(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107847727 A
(43)申请公布日 2018.03.27

(21)申请号 201680045154.X

(22)申请日 2016.06.20

(30)优先权数据
15172904.3 2015.06.19 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.01.31

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2016/064221 2016.06.20

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2016/203055 EN 2016.12.22

(71)申请人 麦德拉斯有限公司
地址 丹麦斯文堡

(72)发明人 彼得·拉森 马丁·斯滕费尔特
卢恩·维克·克里斯滕森

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021
代理人 孙纪泉

(51)Int.Cl.
A61M 39/22(2006.01)
F16K 31/524(2006.01)
F16K 11/085(2006.01)
A61M 5/00(2006.01)
A61M 5/14(2006.01)
G01N 30/00(2006.01)

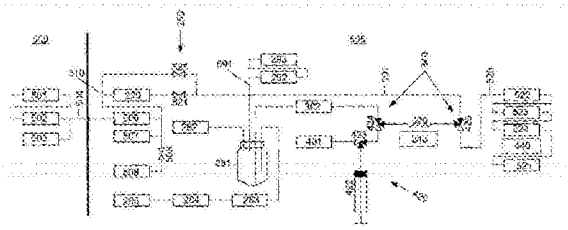
权利要求书3页 说明书22页 附图9页

(54)发明名称

用于放射性同位素安全制备和注入的系统

(57)摘要

一种用于在正电子发射断层摄影术(PET)中使用的$H_2{}^{15}O$的放射性同位素安全制备和注入的系统。本发明还涉及一种用于控制在PET中使用的$H_2{}^{15}O$的流量的安全阀、所述安全阀的用途、以及一种用于制备并注入$H_2{}^{15}O$的方法。



CN 107847727 A

1.一种用于以下系统的调节装置，该系统用于制备并注入在正电子发射断层摄影术中使用的$H_2{}^{15}O$，该调节装置包括：

-第二盐水给送器401，

-环路元件320，该环路元件包括第一推注量的所述$H_2{}^{15}O$盐溶液，

-注入装置420，该注入装置用于从所述第二盐水给送器401收集预限定的第二推注量的盐水并且将所述第二推注量以预限定的速度注入该环路元件320中，使得该第二推注量将该第一推注量推入患者管线520中，

-邻近该患者管线520的第二辐射检测器440，所述辐射检测器测量所述第一推注量的注入曲线，

其中所述第二推注量的注入速度和体积调节该第一推注量的注入曲线。

2.一种用于制备并注入在正电子发射断层摄影术中使用的$H_2{}^{15}O$的系统，所述系统包括：

-用于生产$H_2{}^{15}O$盐溶液的生产装置，

-用于建立供注入的第一推注量的推注量装置，所述第一推注量包括所述$H_2{}^{15}O$盐溶液并且具有预限定的体积和放射性浓度，所述推注量装置包括阀100，以及

-根据权利要求1所述的用于调节该第一推注量的注入曲线的调节装置。

3.一种用于控制在正电子发射断层摄影术中使用的$H_2{}^{15}O$的流量的安全阀100，该阀100包括：

阀元件120，该阀元件具有延伸穿过该阀元件120的流动通道121，

具有至少三个阀开口151A、B、C的阀壳体150，每个阀开口151A、B、C允许流体流入或流出所述阀100，以及

至少两个溢流凹陷180A、B、C，每个溢流凹陷具有至少一个出口开口，

其中该阀元件120和阀壳体150可连接以形成组装阀100，该阀元件120和该阀壳体150在接触区域101A、B、C中彼此相接触，

其中该组装阀100能够被安排成至少两个不同的打开构型，所述打开构型中的一个打开构型限定穿过该流动通道121和一组所述阀开口151A、B的流动路径，并且所述打开构型中的另一个打开构型限定穿过该流动通道121以及另一组不同的所述阀开口151B、C的流动路径，并且

其中在所述至少两个打开构型中的每一个打开构型中：

-每个溢流凹陷180A、B、C被安排在该阀元件120与该阀壳体150之间，

-这些阀开口中的至少两个阀开口通过该流动通道121相连接，

-这些阀开口中的至少一个阀开口没有连接至该流动通道121，

-所述接触区域形成流体挡块，该流体挡块用于防止流体流入没有连接至该流动通道121的所述至少一个阀开口中，

-这些溢流凹陷不与该流动通道121处于流体连通，

-每个溢流凹陷被定位成建立所述接触区域的中断，使得这些溢流凹陷建立排出溢流流体的安全释放口，在过压情况下该溢流流体经相应的所述出口开口穿过所述流体挡块，从而使得在所述至少两个打开构型中，所述溢流流体被防止进入没有连接至该流动通道121的所述至少一个阀开口中。

4.根据权利要求3所述的安全阀100，其中该组装阀能够被安排成第三不同的关闭构型，在该关闭构型中该流动通道121没有连接至这些阀开口151A、B、C中的任一个上，从而没有建立穿过该流动通道121以及阀开口的流动路径。

5.根据权利要求3或4所述的安全阀100，其中该阀壳体150还包括具有第一端和第二端以及内部流体空间的连接元件，该连接元件在该第二端处连接至该阀壳体150上，使得所述流体空间与所述至少三个阀开口151A、B、C之一处于流体接触。

6.根据权利要求3至5中任一项所述的安全阀100，其中该至少两个溢流凹陷被安排在该阀壳体150中。

7.根据权利要求3至6中任一项所述的安全阀100，其中该至少两个溢流凹陷被安排在该阀元件120中。

8.根据权利要求3至7中任一项所述的安全阀100，其中

该阀元件120还包括限定第一纵向轴线124的第一端和第二端，并且

该阀壳体150还包括：

-外壳，该外壳包括第一端和第二端以及在该第一端与该第二端之间延伸的第二纵向轴线，该第二纵向轴线与该第一纵向轴线同轴，

-用于接纳该阀元件120的内部间距，所述内部间距被该外壳封闭，以及

-被安排在该外壳中的该至少三个阀开口151A、B、C，每个开口允许流体流入或流出该内部间距，

其中该至少两个溢流凹陷在该外壳的所述第一端与所述第二端之间轴向地延伸，

其中该阀元件120沿着该第二纵向轴线轴向地可移动，使得该阀元件120的一部分可插入该阀壳体150的内部间距中以形成组装构型，并且该阀元件120围绕该第二纵向轴线159在该内部间距内可旋转，使得该阀元件120和该阀壳体150能够在所述至少两个不同的构型之间改变，

其中当该阀元件120被安排在该内部间距内部、呈所述两个不同的构型时，每个溢流凹陷被安排在该阀元件120与该外壳之间。

9.根据权利要求3至8中任一项所述的安全阀100，其中该至少两个溢流凹陷被安排在该外壳156中、和/或该至少两个溢流凹陷在该外壳的该第一端与该第二端之间延伸并且通入该第一端和/或该第二端、和/或该至少两个溢流凹陷在该阀元件120的该第一端与该第二端之间延伸并且通入该第一端和/或该第二端。

10.根据权利要求3至9中任一项所述的安全阀100，其中在该组装阀的该至少两个构型中，该流动通道121以及该至少三个阀开口151A、B、C被安排在同一平面中并且在该同一平面中延伸。

11.根据权利要求10所述的安全阀100，其中当该阀处于该组装构型时，所述平面大致垂直于该第一轴线124和该第二轴线159。

12.根据权利要求3至11中任一项所述的安全阀100，其中该溢流流体处于大致1至10巴、优选地大致1至5巴、并且更优选地大致1至3巴。

13.根据权利要求3至12中任一项所述的安全阀100，其中该外壳是圆柱形的。

14.根据权利要求3至13中任一项所述的安全阀100，其中该阀元件120是圆柱形的。

15.根据权利要求3至14中任一项所述的安全阀100，其中这些阀开口围绕该外壳的圆

周等距地分布，这些阀开口优选地沿圆周方向相互成大致120度角分布。

16.根据权利要求3至15中任一项所述的安全阀100，其中该阀壳体150包括三个阀开口151A、B、C。

17.根据权利要求3至16中任一项所述的安全阀100，其中该阀壳体包括3个溢流凹陷。

18.根据权利要求3至17中任一项所述的安全阀100，其中该阀元件120包括一个流动通道121。

19.根据权利要求2所述的系统，其中该阀是根据权利要求3至18中任一项所述的。

20.根据权利要求3至18中任一项所述的安全阀在用于制备$H_2{}^{15}O$并将其注入盐溶液的系统中的用途。

21.根据权利要求20所述的安全阀的用途，其中该系统是根据权利要求2所述的。

22.一种用于制备在正电子发射断层摄影术中使用的$H_2{}^{15}O$的方法，所述方法包括以下步骤：

-在升高的温度下将包含^{15}O和H_2的气体混合物221转化成$H_2{}^{15}O$，

-提供阀控制元件250以调节所述气体混合物221的流量，

-将$H_2{}^{15}O$与来自第一盐水给送器的盐水合并以产生$H_2{}^{15}O$盐溶液，

-提供第一辐射检测器240以测量所述$H_2{}^{15}O$盐溶液中的放射性，

-通过该第一辐射检测器240来调节所述气体混合物221的流量，

-提供储器281以接收该$H_2{}^{15}O$盐溶液，

-提供用于从所述储器281中排出任何过量气体的第二气体废物装置，

-提供第三泵，该第三泵在一端处连接至该储器281并且在另一端处连接至衰变管线，该衰变管线连接至液体废物装置，

-用该第三泵将任何过量液体废物从该储器281泵送穿过该衰变管线并且泵送到该液体废物装置中，

-提供输送管301和第二泵302，以使该$H_2{}^{15}O$盐溶液从该储器281循环穿过环路元件320并返回到所述储器281中，

-提供调节器件340，

-在该环路元件320中建立第一推注量的所述$H_2{}^{15}O$盐溶液，该第一推注量具有预限定的体积和放射性浓度，

-提供第二盐水给送器401，

-从所述第二盐水给送器401收集预限定的第二推注量的盐水，

-将所述第二推注量以预限定的速度注入该环路元件320中，使得该第二推注量将该第一推注量推入患者管线520中，

-用邻近该患者管线520的第二辐射检测器440测量所述第一推注量的注入曲线，

从而通过所述第二推注量的注入速度和体积来调节该第一推注量的注入曲线。

用于放射性同位素安全制备和注入的系统

技术领域

[0001] 本发明在第一方面涉及一种用于以下系统的调节装置，该系统用于制备并注入在正电子发射断层摄影术(PET)中使用的$H_2{}^{15}O$。本发明还在第二方面涉及一种用于制备并注入$H_2{}^{15}O$的系统、在第三方面涉及一种用于控制在PET中使用的$H_2{}^{15}O$的流量的安全阀、在第四方面涉及所述安全阀的用途、并且在第五方面涉及一种用于制备并注入$H_2{}^{15}O$的方法。

背景技术

[0002] 放射性同位素(也称为放射性核素)在医学治疗、成像、和研究中具有若干应用。通过从放射性同位素发射正电子，PET允许对人体内的生理过程进行成像和测量。

[0003] 比如^{18}F、^{11}C、^{15}O、^{14}O、^{82}Rb、以及^{13}N等放射性同位素典型地用于标记在PET中使用的放射性药物。与这些放射性同位素相关的半衰期很短，典型地在几分钟的量级上(除了^{18}F的半衰期为几乎两小时)。氧-15(^{15}O)具有122.24秒的半衰期、并且是在PET中对于量化局部脑血流量(rCBF)和量化局部心肌血流量(rMBF)的最适合的放射性同位素之一。

[0004] 生产放射性水的大多数系统包括产生目标气体的回旋加速器。回旋加速器的目标气体被转移到存在于合格的实验室环境中的HotCell中，其中使用催化过程或加热到大约800℃并结合H_2的输注来将该目标气体从^{15}O-O_2转化成$H_2{}^{15}O$。然后转化得到的$H_2{}^{15}O$典型地被鼓入储器中的盐溶液中，从而在所述溶液中捕集$H_2{}^{15}O$。然后将$H_2{}^{15}O$溶液从该储器手动地转移到吸取室或类似物中，然后典型地将对患者而言期望的剂量手动吸入注射器中，然后将该注射器手动运送到PET扫描室中。

[0005] 由于^{15}O的半衰期短，因此仅可以在产生放射性同位素并将其直接注入患者体内的系统中使用^{15}O。因此，由于关于直接与该系统相连的患者的安全性方面，仅在有限的程度上、出于例如研究目的或在特殊豁免条件下使用^{15}O。

[0006] 在产生放射性同位素并将其注入患者体内的系统中的安全考虑的关键方面是压缩气体的流通。回旋加速器被连接在此类系统的一端处并且递送经压缩的放射性气体，该经压缩的放射性气体被加压到10atm或更高。患者通常通过外周静脉导管连接在系统的另一端处，从而在该患者与该经压缩的放射性气体之间建立直接连接。

[0007] 标准的安全特征典型地在于气体在半透膜一例通行，并且盐水在另一侧通行。在患者的紧密前方将定位由与第一半透膜类似的材料制成的无菌过滤器。该无菌过滤器将在任何气体穿过第一膜的事件中进行气锁，但是如果引导气体离开的气体废物管被阻塞，则压力可能上升到比该膜可以应对的更高的压力，这可能允许气体穿过过滤器并进入患者体内。结果可能是放射性气体从数百ml/分钟最高达1至21/分钟地输注到患者体内，这可能导致致命的静脉空气栓塞。

[0008] 在用于此类系统的已知阀中，该阀可以被配置成具有排出开口，其中为了从系统中释放过量流体，必须将阀转到以下构型：穿过阀在流入流体与排出开口之间建立流动路径。这需要将阀手动或自动地转到所述构型，并且因此如果系统中发生故障，该阀将不能充当安全阀。

[0009] 进一步地，以压缩气体运行的该系统面临的根本性问题是需要故障安全特征，以确保压缩气体不能进入系统的其他部分来由此可能影响或损坏它们。

[0010] 为了使对患者的风险等级最小化，由医疗人员来执行通过注射器将放射性同位素从储器手动转移给患者。通过这种方式，患者没有直接或间接地连接至回旋加速器，由此减小了放射性气体被意外输注的风险。

[0011] 放射性同位素的手动操纵对于患者来说是安全的，但是由于对医疗人员的反复放射性暴露，这对于例行的患者检查来说是不可行的，因为医疗人员在每次执行吸取和注入时都遭受不想要且危险的辐射。

[0012] 典型地，在该手动方案下，在剂量校准器中测量所期望放射性的双倍量并将其吸取。启动定时器，并且当放射性因相关放射性同位素的衰变而降低并达到所期望水平时，将所吸取的量转移给患者。由于放射性同位素的半衰期短，吸取和注入的时机必须非常精确以确定转移给患者的实际放射性量。

