



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108627553 A

(43)申请公布日 2018. 10. 09

(21)申请号 201810463442.8

(22)申请日 2018.05.15

(71)申请人 青岛理工大学

地址 266000 山东省青岛市市北区抚顺路  
11号

(72)发明人 赵景波 薛秉鑫 王众 廖鹏浩  
沈汉文

(74)专利代理机构 北京汇捷知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11531

代理人 李宏伟

(51)Int.Cl.

G01N 27/26(2006.01)

G01N 27/02(2006.01)

G01N 33/18(2006.01)

G01K 13/00(2006.01)

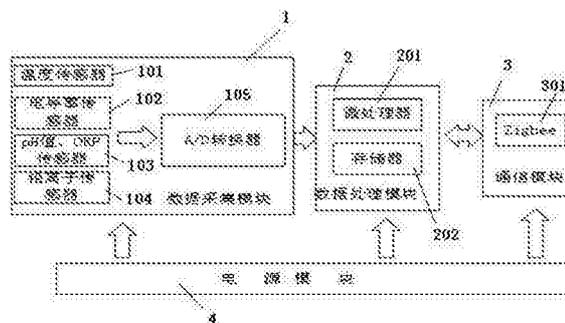
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

铂电极多功能传感器

(57)摘要

本发明公开了铂电极多功能传感器,数据处理模块由微处理器、存储器组成,通信模块为无线通信模块Zigbee,数据采集模块通过传感器检测水体中的温度、电导率、pH值、氧化还原电位、铅离子等重金属离子,检测信号经A/D转换器进入微处理器,微处理器对数据进行滤波、融合并储存,通信模块采用无线通信技术实现与远程控制中心之间的通信,微处理器将处理好的数据经过汇聚节点转发给远程控制中心,若检测到水质指标不在规定范围内,报警电路报警,远程控制中心查询异常指标并做出相应的处理。本发明的有益效果是该传感器检测精度高,可以实现水质检测功能。



1. 铂电极多功能传感器,其特征在于:包括数据采集模块、数据处理模块、通信模块和电源模块,数据采集模块由温度传感器、电导率传感器、PH值ORP传感器、铅离子传感器和A/D转换器组成,数据处理模块由微处理器、存储器组成,通信模块为无线通信模块Zigbee,数据采集模块通过传感器检测水体中的温度、电导率、pH值、氧化还原电位、铅离子等重金属离子,检测信号经A/D转换器进入微处理器,微处理器对数据进行滤波、融合并储存,通信模块采用无线通信技术实现与远程控制中心之间的通信,微处理器将处理好的数据经过汇聚节点转发给远程控制中心,若检测到水质指标不在规定范围内,报警电路报警,远程控制中心查询异常指标并做出相应的处理。

2. 按照权利要求1所述铂电极多功能传感器,其特征在于:所述温度传感器、电导率传感器、PH值ORP传感器、铅离子传感器为由铂制成的三电极靶式传感器,三电极靶式传感器中,其中一个中心电极为圆形位于中心,另两个电极为弧形电极分别环绕中心电极。

3. 按照权利要求1所述铂电极多功能传感器,其特征在于:所述温度传感器、电导率传感器、PH值ORP传感器、铅离子传感器为双电极传感器或四电极传感器,其中双电极传感器为两个电极间隔5微米,双电极间连接了5V电源和一个100k $\Omega$ 的电阻,将传感器浸入含有铅离子和其他重金属离子的测试溶液中;四电极传感器左边两个电极、右边两个电极之间的小间隙为5微米,中间两个电极之间的大间隙为50微米,左右两个电极间连接了5V电源和一个100k $\Omega$ 的电阻,将传感器浸入含有铅离子和其他重金属离子的测试溶液中。

