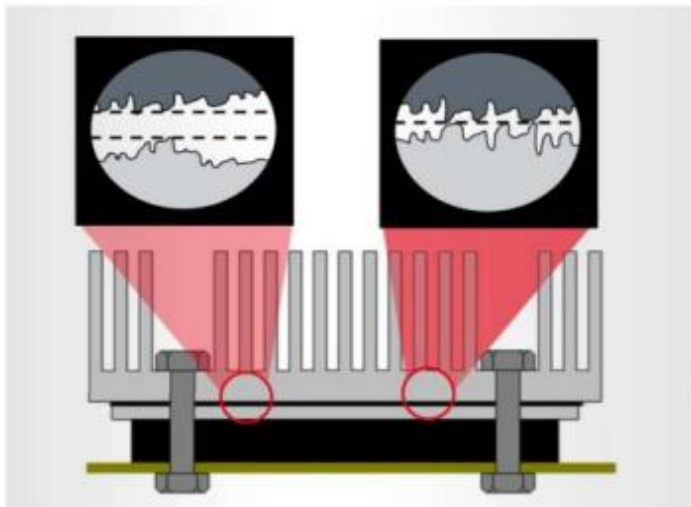






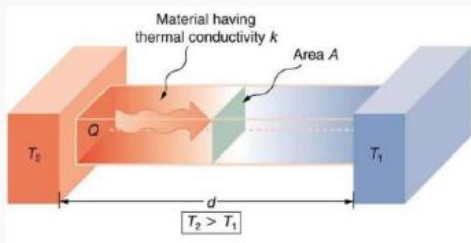
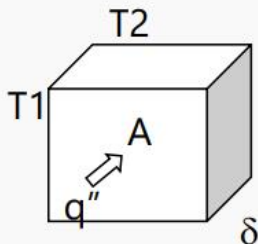
热管理基本问题



- 界面导热的问题
 - 空气是热的不良导体
 - 元件金属表面之间的硬接触形成热阻
 - 结构设计的需要，散热通道上有间隙
- 解决方案
 - 用导热界面材料填充间隙，取代空气

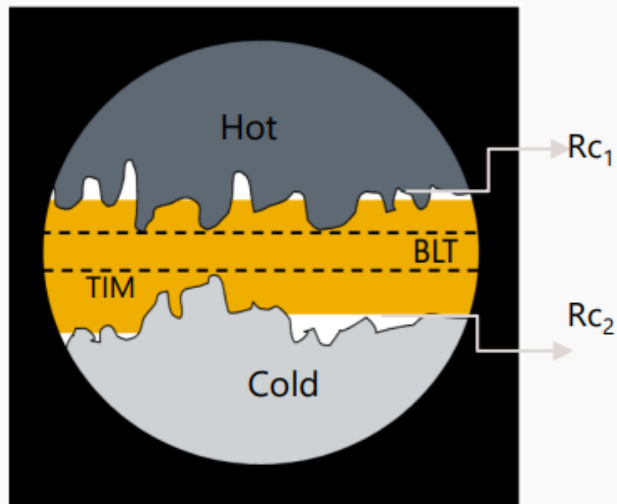
导热性能

热阻定义



- 导热率
 - 热流通过导热材料单位厚度，在厚度两边形成1度温差时 ($T_1 - T_2 = 1\text{K}$)，能够传递出去的热功率大小
- 针对功率计算热阻($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)
 - $(T_1 - T_2)/q$
- 针对功率密度计算热阻($(^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}^2/\text{W})$)
 - $(T_1 - T_2) \cdot A/q$

热阻计算



■ 热阻 TR_{total}

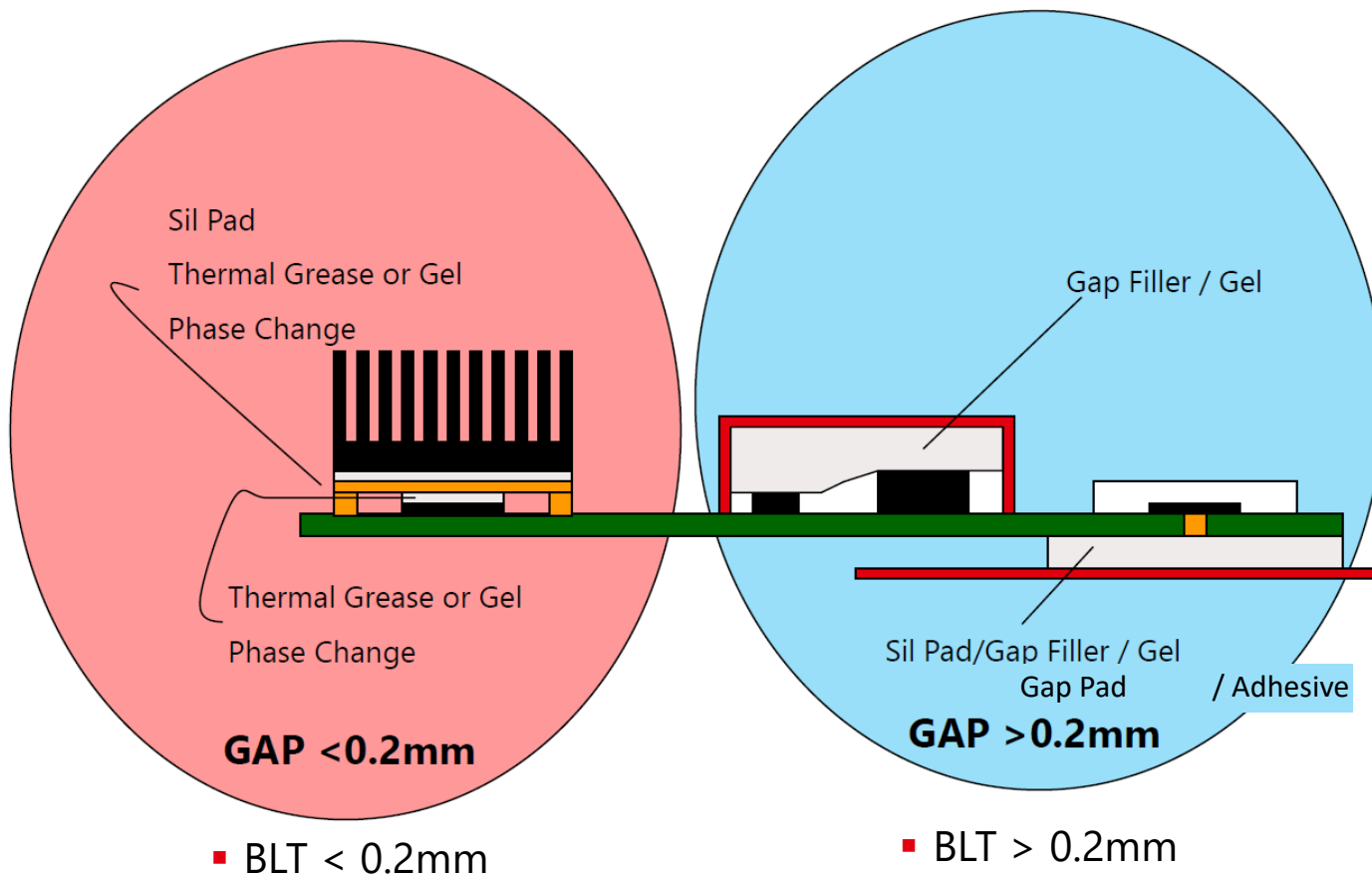
- $TR_{total} = (T1 - T2) * A / q$

$$TR_{total} = \frac{BLT}{TC} + TR_{Contact1} + TR_{Contact2}$$

TC 导热率

热阻计算跟导热界面材料的性能联系起来了

导热界面材料应用场景通用模型



导热材料

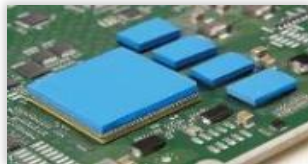
全面的热管理解决方案

有机硅垫片



- 薄间隙垫片
- 0.9 – 4.0 W/m-K
- 0.13 – 0.5mm 厚度
- 3.5kV – 6kV 击穿电压

导热垫片



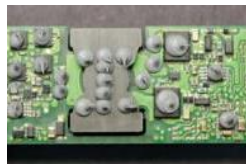
- 厚/可变间隙垫片
- 0.9 – 12 W/m-K
- 0.25 – 6.5mm 厚度
- 有机硅&非硅

2k 导热胶



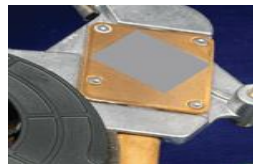
- 双组分液态, CIP
- 1.0 – 7.0 W/m-K
- 100um BLT
- 可剥离/可清洁
- 低硅和无硅室温/加热固化