[0013] 因此，对于能够以高精度并且以对患者和医疗人员均可忽略的风险来产生并注入特定量的$H_2{}^{15}O$的系统存在需求。

发明内容

[0014] 在此背景下，本发明的目的是提供用于制备$H_2{}^{15}O$并将其注入盐溶液中的具有增强的安全特征的调节装置、系统、安全阀、以及方法。

[0015] 对于本发明的第三方面，这个目的是通过提供一种用于控制在正电子发射断层摄影术中使用的$H_2{}^{15}O$的流量的安全阀实现的，该阀包括：阀元件，该阀元件具有延伸穿过该阀元件的流动通道；具有至少三个阀开口的阀壳体，每个阀开口允许流体流入或流出所述阀；以及至少两个溢流凹陷，每个溢流凹陷具有至少一个出口开口，其中该阀元件和阀壳体可连接以形成组装阀，该阀元件和该阀壳体在接触区域中彼此相接触，其中该组装阀可以被安排成至少两个不同的打开构型，所述打开构型中的一个打开构型限定穿过该流动通道和一组所述阀开口的流动路径，并且所述打开构型中的另一个打开构型限定穿过该流动通道以及另一组不同的所述阀开口的流动路径，并且其中在所述至少两个打开构型中的每一个打开构型中：每个溢流凹陷被安排在该阀元件与该阀壳体之间；这些阀开口中的至少两个阀开口通过该流动通道相连接；这些阀开口中的至少一个阀开口没有连接至该流动通道；所述接触区域形成流体挡块，该流体挡块用于防止流体流入没有连接至该流动通道的所述至少一个阀开口中；这些溢流凹陷不与该流动通道处于流体连通；每个溢流凹陷被定位成建立所述接触区域的中断，使得这些溢流凹陷建立排出溢流流体的安全释放口，在过压情况下该溢流流体经相应的所述出口开口穿过所述流体挡块，从而使得在所述至少两个打开构型中，所述溢流流体被防止进入没有连接至该流动通道的所述至少一个阀开口中。

[0016] 通过提供包括所述至少两个溢流凹陷的阀，当该组装阀被安排成该至少两个不同的打开构型时，由于流体将穿过这些溢流凹陷并且背离该阀被排出，这些溢流凹陷确保了将没有流体从通过该流动通道相连的该至少两个阀开口行进至没有与该流动通道相连接的该至少一个阀开口。

[0017] 该组装阀可以被安排成关闭构型，在该关闭构型中该流动通道没有连接至这些阀开口中的任一个上，从而没有建立穿过该流动通道以及阀开口的流动路径。在这个关闭构

型中，存在于这些阀开口中的流体还可能出现超压。如果流体穿过该流体挡块，这些溢流凹陷使溢流流体穿过相应的所述出口开口排出。

[0018] 由于这些溢流凹陷中的压力小于邻近的阀开口的压力完整性，因此压差确保了溢流流体将从该阀排出。

[0019] 由此当不期望的加压流体不预期进入时，该阀充当防止该不期望的加压流体进入一个或多个阀开口的安全阀。

[0020] 在本申请的背景下，应理解的是，加压流体也可以是处于大气压(大约1.01325巴)的流体。当所述系统在正常条件下运作时，优选地流体处于大致1至3巴、优选地1.5至2.5巴、更优选地大致2巴。

[0021] 还应理解的是，“不期望的”流体是指但不限于以下两种流体：当阀处于关闭构型时不预期从该阀的一个开口流到另一个开口的流体，无论流体的压力如何；以及由于例如在阀之前的系统故障而被加压到比预期更高的不期望压力的流体。反之亦然，术语“期望的”流体是指在正常运作条件下预期穿过处于打开构型的阀的流体。

[0022] 在该系统的这种正常运作条件下，并且当阀被安排成流动通道连接至阀开口的打开构型时，穿过该阀的流体量在大致500ml/min至1000ml/min的范围内。

[0023] 当期望的流体穿过该流动通道和这些阀开口时，流体可能在大气压附近。当流体正常穿过该流动通道和这些阀开口时，不存在显著压降。

[0024] 当该阀被安排在用于制备$H_2{}^{15}O$并且将其注入盐溶液的系统中时，该阀将充当安全阀并且因此将防止不期望的加压流体到达与该系统流体地连接的患者并对该患者造成伤害。

[0025] 该安全阀将确保在阀之前在系统的功能方面发生故障(例如导致不期望的高压流体到达阀的开口并且该阀的流动通道没有被连接至任一阀开口上的故障)的情况下，流体将穿过这些溢流凹陷从该阀排出、并且将不会进入其他阀开口。

[0026] 这同样适用于阀处于打开位置并且患者连接至该阀的连接元件的情况，其中所述连接元件的阀开口没有与该流动路径处于流体连接。在此，流体将在这些阀开口与该流动路径之间流动，并且如果发生故障并且不期望的加压流体进入这些阀开口和该流动路径中，则将进入该阀元件与该阀壳体之间的接触区域的溢流流体将穿过凹陷排出，这些凹陷被定位在连接至患者的连接元件的阀开口与连接至该流动路径的阀开口之间。

[0027] 因此无论阀的构型如何，这些凹陷都将充当安全措施、并且不需要在多个构型之间切换，从而提高了与该系统相连的患者的安全。

[0028] 因此在实施例中，该组装阀可以被安排成第三不同的关闭构型，在该关闭构型中该流动通道没有连接至这些阀开口中的任一个上，从而没有建立穿过该流动通道以及阀开口的流动路径。

[0029] 在该阀元件与该阀壳体之间的接触区域应理解为是在该阀元件的表面与该阀壳体的表面直接相邻之处的区域。该接触区域中的流体挡块确保了该阀壳体与该阀元件之间的功能紧密性。

[0030] 在本申请的背景下，术语“连接”也可以被理解为流体连接和/或处于流体连通。

[0031] 在本申请的背景下，术语“流体”包括气体和液体两者。

[0032] 该至少三个阀开口可以具有准许流体从该开口的一侧流到另一侧的任何形状。这

些阀开口优选地是圆形的。

[0033] 该阀壳体和/或该阀元件可以是任何令人期望的形状，比如圆柱形、圆形、矩形、或球形。

[0034] 该阀元件的尺寸可以根据阀壳体的尺寸而变化。

[0035] 该安全阀可以由选自由以下各项组成的组中的材料形成：惰性材料、聚合物材料、金属和金属合金、以及陶瓷；或者由这些材料的组合物制成。原则上可以使用与该流体相容的、具有足够的强度和材料特性以提供紧密的流体阻挡、并且能够承受消毒的任何材料。

[0036] 取决于安全阀的材料，可以通过多种方法(比如，注射模制、车床加工、铣削、铸造、和/或3D打印)来生产该阀。

[0037] 该阀元件和该阀壳体可以由不同的材料成分制成。通过用不同的材料成分来构造该阀元件和该阀壳体，可以获得更紧密的配合。该阀元件可以由材料强度比该阀壳体的材料更低的材料形成，以在偶然的压力升高期间实现阀元件而不是阀壳体的选择性破裂。

[0038] 在实施例中，该阀壳体还包括具有第一端和第二端以及内部流体空间的连接元件，该连接元件在该第二端处连接至该阀壳体上，使得所述流体空间与所述至少三个阀开口之一处于流体接触。

[0039] 通过提供连接元件，容易将该安全阀直接连接至不同的医疗系统上，在这些系统中，利用阀来防止加压流体进入例如患者的静脉或动脉，并且因此期望增强系统的安全性以确保没有溢流流体将行进至不期望的阀开口。此类医疗系统可以是用于制备并注入$H_2{}^{15}O$的系统，其中安全阀将确保溢流流体将不转移至患者管线，并且避免了流体意外输注到患者的循环系统中而造成潜在的危及生命的情况。

[0040] 在实施例中，该连接元件是圆柱形的。该至少三个连接元件可以从该外壳径向地延伸。该至少三个连接元件可以具有大致相等的长度。

[0041] 在实施例中，该阀壳体包括三个连接元件。

[0042] 在实施例中，该至少两个溢流凹陷被安排在该阀壳体中。

[0043] 在实施例中，该至少两个溢流凹陷被安排在该阀元件中。

[0044] 这些溢流凹陷可以具有任何形状，比如弯曲形或扭曲形。这些溢流凹陷优选地是线性的。

[0045] 通过在该阀壳体和/或该阀元件中提供该至少两个溢流凹陷，提供了具有最少数量部件的容易组装的阀，从而使得该阀具有成本效益且易于生产和组装。

[0046] 在实施例中，该阀元件还包括限定第一纵向轴线的第一端和第二端，并且该阀壳体还包括：外壳，该外壳包括第一端和第二端以及在该第一端与该第二端之间延伸的第二纵向轴线，该第二纵向轴线与该第一纵向轴线同轴；用于接纳该阀元件的内部间距，所述内部间距被该外壳封闭；以及被安排在该外壳中的该至少三个阀开口，每个开口允许流体流入或流出该内部间距，其中该至少两个溢流凹陷在该外壳的所述第一端与所述第二端之间轴向地延伸，其中该阀元件沿着该第二纵向轴线轴向地可移动，使得该阀元件的一部分可插入该阀壳体的内部间距中以形成组装构型，并且该阀元件围绕该第二纵向轴线在该内部间距内可旋转，使得该阀元件和该阀壳体可以在所述至少两个不同的打开构型之间改变，其中当该阀元件被安排在该内部间距内部、呈所述两个不同的打开构型时，每个溢流凹陷被安排在该阀元件与该外壳之间。

[0047] 通过对该安全阀提供可以被插入该阀壳体中的阀元件，可以将该阀元件固定在该阀壳体内部，从而防止该阀元件相对于第一纵向方向沿径向方向移动，由此在该接触区域中建立非常高的功能紧密性、并因此建立更好的流体阻挡以防止任何过量流体经过该接触区域。

[0048] 当该阀元件的一部分插入该内部间距中时，该阀壳体可以是围绕该阀元件、绕该阀元件的第一纵向轴线124可旋转的。

[0049] 该阀元件和/或阀壳体的旋转可以是自动的和/或手动的。

[0050] 在实施例中，该阀壳体包括三个阀开口。

[0051] 在实施例中，该安全阀包括三个溢流凹陷。

[0052] 在实施例中，该阀元件包括一个流动通道。

[0053] 在实施例中，这些阀开口的数量与溢流凹陷的数量相等。

[0054] 在一些实施例中，该阀壳体包括六个阀开口和/或六个溢流凹陷。这六个阀开口和/或这六个溢流凹陷优选地沿该阀壳体和/或该阀元件的圆周均匀地分布。

[0055] 在实施例中，该至少三个阀开口等距地分布在该外壳中。这些阀开口中的每一个阀开口相对于相邻的阀开口之间的角度优选地为120度。

[0056] 在实施例中，该流动通道包括第一流动通道和第二流动通道，其中该第一流动通道和该第二流动通道相对于彼此成角度延伸。该角度优选地为120度。

[0057] 通过将这些阀开口与该第一流动通道和该第二流动通道设置成大致相等的角度，则当该阀元件被安排在该内部间距内部时，穿过该阀元件的第一流动通道和第二流动通道将与该阀壳体的该至少三个阀开口中的两个阀开口重合，从而使得该至少三个阀开口中的两个阀开口可以通过该流动通道相连。

[0058] 在实施例中，该至少两个溢流凹陷被安排在该外壳中。

[0059] 在实施例中，该至少两个溢流凹陷在该外壳的第一端与第二端之间延伸并且通入该第一端和该第二端。

[0060] 在实施例中，该至少两个溢流凹陷在该外壳的第一端和/或第二端之间延伸并且通入该第一端和/或该第二端。

[0061] 这些溢流凹陷可以在该外壳中径向地延伸，这些溢流凹陷具有的深度最高达到该外壳的厚度。

[0062] 在实施例中，该至少两个溢流凹陷被安排在该阀元件中。

[0063] 在实施例中，该至少两个溢流凹陷在该阀元件的第一端和/或第二端之间延伸并且通入该第一端和/或该第二端。

[0064] 通过提供延伸了该外壳或该阀元件的整个长度的溢流凹陷，这些溢流凹陷确保了沿着阀元件与阀壳体之间的流体挡块行进的任何流体都将穿过这些溢流凹陷被排出该阀。

[0065] 在实施例中，该连接元件延伸到该内部间距中。

[0066] 在一些实施例中，这些溢流凹陷可以包括与外壳材料具有不同材料属性的材料。当在应对高压力和/或由比如金属或金属合金或陶瓷等高强度材料构成的系统中使用该阀时，这是有利的。

[0067] 在实施例中，该外壳是圆柱形的。

[0068] 在实施例中，该阀元件是圆柱形的。

[0069] 通过提供圆柱形的外壳和/或阀元件，确保了所使用的材料量与整个阀的强度和刚度之间的良好平衡。

[0070] 在实施例中，该流动通道和该至少三个阀开口在该组装阀的至少两种构型中被安排在同一平面中并且沿该同一平面延伸。

[0071] 因此，可以不需要太多空间来安排该安全阀，因为入口和出口均被安排在同一平面内，而不是使得入口垂直于流动通道/阀开口。

[0072] 在实施例中，当该阀处于组装构型时，所述平面大致垂直于该第一轴线和该第二轴线。

[0073] 应理解的是，平面是平坦的、延伸到无限远的二维表面，并且流动通道和阀开口被定位在同一平面上、并且沿该同一平面上的不同方向延伸。

[0074] 在实施例中，该溢流流体处于大致1至10巴、优选地大致1至5巴、并且更优选地大致1至3巴。

[0075] 在实施例中，这些阀开口围绕该外壳的圆周等距地分布，这些阀开口优选地成大致120度角分布。

[0076] 该外壳的内圆周可以大致等于该阀元件的外圆周。

[0077] 该阀元件包括限定第一纵向轴线的第一端和第二端。该阀壳体包括第一端、第二端、以及在该第一端与该第二端之间延伸的第二纵向轴线。当该阀处于组装构型时，该第二纵向轴线与该阀元件的第一纵向轴线同轴。

[0078] 在实施例中，该阀元件包括用于使该阀元件在该阀壳体内部旋转的手柄。

[0079] 在组装该安全阀时，可以使该阀元件在该阀壳体内部旋转，该旋转是围绕该第二纵向轴线的。

[0080] 当该阀元件的一部分被插入该内部间距中时，该手柄可以从该阀元件突出到该外壳外部。该手柄优选地从该阀元件径向地延伸。

[0081] 在实施例中，该手柄包括从该阀元件径向延伸的第一突出部、第二突出部、以及第三突出部。该第一突出部和该第二突出部优选地被安排在该阀元件的圆周中、相对于彼此成90度的角度。该第二突出部和该第三突出部优选地被安排在该阀元件的圆周中、相对于彼此成90度的角度。

[0082] 该手柄可以是凹入该阀元件中的凹窝。所述凹窝可以被构造成比如具有正方形、三角形、圆形、椭圆形、矩形、星形、或其任何组合的形状。

[0083] 在实施例中，该阀壳体还包括无菌过滤器元件，该过滤器被安排成使得从这些溢流凹陷排出的任何溢流流体穿过该过滤器元件。该过滤器元件可以被安排在该外壳的第一端和/或第二端处。

