(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117405583 A
(43)申请公布日 2024.01.16

(21)申请号 202311261957.7

(22)申请日 2023.09.27

(71)申请人 天津大学
地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72)发明人 陈刚 徐小雪 林强 冯少武 孙兴悦

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代理事务所 12201
专利代理师 琪琛

(51)Int.Cl.
G01N 19/00(2006.01)

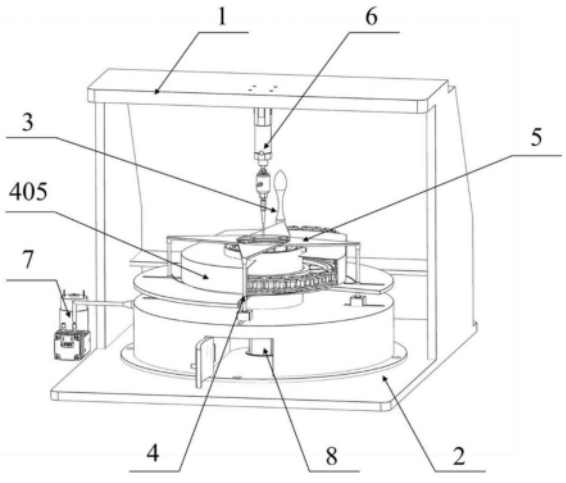
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺试验装置

(57)摘要

本发明属于电池变量测试技术领域,公开了一种锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺强度试验装置,主要包括外部框架、隔膜环境主体单元、输入传动机构、调节机构、下压机构、穿刺机构,并配置微型隔膜泵和CCD相机。本发明首先能够实现聚烯烃隔膜的压紧和均匀受力,且在大于穿刺夹具孔内径的基础上,可对聚烯烃隔膜的大小不做具体规定;其次,能够实现电解液的注入、承装、抽出功能,同时保证隔膜在电解液浸润状态下被穿刺,达到隔膜在真实电解液环境下被穿刺的目的;同时,还能进行CCD相机采集,获得隔膜穿刺过程中应变的实时分布。



CN 117405583 A

1.一种锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺强度试验装置,其特征在于,包括隔膜环境主体单元、输入传动机构、调节机构、下压机构、穿刺机构;

所述隔膜环境主体单元由上到下依次包括第一载台和第二载台,且所述第二载台相对于所述第一载台外缘扩大;

所述第一载台的顶面设置有环境槽,所述环境槽用于放置隔膜和承装电解液;所述环境槽设置有电解液注入口,用于向所述环境槽注入电解液;所述第一载台在所述环境槽之下依次设置有穿刺孔和观察孔,所述观察孔与所述穿刺孔连通并延伸至所述第二载台,并且所述观察孔的内径大于所述穿刺孔;所述第一载台的外部固定有环形承托平板,所述环形承托平板用于承托所述调节机构的固定盘;

所述第二载台开设有用于放置CCD相机的舱室,所述舱室内部设置有安置平台,所述安置平台用于将CCD相机定位于其镜头对准所述观察孔的位置,实现所述CCD相机对隔膜穿刺过程进行实时应变采集;所述第二载台在所述舱室和所述观察孔之间设置有承托孔,所述承托孔嵌装有透明的隔离片,所述隔离片用于隔离电解液和所述舱室;所述观察孔的底部连通有电解液排出管,所述电解液排出管延伸至第二载台外部,以实现电解液的泵出;所述第二载台相对于所述第一载台外缘扩大的上表面设置有用于安装第二滑块的若干滑槽,若干所述滑槽在所述第二载台上环向均布且沿径向延伸;

所述输入传动机构包括底部通过连接轴承固定的转轴,所述转轴顶部外周通过键连接有第一链轮,所述第一链轮设置有手柄;所述第一链轮通过链条连接有第二链轮,所述第二链轮与所述第一链轮同平面设置且直径大于所述第一链轮;所述第二链轮通过轴承安装在所述第一载台的外部;利用所述手柄推动所述第一链轮转动,能够通过链条带动所述第二链轮进行转动;

所述调节机构包括设置于所述第二链轮下方的固定盘和移动盘,所述固定盘和所述移动盘均与所述第二链轮同轴设置;所述固定盘固定在所述环形承托平板之上,并且开设有环向均布且沿径向延伸的滑槽孔,所述滑槽孔与所述滑槽数量相同且一一上下对应设置;每个所述滑槽孔包括上部较宽的滑槽部和下部较窄的通孔部,所述滑槽部用于安装第一滑块,所述第一滑块能够相对于所述滑槽孔直线滑动,所述通孔部用于穿过正反转电机的输出轴;所述移动盘设置在所述固定盘上方,并且与所述第二链轮固定连接,所述移动盘能够随所述第二链轮同步转动;每个所述第一滑块配置有弧形连接杆,所述弧形连接杆一端固定在第一滑块上、另一端固定在所述移动盘的外缘处,且四根所述弧形连接杆在平面上构成同一旋转方向;所述弧形连接杆用于将所述移动盘的旋转运动转化为四个所述第一滑块的同步直线运动;

