

中华人民共和国国家标准

压电陶瓷材料性能测试方法 泊松比 σ^E 的测试

GB 11311—89

Test methods for the properties of piezoelectric ceramics
test for Poisson's ratio σ^E

本标准适用于压电陶瓷材料泊松比 σ^E 的测试。

1 名词术语及符号

本标准所采用的名词术语的定义见 GB 3389.1《压电陶瓷材料性能测试方法常用名词术语》。

2 测试原理

2.1 频率方程

以径向伸缩振动的压电陶瓷圆片振子如图1所示。

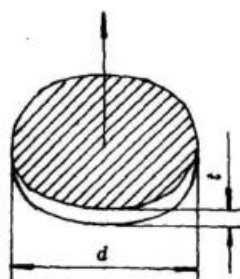


图 1

如果同时考虑径向和轴向两维振动系统，径向振动将受到轴向振动的影响。根据瑞利(Rayleigh)型能量法厚度修正原理，圆片振子的振动频率方程为：

$$\frac{f_{s1}}{f_{s0}} = \frac{\eta_1}{\eta_0} \left[\frac{1 + \frac{1}{3} \sigma^E t^2 A_0(r, \eta_0)}{1 + \frac{1}{3} \sigma^E t^2 A_1(r, \eta_1)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

其中系数：

$$A_0(r, \eta_0) = \frac{[(\eta_0^2 + 1)J_0^2(\eta_0) + (\eta_0^2 - 1)J_1^2(\eta_0) - 1]}{\eta_0^2 [J_0^2(\eta_0) + J_1^2(\eta_0)] - 2\eta_0 J_0(\eta_0) J_1(\eta_0)} \times \frac{\eta_0^2}{r^2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$A_1(r, \eta_1) = \frac{[(\eta_1^2 + 1)J_0^2(\eta_1) + (\eta_1^2 - 1)J_1^2(\eta_1) - 1]}{\eta_1^2[J_0^2(\eta_1) + J_1^2(\eta_1) - 2\eta_1 J_0(\eta_1)J_1(\eta_1)]} \times \frac{\eta_1^2}{r^2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式(1), (2), (3)中:

- f_{s_0} —— 压电陶瓷圆片振子径向伸缩振动的基频频率, Hz;
- f_{s_1} —— 压电陶瓷圆片振子径向伸缩振动第一个泛音频率, Hz;
- t —— 压电陶瓷圆片振子的厚度, m;
- r —— 压电陶瓷圆片振子的半径, m;
- σ^E —— 压电陶瓷材料的泊松比;
- η_0, η_1 —— 当 $\eta_i J_0(\eta_i) = (1 - \sigma^E) J_1(\eta_i)$ 时, 方程式的两个最小正根;
- J_0, J_1 —— 以 $(\frac{wr}{v})$ 为变量的零阶和一阶贝塞尔函数。

从式(1), (2), (3)可知, 通过压电陶瓷圆片振子的频率比 f_{s_1}/f_{s_0} 和直径与厚度比 d/t , 可直接确定压电陶瓷材料的泊松比 σ^E 。泊松比 σ^E 与相应 f_{s_1}/f_{s_0} 的关系、泊松比 σ^E 与 f_{s_1}/f_{s_0} 和 d/t 的对应关系见附表1和附表2。

2.2 方法概述

本标准采用传输线路-泛音比法测试压电陶瓷圆片振子的径向伸缩振动模式的最大传输频率 f_{m_T} , 利用一级近似关系式 $f_{m_T} = f_m = f_{s_0}$ 。通过测试基频频率 f_{s_0} 和泛音频率 f_{s_1} , 以及测量圆片振子的直径与厚度比 d/t , 查表确定 σ^E 。

3 测试条件

3.1 环境条件

正常试验大气条件:

- 温度: 20~30℃
- 相对湿度: 45%~75%
- 气压: 86~106 kPa

仲裁试验标准大气条件:

- 温度: 25±1℃
- 相对湿度: 48%~52%
- 气压: 86~106 kPa

3.2 样品尺寸及要求

测试样品为圆片振子, 两主平面平行度应不大于厚度公差的一半, 两主平面全部被覆金属电极, 沿厚度方向要求极化处理。直径与厚度比 d/t 应大于或等于20。

推荐试样尺寸: $d = 20 \text{ mm}$; $t = 1 \text{ mm}$ 。

3.3 样品的准备

样品应保持清洁、干燥, 根据不同瓷料要求, 极化后存放一定时间, 并按3.1条规定的环境条件放置2 h后进行测试。

3.4 样品两端测试电场的要求

测试谐振频率时, $E \leq 30 \text{ mV/mm}$ 。

4 测试方法

4.1 测试线路

本标准采用的测试线路为 GB 3389.5《压电陶瓷材料性能测试方法 圆片厚度伸缩振动模式》