



## 型号 NVSW719AC 的 散热设计

### 目录

1. 前言 .....	1
2. 产品说明.....	2
3. 散热设计的注意点.....	3
4. 温度的测量方法 .....	5
5. 散热评价.....	8
6. 散热设计参考方案.....	11
7. 最后 .....	12

本应用指南中记载的型号 NVSW719AC 是日亚产品的型号名，  
和有（或可能有）商标权的其他公司产品不同（不类似）、也没有任何关联。

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

如果将LED长时间暴露在高温下可能导致LED的部材劣化,而且LED的性能、可靠性以及寿命也会降低。因此适当的散热设计对于发挥LED的性能非常重要。

日本日亚化学工业株式会社(以下简称为“日亚”)型号NVSW719AC的照明用LED是一款输入功率较大且不容易进行散热设计的产品,但是如果能够通过适当的散热来控制温度,则可以设计出比以前更小、更亮的灯具。因此在本应用指南中将对NVSW719AC型号品的散热设计的注意点和散热评价方法进行解说。

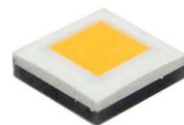


图1. 型号NVSW719AC外观

## 2. 产品说明

### 2.1 产品特点

型号NVSW719AC的外形尺寸如图2所示。另外和具有相同封装面积的其他日亚产品之间的输入功率比较如图3所示。由此可见,LED产生的热量和输入功率成比例增加,因此控制LED温度上升的散热设计对于本产品尤为重要。

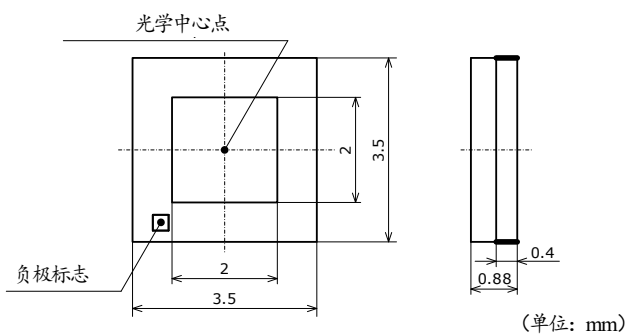


图2. 型号NVSW719AC外形尺寸

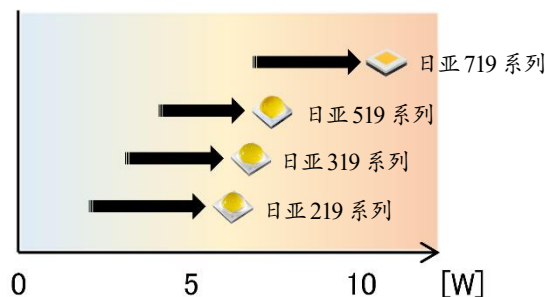


图3. 输入功率比较<sup>\*1</sup>

### 2.2 LED构造和散热路径

型号NVSW719AC的构造和散热路径示意图如图4所示,其热源主要是芯片和荧光体。产生的热量主要通过外封装基板和电极端子传导到电路板、散热器等其他散热部件中进行散热。

本产品具有高亮度发光的特点,会将大量光线集中在一个小的发光面。这会增加荧光体层产生的热量,并且可能导致发光面的表面温度比芯片更高。因此对于本产品,除了常规实施的芯片温度(结点温度)管理外,对发光面的温度管理也非常重要。

