(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101415802 B
(45)授权公告日 2013.02.06

(21)申请号 200680054140.0
(22)申请日 2006.04.05
(85)PCT申请进入国家阶段日
2008.10.06
(86)PCT申请的申请数据
PCT/JP2006/307244 2006.04.05
(87)PCT申请的公布数据
WO2007/113912 JA 2007.10.11
(73)专利权人 三井造船株式会社
地址 日本东京都
(72)发明人 加藤裕一 永森茂 岩崎彻
新井敬 堀口清司 村山哲郎
鸨巢哲 高桥正浩 八卷俊男
(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 杨楷
(51)Int.Cl.
B01J 10/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 1570458 A,2005.01.26,
JP 2003321685 A,2003.11.14,
JP 2003073679 A,2003.03.12,
JP 2005200479 A,2005.07.28,
CN 1962043 A,2007.05.16,

审查员 杨水晶

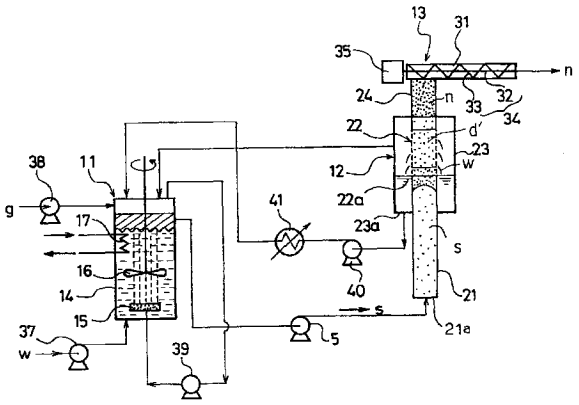
权利要求书 2 页 说明书 25 页 附图 29 页

(54)发明名称

气体水合物制造装置和脱水装置

(57)摘要

本发明提供一种气体水合物制造装置，使原料气体与原料水反应以生成浆状的气体水合物，并利用重力脱水器对该浆状的气体水合物进行除水。上述重力脱水器由筒状的第1塔体、设置在该第1塔体上部的筒状的除水部、设置在该除水部外侧的承水部、和设置在上述除水部上部的筒状的第2塔体形成，并且该第2塔体的横截面积从下方朝上方连续或间歇地增大。



CN 101415802 B

1. 一种气体水合物制造装置，使原料气体与原料水反应以生成浆状的气体水合物，并利用重力脱水器对该浆状的气体水合物进行除水，其特征在于，上述重力脱水器由筒状的第 1 塔体、设置在该第 1 塔体上部的筒状的除水部、设置在该除水部外侧的承水部、和设置在上述除水部上部的筒状的第 2 塔体形成，并且该第 2 塔体的横截面积从下方朝上方连续或间歇地增大。

2. 如权利要求 1 所述的气体水合物制造装置，其特征在于，上述除水部和第 2 塔体的横截面积从除水部的下方朝第 2 塔体的上方连续或间歇地增大。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的气体水合物制造装置，其特征在于，除水部和 / 或第 2 塔体的横截面积从下方朝上方连续地增大，并且其打开角度 θ 为 1 ～ 30° 。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的气体水合物制造装置，其特征在于，除水部和 / 或第 2 塔体的横截面积从下方朝上方间歇地增大，并且在其阶差部的宽度为 a，阶差部的高度为 b，最下部的塔径为 d 时，满足

$a = (1/5 \sim 1/100) \times d$

$b/a = 2 \sim 120$。

5. 一种气体水合物制造装置，使原料气体与原料水反应以生成浆状的气体水合物，并利用重力脱水器对该浆状的气体水合物进行除水，其特征在于，上述重力脱水器由筒状的第 1 塔体、设置在该第 1 塔体上部的筒状的除水部、设置在该除水部外侧的承水部、和设置在上述除水部上部的筒状的第 2 塔体形成，并且在上述除水部设置有无数的贯通孔或狭缝。

6. 如权利要求 5 所述的气体水合物制造装置，其特征在于，设置于上述除水部的贯通孔的孔径从上述除水部的下方朝上方连续或阶段性地增大。

7. 如权利要求 5 或 6 所述的气体水合物制造装置，其特征在于，上述贯通孔交错状或棋盘格状地配置在上述除水部。

8. 如权利要求 5 所述的气体水合物制造装置，其特征在于，上述贯通孔的最小孔径为 0.1 ～ 5mm，上述贯通孔的最大孔径为 0.5 ～ 10.0mm。

9. 如权利要求 5 所述的气体水合物制造装置，其特征在于，在上述除水部设置有无数的贯通孔，并且上述贯通孔以其出口比入口靠近下方的方式倾斜。

10. 如权利要求 9 所述的气体水合物制造装置，其特征在于，上述贯通孔的孔径为 0.1 ～ 10.0mm。

11. 如权利要求 5 所述的气体水合物制造装置，其特征在于，上述除水部通过横截面为楔形的线状体沿周向隔开既定的间隔排列多个而形成。

12. 如权利要求 11 所述的气体水合物制造装置，其特征在于，各线状体的宽度或各狭缝间的间隔为 1.0 ～ 5.0mm，各线状体间的间隔或各狭缝的宽度为 0.1 ～ 5.0mm。

13. 一种气体水合物制造装置，使原料气体与原料水反应以生成浆状的气体水合物，并利用重力脱水器对该浆状的气体水合物进行除水，其特征在于，上述重力脱水器由将气体水合物浆导入的导入部、将气体水合物浆中的未反应水脱水的除水部、通过将由该除水部进行了脱水的气体水合物导出的导出部形成的筒状主体、和接受由上述除水部从气体水合物分离出的滤液的承水部构成，并且使上述承水部内的液面上升下降来清洗除水部。

14. 一种气体水合物制造装置，使原料气体与原料水反应以生成浆状的气体水合物，并

利用重力脱水器对该浆状的气体水合物进行除水，其特征在于，上述重力脱水器由将气体水合物浆导入的导入部、将气体水合物浆中的未反应水脱水的除水部、通过将由该除水部进行了脱水的气体水合物导出的导出部形成的筒状主体、和接受在上述除水部从气体水合物分离出的滤液的承水部构成，并且在上述承水部内装满清水来隔断上述除水部与原料气体的接触。

15. 如权利要求 14 所述的气体水合物制造装置，其特征在于，在上述承水部内设置与除水部的高度匹配的堰，并且向该堰与除水部之间供给清水，使得除水部始终没在液面下。

16. 如权利要求 14 所述的气体水合物制造装置，其特征在于，在上述承水部设置液面传感器来控制清水的供给量，使得始终或在除水部的孔眼堵塞时、除水部浸没入液面下。

17. 一种气体水合物制造装置，使原料气体与原料水反应以生成浆状的气体水合物，并利用重力脱水器对该浆状的气体水合物进行除水，其特征在于，上述重力脱水器由将气体水合物浆导入的导入部、将气体水合物浆中的未反应水脱水的除水部、通过将由该除水部进行了脱水的气体水合物导出的导出部形成的筒状主体、和接受在上述除水部从气体水合物分离出的滤液的承水部构成，并且将上述承水部内加温至既定温度来防止上述除水部的孔眼堵塞。

18. 如权利要求 17 所述的气体水合物制造装置，其特征在于，使上述承水部内高于气体水合物的平衡温度。

气体水合物制造装置和脱水装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种气体水合物制造装置和脱水装置。

背景技术

[0002] 气体水合物是将气体取入到水分子制作的篮中的结构的固态的水合物，例如在大气压下在零下十几度的温度下稳定，所以进行作为代替液化天然气 (LNG) 的天然气的输送、贮藏单元使用的研究。气体水合物可以在比较容易获得的温度和压力条件下制造，并且如上所述可以实现稳定的保存。

[0003] 因此，从气田开采的天然气在酸性气体除去工序中除去二氧化碳 (CO_2)、硫化氢 (H_2S) 等酸性气体，然后暂时贮藏在气体贮藏部中，之后在生成工序中与水发生水合反应，由此成为气体水合物。该气体水合物是混合有水的浆状，在生成工序接下来的脱水工序中，除去混合的未反应水，进而经再生成工序、冷却工序和减压工序，然后封入贮存器等容器中，在贮藏装置内以调整为既定的温度、压力的状态贮藏。这样，气体水合物在生成工序中是含有大量的水的浆状，因此，如果直接贮藏或输送，水相应地会耗费额外的成本。因此提出了使用螺旋压机型脱水装置对浆状的气体水合物强制进行脱水的天然气水合物生成方法（例如日本特开 2003-105362 号公报。）。

[0004] 但是，该螺旋压机型脱水装置是施行了筛网加工的内壁和在该内壁的外侧构成外壳的筒体的两层结构，利用设置在上述内壁内的螺旋轴使浆状的天然气水合物强制前进，由此从上述内壁上加工出的网孔中除去水，因此，在脱水（浓缩）过程中，大部分天然气水合物与水一起溜过内壁的筛网孔，致使天然气水合物的回收率降低。另外耗费用于使螺旋轴以高转矩旋转的动力费用。进而，由于在内部处于高压的状态下产生高转矩，所以整个设备变得过重，需要从高压直到大气压密封螺旋轴。

[0005] 为了消除这样的问题，本发明的发明者们提出了利用重力的重力脱水方式，而不是像现有那样的强制脱水，但是，由于重力脱水塔的塔径上下恒定，所以当比设置在重力脱水塔上的金属筛制的除水部更靠上方的脱水区的阻力增大时，向重力脱水塔搬送气体水合物浆的浆泵排出力增大，或者重力脱水塔由于气体水合物而闭塞，或者除水部的液面（水位）上升而造成脱水不良等问题，从而有时不能以维持恒定的脱水率的状态进行稳定的运转。进而，气体水合物制造装置提出了各种方案，例如作为内筒容器和外筒容器的双层结构，有的装置产生该两容器的间隙的气体水合物的搬送路（参照日本特开 2004-10686 号公报）。

[0006] 然而，在该装置中需要对气体水合物的生成不发挥作用的耐压结构的外筒容器，从而导致设备大型化，成本升高。再者，由于在外筒容器和内筒容器的间隙中充满气体，所以存在难以除去内筒容器的气体水合物的生成热，从外侧也难以进行有效率的冷却的问题。在所生成的气体水合物根据附着水分率等的程度而成为附着性高的性状的情况下，也会产生气体水合物接合在容器壁面上而不能顺畅地搬送的问题。

[0007] 再者，在该公报的图 5 中提出了这样的装置：挤压气体水合物生成容器的上部并

设置垂直螺旋输送器和水平螺旋输送器，搬送所生成的气体水合物的装置。但是，在该装置中也会出现所生成的气体水合物接合在生成容器的内侧面上而不能顺畅地排出的问题。

[0008] 另一方面，根据日本特开 2001-342473 号公报（专利文献 3）所记载的气体水合物的脱水方法，首先将从生成容器中抽出的气体水合物浆引导至螺旋压机等加压脱水装置中进行物理脱水。然后将进行了物理脱水的气体水合物浆引导至螺旋输送器等以进行移送，并且取入原料气体，使附着在气体水合物上的水分与原料气体反应，并进行水合脱水，由此获得附着水少的气体水合物。然而如专利文献 3 所示，由螺杆搅拌进行了物理脱水的气体水合物，使附着在气体水合物上的水分与原料气体反应并进行脱水，根据这样的水合脱水方法，由于水分与原料气体的接触效率有限度，所以不能获得高脱水率。

[0009] 针对于此，例如考虑以下流动层脱水方法：即，将原料气体吹入进行了物理脱水的气体水合物中，形成流动层，使附着在流动化的气体水合物上的水分与原料气体反应来进行水合脱水。根据该方法，由于水分与原料气体的接触效率高，所以能够获得高脱水率。

[0010] 然而，如专利文献 3 所示，虽然在机械地搅拌进行了物理脱水的气体水合物浆来进行水合脱水的情况下几乎不成为问题，但是，例如在进行流动层脱水的情况下，为了确保既定的流动状态，需要预先提高物理脱水后的脱水率。然而，根据现有的物理脱水不能获得足够的脱水率，所以存在后续工序中的水合脱水的选择自由度受到限制的问题。

发明内容

[0011] 本发明的第 1 课题在于减小重力脱水中的气体水合物的移动阻力，实现重力脱水塔的稳定运转，并且实现恒定脱水率的运转。本发明的第 2 课题在于提供一种气体水合物制造装置，能够简化设备来降低成本，并且具有能够在对所生成的气体水合物的附着水进行脱水的同时将其顺畅地排出的排出机构。再者，本发明的第 3 课题在于提高螺旋压机式的物理脱水对气体水合物浆的脱水率。

[0012] 接下来说明解决本发明的课题的手段。

[0013] 1）本发明的气体水合物制造装置，使原料气体与原料水反应以生成浆状的气体水合物，并利用重力脱水器对该浆状的气体水合物进行除水，其特征在于，上述重力脱水器由筒状的第 1 塔体、设置在该第 1 塔体上部的筒状的除水部、设置在该除水部外侧的承水部、和设置在上述除水部上部的筒状的第 2 塔体形成，并且该第 2 塔体的横截面积从下方朝上方连续或间歇地增大。

[0014] 由此，与第 2 塔体的内径恒定的现有技术的情况相比，脱水后的气体水合物的移动阻力大幅地减小。因此能够抑制向脱水器搬送气体水合物浆的浆泵的排出压力增大，或者脱水器由于气体水合物的粒子层而闭塞，或者液面上升导致脱水不良等问题。

[0015] 再者，在该发明中，由于除水部和第 2 塔体的横截面积从除水部的下方朝第 2 塔体的上方连续或间歇地增大，所以能够减小除水部和第 2 塔体的上方的气体水合物的移动阻力。在此优选的是，除水部和 / 或第 2 塔体的横截面积从下方朝上方连续地增大，并且其打开角度 θ 为 1 ～ 30°。另外优选的是，除水部和 / 或第 2 塔体的横截面积从下方朝上方间歇地增大，并且在其阶差部的宽度为 a，阶差部的高度为 b，最下部的塔径为 d 时，满足 a ＝ (1/5 ～ 1/100) × d，b/a ＝ 2 ～ 120。

[0016] 2）本发明的气体水合物制造装置，使原料气体与原料水反应以生成浆状的气体水

合物，并利用重力脱水器对该浆状的气体水合物进行除水，其特征在于，上述重力脱水器由筒状的第 1 塔体、设置在该第 1 塔体上部的筒状的除水部、设置在该除水部外侧的承水部、和设置在上述除水部上部的筒状的第 2 塔体形成，并且在上述除水部设置有无数的贯通孔或狭缝。

[0017] 由此，与除水部使用金属筛的现有技术相比，能够减小除水部的气体水合物浆移动阻力。因此能够使向脱水器送出气体水合物浆的浆泵以流量恒定、排出压恒定的稳定状态进行运转。再者，由于气体水合物层的移动速度恒定，所以能够实现脱水器的稳定运转。此外，通过气体水合物层的顺畅的移动，能够获得恒定的脱水率，所以能够向脱水器的下一工序供给恒定质量、恒定量的气体水合物。

[0018] 再者，在该发明中，其特征在于，设置于上述除水部的贯通孔的孔径从上述除水部的下方朝上方连续或阶段性地增大，所以与除水部使用金属筛的现有技术相比，能够大幅地减小除水部的气体水合物浆移动阻力。因此能够使向脱水器送出气体水合物浆的浆泵以流量恒定、排出压恒定的稳定状态进行运转。再者，由于气体水合物层的移动速度恒定，所以能够实现脱水器的稳定运转。此外，通过气体水合物层的顺畅的移动，能够获得恒定的脱水率，所以能够向脱水器的下一工序供给恒定质量、恒定量的气体水合物。

[0019] 在此优选的是，上述贯通孔交错状或棋盘格状地配置在上述除水部。此外优选的是，上述贯通孔的最小孔径为 0.1 ～ 5mm，上述贯通孔的最大孔径为 0.5 ～ 10.0mm。

[0020] 再者，该发明由于上述贯通孔以其出口比入口靠近下方的方式倾斜，所以能够更顺畅地进行脱水，与除水部使用金属筛的现有技术相比，能够大幅地减小除水部的气体水合物浆移动阻力。因此能够使向脱水器送出气体水合物浆的浆泵以流量恒定、排出压恒定的稳定状态进行运转。再者，由于气体水合物层的移动速度恒定，所以能够实现脱水器的稳定运转。此外，通过气体水合物层的顺畅的移动，能够获得恒定的脱水率，所以能够向脱水器的下一工序供给恒定质量、恒定量的气体水合物。

[0021] 在此优选的是，上述贯通孔的孔径为 0.1 ～ 10.0mm。此外优选的是，上述除水部通过横截面为楔形的线状体沿周向隔开既定的间隔排列多个来形成。另外优选的是，各线状体的宽度或各狭缝间的间隔为 1.0 ～ 5.0mm，各线状体间的间隔或各狭缝的宽度为 0.1 ～ 5.0mm。

[0022] 3) 本发明的气体水合物制造装置，使原料气体与原料水反应以生成浆状的气体水合物，并利用重力脱水器对该浆状的气体水合物进行除水，其特征在于，在上述重力脱水器的除水部设置狭缝状或菱形等任意形状的第 1 开口部，并且在上述除水部的外侧嵌合有具有与上述第 1 开口部对置的第 2 开口部的除水部控制用外筒，通过该除水部控制用外筒的移位来改变上述第 1 开口部的开口程度。

[0023] 由此能够与除水部的孔眼堵塞等状况对应地进行极其细微的运转。其结果为，能够实现气体水合物制造装置的稳定运转，并且实现恒定脱水率的运转。在此优选的是，沿着上述除水部控制用外筒的外周设置齿轮，并且通过与该齿轮啮合的齿条的前后运动，使得上述除水部控制用外筒以筒状的除水部为轴转动。另外优选的是，在上述除水部控制用外筒的侧面上设置纵长方向的齿条，并且使与该齿条啮合的齿轮旋转，以使上述除水部控制筒以筒状的除水部为轴在上下方向上滑动。

[0024] 4) 本发明的气体水合物制造装置，将通过重力脱水器进行了脱水的气体水合物利

用设置在上述重力脱水器的顶部的送出装置送出，其特征在于，上述送出装置由位于脱水塔的顶部的破碎部和位于该破碎部后方的移送部构成。由此，能够将气体水合物脱水层在利用位于脱水塔正上方的破碎部进行破碎的同时，利用位于破碎部后方的移送部朝移送部的出口顺畅地送出。

[0025] 此外，在该发明中，由于上述送出装置由位于脱水塔的顶部的破碎部和位于该破碎部后方的移送部构成，并且在上述破碎部沿旋转轴的圆周方向和轴向分散配置有锤状的多个破碎工具，所以能够将气体水合物脱水层从脱水塔上端的出口顺畅地送出。特别是，本发明由于在与脱水塔上端的出口对应的破碎部中沿着旋转轴的圆周方向和轴向分散配置有锤状的破碎工具，所以能够在对气体水合物脱水层进行破碎的同时将其顺畅地送出。

[0026] 此外，在该发明中，由于锤状的破碎工具由沿旋转轴的半径方向立设的支承杆、和经由关节部摆动自如地设置在该支承杆上的锤体形成，所以能够在对气体水合物脱水层进行破碎的同时将其更顺畅地送出。再者，在该发明中，由于锤体相对于旋转体的轴心向送出侧倾斜既定的角度，所以能够可靠地送出气体水合物。再者，在该发明中，由于上述送出单元由位于脱水塔的正上方的破碎部和位于该破碎部后方的移送部构成，并且在上述破碎部上朝送出侧隔开既定间隔地配置有螺旋叶片，所以能够获得同样的效果。进而，在该发明中，由于上述送出单元由位于脱水塔的正上方的破碎部和位于该破碎部后方的移送部构成，并且在上述破碎部上配设有梳子形的破碎叶片和扇形的送出叶片，所以能够获得同样的效果。

[0027] 5) 本发明的气体水合物制造装置，使原料气体与原料水反应以生成浆状的气体水合物，并利用重力脱水器对该浆状的气体水合物进行除水，其特征在于，上述重力脱水器由将气体水合物浆导入的导入部、将气体水合物浆中的未反应水脱水的除水部、通过将由该除水部进行了脱水的气体水合物导出的导出部形成的筒状主体、和接受由上述除水部从气体水合物分离出的滤液的承水部构成，并且使上述承水部内的液面上升下降来清洗除水部。由此能够提前防止构成除水部的金属筛或多孔板的孔眼堵塞。其结果为，能够实现脱水器的稳定运转，并且能够实现恒定脱水率的运转。

[0028] 6) 本发明的气体水合物制造装置，使原料气体与原料水反应以生成浆状的气体水合物，并利用重力脱水器对该浆状的气体水合物进行除水，其特征在于，上述重力脱水器由将气体水合物浆导入的导入部、将气体水合物浆中的未反应水脱水的除水部、通过将由该除水部进行了脱水的气体水合物导出的导出部形成的筒状主体、和接受在上述除水部从气体水合物分离出的滤液的承水部构成，并且在上述承水部内装满清水来隔断上述除水部与原料气体的接触。

[0029] 由此能够避免由除水部过滤的水（滤液）在构成除水部的金属筛或多孔板的部分与原料气体反应而变成气体水合物的问题。因此，由于气体水合物堆积在构成除水部的金属筛或多孔板的部分而引起的除水部的金属筛或多孔板的孔眼堵塞发生的情况变少。其结果为，能够实现脱水器的稳定运转，并且能够实现恒定脱水率的运转。

[0030] 再者，在该发明中，由于在上述脱水集合部内设置与除水部的高度匹配的堰（侧边部），并且向该堰与除水部之间供给清水，使得除水部始终没在液面下，所以能够以比较简单的方法防止构成除水部的金属筛或多孔板的部分发生孔眼堵塞。再者，在该发明中，由于在上述脱水集合部设置液面传感器来控制清水的供给量，使得始终或在除水部的孔眼堵

塞时、除水部浸没入液面下，所以能够防止构成除水部的金属筛或多孔板的部分发生孔眼堵塞，并且能够抑制清水的使用量。其结果为能够抑制运转成本。

[0031] 7）本发明的气体水合物制造装置，使原料气体与原料水反应以生成浆状的气体水合物，并利用重力脱水器对该浆状的气体水合物进行除水，其特征在于，上述重力脱水器由将气体水合物浆导入的导入部、将气体水合物浆中的未反应水脱水的除水部、通过将由该除水部进行了脱水的气体水合物导出的导出部形成的筒状主体、和接受在上述除水部从气体水合物分离出的滤液的承水部构成，并且将上述承水部内加温至既定温度来防止上述除水部的孔眼堵塞。

[0032] 由此能够提前防止构成除水部的金属筛或多孔板的孔眼堵塞。因此，能够实现脱水器的稳定运转，并且能够实现恒定脱水率的运转。在此优选的是，使上述承水部内高于气体水合物的平衡温度。

[0033] 8）本发明的气体水合物制造装置，具有耐压容器并在该耐压容器的内部下方具有搅拌叶片，对该耐压容器内的水以气泡的形式供给水合物形成气体，以生成气体水合物，其特征在于，该气体水合物制造装置具备：上方搬送装置，将所生成的气体水合物以与上述耐压容器的侧面接触的状态向上方搬送；和排出装置，由一端在上述耐压容器的内侧面开口的排出路和内设在该排出路中的排出进给器构成，进而设置有排出叶片，用于将通过上述上方搬送装置搬送的气体水合物导入到上述排出路中，上述上方搬送装置使由带状螺旋体构成的搬送路沿着上述耐压容器内侧面，在上述耐压容器内以上下方向作为旋转轴方向旋转。

