LED封装的取光效率分析

常规LED一般是支架式，采用环氧树脂封装，功率较小，整体发光光通量不大，亮度高的也只能作为一些特殊照明使用。随着LED芯片技术和封装技术的发展，顺应照明领域对高光通量LED产品的需求，功率型LED逐步走入市场。这种功率型的LED一般是将发光芯片放在散热热沉上，上面装配光学透镜以达到一定光学空间分布，透镜内部填充低应力柔性硅胶。

　　功率型LED要真正进入照明领域，实现家庭日常照明，其要解决的问题还有很多，其中最重要的便是发光效率。目前市场上功率型LED报道的最高流明效率在50lm/W左右，还远达不到家庭日常照明的要求。为了提高功率型LED发光效率，一方面其发光芯片的效率有待提高;另一方面，功率型LED的封装技术也需进一步提高，从结构设计、材料技术及工艺技术等多方面入手，提高产品的封装取光效率。



　　**一、影响取光效率的封装要素**

　　**1. 散热技术**

　　对于由PN结组成的发光二极管，当正向电流从PN结流过时，PN结有发热损耗，这些热量经由粘结胶、灌封材料、热沉等，辐射到空气中，在这个过程中每一部分材料都有阻止热流的热阻抗，也就是热阻，热阻是由器件的尺寸、结构及材料所决定的固定值。设发光二极管的热阻为Rth(℃/W)，热耗散功率为PD(W)，此时由于电流的热损耗而引起的PN结温度上升为：

　　T(℃)=Rth×PD

　　PN结结温为：

　　TJ=TA+ Rth×PD

　　其中TA为环境温度。由于结温的上升会使PN结发光复合的几率下降，发光二极管的亮度就会下降。同时，由于热损耗引起的温升增高，发光二极管亮度将不再继续随着电流成比例提高，即显示出热饱和现象。另外，随着结温的上升，发光的峰值波长也将向长波方向漂移，约0.2-0.3nm/℃，这对于通过由蓝光芯片涂覆YAG荧光粉混合得到的白色LED来说，蓝光波长的漂移，会引起与荧光粉激发波长的失配，从而降低白光LED的整体发光效率，并导致白光色温的改变。

　　对于功率发光二极管来说，驱动电流一般都为几百毫安以上，PN结的电流密度非常大，所以PN结的温升非常明显。对于封装和应用来说，如何降低产品的热阻，使PN结产生的热量能尽快的散发出去，不仅可提高产品的饱和电流，提高产品的发光效率，同时也提高了产品的可靠性和寿命。为了降低产品的热阻， 首先封装材料的选择显得尤为重要，包括热沉、粘结胶等，各材料的热阻要低，即要求导热性能良好。其次结构设计要合理，各材料间的导热性能连续匹配，材料之间的导热连接良好，避免在导热通道中产生散热瓶颈，确保热量从内到外层层散发。同时，要从工艺上确保，热量按照预先设计的散热通道及时的散发出去。

　　**2. 填充胶的选择**

　　根据折射定律，光线从光密介质入射到光疏介质时，当入射角达到一定值，即大于等于临界角时，会发生全发射。以GaN蓝色芯片来说，GaN材料的折射率是2.3，当光线从晶体内部射向空气时，根据折射定律，临界角θ0=sin-1(n2/n1)。

　　其中n2等于1，即空气的折射率，n1是GaN的折射率，由此计算得到临界角θ0约为25.8度。在这种情况下，能射出的光只有入射角≤25.8度这个空间立体角内的光。据报导，目前GaN芯片的外量子效率在30%-40%左右，因此，由于芯片晶体的内部吸收，能射出到晶体外面光线的比例很少。据报导，目前GaN芯片的外量子效率在30%-40%左右。同样，芯片发出的光要透过封装材料，传送到空间，也要考虑材料对取光效率的影响。

　　所以，为了提高LED产品封装的取光效率，必须提高n2的值，即提高封装材料的折射率，以提高产品的临界角，从而提高产品的封装发光效率。同时，封装材料对光线的吸收要小。为了提高出射光的比例，封装的外形最好是拱形或半球形，这样，光线从封装材料射向空气时，几乎是垂直射到界面，因而不再产生全反射。

　　**3. 反射处理**

　　反射处理主要有两方面，一是芯片内部的反射处理，二是封装材料对光的反射，通过内、外两方面的反射处理，来提高从芯片内部射出的光通比例，减少芯片内部吸收，提高功率LED成品的发光效率。从封装来说，功率型LED通常是将功率型芯片装配在带反射腔的金属支架或基板上，支架式的反射腔一般是采取电镀方式提高反射效果，而基板式的反射腔一般是采用抛光方式，有条件的还会进行电镀处理，但以上两种处理方式受模具精度及工艺影响，处理后的反射腔有一定的反射效果，但并不理想。目前国内制作基板式的反射腔，由于抛光精度不足或金属镀层的氧化，反射效果较差，这样导致很多光线在射到反射区后被吸收，无法按预期的目标反射至出光面，从而导致最终封装后的取光效率偏低。

　　**4. 荧光粉选择与涂覆**

　　对于白色功率型LED来说，发光效率的提高还与荧光粉的选择和工艺处理有关。为了提高荧光粉激发蓝色芯片的效率，首先荧光粉的选择要合适，包括激发波长、颗粒度大小、激发效率等，需全面考核，兼顾各个性能。其次，荧光粉的涂覆要均匀，最好是相对发光芯片各个发光面的胶层厚度均匀，以免因厚度不均造成局部光线无法射出，同时也可改善光斑的质量。

　**二、结论**

　　良好的散热设计对提高功率型LED产品发光效率有着显着的作用，同时也是确保产品寿命和可靠性的前提。而设计良好的出光通道，这里着重指反射腔、填充胶等的结构设计、材料选择和工艺处理，可以有效提高功率型LED的取光效率。对功率型白光LED来说，荧光粉的选择和工艺设计，对光斑的改善和发光效率的提高也至关重要。