1k 导热胶



- 单组份液态
- 2.0 – 10 W/m-K
- 最大3.0mm 间隙稳定性
- 有机硅&非硅
- 预固化/加热/湿气

相变导热界面材料



- 薄片, 印刷, 点胶
- 0.5 – 6.0 W/m-K
- 0.1 – 0.4mm 厚度
- 绝缘/非绝缘
- 无硅

导热粘接



- 薄片/液态可点胶
- 0.4 – 3.5W/m-K
- 0.13 – 0.46mm 厚度
- 0.7 – 12MPa 剪切强度
- 中高绝缘性
- 丙烯酸/环氧/有机硅
- 压敏胶/加热/室温固化

■ 高绝缘性

■ 高导热率

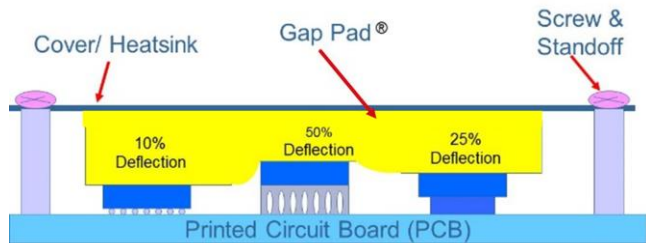
■ 高自动化

■ 低热阻

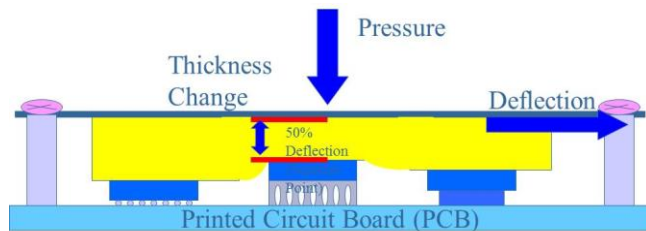
■ 易安装



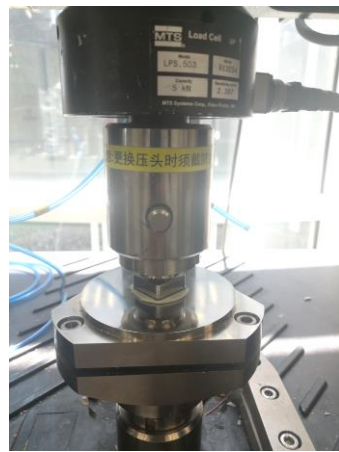
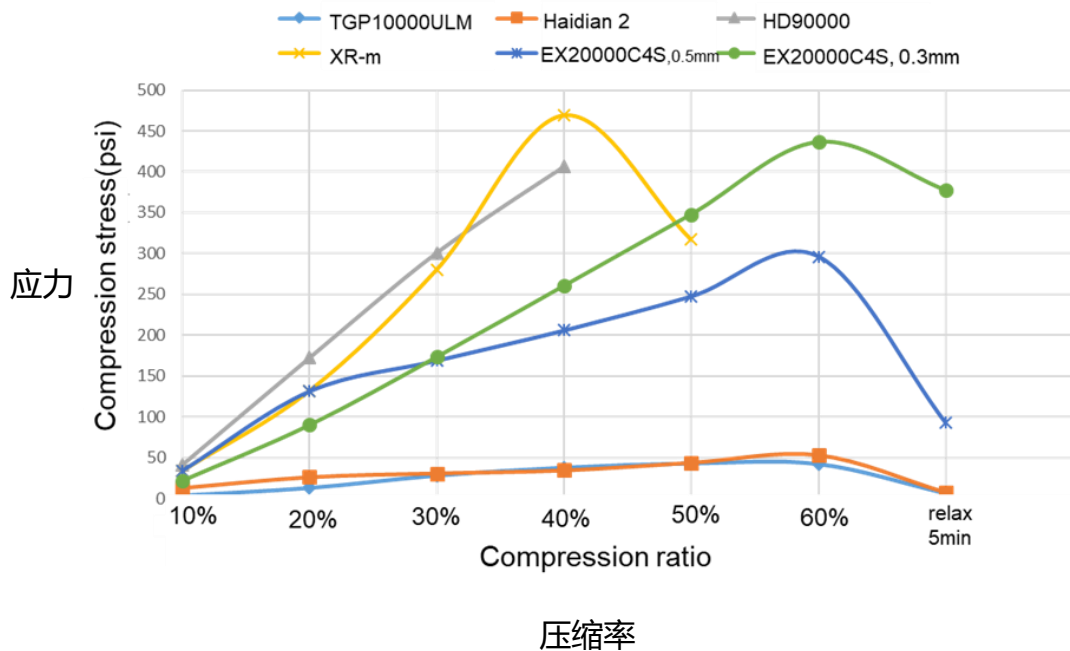
导热界面材料应用场景通用模型



