

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

E21B 49/08 (2006.01)

E21B 49/10 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02142737.2

[45] 授权公告日 2007 年 3 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1304730C

[22] 申请日 2002.9.20 [21] 申请号 02142737.2

[30] 优先权

[32] 2001. 9.20 [33] US [31] 09/960570

[73] 专利权人 施卢默格海外有限公司

地址 巴拿马巴拿马城

[72] 发明人 V·M·波尔泽 J·W·布朗

A·L·库尔克吉安

[56] 参考文献

US6334489B1 2002. 1. 1

US5609205A 1997. 3. 11

US5934374A 1999. 8. 10

US6058772A 2000. 5. 9

审查员 焦红芳

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 苏 娟

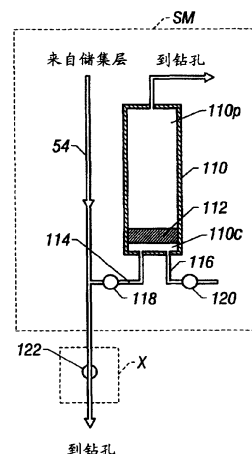
权利要求书 3 页 说明书 19 页 附图 10 页

[54] 发明名称

能够降低污染的取样方法及装置

[57] 摘要

一种用于井下钻孔工具上的取样模块，其包括一个用于容纳并存放流体的样本腔室。一个活塞滑动安装在该腔室内，以限定一个样本空腔和一个缓冲空腔，而且这两个空腔的容积随活塞的移动而改变。第一管路用来通过取样模块与从地层中获取的流体联通。一个第二管路将第一管路和样本空腔连接在一起，一个第三管路将第一管路与缓冲空腔连接在一起，用来与流出缓冲空腔的缓冲流体联通。能够在关闭位置和一打开位置之间移动的第一阀设置在第二管路中，用来与由第一管路流向样本空腔的流体流相联通。当第一阀处于打开位置上时，样本空腔和缓冲空腔与第一管路流体联通，因此其具有相同的压力。



1、一种用于从一个被一井筒穿透的地下地层中获取流体的装置，其包括：

一个用于容纳并存放流体的样本腔室；

一个滑动安装在所述腔室内以限定一个样本空腔和一个缓冲空腔的活塞，所述空腔的容积随所述活塞的移动而改变；

一个第一流送管路，其用来通过所述装置与从地层中获取的流体联通；

一个将第一流送管路与所述样本腔室的样本空腔连接在一起的第二流送管路；

一个将第一流送管路与样本腔室的缓冲空腔连接在一起的第三流送管路，以便联通缓冲空腔和第一流送管路之间的缓冲流体；

一个第一阀，该第一阀能够在一关闭位置和一打开位置之间移动并设置在第二流送管路中以使来自第一管路的流体流与样本空腔相联通；

其特征在于：所述第一阀处于打开位置上，样本空腔和缓冲空腔与第一流送管路流体联通，因此具有相同的压力。

2、根据权利要求1的装置，还包括：一个设置在第二流送管路和第三流送管路之间的所述第一流送管路中的第二阀。

3、根据权利要求2的装置，其特征在于：所述第二流送管路与位于所述第二阀上游的第一流送管路相连接。

4、根据权利要求3的装置，其特征在于：所述第三流送管路与位于所述第二阀下游的第一流送管路相连接。

5、根据权利要求1的装置，还包括：一个第四流送管路，该管路与样本腔室的样本空腔相连接以用来与流出样本空腔的流体相联通。

6、根据权利要求5的装置，其特征在于：所述第四管路还与所述第一管路相连接，从而通过所述第四管路用地层流体将预装在样本空腔内的所有流体冲洗出去。

7、根据权利要求6的装置，其特征在于：所述第四管路与位于第二阀下游的第一管路相连接。

8、根据权利要求6的装置，还包括：一个设置在所述第四管路中用来控制流过所述第四管路的流体流量的第三阀。

9、根据权利要求1的装置，其特征在于：所述装置是一种通过有线线路输送的地层检测工具。

10、根据权利要求1的装置，其特征在于：所述装置是一种井下钻进工具。

11、根据权利要求1的装置，其特征在于：所述样本空腔和缓冲空腔之间的压差小于50psi (3.5Kg/cm²)。

12、根据权利要求1的装置，其特征在于：所述样本空腔和缓冲空腔之间的压差小于25psi (1.76Kg/cm²)。

13、根据权利要求1的装置，其特征在于：所述样本空腔和缓冲空腔之间的压差小于5psi (.35Kg/cm²)。

14、根据权利要求1的装置，还包括：

一个可选择相对所述装置移动的探头部件，当将所述装置安装在井筒内时，该探头部件用于在所述装置和地层之间形成流体联通；

一个用该第一流送管路与所述探头部件连接的泵送部件，其用于通过所述探头部件将地层流体吸入装置内。

15、一种用于从一个被一井筒穿过的地层中获取流体的方法，其包括：

将一地层检测装置安装在井筒内，所述检测装置包括一个样本腔室，该样本腔室内滑动安装有一个浮动式活塞，从而限定一个样本空腔和一个缓冲空腔；

在所述装置和地层之间建立流体联通；

利用一个设置在第一管路下游的泵使流体从地层经装置内的第一管路流动；

在所述样本空腔和第一管路之间形成联通，从而使样本空腔和第一管路具有相同的压力；

在缓冲空腔和第一管路之间形成联通，从而使缓冲空腔和第一管路具有相同的压力；

从缓冲空腔内除去缓冲流体，以在样本腔室内移动活塞；

将地层流体样本输送到样本腔室的样本空腔内；和

从井筒内取出所述的装置，以回收收集到的样本。

16、根据权利要求15的方法，还包括：冲洗步骤，通过使至少部分地层流体流过多个通向样本空腔和由样本空腔延伸出来的管路，将至少部分预装在样本空腔内流体冲出。

17、根据权利要求16的方法，还包括：在冲洗步骤后，收集样本空腔内的地层流体样本的步骤。

18、根据权利要求17的方法，其特征在于：用管路中的密封阀控制流过各个管路的流体流量。

19、根据权利要求16的方法，其特征在于：冲洗步骤包括将预装流体从钻孔内冲出的工序。

20、根据权利要求16的方法，其特征在于：所述冲洗步骤包括将预装流体冲入装置内的主管路内的工序。

21、根据权利要求16的方法，还包括：当将装置从井筒内取出时，保持收集在样本空腔内的样本处于一个状态条件下的步骤。

22、根据权利要求15的方法，其特征在于：当将缓冲流体从缓冲空腔内抽出时，通过活塞的移动将地层流体吸入样本空腔内，而且样本空腔和第一管路之间的压差小于50psi (3.5Kg/cm²)。

