

package封装

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/1896206164573782105>

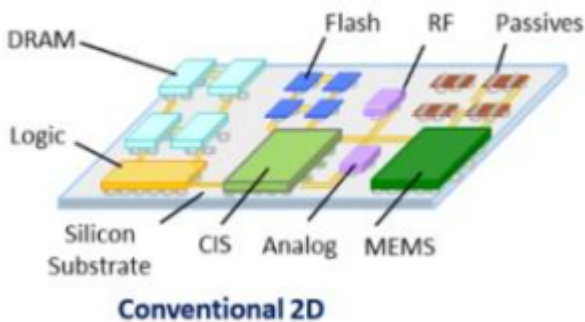
<https://www.ab-sm.com/a/23456>

1. 传统2D封装

物理结构：所有芯片和无源器件均安装在基板平面上，芯片和无源器件与XY平面直接接触。

电气连接：通过基板上的布线和过孔实现电气互连，通常使用键合线将芯片与基板连接。

特点：技术成熟，成本较低，但集成度有限，信号传输距离相对较长，可能导致信号延迟。

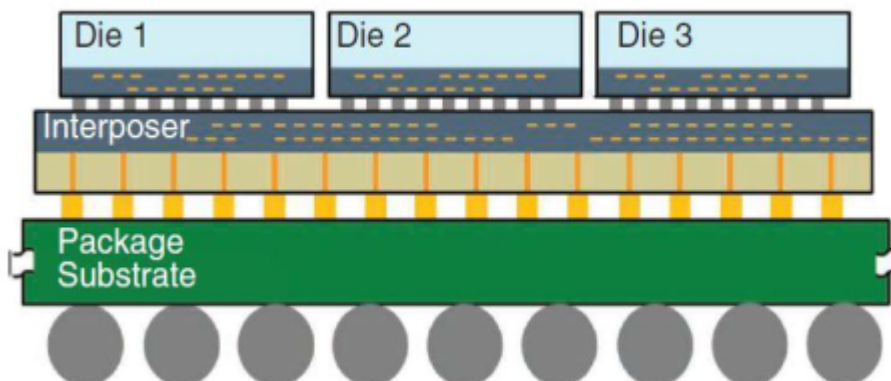


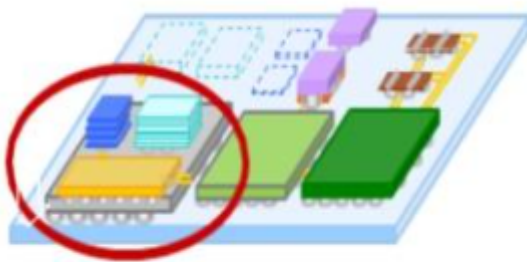
2. 2.5D封装

物理结构：芯片堆叠或并排放置在具有TSV的中介层[interposer]上，中介层提供芯片之间的连接性。

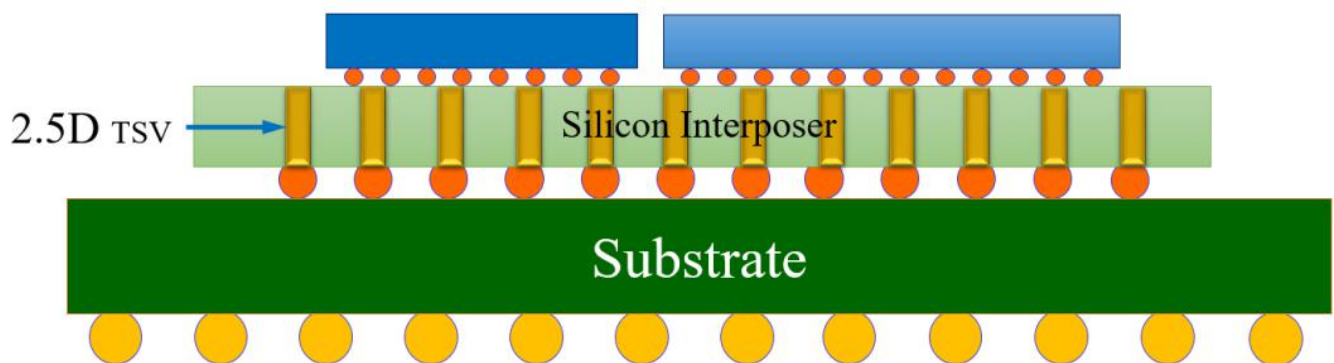
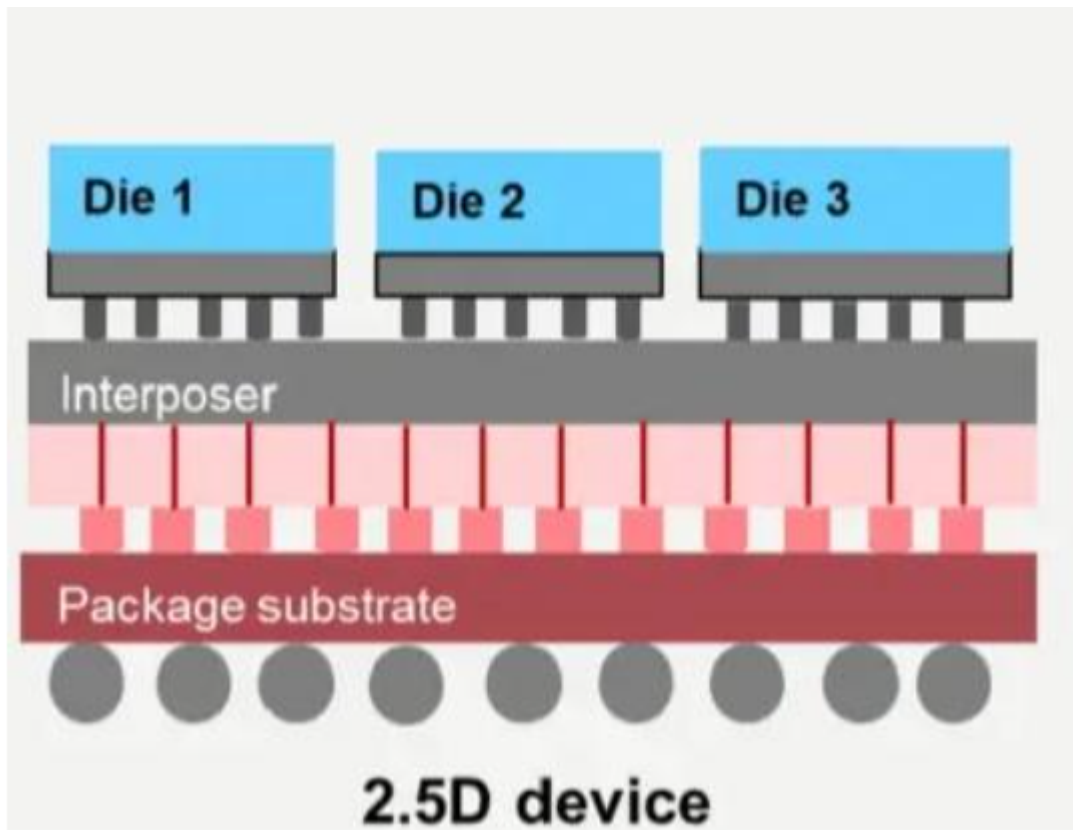
电气连接：通过中介层上的微型凸点[micro-bumps]和TSV实现电气互连。

