

(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
2017 年 11 月 30 日 (30.11.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/202192 A1

(51) 国际专利分类号:
C12M 3/00 (2006.01) *C12M 1/00* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/083415

(22) 国际申请日: 2017 年 5 月 8 日 (08.05.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610369456.4 2016年5月27日 (27.05.2016) CN
201610368609.3 2016年5月27日 (27.05.2016) CN
201610552157.4 2016年7月11日 (11.07.2016) CN
201610541183.7 2016年7月11日 (11.07.2016) CN

(71) 申请人: 中国科学院广州生物医药与健康研究院 (GUANGZHOU INSTITUTES OF BIOMEDICINE AND HEALTH (GIBH), CHINESE ACADEMY OF

SCIENCES) [CN/CN]; 中国广东省广州市科学城开源大道190号, Guangdong 510530 (CN)。

(72) 发明人: 裴端卿 (PEI, Duanqing); 中国广东省广州市科学城开源大道190号, Guangdong 510530 (CN)。 张骁 (ZHANG, Xiao); 中国广东省广州市科学城开源大道190号, Guangdong 510530 (CN)。 董建华 (DONG, Jianhua); 中国广东省广州市科学城开源大道190号, Guangdong 510530 (CN)。 秦季生 (QIN, Jisheng); 中国广东省广州市科学城开源大道190号, Guangdong 510530 (CN)。 卢俊 (LU, Jun); 中国广东省广州市科学城开源大道190号, Guangdong 510530 (CN)。 骆健忠 (LUO, Jianzhong); 中国广东省广州市科学城开源大道190号, Guangdong 510530 (CN)。 樊科 (FAN, Ke); 中国广东省广州市科学城开源大道190号, Guangdong 510530 (CN)。 宋研

(54) Title: MULTI-PURPOSE TOOL TIP FOR STEM CELL INDUCTION AND CULTURING APPARATUS, AND STEM CELL INDUCTION AND CULTURING APPARATUS

(54) 发明名称: 干细胞诱导培养设备用多功能头及干细胞诱导培养设备

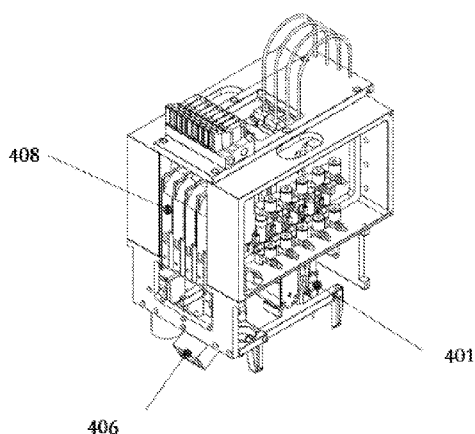


图 11

(57) Abstract: A multi-purpose tool tip for a stem cell induction and culturing apparatus. The multi-purpose tool tip comprises: a clone collection module, a fluid transfer and replacement module, a culture vessel handling module, a fluid level detecting module, and a drive module. The clone collection module comprises a clone collecting syringe (401) for collecting a clone. The fluid transfer and replacement module comprises a fluid transfer and replacement syringe (403) for transferring and replacing a fluid. The clone collecting syringe (401) and the fluid transfer and replacement syringe (403) are disposed next to each other. The culture vessel handling module is used to move a cell culture vessel. The fluid level detecting module is used to detect a fluid surface of a cell culture medium in the cell culture vessel. The drive module is used to drive a motion of the multi-purpose tool tip. The invention further provides a stem cell induction and culturing apparatus comprising the multi-purpose tool tip for the stem cell induction and culturing apparatus.

(57) 摘要: 一种干细胞诱导培养设备用多功能头, 多功能头包括克隆获取模块、移液换液模块、培养器具抓取模块、液位检测模块以及驱动模块; 克隆获取模块包括克隆获取针 (401), 用于获取克隆; 移液换液模块包括移液换液针 (403), 用于移液换液; 克隆获取针 (401) 与移液换液针 (403) 并排设置; 培养器具抓取模块用于移动细胞培养器具; 液位检测模块用于检测细胞培养器具中细胞培养基的液面; 驱动模块用于驱动多功能头运动。还提供一种包括上述干细胞诱导培养设备用多功能头的干细胞诱导培养设备。



(**SONG, Yan**); 中国广东省广州市科学城开源大道190号, Guangdong 510530 (CN)。 麦仕文 (**MAI, Shiwen**); 中国广东省广州市科学城开源大道190号, Guangdong 510530 (CN)。 欧阳瑶 (**OUYANG, Yao**); 中国广东省广州市科学城开源大道190号, Guangdong 510530 (CN)。 赵洪南 (**ZHAO, Hongnan**); 中国广东省广州市科学城开源大道190号, Guangdong 510530 (CN)。 张凤香 (**ZHANG, Fengxiang**); 中国广东省广州市科学城开源大道190号, Guangdong 510530 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市科进知识产权代理事务所 (普通合伙) (**SHENZHEN KEJIN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE**); 中国广东省深圳市南山区粤兴三道二号虚拟大学园产业化基地A701室, Guangdong 518055 (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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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))。

干细胞诱导培养设备用多功能头及干细胞诱导培养设备

技术领域

本发明涉及干细胞培养技术领域，特别涉及一种干细胞诱导培养设备
5 用多功能头及干细胞诱导培养设备。

背景技术

随着医学研究的发展，干细胞研究成为当今国际生命科学与生物技术
研究的前沿和制高点。细胞培养是生物学及医学领域的重要技术，其目的
10 是细胞在体外条件下进行生长和繁殖。干细胞技术是解决目前人类重大疾病
的一个重要途径，各国都已投入巨大的人力物力研究该项技术，而生物
细胞培养装置则是一种用于细胞的培养的常见生化仪器。现有的生物培养
箱结构较为简单，功能较为单一，难以实现全自动化操作。所以多功能自
动化细胞诱导培养设备是解决该技术瓶颈的重要途径，为解决这一问题，
15 有必要提供一种高度集约化的自动化干细胞诱导培养设备用多功能头及干
细胞诱导培养设备来促进干细胞研究技术的发展和推广应用。

发明内容

本发明旨在克服现有技术的缺陷，提供一种功能多样的干细胞诱导培
20 养设备用多功能头，可以有效提升效率，使得采用该结构多功能头的干细
胞诱导培养设备能够实现全自动化，具有很好的推广使用价值。

为实现上述目的，本发明采用以下技术方案：

一方面，本发明提供一种干细胞诱导培养设备用多功能头，包括所述
多功能头包括克隆获取模块、移液换液模块、培养器具抓取模块、液位检
25 测模块以及驱动模块；所述克隆获取模块包括克隆获取针，用于获取克隆；
所述移液换液模块包括移液换液针，用于移液换液；所述克隆获取针与所
述移液换液针并排设置；所述培养器具抓取模块用于移动细胞培养器具；
所述液位检测模块用于检测细胞培养器具中细胞培养基的液面；所述驱动
模块用于驱动所述多功能头运动。

另一方面，本发明还提供一种干细胞诱导培养设备，其包括上述的干

细胞诱导培养设备用多功能头。

本发明的有益效果在于：本发明实施例提供了一种功能多样的干细胞诱导培养设备用多功能头，其能同时具备移液换液、获取克隆、取放细胞培养器具、检测细胞培养器具中细胞培养基的液面、检测风速控制空气洁净度等各种功能。使得采用该结构多功能头的干细胞诱导培养设备能够实现全自动化。可以有效提升效率，具有很好的推广使用价值。本发明实施例还提供了一种干细胞诱导培养设备，其能够实现全自动智能化操作，可以有效提升效率。

附图说明

图 1 为根据本发明一个实施例的干细胞诱导培养设备中的自动板架装置的立体结构示意图；

图 2 为根据本发明一个实施例的干细胞诱导培养设备中的自动板架装置的侧面结构示意图；

图 3 为根据本发明一个实施例的干细胞诱导培养设备中的自动板架装置中培养器具存放篮的结构示意图；

图 4 为根据本发明一个实施例的干细胞诱导培养设备中的自动板架装置中板架的结构示意图；

图 5 为根据本发明一个实施例的干细胞诱导培养设备中的自动板架装置中培养器具托盘的结构示意图；

图 6 为根据本发明一个实施例的干细胞诱导培养设备中的培养器具抓取装置的整体图；

图 7 为根据本发明一个实施例的干细胞诱导培养设备中的培养器具抓取装置的侧视图；

图 8 为根据本发明一个实施例的干细胞诱导培养设备中的培养器具抓取装置的仰视图；

图 9 为根据本发明一个实施例的干细胞诱导培养设备中的针头自动洗刷装置的正面结构示意图；

图 10 为根据本发明一个实施例的干细胞诱导培养设备中的针头自动洗刷装置的背面结构示意图；

图 11 为根据本发明一个实施例的干细胞诱导培养设备中的多功能头的立体结构示意图;

图 12 为根据本发明一个实施例的干细胞诱导培养设备中的多功能头另一个角度的立体结构示意图;

5 图 13 为根据本发明一个实施例的干细胞诱导培养设备中细胞图像获取装置的结构图;

图 14 为根据本发明一个实施例的干细胞诱导培养设备中细胞图像获取装置的控制系统模块图;

10 图 15 为根据本发明一个实施例的细胞图像获取装置的控制方法流程图;

图 16 为根据本发明一个实施例的移液换液针的结构示意图;

图 17 为图 16 中 A-A 方向的剖视图。

附图标号:

15 板架 1、底板 11、竖板 12、培养器具存放篮 2、提手部 21、卡位 22、铁条 23、培养器具托盘 3、磁铁 31、底托 4、自锁型旋钮柱塞 5、驱动模块 6、滑块 7;

夹持部 201、控制装置 202、培养板 203、爪部 2011、抵部 2012、20111-爪指 20111、连杆 20112;

20 洗刷主体 301、第一液体槽 302、第二液体槽 303、凹槽 304、烘干孔 305、抽风孔 306、滤水孔 307、电磁阀 308、入液管 309、出液管 3010;

克隆获取针 401、超声波传感器 402、移液换液针 403、抓手 404、相机 405、读码器 406、光源 407、移液泵 408、分配阀 409、风速传感器 4010;

第一段 4031、第二段 4032、第三段 4033、空心尖部 4034、第一连接段 4035、第二连接段 4036、第三连接段 4037;

25 闪光灯 501、第一滑轨 502、摄像机构 503、第二滑轨 504、控制系统 505、滑块 506、光栅尺 507、位移检测模块 508、细胞培养板 509、数据处理模块 5051、第一运动控制模块 5052、第二运动控制模块 5053、闪光灯频率控制模块 5054、摄像机构快门控制模块 5055、位移检测模块 5056。

30 具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及具体实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明，而不构成对本发明的限制。

参考图 11 和图 12，是本发明一个实施例的一种干细胞诱导培养设备中
5 干细胞诱导培养设备用多功能头的立体结构示意图。在该实施例中，所述干细胞诱导培养设备还包括多功能头。所述多功能头包括克隆获取模块、移液换液模块、培养器具抓取模块、液位检测模块以及驱动模块。所述培养器具为培养皿，培养板等可以用于微生物或细胞培养的实验室器具。在本发明的实施例中，所述培养器具可为培养板。

10 其中，驱动模块用于驱动多功能头运动，整个多功能头可在 X 轴、Y 轴以及 Z 轴三个维度内移动。驱动模块可包括气缸和活塞，可为其他实现驱动功能的结构。

所述克隆获取模块包括克隆获取针 401，用于获取克隆；移液换液模块
15 包括移液换液针 403，用于移液换液。克隆获取针 401 与移液换液针 403 数量相同，可分别为一个，优选分别为多个，具体可包括 4 个、6 个或者 8 个等。多个克隆获取针 401 与多个移液换液针 403 相对并排设置，克隆获取针 401 与移液换液针 403 之间的距离可根据细胞培养器具的大小确定，克隆获取针 401 与移液换液针 403 均可上下移动。

如图 16 和图 17 所示，所述移液换液针具有一细长的管体，所述管体
20 包括依次连接的第一段 4031，第二段 4032 和第三段 4033，所述第二段 4032 的内壁直径大于第三段 4033 的内壁直径，且所述第三段 4033 的内壁直径大于第一段 4031 的内壁直径。

在一些实施例中，所述管体的一端通过管帽密封连接，所述管帽通过
25 螺钉与所述管体固定。在一些实施例中，所述管帽与所述管体直接通过 4 个螺钉固定连接，所述螺钉均匀分布在所述管帽上。在一个实施例中，所述螺钉为 M1.6 的螺钉。