23、根据权利要求22的方法，其特征在于：所述被排出的缓冲流体被转移到装置内的主管路中。

24、根据权利要求15的方法，其特征在于：当将缓冲流体从缓冲空腔内抽出时，通过活塞的移动将地层流体吸入样本空腔内，而且样本空腔和第一管路之间的压差小于25psi (1.76Kg/cm²)

25、根据权利要求15的方法，其特征在于：当将缓冲流体从缓冲空腔内抽出时，通过活塞的移动将地层流体吸入样本空腔内，而且样本空腔和第一管路之间的压差小于5psi (.35Kg/cm²)。

26、根据权利要求15的方法，其特征在于：将流体从地层吸入所述装置内的操作是通过一个与地层壁相接合的探头部件和一个与探头部件流体联通的泵部件产生的，而且所述二部件均安装在所述装置内。

能够降低污染的取样方法及装置

相关申请的交叉引用

本申请是申请日为2000年11月14日、申请号为09/712,373的临时申请的继续申请部分，其全部内容在本文中加以参考引用。

发明背景

1、技术领域

本发明整体上涉及地层流体的取样，具体而言，本发明涉及一种改进型的地层流体取样部件，其目的在于通过消除存在于样本腔室和阀之间的“死区”将高质量的地层流体样本带到地面用于分析，其中阀在取样部件中密封着取样腔室。

2、相关的现有技术

很久以来，石油公司就已经认识到：需要从井下提取地层流体的样本，以用于化学和物理分析，而且本发明的受让人-Schlumberger公司多年以来一直在进行这种取样操作。被叫做流体储存层的地层流体样本通常要在储存层的使用期限内尽可能早地收集起来，以在地面尤其是专用的实验室内进行分析。这种分析所提供的信息对烃类储存层的设计和开发及评价储存层的生产能力和属性都非常重要。

井筒取样的过程包括将取样工具下放到井筒内，从而通过取样工具的探头部件和井筒壁之间的接合收集一种或多种地层流体样本，其中取样工具可以是由Schlumberger公司拥有并生产的MDT™地层探测工具。取样工具在整个接合部分上形成一个压差，从而使地层流体流入取样工具中的一个或多个样本腔室内。这种方法和类似的方法已在美国专利4860581、4936139(均转让给Schlumberger公司); 5303775、5377755(均转让给Western Atlas公司)和5934374(转让给Halliburton公司)中公开。

已经知道在“取样部件”中需要设置至少一个通常为多个这样的样本腔室及相关的阀门、流送管路连接，而且已经应用到Schlumberger的MDT型工具上。Schlumberger目前拥有多种这样的样本部件和样本腔室，而且每一种都能够在一定的条件下具有一定的优点。

“死区”是一个用于表示存在于密封阀和样本腔室本身之间的空间的术语，其中密封阀设置在样本腔室的样本腔的入口处。操作时，该空间与样本腔室内的剩余流动系统内通常充满了流体、气体或真空（通常为低于大气压力的空气），但在许多情况下并不需要真空，因为当密封阀打开时，真空将产生巨大的压降。因此，目前，许多高质量的样本都是利用“低冲击”技术来采集的，在这种技术中，死区内几乎一直充满流体，流体通常为水。无论在哪种情况下，当采集样本时，用于充满死区的物质都会进入并收集到地层流体样本中，从而污染了样本。

该问题如图1所示，图中示出了通过二级管路11与流送管路9相连接的样本腔室10。由流送管路9流入次级管路11中的流体由手动截止阀17和可由地面控制的密封阀15来控制。在将包括有样本腔室10的工具下放到钻孔（图1中未示出）中之前，手动截止阀17通常在地面上处于开启状态，然后，在将包括有样本腔室10的工具从钻孔中取出后，该阀在地面上关闭，以有效密封收集到的流体样本。这样，由流送管路9进入样本腔室10的地层流体基本上可以通过由地面经铠装电缆（也叫做“有线线路”，这在本领域内是公知的）传送的电子指令而打开和关闭密封阀16来控制。这种样本流体收集过程中存在的问题在于：死区流体DV与通过流送管路9输送的地层流体一起被收集在样本腔室10内，这样就污染了流体样本。迄今为止，尚没有已知的样本腔室或部件解决由收集在流体样本中的死区物质而导致的污染问题。

本发明涉及一种能够解决或至少减小上述一些问题或所有问题的方法和装置。

发明内容

在一个图示的实施例中，本发明涉及一种取样部件，该部件用于一种能够插入地下井筒内从而获取流体样本的工具上。这种样本部件包括一个用于容纳和存放流体的样本腔室。一个活塞滑动安装在该样本腔室内并限定了一个样本空腔和一个缓冲空腔，这两个空腔的容积可随活塞的运动而改变。第一流送管路用于通过所述装置与从地下岩层中获得的流体联通。一第二流送管路将第一管路和样本空腔连接在一起。一第三管路将第一管路和样本腔室的缓冲腔连接在一起，用来与由缓冲腔流出的缓冲流体相联通。一个能够在一关闭位置和一打开

位置之间移动的第一阀设置在第二管路内，用于使流体流由第一管路流向样本腔。当第一阀处于打开位置上时，样本腔和缓冲腔与第一流送管路流体联通，因此具有相同的压力。

该取样部件还包括一个设置在第一流送管路上的第二阀，而第一流送管路又设置在第二流送管路和第三流送管路之间；第二流送管路在所述第二阀的上游与所述第一流送管路相连接。第三流送管路可在第二阀的下游与所述第一流送管路相连接。还可以设置一个与样本腔室相连接的第四阀，其用来与从样本腔中流出的流体联通。第四流送管路也可与第一流送管路相连接，从而能够通过第四管路使预装在样本腔内的流体被地层流体冲出。在一个具体的实施例中，第四流送管路与位于第二阀下游的第一管路相连接。一第三阀可被设置在第四流送管路上，用于控制流过第四管路的流体流量。样本部件可以是一种通过有线线路输送的地层检测工具。在本发明的实施例中，在样本腔和缓冲腔之间存在一个小于50psi (3.5Kg/cm²) 的压差。在本发明的其它实施例中，样本空腔和缓冲空腔之间的压差小于25psi (1.76Kg/cm²) 和小于5psi (0.35Kg/cm²)。