## 铂电极多功能传感器

### 技术领域

[0001] 本发明属于水质监测技术领域,涉及铂电极多功能传感器在水产养殖中的应用。

### 背景技术

[0002] 随着科技和管理水平的提高,水产养殖由传统的粗养(湖泊水库养鱼)逐渐过渡到精养和高密度精养等方式以获得高产。水质对水产养殖至关重要,温度、电导率、pH值、氧化还原电位的变化和铅离子等重金属离子的泄漏都会造成减产带来经济损失。传统的水质检测传感器存在成本高、不能现场测量、检测结果单一和灵敏度低等缺点,无法确保水产养殖中的水质检测。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供铂电极多功能传感器,本发明的有益效果是该传感器检测精度高,可以实现水质检测功能。

[0004] 本发明所采用的技术方案是包括数据采集模块、数据处理模块、通信模块和电源模块,数据采集模块由温度传感器、电导率传感器、PH值ORP传感器、铅离子传感器和A/D转换器组成,数据处理模块由微处理器、存储器组成,通信模块为无线通信模块Zigbee,数据采集模块通过传感器检测水体中的温度、电导率、pH值、氧化还原电位、铅离子等重金属离子,检测信号经A/D转换器进入微处理器,微处理器对数据进行滤波、融合并储存,通信模块采用无线通信技术实现与远程控制中心之间的通信,微处理器将处理好的数据经过汇聚节点转发给远程控制中心,若检测到水质指标不在规定范围内,报警电路报警,远程控制中心查询异常指标并做出相应的处理。

[0005] 进一步,温度传感器、电导率传感器、PH值ORP传感器、铅离子传感器为由铂制成的三电极靶式传感器,三电极靶式传感器中,其中一个中心电极为圆形位于中心,另两个电极为弧形电极分别环绕中心电极。

[0006] 进一步,温度传感器、电导率传感器、PH值ORP传感器、铅离子传感器为双电极传感器或四电极传感器,其中双电极传感器为两个电极间隔5微米,双电极间连接了5V电源和一个100k $\Omega$ 的电阻,将传感器浸入含有铅离子和其他重金属离子的测试溶液中;四电极传感器左边两个电极、右边两个电极之间的小间隙为5微米,中间两个电极之间的大间隙为50微米,左右两个电极间连接了5V电源和一个100k $\Omega$ 的电阻,将传感器浸入含有铅离子和其他重金属离子的测试溶液中。

[0007] 本发明设计了一个铂电极多功能传感器,可以对水中的温度、电导率、pH值、氧化还原电位、铅离子和其他重金属离子进行测定,保证水产养殖的水质安全。铂电极多功能传感器属于化学水质检测传感器(电极式),它主要通过电极表面与水中的离子或分子发生电化学反应,在电路中产生变化的电压或电流,通过检测电路中的电流或电压变化来测定水中的影响因子。铂电极多功能传感器由单层PVDTi/Pt组成,成本低、结构和制造简单。

## 附图说明

- [0008] 图1是本发明铂电极多功能传感器监测系统示意图；  
 [0009] 图2是三电极靶式传感器示意图；  
 [0010] 图3是双电极传感器示意图；  
 [0011] 图4是四电极传感器示意图。

## 具体实施方式

[0012] 下面结合具体实施方式对本发明进行详细说明。

[0013] 本发明如图1所示,包括数据采集模块1、数据处理模块2、通信模块3和电源模块4,其结构如图1所示。数据采集模块1由温度传感器101、电导率传感器102、PH值ORP传感器103、铅离子传感器104和A/D转换器105组成,数据处理模块2由微处理器201、存储器202组成,通信模块3为无线通信模块Zigbee301,数据采集模块1通过传感器检测水体中的温度、电导率、pH值、氧化还原电位、铅离子等重金属离子,检测信号经A/D转换器105进入微处理器201,微处理器201对数据进行滤波、融合并储存。通信模块采用无线通信技术实现与远程控制中心之间的通信,微处理器201将处理好的数据经过汇聚节点转发给远程控制中心,若检测到水质指标不在规定范围内,报警电路报警,远程控制中心查询异常指标并做出相应的处理。

