

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102006940 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 28

(21) 申请号 200980114098. 0

(22) 申请日 2009. 04. 15

(30) 优先权数据

PA200800555 2008. 04. 16 DK

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 10. 15

(86) PCT申请的申请数据

PCT/DK2009/050085 2009. 04. 15

(87) PCT申请的公布数据

W02009/127212 EN 2009. 10. 22

(73) 专利权人 阿尔法拉瓦尔股份有限公司

地址 瑞典隆德

(72) 发明人 B·马德森

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 肖日松 曹若

(51) Int. Cl.

B04B 1/10(2006. 01)

B04B 1/20(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2732355 Y, 2005. 10. 12,

DE 3904151 A1, 1990. 08. 16,

CN 1564714 A, 2005. 01. 12,

DE 3112585 A1, 1982. 10. 14,

WO 2004/035220 A1, 2004. 04. 29,

审查员 汪振威

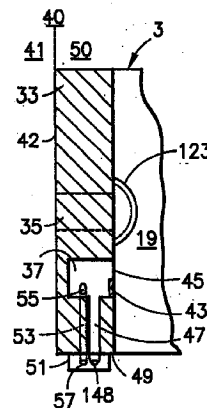
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

离心分离器

(57) 摘要

离心分离器 (1) 包括滚筒 (3), 其在操作期间以旋转方向 (65) 旋转并且具有分离室 (19)。基座 (131) 设置在滚筒 (3) 的后纵向端以限定分离室 (19)。基座 (131) 包括由堰 (43) 在径向方向上限定在第一水平 (67) 处的第一出口开口 (45), 并且基座 (131) 限定离心分离器 (1) 的后纵向区域 (41)。出口室 (37) 穿过第一出口开口 (45) 与分离室 (19) 连通。出口室 (37) 与出口室出口开口 (148) 连接, 出口室出口开口 (148) 在第一水平 (67) 下方的第二水平 (69) 处通向在后纵向区域 (41) 前面的第二纵向区域 (50) 中的滚筒 (3) 的外部 (40)。出口室出口开口 (148) 具有带有与旋转方向 (65) 相反的出口方向的出口喷嘴 (59), 并且溢流进口开口 (55) 存在于出口室 (37) 中, 该溢流进口开口 (55) 放置在第一水平 (67) 和第二水平 (69) 之间的第三水平 (71) 处, 并且溢流进口开口 (55) 与溢流出口开口 (57) 连通, 溢流出口开口 (57) 通向在第二纵向区域 (50) 中的滚筒 (3) 的外部 (40)。



1. 一种离心分离器 (1), 包括:

滚筒 (3), 其在操作期间以旋转方向 (65) 围绕旋转轴线 (5) 旋转, 所述旋转轴线在所述滚筒 (3) 的纵向方向上延伸, 径向方向垂直于所述纵向方向延伸;

在所述滚筒 (3) 中的分离室 (19);

基座 (131), 其设置在所述滚筒 (3) 的后纵向端以限定所述分离室 (19), 所述基座 (131) 包括由第一堰 (43) 在所述径向方向上限定在第一水平 (67) 处的第一出口开口 (45), 并且所述基座 (131) 限定所述离心分离器 (1) 的后纵向区域 (41);

第一出口室 (37), 其穿过所述第一出口开口 (45) 与所述分离室 (19) 连通;

所述第一出口室 (37) 与第一出口室出口开口 (148) 连接, 所述第一出口室出口开口 (148) 在所述第一水平 (67) 下方的第二水平 (69) 处通向在所述后纵向区域 (41) 前面的第二纵向区域 (50) 中的所述滚筒 (3) 的外部 (40), 其特征在于, 所述第一出口室出口开口 (148) 具有带有出口方向的第一出口喷嘴 (59), 所述出口方向具有与所述旋转方向 (65) 相反的分量, 并且

溢流进口开口 (55) 存在于所述第一出口室 (37) 中, 所述溢流进口开口 (55) 放置在所述第一水平 (67) 和所述第二水平 (69) 之间的第三水平 (71) 处, 并且所述溢流进口开口 (55) 与溢流出口开口 (57) 连通, 所述溢流出口开口 (57) 通向在所述第二纵向区域 (50) 中的所述滚筒 (3) 的外部 (40)。

2. 根据权利要求 1 所述的离心分离器, 其特征在于, 所述溢流进口开口 (55) 连接所述第一出口室 (37) 与第二出口室 (53), 所述溢流进口开口 (55) 穿过所述第二出口室 (53) 与所述溢流出口开口 (57) 连通, 所述溢流出口开口 (57) 具有第二出口喷嘴 (63), 所述第二出口喷嘴具有带有与所述旋转方向 (65) 相反的分量的出口方向。

