



LED 日光灯

目录

1. 前言.....	2
2. LED 日光灯.....	2
3. 外壳对光学特性的影响.....	4
4. 反光板的效果.....	6
5. LED 安装间距和光扩散的关系.....	7
6. LED 结温和光通量的关系.....	8
7. 最后.....	9

本应用指南中记载的型号 NFSW757D-V1 是日亚产品的型号,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

1. 前言

随着 LED 性能的提高，近来很多灯具开始使用 LED 代替传统光源，荧光日光灯也渐渐被 LED 日光灯所代替。在本应用指南中会在日亚评价结果的基础上对 LED 日光灯设计中的重要项目进行说明。

2. LED 日光灯

2.1. LED 日光灯的构造和材料

通常的非电源内藏型日光灯的构造如图 1 所示，构成材料如表 1 所示。

构成材料可能对 LED 带来不良影响，因此请在使用前对材料进行充分确认。

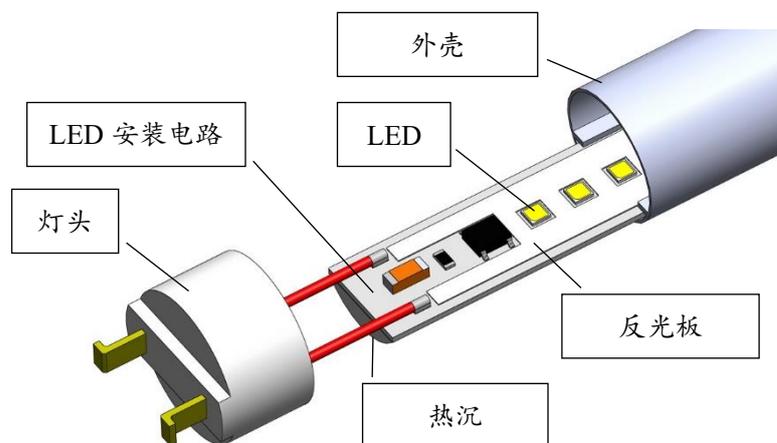


图 1. LED 日光灯的构造例

表 1. LED 日光灯构成材料

项目	目的/注意点
外壳	用于 LED 保护和光扩散。 通常使用 PC（聚碳酸酯）等树脂和玻璃等作为材料。 使用透光率高的外壳可以使光通量低下降到最小，但是相反光扩散变弱，芯片发光点明显。
LED 安装电路板	安装 LED 和稳压二极管等的印刷电路板。 通常使用铝制电路板、环氧玻璃布层压板（FR-4）和玻璃毡布复合基层压板（CEM-3）等。上述电路板在热导率方面，铝制电路板>CEM-3>FR-4。 在电路板设计中，加大铜箔焊盘图案，可以使从 LED 发出的热量均匀分散。 另外如果在阻焊膜上使用高反射的油墨，可以提高光通量。 (请参照本指南中第 4 项中的内容)
反光板	和使用高反射的阻焊膜的效果相同，可以提高光通量。
散热板	用于 LED 散热和增加筐体强度。 通常使用双面胶或螺丝等将散热板固定在电路板上。但是根据固定方法不同，可能导致散热不足或热分布不均。
灯头	在电气和机械上，连接 LED 日光灯和控制装置的端子。

2.2. 可能影响 LED 日光灯的光通量低下、色调转移的项目

敝公司对以下可能对 LED 日光灯光学特性造成影响的项目进行了评价。

- ① 外壳对光学特性的影响
- ② 反光板的效果
- ③ LED 安装间距和光扩散的关联
- ④ LED 结温和光通量的关系

2.3. 评价用 LED 日光灯的规格

本应用指南中使用的 LED 日光灯规格如表 2 所示。

表 2. 评价用 LED 日光灯的规格

项目	规格	备考
日光灯尺寸	1200mm	LED 安装间距 7mm
使用 LED 型号	NFSW757D-V1	
LED 数	160 粒	16 串联 10 并联
日光灯光通量	2400lm	考虑到了日光灯外壳导致的光通量低下(约 10%)
日光灯电流	350mA	1 粒 LED 约 35mA
日光灯电压	45V	
日光灯功率	16W	
日光灯光效	150lm/W	日光灯光通量 ÷ 日光灯功率
色温	5000K	
平均显色指数(Ra)	80	