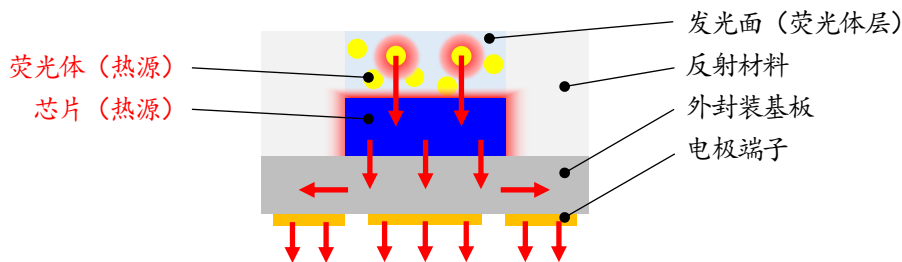


图4. 散热路径示意图

<sup>\*1</sup> 这里是对产品的额定功率和最大额定功率之间的范围进行的比较,“xx系列”指的是日亚xx型号品。

### 3. 散热设计的注意点

#### 3.1 热阻模型和术语说明

型号 NVSW719A 的热阻模型如图 5 所示。本应用指南中相关散热设计的术语请参照表 1 中的说明。

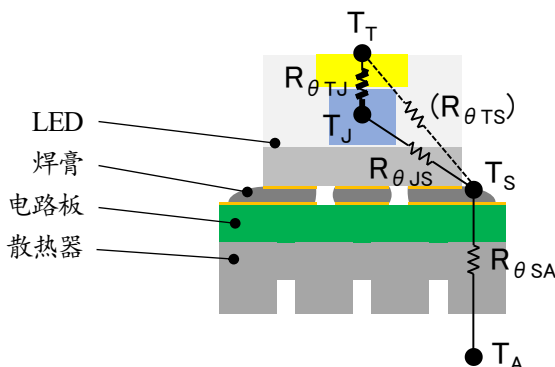
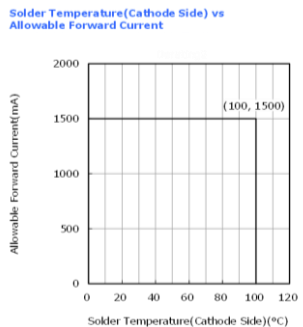


图 5. 型号 NVSW719AC 的热阻模型

表 1. 散热设计的相关术语

术语	符号	说明
表面温度	$T_T$	代表 LED 发光面表面的温度。此温度过高可能导致因树脂部劣化引起的光通量降低、色度偏移以及可靠性降低等，因此建议在不超过 $180^{\circ}\text{C}$ 下使用本产品。
结点温度	$T_J$	代表 LED 芯片的温度。在进行散热设计时，无论在任何情况下此温度都不能超过绝对最大额定值。本产品结点温度的绝对最大额定值为 $150^{\circ}\text{C}$ 。 另外 LED 的寿命是根据结点温度的降额特性进行的设定。详细内容请咨询日亚营业所。
焊点温度	$T_S$	代表 LED 负极端子侧的电路板焊接部温度，是通过热电偶测量此处温度并进行散热评价。在高温下使用 LED 可能导致焊膏出现劣化和裂纹，因此建议尽可能在较低温度下使用。本产品的降额特性如右图所示(具体请参照产品规格书)，因此请在不超过 $100^{\circ}\text{C}$ 下使用。 
周围温度	$T_A$	代表 LED 周边环境的温度。 如果 LED 处于热量不容易散发密封灯具中，必须考虑到周围温度上升的情况。
发光面和芯片的热阻	$R_{\theta TJ}$	代表从 LED 发光面表面到 LED 芯片的热阻。 主要是由于荧光体的特性，此热阻值会根据色度和显色性分档等发生变动。
LED 热阻	$R_{\theta JS}$	代表从 LED 芯片到焊点的热阻。 使用此热阻值可以根据焊点温度和输入功率计算结点温度。
发光面和焊点的热阻	$R_{\theta TS}$	代表从 LED 发光面到焊点的热阻。 使用此热阻值可以根据焊点温度测量值计算表面温度。
电路板以及散热部材的热阻	$R_{\theta SA}$	代表从焊点到周围环境（空气中）的热阻。 是电路板和散热膏、散热器等散热部材的综合热阻。

### 3.2 电路板焊盘的设计

型号 NVSW719AC 的电极端子形状以及日亚推荐的电路板焊盘形状如图 6、7 所示。其中，芯片散热器端子对散热的影响最大。因为芯片散热器端子并不连接 LED 电路，所以可以通过铜箔连接负极端子和芯片散热器端子（如图 8 所示）。这样可以增加芯片散热器下方的铜箔面积，由此将产生的热量高效地传导到电路板上。

