

文章编号:1006-6268(2007)03-0064-05

LED 焊接工艺探析(下)

钟 斌

(深圳雷曼光电科技有限公司,深圳 518000)

摘 要:分别从焊接前的质量控制、生产工艺材料及工艺参数这三个方面探讨了提高焊接质量的有效方法。

关键词:回流焊;波峰焊;手工焊接;浸焊;焊盘设计;印制电路板;助焊剂;焊料;工艺参数

(上接 2007 年第 2 期第 63 页)

2 波峰焊接

2.1 工艺简介

对于普通的 LED,我们可以采用波峰焊接,其焊接工艺与焊接其他半导体元件基本一样,但也有不同之处,请参考如下焊接工艺:

◆焊接时,焊接点应离胶体超过 3mm。并建议在卡点下焊接;

◆由于 LED 的晶片直接附着在阴极支架上,故请将焊接时对 LED 的压力和对晶片的热冲击减少到最小,以防对晶片造成损害;

◆焊接后请暂不接触 LED,以防止金线断开;

◆为免受机械冲击或振动,焊接 LED 后应采取保护措施保护胶体,直到 LED 复原到室温状态;

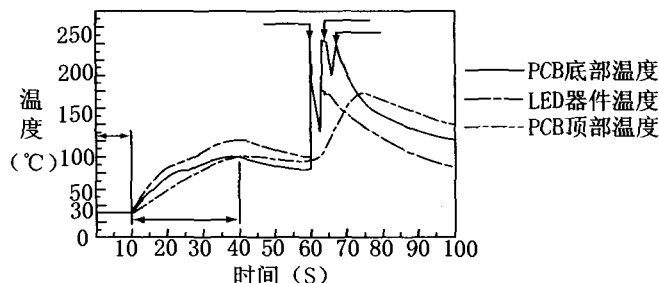
◆当需要夹住 LED 灯以防焊接失效时,减少对 LED 的机械冲击是至关重要的;

◆为避免高温切脚而导致 LED 失效,请在常温下进行切脚;

◆建议采用 SN63 型焊锡,RMA 型助焊剂;

◆PCB 板的吃锡深度控制在 PCB 板厚度的 1/2 ~ 2/3 之间,传送倾角设置在 3° ~ 7° 之间;

◆建议波峰焊接的温度剖面曲线如图 2 所示。



注意:传输速度:1.83m/min

预热设置:150°C (100°CPCB) 热风力风温:390°C 厚度:1.91mm

波峰焊温度:245°C 焊料:SN63 助焊剂:RMA

图 2 波峰焊接的温度剖面曲线

在焊接机械参数设置时,应特别注意:

◆预热温度 $100 \pm 5^\circ\text{C}$, 最大不能超过 120°C , 且预热区温度上升要求平稳;

◆焊接温度 $245 \pm 5^\circ\text{C}$, 焊接时间建议不超过 3s。

2.2 喷助焊剂

助焊剂是一种具有化学及物理活化性能的物质,它能够除去被焊接金属表面的氧化物或其他原因形成的表面膜层以及焊锡本身外表面上形成的氧化物,以达到使焊接表面能够沾锡及焊接牢固的目的。助焊剂还可以保护被焊金属表面,使其在焊接的高温环境中不被氧化。另外,助焊剂还有减少焊锡表面张力的作用,从而促进焊锡的分散及流动,提高焊接性能。

喷助焊剂的方法一般有:流沫泡沫式、波流式、

喷射式及表面粘浸式等。在 PCB 板的预热过程中,助焊剂在得到热能的协助后,将充满活性从而对各种金属表面执行清洁的任务。因此,助焊剂本身在各种涂布焊接工程学上,除起清洁作用外,还有润焊湿润性、扩散性、热稳定性及化学活性。

2.3 焊料合金的选择

在电子产品的焊接中,通常要求焊料合金必须满足下列要求:

- ◆要求焊接在相对较低的温度下进行,以保证元件不因受热冲击而损坏,如果焊料的熔点在 180℃ ~ 220℃ 之间,通常焊接温度要比实际焊料熔化温度高 40℃ 左右,那么实际焊接温度则在 220℃ ~ 260℃ 范围内。根据 IPC-SM-782 规定,通常片式元件在 260℃ 环境温度中仅可以保留 10s,而一些热敏元件的耐热温度更低,此外,PCB 在高温时也会形成热应力,因此料的熔点不能太高;
- ◆熔融焊料必须在金属表面有良好的流动性,有利于焊料均匀分布,并为湿润奠定基础;
- ◆焊料的凝固时间要短,以利于点成型;
- ◆导电性好,并有足够的机械强度;
- ◆适用于波峰焊接的无铅合金焊料有 90Sn/7.5Bi/2Ag/0.5Cu,其熔点为 187℃ ~ 221℃,合金 94Sn/5Bi/1Ag,其熔点为 197℃ ~ 205℃,以上这两种合金均有较低的价格和较好的湿润性。

◆电子工业中常见的有铅焊料如表 2,由于 SN63 具有低熔点、低残渣、免清洗等优点,故建议应用于 LED 焊接。

表 2 电子工业中常见的有铅焊料的性能比较

QQ-5-571e 建议型号	LED 引脚金属 组成	熔点液	
		固相点	液相点
SN60	60%锡/40%铅	182.8℃(361°F)	187.8℃(370°F)
SN62	62%锡/36%铅 2%银	179℃(354°F)	179℃(354°F)
SN63 ⁽¹⁾	63%锡/37%铅	182.8℃(361°F)	182.8℃(361°F)

2.4 PCB 板的要求

在设计 PCB 板时,我们要注意如下几点。

◆选择合适的 PCB 板材料;

◆为了确保 LED 能够顺利地插入 PCB 板中,建议 PCB 板的通孔直径应该比支架对角线尺寸大 0.33mm(最小)或 0.432mm(最大)LED(图 3)。焊盘的

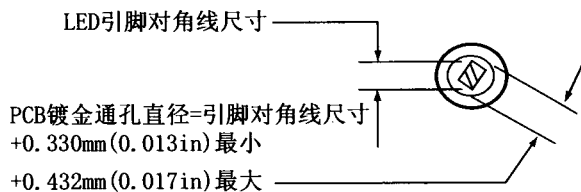


图 3 PCB 板中为植入 LED 预留的插孔示意

直径一般为通孔直径的 2 倍左右,且通孔要求镀金。

◆优良的镀金通孔应该镀层厚度均匀,表面光滑,孔壁没有裂纹,如图 4(a);不良的通孔镀层不均匀,镀层表面粗糙,如图 4(b):

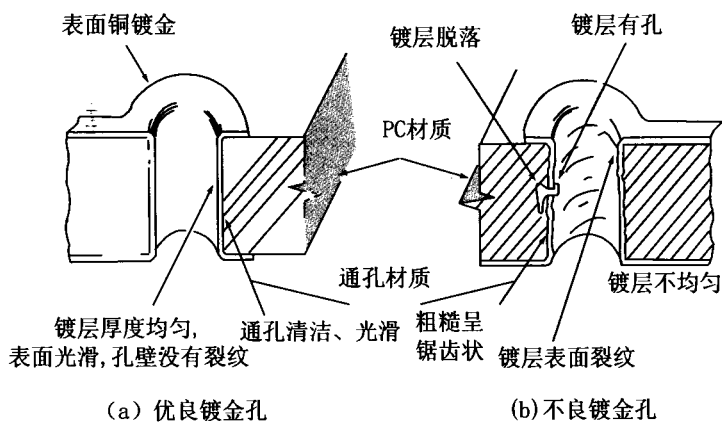


图 4 优良的镀金通孔和不良的镀金通孔

◆当 PCB 板背面有表面贴焊 (SMD) 元件时,SMD 元件不能和 LED 共用同一焊盘,若它们共用同一焊盘,焊接时,SMD 元件的焊锡将会熔化而流向 LED 的通孔焊盘,导致 SMD 元件焊接不良(图 5)

