

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01814395.4

B01D 33/03 (2006.01)

B01D 29/15 (2006.01)

B01D 29/44 (2006.01)

B01D 29/86 (2006.01)

[45] 授权公告日 2006 年 1 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 1238084C

[22] 申请日 2001.6.15 [21] 申请号 01814395.4

[30] 优先权

[32] 2000.6.20 [33] US [31] 09/599082

[86] 国际申请 PCT/US2001/019362 2001.6.15

[87] 国际公布 WO2001/097939 英 2001.12.27

[85] 进入国家阶段日期 2003.2.20

[71] 专利权人 特拉华资本构造公司

地址 美国

[72] 发明人 A·德科克 C·绕

审查员 万雪松

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 崔幼平

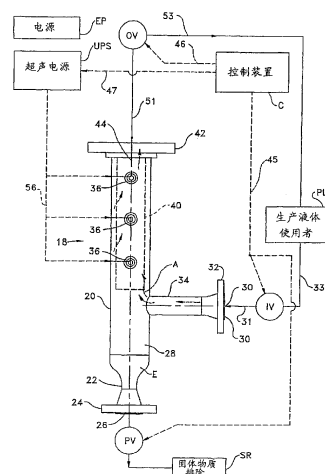
权利要求书 5 页 说明书 15 页 附图 10 页

[54] 发明名称

带预防桥接的超声装置的压力液体过滤单元

[57] 摘要

一种提高要过滤的液体通过压力液体过滤单元连续过滤流动速度的方法和设备, 该液体具有(1)一种载液, (2)聚结固体颗粒, 其倾向于粘结在一起, 以桥接于尺寸大体大于该颗粒的过滤元件缝隙上, (3)要滤出的要过滤的液体中且尺寸大于该过滤元件缝隙的较大杂质元素。一种压力液体过滤单元, 它包括具有一个带缝隙的过滤元件, 该缝隙的尺寸能使该载液和聚结固体颗粒以较低的第一流动速度可靠通过, 但是在相对较高的流动速度下由于该聚结固体颗粒对缝隙的桥接而阻断该聚结固体颗粒通过其中; 以一个超声频率搅动该缝隙附近的该聚结固体颗粒, 且从而使该载液和聚结固体颗粒以该较高的流速通过该缝隙而没有该聚结固体颗粒桥接该缝隙上和将其堵塞。



1. 一种通过压力液体过滤单元 (18、18、18B) 提高要过滤液体的连续过滤流速的方法，要过滤的液体具有 (1) 一种载液，(2) 聚
5 结固体颗粒，其倾向于粘附并桥接于尺寸大体大于所述颗粒的过滤元
件缝隙 (104) 上，(3) 要滤出的所述要过滤的液体中且尺寸大于所
述过滤元件缝隙的大杂质元素，所述方法包括：

提供一种压力液体过滤单元，其具有一个机壳 (20、20A、20B)，
带有入口 (30、30A、30B) 和出口 (44、44A、44B) 且包含一个有缝隙的
10 过滤元件 (40、40A、40B)，给定的所述缝隙的尺寸能使所述载液和聚
结固体颗粒以第一流体流动速度可靠通过，但是在较高的第二流体流
动速度下阻断所述聚结固体颗粒从中通过；

在给所述机壳内的所述要过滤的液体施加超声能的同时，使所述
要过滤的液体在压力下以所述较高的第二流动速度流过所述入口进入
15 所述机壳；

以一个超声频率搅动所述给定缝隙附近的所述聚结固体颗粒，且
从而使一定量的所述载液和聚结固体颗粒以所述较高的第二流动速度
通过所述给定缝隙而没有因所述聚结固体颗粒而阻断通过所述给定缝
隙的流动。

- 20 2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述要过滤的液体
选自以下一组，所述组包括具有粘性或触变或触稠特性的液体、胶体
凝胶、石灰浆液、粘土浆液、矿物浆液、淀粉溶液和粘土涂料。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述生产液体系统
选自以下一组，所述组包括石油钻井系统、石油精炼、喷漆系统、造
25 纸机和纸涂布设备。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，缝隙与颗粒尺寸的比例
大约为 30:1 的比例。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述聚结颗粒宽度
处于 1 至 50 微米的范围。

- 30 6. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，典型的聚结颗粒的
宽度约 1 微米。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述缝隙尺寸约 15

至 100 微米。

8. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述缝隙尺寸约 30 微米。

9. 如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，典型的颗粒尺寸约 15 微米。

10. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述过滤元件在其输入侧具有表面金属丝（103），且在其输出侧由支撑金属丝（101）支撑，所述表面金属丝大体具有等腰三角形的形状，具有面向进入的要过滤的液体并与其接触的底部（110），相邻的表面金属丝间隔一个横截面大体是梯形的缝隙（104），使得所述缝隙沿通过所述过滤元件壁的正常流动路径变宽。

11. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述杂质元素具有约 15 微米的最小宽度。

12. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述超声频率约 15 40kHz。

13. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述超声频率在约 30 至 150 kHz 的范围。

14. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，施加到所述超声换能器上的电功率至少为每立方英尺机壳容积 500 瓦特。

20 15. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，施加到所述超声换能器上的电功率至少为每立方英尺过滤器机壳容积约 1000 瓦特。

16. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述缝隙的尺寸超过 5 微米。

25 17. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述要过滤的液体选自以下一组，包括触稠液体、粘性液体和触变液体。

18. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述过滤元件（40、40A、40B）是（1）缝隙尺寸至少 5 微米的筛网或~~（2）~~。

19. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述过滤元件（40、40A、40B）是缝隙尺寸超过 15 微米的焊接金属丝或网筛（101、103）。

30 20. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述超声频率处于 40 - 70 kHz 的范围，而施加到所述超声换能器的电功率在约每立方英尺过滤器机壳容积 500 至 1000 瓦特的范围。

21. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述要过滤的液体的聚结固体颗粒含量超过 50%，典型的聚结固体颗粒宽度约 1 微米，缝隙与颗粒尺寸的比例大约在 30 比 1，其中所述超声频率是选自约 40 至 70kHz 范围的频率，而施加到所述超声换能器（36、36A、36B）上的电功率是选自每平方英尺过滤器机壳容积 500 至 1000 瓦特的范围。

22. 一种防止桥接且因而防止在液体压力过滤单元（18、18A、18B）中的过滤停止的设备，提供的要过滤的液体具有（1）一种载液，（2）聚结固体颗粒，其倾向于粘结在一起，以堵塞尺寸大体大于所述颗粒的宽度的过滤元件缝隙（104），（3）大的要滤出的所述要过滤的液体中且尺寸大于该过滤元件缝隙的杂质元素，该设备包括：

一个机壳（20、20A、20B），它具有有机壳壁，和通过所述壁敞开的入口（30、30A、30B）和出口（44、44A、44B）；

至少一个过滤元件（40、40A、40B），其固定在所述机壳内，并具有与所述入口连通的入口侧（11），与所述出口连通的出口侧，和一个包括过滤缝隙（104）的过滤壁（101、103）；

至少一个处于与所述机壳内的与液体直接接触的超声换能器（36、36A、36B）；

一个控制装置（C），其与所述入口、出口和换能器可操作地连接，呈控制关系，并具有这样一种状态，其中：

（A）所述入口向所述要过滤的液体源打开，所述液体源具有（1）一种载液，（2）聚结固体颗粒，其倾向于粘结在一起，以堵塞尺寸大体大于所述颗粒的宽度的过滤元件缝隙，（3）要滤出的所述要过滤的液体中且尺寸大于所述过滤元件缝隙和聚结固体颗粒的杂质元素，且所述出口处于可流动通过所述过滤元件的打开状态，所述过滤元件的过滤缝隙大于所述聚结固体颗粒而小于所述杂质元素；和

（B）所述换能器具有耦合到至少所述载液和聚结固体颗粒的超声能输出；

从而避免这种聚结固体颗粒堵塞所述过滤元件缝隙；和

由此使所述聚结固体颗粒比在没有所述超声换能器存在的情况下以较快的速度流过所述过滤元件壁缝隙。

23. 如权利要求 22 所述的设备, 其特征在于, 所述设备包括用于向所述超声换能器 (36A、36B) 供能的超声供电 UPS、机械清理装置 (121、121B), 该装置支撑方式为与所述过滤元件 (40A、40B) 的表面接合, 且具有覆盖所述过滤元件的大部分区域的运动路径, 和包括
5 一个具有供电状态的电源单元 (123), 所述机械清理装置与所述电源呈可操作地连接, 并具有与所述电源单元的供电状态相对应的运动状态, 所述控制装置 (C) 与所述电源单元可操作地相关联, 并具有同时供电和分别与 (1) 所述清理装置, (2) 所述超声电源, 和 (3) 处于所述入口 (30A、30B) 和出口 (44A、44B) 的流体开口阀, 连接
10 为供电关系的输出路径 (140、47A、47B、45A、45B、46A、46B)。

