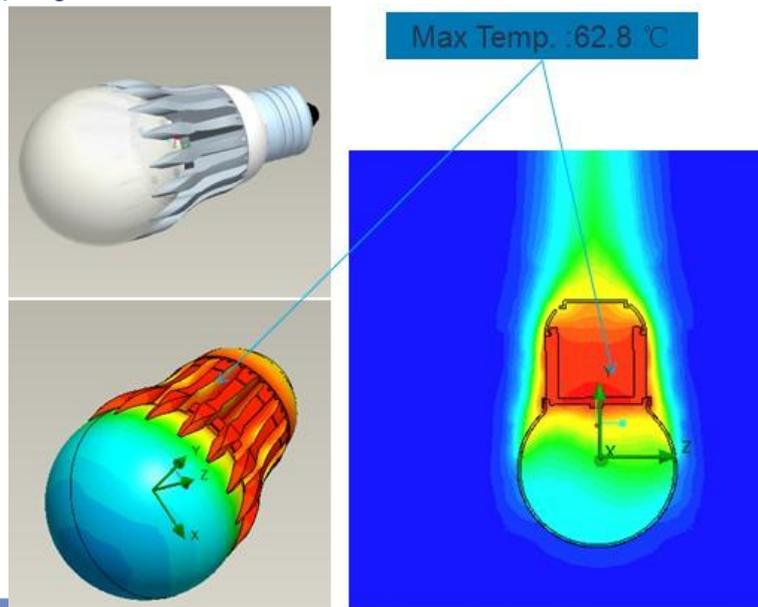
空间尺寸限制：

1.自然散热气流限定层流，则鳍片间隙受限，散热面积受限。
-----对流散热功率受限制。

2.空间体积受限制，则散热体表面积受限制。
-----直接关系到辐射散热功率(约占散热总功率10~30%)

3.相对于较小的空间，目前大部分的金属散热器热传导已经
足够使散热器温度比较均布(大型散热器例外)。

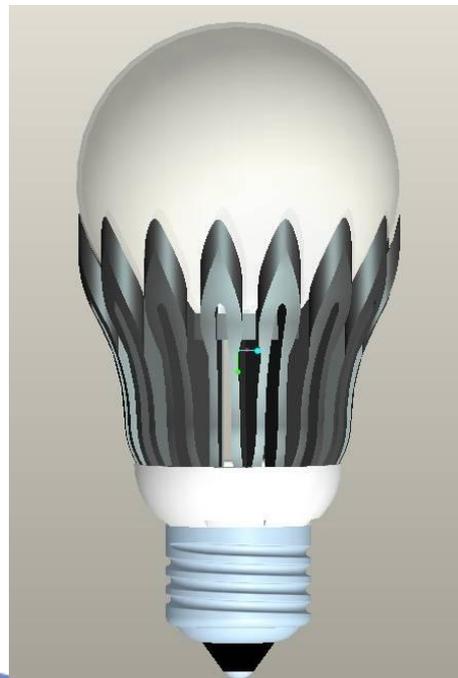
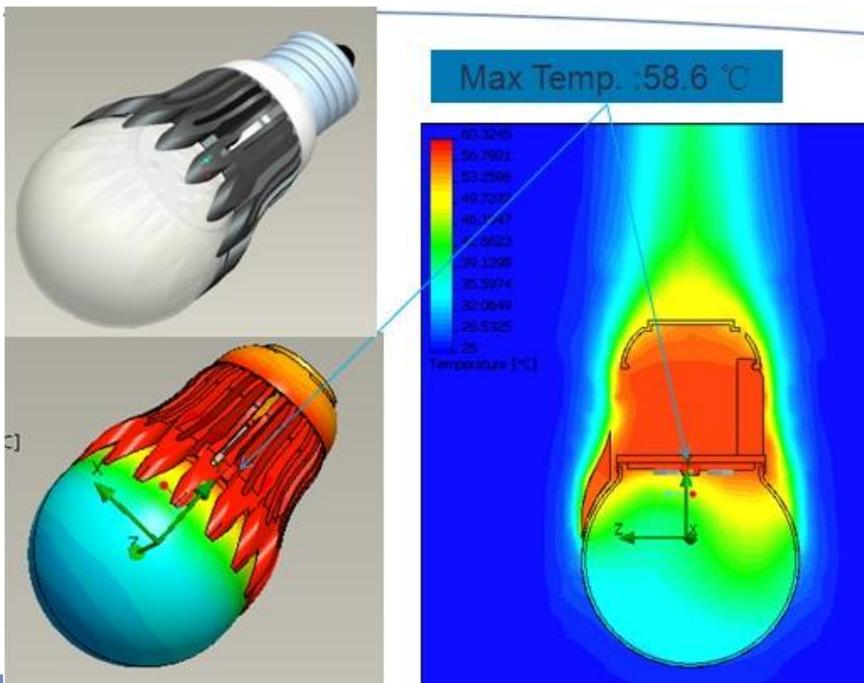
-----热传导系数影响不大。



LED自然散热设计突破点

LED自然散热设计目前的主要工作：

1. 选择导热率高，热阻低，性能好的光源。（选择合适的光源）
2. 在散热器有限的空间里，根据要求设计最优化的结构。（需要一定的设计经验）
3. 尽量减小整灯系统的界面接触热阻。（部件间热传导率最大化）
4. 考虑辐射散热功率，尽量选用辐射率较高的表面处理方式。（最大利用辐射）
5. 整灯机构设计中注意热传导的均匀性，避免热量集中。（最大化不同零部件的接触面积）
6. 综合实际生产制造，工程安装，材料配件，结构造型等方面经验，借鉴成熟散热产品的设计。



结构的设计1

易于空气上下自然对流的散热结构



结构的设计2

一体化降低灯具系统热阻

尽量将散热有关的结构件（散热器与外壳，铝基板与散热体等金属部件）设计成一体化，有利于减小系统热阻。



- **技术目的**：强化 LED 灯珠散热。
- **技术途径**：通过冶金结合方式在铝散热器基板表面沉积一定厚度的铜覆盖层。
- **技术特点**
 - 实现灯珠—散热器直焊，消除压接方式界面材料和交界面热阻。
 - 铜覆盖层增强灯珠点热源热量向散热器翅片扩散。
 - 铝表面铜覆盖层为分子结合不受异种材料热应力及电化学腐蚀的影响。
- **应用效果**

