



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102753251 B

(45)授权公告日 2016.11.16

(21)申请号 201080056788.8

(72)发明人 R·希尔比希

(22)申请日 2010.12.14

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

(65)同一申请的已公布的文献号

72002

申请公布号 CN 102753251 A

代理人 王英 刘炳胜

(43)申请公布日 2012.10.24

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

B01D 53/22(2006.01)

09179682.1 2009.12.17 EP

B01D 53/32(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

A61M 16/10(2006.01)

2012.06.14

C01B 13/02(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

(56)对比文件

PCT/IB2010/055787 2010.12.14

US 5753007 A, 1998.05.19,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02011/073889 EN 2011.06.23

US 2005/0188748 A1, 2005.09.01,

(73)专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

审查员 王文娟

地址 荷兰艾恩德霍芬

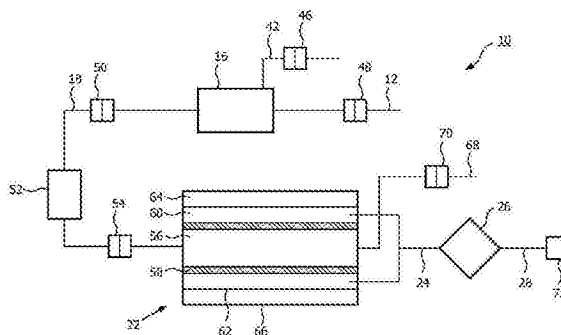
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

利用等离子泵和膜的氧气分离方法和系统

(57)摘要

本发明涉及一种用于从包含氧气的气体中分离氧气的方法,所述方法包括如下步骤:在等离子泵(16)中压缩和加热所述包含氧气的气体,将经加热和压缩的包含氧气的气体引导至致密无机膜(58)的主侧面,从而由所述包含氧气的气体将所述无机膜加热到氧气能透过的温度,以及在所述无机膜(58)的主侧面和次侧面之间产生压力差,其中,产生了穿过所述无机膜(58)的氧气流,由此从所述包含氧气的气体中分离氧气。



1. 一种从包含氧气的气体中分离氧气的方法,所述方法包括如下步骤:
在等离子泵(16)中压缩和加热所述包含氧气的气体,
将经加热和压缩的包含氧气的气体引导至致密无机膜(58)的主侧面,从而
由所述包含氧气的气体将所述无机膜(58)加热到氧气能透过的温度,以及
在所述无机膜(58)的所述主侧面和次侧面之间产生压力差,其中
产生了通过所述无机膜(58)的氧气流,由此从所述包含氧气的气体中分离氧气。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,使用空气作为包含氧气的气体。
3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,将所述包含氧气的气体压缩到 ≥ 2.5 巴的范围,以在所述次侧面上直接得到高于大气压的氧气压力。
4. 根据权利要求3所述的方法,其中,将所述包含氧气的气体压缩到5巴的范围。
5. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,将所述包含氧气的气体加热到 $\geq 900\text{K}$ 并且 $\leq 1300\text{K}$ 的温度范围。
6. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,在分离之后对氧气进行冷却。
7. 一种氧气分离装置(10),包括:
等离子泵(16),其用于压缩和加热包含氧气的气体,以及
膜单元(22),其具有致密无机膜(58),其中
经由管路(18)连接所述等离子泵(16)和所述膜单元(22),所述管路被设计成将经加热
和压缩的包含氧气的气体从所述等离子泵(16)引导至所述膜单元(22),并且
所述致密无机膜被设计成从所述包含氧气的气体中分离氧气。
8. 根据权利要求7所述的装置(10),其中,以管状形状形成所述无机膜(58)。
9. 根据权利要求7或8所述的装置(10),其中,所述装置(10)包括被布置在所述膜单元(22)的下游的冷却器(26)。
10. 根据权利要求7或8所述的装置(10),其中,在所述等离子泵(16)的下游提供气体贮存器(52)。
11. 根据权利要求7或8所述的装置(10),其中,所述无机膜(58)被固定到形成多孔膜的支撑物。
12. 根据权利要求7或8所述的装置(10),还包括内部壳体(62),其中在所述无机膜(58)与
所述内部壳体(62)之间限定外部管路(60),并且在所述内部壳体(62)的外部提供热隔离(64)。
13. 根据权利要求12所述的装置(10),其中,所述热隔离(64)被设计为真空的。

