



(21) 申请号 202210585444.0

(22) 申请日 2022.05.27

(30) 优先权数据

21178687.6 2021.06.10 EP

(71) 申请人 莱维特朗尼克斯有限责任公司

地址 瑞士苏黎世

(72) 发明人 A·西比利亚 S·斯托克利

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

专利代理师 刘茜璐 周学斌

(51) Int.Cl.

B01D 61/00 (2006.01)

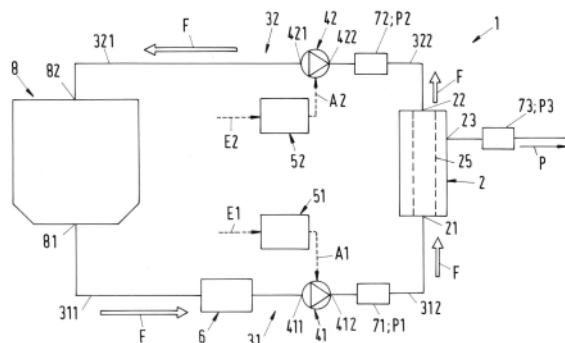
权利要求书2页 说明书15页 附图8页

(54) 发明名称

用于流体的切向流过滤的设备和方法

(57) 摘要

提出流体的切向流过滤的设备,包括过滤单元,其具有流体的第一流体开口和第二流体开口以及过滤元件和用于排出从流体中过滤出的渗透物的渗透物开口,其中设备还包括第一流体开口通过其可连接到用于流体的贮液器的第一流连接部和第二流体开口通过其可连接到用于流体的贮液器的第二流连接部,其中在第一流连接部设置第一离心泵,流体通过其可从贮液器输送到过滤单元,其中设置第一控制单元用于致动第一离心泵,其中过滤单元设计成使得用于过滤单元中的切向流过滤的流体可基本平行过滤元件流动。在第二流连接部设置流体的第二离心泵,利用其可在第二流体开口处产生反压力,其中,设置用于致动第二离心泵的第二控制单元。此外,提出切向流过滤的方法。



1. 一种用于流体的切向流过滤的设备, 包括过滤单元 (2), 其具有用于流体的第一流体开口 (21) 和第二流体开口 (22)、以及过滤元件 (25) 和用于排出从流体过滤出的渗透物的渗透物开口 (23), 其中, 所述设备还包括第一流连接部 (31) 以及第二流连接部 (32), 通过所述第一流连接部, 所述第一流体开口 (21) 可连接到用于流体的贮液器 (8), 通过所述第二流连接部, 所述第二流体开口 (22) 可连接到用于流体的贮液器 (8), 其中, 第一离心泵 (41) 设置在所述第一流连接部 (31) 中, 通过所述第一离心泵, 流体可从贮液器 (8) 输送到过滤单元 (2), 其中, 设置第一控制单元 (51) 用于致动所述第一离心泵 (41), 并且其中, 所述过滤单元 (2) 设计成使得用于过滤单元 (2) 中的切向流过滤的流体可基本上平行于过滤元件 (26) 流动, 其特征在于, 在第二流连接部 (32) 中设置用于流体的第二离心泵 (42), 通过所述第二离心泵, 可在第二流体开口 (22) 处产生反压力, 其中, 设置第二控制单元 (52) 用于致动所述第二离心泵 (42)。

2. 根据权利要求1所述的设备, 其中, 具有用于确定通过所述第一流连接部 (31) 的流体的流速的流量传感器 (6), 其中, 所述第一控制单元 (51) 设计成使得其可经由所述第一离心泵 (41) 的操作参数特别是转速来调节所述流速的期望值。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的设备, 其中, 设置有多个压力传感器 (71、72、73), 所述多个压力传感器设置成使得可经由所述过滤元件 (25) 利用所述压力传感器来确定跨膜压力, 并且其中, 所述第二控制单元 (52) 设计成使得其可经由所述第二离心泵 (42) 的操作参数特别是转速来调节所述跨膜压力的期望值。

4. 根据权利要求3所述的设备, 其中, 所述多个压力传感器 (71, 72, 73) 包括第一压力传感器 (71)、第二压力传感器 (72) 以及第三压力传感器 (73), 利用所述第一压力传感器可确定所述第一流体开口 (21) 处的流体的第一压力 (P1), 利用所述第二压力传感器可确定所述第二流体开口 (22) 处的流体的第二压力 (P2), 利用所述第三压力传感器可确定所述渗透物开口 (23) 处的第三压力 (P3)。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的设备, 其中, 设置中央控制单元 (5), 所述中央控制单元 (5) 信号连接至所述第一控制单元 (51) 和所述第二控制单元 (52), 并且其中, 所述中央控制单元 (5) 设计成用于致动所述第一控制单元 (51) 和所述第二控制单元 (52)。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的设备, 其中, 所述第二离心泵 (42) 包括用于输送流体的转子 (30) 和定子 (20), 所述定子与所述转子 (30) 形成用于使所述转子绕轴向方向 (A) 转动的电磁转动驱动设备 (10), 其中, 所述转子 (30) 包括磁性作用芯 (301) 和用于输送流体的多个叶片 (305), 其中, 所述定子 (20) 设计为轴承和驱动定子, 利用其所述转子 (30) 可无接触地磁性驱动并且可相对于所述定子 (20) 无接触地磁性悬浮。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的设备, 其中, 所述第一离心泵 (41) 包括用于输送流体的转子 (30) 和定子 (20), 所述定子与所述转子形成用于使所述转子 (30) 围绕轴向方向 (A) 转动的电磁转动驱动设备 (10), 其中, 所述转子 (30) 包括磁性作用芯 (301) 和用于输送流体的多个叶片 (305), 其中, 所述定子 (20) 设计为轴承和驱动定子, 利用其所述转子 (30) 可无接触地磁性驱动并且可相对于所述定子 (20) 无接触地磁性悬浮。

8. 根据权利要求6至7中任一项所述的设备, 其中, 每个离心泵 (41、42) 在每种情况下包括具有泵壳体 (60) 的泵单元 (40), 其中, 所述泵壳体 (60) 包括用于待输送的流体的入口 (411、421) 和出口 (412、422), 其中, 所述转子 (30) 设置在所述泵壳体 (60) 中并且包括用于

输送所述流体的多个叶片(305),并且其中,所述泵单元(40)设计成使得所述泵单元(40)可插入到所述定子(20)中。

9.用于根据权利要求8所述的设备的一组一次性使用部件,包括至少以下组件,这些组件中的每一个都被设计为一次性使用部件:

- 过滤单元(2);
- 用于每个离心泵(41,42)的每种情况下的一个泵单元(40),
- 设计成用于实现第一流连接部(31)和第二流连接部的多个管(311、312、321、322),
- 和可选地,用于流体的贮液器(8)或用于贮液器(8)的插入件(80)。

10.一种用于流体的切向流过滤的方法,其中,所述流体被供应至过滤单元(2),其具有用于流体的第一流体开口(21)和第二流体开口(22)、以及过滤元件(25)和用于排出从流体中滤出的渗透物的渗透物开口(23),其中,所述过滤单元(2)被设计成使得用于所述过滤单元(2)中的切向流过滤的流体基本上平行于所述过滤元件(25)被引导,在所述方法中,所述流体借助于第一离心泵(41)从贮液器(8)通过第一流连接部(31)被进一步输送到所述过滤单元(2),其中,所述流体可从第二流体开口(22)通过第二流连接部(32)被引导回所述贮液器(8)中,并且其中,所述第一离心泵(41)由第一控制单元(51)致动,其特征在于,利用第二离心泵(42)在所述第二流体开口(22)处产生反压力,所述第二离心泵设置在第二流连接部(32)中,其中,所述第二离心泵(42)由第二控制单元(52)致动。

11.根据权利要求10所述的方法,其中,通过所述第一流连接部(31)的流体的流速是借助于流量传感器(6)来确定的,并且所述流速的期望值是由所述第一控制单元(51)经由所述第一离心泵(41)的操作参数特别是转速来调节的。

12.根据权利要求10至11中任一项所述的方法,其中,借助于第一压力传感器(71)确定所述第一流体开口(21)处的第一压力(P1),或者借助于第二压力传感器(72)确定所述第二流体开口(22)处的第二压力(P2),或者借助于第三压力传感器(73)确定所述渗透物开口(23)处的第三压力(P3),并且其中,所述第一压力(P1)或所述第二压力(P2)或所述第三压力(P3)的期望值是由所述第二控制单元(52)经由所述第二离心泵(42)的操作参数特别是转速来调节的。

13.根据权利要求10至12中任一项所述的方法,其中,借助于多个压力传感器(71、72、73)经由所述过滤元件(26)确定跨膜压力,并且由所述第一控制单元(51)或由所述第二控制单元(52)经由所述第一离心泵(41)的操作参数或经由所述第二离心泵(42)的操作参数来调节所述跨膜压力的期望值,其中,所述操作参数优选地是所述第一离心泵(41)或所述第二离心泵(42)的转速。

14.根据权利要求10至13中任一项所述的方法,其中,所述切向流过滤是以交替模式进行的,所述交替模式包括第一操作模式和第二操作模式,在所述第一操作模式中,所述流体从所述第一流体开口(21)流动至所述第二流体开口(22),在所述第二操作模式中,所述流体从所述第二流体开口(22)流动至所述第一流体开口(21)。

15.根据权利要求14所述的方法,其中,根据可预定的时间方案来执行所述第一操作模式与所述第二操作模式之间的改变。

用于流体的切向流过滤的设备和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及根据相应类别的独立权利要求的前序部分的用于流体的切向流过滤的设备和方法。本发明还涉及用于这种设备的一组一次性使用部件。

背景技术

[0002] 切向流过滤(也称为交叉流过滤)是一种众所周知的过滤流体的方法,其在例如生物技术和化学工业以及食品和制药工业中被使用。在切向流过滤中,待过滤的流体(例如悬浮液)以不是零的流速平行于过滤元件(例如过滤膜)被引导,并且,也称为滤液的渗透物横向于流动方向被去除。应尽可能避免由于相对高的流速而使滤饼或覆盖层在过滤元件上积累。

[0003] 切向流过滤通常是作为批处理而进行的,其中,待过滤的流体(例如悬浮液)是从贮液器中取出的,借助于输送泵输送通过其中设置有过滤元件的过滤单元,然后从过滤单元引导回贮液器。在过滤单元中横向于流动方向穿过过滤元件的渗透物通过渗透物开口被排出或去除。通常选择柔性管或柔性管连接来用于贮液器和过滤单元之间的流连接。

[0004] 在这种处理中,切向流过滤可用于使例如悬浮液的流体浓缩,这是通过循环悬浮液若干次并在每种情况下过滤出在每种情况下作为渗透物去除的例如水或营养溶液的液体成分,使得贮液器中的悬浮液变得越来越浓缩。然而,也可以通过切向流过滤去除待回收的物质,例如作为渗透物的蛋白质。

[0005] 具体讲,还已知在连续处理和批处理中,例如在用于培养细胞或其他生物材料的处理中,与生物反应器组合地使用切向流过滤。例如,已知利用生物反应器的灌注方法被用于连续培养细胞,由此,例如通过切向流过滤分离出细胞的代谢产物,并将细胞引导回生物反应器。例如,可以将细胞的营养液连续地馈送到生物反应器中,从而替换滤出的成分的质量或体积。具体讲,对于灌注生物反应器中的这种应用,目前有将设备的组件设计为一次性使用部件以避免或减少到最小耗时的灭菌过程的增加的趋势。

