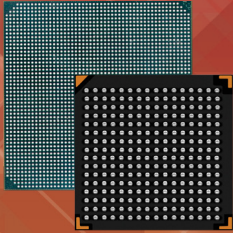


# 倒装芯片封装



硅材料产业的各种因素推动着对倒装芯片互连技术的需求水涨船高。为了满足此类需求，Amkor 致力于成为倒装芯片封装 (FCiP) 技术领域的重要提供商。通过和成熟的行业领袖合作，Amkor 将大批量封装服务推向转包市场。作为首家在 1999 年便已提供 FCiP 解决方案的 OSAT，Amkor 持续地引进采用倒装芯片互连技术的创新封装解决方案，并将最多多样化的 FCiP 解决方案推向市场。

## 倒装芯片的优点

- ▶ 减小信号电感—由于互连长度显著变短（从 1-5 mm 缩短至 0.1 mm），信号通道的电感也大幅度地减小。这是高速通讯和开关器件的关键因素。
- ▶ 减小电源/接地电感—使用倒装芯片互连，电源能够直接连接至晶片核心，而不是需要重新布线至边缘。它能够大幅度降低核心电源的噪音，提高硅晶的性能
- ▶ 更高的信号密度—晶片的全部表面都能被用于互连，而不仅限于边缘部分。这与 QFP 和 BGA 封装的比较类似。由于倒装芯片可以通过晶片表面连接，因此相同尺寸的晶片支持更多数量的互连
- ▶ 缩小晶片尺寸—针对受焊盘限制的晶片（尺寸由焊盘所需边缘空间确定），晶片的尺寸可以被缩小，从而节约硅的成本
- ▶ 缩减封装面积—在部分情况下，倒装产品可以缩小整体封装面积。这一点通过降低晶片到封装的边缘空间要求（因为无需为焊线预留空间）或采用更高密度的基板技术，进而缩短封装节距得以实现

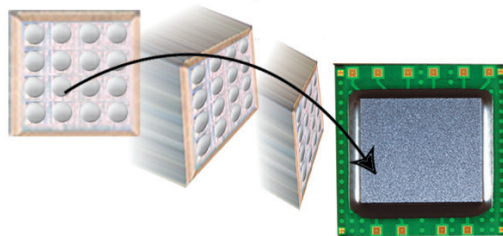
## 什么是倒装芯片？

倒装芯片不是特定的封装（如 SOIC），或甚至也不是一种封装类型（如 BGA）。“倒装”指的是将晶片贴装到封装载体上的电气连接方式。封装载体，不管是基板或引线框架，将提供从晶片到封装外部的连接。在“标准”封装中，晶片和载体之间的互连采用线材。晶片正面朝上贴装到载体上，而线材首先会连接晶片，然后通过环路焊接到载体。线材的长度和直径通常分别为 1-5 mm 和 15-35  $\mu\text{m}$ 。

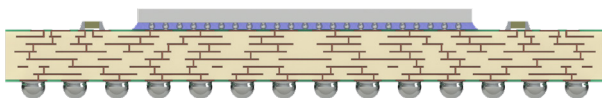
相对地，倒装封装的晶片和载体之间的互连使用直接置于晶片表面的导电“凸块”。然后，把凸块晶片“翻转过来”，正面朝下放置，凸块直接连接到载体。凸块一般高 60-100  $\mu\text{m}$ ，直径为 80-125  $\mu\text{m}$ ，而铜柱 (CuP) 凸块的高度通常为 40  $\mu\text{m}$ ，并有锡银焊帽。

倒装芯片连接通常采用两种方式其中之一：使用焊料或导电粘合剂。到目前为止，最常见的封装互连都采用焊料。当前的焊料选项有：共晶锡/铅或无铅（98.2% 锡、1.8% 银）焊料。焊料凸块晶片通过焊料回流制程贴装到基板，这与将 BGA 焊球贴装到封装外部所采用的制程非常类似。在晶片焊连之后，底部填充会被添加到晶片和基板之间。

