



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103016155 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 03

(21) 申请号 201210350726. 9

(22) 申请日 2012. 09. 20

(30) 优先权数据

13/236, 712 2011. 09. 20 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 章建民 B. 基佩尔 J. 托迈

M. 约翰逊

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 肖日松 杨炯

(51) Int. Cl.

F02C 7/143(2006. 01)

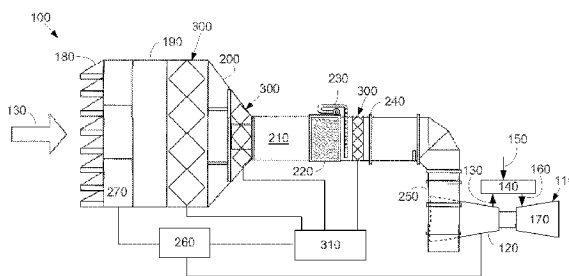
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 11 页

(54) 发明名称

用于燃气涡轮入口冷却和湿压缩的超声水雾化系统

(57) 摘要

本发明涉及用于燃气涡轮入口冷却和湿压缩的超声水雾化系统。具体而言,本发明提供了一种用于冷却燃气涡轮发动机(110)中的空气流(130)的进入空气冷却系统(100)。该进入空气冷却系统(100)可包括:入口过滤室(190);过渡件(200);入口导管(210);以及入口超声水雾化系统(300),其定位在入口过滤室(190)、过渡件(200)或入口导管(210)周围,以冷却空气流(130)。



1. 一种用于冷却燃气涡轮发动机 (110) 中的空气流 (130) 的进入空气冷却系统 (100), 包括:

入口过滤室 (190);

过渡件 (200);

入口导管 (210); 以及

入口超声水雾化系统 (300), 其定位在所述入口过滤室 (200)、所述过渡件 (200) 或所述入口导管 (210) 周围, 以冷却所述空气流 (130)。

2. 根据权利要求 1 所述的进入空气冷却系统 (100), 其特征在于, 还包括与所述入口超声水雾化系统 (300) 连通的泵装置 (310)。

3. 根据权利要求 1 所述的进入空气冷却系统 (100), 其特征在于, 所述入口超声水雾化系统 (300) 包括多个超声水雾化器 (320)。

4. 根据权利要求 1 所述的进入空气冷却系统 (100), 其特征在于, 所述入口超声水雾化系统 (300) 包括多个压电陶瓷超声水雾化器 (330)。

5. 根据权利要求 1 所述的进入空气冷却系统 (100), 其特征在于, 所述入口超声水雾化系统 (300) 包括其中带有一定体积的水 (380) 的水箱 (340)。

6. 根据权利要求 5 所述的进入空气冷却系统 (100), 其特征在于, 所述水箱 (340) 包括其中带有一个或更多孔口 (370) 的盖 (360), 并且其中, 所述一个或更多孔口 (370) 与一个或更多超声水雾化器 (320) 对准。

7. 根据权利要求 5 所述的进入空气冷却系统 (100), 其特征在于, 所述水箱 (340) 在其中包括空气间隙 (390)。

8. 根据权利要求 5 所述的进入空气冷却系统 (100), 其特征在于, 所述水箱 (340) 包括溢漏口 (410)。

9. 根据权利要求 5 所述的进入空气冷却系统 (100), 其特征在于, 所述水箱 (340) 包括 V 形盖 (365)。

10. 根据权利要求 1 所述的进入空气冷却系统 (100), 其特征在于, 所述入口超声水雾化系统 (300) 产生细水雾 (460) 以冷却所述空气流 (130)。

11. 根据权利要求 1 所述的进入空气冷却系统 (100), 其特征在于, 所述入口过滤室 (190) 包括过滤器安装板 (430), 并且其中, 所述入口超声水雾化系统 (300) 被安装在所述过滤器安装板 (430) 上。

12. 根据权利要求 1 所述的进入空气冷却系统 (100), 其特征在于, 还包括下游超声水雾化系统 (520)。

13. 根据权利要求 12 所述的进入空气冷却系统 (100), 其特征在于, 所述下游超声水雾化系统 (520) 包括井 (540)。

14. 根据权利要求 12 所述的进入空气冷却系统 (100), 其特征在于, 所述下游超声水雾化系统 (520) 定位在进气室 (250) 或喇叭口 (530) 周围。

15. 一种冷却用于燃气涡轮发动机 (110) 的压缩机 (120) 的进入空气流 (130) 的方法, 包括:

使一定体积的水 (380) 在所述压缩机 (120) 的上游雾化;

形成细水雾 (460);

将所述细水雾(460)喷射到所述进入空气流(130)中；
利用所述细水雾(460)冷却所述空气流(130)；以及
使所述细水雾(460)在到达所述压缩机(120)之前基本蒸发。

用于燃气涡轮入口冷却和湿压缩的超声水雾化系统

技术领域

[0001] 本申请和所得专利大体上涉及燃气涡轮发动机,并且更特定而言涉及一种超声水雾化系统,该超声水雾化系统用于围绕燃气涡轮入口进行蒸发冷却以实现功率增大以及用于湿压缩而使压缩机叶片的侵蚀最小化。

背景技术

[0002] 已知用于增加燃气涡轮发动机所能够产生的功率量的各种策略。一种增加燃气涡轮发动机的功率输出的方法是通过在压缩机中压缩进入空气之前冷却它。这种入口冷却导致空气具有更高的密度,从而形成进入压缩机中的更高质量流率。压缩机中的空气的更高质量流率允许更多的空气被压缩,从而允许燃气涡轮发动机产生更多功率。

[0003] 一种类型的冷却系统包括潜在冷却或蒸发冷却。这种系统使用处于环境温度的水通过由于水蒸发而降低空气温度来冷却空气。这种系统的一个示例是基于介质的蒸发冷却器,其通过使水在板上或在腔室内的蜂窝状介质上行进且然后抽吸空气穿过腔室以使水蒸发而运行。蒸发冷却系统的另一个示例利用高压喷嘴喷射系统将水喷入空气中用于蒸发。蒸发冷却可将进入空气冷却到接近其湿球温度。蒸发冷却可为冷却进入空气的一种高效方法,因为与其它类型的入口冷却系统(例如线圈冷却系统等)相比,仅需要极少量的寄生功率来运行蒸发冷却系统。

[0004] 另一种功率增大方法是湿压缩的使用。湿压缩通常包括将水滴喷射到压缩机的入口中。当气体和水的混合物被压缩时,气体的温度增加并且提供用于蒸发的驱动势。水的蒸发冷却气体,并因此通过减少压缩所需的功而增加可用功率。

[0005] 关于公知的蒸发冷却系统的问题可包括与介质型蒸发冷却器有关的流动阻力。由介质型蒸发冷却器导致的到燃气涡轮入口空气流的典型压降可处于约 0.25 到约 0.75 英寸(约 0.635 到约 1.9 厘米)水柱的范围内。关于蒸发冷却和湿压缩的其它问题包括在水喷射蒸发冷却系统中发现的高的喷嘴磨损率,即,由通过喷射喷嘴的高速射流导致的高的喷嘴磨损率。另一个问题是需要昂贵的高压供水系统以供应高压蒸发冷却以及湿压缩喷射系统。此外,还存在来自蒸发冷却系统或湿压缩系统的未蒸发的大水滴进入压缩机并对压缩机叶片造成侵蚀或其它损坏的风险。

