

## OFweek 盘点：2011 年 LED 封装产业四大进展

### 一、COB 封装

目前，LED 封装方法大致可区分为透镜式(Lens-type)以及反射杯式(Reflector-type)，其中透镜的成型可以是模塑成型(Molding)或透镜黏合成型；而反射杯式芯片则多由混胶、点胶、封装成型；近年来磊晶、固晶及封装设计逐渐成熟，LED 的芯片尺寸与结构逐年微小化，高功率单颗芯片功率达 1~3W，甚至是 3W 以上，当 LED 功率不断提升，对于 LED 芯片载版及系统电路版的散热及耐热要求，便日益严苛。

鉴于绝缘、耐压、散热与耐热等综合考量，陶瓷基板成为以芯片次黏着技术的重要材料之一。其技术可分为厚膜工艺(Thick film)、低温共烧工艺(LTCC)与薄膜工艺(DPC)等方式制成。然而，厚膜工艺与低温共烧工艺，是利用网印技术与高温工艺烧结，易产生线路粗糙、对位不精准、与收缩比例问题，若针对线路越来越精细的高功率 LED 产品，或是要求对位准确的共晶或覆晶工艺生产的 LED 产品而言，厚膜与低温共烧的陶瓷基板，已逐渐不敷使用。

为此，高散热系数薄膜陶瓷散热基板，运用溅镀、电 / 化学沉积，以及黄光微影工艺而成，具备金属线路精准、材料系统稳定等特性，适用于高功率、小尺寸、高亮度的 LED 的发展趋势，更是解决了共晶 / 覆晶封装工艺对陶瓷基板金属线路解析度与精确度的严苛要求。当 LED 芯片以陶瓷作为载板时，此 LED 模組的散热瓶颈则转至系统电路板，其将热能由 LED 芯片传至散热鳍片及大气中，随着 LED 芯片功能的逐渐提升，材料亦逐渐由 FR4 转变至金属芯印刷电路板(MCPCB)，但随着高功率 LED 的需求进展，MCPCB 材质的散热系数(2~4W/mk)无法用于更高功率的产品，为此，陶瓷电路板(Ceramic circuit board)的需求便逐渐普及，为确保 LED 产品在高功率运作下的材料稳定性与光衰稳定性，以陶瓷作为散热及金属佈线基板的趋势已日渐明朗。陶瓷材料目前成本高于 MCPCB，因此，如何利用陶瓷高散热系数特性下，节省材料使用面积以降低生产成本，成为陶瓷 LED 发展的重要指标之一。因此，近年来，以陶瓷材料 COB 设计整合多晶封装与系统线路亦逐渐受到各封装与系统厂商的重视。

COB，在电子制造业里并不是一项新鲜的技术，是指直接将裸外延片黏贴在电路板上，并将导线 / 焊线直接焊接在 PCB 的镀金线路上，也是俗称中的打线(Wire bonding)，再透过封胶的技术，有效的将 IC 制造过程中的封装步骤转移到电路板上直接组装。在 LED 产业中，由于现代科技产品越来越讲究轻薄与高可携性，此外，为了节省多颗 LED 芯片设计的系统板空间问题，在高功率 LED 系统需求中，便开发出直接将芯片黏贴于系统板的 COB 技术。

COB 的优点在于：高成本效益、线路设计简单、节省系统板空间等，但亦存在着芯片整合亮度、色温调和与系统整合的技术门槛。以 25W 的 LED 为例，传统高功率 25W 的 LED 光源，须采用 25 颗 1W 的 LED 芯片封装成 25 颗 LED 元件，

而 COB 封装是将 25 颗 1W 的 LED 芯片封装在单一芯片中，因此需要的二次光学透镜将从 25 片缩减为 1 片，有助于缩小光源面积、缩减材料、系统成本，进而可简化光源系二次光学设计并节省组装人力成本。此外，高功率 COB 封装仅需单颗高功率 LED 即可取代多颗 1 瓦(含)以上 LED 封装，促使产品体积更加轻薄短小。