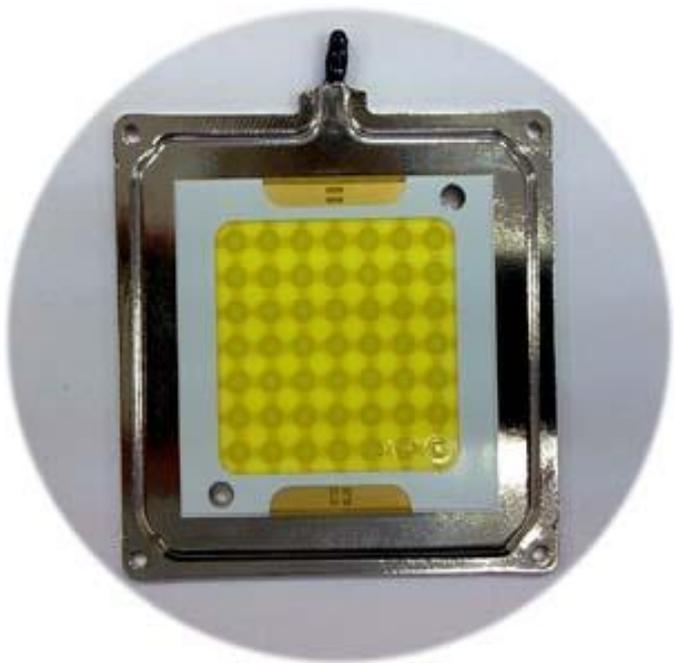
导热系数：达到 50 (W/m.K)，提高 10 倍以上。

在散热体上直接做覆铜层/或者将铝基板镶嵌到散热体中

结构的设计3

增强热传导效率，减小系统热阻

减少热传导零部件，或者通过灵活使用导热物质，使热量无瓶颈均匀的传导到散热器/散发到空气中。

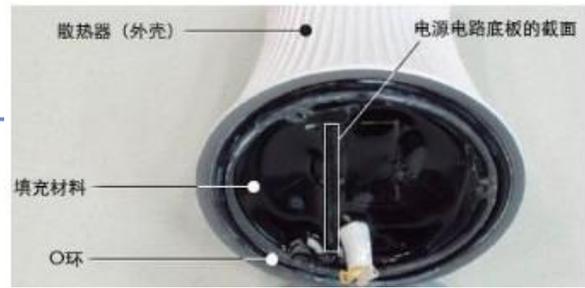


均热板上直接封装面热源



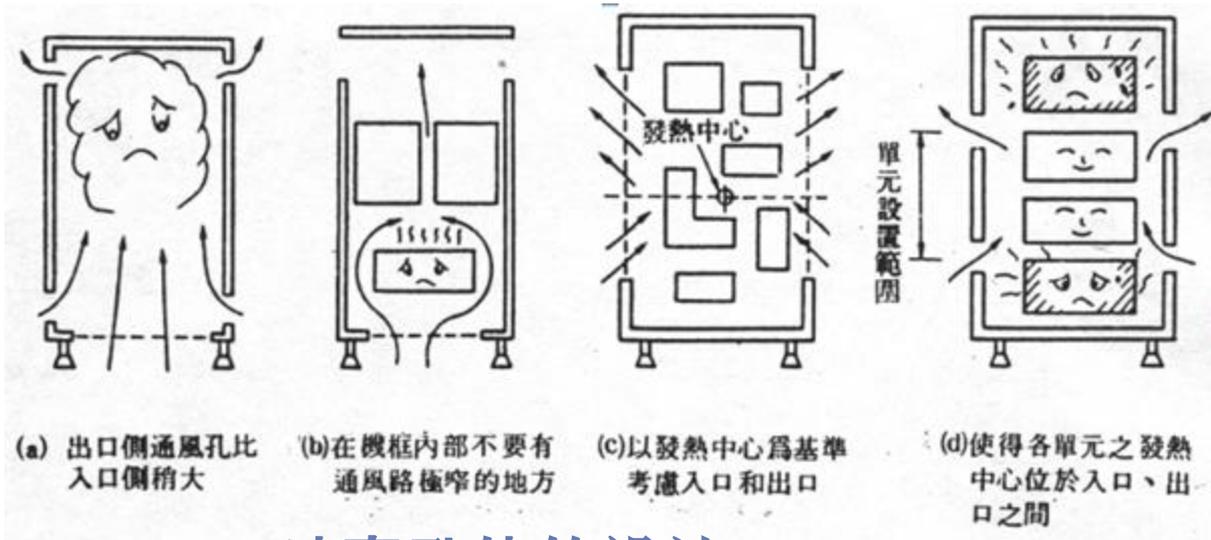
均热板上履铜与PCB电路一体

其他利于散热的小设计



灌胶

1. 热源与散热器的大接触面设计;
2. 灌胶, 作用: 散热绝缘固定;
3. 空隙部位导热膏的灵活运用;
4. 散热器表面处理方式 (辐射散热涂料? > 阳极黑色 > 阳极原色及基于阳极的处理方式 > 电镀 > 普通铝 > 喷漆 (黑色以外));
5. 合理的系统散热设计 (外壳孔位, 表面积...);
6. 参考某些比较成熟的高功率产品散热设计技巧, 例如CPU散热器的镜面设计, 减小PCB与散热器的接触面粗糙度;
7. 散热设计的同时需兼顾结构与实际生产。



镜面

外壳孔位的设计

其他新型散热技术——热传导

均热板技术

一个50cm², 6mm厚的真空均温板Heat Flux热传密度可达115W/cm², 是铜热管的10倍以上, Vapor Chamber真空腔均热板比纯铜基板具有更好的热扩散性能, 特别适合于大功率的产品使用。

