



日亚 E11A / E17A 系列 照明用单色 LED

目录

1. 前言	2
2. 全彩 LED 照明灯具	2
3. 产品规格和代表色系	4
4. 本产品的特点	6
5. LED 的电路板安装	13
6. 使用中的注意事项	13
7. 最后	13

本应用指南中记载的型号 NFSxE11A-V1、NCSxE17A、NCSxE17A-V1 和 NCSxE17A-V1L1 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

近年彩色 LED 在灯具中的应用范围越来越广。传统的投光灯、舞台照明中大多都是采用在白色卤素灯具上外罩红、绿、蓝色等彩色滤光片的方法对发光色进行调色（如图 1）。但是这种方法需要准备各种发光色的彩色滤光片，并且在需要表现中间发光色时，更需要设置多台灯具，并且对各灯具进行分别控制。与此相比，配备彩色 LED 的灯具能够实现单台灯具的无缝全彩调色*1，色彩演绎的范围远远超越了传统灯具。除此之外，和使用卤素灯泡相比，使用 LED 不仅可以节能，还可以实现灯具的长寿命、小型化、轻量化，减轻维修负担。

为了满足顾客需求，日亚生产了各种照明用单色 LED*2。其中型号 NFSxE11A-V1、NCSxE17A、NCSxE17A-V1、NCSxE17A-V1L1*3（以下简称为日亚 E11A / E17A 系列）的尺寸非常小，可以更进一步实现 LED 灯具的小型化，并使发光色更容易混色。

本应用指南将对日亚 E11A / E17A 系列产品的特征以及使用时的注意事项进行介绍。

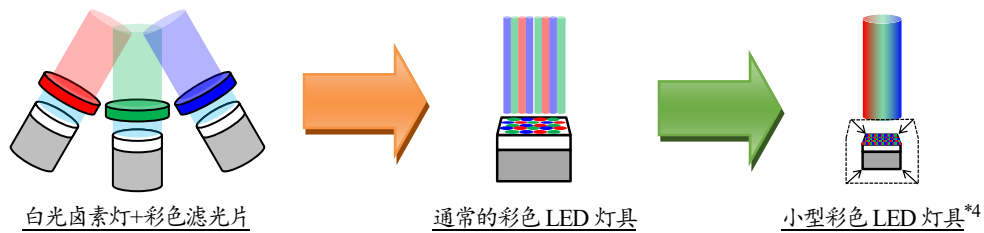


图 1. 全彩灯具示意图

2. 全彩LED照明灯具

2.1. 全彩LED照明灯具

以下是部分使用全彩 LED 的照明灯具的介绍。

2.1.1 投光灯

照射楼房和大桥等建筑物、自然景观等，起到渲染气氛，增加视觉效果的作用（如图 2）。因为是从远处进行照射，所以要求灯具具有高输出和高辉度的性能。使用投光灯时不仅可以进行单色发光，还可以使用软件实现发光色的渐变、跳变、色彩闪烁等效果。



图 2. 彩色投光灯照射例

2.1.2 舞台灯

为了构建舞台效果，需要从多方向对舞台打光，因此有使用天花板悬吊式、地面嵌入式等多种灯具。如果通过使用彩色滤光纸对 2 台以上的灯具（2 种颜色）混光的方法得到中间颜色，可能在舞台的投光轮廓上看出各种发光色。而使用 LED 的全彩照明灯具因为在发光面上发光色已经得到了一定程度的混色，所以在舞台投光上不容易发生分离。另外使用 LED 可以使灯具更加小巧轻便，在安装方面极具优势。

2.1.3 其他

使用 LED 光源，可以增加照明灯具的设计自由度，这样在多种多样的场所和灯具中都可以实现全彩发光。并且今后普通居家照明为了营造各种氛围，也会越来越多地使用 LED 全彩灯具。

*1: 全彩是指通过调整 3 种颜色以上的原色的强度平衡来表现出各种发光色。照明、显示屏通常使用 RGB（红绿蓝）3 种颜色。关于全彩调色的详细内容，请参照日亚的应用指南《照明用彩色 LED 及灯具的调色》。
 *2: 彩色 LED 是指发出红色、蓝色等白色以外的光色，且只是发单色光的 LED。
 *3: 本应用指南中日亚产品型号中的 x 代表的是任意字符，不同字符对应不同的发光色。
 *4: 全彩调色的示意图。

2.2. 照明灯具的通信方式

全彩照明灯具是通过改变各原色光的发光强度，调节各原色光的所占比例，来实现整个灯具的目标发光色。因为全彩发光至少需要 RGB 的 3 种原色，所以至少需要同时进行三个以上通道*5的调光控制。以下将介绍作为照明调光和调色控制所采用的一般通信方式。

2.2.1 红外线灯控

红外线灯控主要用于一般家庭的灯具。灯具上配备有接收红外线的传感器，通过附带的红外线遥控器对灯具进行调光、调色控制。通常只能进行一对一通信，因此不适合区域的集中控制或更高级的程序控制。