利用等离子泵和膜的氧气分离方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及氧气分离的领域。更具体而言,本发明涉及用于治疗应用的氧气分离,尤其在家庭护理领域。

背景技术

[0002] 氧气疗法是施予氧气作为治疗模式。因为氧气是细胞新陈代谢的关键,并且继而组织氧化作用是所有生理功能的关键,氧气疗法出于各种目的被广泛用于慢性和急性患者护理中。氧气疗法应当被用于通过增加对肺的氧气供应并由此增加对身体组织的氧气的可用量来使患者获益,尤其是在患者经受组织缺氧和/或血氧过低时。氧气疗法可以被用于医院或家庭护理两者的应用中。氧气疗法的主要家庭护理应用是针对患有严重慢性阻塞性肺病(COPD)的患者。

[0003] 氧气可以通过若干种方式来施予。氧气施予的优选方式是所谓的氧气的按需生成。就此而言,商业解决方案,分别为所谓的氧气浓缩器或分离器,是众所周知的。这些氧气浓缩器大多从包含氧气的气体中分离氧气,从而根据需要,即在使用之前直接提供氧气。多数已知的氧气浓缩器需要压缩器以压缩包含氧气的气体。此外,必须生成氧气,优选为纯氧。多数已知的氧气浓缩器因此包括用于从包含氧气的气体分离氧气的有机膜。

[0004] 已知的氧气浓缩器的主要缺点是低成本和就噪声而言受限的方便性。此外,包含氧气的气体的不希望的分,主要是氮气,在膜上被吸收,由此引起所谓的摇摆过程(swing process)的必要条件,通过该过程,所吸收的气体从膜上释出。在解吸步骤期间,不可能分离氧气,因此,希望有两个膜,而这会进一步增加成本。除此之外,所述压缩器大多是有噪音的,导致方便性降低,尤其是在整夜使用该氧气浓缩器时。此外,所生成的氧气是非无菌的,因此,进一步的消毒措施常常是希望的或是必要的。

[0005] 常规的氧气浓缩器庞大、笨重并且需要患者和家庭护理提供者进行日常维护。这样的装置产生噪声和热。此外,希望减少经常性采购成本的成本价格和服务的成本价格(压缩器单元的贡献显著)。

[0006] 定义

[0007] 术语“致密膜”,如本文中所使用的,应当是指对氧气能透过但对其他气体(尤其是对氮气)不能透过的膜。

[0008] 术语“包含氧气的气体”,如本文中所使用的,应当是指至少部分包括氧气的任何气体。

[0009] 术语膜的“主侧面”,如本文中所使用的,应当是指膜的通向等离子泵的侧面。

[0010] 术语膜的“次侧面”,如本文中所使用的,应当是指膜的通向膜单元出口的侧面。

发明内容

[0011] 本发明的目的是提供一种分离氧气的方法,其节省成本并改善了关于维护和噪声的方便性。

[0012] 可以通过从包含氧气的气体中分离氧气的方法来实现这一目的,所述方法包括如下步骤:在等离子泵中对包含氧气的气体进行压缩和加热,将经加热和压缩的包含氧气的气体引导至致密无机膜的主侧面,由此通过包含氧气的气体将所述无机膜加热到氧气能透过的温度,以及在无机膜的主侧面和次侧面之间产生压力差,其中,产生穿过无机膜的氧气流,由此从包含氧气的气体中分离氧气。

[0013] 本发明基于意想不到的发现,即,在等离子泵中加热和压缩包含氧气的气体与通过无机膜分离氧气的组合导致了令人惊奇并且非常有益的协同效应。

[0014] 通过使用等离子泵,在一个步骤中压缩和加热包含氧气的气体。这导致了这样的优点,即这样不要求用于加热经压缩的气体的额外的设备或膜。相反,离开等离子泵的气体具有足够高的温度以加热无机膜,由此实现了通过所述膜的足够高的氧气流。因此,通过利用等离子泵压缩气体,经压缩的包含氧气的气体具有升高的温度,该一般不希望的效应由此能够非常好地与无机膜组合应用。