	真空腔	铜铝	铜热管
热传密度	115W/cm ²	1W/cm ²	10W/cm ²

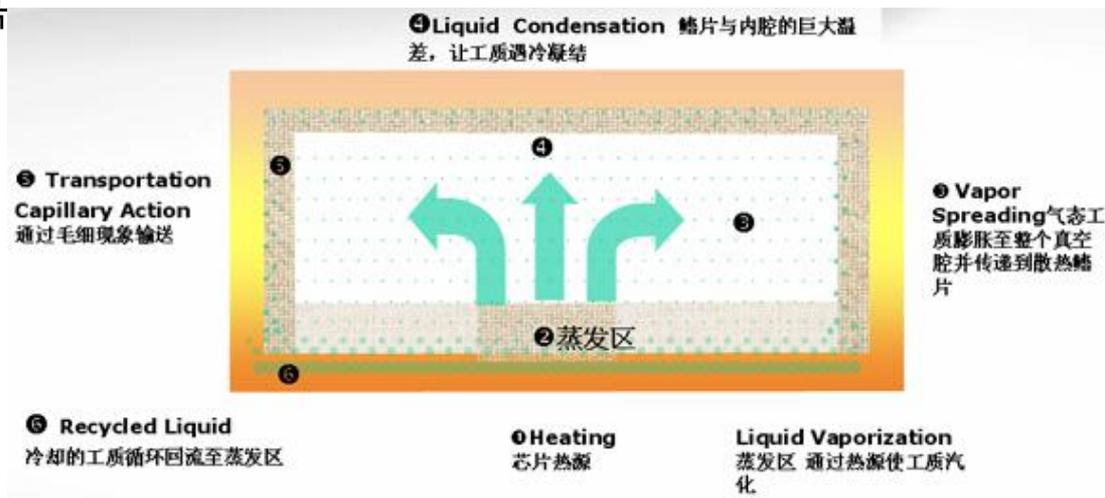
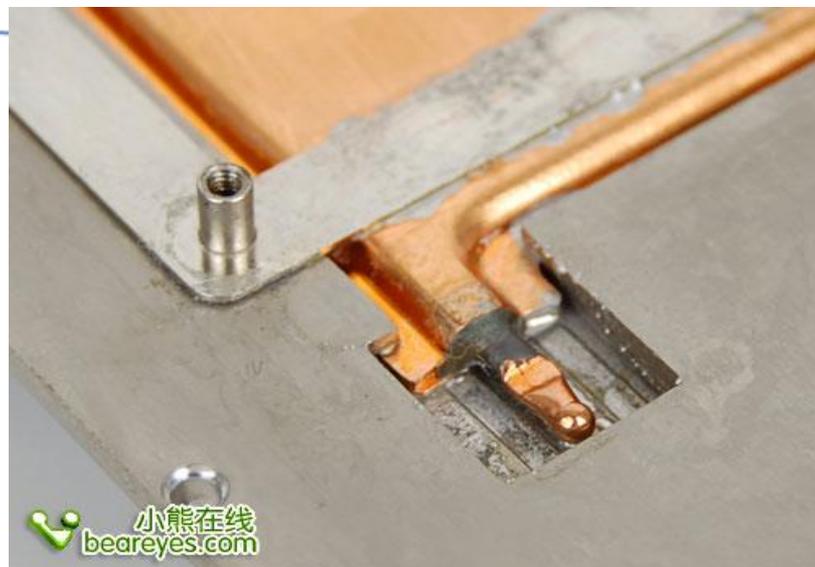
右图为真空腔均热板散热过程示意图, 芯片产生热能通过大面积均热板迅速吸收和传导, 使封装的介质开始由液体转化为气体, 通过蒸发区将热能带出。气态介质膨胀至整个真空腔, 将带出的热能迅速传导到整个封装的铜内腔体中并传导到铝鳍片上。铝鳍片的热能经过风扇强制对流冷却后, 使工质失去热能冷却, 变化为液态通过内腔管壁毛细作用, 然后回流到底部蒸发区, 又吸收到新的热能, 并再度气化将热带出, 形成一个循环。

总结起来, 真空均热板优势有:

一. 均热板的阻抗为业界中最低之一, 将300W应用于25mmx25mm时的测量值为0.05C/W

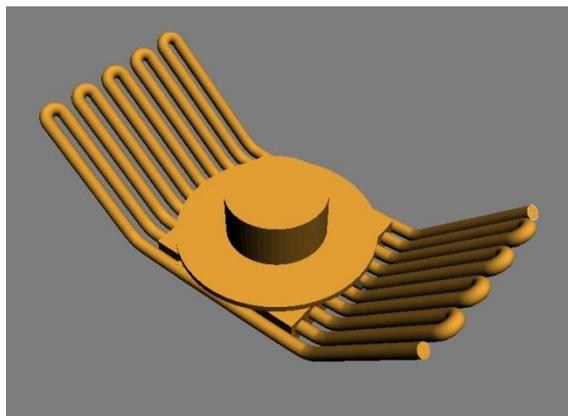
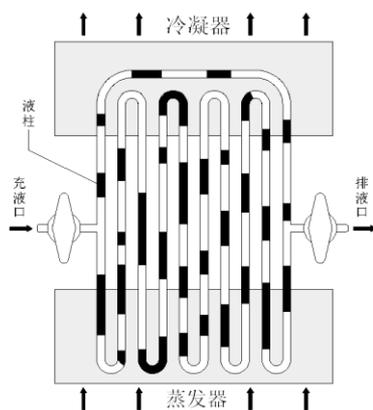
二. 尺寸外型非常灵活, 均热板面积可达200 mm x 200 mm

