

# 热反射面内热导率测量系统 (SDTR)

## WildFire ONE



现代工业中，亚毫米级小尺寸样品热物性测量的需求激增。常规热导率测量技术如激光闪光法、平面热源法、稳态法无法满足亚毫米级小尺寸样品的测量需求。该测量系统基于热反射原理，采用高度聚焦的连续波激光进行测量，为准确测量亚毫米级小尺寸样品的热物性提供了一个易于操作、性价比高的解决方案。

### 系统概述

热反射面内热导率测量系统基于“泵浦-探测”原理，采用空间域热反射法（Spatial Domain Thermal Reflection，缩写为：SDTR），能够准确测量从薄膜到块体材料的面内热扩散率。系统自动化程度高，操作简便，特别适合大批量快速测量。

1. 测量精度高
2. 测量范围宽
3. 操作简便
4. 性价比高
5. 支持定制
6. 终身技术支持

### 应用领域

材料研究与开发  
 能源领域  
 电子器件研究  
 半导体器件测量  
 ……

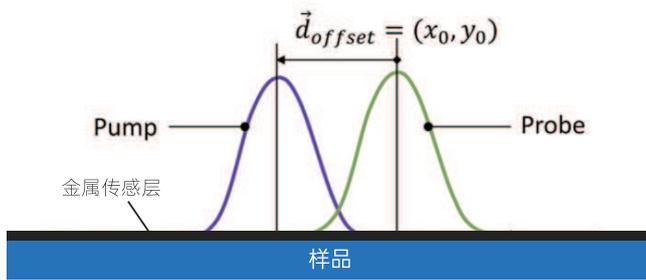
### 标准系统测量能力

1. 独立测量样品的面内各向异性热导率张量，
  - 面内热导率测量范围：0.5 - 2000 W/(m·K)，测量误差≤5%；
2. 可测悬空薄膜、衬底上薄膜和块体材料，可测样品厚度从100 nm到无限厚；
3. 可测小尺寸样品，径向直径≥0.1 mm；
4. 要求样品表面粗糙度≤15 nm。

### 升级系统额外能力

1. 热导率与比热容测量模块：同时测量各向同性样品的热导率和体积比热容，
  - 热导率测量范围：0.05 - 2000 W/(m·K)；
  - 比热容测量范围：0.1 - 10 J/(cm<sup>3</sup>·K)，测量误差≤10%；
2. 稳态法热导率测量模块：无需知道样品的比热容，独立测量样品的平均热导率  $\sqrt{kr}$ ，
  - 测量范围：0.05 - 2000 W/(m·K)，测量误差：≤10%；
3. 界面热阻测量模块：可测量金属/半导体及半导体/半导体异质界面热阻，
  - 测量范围1-1000 (m<sup>2</sup>·K)/GW，典型测量误差~10%。

## 系统原理

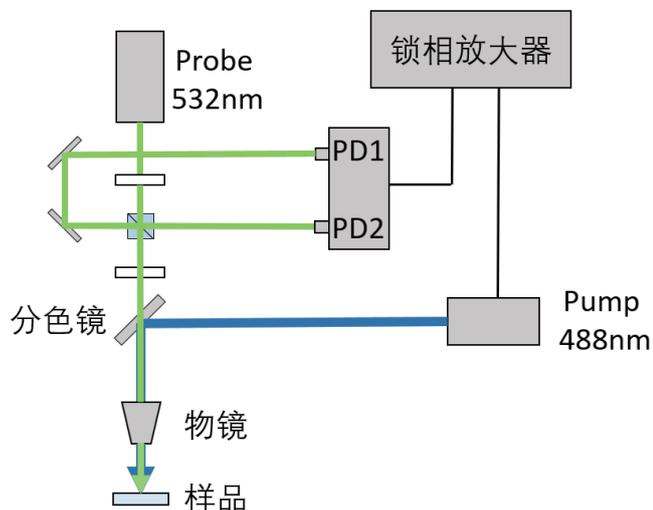


1. 样品表面镀100 nm厚的金属膜做温度传感层；
2. 经调制的泵浦光周期性加热样品；
3. 探测光测量距离泵浦光不同位置处的温度响应的幅值与相位；
4. 由相位差信号和归一化幅值信号同时拟合样品面内热导率和光斑尺寸；
5. 热导率测量误差 $\leq 5\%$ ，光斑尺寸测量误差 $\leq 2\%$ 。

