

有关 LED 的散热设计

1. 散热设计的目的

在设计使用 LED 的产品时, 必须注意可能产生的热量

LED 可使用的温度由结温(T_j)来定义, 如结温 T_j 高于最大值的话, 可能会导致显著的亮度衰减, 或甚至引致其他故障(例如由于断线而造成死灯等), 故此请勿在超过结温 T_j 最大值的情况下使用。

另外, 尽可能降低结温可以延长产品的寿命。

基于以上原因, 在使用 LED 时, 散热设计是非常重要的。

本指引将介绍有关 LED 在散热设计上的一些思路。

2. 有关 LED 热量的流向

有关 LED 所产生的热量, 其流向可以用图 1 来说明。

芯片的热会经由固晶, 电极, 焊接部位的锡, 以及电路板等传到周边的空气。

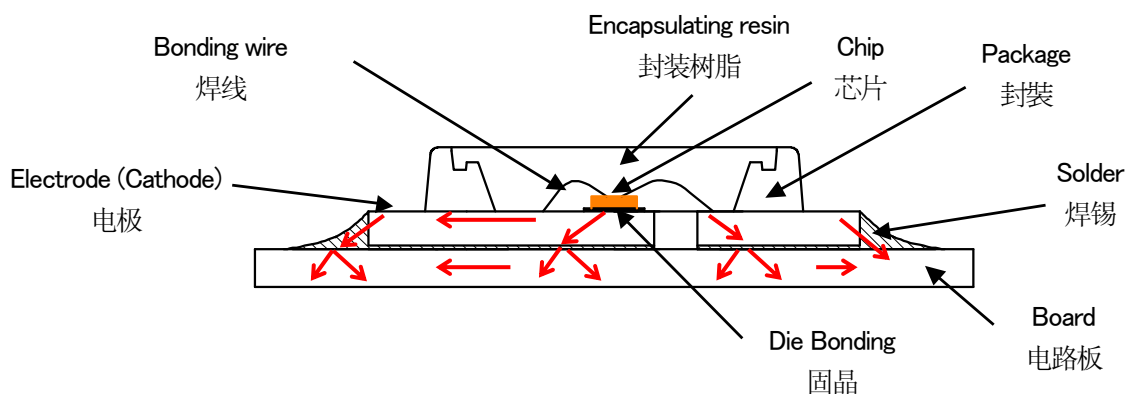


图 1 LED 构造与热的流向图 (例: NS3W183)

以下我们将热的流向以较容易明白的方式展示, 如图 2 所示

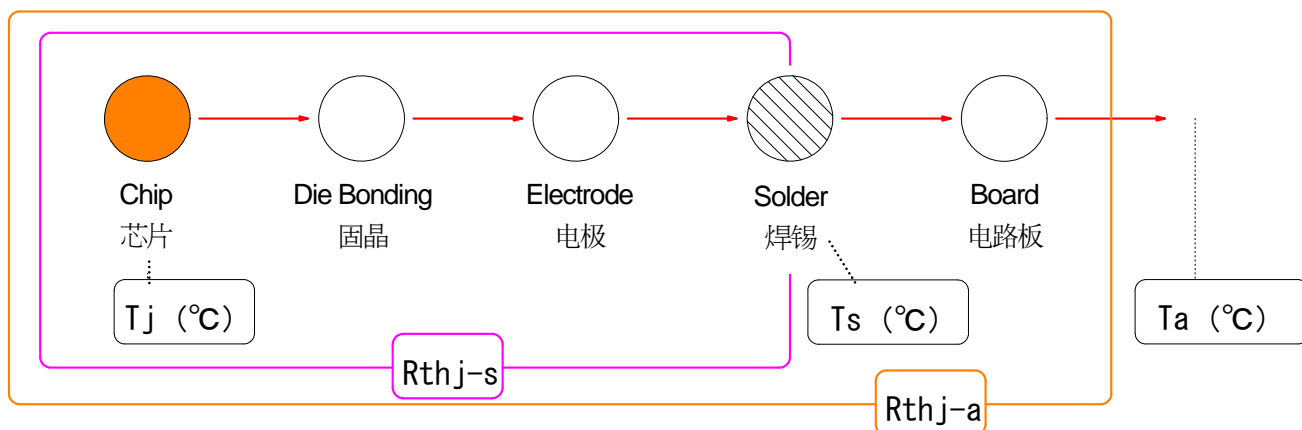


图 2 从芯片发出的热的流向

从 LED 芯片发出的热以热阻(°C/W)来表示, 以下两条为计算结温 T_j 的公式。
使用从 LED 芯片到周边空气的热阻 R_{thj-a} 时:

