

## 新闻中心

- ▶ 新闻资料
- ▶ 技术研发
- ▶ 下载中心
- ▶ 视频中心
- ▶ 服务问答
- ▶ 知识百科
- ▶ 企业相册



## 产品参数说明

您当前位置: 首页 -> 百科列表 >> 产品参数说明

### 图解析白光LED详细结构

发布时间:2011-11-8 作者:熊栩 审核:熊栩 总点击: 文章来源: www.5s1ed.com [导读](#) [关闭该页](#)

#### 图解析白光LED详细结构,怎么改善白光LED的封装方法等

为了获得充分的白光LED光束,曾经开发大尺寸LED芯片,试图以此方式达成预期目标。实际上在白光LED上施加的电功率持续超过1W以上时光束反而会下降,发光效率则相对降低20%~30%,提高白光LED的输入功率和发光效率必须克服的问题有:抑制温升;确保使用寿命;改善发光效率;发光特性均等化。

增加功率会使用白光LED封装的热阻抗下降至10K/W以下,因此国外曾经开发耐高温白光LED,试图以此改善温升问题。因大功率白光LED的发热量比小功率白光LED高数十倍以上,即使白光LED的封装允许高热量,但白光LED芯片的允许温度是一定的。抑制温升的具体方法是降低封装的热阻抗。

提高白光LED使用寿命的具体方法是改善芯片外形,采用小型芯片。因白光LED的发光频谱中含有波长低于450nm的短波长光线,传统环氧树脂密封材料极易被短波长光线破坏,高功率白光LED的大光量更加速了密封材料的劣化。改用硅质密封材料与陶瓷封装材料,能使白光LED的使用寿命提高一位数。

改善白光LED的发光效率的具体方法是改善芯片结构与封装结构,达到与低功率白光LED相同的水准,主要原因是电流密度提高2倍以上时,不但不容易从大型芯片取出光线,结果反而会造成发光效率不如低功率白光LED,如果改善芯片的电极构造,理论上就可以解决上述取光问题。

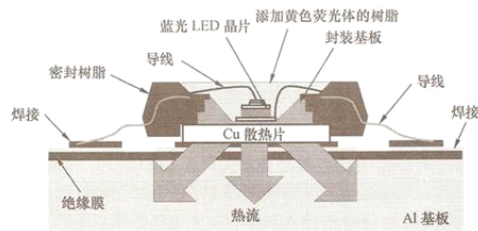
实现发光特性均匀化的具体方法是改善白光LED的封装方法,一般认为只要改善白光LED的荧光体材料浓度均匀性与荧光体的制作技术就可以克服上述困扰。

减少热阻抗、改善散热问题的具体内容分别是:

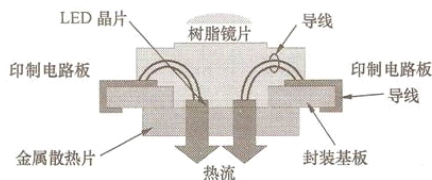
- ① 降低芯片到封装的热阻抗。
- ② 抑制封装至印制电路板的热阻抗。
- ③ 提高芯片的散热顺畅性。

为了降低热阻抗,国外许多LED厂商将LED芯片设在铜与陶瓷材料制成的散热鳍片表面,如图1所示,用焊接方式将印制电路板上散热用导线连接到利用冷却风扇强制空冷的散热鳍片上。德国OSRAM Opto Semiconductors Gmb 实验结果证实,上述结构的LED芯片到焊接点的热阻抗可以降低9K/W,大约是传统LED的1/6左右。封装后的LED施加2W的电功率时,LED芯片的温度比焊接点高18℃,即使印制电路板的温度上升到500℃,LED芯片的温度也只有700℃左右。热阻抗一旦降低,LED芯片的温度就会受到印制电路板温度的影响,为此必须降低LED芯片到焊接点的热阻抗。反过来说,即使白光LED具备抑制热阻抗的结构,如果热量无法从LED封装传导到印制电路板的话,LED温度的上升将使其发光效率下降,因此松下公司开发出了印制电路板与封装一体化技术,该公司将边长为1mm的正方形蓝光LED以覆芯片化方式封装在陶瓷基板上,接着再将陶瓷基板粘贴在铜质印制电路板表面,包含印制电路板在内模块整体的热阻抗大约是15K/W。

