



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107648625 B

(45)授权公告日 2020.01.07

(21)申请号 201710823740.9

(22)申请日 2017.09.13

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107648625 A

(43)申请公布日 2018.02.02

(73)专利权人 浙江大学  
地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 叶建平 赵建江 王志康 吴明光

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公司 33200

代理人 张法高

(51)Int.Cl.

A61L 2/07(2006.01)

A61L 2/24(2006.01)

(56)对比文件

CN 203670134 U,2014.06.25,

CN 104850010 A,2015.08.19,

CN 104083781 A,2014.10.08,

CN 103394106 B,2015.04.08,

CN 205612766 U,2016.10.05,

CN 201768184 U,2011.03.23,

US 2003035753 A1,2003.02.20,

温世波.脉动真空灭菌控制器设计与控制算法研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2016,(第3期),

审查员 苏伟

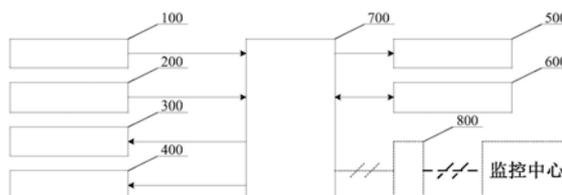
权利要求书4页 说明书10页 附图6页

(54)发明名称

高效高可用的脉动真空灭菌器和方法

(57)摘要

本发明公开一种高效高可用脉动真空灭菌器和方法,灭菌器由外/内锅压力和温度传感器组、外/内锅阀组、真空泵、真空罐阀组和压力传感器、主控模块、通信模块组成。真空罐辅助真空泵抽真空提高了真空度,内锅真空度的阶跃提升有利于空气排出;真空泵的连续工作方式使真空泵效能和可靠性得到提高。灭菌流程中的升温升压工序,采用开关+积分分离的多模分段温控算法,兼顾灭菌效率和品质。检测内锅温度和气压,获空气残留率;残留率超限,灭菌器降级使用,即延长抽真空时间;提高灭菌器的可用性。



1. 一种使用高效高可用脉动真空灭菌器的灭菌方法,所述高效高可用脉动真空灭菌器由外锅压力和温度传感器组(100)、内锅压力和温度传感器组(200)、外锅阀组(300)、内锅阀组(400)、真空泵(500)、真空罐阀组和压力传感器(600)、主控模块(700)、通信模块(800)组成,灭菌器采用内/外锅的双锅体结构,真空罐为密闭罐体,蒸汽发生器提供灭菌器的高压蒸汽;外锅压力和温度传感器组(100)包括外锅压力传感器(110)、外锅温度传感器(120),内锅压力和温度传感器组(200)包括内锅压力传感器(210)、内锅温度传感器(220),外锅阀组(300)包括外锅蒸汽进气比例阀(310)、外锅排气电磁阀(320)、外锅疏水电磁阀(330),内锅阀组(400)包括内锅蒸汽进气比例阀(410)、内锅排气电磁阀(420)、内锅真空电磁阀(430)、内锅空气进气电磁阀(440)和干燥过滤器(441),真空罐阀组和压力传感器(600)包括真空罐进气电磁阀(610)、真空罐真空电磁阀(620)、真空罐压力传感器(630);内锅真空管线经内锅真空电磁阀(430)接真空泵(500),真空罐真空管线经真空罐真空电磁阀(620)接真空泵(500),内锅真空管线的出口经真空罐进气电磁阀(610)、接真空罐真空管线的出口;内锅空气进气电磁阀(440)经干燥过滤器(441)与大气相通;

外锅压力和温度传感器组(100)、内锅压力和温度传感器组(200)、外锅阀组(300)、内锅阀组(400)、真空泵(500)、真空罐阀组和压力传感器(600)与主控模块(700)相连,主控模块(700)经通信模块(800)与监控中心相连;外锅压力传感器(110)、外锅温度传感器(120)、内锅压力传感器(210)、内锅温度传感器(220)分别接入端子AI<sub>110</sub>、AI<sub>120</sub>、AI<sub>210</sub>、AI<sub>220</sub>,外锅蒸汽进气比例阀(310)、外锅排气电磁阀(320)、外锅疏水电磁阀(330)分别接入端子AO<sub>310</sub>、DO<sub>320</sub>、DO<sub>330</sub>,内锅蒸汽进气比例阀(410)、内锅排气电磁阀(420)、内锅真空电磁阀(430)、内锅空气进气电磁阀(440)分别接入端子AO<sub>410</sub>、DO<sub>420</sub>、DO<sub>430</sub>、DO<sub>440</sub>,真空泵(500)的控制端接入端子DO<sub>500</sub>,真空罐进气电磁阀(610)、真空罐真空电磁阀(620)、真空罐压力传感器(630)分别接入端子DO<sub>610</sub>、DO<sub>620</sub>、AI<sub>630</sub>;真空罐压力传感器(630)安装在真空罐内壁;高效高可用脉动真空灭菌器的真空罐辅助真空泵抽真空,参照空气残留率,调整操作参数,判定设备状态,实施多模分段温控;

其特征在于:方法流程包括灭菌方法的初始化流程,灭菌方法的执行流程;

变量说明:

内锅真空度internal pan vacuity,Vacuity\_IP

真空罐真空度vacuityjar vacuity,Vacuity\_VJ

真空度下限vacuitylowerlimit,Vacuity\_LL=101.33-96.33Kpa

真空度上限vacuityupper limit,Vacuity\_UL=101.33Kpa

灭菌压力上限sterilizer pressupper limit,Press\_SUL=220Kpa

灭菌器状态sterilizerstate,State\_sterilizer,0/1/2=正常/降级/故障 初始化=

0

降级真空延时degradevacuitydelay,Delay\_DV=15S

恒温灭菌时间constant temperature sterilizer time,Time\_CTS=5min

故障恒温灭菌延时error constant temperature sterilizer delay,

Delay\_ECTS=5min

温控设定值temperature control set point,Set point\_TC=314

温控量变化上限temperature control change upper limit,Change\_TCUL= $\triangle U$

算法说明:

①真空罐辅助真空泵的脉动循环:

①-1内锅真空电磁阀(430)和真空罐进气电磁阀(610)得电、真空罐真空电磁阀(620)失电,内锅蒸汽进气比例阀(410)关闭

内锅气体由真空泵(500)抽出,向真空罐扩散

如 $Vacuity\_IP \leq Vacuity\_LL$ ,转“①-3”

如 $Vacuity\_IP > Vacuity\_VJ$ ,转“①-1”

①-2内锅真空电磁阀(430)得电、真空罐进气电磁阀(610)和真空罐真空电磁阀(620)失电,内锅蒸汽进气比例阀(410)关闭

内锅气体由真空泵(500)抽出

如 $Vacuity\_IP > Vacuity\_LL$ ,转“①-2”

如 $State\_sterilizer \neq 0$ ,真空泵(500)抽内锅气体延时 $Delay\_DV$

①-3真空罐真空电磁阀(620)得电、内锅真空电磁阀(430)和真空罐进气电磁阀(610)失电,内锅蒸汽进气比例阀(410)全开

真空罐气体由真空泵(500)抽出,蒸汽进入内锅

如 $Vacuity\_IP < Vacuity\_UL$ ,转“①-3”

①-4结束;

②升温升压工序的多模分段温控:

②-1 0~70%升温值时

内锅蒸汽进气比例阀(410)全开,即开关量控制

②-2 70%~95%升温值时

内锅蒸汽进气比例阀(410)的开度 $u(t) = K_P[e(t) + \beta K_I \int e(t) dt]$ ,  $\beta = 0$   $\Delta u = u(t) - u(t-1)$

1)

如 $ABS(\Delta u) > Change\_TCUL$ ,  $ABS(\Delta u) = \Delta U$ 、调 $u(t)$

②-3 95%~100%升温值时

内锅蒸汽进气比例阀(410)的开度 $u(t) = K_P[e(t) + \beta K_I \int e(t) dt]$ ,  $\beta = 1$   $\Delta u = u(t) - u(t-1)$

1)

如 $ABS(\Delta u) > Change\_TCUL$ ,  $ABS(\Delta u) = \Delta U$ 、调 $u(t)$

②-4 100%升温值时

调用“④灭菌器降级和报警流程”

结束;

③高可用恒温灭菌工序的PI温控:

读温控设定值 $Set\_point\_TC$ 、恒温灭菌时间 $Time\_CTS$

内锅蒸汽进气比例阀(410)的开度 $u(t) = K_P[e(t) + K_I \int e(t) dt]$ 持续 $Time\_CTS$

调用“④灭菌器降级和报警流程”

如 $State\_sterilizer = 2$ ,恒温灭菌工序延时 $Delay\_ECTS$

结束;

④灭菌器降级和报警流程:

$Vacuity\_IP < Press\_SUL$ ,转“④-3”

④-1 State\_sterilizer=0时  
State\_sterilizer=1,转“④-3”

④-2 State\_sterilizer=1时  
State\_sterilizer=2,转“④-3”

④-3结束;

灭菌方法的初始化流程:

