

武汉大学 2008—2009 学年度第 2 学期

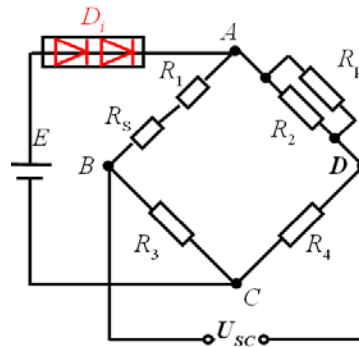
《传感器技术》 试卷 (A)

_____ 学院 _____ 专业 _____ 学号 _____ 姓名 _____

注意事项: 所有答案必须全部写到答题纸上, 写在试卷上无效。答题纸务必写清班级、姓名、学号等个人信息。满分 100 分, 答题时间 120 分钟。

一、 简答题(每题 5 分, 共 8 题, 共 40 分)。

1. 传感器一般由哪几部分组成? 每部分的功能分别是什么?
2. 压阻式传感器电桥电路如下图所示, R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 分别是压阻传感器的四个扩散电阻, 请简要说明 R_s 、 R_p 和二极管 D_i 的作用。

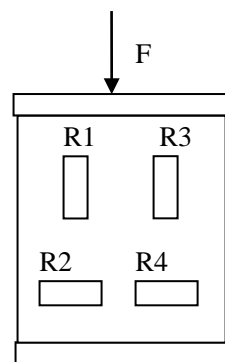


3. 请说明差动螺管式电感传感器的工作原理。
4. 什么是压电效应? 什么是逆压电效应?
5. 光栅传感器主要是用于测量什么物理量的? 其精度高的原因主要有哪些?
6. 热电偶为什么要进行冷端补偿?
7. 简述霍尔电势产生的原理。
8. 利用光敏二极管进行光强检测时, 外接电源为什么要反偏?

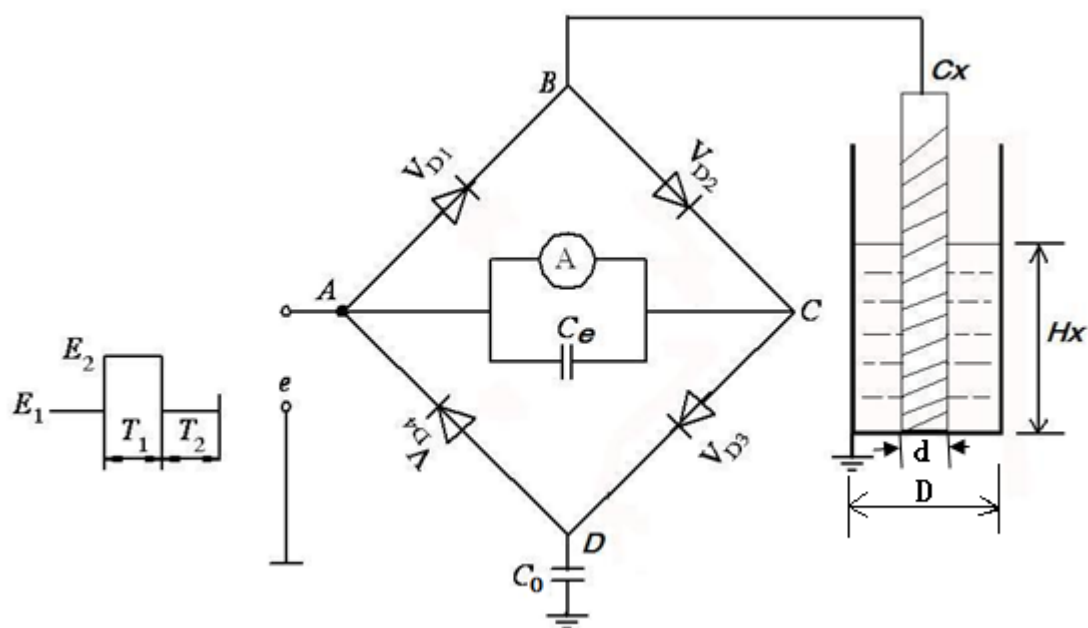
二、 分析计算题(每题 10 分, 共 3 题, 共 30 分)。

1. 已知一热电偶的时间常数为 $\tau = 10\text{s}$, 若用它来测量一炉子的温度, 炉内温度在 $500^\circ\text{C} \sim 600^\circ\text{C}$ 之间, 按近似正弦曲线波动, 周期为 80s , 静态灵敏度 $K = 0.1\text{mV}/^\circ\text{C}$, 设热电偶输出与温度之间的传递函数为 $W(D) = \frac{Y}{X}(D) = \frac{K}{\tau D + 1}$, 试求该热电偶输出的最大值和最小值, 以及输入输出之间的相位差。
2. 采用四片相同的金属丝应变片($K=2$), 将其贴在实心圆柱形测力弹性元件上, 如图所示, 力 $F=1000\text{N}$, 圆柱体半径 $r=1\text{cm}$, 杨氏模量 $E=2 \times 10^7\text{N}/\text{cm}^2$, 泊松比

$\mu = 0.3$ ，求(1)请将四个应变片组成一个桥式电路，画出电路图。(2)求各个应变片的应变值 ε ？(3)若供电桥电压 $U = 6V$ ，求桥路输出电压 V_o ？(4)此种桥路是否具有温度补偿作用？