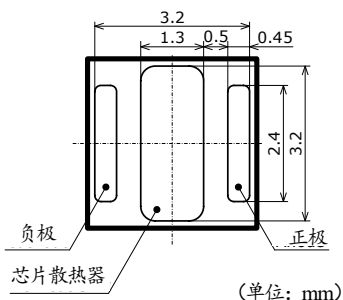


图 6. LED 电极端子形状

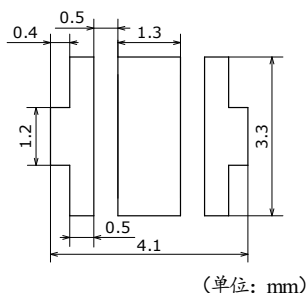


图 7. 电路板焊盘形状（日亚推荐）

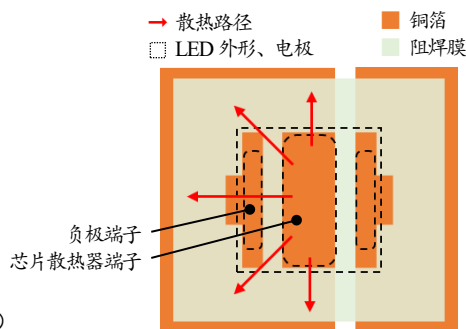


图 8. 电路板焊盘的构成（例）

### 3.3 周边部材

在使用二次光学透镜或灯罩等周边部材时，请避免让部材受到 LED 表面产生的热量和光线的影响（如图 9 所示）。作为参考，常用的光学部件材料的耐热温度如表 2 所示。

另外请注意：如果 LED 表面或周边部材附着有助焊剂或灰尘等异物，这些异物在受到 LED 发出的强光照射后会发热，可能出现烧焦或冒烟等情况。（如图 10 所示）

表 2. 耐热温度（参考）\*2

材料	耐热温度参考数值
亚克力	70~90°C
聚碳酸酯	120~130°C
玻璃	> 200°C
硅胶	> 200°C

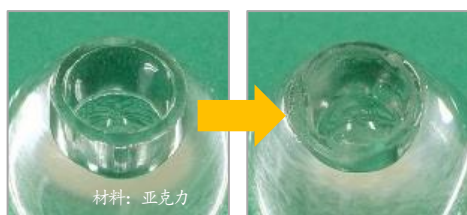


图 9. 二次光学透镜受热变形（例）

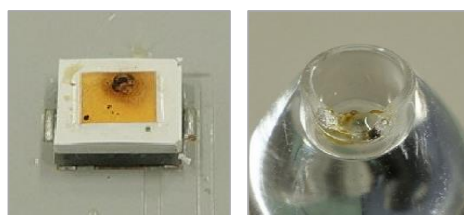


图 10. 助焊剂附着导致的烧损（例）

\*2 这里的温度数值是参考值，可能根据产品型号和规格有所差异。

## 4. 温度的测量方法

为了对本产品进行散热评价，需要测量焊点温度  $T_S$ 、结点温度  $T_J$  以及表面温度  $T_T$ 。本节将对各温度的测量方法进行说明。

### 4.1 焊点温度 $T_S$ 的测量方法

焊点温度的测量应该如图 11 所示，将热电偶固定在焊接部（负极端子侧）来实施。必须使用头部尖细型的热电偶，以免影响散热性能。并且在安装热电偶时，应确保发光面没有附着助焊剂或粘合剂等。

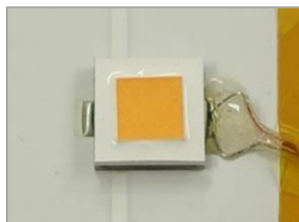


图 11. 使用粘合剂安装热电偶 (例)

### 4.2 结点温度 $T_J$ 的取得方法

结点温度可以使用 2 种方法取得。以下将分别进行简要说明。

方法 1: 依据标准 JESD51 进行测量

方法 2: 根据焊点温度和输入功率进行计算

#### 4.2.1 依据标准 JESD51 进行测量

敝公司依据标准 JESD51 测量结点温度。通常情况下，可以通过测量和结点温度有相关性的正向电压 ( $\Delta V_F$ ) 推导出结点温度。但是对于本产品，我们使用和结点温度的线性特性比正向电压更好的芯片的峰值波长  $\lambda_P$  进行推导。测量方法概要如下所示。

