

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F25D 13/06

B01J 19/00 G02B 6/00



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99118063.1

[45] 授权公告日 2004 年 6 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 1153037C

[22] 申请日 1999.8.20 [21] 申请号 99118063.1

[30] 优先权

[32] 1998.8.21 [33] US [31] 09/138, 143

[71] 专利权人 波克股份有限公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 W·季 A·L·雪莉 R·马尔

审查员 孙跃飞

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

代理人 刘立平

权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 2 页

[54] 发明名称 光导纤维的冷却方法

[57] 摘要

在一个氦气冷却的换热器中，由二阶段冷却法对从预成形料拉伸得到的热光导纤维进行冷却。在第一阶段中，通过换热器的纤维拉伸速率增加至设定的速率，而所述氦气流入换热器的流动速率随纤维拉伸速率的增加而增加。氦气由一可变速风机抽出。第一阶段中，从冷却室抽出氦气的速率基本上由氦气流入该换热器的速率所控制，而在第二阶段中，氦气流入换热器的速率保持恒定，抽出的速率基本上由换热器中的压力所决定。

ISSN 1008-4274

1. 一种在换热装置中冷却热位伸纤维的方法，所述换热装置包括：一个纤维入口，一个纤维出口，至少一个气体冷却剂的进气口和至少一个气体冷却剂的出气口及一可变速气泵装置的单个冷却室；其特征在于，所述方法包括以下的过程：
- 5 (a) 将所述纤维输入所述冷却室；
- (b) 通过至少一个所述气体冷却剂进气口，将气体冷却剂导入所述冷却室中；及
- 10 (c) 藉由所述可变速气泵装置，在至少一个冷却室的至少部分的压力保持在 0.5 巴至环境压力的条件下，从上述冷却室抽出排出气流，所述排出气流包括所述气体冷却剂及至少一种杂质气体。
2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述纤维为光导纤维。
3. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，导入所述冷却室中的气体冷却剂包括氦气、氮气、二氧化碳、氢气或它们的混合物。
- 15 4. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，从冷却室抽出的所述排出气流是以这样的速率抽出：使得所述冷却室中至少部分的压力保持在约为 0.7 巴和环境大气压之间。
5. 如权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述导入冷却室的气体冷却剂包括至少 60% 的氦气。
- 20 6. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述至少一种杂质气体包括空气。
7. 如权利要求 6 所述的方法，其特征在于，从上述冷却室抽出的所述排出气体的抽出速率取决于气体冷却剂流入冷却室时的流动速率。
- 25 8. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述纤维通过冷却室而被拉伸，所述气体冷却剂引入所述冷却室的速率保持在基本恒定的速率。
9. 如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，在上述冷却过程之前有一第一冷却阶段，上述冷却过程为第二冷却阶段，在第一冷却阶段中，所述纤维以一增加的速率经过所述冷却室而被拉伸，而所述气体冷却剂以一增加的速率被导入所述冷却室中；在第二冷却阶段中，所述纤维以一基本恒定的速率拉伸经过所述的冷却室，而所述气体冷却剂以一基本上恒定的速率被导入所述冷却室中。
- 30

10. 如权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 所述排出气体从所述冷却室的抽出速率取决于所述排出气体中的杂质气体浓度。

11. 如权利要求 6 所述的方法, 其特征在于, 从所述排出气体中排出至少部分所述的一种杂质气体, 将去除了杂质的排出气体作为气体冷却剂循环
5 输送至所述冷却室。

12. 如权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 从所述排出气体中排出至少一种气体杂质中的至少一部分的排出操作过程, 系由选自压力转换吸附法、温度转换吸附法、薄膜分离法、蒸馏法或它们的组合中之任一种气体纯化方法进行。

13. 如权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 所述气体纯化方法为使用氮、氧选择吸附剂的压力转换吸附法。

14. 如权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 所述压力转换吸附法的一个周期包括一个吸附过程, 一个均衡减压过程, 一个反向减压过程, 一个均衡加压过程及一个再加压过程。

15. 如权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 所述压力转换吸附法系在一个包括平行操作和异相操作的二个或二个以上的吸附容器的吸附系统中进行。

16. 如权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 所述喂入吸附系统的气体包括从二或二个以上的所述冷却室抽出的排出气体。

17. 如权利要求 16 所述的方法, 其特征在于, 所述二个或二个以上的冷却室系以间歇方式, 作异相的操作。

18. 如权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 所述喂入气体的生成速率是可变化的。

19. 如权利要求 18 所述的方法, 其特征在于, 当所述喂入气体以较低流量产生期间, 所述吸附过程的持续时间要延长; 而当所述喂入气体以较高流量产生期间, 吸附过程的持续时间要缩短。

20. 如权利要求 19 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括: 调节所述吸附过程的持续时间, 以与从 PSA 系统发出的非吸附气体的纯度变化相适应。

21. 如权利要求 18 所述的方法, 其特征在于, 所述气体吸附系统包括四个以 90°异相操作的吸附容器。

22. 如权利要求 21 所述的方法, 其特征在于, 当一个容器处于所述吸附

过程，一个容器处于所述均衡减压过程，一个容器处于所述均衡加压过程，一个容器处于所述再加压过程的阶段时，所述吸附过程的时间要延长。

23. 如权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述再加压过程可以包括用在上述方法的吸附阶段产生的富集气体冷却剂、所述喂入气体或其混合物
5 对容器进行再加压的过程。

24. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述气体冷却剂系通过多个小孔导入所述冷却室。

25. 如权利要求 1 或 24 所述的任一方法，其特征在于，所述排出气体系通过多个小孔从所述冷却室抽出。

光导纤维的冷却方法

- 5 本发明涉及一种拉伸纤维的冷却方法，更具体的说，本发明涉及一种使用气体冷却剂，对拉伸的光导玻璃纤维进行冷却的方法。特别是，本发明涉及一种对从玻璃纤维冷却室抽出的气体冷却剂的抽出比例进行控制，以减少所述气体冷却剂从该冷却室抽出时的损耗的气体冷却剂抽出比例的控制方法。
- 10 光导(学)纤维(光纤)通常由玻璃棒或“预成形棒料”制得。所述玻璃棒或“预成形棒料”包括一位于其中心部位的玻璃芯子和包围所述芯子、其光折射指数低于所述玻璃芯子的玻璃包层。所述光导纤维系在一加热炉中，由将玻璃棒或“预成形棒料”加热至玻璃软化点温度后，对所述软化的玻璃预成形棒料进行拉丝而制得。然后，急速充分冷却所述经拉伸的玻璃纤维，以将
- 15 一层树脂材料的保护性涂料包裹至该拉伸玻璃纤维的表面。所述的冷却系将纤维经由一附有换热器的拉伸塔(draw tower)拉伸而进行。在所述换热器中，纤维与气体冷却剂接触。尽管也可使用其它气体，例如，可以使用氮气、二氧化碳或氢气，但所述气体冷却剂通常是氦气。接着，上述气体冷却剂以相对于换热器中玻璃纤维运动方向为垂直或相反的方向连续通过该换热器。所
- 20 述气体冷却剂将热量从玻璃纤维传送至通常为水的冷却介质，冷却介质流经包围冷却室的部分。因为具有优异的传热性能，且使用安全，氦气为一较好的气体冷却剂。氦气的成本较其它的气体为高，因此，理想的是，回收后再重新用在换热器中。

- 25 现今较为实用的玻璃纤维冷却方法的一个特征是：玻璃纤维进入和输出冷却室的开口并不是气密的。因此，空气往往会渗入该冷却系统，并稀释所述气体冷却剂，这就使得必须废弃冷却剂或对所述冷却剂进行提纯，以便重复使用。冷却室内和其周围环境的压力差只要在正压力差的范围之内，可以大大地减少空气的渗入。换句话说，将冷却室内的气压保持高于其环境大气压。但所述方法的缺点是：高价值的氦气将通过所述冷却室的纤维入口及/或
- 30 纤维出口逸失于环境之中。

为减少氦气在纤维入口出口处的逸失和空气的渗入，人们作了许多努力。第 5,377,491 号美国专利及第 5,452,583 号美国专利公开了一种用于冷却

光导纤维的冷却方法及冷却系统。所述冷却方法及冷却系统系在换热器中，使用如氦气等的冷却空气冷却纤维。该专利教导了一种控制进出换热器的气体冷却剂的流量，以减少空气渗入换热器的方法。所述公开的冷却方法包括在约为 0 至约 150psig 的压力下，将气体冷却剂引入该换热器中。遗憾的是，
5 在常压或常压上进行所述换热器的操作，将导致气体冷却剂从冷却系统中大量地逸失、损耗。一般认为，此时气体冷却剂的逸失为略少于 50%。

人们一直在寻求生产光导纤维的更经济的制造方法。本发明提供了一种能降低热玻璃纤维的生产成本的制造方法，即该方法藉由在纤维冷却过程中减少气体冷却剂从所述系统逸失至环境的损耗量，降低生产成本。

10 本发明提供一种减少气体冷却剂从光导纤维冷却系统损耗的方法。所述方法系由保持气体冷却剂进入冷却系统冷却室的足够稳定，及使用一可变速的气泵装置以对控制从冷却室抽出气体冷却剂的抽出速率。本发明的方法使得所述冷却系统可以在较低的真空中进行操作，由此，可显著减少从所述冷却室逃逸至外界环境的气体冷却剂量。本发明也提供了一种通过成比例地调节从冷却室抽出的气体流量和冷却剂流入冷却流量，在冷却过程的起始阶段
15 显著减少从冷却室逃逸至外界环境的气体冷却剂的方法。在所述方法中气体冷却剂流入冷却室的量和纤维进入冷却室的量逐渐增加至所设定的值。

根据一个范围较广的实施例，本发明包括一种在一个换热装置中冷却热拉伸纤维的方法，所述换热装置包括：具有一个纤维入口，一个纤维出口，
20 至少一个气体冷却剂进气口和至少一个气体冷却剂出气口的冷却室及一个可变速气泵装置；所述方法包括以下的过程：

(a) 将纤维输入冷却室；
(b) 通过至少一个气体冷却剂进气口，将气体冷却剂导入冷却室中；及
(c) 藉由可变速气泵装置，在冷却室中的至少部分的压力保持在 0.5 巴至
25 常压的条件下，从上述冷却室抽出排出气流，所述排出气流包括所述气体冷却剂及至少一种杂质气体。

在一个优选的实施例中，在冷却室中所进行的冷却操作过程中，可变速气泵装置的作用是：从冷却室抽出所述排出气流。

在本发明的另一优选的实施例中，气体冷却剂是通过多个小孔导入冷却
30 室中。在本发明的又一优选的实施例中，所述排出气流是通过多个小孔从冷却室中抽出的。

在本发明的另一优选的实施例中，所述排出气体是通过多个小管从冷却

室中抽出。所述多个小管可以包括位于所述冷却室上方的一个管线和位于所述冷却室下方的一个管线。在本实施例的一个优选的方面，所述排出气体是以不同的速率从位于冷却室上方和下方的小管抽出。例如，从冷却室上方的小管中抽出，排出气体的速率可远大于从冷却室下方小管中抽出的速率。

