



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103969314 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 06

(21) 申请号 201410186870. 2

(22) 申请日 2014. 05. 06

(71) 申请人 中国农业科学院农业信息研究所
地址 100081 北京市海淀区中关村南大街
12 号中国农业科学院农业信息研究所

(72) 发明人 许世卫 李哲敏 李灯华

(74) 专利代理机构 北京瑞思知识产权代理事务
所(普通合伙) 11341
代理人 王加岭 张东山

(51) Int. Cl.

G01N 27/416(2006. 01)

G01N 27/414(2006. 01)

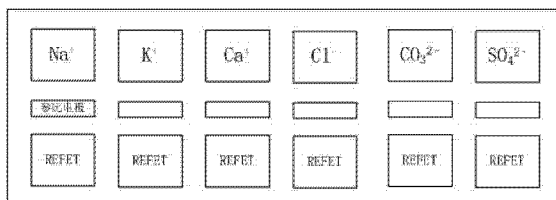
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

多参数离子传感器及其制备方法、多参数离子传感器芯片和监测系统

(57) 摘要

本发明涉及多参数离子检测技术领域,公开了一种多参数离子传感器及其制备方法、多参数离子传感器芯片和监测系统。该传感器包括:多个由成对的离子敏场效应晶体管组合的互补对结构;其中,每个互补对结构中成对的离子敏场效应晶体管共用一个参比电极;所述成对的离子敏场效应晶体管中的一个设有的敏感膜作为指示晶体管,另一个设有非活性膜作为参比晶体管;多个互补对结构中的敏感膜不同。本发明可同时实时采集多种盐离子浓度,具有体积小、灵敏度高、响应快、微型化、易集成的优点,可以很容易与外电路匹配,实现在线控制和实时监测,做成微型分析仪器和离子探针,成本低廉,适合批量生产,可广泛用于农业医疗化工环保军事等领域。



1. 一种多参数离子传感器,其特征在于,所述传感器包括:多个由成对的离子敏场效应晶体管组合的互补对结构;其中,

每个互补对结构中成对的离子敏场效应晶体管共用一个参比电极;

所述成对的离子敏场效应晶体管中的一个设有的敏感膜作为指示晶体管,另一个设有非活性膜作为参比晶体管;

多个互补对结构中的敏感膜不同。

2. 如权利要求 1 所述的传感器,其特征在于,所述传感器中,每种敏感膜分别针对一种特定的离子;所述离子包括 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 中的至少一种。

3. 如权利要求 1 所述的传感器,其特征在于,所述传感器的互补对结构基于 N 沟道的离子敏场效应晶体管。

4. 如权利要求 3 所述的传感器,其特征在于,在每个互补对结构中:

参比电极设置在成对的离子敏场效应晶体管之间;

每个离子敏场效应晶体管为多层级结构,所述多层级结构的各层依次包括 P 型硅衬底、N 型沟道、 SiO_2 氧化层、源漏电极、绝缘层及栅电极;其中,

所述 N 型沟道形成在所述 P 型硅衬底的表面,所述源漏电极通过所述 SiO_2 氧化层中的通孔分别连接两个 N 型沟道区,所述栅电极通过所述绝缘层中的通孔连接所述 SiO_2 氧化层;

所述敏感膜或所述非活性膜布设在所述栅极表面并暴露在环境当中。

5. 一种多参数离子传感器的制备方法,其特征在于,所述方法包括步骤:

准备 P 型硅片;

清洗硅片;

湿氧化法制作 SiO_2 氧化层;

制作 N 阱;

注入磷,形成漏区与源区;

生长栅极二氧化硅;

刻蚀二氧化硅;

形成接触孔;

沉积金属化电极;

形成金属互连;

形成金属层间接触孔;

淀积多种离子敏感层,形成灵敏层窗口;

用环氧树脂将整个传感器密封起来,只将与溶液接触的栅极灵敏层窗口暴露在环境当中。

6. 如权利要求 5 所述的制备方法,其特征在于,所述多种离子敏感层中的离子包括 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 中的至少一种。

7. 如权利要求 6 所述的制备方法,其特征在于,各离子敏感层的分别采用下述方法获得:

Na^+ : 双 12-冠-4 衍生物、聚氯乙烯树脂粉,四氢呋喃为溶剂,适当比例混合;