Vacuity\_LL=101.33-96.33Kpa、Vacuity\_UL=101.33+27Kpa

Press\_SUL=220+5Kpa、State\_sterilizer=0

Set\_point\_TC=314、Change\_TCUL= $\Delta$ U

Delay\_DV=15S、Time\_CTS=5min、Delay\_ECTS=5min

灭菌方法的执行流程:

1、准备工序

2、3次真空罐辅助真空泵的脉动循环

3、升温升压工序的多模分段温控调用“灭菌器降级和报警流程”

4、高可用恒温灭菌工序的PI温控调用“灭菌器降级和报警流程”

5、排气工序

6、干燥工序

7、无菌工序。

2. 根据权利要求1所述的灭菌方法,其特征在于所述的内锅压力传感器(210)以内置信号调理电路的MPX5700AP芯片为核心,MPX5700AP脚2、3分别接地、5V,R<sub>210</sub>、C<sub>210</sub>、端子AI<sub>210</sub>相连,R<sub>210</sub>的另一端接MPX5700AP脚1、C<sub>210</sub>的另一端接地;MPX5700AP的输出信号经R<sub>210</sub>C<sub>210</sub>滤波处理后接端子AI<sub>210</sub>,主控模块(700)AD转换R<sub>210</sub>C<sub>210</sub>滤波处理后的信号;外锅压力传感器(110)、真空罐压力传感器(630),与内锅压力传感器(210)相同,输出信号滤波处理后分别接端子AI<sub>110</sub>、AI<sub>630</sub>。

3. 根据权利要求1所述的灭菌方法,其特征在于所述的内锅温度传感器(220)以脉宽调制PWM输出方波信号的TMP05/06芯片为核心,TMP05/06脚3和4、5分别接地、5V,TMP05/06脚1接端子AI<sub>220</sub>;主控模块(700)的计数器0、1初始化,通过端子AI<sub>220</sub>拉为低电平,然后释放,置高电平;计数器0工作,计时T<sub>H</sub>;通过端子AI<sub>220</sub>再置低电平,计数器1启动,计时T<sub>L</sub>;根据公式得 $t(^{\circ}\text{C})=421-751 \times T_{\text{H}}/T_{\text{L}}$ ;外锅温度传感器(120)、与内锅温度传感器(220)相同,外锅温度传感器(120)的输出信号接端子AI<sub>120</sub>。

4. 根据权利要求1所述的灭菌方法,其特征在于所述的内锅排气电磁阀(420)的驱动模块以220D02交流固态继电器SSR为核心,市电AC的一端与交流固态继电器SSR的交流端1相连,交流固态继电器SSR的交流端2、经内锅排气电磁阀(420)的电磁线圈、与市电AC的另一端相连;交流固态继电器SSR的直流“+”端接24V,交流固态继电器SSR的直流“-”端与三极管Q<sub>420</sub>集电极相连,三极管Q<sub>420</sub>发射极经R<sub>421</sub>接地、三极管Q<sub>420</sub>基极经R<sub>422</sub>接端子DO<sub>420</sub>;内锅真空电磁阀(430)和内锅空气进气电磁阀(440)的驱动模块、外锅排气电磁阀(320)和外锅疏水电磁阀(330)的驱动模块、真空罐进气电磁阀(610)和真空罐真空电磁阀(620)的驱动模块、与内锅排气电磁阀(420)的驱动模块相同,输出信号分别接端子DO<sub>430</sub>、DO<sub>440</sub>,DO<sub>320</sub>、DO<sub>330</sub>,DO<sub>610</sub>、DO<sub>620</sub>;

外锅蒸汽进气比例阀(310)、内锅蒸汽进气比例阀(410)内嵌信号调理模块,分别接入端子A0<sub>310</sub>、A0<sub>410</sub>。

5.根据权利要求1所述的灭菌方法,其特征在于所述的真空泵(500)的驱动模块以220D02交流固态继电器SSR为核心,市电AC的一端与交流固态继电器SSR的交流端1相连,交流固态继电器SSR的交流端2与真空泵(500)电源的一端相连,真空泵(500)电源的另一端接市电AC的另一端;交流固态继电器SSR的直流“+”端接24V,交流固态继电器SSR的直流“-”端与三极管Q<sub>500</sub>集电极相连,三极管Q<sub>500</sub>发射极经R<sub>501</sub>接地、三极管Q<sub>500</sub>基极经R<sub>502</sub>接端子D0<sub>500</sub>。

6.根据权利要求1所述的灭菌方法,其特征在于所述的主控模块(700)以ATmega128芯片为核心,ATmega128脚61、60、59、58、57分别与端子AI<sub>110</sub>、AI<sub>120</sub>、AI<sub>210</sub>、AI<sub>220</sub>、AI<sub>630</sub>相连,ATmega128脚32、8分别与端子A0<sub>310</sub>、A0<sub>410</sub>相连;ATmega128脚35、36、37、38、39、40、41、42分别与端子D0<sub>320</sub>、D0<sub>330</sub>、D0<sub>420</sub>、D0<sub>430</sub>、D0<sub>440</sub>、D0<sub>610</sub>、D0<sub>620</sub>、D0<sub>500</sub>相连;主控模块(700)经通信模块(800)与监控中心相连。

## 高效高可用的脉动真空灭菌器和方法

### 技术领域

[0001] 本发明属医用灭菌器技术范畴。特指真空罐辅助真空泵抽真空,参照空气残留率调整操作参数、判定设备状态,多模分段温控的脉动真空灭菌器和方法。

### 背景技术

[0002] 医疗器械是血液、消化道传播致病微生物--艾滋病病毒(HIV)、乙型肝炎病毒(HBV)、丙型肝炎病毒(HCV)--的传染媒介;灭菌操作中的纰漏瑕疵,定将危及患者和医务人员的健康。随着手足口病、H1N1、H7N9、SARS等烈性病毒的肆虐蔓延,医疗器械灭菌的重要性与日俱增;目前,医用灭菌器无一例外列入了各级医疗单位的标配设备名录。灭菌方法分为物理和化学灭菌两大类;化学灭菌有甲醛、臭氧和环氧乙烷等方法;物理灭菌方法则有过滤、烧灼、微波、红/紫外线、电离辐射、 $\gamma$ 射线、热力等;热力灭菌法又可细分成干/湿热灭菌两个子类,多维度考量现有灭菌方法的经济性、安全性、易用性,效率和灭菌率,热力灭菌法更胜一筹。干/湿热灭菌机理的相同点是借助高温,使微生物蛋白质和酶类发生变性致其死亡;差异处是:干热使微生物蛋白质氧化、变性、碳化、死亡,湿热则通过微生物蛋白质凝固死亡。鉴于湿热灭菌的温度远低于干热,而可靠性和效率远胜于干热;故主流灭菌器非湿热莫属。

[0003] 湿热灭菌法是一种应用最广泛的灭菌方法,悠久的历史可追溯至1880年--世界上第一台蒸汽灭菌器的诞生。百余年的湿热灭菌法历经煮沸、蒸汽、高压蒸汽、巴氏、预真空高压蒸汽、脉动真空高压蒸汽的演变进程。上世纪50年代,仿制生产前苏联外热式手提压力蒸汽灭菌器;70年代,国产压力蒸汽消毒柜问世;80年代初期,国产预真空高压蒸汽灭菌器入市;80年代末期,与美国AMSCO公司合作推出脉动真空高压蒸汽灭菌器。外热式手提压力蒸汽灭菌器类似家用压力锅,安全系数低,灭菌时间长且不彻底,因价位低廉在基层医疗单位仍占一席之地;压力蒸汽消毒柜的蒸汽从上而下注入柜中,冷空气从底部排气孔排出,蒸汽取而代之,灭菌时间较长、效果欠佳,属边缘化产品;预真空高压蒸汽灭菌器将容器一次抽成深度真空,导入蒸汽,灭菌效率和品质得到质的提升,遗憾的是需价格昂贵的特殊真空泵,运维费用不菲,推广前景暗淡。

[0004] 针对预真空灭菌器的缺陷,脉动真空灭菌器另辟蹊径--汲取基于深度抽真空技术的预真空灭菌法精髓,推出多次抽真空技术的脉动真空灭菌法--这是湿热灭菌器领域的重大技术突破。脉动真空法的流程包括准备、脉动真空、升温升压、恒温灭菌、排气、干燥和无菌,共七个工序;除脉动真空工序外的其余六个工序,沿袭继承预真空法;所谓的“重大技术突破”聚焦脉动真空工序展开。脉动真空工序对应预真空法的深度真空工序;深度真空工序中真空泵一次抽真空至(101.33-98.64)Kpa,设备的密封技术难度大,而且存在小装量效应。脉动真空工序中真空泵抽真空至(101.33-(93.31~95.98))Kpa,蒸汽导入灭菌器,压力升至(101.33+27)Kpa(灭菌器一大一小气压进程谓之脉动循环);真空泵再次抽气至低压状态、蒸汽再次导入升压,周而复始,如此反复脉动循环3~5次,脉动真空达到的空气排除率等于、往往优于一次抽真空至2.69Kpa的空气排除率。

