

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2021 年 12 月 2 日 (02.12.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/237962 A1

(51) 国际专利分类号:
A61B 10/00 (2006.01)

(LIU, Huaping); 中国北京市海淀区双清路 30 号清华大学, Beijing 100084 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/111407

(22) 国际申请日: 2020 年 8 月 26 日 (26.08.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010452755.0 2020 年 5 月 26 日 (26.05.2020) CN

(71) 申请人: 清华大学(TSINGHUA UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国北京市海淀区双清路 30 号, Beijing 100084 (CN)。

(72) 发明人: 孙富春(SUN, Fuchun); 中国北京市海淀区双清路 30 号清华大学, Beijing 100084 (CN)。
方斌(FANG, Bin); 中国北京市海淀区双清路 30 号清华大学, Beijing 100084 (CN)。 刘华平

(74) 代理人: 北京东方盛凡知识产权代理事务所 (普通合伙) (BEIJING DONGFANG SHENGFAN IP AGENT FIRM GP); 中国北京市海淀区白家疃尚品园 1 号楼 4 层 436-1, Beijing 100000 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: THROAT SWAB AUTOMATIC SAMPLING SYSTEM

(54) 发明名称: 一种咽拭子自动采样系统

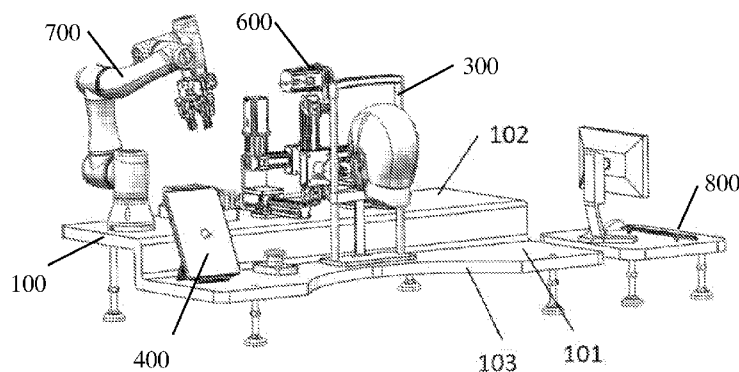


图 1

(57) Abstract: A throat swab automatic sampling system, comprising: a unit for automatically checking identity information of a person to be tested and for collection prompting (400), a unit for positioning the head of a person to be tested (300), a navigation and positioning unit (500), a sample collection execution unit (600) and a throat swab automatic loading/unloading unit (700), which units are arranged on an operation platform (100), and a remote monitoring unit (800). The navigation and positioning unit follows the tail end of the sample collection execution unit to enter the oral cavity of a person to be tested, and is used for acquiring a throat image and determining depth information between a depth sensor and the throat of the person to be tested; and the sample collection execution unit comprises a guide-rail-type device (610) having three degrees of freedom and a tail end execution mechanism (620) having one degree of freedom. During the process of throat swab collection, real-time information of each unit is communicated to the remote monitoring unit, such that a medical staff monitors, in a remote safe room, a test subject and the units in real time by means of a computer, and takes measures in a timely manner if an unexpected problem appears, thereby ensuring the safety and validity of the entire process, and realizing full automation of the process of throat swab collection.



ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

- 关于发明人身份(细则4.17(i))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种咽拭子自动采样系统, 包括在工作平台(100)上的待测人员身份信息自动核对及采集提示单元(400)、待测人员头部定位单元(300)、导航定位单元(500)、样本采集执行单元(600)和咽拭子自动装卸单元(700), 以及远程监控单元(800); 导航定位单元跟随样本采集执行单元末端进入待测人员口腔, 用于采集咽喉图像并确定深度传感器与待测人员咽喉之间的深度信息; 样本采集执行单元包括三自由度的导轨式装置(610)及一个自由度的末端执行机构(620); 在咽拭子采集的过程中, 各个单元的实时信息与远程监控单元通信, 医护人员在远程安全房间通过电脑对被采集者及其各个单元进行实时监控, 出现意外问题, 及时采取措施, 以保证整个过程的安全性和有效性, 实现咽拭子采集过程的全自动化。

一种咽拭子自动采样系统

技术领域

本发明属于医疗机器人领域，具体涉及一种咽拭子自动采样系统。

背景技术

目前新冠肺炎疫情已经在全世界范围蔓延。病毒感染检测手段主要通过咽拭子采集的样本进行核酸检查。然而咽拭子样本采集是传染风险系数极高且需要一定操作技巧的过程。采样中患者需张口暴露咽喉部位，采样咽喉区域是病毒相对集中的区域，患者用力呼吸、咳嗽等可产生大量飞沫或气溶胶。目前采样室大多为 10 平米左右的封闭区域，采样室气溶胶浓度较高。采样医护人员近距离采集咽拭子，即便进行三级防护（穿防护服、戴护目镜、戴手套），也具有较高交叉感染的风险。同时在新冠肺炎爆发阶段，感染人数众多，医护人员需要长期穿着全面防护设备，导致工作强度过大、工作时间过长。而且采集咽拭子过程因不同级别的医务人员水平的差异、心理的畏惧、医护人员的疲劳等多种因素，咽拭子采集操作很容易导致拭子质量的差异容易出现假阴性，影响对病情的判断。

咽拭子采集对病毒种类检测的必要性、以及类似新冠病毒等具有高传染风险的高危性，亟需采用机器人技术替代医护人员进行自主采样，降低医护人员工作负荷与感染风险，对于战伤救治、灾害救援、传染病防控均具有重要意义。

发明内容

本发明的目的是为了克服已有技术的不足之处，提出一种咽拭子自动采样系统，该系统将医护人员咽拭子采集过程中的核对采集者信息、咽拭子采集、密封等操作实现全自动化，可有效降低医护人员的工作负荷与感染风险。

为了实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

本发明提出的一种咽拭子自动采样系统，其特征在于，包括位于工作平台上的待测人员身份信息自动核对及采集提示单元、待测人员头部定位单元、导航定位单元、样本采集执行单元和咽拭子自动装卸单元，以及远程监控单元；其中，

所述待测人员身份信息自动核对及采集提示单元，包括电子屏幕，通过该电子屏幕自带的前置摄像头获取待测人员的面部特征，与待测人员的身份信息进行对比、进行人脸识别，并将待测人员信息通过电子屏幕投放给被检测人员，等待确认，待确认完毕，由其进

行语音及其文字提示引导待检测人员进入所述自动咽拭子采集设备，并报道操作规程及其注意事项；

所述待测人员头部定位单元，包括头部定位架和固定在该头部定位架上的咬口器；通过头部定位架固定待测人员头部并调节所述咬口器至所述工作平台的距离，使得咬口器位于待测人员的舒适高度；所述咬口器采用一次性耗材制成，用于将待测人员的口腔张开并将其舌头压平，提供通往咽部的通畅空间；

所述导航定位单元，包括固定在所述样本采集执行单元末端的深度传感器，该深度传感器随所述样本采集执行单元进入待测人员口腔，用于采集咽喉图像并确定深度传感器与待测人员咽喉之间的深度信息；