另一实施例包括一个用于从地下井筒中获取流体样本的取样部件。该取样部件包括一个用于容纳和存放流体的样本腔室，一个活塞可移动地设置在该腔室内，从而形成一个样本空腔和一个缓冲空腔，这些空腔的容积可随活塞的移动而改变。用于与由地下岩层获取的流体相联通的第一流送管路穿过取样部件延伸，同时一个第二管路将第一流送管路与样本空腔连接在一起。一个第三流送管路将第一流送管路和样本腔室的缓冲空腔连接在一起，用来与从缓冲空腔流出的流体相联通。能够在一关闭位置和一打开位置之间移动的第一阀设置在第二流送管路中，用来与从第一管路流向样本空腔的流体流动联通。能够在一关闭位置和一打开位置之间移动的第二阀设置在位于第二和第三流送管路之间的第一流送管路内。当第一阀和第二阀处于打开位置上时，样本空腔和缓冲空腔与第一流送管路流体联通，因此具有相同的压力。样本空腔和缓冲空腔之间的压差小于50psi (3.5Kg/cm²)，小于25psi (1.76Kg/cm²) 或小于5psi (0.35Kg/cm²)。

在又一实施例中，本发明涉及一种用于从被一井筒穿过的地下岩层中获取流体的装置。该装置包括一个可选择相对所述装置移动的探

头部件，当将该装置安装在井筒内时，该部件用于在装置和地层之间形成流体联通。一个由第一流送管路与所述探头部件相连的泵部件能够通过探头部件将流体从岩层吸入装置内。一个取样部件能够收集通过泵送部件从地层中抽出的地层流体样本。该取样部件包括一个用于容纳并存放流体的腔室和一个滑动设置在该腔室内的活塞，从而形成一个样本空腔和一个缓冲空腔，这些空腔的容积可随活塞的移动而改变。第一流送管路与泵送部件流体联通，以用于通过取样部件从地层中获取的流体联通。一个第二流送管路将第一流送管路和样本空腔连接在一起，一个第一阀设置在第二流送管路中，用于控制由所述第一流送管路流向样本空腔的流体流量。当第一阀处于打开位置上时，样本空腔和缓冲空腔与第一流送管路流体联通，因此其具有相等的压力。

该装置还可包括一个第二阀，该阀设置在介于第二和第三流送管路之间的第一流送管路内。第二流送管路与位于第二阀上游的第一流送管路相连接，而第三流送管路与位于第二阀下游的第一流送管路相连接。一第四流送管路可与样本腔室的样本空腔相连接，用来与流出样本空腔的流体联通。第四流送管路还可与第一流送管路相连接，从而使预先装在样本空腔内的所有流体能够通过第四流送管路被地层流体冲出。第四流送管路可与位于第二阀下游的第一流送管路相连接，而且可包括一个第三阀，该阀用于控制通过第四流送管路流出的流体流量。该装置可以是一种通过有线管路输送的地层检测工具。

本发明的装置通常为一种通过有线管路运送的地层检测工具，尽管本发明的优点也可应用到同时测井和钻井（LWD）工具上，例如安装有钻杆柱的地层检测装置。样本腔和缓冲腔之间的压差可小于50psi（3.5Kg/cm²），小于25psi（1.76Kg/cm²）或小于5psi（0.35Kg/cm²）。

本发明的再一实施例可包括一种用于由被一井筒穿过的地层中获取流体的方法。该方法包括下述步骤：将一地层检测装置安装到一个井筒内，该检测装置包括一个取样腔室，该腔室内设置有一个可移动的活塞，从而限定一个样本空腔和一个缓冲空腔。这样，就可在装置和地层之间形成流体联通，而且在该装置内，由地层通过第一流送管路流出的流体通过安装在第一管路下游的泵产生运动。这样，就在样本空腔和第一流送管路之间、缓冲空腔和第一管路之间形成了联通，

从而使样本空腔、缓冲空腔和第一流送管路具有相等的压力。将缓冲流体从缓冲空腔内取出，从而在取样腔室内移动活塞并将地层流体样本输送到取样腔室的样本空腔内。接着，将该装置从井筒内取出，以收回已收集到的样本。

该方法还包括通过使至少部分地层流体穿过样本空腔产生移动的方式将预先装在样本空腔内的至少部分流体冲出并在冲出步骤后收集容纳在样本空腔内的地层流体。冲出步骤可用流入和流出样本空腔的流送管路来实现。冲出步骤可包括将预装流体从井孔内冲出或冲入装置内的主流送管路内。该方法还可包括下述步骤：当将装置从井筒内取出时，将收集在样本空腔内的流体保持在一种状态下。

在一个特定的实施例中，当将缓冲流体从缓冲空腔内取出并将排出的缓冲流体输送到装置内的主流送管路内时，地层流体通过活塞的移动从样本空腔内被抽出。样本空腔和第一流送管路之间的压力差可小于50psi (3.5Kg/cm²)，小于25psi (1.76Kg/cm²)，或小于5psi (0.35Kg/cm²)。与地层壁接合的探头部件和与探头部件流体联通的泵部件将使流体从地层流入装置内，而且探头和泵部件均设置在该装置内。

附图说明

参照在附图中示出的最佳实施例，更加清楚地理解本发明实现上述特征、优点和目的的方式。

但是应该知道：附图仅示出了本发明的典型实施例，并非是对本发明范围的限定，因为本发明可包括其它等同的实施例。

在附图中：

图1为现有取样部件的示意图，图中示出了死区的污染问题；

图2和3为现有地层检测装置及其各个组成部件的示意图；

图4A-D为根据本发明的一个实施例，设置有死区冲洗部分的取样部件的顺序示意图；

图5A-B为根据本发明的一个实施例，具有另一流动方向的取样部件的视图；

图6A-D为根据本发明的一个实施例的取样部件的示意图，其中当样本被收集在一个取样腔室内时，缓冲流体被排回主流送管路中；

图7A-D为根据本发明的一个实施例的取样部件的顺序示意图，其中一个泵用于抽出流体并使地层流体进入样本腔室内；

图8A-D为根据本发明的一个实施例的取样部件安装有充气部件的顺序示意图；

图9A-D为根据本发明的一个实施例的取样部件的顺序示意图，其中一个泵用于抽出缓冲流体，从而使地层流体进入样本腔室内；和

图10A-D为根据本发明的一个实施例的取样部件的顺序示意图，其中一个泵用于抽出流体，从而使地层流体进入样本腔室内。

对本发明的详细说明

图1为现有样本腔室10的示意图，图中示出了流体从流送管路9经流送管路11和两个阀15、17流入样本腔室10内的方式。在该实例中，存在一个死区DV，该死区不能被冲掉，因此就会污染收集在样本腔室10内的所有样本流体。此外，收集到的流体样本在取样操作过程中还可能受到压力变化的作用，因为取样操作能够改变流体的特性。

