



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119735291 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 01

(21) 申请号 202510101507.4

(22) 申请日 2019.08.27

(30) 优先权数据

62/724,368 2018.08.29 US

(62) 分案原申请数据

201980054540.9 2019.08.27

(71) 申请人 MKS仪器公司

地址 美国麻萨诸塞州

(72) 发明人 海恩利希·赛威特

克里斯提恩·勒提克

乌尔利希·布拉莫

(74) 专利代理机构 北京寰华知识产权代理有限

公司 11408

专利代理师 郭仁建 林文雄

(51) Int.Cl.

C02F 1/78 (2023.01)

C02F 1/68 (2023.01)

B01F 33/81 (2022.01)

B01F 23/237 (2022.01)

A61L 2/18 (2006.01)

B01F 23/20 (2022.01)

B01F 35/221 (2022.01)

B01F 35/213 (2022.01)

B01F 23/232 (2022.01)

C02F 103/04 (2006.01)

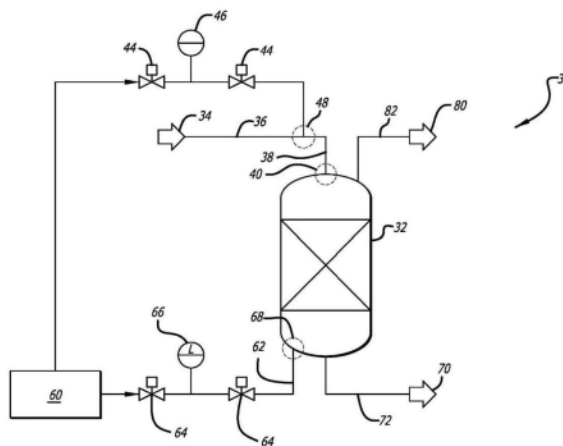
权利要求书2页 说明书9页 附图9页

(54) 发明名称

臭氧水输送系统及其使用方法

(57) 摘要

本申请公开了一种臭氧水输送系统,所述臭氧水输送系统包含:至少一个接触装置,所述至少一个接触装置与被配置成提供超纯水的至少一个超纯水水源连通;至少一个超纯水导管,所述至少一个超纯水导管耦接到所述超纯水水源;至少一种溶液,所述至少一种溶液通过所述超纯水导管与所述接触装置和所述超纯水水源连通;一个或多个气体源,所述一个或多个气体源含有至少一种气体、与所述超纯水水源、所述超纯水导管和溶液导管中的至少一个连通;至少一个混合气体导管,所述至少一个混合气体导管与所述气体源和所述接触装置连通并且被配置成向所述接触装置提供至少一种混合气体;以及至少一个臭氧水输出导管,所述至少一个臭氧水输出管可以与所述接触装置连通。



1. 一种臭氧水输送系统,其特征在于,包括:
 - 第一接触装置;
 - 至少一个超纯水源,所述至少一个超纯水源被配置成向所述第一接触装置提供超纯水;
 - 至少一个超纯水导管,所述至少一个超纯水导管耦接到所述至少一个超纯水源和所述第一接触装置;
 - 至少一个溶液导管,所述至少一个溶液导管通过所述至少一个超纯水导管与所述第一接触装置和所述至少一个超纯水源连通,其中至少一种溶液通过所述至少一个溶液导管提供给所述第一接触装置;
 - 至少一个气体源;
 - 至少一个气体导管,所述至少一个气体导管与所述至少一个气体源连通,并且与所述至少一个超纯水源和至少一个超纯水导管中的至少其中一个连通;
 - 至少第二接触装置,所述至少第二接触装置通过至少一个第一接触装置导管与所述第一接触装置连通,所述至少一个第一接触装置导管被配置成将从所述第一接触装置输出的臭氧水运输到所述至少第二接触装置;
 - 至少一个混合气体导管,所述至少一个混合气体导管与所述至少一个气体源和所述至少第二接触装置连通,所述至少一个混合气体导管被配置成向所述至少第二接触装置提供至少一种混合气体;
 - 至少一个废气导管,所述至少一个废气导管与所述至少第二接触装置和所述第一接触装置连通,所述至少一个废气导管被配置成将所述至少一种混合气体的一部分从所述至少第二接触装置引导到所述第一接触装置;以及
 - 至少一个臭氧水输出导管,所述至少一个臭氧水输出导管与所述至少第二接触装置连通;其中所述至少一个气体源被配置成向所述至少一个超纯水源、所述至少一个超纯水导管和所述至少一个溶液导管中的至少一个提供二氧化碳,由此形成二氧化碳水溶液;
 - 其中通过所述至少一个混合气体导管从所述至少一个气体源流到所述至少第二接触装置的至少一种混合气体包括氧气、臭氧和二氧化碳。
2. 根据权利要求1所述的臭氧水输送系统,其特征在于,所述第一接触装置和所述至少第二接触装置中的至少一个包括至少一个填充柱接触装置。
3. 根据权利要求1所述的臭氧水输送系统,其特征在于,所述第一接触装置和所述至少第二接触装置中的至少一个包括其中包含塔填料的至少一个填充柱接触装置。
4. 根据权利要求1所述的臭氧水输送系统,其特征在于,所述第一接触装置和所述至少第二接触装置中的至少一个包括其中具有至少一个膜组件的至少一个基于膜的接触装置。
5. 根据权利要求1所述的臭氧水输送系统,其特征在于,其进一步包括至少一个泵,所述至少一个泵与所述第一接触装置和所述至少第二接触装置连通,所述至少一个泵被配置成将从所述第一接触装置输出的臭氧水泵送到所述至少第二接触装置。
6. 根据权利要求1所述的臭氧水输送系统,其特征在于,所述至少一个气体源被配置成使二氧化碳以0.01 SLPM到0.5 SLPM的流速流到至少一个超纯水源、所述至少一个超纯水导管和所述至少一个溶液导管中的至少一个。

7. 根据权利要求1所述的臭氧水输送系统,其特征在于,通过所述至少一个混合气体导管从所述至少一个气体源流到所述至少第二接触装置的至少一种混合气体包含选自氮气、二氧化氮和二氧化二氮的至少一种气体。

8. 根据权利要求1所述的臭氧水输送系统,其特征在于,其进一步包括定位在所述至少一个气体源、所述至少一个超纯水源、所述至少一个超纯水导管、所述至少一个溶液导管、所述至少一个第一接触装置导管、所述至少一个混合气体导管、至少一个废气导管和至少一个臭氧水输出导管中的至少一个上的阀和流量限制器中的至少一个。

臭氧水输送系统及其使用方法

[0001] 本案是申请日为2019年8月27日, 优先权日为2018年8月29日, 申请号为201980054540.9, 发明名称为臭氧水输送系统及其使用方法的发明专利申请的分案申请。

相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2018年8月29日提交的题为“臭氧水输送系统及其使用方法 (Ozonated Water Delivery System and Method of Use)”的美国临时专利申请第62/724,368号的优先权, 所述美国临时专利申请的全部内容通过引用的方式并入本文。

背景技术

[0003] 目前, 臭氧用于包含半导体制造、太阳能电池板加工、卫生应用、食品加工、平板加工等在内的许多应用中。在一些应用中, 臭氧可以溶解在去离子水中。然而, 臭氧与去离子超纯水高度反应, 由此导致臭氧在超纯水中在几秒内衰减。如半导体制造应用、太阳能电池板和平板制造等一些应用要求溶解在超纯水中的高臭氧浓度。但是, 臭氧衰减速率随着去离子超纯水中溶解的臭氧的浓度的增加而增加。某些应用例如单半导体晶圆加工需要以随机变化的液体流速溶解的臭氧, 这可能导致供应管道内的停留时间不同, 其中低液体流速下更高的臭氧衰减量作为臭氧衰减的另外变化。此外, 臭氧衰减可以由通常在工业用超纯水中以痕量发现的氢氧根离子和过氧化物的存在触发。因此, 由于供应到不同位置的超纯水内的这些杂质的浓度的变化, 臭氧衰减可以在制造位置和/或位点之间有所不同。