3. 根据权利要求 2 所述的离心分离器, 其特征在于, 第二溢流存在于第一溢流旁边, 所述第一溢流通过溢流进口开口 (55) 与溢流出口开口 (57) 的所述连通提供, 所述第二溢流从在所述第一水平 (67) 和所述第三水平 (71) 之间的第四水平延伸。

4. 根据权利要求 1-3 中的任一项所述的离心分离器, 其特征在于, 具有第二出口开口 (38) 的第二出口 (129) 存在于所述基座 (131) 中, 从而在不同于所述第一水平 (67) 的第五水平 (73) 处连接所述分离室 (19) 与所述后纵向区域 (41) 中的所述滚筒 (3) 的外部 (40)。

5. 根据权利要求 4 所述的离心分离器, 其特征在于, 所述第二出口 (129) 包括第二堰 (39), 其在操作期间限定在所述分离室 (19) 内的液相的水平。

6. 根据权利要求 1-3 中的任一项所述的离心分离器, 其特征在于, 所述滚筒 (3) 具有周向壁, 所述第一出口喷嘴 (59) 设置在所述周向壁的外表面 (49) 上。

7. 根据权利要求 2 或 3 所述的离心分离器, 其特征在于, 所述滚筒 (3) 具有周向壁, 所述第一出口喷嘴 (59) 和所述第二出口喷嘴 (63) 设置在所述周向壁的外表面 (49) 上。

8. 根据权利要求 1 所述的离心分离器, 其特征在于, 所述基座 (131) 由壁部件 (33) 提供, 所述第一出口室 (37) 凹进在所述壁部件 (33) 中。

9. 根据权利要求 2-3 中的任一项所述的离心分离器, 其特征在于, 所述基座 (131) 由壁部件 (33) 提供, 所述第一出口室 (37) 凹进在所述壁部件 (33) 中。

10. 根据权利要求 8 所述的离心分离器, 其特征在于, 所述第一出口室 (37) 穿过所述壁部件 (33) 中的孔 (47) 与所述第一出口室出口开口 (148) 连接。

11. 根据权利要求9所述的离心分离器,其特征在于,所述第一出口室(37)穿过所述壁部件(33)中的孔(47)与所述第一出口室出口开口(148)连接。

12. 根据权利要求9所述的离心分离器,其特征在于,所述第二出口室由所述壁部件(33)中的第二孔(53)提供。

13. 根据权利要求11所述的离心分离器,其特征在于,所述第二出口室由所述壁部件(33)中的第二孔(53)提供。

14. 根据权利要求1-3中的任一项所述的离心分离器,其特征在于,所述第一出口喷嘴(59)设置在放置在所述滚筒(3)的周向壁的外表面(49)上的喷嘴部件(51)中。

15. 根据权利要求1-3中的任一项所述的离心分离器,其特征在于,所述第一堰由可交换的或可拆换的堰部件(43)提供。

16. 根据权利要求5所述的离心分离器,其特征在于,所述第二堰由可交换的或可拆换的堰部件(39)提供。

17. 根据权利要求1-3中的任一项所述的离心分离器,其特征在于,所述第三水平是在所述第一水平下方至少5mm处。

18. 根据权利要求1-3中的任一项所述的离心分离器,其特征在于,所述第三水平是在所述第一水平下方至少10mm处。

19. 根据权利要求1-3中的任一项所述的离心分离器,其特征在于,所述第三水平是在所述第一水平下方至少15mm处。

20. 根据权利要求1-3中的任一项所述的离心分离器,其特征在于,所述第三水平是在所述第一水平下方至多50mm处。

21. 根据权利要求1-3中的任一项所述的离心分离器,其特征在于,所述第三水平是在所述第一水平下方至多30mm处。

22. 根据权利要求1-3中的任一项所述的离心分离器,其特征在于,所述第三水平是在所述第一水平下方至多25mm处。

离心分离器

技术领域

[0001] 本发明涉及离心分离器,其包括:在操作期间以旋转方向围绕旋转轴线旋转的滚筒 (bowl),所述旋转轴线在所述滚筒的纵向方向上延伸,径向方向垂直于纵向方向延伸;在滚筒中的分离室;设置在滚筒的后纵向端以限定分离室的基座,所述基座包括由堰 (weir) 在径向方向上限定在第一水平处的第一出口开口,并且所述基座限定离心分离器的后纵向区域;穿过第一出口开口与分离室连通的出口室;出口室与出口室出口开口连接,出口室出口开口在第一水平下方的第二水平处通向在后纵向区域前面的第二纵向区域中的滚筒的外部。