K^+ : 适当比例的缬氨霉素、聚氯乙烯树脂粉、增塑剂和四氢呋喃溶剂的溶液注入芯片

上；

Ca^{2+} ：二癸基磷酸钙电活性材料，甲基磷酸二庚脂为增塑剂，聚氯乙烯树脂粉为基底，四氢呋喃为溶剂，适当比例混合；

Cl^- ：AgCl、AgS、聚氯乙烯树脂聚合物，四氢呋喃为溶剂，适当比例混合；

SO_4^{2-} ：以季铵盐为电活性物质，以邻苯二甲酸二丁脂为增塑剂，对-三氟乙酰苯甲酸己基醚为添加剂，四氢呋喃为溶剂，适当比例混合；

CO_3^{2-} ：三氟乙酰对癸基苯为载体，氯化三（十二烷基）甲基铵为碳酸铵盐，癸二酸二辛酯为增塑剂，聚氯乙烯为树脂聚合物，四氢呋喃为溶剂，适当比例混合。

8. 一种多参数离子传感器芯片，其特征在于，所述传感器芯片包括：如权利要求 1-4 中任一项所述的多参数离子传感器、放大器、A/D 模数转换器、校验存储器、CRC 发生器、SCK 数据线、DATA 三态门；其中，

所述传感器的输出耦接所述放大器，所述放大器将所述传感器输出的模拟信号放大；

所述放大器的输出耦接所述 A/D 转换器，所述 A/D 转换器将放大的模拟信号转换为数字信号；

所述校验存储器耦接所述 A/D 转换器，保障模数转换的准确度；

所述 A/D 转换器耦接所述 CRC 发生器，所述 CRC 发生器保障数据通信的安全；

所述传感器芯片通过所述 SCK 数据线和与所述 DATA 三态门外部通信，所述 SCK 数据线负责处理器和离子传感器的通讯同步；所述 DATA 三态门用于数据的读取。

9. 一种多参数离子监测系统，其特征在于，所述监测系统包括：如权利要求 8 所述的多参数离子传感器芯片、无线收发模块、汇聚节点、网关模块、3G 无线传输模块、远程网络服务器和客户终端；其中，

所述多参数离子传感器芯片与无线收发模块连接，组成单个传感器模块；

所述无线收发模块与汇聚节点无线通信连接，将传感器模块采集的数据实时传送至汇聚节点；

所述汇聚节点与网关模块无线通信连接，将数据传送至网关模块；

所述网关模块与 3G 无线传输模块连接，将数据通过 3G 网络传送至远程网络服务器；

所述用户终端将数据保存和显示给客户终端。

10. 如权利要求 9 所述的监测系统，其特征在于，所述无线收发模块与汇聚节点之间、汇聚节点与网关模块之间无线通信采用 ZigBee 组网。

多参数离子传感器及其制备方法、多参数离子传感器芯片和监测系统

[0001]

技术领域

[0002] 本发明涉及多参数离子检测技术领域,具体的,涉及一种多参数离子传感器及其制备方法、多参数离子传感器芯片和监测系统。

[0003]

背景技术

[0004] 土壤盐碱化是植物生长过程中最常遇到的自然逆境之一,该问题影响世界生态环境、限制农林业生产发展,其在沿海地区表现尤为突出。据统计,全球有近 20% 的可耕地受到盐碱化的影响。盐碱地在我国也是一个重要的土地资源,我国约有 3000 多万 hm^2 的盐碱地。近年来,随着工农业的发展,环境污染加剧,淡水资源日益匾缺,海平面不断上升,陆地面积相对缩小,土壤盐渍化有日益加重的趋势。土壤含盐量是表征土壤盐分状况的主要参数,也是确定土壤盐渍化程度的最主要指标。准确可靠的土壤盐分分析数据是一切盐碱地工作的基础,而掌握土壤主要离子的含量对于盐碱地改良也有非常重要的作用。因此快速、准确、实时的测定土壤含盐量及主要离子含量成为科研工作中的基础研究和解决土地盐碱化问题的必然需求。

[0005] 目前对盐碱地盐离子浓度检测设备和方法,如滴定法、传统离子选择电极传感器等都存在较大的不足。首先,已有的检测方法无法同时一次性测定可溶盐水中多种主要盐离子的浓度;其次,目前的测量方法需要人工亲自到检测现场取样和测量,不能对盐碱地盐离子的含量进行自动化远程测量和实时监控;再次,传统的检测设备测量过程繁杂,设备体型较大,功耗大,且和一般的测量仪器没有兼容性,不易集成。

