

# 江苏大学

## 硕士研究生入学考试样题

A 卷

科目代码: 807

科目名称: 传感器技术

满分: 150 分

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

### 一、填空 (30 分)

1. 电容传感器可以分为( )型、( )型和( )型 3 种。
2. 热电阻和热敏电阻是将温度变化转换为( )变化的测温元件。
3. 压电晶片串联使用是为了提高( )而并联使用是为了提高( )。
4. 在光线作用下电子运动速度改变而无电子逸出物体表面的效应称为内光电效应; 入射光强改变物质电导率的现象称( ); 半导体材料吸收光能后在 PN 结上产生电动势的效应称( )。
5. 光纤光栅传感器实际上是在一根光纤上制作多个( )所形成的的传感器, 它具有( )检测的特点, 通常可实现对( )和( )物理量的检测。
6. 两种均质金属组成的热电偶, 其电势大小与热电极直径、长度及沿热电极长度上的( )无关, 只与热电极材料和( )有关。
7. 压电式传感器常用电荷放大器或电压放大器作为前置放大器, 与电压放大器相比使用电荷放大器的优点是( ), 而使用电压放大器的缺点是( )。
8. 热电偶电桥补偿法是用电桥的( )去消除冷端温度变化的影响, 这种装置称为( )。
9. 用热电偶测温, 若冷端温度已知为  $20^{\circ}\text{C}$ , 怎样用所测得的热电偶输出电动势和分度表, 根据( )可获得被测的温度。
10. 传感器是静态特性有( )、( )、( )、( )、( )。

11. 电涡流传感器的测量电路主要有（ ）式和（ ）式。电涡流传感器可用于位移测量、（ ）、（ ）和（ ）。

12. 磁电感应式传感器是以（ ）原理为基础的。

## 二、选择题（10分）

1. Y型反射式光纤位移传感器属于振幅型光纤传感器的一种，其测量位移与输出有如下关系（ ）

- A: 位移与输出信号成线性关系。
- B: 在一定范围内位移与输出信号成线性关系。
- C: 位移与输出信号成反比关系。
- D: 在一定范围内位移与输出信号成反比关系

2. 全桥差动电路的电压灵敏度是单臂工作时的（ ）。

- A、不变
- B、2倍
- C、4倍
- D、6倍

3. 按照调制方式分类，光调制可以分为强度调制、相位调制、频率调制、波长调制以及（ ）等，所有这些调制过程都可以归结为将一个携带信息的信号叠加到载波光波上。

- A、偏振调制
- B、共振调制
- C、角度调制
- D、振幅调制

4. 下列说法正确的是（ ）。

- A、差动整流电路可以消除零点残余电压，但不能判断衔铁的位置。
- B、差动整流电路可以判断衔铁的位置，但不能判断运动的方向。
- C、相敏检波电路可以判断位移的大小，但不能判断位移的方向。
- D、相敏检波电路可以判断位移的大小，也可以判断位移的方向。

5. 测量冲击加速度，可采用（ ）

- A. 差动变压器式加速度传感器
- B. 压电式加速度传感器
- C. 应变式加速度传感器

6. 光栅测试仪中在相距  $1/4$  明纹间距处安放两只光电元件,其目的是( )。
- A. 辨向 B. 提高信号幅度 C. 抗干扰 D. 作三角函数运算
7. 下列哪一项是半导体式应变计的主要优点 ( )
- A: 非线性明显  
B: 灵敏度高  
C: 准确度高  
D: 横向效应小
8. 传感器能感知的输入变化量越小,表示传感器的 ( )
- A: 线性度越好。  
B: 迟滞越小。  
C: 重复性越好。  
D: 分辨力越高。
9. 基于光生伏特效应工作的光电器件是 ( )
- A、光电管 B、光敏电阻  
C、光电池 D、光电倍增管
10. 数值孔径 NA 是光纤的一个重要参数,以下说法不正确的是 ( )
- A. 数值孔径反映了光纤的集光能力  
B. 光纤的数值孔径与其几何尺寸有关  
C. 数值孔径越大,光纤与光源的耦合越容易  
D. 数值孔径越大,光信号的畸变也越大

三、名词解释(注:请举一例说明利用该效应制作的传感器及其可检测的物理量)(20分)

1. 热电偶的电动势;
2. 外光电效应;
3. 光栅;
4. 法拉第磁光效应;
5. 多普勒效应;

四. 综合题(共60分)

1. 给出变间隙式自感位移传感器的测量原理,画出原理图。(5分)

2. 图示为双臂直流电桥，U为电桥供电电压， $R_1$ 、 $R_3$ 为应变片， $R_2$ 和 $R_4$ 为固定电阻，且应变片不受力时满足  $R_1=R_2=R_3=R_4=R$ ， $R_L=\infty$ 即为开路情形，当应变片 $R_1$ 值增大了 $\Delta R_1$ ，而 $R_3$ 减小了 $\Delta R_3$ 时，求