$$T_j = T_a + R_{thj-a} \times W \quad \text{①}$$

- T_a : 环境温度(°C)
- R_{thj-a} : LED 芯片到周边空气的热阻(°C/W)
- W : 输入功率(= $I_f \times V_f$) (W)
(※ I_f : 顺电流 (A)、 V_f : 顺电压 (V))

(2)使用从 LED 芯片到负极焊脚位的热阻 R_{thj-s} 时:

$$T_j = T_s + R_{thj-s} \times W \quad \text{②}$$

- T_s : 负极焊脚位的温度(°C)
- R_{thj-s} : 由 LED 芯片到 T_s 测试点的热阻(°C/W)
- W : 输入功率(= $I_f \times V_f$) (W)
(※ I_f : 顺电流 (A)、 V_f : 顺电压 (V))

3. T_j 的计算方法

(要计算结温 T_j 的方法分为两类 (A) 测量 T_s 温度并以其计算出 T_j ; (B) VF 测定法。 以下将作详细说明。

(A)测量 T_s 温度计算出 T_j

(1)如图 3 所示将 LED 的 T_s 测温点(负极)与热电偶连接并点灯, 然后测量当到达热平衡状态时的 T_s , I_f , V_f 值。

※各产品的 T_s 测温点及热阻 R_{thj-s} 并不一样。详细请参阅本公司有关产品的规格书。

