



## (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 216838008 U

(45) 授权公告日 2022. 06. 28

(21) 申请号 202122965199.X

(22) 申请日 2021.11.22

(73) 专利权人 浙江泰林医学工程有限公司

地址 310051 浙江省杭州市滨江区浦沿街  
道南环路2930号3幢12楼

(72) 发明人 陈军峰 赵振波 夏信群 叶大林

(74) 专利代理机构 杭州杭诚专利事务所有限公  
司 33109

专利代理师 尉伟敏

(51) Int. Cl.

G12M 3/00 (2006.01)

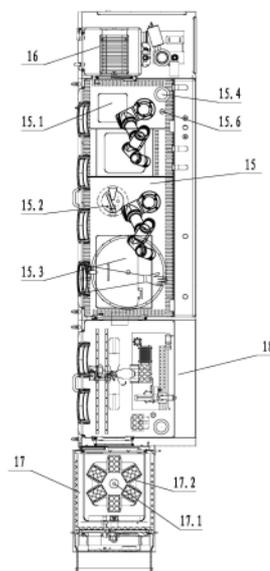
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

### (54) 实用新型名称

一种细胞制备系统

### (57) 摘要

本实用新型公开了一种细胞制备系统,包括:无菌操作舱,其用于提供细胞提取操作的无菌环境;无菌传递舱,其用于将试验用试剂、材料从有菌环境传递到无菌的无菌操作舱中;全自动细胞换液装置,其用于对细胞培养基进行自动换液,无菌操作舱设置在无菌传递舱与全自动细胞换液装置之间;细胞培养箱,其用于培养细胞,全自动细胞换液装置设置在无菌操作舱与细胞培养箱之间。本实用新型提供了一种细胞制备系统,整个细胞制备过程全部在隔离器内完成,将简易的重复的换液工作采用自动化代替,使整个换液过程实现了全自动换液,减少因为人工操作带来的操作误差与污染的风险。



1. 一种细胞制备系统,其特征是,包括:
  - 无菌操作舱,其用于提供细胞提取操作的无菌环境;
  - 无菌传递舱,其用于将试验用试剂、材料从有菌环境传递到无菌的无菌操作舱中;
  - 全自动细胞换液装置,其用于对细胞培养基进行自动换液,无菌操作舱设置在无菌传递舱与全自动细胞换液装置之间;
  - 细胞培养箱,其用于培养细胞,全自动细胞换液装置设置在无菌操作舱与细胞培养箱之间。
2. 根据权利要求1所述的一种细胞制备系统,其特征是,所述无菌操作舱内设有自动机械臂。
3. 根据权利要求1或2所述的一种细胞制备系统,其特征是,所述全自动细胞换液装置包括:
  - 固定平台;
  - 转运机械手,其用于培养皿本体,转运机械手设置在固定平台上;
  - 换液机构,其设置在固定平台上,换液机构包括针头模块和用于移动针头模块的移动驱动机构,针头模块包括固定块、加液针管和吸液针管,加液针管和吸液针管固定在固定块上,吸液针管上设有吸液针头;
  - 培养皿工作台,其用于放置培养皿本体。
4. 根据权利要求3所述的一种细胞制备系统,其特征是,所述培养皿工作台包括并排设置的固定座和转动座,固定座与固定平台固定,转动座与固定平台转动连接,转动座的转动轴与水平面平行设置,固定平台上设有驱动转动座转动的转动驱动器,换液时,培养皿本体放置在转动座上。
5. 根据权利要求3所述的一种细胞制备系统,其特征是,所述移动驱动机构包括X轴移动机构、Y轴移动机构和Z轴移动机构,针头模块固定在Z轴移动机构上,Z轴移动机构固定在Y轴移动机构上,Y轴移动机构固定在X轴移动机构上。
6. 根据权利要求3所述的一种细胞制备系统,其特征是,所述固定平台上设有针头摆放架,针头摆放架上设有若干个未使用的吸液针头。
7. 根据权利要求3所述的一种细胞制备系统,其特征是,所述固定平台上设有废液排放桶。
8. 根据权利要求7所述的一种细胞制备系统,其特征是,所述废液排放桶周围设有定位柱,定位柱与固定平台固定。
9. 根据权利要求3所述的一种细胞制备系统,其特征是,所述固定平台上设有显微镜拍照工位,显微镜拍照工位上固定有与培养皿本体适配的拍照固定座。

## 一种细胞制备系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及细胞换液设备技术领域,尤其是涉及一种细胞制备系统。

### 背景技术

[0002] 目前细胞制备操作大都是在开放式细胞实验室中进行,以人工操作为主,需要对细胞制备人员进行培训。因人工操作导致的污染风险、重现性差等问题影响细胞制备的质量。如果能在细胞换液过程中用自动化来代替人工,那么细胞换液污染风险将下降,换液效率将大幅提高。因此,需要提供一种细胞制备系统,整个细胞制备过程全部在隔离器内完成,符合GMP要求,使整个换液过程实现了全自动换液,减少因为人工操作带来的操作误差与污染的风险;且可以自动对吸液针头进行更换,进一步提高自动化程度,也避免交叉污染;同时,通过结构设置使吸液针头将废液吸取干净。

[0003] 中国专利申请公开号CN106367343B,公开日为2018年09月21日,名称为“一种全自动智能细胞培养装置及其控制方法”,公开了一种全自动智能细胞培养装置及其控制方法,它包括控制器、第一调节机构、第二调节机构、第三调节机构、培养架、第一控制门、第二控制门、第一移液机构、第二移液机构、废液收集机构、开关瓶机构以及加液机构,且储藏腔内设有至少三个空腔,包括存放腔、过渡腔以及预热腔。但是该专利采用的技术方案与本申请所要申请的技术方案有所不同,换液效率不高,且该专利中的吸液针头无法自动更换,容易造成交叉污染,影响细胞培养的质量,也没有设置使吸液更加彻底的结构,导致存在吸液不彻底问题。