5 本发明的方法特别适用于热光导玻璃纤维的冷却。

在本发明的一个优选的实施例中，所述导入冷却室的气体冷却剂包括氦气、氮气、二氧化碳、氢气或它们的混合气体。

在本发明的另一优选的实施例中，所述从冷却室抽出的排出气体流是以这样的速率抽出：使得所述冷却室中至少部分的压力保持在约为 0.7 巴(bar) 10 和常压之间。

在本发明的再一优选的实施例中，导入冷却室的气体冷却剂至少包括 60 % 的氦气。

围绕冷却室的大气通常为空气。

在本发明的一个优选的实施例中，从冷却室抽出的排出气体的抽出速率 15 部分地取决于气体冷却剂流入冷却室的速率。

纤维最好是通过冷却室时拉伸，所述气体冷却剂最好以保持基本恒定的速率导入冷却室。

在本发明的一个优选的实施例中，上述冷却方法包括第一冷却阶段和第二冷却阶段。在第一冷却阶段中，纤维以一增加的速率在所述冷却室被拉伸， 20 而气体冷却剂以一增加的速率被导入冷却室中；在第二冷却阶段中，纤维以一基本恒定的速率被拉伸，而气体冷却剂以一基本恒定的速率被导入冷却室中。

在本发明的另一优选的实施例中，所述排出气体从冷却室的抽出速率部分地取决于排出气体中的杂质气体浓度。

25 本发明的另一优选的实施例包括：从排出气体中至少部分地除去至少一种杂质气体。并将去除了杂质的排出气体再作为冷却气体循环输送至冷却室。通常，从排出气体中至少部分地除去至少一种杂质气体的过程，可由选自压力转换吸附法、温度转换吸附法、薄膜分离法、蒸馏法或它们的组合中的任一种气体纯化方法进行。

30 如果，至少一种杂质气体包括空气，则较好的气体纯化方法为使用氮、氧选择性吸附的压力转换吸附法。压力转换吸附法的一个周期通常包括一个吸附过程，一个均衡减压过程，一个逆流减压过程，一个均衡再加压过程及

一个再加压过程。

如果气体纯化方法为压力转换吸附法，则较好的是，在一个包括平行操作和异相操作的二个或二个以上的吸附容器的吸附系统中进行气体纯化。当喂入吸附系统的气体是从二个或二个以上的冷却室抽出的排出气体时，这样的设置特别有用。

在本发明的另一个优选的实施例中，所述二个或二个以上的冷却室系以间歇式作异相的操作，因此喂入气体的生成速率会有变化。在本实施例中，在喂入气体以较低流速生成期间，上述吸附过程的持续时间最好延长；而在喂入气体以较高流速生成期间，上述吸附过程的持续时间最好缩短。本发明的另一优选实施例包括：调节所述吸附过程的持续时间，以与从 PSA 系统发出的非吸附气体的纯度变化相适应。

在本发明的一个优选的实施例中，气体纯化是在一个吸附系统中进行。所述气体吸附系统包括四个以 90° 异相操作的吸附容器。在这一方面，如果处于下述阶段，吸附过程则最好延长些：一个容器处于吸附过程，一个容器处于均衡减压过程，一个容器处于均衡再加压过程，一个容器在处于再加压过程。所述加压过程可以包括用吸附阶段产生的富集气体冷却剂、喂入气体或其混合物对容器进行加压

在本发明的另一优选实施例中，所述纤维入口及纤维出口分别位于所述冷却室的顶部及底部。

图 1 所示为实施本发明附图的简单说明所使用的单元装置系统的流程示意图。

图 2 所示为包括一个气体纯化装置的多单元装置系统的流程示意图。

图中，相同的代号用于代表各图中相同或相似的部分。

25 详细说明

根据本发明，在二阶段的纤维冷却过程中，热纤维材料在换热器中被冷却气体冷却，而冷却剂在换热器冷却室的损耗被减至最小程度。在冷却过程的第一阶段中，气体冷却剂流入冷却室的速率随纤维流经换热器的速率的增加而逐渐增加。同时，冷却剂从冷却室的抽出速率成正比地随冷却剂流入冷却室的速率的增加而增加。由此，至少部分冷却室中的压力可维持在低于常压。在第二阶段中，气体冷却剂流入冷却室的速率及纤维流经换热器的速率基本上保持在一恒定值，同时，按需要调节从冷却室抽出冷却剂的速率，以

使至少部分冷却室中的压力持续地维持在低于常压下。尽管可以在常压或常压上将气体冷却引入冷却室中，但在冷却室的气体冷却剂出口处或其近旁的压力维持在低于一个大气压。如上所述的操作将保证气体冷却剂在冷却室的开口，例如，在纤维入口及/或出口的损耗降至最低限度，或不损耗。

5 参照附图，可以更容易地理解本发明。首先，见图1。图1所示为一光导纤维的冷却系统。所述冷却系统包括：换热器A，气体流动控制装置B及可变速气泵装置C。换热器A上设有纤维冷却室2，该纤维冷却室2具有纤维入口4、纤维出口6及冷却水夹套8。该换热器由玻璃纤维束10通过冷却室2的拉伸得以说明。所述纤维从一个位于纤维入口4上的炉中(图中未示)软化的预成形棒料拉伸成形。所述纤维由一位于所述纤维出口6之下的旋转筒管(图中未示)经过所述换热器而牵伸。冷却气体供应线12与气体流量控制器B的进口端相连，气体流量控制器B的出口端通过管线14与冷却室相连。气体冷却剂抽出管线16及18分别连接与冷却室2的上下部。管线16和12分别配有流量控制阀20及22。在所述管线的下游端，管线16及18汇流于
10 管线24。管线24又连接至压气机C的抽气端。排出气体的排出管线26将气泵装置C的排放端连接至下游的气体纯化装置。

