

(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
2022 年 5 月 19 日 (19.05.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/099448 A1

- (51) 国际专利分类号:
B25J 9/16 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/127768
- (22) 国际申请日: 2020 年 11 月 10 日 (10.11.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 中国科学院深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。
- (72) 发明人: 赵海涛 (ZHAO, Haitao); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号,

Guangdong 518055 (CN)。喻学锋 (YU, Xuefeng); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。康翼鸿 (KANG, Yihong); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。王佳宏 (WANG, Jiahong); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 北京市诚辉律师事务所 (BEIJING CHENGHUI LAW FIRM); 中国北京市朝阳区朝阳北路 99 号楼 2 单元 905, Beijing 100123 (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,

(54) Title: HUMAN-AI-ROBOT-COORDINATED AUTOMATIC FUNCTIONAL MATERIAL PREPARATION PLATFORM

(54) 发明名称: "人-人工智能-机器人"协作功能材料自动化制备平台

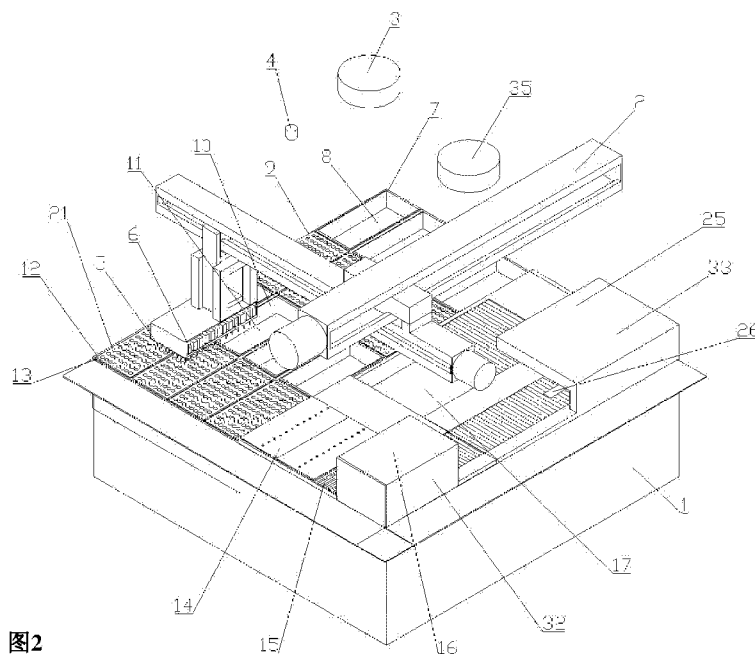


图2

(57) Abstract: A human-AI-robot-coordinated automatic functional material preparation platform comprises a desktop robot hardware platform (1), and an intelligent control analysis center communicatively connected thereto and including a database and software. The desktop robot hardware platform (1) is provided with a raw material region, a reaction region, a testing region, an evaluation region, and a video monitoring module (35). The intelligent control analysis center can drive a triaxial mechanical arm (2) to move a pipette (5), and perform preparation on a raw material in the raw material region, and can further inject the raw material thereof into a

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, 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)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

multi-well reaction plate (21) and a multi-well microplate (14), such that a vision module below the reaction region, a testing detector (32) in the testing region, and an evaluation detector (33) in the evaluation region acquire data, and the intelligent control analysis center performs calculation, analysis, and machine learning on the data, and calculates an output in accordance with a preset model. The invention achieves high-throughput experimentation, testing, and iterative optimization of functional materials, and realizes a fast and low-cost closed loop of "design-testing-characterization-learning-redesign" with multiple cycles, thereby realizing preparation and digital manufacturing of novel functional materials.

(57) 摘要: 一种"人-人工智能-机器人"协作功能材料自动化制备平台, 包括桌面机器人硬件平台(1), 以及与其通信连接的包含数据库及软件的智能控制分析中心; 桌面机器人硬件平台(1)设有原料区、反应区、测试区、评价区以及视频监控模块(35), 智能控制分析中心可驱动三轴机械臂(2)带动移液枪(5)将原料区内的原料进行制备并且还可将其原料注入多孔反应板(21)和多孔微孔板(14)供反应区下方视觉模块、测试区内测试检测仪(32)和评价区内评价检测仪(33)采集数据且由智能控制分析中心进行计算、分析和机器学习, 并按照预设模型计算输出, 实现高通量试验、测试并迭代优化功能材料, 快速、低成本、多循环地完成"设计—测试—表征—学习—再设计"的闭环, 实现新型功能材料制备与数字制造。

“人-人工智能-机器人”协作功能材料自动化制备平台

技术领域

本发明涉及高通量功能材料研发技术领域，尤其涉及一种基于人工智能与机器人相结合的数字制造与新型功能材料自动化筛选、制备、表征与测试的生物化学合成试验工作站。

背景技术

功能材料传统研发过程成本高、耗时长，对实验的效率和可重复性都有很高的要求，实验的低效和浪费将是对研究成本和人才的极大消耗。若只依赖于人工手动操作不仅耗费时间，更容易产生误差，这将很大程度影响实验结果的可重复性。另一方面，传统的方法在预测材料的特性与成分，加工条件等关系上，有明显的不足。此外，一些有毒性的固体试剂在提取和称样的过程中存在很大的风险，不仅可能对实验人员造成伤害，更将对环境造成不可控的污染。

开启新型功能材料在能源环保、电子信息、和生物医学技术、及其交叉领域的快速发展，为能源、信息、高端装备制造和人类健康等战略性新兴产业的发展提供坚实的理论基础和技术支撑，将新材料研发由“科学直觉与试错”的传统模式向“理论预测结合实验验证”的新模式转变，全面提高功能材料从发现到应用的速度，降低成本。

发明内容

本发明的目的在于通过数据驱动、机器学习以及机器平台实现人-人工智能-机器人协作，协同提出一种”人-人工智能-机器人”协作功能材料自动化制备平台。

本发明解决上述问题的技术方案是：一种”人-人工智能-机器人”协作功能材料自动化制备平台，其特殊之处在于：

包括桌面机器人硬件平台，以及与其通信连接的包含数据库及软件的智能控制分析中心；

所述桌面机器人硬件平台上设有原料区、反应区、测试区、评价区、视觉模块以及视频监控模块，

所述原料区用于存放原料，

所述反应区为反应平台和原料提取装置，

所述测试区包含测试检测仪器，

所述评价区包括评价检测仪，

所述智能控制分析中心控制原料提取装置提取原料区中的原料，送至反应平台进行制备，得到样品，所述智能控制分析中心控制原料提取装置提取样品至测试区，测试区的测试检测仪器对样品进行检测、分析，经测试区检测后的样品通过传送装置输送至评价区内，评价区内的评价检测仪对待测样品进行数据采集、分析，且原料区、反应区、测试区以及评价区均由视频监控模块的监测，并将监测信息上传至所述智能控制分析中心；

所述视觉模块包括照明拍照装置，照明拍照装置对反应区的样品进行图像采集并将采集后的图像输送至智能控制分析中心内，所述智能控制分析中心可采集所述照明拍照装置、测试检测仪、评价检测仪所采集的数据上传至其内的数据库并通过软件进行计算、分析以及机器学习，并按照软件内预设模型输出计算结果，实现高通量的试验。

进一步地，上述原料区的数量为多个，所述反应平台的数量为多个，所述原料区与反应分区间隔设置。

进一步地，上述原料提取装置包括三轴机械臂，所述三轴机械臂上设有移液枪，所述反应平台包括若干个透明的多孔反应板，所述多孔反应板上设有若干反应孔，所述反应孔底部套有橡胶套，所述橡胶套底部还设有孔，所述多孔反应板下侧设有照明拍照装置。

进一步地，上述反应区与原料区上侧还设有温度传感器以及环境温度调整器。

进一步地，上述原料区内设有若干原料盒，用于放置不同的原液和/或原料，所述原料盒呈透明长方体状，且所述原料盒上端开口，所述原料盒下侧还设有照明拍照装置对所述原料盒进行拍照收集数据。

进一步地，上述照明拍照装置包括无影灯，所述无影灯安装在所述桌面机器人硬件平台上，所述无影灯中部设有立柱，所述立柱上端部嵌有摄像头。

进一步地，上述反应区侧边还设有震动马达。

进一步地，上述测试检测仪呈盒状，且所述测试检测仪上部底端设有若干单色光发射头，所述发射头下侧设有接收传感器，所述接收传感器两侧还设有传送辊轮。

进一步地，上述测试检测仪外侧平台上亦设有传送辊轮，所述外侧平台上的传送辊轮上还设有若干透明的多孔微孔板，且所述测试区与所述评价区之间通过所述传送辊轮连接。

进一步地，上述评价检测仪包括若干检测头，所述检测头下侧设有接收板，所述接收板内设有传感器，所述接收板两侧亦设有传送辊轮，通过所述传送辊轮将所述多孔微孔板在所述测试区与所述评价区之间传送。

进一步地，上述评价区还通过传送辊轮连接有废料收集区，废料收集区包括废料收集区槽，所述废料收集槽呈矩形。

本发明的优点：

本发明的基于人工智能的自动化功能材料试验装置，通过硬件层即桌面机器人硬件平台使依托于其上的软件层（PYTHON、PYMATGEN、FACTSAGE、AFLOW、VASP 等软件）对功能材料即应用层（对能源环保、电子信息、生物医药的领域的材料进行数据库建立、材料查询、成分优化、功能优化等）进行文本挖掘、材料基因获取、高通量计算、机器学习、数据分析并建立材料模型等，通过人工智能对功能材料进行文本挖掘获得材料基因，进一步的可以通过装置进行高通量（即短时间内大量重复进行操作）的试验以及一系列的检测计算，并通过装置内置的人工智能程序的自我学习使装置进行更深度的优化试验，

优化材料配比，最后得出或计算出或分析出所需要的材料，从而节省了成本以及耗时，使原本需要数年乃至数十年才能完成的功能材料研发缩短至数月，此外本设计还可以通过各分区模块的自由组合，从而实现不仅可以对生物医药进行研发，还可以对电子信息以及能源环保等方面的材料进行研发，以及提供指导数据。