[0004] 响应于此, 已经采用了许多技术来控制臭氧在臭氧水中的衰减速率。例如, 图1示出了半导体制造应用中目前使用的臭氧水输送系统的实例。如所示出的, 臭氧水输送系统1包含通过超纯水源导管7(在下文中为UPW源导管7)与超纯水源5(在下文中为UPW源5)流体连通的接触装置3。气体源和/或臭氧发生器9(在下文中为气体源9)通过气体入口导管11与接触装置3连通。气体混合物通常包含二氧化碳(CO₂)、臭氧(O₃)和氧气(O₂)。使用一个或多个阀装置13和/或指示器来将水与气体混合物安全地分离并防止水、气体或两者回流到气体源9中。在使用期间, 使用逆流使来自气体源9的气体混合物与来自UPW源5的超纯水在接触装置3内接触, 由此导致来自气体源9的一部分臭氧溶解在超纯水中。气体混合物内的一些二氧化碳(CO₂)转化成碳酸, 这降低了氢氧根离子的浓度。碳酸根离子清除羟基, 这有效地降低了超纯水中的溶解臭氧的衰减速率。此后, 从接触装置3中释放或去除溶解臭氧, 以通过溶解臭氧导管19形成溶解臭氧输出17。此外, 如二氧化碳(CO₂)、氧气(O₂)和臭氧(O₃)等废气21可以通过废气导管23从接触装置3释放。虽然图1中的系统已被证明是有用的, 但已经鉴定出许多缺点。例如, 图1所示出的臭氧水输送系统允许臭氧浓度介于约25 ppm与50 ppm之间。然而, 已经证明难以使用图1所示出的臭氧水输送系统1获得大于约50 ppm的臭氧浓度。进一步地, 传质效率的提高将需要接触装置3的填充柱更高 (higher或taller), 由此需要更大的工作区。此外, 膜组件通常用于将如二氧化碳等气体溶解到超纯水中或从超纯水中去除残余氧气。不幸的是, 大多数商业上可获得的膜组件包含如聚丙烯和/或聚乙烯等塑料或对如过氧化物和臭氧等氧化剂高度敏感的材料。进一步地, 二氧化碳和臭氧有不同的溶解度。因此, 接触装置内的二氧化碳浓度在某些流动布置中差异很大。例如, 在填

充柱接触装置内的逆流布置中,可能导致二氧化碳靠近接触装置3内的气体混合物导管11的入口溶解,而臭氧靠近UPW导管5的入口溶解,由此降低了形成臭氧水的效率。图2以图形方式示出了使用逆流架构的填充柱接触装置3中的二氧化碳的浓度轮廓。图2中的横坐标表示形成接触装置3的填充柱的侧向部分(在下文中为柱部分)。部分1表示柱的靠近UPW源导管7的入口和废气导管23的出口的顶部。部分20表示柱的靠近气体入口导管11和溶解臭氧导管19的底部。

[0005] 鉴于前述内容,持续需要能够选择性地提供具有高臭氧浓度的超纯水的臭氧水输送系统。

发明内容

[0006] 本申请公开了与现有技术系统相比能够提供更高数量的其中具有更高溶解臭氧浓度的超纯水的臭氧水输送系统的各种实施例。在一些实施例中,臭氧水输送系统可以被配置成允许调整臭氧反应性和维持精确的溶解臭氧测量。更具体地,在一个实施例中,本申请公开了一种臭氧水输送系统,所述臭氧水输送系统包含至少一个接触装置,所述至少一个接触装置与被配置成提供超纯水的至少一个超纯水源连通。至少一个超纯水导管可以耦接到所述超纯水源。进一步地,至少一种溶液可以通过所述超纯水导管与所述接触装置和所述超纯水源连通。含有至少一种气体的一个或多个气体源可以与所述超纯水源、所述超纯水导管和溶液导管中的至少一个连通。在使用期间,所述气体可以用于在与所述超纯水反应时形成至少一种溶液。至少一个混合气体导管可以与所述气体源和所述接触装置连通。所述混合气体导管可以被配置成向所述接触装置提供至少一种混合气体。最后,至少一个臭氧水输出导管可以与所述接触装置连通。

[0007] 在另一个实施例中,本申请公开了一种臭氧水输送系统,所述臭氧水输送系统包含一个或多个传感器,所述一个或多个传感器被配置成测量所述臭氧水输送系统产生的臭氧水的各种特性、浓度、流速等。更具体地,所述臭氧水输送系统可以包含至少一个接触装置,所述至少一个接触装置与被配置成提供超纯水的至少一个超纯水源连通。至少一个超纯水导管可以耦接到所述超纯水源。进一步地,至少一种溶液可以通过所述超纯水导管与所述接触装置和所述超纯水源连通。含有至少一种气体的一个或多个气体源可以与所述超纯水源、所述超纯水导管和溶液导管中的至少一个连通。在使用期间,所述气体可以用于在与所述超纯水反应时形成至少一种溶液。至少一个混合气体导管可以与所述气体源和所述接触装置连通。所述混合气体导管可以被配置成向所述接触装置提供至少一种混合气体。最后,至少一个臭氧水输出导管可以与所述接触装置连通。一个或多个传感器可以被定位在臭氧水输送系统内并用于测量输出的臭氧水的各种特性,如臭氧浓度、流速、温度等。

[0008] 在另一个实施例中,本申请公开了一种臭氧水输送系统,所述臭氧水输送系统在其中包含多个接触装置。更具体地,本申请公开了一种臭氧水输送系统,所述臭氧水输送系统中具有第一接触装置和至少第二接触装置。至少一个超纯水源可以被配置成向所述第一接触装置提供超纯水。至少一个超纯水导管可以耦接到所述至少一个超纯水源和所述第一接触装置。至少一个溶液导管可以通过所述超纯水导管与所述第一接触装置和所述超纯水源连通。含有至少一种气体的至少一个气体源可以与所述超纯水源、所述超纯水导管和所述溶液导管中的至少一个连通。在使用期间,所述气体可以用于在与所述超纯水反应时形

成至少一种溶液。所述第二接触装置通过至少一个第一接触装置导管与所述第一接触装置连通,所述至少一个第一接触装置导管被配置成将从所述第一接触装置输出的臭氧水运输到所述第二接触装置。至少一个混合气体导管可以与所述气体源和所述第二接触装置连通。所述混合气体导管可以被配置成向所述第二接触装置提供至少一种混合气体。至少一个废气导管与所述第二接触装置和所述第一接触装置连通,其中所述废气导管被配置成将所述混合气体的一部分从所述第二接触装置引导到所述第一接触装置。至少一个臭氧水输出导管可以与所述第二接触装置连通。

[0009] 本申请还公开了一种提供臭氧水的方法。更具体地,本申请公开了一种以比目前可获得的量更高的量提供具有更高溶解臭氧浓度的超纯水的方法。在一个实施例中,所述提供臭氧水的方法包含形成包含溶解在超纯水中的二氧化碳的二氧化碳水溶液。使所述二氧化碳水溶液流到至少一个接触装置中。使其中有至少一部分包括臭氧的至少一种混合气体流到所述二氧化碳水溶液在其中流动的所述接触装置中。使所述臭氧的至少一部分溶解在所述接触装置内的所述超纯水中。用所述二氧化碳水溶液的二氧化碳成分延缓所述超纯水中的溶解臭氧的臭氧衰减速率并且从所述接触装置输出臭氧水。