[0034] 由此，由于气体水合物制造装置具有耐压容器并在该耐压容器的内部下方具有搅拌叶片，在耐压容器内部为既定的压力和温度的条件下，对该耐压容器内的水以气泡的形式供给水合物形成气体，以生成气体水合物，其中，该气体水合物制造装置具备：上方搬送装置，将所生成的气体水合物以沿着耐压容器内侧面接触的状态向上方搬送；和排出装置，由一端在耐压容器的内侧面开口的排出路、和内设在排出路中的排出进给器构成，还设置有排出叶片，用于将通过上方搬送装置搬送的气体水合物导入到排出路中，并且以上下方向作为旋转轴方向地进行旋转，上方搬送装置使由带状螺旋体构成的搬送路沿着耐压容器内侧面，在耐压容器内以上下方向作为旋转轴方向进行旋转，所以不需要外筒容器，能够使耐压容器为一个地生成并排出气体水合物，从而能够简化设备并大幅地降低成本。

[0035] 再者，由于通过由带状螺旋体构成的搬送路，将所生成的气体水合物以沿着耐压容器内侧面接触的状态向上方搬送，所以气体水合物不会接合在耐压容器的内侧面上，在搬送过程中由于重力作用使附着水分下落，从而能够在脱水的同时顺畅地排出。另外，被向上方搬送的气体水合物被旋转的排出叶片朝内侧面的排出路的开口部导入，从而能够由排出路的排出进给器顺畅地排出。在此优选的是，在上述排出叶片的上方设置有限制体，该限制体具有通气性并且限制气体水合物的上方移动。另外优选的是，上述限制体是固定在上述排出叶片的旋转轴上的旋转圆盘。进而优选的是，上述排出路设置有多条。

[0036] 9）本发明的气体水合物制造装置，使原料气体与水在耐压容器内反应以生成气体水合物，其特征在于，在上述耐压容器内旋转自如地设置有气体水合物扬起单元，该气体水合物扬起单元以沿着该耐压容器的内壁面的方式螺旋状地设置有带状的扬起叶片。由此能够使气体水合物保持搭在带状的扬起叶片上的状态地顺畅地移至耐压容器的上方。再者，

根据该发明，在借助带状的扬起叶片将气体水合物汲取上来时，夹在气体水合物的粒子间的水顺着带状的扬起叶片流下，所以能够获得含水率低的气体水合物。

[0037] 再者，在该发明中，由于在上述扬起叶片上安装有挠性的刮片状体，所以变得容易将气体水合物汲取到带状的扬起叶片上。气体水合物由于具有附着在容器内壁面上的性质，所以容易扬到叶片上。再者，在该发明中，由于在耐压容器的内侧设置有与上述扬起叶片的上端部对置的气体水合物返回部，所以能够利用气体水合物返回部将扬起叶片上的气体水合物可靠地发出。再者，在该发明中，由于在上述耐压容器的侧面设置有与气体水合物返回部对应的气体水合物送出口，所以能够将借助气体水合物返回部送出的气体水合物从气体水合物送出口可靠地排出。

[0038] 再者，在该发明中，由于在上述耐压容器内设置有气体抽出管，通过该气体抽出管将夹在气体水合物的间隙中的原料气体排出到上述耐压容器外，所以夹在气体水合物的间隙中的原料气体减少，从而能够移送密度增大的气体水合物。再者，在该发明中，由于在上述耐压容器的侧面设置有除水部，所以从除水部也能够进行气体水合物的脱水，能够进一步降低气体水合物的含水率。再者，在该发明中，由于在上述耐压容器的内壁面设置有纵向的微细槽，所以原料气体沿着微细槽流动，因此能够防止气体水合物的附着。再者，在该发明中，由于使上述耐压容器和气体水合物扬起单元带有锥度，并且两者的直径随着朝向上方而逐渐减小，所以搭在带状的扬起叶片上的气体水合物压靠在耐压容器上，从而能够使密度更大。

[0039] 10) 本发明的重力脱水式的脱水装置，将气体与水反应生成的气体水合物和未反应的水一起导入到脱水塔中，使它们从该脱水塔的下方朝上方上升，并在该上升过程中使未反应的水从设置在脱水塔的侧壁面上的过滤部流出到塔外，其特征在于，上述脱水塔是由内筒和外筒两个筒体构成的双层筒形结构的脱水塔，并且在上述内筒和外筒的两侧壁面上分别设置脱水用的过滤体，通过设置在内筒上的过滤体和设置在外筒上的过滤体这两个过滤体使未反应的水流出到塔外。

[0040] 由此，即使本发明的脱水塔的横截面积 A 与现有的圆筒形的脱水塔的横截面积 A 相同，在本发明中，脱水塔的内外两筒间的间隔 W 为 $(D_0-D_1)/2$，与现有技术相比大幅缩小了脱水塔的内外两筒间的间隔 W（参照图 42。）。例如在假定 2.4T/D 的机器，并且假定外筒的直径 D_0 为 14.04(m) 的情况下，内筒的直径 D_1 为 7.02(m)，脱水塔的内外两筒间的间隔 W（＝$(D_0-D_1)/2$）大约为 3.5(m)。

[0041] 因此，与现有的圆筒形的脱水塔的直径 D 为大约 12(m) 相对，本发明的双层筒形结构的脱水塔的、内筒与外筒间的间隔 W 为大约 3.5(m)，所以与现有的圆筒形的脱水塔相比，本发明的双层筒形结构的脱水塔能够顺畅地进行脱水。其结果为，能够在将脱水塔的处理量保持现有的脱水塔的处理量的水准的同时，抑制脱水塔的筒的高度，借此降低建设成本和运行成本等。

[0042] 此外，该重力脱水式的脱水装置，将气体与水反应生成的气体水合物和未反应的水一起导入到脱水塔中，使它们从该脱水塔的下方朝上方上升，并在该上升过程中使未反应的水从设置在脱水塔的侧壁面上的过滤部流出到塔外，其中，在耐压容器内内置在内外两侧壁面上分别设置有脱水用的过滤体的双层筒形结构的脱水塔，在该脱水塔的中央的空洞内设置筒形的气体水合物投入部，在该气体水合物投入部和上述耐压容器之间形成排水

槽，进而在上述气体水合物投入部内设置气体水合物粉碎用的粉碎装置，并且在上述气体水合物投入部的下方设置气体水合物排出装置，在上述脱水塔的上方旋转自如地设置刮板，进而在上述脱水塔的下方设置浆供给管，并且在上述排水槽中设置排水管，所以在已经说明的效果的基础上，能够使用脱水塔上方的刮板和气体水合物投入部下方的气体水合物排出装置，将脱水后的气体水合物顺畅地送出。

[0043] 此外，该发明由于上述粉碎装置和上述刮板安装在共用的旋转轴上，所以能够减少部件个数。再者，该发明由于应用螺旋进给器作为上述气体水合物排出装置，所以能够顺畅地移送脱水后的气体水合物。

[0044] 11）本发明的气体水合物脱水装置具备：外筒；设置在该外筒的内部的筒状的脱水筛；延伸设置在上述脱水筛的一端的筒状容器；贯穿插入在上述脱水筛和上述筒状容器内部的旋转轴；设置在上述脱水筛内的上述旋转轴的外周的螺旋叶片；设置在上述筒状容器内的上述旋转轴的外周的叶片；贯穿插入在上述脱水筛的另一端的内部的气体水合物浆的供给口；设置在上述外筒上的水的排出口；向上述筒状容器内供给气体水合物的原料气体的气体供给口；设置在上述筒状容器的另一端的气体水合物的排出口；和使对上述筒状容器内的上述气体水合物和上述原料气体进行冷却的冷却介质逆流的流路。

[0045] 由此，从供给口导入的气体水合物浆首先借助旋转轴的旋转，通过形成在螺旋叶片的槽间隙中的空间被沿轴向搬送，并且对气体水合物浆进行压缩，通过该压缩使水分有效地通过脱水筛从而分离。该分离出的水分从脱水筛流出到外筒侧从而从排出口排出。接着，被引导到筒状容器内的气体水合物通过叶片的旋转在容器内被搅拌，并且从气体供给口导入的原料气体与附着在气体水合物上的水分接触，进行水合反应从而进行脱水。在此，虽然水合反应伴随发热，但是由于通过流经流路的冷却介质进行热回收，所以筒状容器内保持在适合水合反应的温度范围内。

[0046] 即，根据本发明，由于对物理脱水后的气体水合物浆连续地进行水合脱水，所以与现有的物理脱水相比，能够提高脱水率。这样水合脱水的选择余地扩大，所以例如能够无障碍地进行后续工序的流动层脱水，能够获得高脱水率。在该情况下优选的是，脱水筛的内周面和旋转轴之间的间隙形成为沿着气体水合物的移送方向减小。由此能够在沿着轴向搬送气体水合物浆的同时将其更有力地压缩，从而能够提高物理脱水的效率。再者，水合反应的筒状容器内的叶片形成为门形并且脚部沿旋转轴的轴向安装，这样能够发挥搅拌叶片等的功能。因此，根据本发明，能够提高螺旋压力式的物理脱水对气体水合物浆的脱水率。在此优选的是，上述脱水筛的内周面和上述旋转轴之间的间隙形成为沿着上述气体水合物的移送方向减小。此外优选的是，上述叶片形成为门形并且脚部沿上述旋转轴的轴向安装。

附图说明

[0047] 图 1 是本发明的气体水合物制造装置的第 1 实施方式的概略构成图。

[0048] 图 2 是倒圆锥状的第 2 塔体的剖面图。

[0049] 图 3 是阶差状的第 2 塔体的剖面图。

[0050] 图 4 是本发明的气体水合物制造装置的第 2 实施方式的概略构成图。

[0051] 图 5 是包含除水部的局部剖面的侧视图。

[0052] 图 6 是包含第 2 除水部的局部剖面的侧视图。

[0053] 图 7 是第 3 除水部的立体图。

[0054] 图 8 是本发明的气体水合物制造装置的第 3 实施方式的概略构成图。

[0055] 图 9 是包含除水部的局部剖面的侧视图。

[0056] 图 10 是除水部的要部剖面图。

[0057] 图 11(a) 是菱形开口的主视图，(b) 是椭圆开口的主视图。

[0058] 图 12 是包含除水部的另一实施方式的局部剖面的侧视图。

[0059] 图 13 是本发明的气体水合物制造装置的第 4 实施方式的概略构成图。

[0060] 图 14 是脱水塔的放大图。

[0061] 图 15 是第 1 送出装置的立体图。

[0062] 图 16(a) 是锤状的破碎工具的主视图，(b) 是锤状的破碎工具的侧视图。

[0063] 图 17 是锤状的破碎工具的俯视图。

[0064] 图 18 是第 2 送出装置的立体图。

[0065] 图 19 是沿着图 18 中的 A-A 线的剖面图。

[0066] 图 20 是第 3 送出装置的立体图。

[0067] 图 21 是第 4 送出装置的剖面图。

[0068] 图 22 是本发明的气体水合物制造装置的第 5 实施方式的概略构成图。

[0069] 图 23 是本发明的气体水合物制造装置的第 6 实施方式的概略构成图。

[0070] 图 24 是本发明的气体水合物制造装置的第 7 实施方式的概略构成图。

[0071] 图 25 是本发明的气体水合物制造装置的第 8 实施方式的概略构成图。

[0072] 图 26 是本发明的气体水合物制造装置的第 9 实施方式的概略构成图。

[0073] 图 27 是例示本发明的上方搬送装置的说明图。

[0074] 图 28 是表示本发明的限制体的一例的说明图。

[0075] 图 29 是在俯视方向表示本发明的排出路的配置的一例的说明图。

[0076] 图 30 是本发明的气体水合物制造装置的第 10 实施方式的概略构成图。

[0077] 图 31 是沿着图 30 中的 A-A 线的剖面图。

[0078] 图 32 是表示内侧容器的第 2 例的俯视图。

[0079] 图 33 是图 32 中的 B 部的放大图。

[0080] 图 34 是在扬起叶片上设置刮片状体的情况下的剖面图。

[0081] 图 35 是本发明的气体水合物制造装置的第 11 实施方式的概略构成图。

[0082] 图 36 是沿着图 35 中的 C-C 线的剖面图。

[0083] 图 37 是图 35 中的 D 部的放大剖面图。

[0084] 图 38 是本发明的气体水合物制造装置的第 12 实施方式的概略构成图。

[0085] 图 39 是沿着图 38 中的 E-E 线的剖面图。

[0086] 图 40 是图 39 中的 F 部的放大图。

[0087] 图 41 是本发明的重力脱水式的脱水装置的剖面图。

[0088] 图 42 是沿着图 41 中的 I-I 线的剖面图。

[0089] 图 43 是沿着图 41 中的 J-J 线的剖面图。

[0090] 图 44 是表示本发明的物理脱水装置的一个实施方式的剖面图。

[0091] 图 45 表示应用本发明的一个实施方式的水合物制造机器的构成图。

[0092] 图 46 是表示本发明的物理脱水装置的另一实施方式的剖面图。

[0093] 图 47 表示应用本发明的水合物制造机器的流动层式水合脱水装置的一个实施方式的构成图。

具体实施方式

[0094] 以下使用附图说明本发明的实施方式。

[0095] 1) 第 1 实施方式

[0096] 在该发明中说明第 2 塔体的横截面积从下方朝上方连续或间歇地增大的情况，但是即使除水部和第 2 塔体的横截面积从下方朝上方连续或间歇地增大也起到同样的效果。进而，除水部的横截面积从下方朝上方连续或间歇地增大也起到同样的效果。

[0097] 在图 1 中，标号 11 是天然气水合物生成器（以下称为气体水合物生成器），12 是对由气体水合物生成器 11 生成的浆状的天然气水合物（以下称为气体水合物）进行脱水的重力脱水塔，13 是将由重力脱水塔 12 几乎完全脱水的气体水合物横向移送至下一工序（未图示）的气体水合物搬送装置。气体水合物生成器 11 具备耐压容器 14、将天然气以微细的气泡状喷出的气体喷出喷嘴 15、对耐压容器 14 内的被处理物即天然气 g 和水 w 进而气体水合物等进行搅拌的搅拌机 16、和反应热除去用传热部 17。

[0098] 重力脱水塔 12 由圆筒状的第 1 塔体 21、设置在该第 1 塔体 21 的上部并且具有无数微细孔的筒状的除水部 22、设置在该除水部 22 的外侧的套状的承水部 23、和设置在上述除水部 22 的上部的筒状的第 2 塔体 24 形成。承水部 23 的底部 23a 位于除水部 22 的下端部 22a 的下方，将由除水部 22 脱去的水（未反应水）排出。除水部 22 只要能够将气体水合物与水（未反应水）分离即可，没有特别限定，但是优选使用金属筛或开孔圆筒。金属筛的孔眼或开孔圆筒的孔径优选在 0.1 ～ 5mm 的范围内。在金属筛的孔眼不到 0.1mm 的情况下，容易发生孔眼堵塞。相反的，如果金属筛的孔眼或开孔圆筒的孔径超过 5mm，则气体水合物容易从金属筛的孔眼流失，导致材料利用率下降。

[0099] 在该发明中，设置在除水部 22 的上部的第 2 塔体 24 为倒圆锥状。换言之，第 2 塔体 24 的横截面积从下方朝上方连续地增大，从而实现脱水后的气体水合物的移动阻力的减小。在此，倒圆锥状的第 2 塔体 24 的打开角度 θ 优选是 1 ～ 30°，特别优选在 2 ～ 20° 的范围内（参照图 2。）。在该打开角度 θ 不到 1° 的情况下，存在气体水合物的移动阻力，向脱水塔 12 搬送气体水合物浆的浆泵 5 的排出压力增大，或者脱水塔 12 由于气体水合物的粒子层而闭塞，或者有时发生液面上升导致脱水不良等问题。与此相反，如果上述打开角度 θ 超过 30°，则气体水合物粒子层的上推力会降低，导致气体水合物粒子层的移动困难。

[0100] 第 2 塔体 24 也可以如图 3 所示形成为阶差形状（阶梯状），而不形成为倒圆锥状。即，第 2 塔体 24 的横截面积从下方朝上方间歇地增大，并且在其阶差部的宽度为 a，阶差部的高度为 b，最下部的塔径为 d 时，满足 a ＝ (1/5 ～ 1/100) ×d，b/a ＝ 2 ～ 120。

[0101] 更详细地进行说明，第 2 塔体 24 由与第 1 塔体 21 等径的第 1 轮 26、固定在该第 1 轮 26 上端的第 1 环部 27、立设在该环部 27 的外周面上的第 2 轮 28、固定在该第 2 轮 28 上端的第 2 环部 29、和立设在该环部 29 的外周面上的第 3 轮 30 形成。该气体水合物搬送装置 13 由圆筒形的横式筒体 31、和在轴体 32 的侧面具有螺旋状的突条部 33 的螺旋状的移送

体 34 形成，并通过马达 35 使轴体 32 旋转。在图中，标号 37 表示原料水供给泵，38 表示原料气体（天然气）供给泵，39 表示循环气体鼓风机，40 表示循环水泵，41 表示循环水冷却器。

[0102] 接下来说明上述气体水合物制造装置的作用。通过原料水供给泵 37 供给至耐压容器 14 内的原料水（水）w 被供给至反应热除去用传热部 17 的制冷剂冷却到既定的温度（例如 1 ～ 3℃）。接着驱动搅拌机 16 搅拌耐压容器 14 内的原料水 w，同时利用原料气体供给泵 38 供给既定压（例如 5MPa）的原料气体（天然气）g，这时天然气 g 从气体喷出喷嘴 15 变成微细的气泡并升起，在到达水面期间与水 w 反应从而成为气体水合物。

[0103] 耐压容器 14 内的气体水合物由于在水面下呈浆状（这时的气体水合物的浓度大约是 20％。），所以借助浆泵 5 供给至重力脱水塔 12。供给到重力脱水塔 12 的第 1 塔体 21 的底部 21a 的气体水合物浆 s 在第 1 塔体 21 内上升，从形成除水部 22 的金属筛流出水 w。当水 w 从除水部 22 流出时，气体水合物 n 残留在塔上部。气体水合物 n 也蓄积在除水部 22 的部分，形成水合物层床 d’。另外，在水（与气体水合物在一起的水。）w 通过水合物层床 d’ 时，由于将水合物层床 d’ 向上方推，所以能够将进行了脱水的水合物层床 d’ 从塔顶部（第 2 塔体 24）连续地取出。这时的气体水合物的浓度大约是 50％。

[0104] 到达第 2 塔体 24 的气体水合物 n 通过气体水合物搬送装置 13 的螺旋状的移送体 34 连续移送至未图示的下一工序。在套状的承水部 23 分离出的未反应的水 w 通过循环水泵 40 返回耐压容器 14。这时，返回水 w 通过循环水冷却器 41 冷却至既定的温度。

[0105] 2) 第 2 实施方式

[0106] 在图 4 中，标号 11 是天然气水合物生成器（以下称为气体水合物生成器。），12 是对由气体水合物生成器 11 生成的浆状的天然气水合物（以下称为气体水合物。）进行脱水的重力脱水塔，13 是将由重力脱水塔 12 几乎完全脱水的气体水合物横向移送至下一工序（未图示）的气体水合物搬送装置。气体水合物生成器 11 具备耐压容器 14、将天然气以微细的气泡状喷出的气体喷出喷嘴 15、对耐压容器 14 内的被处理物即天然气 g 和水 w 进而气体水合物等进行搅拌的搅拌机 16、和反应热除去用传热部 17。

[0107] 重力脱水塔 12 由圆筒状的第 1 塔体 21、设置在该第 1 塔体 21 的上部并且具有无数微细孔的筒状的除水部 22A、设置在该除水部 22A 的外侧的套状的承水部 23、和设置在上述除水部 22A 的上部的筒状的第 2 塔体 24 形成。承水部 23 的底部 23a 位于除水部 22A 的下端部 22a 的下方，将由除水部 22A 脱去的水（未反应水）排出。如图 5 所示，除水部 22A 通过具有没有凹凸的平滑的内表面的筒体 18 形成，并且在筒体 18 上棋盘格状地设置有贯通孔 19。

[0108] 在该情况下，筒体 18 分割为上下两个区，在下方的区 x 考虑气体水合物的粒径设置有孔径为 0.1 ～ 5.0mm 的贯通孔 19a，在上方的区 y 设置有孔径比该贯通孔 19a 略大的、孔径为 0.5 ～ 10.0mm 的贯通孔 19b，用来将由于脱水使得含水率逐渐减少的气体水合物的移动摩擦保持大致恒定。在此，设置贯通孔 19 的区数不限于上述的两个区，也可以是更多的区数。再者，并不通过区使贯通孔 19 的孔径变化，也可以使贯通孔 19 的孔径从筒体 18 的下方朝上方连续地扩大。再者，贯通孔 19 的配置除了棋盘格状，例如也可以交错状地配置。另外，下方区 x 的贯通孔 19a 的间距优选是 1.0 ～ 10.0mm 左右，上方区 y 的贯通孔 19b 的间距优选是 2.0 ～ 20.0mm 左右。

[0109] 气体水合物搬送装置 13 由圆筒形的横式筒体 31、和在轴体 32 的侧面具有螺旋状的突条部 33 的螺旋状的移送体 34 形成，并通过马达 35 使轴体 32 旋转。在图中，标号 37 表示原料水供给泵，38 表示原料气体（天然气）供给泵，39 表示循环气体鼓风机，40 表示循环水泵，41 表示循环水冷却器。

[0110] 接下来说明上述气体水合物制造装置的作用。通过原料水供给泵 37 供给至耐压容器 14 内的原料水（水）w 被供给至反应热除去用传热部 17 的制冷剂冷却到既定的温度（例如 1 ～ 3℃）。接着驱动搅拌机 16 搅拌耐压容器 14 内的原料水 w，同时利用原料气体供给泵 38 供给既定压（例如 5MPa）的原料气体（天然气）g，这时天然气 g 从气体喷出喷嘴 15 变成微细的气泡并升起，在到达水面期间与水 w 反应从而成为固体状的气体水合物。

[0111] 耐压容器 14 内的气体水合物由于在水面下呈浆状（这时的气体水合物的浓度大约是 20％。），所以借助浆泵 5 供给至重力脱水塔 12。供给到重力脱水塔 12 的第 1 塔体 21 的底部 21a 的气体水合物浆 s 在第 1 塔体 21 内上升，从形成除水部 22A 的筒体 18 的贯通孔 19 和 19b 仅流出水 w。当水 w 从除水部 22A 流出时，气体水合物 n 残留在塔上部。气体水合物 n 也蓄积在除水部 22A 的部分，形成水合物层床 d’。另外，在水（与气体水合物在一起的水）w 通过水合物层床 d’ 时，由于将水合物层床 d’ 向上方推，所以能够将进行了脱液的水合物层床 d’ 从塔顶部（第 2 塔体 24）连续地取出。这时的气体水合物的浓度大约是 50％。

[0112] 到达第 2 塔体 24 的气体水合物 n 通过气体水合物搬送装置 13 的螺旋状的移送体 34 连续移送至未图示的下一工序。在套状的脱水集合部 23 分离出的未反应的水 w 通过循环水泵 40 返回耐压容器 14。这时，返回水 w 通过循环水冷却器 41 冷却至既定的温度。

[0113] 在以上的说明中，关于改变设置在除水部 22A 的贯通孔 19 的孔径的情况进行了说明，但是如图 6 所示，使除水部 22A 的贯通孔 19 以其出口 19A 比入口 19B 更靠下方的方式倾斜也可以得到同样的效果。在该情况下，贯通孔 19 的孔径优选是 0.1 ～ 10.0mm 左右，贯通孔 19 的间距优选是 2.0 ～ 20.0mm 左右。再者，贯通孔 19 的配置既可以是交错状也可以是棋盘格状。

[0114] 另一方面，如图 7 所示，除水部 22A 沿周向设置既定的间隔 e 地排列横截面为楔形的线状体 38A，并在相邻的线状体 38A 之间形成狭缝 40A 也能够获得相同的效果。在该情况下，线状体 38A 焊接在环状的支承体 39A 上，从而不会散乱。再者，除水部 22A 可以通过在具有没有凹凸的平滑的内表面的筒体上设置无数狭缝来形成。在此，线状体 38A 的间隙（狭缝间隔）优选是 0.1 ～ 5.0mm。另外线状体 38A 的宽度（狭缝间的间隔）优选是 1.0 ～ 5.0mm。