附图说明

图 1 为本发明的整体操作示意图；

图 2 为本发明的主要结构具体示意图；

图 3 为本发明的主要结构侧视示意图；

图 4 为本发明的主要结构俯视示意图；

图 5 为本发明移液枪结构示意图；

图 6 为本发明的多孔反应板与照明拍照装置安装位置示意图；

图 7 为本发明的照明拍照装置示意图；

图 8 为本发明的多孔反应板示意图；

图 9 为本发明的多孔反应板另一视角示意图；

图 10 为本发明测试区工作流程示意图；

图 11 为本发明的测试检测仪示意图；

图 12 为本发明的多孔微孔板传送示意图；

图 13 为本发明评价区工作流程示意图；

图 14 为本发明的评价检测仪示意图；

图 15 为本发明的工作流程图。

1、桌面机器人硬件平台，2、三轴机械臂，3、环境温度调整器，4、温度传感器，5、移液枪，6、微量泵，7、原料区一，8、原料盒，9、反应分区一，10、原料区二，12、反应分区二，13、震动马达，14、多孔微孔板，15、传送辊轮，16、测试区，17、废料收集槽，18、照明拍照装置，19、立柱，20、无影灯，21、多孔反应板，22、反应孔，23、橡胶套，24、孔，25、评价区，26、

接收板，27、接收传感器，28、单色光发射头，29、检测头，30、传感器，31、摄像头，32、测试检测仪，33、评价检测仪，35、视频监测模块。

具体实施方式

为使本发明实施方式的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施方式中的附图，对本发明实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施方式本发明一部分实施方式，而不是全部的实施方式。基于本发明中的实施方式，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式，都属于本发明保护的范围。因此，以下对在附图中提供的本发明的实施方式的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围，而是仅仅表示本发明的选定实施方式。

参见图1至图4，一种“人-人工智能-机器人”协作功能材料自动化制备平台，包括模块化的自动化桌面机器人硬件平台1、包含数据库及软件的智能控制分析中心。所述桌面机器人硬件平台1上设有原料区、反应区、测试区、评价区以及视频监测模块35。

所述桌面机器人硬件平台上设有原料区、反应区、测试区、评价区、视觉模块以及视频监测模块。

所述原料区内存放有至少一种材料原液，所述反应区包括反应平台和原料提取装置，所述测试区包含测试检测仪器，所述评价区包括评价检测仪。

所述智能控制分析中心控制原料提取装置提取原料区中的原料，送至反应平台进行制备，得到样品，所述智能控制分析中心控制原料提取装置提取样品至测试区，测试区的测试检测仪器对样品进行检测、分析，经测试区检测后的样品通过传送装置输送至评价区内，评价区内的评价检测仪对待测样品进行数据采集、分析，且原料区、反应区、测试区以及评价区均由视频监测模块的监测，并将监测信息上传至所述智能控制分析中心；

所述视觉模块包括照明拍照装置，照明拍照装置对反应区的样品进行图像采集并将采集后的图像输送至智能控制分析中心内，软件层包括智能控制分析

中心，所述智能控制分析中心可采集所述照明拍照装置、测试检测仪、评价检测仪所采集的数据上传至其内的数据库并通过软件进行计算、分析以及机器学习，并按照软件内预设模型输出计算结果，实现高通量的试验。

本设计重点研究桌面机器人功能材料自动化平台（身体）和功能材料界面基因组工程（大脑），通过二者的顶层设计和交互联动，初步实现类似“身体”和“大脑”的配合。

本发明通过硬件层即桌面机器人硬件平台使依托于其上的软件层（PYTHON、PYMATGEN、FACTSAGE、AFLOW、VASP 等软件）对功能材料即应用层（对能源环保、电子信息、生物医药的领域的材料进行数据库建立、材料查询、成分优化、功能优化等）进行文本挖掘、材料基因获取、高通量计算、机器学习、数据分析并建立材料模型等，通过人工智能对功能材料进行文本挖掘获得材料基因，可以通过装置进行高通量（即短时间内大量重复进行操作）的试验以及一系列的检测计算，并通过装置内置的人工智能程序的自我学习使装置进行更深度的优化试验，优化材料配比，最后得出或计算出或分析出所需要的材料。

作为本发明的一个优选实施例，上述原料提取装置包括三轴机械臂 2 以及三轴机械臂 2 连接多个移液枪 5，通过驱动所述三轴机械臂 2 从而控制所述三轴机械臂 2 下方的移液枪 5 对所述桌面机器人硬件平台 1 上各分区进行相应操作，且每排所述移液枪 5 上方设有单独的微量泵 6，如图 5 所示，通过各单独的微量泵 6 对各移液枪 5 进行精细化吸放液操作。

所述原料区包括多个原料区一 7 或原料区二 10，所述反应区包括多个反应区一 9 或反应区二 12，所述多个原料区一 7 或原料区二 10 与所述多个反应区一 9 或反应区二 12 间隔设置，所述反应区与所述原料区上侧还设有温度传感器 4 以及环境温度调整器 3。通过所述温度传感器 4 与所述环境温度调整器 3 可以对本装置内部的环境温度进行调控（升温进行加热或降温进行冷却），所述多个原料区一 7 或原料区二 10 以及多个反应区一 9 或反应区二 12 分别错开间隔设置

的目的在于：所述多个原料区一 7 或原料区二 10 与所述多个反应区一 9 或反应区二 12 可以自由组合进行配方调配组合，分类存放制备原料以及制备后的样品，从而简化试验步骤。

作为本发明的一个优选实施例，如图 2、图 3、图 4 所示，多个所述原料区一 7 或原料区二 10 上设有若干原料盒 8 放置有不同的原液和/或原料，所述原料盒 8 呈透明长方体状，所述原料盒 8 下侧还设有照明拍照装置 18。上述原料盒 8 呈透明状且下方设置照明拍照装置 18 的目的在于：通过照明拍照装置 18 可以对所述原料盒 8 进行实时拍照上传，并且还可以通过后台的智能控制分析中心对原料盒 8 内的原料或制备样品进行监测等操作。

上述原料区包含的多个原料区一 7 或原料区二 10 不仅可以作为原料的盛放区，而且还可以作为配方制备的载体，使用其中一个或多个原料盒 8 进行一个或多个配方同时调配，且配方调配过程中还可以通过所述多个原料区 10 下方的照明拍照装置 18 进行实时拍照上传至智能控制分析中心的数据库并由软件分析，从而对调配进行监测。

作为本发明的一个优选实施例，参见图 7，所述照明拍照装置 18 包括无影灯 20，所述无影灯 20 安装在所述桌面机器人硬件平台 1 上，所述无影灯 20 中部设有立柱 19，所述立柱 19 上端部嵌有摄像头 31。

如图 6、图 7、图 8、图 9 所示，多个所述反应区一 9 或反应区二 12 上设有若干透明的多孔反应板 21，所述多孔反应板 21 上设有若干反应孔 22，所述反应孔 22 底部套有橡胶套 23，所述橡胶套 23 底部还设有孔 24，所述多孔反应板 21 下侧亦设有所述照明拍照装置 18。

上述多孔反应板 21 下方设置所述照明拍照装置 18 的目的在于：通过所述照明拍照装置 18 对所述多孔反应板 21 进行实时拍照上传，且所述多孔反应板 21 的反应孔 22 底部套有橡胶套 23 且在所述橡胶套 23 上开设有孔 24 可以使得所述照明拍照装置 18 进行拍照时，各孔之间的图像区别更加明显，此外所述照明拍照装置 18 中的无影灯 20 可以使得拍照时所述多孔反应板 21 的反应孔 22

之间不会因为光线的差别而使得各个反应孔 22 拍照时光线互相影响而造成照片成像会呈现较多阴影的情况，通过无影灯 20 将原本的阴影覆盖而使得实时拍摄出的照片更加清晰，同时也更加便于后台的智能控制分析中心对所述多孔反应板 21 内产生的颜色反应进行区分，从而更加便于进行机器学习。

作为本发明的一个优选实施例，参见图 2，位于所述桌面机器人硬件平台 1 边缘的所述反应区二 12 侧边还设有震动马达 13。上述震动马达 13 设置的目的在于：通过驱动所述震动马达 13 震动从而加速所述反应区二 12 内原料的混合，缩短试验所需时长。

如图 2、图 10、图 11、图 12 所示，所述测试区 16 包括测试检测仪 32，所述测试检测仪 32 为酶标仪等可以对所研发功能材料进行测试的仪器，且所述测试检测仪 32 通过外部接口连接在所述智能控制分析中心上，所述测试检测仪 32 呈盒状，且所述测试检测仪 32 上部底端设有若干单色光发射头 28，所述发射头 28 下侧设有接收传感器 27，所述接收传感器 27 两侧还设有传送辊轮 15，所述测试检测仪 32 的外侧平台上亦设有传送辊轮 15，所述外侧平台上的传送辊轮 15 上还设有若干透明的多孔微孔板 14，且所述测试区 16 与所述评价区 25 之间通过所述传送辊轮 15 连接。

如图 10 所示，本发明实施例中，所述多孔微孔板 14 通过所述三轴机械臂 2 吸取所述多孔反应板 21 内的待测样品加至其板上的孔内并通过所述传送辊轮 15 传送进所述测试检测仪 32 下侧，所述测试检测仪 32 上侧单色光发射头 28 发出单色光穿过所述多孔微孔板 14 上的待测样品并照射所述接收传感器 27 上，所述接收传感器 27 将接收的信号转换为电信号并上传智能控制分析中心的数据库，并通过智能控制分析中心其内的软件进行数据分析。

如图 13、图 14 所示，本发明实施例中，所述评价区 25 包括评价检测仪 33，所述评价检测仪同样通过外部接口连接在所述智能控制分析中心上，所述评价检测仪 33 为可以对功能材料进行表征分析的专业仪器，所述评价检测仪 33 包括检测头 29，所述检测头 29 下侧设有接收板 26，所述接收板 26 内设有传感器