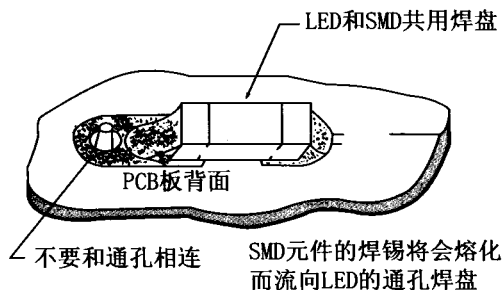


图 5 共用焊盘的 SMD 元件与 LED 在焊接过程中相互间的不良影响

◆LED 的理想焊接状况如图 6 所示:

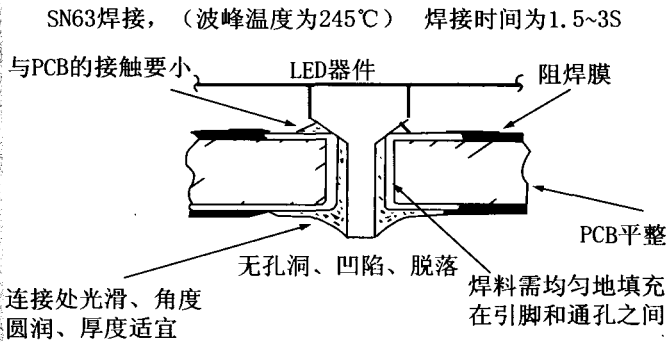


图 6 理想的 LED 焊接状况

◆当采用机械自动成型时, 建议采用图 7 所示方法:

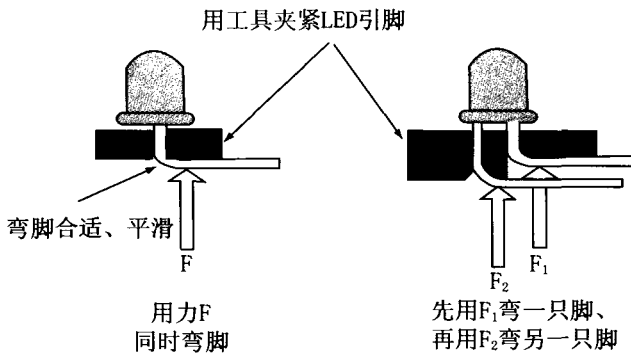


图 7 采用机械自动成型的 LED 安装方式

2.5 波峰焊接常见缺陷及解决措施

2.5.1 焊料球

波峰焊接中出现焊料球, 有两个主要原因: 第一, 由于焊接时印刷板上通孔附近的水分受热而变成蒸汽, 如果孔壁金属层较薄或有空隙, 水汽就会通过孔壁排除, 如果孔内有焊料, 当焊料凝固时, 水汽就会在焊料内产生空隙(针眼), 或挤出焊料在 PCB 板正面产生焊料球; 第二, 在 PCB 板反面(接触波峰焊的一面)产生的焊料球是由于波峰焊接中一些工艺参数设置不当而造成的。如果助焊剂涂覆量增加或预热温度设置过低, 就可能影响焊剂内组成成分的蒸发, 在 PCB 板进入波峰时, 多余的焊剂受高温蒸发, 将焊料从焊料槽中溅出来, 便会在 PCB 板上

产生不规则的焊料球。

对以上问题, 我们可以采用以下相应的解决措施: 第一, 通孔内适当厚度的金属镀层是很关键的, 孔壁上的铜镀层最小应为 $25\mu\text{m}$, 而且无空隙; 第二, 使用喷雾或发泡式涂覆助焊剂, 发泡方式中, 应该保持最小的气泡, 泡沫与 PCB 板的接触面相对减小; 第三, 波峰焊机预热区温度的设置应使 PCB 板顶面的温度达到至少 100°C , 适当的预热温度不仅可以消除焊料球, 而且可以避免 PCB 板受到热冲击而变形。

