

江苏大学

硕士研究生入学考试样题

科目代码: 807

A卷

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 (28分)

- 许多传感器均做成差动式结构, 因为它具有以下优点 () , () 和 () 。
- 利用光纤本身的特性, 将光纤作为敏感元件制成的传感器称为 () 型光纤传感器, 而把利用光纤作为传输光的介质制成的光纤传感器称为 () 型光纤传感器。
- 压电式传感器的前置放大器有 () 和 () 两类, 它们具有 () 和 () 两种功能。
- 光电元件主要有 () 、 () 、 () 、 () 和 () 。(本题每空 1 分)
- 测量位移量的传感器有 () 、 () 、 () 、 () 和 () 。(本题每空 1 分)

二、选择题 (10分)

- 可用下列哪种传感器检测冲击力 () 。
A. 压电式传感器 B. 差动变压器式传感器 C. 应变片式传感器
- 对生产流水线上的金属元件进行计数, 可采用的传感器为 () 。
A. 涡流传感器 B. 霍尔传感器 C. 电容传感器
- 在线测量高速金属回转轴沿轴向的窜动量, 可采用
A. 差动变压器 B. 压电传感器 C. 涡流传感器
- 高速公路上检测汽车速度的传感器, 是根据何种效应 () 。
A. 法拉第磁光效应 B. 多普勒效应 C. 泊松效应
- 陀螺仪直接测量的物理量为 () 。
A. 速度 B. 角速度 C. 直线加速度
- 利用光学晶体材料的磁光效应测量导线通过的大电流, 是根据 () 调制原理
A. 振幅调制 B. 偏振态调制 C. 频率调制 D. 相位调制
- 对数十米的距离进行高精度非接触测量, 选用的传感器为 () 。
A. 电容传感器 B. 差动变压器式位移传感器 C. 光栅 D. 激光传感器
- 光栅传感器提高分辨力, 主要是通过下列何种方法 () 。
A. 增加光电元件数 B. 电子细分 C. 增加光栅的刻线数
- 用迈克尔逊光纤干涉仪测量磁场, 可通过在一光纤臂上施加 () 材料实现
A. 磁致伸缩材料 B. 压电材料 C. 光学晶体材料
- 测量数千度的高温, 可选用的传感器为 () 。
A. 铜金属热电阻 B. 热敏电阻 C. 热电偶

三、解释下列效应，并给出可检测的物理量(20分，每小题4分)

1. 普克耳 (Pockels) 效应
2. 法拉第磁光效应
3. 霍尔效应
4. 涡电流效应
5. 半导体材料压阻效应

四、简答题 (30分)

1. 试述应变桥产生非线性误差的原因及减小误差采取的措施。(6分)
2. 给出透射式电涡流传感器测量金属板材厚度的方法(6分)
3. 给出改善电容传感器线性度采用的运算放大器电路的原理(6分)
4. 试述相对式磁电测振传感器的工作原理(6分)
5. 为何压电传感器不能检测静态量，但可检测准静态量?(6分)

五、综合题 (60分)

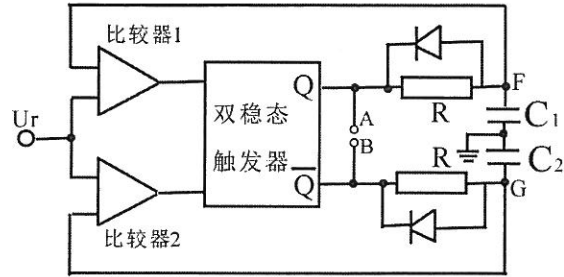
1. (15分) 一等强度悬臂梁构成测力传感器，梁的上表面和下表面各粘贴两片应变片，设梁的有效长 $l=150\text{mm}$ ，梁厚 $t=2\text{mm}$ ，梁固支处宽度 $b=10\text{mm}$ ，梁的弹性模量 $E=2 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ ，四片应变片的应变灵敏度系数 $K=2$ ，电桥供电电压 $U=5\text{V}$ ，
 - (1) 为何选用等强度梁而不选用等截面梁?
 - (2) 画出梁上应变片的布片形式，设计出对应的电桥电路;
 - (3) 若输出电压为 6mV ，则加在梁的尖端的垂直于梁面的力 F 为多少牛顿?

(提示：梁上应变 $\varepsilon = \frac{6Fl}{bt^2}$)

2. (12分) 设自感为变气隙式 U 型自感，设每个自感的线圈匝数为 N ，每边的空气隙长度为 δ_0 ，忽略线圈的直流电阻 R ，设激励电压 $U=U_0 \sin(\omega t)$ ：
 - (1) 写出每个自感的表达式(3分);
 - (2) 设计出差动型自感传感器的电桥电路(2分);
 - (3) 求出差动结构位移传感器的灵敏度(用 $U_{\text{out}}/\Delta\delta$ 表示)(4分)
 - (4) 推出差动自感位移传感器的线性度(3分)。
3. (10分) 光纤陀螺仪为实现零差检测，进入光纤某一端的光必须相对另一端有 $\pi/2$ 的相移，试证明：
 - (1) 若不进行相移，进入光电探测器上的光强 I 与相移的关系为 $I \propto (1 + \cos\Delta\varphi)$;
 - (2) 若进行 $\pi/2$ 的相移，则有 $I \propto (1 - \sin\Delta\varphi)$ 。

4. (15分) 图中所示为由两个电容器 C_1 、 C_2 构成的差动电容式传感器，可采用下图所示的脉冲调宽电路：

- (1) 请给出该传感器的检测原理；(5分)
- (2) 画出 A、B 的波形和 F、G 点的波形；(4分)
- (3) 要判定位移的方向，是否需加相敏检波电路？(3分)
- (4) F、G 点取出的信号若进行处理，还需加什么电路？(3分)



5. (10分) 用霍尔元件设计一检测导线电流的传感器，给出测量原理。