背景技术

[0002] 在本说明书的图 1、2、2a 和 2b 中示出现有技术的一种已知的离心分离器。

[0003] 通常在离心分离器中,包含两个或更多个相的供给 (feed) 分离成单独的相,例如固相或重相以及液相。液相可包括重液相和轻液相。固相可通过螺旋输送机运输到在分离器的前端处的出口,而液相流到在分离器的后端处的出口。

[0004] 在离心分离器中,供给加速到较高速度,最靠近滚筒的周边的材料具有最高速度并且因此具有最高动能。因此在靠近周边的位置从滚筒排出材料引起巨大的能量损失。为了回收该能量,提供两个装置:第一装置在靠近旋转轴线的位置处从滚筒排出材料,并且第二装置在与旋转方向相反的方向上以相对速度喷出材料;因此,材料以较小的绝对速度排出。

[0005] DE-A-39 04 151 公开一种离心分离器,其中,基座由具有环室的双重壁提供,环室在双重壁的两个壁之间。放置在双重壁的两个壁之间的环室的周向壁具有两个出口喷嘴。同心孔设置在最靠近分离室的壁中,从而在第一水平处提供第一堰。开口设置在另一壁中,所述开口由可调整的堰部件部分覆盖,堰部件在第一水平上方的第二水平处限定溢流出口开口。因此,溢流出口开口通向由基座限定的后纵向区域,而出口喷嘴通向在后纵向区域前面的另一纵向区域。在周向壁中的出口喷嘴在尺寸方面构造成在全负载操作期间排出液相体积的 80-90%。在与基座相对的滚筒的端部,固相出口设置在第一水平和第二水平之间的水平处。因此获得的是,在起动期间分离器可在部分负载下运转并且在滚筒内液体的水平上升到第一水平,即低于固相出口的水平。因此,不存在在起动期间液相将穿过固相出口流出的风险。当固相量在固相出口处聚集时,因此从固相出口封闭液相,供给速率可提升到全负载,液体的水平上升到第二水平。利用在滚筒内两个不同的液体水平运转分离器的这种可能性是双重壁结构的目的。为了回收能量,出口喷嘴与旋转方向相反地倾斜指向。在该现有技术分离器中,一部分液相在滚筒后部的区域中相对靠近旋转轴线排出。

[0006] DE-A-31 12 585 公开一种具有水平旋转轴线和在一端的液相出口的离心分离器。在一个实施例中,液相出口设置为两个连续的环形出口或收集室,其与分离器的分离室分离并且通过相同的环形盘彼此分离。具有出口喷嘴的弯曲的出口管道连接到收集室的周向壁,以在与分离器的旋转方向相反的方向上排出液体。由于分离器的旋转方向的这个事实。

由于环形盘是相同的这个事实,液相在第一环形盘的内部环形边缘上方的第一水平处将从分离室流入第一收集室,以穿过连接到该收集室的弯曲的(多个)出口管道排出。如果第一收集室由于过多的液相流而满运转,则液相流的过多部分将流过第一收集室并且流入第二收集室。此时,在邻近第一环形盘的分离室中的液相上升到高于第一水平,以提供驱动液相横跨第一收集室的压头。

[0007] 如果材料排出到为滚筒的后部并且由滚筒的基座限定的后部区域,则在靠近旋转轴线的位置从滚筒排出材料是出于实际理由的唯一可能。在一些情况下,将液相排出到该后部区域是不可能的。

发明内容

[0008] 本发明的目的是用于从液相中回收动能,该液相在由滚筒的基座限定的后部区域前面的区域排出。

[0009] 该目的通过经由前序部分提及的现有技术的离心分离器获得,其特征在于,出口室出口开口具有带有出口方向的出口喷嘴,该出口方向具有与旋转方向相反的分量,并且溢流进口开口存在于出口室中,该溢流进口开口放置在第一水平和第二水平之间的第三水平处,并且溢流进口开口与溢流出口开口连通,该溢流出口开口通向在第二纵向区域中的滚筒的外部。因此获得的是,从出口室出口开口离开的液体或液相将以与旋转方向相反的相对速度离开。由于在喷嘴中流动通道的受限制的截面面积,液体将在出口室中上升以提供在喷嘴上游的增强的压力,该压力反过来提供离开的液体的更高速度。与出口室连通的溢流进口和出口确保在出口室中的液体将不会上升到高于第一水平。液体上升到高于第一水平将引起在分离室中液体水平的上升,这将影响分离室中的过程。这种影响经常是不需要的,这是因为它对于分离室中的过程的控制可能是有害的。根据本发明,堰将通常限定在分离室内的液相的水平。