## 系统配置

1. 电源需求：110/220 VAC, 50/60 Hz, 15 Amp；
2. 激光波长：泵浦638 nm，探测785 nm（标配，可根据用户需求选配）；
3. 激光功率：泵浦100 mW，探测20 mW（标配，可根据用户需求选配）；
4. 调制频率范围：标配DC-5 kHz，可升级到5 MHz、50 MHz或200 MHz；
5. 显微成像：标配，可观察样品表面状况及激光光斑位置；
6. 测温范围：标配室温，可增配80-500 K、300-1200 K、4-300 K等不同温区的变温模块；
7. 软件：全自动数据测量与分析处理、数据导出、报告生成。

## 系统亮点

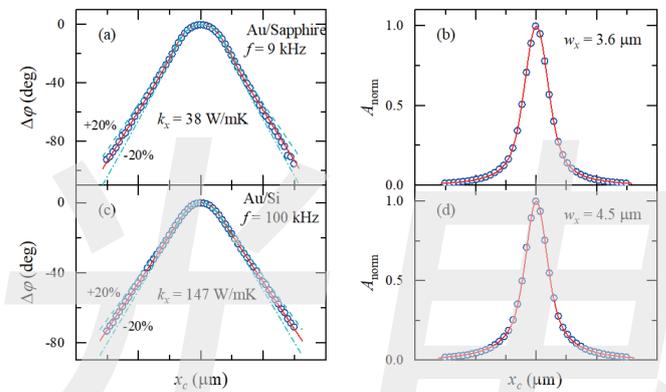


1. 无需修正泵浦光的参考相位，使得操作更简单，测量更可靠；
2. 采用平衡探测器，极大减小了低频噪音，加快了数据采集速度，完成一个样品的测量仅需 $\leq 2$ 分钟；
3. 独特的数据分析方法能同时拟合光斑尺寸，降低了光斑尺寸误差对测量结果的影响；
4. 独特的数据分析方法使得测量信号仅对待测样品的面内热导率和比热容敏感，而无需准确知道金属传感层的参数或样品的纵向热导率，因此极大提高了测量精度；
5. 可测0.5-2000 W/(m·K)宽范围的面内热导率；
6. 采用微米级的光斑尺寸，因此可测径向尺寸为亚毫米级别的小尺寸样品。