现参照图2和3所示的现有技术，图中示出了一种可与本发明一起使用的装置。图2和3所示的装置A是一种模块化的结构，但也可采用一种整体式的工具。装置A是一种向下钻进的工具，该工具可通过一个有线管路（未示出）下放到井筒内，用于对地层特性进行检测。这种工具的一个实例就是MDT（Schlumberger的商标）型工具。为简明起见，图中没有示出与工具A相连接的有线管路、电源和与通讯有关的电子元件。在工具的整个长度上延伸的输电线和通讯线路整体上由标记8表示。这些电源和通讯部件对本领域技术人员而言是公知的，而且已广泛应用于商业中。这种控制设备通常在与工具相连接的有线线路附近在工具的最上部安装，同时电线穿过工具延伸到各个元件上。

如图2的实施例所示，装置A包括一个液压动力模块C、一个封隔器模块P和一个探头模块E。探头模块E设置有一个探头部件13，该部件用于渗透性检测或流体取样。当根据公知的技术采用能够确定非均质渗透性和垂直的储油层结构的工具时，可将一多探头模块F添加到探头模块E中，如图2所示。多探头模块F设置有一个凹入式的探头部件12和14。

液压动力模块C包括泵16、容器18和能够控制泵16的操作的电机20。低油开关22也构成了控制系统的一部分，而且用于调整泵16的操作。

液压流体管路24与泵16的排放口相连接并通过液压动力模块C延伸到相邻的模块内，以用作一个液压动力源。在图2所示的实施例中，根据所采用的结构的不同，液压流体管路24穿过液压动力模块C延伸到探头模块E和/或F内。液压回路通过图2所示的液压流体回流管26由探头模块E回到液压动力模块C，在模块C内，其终止于容器18。

图3所示的抽出模块M用于以下述方式处理不需要的样本：通过流送管路54泵送流体到钻孔内，或用于将流体从钻孔泵送到流送管路54内，以对封隔器28和30加压。此外，抽出模块M可用于通过探头模块E或F将流体从井筒内抽出，接着挤出容纳在样本腔模块S内的缓冲流体将地层流体泵送到样本腔模块S内。

由泵91的液压流体驱动的双向活塞泵92可被调节，以从流送管路54内抽出流体并通过流送管路95处理不需要的样本，或者，也可对其进行调节，以能够将流体从钻孔（通过流送管路95）内泵送到流送管路54内。抽出模块还可被设置在使流送管路95与流送管路54相连接的位置上，从而能够将流体从流送管路54的下游抽出并泵送到上游，反之亦然。抽出模块M设置有能够调节活塞泵92并使流体管路54与流体管路95相对准的所需控制部件，目的是完成抽出工序。在这里，应该知道：活塞泵92可用于将样本泵送到取样腔室模块S内，这包括：对所需样本加压及利用抽出模块M将样本从取样腔室模块S内抽出。如果需要，抽出模块M还可用于实现压力恒定或保持恒定速度的喷射。如果具有足够的动力，那么抽出模块M可用于以足够高的速度喷射流体，以形成微裂隙，从而用于测定地层的应力。

或者，图2所示的跨式封隔器28和30可通过活塞泵92利用钻孔流体实现加压（充气）和卸压（放气）。从图中可以容易地看到：有选择地驱动抽出模块M，从而驱动活塞泵92，同时有选择地驱动控制阀96并使阀I膨胀和压缩能够使封隔器28和30有选择地膨胀和收缩。封隔器28和30可被安装到装置A的外周缘32上，而且可由能够与井筒流体相容并能够适应井筒温度的弹性材料制成。封隔器28和30内可设置有一个空

腔。当活塞泵92处于操作状态下，而且充气阀I被正确调整时，流体将从流送管路54经充气/放气阀I和流送管路38流入封隔器28和30内。

如图2所示，探头模块E设置有一个探头部件13，该探头部件可相对装置A有选择地移动。探头部件13的移动是通过探头驱动器40的工作开始的，该探头驱动器40使液压管路24、26与管路42和44对准。探头46被安装在一个机架48上，该机架可相对装置A移动，探头46可相对机架48移动。这些相对移动是由一个控制器40通过将流体从流送管路24和26内有选择地引入流送管路42、44内开始的，从而使框架48最初向外移动到能够与钻孔壁（未示出）相接触的位置上。机架48的伸出有利于在使用过程中保持工具的稳定性，而且使探头46邻近钻孔壁。由于一个目的在于获取地层压力的精确读数，该压力反应在探头46处，因此最好穿过已经形成的泥饼将探头46进一步插入到与地层相接触的位置上。这样，液压管路24与管路44的对准将使探头46通过相对机架48的移动而产生的相对运动移动到地层中。探头12和14的操作与探头13的操作类似，因此这里不再赘述。

当封隔器28和30已被充气并且/或者对探头13和/或探头12、14进行调节后，就可以开始对地层进行流体的抽出检测。样本流送管路54由探头模块E内的探头46向下在一个介于封隔器28和30之间的位置上延伸到外周缘32，并通过相邻的模块延伸到取样模块S内。根据所需的结构，垂直探头13和凹入式探头12、14允许地层流体通过一个或多个电阻检测单元56、压力检测部件58和一个预检机构59流入样本流送管路54内。流送管路64允许地层流体流入样本管路54内。当使用模块E或多个模块E和F时，将隔离阀62安装在电阻传感器56的下游侧。在关闭位置上，隔离阀62限制管路的内部容积，从而提高通过压力计58完成的动态检测的精确度。在完成压力检测后，隔离阀62打开，以使流体通过管路54流入其它模块内。

当开始取样时，最初获得的地层流体非常可能被泥饼和滤液所污染。因此，在收集样本前，最好将这些污染物从样本流中清除掉。这样，抽出模块M就用于首先从装置A内将通过跨式封隔器28、30或垂直探头13，或凹入式探头12或14采集到的地层样本排入流送管路54内。

流体分析模块D包括一个光学流体分析器99，该分析器99非常适合于表示出管路54内的流体在哪里能够接受，从而收集到高质量的样

本。光学流体分析器99用于鉴别各种不同的油、气体和水。均被转让给Schlumberger的美国专利4994671；5166747；5939717和5956132及其它公开的专利对分析器99作出了详细的说明，因此这里不再赘述，但其内容作为参考引用。

