

$$R = \frac{\rho L}{S} \quad \frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta \rho}{\rho} - \frac{\Delta S}{S}$$

轴向应变:  $\epsilon_x = \frac{dL}{L}$

径向应变:  $\epsilon_y = \frac{dr}{r}$

$$S = \pi r^2, \quad dS = 2\pi r dr$$

$$\frac{dr}{r} = \frac{r dr}{r^2} = \frac{dS/2\pi}{S/2\pi} = \frac{1}{2} \frac{dS}{S}$$

泊松系数  $\mu = -\frac{\epsilon_y}{\epsilon_x} = -\frac{dr/r}{dL/L}$

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta L}{L} (1 + 2\mu) + \frac{\Delta \rho}{\rho} \quad \frac{\Delta R/R}{\epsilon_x} = (1 + 2\mu) + \frac{\Delta \rho/\rho}{\epsilon_x} = K_s$$

$K_s$  灵敏系数.  $\frac{\Delta R}{R} = \epsilon_x \cdot K_s$

金属:  $\mu = 0.25 \sim 0.5$   
 $K_s = 1 + 2\mu \sim 1.5 \sim 2$

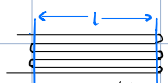
当  $\frac{\Delta \rho}{\rho}$  可忽略时,  $K_s = 1 + 2\mu$

应力:  $\sigma = E \cdot \epsilon$   $E$  杨氏模量

应变  $\epsilon \propto \Delta R/R$

故  $\sigma \propto \Delta R/R$  传感器工作原理.

对于电阻丝统或敏感栅, 考虑圆弧的横向应变.



$n = b/b_0$  条直线,  $(n-1)$  条半圆弧.

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{2nL + (n-1)2r}{2L} K_s \epsilon_x + \frac{(n-1)2r}{2L} K_s \epsilon_y$$

半导体应变片

压阻效应

$$\frac{\Delta R}{R} = (1 + 2\mu) \epsilon_x + \frac{\Delta \rho}{\rho}$$

$$\frac{\Delta \rho}{\rho} = \pi \sigma = \pi E \epsilon_x$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta R}{R} = (1 + 2\mu + \pi) \epsilon_x = K_0 \epsilon_x, \quad K_0 = (1 + 2\mu + \pi) \epsilon_x$$

↓  
忽略

$K_B = \frac{\Delta R/R}{\epsilon_x} \approx \pi E$  灵敏系数

温度误差

T 导致应变片电阻变化.

$$R = R_0 (1 + \alpha T), \quad \Delta R/R_0 = \alpha T$$

应变片和试件热膨胀系数不同.

$t_1 = \ln(1 + \beta_{丝} \Delta t)$  电阻丝

$t_2 = \ln(1 + \beta_{试} \Delta t)$  试件

$$\Delta l/l_0 = (\alpha - \beta_{ct}) \Delta t$$

$$\varepsilon_{cp} = (\alpha - \beta_{ct}) \Delta t \rightarrow \text{温度变化引起应变}$$

$$\text{乘灵敏度 } K \text{ 得 } \Delta R = R_0 K (\alpha - \beta_{ct}) \Delta t$$

总电阻变化

$$\Delta R_t = \Delta R_{\alpha} + \Delta R_{\beta}$$

$$= R_0 \alpha \Delta t + R_0 K (\alpha - \beta_{ct}) \Delta t$$

总应变量

$$\varepsilon_t = \frac{\Delta R_t / R_0}{K} = \frac{\Delta t}{R} + (\alpha - \beta_{ct}) \Delta t$$

## 补偿方法

① 电桥法

② 相同的  $R_B$  贴在相同补偿材料的补偿块上，只受温度影响，不发生应变。

$R_A$ 、 $R_B$  要求：电阻温度系数  $\alpha$ 、线膨胀系数  $\beta$ 、灵敏度  $K$  相同，初始电阻相同。

试件也应相同

温度也应相同。（较难实现）