# 选择性必修2 课题研究

## 研究样例

### 半导体薄膜压力传感器特性的实验研究

问题的提出

半导体薄膜压力传感器（图研 - 1）是一种易于网购、价格不贵的电学元件。它的工作原理是半导体材料的“压阻效应”。压阻效应是指当半导体材料沿某一方向受到外力作用时，其电阻率发生变化的现象。

图研 - 1



本课题的目的是了解半导体薄膜压力传感器在受到不同压力作用时其电阻是怎样变化的，这种变化有什么规律，以及这种规律在生产生活中的应用。

实验装置

如图研 - 2 所示，取 RFP602 型半导体薄膜压力传感器一片，将其圆形敏感区域固定在铁架台支架平面上，用一个圆柱体质量块（砝码）压在该敏感面上。为使应变片受力均匀，在圆柱体与应变片之间垫一个面积相当于有效区域的聚氨酯橡胶垫片。把一个 U 形金属框架的上沿压在圆柱体上并固定，框架下端悬吊钩码。

图研 - 2



传感器

圆柱体

U形框架

调整 U 形金属框架、橡胶垫片和压在传感器敏感面上圆柱体的总质量，使其恰好为一只钩码的质量，即 50 g。重力加速度 *g* 近似取 10 N/ kg 时，所对应压力的大小为 0.5 N。

传感器的两根引线跟数字多用表两表笔相连。数字多用表选用电阻挡，可以直接测量传感器的电阻。改变钩码的数量，就改变了传感器所受的压力。该装置可以测量不同压力下传感器的电阻值。

实验数据

在仅有 U 形金属框架、橡胶垫片和压在敏感面上的圆柱体时，压力 *F* 的大小为 0.5 N，记录此时电阻 *R* 的示数，作为第 1 组数据。然后每悬吊（增加）一个钩码得到一组对应数据，填在下表中。

表 半导体薄膜压力传感器在不同压力下的电阻

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 压力 / N | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | 3.5 | 4 |
| 电阻 / kΩ | 55.52 | 34.63 | 27.17 | 25.26 | 24.14 | 22.12 | 20.77 | 18.96 |
| 压力 / N | 4.5 | 5 | 5.5 | 6 | 6.5 | 7 | 7.5 | 8 |
| 电阻 / kΩ | 18.32 | 17.65 | 17.00 | 15.33 | 15.09 | 14.74 | 13.98 | 13.58 |

数据分析

以传感器所受的压力 *F* 为横轴、传感器电阻 *R* 为纵轴建立直角坐标系，用表中的 16 组数据在坐标系中描点，将这些点用光滑曲线连接起来（图研 -3）。

10

0

1

2

3

4

5

6

7

8

20

30

40

50

60

*F* / N

*R* / kΩ

图研 - 3

从图中可以看出：随着压力的增大，传感器的电阻不断减小；在压力小于 2 N 的区间，曲线较陡，电阻随压力变化比较显著；压力大于 2 N 以后，曲线变化趋于平缓。

压力为 1 N 时曲线的斜率为 24 kΩ/N（蓝色虚线），压力为 5 N 时曲线斜率已减小到 1.9 kΩ/N（红色虚线），前者是后者的 13 倍，斜率越大，灵敏度就越高。由此可见，同一规格的半导体薄膜压力传感器，当所承受的压力不同时，其灵敏度存在着较大的差异。

要使传感器比较灵敏，就应使之工作在灵敏度较大的区间。本实验中，小于 1.5 N 的区间内传感器的灵敏度较大，1 N 左右区间灵敏度比较合适。实际生产生活中需要控制的压力大小随着不同的情境千变万化，要使受控压力为 1 N 左右，可以采用类似杠杆的机械，通过力臂的设计，把现实情境中的被控压力进行放大或缩小，使作用在传感器上的压力变为 1 N 左右。

应用案例分析

图研 – 4 是苹果自动分拣装置的示意图。该装置把大小不同的苹果，按一定质量标准自动分拣为大苹果和小苹果。该装置的托盘秤压在一个以 O1 为转动轴的杠杆上，杠杆末端压在半导体薄膜压力传感器 *R*1 上。调节托盘秤压在杠杆上的位置，使质量等于分拣标准的大苹果经过托盘秤时，杠杆对 *R*1 的压力为 1 N 左右，处在应变片最灵敏的压力区间。调节可调电阻 *R*2，可改变 *R*1、*R*2 两端的电压比，使质量等于分拣标准的大苹果通过托盘秤时，*R*2 两端的电压恰好能使放大电路中的电磁铁吸动分拣开关的衔铁。该放大电路中包含保持电路，能够确保大苹果在衔铁上运动时电磁铁始终保持吸动状态。

当小苹果通过托盘秤时，*R*1 所受的压力较小，电阻较大，*R*2 两端的电压不足以激励放大电路发生吸动电磁开关的动作，分拣开关在弹簧向上压力作用下处于水平状态，小苹果进入上面通道；当大苹果通过托盘秤时，*R*1 所受的压力较大因而电阻较小，*R*2 两端获得较大电压，该电压激励放大电路并保持一段时间，使电磁铁吸动分拣开关打开下面通道，让大苹果进入下面通道，达到把大、小苹果按一定质量标准自动分拣的目的。



*R*1

*O*1

*O*2

*R*2

托盘秤

小苹果

大苹果

放大电路

电源

图研 - 4

## 参考选题

### 热敏电阻特性的实验研究

研究内容

热敏电阻价格低廉，为研究热敏电阻的特性提供了良好的器材条件。

如图研 - 5，把热敏电阻浸在水中（应保证热敏电阻的电极与水绝缘），将热敏电阻的两根引线与多用电表的表笔相连，把多用表调在电阻挡测量热敏电阻的阻值。通过加兑热水改变水温，测量不同温度下热敏电阻的阻值，绘制电阻－温度曲线，描述热敏电阻的阻值随温度变化的规律。

电阻表

图研 - 5

热敏电阻

温度计



30 50 60 70 80 90 100

0

Ω

根据实验研究的结论，提出一项用热敏电阻进行自动控制的设想，并介绍这一设想的原理。