

# 压电效应及其在家电中的应用

戴岩伟

(安阳师范学院物理系 河南 455002)

## 压电效应及其理论解释

1880年法国物理学家皮埃尔和雅各居里兄弟在实验中发现: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为压电体。

当压电体发生机械形变时,其极化强度发生变化,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。

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。

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。

## 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,超声波发声器等器件,还可以作为电子打火机、煤气点火栓的电源。下面着重介绍家用电器中常用的几种压电器件。

### 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,它的频率稳定度可达到 $10^{-6}$ 数量级。

### 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-W<sub>2T</sub> 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。

### 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。

### 常用压电器件的检测

#### 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

# 低能加速器的应用

李为虎

(西藏农牧学院水利电力工程系 西藏林芝 860000)

加速器是利用电磁场来加速带电粒子的装置,如加速电子、质子、离子等。按能量区分,加速器分成高能加速器、中能加速器和低能加速器。其中能量低于 100MeV 的小型低能加速器在医学、工业辐照、离子注入及核分析技术等领域均有广泛的应用。

## 一、加速器在医学上的应用

### 1. 疾病的诊断

传统的 XCT 是透射型 CT,测定的是通过肌体的 X 射线强度的衰减情况,医生从不同的衰减来分析病变情况。加速器介入医学后,促使了一代能测试脏器功能的新的发射型 CT(简称 ECT)的问世。ECT 测定的是放入肌体内的放射性核素发射出来的  $\gamma$  射线强度,最后获得的是各断层面上放射性核素的密度分布图像,医生通过病变区的立体图像上不同的密度分布来分析病变情况,其分辨率不仅大大提高,而且可以对脏器的功能进行进一步分析。

其诊断疾病的过程是:将短寿命的放射性同位素制成特定放射性核素标记的放射性药物,让病人服用或注入体内,由于各种放射性药物对不同的脏器有不同的亲和力,药物进入人体后将会有选择地浓集到那些需要检查的病变区,所发射的  $\gamma$  射线将

会穿出体外,通过病体周围的探测仪器,就可观察到放射性核素在脏器中的异常分布,由此可诊断脏器的病变情况。此外,医生还可以通过放射性核素在脏器中  $\gamma$  射线随时间的异常变化规律,判断病人的脏器功能。例如铊 201 是一种亲心肌的核素,由于心肌梗塞坏死的部分将失去对元素铊的集聚能力,于是在心肌的相片上就会出现  $\gamma$  射线强度较弱的病变区。再之,病变后的脏器,其功能必然异常,它不仅表现在放射性核素浓集程度的差异上,也会反映在清除药物的速度变化即代谢能力变化上,从而通过对放射性核素在血、尿或粪便中的变化过程,了解到脏器功能的变化。

随着 ECT 的广泛应用,目前,正在形成一门新的综合性影像诊断学,它把多种先进的手段——ECT、XCT 以及核磁共振 CT 等结合在一起,并辅以 X 射线照相、同位素照相等常规方法,为解决一些诸如脑神经功能失常和心血管系统疾病等,提供了新的诊断途径。

### 2. 放射治疗癌症

加速器产生的射线具有相当高的能量和一定的穿透能力。如 X 射线、 $\gamma$  射线、电子束、质子束、中子束、介子束等,都能够穿过人体皮肤和组织,到达肿瘤。射线在行进过程中,会与生物组织发生作用,射线的能量传递给组织,从而造成细胞的损伤或死亡。如 20 世纪 90 年代初出现的“ $\gamma$  刀”技术,专用于治疗颅内的小肿瘤,这种技术替代了以往复杂的开颅

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 $\rightarrow$ 回零 $\rightarrow$ 向左摆 $\rightarrow$ 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 $\rightarrow$ 回零 $\rightarrow$ 向右摆 $\rightarrow$ 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 $\mu$ F 范围内。

### 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。

### 石英晶体的检测

对于石英晶体、分玻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 10<sup>2</sup>pF 数量级。