(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 109647330 A
(43)申请公布日 2019.04.19

(21)申请号 201811049738.1

(22)申请日 2015.02.18

(30)优先权数据
61/941,672 2014.02.19 US
61/945,064 2014.02.26 US
14/259,665 2014.04.30 US

(62)分案原申请数据
201580009562.5 2015.02.18

(71)申请人 美敦力公司
地址 美国明尼苏达州明尼阿波利斯市

(72)发明人 布莱恩特·J·普迪尔
马丁·T·格伯 大卫·B·卢拉
托马斯·E·迈耶

(74)专利代理机构 上海东信专利商标事务所（普通合伙）31228
代理人 杨丹莉 李丹

(51)Int.Cl.
B01J 20/20(2006.01)
B01J 20/28(2006.01)
B01J 39/08(2017.01)
A61M 1/16(2006.01)

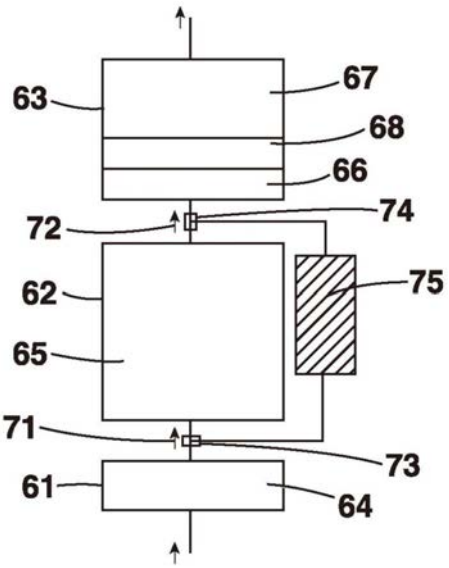
权利要求书5页 说明书29页 附图14页

(54)发明名称

用于在线再装填吸附剂材料的模块与任选的旁路

(57)摘要

本发明涉及一种吸附剂滤筒，其包含：至少一个可再用模块，其中可再用模块含有至少一种材料，设于可再用模块内的该至少一种材料能够被再装填，所述可再用模块具有一个或多个连接器，所述连接器可流体连接到选自以下各者中的任一者的流体流动路径的任何部分：洗涤管线、旁路管线或流体管线；其中所述洗涤管线可流体连接到再装填器；其中所述旁路管线可流体连接到另一模块以绕过可再用模块；并且其中所述流体管线可流体连接到透析回路的任何部分；其中可再用模块和第二模块串联地连接，其中所述可再用模块流体地连接到第一组一个或多个阀门，所述阀门定位在第一组一个或多个连接器上在所述可再用模块之前，其中流体被引导到所述可再用模块中。



CN 109647330 A

1.一种吸附剂滤筒,其包含:

至少一个可再用模块,其中可再用模块含有至少一种材料,设于可再用模块内的该至少一种材料能够被再装填,所述可再用模块具有一个或多个连接器,所述连接器可流体连接到选自以下各者中的任一者的流体流动路径的任何部分:洗涤管线、旁路管线或流体管线;

其中所述洗涤管线可流体连接到再装填器;

其中所述旁路管线可流体连接到另一模块以绕过可再用模块;并且

其中所述流体管线可流体连接到透析回路的任何部分;

其中可再用模块和第二模块串联地连接,其中所述可再用模块流体地连接到第一组一个或多个阀门,所述阀门定位在第一组一个或多个连接器上在所述可再用模块之前,其中流体被引导到所述可再用模块中。

2.根据权利要求1所述的吸附剂滤筒,其进一步包含至少一个定位在所述可再用模块之前和/或之后在所述连接器上,以选择性地引导流动通过至少一个可再用模块、洗涤管线、再装填器或旁路管线的阀门。

3.根据权利要求2所述的吸附剂滤筒,其进一步包含定位在所述可再用模块之前和/或之后在所述连接器上,以选择性地引导流体流动通过所述可再用模块、洗涤管线、再装填器和/或旁路管线的四通、三通、二通阀门中的任一者或其组合。

4.根据权利要求3所述的吸附剂滤筒,其中旁路管线将定位在连接器上在所述可再用模块之前的第一阀门连接到定位在连接器上在所述可再用模块与第二模块之间的第二阀门,并且将所述第二阀门连接到定位在连接器上在所述第二模块之后的第三阀门。

5.根据权利要求2所述的吸附剂滤筒,其中所述阀门在可编程控制器或计算机系统的控制下操作以调节进入模块、从模块出来和在模块之间的流动。

6.根据权利要求2所述的吸附剂滤筒,其中通过所述阀门的流体流动由光电管或其它流动感测和/或测量装置感测。

7.根据权利要求1所述的吸附剂滤筒,其中所述可再用模块通过可流体连接到再装填器而被配置成呈脱机状态,并且/或者所述可再用模块通过可流体连接到所述流体管线或所述旁路管线中的任一者而被配置成呈在线状态。

8.根据权利要求1所述的吸附剂滤筒,其中所述吸附剂滤筒具有下述各特征的任意其中之一:

(a)第一旁路管线将定位在连接器上所述可再用模块之前的第一阀门连接到第二阀门;第二旁路管线将所述第二阀门连接到定位在连接器上在所述可再用模块与第二模块之间的第三阀门;并且第三旁路管线将所述第二阀门连接到定位在连接器上在所述第二模块之后的第四阀门;

(b)第一旁路管线将定位在连接器上在所述可再用模块之前的第一阀门连接到定位在连接器上在所述可再用模块与所述第二模块之间的第二阀门;并且第二旁路管线将定位在所述连接器上在所述可再用模块与第二模块之间的第三阀门连接到定位在连接器上在所述第二模块之后的第四阀门;

(c)第一旁路管线将定位在连接器上在所述可再用模块之前的第一阀门连接到定位在连接器上在所述可再用模块与第二模块之间的第二阀门;第二旁路管线将定位在所述连接

器上在所述可再用模块与第二模块之间的第三阀门连接到定位在连接器上在所述第二模块之后的第四阀门;第一洗涤管线将所述第一阀门连接到第一再装填器连接器;第二洗涤管线将所述第二阀门连接到第二再装填器连接器;第三洗涤管线将所述第三阀门连接到第三再装填器连接器;并且第四洗涤管线将所述第四阀门连接到第四再装填器连接器;

(d)定位在连接器上在所述可再用模块之前的第一阀门将第一洗涤管线连接到第一再装填器连接器;定位在连接器上在所述可再用模块与第二模块之间的第二阀门将第二洗涤管线连接到第二再装填器连接器;定位在所述连接器上在所述可再用模块与第二模块之间的第三阀门将第三洗涤管线连接到第三再装填器连接器;定位在连接器上在所述第二模块之后的第四阀门将第四洗涤管线连接到第四再装填器连接器;定位在所述连接器上在所述可再用模块之前的第五阀门将旁路管线连接到定位在所述连接器上在所述可再用模块与第二模块之间的第六阀门,并且进一步连接到定位在所述连接器上在所述第二模块之后的第七阀门。

9.根据权利要求1所述的吸附剂滤筒,其包含至少一个具有一个或多个连接器的可再用可拆除模块。

10.根据权利要求9所述的吸附剂滤筒,其中所述至少一个可再用模块含有吸附剂材料。

11.根据权利要求10所述的吸附剂滤筒,其中所述吸附剂材料选自包含以下各者的群组:磷酸锆、含水氧化锆、活性碳、氧化铝、尿素酶和离子交换树脂。

12.根据权利要求9所述的吸附剂滤筒,其中所述至少一个可再用模块含有多种吸附剂材料;并且/或者所述可再用模块是可再循环的。

13.根据权利要求12所述的吸附剂滤筒,当所述至少一个可再用模块含有多种吸附剂材料时,所述多种吸附剂材料混合在一起。

14.根据权利要求1所述的吸附剂滤筒,其中所述吸附剂滤筒包含至少一个不可再用模块。

15.根据权利要求14所述的吸附剂滤筒,其中所述至少一个不可再用模块含有吸附剂材料。

16.根据权利要求15所述的吸附剂滤筒,其中所述吸附剂材料选自包含以下各者的群组:磷酸锆、含水氧化锆、活性碳、氧化铝、尿素酶和离子交换树脂。

17.根据权利要求14所述的吸附剂滤筒,其中所述至少一个不可再用模块含有多种吸附剂材料。

18.根据权利要求1所述的吸附剂滤筒,其具有下述特征的至少其中之一:

(a)连接模块的一个或多个连接器选自包含以下各者的群组:快速连接件、扭锁、推送式件和螺纹接头;

(b)一个或多个连接器包含一段管道和阀门或阀组件;

(c)所述至少一个可再用模块可从所述吸附剂滤筒拆下;

(d)至少一个模块具有条形码或其它标识系统;

(e)连接器包括用于传感器的接入点。

(f)所述至少一个可再用模块和其他模块是受控顺应透析回路的一部分;

(g)所述吸附剂滤筒还包括用于使流体在所述流体流动路径中循环的控制泵。

19.根据权利要求1所述的吸附剂滤筒，其中旁路管线流体地连接到所述第一组一个或多个阀门，以便流体可以绕过所述可再用模块；其中所述可再用模块和旁路管线流体地连接到定位在第二组一个或多个连接器上在可再用模块之后并且在所述第二模块之前的第二组一个或多个阀门，以便流体可以被从所述可再用模块引导到所述第二模块中；并且其中所述旁路管线流体地连接到第二组一个或多个阀门，以便流体可以绕过所述第二模块。

20.根据权利要求1所述的吸附剂滤筒，其中至少一个可再用模块通过一个或多个阀门被连接至透析回路的旁路管线、洗涤管线和流体管线。

21.根据权利要求20所述的吸附剂滤筒，其中一个或多个阀门对旁路管线、洗涤管线和流体管线中的一个打开，并且对旁路管线、洗涤管线和流体管线中的另一个关闭。

22.根据权利要求1所述的吸附剂滤筒，其中旁路管线流体地连接到所述第一组一个或多个阀门，以便流体可以绕过所述可再用模块；其中第一再装填器流体地连接到所述第一组一个或多个阀门，以便流体可以被从所述第一再装填器引导到所述可再用模块；其中所述可再用模块流体地连接到第二组一个或多个阀门，所述阀门定位在第二组一个或多个连接器上在所述可再用模块之后并且在所述第二模块之前，以便流体可以被从所述可再用模块引导到所述第二模块中；其中所述旁路管线流体地连接到所述第二组一个或多个阀门，以便流体可以绕过所述第二模块；其中所述第一再装填器连接到所述第二组一个或多个阀门，以便流体可以被从所述可再用模块引导到所述第一再装填器；其中第二再装填器流体地连接到所述第二组一个或多个阀门，以便流体可以被从所述第二再装填器引导到所述第二模块；并且其中所述第二再装填器流体地连接到第三组一个或多个连接器，所述连接器定位在所述第二模块之后，以便流体可以被从所述第二模块引导到所述第二再装填器。

23.一种吸附剂滤筒，其包含：

至少一个可再用模块，其中该可再用模块含有至少一种材料，设于可再用模块内的该至少一种材料能够被再装填，所述可再用模块具有一个或多个连接器，所述连接器可流体连接到选自以下各者中的任一者的流体流动路径的任何部分：洗涤管线、旁路管线或流体管线；、

其中所述洗涤管线可流体连接到再装填器；

其中所述旁路管线可流体连接到另一模块以绕过可再用模块；并且

其中所述流体管线可流体连接到透析回路的任何部分；

其中所述可再用模块、第二模块和第三模块串联地连接，其中所述可再用模块流体地连接到第一组一个或多个阀门，所述阀门定位在第一组一个或多个连接器上在所述可再用模块之前，以便流体能够被引导到所述可再用模块中。

24.根据权利要求23所述的吸附剂滤筒，其中所述可再用模块含有尿素酶，所述第二模块含有磷酸锆，所述第三模块含有氧化锆。

25.根据权利要求24所述的吸附剂滤筒，其中所述可再用模块还含有活性碳。

26.根据权利要求25所述的吸附剂滤筒，所述可再用模块含有活性碳第一层，设于活性碳第一层下游的尿素酶第二层，以及设于尿素酶第二层下游的活性碳第三层。

27.根据权利要求23所述的吸附剂滤筒，其中旁路管线流体地连接到所述第一组一个或多个阀门，以便流体能够绕过所述可再用模块；其中第一再装填器流体地连接到所述第一组一个或多个阀门，以便流体可以被从所述第一再装填器引导到所述可再用模块；其中

所述可再用模块流体地连接到第二组一个或多个阀门，所述阀门定位在第二组一个或多个连接器上在所述可再用模块之后并且在所述第二模块之前，以便流体可以被从所述可再用模块引导到所述第二模块中；其中所述第一再装填器连接到所述第二组一个或多个阀门，以便流体可以被从所述可再用模块引导到所述第一再装填器；其中所述旁路管线流体地连接到所述第二组一个或多个阀门，以便流体能够绕过所述第二模块；其中第二再装填器流体地连接到所述第二组一个或多个阀门，以便流体可以被从所述第二再装填器引导到所述第二模块；其中所述第二模块流体地连接到第三组一个或多个阀门，所述阀门定位在第三组一个或多个连接器上在所述第二模块之后并且在所述第三模块之前，以便流体可以被从所述第二模块引导到所述第三模块中；其中所述第二再装填器流体地连接到所述第三组一个或多个阀门，以便来自所述第二模块的流体可以被引导到所述第二再装填器；其中所述旁路管线流体地连接到所述第三组一个或多个阀门，以便流体能够绕过所述第三模块；其中第三再装填器流体地连接到所述第三组一个或多个阀门，以便流体可以被从所述第三再装填器引导到所述第三模块；其中所述第三模块流体地连接到第四组一个或多个连接器；并且其中所述第三再装填器流体地连接到所述第四组一个或多个连接器，以便流体可以被从所述第三模块引导到所述第三再装填器。

28.一种再装填吸附剂的方法，其包含以下步骤：

用一个或多个连接器串联地连接至少一个可再用模块和第二模块；

将至少一个连接器流体地连接到至少一个洗涤管线，其中所述洗涤管线流体地连接到再装填器；

将至少一个连接器流体地连接到旁路管线，其中所述旁路管线使流动从所述连接器转向以绕过至少一个模块；

在模块、洗涤管线和/或旁路管线之间的接合点处将一个或多个阀门连接到所述连接器，所述阀门包括定位在连接器上在所述可再用模块之前的第一阀门，所述第一阀门连接连接器、洗涤管线和旁路管线；

将使用过的透析液流过可再用模块和第二模块；和

选择性地打开和关闭阀门以引导流动从再装填器，通过洗涤管线，并且通过可再用模块或第二模块。

29.根据权利要求28所述的方法，其中所述第一阀门对所述洗涤管线打开，并且对所述第二模块和旁路管线关闭，以便引导流动从再装填器，通过洗涤管线，进入可再用模块。

30.根据权利要求29所述的方法，其进一步包含定位在连接器上在可再用模块和第二模块之间的第二阀门，所述第二阀门连接设有第二阀门的连接器、第二洗涤管线和旁路管线，其中第二阀门对第二洗涤管线和可再用模块打开，并且对第二模块和旁路管线关闭，以使流动在再装填器和可再用模块之间循环。

31.根据权利要求28所述的方法，其具有下述各特征的其中之一：

(a)其中所述第一阀门对所述洗涤管线和连接器打开，并且对所述旁路管线关闭，以便流动在所述可再用模块与所述再装填器之间循环，但其中定位在连接器上在所述可再用模块与第二模块之间的第二阀门关闭，以便流动无法从所述可再用模块继续到所述第二模块；

(b)其中所述第一阀门对所述旁路管线打开，并且对所述洗涤管线和所述连接器关闭，

以便流动被引导通过所述旁路管线以绕过所述可再用模块；

(c)其中所述第一阀门对所述连接器打开，并且对所述旁路管线和洗涤管线关闭，以便流动被引导通过所述连接器和通过所述可再用模块。

32.根据权利要求28所述的方法，其进一步包含附接到所述再装填器或洗涤管线的泵；并且/或者其进一步包含选自以下各者中的任一者的惰性气体：氩气、空气、过滤空气、氮气和氦气，以吹胀模块。

33.根据权利要求28所述的方法，其中所述洗涤管线被再分为顶部洗涤管线和底部洗涤管线。

34.根据权利要求28所述的方法，其中所述顶部洗涤管线是流体管线并且所述底部洗涤管线是气体管线；或者所述顶部洗涤管线是气体管线并且所述底部洗涤管线是流体管线；或者所述顶部洗涤管线和所述底部洗涤管线两者都是流体管线。

35.根据权利要求28所述的方法，其中至少一个模块包括一种或多种选自下述各项的至少其中之一的吸附剂材料：活性碳、氧化铝、尿素酶和离子交换树脂；并且/或者可再用模块和第二模块的至少其中之一含有多种吸附剂材料。

36.根据权利要求28所述的方法，其中所述第二模块是可再用的模块。

37.根据权利要求36所述的方法，进一步包括：

将定位于可再用模块和第二模块之间的至少一个第二连接器流体连接到至少一个第二洗涤管线，其中所述第二洗涤管线流体连接至第二再装填器；

将第二连接器流体连接至第二旁路管线，其中所述第二旁路管线使流动从第二连接器转向，以绕过至少一个模块；

在模块、洗涤管线和/或旁路管线之间的接合点处将第二阀门连接到所述连接器；以及

选择性地打开和关闭第二阀门以引导流动通过连接器、模块、洗涤管线和/或旁路管线。

38.根据权利要求37所述的方法，其中设于可再用模块内的一种或多种吸附剂材料不同于设于第二模块内的一种或多种吸附剂材料；并且/或者所述方法进一步包括选择性地打开和关闭第一阀门和第二阀门，以使流动在第一再装填器和可再用模块之间循环，并且使流动在第二再装填器和第二模块之间循环。

39.根据权利要求28所述的方法，其中流体被从再装填器引导至可再用模块内，然后进入旁路管线，绕过第二模块；并且/或者所述可再用模块含有磷酸锆，再装填器含有具有钠离子和氢离子的溶液。

用于在线再装填吸附剂材料的模块与任选的旁路

[0001] 相关申请

[0002] 本案为国际申请号为“PCT/US2015/016273”,国家申请号为“201580009562.5”,国际申请日为2015年2月18日且名称为“用于在线再装填吸附剂材料的模块与任选的旁路”的中国专利申请的分案申请。

技术领域

[0003] 本发明涉及吸附剂滤筒中的用于任选在线再装填吸附剂材料的模块。所述模块可以是可拆卸的,并且所述吸附剂材料可以包括磷酸锆。

背景技术

[0004] 透析涉及血液通过具有半透膜的透析器的动作。同时,透析液在半透膜的相对侧循环通过透析器。存在于患者血流中的毒素从血液通过膜进入透析液中。在通过透析器之后,废透析液被舍弃。废透析液的弃置需要大量源水来制备供连续透析期间使用所必需的替换透析液。然而,在吸附剂透析系统中,废透析液被再循环通过吸附剂滤筒而非被舍弃。吸附剂滤筒含有多层吸附剂材料,所述吸附剂材料选择性地去除透析液中的特定毒素或分解透析液中的毒素。

[0005] 吸附剂透析的优点在于需要的水量低得多。在四小时的传统透析中,可能需要多达120L的水来产生透析液。相比之下,使用吸附剂透析,可能需要少达6或7L的水。因此,消除对于引流管和纯化水持续来源的需求,使得系统便携。

