

将LCC-8封装加速度计焊接到印刷电路板上时的考虑因素

作者: Hubert Geitner

简介

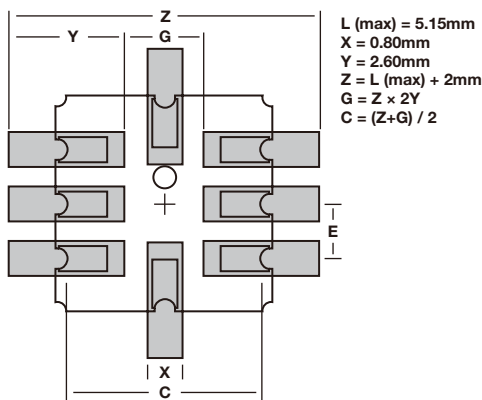
ADXL78/ADXL278/ADXL193为完整的低成本单轴或双轴加速度计,既可测量倾斜、重力等静态加速度,也可测量冲击、振动等动态加速度。它们采用超小的陶瓷无引脚芯片载体封装(LCC-8)。陶瓷封装以金属盖密封,可焊接到印刷电路板(PCB)上。本应用笔记将讨论将LCC-8封装焊接至PCB时需要考虑的因素。

PCB设计和布局

焊盘图形和尺寸应在制造过程中进行测试和验证。IPC,印制电路板协会制定了《表面贴装设计与焊盘图形标准》(IPC-SM-782)。图1所示为一种推荐的焊盘设计方案。

对于PCB的布局和设计而言,对称和平衡都是十分重要的因素。线路应对称地连接到焊盘。焊盘不对称或者多条线路连接到单个焊盘会导致焊料迁移。线路平衡进入焊盘可减少元件转动。焊盘上不得出现通孔和过孔。

另外,如果元件未置入阻焊层窗,则还需监控阻焊层的厚度。



	X	Y	Z	G	C	E
LCC-8 PAD (mm)	0.80	2.60	7.15	1.95	4.55	1.27
LCC-8 PAD (mils)	31.5	102	281	76.8	179	50.0

图1. LCC-8 IPC焊盘图形 (IPC-SM-782)

焊接

LCC-8是一种无引脚SMD封装,多采用回流焊技术进行焊接。为避免退化密封焊料的密封性,LCC-8不能采用波峰焊。

焊接过程中,需要考虑多种潜在误差源。为了减少测量误差,必须使加速度计准确地指向某个已知方向。使用推荐的焊盘图形(图1),可使封装与焊盘图形的平面方向精准对齐。

ADI公司进行的实验表明,回流处理后,样本中全部160个单元都与焊盘自动准确对齐,即便元件的放置较为随意(但位于齿形结构限度之内)。液态焊料的表面张力将元件拉入焊盘上的指定位置。看不到明显的可见转动位移,测量结果显示,LCC封装的对齐状况良好(图2至图5)。

可靠性

LCC-8封装采用陶瓷底座,因此,其热膨胀系数(CTE)不同于常用的PCB材料FR4。由于无引脚封装中没有引脚来承受热膨胀系数失配导致的应力,因此,这一角色必须由焊料来承担。LCC封装越大,应力越大。不过,LCC-8封装的尺寸很小(5毫米×5毫米)。相应地,热膨胀系数失配效应也就比较大的LCC封装小得多,而且更接近其他小型陶瓷元件,如无源芯片阵列。

内外部研究(在多种温度、停留时间和焊料高度下进行温度周期变化测试)显示,可靠性取决于焊料厚度。4密耳的厚度比1密耳更可靠,不过,即便是1密耳的焊料高度也表现出良好的性能。为了提高极端应用中的可靠性,建议焊料高度大于1密耳。焊料分布均匀有助于提高可靠性。

表1列出了不同焊料高度和温度周期下的无故障周期数。温度周期变化测试中共使用了128个传感器。

表1 无故障周期

热循环 (单位: 摄氏度)	停留时间 (单位: 分钟)	周期数			
		焊料高度: 1密耳	焊料高度: 2密耳	焊料高度: 3密耳	焊料高度: 4密耳
+25/+35	60/60	624400	647900	668600	687700
-40/+105	60/60	833	1114	1399	1698
-40/+125	10/10	430.5	651	884	1131
-40/+85	60/60	1731	2109	2486	2875
-40/+105	20/20	950	1246	1546	1858
-40/+105	30/30	914	1206	1502	1810
0/+100	30/30	952	1335	1743	2179

与可靠性相关的另一考虑因素是金的脆化。LCC-8齿形结构（接触面）的基材、中层和顶层分别以钨、镍和金制成。

当焊料内金的质量超过2.5%时，结果会极大地改变杨氏模量（C.J. Thwaites, 1973）。基于一种标准PbSn焊膏焊接法的测试（图2）表明，在给定几何尺寸的情况下，焊料中金的质量贡献率为0.47%（图6）。焊料量基于一块8密耳厚的模板，孔径抑制率为5%。对于LCC-8封装来说，这样的金量不会引起焊点的可靠性问题。测试结果证明，镀金单元与预镀锡单元之间并无显著差异。