特点：集成度较高，可以提供更高的I/O密度和更低的传输延迟，但相比3D封装，其垂直堆叠的芯片数量较少。

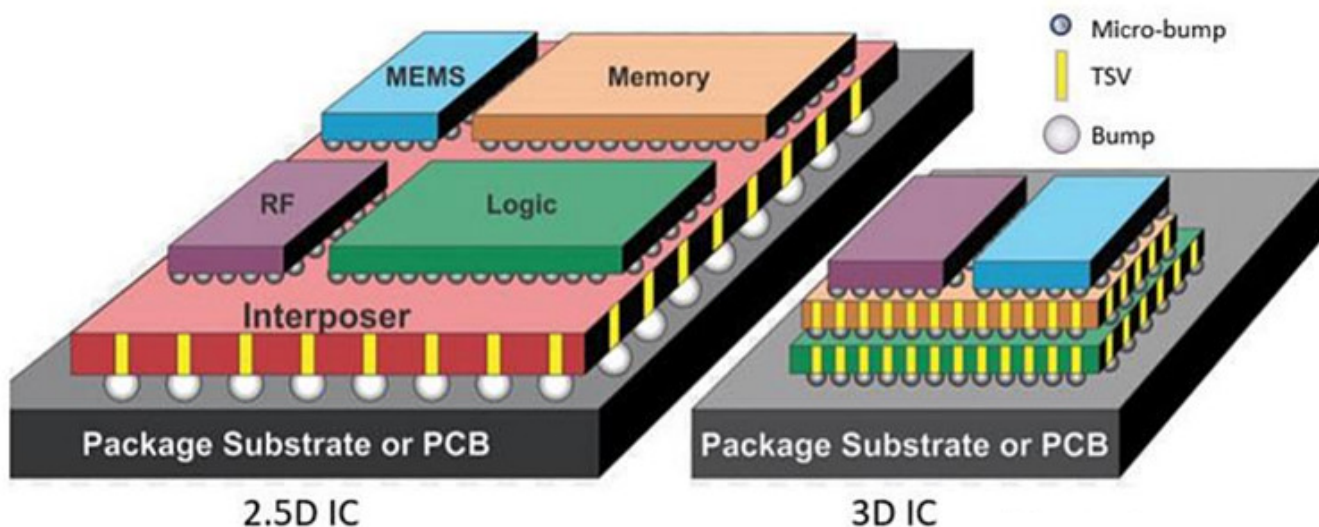




2.5D (Silicon Interposer)



2.5D和3D IC设计

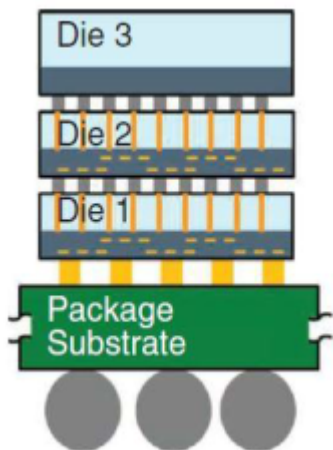


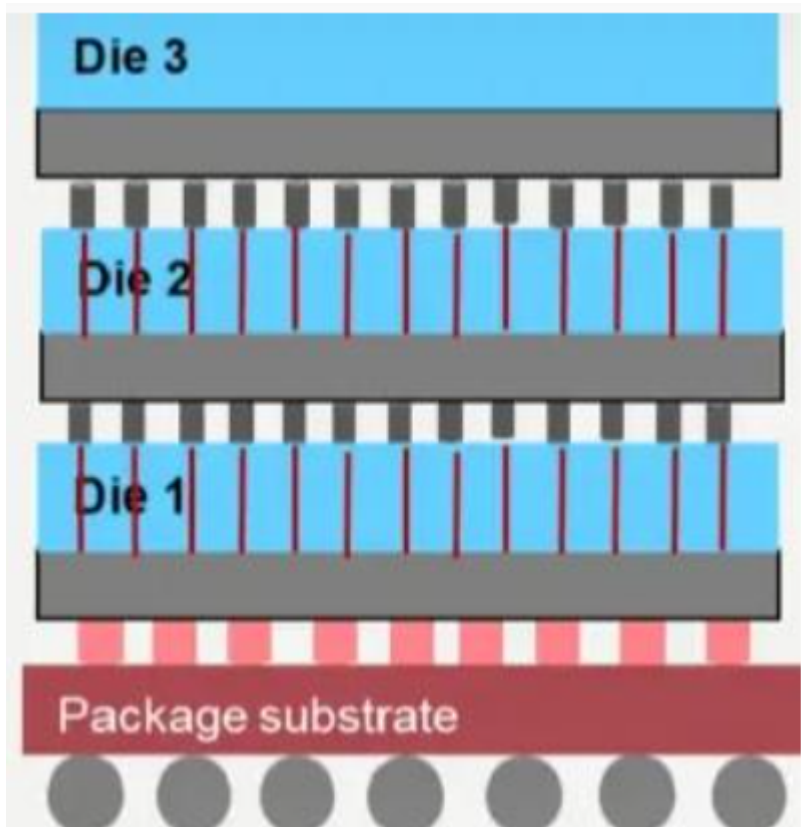
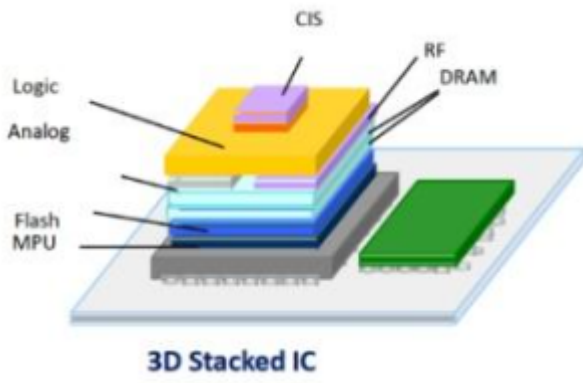
3. 3D封装