[0006] 吸附剂透析系统的缺点之一在于高成本。用于吸附剂滤筒中的材料可能是昂贵的。在每次使用后对滤筒的弃置产生废弃物并且使成本上升。其它已知透析液流体循环系统和装置具有单独壳体,其中第一壳体具有能够释放钠到流动通过第一壳体的透析液流体中的材料,并且第二壳体具有能够结合来自流动通过第二壳体的透析液流体的钠离子的材料。然而,此类系统无法形成为单个壳体设计、时常需要许多升水并且可能不便携。所述系统也不提供用于再装填吸附剂滤筒的一些或所有组分,所述再装填允许再使用特定组分并且使得用于操作此类系统的较低长期成本成为可能。

[0007] 因而,存在对将吸附剂滤筒内的材料分离成模块以允许那些材料的隔离的吸附剂滤筒的需求。存在对提供用于隔离一种或多种吸附剂材料以允许舍弃较便宜或不可再用的材料而再装填较昂贵并且可再用的材料的吸附剂滤筒的需求。存在对具有多种考虑周到的模块的单式吸附剂滤筒的另一需求,所述模块可以容易地连接和/或可以从单式吸附剂滤筒拆卸,从而便于吸附剂材料和吸附剂滤筒的再装填和/或再循环,同时保持单个单式设计。还存在对具有对于便携式透析机必需的大小和重量减小的特征的模块化吸附剂滤筒的需求。存在对与模块化吸附剂滤筒的需求,其中吸附剂材料可以布置在滤筒的模块内以允许隔离特定材料或材料群组。存在对滤筒中的模块中的任一者的另一需求,所述模块可再用或任选地可从滤筒拆卸以允许对模块内的吸附剂材料的弃置、再循环或再装填中的任一者。存在对具有特定材料的吸附剂滤筒的需求,所述特定材料可以再装填并且允许弃置较

少昂贵材料。

[0008] 存在对在操作期间在不将模块从吸附剂滤筒拆除的情况下再装填，使得系统更容易使用的吸附剂材料的需求。存在对直接附接到吸附剂模块，以使得模块可简单地通过将流体流动从再装填器引导到模块而再装填的再装填构件的需求。存在对一个或多个可拆除，以允许再循环和/或弃置这些模块同时允许再装填其它模块。

发明内容

[0009] 本发明的第一方面涉及一种吸附剂滤筒，其包含至少一个具有一个或多个连接器的可再用模块，所述连接器可流体连接到选自以下各者中的任一者的流体流动路径的任何部分：洗涤管线、旁路管线或流体管线，其中所述洗涤管线可以任选地可流体连接到再装填器，其中所述旁路管线任选地可流体连接到另一模块，其中所述流体管线任选地可流体连接到透析回路的任何部分。

[0010] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述吸附剂滤筒可以包含至少一个可以定位在所述模块之前和/或之后在所述连接器上，以选择性地引导流动通过至少一个模块、洗涤管线、再装填器和/或旁路管线的阀门。在本发明的第一方面的任何实施例中，所述流动可以包含气体或液体。

[0011] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述吸附剂滤筒可以包含可以定位在所述模块之前和/或之后在所述连接器上，以选择性地引导流动通过所述模块、洗涤管线、再装填器或旁路管线的四通、三通、二通阀门中的任一者或其组合。

[0012] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述吸附剂滤筒可以具有一个或多个构成所述吸附剂滤筒的模块。在本发明的第一方面的任何实施例中，所述一个或多个可拆卸滤筒可以是可再用的或不可再用的。

[0013] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述吸附剂滤筒可以经配置，以便所述可再用模块通过可流体连接到再装填器而呈脱机状态。在本发明的第一方面的任何实施例中，所述可再用模块可以通过可流体连接到所述流体管线或所述旁路管线中的任一者而被配置成呈在线状态。

[0014] 在本发明的第一方面的任何实施例中，可再用模块和第二模块可以串联地连接。第一旁路管线可以将定位在连接器上在所述可再用模块之前的第一阀门连接到第二阀门。第二旁路管线可以将所述第二阀门连接到定位在连接器上在所述可再用与第二模块之间的第三阀门。第三旁路管线可以将所述第二阀门连接和定位在连接器上在所述第二模块之后的第四阀门。在本发明的第一方面的任何实施例中，所述可再用模块和所述第二模块可以直接连接。

[0015] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述可以是可再用模块的第一模块和所述第二模块可以串联地连接；旁路管线可以将可以定位在连接器上在所述可再用模块之前的第一阀门连接到定位在连接器上在所述第一与第二模块之间的第二阀门。所述旁路管线可以进一步连接到定位在连接器上在所述第二模块之后的第三阀门。

[0016] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述可以是可再用模块的第一模块和所述第二模块可以串联地连接，并且第一旁路管线可以将定位在连接器上在所述第一模块之前的第一阀门连接到定位在连接器上在所述第一与第二模块之间的第二阀门。第二旁路管线

可以将定位在所述连接器上在所述第一与第二模块之间的第三阀门连接到定位在连接器上在所述第二模块之后的第四阀门。

[0017] 在本发明的第一方面的任何实施例中，可以是可再用模块的第一模块和所述第二模块可以串联地连接，并且第一旁路管线可以将定位在连接器上在所述第一模块之前的第一阀门连接到定位在连接器上在所述第一模块与所述第二模块之间的第二阀门。第二旁路管线可以将定位在所述连接器上在所述第一与第二模块之间的第三阀门连接到定位在连接器上在所述第二模块之后的第四阀门。第一洗涤管线可以将所述第一阀门连接到第一再装填器连接器或节点，第二洗涤管线可以将所述第二阀门连接到所述第一再装填器连接器或节点，第三洗涤管线可以将所述第三阀门连接到第二再装填器连接器或节点，并且第四洗涤管线可以将所述第四阀门连接到所述第二再装填器连接器或节点。

[0018] 在本发明的第一方面的任何实施例中，可以是可再用模块的第一模块和所述第二模块可以串联地连接。定位在连接器上在所述第一模块之前的第一阀门可以将第一洗涤管线连接到第一再装填器连接器。第二洗涤管线可以将定位在连接器上在所述第一与第二模块之间的第二阀门连接到所述第一再装填器连接器；第三洗涤管线可以将定位在所述连接器上在所述第一与第二模块之间的第三阀门连接到第二再装填器连接器；并且第四洗涤管线可以将定位在连接器上在所述第二模块之后的第四阀门连接到所述第二再装填器连接器。定位在所述连接器上在所述第一模块之前的第五阀门可以将旁路管线连接到定位在所述连接器上在所述第一模块与所述第二模块之间的第六阀门，并且可以进一步连接到定位在所述连接器上在所述第二模块之后的第七阀门。

[0019] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述吸附剂滤筒可以包含至少一个具有一个或多个连接器的可再用可拆除模块

[0020] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述吸附剂滤筒可以包含至少一个不可再用模块。

[0021] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述可再用模块可以含有吸附剂材料。

[0022] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述可再用模块可以含有多种吸附剂材料。

[0023] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述不可再用模块可以含有吸附剂材料。

[0024] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述不可再用吸附剂模块可以含有多种吸附剂材料。

[0025] 在本发明的第一方面的任何实施例中，连接所述模块的所述连接器可以选自包含以下各者的群组：快速连接、扭锁、推送式和螺纹接头。

[0026] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述连接器可以包含一段管道和阀门或阀门组合件。

[0027] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述至少一个可再用模块可从所述吸附剂滤筒拆卸。

[0028] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述可再用模块可以含有可以选自包含以下的群组的吸附剂材料：磷酸锆、含水氧化锆、活性碳、氧化铝、尿素酶和离子交换树脂。在本发明的第一方面的任何实施例中，所述离子交换树脂可以经选择以仅去除钠、钾、钙和镁离子。所述离子交换树脂还可以是螯合离子交换树脂。所述对应的层可以形成为任何层组

合而无限制。

[0029] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述不可再用模块可以含有可以选自包含以下的群组的吸附剂材料：磷酸锆、含水氧化锆、活性碳、氧化铝、尿素酶和离子交换树脂。在本发明的第一方面的任何实施例中，所述离子交换树脂可以经选择以仅去除钠、钾、钙和镁离子。所述离子交换树脂还可以是螯合离子交换树脂。所述对应的层可以形成为任何层组合而无限制。

[0030] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述可再用模块可再循环和/或可再装填。

[0031] 在本发明的第一方面的任何实施例中，至少一个模块可以具有条形码或其它标识系统。

[0032] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述连接器可以包括用于传感器的接入点。

[0033] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述至少两个模块可以是受控顺应透析回路的一部分。

[0034] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述阀门可以在可编程控制器或计算机系统的控制下操作以调节进入模块、从模块出来和在模块之间的流动。

[0035] 在本发明的第一方面的任何实施例中，通过所述阀门的流体流动可以由光电管或其它流动感测和/或测量装置感测。

[0036] 在本发明的第一方面的任何实施例中，控制泵可以使流体在所述流动路径中循环。

[0037] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述吸附剂材料可以混合在一起。

[0038] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述吸附剂滤筒可以具有串联地连接的可以是可再用模块的第一模块和第二模块。所述第一模块可以流体地连接到第一组一个或多个阀门，所述阀门定位在第一组一个或多个连接器上在所述第一模块之前，以便流体可以被引导到所述第一模块中。

[0039] 在本发明的第一方面的任何实施例中，旁路管线可以流体地连接到所述第一组一个或多个阀门，以便流体可以绕过所述第一模块。第一再装填器可以流体地连接到所述第一组一个或多个阀门，以便流体可以被从所述第一再装填器引导到所述第一模块。所述第一模块可以流体地连接到第二组一个或多个阀门，所述阀门定位在第二组一个或多个连接器上在所述第一模块之后并且在所述第二模块之前，以便流体可以被从所述第一模块引导到所述第二模块中。所述旁路管线可以流体地连接到所述第二组一个或多个阀门，以便流体可以绕过所述第二模块。所述第一再装填器可以连接到所述第二组一个或多个阀门，以便流体可以被从所述第一模块引导到所述第一再装填器。第二再装填器可以流体地连接到所述第二组一个或多个阀门，以便流体可以被从所述第二再装填器引导到所述第二模块。所述第二再装填器可以流体地连接到第三组一个或多个连接器，所述连接器定位在所述第二模块之后，以便流体可以被从所述第二模块引导到所述第二再装填器。

[0040] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述吸附剂滤筒可以具有串联地连接的可以是可再用模块的第一模块和第二模块。所述第一模块可以流体地连接到第一组一个或多个阀门，所述阀门定位在第一组一个或多个连接器上在所述第一模块之前，以便流体可以被引导到所述第一模块中。

[0041] 在本发明的第一方面的任何实施例中，旁路管线可以流体地连接到所述第一组一个或多个阀门，以便流体可以绕过所述第一模块。所述第一模块和旁路管线可以流体地连接到第二组一个或多个阀门，所述阀门定位在第二组一个或多个连接器上在所述第一模块之后并且在所述第二模块之前，以便流体可以被从所述第一模块引导到所述第二模块中。所述旁路管线可以流体地连接到所述第二组一个或多个阀门，以便流体可以绕过所述第二模块。

[0042] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述吸附剂滤筒可以具有串联地连接的第一模块、第二模块和第三模块。所述模块中的任一者可以是可再用的。所述第一模块可以流体地连接到第一组一个或多个阀门，所述阀门定位在第一组一个或多个连接器上在所述第一模块之前，以便流体可以被引导到所述第一模块中。所述第一模块可以含有尿素酶，所述第二模块可以含有磷酸锆，并且所述第三模块可以含有氧化锆，并且其中所述第一模块可选地进一步含有活性碳。此外，所述第一模块可以含有第一活性碳层、位于第一活性碳层下游的第二尿素酶层和位于第二尿素酶层下游的第三活性碳层。

[0043] 在本发明的第一方面的任何实施例中，旁路管线可以流体地连接到所述第一组一个或多个阀门，以便流体可以绕过所述第一模块。第一再装填器可以流体地连接到所述第一组一个或多个阀门，以便流体可以被从所述第一再装填器引导到所述第一模块。所述第一模块可以流体地连接到第二组一个或多个阀门，所述阀门定位在第二组一个或多个连接器上在所述第一模块之后并且在所述第二模块之前，以便流体可以被从所述第一模块引导到所述第二模块中。所述第一再装填器可以连接到所述第二组一个或多个阀门，以便流体可以被从所述第一模块引导到所述第一再装填器。所述旁路管线可以流体地连接到所述第二组一个或多个阀门，以便流体可以绕过所述第二模块。第二再装填器可以流体地连接到所述第二组一个或多个阀门，以便流体可以被从所述第二再装填器引导到所述第二模块。所述第二模块可以流体地连接到第三组一个或多个阀门，所述阀门定位在第三组一个或多个连接器上在所述第二模块之后并且在所述第三模块之前，以便流体可以被从所述第二模块引导到所述第三模块中。所述第二再装填器可以流体地连接到所述第三组一个或多个阀门，以便来自所述第二模块的流体可以被引导到所述第二再装填器。所述旁路管线可以流体地连接到所述第三组一个或多个阀门，以便流体可以绕过所述第三模块。第三再装填器可以流体地连接到所述第三组一个或多个阀门，以便流体可以被从所述第三再装填器引导到所述第三模块。所述第三模块可以流体地连接到第四组一个或多个连接器。所述第三再装填器可以流体地连接到所述第四组一个或多个连接器，以便流体可以被从所述第三模块引导到所述第三再装填器。

[0044] 在本发明的第一方面的任何实施例中，所述吸附剂滤筒可以具有形成吸附剂滤筒的至少一个可再用模块和至少一第二模块，所述至少一个可再用模块具有一个或多个连接器，所述连接器流体连接到洗涤管线以及可选地选自以下各者中的任一者的流体流动路径的任何部分：洗涤管线、旁路管线、流体管线或所述第二模块；其中所述洗涤管线可流体连接到再装填器；其中所述旁路管线任选地可流体连接到另一模块；其中所述流体管线任选地可流体连接到透析回路的任何部分；其中所述至少一个可再用模块可选地为具有一个或多个连接器的可再用可拆除模块；其中所述至少一个可再用模块可选地含有一种或多种吸附剂材料，所述吸附剂材料选自包含以下各者的群组：磷酸锆、含水氧化锆、活性碳、氧化

铝、尿素酶和离子交换树脂;其中所述吸附剂滤筒可选地包含至少一个定位在所述模块之前和/或之后在所述连接器上,以选择性地引导流动通过至少一个模块、洗涤管线、再装填器或旁路管线的阀门。

[0045] 作为本发明的第一方面的一部分公开的任何特征可以单独或以组合形式包括于本发明的第一方面中。

[0046] 本发明的第二方面涉及一种流体回路。在本发明的第二方面的任何实施例中,所述流体回路可以具有至少两个由一个或多个连接器串联地连接的模块。操作管线可以引导流动沿着所述连接器和通过所述模块。洗涤管线可以将一个或多个连接器流体地连接到再装填器。旁路管线可以绕过所述模块和所述操作管线。

[0047] 在本发明的第二方面的任何实施例中,所述流体回路的所述旁路管线可以与至少一种吸附剂材料流体连通。

[0048] 作为本发明的第二方面的一部分公开的任何特征可以单独或以组合形式包括于本发明的第二方面中。

[0049] 本发明的第三方面涉及一种再装填吸附剂的方法。在本发明的第三方面的任何实施例中,所述方法可以包括用一个或多个连接器串联地连接至少一个可以是可再用模块的第一模块和第二模块。至少一个连接器可以流体地连接到至少一个洗涤管线,并且所述至少一个洗涤管线可以流体地连接到再装填器。至少一个连接器可以流体地连接到旁路管线。所述旁路管线可以使流动从所述连接器转向以绕过至少一个模块。在本发明的第三方面的任何实施例中,所述方法可以包括在所述模块、洗涤管线和/或旁路管线之间的接合点处将一个或多个阀门连接到所述连接器。在本发明的第三方面的任何实施例中,所述方法可以包括选择性地打开和关闭所述阀门以引导流动通过所述连接器、模块、洗涤管线和/或旁路管线。

[0050] 在本发明的第三方面的任何实施例中,所述方法可以包括定位在连接器上在可以是可再用模块的第一模块之前的阀门。所述阀门可以连接所述连接器、洗涤管线和旁路管线。所述阀门可以对所述洗涤管线打开,并且对所述连接器和所述旁路管线关闭,以便流动被引导到再装填器。

[0051] 在本发明的第三方面的任何实施例中,所述方法可以包括定位在连接器上在所述可以是可再用模块的第一模块之前的阀门。所述阀门可以连接所述连接器、洗涤管线和旁路管线。所述阀门可以对所述洗涤管线和连接器打开,并且对所述旁路管线关闭,以便流动在所述第一模块与所述再装填器之间循环。第二阀门可以定位在连接器上在所述第一模块与所述第二模块之间,并且可以关闭,以便流动无法从所述第一模块继续到所述第二模块。

[0052] 在本发明的第三方面的任何实施例中,所述方法可以包括定位在连接器上在所述可以是可再用模块的第一模块之前的阀门。所述阀门可以连接所述连接器、洗涤管线和旁路管线。所述阀门可以对所述旁路管线打开,并且对所述洗涤管线和连接器关闭,以便流动被引导通过所述旁路管线以绕过所述第一模块。

[0053] 在本发明的第三方面的任何实施例中,所述方法可以包括定位在连接器上在所述可以是可再用模块的第一模块之前的阀门。所述阀门可以连接所述连接器、洗涤管线和旁路管线。所述阀门可以对所述连接器打开,并且对所述旁路和洗涤管线关闭,以便流动被引导通过所述连接器和通过所述第一模块。

[0054] 在本发明的第三方面的任何实施例中，所述方法可以包括附接到所述再装填器或洗涤管线的泵。

[0055] 在本发明的第三方面的任何实施例中，例如氩气、空气、过滤空气、氮气和氦气的气体可以用以吹胀所述模块。

[0056] 在本发明的第三方面的任何实施例中，所述洗涤管线可以再分为顶部和底部洗涤管线。

[0057] 在本发明的第三方面的任何实施例中，所述顶部管线可以是流体管线并且所述底部管线可以是气体管线。

[0058] 在本发明的第三方面的任何实施例中，所述顶部管线可以是气体管线并且所述底部管线可以是流体管线。

[0059] 在本发明的第三方面的任何实施例中，所述顶部和底部管线可以都是流体管线。

[0060] 作为本发明的第三方面的一部分公开的任何特征可以单独或以组合形式包括于本发明的第三方面中。

附图说明

[0061] 图1绘示含有活性碳、含水氧化锆、尿素酶、氧化铝和磷酸锆的吸附剂滤筒。

[0062] 图2绘示具有两个模块的模块化吸附剂滤筒。

[0063] 图3绘示具有两个模块的模块化吸附剂滤筒，可以是可再用模块的第一模块中包括活性碳、氧化铝、尿素酶和氧化锆，并且可以是可再用模块的第二模块中包括磷酸锆。

[0064] 图4绘示用于再装填磷酸锆吸附剂材料的方法。

[0065] 图5绘示具有两个模块的模块化吸附剂滤筒，可以是可再用模块的第一模块中包括活性碳、磷酸锆、尿素酶、氧化铝和含水氧化锆，并且第二模块中包括磷酸锆。

[0066] 图6绘示具有两个模块的模块化吸附剂滤筒，可以是可再用模块的第一模块中包括活性碳、离子交换树脂、氧化铝、尿素酶和含水氧化锆，并且第二模块中包括磷酸锆。