所述样本采集执行单元，包括三自由度的导轨式装置及一个自由度的末端执行机构；所述三自由度的导轨式装置为龙门式三轴机构，分别将沿口腔宽度方向、沿口腔进深方向和垂直于工作平台平面方向作为 X、Y、Z 轴，龙门式三轴机构包括一个 X 轴模组、两个 Y 轴模组和一个 Z 轴模组，两个所述 Y 轴模组间隔固定于所述工作平台上，所述 Y 轴模组、X 轴模组和 Z 轴模组依次连接且彼此联动，所述 Z 轴模组上固定有所述导航定位单元内的深度传感器及所述末端执行机构；在待测人员咽部擦拭的动作由所述 X 轴模组和 Z 轴模组控制，向待测人员口腔内深入的进给运动和擦拭动作力控部分的轴向进给运动均由所述 Y 轴模组控制；

所述咽拭子自动装卸载单元，包括由六自由度机械臂及末端夹爪，控制所述六自由度机械臂到达咽拭子放置的指定位置，然后通过控制末端夹爪的张合来夹取咽拭子，再控制已夹取咽拭子的六自由度机械臂装载至所述样本采集执行单元中的末端执行机构；

所述远程监控单元，包括主控系统，该主控系统内存储有待测人员信息库并在该主控系统的 PC 机内的第二控制板上集成有第二控制芯片，所述第二控制芯片通过 RS-485 接口与 PC 机通信；所述待测人员身份信息自动核对及采集提示单元和咽拭子自动装卸载单元通过 TCP 网络与主控系统的 PC 机相连通，主控系统中的待测人员信息库通过待测人员身份信息自动核对及采集提示单元来完成人员信息的核对确认；所述导航定位单元通过 USB 与主控系统的 PC 机相连，将深度传感器采集到的图像及其深度信息传送到主控系统的 PC 机上，对深度传感器采集的图像和深度信息通过均值滤波算法补偿来进行消噪后准确计算出待测人员口腔内两侧扁桃体的位置信息，随后对深度传感器获得的两侧扁桃体的位置信息进行坐标转换，以与所述样本采集执行单元的坐标系相匹配，随后引导所述样本采集执行单元到该位置进行样本采集；所述样本采集执行单元内的导轨式装置分别通过 RS-485 接口和 GPIO 接口与主控系统的 PC 机相连，由第二控制芯片进行所述龙门式三轴机构的运动解算和轨迹跟踪所需的多任务调度，该调度实时将对深度传感器采集的图像和深度信

息进行处理后转化为龙门式三轴机构的机械运动通过所述 GPIO 接口向样本采集执行单元内的各轴模组发送相应的控制信号；所述样本采集执行单元内的末端执行机构通过串口与主控系统的 PC 机相连，获取末端执行机构的实时状态。

本发明的特点及有益效果：

本系统可以自主完成咽拭子采样过程，自动化程度高。具体为：（1）采样过程中，患者身份信息自动核对确认；（2）自动完成咽拭子装卸载，可以和外部的采样管贴标系统、输送系统、分拣系统无缝对接；（3）采样动作的自主轨迹规划执行，具有操作简单；仅需要普通的远程值守人员，节省专业医护人员人力。此外，本系统还同时具备柔性控制采样功能，避免对待测人员的咽喉组织产生硬刺激。

附图说明

图 1 是本发明实施例的一种咽拭子自动采样系统的整体结构三维视图。

图 2 是图 1 所示咽拭子自动采样系统的俯视图。

图 3 的（a）、（b）分别是图 1 所示咽拭子自动采样系统中待测人员头部定位单元的侧视图和主视图。

图 4 的（a）~（d）分别是图 1 所示咽拭子自动采样系统中样本采集执行单元的导轨式装置和末端执行机构的结构示意图。

图 5 是咽拭子自主采动系统的系统架构示意图。

具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步的详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施方式仅仅用以解释本发明，并限定本发明的保护范围。

为了更好地理解本发明，以下详细阐述本发明提出的一种咽拭子自动采样系统的应用实例。

参见图 1、2，本发明实施例的一种咽拭子自动采样系统包括设置在工作平台 100 上的待测人员身份信息自动核对及采集提示单元 400、待测人员头部定位单元 300、导航定位单元 500、样本采集执行单元 600 和咽拭子自动装卸载单元 700，以及远程监控单元 800。该咽拭子自动采样机器人系统在采样过程中，可以实现对患者身份信息的自动核对确认；自动完成咽拭子装卸载，可以和外部的采样管贴标系统、输送系统、分拣系统无缝对接；采样动作的自主轨迹规划执行，具有操作简单；仅需要普通的远程值守人员，节省专业医

护人员人力；具备柔性控制采样功能，避免对咽喉组织产生硬刺激。

本实施例中各组成部件的具体实现方式及功能分别描述如下：

工作平台 100，作为本咽拭子自动采样系统的支撑结构，工作平台 100 具有第一工作平面 101 和第二工作平面 102，优选地，第一工作平面 101 较第二工作平面 102 低。待测人员身份信息自动核对及采集提示单元 400、待测人员头部定位单元 300 均设置于第一工作平面 101 上，第一工作平面 101 面向待测人员的一侧为圆弧面 103，便于待测人员更好地靠近头部定位单元 300。导航定位单元 500、样本采集执行单元 600 和咽拭子自动装卸单元 700 均设置于第二工作平面 102 上。

待测人员身份信息自动核对及采集提示单元 400，包括电子屏幕（本实施例中采用 pad 作为电子屏幕），通过该电子屏幕自带的前置摄像头获取待测人员的面部特征，与待测人员的身份信息做对比，进行人脸识别，并将待测人员信息通过电子屏幕投放给被检测人员，等待确认，待确认完毕，由其进行语音及其文字提示引导待检测人员进入自动咽拭子采集设备 600，以及报道操作规程及其注意事项。

待测人员头部定位单元 300，参见图 3 的（a）和（b），包括头部定位架 310 和固定在该头部定位架 310 上的咬口器 320。头部定位架 310 包括固定在第一工作平面 101 中部的底座 311、与该底座 311 固定的两个螺杆 312、通过螺纹套设在两个螺杆 312 上的颌托 314 以及通过螺栓与两个螺杆 312 顶部连接的颌托 313，利用颌托 314 在螺杆 312 上的转动，来调节颌托 314 及其上咬口器 320 至底座 311 的距离，使得咬口器 320 位于待测人员的舒适高度。咬口器 320 包括一体成型的半圆环 321、弧形压舌板 323、两个开颌垫 322 和咬口器固定板 325，两个开颌垫 322 位于半圆环 321 和弧形压舌板 323 的开口处之间；咬口器 320 通过咬口器固定板 325 与颌托 314 通过螺钉固定，具体地，半圆环 321 的底部通过咬口器固定板 325 和螺钉固定在颌托 314 中部。为方便生产且避免交叉感染，咬口器 320 整体采用一次性耗材制成。开颌垫 322 整体呈梯形，且梯形斜面朝上放置，在各开颌垫 322 的斜面以及与斜面相对的侧面上分别均开设有牙槽 324，供待测人员上下牙槽咬住。弧形压舌板 323 与待测人员口腔尺寸相匹配，用于将患者舌头压平，提供通往咽部的通畅空间。通过咬口器 320 将待测人员的口腔张开，供样本采集执行单元 600 中的传感器以及咽拭子末端执行器进入口腔；当待测人员将咬口器 320 含入口中时，弧形压舌板 323 靠近口腔内部，向下压住舌头，防止舌头隆起；同时待测人员的上下槽牙咬住开颌垫 322，由于开颌垫是梯形，保证待测人员的嘴部张到一定程度；牙槽位于开颌垫 322 上下两个面，起到固定槽牙，防止打滑的作用；前端半圆环 321 抵住下门牙，在口腔进深方向固定咬口器 320，防止咬口器 320 从口中滑出。待头部定位架 310 调节到待测人员的舒适高度后，此时待测人员面部五官大致位置固定，可通过导航定位单元 500 的 tof 传感器进行图像识