[0006] 因此,存在着对于改进的燃气涡轮入口蒸发冷却系统以及湿压缩系统的需要。这样的系统可减少跨过其的压降,消除或避免喷嘴磨损,利用标准的低压供水系统,并且防止由未蒸发的大水滴对压缩机叶片的下游损坏。此外,这样的系统应当整体上提供功率增大而在燃气涡轮发动机上没有显著的寄生功率损失。与在仅仅使用介质型蒸发冷却的燃气涡轮中发现的那些相比,功率增大的收益较少受相对湿度高的环境条件限制。

发明内容

[0007] 本申请和所得专利因此提供了一种用于冷却燃气涡轮发动机中的空气流的进入空气冷却系统。该进入空气冷却系统可包括:入口过滤室;过渡件;入口导管;以及入口超

声水雾化系统,该入口超声水雾化系统定位在入口过滤室、过渡件或入口导管周围,以冷却空气流。

[0008] 本申请和所得专利还提供了一种冷却用于燃气涡轮发动机的压缩机的进入空气流的方法。该方法可包括下列步骤:使一定体积的水在压缩机的上游雾化;形成细水雾;将细水雾混合到进入空气流中;利用细水雾冷却空气流;以及,使细水雾在到达压缩机之前基本蒸发。

[0009] 本申请和所得专利还提供了一种用于减少燃气涡轮发动机的压缩机所需的功的湿压缩系统。该湿压缩系统可包括:入口过滤室;入口超声水雾化系统,其定位在入口过滤室周围;以及下游超声水雾化系统,其定位在压缩机周围。

[0010] 对本领域普通技术人员而言,当结合若干附图和所附权利要求来回顾下面的详细描述时,本申请和所得专利的这些及其它的特征和改进将变得显而易见。

附图说明

[0011] 图 1 是可如本文中所述的带有进入空气冷却系统的燃气涡轮发动机的示意图。

[0012] 图 2 是可如本文中所述的超声水雾化系统的分解透视图。

[0013] 图 3A 是图 2 的超声水雾化系统的侧视平面图。

[0014] 图 3B 是带有备选盖的超声水雾化系统的侧视平面图。

[0015] 图 4 是带有超声水雾化系统的图 1 的进入空气冷却系统的入口过滤室的侧视平面图。

[0016] 图 5 是带有超声水雾化系统的图 1 的进入空气冷却系统的入口过滤室的正视平面图。

[0017] 图 6 是可如本文中所述的带有湿压缩的燃气涡轮发动机的示意图。

[0018] 图 7 是可如本文中所述的下游超声水雾化系统的透视图。

[0019] 图 8 是图 7 的下游超声水雾化系统的侧视图。

[0020] 图 9 是可如本文中所述的下游超声水雾化系统的一备选实施例的侧视图。

[0021] 图 10 是可如本文中所述的下游超声水雾化系统的一备选实施例的侧视图。

[0022] 附图标记:

- 100 进入空气冷却系统
- 110 燃气涡轮发动机
- 120 压缩机
- 130 空气流
- 140 燃烧器
- 150 燃料流
- 160 燃烧气体流
- 170 涡轮
- 180 天气罩 (weatherhood)
- 190 入口过滤室
- 200 过渡件
- 210 入口导管

- 220 消声器
- 230 入口抽汽加热系统
- 240 屏
- 250 进气室
- 260 控制器
- 270 天气站
- 300 超声水雾化系统
- 310 泵装置 (pump skid)
- 320 超声水雾化器
- 330 压电陶瓷超声雾化器
- 340 水箱
- 350 基部
- 360 盖
- 365 V 形盖
- 370 孔口
- 380 水
- 390 空气间隙
- 400 供应线
- 410 溢漏口 (overflow drain)
- 420 水流出线
- 430 过滤器安装板
- 440 过滤元件安装孔
- 460 细水雾
- 500 湿气压缩系统
- 510 两级超声水雾化系统
- 520 下游超声水雾化系统
- 530 喇叭口
- 540 井
- 550 供应线
- 560 溢漏口
- 570 动力线
- 580 竖直部件
- 590 水平部件
- 600 壁
- 610 板。

具体实施方式

[0023] 现在参照附图,其中,遍及若干附图相似的标号表示相似的元件,图 1 显示了可如本文中所述的进入空气冷却系统 100。该进入空气冷却系统 100 可与燃气涡轮发动机 110

一起使用。燃气涡轮发动机 110 可包括压缩机 120。压缩机 120 压缩进入的空气流 130。压缩机 120 将压缩的空气流 130 传送至燃烧器 140。燃烧器将压缩的空气流 130 与加压的燃料流 150 混合并点燃该混合物而产生燃烧气体流 160。燃烧气体流 160 继而被传送至涡轮 170。燃烧气体流 160 驱动涡轮 170, 从而产生机械功。燃气涡轮发动机 110 可使用天然气、各种类型的合成气以及其它类型的燃料。燃气涡轮发动机 110 可为由纽约州斯卡奈塔第的通用电气公司等提供的许多不同的燃气涡轮发动机中的任何一种。在此可使用其它构件和其它配置。

[0024] 进入空气冷却系统 100 可包括天气罩 180, 该天气罩 180 安装在入口过滤室 190 上, 用于使进入的空气流 130 经过它。天气罩 180 可防止诸如雨、雪等天气元素进入其中。天气罩 180 和入口过滤室 190 可主要为常规设计。空气流 130 然后可流经过渡件 200 和入口导管 210。在此还可使用消声器区段 220 和入口抽汽加热系统 230。可使用一个或更多屏 240 来使较大类型的污染物或碎屑转向。空气流 130 然后可流过进气室 250 并进入压缩机 120 中用于压缩和燃烧, 如上所述。在此可使用其它构件和其它配置。

[0025] 进入空气冷却系统 100 和燃气涡轮发动机 110 的操作可由控制器 260 控制。控制器 260 可被规划为带有各种控制算法和其它类型的软件, 以便操作和调节进入空气冷却系统 100 和燃气涡轮发动机 110。在此可使用多个控制器 260。控制器 260 可经由许多传感器确定到燃气涡轮发动机 110 的功率输出以及其它参数。同样, 控制器 260 可能能够经由天气站 270 确定环境条件。天气站 270 可定位在入口过滤室 190 周围或其它位置。在此可适应许多不同类型的运行参数。在此可使用其它配置和其它构件。

[0026] 进入空气冷却系统 100 还可包括入口超声水雾化系统 300。如图 1 中所示, 入口超声水雾化系统 300 可定位在入口过滤室 190 周围、过渡件 200 周围或者入口导管 210 周围。虽然显示了三 (3) 个不同的位置, 但是在此可仅仅使用一 (1) 个位置。入口超声水雾化系统 300 可与泵装置 310 连通。泵装置 310 可在其中具有一定体积的水。该水可为去矿物质、脱盐的等等。可在低压下 (在大约 150 psi 下) 供应水。在此可使用其它类型的水源。

