



# 2 $\omega$ 方法纳米薄膜热导率测试系统

## TCN-2 $\omega$



### 薄膜材料的热导率评价将变得极为简便

#### ◆ 概述

唯一使用 2 $\omega$  方法测量纳米薄膜厚度方向热导率的商用系统。  
与其他方法相比,样品制备和测量极为简单。

#### ◆ 特色

##### 1. 在纳米尺度衡量薄膜的热导率

开发出监测周期加热过程中热反射带来的金属薄膜表面温度变化的方法。从而通过厚度方向上的一维热导模型计算出样品表面的温度变化,极为简便的衡量厚度方向上热导率。(日本专利: 5426115)

##### 2. 样品制备简单

不需要光刻技术即可将金属薄膜(1.7 mm × 15 mm × 100 nm)沉积在薄膜样品上。

#### ◆ 应用

##### 1. 热设计用薄膜热导率评价的最佳选择

low-k 薄膜,有机薄膜,热电材料薄膜。

##### 2. 可用于评价热电转换薄膜

ADVANCE RIKO, Inc.

# 2ω方法纳米薄膜热导率测试系统 TCN-2ω

## ◆ 测量原理

当使用频率为 f 的电流周期加热金属薄膜时，热流的频率将为电流频率的 2 倍(2f)。如果样品由金属薄膜(0)- 样品薄膜(1)- 基体(s)组成(如图)，可由一维热导模型计算出金属薄膜上表面的温度变化 T(0)。假设热量全部传导到基体，则 T(0) 可由下式计算：

$$\frac{T(0)}{q d_0} = \frac{1}{\sqrt{2C_s \lambda_s (2\omega)}} + \left(1 - \frac{C_s \lambda_s}{C_s \lambda_s}\right) \frac{d_1}{\lambda_1} + \left(\frac{1}{2} - \frac{C_s \lambda_0}{C_s \lambda_s}\right) \frac{d_0}{\lambda_0} + \frac{i}{\sqrt{2C_s \lambda_s (2\omega)}}$$

(λ / Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>, C / JK<sup>-1</sup>m<sup>-3</sup>, q / Wm<sup>-3</sup>, d / m, ω (=2 πf) / s<sup>-1</sup>)

式中实部(同相振幅)包含样品薄膜的信息。如热量全部传导到基体，则同相振幅正比于 (2ω)<sup>0.5</sup>，薄膜的热导率(λ<sub>1</sub>)可由下式给出：

$$\frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{d_1} \left( \frac{C_s d_1 + C_s d_0}{C_s \lambda_s} - \frac{d_0}{2 \lambda_0} + \frac{n}{m \sqrt{2C_s \lambda_s}} \right)$$

(m: 斜率, n: 截距)

## ◆ Si 基底上的 SiO<sub>2</sub> 薄膜(20-100nm)测量结果

d <sub>1</sub> / nm	λ <sub>1</sub> / W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
19.9	0.82
51.0	1.03
96.8	1.20

## ◆ 参数

1. 测试温度：室温；
2. 样品尺寸：长 10 ~ 20 mm, 宽 10 mm；  
厚 0.3 ~ 1 mm(含基体)；
3. 基体材料：Si(推荐)；  
Ge, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(高热导率)；
4. 样品制备：样品薄膜上需沉积金属薄膜(100 nm)；  
(推荐：金)；
5. 薄膜热导率测量范围：0.1 ~ 10 W/mK；
6. 测试氛围：大气。

