

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B01D 27/08 (2006.01)

B01D 35/30 (2006.01)

C02F 1/42 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480001897.4

[45] 授权公告日 2008年12月17日

[11] 授权公告号 CN 100443141C

[22] 申请日 2004.1.6

[21] 申请号 200480001897.4

[30] 优先权

[32] 2003.1.7 [33] US [31] 10/337,832

[86] 国际申请 PCT/US2004/000167 2004.1.6

[87] 国际公布 WO2004/062769 英 2004.7.29

[85] 进入国家阶段日期 2005.7.6

[73] 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 唐纳·麦吉本

[56] 参考文献

US4948505A 1990.8.14

US3540594A 1970.11.17

US6458269B1 2002.10.1

审查员 王 辉

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 段 斌 顾红霞

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 8 页

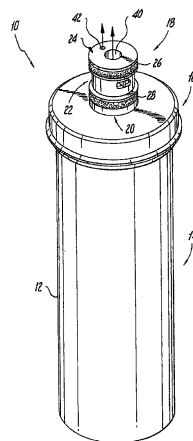
[54] 发明名称

具有旁路装置的滤芯

[57] 摘要

本发明涉及滤芯(10)，滤芯具有过滤介质室和基本空心的颈部(18)，颈部限定远端部分(24)、细长部分(22)和用于与过滤介质室配合的近端部分(20)，并与具有入口管道和出口管道的过滤器头部(44; 46; 48; 146)连接。管形元件(34)轴向布置在颈部内，其限定内轴向通道(30)和径向外轴向通道(32)，其中径向外轴向通道的边界由管形元件外周和颈部的内表面限定，使得内轴向通道和外轴向通道为穿过颈部的液流提供独立的管道。管形元件具有在颈部远端部分中的开口(40)，外轴向通道具有在颈部细长部分中的开口(38)。此外，通向外轴向通道(32)的旁路开口(42)位于颈部的远端部分(24)内。颈部包括沿细长部分(22)布置的径向密封(26; 28)，用于提供颈部和接收芯部之间基本水密封的接合，当颈部安装在过滤器头部内时，该水

密封接合帮助分别保持过滤器头部入口管道和外轴向通道开口之间，以及过滤器头部出口管道与管形开口和旁路外轴向通道开口之间流体连通的完整性。



1. 一种在外壳(12)和过滤器头部之间提供流体连通的滤芯(10)连接端部(16, 18), 其中所述过滤器头部具有接收芯部, 第一管道和第二管道, 该连接端部包括:

构造为与过滤器头部的接收芯部接合的基本空心的颈部(18), 该颈部限定出远端部分(24), 细长部分(22)和用于与外壳(12)配合的近端部分(20, 16);

轴向布置在颈部(18)内的管形元件(34), 管形元件限定出其内部的内轴向通道(30)和在颈部内的径向外轴向通道(32), 外轴向通道(32)的边界由管形元件外周和颈部(18)的内表面限定, 其中内轴向通道(30)和外轴向通道(32)为穿过颈部的双流体流动提供独立的管道;

在颈部远端部分(24)中供流体在其中流动的管形元件开口(40);

在颈部细长部分(22)中供流体在其中流动的至少一个外轴向通道开口(38);

在颈部远端部分(24)中供流体在其中流动的旁路外轴向通道开口(42);

邻近近端部分(20)沿颈部(18)的细长部分(22)的外周而布置的近端径向密封(28), 用于当颈部插入到接收芯部内时, 在颈部和接收芯部之间提供基本水密封的接合;

邻近远端部分(24)沿颈部(18)的细长部分(22)的外周而布置的远端径向密封(26), 用于当颈部插入到接收芯部内时, 在颈部和接收芯部之间提供基本水密封的接合;

其中当颈部插入在接收芯部内时, 近端和远端径向密封分别保持第一管道和至少一个外轴向通道开口(42)之间, 以及第二管道与管形元件开口(40)和旁路外轴向通道开口(42)之间流体连通的完整性。

2. 根据权利要求1的滤芯连接端部, 其特征在于, 旁路外轴向通道开口(42)基本为圆形。

3. 根据权利要求2的滤芯连接端部，其特征在于，旁路外轴向通道开口（42）直径范围为从0.762毫米到1.78毫米。

4. 根据权利要求2的滤芯连接端部，其特征在于，旁路外轴向通道开口（42）直径为1.181毫米。

5. 根据权利要求1的滤芯连接端部，其特征在于，旁路外轴向通道开口（42）面积范围为从0.45平方毫米到2.5平方毫米。

6. 根据权利要求1的滤芯连接端部，其特征在于，在颈部（18）细长部分（22）内布置了两对径向相对的外轴向通道开口（38）。

7. 一种滤芯，包括：

与根据权利要求1至6中任一项的连接端部联接的外壳（12）；
在颈部内轴向布置的管形元件延伸到外壳（12）。

8. 一种过滤器组件，包括：

（a）根据权利要求7的滤芯（10），和

（b）过滤器头部（44，46，48），包括构造为与滤芯颈部接合的接收芯部（50），第一管道和第二管道，其中所述第一管道具有通向接收芯部的开口，当颈部接合在接收芯部内时，该开口相对于颈部细长部分邻近，所述第二管道具有通向接收芯部的开口，当颈部接合在接收芯部内时，该开口相对于颈部远端邻近，

其特征在于，远端和近端径向密封（28，24）分别限定第一容器（54）和第二流体容器（56），其中所述第一容器的其边界由近端和远端径向密封，以及与第一管道开口和至少一个外轴向通道开口（38）流体连通的接收芯部限定，所述第二流体容器的边界由远端密封和与第二管道开口、管形件开口（40）和旁路外轴向通道开口（42）流体连通的接收芯部限定。

9. 根据权利要求 8 的滤芯和过滤器头部组件，其特征在于，该外壳（12）容纳有过滤介质（60），该过滤介质（60）降低水硬度。

10. 根据权利要求 8 的滤芯和过滤器头部组件，其特征在于，第一管道与进水系统相连。

具有旁路装置的滤芯

技术领域

本发明涉及包括可更换的滤芯外壳的过滤系统，其中该滤芯外壳具有与其相关的旁路装置，更具体地，本发明涉及包括旁路通道的滤芯外壳，其中旁路通道允许流体从滤芯入口部分到达滤芯排出部分而不接触布置在滤芯外壳内的过滤介质，更具体地，本发明涉及可更换的滤芯，该滤芯由于过滤能力改善而具有经济优势，同时使输出的水的硬度保持在要求的范围内。

