



LED 的散热设计

目录

1. 前言	2
2. LED 的散热路径.....	2
3. T_J 的计算方法	3
4. 散热设计	4
5. 最后	8

日本日亚化学工业株式会社

<http://www.nichia.co.jp>

491 Oka, Kaminaka-Cho, Anan-Shi, TOKUSHIMA 774-8601, JAPAN

Phone: +81-884-22-2311 Fax: +81-884-21-0148

本文包括暂定内容，日亚公司有权不经公告对其进行修改。

1. 前言

在设计 LED 灯具时，必须注意热量的发生。LED 工作温度的适用范围由芯片的结点温度（以下简称“ T_j ”）决定。如果 T_j 高于最大值可能导致显著的光通量下降，甚至引起故障（例如断线导致的不亮等），所以在 LED 的使用中不能让 T_j 超过最大值。

另外尽可能降低 T_j 可以延长 LED 的寿命。因此在使用 LED 时，散热设计非常重要。本应用指南将对 LED 灯具散热设计中的注意事项进行介绍。

2. LED 的散热路径

常见 LED 的构造及散热路径如图 1 所示。芯片发出的热量是经由芯片固定材料、LED 电极、焊锡和电路板散发到周围空气中。

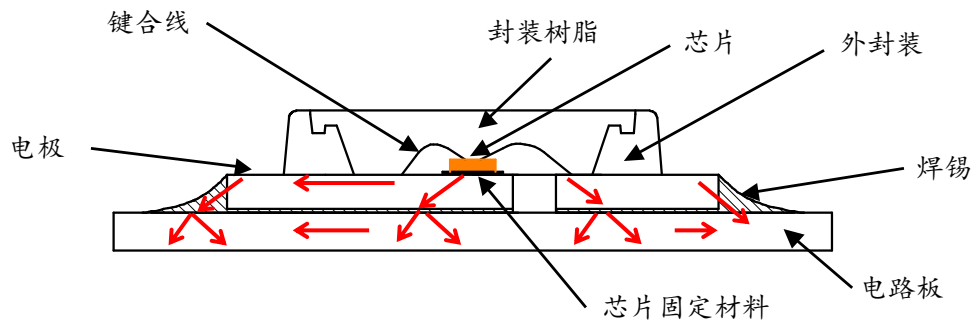


图 1. LED 的构造与散热路径示意图（例：型号 NS3W183）

为了便于理解，LED 芯片发出的热的简易散热路径如图 2 所示。

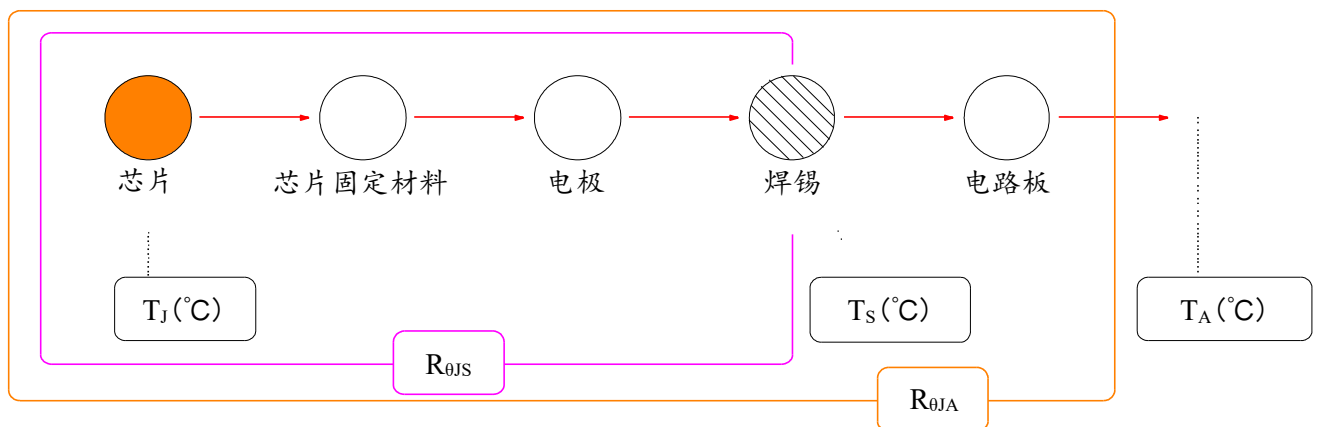


图 2. 芯片发出的热的散热路径

将LED芯片发出的热的温度变化用参数热阻(°C/W)表示时,从以下2种方程式(方程式1和2)可以得知热阻和 T_J 的关系。

1) 使用从LED芯片到周边空气的热阻 $R_{\theta JA}$ 时

$$T_J = T_A + R_{\theta JA} \times W \dots \dots \dots \text{方程式 1}$$

- T_A = 环境温度: °C
- $R_{\theta JA}$ = 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 =正向电流: A、 V_F =正向电压: V)

2) 使用从LED芯片到负极焊接部温度(T_S)测量点的热阻 $R_{\theta JS}$ 时