[0067] 图7绘示具有两个模块的模块化吸附剂滤筒，可以是可再用模块的第一模块中包括活性碳、氧化铝、尿素酶和磷酸锆，并且第二模块中包括含水氧化锆和磷酸锆。

[0068] 图8绘示具有两个模块的模块化吸附剂滤筒，可以是可再用模块的第一模块中包括活性碳、氧化铝、尿素酶和含水氧化锆，并且第二模块中包括离子交换树脂和磷酸锆。

[0069] 图9绘示具有两个模块的模块化吸附剂滤筒，可以是可再用模块的第一模块中包括活性碳、氧化铝和尿素酶，并且第二模块中包括含水氧化锆、离子交换树脂和磷酸锆。

[0070] 图10绘示具有两个模块的模块化吸附剂滤筒，可以是可再用模块的第一模块中包括氯化钠/碳酸氢钠、活性碳、离子交换树脂、活性刀豆粉(JBM)/氧化铝、氧化铝、含水氧化锆/玻璃珠和氯化钠，并且第二模块中包括磷酸锆。

[0071] 图11绘示具有三个模块的模块化吸附剂滤筒，可以是可再用模块的第一模块中包括活性碳、氧化铝、尿素酶和含水氧化锆，第二模块中包括磷酸锆，并且第三模块中包括磷酸锆和活性碳。

[0072] 图12绘示具有三个模块的模块化吸附剂滤筒，可以是可再用模块的第一模块中包括活性碳，第二模块中包括氧化铝和尿素酶，并且第三模块中包括离子交换树脂、磷酸锆和含水氧化锆，所述吸附剂滤筒具有用以将流体从可以是可再用模块的第一模块引导到第三

模块的任选的旁路管线。

[0073] 图13绘示具有三个模块并且具有连接到另一组件(例如再装填器)的任选的旁路管线的模块化吸附剂滤筒。

[0074] 图14绘示具有两个模块和两个连接的用以引导流动绕着任一模块的旁路管线的模块化吸附剂滤筒。

[0075] 图15绘示具有两个模块和单个用以引导流动绕着任一模块的旁路管线的模块化吸附剂滤筒。

[0076] 图16绘示具有两个模块和两个单独的用以引导流动绕着任一模块的旁路管线的模块化吸附剂滤筒。

[0077] 图17绘示具有两个模块、两个旁路管线和两个再装填器的模块化吸附剂滤筒。

[0078] 图18绘示具有两个模块、单个用以绕过任一模块的旁路管线或两个再装填器的模块化吸附剂滤筒。

[0079] 图19绘示具有三个模块、三个旁路管线和三个再装填器的模块化吸附剂滤筒。

[0080] 图20绘示具有两个模块和两个用以绕过模块的旁路管线的模块化吸附剂滤筒,其中可以是可再用模块的第一模块含有活性碳、氧化铝、尿素酶和含水氧化锆,并且第二模块含有磷酸锆。

[0081] 图21绘示具有三个模块、三个旁路管线和三个再装填器的模块化吸附剂滤筒,其中可以是可再用模块的第一模块含有活性碳,第二模块含有氧化铝和尿素酶,并且第三模块含有含水氧化锆、离子交换树脂和磷酸锆。

[0082] 图22绘示来自模块化吸附剂滤筒的单个模块,其具有旁路管线和两个各自分为气体和流体洗涤管线的洗涤管线。

[0083] 图23绘示来自模块化吸附剂滤筒的单个模块,所述模块化吸附剂滤筒具有旁路管线、再装填器和两个各自分成气体和流体洗涤管线的洗涤管线。

[0084] 图24绘示利用吸附剂滤筒的受控顺应透析回路。

具体实施方式

[0085] 除非另外规定,否则本文中所用的所有技术和科学术语总体上具有与相关领域一般技术人员通常所理解相同的含义。

[0086] 本文中使用冠词“一(a/an)”来指所述冠词的一个或多于一个(即,至少一个)宾语。作为实例,“一元件”意味着一个元件或多于一个元件。

[0087] 如当指代透析系统的组件的相对位置时所使用的术语“在……之前”是指透析系统的正常操作流动方向上的上游位置。术语“在……之后”是指透析系统的正常操作流动方向上的下游位置。

[0088] “吹胀”是指使气体通过连接管线或模块的工艺。

[0089] “旁路管线”是指连接到主管线的管线,流体或气体可以可替代地流动通过其。

[0090] 术语“滤筒”是指准备好连接到器件、结构、系统、流动路径或机构的经设计以含有粉末、液体或气体的任何容器。容器可以具有一个或多个隔室。代替隔室,容器还可以包含具有两个或更多个连接在一起以形成滤筒的模块的系统,其中两个或更多个模块一旦成形即可以连接到器件、结构、系统、流动路径或机构。

[0091] 术语“阳离子浓缩储液槽”是指具有或容纳包含至少一种阳离子(例如钙、镁或钾离子)的物质的物件。

[0092] 术语“阳离子输注液来源”是指可以获得阳离子的来源。阳离子的实例包括(但不限于)钙、镁和钾。来源可以是含有阳离子的溶液或通过系统水合的干燥组合物。阳离子输注液来源不限于阳离子并且可以任选地包括输注到透析液或置换流体中的其它物质,非限制性实例可以是葡萄糖、右旋糖、乙酸和柠檬酸。

[0093] 术语“包含”包括(但不限于)在词语“包含”之后的任何事物。因此,所述术语的使用指示所列元件为必需或必选的,但其它元件是任选的并且可以或可以不存在。

[0094] 如本文所使用的“连接器”形成两个组件之间的流体连接,其中流体或气体可以从一个组件流动通过连接器到达另一组件。连接器以其最广泛意义提供用于流体连接,并且可以包括本发明的任一个或多个组件之间的任何类型的管道、流体或气体通道或导管。

[0095] 术语“由……组成”包括并且限于在短语“由……组成”之后的任何事物。因此,所述短语指示所述受限元件是必需或必选的,并且不可以存在其它元件。

[0096] 术语“基本上由……组成”包括在术语“基本上由……组成”之后的任何事物以及不影响所描述的装置、结构或方法的基本操作的额外元件、结构、动作或特征。

[0097] 如本文所用的术语“容器”是用于容纳任何流体或固体(例如废透析液流体,或氯化钠或碳酸氢钠溶液或固体,或尿素酶,或尿素酶/氧化铝,或其类似物)的可以是柔性或非柔性的盛器。

[0098] 术语“受控顺应性”和“受控顺应”描述主动地控制流体体积进入或离开隔室、流动路径或回路的转移的能力。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中,透析液回路或受控顺应流动路径中的可变体积的流体通过一个或多个泵和一个或多个储液槽一起的控制而膨胀和收缩。如果患者流体体积、流动路径和储液槽被视为系统总体积的一部分(每个单独体积有时可以被称为流体隔室),那么一旦系统处于操作中,所述系统中的流体体积大体上恒定(除非从系统外部向储液槽添加了额外流体)。所附接的储液槽允许系统通过抽出流体并且储存所需量在附接的控制储液槽中和/或通过为患者提供纯化和/或再平衡流体并且任选地去除废产物来调整患者流体体积。不应将术语“受控顺应性”和“受控顺应”与术语“非顺应体积”混淆,所述“非顺应体积”仅指抗拒在已经从所界定空间(例如器皿、导管、容器、流动路径、调节流动路径或滤筒)去除空气之后对一定体积的流体的引入的器皿、导管、容器、流动路径、调节流动路径或滤筒。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中,受控顺应系统可以双向移动流体。在某些情况下,双向流体移动可以横越透析器内部或外部的半透膜。还可能以所选操作模式横越本发明的器皿、导管、容器、流动路径、调节流动路径或滤筒、通过以上各者或以上各者之间出现所述双向流体流动。如关于阻挡层(例如半透膜)所使用的术语“双向移动流体”是指使流体以任意方向横越所述阻挡层移动的能力。“双向移动流体”还可以适用于使流体在流动路径中或在流动路径与受控顺应系统中的储液槽之间以两个方向移动的能力。

[0099] 术语“受控顺应流动路径”、“受控顺应透析液流动路径”和“受控顺应溶液流动路径”是指在如本文所定义的具有受控顺应性特征或为受控顺应的受控顺应系统内操作的流动路径。

[0100] “控制泵”是能够使流体以特定速率移动通过系统的构件。术语“控制泵”可以包括

例如“超滤泵”，所述“超滤泵”是可操作以双向泵送流体以主动地控制进入或离开隔室或回路的流体体积的转移的泵。

[0101] “控制系统”由一起作用来维持系统达到所需效能规范设定的组件的组合组成。控制系统可以使用经配置以交互操作来维持所需效能规范的处理器、存储器和计算机组件。控制系统还可以包括如本领域内已知用以维持效能规范的流体或气体控制组件和溶质控制组件。

[0102] “控制阀门”是用于控制液体或气体的移动的阀门。当控制阀门引导气体的移动时，“控制阀门”可以打开或关闭以调节气体从高压气体源向低压的移动。

[0103] “控制器”、“控制单元”、“处理器”或“微处理器”是监测并且影响既定系统的操作条件的器件。操作条件典型地被称为系统的输出变量，其中可以通过调整某些輸入变量来影响输出变量。

[0104] “脱气器”是能够从流体去除溶解和未溶解气体的组件。

[0105] 术语“可拆卸的”或“拆卸的”是指本发明的任何组件可以与系统、模块、滤筒或本发明的任何组件分离。“可拆卸的”还可以指组件可以用最少时间或气力从较大系统中取出。在某些情况下，组件可以用最少时间或气力拆卸，但在其它情况下，可能需要额外气力。拆卸的组件可以任选地再附接到系统、模块、滤筒或其它组件。可拆卸的模块通常可以是可再用模块的一部分。

[0106] “透析液”是在透析膜的与正在透析的流体(例如血液)相对的侧面通过透析器的流体。

[0107] “透析”是一种过滤或通过膜选择性扩散的过程。透析借助通过膜的扩散从待透析成透析液的流体去除具有特定分子量范围的溶质。在透析期间，待透析的流体经过过滤膜，同时透析液经过所述膜的另一侧。溶解的溶质通过扩散横越过滤膜在流体之间传输。透析液用以从待透析的流体去除溶质。透析液还可以提供对其它流体的增浓。

[0108] 术语“透析器”是指具有两个由半透膜间隔开的流动路径的滤筒或容器。一个流动路径用于血液并且一个流动路径用于透析液。膜可以呈本领域技术人员已知的空心纤维、平板或螺旋卷绕或其它常规形式。膜可以选自以下材料：聚砜、聚醚砜、聚(甲基丙烯酸甲酯)、经改性的纤维素或本领域技术人员已知的其它材料。

[0109] “可弃置的”是指组件从系统拆除并且不再使用。

[0110] 如本文所用的术语“体外的”大体上意味着位于或存在于身体外部。

[0111] 术语“体外回路”或“体外流动路径”是指并有一个或多个构件(例如但不限于导管、阀门、泵、流体连接端口或感测装置)配置于其中的流体路径，以便路径将来自受试者的血液传送到用于血液透析、血液过滤、血液透析过滤或超滤的装置并且返回到受试者。

[0112] 术语“体外流动路径泵”和“血液泵”是指用以移动或传送流体通过体外回路的器件。泵可以是适用于泵送血液的任何类型，包括本领域技术人员已知的那些，例如蠕动泵、管道泵、隔膜泵、离心泵和穿梭泵。

[0113] “流动”是指流体、气体或两者的移动。

[0114] “流动感测装置”或“流动测量装置”是能够测量特定区域内的液体或气体的流动的装置。

[0115] “流体”是各相物质的子集，并且可以包括液体、气体、等离子体和在一定程度上塑

料固体。值得注意的是，如本文所用的液体可以因此还具有气体相和液体相物质的混合物。

[0116] 术语“流体连通”是指流体或气体从一个组件或隔室移动到系统内的另一组件或隔室的能力或是指已连接以使得流体或气体可以通过压差从连接到的一个部分移动到另一部分的状态。

[0117] 术语“可流体连接的”是指提供流体或气体从一个点到另一点的通道的能力。两个点可以处于所有任何类型的隔室、模块、系统、组件和再装填器中的任一者或多者内或之间。

[0118] “输注液”是用于调节透析液的组成的一种或多种盐的溶液。

[0119] 术语“在线”是指模块或模块组流体地连接到透析机、透析流动路径或透析回路的状态。透析可以在在线状态期间持续、暂停或停止，其中在线仅指模块流体地连接到透析机、透析流动路径或透析回路的状态。

[0120] “模块”是指系统的考虑周到的组件。每个模块可以彼此装配来形成具有两个或更多个模块的系统。一旦装配在一起，模块可以流体连接并且抗拒无意的断开。单个模块可以表示在模块经设计以含有用于预期目的的所有必需组分(例如用于透析的吸附剂)时与器件或机构装配的滤筒。在这种情况下，模块可以在模块内包含一个或多个隔室。或者，两个或更多个模块可以形成将装配到器件或机构的滤筒，其中每个模块单独地承载单独组分，但仅在连接在一起时共同含有用于预期目的的所有必需组分(例如用于透析的吸附剂)。模块可以被称为“第一模块”、“第二模块”、“第三模块”等来指示任何数目的模块。除非另外指示，否则对“第一”、“第二”、“第三”等的指定并不是指模块在流体流动或气体流动的方向上的对应放置，并且仅用以区分一个模块与另一模块。

[0121] 术语“不可再用的”是指组件无法以所述组件的当前状态被再使用。在某些情况下，术语不可再用的可以包括可弃置的概念但不必仅限于可弃置。

[0122] 术语“脱机”是指模块或模块组从透析机、透析流动路径或透析回路流体地断开的状态。透析可以在脱机状态期间持续、暂停或停止，其中脱机仅指模块从透析机、透析流动路径或透析回路流体地断开的状态。脱机状态还可以包括借其模块或模块组如本文所定义而正再装填的过程。

[0123] “操作管线”或“管线”是在系统处于操作中的同时在所用的路径中引导流体或气体的通道、导管或连接器。

[0124] 术语“路径”、“传送路径”、“流体流动路径”和“流动路径”是指流体或气体(例如透析液或血液)行进通过的途径。

[0125] “光电管”是能够测量光或其它电磁辐射的传感器。

[0126] 术语“压力计”和“压力传感器”是指用于测量器皿或容器中的气体或液体的压力的器件。

[0127] “压力阀门”是以下阀门：其中如果通过阀门的流体或气体的压力达到一定水平，那么阀门将打开来允许流体或气体通过。

[0128] 术语“泵”是指通过施加吸力或压力使流体或气体移动的任何器件。

[0129] “推送式接头”是用于连接两个组件的接头，其中可以通过向附接到组件的接头的基底施加压力来连接组件。

[0130] “快速连接接头”是用于连接两个组件的接头，其中接头的公型部分含有朝外延伸

的柔性法兰，所述法兰的末端上的一部分进一步朝外延伸，并且接头的母型部分含有内部脊线，使得在连接时，法兰的朝外延伸部分位于脊线下。通过施加压力，可以迫使柔性法兰朝内通过脊线，从而使得容易的去除成为可能。

[0131] “再装填器”是能够再装填废吸附剂材料达到或接近其原始状态的组件。再装填器可以是透析系统的一部分，或可以与系统的其余部分分开。如果再装填器与透析系统的其余部分分开，那么所述术语可以包括单独设备，其中废吸附剂材料经发送以返回到其原始状态或接近其原始状态。“再装填器连接器”或“再装填器节点”是将再装填器流体地连接到另一组件的连接器。

[0132] “再装填”是指处理废吸附剂材料以恢复吸附剂材料的功能能力，以便将吸附剂材料放回到一定条件下以便再用于或用于新透析阶段中的过程。在一些情况下，“可再装填的”吸附剂材料的总质量、重量和/或量保持不变。在一些情况下，“可再装填的”吸附剂材料的总质量、重量和/或量变化。在不受限于本发明的任一个理论的情况下，再装填过程可以涉及用不同离子交换结合到吸附剂材料的离子，在一些情况下，所述交换可以增加或减小系统的总质量。然而，在一些情况下，吸附剂材料的总量将不被再装填过程改变。在吸附剂材料经受“再装填”后，吸附剂材料然后可以被称为“再装填的”。

[0133] “可再用的”在一个情况下是指材料可以使用多于一次，任选地在各使用之间对任何类型的材料进行处理。举例来说，材料和溶液可以再使用。在一个情况下，可再用的可以指如本文所用的滤筒含有可以通过再装填含于滤筒内的材料而再装填的材料。

[0134] “传感器”是能够判定系统中一个或多个变量的状态的组件。

[0135] “吸附剂滤筒”是指可以含有一种或多种吸附剂材料的滤筒。滤筒可以连接到透析流动路径。吸附剂滤筒中的吸附剂材料用于从溶液去除特定溶质(例如尿素)。吸附剂滤筒可以具有单个隔室设计，其中进行透析必需的所有吸附剂材料含于单个隔室内。或者，吸附剂滤筒可以具有模块化设计，其中吸附剂材料经分散横跨至少两个不同模块，所述模块可以连接以形成单式主体。一旦至少两个模块连接在一起，连接的模块即可以被称为吸附剂滤筒，所述吸附剂滤筒可以与器件或机构装配。应理解，当单个模块含有进行透析必需的所有吸附剂材料时，单个模块可以被称为吸附剂滤筒。

[0136] “吸附剂材料”是能够从溶液去除特定溶质(例如尿素)的材料。

[0137] “废透析液”是与通过透析膜的血液接触并含有一种或多种杂质或废物种或废物质(例如尿素)的透析液。

[0138] 术语“实质上非柔性体积”是指器皿或容器内的三维空间，所述空间可以容纳最大量的不可压缩流体并抗拒所述最大量以上的任何体积的流体的添加。低于所述最大量的一定体积的流体的存在将不能完全填充所述器皿或容器。一旦实质上非柔性的体积已经充满流体，除非流体同时以实质上相同速率添加和去除，否则流体从所述体积的去除将产生抗拒流体去除的负压。本领域技术人员将认识到，器皿或容器的膨胀或收缩的最少量可以出现在实质上非柔性体积中；然而，将抗拒超过最大或最小的大体积流体的添加或扣除。

[0139] “自来水”是指通过管道从供水系统得到而未附加处理的水。

[0140] “螺纹接头”是用于连接两个组件的接头，其中公型部分具有缠绕在圆筒周围的螺旋脊线，并且母型部分是具有内部螺旋脊线的圆筒形孔，使得当公型部分被拧入母型部分时，所述两个组件锁定在一起。

[0141] “扭锁接头”是用于连接两个组件的接头，其中所述接头的公型部分含有长度超过其宽度的头部，所述接头的母型部分是长度超过其宽度的孔，并且所述母型部分大于所述公型部分，使得当公型部分被插入到母型部分中并且任一部分经拧扭时，所述两个组件变得锁定在一起。

[0142] “尿毒症毒素”是肾脏中正常去除的承载在血液供应系统中的毒素。

[0143] “阀门”是能够通过打开、关闭或阻塞一个或多个路径而引导流体或气体的流动来允许流体或气体在特定路径中行进的器件。一个或多个经配置以实现所需流动的阀门可以被配置成“阀门组合件”。

[0144] “洗涤管线”是引导再装填器与模块之间的流体的管线。

[0145] 术语“废流体”是指在系统的操作中并不具有当前用途的任何流体。废流体的非限制性实例包括已经从经受处理的受试者去除的超滤液或流体体积，以及从系统的储液槽、导管或组件排出或清空的流体。