3. 如下图所示的二极管环形检波测量电路用于电容式液位测量系统。图中 V_{D1} 、 V_{D2} 、 V_{D3} 和 V_{D4} 为理想二极管。圆形容器直径 D 为 10cm，电极直径 d 为 3cm，待测液体相对介电常数 ε_r 为 4.2，传感器电容 $C_x = \varepsilon_r H_x / [1.8 \ln(D/d)]$ ； H_x 为待测液位高度， C_e 为旁路电容， C_0 为调零电容，其大小等于液位高度为 0 时 C_x 电容的大小； $C_e \gg C_0$ ，④为直流电流表。方波激励源加在 A 点。问：(1)当激励源处于 E_2 电平时，电流的流向是什么样的？当激励源处于 E_1 电平时，电流的流向又是怎样的？(2)设 E_2 为 5V， E_1 为 0V， $T_1 = T_2 = 10ms$ ，液位高度为 15cm，流过 C_e 的电流可忽略，那么，在 T_1 和 T_2 时间内，流过电流表 ④的电荷量分别是多少？电流表指示的平均电流强度是多少？



三、应用题(每题 15 分,共 2 题,共 30 分,请尽可能详细的描述自己的方案)。

1. 为了测量某个圆形轮子的转速，请选择合适的传感器，用文字配合简单的图示说明测量方法。
2. 请设计一个温度测量系统，测量范围 $-120^{\circ}C \sim 400^{\circ}C$ ，控制室与被测现场之间距离 100m。请选择合适的传感器，并画出必要的电路，用文字描述测量方案。

武汉大学 2009—2010学年度第 2 学期

《传感器技术》试卷（A）

_____学院 _____专业 _____学号 _____姓名_____

注意事项: 所有答案必须全部写到答题纸上, 写在试卷上无效。答题纸务必写清班级、姓名、学号等个人信息。满分 100 分, 答题时间 120 分钟。

一、 填空题(每空 1 分, 共 30 空, 共 30 分)

1. 传感器静态特性指标主要有_____、_____、_____等。
2. 若测得某传感器精度为 0.68%, 那么这个传感器的精度等级为_____级。
3. 进行传感器线性度测试时, 拟合刻度直线的方法主要有_____、_____和_____三种。
4. 金属应变片是基于_____工作原理, 半导体应变片是基于_____工作原理。
5. 应变式传感器常采用的温度补偿方法有_____、_____、_____等。
6. 对于平行板式电容传感器, 变_____型电容传感器很适合于检测角位移。
7. 差动电感及差动变压器型传感器测量位移时, 由于位移—电压具有交流特性, 因此, 测位移时为了辨向, 常用的电路为_____电路。
8. 压电式传感器对测量_____信号无响应。
9. 若单片压电片等效电容为 C, 输出电荷为 q, 输出电压为 U。则相同两片串接使用时, 总的电压为_____; 并联使用时, 总电荷为_____。
10. 光栅式传感器是根据_____原理制成的, 其检测精度高的原因主要有_____、_____、_____等。
11. 码盘式传感器主要用于测量_____物理量。
12. 热电偶的工作原理是热电效应, 产生热电势的必要条件是_____。
13. 霍尔元件是_____端元件, 它是一种_____敏传感器。
14. 光电效应主要有三种, 即外光电效应, _____效应和_____效应。光敏电阻是基于_____效应。
15. 光电池其开路电压和照度之间为_____关系, 其作为检测元件时应该采用_____输出形式。

二、 问答题(每题 5 分, 共 6 题, 共 30 分)

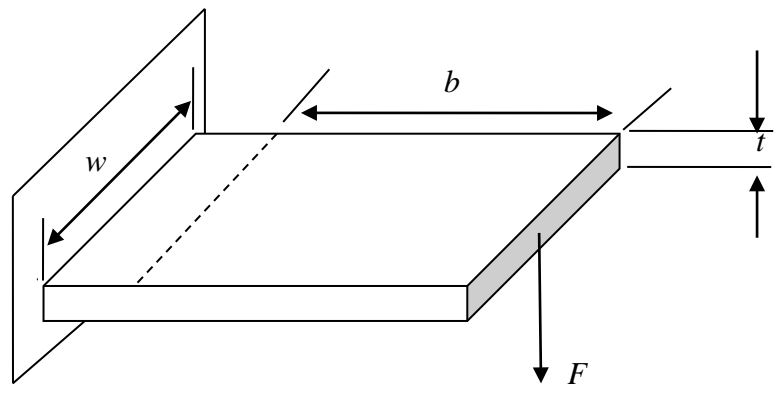
1. 比较金属丝应变片和半导体应变片的相同点和不同点。
2. 差动脉宽调制电路用于电容传感器测量电路, 具有什么特点?
3. 什么是压电效应? 什么是逆压电效应?
4. 画出热电阻测温时, 采用三线制测量方法的电路图。与两线热电阻测量方法相比, 其优点是什么?
5. 什么是霍尔效应? 霍尔元件一般应该采用什么材料? 为什么?
6. 利用光敏二极管进行光强检测时, 外接电源为什么要反偏?

三、 分析计算题(每题 10 分, 共 3 题, 任选 2 题, 共 20 分)

1. 某测量系统的动态微分方程为 $20 \frac{dY}{dt} + 5Y = 2.0 \times 10^{-5} X$, 式中 Y 为输出电压(V), X 为输入压力(Pa), 求该系统的时间常数和静态灵敏度。

2. 已知有四个性能完全相同的金属丝应变片(应变灵敏度系数 $K=2$)，将其粘贴在梁式测力弹性元件上，如图所示。在距梁端 b 处应变计算公式： $\varepsilon = \frac{6Fb}{Ewt^2}$ ，设力 $F = 50N, b = 120mm, w = 25mm, t = 5mm, E = 2 \times 10^4 N/mm^2$ 。求：

- 1) 在梁式测力弹性元件距梁端 b 处画出四个应变片粘贴位置，并画出测量桥路原理图；
- 2) 求出各应变片电阻相对变化量；
- 3) 当桥路电源电压为 $6V$ ，负载为无穷大时，桥路输出电压是多少？
- 4) 这种测量方法是否具有温度补偿作用？为什么？