24. 如权利要求 23 所述的设备, 其特征在于, 所述过滤元件 (40B) 具有与所述要过滤的液体相接的内表面 (110), 所述机械清理装置 (121B、151) 具有与所述过滤元件大体共轴的运动路径, 所述过滤元件具有细长的管形状, 所述机械清理装置包括一个与所述过滤元件
15 的内表面呈轴向往复接合的清理件 (121B), 和一个轴向伸长的可往复运动的部件 (122B), 用于固定支撑所述清理件并随其往复运动, 所述超声换能器具有一个输出部分 (151), 其处于所述过滤元件内, 且呈径向间隔的关系布置在所述过滤元件中心轴和内表面之间。

25. 如权利要求 22 所述的设备, 其特征在于, 所述设备包括一个
20 个超声电源, 由所述控制装置控制, 并能够输出在每立方英尺过滤器机壳容积 500 至 1000 瓦特范围的电功率。

26. 如权利要求 25 所述的设备, 其特征在于, 所述超声电源具有在约 40 kHz 至 70 kHz 范围的输出频率。

27. 如权利要求 25 所述的装置, 其特征在于, 所述超声电源具有在约 30 kHz 至 150 kHz 范围的输出频率。
25

28. 如权利要求 22 所述的设备, 其特征在于, 所述超声换能器 (36、36A、36B) 延伸到所述过滤器机壳 (20、20A、20B) 内并延伸到所述过滤元件 (40、40A、40B), 且延伸至少所述过滤元件的大部分长度。

29. 如权利要求 23 所述的设备, 其特征在于, 所述过滤元件 (40、40A、40B) 具有与所述要过滤的液体接合的内表面 (110), 所述机械清理装置 (121、121B) 具有与所述过滤元件大体共轴的运动路径,
30

所述机械清理装置具有一个轴向通孔（150），所述超声换能器（151）松弛地延伸通过所述通孔并具有足够的长度，以占据贯穿所述机械清理装置运动路径的所述通孔。

带预防桥接的超声装置的压力液体过滤单元

技术领域

- 5 本发明总的讲涉及工业液体的高压过滤单元和方法，用于要过滤的液体具有（1）一种载液，（2）聚结固体颗粒，它们趋于粘结在一起，以桥接在尺寸大于这些颗粒的宽度的过滤元件缝隙上，并因此将其堵塞，和（3）较大的要滤出的且尺寸大于这种过滤元件缝隙的杂质元素。

10 背景技术

在现有技术中，超声能已经应用于流体分离场合，但是据本发明人所知，迄今尚未应用于本发明所涉及的领域。

更具体地，现有技术中超声能在流动分离方面的应用包括以下内容。

- 15 为了清洗过滤出的杂质的离子选择薄膜，例如反渗透和电渗析薄膜，而避免使用化学清洁剂，Thompson 的美国专利 4 253 962 是用避免损坏该膜的方式向气穴现象开始出现之处下面以驻波施加超声能。这种膜是没有自支撑的，而是需要有带孔的刚性背底（例如，接下来用刚性穿孔管衬底的网状结构）。

- 20 Sieg 的美国专利 5 298 161、Goyal 的美国专利 5 059 331 和转让予本发明受让人的待批美国专利申请（Attorney Ref: R-P Case 27），现在是美国专利 No. 6251294 公开了一些具有不同过滤和清理过程的过滤系统。在清理循环过程中（不是在过滤循环过程中），施加超声能来代替或补充进行反向清洗，从过滤单元的输入侧去除所滤出的杂质，使过滤单元再生，以进行下一次过滤循环。

- 25 但是，这些超声能在压力液体中的应用均没有涉及本发明上述领域的。

超声能已经被用于搅动开放式筛网，用于例如从干燥谷粒中分离干燥污物。但是，这种应用距本发明的上述领域距离更远。

- 30 还是更具体地回到本发明领域的先有技术，转让予本发明受让人，并在约近四十年间发布的一些美国专利中已经公开和作为权利要求提出了一系列发明。后期的专利适用于本发明的领域，并试图克服

本发明所针对的以下问题。

Petter 等人的美国专利 3 161 159 认识到, 对于液体溶液、悬浊液和具有高固体成分的类似物, 特别是具有某种粘度特性或其它具有高固体成分的特定液体, 例如胶体凝胶、石灰或粘土浆液、淀粉溶液、
5 粘土涂层和其中固体趋于凝结和聚结的类似液体, 过滤出大杂质元素是个难题。

此处为方便起见, 这种难过滤液体在本文中称作复合液体, 可以描述为包括 (1) 一种载液和 (2) 趋于粘结在一起的聚结固体颗粒。这种聚结固体颗粒, 即使在较低的流速下, 也趋于桥接在过滤元件的
10 过滤缝隙上, 而不是随载液通过。

Petter 所公开的对该问题的解决方案涉及在过滤器机壳内过滤元件侧面悬挂一些长的高压空气供气和的排气软管, 且在机壳的底部过滤元件之下从该软管悬接一个套管。该套管包含有与过滤元件和机壳大体同轴的环形通道。一个重球由来自悬挂空气管的空气压力推动,
15 沿着环形通道运动。球在其中的绕轨道运动使套管和下空气软管部分在过滤器机壳之内过滤元件以外的液体空间做相应的环形轨道运动, 从而使机壳内的要过滤的液体运动, 以保持聚结的固体颗粒悬浮在载液中。Reece 的美国专利 3 692 178 公开了一种总体上相同的布置形式。

20 为了尝试改进上述 Petter 和 Reece 的发明, Reece 的美国专利 3 870 640 在悬挂的过滤元件底部固定了一个空气动力球套管, 使供气和排气软管通过敞开的过滤元件顶部 (出口), 向下穿过过滤元件内部, 到达位于过滤元件底部的空气动力球套管, 使过滤元件振动。DeVisser 等人的美国专利 4 642 188 发展了这种方法, 给一组三个并
25 肩布置的过滤元件固定一个空气动力球套管, 以便在一个过滤器机壳内振动更大的过滤区域。

其后, 为了尝试改进上述 DeVisser 的发明, 特别是使过滤元件沿过滤元件长度方向的振动更加均匀, Rishel 等人的美国专利 4 836 922 采用了一个空气动力球套管, 从覆盖在上面的过滤器机壳顶部来
30 悬挂式地支撑过滤元件组的顶部。

其后, Davis 等人的美国专利 5 084 176 重新定向 Rishel 的空气动力球套管, 改变环形运动球的运动平面, 轴向而不是径向振动过滤

元件，用于较 Rishel 专利中液体对聚结颗粒敏感性低的过滤液体。

这样，在大约近四十年，在本发明领域的后续发明已经采用了空气动力球套管搅动装置，首先是直接搅动过滤器机壳中的液体，然后是直接搅动过滤元件的底部，然后是直接搅动一组过滤元件的底部，
5 然后是将一组过滤元件连接到过滤器机壳的顶部，并振动该组过滤元件（开始时横向，后来是轴向）。

尽管许多配备了这种以空气为动力的搅动装置的过滤单元仍在令人满意地服役，但是本发明的受让人已经终止了这种装置的制造（除非为了更换本领域顾客的原有装置），并且已经转向本发明领域的后续发明，即采用机械清理的过滤元件，目前制造和销售的例子是 DCF™
10 系列过滤单元。

更具体地，Davis 的美国专利 5 198 111、Davis 等人的美国专利 5 527 462 和 Vander Ark 的美国专利 5 569 383 全部转让给本发明的受让人，它们均是对于每个机壳要求一个单独的直径较大的过滤元件，其中过滤流的方向是反向的（根据上面讨论的配备了以空气为动力的搅动装置的过滤单元），即，从内侧出来，其中一个机械传动的清理件沿着过滤元件的入口表面缓慢而连续地运动，并机械地将桥接的聚结固体颗粒从过滤元件缝隙刮扫回到要过滤的液体的悬浮物质内。
15

因此，为了试图克服本发明技术领域持续已久的问题，由本发明受让人开发的本技术的近期发展已经取消了振动装置，倾向于上述配备了刮扫装置的过滤单元。
20

这种配备了刮扫装置的过滤单元已经在许多的过滤应用领域成功工业化应用，包括在本发明的领域，只是对于其中包括特别的聚集在一起的聚结固体颗粒的复合液体，以及过滤元件在过滤流动速度低于工业允许值时堵塞的情况下有某些例外。
25

因此，本发明的任务和目的包括提供一些方法和设备，用于防止桥接，并因此使过滤流动连续通过液体压力过滤单元，并且提高流动速度，接近或超过工业允许水平，这类要过滤的液体具有（1）一种载液，（2）聚结的固体颗粒，它们趋于粘结在一起桥接在尺寸大于上述颗粒的宽度的过滤元件缝隙上，并将其堵塞，和（3）需要从上述要过滤的液体中滤除的较大的且尺寸大于上述过滤元件缝隙的杂
30

质元素。

本发明的其它对象和目的对于熟知这类设备和方法的人士在阅读所附说明书和附图后将是明显的。

发明内容

5 本发明包括提高通过要过滤的液体的压力液体过滤单元的连续过滤流动速度的方法和设备，这种液体具有（1）某种载液，（2）聚结固体颗粒，它们趋于粘附和桥接在尺寸实际大于上述颗粒的过滤元件缝隙上，和（3）上述要过滤的液体中要过滤出的较大的且尺寸大于上述过滤元件缝隙的杂质元素，其包括：