[0146] 术语“水源”是指可以得到饮用水或非饮用水的来源。

[0147] 术语“废物种”、“废产物”、“废弃物”或“杂质物种”是指源自患者或受试者的任何分子或离子物种，包括代谢废弃物；包括氮原子或硫原子的分子或离子物种；中等重量的尿毒症废弃物；和含氮废弃物。废物种保持在以具有健康肾脏系统的个人而言的特定稳定范围内。

[0148] 吸附剂透析

[0149] 吸附剂透析允许使用小体积的透析液进行透析，从而产生许多优点。在吸附剂透析中，使含有从患者的血液去除的毒素的废透析液通过吸附剂滤筒。本发明的吸附剂滤筒可以含有从废透析液选择性地去除(完全地或通过用无毒材料替换)特定毒素的吸附剂材料。此过程将废透析液转化成洁净透析液，所述洁净透析液然后被再引导回到透析器。

[0150] 其中每个模块含有所选吸附剂材料的模块化吸附剂滤筒可以适用于吸附剂透析中。此模块化设计关键地允许吸附剂滤筒的某些部分可被舍弃、再填充、再循环或再装填。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，吸附剂材料可以结构化成层和/或互混。具体来说，模块可以具有互混的或在层中的吸附剂材料，其中互混与层状模块的任何组合可以一起互换使用。

[0151] 为了节省成本和废弃物，模块化吸附剂滤筒的模块可以可再装填。除非特定规定为可再用的，否则吸附剂滤筒可以是可再用的或不可再用的。模块内的吸附剂材料可以通过使含有适当溶质的溶液通过吸附剂模块层而再装填并且变得可再用。

[0152] 一个非限制性例示性吸附剂滤筒绘示于图1中。废透析液或流体可以从吸附剂滤筒1的底部流动到滤筒的顶部。废透析液(或流体)接触的第一吸附剂材料可以是活性碳2。活性碳将通过吸附从流体去除非离子毒素。除尿素外的肌酸酐、葡萄糖、尿酸、β2-微球蛋白和其它非离子毒素可以吸附到活性碳上，从而将那些毒素从流体去除。其它非离子毒素也将由活性碳去除。透析液(或流体)然后继续通过吸附剂滤筒到含水氧化锆层3。含水氧化锆层3可以去除磷酸根和氟阴离子，将其交换为乙酸根阴离子。流体可以继续移动通过吸附剂滤筒到氧化铝/尿素酶层4中。尿素酶可以催化尿素的反应以形成氨和二氧化碳。这种情况的结果是形成碳酸铵。流体中存在的磷酸根阴离子还可以在氧化铝上被交换成氢氧根离子。随着流体继续通过吸附剂滤筒，其到达氧化铝层5。氧化铝层5可以从流体去除任何剩余

磷酸根离子并且帮助将尿素酶保持在吸附剂滤筒内，并且在某些配置中，此层可以将尿素交换为铵和其它组分。流体行进通过的最后一个层可以是磷酸锆层6。在磷酸锆层6中，铵、钙、钾和镁阳离子可以被交换为钠和氢阳离子。铵、钙、钾和镁离子全部优先结合到磷酸锆，从而释放原先存在于磷酸锆层6中的氢和钠离子。释放的钠离子与氢离子的比率取决于原先存在于磷酸锆层6中的比率并且因此是可控制的。流体通过吸附剂滤筒1的结果是，流体可以得到再生并且形成可以安全地反向通过透析器到患者的洁净透析液。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，钾、钙和镁可以添加到洁净透析液以替换由吸附剂滤筒去除的任何离子。离子可以经由输注液系统而添加和/或控制，所述系统可以定位在流体流动路径的区段上在吸附剂滤筒之后。

[0153] 鉴于吸附剂滤筒和吸附剂材料的成本，所述滤筒的部分可以再使用或再装填将是有利的。本发明涉及一种吸附剂滤筒，其包括至少一个可再用模块。如图2中所示，可再用模块11可以通过连接器13与闩扣14的使用流体地连接到不可再用模块12，所述闩扣安置得接近可再用模块11的外周。闩扣14可以整体地形成为可再用模块11或不可再用模块12的一部分。或者，其可以是必须连接到模块11的单独组件。闩扣部件14可以配合到安置在模块12的外周上的环形连接环15。一个或多个啮合部件可以安置在环形连接环15内部以在使用径向运动相对于彼此定位时啮合闩扣14。此类啮合可能引起可再用模块11与不可再用模块12之间的刚性连接。本发明涵盖本领域一般技术人员已知的可以实现两个组件之间的快速并且有效连接的其它已知锁定或紧固机构。尽管仅绘示圆筒形模块，但应理解，本发明涵盖任何形状的模块，例如矩形、圆锥形、三角形等，与对应的紧固机构。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，连接器13可以形成为可再用模块11和不可再用模块12的一部分并且不必是必须连接到模块12的单独组件。确切地说，连接器13可以模制为可再用模块11和不可再用模块12的一部分。连接器可以是模块上的母型和公型连接器的组合。举例来说，母型连接器可以安置在一个模块上，并且公型连接器安置在另一模块上以形成一个连接器13(未绘示)。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，连接器可以通过机械手段附着、胶合或刚性地接合到模块11和12。在任何实施例中，连接器13允许流体从不可再用模块12流动通过连接器13到可再用模块11中。或者，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，连接器13不是不可再用模块12或可再用模块11的一部分，但可以是单独组件，例如管道。应理解，连接器13以其最广泛意义定义并且涵盖两个点之间的任何流体连接。

[0154] 应理解，可再用与不可再用模块的不同组合可以组合在一起。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，两个模块都可以是可再用的或都可以是不可再用的。此外，所述模块中的任一者可以是可从彼此或从形成吸附剂滤筒的主体的外壳拆卸的。所述模块可以是可与其它模块互换的并且易于组装的规范化组件。举例来说，图2中的闩扣14允许两个模块之间的简单扭锁。所述扭锁允许所述模块通过不需要所述模块的复杂操纵的容易并且快速的手动运动来彼此连接。一旦进行连接，所述连接可以抗拒无意的松开，但在需要时仍可能以类似的容易并且快速的手动操纵容易地松开。举例来说，施加在模块的接近闩扣的外部周边上的力(例如，挤压模块)可以引起闩扣部件14从啮合部件松开。在其它实例中，模块可以通过简单地相对于彼此旋转模块而松开。

[0155] 在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，每个模块可以独立地充当吸附剂滤筒。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，至少两个模块当使用例如图

2中的闩扣14啮合到彼此时可以一起协作，并且流体地连接在一起以充当吸附剂滤筒。如本文所描述的此类模块化设计的优点在于，不同吸附剂材料可以分散在至少两个模块之间以允许任何特定吸附剂或吸附剂材料的组合可从吸附剂滤筒拆卸。

[0156] 在本发明的第一、第二或第三方面的某些实施例中，连接器13可以形成为可再用模块11和不可再用模块12的一部分并且不必是必须连接到模块12的单独组件。确切地说，连接器13可以模制为可再用模块11和不可再用模块12的一部分。连接器可以是模块上的母型和公型连接器的组合。举例来说，母型连接器可以安置在一个模块上，并且公型连接器安置在另一模块上以形成一个连接器13(未绘示)。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，连接器可以通过机械手段附着、胶合或刚性地接合到模块11和12。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，连接器13允许流体从不可再用模块12流动通过连接器13到可再用模块11中。或者，连接器13不是不可再用模块12或可再用模块11的一部分，但可以是单独组件，例如管道。应理解，连接器13以其最广泛意义定义并且涵盖两个点之间的任何流体连接。

[0157] 在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，一个或多个流体连接器可以布置在本发明的任何模块之间，并且一个或多个此类流体连接器可以提供于本文描述的配置中的任一者中。举例来说，可再用或不可再用模块可以具有多个连接器，例如1、2、3、4、5或更多个连接器。流体连接器在模块上的间距和分布可以经定位以使得流体在模块之间的流动成为可能和或流体在模块之间的流动增加。在一个实例中，流体连接器可以彼此等距隔开或可以轴向或径向定位。吸附剂滤筒还可以具有一个或多个各自具有任何数目的流体连接器的模块。与具有单式设计(其中吸附剂材料以层布置而此类层之间无任何连接器)的已知吸附剂滤筒相反，本发明的流体连接器允许向任何特定吸附剂或吸附剂材料的组合的受控流体或气体流动。流体连接器还允许任何特定吸附剂或吸附剂材料的组合可从吸附剂滤筒拆卸。举例来说，可拆卸的模块可以构建有一种或多种吸附剂材料。可拆卸的模块然后可以通过流体连接器流体地连接到吸附剂滤筒。此类配置有利地允许对于已知吸附剂滤筒不可能的吸附剂或吸附剂材料的组合或混合物的分离处理、再循环或再装填。具体来说，已知吸附剂滤筒具有形成为层的所有吸附剂材料，或经混合但在一种吸附剂材料的此类层之间无连接器的多种吸附剂材料，或吸附剂材料的混合物。应理解，本发明的流体连接器可能是关键的，因为连接器控制流体或气体暴露于吸附剂材料的次序、流体或气体向特定吸附剂或吸附剂材料的组合的递送、以及流体或气体向各种吸附剂材料、吸附剂材料层和吸附剂材料的组合或混合物的流动和流动速率。

[0158] 在本发明的一个方面，应理解，本发明涵盖至少两个装配在一起的模块，这不同于已知透析系统，所述已知透析系统具有单独壳体，其并不形成准备好附接或插入到透析机中的单式吸附剂滤筒。本发明的单式吸附剂滤筒含有本文所描述的吸附剂材料中的一者或多者。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，阳离子和阴离子交换材料必定存在于吸附剂滤筒中。换句话说，阳离子和阴离子交换树脂(或其它吸附剂材料)并未分离到吸附剂滤筒外部的不同壳体中。尽管本发明的个别吸附剂材料可以分离到其中每个模块通过流体连接器连接的单个吸附剂滤筒内的不同可拆卸和/或可再用模块中，但单个吸附剂滤筒设计提供了减小的大小和重量，这在具有单独壳体的已知透析系统的情况下是不可能的。如本文所描述的模块还可以通过闩扣和啮合部件或本领域一般技术人员已知的任何固

定或紧固机构进一步刚性地固定到彼此。值得注意的是，本发明的吸附剂滤筒可以具有本文描述的所有吸附剂材料，包括单个单式吸附剂滤筒内的阳离子和阴离子交换树脂，以供方便的拆除、检修和监测。具体来说，吸附剂滤筒可以具有单个隔室设计，其中进行透析必需的所有吸附剂材料含于单个隔室内。吸附剂滤筒还可以具有模块化设计，其中吸附剂材料经分散横跨至少两个不同模块，所述模块可以连接以形成单式主体。一旦至少两个模块连接在一起，连接的模块即可以形成将装配到器件或机构的吸附剂滤筒。有利的是，本发明吸附剂滤筒因此可以更容易再循环、再装填、弃置、检修和从透析机拆除。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，单式设计还可以提供可用于便携式透析机中的紧凑设计。此外，单式设计有益于可制造性。

[0159] 在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，流体连接器可以是快速连接接头、扭锁接头、推送式接头或螺纹接头。本发明还涵盖为本领域一般技术人员已知的其它形式的此类连接。另外，连接器可以包含一段管道和阀门或阀门组合件。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，连接器可以手动组装以连接本发明的任何组件或组合件。连接器还可以用以在不提供单独紧固机构时如本文所定义将模块中的任一者刚性地连接到再装填器。

[0160] 在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，至少一个模块可以与受控顺应透析回路流体连通。受控顺应透析回路的一非限制性实例绘示于图24中。患者的血液循环通过体外回路370。体外回路370的含有从患者所抽血液的部分可以被称为动脉管线359，其按照惯例应理解成意味着用于输送来自患者的血液的管线，无关于血液是从患者的动脉还是静脉抽取。类似地，使血液返回到患者的部分可以被称为静脉管线369。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，动脉管线359和静脉管线369通过患者的一个或多个静脉连接。用于使血液移动通过体外回路370的机动功率由血液泵360提供，所述血液泵典型地沿着动脉管线359定位。阀门365可以放置在静脉管线369上。血液典型地以50到600mL/min的速率传送通过体外回路370，并且可以通过控制器调节到适用于由本发明进行的程序的任何所需速率。血液泵360可以是蠕动泵，但本领域技术人员将容易理解，可以使用其它类型的泵，包括隔膜泵、离心泵和穿梭泵。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，血液泵360传送血液通过透析器356，在其中血液接触高渗透性透析膜357的血液侧。血液通过血液入口358进入透析器356并且通过血液出口355离开。血液在血液泵360之前的压力由压力计363测量并且在透析器356后的压力由压力计368测量。压力计363的压力提供了血液向回路中的流动的充足性的指示，其中增加的真空是不大充足的接入流动的指示。压力计368的压力指示可以用以检测静脉血液管线中的堵塞。另一压力计353可以位于血液出口355之后。空气阱367沿着体外回路370放置以防止引入空气到患者的循环系统中。空气阱367不限于特定设计。典型空气阱利用疏水膜，所述疏水膜通过使得空气通过膜并且截留水基液体而允许空气从空气-液体混合物分离。或者，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，空气阱367可以全运行，其中压力计可以使用柔性不透膜将压力脉冲传递到压力转换器以便不存在直接空气血液界面。存在空气-流体检测器364和366以证实空气不存在于体外回路370中，并且另一空气流体检测器374可以存在于透析回路380中。空气流体检测器364、366和374可以是超声波传感器，其可以检测溶液密度或散射归因于空气或气泡的存在的变化。

[0161] 在沿着体外回路370传送血液的过程期间，添加肝素或其它抗凝血剂到血液中以防止血液在透析器356或血液传送路径/体外回路370内凝固。肝素或另一抗凝血剂使用抗凝血剂泵362以定量速率从抗凝血剂容器361进行添加。抗凝血剂泵362可以是能够准确计量肝素的任何泵。

[0162] 系统内的透析液传送通过透析液回路中的携有向透析器356的透析液的第一透析液路径351或用以绕过透析器356的以虚线绘示的第二旁路路径381之一。透析回路可以包括一对快速连接器378。第一和第二路径351和351具有一个或多个用于传送透析液的导管。向第二旁路路径381的接入受阀门349控制。本领域技术人员应理解，三通阀门349可以替换成二通阀门或四通阀门，控制流动通过透析器356或旁路路径381的结果相同。第一透析液路径351、第二旁路路径381和透析器356中的残余体积(包括用于传送透析液的导管)一起形成了透析回路380，其容纳存在于系统中的循环体积的透析液。本领域技术人员应理解，三通阀门349可以替换成二通阀门或四通阀门，控制流动通过透析器或旁路环路的结果相同。

[0163] 在透析膜357的透析液侧上传送通过透析器356的透析液通过扩散、血液过滤或血液透析过滤而获取来自血液的废产物，包括尿素。透析液在透析液入口端354进入透析器并且在出口端371离开。离开透析器356的透析液通过血液渗漏检测器372，所述检测器可以判定透析液中存在血液，表明透析膜357中有裂口。透析液从透析器356的流动可以通过阀门373的操作而停止或控制以及防止备用的透析液进入透析器356中。透析液传送通过吸附剂滤筒341以去除废产物，随后再传送通过透析器356。透析液在透析液入口端340进入吸附剂滤筒341并且在出口端342离开。离开吸附剂滤筒341的出口端342的更新的透析液可以由导电计348监测。可以存在另一导电计352。任选地，透析液可以通过微生物过滤器350过滤。空气阱343可以定位在出口端342之前或之后以去除通过吸附剂滤筒341引入到透析液中的气体。有效地循环的透析液的体积由形成透析回路380的导管和吸附剂滤筒341的总空隙体积确定。形成透析回路380的导管和吸附剂滤筒341的空隙体积具有不可膨胀或实质上非柔性的体积。

[0164] 具有实质上非柔性体积的导管的总空隙体积防止流体体积归因于在处理过程中可能出现的压力变化而被动流入和流出。这产生了益处，因为在处理期间并非所有的压力变化都处于用户或操作员的精确控制下。受控顺应性透析回路通过主动地控制流体流入(注入)到透析回路380和体外回路370和从所述回路流出(排出)来实现。以此方式，穿越透析液膜357的流体体积处于直接控制下并且可以准确测定。

[0165] 受控顺应性透析回路可以受准确控制以精确去除或添加流体到透析回路。归因于透析回路380的导管、吸附剂滤筒341和其它组件的实质上非柔性空隙体积，在任何时间间隔内横越透析液膜的净流体移动可以通过建立从患者准确引入或去除流体的手段而受到准确控制。此能力用以增强系统的对流清除同时控制从患者去除的净流体。

[0166] 如图24中所示，透析液通过透析液泵379沿着透析回路380移动。当控制泵375不操作时，流体沿着透析回路380的长度以由透析液泵379确定的速率流动。当控制泵375操作时，离开透析器356并且朝着导管376行进的流体以一速率流动，所述速率是控制泵375与透析液泵379的速率的组合。然而，从导管376的入口点行进到透析回路380中到透析器356的流体以透析液泵379的速率行进。因此，流体行进到透析器356的速率不受控制泵375的操作

影响。透析液泵可以按约10到约400mL/min的速率操作，特定速率取决于在与透析膜357用以实现杂质从血液向透析液的扩散的所需接触时间血液泵360的速率。透析液泵379和血液泵360的速率可以受控制器(未绘示)控制。

[0167] 归因于导管和吸附剂滤筒341的实质上非柔性空隙体积，防止本体流体或水从透析器356的体外回路370移动横越膜357到透析器356的透析液回路380。具体来说，归因于透析回路380的空隙体积的受控顺应特征，水无法从体外侧通过透析膜被动地移动到透析液侧。在倾向于增加透析膜的体外侧上的压力(例如增加的血流速率或血液粘度)的因子的情况下，横越膜的压力将归因于透析回路380的有限体积和透析液的不可压缩性质而自动地等同。在倾向于增加透析膜357的透析液侧上的压力(例如增加的透析流动速率)的因子的情况下，通过真空防止水从透析回路380到体外回路370的净移动，所述真空将在此类移动的情况下在透析液回路380中形成。因为透析器可以是高通量类型，所以归因于膜的血液与透析液侧上的压差而存在往返横越透析器膜的一定流体通量。这归因于使溶液移动横越膜所需的低压而是局部现象并且被称为反向过滤，然而不导致患者的净流体增加或损失。

[0168] 使用本文所描述的受控顺应性透析回路，横越透析膜的净水移动归因于因正常操作而横越透析膜出现的压差在主动控制下进行而非被动地进行。控制泵375存在并且通过导管376接入受控顺应性透析回路380。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，导管376在透析器356下游的点处与受控顺应性透析回路380结合。控制泵375可以在使流体从控制储液槽377移动到受控顺应性透析回路380的注入方向上操作;或在使流体从受控顺应性透析回路380移动到控制储液槽377中的排出方向上操作。归因于透析回路380的实质上非柔性体积，当控制泵375在注入方向上操作时添加到受控顺应性透析回路中的体积导致流体从透析膜357的透析液侧净移动到透析膜357的体外侧。当控制泵375在排出方向上操作时，流体从透析膜357的体外侧抽取到受控顺应性透析回路中。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，控制泵375可以在任一方向上以0到约500mL/min的速率操作。

[0169] 输注液泵344可以用以添加阳离子输注液345到血液过滤回路380中以产生具有适当生理组成的流体以充当置换流体以便引入到体外回路370中。容器346中的碳酸氢盐溶液可以进一步通过泵347添加以在引入到体外回路之前维持流体的生理pH。

