



型号 NxSxExxA 高密度安装

目录

1. 前言	2
2. NxSxExxA 的构造和高密度安装中的担忧点	2
3. 高密度安装的评价	3
4. 电路板	4
5. 高密度安装后的光学特性评价结果	4
6. 散热和光通量	8
7. 模块设计例	13
8. ESD 对策	15
9. 总结	15

本应用指南中记载的型号 NxSxExxA、NCSxE17A 和 NVSxE21A 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

近年随着 LED 灯具的小型化、大光量的趋势，对 LED 的小型化、高光通量和高光效也提出了要求。

敝公司的型号 NxSxExxA 和同等功率的 LED 相比，尺寸更小，更适用于高亮度、高光通量的灯具的高密度安装。

但是因为高密度安装中，容易发生热量集中，或使光学特性受到影响，所以在本应用指南中，敝公司将通过不同条件下的试验结果对 NxSxExxA 的高密度安装进行评价。

2. NxSxExxA 的构造和高密度安装中的担忧点

NxSxExxA 形状小，却将发光效率发挥到了最大。另外因为本产品构造上不含有支架等，所以可以直接将倒装芯片焊接在电路板上。NxSxExxA 的外观如图 1 所示，构造概略图如图 2 所示。



图 1. NxSxExxA 外观

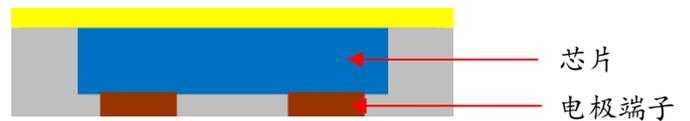


图 2. 构造概略图

日亚的 NxSxExxA 包括 2.1×2.1mm 的 NVSxE21A 和 1.7×1.7mm 的 NCSxE17A 的 2 种（LED 的外形尺寸图如图 3 和图 4）。请根据 LED 灯具的性能和设计方案进行选择。

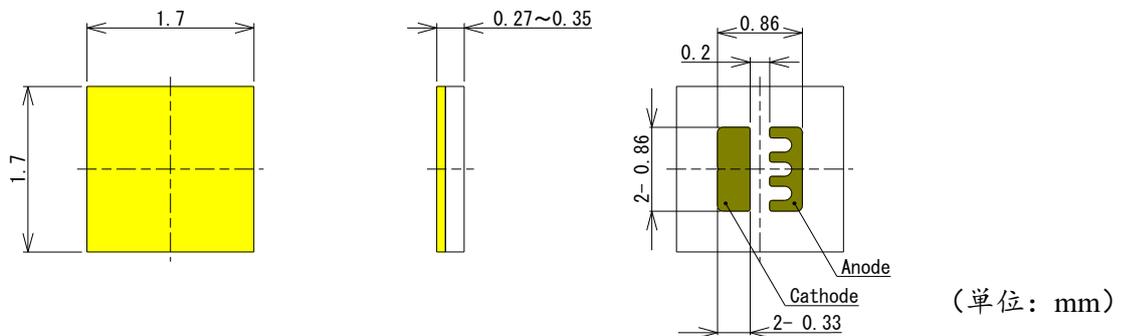


图 3. NCSxE17A 外形尺寸图

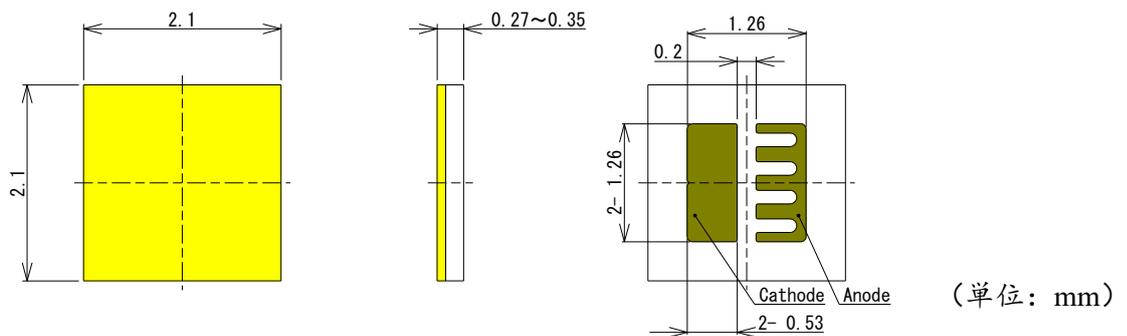


图 4. NVSxE21A 外形尺寸图

在设计高密度安装模块时，通常会考虑到以下几项。

- ① LED 的间隔
- ② 电路板的材料
- ③ LED 间隔对光通量的影响
- ④ LED 间隔对指向特性和配光色度的影响
- ⑤ LED 间隔导致的重影
- ⑥ LED 间隔对照射状态的影响
- ⑦ LED 间隔对散热和光通量的影响