2.2.2 DALI 灯控系统（数字可寻址照明接口：Digital Addressable Lighting Interface）

DALI 是由欧洲灯具制造商主导制定的照明控制国际标准规范。只要是通过此标准认证的灯具，即使制造商不同也可以连接使用，而且除灯具以外，还可以连接传感器、开关等。

如图 3 所示，使用此灯控系统时每个 DALI 主机最多可连接 64 台从机（灯具），每台从机（灯具）可以分配 1 个单独地址，所以可以对进行单独控制或通过分组（最多分为 16 组）进行集中控制。此外，由于 DALI 可以与连接灯具进行双向通信，可以在监控亮灯状态和功耗的同时，自动进行调光、调色，因此非常适合办公楼等大规模照明系统的集中管理。

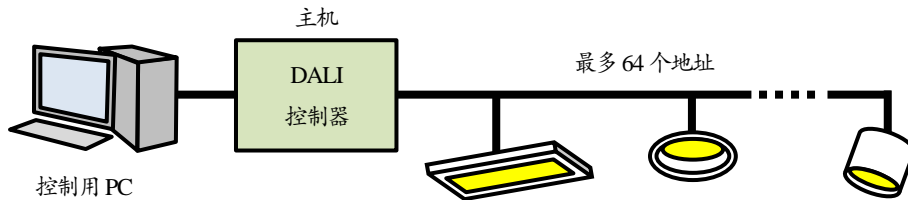


图 3. DALI 灯控系统示意图

2.2.3 DMX512(-A)灯控系统

DMX512(-A)最初是由美国戏剧技术研究所 (USITT) 为营造舞台气氛等开发的灯控系统，目前已成为美国国家标准协会 (ANSI) 认可的标准。

DMX512(-A)由于控制方式相对简单，使其在严苛使用条件下具有良好的稳定性和耐用性，优于其他数字信号。连接方式如图 4 所示，采用串联方式 (daisy chain) 最多可支持 512 个通道，每个通道传送 8bit(256 级)的数据。此通信系统不仅用于调光，还广泛应用于如平移或倾斜的机械控制上。

虽然 DMX512(-A)几乎不用于居家照明等常规灯具，但在使用全彩灯具的场合，如投光灯、舞台照明等演出中却非常常见。然而，由于该系统无法进行双向通信，很难检测到数据传输错误或连接灯具的异常，因此不适合用于如烟火花装置等可能引起重大事故的控制场合。

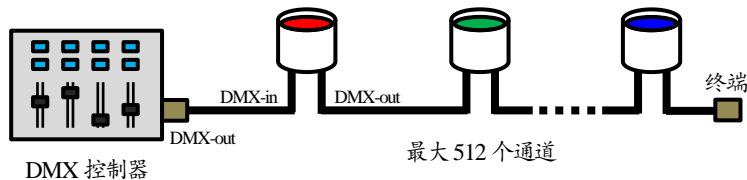


图 4. DMX512(-A)灯控系统示意图

*5: 因为全彩调色通常是指对 RGB 的 3 原色进行调色，所以需要对其 3 种原色进行单独控制。

3. 产品规格和代表色系

3.1. 外形尺寸

日亚 E11A、E17A 系列单色 LED 的外形尺寸如图 5 和图 6 所示。与同等功率产品相比，本产品的封装尺寸较小，因此非常适合用于灯具的小型化设计。

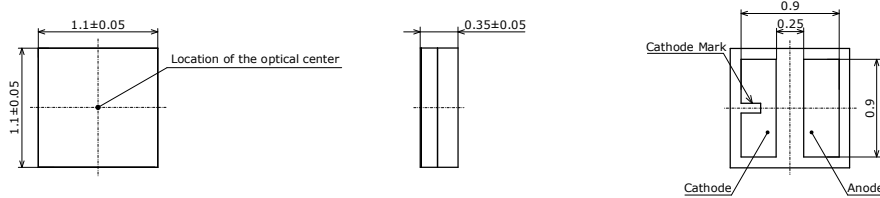


图 5. 日亚 E11A 系列产品的外形尺寸

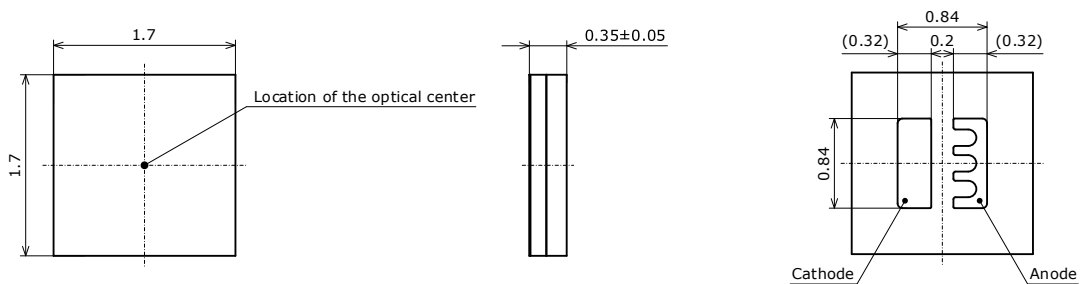


图 6. 日亚 E17A 系列产品的外形尺寸

3.2. 发光方式

日亚 E11A / E17A 系列有 2 种发光方式。一种是直接利用芯片本身发出的光，而不使用荧光体；另一种是通过激发荧光体使其发出所需颜色的光。这 2 种发光方式在构造上的差异以及优缺点如表 1 所示。