[0084] 在另外的实施例中，该过滤器覆盖该至少两个溢流凹陷中的每一个的整个至少一个出口开口。

[0085] 在另外的实施例中，该至少两个溢流凹陷被安排在该外壳中、并且在该外壳的第一端与第二端之间延伸。该至少一个出口开口被安排在该外壳的第二端中，使得这些溢流凹陷通入该外壳的第二端中，其中该过滤器元件被安排在该内部间距内部、在该外壳的第二端处。因此被排出的流体仅在该外壳的第二端处离开该安全阀，并且由此所有被排出的流体均穿过该无菌过滤器、然后从该安全阀排出。

[0086] 该过滤器进一步防止来自该阀周围环境的任何被污染空气进入该安全阀。

[0087] 该过滤器元件可以具有任何适合的形状。该过滤器元件可以具有与内部间距相同的形状并且优选地是圆形的。

[0088] 该过滤器元件可以由选自由以下各项组成的组中的材料形成：多孔聚合物膜、由聚合物制成的烧结颗粒或纤维、金属或陶瓷；或由此类材料的组合物制成。

[0089] 该过滤器元件可以具有0.10um至100um、优选地0.2um至0.45um的孔径。

[0090] 该过滤器元件可以是HEPA过滤器。

[0091] 在第四方面，本发明涉及一种如上文所描述的第三方面的安全阀在一种用于制备$H_2{}^{15}O$并将其注入盐溶液的系统中的用途。

[0092] 该系统可以是根据如下文所描述的第二方面的系统。

[0093] 通过在此类系统中提供安全阀，则如果系统发生故障，即可能导致与患者相连的管中的流体处于不想要的高水平的故障，则安全阀将保护患者免于被该不想要的流体伤害。

[0094] 在第二方面，本发明涉及一种用于制备并注入在正电子发射断层摄影术(PET)中使用的$H_2{}^{15}O$的系统，所述系统包括：用于生产$H_2{}^{15}O$盐溶液的生产装置；用于建立供注入的第一推注量的推注量装置，所述第一推注量包括所述$H2^{15}O$盐溶液并且具有预限定的体积和放射性浓度(mBq/ml)，所述推注量装置包括阀；以及用于调节该第一推注量的注入曲线的调节装置。

[0095] 如在此所使用的，术语“氧-15标记的水”被表示为涵盖相似符号的$H_2{}^{15}O$，比如O15-H2O、O15-H_2O、$H_2[^{15}O]$、$H_2O[^{15}O]$、以及$^{15}OH_2O$。

[0096] 通过提供根据本发明的用于制备并注入$H_2{}^{15}O$的、可以被安排成紧邻PET-扫描仪的系统，消除了手动操纵放射性同位素的需要，因此提高了患者和医疗人员的安全。

[0097] 进一步地，由于该系统连续运行，因此可以在兴趣时刻精确地进行剂量注入。这使得时间关键的研究(比如大脑激活研究和心脏负荷研究)能够实现。该系统通过提供不同的输注推注量来支持各种不同的研究方案。

[0098] 根据本发明的第二方面，可以精确地确定所制备的放射性的量(因为$H_2{}^{15}O$是以预限定的推注量制备的)、并且限定并调节注入曲线，即，与时间相关的注入速度，其限定了注入阶段过程中所注入的放射性的量。在一些实施例中，注入速度在整个注入阶段是恒定的。以此方式，良好地限定了放射性和推注量体积。

[0099] 在一些实施例中，注入速度在整个注入阶段发生变化。

[0100] 如在此所使用的，术语“推注量”是指特定体积量。

[0101] 如在此所使用的，术语“注入曲线”是指XY图上的图表，其中Y轴表示随时间而变的放射性浓度[Bq/s]，并且X轴表示时间[s]。

[0102] 在实施例中，根据第二方面的系统包括处理单元。

[0103] 在此并且在下文中，术语‘处理单元’旨在包括适于适配成执行在此所描述的功能的任何电路和/或器件。具体而言，上述术语包括通用或专用可编程微处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑阵列(PLA)、现场可编程门阵列(FPGA)、专用电子电路等、或其组合。

[0104] 该处理单元可以连接至根据第二方面和/或其特定部分的生产装置和/或推注量

装置和/或调节装置和/或整个系统上。

[0105] 在实施例中，所述阀是根据本发明的第三方面的安全阀。

[0106] 该系统可以与患者相连，使得可以直接从该系统将一定推注量注入患者体内。该推注量可以是静脉注射、肌内注射、鞘内注射、或皮下注射来给药的。

[0107] 该系统的多个部分可以被安排在辐射防护屏内或后方。

[0108] 在实施例中，本发明涉及一种用于根据第二方面的系统的生产装置，该生产装置包括：在升高的温度下将包含^{15}O和H_2的气体混合物转化成$H_2{}^{15}O$的转化元件；用于调节所述气体混合物的流量的阀控制元件；用于将$H_2{}^{15}O$与来自第一盐水给送器的盐水合并以产生$H_2{}^{15}O$盐溶液的合并装置；用于测量所述$H_2{}^{15}O$盐溶液中的放射性的第一辐射检测器，其中所述阀控制元件由该第一辐射检测器调节。

[0109] 根据该实施例，将包含^{15}O和H_2的气体混合物以恒定流速和压力给送至该生产装置。所提供的阀控制元件可以调节被转化成$H_2{}^{15}O$的气体混合物的量、并且由此调节$H_2{}^{15}O$盐溶液中的$H_2{}^{15}O$的浓度。

[0110] 该气体混合物可以包括压缩或加压的气体混合物。

[0111] 该气体混合物优选地转化成蒸气形式的$H_2{}^{15}O$。

[0112] 该辐射检测器可以包括用于将测得的辐射量与预限定的辐射区间进行比较的控制零件，所述区间取决于盐溶液中期望的$H_2{}^{15}O$的量。该区间可以根据期望的$H_2{}^{15}O$的量手动和/或自动地输入，该期望的量可以根据患者而变化。该控制零件可以由处理单元控制。

[0113] 在实施例中，该转化元件包括包括在升高的温度下将气体混合物转化成$H_2{}^{15}O$的炉。

[0114] 该升高的温度可以为200℃至1000℃、对非催化反应而言优选地为大致800℃、并且对Pd催化反应而言为大致300℃。

[0115] 在实施例中，该阀控制元件包括至少一个阀，该至少一个阀用于将气体混合物流引导穿过该转化元件(由此将该气体混合物转化成$H_2{}^{15}O$)、或者当不期望产生任何更多的$H_2{}^{15}O$时使该气体混合物流绕过该转化元件(由此该气体混合物将不转化成$H_2{}^{15}O$)。

[0116] 在另外的实施例中，该至少一个阀是双通阀。

[0117] 在另外的实施例中，该至少一个阀是根据本发明的第三方面的安全阀。

[0118] 在另外的实施例中，该阀控制元件还包括第三气体废物装置。该至少一个阀将气体混合物引导至炉、或者绕过该炉且气体被引导至该第三气体废物装置中。

[0119] 该第三气体废物装置可以是慢渗式气体废物装置。替代性地，该第三气体废物装置可以是专用于排出气体混合物的外部排出管道。

[0120] 在实施例中，该合并装置包括：用于接收$H_2{}^{15}O$和该第一盐溶液的储器；用于从所述储器中排出任何过量气体的第二气体废物装置；第三泵，该第三泵在一端处连接至该储器并且在另一端处连接至衰变管线，该衰变管线连接至液体废物装置，其中该第三泵将过量液体废物从该储器泵送穿过该衰变管线并且泵送到该液体废物装置中。

[0121] 通过提供没有加压/在正常压力下操作的合并装置，提供了额外的安全特征以确保没有气体溶解在放射性水中。

[0122] 应注意到，在本说明书的背景下，术语“储器”不限于特定的储器，而是还可以是具有预限定的体积的其他容器，比如储箱、盆、存储/存放元件、器皿、或接收器。

[0123] 应注意到，在本说明书的背景下，术语“慢渗式气体废物装置”是指以下系统，该系统允许将含有少量放射性同位素(比如^{15}O)的过量气体延迟适当数量的半衰期(优选地至少五个半衰期)，然后将该过量气体排出到开放空间，使得残留的放射性降低到可接受的水平。该慢渗式气体废物装置将典型地被定位在辐射防护屏后方。

[0124] 该第二气体废物装置可以是慢渗式气体废物装置。替代性地，该第二气体废物装置可以是专用于排出过量放射性气体的外部排出管道。由于^{15}O的半衰期短并且所涉及的气体体积小，因此当气体被排出时，放射性几乎为零。

[0125] 包含^{15}O和H_2的、被给送至该转化元件的气体混合物可能包含少量的氮氧化物(NOx)，该氮氧化物通过与氢反应而被还原成氨(NH_3)。因此如果存在氨累积，则储器中的$H_2{}^{15}O$盐溶液的pH将增大。

[0126] 在实施例中，该合并装置还包括：第一泵，该第一泵连接至该第一盐水给送器以对该储器提供该盐溶液；以及连接至该衰退管线的pH测量器件，其中该第一泵由该pH测量器件调节。

[0127] 来自该第一盐水给送器的第一盐溶液的量可以是可调整量。该第一盐溶液的量可以手动地和/或通过处理单元自动地调整。

[0128] 该第一盐溶液可以被连续地泵送到该储器中。

[0129] 通过提供pH测量器件，该测量器件可以检测$H_2{}^{15}O$的盐溶液的pH值变化。如果$H_2{}^{15}O$盐溶液中存在大量氨，则可能发生这些变化。

[0130] 为了确保储器中不发生氨累积，可以调节盐溶液的流入量以及$H_2{}^{15}O$盐溶液的流出量，使得氨被冲出储器。

[0131] 储器中氨的含量应低于15ppm、优选地低于10ppm。储器中的pH水平应从4至10、优选地从5至9、更优选地从5.5至8.5。

[0132] 提供相对长的衰退管线允许放射性$H_2{}^{15}O$在衰退之后到达废物瓶。在到达废物瓶之前，该放射性$H_2{}^{15}O$优选地将延迟至少五个半衰期。

[0133] 该废物瓶可以被放置在被安排成围绕系统的辐射防护屏外部。辐射检测器也可以被安排成邻近该衰退管线或废物瓶。

[0134] P3的泵送速度大于或等于P1的泵送速度，以确保$H_2{}^{15}O$盐溶液的储器不发生溢流。

[0135] 存在于该储器中的任何过量气体穿过第二气体废物装置被排出。该第二气体废物装置可以是慢渗式气体废物装置。

[0136] 在实施例中，本发明涉及一种用于根据第二方面的系统的推注量装置，其中该推注量装置包括：包含$H_2{}^{15}O$盐溶液的储器；输送管，该输送管用于使该$H_2{}^{15}O$盐溶液从该储器循环穿过环路元件和调节器件并返回到所述储器中；用于调节所述流量的第二泵，其中该调节器件包括阀，该调节器件具有第一构型和第二构型，其中该调节器件的该第二构型建立第一推注量的所述$H_2{}^{15}O$盐溶液，该第一推注量具有预限定的体积和放射性浓度。

[0137] 通过提供连续循环的、容易获得的$H_2{}^{15}O$盐溶液，该系统在任何时间点准备好建立用于注入到患者体内的第一推注量，从而避免不必要的等待时间。

[0138] 该储器可以包括根据本发明实施例生产的$H_2{}^{15}O$盐溶液。

[0139] 进一步地，由于$H_2{}^{15}O$盐溶液不断地在该输送管中通过第二泵以高速从储器循环和循环到该储器，在该储器中新形成的$H_2{}^{15}O$不断地与盐水混合，因此在环路元件中可获得的

$H_2{}^{15}O$盐溶液将维持大致恒定的放射性浓度。

[0140] 第二泵的速度优选地从0.1ml/min至100ml/min。

[0141] 在实施例中，该推注量装置包括处理单元。

[0142] 该调节器件可以被手动地控制和/或由该处理单元自动地控制。

[0143] 在实施例中，该调节器件包括至少两个阀。

[0144] 在实施例中，该调节器件包括根据本发明的第三方面的安全阀。

[0145] 在实施例中，该至少两个阀被安排在该环路元件的任一例上。这两个阀之一可以连接至患者管线。

[0146] 通过使用根据本发明的第三方面的安全阀，将没有溢流液体进入该患者管线，从而确保了更安全的系统。

[0147] 在实施例中，该环路元件具有可调整容积。该环路元件的容积可以手动地和/或通过该处理单元自动地调整。还可以通过以下方式来调整该环路元件的容积：改变该环路元件的一部分或多个部分，从而给予该环路元件的一个不同部分或多个部分一个容积而使得该环路元件具有另一个容积。

[0148] 因此，可以容易地提供不同的推注量体积和放射性浓度以用于不同的患者和/或测量，由此消除了由医疗人员手动吸取推注量的需要。

[0149] 在实施例中，第一辐射检测器被安排成邻近该环路元件，该第一辐射检测器包括第一检测器单元和第二检测器单元，其中所述第一检测器单元和所述第二检测器单元测量存在于该环路元件中的所述$H_2{}^{15}O$盐溶液的第一放射性值和第二放射性值。

[0150] 该第一检测器单元和该第二检测器单元优选地被安排在邻近该环路元件的不同位置处，因此这些检测器测量在该环路元件中的不同位置处的所述$H_2{}^{15}O$盐溶液的第一放射性值和第二放射性值。该第一辐射检测器可以被单独屏蔽以产生精确的辐射测量结果。

[0151] 在第一方面，本发明涉及一种用于根据第二方面的系统的调节装置，该调节装置包括：第二盐水给送器；环路元件，该环路元件包括第一推注量的所述$H_2{}^{15}O$盐溶液；注入装置，该注入装置用于从所述第二盐水给送器收集预限定的第二推注量的盐水并且将所述第二推注量以预限定的速度注入该环路元件中，使得该第二推注量将该第一推注量推入患者管线中；邻近该患者管线的第二辐射检测器，所述辐射检测器测量所述第一推注量的注入曲线，其中所述第二推注量的注入速度和体积调节该第一推注量的注入曲线。

[0152] 通过提供该注入装置，可以取决于对于不同测量的个体要求来调节用于注入该患者管线中的第一推注量的注入曲线。

[0153] 在实施例中，根据第一方面的调节装置包括处理单元。

[0154] 该预限定的注入速度可以在注入过程中改变。该速度优选地在注入过程中减小。所述速度中的变化可以手动地或由该处理单元控制。

[0155] 取决于不同的患者和测量，该预限定的第二推注量的盐水可以具有可变体积。该预限定的第二推注量可以手动收集和/或由该注入装置自动收集。该自动收集可以由该处理单元控制。