$$T_J = T_S + R_{\theta JS} \times W \dots \dots \dots \text{方程式 2}$$

- T_S = 负极焊接部温度: °C
- $R_{\theta JS}$ = LED芯片到 T_S 测量点的热阻: °C / W
- W = 输入功率 ($I_F \times V_F$): W
- (※ I_F =正向电流: A、 V_F =正向电压: V)

3. T_J 的计算方法

取得 T_J 的方法有2种。其一是测量 T_S 温度由此计算出 T_J ,其二是使用VF法计算出 T_J 。以下将对这两种方法详细说明。

3.1 由 T_S 计算

1) 如图3所示将热电偶固定在LED的 T_S 测量点(负极)上后驱动,然后对达到热平衡状态的LED的 T_S 、 I_F 和 V_F 进行测量。

- ※ 不同型号LED的 T_S 测量位置和 $R_{\theta JS}$ 不同。具体请参阅该当型号LED的规格书。
- ※ 为了尽量减少热电偶对热的影响,应尽量使用较细的热电偶。
- 另外日亚建议使用焊接的方法固定热电偶丝。

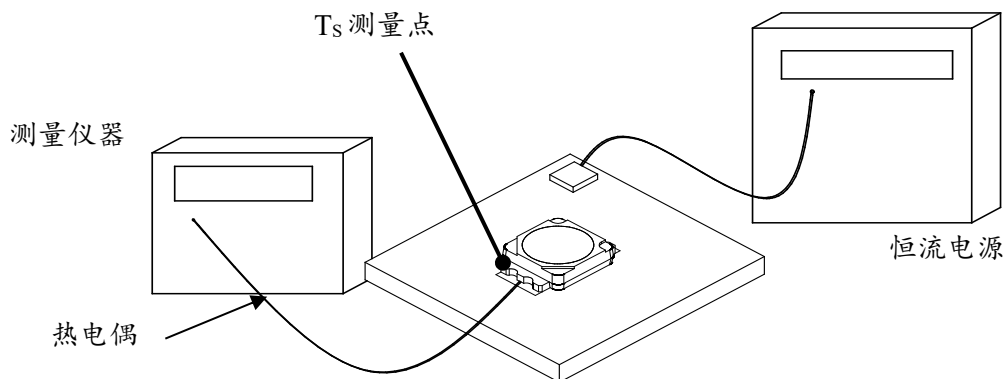


图3. 测温环境(日亚推荐)

2) 将测量得到 T_S 、 I_F 和 V_F 放入方程式2中计算出 T_J 。

3.2 使用 V_F 法计算

- 1) 将 LED 放置在恒温试验箱中, 对各周围温度下的 V_F 值进行测量。
 - ※ 在无风的环境中进行。
 - ※ 为了尽量避免 LED 发热导致的 V_F 下降, 使用脉冲电流驱动。
 - 脉冲条件例: 周期 $\leq 10\text{ms}$ 、占空比 $\leq 1/10$
- 2) 根据 1) 的结果, 制作“ T_A vs. V_F ”特性图。
(视作 $T_A \doteq T_J$)
 - ※ 作为参考, 型号 NS3W183 的“ T_A vs. V_F ”特性图如图 4 所示。
- 3) 在无风的环境中进行恒流驱动, 在 LED 到达热平衡状态后测量 V_F 。
- 4) 利用 2) 的“ T_A vs. V_F ”特性图, 对 3) 中测量的 V_F 值的 T_J 进行确认。
例: 如图 5 所示, 当 $V_F=3.41\text{V}$ 时 T_J 为 50°C 。