[0005] 脉动真空法通过真空泵生成真空,灭菌室内的冷空气因真空泵形成的内外气压差而被抽出;压力蒸汽消毒柜被动地利用重力置换灭菌室内的冷空气,灭菌室死角和待灭菌医疗器械微小空隙内的冷空气极难排尽,阻碍蒸汽的穿透性,影响灭菌效果。脉动真空法通过3~5次的脉动循环,真空度 $\geq 98\%$ ;饱和蒸汽充分接触待灭菌的医疗器械,蒸汽冷凝释放潜热(2.27KJ/g)生成冷凝液液膜,冷凝潜热通过液膜传给医疗器械;液膜具有良好的热传导性,蒸汽加热医疗器械、以及医疗器械所带的微生物,尤其与表面微生物发生水合作用,加速致病微生物的死亡,提升灭菌质量、缩短灭菌时间。

[0006] 脉动真空灭菌器的全球知名企业有:德国MELAG、瑞典GETINGE、意大利JUST、奥地利Bmax、以色列Tuttnaue;灭菌指标达EM13060的B级。国产灭菌器企业有山东新华医疗器械股份有限公司,连云港千樱医疗设备有限公司;前者引进美国技术,后者技术源自日本。灭菌器执行医药标准《小型蒸汽灭菌器自动控制型》(YY 0646-2008),国家标准《大型蒸汽灭菌器技术要求自动控制型》(GB8599-2008)。脉动真空灭菌器由配置密封门的双层高压容器——内/外锅、内/外锅的温度和压力传感器、内/外锅的蒸汽进气比例阀、内/外锅的排气电磁阀、内锅的真空电磁阀和真空泵、内锅的干燥进气电磁阀和过滤器,灭菌器控制器组成。脉动真空灭菌器灭菌率高,易用可靠,代表灭菌器行业的最新科技成果;但使用中也逐渐暴露出亟待改进的两大缺陷:灭菌器的处理量(效率)差强人意,设备的可用性广受垢病。

[0007] 现以3次脉动循环的灭菌器为例,论述上述缺陷的渐进创新解决方案。提高灭菌器效率的两举措:立足现有灭菌器结构,增设真空罐、辅助真空泵抽真空;剖析灭菌流程特点,实施多模分段温控。提升灭菌器可用性的两举措:基于空气残留率,调整操作参数转降级运行和预警;综合灭菌器设备状态和空气残留率,实施操作参数二次调整(延长灭菌时间)和报警。解决方案论述如下:

[0008] 在脉动真空灭菌器基础上增设真空罐,真空罐的气路一分二:一路经真空罐的真空电磁阀至真空泵入口,另一路经真空罐的进气电磁阀至内锅的真空管线。非内锅抽真空流程时:内锅的真空电磁阀和真空罐的进气电磁阀失电,真空罐的真空电磁阀得电,真空泵对真空罐抽真空。内锅抽真空流程时:真空罐的真空电磁阀失电,真空罐的进气电磁阀和内锅的真空电磁阀得电,内锅气体的一路经内锅的真空电磁阀由真空泵抽出,另一路经真空罐的进气电磁阀向真空罐扩散;当内锅气压 $\leq$ 真空罐气压时,真空罐的进气电磁阀失电,真空泵抽内锅气体。升温升压和恒温灭菌工序:被控对象是内锅温度,属经典的夹套加热二阶模型控制,技术成熟;剖析升温升压工序,提出0~70%升温值、开关量控制,70%~95%升温值、P控制,95%~100%升温值、PI控制。根据内锅的温度和气压,获取空气残留率;若空气残留率超限,灭菌器降级使用——增加内锅抽真空的时间,进入降级状态和预警。降级状态下灭菌器,根据内锅的温度和气压,获取空气残留率;若空气残留率再超限,延长灭菌时间和报警。脉动真空灭菌器较有代表性的知识产权成果综述如下:

[0009] • 发明专利“一种脉动真空压力蒸汽灭菌器”(ZL201410767708.X),提出夹套和内室分别由蒸汽发生装置提供蒸汽,使进入内室的蒸汽速度快,减短灭菌器的工作时间;夹套压力处于稳定的状态,蒸汽温度也保持稳定。

[0010] • 发明专利“一种基于模糊控制的脉动真空灭菌器的智能控制方法”(申请号201510121673.7),提出传统PID基础上,引入增益调整型模糊推理机,对脉动真空灭菌器温度控制。

[0011] • 发明专利“脉动真空灭菌器固态并行加热装置”(ZL201210151922.3),提出灭菌器固态并行加热装置,汽化器的加热元件和换热元件平行排列,有效增加了换热面积,加热稳定、热交换迅速。

[0012] 上述有益探索,有一定的参考价值,但探索成果仍存在局限。因此,有必要立足现有研究成果、在提高灭菌器效率和可用性上作深入的研究。

## 发明内容

[0013] 本发明的目的是克服现有技术的不足,提供一种高效高可用的脉动真空灭菌器和方法。

[0014] 高效高可用脉动真空灭菌器由外锅压力和温度传感器组、内锅压力和温度传感器组、外锅阀组、内锅阀组、真空泵、真空罐阀组和压力传感器、主控模块、通信模块组成,灭菌器采用内/外锅的双锅体结构,真空罐为密闭罐体,蒸汽发生器提供灭菌器的高压蒸汽;外锅压力和温度传感器组包括外锅压力传感器、外锅温度传感器,内锅压力和温度传感器组包括内锅压力传感器、内锅温度传感器,外锅阀组包括外锅蒸汽进气比例阀、外锅排气电磁阀、外锅疏水电磁阀,内锅阀组包括内锅蒸汽进气比例阀、内锅排气电磁阀、内锅真空电磁阀、内锅空气进气电磁阀和干燥过滤器,真空罐阀组和压力传感器包括真空罐进气电磁阀、真空罐真空电磁阀、真空罐压力传感器;内锅真空管线经内锅真空电磁阀接真空泵,真空罐真空管线经真空罐真空电磁阀接真空泵,内锅真空管线的出口经真空罐进气电磁阀、接真空罐真空管线的出口;内锅空气进气电磁阀经干燥过滤器与大气相通;

[0015] 外锅压力和温度传感器组、内锅压力和温度传感器组、外锅阀组、内锅阀组、真空泵、真空罐阀组和压力传感器与主控模块相连,主控模块经通信模块与监控中心相连;外锅压力传感器、外锅温度传感器、内锅压力传感器、内锅温度传感器分别接入端子AI<sub>110</sub>、AI<sub>120</sub>、AI<sub>210</sub>、AI<sub>220</sub>,外锅蒸汽进气比例阀、外锅排气电磁阀、外锅疏水电磁阀分别接入端子AO<sub>310</sub>、DO<sub>320</sub>、DO<sub>330</sub>,内锅蒸汽进气比例阀、内锅排气电磁阀、内锅真空电磁阀、内锅空气进气电磁阀分别接入端子AO<sub>410</sub>、DO<sub>420</sub>、DO<sub>430</sub>、DO<sub>440</sub>,真空泵的控制端接入端子DO<sub>500</sub>,真空罐进气电磁阀、真空罐真空电磁阀、真空罐压力传感器分别接入端子DO<sub>610</sub>、DO<sub>620</sub>、AI<sub>630</sub>;真空罐压力传感器安装在真空罐内壁;高效高可用脉动真空灭菌器的真空罐辅助真空泵抽真空,参照空气残留率—调整操作参数、判定设备状态,实施多模分段温控。

[0016] 所述的内锅压力传感器以内置信号调理电路的MPX5700AP芯片为核心,MPX5700AP脚2、3分别接地、5V,R<sub>210</sub>、C<sub>210</sub>、端子AI<sub>210</sub>相连,R<sub>210</sub>的另一端接MPX5700AP脚1、C<sub>210</sub>的另一端接地;MPX5700AP的输出信号经R<sub>210</sub>C<sub>210</sub>滤波处理后接端子AI<sub>210</sub>,主控模块AD转换R<sub>210</sub>C<sub>210</sub>滤波处理后的信号;外锅压力传感器、真空罐压力传感器,与内锅压力传感器相同,输出信号滤波处理后分别接端子AI<sub>110</sub>、AI<sub>630</sub>。

[0017] 所述的内锅温度传感器以脉宽调制PWM输出方波信号的TMP05/06芯片为核心,TMP05/06脚3和4、5分别接地、5V,TMP05/06脚1接端子AI<sub>220</sub>;主控模块的计数器0、1初始化,通过端子AI<sub>220</sub>拉为低电平、然后释放,置高电平;计数器0工作、计时T<sub>H</sub>;通过端子AI<sub>220</sub>再置低电平,计数器1启动,计时T<sub>L</sub>;根据公式得 $t(^{\circ}\text{C}) = 421 - 751 \times T_H/T_L$ ;外锅温度传感器、与内锅温度传感器相同,外锅温度传感器的输出信号接端子AI<sub>120</sub>。

[0018] 所述的内锅排气电磁阀的驱动模块以220D02交流固态继电器SSR为核心,市电AC

的一端与交流固态继电器SSR的交流端1相连,交流固态继电器SSR的交流端2、经内锅排气电磁阀的电磁线圈、与市电AC的另一端相连;交流固态继电器SSR的直流“+”端接24V,交流固态继电器SSR的直流“-”端与三极管Q<sub>420</sub>集电极相连,三极管Q<sub>420</sub>发射极经R<sub>421</sub>接地、三极管Q<sub>420</sub>基极经R<sub>422</sub>接端子DO<sub>420</sub>;内锅真空电磁阀和内锅空气进气电磁阀的驱动模块、外锅排气电磁阀和外锅疏水电磁的驱动模块、真空罐进气电磁阀和真空罐真空电磁阀的驱动模块、与内锅排气电磁阀的驱动模块相同,输出信号分别接端子DO<sub>430</sub>、DO<sub>440</sub>、DO<sub>320</sub>、DO<sub>330</sub>、DO<sub>610</sub>、DO<sub>620</sub>;