[0115] 3) 第 3 实施方式

[0116] 在图 8 中，11a 是气体水合物生成器，12a 是对由气体水合物生成器 11a 生成的浆状的气体水合物 n 进行脱水的重力脱水塔，13a 是将由脱水器 12a 几乎完全脱水的气体水合物 n 横向移送至下一工序（未图示）的气体水合物搬送装置。气体水合物生成器 11a 由耐压容器 14a、将作为原料气体的天然气 g 以气泡状喷出的喷洒器 15a、对耐压容器 14a 内进行搅拌的搅拌机 16a、和冷却器 17a 构成。重力脱水塔 12a 由将气体水合物浆 s 导入的导入部 18a、将气体水合物浆中的水 w 脱水的除水部 19a、通过将由除水部 19a 进行了脱水的气体水合物 n 导出的导出部 20a 构成的纵形筒状主体 21a、和集合通过除水部 19a 过滤出的水

（滤液）w 的脱水集合部 22a 形成。

[0117] 从图 9 和图 10 可知，除水部 19a 是内筒部 23a 和外筒部 24a 的双层结构。另外，在内筒部 24a 等间隔地设置有纵长的狭缝（第 1 开口部）25a。另一方面，在外筒部 24a 设置有与内筒部 23a 的狭缝 25a 对应的纵长的狭缝（第 2 开口部）26a。内筒部 23a 的狭缝 25a 的宽度优选例如为 5 ～ 50mm。另一方面，外筒部 24a 的狭缝 26a 的宽度优选例如为 10 ～ 60mm。作为开口部的形状例如可以举出图 11(a) 那样的菱形和图 11(b) 那样的椭圆形等。

[0118] 上述外筒部 24a 沿着其外周具备齿轮 30a，通过与齿轮 30a 啮合的齿条 31a 的前后运动使得上述外筒部 24a 以内筒部 23a 为轴沿周向转动。如图 10 所示，齿条 31a 通过未图示的把手使安装在齿条 31a 上的螺纹轴 32a 旋转而前后运动。在该情况下，螺纹轴 32a 与固定的内螺纹部 33a 旋合。脱水集合部 22a 以与纵形筒状主体 21a 同心状的方式设置在除水部 19a 的外侧。

[0119] 进而，由气体水合物生成器 11a 生成的气体水合物保持浆状的状态供给至重力脱水塔 12a，通过除水部 19a 过滤出的未反应水（滤液）w 经具备泵 29a 和冷却器 27a 的返回管路 28a 返回至气体水合物生成器 11a，脱水集合部 22a 内的原料气体 g 经返回管路 35a 返回至气体水合物生成器 11a，气体水合物生成器 11a 内的原料气体 g 经循环管路 37a 返回至喷洒器 15a。而且，在返回线路 28a 的泵 29a 的近前设置有流量计 36a，来计测未反应水（滤液）w 的返回量。该未反应水（滤液）w 的返回量输入到控制装置 34a 中，在水量低于基准值的情况下，与其程度对应地控制马达 38a，并通过使外筒部 24a 旋转来扩大设置在内筒部 23a 的狭缝 25a 的开口宽度。

[0120] 接下来说明气体水合物制造方法。如图 8 所示，由气体水合物生成器 11a 生成的气体水合物 n 是气体水合物的浓度为 20％左右的浆状。该气体水合物浆 s 通过浆泵 5 供给到位于重力脱水塔 12a 的下端部的导入部 18a 内。然后在脱水器 12a 的除水部 19a 中进行脱水并且含水率变成大约 50％左右的气体水合物 n，经导出部 20a 借助气体水合物排出装置 13a 移送至下一工序。

[0121] 由脱水器 12a 的除水部 19a 脱去的水（滤液）w 经返回管路 28a 返回至气体水合物生成器 11a，在返回管路 28a 中返回的未反应水（滤液）w 的返回量少于设定值的情况下，控制器 34a 判断除水部 19a 发生孔眼堵塞，并与其程度对应地控制马达 38a 使得外筒部 24a 旋转，由此扩大设置于内筒部 23a 的狭缝 25a 的开口宽度。

[0122] 本发明的除水部和周围的实施方式在图 12 中表示。该例使外筒部 24a 沿着内筒部 23a 上下移动。外筒部 24a 的移动采用齿条・小齿轮方式。在该情况下，外筒部 24a 具有开口 40a 的孔径小的小径区 Y、和与上述开口 40a 相比开口 41a 的孔径大的大径区 X。另一方面，内筒部 23a 具有与设置在外筒部 24a 上的大小开口 40a 和 41a 对应的开口 42a，其孔径大致恒定。

[0123] 4) 第 4 实施方式

[0124] 在图 13 中，11b 是第 1 生成器，12b 是重力脱水塔，13b 是送出装置，14b 是第 2 生成器，15b 是造粒装置。第 1 生成器 11b 由耐压容器 16b、气体喷出喷嘴 17b 和搅拌机 18b 构成。重力脱水塔 12b 由筒形的塔体 20b、设置在塔体 20b 的中间部的筒状的除水部 21b、和设置在除水部 21b 的外侧的套状的承水部 22b 形成，除水部 21b 用于将气体水合物与水分离，使用将金属筛形成为筒形的结构或开孔圆筒等。

[0125] 送出装置 13b 大致水平地安装在重力脱水塔 12b 的上端。如图 14 所示，该送出装置 13b 由横形的筒体 24b 和设置在筒体 24b 内的送出单元 25b 形成，利用马达 26b 使送出单元 25b 旋转。送出单元 25b 由与脱水塔上端的出口 12ab 对应的破碎部 X'、和位于破碎部 X' 后方的移送部 Y' 形成。如图 15 所示，破碎部 X' 通过将锤状的破碎工具 27b 配置为螺旋状，即沿旋转轴 28b 的圆周方向和轴向分散配置来形成，移送部 Y' 通过将螺旋状的叶片 29b 安装在旋转轴 28b 的周围而形成。因此，该移送部 Y' 成为所谓的螺旋输送器 23b。

[0126] 如图 16(a) 和 (b) 所示，该锤状的破碎工具 27b 由沿旋转轴 28b 的半径方向立设的支承杆 30b、和经由关节部 31b 摆动自如地设置在支承杆 30b 上的锤体 32b 形成，锤体 32b 以关节部 31b 为中心向前后进行摆头运动。为了限制锤体 32b 的摆头运动，在关节部 31b 上沿其前后设置止动件 31ab、31bb。而且，如图 17 所示，锤状的破碎工具 27b 的锤体 32b 相对于旋转轴 28b 的轴心 O 向送出侧倾斜既定的角度 θ，具有气体水合物的破碎功能和横向输送功能这两个功能。如图 13 所示，第 2 生成器 14b 由耐压容器 33b、气体喷出喷嘴 34b、定量送出装置 35b 和旋风收集器 36b 构成。

[0127] 接下来说明上述气体水合物制造装置的作用。如图 13 所示，供给至耐压容器 16b 中的原料气体（例如天然气）g 和水 w 在耐压容器 16b 内进行水合反应从而成为气体水合物。该气体水合物借助浆泵 38b 与水 w 一起供给至重力脱水塔 12b。供给到重力脱水塔 12b 的气体水合物浆 s 在塔体 20b 内上升。然后，当气体水合物浆 s 到达除水部 21b 时，从除水部 21b 中流出水（浆母液）w，气体水合物 n 层状地蓄积。该气体水合物层 a' 在与气体水合物 n 在一起的水（浆母液）w 通过时被向上方推，从而到达脱水塔 12b 的上端的出口 12ab。

[0128] 如图 15 所示，到达了脱水塔 12b 的上端的出口 12ab 的气体水合物 n 被锤状的破碎工具 27b 破碎为细小的水合物，同时被送出至螺旋输送器 23b 侧。这时，锤状的破碎工具 27b 的锤体 32b 变得能够通过关节部 31b 向前后方向进行摆头运动（参照图 16(a) 和 (b)，所以不会妨碍气体水合物层的上升。上述螺旋输送器 23b 将气体水合物 n 移送至第 2 生成器 14b。导入到第 2 生成器 14b 中的粉末状的气体水合物 n 通过从气体喷出喷嘴 34b 喷出的原料气体 g 变得流动化，同时借助定量送出装置 35b 供给到造粒装置 15b，从而成为粒状的产品。

[0129] 在此，第 1 生成器 11b 将生成器内的原料气体 g 供给至第 2 生成器 14b，并且在压缩机 39b 中升压，然后由冷却器 40b 冷却并供给到气体喷出喷嘴 17b。进而，由冷却器 41b 对浆泵 39b 所送出的气体水合物浆 s 的一部分进行冷却，并使其返回第 1 生成器 11b。另外，通过脱水塔 12b 脱去的水 w 返回至第 1 生成器 11b。在第 2 生成器 14b 中，第 2 生成器 14b 的原料气体 g 在压缩机 42b 中升压后，由冷却器 43b 冷却并供给到气体喷出喷嘴 34b。这时，由旋风收集器 36b 捕集飞散的气体水合物并使其返回第 2 生成器 14b。

[0130] 在以上的说明中，对在与脱水塔上端的出口 12ab 对应的破碎部 X' 螺旋状地设置锤状的破碎工具 27b 的情况进行了说明，但是例如在图 18 所示那样，在与脱水塔上端的出口 12ab 对应的破碎部 X'，在旋转轴 28b 上朝送出侧隔开既定间隔地配置有扇形的螺旋叶片 45b（参照图 19）的情况下，也可以获得同样的效果。再者，如图 20 所示，在与脱水塔上端的出口 12ab 对应的破碎部 X'，在旋转轴 28b 配置梳子形的破碎叶片 46b 和扇形的送出叶片 47b 的情况下，也可以获得同样的效果。在该例的情况下，气体水合物 n 经设置在脱水塔 12b 上的射出部 49b 供给到螺旋输送器 23b。再者，如图 21 所示，在与脱水塔上端的出口 12ab

对应的破碎部X'排列设置多个螺旋输送器48b的情况下，也可以获得同样的效果。再者，该送出装置除了用于附着性强的气体水合物以外，也可以广泛地用作一般粉末的送出装置。

[0131] 5) 第5实施方式

[0132] 在图22中，11c是气体水合物生成器，12c是对由气体水合物生成器11c生成的浆状的气体水合物进行脱水的重力脱水塔，13c是将由重力脱水塔12c几乎完全脱水的气体水合物n横向移送至下一工序（未图示）的气体水合物搬送装置。气体水合物生成器11c由耐压容器14c、将作为原料气体的天然气g以气泡状喷出的气体喷出喷嘴15c、对耐压容器14c内进行搅拌的搅拌机16c构成。原料气体除了使用作为甲烷、乙烷、丙烷、丁烷等的混合气体的天然气以外，还可以使用碳酸气体、氟里昂气体等形成气体水合物的气体。

[0133] 重力脱水塔12c由将气体水合物浆s导入的导入部18c、将气体水合物浆中的水w脱水的除水部19c、通过将由除水部19c进行了脱水的气体水合物n导出的导出部20c构成的纵形筒状主体21c、和集合通过除水部19c过滤出的水（滤液）w的承水部22c形成。除水部19c是将金属筛或多孔板形成为圆筒形的结构，其小孔23c的孔径形成为0.1～5mm。在小孔23c的孔径不到0.1mm的情况下，容易发生孔眼堵塞，相反的，如果小孔23c的孔径超过5mm，则气体水合物的流失量增加，导致气体水合物的回收率下降。

[0134] 承水部22c以与纵形筒状主体21c同心状的方式设置在除水部19c的外侧，在其上部例如具备超声波传感器等液面传感器35c，用来计测脱水集合部22c内的液面高度h。进而，通过除水部19c过滤出的未反应水（滤液）w经具备泵29c的返回管路28c返回至气体水合物生成器11c，在泵29c的近前设置有流量计36c，来计测未反应水（滤液）w的返回量。在图中，33c是控制器，在脱水集合部22c内的液面高度h低于设定值、并且在返回管路28c中返回的未反应水（滤液）w的返回量少于设定值的情况下，控制器33c判断除水部19c发生孔眼堵塞，并从后述的喷水喷嘴24c向脱水集合部22c内供给清水w'。承水部22c在其上部设置有供水喷嘴24c，并且通过给水管路27c将供水喷嘴24c、清水箱25c、给水泵26c连接，并借助给水泵26c向喷水喷嘴24c供给清水箱25c内的清水（新鲜水）w'。

[0135] 接下来说明上述装置的作用。在气体水合物生成器11c中生成的气体水合物n是气体水合物的浓度为20％左右的浆状。该气体水合物浆s通过浆泵30c供给到脱水器下端的导入部18c内。另外，当其液面到达除水部19c的上方时，气体水合物浆s中的未反应水w从除水部19c的小孔23c流出到脱水集合部22c内。这样含水率变成大约50％左右的气体水合物n在脱水器12c内上升并到达导出部20c，从这里通过气体水合物排出装置13c移送至下一工序。

[0136] 这期间，在脱水集合部22c内的液面高度h低于设定值、并且在返回管路28c中返回的未反应水（滤液）w的返回量少于设定值的情况下，控制器33c判断除水部19c发生孔眼堵塞。然后使泵26c运转，从喷水喷嘴24c向脱水集合部22c内供给清水w'，将脱水集合部22c内的液面高度h提高到除水部19c浸没入的高度h'。之后，使泵26c断续地运转，使得脱水集合部22c内的液面高度在液面高度h与液面高度h'之间变动，由滤液w本身来清洗除水部19c。

[0137] 6) 第6和第7实施方式

[0138] 在图23中，11d是气体水合物生成器，12d是对由气体水合物生成器11d生成的浆状的气体水合物s进行脱水的重力脱水塔，13d是将由重力脱水塔12d几乎完全脱水的气体

水合物 n 横向移送至下一工序（未图示）的气体水合物搬送装置。气体水合物生成器 11d 由耐压容器 14d、将作为原料气体的天然气 g 以气泡状喷出的气体喷出喷嘴 15d、对耐压容器 14d 内进行搅拌的搅拌机 16d 构成。原料气体除了使用作为甲烷、乙烷、丙烷、丁烷等的混合气体的天然气以外，还可以使用碳酸气体、氟里昂气体等形成气体水合物的气体。

[0139] 重力脱水塔 12d 由将气体水合物浆 s 导入的导入部 18d、将气体水合物浆中的水 w 脱水的除水部 19d、通过将由除水部 19d 进行了脱水的气体水合物 n 导出的导出部 20d 构成的纵形筒状主体 21d、和集合由除水部 19d 从气体水合物 n 中分离出的水（滤液）w 的承水部 22d 构成。该除水部 19d 是将金属筛或多孔板形成为圆筒形的结构，其小孔 23d 的孔径形成为 0.1 ～ 5mm。在小孔 23d 的孔径不到 0.1mm 的情况下，容易发生孔眼堵塞，相反的，如果小孔 23d 的孔径超过 5mm，则气体水合物容易流失，导致回收率下降。另外，在承水部 22d 的上部设置有供水喷嘴 24d，并且通过给水管路 27d 将供水喷嘴 24d、清水箱 25d、给水泵 26d 连接，并借助给水泵 26d 向喷水喷嘴 24d 供给清水箱 25d 内的清水（新鲜水）w'，使除水部 19d 始终浸没入液面 X" 的下方。

[0140] 因此，承水部 22d 具备液面传感器 35d，以使液面 X" 保持设定水位的方式控制给水泵 26d。另外，由除水部 19d 过滤出的未反应水（滤液）和清水混合而成的混合水 w" 经具备泵 29d 的返回管路 28d 返回至气体水合物生成器 11d。在此，对脱水器 12d 而言需要排水高度 H'，即纵形筒状主体 21d 的上端与该纵形筒状主体 21d 内的气体水合物浆 s 的液面上端的差。图中 33d 表示控制器。另一方面，也可以在通常情况下，以使液面 X" 位于除水部 19d 下方的方式运转，仅在设置于返回管路 28d 上的流量计 36d 检测到的测量值低于设定值的情况下，才使除水部 19d 浸没入液面 X" 下。

[0141] 接下来说明该气体水合物制造装置的作用。在上述气体水合物生成器 11d 中生成的气体水合物 n 是气体水合物的浓度为 20％左右的浆状。该气体水合物浆 s 通过浆泵 30d 供给到脱水器下端的导入部 18d 内。另外，当其液面到达除水部 19d 的上方时，气体水合物浆 s 中的未反应水从除水部 19d 的小孔 23d 流出到承水部 22d 内。这样含水率变成大约 50％左右的气体水合物 n 在重力脱水塔 12d 内上升并到达导出部 20d，从这里通过气体水合物排出装置 13d 移送至下一工序。如已经说明的那样，该除水部 19d 位于注入到承水部 22d 内的清水的液面 X" 的下方，切断了与原料气体 g 的接触，所以不会发生因气体水合物的生成引起的孔眼堵塞。

[0142] 图 24 表示本发明的气体水合物制造装置的另一实施方式（第 7 实施方式），对于与图 23 中相同的部件使用同一标号并省略详细说明。如图 24 所示，该发明在脱水集合部 22d 内设置与除水部 19d 的高度匹配的堰 37d，并且向该堰 37d 与除水部 19d 之间供给清水 w'，使得除水部 19d 始终没在液面 X" 下，所以能够以比较简单的方法防止构成除水部 19d 的金属筛或多孔板的部分的孔眼堵塞。

[0143] 7) 第 8 实施方式

[0144] 在图 25 中，11e 是气体水合物生成器，12e 是对由气体水合物生成器 11e 生成的浆状的气体水合物 n 进行脱水的重力脱水塔，13e 是将由重力脱水塔 12e 几乎完全脱水的气体水合物 n 横向移送至下一工序（未图示）的气体水合物搬送装置。气体水合物生成器 11e 由耐压容器 14e、将作为原料气体的天然气 g 以气泡状喷出的气体喷出喷嘴 15e、对耐压容器 14e 内进行搅拌的搅拌机 16e 构成。原料气体除了使用作为甲烷、乙烷、丙烷、丁烷等的

混合气体的天然气以外，还可以使用碳酸气体、氟里昂气体等形成气体水合物的气体。

[0145] 重力脱水塔 12e 由将气体水合物浆 s 导入的导入部 18e、将气体水合物浆中的水 w 脱水的除水部 19e、通过将由除水部 19e 进行了脱水的气体水合物 n 导出的导出部 20e 构成的纵形筒状主体 21e、和集合通过除水部 19e 过滤出的水（滤液）w 的承水部 22e 形成。除水部 19e 是将金属筛或多孔板形成为圆筒形的结构，其小孔 23e 的孔径形成为 0.1 ～ 5mm。在小孔 23e 的孔径不到 0.1mm 的情况下，容易发生孔眼堵塞，相反的，如果小孔 23e 的孔径超过 5mm，则气体水合物的流失量增加，导致气体水合物的回收率下降。

[0146] 承水部 22e 以与纵形筒状主体 21e 同心状的方式设置在除水部 19e 的外侧，在其上部例如具备超声波传感器等液面传感器 35e，用来计测脱水集合部 22e 内的液面高度 h。进而，通过除水部 19e 过滤出的未反应水（滤液）w 经具备泵 29e 的返回管路 28e 返回至气体水合物生成器 11e，在泵 29e 的近前设置有流量计 36e，来计测未反应水（滤液）w 的返回量。在图中，33e 是控制装置，在脱水集合部 22e 内的液面高度 h 低于设定值、并且在返回管路 28e 中返回的未反应水（滤液）w 的返回量少于设定值的情况下，控制器 33e 判断除水部 19e 发生孔眼堵塞，对设置在脱水集合部 22e 内的作为加热单元的传热部 40e 供给温水 c。温水供给管路 41e 具备阀 42e，通过控制装置 33e 来控制接通・断开。

[0147] 接下来说明该气体水合物制造装置的作用。在气体水合物生成器 11e 中生成的气体水合物 n 是气体水合物的浓度为 20％左右的浆状。该气体水合物浆 s 通过浆泵 30e 供给到脱水器下端的导入部 18e 内。另外，当其液面到达除水部 19e 的上方时，气体水合物浆 s 中的未反应水 w 从除水部 19e 的小孔 23e 流出到承水部 22e 内。这样含水率变成大约 50％左右的气体水合物 n 在重力脱水塔 12e 内上升并到达导出部 20e，从这里通过气体水合物排出装置 13e 移送至下一工序。

[0148] 这期间，在承水部 22e 内的液面高度 h 低于设定值、并且在返回管路 28e 中返回的未反应水（滤液）w 的返回量少于设定值的情况下，控制装置 33e 判断除水部 19e 发生孔眼堵塞。然后打开阀 42e 对传热部 40e 供给温水 c，将脱水集合部 22e 内加热至既定温度即比气体水合物的平衡温度高 2 ～ 3℃。其结果为，附着在除水部 19e 表面的气体水合物分解，消除了除水部 19e 的孔眼堵塞。此外，为了不使在除水部 19e 内侧上升的气体水合物分解，调整除水部 19e 的材质、厚度以抑制从除水部表面的热传导，这样就能够成为更高的温度。

[0149] 在以上的说明中，关于设置将温水 c 导入脱水集合部 22e 内的传热部 40e 的情况进行了说明，但是不限于此，也可以使用其他方法，例如向脱水集合部 22e 内供给加热至既定温度的原料气体（例如甲烷），或者利用灯来对脱水集合部 22e 内进行加热。

[0150] 8) 第 9 实施方式

[0151] 图 26 表示气体水合物生成装置的整体概要。在圆筒状的耐压容器 1f 上连接有供给冷却了的水 w 的水供给路 10f 和供给水合物形成气体 g（甲烷气体、天然气等）的气体供给路 11f。水合物形成气体 g 经由具备鼓风机 9f 的气体循环路 12f 循环，从耐压容器 1f 的上方排出并再次从耐压容器 1f 的下方供给。在耐压容器 1f 的侧面外周也可以像图示那样设置冷却套 8f。在耐压容器 1f 的内部下方设置有利用驱动马达 M 使耐压容器 1f 内部的液体旋转的搅拌叶片 4f。在该搅拌叶片 4f 的上方具备将生成的气体水合物 n 向上方搬送的上方搬送装置 5f。该上方搬送装置 5f 的结构为：沿耐压容器 1f 的内侧面由带状螺旋体构成的搬送路 5af 沿上下方向延伸配置，并且在耐压容器 1f 内部可以沿着内侧面旋转。其详

细情况将在后边说明。

[0152] 在耐压容器 1f 内部的上方配置有排出叶片 6f，该排出叶片 6f 沿上下方向延伸并且固定在通过驱动马达 M 旋转的旋转轴 6af 上。排出叶片 6f 的俯视方向叶片形状可以适当地采用能够将气体水合物 n 效率良好地排出到排出路 2f 的形状，例如以旋转轴 6af 为中心放射状延伸的直线叶片、弯曲叶片等。叶片片数也考虑气体水合物 n 的排出效率等适当地确定。

[0153] 在与排出叶片 6f 大致同一高度的耐压容器 1f 的内侧面设置内设有借助驱动马达 M 而动作的排出进给器 3f 的排出路 2f 的开口部 2af。为了将气体水合物 n 顺畅地导入到排出路 2f，开口部 2af 可以为喇叭口形状。在排出叶片 6f 的上方配置有具有通气部的旋转圆盘 7f，该旋转圆盘 7f 与排出叶片 6f 同样地固定在旋转轴 6af 上。图 28 表示该旋转圆盘 7f 的一例。在图 28(a) 所示的俯视方向中放射状地设置有多个一端固定在旋转轴 6af 上的分割片 7af。如图 28(b) 所示，该分割片 7af 在侧面方向中沿上下方向设置有间隙以确保通气性。通过将各分割片 7af 的端部弯曲为钥匙状，来限制生成的气体水合物 n 的上方移动，同时不会妨碍水合物形成气体 g 的循环。