- 高度差（压缩率）
- 应力变化
- 出油率



导热垫片压缩应力曲线

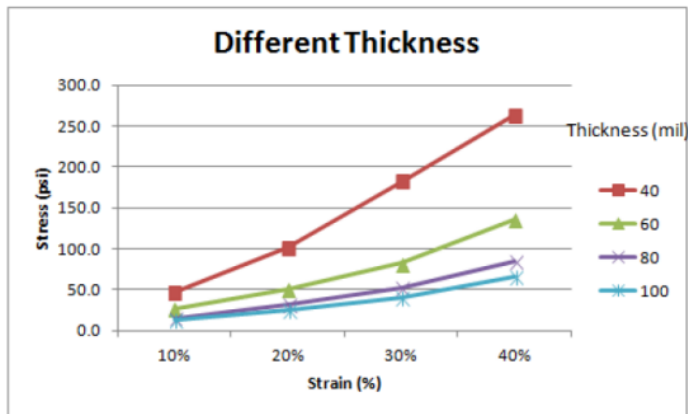


- 样品尺寸: 35*35mm
- 压缩速率: 0.1inch/min

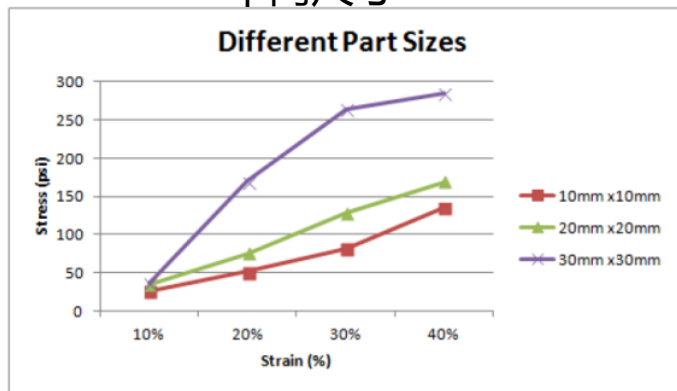
■ 相同测试条件下，不同导热垫片具有不同的压缩应力性能

导热垫片压缩应力曲线

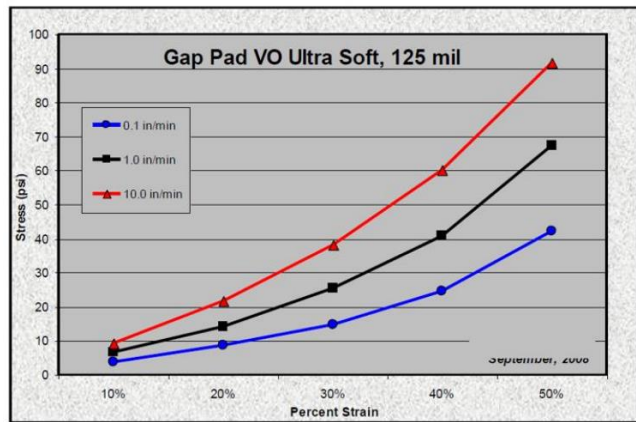
不同厚度



不同尺寸



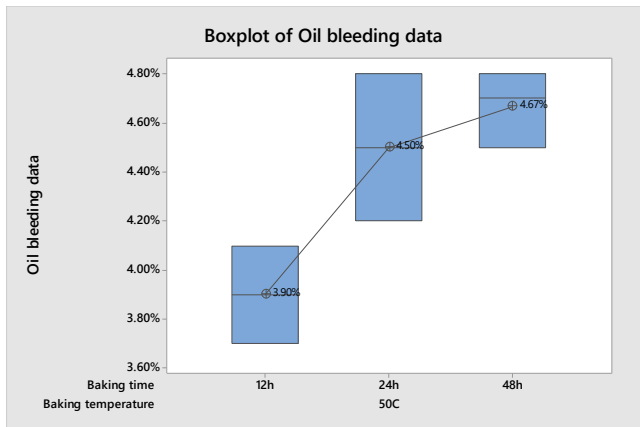
不同压缩速率



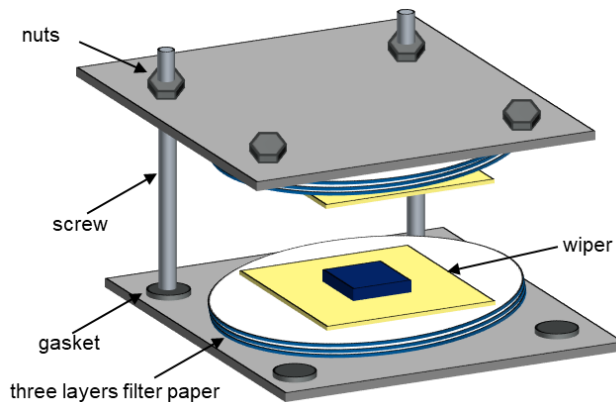
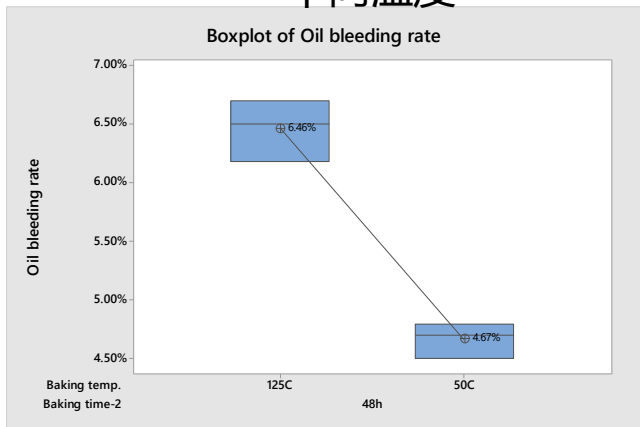
- 同一产品，不同厚度，尺寸和压缩速率下应力是不同的
- 应力随着厚度，尺寸和压缩速率的增加而增加

出油率

不同时间



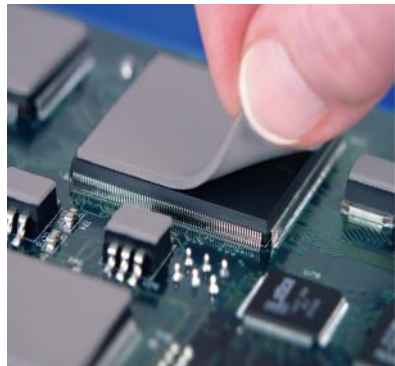
不同温度



- 导热垫片压缩到原始厚度的50%
- 如图工装锁固后，分别在125C and 50C下烘烤
- 分别记录烘烤12小时，24小时和48小时后的材料质量损失的百分比

- 一定温度下，硅油需要一定的时间才能完全渗出
- 温度越高，硅油越容易渗出
- 出油率跟树脂交联体系/结构也有关

汉高高导热垫片

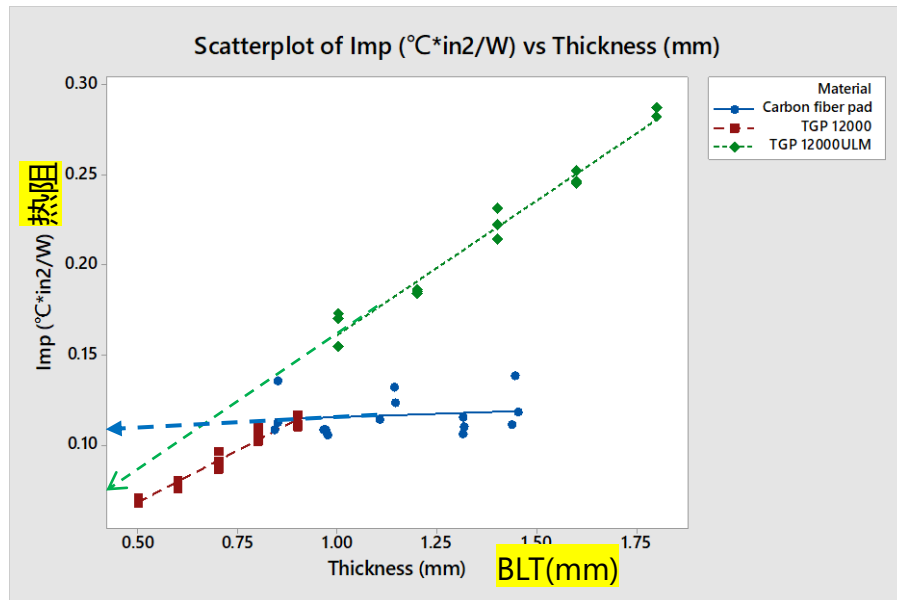


参数	TGP 12000	TGP 12000ULM
工厂	珠海	珠海
颜色	红	灰
厚度(mm)	0.5-4.0	0.5-4.0
底部支撑	无	无 or NT 膜
硬度(shore 000)	91	78
杨氏模量(psi)	86	28
击穿电压(KV/mm)	>6	>6
导热率(W/mK)	12	12

汉高高导热垫片

■ 热阻和BLT线性图

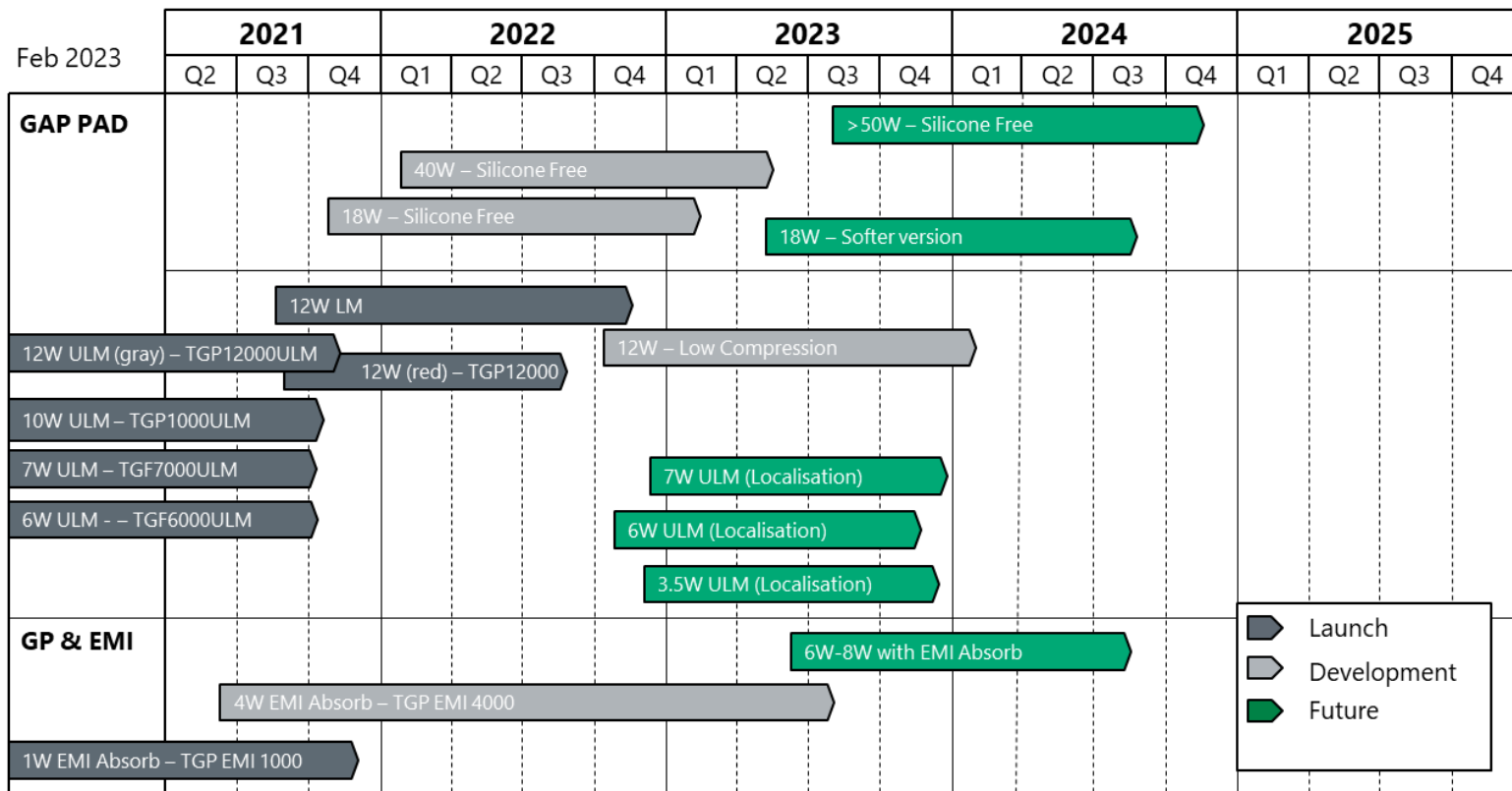
样品	导热率			
	No.1	No.2	No.3	Avg.
	W/mK	W/mK	W/mK	W/mK
碳纤维垫片	20.5	23.7	20.3	21.5
TGP 12000	11.9	12	12.8	12.2
TGP 12000ULM	12.8	13.2	14	13.3