### 发明内容

[0004] 本实用新型为了克服现有技术中细胞无菌制备过程中采用人工操作导致的问题,提供一种细胞制备系统,整个细胞制备过程全部在隔离器内完成,将简易的重复的换液工作采用自动化代替,使整个换液过程实现了全自动换液,减少因为人工操作带来的操作误差与污染的风险。

[0005] 为了实现上述目的,本实用新型采用以下技术方案:

[0006] 一种细胞制备系统,包括:

[0007] 无菌操作舱,其用于提供细胞提取操作的无菌环境;

[0008] 无菌传递舱,其用于将试验用试剂、材料从有菌环境传递到无菌的无菌操作舱中;

[0009] 全自动细胞换液装置,其用于对细胞培养基进行自动换液,无菌操作舱设置在无菌传递舱与全自动细胞换液装置之间;

[0010] 细胞培养箱,其用于培养细胞,全自动细胞换液装置设置在无菌操作舱与细胞培养箱之间。

[0011] 上述技术方案中,无菌传递舱、无菌操作舱、全自动细胞换液装置和细胞培养箱依次连通。细胞无菌制备的流程是: 1、接种:打开无菌传递舱,将外周血放入无菌传递舱舱内,进行灭菌传递,血样传入无菌操作舱后进行细胞提取操作,然后将细胞接种到培养皿

中,人工将接种好的培养皿放到全自动细胞换液装置传递口,培养皿转运机械手将培养皿转移至培养箱中;2、换液:培养箱门自动打开,转运机械手将培养皿取出放至自动换液工位进行自动换液,然后转运机械手将培养皿转移至成像工位进行拍照,最后转运机械手再将培养皿放回培养箱内;3、收货:培养箱门自动打开,转运机械手将培养皿取出放至全自动细胞换液装置和无菌操作舱的传递口,然后人工取培养皿进行人工收集。整个细胞制备过程全部在隔离器内完成,符合GMP要求。将简易的重复的换液工作采用自动化代替,复杂的单次的接种、收集工作由经验丰富的人操作。整个制备过程的环境参数、离心参数、培养参数、换液参数全程记录并可追溯,系统配有计算机控制系统,可植入标准化操作程序。

[0012] 作为优选,所述无菌操作舱内设有自动机械臂。自动机械臂可以执行细胞提取操作自动程序,对细胞进行自动提取。

[0013] 作为优选,所述无菌操作舱内设有嵌入式冰箱、废弃物通道和嵌入式离心机。

[0014] 作为优选,所述无菌操作舱内设有浮游菌采样器和粒子采样器。

[0015] 作为优选,所述细胞培养箱内设有转动主轴,转动主轴周向设有若干个固定架,固定架在上下方向上设有若干个放置架,驱动件驱动转动主轴转动。所述可以使细胞培养箱可以根据需要将培养皿移动到出口附近,便于转运机械手操作。

[0016] 作为优选,所述全自动细胞换液装置包括:

[0017] 固定平台;

[0018] 转运机械手,其用于培养皿本体,转运机械手设置在固定平台上;

[0019] 换液机构,其设置在固定平台上,换液机构包括针头模块和用于移动针头模块的移动驱动机构,针头模块包括固定块、加液针管和吸液针管,加液针管和吸液针管固定在固定块上,吸液针管上设有吸液针头;

[0020] 培养皿工作台,其用于放置培养皿本体。

[0021] 上述技术方案中,吸液针管与外部吸液装置连通,可以吸走废液;加液针管与外部细胞培养液输送机构连通,可以提供需要的培养液。上述技术方案的工作过程是:通过转运机械手可以将培养箱中的培养皿本体取出,并将培养皿本体放置到培养皿工作台上,通过换液机构将吸液针头伸入培养皿本体进行吸液,吸液完成后,将加液针管伸入培养皿本体添加培养液,然后通过转运机械手将培养皿本体送回培养箱中。上述技术方案中的整个换液过程实现了全自动换液,减少因为人工操作带来的操作误差与污染的风险。

[0022] 作为优选,所述培养皿工作台包括并排设置的固定座和转动座,固定座与固定平台固定,转动座与固定平台转动连接,转动座的转动轴与水平面平行设置,固定平台上设有驱动转动座转动的转动驱动器,换液时,培养皿本体放置在转动座上。

[0023] 上述技术方案中,当转运机械手将培养箱中的培养皿本体取出后,放置在固定座上,然后培养皿拨片可以将培养皿本体移动到转动座上,再通过转动驱动器使转动座转动倾斜,使培养皿本体倾斜,便于吸液针头将废液吸取干净,然后再通过加液针管进行加液,加液完成后,转动驱动器使转动座转动回水平,培养皿拨片可以将培养皿本体移动到固定座上,通过转运机械手可以将培养皿本体送回培养箱中。

[0024] 作为优选,所述转动座的转动轴偏心设置在转动座下方,所述转动驱动器包括电磁铁,电磁铁固定在转动座下方,转动轴设置在转动座的重心与电磁铁之间,转动座下端与电磁铁对应的位置上设有磁吸块,电磁铁通电时,电磁铁与磁吸块接触。所述结构可以实现

对转动座的转动,且转动结构简单可靠,成本低,控制简单,只需要一个电磁铁即可实现转动。且利用转动座本身的重力使转动座保持水平。

[0025] 作为优选,所述加液针管的下端设有加液针头,加液针头的下端向转动座倾斜后高度较低的一侧弯曲。所述结构可以使加液针头的出液口靠近培养基位于相对下方侧壁,使细胞培养液沿着培养基的侧面缓慢下流,避免液流过快冲走侧壁和底面上附着的细胞。