背景技术

在民用和工业应用中，流体，如水在其用于预期的应用之前通常被过滤。因此在工业系统或民用器具的内部或外部安装了过滤系统。例如，在现代社会，提供饮用水或制冰的冰箱得到广泛应用。通常这种冰箱利用内部的过滤系统净化用于饮用和制冰的水。此外，由于水是许多饮料如汽水和咖啡的基础，所以通常在配制咖啡或软饮料的商用自动贩卖机内或与其一起安装水过滤组件。

和大多数过滤系统一样，需要频繁地更换过滤介质以维持适当的过滤和出流的质量。因此，上述过滤组件通常备有滤芯，该滤芯易于从过滤器头部脱离，被抛弃和更换，而不用拆除其余的过滤系统部件。

除易用性外，滤芯生产商，以及他们的购买者和使用者认为如寿命长、过滤能力、低成本设计等特征是最重要的。过滤能力可能是最易变的性质，因为它高度依赖于输入水的性质和要求的输出水的性质。过滤器寿命主要与穿过过滤器的操作流速和过滤类型或希望程度有关。定做滤芯以满足要求的过滤能力会使成本提高。如果一种或几种标准滤芯可以批量制造并用于多种用途，则可实现并保持较低的成本。

在结合这种降低水硬度的可更换过滤器应用中，可以看出过滤能力和过滤器寿命之间关系的合适的实例。首先应该指出，如这里所用的水硬度是指钙盐和镁盐的含量，其中所述盐可以是重碳酸盐，碳酸盐，硫酸盐，氯化物或硝酸盐。此外，硬度是表达为等效碳酸钙含量的钙盐和镁盐的量度，并通常用百万分率（ppm）或每加仑格令（gpg）如下表示：非常软的水，低于 15ppm；软水，15 到 50ppm；稍硬水，50 到 100ppm；硬水，100 到 200ppm；非常硬的水，高于 220ppm。

在降低水硬度情况下，目前正在使用的大多数过滤介质如果不是基本上全部去除，也是能从输入水中去除相当高比例的钙和镁。大多数应用都利用滤芯全部去除钙和镁，或者至少可容忍这种去除而无有害结果。但是，并不是所有的应用都希望高度去除钙和镁，其中尤其是，需要“配方质量水”的应用（例如，饮料混合应用）必须使硬度水平保持在恒定范围内以使所提供的最终产品具有令人喜欢的味道。

此外，去除比率高使过滤器寿命缩短，并从而使过滤能力降低。许多最终用户将这种过滤器用于可容忍较低的钙和镁去除率的应用中。特别是在输入水是硬水或非常硬的水的情况下，对于这些最终用户来说，没有必要支付过滤器更换和过滤能力降低导致的较高成本。

上述问题，及其可能的处理方式为生生产者 and 最终用户提出了同样的问题。定做滤芯、过滤头部或过滤系统设备以获得希望的配方质量水可满足特殊需要，但这种个别化的改变尤其会明显提高成本并/或给设备可操作性带来问题。

因此，就水硬度、以及获得希望的输出水特性并/或通过操作去除率降低的过滤系统以降低操作成本的类似问题而言，需要可行的合算的解决方案以解决上述问题。

EP 0231862 和 US 6458269 都描述了适合提供软水的过滤组件。两个组件都包括过滤器头部和滤芯。两个文献都没描述包括在颈部远端部分中开口的旁路外轴向通道的滤芯连接端部。

发明内容

本发明特别通过为滤芯提供连接端部解决了现有技术的问题，所述端部在外壳和过滤器头部之间建立流体连通，其中过滤器头部具有接收芯部，第一和第二流体管道。根据本发明的连接端部包括基本空心的颈部，该颈部限定远端部分，细长部分和与外壳配合的近端部分。一个管形元件轴向布置在颈部内，限定内轴向通道和以管形元件的外周和颈部的内表面为边的径向外轴向通道，使得内轴向通道和外轴向通道为穿过颈部的双液流提供独立的管道。

管形元件具有位于颈部远端部分中的开口，和至少一个通向外轴向通道的开口，位于颈部的细长部分内。此外，通向外轴向通道的旁路开口位于颈部的远端部分内。

颈部包括多个沿细长部分外周布置的密封，以在颈部和接收芯部之间提供基本水密封的接合。优选的是，近端径向密封布置在近端附近，远端径向密封布置在远端部分附近。当连接端部接合在接收芯部内时，近端和远端径向密封一起帮助分别保持第一管道和外轴向通道开口之间，以及第二管道与管形开口和旁路外轴向通道开口之间流体连通的完整性（即，特别限制入流和出流之间的接触）。

在上述连接端部的一个优选实施例中，旁路开口基本为圆形，其直径范围可从约 0.762 毫米到约 1.78 毫米。开口的面积最好在从约 0.45 平方毫米到约 2.5 平方毫米的范围内。

本发明还涉及滤芯，该滤芯包括外壳，基本空心的颈部和管形元件，其中所述颈部限定远端部分、细长部分和与外壳配合的近端部分，

所述管形元件轴向布置在颈部内并延伸进入外壳。管形元件限定内轴向通道和径向外轴向通道，该径向外轴向通道的边界由管形元件外周和颈部的内表面限定，内轴向通道和外轴向通道为穿过颈部和过滤介质室的双液流提供独立的管道。

管形元件具有位于颈部的远端部分内的开口和至少一个位于颈部的细长部分内的外轴向通道开口。而且，旁路外轴向通道开口位于颈部的远端部分内。

沿邻近近端部分的颈部细长部分外周布置的近端径向密封提供颈部和接收芯部之间基本水密封的接合。沿邻近远端部分的颈部细长部分外周布置的远端径向密封也提供颈部和接收芯部之间基本水密封的接合。近端和远端密封一起分别保持第一管道和外轴向通道开口之间、以及第二管道与管形开口和旁路外轴向通道开口之间的流体连通的完整性。

在上述滤芯的一个优选实施例中，旁路开口基本为圆形，直径范围可从约 0.762 毫米到约 1.78 毫米。开口面积范围最好为从约 0.45 平方毫米到约 2.5 平方毫米。