[0170] 应理解，连接器以其最广泛意义提供用于流体连接，并且可以包括本发明的任一个或多个组件之间的任何类型的管道、流体或气体通道或导管。

[0171] 模块内的吸附剂材料可以通过使含有适当溶质的溶液通过吸附剂模块层而再装填。为了在线再装填吸附剂模块，模块可以通过洗涤管线连接到再装填器，所述再装填器含有用于再装填模块的溶液。

[0172] 本发明的第一、第二和第三方面的模块化吸附剂滤筒的一个实施例绘示于图3中。吸附剂滤筒的不可再用模块22含有活性碳24、氧化铝/尿素酶25和含水氧化锆26的层。可再用模块21含有磷酸锆27。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，术语不可再用的可以涉及滤筒中的组件，并且在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，所述术语可以涉及滤筒中的组件和滤筒自身两者。

[0173] 在完成透析后，磷酸锆层27可以含有铵、钙、钾和镁。可以拆除含有磷酸锆的模块21，并且再装填磷酸锆。可再用模块可以从将可再用模块连接到不可再用模块、旁路管线和/或洗涤管线的连接器23断开。然后从模块化吸附剂滤筒拆除可再用模块21。在本发明的

第一、第二或第三方面的任何实施例中，然后可以再装填、舍弃和替换模块21，或替代地可以去除和再填充模块内的吸附剂材料。应理解，本发明中所用材料中的任一者可以使用多次。在多阶段使用的此类情况下，一种组分可以用于的阶段的数目可以与另一组分可以用于的阶段的数目相同或不同。在一个非限制性实例中，含有尿素酶的模块可以使用两次，而含有磷酸锆的另一模块可以使用三次。在其它情况下，含有尿素酶的模块可以使用三次，并且含有磷酸锆的模块使用两次。应理解，相比于用于吸附剂滤筒中的另一模块，不存在对任何多阶段使用模块的使用数目的限制。

[0174] 再装填磷酸锆模块的方法绘示于图4中。含有钠和氢离子的洗涤流体33可以通过含有所用磷酸锆31与结合铵离子的可再用模块21。这引起离子交换，其中氢离子和钠离子可以替换磷酸锆31上的铵离子。离开模块21的废流体34因而含有释放的铵离子以及过量的钠离子和氢离子。此过程产生含有用于后续透析的钠离子和氢离子的再装填磷酸锆层32。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，再装填器可以用以再装填废吸附剂材料，其中再装填器含有能够恢复废吸附剂材料达到或接近其原始状态或可用能力的流体。

[0175] 因为钙离子和镁离子可能较难以从磷酸锆去除，和所以磷酸锆可能较难以再装填，可能有利的是去除第一不可再用模块中的钙和镁，使得可再用磷酸锆模块中无需要去除的那些离子。本发明的第一、第二或第三方面的此类实施例在图5中。废透析液进入第一不可再用模块42，在其中废透析液首先可以流动通过活性碳层44以去除非离子尿毒症毒素。废透析液然后可以进入第一磷酸锆层49中。磷酸锆层49可以从流体去除钙、镁和钾。接着，流体可以进入含水氧化锆层46，所述含水氧化锆层可以去除磷酸根阴离子并且将其与乙酸根阴离子交换。流体然后可以进入尿素酶层45和氧化铝层48，在其中尿素可以转化成碳酸铵，并且可以去除任何剩余磷酸根离子。在本发明的第一、第二或第三方面的不可再用模块的任何实施例中，涵盖活性碳、磷酸锆、含水氧化锆层以及尿素酶和氧化铝层的任何布置。举例来说，透析液首先可以流动通过第一磷酸锆层、活性碳，然后通过含水氧化锆层，并且然后进入尿素酶层和氧化铝层。或者，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，透析液首先可以流动通过含水氧化锆层，然后通过第一磷酸锆层、活性碳，然后进入尿素酶层和氧化铝层。再者，透析液首先可以流动通过尿素酶层和氧化铝层，然后通过含水氧化锆层，然后通过第一磷酸锆层，并且然后通过活性碳。流体然后可以流动通过连接器43并且到第二可再用吸附剂模块41中。第二吸附剂模块41可以含有磷酸锆47。磷酸锆层47可以将铵离子交换成钠和氢。因为已经通过第一磷酸锆层49去除钙、镁和钾离子，所以此第二层47将不会获取那些离子。在透析之后，第二模块41将仅含有结合到铵离子的磷酸锆。因此，吸附剂材料可能更容易再装填。

[0176] 在其中可再用模块含有磷酸锆和离子交换树脂或磷酸锆和含水氧化锆的本发明的第一、第二或第三方面的实施例中，模块可以按相同方式再装填。可再用模块的活性碳层可以通过使热水溶液通过活性碳层来再装填。氧化铝/尿素酶层可以通过首先使热水或上文关于再装填磷酸锆所描述的溶液通过所述层，并且然后使含有尿素酶的溶液通过氧化铝/尿素酶层而再装填。

[0177] 本发明的第一、第二和第三方面的另一非限制性实施例绘示于图6中。废透析液可以进入第一不可再用模块52，在其中废透析液首先流动通过活性碳层54以去除非离子尿毒症毒素。废透析液然后进入离子交换树脂层59中。离子交换树脂层59从流体去除钙、镁和

钾。接着，废透析液可以进入含水氧化锆层56，所述含水氧化锆层去除磷酸根阴离子并且将其与乙酸根阴离子交换。废透析液然后进入尿素酶层55和氧化铝层58，在其中尿素转化成碳酸铵，并且去除任何剩余磷酸根离子。在本发明的第一、第二或第三方面的第一不可再用模块52的任何实施例中，涵盖活性碳、离子交换树脂、含水氧化锆层以及尿素酶和氧化铝层的任何布置。举例来说，透析液首先可以流动通过离子交换树脂、活性碳，然后通过含水氧化锆层，并且然后进入尿素酶层和氧化铝层。或者，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，透析液首先可以流动通过含水氧化锆层，然后通过离子交换树脂、活性碳，然后进入尿素酶层和氧化铝层。再者，透析液首先可以流动通过尿素酶层和氧化铝层，然后通过含水氧化锆层，然后通过离子交换树脂，并且然后通过活性碳。流体然后可以流动通过连接器53并且到第二可再用吸附剂模块51中。吸附剂模块51含有磷酸锆57。磷酸锆层57可以将铵离子交换成钠和氢。因为已经通过离子交换树脂层59去除钙、镁和钾离子，所以磷酸锆层57将不会获取那些离子。或者，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，离子交换树脂59可以经选择以仅去除钙和镁离子，例如通过使用螯合离子交换树脂。这将允许使用较少离子交换树脂。如果使用此类树脂，那么将通过磷酸锆57去除钾。钾比钙或镁更容易从磷酸锆去除。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，与以层布置相对，每个模块中的吸附剂材料可以互混。

[0178] 本领域技术人员将认识到，可以在不超出本发明的范围的情况下使用吸附剂滤筒的可再用和不可再用模块两者中的吸附剂材料的不同组合。本文所描述的吸附剂材料可以一起混合于如本发明的第一、第二和第三方面的特定实施例中所示的任何组合中。

[0179] 在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，吸附剂滤筒可以从透析系统拆除。吸附剂滤筒一旦拆除即可以分离成一个或多个模块以再装填、弃置或再循环。举例来说，图7绘示本发明的第一、第二或第三方面的一实施例，其中第二模块102含有含水氧化锆和磷酸锆两者。在某些实施例中，第二模块102可以如本文所定义是可再用的。废透析液可以进入第一模块101。废透析液首先可以通过活性碳层104。废透析液然后可以通过第一磷酸锆层107，所述第一磷酸锆层从透析液去除钾、钙和镁。接着，废透析液可以移动通过氧化铝/尿素酶层105。在本发明的第一、第二或第三方面的第一模块的任何实施例中，涵盖活性碳、磷酸锆以及尿素酶和氧化铝层的任何布置。举例来说，流体首先可以流动通过活性碳，然后进入尿素酶层，并且然后通过磷酸锆。或者，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，流体首先可以流动通过磷酸锆层，然后通过活性碳，并且然后进入尿素酶层和氧化铝层。再者，流体首先可以流动通过尿素酶层和氧化铝层，然后通过磷酸锆，并且然后通过活性碳。流体然后可以通过连接器103并且到第二模块102中。第二模块102含有含水氧化锆层106和第二磷酸锆层108，其从流体去除铵离子。在透析后，含有含水氧化锆和磷酸锆的可再用模块102可以再装填、舍弃或去除吸附剂材料并且添加新材料。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，洗涤管线可以连接到安置在可再用模块102上的连接器103和定位在可再用模块102之后的第二连接器，其中第二连接器可以定位在其上或作为流体流动路径的一部分(未绘示)。

[0180] 本发明的第一、第二或第三方面的另一非限制性实施例绘示于图8中。废透析液可以进入第一不可再用模块280，在其中废透析液首先流动通过活性碳层283以去除除尿素以外的非离子尿毒症毒素。废透析液然后可以进入氧化铝和尿素酶层284中，在其中尿素转化

成碳酸铵，并且去除磷酸根离子。接着，流体可以进入含水氧化锆层285，所述含水氧化锆层去除剩余磷酸根阴离子并且将其与乙酸根阴离子交换。在本发明的第一、第二或第三方面的第一模块的任何实施例中，涵盖活性碳、含水氧化锆层以及尿素酶和氧化铝层的任何布置。举例来说，透析液首先可以流动通过活性碳层，然后通过含水氧化锆层，并且然后进入尿素酶层和氧化铝层。或者，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，透析液首先可以流动通过含水氧化锆层，然后通过活性碳层，并且然后进入尿素酶层和氧化铝层。再者，透析液首先可以流动通过尿素酶和氧化铝层，然后通过活性碳层，并且然后进入含水氧化锆层。透析液首先可以流动通过含水氧化锆层，然后通过氧化铝和尿素酶层，并且然后流动通过活性碳层。或者，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，透析液首先可以流动通过氧化铝和尿素酶层，然后通过含水氧化锆层，并且然后通过活性碳层。流体然后可以流动通过连接器282并且到第二可再用吸附剂模块281中。吸附剂模块281含有离子交换树脂层286和磷酸锆层287，其从流体去除铵离子。在本发明的第一、第二或第三方面的第二模块的任何实施例中，流体首先可以通过磷酸锆层，并且然后通过离子交换树脂。或者，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，与以层布置相对，每个模块中的吸附剂材料可以互混。在透析后，含有磷酸锆287和离子交换树脂286的可再用模块281可以再装填、舍弃或去除吸附剂材料并且添加新材料。或者，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，与以层布置相对，每个模块中的吸附剂材料可以互混。

[0181] 在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，含水氧化锆可以包括于如图9中所示的第二模块中。废透析液可以进入第一不可再用模块290，在其中废透析液首先流动通过活性碳层293以去除非离子尿毒症毒素。废透析液然后可以进入氧化铝和尿素酶层294中，在其中尿素转化成碳酸铵，并且去除磷酸根离子。在本发明的第一、第二或第三方面的第一不可再用模块290的任何实施例中，透析液首先可以流动通过氧化铝和尿素酶，并且然后流动通过活性碳。流体然后可以通过连接器292并且进入第二可再用模块291中。第二模块291含有含水氧化锆层295、离子交换树脂层296和磷酸锆层297。在本发明的第一、第二或第三方面的第二模块291的任何实施例中，涵盖含水氧化锆、离子交换树脂和磷酸锆的任何布置。举例来说，流体首先可以通过离子交换树脂层，然后通过含水氧化锆层，并且然后通过磷酸锆。或者，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，流体首先可以通过离子交换树脂，然后通过磷酸锆，并且然后通过含水氧化锆。再者，流体可以通过磷酸锆，然后通过含水氧化锆，并且然后通过离子交换树脂。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，流体首先可以通过含水氧化锆层，然后通过磷酸锆层，并且然后通过离子交换树脂。或者，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，流体首先可以通过磷酸锆层，然后通过离子交换树脂，并且然后通过含水氧化锆层。与以层布置相对，每个模块中的吸附剂材料还可以互混。

[0182] 本发明的第一、第二或第三方面的另一非限制性实施例绘示于图10中。氯化钠和碳酸氢钠层304安置在第一模块301上。随着液体进入第一模块301，氯化钠和碳酸氢钠将溶解。废透析液可以进入第一模块301。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，第一模块301可以如本文所定义是可再用的。废透析液然后可以进入活性碳层305以去除非离子尿毒症毒素。废透析液然后可以进入离子交换树脂层306中。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，其可以是螯合离子交换树脂，以选择性地去除钙和镁。透析液然后

可以进入氧化铝和尿素酶层307，其中尿素转化成碳酸铵，并且去除磷酸根离子。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，尿素酶可以呈尿素酶活性刀豆粉(JBM)形式。废透析液接着可以进入氧化铝层308。流体然后可以通过含水氧化锆层309。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，含水氧化锆可以与玻璃珠混合。氯化钠层310可以安置在第一模块301末端上，随着流体通过第一模块301，所述氯化钠将由其溶解。流体然后穿出第一模块301、通过连接器302并且到第二模块303中。在本发明的第一、第二或第三方面的第一模块301的任何实施例中，可以使用活性碳、氧化铝、尿素酶、离子交换树脂和含水氧化锆的任何布置。举例来说，流体可以首先通过氯化钠和碳酸氢钠层，然后通过活性碳，然后通过含水氧化锆，然后通过离子交换树脂，然后通过氧化铝和尿素酶，并且然后通过氯化钠。或者，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，流体可以首先通过氯化钠层，然后通过离子交换树脂，然后通过活性碳，然后通过含水氧化锆，然后通过氧化铝和尿素酶，并且然后通过氯化钠。第二模块可以含有磷酸锆311，以从溶液去除铵离子。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，磷酸锆311可以与玻璃珠混合。

[0183] 本领域技术人员将认识到，可以包括涉及吸附剂材料在模块内混合而不是将材料以层布置的本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例。吸附剂材料的此类混合可以通过本领域一般技术人员已知的任何方法以单个层穿插吸附剂材料来进行。布置不仅包括吸附剂材料层，而且包括互混吸附剂材料。

[0184] 本发明的第一、第二或第三方面的模块化吸附剂滤筒不限于具有两个模块。在本发明的第一、第二或第三方面可以使用任何数目的模块。三模块的吸附剂滤筒绘示于图11中。第一模块81含有活性碳层84、氧化铝/尿素酶层85和含水氧化锆层86。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，第一模块81、第二模块82或第三模块83中的任一者可以如本文所定义是可再用的。所描述的层还可以混合在一起而非提供于层中。在三模块的吸附剂滤筒的第一模块的本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，涵盖活性碳、含水氧化锆层以及尿素酶和氧化铝层的任何布置。举例来说，透析液首先可以流动通过活性碳，然后通过含水氧化锆层，并且然后进入尿素酶层和氧化铝层。或者，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，透析液首先可以流动通过含水氧化锆层，然后通过活性碳，并且然后进入尿素酶层和氧化铝层。再者，透析液首先可以流动通过尿素酶层和氧化铝层，然后通过含水氧化锆层，并且然后通过活性碳。此外，所描述的布置不仅包括各层，而且包括互混的吸附剂材料。流体可以在通过这些层后通过第一连接器90并且到第二模块82中。此第二模块82含有磷酸锆87。流体然后可以通过第二连接器91并且进入第三模块83。此第三模块83含有第二磷酸锆层88和第二活性碳层89，以用于在穿出吸附剂滤筒之前的最终纯化。在三模块的吸附剂滤筒的第三模块83的本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，涵盖活性碳和第二磷酸锆层的任何布置。举例来说，透析液首先可以流动通过活性碳，并且然后通过第二磷酸锆层。应理解，任何数目的模块可以配置于本发明中。举例来说，本发明涵盖具有四个、五个、六个、七个、或更多个模块的吸附剂滤筒。应理解，所描述的布置不仅包括各层，而且包括互混的吸附剂材料。

[0185] 由于可再装填模块化吸附剂滤筒内的每个吸附剂材料层，因此所有模块可再用的滤筒是可能的。为了引导适当的再装填溶液通过适当的模块，并且因为不同吸附剂材料可能需要常常比其它材料更多次的替换，还有利的是将单独模块用于吸附剂材料。

[0186] 因为磷酸锆层结合铵离子的能力有限，而尿素酶层将尿素分解成氨的能力无限，所以有可能可超出磷酸锆层的能力。在此类情况下，将使过量铵离子通过吸附剂滤筒并且保持在透析液中。为保护患者安全，一旦发生氨穿透，可以停止透析阶段或可以至少阻止尿素酶催化尿素向氨的转化。

[0187] 图12绘示三模块的吸附剂滤筒，其可以在氨穿透的情况下允许氧化铝/尿素酶层的旁路。氨穿透可能在超出磷酸锆层交换铵离子的能力时发生。在氨穿透的情况下，废透析液可以进入第一模块61，所述第一模块含有活性碳层64。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，第一模块61、第二模块62或第三模块63中的任一者可以如本文所定义是可再用的。废透析液随后通过第一连接器71和绕过流量阀73。在正常操作中，流量阀73可以被设定成允许流体通过到第二模块62中。第二模块62含有氧化铝/尿素酶层65，所述氧化铝/尿素酶层催化尿素向铵离子的分解。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，可以使用单个阀门，并且第一阀门73或第二阀门74可以是任选的。举例来说，阀门74可以是任选的，其中本领域技术人员将认识到，可替代地引导流动通过第二模块62或旁路70可以通过将阀门73配置为3通阀门而实现。本发明涵盖实现所需交替引导流动的其它配置。流体然后通过第二连接器72、绕过第二阀门74并且到第三模块63中。第三模块63可以含有含水氧化锆层66、离子交换树脂68和磷酸锆层67。在三模块的吸附剂滤筒的第三模块63的本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，涵盖离子交换树脂、含水氧化锆层以及磷酸锆层的任何布置。举例来说，透析液首先可以流动通过离子交换树脂，然后通过含水氧化锆层，并且然后进入磷酸锆层。或者，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，透析液首先可以流动通过含水氧化锆层，然后通过离子交换树脂，然后进入磷酸锆层。再者，透析液首先可以流动通过磷酸锆层，然后通过含水氧化锆层，并且然后通过离子交换树脂。此外，所描述的布置不仅包括各层，而且包括互混吸附剂材料。在通过第三模块后，再生透析液可以离开吸附剂滤筒。在氨穿透的情况下，第一阀门73可以被设定成将流体再引导到旁路管线70中。此管线将导致流体不进入第二模块62，并且因此尿素将不在氧化铝/尿素酶层中分解成氨。流体将改为被引导到第二阀门74(在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中其可以是任选的)，其中流体进入第二连接器72，并且然后进入第三模块63。以此方式，透析可以继续，同时避免产生氨。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，第一阀门73或第二阀门74可以是任选的，并且本领域技术人员将认识到，在第一阀门73或第二阀门74是3通阀门时，功能可以仅通过单个阀门来实现。阀门或阀门组合件还可以包括用于传感器的接入点(未绘示)。接入点可以是阀门组合件的一部分，其中传感器可以接触流体以获取测量数据，例如流量或压力读数。本发明涵盖的此类接入点的形成和构建是本领域一般技术人员已知的那些。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，可以拆除第二阀门74并且滤筒仍可以实现旁路功能。

[0188] 图13绘示针对图12中绘示的吸附剂滤筒的本发明的第一、第二或第三方面的替代性实施例，其中第一连接器71和流量阀73绕过通过第二模块62的流动到组件75。组件75可以是用以再装填或净化第二模块62同时附接到吸附剂滤筒的再装填器。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，组件75可以是储存流体(例如洗涤流体或再装填流体)的容器。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，组件75可以是用于泵送流体的泵。在通过组件75后，流体可以经由第二阀门74(在本发明的第一、第二或第三方面的任何