- (a) OSRAM LED的封装方式
- (b) CITIZEN LED的封装方式



(a) OSRAM LED的封装方式

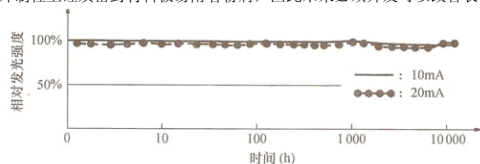


(b) CITIZEN LED的封装方式

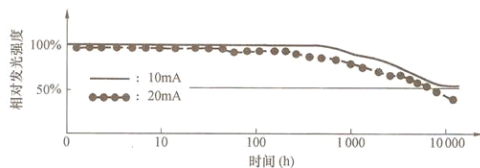
图1 LED散热结构

针对白光LED的长寿化问题，目前LED厂商采取的对策是变更密封材料，同时将荧光材料分散在密封材料内，可以更有效地抑制材质劣化与光线穿透率降低的速度。

由于环氧树脂吸收波长为400~450nm的光线的百分比高达45%，硅质密封材料则低于1%，环氧树脂亮度减半的时间不到1万小时，硅质密封材料可以延长到4万小时左右（如图2所示），几乎与照明设备的设计寿命相同，这意味着照明设备在使用期间不需更换白光LED。不过硅质密封材料属于高弹性柔软材料，加工上必须使用不会刮伤硅质密封材料表面的制作技术，此外制程上硅质密封材料极易附着粉屑，因此未来必须开发可以改善表面特性的技术。



(a) 硅质密封材料



(b) 环氧树脂

图2 硅质密封材料与环氧树脂对LED光学特性的影响

虽然硅质密封材料可以确保白光LED有4万小时的使用寿命，然而照明设备业界有不同的看法，主要争论是传统白炽灯与荧光灯的使用寿命被定义成“亮度降至30%以下”，亮度减半时间为4万小时的白光LED，若换算成亮度降至30%以下的话，大约只剩2万小时。目前有两种延长组件使用寿命的对策，分别是：

- ① 抑制白光LED整体的温升。
- ② 停止使用树脂封装方式。

以上两项对策可以达成亮度降至30%时使用寿命达4万小时的要求。抑制白光LED温升可以采用冷却白光LED封装印制电路板的方法，主要原因是封装树脂在高温状态下，加上强光照射会快速劣化，依照阿雷纽斯法则，温度降低100℃时寿命会延长2

倍。  
 停止使用树脂封装可以彻底消灭劣化因素，因为白光LED产生的光线在封装树脂内反射，如果使用可以改变芯片侧面光线行进方向的树脂材质反射板，由于反射板会吸收光线，所以光线的取出量会锐减，这也是采用陶瓷系与金属系封装材料的主要原因。LED封装基板无树脂化结构如图3所示。

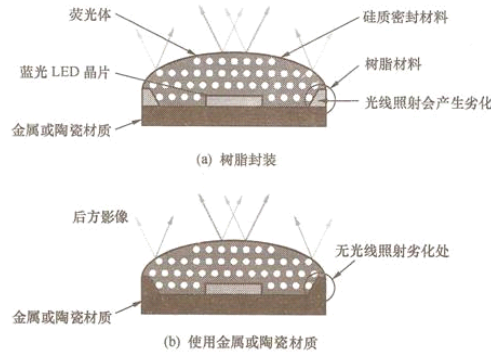


图3 LED封装基板无树脂化结构

有两种方法可以改善白光LED芯片的发光效率：一种是使用面积比小型芯片（1mm<sup>2</sup>左右）大10倍的大型LED芯片；另外一种是利用多个小型高发光效率LED芯片组合成一个单体模块。虽然大型LED芯片可以获得大光束，不过加大芯片面积会有负面影响，例如芯片内发光层不均匀、发光部位受到局限、芯片内部产生的光线放射到外部时会严重衰减等。针对以上问题，通过对白光LED的电极结构的改良，采用覆芯片化封装方式，同时整合芯片表面加上技术，目前已经达成50lm/W的发光效率。大型白光LED的封装方式如图4所示。有关芯片整体的发光层均等性，自从出现梳子状与网格状P型电极后，使电极也朝最佳化方向发展。

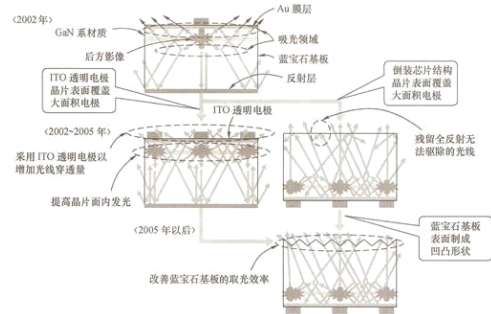


图4 大型LED的封装方式

有关覆芯片化封装方式，由于发光层贴近封装端极易排放热量，加上发光层的光线发射到外部时无电极遮蔽的困扰，所以美国Lumileds公司与日本丰田合作已经正式采用覆芯片化封装方式，芯片表面加工可以防止光线从芯片内部朝芯片外部发射时在界面处发生反射，若在光线取出部位的蓝宝石基板上设置凹凸状结构，芯片外部的取光率可以提高30%左右。经过改良的大型LED芯片封装实体可以使芯片侧面射出的光线朝封装上方的反射板行进，高效率取出芯片内部光线的封装大小是7mm×7mm左右。大型LED的最后封装方式如图5所示。