[0006]

发明内容

[0007] 针对现有技术的上述缺陷,本发明所要解决的技术问题是如何提高主要盐离子的检测效率。

[0008] 为解决上述问题,一方面,本发明提供了一种多参数离子传感器,包括:多个由成对的离子敏场效应晶体管组合的互补对结构;其中,每个互补对结构中成对的离子敏场效应晶体管共用一个参比电极;所述成对的离子敏场效应晶体管中的一个设有的敏感膜作为指示晶体管,另一个设有非活性膜作为参比晶体管;多个互补对结构中的敏感膜不同。

[0009] 优选地,所述传感器中,每种敏感膜分别针对一种特定的离子;所述离子包括 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 中的至少一种。

[0010] 优选地,所述传感器的互补对结构基于 N 沟道的离子敏场效应晶体管。

[0011] 优选地,在每个互补对结构中:参比电极设置在成对的离子敏场效应晶体管之间;

每个离子敏场效应晶体管为多层级结构,所述多层级结构的各层依次包括 P 型硅衬底、N 型沟道、SiO₂ 氧化层、源漏电极、绝缘层及栅电极;其中,所述 N 型沟道形成在所述 P 型硅衬底的表面,所述源漏电极通过所述 SiO₂ 氧化层中的通孔分别连接两个 N 型沟道区,所述栅电极通过所述绝缘层中的通孔连接所述 SiO₂ 氧化层;所述敏感膜或所述非活性膜布设在所述栅极表面并暴露在环境当中。

[0012] 另一方面,本发明还同时提供一种多参数离子传感器的制备方法,所述方法包括步骤:

准备 P 型硅片;清洗硅片;湿氧化法制作 SiO₂ 氧化层;制作 N 阱;注入磷,形成漏区与源区;生长栅极二氧化硅;刻蚀二氧化硅;形成接触孔;沉积金属化电极;形成金属互连;形成金属层间接触孔;淀积多种离子敏感层,形成灵敏层窗口;用环氧树脂将整个传感器密封起来,只将与溶液接触的栅极灵敏层窗口暴露在环境当中。

[0013] 优选地,所述多种离子敏感层中的离子包括 Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Cl⁻、SO₄²⁻、CO₃²⁻ 中的至少一种。

[0014] 优选地,各离子敏感层的分别采用下述方法获得:

Na⁺: 双 12-冠-4 衍生物、聚氯乙烯树脂粉,四氢呋喃为溶剂,适当比例混合;

K⁺: 适当比例的缬氨霉素、聚氯乙烯树脂粉、增塑剂和四氢呋喃溶剂的溶液注入芯片上;

Ca²⁺: 二癸基磷酸钙电活性材料,甲基磷酸二庚脂为增塑剂,聚氯乙烯树脂粉为基底,四氢呋喃为溶剂,适当比例混合;

Cl⁻: AgCl、AgS、聚氯乙烯树脂聚合物,四氢呋喃为溶剂,适当比例混合;

SO₄²⁻: 以季铵盐为电活性物质,以邻苯二甲酸二丁脂为增塑剂,对-三氟乙酰苯甲羧基己基醚为添加剂,四氢呋喃为溶剂,适当比例混合;

CO₃²⁻: 三氟乙酰对癸基苯为载体,氯化三(十二烷基)甲基铵为碳酸铵盐,癸二酸二辛酯为增塑剂,聚氯乙烯为树脂聚合物,四氢呋喃为溶剂,适当比例混合。

[0015] 再一方面,本发明还提供一种多参数离子传感器芯片,所述传感器芯片包括:如上所述的多参数离子传感器、放大器、A/D 模数转换器、校验存储器、CRC 发生器、SCK 数据线、DATA 三态门;其中,所述传感器的输出耦接所述放大器,所述放大器将所述传感器输出的模拟信号放大;所述放大器的输出耦接所述 A/D 转换器,所述 A/D 转换器将放大的模拟信号转换为数字信号;所述校验存储器耦接所述 A/D 转换器,保障模数转换的准确度;所述 A/D 转换器耦接所述 CRC 发生器,所述 CRC 发生器保障数据通信的安全;所述传感器芯片通过所述 SCK 数据线和与所述 DATA 三态门外部通信,所述 SCK 数据线负责处理器和离子传感器的通讯同步;所述 DATA 三态门用于数据的读取。