[0027] 如图 2 中所示, 入口超声水雾化系统 300 可在其中包括许多超声水雾化器 320。具体而言, 超声水雾化器 320 可为许多压电陶瓷超声雾化器 330。压电陶瓷超声雾化器 330 依靠压电陶瓷振动来使水雾化。雾化的水可采取少于大约十 (10) 微米的一致的单位数微米尺寸的水滴的形式。这种尺寸一致的小水滴在减少潜在的压缩机叶片侵蚀等方面可能是有效的。

[0028] 如图 2 和图 3A 中所示, 超声水雾化系统包括许多水盘或水箱 340。水箱 340 可具有任何期望的尺寸、形状或配置。水箱 340 可包括基部 350。超声水雾化器 320 可定位在水箱 340 的基部 350 周围。水箱 340 还可在其上具有盖 360。盖 360 可在其中具有许多孔口 370。盖 360 的孔口 370 可与基部 350 的超声水雾化器 320 对准。一定体积的水 380 可定位在箱 340 内。空气间隙 390 可在水 380 和盖 360 之间延伸。水 380 的体积以及空气间隙 390 的广度可改变。进入水供应线 400 可定位在盖 360 周围。溢漏口 410 和水流出线 420 可定位在基部 350 周围。如图 3B 中所示, 还可使用 V 形盖 365。在此可使用其它构件和其它配置。

[0029] 如图 4 和图 5 中所示, 入口超声水雾化系统 300 可定位在入口过滤室 190 周围。其

上定位有超声水雾化器 320 的许多水箱 340 可附连至过滤器安装板 430 或其它位置。(虽然图 4 中仅显示了一个水箱 340,但可使用任何数量)。水箱 340 可定位在多个过滤元件安装孔 440 之后。水流出线 420 可与集水线或其它类型的流出线连通。如上所述,类似配置的入口超声水雾化系统 300 也可定位在过渡件 200 周围、入口导管 210 周围或者任何类型的内部支撑结构等周围。在此还可使用其它构件和其它配置。

[0030] 在使用中,超声水雾化器 320 使水箱 380 内一定体积的水 380 振动而形成细水雾 460。较大的水滴可能上升到水 380 的表面之上但不高到足以进入空气间隙 390 以至于通过孔口 370 逸出。较小滴的细水雾 460 由于浮力上升到水 380 的表面之上并通过空气间隙 390 和孔口 370 逸出。具体而言,细水雾 460 的滴比空气更轻且因此由于浮力而上升,与被注入空气流 130 中相反。这样,仅仅细水雾 460 出现在进入的空气流 130 并由其夹带。作为备选,空气流 130 中的细水雾可经由 V 形盖 365 被引导。

[0031] 其中产生的细水雾 460 确保可接受的流率,同时防止较大的水滴进入空气流 130 并可能损坏压缩机叶片。此外,超声水雾化器 320 的使用提供了一种“故障保险”,因为,如果超声水雾化器 320 由于某种原因发生故障,结果将简单地细水雾 460 的缺乏。这与可提供大水滴的喷射型喷嘴相反,如果进水压力由于某种原因减少或者如果喷嘴退化的话。这样的大水滴可导致下游损坏。

[0032] 因此,入口超声水雾化系统 300 向细水雾 460 提供跨过其的可忽略压降,因为它具有不增加流路障碍的优势。在进入空气冷却系统 110 中水蒸发的使用有效地降低了进入空气流 130 的温度,并且因此允许更高的涡轮空气质量流用于功率增大。可基于功率输出需求、环境条件以及其它参数经由控制器 260 来控制水蒸发速率和整体液滴分布。

[0033] 入口超声水雾化系统 300 可以以任何角度和流率传送细水雾 460,从而增强其中的蒸发。此外,入口超声雾化系统 300 的特征为不能被释放到进入空气流 130 中并对压缩机造成下游损坏的完全保留的成分。入口超声水雾化系统 300 可为进入空气冷却系统 100 中的原始设备或者可为改型的一部分。

[0034] 图 6 显示了可如本文中所述的湿压缩系统 500。湿压缩系统 500 可使用两级超声水雾化系统 510。具体而言,两级超声水雾化系统 510 可将入口超声水雾化系统 300 用作第一级并将下游的超声水雾化系统 520 用作第二级。在该示例中,入口超声水雾化系统 300 可定位在入口过滤室 190 或过渡件 200 周围。下游超声水雾化系统 520 可定位在进气室 250 周围或围绕压缩机 20 的喇叭口 530 周围。在此可使用其它位置。在此可使用其它构件和其它配置。

[0035] 如图 7 和图 8 中的垂直部件剖面图中所示,下游超声水雾化系统 520 可使用呈井型布置 540 的许多超声水雾化器 320。具体而言,压电超声水雾化器 320 可定位在井 540 中。井 540 可具有任何尺寸、形状或配置。虽然可在垂直部件 580 中使用盖 360 或开口,但为简单起见,图 7 和图 8 未示出盖。井 540 可包括供水线 550 和溢漏口 560。还可使用动力线 570。井 540 可如图 7 和图 8 所示安装在流路中的垂直部件 580 上,如图 9 所示安装在流路中的水平部件 590 上,如图 10 所示安装在壁 600 周围,或者其它位置。壁 600 可为任何类型的导管壁、底板等。在此还可使用屏或穿孔板 610。在此可使用其它构件和其它配置。

[0036] 在使用中,湿压缩系统 500 使用两级超声水雾化系统 510。作为第一级,入口超声水雾化系统 300 提供细水雾 460 以经由蒸发冷却而冷却进入空气流 130。细水雾 460 还使

空气流 130 接近其饱和点。下游超声水雾化系统 520 然后将进一步细化的水雾 460 喷射到空气流 130 中。由于来自入口超声水雾化系统 300 的细水雾 460 接近饱和的事实,因而由下游超声水雾化系统 520 引入的细水雾 460 保持未蒸发并被带到压缩机 120 中。当空气 130 和细水雾 460 在压缩机 120 内被压缩时,温度和压力增加。因为夹带的水雾 460,压缩热中的一些被水潜热吸收。因此,这种吸收减少了压缩机 120 的工作并提高了整体功率输出。

[0037] 湿压缩系统 500 因此使用入口超声水雾化系统 300 用于冷却和功率增大(通过增加的质量流)并且使用下游超声雾化系统 520 用于中间冷却和减少压缩机 120 的工作。此外,在不干扰进入空气流 130 的情况下,下游超声水雾化系统 520 的构件可定位在入口框架内的任何位置。此外,下游超声水雾化系统 520 充当故障保险,因为大水滴将不会被喷射到压缩机 120 中从而对下游构件造成损坏。

[0038] 应当显而易见的是,上述内容仅仅涉及本申请和所得专利的某些实施例。在不脱离由所附权利要求及其等同物所限定的本发明的一般精神和范围的情况下,本领域普通技术人员可在其中做出众多改变和修改。