在一些实施例中，所述第一段 4031 的端部具有一个空心尖部 4034，所述
空心尖部 4034 的内壁直径少于所述第一段 4031 的内壁直径。

在一些实施例中，所述第一段 4031 与第二段 4032 之间通过第一连接
30 段 4035 连接，所述第一连接段 4035 的内部为圆锥形；所述第二段 4032 与

第三段 4033 之间通过第二连接段 4036 连接，所述第二连接段 4036 的内部为圆锥形。

在一些实施例中，所述第一段 4031 与空心尖部 4034 之间通过第三连接段 4037 连接，所述第三连接段 4037 的内部为圆锥形。

5 在一些实施例中，所述管体的内部设置有镀膜层，所述镀膜层的厚度为 10um。

在一些实施例中，所述镀膜层的材料为特氟龙。

在一些实施例中，所述管体的外壁也设置有特氟龙。

10 特氟龙具有很好的化学稳定性和生物惰性，对生物不产生污染及毒性、其超低摩擦系数有利于液体的流动，不挂液，不残留等优良特性。

移液换液模块还包括移液泵 408，通过驱动模块中的气缸推动移液泵 408，带动移液换液针 403 上下运动，从而实现液体的抽取和排出。具体的实施方式中，驱动模块可包括 9 个气缸，分别用于驱动多功能头中各个不同的部件运动。另外，如图 12 中所示，多功能头还包括分配阀 409，用于
15 实现克隆获取针 401 外环冲裁液的分配控制。

培养器具抓取模块用于移动细胞培养器具，具体可包括图中所示的抓手 404，在多功能头工作过程中，抓手 404 用来抓取细胞培养器具，将其移动到所需位置后放下细胞培养器具。

20 多功能头还包括视觉监视模块和细胞成像辅助模块。其中，视觉监视模块用于跟踪所述多功能头的位置，以及监视干细胞诱导培养设备中工作台面的情况，具体可包括相机 405；细胞成像辅助模块可包括光源 407，光源 407 可为高速闪光灯，与相机 405 配套使用，用于细胞成像过程中的照明。同时，相机 405 也用于监控干细胞诱导培养设备的工作台面的各种情况，例如，在抓手 404 抓取细胞培养器具之前，可以先通过相机 405 判断
25 细胞培养器具的位置，再进行抓取。所述视觉监视模块的检测过程如下：在不同光照条件下拍摄多张无样品的背景图片；去掉上一步拍摄背景，得到去掉背景的大致位置信息，大致确定多功能头的位置；在多功能头的位置的大致区域中搜索所有的直边缘信息，从所有线中找到多功能头的四条边框，确定多功能头的位置。

30 液位检测模块用于检测细胞培养器具中，细胞培养基的液面，具体可

包括图中所示的超声波传感器 402。所述液位检测模块的检测过程如下：扫描整板图像，将每张图片分割为 80 像素宽的小块；将每块小块输入到自动分类算法中，将每块标记为背景和各种细胞类型；统计整版细胞中的细胞种类和数量，根据各种细胞需要的培养基的数量，按需计算出每孔中的液体需求量，并根据每孔中的液体需求量得出液体的量。

多功能头还包括编码扫描模块，如图 11 和图 12 所示，编码扫描模块可包括读码器 406，用于获取细胞培养器具上的编码信息，具体包括标记在细胞培养器具上的二维码信息或者条码信息等等。

多功能头还包括风速检测模块，风速检测模块可包括风速传感器 4010，用于检测细胞培养器具周围的风速，通过风速的检测和控制，能够进一步控制干细胞诱导培养设备中空气的洁净度。优选的实施方式中，风速检测模块包括两个风速传感器 4010，分别设置在多功能头同一侧的两端，能够使风速检测更加准确。优选的实施方式中，风速检测模块控制细胞培养器具周围的风速在 0.4m/s-0.8m/s 的范围内，更优选的，控制风速在 0.5m/s。

本发明实施例提供的具有多功能头的干细胞诱导培养设备，同时具备移液换液、获取克隆、取放细胞培养器具、检测细胞培养器具中细胞培养基的液面、检测风速控制空气洁净度等各种功能。使得采用该结构多功能头的干细胞诱导培养设备能够实现全自动化。

参考图 1 和图 2 示出根据本发明一个实施例的干细胞诱导培养设备中的存放培养器具的自动板架装置的结构示意图。本发明实施例提供的干细胞诱导培养设备，还包括存放培养器具的自动板架装置。在该实施例中，存放培养器具的自动板架装置包括板架 1；与板架 1 连接的培养器具存放篮 2；其中培养器具存放篮 2 的两侧设置有用用于放置培养器具的若干层卡位 22；提手部 21，用于提放培养器具存放篮 2；驱动模块 6，用于驱动自动板架装置运动；检测模块，用于检测培养器具存放篮的卡位上是否放置有培养器具。所述培养器具为培养皿，培养板等可以用于微生物或细胞培养的实验室器具。在本发明实施例中，所述培养器具可为培养皿。

具体的，如图 3 所示，培养器具存放篮 2 为一面敞口的长方形箱体结构，具体包括左右两侧的第一面和第二面，顶部的第三面，底部的第四面，以及背部的第五面。提手部 21 设置于第三面的上方，用于方便的手动将培

培养器具存放篮 2 提出或放回。培养器具存放篮 2 的两侧设置有利于放置培养器具的若干层卡位，卡位的层数不限，可为 8 层、10 层或 12 层等。

培养器具通过培养器具托盘 3 放置于培养器具存放篮 2 中的卡位 22 上，如图 5 所示，培养器具托盘 3 的一端设有磁铁 31；培养器具存放篮 2 中与敞口面相对的面设置有铁条 23，培养器具存放篮 2 中的铁条 23 与培养器具托盘 3 上的磁铁 31 配合以便稳定培养器具托盘 3 的位置。

优选的实施方式中，培养器具存放篮 2 的两侧，即第一面和第二面，设有若干开孔，开孔具体设置在卡位与卡位之间的位置；培养器具存放篮 2 中与敞口面相对的背部第五面也设有若干开孔。第一面和第二面开孔的数量可为一个或者多个，优选可与卡位数量一致，即设置为 12 层卡位时，可开设 12 个空开孔；背部第五面的开孔可以设置为 2 个，分别设置在铁条 23 的两侧。这些开孔的设置，一方面可以减轻整个培养器具存放篮 2 的重量，另一方面也便于观察培养器具存放篮 2 内部的具体情况。

如图 4 中所示，板架 1 包括底板 11 与竖板 12。其中，底板 11 用于支承培养器具存放篮 2，具体的，底板 11 可为三角形结构，可为三角形筋板。底板 11 与培养器具存放篮 2 接触的面设有底托，底托 4 包括自动卡位，用于卡住培养器具存放篮 2，以便培养器具存放篮 2 与板架 1 更好的固定连接。底托 4 可为圆盘底托，当然，也可设置为其他形状，只要能够实现培养器具存放篮 2 与板架 1 更好的固定即可。优选的实施方式中，底托 4 包括圆柱凸台，培养器具存放篮 2 底部的第四面设有圆柱孔，底托 4 的圆柱凸台与培养器具存放篮 2 的圆柱孔之间精确配合，起到定位及固定作用。

竖板 12 用于与培养器具存放篮 2 固定连接，具体可通过自锁型旋钮柱塞 5 固定连接，板架 1 的竖板 12 上设有让自锁型旋钮柱塞 5 穿过的槽。在通过提手部 21 将培养器具存放篮 2 提出或放回板架 1 时，需要将图中所示的自锁型旋钮柱塞 5 拉出再卡回。优选的实施方式中，板架 1 可为铝合金材质。

本发明的存放培养器具的自动板架装置中，驱动模块 6 主要用于驱动自动板架装置运动，可为电机等。检测模块可为各种传感器，优选为光纤传感器，光纤传感器设置在板架 1 的前方，便于检测卡位 22 上是否放置有培养器具，检测培养器具的具体位置，以及检测培养器具是否稳固的放置

在培养器具托盘 3 上等等。优选的实施方式中，检测模块至少包括两个传感器，一个用于检测培养器具，一个用于检测培养器具托盘。

所述存放培养器具的自动板架装置设置于干细胞诱导培养设备中机台的下方，其中，机台为存放培养器具的自动板架装置外部的一个平台。驱动模块 6 包括电机和驱动器，驱动器上的滑块 7 与板架 1 固定连接，电机驱动单轴驱动器使滑块 7 移动，驱动模块 6 驱动板架 1 在竖直方向上运动。使用过程中，存放培养器具的自动板架装置在电机的控制下，可自动上升至机台上方。自动板架装置中的检测模块可设置在机台上，当板架 1 运动时，检测模块的位置固定不动。

本发明的存放培养器具的自动板架装置的具体工作流程为：存放培养器具的自动板架装置在驱动模块 6 的控制下，可自动上升至机台上方；检测模块检测每层卡位上是否有培养器具、每个培养器具的具体位置、以及培养器具是否稳固在培养器具托盘上；然后通过检测模块检测得出的数据，准确获取所需培养器具的位置，再将该培养器具送至机台上，便于机台上的挂钩将培养器具自动拉出。当培养器具操作结束后，检测模块自动检测培养器具存放篮 2 上的空余位置，在机台上挂钩的推动下，将培养器具推回培养器具存放篮 2，培养器具托盘 3 上的磁铁 31 将与培养器具存放篮 2 中的铁条 23 相吸合，使培养器具存放更加稳固。当检测模块检测到培养器具已经放置好，自动板架装置便下降至机台下方，节省机台空间。在自动板架装置自动运动过程中，为了保持其稳定，设计了自锁型旋钮柱塞 5 和底托 4。操作自锁型旋钮柱塞 5，还可手动将培养器具存放篮 2 取出或放回，便于特殊情况下需要的手动操作，使该装置的应用更加灵活。

本发明提供的存放培养器具的自动板架装置结构简单、存取方便、安全可靠的存放培养器具的自动板架装置，全自动智能化操作、通量大，可以有效提升效率，具有很好的推广使用价值。还提供一种干细胞诱导培养设备，能够将存放培养器具的自动板架装置设置于干细胞诱导培养设备中机台的下方，既节省空间，又避免培养器具的损坏和污染。

如图 6-8 所示，是本发明另一实施例的一种干细胞诱导培养设备，所述干细胞诱导培养设备还包括培养器具抓取装置，用于抓取培养器具 203，抓取装置包括夹持部 201 和控制装置 202；夹持部 201 由爪部 2011 和抵部

2012 组成, 爪部 2011 由一根连杆 20112 连接两个爪指 20111 组成, 用于夹持培养器具 203; 抵部 2012 竖直设置在夹持部 201 侧面, 且与爪指 20111 平行, 用于调整限制培养器具 203 的位置; 控制装置 202 与爪部 2011 分别连接, 用于控制爪部 2011 的运动。爪部 2011 为 2 个, 抵部 2012 为 4 个。

5 所述培养器具为培养皿, 培养板等可以用于微生物或细胞培养的实验室器具。在本发明的实施例中, 所述培养器具可为培养板。

控制装置 202 呈长方体状, 在下端面设置有两个连接耳, 连杆 20112 通过连接件与连接耳固定连接, 两个连接耳设置在同一根水平导轨上, 控制装置 202 通过控制两个连接耳的运动, 从而带动连杆 20112 做水平方向的运动。

10 连杆 20112 两端连接有爪指 20111, 爪指 20111 竖直向下设置, 爪指 20111 底端设置有托板, 使爪指 20111 呈 L 形, 在抓取培养器具 203 时, 托板正好托住培养器具 203 的四个角, 使抓取装置更加稳定; 连杆 20112 可以为固定长度连杆, 也可以为可伸缩连杆, 当为固定长度连杆时, 连杆 20112 15 长度与培养器具 203 任意一条边的长度相同; 当连杆为可伸缩连杆时, 可通过伸缩杆调节两爪指 20111 之间的距离, 能适应各种尺寸的培养器具 203。

抵部 2012 可以为弹簧片也可以为挡板, 用于调节限制培养器具 203 在抓取过程中的位置偏差, 防止培养器具 203 在抓取的过程中因为位置偏差发生的掉落; 弹簧片或挡板设置在爪指 20111 附近, 上端固定在连杆 20112 20 的外侧, 下端悬空。

