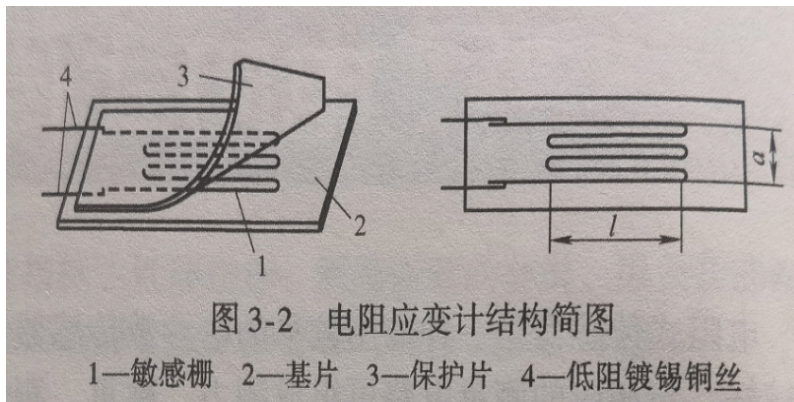


第三章 电阻式传感器

电阻应变片结构和工作原理

电阻应变片(计)结构

敏感栅，基片，保护片，低阻镀锡铜丝



★电阻应变效应

概念: 金属导体(半导体)的电阻值随变形而发生变化的现象

重要公式

1. 电阻计算公式: $R = \rho \frac{L}{A}$

◦ ρ —— 金属丝电阻率($\Omega \cdot m$)

◦ L —— 金属丝长度(m)

◦ A —— 金属丝的横截面积(m^2), $A = \pi r^2$

2. $\frac{dR}{R} = (1 + 2\mu + \lambda E)\epsilon$

◦ 原理: 电阻计算公式的全微分

$$\frac{dR}{R} = \frac{dL}{L} - \frac{dA}{A} + \frac{d\rho}{\rho}$$

◦ 轴向线应变: $\epsilon = \frac{dL}{L}$

◦ 泊松比: $\mu = -\frac{\frac{dr}{r}}{\epsilon}, \mu > 0$

◦ 半导体材料压阻系数: λ

。 半导体材料的弹性模量: E

3. ★ $\frac{dR}{R} = K_0 \varepsilon$

。 K_0 : 单根金属丝的灵敏度系数

★物理意义: 当金属丝发生单位长度应变时, K_0 为电阻变换率与其应变的值

。 ε : 轴向线应变

金属与半导体应变效应存在的不同

金属材料: 应变效应以结构尺寸变化为主

半导体材料: 应变效应主要基于压阻效应

测量电路

桥臂比: $R_1 : R_2 = R_3 : R_4 = 1 : n$

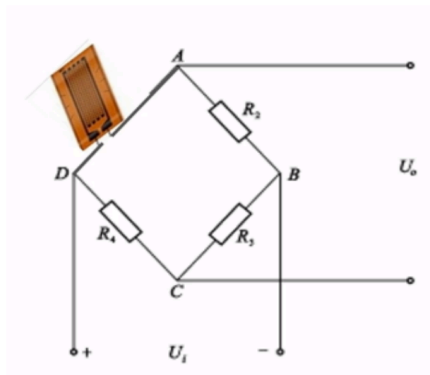
输出电压灵敏度: $K_V = \frac{U_L}{\frac{\Delta R_1}{R_1}}$

单臂直流电桥

输出电压: $U_L = U_E \frac{n}{(1+n)^2} \frac{\Delta R_1}{R_1}$

输出电压灵敏度: $K_V = \frac{U_L}{\frac{\Delta R_1}{R_1}} = \frac{n}{(1+n)^2} U_E$

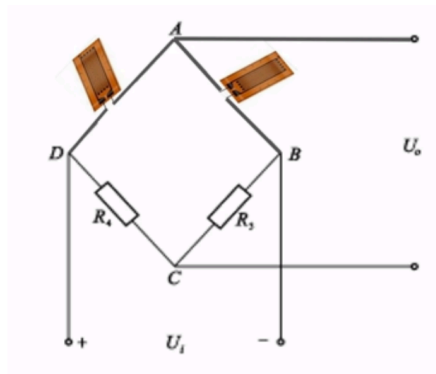
非线性误差($n=1$): $\delta_u = \frac{1}{2} K_0 \varepsilon$



双臂直流电桥(半桥, 差动桥)

输出电压: $U_L = 2U_E \frac{n}{(1+n)^2} \frac{\Delta R}{R}$

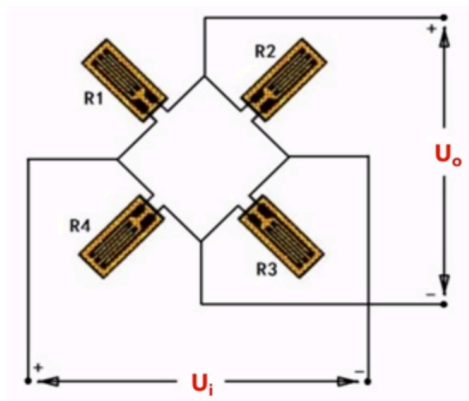
非线性误差($n = 1$):0



全臂电桥(全桥)

输出电压: $U_L = 4U_E \frac{n}{(1+n)^2} \frac{\Delta R}{R}$

非线性误差($n = 1$):0



解题思路

1. 计算出桥臂比 $R1 : R2$
2. 利用 $K_0 \varepsilon = \frac{dR}{R}$ 根据 $\varepsilon, K_0, \frac{\Delta R}{R}$ 中的两个求另一个值
3. 根据电桥类型求输出电压 U_L
4. 求 K_V

在无人装备中的应用

电阻式位置传感器

应变式加速度传感器

应变式力觉传感器

...