

同行专家业内评价意见书编号: 20240854220

附件1

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院） 同行专家业内评价意见书

姓名: _____ 王甫帅

学号: _____ 22160241

申报工程师职称专业类别（领域）: _____ 电子信息

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2024年03月26日

一、个人申报

（一）基本情况【围绕《浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】

一、对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况

我对生理信号传感与智能处理领域有着深刻的认识，并且具备广泛的基础及专业知识。我取得浙江大学工程师学院电子信息专业硕士学位，以综合成绩84分通过所有学业课程要求，包括水凝胶导线“数据分析的概率统计基础”水凝胶导线、“生物医学工程方法学”、“生物医学信号处理技术与应用”等专业核心课程，这些知识不仅让我理论基础更加扎实，也为我未来的工作打下了坚实的基础。

我对生理信号传感与智能处理行业采用的新技术、新流程、新工艺、新方法、新材料等有着较为深入的了解。我的关注点不仅局限于国内，还包括对国际技术前沿发展现状与趋势的关注。我熟悉行业技术标准、工作流程、职业规范、政策制度、法律法规等。我研究聚焦于新型电生理信号传感材料及电生理电极，了解相关国内外研究现状和趋势，选择高分子材料水凝胶作为关键材料，学习最新工艺和方法，开发新型电生理电极，结果显示该电极具有卓越的抗干扰能力，研究成果包括多项高水平SCI期刊论文和发明专利。我的工作符合行业规范和法律法规的要求，研究过程中涉及的人体实验都已经过浙江大学的伦理审查。

在实践中，我不断积累了大量的实践经验和默会性工程知识。专业实践期间，我参与5项企业项目；完成3项产品设计及样机搭建；发表1篇SCI论文、2篇专利；申报并获批一项市级基金项目等。通过参与各种项目和实践活动，我在解决实际问题时逐渐形成了自己独特的见解和方法。这些经验让我能够更加灵活地应对各种挑战，并在工程实践中不断成长和进步。

我不仅在本专业领域有着扎实的基础，还积极学习并应用跨专业领域知识。在解决复杂工程问题时，我善于跨足不同学科领域，汲取其他领域的经验和方法，从而找到更加全面和有效的解决方案。例如，电生理电极的开发涉及到生理学传感、生物信号处理、电子信息、机械、材料学等多领域的知识，我整合并利用这些知识，解决跨学科问题。

二、工程实践的经历

我的工程实践在浙江大学台州研究院开展，共历经1年时间，完成企业项目新型水凝胶的开发，发表1篇SCI论文，申请一篇发明专利，目前已进入实审阶段。

截至2020水凝胶导线年，非侵入式脑机接口占脑机接口市场规模的水凝胶导线86%，脑电电极是脑机接口技术的重要硬件基础，决定着信号质量的好坏。在实践期间，本人围绕面向人体的新型电生理信号采集及电极展开研究，通过在水凝胶中添加纳米黏土，实现了一种具有双网络结构的复合水凝胶材料。结果表明该水凝胶阻抗低且稳定，适用于高灵敏度电生理信号采集。此外，本人利用上述纳米复合水凝胶，设计出一种能与皮肤良好耦合的自黏附电极，结果表明，该电极具备较好的抗运动干扰能力。本人承担的任务包括资料调研，论文撰写，图表制作等。此外，本人承担实验部分工作包括电极的设计制作、阻抗测量、电生理信号的采集分析、水凝胶老化测试、水凝胶电导率测试、水凝胶配比调节等。本人积极与材料团队合作，定期组织会议进行讨论，学习水凝胶材料学原理与材料表征技术。

通过这次专业实践学习，我掌握了水凝胶的相关知识、电生理电极的分类以及特性、电生理信号的采集与处理方法。目前水凝胶在采集电生理信号中应用广泛，如使用MXene-水凝胶制作的干电极，使用氯离子-

离子导电水凝胶制作的湿电极。目前信号质量最好的是使用导电膏的湿电极，但是存在难以清理的缺点。之后出现金属材料形成的干电极，使用方便无残留，但是信号质量较差。之后又出现以水凝胶为代表的柔性电极，例如在医疗领域被广泛使用的贴片电极，由水凝胶和无纺布构成，但是目前仍然缺少一种阻抗低且稳定的水凝胶电极，我们开发了基于纳米黏土的聚丙烯酰胺水凝胶制成的新型自黏附电极，其中水凝胶粘弹性好，开发的自黏附电极阻抗低且稳定，在运动干扰下能够稳定地采集电生理信号。

纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行。实践是检验创新成果价值的重要途径，对我而言，在实践中发现问题，分析问题，解决问题，以最高效率锻炼的技能终身受益，比如，在完成任务的同时要时刻明确目标，在有限的时间完成要求的任务，不能偏离主线去做意义不大的事情，这样只会事倍功半。此外，专业实践磨炼意志，砥砺品性，不断完善自我，并且理论与实际相结合，积累工作经验，为日后的发展打下坚实基础。对企业而言，企业的发展离不开创新，必须通过实践为创新提供动力。科研的进步是企业进步的源头活水，是不可或缺的重要力量。我们需要利用好专业实践的平台，抓住机会，锻炼技能。

三、在实际工作中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例

1、推广应用较高水平的新材料，构建新型电生理电极

传统电生理电极与皮肤耦合能力不佳，抗干扰能力弱，这会严重影响信号质量。本人在仿生材料水凝胶中添加纳米黏土，得到具有双网络结构的复合材料，此外，本人基于这种纳米复合水凝胶开发出一款自黏附电极，结果显示该水凝胶粘弹性好，可实现与皮肤之间的紧密耦合，制备的自黏附电极具有较好的抗干扰能力。该工作具有以下成果：1篇SCI论文（已发表）和1篇发明专利（实审阶段）。

本人综合运用了生物传感技术、机械、生物医学信号处理、仿生学和材料科学等多个领域的知识。在此过程中，本人对水凝胶材料进行分析表征，包括傅里叶红外光谱测试（FT-IR）、扫描电镜（SEM）及X射线能谱分析（EDS

mapping）。本人通过高模量纤维强力仪和搭接剪切的方法完成对水凝胶的机械性能和粘附性能的测试，并选出性能最优的水凝胶。本人利用人体电生理知识包括电生理信号以及信号采集原理完成电生理电极的设计以及测试，并利用三维建模技术和激光切割加工工艺完成模具及零部件的加工制备，组装制备电生理电极。最后，利用matlab、origin完成对采集数据的分析处理，包括信号预处理、滤波、去除工频干扰、包络处理、数据绘图等。此外，本人与材料团队、导师组团队以定期会议的方式展开合作讨论，推进工作进度。

2、水凝胶导线、推广应用较高水平的新工艺，构建可拉伸肌电电极贴

多通道肌电信号的采集常常面临皮肤表面不平整，电极难以贴合皮肤等问题。本研究利用利用电化学凝胶法形成过渡金属碳/氮化合物（MXene）水凝胶导线作为可拉伸的电气连接、聚二甲基硅氧烷（PDMS）薄膜作为柔性基底、纳米复合水凝胶作为传感材料，从而制备出可拉伸肌电电极贴。之后，本研究基于此可拉伸肌电电极贴设计一种便携式多通道肌电采集系统。结果显示，水凝胶导线MXene水凝胶导线具有较好的导电性和可拉伸性，MXene水凝胶内部为三维网络结构；肌电采集实验表明该电极贴具有良好的皮肤贴合性，可以有效采集8个通道的肌电信号。

本人综合运用了生物传感技术、电子皮肤、机械电子及自动化、生物医学信号处理算法、印刷工程、软件开发和材料科学等多个领域的知识。在此过程中，本人学习掌握了电化学凝胶法最新工艺，并对其进行改良优化，之后应用在电生理信号的采集。本人利用电化学凝胶法和丝网印刷技术，制备出可拉伸肌电电极贴。材料表征涉及傅里叶红外光谱测试（FT-IR）、扫描电镜（SEM）及X射线能谱分析（EDS

mapping）。此外，本人利用电子及自动化、软件开发方面的知识设计开发出便携式多通道肌电采集系统，包括采集电路板和上位机软件。最后，本人利用matlab、origin完成采集数据的分析处理及数据绘图。

3、承担企业应用性课题研究项目：人体小肠健康检测智能马桶样机开发

针对传统马桶无法满足家庭健康监护需求日益增大的现状，提出一种小肠健康检测智能马桶，其结构包括马桶座主体、马桶盖主体和气体分析装置。该小肠健康检测智能马桶通过气相色谱技术检测马桶内气体的氢气、甲烷浓度，为后续用户小肠健康监测提供的科学依据和技术支持。研究表明，小肠健康检测智能马桶使用简单，方便快捷，数据准确，性能稳定，可重复性高，降低了样本采集限制条件，且在检测结束后具有清洁模式，保证了下次检测的准确性。该工作具有以下成果：申请一篇发明专利（实审阶段）。