##### ① 获得“结点温度 vs. 峰值波长”特性

如图 12 所示，对恒温箱中保持恒温的 LED 施加和驱动电流  $I_F$  值相同但发热量极少的脉冲电流  $I_{FP}$ ，以此来测量 LED 的发光光谱（芯片的峰值波长  $\lambda_P$ ）。在多个温度条件下进行此测量。因为 LED 自身不发热，结点温度会和恒温箱的温度相同，所以可以获得如图 13 的结点温度和峰值波长的关系。

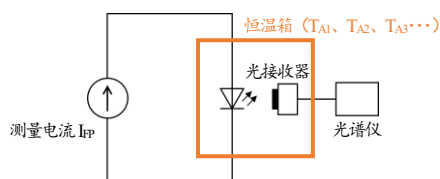


图 12. 测量时的电路

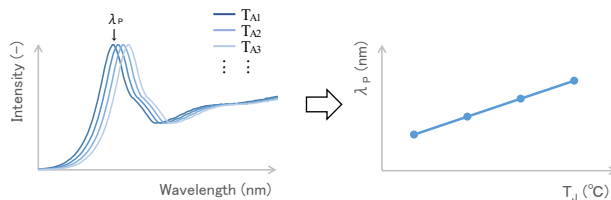


图 13. 结点温度和峰值波长的关系

② 测量峰值波长和计算结点温度

施加驱动电流  $I_F$  使 LED 点亮足够长时间直至达到热饱和，从而测量 LED 的峰值波长（如图 14 所示）。通过图 13 的“结点温度 vs. 峰值波长”特性，可根据此时测得的峰值波长导出结点温度（如图 15 所示）。

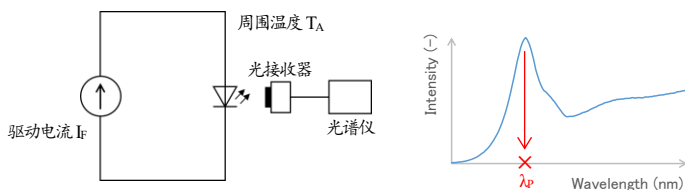


图 14. LED 芯片的峰值波长测量

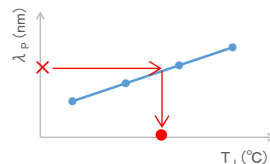


图 15. 结点温度的计算

本产品使用以上方法获得结点温度和热阻<sup>\*3</sup>，但是此方法需要特殊的测量仪器，也不适合测量灯具或模组，因此我们建议客户使用以下根据焊点温度和输入功率进行计算的方法。

4.2.2 根据焊点温度  $T_S$  和输入功率进行计算

可以通过热电偶测得的焊点温度、热阻  $R_{\theta JS}$  以及输入功率（正向电压  $V_F \times$  驱动电流  $I_F$ ）来计算结点温度。计算公式和计算所需的热阻值请参考公式 1、表 3 或产品规格书的内容。另外建议使用热阻的最大值，以确保在散热设计中留有足够的余地。

$$T_J = T_S + R_{\theta JS} \times W \quad (\text{计算公式 1})$$

- $T_J$  = 结点温度 (°C)
- $T_S$  = 焊点温度 (°C)
- $R_{\theta JS}$  = 芯片到焊点的热阻 (°C/W)
- $W$  = 输入功率 (W)

表 3. 型号 NVSW719AC 的热阻  $R_{\theta JS}$ <sup>\*4</sup>

	单位	标准值	最大值
热阻 $R_{\theta JS}$	°C/W	2.5	3.5

<sup>\*3</sup> 为了提高测量精度，敝公司可能不经过公告进行调整。

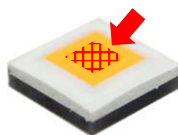
<sup>\*4</sup> 热阻最大值是参考值（使用电路板：铝基板  $t=1.5\text{mm}$ 、铜箔  $t=35\mu\text{m}$ ）。