30, 所述接收板 26 两侧亦设有传送辊轮 15, 通过所述传送辊轮 15 将所述多孔微孔板 14 在所述测试区 16 与所述评价区 25 之间传送。

所述多孔微孔板 14 经过所述测试区 16 检测后通过所述传送辊轮 15 传送至所述评价区 25 内并将其传送至所述评价检测仪 33 下方, 所述检测头 29 发出检测光, 所述检测光透过所述多孔微孔板 14, 并由所述接收板 26 上传感器 30 接收, 所述传感器 30 将接收到的信号转换为电信号并上传至智能控制分析中心的数据库并由其内的软件进行数据分析。

作为本发明的一个优选实施例, 所述评价区 25 还通过传送辊轮 15 连接有废料收集槽 17, 所述废料收集槽 17 呈矩形, 所述废料收集槽 17 内可设置反应板收集以及 TIP 头脱离收集装置。上述多孔微孔板 14 经过所述测试区 16 以及所述评价区 25 检测后经过所述传送辊轮 15 传送至所述废料收集槽 17 内收集后统一处理。

本设计的具体使用方法为:

首先将功能材料研发所需的原料分别置于所述原料区的多个原料区一 7 或原料区二 10 的原料盒 8 内, 并根据所述智能分析中心内给出的初步配方并由其内的软件操作所述桌面机器人硬件平台 1 上侧的三轴机械臂 2 进行初步的配方制备, 且各所述原料盒 8 内的原料以及配方材料还可以通过所述原料盒 8 下侧的视觉模块的照明拍照装置 18 进行实时拍照上传并由智能控制分析中心分析从而监测所述原料盒 8 内的原料的纯度、原料剩余程度以及原料盒 8 内所制备的样品的初步颜色反应。

然后驱动所述桌面机器人硬件平台 1 上侧的三轴机械臂 2 移动将所述移液枪 5 伸入所需原料的原料盒 8 内并通过所述移液枪 5 上部的微量泵 6 对原料进行定量的吸取, 而后再驱动所述三轴机械臂 2 将吸取到的原料释放入所述多孔反应板 21 的反应孔 22 内并通过移液枪 5 的重复抽吸进行混合搅拌, 重复上述步骤对各原料进行吸取并在所述多孔反应板 21 内进行配比反应, 所述多孔反应板 21 内的颜色反应通过所述多孔反应板 21 下方的照明照相装置 18 进行实时拍

照并上传至智能控制分析中心的数据库并由软件进行分析，并对反应结果进行分类学习，且由于通过机器进行短时间重复高通量试验，使得数据中心可以在短时间内获得大量试验数据，进而可以更好的评价从而可以按照软件预设定的模型对试验进一步进行优化。

再然后对于经过智能控制分析中心处理分析过并进行筛选后的多孔反应板 21 内的备选材料同样通过驱动所述三轴机械臂 2 对备选材料进行吸取并将其释放至所述多孔微孔板 14 内，然后通过所述传送辊轮 15 将装有待测样品的多孔微孔板 14 传送至所述测试检测仪 32 下方，并由所述测试检测仪 32 进行检测，且所述测试检测仪 32 的检测结果由所述接收传感器 27 发送至后台智能控制分析中心进行分析。

经过测试检测仪 32 检测的装有待测样品的多孔微孔板 14 在经过测试区 16 检测后进一步的由所述传送辊轮 15 传送至所述评价区 25 的评价检测仪 33 下方，并由评价检测仪 33 进行悬浊度以及纳米粒径等的检测，同样的，检测结果经由传感器 30 转换信号发送至智能控制分析中心进行分析。

最后经过上述测试区 16 以及评价区 25 检测的多孔微孔板 14 通过所述传送辊轮 15 传送进入所述废料收集槽 17 等待进一步处理。

而经过上述步骤后，智能控制分析中心便获得了一组材料基因，上传至数据库并通过相应的软件便可以通过分析数据计算继续进行设计优化配比，从而重复上述步骤，形成从“设计—构建—测试—学习—设计”的闭环，通过机械自动化与人工智能大数据的分析学习的结合，使得机器自动优化传统功能材料试验调整原材料的配比并进行自动配比检测，从而减少人工的使用，降低研发新型功能材料的耗费时长，从而节约了各方面的成本。

此外本设计原料区主要放置液体耗材等以及进行对功能材料例如酶催化、蛋白结晶以及电子墨水等的初步的配方反应；升温区的温度传感器 4 以及环境温度调整器 3，主要对整个装置进行温度调控，测试材料的热稳定性、光敏程度以及量子点等；反应区主要作为功能材料研发过程中生化反应以及催化反应的

反应平台，视觉模块包括照明拍照装置 18，该区域主要对反应区以及原料区发生的反应进行拍照并上传至智能控制分析中心进行图像分析以供机器学习，视频监控模块 35 主要包括其上的摄像头并通过摄像头进行摄像上传至智能控制分析中心由软件进行整体的视频监控，测试评价区包括测试区 16 以及评价区 25，该区域主要通过外部接口衔接商用设备如酶标仪、悬浊度分析仪以及纳米粒径分析仪等商用设备对功能材料进行专业的测试评价，从而评估功能材料的具体应用价值，废料区包括废料收集槽 17，该区域主要通过其上所设置的各收集装置（现有技术）收集试验产生的耗材废料，通过对各分区模块的灵活组合，本设计不仅可以用于生物医药方面的研发，同样可以用于电子信息以及能源环保材料等方面的研发，例如进行蛋白质结晶操作，原本首先需要人工通过移液枪对多孔板进行注入蛋白质样品，由于是人工操作不仅费时费力，且易产生交叉污染，导致试验失败，且对多孔板注入蛋白质样品后还需要对多孔板中试验后的蛋白质样品进行测试检测，此过程又需要人工完成，不仅步骤繁琐，且具有发生污染的可能性，导致检测结果不准确，而在本设计的工作站中，对蛋白质的结晶操作均可由智能控制分析中心发布指令从而自动化完成各步骤包括对蛋白质的结晶，检测等。

综合上述内容，本设计的具体工作流程可归纳为如图 15 所示，将功能材料的研发步骤细分为制备-反应-测试-评价四个流程，且其中原料区以及反应区均具有特定的视觉模块进行实时拍照并上传交由智能控制分析中心进行颜色等方面的评价学习，而测试、评价这两个流程则由专业的检测仪器例如酶标仪等对材料进行酶联免疫检测、材料悬浊度以及材料纳米粒径等专业的测试评价，并同样将检测所得的各组数据上传至智能控制分析中心进行综合，并由智能控制分析中心记录下该材料试验的各项数据（即功能材料基因数据），并由软件的程序分析对比优化配方对该试验进行进一步优化，并按照预定模型重新优化并向本设计的各模块重新发送指令，进行优化试验，从而进行“设计—测试—表征—学习—再设计”的闭环，实现新型功能材料制备与数字制造。

以上所述仅为本发明的实施例，并非以此限制本发明的保护范围，凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其他相关的系统领域，均同理包括在本发明的保护范围内。

权 利 要 求 书

1、一种”人-人工智能-机器人”协作功能材料自动化制备平台，其特征在于：

包括桌面机器人硬件平台，以及与其通信连接的包含数据库及软件的智能控制分析中心；

所述桌面机器人硬件平台上设有原料区、反应区、测试区、评价区、视觉模块以及视频监控模块；

所述原料区用于存放原料，所述反应区包括反应平台和原料提取装置，所述测试区包含测试检测仪器，所述评价区包括评价检测仪；

所述智能控制分析中心控制原料提取装置提取原料区中的原料，送至反应平台进行制备，得到样品，所述智能控制分析中心控制原料提取装置提取样品至测试区，测试区的测试检测仪器对样品进行检测、分析，经测试区检测后的样品通过传送装置输送至评价区内，评价区内的评价检测仪对待测样品进行数据采集、分析，且原料区、反应区、测试区以及评价区均由视频监控模块进行监测，并将监测信息上传至所述智能控制分析中心；

所述视觉模块包括照明拍照装置，照明拍照装置对反应区的样品进行图像采集并将采集后的图像输送至智能控制分析中心内，所述智能控制分析中心可采集所述照明拍照装置、测试检测仪、评价检测仪所采集的数据上传至其内的数据库并通过软件进行计算、分析以及机器学习，并按照软件内预设模型输出计算结果，实现高通量的试验。

2、根据权利要求1所述的一种”人-人工智能-机器人”协作功能材料自动化制备平台，其特征在于：

所述原料区的数量为多个，所述反应平台的数量为多个，所述原料区与反应平台间隔设置。

3、根据权利要求1所述的一种”人-人工智能-机器人”协作功能材料自动化制备平台，其特征在于：

所述原料提取装置包括三轴机械臂，所述三轴机械臂上设有移液枪，移液枪分别通过其对应的微量泵连接。

4、根据权利要求1所述的一种”人-人工智能-机器人”协作功能材料自动化制备平台，其特征在于：

所述反应平台包括若干个透明的多孔反应板，所述多孔反应板上设有若干反应孔，所述反应孔底部套有橡胶套，所述橡胶套底部还设有孔，所述照明拍照装置设置在多孔反应板下侧。

5、根据权利要求1-4任一所述的一种”人-人工智能-机器人”协作功能材料自动化制备平台，其特征在于：

还包括温度传感器以及环境温度调整器，环境温度调整器对于温度进行调节，温度传感器用于获取环境温度。

6、根据权利要求1-4任一所述的一种”人-人工智能-机器人”协作功能材料自动化制备平台，其特征在于：

原料区内设有若干原料盒，所述原料盒呈透明长方体状，且所述原料盒上端开口，所述照明拍照装置设置在原料盒下侧对原料盒进行拍照收集数据。

7、根据权利要求1-4任一所述的一种”人-人工智能-机器人”协作功能材料自动化制备平台，其特征在于：

照明拍照装置包括无影灯，所述无影灯安装在所述桌面机器人硬件平台上，所述无影灯中部设有立柱，所述立柱上端部嵌有摄像头。

8、根据权利要求1-4任一所述的一种”人-人工智能-机器人”协作功能材料自动化制备平台，其特征在于：

所述反应区侧边还设有震动马达。

9、根据权利要求1-4任一所述的一种”人-人工智能-机器人”协作功能材料自动化制备平台，其特征在于：

所述测试检测仪呈盒状，且所述测试检测仪上部底端设有若干单色光发射头，所述发射头下侧设有接收传感器，所述接收传感器两侧还设有传送辊轮。

10、根据权利要求1-4任一所述的一种”人-人工智能-机器人”协作功能材料自动化制备平台，其特征在于：

所述测试检测仪外侧平台上亦设有传送辊轮，所述外侧平台上的传送辊轮上还设有若干透明的多孔微孔板，且所述测试区与所述评价区之间通过传送辊轮连接。

11、根据权利要求1-4任一所述的一种”人-人工智能-机器人”协作功能材料自动化制备平台，其特征在于：

所述评价检测仪包括若干检测头，所述检测头下侧设有接收板，所述接收板内设有传感器，所述接收板两侧亦设有传送辊轮，通过所述传送辊轮将所述多孔微孔板在所述测试区与所述评价区之间传送。