[0010] 在另一个实施例中,本申请还公开了一种用于调整或调节臭氧反应性的方法。更具体地,本申请公开了一种测量臭氧反应性并响应于此来控制流入第一接触装置中的二氧化碳气体的量的方法。在一个实施例中,第二传感器可以用于通过臭氧水输送系统内的至少一个阀选择性地调节流量状况。

[0011] 本文公开的新型臭氧水输送系统的其它特征和优点将在考虑以下详细描述后变得更加显而易见。

附图说明

[0012] 通过审阅以下附图,如本文所描述的臭氧水输送系统及其使用方法的新颖方面将变得更加显而易见,在附图中:

[0013] 图1示出了现有技术臭氧水输送系统的示意图;

[0014] 图2示出了描绘图1所示出的现有技术填充柱接触装置中的二氧化碳的浓度轮廓的曲线图;

[0015] 图3示出了具有向接触装置中使用的超纯水提供气态二氧化碳的气体源的臭氧水输送系统的实施例的示意图;

[0016] 图4示出了具有向接触装置中使用的超纯水提供气态二氧化碳的气体源的臭氧水输送系统的另一个实施例的示意图;

[0017] 图5示出了具有向接触装置中使用的超纯水提供气态二氧化碳的气体源的臭氧水输送系统的另一个实施例的示意图;

[0018] 图6示出了合并了用于测量臭氧反应性的装置的臭氧水输送系统的另一个实施例的示意图。

[0019] 图7示出了描绘图3和4所示出的接触装置中的二氧化碳的浓度轮廓的曲线图;

[0020] 图8示出了合并了多个接触装置的臭氧水输送系统的实施例的示意图;以及

[0021] 图9示出了合并了多个接触装置的臭氧水输送系统的另一个实施例的示意图。

具体实施方式

[0022] 本申请公开了新型臭氧水输送系统的若干个实施例。在一个实施例中,本文公开的新型臭氧水输送系统可以被配置成提供臭氧浓度大于约50 ppm的臭氧水。在另一个实施例中,本文公开的新型臭氧水输送系统可以被配置成提供臭氧浓度大于约100 ppm的臭氧水。任选地,本文公开的新型臭氧水输送系统可以被配置成提供臭氧浓度为约50 ppm或更小的臭氧水。进一步地,新型臭氧水输送系统可以被配置成以20升每分钟(LPM)或更大的超纯水流速提供臭氧浓度大于约50 ppm的臭氧水,但是本领域技术人员将理解,本文公开的臭氧水输送系统可以被配置成以小于约20 LPM的流速提供超纯水。在另一个实施例中,臭氧水输送系统可以被配置成以20 LPM或更大的超纯水流速提供臭氧浓度大于约100 ppm的臭氧水。任选地,臭氧水输送系统可以被配置成以2 LPM或更大的超纯水流速提供具有任何种类的臭氧浓度的臭氧水。系统可以任选地被配置成以介于2 LPM与大于20 LPM之间的随机变化的臭氧水流速提供恒定的臭氧浓度。

[0023] 图3-6示出了新型臭氧水输送系统的各种实施例的示意图。如所示出的,本文公开的臭氧水输送系统30包含至少一个接触装置32。在展示的实施例中,在臭氧水输送系统30中使用单个接触装置32,但是本领域技术人员将理解,可以使用任何数量的接触装置。进一步地,在一个实施例中,接触装置32包含填充柱架构。进一步地,在一个实施例中,接触装置32包含填充有塔填料的填充柱。在另一个实施例中,接触装置32包括基于膜的装置或至少一个膜组件。接触装置32可以通过至少一个超纯水导管36(下文中为UPW导管36)与至少一个去离子超纯水源34(下文中为UPW源34)流体连通,所述UPW导管36被配置成将去离子超纯水从UPW源34运输到接触装置32。在展示的实施例中,至少一个超纯水和/或反应物入口40可以在接触装置32的表面上形成。本领域技术人员将理解,可以在接触装置32上形成任何数量的入口或出口。尽管未在图3和4中示出,但本领域技术人员将理解,UPW导管36上可以包含一个或多个控制器、阀装置、流量限制器、传感器、指示器、流量控制器等。

[0024] 再次参考图3-6,被配置成提供一种或多种类型的气体、反应物和/或流体的至少一个气体或流体源60(下文中为气体源60)可以与UPW源34、UPW导管36和/或接触装置32中的至少一个连通。在展示的实施例中,气体源60耦接到至少一个气体导管42,所述至少一个气体导管通过至少一个耦接构件48耦接到UPW导管36。因此,流过UPW导管36的超纯水可以与气体导管42内的至少一种气体或流体反应以形成至少一种反应溶液,所述反应溶液可以经由至少一个超纯水入口40流入接触装置32中。例如,去离子超纯水可以与二氧化碳反应以产生二氧化碳水溶液。进一步地,像UPW导管36一样,气体导管42可以包含在其上的或与其连通的一个或多个控制器、阀装置、限制器、质量流量控制器、传感器、指示器、流量调节器等。例如,在图3、4和6所示出的实施例中,气体导管42包含被配置成防止水和或气体回流到气体源中的两(2)个阀44和一(1)个指示器46,但是本领域技术人员将理解,可以在气体导管42上使用任何种类的部件以用于任何种类的应用。任选地,图5示出了臭氧水输送装置30的替代性实施例。如所示出的,图5所示出的臭氧水输送装置30包含图3、4和6所示出的臭氧水输送装置30的许多部件。然而,图5所示出的臭氧水输送装置30包含定位于UPW导管36、溶液导管38中的至少一个上或两者上的阀44。进一步地,至少一(1)个阀44、至少一(1)个流量限制器50和至少一(1)个止回阀52以及至少一个控制阀54可以定位于气体导管42上。在展示的实施例中,向在控制阀54上游的UPW导管36内流动的超纯水添加二氧化碳。

[0025] 在一个实施例中,气体源60可以被配置成在超纯水导管36内流动的超纯水经由至少一个溶液导管38进入接触装置32之前将二氧化碳(CO₂)输送到超纯水以形成二氧化碳水溶液。在使用期间,二氧化碳水溶液的二氧化碳成分可以用于减少使用期间接触装置32内的溶解臭氧的衰减速率。例如,在一个实施例中,气体源60和气体导管42被配置成以约0.01标准升每分钟(下文中为SLPM)到约0.5 SLPM的流速向在UPW导管36内流动的超纯水提供二氧化碳流。任选地,气体源60和气体导管42被配置成以约0.005标准升每分钟(下文中为SLPM)到3.0 SLPM或更多的流速向在UPW导管36内流动的超纯水提供二氧化碳流。在一个实施例中,气体源60可以被配置成以固定的流速向UPW导管36提供恒定气体(例如,二氧化碳等)流,而与超纯水流入接触装置32中的流速无关。因此,超纯水中的二氧化碳的有效含量在较低的超纯水流速下可以更高,由此导致超纯水中的溶解臭氧浓度更高。在另一个实施例中,气体源60可以被配置成以超纯水与气体的固定比率向UPW导管36提供气体(例如,二氧化碳等)流。在另一个实施例中,气体源60和气体导管42被配置成以约0.05 SLPM到约0.3 SLPM的流速向在UPW导管36内流动的超纯水提供二氧化碳流。任选地,气体源60和气体导管42被配置成以约0.1 SLPM到约0.2 SLPM的流速向在UPW导管36内流动的超纯水提供二氧化碳流,但是本领域技术人员将理解,气体源60和气体导管42可以被配置成以任何期望的流速向在UPW导管36内流动的超纯水提供二氧化碳流。因此,可以使用一个或多个质量流量控制器44和阀46来选择性地控制向UPW导管36引入二氧化碳的速率。在替代性实施例中,气体源60可以被配置成向气体导管42提供氮气。任选地,气体源60可以被配置成向气体导管42、UPW源34、接触装置32等中的至少一个提供任何种类的气体或流体。