[0015] 此外,等离子泵运行在噪声减少的情况下,实现了方便性的提高,尤其在家庭护理应用中。通过提供用于加热和压缩包含氧气的气体的等离子泵,所使用的装置具有对家庭护理应用而言尤其有利的减少的尺寸和重量,方便性得到了进一步的改善。

[0016] 另外,通过使用具有等离子泵和无机膜两者的装置,由于这样的装置可以被设计地更为便宜,实现了以较低的成本分离氧气,并且此外,与现有技术中已知的方法相比,提高了能量效率。

[0017] 根据本发明的方法的另一优点是无菌氧气的生成。额外的消毒和无菌化步骤是不必要的。根据本发明,提供了无菌氧气的按需生成。

[0018] 另外,摇摆过程不再是必要的,因为氮气不被无机膜吸收,因此不对氧气的透过条件构成限制。

[0019] 通过利用等离子泵替代从现有技术中已知的压缩器,可以实现成本价格、服务和噪声的增加。

[0020] 在本发明的优选实施例中,空气被用作包含氧气的气体。这在家庭护理应用中尤其是优选的,因为不必储存特殊的包含氧气的气体。

[0021] 在另一实施例中,将包含氧气的气体压缩到 ≥ 2.5 巴的范围,以在次侧面上直接得到高于大气压的氧气压力。这一压力可能足以使足够高的氧气流通过无机膜,提供所生成的纯净氧气的充足的流。就此而言,如果将包含氧气的气体压缩到5巴的范围,这特别有利。

[0022] 在另一实施例中,将包含氧气的气体加热到 $\geq 900\text{K}$ 并且 $\leq 1300\text{K}$ 的温度范围。通过提供相应的经加热的包含氧气的气体,无机膜被加热到足够高的温度以提供针对氧气的充足的透过率性质。

[0023] 在另一实施例中,在分离之后对氧气进行冷却。这实现了对患者的氧气的直接施予。冷却的量因此可以适合于特定的使用。在一些应用中,希望将氧气冷却到室温,而当使用在相对于室温被升高的温度下的氧气时,一些应用是更为有效的。

[0024] 可以通过根据本发明的气体分离装置实现根据本发明的方法,所述装置包括用于压缩和加热包含氧气的气体的等离子泵,以及具有致密无机膜的膜单元,其中,所述等离子泵和膜单元经由管路连接,所述管路被设计成将来自等离子泵的经加热和压缩的包含氧气的气体引导至膜单元,并且所述致密无机膜被设计成从包含氧气的气体中分离氧气。

[0025] 在一个实施例中,以管状形状形成无机膜。这实现了非常稳定的几何结构并且还可以允许形成具有减小的尺寸的膜单元。

[0026] 在另一实施例中,所述装置包括被布置在所述膜单元的下流的冷却器。所述冷却器使得所生成的氧气能够被冷却到适于直接施予给患者的温度。

[0027] 在另一实施例中,气体贮存器在所述等离子泵的下流提供。这实现了包含氧气的气体以及因此纯净氧气的连续流的形成。

[0028] 在另一实施例中,无机膜被固定到形成为多孔膜的支撑物。这实现了非常稳定的构造,无需形成更加稳定的这样的氧气选择性膜,这降低了成本。

[0029] 在另一实施例中,在内部壳体的外部提供热隔离。这实现了更好的热效率并减小了所需的能量输入,由此降低了成本。在本文中,如果热隔离被设计为真空的,这是尤其优选的。这是产生热隔离特别容易和有效的方式。

附图说明

[0030] 根据下文所述的实施例,本发明的这些和其他方面将变得显而易见并得以阐述。

[0031] 在附图中:

[0032] 图1示出了根据本发明的方法的工作原理的示意性框图;

[0033] 图2示出了根据本发明的等离子泵的示意性截面视图;

[0034] 图3示出了根据本发明的膜单元的示意性截面视图。

具体实施方式

[0035] 在图1中,示意性示出了用于从包含氧气的气体中分离氧气的装置10。装置10非常适于例如在家庭护理应用中的氧气治疗。然而,根据本发明的装置10以及方法并不限于治疗应用,而是还适于所有种类的氧气生成。作为另一示范性应用,参考了飞机中的氧气生成。