[0016] 本发明更进一步地还提供一种多参数离子监测系统,所述监测系统包括:如上所述的多参数离子传感器芯片、无线收发模块、汇聚节点、网关模块、3G 无线传输模块、远程网络服务器和客户终端;其中,所述多参数离子传感器芯片与无线收发模块连接,组成单个传感器模块;所述无线收发模块与汇聚节点无线通信连接,将传感器模块采集的数据实时传送至汇聚节点;所述汇聚节点与网关模块无线通信连接,将数据传送至网关模块;所述网关模块与 3G 无线传输模块连接,将数据通过 3G 网络传送至远程网络服务器;所述用户终端将数据保存和显示给客户终端。

[0017] 优选地,所述无线收发模块与汇聚节点之间、汇聚节点与网关模块之间无线通信采用 ZigBee 组网。

[0018] 与现有技术相比,本发明的技术方案可同时实时采集多种盐离子浓度,与传统离子选择电极相比,具有体积小、灵敏度高、响应快、微型化、易集成的优点,可以很容易与外电路匹配,实现在线控制和实时监测,做成微型分析仪器和离子探针,成本低廉,适合批量生产,可广泛用于农业医疗化工环保军事等领域。

[0019]

附图说明

[0020] 图 1 为本发明的一个实施例中多参数离子传感器的结构示意图;

图 2 为本发明的一个优选实施例中传感器中互补结构对的结构示意图;

图 3 为本发明的另一个实施例中多参数离子传感器芯片的结构示意图;

图 4 为本发明再一个实施例中多参数离子监测系统的结构示意图;

具体实施方式

[0021] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例为实施本发明的较佳实施方式,所述描述是以说明本发明的一般原则为目的,并非用以限定本发明的范围。本发明的保护范围应当以权利要求所界定者为准,基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0022] 如图 1 所示,在本发明的一个实施例中,多参数离子传感器包括:多个由成对的离子敏场效应晶体管 (ISFET) 组合的互补对结构;其中,每个互补对结构中成对的离子敏场效应晶体管共用一个参比电极,所述成对的离子敏场效应晶体管中的一个设有的敏感膜作为指示晶体管,另一个设有非活性膜(或称钝化膜)作为参比晶体管 (REFET);多个互补对结构中的敏感膜不同。原则上,每种敏感膜分别针对一种特定的离子。

[0023] 在本发明中,离子选择电极场效应晶体管 (ISFET) 是一种微电子离子选择性敏感元件,兼有电化学和晶体管的双重特性,由离子选择电极 (ISE) 敏感膜和金属-氧化物-半导体场效应晶体管 (MOSFET) 组合而成。使用时,离子敏感膜和电解质溶液共同形成器件的栅极,溶液与敏感膜之间产生的电化学势,将使 FET 的阈值电压发生调制效应,使沟道电导发生变化。选取不同的敏感膜可以检测不同离子的浓度(如 Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} 等)。与传统离子选择电极相比,具有体积小、灵敏度高、响应快、微型化、易集成的优点,可以很容易与外电路匹配,实现在线控制和实时监测,做成微型分析仪器和离子探针,成本低廉,适合批量生产,可广泛用于农业医疗化工环保军事等领域。

[0024] 进一步参见图 2,其公开了一种基于 N 沟道 ISFET 的互补对结构。在每个互补对结构中,参比电极设置在成对的离子敏场效应晶体管之间,每个离子敏场效应晶体管为多层级结构,所述多层级结构的各层依次包括 P 型硅衬底、N 型沟道、 SiO_2 氧化层、源漏电极、绝缘层及栅电极;其中,所述 N 型沟道形成在所述 P 型硅衬底的表面,所述源漏电极通过所述 SiO_2 氧化层中的通孔分别连接两个 N 型沟道区,所述栅电极通过所述绝缘层中的通孔连接所述 SiO_2 氧化层;所述敏感膜或所述非活性膜布设在所述栅极表面并暴露在环境当中。

