



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103124689 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 29

(21) 申请号 201180045832. X

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22) 申请日 2011. 09. 14

代理人 苗征 于辉

(30) 优先权数据

10178293. 6 2010. 09. 22 EP

11156845. 7 2011. 03. 03 EP

(51) Int. Cl.

C01B 13/02(2006. 01)

C01B 21/24(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 03. 22

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2011/054018 2011. 09. 14

(87) PCT申请的公布数据

W02012/038860 EN 2012. 03. 29

(71) 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 R·希尔比希 A·G·R·克贝尔

C·H·伊格尼

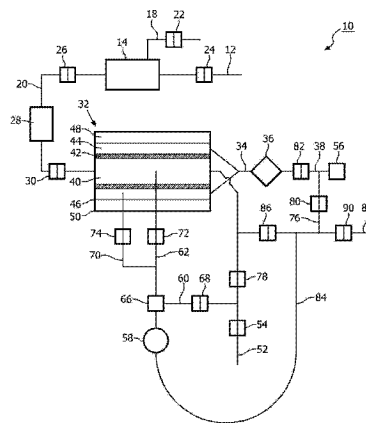
权利要求书2页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

产生氧气和一氧化氮的方法和设备

(57) 摘要

本发明涉及产生包含氧气和一氧化氮的气体的方法。所述方法包括以下步骤：将含氧气的气体引入致密膜(42)的第一侧，将所述膜(42)加热至可透过氧气的温度，在所述膜(42)的第一侧和所述膜(42)的第二侧之间产生压差，其中在所述膜(42)的第二侧处产生氧气气流，并且在所述膜(42)的第一侧处产生贫氧的气体气流。本发明方法还包括以下步骤：提供含有一氧化二氮的气体流，以及将所述含有一氧化二氮的气体加热至产生一氧化氮的温度，由此根据本发明使用在运行所述膜(42)的过程中产生的热量。根据本发明可在一个装置中产生氧气和一氧化氮，其利用多种协同效果，由此是节能的。



1. 产生氧气和一氧化氮的方法,所述方法包括以下步骤:
将含氧气的气体引入致密膜(42)的第一侧,
将所述膜(42)加热至可透过氧气的温度,
在所述膜(42)的第一侧和所述膜(42)的第二侧之间产生压差,其中在所述膜(42)的第二侧处产生氧气气流,并且在所述膜(42)的第一侧处产生贫氧的气体气流,其中所述方法还包括以下步骤:
提供含一氧化二氮的气体流,
将所述含一氧化二氮的气体加热至产生一氧化氮的温度,由此使用在运行所述膜(42)的过程中产生的热量。
2. 权利要求1的方法,其中将所述含一氧化二氮的气体流引入所述氧气气流和所述贫氧的气体气流之一中。
3. 权利要求1的方法,其中压缩所述含氧气的气体,以在所述膜(42)的第一侧和第二侧之间产生压差。
4. 权利要求3的方法,其中通过等离子泵(14)压缩所述含氧气的气体。
5. 权利要求3的方法,其中将所述含氧气的气体压缩至 ≥ 2.5 巴的范围内。
6. 权利要求1的方法,其中通过将一氧化二氮与至少部分的所述贫氧气体混合而形成所述含一氧化二氮的气体。
7. 权利要求1的方法,其中基于一氧化二氮的浓度在 ≤ 2 体积%的范围内的气体产生一氧化氮。
8. 权利要求1的方法,其中使用空气作为所述含氧气的气体。
9. 权利要求1的方法,其中将所述含氧气的气体加热至 $\geq 1000\text{K}$ 和 $\leq 1300\text{K}$ 范围内的温度。
10. 权利要求1的方法,其中将所产生的氧气在分离后冷却。
11. 权利要求1的方法,其中含一氧化二氮的气体的反应时间在 $\geq 10\text{ms}$ 至 $\leq 100\text{s}$ 的范围内。
12. 权利要求1的方法,其中使用的含一氧化二氮的气体的SATP流速为 $\geq 0.01\text{L}_{\text{SATP}}/\text{min}$ 至 $\leq 10\text{L}_{\text{SATP}}/\text{min}$ 。
13. 产生氧气和一氧化氮的设备,所述设备(10)包括:
含氧气的气体源,
致密膜(42),其具有第一侧和第二侧,
用于在所述膜(42)的第一侧和第二侧之间产生压差的装置,和
用于加热所述膜(42)的装置,其中所述设备(10)还包括:
含一氧化二氮的气体源,和
装置,其设计用于使用在运行所述膜(42)的过程中产生的热量,将从含一氧化二氮的气体源排出的含一氧化二氮的气体流加热至产生一氧化氮的温度。
14. 权利要求13的设备,其中所述设计用于加热含一氧化二氮的气体流的装置包括导管(62、70),设置导管(62、70)以将含一氧化二氮的气体引入膜(42)的第一侧或膜(42)的第二侧。
15. 权利要求13的设备,其中所述设计用于加热含一氧化二氮的气体流的装置包括热

交换器。

产生氧气和一氧化氮的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及氧气分离领域。本发明还涉及一氧化氮产生领域。具体地,本发明涉及用于治疗性应用,特别是家庭护理领域的氧气分离和一氧化氮产生。

背景技术

[0002] 氧气治疗是将氧气递送作为治疗模式。在慢性和急性病患护理中它常被用于多种目的,因为它对细胞代谢是必需的,并且进而组织氧化对于所有生理功能是必需的。氧气治疗应当用于通过增加氧气至肺部的供应,并由此增强氧气至机体组织的可得性而使病患获益,特别当病患罹患组织缺氧和/或低血氧时。氧气治疗可用于医院或家庭护理的应用。氧气治疗的主要家庭护理应用是用于患有严重的慢性阻塞性肺疾病(COPD)的病患。

[0003] 氧气可以多种方法递送。氧气递送的一个优选方式是通过使用所谓的按需式产氧。鉴于此,市售的解决方案,所述的氧气浓缩器或分离器是广为人知的。这些氧气浓缩器大多数从含氧气的气体中分离氧气,使得氧气按需提供,即在使用前直接提供。大多数已知的氧气浓缩器需要压缩器以压缩含氧气的气体。此外需产生氧气,优选纯氧。大多数已知的氧气浓缩器由此包括有机膜以将氧气从含氧气的气体中分离。

