



製品名：热波分析仪
 型式：TA系列
 厂商：株式会社Bethel 哈德森研究所

非接触式测量热扩散率 可以从有机薄膜到金刚石大范围的评价

使用范例

利用热物性测量到达新的阶段

在逐年开发小型化电子设备时、『热问题的解决』成为一个非常重要的课题。

正确掌握零件及材料的热物性,现在是必不可少的。

本设备『热波分析仪TA35/33/32/31』、

◎用于新材料开发的功能确认 ◎用于产品开发阶段的热设计 ◎用于制造现场的品质管理 ◎用于检查缺陷,不均匀性等需要掌握一些热物性时,会广泛的运用在各式各样的工作中。

设备的特征

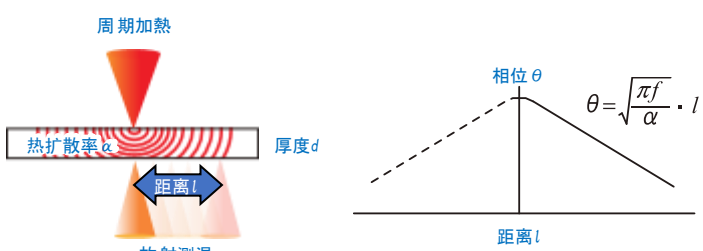
- ◆ 非接触式测量热扩散率
 采用周期加热放射测温法。利用激光可以非接触式的测量热扩散率。
- ◆ 大范围测量～从有机薄膜到金刚石～
 从有机薄膜到金刚石大范围的样品,可以在一台设备上测量。
- ◆ 垂直・水平方向的连续测量～不同方向性确认～
 同一样品・同一工作、垂直(Z)方向和水平(XY)方向可以连续测量。
- ◆ 可以映射测量 ～可以评价样品的缺陷及不均匀性～
 连续测量多个点的垂直(Z)方向的热物性值,可以进行分析,评价。
- ◆ 条件设定是简单的绝对值测量方式 ～简单测量～
 能取得热扩散率的绝对值。另外、测量条件的设定可简单的利用『简单测量』功能实现。
- ◆ 能指定测量位置高自由度的选择样品
 可具体的选择想测量的位置、也可分别测量想测量的位置。另外无论试料的形状如何都可以测量,所以试料的调整也很简单。能测量各种不规则形状例如○,△。
- ◆ 把试料放上去,即可以用电脑简单操作解析。
 把测量试料放在试料台、之后即可以用电脑操作直到解析的所有工作。

测量原理

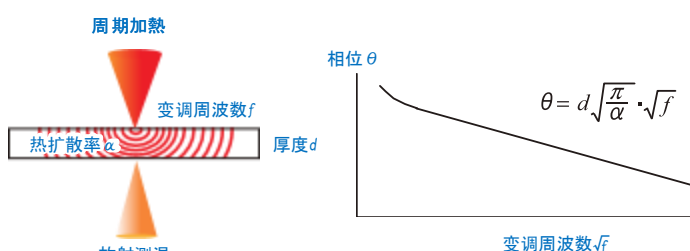
热波分析仪TA系列、
 运用周期加热放射测温法、测量热扩散率。

■ 测量原理和解析图

水平方向（距离变化法）



垂直方向（周波数变化法）



■ 测量原理

利用周期加热源 $P_0 e^{i\omega t}$ 点加热热扩散率 α 的样品表面。加加热点温度的交流分量用 $T_{ac} = T_0 e^{i\omega t}$ 表示。周期加热源 $P_0 e^{i\omega t}$ 引起周边温度的传播用以下公式表示。

$$T_{ac} = \frac{P_0}{4\pi\alpha r c} \cdot e^{-kr+i(\omega t-kr)}$$

C是每单位面积的比热容量、r是从点热源的距离、k是以下公式表示的温度波的波数。

$$k = \sqrt{\frac{\omega}{2\alpha}} = \sqrt{\frac{\pi f}{\alpha}} = \frac{1}{\mu}$$