表 1. 发光方式的比较 (例: 绿色)

发光方式	芯片发光 (不使用荧光体)	通过荧光体发光
构造		
优点	由于使用的是芯片本身发出的光，因此可以实现较高的色彩纯度，并且能够扩展调色范围 (色域)。	由于全部使用蓝色芯片，因此可以减轻不同颜色芯片间的正向电压差。(参照 4.2)
缺点	由于不同的发光色其芯片特性也会不同，因此在设计调色电路时需要考虑正向电压差。(参照 4.2)	亮度和颜色会受到邻近 LED 发光的影响而发生变化。(参照 4.4)

3.3. 代表色系

日亚 E11A、E17A 系列的代表色系如表 2 所示。部分产品的发光光谱如图 7 所示，色度坐标如图 8 所示。

表 2. 日亚 E11A、E17A 系列的电学和光学特性 (T_c=25°C 下的典型值) *67

系列名 (额定电流)	外观例	发光色	发光方式	型号	正向电压 V _F (V)	光通量 Φ _v (lm)
E11A-V1 (I _F =65mA)		Blue	芯片	NFSBE11A-V1L1	2.83	9.5
		Green	荧光体	NFSGE11A-V1	2.8	41.9
		Brilliant Red	荧光体	NFSRE11A-V1	2.8	11.5
		Red	荧光体	NFSRE11A-V1	2.8	6.5
E17A-V1 (I _F =350mA)		Royal Blue	芯片	NCSCE17A	3.00	18
		Blue	芯片	NCSBE17A	3.00	42
		Azure	荧光体	NCSEE17A	3.00	132
				NCSEE17A-V1	2.95	137
		Bluish Green	芯片	NCSEE17A-V1L1	2.60	126
		Green	荧光体	NCSGE17A	3.00	208
				NCSGE17A-V1	2.95	221
		Green	芯片	NCSGE17A-V1L1	2.55	175
		Lime	荧光体	NCSGE17A	3.00	212
				NCSGE17A-V1	2.95	225
		Amber	荧光体	NCSAE17A	3.00	124
				NCSAE17A-V1	2.95	131
		Brilliant Red	荧光体	NCSRE17A	3.00	58
				NCSRE17A-V1	2.95	60
	Red	荧光体	NCSRE17A	3.00	31	
			NCSRE17A-V1	2.95	32	
	Deep Red	荧光体	NCSRE17A-V1	2.95	24	

*6: 表中所列内容仅为部分代表色系产品。如需详细信息，请咨询日亚各营业所。

*7: 正向电压和光通量指的是在产品额定电流下的数值。

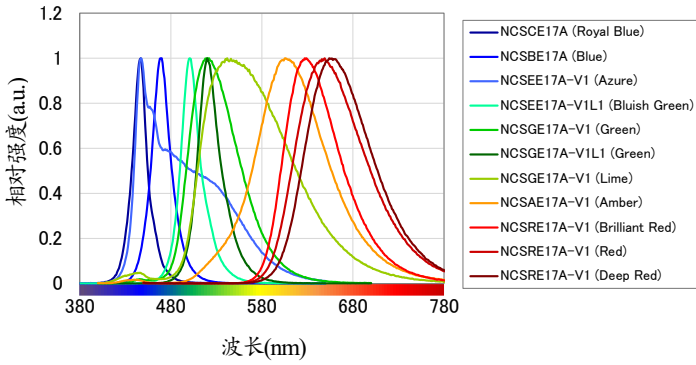


图 7. 发光光谱*8

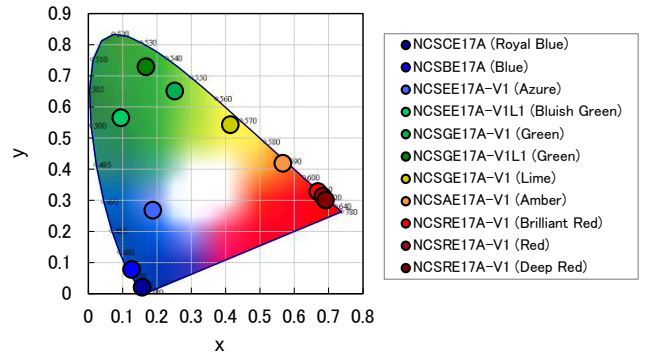


图 8. 色度坐标*8

4. 本产品的特点

本章将对日亚 E11A / E17A 系列产品的特点进行介绍。

4.1. 高光输出、光源面积的缩减

本系列的最大特点是产品尺寸非常小。和额定功率同为 1W 的日亚 19B-V1 系列相比，日亚 E17A 系列在相同面积内可以容纳超过 3 倍数量的 LED（如图 9 所示），因此可以大幅提高每单位面积的光输出*9。