据了解，目前 COB 封装的球泡灯已经占据了 LED 灯泡 40%左右的市场，日本及国内很多企业都开始走 COB 封装模式。业内人士预测，COB 封装将成为未来发展的必然趋势。

虽然 COB 封装的呼声很大，回温迹象明显，但前景似乎也并未明朗。“在两三年内，COB 封装技术还是不能成为主流”浙江亿米光电科技有限公司研发部的邹军博士。他补充道，由于目前国内大部分企业还是采用传统的封装方式，在技术和成本各种条件的制约，外来技术传入及普及还需要时间，COB 封装技术还不能很快占据大势，但不可否认的是，COB 封装技术是目前一个强劲的发展方向。

一个尴尬的境地在于，目前应用企业对 COB 集成封装的需求很少。由于上一轮的投入失败，导致很多照明应用企业不敢轻易使用这一封装方式。据了解，COB 封装技术的瓶颈在于如何提高光源的可靠性，及其环境的试用度，然而，目前市场上能量产 COB 光源的封装企业不多，而且大多使用铝基板作为材料。铝基板 COB 由于其热阻较大，可靠性不高，容易出现光衰和死灯的现象。陶瓷基虽然是 COB 的理想材料之一，但是由于成本高，在功率小于 2W 时成本较高，难于被客户接受。

“与传统 LED 封装技术相比，COB 面板光源光线很柔和，具有非常大的市场，是未来的一个发展方向”，日明科技董事长王锐勋表示。

“市场上对于 COB 光源还处于观望态度，需求不高。小芯片使用较多，大芯片的 COB 封装还存在热阻和光效等诸多问题”，台湾某封装技术工程师表示。对此，网络上网友也各执一词，大部分对 COB 封装存在疑惑，不清楚其“是否适合大批量生产”。

但是目前包括台湾厂商在内，能做成高可靠性 COB 光源的企业凤毛麟角。因此，为了增强市场需求，有不少企业实行 COB 封装与应用一体化，解决产品标准不一致的问题。

## 二、 高压 LED

在同样输出功率下，高压 LED 所需的驱动电流大大低于低压 LED。如以晶元光电的高压蓝光 1WLED 为例，它的正向压降高达 50V，也即它只需 20mA 驱动电流就可以输出 1W 功率，而普通正向压降为 3V 的 1WLED，需要 350mA 驱动电流才

能输出 1W 功率，因此同样输出功率的高压 LED 在工作时耗散的功率要远低于低压 LED，这意味着散热铝外壳的成本可大大降低。

高压 LED 可以大幅降低 AC-DC 转换效率损失。以 10W 输出功率为例，如果采用正向压降为 50V 的 1W 高压 LED，输出端可以采取 2 并 4 串的配置，4 个串联 LED 的正向压降为 200V，也就是说只需从市电 220V 交流电 (AC) 利用桥式整流及降 20V 就可以了。但如果我们采用正向压降为 3V 的 1W 低压 LED，即便 10 个串在一起正向压降也不过 30V，也就是说需要从 220VAC 市电降压到 30VDC。我们知道，输入和输出压差越低，AC 到 DC 的转换效率就越高，可见如采用高压 LED，变压器的效率就可以得到大大提高，从而可大幅降低 AC-DC 转换时的功率损失，这一热耗减少又可进一步降低散热外壳的成本。

因此，如采用高压 LED 来开发 LED 通用照明灯具产品，总体功耗可以大大降低，从而大幅降低对散热外壳的设计要求，如我们可用更薄更轻的铝外壳就可满足 LED 灯具的散热需求，由于散热铝外壳的成本是 LED 照明灯具的主要成本组成部分之一，铝外壳成本有效降低也意味着整体 LED 照明灯具成本的有效降低。由此可见，高压 LED 可以带来 LED 照明灯具成本和重量的有效降低，但其更重要的意义是大幅降低了对散热系统的设计要求，从而有力扫清了 LED 照明灯具进入室内照明市场的最大技术障碍。因此，高压 LED 将主导未来的 LED 通用照明灯具市场。