[0036] 装置10包括用于将包含氧气的气体引导至布置10中的气体入口12。引导包含氧气的气体通过气体入口12进入到等离子泵16中,并且在下文中,气体通过管路18进入用于分离氧气的膜单元22。在膜单元22的下流,管路24可以将所生成的纯净氧气引导至冷却器26,在所述冷却器的下流提供用于施予氧气的出口28。在下文更为详细地描述了装置10。

[0037] 气体入口12将包含氧气的气体引导至功率调制的气体放电(discharge)压缩单元,即等离子泵16。在图2中更为详细地示出了示范性等离子泵16,其非常适用于根据本发明的方法。

[0038] 等离子泵16可以包括具有气体放电装置32的放电室30,用于在放电室30内部生成气体放电。气体放电装置32可以包括通过电容性、电感性、表面波和/或微波耦合来生成气体放电的耦合装置,以及为所述耦合装置提供交变电流的能量源34。所述耦合装置可以包括两个电极36、38,所述电极被布置在气体放电室30的外部,用于电容性耦合,并且所述电极可以由碳形成。优选地,耦合装置被布置在气体放电室30的外部。耦合装置尤其是电极36、38的部件的磨损能够被显著减少。然而,也能够将耦合装置的部件至少部分地布置在放电室的内部。利用能量源34,能够将电压施加在两个电极36、38之间,导致气体放电和放电室30内部的等离子的生成。交变电流允许随着时间维持等离子,通过改变交变电流的幅度,

能够调制等离子体的功率。

[0039] 放电室30还包括气体入口40、第一气体出口42和第二气体出口44。等离子泵16的气体入口40被连接到装置10的气体入口12。第一气体出口42还可以包括排放装置46,其可以被设计为简单的两通阀。所述两通阀在一侧被连接到放电室30,而在另一侧被连接到大气或用于排放气体的贮存器。

[0040] 放电室30还被连接到第二气体出口44,其继而被连接到管路18。为了控制通过气体入口40和第二气体出口44的气体流,入口阀48与气体入口40连接并且出口阀50与第二气体出口44连接(参见图1)。例如,可以使用止回阀或两通阀作为入口阀48和出口阀50。止回阀是优选的因为它们不需要进行控制。通过使入口阀48和出口阀50的操作适配经功率调制的气体放电,能够生成具有特定方向的气体流。

[0041] 通过在如上文所述的放电室30中生成等离子,生成了经加压的包含氧气的气体。在等离子的高功率操作期间,放电室30中的压力能够增加,而在低功率操作或关闭等离子期间,所述压力能够减小。通过在放电室30中运行经功率调制的放电能够获得压力摇摆。

[0042] 在下文中,将以示范性的方式更为详细地描述等离子泵16的操作。

[0043] 在第一步骤中,在近似大气压,例如1巴,以及在近似室温,例如300K,以关闭的排放装置46、入口阀48和出口阀50开始。生成并维持放电室内部的高功率等离子,以得到温度的升高。由于放电室与周围空气隔离,等离子泵16的放电室中的包含氧气的气体被压缩。示范性地,由于由等离子引起气体的温度升高至高达900K的温度,所述压力可能因此被增加到3巴的值。通过打开出口阀50,放电室30中的包含氧气的气体仅能够通过流入管路18而离开室30,由此在放电室30中在达到2100K范围的进一步升高的温度下引起恒定的压力。在特定间隔之后,在第三步骤中,气体排放装置46可以向周围空气打开。在这一阶段期间,放电室30中的压力降到大气压并且温度被增加到大约1550K的温度。在特定间隔之后,放电功率被显著降低或者被切换到导致气体温度下降到大约室温,例如300K。新鲜的包含氧气的气体这时可以通过气体入口12和入口40流入到放电室30中。

[0044] 在另一时间间隔之后,完成循环。如果继续进行,等离子泵16再次以第一步骤开始。如果等离子没有被关掉,能够省去在下一步骤中点燃等离子。

[0045] 可以不与相应的步骤重叠的情况下操作等离子泵16。或者,可以利用重叠的一个或多个步骤来操作等离子泵16。

[0046] 如上文所描述,在燃烧等离子期间气体温度可能非常高。尽管存在导致等离子泵16的壁具有相对于中心轴降低的温度的温度分布,但使用如石英玻璃或铝氧化物的温度稳定材料作为等离子泵的壁材料是有利的。