三. 克服了方向性限制, 全面提升了电子组件/系统的效能。

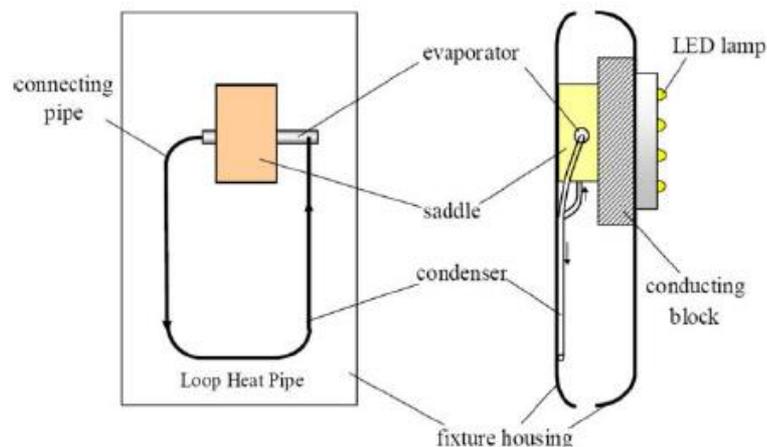


其他新型散热技术——热传导

新型热管技术



自激式振荡流热管



回流热管

它们作为传统热管技术的延伸，也是依靠液体相变实现换热的，传热能力较烧结热管提高20-30%，具有传热效率高、结构简单、成本低、适应性好、热运输距离远等特点，是解决大功率LED灯散热问题较为有效的解决方案。

仅是导热作用，散热仍然受空间与散热表面积限制，且成本较高。

其他新型散热技术——热传导

碳纤维材料



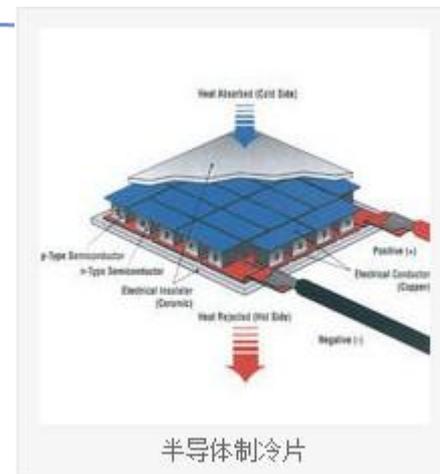
熱傳導率	面 (XY) 方向	Typical	W/m · K	500(~800)
	厚度 (Z) 方向	Typical	W/m · K	10 (可調整)
推薦使用環境溫度			°C	-40 ~ 140
難燃等級			UL 94	V0
物質保證表			Rohs	符合Rohs規範

有高效的熱傳導率及導電率，成分是高增長的石墨晶體。可以有效防止電磁波，金屬面可以直接貼附熱源做散熱（散熱基板），也可貼附產品外殼內側碳素面做輻射散熱。甚至可以不用膠水，直接作為導熱PAD。

其他新型散热技术---热传导

TEC---半导体热电致冷

在原理上，半导体的制冷片只能算是一个热传递的工具，虽然制冷片会主动为芯片散热，但依然要将热端的高于芯片的发热量散发掉。在制冷片工作期间，只要冷热端出现温差，热量便不断地通过晶格的传递，将热量移动到热端并通过散热设备散发出去。因此，制冷片对于芯片来说是主动制冷的装置，而对于整个系统来说，只能算是主动的导热装置，因此，采用半导体制冷装置，依然要采取主动散热的方式对制冷片的热端进行降温。



特点：1.半导体制冷片是电流换能型器件，通过输入电流的控制，可实现高精度的温度控制，再加上温度检测和控制手段，很容易实现遥控、程控、计算机控制，便于组成自动控制系统。

2.半导体制冷片热惯性非常小，制冷制热时间很快，在热端散热良好冷端空载的情况下，通电不到一分钟，制冷片就能达到最大温差。

3.半导体制冷片的单个制冷元件对的功率很小，但组合成电堆，用同类型的电堆串、并联的方法组合成制冷系统的话，功率就可以做的很大，因此制冷功率可以做到几毫瓦到上万瓦的范围。

4.半导体制冷片的温差范围，从正温90℃到负温度130℃都可以实现。

其他新型散热技术---综合散热

冷挤压技术---冷锻

冷挤压就是把金属毛坯放在冷挤压模腔中，在室温下，通过压力机上固定的凸模向毛坯施加压力，使金属毛坯产生塑性变形而制得零件的加工方法。

冷挤压技术的特点：

1. 鳍片高度可以达到50mm以上，厚度1mm以下，能够在相同的体积内得到最大的散热面积，而且锻造容易得到很好的尺寸精度和表面光洁度。
2. 可加工形状复杂的零件：如异形截面、内齿、异形孔及盲孔等
3. 冷挤压件强度高、刚性好而重量轻：由于冷挤压采用金属材料冷变形的冷作强化特性，即挤压过程中金属毛坯处于三向压应力状态，变形后材料组织致密、且具有连续的纤维流向，因而制件的强度有较大提高。这样就可用低强度材料代替高强度材料。

应用在LED散热器上的优势：

1. 可采用AL6063而达到压铸的一体化效果，鳍片等要求能达到一般铝挤的尺寸精度-----散热效果好。
2. 模具成型，基本不需要二次加工，省料省成本-----成本低。
3. 模具简单，价格位于铝挤模具与压铸模具之间。-----模具成本低。
4. 生产率高，一次模具成型，可无需二次机加工。-----可节省加工时间。
5. 结构设计更加灵活，结合挤压与压铸的特性。

东莞市万亨达热传科技有限公司

0769-81268899-8012:徐安鹏 Tel:13662202499 boise_666@163.com

东莞市塘厦镇蛟乙塘村银湖工业区银园街9A



名称：7W球泡灯散热片
散热结构：铝材冷压+阳极（空气对流自然散热）
功力：5W=1W*5颗
热性能测试：灯源根部（铝基板）平均温度可控制在52~55度之间
适应环境：室内（防尘）
特点：低成本、高性能散热、轻量化

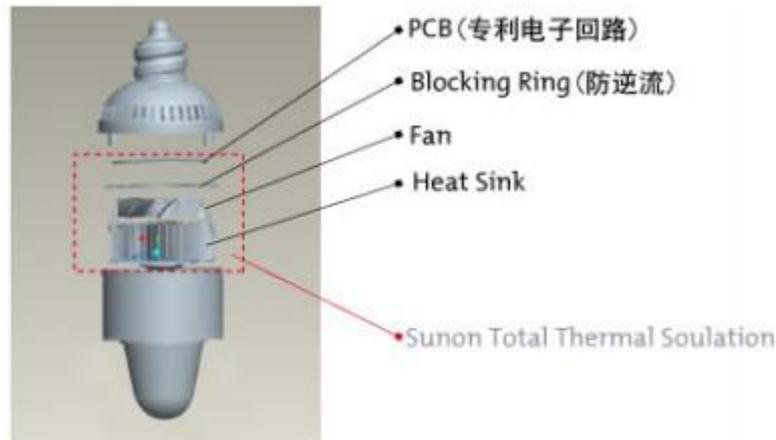


名称：7W射灯散热片
散热结构：铝材冷压+阳极（空气对流自然散热）
功力：7W=7W*1颗
热性能测试：灯源根部（铝基板）平均温度可控制在55~58度之间
适应环境：室内、室外（防尘、防水）
特点：低成本、高性能散热、轻量化