所述下压机构包括若干正反转电机,所述正反转电机上部具有竖向设置的输出轴,所述输出轴与若干第一滑块一一连接;所述正反转电机底部固定有第二滑块,所述第二滑块能够在所述第二载台的滑槽内进行直线滑动;所述正反转电机的输出轴顶端与连接板的一端连接,所述连接板水平设置且另一端延伸至所述第一载台的所述环境槽上方;所述连接板位于所述环境槽上方的一端下部通过伸缩杆连接有压板;所述伸缩杆外部套有伸缩弹簧,所述伸缩弹簧的上下两端抵顶于所述连接板和所述压板;所述连接板通过所述第一滑块调整水平位置后,所述正反转电机能够通过其输出轴带动所述连接板向下运动,从而使所述压板压紧隔膜,所述伸缩弹簧用于提供缓冲;

所述第一载台的所述环境槽正上方设置有穿刺机构,所述穿刺机构包括顶部固定位置的气缸,所述气缸底部通过力传感连接有穿刺针。

2.根据权利要求1所述的一种锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺强度试验装置,其特征在于,还包括外部框架,所述外部框架由底板、第一侧板、第二侧板、承托平板和顶板构成;所述底板用于固定所述隔膜环境主体单元的底座;所述底板上表面的两侧分别固定设置所述第一侧板和所述第二侧板;所述第一侧板和所述第二侧板之间连接所述承托平板和所述顶板,所述承托平板和所述顶板均与所述底板平行设置;所述承托平板的中心位置开设有固定孔,所述底板正对于所述固定孔设置所述连接轴承;所述固定孔和所述连接轴承均用于所述输入传动机构的所述转轴的安装;所述顶板用于固定所述穿刺机构。

3.根据权利要求1所述的一种锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺强度试验装置,其特征在于,所述第一载台和所述第二载台同轴线设置且横截面均为圆形,所述第一载台的直径小于所述第二载台。

4.根据权利要求1所述的一种锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺强度试验装置,其特征在于,所述环境槽、所述穿刺孔、所述观察孔同轴线设置,且横截面均为圆形;所述承托孔的横截面为方形。

5.根据权利要求1所述的一种锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺强度试验装置,其特征在于,所述固定盘之上设置保护壳,所述保护壳用于将所述移动盘、所述轴承、所述第二链轮及其外部的所述链条罩设在内。

6.根据权利要求1所述的一种锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺强度试验装置,其特征在于,所述连接板采用扇形平板结构,其较窄一端与所述输出轴固定连接、较宽一端用于连接压板。

7.根据权利要求1所述的一种锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺强度试验装置,其特征在于,所述压板采用弧形平板结构。

一种锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺试验装置

技术领域

[0001] 本发明属于电池测试技术领域,具体的说,是涉及一种锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺试验装置。

背景技术

[0002] 锂离子电池因其具有能量密度大、功率密度高以及自放电率低等优点,成为动力电池中比较受关注的电池体系,而近年来由于各类事故的发生,使得电池安全愈加引起重视。隔膜作为锂离子电池的重要组成部分,既为锂离子的传输提供了通道,同时又隔离了正负电极,防止电池短路的发生,为保障锂离子电池的安全发挥着重要的作用。由于各种复杂原因会导致金属锂枝晶的产生,而锂枝晶的生成和脱落会破坏SEI膜,甚至锂枝晶的形成还会刺穿隔膜导致锂离子电池内部短接,造成电池的热失控引发燃烧爆炸。因此,对锂离子电池隔膜进行穿刺强度试验是十分重要的。

[0003] 根据GB/T36363-2018《锂离子电池用聚烯烃隔膜》6.5.3.1中对穿刺强度设备的规定,样品固定夹具预留穿刺孔的内直径为10mm,以及穿刺针尖端为球面R=0.5mm。而隔膜被锂枝晶穿刺发生在电解液环境中,所以研究隔膜在电解液环境中的穿刺强度很有必要。现有的隔膜穿刺夹具大多是在干态下进行测试,另外也有在电解液环境下的穿刺设备,但电解液容易发生变质。另外,希望获得隔膜在穿刺过程中实时的应变分布,为分析隔膜材料的性能、变形行为和失效机理,以及优化电池性能和安全性提供很好的途径。因此,需要设计和开发新型穿刺装置,满足锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺强度试验的各种需求。