### 4.3 表面温度 T<sub>T</sub> 的测量方法

表面温度的测量请使用非接触式的红外热成像仪。如果使用热电偶等接触式温度测量装置，可能会因为光照导致传感器部或粘胶发热而无法获得准确的测量值。

表面温度的测量位置应该选择靠近 LED 发光面中心(如图 16 所示)。但是如果测量装置的分辨率较低，可能导致温度被平均化而无法准确测量，因此在选择测量装置时应考虑适合产品尺寸的分辨率。

如果 LED 被光学透镜或灯罩等遮盖则无法使用红外热成像仪进行测量，此时可以通过热电偶测量的焊点温度来估计表面温度的近似值。焊点温度和表面温度的详细关系请参照第 5 节的散热评价的内容。



※测量时将辐射率设置为 0.95

图 16. 表面温度的测量位置

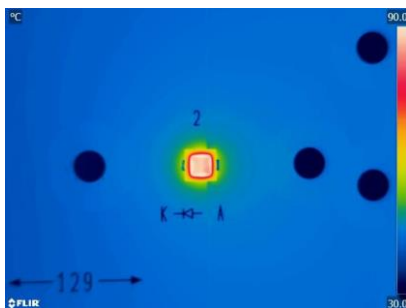


图 17. 使用红外热成像仪的测量 (例)

## 5. 散热评价

日亚在不同条件下对型号 NVSW719AC 的焊点温度  $T_S$  和 LED 表面温度  $T_T$  进行了测量。

### 5.1 评价条件

#### 5.1.1 评价样品

对于白色 LED 来说，色温越低或显色性越高的 LED 的荧光体浓度越高，因此荧光体层（发光面）的发热量也更大。在本评价中，作为代表我们使用了以下 4 种分档品。

样品 1：色度分档 sm27（相当于 2700K 的色温），显色性分档 R9050（相当于  $R_a \geq 90$ ）

样品 2：色度分档 sm40（相当于 4000K 的色温），显色性分档 R9050（相当于  $R_a \geq 90$ ）

样品 3：色度分档 sm50（相当于 5000K 的色温），显色性分档 R9050（相当于  $R_a \geq 90$ ）

样品 4：色度分档 Cr70（相当于 7000K 的色温），显色性分档 Rmn ( $R_a$  不限)

#### 5.1.2 评价电路板和散热器

用于评价的 LED 安装电路板和散热器如下所示。

##### LED 安装电路板

材质：	铝（基板厚度 1mm）
绝缘层导热系数 <sup>*5</sup> ：	2.7W/m·K
绝缘层厚度：	120 $\mu$ m
铜箔厚度：	35 $\mu$ m
焊盘图案：	日亚推荐形状（图 7、8）

##### 散热器

参考尺寸：	38mm×50mm×25mm
参考热阻值 <sup>*6</sup> ：	5.77°C/W

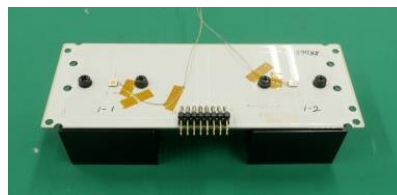


图 18. 评价电路板、散热器外观

#### 5.1.3 驱动电流值

电流条件 1：  $I_F=500\text{mA}$

电流条件 2：  $I_F=1050\text{mA}$ （额定值）

电流条件 3：  $I_F=1500\text{mA}$ （绝对最大额定值）

### 5.2 评价方法

在周围温度  $T_A=25^\circ\text{C}$  的无风环境下点亮 LED，在达到完全热饱和时对焊点温度和发光面温度进行测量。其中焊点温度是使用热电偶测量，发光面的表面温度是使用红外热成像仪测量。