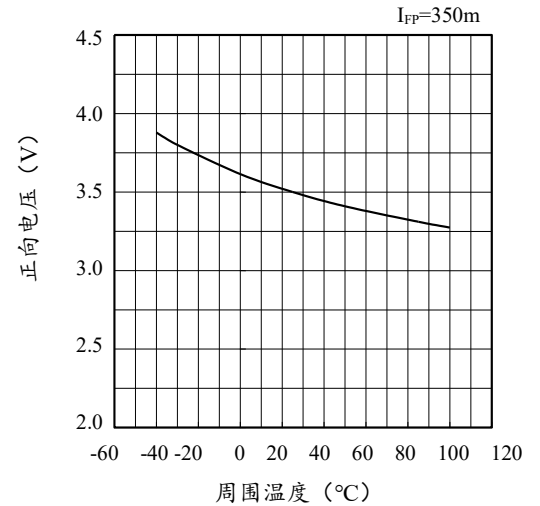


图 4. “ T_A vs. V_F ” 特性例
(型号 NS3W183)

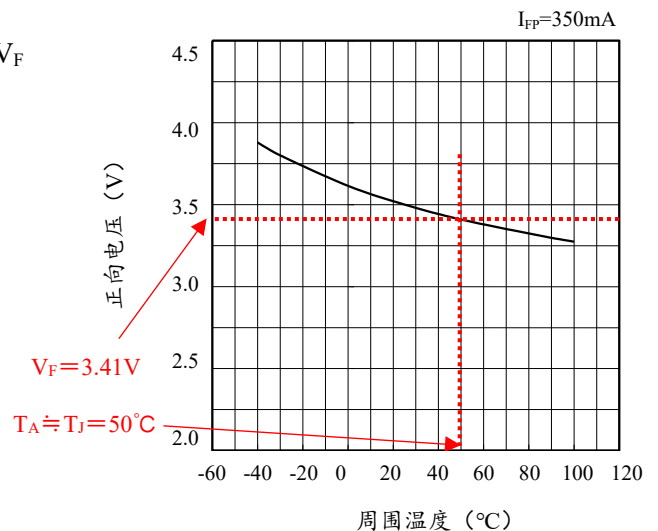


图 5. T_J 计算方法例
(型号 NS3W183)