[0010] 为了确保出口室中的液体不上升到高于第一水平,溢流以及因此第三水平优选地放置在第一水平下方至少 5mm 处,更优选地在第一水平下方至少 10mm 处并且最优选地在第一水平下方至少 15mm 处。

[0011] 另一方面,为了确保液体在出口室中上升因此提供更多能量回收,溢流以及因此第三水平优选地在第一水平下方至多 50mm 处,更优选地在第一水平下方至多 30mm 处并且最优选地在第一水平下方至多 25mm 处。

[0012] 在优选的实施例中,溢流进口开口连接出口室与第二出口室,溢流进口开口穿过第二出口室与溢流出口开口连通,所述出口开口具有第二出口喷嘴,该第二出口喷嘴具有带有与旋转方向相反的分量的出口方向。因此获得的是,也从穿过溢流离开的液体中回收能量。

[0013] 在另外优选的实施例中,第二溢流在第三水平下方的第四水平处存在于第二出口室中。通过提供另外的溢流,确保结合的溢流将具有足够的容量,允许第二出口喷嘴具有受限制的截面面积,由此液体可在第二出口室中上升以提供在第二出口喷嘴上游的增强的压力并且因此提供更多能量的回收。当分离器利用包括穿过第一出口开口排出的变化的液相量的供给运转时,这一点尤其相关。

[0014] 本发明与离心分离器特别相关,其中,具有第二出口开口的第二出口存在于基座

中,基座在不同于第一水平的第五水平处连接分离室与后纵向区域中的滚筒的外部。优选地,第二出口包括第二堰,其在操作期间限定在分离室内的第二液相的水平。具有在不同水平处的第一出口开口和第二出口开口用于将液体分离成不同密度的两个液相。这种不同液相在不同纵向区域中方便地排出,并且因此穿过第一出口离开的液相可不排出到在滚筒后部的后部区域内。相反,穿过第一出口离开的液相如前所述在后纵向区域前面的第二纵向区域中排出。

[0015] 在实践的实施例中,其中,滚筒,包括它的基座,具有周向壁、出口喷嘴以及第二出口喷嘴如果存在的话,第二出口喷嘴优选地设置在所述周向壁的外表面上。

[0016] 在另外实践的实施例中,其中,基座由足够厚的壁部件提供,出口室优选地凹进在所述壁部件中。另外在本实施例中,出口室可穿过壁部件中的孔与出口室出口开口连接。壁部件中的第二孔可提供第二出口室。

[0017] 在实践的实施例中,第一喷嘴和第二喷嘴中的至少一个设置在放置在滚筒的周边上的喷嘴部件中。

[0018] 在实践的实施例中,第一堰和 / 或第二堰由可交换的和 / 或可拆换的堰部件提供。这用于调整分离室中的第一水平和 / 或第五水平。

附图说明

[0019] 现在将通过示例参考示意图进一步详细解释本发明,示意图示出实施例的示例。在附图中

[0020] 图 1 示出离心机;

[0021] 图 2 示出现有技术离心机滚筒的基座;

[0022] 图 2a 示出图 2 中沿 a-a 的截面图;

[0023] 图 2b 示出图 2 中沿 b-b 的截面图;

[0024] 图 3 示出根据本发明的离心机滚筒的基座;

[0025] 图 3a 示出图 3 中沿 a-a 的截面图;

[0026] 图 3b 示出图 3 中沿 b-b 的截面图;以及

[0027] 图 4 示出喷嘴部件。

具体实施方式

[0028] 图 1 示意性示出本发明可应用于其中的离心分离器或离心机 1。离心机 1 包括鼓筒或滚筒 3,其在操作期间围绕在滚筒的纵向方向上延伸的纵向旋转轴线 5 旋转。在滚筒 3 中设置螺旋输送机 7,所述螺旋输送机包括伸长的主体 9,其携带蜗杆 11 用于将在离心机中分离的材料固相朝向固相出口 13 运输。隔板 15 将滚筒 3 的内部分成固相出口分段 17 和分离室 19。伸长的主体 9 包括进口 21,用于待由离心机分离的材料。在分离室 19 内设置阻挡板 23 以使在分离室 19 中材料的液相能够分离成轻液相和重液相。由于密度不同,重液相将比轻液相更靠近滚筒的周向壁 25 放置,并且可能分别回收轻液相和重液相,它们分离地穿过放置在离旋转轴线 5 不同的径向距离处的轻相出口 27 和重相出口 29。至此描述的离心机 1 进一步详细地公开在通过引用包括在本文中的 WO-A-2005/084814 中。