2.5.2 吃锡不良

吃锡不良表现为 PCB 板的表面被焊接点有部分未沾到锡, 其原因一般有: (1) 表面附有油脂、杂质氧化等, 此时应将其溶解洗净; (2) PCB 板厂家在制造过程时的打磨粒子遗留在焊盘表面, 应对 PCB 来料进行严格检查; (3) 由于储存时间过长, 储存环境或制程不当, 致使 PCB 基板或 LED 支架的镀锡面氧化情形严重, 此时最好的方法是重新焊接一次; (4) 助焊剂使用调整不当, 如发泡所需的空气压力及高度调整不当等, 助焊剂的比重不当也是一个重要的因素, 因为 PCB 表面助焊剂分布的多少受比重的影响; (5) 焊锡时间或温度不够, 一般焊锡的操作温度应较其熔点温度高 $55\sim 80^{\circ}\text{C}$ 左右; (6) 焊锡中杂质成分太多, 不符合要求, 故应按时测量焊锡中的杂质; (7) 预热温度不够, 可以调整预热温度, 使 PCB 板零件侧表面温度达到要求温度 ($90\sim 110^{\circ}\text{C}$)。

2.5.3 退锡

退锡与吃锡不良的情形相似, 在被焊接的 PCB 表面与锡波脱离时, 大部分已沾附在焊盘上的焊锡又被拉回到锡炉中, 所以情况较吃锡严重, 造成此现象的原因一般是 PCB 板制造工厂在镀锡铅前没有将表面清洗干净。

2.5.4 冷焊或焊点不光滑

此情况是焊点不均匀的一种, 发生于 PCB 板脱离锡波正在凝固时零件受外力影响移动而形成的焊

点。保持 PCB 板在焊锡后的传送动作平稳,例如加强零件的固定,注意零件线脚方向等,可以减少此种情况的发生。解决的方法为再过一次锡炉。至于冷焊,锡温过高或过低都有可能造成此情形。

2.5.5 焊锡过多

过大的焊点对电流的流通并无帮助,但对焊点的强度则有不良影响,形成此现象的原因为:(1) PCB 板与焊锡的接触角度不当,调整角度($3^{\circ} \sim 7^{\circ}$),可以使熔锡脱离线路滴下时有较大的拉力,从而得到较适中的焊点;(2) 焊锡温度过低或焊锡时间过短,使熔锡在焊点表面上未能完全滴下就已经冷凝;(3) 预热不够,焊剂未完全发挥清洁线路表面的作用。适当地调高助焊剂的比重,将有利于避免焊锡过多的情况,但当助焊剂比重太高时,焊锡过后 PCB 板上的助焊剂残余物也会增多。

2.5.6 锡尖

锡尖在 PCB 板的焊盘或 LED 的焊脚端形成,是另一种形式的焊锡过多,再次焊锡可以将此情况消除。有时此情形亦与吃锡不良同时发生,原因有:(1) PCB 板的可焊性差,此项判断可以从 PCB 板焊接点边线吃锡不良及不吃锡来确认,在此情况下,再次焊锡不能解决问题;(2) PCB 板上未插零件的大孔,焊锡进入孔中,冷凝时孔中的焊锡因数量太多,被拉力拉下而形成冰柱;(3) 在手工作方面,烙铁温度不够是主要原因;(4) 焊锡金属不纯物含量过高,需加纯锡或更换焊锡。

2.5.7 针孔及气孔

外观上,针孔及气孔的不同在于针孔的直径较小,出现于表面,可以看到底部。针孔及气孔并不都代表着焊点中有气泡,此情况大部分发生在 PCB 板底部,当底部的气泡在完全扩散爆开前已经冷凝时,即形成针孔或气孔,一般原因有:(1) PCB 板含有电镀溶液或类似材料所产生的水汽,或储存太久、包装不当而吸收环境中的水汽,由于焊接时的高温将溶液气化而形成气孔,解决此现象的方