当从装置A内排出污染物时，地层流体能够继续流经穿过相邻模块例如精密压力模块B、流体分析模块D、抽出模块M、流量控制模块N及多个可能连接的样本腔室模块S延伸的样本流送管路54，如图3所示。本领域的技术人员应该知道：通过使样本流送管路54沿各个模块的长度延伸，不需要增加工具的整体直径就能够将多个取样腔室模块S堆叠在一起。或者，如下所述，单个取样模块S可设置有多个小直径的取样腔室，例如通过将这些小直径的取样腔室以距取样模块的轴线的距离相等的方式并排设置。因此，在将工具拉到地面上之前，该工具就能够收集到更多的样本，而且还可应用到较小的钻孔中。

参照图2和3，流量控制模块N包括一个流量传感器66、一个流量控制器68、活塞71、容器72、73和74、一个可选择调节的限制部件，例如阀70。这样，就可以通过采用上述的设备，以特定的流速得到预定的样本大小。

这样，取样腔室模块S就能够用于收集到由流送管路54运送并由流量控制模块N调节的流体样本，这样做比较有利，但对应流体取样而言，这不是必需的。首先参照图3所示的上部取样腔室模块S，一个阀80处于打开状态下，阀62、62A和62B处于关闭状态下，这样就能够将管路54内的地层流体导入位于取样腔室模块S的腔室84内的样本收集空腔84C内，此后，阀80关闭，以隔离样本。腔室84设置有一个样本收集空腔84C和一个增压/缓冲空腔84p。这样，就可以将工具移动到不同的位置上，而且可反复执行该过程。收集到的其它样本可存放在任意数量的附加样本腔室模块S内，这些模块可通过以合适方式对准阀连接在一起。例如，在图3中示出了两个样本腔室S。在通过截流阀80的操作而使上腔充满后，可通过打开与腔室90的样本收集空腔90C相连接的截流阀88将后面的样本存放在最下面的样本腔室模块S内。腔室90设置有一个样本收集空腔90C和一个增压/缓冲空腔90p。应该知道：每个样品腔室模块都设置有自己的控制部件，如图3中的100和94所示。根据将要进行的检测性质，可以将任意数量的样本腔室模块S或无样本腔

室模块用于具体结构的工具上。另外，样本模块S也可以是一种容纳有多个样本腔室的多样本模块，如上所述。

应该知道：以全压力井筒流体形式存在的缓冲流体可应用于设置在腔室84和90内的活塞之后部，以进一步控制输送到样本模块S的地层流体的压力。为此，阀81和83打开，抽出模块M的活塞泵92必须工作，以使流送管路54内的流体压力超过井筒压力。已经发现：这种作用能够降低或抑止在压力下降过程中所产生的压力脉冲或“冲击”。这种冲击小的取样方法已经应用到从松散地层中收集流体样本的具体环境中，另外该方法还通过活塞泵92允许样本流体过压。

已经知道：可根据需要完成的目的的不同，而采用不同结构的装置A。对于基础取样而言，液压动力模块C可与电动模块L、探头模块E和多个样本腔室模块S接合使用。为确定容器的压力，液压动力模块C可与电力模块L、探头模块E和精密压力模块B一起使用。为了能够在容器中不污染样本，液压动力模块C可与电力模块L、探头模块E及流体分析模块D、抽出模块D和多样本腔室模块S一起使用。可通过将电力模块L与封隔器模块P、精密压力模块B和样本腔室模块S接合使用来执行模拟钻杆检测（DST）。当然，也可采用其它结构，而且可用该工具根据所要实现的目的的不同来装配这样的结构。该工具可以是一种整体式的结构，也可以是一种模块化的结构，但是，对于不需要所有属性的使用者来说，模块化结构具有更大的灵活性，而且降低了成本。

如上所述，样本流送管路54还穿过一个精密压力模块B延伸。模块B的精密计量仪器98可安装在靠近探头12、14或46和/或靠近流送管路32之入口的位置上，从而由于流体的可压缩性而减少内部管路的长度，而流体的可压缩性又会影响压力测量的灵敏度。精密计量仪器98通常要比应力计58更加敏感，从而相对时间更加精确地测量压力。计量仪器98最好是一个石英压力计，石英压力计根据石英晶体的频率特性通过温度和压力进行压力测量，这种测量方法要比用应变计进行的较简单的应力测量更加精确。还可以采用控制机构的合适阀门部件使计量仪器98和58交变操作，从而充分利用其敏感度上的差别和承受压差的能力。

装置A的各个模块可按下述方式制造：使其能够快速连接到一起。模块间的平齐连接用于替代凸起/凹槽连接，以避免在井筒环境下出现可能夹带污染物的位置。

样本收集过程中的流量控制允许采用不同的流速。流量控制用于尽可能迅速地获取有用的流体样本，从而使有线线路和/或工具由于在渗透性高的环境下有泥浆渗入工具中而导致纠缠在一起的概率最小。在渗透性差的环境下，流量控制能够非常有效地防止将地层流体样本的压力降低到低于其气泡点或沥青沉淀点。

具体而言，上述的“低冲击取样”方法用于在压力下降过程中使地层流体的压降最小，从而减小对地层的“冲击”。在可达到的最小压降条件下取样，还会增加使地层流体压力保持在高于沥青沉淀点的压力及上述气泡点压力之上。在一种实现压降最小的方法中，样本腔室保持在上述的井筒流体静压力下，将同族流体抽到工具内的速度可通过测量计58监控工具的入口管路压力并通过泵92调整地层流体的流速和/或流量控制模块N来控制，从而仅在监控压力上产生最小压降，而监控压力使流体从地层中流出。这样，就可以通过调整地层流体的流速降低压降。

现参照图4A-4D，图中示出了根据本发明一个实施例的样本模块SM。该样本模块包括一个用于容纳并存放高压地层流体的样本腔室10。活塞112滑动设置在腔室110内，以限定一个样本收集空腔110c和一个增压/缓冲空腔110p，这些空腔的容积随活塞112在腔室110内的移动而改变。第一流送管路54用来联通过过样本模块SM从地下岩层中获取的流体（接合图2和3所作的上述说明）。一个第二流送管路114将第一流送管路54和样本空腔110c连接在一起，一个第三流送管路116将样本空腔110c和第一流送管路54或样本模块SM内的一个出口（未示出）连接在一起。