10 提供一个压力液体过滤单元，其具有一个带有入口和出口的机壳，并包含有一个具有给定缝隙的过滤元件，给定缝隙的尺寸能使载液和聚结固体颗粒在较低的第一液体流速下可靠通过，但是在较高的液体流速下由于聚结固体颗粒桥接在上述缝隙上而阻止聚结固体颗粒通过其中；

15 使处在压力下的要过滤的液体以较高流速通过入口流入机壳的同时，给机壳内的要过滤的液体施加超声能；

以一超声频率搅动上述缝隙附近的聚结固体颗粒，从而使载液和聚结固体颗粒以较高的流速通过该缝隙而不出现聚结固体颗粒桥接在该缝隙上和堵塞该缝隙。

20 附图说明

图 1 是采用本发明过滤单元的前视图；

图 2 是图 1 所示过滤单元的局部剖开侧视图，在换能器套管中心横截面处剖开，以示出该换能器；

图 3 是图 1 所示过滤单元的底视图；

25 图 4 是图 1 所示安装超声换能器的过滤器机壳的局部视图；

图 5 是图 1-14 所示超声换能器的零件分解图；

图 6 是图 1 所示过滤元件的示意性的局部放大透视图；

图 7 是大体自图 6 中 VII-VII 线所截取的截面图；

图 8 是图 7 的局部放大图，示意性地表示载液和聚结固体颗粒在
30 较低流速下流动通过过滤元件缝隙；

图 9 类似于图 8，但是示意性地表示位于缝隙的入口侧附近的所要滤出的杂质元素；

图 10 类似于图 8，但是示意性地表示以较快的速度供给到过滤元件的入口侧的要过滤的液体，其中聚结颗粒已经凝聚在过滤元件缝隙处，并已经桥接在该缝隙上和堵塞该缝隙；

图 11 类似于图 10，但是其中施加到在过滤器的入口侧的要过滤的液体上的超声能使载液和聚结颗粒能够以较快的速度流动通过该过滤元件缝隙，而不桥接在该缝隙上或堵塞该缝隙；

图 12A 和 12B 示意性地表示载液中一小团相邻的聚结固体颗粒，该团颗粒（1）是静止的，（2）在该颗粒团的中心，由于超声而在载液内产生的空腔气泡形成和开始内爆，从而使这种颗粒加速；

图 13A 和 13B 示意性地表示载液中大团聚结固体颗粒内，在时间上连续发生的空腔气泡内爆；

图 14 是图 1 改进后的局部图，示意性示出了过滤单元的替代实施例，具有一个如上述参考的 Davis 等人的美国专利 5 527 462 的压力液体致动型的刮扫清洁件，并且采用了本发明；

图 15 类似于图 14，但是进行了改进，替换为另一种一直延伸到过滤元件的超声换能器。

具体实施方式

实施本发明的压力液体过滤单元 18（图 1），包括一个细长的大体圆柱形的过滤器机壳 20，它分别具有入口 30 和出口 44。

例如在图 1 中所示机壳 20 的中间部分处的入口 30 适用于接纳要过滤的液体。此处的入口 30 由带有传统的突缘 32 的短管 34 构成。入口 30 可通过突缘 32、传统的管线 31、正常情况下打开的传统阀门 IV 和管线 33 方便地连接到在压力下输出要过滤的液体的传统工业生产液体使用装置 PLU 的出口。

此处过滤后的复合液体的出口 44（图 1）由例如位于过滤器机壳 20 的顶部的出口突缘 42 构成。出口 44 可用传统方式通过突缘 42、传统的管线 51、正常情况下打开的出口阀门 OV 和另一传统管线 51 连接到生产液体使用者 PLU 的过滤复合液体入口。

在图 1 中至少示意性地用虚线示出了一个传统的过滤元件，其固定在过滤器机壳 20 内。典型的过滤元件 40 形成一个细长的管状帽形式，至少其周壁用任何一种传统的刚性的多孔的过滤材料构成。

该刚性多孔过滤材料可以是任何传统类型的，包括织造丝网和焊

接的金属丝格栅。图 6 和图 7 中示出了后者的局部图，其中例如过滤元件 40 的内部环形延伸的支撑金属丝 101 轴向上间隔开，并且一般通过在附图标记 102 处的焊接，刚性支撑沿轴向延伸并由过滤缝隙 104 间隔开的过滤元件 40 的外金属丝 103。在此作为示例示出的传统焊接金属丝网过滤元件 40 中，轴向金属丝 103 具有三角形的截面（图 7），最好是等腰三角形截面，其底部构成其面向要过滤的液体的外表面 110。相邻轴向金属丝 103 的相对的成锐角的边 111 界定过滤缝隙 104。在图 7 中，箭头 A 表示通过过滤元件 40 的壁 101、103 的液体流动方向。

10 正如图 1 中用虚线箭头 A 所表示的，此处所示的过滤元件 40 在其外表面自过滤器机壳 20 内的周围区域 116（图 2）接受由入口 30 供入的要过滤的液体，并且具有通向出口 44 的顶部开口，用以输出过滤后的复合液体。

过滤器机壳 20（图 1）还包括一个杂质存储部分 22，其中收集由过滤元件 40 从要过滤的液体中移出的杂质元素。在所示的实施例中，该存储部分 22 处在过滤器机壳 20 的底部，远在入口 30 之下，以接收滤出的杂质元素（其收集物示意性地以附图标记 28 表示），它比过滤器机壳 20 内的液体重，因此沉在液体下。对于比液体轻的杂质元素，图 1 的结构可以倒置。存储部分 22 具有一个清除口 26，用于从过滤器机壳 20 中排除杂质元素。此处的清除口是通过固定到机壳 20 上的突缘 24 敞开的，并通过正常情况下关闭的清除阀 PV 连接到传统的杂质元素排除系统 SR。清除阀 PV 可以不时打开，以自过滤器机壳 20 中排除杂质元素收集物 28。

25 正常状态下（即过滤过程中），入口和出口阀门 IV 和 OV 是打开的，而清除阀 PV 是关闭的。

至少一个传统的超声换能器 36（图 1）相对于机壳 20 固定，以便给过滤器机壳 20 内的液体施加超声能。可以连接一个传统的超声电源 UPS，以自传统的电源 EP（例如一个 120V 交流市电）接收电源，并产生超声频率的电源。在由这样的超声频率电源施加电压时，换能器 36 在过滤器机壳 20 内的要过滤的液体中产生对应的超声频率的机械振动。

超声电源 UPS 和超声换能器 36 可以是多种类型中的任意一种。

特别是，超声换能器 36 可以是传统的磁致伸缩型或其它类型，但是在所示的优选实施例中，是压电式换能器。例如，一个根据本发明构成的过滤器 18，采用伊利诺斯 Ultrasonic Power Co. UPC of Freeport 的超声电源，型号 M 5300 SW 和换能器，产品编号 51-01-023-3。

5 用虚线 56 示意性地表示的导体线对（图 1），自超声电源 UPS 向超声换能器 36 提供超声频率的电源。机壳 20 上最好安装多个换能器。在图 1 和图 2 所示的单元中，沿机壳 20 的一侧，三个换能器 36 轴向隔开布置，且沿机壳 20 的另一侧，三个对应的换能器 36 相应地隔开布置。换能器 36 的数目和位置可以根据需要改变。

10 图 4 和图 5 就优选换能器 36 进行详细说明，如下所述。

更具体地，换能器 36 包括一个螺钉 64 和一个螺钉头，螺钉螺纹连接在表面安装凸台 80 的外表面 82 上的中心抽头孔内，而螺钉头将轴向叠置的环形件 60、74、66、72、62 和 65 压靠在凸台 80 上，如下所述。以导电的方式与凸台表面 82 邻接的是一个环形导电接线板 15 60，其通过导体 68 电连接到超声电源 UPS（图 1）的输出的接地侧（图 5）。与板 60 邻接的是一个环形压电盘 74。邻接压电盘 74 的是一第二环形导电接线板 66，其通过导体 70（图 5）电连接到超声电源 UPS（图 1）输出的另一侧。导体 68 和 70 彼此相互绝缘并共同构成导线对，在图 1 中以虚线 56 示意性地表示。压电盘 74 和外接线板 66 的 20 中心孔 75 和 67 的直径大于螺钉 64 的直径，以防止螺钉 64 与压电盘 74 和接线板 66 电接触。邻接接线板 66 的是一个环形陶瓷绝缘子 72。邻接绝缘子 72 的是用垫圈 65 支撑的粗大环形承托金属块 62，接下来为螺钉 64 的头部所支撑。拧紧螺钉 64，将垫圈 65、承托金属块 62、陶瓷绝缘子 72、板 66、压电盘 74 和板 66 牢固地压靠在表面安装凸 25 台 80 上，从而形成构成换能器 36 的刚性组件。

安装凸台 80（图 5）固定在过滤器机壳 20 上。在图 4 的实施例中，该安装凸台 80 具有环形横截面，并且卡接配合在过滤器机壳 20 周壁上的孔内。安装凸台 80 的外周向表面 83 最好通过焊接密封固定在过滤器机壳 20 上。为此，该凸台 80 最好用与过滤器 20 相同的材料制成，例如不锈钢。 30