[0025] 在一个优选实施例中,该互补对结构的制备工艺为:(1)P型硅片的准备,所用硅片为P型硅(100),掺杂浓度: 10^{15} cm^{-3} ;(2)硅片清洗;(3)湿氧化法制作 SiO_2 氧化层;(4)N阱制作;(5)注入磷,形成漏区与源区;(6)生长栅极二氧化硅;(7)刻蚀二氧化硅;(8)形成接触孔;(9)金属化电极沉积;(10)形成金属互连;(11)形成金属层间接触孔;(12)淀积各个六种离子敏感层,形成灵敏层窗口,若干微米厚度;(13)用环氧树脂将整个芯片密封起来,只将ISFET与溶液接触的栅极窗口暴露在环境当中。

[0026] 可以看出,本发明中所述的ISFET为离子敏感膜与MOSFET的复合体,ISFET的栅介质即离子敏感膜直接与待测溶液接触,同时设置参比电极,以便电源模块通过它施加电压使ISFET工作。通过参比电极和参比FET的设置,排除外界因素如环境温度、“硅衬底体效应”和本体溶液pH值变化等对器件测量灵敏度的影响,提高了传感器的测量精度和稳定性。优选地,所述参比电极为Ag/AgCl参考电极。待测溶液相当于一个溶液栅,它与栅介质界面处产生的电化学势将对ISFET的Si表面的沟道电导起调制作用,所以ISFET对溶液中离子活度的响应可由电化学势对阈值电压 V_T 的影响来表征:

$$V_T = (\varphi_1 + V_1) - \left[\frac{Q_{ox}}{C_{ox}} - 2\varphi_F + \frac{Q_B}{C_{ox}} \right] \quad (1)$$

式中: ψ_i 为溶液与栅介质界面处的电化学势; V_1 为参考电极和溶液之间的结电势; Q_{ox} 为氧化层和等效界面态的电荷密度; Q_B 为衬底耗尽层中单位面积的电荷; ψ_F 为衬底体费米势; C_{ox} 为单位面积栅电容。

[0027] 对确定结构的ISFET,则式(1)中除 ψ_i 外,其余各项均为常数,所以 V_T 的变化只取决于 ψ_i 的变化,而 ψ_i 的大小取决于敏感膜的性质和溶液离子活度。根据能斯特关系:

$$\varphi_1 = \varphi_0 \pm \frac{RT}{Z_i F} \ln a_i \quad (2)$$

式中: ψ_0 为常数, R 为气体常数($8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$), F 为法拉第常数($9.649 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$); a_i 为溶液离子活度, Z_i 为离子价数; T 为绝对温度。将式(2)代入式(1)得:

$$V_T = (\varphi_1 + V_1) - \left[\frac{Q_{ox}}{C_{ox}} - 2\varphi_F + \frac{Q_B}{C_{ox}} \right] \frac{RT}{Z_i F} \ln a_i \quad (3)$$

由式(3)可知,对给定的ISFET和参考电极,ISFET的阈值电压与待测溶液中离子活度的对数呈线性关系:

$$V_T = C + S \ln a_i \quad (4)$$

其中, C 、 S 为式(3)中常数的简化,即 $C = (\varphi_1 + V_1)$ 、 $S = -\left[\frac{Q_{ox}}{C_{ox}} - 2\varphi_F + \frac{Q_B}{C_{ox}} \right] \frac{RT}{Z_i F}$ 。

可见,通过测定阈值电压 V_T ,便可测定盐离子浓度 a_i 。

[0028] 由于每种敏感膜只能针对性地检测一种离子,在图1所示的多参数离子传感器中,将互补对结构的单一微腔扩展成 6×2 的阵列。在六个微腔中分别注入 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 六种不同的离子选择电极敏感材料,获得一种基于ISFET的多参数离子传感器。

[0029] 具体地,本发明的一个优选实施例中,各优选的离子选择电极敏感膜主要通过将

适量离子载体均匀分散在混有基底材料(通常为树脂)的溶剂中,随后挥发溶剂获得相应的薄膜。具体地,分别采用下述方法获得。

[0030] 其中, Na^+ :双 12-冠-4 衍生物、聚氯乙烯(PVC)树脂粉,四氢呋喃为溶剂,适当比例混合;在一个优选的实施例中,典型的配比方式为:1mg 双 12-冠-4 衍生物溶于 100mg 的邻硝基苯辛醚中,再加入 1ml PVC 质量分数为 5% 的四氢呋喃溶液中。