[0026] 如图3-6所示出的,气体源60可以通过至少一个混合气体导管62和至少一个混合气体入口68与接触装置32连通。在展示的实施例中,单个气体源60与接触装置32流体连通。例如,图3-6中示出的单个气体源60可以被配置成向接触装置32提供由氧气(O₂)、臭氧(O₃)和二氧化碳(CO₂)组成的混合气体。在另一个实施例中,混合气体由氧气(O₂)、臭氧(O₃)、二氧化碳(CO₂)和小于约2 ppm的氮气(N₂)组成,但是本领域技术人员将理解,可以使用大于约2 ppm的氮气(N₂)。其它气体包含但不限于氮气、二氧化氮、一氧化二氮。在替代性实施例中,多个气体源60可以耦接到接触装置32或以其它方式与所述接触装置流体连通。例如,臭氧(O₃)/氧气(O₂)和二氧化碳(CO₂)的单独源可以分别耦接到气体导管62,使得混合气体导管62将混合气体混合并从单独源运输到接触装置32。在一个实施例中,气体源60可以与至少一个臭氧发生器连通和/或可以包含至少一个臭氧发生器,所述至少一个臭氧发生器被配置成向混合气体导管62提供臭氧。在使用期间,经由混合气体导管62在混合气体内引入接触装置32中的二氧化碳具有提高作为混合气体源60的一部分的臭氧发生器中的臭氧生成效率的功能、抑制在接触装置32内的混合气体输入区处溶解在水中的臭氧的臭氧衰减,而二氧化碳水溶液的二氧化碳成分降低了溶解臭氧在接触装置32的气体出口侧处的衰减速率。因此,可以使用任何种类的另外的气体(例如,二氧化碳、氮气、二氧化氮、一氧化二氮等)来改善和/或选择性地控制在臭氧发生器内将氧气转化为臭氧的过程的效率。

[0027] 如图3-6所示出的,至少一个阀、质量流量控制器、指示器、传感器等可以定位在气体源60、混合气体导管62中的至少一个上或两者上或与其连通。例如,图3-6所示出的臭氧水输送系统30的实施例中包含两(2)个阀64和一(1)个指示器66,但本领域技术人员将理解,任何数量或阀、质量流量控制器、指示器、传感器等可以耦接到混合气体导管62或与所

述混合气体导管连通。

[0028] 再次参考图3-6,在使用期间,二氧化碳水溶液通过溶液导管38引入接触装置32中。如上文所述,来自混合气体导管62的混合气体引入接触装置32中。混合气体内的臭氧与超纯水反应并溶解在超纯水内,以形成溶解臭氧(DIO₃)。通过溶液导管38引入接触装置32中的超纯水内的二氧化碳可以用于抑制新形成的溶解臭氧的衰减速率。此后,臭氧水通过至少一个臭氧水导管72在臭氧水输出70处从接触装置32释放。在一个实施例中,来自臭氧水输出70的臭氧水的流速为约0.2 LPM到约70 LPM。在另一个实施例中,来自臭氧水输出70的臭氧水的流速为约3 LPM到约40 LPM。任选地,图3和4所示出的臭氧水输送系统30可以被配置成从臭氧水输出70输出约2 LPM到约20 LPM的臭氧水。进一步地,废气80如氧气(O₂)、臭氧(O₃)、二氧化碳(CO₂)和其它气体可以经由至少一个废气导管82从接触装置32去除。

[0029] 图4和6示出了其中具有至少一个处理器的图3中示出的臭氧水输送系统30的替代性实施例。如所示出的,至少一个传感器、指示器、阀等可以定位在臭氧水导管72上。例如,在展示的实施例中,传感器74耦接到臭氧水导管72,但是本领域技术人员将理解,可以类似地包含任何种类的其它部件。例如,在一个实施例中,传感器74可以被配置成测量接近臭氧水导管72的臭氧浓度,但是本领域技术人员将理解,本文公开的各种臭氧水输送系统可以包含一个或多个定位在臭氧水输送系统内的不同位置处的传感器74,所述传感器74被配置成测量臭氧浓度、二氧化碳浓度、流速、温度等。传感器74可以通过至少一个处理器导管76与至少一个处理器78连通。进一步地,处理器78可以通过处理器导管76与UPW源34、阀44、指示器46、气体源60、阀64和指示器66中的至少一个连通。因此,处理器78可以被配置成从UPW源34、阀44、指示器46、气体源60、质量流量控制器64、指示器66和传感器74中的至少一个接收数据并向其提供数据。因此,处理器78可以被配置成通过贯穿系统使用的传感器、UPW源、阀、质量流量控制器、气体源等允许、限制和/或以其它方式控制超纯水、混合气体和/或臭氧水在系统内的流量。在使用期间,处理器78可以被配置成监测臭氧浓度、水流速和臭氧水的类似特性以及如接触装置32内的压力、UPW源34内的压力等操作特性。进一步地,处理器78可以被配置成相应地选择性地改变UPW源34、质量阀44、指示器46、气体源60、阀64、指示器66和传感器74的性能。接触装置32中的压力可以由处理器78控制至有效恒定值。接触装置32的压力可以被配置成介于1巴与4巴之间,如介于1.8巴与2.5巴之间,但是本领域的技术人员将理解,接触装置32内的压力可以取决于应用而更高或更低。图7以图形方式示出了使用图3和4所示出的架构的CO₂液体浓度和CO₂气体浓度轮廓。本领域技术人员将理解,图5和6所示出的实施例将生成CO₂液体浓度和CO₂气体浓度的类似图形表示。如所示出的,接触装置32内的CO₂分布比使用图1所示出的现有技术逆流架构的填充柱接触装置3中的二氧化碳浓度轮廓更均匀。进一步地,本领域技术人员将理解,由于运输过程的原理相似性,包含膜接触装置的架构经受与使用图1所示出的现有技术逆流架构的填充柱接触装置3中的二氧化碳浓度轮廓类似的二氧化碳浓度轮廓不均匀性。

[0030] 图6示出了包含两个臭氧传感器的臭氧水输送系统的实施例,但是本领域技术人员将理解,可以使用任何数量的传感器。在一个实施例中,第一传感器74可以被配置成连续地操作并且可以与可控阀212和处理器78协作控制输出的臭氧水72中的臭氧浓度。任选地,在展示的实施例中,臭氧水输送系统30可以包含至少第二传感器204(例如,臭氧测量装置)。在一个实施例中,第二传感器204可以被配置成控制测量装置74的准确度。在另一个实