[0156] 在实施例中，该注入装置包括第四阀。该第四阀可以是根据本发明的第三方面的安全阀。

[0157] 该第二盐水给送器可以连接至该第四阀。

[0158] 在实施例中，该注入装置包括收集元件。该收集元件可以连接至该第四阀。该收集元件可以是医疗注射器。

[0159] 该第二检测器测量该患者管线的特定部分的放射性值。这个部分具有已知的长度、大小、和容积。由于该患者管线的这个部分的容积是恒定的，以短的时间间隔来测量放射性(每秒1至10次测量)，并且注入速度是已知的，因此可以在XY坐标系中获得曲线(在此被称为注入曲线)，该曲线示出了随时间而变的注入活动量。

[0160] 该第二辐射检测器在该第一推注量被注入患者体内之前即刻测量该第一推注量的注入曲线。

[0161] 在第五方面，本发明涉及一种用于制备在正电子发射断层摄影术中使用的$H_2{}^{15}O$的方法，所述方法包括以下步骤：在升高的温度下将包含^{15}O和H_2的气体混合物流转化成$H_2{}^{15}O$；提供阀控制元件以调节所述气体混合物的流量；将$H_2{}^{15}O$与来自第一盐水给送器的盐水合并以产生$H_2{}^{15}O$盐溶液；提供第一辐射检测器以测量所述$H_2{}^{15}O$盐溶液中的放射性；通过该第一辐射检测器来调节所述气体混合物的流量；提供储器以接收该$H_2{}^{15}O$盐溶液；提供用于从所述储器中排出任何过量气体的第二气体废物装置；提供第三泵，该第三泵在一端处连接至该储器并且在另一端处连接至衰变管线，该衰变管线连接至液体废物装置；用该第三泵将任何过量液体废物从该储器泵送穿过该衰变管线并且泵送到该液体废物装置中；提供输送管和第二泵，以使该$H_2{}^{15}O$盐溶液从该储器循环穿过环路元件并返回到所述储器中；提供调节器件；在该环路元件中建立第一推注量的所述$H_2{}^{15}O$盐溶液，该第一推注量具有预限定的体积和放射性浓度；提供第二盐水给送器；从所述第二盐水给送器收集预限定的第二推注量的盐水；将所述第二推注量以预限定的速度注入该环路元件中，使得该第二推注量将该第一推注量推入患者管线中；用邻近该患者管线的第二辐射检测器测量所述第一推注量的注入曲线值，从而通过所述第二推注量的注入速度和体积来调节该第一推注量的注入曲线。

[0162] 在第五方面的实施例中，该调节器件包括根据本发明的第三方面的安全阀。

[0163] 用于制备并注入放射性同位素的产生到患者系统具有多个挑战。对于可以与患者相连的此类系统的安全性要求极高，以确保患者和医疗人员的安全。通过提供根据第二方面的系统，该系统的不同部分帮助确保比以前可能的更高的安全标准。

[0164] 根据第三方面的安全阀在根据第二方面的系统中是特别有用的，因为它将阻止溢流流体在该系统中向前移动并且最终进入患者体内。特别是过量气体是非常高风险的因素，可以通过实施根据第三方面的安全阀而容易地消除这种风险。

[0165] 本发明的不同方面可以以不同方式来实施，这些方式各自产生了结合上文所述的至少一个方面所描述的一个或多个益处和优点，并且各自具有一个或多个优选实施例，包括结合上文和/或从属权利要求中所披露的至少一个方面所描述的实施例。

附图说明

[0166] 本发明的上述和/或附加目的、特征、和优点将通过以下参照附图对本发明的实施例进行的说明性且非限制性的详细说明来进行进一步阐述，在附图中：

[0167] 图1示出了根据本发明的第二方面的、用于制备并注入在正电子发射断层摄影术中使用的$H_2{}^{15}O$的系统的示意图。

[0168] 图2是展示了在推注量装置与注入装置之间的相互作用的流程图。

[0169] 图3A和图3B示出了根据本发明的实施例和第一方面。

[0170] 图4A和图4B展示了第一推注量的不同注入曲线。

[0171] 图5示出了根据本发明的第二方面的安全阀的实施例的透视图。

[0172] 图6示出了图5所示的安全阀处于组装构型时的透视图。

[0173] 图7A、图7B、和图7C示出了组装安全阀处于第一组装构型、第二组装构型、和第三组装构型时的截面视图。

[0174] 图8示出了根据本发明的第三方面的阀的实施例的透视图。

[0175] 图9示出了图8所示的安全阀处于组装位置时的截面视图。

具体实施方式

[0176] 在以下说明中参考了附图，这些附图通过展示的方式示出了可以如何实践本发明。应注意到，出于展示的目的，特别是所示的各个不同元件之间的距离的尺寸并非是真实的。

[0177] 应理解的是，术语“安全阀”和“阀”在本发明的背景下均用作描述根据本发明的第三方面的安全阀。

[0178] 图1示出了体现本发明的、用于制备用于执行PET扫描的呈无菌可注入形式的$H_2{}^{15}O$的系统1的示意图表。

[0179] 系统1包括用于控制该系统的各个不同部分的处理单元。如果期望的话，该处理单元可以被手动重写。

[0180] 在此并且在下文中，术语‘处理单元’旨在包括适于适配成执行在此所描述的功能的任何电路和/或器件。具体而言，上述术语包括通用或专用可编程微处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑阵列(PLA)、现场可编程门阵列(FPGA)、专用电子电路等、或其组合。

[0181] 通常通过辐照氮气和氧气的流动气体目标，在回旋加速器拱库500中的回旋加速器中产生放射性^{15}O气体。从回旋加速器目标室501释放的^{15}O气体的量由与目标室501连接定位的质量流量控制器(MFC)(未示出)控制。该MFC被预设成用于将气体控制在以特定的流速范围。

[0182] 该MFC装配有闭环控制系统，该闭环控制系统由系统操作者或处理单元给出输入信号，将该输入信号与来自该质量流量传感器的值进行比较、并相应地调整比例阀以实现所需的流量。

[0183] 然后^{15}O气体穿过NOx捕集器502，在该捕集器中捕获了在目标室501中由于氮与氧之间的反应而形成的大部分氮氧化物，比如NO、N_2O和/或NO_2。此时令人期望的是除去氮氧化物，因为它们可能随后通过与氢反应而转化为不想要的氨(NH_3)。

[0184] 随后将该气体与来自氢储器503的氢气(H_2)混合以形成H_2和^{15}O气体的气体混合物221。与^{15}O气体混合的H_2气的量由位于氢储器503后方的另一个MFC(未示出)控制。

[0185] 然后将气体混合物221引导穿过从回旋加速器拱库500延伸的管504、并引导到PET扫描室505中，该PET扫描仪(未示出)、患者521、以及根据第二方面的本发明被安排在该PET扫描室中。为了避免可能导致不稳定流速的高压，管504装配有压力释放阀(未示出)。

[0186] 然后气体混合物221穿过第一无菌过滤器506，以除去任何不想要的颗粒和微生物杂质，从而确保该系统保持无菌状态。

[0187] 在第一无菌过滤器506后方，压力传感器507和压力释放阀508连接至气体运送管504。压力传感器507连续地测量管504中的压力。如果该压力超过预定安全水平，则阀508将气体混合物221引导至第一气体废物装置509。

[0188] 气体混合物221然后被引导至管节点510。阀控制元件250控制气体混合物221从管节点510被引导的方式。阀控制元件250包括第二阀251和第三阀252。

[0189] 当第二阀251打开时，气体221被引导穿过转化元件220。转化元件220是炉220，在该炉中气体混合物221被转换成$H_2{}^{15}O$。如果第二阀251关闭，并且第三阀252打开，则气体混合物221将绕过炉220，并且气体混合物221将不转化成$H_2{}^{15}O$。这是在不期望产生任何更多的$H_2{}^{15}O$时实现的。

[0190] 来自第三阀252的气体混合物221和/或来自第二阀251的$H_2{}^{15}O$然后被引导至储器281中。连接至第一盐水给送器290的第一泵292将第一盐水流291连续地泵送到储器281中。因此，$H_2{}^{15}O$和盐水在储器281中组合成$H_2{}^{15}O$盐溶液。

[0191] 第一辐射检测器240被定位在该系统的其他位置。第一辐射检测器240测量所述$H_2{}^{15}O$盐溶液中的放射性。将来自第一辐射检测器240的信号用作闭环调节算法中的输入，比如在处理单元上执行的PID或模糊逻辑。来自该处理单元的输出对所述阀控制元件250进行调节、并且因此确定产生了多少$H_2{}^{15}O$。

[0192] 第二气体废物装置282连接至储器281。第二气体废物装置282排出来自所述储器281的气体，因此确保没有气体溶解在$H_2{}^{15}O$盐溶液中。

[0193] 第三泵283在一端处连接至储器281并且在另一端处连接至衰退管线284。衰退管线284进一步连接至液体废物装置285。第三泵283将来自储器281的过量液体废物连续泵送穿过衰退管线284、并且泵送到液体废物装置285中。

[0194] 储器281还连接至输送管301，以使来自储器281的$H_2{}^{15}O$盐溶液循环并返回到储器281中。$H_2{}^{15}O$盐溶液由第二泵302从储器281被泵送到输送管301中、并泵送到调节器件340和环路元件320中。

[0195] 调节器件320包括第五阀422和第六阀423，这些阀422、423是如图5至图7所示的阀。阀422、423被安排在环路元件320的各侧上。第五阀424进一步连接至注入装置420，并且第六阀425进一步连接至患者管线520。

[0196] 第五阀424被安排成至少两个不同构型中的第一构型，使得$H_2{}^{15}O$盐溶液流穿过第五阀424并且被引导到环路中，并且注入装置420与系统的其余部分隔离。如果第五阀424被安排成第二构型，则$H_2{}^{15}O$盐溶液将不能穿过第五阀424，第五阀424断开在环路320与注入装置420之间的连接。

[0197] 第六阀425被安排成至少两个不同构型中的第一构型，使得$H_2{}^{15}O$盐溶液穿过第六阀425、并且被进一步引导到输送管301中并返回到储器281中。如果第六阀425被安排成第二构型，则$H_2{}^{15}O$盐溶液将被引导到患者管线520中，并且输送管301的将$H_2{}^{15}O$盐溶液运送返回到储器281中的那部分与第六阀425隔离。

[0198] 第一辐射检测器240被安排成邻近环路元件320。该第一辐射检测器240包括第一检测器单元和第二检测器单元(未示出)，其中所述第一检测器单元和第二检测器单元测量

存在于环路元件320中的所述$H_2{}^{15}O$盐溶液的第一放射性值和第二放射性值。

[0199] 如果该第一放射性值和该第二放射性值与使用者预设阈值水平相差大于20%、优选地15%、更优选地10%，则该处理单元将防止发生注入。

[0200] 当第五阀422和第六阀423被安排成第二构型时，第五阀424、第六阀425、以及环路元件320建立第一推注量的所述$H_2{}^{15}O$盐溶液。该第一推注量具有预限定的体积和放射性浓度。

[0201] 注入装置420包括第四阀422和收集元件423。收集元件420是医疗注射器420。第四阀422是如图5至图8所示的阀。医疗注射器420可以被手动地控制、和/或由该处理单元自动地控制。第二盐水给送器401连接至第四阀423。

[0202] 第四阀423被安排成至少两个不同构型中的第一构型，使得医疗注射器422与第五阀424之间的连接被断开。如果第四阀423被安排成第二构型，则医疗注射器422与第二盐水给送器401之间的连接将被断开。

[0203] 当第四阀423处于第二构型时，医疗注射器422可以从所述第二盐水给送器401收集预限定的第二推注量的盐水。

[0204] 连接至第六阀425的患者管线520还连接至气泡检测器522、止回阀523、第二无菌过滤器524、以及患者521。

[0205] 气泡检测器522检测第一推注量和/或第二推注量中是否存在任何不期望的气泡。在检测到气泡的不期望事件中，连接至气泡检测器522的处理单元停止对患者的注入。

[0206] 止回阀523是单向阀。阀523确保了已经穿过阀523的第一推注量和/或第二推注量不能穿回到系统中。同样，来自患者521的任何流体不能跨过止回阀523并且穿回到系统中。

[0207] 第二无菌过滤器524除去可能残留的任何不想要的颗粒和微生物杂质，因此确保第一推注量和/或第二推注量在进入患者521体内之前是无菌的。

[0208] 被安排成邻近该患者管线的第二辐射检测器440测量所述第一推注量的注入曲线。

[0209] 可以将患者521置于比如正电子发射断层摄影术(PET)扫描仪(未示出)等扫描仪中，其中可以在注入第一推注量之前、过程中、和之后监测放射性同位素在患者521体内的分布。

[0210] 图2是展示了推注量装置与注入装置的相互作用以提供具有预限定的体积和放射性浓度的可注入$H_2{}^{15}O$盐溶液的流程图。

[0211] 在部分A中，连接至输送管301的第二泵302调节$H_2{}^{15}O$盐溶液的流量，使得该$H_2{}^{15}O$盐溶液从储器281被连续地泵送穿过输送管301、环路元件320、以及调节器件340，由此在任何给定时刻在环路元件320中提供可容易获得的$H_2{}^{15}O$盐溶液。

[0212] 调节器件340包括处于第一构型的、被安排在环路元件320各侧上的第五阀424和第六阀425。

[0213] 第一辐射检测器240被安排成邻近环路元件320。第一辐射检测器240包括第一检测器单元和第二检测器单元，该第一检测器单元和该第二检测器单元测量存在于环路元件320中的所述$H_2{}^{15}O$盐溶液的第一放射性值和第二放射性值。

[0214] 当环路元件320中的放射性达到期望水平时，该水平可以在不同测量之间和不同患者之间变化，部分B自动或手动地开始。

[0215] 在部分B中，将第五阀424和第六阀425从第一构型改变成第二构型，使得环路元件320没有连接至输送管301和该系统的产生$H_2{}^{15}O$盐溶液的那部分上。另外，患者521也与系统的其余部分隔离。

[0216] 第五阀424和第六阀425可以同时或单独地改变构型。第五阀424和第六阀425的第二构型建立了第一推注量的所述$H_2{}^{15}O$盐溶液，该第一推注量是存在于环路元件320中的所述$H_2{}^{15}O$盐溶液的量。因此该第一推注量具有预限定的体积和放射性浓度，该浓度由该第一检测器单元和该第二检测器单元测量。

[0217] 环路元件320具有可调整体积，该可调整体积可以在不同患者之间和不同测量之间改变。

[0218] 在第二构型中，第六阀425连接至患者管线520，并且第五阀424连接至第四阀422。

[0219] 在部分C中，第四阀422连接至第二盐水给送器401和收集元件423。当第四阀422处于第一构型时，在收集元件423与第五阀424之间的连接被断开。

[0220] 该第四阀422切换成第二构型，则在收集元件423与第二盐水给送器401之间的连接被断开。

[0221] 在部分D中，收集元件423从第二盐水给送器401抽吸期望的盐水量，因此建立第二推注量的盐水。该第二推注量的盐水优选地为5ml至150ml、更优选地10ml至100ml。

