

半导体材料行业专题报告

芯片功耗提升, 散热重要性凸显

方正证券研究所证券研究报告

分析师

郑震湘 登记编号: S1220523080004

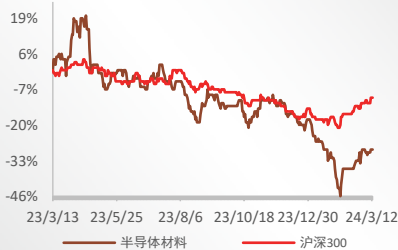
余凌星 登记编号: S1220523070005

行业评级: 推荐

行业信息

上市公司总家数	20
总股本(亿股)	95.77
销售收入(亿元)	563.28
利润总额(亿元)	53.92
行业平均 PE	70.45
平均股价(元)	29.47

行业相对指数表现



数据来源: wind 方正证券研究所

相关研究

AI 驱动高散热需求, 封装材料市场预计 2027 年市场规模达 298 亿元。封装材料成本通常会占到整体封装成本的 40%~60%, 其中多种封装材料决定了芯片散热性能的优劣, 如固晶胶/膜、热界面材料 (TIM)、均热片及散热器以及底部填充料 (Underfill) 等。我们认为封装材料市场规模将随着高散热性能需求进一步提升。

固晶胶向固晶胶膜升级, 以应对芯片尺寸减小及高集成度需求。固晶胶作为一种封装黏接材料, 对芯片的有效散热也有重要作用。但受制于固晶胶均匀性差、容易有树脂泄漏等缺点, 随着芯片尺寸的减小, 芯片在键合时的均匀性对其缺陷率的影响也不断放大, 固晶胶逐渐升级成固晶胶膜。固晶胶膜相比固晶胶拥有时间、成本以及性能上的全面优势, 其解决了固晶胶的均匀性问题, 同时省去了切割后的涂胶环节, 大幅度缩减了工艺流程的时间成本。当前市场主要由德国汉高、日本日立、日东等公司垄断, 国内德邦科技已成功打破 DAF 材料的海外垄断格局, 逐渐实现国产替代。

封装散热材料是芯片热量转移的关键材料。散热材料可被分为:

1) **热界面材料 (TIMs):** 热界面材料用于填充芯片与热沉以及热沉与散热器之间的空隙, 以建立芯片与散热之间的导热通道, 实现芯片的热量快速传递。热界面材料对材料的性能有着极高要求, TIM1 材料必须能够承受从 -40°C 到 150°C 的极端温度循环, 而温度循环 TIM2 材料的功能上限通常更接近 120°C。热界面材料主要使用的材料包括导热油脂 (2020 年市场规模达 3.6 亿美元), 以及胶膜和胶带, 市场规模为 3.2 亿美元。

2) **均热片:** 均热片是一种半导体器件的热辐射底板, 用于器件的有效散热和热应力的减少。随着高性能计算对散热性能愈来愈高, 均热片作为芯片散热解决方案最核心的组成部分, 对其性能的要求也更加严苛, 产品的性能溢价有望进一步提升。

3) **散热器:** 散热器与均热片的作用基本相同, 主要区别为其通常由排列成梳状的金属部件组成, 梳状的部分也被称为散热片, 其增加了表面面积, 从而提高了散热性能, 往往散热器会与风扇或泵结合, 以提供强制循环以及主动散热的作用, 以提高冷却效率。

底部填充料是倒装的关键材料之一, 在先进封装中用于包括缓解热膨胀系数不匹配产生的内应力, 分散芯片正面承载的应力, 保护焊球、传递芯片间的热量等作用。受 AI 应用蓬勃发展及手机、电脑等消费电子产品小型化驱动, 底部填充胶市场 2030 年有望增长至 15.8 亿美元, 当前市场主要由德国汉高、日本昭和电工、信越等公司占据主要份额, 国内德邦科技不断加速, 突破海外垄断, 实现国产替代。