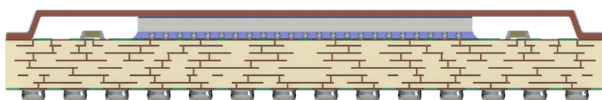
底部填充是填充在晶片和载体之间，而且环绕焊料凸块的经过专门工程处理的环氧树脂。它的设计可对由硅晶片和载体之间的热膨胀差异而产生的焊点应力进行控制。在固化以后，底部填充会吸收应力，降低焊料凸块的应变，并且大幅延长成品封装的寿命。芯片贴装和底部填充步骤是倒装芯片互连的基础。除此以外，晶片四周的其余封装结构可以采用多种格式，一般为现有的制程和封装格式。



最近的封装解决方案已经开始使用另外一种被称为 TCNCP (非导电浆热压) 的倒装芯片互连技术。有别于焊接和底部填充两步骤制程, TCNCP 可以做到一步到位。非熔性铜柱凸块的焊料顶端被压入液态环氧树脂底部填充, 然后对二者进行加热, 最后形成金属焊连并固化环氧树脂。在更小凸块节距的结构中采用 TCNCP+铜柱, 维持架高, 并减少短路问题。



裸晶倒装芯片 BGA 横截面



单件式顶盖倒装芯片 BGA 横截面

## 晶圆凸块技术

为支持倒装芯片封装, Amkor 在其韩国、台湾、葡萄牙和中国的制造工厂建立了晶圆凸块生产线。Amkor 的凸块制程基于其专利电镀焊料技术, 它被视为市场内最先进、有效、可靠, 而且高产的制程。共晶锡/银、无铅 (98.2% 锡、1.8% 银) 和铜柱凸块都已实现 200 mm 和 300 mm 的批量生产。

- ▶ 从 200 mm 到 300 mm 晶圆直径
- ▶ 全面阵节距支持 130  $\mu\text{m}$  - 外围衬垫节距 <100  $\mu\text{m}$
- ▶ 提供铜柱、共晶锡/银和无铅 (98.2% 锡、1.8% 银) 成分
- ▶ 提供低  $\alpha$  (< 0.02 cph) 和超低  $\alpha$  (<0.002 cph) 焊料
- ▶ 支持聚酰亚胺再钝化
- ▶ 再布线层可使用镀铜材料

## 采用倒装芯片的封装选项

根据具体的晶片和应用要求, 需要采用不同的封装级解决方案。倒装芯片互连可被用于各种封装解决方案中, 每种都为特定市场带来特定的好处。Amkor 在最大程度上提供最多多样化的倒装芯片封装解决方案, 以满足客户及最终用户的不同需求。Amkor 结合其丰富的生产知识和各种类型的封装介质层, 以及进一步运用其在倒装芯片互连技术领域的领导地位, 一直不断地在开发新的封装解决方案。

## 倒装芯片 BGA 封装

Amkor FCBGA 封装采用先进的单器件层压板或陶瓷基板。FCBGA 基板利用多个高密度布线层, 激光盲孔、埋孔和叠孔, 超小节距金属化, 从而实现最高的布线密度。通过将倒装芯片互连与超先进基板技术结合在一起, FCBGA 封装能够在最大程度上优化电气性能。在确定电气性能以后, 倒装芯片所带来的设计灵活性也将增加最终封装设计的选项。Amkor 为众多产品格式提供 FCBGA 封装, 以满足各种终端应用需求。

FCBGA 封装选项的多样性让封装选择可以依据最终产品的具体散热需求量身进行。高性能 ASIC 产品通常采用盖板格式, 通过受控制的胶合线将晶片直接贴装到散热铜片上。此特性可在最大程度上将封装和任何外部热解决方案之间的热阻 ( $\theta_{\text{JC}}$ ) 降到最低。散热铜片有效地从侧面将晶片的热量散发到封装的外围和母板。

低功率产品通常采用裸晶或模塑设计。在这种情况下, 倒装芯片结构、焊料凸块和中心通孔提供从晶粒主动面出发, 并且穿过基板的低电阻路径, 实现了从封装表面到母板的散热。