当抓取培养器具 203 时, 控制装置 202 控制夹持部 201 到培养器具 203 的正上方, 控制爪部 2011 相对远离, 将夹持部 201 下降到略低于培养器具 203 底面的位置, 控制爪部 2011 相对靠近, 抵部 2012 调节培养器具 203 位置, 当爪指 20111 与培养器具 203 接触, 控制装置 202 控制夹持部 201 上 25 升, 爪指 20111 的托板正好托住培养器具 203 的四个角, 完成培养器具 203 的抓取。

本发明实施例的干细胞诱导培养设备通过培养器具抓取装置中的控制装置 202 与夹持部 201 配合, 使抓取装置在抓取培养器具 203 时准确、平稳。

30 参考图 9 和图 10, 是本发明另一实施例的一种干细胞诱导培养设备中

针头自动洗刷装置的正面和背面结构示意图。在该实施例中，所述干细胞诱导培养设备还包括针头自动洗刷装置。该实施例的针头自动洗刷装置包括洗刷主体 301，洗刷主体 301 包括第一清洗区域、第二清洗区域、刷洗区域、干燥区域和控制区域。该针头自动洗刷装置主要用于洗刷生物医药实验中

所用的挑取针。当然也可以用于洗刷其他种类的针。

第一清洗区域包括第一液体槽 302，第一液体槽 302 包括让第一清洗液流入和流出的第一入孔和第一出孔，第一清洗液为缓冲液，具体可为 PBS 缓冲液，主要用来作为缓冲液浸染挑取针进行细胞挑取操作。第一入孔位于图 9 中所示第一液体槽 302 的左侧，第一出孔位于第一液体槽 302 的中间位置。

第一清洗区域还包括第二液体槽 303，第二液体槽 303 包括让第二清洗液流入和流出的第二入孔和第二出孔，同样的，第二入孔位于图 9 中所示第二液体槽 303 的左侧，第二出孔位于第二液体槽 303 的中间位置。第二清洗液为蒸馏水或去离子水，主要用于漂洗挑取针。

刷洗区域包括设置有刷头的凹槽 304，凹槽包括让第三清洗液流入和流出的第三入孔和第三出孔，同样的，第三入孔位于图 9 中所示凹槽 304 的左侧，第一出孔、第二出孔以及第三出孔的出孔开口均水平向右。

第三出孔位于凹槽 304 的中间位置，具体位于刷头的下方。第三清洗液为有机溶剂，具体可为酒精等，主要用于对挑取针进行消毒，优选的实施方式中，挑取针在设置有刷头的凹槽 304 中进行 Z 字形刷洗或回字形刷洗。刷头设置在流通酒精的凹槽 304 中，可以在刷下针头上残留物的同时，对针头进行消毒，刷洗效果好，清洁力更强。

洗刷主体 301 包括正面和背面，其中，如图 9 中所示，第一液体槽 302、第二液体槽 303 以及凹槽 304 均设置于洗刷主体 301 的正面。优选的实施方式中，第一液体槽 302、第二液体槽 303 和凹槽 304 均为圆滑结构，有利于对针头的清洁，同时能够避免废液或废物的残留。第一出孔位、第二出孔位和第三出孔份别设置在第一液体槽 302、第二液体槽 303 和凹槽 304 各凹槽的最低点，有利于将槽内液体彻底放干。

优选的实施方式中，洗刷主体 301 上还设置有滤水孔 307，当第一液体槽 302、第二液体槽 303 以及凹槽 304 各个槽体内液体溢出时，导流到滤水

孔 7 排出。

干燥区域用于对洗刷针头，以及对经过清洗、洗刷后的针头进行干燥；干燥区域包括烘干区和抽干区。

烘干区包括烘干孔 305，烘干孔 305 可为并排设置的多个，具体可为 4 个、6 个或 8 个等，便于同时对多个挑取针针头进行烘干。烘干区还包括设置于洗刷主体 1 背面的加热装置，加热装置用于对洗刷装置内的空气进行加热，结合烘干孔 305，从而实现对经过清洗、洗刷后的挑取针针头进行干燥。优选的实施方式中，加热装置为卤素灯。烘干区还包括设置于洗刷主体 301 背面的入风口和出风口，入风口为狭长状缝隙；用于将烘干过程中产生的废液或废物排出洗刷装置。优选的实施方式中，狭长状缝隙的宽度为 0.2mm，长度为 10mm。

如图 10 中所示，抽干区包括抽风孔 306，同样也可为并排设置的多个，具体可为 4 个、6 个或 8 个等，便于同时对多个挑取针针头进行抽干。抽干区用于在洗刷过程中对挑取针的针头进行抽干。

如图 9 所示，在该实施方式中，烘干孔 305 和抽风孔 306 分别设置为四孔并排结构，或者多孔并排结构，能够分别对不同的针头进行单独的清洁、烘干和抽干，避免交叉污染，使得针头更加清洁。

控制区域包括电磁阀 308 等，电磁阀 308 为真空电磁阀，用于控制第一清洗液、第二清洗液和第三清洗液的流入和流出。具体的，第一入孔、第二入孔、第三入孔以及第一出孔、第二出孔和第三出孔处分别设置有入口开关和出口开关，电磁阀 308 用于控制各处的入口开关和出口开关，从而实现控制第一清洗液体、第二清洗液体和第三清洗液体的流入和流出。

如图 10 所示，洗刷主体 301 的背面设置入液管 309，入液管 309 为真空管，包括分别与第一入孔、第二入孔和第三入孔连接的第一入液管、第二入液管和第三入液管；洗刷主体 301 的背面还设置有出液管 3010，包括分别与第一出孔、第二出孔和第三出孔连接的第一出液管、第二出液管和第三出液管。

本发明实施例的干细胞诱导培养设备的针头自动洗刷方法，采用上面所述的针头自动洗刷装置，方法包括：（1）将待清洗针头移动到所述干燥区域干燥；（2）将干燥后的针头移动到所述第三液体槽，在浸满第三清洗

液的刷头上刷洗，将刷洗后的针头移动到所述干燥区域干燥；（3）将洗刷干燥后的针头移动到所述第二液体槽，用所述第二清洗液进行清洗，将清洗后的针头移动到所述干燥区域干燥；（4）将清洗干燥后的针头移动到所述第一液体槽，用所述第一清洗液进行浸泡。

5 具体实施方式中，待清洗的挑取针先移动到抽风孔 306 处，将待清洗挑取针针头上的残留液或残留物抽干；之后移动到凹槽 4，使得待清洗挑取针在浸满酒精的刷头上刷洗，具体可沿 X 轴、Y 轴四个方向刷洗；之后将刷洗后的挑取针移动到抽风孔 306 处进行抽干；抽干后的挑取针移动到第二液体槽 303 中用蒸馏水或去离子水进行漂洗；漂洗后的挑取针再移动到
10 抽风孔 306 处进行抽干；抽干后的挑取针移动到烘干孔 305 处进行烘干；烘干后将挑取针移动到第一液体槽 302 中让挑取针上浸泡上 PBS 缓冲液；浸泡上 PBS 缓冲液之后的挑取针即可再移动到培养板内进行细胞挑取。

通过采用本发明实施例所提供的具有针头自动洗刷装置的干细胞诱导培养设备和洗刷方法，能够同时分开清洗几个不同的针头，避免不同针头之间的交叉污染，提高针头的清洗效率和清洁程度；而且整个洗刷过程均
15 为全机械自动化操作，使用方便，效率更高。

参考图 13，是本发明另一实施例的一种干细胞诱导培养设备中细胞图像获取装置的结构示意图。在该实施例中，所述干细胞诱导培养设备还包括细胞图像获取装置以及图像获取装置的控制系
20 统 500。本发明实施例所要解决的技术问题是如何实现一种可以在连续运功的过程中获取清晰的细胞培养图像。

参阅图 13，示出了细胞培养中细胞图像获取装置一个具体实施例的结构图。具体包括闪光灯 501、摄像机构 503、控制系统 505，以及相互平行放置的第一滑轨 502 和第二滑轨 504。闪光灯 501 为高速闪光灯，闪光灯
25 501 通过滑块 506 设置于第一滑轨 502 上，闪光灯 501 位于细胞培养板 509 的上方，可沿第一滑轨 502 相对于细胞培养板 509 运动，用于拍照过程中的闪光照明。细胞培养板 509 的下方（底面）设置摄像机构 503，摄像机构 503 通过滑块设置于第二滑轨 504 上。第一滑轨 502 装置和第二滑轨 504 装置分别与电机（图中未示出）连接。控制系统 505 发送信号给电机，从而
30 控制闪光灯 501 和摄像机构 503 分别沿着第一滑轨 502 和第二滑轨 504 相

对于细胞培养板 509 同步匀速运动。闪光灯 501 和摄像机构 503 的运动速度是控制系统 505 预先设置的。闪光灯 501 的闪光频率是控制系统 505 根据闪光灯 501 的运动速度而设置的。高速闪光灯 501 的运动速度和闪光频率（1/闪光时间）需要满足以下条件：闪光时间*运动速度≤拍照允许的运动模糊距离。

工作时，控制系统 505 发送信号给电机，电机控制滑块带动闪光灯 501 及摄像机构 502 分别沿着第一滑轨 502 和第二滑轨 504 相对于细胞培养板 509 匀速运动速度。控制系统 505 控制摄像机构 503 的快门开启，并控制闪光灯 501 在摄像机构 503 快门开启期间闪光，从而获取细胞培养板上的细胞形态图像。

作为优选，所述摄像机构为显微镜头，快门最快为 10 毫秒，闪光灯闪光时间是微秒级别。

作为优选，细胞培养系统中的闪光装置还包括与所述摄像机构 503 连接的存储装置，用于存储所述细胞形态图片。

本发明的实施例中，细胞培养系统中高速闪光装置还包括光栅尺 507 和位移检测模块 508，光栅尺 507 沿所述第一滑轨 502 及所述第二滑轨 504 平行设置，光栅尺 507 用于标定闪光灯 501 和摄像机构 503 沿滑轨的运动位置。位移检测模块 508 用于检测闪光灯 501 及摄像机构 503 沿所述光栅尺 507 的运动距离，位移检测模块 508。控制系统 505 还用于接收所述位移检测模块 508 的信号，并根据位移检测模块 508 所检测到的运动信号计算并调整所述闪光灯的闪光频率运动速度。因此，本发明通过设置位移检测模块和光栅尺结构，达到了有效根据运动速度调整闪光灯频率的技术效果。

本发明通过控制系统控制闪光灯和摄像机构同步运动，并根据运动速度设置闪光灯的闪光频率，从而达到连续运动过程中有效获取细胞培养板中细胞图像的效果。请参考图 14，示出了本发明细胞培养中细胞图像获取装置的控制系统的模块图。该控制系统 500 包括数据处理模块 5051、第一运动控制模块 5052、第二运动控制模块 5053、闪光灯频率控制模块 5054、摄像机构快门控制模块 5055 及位移检测模块 5056。具体工作过程为：

数据处理模块 5051 分别发送运动信号给第一运动控制模块 5052 及第二运动控制模块 5053，使闪光灯模块 501 及摄像机构 503 进行同步运动。

优选的，数据处理模块 5051 为细胞图像获取装置所在的细胞培养系统中的机台控制器。

第一运动控制模块 5052 根据数据处理模块 5051 的信号，控制闪光灯模块 501 运动；第二运动控制模块 5053 根据数据处理模块 5051 的信号，控制摄像机构 503 的运动。第一运动控制模块 5052 和第二运动控制模块 5053 控制电机带动摄像机构 503 及闪光灯模块 501 同步运动。

位移检测模块 5056 检测闪光灯模块 501 及摄像机构 503 的运动位移，并发送位移信息给数据处理模块 5051。具体地，位移检测模块 5056 检测闪光灯模块 501 及摄像机构 503 沿光栅尺 507 运动的距离，并发送信号给所述数据处理模块 5051。

数据处理模块 5051 对位移信息进行处理，来判断是否当前运动距离是否达到开启快门及闪光灯的位置。若达到，则发送快门开启信号给摄像机构 503，发送闪光灯开启信号给闪光灯模块 501。

摄像机构快门控制模块 5055 根据数据处理模块 5051 的信号，控制摄像机构 503 快门的开启和闭合。闪光灯频率控制模块 5054 根据数据处理模块 51 发送的信号，控制闪光灯开启闪光，并控制闪光时间。通过控制系统对细胞培养中细胞图像获取装置的控制，从而实现培养板的细胞图像的获取。

请参阅图 15，本发明实施例还提供一种细胞培养中细胞图像获取装置的控制方法，具体包括以下步骤：

执行步骤 S1，数据处理模块分别发送运动信号给第一运动控制模块及第二运动控制模块，使闪光灯模块及摄像机构进行同步运动。所述数据处理模块为细胞图像获取装置所在的细胞培养系统中的机台控制器。