[0026] 作为优选,所述转动轴上设有旋转阻尼器。所述结构可以使转动座转动时具有一定的缓冲,避免转动过快导致培养液晃动洒出。

[0027] 作为优选,所述固定平台上设有真空吸盘和吸盘升降机构,吸盘升降机构与固定平台固定,真空吸盘与吸盘升降机构固定,真空吸盘设置在固定座的正上方。所述结构可以用于吸取培养皿本体上的盖子。

[0028] 作为优选,所述移动驱动机构包括X轴移动机构、Y轴移动机构和Z轴移动机构,针头模块固定在Z轴移动机构上,Z轴移动机构固定在Y轴移动机构上,Y轴移动机构固定在X轴移动机构上。X轴移动机构、Y轴移动机构和Z轴移动机构可以是气缸、油缸、推杆电机、电机驱动的丝杆螺母机构、电机驱动的齿轮齿条机构等,此处选用电机驱动的丝杆螺母机构。所述结构可以实现移动驱动机构在X轴、Y轴和Z轴三个方向上的平移,从而带动针头模块根据需要进行移动。

[0029] 作为优选,所述固定平台上设有针头摆放架,针头摆放架上设有若干个未使用的吸液针头。当培养皿本体上设有多个孔位时,为了避免每个孔位之间的相互污染,每个孔位内的废液吸取后,需要更换吸液针头,针头摆放架用于放置未使用的吸液针头。所述针头摆放架的周围设有定位柱,定位柱与固定平台固定。

[0030] 作为优选,所述针头摆放架的周围设有定位柱,定位柱与固定平台固定。

[0031] 作为优选,所述固定平台上设有废液排放桶。所述废液排放桶可以用于收集加液针管内的多余液体。

[0032] 作为优选,所述废液排放桶周围设有定位柱,定位柱与固定平台固定。定位柱可以对废液排放桶进行定位和固定。

[0033] 作为优选,所述固定平台上设有显微镜拍照工位,显微镜拍照工位上固定有与培养皿本体适配的拍照固定座。

[0034] 本实用新型的有益效果是:(1)整个换液过程实现了全自动换液,减少因为人工操作带来的污染的风险;(2)可以自动对吸液针头进行更换;(3)使加液针头的出液口靠近培养基的一侧的侧壁,使细胞培养液沿着培养基的侧面缓慢下流,避免液流过快冲走侧壁和底面上附着的细胞;(4)通过转动驱动器使转动座转动倾斜,使培养皿本体倾斜,便于吸液针头将废液吸取干净;(5)转动座的转动结构简单可靠,成本低,控制简单,只需要一个电磁铁即可实现转动,且利用转动座本身的重力使转动座保持水平。

## 附图说明

[0035] 图1是本实用新型的结构示意图;

[0036] 图2是实施例2的结构示意图;

[0037] 图3是本实用新型中转运机械手的结构示意图;

[0038] 图4是本实用新型的局部结构示意图;

[0039] 图5是本实用新型中针头模块的结构示意图；

[0040] 图6是本实用新型中培养皿工作台的结构示意图；

[0041] 图7是本实用新型中废弃针头收集盒的结构示意图。

[0042] 图中：固定平台1、转运机械手2、平移机构2.1、升降机构2.2、转动机构2.3、转运板2.4、换液机构3、针头模块3.1、固定块3.1.1、加液针管3.1.2、吸液针管3.1.3、卡环3.1.4、吸液针头3.1.5、限位环3.1.6、加液针头3.1.7、移动驱动机构3.2、培养皿工作台4、固定座4.1、转动座4.2、转动轴4.3、容纳槽4.4、转动驱动器4.5、磁吸块4.6、限位块4.7、培养皿本体5、针头摆放架6、废弃针头收集盒7、脱针块8、限位槽8.1、培养皿拨片9、调节基座10、调节杆11、废液排放桶12、定位柱13、显微镜拍照工位14、无菌操作舱15、嵌入式冰箱15.1、废弃物通道15.2、嵌入式离心机15.3、浮游菌采样器15.4、粒子采样器15.6、无菌传递舱16、细胞培养箱17、转动主轴17.1、固定架17.2、全自动细胞换液装置18。

### 具体实施方式

[0043] 下面结合附图和具体实施例对本实用新型做进一步的描述。

[0044] 实施例1：

[0045] 如图1所示，一种细胞制备系统，包括：无菌操作舱15、无菌传递舱16、全自动细胞换液装置18和细胞培养箱17；无菌操作舱15用于提供细胞提取操作的无菌环境，所述无菌操作舱15内设有嵌入式冰箱15.1、废弃物通道15.2、嵌入式离心机15.3、浮游菌采样器15.4和粒子采样器15.6；无菌传递舱16用于将试验用试剂、材料从有菌环境传递到无菌的无菌操作舱15中；全自动细胞换液装置18用于对细胞培养基进行自动换液，无菌操作舱15设置在无菌传递舱16与全自动细胞换液装置18之间；细胞培养箱17用于培养细胞，全自动细胞换液装置18设置在无菌操作舱15与细胞培养箱17之间，所述细胞培养箱17内设有转动主轴17.1，转动主轴17.1周向设有若干个固定架17.2，固定架17.2在上下方向上设有若干个放置架，驱动件驱动转动主轴17.1转动。