[0014] 其中,如图2所示,温度传感器101、电导率传感器102、PH值ORP传感器103、铅离子传感器104为由铂制成的三电极靶式传感器5,三电极靶式传感器5中,其中一个中心电极501为圆形位于中心,另两个电极弧形电极502分别环绕中心电极。三电极靶式传感器5可用于电导率、pH/ORP的检测。在电导率测试期间,两个外部弧形电极502串联连接一个片外电阻R,并测量通过电阻的有效电流 $I_{rms}$ 作为电导率指示。

[0015] 测量时,在两个外部电极之间通6200Hz、0.5V的脉冲波 $V_{rms}$ ,并且有效电流 $I_{rms}$ 表示电导率 $\sigma$ 。通过改变与这些电极串联的片外电阻R,可以容易地调节电导率测量的灵敏度。电导率 $\sigma$ 与有效电流 $I_{rms}$ 的关系如式(1)所示

$$[0016] \quad I_{rms} = \frac{V_{rms}}{R + \frac{C_1}{\sigma}} = \frac{\sigma \frac{V_{rms}}{R}}{\sigma + \frac{C_1}{R}} = \frac{\sigma I_{max}}{\sigma + C} \quad (1)$$

[0017] 式(1)遵循欧姆定律,式中 $I_{max}$ 是饱和电流,通过改变电路中的电阻R, $I_{max}$ 可以针对特定的电导率范围进行优化。

[0018] 离子电导率受温度影响,不同温度下,电流会有偏差。水温的影响可通过使用式(2)来减少。

$$[0019] \quad \sigma_0 = \frac{\sigma_t}{1 + A(T - T_0)} \quad (2)$$

[0020] 式中, $\sigma_0$ 是给定温度 $T_0$ 下的校准电导率, $\sigma_t$ 是温度T下的电导率。结合式(1)和式(2)

$$[0021] \quad I_{rms} = \frac{\sigma_t I_{max}}{\sigma_t + C} = \frac{\sigma_0 I_{max}}{\sigma_0 + \frac{C}{1 + A(T - T_0)}} = \frac{\sigma_0 I_{max}}{\sigma_0 + C(T)} \quad (3)$$

[0022] 进而我们可以用式(4)来描述溶液中的电导率

$$[0023] \quad \sigma_0 = \frac{I_{rms} C}{I_{max} - I_{rms}} \quad (4)$$

[0024] 对pH值和氧化还原电位的检测

[0025] 对pH值和氧化还原电位进行检测。在pH值和氧化还原电位测试中,最大电极为阳极(+),中间电极为阴极(-),最小电极为ORP检测电极。实验表明,在通电状态下,在含有氯离子的溶液中,传感器的阴极电位保持相对恒定,产生稳定阴极电位的电化学反应是铂阴极表面上的活性位置通过吸附作用被氯化物占据,因此阴极电位可作为参考电位。此外,阳极电位随着pH值变化,最小电极电位随着ORP变化,因此测量阳极和最小电极之间的电势差为 $\Delta V_1 (>0)$ 以及阴极和最小电极之间的电势差 $\Delta V_2 (<0)$ 。 $\Delta V_2$ 表示氧化还原电位,阳极与阴极之间的电位差即 $\Delta V_1 - \Delta V_2$ 表示pH值。记录pH值和氧化还原电位及其对应的电位差,分别绘制pH- $(\Delta V_1 - \Delta V_2)$ 曲线图和ORP- $\Delta V_2$ 曲线图,微处理器通过检测传感器上的电位差来测定相应的pH值和氧化还原电位。在水产养殖中,氯离子在水中是普遍存在的,因此该传感器可用于水质监测。

[0026] 当强氧化剂(例如次氯酸盐)的浓度高于1ppm时,阴极电位可能会发生显著变化,pH/ORP传感器将失去灵敏度。在电极表面涂层可以减少强氧化剂溶液对阴极电位的影响。氯化PVC膜不易渗透次氯酸盐,将它涂在电极表面,阻挡