执行步骤 S2，所述第一运动控制模块根据所述数据处理模块的信号，控制闪光灯模块运动；所述第二运动控制模块根据所述数据处理模块的信号，控制摄像机构的运动。所述第一运动控制模块和所述第二运动控制模块控制电机带动摄像机构 503 及闪光灯模块 501 同步运动。

执行步骤 S3，位移检测模块检测所述闪光灯模块及所述摄像机构的运动位移，并发送位移信息给所述数据处理模块。所述位移检测模块检测所述闪光灯模块及所述摄像机构沿光栅尺运动的距离，并发送信号给所述数

据处理模块。

执行步骤 S4，所述数据处理模块对位移信息进行处理，来判断是否当前运动距离是否需要开启快门及闪光灯的位置，若否，则位移检测模块继续检测；若是，则所述数据处理模块发送快门开启信号给所述摄像机构，
5 发送闪光灯开启信号给闪光灯模块 501。

执行步骤 S6，所述摄像机构快门控制模块控制摄像机构快门的开启和闭合；所述闪光灯频率控制模块控制闪光灯开启闪光，并控制闪光时间。在运动过程中，如此循环步骤 S1-S6，从而完成对整个细胞培养板的扫描，最终获取整个细胞培养板上的细胞形态图。

10 所述第一运动控制模块和第二运动控制模块都通过 5 次多项式 S 曲线加减速运动控制算法进行控制。具体地，五次多项式加减速算法的加速度曲线(acceleration curve)是 4 次方曲线(Quartic curve)，是一段有开口的抛物线，如图 1 所示，在加速度阶段开口朝下，减速阶段开口朝上，将运动控制曲线分成三段：加速段 $t \in [T_0, T_1]$ 、等速段 $t \in (T_1, T_2]$ 、减速段 $t \in (T_2, T_3]$ 。
15 设定 A_{mp} 为最大正加速度、 A_{mm} 为最大负加速度； V_s 为起始速度； V_E 为终点速度； V_M 为匀速速度。

加加速度计算公式：

$$\begin{cases} j(t) = -A_{mp} \frac{64}{T_1^4} (t - \frac{T_1}{2})^3 & t \in (T_0, T_1] \\ j(t) = 0 & t \in (T_1, T_2] \\ j(t) = A_{mm} \frac{64}{(T_2 - T_3)^4} (t - \frac{T_2 + T_3}{2})^3 & t \in (T_2, T_3] \end{cases} \quad (1)$$

20 加速度计算公式：

$$\begin{cases} a(t) = -A_{mp} \frac{16}{T_1^4} (t - \frac{T_1}{2})^4 + A_{mp} & t \in [T_0, T_1] \\ a(t) = 0 & t \in (T_1, T_2] \\ a(t) = A_{mm} \frac{16}{(T_2 - T_3)^4} (t - \frac{T_3 + T_2}{2})^4 - A_{mm} & t \in (T_2, T_3] \end{cases} \quad (2)$$

其中 $t = \frac{T_1}{2}$ ， $\frac{T_3 + T_2}{2}$ 时，有最大加速度 A_{mp}, A_{mm} ； $t = 0, T_1, T_2, T_3$ 时加速度为 0。

速度计算公式:

$$\begin{cases} v(t) = -A_{mp} \frac{16}{5T_1^4} (t - \frac{T_1}{2})^5 + A_{mp} t - A_{mp} \frac{T_1}{10} + V_S & t \in [T_0, T_1] \\ v(t) = V_M & t \in (T_1, T_2] \\ v(t) = A_{mm} \frac{16}{5(T_3 - T_2)^4} (t - \frac{T_2 + T_3}{2})^5 - A_{mm}(t - T_2) + A_{mm} \frac{T_3 - T_2}{10} + V_M & t \in (T_2, T_3] \end{cases} \quad (3)$$

其中 $t=0$ 时,初始速度为 V_S ; $t=T_1$ 时, 速度为 V_M ; $t=[T_1, T_2]$, 速度为 V_M ; $t=T_3$ 时速度为 V_E 。

5

位移计算公式:

$$\begin{cases} s(t) = -A_{mp} \frac{8}{15T_1^4} (t - \frac{T_1}{2})^6 + A_{mp} \frac{t^2}{2} - A_{mp} \frac{T_1}{10} t + A_{mp} \frac{T_1^2}{120} + V_S t & t \in [T_0, T_1] \\ s(t) = V_M \cdot (t - T_1) + S_1 & t \in (T_1, T_2] \\ s(t) = A_{mm} \frac{8}{15(T_3 - T_2)^4} (t - \frac{T_2 + T_3}{2})^6 - A_{mm} \frac{(t - T_2)^2}{2} + A_{mm} \frac{T_3 - T_2}{10} (t - T_2) - A_{mm} \frac{(T_3 - T_2)^2}{120} + V_M(t - T_2) + S_2 & t \in (T_2, T_3] \end{cases} \quad (4)$$

其中 $t=0$ 时,初始位移为 0; $t=T_1$ 时,位移为 S_1 ; $t=T_2$ 时,位移为 S_2 ; $t=T_3$ 时,位移为 S_3 。

10 将 $t = T_1$ 代入(3) 式可得:

$$V_M = -\frac{A_{mp}}{10T_1^4} T_1^5 + A_{mp} T_1 - \frac{A_{mp} T_1}{10} + V_S \quad (5)$$

整理得到最大加速度为 A_{mp} 时, 从 V_S 加速到 V_M 所需的时间 T_1 (加速段时间):

$$T_1 = \frac{5(V_M - V_S)}{4A_{mp}} \quad (6)$$

同理将 $t=T_3$ 代入(3) 式可得:

$$V_E = \frac{16A_{mm}}{5(T_2 - T_3)^4} (\frac{T_3 - T_2}{2})^5 - A_{mm}(T_3 - T_2) - A_{mm} \frac{1}{10} (T_2 - T_3) + V_M \quad (7)$$

整理得到最大负加速度为 A_{mm} 时, 从 V_M 降速到 V_E 所需的时间 T_3-T_2 (减速段

时间) :

$$T_3 - T_2 = \frac{5(V_M - V_E)}{4A_{mm}} \quad (8)$$

当 $t = T_1$ 时, 带入(4)式, 得加速段的位移:

$$S_1 = \frac{5}{8} \cdot \frac{(V_M^2 - V_S^2)}{A_{mp}} \quad (9)$$

5 同理, 可得减速段的位移:

$$S_3 = \frac{5}{8} \cdot \frac{(V_M^2 - V_E^2)}{A_{mm}} \quad (10)$$

设定总位移为 S_0 , 可得恒速段的位移:

$$S_2 - S_1 = S_0 - S_1 - S_3 = S_0 - \frac{5}{8} \left(\frac{(V_M^2 - V_S^2)}{A_{mp}} + \frac{(V_M^2 - V_E^2)}{A_{mm}} \right) \quad (11)$$

恒速段的时间 $T_2 - T_1$:

$$10 \quad T_2 - T_1 = \frac{S_2 - S_1}{V_m} = \frac{S_0}{V_m} - \frac{5}{8V_M} \left(\frac{(V_M^2 - V_S^2)}{A_{mp}} + \frac{(V_M^2 - V_E^2)}{A_{mm}} \right) \quad (12)$$

$$\begin{aligned} T_2 &= \frac{S_0}{V_m} - \frac{5}{8V_M} \left(\frac{(V_M^2 - V_S^2)}{A_{mp}} + \frac{(V_M^2 - V_E^2)}{A_{mm}} \right) + T_1 \\ &= \frac{S_0}{V_m} - \frac{5}{8V_M} \left(\frac{(V_M^2 - V_S^2)}{A_{mp}} + \frac{(V_M^2 - V_E^2)}{A_{mm}} + \frac{3(V_M - V_S)}{2A_{mp}} \right) \end{aligned} \quad (13)$$

15 采用五次多项式 S 曲线加减速运动控制算法, 位移, 速度, 加速度, 加加速度都为柔性变化, 不仅可有效的降低机台速度频繁切换以及来回换向时的振动, 提高定位精度, 提高运行速度, 缩短运行时间, 确保生物实验能够高效、快速的完成。

同时, 所述第一运动控制模块和第二运动控制模块还通过多轴同步插补计算控制输出。具体为:

1) 系统开发并实现了 23 轴同步插补控制算法, 该算法将整机系统的 23 个运动轴, 根据功能模块划分成多个运动控制模组 (本系统最多为 5 个);

20 2) 然后每个模组参照国际通用的数控机床原点 O 为坐标系原点, 并遵

循右手笛卡尔直角坐标系建立由 X、Y、Z 轴等组成的固定的直角坐标系与 A 轴、B 轴、C 轴组成的固定的旋转坐标系；

3) 每个模组采用完全相同的 5 次多项式 S 曲线加减速运动控制算法规划位移曲线、速度曲线、加减速曲线进行运动控制轨迹规划，预计算出每个模组的实际运动曲线，包含时间、位移、速度、加减速等信息；

4) 然后取各个模组最大的插补总时间 T_3 为基准时间常数 T_{basic} ，再采用 5 次多项式 S 曲线加减速运动控制算法重新反推其他模组的实际运动曲线，以此实现各个模组的运动时间的完全同步。设定各个模组的运动分别为 T_3^{m1} ， T_3^{m2} ， T_3^{m3} ， T_3^{m4} ， T_3^{m5} ，则

$$T_{basic} = \max\{T_3^{m1}, T_3^{m2}, T_3^{m3}, T_3^{m4}, T_3^{m5}\}$$

5) 然后各个模组采用时间分割法，按插补周期（本系统为 0.5ms）细分总插补次数 N_{Total}

$$N_{Total} = T_{Total} / T_{InterpolationTime}$$

6) 递推计算每个插补周期的合成速度与合成位移，与上一个插补周期的合成位移对比相减可以计算出第 j 次插补中的增量合成位移 ΔS_j ，根据空间几何投影公式计算出各轴的增量插补值 δ_i （即各个轴的插补值）。设定 L 为插补总长度。

$$\begin{cases} \delta x = (S_j - S_{j-1}) \times \frac{dx}{L} = \Delta S_j \times \frac{dx}{L} \\ \delta y = (S_j - S_{j-1}) \times \frac{dy}{L} = \Delta S_j \times \frac{dy}{L} \\ \delta z = (S_j - S_{j-1}) \times \frac{dz}{L} = \Delta S_j \times \frac{dz}{L} \\ \delta a = (S_j - S_{j-1}) \times \frac{da}{L} = \Delta S_j \times \frac{da}{L} \\ \delta b = (S_j - S_{j-1}) \times \frac{db}{L} = \Delta S_j \times \frac{db}{L} \\ \delta c = (S_j - S_{j-1}) \times \frac{dc}{L} = \Delta S_j \times \frac{dc}{L} \end{cases}$$

其中：1) 设定代码运行起始点为 $\overline{p_i} = \{X_{Start}, Y_{Start}, Z_{Start}, A_{Start}, B_{Start}, C_{Start}\}$ ，终

点为 $\overrightarrow{p_{i+1}} = \{X_{End}, Y_{End}, Z_{End}, A_{End}, B_{End}, C_{End}\}$,

$$L = \sqrt{(X_{End} - X_{Start})^2 + (Y_{End} - Y_{Start})^2 + (Z_{End} - Z_{Start})^2} + L',$$

2) L' 为插补长度修正量, 根据旋转坐标对线性运动的影响大小确定, 当旋转坐标对线性运动无影响时, 可得:

$$\begin{cases} \delta X = (S_j - S_{j-1}) \times \frac{dx}{\sqrt{(X_{End} - X_{Start})^2 + (Y_{End} - Y_{Start})^2 + (Z_{End} - Z_{Start})^2}} \\ \delta Y = (S_j - S_{j-1}) \times \frac{dy}{\sqrt{(X_{End} - X_{Start})^2 + (Y_{End} - Y_{Start})^2 + (Z_{End} - Z_{Start})^2}} \\ \delta Z = (S_j - S_{j-1}) \times \frac{dz}{\sqrt{(X_{End} - X_{Start})^2 + (Y_{End} - Y_{Start})^2 + (Z_{End} - Z_{Start})^2}} \\ \delta a = (S_j - S_{j-1}) \times \frac{da}{(A_{End} - A_{Start})} \\ \delta b = (S_j - S_{j-1}) \times \frac{db}{(B_{End} - B_{Start})} \\ \delta c = (S_j - S_{j-1}) \times \frac{dc}{(C_{End} - C_{Start})} \end{cases}$$