[0046] 上述技术方案中，无菌传递舱16、无菌操作舱15、全自动细胞换液装置18和细胞培养箱17依次连通。细胞无菌制备的流程是：1、接种：打开无菌传递舱，将外周血放入无菌传递舱舱内，进行灭菌传递，血样传入无菌操作舱15后进行细胞提取操作，然后将细胞接种到培养皿中，人工将接种好的培养皿放到全自动细胞换液装置18传递口，培养皿转运机械手2将培养皿转移至培养箱中；2、换液：培养箱门自动打开，转运机械手2将培养皿取出放至自动换液工位进行自动换液，然后转运机械手2将培养皿转移至成像工位进行拍照，最后转运机械手2再将培养皿放回培养箱内；3、收货：培养箱门自动打开，转运机械手2将培养皿取出放至全自动细胞换液装置18和无菌操作舱15的传递口，然后人工取培养皿进行人工收集。整个细胞制备过程全部在隔离器内完成，符合GMP要求。将简易的重复的换液工作采用自动化代替，复杂的单次的接种、收集工作由经验丰富的人操作。整个制备过程的环境参数、离心参数、培养参数、换液参数全程记录并可追溯，系统配有计算机控制系统，可植入标准化操作程序。

[0047] 实施例2：

[0048] 如图2所示，在实施例1的基础上，全自动细胞换液装置18包括固定平台1、转运机械手2、换液机构3和培养皿工作台4、针头摆放架6；转运机械手2用于培养皿本体5，转运机

械手2设置在固定平台1上;如图3所示,所述转运机械手2包括平移机构2.1、升降机构2.2、转动机构2.3和转运板2.4,转运板2.4固定在转动机构2.3上,转动机构2.3设置在升降机构2.2上,升降机构2.2固定在平移机构2.1上,平移机构2.1和升降机构2.2为电机驱动的齿轮齿条机构,转动机构2.3为电机。

[0049] 如图2和图4所示,换液机构3设置在固定平台1上,换液机构3包括针头模块3.1和用于移动针头模块3.1的移动驱动机构3.2,如图5所示,针头模块3.1包括固定块3.1.1、加液针管3.1.2和吸液针管3.1.3,加液针管3.1.2和吸液针管3.1.3固定在固定块3.1.1上,吸液针管3.1.3上设有吸液针头3.1.5;移动驱动机构3.2包括X轴移动机构、Y轴移动机构和Z轴移动机构,针头模块3.1固定在Z轴移动机构上,Z轴移动机构固定在Y轴移动机构上,Y轴移动机构固定在X轴移动机构上。X轴移动机构、Y轴移动机构和Z轴移动机构采用电机驱动的丝杆螺母机构。培养皿工作台4用于放置培养皿本体5。固定块3.1.1上固定有培养皿拨片9,培养皿拨片9用于横向拨动培养皿工作台4上的培养皿本体5。固定平台1上设有废液排放桶12、显微镜拍照工位14、真空吸盘和吸盘升降机构2.2。废液排放桶12周围设有定位柱13,定位柱13与固定平台1固定。显微镜拍照工位14上固定有与培养皿本体5适配的拍照固定座4.1。吸盘升降机构2.2与固定平台1固定,真空吸盘与吸盘升降机构2.2固定,真空吸盘设置在固定座4.1的正上方。

[0050] 上述技术方案中,吸液针管3.1.3与外部吸液装置连通,可以吸走废液;加液针管3.1.2与外部细胞培养液输送机构连通,可以提供需要的培养液。上述技术方案的工作过程是:通过转运机械手2可以将培养箱中的培养皿本体5取出,并将培养皿本体5放置到培养皿工作台4上,通过换液机构3将吸液针头3.1.5伸入培养皿本体5进行吸液,吸液完成后,将加液针管3.1.2伸入培养皿本体5添加培养液,然后通过转运机械手2将培养皿本体5送回培养箱中。上述技术方案中的整个换液过程实现了全自动换液,减少因为人工操作带来的操作误差与污染的风险。

[0051] 实施例3:

[0052] 如图2和图4所示,在实施例2的基础上,所述固定平台1上设有废弃针头收集盒7,废弃针头收集盒7上方固定有脱针块8,若干个未使用的吸液针头3.1.5整齐排列。如图7所示,脱针块8上设有与吸液针头3.1.5适配的限位槽8.1,所述废液排放桶12周围设有定位柱13,定位柱13与固定平台1固定。吸液针管3.1.3的外侧壁上设有卡环3.1.4,吸液针管3.1.3通过卡环3.1.4与吸液针管3.1.3上的吸液针头3.1.5卡接。固定平台1上设有废弃针头收集盒7,废弃针头收集盒7上方固定有脱针块8,脱针块8上设有与吸液针头3.1.5适配的限位槽8.1。吸液针头3.1.5的上端设有限位环3.1.6,限位环3.1.6的外径大于限位槽8.1的宽度。废液排放桶12周围设有定位柱13,定位柱13与固定平台1固定。

[0053] 若干个未使用的吸液针头3.1.5整齐排列。当培养皿本体5上设有多个孔位时,为了避免每个孔位之间的相互污染,每个孔位内的废液吸取后,需要更换吸液针头3.1.5,针头摆放架6用于放置未使用的吸液针头3.1.5。吸液针头3.1.5本身具有一定的弹性,通过卡环3.1.4可以将吸液针头3.1.5卡住。所述技术方案可以用于使吸液针头3.1.5脱离吸液针管3.1.3,吸液针头3.1.5吸过废液后,需要进行更换,移动驱动机构3.2将吸液针头3.1.5移动到限位槽8.1下方,然后向上抬升针头模块3.1,使脱针块8挡住吸液针头3.1.5的上端,使吸液针头3.1.5脱离吸液针管3.1.3,落入废弃针头收集盒7中。定位柱13可以对废弃针头收

集盒7进行定位和固定。

[0054] 实施例4:

[0055] 如图6所示,在实施例2的基础上,所述培养皿工作台4包括并排设置的固定座4.1和转动座4.2,固定座4.1与固定平台1固定,转动座4.2与固定平台1转动连接,转动座4.2的转动轴4.3与水平面平行设置,固定平台1上设有驱动转动座4.2转动的转动驱动器4.5,换液时,培养皿本体5放置在转动座4.2上。转动座4.2的转动轴4.3偏心设置在转动座4.2下方,转动轴4.3上设有旋转阻尼器。转动驱动器4.5包括电磁铁,电磁铁固定在转动座4.2下方,转动轴4.3设置在转动座4.2的重心与电磁铁之间,转动座4.2下端与电磁铁对应的位置上设有磁吸块4.6,电磁铁通电时,电磁铁与磁吸块4.6接触。转动座4.2的下方设有调节基座10,调节基座10与固定平台1固定,调节基座10上设有与调节基座10螺纹连接且可上下调节的调节杆11,调节杆11的顶端与转动座4.2的底端接触,调节杆11与电磁铁设置在转动轴4.3的相对两端。

[0056] 固定座4.1设有用于容纳转运机械手2的转运板2.4的容纳槽4.4。转动座4.2远离固定座4.1的一端设有用于限制培养皿本体5位置的限位块4.7。所述加液针管3.1.2的下端设有加液针头3.1.7,加液针头3.1.7的下端向转动座4.2倾斜后高度较低的一侧弯曲。

[0057] 上述技术方案中,当转运机械手2将培养箱中的培养皿本体5取出后,放置在固定座4.1上,然后培养皿拨片9可以将培养皿本体5移动到转动座4.2上,再通过转动驱动器4.5使转动座4.2转动倾斜,使培养皿本体5倾斜,便于吸液针头3.1.5将废液吸取干净,然后再通过加液针管3.1.2进行加液,加液完成后,转动驱动器4.5使转动座4.2转动回水平,培养皿拨片9可以将培养皿本体5移动到固定座4.1上,通过转运机械手2可以将培养皿本体5送回培养箱中。所述结构可以实现对转动座4.2的转动,且转动结构简单可靠,成本低,控制简单,只需要一个电磁铁即可实现转动。且利用转动座4.2本身的重力使转动座4.2保持水平。

[0058] 本实用新型的有益效果是:(1)整个换液过程实现了全自动换液,减少因为人工操作带来的操作误差与污染的风险;(2)可以自动对吸液针头3.1.5进行更换;(3)使加液针头3.1.7的出液口靠近培养基的一侧的侧壁,使细胞培养液沿着培养基的侧面缓慢下流,避免液流过快冲走侧壁和底面上附着的细胞;(4)通过转动驱动器4.5使转动座4.2转动倾斜,使培养皿本体5倾斜,便于吸液针头3.1.5将废液吸取干净;(5)转动座4.2的转动结构简单可靠,成本低,控制简单,只需要一个电磁铁即可实现转动,且利用转动座4.2本身的重力使转动座4.2保持水平。

