

虽然 LED 是电流器件——高亮度 LED 也不例外,但汽车尾灯、刹车、转向信号照明等应用场合仍能受益于电压驱动器结构.

当效率更高的 LED 可供使用时,零售店和住宅的 LED 室内照明将可能很快出现.LED 制造商们只是刚刚开始解决高色温光源问题.

由于高亮度 LED 制造工艺、器件设计、组装技术三方面的进展,LED 发光器的性能一直在提高,其成本一直在降低,性能提高和成本降低的速度都令人难忘.PN 结设计、再辐射磷光体和透镜结构都有助于提高效率,因此也有助于提高可获得的光输出(附文《实验室中的 LED》).就高输出白光 LED 而言,宽光谱性能的提高使人对普通照明用的低维护高能效光源抱有希望.

虽然实现可与标准荧光灯媲美的 LED 效率还需要一段时间,但正如半导体照明行业协会 (Semiconductor Lighting Industry Association) 主席 Yung S Liu 所说:“LED 灯也是比较环保的产品,因为它与荧光灯不一样,不使用水银.”

固态照明在成分和工作效率方面的环保优势目前并不是主要的市场推动因素,但确实使这种技术及其供货商有了良好的形象.

与此同时,在各种领域工作的 OEM 设计师和推销人员一直在扩大固态照明的实际应用范围,并一直密切注视着市场的接受程度.然而,最终用户在固体照明设备寿命内的成本利益体验各不相同,这与传统照明设备大相径庭.这个事实使市场的价值观变复杂化.与钨丝灯泡和荧光灯泡相比,高亮度 LED 的使用成本和维护成本低得多,这就可以抵消 LED 较高的初始成本.尽管以上论述也许是很吸引人的,但却令其在“价格第一,其它第二”思想倾向支配的消费市场上造成很大的推销难度.

灯夹具制造商历来在各自设计中不考虑灯泡的热管理,只是提供足够对流来确保钨丝灯的高工作温度不会带来周围材料失火危险或夹具操作者灼伤危险.这一事实使高输出固态照明设备的大批量生产复杂化.然而,如果最终的设计是要使 LED 的光输出和工作寿命最佳,则高亮度 LED 的夹具就需要一定的热设计.

因此,虽然不会很快看到高亮度 LED 把传统钨丝灯或荧光灯从五金店和家庭中心货架上挤出去,但这些器件正在打入汽车、交通控制、外部标志等市场段,因为在所有这些领域,灯的高效率和长寿命会增加显而易见的价值.

高亮度 LED 崭露头角

实际上,很少听到有人在同一句话中使用“早期采用者”和“汽车市场段”两个短语.一些人也许会断言,这种并置会在矛盾修饰法中大行其道.然而,高亮度 LED 给汽车制造商带来了几个引人注目的特性,而且,虽然这种应用比较新,但它们的基本特性多数来源于制造 LED 指示器——比它们老得多并且已得到了很好证明的类似产品——的相同原理和类似工艺.

LED 汽车尾灯、转向信号灯、工作灯、刹车灯可克服钨丝白炽灯固有的几大缺点.汽车常常受到的中等程度冲击和震动会缩短灯丝寿命.同样,由灯丝电阻正温度系数引起的瞬间浪涌电流会加速灯泡的毁坏.热循环——刹车灯工作的一个重要特性,往往会缩短白炽灯寿命.

白炽灯泡的瞬间浪涌电流也使电路保护和故障检测的任务变复杂化.汽车制造商必须把保险丝额定值和故障检测阈值设定到足够大的电流值,才能适应浪涌电流幅值和持续时间,而不会发生保险丝烧断故障或不会检测到假故障.

相比之下,在汽车遭受典型振幅和频率范围内的冲击和震动的情况下,LED 结构比灯丝更牢固耐用.LED 结构的重量轻和尺寸小,从而可减少冲击和震动产生的机械力矩.LED 尺寸小,还使汽车设计师能够把照明灯设计得体积较小,并将其设计成更符合汽车总体设计的要求.例如,一些汽车不是把 CHMSL(中间高位刹车灯)模块安装在后盖板上,而是利用 LED 所需体积小这一点,把该功能包含在后备箱盖中(图 1).