本发明还涉及滤芯和过滤器头部组件。滤芯包括过滤介质室，基本空心的颈部和管形元件，所述管形元件轴向布置在颈部内并延伸进入过滤介质室。空心颈部包括远端部分，细长部分和与过滤介质室配合的近端部分。管形元件在颈部内限定内轴向通道和径向外轴向通道。外轴向通道的边界由管形元件的外周和颈部的内表面限定。内轴向通道和外轴向通道为穿过颈部和过滤介质室的双流体流动提供独立的管道。

管形元件具有位于颈部远端部分内的开口和至少一个位于颈部细长部分内的外轴向通道开口。而且，旁路外轴向通道开口位于颈部的

远端部分内。

邻近近端部分沿颈部细长部分外周布置的近端径向密封提供颈部和接收芯部之间基本水密封的接合。邻近远端部分沿颈部细长部分外周布置的远端径向密封提供颈部和接收芯部之间的另一个基本水密封的接合。近端和远端密封一起分别保持第一管道和外轴向通道开口之间、以及第二管道与管形开口和旁路外轴向通道开口之间的流体连通的完整性。

本发明的过滤器头部包括构造为与滤芯颈部接合的接收芯部，供其中的液流流动的第一管道和第二管道。第一管道包括通向接收芯部的开口，该开口这样定位，即当滤芯颈部接合在接收芯部内时，其靠近颈部的细长部分。第二管道包括通向接收芯部的开口，该开口这样定位，即当滤芯颈部接合在接收芯部内时，其靠近颈部的远端部分。

近端和远端径向密封限定第一容器，其边界是近端和远端径向密封，以及与第一管道开口和外轴向通道开口流体连通的接收芯部。远端密封和与第二管道开口、管形开口和旁路外轴向通道开口流体连通的接收芯部还限定第二流体容器。

从下面的描述、附图及后附权利要求书中可以明显地看出本发明的其它目的和优点。

附图简要描述

为使本发明所涉及的该技术领域的普通技术人员能够更容易地理解如何制造和使用本发明，下面参考附图：

图 1 为根据本发明构造的一次性的滤芯的透视图；

图 2 为包括盖和颈部的图 1 中所示滤芯上部的侧面正视图；

图 3 为图 1 中所示滤芯的盖的俯视平面图；

图 4 为包括颈部和其中的流体开口的图 1 中所示滤芯上部的侧面

正视图；

图 5 为穿过线 5-5 的图 3 盖的正视横截面图；

图 6 为穿过线 6-6 的图 4 盖的仰视平面图；

图 7 为可安装根据本发明构成的滤芯的示例的过滤器头部的透视图；

图 8 为另一个示例过滤器头部的透视图，其中可在该过滤器头部内安装根据本发明构造的滤芯；

图 9 为另一个示例过滤器头部的透视图，其中可在该过滤器头部内安装根据本发明构造的滤芯；

图 10 为根据本发明构造的并与图 9 过滤器头部配合的一次性的滤芯的横截面放大视图；

图 11 为与图 9 过滤器头部配合的一次性的滤芯的正视横截面图；
以及

图 12 为根据本发明构造的并与图 8 过滤器头部配合的一次性的滤芯的横截面图。

具体实施方式

从下面结合展示本发明代表性的优选实施例的附图的优选实施例的详细描述中，该技术领域的普通技术人员可更容易看出根据本发明构造或改型的过滤组件的优点。除另外表明或说明，方向参考，如“下部的”和“上部的”，是相对于在该实施例第一个有编号的视图中所示的本发明特定实施例的方向而言的。而且，当在不同图中出现时，一定的参考标记表示同一或类似的结构。

现在参考图 1，其中示出了根据该公开内容的优选实施例构造的滤芯，该滤芯用参考标记 10 表示。滤芯 10 包括主外壳 12，该主外壳最好为圆柱形，包括封闭的下部 14 和通常平面的盖 16。当过滤材料（图 1 中未示出）放入外壳内后，盖 16 可与下部 14 配合。在为配制软饮料和特别是汽水而进行水过滤时使用的优选过滤介质是活性炭。但是，在外壳 12 中通常使用专卖的材料。此外，在外壳 12 内可包括前置和/

或后置过滤介质，如滤网或深度处理剂（polishing agent）。

在下面的描述中，纵向穿过圆柱形外壳 12（即，从下部 14 穿过盖 16 的中心）延伸的轴线用作参考以描述本发明滤芯的特征和部件相对上述纵轴线为“轴向的”和“径向的”。但应该明白，根据本发明滤芯可构造为各种形状和尺寸并仍可完全受益于这里所述的优点。

继续参考图 1 连同图 2 至图 6，外直径基本相同的颈部 18 从主外壳 12 的盖 16 凸出。颈部 18 由与盖 16 相连的近端 20，从近端 20 轴向延伸的细长部分 22 和远端 24 构成。优选的是，近端 20 与盖 16 配合或与盖 16 构成一个整体。

一对密封，优选的是 O 形环，包括远端 O 形环 26 和近端 O 形环 28，安装在沿颈部 18 外周的环形凹槽 29 内，所述凹槽构造为在其中容纳 O 形环。O 形环 26 和 28 最好用弹性、耐久且惰性材料制造。颈部 18 至少部分挖空以形成通向外壳 12 的轴向通道。颈部 18 内的轴向通道分成径向内轴向通道 30 和径向外轴向通道 32。在该实施例中，径向内轴向通道 30 由管 34 构成，所述管轴向延伸进入下部 14 并在颈部 18 内被一对径向相对的凹口 36 支撑，其中所述凹口从颈部 18 的内表面径向向内延伸。因此，特别如图 6 中所示，径向外轴向通道 32 由管 34 的外圆周和颈部 18 的内圆周限定。细长部分 22 上的一对径向相对的开口包括开口 38，它们提供向径向外轴向通道 32 的通路。远端 24 上的管形开口 40 提供了穿过颈部 18 并进入外壳下部 14 的第二管道。远端 24 中的第二开口 42 提供了向外轴向通道 32 的通路，这里称为旁路开口。优选的是在管开口 40 附近钻出或用其它方式产生旁路 42。