相对过滤器机壳 40 安装换能器 36 的其它布置形式尽管不是最佳的，但也是可行的。例如，在上述授予本发明的受让人的未决申请（代

理参考号：R-P Case 27），现在是美国专利 No.6251294 中公开了两个，分别示于图 4 和图 6。

操作

生产液体使用者 PLU（图 1）可以是任何种类的装置和/或任何形式的工业过程，例如，喷漆系统，如汽车制造厂的喷漆房、石油钻探系统、油品精炼、造纸和涂布设施等，它们要求输入和采用任何一种具有（1）某种载液和（2）聚结固体颗粒的复合液体。在生产液体使用者 PLU 中，该复合液体一般含有随后需要滤除的大杂质元素，过滤后的复合液体可以返回到生产液体使用者 PLU 以在其中再次使用。这种复合液体的例子在上述关于 Petter 等人的美国专利 3 161 159 中有所讨论，在此无需重复。

上述特定类型的复合液体可以称为触稠体。触稠材料受到剪力时会增稠。触稠材料包括载液中的聚结固体颗粒在该材料受到足够大的剪力时趋于粘结在一起的复合液体。这种颗粒可以通过不同的粘结方式粘结在一起（例如机械互锁、表面粘结、静电吸引、磁力吸引等）。材料触稠的程度随成分和存在的颗粒粘结效应而变化。

例如，一种触稠材料是煅烧粘土浆液，其包括载液（水）和聚结固体颗粒（表面带有凸起，当粘土浆液受到足够大的剪力时，趋于与邻接颗粒的相应凸起互相楔接或机械锁合的粘土颗粒）。这种浆液在接近和通过过滤元件的缝隙时受到剪力。这种剪力随浆液通过过滤元件缝隙流速的提高而增大。在给定的流速以上，粘土颗粒在过滤元件的入口处的剪力区粘结在一起，并大体上即刻以粘土颗粒生长结块的形式桥接在该缝隙上，堵塞该缝隙，使后续的粘土颗粒不能流过。但是，载液（水）可以通过桥接的颗粒结块连续流动一段时间，并在其上沉积更多的颗粒，从而使桥接结块增厚。这从离开过滤元件的液体中剥去粘土颗粒。这使用于生产液体使用者 PLU 的预计用途的浆液恶化，预计用途需要浆液具有给定的浆液颗粒浓度，并且不能以低掺水浆液或仅仅是水进行操作。

尽管用平面图很难真实地表示上述效果，但是图 8 和图 10 试图这样做。图 8 和 10 各自示意性地表示在短暂但是不连续的时间周期内占据一个导入过滤元件缝隙 104 的区的聚结固体颗粒 P 的数目。

图 8 示出相对少的颗粒 P，并由此示意性地表示以低的载液流速通过过滤单元。

另一方面，图 10 示出了多得多的颗粒 P，且示意性地表示试图以

高得多的载液流速通过该过滤单元。图 10 还示出, 由于流速较高, 所以复合液体上的剪力增大, 聚结固体颗粒在缝隙 104 入口的最大剪力区粘结在一起的趋势增加, 而且靠近缝隙 104 入口的复合液体部分的增稠加强, 从而形成桥接 B, 堵塞缝隙 104, 使后续颗粒不能从中
5 流过。在图 10 中, 颗粒桥接 B 可以理解为包括虚线所界定且包括剖面线 H 的区域。

这样, 过滤这种一般类型复合液体的一个难题是, 即使如上述结合图 8 所述的适当过滤可以实现, 但是通过过滤单元的流速却比工业应用可以接受的流速低得多 (例如低一个数量级或更多)。

10 复合液体这种在低流速下能适当过滤, 而在较高的尝试流速下堵塞过滤元件缝隙的能力, 可以粗略地模拟为电影结束后观众缓慢但连续地走出电影院门口, 和在影院失火出现恐慌时观众冲出挤在门口的两种不同情况。为了进一步模拟, 假设从影院内部到外部有一个空气压力降, 无论观众自出口缓慢而自由地走出还是拥挤住, 空气将连续
15 流动通过门口。

申请人发现, 在由于这种复合液体造成的过滤元件缝隙 104 的这种颗粒桥接中, 固体颗粒在载液中的比例变得比聚结固体颗粒的粘团结块放出的少得多, 且远低于通过过滤单元 20 的尝试流速。

图 9 以类似于图 8 的正常过滤方式示意性地示出了在过滤元件缝隙 104 处被滤除的杂质元素 E, 而同时聚结固体颗粒 P, 连同其载液, 通过过滤元件的缝隙 104。因此图 9 表示要过滤的液体需要的过滤状态。
20

尽管以上本发明的受让人讨论了在工业速度下帮助这些难过滤复合液体过滤的设备和方法的开发过程, 从液体的空气动力振动搅动, 进展到固定到过滤元件上的空气动力振动装置, 最后到目前工业应用的, 沿过滤元件的入口表面缓慢但连续运动的刮扫清理装置, 但是申请人发现, 即使采用这些最新的进展, 在流速提高到接近工业允许速度之前 (在某些情况下甚至在工业允许速度的一个数量级以下), 较多的难过滤复合液体的聚结团块可以直接堵塞过滤元件, 并开始使复合液体恶化。令人惊奇的是, 申请人发现, 通过采用本发明的方法和设备, 即使是诸如这些非常难于过滤的复合液体, 流速不仅能够保持, 而且可以提高, 在某些情况下提高一个数量级或更多。
25
30

通过将本发明的设备组装和连接到生产液体使用者 PLU，如图 1 所示，启动超声电源 UPS，随后打开入口和出口阀门 IV 和 OV，要过滤的液体开始在压力下流动，从生产液体使用者 PLU 进入过滤单元 20。过滤后的复合液体流出过滤单元出口 44，供生产液体用户 PLU 再次使用。

超声换能器 36 由电源 UPS 以较高的功率水平提供能量，足以产生气穴现象（形成蒸气泡并爆裂），如图 12A 和图 12B 中示意性地表示的。在图 13A 和图 13B 中用符号 * 表示的爆裂，表示随机发生在过滤元件附近液体中给定的微观空间内。这些爆裂释放了大量过滤元件 40 周围附近颗粒 P 的聚结动能，干扰颗粒 P 桥接在缝隙 104 上，如图 11 示意性地所示。

要终止过滤过程，则在超声电源 UPS 停止供电的基础上，关闭入口和出口阀门 IV 和 OV。例如，通过打开通向固体颗粒排除装置 SR 的阀门 PV，清除过滤器机壳 20 中的杂质元素 E 的收集物 28，可能需要象这样停止运转。

改进

图 14 类似于图 1，只是代之以转让予本发明受让人的，前面参考的 Davis 等人的美国专利 5 527 462 中所示的压力液体致动型的机械刮扫装置清理的过滤单元 18A（图 14）。简而言之，过滤单元 18A 包括一个机壳 20A，其具有如图 1 所示连接的入口 30A 和出口 44A，即通过相应的，在正常情况下打开的阀门 IV 和 OV 连接到生产液体使用者 PLU。处于过滤器机壳 20A 的底部的清除口 26A 正常情况下是如图 1 所示借助清除阀 PV 关闭的。过滤器机壳 20A 包括一个共轴的管状过滤元件 40A，在其顶部与入口 30A 连通，而在其底部与排污口 26A 连通。过滤元件 40A 由与出口 44A 连通的环形过滤的液体区 116A 所围绕。过滤元件 40A 的内部构成要过滤的液体区。一个一般为曲棍球状的刮扫清理件 121 紧密但可滑动地与过滤元件 40A 的内表面接合，且在过滤元件 40A 内沿箭头 R 所示方向共轴地被往复驱动，该运动可借助任何方便适用的装置，例如固定在过滤器机壳 20A 顶部的液压缸 123 的活塞杆 122，使得刮扫清理件 121 在过滤元件 40A 的长度方向上下往复运动，用于将滤出的材料从内部、过滤元件 40A 的入口面刮扫出去。清理件 121 具有轴向通孔（未示出），使要过滤的液体能自由地自其

自其中轴向通过。

如示意性示于图 14 的，在机壳 20A 上添加超声换能器 36A，它大体以前面根据图 1~13 所公开的方式，连接到一个超声电源 UPS。

在图 14 中，如虚线 140 示意性地所示，为了控制液压缸 123，还
5 连接到控制装置 C，从而同时进行（1）使清理件 121 往复运动，（2）给超声电源 UPS 供电，（3）保持入口和出口阀 IV 和 OV 打开，和（4）保持清除阀 PV 在过滤过程中关闭。

例子

在本例中，一种呈煅烧粘土浆液形式的要过滤的液体，其具有（1）
10 一种载液（水），（2）小于过滤元件缝隙的聚结固体颗粒（上述类型的煅烧粘土浆液），和（3）大于过滤元件缝隙的杂质元素，在压力下自电源 UPS 供给到图 14 所示类型的过滤单元 18A 的入口 30A，超声换能器 36A 不通电，但是刮扫清理件处于正常操作，沿过滤元件的入口侧前后移动。要过滤的液体的流动速度开始时大体为零，而后逐渐增加。当流动速度达到约 2 加仑/分钟时，复合液体输出流（煅烧
15 粘土浆液）停止。换言之，过滤器的可用的输出停止。这表明过滤元件缝隙由于聚结固体颗粒（煅烧粘土颗粒）的桥接而堵塞。而后，来自出口 44A 的任何后续流动仅仅是其聚结固体颗粒（煅烧粘土颗粒）被大量剥去后的载液（水），造成生产液体（复合液体或煅烧粘土浆液）在过滤单元内的破坏。
20