实施例中其可以是任选的)返回通过第二连接器72并且到第三模块63中。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中,组件75可以在一段时间之后拆除,并且允许流体从第三模块63流动通过第二连接器72和第二阀门74(在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中其可以是任选的)。组件75可以视需要可逆地附接和拆卸。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中,第一阀门73或第二阀门74可以是任选的,并且本领域技术人员将认识到,在第一阀门73或第二阀门74是3通阀门时,所需流动方向和功能可以仅通过单个阀门来实现。为了在线再装填吸附剂模块,模块可以通过洗涤管线连接到再装填器,所述再装填器含有用于再装填模块的溶液。因为不同吸附剂材料将用不同溶液再装填,所以有益的是使流体绕过一个或多个模块并且通过一个或多个模块。

[0189] 图14绘示本发明的第一、第二或第三方面的配置,其可以用以允许流体选择性地流动或不流动通过模块中的每一者。在进入第一模块111之前,流体可以通过第一阀门113。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中,第一模块111可以如本文所定义是可再用的。第一阀门113可以将流体引导到第一模块111中或到第一旁路管线117中。如果流体进入旁路管线117,那么流体然后通过到第二阀门114。第二阀门114可以引导流体通过第二旁路管线118或通过第三旁路管线119到第三阀门115,所述第三阀门在两个模块中间。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中,阀门114可以是任选的,其中旁路管线可以起作用以使流体绕着模块移动。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中,阀门115可以是任选的,其中旁路管线可以起作用以使流体绕着模块移动。此处,流体将被引导到第二模块112中。或者,在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中,如果流体被引导通过旁路管线118,那么流体将到达第四阀门116并且离开所绘示系统的部分。通过第一模块111的流体也到达第三阀门115。此处,可以是任选的第三阀门115可以被设定成将流体引导到第二模块112中,或者,在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中,引导流体通过旁路管线119,所述旁路管线将绕过第二模块112。以此方式,阀门可以经设定,以便流体被引导通过两个模块、通过任一模块或不通过两个模块。涵盖具有不同阀门布置的本发明的第一、第二或第三方面的替代性实施例,举例来说,本领域技术人员将认识到,如果阀门116和113是3通阀门,那么相同旁路功能可以用两个阀门在不存在阀门114和115的情况下实现。

[0190] 利用单个旁路管线的本发明的第一、第二和第三方面的一实施例绘示于图15中。在进入第一模块271之前,流体可以通过第一阀门273。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中,第一模块271可以如本文所定义是可再用的。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中,第二模块272可以是可再用的。第一阀门273可以将流体引导到第一模块271中或到旁路管线276中。如果流体进入旁路管线276,那么流体然后通过第二阀门274,绕过第一模块271。第二阀门274可以引导流体通过旁路管线276,或到第二模块272中。如果第二阀门274将流体引导到旁路管线276中,那么流体通过到第三阀门275,绕过第二模块272。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中,涵盖具有不同阀门布置的替代方案,举例来说,本领域技术人员将认识到,如果阀门273和275是3通阀门,那么相同旁路功能可以在不存在阀门274的情况下实现。

[0191] 将单独旁路管线用于每个模块的本发明的第一、第二和第三方面的一实施例绘示于图16中。在流体进入第一模块121之前,流体可以通过第一阀门123。在本发明的第一、第

二或第三方面的任何实施例中，第一模块121可以如本文所定义是可再用的。第一阀门123可以被设定成将流体引导到第一模块121中，或将流体再引导到第一旁路管线127中到第二阀门124，所述第二阀门可以是任选的。在通过第一模块121或绕过第一模块121之后，流体接着通过第三阀门125，所述第三阀门可以是任选的。此第三阀门125可以被设定成将流体引导到第二模块122中，或到第二旁路管线128中到第四阀门126。以此方式，可以使流体流动通过两个模块、通过任一模块或不通过两个模块。涵盖具有不同阀门布置的本发明的第一、第二或第三方面的替代性实施例，举例来说，本领域技术人员将认识到，如果阀门126和123是3通阀门，那么相同旁路功能可以在不存在阀门124和125的情况下实现。

[0192] 在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，旁路管线可以形成或模制为吸附剂主体外壳的一部分。以此方式，吸附剂滤筒具有具备旁路管线安置在其上的单式主体。一个或多个模块可以从具有旁路管线模制于其上的单式吸附剂主体滤筒可拆卸。此设计避免了对管道或单独管线的需求。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，连接器可以形成旁路管线。

[0193] 如图14、15和16中所展示，本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中所用的阀门或连接器的确切数目可以在不超出本发明的范围的情况下变化。针对本发明的第一、第二或第三方面的实施例中的任一者，可以添加或拆除阀门和连接器以实现相同目的。此外，四通阀门的功能可以用两个三通阀门或三个二通阀门实现。

[0194] 吸附剂模块可以连接到多个再装填器和洗涤管线，以便多个吸附剂材料层可以在无须清除再装填器和管线并且添加新洗涤流体的情况下再装填。图17绘示利用多个洗涤管线、旁路管线和再装填器的本发明的第一、第二和第三方面的一实施例。第一再装填器147可以连接到再装填器节点143和144。第一洗涤管线139可以将第一再装填器节点143连接到第一阀门133，所述第一阀门定位在第一模块131之前。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，第一模块131可以如本文所定义是可再用的。第一阀门133可以被设定成将流体引导到第一模块131中；或者绕过第一模块131通过旁路管线137，所述旁路管线连接到在第一模块131之后的第二阀门134；或作为第三替代方案，引导流体通过第一洗涤管线139以在第一模块131与第一再装填器147之间循环。第二再装填器节点144可以通过第二洗涤管线140连接到此第二阀门134。从第一旁路管线137或从第一模块131流动的流体可以流动通过第二洗涤管线140到第二再装填器节点144并且然后到第一再装填器147中；或可以通过到第三阀门135，所述第三阀门可以将流体引导到第二模块132中，或者绕过第二模块132通过第二旁路管线138，所述第二旁路管线连接到定位在第二模块之后的第四阀门136。第三再装填器节点145还可以通过第三洗涤管线141连接到第三阀门135，并且可以连接到第二再装填器148。第三阀门135可以引导流体通过第三洗涤管线141以在第二模块132与第二再装填器148之间循环，或者通过第二旁路管线138，或在替代方案中到第二模块132。第四再装填器节点146可以通过第四洗涤管线142附接到第四阀门136。来自第二模块132或来自第二旁路管线138的流体可以被选择性地引导通过第四阀门136到第四洗涤管线142中到第二再装填器148。涵盖具有不同阀门布置的本发明的第一、第二或第三方面的替代性实施例，举例来说，本领域技术人员将认识到，相同旁路功能可以针对阀门133实现，所述阀门由分别在第一旁路管线137、第一洗涤管线139和与第一模块131的连接中的每一者上的2通阀门的配置表示。类似地，相同旁路功能可以针对阀门135在不存在阀门134的情况下实现，阀

门135由分别在第二旁路管线138、第二洗涤管线139和与第二模块131的连接中的每一者上的2通阀门的配置表示。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，旁路管线137和138以及洗涤管线139和141可以直接连接到模块之间的连接器而非分别连接到阀门134和136以及133和135。

[0195] 通过利用再装填器和旁路管线，可以使不同再装填器流体通过适当模块。阀门可以被设定成对洗涤管线打开并且对连接器关闭，以便流体被引导到再装填器。或者，第一阀门133可以被设定成对洗涤管线139和连接器打开，而第二阀门134对第二模块132关闭，以使流体在第一模块131与再装填器147之间循环。如果第一阀门133对旁路管线137打开但对连接器关闭，那么流体将被引导绕着第一模块131通过旁路管线137。最终，如果第一阀门133对连接器打开，并且第二阀门134和第三阀门135对第二连接器打开，那么流体将被引导通过两个模块。

[0196] 利用单个旁路管线的本发明的第一、第二和第三方面的另一实施例绘示于图18中。第一再装填器节点165可以通过第一洗涤管线161连接到第一阀门153，所述第一阀门定位在第一模块151之前。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，第一模块151可以如本文所定义是可再用的。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，第二模块152可以是可再用的。第二再装填器节点166可以通过第二洗涤管线162连接到第二阀门154，所述第二阀门定位在第一模块151之后。第一再装填器节点165和第二再装填器节点166可以连接第一再装填器169。第三再装填器节点167可以通过第三洗涤管线163连接到第三阀门155，所述第三阀门定位在第二模块152之前。第四再装填器节点168可以通过第四洗涤管线164连接到第四阀门156，所述第四阀门定位在第二模块152之后。第三再装填器节点167和第四再装填器节点168可以连接第二再装填器170。第五阀门158可以定位在第一模块151之前并且连接到旁路管线157，所述旁路管线引导流体绕着第一模块151到第六阀门159，所述第六阀门分别定位在第一与第二模块151与152之间。旁路管线157可以进一步连接到定位在第二模块152之后的第七阀门160。本发明涵盖其它阀门布置，并且本领域技术人员将认识到，其它阀门组合可以用以实现这些流动路径。举例来说，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，第一阀门153、第四阀门156和第六阀门159可以是任选的，并且如果第五阀门158、第二阀门154、第三阀门155和第七阀门160是三通阀门，那么流动路径功能可以用四个阀门实现。阀门可以被设定成以若干组合允许流体流动到模块中、通过旁路管线或到再装填器中。

[0197] 本领域技术人员将认识到，此系统不限于具有两个模块的模块化吸附剂滤筒。额外模块可以与额外旁路管线和再装填器一起使用。图19绘示用于在线模块再装填的三模块的系统。第一阀门174可以连接到第一模块171、第一旁路管线180和第一洗涤管线183。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，第一模块171可以如本文所定义是可再用的。第一洗涤管线183连接到第一再装填器节点189。第一阀门174可以将流体引导到第一模块171中或到第一旁路管线180中，所述第一旁路管线连接到定位在第一模块171之后的第二阀门175。第二阀门175还可以连接到第二洗涤管线184，并且然后连接到第二再装填器节点190。第一再装填器节点189和第二再装填器节点190可以连接第一再装填器195。流体然后行进到定位在第二模块172之前的第三阀门176。第三阀门176可以附接到第三洗涤管线185，所述第三洗涤管线连接第三再装填器节点191。此第三阀门176可以将流体引导到第二

模块172中或到第二旁路管线181中，所述第二旁路管线连接到定位在第二模块172之后的第四阀门177。此第四阀门177还可以连接到第四洗涤管线186，所述第四洗涤管线连接到第四再装填器节点192。第三再装填器节点191和第四再装填器节点192可以连接第二再装填器196。流体然后可以通过到定位在第三模块173之前的第五阀门178。第五阀门178还可以附接到第五洗涤管线187，所述第五洗涤管线连接到第五再装填器节点193。第五阀门可以将流体引导到第三模块173中或到第三旁路管线182中，所述第三旁路管线连接到定位在第三模块173之后的第六阀门179。第六阀门179还可以附接到第六洗涤管线188，所述第六洗涤管线连接到第六再装填器节点194。第五再装填器节点193和第六再装填器节点194可以连接第三再装填器197。阀门可以被设定成以若干组合允许流体流动到模块中、通过旁路管线或到再装填器中。此外，涵盖为本领域一般技术人员已知的额外阀门布置。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，旁路管线180、181和182以及洗涤管线183、185和187可以直接连接到模块之间的连接器，而非分别连接到阀门175、177和179以及阀门174、176和178。

[0198] 各种吸附剂材料可以用于吸附剂滤筒的模块中的每一者中。一非限制性实例绘示于图20中。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，第一模块201可以如本文所定义是可再用的。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，第二模块202可以是可再用的。第一模块201可以含有以下各层：活性碳210、氧化铝/尿素酶211和含水氧化锆212。第二模块202可以含有磷酸锆213。在透析之后，在每个模块中各层可以再装填。可以使能够再装填活性碳、含水氧化锆和氧化铝/尿素酶的流体通过第一阀门203并且到第一模块201中。流体然后可以从第一模块201中通过到第二阀门205。此流体然后可以被再引导绕着第二模块202到旁路管线209中。流体可以通过到第三阀门204到第三旁路管线208中并且到第四阀门206，因此绕过第二模块202。或者，可以引入用于再装填磷酸锆213的流体。流体将通过到阀门203，并且被再引导到旁路管线207中到第三阀门204。流体然后可以被再引导通过旁路管线209到第二阀门205。此处，流体将被引导以流动到第二模块202中。这允许在不将再装填流体引入到其它模块中的情况下再装填和再循环任一模块。每个模块内的吸附剂材料可以呈任何顺序。或者，模块内的吸附剂材料可以互混。此外，涵盖为本领域一般技术人员已知的额外阀门布置。

[0199] 本发明的第一、第二和第三方面的另一实施例是图21中绘示的3模块的滤筒。第一阀门224可以连接到第一模块221、第一旁路管线230和第一洗涤管线233。洗涤管线连接到第一再装填器239。第一阀门224可以将流体引导到第一模块221中或到第一旁路管线230中，所述第一旁路管线可以连接到定位在第一模块221之后的第二阀门225。第二阀门225还可以连接到第二洗涤管线234，并且然后连接到第一再装填器239。流体然后可以行进到定位在第二模块222之前的第三阀门226。第三阀门226可以附接到第三洗涤管线235，所述第三洗涤管线连接第二再装填器240。此第三阀门226可以将流体引导到第二模块222中或到第二旁路管线231中，所述第二旁路管线连接到定位在第二模块222之后的第四阀门227。第四阀门227还可以连接到第四洗涤管线236，所述第四洗涤管线连接到第二再装填器240。流体然后可以通过到定位在第三模块223之前的第五阀门228。第五阀门228还可以附接到第五洗涤管线237，所述第五洗涤管线连接到第三再装填器241。第五阀门228可以将流体引导到第三模块223中或到第三旁路管线232中，所述第三旁路管线连接到定位在第三模块223

之后的第六阀门229。第六阀门229还可以附接到第六洗涤管线238，所述第六洗涤管线连接到第三再装填器241。第一模块221可以含有活性碳245。第二模块222可以含有氧化铝/尿素酶246。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，第一模块221、第二模块222或第三模块223中的任一者可以如本文所定义是可再用的。第三模块223可以含有含水氧化锆247、离子交换树脂248和磷酸锆249。此外，涵盖为本领域一般技术人员已知的额外阀门布置。在本发明的第一、第二或第三方面的三模块的吸附剂滤筒的第三模块的任何实施例中，涵盖离子交换树脂、含水氧化锆层以及磷酸锆层的任何布置。举例来说，透析液首先可以流动通过离子交换树脂，然后通过含水氧化锆层，并且然后进入磷酸锆层。或者，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，透析液首先可以流动通过含水氧化锆层，然后通过离子交换树脂，然后进入磷酸锆层。再者，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，透析液首先可以流动通过磷酸锆层，然后通过含水氧化锆层，并且然后通过离子交换树脂。此外，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，所描述的布置不仅包括各层，而且包括互混的吸附剂材料。在使用之后，废模块中的任一者可以被舍弃和替换。其还可以再装填。活性碳245可以通过使热水流体通过第一模块221而再装填。氧化铝/尿素酶246可以通过首先使热水流体通过第二模块222并且然后使含有尿素酶的溶液通过而再装填。含有含水氧化锆247、离子交换树脂248和磷酸锆249的第三模块223可以通过使含有氢和钠离子的溶液通过模块而再装填。通过选择性地引导流体通过模块或通过旁路管线，模块中的每一者可以再装填以供进一步使用。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，旁路管线230、231和232以及洗涤管线233、235和237可以直接连接到模块之间的连接器，而非分别连接到阀门225、227和229以及224、226和228。

[0200] 本领域技术人员将认识到，模块内吸附剂材料的确切次序或含有特定吸附剂材料的模块可以在无损于本发明的情况下改变。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，吸附剂材料可以按不同方式布置在吸附剂模块内。此外，在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，吸附剂材料可以在模块内混合而不是将材料以层布置。

[0201] 在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，还可以使得一个或多个模块可拆卸。这将使得能够在不拆卸其它模块的情况下拆卸一个或多个模块。所拆卸的模块可以被舍弃和替换、再装填，或吸附剂材料可以被舍弃，模块被再填充并且然后再使用。为了免于被患者交叉使用，可拆卸模块可以具备标识组件，例如条形码。这将使得相同可拆卸模块能够与特定患者匹配，并且因此避免模块被另一患者使用。

[0202] 为了确保所有残余流体都从可再用模块、阀门、旁路管线和洗涤管线去除，可能有利的是鼓吹气体(例如空气或惰性气体，例如氩气)通过模块。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，气体可以是空气、过滤空气、氮气、氦气或其它气体。洗涤管线可以经适配，以便代替洗涤液体或除了洗涤液体之外，可以鼓吹气体通过模块。

[0203] 在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，洗涤管线可以如图22中所示分成两个管线。图22绘示来自类似于图17中所示的本发明的第一、第二或第三方面的一实施例的第一模块251，其中洗涤管线适于利用液体和气体两者。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，第一模块251可以如本文所定义是可再用的。第一洗涤管线255可以连接到定位在第一模块251之前的第一阀门252。第一阀门252还可以连接到第一旁路管线254。第一旁路管线254可以将液体或气体绕着第一模块251引导到第二阀门253。第一洗

涤管线255可以进一步分成两个管线。这些管线是液体洗涤管线257和气体洗涤管线258。第二洗涤管线256可以连接到第二阀门253，以及具有液体洗涤管线259和气体洗涤管线260两者。本发明的第一、第二或第三方面的此实施例允许气体和液体两者通过到第一模块中，或到旁路管线中并且绕着第一模块。第二模块、第二旁路管线以及第三和第四流体管线附接，以便可以使得流体或气体选择性地进入任一模块或绕过其。

[0204] 图23绘示利用气体和液体管线两者的本发明的第一、第二或第三方面的一替代性实施例。第一洗涤管线326可以将第一阀门324连接到第二阀门322。第一阀门324可以连接到再装填器连接器329和流体收集器331。再装填器连接器329还可以附接到第三阀门325。第三阀门325可以经由第二洗涤管线327连接气体源330和第四阀门323。第二阀门322和第四阀门323两者都连接到模块321和旁路管线328。本发明的第一、第二或第三方面的此实施例允许气体和液体两者循环通过模块321或绕着所述模块。

[0205] 除了将洗涤管线分成气体洗涤管线和液体洗涤管线之外，洗涤管线可以分成两个不同液体管线。这使得不同液体能够在再装填器与模块之间行进。

[0206] 为了使得模块化吸附剂滤筒的使用更容易，阀门或阀门组合件可以通过可编程控制器或计算机系统操作，所述可编程控制器或计算机系统可以经编程以调节通过阀门和进出模块的流动。光学传感器、光电管或其它流量感测装置可以检测通过吸附剂滤筒中任两个点的流体流量。举例来说，可以提供光学流体流动器件用于测量流动，其中器件包括光学流体压力测量器件，所述光学流体压力测量器件具有定位于模块之间的流动路径中任一者中、连接器中或阀门组合件中的传感器。优选地，传感器将被放置在界定在模块之间的通道中。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，光学流体传感器可以连接到与光电解调器结合的干涉仪，其具有代表两个感测区域之间的差压的输出信号。在本发明的第一、第二或第三方面的任何实施例中，流动感测装置可以具有伸出到流体流动路径中的流动响应元件和与所述元件结合的位置传感器，所述位置传感器检测流动响应元件响应于流体流动的位置变化。流动响应元件可以由具有本领域一般技术人员已知的所需性质的多种材料制成。

