

压电效应及其应用

闫迎利

(安阳师院教育学院,河南安阳 455000)

[摘要]介绍和解释压电效应;简述家用电器中常用的压电器件及其检测方法。

[关键词]压电效应;石英晶体;压电器件

[中国分类号]O482.41 [文献标识码]B

1 压电效应及其解释

1880年法国物理学家皮埃尔和雅各居里兄弟实验中发现:当某些晶体受到机械力而发生拉伸或压缩时,晶体相对的两个表面会出现等量的异号电荷。科学家把这种现象叫做压电现象。具有压电现象的介质,称之为压电体。科学家进一步研究发现,压电体有正压电效应和逆压电效应两种。

1.1 正压电效应

有些固体介质,如:石英(SiO_2)、电气石、酒石酸钾钠($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)、钛酸钡(BaTiO_3)等。由于它们结晶点阵的特殊结构,当它们发生机械形变(如压缩或伸长)时,其相对的两个表面会呈现异号电荷,外力与端面积愈大,则出现的电荷就愈多。端面电荷的符号视外力而定。科学家把这种效应叫做正压电效应。

当压电体发生机械形变时,其极化强度随之而变,导致表面吸附的自由电荷随之而变。如果将两个表面装上电极并用导线接通,变化的自由电荷便从一个极板移至另一极板,形成电流。

1.2 逆压电效应

对于压电体,同时还存在逆压电效应。即当压电体上加电场时,压电体会发生机械形变(伸长或缩短)。如果压电体上加交变电场,则压电体就会交替出现伸长和压缩,即发生机械振动。

1.3 压电效应的解释

在离子性的晶体中,正、负离子有规则地交错配置,构成结晶点阵。这样就形成了固有电矩,在晶体表面出现了极化电荷,又由于晶体暴露在空气中,经过一段时间,这些电荷便被降落到晶面上的、空气中的异号离子所中和,因此极化面电荷和

电矩都不会显现。但是,当晶体发生机械形变时,晶格就会发生变化。这样,电矩产生变化,表面极化电荷数值也发生改变。于是,面上正电荷或负电荷都有了可以测出的增量(增加或减少),这种增量就是压电效应的电量。

2 压电效应的应用

我们把根据压电效应制作出的材料叫压电陶瓷,利用它可以制作石英谐振器,陶瓷滤波器、陷波器、鉴频器,拾音器、发声器,水声换能器,鱼群探测器,压电陶瓷变压器,陶瓷压力器,加速度计,超声波发声器等器件,还可以作为电子打火机、煤气点火栓、导弹与鱼雷爆炸时的电源。下面着重介绍家用电器中常用的几种压电器件。

2.1 家用电器中常用的压电器件

2.1.1 石英晶体谐振器

在石英晶体上加一交变电压,就会产生机械变形振动,同时机械变形振动又会产生交变的电场。由于石英晶片具有固有的振动频率(称为石英晶体的谐振频率),因此,当外加交变电压的频率等于石英晶片的谐振频率时,这种振动就会突然增加,而在电路中反映出谐振特性。这种现象称为压电谐振效应。根据压电谐振效应可以制作出石英谐振器,这种谐振器因具有极高的品质因数和极高的稳定性,已经被应用于对讲机(型号有JA44等)、电子手表(型号有JU1等)、电视机(型号有JA22等)、电子仪器等产品中作压控振荡器使用。用石英谐振器来控制振荡频率的振荡器称为晶体振荡器,这种振荡器的频率稳定度可达到 10^{-6} 数量级。

2.1.2 陶瓷滤波器、陷波器

陶瓷滤波器、陷波器一般由一个或多个压电

陶瓷振子为主而组成,而压电振子实际上就是一块夹在两个电极之间的压电晶片。陶瓷滤波器、陷波器是对频率非常敏感的电路元件。它们的特点是:体积小、成本低、无调整和可靠性高等。

陶瓷滤波器、陷波器已应用于收录机(型号有 465K 系列、LT-W22-10.7MHz 等)、电视机(型号有 LTB6.5MHz 滤波器、XT4.43M 陷波器、声表面波滤波器等)等家电产品中。