4. 散热设计

在灯具设计时提高散热能力 (降低热阻) 可以有效降低 T_J 。例如可以通过以下几项提高散热。

- 适当材质的电路板
- 适当的电路板焊盘铜箔面积
- 适当的 LED 配置 (LED 间距)
- 使用散热器

以下将对各项作详细说明。

4.1 电路板材质的选择

电路板种类繁多，如图 6 所示，电路板的基材主要分为树脂、金属和陶瓷。

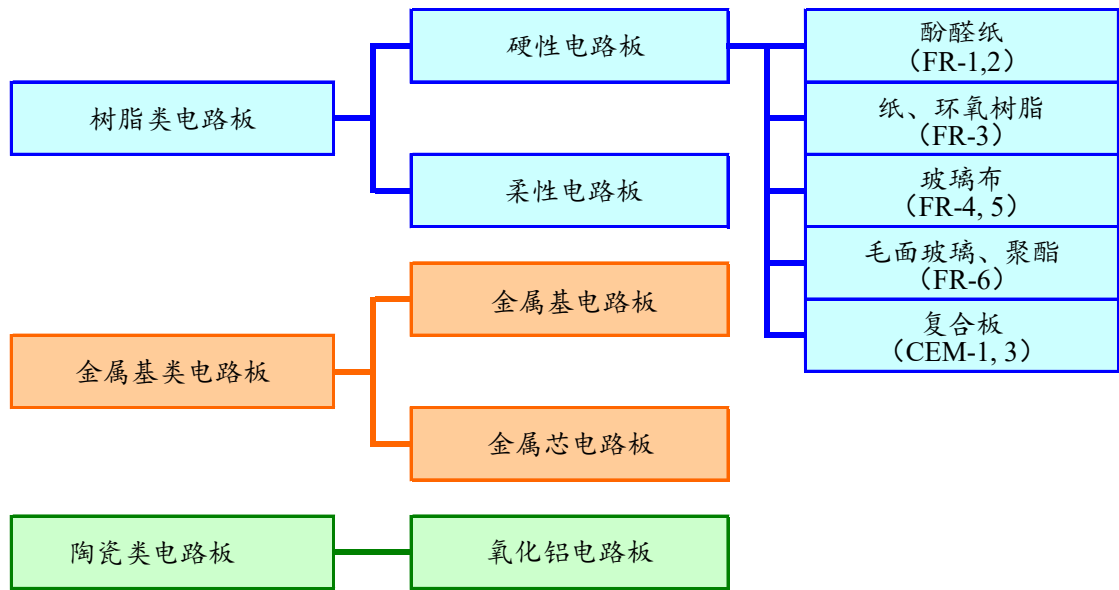


图 6. 电路板分类

通常较多使用价格便宜且尺寸稳定性好的 FR-4，但是使用导热系数高的金属基电路板可以更有效地降低 T_J 。

作为参考，FR-4、铝基电路板使用时的温度测量结果如表 1 所示。

表 1. 温度测量结果 (例: 型号 NS6W183)

	Type A	Type B	Type C	Type D
外观				
电路板基材	FR-4			铝
$R_{\theta JA}$ (°C/W)	63	50	44	34
电路板尺寸	30mm×30mm, t=1.6mm			30mm×30mm, t=1.7mm
正面铜箔	154mm ² , t=0.07mm	302mm ² , t=0.07mm	616mm ² , t=0.07mm	500mm ² , t=0.07mm
背面铜箔	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	3.3
T_S (°C)	143	118	95	80
T_J (°C)	165	141	118	103

※测量条件： $R_{\theta JS}=10^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 、 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ 、热电偶固定处直径： $\Phi 0.076\text{mm}$

