面向芯片封装的热管理方案

纵向石墨烯导热垫 / 导热板

SiP · 2.5D/3D 异构集成 · Chiplet · FCBGA · 功率模块封装

导热垫 180 W/m•K　　导热板 1200 W/m•K　　(纵向 / 厚度方向)

180 W/m·K	<0.05 °C·cm²/W	≤10% 变化	>5 kV/mm
导热垫纵向导热系数	热阻 @50 psi	150 °C × 1500 h 老化	绝缘强度

封装散热的四个痛点，我们逐个解决

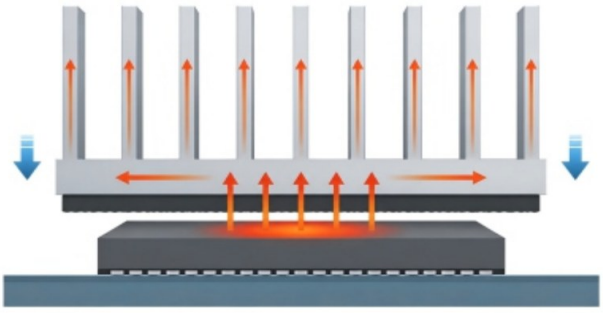
① 翘曲 / 共面度差 → BLT 不均、局部热点
高压缩回弹材料，10–50 psi 即可贴合；按翘曲量选 0.3 / 0.5 / 0.7 mm，让 bond line 更均匀。

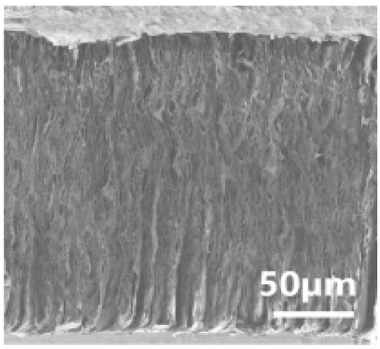
② 硅脂泵出、干裂、污染光学件与焊点
固态、无液态载体：150 °C × 1500 h 后热阻变化 ≤10%、压缩率变化 ≤10%（50 psi 工况）。

③ 普通硅胶垫导热低（1–5 W/m•K）
纵向 180 W/m·K，同厚度为普通硅胶垫的 30 倍以上，直接压低结温。

④ 各向异性材料方向用错
垂直取向结构，高导热方向 = 厚度方向（Z 轴），正是 die → lid / 散热器的真实热流方向。

为什么有效：热流路径与微观结构





左：热流路径（die → 导热垫 → 均热 / 散热结构） | 右：SEM 断面 —— 垂直取向石墨烯壁在厚度方向形成连续导热通道（标尺 50 μm）

与现有界面方案对比

维度	导热硅脂	普通硅胶垫	进口高端硅胶垫	烯冷石墨烯导热垫
纵向导热 W/m•K	—	1–5	15–25	**180**
热阻 @50 psi	低，但寿命差	高	中	**<0.05 °C•cm²/W**
泵出 / 干裂	会	轻微	轻微	**固态，无泵出**
150 °C × 1500 h	明显劣化	永久变形	中等	**热阻 / 压缩变化 ≤10%**
绝缘强度	—	3–6 kV/mm	3–6 kV/mm	**>5 kV/mm**

脱敏案例：某 700 W 级 AI 加速器封装，采用 EN-PAD-050（0.5 mm）+ 均热板，50 psi 下界面温差 <5 °C，实现持续满频运行。

性能、选型与供货

面向芯片封装与功率模块的纵向石墨烯导热方案 —— 数据来自材料级实测与老化验证

核心参数

参数	导热垫 EN-PAD 系列	导热板 EN-PLT 系列
导热系数	180 W/m·K（纵向）	1200 W/m·K（纵向）
热阻	<0.05 °C·cm²/W @ 50 psi	—
密度 / CTE	—	1.5–4 g/cm³；CTE 4–12 ppm/K
厚度	0.3 / 0.5 / 0.7 mm（定制 0.2–2.0）	0.5–3 mm
工作温度	−40 ~ +200 °C	−40 ~ +200 °C
绝缘 / 加工	击穿强度 >5 kV/mm；按图模切 ±0.05 mm	可复合绝缘层；切割 / 打孔 / 复合

可靠性验证

项目	条件	结果
高温老化	150 °C × 1500 h	热阻变化 ≤10%，压缩率变化 ≤10%
界面稳定性	功率循环 / 温度循环	固态，无泵出、无干裂、无迁移
绝缘 / 真空	击穿电压；TML-CVCM	击穿强度 >5 kV/mm；可提供出气报告

封装场景选型

封装场景	推荐方案	要点
FCBGA / 大芯片（≥500 W）	EN-PAD-050 + 均热板	薄 BLT、低热阻
SiP / 多 die 异构	EN-PAD-050 / 070	适配共面度差异
2.5D / 3D 堆叠（含 HBM）	EN-PAD-030 / 050 + EN-PLT	低应力、抗翘曲
功率模块 IGBT / SiC	EN-PAD-100 + EN-PLT-100 / 200	抗功率循环
车载 / 工控封装	EN-PAD-100 / 150	大间隙、长期可靠

供货与工程支持

常规样品
30 × 30 mm（0.5 mm 厚）
1 片起，可按图模切

交期
出样约 2 周
量产 2–3 周

随货文件
批号
CoA、尺寸检验报告
热阻-压力曲线 / 老化 / TML-CVCM

选型支持
提供翘曲量、BLT、压力、功耗与寿命，我们给出热阻预算与推荐厚度

参考价格（已公开口径，最终按图纸规格与订购量报价）
导热垫（30×30 mm，0.5 mm 厚）：样品 1–5 片 ¥80–150/片 ｜ 小批量 10–100 片 ¥50–80/片 ｜ 批量 ≥1000 片 ¥25–45/片
导热板：样品 1–3 片 ¥800–1500/片 ｜ 小批量 10–50 片 ¥500–1000/片 ｜ 批量 ≥500 片 ¥300–600/片

资质与背景
ISO 9001 · CE · RoHS · REACH · UL94 V-0 · 相关专利 18 项 · 国家石墨烯创新中心（NGIC）孵化

① 发封装工况 → ② 出选型与热阻预算 → ③ 约 2 周寄样

现在寄样：把你的封装结构发给我们，2 周内拿到可验证样品

宁波烯冷新能源科技有限公司 · 国家石墨烯创新中心（NGIC）孵化 · 李坡 13429398639（微信 / WhatsApp） · lipo@ngicer.com · www.lenecold.com · 浙江宁波