法是将 PCB 板在烤箱中以 $80 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 烘烤 $2 \sim 3\text{hr}$ 后再投入生产;(2) 助焊剂活性不够或湿润不良,也会造成孔及气孔;(3) 发泡及压机压缩空气中含有过多的水分,需加装滤水器,并定期排水;(4) 预热温度过低,无法蒸发水汽和溶剂,PCB 板一旦进入锡炉,瞬间与高温接触而产生爆裂,从而形成针孔或气孔,故需要设置合适的预热温度;(5) 锡炉温度过高,遇有水分或不当溶剂立即爆裂,故需要设置合适的锡炉温度。

2.5.8 PCB 板变形

PCB 板通过锡炉后发生变形,一般原因有:(1) 夹具不适当,致使 PCB 板变形,应该重新设计夹具;(2) 预热温度太高,需降低预热温度;(3) 锡温太高,应降低锡温;(4) 传送带速度太慢,致使 PCB 板表面温度太高,应增加传送带速度。

2.5.9 焊接粗糙

焊接粗糙的原因一般有:(1) 不当的焊接时间和温度关系,可以通过调节传送带的速度来改正焊接预热温度以建立适当的关系;(2) 焊锡被污染,应定期检查焊锡的纯度。

3 手工焊接

对于普通 LED 和 SMD LED, 我们都可以采用手工焊接,在手工焊接时,我们除要注意以上的焊接要求外,还要注意如下事项:

◆ 采用电子控温电烙铁时,建议烙铁功率不要大于 30W ,且将电烙铁的温度控制在 300°C 左右,最大不能超过 315°C ,焊接时间不要超过 2s ;

◆ 采用镀铜烙铁头,其形状及有关参数请见图 8,当烙铁头的尺寸过长时,将降低烙铁尖的焊接温度,影响焊接质量;

◆ 焊接过程中,要自始至终保持烙铁尖干净且度有焊锡。烙铁尖上渡有焊锡既能够在焊接时有效地将温度从烙铁尖传到焊点上,又能够防止烙铁头氧化,从而降低焊点被氧化物污染的可能;

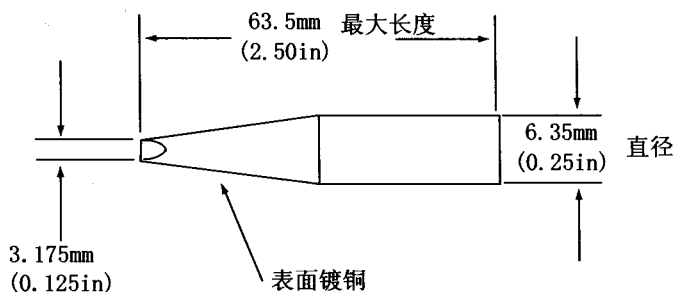


图8 镀铜烙铁头的形状及有关参数

- ◆采用 SN63 含 RMA 助焊剂型焊锡丝;
- ◆手工成型时, 建议采用平头的鹤鼻, 如图9所示:

所示:

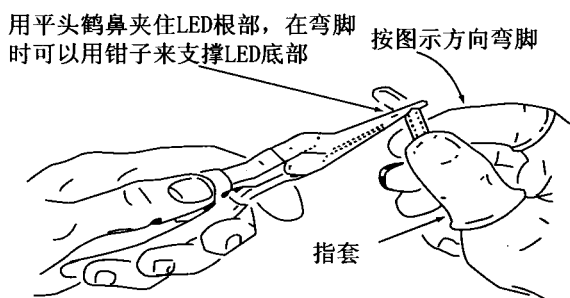


图9 手动弯脚

◆当 LED 损坏或其他原因要更换 LED 时, 应该特别小心, 以防损坏 PCB 板, 导致焊盘与基板脱离、PCB 板上覆铜导线与焊盘断裂等现象 (如图10所示):