[0029] 图 1 没有示出滚筒 3 的基座,滚筒 3 限定与隔板 15 纵向相对的分离室 19。图 2、

2a 和 2b 示意性示出根据现有技术的基座 31。基座 31 包括具有凹部和通孔 35 的厚壁部件 33, 凹部建立用于轻液相的第一或轻相出口 127 的出口室 37, 通孔 35 建立用于重液相的第二或重相出口 129。尽管图 2 中示出仅仅一个轻相出口和一个重相出口, 但是应理解的是, 优选地提供两者任一中的至少两个以获得关于旋转轴线 5 的对称。

[0030] 重相出口 129 包括分离室中的重相出口开口 38 和堰板 39, 堰板 39 径向地限定重相出口并且在分离室 19 内建立重液相的水平。阻挡板 123 防护重相出口开口 38 免于轻液相。穿过重相出口排出的液体放出到在滚筒 3 的壁部件 33 后面的后纵向区域 41 中的滚筒的外部 40。后纵向区域 41 在纵向方向上由壁部件的后侧 42 限定。

[0031] 本文中包括固相出口 13 的滚筒 3 的端部随意地限定为前端, 而包括液相出口 127、129 的滚筒的端部则对应地限定为后端。

[0032] 除出口室 37 之外, 轻相出口 127 包括堰 43, 其在分离室 19 中径向地限定轻相出口开口 45。分离室 19 穿过轻相出口开口 45 与出口室 37 连通, 并且堰 43 在分离室 19 中限定轻液相的水平。出口室 37 穿过壁部件 33 中的孔 47 与滚筒 3 的外部 40 连通。孔构成出口室的延伸部并且在壁部件 33 的周向表面 49 中具有出口室出口开口 48。周向表面形成滚筒的周向壁的部分。孔 47 具有确保流量的直径, 该流量超过轻液相的全部实践可预见的负载, 因为如果容量太小, 将存在以下风险, 即轻液相将在孔 47 和出口室 37 中上升到或拦蓄到高于堰 43 的水平。这将引起分离室 19 内轻液相的水平的上升, 这可对分离室中的过程具有有害影响。

[0033] 穿过孔 47 离开的液体进入在后纵向区域 41 前面的第二纵向区域 50, 即不同于后纵向区域的另一个纵向区域, 穿过重相出口 129 离开的液体进入到后纵向区域 41 中。因此, 可能通过以本身已知的方式为滚筒提供合适的罩壳 (未示出) 从滚筒 3 的外部 40 分离地收集液相。

[0034] 图 3、3a 和 3b 示出根据本发明实施的基座 131。因为基座 131 很大程度上与图 2、2a 和 2b 中示出的以及关于图 2、2a 和 2b 讨论的基座 31 对应, 所以相同特征具有相同的附图标记。因此, 除图 2、2a 和 2b 中示出的特征之外, 基座 131 具有喷嘴部件 51 和第二孔 53。

[0035] 第二孔 53 在出口室 37 中提供溢流进口开口 55 并且将该溢流进口开口与溢流出口开口 57 连接, 溢流出口开口 57 在壁部件 33 的周向表面 49 处邻近出口室出口开口 148。

[0036] 喷嘴部件 51 增加相应弯曲到第一孔 47 和第二孔 53 并且它具有可交换的出口喷嘴 59 和可交换的、具有外螺纹的第二喷嘴或溢流喷嘴 63, 出口喷嘴 59 提供出口室出口开口 148 并且通过具有外螺纹的衬套 61 固定到喷嘴部件, 第二喷嘴或溢流喷嘴 63 提供溢流出口开口 57。因此, 穿过第一孔 47 的液体将穿过出口喷嘴 59 排出, 而穿过第二孔 53 的液体将穿过溢流喷嘴 63 排出。当安装时, 喷嘴与滚筒的旋转方向 65 相反地、切向地指向基座 31, 比较图 3。

[0037] 本文中方向“上”和“下”用于命名径向方向, 其垂直于纵向方向, 分别朝向和远离旋转轴线 5。术语“高”和“低”对应地使用。

[0038] 第一堰 43 定位在第一水平 67。基座 131 的周向表面 49 定位在更低的第二水平 69。溢流进口开口 55 定位在第三水平 71, 第三水平 71 靠近第一水平 67, 但是在第一水平 67 下方。

