



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111040948 B

(45) 授权公告日 2024. 07. 23

(21) 申请号 202010030831.9

(56) 对比文件

(22) 申请日 2020.01.13

CN 212128190 U, 2020.12.11

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 周金华

申请公布号 CN 111040948 A

(43) 申请公布日 2020.04.21

(73) 专利权人 中国人民解放军第四军医大学
地址 710032 陕西省西安市长乐西路169号

(72) 发明人 胡泽兵 张舒 曹新生 石菲

(74) 专利代理机构 西安恒泰知识产权代理事务
所 61216

专利代理师 李婷 金艳婷

(51) Int. Cl.

G12M 3/00 (2006.01)

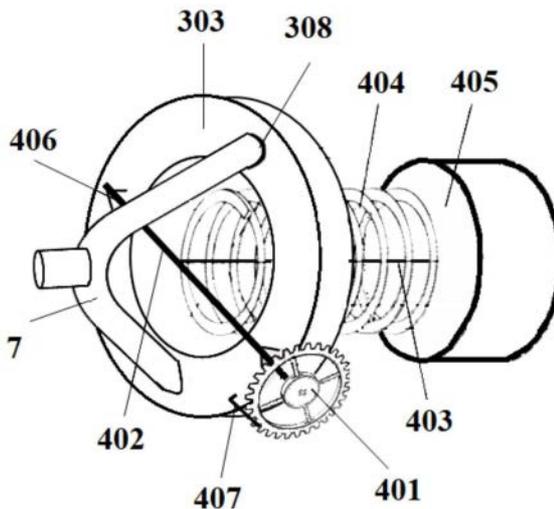
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种多细胞共培养模拟失重实验的换液装置

(57) 摘要

本发明公开了一种多细胞共培养模拟失重实验的换液装置,该换液装置包括齿轮、齿轮杆、弹簧拉线、弹簧、活塞、带动两个换液装置中的活塞同步移动的第二传动机构以及为第二传动机构和齿轮转动提供动力的第二动力单元;齿轮与齿轮杆连接;活塞设置在需要换液的细胞培养器内腔中;所述的弹簧一端挤顶在活塞上,另一端固定在需要换液的细胞培养器内腔中;弹簧拉线一端缠绕在齿轮杆上,另一端穿过弹簧与活塞连接。解决了不同环境下生长的细胞共培养时存在的培养液及细胞分泌物流通难题以及回转模拟失重实验中因培养基营养物质消耗和细胞排泄废物积累而导致的难以长时间进行回转模拟失重的问题。



1. 一种多细胞共培养模拟失重实验的换液装置,其特征在于,该换液装置包括齿轮(401)、齿轮杆(402)、弹簧拉线(403)、弹簧(404)、活塞(405)、带动两个换液装置中的活塞(405)同步移动的第二传动机构(9)以及为第二传动机构(9)和齿轮(401)转动提供动力的第二动力单元(10);

所述的齿轮(401)与齿轮杆(402)连接;所述的活塞(405)设置在需要换液的细胞培养器内腔中;所述的弹簧(404)一端挤顶在活塞(405)上,另一端固定在需要换液的细胞培养器内腔中;所述的弹簧拉线(403)一端缠绕在齿轮杆(402)上,另一端穿过弹簧(404)与活塞(405)连接;

所述的第二传动机构(9)包括第四锥齿轮(901)、两个齿轮式轴承(902)、第三传动杆(903)、第四传动杆(904)和第五锥齿轮(905);

所述的齿轮式轴承(902)由轴承、设置在轴承外圈的锥面、锥面上的直齿以及轴承外圈底面上的直齿形成;所述的齿轮(401)能够与齿轮式轴承(902)外圈底面上的直齿啮合;

所述的第三传动杆(903)两端分别设置有第五锥齿轮(905),第三传动杆(903)两端的第五锥齿轮(905)分别与第四锥齿轮(901)、其中一齿轮式轴承(902)锥面上的直齿啮合;

所述的第四传动杆(904)的两端分别设置有第五锥齿轮(905),第四传动杆(904)两端的第五锥齿轮(905)分别与第四锥齿轮(901)、另一个齿轮式轴承(902)锥面上的直齿啮合;所述的第四锥齿轮(901)与第二动力单元(10)连接;

所述的齿轮杆(402)通过锚定轴套锚固在需要换液的细胞培养器外部。

2. 根据权利要求1所述的多细胞共培养模拟失重实验的换液装置,其特征在于,还包括对齿轮(401)产生制动作用的齿轮制动杆(407),齿轮制动杆(407)一端通过轴套结构锚定,另一端绕锚定点旋转。