[0207] 本领域技术人员应理解，可以取决于操作的特定需要而在透析系统中作出各种组合和/或修改和变型。此外，说明或描述为本发明的一方面的一部分的特征可以单独或以组合形式包括于本发明的所述方面中。

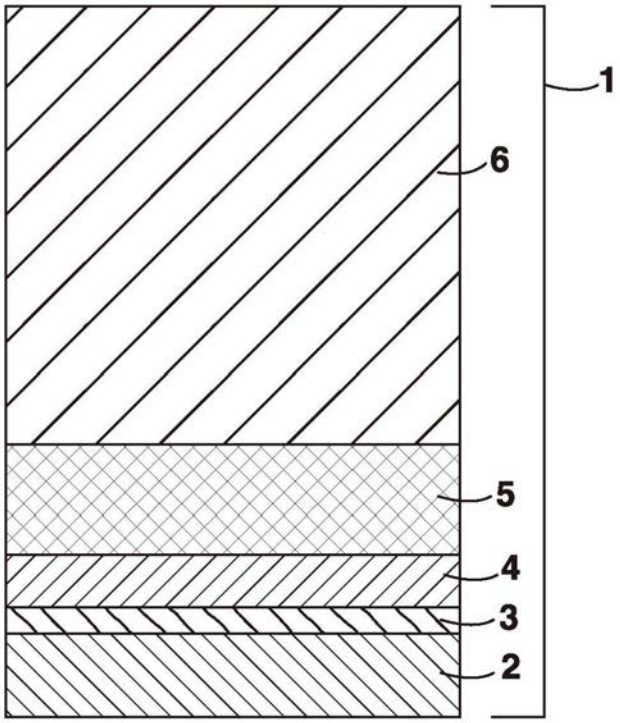


图1

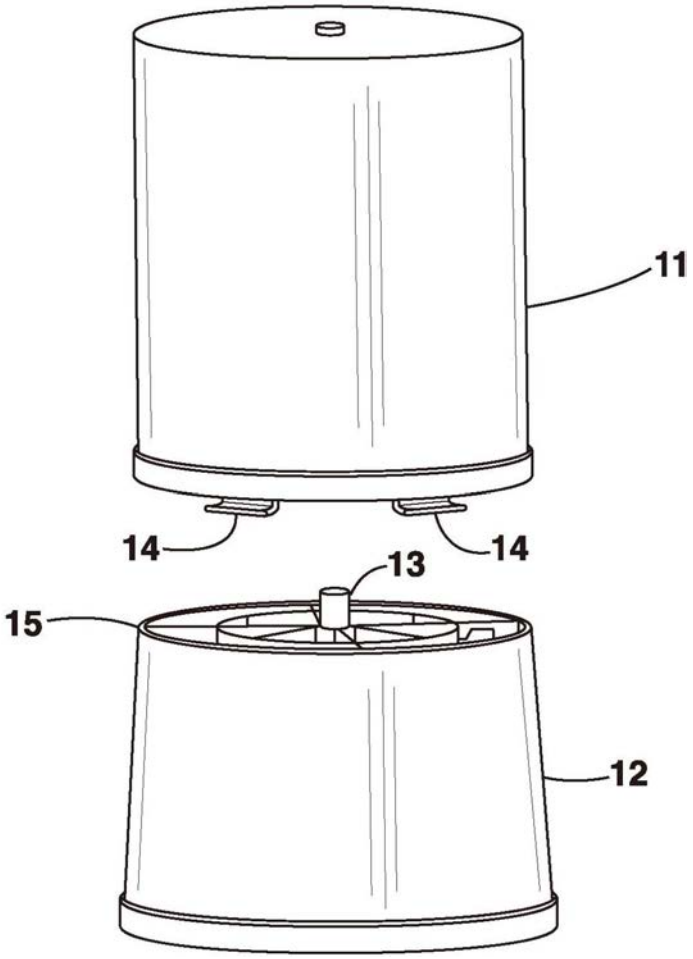


图2

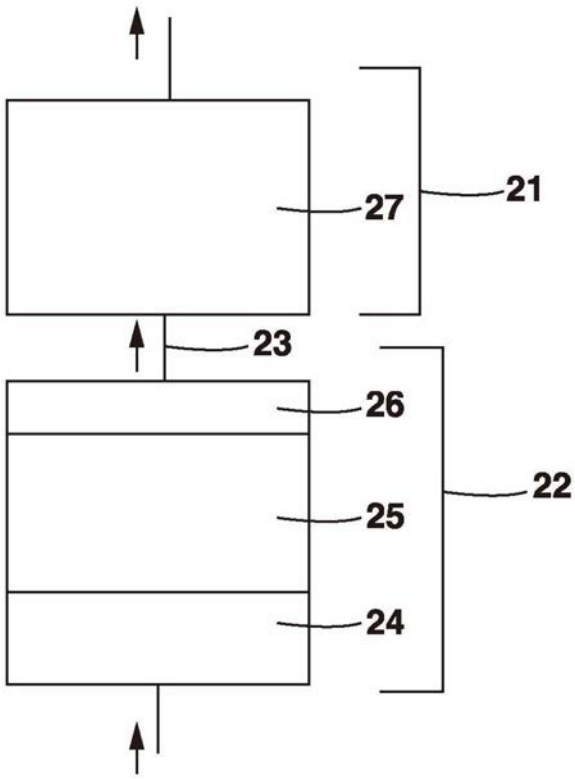


图3

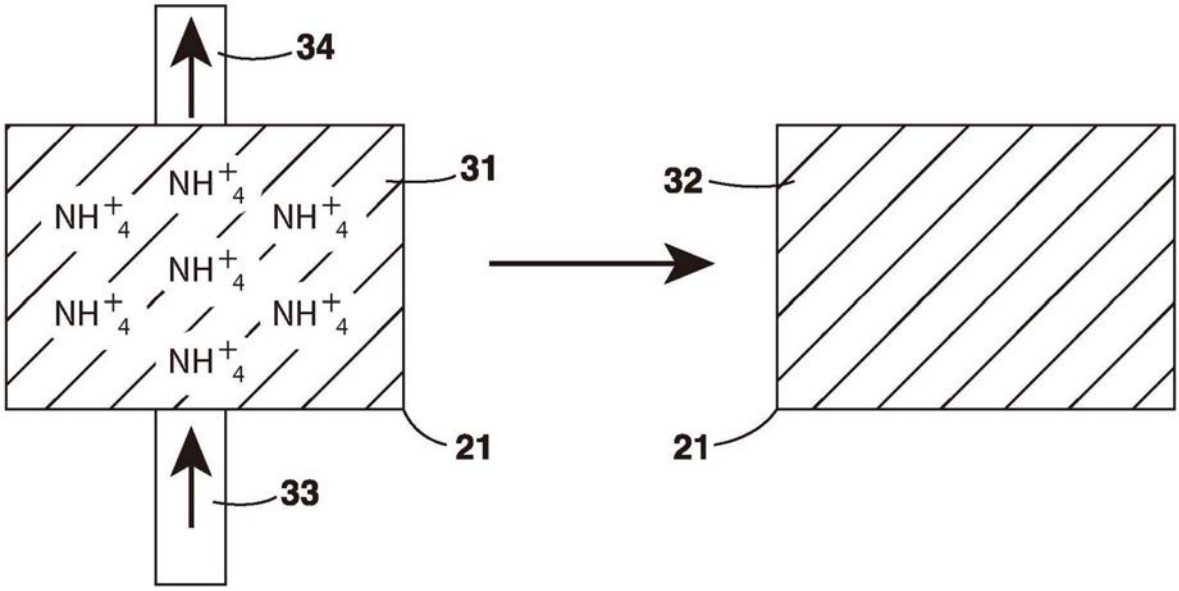


图4

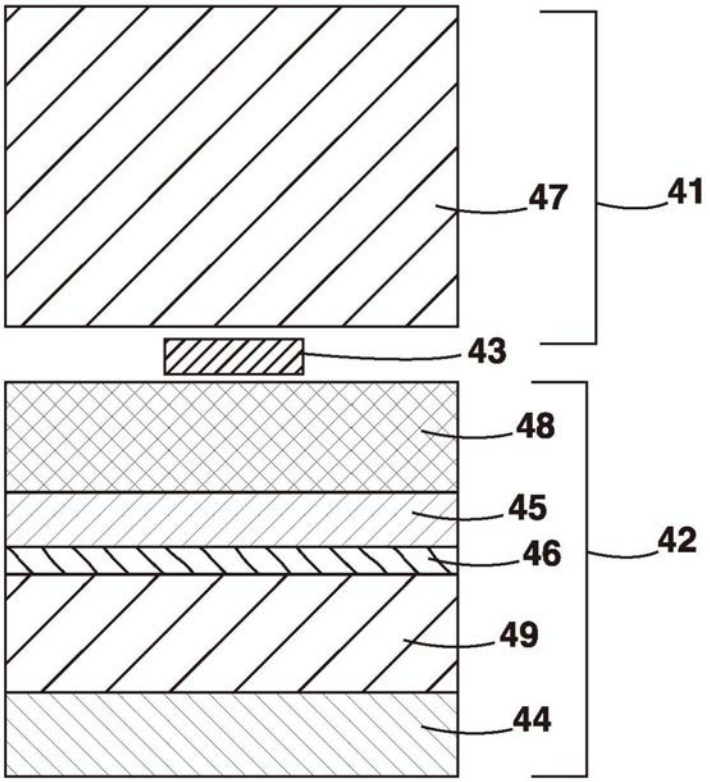


图5

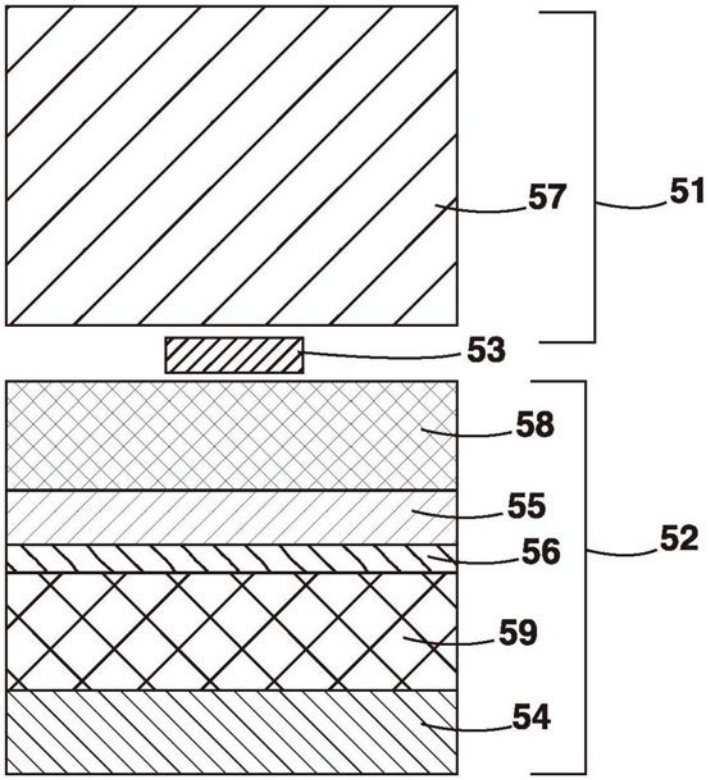


图6

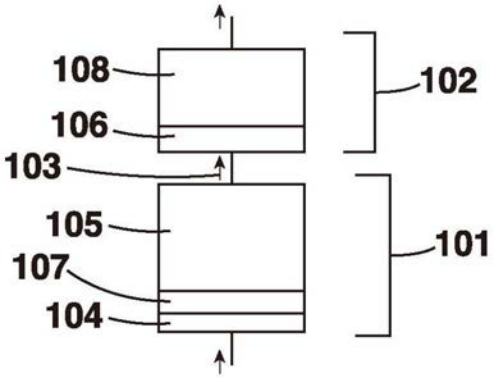

108
106
103
105
107
104
102
101

图7

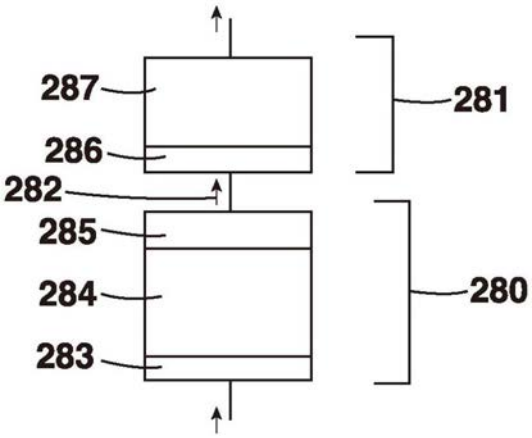

287
286
282
285
284
283
281
280

图8

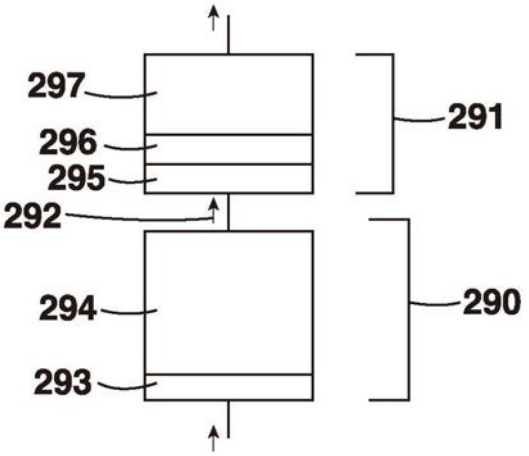

297
296
295
292
294
293
291
290

图9

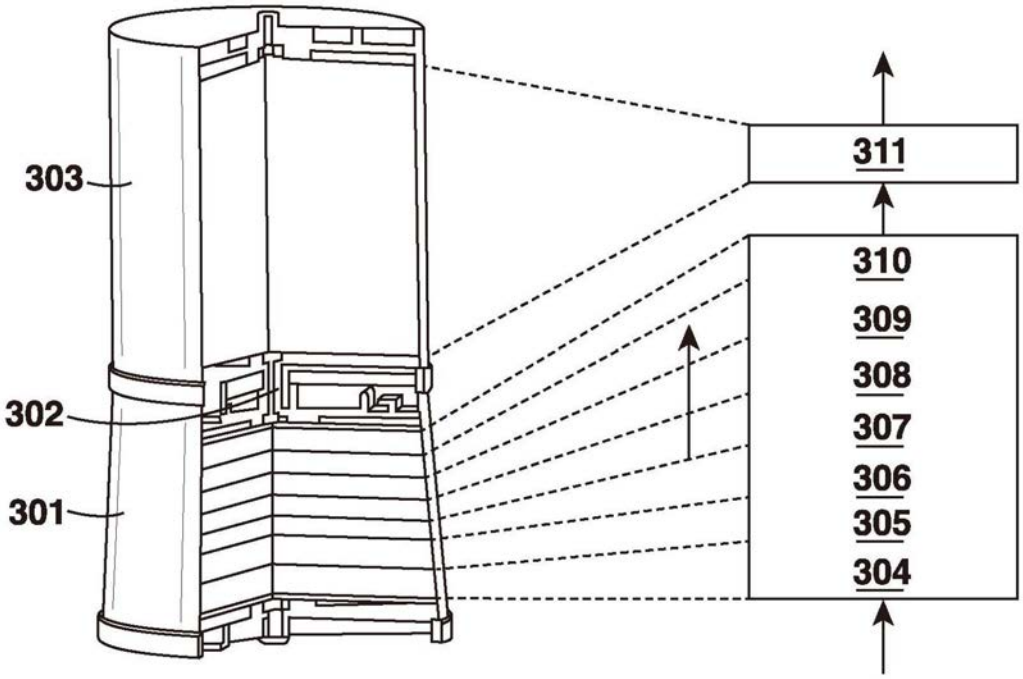

303
302
301
311
310
309
308
307
306
305
304

图10

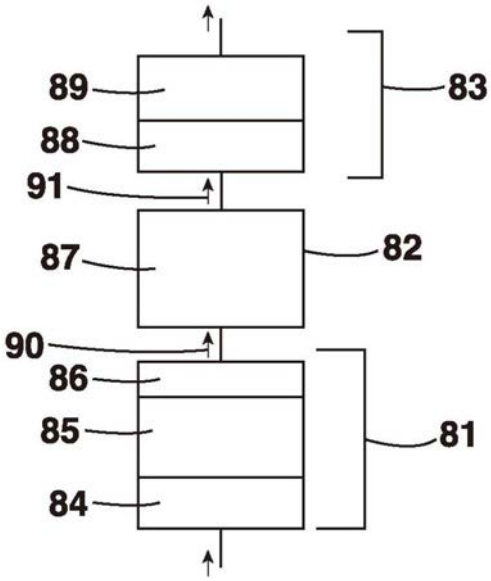

89
88
83
91
87
82
90
86
85
84
81

图11

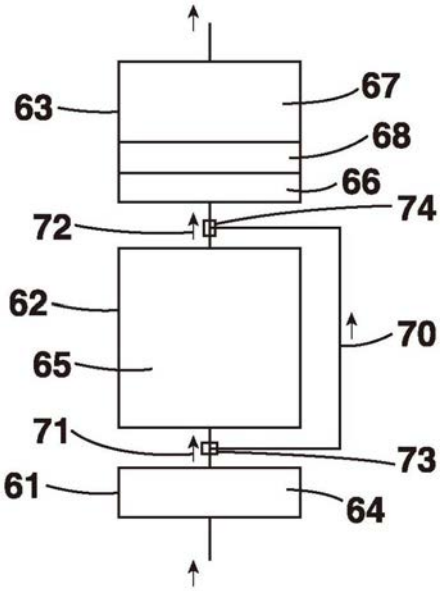

63
67
68
66
74
72
62
70
65
71
73
61
64

图12

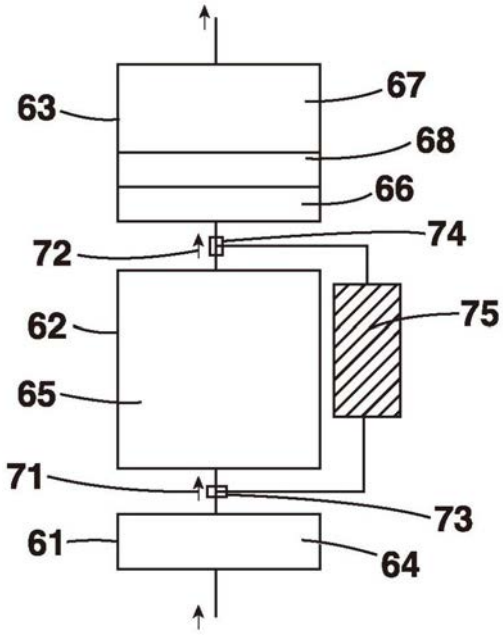

63
67
68
66
74
72
75
62
65
71
73
61
64

图13

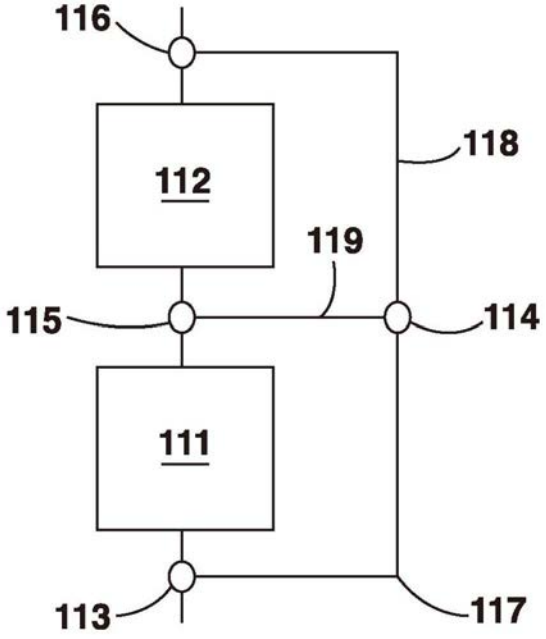


图14

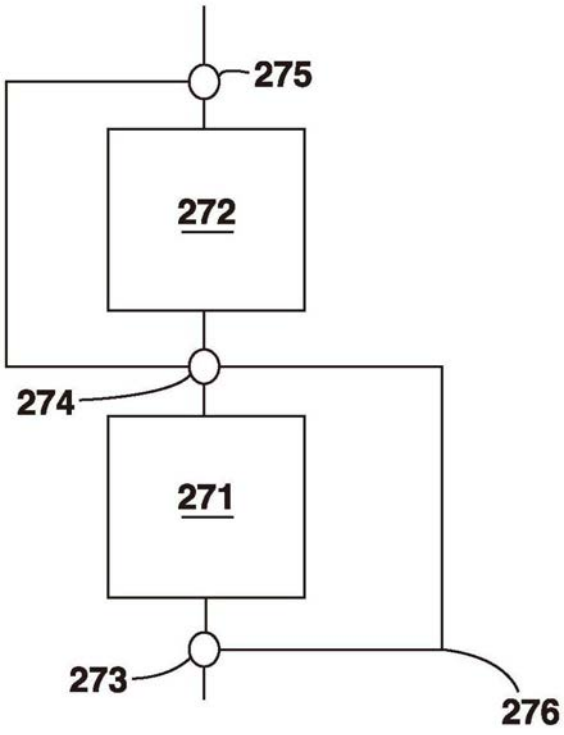


图15