[0222] 在部分E中，第四阀422切换成第一构型，从而在包括第二推注量的盐水的收集元件423与第五阀424之间建立连接。

[0223] 在部分F中，将第四阀422、第五阀424、以及第六阀425安排成第一构型。收集元件423将第二推注量的盐水注入环路元件320中。

[0224] 在部分G中，该第二推注量的速度将存在于环路元件320中的第一推注量的$H_2{}^{15}O$盐溶液以及该第二推注量自身一起推入患者管线520中并且最终推入患者521体内。盐水的注入速度和量对进入患者521体内的第二推注量的注入曲线进行调节。

[0225] 邻近该患者管线520的第二辐射检测器440测量所述第一推注量的注入曲线。

[0226] 在以上图2的说明中从A到G的所有部分都可以手动地和/或由处理单元自动地开始并执行。某一部分的开始还取决于另一部分的终止。

[0227] 图2展示了各个不同部分的作为实例的一种布置。部分C和D(其中建立了第二推注量的盐水)还可以在部分B(其中建立第一推注量的$H_2{}^{15}O$盐溶液)之前执行。

[0228] 图3A和图3B展示了根据本发明的第一方面的另一个实施例。

[0229] 储器281包括$H_2{}^{15}O$盐溶液。第二泵302将$H_2{}^{15}O$盐溶液从储器281被连续地泵送到输送管301中、穿过调节器件340和环路元件320、并且返回到储器281中。

[0230] 调节器件340包括多个根据本发明的第三方面的安全阀。在图3A和图3B中，该多个阀被表示为7个阀。

[0231] 在图3A中，调节器件340处于第一构型，在该第一构型中$H_2{}^{15}O$盐溶液被泵送穿过环路元件320。注入装置420也处于第一构型，在该第一构型中建立第二推注量的盐水。

[0232] 在图3B中，调节器件340处于第二构型，在该第二构型中建立第二推注量并且断开从环路元件320到患者管线520的连接。注入装置420也处于第二构型，在该第二构型中可以将第二推注量的盐水注入环路元件320中，并且第一推注量和第二推注量可以进入患者管线520。

[0233] 图4A和B展示了第一推注量的不同注入曲线。

[0234] 当调节第一推注量的注入曲线(也被称为推注量调制)时,存在可以用来影响该注入曲线的两个外部参数,即注入速度和推注量体积。

[0235] 根据本发明,第一推注量的体积由环路元件320的体积确定。环路元件320的体积可以取决于特定的患者或测量所期望的推注量体积而改变。

[0236] 根据本发明,注入速度由注入装置420确定。注入速度可以取决于特定的患者或测量所期望的速度而改变。

[0237] 这些参数可以手动和自动地改变。

[0238] 进一步地,由第二辐射检测器(未示出)测量放射性。只有在放射性水平处于一定范围内的特定测量窗口中才能进行准确的测量。这个范围、并且因此该测量窗口可以随着所执行的不同类型的测量而变化。

[0239] 最常见的是以均匀的注入速度执行注入,由此产生如图4A所示的注入曲线。

[0240] 均匀的注入速度得到了具有陡峰的注入曲线。陡峰限制了放射性水平处于测量窗口内的时间段、并且因此限制了第二辐射检测器可以根据第一注入曲线测量放射性的时段。

[0241] 相反,如果以稍高的注入速度(该注入速度随后在注入过程中减小)开始注入,则如图4B所示的注入曲线在感兴趣的区域中更均匀地分布,从而提供的注入曲线与如图4a所示的以均匀速度注入的注入曲线相比,放射性水平在测量窗口内持续更长的时间段。

[0242] 随着放射性水平在期望的测量窗口中持续较长时段,例如能够具有更长的时间段使PET扫描仪可以累积数据。

[0243] 进一步地,调制注入曲线的能力在与心脏研究相关的检查期间是非常有用的,在心脏研究中,注入推注量相对于患者的脉搏既不可以太陡也不可以太宽。太陡的曲线将导致可用窗口中可用的数据点太少。太宽的曲线将导致不能确定心脏研究所必需的参数,比如不同的形心时间。

[0244] 在图5中,示出了在组装成组装阀100之前的阀100。该阀包括一个阀元件120、一个阀壳体150以及三个溢流凹陷180A、B、C。

[0245] 阀元件120包括第一端122和第二端123。第一端122和第二端123限定了第一纵向轴线124。阀元件120是圆柱形的。流动通道121大致垂直于第一纵向轴线124延伸穿过阀元件120。

[0246] 阀壳体150是圆柱形的并且包括圆柱形外壳156。外壳156包括第一端157、第二端158、以及在该第一端与该第二端之间延伸的第二纵向轴线159。当该阀处于组装构型时,第二纵向轴线159与阀元件120的第一纵向轴线124同轴。

[0247] 阀壳体150还包括被外壳156封闭的内部间距165,并且包括第一阀开口、第二阀开口、和第三阀开口151A、B、C。每个阀开口151A、B、C允许流体流入或流出外壳156。阀开口151A、B、C沿外壳的圆周方向160相互成大致120度角度等距地分布。

[0248] 阀元件120沿着第二纵向轴线159轴向地可移动,使得该第二端和阀元件120的一部分可插入阀壳体150的内部间距165中以形成组装阀100。

[0249] 阀元件120在第一端处包括用于使阀元件120在阀壳体150内部旋转的手柄。该手柄包括被安排在阀元件120的外圆周126中的第一突出部、第二突出部、以及第三突出部

125A、B、C，这些突出部125A、B、C从阀元件120径向地延伸。第一突出部和第二突出部125A、B被安排成相对于彼此成90度角度。第二突出部和第三突出部125B、C被安排成相对于彼此成90度角度。第一突出部和第三突出部125A、C被安排成相对于彼此成180度角度。这些突出部125A、B、C具有矩形形状。

[0250] 阀壳体150包括第一中空连接元件、第二中空连接元件、以及第三中空连接元件152A、B、C。连接元件152A、B、C各自具有：第一端153A、B、C；第二端154A、B、C；以及内部流体空间155A、B、C。连接元件152A、B、C在第二端154A、B、C处连接至阀壳体150上，使得所述流体空间155A、B、C与这三个阀开口151A、B、C处于流体接触。

[0251] 三个线性溢流凹陷180A、B、C被安排在阀壳体150中，更确切地，这些溢流凹陷180A、B、C被安排在外壳156中。每个溢流凹陷180A、B、C在外壳156的所述第一端157与所述第二端158之间轴向地延伸。每个溢流凹陷180A、B、C具有第一出口开口和第二出口开口181A、B。溢流凹陷180A、B、C沿外壳的圆周方向160相互成大致120度角度等距地分布。

[0252] 图6示出了组装阀100的透视图。

[0253] 阀元件120被安排在内部间距165内部。阀元件120围绕第二纵向轴线159在内部间距165内可旋转，使得阀元件120和阀壳体150可以在至少三个不同的打开构型100A、B、C之间改变，即图7A、图7B、和图7C所示的第一打开构型、第二打开构型、和第三打开构型。

[0254] 阀壳体150包括圆形的底板162。底板162连接至外壳156的第二端158上、跨整个第二端158延伸，使得底板162在所述第二端158处关闭内部间距165。

[0255] 溢流凹陷180A、B、C的这三个出口开口181B被安排在底板162中，使得过量流体可以通过溢流凹陷180A、B、C穿过底板162被排出。

[0256] 图7A、图7B和图7C示出了组装阀处于第一组装构型、第二组装构型、和第三组装构型时的截面视图。

[0257] 在图7A-C中，第一连接元件、第二连接元件、以及第三连接元件152A、B、C连接至第一阀开口、第二阀开口、以及第三阀开口151A、B、C上。

[0258] 阀元件120和阀壳体在三个接触区域101A、B、C中彼此相接触。更确切地，阀元件120的外圆周126在这三个接触区域101A、B、C中邻近于阀壳体156的外壳156的内圆周161。这些接触区域101A、B、C中的每一个形成一个流体挡块103。

[0259] 每个溢流凹陷180A、B、C被安排在阀元件120与阀壳体150之间。这些溢流凹陷180A、B、C不与流动通道121处于流体连通。

[0260] 第一溢流凹陷180A被定位成建立第一接触区域101A的中断。第二溢流凹陷180B被定位成建立第二接触区域101B的中断。第三溢流凹陷180C被定位成建立第三接触区域101C的中断。

[0261] 每个溢流凹陷180A、B、C建立所述接触区域101A、B、C的中断，使得每个溢流凹陷180A、B、C建立排出溢流流体的安全释放口，在过压情况下该溢流流体经相应的所述出口开口181A、B(未示出)穿过所述流体挡块103。

[0262] 在图7A中，示出了处于第一组装打开构型的组装阀100。第一阀开口和第二阀开口151A、B通过流动通道121相连接。第三阀开口151C没有连接至流动通道121。

[0263] 第一组装打开构型100A具有穿过第一连接元件和第二连接元件152A、B、流动通道121、以及第一阀开口和第二阀开口151A、B的流动路径102。

[0264] 第二接触区域和第三接触区域101B、C各自形成了流体挡块103，这些流体挡块防止流体流动进入没有连接至流动通道121的第三阀开口151C中。如果有任何流体在第二接触区域101B中穿过流体挡块103，则该流体将经第二溢流凹陷180B被排出。如果有任何流体在第三接触区域101C中穿过流体挡块103，则该流体将经第三溢流凹陷180C被排出。

[0265] 在图7B中，示出了处于第二组装打开构型的组装阀100。第二阀开口和第三阀开口151B、C通过流动通道121相连接。第一阀开口151A没有连接至流动通道121。

[0266] 第二组装打开构型100B具有穿过第二连接元件和第三连接元件152B、C、流动通道121、以及第二阀开口和第三阀开口151B、C的流动路径102。

[0267] 第一接触区域和第三接触区域101A、B各自形成了流体挡块103，这些流体挡块防止流体流动进入没有连接至流动通道121的第一阀开口151A中。如果有任何流体在第一接触区域101C中穿过第一挡块103，则该流体将经第一溢流凹陷180C被排出。如果有任何流体在第二接触区域101B中穿过流体挡块103，则该流体将经第二溢流凹陷180B被排出。

[0268] 在图7C中，示出了处于第三组装打开构型的组装阀100。第一阀开口和第三阀开口151A、C通过流动通道121相连接。第二阀开口151B没有连接至流动通道121。

[0269] 第三组装打开构型100C具有穿过第一连接元件和第三连接元件152A、C、流动通道121、以及第一阀开口和第三阀开口151A、C的流动路径102。

[0270] 第一接触区域和第二接触区域101A、B各自形成了流体挡块103，这些流体挡块防止流体流动进入没有连接至流动通道121的第一阀开口151A中。如果有任何流体在第一接触区域101C中穿过第一挡块103，则该流体将经第一溢流凹陷180C被排出。如果有任何流体在第二接触区域101B中穿过流体挡块103，则该流体将经第二溢流凹陷180B被排出。

[0271] 在图7A和图7C中，展示了平面P。阀开口151A、B、C以及流动路径121被安排在同一平面P中并且沿所述平面P延伸。

[0272] 当该阀处于组装构型时，所述平面P大致垂直于第一轴线124和第二轴线159(图5所示)。

[0273] 在图8和图9中，分别示出了处于未组装位置和组装位置的根据本发明的第三方面的安全阀的实施例。这个实施例是对应于图5至图7所示的实施例来构造的，其中区别在于：

[0274] 阀元件120具有三个流动通道121A、B、C，每个流动通道延伸穿过阀元件120。

[0275] 阀壳体150具有六个阀开口151A、B、C、D、E、F。每个阀开口151A、B、C、D、E、F允许流体流入或流出外壳156。阀开口151A、B、C、D、E、F沿外壳的圆周方向160相互成大致60度角度等距地分布。阀壳体150具有六个中空连接元件152A、B、C、D、E、F。

[0276] 该阀包括六个溢流凹陷180A、B、C、D、E、F。这些溢流凹陷沿外壳的圆周方向160相互成大致60度角度等距地分布。

[0277] 组装阀100可以在六个不同的打开构型100A、B、C之间改变，其中：在一个打开构型中，限定了穿过三个流动通道121A、B、C和三组所述阀开口的三个流动路径102A、B、C；并且在所述打开构型中的另一构型中，限定了穿过三个流动通道121A、B、C和另外不同的三组所述阀开口的三个不同的流动路径102D、E、F；并且在所述打开构型中的第三构型中，限定了穿过流动通道121A、B、C和又另外不同的三组所述阀开口的三个不同的流动路径102G、H、I。

[0278] 以下项目是本发明的实施例：

[0279] 1.一种用于控制在正电子发射断层摄影术中使用的$H_2{}^{15}O$的流量的阀100，该阀100

包括：

[0280] 阀元件120，该阀元件具有延伸穿过该阀元件120的流动通道121，

[0281] 具有至少三个阀开口151A、B、C的阀壳体150，每个阀开口151A、B、C允许流体流入或流出所述阀100，以及

[0282] 至少两个溢流凹陷，每个溢流凹陷具有至少一个出口开口，

[0283] 其中该阀元件120和阀壳体150可连接以形成组装阀100，该阀元件120和该阀壳体150在接触区域中彼此相接触，

[0284] 其中该组装阀100能够被安排成至少两个不同的构型，所述构型中的一个构型限定穿过该流动通道121和一组所述阀开口的流动路径，并且所述构型中的另一个构型限定穿过该流动通道121以及另一组不同的所述阀开口的流动路径，并且

[0285] 其中在所述至少两个构型中的每一个构型中：

[0286] -每个溢流凹陷被安排在该阀元件120与该阀壳体150之间，

[0287] -这些阀开口中的至少两个阀开口通过该流动通道121相连接，

[0288] -这些阀开口中的至少一个阀开口没有连接至该流动通道121，

[0289] -所述接触区域形成流体挡块，该流体挡块用于防止流体流入没有连接至该流动通道121的所述至少一个阀开口中，

[0290] -这些溢流凹陷不与该流动通道121处于流体连通，

[0291] -每个溢流凹陷被定位成建立所述接触区域的中断，使得这些溢流凹陷建立排出溢流流体的安全释放口，在过压情况下该溢流流体经相应的所述出口开口穿过所述流体挡块，从而使得在所述至少两个构型中，所述溢流流体被防止进入没有连接至该流动通道121的所述至少一个阀开口中。

[0292] 2.根据项1所述的阀100，其中该阀壳体150还包括具有第一端和第二端以及内部流体空间的连接元件，该连接元件在该第二端处连接至该阀壳体150上，使得所述流体空间与所述至少三个阀开口151A、B、C之一处于流体接触。