尽管自过滤单元出口 44A 的流动完全终止可立即或很快使生产液体使用者 PLU 停止运转，但是除非很快探测到，否则过滤单元输出一些除所需生产液体以外的液体（例如，水而非所需的浆液），将对生产液体使用者 PLU 的工艺或产品造成损害。

25 上面所讨论的由本发明受让人销售的过滤单元 DCF 线（示意性地示例于图 14）已经在连续过滤许多复合液体（例如各种类型的载液和聚结固体颗粒）时成功应用。但是，在此例中，要过滤的煅烧粘土浆液是特别难于过滤的一种复合液体。

而后，采用在过滤元件 40A 内侧注满要过滤的液体的过滤单元
30 18A，且过滤元件的内壁被桥接的聚结固体颗粒所堵塞，过滤元件外侧的过滤器机壳内注满剥离或部分剥离的载液（基本是水），启动超声电源 UPS，接下来给超声换能器 36A 供电。几分钟后，过滤元件缝

隙处的桥接形成便消失，刮扫清理件 121 连续轴向运动去除残留的桥接。过滤的复合液体（煅烧粘土浆液）的正常输出随后恢复。

而后，随着给超声换能器 36A 连续供电，通过过滤单元的流速逐渐而且显著地提高，实际上提高一个数量级或更多，达到在 20 - 30
5 加仑/分钟的稳定流动速度，而不损坏自出口 44A 流出的复合液体（煅烧粘土浆液）。

在本例中，换能器 36A 以约 40kHz 的单一频率供电。后来，其它试验采用了其它的单一频率值，包括 70kHz，取得成功。申请人发现，在 40 kHz 和 70 kHz 单一频率下致动，两者没有明显区别。尽管频率
10 可以根据要过滤的液体的粘度变化，但预计该频率应处于 30 至 150 kHz 的范围。

在本例中，超声频率保持在单一稳定的频率水平。但是，一般认为在所选的频率间连续变化（颤音）或前后转换（例如基础频率及其次谐振或谐振频率），可能是有用的。

15 在本例中，过滤元件有效面积约 264 平方英寸，过滤机壳容积约 0.65 立方英尺。

在本例中，超声电源在相对较高的输出功率下操作，即每立方英尺过滤器机壳内容积约 500 瓦特，以在过滤元件缝隙 104 的区域给过滤单元内的液体提供强有力的超声搅动，以防止因聚结颗粒所造成的
20 桥接，及可能存在的恶化。但是，一般认为功率水平至少在每立方英尺 500 至 1000 瓦特的范围。这样高的功率水平看起来对相对持久的金属过滤元件 40B 没有损害。

要过滤的液体中的空气泡或挥发物质或聚结固体颗粒或具有柔软/海绵特性的杂质元素，可倾向于吸收一些所施加的，需要气穴现象
25 的（形成蒸气泡并爆裂）和由此造成的聚结固体颗粒搅动所需的超声能。传统的超声清理槽包含有固定数量的液体，利用它超声能可在收到所要清理的工件前及时消除空气泡或挥发物质，而在压力液体过滤中要过滤的液体连续流动，有很少或根本没有时间施加超声能，在要过滤的液体到达过滤元件前消除空气泡或挥发物质。申请人发现，给
30 过滤器机壳内的液体施加非常高的超声功率（例如每立方英尺过滤器机壳容积 500 - 1000 瓦特）可以超出给定液体能量吸收特性功率以上，从而提供足够的气穴现象，进而促进蒸气泡形成和爆裂，且进而加强

颗粒搅动，从而避免聚结固体颗粒桥接在过滤元件缝隙上，且从而能适当地连续过滤在此所讨论的这类难于过滤的要过滤的液体。

为了使电能转换为过滤元件附近要过滤的液体的超声搅动的效率最大化，最好使超声电源的输出功率与换能器 36A 的基础谐振频率匹配。具有可选择的不同频率的超声电源是现成的。它便于通过改变大块环形背底金属块 95 的重量来改变换能器 36A 的谐振频率，其中增加金属块重量降低谐振频率，或者相反。

在本例中，过滤元件缝隙宽度约为 30 微米，颗粒尺寸约 1 微米，而杂质元素的尺寸超过缝隙的宽度。但是，申请人考虑采用本发明带有刚性过滤元件的方法和设备，缝隙范围提高约 15 微米（楔丝和筛网过滤元件）或 5 微米（网状过滤元件），缝隙宽度大于聚结固体颗粒宽度，但小于所要滤出的杂质元素。

采用本发明过滤后的复合液体的固体含量可以在前面讨论先有专利中提到的 70% 固体含量之上或之下。但是申请人发现，决定桥接趋势的不是固体的比例，而是颗粒的特性。然而复合液体必须是可以泵抽或可流动的。

本文所述的用于过滤所述难滤液体（例如触稠或挥发或触变液体）的超声方法和设备较前面讨论的现有 Petter、Reece、DeVisser, Rishel 和 Davis 176 专利的空气动力振动装置，提供了显著和令人惊奇的优点。

例如，空气动力振动装置只能给过滤单元施加较低的能量输出，这是因为例如所能获得的使球在其轨道内运动的空气压力和流速的限制，相对较低的音频振动（例如 500 Hz 振动，即比本发明的振动频率低的两个数量级）的限制，和相对较低的运动幅度的限制（例如，过滤器机壳内的空间限制，如前面讨论的 Petter 专利，或/和过滤元件必要的刚度，或其在过滤器机壳内安装的限制，如 Reece、DeVisser、Rishel 和 Davis '176 专利中所讨论的）。

再进一步，因为空气动力振动装置笨重，在给定的过滤单元内仅有能容下安装一个的空间，所以这种空气动力振动装置向过滤单元的能量输出，趋于局部化且难于均匀施加到整个过滤元件区域的液体上。

再进一步，因为环绕的球及其轨道间的磨擦，在提供动力的空气

流中混合有污物，所以这种空气动力振动装置遭受机械磨损，限制了振动装置的寿命，且可能需要不时更换。

再进一步，这种空气动力振动装置中的机械磨损趋于使整个时间上的能量输出降低，例如，逐渐降低振动频率和/或振幅，而且这种降低是不能可靠预测的，因此无法可靠补偿。

再进一步，因为将电功率通过马达运动、压缩空气输出、空气输送软管输出，以及球在振动装置套管内的运动转换为过滤元件和/或过滤单元内液体的搅动，需要多个步骤，每个步骤均会导致额外的设备成本和能量损失，所以特别是与电动机相比，空气动力每单位功率非常昂贵。

相反，在本发明中，功率输出可以更高（如上所述，例如，每立方英尺过滤器机壳容积 500 至 1000 瓦特），频率大约高两个数量级，超声换能器 36A 在过滤器机壳内需要很少或不需要空间，每个过滤单元内可采用更多的振动源（换能器），超声换能器的数目和间隔可以较容易地改变（周向和轴向），整个过滤区上的能量分布非常均匀，振动源的机械磨损或寿命限制可基本消除，振动源的性能长期保持大体恒定，施加到过滤器机壳内液体上的单位功率成本较低。

尽管上述讨论的例子是将本发明应用于内至外过滤流，且在图 14 中用机械方法清理过滤单元，然而本发明也适用于外至内流动和/或非机械清理的过滤单元，例如图 1 和 2。

进一步的变化也有所考虑。

例如，图 1 和 2 中传统的单一过滤元件可以由一组过滤元件代替，例如前面讨论的 DeVisser 和 Davis '176 专利中所示类型。

再者，考虑至少可以提供这样一个超声换能器，它具有一个大体沿着过滤元件的长度延伸到过滤器机壳内的机内部分。这样，例如图 15 示出一种图 14 装置的改进型式，其中至少一个超声换能器 36B 密封固定在机壳 20B 上。换能器 36B 具有细长的活动部分 151 延伸到机壳 20B 内，且松弛地进入过滤元件 40B 的邻近端。

换能器部分 151 松弛地延伸到过滤元件 40B 内，大体平行于过滤元件 40B 的长轴和清理件 121B 的运行路径。清理件 121B 具有位于其周边偏心向内处的轴向通孔 150，具有足够大的直径，松弛围绕长型换能器部分 151。这样，清理件 121B 在过滤件 40B 内可沿着换能器部

分 151 自由往复运动，但并不接触或干扰换能器部分 151。

换能器部分 151 是换能器安装凸台 80B 的细长延伸段，凸台在此是密封固定（例如焊接）在机壳 20B 的底部 153 相应的孔（未示出）内的。在所示实施例中，清除口 26B 形状有所改进，目的是为处于机壳 20B 的底部 153 之下并穿过其延伸的换能器 36B 留出空间。

如果需要，在机壳 20B 的底部 153 可以设置其它安装装置，用于将换能器 36B 固定到底部 153 上。例如，底部 153 可以提供有带内螺纹的附属凸台（未示出），能以可拆卸的方式承接带有外螺纹的改进型安装凸台 80B。