发明内容

[0004] 本发明旨在解决穿刺强度试验中的相关技术问题,提供了一种锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺强度试验装置,不仅通过可控的压紧结构设计,能够实现任意大小隔膜的压紧;而且通过实时抽出、注入电解液的设计,保证电解液不发生变质;进一步整合DIC技术,还可实时获得穿刺过程中的应变分布,为隔膜失效分析及工艺检测提供指导。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明通过以下的技术方案予以实现:

[0006] 本发明提供了一种锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺强度试验装置,包括隔膜环境主体单元、输入传动机构、调节机构、下压机构、穿刺机构;

[0007] 所述隔膜环境主体单元由上到下依次包括第一载台和第二载台,且所述第二载台相对于所述第一载台外缘扩大;

[0008] 所述第一载台的顶面设置有环境槽,所述环境槽用于放置隔膜和承装电解液;所述环境槽设置有电解液注入口,用于向所述环境槽注入电解液;所述第一载台在所述环境槽之下依次设置有穿刺孔和观察孔,所述观察孔与所述穿刺孔连通并延伸至所述第二载台,并且所述观察孔的内径大于所述穿刺孔;所述第一载台的外部固定有环形承托平板,所述环形承托平板用于承托所述调节机构的固定盘;

[0009] 所述第二载台开设有用于放置CCD相机的舱室,所述舱室内部设置有安置平台,所

述安置平台用于将CCD相机定位于其镜头对准所述观察孔的位置,实现所述CCD相机对隔膜穿刺过程进行实时应变采集;所述第二载台在所述舱室和所述观察孔之间设置有承托孔,所述承托孔嵌装有透明的隔离片,所述隔离片用于隔离电解液和所述舱室;所述观察孔的底部连通有电解液排出管,所述电解液排出管延伸至第二载台外部,以实现电解液的泵出;所述第二载台相对于所述第一载台外缘扩大的上表面设置有用于安装第二滑块的若干滑槽,若干所述滑槽在所述第二载台上环向均布且沿径向延伸;

[0010] 所述输入传动机构包括底部通过连接轴承固定的转轴,所述转轴顶部外周通过键连接有第一链轮,所述第一链轮设置有手柄;所述第一链轮通过链条连接有第二链轮,所述第二链轮与所述第一链轮同平面设置且直径大于所述第一链轮;所述第二链轮通过轴承安装在所述第一载台的外部;利用所述手柄推动所述第一链轮转动,能够通过链条带动所述第二链轮进行转动;

[0011] 所述调节机构包括设置于所述第二链轮下方的固定盘和移动盘,所述固定盘和所述移动盘均与所述第二链轮同轴设置;所述固定盘固定在所述环形承托平板之上,并且开设有环向均布且沿径向延伸的滑槽孔,所述滑槽孔与所述滑槽数量相同且一一上下对应设置;每个所述滑槽孔包括上部较宽的滑槽部和下部较窄的通孔部,所述滑槽部用于安装第一滑块,所述第一滑块能够相对于所述滑槽孔直线滑动,所述通孔部用于穿过正反转电机的输出轴;所述移动盘设置在所述固定盘上方,并且与所述第二链轮固定连接,所述移动盘能够随所述第二链轮同步转动;每个所述第一滑块配置有弧形连接杆,所述弧形连接杆一端固定在第一滑块上、另一端固定在所述移动盘的外缘处,且四根所述弧形连接杆在平面上构成同一旋转方向;所述弧形连接杆用于将所述移动盘的旋转运动转化为四个所述第一滑块的同步直线运动;

[0012] 所述下压机构包括若干正反转电机,所述正反转电机上部具有竖向设置的输出轴,所述输出轴与若干第一滑块一一连接;所述正反转电机底部固定有第二滑块,所述第二滑块能够在所述第二载台的滑槽内进行直线滑动;所述正反转电机的输出轴顶端与连接板的一端连接,所述连接板水平设置且另一端延伸至所述第一载台的所述环境槽上方;所述连接板位于所述环境槽上方的一端下部通过伸缩杆连接有压板;所述伸缩杆外部套有伸缩弹簧,所述伸缩弹簧的上下两端抵顶于所述连接板和所述压板;所述连接板通过所述第一滑块调整水平位置后,所述正反转电机能够通过其输出轴带动所述连接板向下运动,从而使所述压板压紧隔膜,所述伸缩弹簧用于提供缓冲;