[0047] 通常,对于等离子泵16,相当小的能量输入是足够的。具体而言,根据温度和膜状况,100W到300W的功率输入可能是足够的。这一功率输入的范围非常适于家庭护理应用。

[0048] 能量源34可以递送具有变化的输出功率的300Hz频率的方波电流I,即可以使电流 $I_{\text{平均}}$ 在300Hz驱动频率的均方根(rms)值在大于 $t=50\text{ms}$ 的时间尺度上变化。对于电子驱动器,高达数安培的电流 $I_{\text{平均}}$ 和数百瓦特的功率是可行的。能量源10也针对开始阶段递送高达20kV的峰值电压以获得气体分解/点燃等离子。

[0049] 在所描述的循环内工作,等离子泵16用作气体泵。尽管等离子泵16工作于不同的循环内,由于工作循环的高频率,其可以生成包含氧气的气体的直接的和连续的流。

[0050] 为了进一步支持连续的流,优选在出口阀50的下游提供气体贮存器52。通过将包含氧气的气体从放电室30压到气体贮存器52的内部,优选通过利用提供贮存器阀54或备选地提供节流孔来增大气体贮存器下游的流阻力,能够生成贮存器52内部的过压力。恒定或几乎恒定的过压力能够用于在管路18中生成包含氧气的气体的连续或几乎连续的流。

[0051] 分别在等离子泵16或贮存器52的下游将所述包含氧气的气体引导至膜单元22。在膜单元22的上游,可以提供阀,所述阀可以是贮存器阀54或额外的阀。当包含氧气的气体的压力不足时,这个阀可以关闭管路18。相反地,当达到了足够高的压力时,所述阀可以打开管路18。因此,可以提供,在 ≥ 2.5 巴的压力下,特别是在5巴的压力下,阀打开,并由此将包含氧气的气体引导至膜单元22。

[0052] 图3示出了膜单元22的截面视图。膜单元22可以具有任何配置。然而,膜单元22的管状形状尤其有利。在其内部,膜单元22包括内部管路56,其与管路18流体相连并允许包含氧气的气体进入膜单元22。内部管路56在其外部被无机膜58限制,无机膜58具有主侧面和次侧面。所述主侧面通向内部管路56并由此通向等离子泵16,而次侧面通向外部管路60。外部管路60在其内部侧面被无机膜58限制,并且在其外部侧面被内部壳体62限制。内部壳体62可以由抗高温材料(例如石英玻璃或陶瓷铝氧化物)制成的管。外部管路60的目的是将经分离的氧气导出膜单元22并因此与管路24流体相连。在内部壳体60的外部,提供热隔离64。这种热隔离优选可以是在内部壳体62和外部壳体66之间提供的真空。还可以在内部壳体62和外部壳体66之间提供惰性气体。在这种情况下,优选可以在内部壳体62和外部壳体66之间提供非常短的距离以实现足够的隔离。然而,所述隔离64可以是从现有技术已知的任何种类的隔离以得到足够的隔离效果。外部壳体66可以被设计为例如基于铝的热屏蔽,以进一步改善隔离。这实际上改善了装置10的能量效率并由此节省了成本。

[0053] 返回参考无机膜58,其目的是从剩余的滞留的流(即包含氧气的气体的剩余组分)中分离氧气,并由此提供氧气流,所述氧气流有利地是100%纯净的氧气流。通常,主要剩余组分是氮气,尤其是当空气被用作包含氧气的气体的情况下。为了得到足够的分离结果,因此必要地,无机膜58是非常致密的。致密无机膜58是对氧气能透过的,但对其他气体(尤其是对氮气)是严格或至少大致上不能透过的。

[0054] 为了实现这些性质,无机膜58可以是固体陶瓷膜,其包括所选择的无机氧化混合物。优选无机膜主要基于钙钛矿或萤石晶体结构。例如,钙钛矿相关的材料 $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$ (BSCF)是非常合适的。这些种类的无机膜的一般性质是它们在室温下对所述气体都是非渗透的,但是当被加热而温度升高时允许氧气分子穿过。大体上,为了实现好的氧气流,同时仅要求小尺寸的膜时,高于700K的温度是必要的。例如,上文提到的BSCF可以在1275K提供 $13\text{ml}/\text{cm}^2\text{min}$ 的氧气流,其中,仅0.2mm的膜厚度是足够的。