[0006] 显著影响切向流过滤效率的一个参数是跨过滤元件的压降,渗透物通过该压降移动通过该过滤元件。通常用作该参数的量度的变量是跨膜压力(TMP),其被定义为跨过滤元件的压降的算术平均值。如果我们用P1表示过滤元件入口处的流体压力,用P2表示过滤元件出口处的压力,用P3表示渗透物开口处的压力,则跨膜压力TMP定义为:

$$TMP = (P1 + P2) / 2 - P3$$

跨膜压力也称为跨膜压差。为了增加通过过滤元件的渗透物的流量,已知的措施是增加过滤单元下游的流体的流阻,由此增加过滤元件的出口处的压力P2。因此,导致跨膜压力TMP增加,由此渗透流量增大。

[0007] 通常,过滤单元下游的流阻以及因此在过滤元件出口处的压力P2是通过流体的自由流横截面的变窄来实现的。已知通过使用比例阀或(管)节流阀来实现这种变窄。然而,这种技术具有较大的缺点。

[0008] 由于节流阀的位置和跨膜压力之间的关系是高度非线性的,即使在输送泵的恒定

输送下,也仅能通过长时间调节节流阀来调节期望的跨膜压力。此外,对于节流阀的调节来说只有非常窄的范围,在该范围内,至少近似地调节期望的跨膜压力是完全可靠地可能的。在已知的节流阀的情况下,该范围可以例如对应于明显小于一毫米的节流设备的行程。

[0009] 由于节流阀中的流横截面变窄,因此会产生非常高的剪切力,这会对流体具有破坏性影响,例如对颗粒、细胞或大分子(例如包含在悬浮液中的蛋白质)具有破坏性影响。因此,在流体中或在流体的成分中可能会发生不期望的降解。具体讲,这些高剪切力也是由流横截面的减小所导致的高流速引起的。

[0010] 另一个不利影响是,由于节流阀中的管的变形,颗粒会从管中逸出,然后,颗粒会污染流体。这也是很大的风险,特别是在生物技术或药物应用中。

发明内容

[0011] 从现有技术出发,本发明的目的是提出一种用于流体的切向流过滤的设备和方法,其中,可以以简单的方式以非常高的精度并且在尽可能大的操作范围内可靠地调节跨膜压力和/或切向流。

[0012] 满足该目的的主题的特征在于相应类别的独立权利要求的特征。

[0013] 根据本发明,因此提出了一种用于流体的切向流过滤的设备,包括过滤单元,其具有用于流体的第一流体开口和第二流体开口、以及过滤元件和用于排出从流体过滤出的渗透物的开口,其中,该设备还包括第一流连接部和第二流连接部,第一流体开口能够通过第一流连接部而连接到流体的贮液器,第二流体开口能够通过第二流连接部而连接到流体的贮液器,其中,在第一流连接部中设置有第一离心泵,流体能够通过第一离心泵从贮液器输送到过滤单元,其中,设置有第一控制单元以用于致动第一离心泵,并且其中,过滤单元设计成使得用于过滤单元中的切向流过滤的流体能够基本上平行于过滤元件流动。在第二流连接部中设有用于流体的第二离心泵,通过该第二离心泵可以在第二流体开口处产生反压力,其中,设有用于致动第二离心泵的第二控制单元。

[0014] 因此,根据本发明,除了第一离心泵之外,第二离心泵也设置在第二流连接部中,第一离心泵的主要功能是输送流体通过过滤单元或循环流体,第二离心泵连接到过滤单元的第二流体开口。该第二离心泵在与第一离心泵相反的方向上操作,并且因此能够在第二流体开口处产生反压力,使得第二流体开口处的压力增加。这样,增加了跨过滤元件的压降,由此可以增加渗透流。特别有利的是,不需要第二流连接部的节流来增加第二流体开口处的压力,并且第二流连接部中的自由流横截面也不必通过其他措施来改变。这样,可以避免现有技术中已知设备的高非线性。在第二流体开口处的流体压力可以由第二离心泵以高精度、以简单的方式在大的操作范围内可重复地且可靠地调节。

[0015] 由于根据本发明可以省去减小第二流连接部中的流横截面的措施,即例如通过省去管连接部的节流,因此还可以避免相关的大大增加的流速,结果作用在流体或其成分上的剪切力非常低。这是非常有利的,特别是对于流体或其成分的最温和的可能处理。因此,根据本发明的设备的特别的优点是,该设备可以设计成特别是在第二流连接部中,没有用于减小流横截面的节流阀或其他元件。

[0016] 此外,通过根据本发明的解决方案可以避免第二流连接部中的强机械变形,例如其在使用节流阀时是不可避免的。这样,可以特别防止颗粒从第二流连接部(例如管连接

部)中逸出,并污染流体。

[0017] 根据一个优选实施例,该设备包括用于确定通过第一流连接部的流体的流速的流量传感器,其中,第一控制单元被设计成使得其能够经由第一离心泵的操作参数,特别是转速,来调节流速的期望值。在该实施例中,第一离心泵因此用于调节或调整流体通过第一流连接部的流动的预定期望值。

[0018] 此外,优选地,设置多个压力传感器,所述多个压力传感器被设置成使得能够经由过滤元件利用压力传感器来确定跨膜压力,其中,第二控制单元被设计成使得其能够经由第二离心泵的操作参数、特别是转速来调节跨膜压力的期望值。在该实施例中,跨膜压力因此通过第二离心泵调节或调整至期望值。

[0019] 优选地,多个压力传感器包括第一压力传感器和第二压力传感器以及第三压力传感器,利用所述第一压力传感器能够确定所述第一流体开口处的流体的第一压力,利用所述第二压力传感器能够确定所述第二流体开口处的流体的第二压力,利用所述第三压力传感器能够确定渗透物开口处的第三压力。这样,跨膜压力的实际值可以以非常简单和精确的方式确定。

[0020] 根据另一优选实施例,提供了信号连接到第一控制单元和第二控制单元的中央控制单元,其中,中央控制单元被设计用于致动第一控制单元和第二控制单元。因此,除了彼此独立地致动第一和第二离心泵之外,还可以提供中央控制单元,其以协调的方式分别致动第一和第二离心泵的第一和第二控制单元。具有中央控制单元的实施例的一个优点是,在致动或调节中可以消除二次项,对于单个离心泵来说,这是由于压力或更精确地说是输送头与离心泵转速的平方成比例的事实而产生的。

[0021] 特别优选地,第二离心泵包括用于输送流体的转子和与转子一起形成用于使转子围绕轴向方向转动的电磁转动驱动设备的定子,其中,转子包括磁性作用芯和用于输送流体的多个叶片,其中,定子被设计为轴承和驱动定子,转子能够利用其在无接触的情况下被磁性驱动并且能够相对于定子在无接触的情况下被磁性地悬浮。具有磁性悬浮转子的离心泵的该实施例使第二离心泵的非常紧凑、节省空间和强大的设计成为可能,其中,所述磁性悬浮转子同时是离心泵的泵转子和用于驱动转动的电磁转动驱动设备的转子。由于转子的无接触的磁性悬浮,因此不需要机械轴承,机械轴承例如会由于磨损而导致流体污染。转子的无接触的磁性悬浮也能够实现由第二离心泵产生的压力的非常精确和简单的调节,例如经由转子的转速。

[0022] 作为一个替选方案,但优选地补充地,第一离心泵包括用于输送流体的转子和与转子一起形成用于使转子绕轴线方向转动的电磁转动驱动设备的定子,其中,转子包括磁性作用芯和用于输送流体的多个叶片,其中,定子设计成轴承和驱动定子,转子能够利用驱动定子在无接触的情况下被磁性驱动,并且能够相对于定子在无接触的情况下被磁性地悬浮。

[0023] 因此,可以仅设计具有能够无接触地被磁性驱动并且能够相对于定子无接触地被磁性悬浮的转子的第一离心泵,或者仅设计具有能够无接触地被磁性驱动并且能够相对于定子无接触地被磁性悬浮的转子的第二离心泵。优选地,第一离心泵和第二离心泵各自均设计成具有转子,该转子能够在无接触的情况下被磁性驱动,并且能够相对于定子在无接触的情况下被磁性悬浮。

[0024] 关于转子的磁性悬浮,特别优选的是,每个转子在每种情况下都在垂直于轴向方向的径向平面中主动地磁性悬浮,并且在轴向方向上被动地磁性稳定并且防止倾斜。

[0025] 特别优选的实施例是作为悬臂式电机的实施例,其中,每个定子包括多个线圈芯,每个线圈芯包括在轴向方向上延伸的纵向臂和设置在径向平面中并且在径向方向上从纵向臂延伸的横向臂,并且其中,至少一个集中绕组设置在围绕相应纵向臂的每个纵向臂上。作为悬臂式电机的实施例是特别紧凑且同时高效的实施例。

[0026] 根据一个特别优选的实施例,每个离心泵在每种情况下都包括具有泵壳体的泵单元,其中,泵壳体包括用于待输送的流体的入口和出口,其中,转子设置在泵壳体中并且包括用于输送流体的多个叶片,并且其中,泵单元被设计成使得泵单元能够插入定子中。

[0027] 优选地,根据本发明的设备被设计成使得该设备的一些组件(特别是与流体接触的那些组件)被设计为一次性使用的部件,根据预期用途,该一次性使用部件仅可使用一次,并且在该使用之后必须替换为新的、即未使用的一次性使用部件。

[0028] 为此原因,本发明还提出了一种用于根据本发明的设备的一组一次性使用部件,该组至少包括以下组件,每个组件被设计为一次性使用部件:

- 过滤单元,
- 用于每个离心泵的每种情况下的一个泵单元,
- 为实现第一流连接部和第二流连接部而设计的多个管,
- 和可选地,用于流体的贮液器、或用于贮液器的插入件。

[0029] 应当理解,被设计为一次性使用部件的列表不是穷举的。该组一次性使用部件还可以包括其他一次性使用部件,例如压力传感器的组件。

[0030] 此外,本发明还提出一种用于流体的切向流过滤的方法,在该方法中,流体被供应到过滤单元,该过滤单元具有用于流体的第一流体开口和第二流体开口以及过滤元件和用于排出从流体过滤出的渗透物的渗透物开口,其中,过滤单元被设计成使得用于过滤单元中的切向流过滤的流体基本上平行于过滤元件被引导,在该方法中,流体还借助于第一离心泵从贮液器通过第一流连接部被输送至过滤单元,其中,流体能够从第二流体开口通过第二流连接部被引导回到贮液器中,并且其中,由第一控制单元致动第一离心泵。利用设置在第二流连接部中的第二离心泵在第二流体开口处产生反压力,其中,由第二控制单元致动第二离心泵。

[0031] 根据本发明的方法的优点以类似的方式对应于已经结合根据本发明的设备解释的那些。

[0032] 优选地,通过流量传感器确定通过第一流连接部的流体的流速,并且通过第一控制单元经由第一离心泵的操作参数,特别是转速,来调节流速的期望值。

[0033] 还优选的是,借助于第一压力传感器来确定第一流体开口处的第一压力,或者借助于第二压力传感器来确定第二流体开口处的第二压力,或者借助于第三压力传感器来确定渗透物开口处的第三压力,其中,第一压力或第二压力或第三压力的期望值是由第二控制单元经由第二离心泵的操作参数、特别是转速来调节的。