[0013] 所述第一载台的所述环境槽正上方设置有穿刺机构,所述穿刺机构包括顶部固定位置的气缸,所述气缸底部通过力传感连接有穿刺针。

[0014] 进一步地,还包括外部框架,所述外部框架由底板、第一侧板、第二侧板、承托平板和顶板构成;所述底板用于固定所述隔膜环境主体单元的底座;所述底板上表面的两侧分别固定设置所述第一侧板和所述第二侧板;所述第一侧板和所述第二侧板之间连接所述承托平板和所述顶板,所述承托平板和所述顶板均与所述底板平行设置;所述承托平板的中心位置开设有固定孔,所述底板正对于所述固定孔设置所述连接轴承;所述固定孔和所述连接轴承均用于所述输入传动机构的所述转轴的安装;所述顶板用于固定所述穿刺机构。

[0015] 优选地,所述第一载台和所述第二载台同轴线设置且横截面均为圆形,所述第一载台的直径小于所述第二载台。

[0016] 优选地,所述环境槽、所述穿刺孔、所述观察孔同轴线设置,且横截面均为圆形;所述承托孔的横截面为方形。

[0017] 优选地,所述固定盘之上设置保护壳,所述保护壳用于将所述移动盘、所述轴承、所述第二链轮及其外部的所述链条罩设在内。

[0018] 优选地,所述连接板采用扇形平板结构,其较窄一端与所述输出轴固定连接、较宽一端用于连接压板。

[0019] 优选地,所述压板采用弧形平板结构。

[0020] 本发明的有益效果是:

[0021] (一)本发明不仅能够实现聚烯烃隔膜的加紧和均匀受力,且在大于穿刺夹具孔内径的基础上,可对聚烯烃隔膜的大小不做具体规定,符合GB/T36363-2018《锂离子电池用聚烯烃隔膜》隔膜穿刺试验要求,保证试验可靠性。

[0022] (二)本发明通过对隔膜环境主体单元进行设计,实现电解液的注入、承装、抽出功能,同时保证隔膜在电解液浸润状态下被穿刺,达到隔膜在真实电解液环境下被穿刺的目的。另外,隔膜环境主体单元中的内部设计,实现在有电解液的环境下,还能进行CCD相机采集,多种功能集于一体。

[0023] (三)本发明通过整合DIC技术,获得隔膜穿刺过程中应变的实时分布。通过了解隔膜在穿刺过程中的应变分布,不仅可以改善隔膜在受力过程中的应力集中,降低因此引起的局部破裂或损伤,从而提高电池的安全性能和循环寿命;还可以通过比较不同材料在穿刺过程中的应变分布,可以评估其弹性和耐久性能,选择更适用于特定电池应用的材料,提高整体电池性能。

附图说明

[0024] 图1为本发明的锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺试验装置的装配示意图。

[0025] 图2为本发明的锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺试验装置中外部框架的结构示意图。

[0026] 图3为本发明的锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺试验装置中隔膜环境主体单元的结构示意图。

[0027] 图4为本发明的锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺试验装置中输入传动机构和调节机构的结构示意图。

[0028] 图5为本发明的锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺试验装置中下压机构的结构示意图。

[0029] 图6为本发明的锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺试验装置中穿刺机构的结构示意图。

[0030] 上述图中:

[0031] 1:外部框架;101:底板;102:第一侧板;103:第二侧板;104:承托平板;105:固定孔;106:连接轴承;107:顶板;

[0032] 2:隔膜环境主体单元;201:底座;202:第二载台;203:第一载台;204:舱室;205:安置平台;206:环境槽;207:电解液注入口;208:穿刺孔;209:观察孔;210:承托孔;211:隔离片;212:电解液排出管;213:环形承托板;

[0033] 3:输入传动机构;301:转轴;302:键;303:第一链轮;304:手柄;305:链条;306:第二链轮;307:轴承;

[0034] 4:调节机构;401:固定盘;402:第一滑块;403:移动盘;404:弧形连接杆;405:保护壳;

[0035] 5:下压机构;501:正反转电机;502:第二滑块;503:连接板;504:伸缩杆;505:压板;506:伸缩弹簧;

[0036] 6:穿刺机构;601:气缸;602:连接件;603:力传感;604:穿刺针;

[0037] 7:微型隔膜泵;

[0038] 8:CCD相机。

具体实施方式

[0039] 为能进一步了解本发明的内容、特点及效果,兹例举以下实施例,并配合附图详细说明如下:

[0040] 如图1所示,本发明的实施例提供了一种锂离子电池用聚烯烃隔膜穿刺强度试验装置,主要包括外部框架1、隔膜环境主体单元2、输入传动机构3、调节机构4、下压机构5、穿刺机构6,并配置微型隔膜泵7和CCD相机8。

