

## 封装领域的创新，让芯片变得更小成为可能

多年来，半导体行业见证了一系列封装创新，例如系统级封装（system-in-package）、芯片内置基板封装（semiconductor embedded in substrate）、扇外型晶圆级封装（fan-out wafer-level packaging）。

目前，在微芯片和电子产品的微型化过程中，有两种有趣的封装创新正在被应用。一种是结合了两种久经考验的技术的新概念；另一种是几十年前的老技术，它正在以新的方式被人们使用。

将电子器件同灰尘、湿气、空气，甚至大气压隔离的密封封装和封接工艺已经有了 75 年的历史，比晶体管和集成电路还要久远。密封封装和封接工艺在电子器件周围形成了难以穿透的保护层，让空气和水蒸气远离电子器件，使其不透气、不透水，从而保护电子器件免受腐蚀和其他环境损害。

密封封装和封接工艺的新发展使得更快、更轻、更小的电子产品成为可能。

任何有助于在不牺牲功能的情况下增加更多元件的技术都颇受手机制造商的欢迎。另一种追求小型化的前沿技术是类载板（substrate-like printed circuit board, SLP），它代表了柔性基板和刚性板的交叉。

SLP 现在仅在智能手机中出现，但它可能会应用于物联网器件，最终用于 AI 应用、AR/VR 设备、以及汽车中。它最大的优点之一是不需要在 PCB 或基板之间进行选择。

### 类载板

据 Yole Développement 称，iPhone 8 和 iPhone X 中使用了 SLP，Yole 将这种技术描述为“PCB 和基板两个世界的冲突”。根据 Yole 的说法，SLP 可以被认为是改进的半加成工艺（modified semi-additive processes, mSAP）的一种替代方法。

Yole 的技术和市场分析师 Emilie Jolivet 写道：“先进的基板必须同时满足微缩和功能路线图的需求。在高端智能手机领

域，从减成法到 mSAP 工艺、从 PCB 到 SLP 的变迁正在进行，这是由苹果及其 iPhone 8/iPhone x 驱动的。预计三星和华为等其他高端智能手机供应商在不久的将来也会加入进来。”

SLP 将不得不与其他技术竞争，即封装基板 vs 无基板扇外型封装，以及硅通孔封装（TSV）vs TSV-less 封装

Yole 预测，SLP 市场将从 2016 年的 19 亿美元增长到 2023 年的 22.4 亿美元。

Yole 的 Vivienne Hsu 表示：“28 家选定的 PCB/基板制造商都被认为拥有 mSAP 技术，其中一些可以生产 SLP。在高端智能手机需求的驱动下，某些公司的资本支出似乎很高。与此同时，一些大公司的 PCB/基板业务收入稳定。”

STATS ChipPAC 的母公司，JCSET 集团技术战略总监 Seung Wook Yoon 将 SLP 描述为“行业游戏规则的改变者”。

SLP 或许意味着外包半导体封装测试（OSAT）客户不必在 PCB 和基板之间为他们的产品进行选择。Yoon 预计三星将效仿苹果的做法。

Yoon 表示，扇出式晶圆级封装是为高端应用处理器准备的，它们将用于高端产品，例如手机厂商的旗舰机。SLP 适用于手机主板，它可以减小此类组件所需的空间。他指出，球栅阵列或倒装芯片封装更常用于手机中的细间距槽。晶圆级封装可以提供更精细的间距。

Yoon 将 SLP 比作板载封装。

据 Yole 称，PCB 正逐步发展，除了互连之外，它们还可以提供集成。Yoon 回应了这一观点。他表示：“主要是为了集成。”

虽然 SLP 的第一个值得注意的应用是在手机中，但是这种先进的半导体封装也可以在 5G 无线通信、AI、VR/AR、汽车电子和物联网器件中找到应用。

Yoon 指出，在高级封装方面，系统级封装技术和模组是另一种先进的节省空间的创新，但成本可能更高。

除手机外，Yoon 认为 SLP 可能还用于物联网器件。降低成本和缩减尺寸仍然是首要考虑因素。

### 密封封装和封接

与此同时，密封封装和封接已经无处不在。广泛应用于汽车电子、航空航天系统、光通信元器件、光纤数据通信系统、传感器制造等工业领域。汽车安全气囊点火器就是密封封装的一个例子。

肖特电子封装事业部（肖特北美公司和德国肖特公司的子公司）光电研发主管 Robert Hettler 表示：“很难确定一个总体趋势。在不同的市场和应用领域中存在很多趋势。”