风险提示: 竞争加剧风险, 下游需求不及预期风险, 国际环境变化风险

正文目录

1 芯片性能提升催生散热需求，封装材料市场稳健增长	4
2 黏接材料：由 DAP 向 DAF 升级	5
3 散热材料：芯片功率提升的重要防线	11
3.1 热界面材料（TIMs）	12
3.2 均热片	14
3.3 散热器	17
4 Underfill：倒装芯片封装的关键材料	17
5 风险提示	22

图表目录

图表 1: 高通骁龙 8 历代芯片功耗对比.....	4
图表 2: 封装材料市场规模	5
图表 3: 封装黏接材料分类	5
图表 4: 贴片胶示意图	6
图表 5: 使用芯片黏接的键合示意图	6
图表 6: 树脂泄漏示意图	7
图表 7: DAP 需要芯片周围留出更多的空间	7
图表 8: 芯片下 DAP 的均匀性会导致缺陷.....	7
图表 9: DAF 帮助芯片进一步减薄.....	8
图表 10: DAF 可提高整体的芯片设计密度.....	8
图表 11: DAF 与传统 DAP 下的晶圆处理流程对比.....	9
图表 12: DAF 下的芯片键合工艺流程.....	9
图表 13: DAF 下的 3D NAND 堆叠	9
图表 14: CDAF 部分应用领域.....	10
图表 15: CDAF 的三种作用.....	10
图表 16: 2019 年固晶胶（膜）竞争格局.....	11
图表 17: TaiSol 服务器 CPU 散热解决方案.....	12
图表 18: TaiSol 服务器 GPU 散热解决方案.....	12
图表 19: 热界面材料在芯片散热中作用示意图.....	13
图表 20: 全球热界面材料各组分市场规模（百万美元）.....	14
图表 21: 不同应用中的均热片展示.....	15
图表 22: 不同均热片材料的热性能.....	16
图表 23: 健策历年营收、营收同比增速及毛利率.....	17
图表 24: 健策历年营收按产品划分.....	17
图表 25: 散热器在芯片散热中作用示意图.....	17
图表 26: 传统 Underfill 流程	18
图表 27: 倒装芯片用材料	18
图表 28: Underfill 材料.....	19
图表 29: Underfill 材料分类.....	19
图表 30: FC 封装中 CUF 的填充工艺过程	20
图表 31: MUF 工艺优势.....	20
图表 32: NUF 工艺流程.....	20
图表 33: 面向窄节距凸点互连的 NCP 非流动底部填充技术工艺流程.....	21
图表 34: 不同类型的底部填充材料和相关工序.....	21

1 芯片性能提升催生散热需求，封装材料市场稳健增长

AI 需求驱动硬件高散热需求。根据 Canalsys 预测，兼容 AI 的个人电脑将从 2025 年开始快速普及，预计至 2027 年约占所有个人电脑出货量的 60%，AI 有望提振消费者需求。2023 年 10 月，高通正式发布骁龙 8 Gen 3 处理器，该处理器将会成为 2024 年安卓旗舰的标配处理器，包含一个基于 Arm Cortex-X4 技术的主处理器核心，Cortex-X4 超大核是 Arm 迄今最强悍的 CPU 核心，同 X3 相比，X4 的整数功率从 4.1W 暴涨至 5.7W。在高性能 AI 处理器的加持以及消费者需求下，消费电子终端产品持续向高集成、轻薄化方向发展的大趋势下，芯片和元器件体积不断缩小，功率密度却在快速增加，消费电子产品的散热方案需要不断升级。