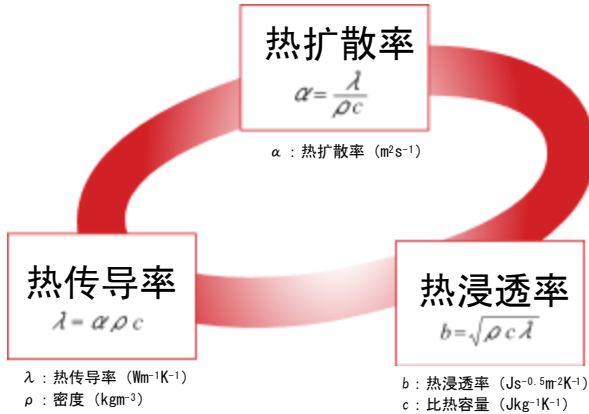
其中 μ 是热扩散长度。得出相位是、

$$\theta = -\sqrt{\frac{\pi f}{\alpha}} \cdot r \dots \dots \textcircled{1}$$

由此得出。

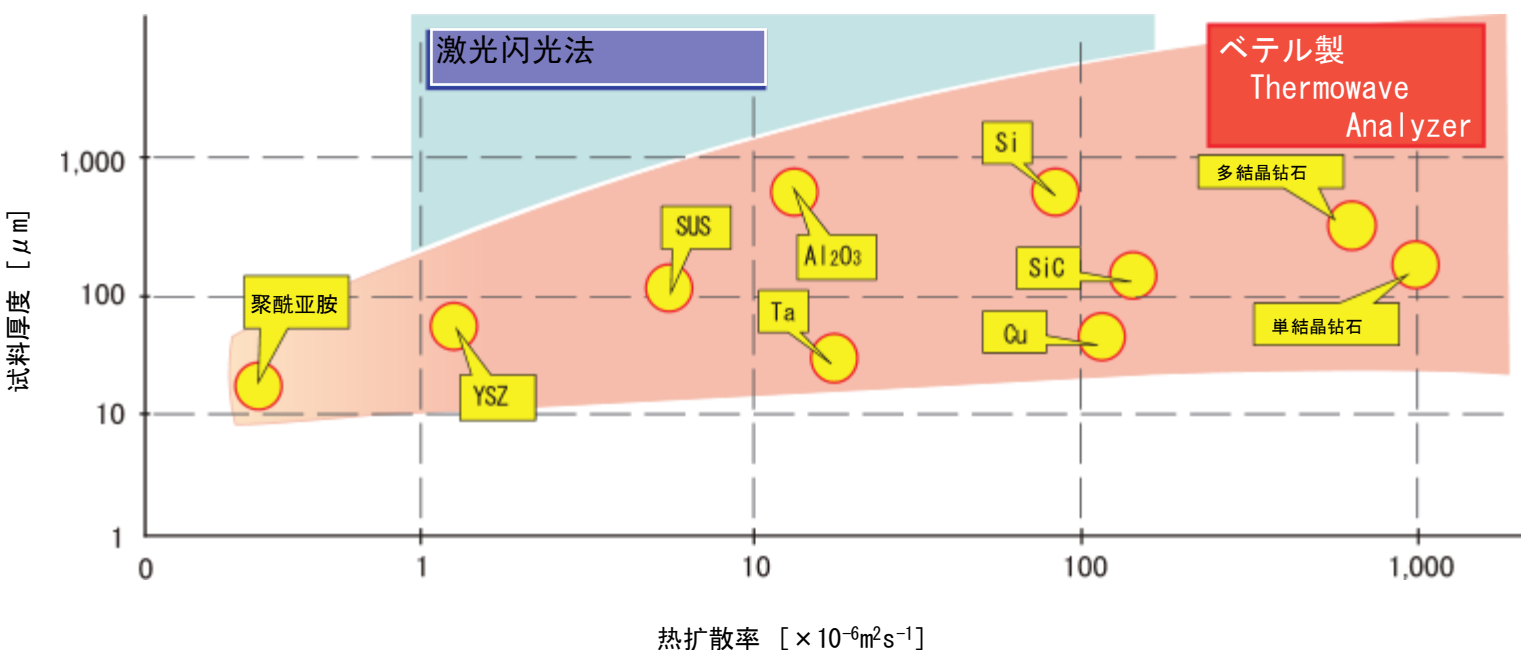
可换算为其他的热物理性值

热扩散率,可通过得到的比热及密度的值换算出热传导率和热浸透率。



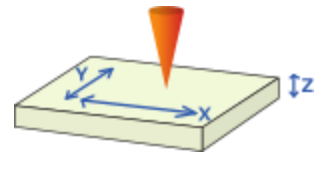
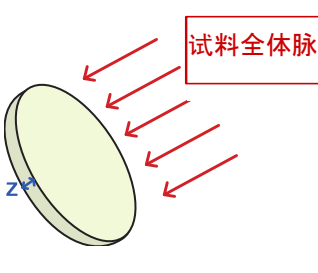
测量范围