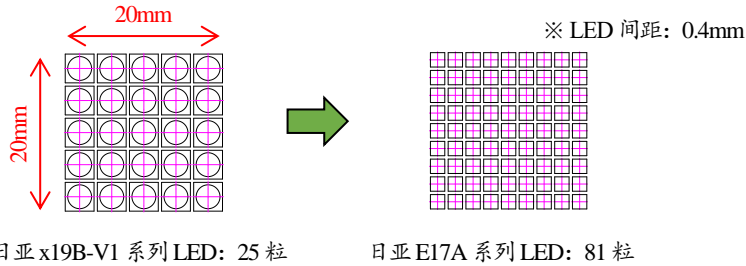


图 9. 相同面积内的 LED 安装数

如果不想改变光输出大小，那么使用本系列产品可以大幅度减小光源面积。在结合透镜或反光罩等光学部件使用时，光源面积（发光面积）较小具有明显优势。将光线聚焦成平行光的灯具，如投光灯等，其发光面积越小越能集中光束（如图 10）。相反，如果不想改变配光特性和光强度，使用本系列就可以减小灯具尺寸。但是，由于是在较小面积内输入更大的功率，因此必须注意散热。请确保所有 LED 的结点温度 T_j 都不超过绝对最大额定值，其中特别应该注意光源中心部的 LED 的结点温度。

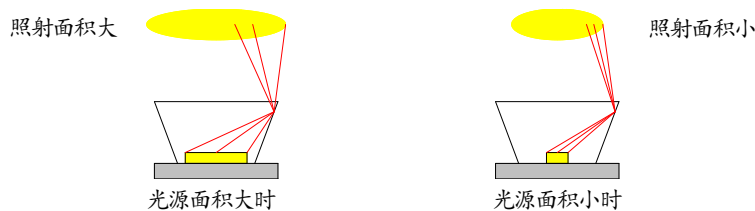


图 10. 不同光源面积的配光差异

*8: 此处省略日亚 E11A 系列，仅为日亚 E17A 系列。

*9: 光输出比因发光色而异。

4.2. 不同发光色的正向电压相同

由于 LED 芯片的正向电压因发光色不同而存在显著差异，因此在调色电路中可能会因正向电压的差异导致功率损失和发热。但是日亚 E11A / E17 系列的正向电压在大多数情况下是统一的，因此可以抑制这些损失。关于正向电压差引起的功率损失，我们通过使用正向电压不同的 3 种 LED 的调色电路图(图 11)进行说明。

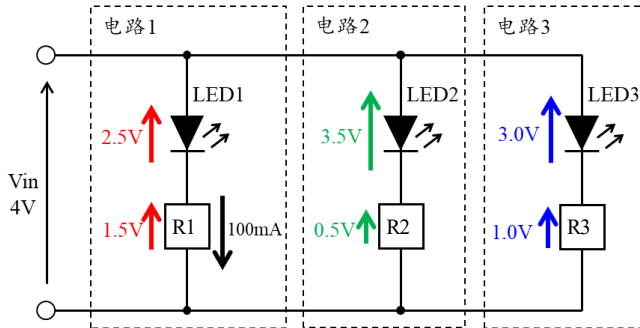


图 11. 调色电路图例

如果对各电路(电路 1、2 和 3)进行恒流驱动，电源设定电流值为 100mA。

- 1) 电路 1 中 R1 的电压值 = 4V (输入电压值) - 2.5V (LED 电压值) = 1.5V。
- 2) R1 的电流值 = 设定电流值 = 100mA (因为是恒流驱动)

由此得出：

- 3) 电路 1 中 R1 的消耗功率 = $1.5V \times 100mA = 0.15W$

如果电路 2 和电路 3 的设定电流值和电路 1 相同，也是 100mA。

- 4) 电路 2 中 R2 的消耗功率 = 0.05W
- 电路 3 中 R3 的消耗功率 = 0.1W

以上消耗功率并不用于 LED 的发光，而是以热量等形式造成的功率损失。

- 5) 整个灯具的功率损失 = 恒流电路 R1、R2、R3 的功率之和，即 $0.15W + 0.05W + 0.1W = 0.3W$ 。

之后进一步考虑 LED 的正向电压差值增大的情况。如果电路 1 中的 LED 正向电压为 2V，R1 的消耗功率将从 0.15W 增加到 0.2W。结果，整个灯具的功率损失将从 0.3W 增加到 0.35W。因此 LED 的正向电压差值越大，低驱动电压电路中的功率损失就越大，这将导致灯具发光效率降低、恒流电路中的发热量增加。