[0004] 已知的氧气浓缩器的主要缺点是高成本和对于噪音有限的便利性。此外,含氧气气体的不理想的组分,大部分是氮气,吸附在膜上,由此造成需要所谓的摆动过程(swing process),由此使吸附的气体从膜上脱附。在脱附步骤中,不能分离氧气,这是因为需要两个膜,由此进一步增高成本。除此之外,压缩器大部分是有噪音的,导致特别当过夜使用氧气浓缩器时便利性下降。此外,所产生的氧气不是无菌的,由此常需要或必需进一步的消毒手段。

[0005] 从US6,623,714B2已知一种使用陶瓷膜单元从含氧气的气体中分离氧气的方法。根据该方法,将进气流压缩并随后加热,然后将含氧气的经加热和压缩的气流引入通过加热的陶瓷膜。由于位于膜单元上的陶瓷膜的性质,形成氧气渗透物,其由至少部分的包含在经压缩的进气流中的氧气构成,并由此形成截留物,其包含至少部分的所述经压缩进气流的残余组分。

[0006] 但是,特别对于涉及COPD治疗的治疗性应用,已讨论了一定量的一氧化氮增强疗效。因此,除了用于产氧气的设备(arrangement)之外,可提供用于产一氧化氮的设备。一氧化氮或含一氧化氮的气体随后可分别引入氧气气流或含氧气的气体的气流中。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供产生氧气和一氧化氮的方法和设备,其易于实施,节约成本和/或在维护和噪音方面是有利的。

[0008] 这些目的通过产生氧气和一氧化氮的方法实现,所述方法包括以下步骤:将含氧气的气体引入致密膜的第一侧,将所述膜加热至可透过氧气的温度,在所述膜的第一侧和所述膜的第二侧之间产生压差,其中在所述膜的第二侧产生氧气气流,在所述膜的第一侧

产生贫氧气气流,其中所述方法还包括以下步骤:提供含一氧化氮的气体流,将所述含一氧化氮的气体加热至产生一氧化氮的温度,由此使用在运行所述膜的过程中产生的热。

[0009] 本文使用的术语“致密膜”应是指可透过氧气,但不透过其他气体,特别是氮气的膜。由此,致密膜适于从含氧气的气体分离氧气,由此产生纯氧或基本上纯的氧气。此外,本文使用的术语“含氧气的气体”应是指至少部分包含氧气的任何气体,而本文使用的术语“包含一氧化氮的气体”应是指任何至少部分包含一氧化氮的任何气体。此外,本文使用的术语“膜的第一侧”应是指朝向将含氧气的气体引入膜的方向的膜的一侧,而本文使用的术语“膜的第二侧”应是指朝向相反侧的膜的一侧,即是指所产生的纯氧所在的一侧。

[0010] 此外,将含一氧化氮的气体加热至产生一氧化氮的温度,由此使用在运行所述膜的过程中产生的热的步骤应表示将为了将膜加热至它的运行温度所产生的热用于加热含一氧化氮的气体。具体地,在通过加热装置加热膜的情况中,可将所述加热装置用于加热含一氧化氮的气体或可使用经加热的膜。通过加热含氧气的气体,并使含氧气气体与膜接触而间接加热膜的情况中,将热气体用于加热含一氧化氮的气体。加热作用由此可直接实施,例如通过将含一氧化氮的气体与热气体接触或与膜的邻近处接触,或者通过使用热交换器间接实施。

[0011] 根据本发明,纯氧的产生由此与一氧化氮的产生组合在一个装置中,并且基本在一个步骤中。这使得可以提供非常有益的协同效果。具体地,产生一氧化氮的反应基于一氧化二氮作为原料。在该情况中,反应需要加热一氧化二氮或含一氧化二氮的气体的能量,特别以升温形式。存在该能量或这些升温,这是由于致密膜需要升温以从含氧气的气体中、或其剩余组分中分离氧气,特别在使用无机膜的情况中。因此,通过使用运行膜的过程中产生的热,还加热含一氧化二氮的气体。由此,可省略用于加热含一氧化二氮的气体的加热装置,使得使用显著降低的能量实施本发明方法。

[0012] 此外,特别通过使用致密的无机膜。可提供具有高纯度的氧气,高纯度取决于所使用的膜和调节的反应条件可大于 99% 且至多 100%。为了加热膜,并由此使膜可透过合适量的氧气,可提供加热装置。但是,优选仅通过将含氧气的气体加热至合适的量而加热膜。因此,膜可例如通过加热装置直接加热,或者例如通过经加热的气体气流间接加热。

[0013] 此外,对于一氧化氮的产生,根据本发明,所述方法以一氧化二氮作为前体开始进行。该前体的使用是非常有益的。首先,它是廉价的,使得本发明方法以节约成本的方式实施。此外,一氧化二氮是惰性气体。这使得可以安全地将其在例如气瓶等中储存几乎无限长的时间。在储存期间,没有形成不理想的副产物的危险,特别是没有形成有毒的氮氧化物的危险。此外,一氧化二氮本身在宽浓度范围下是无毒的。这提供本发明方法甚至对于治疗性应用也可原位实施的益处。如果一些或甚至主要量的一氧化二氮在工艺气体中保持未反应,通过向病患递送所形成的含一氧化氮的气体将不出现健康危险,这是因为当一氧化二氮与各膜反应室中产生气体气流混合时,所使用的一氧化二氮的浓度将为有限浓度。

[0014] 此外,在本发明方法过程中除了一氧化氮和二氧化氮之外不形成其他的产物(radicals)。这使得以明确限定的方式实施,并具有明确限定的产物。几乎没有不理想的副反应出现而使所产生的气体变差。

[0015] 此外,应注意的是,根据本发明,在所述方法的各步骤中,含一氧化氮的气体中的二氧化氮的浓度总是低于安全限。由此,甚至对于治疗性应用通过原位使用本发明方法也

没有健康危险。该效果主要是由于所产生的包含一氧化氮的气体将被加热至致密膜工作的温度范围。但在这些温度下,热动力学上抑制二氧化氮的形成。具体地,特别在高于 600K 的温度下,抑制二氧化氮的形成。