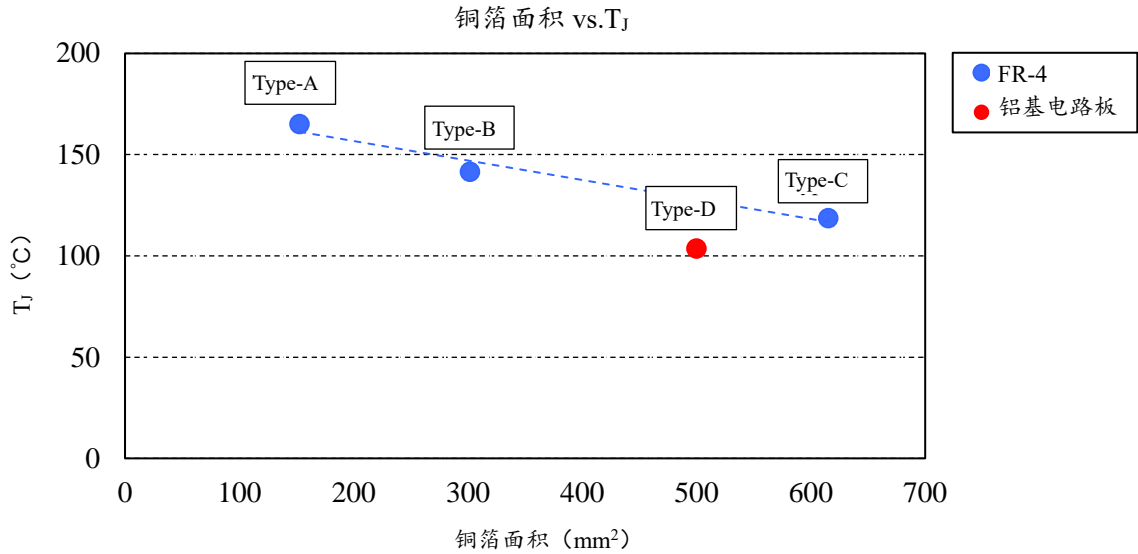


图 7. 型号 NS6W183 的 Tj 测量结果 (铜箔面积 vs Tj)

根据以上对相同面积电路板的测量结果，和 FR-4 相比铝基电路板的 Tj 更低更有利于散热。

4.2 电路板的焊盘铜箔面积

如图 8 所示，尽量加大电路板焊盘的铜箔面积 LED 的发热可以更有效地散发。

另外从表 1、图 7 的测量结果也可以看出，铜箔面积越大 Tj 越低，也说明增加铜箔面积有利于散热。

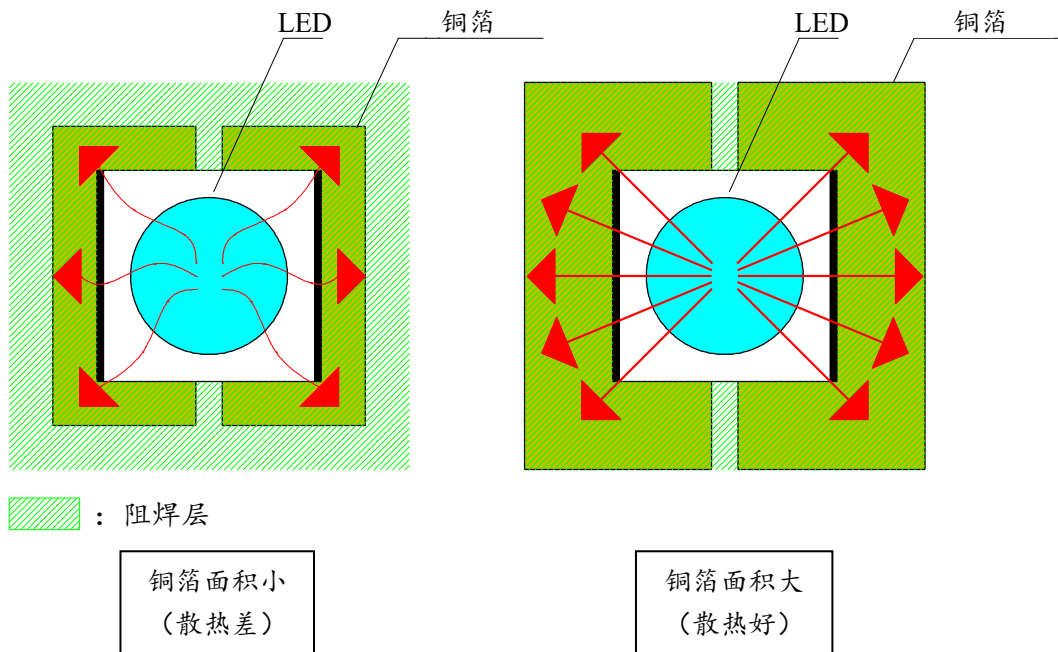


图 8. 电路板焊盘铜箔形状

4.3 LED 的配置 (LED 间距)

如图 9 所示的 LED 间距，间距小时 LED 发出的热量会更集中，不容易散发。作为参考，电路板上 LED 呈 2x2 配置时的热分布模拟试验结果如图 10 所示。根据试验结果，LED 间的距离越窄越容易受周边 LED 发热的影响。所以应该尽量加大 LED 间距，使 T_j 降低。

