

# 室内 LED 照明 创新设计技术发展趋势

文 / 颜重光

北京大学上海微电子研究院

今春以来,LED照明市场呈爆发性增长态势,与LED照明和灯具相关的器件正在进入疯狂热买浪潮。上海一家生产室内LED照明驱动电源芯片的公司,今年4月份LED驱动电源芯片出货量已达1亿颗,几乎是2013年出货量的1/4。LED照明市场对室内驱动电源芯片的需求量大大超出了商家对未来市场的预测。

不断改革创新LED照明技术,不断涌现的LED照明光源和灯具创新设计技术与方案,不断诞生的新一代LED照明用新材料和新工艺,对LED照明市场的汹涌发展起到了推波助澜的作用。

LED照明市场的发展,印证了笔者在2012年时对市场的预测。几年前,笔者预测到LED照明将会迅速占领电视机LCD背光市场,并快速全面替代冷阴极荧光灯管(CFL),这一预测已被客观事实清楚验证。未来3年,LED照明将步入高速发展阶

段,特别是适合室内照明的LED光源和灯具将进入海量生产。2012-2016年,LED照明市场预测如图1所示。

## 一、LED 照明的困惑

多年来,由于LED照明光源和灯具的技术开发缓慢,很难使其迅速走

进全世界普通百姓的家庭,其中,使用效果和价格成为LED灯具普及发展的瓶颈。其中,主要原因是大多数LED光源和灯具都采用传统的LED灯珠低电压(VF3.2V)、大电流(1F200 ~ 700mA)的工作状态所致。为了降温,LED灯具不得不设计结构复杂的散热

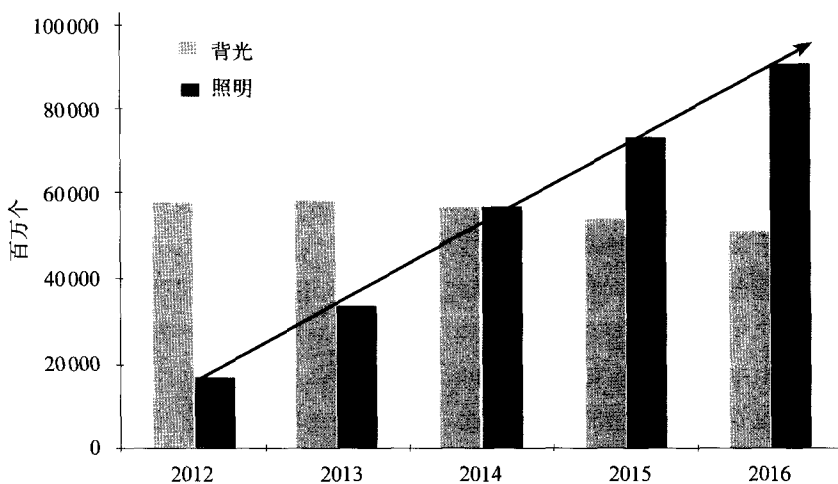


图1 2012-2016年LED照明市场预测

器,但降温效果甚微。而散热器的使用,导致了LED照明光源和灯具成本居高不下,造成其零售价格难以下降,普通消费阶层难以承受。实际上,LED灯珠在工作状态时,只有30%的电能转化为光能,其余70%都转化成了热能被释放。因此,LED光源和灯具的散热和高效是整个系统设计的头等大事。LED光源和灯具存在的散热问题主要是LED工作时温度高,易使LED灯珠提早老化,引起光衰和驱动电源过早失效,电解电容器因高温而干枯。

## 二、LED照明技术的3大发展趋势

针对LED的散热和能效问题,设计师及工程人员对灯具的制造技术不断探索和改进,目前,呈现出以下几种发展趋势:

### 1. LED光源板设计从低压趋向高压

同功率的LED照明灯具可以用大功率的低电压LED灯珠来设计光

源板,采用大电流(200~700mA)驱动,结果是灯腔高温很烫,散热瓶颈难解;采用小功率LED灯珠串联成高电压的HVLEDs(高压LED模组)光源板,用小电流(10~50mA)来驱动,灯腔温度下降很多。如小功率的LED灯丝灯甚至不需要金属散热器。思维的创新,引来新的生机。

改变LED光源板的设计思路至关重要!LED光源板选用小功率LED灯珠,采用“多串、少并”,组成高电压(50~240VDC)、小电流(10~60mA)的HVLEDs工作状态,可以有效降低LED光源板发烫顽疾。

### 2. LED照明的散热器趋向塑包铝

LED照明灯具的散热器从全金属的走向塑包铝和全塑料的散热器,很轻松地解决了LED灯具复杂的隔离技术问题,而且省工、省料、省成本、耐高压。塑料散热器正在从石化塑料趋向可分解、无公害的生化塑料(图2)。

### 3. 提高电源工作效率,节省成本

LED照明灯具的电源从隔离趋向非隔离开关恒流电源和高压线性驱动电源,大大提高了电源的效率和功率因数,节省了成本。高压线性驱动电源还省去了变压器、电感器和电解电容器,开创了LED光源与驱动电源芯片可同时贴片的大规模自动化生产先机。

室内LED照明光源和灯具,采用效率较高的非隔离开关恒流驱动电源,或便于自动化生产的无变压器、电感器、电解电容的高压线性恒流驱动电源,可由此生产性价比好的平价LED光源和灯具。

目前,LED照明灯具已进入新技术、新工艺、新材料、创新设计产品的崭新时代,LED照明灯具的新技术发展脉络十分清晰。

### 三、LED灯丝与灯丝灯

LED灯丝与灯丝灯是近年来的技术创新产品。LED灯丝遵循HVLEDs



图2 生化塑料散热器

的原理,颠覆了传统的单颗LED管芯的封装模式,将单颗的LED封装革新为多颗串联的模块化封装,使之成为HVLEDs的模组。

LED灯丝设计制造有传统的“固晶技术”和新兴的“覆晶(Flip Chip)技术”(也称作“倒装”)。以“固晶技术”为例,新一代LED灯丝设计技术是贯穿VF高电压、IF小电流的HVLEDs工作状态的创新理念。灯丝灯在连续工作数小时后,玻璃泡的温度仍然在36℃以下。

典型的LED灯丝设计,在0.5mm×1.2mm×33mm的蓝宝石基条上,用金线串联26~30颗固晶无背镀的蓝光1016 LED管芯,使之成为VF=70~80V的HVLEDs,并在蓝宝石基条的两端覆银,便于通过金线连接头尾的LED管芯安装引脚和LED灯丝的应用。LED灯丝的内部结构如图3所示。LED灯丝在固晶和打金线后,必须将配制好色温的黄色荧光粉涂覆包裹整个蓝宝石基条,以防LED灯丝通电工作时的蓝光泄出。LED灯丝的色温通过在黄色荧光粉中加红粉,不同的配比得到不同的色温,可按需设计生产。

LED灯丝是迄今为止唯一可以360°发光的LED光源,由N根LED灯丝、C35/A60玻璃泡、非隔离开关恒流源和灯头组成(图4)。灯丝灯泡需要经过灯丝点焊、自动高温封泡、排气和充气、封口、装灯头等类似白炽灯的生产工艺制成。

LED灯丝的工作电压和电流设计,遵循HVLEDs的高电压、小电流原则,设计为每根1W的灯丝,其工作电压在70~80V,工作电流为10~12mA;灯丝长度适宜在C35/A60的玻璃泡空间内,效果可与钨丝白炽灯媲美(图5);在设