别找到待测人员的口腔位置。找到待测人员的口腔位置后，由样本采集执行单元 600 将咽拭子采集头移动到口腔附近，等待进一步精密操作。

导航定位单元 500，包括深度传感器该深度传感器固定在样本采集执行单元 600 的末端，本实施中深度传感器采用 ToF 传感器；当深度传感器随样本采集执行单元 600 运动进入待测人员口腔后，由 ToF 传感器自带的摄像头采集口腔内部实时图像并通过 ToF 传感器发射调制红外光，人体咽喉经过反射后，由 ToF 传感器内的接收模块接收到反射的红外光。由于发射和接收的都是调制波，ToF 传感器自带的摄像头可以计算发射和接收的相位差，通过换算得到深度值，即摄像头与咽喉之间的深度距离，从而获得咽喉的图像及深度信息，将获得的咽喉的图像及深度信息传输至远程监控单元 800 进行处理。

样本采集执行单元 600，包括三自由度的导轨式装置 610 及一个自由度的末端执行机构 620，共计四个自由度，参见图 4 的 (a)、(b)。分别将沿口腔宽度方向、沿口腔进深方向和垂直于工作平台 100 平面方向作为 X、Y、Z 轴；三自由度的导轨式装置 610 为龙门式三轴机构，包括一个 X 轴模组 611、两个 Y 轴模组 612 和一个 Z 轴模组 613。X、Y、Z 模组的结构完全相同，现以其中的一个模组为例进行说明，参见图 4 的 (c)，包括电机 631、电机支撑板 632、联轴器 633、滚珠丝杠 634、滑块 635 和驱动器模块 636（本实施例中采用型号为瑞芯 DK-1 数字式驱动器），电机支撑板 632 呈 U 型；电机 631 通过螺钉固定在电机支撑板 632 的一个侧壁上，电机 631 的输出轴通过联轴器 633 与滚珠丝杠 634 一端相连接，滚珠丝杠 634 的另一端固定在电机支撑板 632 的另一个侧壁上，滑块 635 套设在滚珠丝杠 634 上，电机 631 的正反转通过联轴器 633 传递到滚珠丝杠 634 上，滚珠丝杠 634 带动滑块 635 做往返进给运动，驱动器模块 636 与电机 631 的输入轴相连。两个 Y 轴模组间隔固定在第二工作平面 102 上，两个 Y 轴模组的间距为 X 轴模组 612 中滚珠丝杠 634 的进程，X 轴模组 612 内电机支撑板 632 的两个侧壁分别通过第一连接板与两个 Y 轴模组 612 内各滑块 635 固定连接。Z 轴模组 613 内的滑块面向待测人员的口腔，Z 轴模组 613 内电机支撑板 632 的底板通过第二连接板与 Y 轴模组 612 内的滑块固定连接，Z 轴模组 613 内电机支撑板 632 的底部侧壁悬空于第二工作平面 102，使得 Z 轴模组 613 可随 Y 轴模组 612 内的滑块沿 Y 轴移动，此外，Z 轴模组 613 内的滑块上还通过连接板固定导航定位单元 500 中的深度传感器。在待测人员咽部擦拭的动作由 X 轴模组 611 和 Z 轴模组 613 控制，向待测人员口腔内深入的进给运动和擦拭动作力控部分的轴向进给运动均由 Y 轴模组 612 控制；X 轴模组 611 和 Z 轴模组 613 联动构成水平的环形运动轨迹。咽拭子自动采样系统主体运动部分由龙门式三轴（X、Y、Z 轴）机构实现沿各轴方向的运动，该龙门式三轴机构由远程监控单元 800 控制。末端执行机构 620 的结构参见图 4 的 (d)，该末端执行机构 620 包括拭子夹 622、直线滑轨 623、压力传感器 624、直线伺服电机 625 和

第一控制板 626，在末端执行机构 620 的拭子夹 622 末端夹持咽拭子 621，末端执行机构 620 的第一控制板 626 一侧通过螺钉与导轨装置 610 中 Z 轴模组 613 的滑块 635 相连接，且随该滑块运动。拭子夹 622 置于直线伺服 625 的最前端，用于夹紧固定咽拭子 621。直线滑轨 623 置于末端执行机构 620 的前端，用于保证直线伺服电机 625 的轴向运动顺畅。压力传感器 624 为一维力传感器，置于直线伺服电机 625 的前端，用于检测咽拭子 621 触及待测人员咽部柔软组织时的压力值，对接收到的压力值以模拟信号的形式发送控制板 626。直线伺服电机 625 为动力单元，固定于控制板 626 的前端，用于带动咽拭子 621 在轴向方向上的前后运动。第一控制板 626 固定在末端执行机构 620 的末端，该第一控制板 626 上集成有电源、运放电路（即运算放大器电路）、第一控制芯片 TMS320F28377、ADC 芯片，用于为压力传感器提供电源，并采集其输出的咽拭子 621 轴向压力模拟信号 ADC，经过运放放大滤波后转化为咽拭子 621 轴向压力数字信号，该数字信号由第一控制芯片采集，第一控制芯片将该数字信号与直线伺服电机 625 的位置信息进行比对，然后通过 PID 控制器对直线伺服电机 625 进行调节控制，以此利用直线伺服电机 625 的运动来带动咽拭子 621 的进退运动从而调节咽拭子 621 触及待测人员咽部柔软组织时的压力值。第一控制芯片将采集的咽拭子 621 轴向压力数字信号、直线伺服电机 625 的位置和转速信息通过串口发送至远程监控单元 800，进行数据读取以及存储，获取末端执行机构 620 的实时状态。

咽拭子自动装卸载单元 700，由六自由度机械臂（本实施例采用节卡公司研发的 JAKAzu3 六自由度机械臂）及末端夹爪组成，通过控制末端装有夹爪的节卡 JAKAzu3 六自由度机械臂到达咽拭子放置的指定位置，然后通过控制夹爪的张合来夹取咽拭子，再控制已夹取咽拭子的节卡 JAKAzu3 六自由度机械臂装载至样本采集执行单元 600 中的末端执行机构 620。