[0293] 3.根据项目1或2所述的阀100，其中该至少两个溢流凹陷被安排在该阀壳体150中和/或该阀元件120中。

[0294] 4.根据前述项目任一项所述的阀100，其中

[0295] 该阀元件120还包括限定第一纵向轴线的第一端和第二端，并且

[0296] 该阀壳体150还包括：

[0297] -外壳，该外壳包括第一端和第二端以及在该第一端与该第二端之间延伸的第二纵向轴线，该第二纵向轴线与该第一纵向轴线同轴，

[0298] -用于接纳该阀元件120的内部间距，所述内部间距被该外壳封闭，以及

[0299] -被安排在该外壳中的该至少三个阀开口151A、B、C，每个开口允许流体流入或流出该内部间距，

[0300] 其中该至少两个溢流凹陷在该外壳的所述第一端与所述第二端之间轴向地延伸，

[0301] 其中该阀元件120沿着该第二纵向轴线轴向地可移动，使得该阀元件120的一部分可插入该阀壳体150的内部间距中以形成组装构型，并且该阀元件120围绕该第二纵向轴线在该内部间距内可旋转，使得该阀元件120和该阀壳体150能够在所述至少两个不同的构型之间改变，

[0302] 其中当该阀元件120被安排在该内部间距内部、呈所述两个不同的构型时，每个溢流凹陷被安排在该阀元件120与该外壳之间。

[0303] 5.根据前述项目中任一项所述的阀100，其中该阀壳体150包括三个阀开口151A、B、C，和/或该阀包括3个溢流凹陷，和/或该阀元件120包括一个流动通道121。

[0304] 6.根据前述项目中任一项所述的阀100，其中该至少两个溢流凹陷被安排在该外壳中、和/或该至少两个溢流凹陷在该外壳的该第一端与该第二端之间延伸并且通入该第一端和/或该第二端、和/或该至少两个溢流凹陷在该阀元件120的该第一端与该第二端之间延伸并且通入该第一端和/或该第二端。

[0305] 7.根据前述项目中任一项所述的阀100，其中该外壳是圆柱形的，和/或该阀元件120是圆柱形的，和/或这些阀开口围绕该外壳的圆周等距地分布，这些阀开口优选地沿圆周方向相互成大致120度角分布。

[0306] 8.一种用于制备并注入在正电子发射断层摄影术中使用的$H_2{}^{15}O$的系统，所述系统包括：

[0307] -用于生产$H_2{}^{15}O$盐溶液的生产装置，

[0308] -用于建立供注入的第一推注量的推注量装置，所述第一推注量包括所述$H_2{}^{15}O$盐溶液并且具有预限定的体积和放射性浓度，所述推注量装置包括阀100，以及

[0309] -用于调节该第一推注量的注入曲线的调节装置。

[0310] 9.一种用于根据项目8所述的系统的生产装置，该生产装置包括：

[0311] -在升高的温度下将包含^{15}O和H_2的气体混合物221转化成$H_2{}^{15}O$的转化元件，

[0312] -用于调节所述气体混合物221的流量的阀控制元件250，

[0313] -用于将$H_2{}^{15}O$与来自第一盐水给送器的盐水合并以产生$H_2{}^{15}O$盐溶液的合并装置，

[0314] -用于测量所述$H_2{}^{15}O$盐溶液中的放射性的第一辐射检测器240，

[0315] 其中所述阀控制元件250由该第一辐射检测器240调节。

[0316] 10.根据项目9所述的生产装置，其中该合并装置包括：

[0317] -用于接收$H_2{}^{15}O$和该第一盐溶液的储器281，

[0318] -用于从所述储器281中排出任何过量气体的第二气体废物装置，

[0319] -第三泵，该第三泵在一端处连接至该储器281并且在另一端处连接至衰变管线，该衰变管线连接至液体废物装置，

[0320] 其中该第三泵将过量液体废物从该储器281泵送穿过该衰变管线并且泵送到该液体废物装置中，

[0321] 和/或该合并装置还包括：

[0322] -第一泵，该第一泵连接至该第一盐水给送器以对该储器281提供该盐溶液，以及

[0323] -连接至该衰退管线的pH测量器件，

[0324] 其中该第一泵由该pH测量器件调节。

[0325] 11.一种用于根据项目8所述的系统的推注量装置，其中该推注量装置包括：

[0326] -包含$H_2{}^{15}O$盐溶液的储器281，

[0327] -输送管301，该输送管用于使该$H_2{}^{15}O$盐溶液从该储器281循环穿过环路元件320和调节器件340并返回到所述储器281中，

[0328] -用于调节所述流量的第二泵302，

[0329] 其中该调节器件340包括阀，该调节器件340具有第一构型和第二构型，其中该调节器件340的该第二构型建立第一推注量的所述$H_2{}^{15}O$盐溶液，该第一推注量具有预限定的体积和放射性浓度。

[0330] 12.根据项目11所述的推注量装置，其中该阀是根据项目1至5中任一项所述的阀，和/或

[0331] 该环路元件320具有可调整体积，和/或

[0332] 第一辐射检测器240被安排成邻近该环路元件320，该第一辐射检测器240包括第一检测器单元和第二检测器单元，其中所述第一检测器单元和所述第二检测器单元测量存在于该环路元件320中的所述$H_2{}^{15}O$盐溶液的第一放射性值和第二放射性值。

[0333] 13.一种用于根据项目8所述的系统的调节装置，该调节装置包括：

[0334] -第二盐水给送器401，

[0335] -环路元件320，该环路元件包括第一推注量的所述$H_2{}^{15}O$盐溶液，

[0336] -注入装置420，该注入装置用于从所述第二盐水给送器401收集预限定的第二推注量的盐水并且将所述第二推注量以预限定的速度注入该环路元件320中，使得该第二推注量将该第一推注量推入患者管线520中，

[0337] -邻近该患者管线520的第二辐射检测器440，所述辐射检测器测量所述第一推注量的注入曲线，

[0338] 其中所述第二推注量的注入速度和体积调节该第一推注量的注入曲线。

[0339] 14.一种用于制备在正电子发射断层摄影术中使用的$H_2{}^{15}O$的方法，所述方法包括以下步骤：

[0340] -在升高的温度下将包含^{15}O和H_2的气体混合物221转化成$H_2{}^{15}O$，

[0341] -提供阀控制元件250以调节所述气体混合物221的流量，

[0342] -将$H_2{}^{15}O$与来自第一盐水给送器的盐水合并以产生$H_2{}^{15}O$盐溶液，

[0343] -提供第一辐射检测器240以测量所述$H_2{}^{15}O$盐溶液中的放射性，

[0344] -通过该第一辐射检测器240来调节所述气体混合物221的流量，

[0345] -提供储器281以接收该$H_2{}^{15}O$盐溶液，

[0346] -提供用于从所述储器281中排出任何过量气体的第二气体废物装置，

[0347] -提供第三泵，该第三泵在一端处连接至该储器281并且在另一端处连接至衰变管线，该衰变管线连接至液体废物装置，

[0348] -用该第三泵将任何过量液体废物从该储器281泵送穿过该衰变管线并且泵送到该液体废物装置中，

[0349] -提供输送管301和第二泵302，以使该$H_2{}^{15}O$盐溶液从该储器281循环穿过环路元件320并返回到所述储器281中，

[0350] -提供调节器件340，

[0351] -在该环路元件320中建立第一推注量的所述$H_2{}^{15}O$盐溶液，该第一推注量具有预限定的体积和放射性浓度，

[0352] -提供第二盐水给送器401，

[0353] -从所述第二盐水给送器401收集预限定的第二推注量的盐水，

[0354] -将所述第二推注量以预限定的速度注入该环路元件320中，使得该第二推注量将

该第一推注量推入患者管线520中，

[0355] -用邻近该患者管线520的第二辐射检测器440测量所述第一推注量的注入曲线，

[0356] -用所述第二推注量的注入速度和体积调节该第一推注量的注入曲线。

[0357] 15.根据项目8所述的系统，其中

[0358] 该阀是根据项目1至7中任一项所述的，和/或

[0359] 该生产装置是根据项目9或10所述的，和/或

[0360] 该推注量装置是根据项目11或12所述的，和/或

[0361] 该调节装置是根据项目13所述的，和/或

[0362] 该阀是根据项目1至7中任一项所述的、并且该生产装置是根据项目9或10所述的，和/或

[0363] 该阀是根据项目1至7中任一项所述的、并且该推注量装置是根据项目11或12所述的，和/或

[0364] 该阀是根据项目1至7中任一项所述的、并且该调节装置是根据项目13所述的，和/或

[0365] 该生产装置是根据项目9或10所述的、并且该推注量装置是根据项目11或12所述的，和/或

[0366] 该生产装置是根据项目9或10所述的、并且该调节装置是根据项目13所述的，和/或

[0367] 该推注量装置是根据项目11或12所述的、并且该调节装置是根据项目13所述的，和/或

[0368] 该阀是根据项目1至7中任一项所述的、并且该生产装置是根据项目9或10所述的、并且该推注量装置是根据项目11或12所述的，和/或

[0369] 该阀是根据项目1至7中任一项所述的、并且该生产装置是根据项目9或10所述的、并且该调节装置是根据项目13所述的，和/或

[0370] 该阀是根据项目1至7中任一项所述的、并且该推注量装置是根据项目11或12所述的、并且该调节装置是根据项目13所述的，和/或

[0371] 该生产装置是根据项目9或10所述的、并且该推注量装置是根据项目11或12所述的、并且该调节装置是根据项目13所述的，和/或

[0372] 该阀是根据项目1至7中任一项所述的、并且该生产装置是根据项目9或10所述的、并且该推注量装置是根据项目11或12所述的、并且该调节装置是根据项目13所述的。

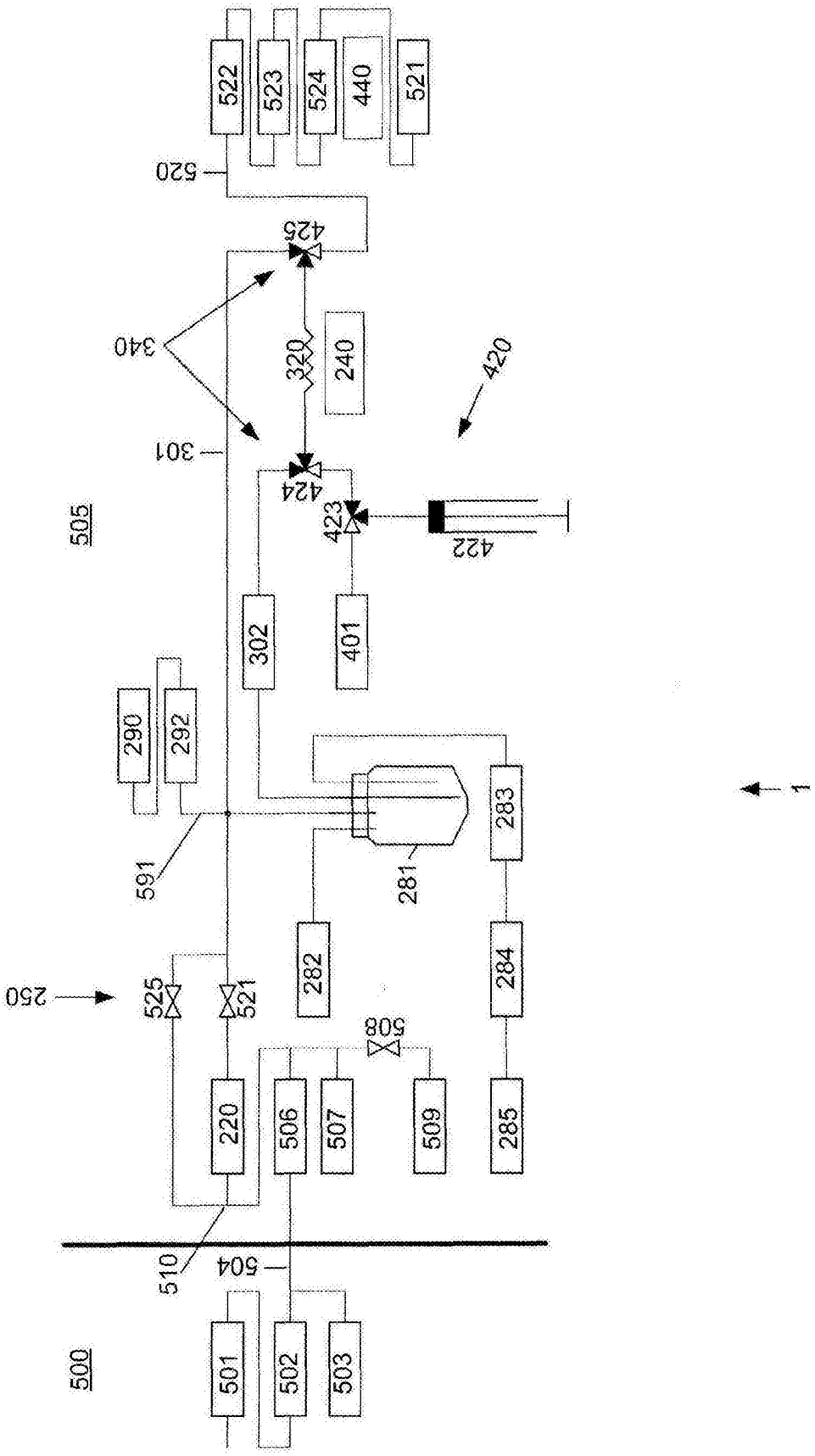

522
523
524
440
521
520
425
340
320
240
420
301
424
423
422
505
302
401
290
292
591
281
283
1
282
284
250
525
521
508
220
506
507
509
285
510
504
500
501
502
503