[0019] 外锅蒸汽进气比例阀、内锅蒸汽进气比例阀内嵌信号调理模块,分别接入端子AO<sub>310</sub>、AO<sub>410</sub>。

[0020] 所述的真空泵的驱动模块以220D02交流固态继电器SSR为核心,市电AC的一端与交流固态继电器SSR的交流端1相连,交流固态继电器SSR的交流端2与真空泵电源的一端相连,真空泵电源的另一端接市电AC的另一端;交流固态继电器SSR的直流“+”端接24V,交流固态继电器SSR的直流“-”端与三极管Q<sub>500</sub>集电极相连,三极管Q<sub>500</sub>发射极经R<sub>501</sub>接地、三极管Q<sub>500</sub>基极经R<sub>502</sub>接端子DO<sub>500</sub>。

[0021] 所述的主控模块以ATmega128芯片为核心,ATmega128脚61、60、59、58、57分别与端子AI<sub>110</sub>、AI<sub>120</sub>、AI<sub>210</sub>、AI<sub>220</sub>、AI<sub>630</sub>相连,ATmega128脚32、8分别与端子AO<sub>310</sub>、AO<sub>410</sub>相连;ATmega128脚35、36、37、38、39、40、41、42分别与端子DO<sub>320</sub>、DO<sub>330</sub>、DO<sub>420</sub>、DO<sub>430</sub>、DO<sub>440</sub>、DO<sub>610</sub>、DO<sub>620</sub>、DO<sub>500</sub>相连;主控模块经通信模块与监控中心相连。

[0022] 所述的主控模块以ATmega128芯片为核心,ATmega128脚61、60、59、58、57分别与端子AI<sub>110</sub>、AI<sub>120</sub>、AI<sub>210</sub>、AI<sub>220</sub>、AI<sub>630</sub>相连,ATmega128脚32、8分别与端子AO<sub>310</sub>、AO<sub>410</sub>相连;ATmega128脚35、36、37、38、39、40、41、42分别与端子DO<sub>320</sub>、DO<sub>330</sub>、DO<sub>420</sub>、DO<sub>430</sub>、DO<sub>440</sub>、DO<sub>610</sub>、DO<sub>620</sub>、DO<sub>500</sub>相连;主控模块经通信模块与监控中心相连。

[0023] 所述高效高可用脉动真空灭菌器的灭菌方法,其特征在于:方法流程包括灭菌方法的初始化流程,灭菌方法的执行流程;

[0024] 变量说明

[0025] 内锅真空度internal pan vacuity,Vacuity\_IP

[0026] 真空罐真空度vacuityjar vacuity,Vacuity\_VJ

[0027] 真空度下限vacuitylowerlimit,Vacuity\_LL=101.33-96.33Kpa

[0028] 真空度上限vacuityupper limit,Vacuity\_UL=101.33Kpa

[0029] 灭菌压力上限sterilizer pressupper limit,Press\_SUL=220Kpa

[0030] 灭菌器状态sterilizerstate,State\_sterilizer,0/1/2=正常/降级/故障初始化=0

[0031] 降级真空延时degradevacuitydelay,Delay\_DV=15S

[0032] 恒温灭菌时间constant temperature sterilizer time,Time\_CTS=5min

[0033] 故障恒温灭菌延时error constant temperature sterilizer delay,

[0034] Delay\_ECTS=5min

[0035] 温控设定值temperature control set point,Set point\_TC=314

[0036] 温控量变化上限temperature control change upper limit,Change\_TCUL= $\triangle U$

[0037] 算法说明:

- [0038] ①真空罐辅助真空泵的脉动循环：
- [0039] ①-1内锅真空电磁阀和真空罐进气电磁阀得电、真空罐真空电磁阀失电，内锅蒸汽进气比例阀关闭
- [0040] 内锅气体由真空泵抽出，向真空罐扩散
- [0041] 如Vacuity\_IP $\leq$ Vacuity\_LL，转“①-3”
- [0042] 如Vacuity\_IP $>$ Vacuity\_VJ，转“①-1”
- [0043] ①-2内锅真空电磁阀得电、真空罐进气电磁阀和真空罐真空电磁阀失电，内锅蒸汽进气比例阀关闭
- [0044] 内锅气体由真空泵抽出
- [0045] 如Vacuity\_IP $>$ Vacuity\_LL，转“①-2”
- [0046] 如State\_sterilizer $\neq$ 0，真空泵抽内锅气体延时Delay\_DV
- [0047] ①-3真空罐真空电磁阀得电、内锅真空电磁阀和真空罐进气电磁阀失电，内锅蒸汽进气比例阀全开
- [0048] 真空罐气体由真空泵抽出，蒸汽进入内锅
- [0049] 如Vacuity\_IP $<$ Vacuity\_UL，转“①-3”
- [0050] ①-4结束；
- [0051] ②升温升压工序的多模分段温控：
- [0052] ②-1 0~70%升温值时
- [0053] 内锅蒸汽进气比例阀全开，即开关量控制
- [0054] ②-2 70%~95%升温值时
- [0055] 内锅蒸汽进气比例阀的开度 $u(t) = K_P[e(t) + \beta K_I \int e(t) dt]$ ， $\beta \equiv 0 \Delta u = u(t) - u(t-1)$
- [0056] 如ABS( $\Delta u$ ) $>$ Change\_TCUL，ABS( $\Delta u$ ) =  $\Delta U$ 、调 $u(t)$
- [0057] ②-3 95%~100%升温值时
- [0058] 内锅蒸汽进气比例阀的开度 $u(t) = K_P[e(t) + \beta K_I \int e(t) dt]$ ， $\beta \equiv 1 \Delta u = u(t) - u(t-1)$
- [0059] 如ABS( $\Delta u$ ) $>$ Change\_TCUL，ABS( $\Delta u$ ) =  $\Delta U$ 、调 $u(t)$
- [0060] ②-4 100%升温值时
- [0061] 调用“④灭菌器降级和报警流程”
- [0062] 结束；
- [0063] ③高可用恒温灭菌工序的PI温控：
- [0064] 读温控设定值Set\_point\_TC、恒温灭菌时间Time\_CTS
- [0065] 内锅蒸汽进气比例阀的开度 $u(t) = K_P[e(t) + K_I \int e(t) dt]$ 持续Time\_CTS
- [0066] 调用“④灭菌器降级和报警流程”
- [0067] 如State\_sterilizer=2，恒温灭菌工序延时Delay\_ECTS
- [0068] 结束；
- [0069] ④灭菌器降级和报警流程：
- [0070] Vacuity\_IP $<$ Press\_SUL，转“④-3”
- [0071] ④-1 State\_sterilizer=0时

- [0072] State\_sterilizer=1,转“④-3”
- [0073] ④-2 State\_sterilizer=1时
- [0074] State\_sterilizer=2,转“④-3”
- [0075] ④-3结束;
- [0076] 灭菌方法的初始化流程:
- [0077] Vacuity\_LL=101.33-96.33Kpa、Vacuity\_UL=101.33+27Kpa
- [0078] Press\_SUL=220+5Kpa、State\_sterilizer=0
- [0079] Set\_point\_TC=314、Change\_TCUL=∠U
- [0080] Delay\_DV=15S、Time\_CTS=5min、Delay\_ECTS=5min
- [0081] 灭菌方法的执行流程:
- [0082] 1、准备工序
- [0083] 2、3次真空罐辅助真空泵的脉动循环
- [0084] 3、升温升压工序的多模分段温控调用“灭菌器降级和报警流程”
- [0085] 4、高可用恒温灭菌工序的PI温控调用“灭菌器降级和报警流程”
- [0086] 5、排气工序
- [0087] 6、干燥工序
- [0088] 7、无菌工序。
- [0089] 本发明与背景技术相比,具有的有益效果是:
- [0090] 真空罐辅助真空泵抽真空,抽真空效率倍增,提高了真空度;真空度的阶跃提升有利于空气排出,亦是保证灭菌质量、可用性的举措;真空泵的连续工作方式使真空泵效能和可靠性得到提高。升温升压工序采用开关+积分分离的多模分段温控算法,兼顾灭菌效率和品质。检测内锅温度和气压,获空气残留率;残留率超限,灭菌器降级使用——延长真空工序时间,提高了灭菌器的可用性。

### 附图说明

- [0091] 图1(a)是高效高可用脉动真空灭菌器的原理框图;
- [0092] 图1(b)是传统脉动真空灭菌器的管路图;
- [0093] 图1(c)是高效高可用脉动真空灭菌器的管路简图;
- [0094] 图2是内锅压力传感器的电路图;
- [0095] 图3是内锅温度传感器的电路图;
- [0096] 图4是内锅排气电磁阀驱动模块的电路图;
- [0097] 图5是真空泵驱动模块的电路图;
- [0098] 图6是主控模块的电路图;
- [0099] 图7(a)是高效高可用脉动真空灭菌方法流程图;
- [0100] 图7(b)是灭菌方法的初始化流程图;
- [0101] 图7(c)是灭菌方法的执行流程图。

