

UDC 621.315.612-79



中华人民共和国国家标准

GB 3389.3—82

压电陶瓷材料性能测试方法 居里温度 T_c 的测试

Test methods for the properties of piezoelectric ceramics
Test for Curie temperature T_c

1982-12-30发布

1983-11-01实施

国家标准局 批准

压电陶瓷材料性能测试方法

居里温度 T_c 的测试

Test methods for the properties of piezoelectric ceramics
Test for Curie temperature T_c

UDC 621.315
.612-79
GB 3389.3-82

本标准适用于测试压电陶瓷材料居里温度 T_c 。

1 名词术语

本标准所用名词术语的定义符合GB 3389.1-82《压电陶瓷材料性能测试方法常用名词术语》。

2 测试原理

居里温度是表征压电陶瓷材料铁电性参数的参数。压电陶瓷在不同的温度范围内具有不同的相结构,出现相变的温度定义为相变温度,最高的相变温度称为居里温度,高于居里温度,压电陶瓷处于顺电相,自发极化和压电性也随之而消失。在居里温度处,铁电材料的许多物理性质,如介电常数、热容量、线膨胀系数等都将发生突变,因此,只要测定这种突变点对应的温度就能确定压电陶瓷材料的居里温度 T_c 。本标准采用自动导纳测量仪测量试样介电常数突变点来确定压电陶瓷材料的居里温度 T_c 。

用自动导纳测量仪测量居里温度时,在测量频率一定的情况下,只要测量电纳随温度的变化曲线,就能得到介电常数 ϵ 随温度 T 的变化曲线,即 $\epsilon-T$ 曲线,从而找出介电常数突变点来确定居里温度。

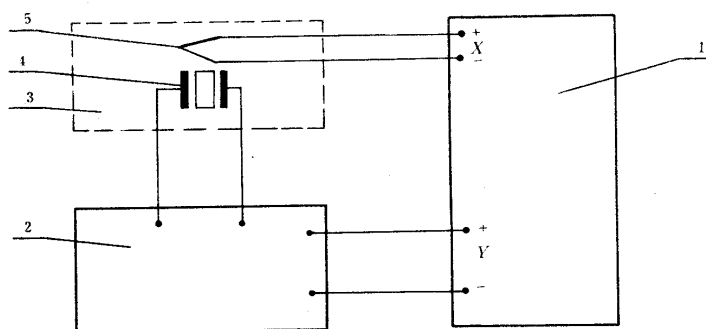
3 试样要求

采用薄片试样,在二个主平面上全部被覆上金属层作为电极,不进行极化处理;试样保持清洁、干燥。

4 测试方法

4.1 测试线路

测试线路方框图如下图所示:



自动导纳测量仪法测试线路方框图

1—XY 函数记录仪; 2—自动导纳测量仪; 3—电炉; 4—试样; 5—热电偶

4.2 测试设备及要求

自动导纳测量仪：输出频率变动度不大于 $\pm 0.5\%$ ，电压变动度不大于 $\pm 1\%$ 。

XY函数记录仪：指示精度 1% 。

热电偶：误差不大于 $\pm 1\%$ 。

电炉：炉膛内温度均匀，可调。

4.3 测试步骤

将试样置于炉膛内，热电偶在电炉中放置的位置，应能较真实地反映试样的温度。

如测试线路方框图所示，连接好线路，调节自动导纳测量仪的频率至一定值（ $1 \sim 10 \text{ kHz}$ ），而后维持其频率不变；电炉缓慢升温（或降温），在XY函数记录仪上读出电纳随温度变化曲线的峰值，此峰值对应的温度即为该材料的居里温度。若曲线中出现一个以上的峰值，它们对应的温度均为相变温度，最高的相变温度为居里温度。

5 本标准还推荐“相变仪测量法”和“传输线测量法”测量压电陶瓷材料的居里温度。见附录A、附录B。

附录 A

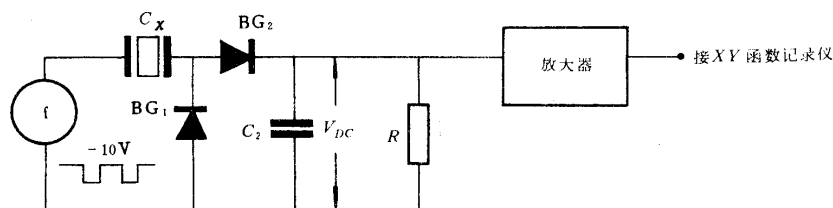
相变仪测量法

(参考件)

A.1 测试原理

相变仪测量法也是用测量介电常数的突变点来确定压电陶瓷材料的居里温度。

如图A1所示, ① 是一负脉冲信号源, 其频率 $f=1\text{KHz}$, 脉冲电压 $V=-10\text{V}$, 脉冲宽度 $T_p=100\mu\text{s}$ 。在测试过程中, 负脉冲对试样充电, 使它达到电压 V , 然后经过二极管 BG_2 放电, 把电荷传送到并联标准电容 C_2 , 标准电容 C_2 远大于试样电容 C_X 。在 $fRC_X \ll 1$ 的情况下, 则有直流电压 $V_{DC}=VfRC_X$; 当时间常数 RC_2 远大于周期 $\frac{1}{f}$ 时, 电阻 R 二端具有平稳的直流电压 V_{DC} , 其值 $V_{DC}=VfRC_X$, 此信号经过线性放大后, 用 XY 函数记录仪进行记录。由于 $V_{DC}=VfRC_X$, 且电压 V 、电阻 R 、频率 f 可认为是不变的, 所以直流电压 V_{DC} 正比于样品电容 C_X , 只要测量经放大后的直流电压随温度的变化曲线, 则可测出 $C_X \sim T$ 曲线, 求得介电常数突变点, 从而得到该材料的居里温度。