更高的精度是趋势之一。世界对于数据和更快传输速度的日益增长的渴望，增加了对高性能芯片的需求。

Hettler 表示：“更快的芯片需要可靠的、高性能的密封封装，以实现更快的数据传输速度。如果没有新一代的高性能、高精度密封封装，那么所谓的连接到客户的“最后一英里”——覆盖到家庭的光纤传输线——是不可能实现的。肖特最近推出了 50G 密封晶体管外壳封装，它为数据通信网络急需的带宽增加铺平了道路。50G 密封晶体管外壳技术（transistor outline, TO）还可以使数据更快地传输到无线基站，提供了一种可用于部署 5G 蜂窝网络的技术，这一改进将比目前的 4G 基础设施提供的速度有指数级的提升。”

Hettler 还提到了用于密封封装和封接的各种材料。

Hettler 表示：“在材料层面，对于非磁性材料，如钛和铌的使用需求正在增加，这些材料在许多高可靠性应用中非常引人注目。如果需要非磁性且轻质的外壳，那么玻璃钛化合物特别适用于航空航天、石油天然气以及医疗技术领域。另外，镍铜合金由于具有耐酸碱性，所以非常适合化学腐蚀环境。在医疗电子领域，植入式设备的趋势也导致了对钛和钽等生物相容性材料的需求增加。在这里，高可靠性、越来越微型化的密封封装的发展是

非常重要的。玻璃—铝密封技术的发展使得如今能够制造铝制的密封馈穿件。这种材料非常适用于需要轻质材料或通常使用铝外壳的应用，例如超级电容器、双层电容器、锂离子电池。新开发的铝盖系统采用密封的玻璃—铝密封馈穿件，可支持更高性能和更持久性能的电容器和电池。”

现代电子产品的小型化是优先考虑的问题，密封封装和封接可以满足这种需求。

Hettler 表示：“玻璃—金属封接和陶瓷—金属封接的小型化是一个引人注目的关键问题。越来越多的应用需求，尤其是越来越小的外形尺寸组件的需求，使小型化成为产品创新的关键主题。在光纤领域中可以找到一个特别相关的例子，用于高速数据传输的 T0 封装已经缩小了尺寸，以便适用于新的尖端应用：在从 T056 到 T038 封装的开发和过渡中，封装尺寸缩小了近 33%。除了玻璃—金属封接和陶瓷—金属封接的小型化以外，全陶瓷多层外壳和基板也受到越来越多的关注。多层陶瓷支持日益小型化的发展趋势，满足日益提高的复杂性需求，同时还提供出色的热管理性能：多层设计支持微型 3D 互连解决方案，为小型密封封装中的高密度输入/输出能力铺平了道路，可用于馈穿件和多层陶瓷电路板基板。高温共烧陶瓷的高导热性和 300℃ 以上的耐高温性能使 HTCC 基板非常适合高功率应用。”

密封封装和封接的应用现状如何？

Hettler 表示：“密封封装和封接最常用的用途在许多不同的领域有很大的不同。一些最引人注目的应用包括光纤和高速数据传输，汽车安全系统和其他组件，以及压力传感器馈穿和封装应用。在国防、航空和航天工业中，密封外壳和连接器通常用于保护可靠性关键控制和仪器电子设备。”

微机电系统 (MEMS) 器件是需要密封封装和封接的一个领域，而不仅仅是在某些特定应用中的一项优秀的技术。

Hettler 表示：“MEMS 是敏感和脆弱的组件，通常放置在恶劣的环境中，或是放置在更换昂贵或不方便更换的地方。密封封装和封接提供了可靠的保护，有助于延长这些器件的使用寿命。例如，肖特 HermeS 玻璃晶圆基板采用密封式玻璃通孔，可实现小型化、高可靠性和强大的 3D 晶圆级芯片尺寸封装（WLCSP）。精细通孔允许电信号和功率可靠地传导进出 MEMS 器件。近年来，玻璃晶圆在密封封装中的使用迅速增加。其核心原因是玻璃作为一种特殊的封装材料具有优越的性能，包括其生物相容性、对射频的优异透明性和对可见光的透明性，这使得各种光学应用成为可能。TGV 技术可实现工业传感器、RF MEMS 和医疗电子产品的长期、可靠和极其坚固的封装。”

## 结论

要实现微芯片和电子产品的日益小型化，我们需要各种新的封装技术。其次，经过实践检验的方法也能满足需求，如密封封装和封接。

来源：本文由 公众号 半导体行业观察（ID: icbank）翻译自 [Semiconductor Engineering]