滤芯 10 的颈部 18 调整或构造为被接收在过滤器头部的中心芯部内，如分别接收在如图 7，8 和 9 中所示的过滤器头部 44，46 和 48 的中心芯部内。三个示例过滤器头部中的每一个都包括用于接收滤芯 10 的颈部 18 的芯部，和当颈部 19 安装在芯部内时，提供与开口 38，40

和 42 的流体连通的管道。管道用螺纹或其它方式安装在流体供应和流体接收设备上，这些设备可包括另外的过滤器头部或最终用途装置，如流体混合机。

如图 10 和 11 所示，颈部 18 安装在与图 9 过滤器头部 48 非常相似的过滤器头部的芯部 50 内。将滤芯 10 安装在芯部 50 内，限定了第一环形流体容器 54，其边界径向位于芯部 50 内周边和细长部分 22 外周边之间，轴向位于近端和远端 O 形环 26 和 28 之间。通过将滤芯 10 安装在芯部 50 内还在芯部 50 的内部远端和颈部 18 的远端 24 之间限定了第二流体容器 56。

在操作中，未处理的流体穿过过滤器头部 48 内的管道 58 供给到第一容器 54，该流体又通过开口 38 流入滤芯 10 的外轴向通道 32。进入外轴向通道 32 的流体首先流入下部 14 并接触过滤介质 60 以被处理。一部分进入外轴向通道 32 的液流未经处理就通过旁路 42 从滤芯 10 出来供给到第二容器 56 内。接触过滤介质 60 的那部分流入液然后穿过近端开口 62 进入管 34。滤芯 10 内的流体压力使液流穿过管 34 并通过远端 24 中的开口 40 进入第二容器 56。因此，在运行中，来自开口 40 的处理后的流体在第二容器 56 内与来自旁路 42 的一部分未处理的流体混合。组合的排出液流由容器 56 供给在过滤器头部 48 内限定的管道 64，并可随后被送往处理设备或根据本发明的另外的过滤器头部和滤芯系统，或其它的地方。在图 10 和 11 中，用箭头 66 示出了穿过该实施例的液流。作为另外一种选择，液流可以是反向的，即流入液来自容器 56 并流入开口 40 和 42，通过开口 38 离开滤芯进入容器 54。

图 12 示出了滤芯 110 和过滤器头部 146 之间的另一个示例配合，其中与前面图 10 和 11 的实施例相比，由于过滤器头部 146 的内部设计不同，所以容器 154 和 156 容积不同。

下面的试验结果表明根据本发明构造的滤芯的某些优点。测试具

有用于降低水硬度的过滤介质的滤芯以确定旁路尺寸（按直径计算）对硬度降低和去除效率的影响。对于全部的滤芯，在流入和流出水中检验了硬度，即钙（Ca）和镁（Mg）的含量。

每次进行检验时在相同的条件下取水样品（例如，在每分钟 0.6 加仑的流速和 50 磅每平方英寸的管路压力下供应 20 加仑后），通过电感耦合等离子体原子发射光谱法测定样品中钙和镁的存在。硬度可用每加仑格令（gpg）表示，或象下面作为碳酸钙等效物用百万分率（ppm 或毫克/升）表示（注意：1gpg 硬度等于 17.1 ppm 或毫克/升）。

下面的公式用于确定按 ppm 的硬度：

$$\text{硬度, ppm} = ([\text{Ca, ppm}] * 2.497) + ([\text{Mg, ppm}] * 4.116)$$

例如，当 20 加仑流入滤芯后，其中旁路直径为 0.052 英寸（1.32 毫米），发现流入样品中钙浓度为 33ppm，镁浓度为 7.0ppm。因此，根据上面的公式：

$$\text{硬度, ppm} = ([33\text{ppm}] * 2.497) + ([7.0\text{ppm}] * 4.116)$$

$$\text{硬度, ppm} = 82.4\text{ppm} + 28.8\text{ppm}$$

$$\text{硬度, ppm} = 111\text{ppm}$$

测定从流出液取出的样品包含 6.7ppm 的钙和 1.9ppm 的镁，因此计算得到的硬度为 25ppm。

用流入液和流出液硬度之差除以流入液硬度就得到了硬度去除效率。在上面例子中，计算得到的硬度去除效率为 77.5%。

为进行比较，应该明白，无旁路的类似过滤器，或以其它方式不将流入液与流出液混合的类似过滤器置于相同条件下，输出的流出液中若有钙和镁的话，它们的量也是可以忽略不计的。因此，上述过滤器实际上输出的流出液硬度为零并且硬度去除效率为 100%。因此，硬度去除效率的降低为总硬度去除（即 100%）和实际硬度去除之差，在

该例子中为 22.5%。

表 1

旁路直径 (英寸)	样品 (加仑)	流入		流出		硬度去除效率 的降低
		pH	硬度 (ppm)	pH	硬度 (ppm)	
0.052	20	7.44	111	5.37	25	22.5%
0.059	20	7.42	121	5.36	30	24.8%

旁路最好为圆形形状，并可通过圆形钻或镗孔装置在已有的滤芯中产生。因此，在上面的例子中，旁路直径为 0.052 英寸的滤芯的开口面积为 0.00212 平方英寸 (1.37 平方毫米)，旁路直径为 0.059 英寸 (1.5 毫米) 的滤芯的开口面积为 0.00273 平方英寸 (1.77 平方毫米)。

表 2 列出了用具有旁路的滤芯进行检验的结果，其中滤芯旁路直径约为 0.0465 英寸 (1.181 毫米)，开口面积为 0.0017 平方英寸 (2.58 平方毫米)。供水管线压力为 70psi，向滤芯的流速如下所示变化。

表 2

流速 (gmp)	ΔP (psia)	流入			流出			硬度去 除效率 的降低
		pH	碱度 (ppm)	硬度 (gpg)	pH	碱度 (ppm)	硬度 (gpg)	
0.25	4.02	7.58	70	6	6.37	20	2	33.3%
0.5	9.66	7.71	70	6	6.23	30	2	33.3%
0.75	16.01	7.72	70	6	6.28	25	2	33.3%
1	24.21	7.71	80	6	6.38	25	2	33.3%

如表 2 中所示，对于一定的旁路直径，硬度去除率 (66.7%) 在各种流速都保持恒定。因此，硬度去除率的降低也保持恒定。下面的表 3 列出了对与滤芯非常相似、但无旁路的滤芯进行表 2 所示的同一试验所得到的结果。