[0154] 根据图 27 说明上方搬送装置 5f 的结构。形成为带状的螺旋体的搬送路 5af 固定在保持支柱 5bf 的既定位置上，能够在保持螺旋形状的同时与排出叶片 6f 一起旋转，该保持支柱 5bf 沿上下方向延伸且上端固定在排出叶片 6f 上。带状螺旋体的搬送路 5af 的保持不限于该结构，例如也可以向下方延伸设置旋转轴 6af，使保持支柱 5bf 从旋转轴 6af 向搬送路 5af 平面放射状地延伸，在将搬送路 5af 保持为螺旋形状的同时使其能够旋转。再者，搬送路 5af 和排出叶片 6f 也可以借助分别的旋转轴旋转。

[0155] 搬送路 5af 的宽度考虑搬送效率、转速和螺旋的间距等适当地确定，通过在旋转中心部设置中空的空间，在从该空间向上方搬送期间，气体水合物 n 的附着水分由于重力而下落从而脱水。也可以在搬送路 5af 的上表面以向外侧鼓出的方式配置橡胶、橡胶混合物等的上表面部件 5cf，上表面部件 5cf 与耐压容器 1f 的内侧面接触或几乎接触。这样，能够将附着在耐压容器 1f 的内侧面上的气体水合物 n 以扬起的方式向上方搬送，从而能够减少附着在耐压容器 1f 的内侧面上而残留的气体水合物 n 的量。接下来根据图 26 说明利用该生成装置进行气体水合物 n 的生成和排出的过程。从固定在耐压容器 1f 下方的喷洒器 13f 向冷却至耐压容器 1f 内部的既定温度的水 w 以气泡的形式供给水合物形成气体 g。这时，通过搅拌叶片 4f 的搅拌使得水 w 与水合物形成气体 g 频繁接触，从而生成气体水合物 n。利用该搅拌能够提高生成率。

[0156] 生成的气体水合物 n 浮在水面上并形成气体水合物层，该层逐渐加厚并留在耐压容器 1f 的内部，因此，如果不依次向上方搬送并连续地排出到耐压容器 1f 的外部，则有时会妨碍水 w 与水合物形成气体 g 的接触，从而导致气体水合物 n 的生成效率下降。再者，生成的气体水合物 n 根据附着水量等的程度而成为容易接合在耐压容器 1 的内侧面上的性状。因此促进了上方搬送装置 5f 对生成的气体水合物 n 向上方的搬送。搬送路 5af 的下端部配置在气体水合物 n 层与水 w 层的交界附近。

[0157] 通过搬送路 5af 旋转，使得气体水合物 n 载置在搬送路 5af 的上表面上，在沿着耐压容器 1f 的内侧面接触的同时被向上方搬送。再者，由于沿着内侧面搬送，所以能够防止气体水合物 n 成为接合在内侧面上的状态，通过在搬送过程中由于重力作用使附着水分从

搬送路 5af 下落，也产生气体水合物 n 的脱水效果。被向上方搬送的气体水合物 n 借助旋转的排出叶片 6f 被朝耐压容器 1f 的内侧面压出，从而导入在耐压容器 1f 的内侧面开口的排出路 2f 中。在此，由于在排出叶片 6f 的上方设置有旋转圆盘 7f，所以气体水合物 n 向上方的进一步移动被旋转圆盘 7f 限制，从而能够将气体水合物 n 顺畅地导入到排出路 2f 中。特别是在该生成装置中，水合物形成气体 g 的循环气流使气体水合物 n 要向上方进一步移动，但是由于旋转圆盘 7f 限制气体水合物 n 向上方的移动，并且其间隙在上下方向上确保水合物形成气体 g 的通气，从而不会妨碍水合物形成气体 g 的循环，所以不会对气体水合物 n 的生成产生恶劣影响。

[0158] 在该实施方式中，作为气体水合物 n 的上方移动的限制体采用了由多个分割片 7af 构成的旋转圆盘 7f，但是不限于此，也可以采用具有多个贯通孔的旋转圆盘，也可以从耐压容器 1f 的内侧面突出地设置限制体。从开口部 2af 导入的气体水合物 n 通过被驱动马达 M 驱动的排出进给器 3f 而经排出路 2f 搬送到下一工序。作为排出进给器 3f 使用带式进给器或螺旋进给器等。

[0159] 如图 29 所示，排出路 2f 通过与气体水合物 n 的生成量对应地设置多个，可以提高排出效率。这时优选的是，在俯视方向中，排出路 2f 相对于耐压容器 1f 沿圆周方向均等地设置。排出路 2f 的方向不限于设置在圆周方向，也可以沿放射线方向设置。

[0160] 如上所述，在本发明的气体水合物生成装置中，耐压容器 1f 不需要外筒容器，可以使设备简化从而降低成本。再者，能够防止生成的气体水合物 n 成为接合在耐压容器 1f 的内侧面上的状态，能够使附着水在脱水的同时顺畅地排出。特别是在连续地生成气体水合物 n 的生成装置中，能够有效率地连续生成并排出气体水合物。

[0161] 9) 第 10 至第 12 实施方式

[0162] 首先说明第 10 实施方式。在图 30 和图 31 中，1g 是气体水合物生成装置，具有纵长的内外两个容器 2ag 和 2bg，并且在内侧的容器 2bg 中旋转自如地设置有气体水合物扬起单元 3g。外侧的容器 2ag 成为耐压容器。气体水合物扬起单元 3g 是带状的扬起叶片 4g 沿着内侧的容器 2bg 的内壁面螺旋状地设置的结构。更详细地说明，气体水合物扬起单元 3g 由旋转轴 5g、固定在旋转轴 5g 上的顶板 6g、以位于以旋转轴 5g 为轴心的同一圆（未图示）上的方式设置在顶板 6g 下侧的多根支柱 7g、和螺旋状地安装在这些支柱 7g 外侧的带状的扬起叶片 4g 构成。旋转轴 5g 的旋转通过电动马达 22g 进行。

[0163] 带状的扬起叶片 4g 的前端部（下端部）4bg 位于气体水合物生成水的液面 R 的附近，扬起叶片 4g 的后端部（上端部）4ag 位于与内侧的容器 2bg 的上端面大致同一水平面内。上述内侧的容器 2bg 在其上端以向容器内突出的方式设置有朝向半径方向的平板状的气体水合物返回部 11g。进而，内侧的容器 2bg 在其中具有喷洒器 25g。另外，内侧的容器 2bg 内的水 w 借助设置在循环路 26g 上的泵 27g 循环，并且借助冷却器 28g 冷却至既定的温度。不足的水从补充管 29g 提供。

[0164] 另一方面，耐压容器 2ag 内的原料气体 g 借助设置在循环路 30g 上的鼓风机 31g 循环，从喷洒器 25g 气泡状地喷出到水 w 中。另外，不足的原料气体 g 从补充管 32g 补充。此外，为了防止气体水合物的附着，如图 32 所示，可以在内侧的容器 2bg 的内壁面的整周上设置纵向的微细槽 18g。该 V 字形的微细槽 18g 的槽宽 t（参照图 33）例如优选在 0.5 ～ 5mm 的范围。另外，其槽深 d”例如优选在 0.2 ～ 5mm 的范围。此外，V 字形的微细槽 18g 也可

以保持既定间隔地分散设置。

[0165] 进而，为了容易地扬起气体水合物，如图 34 所示，可以在带状的扬起叶片 4g 的上方安装带状的挠性的刮片状体 8g，例如安装橡胶或软质合成树脂等挠性的带状的刮片状体 8g。再者，也可以对刮片状体 8g 的上表面施行粗度加工来防止气体水合物的滑落。

[0166] 接下来说明上述的气体水合物生成装置的作用。当从喷洒器 25g 向注入到内侧的容器 2bg 内的低温的水 w 中气泡状地喷出既定压力的原料气体 g 时，原料气体 g 与水 w 反应从而生成冰状的固定物质即气体水合物 n。

[0167] 该气体水合物 n 由于比重比水 w 轻，所以上浮并在液面 R 上形成气体水合物层，因此当使气体水合物扬起单元 3g 旋转时，借助带状的扬起叶片 4g 的前端部 4bg 将层状的气体水合物 n 连续地汲取上来。这时，气体水合物 n 所含有的水 w 顺着带状的扬起叶片 4g 流下，所以获得含水率低的气体水合物。

[0168] 搭在带状的扬起叶片 4g 上的气体水合物 n 呈所谓的半圆锥体状，被后续的气体水合物 n 沿着带状的扬起叶片 4g 连续地上推。然后，当气体水合物 n 到达带状的扬起叶片 4g 的上端部 4ag 时，被导向至突出到内侧的容器 2bg 内的气体水合物返回部 11g，并送出到内侧的容器 2bg 外。从内侧的容器 2bg 送出的气体水合物 n 通过内外的容器 2ag 和 2bg 之间从外侧的容器 2ag 的下部被排出到下一工序。返回部 11g 也可以设置多个。

[0169] 接下来说明第 11 实施方式。此外，对与第 10 实施方式相同的部件使用同一标号并省略详细说明。在图 35 中，1g 是气体水合物生成装置，在纵长的耐压容器 2g 内旋转自如地设置有气体水合物扬起单元 3g。此外，为了防止气体水合物的附着，可以在耐压容器 2g 的内壁面的整周上设置纵向的微细槽。气体水合物扬起单元 3g 由兼用作旋转轴的气体抽出管 5’g、固定在气体抽出管 5’g 上的顶板 6g、以位于以气体抽出管 5’g 为轴心的同一圆（未图示）上的方式设置在顶板 6g 下侧的多根支柱 7g、和螺旋状地安装在这些支柱 7g 外侧的带状的扬起叶片 4g 构成。

[0170] 带状的扬起叶片 4g 在其上方安装有带状的挠性的刮片状体 8g，例如安装橡胶或软质合成树脂等挠性的带状的刮片状体 8g，以封闭扬起叶片 4g 和耐压容器 2g 之间的间隙（参照图 37。）。通过对刮片状体 8g 的上表面施行粗度（粗糙面）加工，能够进一步防止气体水合物的滑落。带状的扬起叶片 4g 的前端部（下端部）4bg 位于气体水合物生成水的液面 R 的附近，扬起叶片 4g 的后端部（上端部）4ag 位于耐压容器 2g 的上端附近。

[0171] 进而，耐压容器 2g 在其内侧设置有平板状的气体水合物返回部 11g，该气体水合物返回部 11g 与带状的扬起叶片 4g 的上端部 4ag 对置（参照图 36。）。该气体水合物返回部 11g 朝耐压容器 2g 的中心突出到耐压容器 2g 内。另外，在耐压容器 2g 的侧面设置有与气体水合物返回部 11g 对应的气体水合物送出口 10g。

[0172] 即，气体水合物返回部 11g 在扬起叶片 4g 的旋转方向上位于气体水合物送出口 10g 的后端部，从而能够将扬起叶片 4g 上的气体水合物顺畅地发出。在该气体水合物送出口 10g 的外侧经由倾斜的导管 12g 大致水平地设置有螺旋输送器 13g。

[0173] 兼用作旋转轴的气体抽出管 5’g 以其下端部 5ag 几乎碰到液面的方式设置，用来将夹在浮在液面 R 上的气体水合物的粒子间的原料气体排出到耐压容器 2g 外。再者，兼用作旋转轴的气体抽出管 5’g 通过电动马达 22g 被驱动。进而在该气体抽出管 5’g 上设置有用于将原料气体抽出的孔 9g，在该孔 9g 的外侧设置有防止气体泄漏的中空状的容器 14g。

[0174] 耐压容器 2g 在其中具有喷洒器 25g。另外，耐压容器 2g 内的水 w 借助设置在循环路 26g 上的泵 27g 循环，并且借助冷却器 28g 冷却至既定的温度。不足的水从补充管 29g 供应。另一方面，耐压容器 2g 内的原料气体 g 借助设置在循环路 30g 上的鼓风机 31g 循环，从喷洒器 25g 气泡状地喷出到水 w 中。另外，不足的原料气体 g 从补充管 32g 供应。

[0175] 接下来说明上述的气体水合物生成装置的作用。当从喷洒器 25g 向注入到耐压容器 2g 内的低温的水 w 中气泡状地喷出既定压力的原料气体 g 时，原料气体 g 与水 w 反应从而生成冰状的固定物质即气体水合物 n。

[0176] 该气体水合物 n 由于比重比水 w 轻，所以上浮并在液面 R 上形成气体水合物层，因此当使螺旋状地设置的扬起单元 3g 旋转时，借助带状的扬起叶片 4g 的前端部 4bg 将层状的气体水合物 n 连续地汲取上来。这时，气体水合物 n 所含有的水 w 顺着带状的扬起叶片 4g 流下，所以获得含水率低的气体水合物。

[0177] 搭在带状的扬起叶片 4g 上的气体水合物 n 呈所谓的半圆锥体状，被后续的气体水合物 n 沿着带状的扬起叶片 4g 连续地上推。然后，当气体水合物 n 到达带状的扬起叶片 4g 的上端部 4ag 时，被导向至突出到耐压容器 2g 内的气体水合物返回部 11g，并从气体水合物送出口 10g 送出到导管 12g 内。送出到导管 12g 内的气体水合物 n 借助螺旋输送器 13g 被搬送到下一工序。

[0178] 另一方面，由于气体抽出管 5’g 将夹在浮在液面 R 上的气体水合物 n 的粒子间的原料气体排出到耐压容器 2g 外，所以夹在气体水合物 n 的粒子间的原料气体减少，从而能够提高气体水合物的密度。

[0179] 接下来说明第 12 实施方式，对与第 11 实施方式相同的器件使用同一标号并省略详细说明。与第 11 实施方式的不同点在于以下三点 :即，在耐压容器 2g 的外侧设置有除水部 15g、在耐压容器 2g 内设置有搅拌机 20g、以及在耐压容器 2g 的内表面设置有微细槽 18g(参照图 38 和图 39。)。

[0180] 即，耐压容器 2g 在其侧面的中间部设置有除水部 15g，使得从该除水部 15g 也对伴随气体水合物的水进行脱水。除水部 15g 例如由金属筛制的筒体或在侧面设置有无数微细孔 16g 的筒体形成。在该除水部 15g 的外侧设置有筒形的脱水集合部 17g 以集合原料气体和水。进而如图 39 所示，耐压容器 2g 在其内壁面的整周上连续地设置有纵向的微细槽 18g，以避免气体水合物的附着。该 V 字形的微细槽 18g 的槽宽 t 例如优选在 0.5 ～ 5mm 的范围。另外，其槽深 d” 例如优选在 0.2 ～ 5mm 的范围。此外，V 字形的微细槽 18g 也可以保持既定间隔地分散设置。

[0181] 进而耐压容器 2g 在其中具有搅拌机 20g。该搅拌机 20g 的旋转轴 21g 设置在中空状的气体抽出管 5g 中。搅拌机 20g 的旋转轴 21g 和兼用作扬起单元 3g 的旋转轴的气体抽出管 5g 通过电动马达 22g 被驱动，其转速借助未图示的变速器变化。

[0182] 这样，通过在耐压容器 2g 中设置搅拌机 20g 来对耐压容器 2g 内进行搅拌，能够促进原料气体和水的反应。已经说明的耐压容器 2g 或内侧的容器 2bg 在其全长上直径相同，但是，如果使耐压容器 2g、内侧的容器 2bg 和扬起单元 3g 带有锥度，使它们的直径朝上方逐渐变细，则气体水合物 n 相对于耐压容器 2g 和内侧的容器 2bg 的内表面的按压力增大，从而变得容易脱水。

[0183] 10) 第 13 实施方式

[0184] 在图 41 中，标号 20h 是重力脱水式的脱水装置，在耐压容器（也称为耐压壳。）21h 中内置有脱水塔 22h。如图 42 所示，该脱水塔 22h 是由直径为 D1 的内筒 23h、和直径为更大的 D0 的外筒 24h 形成的双层筒形结构。此外，上述内筒 23h 的上端略微低于外筒 24h 的上端，脱水塔 22h 的上端开口部 25h 为倒圆锥台状。

[0185] 此外，如图 41 所示，脱水塔 22h 在既定高度的部位设置有脱水用的过滤体 26ah 和 26bh。即，内筒 23 将由金属筛或多孔质的烧结板等形成的圆环状的脱液用过滤体 26ah 设置在既定高度的部位。另外，外筒 24h 将由与上述过滤体 26ah 同样的方法形成的脱液用过滤体 26bh 设置在与上述过滤体 26ah 同样高度的部位。该脱水塔 22h 在其中央的空洞 27h 内设置有圆筒形的气体水合物投入部 28h，在气体水合物投入部 28h 和耐压容器 21h 之间形成排水槽 29h。该排水槽 29h 具有圆环状的底板 30h。另外，脱水塔的外筒 24h 和耐压容器 21h 之间的间隙通过圆环状的遮蔽板 31h 封闭。

[0186] 进而，该脱水塔 22h 在气体水合物投入部 28h 中设置有气体水合物粉碎用的粉碎装置 32h。该粉碎装置 32h 通过多个平板状的桨片 34h 形成，该桨片 34h 放射状地设置在贯通耐压容器 21h 的上部的垂直的旋转轴 33h 的下端部（参照图 42。）。该粉碎装置 32h 不限于平板状的桨片，例如也可以是棒体等。主要是只要能够将气体水合物的块体粉碎得较细即可。此外，旋转轴 33h 通过马达 35h 旋转。

[0187] 再者，在该圆筒状的气体水合物投入部 28h 的下方设置有气体水合物排出装置 36h。该气体水合物排出装置 36h 通过平行地设置多台（例如两台）螺旋进给器 37h 来形成。此外，只要能够将脱水后的气体水合物顺畅地排出，也可以是螺旋进给器以外的装置。再者，在该脱水塔 22h 的上方设置有刮板 38h。该刮板 38h 通过在上述旋转轴 33h 上放射状地设置 3 片刮片或桨片 39h 来形成（参照图 42。）。但是，只要能够将脱水后的气体水合物从脱水塔 22h 扬落，也可以是刮片或桨片以外的部件。

[0188] 进而，在该脱水塔 22h 的下部沿脱水塔 22h 的切线方向设置有浆供给管 40h，从浆供给管 40h 供给到脱水塔 22h 下部的气体水合物浆 s 在脱水塔 22h 内回转。进而在上述排出槽 29h 中设置有排水管 41h，使得进行了脱水的未反应水（也称为盐水。）w 返回至未图示的生成器。再者，在上述耐压容器 21h 中设置配管（未图示），使得耐压容器 21h 内的未反应的天然气 g 返回未图示的第 1 生成器。在此，令外筒 24h 的直径为 D_0，内筒 23h 的直径为 D_1，脱水塔 22h 的横截面积为 A，则内筒 23h 的直径 D_1 如下所示。即，

[0189] $D_1 = 2\sqrt{((D_0/2)^2-(A/\pi))}$

[0190] 因此，例如假定 2.4T/D 的机器，并且假定外筒 24h 的直径 D_0 为 14.04(m)，脱水塔 22h 的横截面积 A 与现有的圆筒形的脱水塔的横截面积相同、为 116.11(m^2)，则内筒 23h 的直径 D_1 为 7.02(m)，脱水塔 22h 的内外两筒间的间隔 W(＝ $(D_0-D_1)/2$) 大约为 3.5(m)。

[0191] 接下来说明该脱水装置的作用。如图 41 所示，当从浆供给管 40h 向双层筒形结构的脱水塔 22h 供给气体水合物浆 s 时，该气体水合物浆 s 如图 42 所示在脱水塔 22h 内回转，同时在内筒 23h 和外筒 24h 之间从下方朝上方上升。然后，当到达设置在脱水塔 22h 的内筒 23h 中的圆环状的过滤体 26ah、和设置在外筒 24h 中的圆环状的过滤体 26bh 的位置时，气体水合物浆 s 中包含的未反应水 w 通过过滤体 26ah 和 26bh 排出到塔外。

[0192] 即，从安装在内筒 23h 中的过滤体 26ah 排出的未反应水 w 顺着内筒 23h 的壁面向下流到排水槽 29h 中，从安装在外筒 24h 中的过滤体 26bh 排出的未反应水顺着外筒 24h 的

壁面向下流到排水槽 29h 中。在通过脱水塔 22h 的过滤体 26ah、26bh 期间被脱水至含水率大约为 40 ～ 50％的气体水合物 n 被依次向上方推。然后，当到达脱水塔 22h 的上部开口部 25h 时，被刮板 38h 扬落到设置在脱水塔 22h 中央的圆筒状的气体水合物投入部 28h 内。被扬落到气体水合物投入部 28h 内的气体水合物 n 的块体通过设置在气体水合物投入部 28h 内的粉碎装置 32h 粉碎得较细并下落到气体水合物投入部 28h 的下部。下落到气体水合物投入部 28h 下部的气体水合物 n 通过双轴螺旋进给器 37h 被搬送到下一工序例如第 2 生成器。另一方面，向下流到上述排水槽 29h 中的未反应水 w 经排水管 41h 返回至未图示的第 1 生成器。再者，耐压容器 21h 的上部空间内的天然气 g 经配管（未图示）返回至第 1 生成器。

[0193] 11) 第 14 和第 15 实施方式

[0194] 图 45 所示的实施方式表示制造天然气的水合物（以下简记为 NGH。）的机器，但是本发明不限于天然气，也可以应用于其它原料气体例如甲烷气体、碳酸气体等的水合物制造。如该图 45 所示，本实施方式的水合物制造机器构成为具备：包括生成 NGH 浆的生成器 1i 的水合物浆制造装置；通过物理手段等对由生成器 1i 生成的 NGH 浆的水分进行脱水的物理脱水装置 2i；和使由物理脱水装置 2i 进行了脱水的 NGH 的附着水与天然气反应以将 NGH 的浓度提高至产品水平的水合脱水装置 3i。这些生成器 1i、物理脱水装置 2i 和水合脱水装置 3i 都保持为既定的高压（例如 3 ～ 10MPa）和低温（例如 1 ～ 5℃）。生成器 1i 由圆筒状的容器形成，从 NG（天然气）箱 11i 向容器的上部连续地供给经由压缩机 12i 和冷却器 13i 冷却了的作为原料气体的天然气。再者，从水箱 14i 向生成器 1i 的底部连续地供给经由泵 15i 和冷却器 16i 冷却了的水。制冷剂从未图示的冷冻装置循环至冷却器 13i、16i，由此将供给至生成器 1i 的天然气和水冷却至既定的温度。在生成器 1i 的顶部设置有水的喷射喷嘴 17i，借助与生成器 1i 的底部连通的水循环泵 18i 抽出的水通过冷却器 19i 被冷却，并循环供给至该喷射喷嘴 17i。制冷剂从未图示的冷冻装置循环至冷却器 19i，由此将供给至喷射喷嘴 17i 的水冷却至既定的温度（例如 1℃）。

[0195] 由生成器 1i 生成的 NGH 浆被浆移送泵 20i 从生成器 1i 的中腹部连续地抽出，并根据需要借助未图示的浓缩器分离一部分水分地进行浓缩，然后供给至本发明的特征的物理脱水装置 2i 进行脱水。通过物理脱水装置 2i 从 NGH 分离出的水借助泵 21i 返回至生成器 1i。

[0196] 另一方面，通过物理脱水装置 2i 进行了脱水的 NGH 供给至水合脱水装置 3i，附着在 NGH 上的附着水与另外供给的原料气体反应并生成 NGH，由此充分地提高 NGH 的浓度。作为水合脱水装置 3i，例如可以应用专利文献 3 中记载的双轴螺旋型脱水装置，但是在本实施方式中使用的是后述的流动层式的水合脱水装置 3i 的构成。