- 比较不同材料导热性能，最好看热阻和BLT线性图
- 斜率越小，导热率越高，截距越大，接触热阻越大

汉高导热垫片路线图

Henkel confidential



(Henkel

目录

- 01 导热界面材料基本概念介绍
- 02 导热界面材料产品以及应用
 - 导热垫片
 - 导热胶2k/1k
 - 相变导热界面材料
 - 有机硅导热垫片(Sil pad)
 - 导热粘接
- 03 Q&A



导热胶2K/1K

自动点胶



bdtronic



MUSASHI
ENGINEERING, INC.

Nordson
EFD

RAMPF
discover the future

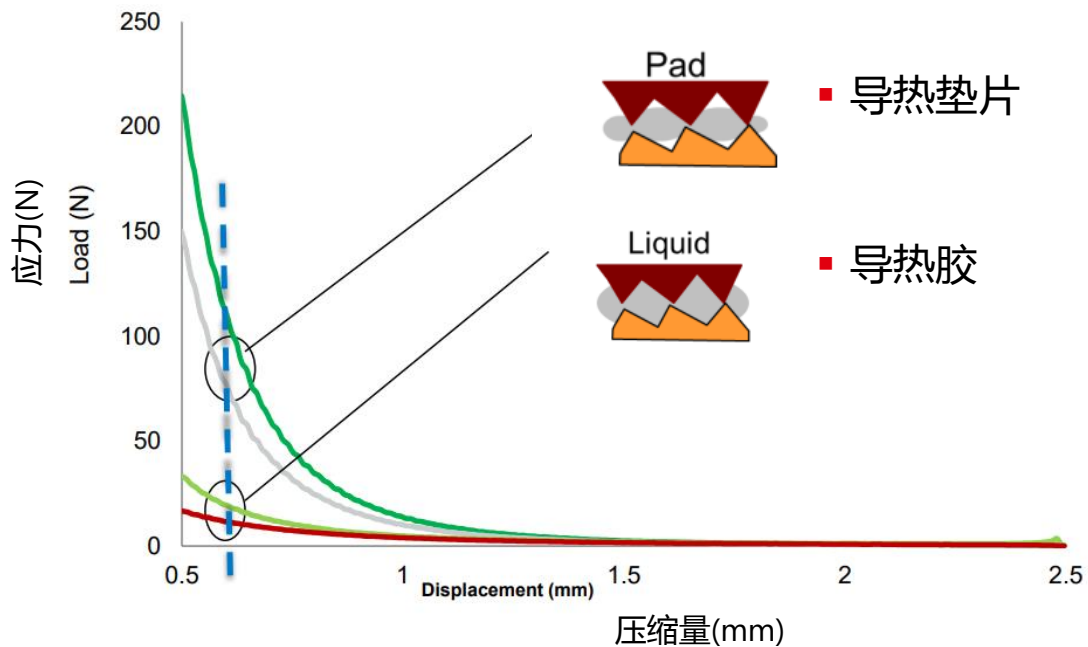
Scheugenpflug

- 点胶系统配合导热胶，可使导热界面材料引入客户工艺端实现自动化

Henkel

导热胶2K/1K

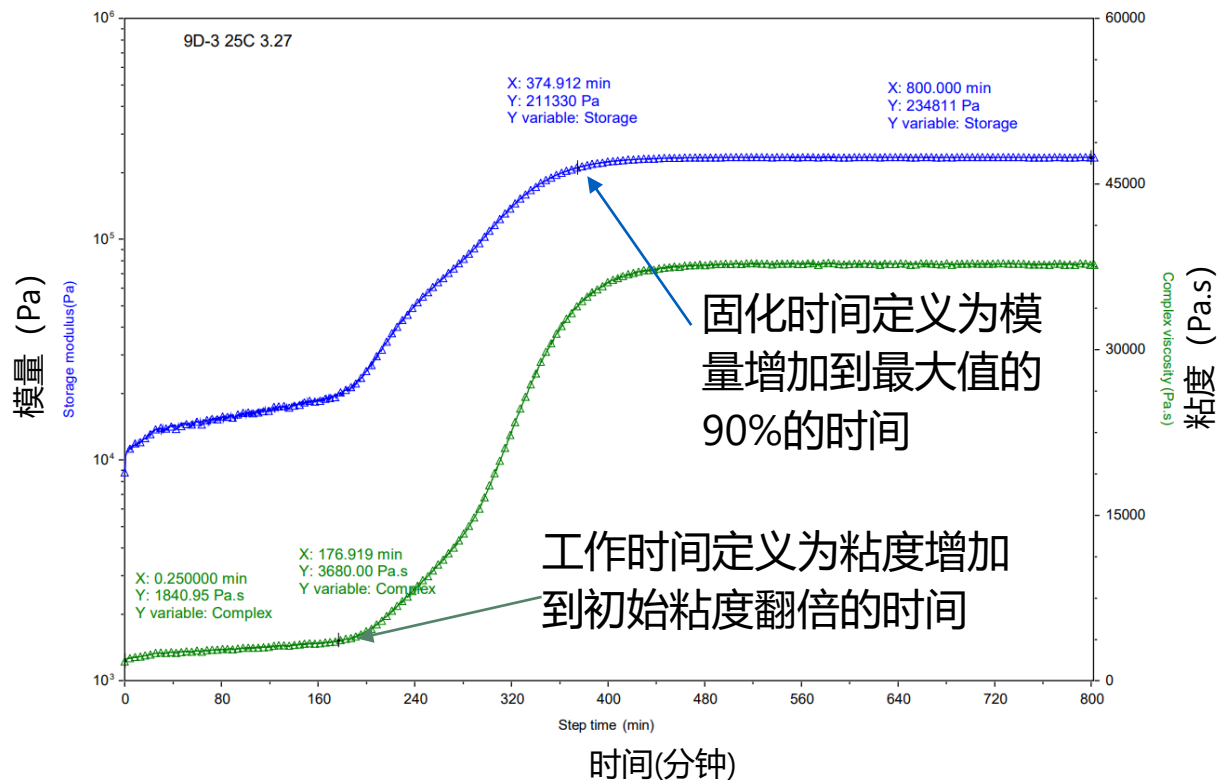
低应力



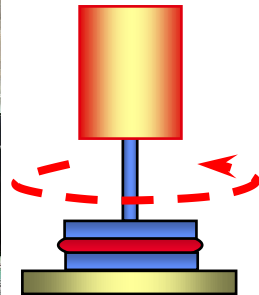
- 导热胶要比导热垫片更低的应力，防止基板或芯片受力形变

导热胶2K

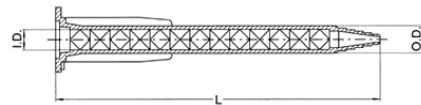
固化时间和工作时间



平板流变仪



2k包装和混交管



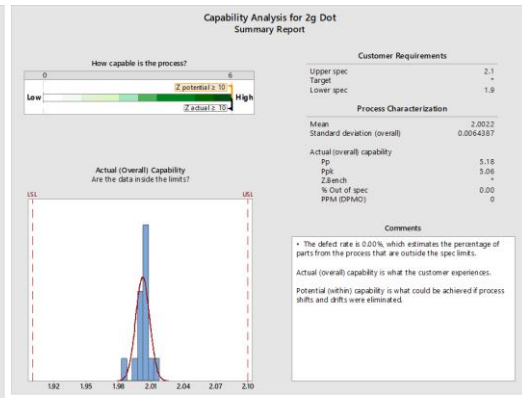
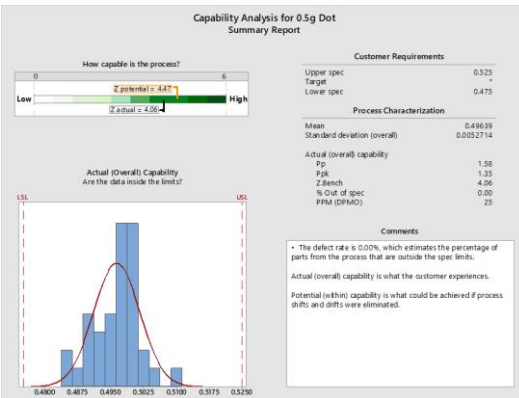
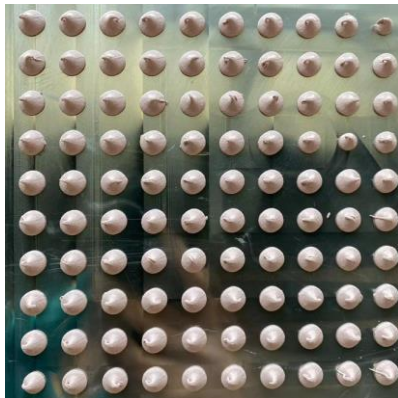
- 2k导热胶固化反应发生在客户端，需要考虑固化和工作时间