[0016] 此外,由于一氧化氮的输出浓度是一氧化二氮的初始浓度的特定分数,所得的含一氧化氮的气体提供明确限定的一氧化氮浓度。该浓度还可通过改变工艺参数非常良好地调节。甚至通过使用低的一氧化二氮的初始浓度,所述一氧化氮的浓度由此可非常良好地适应一些期待的应用。特别地,所得的浓度分别覆盖用于治疗性应用或医学应用的范围。

[0017] 将所述含一氧化二氮的气体加热至足够高以使一氧化二氮反应而形成一氧化氮的步骤由此能够在不使用催化剂下使一氧化二氮转化为一氧化氮。这是特别有利的,因为催化剂很可能催化不理想的副反应。特别地,氮气和氧气的反应将被催化剂活化。

[0018] 在本发明的一个优选实施方案中,将所述含一氧化二氮的气体引入氧气气流和贫氧气的气体气流之一中。该实施方案使得可直接将含一氧化二氮的气体气流与氧气或贫氧气气流混合而使得能够进行各种各样的应用。此外,特别在加热这些气体气流以加热膜的情况下,含一氧化二氮的气体的加热步骤是特别有效的。含一氧化二氮的气体由此在产生过程之后可直接引入并与各气体气流混合,所述产生过程即当气体气流在膜的第一侧消耗氧气,或当在膜的第二侧产生氧气气流。例如,含一氧化二氮的气体流可引入位于膜的第一侧的第一膜室中、或引入位于膜的第二侧的第二膜室中。

[0019] 对于膜的第一侧或第一膜室,将含一氧化二氮的气体引入朝向含氧气的气体源的膜的一侧。该实施方案可在主要组分是氮气的气氛中形成含一氧化氮的气体,这是由于该气氛是贫氧的。这大幅降低在热气氛和冷气氛中将形成的二氧化氮的危险。实际上,可基本抑制二氧化氮的形成。由此,可将所产生的含一氧化氮的气体储存在例如气瓶中,以便在不同的时间点使用它。可选地,可直接使用含一氧化氮的气体。因此,可将它引入所产生的氧气气流中。这可以不同浓度产生含氧气和一氧化氮的气体。因此,对于使用所产生的含一氧化氮的气体存在高灵活性。

[0020] 此外,可将含一氧化二氮的气体引入膜单元下游的贫氧的气体气流中。该实施方案可将含一氧化二氮的气体引入在膜的第一侧产生的少量气体气流中。由此可严格地排除氧气存在气体气流中。此外,由于膜单元中的高温,气体气流温度仍然足够高以可形成一氧化氮。除此之外,由于仅使用有限量的气体气流,对于在气体气流中达到所需的一氧化氮需要较少的一氧化二氮。由于相对于纯氧产生显著较大体积的贫氧气体,在大多数情况中有限量的贫气体气流将足以在含一氧化氮的气体和氧气的组合应用中得到理想的一氧化氮浓度。

[0021] 对于将含一氧化二氮的气体流引入膜的第二侧,例如引入第二膜室,将含一氧化二氮的气体引入朝向与含氧气的气体源相反的膜的一侧。该实施方案可直接形成纯氧和含一氧化氮的气体的混合物。因此,所产生的气体可包含可直接向病患递送而无其他混合步骤的混合物,向病患的递送由此可通过直接将它引入递送装置,例如面罩来进行。但是,由于二氧化氮的形成仅在升高的温度下受抑制,特别在 $\geq 600\text{K}$ 的温度下,所形成的气体混合物应例如在向病患递送之前不久,或在将它引入递送装置之前冷却至室温,以便避免或至少大幅减少二氧化氮的形成。

[0022] 除此之外,优选在含氧气的气体达到膜单元之前分离确定部分的含氧气的气体,

并将含一氧化二氮的气体引入该气体气流。在该情况中,在将含氧气的气体与含一氧化二氮的气体混合之前,可加热含氧气的气体,或通过热交换器,例如通过在运行膜的过程中产生的热驱动的热交换器可加热各气体气流的混合物。在该情况中,可独立地从其他气体气流,特别是从氧气气流和贫氧气体的气流中产生含一氧化氮的气体。

[0023] 在本发明的另一实施方案中,压缩含氧气的气体以在膜的第一侧和第二侧之间产生压差。这是一个特别优选的实施方案,由于通过压缩含氧气的气体,一方面含氧气的气体因物理原因而已被加热。此外,这是产生明确限定且稳定的膜的第一侧和第二侧之间的压差的特别容易的方式。

[0024] 在本发明的一个特别优选的实施方案中,通过等离子泵压缩含氧气的气体。本发明的该实施方案可在一个单独装置中实现用于压缩含氧气的气体的装置和用于加热膜单元的装置。通过使用等离子泵,本发明利用以下发现:加热和在等离子泵中压缩含氧气气体的组合特别地与通过无机膜分离氧气一起产生出人意料且非常有益的协同效果。具体地,在一个步骤中压缩含氧气的气体并加热。这产生不需要用于加热压缩气体或膜本身的额外装置的益处。与其相反地,离开等离子泵的气体具有足够高的温度以加热膜,由此使得足够高的氧气流量通过所述膜。由此,通过使用等离子泵压缩气体,通常不理想的效果,即经压缩的含氧气的气体具有升高的温度非常良好的适于与无机膜组合。

[0025] 此外,等离子泵在减噪下工作,带来便利性的大幅提高,特别在家庭护理应用中。该便利性甚至通过以下事实更为改进:通过提供等离子泵用于加热,并压缩含氧气的气体,所使用的装置具有减小的尺寸和重量,这对于家庭护理应用是特别有利的。

[0026] 此外,通过使用具有等离子泵和无机膜的设备,以较低成本分离氧气,这是由于相对于从现有技术已知的方法,所述设备本身可以低得多成本设计,并且另外还提高能效。

[0027] 本发明的实施方案的方法的另一益处是产生无菌氧气。不需要额外的消毒或杀菌步骤。根据本发明,提供无菌氧气的按需产生。

[0028] 通过使用等离子泵代替从现有技术已知的压缩器,成本价格、服务性和噪音可由此达到改进。

[0029] 可选地,可优选通过加热装置加热所述膜。该实施方案使得可直接加热膜,这可使本发明方法适于从现有技术已知的膜系统。

[0030] 在本发明的另一个优选实施方案中,将含氧气的气体压缩至 ≥ 2.5 巴的范围。通过将含氧气的气体压缩至该量,所产生的氧气将在第二侧上产生高于大气压的氧气压力。该压力可足以使足够高的氧气流量通过所述膜,提供充足的所产生的纯氧流量。鉴于此,特别有利的是如果将含氧气的气体压缩至5巴的范围。该实施方案由此特别地可使在第二侧上不使用额外的泵而进行工作。与其相反地,仅通过对含氧气的气体施加压缩步骤,在使用之后直接可将所产生的氧气引入所需的应用。