LED 企业对高压 LED 的持续热情，也伴随着高压 LED 客户的增加，相比之下，低压 LED 芯片面临着越来越难卖进 LED 通用照明市场的危险。

相比低压 LED，目前比较流行的说法是，高压 LED 有两大明显竞争优势：第一，在同样输出功率下，高压 LED 所需的驱动电流大大低于低压 LED。第二，高压 LED 可以大幅降低 AC-DC 转换效率损失。

### 三、AC LED

以高效节能、绿色环保、长寿命为特点的新兴 LED 照明技术如今正在加速发展，应用中的新技术、新方案也不断涌现。LED 照明设计可结合光源特性，如光源指向性、冷光源及色彩变化等，必将将成为照明市场主流。近年来，随着 LED 在材料选取、晶粒制程、封装架构设计技术等方面的研究不断进步，一种新的交流发光二极管（AC LED）技术应运而生，通过一种新的思路，推动了 LED 照明技术的实用化。

传统的 LED 是典型的低压直流器件，无法直接在我们日常照明使用的电源是高压交流（AC 100~220V）下使用，必须经过变压器或开关电源降压，然后将交流（AC）变换成直流（DC），再变换成直流恒流源，才能供 LED 光源使用。

因此在 LED 灯具里必然要有一定的空间来安置这个变换器，不利于照明灯具的设计和小型化。而且系统经过的变换环节，能量必然有一定量的损耗，DC LED 在交流、直流之间转换时约 15%~30% 的电力被损耗，系统效率很难做到 90% 以上。如果能用交流（AC）直接驱动 LED 光源发光，系统应用方案将大大简化，系统效率将很轻松地达到 90% 以上。变换装置的存在造成了传统 LED 照明产品成本较高的因素，也成为制约 LED 光源产品寿命的瓶颈，无法体现 LED 长寿命的特点。

AC LED 是相对于传统的 DC LED 来说，无须经过 AC/DC 转换，可直接插电于 220V（或 110V）交流电使用的 LED 照明技术。AC LED 光源的技术关键是 LED 晶粒在封装时的特殊排列组合技术，同时利用 LED PN 结的二极管特性兼作整流，通过半导体制作工艺将多个晶粒集成在一个单芯片上，即高功率单晶粒（single power chip）LED 技术，并采用交错的矩阵式排列工艺组成桥式电路，使 AC 电流可双向导通，实现发光。晶粒的排列如图 1 所示，左图是 AC LED 晶粒采用交错的矩阵式排列示意图，右小图是实际 AC LED 晶粒排列照片，AC LED 晶粒在接上交流后通体发光，因此只需要二根引线导入交流源即能发光工作。

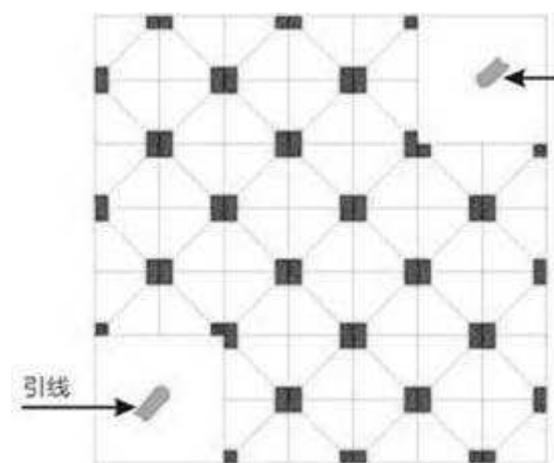


图 1 AC LED 晶粒封装示意图

AC LED 光源的工作原理如图 2 所示，由 LED 微晶粒采用交错的矩阵式排列工艺组成 5 个桥臂，组成类似一个整流桥，整流桥的两端分别联接交流源，另两端联接一组 LED 晶粒，交流的正半周沿实线流动，3 个桥臂的 LED 晶粒发光，负半周沿虚线流动，又有 3 个桥臂的 LED 晶粒发光，四个桥臂上的 LED 晶粒轮番发光，相对桥臂上的 LED 晶粒同时发光，中间桥臂的 LED 晶粒因共用而一直在发光。