10 随着自超声电源 UPS 供电，换能器 36B 通过处于过滤元件 40B 内的部分 151，将超声振动施加到过滤元件内的液体上，即要过滤的液体上，同时使清理件 121B 能够在过滤元件 40B 内连续进行轴向往复清理运动。

15 尽管出于图示的目的已经公开了本发明一个具体的优选实施例，但是应认识到，所公开装置的变化或改进，包括零件的重新布置，均在本发明的范围内。

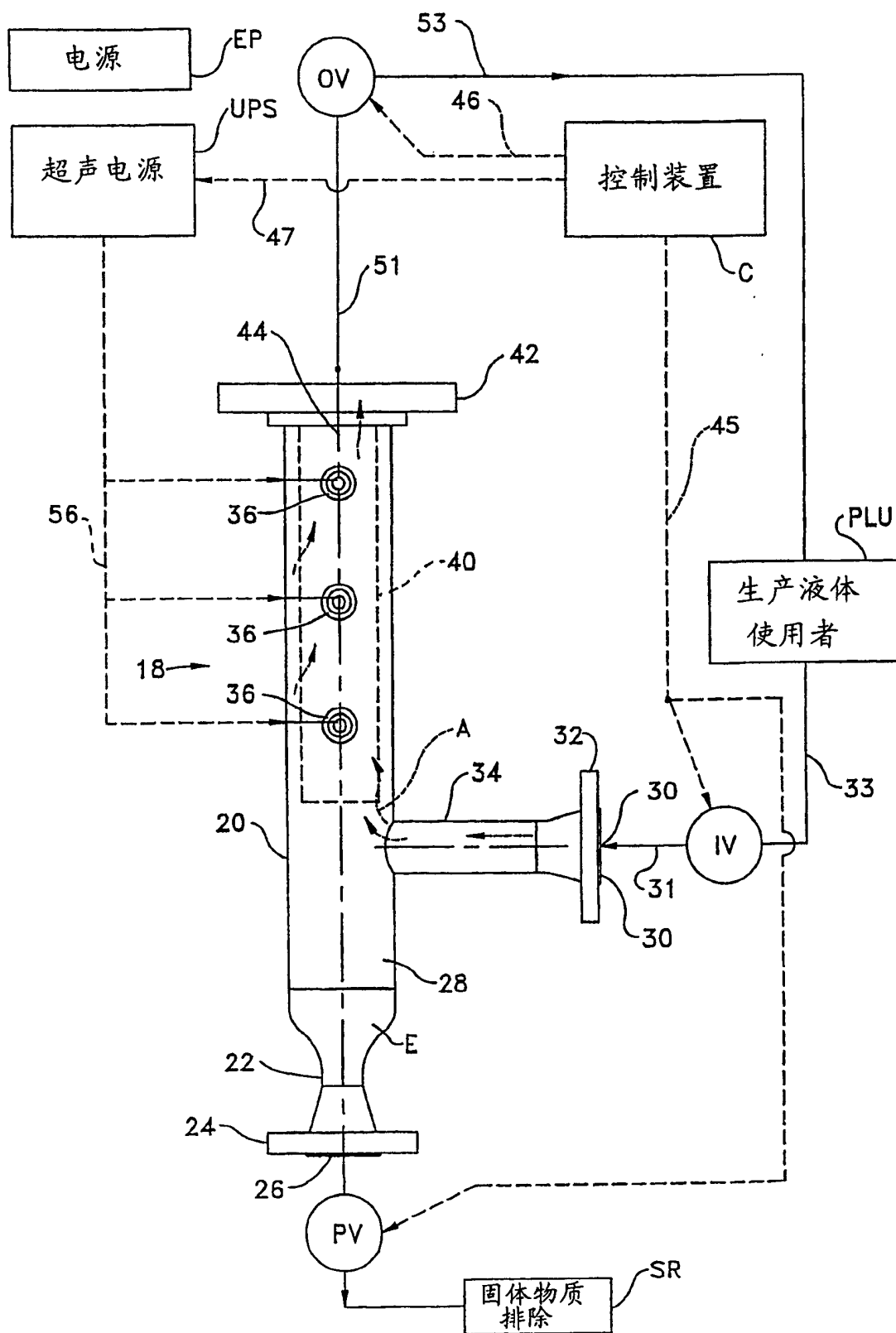


图 1

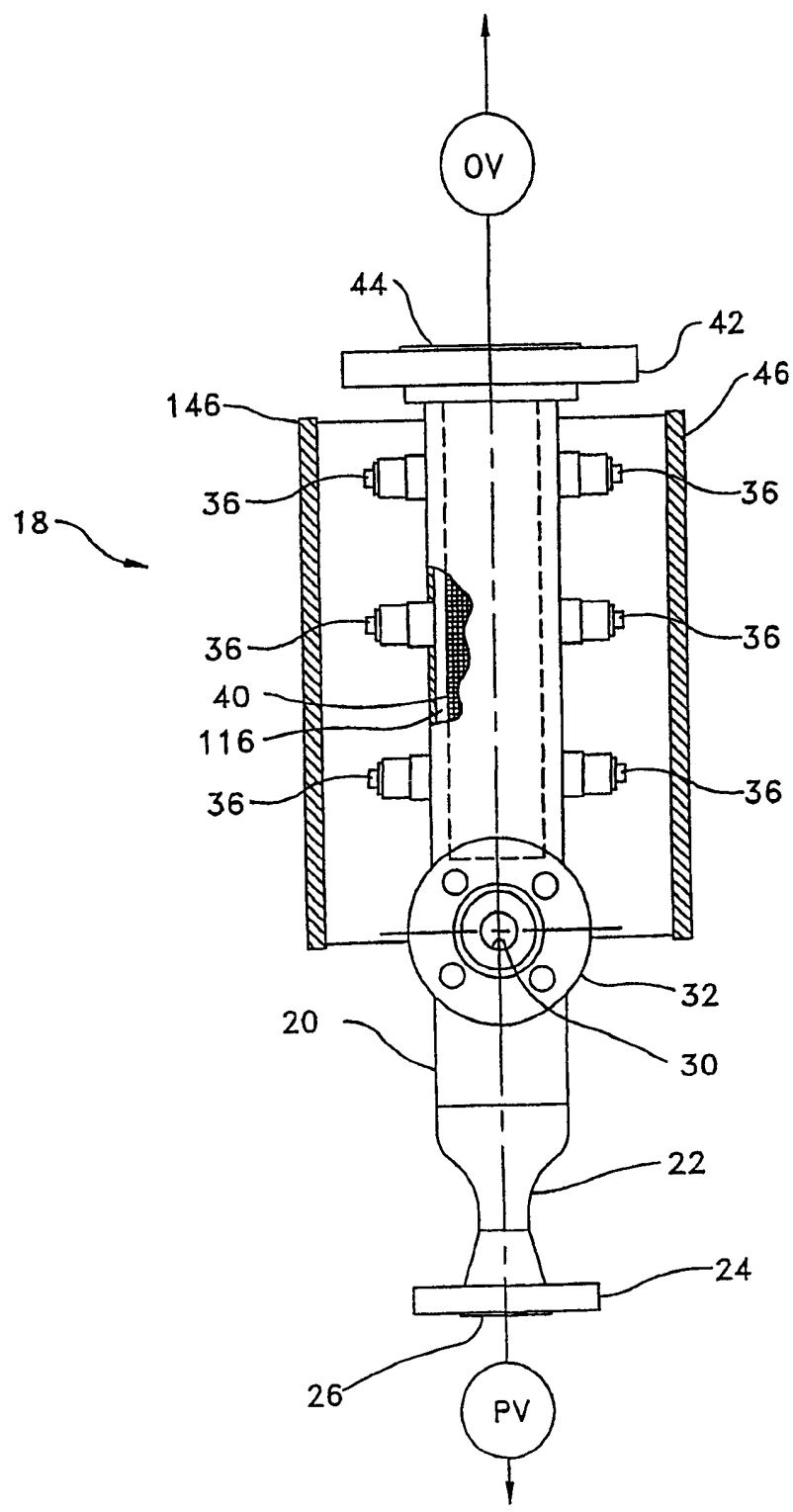
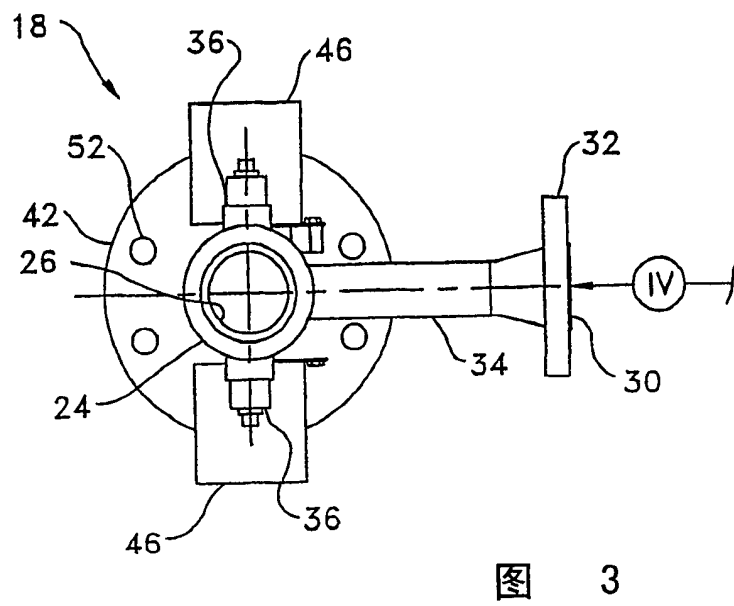
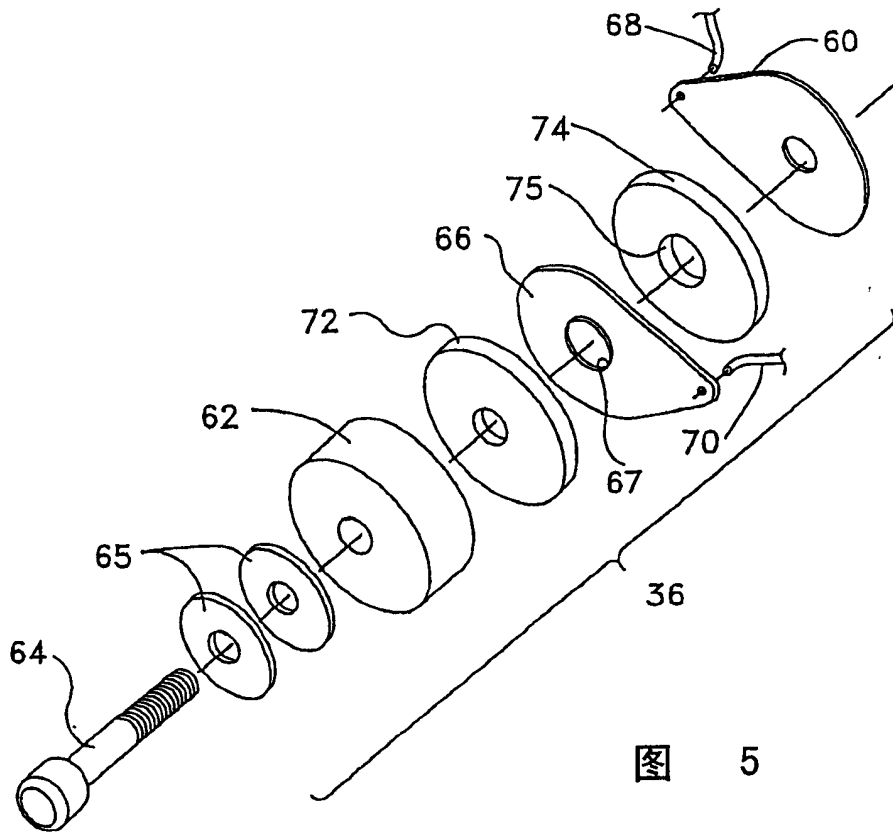