换热器A，气流控制装置B及气泵装置C为通常的设备，其具体的结构及操作方式并不构成本发明的部分。泵送装置可以是任何适合于将气体从一处移至另一处的泵。较好的是，泵C为可变速的气泵，以下所涉及的泵皆指
20 这样的气泵。

尽管，管线14和冷却室2之间的连接被描述为连接至冷却室2中心部的单管线，但管线14可位于沿冷却室2延长部分的任一位置处。或者，也可用多根管线将气体冷却剂连接至冷却室2。类似地，冷却室2可以在位于沿冷却室2的室壁任一点处设置单一气体冷却剂抽出管线，也可以在位于沿冷却室2的室壁任一点处设置多根排出气体抽出管线。在本发明的一个优选的设置中，流入管线14位于冷却室2的纤维出口端，而气体冷却剂排出管线位于
25 冷却室2的纤维入口端，以保证气体冷却剂的流动方向的冷却室2的纤维呈相反方向。在本发明的一个更优选的设置(图中未示)中，一系列气体冷却剂的流入小孔及/或一系列排出气体的抽出小孔位于沿冷却室2的纵向室壁延伸处，以保证流入/或流出冷却室2的气体均匀流动。如果冷却室2同时设置有一系列气体冷却剂的流入小孔及一系列排出气体的抽出小孔，则经过冷却室2
30 的纤维可以被交叉流经冷却室2的气体冷却剂所冷却。在图1所示的设置中，

阀 20 及 22 可用于关闭管线 16 及 18 中的气体流，或者用于调节气体流经管线 16 及 18 时的相对速率。

泵 C 的速度控制机构经气流检测控制回路 28，与气流控制装置 A 连接；经气压检测控制回路 30，与冷却室 2 连接。气压检测控制回路 30 设有气压
5 传感器 32；经管线杂质检测回路 34，与管线 26 连接。所述管线杂质检测回路 34 设有杂质气体传感器 36。传感器 36 可以是任何可以测定所选择气体杂质浓度的装置。例如，所述传感器可以是一种氧传感装置。

图 2 所示为一多单元纤维冷却系统，所述系统包括三个换热器 A1 - A3，各换热器分别设有一个气体流量控制装置 B1 - B3，及分别设有一个可变速
10 风机 C1 - C3。泵 C1 - C3 的排风端通过管线 38 连接至一可选择的气体储存容器 D。管线 40 将容器 C 连接至气体纯化装置 E 的进口端。

纯化装置 E 可以是任何可将本方法中所使用的气体冷却剂从渗入该系统气体冷却室中的杂质气体，例如，空气、二氧化碳及水蒸气等中分离出来的
15 气体纯化系统。合适的气体纯化系统包括吸附装置，例如，加压转换吸附(PSA)单元、温度转换吸附(TSA)单元、渗透膜分离单元、低温蒸馏单元，等等。在一个较好的实施例中，所述气体纯化系统为 PSA 装置。在该系统中，使用适量可有效、经济地从气体冷却剂中去除杂质气体的吸附剂。

设置于气体纯化装置 E 上的是一根废气排放管线 42 及一纯化的气体冷却剂排放管线 44。管线 44 用作循环管线，将纯化的气体冷却剂返送至换热器
20 A1 - A3 的进口。气体冷却剂补充管线 46 将新鲜的冷却剂气体源连接至管线 44。

在某些场合下，最好使用密封装置以限制空气及其它杂质气体对冷却室的渗入。所述密封装置可以设置于如图 1 所示的系统冷却室的开口 4 及 6 处。
25 另外，或者，也可使用流体密封法，以限制空气渗入冷却室 2。合适的流体密封材料包括氮气、氩气等等。也可使用其它密封开孔 4 及 6 的手段。例如，可以使用带有冷却塔的加热炉，以形成一围绕开孔 4 的气密密封，而下游的树脂涂覆设备可以位于开孔 6 的邻近处，以将所述开孔与外界环境作隔离密封。

通常，在一个优选的实施例中，本发明的光导纤维的制造方法以二个阶段
30 进行。第一阶段包括建立纤维通过冷却室的稳定拉伸并使其卷绕至一辊筒上去、且使所述气体冷却剂稳定地通过冷却室。在这一阶段中，纤维及气体冷却剂通过冷却室的拉伸速率及流动速率是低的，直至冷却纤维形成稳定的

拉伸。冷却纤维的拉伸一旦稳定后，纤维的拉伸速率便增加至设定的速率。典型地，本方法的这一阶段持续数分钟。在该阶段中，冷却剂气体流入至冷却室的流动速率也增加，以保证纤维持续地被冷却至所希望的程度。一旦设定的纤维拉伸速率及气体冷却剂流经冷却室的流动速率建立起来就开始了本方法的第二阶段。在第二阶段中，纤维流经冷却室的拉伸速率及冷却剂气体流入冷却室的流动速率基本保持恒定。本方法中，该阶段通常持续数小时。

更详细地考查本方法，本方法的第一阶段由建立起流经冷却室的气体冷却剂的流动而开始。此时，阀 20 及 22 中的一个或两个调节到预定的打开程度。其次，将一光学玻璃预成形棒料在位于换热器 A 之上的炉中(图 1)加热至其软化点温度。如果预成形棒料达到可以开始流动的软化点温度，就开始流动形成纤维。该纤维经开孔 4 在换热器 A 的冷却室 2 被拉伸。当纤维向下经过换热器 A 时，即与通过管线 14 进入冷却室的气体冷却剂接触。