### 具体实施方式

- [0102] 如图1(a)、图1(b)、图1(c)所示,高效高可用脉动真空灭菌器由外锅压力和温度传

传感器组100、内锅压力和温度传感器组200、外锅阀组300、内锅阀组400、真空泵500、真空罐阀组和压力传感器600、主控模块700、通信模块800组成,灭菌器采用内/外锅的双锅体结构,真空罐为密闭罐体,蒸汽发生器提供灭菌器的高压蒸汽;外锅压力和温度传感器组100包括外锅压力传感器110、外锅温度传感器120,内锅压力和温度传感器组200包括内锅压力传感器210、内锅温度传感器220,外锅阀组300包括外锅蒸汽进气比例阀310、外锅排气电磁阀320、外锅疏水电磁阀330,内锅阀组400包括内锅蒸汽进气比例阀410、内锅排气电磁阀420、内锅真空电磁阀430、内锅空气进气电磁阀440和干燥过滤器441,真空罐阀组和压力传感器600包括真空罐进气电磁阀610、真空罐真空电磁阀620、真空罐压力传感器630;内锅真空管线经内锅真空电磁阀430接真空泵500,真空罐真空管线经真空罐真空电磁阀620接真空泵500,内锅真空管线的出口经真空罐进气电磁阀610、接真空罐真空管线的出口;内锅空气进气电磁阀440经干燥过滤器441与大气相通;

[0103] 外锅压力和温度传感器组100、内锅压力和温度传感器组200、外锅阀组300、内锅阀组400、真空泵500、真空罐阀组和压力传感器600与主控模块700相连,主控模块700经通信模块800与监控中心相连;外锅压力传感器110、外锅温度传感器120、内锅压力传感器210、内锅温度传感器220分别接入端子AI<sub>110</sub>、AI<sub>120</sub>、AI<sub>210</sub>、AI<sub>220</sub>,外锅蒸汽进气比例阀310、外锅排气电磁阀320、外锅疏水电磁阀330分别接入端子AO<sub>310</sub>、DO<sub>320</sub>、DO<sub>330</sub>,内锅蒸汽进气比例阀410、内锅排气电磁阀420、内锅真空电磁阀430、内锅空气进气电磁阀440分别接入端子AO<sub>410</sub>、DO<sub>420</sub>、DO<sub>430</sub>、DO<sub>440</sub>,真空泵500的控制端接入端子DO<sub>500</sub>,真空罐进气电磁阀610、真空罐真空电磁阀620、真空罐压力传感器630分别接入端子DO<sub>610</sub>、DO<sub>620</sub>、AI<sub>630</sub>;真空罐压力传感器630安装在真空罐内壁;高效高可用脉动真空灭菌器的真空罐辅助真空泵抽真空,参照空气残留率—调整操作参数、判定设备状态,实施多模分段温控。

[0104] 说明1:考虑表述的完整性,简述传统脉动真空灭菌器的组成。高效高可用脉动真空灭菌器增设真空罐、真空罐阀组和压力传感器,辅助真空泵对内锅抽真空;根据内锅的温度和气压、获空气残留率,调整操作参数、判定设备状态;实施多模分段温控。鉴于表述简洁性,高效高可用脉动真空灭菌器与传统脉动真空灭菌器的相同部分,以及通信模块、监控中心,均属公知知识范畴;文中只提及不展开,图1(c)仅呈现传统脉动真空灭菌器上新增的管路图。

[0105] 如图2所示,内锅压力传感器210以内置信号调理电路的MPX5700AP芯片为核心,MPX5700AP脚2、3分别接地、5V,R<sub>210</sub>、C<sub>210</sub>、端子AI<sub>210</sub>相连,R<sub>210</sub>的另一端接MPX5700AP脚1、C<sub>210</sub>的另一端接地;MPX5700AP的输出信号经R<sub>210</sub>C<sub>210</sub>滤波处理后接端子AI<sub>210</sub>,主控模块700AD转换R<sub>210</sub>C<sub>210</sub>滤波处理后的信号;外锅压力传感器110、真空罐压力传感器630,与内锅压力传感器210类同,输出信号滤波处理后分别接端子AI<sub>110</sub>、AI<sub>630</sub>。

[0106] 如图3所示,内锅温度传感器220以脉宽调制PWM输出方波信号的TMP05/06芯片为核心,TMP05/06脚3和4、5分别接地、5V,TMP05/06脚1接端子AI<sub>220</sub>;主控模块700的计数器0、1初始化,通过端子AI<sub>220</sub>拉为低电平、然后释放,置高电平;计数器0工作、计时T<sub>H</sub>;通过端子AI<sub>220</sub>再置低电平,计数器1启动,计时T<sub>L</sub>;根据公式得 $t(^{\circ}\text{C}) = 421 - 751 \times T_{\text{H}}/T_{\text{L}}$ ;外锅温度传感器120与内锅温度传感器220类同,外锅温度传感器120的输出信号接端子AI<sub>120</sub>。

[0107] 如图4所示,内锅排气电磁阀420的驱动模块以220D02交流固态继电器SSR为核心,市电AC的一端与交流固态继电器SSR的交流端1相连,交流固态继电器SSR的交流端2、经内

锅排气电磁阀420的电磁线圈、与市电AC的另一端相连;交流固态继电器SSR的直流“+”端接24V,交流固态继电器SSR的直流“-”端与三极管Q<sub>420</sub>集电极相连,三极管Q<sub>420</sub>发射极经R<sub>421</sub>接地、三极管Q<sub>420</sub>基极经R<sub>422</sub>接端子DO<sub>420</sub>;内锅真空电磁阀430和内锅空气进气电磁阀440的驱动模块、外锅排气电磁阀320和外锅疏水电磁阀330的驱动模块、真空罐进气电磁阀610和真空罐真空电磁阀620的驱动模块、与内锅排气电磁阀420的驱动模块类同,输出信号分别接端子DO<sub>430</sub>、DO<sub>440</sub>,DO<sub>320</sub>、DO<sub>330</sub>,DO<sub>610</sub>、DO<sub>620</sub>;

[0108] 外锅蒸汽进气比例阀310、内锅蒸汽进气比例阀410内嵌信号调理模块,分别接入端子AO<sub>310</sub>、AO<sub>410</sub>。

[0109] 如图5所示,真空泵500的驱动模块以220D02交流固态继电器SSR为核心,市电AC的一端与交流固态继电器SSR的交流端1相连,交流固态继电器SSR的交流端2与真空泵500电源的一端相连,真空泵500电源的另一端接市电AC的另一端;交流固态继电器SSR的直流“+”端接24V,交流固态继电器SSR的直流“-”端与三极管Q<sub>500</sub>集电极相连,三极管Q<sub>500</sub>发射极经R<sub>501</sub>接地、三极管Q<sub>500</sub>基极经R<sub>502</sub>接端子DO<sub>500</sub>。

[0110] 说明2:出于易记易读考量,文中电磁阀均为常闭型,即失电闭合(断)、得电开启(断);从安全和节能考量,“常闭型”往往非最佳选择。

[0111] 如图6所示,主控模块700以ATmega128芯片为核心,ATmega128脚61、60、59、58、57分别与端子AI<sub>110</sub>、AI<sub>120</sub>、AI<sub>210</sub>、AI<sub>220</sub>、AI<sub>630</sub>相连,ATmega128脚32、8分别与端子AO<sub>310</sub>、AO<sub>410</sub>相连;ATmega128脚35、36、37、38、39、40、41、42分别与端子DO<sub>320</sub>、DO<sub>330</sub>、DO<sub>420</sub>、DO<sub>430</sub>、DO<sub>440</sub>、DO<sub>610</sub>、DO<sub>620</sub>、DO<sub>500</sub>相连;主控模块700经通信模块800、与监控中心相连。

[0112] 说明3:源由论述层次的考量,引入虚拟端子AI<sub>xxx</sub>、AO<sub>yyy</sub>、和DO<sub>zzz</sub>。以端子AI<sub>210</sub>为例:内锅压力传感器MPX5700AP脚1、输出信号经R<sub>210</sub>C<sub>210</sub>滤波后接端子AI<sub>210</sub>,主控模块ATmega128脚59接端子AI<sub>210</sub>;等价于MPX5700AP脚1与ATmega128脚59相连。虚拟端子的命名规则:首字母A(analog)、D(digital);第2字母I(input)、O(output);第3、4、5下标序号=设备序号;信号的输入/出,参照主控模块的MCU。仍以端子AI<sub>210</sub>为例:设备序号是210,即内锅压力传感器;A=模拟量;I=输入至MCU。

[0113] 如图7(a)、图7(b)、图7(c)所示,高效高可用脉动真空灭菌方法流程包括灭菌方法的初始化流程,灭菌方法的执行流程;