[0041] 结合图2所示,外部框架1由底板101、第一侧板102、第二侧板103、承托平板104、顶板107构成。底板101一般采用长方形,底板101上表面的两侧分别固定设置第一侧板102和第二侧板103。为了保证结构的稳定性,第一侧板102和第二侧板103采用上窄下宽的构造形式。第一侧板102和第二侧板103之间连接承托平板104和顶板107,承托平板104和顶板107均与底板101平行设置。顶板107位于第一侧板102和第二侧板103顶部,承托平板104与底板101之间的距离小于其与顶板107之间距离。承托平板104的正中心位置开设有一个圆形固定孔105,底板101正对于固定孔105位置处固定连接有连接轴承106。固定孔105和连接轴承106均用于输入传动机构3中转轴301的安装。

[0042] 结合图3所示,隔膜环境主体单元2由下到上依次包括底座201、第二载台202和第一载台203,底座201、第二载台202和第一载台203的横截面均优选为圆形,且三者的直径由下到上依次缩小。第二载台202和第一载台203所构成的“凸”字形整体构造,目的是在节省空间、节约材料的基础上能更好的实现后续传动调节功能。底座201通过螺栓与外部框架1的底板101表面固定连接,保证隔膜环境主体单元2与外部框架1连接稳固性。

[0043] 第一载台203的上表面设置有环境槽206,环境槽206几乎满布于第一载台203的上表面,用于放置隔膜及承装电解液。环境槽206的横截面优选设置为圆形,圆形配套下压机构5能够最大化利用空间,同时也便于加工制造。环境槽206侧面设置有电解液注入口207,用于由外界向环境槽206直接注入电解液。第一载台203在环境槽206之下设置有一个圆形截面的穿刺孔208,穿刺孔208由环境槽206底面中心向下延伸至第一载台203内部,穿刺孔208的深度可以设置为第一载台203高度的1/2左右。穿刺孔208不仅符合GB/T36363-2018中对孔大小的要求,也为穿刺预留出一定的缓冲空间。第一载台203在穿刺孔208之下设置有一个圆形截面的观察孔209,观察孔209与穿刺孔208连通并延伸至第二载台202,并且观察孔209的内径大于穿刺孔208的内径,使视野不会受到阻挡而便于观察。另外,第一载台203外部圆周面固定有一环形承托平板213,环形承托平板213用于承托固定盘401。

[0044] 第二载台202的上表面设置有四个滑槽,四个滑槽在第二载台202表面环向均布且沿径向延伸,用于安装第二滑块502。第二载台202的底部开设有一个舱室204,舱室204由第二载台202中心贯通至前部。舱室204内部设置有安置平台205,安置平台205固定于底座201的中心处,用于定位CCD相机8的位置,能够使CCD相机8对准观察孔209,实现CCD相机8准确地对隔膜穿刺过程进行实时应变采集。第二载台202在观察孔209与舱室204之间设置有承托孔210,承托孔210优选为方形截面,并且嵌装有高纯度硅的隔离片211,隔离片211用于隔离电解液和舱室204。圆形的观察孔209与方形的承托孔210组合,实现在结构简单的情况下,便于隔离片211的固定且不影响观察的效果。第二载台202内部还设置有一电解液排出管212,电解液排出管212与观察孔209的底部连通,并且沿径向单侧贯穿第二载台202。电解液排出管212在第二载台202外部与微型隔膜泵7连接。在穿刺试验完成之后,通过微型隔膜泵7将隔膜环境主体单元2内的电解液,通过电解液排出管212泵出。

[0045] 上述第一载台203中环境槽206的结构设计可以在穿刺试验开始前及时注入电解液、承装电解液和浸没隔膜,保证隔膜处于真实电解液环境中被穿刺,以便模拟电池中锂枝晶穿刺隔膜的状态。穿刺孔208、观察孔209和电解液排出管212的组合设计,实现在不对穿刺设备进行实质改动的情况下,为电解液的及时排除预留空间,减少电解液与空气的接触,保证电解液不发生变质。

[0046] 同时,通过观察孔209和承托孔210的形状组合结构设计,在保证隔膜浸没于真实电解液环境的同时,也能通过CCD相机对隔膜进行实时的观察。而传统穿刺试验只能获得穿刺强度这一个参数,忽略了对穿刺过程中应变的分析。本发明通过整合数字图像相关技术(DIC),可以实时获得穿刺过程中隔膜的应变分布,为隔膜失效分析及工艺检测提供指导。