[0197] 接下来说明气体水合物制造机器的动作。如上述那样，生成器 1i 内通过天然气和水的供给压来保持高压（例如 3 ～ 10MPa），并且通过冷却器 13i、16i 保持低温（例如 1 ～ 5℃）。另外，当从顶部的喷射喷嘴 17i 向生成器 1i 内喷射充分冷却的水雾 g 时，该水雾 g 与生成器 1i 内的气相部的天然气反应，生成水合生成物即 NGH 的粉末体 22i 并下落至液相部。包含液相部的 NGH 的水从底部被水循环泵 18i 抽出，并经由冷却器 19i 从喷射喷嘴 17i 再次以雾的形式喷射到生成器 1i 内。此外，为了抑制 NGH 混入到通过水循环泵 18i 抽出的水中，在生成器 1i 的底部设置由多孔板等构成的过滤器 23i。再者，生成器 1i 内的 NGH 生

成反应由于伴随发热，所以为了将生成器 1i 内的温度保持为设定温度，通过冷却器 19i 将循环水冷却至冻结的极限的温度附近，并循环至喷射喷嘴 17i。

[0198] 这样，通过将水循环地喷射，来连续地生成 NGH，由于生成的 NGH 的比重比水小，所以液相部的水面附近的 NGH 浓度最高。该被抽出的 NGH 浆一般是低浓度（例如 0.5 ～ 5 重量％），所以在由浓缩器等浓缩后，通过本发明的特征的物理脱水装置 2i 进行脱水。

[0199] 另一方面，通过物理脱水装置 2i 进行了脱水的 NGH 供给至水合脱水装置 3i，附着在 NGH 上的附着水与另外供给的原料气体反应并生成 NGH，由此充分地提高 NGH 的浓度。

[0200] 在此说明本实施方式的流动层式的水合脱水装置 3i 的详细构成。如图 47 所示，流动层反应塔 91i 形成为圆筒状的纵式，向塔顶部供给作为原料气体的天然气。再者，在距离塔底部一定高度的位置设置有散气装置例如散气喷嘴、分散板，在这里设置的是多孔板 92i，向该多孔板 92i 的上方投入螺旋输送器 93i 所搬送的低浓度（例如 45 ～ 55 重量％）的 NGH。再者，作为原料气体的天然气从循环气体鼓风机 94i 经由冷却器 95i 和流量控制阀 96i，作为流动化气体吹入底部与多孔板 92i 之间。流动层反应塔 91i 的顶部经由旋风收集器 97i 与循环气体鼓风机 94i 的抽吸口连通。由此使得作为流动化气体的天然气在流动层反应塔 91i 内循环。再者，在冷却器 95i 的下游侧设置有温度计 99i，以将温度计 99i 的检测温度保持为设定温度的方式来控制冷却器 95i 的制冷剂的流量，对此未作图示。通过这些循环气体鼓风机 94i、冷却器 95i 和旋风收集器 97i 等形成原料气体循环装置。

[0201] 另一方面，通过马达 100i 驱动的螺旋输送器 101i 的一端侧插入到多孔板 92i 的下侧。在多孔板 92i 的插入有螺旋输送器 101i 的部位设置有开口，在螺旋输送器 101i 的壳体上以与该开口对置的方式设置有开口。这样，通过流动层反应变成高浓度的多孔板 92i 附近的高浓度 NGH 被螺旋输送器 101i 搬出。该螺旋输送器 101i 的另一端侧与贮存产品 NGH 的料斗 102i 的上部连通。另外未作图示的是，利用马达 100i 的电流等来检测螺旋输送器 101i 的负荷，并以使其检测值处在设定范围内的方式控制流量控制阀 96i，来调整循环气体量，由此也能够将产品 NGH 的浓度保持在所希望的值。

[0202] 此外，也可以代替调整循环气体量或者与循环气体量的调整一起，控制螺旋输送器 101i 的搬出量和冷却器 95i 的制冷剂的流量中的至少一个，由此将产品 NGH 的浓度控制为既定值。进而，图中的流动层反应塔 91i 虽然形成有称为干舷的上部大径部，但是不限于此，也可以整体形成为同一直径。

[0203] 由于这样构成，所以当天然气经由多孔板 92i 向投入到流动层反应塔 91i 中而形成的 NGH 层喷出时，在多孔板 92i 的上部形成 NGH 的流动层。在该流动层中，NGH 的附着水与冷却了的天然气活性反应并生成 NGH，从而能够将 NGH 浓度提高到例如 90 重量％以上。这样提高了 NGH 化率的粉末状的 NGH 被螺旋输送器 101i 搬送至料斗 102i 并暂时贮存在那里。贮存在料斗 102i 中的粉末状的 NGH 经由排出阀 103i 适当地运出，作为产品 NGH 或者移送至 NGH 颗粒制造装置等进行进一步的加工。此外，由于料斗 102i 内是高压（例如 3 ～ 10MPa），所以通常在排出阀 103i 的下游侧设置未图示的脱压装置。

[0204] 另一方面，在形成流动层反应塔 91i 的流动层的原料气体中，对水合反应未发挥作用的原料气体从塔顶部经由旋风收集器 97i 被循环气体鼓风机 94i 抽吸。被循环气体鼓风机 94i 抽吸的原料气体借助冷却器 95i 被冷却，并经由流量控制阀 96i 再次返回流动层反应塔 91i 的多孔板 92i 的下侧。利用该冷却器 95i 对借助流动层的水合反应热上升的原

料气体进行冷却，将流动层反应塔 91i 的温度保持为适合 NGH 生成的低温（例如 1 ～ 5℃）以促进反应。

[0205] 接下来参照图 44 说明本发明的特征的物理脱水装置 2i 的一个实施方式的详细构成。

[0206] 如图所示，本实施方式的物理脱水装置 2i 由物理脱水区域 31i 和水合脱水区域 33i 构成。在物理脱水区域 31i 中具备圆筒状的高压用壳 35i、设置在高压用壳 35i 内的圆筒状的脱水筛 37i、和配置在脱水筛 37i 内的空间中且具有螺旋叶片 39i 的旋转轴 41i。

[0207] 在高压用壳 35i 的一端的上部设置有将 NGH 浆 43i 取入的供给口 45i，另一方面，在另一端的下部设置有将从 NGH 浆 43i 中分离出的水分 47i 排出的排出口 49i。再者，高压用壳 35i 的内侧下部朝排出口 49i 倾斜着形成，使得分离出的水分 47i 流入排出口 49i。脱水筛 37i 在整周上形成有使从 NGH 浆 43i 中分离出的水分 47i 通过的孔 51i。在此，孔 51i 不必在整周上形成，至少在脱水筛 37i 的下方形成即可。再者，孔 51i 的大小设定为基本上仅使水分通过而不使气体水合物通过，但是一部分气体水合物流出也可以。此外，孔 51i 例如也可以形成为狭缝状。

[0208] 旋转轴 41i 在搬送方向上连结地形成有直筒地延伸的直筒部 53i 和沿轴向扩径的锥度部 55i，并且可旋转地与未图示的驱动装置连接。螺旋叶片 39i 沿着旋转轴 41i 螺旋状地形成，且设置为与脱水筛 37i 的内周面接近。

[0209] 另一方面，水合脱水区域 33i 具备圆筒状的容器 54i、安装在容器 54i 的外周的冷却套 56i、和配置在容器 54i 的空间中且具有门形的搅拌叶片 57i 的旋转轴 42i。

[0210] 在容器 54i 的一端连结有脱水筛 37i 的端部，并以覆盖该连结部的方式形成有高压用壳 35i。即，容器 54i 沿轴向延伸地与高压用壳 35i 形成为一体。在容器 54i 的另一端的下方设置有将进行了脱水的 NGH67i 排出的排出口 69i。

[0211] 在容器 54i 的外周的整周上安装有冷却套 56i，在冷却套 56i 的下方形成有将冷却介质 58i 取入的导入口 59i，在冷却套 56i 的上方形成有将冷却介质 58i 排出的排出口 61i。再者，在容器 54i 的外周配设有多根将天然气 63i 作为原料气体取入到容器 54i 内的气体供给管 65i。

[0212] 旋转轴 42i 以轴线一致的方式与旋转轴 41i 的锥度部 55i 的一端连结，并与旋转轴 41i 一起旋转驱动。门形的搅拌叶片 57i 以两个脚部沿着旋转轴 42i 的轴向的方式绕轴安装有多个，该搅拌叶片 57i 在轴向上设置有多个。在水合脱水区域 33i 的入口侧和出口侧以从旋转轴 42i 的轴向倾斜的方式绕轴安装有多个平板状的进给叶片 71i。此外，旋转轴 41i 的一端和旋转轴 42i 的另一端分别由高压用壳 35i、容器 54i 的两端面枢轴支承。

[0213] 接下来说明这样构成的物理脱水装置 2i 的动作。首先，从生成器 1i 通过浆移送泵 20i 抽出的 NGH 浆 43i 经由供给口 45i 被引导到脱水筛 37i 内。被导入到脱水筛 37i 内的 NGH 浆 43i 借助旋转轴 41i 的旋转，通过螺旋叶片 39i 的槽空间沿轴向搬送，在该过程中逐渐压缩从而分离出水分。该分离出的水分 47i 从脱水筛 37i 的孔 51i 流出到外部并从排出口 49i 排出。这样，NGH 浆 43i 通过物理脱水区域 31i 从而能够除去一定程度的水分，但是例如在 NGH 粒子的表面上附着有水分。

[0214] 因此，在本实施方式中，在物理脱水区域 31i 的后段设置水合脱水区域 33i，通过水合反应除去附着在 NGH 上的水分。即，从物理脱水区域 31i 引导到容器 54i 内的 NGH 例

如借助搅拌叶片 57i 的旋转在容器 54i 内一边被搅拌一边被搬送，同时暴露在从气体供给管 65i 导入到容器 54i 内的天然气 63i 的环境中。由此，附着在 NGH 上的水分与天然气 63i 接触并反应，进行水合脱水。

[0215] 此外，虽然水合反应伴随发热，但是由于从容器 54i 的外周通过冷却套 56i 进行热回收，所以容器 54i 内保持在适合水合反应的温度范围内。而且，供给到容器 54i 内的天然气 63i 由泵等强制地循环，从而始终对容器 54i 内供给未反应的天然气 63i。这样能够将容器 54i 内的水合反应的反应率维持得较高。

[0216] 如上所述，在物理脱水装置 2i 中，由于对物理脱水后的 NGH 浆连续地进行水合脱水，所以能够得到与现有的物理脱水相比更高的脱水率。因此例如在下游侧能够没有障碍地进行流动层的水合脱水，扩大水合脱水的选择余地，并且将成为最终产品的 NGH 的浓度维持地较高。再者，通过对脱水率高的 NGH 进行水合脱水处理，能够降低水合脱水时的负荷即作用在热回收设备等上的负荷，所以较为经济。

[0217] 再者，在本实施方式中，通过搅拌叶片 57i 的搅拌效果使由物理脱水工序排出的块状气体水合物崩碎，所以能够提高下一工序的流动层的水合脱水的效率。

[0218] 进而在本实施方式中，由于将物理脱水区域 31i 和水合脱水区域 33i 收纳在一个容器内进行连续的处理，所以装置构成变得简单，具有能够减少设置面积的效果。

[0219] 接下来使用图 46 说明本发明的特征的物理脱水装置的另一实施方式。此外，对与上述实施方式相同的构成要素使用同一标号并省略说明。

[0220] 本实施方式的物理脱水装置 82i 与上述实施方式的不同点在于，在水合脱水区域 33i 中，由螺杆搅拌并搬送 NGH。即，本实施方式的旋转轴 83i 由锥度部 85i 和直筒地延伸的直筒部 87i 沿搬送方向连结形成，所述锥度部 85i 在旋转轴 41i 的轴线上与锥度部 55i 的一端连结且沿轴向缩径。螺旋叶片 89i 沿锥度部 85i 的外周的轴向螺旋状地形成，并设置为与容器 54i 的内周面接近。再者，搅拌叶片 57i 形成在直筒部 87i 的外周。

[0221] 根据本实施方式，能够获得与上述实施方式相同的效果，能够获得与现有的物理脱水相比更高的脱水率。

[0222] 此外，在本实施方式中，关于水合脱水区域 33 中的不同的搅拌单元进行了说明，但是只要是在供给原料气体的环境下连续地搅拌 NGH 的构成，就不限定于此。此外，在图中，标号 T 表示原料气体入口，T’表示原料气体排出，U 表示低浓度 NGH。

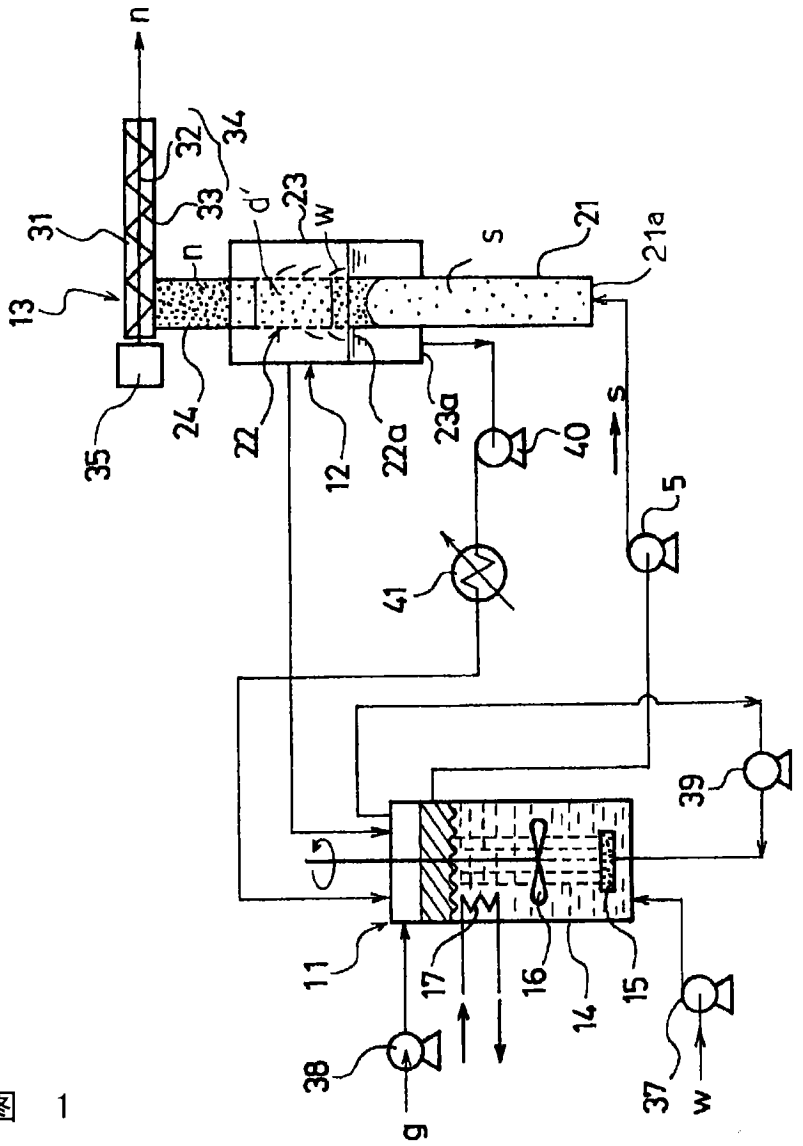

n
31
32
34
33
d'
23
w
n
s
21
21a
13
24
22
12
22a
23a
40
s
5
41
39
11
17
16
14
15
38
37
w
g
35

图 1

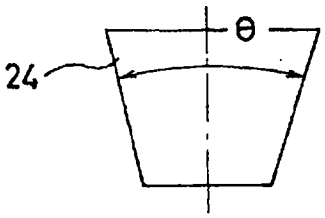

θ
24

图 2

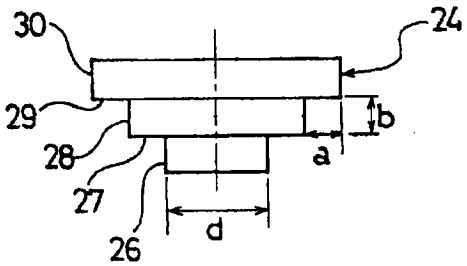

30
24
29
b
28
a
27
d
26

图 3

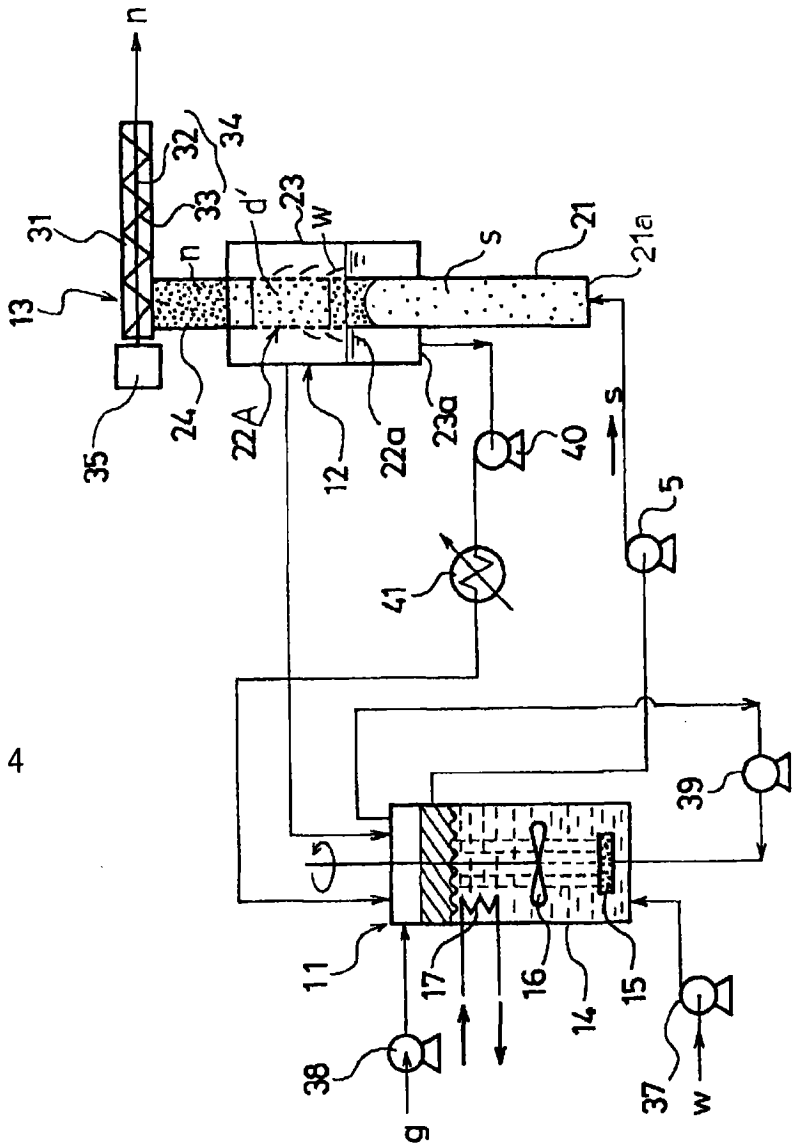

n
32
34
33
d'
23
w
31
n
s
21
21a
13
24
22A
12
22a
23a
40
s
5
41
39
11
17
16
14
15
38
37
w
g

图 4

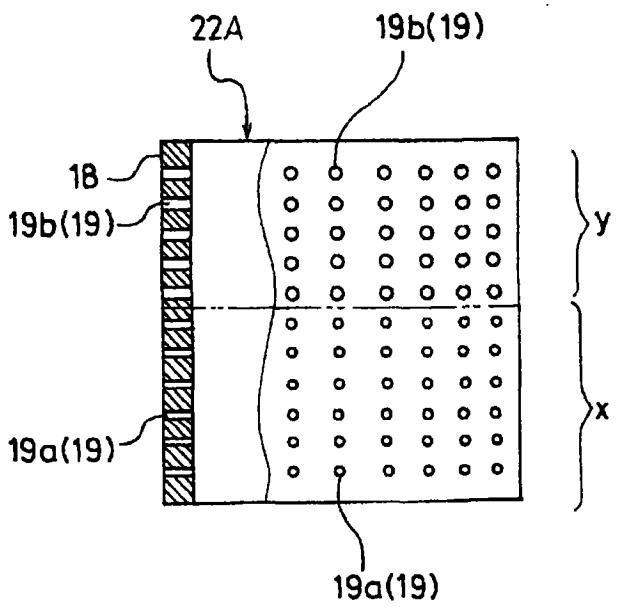


图 5

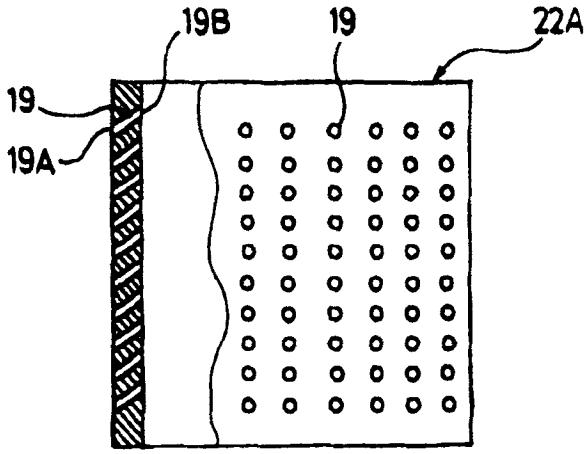


图 6

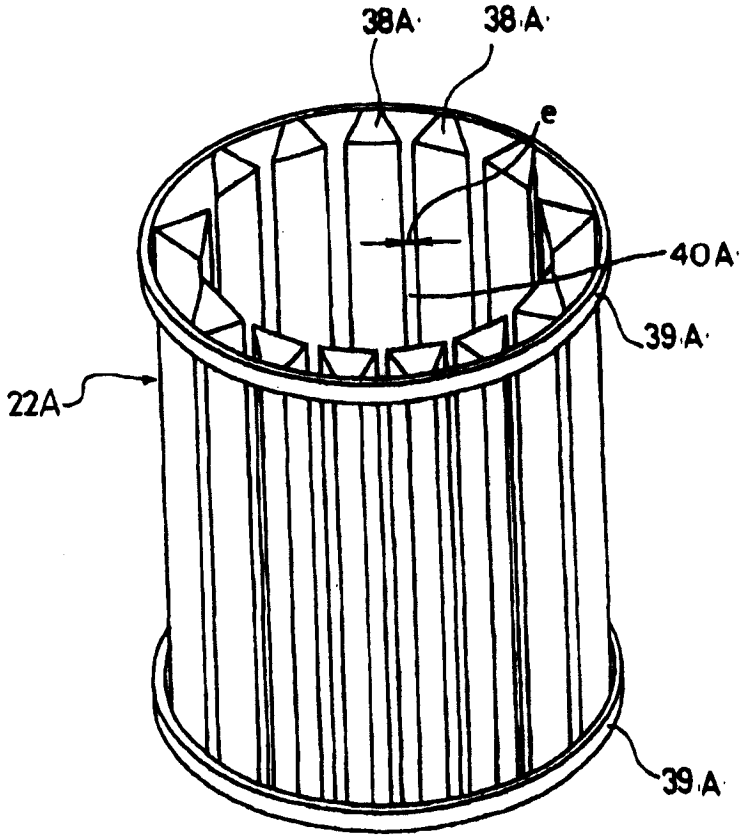


图 7

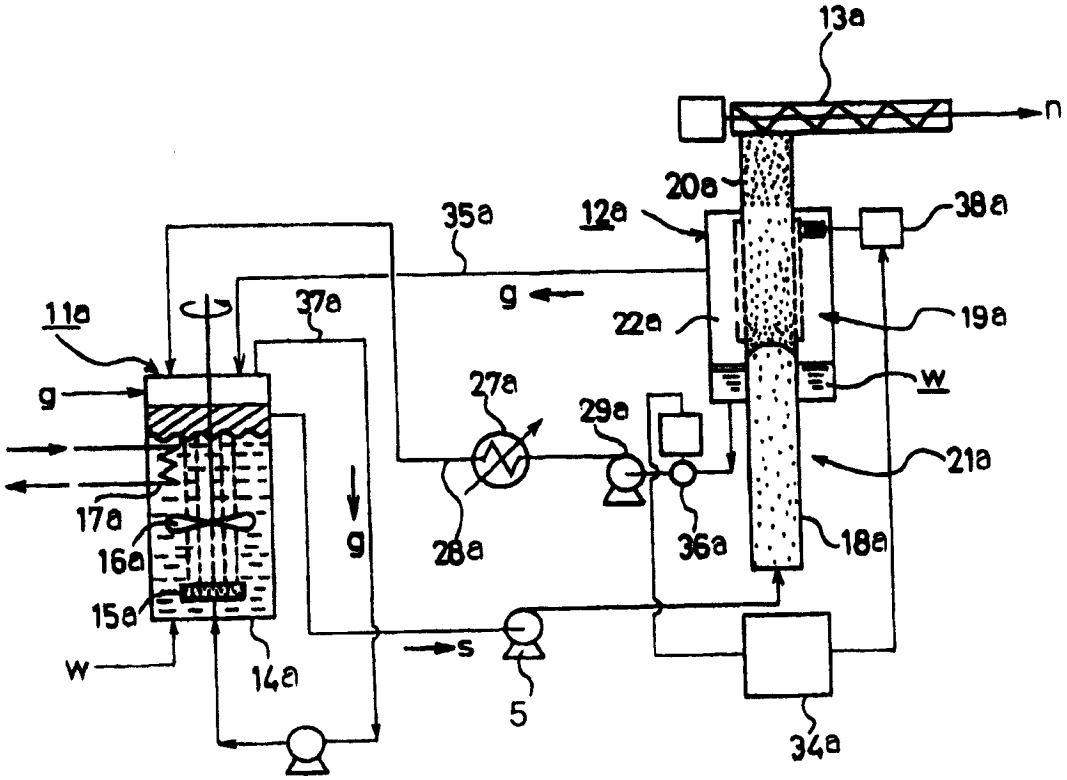

13a
n
20a
12a
35a
38a
g
37a
22a
19a
11a
w
g
27a
29a
21a
17a
g
28a
36a
18a
16a
15a
s
w
14a
5
34a