其他新型散热技术---增强对流

Sunon LED Thermal Module

建准LED风扇模组



	Original Design	SUNON New Solution
解热效能 (同噪音 13.8dBA @1M)	ΔT 42.1°C	ΔT 32.1°C Down 10°C
噪音表现 (同thermal 40.3°C @ 10cm)	34.52dBA	17.52dBA Down 17 dBA

优缺点:

- 1.专利设计。最大效能利用气流散热，达到小体积散热和低噪音的双重功效。
- 2.双转向设计。可有效防止灰尘。

- 1.电子驱动---降低散热系统的可靠性。
- 2.成本较高---适合于大功率小体积的室内照明产品。

其他新型散热技术---增强对流

SynJet替代风扇---空气振动

应用到LED照明散热上面，SynJet的大致原理是一个类似振动膜的元件以一定频率振动压缩腔内的空气，空气受压缩后从细小的喷嘴高速喷出，形成空气弹喷向散热片，同时空气弹带动散热片周围的空气流动带走热量。据介绍，该技术原先用于芯片的散热，LED照明兴起之后，被用于替代硕大的风扇。

相对于风扇来说，SynJet散热模组有以下几个特点：

- 功耗比风扇低**：SynJet散热模组主要的耗能部分是一个驱动模块，振动膜，相对风扇的电机部分功耗要低。据介绍，以10W MR16为例，长时间点亮后，LED焊接处温度约为50℃；15W Par20，约为55-60℃。
- 体积小、质量轻**：由于SynJet散热模组的特殊结构，所以可以做到比较小的体积，可以用在一些无法安装风扇的筒灯中。小尺寸，良好的散热可以使小尺寸的LED灯具实现较大功率和亮度。
- 低噪音**：风扇的电机在转动是不可避免的会产生噪音，如果是用在室内照明，夜深人静时这样的噪音会比较明显。SynJet散热模组的振动膜在人耳不敏感的频率下振动，噪音很小，甚至感觉不到噪音。据介绍，SynJet散热模组有三组频率可调。
- 寿命长**：SynJet散热模组结构简单，寿命可达10万小时，而风扇通常只有5000小时，对于长寿命著称的LED灯来讲，5000显然有点拖后腿。

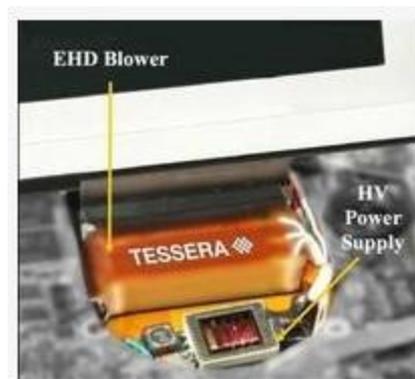
在应用SynJet散热模组时，有一点需要特别注意的就是整个灯杯要有开口，保障内部空气可与外界交换，否则SynJet的散热效果会打折扣。



其他新型散热技术——增强对流

离子风散热技术

Tessera把这套系统命名为EHD(ElectroHydroDynamic电子液动力)散热,其概念实际上相当简单,基于正负电子中和的原理,由一对电极的一端产生正电离子,飞向另一端的负电离子,便能带动空气形成稳定气流,即“离子风”带走热量,在完全没有活动部件的情况下实现了静音散热。



离子风的散热技术,与现在的散热技术相比,这种新的散热技术可以提升250%的散热效率。采用这种技术的离子风引擎两端各有一个高电压电极,电极之间的电压差高达数千伏,在这种情况下,空气中的气体分子实现离子化就产生了离子风,这种离子风可以高效的带走芯片所产生的热量。这种离子风引擎可以安装在需要散热的芯片上,这样无需风扇就可以起到强大的散热作用,并且其散热效率远高于目前的散热产品。

如果普通散热器可以将温度降到 60° C的话,这种离子风散热引擎可以将温度降至 35° C。在热管的帮助下,离子风引擎散热效果与现在的散热技术相比可以提升250%。目前相关技术人员正在努力使离子风技术支持低电压运行环境。

其他新型散热技术——增强辐射

陶瓷辐射散热涂料

涂膜颜色	多色	硬度	5H
导热系数	0.031w/mk	抗拉强度	2500kpa
可见光区反射率	85%	防腐性	好
近红外区反射率	80%	附着力	1级
300°k时红外半球反射率	90%	湿热试验	2000 h
适用温度	-50~600℃	老化试验	2000 h
体积电阻率	$\geq 1 \times 10^{12} \Omega \cdot m$	耐水性	72h不起泡 不生锈
耐油性(轻油、0#轻柴油)	$\geq 72H$	耐酸碱	72h不起泡 不生锈



应用领域:

辐射降温散热涂料具有高辐射降温性,使用方便,可薄层涂装,也可厚层涂刷,涂料同时具有优良的保护和装饰功能。

1、需要散热降温的物体,可以涂刷在热源需要散热的物体上,CPU、LED灯具、电器、机柜、电线电缆、暖气片、风机风扇、热力管道、纺织、罐体、工业设备、建筑、水箱、交通工具等上。

