

垂直整合需要创新的检测和计量解决方案

微电子行业从一开始就受到消费者对更小空间更强功能需求的驱动。如果当时就有的话，那么这些驱动力现在在移动，可穿戴，物联网设备等新市场中变得更加重要。制造人员和设计人员的一个重要区别是，小型化过程已经从二维（2D）缩小变化为三维（3D）集成。在这些垂直整合方案中，芯片之间用于创建连接的键合非常关键，并在生产或开发中出现了许多不同的方法。所有这些都需要创新的检测和测量解决方案，从而能够实现和保持对制造工艺的适当控制。

所有这些方法使用的制造工艺都属于先进封装（AP）的宽泛类别。封装曾经被认为是在提供外部通信的同时保护芯片免受环境影响的相对简单工艺，现在几乎与制造芯片本身一样重要。毫不奇怪的是，前端芯片制造中完善的许多工艺都适用于后端封装工艺。而且，正如前端那样，这些工艺也处于持续的缩小尺寸和增加所提供连接密度的压力之下。

大多数垂直集成工艺使用某种形式的导电“凸点”，突出穿过绝缘层来将信号传送到上面或下面的相邻层。总凸点工艺控制参考这些工艺的 2D/3D 检测和计量要求。其中包括：空洞和短路的二维缺陷检测，异物，工艺误差和缺失的凸点；凸点直径和凸点位置的二维度量；凸块高度和共面的三维测量；以及尖端的分析手段，包括空间模

式识别和自动分类，从而从大量的原始数据中提取可操作的信息。

凸点尺寸将不可避免地在所有维度上缩小，这要求检测和测量工具有更好的分辨率。例如，考虑已由存储器制造商在器件中广泛采用的硅通孔（TSV），它堆叠多个芯片从而可以实现存储密度的增加。一种类型的 TSV 工艺通过蚀刻通孔，填充导体，然后用抛光工艺暴露 TSV 来形成 TSV。这个暴露的 TSV “钉”的高度是至关重要的。在先进的工艺过程中，高度可能只有几微米，而直径小于 10 微米。使用广谱（白色）光进行照明和测量的光学系统，相比使用非常窄光谱（基本上是单一波长）的基于激光的系统，无法获得相同的分辨率。图 1 显示了由基于激光的系统所创建的“图像”，并绘制出了许多次的测量结果，从而证明了该技术的准确和精度。

焊料凸点是用于垂直连接的另一种技术。它们在倒装芯片工艺中获得了广泛认可，现在正在转向晶圆级芯片尺寸封装（WLCSP）。今年最近的一些预测显示，WLCSP 规模将超过传统的倒装芯片规模。凸点高度和共面性对于确保可靠连接至关重要。一个不够高的凸点将不会用于连接，而一个太高的凸点则可能会阻止相邻凸点的连接。事实证明，快速准确地测量凸点的真正高度是一项很有挑战的任务。