为使热电偶对释放热量的影响减到最少, 请尽量使用较细的热电偶。

并建议以焊锡将热电偶接到测温点上。

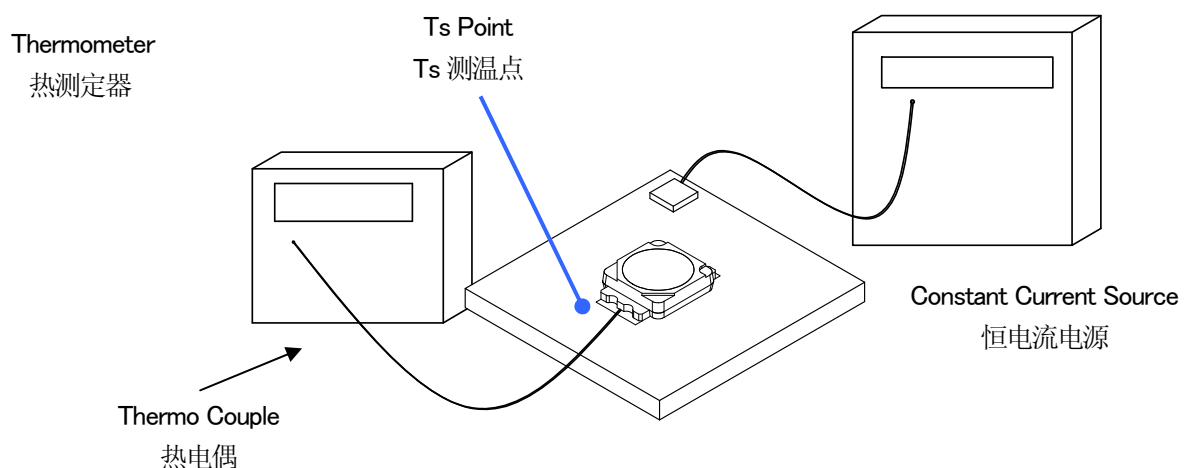


图 3 建议测温环境

(2)将测量得出的 T_s , I_f , V_f , 利用上面(2)的公式计算出来。

(B) 利用 VF 测定法计算

(1) 将 LED 置于恒温槽内并测量各温度下的 VF 值

※请于无风环境下进行

※为尽量避免 LED 发热而令

VF 下降, 请使用脉冲电流。

建议使用: 周期 10ms 以下, 频率 1/10 以下

(2) 将 $T_a \doteq T_j$ 视为相约下, 利用以上(1)的测试结果制成 Ta-VF 的图表

※可以参考图 4 NS3W183 的环境温度-顺电压特性。

(3) 接着于无风环境下利用直流电点灯, 然后测量其 VF。

(4) 利用之前(2)制作的 Ta-Vf 特性图表, 以于(3)部份量度之 Vf 值来得出 Tj。

【例】 如图 5 所示, Vf=3.41(V)时, Tj 是 50°C。

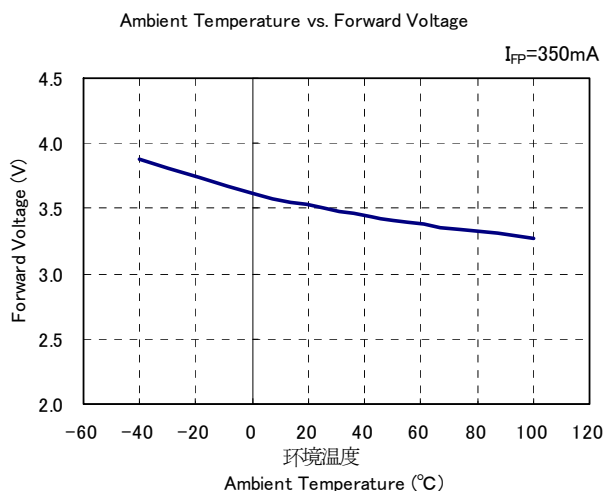


图 4 环境温度-顺电压特性 (NS3W183)

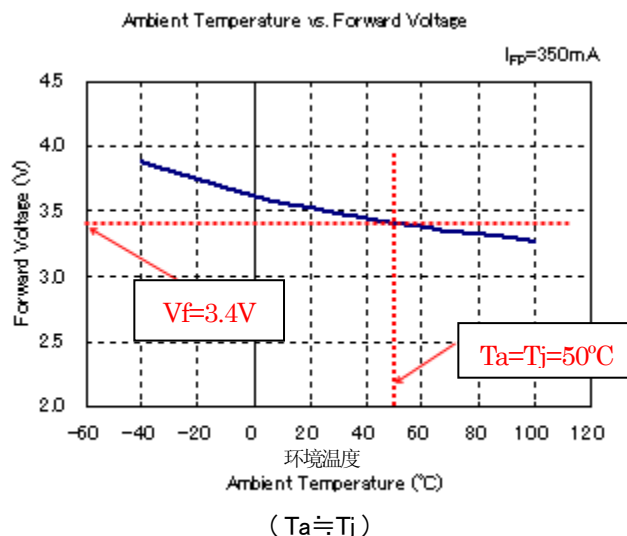


图 5 Tj 计算范例 (NS3W183)