12、根据权利要求1-4任一所述的一种”人-人工智能-机器人”协作功能材料自动化制备平台，其特征在于：

所述桌面机器人硬件平台设有废料收集区，废料收集区通过传送辊轮与评价区相连。

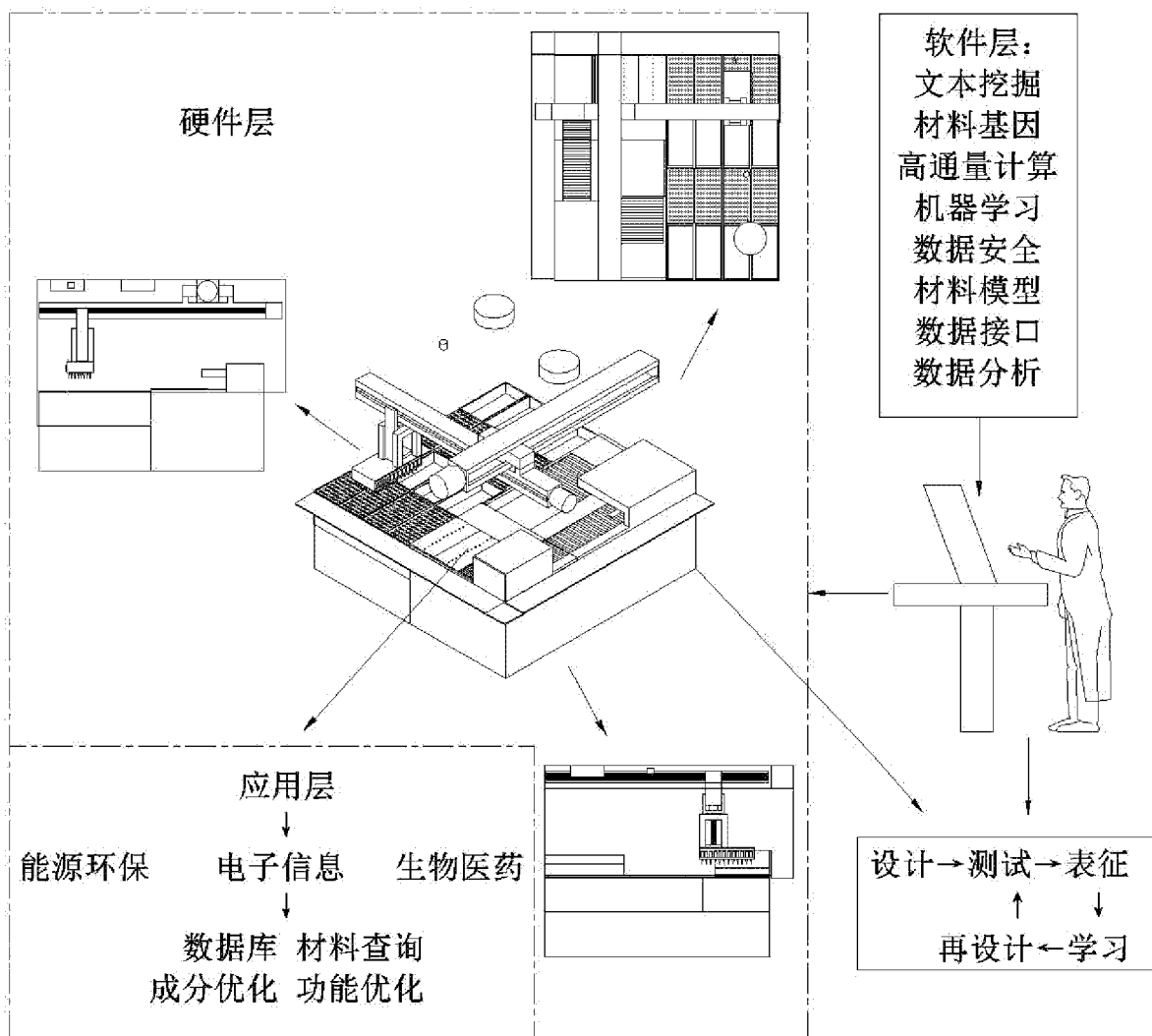


图1

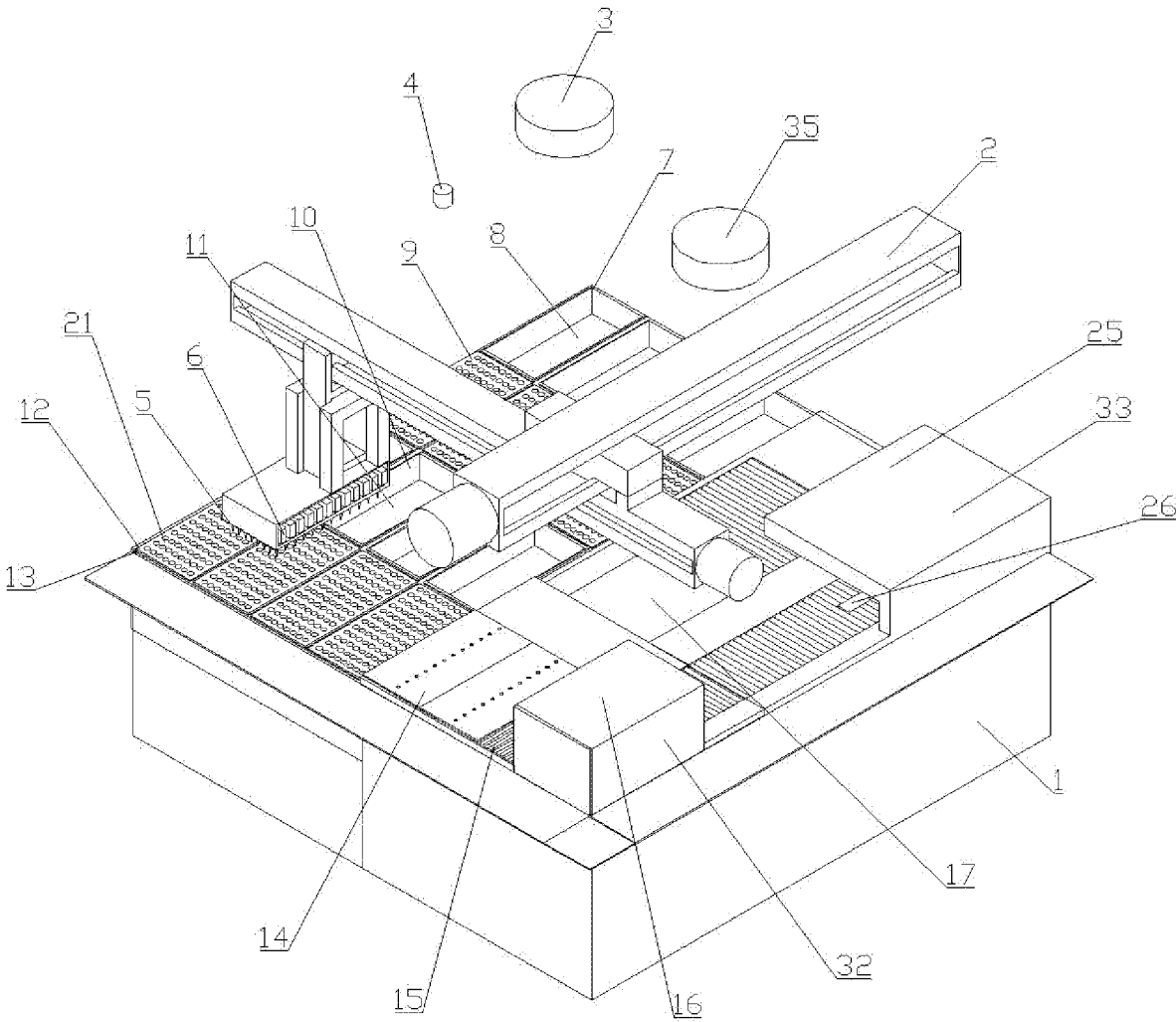


图2

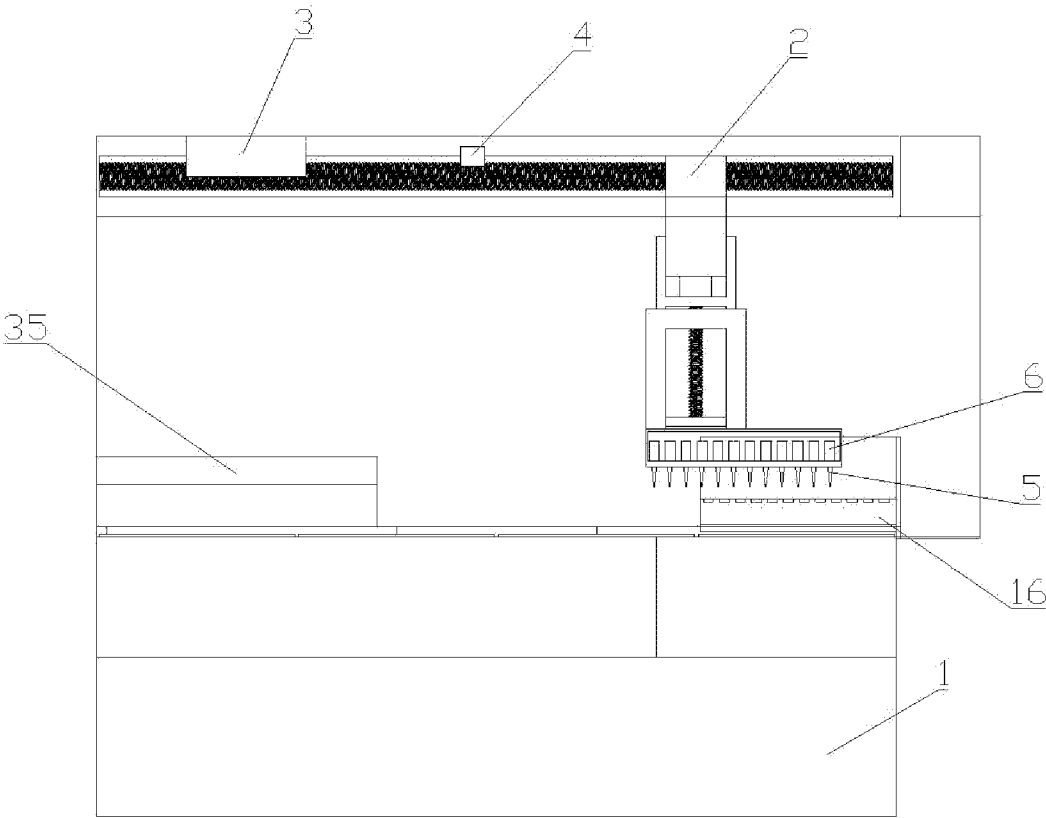


图3

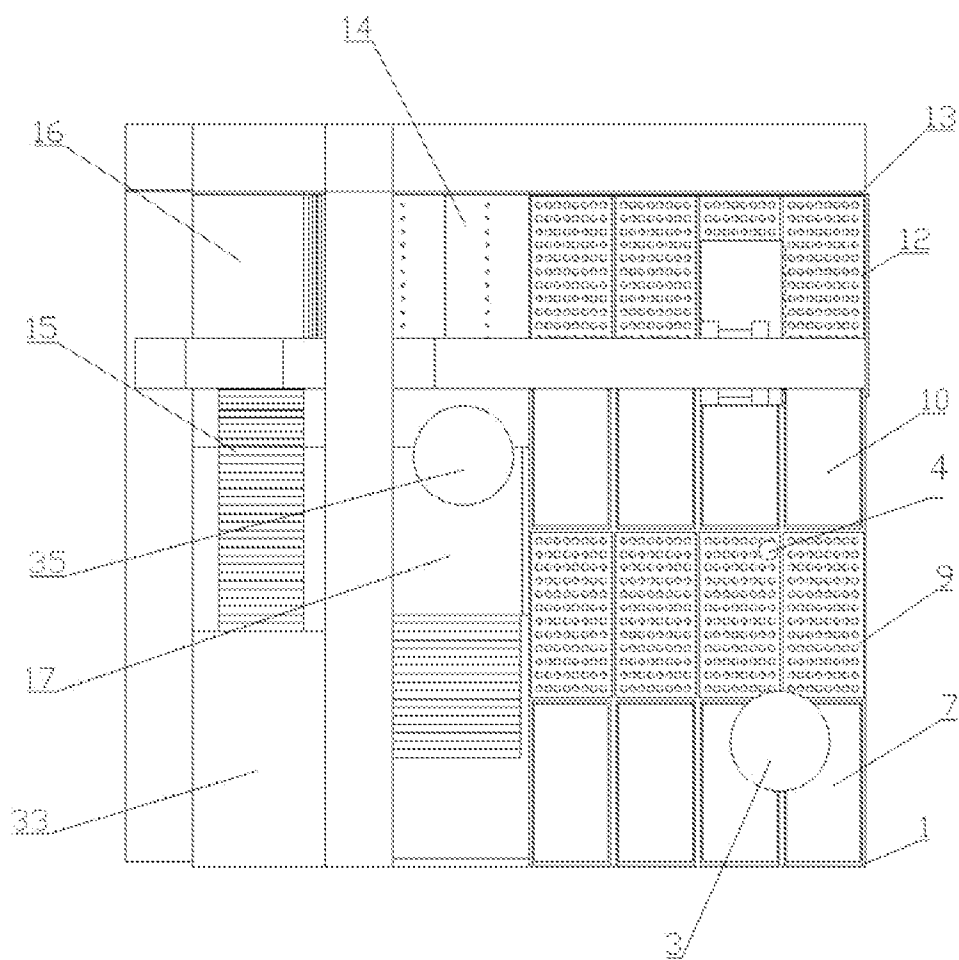


图4

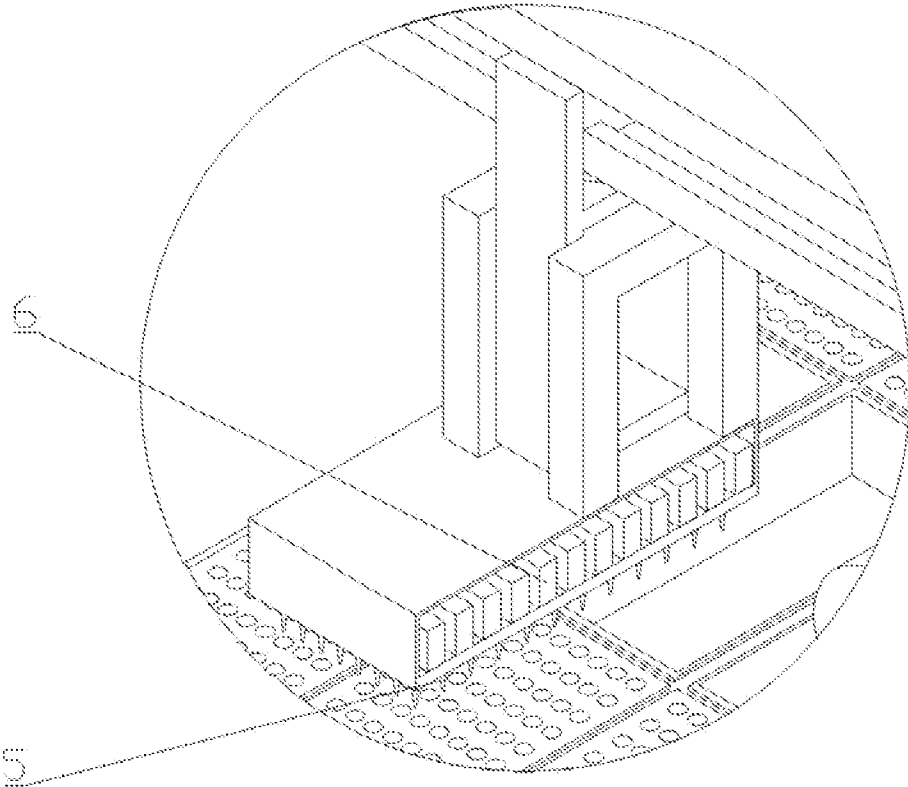


图5

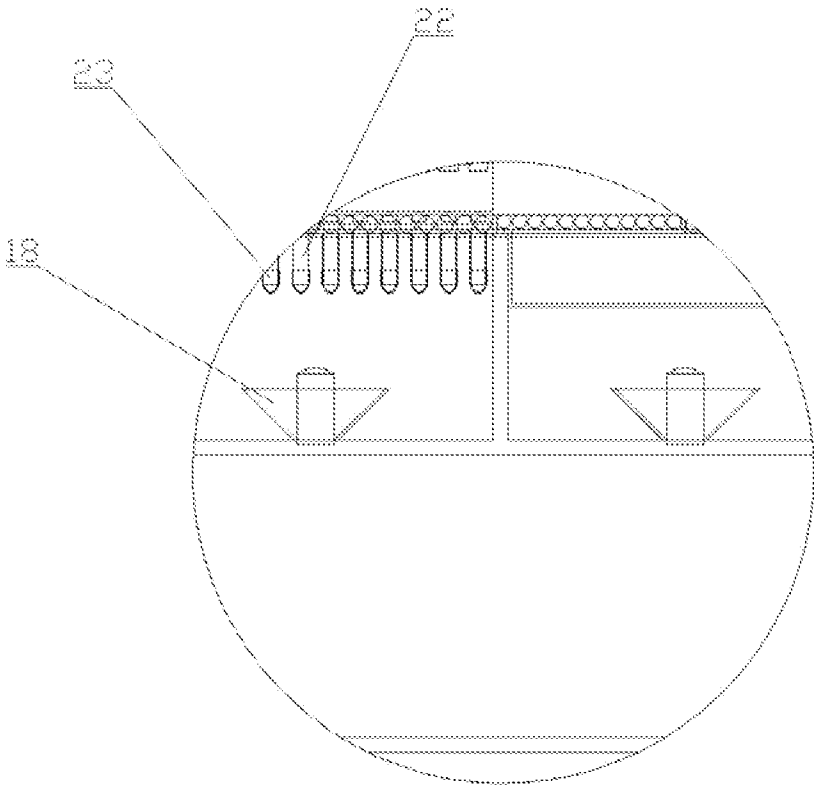


图6

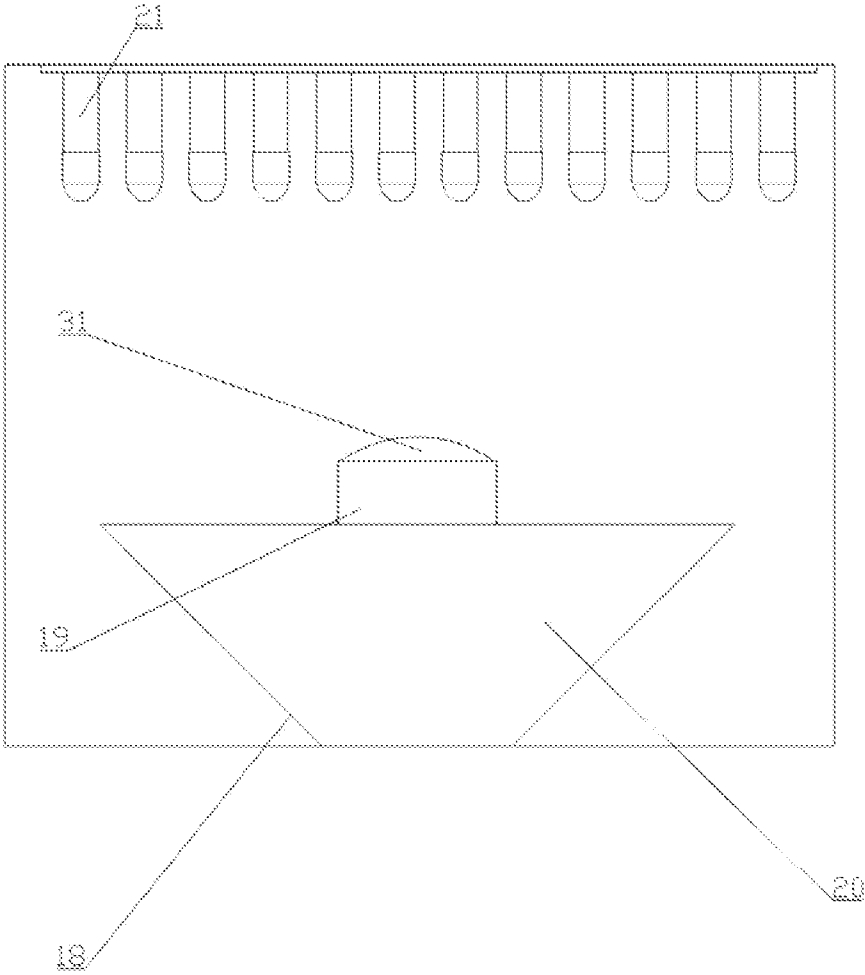


图7

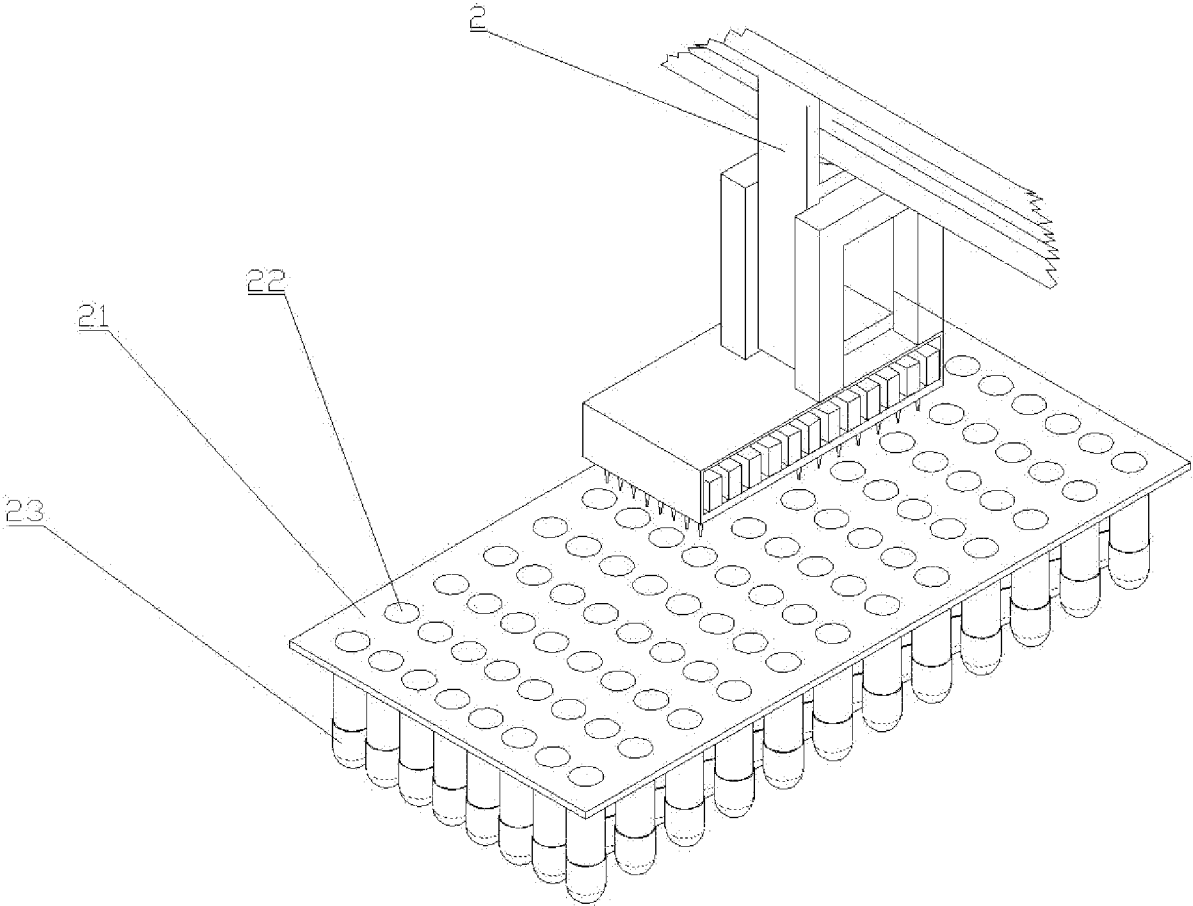


图8

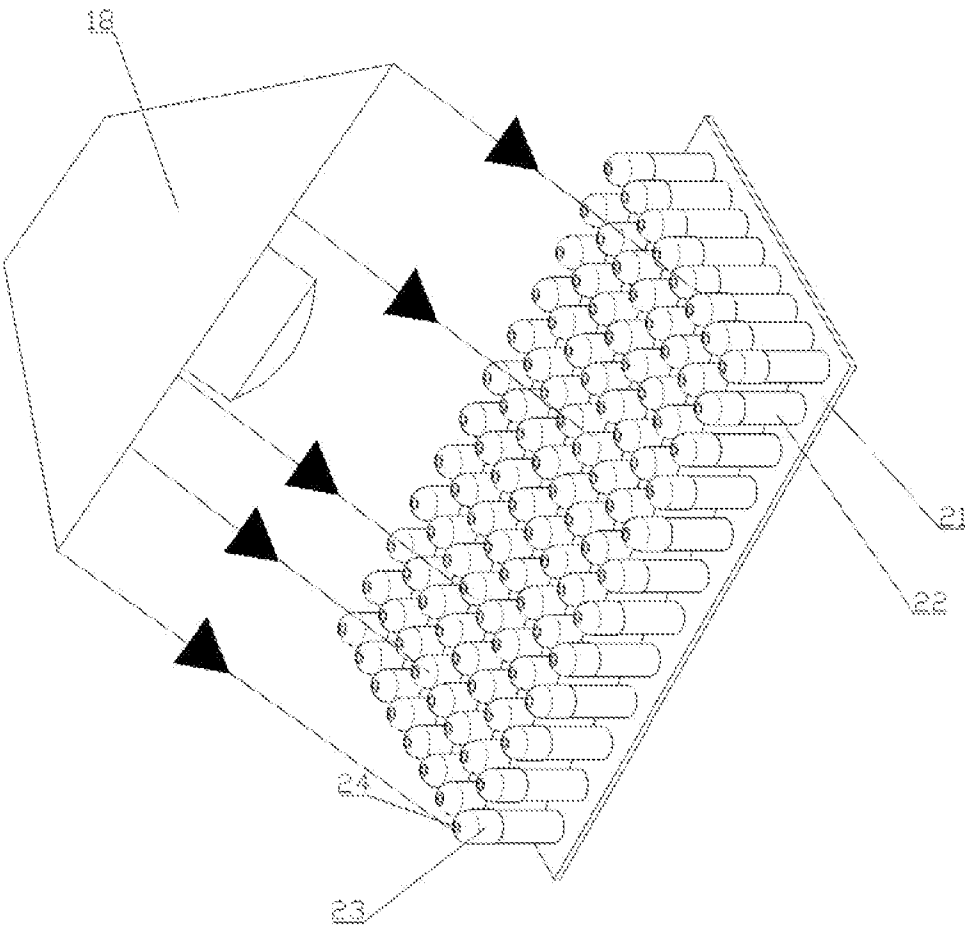


图9

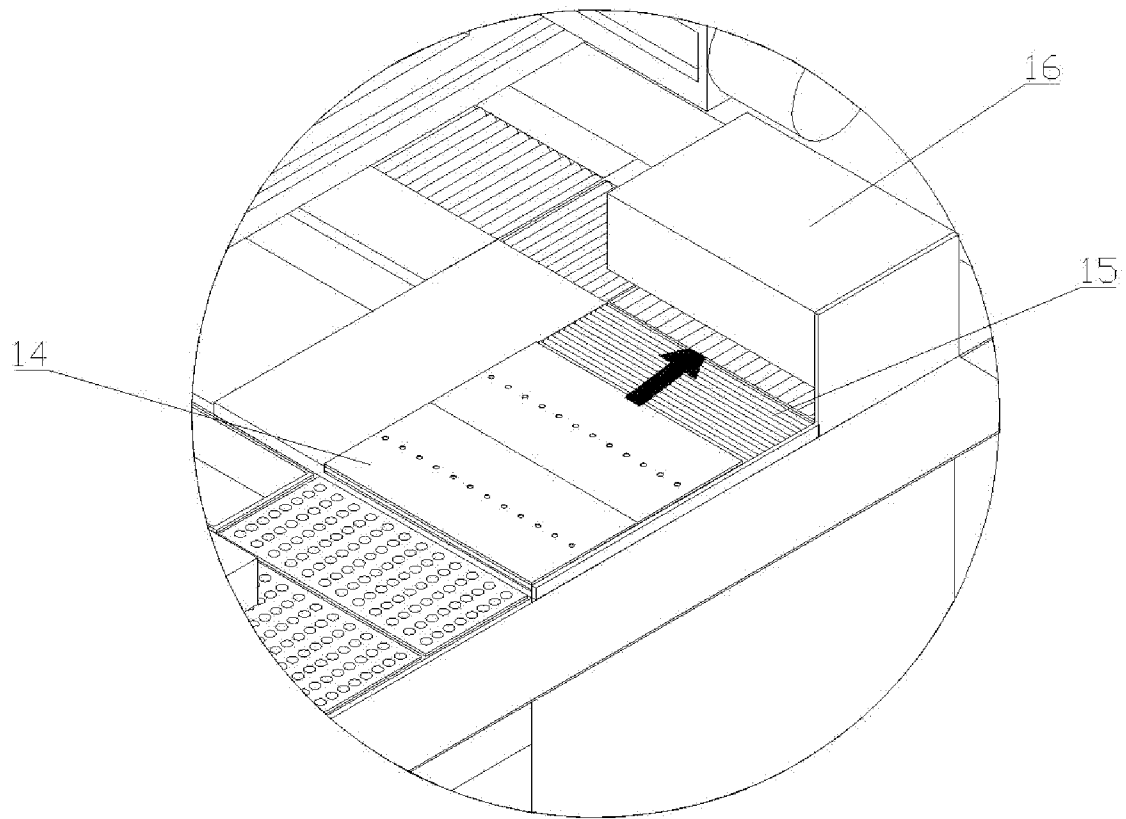


图10

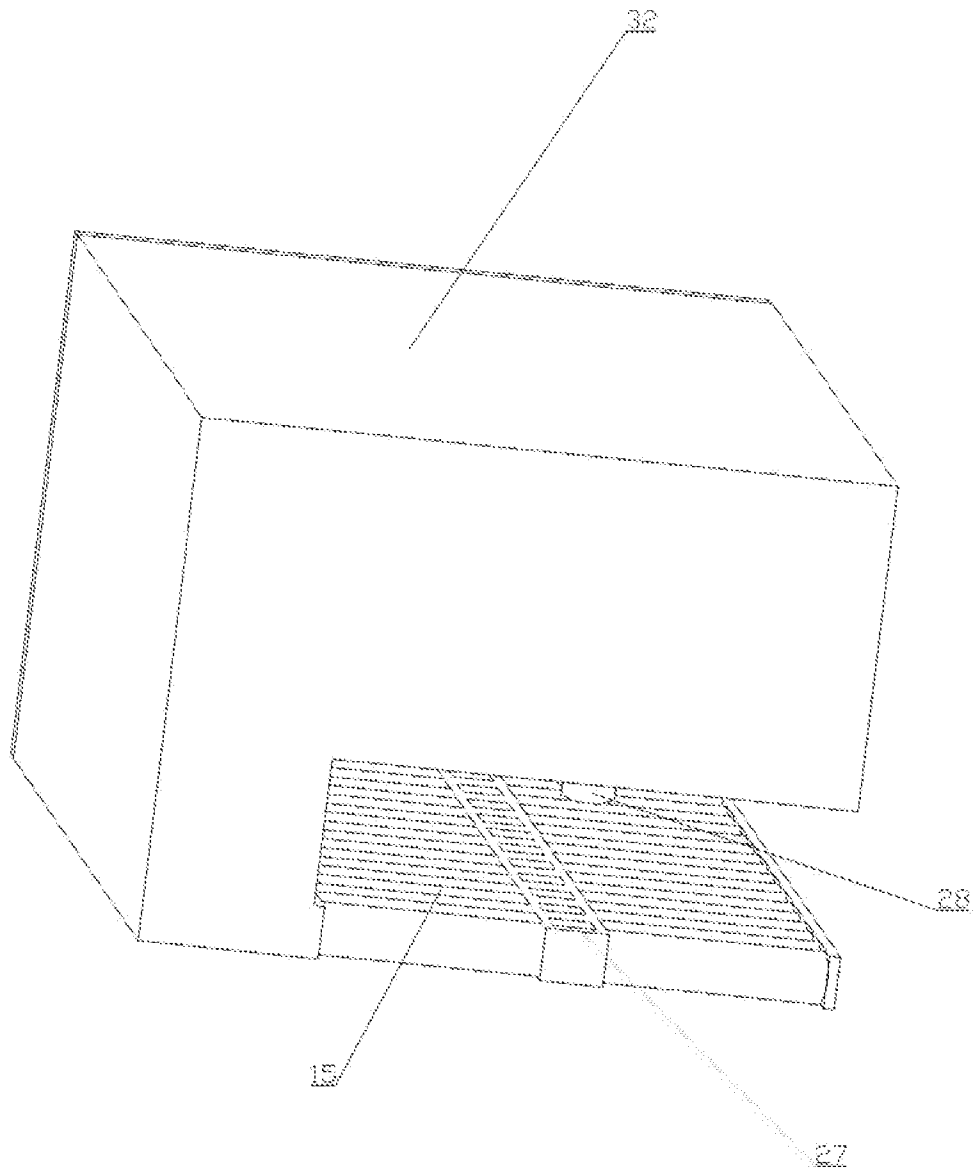


图11

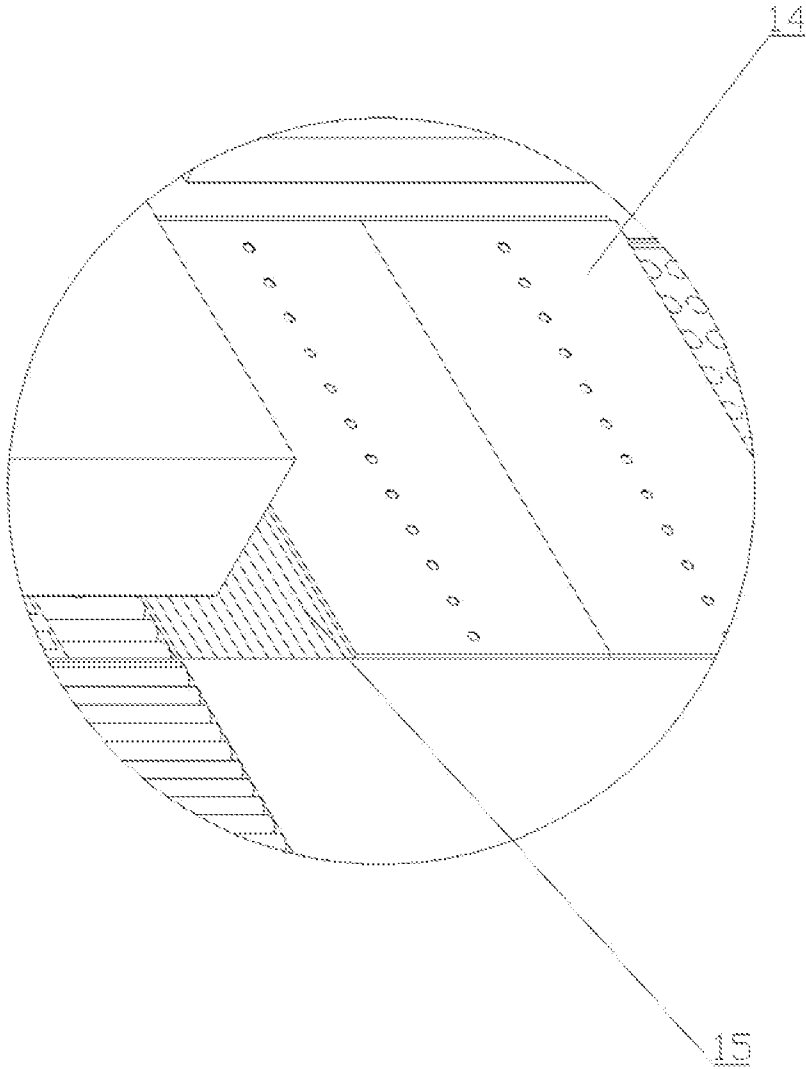


图12

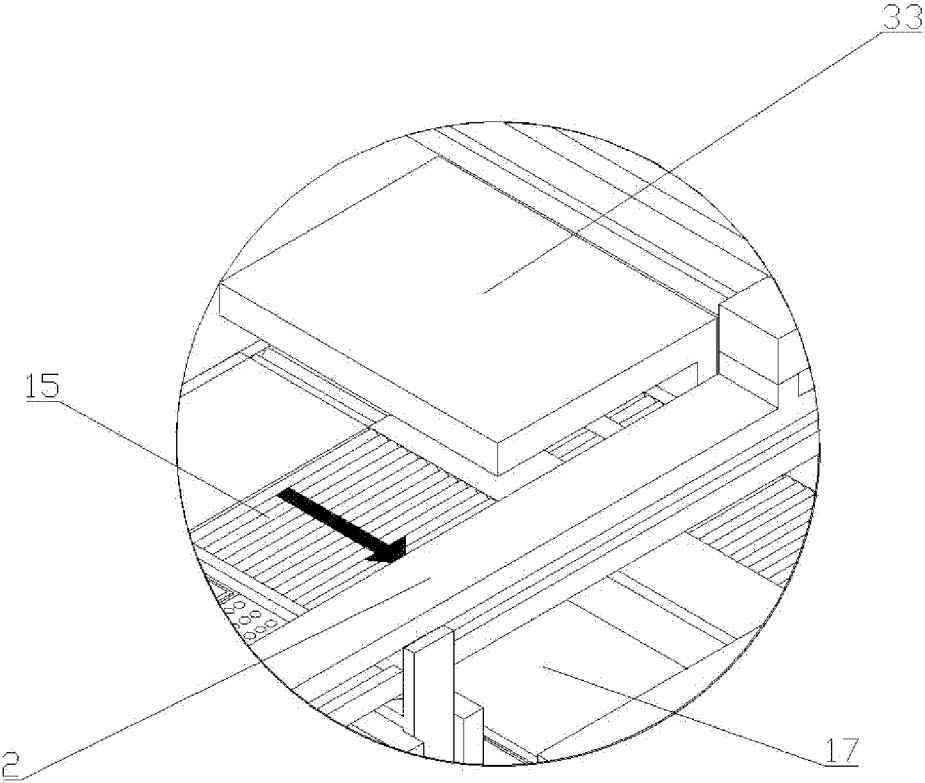


图13

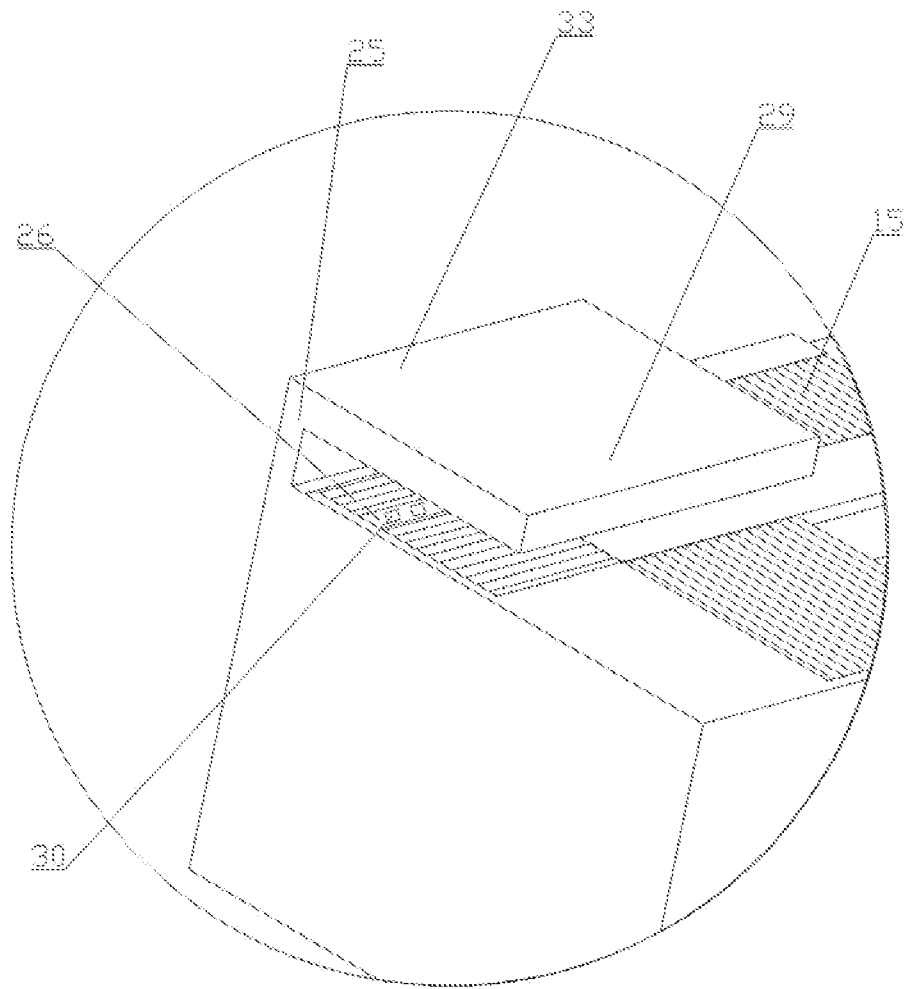


图14

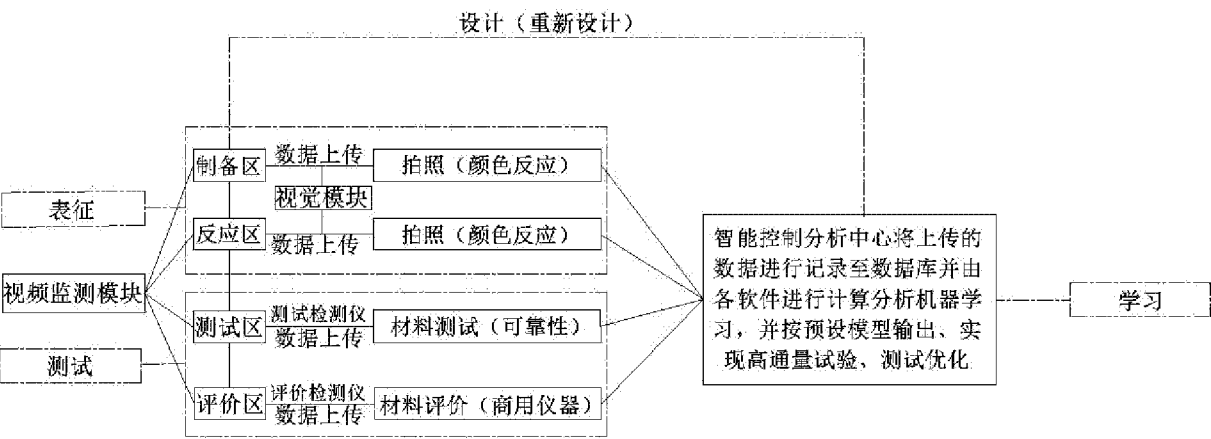


图15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/127768

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J 9/16(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)

B25J

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)