[0031] 在本发明的另一个优选实施方案中,通过将一氧化二氮与至少一部分贫氧气的气体混合而形成含一氧化二氮的气体。该实施方案由此形成含一氧化二氮的气体,其基于主要包含氮气的载气。由此,形成主要包含氮气和一氧化二氮的气体混合物。这是非常稳定的混合物,良好地适于产生一氧化氮。此外,一氧化二氮的理想浓度可以简单的方式调节。此外,不需要其他产生含一氧化二氮的气体源,但将在任何情况中产生的贫氧的气体循环。因此,该实施方案的方法特别节约成本,并且还节约资源。除此之外,通过使用已显示出升高

的温度的气体产生含一氧化二氮的气体。因此,不需要大幅加热含一氧化二氮的气体。该实施方案的方法由此特别节约能源。此外,可基本在含一氧化二氮的气体达到相应的气体气流之后直接开始反应,从而可大幅减少反应时间。

[0032] 在本发明的另一个优选实施方案中,基于一氧化二氮以 ≤ 2 体积%范围内的浓度存在的气体产生一氧化二氮。在将含一氧化二氮的气体与含氧气的气体、贫氧的气体或氧气之一混合的情况下,这应特别表示在将含一氧化二氮的气体与相应的其他气体气流混合之后在气体气流中的一氧化二氮的浓度。根据该实施方案可达到多种益处。一方面,所产生的气体的浓度可产生对于大量应用调节至合适范围的一氧化氮的浓度。例如,所述浓度将在治疗性应用,例如对于处理 COPD 所需的范围。另一方面,通过使用如上所述的一氧化二氮的浓度,即使一些或甚至主要量的一氧化二氮未反应,通过向病患直接递送所产生的气体也将不会出现健康危险,因为一氧化二氮的浓度远低于产生安全危险。除此之外,由于一氧化二氮的低浓度,并因此由于所产生的一氧化氮的低浓度,进而降低形成较高氧化态的氮氧化物的危险。这是因为二氧化氮的形成,例如强烈地取决于原料,即例如一氧化氮的浓度。

[0033] 但是,优选根据相应的气体气流和含一氧化二氮的气体的混合物调节浓度。如果在膜的第一侧将含一氧化二氮的气体引入贫氧的气体,可使用很高的一氧化二氮浓度。具体地,可使用至多 2 体积%的一氧化二氮浓度,例如在 ≥ 0.2 体积%至 ≤ 2 体积%的范围。

[0034] 在膜的第二侧将含一氧化二氮的气体引入氧气气流的情况下,可使用很低的一氧化二氮浓度。具体地, ≤ 0.1 体积%的一氧化二氮浓度可能是合适的。由于二氧化氮的形成取决于一氧化氮的浓度,当冷却所产生的气体时,通过使用较高的一氧化二氮浓度而造成较高的一氧化氮浓度将提高产生大量二氧化氮的危险。

[0035] 在将含一氧化二氮的气体引入含氧气的气体气流的情况下,其浓度还可以 ≤ 2 体积%,以大幅抑制二氧化氮的形成。

[0036] 但是,应注意的是,以上浓度主要是为了抑制或减少有毒气体的形成而设置。因此,所限定的浓度主要在将所产生的气体气流用于治疗性应用领域中是优选的。在含一氧化氮的气体中较高量的二氧化氮并非不利的情况中,一氧化二氮的浓度可较高。

[0037] 通常,对于引入膜的第一侧或第二侧的含一氧化二氮的气流,优选使用仅少量的载气,但具有高浓度的一氧化二氮。可优选使用纯一氧化二氮。

[0038] 本领域技术人员清楚例如相应的气体气流中的平均浓度是指该浓度可变化。例如,含一氧化二氮的气体插入所述气体气流中的进口的浓度可以更高。

[0039] 在本发明的另一优选实施方案中,将空气用作含氧气的气体。这在家庭护理应用中是特别优选的,这是因为不必储存特殊的含氧气的气体。与其相反地,在实施本发明方法的设备周围的空气可用作含氧气的气体。由此,用于实施本发明的设备的重量和尺寸可降低。这可使便利性大幅提高。

[0040] 在本发明的另一优选实施方案中,将所述含氧气的气体加热至 $\geq 1000\text{K}$ 至 $\leq 1300\text{K}$ 的范围。通过提供由此加热的含氧气的气体,膜被加热至足够高的温度以提供充分的对氧气的渗透性。除此之外,所述膜显示出的温度足够高以确保一氧化二氮反应形成一氧化氮的充分的条件。此外,将含一氧化二氮的气体或含一氧化氮的气体加热至二氧化氮的产生热动力学受阻的温度。因此,该实施方案的方法实现对于安全性的另一优点。

[0041] 在本发明的另一优选实施方案中,在分离后冷却所产生的氧气。这使得能够直接向病患递送氧气。所述冷却步骤由此可调整以适于特殊用途。在一些应用中,理想的是如果氧气冷却至室温,而当在对于室温升高的温度下使用氧气时,一些应用更有效。特别在氧气气流中产生一氧化氮的情况下,所产生的氧气和一氧化氮应在递送步骤之前不久冷却。

[0042] 在本发明的另一优选实施方案中,含一氧化二氮的气体的反应时间在 $\geq 10\text{ms}$ 至 $\leq 100\text{s}$ 的范围内,特别在 $\geq 0.1\text{s}$ 至 $\leq 30\text{s}$ 的范围内。这些反应时间可在相对平缓的反应条件下充分转化。此外,所述反应时间足够短以在可合适地用于一氧化氮的原位产生,特别用于治疗性应用的时间范围中产生充分高的量的含一氧化氮气体。含一氧化二氮的气体的反应时间由此应特别表示含一氧化二氮的气体在热区域,特别在 $T > 1000\text{K}$ 的区域中存在的平均时间。例如,反应时间可定义为含一氧化二氮的气体在相应的膜室中存在的时间。