3. 已知某热电偶的分布表如下表所示。利用该热电偶进行温度测量，冷端置于室温下，已知室温为 $25^{\circ}C$ ，利用电压表测得某一时刻热电偶输出为 $30mV$ ，请问，热端此时的实际温度是多少？

温 度 ℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	热 电 动 势 mV									
0	0.000	0.397	0.798	1.203	1.611	2.022	2.436	2.850	3.266	3.681
100	4.095	4.508	4.919	5.327	5.733	6.137	6.539	6.939	7.338	7.737
200	8.137	8.537	8.938	9.341	9.745	10.151	10.560	10.969	11.381	11.793
300	12.207	12.623	13.039	13.456	13.874	14.292	14.712	15.132	15.552	15.974
400	16.395	16.818	17.241	17.664	18.088	18.513	18.938	19.363	19.788	20.214
500	20.640	21.066	21.493	21.919	22.346	22.772	23.198	23.624	24.050	24.476
600	24.902	25.327	25.751	26.176	26.599	27.022	27.445	27.867	28.288	28.709
700	29.128	29.547	29.965	30.383	30.799	31.214	31.214	32.042	32.455	32.866
800	33.277	33.686	34.095	34.502	34.909	35.314	35.718	36.121	36.524	36.925

四、应用题(共 1 题，共 20 分)。

有一个钟摆在等幅摆动，钟摆底端为一个金属球。请选择合适的传感器对钟摆摆动的频率进行测量，用文字配合简单的图示说明测量方法。要求：(1)至少要采用 3 种不同的传感器测试方案，分别对每种方案进行说明。(2)对每种方案，要说明所采用传感器的类型，以及其安装放置方式。

武汉大学 2010—2011 学年度第 2 学期

《传感器技术》试卷 (A)

_____ 学院 _____ 专业 _____ 学号 _____ 姓名 _____

注意事项: 所有答案必须全部写到答题纸上, 写在试卷上无效。答题纸务必写清班级、姓名、学号等个人信息。满分 100 分, 答题时间 120 分钟。

一、填空题(每空 1 分, 共 30 空, 共 30 分)

1. 传感器动态特性指标主要有_____和_____两部分。
2. 若测得某传感器精度为 1.4%, 那么这个传感器的精度等级为_____级。
3. 金属应变片是基于_____工作原理, 半导体应变片是基于_____工作原理。
4. 电容式传感器通常采用消除或减少分布电容的方法有_____、_____、_____。
5. 差动电感及差动变压器型传感器测量位移时, 由于位移—电压具有_____特性, 因此, 测位移时存在_____问题, 常用的电路为相敏检波电路。
6. 压电式传感器常用的前置放大器有_____和_____两种。
7. 光栅传感器主要由_____、_____、_____组成。
8. 热电偶的工作原理是热电效应, 热电势包括_____和_____两种, 测温时主要利用_____电势; 热敏电阻按照温度系数来分, 可分为三种, 分别是 PTC、_____和_____。
9. 霍尔元件是一种_____敏传感器, 可用来检测_____、_____、_____参数。
10. 光电效应主要有三种, 光电倍增管的原理是_____效应, 光电池的原理是_____效应, 光电阻的原理是_____效应。
11. 湿敏元件工作电源要求采用_____信号源, 其测量电路需要采取_____和_____措施。

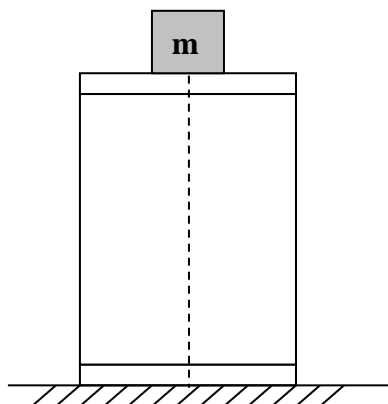
二、问答题(每题 5 分, 共 6 题, 共 30 分)

1. 什么是传感器的静态特性? 静态特性主要技术指标有哪些?
2. 采用应变片进行测量时, 为什么要进行温度补偿? 常用温补方法有哪些?
3. 说明差动变压器零点残余电压产生的原因, 并指出消除残余电压的方法。
4. 请简要分析光栅传感器精度高的原因。
5. 热电偶测温时为什么要进行温度补偿? 温度补偿的常用方法有哪些?
6. 什么是光电池的开路电压和短路电流? 为什么作为检测元件时要采用短路电流输出形式?

三、分析计算题(每题 8 分, 共 3 题, 共 24 分)

1. 某玻璃水银温度计的动态微分方程为 $4\frac{dQ_0}{dt} + 2Q_0 = 2.0 \times 10^{-3} Q_i$, 式中 Q_0 为水银柱高度(m), Q_i 为被测温度($^{\circ}\text{C}$), 求该温度计的时间常数和静态灵敏度系数。
2. 采用四个性能完全相同的金属丝应变片(应变灵敏度系数 $K=2$), 将其粘贴在实心圆柱体测力弹性元件上, 如图所示。在圆柱体上放置一质量 $m=1000\text{kg}$ 的重物, 圆柱断面半径 $r=1\text{cm}$, 杨氏模量 $E=2 \times 10^7 \text{ N/cm}^2$, 泊松比 $\mu=0.3$, 重力加速度 g 按 9.8 进行计算。

- 1) 画出四个应变片粘贴位置，并画出测量桥路原理图；
- 2) 求出各应变片的应变 $\varepsilon = ?$ 电阻相对变化量 $\Delta R / R = ?$ ；
- 3) 当桥路采用 6V 直流电进行供电，负载为无穷大时，桥路输出电压是多少？
- 4) 这种测量方法是否具有温度补偿作用？为什么？