CNPAT, CNKI, WPI, WPODOC: 制备, 酶, 蛋白, 材料, 化学, 合成, 反应, 原料, 智能, 机械手, 机械臂, 机器人, 原料区, 反应区, 分析, 学习, 检测, 人工智能, 机器学习, 配比, 数据库, 高通量, 试验, 实验, experimental, laboratory, practice, test+, detect+, platform, react+, table, desk, manipulator?, protein, robot?, handler, learn+, machine

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 111659483 A (NANJING UNIVERSITY et al.) 15 September 2020 (2020-09-15) description, paragraphs [0007]-[0020], and figures 1-6	1-12
A	CN 201527430 U (PKU-HKUST SHENZHEN-HONGKONG INSTITUTION et al.) 14 July 2010 (2010-07-14) entire document	1-12
A	CN 101699283 A (SOUTH CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY) 28 April 2010 (2010-04-28) entire document	1-12
A	CN 105277726 A (RAYBIOTECH INC., GUANGZHOU) 27 January 2016 (2016-01-27) entire document	1-12
A	CN 103946364 A (THERANOS INC.) 23 July 2014 (2014-07-23) entire document	1-12
A	US 2015119298 A1 (FLUIDIGM CORPORATION) 30 April 2015 (2015-04-30) entire document	1-12
A	CN 103946364 A (THERANOS INC.) 23 July 2014 (2014-07-23) entire document	1-12



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

11 June 2021

Date of mailing of the international search report

24 June 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
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/127768