7) 将计算所得的 5 个模组增量插补值的存入插补缓冲区中, 等待 FPGA 多轴同步插补完成信号有效。FPGA 程序实现 23 个轴的插补完成信号全部“位与”输出作为外部中断, 触发 DSP 核将插补数据写入 FPGA 进行连续平滑插补, 由此实现了 23 轴同步稳定插补。

本发明实施例通过数据处理模块、运动控制模块及闪光灯频率控制模块及摄像机构快门控制模块, 控制闪光灯和摄像机够同步运动, 并根据运动速度设置闪光灯的闪光频率和快门开启时间, 从而达到了连续运动过程中有效获取细胞培养板中细胞图像的有益效果。且通过设置位移检测模块和光栅尺结构, 达到了有效根据运动速度调整闪光灯频率的技术效果。

以上所述本发明的具体实施方式, 并不构成对本发明保护范围的限定。任何根据本发明的技术构思所作出的各种其他相应的改变与变形, 均应包含在本发明权利要求的保护范围内。

权 利 要 求

1、一种干细胞诱导培养设备用多功能头，其特征在于，所述多功能头包括克隆获取模块、移液换液模块、培养器具抓取模块、液位检测模块以及驱动模块；

所述克隆获取模块包括克隆获取针，用于获取克隆；

所述移液换液模块包括移液换液针，用于移液换液；

所述克隆获取针与所述移液换液针并排设置；

所述培养器具抓取模块用于移动细胞培养器具；

所述液位检测模块用于检测细胞培养器具中细胞培养基的液面；

所述驱动模块用于驱动所述多功能头运动。

2、一种干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述干细胞诱导培养设备包括权利要求1中所述的干细胞诱导培养设备用多功能头。

3、如权利要求2所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述移液换液针具有一细长的管体，所述管体包括依次连接的第一段，第二段和第三段，所述第二段的内壁直径大于第三段的内壁直径，且所述第三段的内壁直径大于第一段的内壁直径。

4、如权利要求3所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述第一段与第二段之间通过第一连接段连接，所述第一连接段的内部为圆锥形；

所述第二段与第三段之间通过第二连接段连接，所述第二连接段的内部为圆锥形。

5、如权利要求2所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述液位检测模块的检测过程如下：

扫描整板图像，将每张图片分割为80像素宽的小块；

将每块小块输入到自动分类算法中，将每块标记为背景和各种细胞类型；

统计整版细胞中的细胞种类和数量，根据各种细胞需要的培养基的数量，按需计算出每孔中的液体需求量，并根据每孔中的液体需求量得出液体的量。

6、如权利要求2所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述多功

能头还包括视觉监视模块，所述视觉监视模块用于跟踪所述多功能头的位置，以及监视干细胞诱导培养设备中工作台面的情况。

7、如权利要求6所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述视觉监视模块的检测过程如下：

5 在不同光照条件下拍摄多张无样品的背景图片；

去掉上一步拍摄背景，得到去掉背景的大致位置信息，大致确定多功能头的位置；

在多功能头的位置的大致区域中搜索所有的直边缘信息，从所有线中找到多功能头的四条边框，确定多功能头的位置。

10 8、如权利要求2所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述干细胞诱导培养设备还包括一种存放培养器具的自动板架装置，所述存放培养器具的自动板架装置，包括板架；

与所述板架连接的培养器具存放篮；所述培养器具存放篮中设置有用

于放置培养器具的若干层卡位；

15 提手部，设置于所述培养器具存放篮上方，用于提放所述培养器具存放篮；

驱动模块，用于驱动所述自动板架装置运动；

检测模块，用于检测所述培养器具存放篮的卡位上是否放置有培养器具。

20 9、如权利要求8所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述板架包括底板与竖板，所述底板用于支承所述培养器具存放篮；所述竖板用于与

所述培养器具存放篮固定连接。

10、如权利要求2所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述干细胞诱导培养设备还包括培养器具抓取装置，用于抓取培养器具，其特征

25 在于，所述抓取装置包括夹持部和控制装置；所述夹持部由爪部和抵部组成，所述爪部由一根连杆连接两个爪指组成，用于夹持所述培养器具；所述抵部竖直设置在所述夹持部侧面，且与所述爪指平行，用于调整所述培养器具的位置；所述控制装置与所述爪部分别连接，用于控制所述爪部的运动。

30 11、如权利要求10所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述爪

指竖直设置在所述连杆的端部；所述爪指底端设置有托板，使爪指呈 L 形。

12、如权利要求 11 所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述连杆的长度与所述培养器具任意一条边的长度相同。

13、如权利要求 2 所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述干细胞诱导培养设备还包括针头自动洗刷装置，所述洗刷装置包括洗刷主体，所述洗刷主体包括第一清洗区域、第二清洗区域、刷洗区域、干燥区域和控制区域；

所述第一清洗区域包括第一液体槽，所述第一液体槽包括让第一清洗液流入和流出的第一入孔和第一出孔；

10 所述第二清洗区域包括第二液体槽，所述第二液体槽包括让第二清洗液流入和流出的第二入孔和第二出孔；

所述刷洗区域包括设置有刷头的凹槽，所述凹槽包括让第三清洗液流入和流出的第三入孔和第三出孔；

15 所述洗刷主体包括正面和背面，所述第一液体槽、所述第二液体槽以及所述凹槽均设置于所述洗刷主体的正面；

所述干燥区域用于对针头进行干燥；

所述控制区域用于控制所述第一清洗液、所述第二清洗液和所述第三清洗液的流入和流出。

14、如权利要求 13 所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述第一清洗液为缓冲液；所述第二清洗液为蒸馏水或去离子水；第三清洗液为有机溶剂。

15、如权利要求 13 所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述干燥区域包括烘干区和抽干区；所述抽干区包括抽风孔，所述抽干区用于在洗刷过程中对针头进行抽干；所述烘干区包括烘干孔；所述烘干区还包括设置于所述洗刷主体背面的加热装置，所述加热装置用于对所述洗刷装置内的空气进行加热。

16、如权利要求 15 所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述烘干区还包括设置于所述洗刷主体背面的入风口和出风口，所述入风口为狭长状缝隙，用于将烘干过程中产生的废液或废物排出所述洗刷装置。

30 17、如权利要求 13 所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述洗

刷主体的背面设置有分别与所述第一入孔、第二入孔和第三入孔连接的第一入液管、第二入液管和第三入液管；所述洗刷主体的背面还设置有分别与所述第一出孔、第二出孔和第三出孔连接的第一出液管、第二出液管和第三出液管。

5 18、如权利要求 13 所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述控制区域包括电磁阀，所述第一入孔、第二入孔、第三入孔以及所述第一出孔、第二出孔和第三出孔处分别设置有入口开关和出口开关，所述电磁阀用于控制所述入口开关和出口开关。

10 19、如权利要求 2 所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述多功能头还包括视觉监视模块，所述视觉监视模块用于跟踪所述多功能头的位置，以及监视干细胞诱导培养设备中工作台面的情况。

20、如权利要求 19 所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述视觉监视模块的检测过程如下：

在不同光照条件下拍摄多张无样品的背景图片；

15 去掉上一步拍摄背景，得到去掉背景的大致位置信息，大致确定多功能头的位置；

在多功能头的位置的大致区域中搜索所有的直边缘信息，从所有线中找到多功能头的四条边框，确定多功能头的位置。

20 21、如权利要求 2 所述的干细胞诱导培养设备，其特征在于，所述干细胞诱导培养设备还包括细胞图像获取装置以及细胞图像获取装置的控制系
统，其特征在于，所述控制系统包括数据处理模块、第一运动控制模块、第二运动控制模块、闪光灯频率控制模块、摄像机构快门控制模块及位移检测模块；

25 所述第一运动控制模块，用于根据所述数据处理模块的信号，控制闪光灯模块运动；

所述第二运动控制模块，用于根据所述数据处理模块的信号，控制摄像机构运动；

所述摄像机构快门控制模块，用于根据所述数据处理模块的信号，控制摄像机构快门的开启和闭合；

30 所述闪光灯频率控制模块，用于根据所述数据处理模块的信号，控制

闪光灯的闪光时间;

所述位移检测模块, 用于检测所述闪光灯模块及所述摄像机构的运动位移, 并发送位移信息给所述数据处理模块;

5 所述数据处理模块, 用于分别发送运动信号给第一运动控制模块及第二运动控制模块, 使所述闪光灯模块及所述摄像机构进行同步运动; 还用于对所述位移信息进行处理, 来判断是否需要开启快门及闪光灯; 还用于发送快门开启信号给所述摄像机构, 发送闪光灯开启信号给所述闪光灯模块。

10 22、如权利要求 21 所述的干细胞诱导培养设备, 其特征在于, 所述闪光灯模块通过滑块设置于第一滑轨上, 所述摄像机构通过滑块设置于第二滑轨上, 所述闪光灯模块与所述摄像机构分别位于细胞培养板的上下两侧。

23、如权利要求 21 所述的干细胞诱导培养设备, 其特征在于, 所述细胞图像获取装置还包括光栅尺, 所述光栅尺沿所述第一滑轨及所述第二滑轨平行设置, 所述位移检测模块检测所述闪光灯模块及所述摄像机构沿所述光栅尺运动的距离, 并发送信号给所述数据处理模块。

24、如权利要求 21 所述的干细胞诱导培养设备, 其特征在于, 所述控制系统还用于根据所述位移检测模块所检测到的运动信号计算并调整所述闪光灯模块及所述摄像机构的运动速度。

20 25、如权利要求 21 所述的干细胞诱导培养设备, 其特征在于, 所述第一运动控制模块和第二运动控制模块都通过 5 次多项式 S 曲线加减速运动控制算法进行控制。

