

# 可湿性侧面 在无引脚SMD (DFN)封装上实现AOI

作者: Hans-Jürgen Funke, 安世半导体

四侧扁平无引脚(QFN)和分立元件(或双侧)扁平无引脚(DFN)封装无需引脚,即可增加PCB区域的组件密度,这一改变颇受欢迎。然而,焊接质量不能通过自动光学检测进行测试。本文将探索这个成本高昂问题的解决方案。

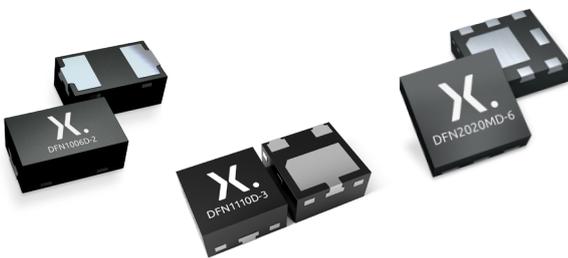


图1: 示例封装: DFN1006D-2、DFN1110D-3、DFN2020MD-6

### 无引脚封装的优势

- ▶ 无需连接空间
  - 实现类似电气功能而所需的板空间较少
  - 或在相同电路板空间内提供更多性能
- ▶ 扁平引脚框架导致高度降低 (DSN没有引脚框架)
- ▶ 优化的热性能
  - 封装下的大散热器
  - 从硅晶到焊接点距离缩短

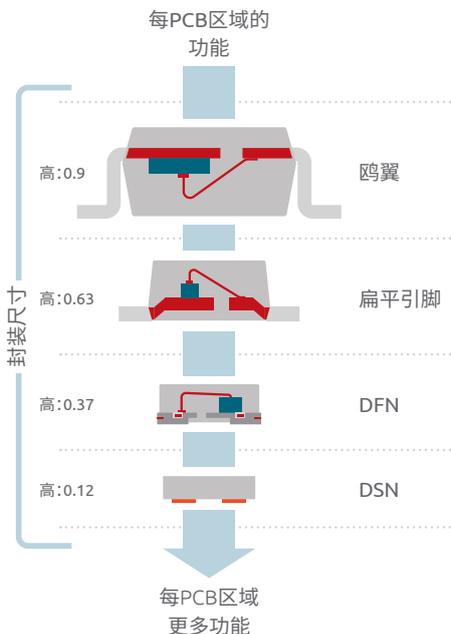


图2: 无引脚封装的优势

许多应用的空间有限,于是,仅在底面设计连接焊盘的QFN(四侧扁平无引脚)封装应运而生,通过消除引脚而增加PCB区域的组件密度。

此类封装广泛应用于分立式半导体,被称为DFN——分立元件(或双侧)扁平无引脚——特点是尺寸小、I/O数量少。(图1)。现在有大量DFN封装可用。除了节省空间,采用DFN封装的器件的内部结构,可减少热路径(图2)。然而,QFN/DFN封装有一个缺点,焊接点质量只能通过昂贵的x光工艺执行全面检查,无法使用自动光学检测(AOI),因为焊接点只存在于封装塑料主体下方。

汽车行业特别希望使用AOI,因此安世半导体等公司花费了大量时间来研究这一挑战的解决方案。

DFN封装的组装方式与有引脚封装类似,区别在于一组多个产品通过环氧塑料经一次模塑成型。所有QFN/DFN封装引脚框架包含铜合金基础材料。其中许多引脚框架镀有NiPdAu镀层,这由引脚框架供应商预先施加,可确保表面无氧化物,方便芯片装贴、引线接合以及连接焊盘上的焊料。或者,NiPdAu镀层上可能会额外镀锡。在电镀锡后把元件切割分开成单个器件,完成操作。当然,这样一来,锯开后裸露的侧面焊盘部位便无法镀锡。DFN封装焊盘侧面所用的材料是铜合金(引脚框架基础材料),这种材料容易被氧化,因此回流焊工艺中的焊料连接取决于储存条件和时长,无法保证。