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111659483	A	15 September 2020	None			
CN	201527430	U	14 July 2010	None			
CN	101699283	A	28 April 2010	None			
CN	105277726	A	27 January 2016	CN	105277726	B	02 February 2018
CN	103946364	A	23 July 2014	JP	2018068312	A	10 May 2018
				TW	I624543	B	21 May 2018
				NZ	622186	A	26 February 2016
				CA	2849104	A1	11 April 2013
				CN	103946364	B	24 April 2018
				AU	2012318963	A1	23 May 2013
				TW	201333188	A	16 August 2013
				SG	11201400832 S	A	28 April 2014
				AU	2012318963	B2	11 February 2016
				IL	231639	D0	28 May 2014
				BR	112014007073	A2	11 April 2017
				SG	10201602141 Q	A	28 April 2016
				JP	2020106541	A	09 July 2020
				CN	108490204	A	04 September 2018
				EP	2758510	A1	30 July 2014
				KR	20140082756	A	02 July 2014
				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
				US	2014073043	A1	13 March 2014
				US	9250229	B2	02 February 2016
US	2015119298	A1	30 April 2015	US	8874273	B2	28 October 2014
				WO	2006127191	A9	01 March 2007
				US	2012045087	A1	23 February 2012
				US	2006281183	A1	14 December 2006
				EP	1882189	A2	30 January 2008
				WO	2006127191	A2	30 November 2006
				US	2016238623	A1	18 August 2016