2、需要加强热交换的地方,可以涂刷在真空炉、真空暖气片、真空管道、真空干燥器、热交换器、传导面积少、对流空间不大的物体设备等上加快热量交换。

3、涂刷在传导系数不是很高的物体上加快散热降温,可以涂刷在塑料、橡胶、PVC、陶瓷、水泥、布匹、、皮革、纸张、玻璃、木材等上加快物体散热。

与一般阳极氧化相比实际散热并无太大优势,不过能降低外表面温度,可应用在某些人体接触的散热器上。

深圳市創豐光電有限公司

技术详情请电: 0755-29321398 86-13692211848

其他新型散热技术---增强辐射

PDC 热处理材料---聚晶金刚石复合涂料

PDC(polycrystalline diamond composite)即聚晶金刚石复合片,是聚晶金刚石(polycrystallin diamond,PCD)和硬质合金底层形成的一种复合材料.它既有PCD的高硬度又有一定的韧性和抗冲击性能,是一种重要的超硬刀具材料. PDC的产品属被动式非金属散热材料Passive Dimensional Dissipation material (简称PDD), 并将导热及散热的功能结合, 成为最佳热处理解决方案。

項目	PDC 熱處理技術	一般 LED 熱處理
熱處理材料	非銀、非銅、非鋁、非奈米碳管	以鋁合金、銅、陶瓷基板為主
材料處理方式	可噴塗(施工簡單且不占空間)	鰭片、熱導管、風扇
熱處理原理	主動式(“導熱”和“散熱”)	被動式(以“導熱”為主)
使用空間	不佔空間，不受重量限制	佔空間，易受重量限制
材料重量	輕(不影響結構)	重(通常為結構的一部分)
RoHs	符合	符合



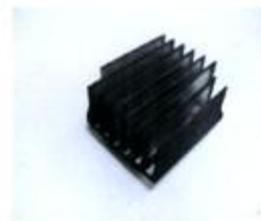
HS-3:

有Coating PDC材料的散熱片，其散熱效果與Coating ITRI(奈米碳球)的散熱性能相當。

其他新型散热技术——增强辐射

纳米碳球应用于辐射散热技术

受限于节能与产品轻薄短小之需求，非主动散热日益受重视，应用辐射红外线的涂料散热方式是目前相当热门的研究领域，特别是应用于高功率LED 与太阳电池等产品，其散热好坏会直接反应在产品效能上，并且为了节能减碳的诉求，这类产品通常不会加装风扇散热。一般导热材必须有高的Loading，藉由填充粒子间的界面接触传导热，因此界面阻抗成为主要的热能传递障碍。碳簇材料(黑体)辐射冷却效果佳。在相同温度(90° C)下，以红外线摄影仪观测，有涂装的很火红(辐射发射率达98%)，并且明显降温速度较快，显示涂层具辐射冷却效果。将此应用于单颗5WLED 台灯制品，LED 温度可由75.1° C降至50.8° C，亮度增加30% 且寿命可大幅提升。辐射散热的效果常随散热鳍片之设计而略有不同，一般来说，涂装纳米碳球之鳍片可较相同形状未涂装样品降温达6° C以上。因应节能与非主动散热需求，产品可藉简易的涂布技术应用于铝鳍片散热、LED 照明、车灯、工业计算机、太阳能电池散热、随身装置、游戏机等应用产品。相关产品市场产值大，目前成果已商品化应用于LED 台灯产品。



HS-4 :

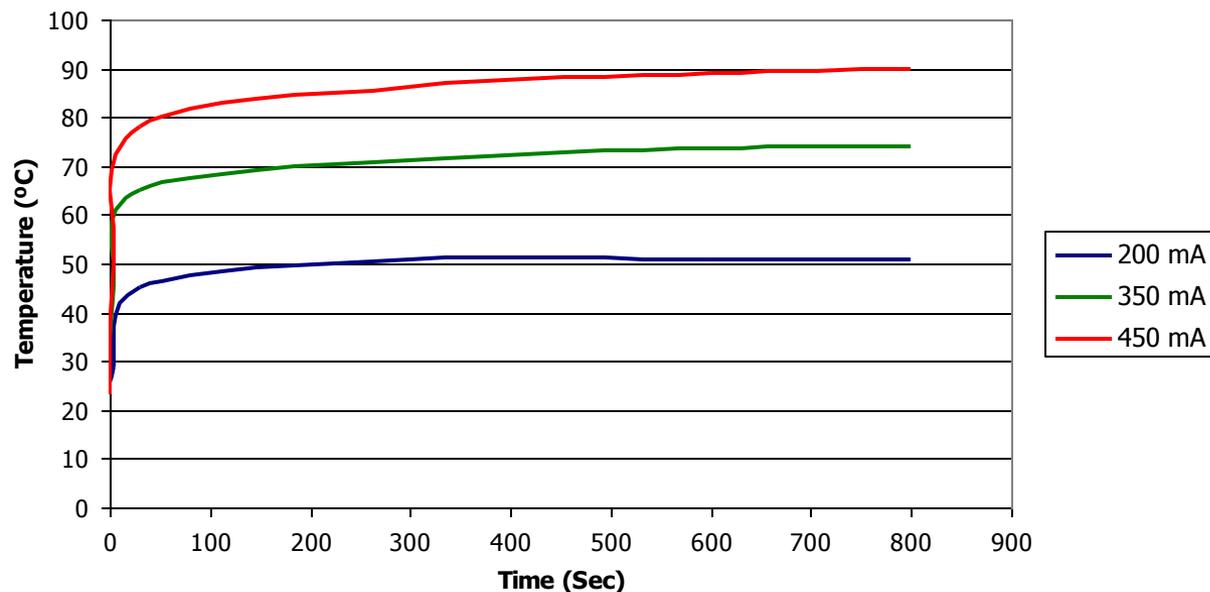
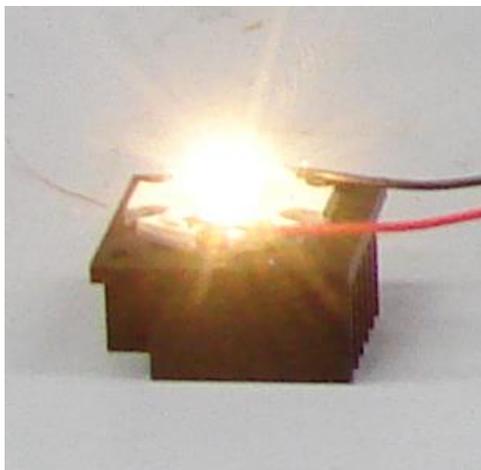
总结