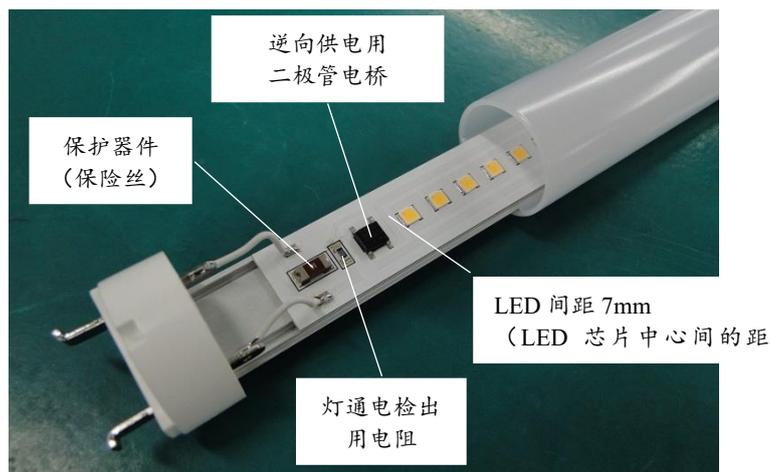


图 2. 评价用 LED 日光灯

3. 外壳对光学特性的影响

敝公司对外壳对光学特性的影响进行了评价。

3.1. 评价方法

敝公司对乳白色日光灯外壳 A、B、C 及无日光灯外壳（参照表 3）下的光通量、色调和显色性进行了测量，以对不同外壳和无外壳状态对光通量低下率、色调转移和显色性的影响进行比较。另外也对日光灯外壳对光扩散的效果（亮灯时发光点的明显程度）进行了评价。另外为了排除日光灯外壳有无导致的热量的影响，敝公司在亮灯后立即进行了测量。

表 3. 评价用日光灯外壳

	外壳 A	外壳 B	外壳 C	无外壳
外观				
材质	树脂	玻璃	树脂	-
透光率(%) ^{※1}	57	67	77	-
直径(mm)	25	25	33	-
厚度(mm)	1	1	1	-

3.2. 评价结果

评价结果如表 4 所示。另外透光率和光通量低下的关系如图 3 所示，色调转移如图 4 所示，对显色性的影响如图 5 所示。在本评价中将没有外壳的测量值作为基准值，对不同外壳下的光通量低下率、色调转移量、平均显色指数的变化量进行了计。

表 4. 日光灯外壳评价结果

		外壳 A	外壳 B	外壳 C	无外壳
光通量(lm)		2,692	2,779	2,868	2,958
光通量低下率(%)		9.0	6.1	3.0	-
色度	x	0.3453	0.3443	0.3436	0.3423
	y	0.3580	0.3570	0.3559	0.3546
色度转移量	x	+ 0.0030	+ 0.0020	+ 0.0013	-
	y	+ 0.0034	+ 0.0024	+ 0.0013	-
平均显色指数 Ra		82.2	81.8	81.8	82.0
Ra 变化量		+ 0.2	- 0.2	- 0.2	-
亮灯时状态 (LED 间距 7mm)					