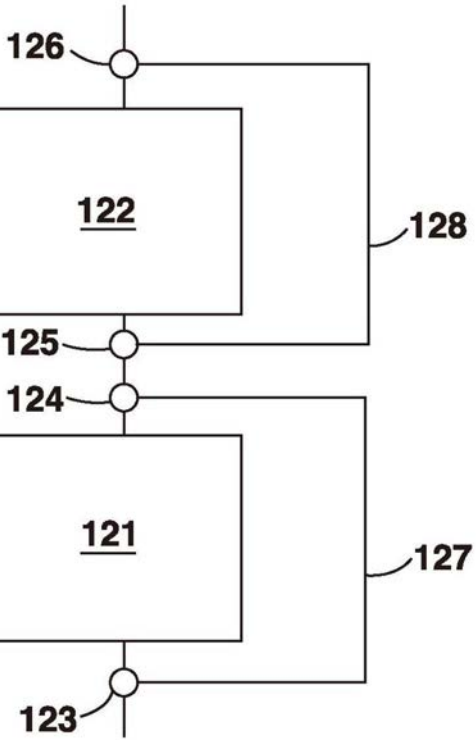

126
122
128
125
124
121
127
123

图16

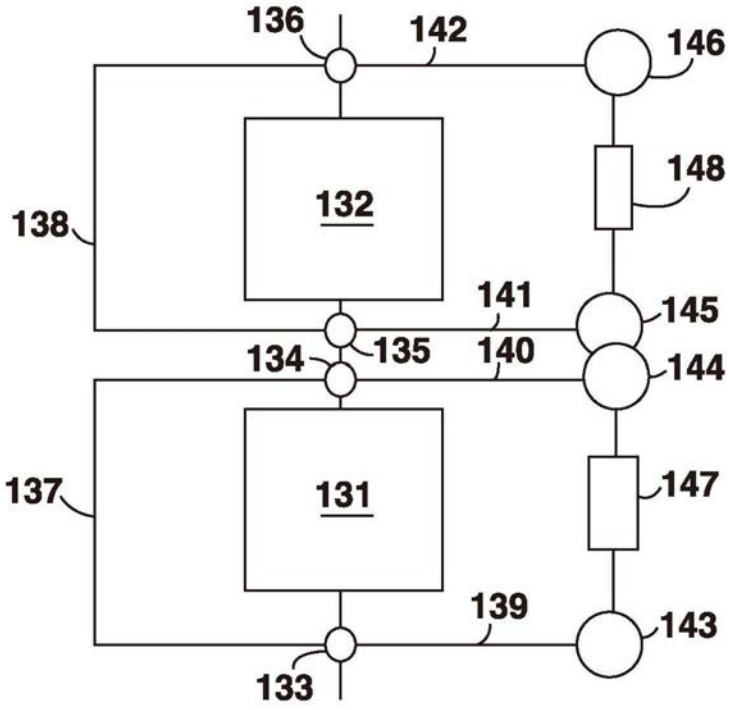

136
142
146
148
132
138
141
145
135
140
134
144
131
147
137
139
143
133

图17

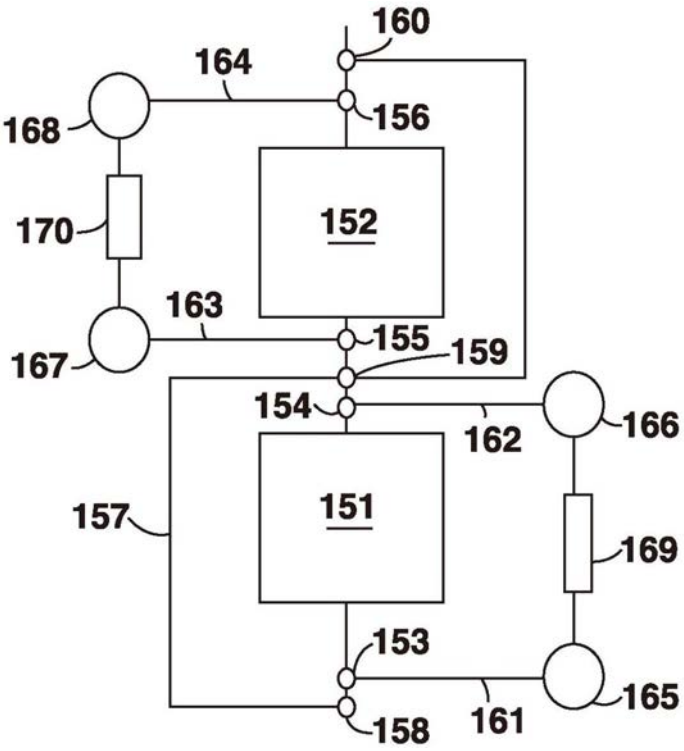

160
164
168
156
152
170
163
155
159
167
154
162
166
157
151
169
153
165
158
161

图18

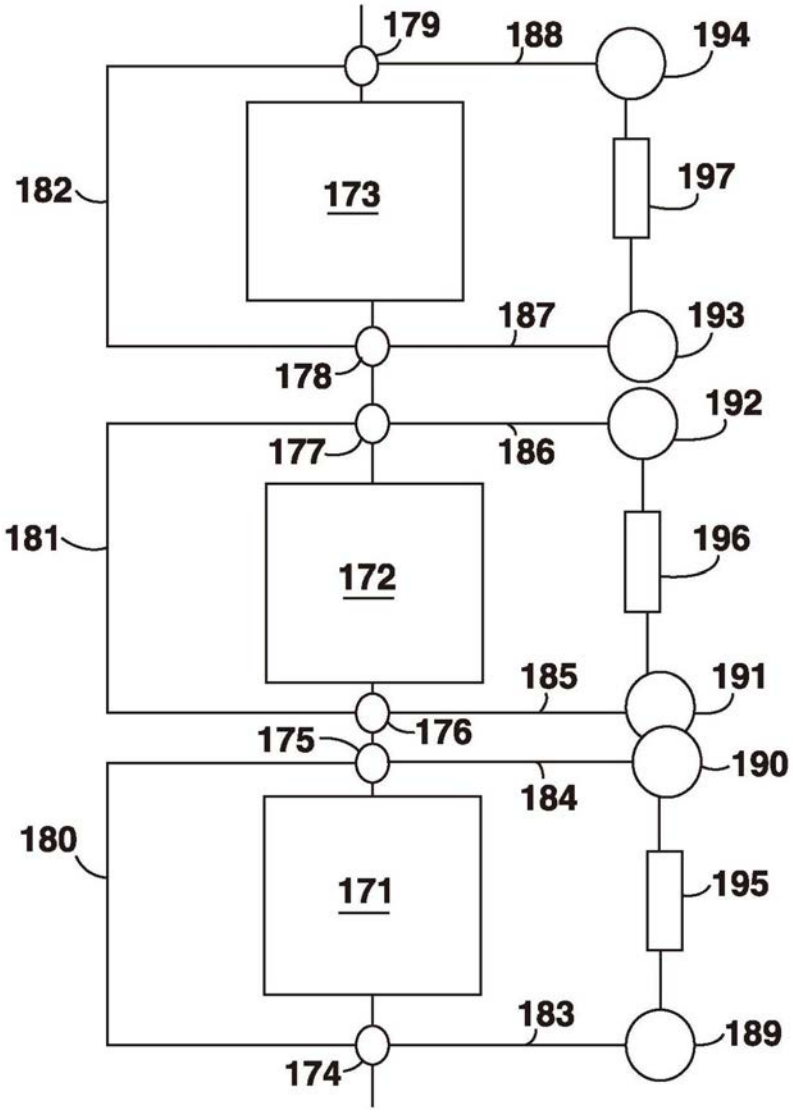

179
188
194
182
173
197
187
193
178
192
177
186
181
172
196
185
191
175
176
190
184
180
171
195
183
189
174

图19

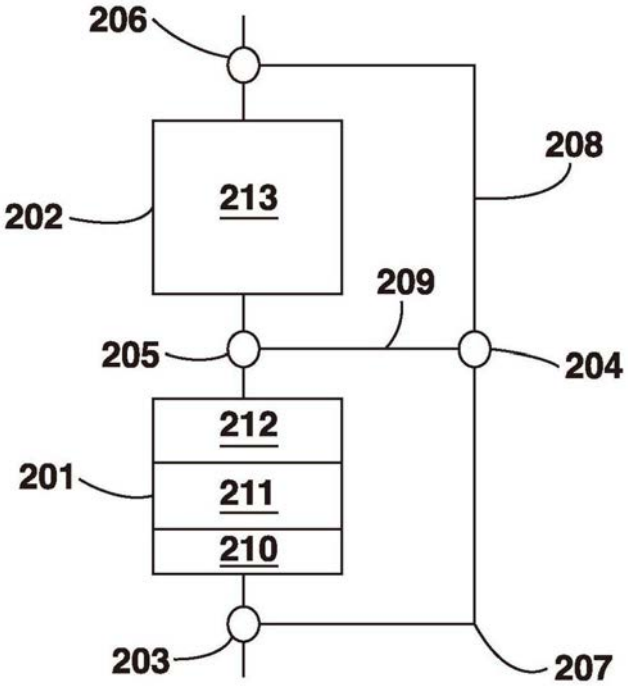


图20

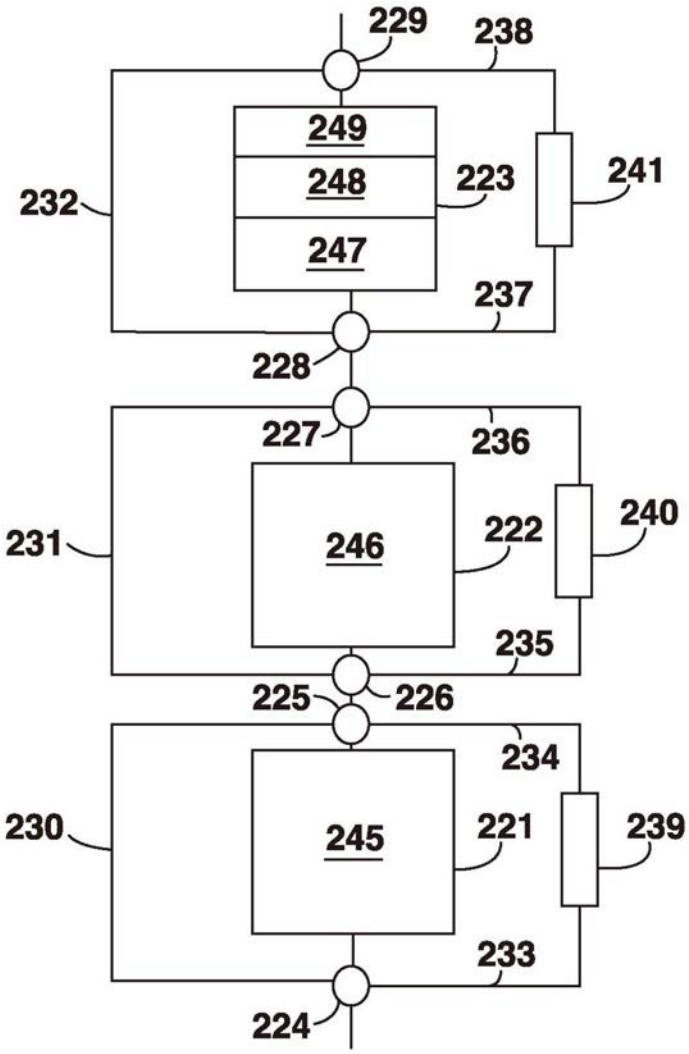

229
238
249
248
247
223
241
232
237
228
227
236
246
222
240
231
235
225
226
234
245
221
239
230
233
224

图21

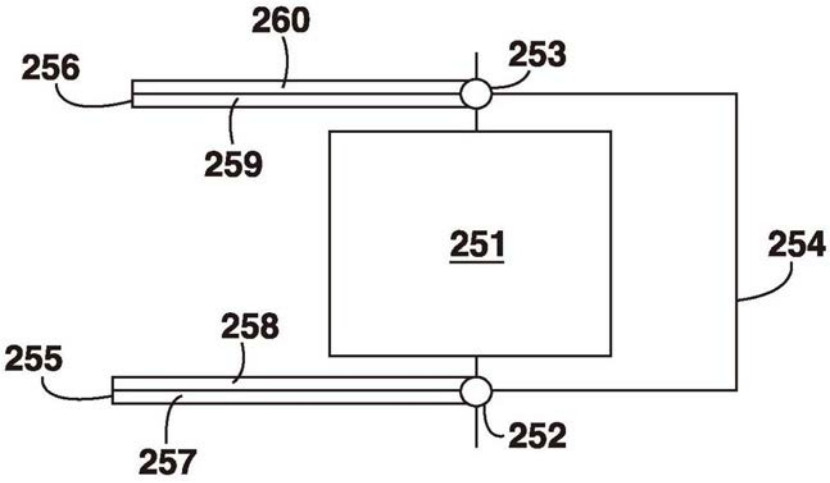

260
256
253
259
251
254
258
255
252
257

图22

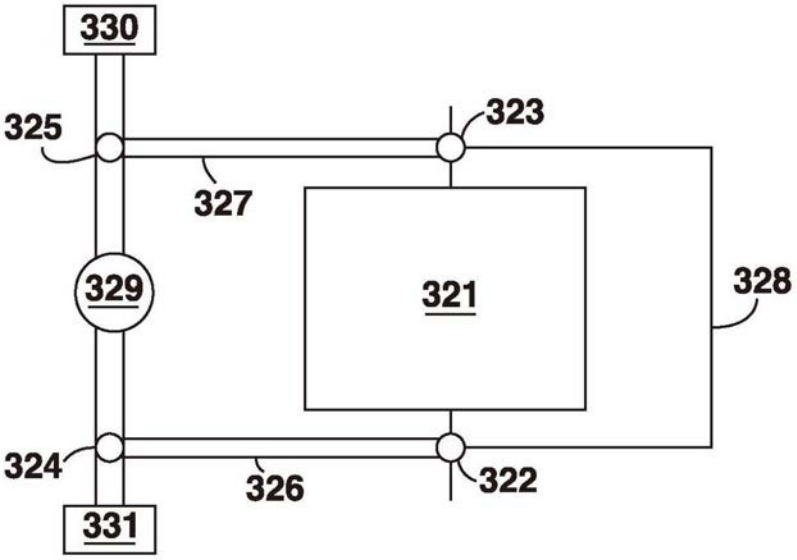

330
325
323
327
329
321
328
324
326
322
331

图23

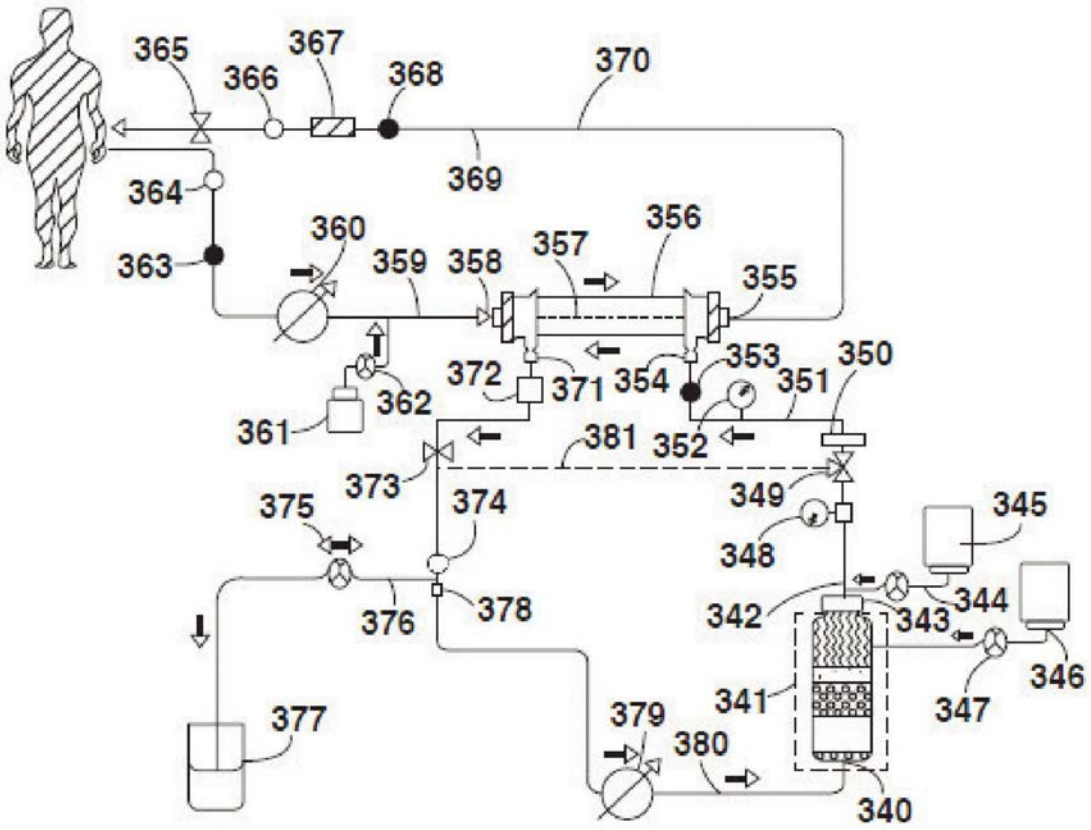

365
366
367
368
370
369
364
363
360
359
358
357
356
355
362
372
371
354
353
351
350
361
381
352
373
349
375
374
345
348
376
378
342
343
344
346
341
347
377
379
380
340

图24