### 对于低I/O DFN封装, 可湿性侧面可确保侧焊盘的焊料润湿

为了克服这一挑战, 现已开发出一种解决方案, 在与用于底部焊盘相同的电镀步骤中为侧面镀锡。该技术仅适用于最多包含4个焊盘的DFN封装 (如果多个焊盘熔连在一起, 则可更多), 并且焊盘需要位于封装的对面一侧。通过该方法, 无法在Q(D)FN封装上所有4边的侧面焊盘进行电镀。图3和4显示了带有可湿性侧面的DFN封装的细节。

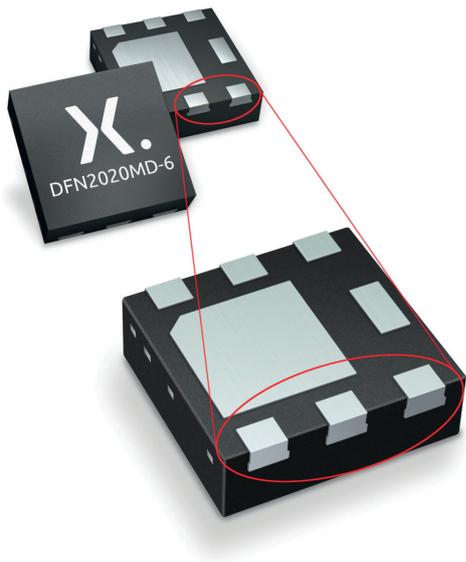


图3: 可湿性侧面的详细视图——DFN2020MD-6封装

完全镀锡的可湿性侧面保证整个侧焊盘表面将在回流焊工艺中被焊料润湿。一个重要优势是, 侧面的镀层与底部焊盘一样厚, 大约为10 $\mu$ m。即使经过长期储存也可确保可湿性表面。图5和图6分别显示了带和不带可湿性侧面的DFN2020-6封装与双焊盘DFN1608-2封装在焊接后的侧面光学外观示例。



图5: 带有SWF和裸铜侧面的DFN2020-6封装在焊接后的AOI示例比较

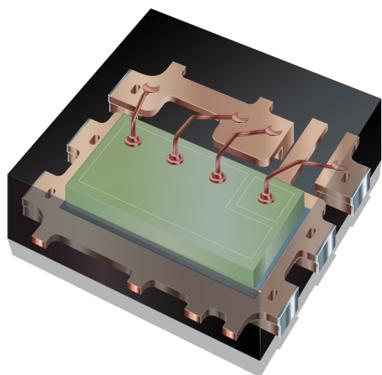


图4: DFN2020MD-6封装的剖视图

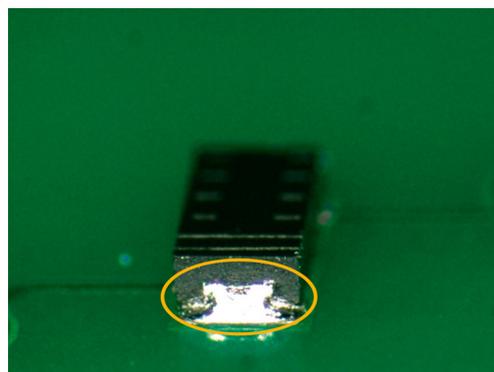


图6: 焊接后的可湿性侧面(DFN1608)外观

## AOI能力和证明

可湿性侧面的主要目的是为了促进DFN封装至实现可靠性高的AOI检测。从而跳过成本高昂的x光检查。

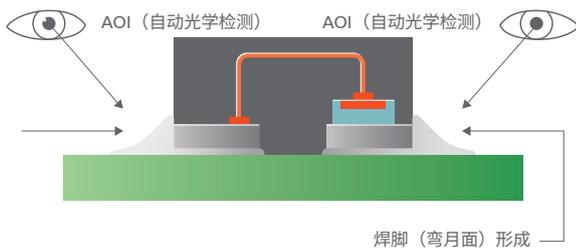
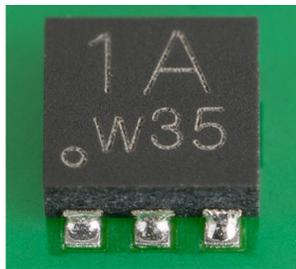