远程监控单元 800，主要由主控系统组成，该主控系统内存储有待测人员信息库，该主控系统的 PC 机内的第二控制板上集成有第二控制芯片（本实施例中，第二控制芯片采用 STM32H743 单片机），第二控制芯片通过 RS-485 接口与 PC 机通信。待测人员身份信息自动核对及采集提示单元 400 和咽拭子自动装卸载单元 700 均通过 TCP 网络与主控系统的 PC 机相连通，样本采集执行单元 600 通过 RS-485 接口与主控系统的 PC 机相连通，导航定位单元 500 通过 USB 与主控系统的 PC 机相连通，在咽拭子采集的过程中，各个单元的实时信息与主控系统通信，医护人员在远程安全房间通过电脑对被采集者及其各个单元进行实时监控，出现意外问题，及时的采取措施，以保证整个过程的安全性和有效性。具体参见图 5，待测人员身份信息自动核对及采集提示单元 400 和咽拭子自动装卸载单元 700 通过 TCP 网络与主控系统的 PC 机相连通，主控系统中的待测人员信息库通过待测人员身份信息自动核对及采集提示单元 400 来完成人员信息的核对确认，主控系统中的 PC 机通

过 TCP 网络控制咽拭子自动装卸载单元 700 来实现咽拭子的自动装卸载任务。样本采集执行单元 600 内的各驱动器模块与第二控制板之间均通过 GPIO (General-purpose input/output) 接口进行通信,通过 RS-485 接口与主控系统的 PC 机相连通,导航定位单元 500 通过 USB 与主控系统的 PC 机相连,将深度传感器采集到的图像及其深度信息传送到主控系统的 PC 机上,由于外界环境影响,深度传感器在采集的过程中会出现一定干扰的噪声,使得图像及其深度信息受到一定的影响,此时远程监控单元 800 对深度传感器采集的图像和深度信息通过均值滤波算法补偿来进行具体的消噪,从而获得准确的图像及其深度信息,进而准确计算出待测人员口腔内两侧扁桃体的位置信息。随后,远程监控单元 800 对深度传感器获得的两侧扁桃体的位置信息进行坐标转换,以与样本采集执行单元 600 的坐标系相匹配,随后引导样本采集执行单元 600 到该位置进行具体的样本采集。在第二控制芯片内部运行 Free-RTOS 操作系统进行龙门式三轴机构的运动解算和轨迹跟踪所需的多任务调度,该调度实时将对深度传感器采集的图像和深度信息进行处理后转化为龙门式三轴机构的机械运动(为本领域的公知技术)并通过 GPIO 接口向样本采集执行单元 600 内的各驱动器模块发送相应的控制信号,共计三路控制信号(其中两个 Y 轴模组 612 共用一路信号,X 轴模组 611 和 Z 轴模组 613 各由一路信号控制),每路控制信号均分别包括 PWM (Pulse Width Modulation, 脉宽调制)、方向和使能信号,以此控制各轴模块内的电机。远程监控单元 800 的 PC 机内的第二控制芯片与末端执行机构 620 内的第一控制芯片通过串口连接进行通信,第二控制芯片对第一控制芯片将采集的咽拭子 621 轴向压力数字信号、直线伺服电机 625 的位置和转速信息进行数据读取以及存储,获取末端执行机构 620 的实时状态。

以上示意性地对本发明及其实施方式进行了描述,该描述没有限制性,附图中所示的也只是本发明的实施方式之一,实际并不局限于此。所以,如果本领域的普通技术人员受其启示,在不脱离本发明创造宗旨的情况下,不经创造性地设计出与该技术方案相似的方式及实施例,均应属于本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1、一种咽拭子自动采样系统，其特征在于，包括位于工作平台（100）上的待测人员身份信息自动核对及采集提示单元（400）、待测人员头部定位单元（300）、导航定位单元（500）、样本采集执行单元（600）和咽拭子自动装卸载单元（700），以及远程监控单元（800）；其中，

所述待测人员身份信息自动核对及采集提示单元（400），包括电子屏幕，通过该电子屏幕自带的前置摄像头获取待测人员的面部特征，与待测人员的身份信息进行对比、进行人脸识别，并将待测人员信息通过电子屏幕投放给被检测人员，等待确认，待确认完毕，由其进行语音及其文字提示引导待检测人员进入所述自动咽拭子采集设备（600），并报道操作规程及其注意事项；

所述待测人员头部定位单元（300），包括头部定位架（310）和固定在该头部定位架（310）上的咬口器（320）；通过头部定位架（310）固定待测人员头部并调节所述咬口器（320）至所述工作平台（100）的距离，使得咬口器（320）位于待测人员的舒适高度；所述咬口器（320）采用一次性耗材制成，用于将待测人员的口腔张开并将其舌头压平，提供通往咽部的通畅空间；

所述导航定位单元（500），包括固定在所述样本采集执行单元（600）末端的深度传感器，该深度传感器随所述样本采集执行单元（600）进入待测人员口腔，用于采集咽喉图像并确定深度传感器与待测人员咽喉之间的深度信息；

所述样本采集执行单元（600），包括三自由度的导轨式装置（610）及一个自由度的末端执行机构（620）；所述三自由度的导轨式装置（610）为龙门式三轴机构，分别将沿口腔宽度方向、沿口腔进深方向和垂直于工作平台（100）平面方向作为 X、Y、Z 轴，龙门式三轴机构包括一个 X 轴模组（611）、两个 Y 轴模组（612）和一个 Z 轴模组（613），两个所述 Y 轴模组（612）间隔固定于所述工作平台（100）上，所述 Y 轴模组（612）、X 轴模组（611）和 Z 轴模组（613）依次连接且彼此联动，所述 Z 轴模组（613）上固定有所述导航定位单元（500）内的深度传感器及所述末端执行机构（620）；在待测人员咽部擦拭的动作由所述 X 轴模组（611）和 Z 轴模组（613）控制，向待测人员口腔内深入的进给运动和擦拭动作力控部分的轴向进给运动均由所述 Y 轴模组（612）控制；

所述咽拭子自动装卸载单元（700），包括由六自由度机械臂及末端夹爪，控制所述六自由度机械臂到达咽拭子放置的指定位置，然后通过控制末端夹爪的张合来夹取咽拭子，再控制已夹取咽拭子的六自由度机械臂装载至所述样本采集执行单元（600）中的末端执行机构（620）；