3. 已知某热电偶的分布表如下表所示。利用该热电偶进行温度测量，在未采用冷端补偿的情况下，仪表显示 450°C ，此时冷端为 50°C 。试问实际温度应为多少度？若热端温度不变，设法使冷端温度保持在 30°C ，此时显示仪表指示会是多少度？

温 度 $^{\circ}\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	热 电 动 势 mV									
0	0.000	0.397	0.798	1.203	1.611	2.022	2.436	2.850	3.266	3.681
100	4.095	4.508	4.919	5.327	5.733	6.137	6.539	6.939	7.338	7.737
200	8.137	8.537	8.938	9.341	9.745	10.151	10.560	10.969	11.381	11.793
300	12.207	12.623	13.039	13.456	13.874	14.292	14.712	15.132	15.552	15.974
400	16.395	16.818	17.241	17.664	18.088	18.513	18.938	19.363	19.788	20.214
500	20.640	21.066	21.493	21.919	22.346	22.772	23.198	23.624	24.050	24.476
600	24.902	25.327	25.751	26.176	26.599	27.022	27.445	27.867	28.288	28.709
700	29.128	29.547	29.965	30.383	30.799	31.214	31.214	32.042	32.455	32.866
800	33.277	33.686	34.095	34.502	34.909	35.314	35.718	36.121	36.524	36.925

四、 应用题(共 1 题， 共 16 分)。

请设计一个方案对一个转轮的转速和转向进行测定，用文字配合简单的图示说明测量方法。要求：(1)至少要采用 2 种不同的传感器测试方案，分别对每种方案进行说明。(2)对每种方案，要说明所采用传感器的类型，以及其安装放置方式。

武汉大学 2011—2012学年度第 2 学期

《传感器技术》 试卷 (A)

_____ 学院 _____ 专业 _____ 学号 _____ 姓名 _____

注意事项: 所有答案必须全部写到答题纸上, 写在试卷上无效。答题纸务必写清班级、姓名、学号等个人信息。满分 100 分, 答题时间 120 分钟。

一、 填空题(每空 1 分, 共 20 空, 共 20 分)

1. 传感器主要由 _____、_____ 和测量电路三部分组成。
2. 传感器的主要静态指标有灵敏度、线性度、精确度、精密度、准确度、_____、_____等(列两种即可)。
3. 按工作方式分, 电容式传感器主要有 _____、_____和变极板间距型等三种。
4. 压电晶体在 _____轴受力时, 将不会产生压电效应。压电式传感器前置放大电路主要有 _____放大器和 _____放大器两种形式。
5. 八个码道的二进制码盘最小角分辨率为 _____。
6. 莫尔条纹的特点主要有 _____、_____、误差平均以及易于进行方向辨别等特点。
7. 集成温度传感器按输出信号可分为 _____和 _____两种。
8. 热敏电阻主要有 PTC、_____以及 _____。
9. 光电倍增管是基于 _____效应, 光敏二极管是基于内光电效应里面的 _____效应。
10. 光纤传感器一般可分为两类, 即 _____和 _____。

二、 判断题(每题 1 分, 共 15 题, 共 15 分, 注意: 正确的画“○”, 错误的打“×”)

1. 传感器的灵敏度为系统处于稳定工作状态时, 输出量与输入量之比。()
2. 精确度高的传感器, 说明其精密度和准确度指标均高。()
3. 一个仪器在量程内的最大误差为 1.4%, 那么这个仪器的精度为 1.4 级。()
4. 金属应变片的灵敏度系数恒小于线材的灵敏度系数。()
5. 差动脉宽调制电路输出的直流电压与传感器两电容差值成正比。()
6. 变压器电桥方式测量时, 可以通过电桥的输出波形的幅度, 从而判断衔铁位移的大小和方向。()
7. 差动变压器在激励信号高于一定频率时, 其灵敏度基本与频率没有关系。()
8. 电涡流传感器主要有高频反射式和低频透射式两种, 它是基于电磁波的反射或透射原理进行测量的。()
9. 电涡流传感器在透射方式使用时, 一般采用高频激励; 采用反射方式测量时, 一般采用低频激励。()
10. 采用压电式传感器探测超声信号时, 一般采用的是逆压电效应。()
11. 压电传感器在产生正压电效应的同时, 一定存在着逆压电效应。()
12. 压电式传感器不能用于静态力的测量。()
13. 循环码盘为有权码, 一般需要通过较为复杂的电路进行译码。()
14. 温差热电偶测温是基于接触电势, 其输出信号大小一般不受热电偶的形状、粗细影响。()
15. 绝缘体和金属导体不存在霍尔效应, 一般霍尔元件应采用半导体材料。()

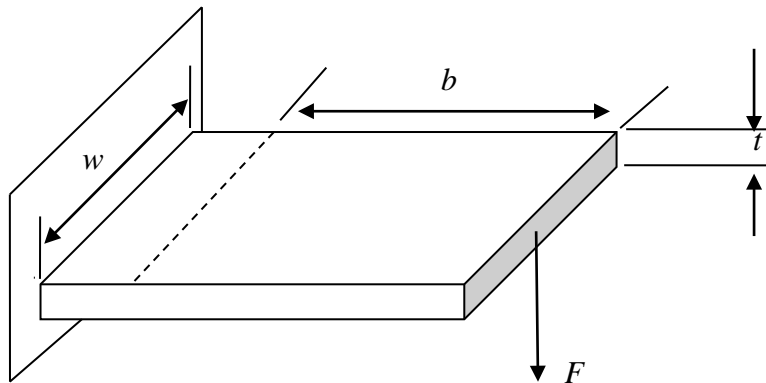
三、 计算题(共 4 题， 共 45 分)