[0047] 结合图4所示,输入传动机构3主要包括转轴301、键302、第一链轮303、手柄304、链条305、第二链轮306、轴承307。转轴301底部通过连接轴承106与底板101连接,并且上部穿过固定孔105与承托平板104固定连接。转轴301顶部外周安装第一链轮303,第一链轮303通过键302与转轴301固定连接。第一链轮303的上表面固定安装有手柄304,手柄304用于推动第一链轮303以及连接轴301进行转动。第二链轮306与第一链轮303同平面设置,并且通过链条305与第二链轮306传动连接。第二链轮306的直径大于第一链轮303,第一链轮303的转动能够通过链条305带动第二链轮306进行转动。第二链轮306中心安装有轴承307,轴承307通过过盈配合与第一载台203的外圆周面进行连接。

[0048] 结合图4所示,调节机构4包括固定盘401、第一滑块402、移动盘403、弧形连接杆404、保护壳405。固定盘401设置于第二链轮306及其轴承307下方,并且固定在隔膜环境主体单元2的环形承托平板213之上。固定盘401的外径大于第二链轮306安装链条305后的直径,一般设置为与第二载台202外径相同。固定盘401开设有四个滑槽孔,四个滑槽孔在固定盘401环向均布。每个滑槽孔均沿固定盘401的径向延伸,并且包括上部较宽的滑槽部和下部较窄的通孔部;滑槽孔的滑槽部用于安装第一滑块402、通孔部用于穿过正反转电机501的输出轴。显然,固定盘401的滑槽孔与第二载台202的滑槽一一上下对应设置。移动盘403设置在固定盘401上方,并且与第二链轮306固定连接,同时套在轴承307外部能够相对其转动。每个第一滑块402配置有一根弧形连接杆404,弧形连接杆404一端固定在第一滑块402上,另一端固定在移动盘403的外缘处,同时四根弧形连接杆404在平面上构成同一旋转方向。这样,当移动盘403随第二链轮306同步转动时,通过四根弧形连接杆404将旋转运动转

化为四个第一滑块402的同步直线运动;移动盘403随第二链轮306作顺时针旋转运动或者逆时针旋转运动时,四个第一滑块402能够同步地向远离轴承307方向或者同步地向靠近轴承307方向进行直线运动。另外,固定盘401上方还可以设置保护壳405,保护壳405用于将第二链轮306及其轴承307、第二链轮306外部链条305和移动盘403罩设在其中,保障试验安全。而第一载台203的环境槽206由保护壳405顶面露出,便于试验操作。

[0049] 本发明通过调节机构4的结构设计,将弧形连接杆404以轴向为中心的旋转运动转变为第一滑块402沿径向的直线运动,能够实现四个第一滑块402的同时运动和距离旋转中心距离的一致性。

[0050] 每个第一滑块402连接有一个下压机构5。结合图5所示,下压机构5包括正反转电机501、第二滑块502、连接板503、伸缩杆504、压板505、伸缩弹簧506。四个正反转电机501上部的输出轴竖直设置,并且分别与四个第一滑块402进行连接。正反转电机501底部固定连接有第二滑块502,第二滑块502能够在第二载台202的滑槽内进行直线滑动。正反转电机501的输出轴顶端连接有水平设置的连接板503,连接板503沿第一载台203的径向延伸至环境槽206上方。连接板503优选为扇形平板结构,其较窄一端与输出轴固定连接、较宽一端下部通过伸缩杆504连接有压板505。压板505为具有一定宽度的弧形平板结构,用于对隔膜实现压紧,其较小的面积能够使压力作用效果更明显,弧形设计也能更好的与环境槽206形状相配合。伸缩杆504外部套有伸缩弹簧506,伸缩弹簧506上下两端分别抵顶于连接板503和压板505。一方面,四个连接板503随四个第一滑块402能够同时运动并且距离旋转中心距离一致,实现对任意大小隔膜的压紧。另一方面,当连接板503调整到合适位置后,启动正反转电机501能够使其输出轴的向下运动,从而对隔膜进行压紧。伸缩杆504在连接压板505和连接板503的同时,还保证一定的形变,同时伸缩弹簧506为下压提供缓冲作用。

[0051] 结合图6所示,第一载台203的环境槽206正上方设置有穿刺机构6,穿刺机构6包括气缸601、连接件602、力传感603、穿刺针604。气缸601通过连接件602固定安装在外部框架1的顶板107下表面。气缸601底部与力传感603通过螺纹连接,穿刺针604顶端通过螺纹与力传感器603通过螺纹连接。

