

粘合晶圆的缺陷显微声像分析

在晶圆与晶圆的粘接技术中,工程师必须要面对的一个问题是缺陷的表现形式。这些缺陷可能会存在于晶圆之间,包括孔洞和微孔,以及异类物质。各种大小不同的孔洞可能是非粒子表面污染造成的,而较大的孔洞则可能是由于粘接工艺中温度变化而产生的。在 SOI 中,孔洞会在上面的晶圆切薄后造成对衬底的电性短路。作检查时存在的问题是非常小的孔洞很难用光学方法显现出来。可以采用红外成像作为解决办法,但是由于反差效果不好成像的分辨率有限,只能看到大的缺陷。有两个原因可以把这类问题作为显微声像理想的应用对象。首先,硅晶圆片对于非常高频的超声波而言几乎是透明的;第二,缺陷会形成“气沟”,可将所有接收到的超声波都反射回去,而和它们自身的厚度无关。这种缺陷是隔音的,而它们所处的硅层则是完全透声的。

粘接及缺陷的类型

目前,有四种晶圆与晶圆粘接类型:直接晶圆粘接(又称为融合粘接)、共晶粘接、玻璃烧结粘接以及阳极粘接。在直接晶圆粘接中,散装晶圆上的亲水性或疏水性表面都压在一起并在高温下退火,在一块晶圆中心存在的压力会生成一个单粘接波向外扩散,多个波复合就会产生翘曲并形成孔洞。共晶粘接和玻璃烧结粘接在作低温处理前分别采用了金属或玻璃的原始镀膜。阳极粘接通常要用到一个硅晶圆和一个具有较高碱金属成分的玻璃晶圆,处理过程中会在两个晶圆之间产生静电吸引力,然后在 500°C 温度下粘接到一起。

在没有金属或玻璃烧结这样的中间层时会有一些困难,异物颗粒会产生孔洞,其直径大小与颗粒高度成正比。比如,在直接晶圆粘接中,一个 1 μm 的颗粒会形成直径 1cm 的孔洞。然而在玻璃烧结粘接中,由于玻璃会流动而将颗粒包围起来,因此类似的颗粒可能一点孔洞都不会产生。但是如果异物颗粒的尺寸足够大,它也可能在晶圆内产生裂纹。

粘接晶圆的显微声像

在显微声像中,超声波换能器逐步扫描穿过晶圆区域。扫描时,换能器每秒要作几千次脉冲和接收模式的转换。在脉冲模式下,它向晶圆发出频率在 50MHz 到 230MHz 的超声波,接收模式则接收从样品内部反射的回声。在这样的频率下,整块硅片对超声波变得非常透明,其结果是第一个晶圆块不会反射任何回声。但是当超声波碰上两种不相同物质粘接良好的介面时,有一部分超声波会反射回换能器,而剩下的会进入到更深层被下一个介面反射。反射的强度和极性(正或负)由两种材料的声阻值决定。在粘接得很好的晶圆中,两种材料之间的介面可能不存在。粘接晶圆中的任何缺陷实际上是存在于对声音透明的介质里。

由于非常高频的超声波不会穿透孔洞或气沟,故而裂纹和脱离层的声阻始终为零,这样就非常可能形成反射。沟道的厚度并不重要,大量的声像图和实验室扫描电子显微图的对比都显示了厚度小于 0.1 μm 的沟道可以反射所有超声波。

图 1:这是一幅 50MHz 声像图,显示两个用玻璃烧结方法粘接的晶圆之间有很多微孔(图中左部)。(照片由 Motorola 提供)。

图 1 显示的是用玻璃烧结方式粘接晶圆对的 50MHz C-SAM 声像图,在这个例子中粘接的目的是为一个压力传感器的移动部分提供保护。沿着晶圆的左边是一块微孔密集的区域,可能是粘接过程中的低温造成的。在这种场合中微孔的危险之一是它可能会切断并改变感应薄膜其中一边的受控参考压力。

图 2:在这幅 50MHz 声像图中,椭圆形黑暗区域是粘接晶圆中间一个大的孔洞,孔洞中的亮点是造成孔洞的颗粒。(照片由 Motorola 提供)

图 2 是在类似玻璃烧结晶圆对的 50MHz 声像中显示出的异类颗粒情况。该颗粒(可以看见一个小的亮点)造成了一个孔洞,比颗粒本身大了许多倍,而且会影响到很多器件的粘接。即使是在同一晶圆对中,孔洞的大小也会有很大不同。最近推出的高分辨率显微声像技术,

采用了高分辨率 230MHz 换能器，可以作出高达 8,000×8,000 像素的声像图(以前的标准是 512×512)。虽然相对较大一点的孔洞在低频率及低分辨率时也能显示出来，但高分辨率所带来的一些其它信息在进行判断时是非常有用的。

图 3：融合粘接的高分辨率 230MHz 声像图既显示出大的孔洞(整块红色)，又有包含许多小孔洞的区域。对图像的局部进行放大可以显示出小孔洞的细节。(照片由 Sonoscan 提供)

图 3 显示的是具有大范围缺陷的融合粘接晶圆对，亮红色的地方就是孔洞。但是细小斑点的区域就不太容易判断了。将图像的一部分进行放大(插入图)表明另外不清楚的斑点区域实际上包含了大量细小的微孔。还可以自动对粘接晶圆作出声像图。已开发出的自动化高产量生产系统首先是在 IC 封装的 JEDEC 托盘。通过扫描每个托盘，就象它是一个巨型元件，可以部分达到高速，然而每个元件成像的分辨率还保持在实验室仪器的水平上。一个类似的托盘可以托住两片 15.24cm 粘接晶圆对，并自动作粘接成像。

本文内容来自互联网，著作权归原作者所有。由电子零件城 (<http://www.epcity.com/>) 整理并制作成 PDF 文件，仅供个人学习之用，不得用于任何商业目的，否则后果自负。如果您认为本 PDF 文件侵犯了您的任何权利，请来信 epcity@epcity.com 通知，本站立即删除。

搜集整理：电子零件城-笨笨兔 (QQ: 154502842) 2004-04-10