4.3. 红光 LED 的温度特性稳定

通常，红光芯片在温度升高时会出现光通量的大幅下降。因此使用红光芯片的 LED 的光通量可能无法达到设计值，而且有可能无法实现目标发光色。

日亚 E11A / E17A 系列的红光 LED 采用了温度特性较为稳定的蓝色芯片，这使温度升高导致的光通量下降较小，同时也减少了超出预期的光通量下降或色度偏移的风险。

4.4. 容易受邻近 LED 的影响

高密度安装下的 LED 可能被邻近 LED 影响，出现光通量下降、色调偏移等症状。日亚 E11A / E17A 系列在构造上容易受到影响，特别是在使用荧光体的产品中，这种影响更加显著，因此需要特别注意。日亚 E11A / E17A 系列中相邻 LED 之间的影响如图 12 所示(第 8 页)。

在不使用荧光体的产品中，LED 发出的光会照射到邻近 LED 的构成材料上，发生光反射和吸收(或透过)。因此，虽然 LED 的光通量会有所下降，但是由于不含有激发发光的荧光体，色调偏移的可能性较小。

相反，在含有荧光体的产品中，LED 发出的光可能会照射到 LED 的荧光体层，激发荧光体微弱发光，从而引起色调偏移。因为大多数荧光体都容易在接近蓝光波长的光下被激发，所以在点亮蓝光 LED 时发生色调偏移的几率特别高。

因此，日亚 E11A / W17 系列在不同的使用条件下可能会发生色调偏移。对此公司对相邻 LED 可能发生色调偏移的程度进行了评估，以下将对具体评估情况进行介绍。

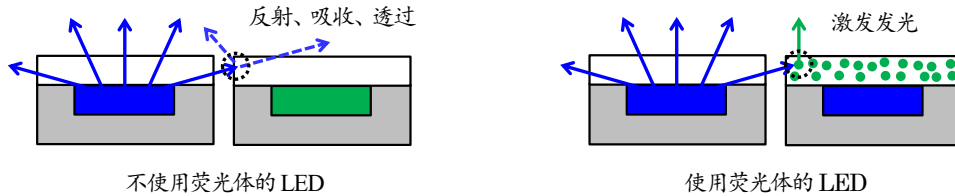


图 12. 相邻 LED 之间的影响

4.4.1. 评价方法

评价用 LED

以下型号（发光色）中任意 2 色（色 A、色 B）的所有组合。

- R: 型号 NCSRE17A（红色）、G: 型号 NCSGE17A（绿色）、B: 型号 NCSGE17A（蓝色）、
- A: 型号 NCSAE17A（橙色）、W: 型号 NCSWE17A（昼白色、sm50/R70）、
- L: 型号 NCSLE17A（暖白色、sm30/R9050）

安装间距

LED 的安装间距为表 3 中的 0.4mm~1.9mm 范围内的 4 种条件。

表 3. LED 的安装排列

	LED 间的间距			
	0.4mm	0.9mm	1.4mm	1.9mm
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></div> 色 A <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: green; margin-left: 10px; margin-right: 5px;"></div> 色 B </div>				