测量范围覆盖广泛
 ～从有机薄膜到金刚石～



Bethe I 坚持循环加热辐射测温的原因

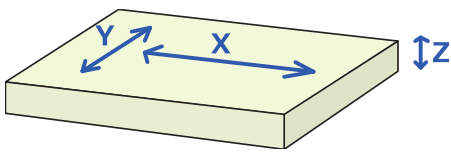
~ 和激光闪光法的比较 ~

周期加热放射测温法		激光闪光法
利用光周期加热 小 ($\phi 100 \sim 150 \mu\text{m}$) 精确定位周期加热  Z方向：随周波数相位的变化 XY方向：随距离相位的变化 测量精准定位的位置 (1点的测量范围： $\phi 500 \mu\text{m}$) 利用Z方向的连续测量 可评估分布不均匀性	加热方式 加热激光直径 测量方向和得到的信号 测量范围 分布评估	利用光脉冲加热 大 (样品全体) 试料全体脉冲过热  Z方向：随时间温度上升的曲线 平均算出样品全体的物性值 不可
如果是 $\phi 20\text{mm}$ 以上的尺寸 外形任意 Cu： $300 \mu\text{m}$ 以上 可测量薄的样品 不要	样品形状 样品厚度 样品盒	根据设备 Cu： $1000 \mu\text{m}$ 以上 需要尽可能隔热
因此... ◎对样品的形状无要求 ◎即使是薄的样品也可测量 ◎同样的工作·同样的样品 可XYZ3方向的连续测量 ◎测量范围广 ◎因为可以精准定位测量, 所以可评估分布不均匀性	综合	◎历史长远、 通常最常用 ◎在均一材料的测量上有优势

测量范例

热波分析仪TA系列、运用周期加热放射测温法、测量热扩散率。

不同方向性评估 XYZ方向可连续测量~可用于不同方向性材料的评估~



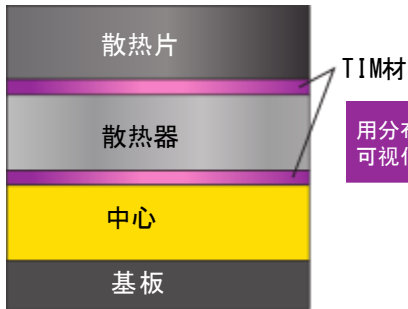
样品	测量方向	热扩散率 [m^2s^{-1}]	
		测定值	参照值
聚酰亚胺 $t=25 \mu\text{m}$	垂直	0.14×10^{-6}	0.13×10^{-6}
	水平	0.8×10^{-6}	0.73×10^{-6}
硅胶散热片	垂直	1.1×10^{-6}	NA
	水平	1.3×10^{-6}	NA
碳纳米管 (CNT) 带橡胶	垂直	0.24×10^{-6}	NA
	水平	6.0×10^{-6}	NA
石墨板	垂直	1.9×10^{-6}	1.8×10^{-6}
	水平	100×10^{-6}	$90 \sim 100 \times 10^{-6}$

测量实绩多种多样

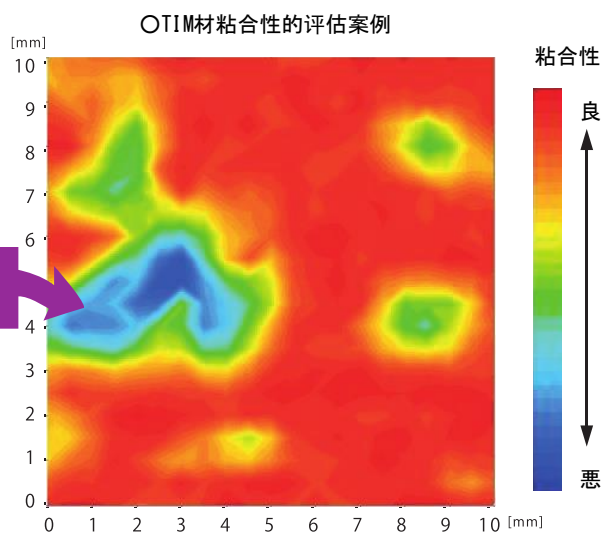
- ◇ 碳纤维强化树脂(CFRP)
- ◇ 纳米纤维素
- ◇ 纤维素
- ◇ 石墨
- ◇ 碳纳米管
- ◇ 硅胶散热片
- ◇ 多结晶金刚石
- ◇ 陶瓷
- ◇ 高热传导性树脂
- ◇ 一般树脂
- ◇ 玻璃
- ◇ 各种金属
- ◇ 半导体材料
- ◇ 碳素材料
- ◇ 其他