第一密封阀118设置在第二流送管路114中，用于控制流体从第一管路54流向样本空腔110c的流量。一个第二密封阀120设置在第三流送管路116中，用于控制从样本空腔110c流出的流体流量。这样，就可以利用第一管路54内的地层流体和密封阀118和120将预先装在由样本空腔110c和部分流送管路114和116限定而成的“死区”内并由密封阀118和120密封的流体分别冲出。

图4A示出了阀118和120一开始处于关闭状态下，从而使通过上述模块与工具A的第一流送管路54（包括第一流送管路54上穿过样本模块SM的那部分）联通的地层流体从旁路流入样本腔室10内。这种旁通操作允许新近导入地层流体中的污染物通过工具A被冲洗出去，直到流体中的污染物数量降低到可以接受的水平。其操作方式可参照对光学流体分析器99的上述说明。

通常情况下，流体例如水将被充填到介于密封阀118和120之间的死区空间内，以降低当密封阀118、120打开时地层流体所承受的压降。当需要将地层流体样本收集在样本腔室10的样本空腔110c内，而且分析器99指示出流体中已基本没有污染物时，第一步骤就是从死区空间内将水（尽管也可以使用其它流体，但下文将接合水来加以说明）冲出。这一步骤是通过打开密封阀118和120并通过关闭设置在工具A内的另一模块X中的阀122而堵住第一流送管路54来实现的，如图4B所示。这种操作将使地层流体通过第一密封阀118和样本空腔110c“流入”，并通过第二密封阀120“流出”，以将其输送到钻孔中。这样，存放在密封阀118和120之间的死区容积内的外部水将被无污染的地层流体冲出。

在短时间的冲洗后，第二密封阀120关闭，如图4C所示，以使地层流体充满样本空腔110c。由于样本空腔已被充满，因此存放在缓冲/增压空腔110p内的缓冲流体将通过活塞112的移动而移向钻孔。

工具A中的各个模块能够被移动到与地层相接合的模块（例如图2中的模块E、F和/或P）之上方或下方。这种接合是在一个被称为取样点的位置上形成的。图5A至B示出了用于将管路中的截流阀122安装在样本模块M本身上的结构，同时保留其将样本模块放置在取样点上方或下方的能力。截流阀122用于将流体流从在图5A中位于样本腔室110下方的取样点和在图5B中位于样本腔室110上方的取样点转移到样本空腔110c内。两个附图均示出了地层流体经过第一密封阀118从第一流送管路54转向流入到该第二流送管路114。通过第三管路116和第二密封阀120从第一管路54转移到第二管路114内。流体流过样本空腔110c并通过第三管路116和第二密封阀120返回第一管路54。这样，就可以将管路54内的地层流体输送到工具A的其它模块中或排放到钻孔内。

图4A至D和图5A至B所示的实施例将缓冲空腔110p内的缓冲流体与钻孔流体直接接触的位置上。这样就能够实现上述的低冲击取样方法。样本腔室110还可以按下述方式构造：在活塞后方没有缓冲流体，仅用空气充满缓冲腔室110p。这样就形成了标准的空气垫取样方法。但是，为利用工具A的各个模块的其它某些性能，缓冲空腔110p内的缓冲流体必须沿一定路线返回管路54。这样，在这些情况下，空气可能不是最佳的。

在某些实施例中，本发明还可装配有一个与样本腔室110的缓冲空腔110p相连接的第四管路124，如图6A-D所示，以用来与流入和流出缓冲空腔110p的缓冲流体联通。第四管路124还与位于截流阀122下游侧的第一管路54相连接，从而使收集在样本空腔110c内的流体样本通过第四管路124将缓冲流体从缓冲空腔110p内排入第一管路54内。

一个第五管路126与第四管路124及第一管路54相连接，第一管路54的连接部分可位于第一管路54与第二管路114之连接部分的上游侧。第四管路124和第五管路126能够控制缓冲流体，以在活塞112上产生一个用于将流体样本有选择地吸入样本空腔110c内的压差。下面将参照图7A至D对该过程加以详细说明。

缓冲流体沿一定的路线通过管路124和126流向位于管路密封阀122上方和管路密封阀122下方的第一管路54。根据地层流体是否从顶部流向底部（如图6A-D所示）或从底部流向顶部，打开缓冲流体管路124、126中相应的手动阀128、130中的一个，同时关闭二者中的另外一个手动阀。在图6A至D中，流体流从样本模块SM的顶部出发并从样本模块的底部流出，从而使顶部手动阀130关闭，而底部手动阀128打开。样本模块最初的设置是使第一和第二密封阀118、120关闭，而管路密封阀122打开，如图6A所示。

当需要地层流体的样本时，第一步骤还用来冲掉位于第一和第二密封阀118和120之间的死区容积内的流体。该步骤如图6B所示，其中密封阀118和120处于打开状态，而管路密封阀122处于关闭状态。这些阀的设置能够通过样本空腔110c转移地层流体并冲洗死区容积。

在短时间的冲洗后，第二密封阀120关闭，如图6C所示。接着，地层流体充满样本空腔110c，而且缓冲空腔110p内的缓冲流体由活塞112通过第四管路124流入管路54内，同时打开手动阀128。由于缓冲流体

现正流过第一管路54，因此其能够与工具A的其它模块联通。当缓冲流体离开样本腔室110时，流量控制模块N可用于控制缓冲流体的流速。或者，也可通过将泵送模块M放置在样本模块SM的下方将缓冲流体抽出样本腔室，从而降低样本空腔110c的压力并将地层流体吸入样本空腔内（如下所述）。另外，当泵送模块出现故障时，还可将一个具有气垫的标准样本腔室用作缓冲流体的出口。而且，管路54能够与钻孔联通，从而重新执行上述的低震动取样方法。

一旦样本空腔110c被充满，而且活塞12到达其上部极限位置时，如图6D所示，在关闭第一和第二密封阀118、120并重新打开管路密封阀122之前，收集到的样本可能处于过压状态下（如上所述）。

低震动取样方法已经作为在收集流体样本时能够最小化地层流体之压力降的方法建立起来。如上所述，常规的方式在于以下述方式构造样本腔室110：使处于流体静压力作用下的钻孔流体通过缓冲空腔110p与活塞112直接联通。一种泵，例如泵送模块M的活塞泵，用于降低与容器联通的口的压力，从而使地层或地层流体流入工具A内。泵送模块M被放置在容器取样点和样本模块SM之间。当需要取样时，地层流体被转移到样本腔室内。由于样本腔室的活塞112受到流体静压力的作用，因此泵必须将地层流体的压力至少提高到流体静压力的水平上，目的是充满样本空腔110c。当样本空腔充满后，泵可用于使地层流体的压力进一步提高到高于流体静压力的水平，目的是减少在将地层流体带到地面时由于冷却而产生的压力损失。