一种多细胞共培养模拟失重实验的换液装置

技术领域

[0001] 本发明属于生物力学实验设备领域,具体涉及一种多细胞共培养模拟失重实验的换液装置。

背景技术

[0002] 航天飞行中产生的微重力环境将会导致人体心血管系统、骨骼肌肉系统等发生一系列变化,严重危害航天员身体健康。因此,研究微重力下人体生理变化特征及规律,特别是在细胞水平和分子水平深入研究其发生机制具有十分重要的意义。鉴于航天飞行机会及花费的限制,目前国内外广泛采用回转器在地面上模拟细胞水平的微重力效应。在回转器上,生物样本仍处于重力场中,受到恒定的重力矢量作用。但由于回转器围绕水平轴转动,使得它所搭载的生物样本的运动方向不断发生改变,始终来不及对一定方向上的重力做出响应,从而模拟了在航天飞行情况下细胞的微重力生物学效应。回转器为在地面开展模拟微重力条件下细胞水平生物学效应及发生机制提供了经济高效的方式,但是现有回转器在用于多细胞共培养情况下的模拟失重实验时受到限制。

[0003] 同一组织或者不同组织的细胞之间通过旁分泌或者远距分泌相互调控是机体发挥生理功能和保持内环境稳态的一种重要方式,例如,在骨稳态维持方面,新生血管内皮细胞、成骨细胞、破骨细胞之间就存在着交互调控关系,而微重力环境下,这种调控关系发生了显著变化。在具体研究微重力环境下哪种细胞发生了主要变化或者源头变化,从而影响到其他组织和细胞的功能时,就需要分别将一种细胞置于模拟失重环境下培养,然后检测细胞分泌物对正常培养的另一细胞功能的影响,但是现有回转器无法同步实现该研究过程。因此设计一种能够将一种模拟环境下的细胞液转移至另一种模拟环境下的装置。

发明内容

[0004] 为解决现有技术中存在的不足,本发明的目的在于提供一种多细胞共培养模拟失重实验的换液装置,解决了两种在正常重力和模拟微重力共培养时的换液的问题。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案予以实现:

[0006] 一种多细胞共培养模拟失重实验的换液装置,该换液装置包括齿轮、齿轮杆、弹簧拉线、弹簧、活塞、带动两个换液装置中的活塞同步移动的第二传动机构以及为第二传动机构和齿轮转动提供动力的第二动力单元;

[0007] 所述的齿轮与齿轮杆连接;所述的活塞设置在需要换液的细胞培养器内腔中;所述的弹簧一端挤顶在活塞上,另一端固定在需要换液的细胞培养器内腔中;所述的弹簧拉线一端缠绕在齿轮杆上,另一端穿过弹簧与活塞连接。

[0008] 具体的,所述的第二传动机构包括第四锥齿轮、两个齿轮式轴承、第三传动杆、第四传动杆和第五锥齿轮;

[0009] 所述的齿轮式轴承由轴承、设置在轴承外圈的锥面、锥面上的直齿以及轴承外圈底面上的直齿形成;所述的齿轮能够与齿轮式轴承外圈底面上的直齿啮合;

[0010] 所述的第三传动杆两端分别设置有第五锥齿轮,第三传动杆两端的第五锥齿轮分别与第四锥齿轮、其中一齿轮式轴承锥面上的直齿啮合;

[0011] 所述的第四传动杆的两端分别设置有第五锥齿轮,第四传动杆两端的第五锥齿轮分别与第四锥齿轮、另一个齿轮式轴承锥面上的直齿啮合;所述的第四锥齿轮与第二动力单元连接。

[0012] 具体的,所述的齿轮杆通过锚定轴套锚固在需要换液的细胞培养器外部。

[0013] 进一步的,还包括对齿轮产生制动作用的齿轮制动杆,齿轮制动杆一端通过轴套结构锚定,另一端绕锚定点旋转。

[0014] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0015] (1)本发明通过设置换液系统,使得新鲜培养基从一个细胞培养器的内筒中逐步流向细胞培养腔体,而陈旧培养基逐步从另一个细胞培养器的细胞培养室腔体回内筒,解决了回转模拟失重实验中因培养基营养物质消耗和细胞排泄废物积累而导致的难以长时间进行回转模拟失重的问题。

[0016] (2)本发明的细胞培养器可分别安装在回转模拟失重单元和从动正常重力单元上,分别培养不同的细胞,回转模拟失重单元通过围绕水平轴匀速旋转而产生模拟失重效应;正常重力单元在传动装置带动下围绕竖直轴与回转模拟失重单元同速反向旋转,不改变细胞所受重力情况;自动换液装置可缓慢控制培养基在回转模拟失重单元上的细胞培养器和正常重力单元上的细胞培养器之间流通,解决了微重力分子生物学研究中两种不同细胞难以在不同重力下(正常重力和模拟微重力)共培养的问题。