此项 IC 封装技术适用于多引脚数量和/或高性能 ASIC。大尺寸 FCBGA 则能提供满足互联网、工作站处理器和高带宽系统通讯设备需求的封装解决方案。倒装芯片互连技术让封装可以在传统表面贴装封装尺寸内支持数千个连接。除此以外, FCBGA 还是游戏系统处理器和显卡, 以及尖端便携式器件高端应用处理器的首选封装解决方案。

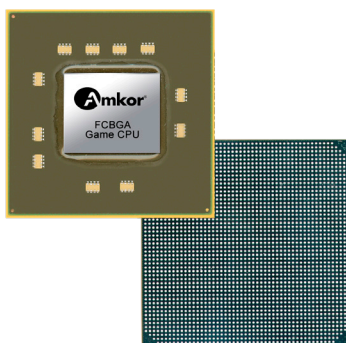
### 封装选项

- ▶ 晶圆节点  $\geq 7 \text{ nm}$  已合规 (正在开发 5 nm)
- ▶ 顶部和底部 SMT 元件
- ▶ 多晶粒合封
- ▶ 存储器元件合封在顶部
- ▶ 提供多种可选的盖板材料
- ▶ 接地盖板
- ▶ BGA尺寸可定制

## 倒装芯片 BGA 封装 (续)

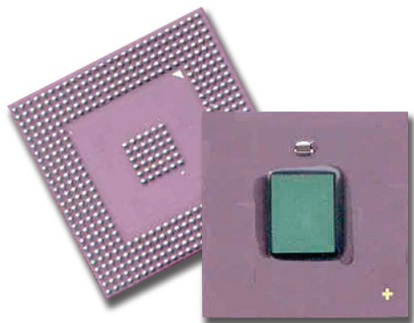
### 技术

- ▶ 基板
  - ▷ 4-18 面层压基板
  - ▷ 高 CTE 陶瓷
  - ▷ 无core材
- ▶ 凸块类型
  - ▷ 共晶锡/铅
  - ▷ 无铅
  - ▷ 铜柱凸块 (阵列和小节距外围)
- ▶ 封装格式
  - ▷ 裸晶
  - ▷ 有盖
  - ▷ 模压
- ▶ 90  $\mu\text{m}$  最小阵列凸块节距
- ▶ <100  $\mu\text{m}$  最小外围凸块节距
- ▶ 最大为 29 毫米的晶粒尺寸
- ▶ 从 10 mm 至 66 mm 的封装尺寸 (正在开发 85 mm)
- ▶ 0.4 毫米、0.5 毫米、0.65 毫米、0.8 毫米和 1.0 毫米节距 BGA



FCBGA/LGA (裸晶)

倒装芯片封装解决方案适用于大多数显卡、个人电脑芯片组和低端 ASIC 应用



fcCeramic CBGA/CLGA/CLLGA/锡柱脚介质层

适用于倒装芯片产品的创新封装解决方案

## 倒装芯片 CSP 封装

### 特色

- ▶ 专为高频率应用而设计
- ▶ 目标市场 – 手机、手持电子设备
- ▶ 薄型层压或陶瓷封装结构
- ▶ 包覆成型加工和二级可靠性
- ▶ 适用于 3-15 mm 的封装尺寸
- ▶ 最小 150  $\mu\text{m}$  外围及最小 250  $\mu\text{m}$  面阵倒装芯片凸块节距
- ▶ 提供 0.5-1.0 mm BGA 焊球节距, 以及 LGA 互连
- ▶ LGA 互连最小封装厚度为 0.80 mm, 0.5 mm BGA 节距为 1.0 mm, 0.8 mm BGA 节距为 1.2 mm



fcCSP

适用于 CSP 封装技术的倒装芯片解决方案

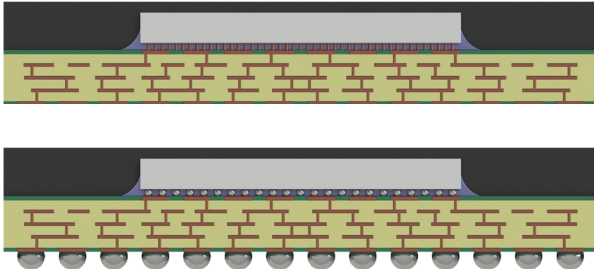
## 倒装芯片系统级封装 (SiP)