				US	7883669	B2	08 February 2011

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/127768

A. 主题的分类 B25J 9/16 (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) B25J 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)) CNPAT, CNKI, WPI, WPODOC: 制备, 酶, 蛋白, 材料, 化学, 合成, 反应, 原料, 智能, 机械手, 机械臂, 机器人, 原料区, 反应区, 分析, 学习, 检测, 人工智能, 机器学习, 配比, 数据库, 高通量, 试验, 实验, experimental, laboratory, practice, test+, detect+, platform, react+, table, desk, manipulator?, protein, robot?, handler, learn+, machine		
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 111659483 A (南京大学 等) 2020年 9月 15日 (2020 - 09 - 15) 说明书第[0007]-[0020]段、附图1-6	1-12
A	CN 201527430 U (深港产学研基地 等) 2010年 7月 14日 (2010 - 07 - 14) 全文	1-12
A	CN 101699283 A (华南农业大学) 2010年 4月 28日 (2010 - 04 - 28) 全文	1-12
A	CN 105277726 A (广州瑞博奥生物科技有限公司) 2016年 1月 27日 (2016 - 01 - 27) 全文	1-12
A	CN 103946364 A (赛拉诺斯股份有限公司) 2014年 7月 23日 (2014 - 07 - 23) 全文	1-12
A	US 2015119298 A1 (FLUIDIGM CORPORATION) 2015年 4月 30日 (2015 - 04 - 30) 全文	1-12
A	CN 103946364 A (赛拉诺斯股份有限公司) 2014年 7月 23日 (2014 - 07 - 23) 全文	1-12
☐ 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 6月 11日		国际检索报告邮寄日期 2021年 6月 24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		受权官员 赵怡 电话号码 86-(10)-53962591