图 8

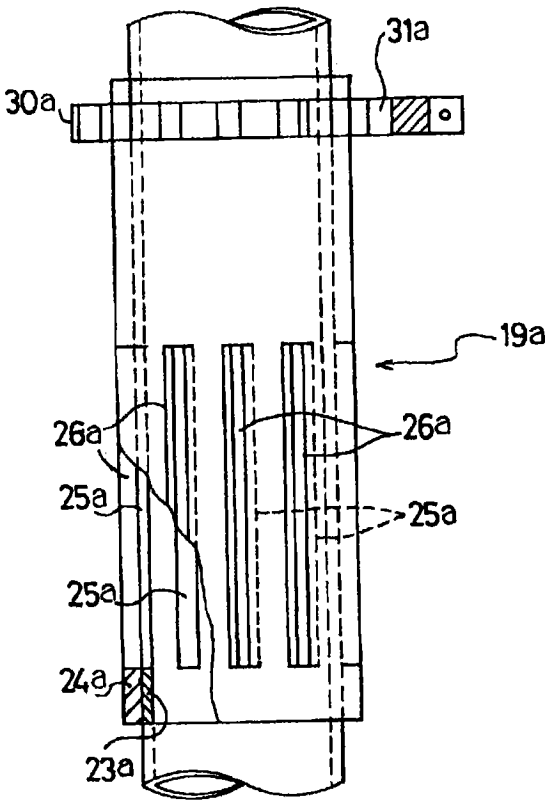

31a
30a
19a
26a
26a
25a
25a
25a
24a
23a

图 9

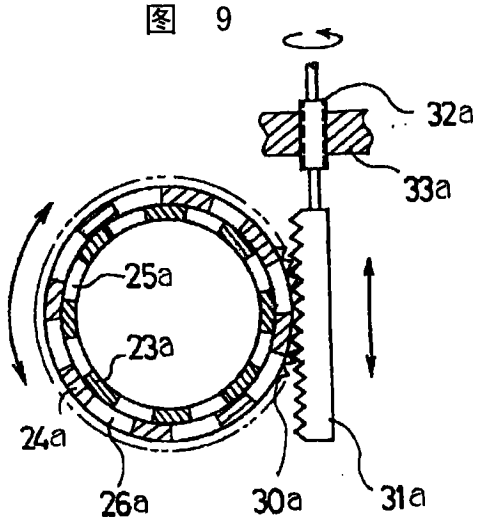

32a
33a
25a
23a
24a
26a
30a
31a

图 10

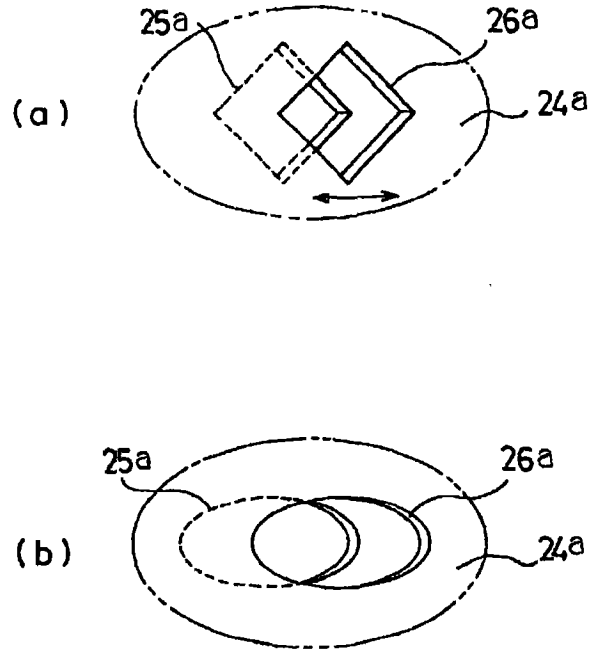


图 11

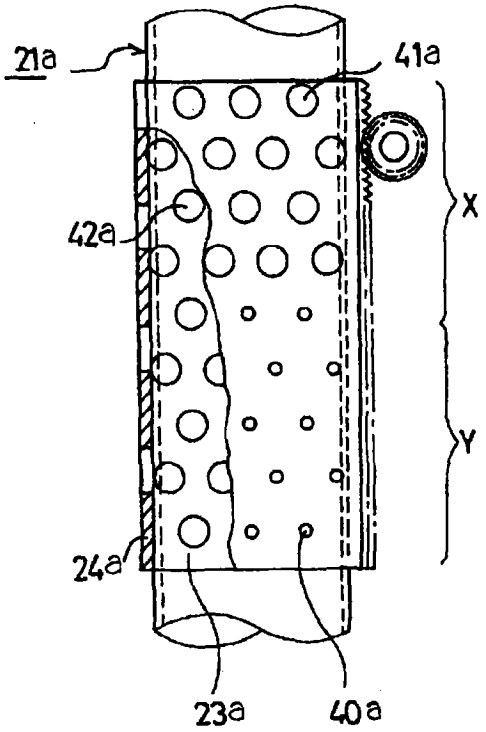


图 12

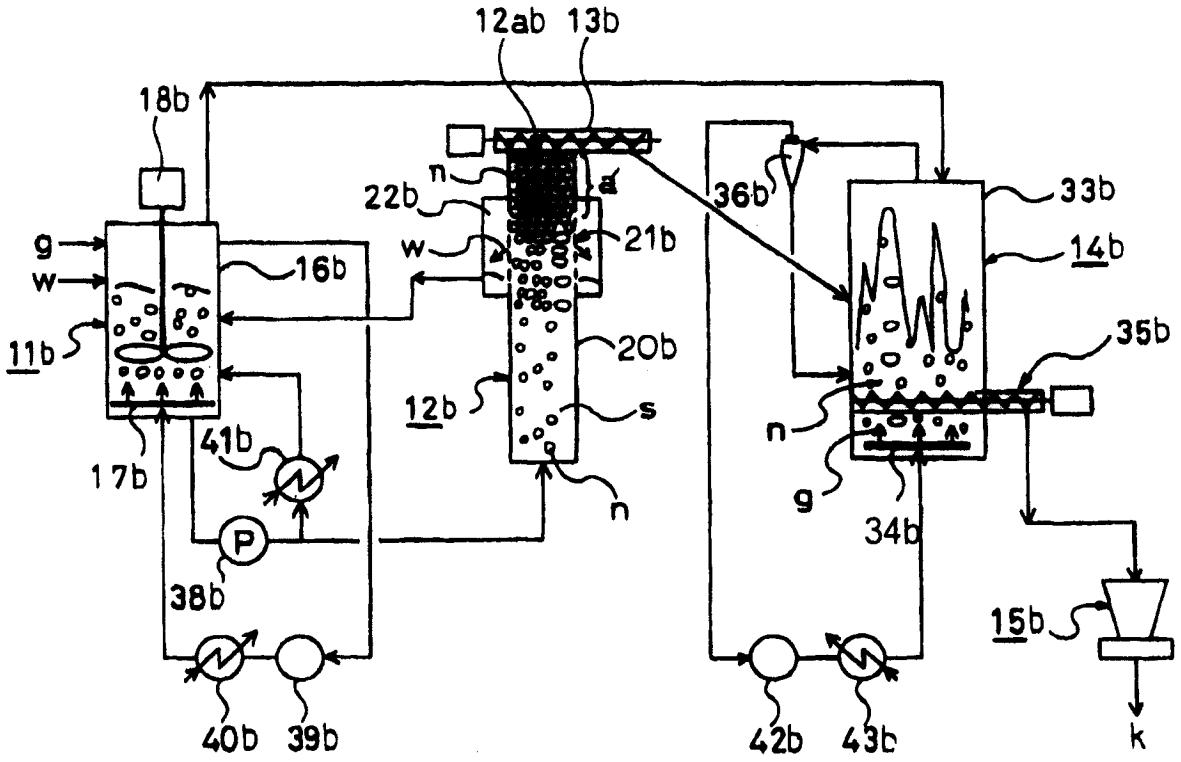

12ab 13b
18b
22b
n
d
36b
33b
g
w
16b
w
21b
14b
11b
20b
35b
12b
s
n
41b
17b
n
g
34b
P
38b
15b
40b 39b
42b 43b
k

图 13

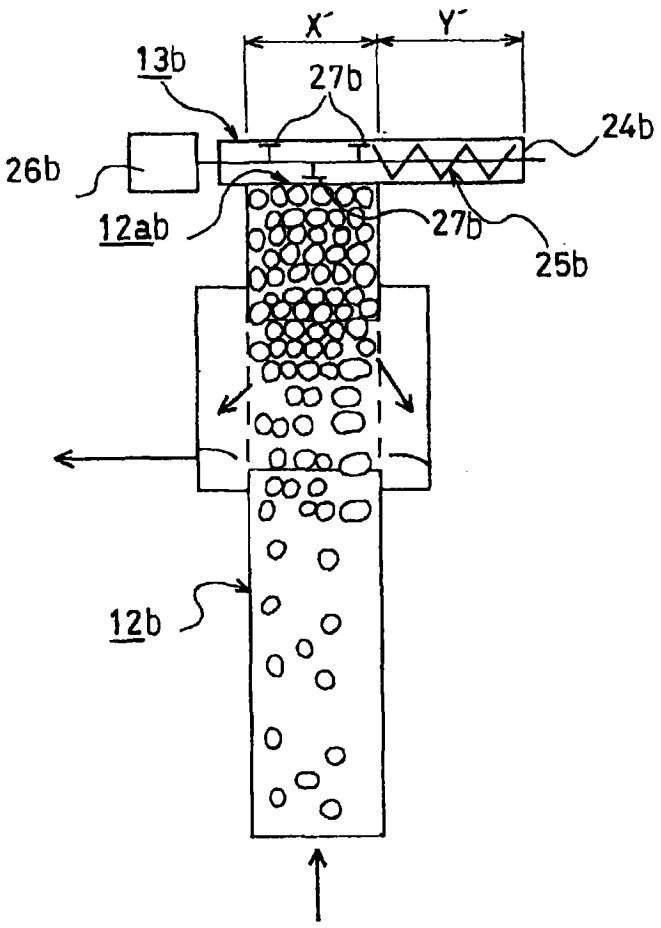

X'
Y'
13b
27b
24b
26b
12ab
27b
25b
12b

图 14

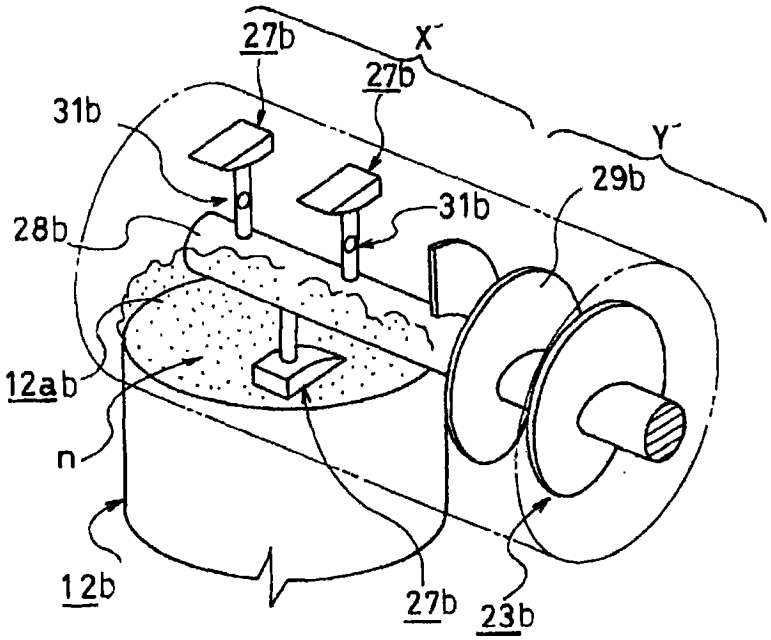

27b
X'
27b
31b
Y'
29b
31b
28b
12ab
n
12b
27b
23b

图 15

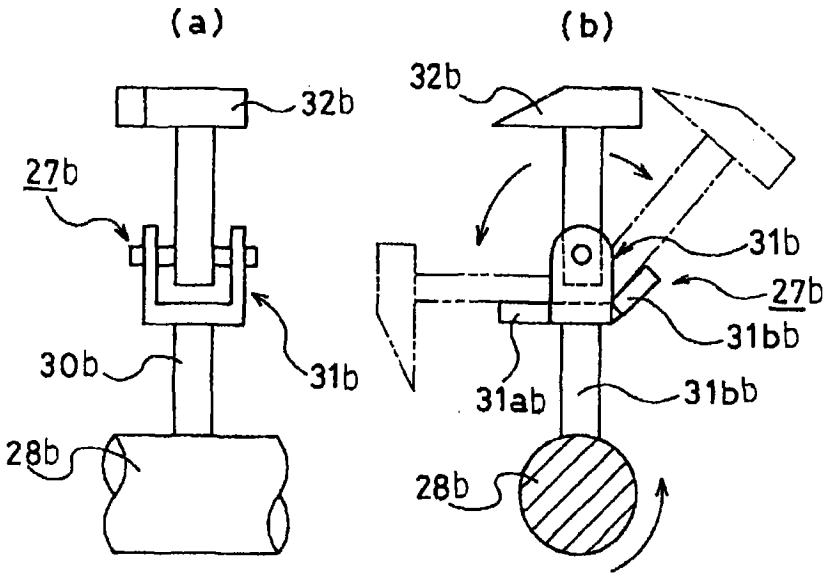

(a)
(b)
32b
27b
30b
31b
28b
32b
31b
27b
31bb
31ab
31bb
28b

图 16

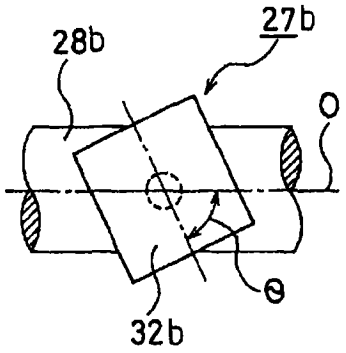

28b
27b
O
θ
32b

图 17

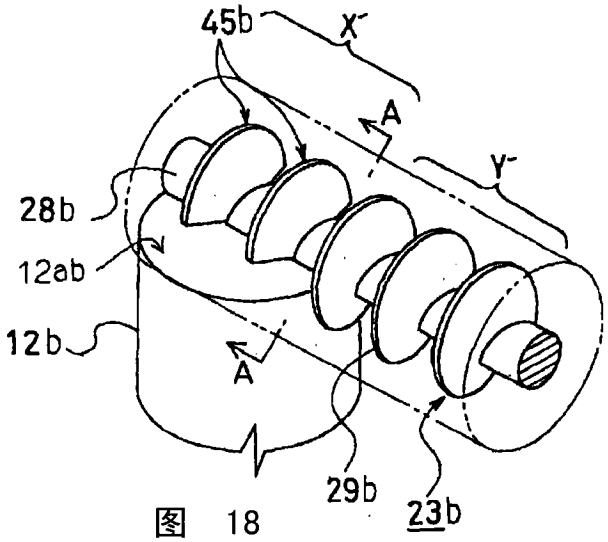

45b
X
A
Y
28b
12ab
12b
A
29b
23b

图 18

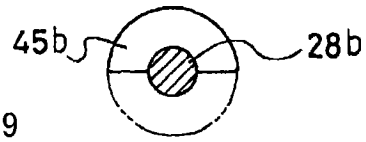

45b
28b

图 19

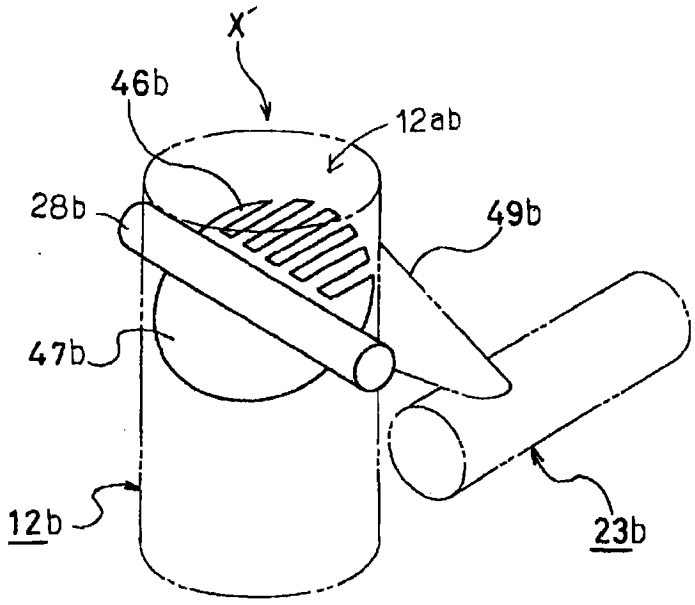

X
46b
12ab
28b
49b
47b
12b
23b

图 20

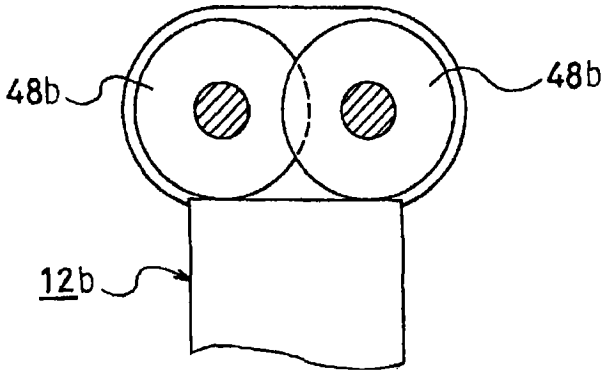

48b
48b
12b

图 21

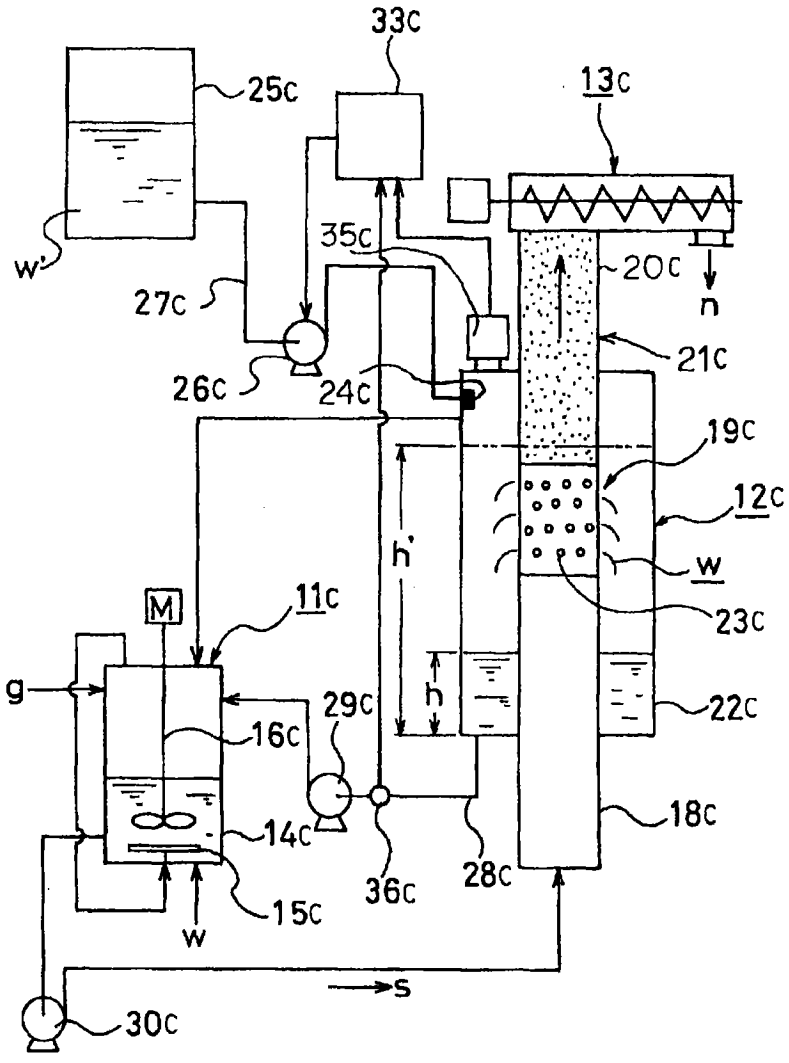

33c
25c
13c
w'
35c
20c
n
27c
21c
26c
24c
19c
12c
h'
w
M
11c
23c
g
h
29c
22c
16c
18c
14c
36c
28c
15c
w
s
30c