本人综合运用了生物传感技术、机械电子及自动化和生物学等多个领域的知识。本人掌握了氢甲烷呼气试验法检测小肠细菌过度生长的医学机理。本人通过相关嵌入式系统开发，搭建气体分析装置，实现监测样本气体中氢气、甲烷含量的自动化。所述气体分析装置包括单片机控制模块、气体检测模块、屏幕显示模块。此外，本人还完成小肠健康检测智能马桶的后续测试工作。

4、水凝胶导线、参与企业产品的研究：小儿肠套叠治疗系统开发

小儿肠套叠是一种常见的婴幼儿急腹症，针对目前传统治疗方法存在精度不足、耗费人力的缺点，本人带领团队设计开发一种智能化肠套叠复位系统，具备精确度高和便利性好的特性，其结构包括液压监测模块和智能液体灌注模块。

本人综合运用机械电子及自动化和生物医学工程等领域的知识。本人掌握了小儿肠套叠的医学病理及相关治疗方案。本人在树莓派平台，基于python语言实现小儿肠套叠治疗系统，其中包括驱动电极挤压球囊实现灌注、控制压力传感器实现水压实时监测、树莓派搭建控制界面实现可视化系统控制和压力数值显示等。

在团队协作方面，本人积极沟通，组织协调，有效指导他人进行项目产品设计开发，最终完成方案设计和样机开发，本产品目前由公司工程师继续开发，定型第二代产品并申请医疗器械产品注册证。

5、水凝胶导线、承担企业应用性课题研究项目：多模态大脑监测系统开发

目前，我国进入中度老龄化社会，老年人群的居家、社区医养结合服务供给不足，面向老年人的居家医疗亟待加强。本人围绕脑电图和近红外光谱技术研制出一种双模态柔性无创的脑功能传感器，传感器可以与大脑形状匹配，带来舒适性和高信号质量。该工作具有以下成果：获批台州市工业类科技计划项目。

本人综合运用生物医学工程、材料科学、机械电子及自动化等多个领域的知识。本人掌握了脑电图法和近红外光谱法监测大脑电生理活动、血氧变化的原理。本人制备高强度纳米材料的改性离子导电水凝胶、设计柔性多模传感器机械-

电学性能耦合模型、制备低阻抗和低扰动的无创柔性专用EEG-

NIRS传感器。此外，本人还完成该脑功能传感器的后续测试，最后，利用matlab和origin完成数据处理和分析绘图工作。

(二) 取得的业绩(代表作)【限填3项, 须提交证明原件(包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等)供核实, 并提供复印件一份】

1. 公开成果代表作【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】

成果名称	成果类别 [含论文、授权专利(含发明专利申请)、软件著作权、标准、工法、著作、获奖、学位论文等]	发表时间/授权或申请时间等	刊物名称/专利授权或申请号等	本人排名/总人数	备注
A Nanoclay-Enhanced Hydrogel for Self-Adhesive Wearable Electrophysiology Electrodes with High Sensitivity and Stability	国际期刊	2023年04月03日	gels	1/10	SCI期刊收录
一种具有低皮肤接触阻抗的自粘附电极及其应用	发明专利申请	2023年03月29日	申请号: 202310320970.9	2/2	无
一种小肠健康监测智能马桶	发明专利申请	2022年07月27日	申请号: 202210892309.0	2/4	无

2. 其他代表作【主持或参与的课题研究项目、科技成果应用转化推广、企业技术难题解决方案、自主研发设计的产品或样机、技术报告、设计图纸、软课题研究报告、可行性研究报告、规划设计方案、施工或调试报告、工程实验、技术培训教材、推动行业发展中发挥的作用及取得的经济社会效益等】

无

(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩： 84 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间： 1 年(要求1年及以上) 考核成绩： 88 分(要求80分及以上)
本人承诺	
<p>个人声明：本人上述所填资料均为真实有效，如有虚假，愿承担一切责任，特此声明！</p> <p style="text-align: right;">申报人签名：王甫帅</p>	