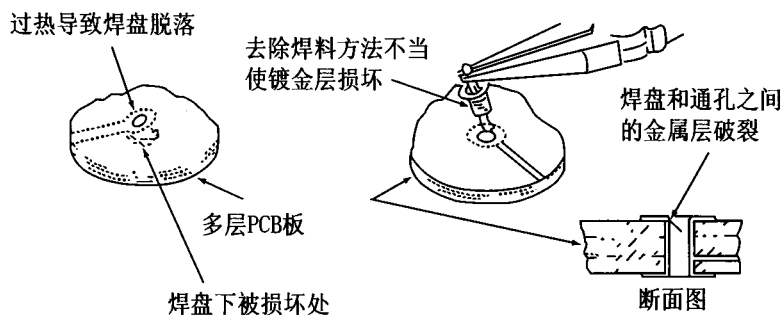


图10 LED 损坏需要更换时应防止出现的几种情况

以上这些情况将导致 PCB 板报废。为防止这种情况发生, 我们可以采用如下的工艺: 将烙铁温度设置在 371~427℃ 之间, 先将需要更换的 LED 用斜嘴钳或其他工具将其支架沿 PCB 板面小心剪断, 然

后将焊点及支架从 PCB 通孔中移除。将焊点及支架从 PCB 通孔中移除的方法有两种: 一是用烙铁将焊盘上的焊锡熔化, 然后用吸锡器将熔化的焊锡吸走。二是将铜编织线 (如电视机等家电产品的接地铜编织线) 放置在焊锡熔化的焊点上, 待铜编织线上沾满焊锡时将其移走, 从而将焊盘上的焊锡移除, 如图11所示。操作时要特别注意时间不能过长, 否则将导致焊盘与 PCB 板脱离。

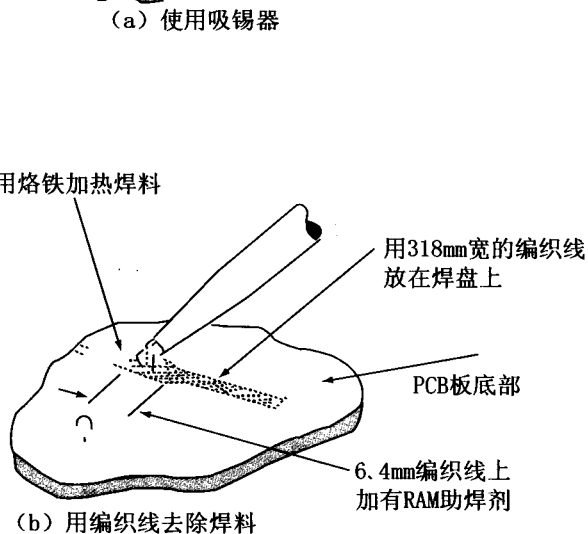
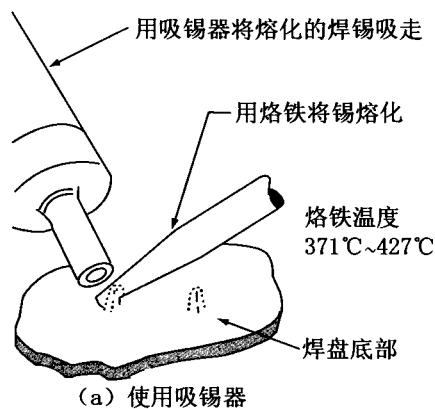
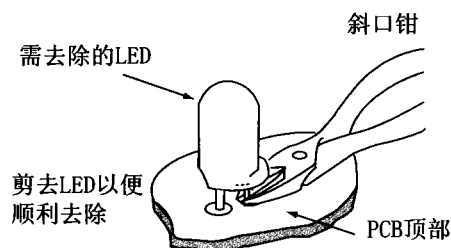