※1. 透光率：在垂直射入外壳的光量中通过外壳的光量的百分率。

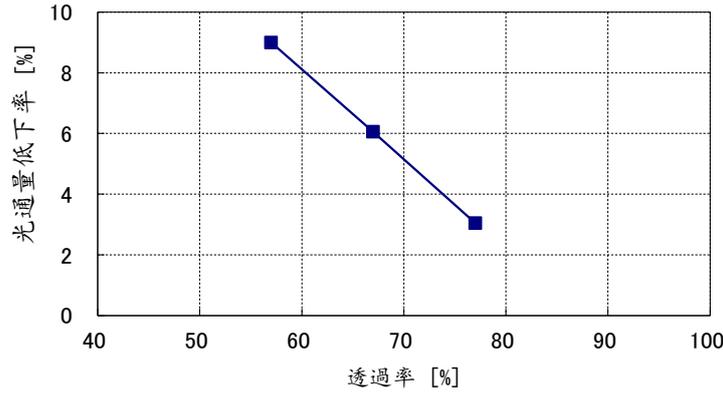


图 3. 外壳透光率 — 光通量低下率

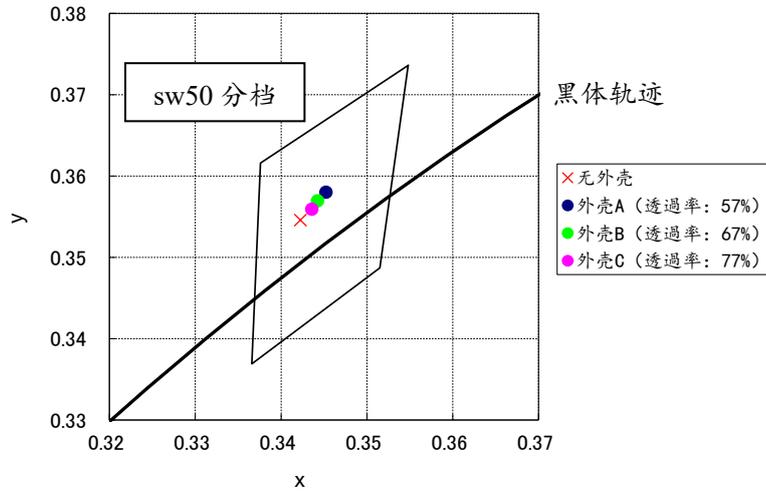


图 4. 外壳导致的色调转移

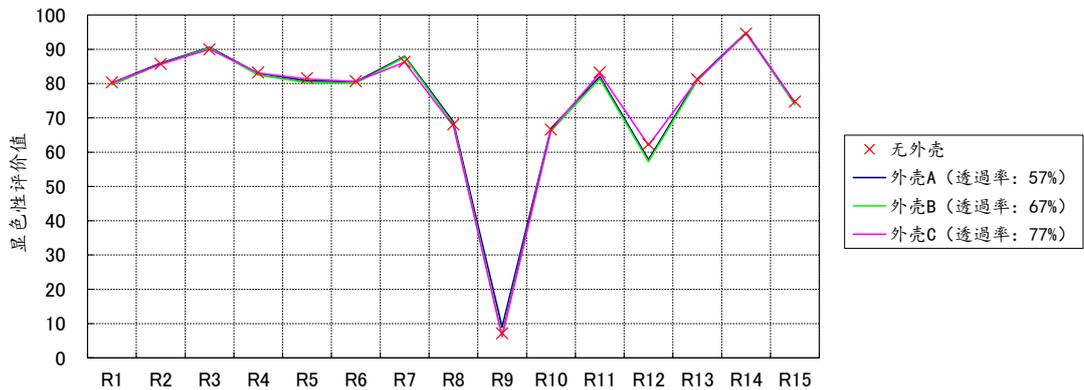


图 5. 外壳对显色性的影响

因此在透光率和光通量低下的关系上，光通量最高的是在使用透光率最大的“外壳 C”时，光通量低下率为 3.0%。但是“外壳 C”时，光扩散不足，LED 发光点较明显。相反，光通量低下率最大的“外壳 A”的灯光均匀分散，达到了完全不能对发光点进行辨别，和荧光日光灯的发光状态相似。因此，可以得出光通量低下率和光扩散呈抵换关系(Trade off)。