驱动电流值

额定电流值 350mA。另外为了排除 LED 发热的影响，使用脉冲驱动*10。

评价方法

在各试验电路板上仅点亮色 A、关闭与之相邻的色 B，通过积分球测量 LED 的色度，之后将测得的色 A 的平均色度和安装前的平均色度进行比较，算出色度偏移量。

*10: 脉冲驱动的细节请参考产品规格书。

4.4.2. 评价结果

各试验条件下的色度偏移量的测定结果如图 13~18 所示。

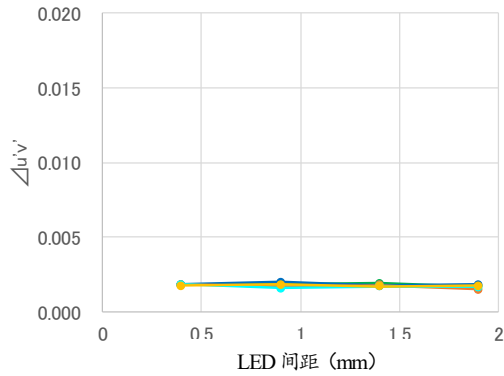


图 13. 色 A: 红色

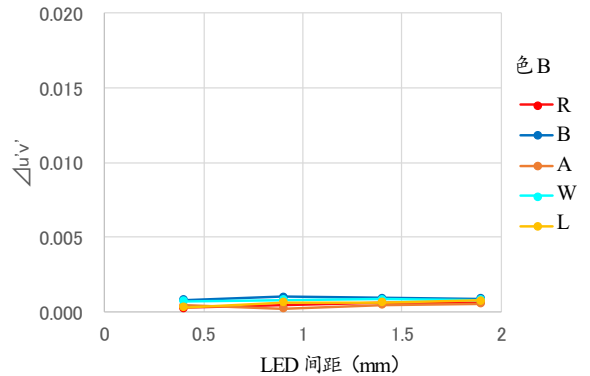


图 14. 色 A: 绿色

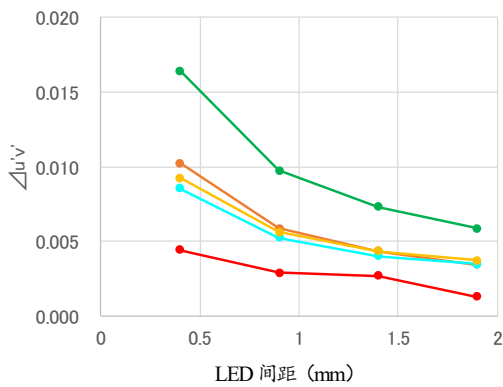


图 15. 色 A: 蓝色

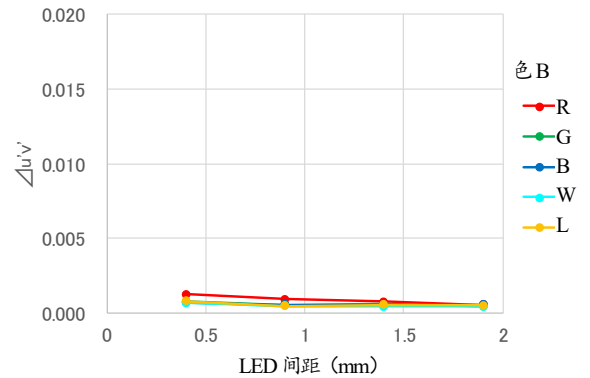


图 16. 色 A: 橙色

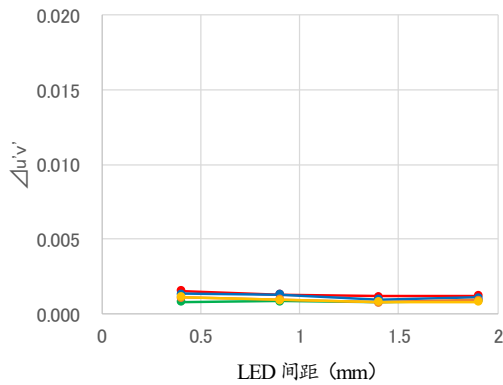


图 17. 色 A: 昼白色

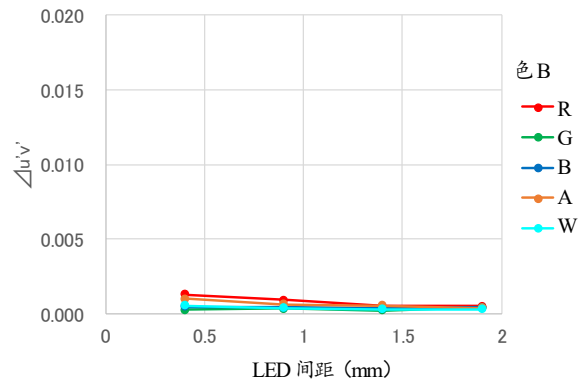


图 18. 色 A: 暖白色

评价结果

- 色 A 是蓝光 LED 以外的 LED 时基本上都不会发生色度偏移。
- 色 A 是蓝光 LED 时，LED 安装间距越小，色度偏移量越大。(如图 15)
- 色 A 是蓝光 LED 时，根据邻近 LED 的发光色不同，发生的色度偏移量也不同。如果是和绿光 LED 相邻，色度偏移量最大。这是因为根据光谱光效曲线，人眼对绿色光最为敏感，所以即使激发的光量相同，绿光的光通量最大，发生的色度偏移量也就最大。相反是和红光 LED 相邻时，发生的色度偏移量最小。(如图 15)

根据此评价结果，当和蓝光 LED 一起安装时，应该特别注意避免发生色度偏移。关于防止发生色度偏差的方法，包括将其和影响小的 LED 相邻（例如红光 LED），或是加大 LED 间的间距等。

4.5. 照射面的混色

在投光灯等大功率 LED 灯具中，通常是 1 粒 LED 配备 1 个透镜或反光罩等光学部件进行配光。为了获取更大的光输出，需要排列大量 LED。仅使用 1 个光学部件对大面积发光面进行配光控制时，必然需要非常大的透镜或反射器。相比之下，单独对每粒 LED 进行配光控制最终可以减少灯具的尺寸。但是这种方法会让混色在照射面上进行，可能会在投光阴影轮廓处出现颜色分离，或者处于灯具边缘的 LED 发光色无法和照射面上的其他颜色混合，而导致明显的色差。

日亚 E11A / E17A 系列 LED 的封装尺寸极为小巧，可以大幅缩小光源面积，因此即使使用 1 个光学部件进行配光控制，也能有效减小光学部件和整个灯具的体积。这种情况下，由于能够在发光面上进行混色，可以在一定程度上抑制照射面上的混色不均现象（如图 19）。