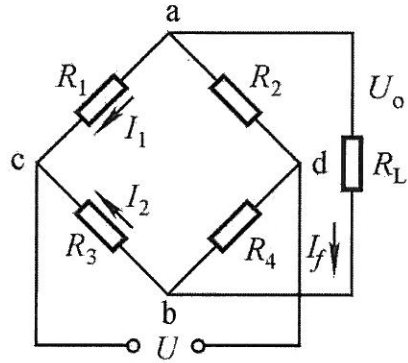
(1)电桥输出电压 $U_0$ 的表达式；(3分)

(2)传感器对应的理论线性度(4分)和灵敏度S

(设 $S=\frac{\Delta U_0}{\Delta R/R}$ )；(本小题共7分)

(3)若 $R_2$ 和 $R_4$ 也是应变片，则 $R_2$ 和 $R_4$ 的变化规律如何？(3分)

(4)画出检测动态力 $F_0\cos(\omega t)$ 的传感器信号处理电路。(2分)



3. 传感器线性度的求法涉及以下问题：

(1)求拟合直线所采用的最小二乘法基本思想是什么？(3分)

(2)拟合直线  $y=kx+b$  中的  $k$  和  $b$  的计算表达式

( $k = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$ ,  $b = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$ ) 是根据什么推出的？(3分)

(3) (4分) 试用最小二乘法求下列一组数据对应的传感器线性度：

x	1	2	3	4	5
y	2.20	4.00	5.98	7.90	10.10

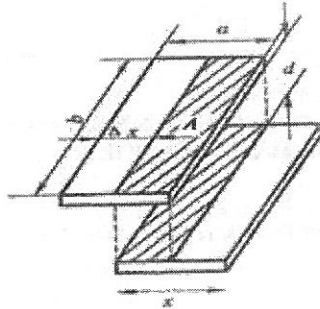
(本题共10分)

4. 有一个以空气为介质的变面积型平板电容传感器(见下图)。其中

$a=16\text{mm}$ ， $b=24\text{mm}$ ，两极板间距为  $4\text{mm}$ 。一块极板分别沿长度和宽度方向在原始位置上平移了  $5\text{mm}$ ，求：

(1) 极板未移动时, 电容的初始电容值。(4分)

(2) 极板沿不同方向移动时, 传感器的位移灵敏度  $K$  ( $K$  定义为电容  $C$  变化与位移  $x$  变化之比, 已知空气相对介电常数  $\epsilon_r = 1$ , 真空的介电常数  $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ )。  
(6分)



5. 压电元件的压电系数为  $d$ , 压电元件施加的压力为  $F_0 \cos(\omega t)$ , 用压电元件制成的压电传感器采用电压放大器作为信号处理电路, 设电压放大器开环放大倍数为  $A$ , 运放输入电阻为  $R_i$ , 输入电容  $C_i$ , 导线电容为  $C_c$ , 压电元件内阻  $R_a$ , 电容为  $C_a$ ,

(1) 画出压电元件电压源等效电路和电荷源等效电路;(4分)

(2) 画出导线及电压放大器的等效电路;(3分)

(3) 由压电元件的电压源等效电路求出电压放大器输出电压值;(5分)

(4) 由压电元件的电荷源等效电路求出电压放大器输出电压值;(4分)

(5) 证明压电传感器不可检测静态力;(2分)

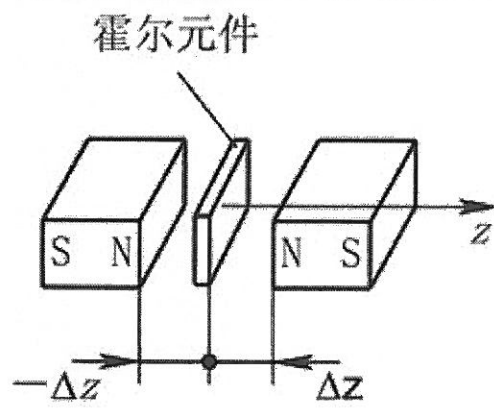
(6) 解释为何采用电压放大器的输出电压受导线长度影响。(2分)

### 五、简答题 (30分)

1. 改善传感器性能指标通常采用差动结构和闭环结构, 分别指出两种结构的优点。(9分)

2. 简述用涡流传感器测量金属表面非金属涂层厚度的方法, 给出测量原理。(8分)

3. 结合下图说明霍尔式微位移传感器是如何实现微位移测量的?(6分)



。

4. 试推导差动变极距型电容式传感器的灵敏度，并与单极式相比较。(7分)