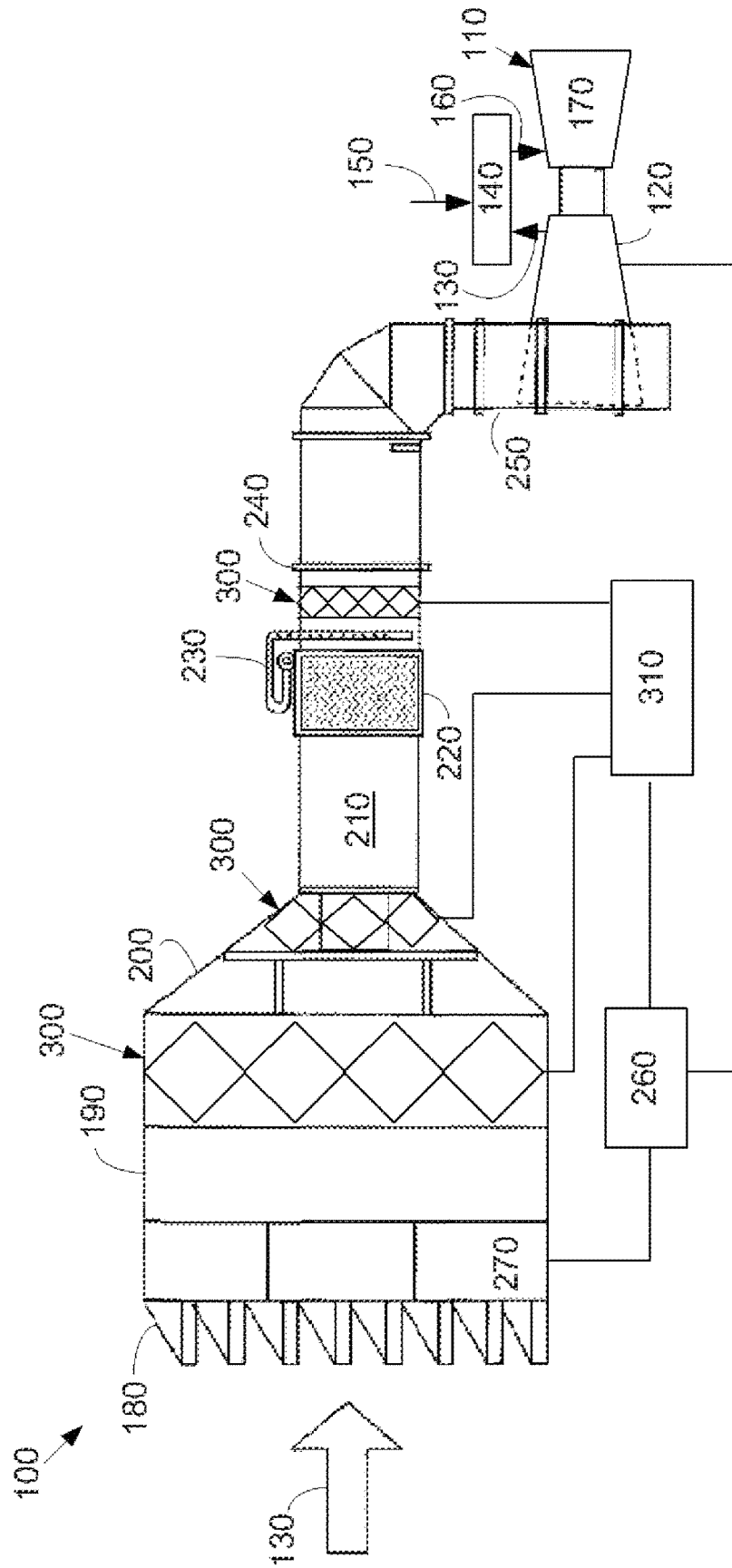


图 1

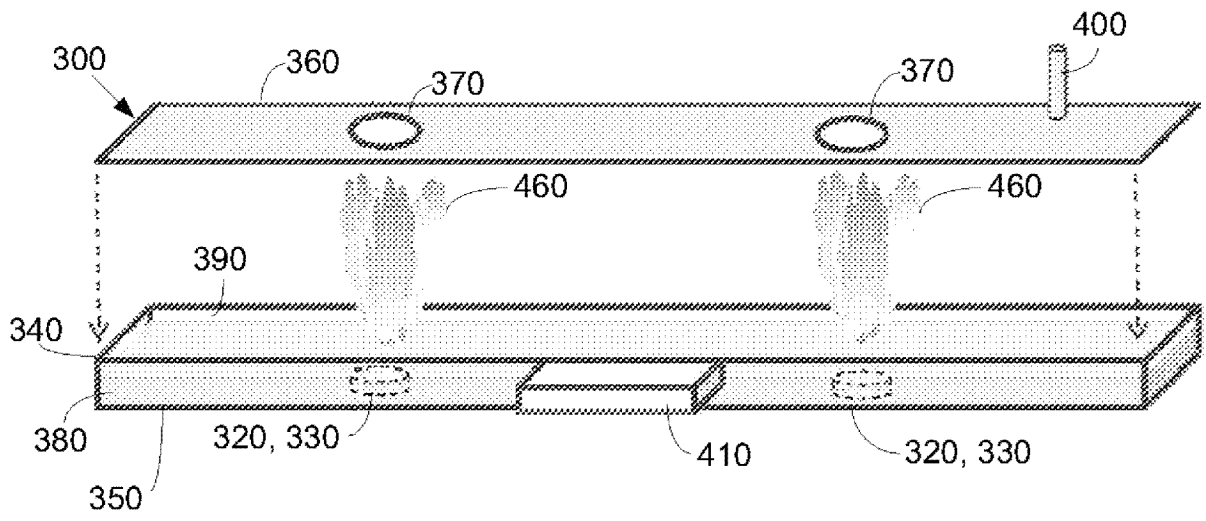


图 2