表 3

流速 (gmp)	ΔP (psia)	流入			流出			硬度去除 效率的降 低
		pH	碱度 (ppm)	硬度 (gpg)	pH	碱度 (ppm)	硬度 (gpg)	
0.25	5.5	7.58	70	6	5.52	5	0	0%
0.5	11.9	7.48	60	6	5.64	10	0	0%
0.75	19.8	7.6	70	6	5.94	10	0	0%
1	28.5	7.61	70	6	6.11	15	0	0%

如表 3 所示，硬度去除为 100%。应该注意到，在相同条件下，压降比滤芯的压降更高。

易于看出，根据本发明构造的滤芯不适合用在要求 100% 硬度降低的系统中。但是，如这里所示，在根据本发明构造的滤芯中，可通过改变旁路直径来控制硬度降低率。此外，特别通过允许一部分流入液未经处理就通过，本发明的滤芯实现了较低的压降和更长的使用寿命。本发明有利地适合现有系统，无需重新设计或改装现有设备，或者从根本上改变滤芯本身的设计。

尽管用于使用这里包含的系统的系统和方法构成本发明的优选实施例，但应该明白，本发明不限于所用的确切的系统和方法，并且在不偏离在后附权利要求中限定的本发明范围的情况下，可以对其进行各种改变。