[0034] 此外,有利的是,通过多个压力传感器经由过滤元件确定跨膜压力,并且通过第一控制单元或通过第二控制单元经由第一离心泵的操作参数或经由第二离心泵的操作参数来调节跨膜压力的期望值,其中,操作参数优选地是第一离心泵或第二离心泵的转速。

[0035] 优选的变型是切向流过滤是以交替模式进行的,该交替模式包括第一操作模式和第二操作模式,在第一操作模式中,流体从第一流体开口流动到第二流体开口,在第二操作模式中,流体从第二流体开口流动到第一流体开口。这意味着,两个离心泵被致动成使得待过滤的流体在第一操作模式中从第一离心泵通过过滤单元流动到第二离心泵,并且在第二操作模式中在相反方向上从第二离心泵通过过滤单元流动到第一离心泵。这尤其可以通过在第二操作模式中这样致动两个离心泵来实现,即,由第二离心泵在第二流体开口处产生的反压力大于由第一离心泵在过滤单元的第一流体入口处产生的压力。

[0036] 在两种操作模式中的流动方向在每种情况下通过由两个离心泵产生的压力的压差来确定。

[0037] 这种以交替模式操作的优点是过滤元件交替地沿相反方向溢流,由此对于许多应用可以更高效地避免过滤元件上的沉积物或过滤元件上的不期望的滤饼的积累。

[0038] 在交替模式中,优选地根据可预定的时间方案在第一操作模式和第二操作模式之间进行改变。

[0039] 可以以50%对50%的比率执行第一操作模式和第二操作模式,但是当然诸如75%对25%的其他比率也是可能的。合适的比率的选择可以根据相应的应用来选择,或者可以针对相应的应用来优化。

[0040] 在第一和第二操作模式之间改变的频率也可以根据需要进行调节。此外,根据需要,可以对于每个操作模式,调节相应的流速或三个压力(即第一流体开口处的压力、第二流体开口处的压力或渗透物开口处的压力)之一并且因此还有跨膜压力。

[0041] 本发明的其他有利的措施和实施例是由从属权利要求中得出的。

附图说明

[0042] 下面将基于实施例和附图,在装置和工艺技术方面更详细地解释本发明。附图示出(部分地以截面):

图1是根据本发明的用于切向流过滤的设备的第一实施例的示意图,

图2是第一实施例的在第二操作模式下的示意图,

图3是第一实施例的变型,

图4是根据本发明的用于切向流过滤的设备的第二实施例的示意图,

图5是第二实施例的在第二操作模式下的示意图,

图6是设计为悬臂式电机的电磁转动驱动设备的透视图,

图7是离心泵的实施例,该离心泵具有转子,该转子可以在轴向方向上的截面中无接触地磁性悬浮,以及

图8是示意图中的贮液器的实施例。

具体实施方式

[0043] 图1以示意图示出了根据本发明的用于流体切向流过滤的设备的第一实施例,其整体上用附图标记1表示。流体例如是悬浮液,至少一种成分将从该悬浮液中被滤出。在此,作为渗透物排出的待滤出的成分可以是在过滤期间待回收的目标产物,例如蛋白质,或者通过滤出渗透物,作为渗余物剩余的流体是待通过过滤浓缩的目标产物,使得例如流体的

一种或多种成分的浓度增加。

[0044] 用于切向流过滤的设备1包括其中设置有过滤元件25的过滤单元2、第一流连接部31和第二流连接部32,过滤单元2通过该第一流连接部能够连接到用于流体的贮液器8,过滤单元2通过该第二流连接部能够连接到贮液器8。

[0045] 例如,贮液器8也可以是用于连续培养细胞的灌注过程的生物反应器,其中,过滤单元2用于滤出细胞的代谢产物或获得无细胞培养基,并且细胞或包含细胞的悬浮液随后返回到生物反应器中。

[0046] 用于流体的第一离心泵41设置在第一流连接部31中,其具有用于流体的入口411和出口412。此外,提供第一控制单元51用于致动第一离心泵41。优选地,第一控制单元51包括调节设备,利用该调节设备可以调节第一离心泵41的操作。

[0047] 用于流体的第二离心泵42设置在第二流连接部32中,其具有用于流体的入口421和出口422。此外,设有第二控制单元52,用于致动第二离心泵42。优选地,第二控制单元52包括调节设备,利用该调节设备可以调节第二离心泵42的操作。

[0048] 第二离心泵42以这样的方式设置并且以这样的方式操作,即:它在与第一离心泵41相反的方向上操作。这意味着第一离心泵41的出口412经由过滤单元2连接到第二离心泵42的出口422。第一离心泵41的出口412和第二离心泵42的出口422都连接到过滤单元2。

[0049] 流体的流动(特别是流动的方向)在图1中是由具有参考标记F的箭头来表示的。

[0050] 过滤单元2包括用于流体的第一流体开口21和第二流体开口22以及用于排出从流体过滤出的渗透物的渗透物开口23,其在图1中由具有附图标记P的箭头来指示。

[0051] 在图1所示的流动方向F上,第一流体开口21用作过滤单元2的入口,流体通过该入口流入过滤单元2中,并且第二流体开口22用作出口,渗余物通过该出口流出过滤单元2。

[0052] 过滤单元2被设计成用于切向流过滤,其也被称为交叉流过滤。这意味着,过滤单元2中的流体平行于过滤元件25被引导,使得流体在过滤元件25之上流动,并且垂直于流体的流动方向发生渗透物的滤出。

[0053] 设计用于切向流过滤的这种过滤单元2对于本领域技术人员来说从现有技术中是充分已知的,因此不需要进一步的解释。

[0054] 切向流过滤中的基本变量是跨过滤元件25的压力差,该压力差驱动渗透物的滤出。如通常的实践,在本申请的框架中,跨过滤元件25的这种压力差的特征还在于所谓的跨膜压力(TMP)。跨膜压力(TMP)是数学变量,其指示了跨过滤元件25的压降的算术平均值。

[0055] 第一流体开口21处的流体的压力被指定为第一压力P1。第二流体开口22处的流体的压力被指定为第二压力P2。在渗透物开口23处的流体的压力被指定为第三压力P3。然后,跨膜压力TMP定义如下:

$$TMP = (P1 + P2) / 2 - P3$$

跨膜压力也被称为跨膜压力差。

[0056] 第一流连接部31和第二流连接部32优选地由设计为柔性管的管来实现,即,其壁可以变形的管。每个管例如设计为管状物,特别是塑料管,例如由硅橡胶、PVC(聚氯乙烯)、PU(聚氨酯)、PE(聚乙烯)、HDPE(高密度聚乙烯)、PP(聚丙烯)、EVA(乙基乙烯基乙酸酯)或尼龙制成。优选地,属于第一流连接部31或第二流连接部32的每个管都被设计成用于一次性使用。当设计为一次性使用时,与待处理的物质接触的那些组件(即,在这种情况下,特别是

管)仅使用确切一次,然后在下一次应用期间,替换为新的、即未使用的一次性使用部件。

[0057] 第一流连接部31包括将贮液器8的第一开口81连接到第一离心泵41的入口411的供应管311、以及将第一离心泵41的出口412连接到过滤单元2的第一流体开口21的馈送管312。

[0058] 此外,设置流量传感器6,用于确定通过第一流连接部31的流体的流速。例如,流量传感器6设置在第一流连接部31的供应管311中或上,即,在贮液器8和第一离心泵41之间。具体讲,流量传感器6可以设计为所谓的夹紧式传感器,即,设计为夹紧在供应管311上的流量传感器6,使得供应管311在流量传感器6的测量范围内被夹紧。

[0059] 第二流连接部32包括将过滤单元2的第二流体开口22连接到第二离心泵42的出口422的排出管322、以及将第二离心泵42的入口421连接到贮液器8的第二开口82的返回管321。

[0060] 这样,第一离心泵41的出口412和第二离心泵42的出口422在每种情况下都连接到过滤单元2,即第一离心泵41的出口412连接到过滤单元2的第一流体开口21,第二离心泵42的出口422连接到过滤单元2的第二流体开口22。为此,第二离心泵42可以在第二流体开口22处产生反压力,使得可以在第二流体开口22处调节第二压力P2。

[0061] 在操作状态下,第一离心泵41用于使流体移动通过过滤单元2并经过过滤元件25。第一离心泵41使流体从贮液器8循环通过第一流连接部31、通过过滤单元2、并通过第二流连接部32回到贮液器8中。

[0062] 在操作状态中,第二离心泵42用于在过滤单元2的第二流体开口22处产生反压力,即,第二离心泵42以这样的方式操作,即:其增加在过滤单元2的第二流体开口22处占主导的第二压力P2。

[0063] 优选地,设备1还包括多个压力传感器71、72、73,其中,压力传感器71、72和73以这样的方式设置和设计,即:它们可用于经由过滤元件25确定TMP。

[0064] 在图1所示的实施例中,总共提供了三个压力传感器71,即,利用其可确定第一流体开口21处的流体的第一压力P1的第一压力传感器71、利用其可确定第二流体开口22处的流体的第二压力P2的第二压力传感器72、以及利用其可确定渗透物开口23处的第三压力P3的第三压力传感器73。

[0065] 可以理解,根据本发明的设备1的实施例也是可能的,其中,仅提供压力传感器71、72、73中的一个,例如仅第一压力传感器71或仅第二压力传感器72或仅第三压力传感器73。此外,实施例也是可能的,其中,提供正好两个压力传感器,即仅第一压力传感器71和第二压力传感器72、或仅第一压力传感器71和第三压力传感器73、或仅第二压力传感器72和第三压力传感器73。

[0066] 压力传感器71、72、73的数量以及设置什么压力传感器71、72、73尤其取决于调节设备或控制系统的具体设计,利用该调节设备或控制系统执行根据本发明的方法。

[0067] 在图1所示的第一实施例中,第一压力传感器71设置在第一离心泵41和过滤单元2之间,即在馈送管312中或上。第二压力传感器72设置在过滤单元2和第二离心泵42之间,即设置在排出管322中或上。第三压力传感器73设置在渗透物开口23处或下游。

[0068] 根据本发明的方法优选地以根据本发明的设备1执行,使得两个离心泵41或42中的一个用于调节或调整流速的期望值,而两个离心泵42或41中的另一个用于将跨膜压力

(TMP) 调节或调整到TMP的期望值。

[0069] 因此,对于流速和TMP的期望值的调节,优选的是,分别由第一控制单元51或第二控制单元52经由第一离心泵41或第二离心泵42的操作参数执行相应的调节。特别优选地,相应的操作参数是第一离心泵41或第二离心泵42的转速。

[0070] 下面描述设备1的操作的一些变型。这些变型的共同特征是第一控制单元51用于流量控制,即用于将通过第一流连接部31的流体流量调节到速率的期望值。第二控制单元52用于压力调节,即用于将跨膜压力(TMP)调节到TMP的期望值,或者用于将第一压力P1或第二压力P2或第三压力P3调节到相应的期望值。第二控制单元52因此用于压力调节。

[0071] 两个控制单元51和52可以分别设计为独立的控制单元51、52。控制单元51和52彼此交换信号或信息不是必需的,但也是可能的。

[0072] 第一控制单元51接收第一输入变量E1,其可以包括一个或多个测量信号或实际值和/或期望值,并且通过第一输入变量E1确定第一输出变量A1,利用该第一输出变量致动第一离心泵41以调节或维持用于流速的期望值。第一输出变量A1尤其包括这样的信息,利用该信息可以调节第一离心泵41的转速,或者第一离心泵41的转速值。