26、如权利要求 21 所述的干细胞诱导培养设备, 其特征在于, 所述第一运动控制模块和第二运动控制模块还通过多轴同步插补计算控制输出。

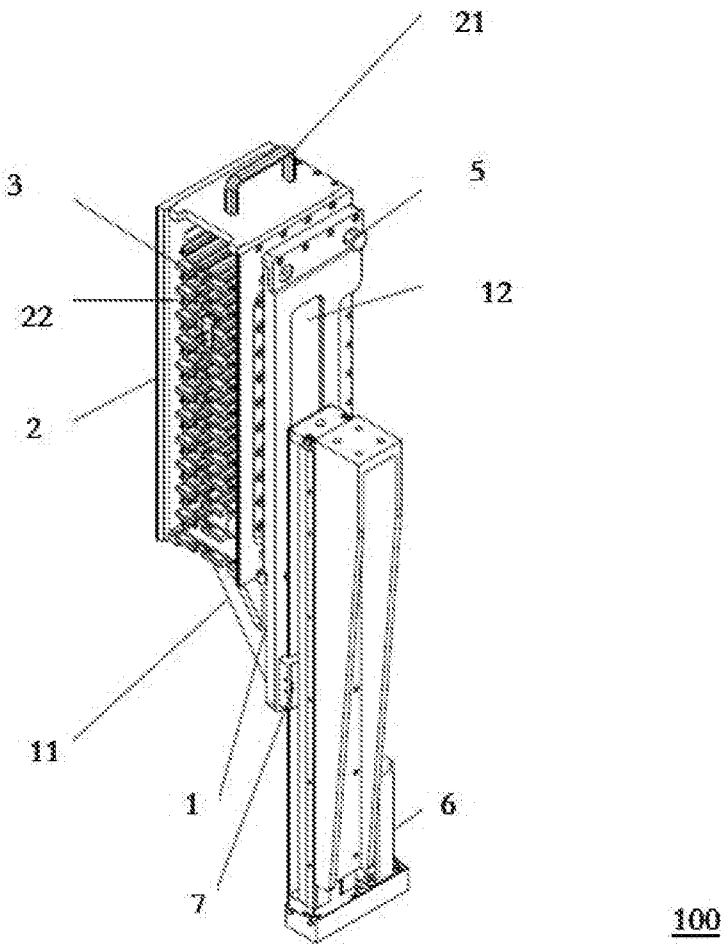


图 1

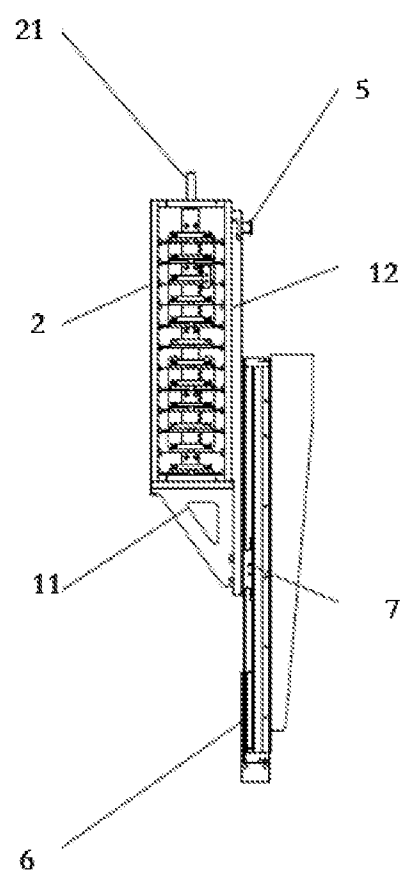


图 2

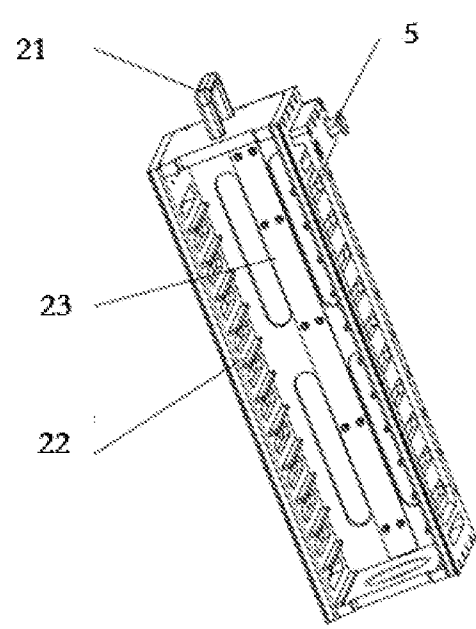


图 3

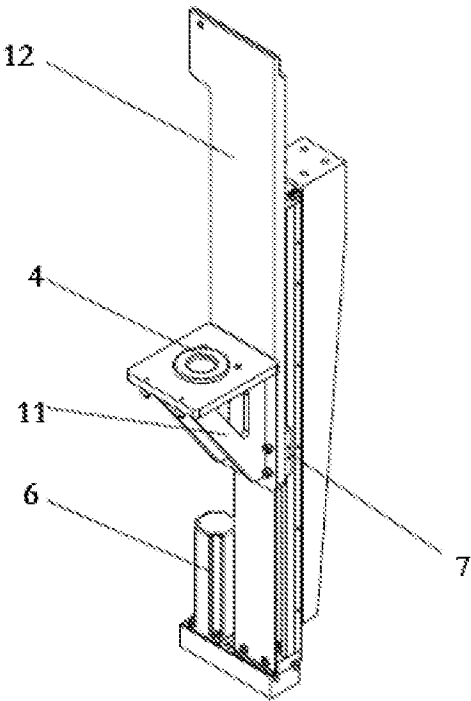


图 4

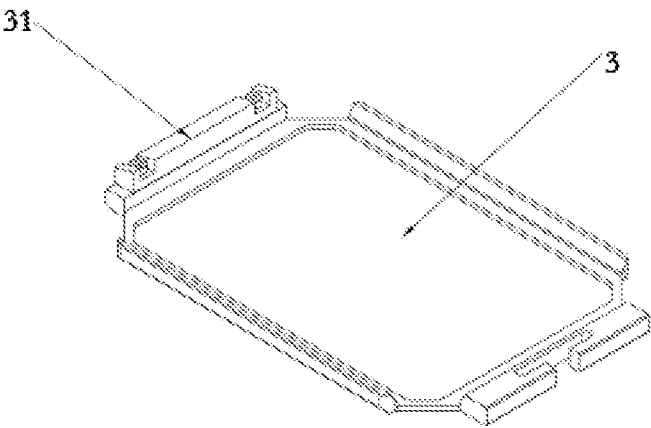


图 5

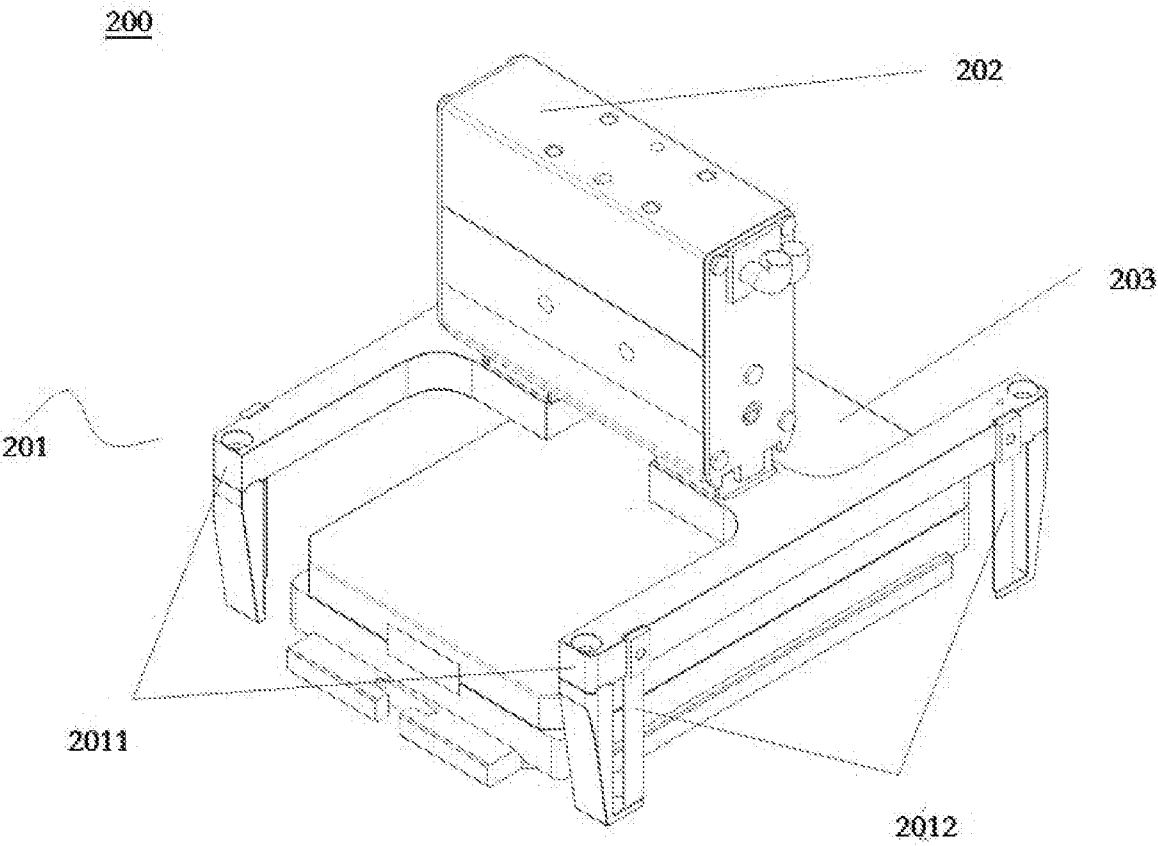


图 6

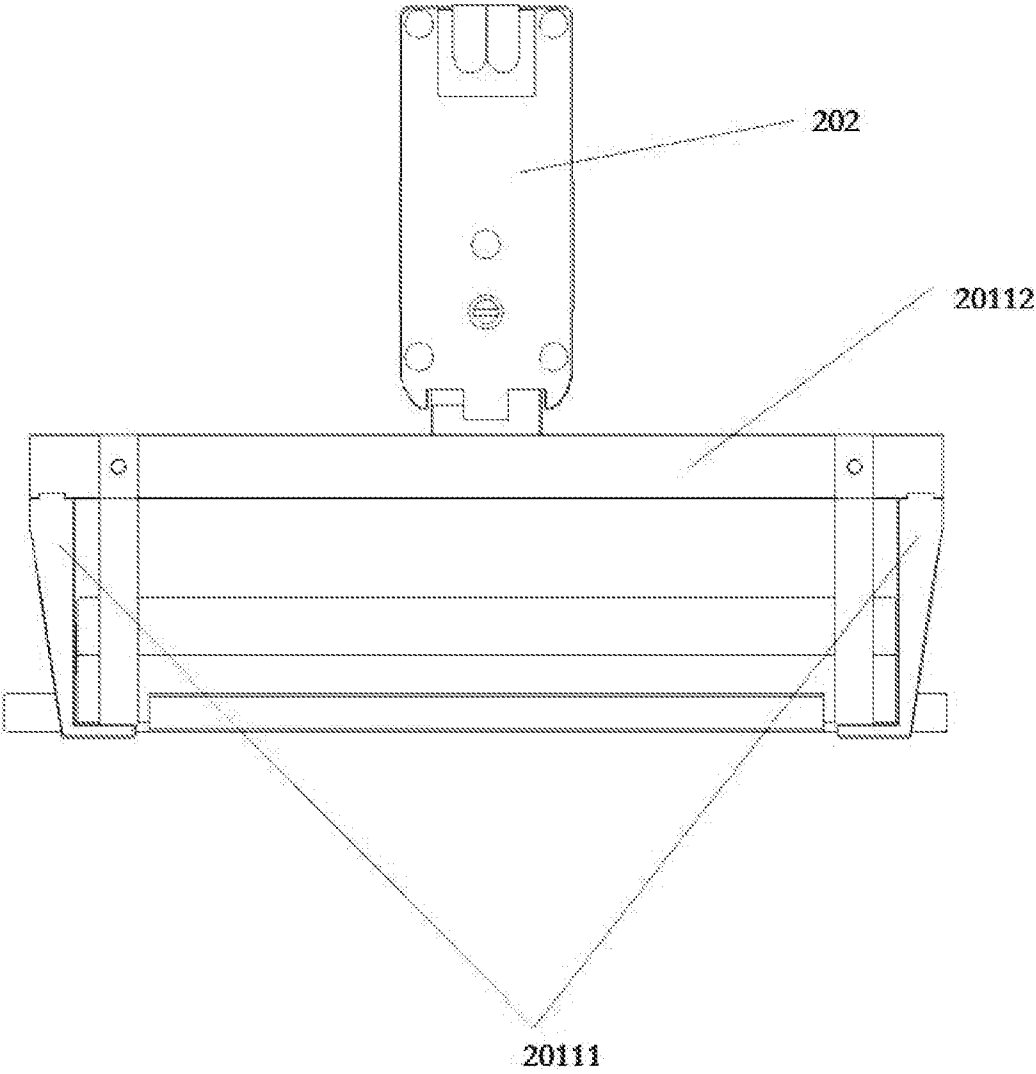


图 7

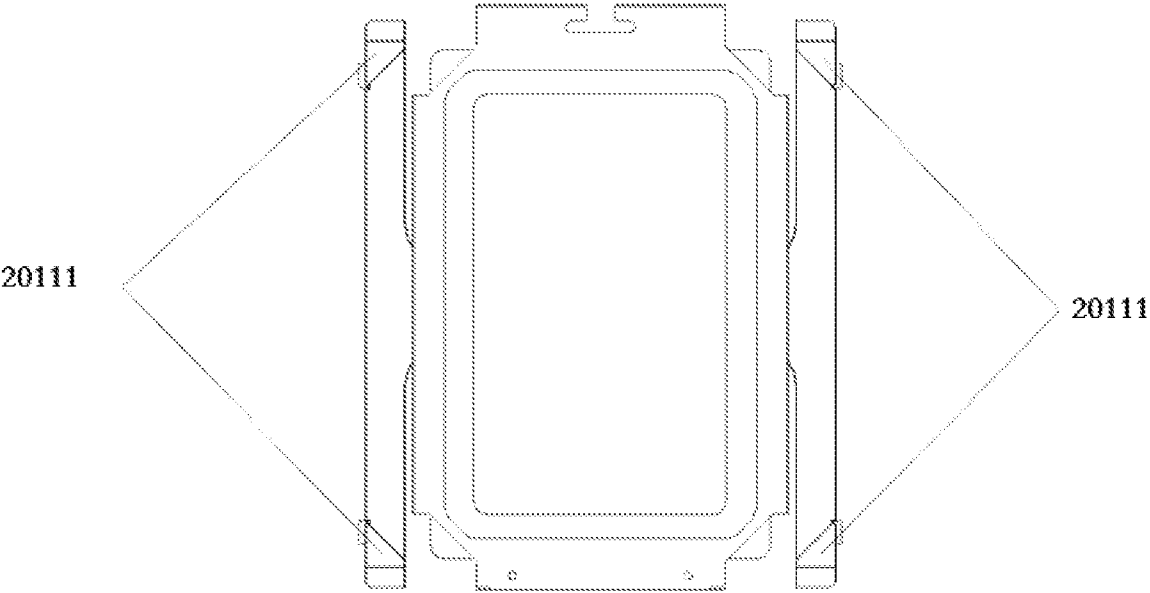
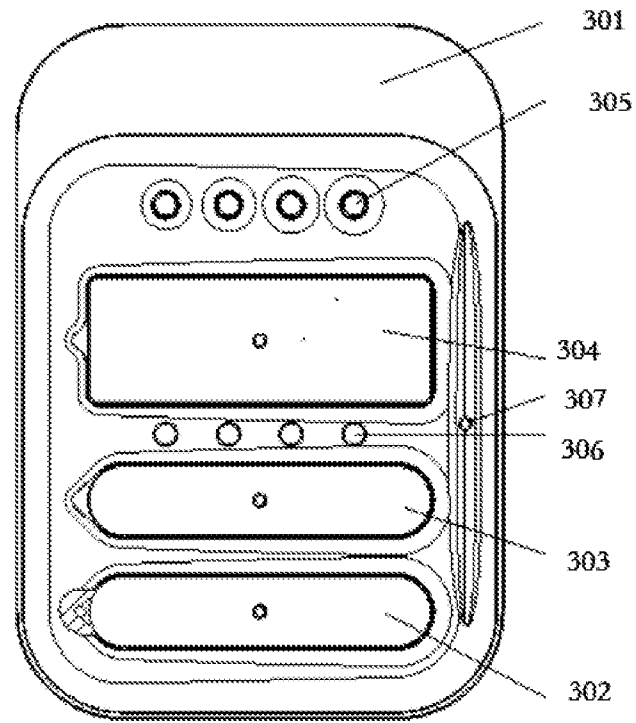