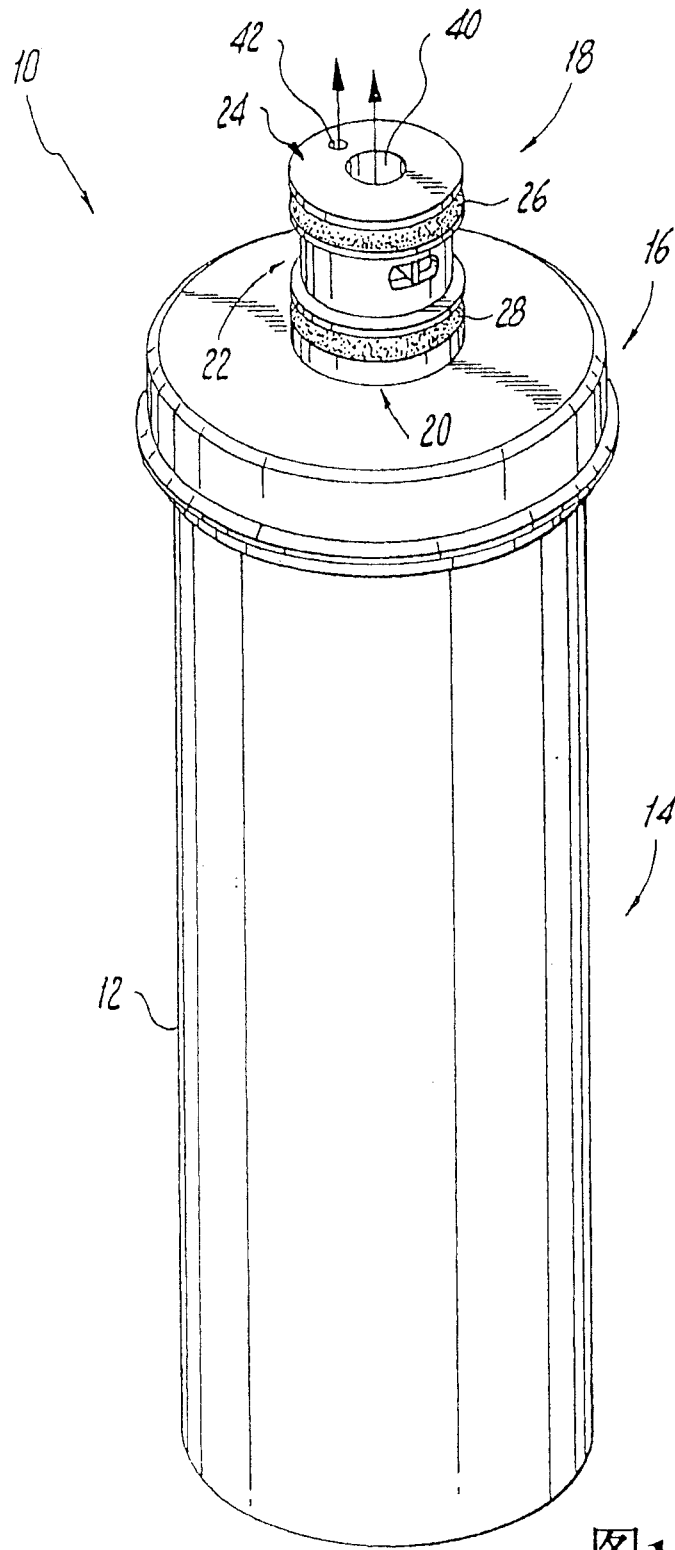


图1

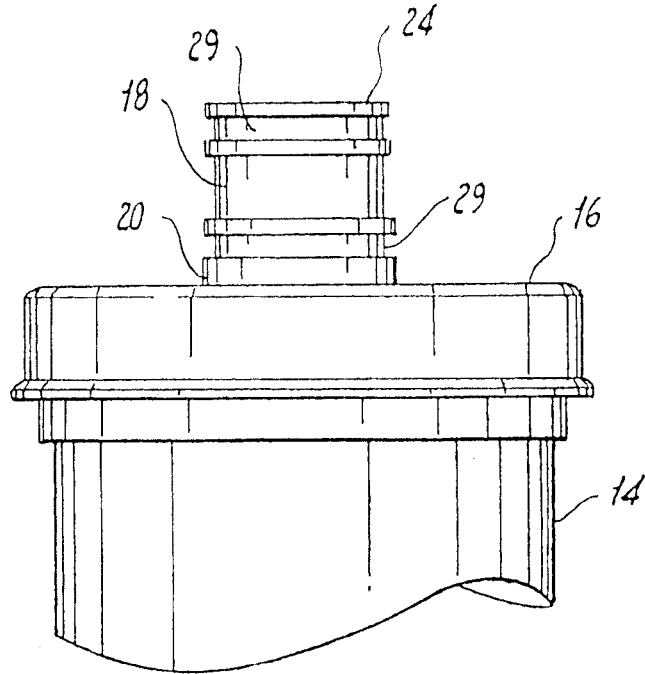


图2

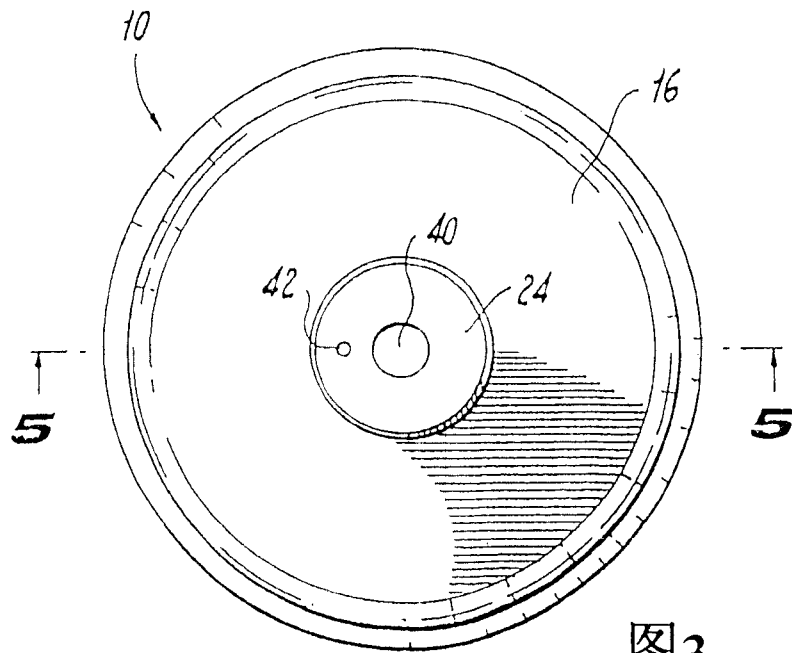


图3

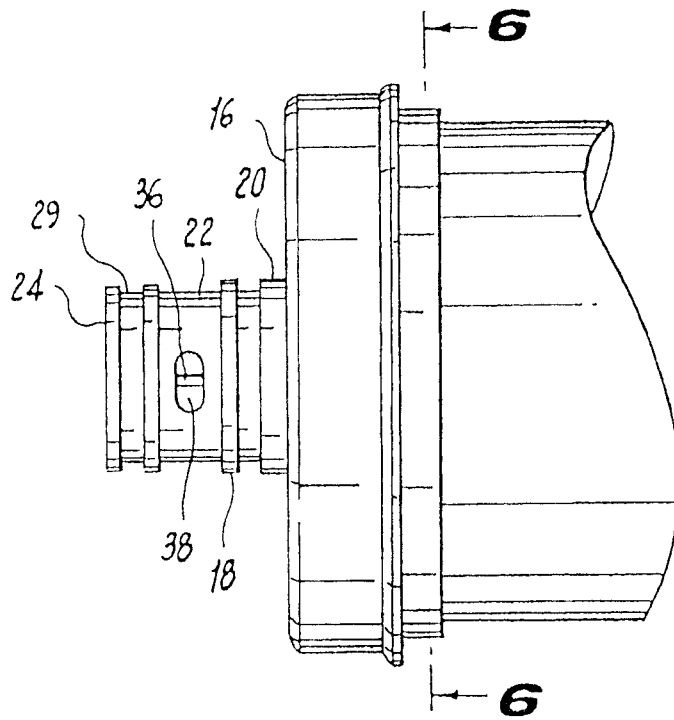


图4