导热胶2K

点胶性能评估

打点:

- 检查点的形状.
- 每个点称重, 计算数据分布, 评估稳定性以及流速



打图形:

- 检查有没有断线和气泡.
- 检查对基板是否浸润wetting.



导热胶2K

TGP 1500 案例分享

应用

汽车HVAC 系统无刷风扇马达

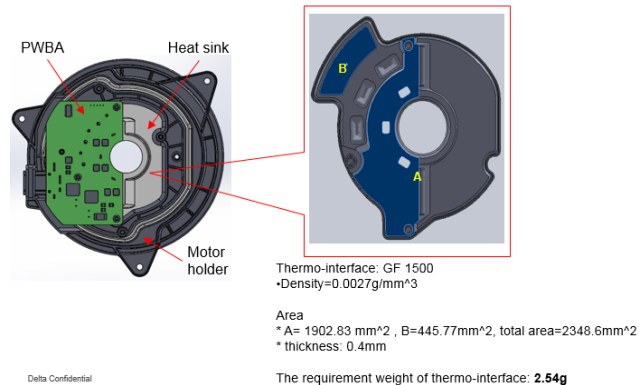
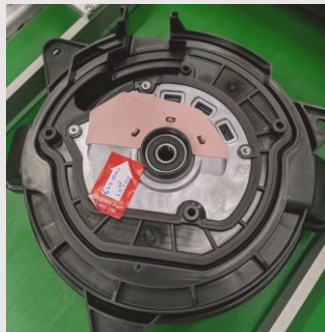
初始方案

旧设计:

- 1.0 mm 导热垫片(Laird, T-Global)
- 压缩50%厚度填充0.5mm的间隙
- 导热率: 1.3 – 2.0 W/m-k

问题:

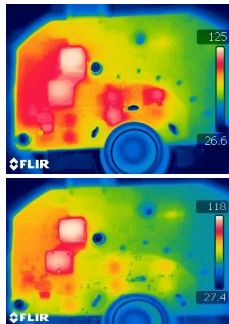
- 很难安装
- 组装后基板弯曲
- 热阻偏高



TGF1500 优点

TGF1500 优点:

- 主要发热元件的温度温度改善了 7-10°C.
- 解决了安装应力的问题
- 实现了自动化生产



CTQ:

- >5°C 温度下降
- 解决PC板子的弯曲问题
- 点胶速度: <20 sec/pcs
- 点胶精准度: <10% 偏差

导热胶1K预固化

TLF 6001

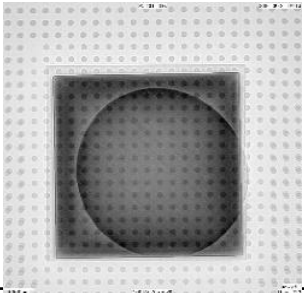
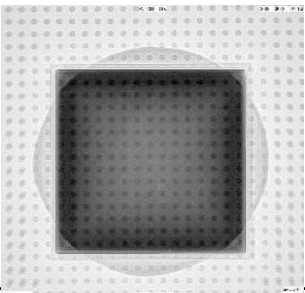
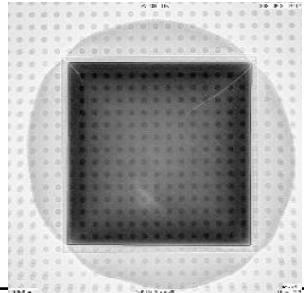
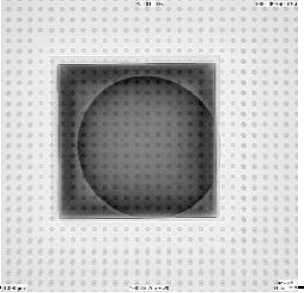
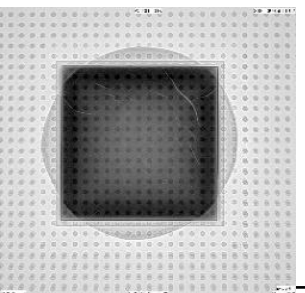
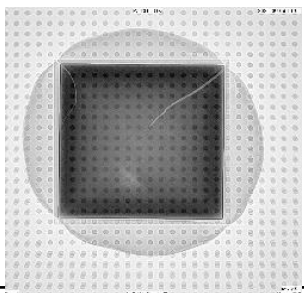
功能	Test Method	Loctite TGEL 6000	TLF 6001
导热率	TherASTM D5470, W/m-K	6.0	6.0
颜色	目测	灰	黄
流速	30cc EFD 胶管, 90psi, g/min	10-14	14-28
电性能	漏电流, mA	<0.1	<0.1
	SIR, 85°C/85%RH 168hours; >=1.00E+08 Ω, 没有铜腐蚀 after SIR	Pass	Pass
失重	升温速率 10°C/min 30°C-200°C 氮气中	<0.1%	<0.1%
压缩应力	1.5mm to 0.2mm with 25.4mm/min, keep 10min;	3.0	3.8
老化	垂流, -40~85°C TC 1000 hrs, 1mm 间隙 on PCB/Al fixture and 1.5 mm 间隙 on 阳极氧化铝/玻璃 工装	小于 10% 滑移 & 开裂	小于 10% 滑移&开裂
	125 °C 1000 hours 85 C/85%RH 1000 hours -40~125 °C 1000 cycles	热阻增加 =<10%	热阻增加 =<10%

- TLF 6001性能跟灰胶相当，流速更高，性价比更好

Henkel

导热胶1K预固化

TLF 6001垂流老化实验

温循老化/ 小时	PCB 工装			阳极氧化铝工装
500				
1000				

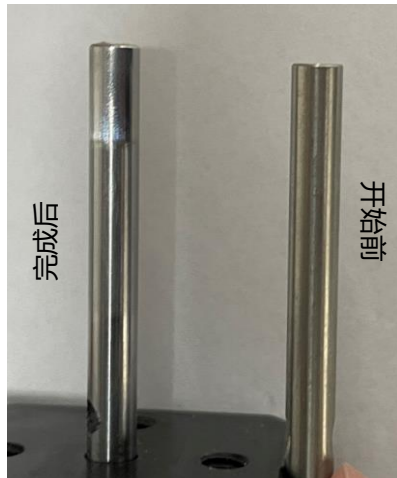
- TLF 6001垂流老化实验显示没有滑移，小于10%由PCB板形变造成的开裂

导热胶1K预固化

TLF 6001 GRACO点胶机台实验

	KGEL 6000	KGEL 6000	TLF 6001
针头	标准 G14	标准 G14	标准 G14
点胶频率/hour	About 300	360	360
推出压力/psi	70	60	60
稳定压力/psi	70	60	60
推进压力/psi	40	40	40
流速 (g/15s)	/	1.93	3.50

