

半导体封装趋势：OSAT 的视角

作者：Amkor Technology, Inc. 产品营销与业务开发高级总监 David Clark

虽然 2021 年的半导体行业深受供应链问题的困扰，包括严重短缺等，但半导体厂商及其外包半导体封装与测试供应商（OSAT）继续在多个领域取得技术进步。这些技术改进能在关键细分市场当中满足尖端应用的先进封装要求。在开始细节讨论之前，我们来看一下整体的市场展望。

市场展望

半导体封装市场继续呈现良好的发展势头，其总值预计将在 2026 年前成长到 960 亿美元（2021 年至 2026 年的复合年增长率（CAGR）为 3.8%）（图 1）。该市场一般被划分为主流和先进封装两块细分市场，后者有望在 2026 年前首次超过主流细分市场。

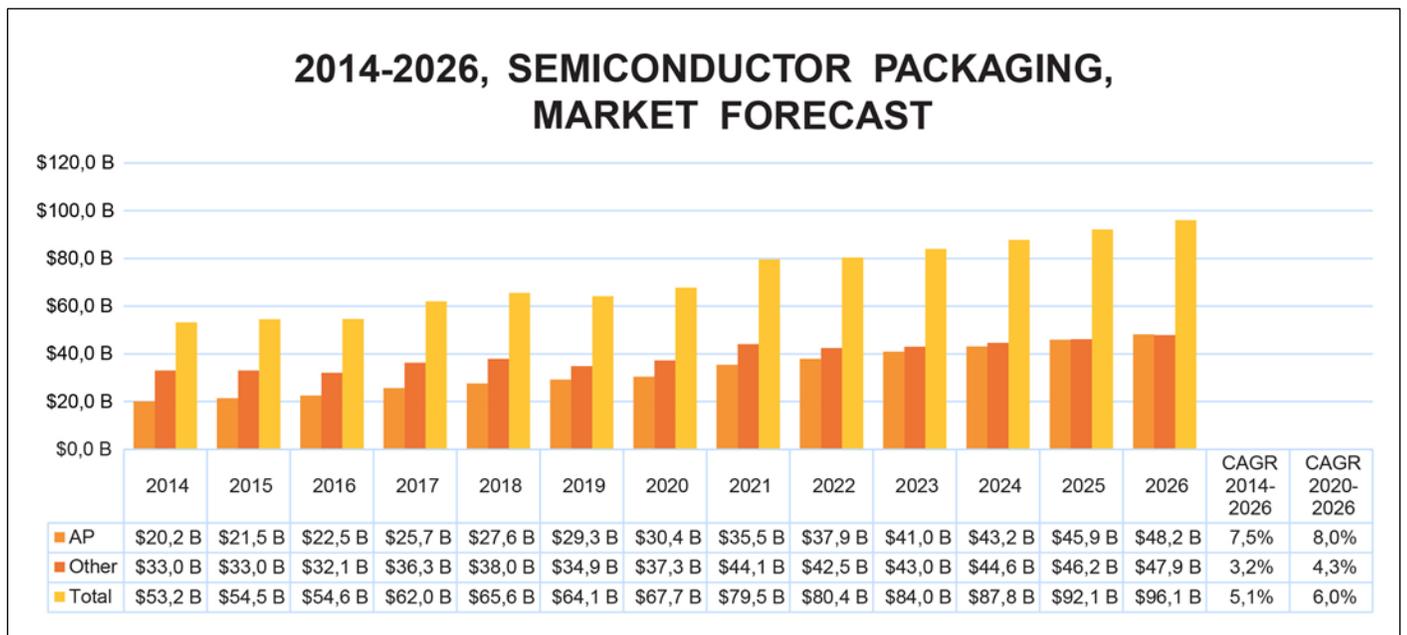


图 1. 先进封装 vs. 传统封装市场预测 (2014-2026)。资料来源：[1]

制造外包、功能和半导体器件使用量不断增加的普遍趋势支撑着该市场的发展。主要的增长动力来自多个细分市场，如 5G 连接、汽车、数据中心、人工智能（AI）和网络等。5G 是很多联网设备及服务的支柱。5G 不但提供了关键的无线连接增长机会，也推动众多相邻市场进一步提高半导体器件的使用量。

尽管从 2020 年至今，全行业的供应链都受到限制，很多 OSATs 仍然能够实现创纪录收入。被广泛报道的 IC 代工工厂产能不足，以及基板供应链受限，使 2021 年充满了挑战。鉴于最近公布的，为扩大产能而对这些领域所