图 22

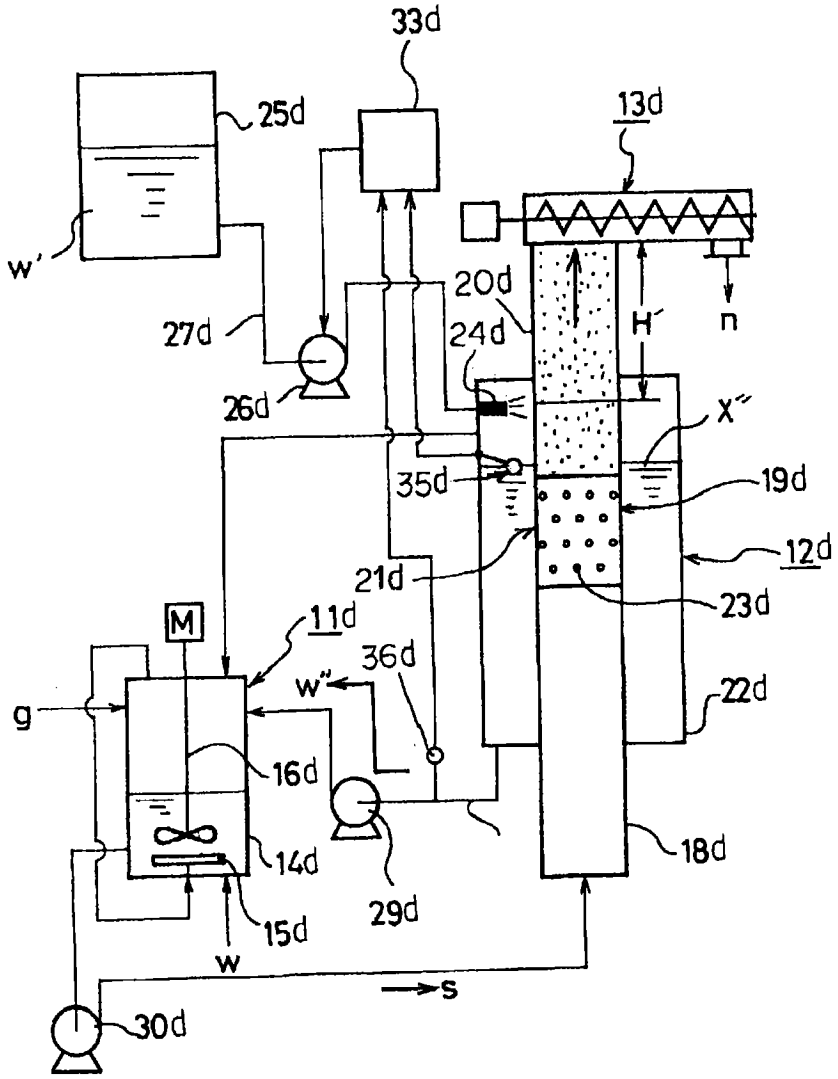

33d
25d
13d
w'
20d
27d
24d
H'
n
26d
X''
35d
19d
12d
21d
23d
M
11d
36d
w''
22d
g
16d
18d
14d
29d
15d
w
S
30d

图 23

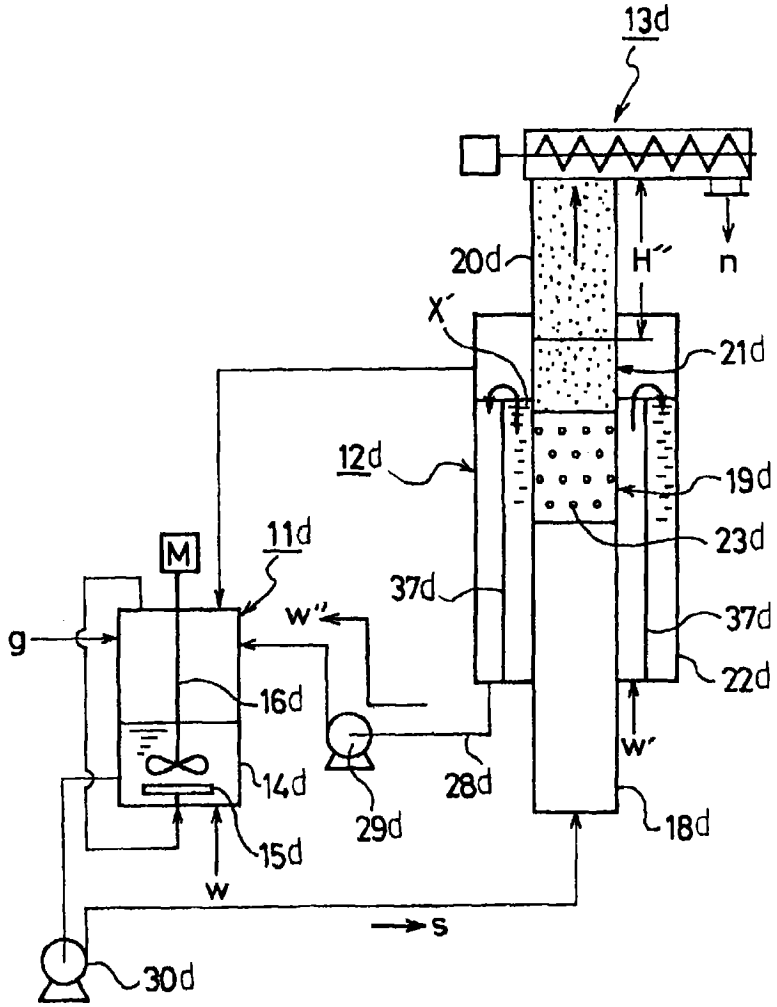

13d
20d
H''
n
X'
21d
12d
19d
23d
11d
M
37d
37d
w''
g
22d
16d
w'
14d
28d
29d
18d
15d
w
s
30d

图 24

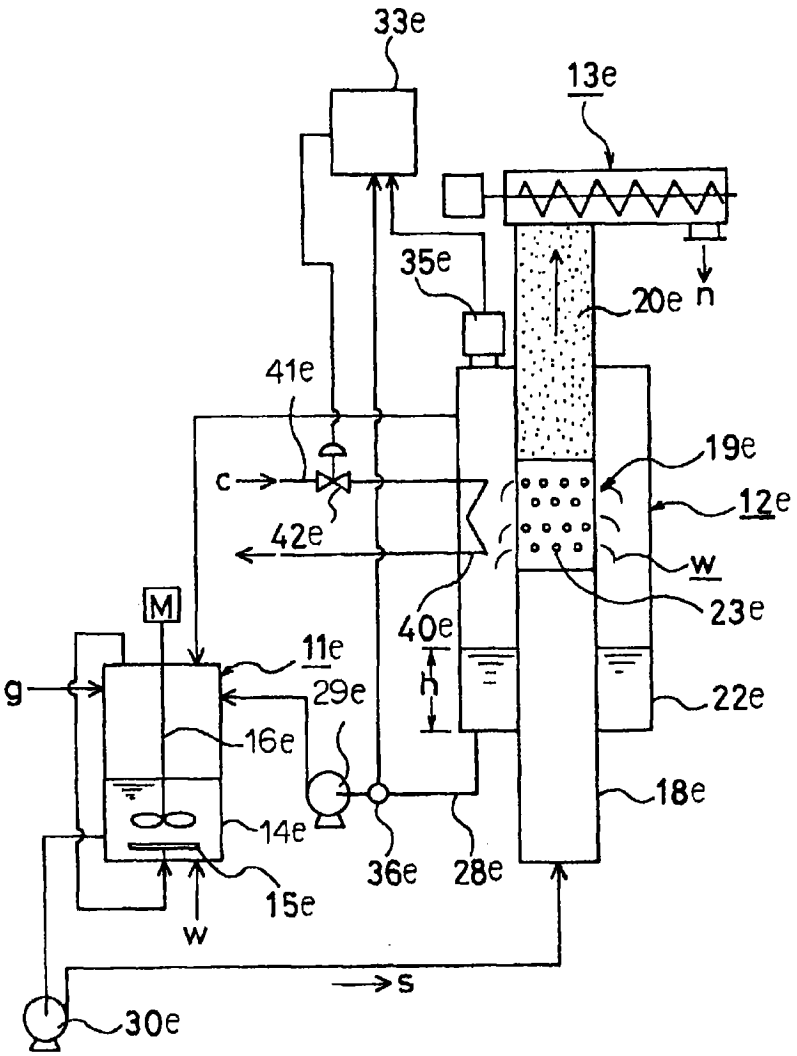

33e
13e
35e
20e
n
41e
c
19e
12e
42e
w
23e
M
40e
11e
h
g
29e
22e
16e
18e
14e
36e
28e
15e
w
s
30e

图 25

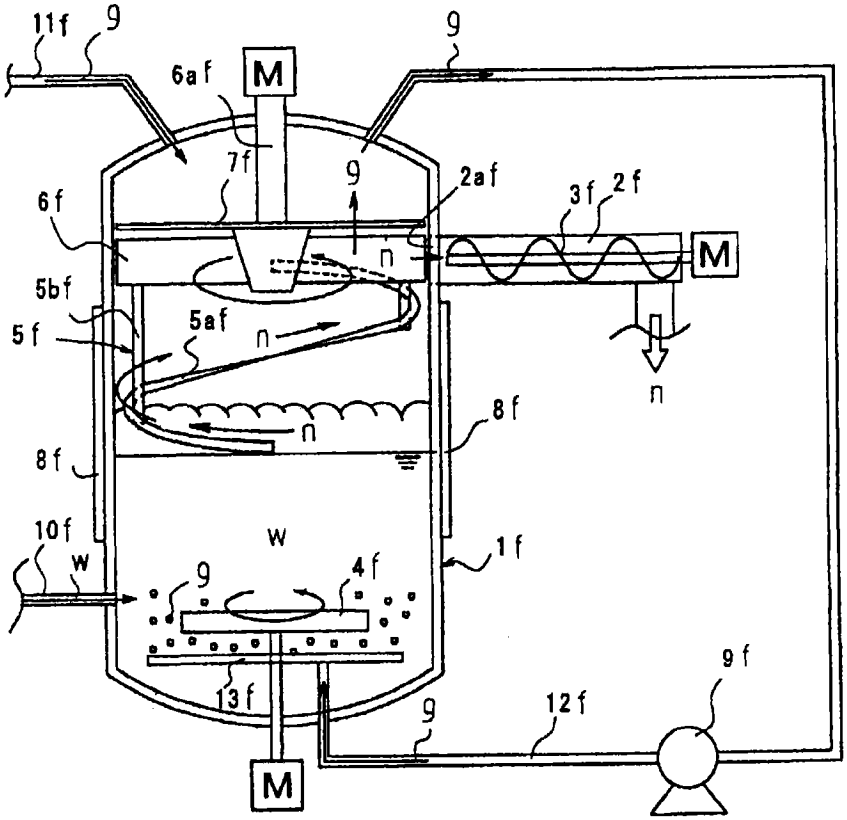

11f
9
6af
M
9
7f
9
2af
3f
2f
6f
n
M
5bf
5f
5af
n
n
n
8f
8f
10f
w
w
1f
9
4f
13f
9
12f
9f
M

图 26

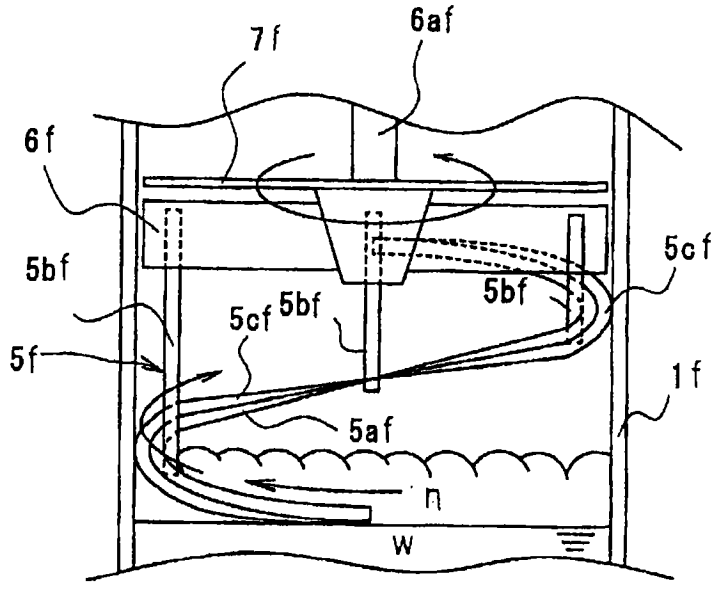

7f
6af
6f
5cf
5bf
5bf
5cf
5bf
5f
1f
5af
n
w

图 27

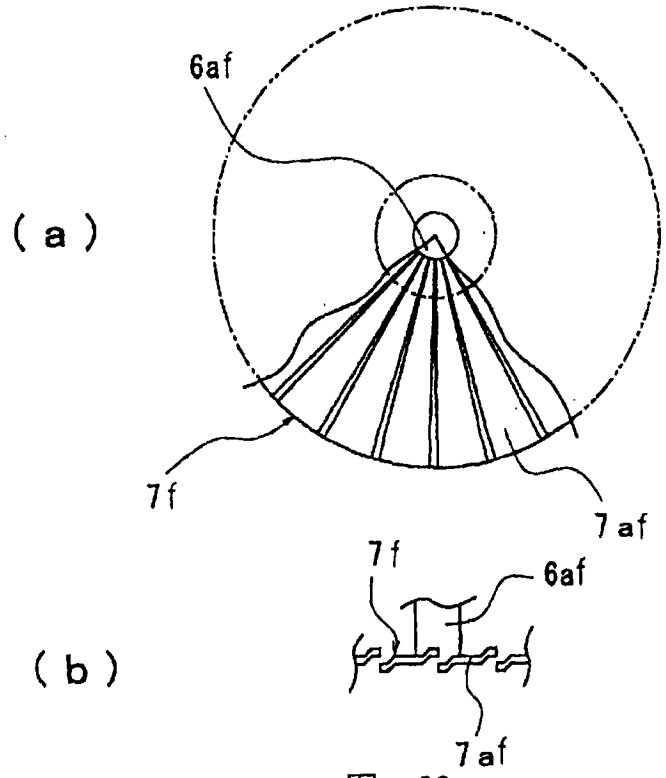


图 28

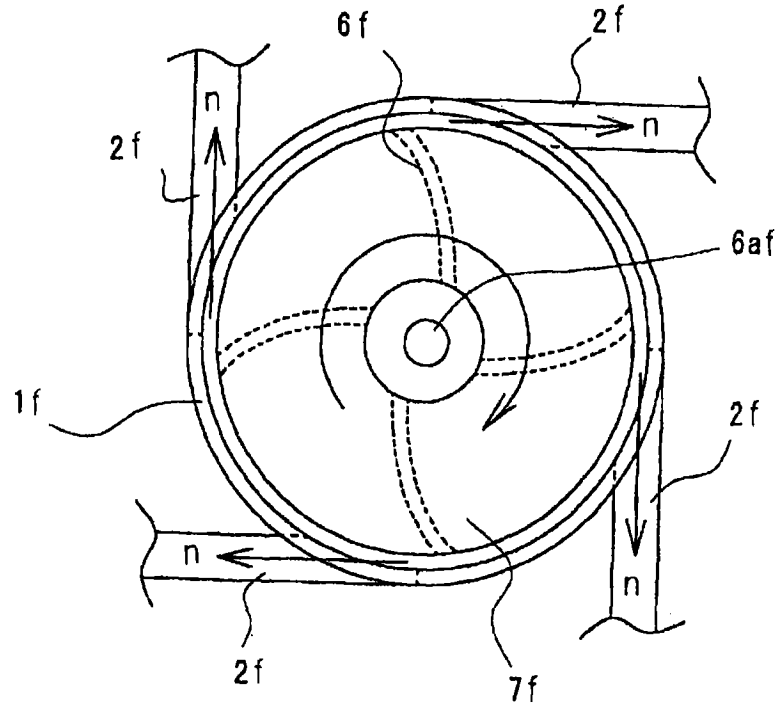


图 29

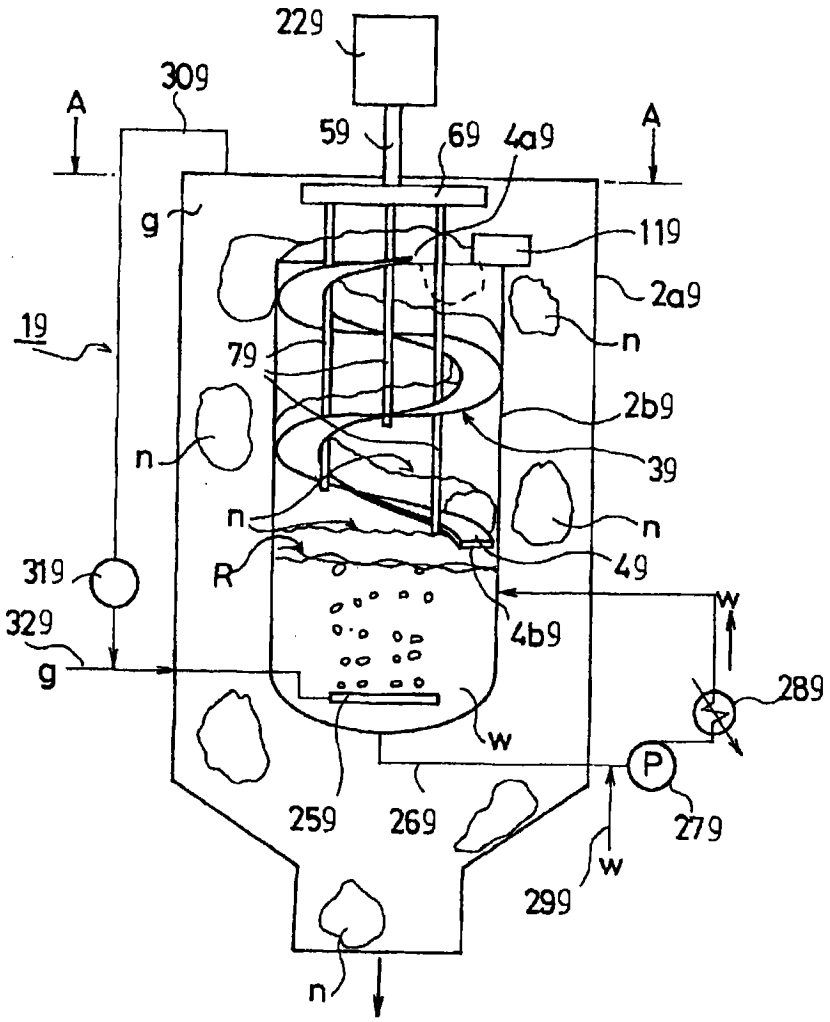

229
309
A
59
69
4a9
A
g
119
2a9
19
n
79
2b9
n
39
n
n
49
319
R
w
329
4b9
g
289
w
P
259
269
279
w
299
n

图 30

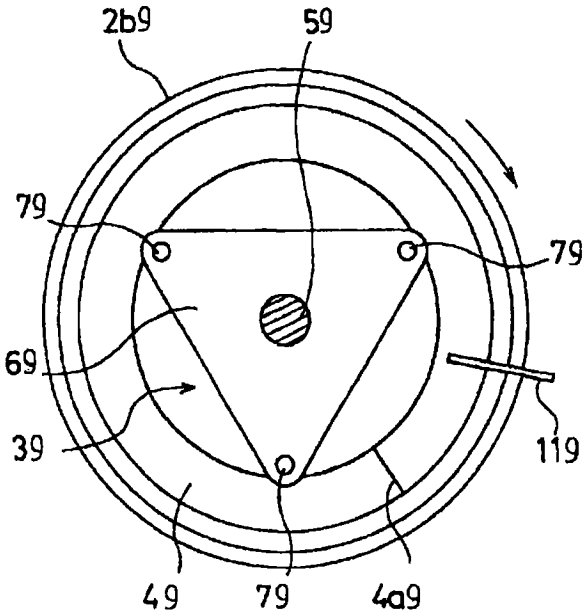

2b9
59
79
79
69
39
119
49
79
4a9

图 31

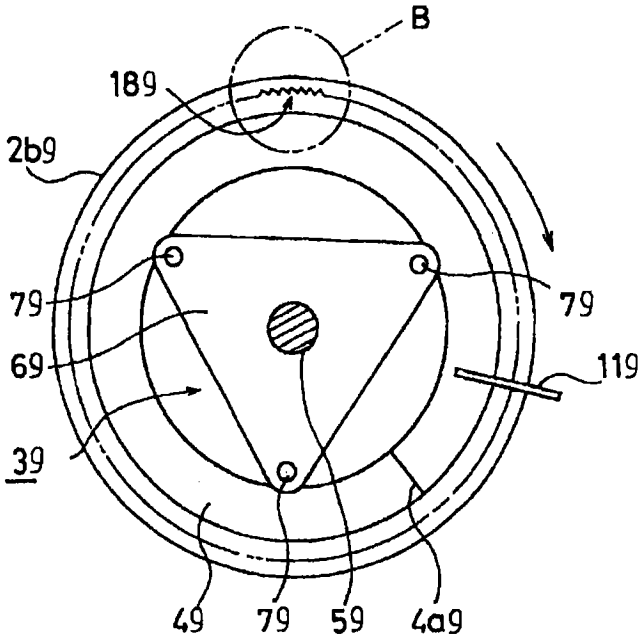

B
189
2b9
79
79
69
119
39
49
79
59
4a9

图 32

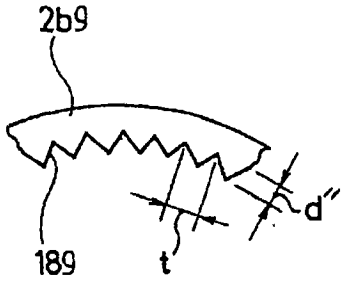

2b9
d''
189
t

图 33

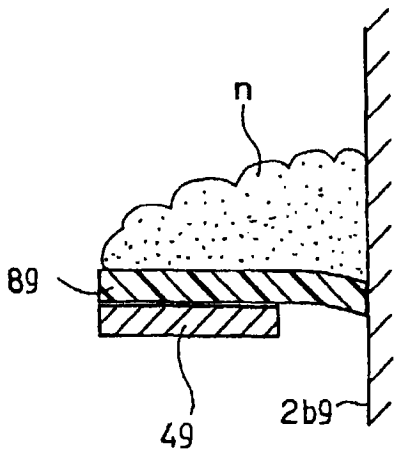


图 34

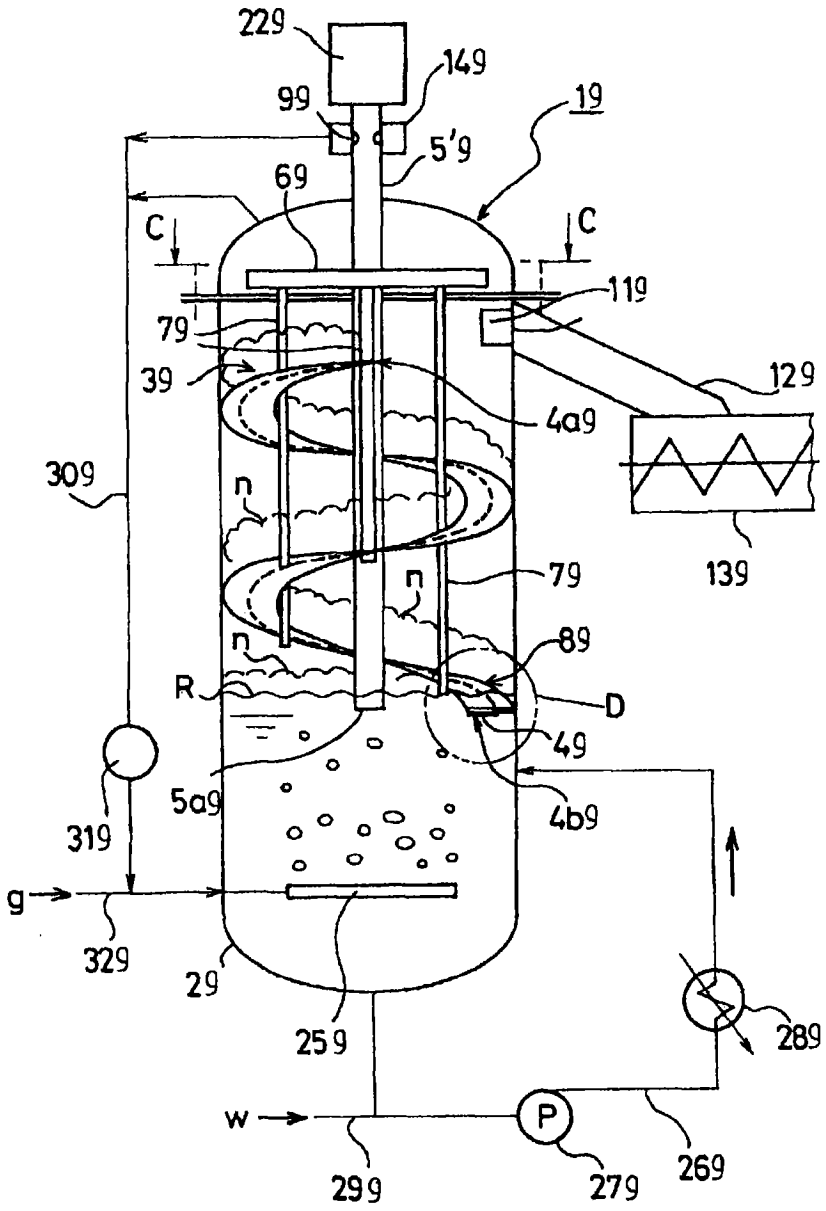

229
149
99
19
5'9
69
C
C
119
79
39
129
4a9
309
n
n
79
139
n
89
R
D
49
5a9
4b9
319
g
329
29
259
289
w
P
299
279
269