所述远程监控单元（800），包括主控系统，该主控系统内存储有待测人员信息库并在该主控系统的 PC 机内的第二控制板上集成有第二控制芯片，所述第二控制芯片通过 RS-485 接口与 PC 机通信；所述待测人员身份信息自动核对及采集提示单元（400）和咽拭子自动装卸单元（700）通过 TCP 网络与主控系统的 PC 机相连通，主控系统中的待测人员信息库通过待测人员身份信息自动核对及采集提示单元（400）来完成人员信息的核对确认；所述导航定位单元（500）通过 USB 与主控系统的 PC 机相连，将深度传感器采集到的图像及其深度信息传送到主控系统的 PC 机上，对深度传感器采集的图像和深度信息通过均值滤波算法补偿来进行消噪后准确计算出待测人员口腔内两侧扁桃体的位置信息，随后对深度传感器获得的两侧扁桃体的位置信息进行坐标转换，以与所述样本采集执行单元（600）的坐标系相匹配，随后引导所述样本采集执行单元（600）到该位置进行样本采集；所述样本采集执行单元（600）内的导轨式装置（610）分别通过 RS-485 接口和 GPIO 接口与主控系统的 PC 机相连，由第二控制芯片进行所述龙门式三轴机构的运动解算和轨迹跟踪所需的多任务调度，该调度实时将对深度传感器采集的图像和深度信息进行处理后转化为龙门式三轴机构的机械运动通过所述 GPIO 接口向样本采集执行单元（600）内的各轴模组发送相应的控制信号；所述样本采集执行单元（600）内的末端执行机构（620）通过串口与主控系统的 PC 机相连，获取末端执行机构（620）的实时状态。

2、根据权利要求 1 所述的咽拭子自动采样系统，其特征在于，各路控制信号包括控制相应轴模组的 PWM、方向和使能信号。

3、根据权利要求 1 所述的咽拭子自动采样系统，其特征在于，所述待测人员头部定位单元（300）内，

所述头部定位架（310）包括固定在所述工作平面（100）上的底座（311）、与该底座（311）固定的两个螺杆（312）、套设在两个螺杆（312）上的颌托（314）以及与两个螺杆（312）顶部连接的颌托（313），利用颌托（314）在螺杆（312）上的转动调节颌托（314）及其上咬口器（320）至底座（311）的距离；

所述咬口器（320）包括一体成型的半圆环（321）、弧形压舌板（323）、两个开颌垫（322）和咬口器固定板（325），两个开颌垫（322）位于半圆环（321）和弧形压舌板（323）的开口处之间，通过咬口器固定板（325）将咬口器（320）与颌托（314）固定，开颌垫（322）整体呈梯形，且梯形斜面朝上放置，在各开颌垫（322）的斜面以及与斜面相对的侧面上分别均开设有牙槽（324），供待测人员上下牙槽咬住；所述弧形压舌板（323）与待测人员口腔尺寸相匹配；当待测人员将咬口器（320）含入口中时，弧形压舌板（323）靠近口腔内部。

4、根据权利要求 1 所述的咽拭子自动采样系统，其特征在于，所述样本采集执行单

元(600)中,各轴模组结构相同,均分别包括电机(631)、电机支撑板(632)、联轴器(633)、滚珠丝杠(634)、滑块(632)和驱动器模块(636);所述电机支撑板(632)呈U型,所述电机(631)固定在该电机支撑板(632)的一个侧壁上,电机(631)的输出轴通过联轴器(633)与滚珠丝杠(634)一端相连接,滚珠丝杠(634)的另一端固定在电机支撑板(632)的另一个侧壁上,滑块(632)套设在滚珠丝杠(634)上,驱动器模块(636)与电机(631)的输入轴相连;各轴模组内的驱动器模块分别通过所述GPIO接口与所述第二控制芯片相连;

两个所述Y轴模组(612)间隔固定在所述工作平面(100)上,两个Y轴模组的间距为X轴模组(611)中滚珠丝杠的进程,X轴模组(611)内电机支撑板的两个侧壁分别通过第一连接板与两个Y轴模组(612)内各滑块固定连接;所述Z轴模组(613)内的滑块面向待测人员的口腔,Z轴模组(613)内电机支撑板的底板通过第二连接板与Y轴模组(612)内的滑块固定连接,Z轴模组(613)内电机支撑板的底部侧壁悬空于工作平面(100),使得Z轴模组(613)可随Y轴模组(612)内的滑块沿Y轴移动,所述Z轴模组(613)内的滑块上还通过第三连接板固定所述导航定位单元(500)中的深度传感器。

5、根据权利要求4所述的咽拭子自动采样系统,其特征在于,所述末端执行机构(620)包括拭子夹(622)、直线滑轨(623)、压力传感器(624)、直线伺服电机(625)和第一控制板(626),在所述拭子夹(622)末端夹持咽拭子(621),且该拭子夹(622)置于直线伺服(625)的最前端,所述第一控制板(626)一侧与所述Z轴模组(613)内的滑块相连接,且随该滑块运动;所述压力传感器(624)置于直线伺服电机(625)的前端,用于检测咽拭子(621)触及待测人员咽部柔软组织时的压力值,对接收到的压力值以模拟信号的形式发送给第一控制板(626);所述直线伺服电机(625)固定于第一控制板(626)前端,用于带动咽拭子(621)在轴向方向上的前后运动;所述第一控制板(626)上集成有电源、运放电路、第一控制芯片和ADC芯片,用于为压力传感器提供电源,并采集其输出的咽拭子轴向压力模拟信号ADC,经过运放放大滤波后,将该模拟信号ADC转化为咽拭子轴向压力数字信号,该数字信号由第一控制芯片采集,第一控制芯片将该数字信号与直线伺服电机(625)的位置信息进行比对,然后通过PID控制器对直线伺服电机(625)进行调节控制;第一控制芯片将采集的咽拭子轴向压力数字信号、直线伺服电机(625)的位置和转速信息通过串口发送至远程监控单元(800),进行数据读取以及存储,获取末端执行机构620的实时状态。