以下敝公司将通过试验结果对上述项目进行评价。

3. 高密度安装的评价

3.1 LED 间隔的计算方法

在对高密度安装中的 LED 的间隔进行设计时，需要考虑到以下几点。

- 贴片机的精度
- 外封装尺寸的公差
- 外封装和电极的中心点的距离的公差

LED 间隔的计算方法请参照以下的方程式 1。

$$\sqrt{0.1^2(\text{贴片机精度}) + 0.05^2(\text{外封装尺寸公差}) + 0.05^2(\text{外封装和电极中心点的距离的公差})}$$

$$= 0.122\text{mm}(\text{单向}) \rightarrow 0.244\text{mm} \approx 0.3\text{mm}$$

方程式 1. LED 间的必要间

根据方程式 1 的计算结果，LED 间隔需要 0.3mm，另外考虑到 LED 的倾斜等，最好将 LED 的最小间隔设计为 0.4mm 以上。

另外因为 NxSxExxA 的正、负电极端子间的间隙非常小，而且自定位能力也不高，所以在高密度安装时必须小心操作，关于详细的安装方法请参照日亚的应用指南《型号 NCSxE17A/NVSxE21A 的安装》。

3.2 高密度安装的配置例 (NVSxE21A)

在 LED 的间隔为 0.4mm 的条件下安装 NVSxE21A 时，LED 的配置例如表 1 所示。

表 1. 高密度安装配置例 (NVSxE21A)

T_A=25°C

LED 配置例					
LED 数	1	4	8	12	16
发光直径	φ3.0	φ6.5	φ9.8	φ10.7	φ13.6
光通量 (lm)	(300)	(1200)	(2400)	(3600)	(4800)

如上表所示，因为本产品形状小，所以配置方案多种多样。为了对应不同光源的要求，可以改变 LED 配置，变更 LED 的发光直径。

4. 电路板

4.1 推荐电路板

在对 LED 进行高密度安装时，LED 会很容易受到相邻的 LED 发出的热量的影响，出现温度上升，热量集中的情况。由此导致 LED 的光通量发生低下，对寿命造成影响，引起电路板的阻焊膜发生变色等不良。

对此电路板材料的选定非常重要，如果使用散热性差的电路板（例如 CEM-x 和 FR-x），因为散热不佳，很难对应 NxSxExxA 的高密度安装，所以建议使用散热性好的电路板（例如 MCPCB）。

4.2 推荐焊盘

焊盘包括 SMD（Solder Mask Defined）和 NSMD（Non Solder Mask Defined）两种。因为 NxSxExxA 需要进行精密安装，所以推荐使用 NSMD 的焊盘进行安装。

关于详细的说明，请参照日亚的应用指南《型号 NCSxE17A/NVSxE21A 的安装》。

5. 高密度安装后的光学特性评价结果

为了对本产品在高密度安装后，模块的配置（LED 的间距）对光学特性（光干扰、指向特性和配光色度、重影、照射状态）造成的影响进行确认，敝公司使用 NCSxE17A(5000K/R8000)的 12 粒 LED，将其安装在尺寸为 25×25mm 的电路板上后，将间隔分别设定为 0.2~1.9mm，进行了评价。

5.1 评价用的高密度安装模块

评价用模块的 LED 配置图如表 2 所示，电路板规格如表 3 所示。

表 2. LED 配置图

LED 间隔 (mm)	0.2	0.4	0.9	1.4	1.9
发光直径 (mm)	φ8.2	φ8.9	φ10.4	φ12.0	φ13.6
外观					

表 3. 电路板规格

外形 (mm)		25×25			
构造					
铜层	厚度	(μm)	35		
	导热率	(W/mK)	400		
阻焊膜	-	-	White		
绝缘层	厚度	(μm)	120		
	导热率	(W/mK)	2.1	11.1	2.7
主金属	材质	-	Al6063		
	厚度	(μm)	1.0	2.0	1.0
	导热率	(W/mK)	218	218	400

5.2 LED 间隔对光通量的影响

在密度安装中，LED 发出的光可能受到相邻的 LED 干扰（阻挡、吸收），造成模块的总光通量出现低下。不同 LED 间隔下的光干扰原理如图 5 和图 6 所示。

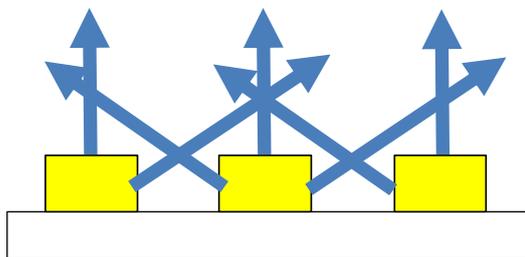


图 5. LED 间隔充分时

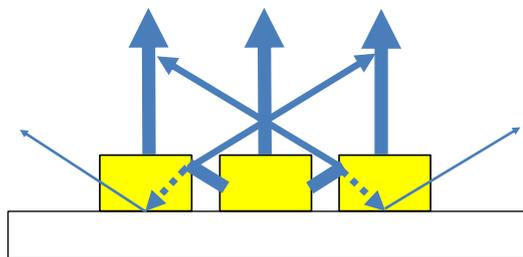


图 6. LED 间隔不充分时

如图 5，LED 的间隔因为受到了充分的保证，发光受相邻 LED 的干扰很小。相反如图 6，因为 LED 的间隔不充分，部分光可能被相邻的 LED 阻挡、吸收，使模块的总光通量发生了低下。