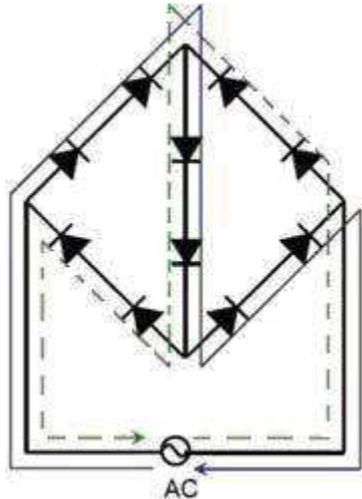


图 2 AC LED 光源的工作原理

在 50Hz（60Hz）的交流中会以每秒 50（60）次的频率轮替点亮。整流桥取得的直流是脉动直流，LED 的发光也是闪动的，LED 有断电余辉续光的特性，余辉可保持几十微秒，而人眼对流动光点记忆是有惰性的，所以感觉不到光的闪动。LED 有一半时间在工作，所以发热得以减少 40%~20%。其使用寿命较 DC LED 长。

AC LED 体积小，可应用于工业及民用小型指示灯；高压低电流导通优点克服了使用 DC LED 时，线路高损耗造成需依赖电源供应器接续的问题；而且双向导通，蓝绿光 LED 无静电击穿 ESD 问题；使用微晶粒技术大幅提高发光效率；由于功率因数提高与低电流控制，对于一般照明产业及 LCD 背光面板产业，更是一项实用化新技术。

韩国汉城半导体公司即今天的首尔半导体早在 2005 年已发明可以用交流电直接驱动使其发光的 AC LED, 其次是美同 III-N Technology, 3N 技术开发 MOCVD 生长技术基础的氮化镓衬底，可以增进照明和传感器的应用，并降低成本和提高生产效率。对大大小小的硅发光二极管提供 6 英寸生产技术。3N 发明的单芯片交流发光二极管 (AC LED)，建立了全面的专利组合，以保护和改善技术，牢固地确立其专有的立场，是首屈一指的大规模商业化生产的交流发光二极管产品。台湾工业技术研究院 2008 年也完成可产业化生产并有实际应用系统方案的 AC LED 产品，可直接插电于 60Hz 或更高频率的 AC 110V 交流电压使其交流发光，应用于指示灯、霓虹灯、低瓦数照明灯，能有效解决现有 LED 无法直接在交流电源下使用，造成产品应用成本较高的缺点。台湾工研院的 On Chip AC LED 因此获得素有美国产业创新奥斯卡奖之称的 2008 年 R&D 100 Award 大奖。现在全世界只有美国、韩国、台湾工研院有此技术，台湾工研院开发出白光、蓝光及绿光 AC LED 制程技术不仅与国际同步，也是全球领先者之一。

AC LED 成熟的产品如首尔用于 AC110V 的 AX3201、AX3211 和用于 220V 的 AX3221、AX3231。用于 AC110V 功率在 3.3W~4W，工作电流 40mA；用于 AC220V 功率在 3.3W-4W，工作电流 20mA（图 3）。LED 晶粒直接封装在铜铝基板上。



图 3 首尔半导体的 AC LED

液光固态照明股份有限公司研发的采用独有的液体沉浸热管理解决方案（LITMS）的功率为 5W 的 AC LED 灯泡，将 AC LED 采用玻璃封装，无须使用电源转换器，使得灯泡寿命不受限于转换器，使用环保安全的配方液体，取代原来的金属散热片，而前向液冷 360 度散热方式，也是 AC LED 的光线更加柔和，减小刺眼感。其外形图如图 4 所示。