TLF 6001 点胶



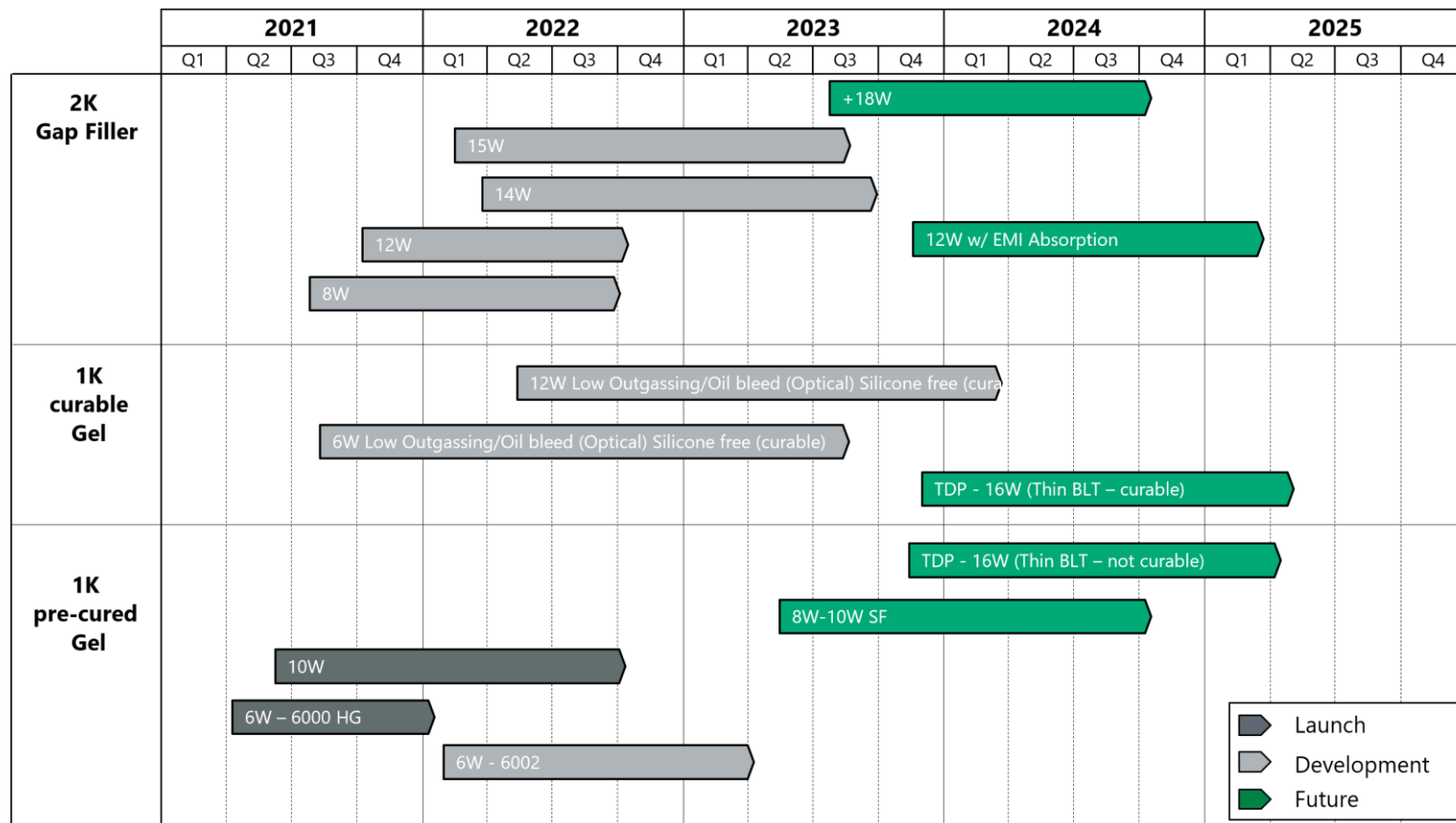
KGEL 6000 点胶



- 相比于灰胶，TLF 6001对设备组件的磨损较低

汉高导热胶路线图

Henkel confidential



目录

- 01 导热界面材料基本概念介绍
- 02 导热界面材料产品以及应用
 - 导热垫片
 - 导热胶2k/1k
 - 相变导热界面材料
 - 有机硅导热垫片(Sil pad)
 - 导热粘接
- 03 Q&A



相变导热界面材料(PCM)

THF 5000UT-SCOUT

低热阻 0.04 °C-cm²/W at 35psi, 0.06 °C-cm²/W at <10psi

高可靠性 Pass 1000 hours test for -40°C to 125°C/85%RH/125°C/**150°C**

低的安装压力下优异的热阻性能 在5-20 psi压力下, 比市场上PCM的热阻低



最小BLT 25 um

容易操作 带自然粘性, 不需要预加热



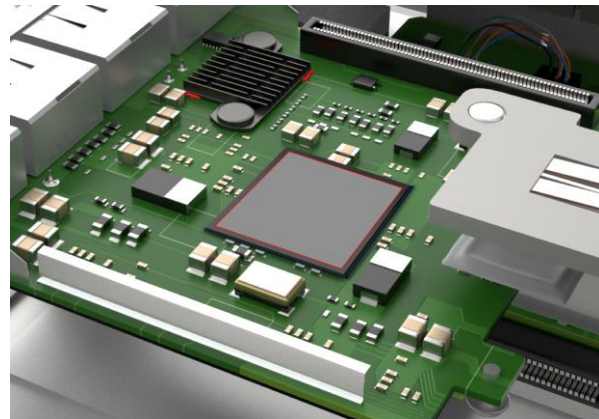
容易返工 容易拆解



较宽初始厚度 8/10/12/16 mil & Rolls (500feet X12 inch)

测试过的最高功率达800W

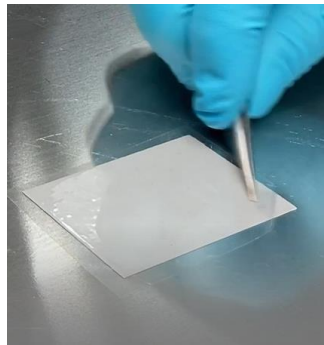
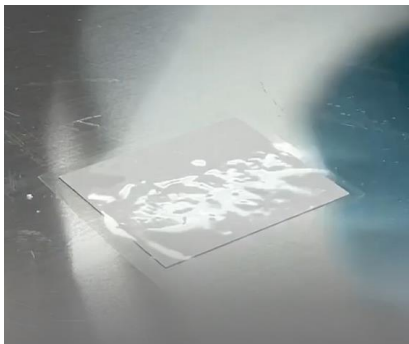
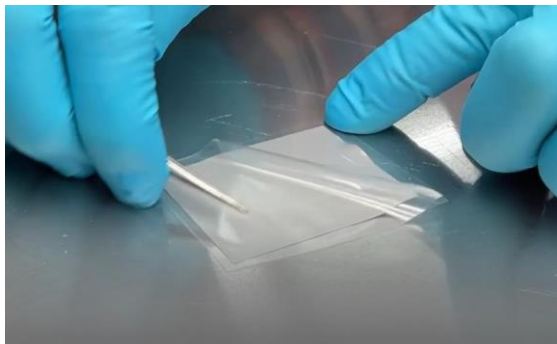
全球供应链 中国和美国两个工厂



相变导热界面材料

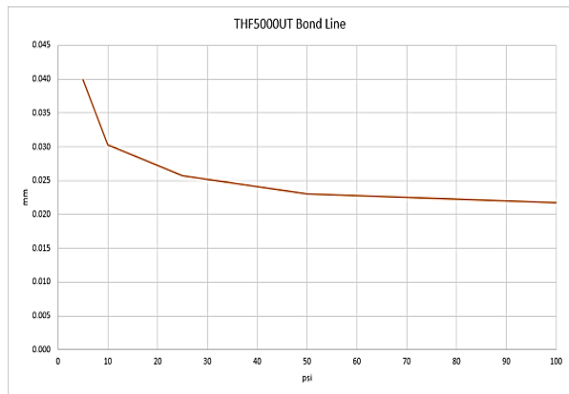
THF 5000UT 操作

- 用异丙醇溶剂(IPA)清洗表面
- 建议戴手套操作 PCM，防止因为体温变软
- 先撕掉一面的liner膜
- 把PCM贴在表面上后用滚轮滚一下，确保跟表面贴合没有气泡 (~2kg 力)
- 最后再撕掉另一面的liner膜