进行的投资，我们希望交付周期将缓慢缩短，行业也能在 2022 年趋于稳定，不过，基板方面的挑战将会持续到 2023 年。

移动封装趋势

许多市场成长动力要求提高系统集成水平，以满足不断增长的，对于性能、功耗和成本的需求。由于 OSAT 供应商愈发成为整体系统解决方案不可分割的一部分，先进封装细分市场在系统级封装 (SiP)、2.5 和 3D 封装架构领域的持续创新的趋势非常清晰。

蜂窝网络连接继续推动射频 (RF) SiP 技术的进步。伴随着 5G 的兴起，蜂窝网络频带的数量大幅增加，对适用于智能手机和其他 5G 设备 RF 前端模块封装的创新解决方案有了新的要求。Amkor 的双面模塑球栅阵列 (DSMBGA) 是此类解决方案当中的出色代表 (图 2)。

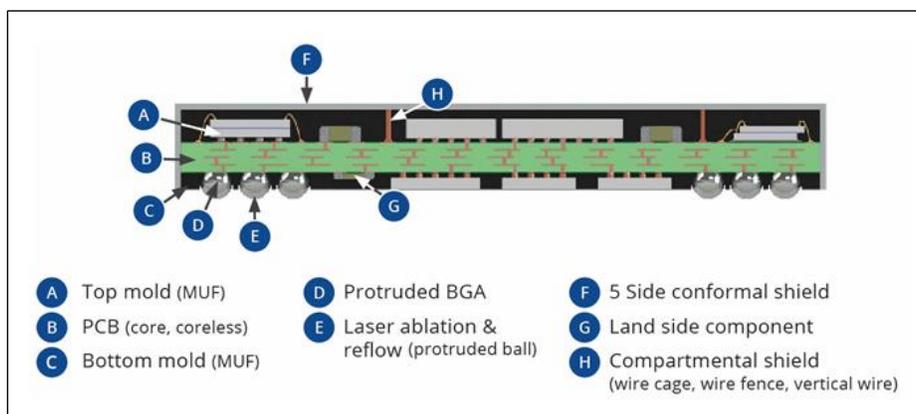


图 2. 双面模塑球栅阵列 (DSMBGA) 封装。

5G 带来了频率的改变，在 FR1 增加了高于 3 GHz 频带而在 FR2 增加毫米波 (mmWave)。新频率数量的增加，结合复用方式的多样化，大幅提高了 RF 前端的复杂性。采用 SiP 进行集成允许客户设计、调较与测试 RF 子系统，减少设计迭代并缩短了上市时间。我们的双面封装技术显著提高了用于智能手机和其他移动设备的 RF 前端模块的集成水平。

对于 5G 智能手机和其他毫米波应用，天线集成 (不管是通过封装内天线 (AiP) 或封装上天线 (AoP)) 简化了与设备设计相关的挑战，而且这些设备要在此类高频运转。各种 AiP/AoP 设计方法为这些应用提供了所需的形状、契合与功能，其中可能包括不止一个天线或天线阵列。当今的 AiP/AoP 技术可以通过标准，以及定制 SiP 模块实现，从而获得一个完整的 RF 前端 (RFFE) 子系统。

除了手持和其他小型毫米波设备所需的小尺寸，AiP/AoP 还能提高信号完整性，减少信号衰减，并克服高频率所带来的范围和传输挑战。

汽车封装趋势

在汽车领域，高级驾驶辅助系统（ADAS）、电气化，以及虚拟驾驶舱等概念，为先进封装和创新提供了大量新的机会。这些新的创新领域正在促成汽车半导体的正面成长，而该市场也预计将借此从 2020 年的 387 亿美元发展到 2025 年的 826 亿美元 [2]。在支持 ADAS 的车辆中提高安全和舒适水平，此发展趋势有望增加传感器的部署；从 2020 年到 2025 年，传感器的数量将以复合年增长率 9.2% 的速度增加 [2]。到 2026 年，大部分中高端车辆将集成摄像机和雷达，以及光线检测和距离（LIDAR）传感器。

多种传感技术正被部署，以满足各种距离、环境和准确性要求。集成是缩小外观规格与优化敏感度的重点。而传感器封装平台的开发，以及重复使用成熟的封装制程则是控制成本的关键。例如，在光学传感领域，如飞行时间（ToF）和接触式图像传感器等，现在正部署模塑单腔和多腔微机电系统（MEMS）封装解决方案，这些解决方案经验证适用于此类光学传感应用（图 3）。