图11 更换损坏的LED时采用的几种方法

(下转第16页)

射法制备的膜层致密,热稳定性好,是目前较为理想的优质薄膜。磁控溅射设备还具有多室结构,可使溅射室和氧化室经常处于真空状态,使表面吸附的水蒸汽得到控制,同时有利于保持真空室的清洁,还可减少排气时间,省去工件加热时间,适于进行大批量生产,有可能发展成为光学薄膜的新一代生产设备。

可以看出,微显示投影机的兴起推动了光学薄膜技术的长足进展,光学薄膜(当然还有光调制器和光源)性能的提高又使得投影机的性价比在不断上升,共同推动着技术进步,适应着市场的需求。

参考文献

- [1]www.optics-unaxis.com
[2]F.Zhao,"Monitoring of periodic multilayers by the

level method", Applied Optics, Vol. 24, 3339-3342(1985).

- [3] Li Li and J.A. Dobrowolski, "High-performance thin-film polarizing beam splitter operating at angles greater than the critical angle", Applied Optics, Vol. 39, 2754-2771(2000).
[4] 范滨. 离子辅助薄膜沉积工艺. 5th zhong shan conference on advanced optics (2006).
[5] www.shincron.co.jp

作者简介:赵福庭(1941-),男,河北人,教授级高级工程师,1965年毕业于河北大学物理系,多年来一直从事光学薄膜技术研究及产品开发工作,现为北京京仪博电光学技术有限公司顾问,E-mail: zft4109@vip.sina.com.

(上接第 68 页)

4 浸焊

浸焊的有关参数如下:

- ◆ 预热温度最大不能超过 100℃
- ◆ 预热时间最大为 60s。
- ◆ 锡炉温度最大为 260℃
- ◆ 浸焊时间最大不能超过 3s
- ◆ 焊接点距离 LED 胶体要大于 3mm
- ◆ 建议采用 SN63 型焊锡, RMA 型助焊剂

5 焊接过程中的静电防护

在 LED 的焊接过程中,须注意静电的防护,LED 是静电敏感元件,通常 LED 的抗静电能力分为三个等级:一级:0~1,999V;二级:2,000~3,999V;三级:4,000~15,999V,16,000V 以上为非静电敏感坏分子件。在 LED 的装配过程中,会产生静电的因素较多,一般可以从以下环节加以注意:

(1) 所有设备及仪器须做好接地处理,外接 250KΩ 的限流电阻;

(2) 操作人员须穿防静电服及防静电鞋,并配戴

防静电手环,防静电手环的配戴要注意,一定要实际接触皮肤,防静电环内置 250KΩ 的电阻。要避免穿人工合成材质的衣服,比如尼龙、晴纶等,上述材质的衣服极易产生静电,建议穿棉质服装;

(3) 所有桌面及凳椅须铺防静电垫,表面阻抗须达到 1,012Ω/m²,以保证静电不会过快释放,避免产生高电流损坏 LED 元件;

(4) LED 的包装及转料箱须使用防静电材质产品,以保障 LED 在装配过程中的安全性;

(5) 在 LED 装配过程中,不要在 PCB 板上贴粘性的标签作临时标识,因为在标签从 PCB 板上撕下的瞬间极易产生静电,从而破坏 LED。

总之,要获得最佳的焊接质量、满足用户的需求,必须控制焊接前、焊接中的每一个工艺步骤,因为 SMT 的整个组装工艺的每一个步骤都互相关联、互相作用,任何一步有问题都会影响到整体的可靠性和质量。焊接操作也是如此,应严格控制所有的参数(时间/温度/焊料量/焊剂成分及传送速度等)。对焊接中产生的缺陷,应及早查明起因,进行分析,采取相应的措施,将影响质量的各种缺陷消灭在萌芽状态之中。这样,才能保证生产出的产品都符合技术规范。

(全文完)