[0039] 离心机如下所述工作。

[0040] 在操作期间,本实施例中是轻液相的液相在分离室 19 内上升到第一水平 67,在此处液相溢出第一堰 43。轻相流过出口室 37 向下至孔 47 并且穿过出口喷嘴 59 流出。出口喷嘴 59 在尺寸方面构造成使得在正常操作中轻相将被拦蓄,并且被拦蓄的液体将提供背压,背压提供穿过出口喷嘴 59 排出的液体的增大的速度,因此提供能量回收。被拦蓄的轻相的水平将取决于在离心机的供给中的轻相量和供给速率。如果在供给中轻相量和 / 或供给速率较大,则在出口室 37 中被拦蓄的轻相的水平可到达溢流进口开口 55,液相将流入溢流进口开口 55,因此避免被拦蓄的液体的水平上升到或高于第一水平 67。

[0041] 当穿过溢流喷嘴的液体类似于穿过出口喷嘴 59 的液体以与旋转方向 65 相反的方向切向地指向基座 131 的周向表面 49 时,在第二孔 53 中,液体可被拦蓄到某种程度,因此提供从穿过溢流喷嘴 63 的液体中的能量回收的对应程度。

[0042] 应预见的是,通过在第二孔 53 旁边提供第三孔可引入第二溢流,第三孔从在第一水平 67 和第三水平 71 之间的第四水平延伸到基座的周向表面 49。当离心机利用穿过所讨论的出口而排出的变化的液相流运转时,提供将相继地变得活跃的更多溢流会提供最大能量回收。

[0043] 应理解的是,尽管在本实施例中轻液相穿过以上所讨论的第一出口 127 排出到第二纵向区域 50 并且重液相穿过第二出口 129 排出到后纵向区域 41,但是反过来也是可能的。由在壁部件 33 中的凹部 37 和通向壁部件的周向表面 49 的孔 47、53 提供的第一出口 127 定位在由堰 43 限定的第一水平 67,而由在壁部件 33 中的通孔 35 提供的第二出口 129 定位在不同于第一水平的并且由堰板 39 限定的第五水平 73。在本实施例中,两个出口 127、129 定位成使得第一水平 67 高于第五水平 73。该事实提供穿过第一出口 127 离开的轻液相和穿过第二出口 129 离开的重液相。