1. 某温度传感器特性方程为 $20dY/dt+5Y=0.15X$ ， 其中 Y 为输出电压 (mV)， X 为输入温度 ($^{\circ}\text{C}$)， 求该传感器的时间常数 τ 和静态灵敏度 k 。(5 分)
2. 已知有两个性能完全相同的金属丝应变片(应变灵敏度系数 $K=2$)， 将其粘贴在梁式测力弹性元件上， 如图

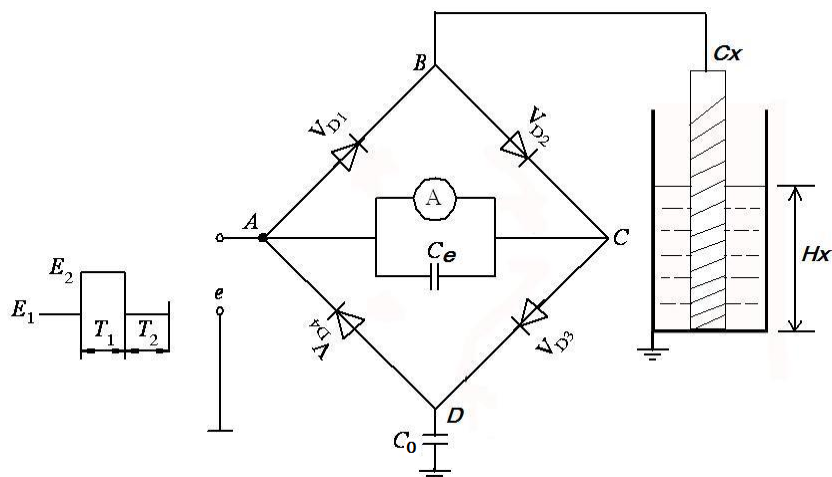
所示。在距梁端 b 处应变计算公式： $\varepsilon = \frac{6Fb}{Ewt^2}$ ， 设力 $F=50\text{N}$ ， $b=120\text{mm}$ ， $w=25\text{mm}$ ，

$t=5\text{mm}$ ， $E=2*10^4\text{N/mm}^2$ 。求：(15 分)

- 1) 在梁式测力弹性元件距梁端 b 处画出两个应变片粘贴位置， 并画出测量桥路原理图；
- 2) 求出各应变片电阻相对变化量；
- 3) 当桥路电源电压为 6V ， 负载为无穷大时， 桥路输出电压是多少？
- 4) 这种测量方法是否具有温度补偿作用？ 为什么？



3. 如下图所示的二极管环形检波测量电路用于电容式液位测量系统。图中 V_{D1} 、 V_{D2} 、 V_{D3} 和 V_{D4} 为二极管， 设正向电阻为 0 ， 正向压降为 0 ， 反向电阻无穷大。圆形容器直径 D 为 10cm ， 电极直径 d 为 5cm ， 待测液体相对介电常数 ε_r 为 1.2 ， 传感器电容 $C_x = \varepsilon_r H_x / [1.8 \ln(D/d)]$ ； H_x 为待测液位， C_e 为旁路电容， C_0 为调零电容， 其大小等于液位高度为 0 时 C_x 电容的大小； $C_e \gg C_0$ ， \odot 为直流电流表。方波激励源加在 A 点。问：(1)当激励源处于 E_2 电平时， 电流的流向是什么样的？ 当激励源处于 E_1 电平时， 电流的流向又是什么样的？(2)设 E_2 为 5V ， E_1 为 0V ， $T_1=T_2=20\text{ms}$ ， 液位深度为 15cm ， 流过 C_e 的电流可忽略， 那么， 在 T_1 和 T_2 时间内， 流过电流表 \odot 的电量分别是多少？ 电流表指示的平均电流强度是多少？(15 分)



4. 已知某热电偶的分布表如下表所示。利用该热电偶进行温度测量，如果冷端放置在 0℃的环境里，仪表显示 557℃。试问若热端温度不变，设法使冷端温度保持在 83℃，此时显示仪表指示会是多少度？(10 分)

温 度 ℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	热 电 动 势 mV									
0	0.000	0.397	0.798	1.203	1.611	2.022	2.436	2.850	3.266	3.681
100	4.095	4.508	4.919	5.327	5.733	6.137	6.539	6.939	7.338	7.737
200	8.137	8.537	8.938	9.341	9.745	10.151	10.560	10.969	11.381	11.793
300	12.207	12.623	13.039	13.456	13.874	14.292	14.712	15.132	15.552	15.974
400	16.395	16.818	17.241	17.664	18.088	18.513	18.938	19.363	19.788	20.214
500	20.640	21.066	21.493	21.919	22.346	22.772	23.198	23.624	24.050	24.476
600	24.902	25.327	25.751	26.176	26.599	27.022	27.445	27.867	28.288	28.709
700	29.128	29.547	29.965	30.383	30.799	31.214	31.214	32.042	32.455	32.866
800	33.277	33.686	34.095	34.502	34.909	35.314	35.718	36.121	36.524	36.925

四、 设计题(共 2 题， 每题 10 分， 共 20 分)

要求：需要说明所选择的传感器、传感器的安装方式、基本测量原理，以及特殊注意说明事项。

1. 有一根细钢丝，一端固定，另一端系一个塑料球，构成单摆，假设单摆一直在做等幅摆动，试设计一个方案，检测单摆的摆动频率。
2. 某化工厂无人值守易燃易爆仓库，需要进行温度测量，主控机房在离仓库 200 米远的地方，请设计一个方案通过机房来监控仓库的温度。

武汉大学 2012—2013 学年度第 2 学期

《传感器技术》试卷 (A)

_____ 学院 _____ 专业 _____ 学号 _____ 姓名 _____

注意事项: 所有答案必须全部写到答题纸上, 写在试卷上无效。答题纸务必写清班级、姓名、学号等个人信息。满分 100 分, 答题时间 120 分钟。

一、 填空题(每空 1.5 分, 共 20 空, 共 30 分)