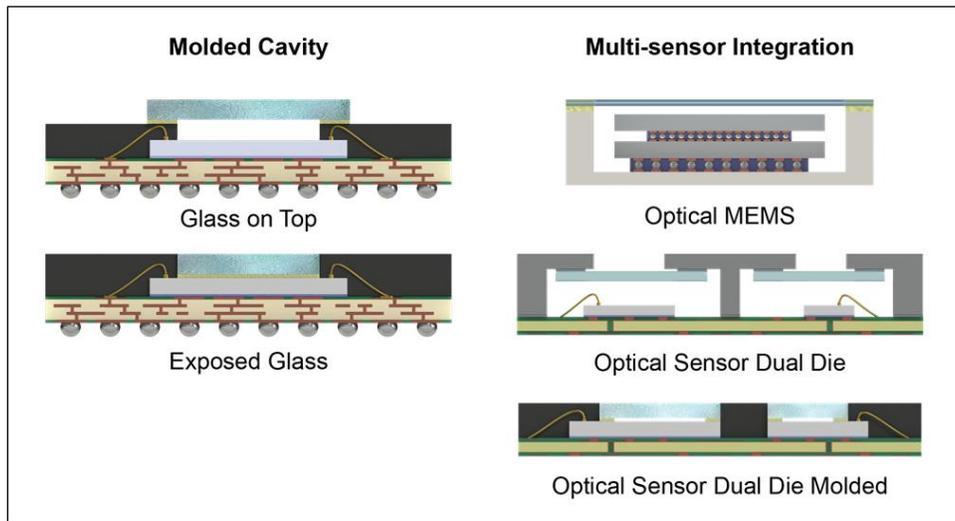


图 3. 模塑空腔和多传感器集成光学光传感器封装。

上述传感器功能在 ADAS 系统级别的放大将需要更高水平的车内计算能力。在这个领域，OSATs 正利用来自高性能计算和网络领域的多年经验。借助特定汽车级材料系统的进一步开发，这些单芯片和多芯片中央处理器（CPU）可通过认证，满足汽车 AEC Q-100 级别的要求。

随着汽车原始设备制造商（OEM）将在这十年早些时候引进 5 纳米设计，我们预期采用先进硅技术节点的进程将会加速。除此以外，SiP 技术将为汽车客户提供平台，以集成这些先进 CPU 芯片和互补功能，如串行/解串器（SerDes）、电源管理集成电路（PMIC），以及存储器，等等。

数据中心和网络封装趋势

云和边缘计算、存储以及网络构成当今互联生活的支柱。对语音和数据流量的需求正在推进系统架构的重要创新，并为分割小芯片趋势（封装级集成）提供助力，在电源、性能和成本之间找到最终的优化平衡（图 4）。随着这些处理需求的增加，晶体管密度变得更具挑战性。再加上散热和噪声之类的作用，它们迫使设计师在单晶片或先进封装上利用具有专门加速器及存储器的异构架构。

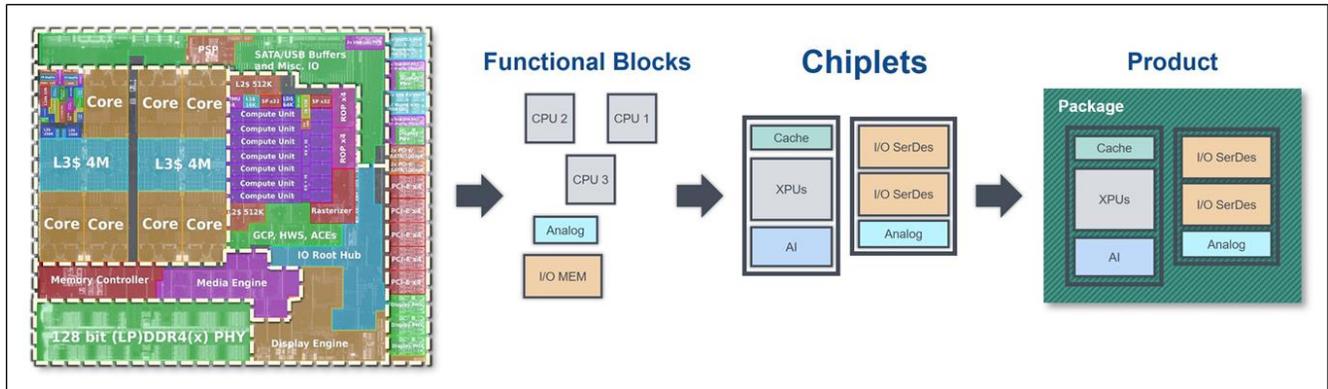


图 4. 适用于小芯片的异构集成平台。

2.5 和 3D 封装解决方案为小芯片提供异构集成平台。所以，代工厂都在增加他们的 3D 封装产品组合。到目前为止，OSATs 已提供互补性异构封装和供应链解决方案，如 Amkor 的 SWIFT® 和 S-Connect 技术（图 5）。其中很多方法，不管是代工厂或 OSAT、晶片先上或晶片后上、有或无介质层及其他选项，都旨在抑制想要延续摩尔定律的渴望，并提供更高效的封装级替代方案。