因此为了确认高密度安装中的光干扰情况，将 LED 间隔设定为 0.2~1.9mm，进行了评价。评价结果如表 4 和图 7 所示。

根据评价结果，模块的总光通量不会因为 LED 的间隔发生变化。

表 4. 不同 LED 间隔下的相对光通量比较 测定条件: $I_{FP}=350\text{mA}$, $T_A=25^\circ\text{C}$

LED 间隔 (mm)	0.2	0.4	0.9	1.4	1.9
AL (t=1.0mm)	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
AL (t=2.0mm)	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00
Cu (t=1.0mm)	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00

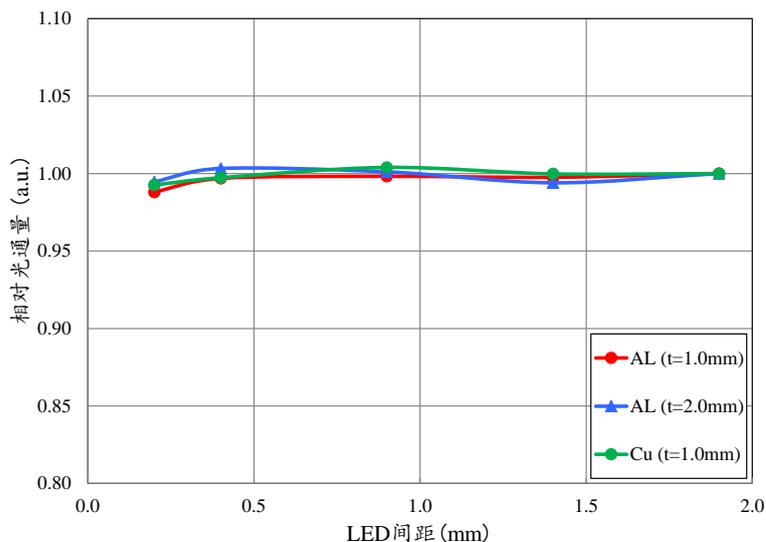


图 7. 不同 LED 间隔下的相对光通量比较

5.3 指向特性和配光色度

对不同角度（例：0°和 90°）下的 LED 单品和模块的指向特性和配光色度进行了比较。指向特性的比较结果如图 8 所示，配光色度的比较结果和图 9 所示。根据比较结果，高密度安装模块的指向特性和配光色度和 LED 单品没有太大的差异。

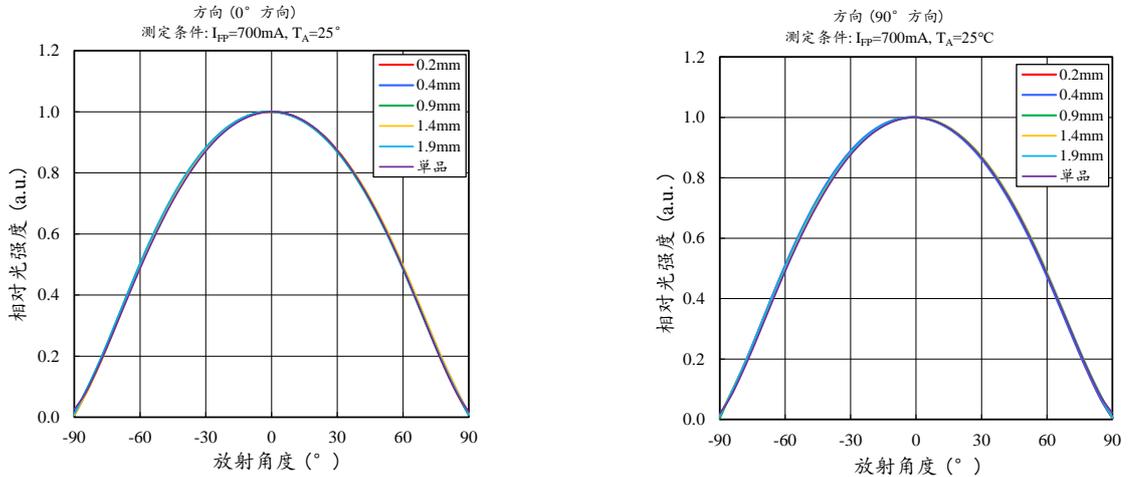
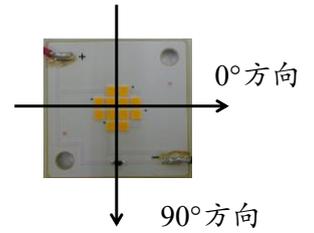