4. 有关散热设计

产品设计上, 提高散热能力(将整体热阻减低, 能有效降低工作时结温 Tj。设计时可参考以下几项建议。

- (A) 电路板材质的选择
- (B) 优化电路板上的铜箔面积
- (C) 优化 LED 的配置方式(LED 间距)
- (D) 使用散热片

以下就各项目作详细说明。

(A) 电路板材质的选择

电路板种类繁多, 如图 6 所示, 大约分为树脂, 金属 或陶瓷几类

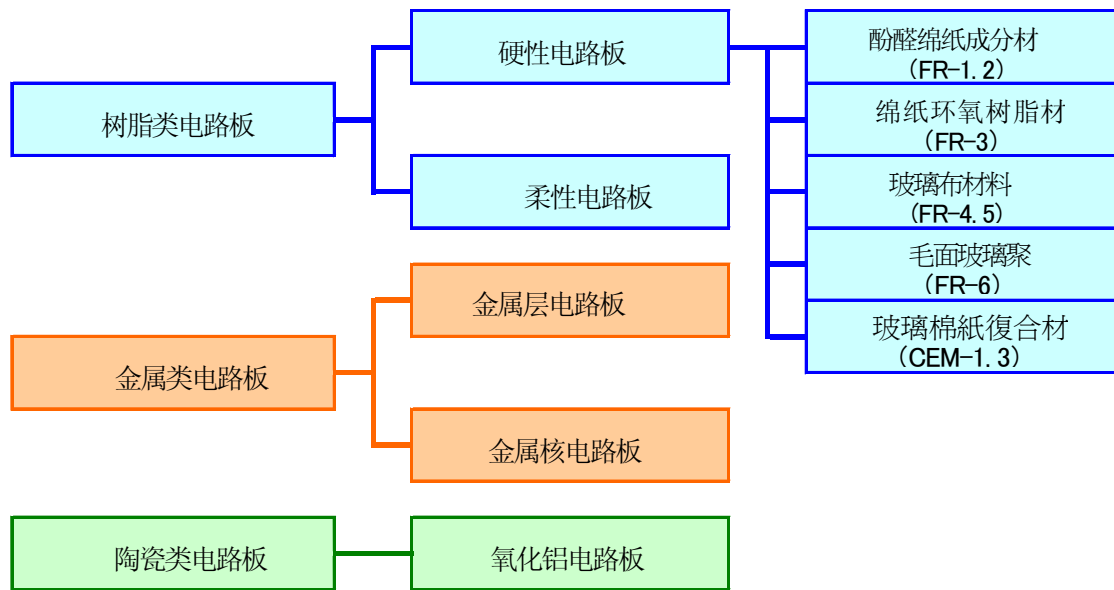
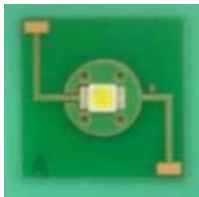
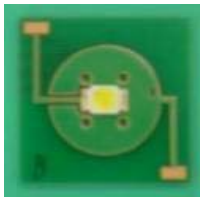
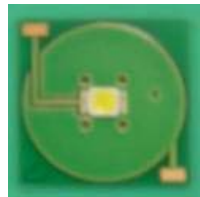
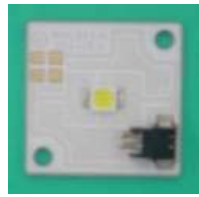


图 6 电路板分类图

一般都会使用价格较便宜而尺寸稳定性较好的 FR-4，如果需要较高的传热系数，可以使用金属电路板，可降低结温 T_j 。

以下表 1 以及图 7 显示 FR-4，铝基板的测温数据例子。

				
	Type A	Type B	Type C	Type D
Main Material	FR-4			Aluminum
Rthj-a [$^{\circ}\text{C}/\text{W}$]	63	50	44	34
PWB Size	30mm × 30mm, t=1.6mm			30mm × 30mm, t=1.7mm
Copper Area Face	154mm ² , t=0.07mm	302mm ² , t=0.07mm	616mm ² , t=0.07mm	500mm ² , t=0.07mm
Copper Area Back	154mm ² , t=0.07mm	302mm ² , t=0.07mm	616mm ² , t=0.07mm	-
I _F (mA)	700			
V _F (V)	3.18	3.24	3.29	3.30
T _s ($^{\circ}\text{C}$)	143	118	95	80
T _j ($^{\circ}\text{C}$)	165	141	118	103

※Measurement condition : Rthj-s = 10 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$, T_a = 25 $^{\circ}\text{C}$, Thermo Couple: Φ 0.076mm

