

中国计量大学

2021 年硕士研究生招生考试试题

考试科目代码：822

考试科目名称：传感器技术 2

所有答案必须写在报考点提供的答题纸上，答在试卷或草稿纸上无效。

一、物理概念或名词解释（每小题 3 分，共 $3 \times 10 = 30$ 分）

1. 敏感元件
2. 传感器的测量范围
3. 应变效应
4. 电涡流效应
5. 变介电常数型电容传感器
6. 磁阻效应
7. 声传感器
8. 光电导效应
9. PSD
10. 温标

二、填空题（每空 1 分，共 $1 \times 10 = 10$ 分）

1. 一准确度为 $\pm 0.1\%FS$ 的压力传感器，测量范围 $(0 \sim 25)$ kPa，输出电压 $(0 \sim 5)$ V，该压力传感器的静态灵敏度为_____，最大测量误差为_____kPa。
2. 应变式传感器补偿温度误差的方法有_____和_____。
3. 自感式传感器的组成结构一般包括_____、_____和衔铁。
4. 霍尔元件的灵敏度，与_____成正比，而与_____成反比。
5. 光纤传输损耗主要来源于材料吸收损耗、_____和光波导_____。

三、单选题（每小题 2 分，共 2×15=30 分）

1. 传感器的动态标定，常用的实验确定法**不包括**（ ）。
A. 阶跃信号响应法 B. 正弦信号响应法
C. 脉冲信号响应法 D. 串联比对法
2. 有关金属应变片的下列说法，**错误**的是（ ）。
A. 横向效应使灵敏度降低 B. 120Ω阻值最常用
C. 增加基长可提高最高工作频率 D. 工作电流需兼顾灵敏度和散热
3. 下列传感器中，**不宜**用于高频信号测量的是（ ）传感器。
A. 压阻式 B. 电容式 C. 压电式 D. 自感式
4. 下列选项中能克服单组式变极距型电容传感器非线性的转换电路是（ ）。
A. 电桥电路 B. 运算放大器式电路
C. 二极管双 T 型电路 D. 差动脉冲调宽电路
5. 动圈或动铁式磁电感应传感器，可动部件常用柔软弹簧支撑，是为了（ ）。
A. 增大固有频率 B. 减小固有频率 C. 方便可动部件运动 D. 增加灵敏度
6. 关于石英晶片，下列说法**正确**的是（ ）。
A. 垂直于 Y 轴的面上压电效应最强 B. 沿 X 轴方向的机械变形最明显
C. 多片串联可提高电荷输出信号 D. 温度超过居里点后失去压电特性
7. 下列传感器中，**不属于**光电器件的是（ ）。
A. 光敏电阻 B. CCD 传感器 C. 光电倍增管 D. SAW 传感器
8. 下列选项中，**无法**提高光栅式传感系统测量分辨力的是（ ）。
A. 采用单色光源 B. 减小栅距 W C. 采用细分电路 D. 提高栅线密度
9. 关于热电阻传感器，下列说法**错误**的是（ ）。
A. 铂热电阻测温范围大于铜热电阻 B. 热电阻测温需要冷端补偿
C. 铂热电阻温度计可用作温度标准 D. 铂热电阻测温精度优于铜热电阻
10. 下列传感器中，**不能**实现非接触式测量的是（ ）传感器。
A. 压阻式 B. CCD C. 电涡流 D. 超声波

11. 新冠疫情期间，体温测量仪器的市场需求非常大，下列选项中，适合用于体温测量的传感原理**不包括**（ ）。

- A. 红外热释电式 B. 热电偶式 C. 热电堆式 D. 霍尔式

12. 超声波流量计包含发射和接收两个探头，其中发射探头基于的是（ ）。

- A. 正压电效应 B. 逆压电效应 C. 磁阻效应 D. 压磁效应

13. 智能手机上的触摸屏，可以实现动作指令识别，基于的是（ ）原理。

- A. 热电式 B. 电感式 C. 电容式 D. 磁电式

14. 下列选项中，描述**错误**的是（ ）。

- A. 河流水位测量可采用变极距型电容传感器
 B. 数码复印机可采用 CCD 传感器
 C. 酒精测试仪可采用气敏式传感器
 D. 相机自动对焦可采用红外测距传感器

15. 设计一绝缘橡胶密封垫片厚度测量仪，下列传感器中**不能**采用的是（ ）。

- A. 容栅式传感器 B. 轴向自感式位移传感器
 C. 电涡流式传感器 D. 光栅式传感器

四、（15分）如图 1 所示，材料为钢的实心圆柱形试件用作吊秤的测力部件，在轴向和圆周方向各贴上一片电阻为 120Ω 的金属应变片 R_1 和 R_2 ，把这两应变片接入差动电桥。若钢的泊松系数 $\mu=0.285$ ，应变片的灵敏系数 $k=2$ ，电桥电源电压 $U=5V$ ，当试件受轴向力 F 拉伸时，测得轴向应变片 R_1 的电阻变化值 $\Delta R_1=0.24\Omega$ 。