另外通过测得的焊点温度和热阻  $R_{\theta JS}$  (3.5°C/W) 来计算结点温度。

<sup>\*5</sup> 电路板生产商的产品目录记载的数值。

<sup>\*6</sup> 散热器的热阻为估算值。



5.3 评价结果

焊点温度和表面温度的测量结果、以及由焊点温度算出的结点温度如图 19~22 所示。

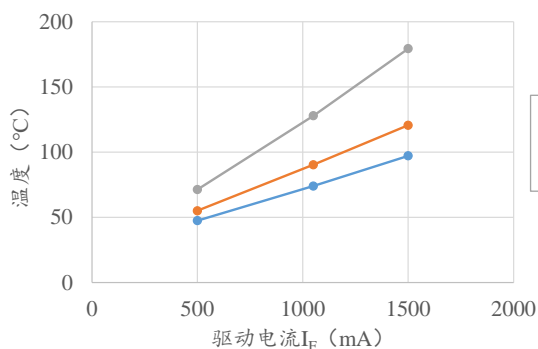


图 19. 测量结果

(色度分档 sm27、显色性分档 R9050)

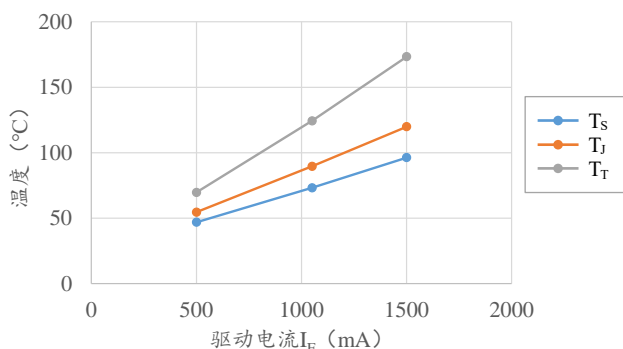


图 20. 测量结果

(色度分档 sm40、显色性分档 R9050)

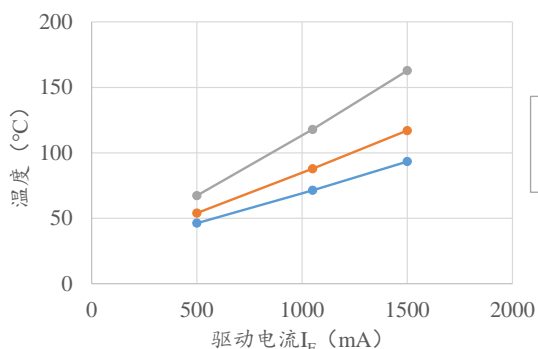


图 21. 测量结果

(色度分档 sm50、显色性分档 R9050)

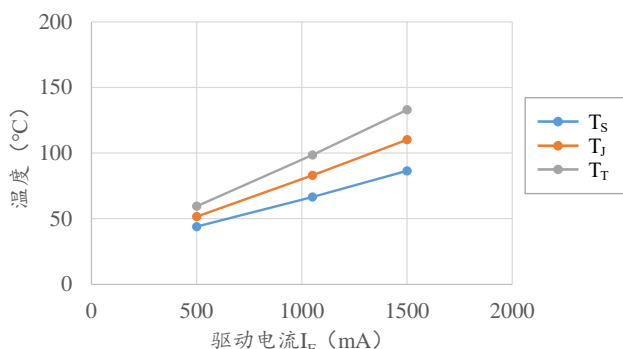


图 22. 测量结果

(色度分档 Cr70、显色性分档 R9m)

在所有电流条件下 LED 的表面温度均高于结点温度。特别是色温越低的 LED，其表面温度的增加更为显著。因此在设计灯具时，必须同时测量 LED 的结点温度和表面温度，确保两种温度分别不超过绝对最大额定温度和最大推荐温度。

### 5.4 表面温度 $T_T$ 的计算方法

根据图 19~22 的测量结果得到的热阻  $R_{\theta TS}$  (从发光面到焊点的热阻) 如图 23~26 所示。在进行散热评价时可使用此数值根据焊点温度来计算大致的表面温度。计算式请参照公式 2, 热阻值请读取最接近 LED 分档和驱动电流值组合条件的数值。