图7:支持AOI的带有可湿性侧面(SWF)的DFN封装

必须考虑的一个条件是, PCB焊盘尺寸必须扩大至大于封装尺寸, 为焊接形成弯月面或焊脚留出空间。提供带有可湿性侧面的封装的供应商在其焊接占用面积建议中包括此额外空间。

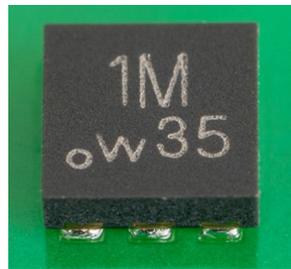
为检查安世半导体的可湿性侧面是否适合进行AOI检测, 构建了多个测试板并对焊接占用面积进行了修改, 以适应SWF封装。有意修改了印刷焊锡膏的量——在一些PCB焊盘上未印刷焊料(参见示例图8)。通过与AOI领先设备供应商合作, 已证实标准AOI技术能够在回流焊完成后可靠识别使用带有SWF的DFN封装的焊接失败情况。

### 带有SWF的DFN2020-6

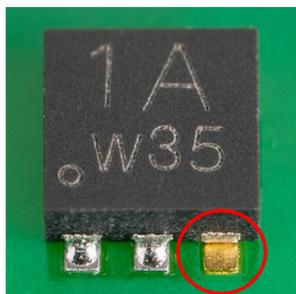


没有失败的焊锡膏印刷(a)

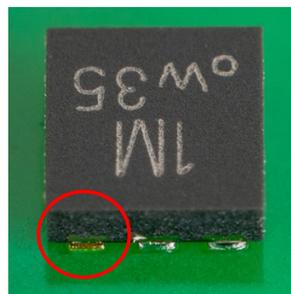
### 不带SWF的DFN2020-6



没有失败的焊锡膏印刷(a)



包含失败的焊锡膏印刷(b)



包含失败的焊锡膏印刷(b)

图8:测试板上焊接失败的示例

## 带有可湿性侧面的低引脚数DFN封装的其他好处

与不带可湿性侧面的器件相比, 带有可湿性侧面的DFN封装的另一个好处是与PCB连接能够实现更高的机械强度。

### 提高的机械强度

#### 最大剪切力

针对高剪切力进行优化, 实现牢固焊接



#### 最大板弯曲

板弯曲能力非常高, 适用于柔性印刷电路板的设计上



#### 最小倾斜角度

倾斜角度减小, 适用于超扁平PCB设计

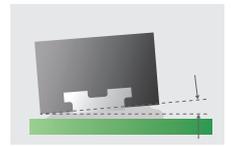


图9:带有可湿性侧面的DFN封装的电路板稳健性提高

如图9所示, 由于焊接后形成的弯月面, 从PCB分离封装所需的剪切力增加。我们收集了带和不带可湿性侧面的DFN2020-6封装的剪切力数据。总体而言, 80个样本在焊接后均在PCB上经过剪切。结果显示, 带有可湿性侧面的封装的剪切力提高大约10%: 标准偏差也有所提高(参见图10)。

### 平均剪切力和标准偏差

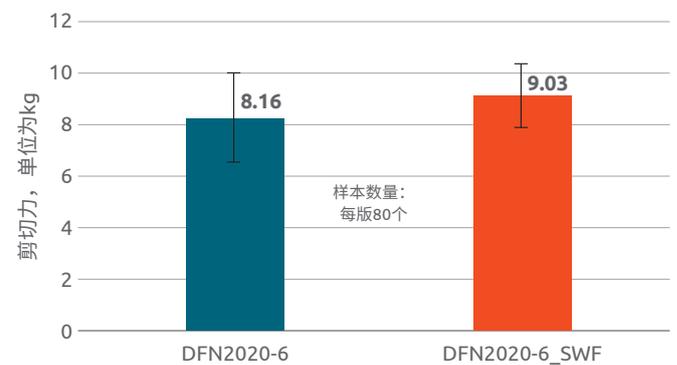


图10:带和不带可湿性侧面的DFN2020-6封装在PCB上的剪切测试

板弯曲测试也证实了带有可湿性侧面的DFN器件的稳健性提高, 这一结果得益于封装焊盘上的额外功能且封装焊盘能够更好地锚定到塑料主体。根据数据可以得出结论, 带有SWF的DFN1006-2封装的板弯曲深度达14 mm。对于同尺寸的一些无源芯片组件, 弯曲深度通常指定为1mm。