[0114] 变量说明

[0115] 内锅真空度internal pan vacuity,Vacuity\_IP

[0116] 真空罐真空度vacuityjar vacuity,Vacuity\_VJ

[0117] 真空度下限vacuitylowerlimit,Vacuity\_LL=101.33-96.33Kpa

[0118] 真空度上限vacuityupper limit,Vacuity\_UL=101.33Kpa

[0119] 灭菌压力上限sterilizer pressupper limit,Press\_SUL=220Kpa

[0120] 灭菌器状态sterilizerstate,State\_sterilizer,0/1/2=正常/降级/故障初始化=0

[0121] 降级真空延时degradevacuitydelay,Delay\_DV=15S

[0122] 恒温灭菌时间constant temperature sterilizer time,Time\_CTS=5min

[0123] 故障恒温灭菌延时error constant temperature sterilizer delay,

[0124] Delay\_ECTS=5min

- [0125] 温控设定值temperature control set point,Set point\_TC=314
- [0126] 温控量变化上限temperature control change upper limit,Change\_TCUL= $\Delta U$
- [0127] 算法说明:
- [0128] ①真空罐辅助真空泵的脉动循环(开关量压力控制):
- [0129] ①-1内锅真空电磁阀430和真空罐进气电磁阀610得电、真空罐真空电磁阀620失电,内锅蒸汽进气比例阀410关闭
- [0130] 内锅气体由真空泵500抽出,向真空罐扩散
- [0131] 如Vacuity\_IP $\leq$ Vacuity\_LL,转“①-3”
- [0132] 如Vacuity\_IP $>$ Vacuity\_VJ,转“①-1”
- [0133] ①-2内锅真空电磁阀430得电、真空罐进气电磁阀610和真空罐真空电磁阀620失电,内锅蒸汽进气比例阀410关闭
- [0134] 内锅气体由真空泵500抽出
- [0135] 如Vacuity\_IP $>$ Vacuity\_LL,转“①-2”
- [0136] 如State\_sterilizer $\neq$ 0,真空泵500抽内锅气体延时Delay\_DV
- [0137] ①-3真空罐真空电磁阀620得电、内锅真空电磁阀430和真空罐进气电磁阀610失电,内锅蒸汽进气比例阀410全开
- [0138] 真空罐气体由真空泵500抽出,蒸汽进入内锅
- [0139] 如Vacuity\_IP $<$ Vacuity\_UL,转“①-3”
- [0140] ①-4结束;
- [0141] ②升温升压工序的多模分段温控:
- [0142] ②-1 0~70%升温值时
- [0143] 内锅蒸汽进气比例阀410全开,即开关量控制
- [0144] ②-2 70%~95%升温值时
- [0145] 内锅蒸汽进气比例阀410的开度 $u(t) = K_P[e(t) + BK_I \int e(t) dt]$ , $\beta \equiv 0 \Delta u = u(t) - u(t-1)$
- [0146] 如ABS( $\Delta u$ ) $>$ Change\_TCUL,ABS( $\Delta u$ )= $\Delta U$ 、调 $u(t)$
- [0147] ②-3 95%~100%升温值时
- [0148] 内锅蒸汽进气比例阀410的开度 $u(t) = K_P[e(t) + BK_I \int e(t) dt]$ , $\beta \equiv 1 \Delta u = u(t) - u(t-1)$
- [0149] 如ABS( $\Delta u$ ) $>$ Change\_TCUL,ABS( $\Delta u$ )= $\Delta U$ 、调 $u(t)$
- [0150] ②-4 100%升温值时
- [0151] 调用“④灭菌器降级和报警流程”
- [0152] 结束;
- [0153] ③高可用恒温灭菌工序的PI温控:
- [0154] 读温控设定值Set point\_TC、恒温灭菌时间Time\_CTS
- [0155] 内锅蒸汽进气比例阀(410)的开度 $u(t) = K_P[e(t) + K_I \int e(t) dt]$ 持续Time\_CTS
- [0156] 调用“④灭菌器降级和报警流程”
- [0157] 如State\_sterilizer=2,恒温灭菌工序延时Delay\_ECTS
- [0158] 结束;

- [0159] ④灭菌器降级和报警流程(升温升压和恒温灭菌工序结束时):
- [0160] Vacuity\_IP<Press\_SUL,转“④-3”
- [0161] ④-1State\_sterilizer=0时
- [0162] State\_sterilizer=1,转“④-3”
- [0163] ④-2State\_sterilizer=1时
- [0164] State\_sterilizer=2,转“④-3”
- [0165] ④-3结束;
- [0166] 灭菌方法的初始化流程:
- [0167] Vacuity\_LL=101.33-96.33Kpa、Vacuity\_UL=101.33+27Kpa
- [0168] Press\_SUL=220+5Kpa、State\_sterilizer=0
- [0169] Set point\_TC=314、Change\_TCUL= $\sphericalangle$ U
- [0170] Delay\_DV=15S、Time\_CTS=5min、Delay\_ECTS=5min
- [0171] 灭菌方法的执行流程:
- [0172] 1、准备工序
- [0173] 2、3次真空罐辅助真空泵的脉动循环
- [0174] 3、升温升压工序的多模分段温控调用“灭菌器降级和报警流程”
- [0175] 4、高可用恒温灭菌工序的PI温控调用“灭菌器降级和报警流程”
- [0176] 5、排气工序
- [0177] 6、干燥工序(真空罐辅助真空泵抽真空)
- [0178] 7、无菌工序。
- [0179] 说明4:不失一般性,本文以3次脉动循环的灭菌器,121℃和134℃两种标准灭菌温度中取后者为例,展开讨论。
- [0180] 真空罐辅助真空泵抽真空提高了真空度,真空度的阶跃提升有利于空气排出,是加大真空深度的充要条件,亦是保证灭菌质量、可用性的举措;与传统脉动真空灭菌器真空泵间歇工作方式不同,高效高可用脉动真空灭菌器的真空泵连续工作,真空泵效能得到提升。真空泵运行时序和脉动循环中内锅压力变化曲线相关内容,请参阅本课题组同时申请的发明专利“真空罐辅助真空泵对内锅抽真空的脉动真空灭菌器和方法”。
- [0181] 升温升压工序采用开关+积分分离的多模分段温控算法,兼顾灭菌器的效率和品质;变结构的抖动和切换函数问题;通过限定控制变化量的工程技术解决。灭菌器使用过程中,腔体密封性降低,但降低呈渐变过程;一定温度条件下,蒸汽中残留空气越多,压力越高。检测内锅温度和气压,获空气残留率;若空气残留率超限,灭菌器降级使用---增真空工序时间,降级使用。