[0043] 在本发明的另一优选实施方案中,使用 SATP 流速为 $\geq 0.01L_{\text{SATP}}/\text{min}$ 至 $\leq 10L_{\text{SATP}}/\text{min}$ 的含一氧化二氮的气体。特别使用 $0.4L_{\text{SATP}}/\text{min}$ 的 SATP 流速,其中“ L_{SATP} ”表示在标准环境温度(25°C ; $298,15\text{K}$)和压力(1巴)下在1L体积中的气体量。这使得所述含一氧化二氮的气体具有充分长的反应时间,即使反应室设计成非常小的尺寸。反应时间可定义为 $t = (V_r * p_r * 298,15\text{K}) / (q^\circ * 1\text{巴} * T_r)$,其中 V_r 表示反应温度下的反应室的体积, p_r 表示反应压力, T_r 表示反应温度,并且 q° 表示 SATP 流速。此外,这些流速非常良好地适于—氧化氮的原位产生,并直接递送所形成的气体而无需(预先)储存气体。

[0044] 本发明还涉及产生氧气和一氧化氮的设备,所述设备包括含氧气的气体源、具有第一侧和第二侧的致密膜、用于在所述膜的第一侧和第二侧之间产生压差的装置和用于加热所述膜的装置,其中所述设备还包括含一氧化二氮的气体源和设计为使用在运行所述膜的过程中产生的热将从含一氧化二氮的气体源排出的一氧化二氮的气流加热至产生一氧化氮的温度的装置。该设备设计用于实施本发明的方法。由此,所述设备显示出对于本发明方法所描述的益处。

[0045] 根据本发明,所述设备包括含氧气的气体源和含一氧化二氮的气体源。这些气体源可以是分别构造为提供含氧气的气体和含一氧化二氮的气体的任何已知的气体源。所述气体源可以是气体储存装置,例如气瓶或用于原位产生相应气体的装置。此外,含氧气的气体源可以是在本发明的设备周围的空气。

[0046] 用于在所述膜的第一侧和第二侧之间产生压差的装置可例如是设置在所述膜的第二侧的真空泵。此外,所述装置可以是设计用于在膜的第一侧处压缩含氧气的气体的压缩机、泵等。

[0047] 此外,用于加热膜的装置可以是加热元件。由此,可设置分开的装置,一个装置设计以加热膜,而另一个装置设计以产生压差。但是,还可以在一个单一的装置中包括例如压缩装置和加热装置,其中气体可在一个步骤中加热和压缩。由于加热的气体将被引入膜,通过加热的气体加热膜。此外,可以实现在单一装置中具有用于压缩含氧气的气体的装置和用于加热膜的装置。

[0048] 本发明的致密膜应由此表示可透过氧气,但严格或至少基本上不透过其他气体,特别是氮气的膜。

[0049] 设计为使用在运行所述膜的过程中产生的热将从含一氧化二氮的气体源排出的一氧化二氮的气流加热至产生一氧化氮的温度的装置可以任何理想的方式构造。但它应使

用将膜加热至它的运行温度所需的热量、或膜本身的热量以加热含一氧化二氮的气体，从而不需要加热含一氧化二氮的气体的其他加热装置。

[0050] 在本发明的一个优选实施方案中，设计为加热含一氧化二氮的气流的装置包括设置以向膜的第一侧或膜的第二侧引入含一氧化二氮的气体的导管。该导管可以是任意的导管或连接件，通过该导管或连接件，含一氧化二氮的气体可选择性地例如导入相应的气体气流中。例如，它可引入第一和 / 或第二膜室中。因此，所述导管可形成连接含一氧化二氮的气体源的管，在相应的膜室中穿过膜单元的壁，并优选延伸至膜附近，延伸至其第一侧或其第二侧。此外，导管可设计以将含一氧化二氮的气体引入第一膜室中产生但在膜室下游的气体气流，或引入在膜单元的上游从含氧气的气体的主气流中分出的含氧气的气体气流。

[0051] 在本发明的另一优选实施方案中，设计为加热含一氧化二氮的气流的装置包括热交换器。这使得能够加热含一氧化二氮的气体而不使用另一气体气流直接接触含一氧化二氮的气体或包含一氧化氮的气体。

附图说明

[0052] 参考以下所述的实施方案，本发明的这些以及其他方面将是清楚的，并结合以下所述的实施方案说明本发明的这些以及其他方面。

[0053] 在附图中：

[0054] 图 1 显示了本发明的设备的截面示意图。

[0055] 图 2 显示了在根据本发明实施方案的设备中使用的膜单元的截面示意图。

具体实施方式

[0056] 图 1 中，示意性地显示了产生氧气和一氧化氮的设备 10 的一个优选实施方案。设备 10 非常适于治疗性应用，特别是在例如家庭护理应用中的 COPD 治疗领域中。然而，设备 10 以及根据本发明的方法不限于治疗应用。

[0057] 设备 10 包括用于将含氧气的气体引入设备 10 的气体进口 12。为了压缩含氧气的气体，可设置压缩装置。此外，可设置用于加热含氧气的气体的装置，其中这两个装置可组合在单一装置中。例如，所述单一装置可以是等离子泵 14。以下，本发明以非限制性的方式描述等离子泵 14。但是，应注意设备 10 的以下描述可以具有设计用于压缩，并优选用于加热含氧气的气体的任何一个或多个装置。

[0058] 等离子泵 14 是本领域技术人员已知的，并且在此仅简述。等离子泵 14 可包括放电室，其中形成气体放电，并例如通过使用交流由此产生等离子体。放电室还可包括气体进口，其可连接至气体进口 12，或者其可以是气体进口 12 的一部分。此外，等离子泵 14 可包括第一气体出口 18 和第二气体出口，第二气体出口与导管 20 连接。第一气体出口 18 还可包括废气装置 22，其可设计为简单的双向阀。一侧连接放电室，而另一侧连接大气或用于废气的存储器。放电室还连接第二气体出口。通常，本发明的阀门可以是抑制和 / 或调节气体气流的流量的任何装置。为了通过气体进口和第二气体出口控制气体流量，将进口阀 24 连接至气体进口，并将出口阀 26 连接至第二气体出口。对于进口阀 24 和出口阀 26，可例如使用止回阀或双向阀。止回阀是优选的，因为它们不需要控制。通过调节进口阀 24