图A1 相变测量仪原理图

BG_1 、 BG_2 —二极管; C_X —样品电容; C_2 —并联标准电容;
①—脉冲信号源; R —电阻; $[-| | -]$ —试样

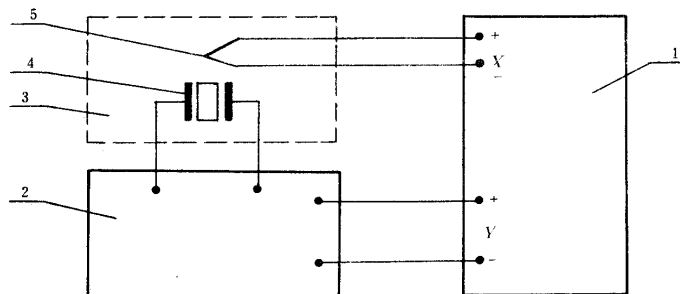
A.2 试样要求

同本标准正文第三章所规定的试样要求。

A.3 测试方法

A.3.1 测试线路

测试线路方框图如图A2所示。



图A2 相变仪法测试线路方框图

1— XY 函数记录仪; 2—相变测量仪; 3—电炉;
4—试样; 5—热电偶

A.3.2 测试设备及要求

相变测量仪：输出频率和输出电压稳定。

XY 函数记录仪：指示精度 1 %。

热电偶：误差不大于 $\pm 1\%$ 。

电炉：炉膛内温度均匀，可调。

A.3.3 测试步骤

将试样置于炉膛内，热电偶在电炉中放置的位置，应能较真实反映试样的温度。

如图 A 2 所示，连接好线路，校准相变仪的零点和放大倍数；电炉缓慢升温（或降温），在 XY 函数记录仪上读出电容随温度变化曲线的峰值，此峰值对应的温度即为该材料的居里温度。若曲线中出现一个以上的峰值，它们对应的温度均为相变温度，最高的相变温度为居里温度。

附录 B

传输线测量法

(参考件)

B.1 测试原理

如图B1所示,用传输线法测量试样阻抗随温度的变化值,测量中虽然电阻、电抗不能分开,但随着传输频率的不同,电阻和电抗在阻抗中所占的比例不一样,当频率达到一定值时(如100 kHz以上),电阻值远大于电抗值,且电阻随温度变化曲线的斜率远小于电抗随温度变化曲线的斜率,因此,电抗的变化占主要地位,在频率一定的情况下,只要测出阻抗的最小值(近似等于容抗最小值),即能求得介电常数的突变点,从而得到该材料的居里温度。

B.2 测试条件

B.2.1 试样要求

同本标准正文第3章所规定的试样要求。

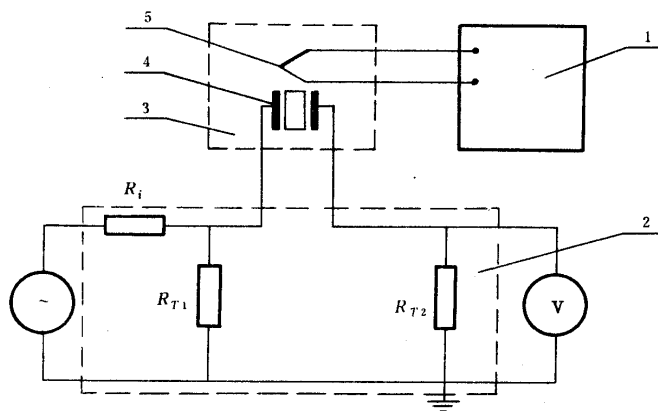
B.2.2 信号要求

信号源输出信号:频率 $f = 100 \text{ kHz}$,电压 $V = 1 \text{ V}$ 。

B.3 测试方法

B.3.1 测试线路

测试线路方框图如图B1所示。



图B1 传输线法测试线路方框图

1—电位差计; 2—屏蔽盒; 3—电炉; 4—试样; 5—热偶; V—电压表; ⊙—信号源;
 R_i —分压电阻, (R_i 阻值与信号源输出阻抗匹配); R_{T1} —分压电阻, ($R_{T1} = 5.1 \Omega$);
 R_{T2} —终端电阻, ($R_{T2} = 15 \Omega$)

B.3.2 测试设备及要求

信号源:振荡频率和输出电压稳定。

电压表:输入阻抗高,性能稳定,灵敏度高。

电位差计:测量精度0.1%。

热电偶：误差不大于 $\pm 1\%$ 。

电炉：炉膛内温度均匀，可调。

B.3.3 测试步骤

将试样置于炉膛内，热电偶在电炉中放置的位置，应能较真实反映试样的温度。

如图B1所示，连接好线路，调节信号源的输出频率和电压，而后维持其频率和电压不变；电炉缓慢升温（或降温），确定终端电阻 R_{T2} 二端电压最高值，这时对应的温度即为该材料的居里温度。若终端电阻 R_{T2} 两端电压出现一个以上的最高值，它们对应的温度均为相变温度，最高的相变温度为居里温度。

附加说明：

本标准由电子工业部标准化研究所提出。

本标准由六机部721厂、中科院上硅所负责起草。

本标准主要起草人罗绍棠。