1. 传感器主要由 _____、转换元件和测量电路三部分组成。
2. 传感器的主要静态特性指标有 _____、_____, 精确度、精密度、准确度、迟滞、温漂、零漂等(列两种即可)。
3. 金属应变片工作原理是基于 _____ 效应, 半导体应变片工作原理是基于 _____ 效应。
4. 对于平行板式电容传感器, 变面积型可用于检测 _____ 位移。
5. 差动变压器的位移-电压特性为 _____ (填直流或交流) 特性, 因而存在 _____ 辨别问题, 解决此问题常采用相敏检波电路。
6. 压电式传感器前置放大电路主要有 _____ 放大器和电压放大器两种形式。两个压电片串联使用时, 总的电荷 _____ (填大于、小于或等于) 单片压电片。
7. 6 个码道的二进制码盘最小角分辨率为 _____; 光栅传感器是根据 _____ 原理制成的。
8. 热电偶的工作原理是基于 _____ 效应。热敏电阻主要有 _____、NTC 以及 CTR 三种类型。为了减小引线电阻的影响, 热电阻温度传感器常采用 _____ 或四线制连接方式, 其中, 四线制常采用 _____ 供电方式。
9. 霍尔传感器由于采用了 _____ 材料, 元件才有实用价值。它一般可检测电流强度、_____, 角度等参数。
10. 光电池是基于内光电效应里面的 _____ 效应, 光电倍增管是基于 _____ 效应。

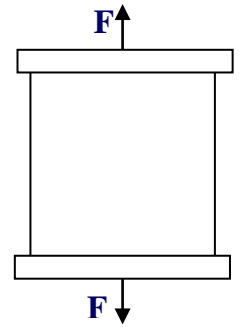
二、 判断题(每题 1.5 分, 共 10 题, 共 15 分, 注意: 正确的画“○”, 错误的打“×”)

1. 传感器的灵敏度为系统处于稳定工作状态时, 输出量与输入量之比。()
2. 准确高的传感器, 其精密度也一定高。()
3. 某传感器在量程内的最大相对误差为 0.48%, 那么其精度等级应为 0.5 级。()
4. 金属应变片的灵敏度系数一般大于其所用线材的灵敏度系数。()
5. 电容式传感器组成测量电桥时, 一般应采用交流供电。()
6. 电涡流传感器是基于电磁感应原理进行测量的, 其主要有高频透射式和低频反射式两种。()
7. 对于码盘式传感器, 与二进制编码相比, 采用循环编码可以有效消除粗误差。()
8. 压电式传感器在机械轴方向施加作用力的时候, 并不会产生压电效应。()
9. 温差热电偶测温起主要作用的是接触电势, 而不是温差电势。()
10. 光电二极管在进行光强检测时, 一般应采用短路电流输出方式进行测量。()

三、 分析计算题(共 4 题, 共 35 分)

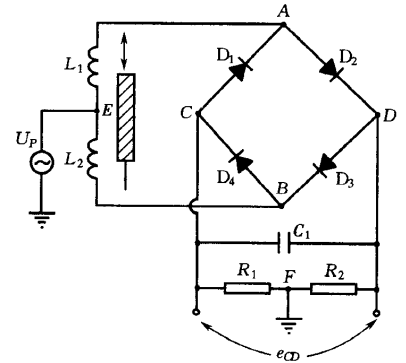
1. 某温度计微分方程式为 $4 \frac{dQ_0}{dt} + 2 Q_0 = 5 \times 10^{-3} Q_i$, 式中 Q_0 为电压输出信号强度(V); Q_i 为被测温度(°C)。试确定该温度计的时间常数和静态灵敏度系数。(5 分)

2. 采用四片相同的金属丝应变片 ($K=2.5$), 将其贴在实心圆柱形测力弹性元件上。如图所示, 力 $F=1000\text{kg}$ 。圆柱断面半径 $r=2\text{cm}$, 杨氏模量 $E=2\times 10^7\text{N/cm}^2$, 泊松比 $\mu=0.3$ 。求 (重力加速度按 10.0 进行计算):



- (1) 画出应变片在圆柱上贴粘位置及相应测量桥路原理图;
- (2) 各应变片的应变 ε =? 电阻相对变化量 $\Delta R/R$ =?
- (3) 当桥路电源电压为 8V , 负载为无穷大时, 桥路输出电压是多少?
- (4) 这种测量方法是否具有温度补偿作用? 为什么? (10 分)

3. 如图所示为差动电感传感器测量电路。 L_1 、 L_2 是差动电感, D_1 — D_4 是检波二极管 (设其正向电阻为零, 反向电阻为无穷大), C_1 是滤波电容, 其阻抗很大, 输出端电阻 $R_1=R_2=R$, 输出端电压由 C 、 D 引出为 e_{CD} , U_p 为正弦波信号源。



- (1) 分析电路工作原理 (即指出铁芯移动方向与输出电压 e_{CD} 极性的关系)。
- (2) 分别画出铁芯上移及下移时流经电阻 R_1 和 R_2 的电流 i_{R1} 和 i_{R2} 及输出端电压 e_{CD} 的波形图。 (10 分)

4. 已知某热电偶的分布表如下表所示。利用该热电偶进行温度测量, 如果冷端放置在 35°C 的环境里, 仪表显示 510°C 。试问若热端温度不变, 设法使冷端温度保持在 70°C , 此时该仪表指示会是多少度? (要求: 表中无法直接查出来的值, 采用两点线性插值的方法进行计算。10 分)