表1 NS6W183 温度测试结果

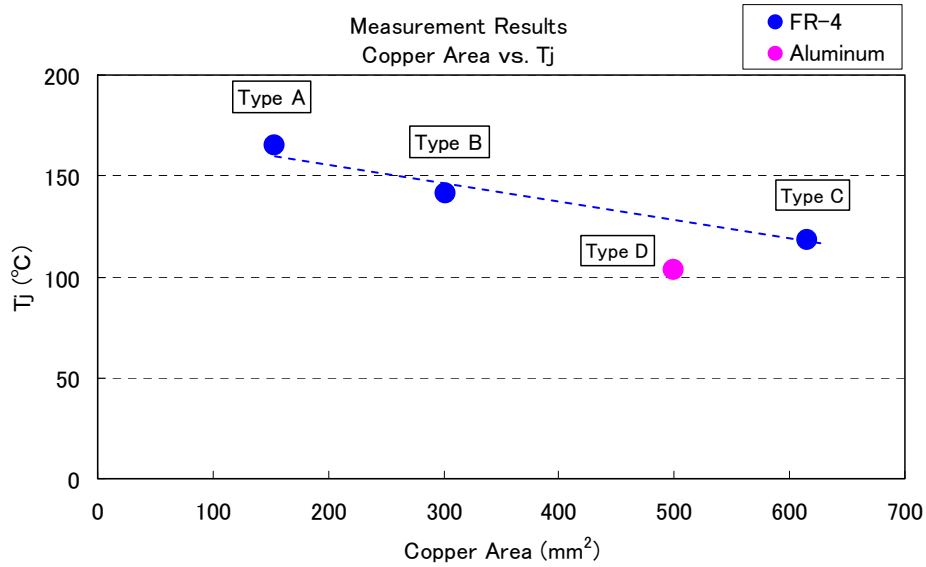


图 7 NS6W183 温度测试结果 (铜箔面积 vs T_j)

以同样大小的电路板作结温 T_j 的比较, 铝基板的结温 T_j 较低, 较利于散热。

(B) 优化电路板上的铜箔面积

如图 8 所示, 将电路版的铜箔的面积尽量增大, 能更有效散发 LED 所产生的热量。

如图 7 的测试结果, 将铜箔的面积增大能使结温 T_j 降低, 有利于散热。

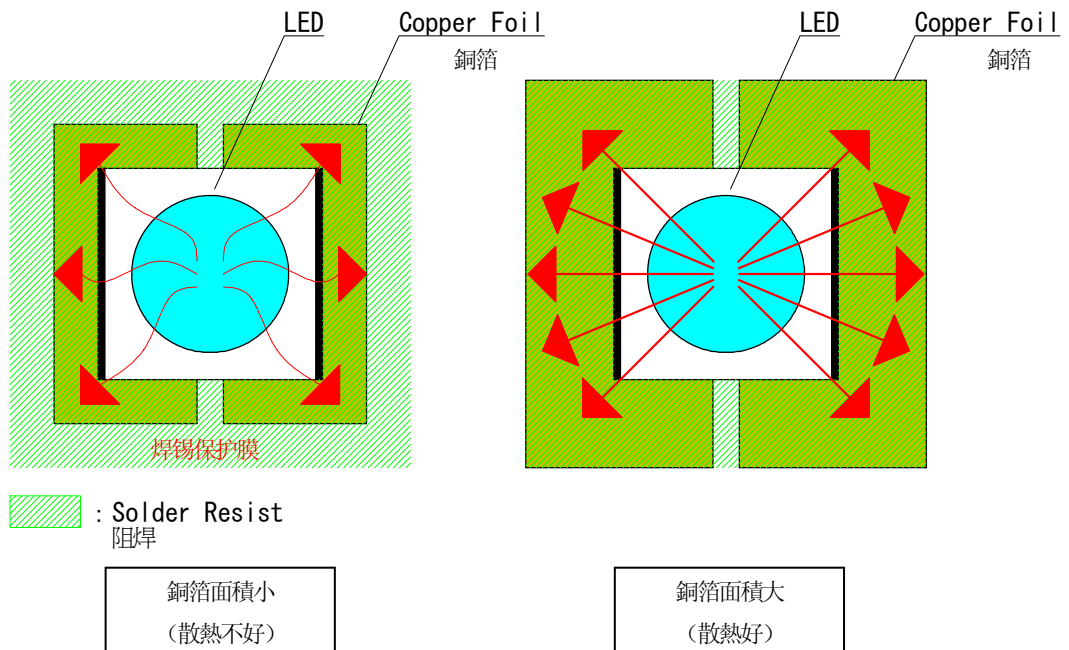


图 8 电路板铜箔形状

(C) 优化 LED 的配置方式(LED 间距)