浙江工业大学研究生院

攻读硕士学位研究生成绩表

学号: 22160241	姓名: 王甫帅	性别: 男	学院: 工程师学院	专业: 电子信息	学制: 2.5年						
毕业时最低应获: 26.0学分	已获得: 26.0学分			入学年月: 2021-09	毕业年月: 2024-03						
学位证书号: 1033532024602212	毕业证书号: 103351202402600438			授予学位: 电子信息硕士							
学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质	学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质
2021-2022学年秋季学期	生物医学信号处理技术与应用		2.0	90	专业学位课	2021-2022学年春季学期	医疗健康工程技术应用案例分析		2.0	90	专业学位课
2021-2022学年冬季学期	生物医学工程方法学		1.0	79	专业学位课	2021-2022学年春季学期	医疗健康工程技术综合实践		2.0	88	专业学位课
2021-2022学年春季学期	医疗健康工程前沿技术		2.0	91	专业学位课	2021-2022学年春季学期	研究生英语基础技能		1.0	74	公共学位课
2021-2022学年夏季学期	智能化仪器软硬件系统设计与应用		2.0	84	专业学位课	2021-2022学年夏季学期	研究生英语		2.0	79	公共学位课
2021-2022学年秋季学期	中国特色社会主义理论与实践研究		2.0	89	公共学位课	2021-2022学年夏季学期	优化算法		3.0	96	专业选修课
2021-2022学年冬季学期	数据分析的概率统计基础		3.0	81	专业选修课	2021-2022学年夏季学期	自然辩证法概论		1.0	80	公共学位课
2021-2022学年春季学期	研究生论文写作指导		1.0	93	专业学位课	2021-2022学年夏季学期	工程伦理		2.0	72	公共学位课

说明: 1. 研究生课程按三种方法计分: 百分制, 两级制 (通过、不通过), 五级制 (优、良、中、及格、不及格)。

2. 备注中 "*" 表示重修课程。

学院成绩校核章:

成绩校核人: 张梦依

打印日期: 2024-04-02

Article

A Nanoclay-Enhanced Hydrogel for Self-Adhesive Wearable Electrophysiology Electrodes with High Sensitivity and Stability

Fushuai Wang ^{1,†}, Lang Yang ^{2,†}, Ye Sun ², Yiming Cai ¹, Xin Xu ³, Zhenzhong Liu ^{3,*} , Qijie Liu ³, Hongliang Zhao ^{2,4}, Chunxin Ma ^{2,3,4,*} and Jun Liu ^{1,3,*} 

- ¹ Key Laboratory for Biomedical Engineering of Education Ministry, Department of Biomedical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China
- ² State Key Laboratory of Marine Resource Utilization in South China Sea, Hainan University, Haikou 570228, China
- ³ Taizhou Key Laboratory of Medical Devices and Advanced Materials, Research Institute of Zhejiang University-Taizhou, Taizhou 318000, China
- ⁴ Key Laboratory of Quality Safe Evaluation and Research of Degradable Material for State Market Regulation, Products Quality Supervision and Testing Institute of Hainan Province, Haikou 570203, China
- * Correspondence: zzliu@zju.edu.cn (Z.L.); machunxin@hainanu.edu.cn (C.M.); liujun@zju.edu.cn (J.L.); Tel.: +86-0576-88190681 (Z.L.); +86-0898-66292367 (C.M.); +86-0576-88190571 (J.L.)
- † These authors contributed equally to this work.

Abstract: Hydrogel-based wet electrodes are the most important biosensors for electromyography (EMG), electrocardiogram (ECG), and electroencephalography (EEG); but, are limited by poor strength and weak adhesion. Herein, a new nanoclay-enhanced hydrogel (NEH) has been reported, which can be fabricated simply by dispersing nanoclay sheets (Laponite XLS) into the precursor solution (containing acrylamide, N, N'-Methylenebisacrylamide, ammonium persulfate, sodium chloride, glycerin) and then thermo-polymerizing at 40 °C for 2 h. This NEH, with a double-crosslinked network, has nanoclay-enhanced strength and self-adhesion for wet electrodes with excellent long-term stability of electrophysiology signals. First of all, among existing hydrogels for biological electrodes, this NEH has outstanding mechanical performance (93 kPa of tensile strength and 1326% of breaking elongation) and adhesion (14 kPa of adhesive force), owing to the double-crosslinked network of the NEH and the composited nanoclay, respectively. Furthermore, this NEH can still maintain a good water-retaining property (it can remain at 65.4% of its weight after 24 h at 40 °C and 10% humidity) for excellent long-term stability of signals, on account of the glycerin in the NEH. In the stability test of skin–electrode impedance at the forearm, the impedance of the NEH electrode can be stably kept at about 100 kΩ for more than 6 h. As a result, this hydrogel-based electrode can be applied for a wearable self-adhesive monitor to highly sensitively and stably acquire EEG/ECG electrophysiology signals of the human body over a relatively long time. This work provides a promising wearable self-adhesive hydrogel-based electrode for electrophysiology sensing; which, will also inspire the development of new strategies to improve electrophysiological sensors.