图 2



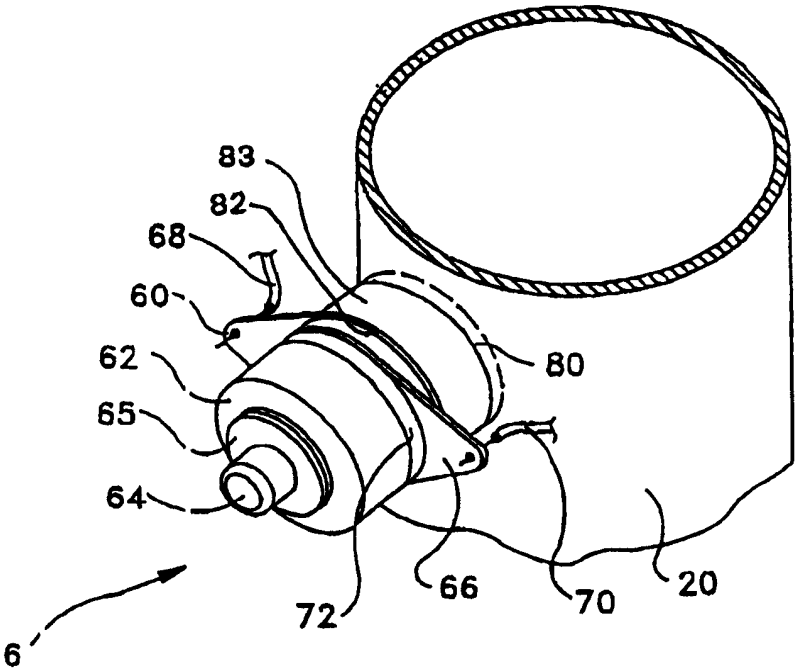
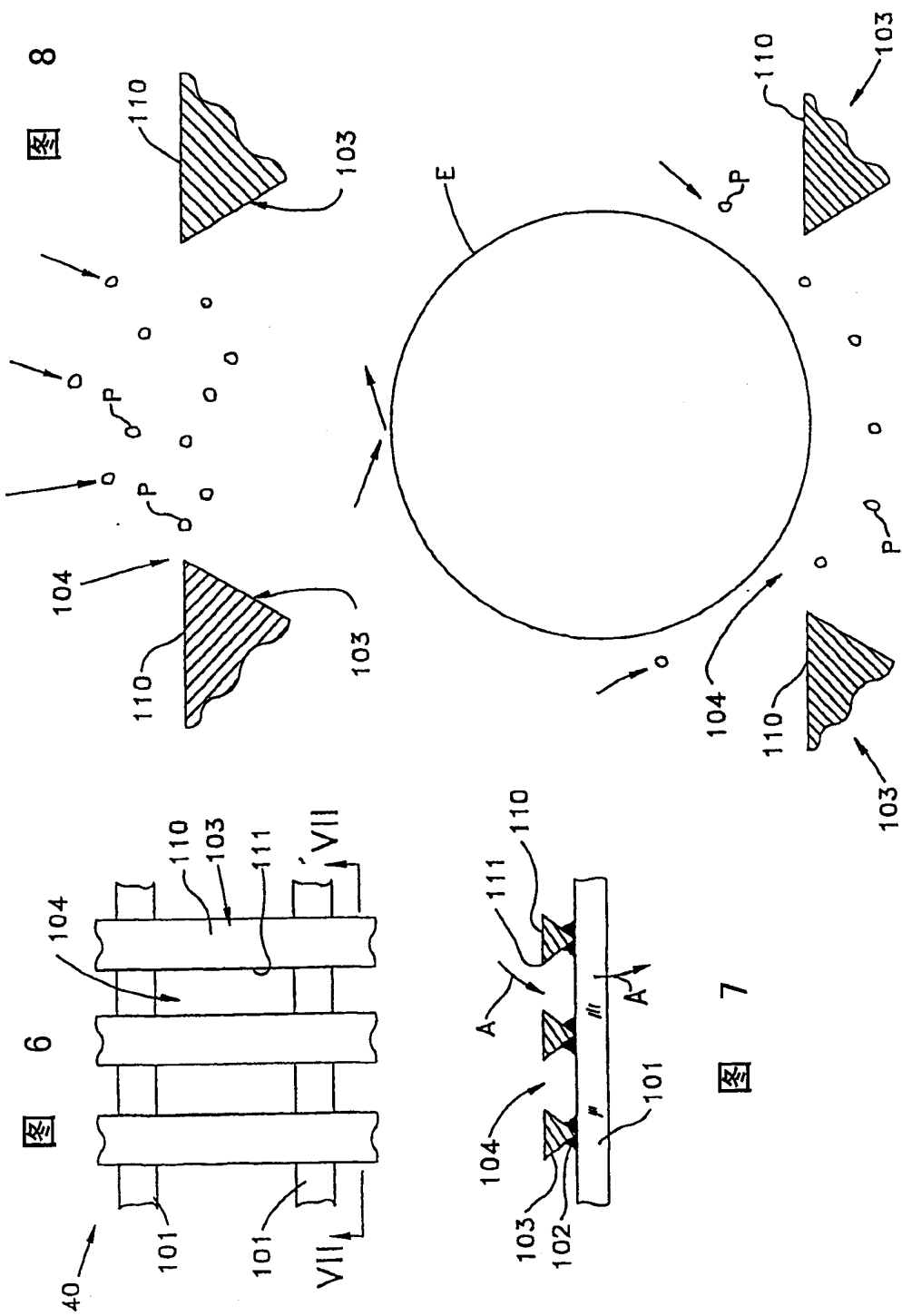