在色调上，透光率越低色调转移越大。本评价中使用的乳白色外壳，在 x、y 轴上都发生了正向（黄色）上的色调转移。

在显色性上，虽然 R12（蓝色）略有下降，但是基本上对平均显色指数 Ra 没有影响。

本文包括暂定内容，日亚公司有权不经公告对其进行修改。

4. 反光板的效果

如果使用反光板，或在电路板的阻焊膜上使用高反射的油墨，可以提高取光效率，增加日光灯的光通量。（参照图 6）

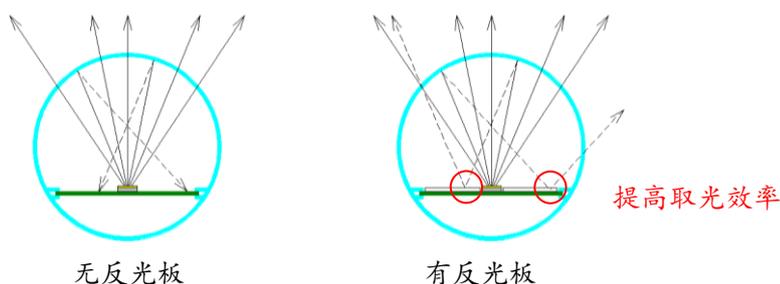


图 6. 反光板概略图

4.1. 评价方法

对使用不同反光率的反光板，对使用后的光通量和发光状态进行了比较。

光通量的比较是使用第 3 项中的 3 种外壳。发光状态比较只使用了光扩散最小的“外壳 C”。另外为了排除热量的影响，测量都是在亮灯后立即进行的。

4.2. 评价结果

测量结果如表 5 所示。

另外反光板的反光率和光通量上升率的关系如图 7 所示。

在计算中将高反光阻焊膜的电路板（反光率：80.2%）作为基准，对使用各反光板后的光通量上升率进行了计算。

表 5. 反光板评价结果

		反光板 A (光反光率:98.8%)	反光板 B (光反光率:94.2%)	高反光阻焊膜 (光反光率:80.2%)
反光板外观				
外壳 A 透光率:57%	日光灯光通量(lm)	2,757	2,753	2,692
	光通量上升率(%)	2.4	2.3	-
外壳 B 透光率:67%	日光灯光通量(lm)	2,825	2,820	2,779
	光通量上升率(%)	1.7	1.5	-
外壳 C 透光率:77%	日光灯光通量(lm)	2,885	2,880	2,868
	光通量上升率(%)	0.6	0.4	-
发光状态 LED 间距 7mm · 外壳 C				

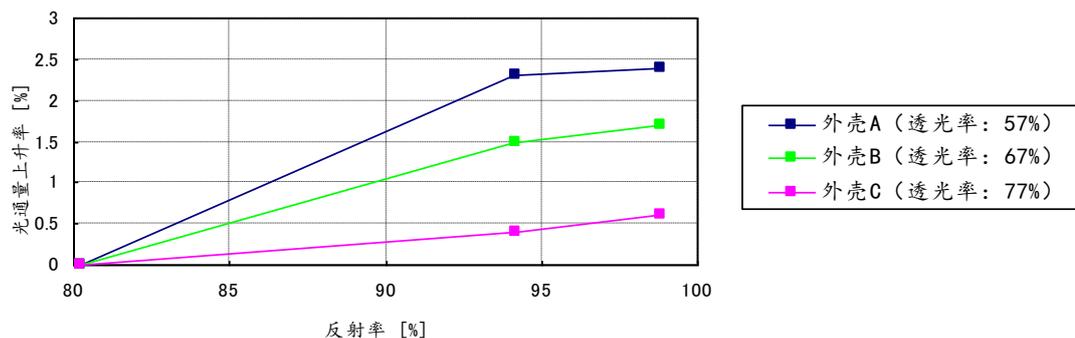


图 7. 反光率 — 光通量上升率^{※2}

由此可以看出反光板的反光率越高，日光灯的光通量越大。

但是透光率越高的外壳，在使用反光板后的光通量上升程度越小，外壳 C 的上升率甚至没有达到 1%。这应该是因为透光率越高的外壳原本的取光效率就很高，让使用反光板后的光通量上升空间受到了限制。因此在材料组合上，透光率越小的外壳在使用反光板后的效果越大。另外在发光状态上，基本上不受反光板的反光率的影响。

