

八大问题解析玩转 LED 芯片知识

1、LED 芯片的制造流程是怎样的？

LED 芯片制造主要是为了制造有效可靠的低欧姆接触电极，并能满足可接触材料之间最小的压降及提供焊线的压垫，同时尽可能多地出光。镀膜工艺一般用真空蒸镀方法，其主要在 1.33×10^{-4} Pa 高真空下，用电阻加热或电子束轰击加热方法使材料熔化，并在低气压下变成金属蒸气沉积在半导体材料表面。一般所用的 P 型接触金属包括 AuBe、AuZn 等合金，N 面的接触金属常采用 AuGeNi 合金。镀膜后形成的合金层还需要通过光刻工艺将发光区尽可能多地露出来，使留下来的合金层能满足有效可靠的低欧姆接触电极及焊线压垫的要求。光刻工序结束后还要通过合金化过程，合金化通常是在 H₂ 或 N₂ 的保护下进行。合金化的时间和温度通常是根据半导体材料特性与合金炉形式等因素决定。当然若是蓝绿等芯片电极工艺还要复杂，需增加钝化膜生长、等离子刻蚀工艺等。

2、LED 芯片制造工序中，哪些工序对其光电性能有较重要的影响？

一般来说，LED 外延生产完成之后她的主要电性能已定型，芯片制造不对其产管核本性改变，但在镀膜、合金化过程中不恰当的条件会造成一些电参数的不良。比如说合金化温度偏低或偏高都会造成欧姆接触不良，欧姆接触不良是芯片制造中造成正向压降 VF 偏高的主要原因。在切割后，如果对芯片边缘进行一些腐蚀工艺，对改善芯片的反向漏电会有较好的帮助。这是因为用金刚石砂轮刀片切割后，芯片边缘会残留较多的碎屑粉末，这些如果粘在 LED 芯片的 PN 结处就会造成漏电，甚至会有击穿现象。另外，如果芯片表面光刻胶剥离不干净，将会造成正面焊线难与虚焊等情况。如果是背面也会造成压降偏高。在芯片生产过程中通过表面粗化、划成倒梯形结构等办法可以提高光强。

3、LED 芯片为什么要分成诸如 8mil、9mil、…，13~22mil，40mil 等不同尺寸？尺寸大小对 LED 光电性能有哪些影响？

LED 芯片大小根据功率可分为小功率芯片、中功率芯片和大功率芯片。根

据客户要求可分为单管级、数码级、点阵级以及装饰照明等类别。至于芯片的具体尺寸大小是根据不同芯片生产厂家的实际生产水平而定，没有具体的要求。只要工艺过关，芯片小可提高单位产出并降低成本，光电性能并不会发生根本变化。芯片的使用电流实际上与流过芯片的电流密度有关，芯片小使用电流小，芯片大使用电流大，它们的单位电流密度基本差不多。如果10mil芯片的使用电流是20mA的话，那么40mil芯片理论上使用电流可提高16倍，即320mA。但考虑到散热是大电流下的主要问题，所以它的发光效率比小电流低。另一方面，由于面积增大，芯片的体电阻会降低，所以正向导通电压会有所下降。

4、LED大功率芯片一般指多大面积的芯片？为什么？

用于白光的LED大功率芯片一般在市场上可以看到的都在40mil左右，所谓的大功率芯片的使用功率一般是指电功率在1W以上。由于量子效率一般小于20%大部分电能会转换成热能，所以大功率芯片的散热很重要，要求芯片有较大的面积。

5、制造GaN外延材料的芯片工艺和加工设备与GaP、GaAs、InGaAlP相比有哪些不同的要求？为什么？

普通的LED红黄芯片和高亮四元红黄芯片的基板都采用GaP、GaAs等化合物半导体材料，一般都可以做成N型衬底。采用湿法工艺进行光刻，最后用金刚砂轮刀片切割成芯片。GaN材料的蓝绿芯片是用的蓝宝石衬底，由于蓝宝石衬底是绝缘的，所以不能作为LED的一个极，必须通过干法刻蚀的工艺在外延面上同时制作P/N两个电极并且还要通过一些钝化工艺。由于蓝宝石很硬，用金刚砂轮刀片很难划成芯片。它的工艺过程一般要比GaP、GaAs材料的LED多而复杂。

6、“透明电极”芯片的结构与它的特点是什么？

所谓透明电极一是要能够导电，二是要能够透光。这种材料现在最广泛应用在液晶生产工艺中，其名称叫氧化铟锡，英文缩写ITO，但它不能作为焊垫使用。制作时先要在芯片表面做好欧姆电极，然后在表面覆盖一层ITO再在ITO表面镀一层焊垫。这样从引线上下来的电流通过ITO层均匀分布到各个欧姆接触电极上，同时ITO由于折射率处于空气与外延材料折射率

之间，可提高出光角度，光通量也可增加。

7、用于半导体照明的芯片技术的发展主流是什么？

随着半导体 LED 技术的发展，其在照明领域的应用也越来越多，特别是白光 LED 的出现，更是成为半导体照明的热点。但是关键的芯片、封装技术还有待提高，在芯片方面要朝大功率、高光效和降低热阻方面发展。提高功率意味着芯片的使用电流加大，最直接的办法是加大芯片尺寸，现在普遍出现的大功率芯片都在 $1\text{mm}\times 1\text{mm}$ 左右，使用电流在 350mA。由于使用电流的加大，散热问题成为突出问题，现在通过芯片倒装的方法基本解决了这一文题。随着 LED 技术的发展，其在照明领域的应用会面临一个前所未有的机遇和挑战。

8、什么是“倒装芯片 (Flip Chip)”？它的结构如何？有哪些优点？

蓝光 LED 通常采用 Al₂O₃ 衬底，Al₂O₃ 衬底硬度很高、热导率和电导率低，如果采用正装结构，一方面会带来防静电问题，另一方面，在大电流情况下散热也会成为最主要的问题。同时由于正面电极朝上，会遮掉一部分光，发光效率会降低。大功率蓝光 LED 通过芯片倒装技术可以比传统的封装技术得到更多的有效出光。

现在主流的倒装结构做法是：首先制备出具有适合共晶焊接电极的大尺寸蓝光 LED 芯片，同时制备出比蓝光 LED 芯片略大的硅衬底，并在上面制作出供共晶焊接的金导电层及引出导线层（超声金丝球焊点）。然后，利用共晶焊接设备将大功率蓝光 LED 芯片与硅衬底焊接在一起。这种结构的特点是外延层直接与硅衬底接触，硅衬底的热阻又远远低于蓝宝石衬底，所以散热的问题很好地解决了。由于倒装后蓝宝石衬底朝上，成为出光面，蓝宝石是透明的，因此出光问题也得到解决。