施例中,第二传感器204可以被配置成测量臭氧水输送系统30的输出的任何种类的特性。例如,第二传感器204可以被配置成测量导管72中的溶解臭氧浓度并且与处理器78协作将由第一传感器74测量的臭氧浓度与由第二传感器204测量的臭氧浓度进行比较并且当存在偏差时相应地调整第一传感器74的零点。在一个实施例中,例如在用新鲜的臭氧水填充臭氧传感器204之后,可以使用至少一个阀213来选择性地控制系统内的流量状况。任选地,在传感器204中保持停滞的水的臭氧浓度则将由控制器78随时间推移进行追踪。衰减速率可以从臭氧浓度曲线随时间推移计算。此后,可以由控制器78基于测量的臭氧衰减速率来控制供应的二氧化碳的量,以便在处理后的目标表面处实现期望的臭氧反应性。在一个实施例中,可以使用一个或多个臭氧传感器204(光学传感器、可见光传感器、IR传感器、UV传感器等)。例如,臭氧传感器204可以配置成基于可见光吸收来测量臭氧。第二传感器204可以被配置成作为被配置成在给定时间测量供应的水中的臭氧浓度的参考传感器操作。然后可以比较两个传感器的测量值。因此,这种布置允许第一传感器74的连续操作而不会由于用不含溶解臭氧的水填充传感器以重新校准零点而中断,由于正常运行时间量较高,这对整个系统在经济上是有利的。

[0031] 图8和9示出了臭氧水输送系统的另一个实施例。如所示出的,臭氧水输送系统100包含第一接触装置102a和至少第二接触装置102b。在一个实施例中,第一接触装置102a、第二接触装置102b或两者包括填充柱架构。任选地,第一接触装置102a和/或第二接触装置102b中的至少一个不需要包括填充柱架构。例如,至少一个第一接触装置102a和/或第二接触装置102b可以包括基于膜的装置或至少一个膜组件。第一接触装置102a可以通过至少一个超纯水导管106(下文中为UPW导管106)与至少一个超纯水源104(下文中为UPW 104)流体连通。同样,尽管未在图8和9中示出,但本领域技术人员将理解,耦接构件106上可以包含一个或多个控制器、阀装置、传感器、指示器等。

[0032] 再次参考图8和9,至少一个气体源130可以通过至少一个气体导管112与UPW源104、UPW导管106和/或接触装置102a中的至少一个连通。在展示的实施例中,气体源130耦接至少一个气体导管112,所述至少一个气体导管通过至少一个耦接构件118耦接到UPW导管106。像先前的实施例一样,流过UPW导管106的超纯水与气体导管112内的气体反应以形成至少一种反应溶液。进一步地,像UPW导管106一样,气体导管112可以包含在其上的或与其连通的一个或多个控制器、阀装置、质量流量控制器、传感器、指示器等。例如,在展示的实施例中,气体导管112在其上包含两(2)个阀114和一(1)个指示器116以防止水和/或气体回流到气体源130中;但本领域技术人员将理解,对于任何种类的应用,任何数量的阀、指示器、控制器等可以包含在气体导管112上或与所述气体导管连通。

[0033] 任选地,气体源130可以被配置成在超纯水导管106内流动的超纯水经由至少一个溶液导管120进入第一接触装置102a之前将二氧化碳(CO₂)输送到超纯水以形成二氧化碳水溶液。本领域技术人员将理解,气体源130和气体导管112可以被配置成以任何期望的流速向在UPW导管106内流动的超纯水提供二氧化碳流。例如,在一个实施例中,气体源130和气体导管112可以被配置成独立于超纯水的流速以恒定的流速向在UPW导管106内流动的超纯水提供二氧化碳流。

[0034] 再次参考图8和9,气体源130可以通过至少一个混合气体导管132与第二接触装置102b连通。像先前的实施例一样,气体源130可以耦接到至少一个臭氧发生器、与至少一个

臭氧发生器连通或在其中包含至少一个臭氧发生器。在展示的实施例中,单个气体源130与第二接触装置102b流体连通,但是可以使用任何数量的气体源130。像先前的实施例一样,图7和8中示出的气体源130可以被配置成向接触装置32提供由氧气(O₂)、臭氧(O₃)和二氧化碳(CO₂)组成的混合气体。在替代性实施例中,多个气体源130可以耦接到第二接触装置102b或以其它方式与所述第二接触装置流体连通。例如,氧气(O₂)、臭氧(O₃)和二氧化碳(CO₂)的单独源可以各自耦接到混合气体导管132,使得混合气体导管132将混合气体混合并从单独源运输到第二接触装置102b。如图7和8所示出的,至少一个阀、质量流量控制器、指示器、传感器等可以定位在混合气体导管132上或与所述混合气体导管连通。例如,图7和8所示出的臭氧水输送系统100的实施例上包含被配置成防止水和/或气体回流到气体源130中的两(2)个阀134和一(1)个指示器136,但是本领域技术人员将理解,任何数量或阀、质量流量控制器、指示器、传感器等可以耦接到混合气体导管132或与所述混合气体导管连通。

[0035] 在使用期间,二氧化碳水溶液通过溶液导管120引入第一接触装置102a中。此外,来自混合气体导管132的混合气体引入第二接触装置102b中。一些混合气体通过与第一接触装置102a和第二接触装置102b流体连通的至少一个废气耦接导管164从第二接触装置102b引导到第一接触装置102a。来自第二接触装置102b的混合气体可以引入第一接触装置102a中并且与第一接触装置102a内的二氧化碳水溶液反应,由此将混合气体内的臭氧溶解在二氧化碳水溶液中以提供溶解臭氧/UPW溶液。第一接触装置102a内的溶解臭氧/UPW溶液可以通过至少一个第一接触装置导管152从第一接触装置102a中去除并流入第二接触装置102b中,同时废气166通过至少一个第一接触装置废气导管168从第一接触装置102a中去除。在展示的实施例中,可以使用至少一个泵150通过第一接触装置导管152将溶解臭氧/UPW溶液从第一接触装置102a引导到第二接触装置102b。

[0036] 再次参考图8和9,在来自气体源130的混合气体存在的情况下,将来自第一接触装置102a的溶解臭氧/UPW溶液引导到第二接触装置102b中。因此,第二接触装置102b内的臭氧混合气体溶解在溶解臭氧/UPW溶液中,由此导致更高浓度的溶解臭氧160,所述溶解臭氧可以通过至少一个第二接触装置输出导管162从第二接触装置102b输出。本领域技术人员将理解,尽管图7和8示出了串联耦接的第一接触装置和第二接触装置,但是第一接触装置和第二接触装置可以以任何期望的配置进行耦接。

[0037] 任选地,图9示出了其中具有至少一个处理器的图8中示出的臭氧水输送系统100的替代性实施例。像上文描述的先前实施例一样,至少一个传感器、指示器、阀等可以定位在第二接触装置输出导管162上。例如,在展示的实施例中,传感器170耦接到第二接触装置输出导管162,但本领域技术人员任何种类的其它部件如压力传感器或液位传感器可以类似地包含在内。传感器170可以通过至少一个处理器导管172与至少一个处理器174连通。进一步地,处理器174可以通过处理器导管172与UPW源104、质量流量控制器114、指示器116、气体源130、质量流量控制器134、泵150和指示器136中的至少一个连通。因此,处理器174可以被配置成从UPW源104、质量流量控制器114、指示器116、气体源130、质量流量控制器134、指示器136和传感器170中的至少一个接收数据并向其提供数据。在使用期间,处理器174可以被配置成监测溶解臭氧浓度和臭氧水的类似特性并相应地选择性地改变UPW源104、质量流量控制器114、指示器116、气体源130、质量流量控制器134、泵150和传感器170的性能。可

以控制泵150以将接触装置102b的压力设置成比接触装置102a高0.1巴到1巴,如高0.2巴到0.7巴,但是本领域技术人员将理解,接触装置102b可以在任何期望的压力下操作。因此,尽管未在图9中示出,但是本领域技术人员将理解,泵150可以与处理器174连通。第二接触装置102b中的压力将由处理器174控制至有效恒定值。第二接触装置102b的压力可以被配置成介于1巴与4巴之间,如介于1.8巴与2.5巴之间。