[0055] 无机膜可以是输送纯净氧气的膜或者是混合的离子-电子的输送膜。通常,必须施加力以令氧气传输通过所述膜。这可以是电子力。然而,优选地,由于无机膜58的主侧面和次侧面之间的压力差,氧气穿过无机膜58。

[0056] 同时在等离子泵16中对包含氧气的气体的压缩导致了无机膜58的主侧面和次侧面之间的压力差。由于这一效应,生成了在主侧面的增大的氧气分压,其相应地使得氧气流能够穿过无机膜58或传输跨过无机膜58。还可以通过在无机膜58的次侧面上提供减小的压力代替在无机膜58的主侧面或额外地向那里提供增大的压力来使这种流进一步增强。在极

端条件下,可以在无机膜58的次侧面上提供真空以提供通过所述膜58的足够高的氧气流。

[0057] 不在次侧面上使用减小的压力的情况下,优选地,在无机膜58的上游使用 ≥ 2.5 巴的压力,由此在其主侧面上使用 ≥ 2.5 巴的压力。在本文中,尤其优选使用在5巴或 ≤ 5 巴的范围内的压力。依赖无机膜58的温度和后者尺度,可以在出口28处实现与近似1巴的大气压相比适度升高的氧气流。这可以利用相对于现有技术显著减小的包含氧气的气体的压力来实现。根据本发明的压力范围尤其适合于家庭护理应用。

[0058] 显然,无机膜58必须足够稳定以满足如上所述的这些条件。这是尤其重要的,因为优选以非常小的尺寸或厚度形成无机膜58。特别地,通过在无机膜58的主侧面与次侧面之间提供扩展的压力梯度,将无机膜58固定在支撑物上可能是有利的。支撑物可以形成多孔膜,特别是用于粗糙过滤器的厚无机膜。多孔膜在这种情况下指的是对气体能透过并对氧气非选择性的膜。这实现了无机膜58的增强的稳定性,无需形成像这样的更稳定的无机膜。这进一步降低了成本,因为稳定的和形成部件是膜支撑物,其比无机膜58更便宜。

[0059] 如上文所述,有必要对无机膜58进行加热以得到足够的氧气渗透性。根据本发明,这是以用一种容易并且简单的方式实现的。由于提供了用于压缩包含氧气的气体的等离子泵,同时将经压缩的气体加热到足够高的温度范围以将无机膜58加热到其操作温度。示范性的温度范围是 $\geq 700\text{K}$ 的温度。尤其优选对包含氧气的气体进行加热并由此将无机膜加热到 $\geq 900\text{K}$ 到 $\leq 1300\text{K}$ 的范围。在这些温度范围中,可以实现非常合适的氧气流。

[0060] 因此,用于压缩和加热包含氧气的气体的等离子泵16与用于从剩余的滞留的流中分离氧气的无机膜58的组合改善了装置10的能量效率。不必提供用于加热包含氧气的气体并由此加热无机膜的其他装置。这使得根据本发明的装置10降低了成本并进一步增强了尺寸和重量性质,这对于家庭护理应用而言尤其重要。此外,由于在等离子泵中生成的高温,包含氧气的气体被无菌化,因此所述装置是“自清洁”类型的。这具有使所生成的氧气无菌的进一步优点,这对于大量的应用是优选的。

[0061] 返回参考图1,膜单元22还包括出口68,其在一侧连接到内部管路56而在另一侧可以连接到大气。通过出口68,氧气成分降低的气体,尤其是氮气,离开了膜单元22。这是膜单元22的排放气体。如果在内部管路56内部提供压力,出口68可以包括另一阀70,这尤其有利。