气体冷却剂可以是任何不会与光导纤维反应，或不会受光导纤维影响的气体。如上所述，合适的气体冷却剂包括那些如氩气、氢气、氮气、二氧化碳和它们的混合物的气体。气体冷却剂也可以是如氩气与氢气的混合气体，或氩气与氮气的混合气体。气体冷却剂不必完全不含杂质，如氧。然而，冷却剂气体最好含有高浓度的预定的冷却剂。冷却剂气体较好的是含有约为 60 % (体积)的或更多的氩气。在本实施例中，最好的是，所述冷却剂气体含有至少约为 90 % 的氩气。氩气因为使用安全，具有优良的热传导性能及易于由通常的分离技术从其它的气体中分离出来等，所以是优于其它冷却剂气体的气体。为研究方便起见，本发明中以下所谈及的冷却剂气体均指氩气。

进入换热器 A 的氩气由循环经过设备 8 的冷却介质冷却，所述冷却介质通常为水。当氩气通过换热器 A 的冷却室 2 时，氩气将热量从热光导纤维上带走，以稳定纤维，并使纤维经开孔 6 被拉伸出冷却室 2。

然后，冷却的纤维被涂覆以一层树脂，卷绕在辊筒上。变热的或“消耗”的氩气由风机 C，经管线 16 及 18(如果两个管线都在使用)，从冷却室 2 中被抽出，并且最好由管线 26 被送至下道加工系统。由于氩气的密度较低，所以，氩气在通过冷却室 2 时易于向上方流动。因此，为提高氩气的回收率及其纯度，较好的是使阀 20 的打开程度大于阀 22，以促进氩气在冷却室 2 上部具有更大的体积。在某些情况下，较好的是关闭阀 22，仅使用管线 16 从冷却室 2 抽出排出气体。

为减少气体冷却剂的损耗，风机 C 以这样的速率从冷却室 2 中抽出气体：

冷却室 2 的至少部分的压力，例如，冷却室 2 的气体冷却剂的出口处压力基本维持在低于常压，通常在约 0.5 巴拉(巴，绝对压)和一个大气压间，更好的是，所述压力在约 0.7 巴和一个大气压间。此处的“基本维持在低于常压下”意指，尽管整个冷却室 2 内的压力可能在一个短时间内上升至高于一个大气压，但在氮气通过冷却室 2 时的至少 90 % 的时间内，冷却室 2 的至少部分的压力维持在低于一个大气压。

本发明方法的一个基本目的是：防止氮气从系统中大量损耗，不使大量的过剩空气抽入冷却室 2 而稀释氮气。上述系统在低于一个大气压的压力下的运转减少了氮气的损耗，但却同时导致了一些空气及其它大气中的杂质气体渗入冷却室 2。可变速风机的使用非常有利于冷却室 2 内压力的精心控制，减少氮气的损失和空气的渗入。所述风机速度的确定取决于流入冷却室 2 的氮气率、冷却室 2 中的压力，及可选择地，取决于从冷却室流出的流动气体中的气体杂质的浓度。风机速度要使冷却室 2 中的压力保持在稍稍低于一个大气压的压力。

在本发明方法的第一阶段中，消耗的氮气从冷却室 2 抽出的速率基本上根据新鲜氮气引入冷却室 2 的速率而控制。如新鲜氮气引入冷却室 2 的速率增大，流量控制器 B 会发出间歇或稳定的信号给风机 C，风机 C 的速度增加。在本发明方法的第一阶段中，流量控制器 B 对风机 C 速度的控制最好对冷却室 2 中的压力变化作出反应。因为，在冷却室 2 中的压力建立起来之前，它可对氮气流入冷却室 2 的流动速率作出增加的反应。由此，可避免或减少在该阶段中、由于冷却室 2 中的压力临时上升至超过一个大气压而导致氮气的损耗。

在本发明方法的第二阶段中，流量控制器 B 将氮气流入冷却室 2 的速率基本上保持恒定。在该阶段中，风机 C 的速度由冷却室 2 中的压力，通过控制回路 30 所控制。压力传感器 32 通过检测回路 30，持续或周期地检测冷却室 2 中的压力，并将信号输送至泵 C 的速度控制机构，以在需要时调节泵的速度。一般来说，由于压力变化仅由冷却室 2 中的温度变化，或由自大气压的变化所引起，因此，在该阶段中风机 C 速度的变化相对来说是次要的。

还可以控制气体抽出速率，以保持排出气体中杂质气体的浓度在一定的范围内。所述控制可由杂质检测回路 34 完成。当该检测回路启动时，传感器 36 持续或周期地检测排出气体，以测定排出气体中的杂质浓度。如果排出气体中的空气浓度超过设定范围，传感装置 36 即通过回路 34 发出信号至泵 C，

以调节泵的速度，将空气浓度返回到设定范围。

当用一组光学拉伸塔实施本发明时，各个拉伸塔具有一个光导纤维冷却室，各个冷却室配有一个可变速风机，所述风机在换热器操作中的独特作用为：从冷却室抽出气体冷却剂。一个典型的、使用三个分离的可变速泵的三塔型系统，即泵 C1 ~ C3 示于图 2。由于各个泵仅有一个流体控制装置及仅仅控制一个冷却室的压力，因此可使冷却室压力得到更精确的控制。

在本发明方法的实施中，如图 2 所示的多单元冷却系统中，由泵 C1 ~ C3 排放进管线 38 中的空气储存于可选用的存储容器 D 中，储存的气体可间歇或持续地喂入气体分离装置 E 中作纯化。排放气体通过管线 44 存在于分离装置 E 中，在气体分离装置 E 中被分离大部分为空气和其余为杂质的废气和经纯化的氮气。尽管，所述冷却系统用较低纯度的氮气也可进行令人满意的操作，但较好的是，所述纯化的氮气含有 90 % 或更多的氮气。纯化的氮气通过管线 44 再循环至换热器 A1 ~ A3。补偿的氮气通过管线 46 供应至冷却系统。