### 带有超过6个I/O的DFN封装的可湿性侧面解决方案

对于带有多个I/O (超过6个) 且引脚框架厚度至少为200 $\mu\text{m}$ 的DFN/QFN封装, 一个替代方法是在侧焊盘上使用凹坑。凹坑是引脚框架供应商预先蚀刻的, 并与底部焊盘一起镀有NiPdAu。器件分离在蚀刻的凹坑中间两个相邻封装之间的某个点完成。凹坑形成的可湿性特征尺寸小于前面描述的电镀锡解决方案。以此方式制作的带有可湿性侧面的封装往往通过NiPdAu焊盘电镀实现, 即焊盘上不额外镀锡。图11左侧是不带凹坑特征的此类封装的示例, 右侧是带有凹坑特征的此类封装的示例。

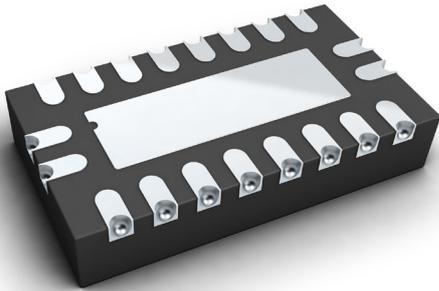


图11: 带有凹坑 (以实现可湿性侧面) 的多I/O DFN/QFN封装示例

另一个替代方法是在模塑后, 但在镀锡前, 将DFN封装部分切割分离, 这也称为“切割 镀锡 切割”方法。仅在一定深度执行切割操作, 目的是使侧面部分裸露。这意味着, 焊盘仍通过焊盘侧面的剩余金属部分连接, 从而确保为电镀工艺维持引脚框架的连续性。镀锡后, 使用较薄的锯片完全切割分离器件。由于必要的锯切容差, 该方法与凹坑替代方法一样, 仅适用于厚度超过200 $\mu\text{m}$ 的引脚框架产品。注意, 不是整个侧面都能被锡覆盖。

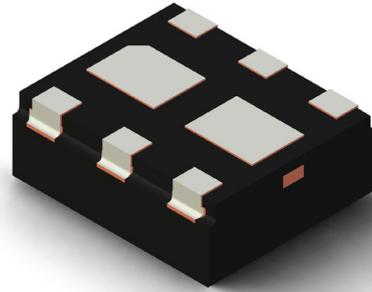


图12: 阶梯切割方法 (以实现可湿性侧面) 的多I/O DFN/QFN封装示例

安世半导体在其完整的产品组合中提供带有可湿性侧面选项的无引脚封装, 包括逻辑器件和ESD保护器件、MOSFET、二极管和双极性晶体管。目前有11个封装版本可供使用, 并且该产品组合还在不断增加。[www.youtube.com](http://www.youtube.com)上的一个视频展示了安世半导体的无引脚封装如何满足汽车行业的要求。通过采用可湿性侧面, 这些封装允许可见焊点形成, 从而支持自动光学检测。由于车辆电子功能增多, 半导体元件也随之增加, 它们不仅有助于节省车辆空间, 还能维持汽车应用所需的高安全和可靠性标准。

更多详情, 请访问: [www.nexperia.com](http://www.nexperia.com)

© 2019 Nexperia B.V.

保留所有权利。未经版权所有者优先书面同意, 禁止复制本文全部或部分内容。本文档中所提供的信息不构成任何报价或合同的一部分, 且被认为是准确可靠的, 如有变更, 恕不另行通知。对于使用本文档所产生的任何后果, 出版方概不承担任何责任。出版内容既不传达也不暗示专利或者其他工业或知识产权下的任何许可。

发布日期:

2019年11月