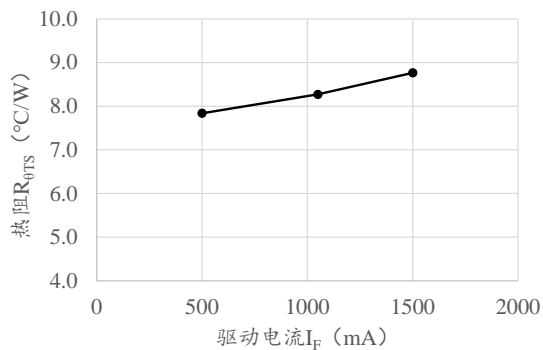


图 23. 测量结果  
(色度分档 sm27、显色性分档 R9050)

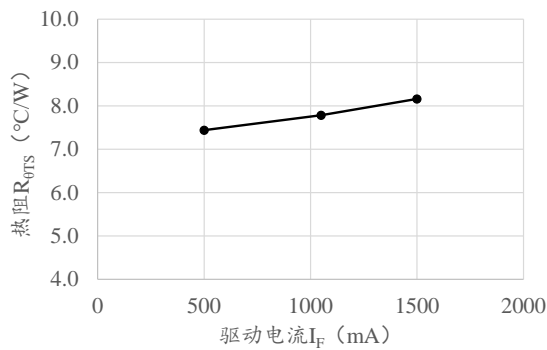


图 24. 测量结果  
(色度分档 sm40、显色性分档 R9050)

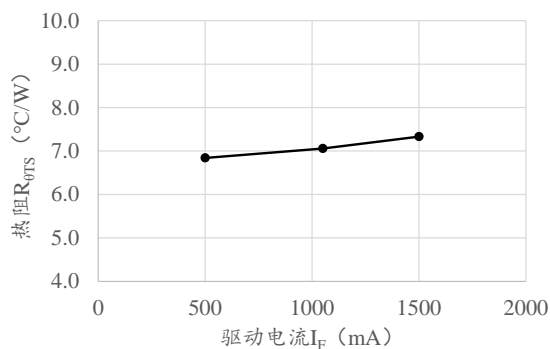


图 25. 测量结果  
(色度分档 sm50、显色性分档 R9050)

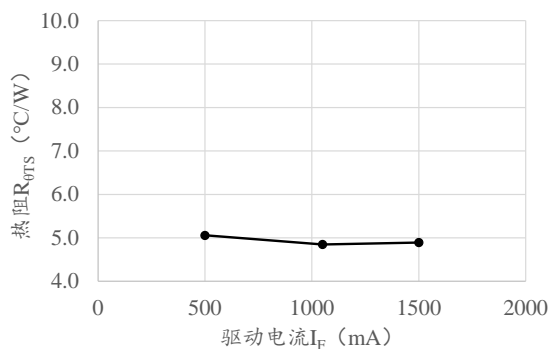


图 26. 测量结果  
(色度分档 Cr70、显色性分档 Rmn)

$$T_T = T_S + R_{\theta TS} \times W \quad (\text{计算公式 2})$$

- $T_T$  = 表面温度 ( $^{\circ}C$ )
- $T_S$  = 焊点温度 ( $^{\circ}C$ )
- $R_{\theta TS}$  = 表面到焊点的热阻 ( $^{\circ}C/W$ )
- $W$  = 输入功率 (W)


## 6. 散热设计参考方案

日亚对散热性能不同的3块模组实施了散热评价。可以作为散热设计的参考。

### 6.1 评价模组规格

用于评价的模组规格如表4所示。

表4. 评价模组规格

		模组①	模组②	模组③
外观				
安装LED的型号		NVSW719AC 特性分档: sm27、R9050	同左	同左
LED 安装电路板	尺寸	Φ20mm	Φ40mm	Φ60mm
	材质	铝(基板厚度1.0mm)	同左	同左
	绝缘层导热系数*7	2.7 W/m·K	同左	同左
散热器	尺寸	Φ23.5mm×14mm	Φ40mm×27mm	66mm×75mm×40mm
	参考热阻值*6	19°C/W	10°C/W	1.9°C/W