5. LED 安装间距和光扩散的关系

即使使用光扩散外壳，也可能出现 LED 发光点仍然明显的情况。这时可以使用改变 LED 安装间距、LED 和外壳间距离的方法进行改善。

5.1. 评价方法

敝公司在不同 LED 安装间距、LED 驱动电流、LED 和外壳间距离的搭配 (表 6) 下，对发光状态 (光扩散状态的改善) 进行了比较。

另外关于各安装间距下 LED 驱动电流，是在日光灯长 1200mm、日光灯光通量 2400lm 的条件下计算出来的。另外评价中使用的都是乳白色的外壳。

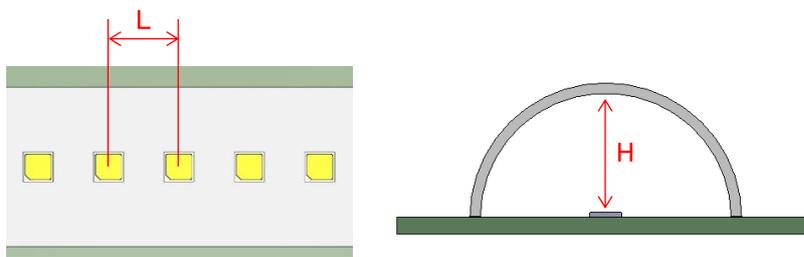


图 8. LED 和外壳间距离、LED 安装间距

※2. 将使用高反射阻焊膜 (反光率: 80.2%) 的光通量作为基准进行比较的结果。

5.2. 评价结果

各条件下的评价结果如表 6 所示。

表 6. 不同 LED 安装间距、LED 和外壳间距离的评价结果

		L: LED 安装间距				
		10mm	13mm	15mm	17mm	20mm
H: LED 和外壳 间距离	10mm					
	15mm					
	18mm					
LED 驱动电流 (mA)		60	80	93	108	130

从表 6 可以看出红框条件下的 LED 发光没有扩散，发光点较明显。

因此可以得出安装间距越小或 LED 和外壳间距离越远，光扩散就越大，发光点越不明显的结论。

6. LED 结温和光通量的关系

敕公司的大部分白色 LED 都是采用蓝光芯片和黄色等荧光粉的搭配。芯片的温度越高，芯片的光输出就越低，荧光粉激发后所得到的光输出也就越小。因此光通量直接受到 LED 的结温（芯片温度）的影响。

如果 LED 结温太高，可能不能得到预计的光通量。而且如果 LED 间的结温不同，可能导致亮度出现不均，所以在散热设计中也需要让 LED 的散热性达到一致。

6.1. 评价方法

分别在有无热沉散热的情况下，对热饱和时的电路板热分布和 LED 结温进行测量。其中热分布使用热成像进行测量，而 LED 结温，使用热电偶对焊接部进行测量后，按照以下的计算方程式 1 进行计算。

测量都是在有外壳覆盖、完全密封，并达到热饱和状态下进行的。（周围温度：Ta=25°C）

另外关于日光灯的光通量，分别在亮灯后和达到热饱和时测量后，对从亮灯到热饱和为止的光通量低下率进行计算、比较。

方程式 1:

$$LED \text{ 结温 } T_J = T_S + R_{\theta JS} \times W$$

T_S = 结温（负极上）: °C

$R_{\theta JS}$ = 从芯片到 T_S 测量点的热阻: °C/W

W = 1 粒 LED 的输入功率 ($I_F \times V_F$): W

6.2. 评价结果

测量结果如表 7 所示。

并且根据亮灯后和热饱和时的光通量，计算出了结温上升导致的光通量低下率。

表 7. 测量结果 (Ta=25°C)

热沉	有		无	
热分布				
结温(°C)	49.7		59.3	
日光灯光通量(lm)	亮灯后	2,679	亮灯后	2,702
	热饱和时	2,625	热饱和时	2,615
光通量低下率(%)	2.0		3.2	

因为在以上测量结果中，可以看出在热分布方面，不管是有热沉或没有热沉，热量都均匀分布在整個电路板上。所以对于对此评价中的日光灯，热沉的有无对热分布没有影响。

但是在 LED 的结温上，没有热沉时比有热沉时高 10°C。

另外在温度上升导致的光通量低下方面，和有热沉相比，没有热沉时的低下率高达约 1%。

因此可以得出降低 LED 的结温可以减少日光灯的光通量低下率。

在敝公司的应用指南《有关 LED 的散热设计》中，记载了 LED 的散热设计中的注意事项和评价结果，敬请参考。

7. 最后

在本应用指南中，敝公司对造成日光灯光通量低下等光学特性不良的各种可能性进行了评价。希望能对贵公司的产品设计和评价有所帮助。

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）。