[0073] 第二控制单元52接收第二输入变量E2,其可包括一个或多个测量信号或实际值和/或期望值,并且通过第二输入变量E2确定第二输出变量A2,利用该第二输出变量致动第二离心泵42以调节或保持TMP或第一压力P1或第二压力P2或第三压力P3的期望值。第二输出变量A2尤其包括这样的信息,利用该信息可以调节第二离心泵52的转速,或者第二离心泵42的转速值。

[0074] 根据第一变型,第一输入变量E1包括流速的期望值和借助于流量传感器6确定的流速的实际值。第一离心泵41的转速随着第一输出变量A1而改变,使得流速的实际值被调节到流速的期望值。第二输入变量E2包括第一压力P1、第二压力P2和第三压力P3的实际值以及TMP的期望值。第二离心泵42的转速随着第二输出变量A2改变,使得TMP的实际值被调节到TMP的期望值。TMP的实际值可以例如从三个压力P1、P2、P3来确定。

[0075] 根据另一变型,第一输入变量E1包括流速的期望值和借助于流量传感器6确定的流速的实际值。第一离心泵41的转速随着第一输出变量A1而改变,使得流速的实际值被调节到流速的期望值。第二输入变量E2仅包括压力P1或P2或P3中的一个的实际值,即,第一压力P1的实际值、或第二压力P2的实际值、或第三压力P3的实际值。第二输入变量E2还包括该压力的期望值,即,第一压力P1的期望值、或第二压力P2的期望值、或第三压力P3的期望值。第二离心泵42的转速随着第二输出变量A2而改变,使得压力P1或P2或P3的实际值被调节到该压力P1或P2或P3的期望值。在该变型中,第一控制单元51中的流量调节和第二控制单元52中的压力调节优选地均设计为比例积分(PI)调节。

[0076] 根据应用,用于切向流过滤的方法可以实行为批处理,其中,待过滤的流体(例如悬浮液)通过第一离心泵41从贮液器8中取出,并循环通过第一流连接部31、通过其中设置有过滤元件25的过滤单元2、并通过第二流连接部32回到贮液器8。与流动方向成横向地通过过滤单元2中的过滤元件25的渗透物通过渗透物开口23被排出或去除。由此,利用第二离心泵42产生反压力以调节第二流体开口22处的第二压力P2。第一控制单元51通过第一离心泵41、优选通过第一离心泵41的转速将流体的流速调节至流速的期望值。第二控制单元52通过第二离心泵42、优选通过第二离心泵42的转速将压力、优选TMP或第一压力P1或第二压

力P2或第三压力P3调节至该压力的期望值。

[0077] 然而,还可以将用于切向流过滤的方法实行为连续方法,例如在具有用于连续去除代谢产物的灌注生物反应器的应用中。

[0078] 根据用于执行该方法的第一变型,在整个过滤过程期间,即,例如在整个批处理期间或在整个连续处理期间,流体总是在相同方向上循环通过设备1。

[0079] 根据用于实施根据本发明的方法的另一变型,切向流过滤是以交替模式来实施的。交替模式包括第一操作模式和第二操作模式,在第一操作模式中,流体从第一流体开口21通过过滤单元2流到第二流体开口22,例如如上所述,在第二操作模式中,流体的流动方向被反向,使得流体在第二操作模式中从第二流体开口22流到过滤单元2的第一流体开口21。

[0080] 在图2中,第二操作模式以设备1的第一实施例的示意图示出,其中,图2在其他方面对应于图1。

[0081] 从第一操作模式到第二操作模式的改变可以通过致动两个离心泵41、42以简单的方式来实现。例如,在第二操作模式中,两个离心泵41、42因此被致动,使得由第二离心泵42产生的反压力如此大,以致于在过滤单元2的第二流体开口22处的第二压力P2大于由第一离心泵41在过滤单元2的第一流体入口21处产生的第一压力P1。

[0082] 在第二操作模式中,第一控制设备51和第二控制设备52的功能与第一操作模式相比优选地互换。在第二操作模式中,第二控制单元52因此优选用于流量调节,即,用于将流体的流速调节到流速的期望值。第一控制单元51用于压力调节,即用于将跨膜压力(TMP)调节到TMP的期望值,或者用于将第一压力P1或第二压力P2或第三压力P3调节到相应的期望值。现在,第一控制单元51因此用于压力调节。

[0083] 因此,在第二操作模式中,第二控制单元52接收第一输入变量E1,其可包括如上所述的一个或多个测量信号或实际值和/或期望值,并借助于第一输入变量E1确定第一输出变量A1,第二离心泵42利用该第一输出变量被致动以调节或维持流速的期望值。

[0084] 第一控制单元51接收第二输入变量E2,其可以包括一个或多个测量信号或实际值和/或期望值,如上所述,并且借助于第二输入变量E2确定第二输出变量A2,利用该第二输出变量致动第一离心泵41,以便调节或保持TMP或第一压力P1或第二压力P2或第三压力P3的期望值。

[0085] 以交替模式执行用于切向流过滤的方法具有以下优点,即:过滤元件25沿相反方向交替地溢流,由此对于许多应用,可以更高效地避免在过滤元件25上的沉积物或在过滤元件25上积累不期望的滤饼。还可以通过使流动方向反向而再次至少部分地去除已经形成在过滤元件25上或中的沉积物。

[0086] 由于这种使流动方向反向的措施,还可以防止或至少减少过滤元件25的堵塞或部分堵塞,从而例如与仅可在一个流动方向上的操作相比,保持过滤元件的渗透性并且从而增加渗透物的产量。此外,与仅可在一个流动方向上的操作相比,可以在更长的时间段内使用过滤单元2或过滤元件25。

[0087] 在交替模式中,优选地根据可预定的时间方案在第一操作模式和第二操作模式之间进行改变。

[0088] 由第一离心泵41和第二离心泵42产生的两个压力的压差以及因此第一压力P1和

第二压力P2之间的差(其最终确定了流体通过过滤单元2的流动方向)可以针对每个操作模式独立地调节。具体讲,第一压力P1和第二压力P2之间的差值也可以在与第二操作模式中相比的第一操作模式中的操作的量的方面被调节。此外,例如可以与在第二操作模式中相比在第一操作模式中调节或调整不同的跨膜压力(TMP)。还可以与在第二操作模式中相比在第一操作模式中调节或调整不同的流体流速。

[0089] 在第一操作模式和第二操作模式之间的改变次数或改变频率也是可自由调节的,并且可以针对相应的应用进行优化。

[0090] 第一操作模式或第二操作模式在整个切向流过滤过程中的百分比也可自由选择。例如,可以以50%对50%的比率即以相等的比例,执行第一操作模式和第二操作模式,但是当然其他比率(诸如75%对25%或甚至99%对1%)也是可能的。合适比率的选择可以根据相应的应用来选择,或者可以针对相应的应用来优化。

[0091] 在类似于图1的图示中,图3示出了根据本发明的设备的第一实施例的变型。

[0092] 在设备1的该变型中,还提供粘度传感器9,其例如设置在第二流连接部32中,并且利用其可以确定流体的粘度。优选地,粘度传感器9被设计成用于流体粘度的内联测量。粘度传感器优选地设置在第二流连接部32的返回管321中或上。例如,借助于粘度传感器9,可以确定流体的浓度的进展,特别是在从流体中过滤出渗透物导致流体粘度变化的这样的应用中。

[0093] 此外,在图3所示的变型中,还设置第二流量传感器62,其设置在渗透物开口23的下游,例如也设置在第三压力传感器73的下游。借助于过滤元件25从流体过滤出的渗透物的流量可以利用第二流量传感器62确定,并且因此例如确定渗透物的量(物质的量或体积或质量)。由此,可以获得关于切向流过滤的效率的信息。

[0094] 在一些实施例中,可以提供粘度传感器9和第二流量传感器62两者。在其他实施例中,仅提供两个元件中的一个,即仅提供粘度传感器9或者仅提供第二流量传感器62。

[0095] 此外,例如,可以借助于内联折射计或内联光谱仪而不是使用粘度传感器来确定蛋白质浓度。然而,由于这种仪器非常昂贵,所以重要的是这些设备可重复使用而不需要在每次使用之前对其进行清洁和消毒。例如,这可以通过将由透明塑料例如聚碳酸酯制成的部件插入相应的管中来实现,折射计或分光光度计的光可以被引导通过所述相应的管。在此有利的是,插入部分不是圆形的,而是设计成具有平坦的壁,例如矩形、六边形或八边形。

[0096] 在图4和图5中,在每种情况下以示意图示出了根据本发明的用于切向流过滤的设备1的第二实施例,其中,图4示出了第一操作模式下的第二实施例,图5示出了第二操作模式下的第二实施例。

[0097] 在第二实施例的以下描述中,将仅更详细地讨论与第一实施例的不同之处。与第二实施例功能相同的部件或等效部件用与第一实施例或其变型中相同的附图标记表示。具体讲,附图标记具有与已经结合第一实施例解释的相同的含义。应当理解,第一实施例及其变型的所有前述说明也以相同的方式或类似的相同方式应用于第二实施例。

[0098] 在第二实施例中,设备1还包括信号连接到第一控制单元51和第二控制单元52的中央控制单元5,其中,中央控制单元5被设计用于致动第一控制单元51和第二控制单元52。

[0099] 设备1的第二实施例对于以交替模式执行切向流过滤的方法的实施例是特别有利的。当然,设备1的第二实施例不限于以交替模式在切向流过滤中使用,而是也可用于根据

本发明的方法的这样的实施例,其中,在切向流过滤期间不发生流动方向的反向。

[0100] 在图4和图5所示的实施例中,设备1的第二实施例特别设计用于以交替模式操作。

[0101] 中央控制单元5接收输入变量E,该输入变量E特别包括几个期望值。中央控制单元5的输入变量E包括例如以下期望值中的一个或多个:第一压力P1的期望值、第二压力P2的期望值、第三压力P3的期望值、跨膜压力TMP的期望值、流体的流速的期望值、第一操作模式与第二操作模式之间的变化频率的期望值、第一或第二操作模式的相对占空比的期望值即切向流过滤中第一或第二操作模式的百分比份额。应当理解,一些期望值(例如压力P1、P2、P2或TMP的期望值或流速的期望值)对于第一操作模式可以(但不是必须)具有与第二操作模式不同的值。

[0102] 中央控制单元5从输入变量E产生第一控制信号S1以致动第一控制单元51,并产生第二控制信号S2以致动第二控制单元52。第一控制信号S1被发送到第一控制单元51,第二控制信号S2被发送到第二控制单元52。

[0103] 在第一操作模式中,第一控制单元51除了接收第一控制信号S1之外还接收输入变量E1,其尤其包括以下实际值中的一个或多个:流体流速的实际值、第一压力P1的实际值、第二压力P2的实际值、第三压力P3的实际值。第一控制设备51通过第一控制信号S1和第一输入变量E1确定致动第一离心泵41所用的第一输出变量A1。

[0104] 在第一操作模式中,第二控制单元52除了第二控制信号S2之外还接收输入变量E2,该输入变量尤其包括以下实际值中的一个或多个:流体流速的实际值、第一压力P1的实际值、第二压力P2的实际值、第三压力P3的实际值。第二控制单元52借助于第二控制信号S2和借助于第二输入变量E2确定致动第二离心泵42所用的第二输出变量A2。