如上所述，分离装置 E 可以是任何合适的气体纯化装置，但较好的是 PSA 系统。所述系统可以包括一个单一的吸附单元或一组同相操作的吸附单元，或是包括多个吸附单元或多组异相操作的吸附单元，不论哪种都可以。如果使用了包括一个单一吸附单元或一组处于同相操作的吸附单元的冷却系统，则上述吸附过程必须作周期的关闭，以允许吸附层的再生。而如果是平行和异相操作多个吸附单元，当一个或多个单元处于吸附杂质的吸附状态时，一个或多个其它的单元进行再生解吸杂质。本发明的吸附系统的操作是可循环的。在一个优选的吸附方法中，吸附是以连续产生纯化氮气的方式反复进行。

如果分离装置 E 是一个 PSA 系统，则吸附容器装入适量的颗粒状的吸附剂。用于吸附氮及氧的合适的吸附剂包括沸石，例如沸石 4A、沸石 5A 及沸石 13X，以及碳分子筛。用于吸附方法中颗粒状的吸附剂为一种物质的选择，则并不构成本发明的一部分。

吸附容器最好是含有如活性氧化铝或硅胶等干燥剂的预纯化层，以除去含于大气中的水蒸气。活性氧化铝为一较好的干燥剂，因为它也可用于去除空气中的二氧化碳，由此可减少或消除由基础吸附剂所吸附的二氧化碳。或者，上述系统可以含有一个分离空气预纯化装置，在将喂入气体引入吸附容器之前，从喂入气体中去除水蒸气和二氧化碳。

PSA 冷却行的温度及压力是可以选择的，而并不是临界的。一般来说，

吸附过程可以在-50 ~ 约 100 °C 的温度范围内进行，但通常是在约 0 - 约 40 °C 的温度范围内进行。典型地，上述吸附过程是在约 1 巴或以上的绝对压力 (bara) 上进行。吸附时的最小压力较好的是在约 2 巴，更好的是在约为 5 巴的压力下进行。压力的上限由吸附系统的经济性及有限性所决定。通常，压力的上限较好的是在约 50 巴，更好的是在约为 20 巴，最好的是在约 15 巴。吸附剂时进行的压力也是可以选择的，其最小压力取决于是否使用了真空设备以从这些容器中抽出吸附的气体。典型地，在这些容器中的吸附剂再生的压力下可以低至 50mbara(毫巴 绝对值)，但较好的是不低于约 150m bara，更好的是不低于约 200mbara。吸附剂再生可以在高至 5 巴的压力下进行，但较好的是在不大于约为 2 巴的压力下，更好的是在不大于约为 1 巴的压力下进行。

如上所述，光导纤维的制造过程是一种间歇式生产的过程。因此，多单元制造系统的各个单元将作定期的关闭，以在单元中装入新的预成形棒料。在关闭期间，关闭的单元中不会产生废氮气。多单元系统通常是作异相运行，这样，如果一个单元关闭，其它单元将处于运行状态，并产生含有杂质的氮气。如图 2 所示的系统是以不同相的三个单元运行，则流向分离装置 E 的含杂质的氮气是会有变化。这种情况在本发明的使用可调节的循环的 PSA 方法的另一实施例中提出。该实施例的 PSA 方法的吸附周期包括：一个吸附过程，一个均衡过程，一个减压或吸附剂再生过程及一个加压过程。当一个或多个光导纤维的冷却单元处于关闭或处于启动期间，为了补偿含杂质气体进入 PSA 系统的速率的降低，所述周期的吸附过程可以延长一段时间，该时间正比于导入 PSA 系统的杂质气体体积的减少。同样，如果另外的纤维冷却管线也进入运行，则周期的吸附过程可以缩短。这样可使吸附基本上处于最佳工作状态。根据本发明的这个实施例、各个吸附床以 90° 的异相进行操作的四床吸附系统的吸附周期示于表 1。周期的各个过程是：吸附过程；第一个减压-均衡过程(Eq-Dep 1)；第二个减压-均衡过程(Eq-Dep 2)；排入大气(Vent 1)；抽真空(Vent 2)；再加压均衡过程(Eq-Pre 1 和 Eq-Pre 2)以及用非吸附的生成气体、喂入气体或其混合物进行再加压(再加压)。

表 1

步骤	床 A	床 B	床 C	床 D	时间, 秒
1	吸附	Eq-Pre 1	Vent 1	Eq-Dep 1	30
2	吸附	Eq-Pre 1	Vent 2	Eq-Dep 1	60
3	吸附	再加压	Eq-Pre 2	Eq-Dep 2	30+t
4	Eq-Dep 1	吸附	Eq-Pre 1	Vent 1	30
5	Eq-Dep 1	吸附	Eq-Pre 1	Vent 2	60
6	Eq-Dep 2	吸附	再加压	Eq-Pre 2	60
7	Vent 1	Eq-Dep 1	吸附	Eq-Pre 1	30+t
8	Vent 2	Eq-Dep 1	吸附	Eq-Pre 1	60
9	Eq-Dep 2	Eq-Dep 2	吸附	再加压	30+t
10	Eq-Dep 1	Vent 1	Eq-Dep 1	吸附	30
11	Eq-Dep 1	Vent 2	Eq-Dep 1	吸附	60
12	再加压	Eq-Dre 2	Eq-Dep 2	吸附	30+t