这样，在低震动取样过程中，泵送模块M必须降低容器界面处的压力，然后将泵的排出口或出口处的压力升高到至少等于流体静压力的水平。但是，地层流体必须流过泵送模块才可完成上述操作。因为在该过程中泵送模块可能产生额外的压降，因此这是一个应该引起注意的问题，但由于设置有单向阀、减压阀、进出口等等，因此尚未在井筒壁上发现这种问题。这些外部压降可能对样本的完整性产生一些负面影响，尤其是在下降的压力位于地层流体的起泡点或沥青析出点（asphaltene drop-out point）附近的情况下。

由于存在这些问题，因此现在提出一种接合本发明之优点的新型取样方法。该方法涉及到用泵送模块M降低上述容器界面处的压力。但是，样本模块SM放置在取样点和泵送模块之间。图7A-D示出了这种结

构。泵送模块M用于通过第一管路54和打开的第三密封阀122将地层流体泵送到工具A内，如图7A所示，直到确定出样本为所需的样本。这样，样本模块SM的第一密封阀118和第二密封阀120就会打开，第三管路密封阀122关闭，如图7B所示。这就使管路54内的地层流体通过样本空腔110c转移并冲洗位于阀118和120之间的死区液体。在短时间的清洗后，第二密封阀120关闭。然后，泵送模块M仅与缓冲空腔110p内的缓冲流体联通。缓冲流体的压力通过泵送模块得以降低，而泵送模块的出口以流体静压力通向钻孔。由于缓冲流体的压力已下降到低于容器压力的水平，因此就降低了位于活塞112后方的样本空腔110c内的压力，从而将地层流体吸入样本空腔内，如图7C所示。当样本空腔110c充满时，可通过关闭第一密封阀118（第二密封阀120已经处于关闭状态下）来收集样本。该方法的优点在于：地层流体不会受到任何由于泵送模块而产生的外来压降的影响。而且，设置在探头或封隔器模块内的取样点附近的压力计将显示出在容器压力进入样本空腔110c处的实际压力（加/减静水压头差）。

除了在前面的附图示出了一种能够用高压气体对缓冲流体空腔110p加压，以保持样本空腔110c内的地层流体压力高于容器压力的部件外，图8A-D示出了一种与图7A-D相类似的结构和方法。这样就无需泵送模块对收集到的样本进行过压。在该实施例中，两个特殊的添加部分在于：设置在第四管路124中并用于控制缓冲流体从缓冲空腔110p流出的另一密封阀132，另一个添加部分是一个充料模块GM，该模块GM包括一个第五密封阀134，该密封阀在气体腔室140之空腔140c内的高压流体与缓冲流体联通时用于控制。腔室140设置有一个样本收集空腔140C和一个增压/缓冲空腔140p。

缓冲流体中的密封阀132可用于确保样本腔室110内的活塞112在冲洗样本空腔的过程中不移动。在图7A至D所示的实施例中，没有设置能够有效防止活塞112产生移动的部件。在对死区进行冲洗的过程中，样本空腔110c内的压力等于缓冲空腔110p内的压力，因此活塞112在活塞密封件的摩擦力的作用下不会产生移动。为确保活塞不产生移动，最好采取一种能够在缓冲流体内实现锁定的确定的方法，例如密封阀132。其它方法也可以得到，例如使用一种开启压力低的减压部件，这样就能够保证与冲洗死区容积相比，排出缓冲流体需要更大的压力。

密封阀132还用于收集缓冲流体，当其被空腔140c内的高压氮气充料流体充满时。

利用图8A至D的实施例进行取样的方法与上述其它实施例的方法非常相似。当地层流体流过各个模块被泵送到管路54内，以最小化对流体的污染时，如图8A所示，第三密封阀122打开，同时第一和第二密封阀118和120及缓冲密封阀132和充料模块密封阀134均关闭。当需要样本时，第一和第二密封阀118和120打开，第三管路密封阀122关闭，缓冲流体密封阀132仍保持关闭状态。这样，地层流体就能够通过样本空腔110c被泵送，从而将介于阀118和120之间的死区空间内的所有水冲出，如图8B所示。在短时间的冲洗后，缓冲密封阀132打开，第二密封阀120关闭（第一密封阀118仍保持打开状态），地层流体开始充填样本空腔110c，如图8C所示。

一旦样本空腔110c被充满，那么第一密封阀118就会关闭，缓冲密封阀132关闭，第三管路密封阀122打开，以使泵送和经管路54的流动继续进行。为用充料模块GM对地层流体进行加压，第五密封阀134打开，以使充料流体与缓冲空腔110p联通。当工具被带到地面时，阀134仍然打开，从而即使样本空腔110c冷却，在样本空腔110c内仍然保持地层流体具有较高的压力。作为Schlumberger公司的一个部门的Oilphase已经开发出另一种利用第五密封阀134起动气体模块GM内的充料流体的工具和方法，具体见美国专利5337822所述，该专利文件在本文中作为参考引用。在这种工具和方法中，通过在瓶子110内的样本腔室内装设阀门，就能够使其本身关闭缓冲和取样口，接着打开一个通向充料流体的口，从而对样本加压。

即使在图8A至D所示的实施例中沒有设置充料模块，图7A至D所示的上述低震动取样方法仍然可以使用。另外，由于设置有在将地层流体收集到样本空腔110c内后能够收集缓冲流体的密封阀132，因此，泵送模块M可反向工作，从而沿其它方向完成泵送。换言之，泵送模块可用于对缓冲空腔110p内的缓冲流体加压，而缓冲流体又作用于活塞112上，这样就能够对收集在样本空腔110c内的地层流体进行加压。实际上，该方法将重复上述的标准低震动方法。对缓冲流体起作用的第四密封阀132能够关闭，以收集压力合适的样本。

图9A至D示出了本发明的另一实施例,在该实施例中,样本模块SM设置在取样点和泵送模块M之间。泵送模块M用于通过管路54泵送地层流体并打开密封阀122,如图9A所示,直到确定出为所需要的样本为止。在缓冲流体的管路126中,手动阀130打开,手动阀128关闭。