Keywords: electrophysiology signals; hydrogel electrodes; nanoclay; self-adhesion; wearable sensors



Citation: Wang, F.; Yang, L.; Sun, Y.; Cai, Y.; Xu, X.; Liu, Z.; Liu, Q.; Zhao, H.; Ma, C.; Liu, J. A Nanoclay-Enhanced Hydrogel for Self-Adhesive Wearable Electrophysiology Electrodes with High Sensitivity and Stability. *Gels* **2023**, *9*, 323. <https://doi.org/10.3390/gels9040323>

Academic Editor: Richard J. Williams

Received: 7 March 2023

Revised: 27 March 2023

Accepted: 3 April 2023

Published: 11 April 2023



Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Stably and highly sensitively acquiring bioelectrical signals, including electromyography (EMG), electrocardiogram (ECG), and electroencephalography (EEG), is mostly important for detecting and treating the human body [1–4]. As the key component, the electrode that non-invasively obtains signals has mostly two types: a wet electrode and a dry electrode [5,6]. The wet electrode, as the gold standard, is composed of the Ag/AgCl electrode and conductive paste or hydrogel which can contact and infiltrate the surface of skin [7,8]. Owing to reduced skin–electrode impedance, the wet electrode can obtain high-quality and stable signals. Furthermore, the wet electrode commonly has stable electrolytic half-cell potential at the contact interface between the Ag/AgCl electrode and conductive

《SCI-Expanded》收录证明

经检索《Web of Science》的《Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)》数据库，下述论文被《SCI-EXPANDED》收录。（检索时间：2023年8月7日）

第1条，共1条

标题:A Nanoclay-Enhanced Hydrogel for Self-Adhesive Wearable Electrophysiology Electrodes with High Sensitivity and Stability

作者:Wang, FS(Wang, Fushuai);Yang, L(Yang, Lang);Sun, Y(Sun, Ye);Cai, YM(Cai, Yiming);Xu, X(Xu, Xin);Liu, ZZ(Liu, Zhenzhong);Liu, QJ(Liu, Qijie);Zhao, HL(Zhao, Hongliang);Ma, CX(Ma, Chunxin);Liu, J(Liu, Jun);

来源出版物:GELS 卷:9 期:4 文献号:323 DOI:10.3390/gels9040323 出版年:APR 2023

入藏号:WOS:000977442600001

文献类型:Article

地址:

[Wang, Fushuai; Cai, Yiming; Liu, Jun] Zhejiang Univ, Dept Biomed Engn, Key Lab Biomed Engn, Educ Minist, Hangzhou 310027, Peoples R China.

[Yang, Lang; Sun, Ye; Zhao, Hongliang; Ma, Chunxin] Hainan Univ, State Key Lab Marine Resource Utilizat South China, Haikou 570228, Peoples R China.

[Xu, Xin; Liu, Zhenzhong; Liu, Qijie; Ma, Chunxin; Liu, Jun] Univ Taizhou, Taizhou Key Lab Med Devices & Adv Mat, Res Inst Zhejiang, Taizhou 318000, Peoples R China.

[Zhao, Hongliang; Ma, Chunxin] Prod Qual Supervis & Testing Inst Hainan Prov, Key Lab Qual Safe Evaluat & Res Degradable Mat Sta, Haikou 570203, Peoples R China.

通讯作者地址:

Liu, J (corresponding author), Zhejiang Univ, Dept Biomed Engn, Key Lab Biomed Engn, Educ Minist, Hangzhou 310027, Peoples R China.; Ma, CX (corresponding author), Hainan Univ, State Key Lab Marine Resource Utilizat South China, Haikou 570228, Peoples R China.; Liu, ZZ; Ma, CX; Liu, J (corresponding author), Univ Taizhou, Taizhou Key Lab Med Devices & Adv Mat, Res Inst Zhejiang, Taizhou 318000, Peoples R China.; Ma, CX (corresponding author), Prod Qual Supervis & Testing Inst Hainan Prov, Key Lab Qual Safe Evaluat & Res Degradable Mat Sta, Haikou 570203, Peoples R China.