2.1.3 压电晶体拾音、发声器件

晶体话筒、电唱头是拾音器件,它们是利用晶体的压电效应制作出来的。对于话筒,声波使话筒内的压电晶体振动,由于压电效应,表面上的两个电极便出现微弱的音频电压。对于晶体电唱头(又称晶体拾音器),当唱片转动时,唱片中的音纹起伏通过唱针传到唱头中的压电晶体,其电极便出现音频电压。即利用晶体的压电效应可以把音频信号变成音频电信号。而晶体扬声器(晶体喇叭)和晶体耳机则是压电发声器件。它们是利用压电晶体的逆效应制作出来的,即把变化的电信号还原为晶体的机械振动。晶体再把这种振动传给一块金属薄片,发出声音。

2.2 常用压电器件的检测

2.2.1 蜂鸣片的检测

蜂鸣片是压电陶瓷片应用的一种器件。比较常见的是用锆、钛、铅的氧化物配制后烧结制成的压电陶瓷片(PZT),由于人耳对 3kHz 的音频信号最为敏感,所以生产时通常将蜂鸣片的谐振频率设计在 3kHz 左右。为了改善低频响应,一般采用双膜片结构。

用机械万用表检测压电陶瓷蜂鸣片好坏的方法是:将万用表拨至 2.5V 档,左手拇指与食指轻轻捏住蜂鸣片的两面。右手持两支表笔,红表笔接金属片,黑表笔横放在蜂鸣片的表面。然后左手拇指与食指稍用力压紧一下,随即放松,蜂鸣片上就先后产生两个极性相反的电压信号,使指针向右摆→回零→向左摆→回零,摆幅约 0.1~0.15V。

若交换表笔位置后重新实验,指针摆动的顺序为:向左摆→回零→向右摆→回零。在压力相同的情况下,指针摆幅愈大,蜂鸣片的灵敏度愈高。若指针不动,说明蜂鸣片内部漏电或破损。

用数字电容表可以直接测量蜂鸣片的电容量,其电容量应在 0.005~0.02 μ F 范围内。

2.2.2 驻极体话筒的检测

驻极体话筒是常见电-声转换器件,它属于电容式话筒的一种。

用机械表检测驻极体话筒,选择 R \times 100 档,将黑表笔接话筒的正极,红表笔接负极,然后正对着话筒吹一口气,指针应作大幅度摆动。假如指针不动,可交换表笔重新试验。两种情况下,指针都不动,说明话筒已经损坏;若指针摆幅很小,说明话筒的灵敏度低。对于三端引线的话筒,应将黑表笔接正电源端,红表笔接输出端,地端可以悬空。

2.2.3 石英晶体的检测

对于石英晶体,分玻璃壳与金属壳两种封装形式。检查它的方法是:首先从外观看它有无断线或裂纹故障。若外观正常,则可用万用表 R \times 1k 档测量其引出端的电阻,正常情况下电阻为无穷大。否则说明石英晶体内部存在漏电或短路。也可以用数字万用表的电容档或数字电容表测其电容,正常情况下石英晶体应有一定的电容值。如电视机遥控器中的石英晶体的电容为 10²PF 数量级。

[参考文献]

- [1]赵凯华,等.电磁学[M].北京:高等教育出版社,1985,197-199.
- [2]土夫.电磁现象与应用[M].南昌:江西人民出版社出版,1983,215-218.
- [3]浙江大学电工学教研室.电工学[M].北京:人民教育出版社,1979,157-158.
- [4]沙占友,等.最新万用表妙用 100 例[M].北京:电子工业出版社,1993,203-208.
- [5]《无线电》编辑部.电子爱好者实用资料大全[M].北京:电子工业出版社,1989,395-411.

Piezoelectricity and Its Application

YAN Ying-li

(Anyang Teachers' College, Anyang 455000, China)

Abstracts: The introduction of piezoelectricity; A brief explanation of the parts of an apparatus and its checking methods in commonly used domestic electrical equipment.

key words: piezoelectricity; quartz; parts of an apparatus