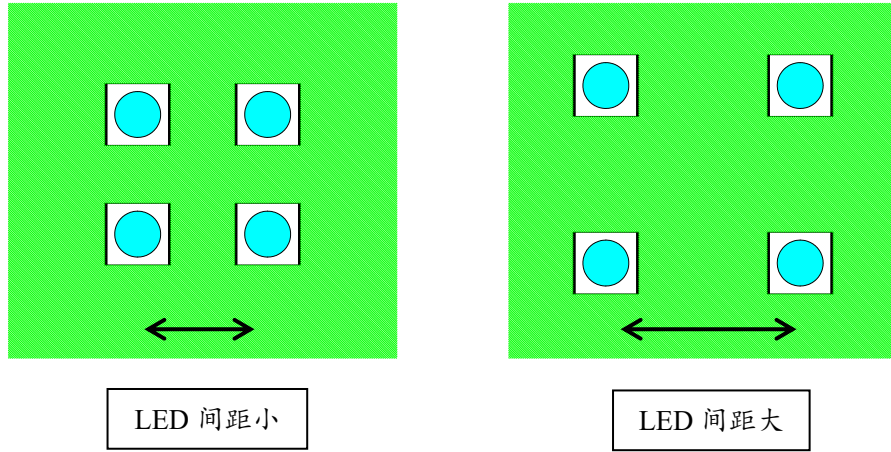


图 9. LED 配置图

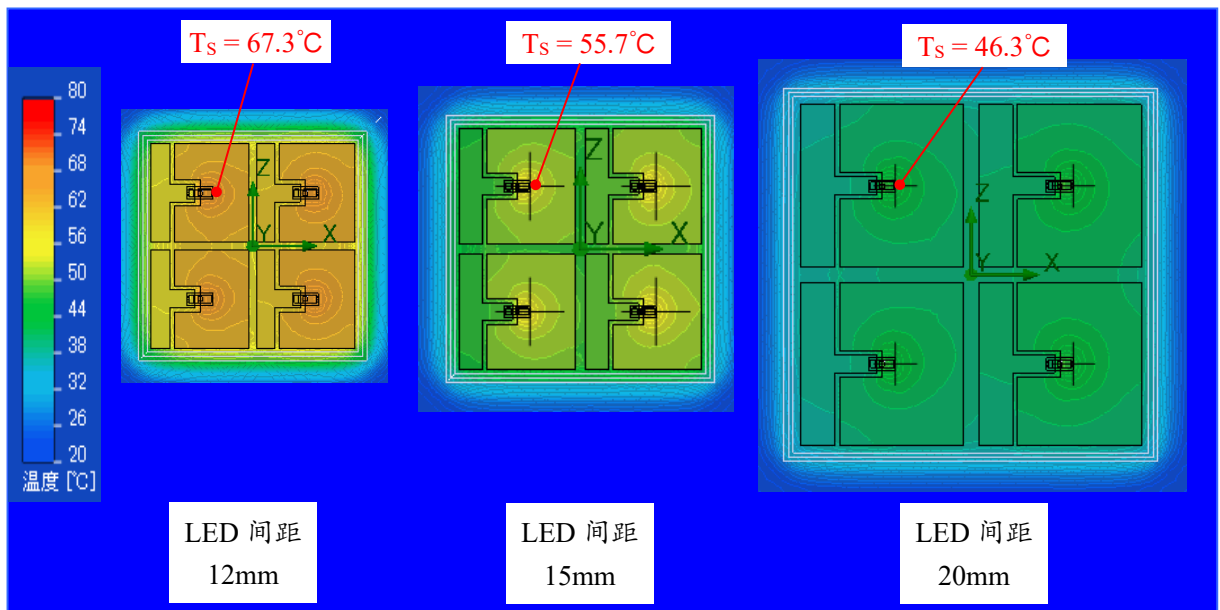


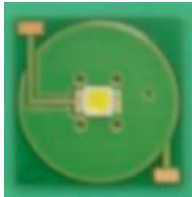
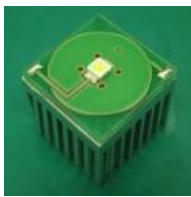
图 10. LED 呈 2x2 配置时热分布模拟试验结果
(例: 型号 NSSW157)