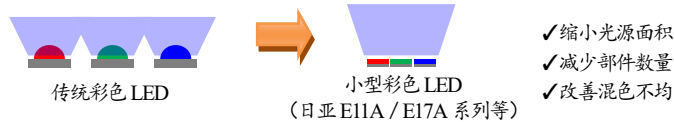


图 19. 使用日亚 E11A / E17A 系列时的调色示意图

以下将对日亚 E17A 系列在各间距下的高密度安装后，使用 1 个反光罩聚光时的照射面混色不均进行评价。

4.5.1. 评价条件

评价用 LED

R: 型号 NCSRE17A (红)、G: 型号 NCSGE17A (绿)、B: 型号 NCSCE17A (蓝)、
W: 型号 NCSWE17A (白、5000K)

发光色的排列及间距

发光色的排列方法分为 3 种。LED 的安装间距为 0.4mm~1.9mm 内的 4 种。(如表 4)

表 4. 发光色的排列方法及 LED 的安装间距

发光色的组合	LED 的安装间距			
	0.4mm	0.9mm	1.4mm	1.9mm
① R: 12 粒 G: 12 粒 B: 12 粒				
② R: 13 粒 G: 12 粒 B: 12 粒				
③ R: 10 粒 G: 10 粒 B: 8 粒 W: 9 粒				

方法①: 将 RGB 的 3 种发光色沿直线排列。因为是单纯的直线排列，电路板的电路设计比较容易。

方法②: 将 RGB 的 3 种发光色排列成不同发光色相邻排列。

方法③: 将 RGBW 的 4 种发光色排列成不同发光色相邻排列。混入白色可以使发光色变得更柔和。

评价用发光罩

用半值角度 10°左右的窄配光反光罩（反光罩尺寸如图 20）。

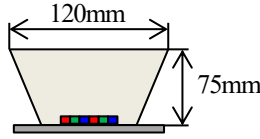


图 20. 评价用反光罩

目标发光色

目标发光色如表 5 所示。另外我们通过调整各 LED 的电流值，让各发光色的辉度和色度达到一致。

表 5. 目标发光色

发光色搭配	目标发光色	详细说明
方法①和② (RGB 的 3 色)	5000K	通过 R (红)、G (绿)、B (蓝) 3 色混色达到色温 5000K
	3000K	通过 R (红)、G (绿)、B (蓝) 3 色混色达到色温 3000K
	R (红)	只点亮 R (红)
	G (绿)	只点亮 G (绿)
	B (蓝)	只点亮 B (蓝)
	Y (黄)	R (红) 和 G (绿) 2 色混色
	M (品红)	R (红) 和 B (蓝) 2 色混色
	C (青)	G (绿) 和 B (蓝) 2 色混色
方法③ (RGBW 的 4 色)	W (白)	只点亮 W (白: 5000K)
	R (红) + W (白)	R (红) 和 W (白) 2 色混色
	G (绿) + W (白)	G (绿) 和 W (白) 2 色混色
	B (蓝) + W (白)	B (蓝) 和 W (白) 2 色混色
	Y (黄) + W (白)	R (红)、G (绿) 和 W (白) 3 色混色
	M (品红) + W (白)	R (红)、B (蓝) 和 W (白) 3 色混色
	C (青) + W (白)	G (绿)、B (蓝) 和 W (白) 3 色混色

评价方法

按照表 5 的条件驱动各电路板，对照射在距离 3m 的白色屏幕上的颜色不均情况进行确认。

4.5.2. 评价结果

- 方法① (如表 6): 混光不均, 发光色分离。另外单色亮灯时也有辉度不均。
- 方法② (如表 7): 和方法①相比, 混光不均大幅改善, 但是如果加大 LED 间距, 会出现混光不均。
- 方法③ (如表 8): 混光不均较轻, 但是辉度不均较严重。这可能因为未点亮 LED 数多于其他方法。

为了抑制混光不均和亮度不均, 可以使用方法②均匀排列 LED 以便在发光面上实现均匀混光。而如果像方法①在发光面上存在色差, 那么在照射面上也会容易出现混光不均。如果想进一步抑制混光不均、亮度不均, 可以在靠近发光面处使用光扩散透镜 (如图 21)。但是需要注意这可能会导致光通量和光强度下降。

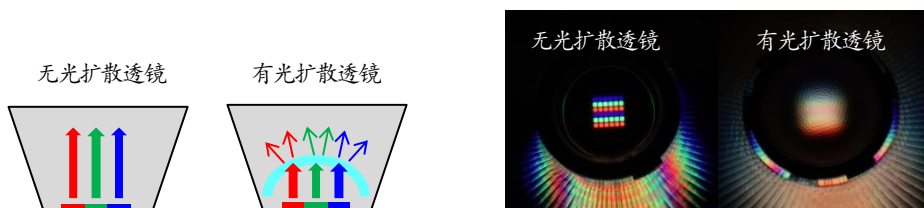


图 21. 有无使用光扩散透镜时的示意图和发光面照片

本文包括暂定内容, 日亚公司有权不经公告对其进行修改。

各驱动条件下的照射面的照片如表 6~8 所示。

表 6. 方法①的照射面照片




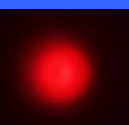
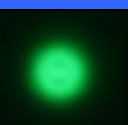