[0027]  $ClO^-$ 的影响,保持阴极电位稳定,传感器可以继续正常工作。

[0028] 双电极传感器的设计

[0029] 对铅离子和其他重金属离子的检测

[0030] 双电极系统如图3所示,两个电极间隔5微米。双电极间连接了5V电源和一个100k $\Omega$ 的电阻,将传感器浸入含有铅离子和其他重金属离子的测试溶液中,测量电阻两端的电压差 $\Delta V$ 作为信号。 $\Delta V$ 反映了电极上的整体阻抗,当两个电极之间的阻抗降低时, $\Delta V$ 增加。

[0031] 系统在通电时,由于重金属离子(铜离子、铁离子和锌离子)具有还原性,在阴极上被还原成导电金属。如果还原的金属连接铂电极之间的间隙,则系统的阻抗会显著下降,系统中的电流增大,电阻R上的电压差 $\Delta V$ 增大。由于阻抗变化展现出的电压差 $\Delta V$ 的变化是溶液中重金属存在的依据。

[0032] 铅离子是唯一可以在阳极周围沉积导电物质的离子。阳极周围的主要反应是氧化反应,铅离子可以被氧化为导电物质——二氧化铅,化学方程式为



[0034] 当沉积的二氧化铅连接铂电极之间的间隙时,系统阻抗减小,电阻R上的电压差 $\Delta V$ 增大。在双电极系统中,不管是铅离子存在还是其他重金属离子存在都会导致 $\Delta V$ 增加,传感器可以有效地进行离子的存在性检测。

[0035] 四电极传感器的设计

[0036] 在含有铅离子和其他重金属离子的溶液中,在通电状态下,重金属离子发生还原

反应沉积在阴极上,而铅离子发生氧化反应生成二氧化铅沉积在阳极上,根据铅离子这种特性,设计了四电极系统如图4所示。图中,左边两个电极和右边两个电极之间的小间隙为5微米,中间两个电极之间的大间隙为50微米。该系统既可以检测铅离子和其他重金属离子的存在,又可以将毒性最大的铅区分识别出来。当传感器连接为Aa-BB'时,电阻器两端的电压差被测量为 $\Delta V_1$ ,以测量阳极和第二电极之间的阻抗,进行铅离子的测定;当传感器连接为AA'-Bb时,电阻器两端的电压差被测量为 $\Delta V_2$ ,以测量阴极和第三电极之间的阻抗,进行其他重金属离子的测定。

[0037] 测试实验

[0038] 采用唯一变量原则对传感器的性能进行测试,排除其他因素的干扰。由于传感器只能检测铅离子和其他重金属离子是否存在,而不能测定其浓度,因此在检测铅离子和其他重金属离子时,在电路中连接一个报警器检测电路电流的变化,通过报警器是否报警判断水体中铅离子和其他重金属离子是否存在。表1中仅给出温度、pH值、铅离子和其他重金属离子的测试结果。

[0039] 表1实验测试结果

实际温度 /°C	20	24.3	27.8	30	32.5
测试温度 /°C	19.8	24	28	30.4	32.4
实际pH值	6.5	7	7.8	8.4	9
测试pH值	6.4	7	7.9	8.5	9.1
测试液	纯水	Pb 15ppb	Fe 6.0mg/ L	Zn 5.0mg/ L	Cu 1.0mg/ L
报警器	不报警	报警	报警	报警	报警

[0041] 经测试,各个参数变化较小,报警器正常报警无异常,传感器可以实现对温度、电导率、pH值、氧化还原电位、铅离子和其他重金属离子的准确检测,满足实际运行的需要。

[0042] 本发明的铂电极多功能传感器可以对温度、电导率、pH值、氧化还原电位、铅离子和其他重金属离子六个水质指标进行检测,克服了传统水质检测传感器检测结果单一的缺点。传感器由单层PVDTi/Pt组成,由于铂电极为惰性电极,所以该传感器可以进行长期检测。另外由这种工艺制成的传感器成本低、结构和制造简单、具有良好的经济效益,在水质检测的应用中将有良好的发展前景。