[0017] (3)本发明通过在细胞培养器中设置细胞培养室分隔板,将细胞培养环境隔离成相对独立的微小空间,一方面解决了现有回转器容积大而培养细胞少,容易导致细胞分泌物被稀释而无法对共培养的细胞发挥正常生理效应的问题;另一方面,分隔成的相对独立的微小空间可以最大程度减少回转器内培养基因存在气泡而容易产生流体剪切力的问题。

附图说明

[0018] 图1是本发明实施例记载的换液装置的示意图。

[0019] 图2是本发明实施例记载的实验装置的整体结构示意图。

[0020] 图3是本发明实施例记载的细胞培养器的结构示意图。

[0021] 图4是本发明实施例记载的细胞培养器内筒与换液装置连接示意图。

[0022] 图5是本发明实施例记载的细胞培养器的俯视图。

[0023] 图中个标号的说明:

[0024] 1-回转模拟失重单元,2-正常重力单元,3-细胞培养器,4-换液装置,5-第一动力单元,6-第一传动机构,7-Y型通液管,8-软管,9-第二传动机构,10-第二动力单元,11-支架,12-轴承,13-控制器,14-支撑轴套,15-支撑杆;

[0025] 101-第一锥齿轮,102-第一固定架;

[0026] 201-第二锥齿轮,202-第二固定架;

[0027] 301-外筒,302-内筒,303-筒盖,304-分隔板,305-细胞爬片,306-第一空腔,307-第二空腔,308-通液孔;

- [0028] 401-齿轮,402-齿轮杆,403-弹簧拉线,404-弹簧,405-活塞,406-锚定轴套,407-齿轮制动杆;
- [0029] 601-第一传动杆,602-第二传动杆,603-第三锥齿轮;
- [0030] 901-第四锥齿轮,902-齿轮式轴承,903-第三传动杆,904-第四传动杆,905-第五锥齿轮,906-固定杆;
- [0031] 1101-底座,1102-侧板,1103-顶板。

具体实施方式

[0032] 以下给出本发明的具体实施例,需要说明的是本发明并不局限于以下具体实施例,凡在本申请技术方案基础上做的等同变换均落入本发明的保护范围。

[0033] 实施例1

[0034] 如图1和图4所示,本实施例公开了一种多细胞共培养模拟失重实验的换液装置,该换液装置包括齿轮401、齿轮杆402、弹簧拉线403、弹簧404、活塞405和带动两个换液装置同步移动的第二传动机构9。齿轮杆402支撑在需要换液的细胞培养器3上,具体是:齿轮杆402的两端通过锚定轴套406锚固在上述实施例中的细胞培养器3的筒盖303上。齿轮401与齿轮杆402连接,活塞405和弹簧404设置在第一空腔306中,弹簧拉线403一端缠绕在齿轮杆402上,另一端穿过弹簧404与活塞405连接,活塞405能够沿内筒302轴向作无缝隙滑动,活塞405朝齿轮杆402方向移动时挤压弹簧404。齿轮杆402转动时可以缠绕或松开弹簧拉线403,在弹簧404弹力的辅助下控制活塞405在内筒302轴向上滑动。

[0035] 通过第二传动机构9使得在换液过程中,液体流出方的活塞405推动液体流出,液体流入方的活塞405同步抽吸液体进入,不会改变液体内部压力。具体的,第二传动机构9包括第四锥齿轮901、两个齿轮式轴承902、第三传动杆903、第四传动杆904和第五锥齿轮905;齿轮式轴承902由轴承、设置在轴承外圈的锥面、锥面上的直齿以及轴承外圈底面上的直齿形成,本实施例中,锥面上的齿为直齿。齿轮401能够与齿轮式轴承902外圈底面上的直齿啮合。本实施例的齿轮式轴承902一般是套设在细胞培养器3的外部且齿轮式轴承902与细胞培养器3无干扰,因此,齿轮式轴承902的内径大于外筒301的直径。在本实施例中,两个齿轮式轴承902的内圈分别通过固定杆906安装在侧板1102和顶板1103上。

[0036] 第三传动杆903两端分别设置有第五锥齿轮905,第三传动杆903两端的第五锥齿轮905分别与第四锥齿轮901、其中一齿轮式轴承902上的锥齿啮合。

[0037] 第四传动杆904的两端分别设置有第五锥齿轮905,第四传动杆904两端的第五锥齿轮905分别与第四锥齿轮901、另一个齿轮式轴承902上的锥齿啮合。第四锥齿轮901与第二动力单元10连接,具体的,第二动力单元10为电机,电机安装在支架11上。通过一个电机带动两个换液装置移动。避免使用多个电机且增加控制复杂度。