图表1:高通骁龙 8 历代芯片功耗对比

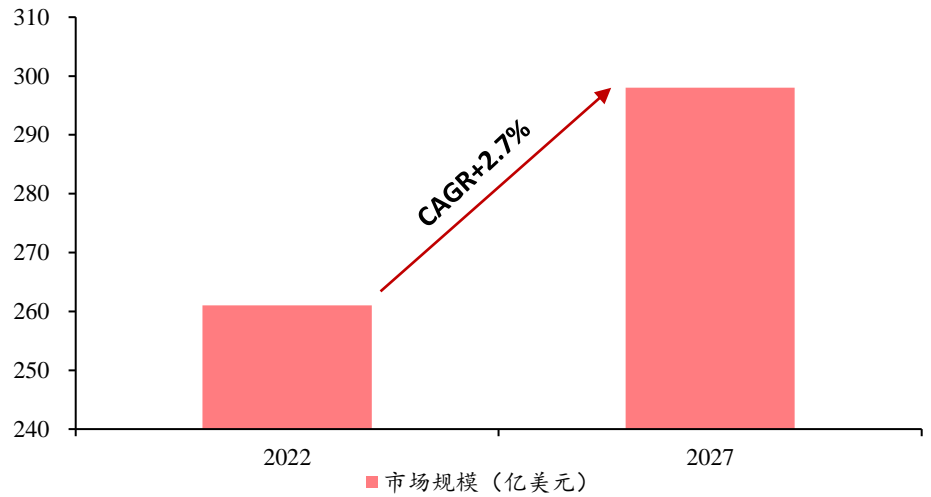


资料来源：酷睿 fans，方正证券研究所

多个环节决定了芯片的散热性能。其中，固晶胶/膜等封装黏接材料的主要职责是将载体与芯片或芯片之间进行黏合，但同时因其热膨胀系数最好接近芯片和芯片载体，以减小芯片黏接导致的热应力，而且具有优良的导热系数，可以有效地将芯片所产生的热传递到组装材料以利于散热；底部填充料（Underfill）在先进封装中用于缓解芯片结构之间热膨胀系数不匹配产生的内应力，以提高芯片的热循环可靠性；热界面材料（TIM）可以直接改善两个表面之间的散热性能；散热器则需将发热设备所传导的热量再传导至空气等物质。

封装材料市场规模稳健增长，预计 2027 年达 298 亿元。集成电路封装产品中所使用具体材料的种类及其价格按照封装形式和产品种类的不同存在较大差异，但封装材料成本通常会占到整体封装成本的 40%~60%。根据 SEMI，2022 年全球半导体封装材料销售额为 261 亿美元，预计到 2027 年将增长至 298 亿美元，CAGR+2.7%。

图表2:封装材料市场规模

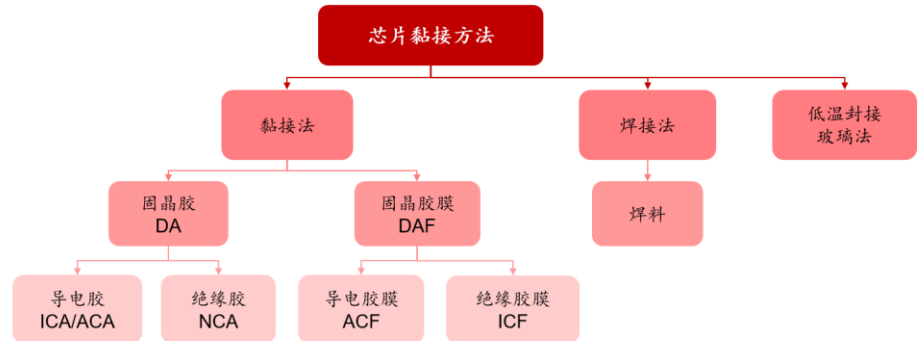


资料来源: SEMI, 方正证券研究所

2 黏接材料: 由 DAP 向 DAF 升级

黏接材料的基本功能可以被概述为将集成电路芯片键合在芯片载体上,或是芯片与芯片之间的堆叠及黏接。传统的芯片黏接材料按其方法的不同可被分为黏接法、焊接法以及低温封接玻璃法。