物理结构：逻辑裸晶或存储裸晶垂直堆叠在一起，通过TSV实现硅芯片之间的垂直互连。

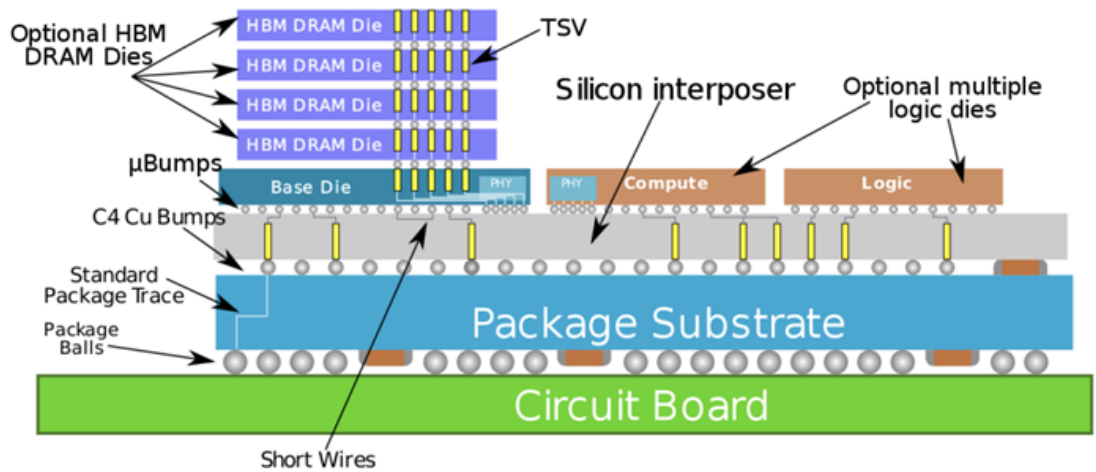
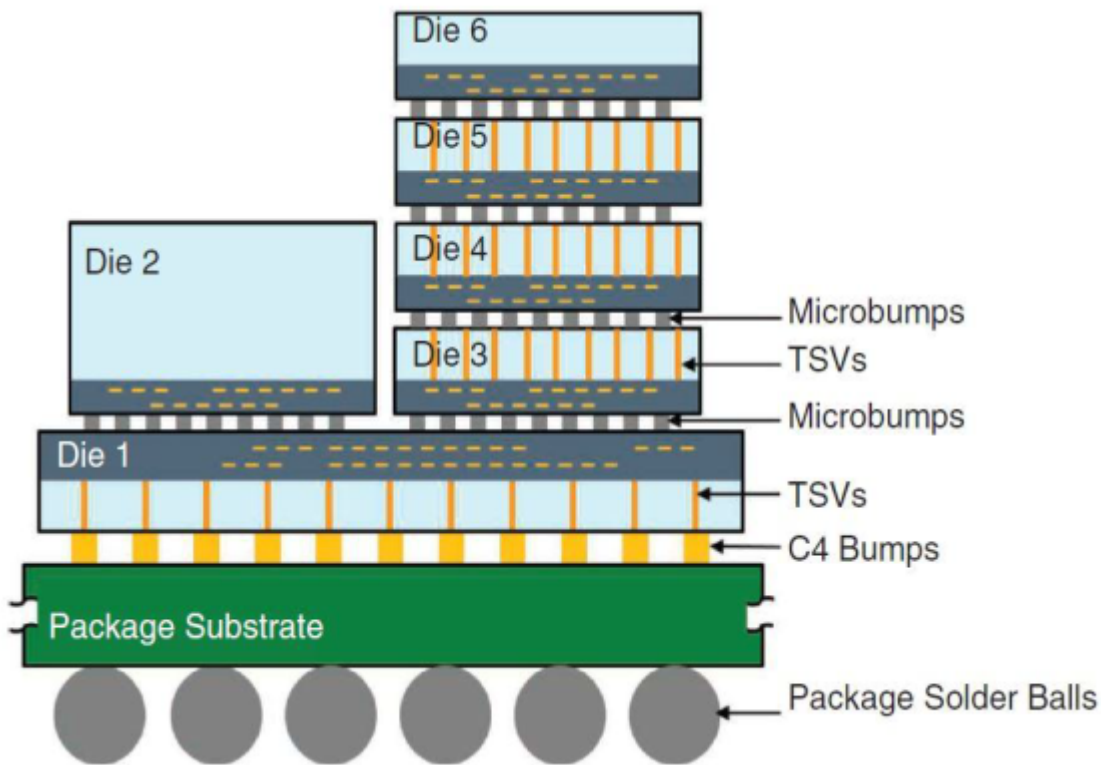
电气连接：TSV技术实现多层硅晶圆与采用TSV的组件之间的连接。