图 8. 指向特性比较

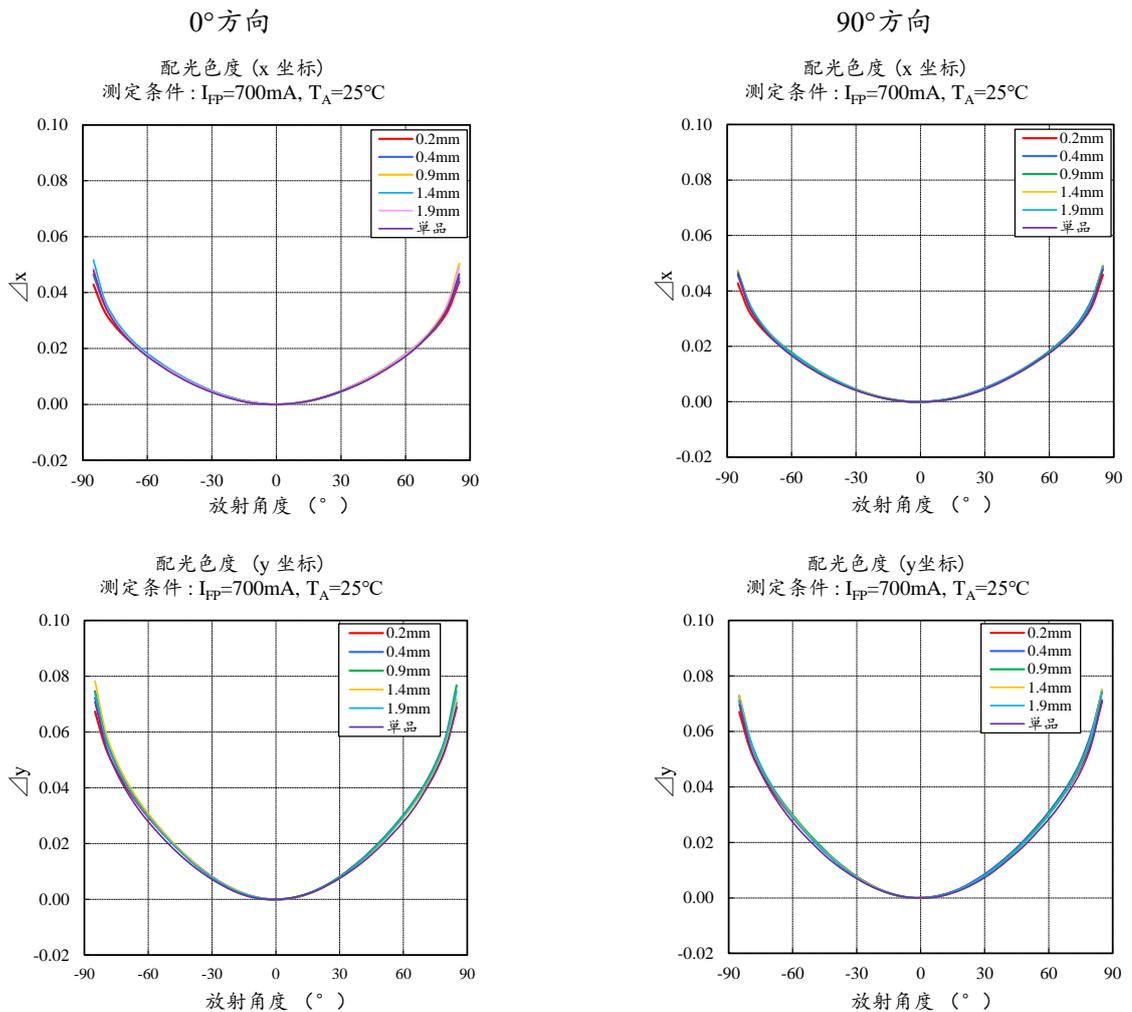


图 9. 配光色度比较

本文包括暂定内容，日亚公司有权不经公告对其进行修改。

5.4 重影

如果 LED 的间隔不同，对物体的照射角度会发生变化。将光源和屏幕固定，移动被照物体（改变物体和光源之间的距离），对重影进行评价。

重影的评价方法如图 9 所示，评价结果如表 5 所示。

根据评价结果，LED 间隔越小，重影越不明显。另外对物距离越远，重影越明显。

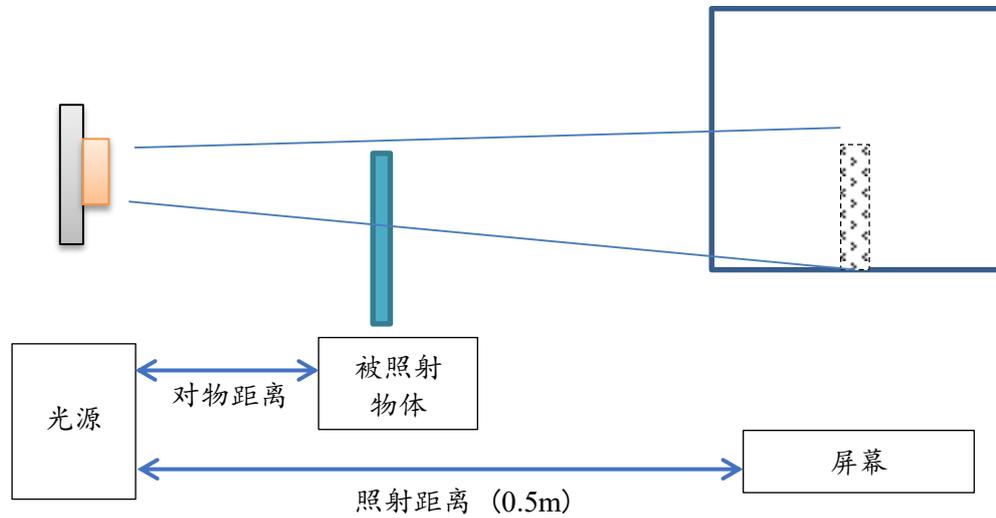


图 10. 重影的评价方法

$I_F=50\text{mA}$ 照射距离=0.5m

LED 间隔 (mm)	0.2	0.4	0.9	1.4	1.9	
对物距离 (m)	0.1					
	0.2					
	0.3					
	0.4					

表 5. 重影的评价结果

5.5 照射状态

对 LED 间隔导致的照射状态的差异进行了确认。使用如图 9 的重影评价方法，只是将被造物去掉。照射状态确认结果如表 6 所示。根据确认结果，即使进行高密度安装，和扩散透镜和反射板的有无无关，正面和侧面的照射状态没有差异。

表 6. 照射状态确认结果

$I_F=50\text{mA}$ 照射距离=0.5m

LED 间隔 (mm)			0.2	0.4	0.9	1.4	1.9
外观							
正面	灯具	透镜+反射板					
		只有反射板					
	LED 单体						
侧面							
目视上的差异			没有颜色不均。安装间隔的变化并不会使照射状态出现差异。				

发光二极管

6. 散热和光通量

如果进行高密度安装，会发生模块上的热量集中，导致光通量出现低下。以下将对 LED 间隔造成的热量集中，和热量集中导致的光通量低下进行评价。并对如何防止光通量低下进行探讨。

日亚改变 LED 间距，对以下不同条件的模块进行了评价。

- 12W 模块 ($I_F=350\text{mA}$ 、 $1\text{W}/\text{LED}$) + 热阻 $2.0^\circ\text{C}/\text{W}$ 的热沉