[0038] 通过本实施例的换液装置,使得新鲜培养基从一个细胞培养器的第一空腔306中逐步流向第二空腔307的细胞培养室,而陈旧培养基逐步从另一个细胞培养器的第二空腔307流回第一空腔306,有效模拟了体内环境的新陈代谢过程。

[0039] 实施例2

[0040] 本实施例公开了一种细胞培养器,如图3和图5所示,包括外筒301、内筒302、筒盖303、分隔板304和设置在分隔板304上用于卡装细胞爬片305的玻片卡槽;外筒301一端封

闭,另一端开放;内筒302一端开放,另一端与筒盖303封接,筒盖303的直径大于外筒301的直径;内筒302套设在外筒301的内部,内筒302的内腔形成第一空腔306,内筒302与外筒301之间的空腔形成第二空腔307,内筒302沿其轴向长度小于外筒301沿其轴向的长度,使得外筒301与内筒302之间连通;沿内筒302的外壁圆周上设置有多个分隔板304,多个分隔板304将外筒301与内筒302之间的空腔分割为多个独立的细胞培养腔体;内筒302的外壁与细胞爬片305之间实体无缝隙。

[0041] 本实施例中的细胞培养器分为用于放置培养液的培养液腔和培养细胞的细胞培养腔,通过培养液腔为细胞培养腔提供培养液;并且细胞培养器中设置细胞培养室分隔板304,将细胞培养环境隔离成相对独立的微小空间,一方面解决了现有回转器容积大而培养细胞少,容易导致细胞分泌物质被稀释而无法对共培养的细胞发挥正常生理效应的问题;另一方面,分隔成的相对独立的微小空间可以最大程度减少回转器内培养基存在气泡而容易产生流体剪切力的问题。

[0042] 实施例3

[0043] 如图1所示,本实施例中公开了一种换液式多细胞共培养模拟失重实验装置,该装置包括能够绕水平轴转动的回转模拟失重单元1、绕竖直轴转动的正常重力单元2、细胞培养器3、换液装置4以及带动回转模拟失重单元1和正常重力单元2转动的第一动力单元5;其中,回转模拟失重单元1产生模拟失重效应,正常重力单元2不改变细胞所受重力情况,第一动力单元5为电机。

[0044] 回转模拟失重单元1和正常重力单元2中均设置有细胞培养器3,具体的,细胞培养器3可插拔式安装回转模拟失重单元1和正常重力单元2中。细胞培养器3内设置有用于存储细胞培养液的第一空腔306和用于培养细胞的第二空腔307,第一空腔306和第二空腔307连通;回转模拟失重单元1中的细胞培养器3上的第二空腔307与正常重力单元2中的细胞培养器上的第二空腔307连通。

[0045] 换液装置4设置在细胞培养器3的第一空腔306中,换液装置4能够推动第一空腔306中的细胞培养液移动,进而带动回转模拟失重单元1中的细胞培养器3内的液体与正常重力单元2中的细胞培养器3内的液体的流通。通过换液装置4可缓慢控制培养基在回转模拟失重单元1上的细胞培养器和正常重力单元2上的细胞培养器之间流通。例如,回转模拟失重单元1中的培养液流向正常重力单元2,使得模拟失重下细胞分泌的细胞因子随着培养液流向正常重力下培养的细胞,从而可以观察对后者细胞功能的影响,解决了微重力分子生物学研究中两种不同细胞难以在不同重力下(正常重力和模拟微重力)共培养的问题;

[0046] 同时,换液装置4使得新鲜培养基从一个细胞培养器的内筒中逐步流向细胞培养室,而陈旧培养基逐步从另一个细胞培养器的细胞培养室流回内筒,解决了回转模拟失重实验中因培养基营养物质消耗和细胞排泄废物积累而导致的难以长时间进行回转模拟失重的问题。

[0047] 在本实施例中,回转模拟失重单元1包括用于带动细胞培养器旋转的第一锥齿轮101和用于支撑固定细胞培养器3的第一固定架102,其中,第一锥齿轮101为直齿圆锥齿轮,第一固定架102为圆形框架。第一锥齿轮101的轴线沿水平方向,第一锥齿轮101与第一固定架102连接,具体的,本实施例可选择卡槽和卡扣的方式实现第一锥齿轮101与第一固定架102连接。最好的,回转模拟失重单元1通过支架11支撑,第一固定架102外部套有轴承12,轴