图1

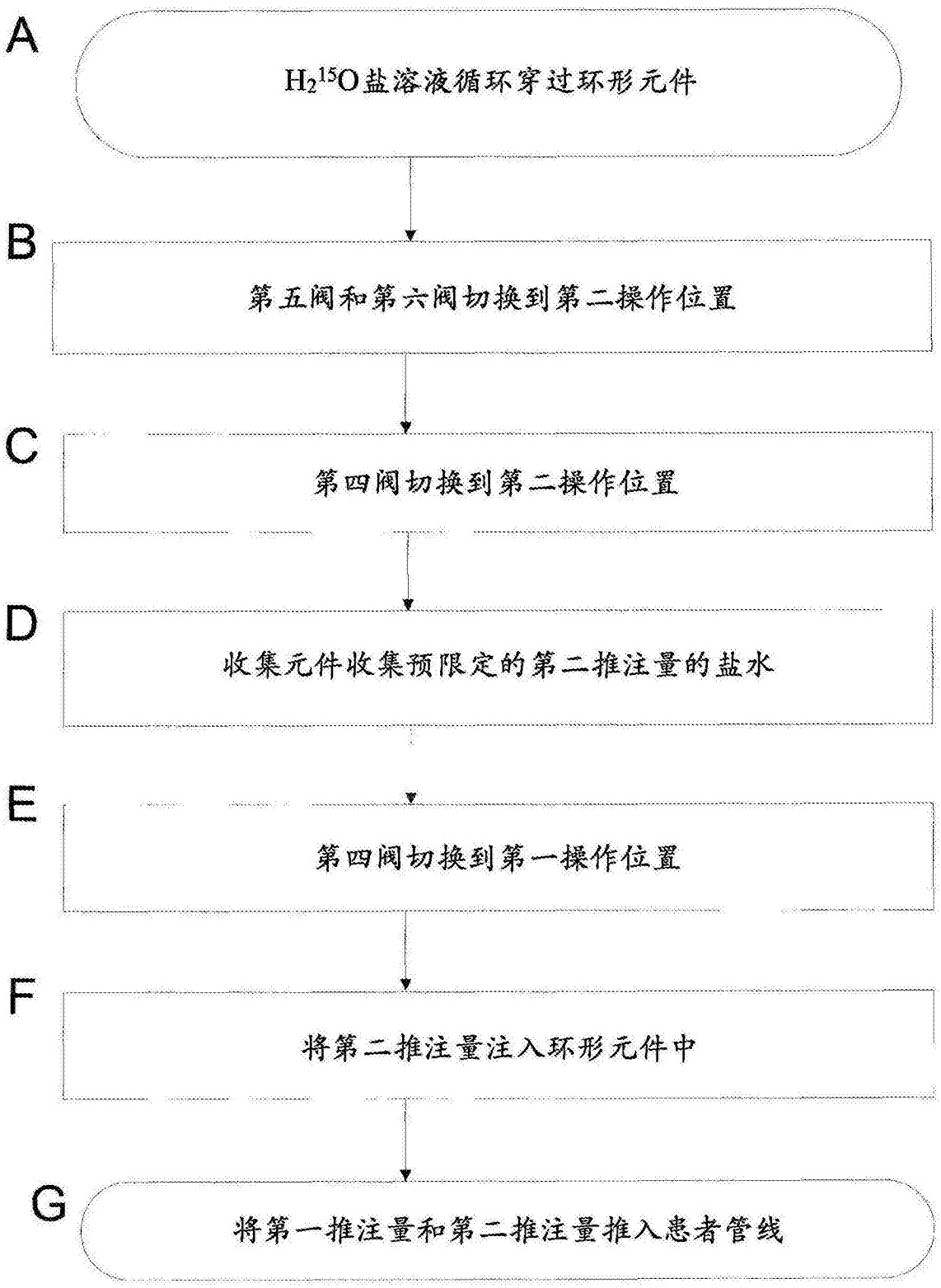

A
$H_2{}^{15}O$盐溶液循环穿过环形元件
B
第五阀和第六阀切换到第二操作位置
C
第四阀切换到第二操作位置
D
收集元件收集预限定的第二推注量的盐水
E
第四阀切换到第一操作位置
F
将第二推注量注入环形元件中
G
将第一推注量和第二推注量推入患者管线

图2

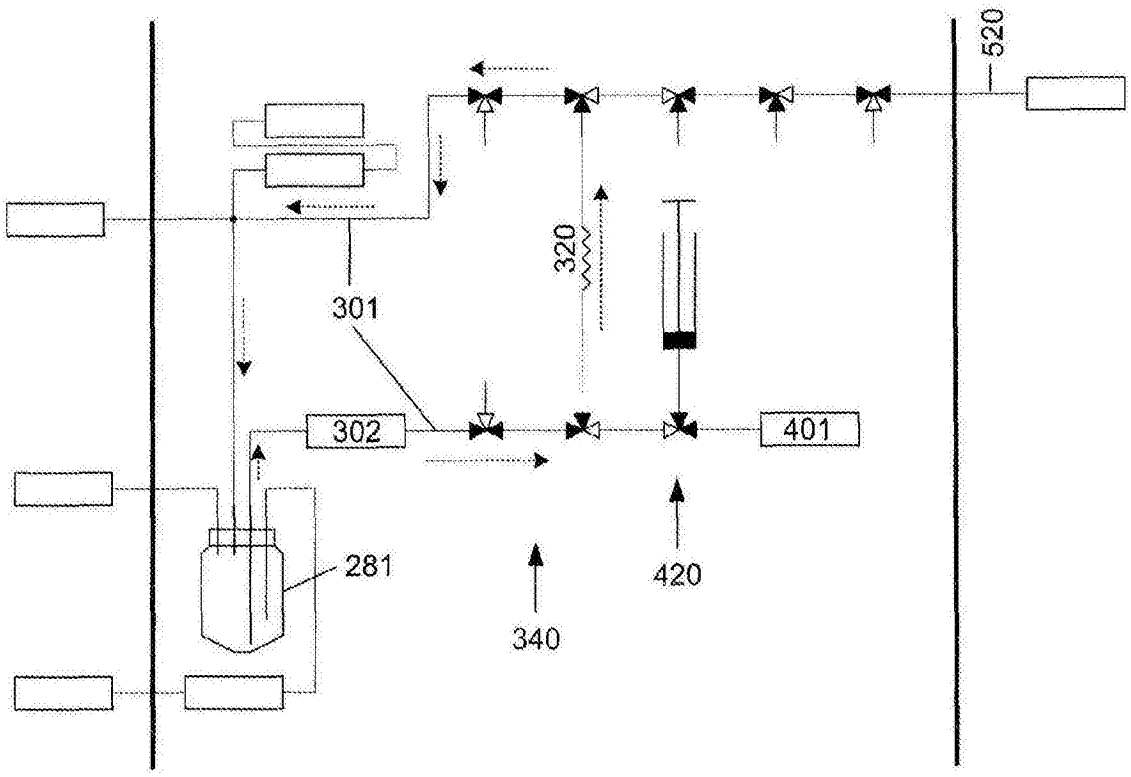


图3A

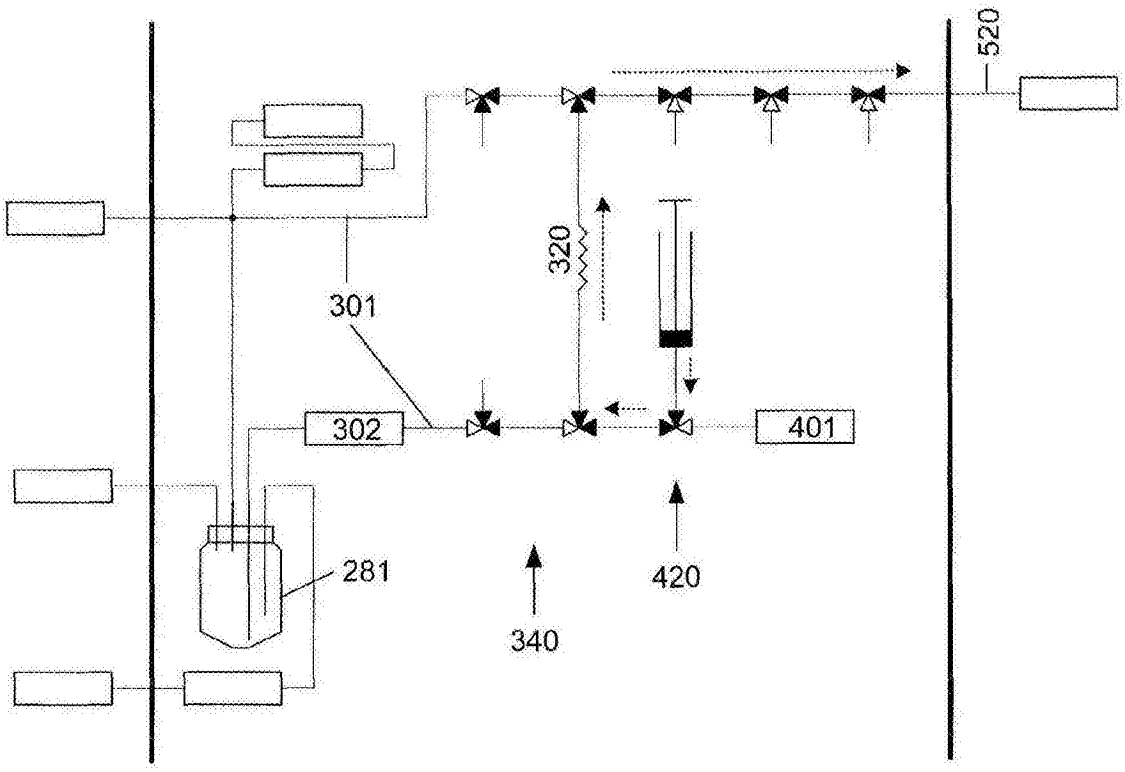


图3B

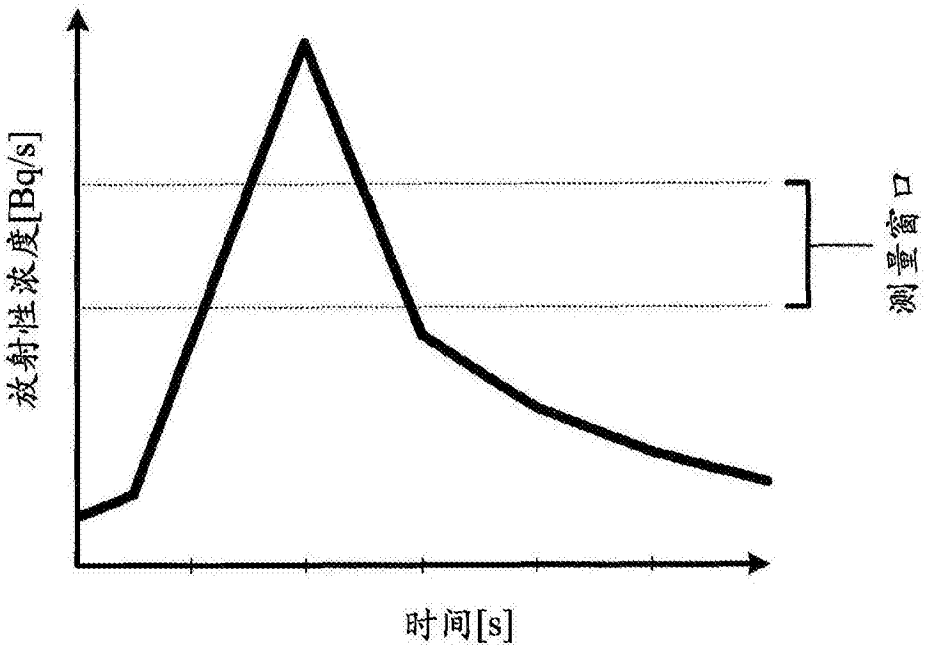


图4A

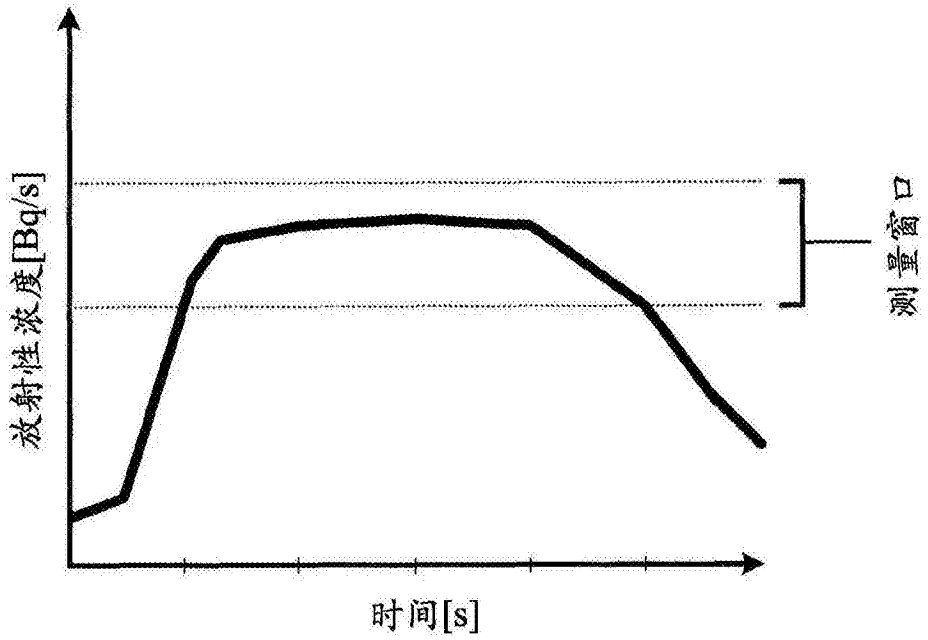


图4B

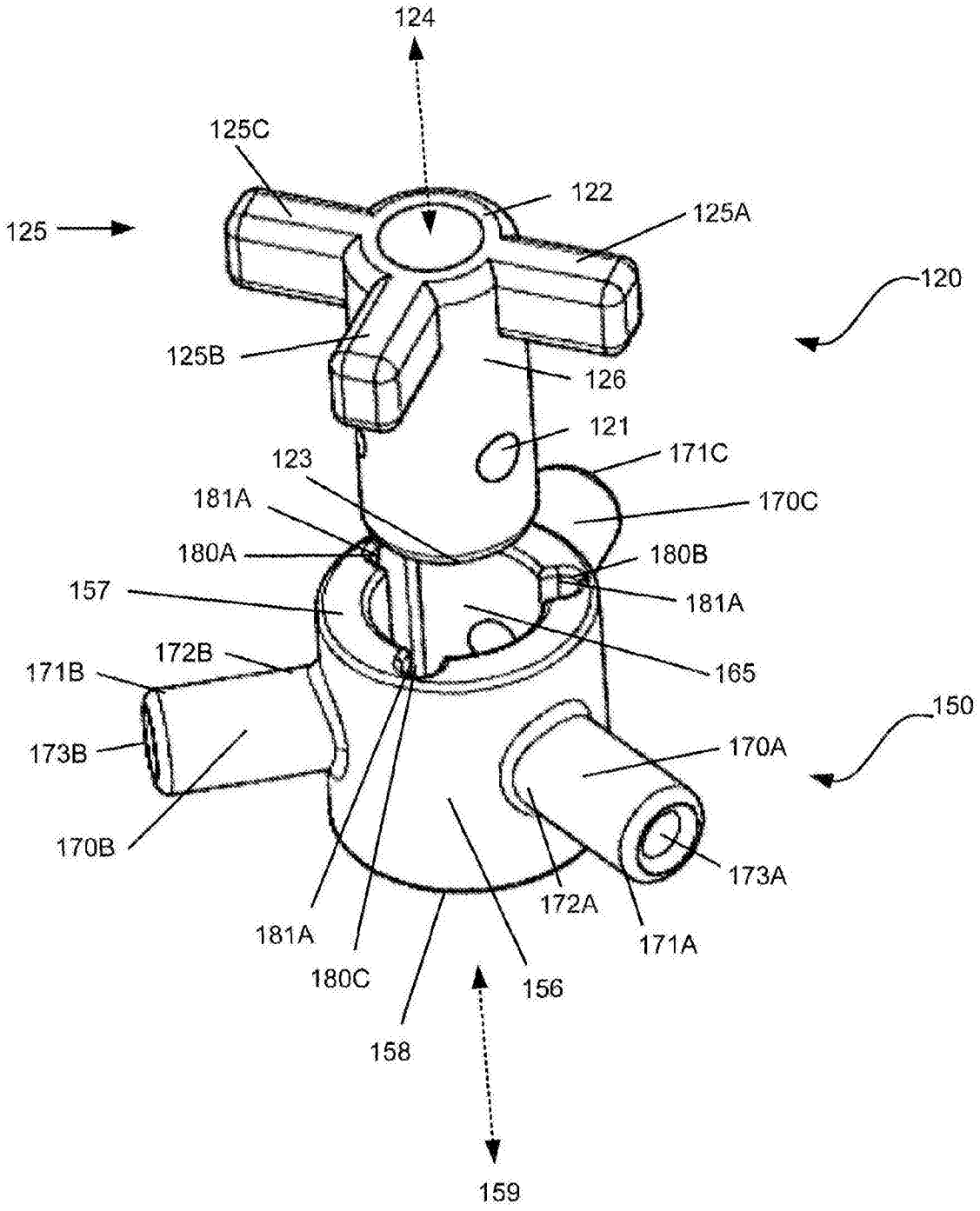

124
125C
125
122
125A
120
125B
126
121
123
171C
181A
170C
180A
180B
157
181A
165
172B
171B
150
170A
173B
170B
173A
172A
181A
171A
180C
156
158
159