图 4



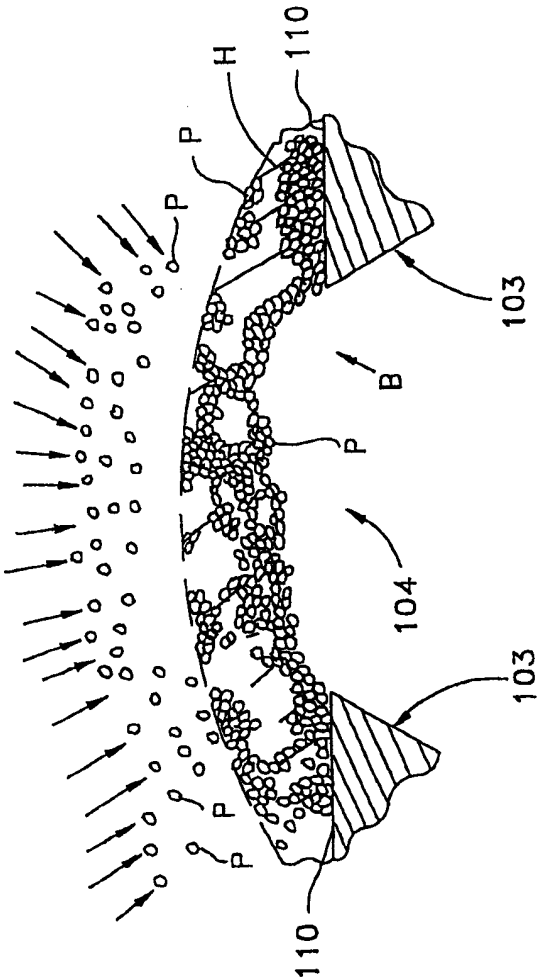


图 10

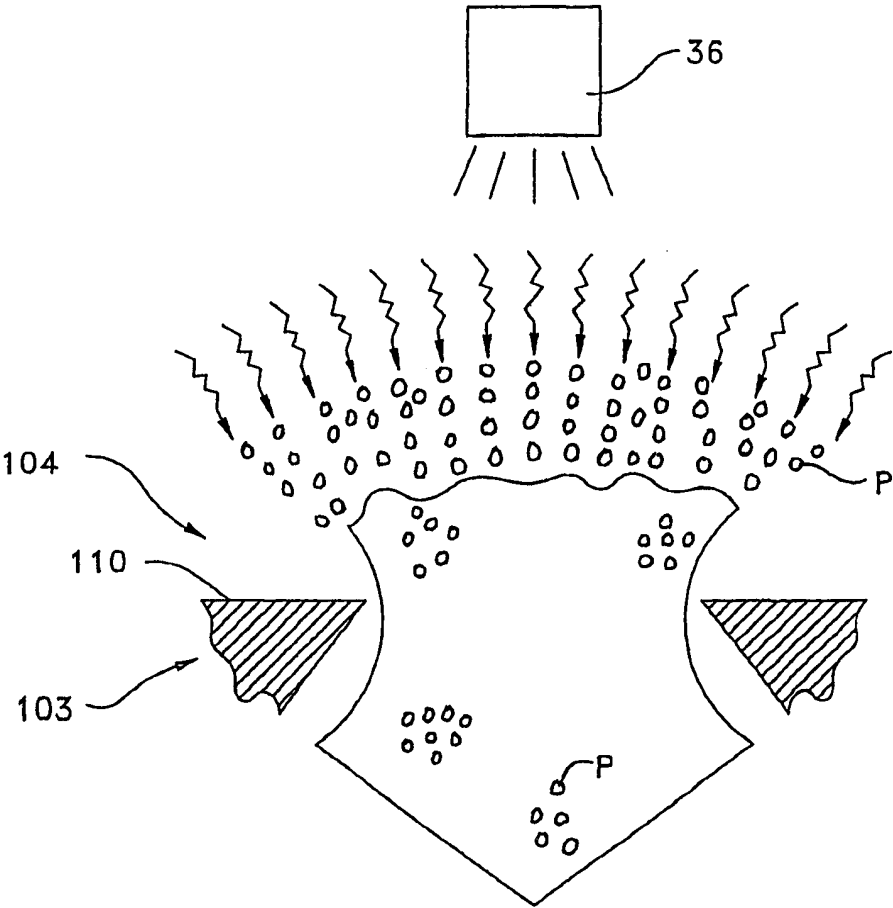


图 11

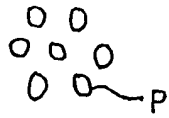


图 12A

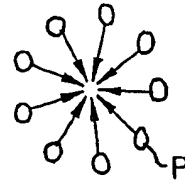


图 12B

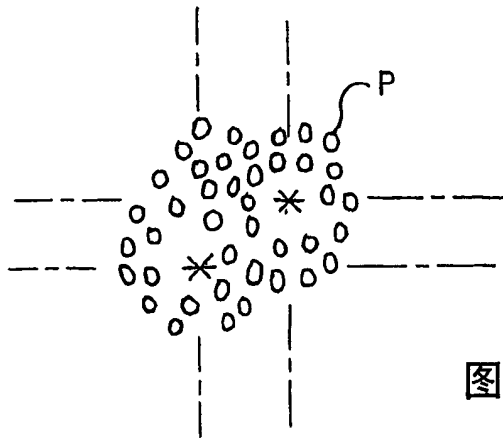


图 13A

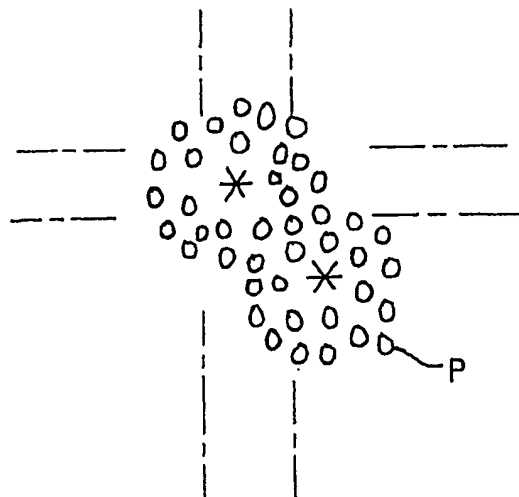


图 13B

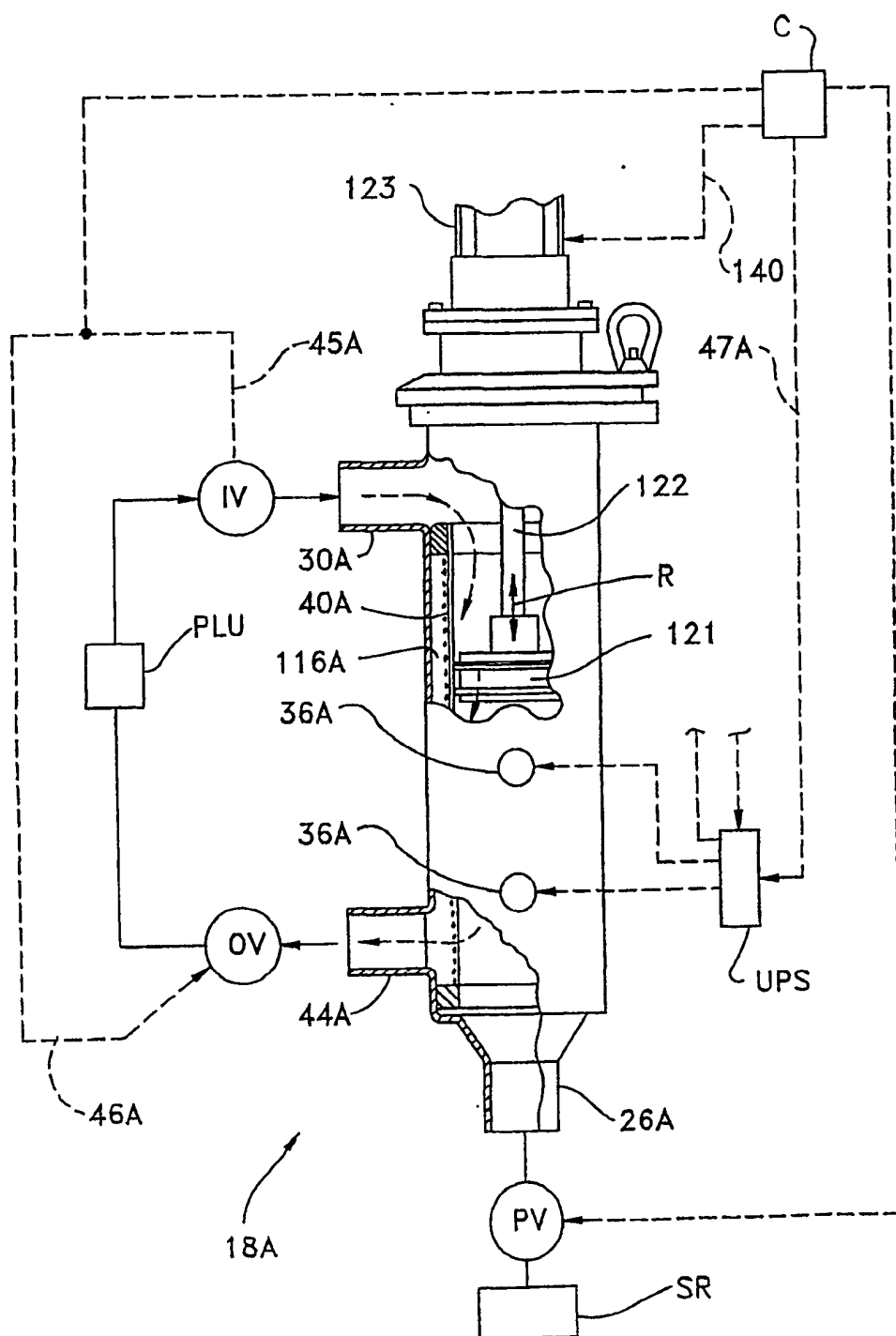


图 14