[0031] K^+ :适当比例的缬氨霉素、PVC 树脂粉、增塑剂和四氢呋喃溶剂的溶液注入芯片上;在一个优选的实施例中,典型的配比方式为:将 3.0 mg 载体、180 mg 增塑剂及 90 mg PVC 溶于 5 ml 四氢呋喃(THF)中。

[0032] Ca^{2+} :二癸基磷酸钙电活性材料,甲基磷酸二庚脂为增塑剂,PVC 树脂粉为基底,四氢呋喃为溶剂,适当比例混合;在一个优选的实施例中,典型的配比方式为:将 5mg 离子载体、200mg 增塑剂及 100mg PVC 混合溶于 5 ml 四氢呋喃(THF)中。

[0033] Cl^- :AgCl、AgS、PVC 树脂聚合物,四氢呋喃为溶剂,适当比例混合;在一个优选的实施例中,典型的配比方式为:质量比 AgCl:AgS:PVC 树脂聚合物=7:3:90。

[0034] SO_4^{2-} :以季铵盐(氯化 2,3,4-三(十二烷基)苯甲基三甲基铵)为电活性物质,以邻苯二甲酸二丁脂(DBP)为增塑剂,对-三氟乙酰苯甲羧基己基醚为添加剂,四氢呋喃为溶剂,适当比例混合;在一个优选的实施例中,典型的配比方式为:在邻苯二甲酸二丁脂和 PVC(质量比 2:1)混合物中倒入四氢呋喃,在 40℃左右搅拌。获得的溶液冷却到室温,加入季铵盐(氯化 2,3,4-三(十二烷基)苯甲基三甲基铵)和对-三氟乙酰苯甲羧基己基醚,搅拌 1 h 左右,注入于器件表面的敏感窗口区域,淀积形成活性薄膜。

[0035] CO_3^{2-} :三氟乙酰对癸基苯(TFABB)为载体,氯化三(十二烷基)甲基铵(TDMACL)为碳酸铵盐,癸二酸二辛酯(DOS)为增塑剂,PVC 为树脂聚合物,四氢呋喃(THF)为溶剂,适当比例混合。在一个优选的实施例中,典型的配比方式为:质量比 TFABB:TDMACL:DOS:PVC=7.5:2.5:60:30。

[0036] 此外,在本发明的实施例中,还采用标准 CMOS 工艺把 N 沟道 ISFET 传感器和信号检测、处理电路集成在单一芯片上,解决了后续工艺和标准 CMOS 工艺的兼容性,实现了传感器和电路的单芯片集成。如图 3 所示,传感器芯片内部结构包括多参数离子传感器、放大器、A/D 模数转换器、校验存储器、CRC 发生器、SCK 数据线、DATA 三态门等。所述放大器将传感器输出的模拟信号放大;所述 A/D 转换器将放大的模拟信号转换为数字信号;所述数据总线将数据提供给用户使用;所述校验存储器保障模数转换的准确度,所述 CRC 发生器保障数据通信的安全;所述 SCK 数据线负责处理器和离子传感器的通讯同步;所述 DATA 三态门用于数据的读取。

[0037] 更进一步地,如图 4 所示,本发明还基于上述传感器芯片形成了一种适农低功耗多参数离子监测系统,包括:多参数离子传感器芯片、无线收发模块、汇聚节点、网关模块、3G 无线传输模块、远程网络服务器和客户终端。所述多参数离子传感器芯片与无线收发模块连接,组成单个传感器模块;所述无线收发模块与汇聚节点无线通信连接,将传感器模块采集的数据实时传送至汇聚节点;所述汇聚节点与网关模块无线通信连接,将数据传送至网关模块;所述网关模块与 3G 无线传输模块连接,将数据通过 3G 网络传送至远程网络服务器。所述网关模块可以与若干汇聚节点通信连接,所述汇聚节点可以与若干传感器模块通信连接。