图5

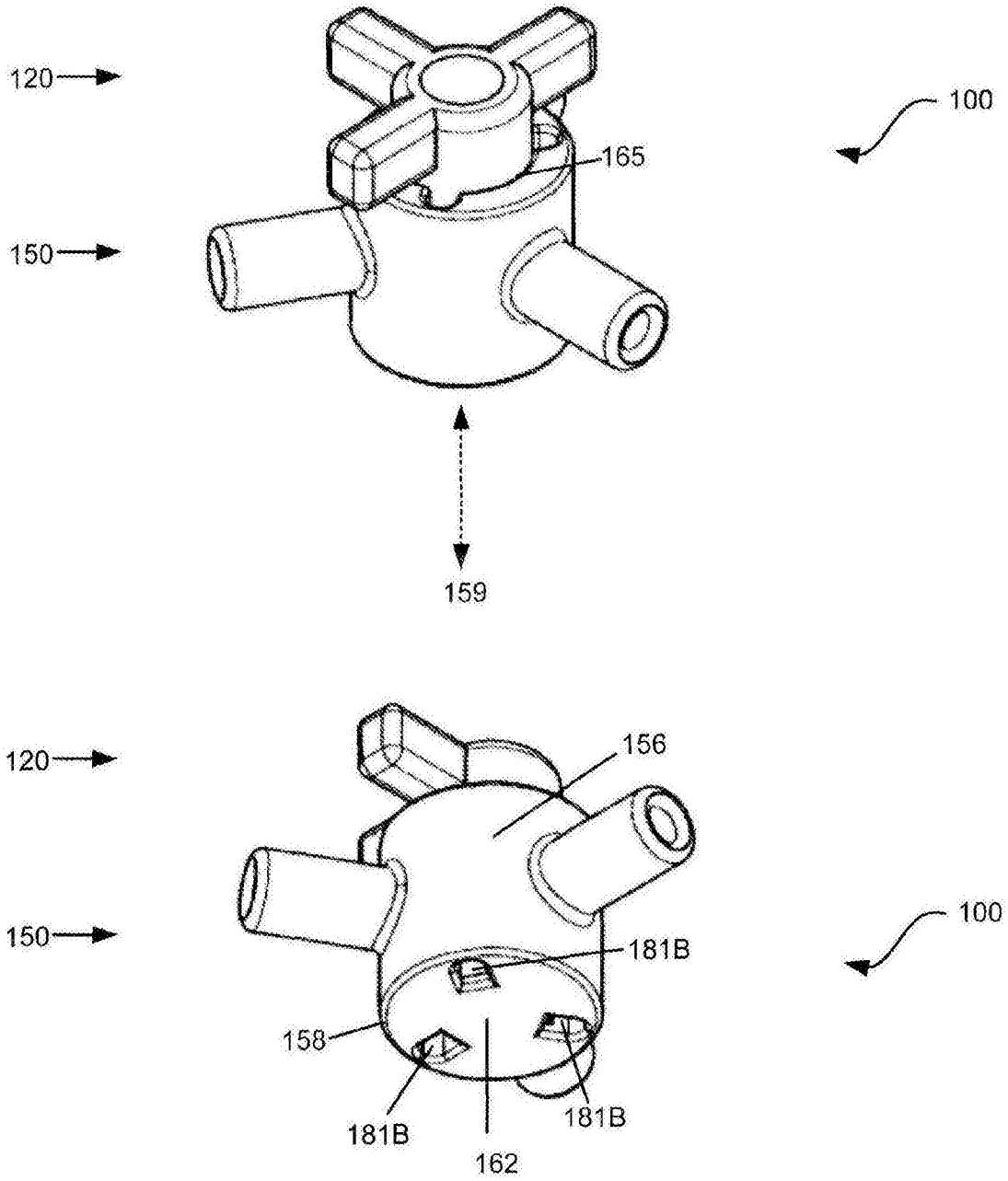


图6

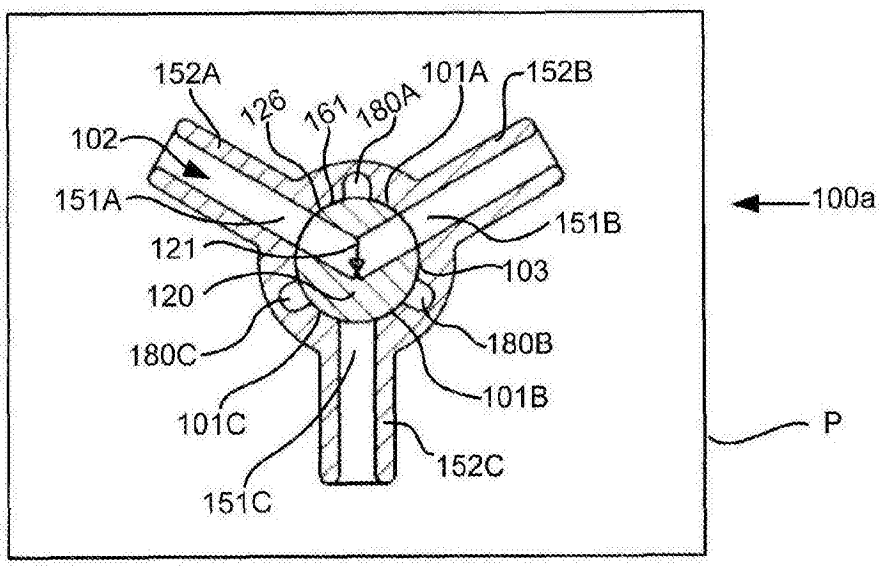

152A
126
161
180A
101A
152B
102
151A
151B
121
103
120
180C
180B
101B
101C
P
152C
151C
100a

图7A

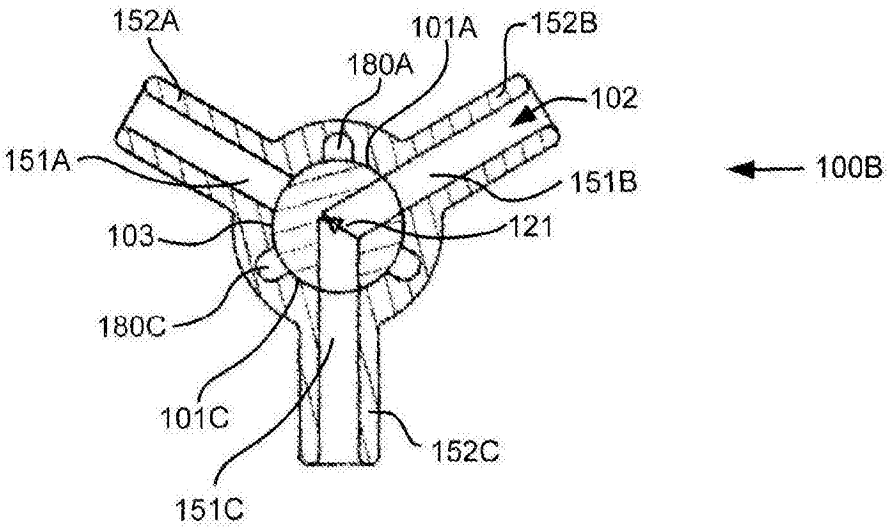

152A
101A
152B
180A
102
151A
151B
100B
103
121
180C
101C
152C
151C

图7B

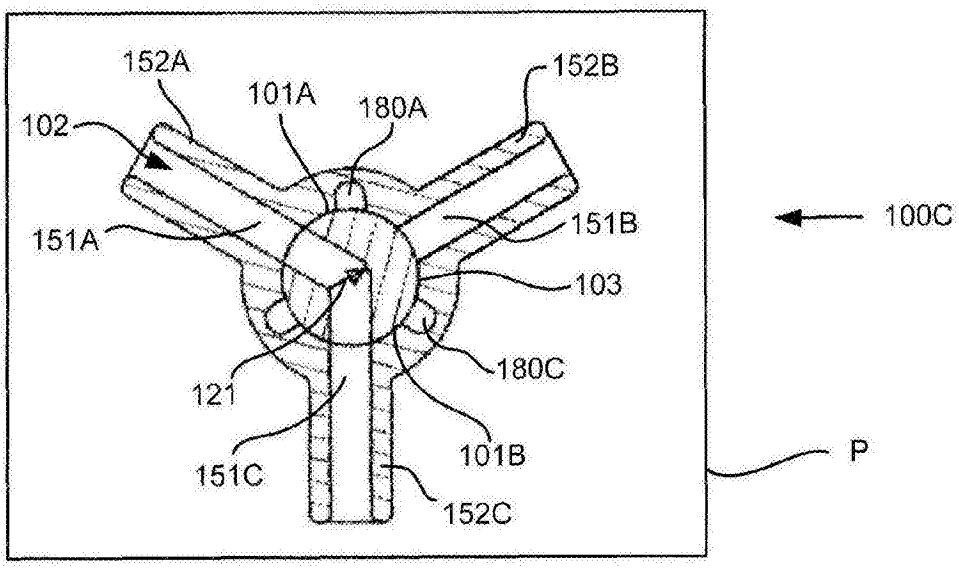

152A
101A
180A
152B
102
151A
151B
103
100C
121
180C
151C
101B
P
152C

图7C

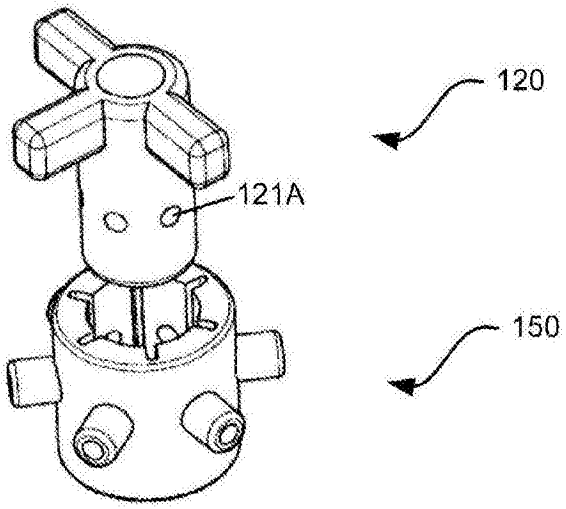

120
121A
150

图8

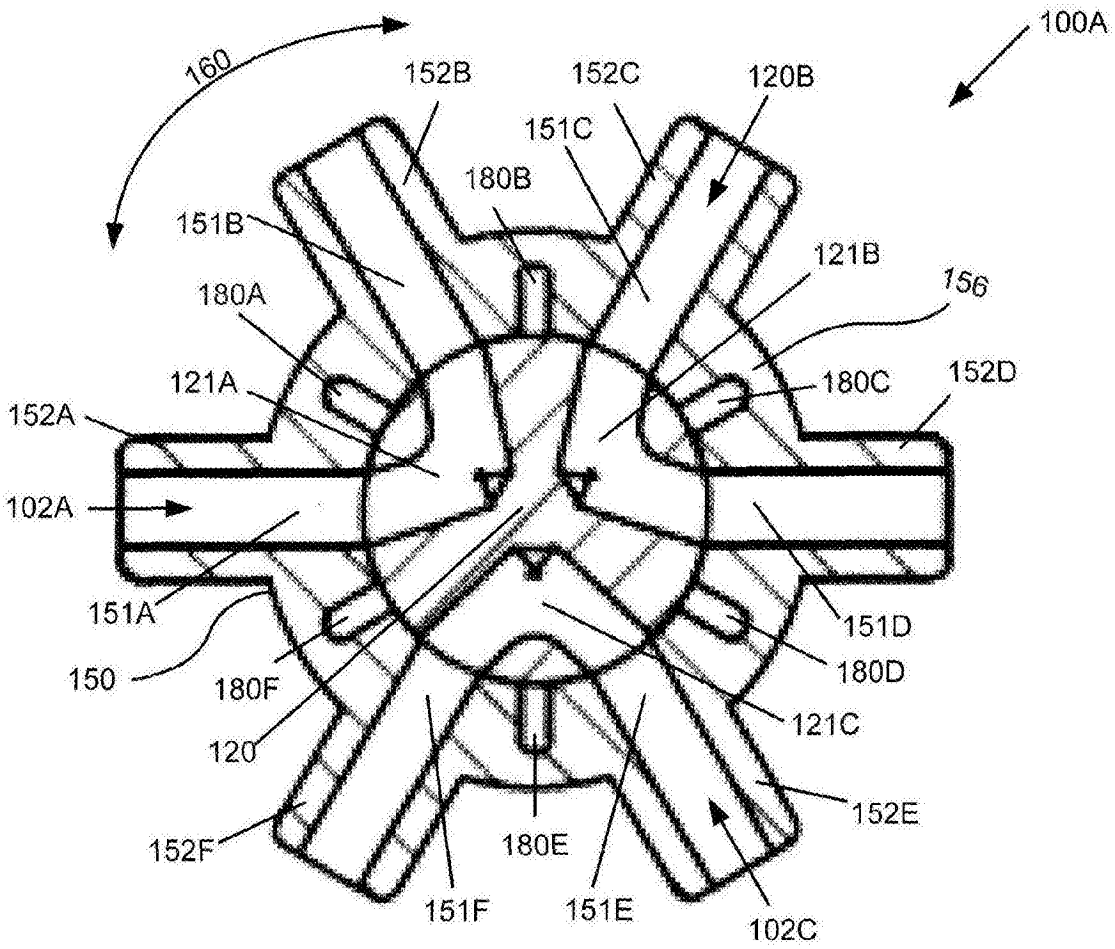

100A
160
152B
152C
120B
151C
180B
151B
121B
156
180A
180C
152D
121A
152A
102A
151A
151D
150
180D
180F
121C
120
152E
152F
180E
151F
151E
102C

图9