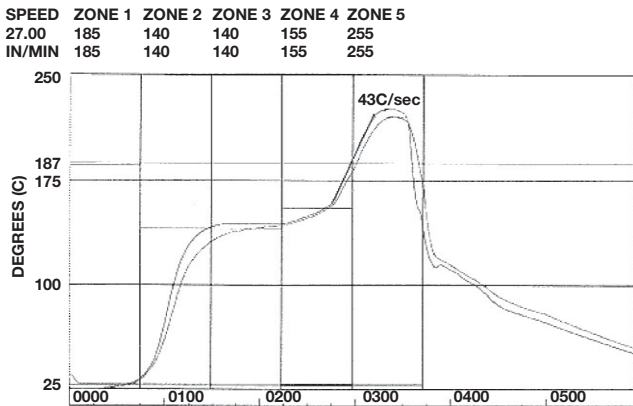


图2. 基于PbSn焊膏焊接法的测试；
LCC封装支持标准回流焊方式

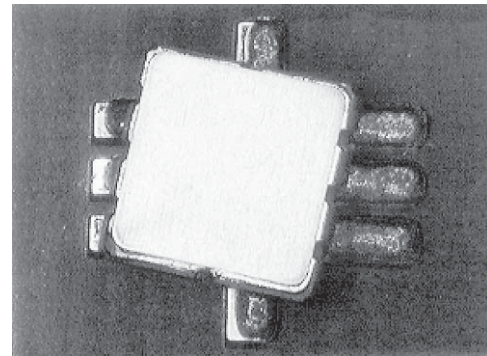


图3. 封装到板对齐度（回流焊前）

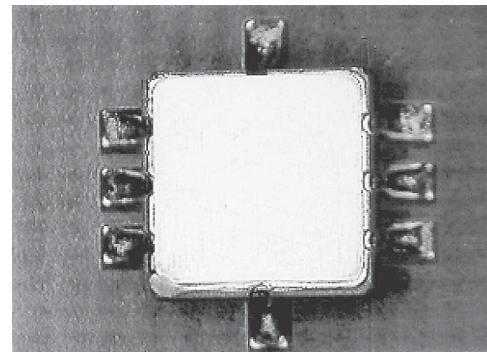


图4. 封装到板对齐度（回流焊后）

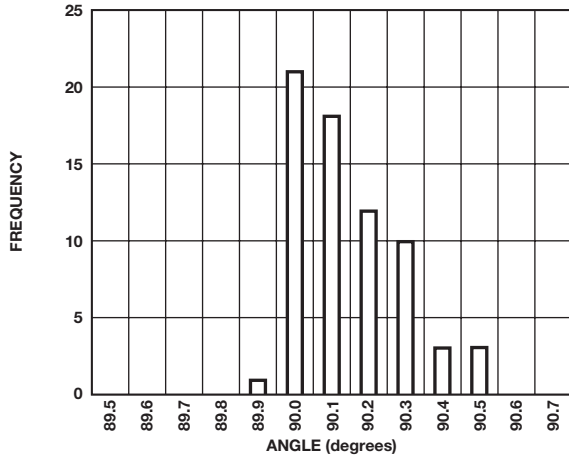


图5. 焊接后LCC角度对齐；回流焊后，LCC封装与焊盘准确对齐

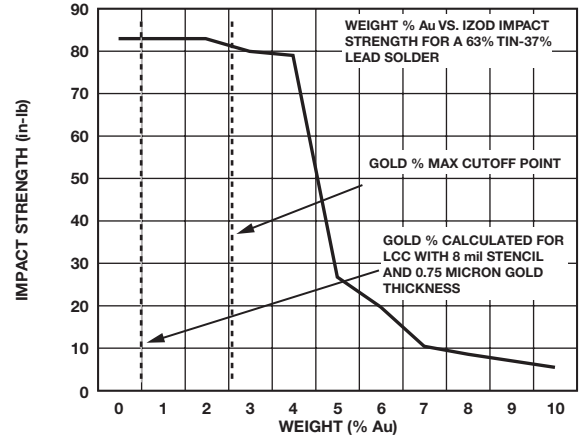


图7. 焊点的金脆性 (资料来源: “Some Aspects of Soldering Gold Surfaces,” C.J. Thwaites, Tin Research Institute, 1973)

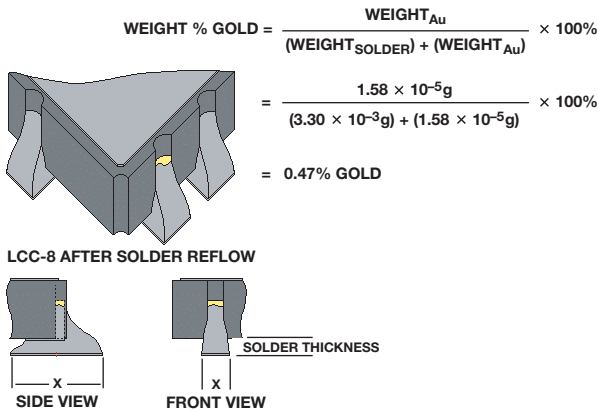


图6. 按重量计，LCC-8的金含量%

结论

将陶瓷LCC-8无引脚芯片载体封装装配到FR4印刷电路板，结果可成就出色的自对齐能力。在使用建议焊盘图形和焊料高度的情况下，小封装在PCB上的热膨胀系数失配不会造成显著影响。镀金结构不会使金脆性达到改变杨氏模量的程度，因此，保证了焊点极高的可靠性。

致谢

本应用笔记得益于ADI公司微机械产品部以Allyson Hartzell和Brad Workman为首的一支多学科研究小组取得的研发成果，特此致谢！

参考资料

1. “Solder Pad Geometry Studies for Surface Mount of Chip Capacitors,” K. Wicker, J. Maxwell, Technical Articles, Surface Mount Capacitors, AVX Corporation, EEC 1985
2. “Assembly Induced Defects,” J. Maxwell, Technical Articles, Surface Mount Capacitors, AVX Corporation
3. “Surface Mount Zero Defect Design Check List,” J. Maxwell, Technical Articles, Surface Mount Capacitors, AVX Corporation, 1993
4. “Some Aspects of Soldering Gold Surfaces,” C.J. Thwaites, Tin Research Institute, Electroplating and Metal Finishing, Sept. 1973

AN-652