图 8



300

图 9

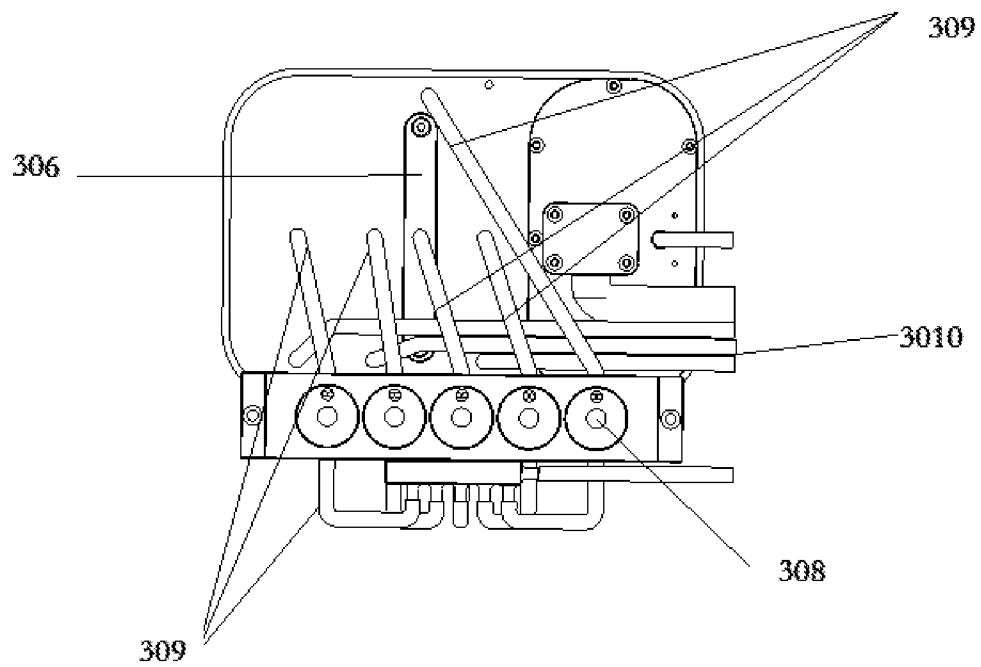


图 10

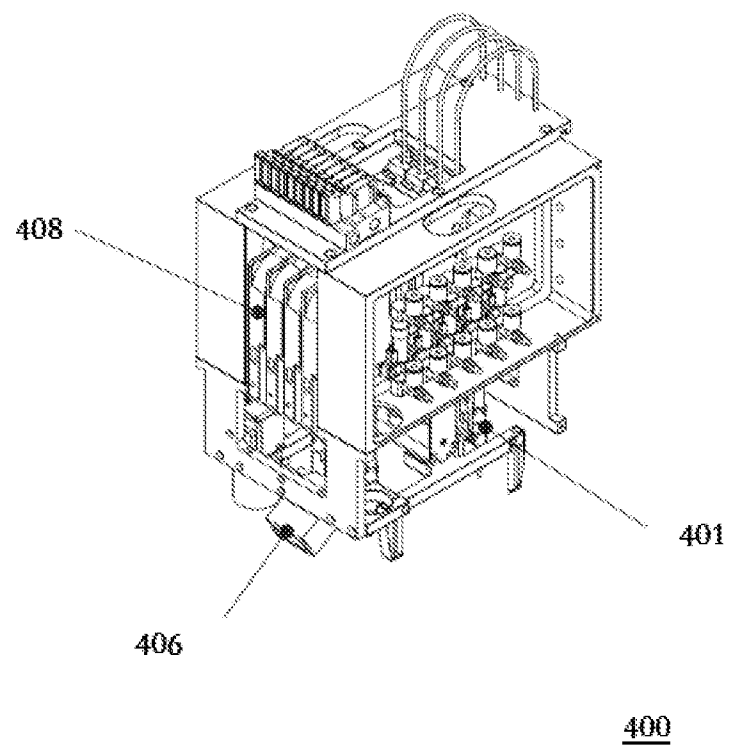


图 11

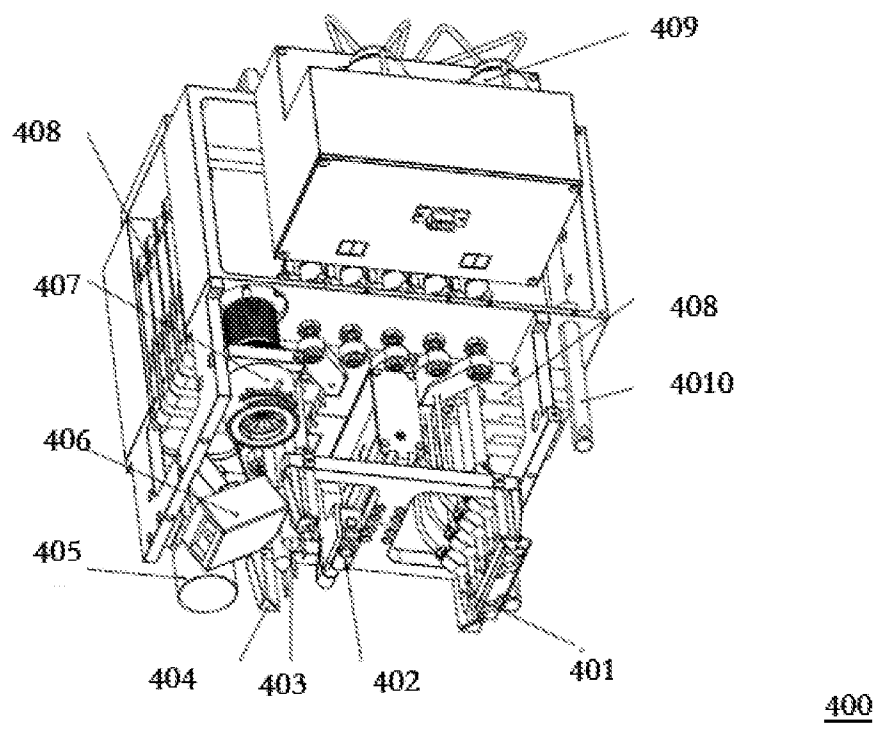


图 12

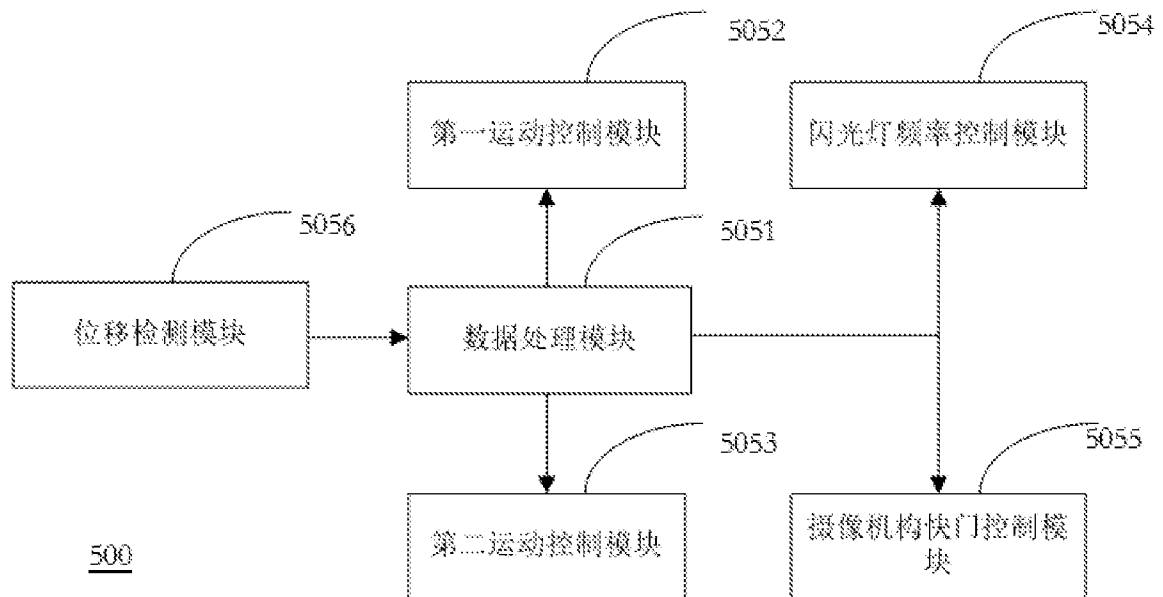


图 13

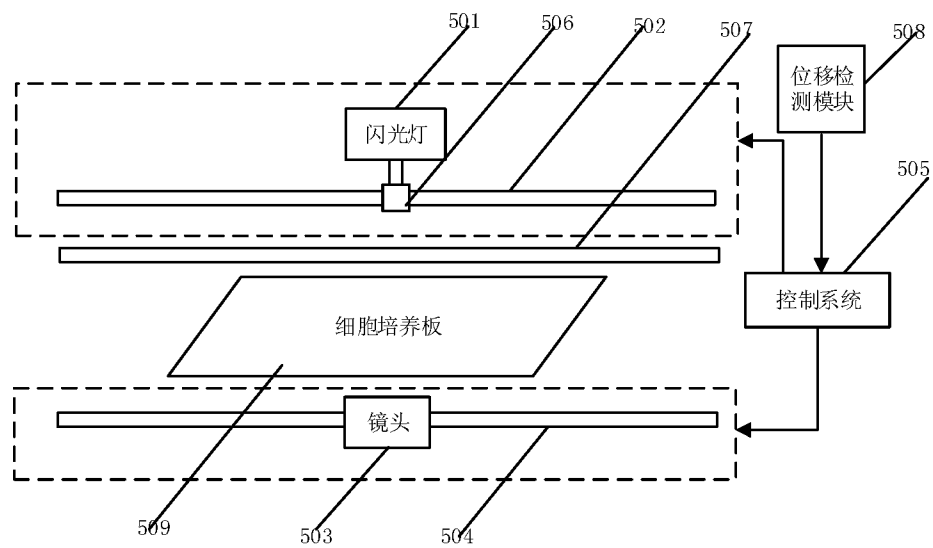


图 14

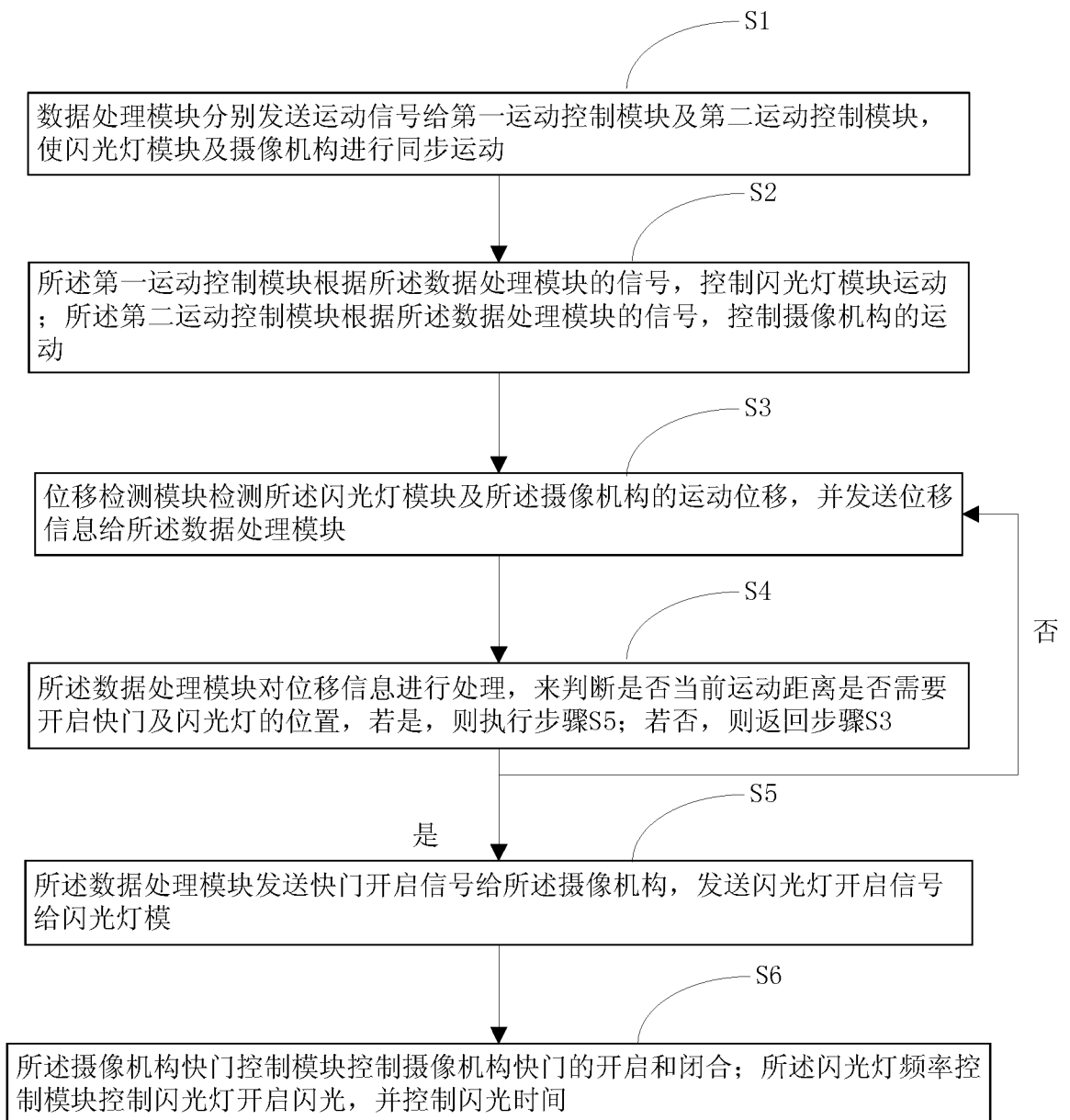


图 15

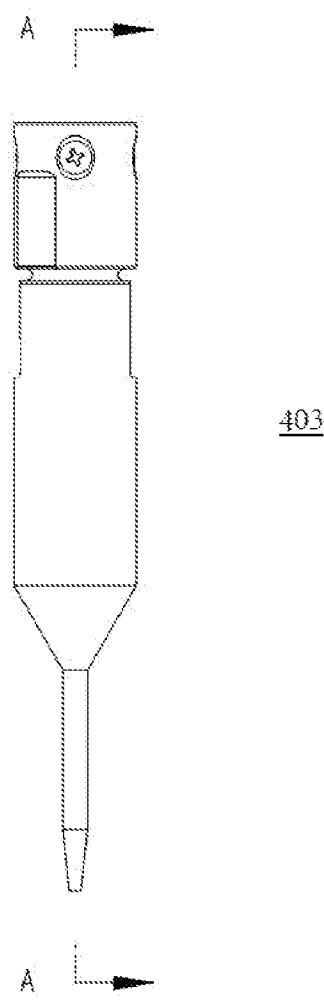


图 16

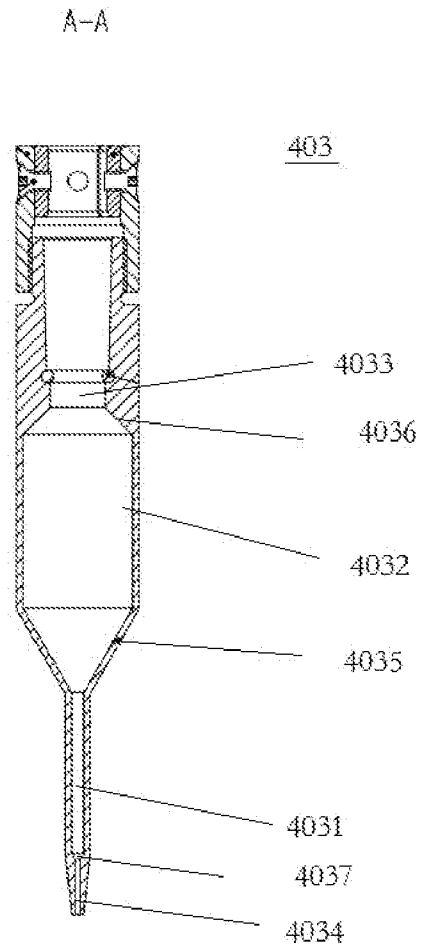


图 17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/083415

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C12M 3/00 (2006.01) i; C12M 1/00 (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)

C12M 3 C12M 1

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, EPODOC, WPI: multifunctional head, obtain, solution replacement, detect, cell, culture, multifunctional, head, pipette, probe, liquid level, grasp, needle, visual, monitor, clean

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106047698 A (GUANGZHOU INSTITUTES OF BIOMEDICINE AND HEALTH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 26 October 2016 (26.10.2016), description, paragraphs 5-32, and figures 1 and 2	1-7, 19-26
PY	CN 106047698 A (GUANGZHOU INSTITUTES OF BIOMEDICINE AND HEALTH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 26 October 2016 (26.10.2016), description, paragraphs 5-32, and figures 1 and 2	8-18
PY	CN 105838583 A (GUANGZHOU INSTITUTES OF BIOMEDICINE AND HEALTH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 10 August 2016 (10.08.2016), description, paragraphs 26-34, and figures 1-5	8, 9
PY	CN 105923386 A (GUANGZHOU INSTITUTES OF BIOMEDICINE AND HEALTH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 07 September 2016 (07.09.2016), description, paragraphs 5-24, and figures 1-3	10-12
PY	CN 105817434 A (GUANGZHOU INSTITUTES OF BIOMEDICINE AND HEALTH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 03 August 2016 (03.08.2016), description, paragraphs 5-43, and figures 1 and 2	13-18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 12 July 2017 (12.07.2017)	Date of mailing of the international search report 18 August 2017 (18.08.2017)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer JIANG, Yumei Telephone No.: (86-10) 82246642

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/083415**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005304303 A (OLYMPUS CORP.), 04 November 2005 (04.11.2005), description, paragraphs 20-33, 43-56 and 69, and figures 1 and 8	1, 2, 6, 19
A	CN 101603006 A (AMPROTEIN CHINA COOPERATION LTD.), 16 December 2009 (16.12.2009), the whole document	1-26
A	CN 104946530 A (SCIENTIFIC RESEARCH TRAINING CENTER FOR CHINESE ASTRONAUTS), 30 September 2015 (30.09.2015), the whole document	1-26
A	JP 2016013059 A (SHIBUYA KOGYO CO., LTD.), 28 January 2016 (28.01.2016), the whole document	1-26

International application No.
PCT/CN2017/083415

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/083415