[0038] 本文公开的实施例是对本发明的原理的说明。可以采用在本发明的范围内的其它修改。因此,本申请中公开的装置不限于精确地如本文所示出和描述的装置。

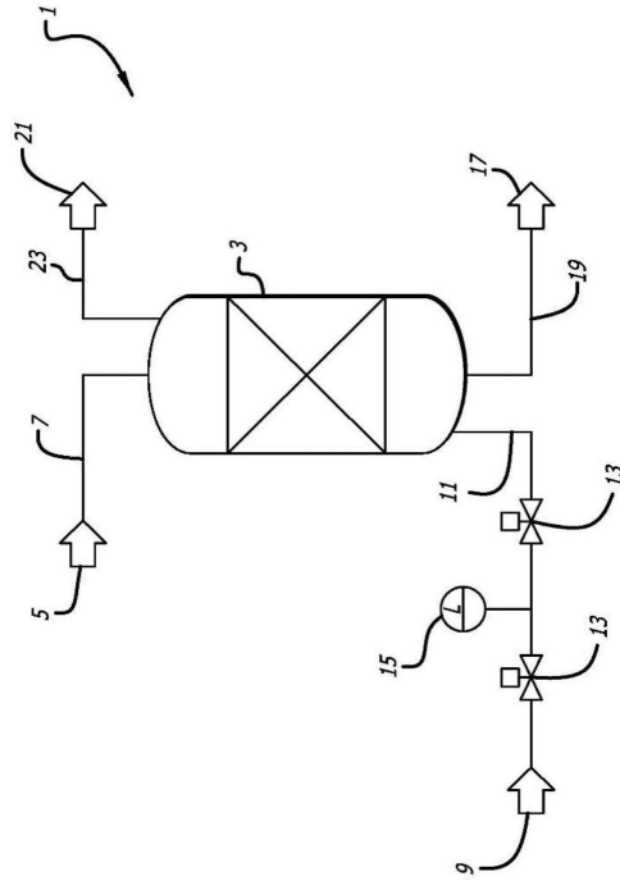


图1 (现有技术)

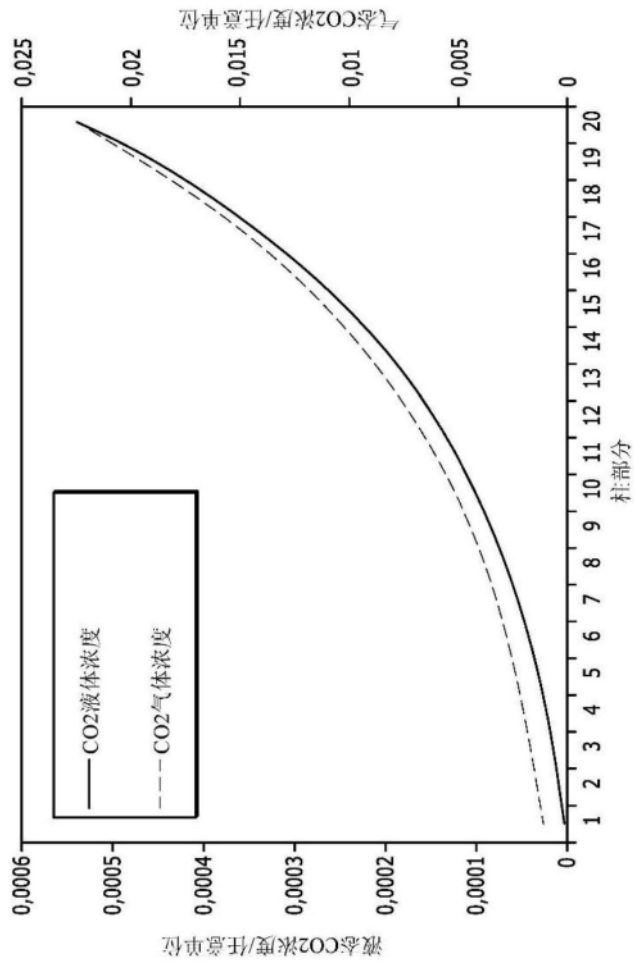


图2 (现有技术)