6、根据权利要求5所述的咽拭子自动采样系统,其特征在于,所述压力传感器(624)为一维力传感器。

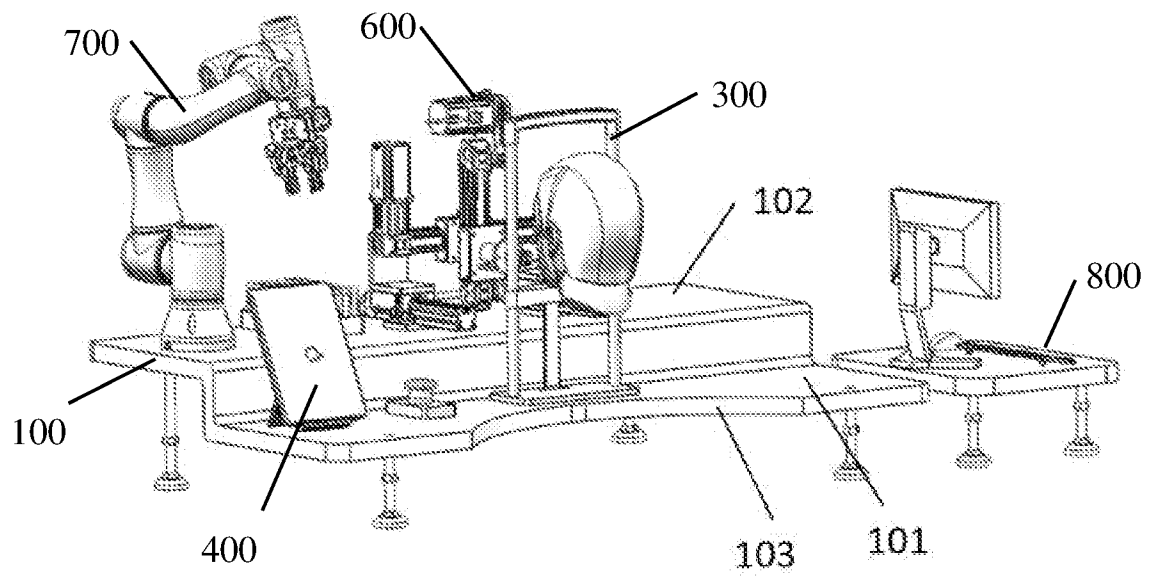


图 1

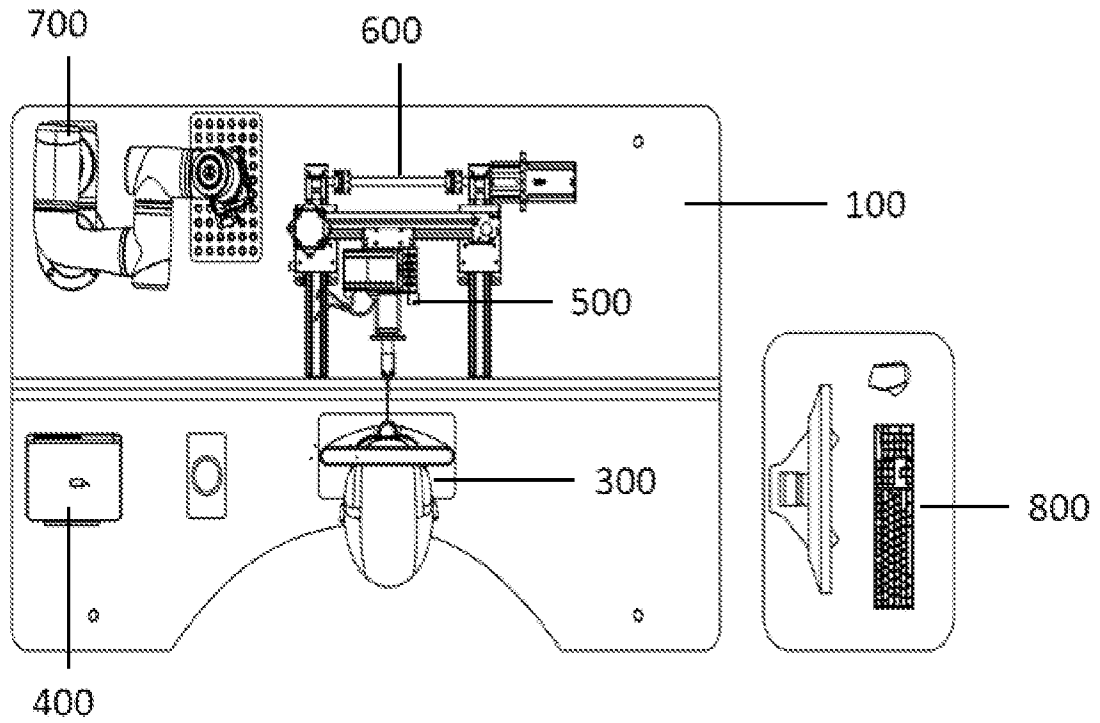