[0044] 如果改变第一出口和第二出口的相互位置使得第一水平低于第五水平,那么轻液相将穿过第二出口离开而重液相将穿过第一出口离开。

[0045] 然而应注意的是,防护重相出口免于轻液相的阻挡板 123 应总是放置在定位在更低水平的出口处。

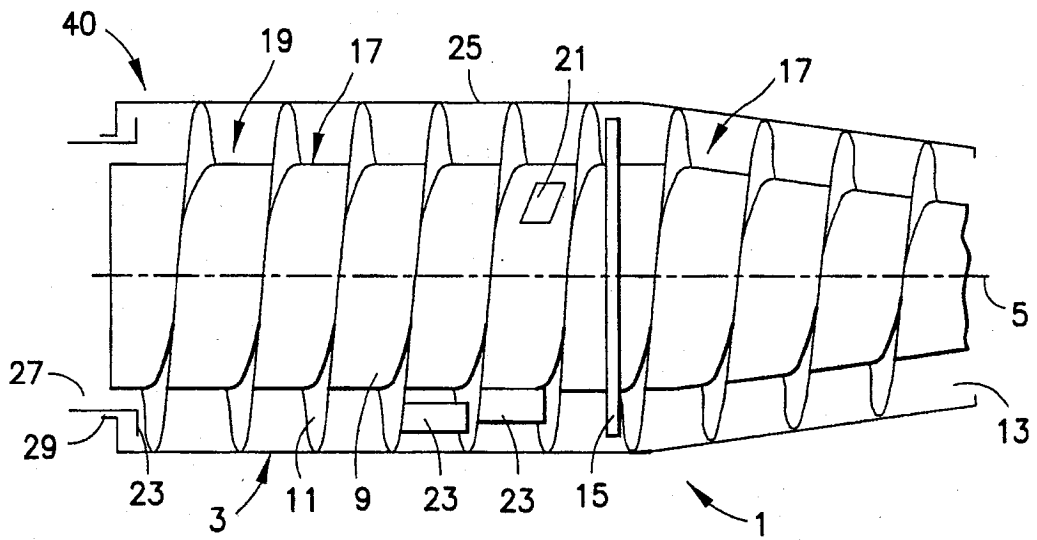


图 1

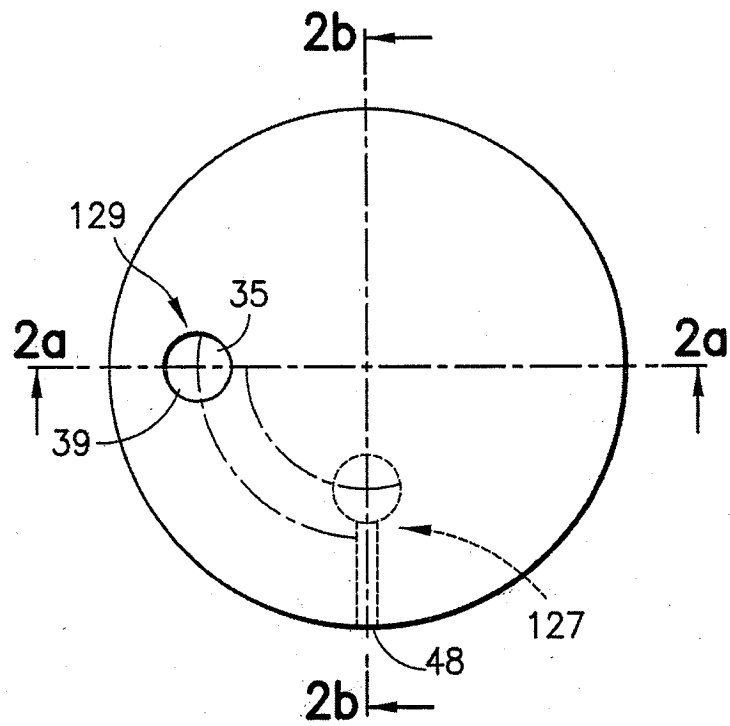


图 2

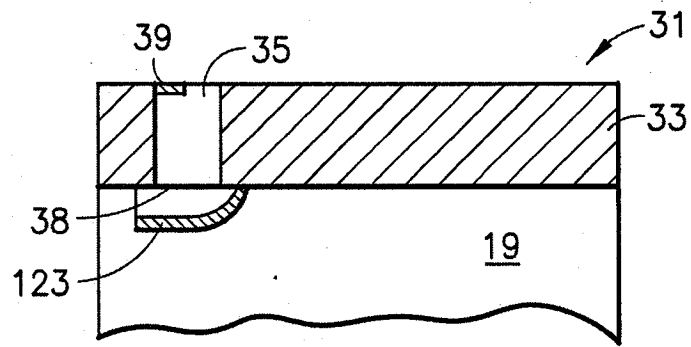