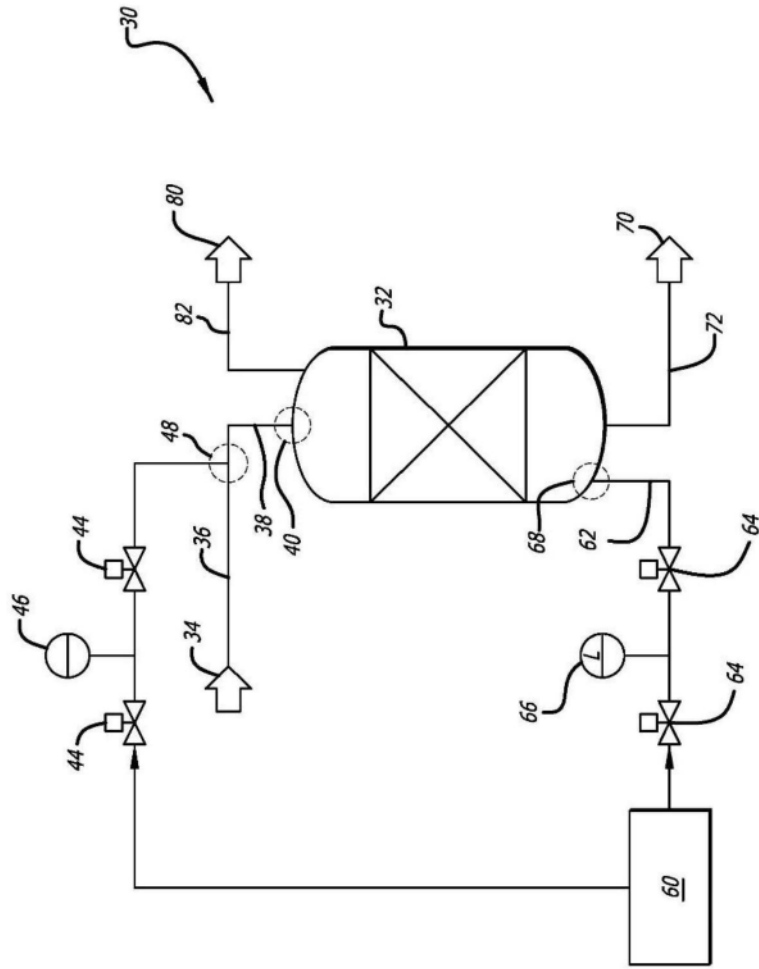


图3

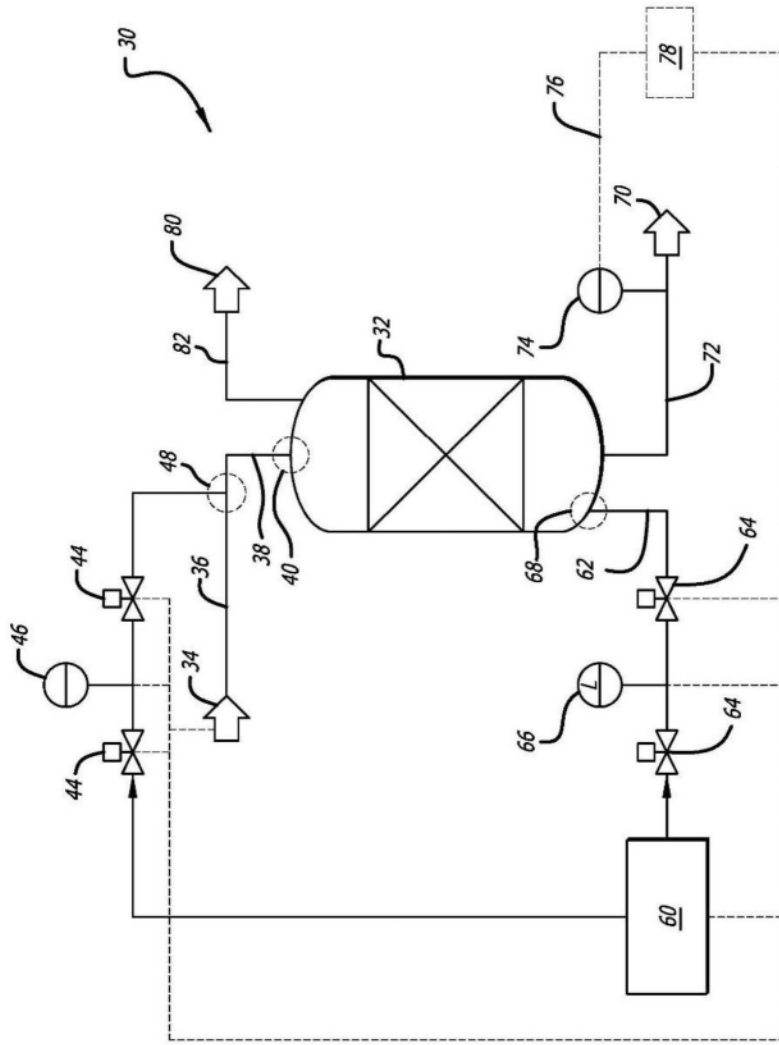


图4

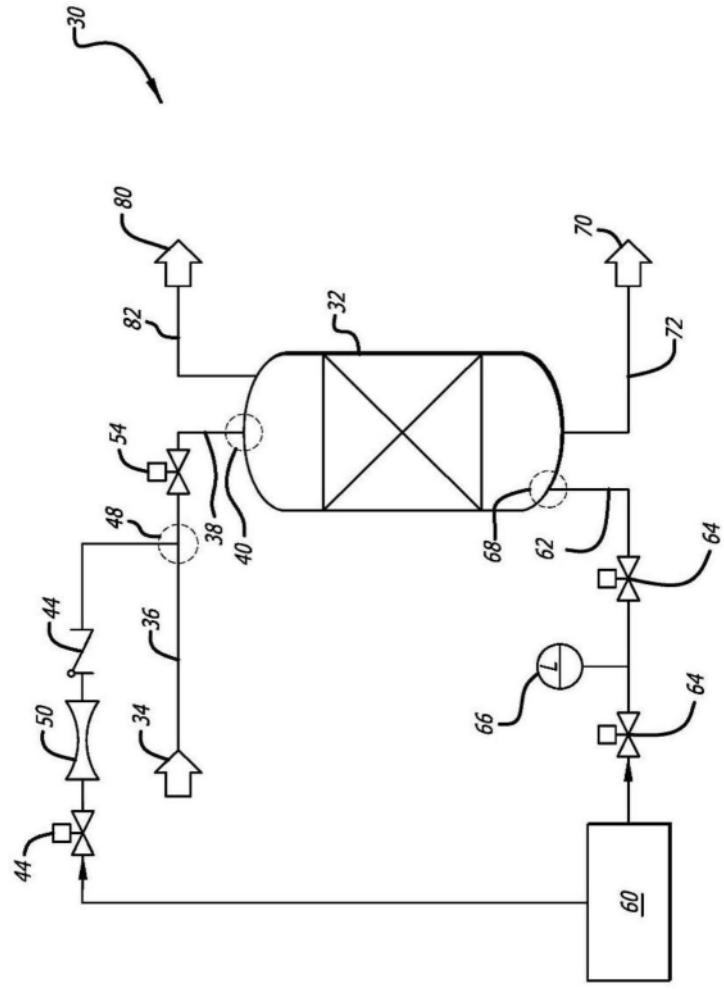


图5

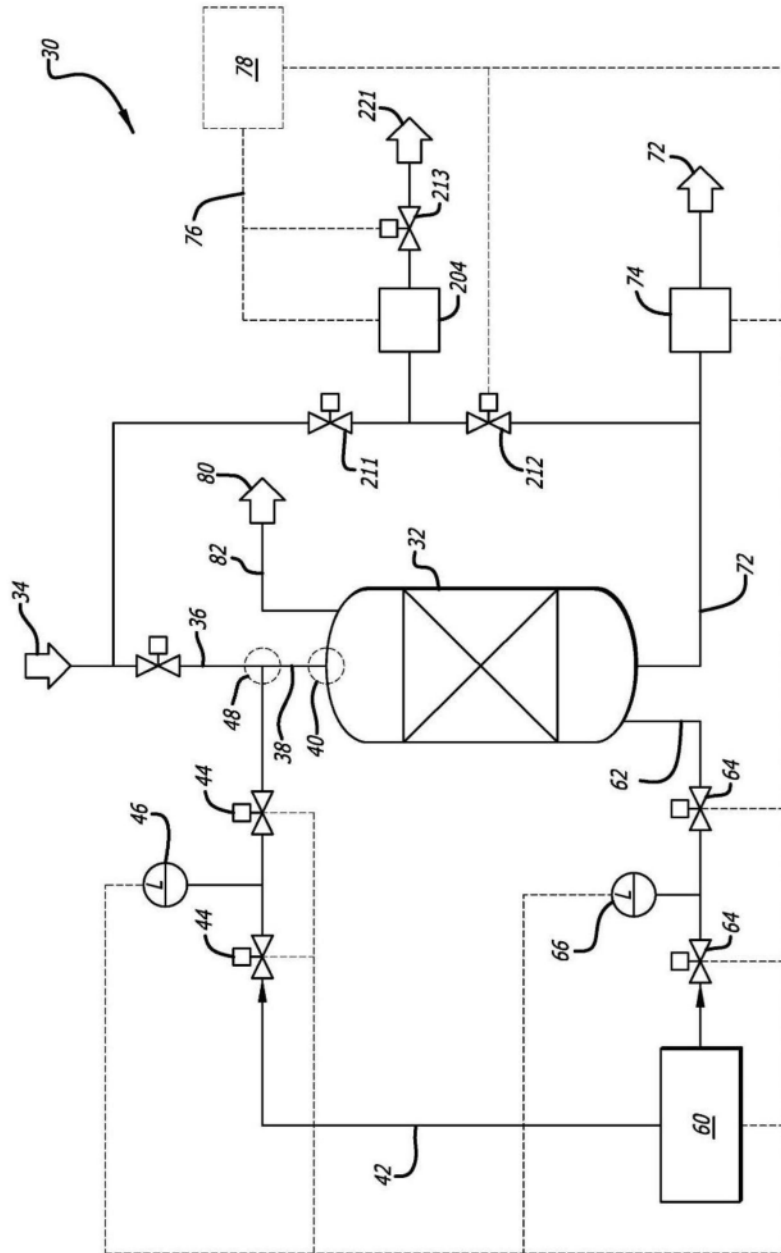