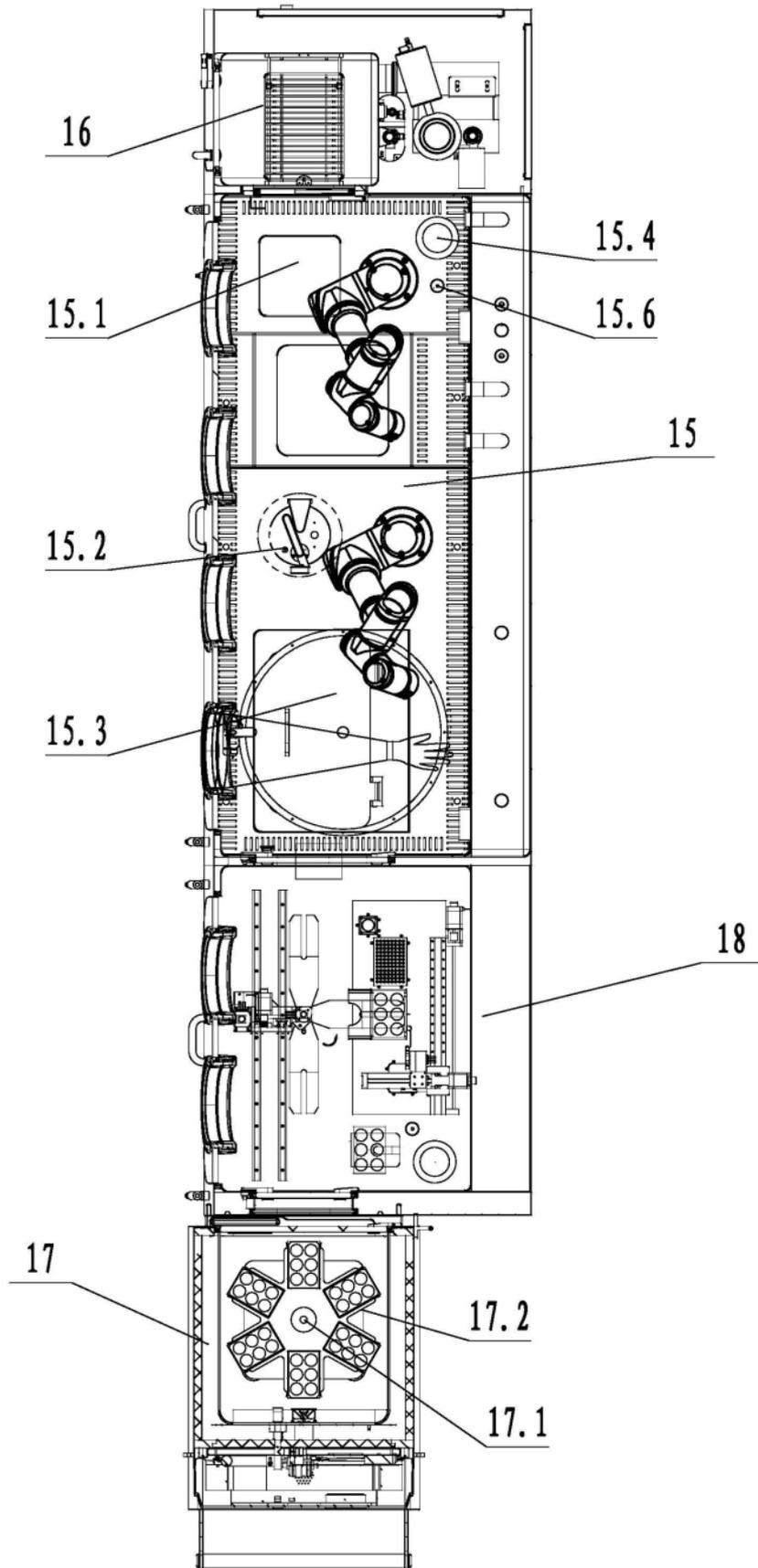


图1

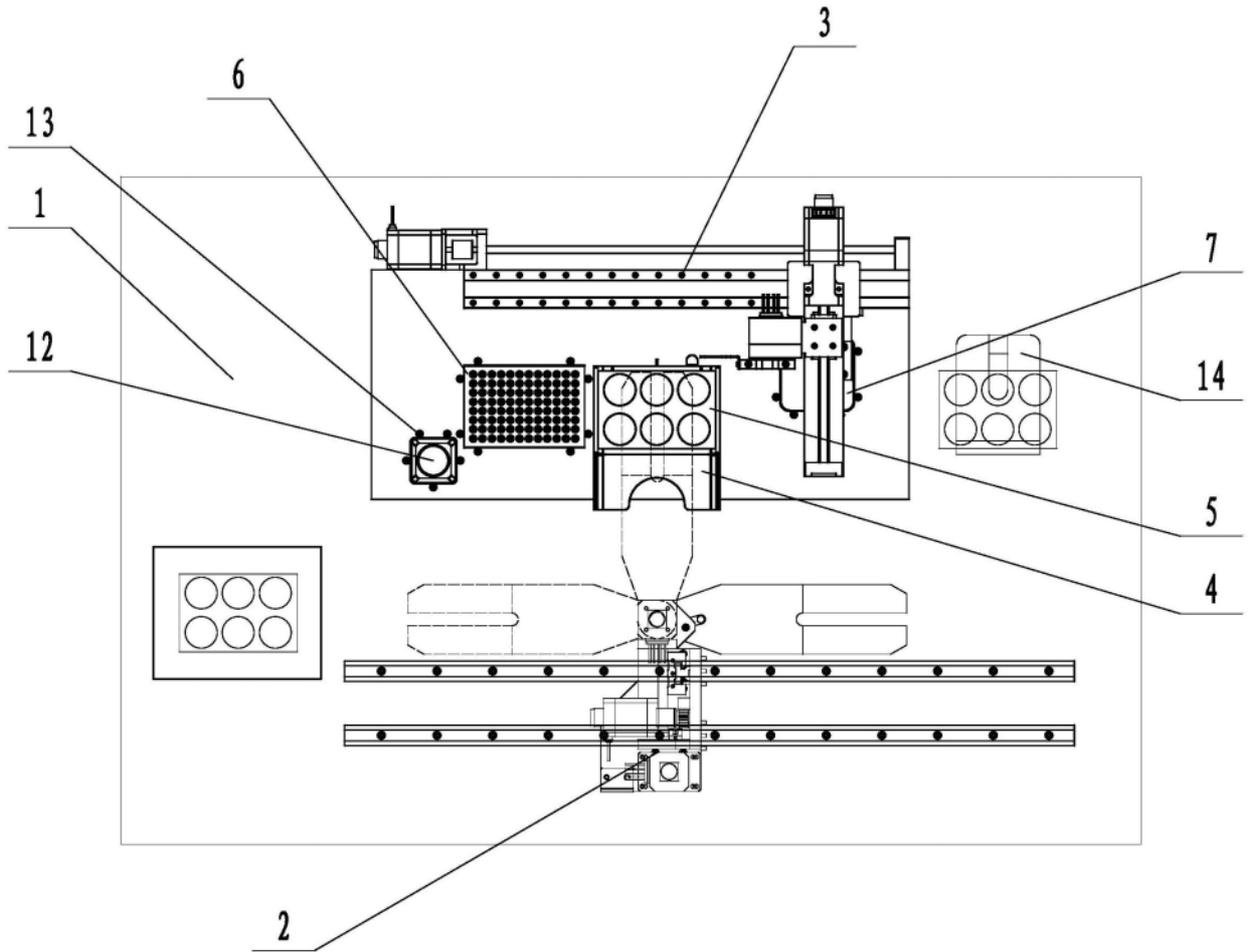


图2