[0105] 可以理解,以与第一实施例类似的方式,第一控制单元51可以在第二操作模式(图5)下接收输入变量E2,第二控制单元52可以接收输入变量E1。

[0106] 在图4和图5所示的实施例中,由第一控制单元51接收的作为输入变量E1的信息与由第二控制单元接收的作为输入变量E2的信息相同,使得对于交替操作模式,第一控制单元51和第二控制单元52具有可用于用作流量调节或压力调节的所有信息,这取决于流体的期望流动方向。基于控制信号S1或S2,第一控制单元51或第二控制单元52可识别它们当前是作为流量调节还是作为压力调节操作,以及何时将发生从第一操作模式到第二操作模式的改变,反之亦然。由于两个离心泵41、42的调节,可以同时实现压力调节和流量调节。

[0107] 原则上,所有类型的离心泵都适合作为第一离心泵41和第二离心泵42,流体可以利用所述离心泵移动通过过滤单元2。

[0108] 下面,基于图6和图7,描述了一种类型的离心泵,其特别优选地用于第一离心泵41或第二离心泵42,并且优选地用于第一离心泵41和第二离心泵42两者。

[0109] 由于优选地第一离心泵41和第二离心泵42都是根据图6和图7中所示的实施例设计的,所以在以下描述中,在第一离心泵41和第二离心泵42之间不作进一步的语言区分,而是参考离心泵41、42,其中,解释以相同的方式适用于第一离心泵41和第二离心泵42。

[0110] 特别优选地,但不是必须地,第一离心泵41和第二离心泵42至少基本上相同地设计。

[0111] 以下描述的离心泵41、42包括用于输送流体的转子30和与转子30一起形成用于使转子30围绕轴向方向A转动的电磁转动驱动设备10的定子20,其中,转子30包括磁性作用芯

301和用于输送流体的多个叶片305(图7),其中,定子20被设计为轴承和驱动定子,转子30能够利用该定子无接触地被磁性驱动并且能够相对于定子20无接触地被磁性悬浮。

[0112] 离心泵41、42的该实施例的特别优点在于,转子30被设计为整体转子,因为是电磁转动驱动设备10的转子30和离心泵41、42的转子30都输送流体。因此,转子30合在一起总共实现三个功能:它是电磁驱动设备10的转子30,它是磁性悬浮的转子30,并且它是流体通过其作用的叶轮。作为整体转子的该实施例提供了非常紧凑和节省空间设计的优点。

[0113] 另一个优点是转子30相对于定子20的无接触式磁性悬浮,由于没有用于转子30的机械轴承,这确保了没有污染物(例如可能在机械轴承中出现的污染物)进入流体。此外,由于没有机械轴承和在其中出现的摩擦力,在诸如驱动电流或驱动电压的电操作变量和转子30的转速之间的关系可以被精确得多地限定,这改进或简化了离心泵41、42的调节。

[0114] 图6示出了电磁转动驱动设备10的一个实施例的透视图,该电磁转动驱动设备被设计成所谓的悬臂式电机并且根据无轴承电机的原理。图7示出了具有转子30的离心泵41、42的一个实施例,其可以在轴向方向上的截面中无接触地磁性悬浮。

[0115] 电磁转动驱动设备10根据无轴承电机的原理而设计,并根据该原理来操作。术语“无轴承电机”是指其中转子30相对于定子20完全磁性地悬浮的电磁转动驱动设备10,其中不提供单独的磁轴承。为此,定子20设计为轴承和驱动定子,其既是电驱动设备的定子20又是磁性悬浮的定子。定子20包括电绕组206,利用该电绕组可以产生转动磁场,该转动磁场一方面在转子30上施加转矩,该转矩实现转子围绕限定轴向方向A的期望的转动轴线的转动,并且另一方面在转子30上施加剪切力,该剪切力可以根据需要进行调节,从而可以主动地控制或调节转子的径向位置。因此,转子30的三个自由度可以被主动地调节,即它的转动和它的径向位置(两个自由度)。关于三个另外的自由度,即其在轴向方向A上的位置和相对于垂直于期望的转动轴线的径向平面的倾斜(两个自由度),转子30优选地通过磁阻力被动磁性悬浮或稳定,即,其不能被控制。在使转子30完全磁性悬浮的情况下的没有单独的磁轴承是无轴承电机得名的属性。在轴承和驱动定子中,轴承功能不能与驱动功能分开。

[0116] 期望的转动轴线是指当转子30相对于定子20处于如图6和图7所示的居中且非倾斜位置时转子30在操作状态下绕其转动的轴线。该期望的转动轴线限定了轴向方向A。通常,限定轴向方向A的期望的转动轴线对应于定子20的中心轴。

[0117] 在下文中,径向方向是指垂直于轴向方向A的方向。

[0118] 转子30包括以环形或盘形方式设计的磁性作用芯301。根据图6的图示,磁性作用芯301被设计为永磁盘,并且限定了磁中心平面C(图7)。转子30的磁性作用芯301的磁中心平面C指的是垂直于轴向方向A的平面,其中当转子30不倾斜且不沿轴向方向A偏转时,转子30的磁性作用芯301在操作状态下悬浮。通常,在盘形或环形的磁性作用芯301中,磁中心平面C是转子30的磁性作用芯301的几何中心平面,其垂直于轴向方向A。其中在操作状态下转子30的磁性作用芯301悬浮在定子20中的该平面也被称为径向平面E。径向平面限定了笛卡尔坐标系的x-y平面,该笛卡尔坐标系的z轴沿轴向方向A延伸。如果转子30的磁性作用芯301不倾斜且不相对于轴向方向(A)偏转,则径向平面E与磁中心平面C重合。

[0119] 磁性作用芯301或转子30的径向位置指的是转子30在径向平面E中的位置。

[0120] 转子30的“磁性作用芯301”是指与定子20磁性地相互作用以产生转矩和产生磁性悬浮力的转子30的该区域。

[0121] 电磁转动驱动设备10设计为一种悬臂式电机并且包括定子20,该定子具有多个线圈芯205,这里是六个线圈芯205,每个线圈芯包括在轴向方向A上延伸的纵向臂251和垂直于纵向臂251设置并且在径向方向上延伸并且由端面界定的横向臂252。线圈芯205等距离地设置在圆形线上,使得横向臂252的端面围绕转子30的磁性作用芯。集中绕组206设置在每个纵向臂251上,围绕相应的纵向臂252。

[0122] 线圈芯205的彼此平行地对齐的、全部平行于轴向方向A延伸的并且围绕转子30(或者在设计为外转子的情况下被转子30围绕)的纵向臂251是悬臂式电机得名的由来,因为这些平行的纵向臂251使人联想到悬臂的柱。

[0123] 在图6中,仅示出了转子30的磁性作用芯301。当然,应当理解,转子30也可以包括其他组件,例如护套或封装,其优选地由塑料、或金属合金、或陶瓷或陶瓷材料制成。此外,转子30还包括用于泵送流体的叶片305(见图7)。转子30还可包括其他组件。

[0124] 纵向臂251的背离横向臂252的端部(在图6和图7中是根据图示的下端部)是通过回出部分207彼此连接的。回出部分207优选地设计成环形方式或包括将纵向臂251彼此连接的若干区段。定子20的线圈芯205和回出部分207均由软磁材料制成,因为它们用作磁通传导元件以引导磁通。用于线圈芯205和回出部分207的合适的软磁材料例如是铁磁的或亚铁磁的材料,即尤其是铁、镍-铁、钴-铁、硅-铁或镍铁高导磁合金。在该情况下,对于定子20,优选地设计成定子叠片组,其中,线圈芯205和回出部分207是由金属板构成的,也就是说,它们是由堆叠的多个薄的金属板元件构成的。

[0125] 为了产生转子30的磁性驱动和磁性悬浮所需的电磁转动场,线圈芯205的纵向臂251承载着被设计为集中绕组206的绕组,其中,在这里描述的实施例中,在每种情况下围绕每个纵向臂251设置正好一个集中绕组206。在操作状态下,通过这些集中绕组206产生这些电磁转动场,通过其在转子30上产生转矩,并且通过其可以在径向方向上在转子30上施加任何可调节的横向力,从而可以主动地控制或调节转子30的径向位置,即其在垂直于轴向方向A的径向平面E中的位置。当然,这样的实施例也是可能的,其中,每个纵向臂251具有多于一个集中绕组206,例如正好两个集中绕组。

[0126] 如已经提到的,以永磁方式设计磁性作用芯301。为此,磁性作用芯301可以包括至少一个永磁体,但也可以包括几个永磁体,或者如在这里描述的实施例中,完全由永磁材料组成,使得磁性作用芯301就是永磁体。转子30的磁性作用芯301的磁化在图6中是由磁性作用芯301中的不带附图标记的箭头表示的。因此,磁性作用芯301在径向方向上磁化。

[0127] 图7示出了轴向方向A上的截面中的离心泵41、42的一个实施例。

[0128] 离心泵41、42包括具有泵壳体60的泵单元40,该泵壳体包括用于待输送的流体的入口411、421和出口412、422,其中,转子30设置在泵壳体60中,并包括用于输送流体的多个叶片305。泵单元40被设计成使泵单元40能够被插入定子20中,使得转子30的磁性作用芯301被横向臂252的端面围绕。

[0129] 泵单元40的泵壳体60包括以密封方式彼此连接的底座部分601和盖602,其中,出口412、422优选地但不是必须地完全设置在泵壳体的底座部分601中。盖602包括入口411、412,其在轴向方向A上延伸,使得流体从轴向方向A流到转子30。

[0130] 转子30包括用于输送流体的多个叶片305,例如总共四个叶片305,其中该数量仅具有示例的性质。转子30还包括护套308,利用该护套封闭转子30的磁性作用芯301并且优

选地是被气密地封装,使得转子30的磁性作用芯301不与待输送的流体接触。所有叶片305都设置在护套308上,并且相对于转子30的周向方向等距地设置。每个叶片305沿径向方向向外延伸并且以防扭矩的方式连接到护套308。叶片305可以是然后固定到护套308的单独的组件。当然,所有的叶片305都是护套308的整体部分也是可能的,即,护套308被设计成使所有的叶片305成为单件。具有叶片305的转子30分别形成离心泵41、42的叶片或叶轮,利用其流体或多种流体作用。

[0131] 按照无轴承电机的原理,具有电磁转动驱动设备10的离心泵41、42的设计还可以使转子30能够非常容易地与定子20分开。这是非常大的优点,因为这样,例如转子30或包括转子的泵单元40可被设计成一次使用的一次性使用部件。目前,这种一次性使用的应用经常取代如下的过程,其中,由于非常高的纯度要求,与在该过程中待处理的物质接触的所有那些组件都必须预先以精心方式(例如通过蒸汽灭菌)进行清洁和灭菌。当设计为一次性使用时,与待处理的物质接触的那些组件仅使用正好一次,然后替换为新的、即未使用过的一次性使用部件以用于下一次应用。

[0132] 因此,根据本发明的设备尤其也可以以这样的方式来设计,即:其包括设计用于多次使用的可重复使用的设备和设计用于一次性使用的一次性使用设备。可重复使用的设备特别包括不与流体接触的那些组件,即,特别是离心泵41、42的定子20和例如压力传感器71、72、73的至少部分。压力传感器71、72、73可以以它们各自包括一次性使用部件和可重复使用部件的方式来设计。

[0133] 根据本发明的设备1还可包括贮液器8。这种实施例是可能的,其中,整个贮液器8被设计成一次性使用部件,例如尺寸稳定的塑料容器,并且这种实施例是可能的,其中,只有一个贮液器8组件被设计成一次性使用部件。

