

实验一 基于示波技术的电子信息材料/元器件性能测试

一、实验目的

1. 掌握示波器的基本原理及使用；
2. 了解并掌握铁电材料电学性能，掌握其测试方法和原理。运用示波器观察记录铁电材料电滞回线图形，并计算自发极化强度 P_S 。
3. 了解 π 型网络零相位法测试压电振子参数的方法和原理，通过信号发生器与 π 型网络构建组成压电振子谐振与反谐振频率的测试装置并对其进行测试。

二、实验原理

1. 示波器

在示波器中屏幕显示器件是示波管，它可以同时接受两个信号的作用。一个是被测信号 V_i ；另一个称为线性扫描电压 V_t ，是一个随时间线性变化的电压。这两个电压同时作用于示波管，驱动其电子束运动，使之在屏幕上产生二维坐标的显示。利用示波器可以进行信号的幅度、时间的测量、相位的测量，示波器是一个常用的工具。

2. 陶瓷材料的铁电性

在铁电材料中，所含有的永久偶极子彼此相互作用，结果形成许多电畴。在一个电畴范围内，偶极子取向均相同，对不同的电畴，偶极子则有不同取向。因此，在无电场存在时，整个晶体没有净偶极矩，但在施加足够强的电场时，那些取向和电场方向一致的畴生长变大，而其它方向的畴收缩变小，最后产生净极化强度。

铁电材料与其它电介质材料不同，它的极化强度不与施加电场成线性关系，并具有明显的滞后效应，在极化曲线上形成电滞回线。

具有电滞回线是铁电材料的重要特征。通过铁电材料电滞回线的测定，可以确定其自发极化强度 P_S 、剩余极化强度 P_r ，矫顽场强 E 等重要参数。铁电材料电滞回线的测量是研究铁电物理、铁电效应的重要依据。

3. 压电振子及性能

压电、铁电材料的重要应用是制作压电振子，经过极化处理过的压电振子具有频率谱

振特性。当信号频率为某一频率 f_m 时，电流出现最大值 $I_{最大}$ ；当信号频率变到另一频率 f_n 时，电流出现最小值 $I_{最小}$ 。这一现象表明，压电振子的等效阻抗 Z 是随频率而改变的。当信号频率为 f_m 时，电流最大，而阻抗最小，当信号频率为 f_n 时，电流为最小而阻抗最大。因此常称 f_m 为最小阻抗频率，或最大导纳频率， f_n 为最大阻抗频率或最小导纳频率。同时在 f_m 附近存在一个信号电压与电流同位相的频率，这个频率就是压电振子的谐振频率 f_r 。同样在最大阻抗频率 f_n 附近也存在一个电压与电流同位相的频率，这个频率称为反谐振频率 f_a 。

根据压电振子的谐振特性，可以用电学的方法来模拟振子的机械振动，这就是压电振子的等效电路，压电振子参数的测量，就是测定其等效电路的参数值。主要的测量方法有传输线路法， π 型网络零相位法和导纳电桥法。

三、实验设备及材料

1. 示波器
2. 高频信号发生器
3. 铁电体电滞回线测量仪
4. π 型网络

四、实验方法及步骤

（一）示波器的原理及应用

1. 信号发生器的使用，能够调整出不同频率的信号，供示波器通道检测，
2. 用李沙育图形法比较两个信号频率，特别是对同相位的频率所呈现的李沙育图形加深认识。

（二）铁电材料电滞回线的测量

1. 铁电体电滞回线测量仪测量铁电材料的电滞回线。
2. 运用铁电体电滞回线测量仪所带的示波器接口接入波形，在示波器上进行显示。
3. 记录电滞回线波形，并试计算材料的自发极化强度 P_S 。

（三） π 型网络零相位法测量压电振子参数

运用示波器作为零相位指示器，测量压电振子输入与输出端相位差为0时的两个信号频率，即振子的谐振频率与反谐振频率。

五、数据处理

1. 实验报告中要求，通过课内外资料的阅读，弄清实验仪器及测试电路的工作原理。
2. 观察电滞回线，并通过图形计算自发极化强度 P_S 的大小。

六、分析与讨论

1. 铁电体材料产生电滞回线的主要原因是什么？
2. 电滞回线常用的测量方法有哪些？

(执笔人：纪士东)