特点：集成度最高，可以实现高密度的垂直互连，提供更高的带宽和更低的功耗，但技术难度和成本也相对较高。

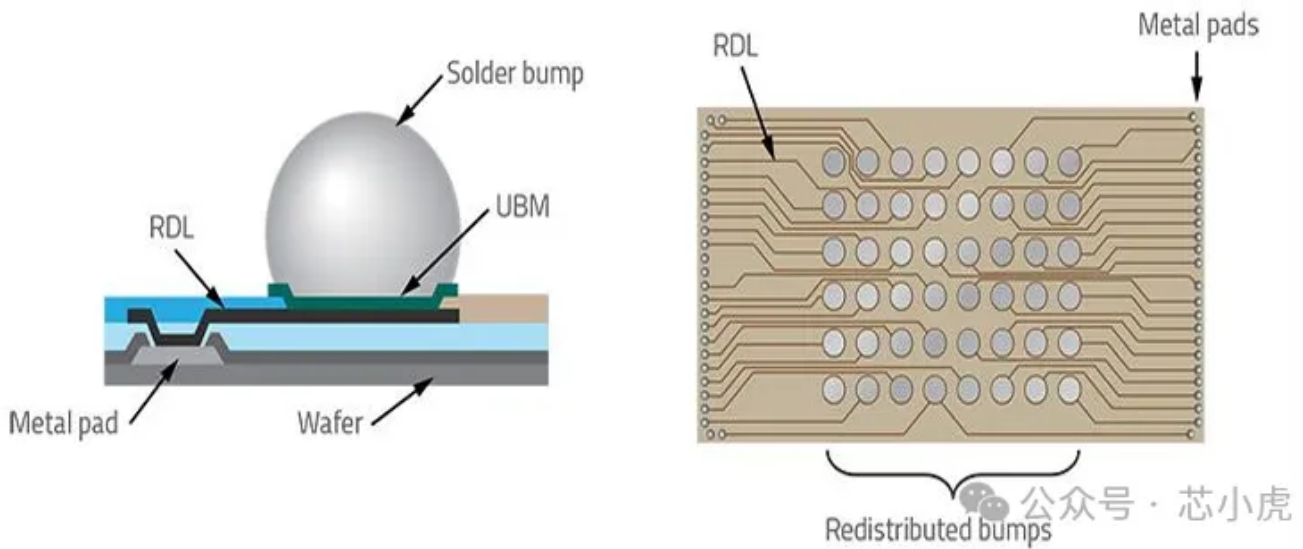




4. 3.5D封装



5. RDL



RDL (Re-distributed layer) 作为实现芯片水平方向电气延伸和互连的关键技术，在 3D/2.5D 封装集成以及 FOWLP (扇出型晶圆级封装) 中发挥着举足轻重的作用。它通过在芯片表面沉积金属层和相应的介电层，巧妙地形成金属导线，并将 IO 端口重新设计到更宽敞的区域，构建出表面阵列布局。这一创新技术不仅使得芯片间的键合更薄，简化了工艺，还让设计人员能够以更为紧凑和高效的方式放置芯片，从而显著减少了器件的整体占地面积。

突破传统 I/O 布局限制 传统芯片的 I/O 端口通常位于边缘，而 RDL 通过金属布线（如铜导线）将其重新排布为面阵列，支持更密集的引脚布局（如从数百个 I/O 提升至数千个）。

提升电气性能 通过缩短信号传输路径，减少寄生电容和电感，降低延迟（例如在高性能计算芯片中可减少 30% 以上的路径长度），并优化信号完整性。

支持多芯片集成 在 2.5D/3D 封装中 RDL 连接不同功能的堆叠芯片（如逻辑芯片与存储器），而 TSV (硅通孔) 负责垂直互连，两者协同实现高带宽集成（如 HBM 存储器的总线宽度提升至 1024 位）。

降低成本与封装尺寸 通过优化布线设计减少冗余金属层，降低材料成本；同时支持更紧凑的封装形式（如扇出型晶圆级封装 FOWLP）使封装面积接近芯片尺寸