

# 压力传感器实验

## 【待研究问题】

1. 压力传感器正压输出特性及系统灵敏度测量
2. 压力传感器负压输出特性及系统灵敏度测量

## 【实验原理】

半导体单晶硅、锗等材料在外力作用下电阻率将发生变化，这种现象称为压阻效应。利用压阻效应开发的传感器称为压阻式传感器。它有两种类型：一是利用半导体材料的体电阻，制作半导体应变计；其灵敏度要比金属应变计高 2 个数量级。；另一个是在半导体单晶硅（锗）的基底上利用半导体集成工艺中的扩散技术，将弹性敏感元件与应变（转换）元件合二为一，制成扩散硅压阻式传感器。固体材料的压阻效应可以表示为：

$$\frac{\Delta R}{R} \approx \frac{\Delta \rho}{\rho} = K \sigma \quad (1)$$

式中，压阻系数  $K$  是表征固体材料压阻效应的特性参数， $\sigma$  是材料所承受的应力。

扩散硅压阻式传感器是将电阻条集成在单晶硅膜片上，制成硅压阻芯片，并将此芯片的周边固定封装于外壳之内，引出电极引线（图 1（a）所示）。硅膜上受到均布压力  $P$  产生的应力是不均匀的，且有正应力区和负应力区。利用这一特性，选择适当位置布置电阻，两条受拉应力的电阻与另两条受压应力的电阻接入电桥的四臂构成差动全桥电路，就可得到正比于力变化的电信号输出（图 1（b）所示），这样既提高了输出灵敏度，又起到热补偿作用。

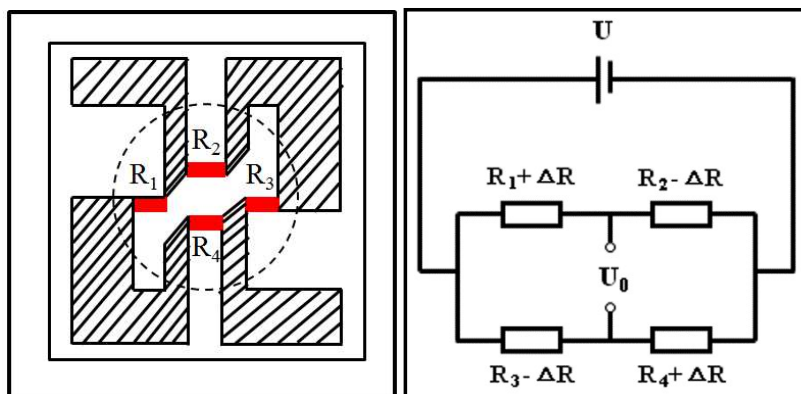


图 1（a）压阻传感器结构示意图和（b）全桥测量电路

在恒压源供电时，当应变膜无形变时，四个应变电阻阻值相等，桥路两端输

出电压  $U_0=0$ 。当气体进入压力强并作用于硅应变膜上时，应变膜弯曲形变，从而使其应变电阻值发生变化。通过合理设计，可以使应变膜受到应力作用时， $R_1$ 、 $R_4$  与  $R_2$ 、 $R_3$  有相反等量变化，电桥的输出电压可以表示为：

$$U_0 = \frac{\Delta R}{R} U \quad (2)$$

由式（2）可见，电桥输出电压与电阻变化成正比，与电源电压成正比。

### 【实验器材】

压力传感器、直流电源、真空压力表、压缩气囊、真空泵、万用表、导线

### 【实验要求】

#### 1. 压力传感器的正压输出特性测量

按照图 2 所示，组装压力传感器的正压输出特性测试系统，测量与传感器输出电压  $U$  与正压力  $P$  关系；绘制  $U-P$  曲线，计算其灵敏度  $S = \Delta U / \Delta P$ 。

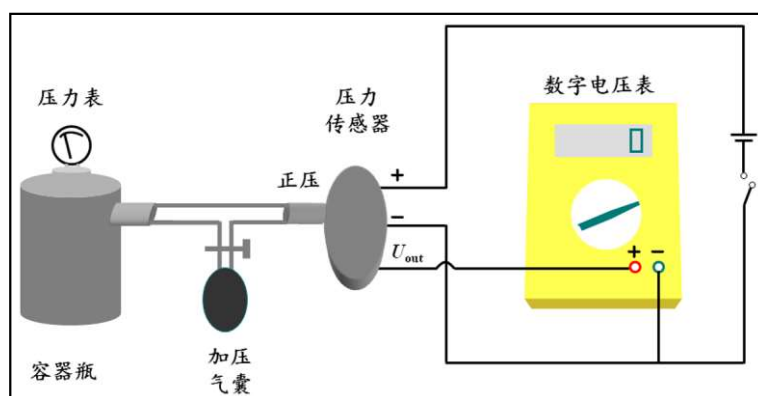
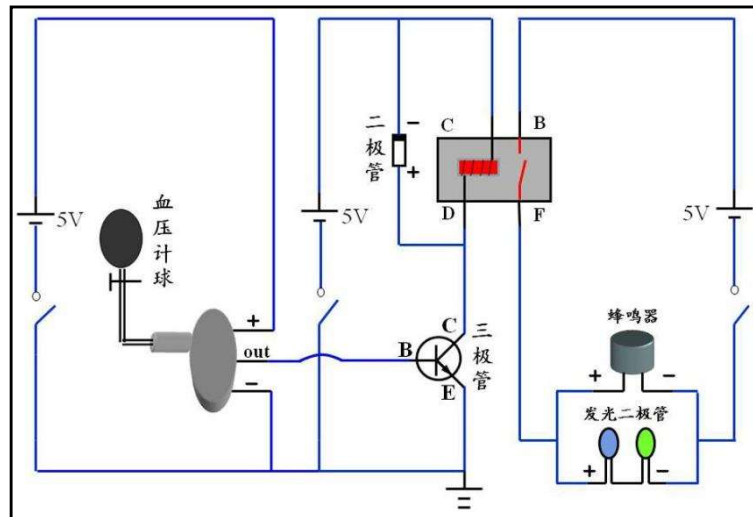


图 2 压力传感器正压测量示意图

#### 2. 气敏传感器报警系统设计

按照下图连接电路，将气压传感器正压端口与气管相连，并将气管与血压计球相连。用气囊对湿化瓶充气到一定压力，使蜂鸣器报警，发光二极管发光。



压力感应灯和报警电路

### 【思考题】

1. 何谓压阻效应？
2. 扩散硅压阻式传感器与贴片型电阻应变片式传感器的异同？

### 【参考资料】

1. 贾伯年，俞朴，宋爱国主编，传感器技术[M]，南京：东南大学出版社，2007
2. 叶国文主编，胡叶民副主编，传感器技术实验与实训教程[M]，北京：中国水利水电出版社，2009