[0038] 盐离子监测数据可通过广域网络和局域网络传输,用户既可以现场设定采集参数和读取数据,也可以在远程监控终端设定数据采集参数,并对盐碱地的盐离子含量进行远程实时数字监控。优选地,所述无线收发模块与汇聚节点之间、汇聚节点与网关模块之间无线通信采用的芯片为 CC2530 芯片,并进行 ZigBee 组网,支持数据传输率为 250kbit/s,可实现盐离子传感器多点对多点的快速组网,所构建的无线网络性能稳定且功耗极低;所述汇聚节点负责收集离子传感器节点采集的数据,并将数据上传至网关模块中;所述 3G 无线通信模块为 CDMA 无线通讯模块,包含四频 GSM/GPRS、EDGE、CDMA 和 HSPA 空中接口选择,提供数据和视频语音通信,以及定位信息;所述远程网络服务器为管理资源并为用户提供服务的计算机软件和运行软件的计算机或计算机系统;所述用户终端将数据保存和显示给客户端。

[0039] 相对于现有技术,本发明的技术方案能在商业化的标准 CMOS 工艺上实现,可同时实时采集 6 种盐离子浓度,分别为: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , 并通过结合传感器与物联网技术,可以远程监测盐碱地离子浓度。通过无线 ZigBee 组网,多个传感器节点分布在待测地域,共同检测区域盐碱地盐离子浓度,节点之间通过射频通信,组织成网络并将数据发送至地域区安置的网关模块,最后将数据通过 3G 无线通信传送至远程监测中心。

[0040] 虽然以上结合优选实施例对本发明进行了描述,但本领域的技术人员应该理解,本发明所述的方法和系统并不限于具体实施方式中所述的实施例,在不背离由所附权利要求书限定的本发明精神和范围的情况下,可对本发明作出各种修改、增加、以及替换。