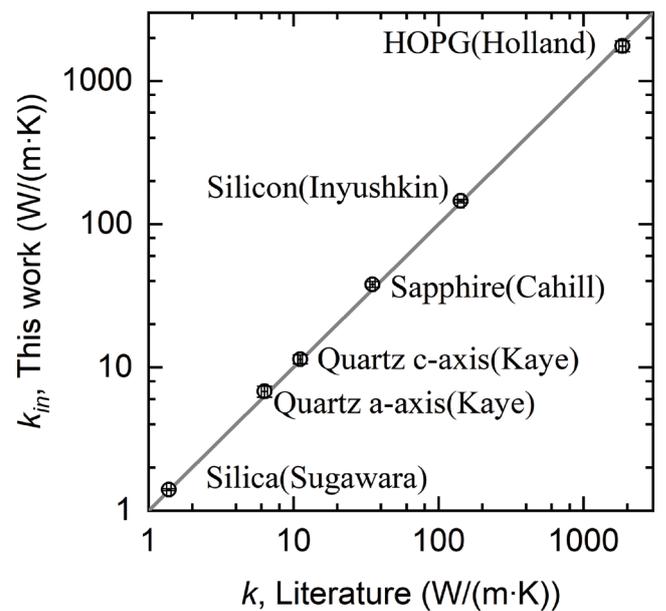
## 光学交流量热法测量面内热导率

各向同性材料

以蓝宝石、单晶硅为例：



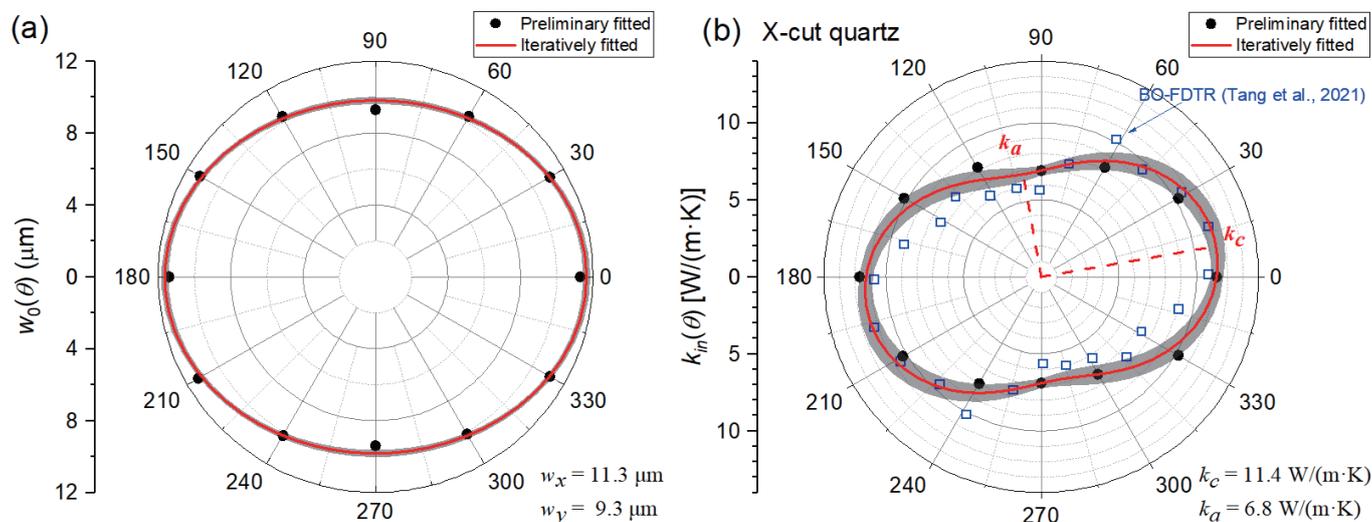
测得蓝宝石热导率为 $k_{xx} = 38 \pm 1.49$  W/(m·K)，误差为3.9%  
测得单晶硅热导率为 $k_{xx} = 147 \pm 4.88$  W/(m·K)，误差为3.3%



可测热导率范围1~2000W/(m·K)，误差均小于5%

## 光学交流量热法测量面内各向异性热导率张量

以X切石英晶体为例:



光学交流量热法不要求激光光斑有严格的圆度即能准确测量面内热导率张量

[1] 宋尚智, 张可欣, 江普庆, 新型光学交流量热法准确测量小尺寸样品的面内热导率, 能源科学与技术, 1 (2022) 33-38.

[2] P. Jiang, D. Wang, Z. Xiang, R. Yang, H. Ban, A new spatial-domain thermoreflectance method to measure a broad range of anisotropic in-plane thermal conductivity, Int. J. Heat Mass Transfer, 191 (2022) 122849.

**AUTINST**  
昊 远 精 测

昊远精测光电科技（上海）有限公司

Tel: 4006-888-762

Website: [www.autinst.com](http://www.autinst.com)

Email: [info@autinst.com](mailto:info@autinst.com)

Page 3

上海昊量光电设备有限公司 Phone: 4006-888-532 WeChat: Auniontech Website: [www.auniontech.com](http://www.auniontech.com) E-mail: [info@auniontech.com](mailto:info@auniontech.com)