和出口阀 26 的运行适合功率调节的气体放电,可以特定方向产生气流。

[0059] 通常,对于等离子泵 14 很少的能量输入就足够。具体地,取决于温度和膜条件,100W 或 350W 的功率输入可能是充分的。该功率输出范围非常适于家庭护理应用。

[0060] 通过如上所述地在放电室中产生等离子体,产生加压和加热的含氧气的气体。因此,所述等离子泵可起着能够产生直接和连续的含氧气的气流的气体泵的作用。

[0061] 为了进一步支持连续的气流,优选在出口阀 26 的下游提供气体存储器 28。通过将含氧气的气体从放电室压入气体存储器 28,优选通过提供存储器阀 30 或可选地提供孔,通过增大气体存储器 28 下游的流阻,可在存储器 28 内产生过压。恒定或几乎恒定的过压可用于在导管 20 中产生连续或几乎连续的含氧气的气流。

[0062] 以下,经压缩和加热的含氧气的气体可通过导管 20 进入用于将氧气和含氧气的气体分离,即产生氧气的膜单元 32。在膜单元 32 的下游,导管 34 将所产生的纯氧引入冷却器 36,其下游设置出口 38 用于递送氧气。冷却器 36 的冷却可通过使用周围空气的强制空气流,例如通过使用通风机等进行。以下将更具体地对于设备 10 的氧气分离的工作模式进行描述。

[0063] 分别在等离子泵 14 或存储器 28 的下游,将含氧气的气体引入膜单元 32。在膜单元 32 的上游,可设置阀,其可以是存储器阀 30 或另外的阀。当含氧气的气体的压力不足时,该阀可关闭导管 20。与其相反,当达到足够高的压力时,该阀打开导管 20。由此,可设置在 ≥ 2.5 巴,特别在 5 巴的压力下开启该阀,由此将含氧气的气体引入膜单元 32。

[0064] 图 2 显示了膜单元 32 的一个优选实施方案的截面示意图。膜单元 32 可具有任何构造。但是,膜单元 32 的管形状是特别有利的。在其内部,膜单元 32 可包括内导管或第一膜室 40,与导管 20 流体连通,并使得含氧气的气体进入膜单元 32。第一膜室 40 被致密膜 42,例如无机膜限定它的外侧,所述膜 42 具有第一侧和第二侧。第一侧朝向第一膜室 40,并由此朝向等离子泵 14,而第二侧朝向外外部导管或第二膜室 44。第二膜室 44 由膜 42 限定其内侧,并通过内壳 46 限定其外侧。由此,膜单元 32 优选具有位于致密膜 42 的第一侧的第一膜室 40 和位于致密膜 42 的外侧的第二膜室 44,其中第一膜室 40 和第二膜室 44 至少部分的被致密膜 42 分开。内壳 46 可以由耐高温的材料,例如石英玻璃或陶瓷氧化铝构成的管。第二膜室 44 的目的是将分离的氧气导出膜单元 32,并由此与导管 34 流体连通。在内壳 46 的外部设置隔热体 48。其可优选是真空,其设置在内壳 46 和外壳 50 之间。还可在内壳 46 和外壳 50 之间设置惰性气体。在该情况中,将优选在内壳 46 和外壳 50 之间设置非常短的距离以达到充分的隔热。但是,隔热体 48 可具有现有技术已知的任何类型以达到充分的隔热作用。外壳 50 可设计为热屏蔽,例如基于铝以进一步改进隔热。这实际上提高了设备 10 的能量效率,并由此节约成本。

[0065] 对于膜 42,其目的是将氧气从剩余的截留气流,即含氧气的气体的剩余组分分离,并由此提供氧气流,其有利地是 100% 纯氧的气流。基本上,主要的剩余组分是氮气,特别是在当将空气用作含氧气的气体的情况中。为了达到充分的分离结果,由此关键性地是膜 42 是非常致密的。致密膜 42 是可透过氧气,但严格或至少基本上不透过其他气体,特别是氮气的膜。

[0066] 为了实现这些性质,膜 42 可以是包括经选择的无机氧化物化合物的固体陶瓷膜。优选的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

$Ba_{0.5}Sr_{0.5}Co_{0.5}Fe_{0.2}O_{3-\delta}$ (BSCF) 是非常适合的。这些类型的无机膜的一般性质是在室温下它们完全不透过任何气体,但当加热至升高的温度时能够使氧气分子透过。主要地,需要高于 700K 的温度来实现良好的氧气流,并仅需要小尺寸的膜。例如,以上所谓的 BSCF 在 1275K 下可达到 $13\text{ml}/\text{cm}^2\text{min}$ 的氧气流量,其中仅 0.2mm 的膜厚度已足够。

[0067] 膜 42 可以是纯氧传导膜或混合式离子-电子传导膜。通常,需施加力来使氧气通过膜 42。这可以是电子力。但是,优选由于膜 42 的第一侧和第二侧之间的压差,氧气通过膜 42。

[0068] 等离子泵 14 中含氧气的气体的压缩同时产生膜 42 的第一侧和第二侧之间的压差。由于该效果,在第一侧上产生增大的氧气分压,使得氧气流通过或传送经过致密膜 42。该气流还可通过在膜 42 的第二侧设置减压,而非或除此之外地在膜 42 的第一侧设置升压进行增强。在极端条件下,在膜 42 的第二侧上可设置真空以提供足够高的氧气流通过膜 42。

[0069] 在第二侧上不使用减压下,优选在膜 42 的上游,由此在其第一侧上使用 ≥ 2.5 巴的压力。在此,特别优选使用在 5 巴或 ≤ 5 巴范围的压力。取决于膜 42 的温度及其尺寸,在出口 38 可达到比大气压力即约 1 巴适度升高的氧气流。这可在含氧气的气体的压力相对于现有技术较大降低而实现。本发明的压力范围特别适于家庭护理应用。

[0070] 清楚地,膜 42 需足够稳定来保持上述条件。这是特别重要的,由于优选在非常小的尺寸或厚度形成膜 42。特别地,通过在膜 42 的第一侧和第二侧设置大范围的压力梯度,可有利地将膜 42 固定在支持体上。所述支持体可形成为多孔膜,特别是如用于粗滤器的厚无机膜。在该情况中,多孔膜被称为可透过气体且对氧气非选择性的膜。这能够增强膜 42 的稳定性,而不需要形成本身更稳定的膜 42。这还降低成本,因为将稳定且成型的组件作为膜支持体,其比膜 42 本身便宜得多。