图 2

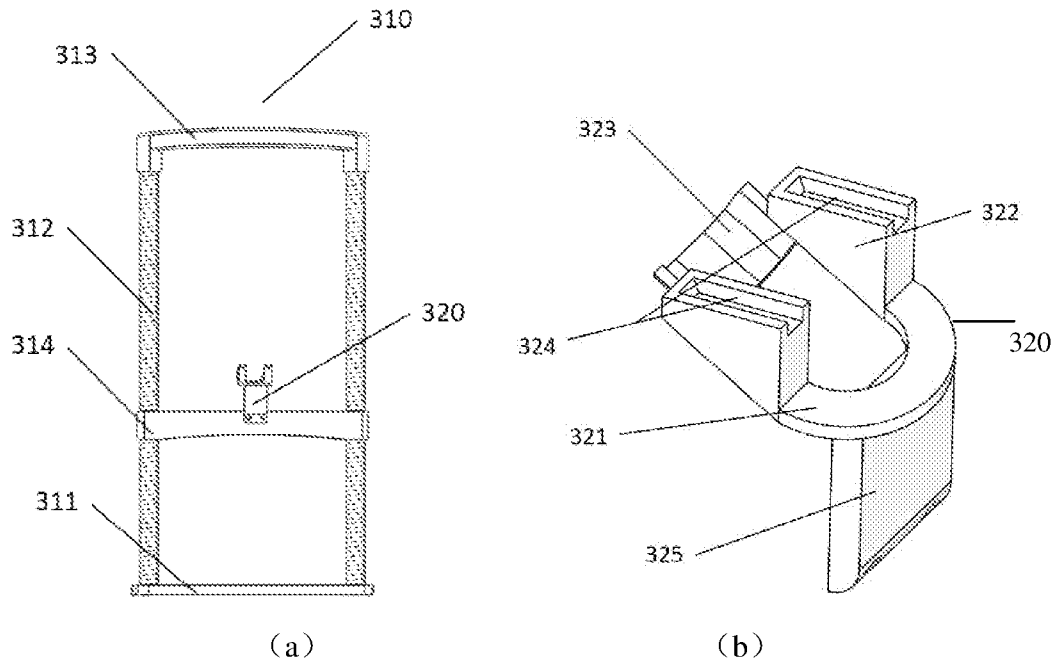
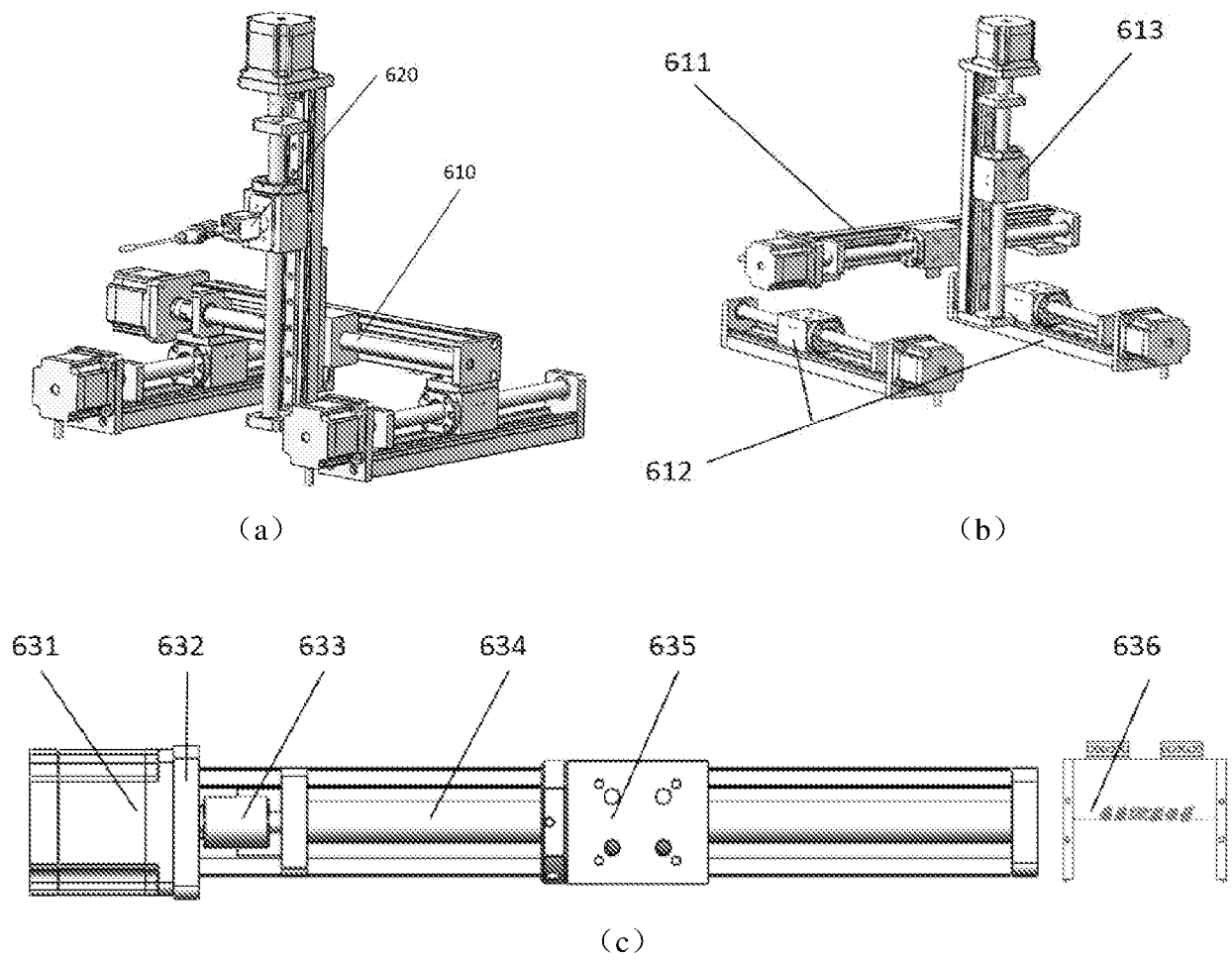
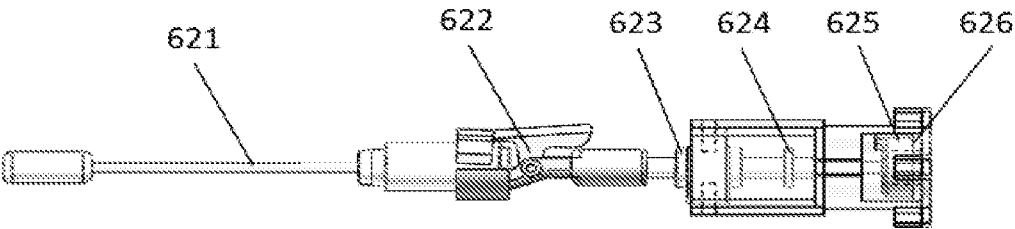