图 4 液冷 AC LED 灯泡外形图

AC LED 不仅可以用于各种场合的照明，还可以用于液晶显示屏的背光照明。其在照明上的一个典型应用原理图如图 5 所示，在 AC LED 两端分别串入正温度系数热敏电阻 PTC，和限流电阻 R1、R2、R3，接上 110V 或 220V 交流即可进入照明工作。相对传统的 DC LED，无须降压整流装置，大大简化了实际应用，提高了效率和可靠性。

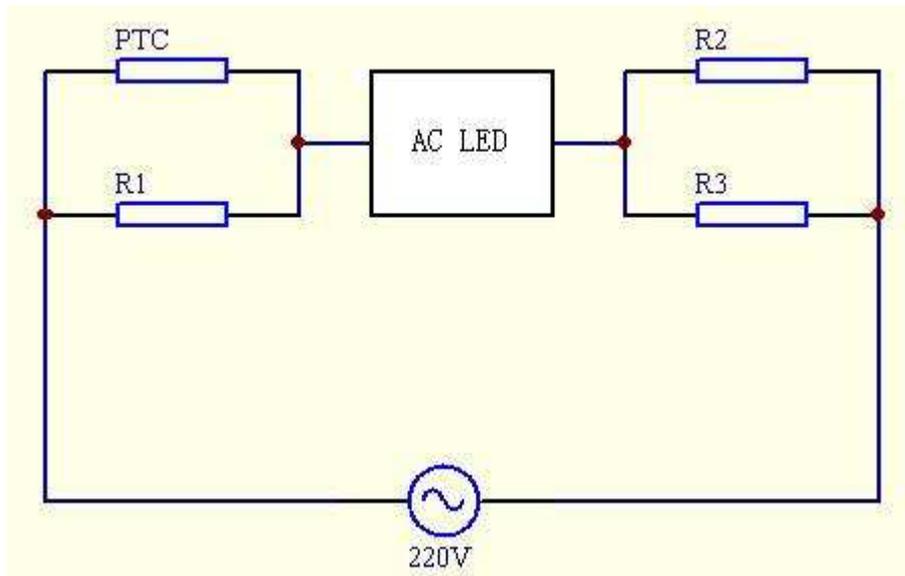


图 5 AC LED 的典型应用电原理图

AC LED 刚刚起步，现阶段仍有两个缺点，一是发光效率并没有 DC LED 高。二是 AC LED 有触电的风险。因为 AC LED 直接连接高压电网，如果采用金属鳍片散热，容易发生触电危险，需要研究新的间接散热方案，比如充液 LED 固态照明灯具等。

目前 AC LED 在发光亮度、功率等方面还不够理想，但 AC LED 的应用简便、无需变压转换器和恒流源，以及低成本、高效率已显现强大的生命力。AC LED 的技术在飞跃发展，可以设想在不久的将来，高亮度、大功率、低成本的产品将大量面世，更绿色、更环保为我们这个世界提供光明。

#### 四，新型荧光粉涂覆方式

传统的荧光粉涂覆方式为点粉模式，即荧光粉与胶体的混合物填充到芯片支架杯碗内，然后加热固化。这种涂覆方式荧光粉量难以控制，并且由于各处激发光不同，使得白光 LED 容易出现黄斑或者蓝斑等光色不均匀现象。

PhilipsLumileds 公司提出了保形涂覆的荧光粉涂覆方式，它们在倒装 LED 芯片表面覆盖一层厚度一致的荧光粉膜层，提高了白光 LED 的光色稳定性。也有公司采用在芯片表面沉积一层荧光粉的方法来实现激发。这些涂覆方式都是将芯片与荧光粉接触。H. Luo 等研究者的光学模拟结果表明，这种荧光粉与芯片接触的近场激发方法，增加了激发光的背散射损耗，降低了器件的取光效率。澳大利亚的 Sommer 采用数值模拟的方法模拟 PhilipsLumileds 的荧光粉保形涂覆结构，结果显示这种涂覆方法并不能提供更好的角度均匀性。随着对白光 LED 光学模拟的深入，荧光粉远场激发的方案显示了更多的优越性。