承12固定在支架11上,使得第一固定架102能够在支架11上绕水平轴转动。

[0048] 在本实施例中,正常重力单元2包括用于带动细胞培养器3旋转的第二锥齿轮201和用于支撑固定细胞培养器3的第二固定架202,第二锥齿轮201的轴线沿竖直方向,第二锥齿轮201与第二固定架202连接,具体的,细胞培养器3与第二固定架202之间也通过卡槽和卡扣的形式卡接。在本实施例中,第二固定架202与第一固定架102的形状相同,第一锥齿轮101和第二锥齿轮201也相同。正常重力单元2支撑在支架11的另一位置,在第二固定架外部套有轴承12,轴承12固定的支架11上,使得第二固定架202能够在支架11上绕竖直轴转动。

[0049] 作为优选方案,回转模拟失重单元1中的第二空腔307与正常重力单元2中的第二空腔307通过一个软管8连通,软管8两端分别套在回转模拟失重单元1侧和正常重力单元2侧的Y型通液管7的公共端,使得软管8的两端分别位于回转模拟失重单元1和正常重力单元2的旋转轴线上,从而保证在运行中,软管8只存在旋转运动而无位移变化。

[0050] 本实施例可以通过两个电机分别带动回转模拟失重单元1和正常重力单元2同步反向转动,但本发明优选以下方案:

[0051] 在回转模拟失重单元1与正常重力单元2之间连接有第一传动机构6,使得回转模拟失重单元1与正常重力单元2同速反向转动。具体的,本实施例中,如图2所示,第一传动机构6包括第一传动杆601、第二传动杆602和第三锥齿轮603,第一传动杆601的两端分别设置有第三锥齿轮603,第二传动杆602的两端分别设置有第三锥齿轮603,第一传动杆601沿水平方向设置,第二传动杆602沿竖直方向设置。第一传动杆601和第二传动杆602通过第三锥齿轮603啮合,第一传动杆601上的第三锥齿轮603与回转模拟失重单元1通过齿轮啮合,具体是第一锥齿轮101与第二传动杆602上的第三锥齿轮603啮合。第一传动杆601上的第三锥齿轮603与正常重力单元2通过齿轮啮合,具体是第二锥齿轮201与第一传动杆601上的第三锥齿轮603啮合。第一动力单元5与回转模拟失重单元1的第一锥齿轮101连接。

[0052] 第一传动杆601上设置有支撑轴套14,支撑轴套14与支撑杆15一端连接,支撑杆15另一端固定在支架11的顶板1103上或其他支撑该装置的构件上。同样,第二传动杆602也通过支撑轴套14和支撑杆15支撑在支架11的侧板1102中。第一动力单元5通过支撑杆15支撑在底座1101上。

[0053] 在本发明的具体实施例中,如图3、图4所示,细胞培养器3包括外筒301、内筒302、筒盖303、分隔板304和设置在分隔板304上用于卡装细胞爬片305的玻片卡槽。外筒301一端封闭,另一端开放;筒盖303整体为环形,内筒302一端开放,另一端与筒盖303的内圈封接,筒盖303外圈的直径大于外筒301的直径,且筒盖303能够与外筒301可拆卸连接,具体是,筒盖303外圈内壁上设置有螺纹,外筒301外壁上与筒盖303连接的一端设置有螺纹,使得筒盖303外圈与外筒301外壁通过螺纹连接。

[0054] 内筒302套设在外筒301的内部,内筒302的内腔形成第一空腔306,内筒302与外筒301之间的空腔形成第二空腔307,内筒302沿其轴向长度小于外筒301沿其轴向的长度,使得内筒302套设在外筒301的内部后内筒302的开放端与外筒301的封闭端之间存在一定间隔,该间隔保证第一空腔306和第二空腔307的连通。

[0055] 沿内筒302的外壁圆周上设置有多个分隔板304,多个分隔板304将外筒301与内筒302之间的空腔分割为多个相对独立的细胞培养腔体,一方面解决了现有回转器容积大而培养细胞少,容易导致细胞分泌物质被稀释而无法发挥正常生理效应的问题;另一方面,分

隔成的相对独立的微小空间可以最大程度减少回转器内培养基存在气泡而容易产生流体剪切力的问题。第二空腔307中可以放置细胞爬片305,如图3所示,内筒302的外壁与细胞爬片305之间实体无缝隙,使得细胞爬片305与外筒301内壁之间形成细胞培养腔。

[0056] 筒盖303上设置有与第二空腔307连通的通液孔308。基于本发明的换液装置4的结构,在筒盖303上对称设置两个通液孔308,两个通液孔308与Y型通液管7的两个对称端连接,如图4所示。回转模拟失重单元1侧的Y型通液管7的公共端与正常重力单元2侧的Y型通液管7的公共端之间通过一个软管8连通。两个通液孔308的连线与齿轮杆呈十字交叉分布,避免齿轮杆402与通液孔308位置之间干扰;同时由于回转模拟失重单元1中的第二空腔307与正常重力单元2中的第二空腔307通过一个软管8连通,通过本发明的结构设置,使得软管8的两端分别位于回转模拟失重单元1和正常重力单元2的旋转轴线上,并保证回转模拟失重单元1和正常重力单元2同速反向旋转,这样,避免软管缠绕,影响两者之间通液。