另一个需要创新解决方案的特定 AP 工艺例子是，通

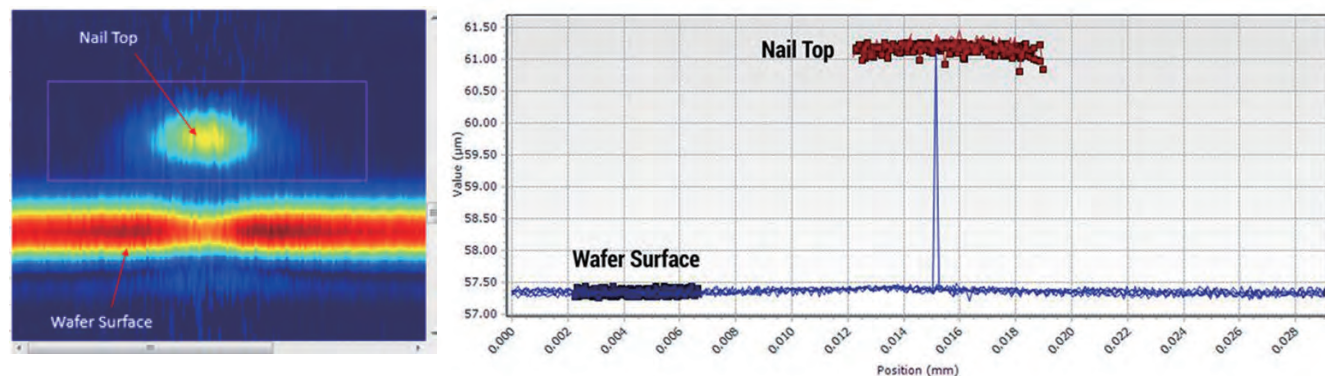


图1. 基于激光的TSV钉高的测量。随着特征尺寸的不断缩小，将需要与白光系统相比，更高分辨率的激光系统。

作者：Rud Ren, Rudolph Technologies中国公司现场应用工程师

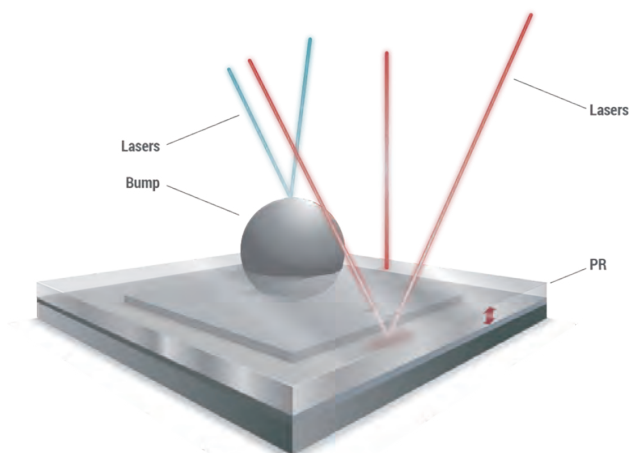


图2. Truebump高度测量使用PL厚度干涉测量中计算出的校正值，通过对100%检测期间所有凸点的高速激光三角测量来提高精度。



图3. Rudolph的Dragonfly检测和测量系统包括Truebump技术，并将大规模2D检测与快速准确的3D凸点测量结合到了一个系统中。

通过使用保护层（PL）来改进焊料凸点和下面的铜重导向层（RDL）之间电气/机械连接的工艺来提供。这些工艺消除了凸点下金属（UBM）层，从而减少了工艺周期的数量和芯片的整体厚度。但是，当直接在RDL上形成焊料凸点时，机械键合力并不同样地强。通过随后沉积包围凸点底部的保护层并将其保持在该位置上，从而可以提高强度。不幸的是，PL层会在凸点高度测量中引入误差，因为凸点高度测量通常测量为凸点顶部与凸点所在表面之间的差。PL层是半透明的，使得其表面难以用现有技术定位，并且其厚度还会变化，因此相对于其表面进行的测量不能准确地反映出底层表面上的真正凸点高度。干涉测量技术可以准确测量PL，但速度太慢，无法用于100%检测所有凸点。鲁道夫最近推出了Truebump技术，使用

干涉测量技术来定位PL的顶部和底部表面，从而允许准确测量真正的凸点高度和PL厚度。整个晶圆上PL厚度的多次干涉测量允许显影校正，这可以应用于100%检测期间高速激光三角测量的高度测量（图2）。

最近发布的Dragonfly检测和计量系统（图3）结合了鲁道夫的Truebump技术。Truebump技术为所有的先进封装凸点应用提供了快速、准确和可重复的三维（3D）测量，从铜（Cu）柱到微凸点，甚至是大的C4凸点。Dragonfly系统为高级封装行业提供了高容量二维检测和三维凸点测量的单一系统。

这些新的解决方案用于更高分辨率的激光检测和真正凸点高度测量的干涉校正，只是行业继续采用垂直整合策略所需创新解决方案的两个例子。◆

库力索法中国展示中心在苏州落成

库力索法（Kulicke & Soffa）中国展示中心近日在苏州工厂落成。库力索法半导体（苏州）有限公司成立于2002年，自有厂房17000平方米，库力索法苏州公司现有集团核心产品自动焊线机的软件开发和工艺研发团队，还包括陶瓷焊针、晶圆切割刀、以及楔焊工具等三条生产线。

库力索法中国展示中心总面积超过1200平方米，囊括库力索法集团公司所有最新产品和解决方案，例如高性能球焊机RAPID™ Pro，专为LED市场设计的球焊机OptoLux™，还有高性能、高产能贴片机APAMA™ DA，

客户在这里可以看到从头到尾的整条SMT线解决方案演示和培训，从丝网印刷，焊膏检查，元件贴装，AOI，到回流焊系统。除了SMT线以外，近期还有一整条CMOS Image Sensor (CIS) 封装线将在展示中心中心设立。此外，中心还包含设备维修和翻新等服务功能。

K&S总裁和首席执行官陈福盛博士介绍道：“库力索法中国展示中心的落成标志着公司的另一个重要里程碑。它有助于加强与我们与客户和行业合作伙伴的交流，并推动下一代的封装解决方案，以响应行业的新机遇。”