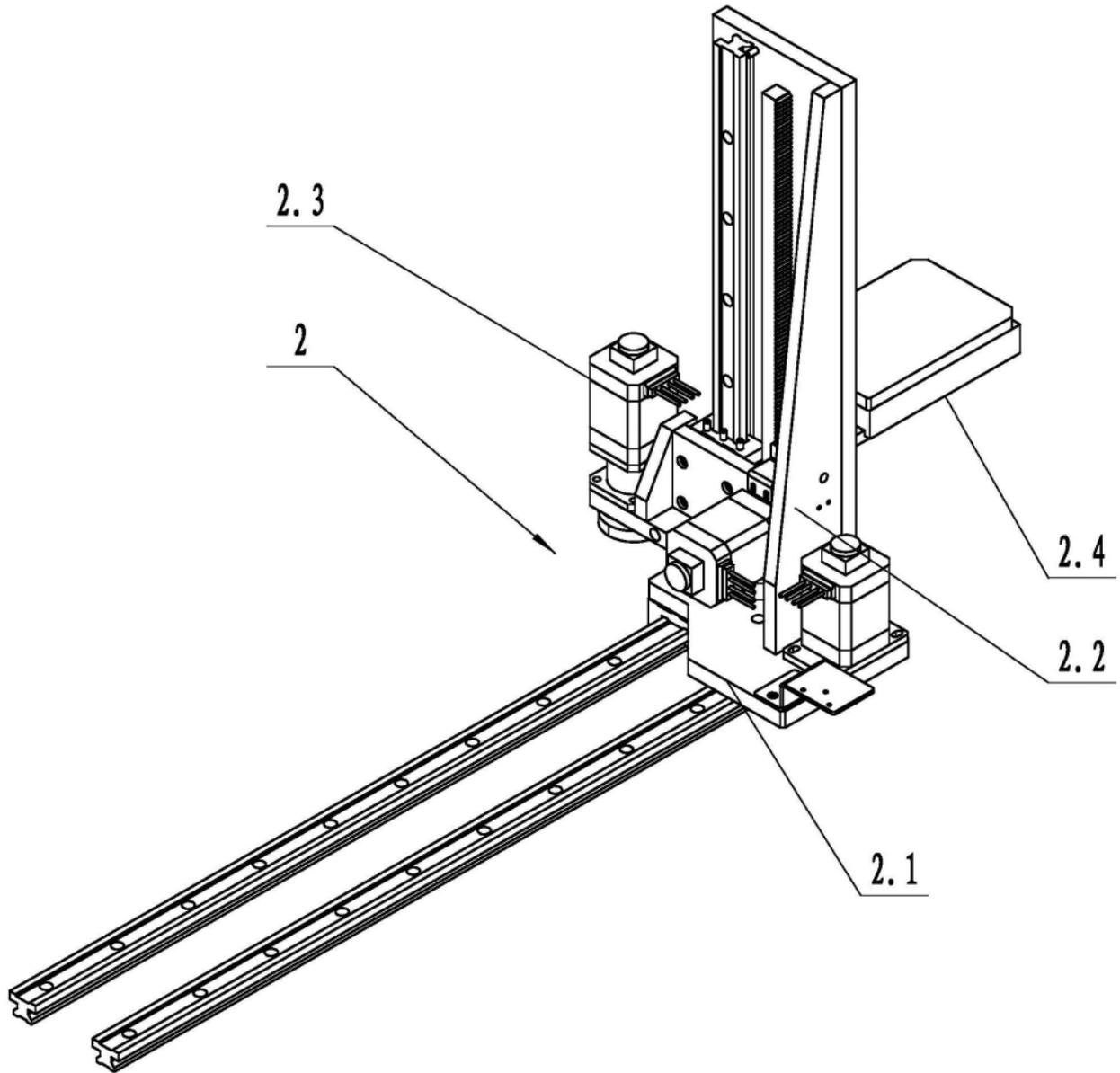


图3

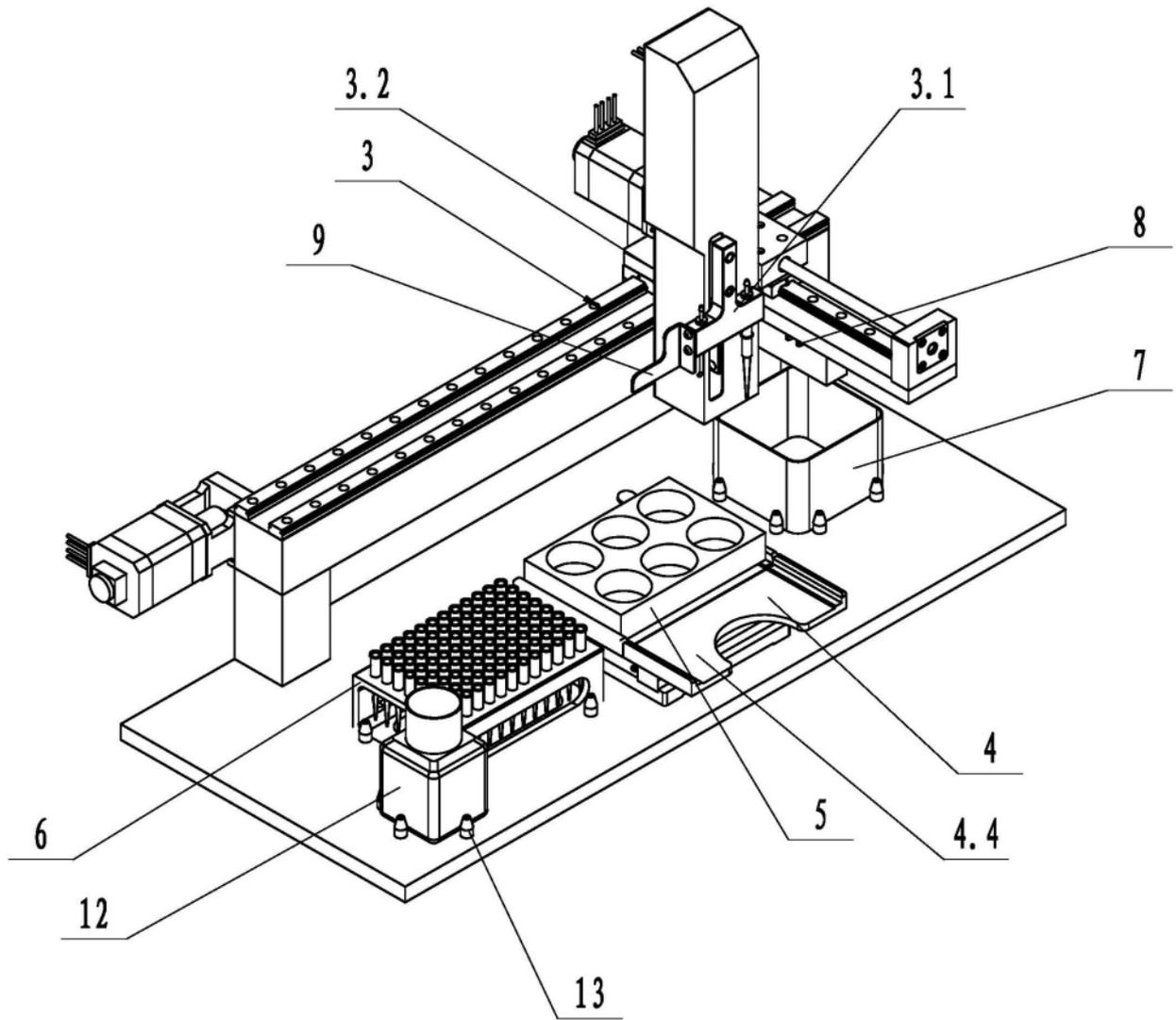


图4