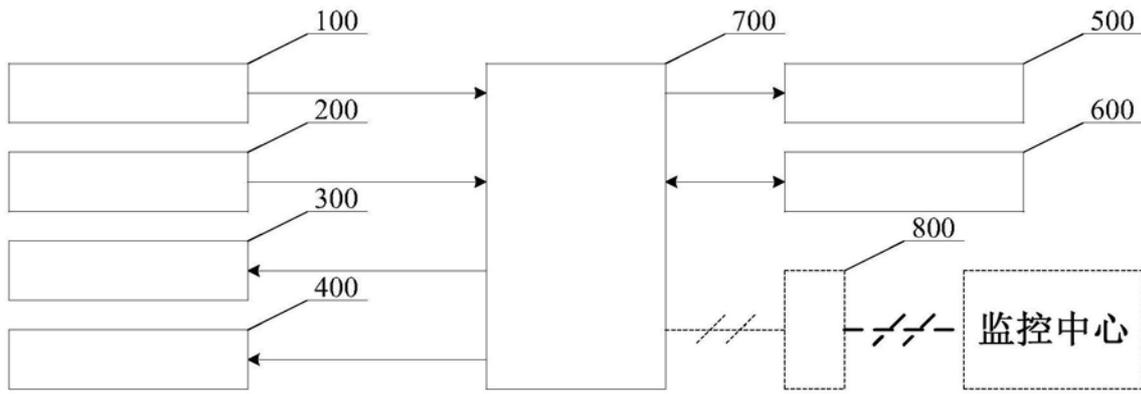
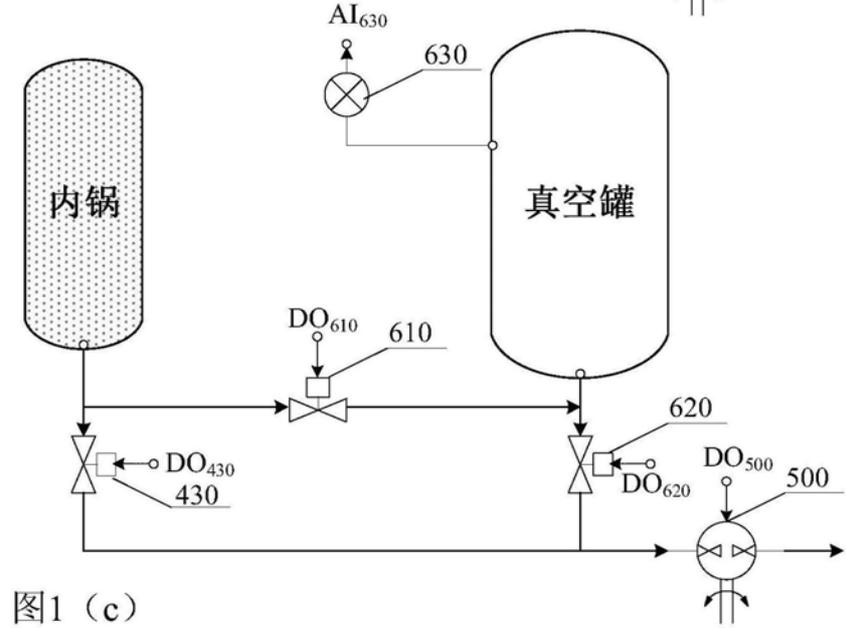
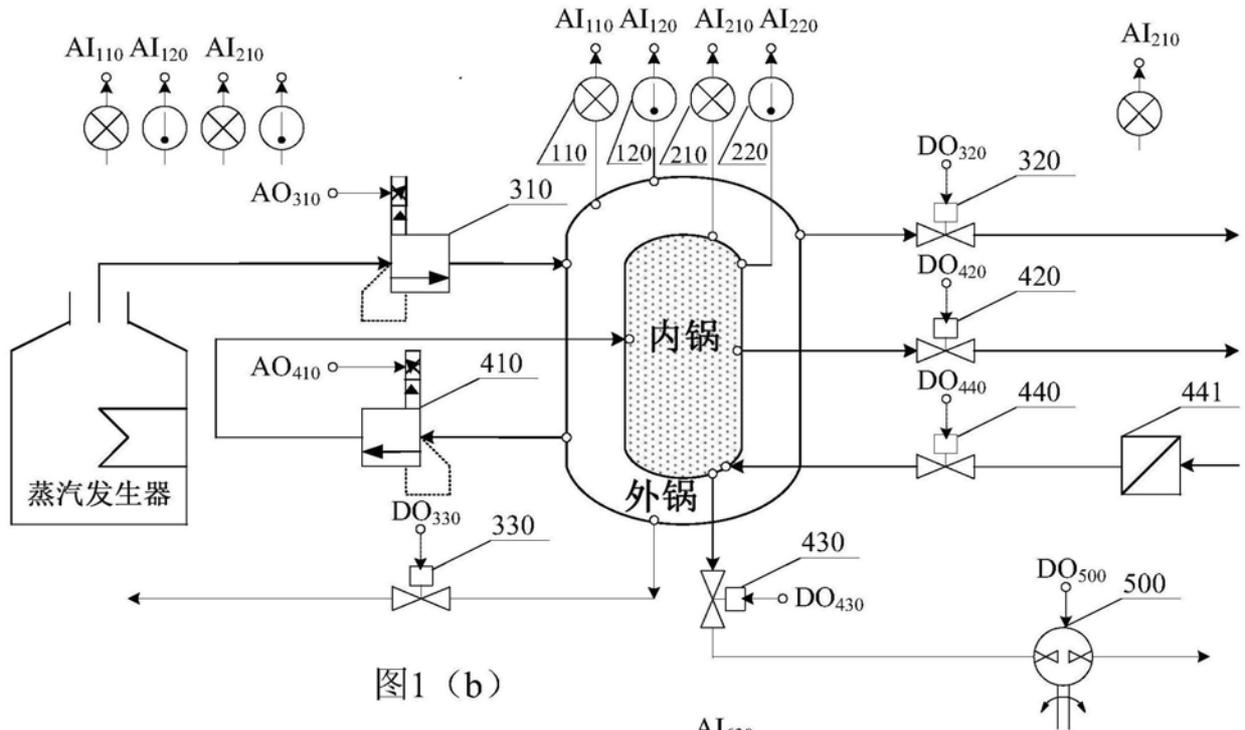


图1(a)