图6

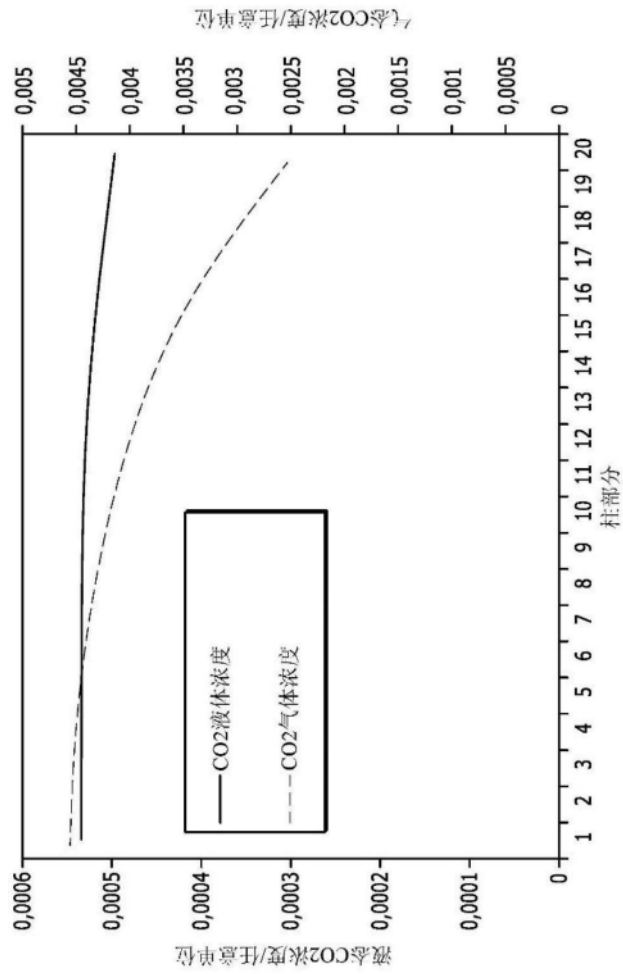


图7

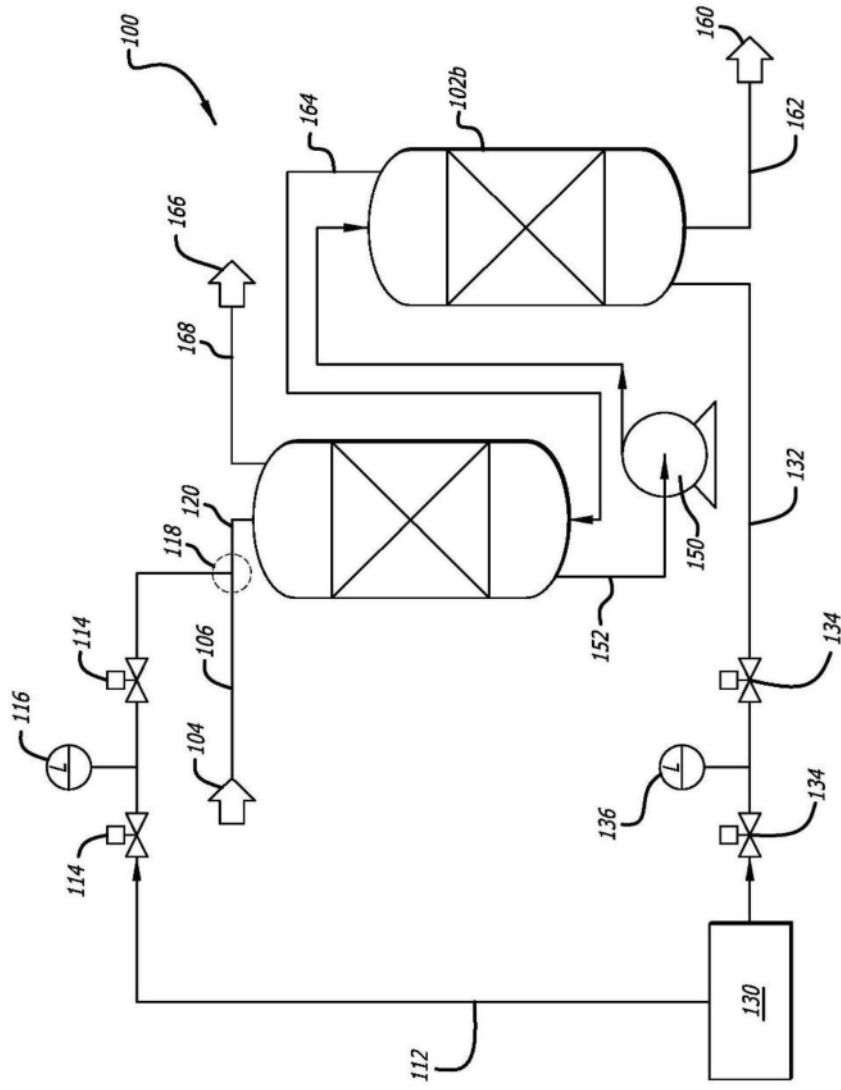


图8

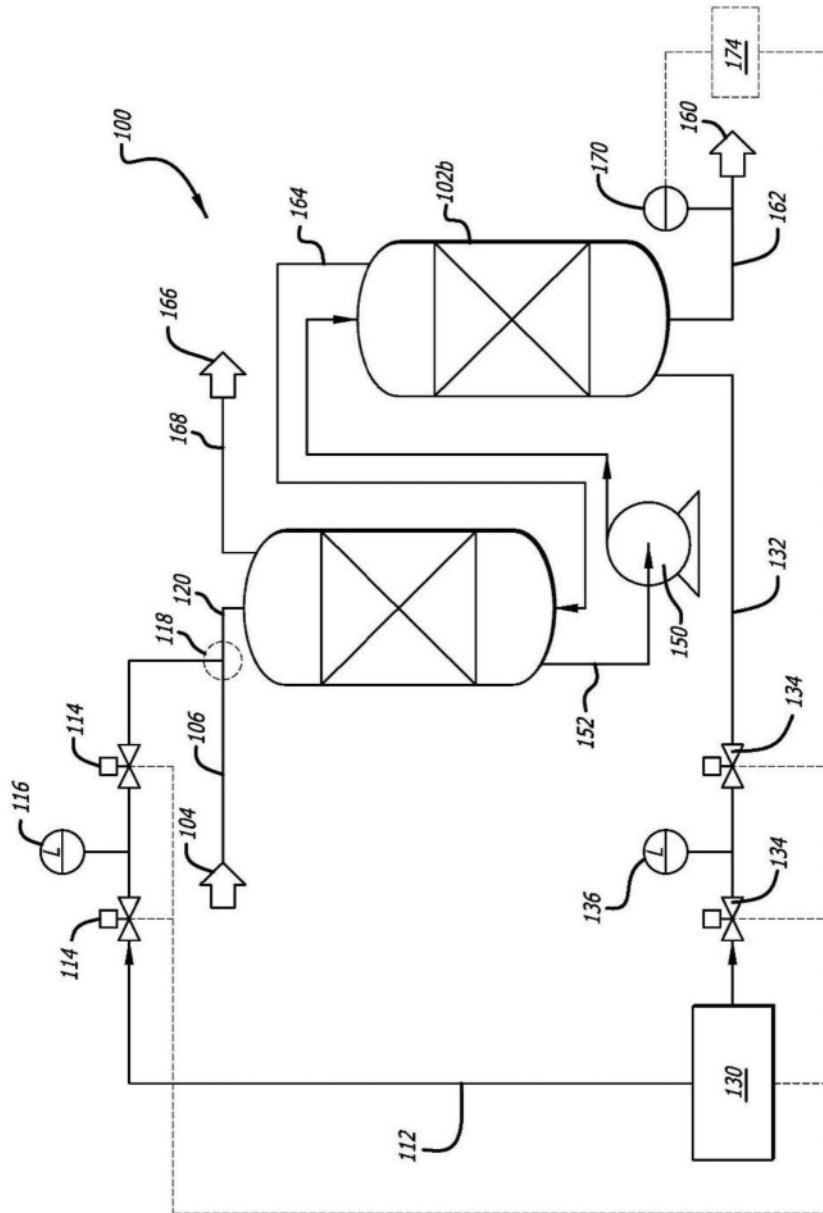


图9