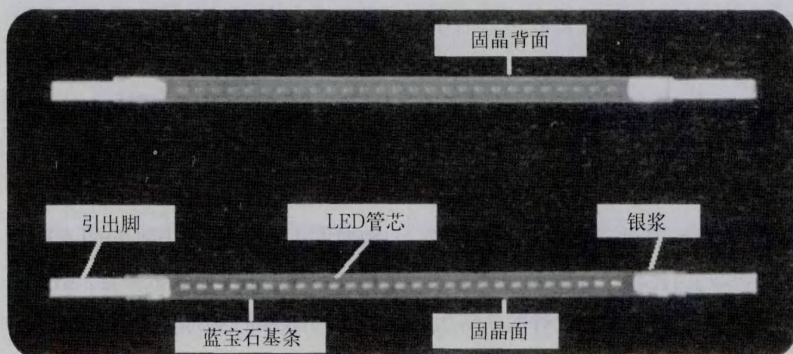


图3 LED灯丝的内部结构

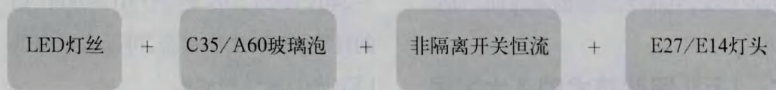


图4 LED灯丝灯的组成

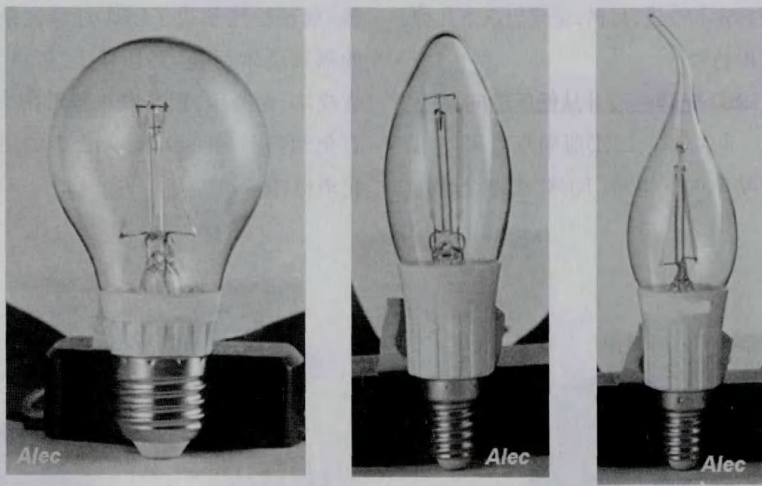


图5 A60、C35 LED灯丝灯

计AC220V电压C35蜡烛球泡灯时,可用2根灯丝串联;在设计A60球泡灯时,可用4根灯丝2串2并。这样的灯丝灯经大批量生产验证,灯泡在工作状态下不会产生高温而发烫,灯丝的有限热量经灯泡内的特种气体快速传导至灯泡玻璃表面而散发到周围空气中。4W灯丝球泡灯连续点亮8h后的

灯罩表面温度应不超过36℃。

灯丝灯要求必须无频闪,频闪易使人眼疲劳,有损人眼健康,甚至会伤害儿童的视网膜。美国在IEEE PAR1789《LED照明闪烁的潜在健康影响》中规定了波动深度的限值,因此选择好的非隔离开关恒流驱动电源也是保证灯丝灯无频闪的关键之一。

#### 四、环形 HVCOB 光电引擎

环形HVCOB(高压COB封装)光电引擎的设计源于HVLEDs的设计理念,N颗小功率蓝光LED管芯裸片直接封装在已经预先制作好环形线路的陶瓷基板上,形成HVLEDs串,直接适用于高电压、小电流的应用模式。高压线性恒流驱动电源芯片、整流桥堆也同时一次性表面贴装在陶瓷基板上(图6)。