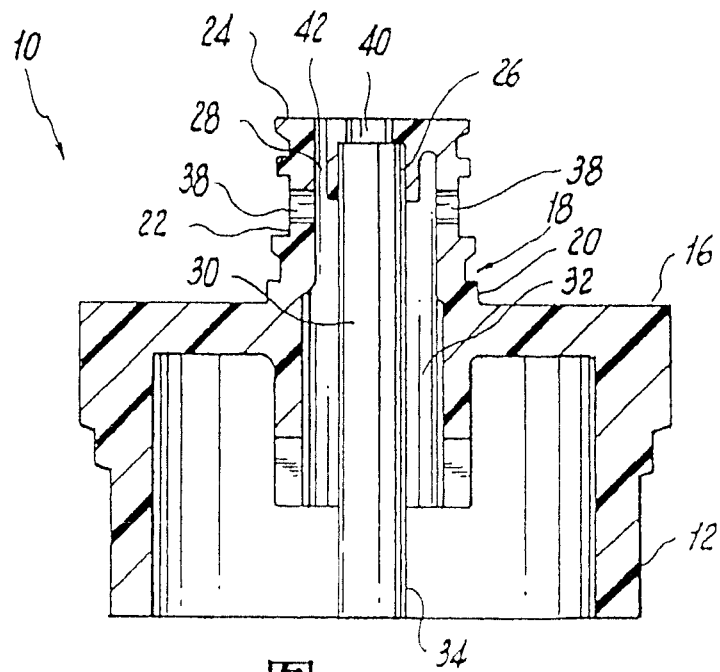


图5

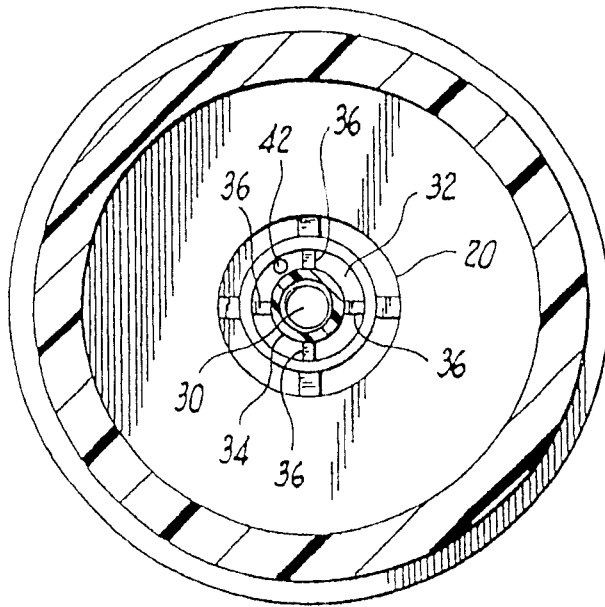


图6

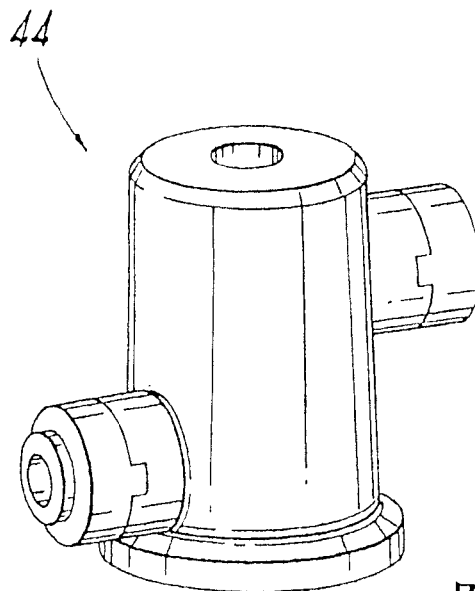


图7

图8

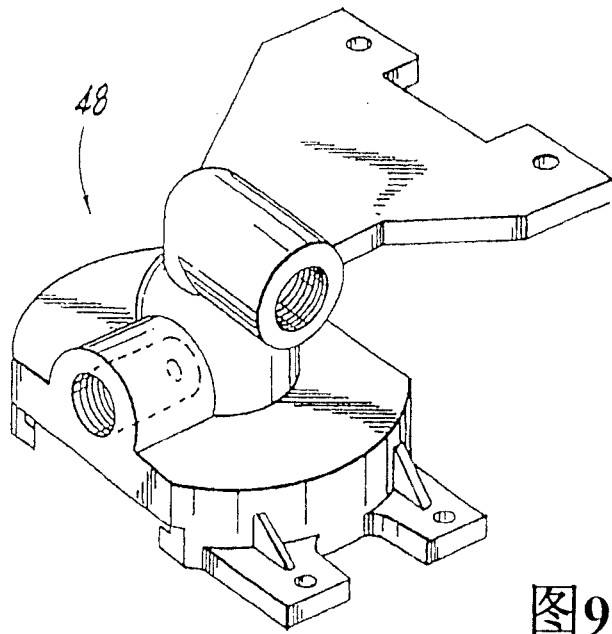
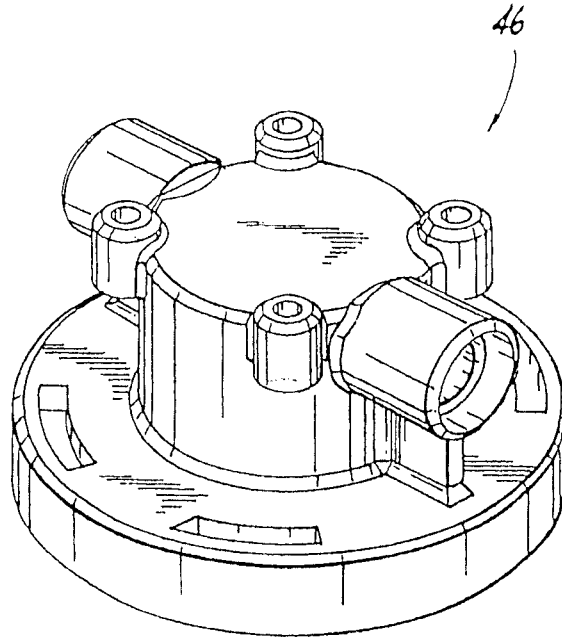