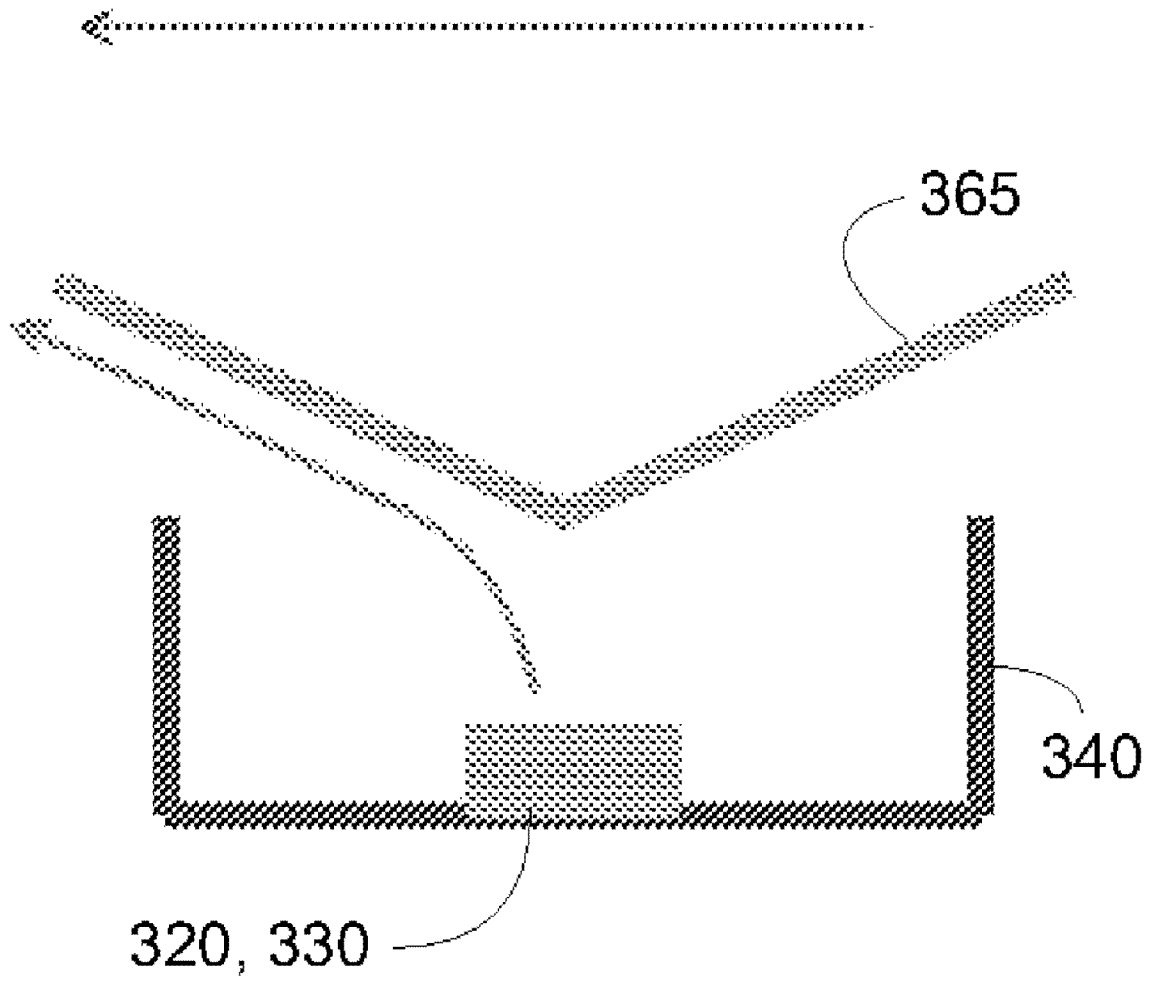


图 3B

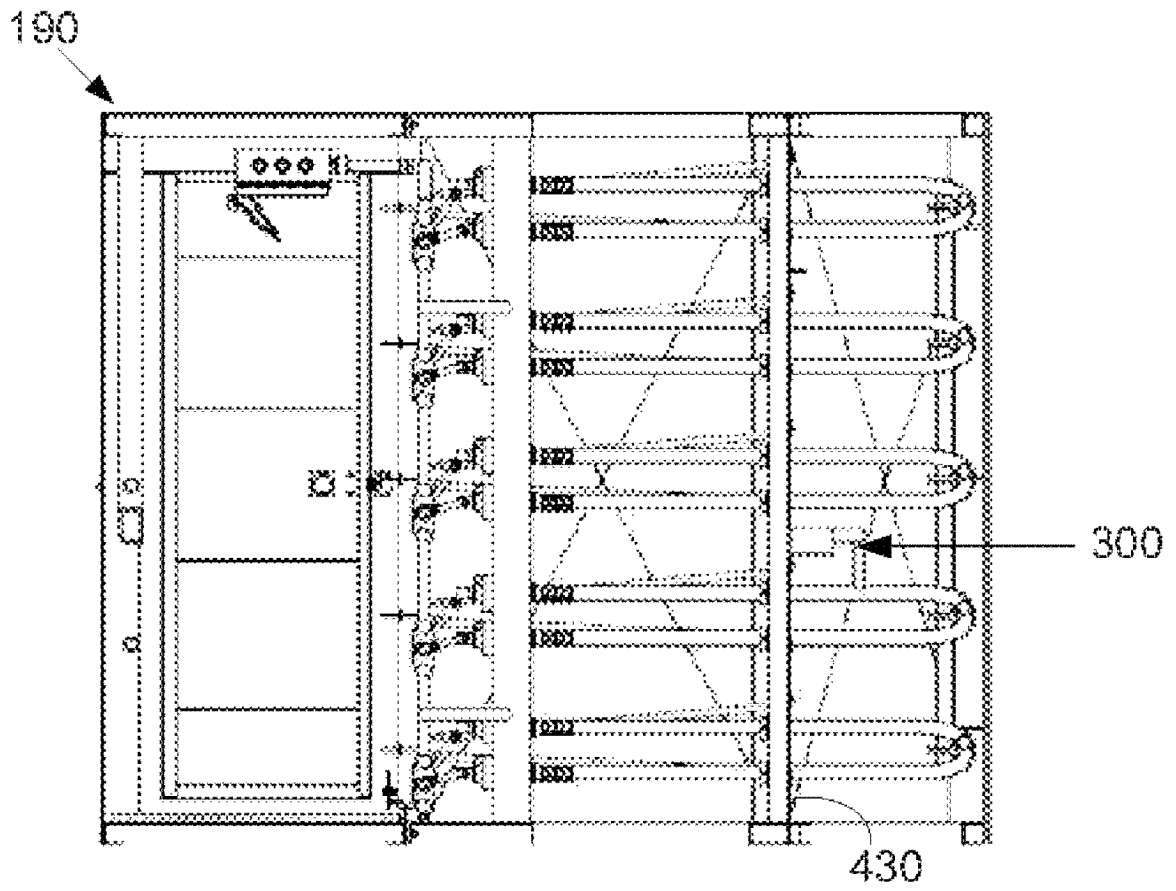


图 4