[0134] 图8中以示意图示出了贮液器8的这种实施例。贮液器8包括用于接收流体的柔性插入件80,其由塑料制成。插入件80优选地是柔性袋,例如塑料袋或合成袋,其可以折叠,使得在储存期间需要尽可能小的空间。插入件80可包括例如用于供应额外物质(例如营养溶液或诸如氧气的气体)的额外入口或出口(未示出)。还可以使用其他入口,用于接收探针或测量传感器,利用它们来监测参数,例如温度、压力、浓度等。入口也可被用于质量传递。具体讲,在此可以供应或排出必需的气体,例如在作为生物反应器的实施例中。特别是在微生物或生物细胞的培养中,通常需要可以将氧气或空气供应到容器80中,并且可以从容器中排出其他气体,特别是二氧化碳。

[0135] 特别是,所谓的取样端口(未示出)可以粘合或焊接到容器8或插入件80。这些是短管状塑料结构,例如通过它可以插入件80中取样。每个取样端口通常以本身已知的方式在其从插入件80突出的端部处由夹具固定,使得不期望的物质不可以通过这些取样端口进入插入件80的内部。

[0136] 贮液器8还包括尺寸稳定的支撑容器85,其设计为可重复使用的组件并用于容纳插入件80。至少一个窗口86可设置在支撑容器85的壁上,通过该窗口可目视插入件80。

[0137] 应当理解,在图8所示的非常示意性的实施例中,流体通过其离开或返回到具有插入件80的贮液器8的两个管中的每一个(即返回管321和供应管311)可以分别都用于排除流体和返回流体。这是因为当设备1以交替模式操作时,供应管311在一个操作模式(例如第一操作模式)中使用以从插入件80排除流体,并且在另一操作模式(例如第二操作模式)中使

用以将流体返回到插入件80中。同样类似地适用于返回管321。这意味着,两个管321和311各自特别地设计成使流体能够通过它们被吸入,或者例如在插入件80的设计中提供了其他措施,使得流体能够通过两个管即供应管311和返回管321中的每一个被吸入,即被排除和返回。

[0138] 具体讲,针对包括多次使用的可重复使用的组件以及一次性使用的组件的设备1的这样的实施例,还提出了用于根据本发明的设备1的一组一次性使用部件,该组一次性使用部件至少包括以下组件,这些组件各自被设计为一次性使用部件:过滤单元2、用于每个离心泵41、42的泵单元40、设计成实现第一流连接部31和第二流连接部的多个管311、312、321、322、以及可选地用于流体的贮液器8或用于贮液器8的插入件80。

[0139] 另一个重要方面是,用于切向流过滤的设备1的与流体接触的所有部件(尤其是过滤单元2或过滤元件25、容器8或设计成塑料袋的插入件80、流连接部31、32,如果需要的话,压力传感器71、72、73以及离心泵41和42的泵单元40或它们的组件)对于某些应用领域都是可消毒的。如果所有提到的组件都可以是伽马消毒的,则是特别有利的。在这种类型的灭菌中,待灭菌的组件要暴露在伽马辐射下。与例如蒸汽灭菌相比,伽马灭菌的优点尤其在于灭菌也可以穿过外包装来进行。特别是对于一次性使用部件来说,通常的做法是,在制造部件之后将部件放置在用于运输的包装中,然后在运输到客户之前储存一段时间。在这种情况下,在交付给消费者之前,灭菌穿过外包装进行,这对于蒸汽灭菌或其他处理是不可能的。

[0140] 另一方面,因为泵单元40仅能使用一次,所以其提供了很大的优点,即在设计中不必重视泵单元40的良好的可清洁性,因为当如预期地使用时不必清洗泵单元40。此外,泵单元40或其组件通常不需要不止一次地消毒。这是很大的优点,特别是对于伽马灭菌来说,由于暴露于伽马辐射会导致塑料降解,使得多次伽马灭菌会使塑料不能使用。

[0141] 由于在高温和/或高(蒸汽)压力下的消毒通常可以丢弃一次性使用部件,因此可以使用较便宜的塑料,例如不能经受高温或不能经受多种高温和压力水平的那些塑料。

[0142] 考虑到所有这些方面,因此优选使用可以被伽马灭菌至少一次的这种塑料用于制造一次性使用设备或一次性使用部件。这些材料在至少40 kGy的剂量下应该是伽马稳定的,以能够进行单次伽马灭菌。此外,在伽马灭菌期间不应产生有毒物质。此外,优选的是,与待混合物质或混合物质接触的所有材料符合USP VI类标准。

[0143] 例如,优选使用以下塑料来制造泵单元40的由塑料制成的部件:聚丙烯(PP)、低密度聚乙烯(LDPE)、超低密度聚乙烯(ULDPE)、乙烯-乙酸乙烯酯(EVA)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯-氟乙烯(PVDF)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)、聚乙酰、聚碳酸酯(PC)。

[0144] 用于制造一次性使用设备70的塑料部件的不太合适或甚至不合适的材料是例如已知的商标名为特氟龙(Teflon)、聚四氟乙烯(PTFE)和全氟烷氧基聚合物(PFA)的材料。在这些材料的情况下,实际上在伽马灭菌期间会存在危险气体(如氟)逸出的风险,其然后可形成有毒或有害的化合物(如氢氟酸(HF))。