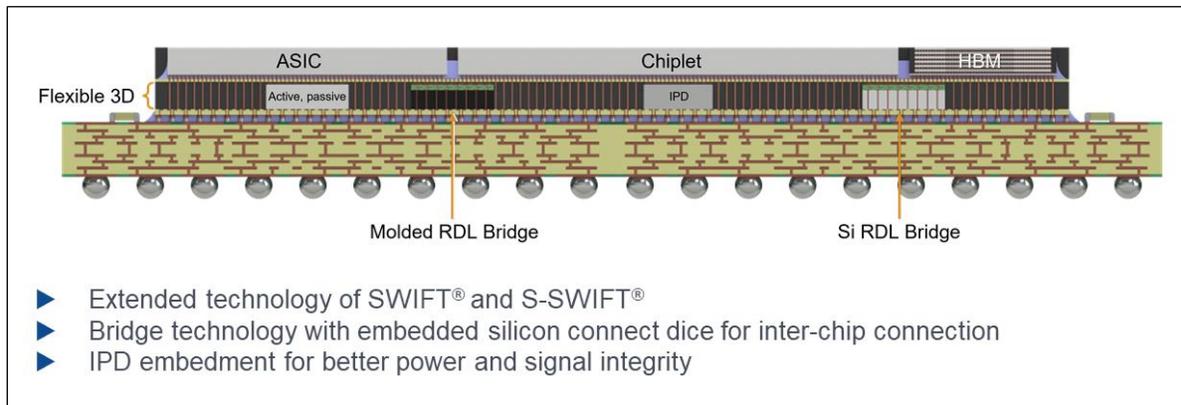


图 5. Amkor 的 S-Connect 技术。

技术挑战已超出共封装小芯片的能力，因此芯片-封装共同设计成为关键所在。在对平面设计图进行分割时，您需要认真考虑在封装的什么位置放置组件。有些组件需要在物理上彼此紧挨着，以维持信号和电源的完整性。关键在于，在什么位置分割什么、什么是负载以及什么硅节点在成本和良率方面对于每项功能来说是最佳的。凭借这种更自由的系统设计，OSATs 在系统级设计、芯片-芯片 I/O 布线、功率分布，以及热优化等方面所扮演的角色变得越来越重要。

今天，我们正处于小芯片时代的初期。目前的系统设计方式以传统的数据移动方式作为基础。一种更具开创性，能够支持元宇宙未来的数据移动方法将重新定义如何配置下一代系统。目前还在研究阶段的共封装光学（CPO）之类的概念都是未来封装设计的可能选项。

总结

为满足领先市场中的应用需求，并且实现成长预测，我们需要运用多种不同的先进封装技术。若想延续 OSATs 和半导体制造商的成功，必须满足一些关键标准。半导体原始设备制造商（OEM）和 OAST 供应商必须继续改善在设计阶段的合作，以确保在创新过程的早期解决适当的问题。要最大限度减小面积，有效管理电源和持续优化性能，OSAT 必须对技术进行投资，同时以财务稳定作为其目标。使用正确的封装概念，展现扩展能力以满足这些正在发展的市场当中的量产要求，从而取得最后的成功。这些对于在未来避免发生供应链问题来说是必不可少的。

致谢

SWIFT 是 Amkor Technology, Inc. 的注册商标。

© 2022, Amkor Technology, Inc. 保留所有权利。

参考资料

- 1) Yole Développement, Status of the Advanced Packaging Industry 2021, p. 123.
- 2) Gartner/Semiconductor Forecast Database, Worldwide, 3Q21 Update - Published October 4, 2021.

作者简介



David Clark 是 Amkor Technology, Inc. 的高级总监。他负责欧洲的产品营销和策略业务开发。在加入 Amkor 之前，David 曾先后在 FlipChip International (FCI)、Leica Microsystems 和 Agilent Technologies 担任过多个业务开发和工程职位。他在光电子学和器件封装方面被授予 5 项专利，并且持有格拉斯哥大学电子、电气和光电子工程的工程学学士学位。电子邮件：david.clark@amkor.com