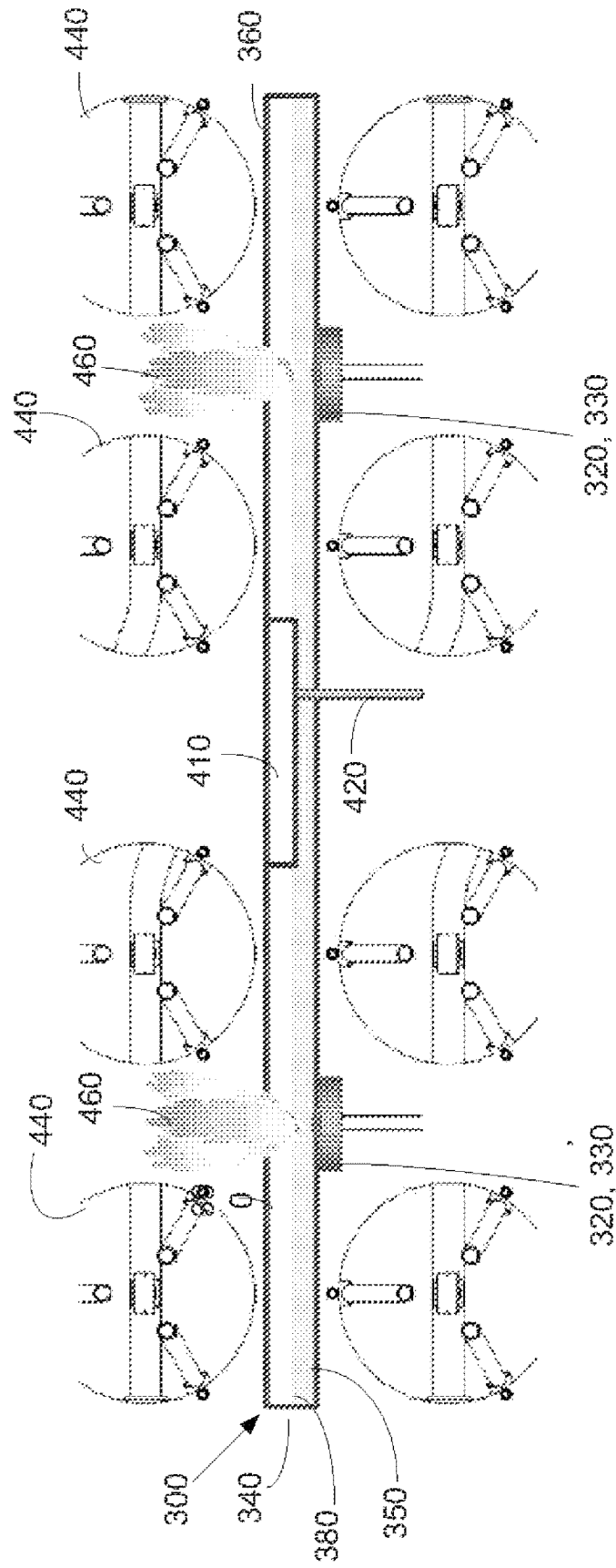


图 5

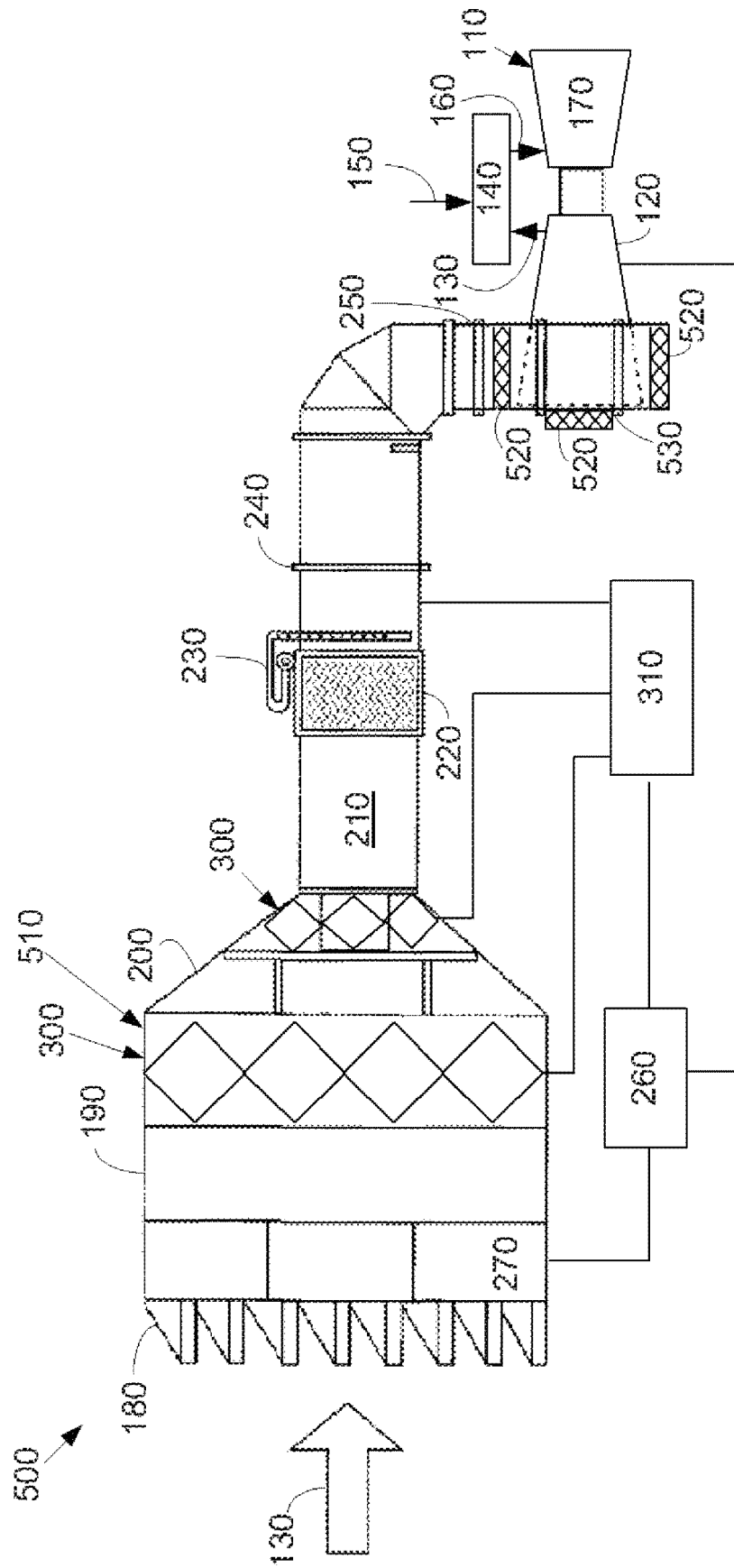


图 6