图表3:封装黏接材料分类



资料来源: 集成电路先进封装材料, 方正证券研究所

黏接法是指用高分子树脂把芯片黏到焊盘上,使两者实现连接。因为环氧树脂属于稳定的高分子聚合物,所以大多数的树脂黏接剂采用环氧树脂作为主体材料分为固晶胶和固晶胶膜。

固晶胶: 固晶胶 (Die Adhesive, DA), 又称固晶胶粘合剂 (Die Attach Paste, DAP), 其根据是否拥有导电需求,可被分为导电胶与绝缘胶。导电胶是通过在分子树脂基体中添加金属导电填料形成的。导电填料主要提供电学及热学特性,树脂基体则提供机械特性和密封性。通过调整金属导电填料和树脂的配比,导电胶可体现出截然不同的电学和机械性能,因此导电胶与金属焊料有明显的区别。

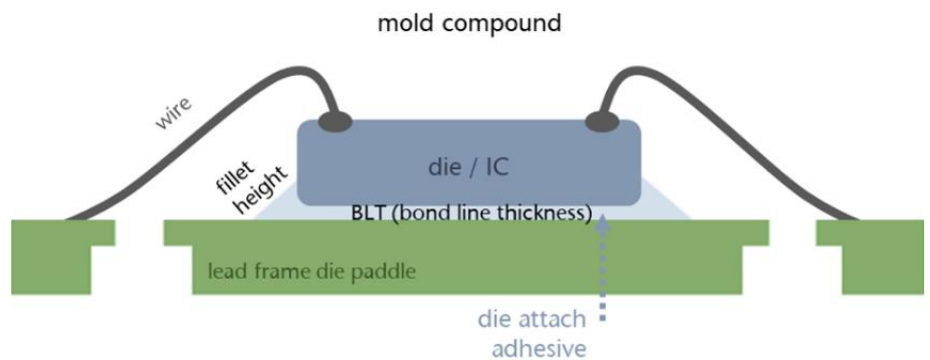
图表4:贴片胶示意图



资料来源：德国汉高，方正证券研究所

绝缘胶具有优异的电气绝缘性、黏接性能和成型特性，其广泛应用于集成电路封装中需要绝缘黏接、灌封的地方，主要应用于芯片背面不需要导电的芯片黏接。导电胶则在树脂作为主体材料并填入了如银或铜等导电填料，使其同时也可起到导电互联的作用。导电胶根据导电方向可被分为同性导电胶（Isotropic Conductive Adhesive, ICA）和（Anisotropic Conductive Adhesive, ACA）两大类。ICA 是指在各个方向均具有同等性能的导电胶，其被广泛应用于电子器件的封装。ACA 则是指只在某一个方向上实现导电，但在其他方向不导电的导电胶，ACA 的制备过程相对更加复杂，对生产设备和工艺条件的要求较高，主要应用于如 LED 或 OLED 显示器用 PCB 等特殊 PCB 的生产。