图 3





(d)

图 4

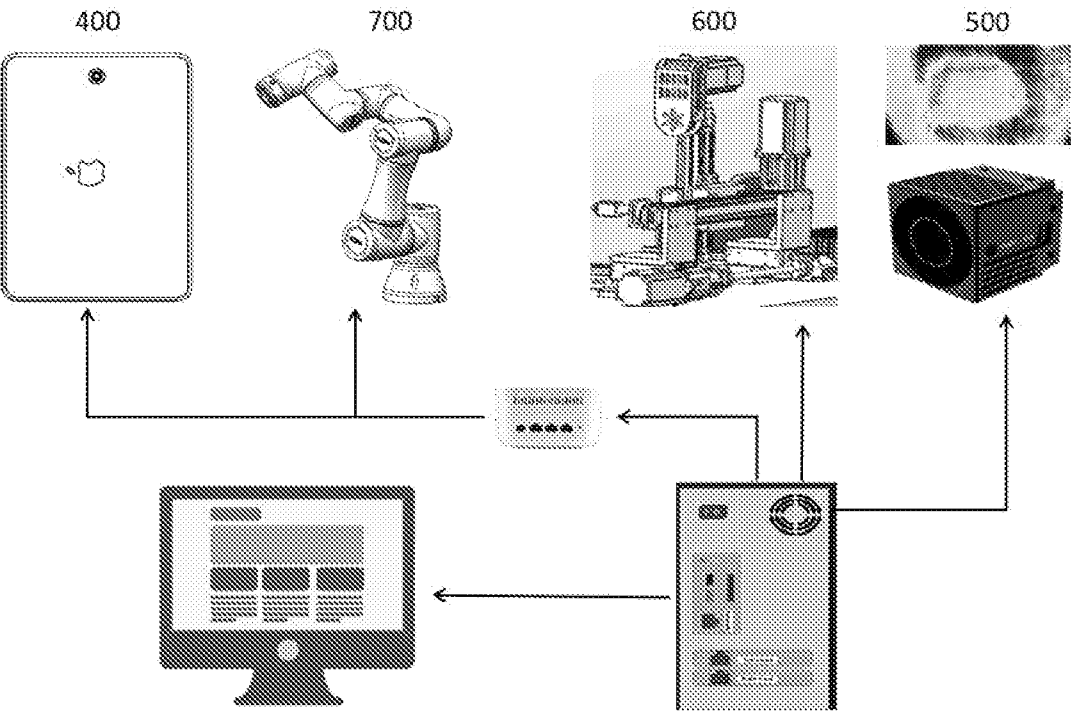


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/111407

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B 10/00(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																							
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B10 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNABS, VEN, CNKI: 咽, 喉, 拭子, 取样, 采样, 采集, 收集, 口水, 唾, 自动, 机器人, saliva+, swab+, sampl+, collect+, fauces, throat, auto+, robot+																							
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 111084643 A (YANG, Renqiang) 01 May 2020 (2020-05-01) entire document</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108272473 A (HANGZHOU TINKER BIOTECHNOLOGY CO., LTD.) 13 July 2018 (2018-07-13) entire document</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107106079 A (CAPNIA, INC.) 29 August 2017 (2017-08-29) entire document</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108490204 A (THERANOS INC) 04 September 2018 (2018-09-04) entire document</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110916702 A (SIEMENS HEALTHCARE GMBH) 27 March 2020 (2020-03-27) entire document</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2019298317 A1 (IBM) 03 October 2019 (2019-10-03) entire document</td> <td>1-6</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	CN 111084643 A (YANG, Renqiang) 01 May 2020 (2020-05-01) entire document	1-6	A	CN 108272473 A (HANGZHOU TINKER BIOTECHNOLOGY CO., LTD.) 13 July 2018 (2018-07-13) entire document	1-6	A	CN 107106079 A (CAPNIA, INC.) 29 August 2017 (2017-08-29) entire document	1-6	A	CN 108490204 A (THERANOS INC) 04 September 2018 (2018-09-04) entire document	1-6	A	CN 110916702 A (SIEMENS HEALTHCARE GMBH) 27 March 2020 (2020-03-27) entire document	1-6	A	US 2019298317 A1 (IBM) 03 October 2019 (2019-10-03) entire document	1-6
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																					
A	CN 111084643 A (YANG, Renqiang) 01 May 2020 (2020-05-01) entire document	1-6																					
A	CN 108272473 A (HANGZHOU TINKER BIOTECHNOLOGY CO., LTD.) 13 July 2018 (2018-07-13) entire document	1-6																					
A	CN 107106079 A (CAPNIA, INC.) 29 August 2017 (2017-08-29) entire document	1-6																					
A	CN 108490204 A (THERANOS INC) 04 September 2018 (2018-09-04) entire document	1-6																					
A	CN 110916702 A (SIEMENS HEALTHCARE GMBH) 27 March 2020 (2020-03-27) entire document	1-6																					
A	US 2019298317 A1 (IBM) 03 October 2019 (2019-10-03) entire document	1-6																					
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.																							
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family																							
Date of the actual completion of the international search 03 February 2021		Date of mailing of the international search report 20 February 2021																					
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088 China Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer Telephone No.																					

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/111407

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	蔡敏婕 (CAI, Minjie). "钟南山团队等研发咽拭子采样机器人取得进展 (Non-official translation: The Team of Academician Zhong Nanshan Has Jointly Made Progress in Developing an Intelligent Oropharyngeal-Swab Sampling Robot)" 科技传播 (Public Communication of Science & Technology), No. 6, 25 March 2020 (2020-03-25), entire document	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/111407

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111084643	A	01 May 2020	None			
CN	108272473	A	13 July 2018	None			
CN	107106079	A	29 August 2017	JP	2017534887	A	24 November 2017
				WO	2016064925	A1	28 April 2016
				US	2019142303	A1	16 May 2019
				AU	2015336025	A1	04 May 2017
				US	2016106343	A1	21 April 2016
				CA	2965142	A1	28 April 2016
				EP	3209203	A1	30 August 2017
CN	108490204	A	04 September 2018	RU	2627927	C2	14 August 2017
				JP	2014530358	A	17 November 2014
				MX	2014002991	A	30 July 2014
				MX	344792	B	06 January 2017
				WO	2013052318	A1	11 April 2013
				RU	2014109864	A	27 October 2015
				HK	1200186	A1	31 July 2015
				JP	2018068312	A	10 May 2018
				TW	1624543	B	21 May 2018
				NZ	622186	A	26 February 2016
				CA	2849104	A1	11 April 2013
				EP	2758510	A4	06 May 2015
				CN	103946364	B	24 April 2018
				AU	2012318963	A1	23 May 2013
				CN	103946364	A	23 July 2014
				TW	201333188	A	16 August 2013
				SG	11201400832 S	A	28 April 2014
				IL	231639	D0	28 May 2014
				AU	2012318963	B2	11 February 2016
				BR	112014007073	A2	11 April 2017
				SG	10201602141 Q	A	28 April 2016
				JP	2020106541	A	09 July 2020
				EP	2758510	A1	30 July 2014
				KR	20140082756	A	02 July 2014
CN	110916702	A	27 March 2020	JP	2020058779	A	16 April 2020
				US	2020085281	A1	19 March 2020
				EP	3626176	A1	25 March 2020
US	2019298317	A1	03 October 2019	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/111407

A. 主题的分类

A61B 10/00(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

A61B10

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, VEN, CNKI: 咽, 喉, 拭子, 取样, 采样, 采集, 收集, 口水, 唾, 自动, 机器人, saliva+, swab+, sampl+, collect+, fauces, throat, auto+, robot+

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 111084643 A (杨人强) 2020年 5月 1日 (2020 - 05 - 01) 全文	1-6
A	CN 108272473 A (杭州霆科生物科技有限公司) 2018年 7月 13日 (2018 - 07 - 13) 全文	1-6
A	CN 107106079 A (卡普尼亚公司) 2017年 8月 29日 (2017 - 08 - 29) 全文	1-6
A	CN 108490204 A (赛拉诺斯知识产权有限责任公司) 2018年 9月 4日 (2018 - 09 - 04) 全文	1-6
A	CN 110916702 A (西门子医疗有限公司) 2020年 3月 27日 (2020 - 03 - 27) 全文	1-6
A	US 2019298317 A1 (IBM) 2019年 10月 3日 (2019 - 10 - 03) 全文	1-6
A	蔡敏婕, “钟南山团队等研发咽拭子采样机器人取得进展” 科技传播, 第6期, 2020年 3月 25日 (2020 - 03 - 25), 全文	1-6

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2021年 2月 3日

国际检索报告邮寄日期

2021年 2月 20日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

王洋

电话号码 (86-10)62085505

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/111407

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	111084643	A	2020年 5月 1日	无			
CN	108272473	A	2018年 7月 13日	无			
CN	107106079	A	2017年 8月 29日	JP	2017534887	A	2017年 11月 24日
				WO	2016064925	A1	2016年 4月 28日
				US	2019142303	A1	2019年 5月 16日
				AU	2015336025	A1	2017年 5月 4日
				US	2016106343	A1	2016年 4月 21日
				CA	2965142	A1	2016年 4月 28日
				EP	3209203	A1	2017年 8月 30日
CN	108490204	A	2018年 9月 4日	RU	2627927	C2	2017年 8月 14日
				JP	2014530358	A	2014年 11月 17日
				MX	2014002991	A	2014年 7月 30日
				MX	344792	B	2017年 1月 6日
				WO	2013052318	A1	2013年 4月 11日
				RU	2014109864	A	2015年 10月 27日
				HK	1200186	A1	2015年 7月 31日
				JP	2018068312	A	2018年 5月 10日
				TW	1624543	B	2018年 5月 21日
				NZ	622186	A	2016年 2月 26日
				CA	2849104	A1	2013年 4月 11日
				EP	2758510	A4	2015年 5月 6日
				CN	103946364	B	2018年 4月 24日
				AU	2012318963	A1	2013年 5月 23日
				CN	103946364	A	2014年 7月 23日
				TW	201333188	A	2013年 8月 16日
				SG	112014008325	A	2014年 4月 28日
				IL	231639	D0	2014年 5月 28日
				AU	2012318963	B2	2016年 2月 11日
				BR	112014007073	A2	2017年 4月 11日
				SG	10201602141Q	A	2016年 4月 28日
				JP	2020106541	A	2020年 7月 9日
				EP	2758510	A1	2014年 7月 30日
				KR	20140082756	A	2014年 7月 2日
CN	110916702	A	2020年 3月 27日	JP	2020058779	A	2020年 4月 16日
				US	2020085281	A1	2020年 3月 19日
				EP	3626176	A1	2020年 3月 25日
US	2019298317	A1	2019年 10月 3日	无			