### 6.2 评价方法

在周围温度  $T_A=25^{\circ}\text{C}$  的无风环境下点亮LED, 在达到完全热饱和时对焊点温度和发光面温度进行测量。其中焊点温度是使用热电偶测量, 发光面的表面温度是使用红外热成像仪测量。

另外通过测得的焊点温度和热阻  $R_{\theta\text{JS}}$  ( $3.5^{\circ}\text{C/W}$ ) 来计算结点温度。

\*7 电路板生产商的产品目录记载的数值。

### 6.3 评价结果

评价结果如图 27~29 所示。

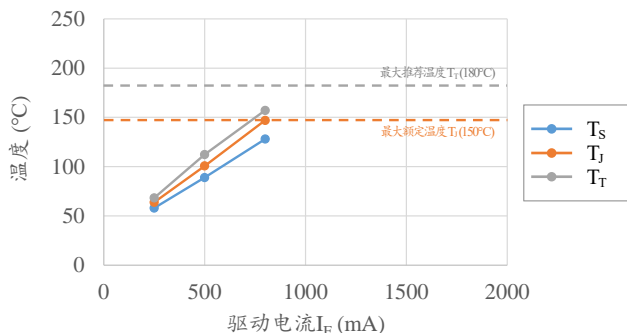


图 27. 测量结果

(模组①: Φ20mm 电路板)

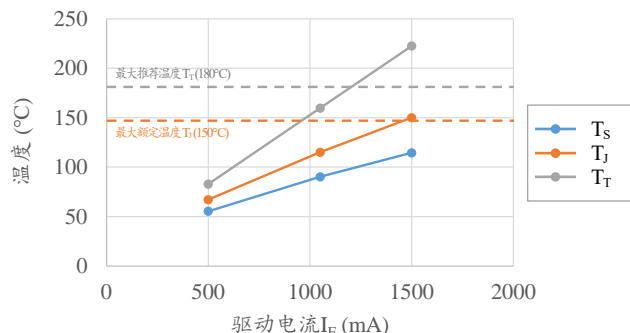


图 28. 测量结果

(模组②: Φ40mm 电路板)

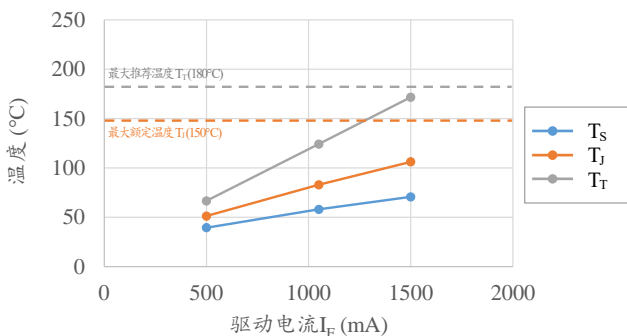


图 29. 测量结果

(模组③: Φ60mm 电路板)

散热器容量较小、散热性能较低的模组①在  $I_F=800\text{mA}$  时结点温度  $T_J$  达到绝对最大额定值  $150^\circ\text{C}$ ，无法再增加光输出；模组②在  $I_F=1200\text{mA}$  时表面温度  $T_T$  超过最大推荐值  $180^\circ\text{C}$ ，因此不建议在更高电流下使用。由此可见，为了实现本产品的最大光输出，需要选择散热性能等同于模组③或散热更好的模组，以确保结点温度  $T_J$  和表面温度  $T_T$  不超过绝对最大额定值和最大推荐值。

另外，本评价是在周围温度  $T_A=25^\circ\text{C}$  下的测量结果。因此在设计灯具时，必须考虑到由光学灯罩或外壳密封导致的 LED 周围温度升高的情况而进行适当的散热设计。

## 7. 最后

为了发挥型号 NVSW719AC 的高亮度、高输出特性，散热设计非常重要。客户应该参考本应用指南，在最终规格产品状态下进行充分的散热评价，并在热设计中留有充分余地。

本应用指南中记载的评价结果和热阻  $R_{\theta TS}$  是在日亚评价条件和环境下获得的数值，所以可能和客户的使用条件、环境下得出的结果有所不同。因此请将这些数值作为参考值。

## 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后进行转载、复制等）。