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/127768

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	111659483	A	2020年 9月 15日	无			
CN	201527430	U	2010年 7月 14日	无			
CN	101699283	A	2010年 4月 28日	无			
CN	105277726	A	2016年 1月 27日	CN	105277726	B	2018年 2月 2日
CN	103946364	A	2014年 7月 23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
				CN	103946364	B	2018年 4月 24日
				AU	2012318963	A1	2013年 5月 23日
				TW	201333188	A	2013年 8月 16日
				SG	11201400832S	A	2014年 4月 28日
				AU	2012318963	B2	2016年 2月 11日
				IL	231639	D0	2014年 5月 28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
				CN	108490204	A	2018年 9月 4日
				EP	2758510	A1	2014年 7月 30日
				KR	20140082756	A	2014年 7月 2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
				US	2014073043	A1	2014年 3月 13日
				US	9250229	B2	2016年 2月 2日
US	2015119298	A1	2015年 4月 30日	US	8874273	B2	2014年 10月 28日
				WO	2006127191	A9	2007年 3月 1日
				US	2012045087	A1	2012年 2月 23日
				US	2006281183	A1	2006年 12月 14日
				EP	1882189	A2	2008年 1月 30日
				WO	2006127191	A2	2006年 11月 30日
				US	2016238623	A1	2016年 8月 18日
				US	7883669	B2	2011年 2月 8日