

What is Hybrid Bonding? Is Hybrid Bonding a copper-copper bond? – April 19, 2023

什么是Hybrid Bonding? Hybrid Bonding是铜铜键合吗?

[半导体设备与材料](#) · 来源: 艾邦半导体网 · 2023-04-20 09:40 · 942次阅读

在Hybrid Bonding前, 2D, 2.5D及3D封装都是采用焊锡球凸点(solder bump)或微凸点(Micro bump)来实现芯片与基板, 芯片与中介层(interposer), 芯片与芯片间的电连接。Solder bump/micro bump在制备工艺中都有植球的步骤, 所植的球就是焊锡球(Solder bump), 所以在Hybrid Bonding之前芯片间的连接都是靠焊锡球进行连接。

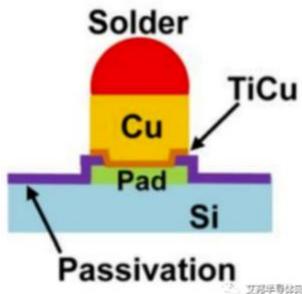


图1, Cu+Solder 统称为bump, 细分又可以分为Cu bump 和Solder Bump. 当然Solder bump是植在铜柱(Copper bump)上的。如图2所示, 当copper bump pitch 小于10~20um时, 焊锡球 solder bump就变成了工艺难点及缺陷的主要来源。这时候就需要一种新的工艺来解决bump 间距小于10微米芯粒间键合的问题。当然Hybrid Bonding在电学性能方面也有独特的优势, 如图3所示, Hybrid Bonding信号丢失率几乎可以忽略不计, 这在高吞吐量, 高性能计算领域优势明显。在业界强烈需求的呼唤下, Hybrid Bonding腾空出世。

图2, 不同bump间距 (pitch) 所采用BUMP形式

图3, 频率与信号丢失对应曲线图

Hybrid Bonding中的Hybrid是指除了在室温下凹陷下去的铜bump完成键合，两个Chip面对面的其它非导电部分也要贴合。因此，Hybrid Bonding在芯粒与芯粒或者wafer与wafer之间是没有空隙的，不需要用环氧树脂进行填充。

图4, 图源十轮网

混合键合流程图：(a) 试片未接合面貌 (b) 介电材料接合步骤 (c) 提高温度铜接点接合过程 (d) 高温时接点内部应力分布状态 Hybrid Bonding是近几年被叫响的，在之前业界通常称其为DBI (Direct Bond Interconnect, 直接键合连接)，它是在20世纪80年代中期由Paul Enquist, Q.Y. Tong和Gill Fountain在三角研究所 (RTI) 的实验室首次构思，DBI因其优雅和简洁而成为键合大海上的明灯。他们三个后来在2000年成立了一家叫Ziptronix的公司，并于2005年实现了10um bump间距用DBI技术连接的铝布线层，接着又在2011年发布2um bump间距用DBI技术完成wafer to wafer 连接。2015年Ziptronix被Xperi (前Tessera) 收购。在2019年，DBI/Hybrid Bonding技术由Xperi (前Tessera) 完成了最终的专利布局，其本身没有量产的产品推出。

图5, 2005年Ziptronix发布10um间距 用DBI技术连接的铝布线层

图6, 2011年Ziptronix发布2um间距用DBI技术完成的wafer to wafer连接

业界第一个DBI/DBI/Hybrid Bonding量产的产品是由Sony在图像传感器上进行应用。这项技术在堆叠的CMOS图像传感器的下部电路芯片和上部像素芯片中增加了Cu连接焊盘，以同时建立物理和电气连接。由于Cu-Cu直接键合是在wafer生产过程中进行的，索尼开发了原始的制造工艺来克服这些问题，并成为世界上第一个推出该技术公司。

图7, Sony首款采用HybridBonding/DBI铜铜键合的[传感器](#)

接着台积电, [英特尔](#)、[三星](#)等大厂都开始采用该工艺用于进行3D封装, 并陆续推出用于[CPU](#)、[GPU](#)及高性能计算中。到今天, Hybrid Bonding已经被叫的越来越响。

图8, [AMD](#) Hybrid Bonding产品

最后我们再谈谈相应的设备厂家, Hybrid Bonding代表着未来, 代表着研发实力, 设备巨头们都在积极跟进。当前主要有两个实力强劲的联盟: Besi与Applied Material的BA联盟以及香港的ASMPT与EV GROUP (EVG)的AE联盟, 巨头们强强联合来争夺先进封装设备中的塔尖。另外, 根据新闻报道近期异军突起的华封也在积极研发布局。如果您是我们的老朋友应该看到过我们艾邦[半导体](#)公众号对TCB (热压键合) 设备的介绍, 相信大家对TCB设备的复杂性已经有一定的了解。

TCB设备升级改造后可以具备Hybrid Bonding的功能, 但是后者的难点除了贴装精度要求更高外, 对晶粒及晶圆本身共面性、表面粗糙度、洁净度等要求都极为苛刻。这也就是为什么一套Hybrid Bonding设备的研发需要巨头们强强联合的原因。

审核编辑: 刘清

[阅读全文](#)

<https://www.elecfans.com/d/2063085.html>