一个好的散热设计应包括以下几点：

- 较好的LED光源(热阻低, 光效好)
- 良好的热传导设计(一体化, 均热性, 无瓶颈)
- 优异的散热器结构设计(对流, 辐射)
- 较好的散热器表面处理方式(增强辐射)
- 良好的系统结构(气流导向, 位置方式)

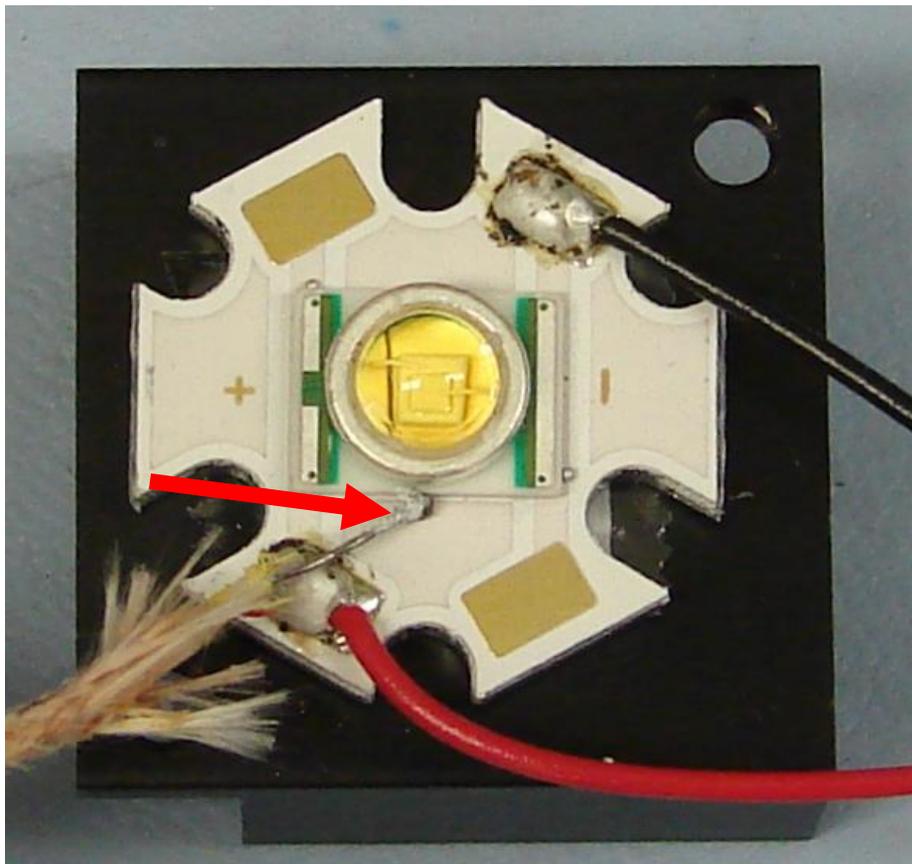
如何测量结温

1) 热平衡



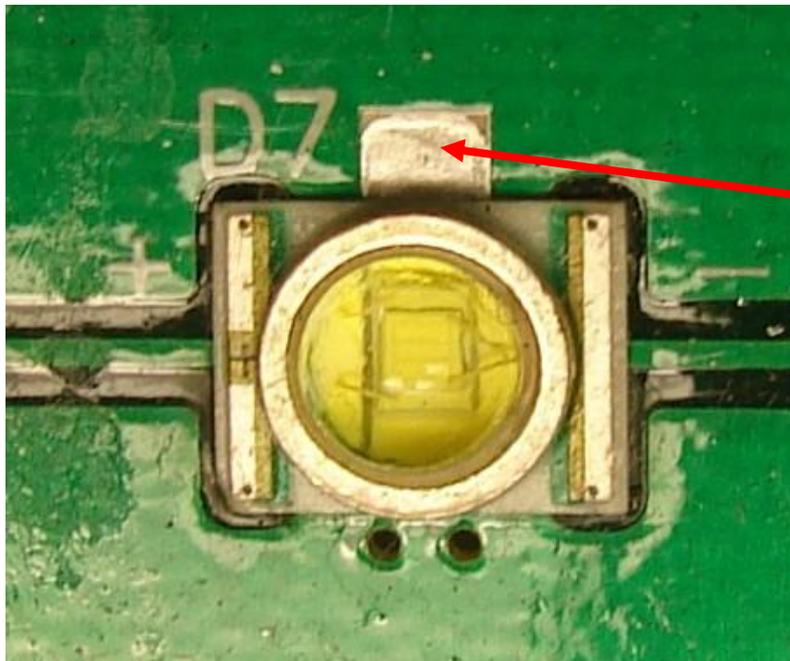
- 一般而言, 开启**20 分钟(1200 sec)** 后基本达到热平衡
- 必须有一个能较长时间工作的好的热沉