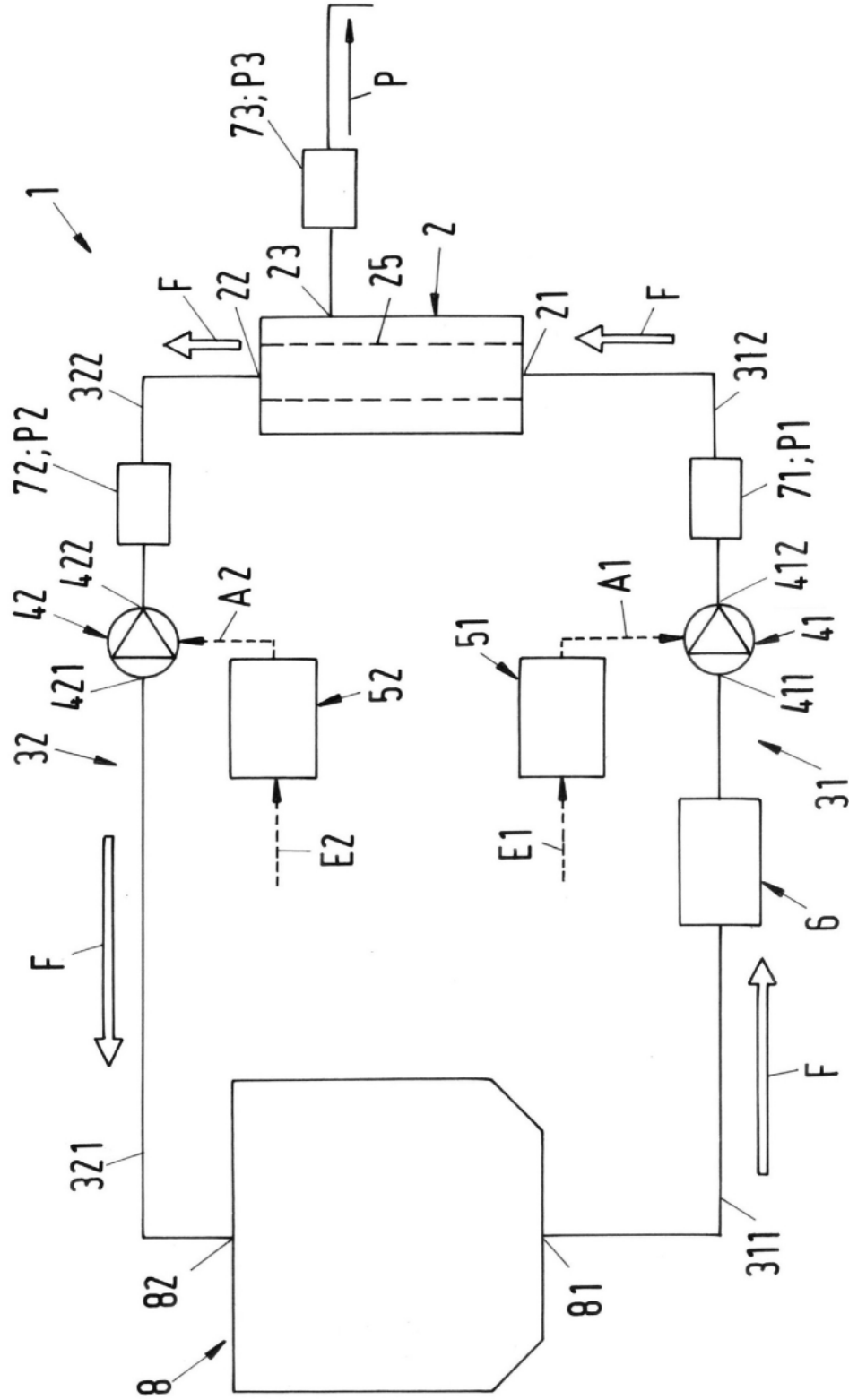


图 1

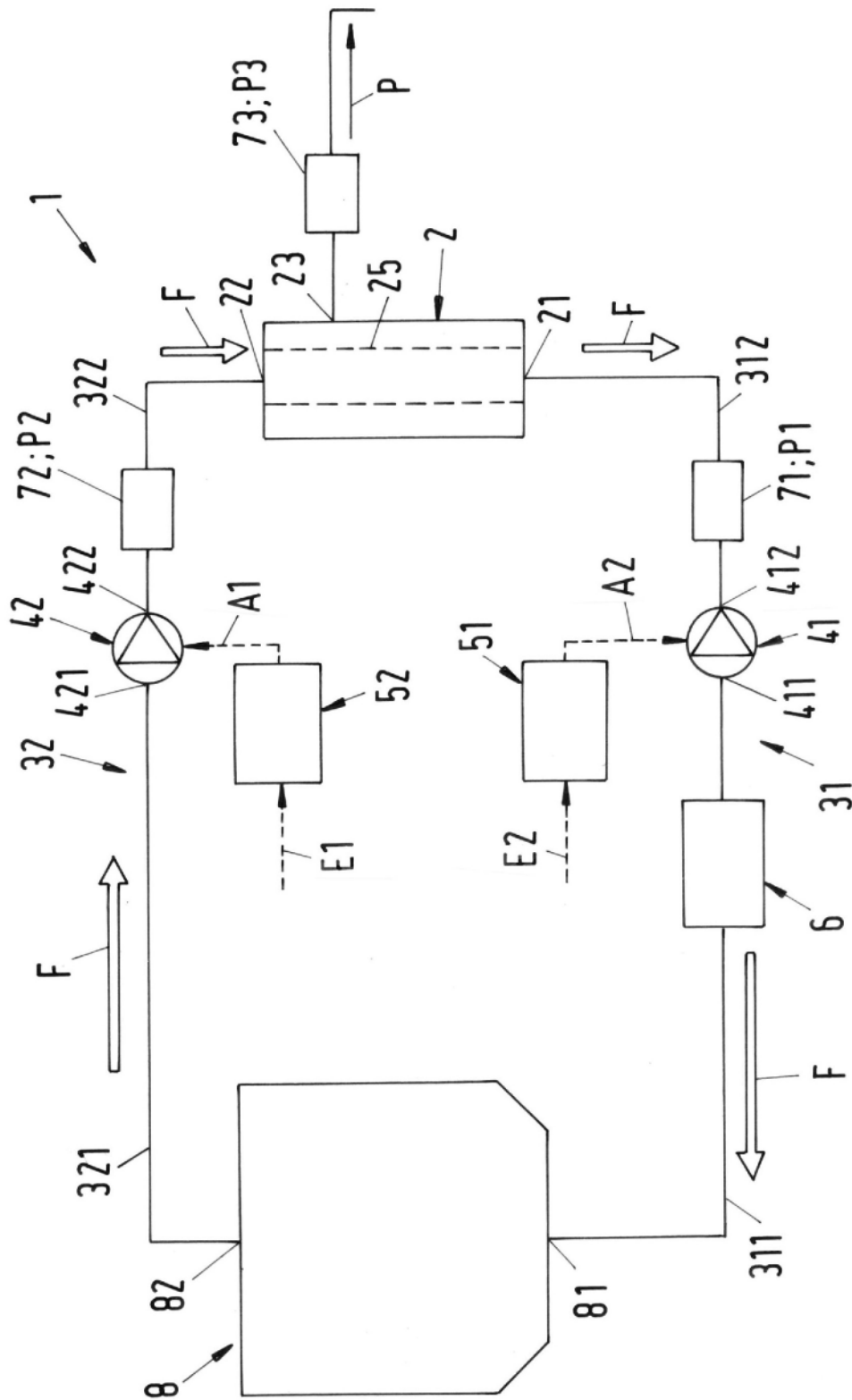


图 2

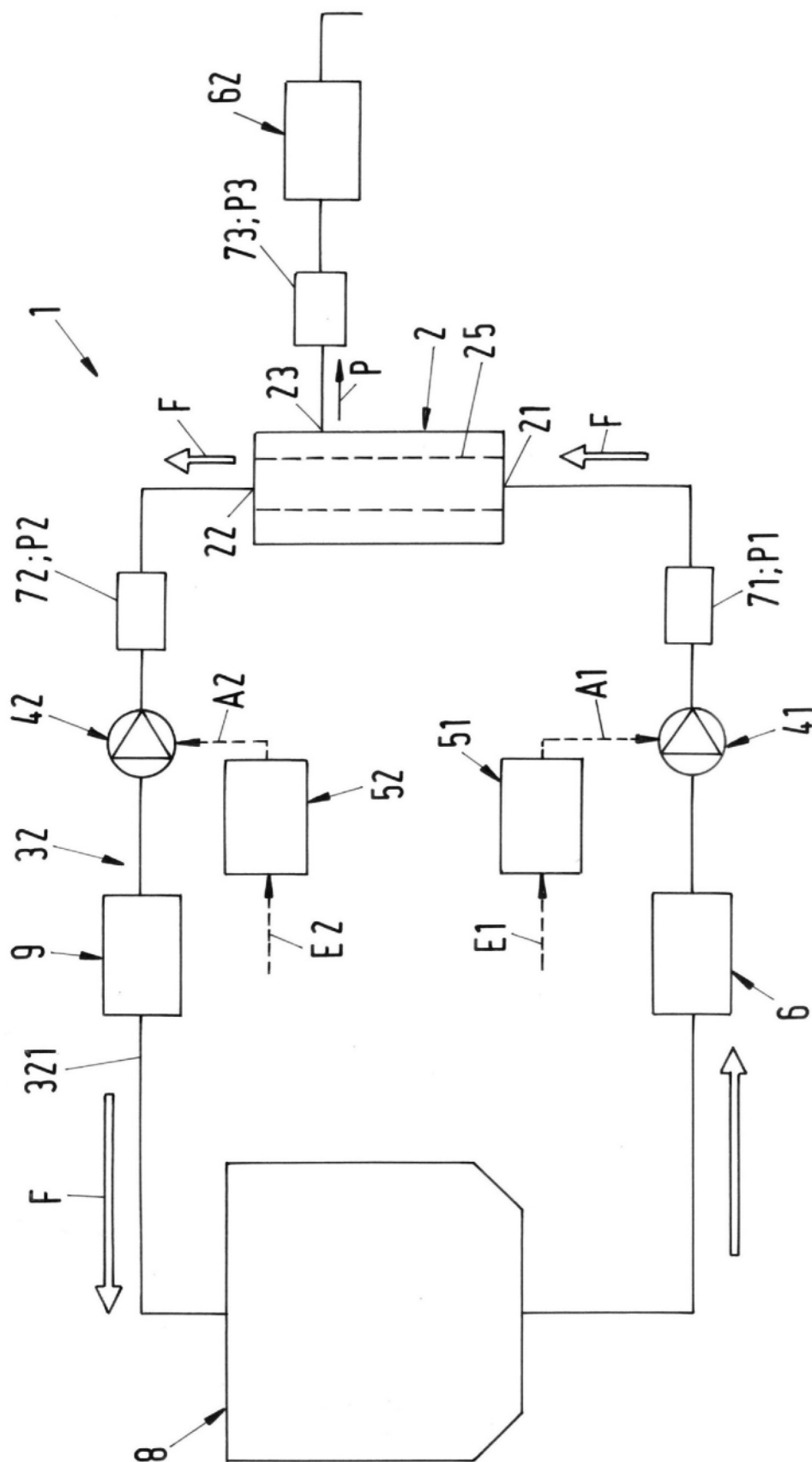


图 3

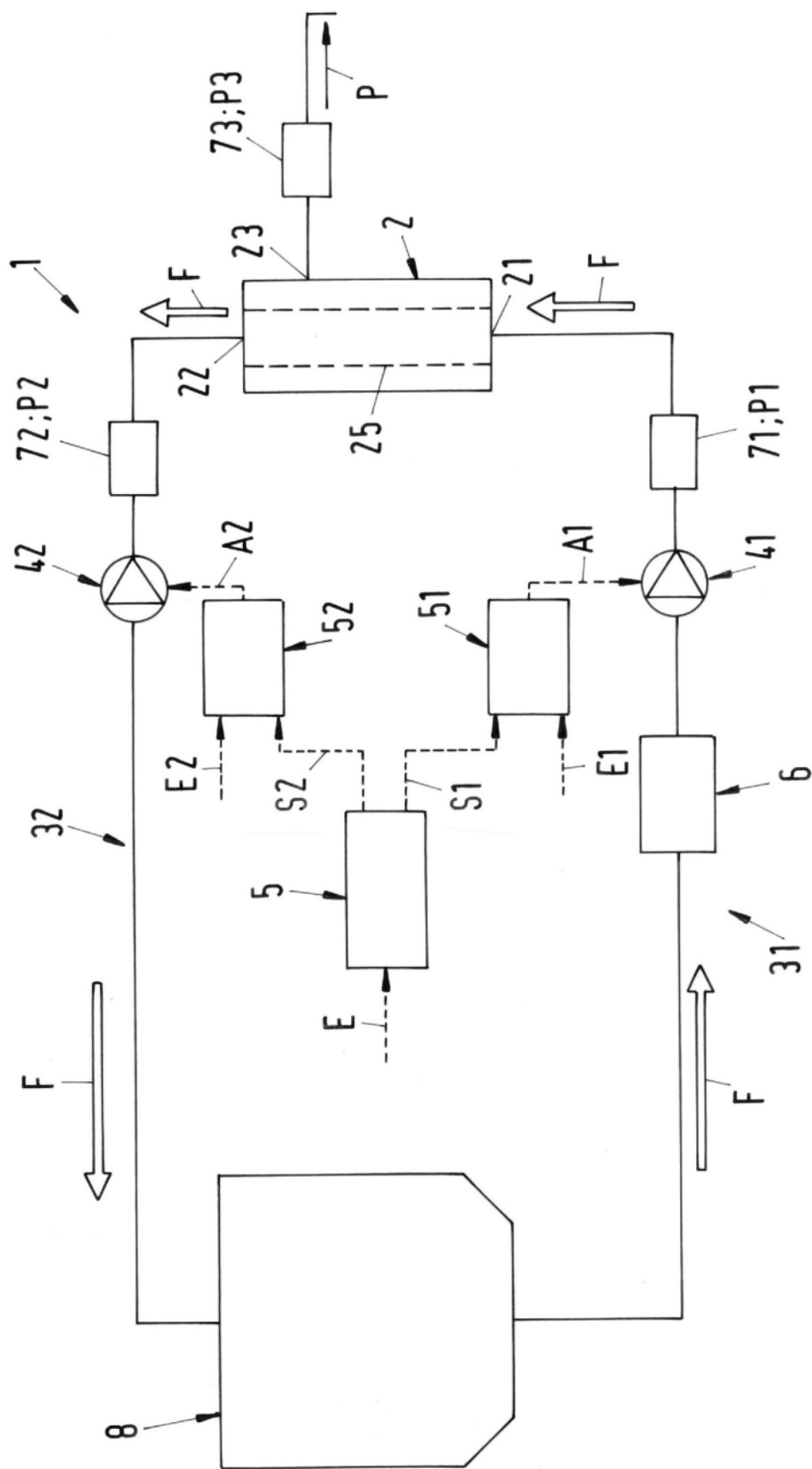


图 4