如图 9 所示, 较窄的 LED 间距的设计, LED 产生的热量较集中, 散热会较为困难。

图 10 为配置了 2X2LED 的电路板的温度测试图。

测试结果显示, 间距较窄的话, 各 LED 容易受到邻近 LED 所散发的热量影响。

所以, 尽量扩大 LED 之间的间距, 有利于降低结温 T_j 。

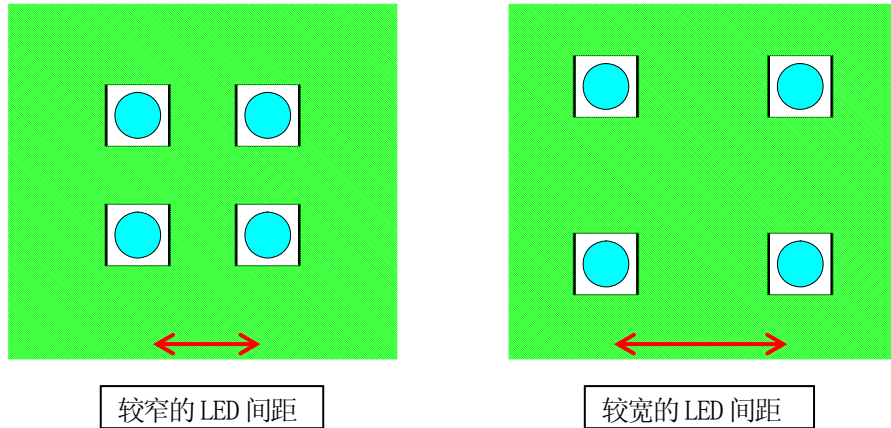


图 9 LED 配置图

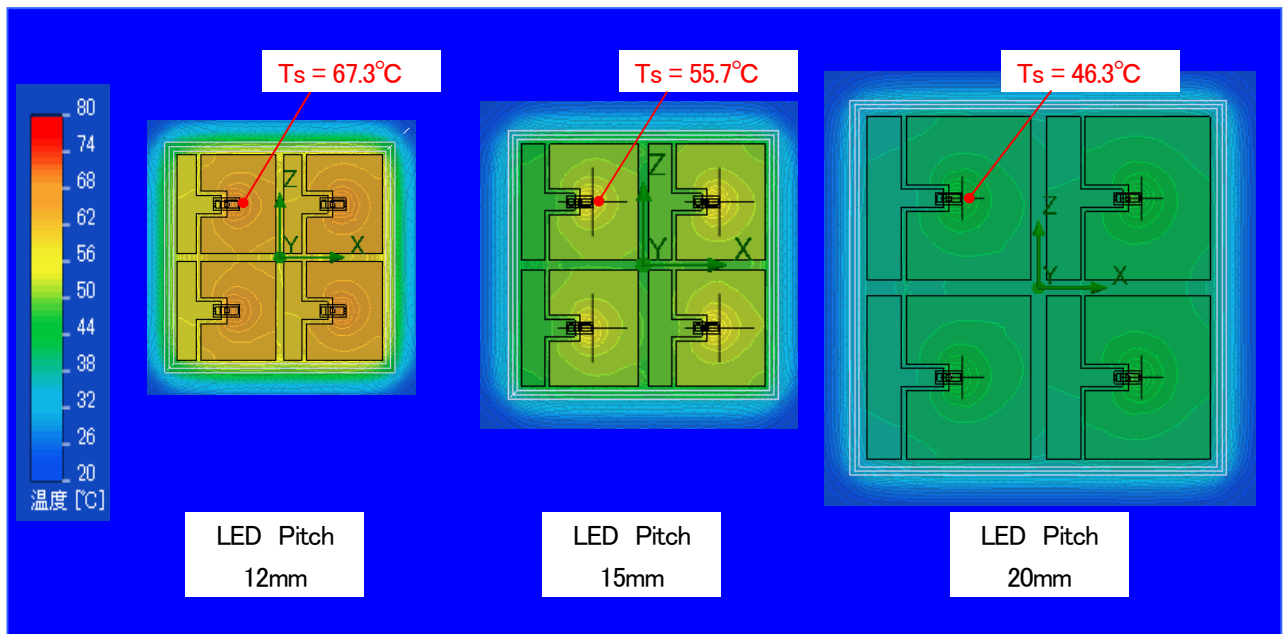


图 10 为 NISSM157 2x2 LED 的热分布测试结果 (参考例)