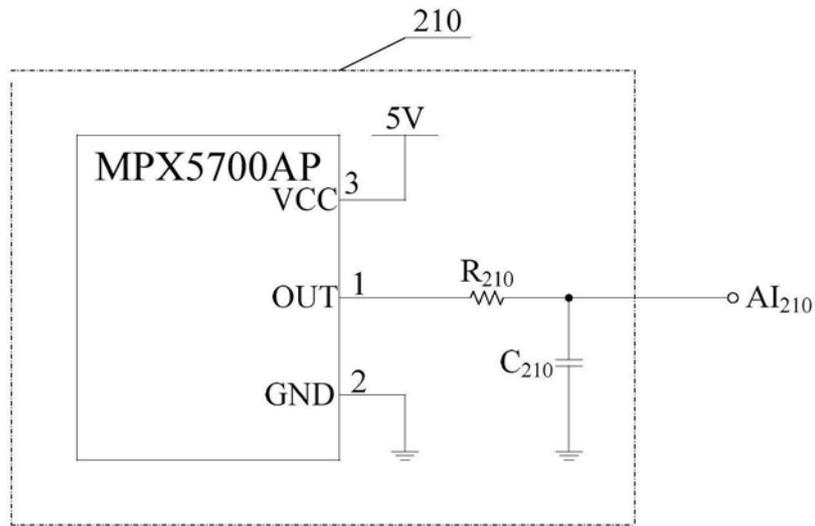


图2

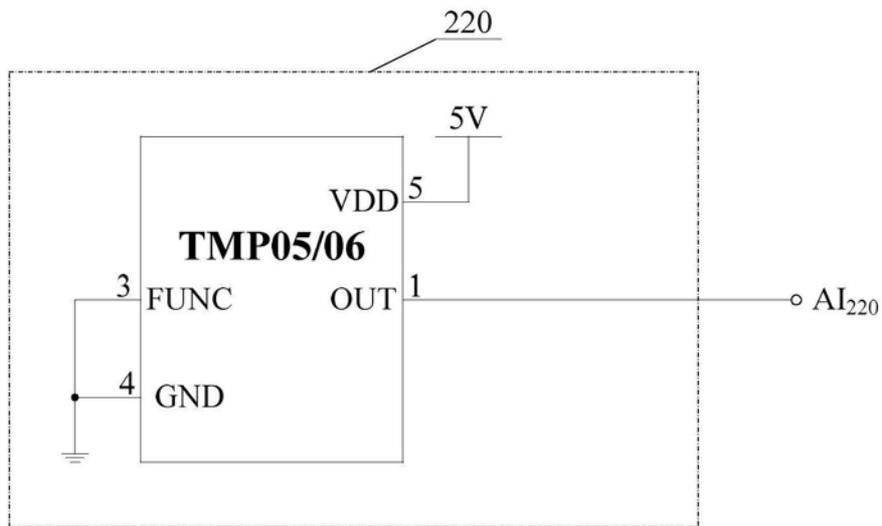


图3

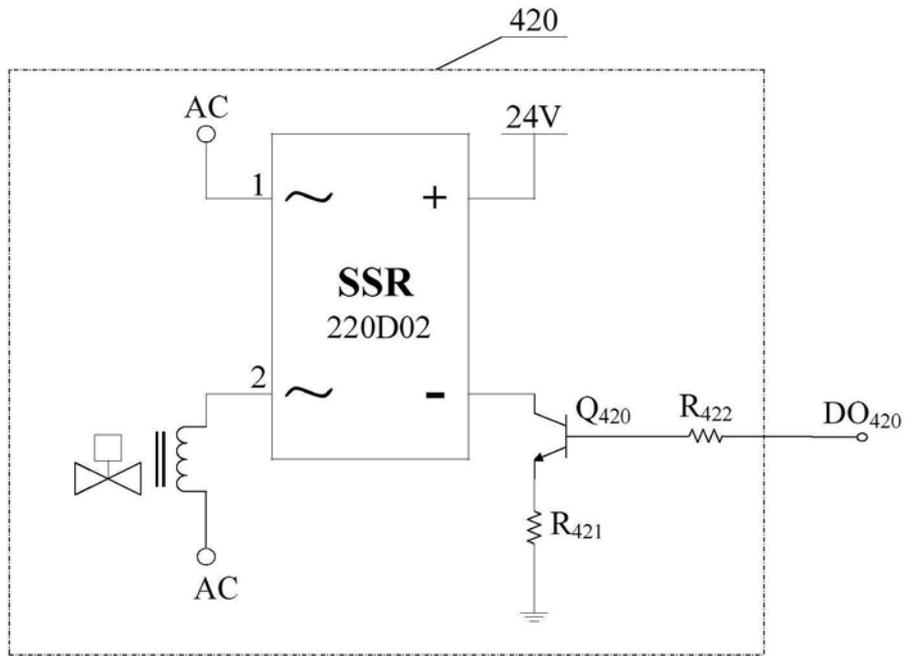


图4

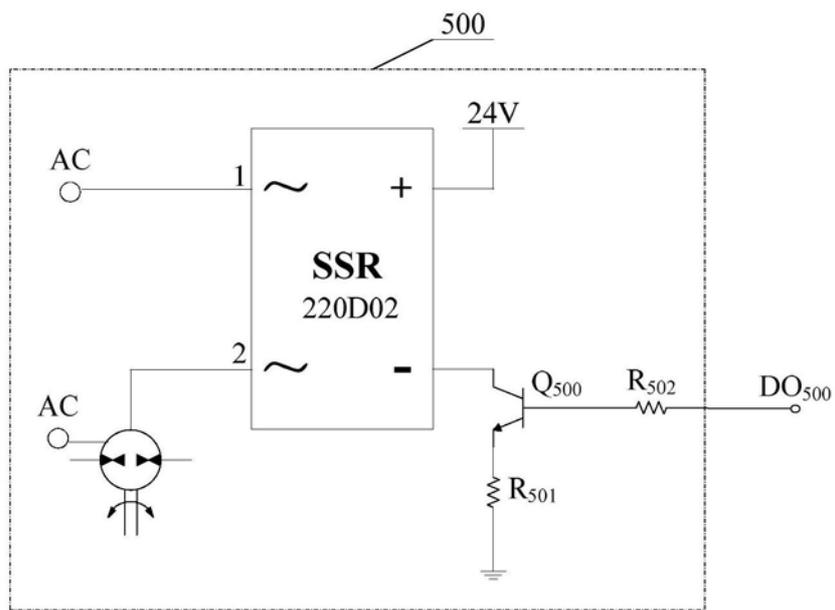


图5

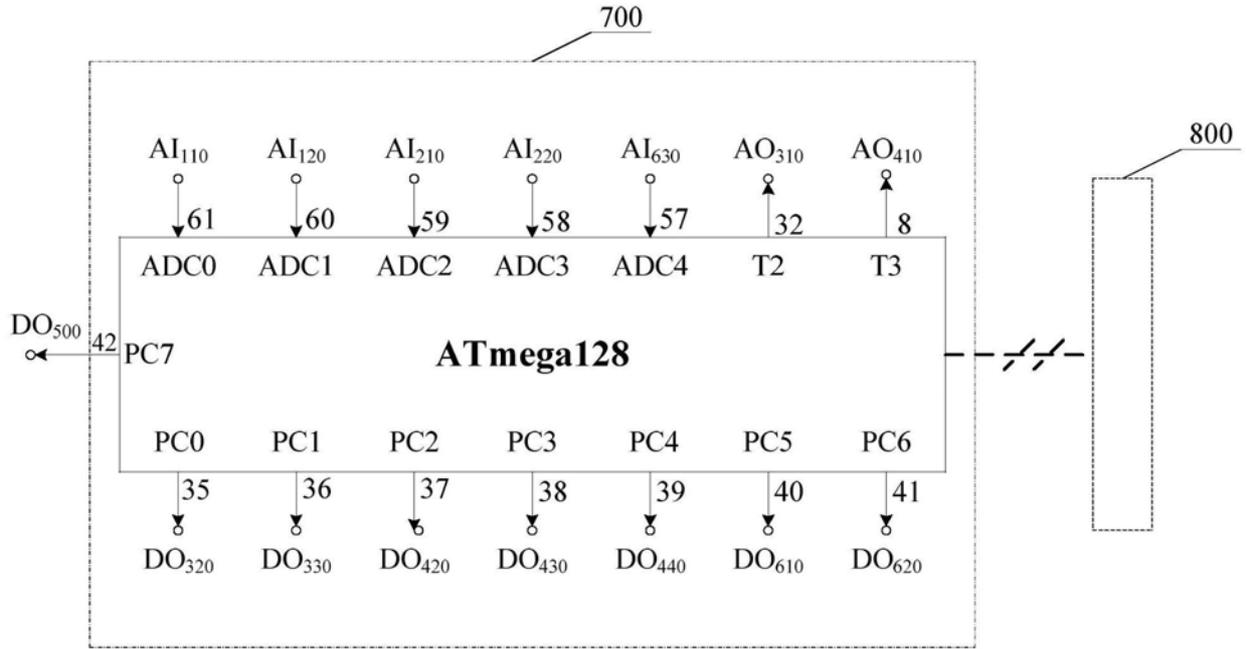


图6

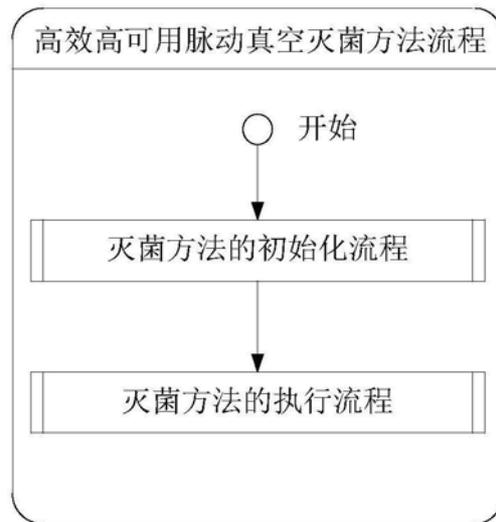


图7 (a)

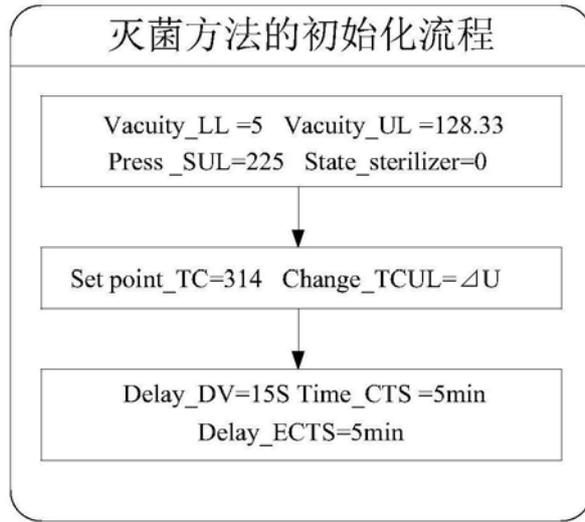


图7 (b)

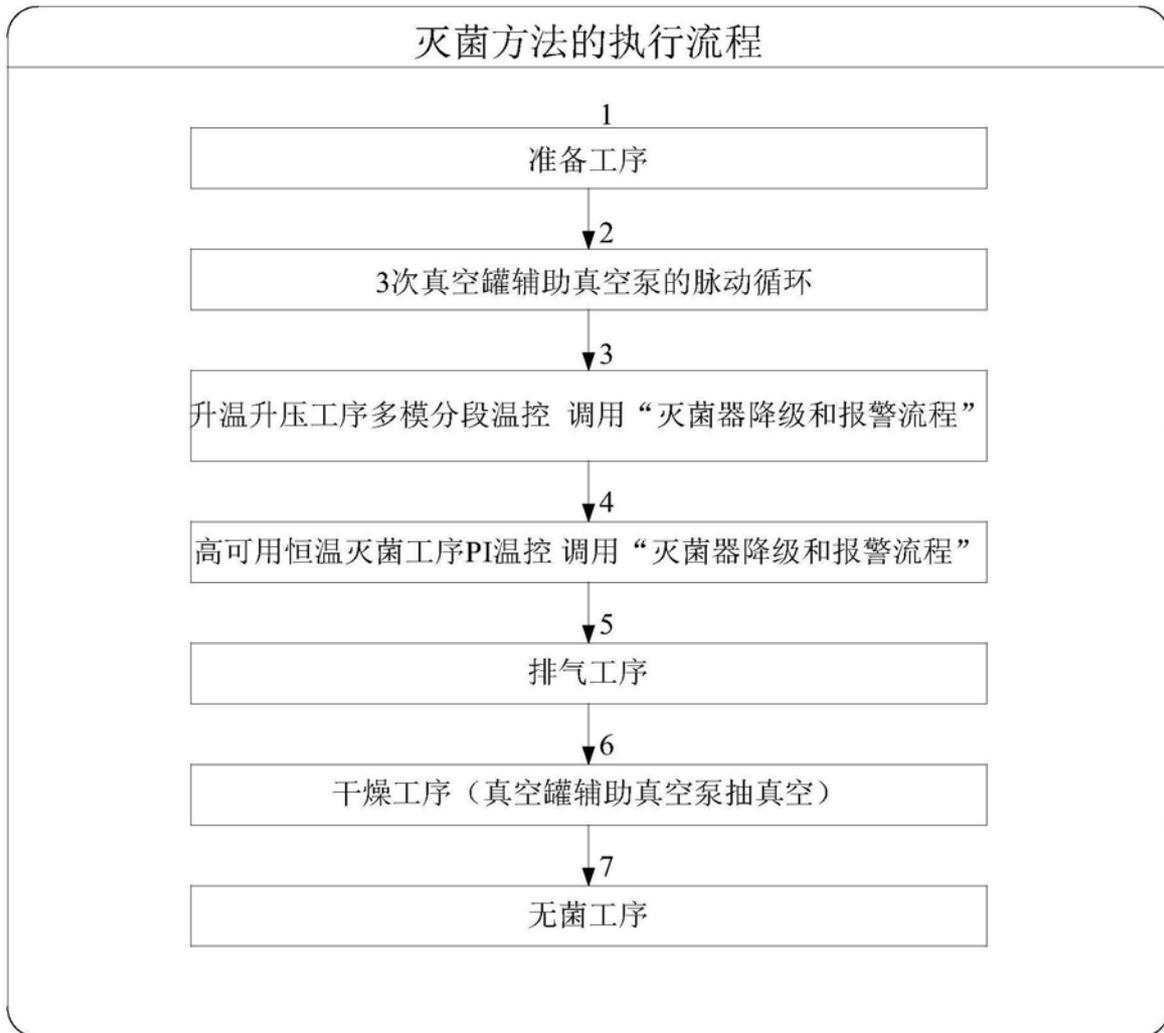


图7 (c)