映射测量 通过热传导分布的相对比较可视化

连续取得垂直方向的相位延迟、通过映射测量可相对的评价积层材料的热传导。
不仅是材料的热物性的相对评价,也适合产品的缺陷检查,均一性的确认。

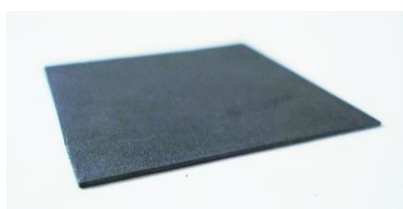


用分布测量把TIM的粘合性可视化。



平常测量困难的形状也可测量

○薄片状材料



測定試料	厚度 [mm]	比熱 [$\text{Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$]	密度 [g cm^{-3}]	測定方向	实测的热扩散率 [$\times 10^{-6} \text{m}^2\text{s}^{-1}$]	换算的热传导率 λ [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]
热传导性导电薄膜	0.426	0.83	2.5	水平	0.71	1.4
				垂直	4.50	9.2
	0.213			水平	1.21	2.5
				垂直	5.22	10.6

○其他特殊形状



CVD金刚石等、在基板上做成后独立的状态



可测量细小片状产品。

产品系列 根据用户需求量身定制的四个系列

「想自己在公司进行困难热物性材料的评价」适用于希望进行专业测量的客户。
在复合材料上发挥作用。功能强大、惊人的高配系列

TA35 Ultimate

水平方向测量 垂直方向测量 映射测量 定位自动调整 带加热器



适合不同方向性材料的评估。提供具有所有必要功能的高性能型号。
利用3方向连续测量解析不同方向性。高性能的标准系列

TA33 Professional

水平方向测量 垂直方向测量 映射测量 定位自动调整 带加热器



「使用功能确定」「易于使用！」适用于想简便操作的客户。
精准定位客户需要的功能, 具备基本功能的低价系列

TA32 Horizon

水平方向测量 垂直方向测量 映射测量 定位自动调整 带加热器

TA31 Vertical

水平方向测量 垂直方向测量 映射测量 定位自动调整 带加热器




- 主要功能一览**
- 垂直方向测量**
进行Z方向的热物性测量。
 - 水平方向测量**
进行XY方向的热物性测量。
 - 映射测量**
利用多个点的连续测量、可进行分布评价。
 - 定位自动调整**
测量厚度不同的样品时、利用移动Z平台, 进行定位的自动调整。
 - 带加热器**
因为带加热器, 可进行室温~300°C的温度变化时的热物性测量。适合因为温度热物性不同的评价。

- 可选项目**
- ◇各种样品台
 - 连续测量用复合样品台
 - 压力测量用样品台
 - 连续测量用 多个(16个)样品台
 - ◇其他可定制

规格

		TA35 Ultimate	TA33 Professional	TA32 Horizon	TA31 Vertical
基本功能	测量对象	热扩散率			
	测量范围	0.1 ~ 1000[×10 ⁻⁶ m ² s ⁻¹]			
	输出数据	周波数、距离、振幅、位相、厚度[TXT形式]			
测量模式	垂直方向(周波数变化法)	○	○	-	○
	水平方向(距离变化法)	○	○	○	-
	分布测量	○	-	-	-
附属其他	温度可调加热器	オプション	オプション	-	-
	定位调整	AUTO	AUTO	手動	手動
	控制解析软件	○	○	○	○
	PC	○	○	○	○
测量环境	测量温度	室温	室温	室温	室温
	测量温度(带加热器时)	室温 ~ 300[°C]	室温 ~ 300[°C]	-	-
	测定周波数	0.01[Hz] ~ 100[kHz]	0.01[Hz] ~ 100[kHz]	0.01[Hz] ~ 100[kHz]	0.01[Hz] ~ 100[kHz]
半导体激光	波長	808[nm]			
	最大输出	1.5[W]			
放射温度计	元素	InSb			
	冷却方法	液氮			
平台可动区域	检出平台	XY方向: ±5[mm]	XY方向: ±5[mm]	XY方向: ±5[mm]	-
	样品平台	XY方向: ±10[mm]	-	-	-
电源		AC100[V]、50/60[Hz]、5[A]			
使用环境	温度及湿度	20 ~ 35[°C]、20 ~ 80[%]			
重复精度		±5%以内			
使用条件	测定对象	固体材料(树脂・玻璃・陶瓷・金属, 金刚石等其他)			
	样品外形	形状任意			
	表面形状	没有很大的凹凸不平(如果符合厚度要求就可以)			
	表面处理	需要黑化处理(也有不要碳素材料的案子)			
	样品尺寸(最大)	100×100×2[mm]			
	样品尺寸(最小)	10×10×0.015[mm]			
	参考样品	不要			
设备尺寸	外形尺寸	W560×D740×H690[mm]	W560×D740×H690[mm]	W510×D720×H500[mm]	W510×D720×H500[mm]