- (1) 请画出电路图，并在图中标明电阻 R_1 和 R_2 ；（4分）
- (2) 求轴向应变变量 ϵ_1 和径向应变变量 ϵ_2 ；（4分）
- (3) 求差动电桥的输出电压 U_0 ；（4分）
- (4) 本例中采用了差动电桥后，相比单臂电桥有何优点？（3分）

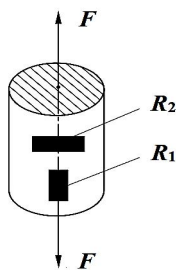


图 1

五、(10分) (1) 请写出热电偶中间导体定律的表达式; (3分)

(2) 请给出热电偶中间导体定律的证明过程; (5分)

(3) 请说明热电偶中间导体定律的实际意义。(2分)

六、(15分) 如图2所示, 有一单组变面积型平板形线位移电容传感器, 设两极板相对覆盖部分的宽度为 b , 长度为 a , 两极板间隙为 d , 极板间介质为空气, 空气介电常数 $\epsilon_0=8.85 \times 10^{-12} \text{F/m}$ 。

(1) 求电容变化量 ΔC 的表达式; (4分)

(2) 求其静态灵敏度 k_0 的表达式; (4分)

(3) 若 $b=8\text{mm}$, $d=1\text{mm}$, 从初始状态开始, 电容变化量 $\Delta C=-0.531\text{pF}$, 求其两极板相对位移量 Δa 的值; (4分)

(4) 请列举3种适用于该传感器的转换电路。(3分)

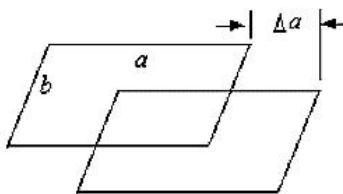


图2

七、(15分) 某石英压电元件 x 轴向切片, $d_{11}=2.31 \times 10^{-12} \text{C/N}$, 相对介电常数 $\epsilon_r=4.5$, 真空介电常数 $\epsilon_0=8.85 \times 10^{-12} \text{F/m}$, 截面积 $S=10\text{cm}^2$, 厚度 $h=2\text{mm}$, 受到纵向交变压力作用, 幅值 $F_x=2\text{N}$ 。

(1) 求该石英压电元件的表面电荷量 Q_0 和输出电压 U_0 的幅值; (4分)

(2) 将两片完全相同的该石英压电元件的不同极性端粘接在一起, 上下叠放, 属于何种接法? (2分)

(3) 在(2)的连接方式下, 仍受到 $F_x=2\text{N}$ 的作用力时, 求传感器输出的电荷量 Q_1 和输出电压 U_1 的幅值; (4分)

(4) 结合(1)(3)的结果, 请说明该压电传感器应采用何种前置放大器; (3分)

(5) 请说明压电式传感器中前置放大器的两个主要作用。(2分)

八、(10分)

- (1) 结合图3，请给出数值孔径 NA 的表达式，并加以证明；(4分)
- (2) 已知某一光纤的 $n_1=1.544$ ， $n_2=1.512$ ，其 NA 值是多少？若 $n_0=1$ ，则最大入射角 θ_c 是多少？(4分)
- (3) 强度调制型光纤传感器，如何克服光源自身强度变化带来的影响？(2分)

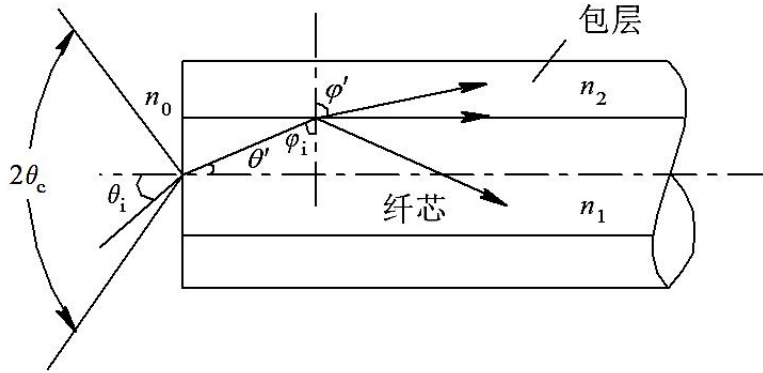


图3

九、(15分) 某企业生产一种微型金属杆件，在生产过程中需要对该种微型金属杆件的长度尺寸进行检测(测量范围 $\leq 10\text{mm}$ ，测量误差 $\leq 10\mu\text{m}$)，请你设计一种基于接触式测量原理的长度检测装置的方案。

- (1) 请画出检测装置结构示意图；(5分)
- (2) 请说明该装置的基本工作原理；(5分)
- (3) 在本方案设计中，传感器测量力的大小应该如何考虑，并说明理由。(5分)

【完】