温 度 $^\circ\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	热 电 动 势 mV									
0	0.000	0.397	0.798	1.203	1.611	2.022	2.436	2.850	3.266	3.681
100	4.095	4.508	4.919	5.327	5.733	6.137	6.539	6.939	7.338	7.737
200	8.137	8.537	8.938	9.341	9.745	10.151	10.560	10.969	11.381	11.793
300	12.207	12.623	13.039	13.456	13.874	14.292	14.712	15.132	15.552	15.974
400	16.395	16.818	17.241	17.664	18.088	18.513	18.938	19.363	19.788	20.214
500	20.640	21.066	21.493	21.919	22.346	22.772	23.198	23.624	24.050	24.476
600	24.902	25.327	25.751	26.176	26.599	27.022	27.445	27.867	28.288	28.709
700	29.128	29.547	29.965	30.383	30.799	31.214	31.214	32.042	32.455	32.866
800	33.277	33.686	34.095	34.502	34.909	35.314	35.718	36.121	36.524	36.925

四、 设计题 (每题 10 分, 共 2 题, 共 20 分)

要求: 需要说明所选择的传感器、传感器的安装方式、基本测量原理。

1. 当今汽车集成了一个十分复杂的传感器系统, 如果你来设计汽车, 你会在汽车上装哪些传感器? 请简要说明你所安装的传感器类型, 以及其实现的功能。 (要求: 至少要列出 4 种传感器)
2. 某工厂透明玻璃瓶 (高 20cm) 分装不透光液体, 每瓶装同样多的液体 (离瓶口约 2cm), 然后每个玻璃瓶自动贴上白色纸标签 (贴在瓶子中部), 盖上金属瓶盖, 并通过传送带进行传送。请设计传感器系统, 实现如下功能: 1) 检测每瓶液体液位是否漫过最少量刻度线; 2) 检测标签是否漏贴; 3) 检测瓶盖是否漏盖。

武汉大学 2013—2014 学年度第 2 学期

《传感器技术》试卷 (A)

_____ 学院 _____ 专业 _____ 学号 _____ 姓名 _____

注意事项: 所有答案必须全部写到答题纸上, 写在试卷上无效。答题纸务必写清班级、姓名、学号等个人信息。满分 100 分, 答题时间 120 分钟。

一、 填空题(每空 1 分, 共 25 空, 共 25 分)

1. 传感器主要由三个部分组成, 其中 _____ 能够将感受到的非电量直接转换为电量。
2. 传感器的静态特性指标中, 在规定的条件下, 传感器校准曲线与拟合直线间最大偏差与满量程输出值的百分比称为 _____. 传感器达到稳定工作状态时, 输出变化量与引起此变化的输入变化量之比称为 _____。
3. 金属应变片工作原理是基于 _____ 效应, 它主要由 _____、_____, 盖片、引线、粘结剂等几个部分组成。对金属应变片进行温度补偿, 主要有单丝自补偿、双丝组合式自补偿以及 _____ 补偿方法。
4. 对于平行板式电容传感器, 变面积型常用于检测 _____ 和直线位移。在电容式传感器几种形式的测量电路里面, _____ 电路只需采用直流供电, 无需交流激励, 在输出端只需经低通滤波即可得到直流输出信号。电容式传感器误差影响因素主要有温度对结构尺寸的影响、电容电场的 _____ 效应、寄生与 _____ 电容的影响等。
5. 常见的自感式传感器主要有气隙型和 _____ 型两种结构; 差动变压器的位移-电压特性为 _____ (填直流或交流) 特性; 在对比较厚的金属进行测量时, 电涡流传感器一般应采用 _____ 测量方式, 而不采用低频透射式测量方式。
6. 压电效应分正压电效应和逆压电效应两种, 对超声波进行检测时, 是基于 _____ 效应; 压电传感器前置放大电路主要有 _____ 放大和电压放大两种; 两个相同的压电片并联使用时, 总的电压 _____ (填大于、小于或等于) 单片压电片。
7. 5 个码道的二进制码盘最小角分辨率为 _____ 度; 光栅传感器是根据 _____ 原理制成的。
8. 热电偶的热电势主要由两种导体的 _____ 电势和温差电势组成。热敏电阻主要有 PTC、_____ 以及 CTR 三种类型。为了减小引线电阻的影响, 热电阻温度传感器常采用三线制或 _____ 线制连接方式。
9. 霍尔传感器属 _____ 敏传感器, 光电倍增管是基于 _____ 效应, 光敏二极管是基于内光电效应里面的 _____ 效应。

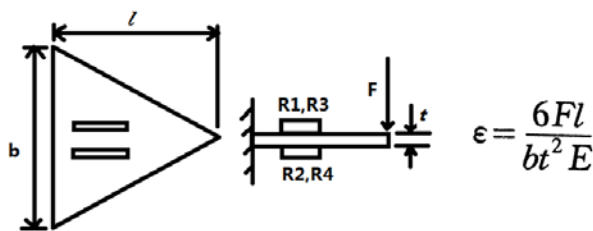
二、 判断题(每题 1 分, 共 15 题, 共 15 分, 注意: 正确的画“○”, 错误的打“×”)

1. 传感器的准确性是精密度和精确度的综合表现, 因此, 精密度高的传感器, 其准确性也高。()
2. 某传感器精度等级标示为 1.5 级, 实测其在测量范围内最大绝对误差相对于其测量范围的比值为 1.6%, 因此, 该传感器为不合格产品。()
3. 采用金属应变片对正弦动态信号进行测量时, 为了减小相对误差, 一般应选择栅长与正弦应变波之比小一些的应变片。()
4. 金属应变片的灵敏度系数一般恒小于其所用线材的灵敏度系数。()
5. 电容式传感器测量某非导电介质的厚度时, 一般采用变极板间距测量原理。()
6. 气隙型自感式传感器, 当气隙发生变化时, 其非线性随着气隙相对变化的增大而增加。()

