

《自动检测技术》

Automatic detection technology



第2.5章 压电式传感器

1

压电效应与压电材料

2

压电式传感器的工作原理

3

压电式传感器的测量电路

4

压电式传感器的应用

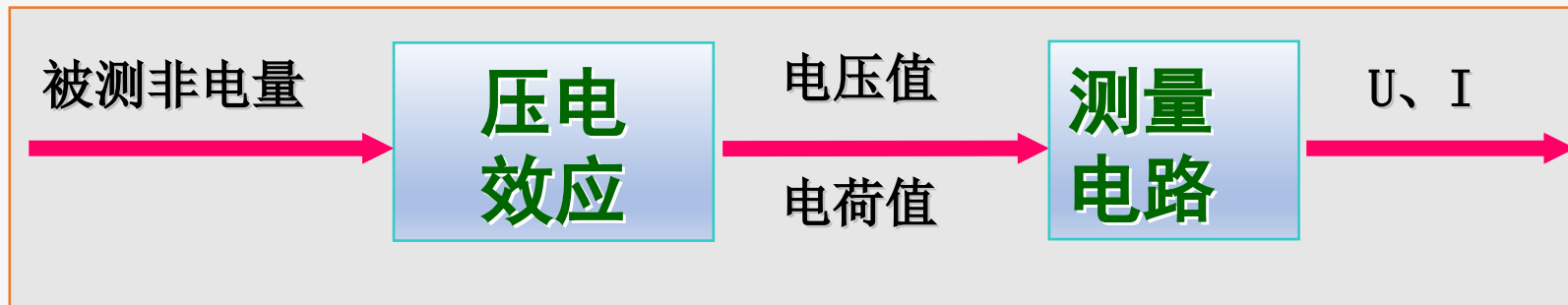
2.5.1

压电效应与压电材料

电压传感器概述

压电式传感器是一种典型的自发电式传感器。

它以某些电介质受外力作用在介质表面上产生电荷的**压电效应**为基础，以**压电材料**为**力—电**转换器件，把力、压力、加速度和扭矩等被测量转换成电信号输出。