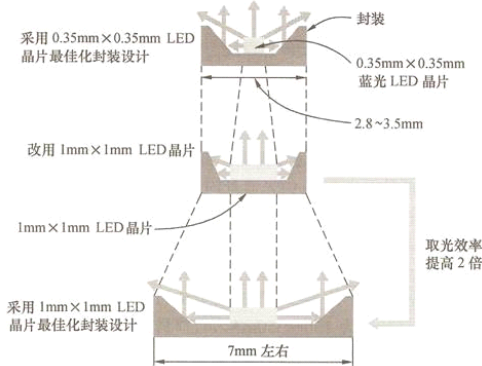


图5 大型LED的最后封装方式

小型LED芯片的发光效率的提升似乎比大型LED芯片模块更有效。例如日本CITIZEN公司组合8个小型LED芯片，达到60lm/W的高发光效率。若使用日亚公司制作的0.3mm×0.3mm小型LED芯片，一个封装模块最多使用12个这样的芯片，各LED芯片采用传统金线粘合封装方式，施加功率是2W左右。

对于白光LED辉度与色温不均匀问题，在使用上必须筛选光学特性类似的白光LED。事实上减少白光LED发光特性的不均匀性、使LED芯片发光特性一致化以及实施荧光体材料浓度分布均匀化管理是非常重要的。

有关LED芯片的发光特性，各厂商都在非常积极地进行芯片筛选、发光特性的均等化处理等以减少LED发光特性不均匀问题，如松下电器公司已通过芯片的筛选达成特性一致化的目标。该公司利用覆芯片化方式，将64个LED芯片封装在一片基板上，最后再分别覆盖荧光体。在加工时LED芯片先封装在次基板测试发光特性，接着将发光特性一致的芯片移植封装在主基板上。8个LED芯片封装在一片基板上，即使LED芯片的发光特性不均匀，8个LED芯片合计的发光特性在封装之间的不均匀性会变得非常小。利用多个小型LED芯片的组合提高发光波长均匀性的效果如图6所示。

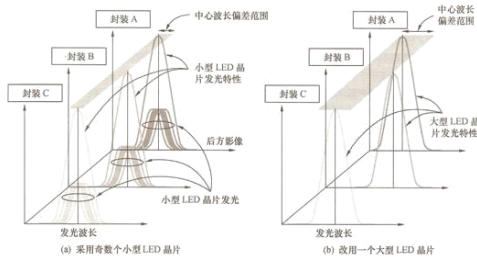


图6 利用多个小型LED芯片的组合提高发光波长均匀性

白光LED通常是用内含荧光体材料的密封树脂直接覆盖LED芯片，此时密封树脂中荧光体材料的浓度可能出现偏差，最后造成白光LED的色温分布不均匀。因此，可将含荧光体材料的树脂薄片与LED芯片结合，由于薄片厚度与荧光体材料的浓度经过严格的管理，所以白光LED的色温分布不均程度比传统方式减少了4/5。业界认为使用荧光体薄片方式，配合LED芯片的发光特性，改变荧光体的浓度与薄片的厚度，就可以使白光LED的色温变化控制在预期范围内。

虽然说随着白光LED发光效率的逐步提高，将白光LED应用在照明领域的可能性也越来越大，但是很明显地，单只白光LED的光通量均偏低，因此以目前的封装形式是不太可能以单只白光LED来达到照明所需要的流明数。针对这问题，目前主要的解决方法大致上可分为两类：一类是较传统地将多只LED组成光源模块来使用，而其中每只白光LED所需要的驱动电源与一般使用的相同（为20~30mA）；另一类方法是使用较大面积的芯片，此时不再使用传统的0.3mm2大小的芯片，而采用0.6~1mm2大小的芯片，并使用高驱动电流来驱动这样的发光组件（一般为150~350mA，目前最高达到500mA以上）。但无论是使用何种方法，都会因为必须在极小的LED封装中处理极高的热量，若组件无法散去这些热量，除了各种封装材料会由于彼此间膨胀系数的不同而有产品可靠性的问题，芯片的发光效率更会随着温度的上升而有明显地下降，并造成使用寿命明显地缩短。因此，如何散去组件中的热量，成为目前白光LED封装技术的重要课题。