[0052] 采用输入传动机构3、调节机构4和下压机构5对隔膜压紧,并通过电解液注入口207向第一载台203的环境槽206注入电解液后,启动气缸601向下运动,使穿刺针604下移进行隔膜的穿刺试验。在此过程中,力传感器603记录对隔膜施加的载荷,同时CCD相机8透过隔离片211进行实时的应变采集。穿刺试验结束后,启动微型隔膜泵7,抽出隔膜环境主体单元2内的电解液,以确保每次试验时电解液不发生变质。

[0053] 尽管上面结合附图对本发明的优选实施例进行了描述,但是本发明并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,并不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可以作出很多形式的具体变换,这些均属于本发明的保护范围之内。

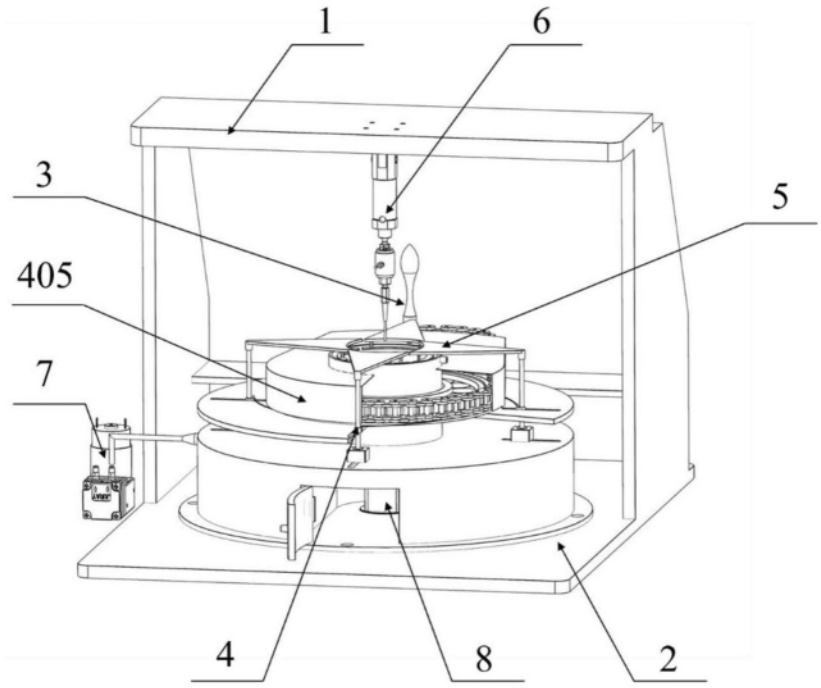


图1

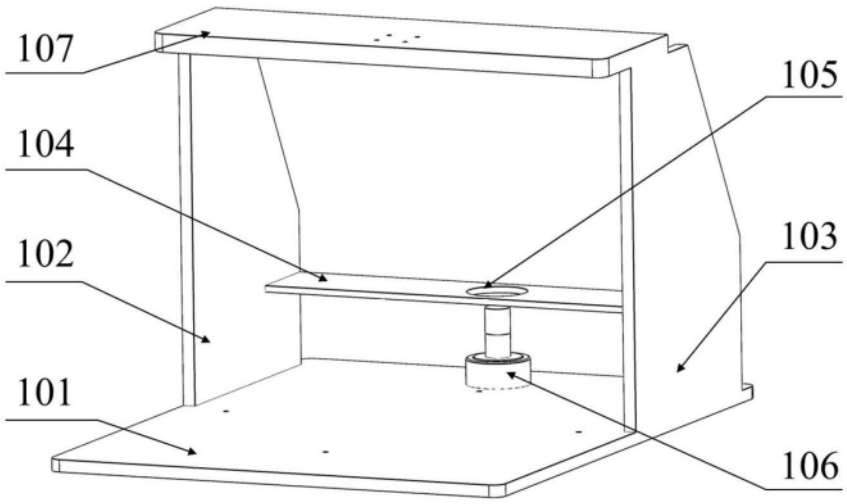


图2

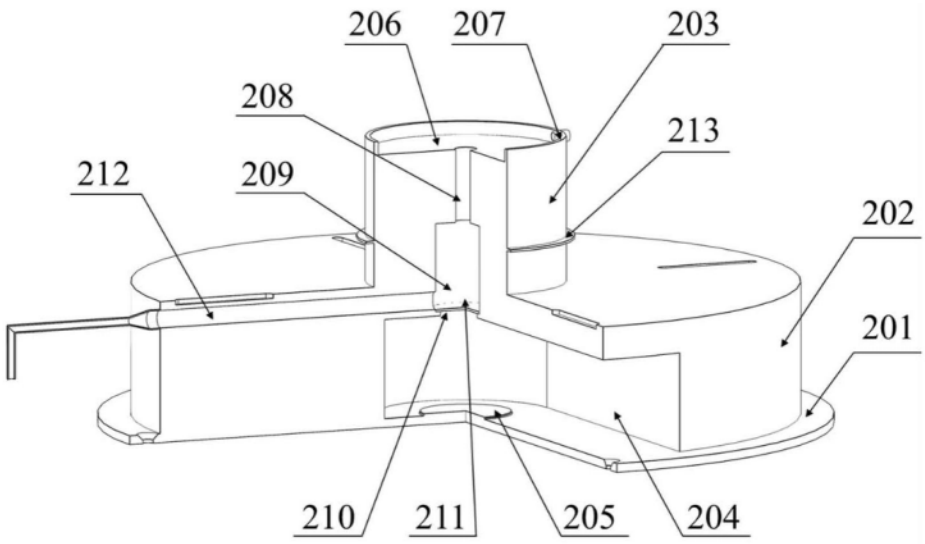

206
207
203
208
213
212
209
202
201
210
211
205
204

图3

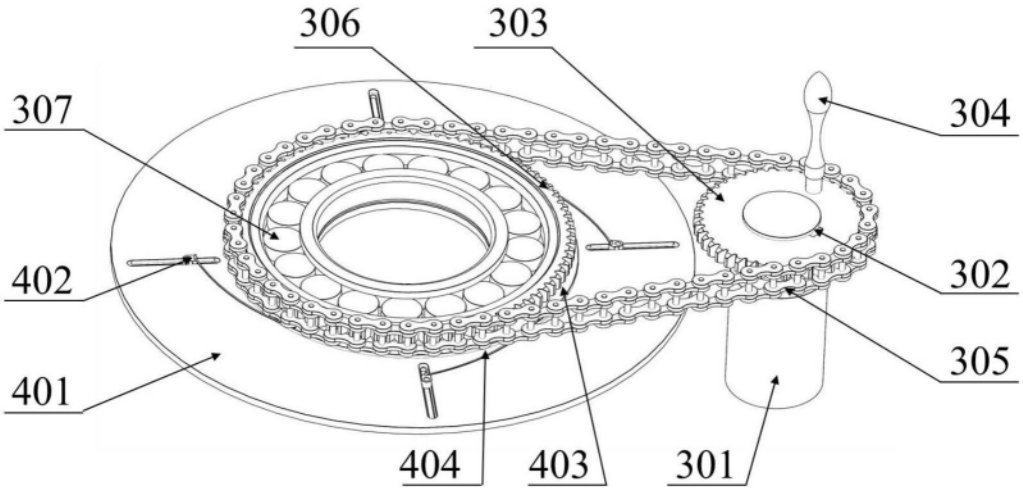

306
303
307
304
402
302
305
401
404
403
301

图4

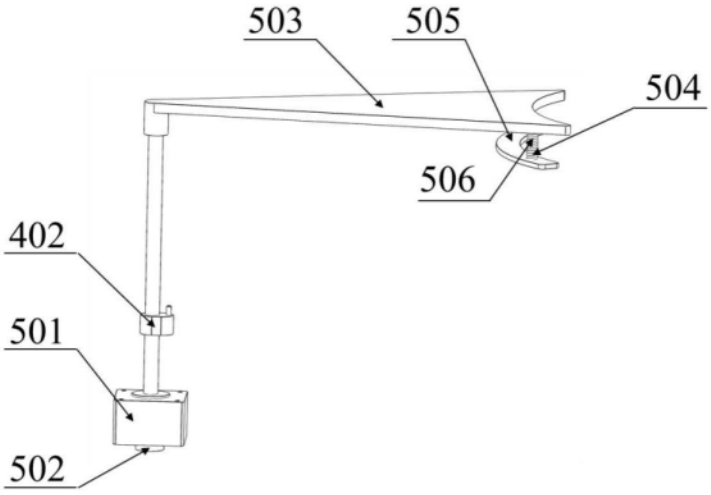


图5

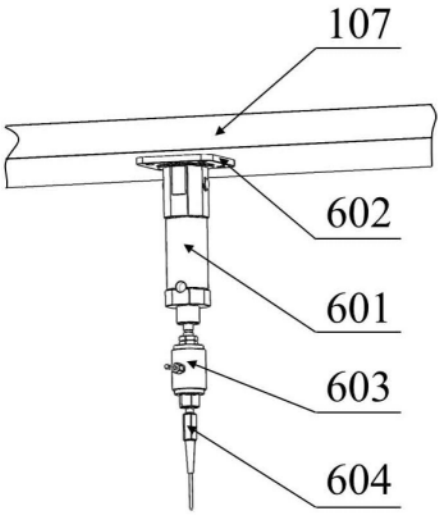


图6