- 24W 模块 ($I_F=700\text{mA}$ 、 $2\text{W}/\text{LED}$) + 热阻 $0.5^\circ\text{C}/\text{W}$ 的热沉
- 润滑油的导热率为 $0.84\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$

各热沉的尺寸和照片如图 11 和图 12 所示。



图 11. 热阻 $2.0^\circ\text{C}/\text{W}$ 的热沉 (100*143*30mm) 图 12. 热阻 $0.5^\circ\text{C}/\text{W}$ 的热沉 (150*294*90mm)

6.1 12W 模块

对 12W 模块的以下 2 项进行了评价。

本文包括暂定内容，日亚公司有权不经公告对其进行修改。

- LED 间隔 vs. 热量集中
- 热量集中 vs. 光通量

6.1.1 LED 间隔 vs. 热量集中

对施加 12W 在 1 个小时后的热量进行了评价，散热评价结果如表 7~9 和图 13 所示。

表 7. 散热评价结果 (AL 电路板 t=1.0mm)

LED 间隔 (mm)	0.2	0.4	0.9	1.4	1.9
热分布					
LED 表面温度 (°C)	65.5	63.3	61.2	57.4	51.6
电路板温度 (°C)	37.3	36.6	35.5	35.9	35.1
热阻 $R_{\theta TB}$ (°C/W)	27	25	24	20	16

表 8. 散热评价结果 (AL 电路板 t=2.0mm)

LED 间隔 (mm)	0.2	0.4	0.9	1.4	1.9
热分布					
LED 表面温度 (°C)	53.6	53.6	54.3	50.1	50.1
电路板温度 (°C)	34.1	34.4	34.8	34.8	34.3
热阻 $R_{\theta TB}$ (°C/W)	19	18	19	15	15

表 9. 散热评价结果 (Cu 电路板 t=1.0mm)

LED 间隔 (mm)	0.2	0.4	0.9	1.4	1.9
热分布					
LED 表面温度 (°C)	66.8	59.4	56.1	51.7	49.6
电路板温度 (°C)	32.8	33.4	33.2	33.7	35.1
热阻 $R_{\theta TB}$ (°C/W)	32	25	22	17	14