电子邮件地址:zzliu@zju.edu.cn; machunxin@hainanu.edu.cn; liujun@zju.edu.cn

IDS号:E7QI9

eISSN:2310-2861

注:

1. 以上检索结果来自 CALIS 查收查引系统。
2. 以上检索结果均得到委托人及被检索作者的确认。



(19) 国家知识产权局



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 116458889 A

(43) 申请公布日 2023.07.21

(21) 申请号 202310320970.9 C08F 222/38 (2006.01)

(22) 申请日 2023.03.29 C08K 3/34 (2006.01)

(71) 申请人 浙江大学
地址 310030 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号
申请人 浙江大学台州研究院

(72) 发明人 刘军 王甫帅

(74) 专利代理机构 杭州君度专利代理事务所
(特殊普通合伙) 33240
专利代理师 朱亚冠

(51) Int. Cl.
A61B 5/266 (2021.01)
A61B 5/265 (2021.01)
A61B 5/259 (2021.01)
C08F 220/56 (2006.01)

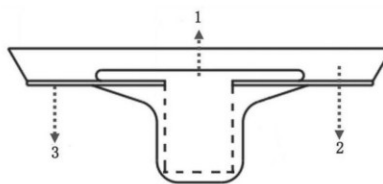
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种具有低皮肤接触阻抗的自粘附电极及其应用

(57) 摘要

本发明公开了一种具有低皮肤接触阻抗的自粘附电极及其应用,其中自粘附电极包括含有Ag/AgCl材料的电极、导电层和基底。导电层通过在离子导电水凝胶体系中加入纳米粘土,改变了水凝胶与皮肤的接触特性,可使导电层和皮肤之间紧密耦合,从而能实现长时间稳定且较低的接触阻抗、抗干扰的效果。此外,所述导电层具有良好的拉伸强度和粘弹性,因此无需采用泡棉、无纺布和压敏胶等常用电极辅助材料,即可获得一种仅依靠导电层实现粘附的湿电极。该电极克服了常用电极的接触阻抗不能长时间保持稳定的缺点,并且简化了电极的固定方式,可用于脑电、心电和肌电等生理信号的持续采集,具有接触阻抗稳定、结构简单、保水性好和生物相容性好等优点。



CN 116458889 A

(19) 国家知识产权局



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 115324176 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 11

(21) 申请号 202210892309.0

(22) 申请日 2022.07.27

(71) 申请人 浙江大学台州研究院

地址 318000 浙江省台州市府大道西段618号

(72) 发明人 刘军 王甫帅 徐鑫 方语

(74) 专利代理机构 杭州君度专利代理事务所

(特殊普通合伙) 33240

专利代理师 朱亚冠

(51) Int. Cl.

E03D 11/06 (2006.01)

E03D 11/13 (2006.01)

E03D 9/00 (2006.01)

G01N 30/02 (2006.01)

G01N 30/16 (2006.01)

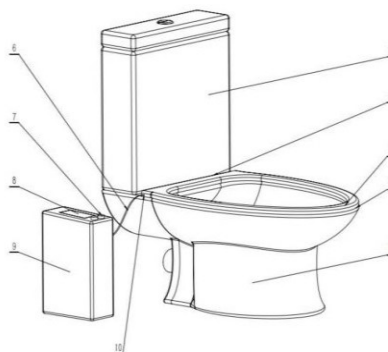
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种小肠健康监测智能马桶

(57) 摘要

本发明公开了一种小肠健康监测智能马桶，包括马桶座主体、气体分析装置。马桶座主体包括坐便器、主储水仓、马桶盖主体；所述马桶盖主体与所述坐便器活动连接，其包括翻转式便盖和翻转式便圈；所述气体分析装置包括基于stm32的控制装置、气体检测装置、屏幕。本发明以用户排泄物为检测对象，具有合理的检测流程，通过气相色谱技术检测马桶内气体的氢气浓度、甲烷浓度，设备使用简单，方便快捷，数据准确，性能稳定，可重复性高，降低了样本采集限制条件，且在检测结束后具有清洁模式，保证了下次检测的准确性，为后续用户小肠健康监测提供的科学依据和技术支持。



CN 115324176 A