※于电路板设计上, 将铜箔面积尽量加大, 固定的空隙已设定为一样, 形成只有铜箔大小差异的一个模拟测试。

(D)使用散热片

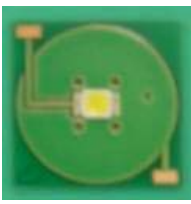
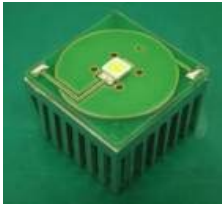
于电路板背面加上散热片能提高散热效果。

以下表 3 有安装散热片与否的对照测试结果。

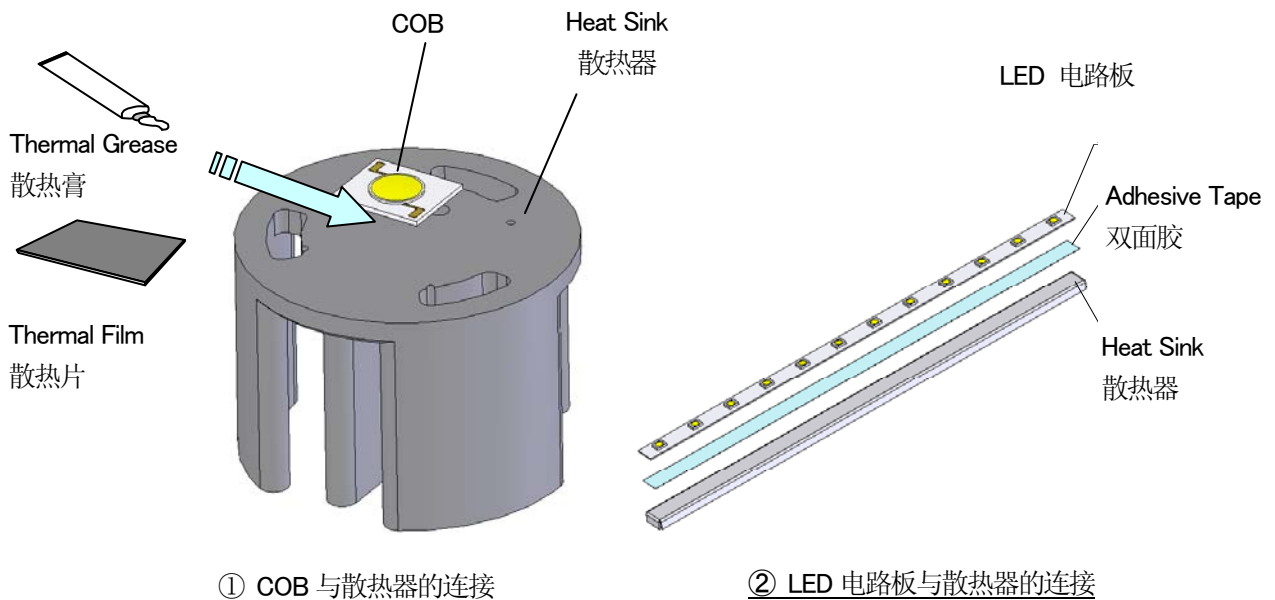
从这测试结果亦指出因为有散热片，令 R_{thj-a} 、 T_j 也降低。

另外，于底板与散热片之间的接合位置，加入传热能力高的双面贴，散热片，又或是散热膏能使其散热效果更佳。图 11 为散热片接合方法的例子。

表 2 NS6W183 有无散热片的测

		
	without Heat Sink	with Heat Sink
Main Material	FR-4	
R_{thj-a} [$^{\circ}C/W$]	44	32
PWB Size	30mm × 30mm, t=1.6mm	
Copper Area	616mm ² , t=0.07mm	
I_F (mA)	700	
V_F (V)	3.29	3.49
T_s ($^{\circ}C$)	95	73
T_j ($^{\circ}C$)	118	97

※Measurement condition : $R_{thj-s} = 10^{\circ}C/W$, $T_a = 25^{\circ}C$, Thermo Couple: $\Phi 0.076mm$



① COB 与散热器的连接

② LED 电路板与散热器的连接

图 11 电路板与散热器的连接例子

5. 总结

希望凭借本指引所介绍的散热设计案例，能为各位在产品设计上，更有效地发挥 LED 的效能，提高可靠性，生产出性能更稳定的产品。