[0062] 在膜单元22的下游,可以包括如止回阀的另一阀的管路24被连接到出口28。出口28可以配有口器72等,实现对所生成的氧气的直接施予。因此,可以提供用于获得纯净氧气的充足的流的额外的阀或小压缩器。在管路24的下游,但在出口28的上游,可以任选地提供冷却器26。可以利用周围的空气—(使用通风机等)通过受迫空气流来完成冷却器26的冷却。这可能是必要的,因为在无机膜58的下游氧气仍然具有高的温度,并且这对于大量的应用使所生成的氧气降到(在示范性的情况下)室温是有利的。然而,可能有利的是,不对氧气降温,因为通过利用具有高温的氧气,某些基于氧气的疗法更为有效。

[0063] 尽管已经在附图和先前的说明中详细图示和描述了本发明,这样的图示和说明应当被认为是说明性或示范性的,而非限制性的;本发明并不限于所公开的实施例。本领域技术人员在从对附图、公开和权利要求的研究中实施所要求的本发明时,能够理解并实现对所公开的实施例的其他变型。在权利要求中,“包括”一词不排除其他元件或步骤,不定冠词“一”或“一个”并不排除复述形式。事实上,在相互不同的从属权利要求中所引用的特定措

施并不指示不能有利的使用这些措施的组合。权利要求中的任何参考标记不应被理解为对范围构成限制。

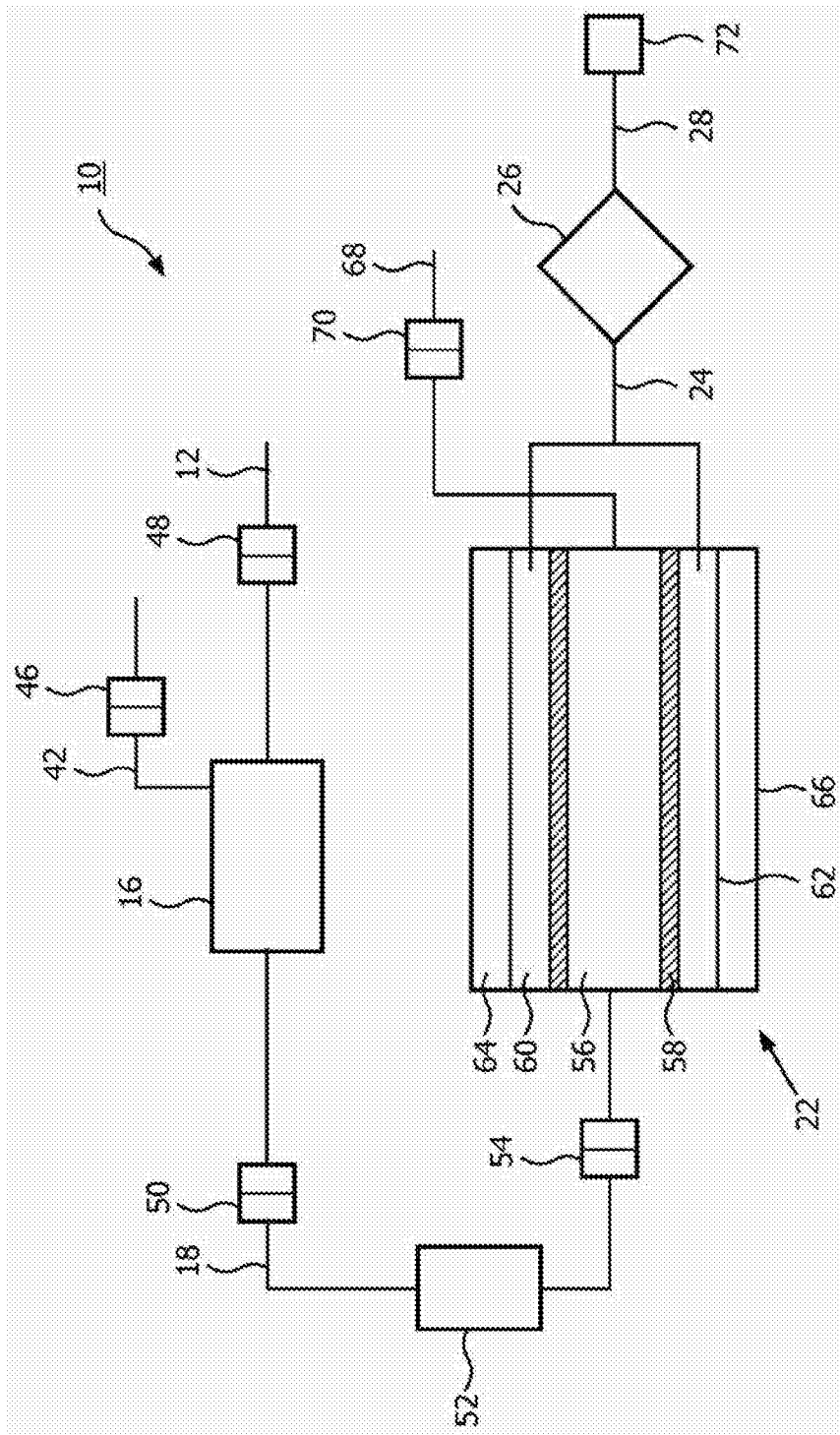


图1

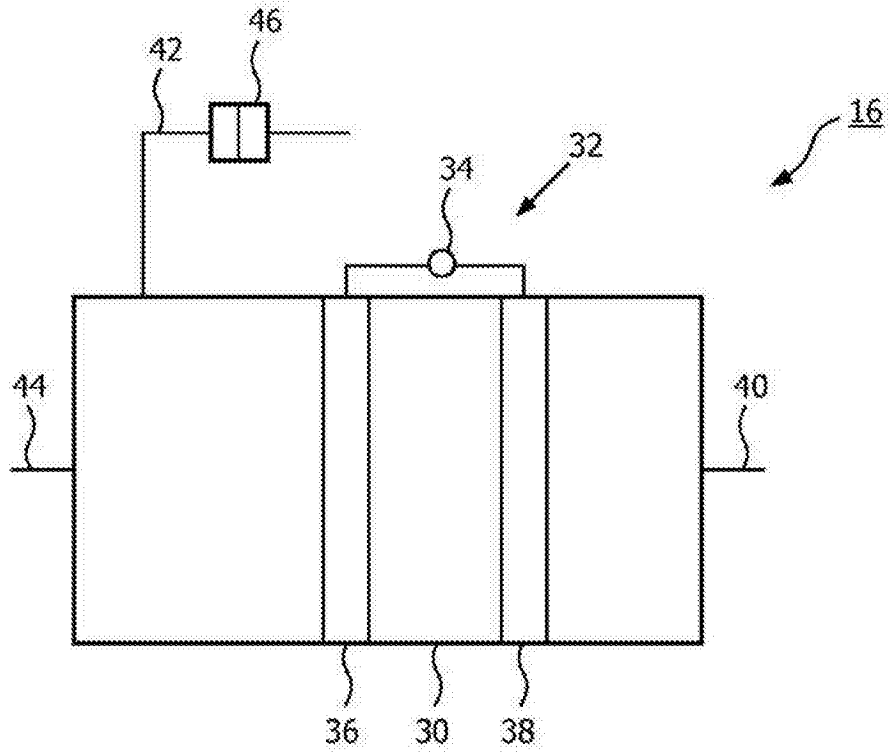


图2

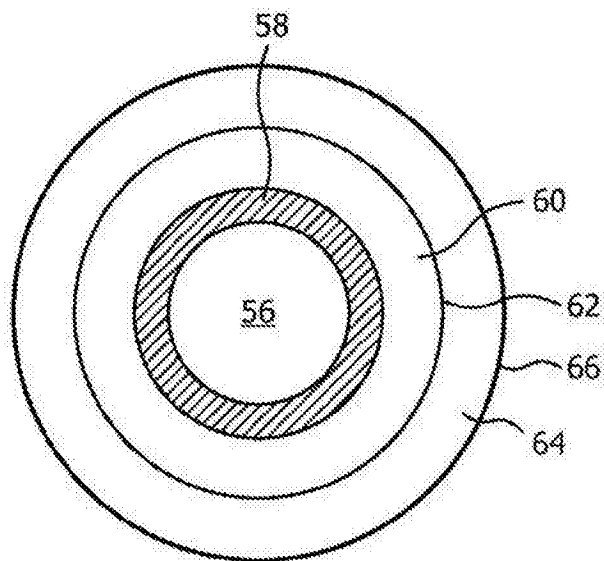


图3