倒装芯片 SiP 封装是 Amkor 的 SiP 产品的延伸, 它的器件采用倒装互连技术, 而不是传统的焊线互连。该封装可能包含多个被动元件、硅和/或 GaAs 器件, 2 层或 4 层高密度基板上有传统的焊料凸块或焊锡涂层“铜柱”凸块。由于其尺寸、性能和成本因素, 该封装在 RF 功率放大器和 RF 前端模块应用领域日益受到欢迎。

凸块的可控塌陷使互连阻抗具有可预测性, 产品的性能因此变得更为稳定。“润湿顶端”的低量焊料防止晶片下方形成阻焊层, 减少了基板的复杂性和成本, 消除了 RF 应用空间内采用小节距互连技术的阻碍。倒装芯片互连还可以排除晶圆背面研磨 (针对厚度为 0.9 mm 的模塑盖) 的必要性, 从而进一步降低产品成本, 简化工艺流程。

## 倒装芯片 SiP (续)

此应用空间内的器件具有较少或中等 I/O 数量，其尺寸也相当小。这一特点和晶片下方阻焊层的消除（增加架高）使此类产品成为转移模塑法应用的可行方案。因此，工艺流程可减少底部填充作业，从而节约了大量成本。研究表明，由于晶片应力的平衡和焊料热膨胀系数相适性的改善，转移模塑法封装比底部填充产品更加可靠（MSL 和扩展的可靠性测试，如温度循环、HAST 等）。



LGA 或 BGA 格式 GaAs 和硅应用的铜柱或焊料凸块

## 晶圆级封装 – CSP<sup>nl</sup>

CSP<sup>nl</sup> 是针对二级母板可靠性提升的真正意义上的晶圆级封装，它采用薄膜再布线层制程在衬垫和 JEDEC 标准节距之间进行布线。标准 "CSP" 焊料凸块位于再布线衬垫上。CSP<sup>nl</sup> 采用标准的表面贴装组装和回流焊技术。通过使用标准的 SMT 贴片机和消除底部填充的必要性，最终用户可以得到许多与其他 JEDEC 标准面阵封装有关的成本优势。

### 特色

- ▶ 采用标准 JEDEC 节距和 CSP 焊球直径
- ▶ 兼容标准的 SMT 组装和测试技术
- ▶ 运用高成本效益的薄膜再布线层技术
- ▶ 兼容背面激光打标
- ▶ 为大多数应用排除底部填充的必要性
- ▶ 一站式 CSP<sup>nl</sup> 制程，包括测试和卷带包装支持
- ▶ 共晶无铅焊球
- ▶ 支持聚酰亚胺再钝化
- ▶ 合规并支持批量生产
- ▶ 久经考验的可靠性：超越全部当前手持设备机械可靠性测试，包括跌落、弯曲和键控穿孔



访问 [amkor.com](http://amkor.com) 或发送电子邮件至 [sales@amkor.com](mailto:sales@amkor.com) 以获得更多信息。

关于本文档中的信息，Amkor 对其准确性或使用此类信息不会侵犯第三方的知识产权不作任何担保或保证。Amkor 对因使用或依赖它而造成的任何性质的损失或损害概不负责，并且不以此方式默示任何专利或其他许可。本文档不以任何方式扩展或修改 Amkor 其任何产品的标准销售条款和条件中规定的保修。Amkor 保留随时对其产品和规格进行更改的权利，恕不另行通知。Amkor 名称和标志是 Amkor Technology, Inc. 的注册商标。所提到的所有其他商标是各自公司的财产。© 2021 Amkor Technology Incorporated. 保留所有权利。TS102P-CN 修改日期：02/21