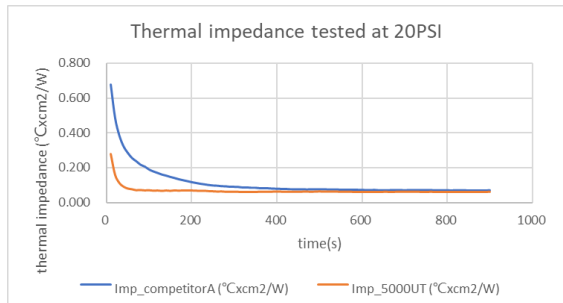


相变导热界面材料

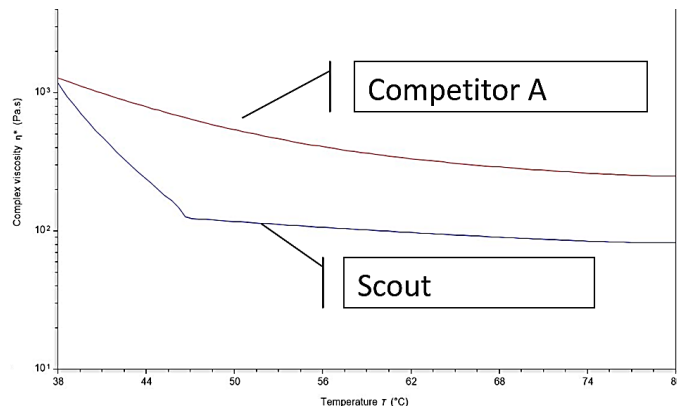
THF 5000UT-SCOUT 热阻



■ BLT和安装压力关系图



■ 热阻和时间关系图



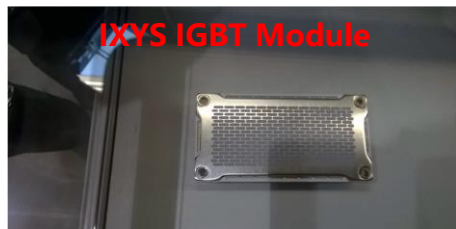
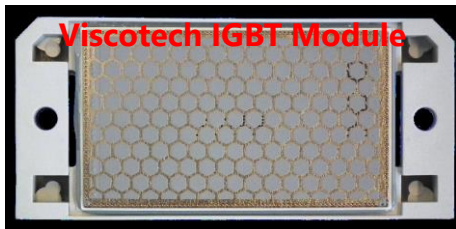
■ 粘度和温度关系图

- 导热界面材料是通过材料发生相变，粘度变低，从而在安装压力的作用下，BLT的降低来实现低热阻性能的
- 5000UT相变后粘度快速降低，能更快达到最佳热阻点，所以不需要预加热

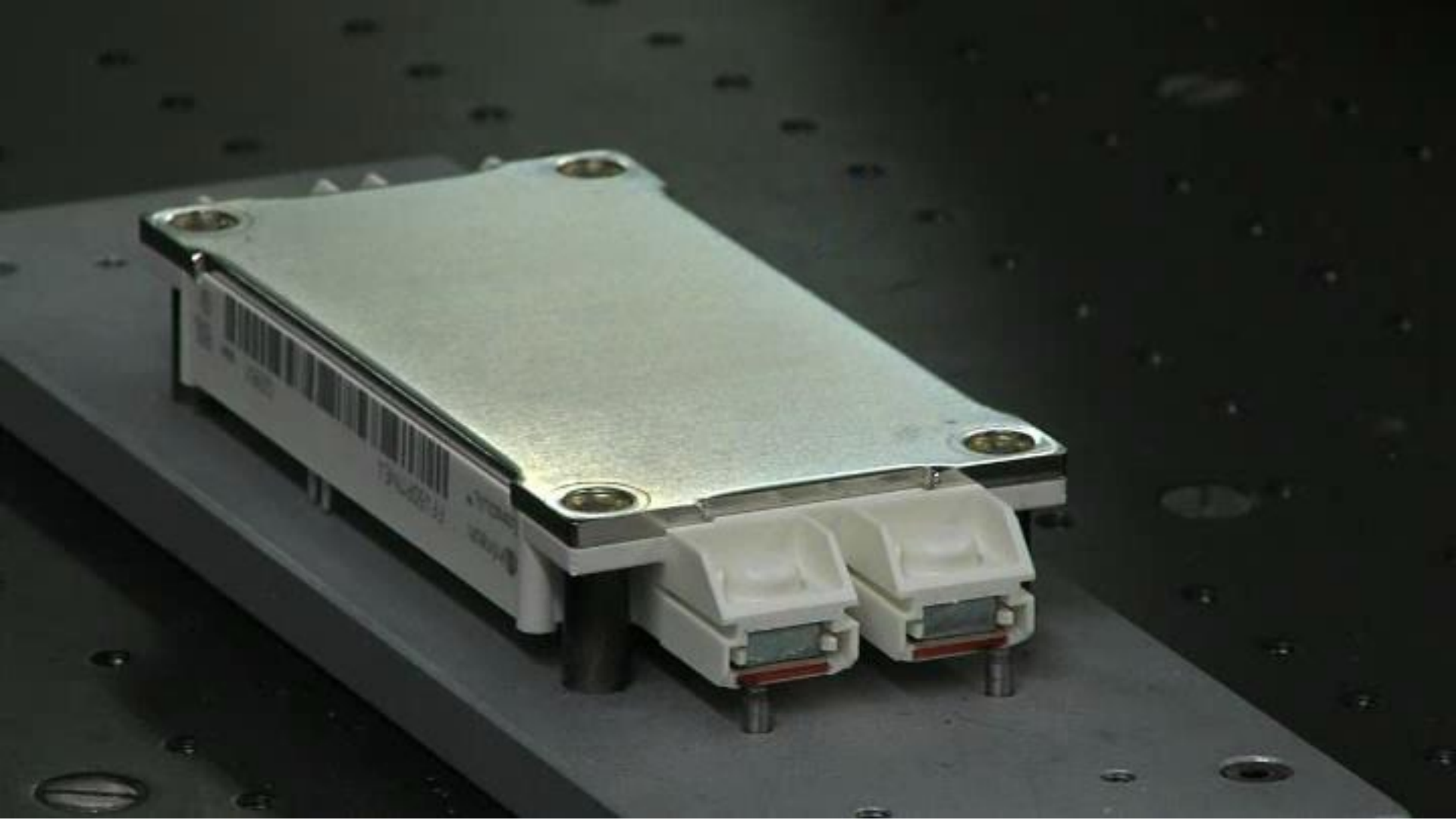
Henkel

相变导热界面材料

TCP 4000PM-浆料 (钢网印刷)



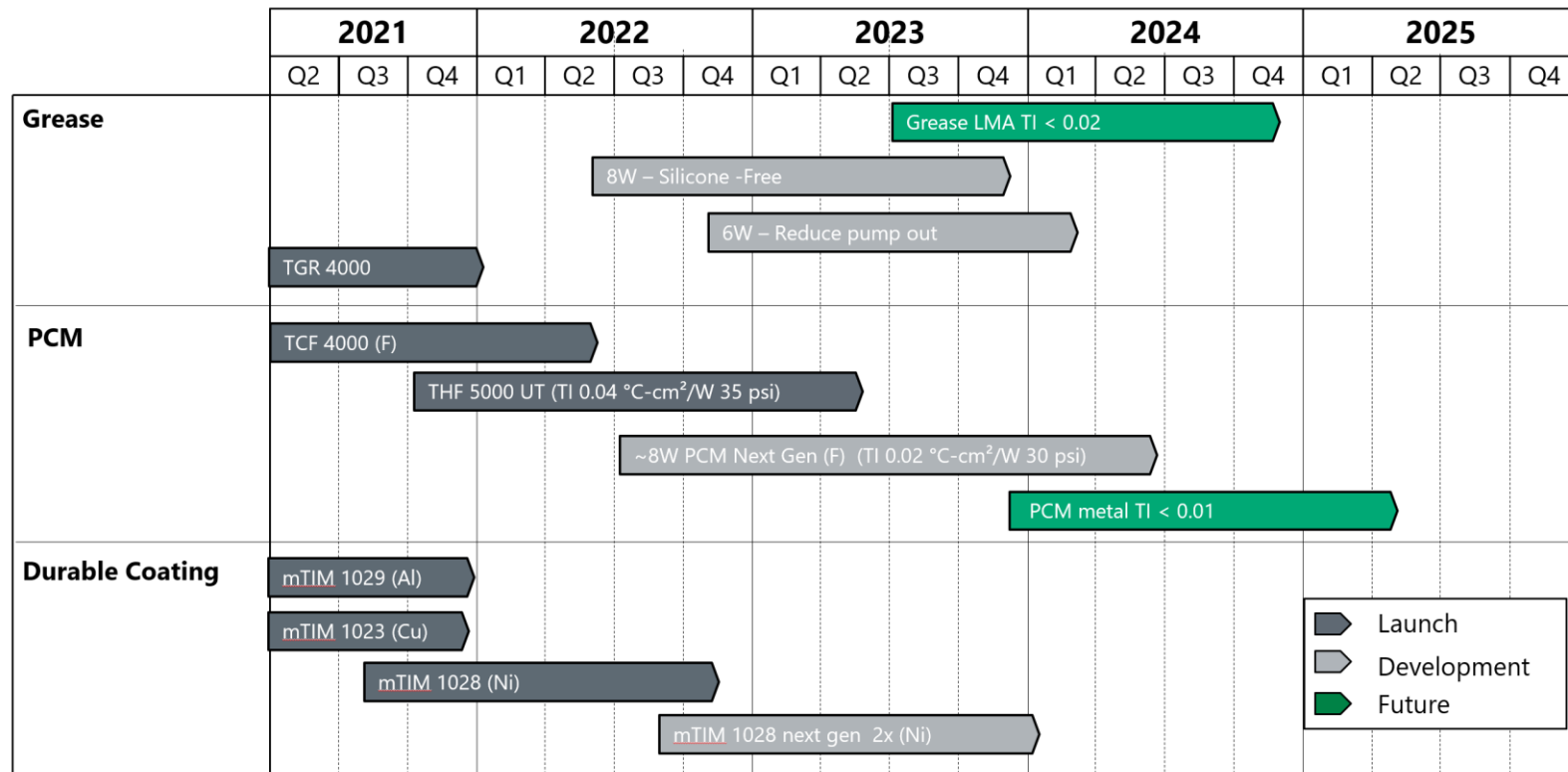
- 导热率: 3.4 W/m-K
- 相变点: 45°C
- 需要烘干溶剂
- 使用温度: $-40 - 125^{\circ}\text{C}$
- 印刷, 点胶
- 电学不绝缘