过程 3、6、9 及 12 的持续时间取决于可吸附的气体杂质(空气)喂入吸附系统的速率。一个设置于 PSA 装置上游的检测装置, 持续地检测喂入吸附系统中的空气浓度。当吸附系统的所有光导纤维的冷却塔处于运作之中, 且喂入所述吸附系统的空气体积处于设定的水平, 则周期的吸附持续时间为 120 秒。然而, 如果一个或多个冷却塔处于关闭状态, 则空气检测器检测出喂入 PSA 系统的空气较小, 并发出信号至吸附周期控制系统, 该系统令过程 3、6、9 及 12 的持续时间延长。延长的时间与流至 PSA 装置的气体中杂质体积的减少成反比。离开 PSA 装置的生成的非吸附气体的纯度也可用来控制所述 PSA 装置的操作。例如, 如果生成的非吸附气体中的氮气浓度降至一预定的、最小可接受值, 或升高至一预定的、最大可接受值时, 一个来自监测生成的非吸附气体的检测器的监测信号可引导 PSA 体系的控制机构作出相应的反应, 缩短或延长 PSA 周期的吸附过程的持续时间。在一个优选的实施例中, 所述吸附过程的持续时间由喂入 PSA 装置的杂质气体的体积及排出 PSA 装置、生成的非吸附气体流的纯度共同控制。当关闭的冷却塔启动时, 则流入 PSA 装置的空气返回至设定水平, PSA 吸附周期返回正常状态。

可以理解到, 利用通常的设备监测及自动调节系统中的气体流, 以使吸附系统可以完全、自动、有效的方式持续运行, 这是属于本发明的范围之内。

参照以下的实施例进一步说明本发明。在这些实施例中，如无特别说明，所说的“份”、“百分比”及“比例”均以体积计。

实施例

- 5 本实施例说明了一延长的、直立式光导纤维冷却室的二阶段的操作。在第一阶段中，所述阶段包括周期 1 ~ 3(见表 2)，气体冷却剂流入冷却室的流量及排出气体从冷却室排出的量缓慢增加。在第二阶段中，由周期 4 所代表地，氦气流入冷却室的流量及排出气体从冷却室排出量基本上维持恒定。含有约 97 % 的氦气冷却剂，通过一个氦气进气口被注入光导纤维冷却室，并通
- 10 过二个与可变速风机连接的冷却剂回收口，从冷却室抽出。冷却剂回收口位于冷却室的底部及顶部。但冷却剂的注入速率从 40 标准升/分钟增加至 70 标准升/分钟(slp_m)，可变速风机的转速也作相应的增加，以将冷却室的气体出口处的压力保持在约为-25mmH₂O。回收的氦气及回收气流中的氦气浓度分别保持在约为 85 % 和 60 %。在稳定运行的条件下(周期 4)，风机的转速按需要
- 15 调节保持冷却室内达到预定的压力。回收的氦气及回收气流中的氦气浓度列表表示于表 2。

表 2

周期	He 的注入量 (Slpm)	回收气流的 流量	回收气流中 He 的含量 (%)	He 回收量 (%)
1	40	60	59	89
2	50	72	59	85
3	60	82	62	85
4	70	91	65	85

- 20 该实施例显示，当冷却室的气体冷却剂的出口端的压力保持在约为-25mmH₂O 时，回收气流中的氦气浓度保持在 59 % - 65 % 的范围，而回收的氦气的浓度保持在 85 % - 89 % 的范围。通过将冷却室内的操作压力维持在较低的压力下，可以增加回收的氦气。

- 25 以上，参照具体的装置、设置，及参照了特定的试验，对本发明作了描述。然而，如上所描述的特征仅仅是对本发明所作的例举，人们可以预计上述的例举可以有变化。例如，如上所述，可以测得从换热器冷却室排出的冷却剂气体中杂质气体的浓度，并可该浓度用作一变量，以辅助控制从排出于冷却室的气体速度。本发明的范围仅限于所附权利要求书的范围。