[0071] 如上所述,可能关键的是加热膜 42 以得到充分的氧气渗透性。根据本发明,这可以简易的方法实现。通过设置用于压缩含氧气的气体的等离子泵 14,压缩气体同时被加热至足以高至将膜 42 加热至其工作温度的温度范围。示例性的温度范围是 $\geq 700\text{K}$ 的温度。特别优选的是加热含氧气的气体,并由此膜 42 加热至 $\geq 1000\text{K}$ 至 $\leq 1300\text{K}$ 的范围。在该温度范围中,可实现非常合适的氧气流,并且还将改进一氧化氮的产生,从以下内容清楚可知。

[0072] 参照图 1,膜单元 32 还包括一侧连接至第一膜室 40,并且另一侧可连接至大气的出口 52。通过出口 52,具有降低的氧气含量的气体,特别是氮气离开膜单元 32。这是膜单元 32 的废气。出口 52 可包括另一阀 54,如果在第一膜室 40 内设有压力,这是特别有利的。

[0073] 在膜单元 32 的下游,如上所述,可包括另一阀如止回阀的导管 34 连接至出口 38。出口 38 可设置有吹口 56 等,其能够直接递送所产生的氧气。由此,可设置另一阀或小压缩机用于充分的纯氧气流。

[0074] 根据本发明,除了产生氧气之外还产生一氧化氮。该步骤通过提供加热至产生一氧化氮的温度的含一氧化二氮的气体气流而实施。因此,设备 10 包括设计用于将从含一氧化二氮的气体源排出的含一氧化二氮的气流加热至产生一氧化氮的温度的装置,其使用在运行膜 (42) 的过程中产生的热。其可例如是热交换器。但是,优选地,设备 10 还包括设置用于将含一氧化二氮的气体引入膜 42 的第一侧,例如引入第一膜室 40 的导管 62 和 / 或设

置用于将含一氧化二氮的气体引入膜 40 的第二侧,例如引入膜单元 32 的第二膜室 44 的导管 70。导管 62 和 / 或导管 70 可连接至含一氧化二氮的气体源 58。气体源 58 可包含纯一氧化二氮或一氧化二氮在载气中的混合物,优选其浓度能够提供第一膜室 40 中的含一氧化二氮的气体在 ≤ 2 体积%的范围,并且第二膜室 44 中在 ≤ 0.1 体积%的范围。在一氧化二氮在载气中提供的情况中,优选使用氮气作为载气。

[0075] 优选地,可将纯的一氧化二氮用作含一氧化二氮的气体,并可引入各膜室 40、44。可选地,通过将一氧化二氮与少量的在膜 42 的第一侧,即在第一膜室 40 中产生的气流混合而形成含一氧化二氮的气体。为此,导管 60 可连接至出口 52 以将贫氧的气体气流引入导管 62 和 / 或导管 70,导管 62 和 / 或导管 70 将含一氧化二氮的气体引入膜单元 32。因此,在导管 60 的下游,在出口 52 中可设置阀 54,以减少或允许气体流进入大气中,或排出设备 10,但增强流入导管 60。具体地,导管 60 可连接至气体混合装置 66 以将纯一氧化二氮或含一氧化二氮的气体与来自膜 42 的第一侧的气体气流混合。为了达到理想的浓度,在导管 60 中可设置可调节气体流量的阀 68。与设置气源 58 的流量调节器相结合,可达到所需的含一氧化二氮的气体的浓度。

[0076] 此外,对于将含一氧化二氮的气体引入膜单元 32 的导管 62、70,仅导管 62 可设置将含一氧化二氮的气体引入膜单元 32,并具体引入第一膜室 40。可选地,仅导管 70 可设置将含一氧化二氮的气体引入膜单元 32,并具体引入第二膜室 44。在本发明的一个特别优选的实施方案中,导管 62 和 70 设置在一起,并相互接合。这能够将含一氧化二氮的气体引入膜 42 的第一侧和第二侧,例如引入膜单元 32 的第一膜室 40 和第二膜室 44,或仅引入膜单元 32 的膜 42 的第一侧或膜 42 的第二侧。为了选择引入含一氧化二氮的气体的一侧,阀 72 可设置在导管 62 中,而阀 74 可设置在导管 70 中。通过使用阀 72、74,可以理想方式调节含一氧化二氮的气体气流。

[0077] 通过将含一氧化二氮的气体引入接近各膜室 40、44 中的热膜 42,一氧化二氮将反应而形成一氧化氮,这是由于膜 42 和含一氧化二氮的气体显示在一氧化二氮可反应形成一氧化氮的温度下。

[0078] 在第一膜室 40 中进行反应的情况中,一氧化氮将在主要包含氮气的气氛中产生。所产生的含一氧化氮的气体然后可引出出口 52。然后将其储存或直接使用,例如通过将其引入用于病患的递送装置。在直接使用的情况中,可在将其向病患递送之前冷却含一氧化氮的气体。为此,特别优选的是将所述含一氧化氮的气体在 ≤ 10 s,特别为 ≤ 1 s 的时间范围冷却至室温。这确保在反应室下游不形成不理想的副产物。此外,该冷却速度在任何情况中都足够短以原位应用本发明方法。可选地,含一氧化氮的气体可引导通过导管 76,例如通过关闭阀 78 引入出口 38,并由此进入纯氧气流。由此可在一个步骤中与氧气一起递送。还可以脉冲方式,即在氧气脉冲之间设置含一氧化氮气体的脉冲而递送。因此,阀 80 和 82 可设置在导管 70 中和出口 38 中,以产生各气体气流。很清楚,在该情况中,含一氧化二氮的气体与在膜 42 的第一侧产生的截留气流共混,因为该流体包含一氧化氮。

[0079] 在第二膜室 44 中进行反应的情况中,一氧化氮将在主要包含氧气的气氛中产生。由于两种气体的温度在如上所述的抑制二氧化氮产生的范围中,通过在递送步骤之前不久冷却,可通过出口 38 直接向病患递送所得的一氧化氮和氧气的气体混合物。