汽车尾灯照明与控制系统提出了几个有趣的问题,这些问题也会出现在控制器件和被控制器件彼此相距很远的其它系统中.LED 本质上是电流器件.电子空穴对在场致发光化合物内复合,并且在复合时发射光子.电流的增大会相应提高复合速度和光通量输出.这一过程的效率不是 100%(几乎达不到 100%),因此电流的增大还会通过 1-h 功耗增加器件的自热.除非工作条件恶劣,否则 LED 一般不会像钨丝灯那样发生灾难性故障,但却往往会因老化而变暗.很多器件设计师把 LED 的寿命终止定义为光输出降至初始值 50% 的时间.

过流和过热条件会加快 LED 寿命终止,因此多数器件制造商建议 OEM 仔细控制 LED 的能源.

这些特性暗示,为了达到 LED 在汽车 CHMSL 或尾灯组件中的 11 年预期寿命,汽车车体控制模块应该以恒定电流来操作各个器件.然而,正如 Analog Devices 公司汽车市场专家 Bill Reidel 所说,恒流设计使车体控制模块和灯组件之间的布线复杂化,并驱使设计师把功率控制 IC 从车体控制模块中取出,把它放入灯外壳中.恒压驱动能使控制 IC 保留在需要控制 IC 故障检测状态信息的控制模块内,而且能在同一设计中减少外部组件(即保险丝)的数量以及控制模块和灯外壳之间的布线数量.

Texas Instruments 公司汽车应用工程师 Keith Wolford 赞同地说:“LED 控制 IC 的功能之一就是保险丝的功能.如果你把 LED 驱动器放置在灯外壳中,你就必须把电传送到那个位置,并给 LED 驱动器装保险丝……而如果你有一个中央照明模块,则你必须做的仅仅是给连接该模块的电源馈线装保险丝.借助 LED 驱动器的诊断功能,如果连接某个灯外壳的电线短路,你就能用电子设备来保护它,而不必为每条灯外壳联机装保险丝.”

Analog Devices 公司的 AD8240 LED 驱动器/监视器是这种方法的具体体现.该器件工作电流是 300mA,供电电压范围是 9V ~ 27V. PWM 输入控制着灯亮度,从而实现符合汽车规定的白天和夜晚不同最低亮度级.过流检测电路由一个外部高压侧分流电阻器和一个片上比较器组成.如果分流电阻器两端的电压降超过参考电压(一般是 5V),过流检测电路就锁住输出驱动信号.锁存器在每个 PWM 周期之后会复位.

分流电阻器和外部 PNP 传送组件限制最高负载电流.制造商建议的 $0.1\Omega \sim 0.5\Omega$ 分流电阻范围对应于 2A ~ 0.4A 的最大负载电流.控制模块的微控制器通过一条 ADC 输入通道来读取 IC 检测引脚的读值,就能监视负载电流.售价为 1.15 美元(1000 件批量)的 AD8240 能检测开路负载、短路和局部故障,如一串串联 LED 中的一个 LED 短路这种情形.这种驱动器

/监视器 IC 采用 MSOP-8 封装.

在需要低压侧控制器的设计中,设计师可以考虑使用 Melexis 公司的 MLX10801,因为 MLX10801 采用 SO-8 封装,能在没有外部传送器件的情况下吸收 550 mA 绝对最大峰值电流和 400 mA 绝对最大平均电流.一种带后缀 A 的封装选件采用带热衬垫的 MLPD-8 封装,而所用裸芯片不变,从而把 $R_{\theta JA}$ 从 120K/W 降低至 37K/W.这种封装改进可使绝对最大峰值电流和绝对最大平均值电流分别提高至 1.2A 和 750mA.

一根诊断引脚使本机微控制器能通过一个 ADC 信道来监视负载电流.那些驱动器/监视器芯片多于 ADC 信道的设计可以求出接地电流之和,并且借助一根模拟输入引脚来监视总接地电流(图 2).

Melexis 公司的 MLX10801 的特点是一组瞬态脉冲、40V 负载转储以及不正常引发的欠压条件,这些都是该器件必须承受的预期非标准工作条件.一个可编程非易失数据锁存器使 OEM 能通过一个片上检测二极管或外部检测二极管来进行温度测量.一根控制输入引脚可实现 PWM 调光,这是 LED 驱动器的一个常见特性.使这一控制输入引脚保持低电平 32 毫秒以上,就会迫使驱动器进入睡眠模式,从而使其静态电流从 2mA 减小至 105mA.使该控制输入引脚保持高电平 8mS,就可启动一个只持续 300mS 的唤醒序列.