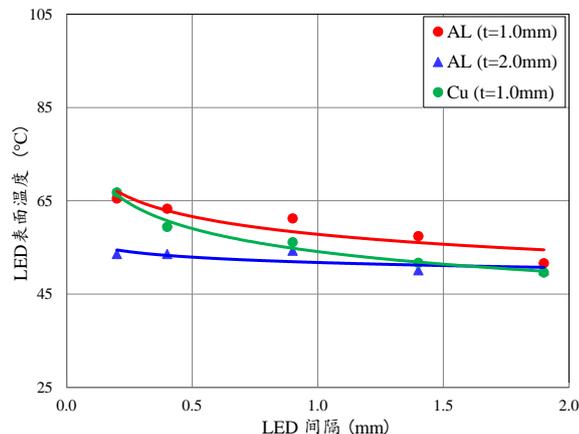


图 13. 电路板种类和 LED 间隔对散热的影响

本文包括暂定内容，日亚公司有权不经公告对其进行修改。

6.1.2 热量集中 vs.光通量

根据上述试验结果，缩小 LED 之间的间隔，会引起热量集中。如果使用散热性好的电路板，可以抑制热量集中。以下使用不同电路板，针对热量集中对光通量造成的影响进行了评价。散热评价结果如表 10~12 和图 14 所示。

表 10. 散热评价结果 (AL 电路板 t=1.0mm)

LED 间隔 (mm)		0.2	0.4	0.9	1.4	1.9
光通量 (lm)	亮灯时间 1.5 秒	1702	1717	1719	1718	1722
	亮灯时间 1 小时	1589	1610	1621	1624	1629
光通量低下 (%)		6.6	6.2	5.7	5.5	5.4

表 11. 散热评价结果 (AL 电路板 t=2.0mm)

LED 间隔 (mm)		0.2	0.4	0.9	1.4	1.9
光通量 (lm)	亮灯时间 1.5 秒	1722	1737	1733	1721	1731
	亮灯时间 1 小时	1633	1641	1642	1636	1646
光通量低下 (%)		5.2	5.5	5.3	5.0	4.9

表 12. 散热评价结果 (Cu 电路板 t=1.0mm)

LED 间隔 (mm)		0.2	0.4	0.9	1.4	1.9
光通量 (lm)	亮灯时间 1.5 秒	1710	1718	1729	1722	1722
	亮灯时间 1 小时	1594	1618	1631	1632	1631
光通量低下 (%)		6.8	5.8	5.7	5.2	5.3

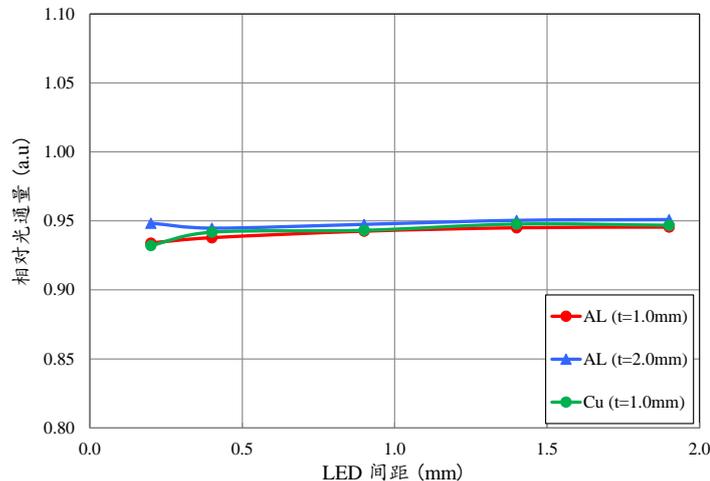


图 14. 电路板种类和 LED 间隔对光通量的影响

缩小 LED 间隔会让热量集中，导致光通量低下。使用散热性好的电路板，可以控制热量的集中，减少光通量低下。

6.2 24W 电路板

和前项相同，对 24W 电路板的以下 2 项进行了评价。

- LED 间隔 vs.热量集中
- 热量集中 vs.光通量

6.2.1 LED 间隔 vs.热量集中

对施加 24W 在 1 个小时后的热量进行了评价，散热评价结果如表 13~15 和图 15 所示。

表 13. 散热评价结果 (AL 电路板 t=1.0mm)

LED 间隔 (mm)	0.2	0.4	0.9	1.4	1.9
热分布					
LED 表面温度 (°C)	100.5	93.1	91.8	81.7	80.7
电路板温度 (°C)	37.3	37.2	37.0	37.3	37.3
热阻 $R_{\theta TB}$ (°C/W)	30	27	26	21	21

表 14. 散热评价结果 (AL 电路板 t=2.0mm)

LED 间隔 (mm)	0.2	0.4	0.9	1.4	1.9
热分布					
LED 表面温度 (°C)	74.4	66.7	68.5	61.9	56.3
电路板温度 (°C)	25.5	25.4	25.7	25.9	25.9
热阻 $R_{\theta TB}$ (°C/W)	23	20	20	17	14