图表5:使用芯片黏接的键合示意图

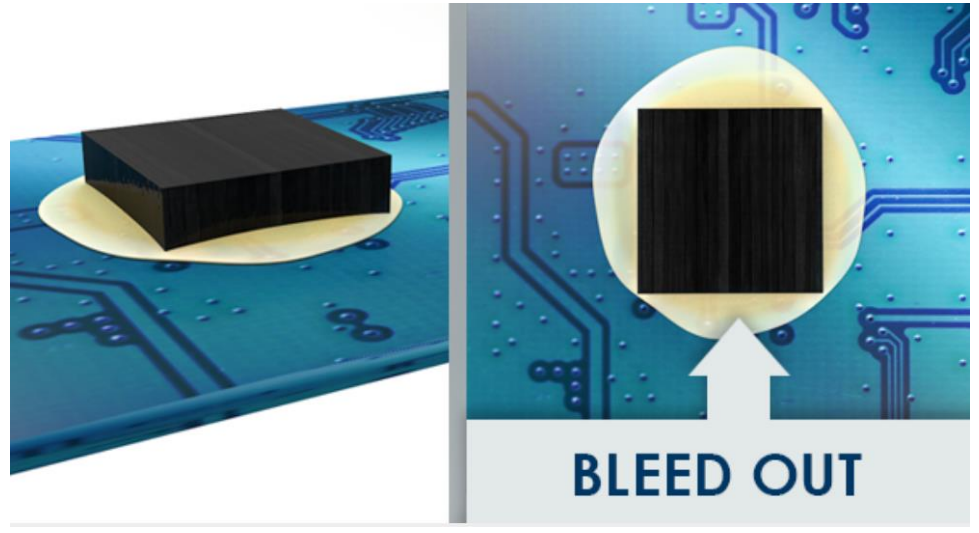


资料来源：Polytec，方正证券研究所

固晶胶存在树脂泄漏、芯片集成度低以及固晶胶的均匀性差等缺点。虽然固晶胶具有工艺温度低、成本低、热应力低、易返修等优点，但同时也存在材料的热稳定性差，需要高温固化且工艺时间长，同时在工艺流程中可能会发生树脂泄漏等问题。树脂泄漏是一种表面现象，即由于树脂和基底之间的表面能差，有机树脂碎片沿着基底表面或半导体芯片侧面迁移，导致芯片附近的基板表面

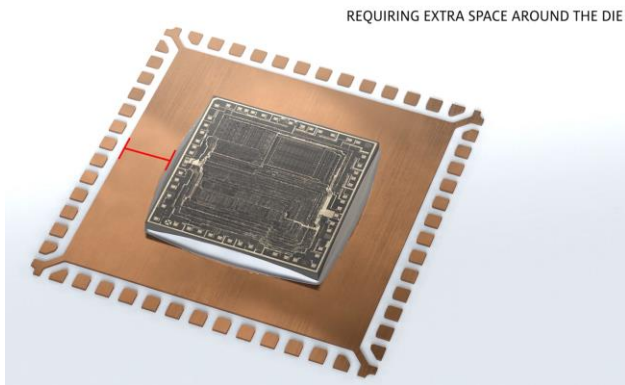
受到侵占，会对后续的封装过程受到影响。除了树脂泄漏以外，DAP 会使芯片与基板之间的外沿形成斜坡，导致芯片周围需要额外的距离，同时对更薄的芯片而言，不平均的斜坡会导致爬胶以及芯片的倾斜并最终导致其性能产生缺陷。随着下游客户对芯片封装的要求更加严苛，固晶胶已无法满足现今大部分的使用场景。

图表6:树脂泄漏示意图



资料来源: MasterBond, 方正证券研究所

图表7:DAP 需要芯片周围留出更多的空间



资料来源: 德国汉高, 方正证券研究所

图表8:芯片下 DAP 的均匀性会导致缺陷



资料来源: 德国汉高, 方正证券研究所

固晶胶膜: 固晶胶膜 (Die Attach Film, DAF) 是一种超薄型薄膜黏接材料, 其主要成分也是树脂, 但与导电胶不同, 其以胶膜的形式应用于芯片粘贴。DAF 与 DAP 一样, 同样拥有导电胶膜以及绝缘胶膜, 而导电胶膜也同样可被分为各向同性导电胶膜 (Isotropic Conductive Film, ICF) 和各向异性导电胶膜 (An-isotropic Conductive Film, ACF)。

DAF 相比 DAP 拥有时间、成本以及性能上的全面优势。 随着电子集成电路产品, 尤其是消费类电子产品对产品提出了更小、更薄和低成本封装的要求, 厂商逐渐转而采用封装密度更高的表面布置有电路的聚合物基板来逐步替代金属型的芯片载体。这类聚合物基板需要降低黏接温度, 降低应力并需要避免对表

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/236233014055010101>