[0080] 根据另一实施方案,可将含一氧化二氮的气体流引入在第一膜室 40 下游的贫氧

气体气流中。因此,可设置导管 84 以连接一氧化二氮来源 58,并连接导管 76。通过控制在出口 52 和导管 84 之间的导管 76 中的阀 78 和阀 86,在第一膜室 40 中产生的少量截留气流可排出,并可与含一氧化二氮的气体混合。由于贫氧的截留气流仍呈现高温,一氧化二氮可反应形成一氧化氮。所形成的含一氧化氮的气体然后可引导通过出口 88,并可直接使用或可将其储存。储存应不产生严重的问题,这是由于其主要成分是氮气。可选地,可关闭位于出口 88 中的阀 90,因此,含一氧化氮的气体可引导通过导管 76,并可在出口 38 中与所产生的氧气混合。

[0081] 但是,含一氧化二氮的气体还可引入在膜单元 32 的上游排出的含氧气的气体气流,特别是加热的含氧气的气体中。这使得可形成独立于贫氧气体气流或氧气的含一氧化氮的气体。该实施方案特别适于非治疗性应用,因为二氧化氮的形成可以比将含一氧化二氮的气体引入贫氧的气体或氧气中更强。

[0082] 在任何情况中,含一氧化二氮的气体优选在 $\geq 10\text{ms}$ 至 $\leq 100\text{s}$ 的范围内。该反应时间可通过调节含一氧化二氮的气体的流速而调节。鉴于此,含一氧化二氮的气体的 SATP 优选流速为 $\geq 0.01\text{L}_{\text{SATP}}/\text{min}$ 至 $\leq 10\text{L}_{\text{SATP}}/\text{min}$ 。

[0083] 此外,可优选的是,在膜单元 32 中存在的气体的含水量在 ≤ 1 体积%的范围内。这可使本发明方法基本无水情况下实施。基本上无水的气氛可能是重要的,因为水通常抑制一氧化二氮分解为一氧化氮,并且导致二氧化氮以高浓度形成。通过使用各干燥气源可调节理想的含水量。为了确保含水量不增大,并且还为了通过使用具有略微高的含水量的气源而减小含水量,可设置吸水性物质,特别是在导管 20、62、70、84 中。例如干燥的硅胶或干燥的沸石或吸湿性物质,例如五氧化磷可用作涂层或用作膜单元 32 上游的各导管内的插入物。

[0084] 虽然在附图和前面的说明中详细地说明和描述了本发明,但这样的说明和描述应当被认为是说明性或示例性的,而不是限制性的;本发明不限于已公开的实施方案。通过研究附图、本公开以及所附的权利要求,本领域的技术人员在实施被主张权利的本发明时,可以理解并完成公开的实施方案的其他变体。在权利要求中,词语“包含/括”不排除其他要素或步骤,且不定冠词“一”或“一个”不排除复数。在彼此不同的从属权利要求中记载特定手段这一事实并不表示不能利用这些手段的组合。权利要求中的任何附图标记不应解释为限制本发明的范围。

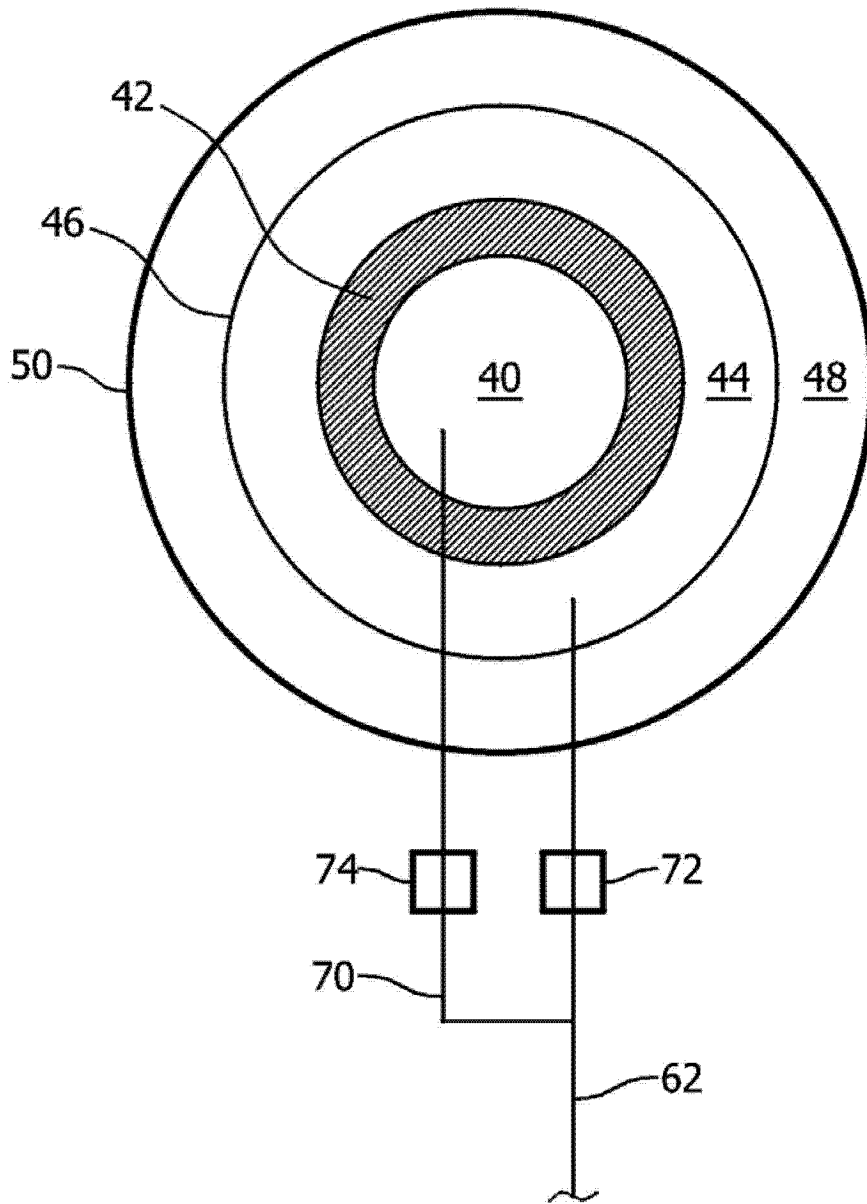


图 2