图 35

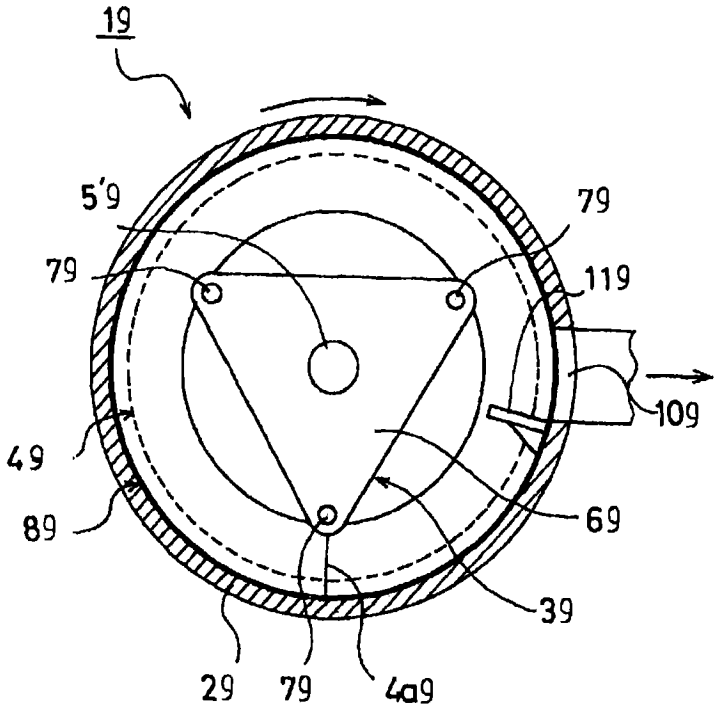


图 36

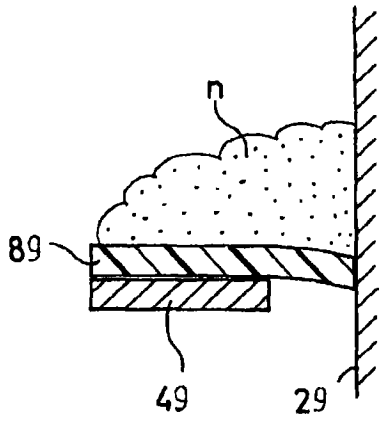


图 37

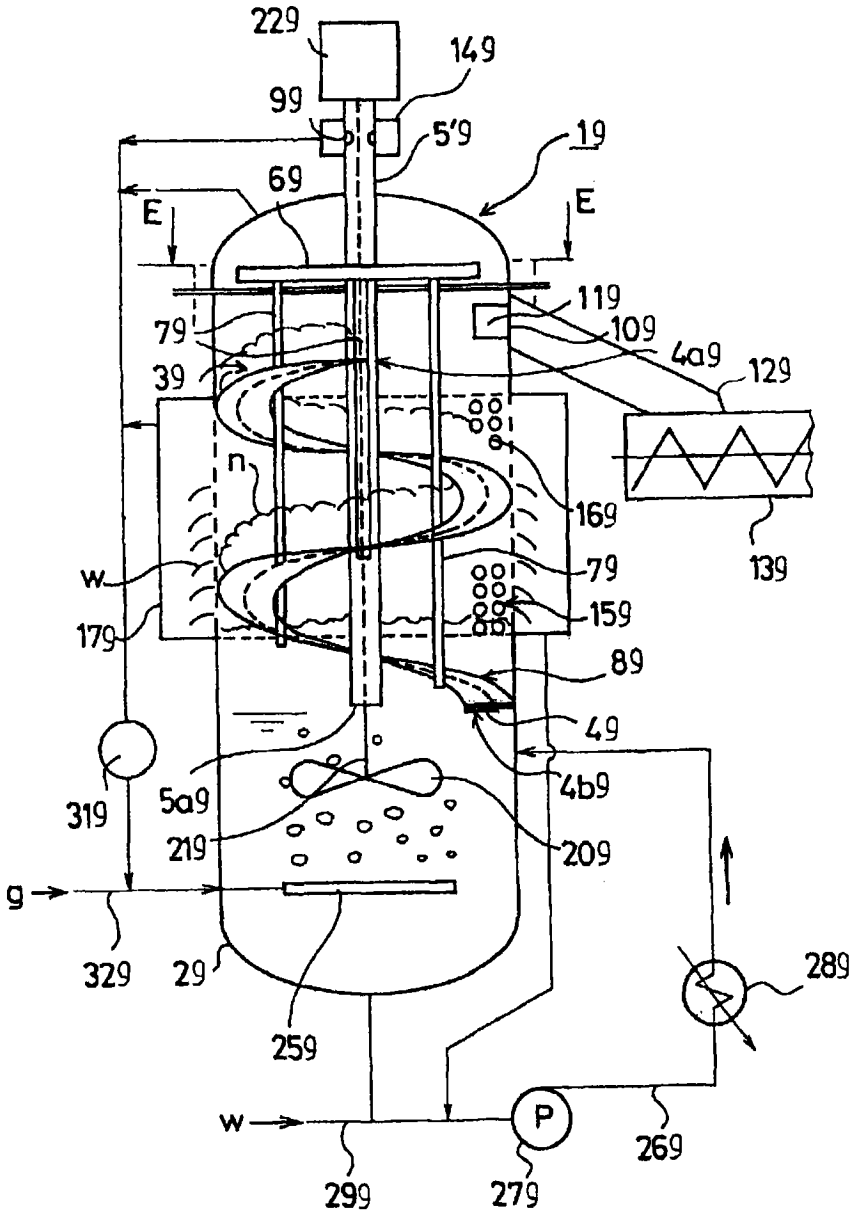

229
149
99
5'9
19
69
E
E
119
109
79
4a9
129
39
n
169
139
w
79
179
159
89
49
319
5a9
4b9
219
209
g
329
29
289
259
w
P
269
299
279

图 38

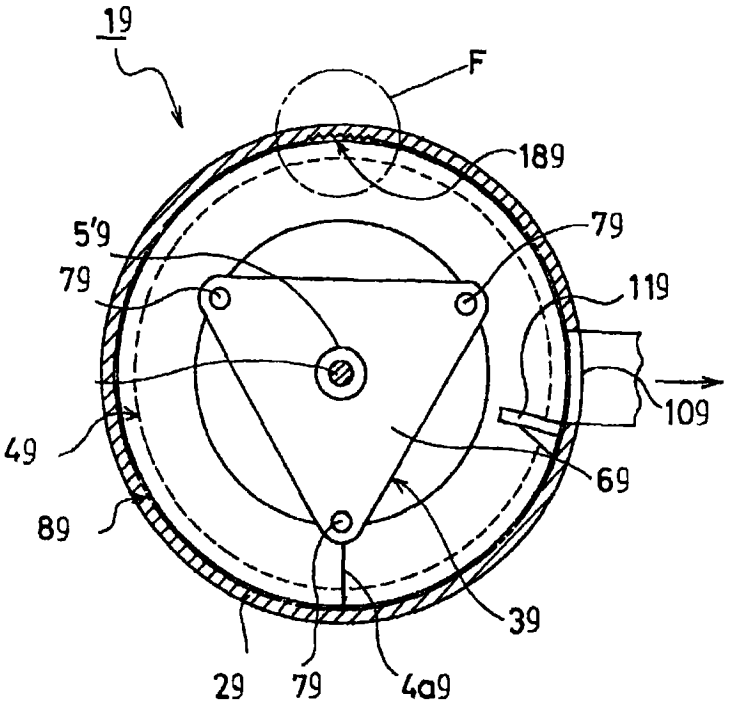


图 39

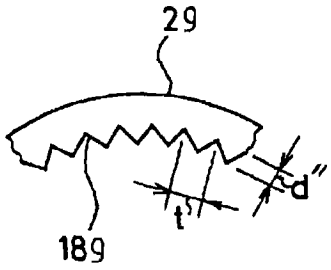


图 40

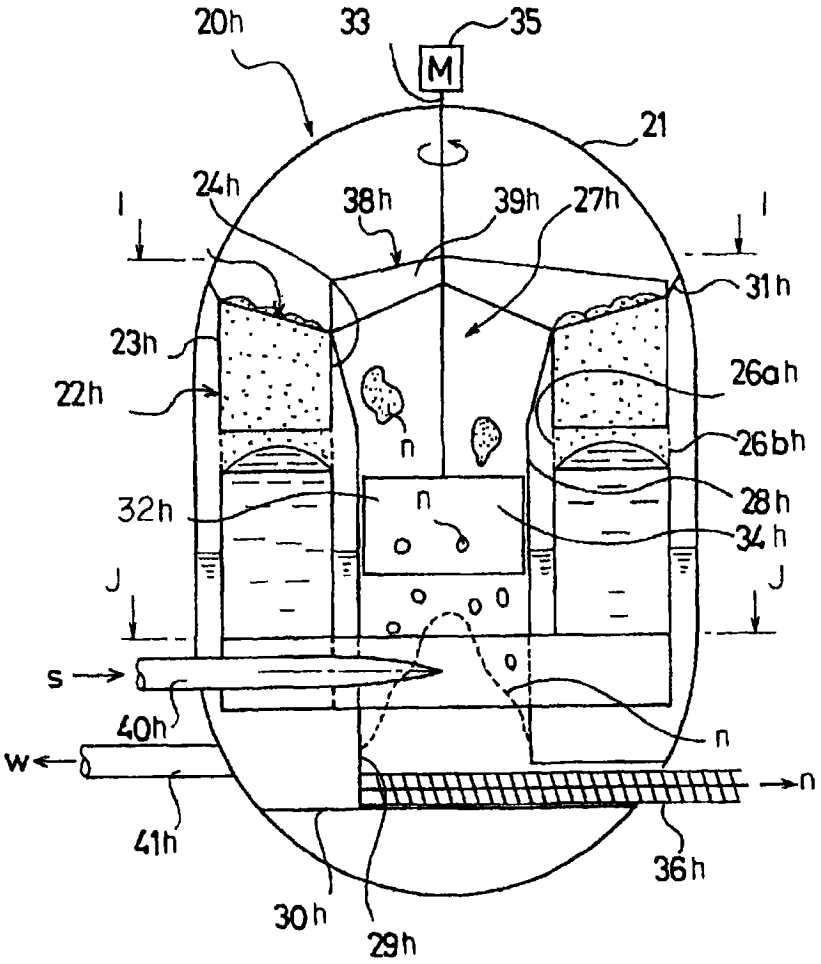

20h
33
35
M
21
24h
38h
39h
27h
I
I
31h
23h
22h
26ah
26bh
n
28h
32h
34h
J
J
s
40h
w
41h
36h
30h
29h

图 41

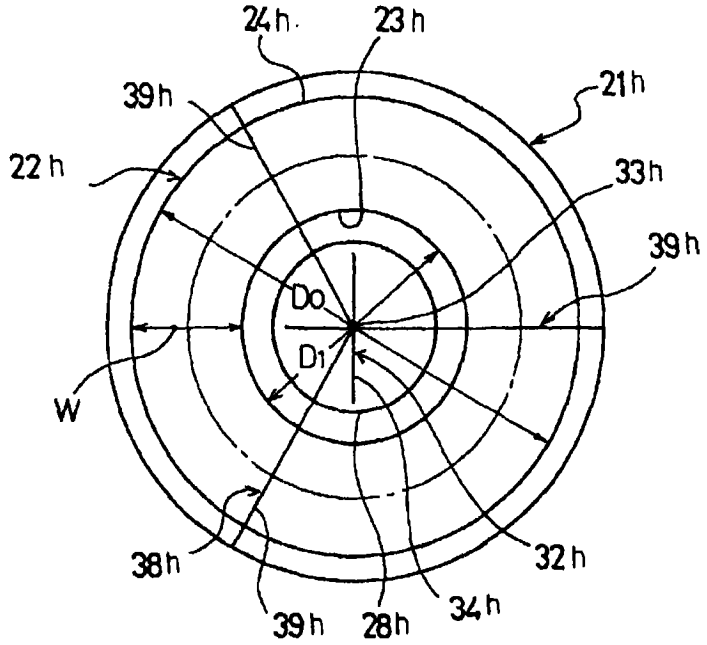

24h
23h
21h
39h
22h
33h
39h
Do
D1
W
38h
32h
39h
28h
34h

图 42

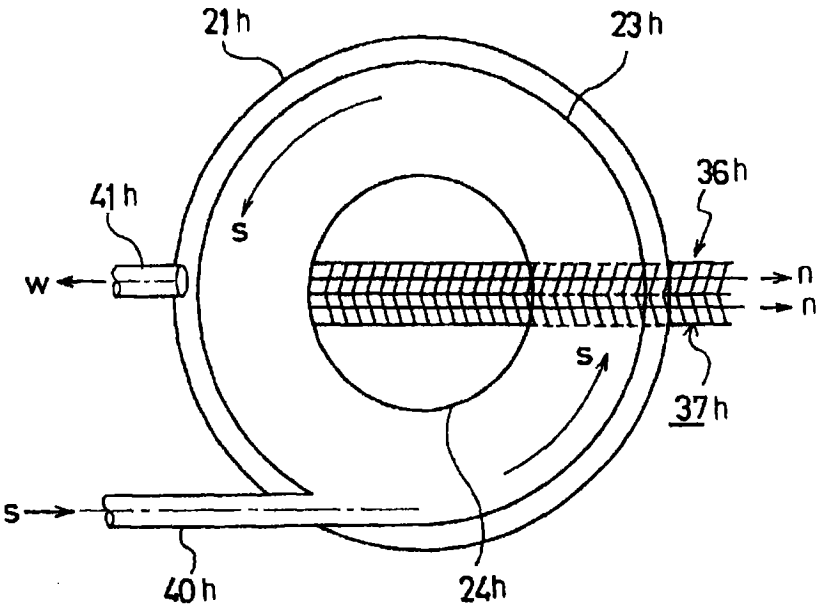


图 43

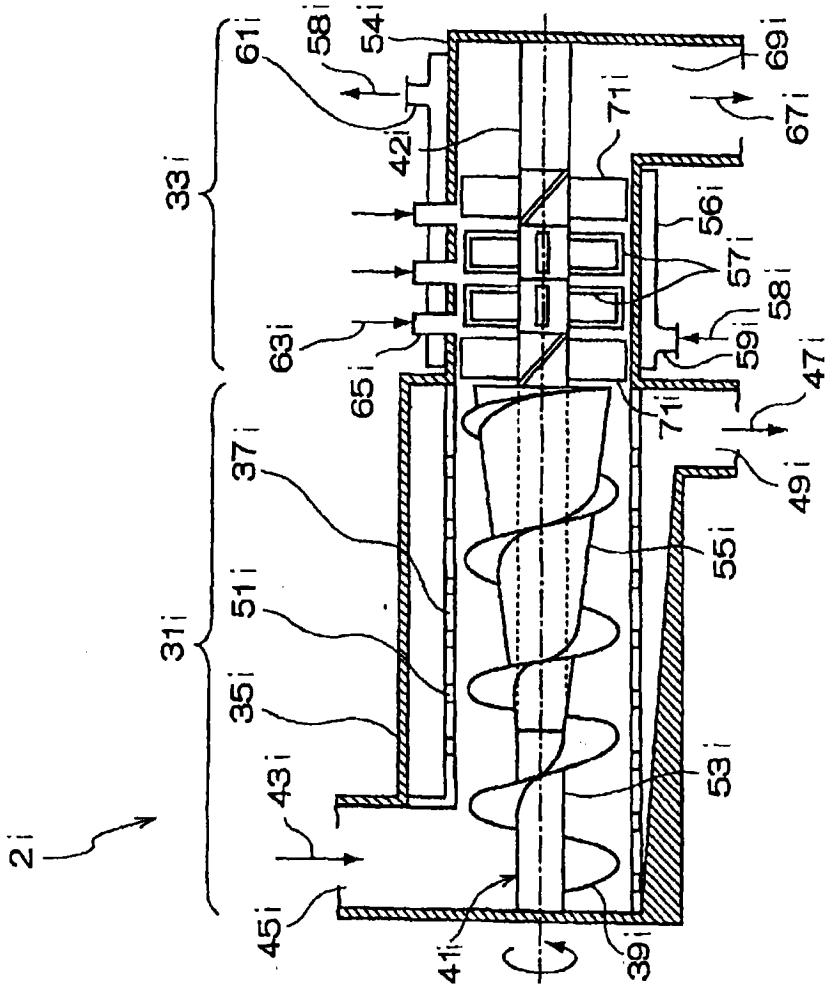

61i
58i
54i
69i
67i
42i
71i
33i
56i
57i
58i
59i
63i
65i
47i
71i
37i
49i
55i
51i
31i
35i
53i
43i
2i
45i
41i
39i

图 44

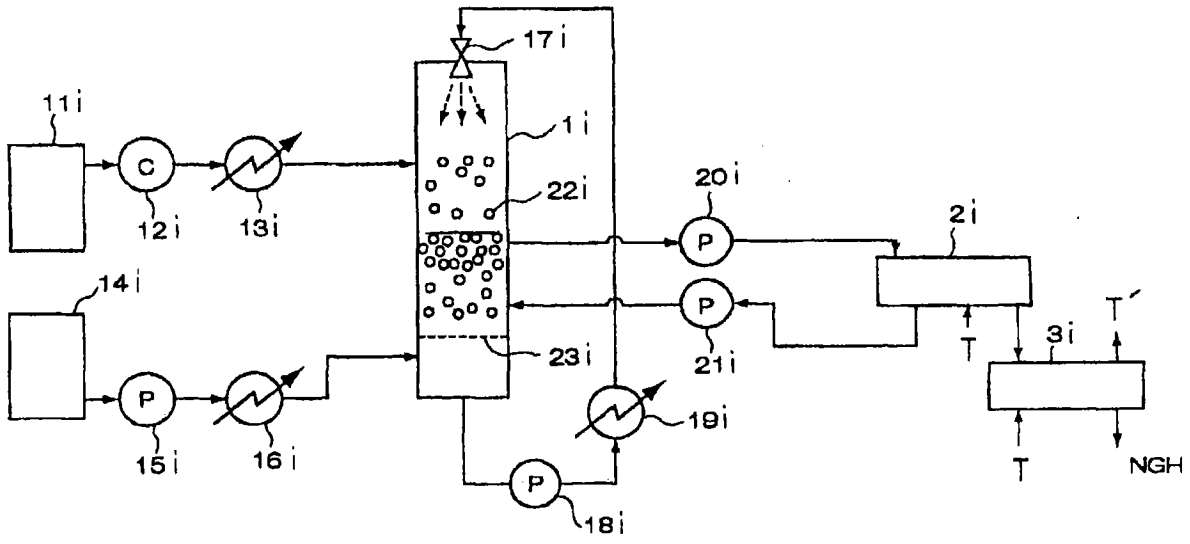

17i
11i
1i
C
22i
20i
2i
12i
13i
P
14i
T
T'
3i
23i
21i
15i
16i
19i
NGH
18i

图 45

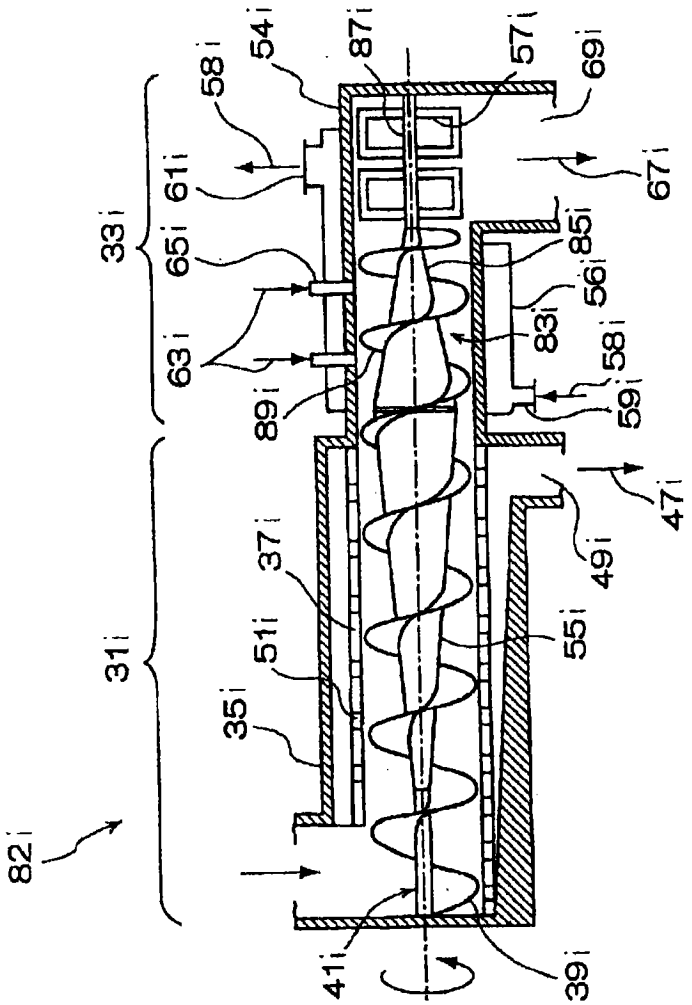

82i
31i
33i
35i
37i
39i
41i
47i
49i
51i
54i
55i
56i
57i
58i
59i
61i
63i
65i
67i
69i
83i
85i
87i
89i

图 46

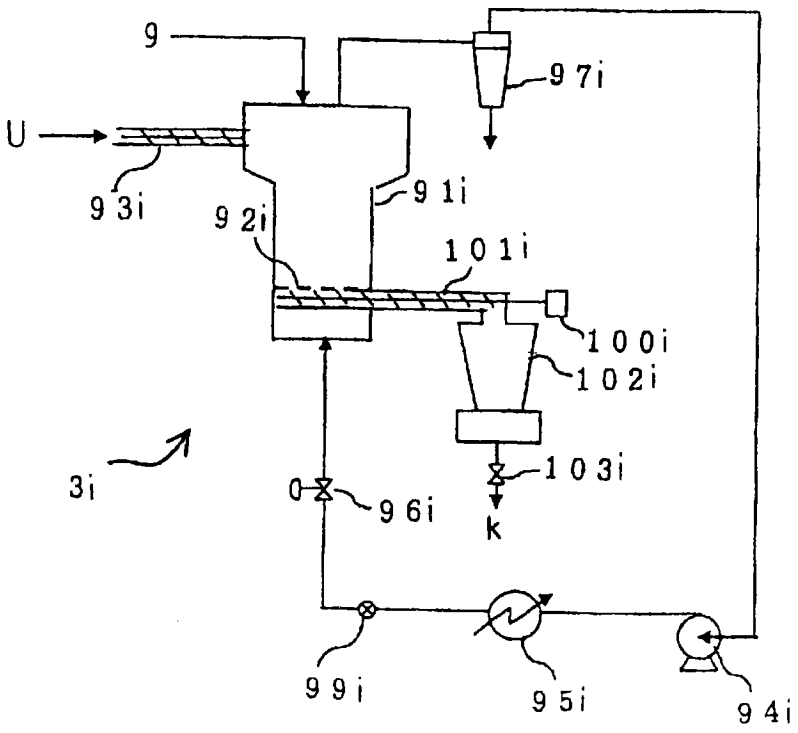


图 47