对于白光LED而言，最重要的是输出的光通量及光色，所以白光LED的一端必定不能遮光，而需使用高透明效果的环氧树脂材料包裹。然而目前环氧树脂几乎都是不导热材料，因此对于目前的白光LED封装技术而言，主要是利用其白光LED芯片下方的金属脚座散去组件所发出的热量。就目前的趋势看来，金属脚座材料主要是以高热传导系数的材料为主而组成的，如铝、铜甚至陶瓷材料等，但这些材料与芯片间的热膨胀系数差异甚大，若将其直接接触，很可能因为在温度升高时材料间产生应

方而造成可靠性问题，所以一般都会在材料间加上具有适当传导系数及膨胀系数的中间材料作为间隔。松下电器将公司多只白光LED制成在金属材料与金属系复合材料所制成的多层基板模块上以形成光源模块，利用光源基板的高导热效果，使光源的输出在长时间使用时仍能维持稳定。Lumileds生产的白光LED基板所使用的材料为具有高传导系数的铜材，再将其连接至特制的金属电路板，就可以兼顾电路导通及增加热传导效果。

大功率白光LED产品的芯片制造技术、封装技术似乎已经成为高亮度白光LED的主流技术，然而与大芯片相关的制造技术及封装技术不只是一将芯片面积做大，若希望将白光LED应用于高亮度照明领域，相关技术仍有待进一步研究。

白光LED应用于一般照明领域还有诸多问题需要解决，首先是白光LED的效率提升，例如GaInN系的绿光、蓝光以及近紫外光LED的效率仍有很大的开发裕度。此外，综合能源效率的内部量子效率的提升是最重要的项目，内部量子效率由活性层的非发光再结合百分比与发光再结合百分比所决定，因此可以把焦点锁定在非发光再结合这部分，并设法降低结晶缺陷。而减少紫外光LED的转位密度确实可以明显提高内部量子效率，未来必须针对紫外光LED进一步降低它的转位密度。不过这项对策对绿光、蓝光LED并没有明显的影响。

绿光与蓝光LED在低电流密度（约 $1\text{A}/\text{cm}^2$ ）时具有最大的量子效率，在高电流密度时量子效率反而会下降，如图7所示。从成本观点考虑时则希望LED能够以高电流密度来驱动，同时尽可能增加组件的输出功率，因此早日解开绿光与蓝光LED高电流密度时量子效率下降的机理与原因，不单是材料物理特性探索上的需要，这项研究对于未来应用也是具有关键性的角色。目前的研究显示紫光LED（波长为 $382\text{nm}$ ）即使施加高电流密度（ $50\text{A}/\text{cm}^2$ ），量子效率也不会下降。

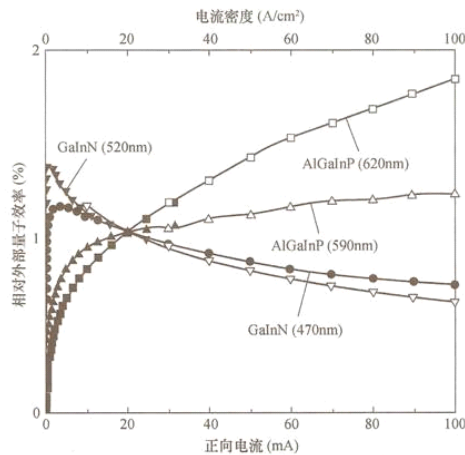


图7 GaInN系LED的量子效率与电流密度的关系

传统的白光LED都是将边长为 $200\sim 350\mu\text{m}$ 的正方形芯片封装成圆柱外形，之后为了获得照明所需要的光束，再将已封装的多个白光LED组件排列成矩阵状。单纯以高输出功率为目的而特别开发出的面积比以往芯片大 $6\sim 10$ 倍，外形尺寸高达 $500\mu\text{m}\times 1\text{mm}$ 的白光LED，虽然封装后可获得数百毫瓦（数十流明）的输出功率，但是加大芯片的外形尺寸，反而使白光LED内部的光吸收比率增加、外部取光率降低。就以AlGaInP LED为例，芯片的外形尺寸从 $0.22\text{mm}\times 0.22\text{mm}$ 加大为 $0.50\text{mm}\times 0.50\text{mm}$ 后，外部取光率反而降低20%左右。如果改用TIP结构，内部多重反射的结果使得内部光吸收率降低，外部取光率则明显提高。GaInN LED也有相同的效果。如何提高LED芯片的外部取光率是LED应用于一般照明领域的关键。此外，高的热阻抗（ $150\sim 200\text{K}/\text{W}$ ）对高亮度输出相当不利。LED内部量子效率对活性层温度的依存度极大，因此除了低热阻抗封装技术之外，利用散热片排除活性层的热流成为今后研发的热点。