汉高低BLT导热产品路线图

Henkel confidential

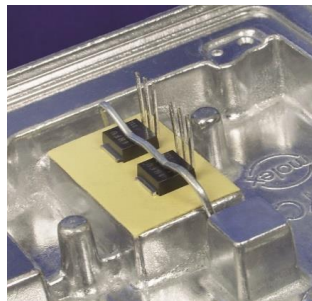
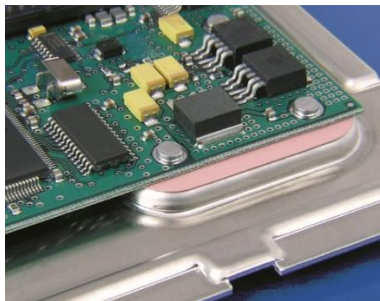
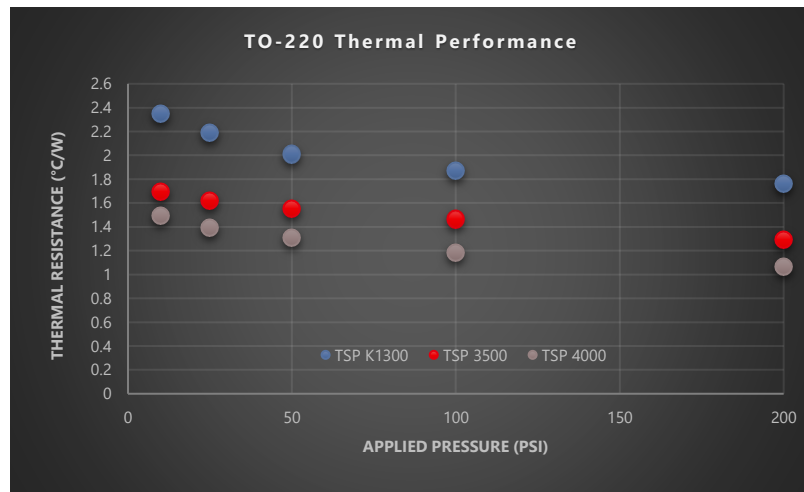




有机硅导热垫片(SIL PAD)

TSP 4000 (CURIE)

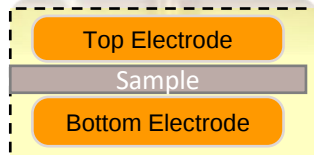
Property	TSP K1300 (SP K10)	TSP 3500 (SP 2000)	TSP 4000 (Curie)	Units
Thermal Conductivity	1.3	3.5	4.0	W/m-K
Voltage Breakdown	6000	4000	6000	Vac
Cut Through	450	415	455	Kg-f
Hardness	90	90	70	Shore A
Flammability	VTM-0	V-0	V-0 pending	



- Curie 提高了导热性能, 同时保持了有机硅导热垫片良好的电学绝缘性能和抗穿刺性能
- SIL PAD主要用在电源模块中

有机硅导热垫片(SIL PAD)

击穿电压和HI-POT 测试



- 方法：击穿电压
- 测试标准：ASTM D149
- 测试范围：AC 1~99KV
- 击穿电压测得是在多大电压下，材料能够击穿



STEP 1/2	WVAC	LOW	:	OFF
0.050kV	ARC:	:	OFF	
0.500mA	RAMP	:	OFF	
3.0S	FALL	:	OFF	
	REAL	:	OFF	
			1 2 3 4 5 6 7 8	
	SCAN		- - - - -	
STANDBY	RMT	LOCK	CORR	
			ERR	

- 方法：AC/DC leakage current(HiPot)
- 测试标准：ASTM D495
- 测试范围：AC ~6KV/DC ~5KV
- HiPot测试的是在指定高电压和时间内，漏电流是否满足客户要求

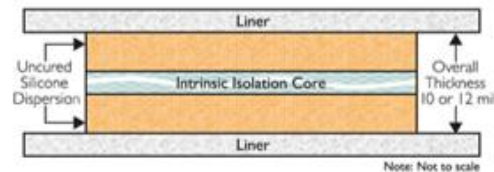
目录

- 01 导热界面材料基本概念介绍
- 02 导热界面材料产品以及应用
 - 导热垫片
 - 导热胶2k/1k
 - 相变导热界面材料
 - 有机硅导热垫片(Sil pad)
 - 导热粘接
- 03 Q&A



导热粘接

TBP 1400LMS-HD



- 导热率: **1.4 W/m-K**
- TO-220 热阻性能: **2.3°C/W**
- 击穿电压 **5000 Vac**
- 1.4 MPa 粘接强度
- 使用温度 -60 to 180°C

- 用粘接的方式提供无螺丝安装方案，也能保证高可靠性

导热粘接

TBP 1400LMS-HD 无螺丝方案成本分析

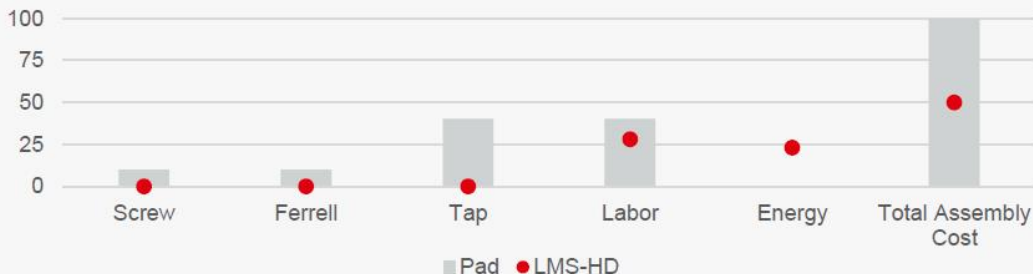
- LMS-HD vs SIL PAD (螺丝锁固) 对比
- 降低了散热器制造的成本: 不需要钻螺丝孔等工艺, 从而也提高了散热器的优良率
- 更高密度器件集成设计



Application Example

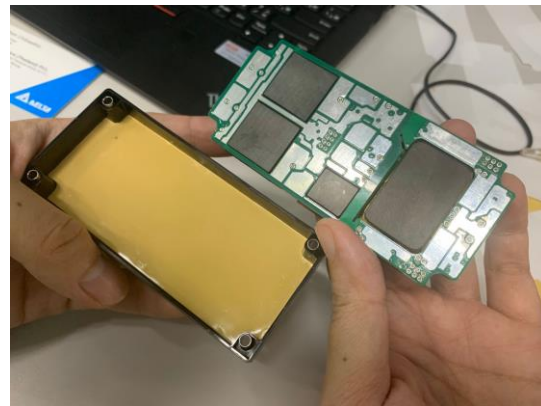
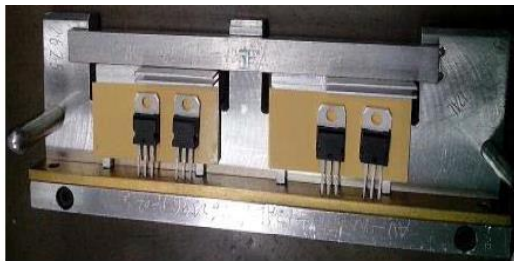
Assembly Costs

Standard Pad vs. LMS-HD



导热粘接

TBP 1400LMS-HD 应用实例



目录

- 01 导热界面材料基本概念介绍
- 02 导热界面材料产品以及应用
 - 导热垫片
 - 导热胶2k/1k
 - 相变导热界面材料
 - 有机硅导热垫片(Sil pad)
 - 导热粘接
- 03 Q&A



THANK YOU.