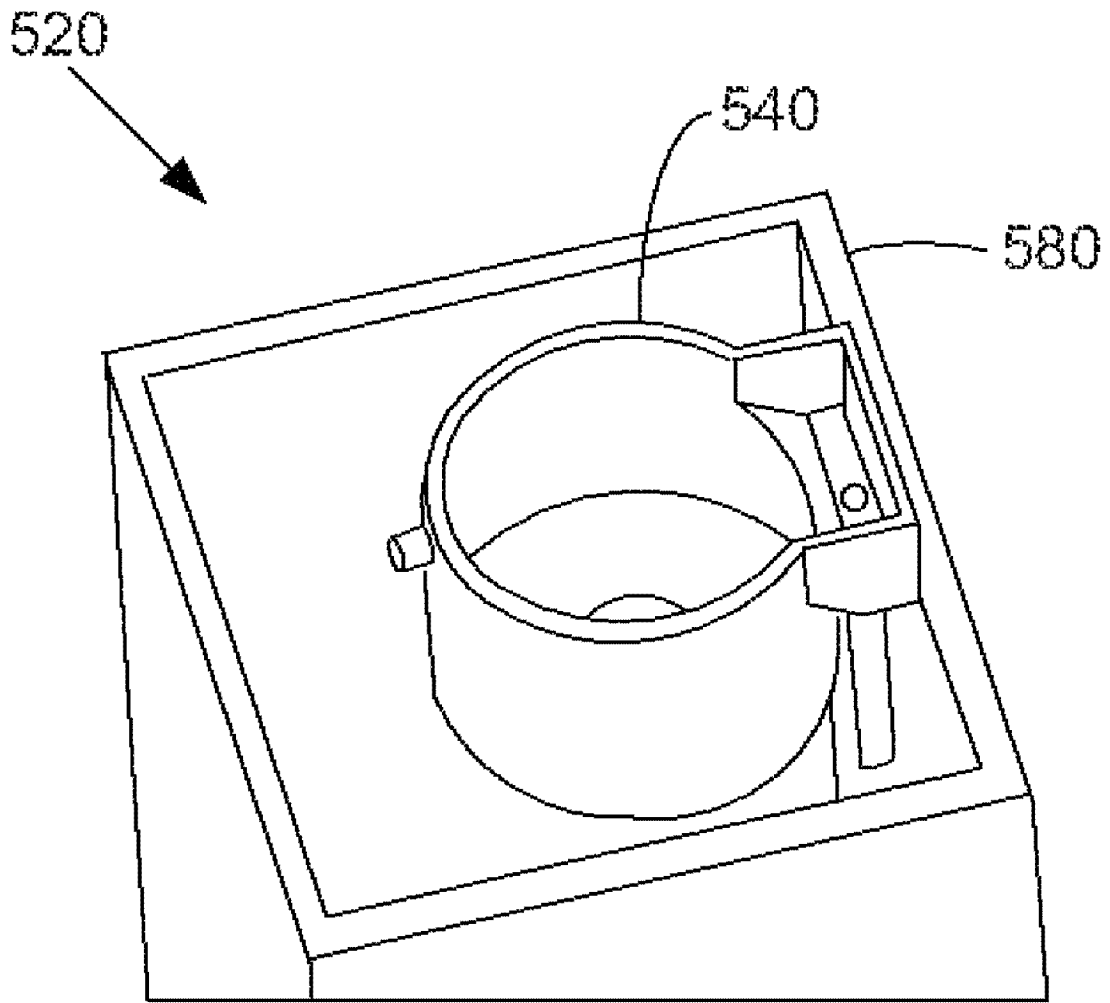


图 7

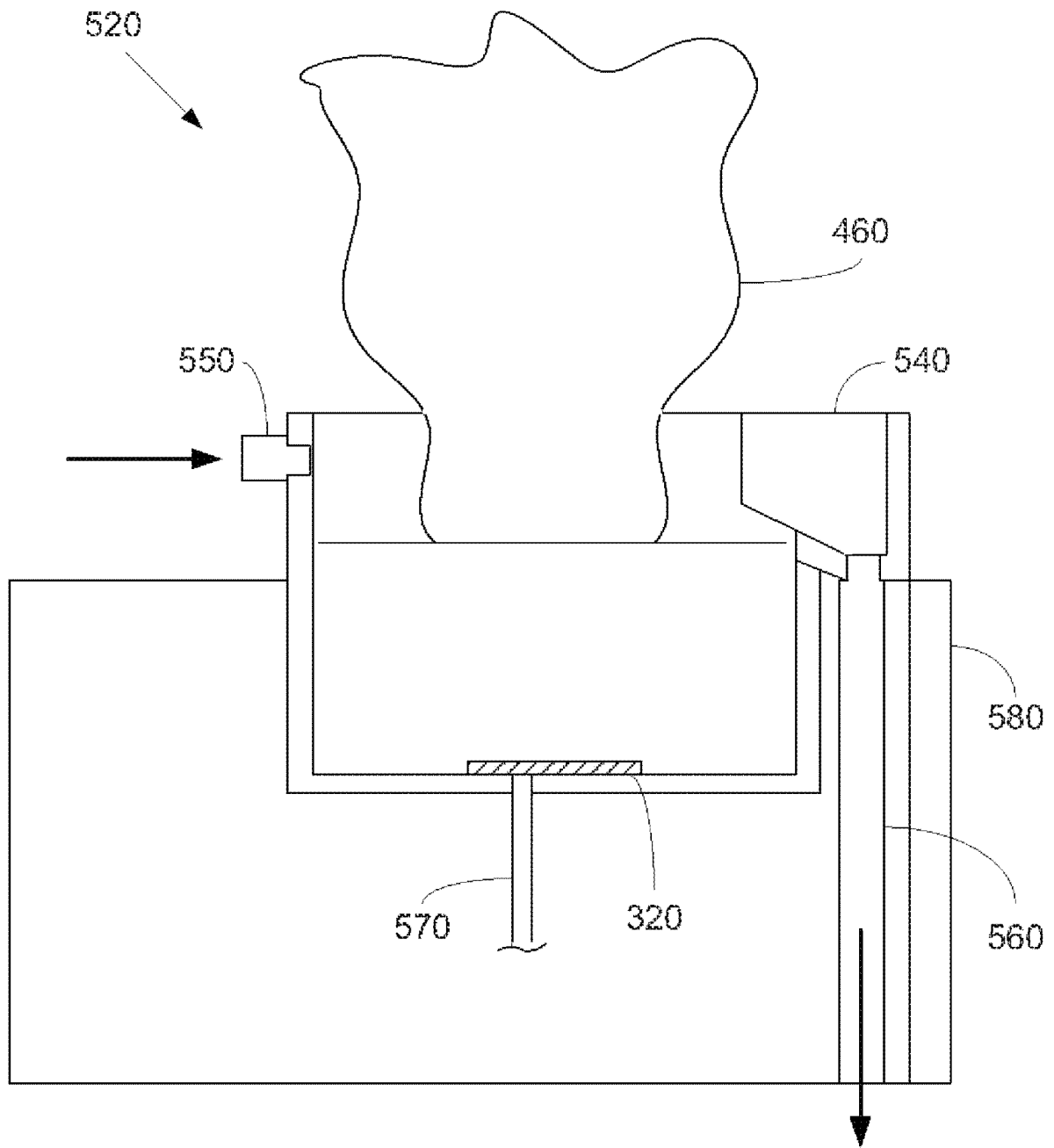


图 8