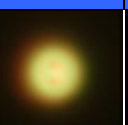




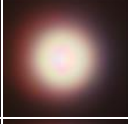




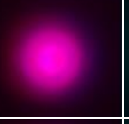


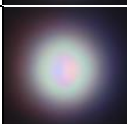
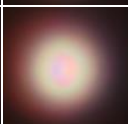


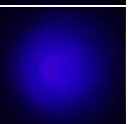

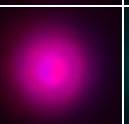
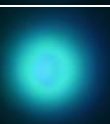

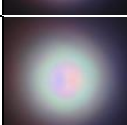
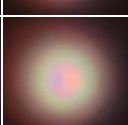


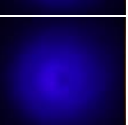

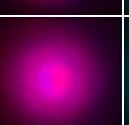
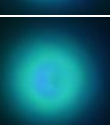
	5000K	3000K	R	G	B	Y	M	C
0.4mm 								
0.9mm 								
1.4mm 								
1.9mm 								

表 7. 方法②的照射面照片


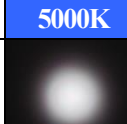
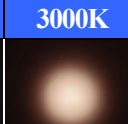



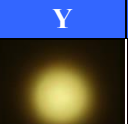

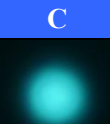




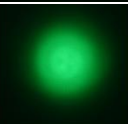


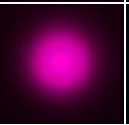
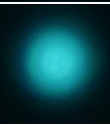


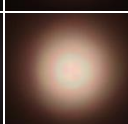
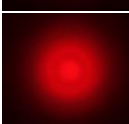
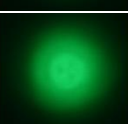


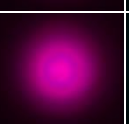


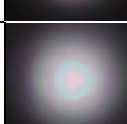


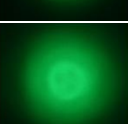

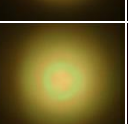





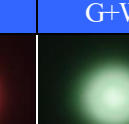
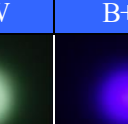
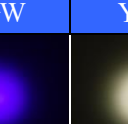





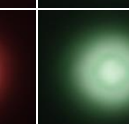
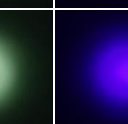
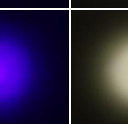



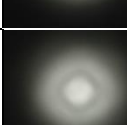
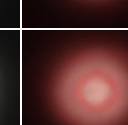
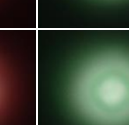
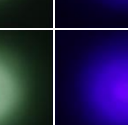
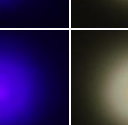

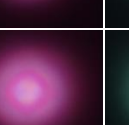

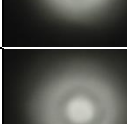
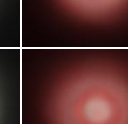


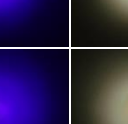


	5000K	3000K	R	G	B	Y	M	C
0.4mm 								
0.9mm 								
1.4mm 								
1.9mm 								

表 8. 方法③的照射面照片

	W	R+W	G+W	B+W	Y+W	M+W	C+W
0.4mm 							
0.9mm 							
1.4mm 							
1.9mm 							

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. LED的电路板安装

为了充分发挥日亚 E11A / E17A 系列的优点，最好对其进行高密度安装并尽量缩小光源面积。但是考虑到一般贴片机的安装精度，LED 的偏差和回流焊后的 LED 倾斜等多种因素，日亚建议最好在间距超过 0.4mm 的距离进行安装。如果需要进一步减小 LED 间的间距，客户应该事先在实际的安装条件下对其进行确认。相关本产品的贴片安装的详细内容，请参照产品规格书和应用指南。

6. 使用中的注意事项

在本产品的使用中应该注意以下几点。

- 各 LED 中施加的电流不能超过绝对最大额定值。另外根据发光色的不同，绝对最大额定值也不同，详细请参考各型号的规格书中的内容。
- 各 LED 的结点温度不能超过绝对最大额定值。特别在 LED 间距较小时，热量会集中在较小的面积上，导致中心位置的 LED 温度较高。
- 因为电流特性和温度特性等原因，实际测得的光通量和色度可能和设计值存在偏差。
- 根据使用条件可能导致在照射面出现混光不均，因此必须事先在最终组装状态及实际使用条件下进行确认。

7. 最后

本应用指南中的评价结果并不能对 LED 的性能进行保证。请务必由客户自行进行设计和验证，并在最终组装状态及实际使用条件下确认没有问题。

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）。