HVLEDs的诞生开创了LED照明灯具设计的新思路,HVLEDs高电压、小电流的特性,使LED光源板在工作时的发热现象大为降低,灯腔温度降低,解决了LED灯珠光衰和电源短板的问题;环形HVCOB光电引擎使用高压线性分段恒流驱动芯片的电源新技术,从而使用了没有变压器、没有电感器、没有电解电容器的简洁驱动电源,由此可以将HVLEDs的所有LED灯珠和整流器、驱动电源芯片、电阻、电容等器件表贴在陶瓷基板的同一面,适合自动化大批量生产,节省人工,进一步降低了生产成本,方便灯具厂的二次产品设计及生产。

环形HVCOB光电引擎用于球泡灯制造,将环形HVCOB光电引擎直接安装在塑包铝的散热器上,连接灯头,盖上灯罩,即可组成一个新颖的LED球泡灯(图7)。

灯具厂可以用环形HVCOB光电引擎照明模块来设计生产LED球泡灯、筒灯、天花灯等多种灯具,利用灯具厂的造型设计强项,设计生产千变万化而各具特色的LED照明灯具;而使用标准化的光电照明模块,既通用又方便,还可降低生产成本和库存风险,更符合ZHAGA(ZHAGA是一个由全世界顶级的LED照明生产商组成

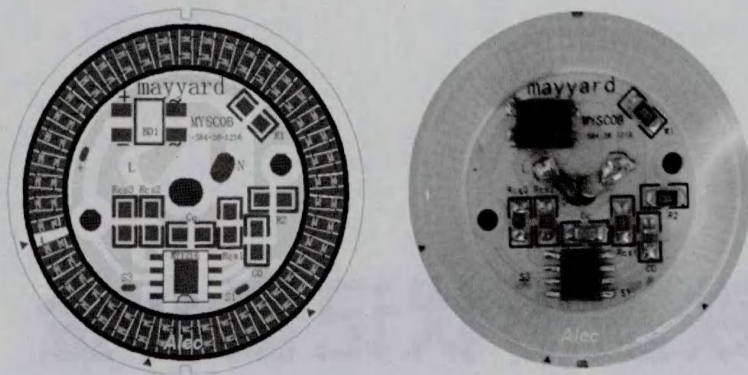


图6 环形 HVCOB 光电引擎

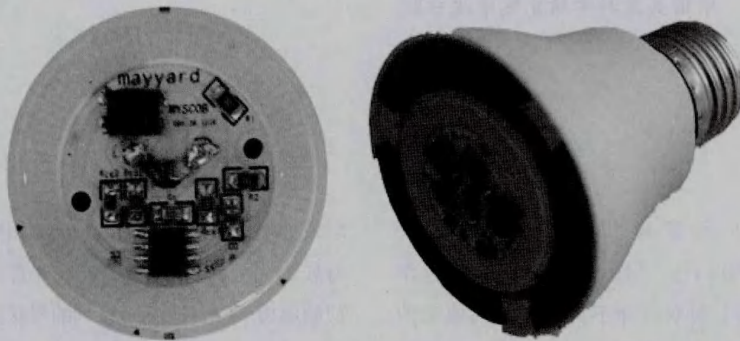


图7 HVCOB 光电引擎用于球泡灯

的联盟协会,旨在通过标准化来实现光引擎的兼容性和互换性,并以此加速LED技术广泛应用)的未来LED灯具发展的要求。环形HVCOB光电引擎照明模块是一种新颖的LED光电引擎,代表LED照明技术未来的发展趋势,具有性价比更好的强盛生命力。

#### 五、结语

借助高电压、小电流的LED灯珠板的设计新理念平台和HVLEDs技术,可以创新设计很多新一代低温

LED光源和灯具。低温LED光源和灯具将进入LED照明安全使用期,特别是木屋结构的住宅再也不用担心木质梁柱、天花板被LED灯高温烤焦而自燃。平价LED照明灯具因此将真正进入设计和生产的蓝海,其大量进入全球百姓家庭的时代正在到来,LED照明产业群将迎来LED照明大生产、大销售的最好时机。机遇是为有准备者创造的,赢在技术创新是电子产品成功发展不可颠覆的真理! ■

10.3969/j.issn.1008-892X.2014.06.011