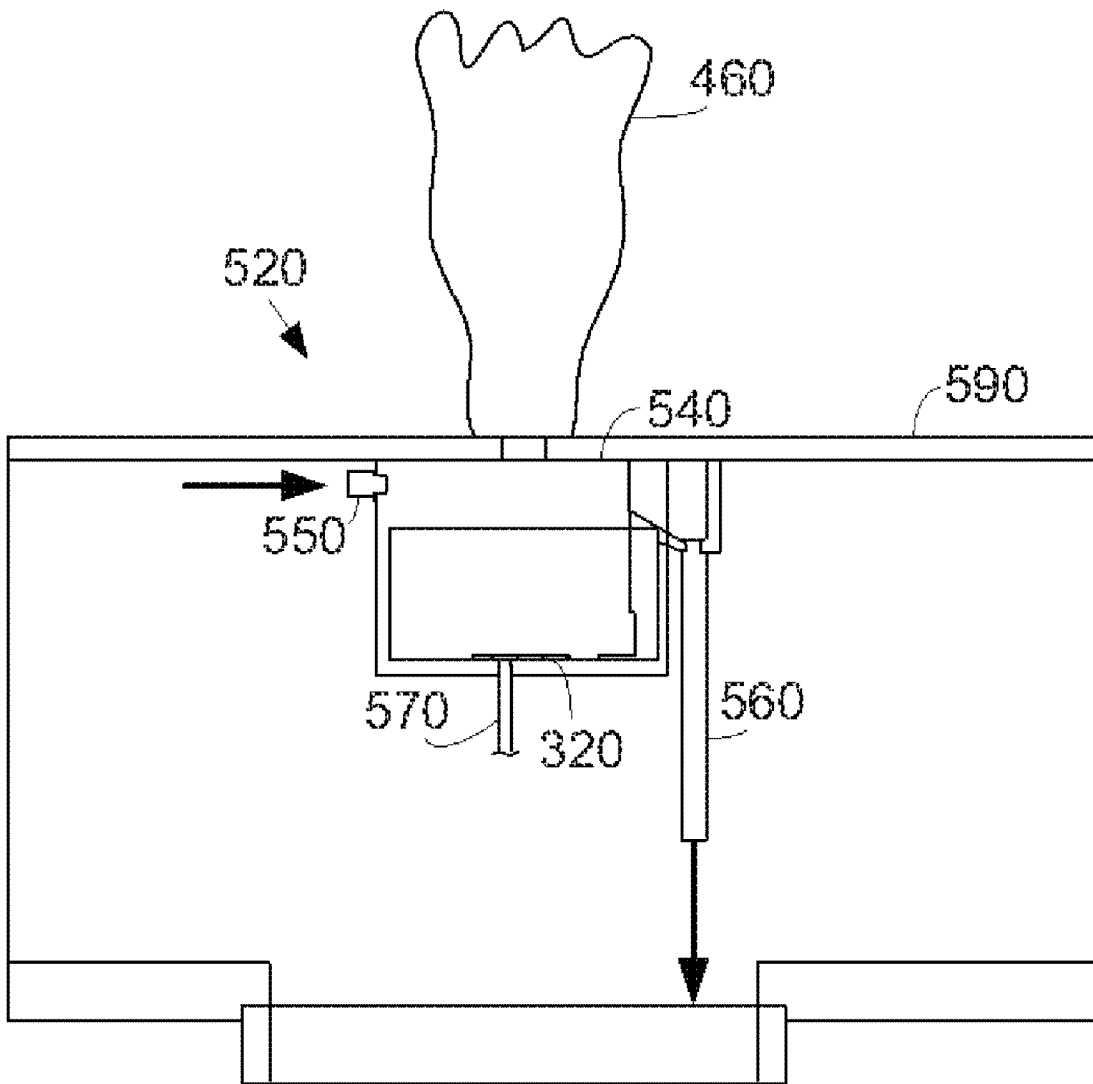


图 9

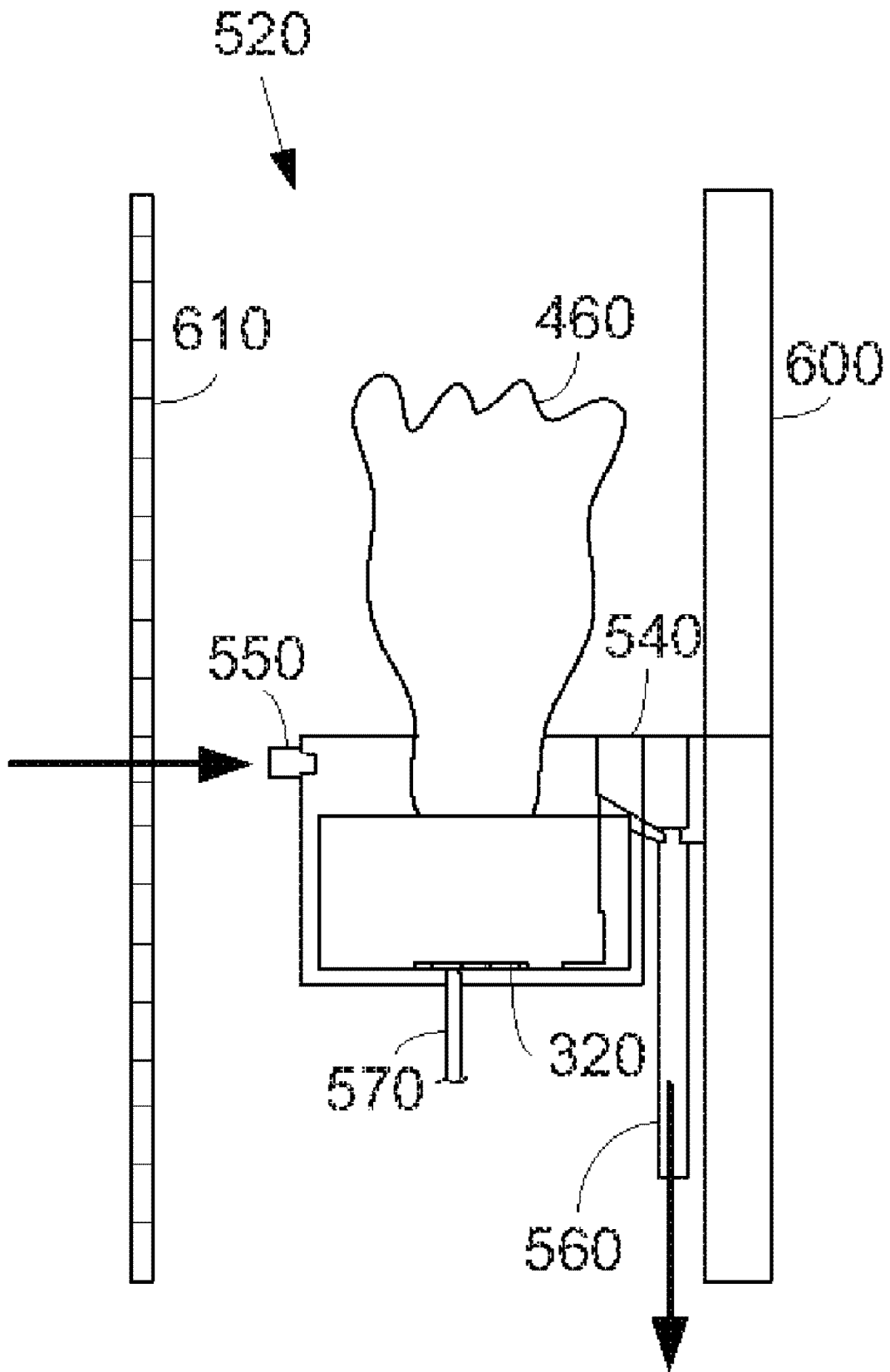


图 10