图 2a

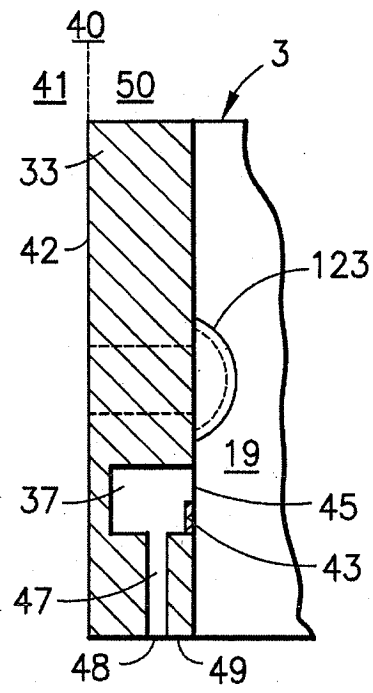


图 2b

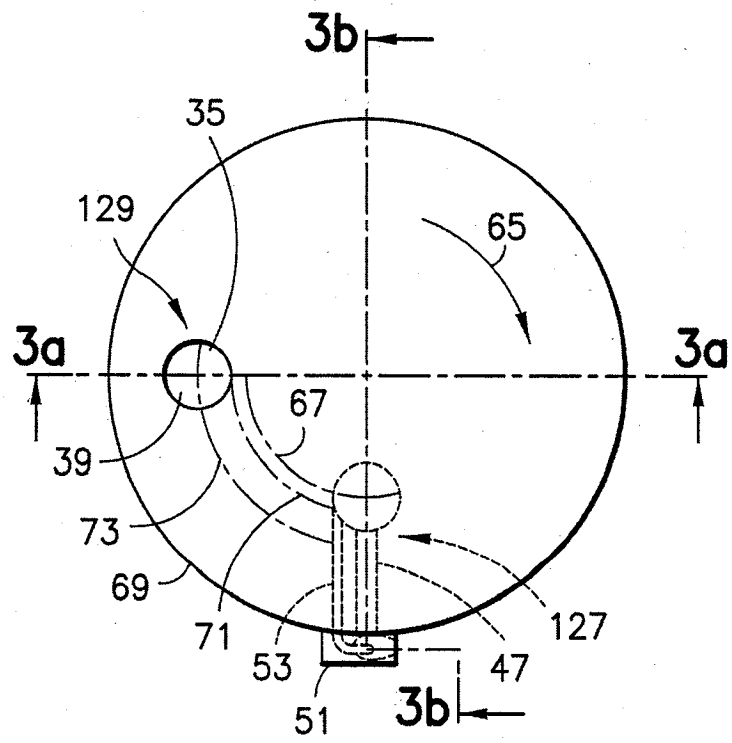


图 3

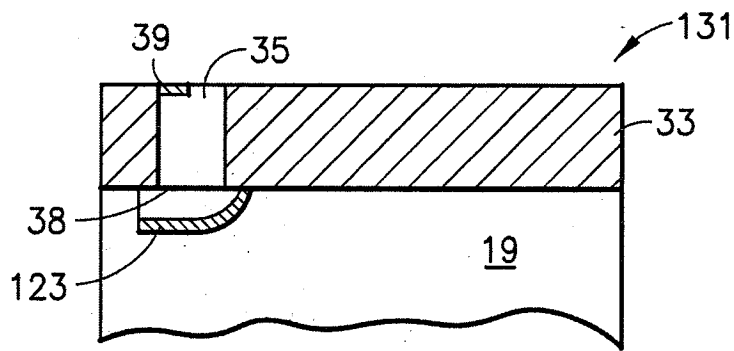


图 3a

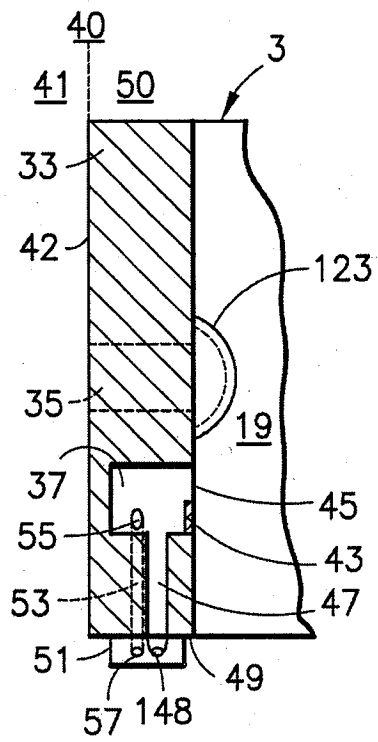


图 3b

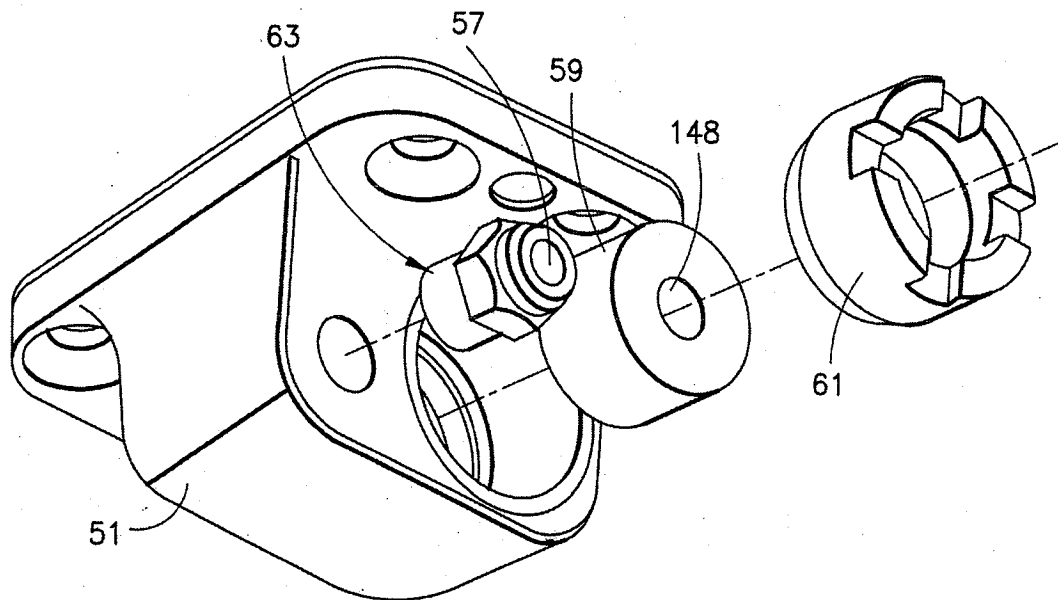


图 4