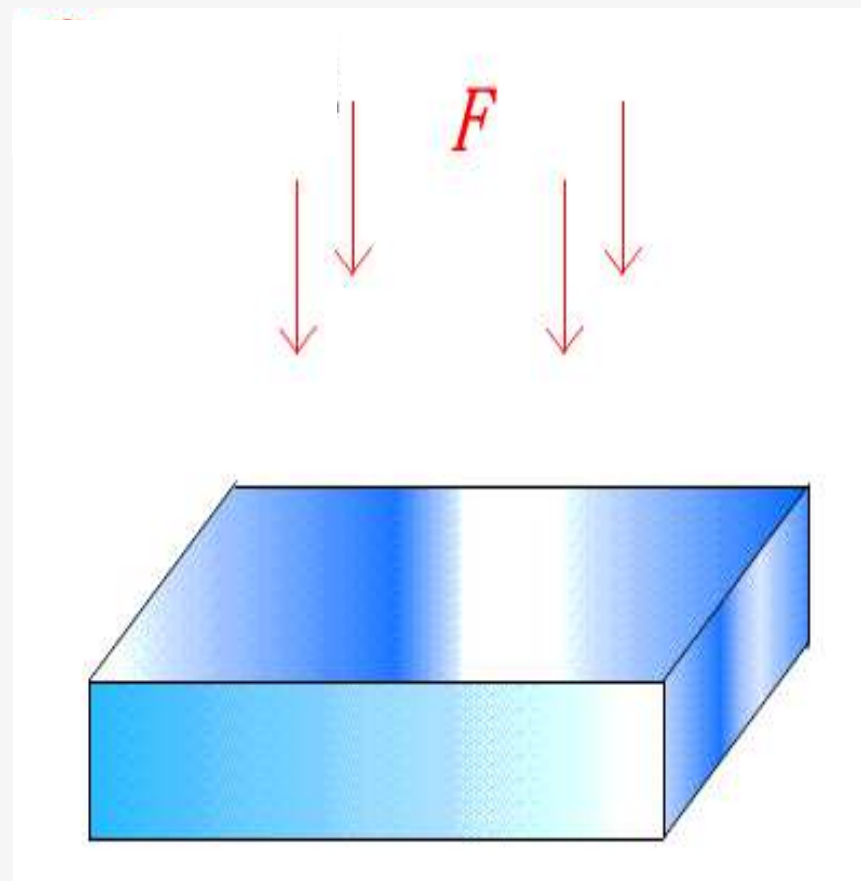


压电式传感器具有灵敏度高、固有频率高、信噪比高、结构简单、体积小、工作可靠等优点。其主要缺点是无静态输出，因此不能用于静态参数的测量。

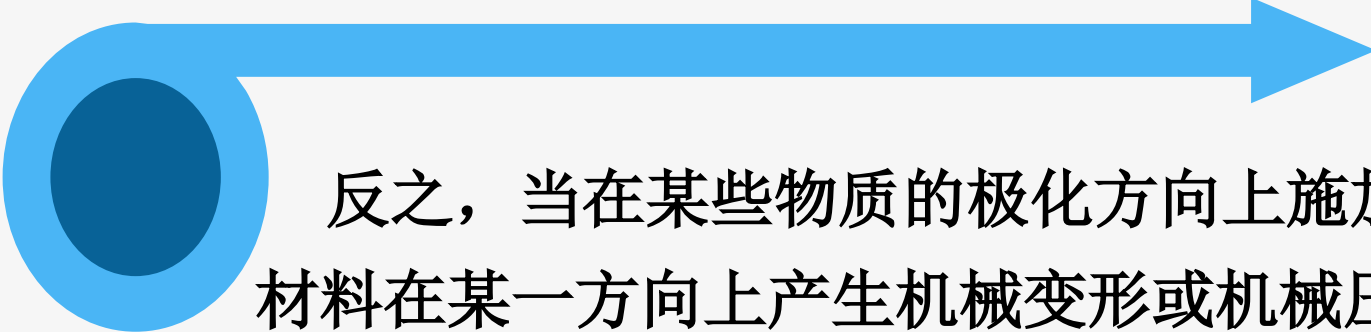
2.5.1 压电效应与压电材料

一、压电效应

某些物质沿某一方向受到外力作用时，会产生变形，同时其内部产生极化现象，此时在这种材料的两个表面产生符号相反的电荷，当外力去掉后，它又重新恢复到不带电的状态，这种现象被称为**压电效应**。当作用力方向改变时，电荷极性也随之改变。这种机械能转化为电能的现象称为“**正压电效应**”或“**顺压电效应**”。



2.5.1 压电效应与压电材料 压电效应



反之，当在某些物质的极化方向上施加电场，这些材料在某一方向上产生机械变形或机械压力；当外加电场撤去时，这些变形或应力也随之消失。这种电能转化为机械能的现象称为“逆压电效应”或“电致伸缩效应”。



2.5.1 压电效应与压电材料

二、压电材料

具有压电效应的材料称为压电材料。

目前常用的压电材料是：石英晶体和人工制造的压电陶瓷、钛酸钡、锆钛酸铅等。具体分类是：压电晶体、压电陶瓷。



2.5.1 压电效应与压电材料 压电材料

(一) 石英晶体

石英晶体是典型的压电晶体，化学式为 SiO_2 ，为单晶体结构。石英晶体的压电系数为 $d_{11}=2.31 \times 10^{-12}\text{C/N}$ ，在几百 $^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内，介电常数和压电系数几乎不随温度而变化。

当温度超过 573°C 居里点时，石英晶体完全丧失压电特性，可以承受 $(700\sim 1000)\text{ kg}\cdot\text{f}/\text{cm}^2$ 的压力。

石英晶体的突出优点：性能非常稳定，有很大的机械强度和稳定的机械性能。但石英材料价格昂贵，且压电系数比压电陶瓷低得多。因此一般仅用于标准仪器或要求较高的传感器中。

2.5.1 压电效应与压电材料 \Rightarrow 压电材料

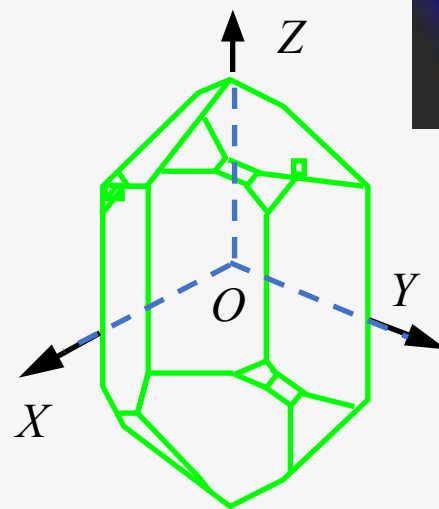
(一) 石英晶体

1、石英晶体的压电效应

天然石英晶体，结构形状为一个六角形晶柱，两端为一对对称的棱锥。

在晶体学中，石英晶体各个方向的特性是不同的，用三根互相垂直的轴建立描述晶体结构形状的坐标系。

纵轴 Z 称为**光轴**，通过六棱线而垂直于光轴的 X 轴称为**电轴**，与 X - X 轴和 Z - Z 轴垂直的 Y - Y 轴（垂直于六棱柱体的棱面）称为**机械轴**。



