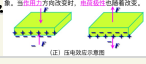


压电式传感器


0. 特点: 有源传感器, 传感元件是敏感元件, 有响应带宽宽, 灵敏度低, 信噪比大, 结构简单, 工作可靠, 量程较广

1. 压电效应及压电材料


正压电效应: 当对电介质施加机械应力时, 内部就产生极化现象, 同时在它的两个表面上产生电荷, 当外力去除后, 又重新恢复到不带电状态的过程。



逆压电效应: 当对电介质施加电场时, 它就会产生机械变形或机械应力, 当电场撤去后, 变形也随之消失, 这种物理现象称为逆压电效应。



压电系数: $d_{33} = \frac{\Delta Q}{\Delta F}$



压电材料: 压电晶体, 压电陶瓷, 压电薄膜和高的压电材料

电荷为短路状态: $Q = d_{33} F$ 应力下, 压电系数 d_{33} 产生电荷 Q : $Q = d_{33} F$ 特点: 信号流是单向的

电荷为开路状态: $U = \frac{Q}{C} = \frac{d_{33} F}{C}$ 应力下, 压电系数 d_{33} 产生电压 U : $U = \frac{d_{33} F}{C}$ 特点: 信号流有环路

2. 电路模型

1. 开路电路 → 受到机械应力时, 两电极上出现极性相反的电荷, 可视为静电发生器

2. 实际等效电路 → 测量电路/电路相, 考虑传感器的电容 C_s , 放大电路输入电阻 R_i , 输入电容 C_i 和传感器泄漏电阻 R_0



压电放大器: $U_a = \frac{Q}{C_a}$ $R = \frac{R_0 R_i}{R_0 + R_i}$ $C = C_s + C_i + C_0$ 输入端电压 $U_i = d_{33} F \frac{j\omega R}{1 + j\omega R(C_s + C_i + C_0)}$ $U_{im} = \frac{d_{33} \omega R}{\sqrt{1 + \omega^2 R^2 (C_s + C_i + C_0)^2}} F_m$

特点: 信号流是单向的

特点: 信号流有环路

电荷放大器

等效电路: $U_{sc} \approx \frac{-A_0}{C_s + C_i + C_0} U_s$ $U_{sc} \approx -\frac{Q}{C_f}$ $Q = \frac{U_{sc} - U_{sc0}}{R_f} \approx \frac{C_s + C_i}{C_f} U_{sc}$ 根据给出 C_s, C_i, C_f 可求 A_0

特点: ① 使用高增益的运放形成电路的边界条件 ② 反馈电容无需校准是精度 ③ 更精度 取决了固定 C_s 和 C_f 有材料是精度稳定性和调整 ④ 电荷放大器频率数相当大, 可用于准静态测量

3. 频率分析

3.1 结构及工作原理

以纵向压型加速度计为例

灵敏度

连接方式: 并联形式和串联形式

串联形式: $Q' = 2Q, U' = 2U_a, C' = 2C_a$

并联形式: $Q' = Q, U' = 2U_a, C' = \frac{1}{2}C_a$

压电元件

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压

测量电路

输出电压