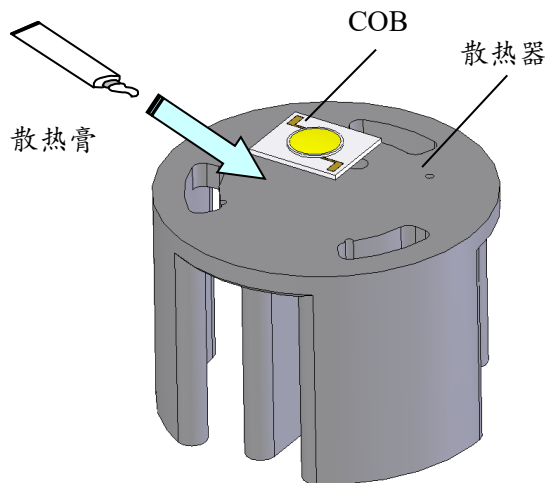
※在电路板设计上，有尽量加大铜箔面积，并且让 LED 铜箔间的间隙一定。

4.4 散热器的使用

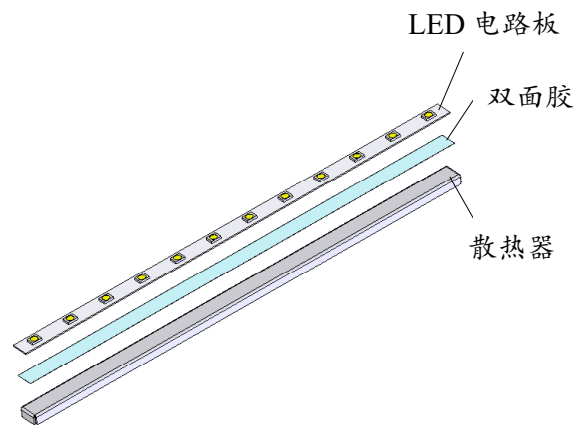
在 LED 背面安装散热器可以提高散热效果。作为参考、无使用散热器时的温度测量结果如表 3 所示。从此结果可以看出有使用散热器时的 $R_{\theta JA}$ 、 T_J 更低，所以更有利于散热。另外电路板和散热器间最好使用导热性能高的双面胶、散热片或散热膏，这样可以更有利于散热。作为参考，型号 NS6W183 的有、无使用散热器时的温度测量结果如表 3 所示。散热器安装例如图 11 所示。

表 3. 有无散热器时的温度测量结果（例：型号 NS6W183）

	无散热器	有散热器
外观		
电路板基材	FR-4	
$R_{\theta JA}$ (°C/W)	44	32
电路板尺寸	30mm×30mm、 t=1.6mm	
铜箔面积	616mm ² 、 t=0.07mm	
I_F (mA)	700	
V_F (V)	3.29	3.49
T_S (°C)	95	73
T_J (°C)	118	97



COB 使用散热器时



LED 电路板使用散热器时

图 11. 散热器使用例

5. 最后

希望客户在参考本应用指南的基础上进行散热设计，这样可以更好地发挥出 LED 性能，提高灯具可靠性。

免责声明

本应用指南由日亚提供，是日亚制作及管理的技术参考资料。

在使用本应用指南时，应注意以下几点。

- 本应用指南中的内容仅供参考，日亚并不对其做任何保证。
- 本应用指南中记载的信息只是例举了本产品的代表性能和应用例，并不代表日亚对日亚及第三者的知识产权及其他权利进行保证，也不代表同意对知识产权授权。
- 关于本应用指南内容，虽然日亚有注意保证其正确性，但是日亚仍然不能对其完整性，正确性和有用性进行保证。
- 因本应用指南的利用、使用及下载等所受的损失，日亚不负任何责任。
- 本应用指南的内容可能被日亚修改，并且可能在变更前、后都不予通告。
- 本应用指南的信息的著作权及其他权利归日亚或许可日亚使用的权利人所有。未经日亚事先书面同意，禁止擅自转载、复制本应用指南的部分或所有内容等（包括更改本应用指南内容进行转载、复制等）。