A. 主题的分类 C12M 3/00(2006.01)i; C12M 1/00(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) C12M3 C12M1 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, EPODOC, WPI: 细胞, 培养, 多功能头, 获取, 移液, 换液, 针, 液位, 抓, 检测, 视觉, 清洗, cell, culture, multifunctional, head, pipette, probe, liquid level, grasp, needle, visual, monitor, clean																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 106047698 A (中国科学院广州生物医药与健康研究院) 2016年 10月 26日 (2016 - 10 - 26) 说明书第5-32段, 图1, 2</td> <td>1-7, 19-26</td> </tr> <tr> <td>PY</td> <td>CN 106047698 A (中国科学院广州生物医药与健康研究院) 2016年 10月 26日 (2016 - 10 - 26) 说明书第5-32段, 图1, 2</td> <td>8-18</td> </tr> <tr> <td>PY</td> <td>CN 105838583 A (中国科学院广州生物医药与健康研究院) 2016年 8月 10日 (2016 - 08 - 10) 说明书第26-34段, 图1-5</td> <td>8, 9</td> </tr> <tr> <td>PY</td> <td>CN 105923386 A (中国科学院广州生物医药与健康研究院) 2016年 9月 7日 (2016 - 09 - 07) 说明书第5-24段, 图1-3</td> <td>10-12</td> </tr> <tr> <td>PY</td> <td>CN 105817434 A (中国科学院广州生物医药与健康研究院) 2016年 8月 3日 (2016 - 08 - 03) 说明书第5-43段, 图1, 2</td> <td>13-18</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 106047698 A (中国科学院广州生物医药与健康研究院) 2016年 10月 26日 (2016 - 10 - 26) 说明书第5-32段, 图1, 2	1-7, 19-26	PY	CN 106047698 A (中国科学院广州生物医药与健康研究院) 2016年 10月 26日 (2016 - 10 - 26) 说明书第5-32段, 图1, 2	8-18	PY	CN 105838583 A (中国科学院广州生物医药与健康研究院) 2016年 8月 10日 (2016 - 08 - 10) 说明书第26-34段, 图1-5	8, 9	PY	CN 105923386 A (中国科学院广州生物医药与健康研究院) 2016年 9月 7日 (2016 - 09 - 07) 说明书第5-24段, 图1-3	10-12	PY	CN 105817434 A (中国科学院广州生物医药与健康研究院) 2016年 8月 3日 (2016 - 08 - 03) 说明书第5-43段, 图1, 2	13-18
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 106047698 A (中国科学院广州生物医药与健康研究院) 2016年 10月 26日 (2016 - 10 - 26) 说明书第5-32段, 图1, 2	1-7, 19-26																		
PY	CN 106047698 A (中国科学院广州生物医药与健康研究院) 2016年 10月 26日 (2016 - 10 - 26) 说明书第5-32段, 图1, 2	8-18																		
PY	CN 105838583 A (中国科学院广州生物医药与健康研究院) 2016年 8月 10日 (2016 - 08 - 10) 说明书第26-34段, 图1-5	8, 9																		
PY	CN 105923386 A (中国科学院广州生物医药与健康研究院) 2016年 9月 7日 (2016 - 09 - 07) 说明书第5-24段, 图1-3	10-12																		
PY	CN 105817434 A (中国科学院广州生物医药与健康研究院) 2016年 8月 3日 (2016 - 08 - 03) 说明书第5-43段, 图1, 2	13-18																		
☒ 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 2017年 7月 12日		国际检索报告邮寄日期 2017年 8月 18日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(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 姜玉梅 电话号码 (86-10)82246642																		

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	JP 2005304303 A (OLYMPUS CORP.) 2005年 11月 4日 (2005 - 11 - 04) 说明书第20-33, 43-56, 69段, 图1, 8	1, 2, 6, 19
A	CN 101603006 A (杭州安普生物工程有限公司) 2009年 12月 16日 (2009 - 12 - 16) 全文	1-26
A	CN 104946530 A (中国航天员科研训练中心) 2015年 9月 30日 (2015 - 09 - 30) 全文	1-26
A	JP 2016013059 A (SHIBUYA KOGYO CO., LTD.) 2016年 1月 28日 (2016 - 01 - 28) 全文	1-26

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/083415

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	106047698	A	2016年 10月 26日	无	
CN	105838583	A	2016年 8月 10日	无	
CN	105923386	A	2016年 9月 7日	无	
CN	105817434	A	2016年 8月 3日	无	
JP	2005304303	A	2005年 11月 4日	无	
CN	101603006	A	2009年 12月 16日	CN 101603006	B 2012年 10月 10日
CN	104946530	A	2015年 9月 30日	无	
JP	2016013059	A	2016年 1月 28日	无	