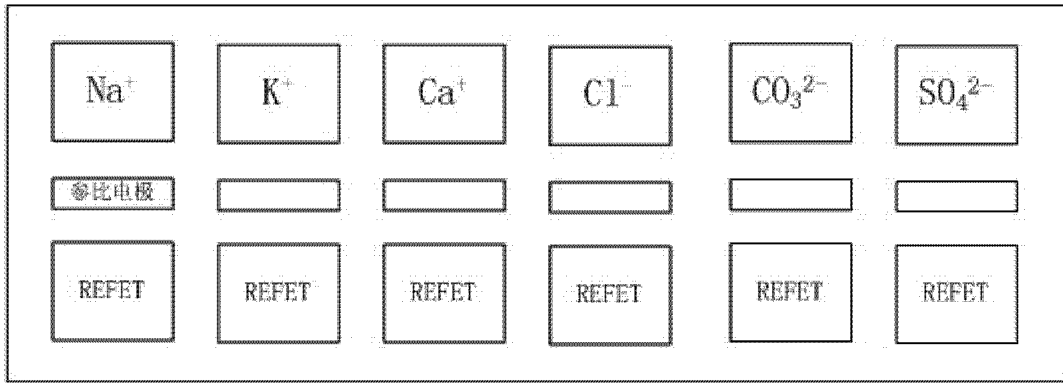


图 1

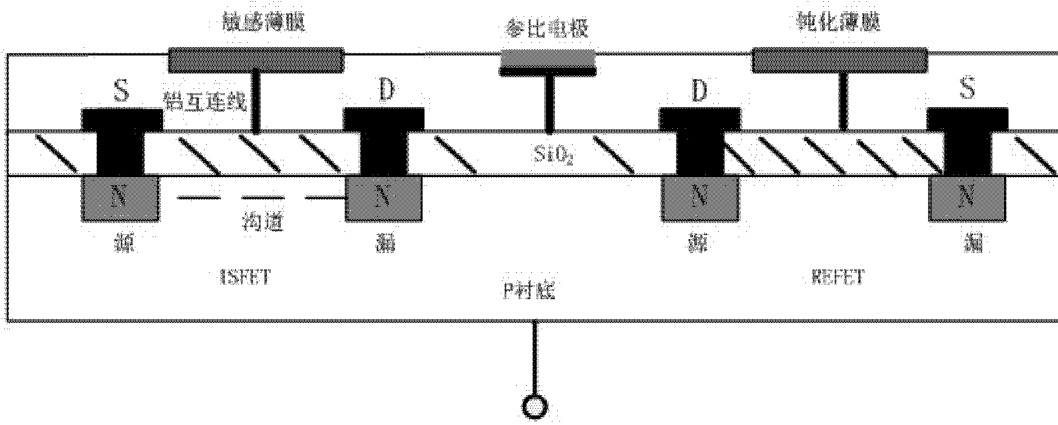


图 2

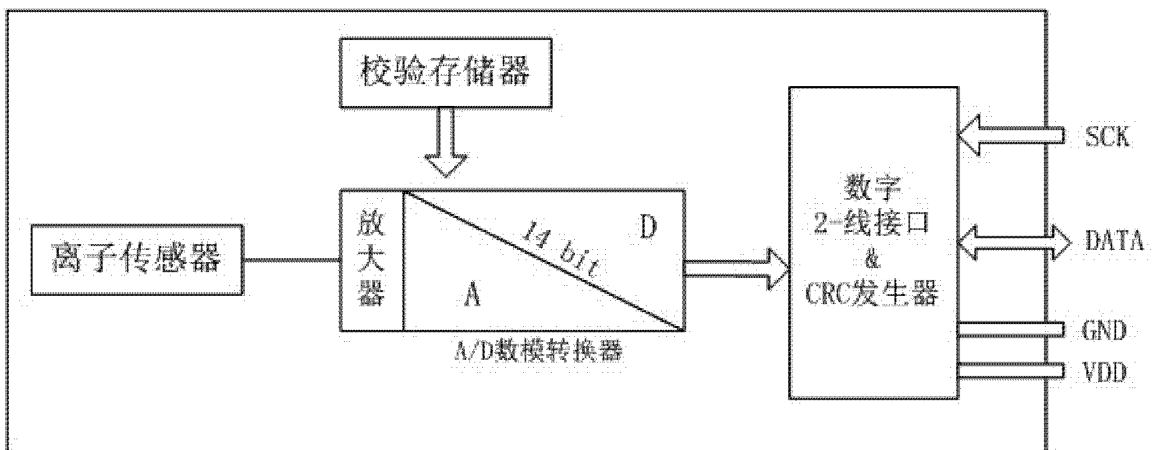


图 3

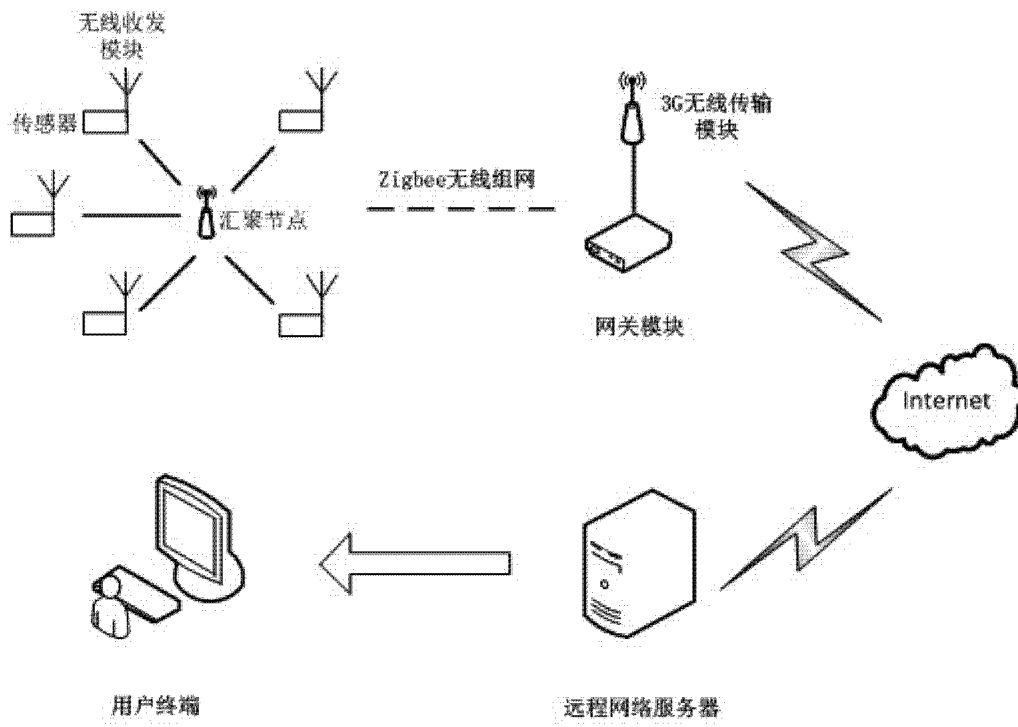


图 4