[0057] 在实施例中,如图2和图4所示,换液装置4包括齿轮401、齿轮杆402、弹簧拉线403、弹簧404和活塞405;齿轮杆402支撑在细胞培养器3上,具体是:齿轮杆402的两端通过锚定轴套406锚固在上述实施例中的细胞培养器3的筒盖303上。活塞405和弹簧404设置在第一空腔306中,弹簧404一端挤顶在活塞405上,另一端固定在内筒302的内壁上。弹簧拉线403一端缠绕在齿轮杆402上,另一端穿过弹簧404与活塞405连接,活塞405能够沿内筒302轴向作无缝隙滑动,活塞405朝齿轮杆402方向移动时挤压弹簧404;齿轮杆402转动时可以缠绕或松开弹簧拉线403,在弹簧404弹力的辅助下控制活塞405在内筒302轴向上滑动。齿轮401与齿轮杆402连接,通过第二动力单元10带动齿轮401自转,在齿轮401带动下,齿轮杆402可围绕自身中心轴旋转。

[0058] 本实施例可以通过两个电机分别带动回转模拟失重单元1的齿轮401和正常重力单元2中的齿轮401转动,但本发明优选以下方案:

[0059] 在回转模拟失重单元1侧的换液装置4与正常重力单元2侧的换液装置4之间设置有第二传动机构9,保证两个齿轮401同速转动。在本实施例中,第二传动机构9包括第四锥齿轮901、齿轮式轴承902、第三传动杆903、第四传动杆904和第五锥齿轮905。

[0060] 齿轮式轴承902由轴承、设置在轴承外圈的锥面、锥面上的直齿以及轴承外圈底面上的直齿形成,此处的轴承优选深沟球轴承。齿轮式轴承902套设在细胞培养器3的外部,齿轮式轴承902的内径大于外筒301的直径,两个齿轮式轴承902的内圈分别通过固定杆906安装在侧板1102和顶板1103上;并分别与回转模拟失重单元1侧的细胞培养器处的轴承12和正常重力单元2侧的细胞培养器处的轴承12的圆心同轴,且齿轮式轴承902的内圈与细胞培养器3无接触,齿轮401能够与齿轮式轴承902外圈底面上的直齿啮合;第三传动杆903两端分别设置有第五锥齿轮905,第三传动杆903两端的第五锥齿轮905分别与第四锥齿轮901、回转模拟失重单元1侧的齿轮式轴承902锥面上的直齿啮合;第四传动杆904的两端分别设置有第五锥齿轮905,第四传动杆904两端的第五锥齿轮905分别与第四锥齿轮901、正常重力单元2侧的齿轮式轴承902锥面上的直齿啮合。需要注意的是,由于换液装置4整体随细胞培养器3一起转动,因此需要将齿轮式轴承902外圈的自转速度时时或者定时与回转模拟失重单元1的转动速度设置不同,这样才能使得与其啮合的齿轮401带动弹簧404拉线拉动活塞405移动。此时,只需设置一个动力系统,即将第四锥齿轮901与第二动力单元10连接。具体的,第二动力单元10为电机,电机安装在支架11上,第四锥齿轮901与电机连接。避免使用

多个电机且增加控制复杂度。

[0061] 优选的,本实施例中,如图4所示,在齿轮401附近的筒盖303顶壁外侧上安装有齿轮制动杆407,齿轮制动杆407可以通过轴套结构绕自身锚定点旋转,使得齿轮制动杆407自由端可以搭在齿轮401的齿纹上发挥制动作用。具体的,在实验准备阶段,当向细胞培养器3内灌注细胞培养液时,可以使用齿轮制动杆407制动齿轮401,从而将活塞405稳定停在内筒302某一设定位置;当两个细胞培养器3准备并连接完毕,安插在回转模拟失重单元1和正常重力单元2上,齿轮401与齿轮式轴承902外圈底面的直齿啮合时,则可以移开齿轮制动杆407。

[0062] 本实施例的支架11包括底座1101、侧板1102和顶板1103,顶板1103上设置有用于安装所述的正常重力单元2的第一安装孔,侧板1101上设置有用于安装所述的回转模拟失重单元1的第二安装孔。