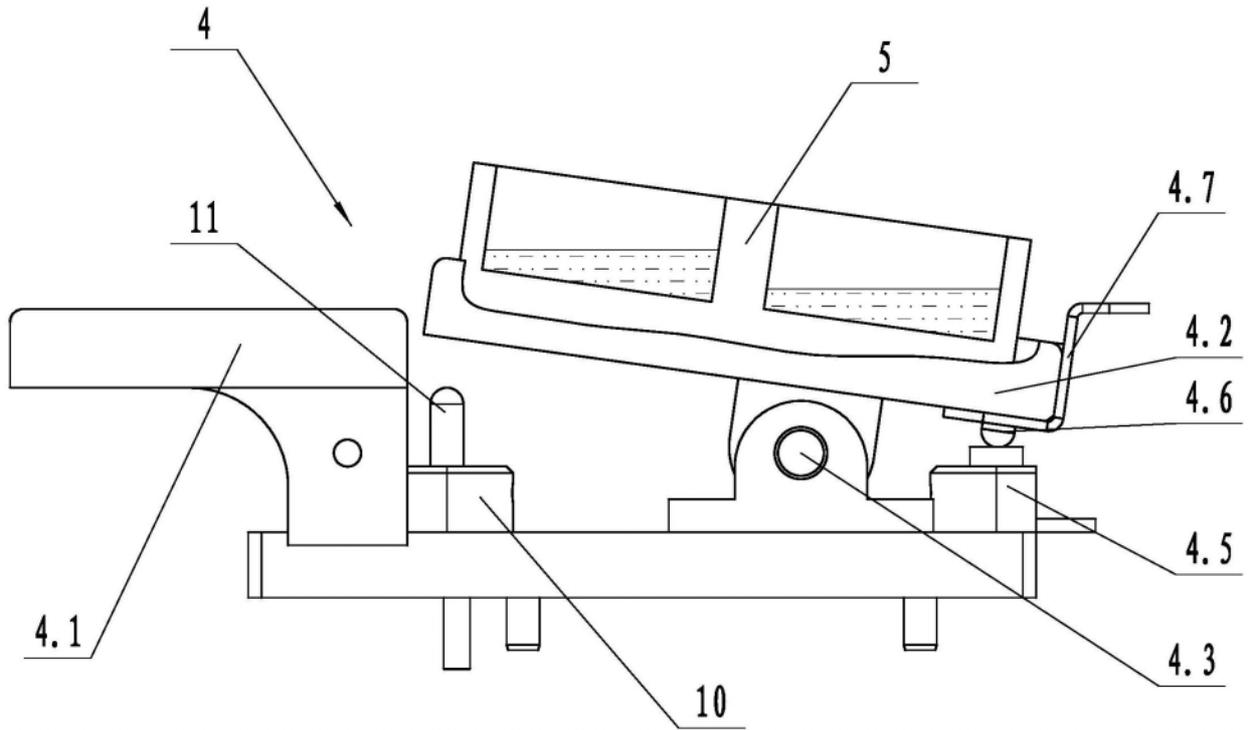


图6

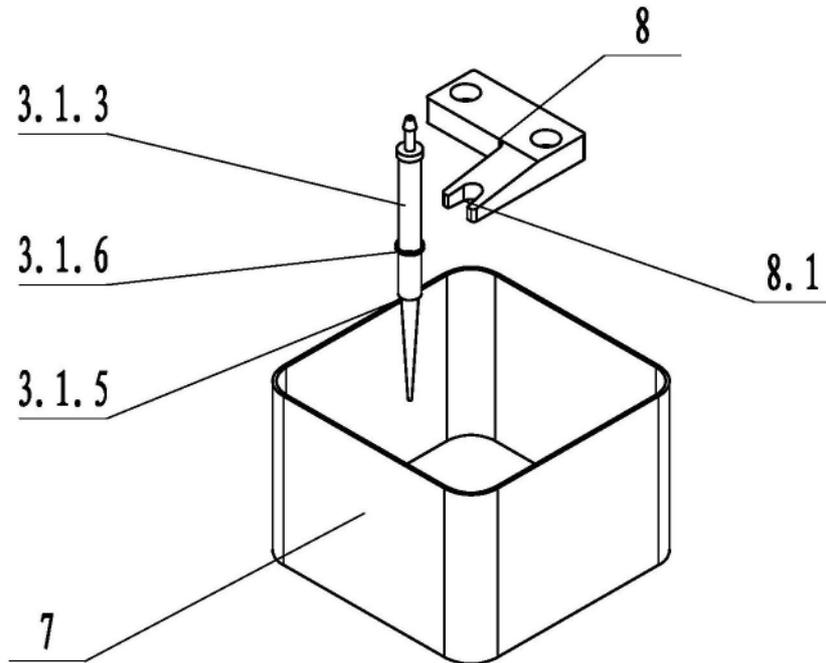


图7