2) 测焊盘温度---一般PCB基板



- 一般基板几乎无法直接测灯珠散热焊盘温度
- 温度传感器直接在LED周边PCB传热良好处测量

2) 测焊盘温度---cree推荐PCB基板

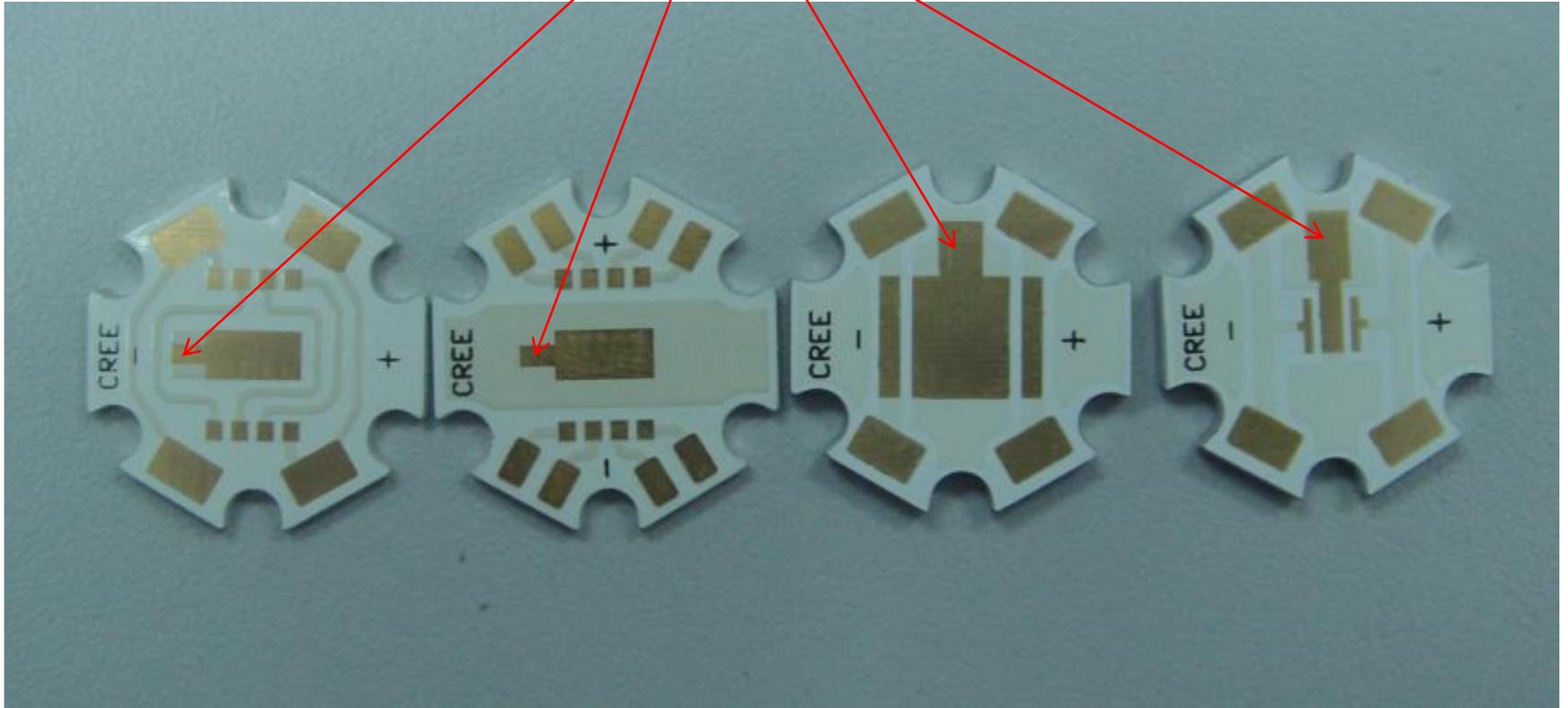


- 在线路板上设计测温焊点

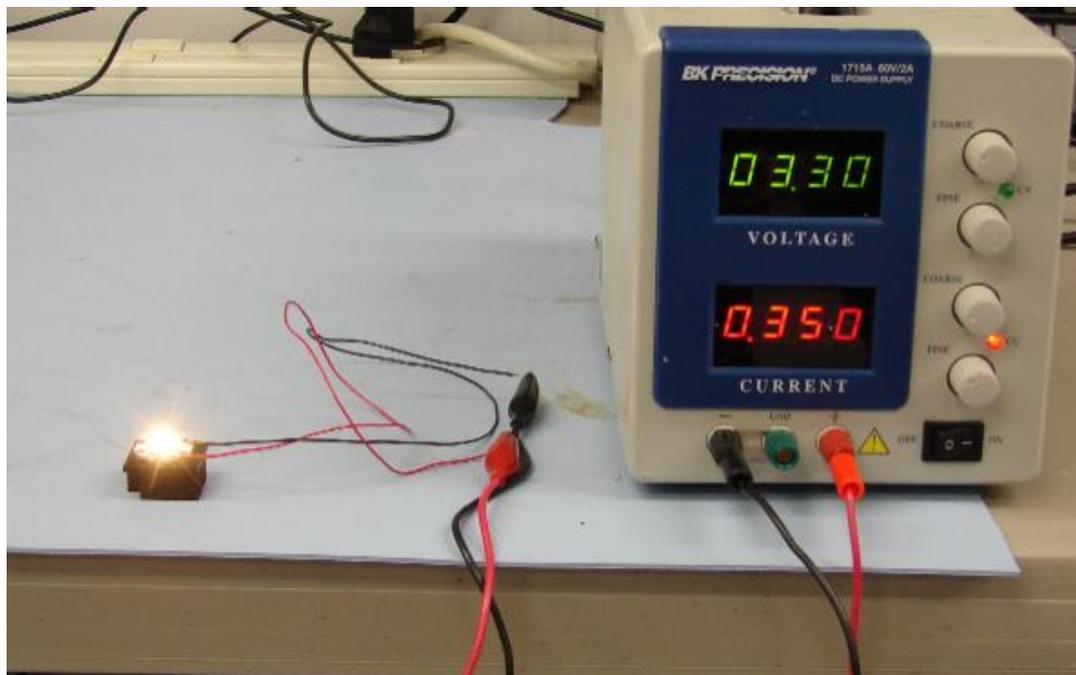
如有可能，可以将铝基板上用于散热盘的覆铜面的面积开大，这样有利于热量传递给铝基板，从而更快将热量均匀传递出去。

CREE深圳工程中心测试用铝基板图片

测温焊点



3) 测电压和电流



- 测量LED两端的电压和流过的电流

4) 计算功率和结温

功率

- **[功率 P(W)] = [电压(V)] x [电流 (A)]**
- **例: 3.3V x 0.35 A = 1.155 W**

结温

- **[Tj] = [焊点温度 (Tsp)] + ([Rth j-sp] x [功率])**
- **例: 51.2° C + (8° C/W x 1.155 W) = 51.2 + 9.24 = 60.44° C**

- **LED 结温**

1. 结温的定义
2. 热阻与结温的关系
3. 结温的计算

- **如何测结温**

1. 等 LED(s) 达到热平衡
2. 测焊点温度
3. 测电压和电流
4. 计算功率和 结温 T_j

- **LED灯具的散热设计**

1. 灯珠与PCB基板的设计与选用
2. 导热膏的选用
3. 散热器的设计

Thanks