[0043] 以上所述仅是对本发明的较佳实施方式而已,并非对本发明作任何形式上的限制,凡是依据本发明的技术实质对以上实施方式所做的任何简单修改,等同变化与修饰,均属于本发明技术方案的范围。

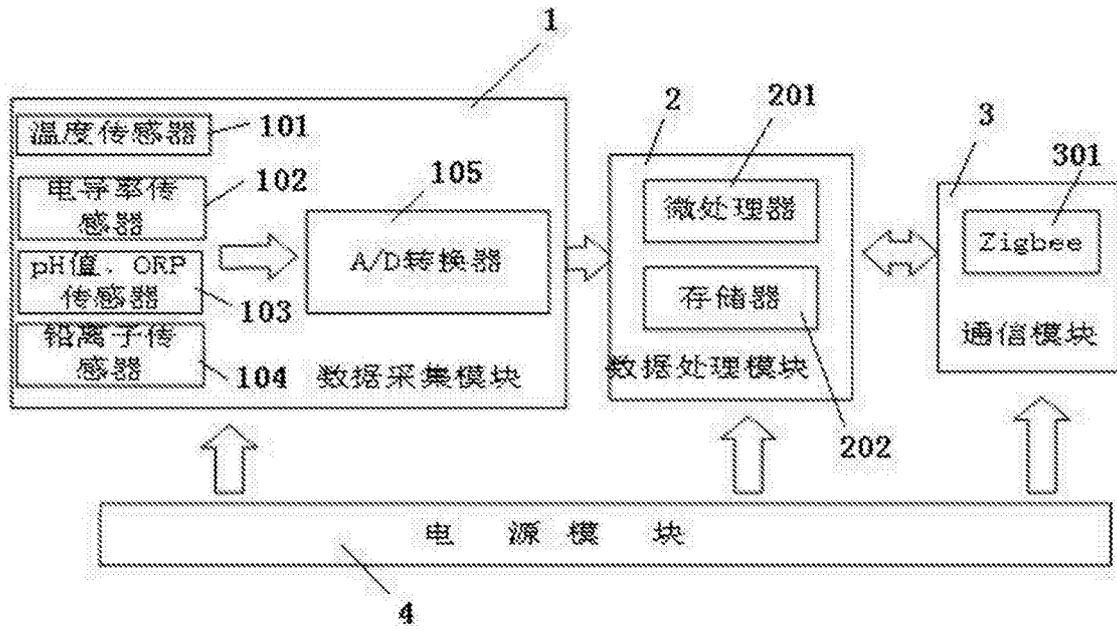


图1

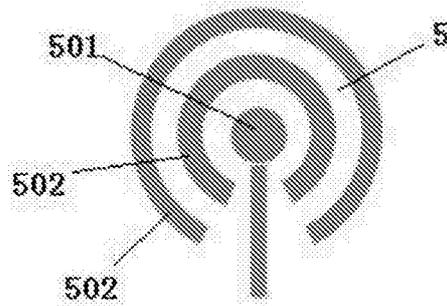


图2

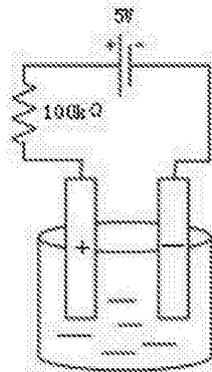


图3

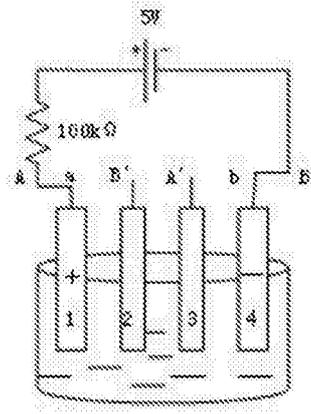


图4