表 15. 散热评价结果 (Cu 电路板 t=1.0mm)

LED 间隔 (mm)	0.2	0.4	0.9	1.4	1.9
热分布					
LED 表面温度 (°C)	96.4	85.5	77.3	74.4	66.9
电路板温度 (°C)	30.5	30.5	29.9	30.7	30.3
热阻 $R_{\theta TB}$ (°C/W)	31	26	23	21	17

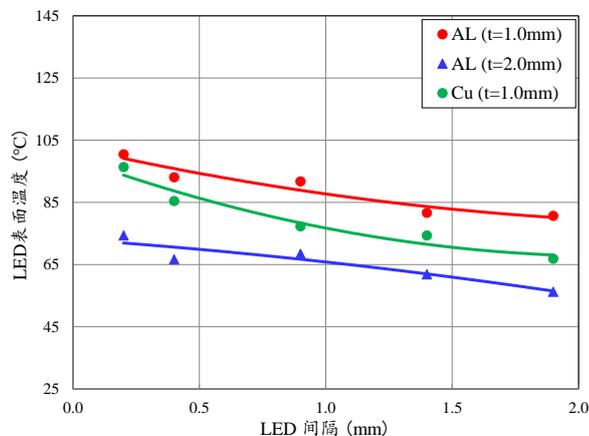


图 15. 电路板种类和 LED 间隔对散热的影响

6.2.2 热量集中 vs.光通量

确认到在施加高电流 (24W) 时, 温度急剧上升。为了抑制结点温度的上升, 有必要使用散热性高的电路板, 也要注意 LED 之间的间距。以下使用不同电路板, 针对热量集中对光通量造成的影响进行了评价。散热评价结果如表 16~18 和图 16 所示。

表 16. 散热评价结果 (AL 电路板 t=1.0mm)

LED 间隔 (mm)		0.2	0.4	0.9	1.4	1.9
光通量 (lm)	亮灯时间 1.5 秒	3054	3047	3070	3072	3081
	亮灯时间 1 小时	2763	2810	2855	2872	2888
光通量低下 (%)		9.5	7.8	7.0	6.5	6.3

表 17. 散热评价结果 (AL 电路板 t=2.0mm)

LED 间隔 (mm)		0.2	0.4	0.9	1.4	1.9
光通量 (lm)	亮灯时间 1.5 秒	3089	3104	3102	3070	3093
	亮灯时间 1 小时	2902	2927	2926	2917	2931
光通量低下 (%)		6.0	5.7	5.7	5.0	5.2

表 18. 散热评价结果 (Cu 电路板 t=1.0mm)

LED 间隔 (mm)		0.2	0.4	0.9	1.4	1.9
光通量 (lm)	亮灯时间 1.5 秒	3070	3065	3095	3084	3086
	亮灯时间 1 小时	2773	2849	2889	2895	2899
光通量低下 (%)		9.7	7.0	6.6	6.1	6.1

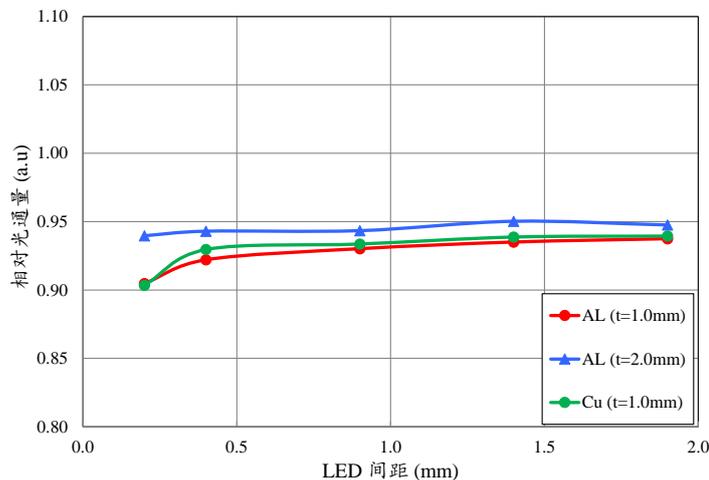


图 16. 电路板种类和热集中对光通量的影响

在高电流时, 即使改善散热环境, 也会发生明显的光通量低下。因此要达到维持光通量的目的, 必须对 LED 的间隔进行调整, 使用散热性高的电路板。

在第 6 章中的温度是使用红外测温仪的测量值。因此所得温度不是芯片的温度, 而是外封装表面的温度。另外在红外测温仪的测量时, 最好也使用热电偶进行测量, 对测量值进行比较、确认