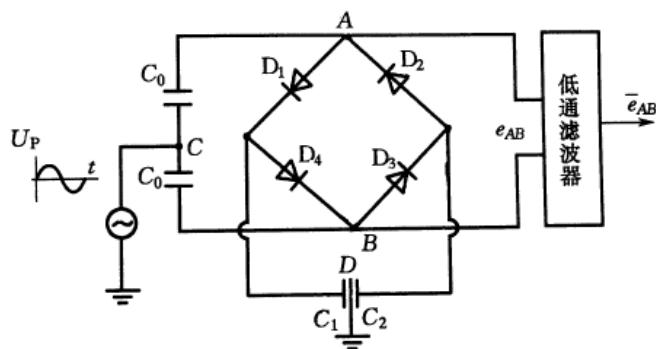
7. 电涡流传感器是基于电磁波的反射或透射原理来进行测量的。()
8. 压电式传感器在光轴方向施加作用力时,产生的压电效应较弱。()
9. 压电式传感器进行加速度测量时,依据的是正压电效应,此时,并不存在逆压电效应。()
10. 对于高分辨码盘式传感器,采用循环编码既可以消除粗误差,又可以进行绝对编码。()
11. 温差热电偶的热电势起主要作用的并不是温差热电势,其要求热端和冷端有温差才能产生热电势。()
12. 热敏电阻其线性度较好,比较适合较宽范围的温度测量。()
13. 霍尔传感器一般采用半导体材料制作,主要是因为导体或绝缘体不能产生霍尔效应。()
14. 光电池进行光强检测时,一般采用短路电流方式进行测量。光敏二极管使用时,一般应进行反偏。()
15. 对于光电阻,在一定的光照条件下,在其额定功率和最高承受电压范围内,所加的电压越大,光电流也越大,而且无饱和现象。()

三、分析计算题(共 5 题, 共 40 分)

1. 一台精度为 0.5 级、量程范围 600~1200℃ 的温度传感器,它最大允许的绝对误差是多少? 检验时,某点最大绝对误差是 4℃,问此表是否合格? (5 分)
2. 某温度计微分方程式为 $4 \frac{dQ_0}{dt} + 2 Q_0 = 5 \times 10^{-3} Q_i$, 式中 Q_0 为电压输出信号强度(V); Q_i 为被测温度(℃)。试确定该温度计的时间常数和静态灵敏度系数。(5 分)
3. 一台用等强度梁作为弹性元件的电子秤,在梁的上下表面各贴两片相同的电阻应变片 ($K=2.4$)。如图所示。已知 $l=100\text{mm}$, $b=11\text{mm}$, 厚度 $t=3\text{mm}$, 杨氏模量 $E=2 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ 。当力 $F=0.5\text{kg}$ 时,求(重力加速度数值按 9.8 进行计算):



- (1) 画出直流测量桥路的原理图;
 - (2) 各应变片的应变 ϵ =? 电阻相对变化量 $\Delta R/R$ =?
 - (3) 当桥路电源电压为 6V, 负载为无穷大时,桥路输出电压是多少?
 - (4) 这种测量方法是否具有温度补偿作用? 为什么? (10 分)
4. 如图所示二极管环形电桥检波测量电路。 U_P 为正弦信号源, C_1 和 C_2 是差动式电容传感器, C_0 是固定电容, 其值 $C_0 \gg C_1$, $C_0 \gg C_2$, 设二极管 $D_1 \sim D_4$ 正向电阻为零, 反向电阻无穷大, 信号输出经低通滤波器取出直流信号。要求:
 - (1) 分析检波测量原理。
 - (2) 求出输出信号 $e_{AB} = f(C_1, C_2)$ 表达式。
 - (3) 画出 V_A 、 V_B 、 e_{AB} 各处 $C_1=C_2$, $C_1>C_2$, $C_1<C_2$ 三种情况下的电压波形图。 (10 分)



5. 现用一只 K 型热电偶测量某换热器内温度,其冷端温度是 30℃,这时显示仪表指示值为 400℃,若认为换热器内的温度为 430℃,对不对? 为什么? 如果不对,那么正确值是多少? (要求:表中无法直接查出来的值,采用两点线性插值的方法进行计算。10 分)

温 度 ℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	热 电 动 势 mV									
0	0.000	0.397	0.798	1.203	1.611	2.022	2.436	2.850	3.266	3.681
100	4.095	4.508	4.919	5.327	5.733	6.137	6.539	6.939	7.338	7.737
200	8.137	8.537	8.938	9.341	9.745	10.151	10.560	10.969	11.381	11.793
300	12.207	12.623	13.039	13.456	13.874	14.292	14.712	15.132	15.552	15.974
400	16.395	16.818	17.241	17.664	18.088	18.513	18.938	19.363	19.788	20.214
500	20.640	21.066	21.493	21.919	22.346	22.772	23.198	23.624	24.050	24.476
600	24.902	25.327	25.751	26.176	26.599	27.022	27.445	27.867	28.288	28.709
700	29.128	29.547	29.965	30.383	30.799	31.214	31.214	32.042	32.455	32.866
800	33.277	33.686	34.095	34.502	34.909	35.314	35.718	36.121	36.524	36.925

四、 设计题(每题 10 分，共 2 题，共 20 分)

1. 传感器的应用十分广泛，在每个人的家里几乎都会用到一些传感器。如果让你在个人家居中应用传感器来解决一些日常生活问题，你会采用什么传感器？其用来测量什么物理量？(要求：至少要列出 5 种传感器，最好是属于不同的类型)
2. 某安防领域，要求实现如下功能：1)人从门口通过时，能够检测是否携带有管制刀具。 2)是否有人闯入一个管制区域。3)在通道内，是否有车辆超速。4)是否有车辆超重。5)车辆的声音十分过大。请你根据这几个需求，选择合适的传感器，并简要说明理由。