图9

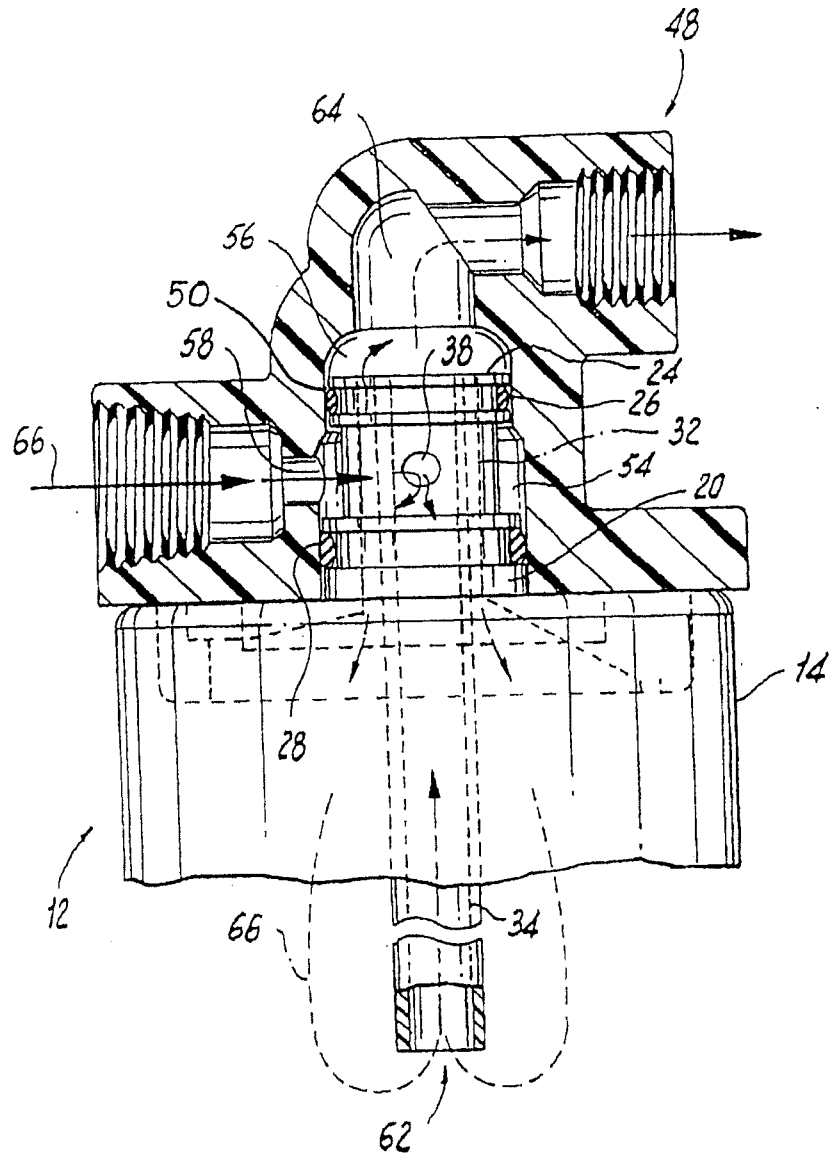


图10

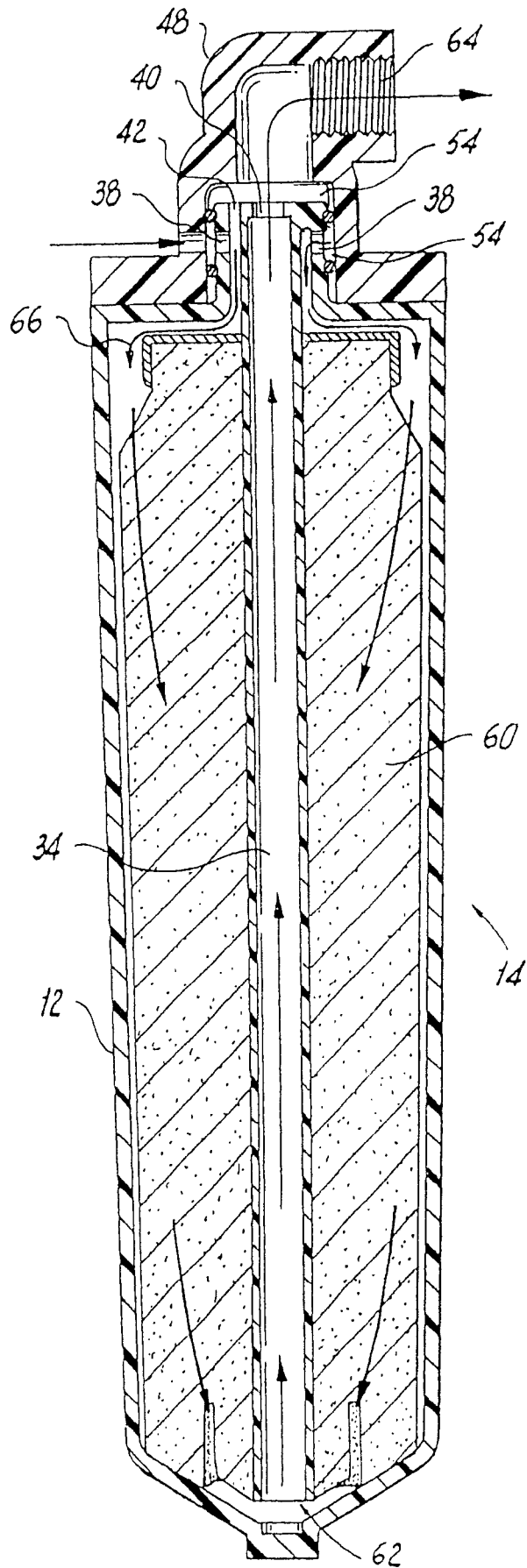


图11

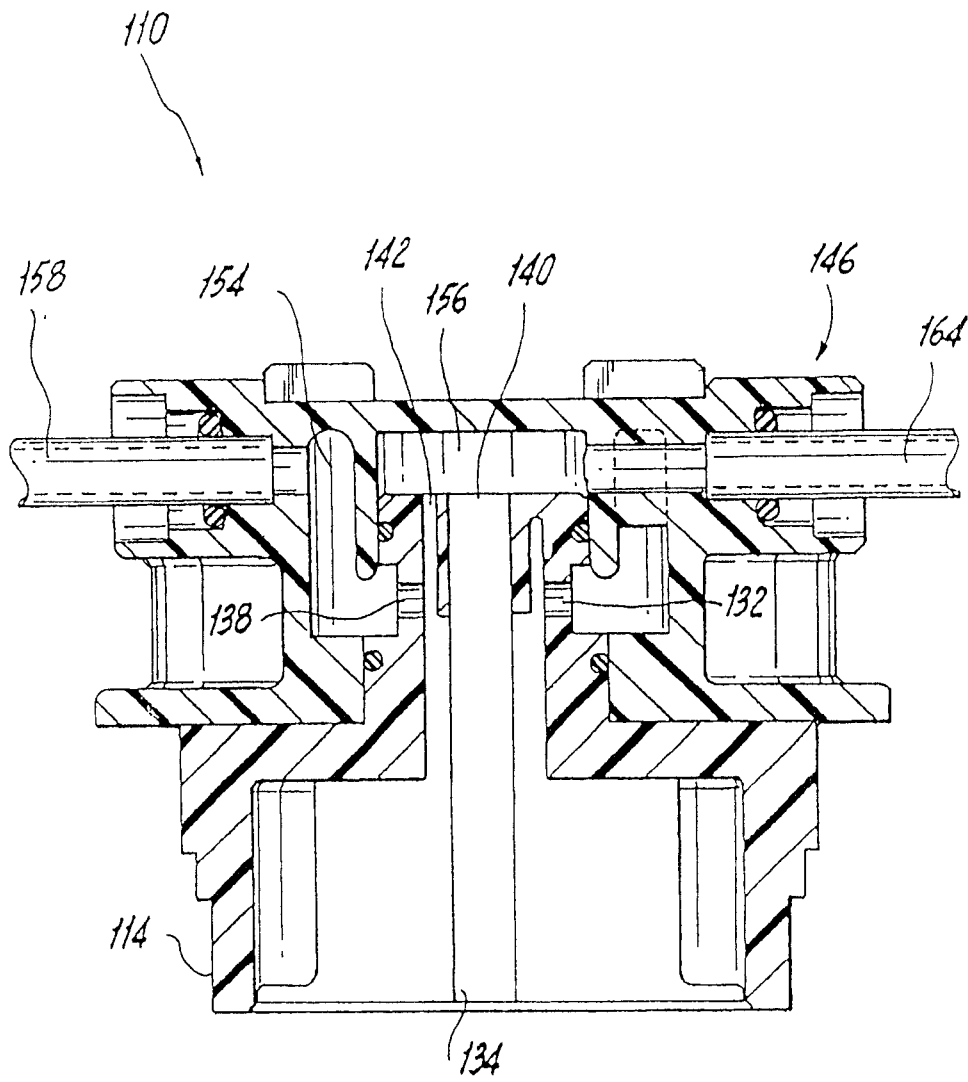


图12