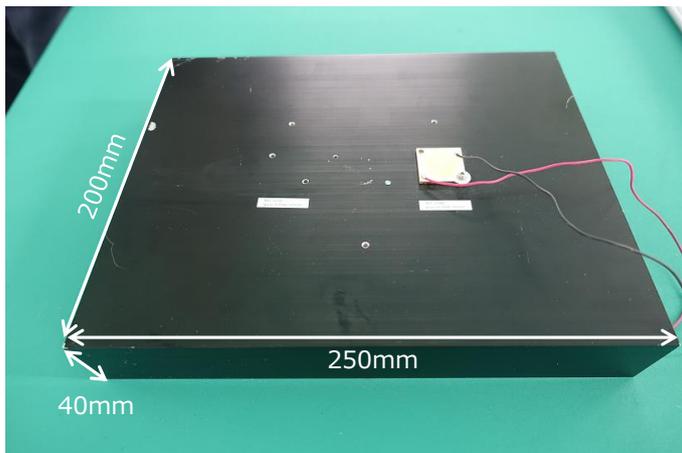
7. 模块设计例

根据之前的评价结果，敝公司对 LED 的安装模块进行了设计。如下图，将模块的各项目标值分别设定为 $\phi 20\text{mm}$ 、7000lm/50W、@ $T_j=85^\circ\text{C}$ 时，模块的设计例如下表 19 所示。

表 19. 模块设计例

		NCSxE17A PKG □1.7mm 4000K Ra>70	
配置图			
LED 间隔		0.4 mm	
LED 数量		60pcs	63pcs
条件		目标光束 7000lm/50W $T_j=85^\circ\text{C}$	
光通量	(lm)	7003	7020
正向电流	(mA)	295	280
消费电力	(W)	50.3	50.0
发光效率	(lm/W)	139	141

为了让模块能够充分散热，使用的热沉的规格如图 17 所示。



T_A :	25°C
热沉的热阻:	0.33°C/W
散热膏的热传导率:	9.0W/m·K
电路板: Cu、t=1.5mm	
绝缘层	120 μm (3W/m·K)
铜	35 μm

图 17. 热沉

将模块安装在热沉上后，对特性进行了确认。模块的评价结果如表 20 所示。

表 20. 模块评价结果

NCSxE17A PKG □1.7mm 4000K Ra>70						
配置图						
LED 间隔	0.4 mm					
LED 数量	60pcs			63pcs		
条件 (IF/亮灯时间)	IF=295mA			IF=280mA		
	算出值	测定值		算出值	测定值	
		1.5sec	1hr		1.5sec	1hr
光通量 (lm)	7003	7723	7502	7020	7759	7560
消费电力 (W)	50.3	51.6	50.2	50.0	51.2	49.8
发光效率 (lm/W)	139	150	149	141	152	152
T _J (°C)	85	-	-	85	-	-

发光二极管

使用红外测温仪对 2 块模块的热分布情况进行了确认，确认结果如表 21 所示。根据确认结果，如果减少 1pcs 中流入的电流，可以减轻热量的集中。

表 21. 热分布确认结果

NCSxE17A PKG □1.7mm,4000K Ra>70		
LED 间隔	0.4 mm	
LED 数量	60pcs	63pcs
条件	IF=295mA	IF=280mA
热分布		
电路板温度 (°C)	58.6	55.2
LED 表面温度 (°C)	68.8	65.2
热阻 R _{θTB} (°C/W)	12.2	12.6

8. ESD 对策

NxSxExxA 上没有搭载保护器件，因此为了防止 ESD，模块安装时有必要在 LED 附近安装保护器件。对电路板上有无保护器件的 2 种情况进行了耐静电试验（HBM 和 MM 试验）。HBM 试验结果如表 22 所示，MM 试验结果如表 23 所示。另外根据试验结果，如果没有搭载保护器件，即使是较低的电压，也有可能发生破坏。

另外本试验结果只为参考用，不作为保证。请客户根据实际环境选定保护器件，并进行试验进行验证。

表 22. HBM 试验结果 HBM、1.5kΩ、100pF、正反各 1 次

ZD	电流	最大电压 (kV)	结果
有	正向	10	OK
	反向	10	OK
无	正向	10	OK
	反向	1.7	NG

表 23. MM 试验结果 MM、0Ω、200pF、正、反各 1 次

ZD	电流	最大电压 (kV)	结果
有	正向	4	OK
		4	OK
	反向	4	OK
		4	OK
无	正向	1.1	NG
		1.4	NG
	反向	1.2	NG
		1.5	NG

9. 总结

根据以上评价结果，敕公司对 NxSxExxA 的高密度安装得出了以下结论。

LED 的间隔不会对模块的光学特性造成影响。

LED 间隔越小，热量会越集中，对模块的光学特性造成较大的影响。

根据第 7 项的模块设计例，如果散热充分，可以缓和热量集中，减少对光通量的影响。

本应用指南记载了 NxSxExxA 的高密度安装中需要注意的重要项目。希望贵公司在实际设计中，根据灯具设计的要求，充分研讨后决定 LED 间隔、灯具散热设计等。

完

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）。