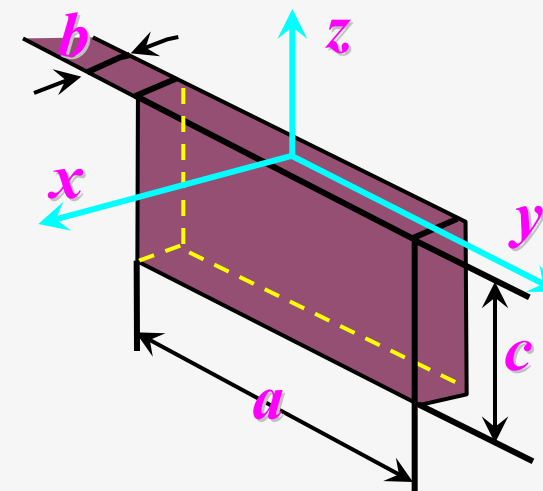
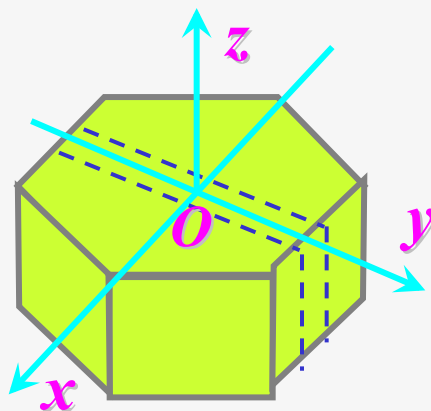
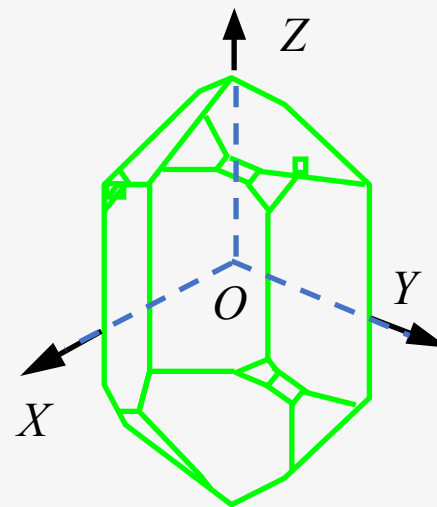
2.5.1 压电效应与压电材料 \Rightarrow 压电材料

(一) 石英晶体

1、石英晶体的压电效应

通常把沿电轴X方向的作用力产生的压电效应称为“纵向压电效应”，把沿机械轴Y方向的作用力产生的压电效应称为“横向压电效应”，沿光轴Z方向的作用力不产生压电效应。

若从晶体上沿y方向切下一块晶片，如图所示：



2.5.1 压电效应与压电材料 ⇒ 压电材料

(一) 石英晶体

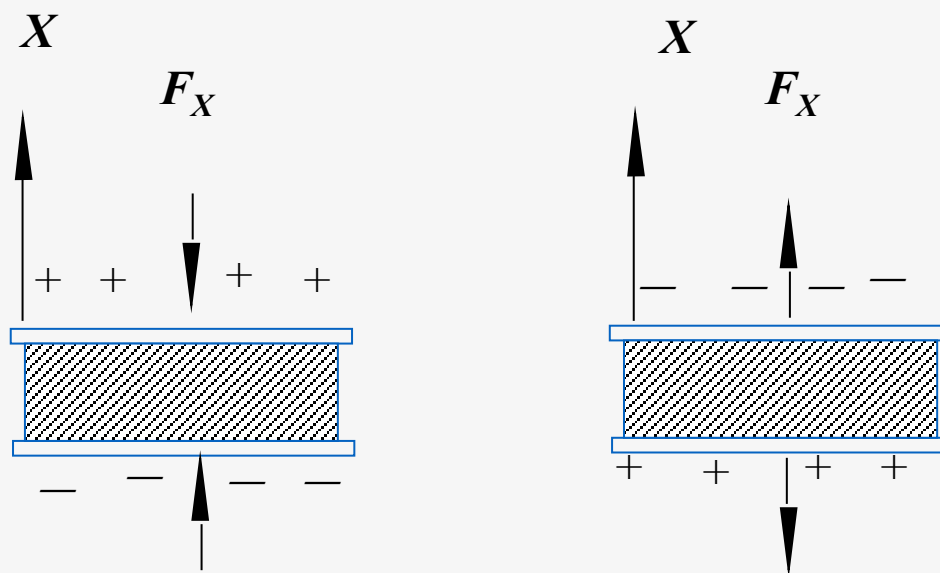
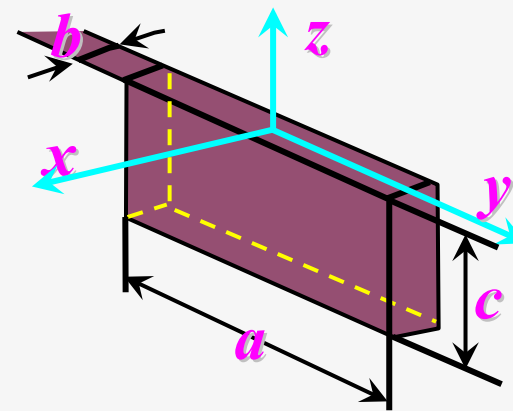
1、石英晶体的压电效应

当沿电轴x方向施加应力时，晶片将产生厚度变形，并发生极化现象。

在垂直于x轴晶面上产生的电荷量为：

$$q_{xx} = d_{11} F_x$$

从图中可知，所受拉力和压力时，产生的电荷方向相反。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/525033310323011220>