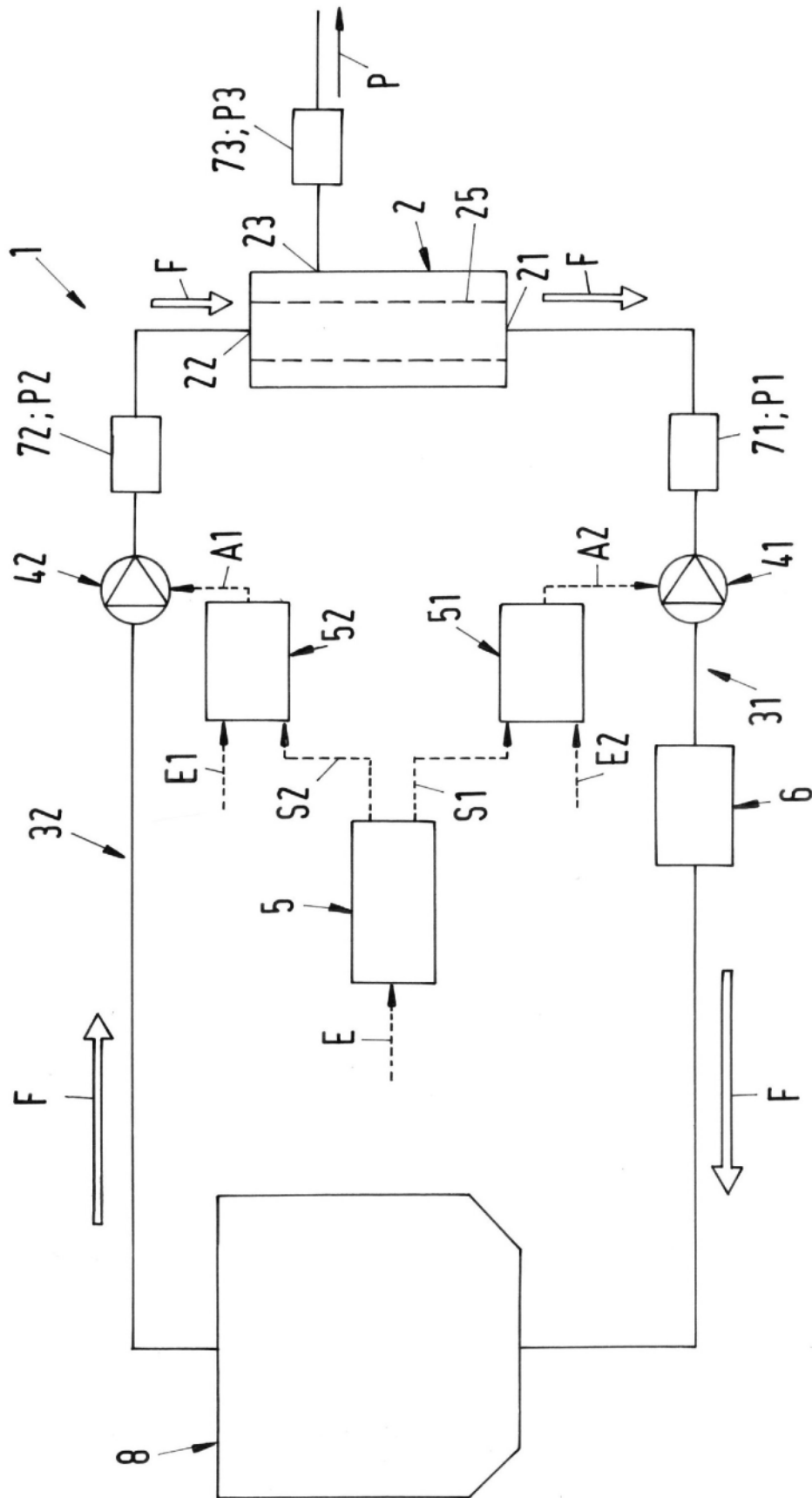


图 5

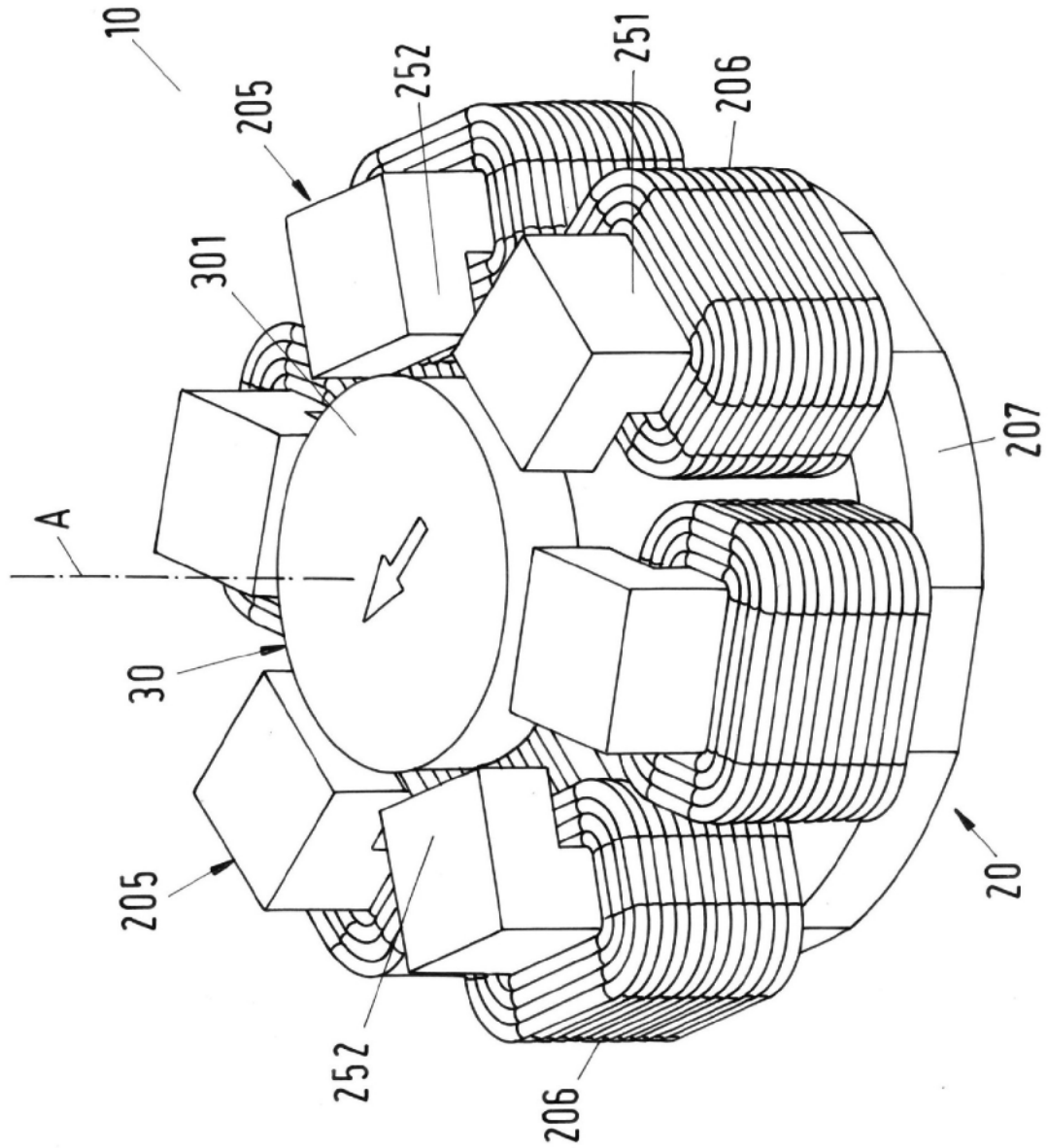


图 6

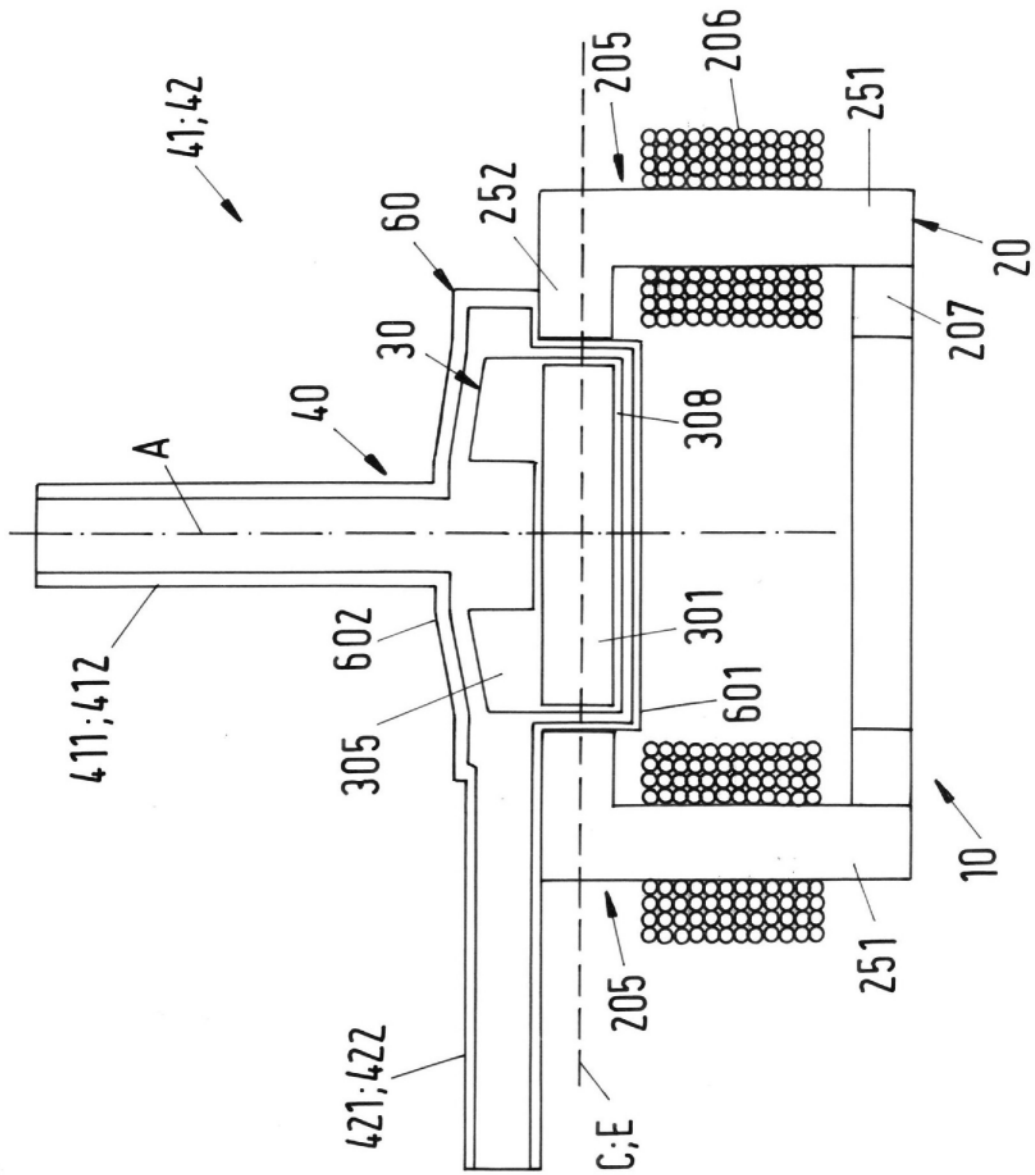


图 7

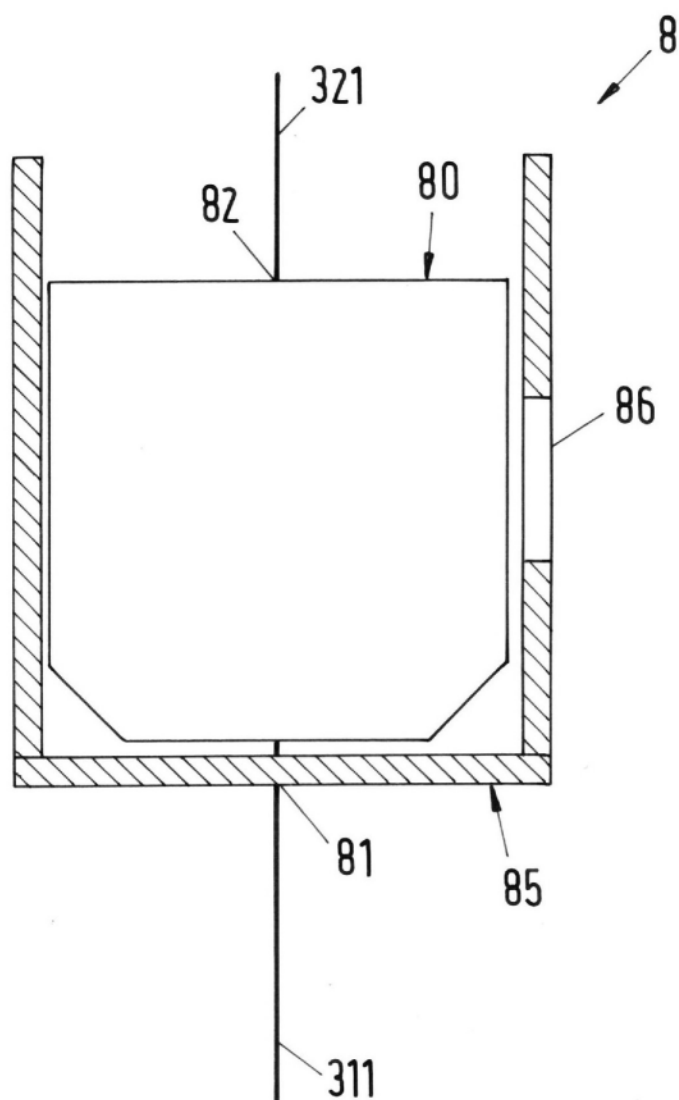


图 8