[0063] 作为本发明的可选实施例,该试验装置还设置有一个控制器13,该控制器13能够分别控制第一动力单元5和第二动力单元10的转速,使得回转模拟失重单元1侧的齿轮式轴承902外圈与第一锥齿轮101之间、正常重力单元2侧的齿轮式轴承902外圈与第二锥齿轮201之间可以同步或者差速旋转。只要控制第一动力单元5和第二动力单元10两者之间的旋转速度差,就可以精确控制细胞培养器上的齿轮自转速度,以实验需要的换液速度或者是间隔自动控制细胞培养基在回转模拟失重单元和正常重力单元之间缓慢流动;在换液过程中,可设置为液体流出方的活塞405推动液体流出,液体流入方的活塞405同步抽吸液体进入,不会改变液体内部压力。

[0064] 需要说明的是,本发明并不局限于上述实施例,在本发明公开的技术方案的基础上,本领域的技术人员根据所公开的技术内容,不需要创造性的劳动就可以对其中的一些技术特征作出一些替换和变形,这些替换和变形均在本发明的保护范围内。

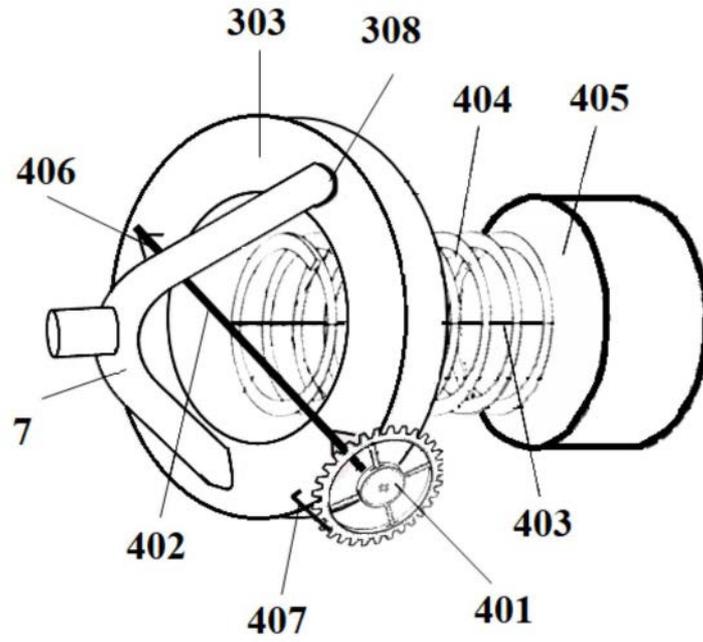


图1

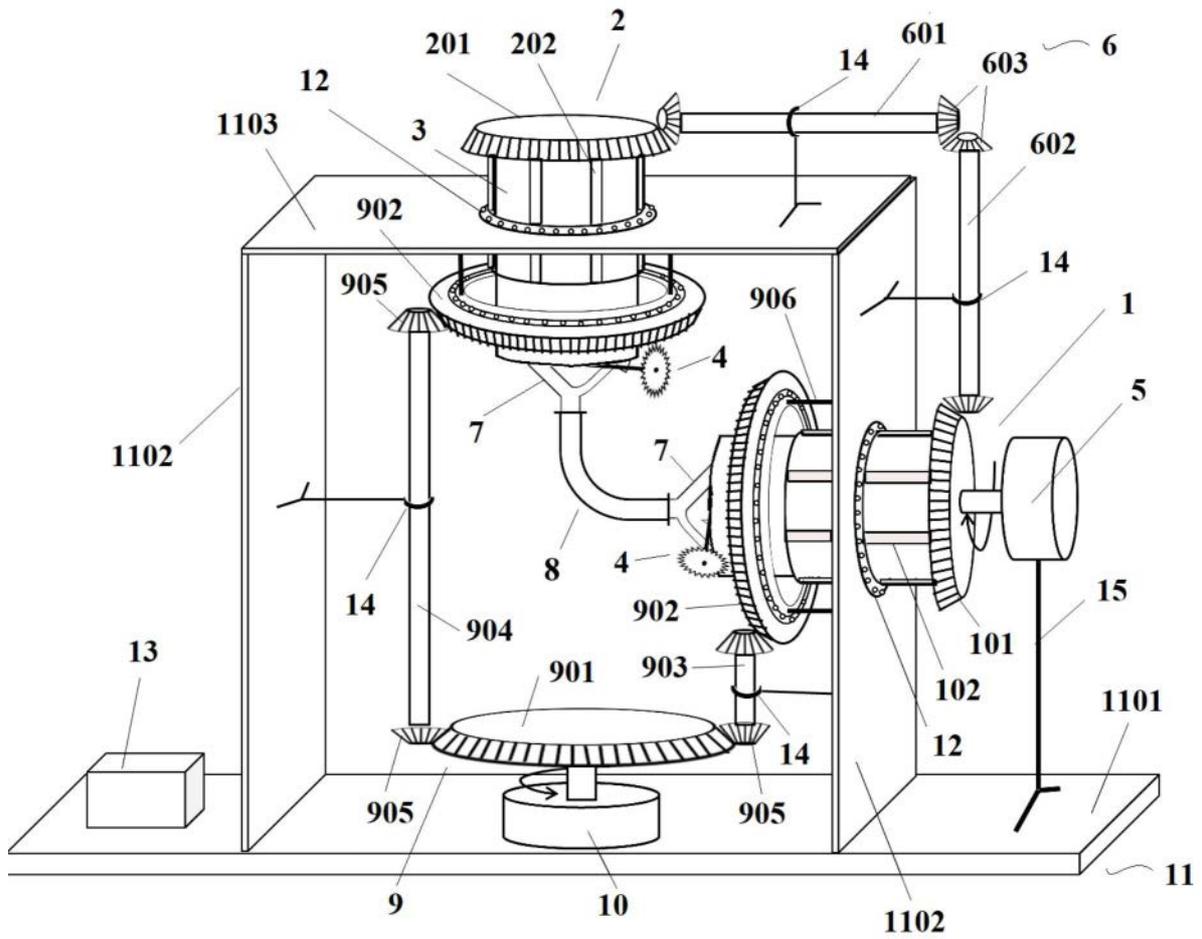


图2

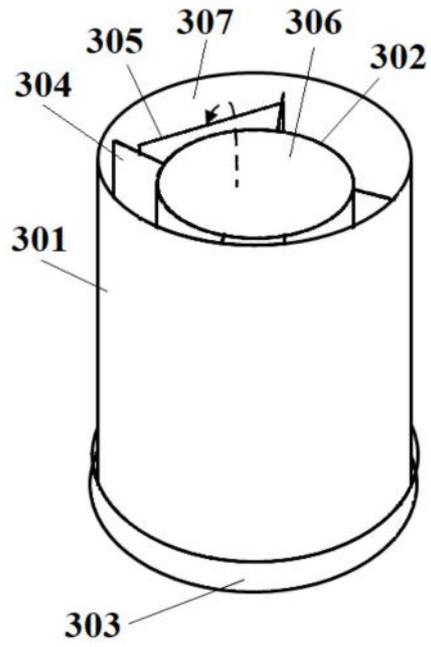


图3

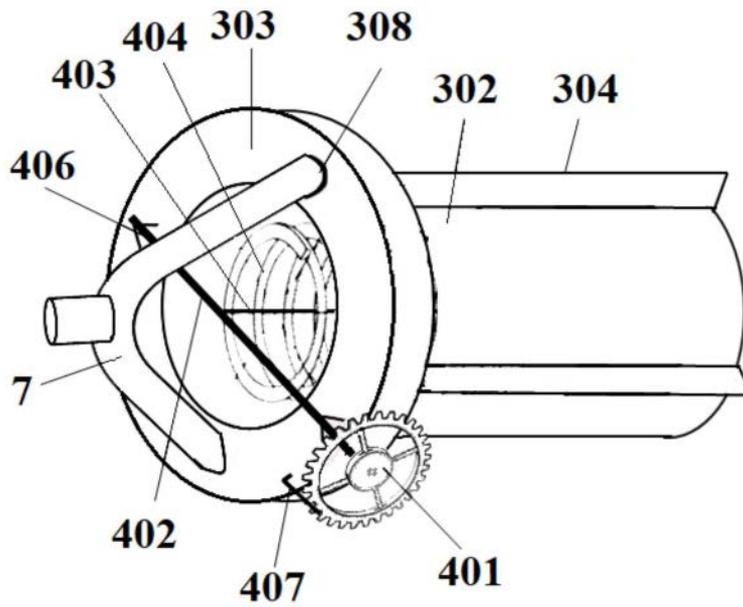


图4

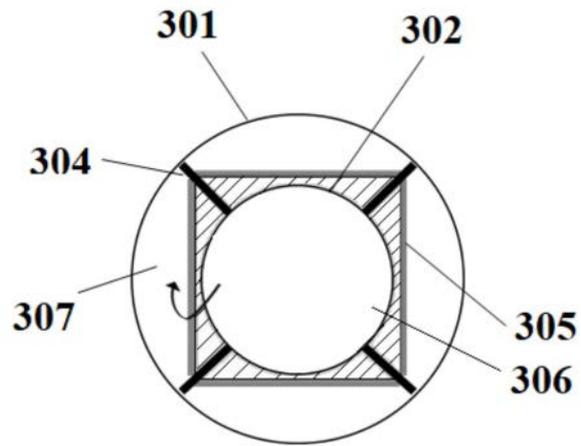


图5