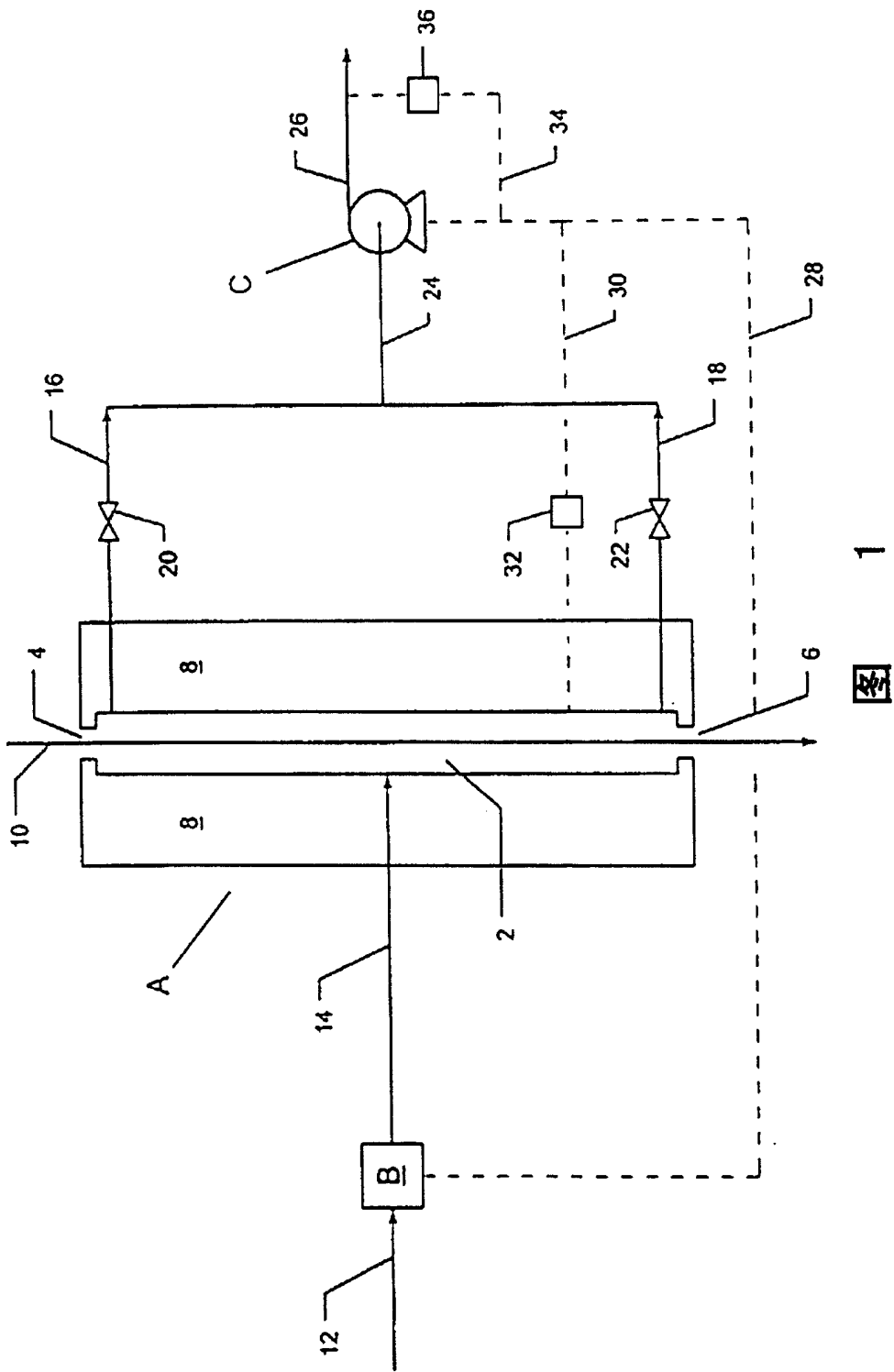


图 1

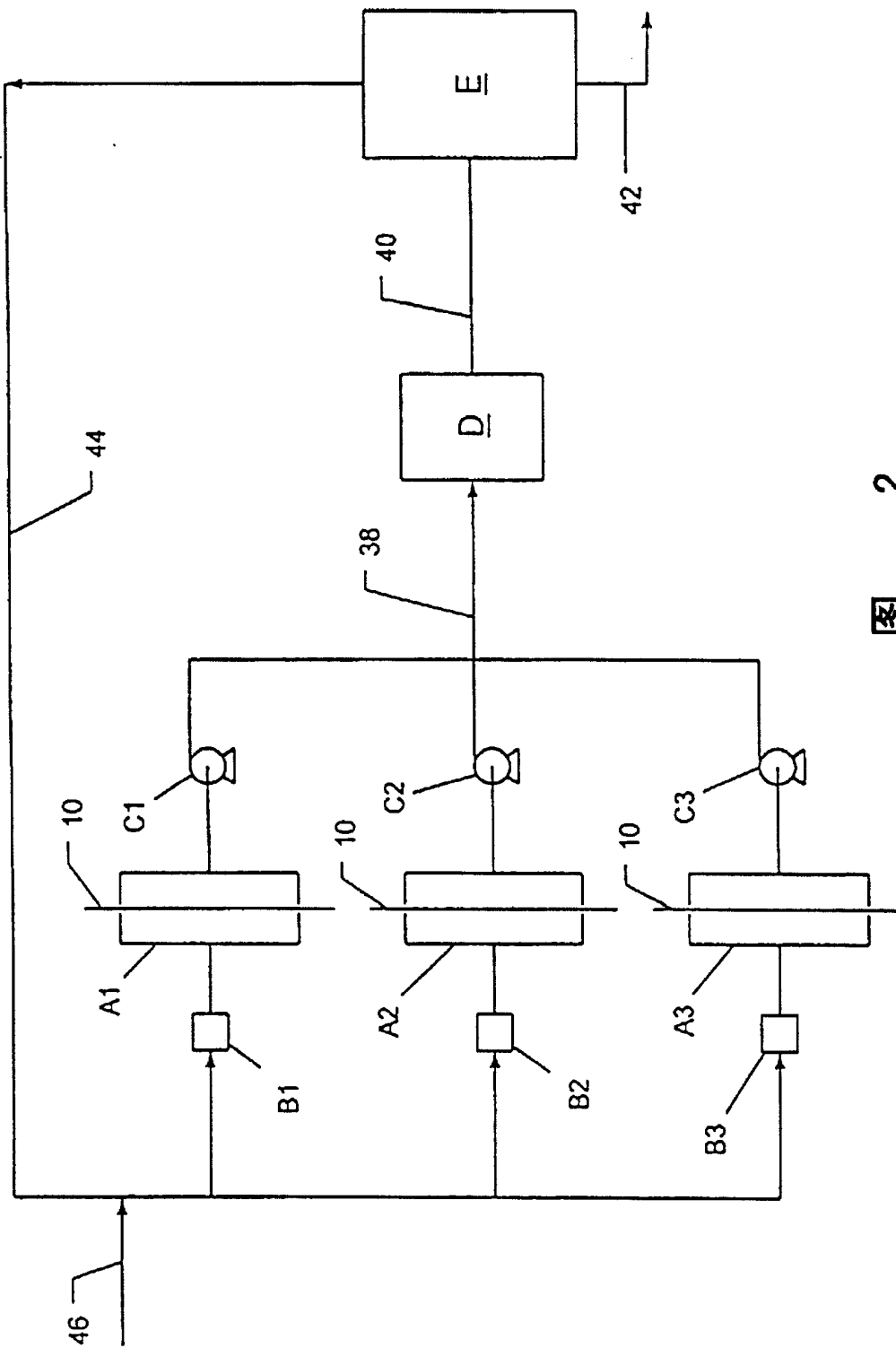


图 2