当为所需要的样本时,样本模块SM的密封阀118打开,如图9B所示。这样就使管路54中的部分流体通过密封阀118转移到样本空腔110c内。在本发明的各个不同实施例中,一般要在缓冲空腔110p的出口处设置一个单向阀机构(未示出)。为使管路54与缓冲空腔110p内的流体直接联通,应该拆下单向阀机构。当将单向阀拆除后,管路54内的压力将大体等于样本腔室110的缓冲空腔110p内的压力。

在本申请中,术语“相等”、“相同的压力”、“大体相同的压力”及其它类似术语用于表示一管路或一个装置内的两个位置之间的相对压力。当流体流自由流过一条管路时,将产生摩擦压力损失,这是公知的,在本申请的范围内,这些常规和轻微的压差不会产生明显的影响。因此,在本申请中,可以认为在一个系统中相互流体联通并能够自由流动的两个位置具有相同的压力。在本发明的某些实施例中,样本空腔110c和缓冲空腔110p之间的相等压力是指小于50psi (3.5Kg/cm²)的压差。在本发明的其它实施例中,样本空腔110c和缓冲空腔110p之间的相等压力是指小于25psi (1.76Kg/cm²)的压差。在本发明的另外一些实施例中,样本空腔110c和缓冲空腔110p之间的相等压力是指小于10psi (0.70Kg/cm²)的压差。在本发明的又一些实施例中,样本空腔110c和缓冲空腔110p之间的相等压力是指小于5psi (0.35Kg/cm²)的压差。在本发明的再一些实施例中,样本空腔110c和缓冲空腔110p之间的相等压力是指小于2psi (0.14Kg/cm²)的压差。

泵送模块M除了与管路54内的流体联通外还与缓冲空腔110p内的缓冲流体联通。由于手动阀130处于打开状态下,因此缓冲空腔110p内的缓冲流体与管路54内的流体具有相等的压力。这样,就能够通过泵送模块M将缓冲流体从缓冲空腔110p内除掉,其出口返回到位于静压力井筒内的钻孔。当将流体从缓冲空腔110p内除掉时,活塞112将移动,从而将地层流体抽入样本空腔110c内,如图9C所示。

由于密封阀118和手动阀130保持在打开位置上,因此在抽出和取样过程中,样本腔室110内的压力保持在大体与管路54内的压力相等的

水平上。在打开的密封阀122上也可能存在不同的压力，这种压差是由流体在管路54内通过打开或部分打开的密封阀112的限制而产生的。这种压力差能够为流体进入样本空腔110c提供驱动力，同时样本空腔110c和缓冲空腔110p保持在大体相同的压力条件下。这样就能够实现低震动的取样方法，该方法还具有其它优点：无需使样本流体在与样本腔室110隔开之前流过泵送模块M。

当样本空腔110c充满时，如图9D所示，阀118的关闭能够收集样本流体。一旦密封阀118关闭，那么通过管路54和泵送模块M流动的流体流就会或者停止流动，或者当其它样本或检测模块需要容器流体流动时继续流动。

图10A至D示出了本发明的又一实施例，该实施例设置有样本模块SM，该模块设置在取样点和泵送模块M之间。除了添加一个在阀122的下游位置与管路54相连接的额外管路和阀120外，该实施例与图9A至D所示的实施例类似，这样就能够在样本空腔110c和管路54之间形成流体联通。

泵送模块M用来通过工具A经管路54和打开的密封阀122泵送地层流体，如图10A所示，直到确定样本为所需时停止。在缓冲流体管路126中，手动阀130打开，手动阀128关闭。这样，样本模块SM的密封阀118和120就会打开，同时密封阀122保持在其打开位置上，如图10B所示。这就使管路54中的部分地层流体通过样本空腔110c被转移并冲洗介于阀118和120之间的死区液体。在短时间的冲洗后，密封阀120关闭。然后，泵送模块M与管路54内的流体及缓冲空腔110p内的缓冲流体保持联通。接着，缓冲流体通过泵送模块从缓冲腔室110p内移走，其出口返回处于静压力下的钻孔内。从缓冲空腔110p内除去缓冲流体的操作使活塞112朝向样本腔室110的缓冲端移动，从而将地层流体吸入样本空腔内，如图10C所示。当样本空腔110c充满时，就可以通过关闭密封阀118（密封阀120已经关闭）来收集样本，如图10D所示。与管路54流体联通的流体样本在抽出和取样过程中具有相同的压力，从而能够低震动的取样。该方法的某些优点在于：地层流体不会受到由于流过泵送模块而产生的任何外部压降的作用，或者由于泵送模块内的杂质而导致的任何可能污染。设置在探头或封隔器模块的取样点附近的压力计

将指示出容器压力进入样本空腔110c处的实际压力(加/减流体静压头差)。

本领域的技术人员应该清楚：本发明在其保护范围内还可以其它特定的方式实施。因此，实施例仅是说明性的，并非是对本发明的限制。本发明的保护范围由权利要求书来限定，而不是由前面的说明来限定，而且所有落入权利要求书范围内的修改和变形均属于本发明的一部分。

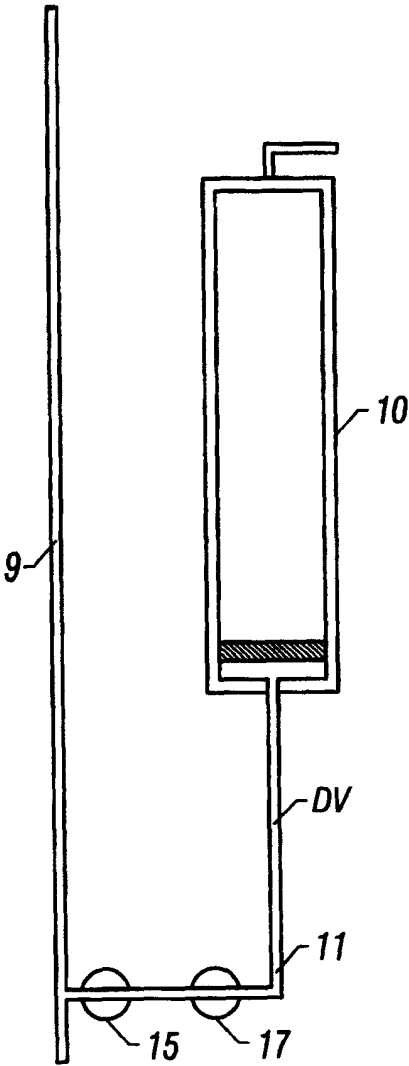


图 1
(现有技术)

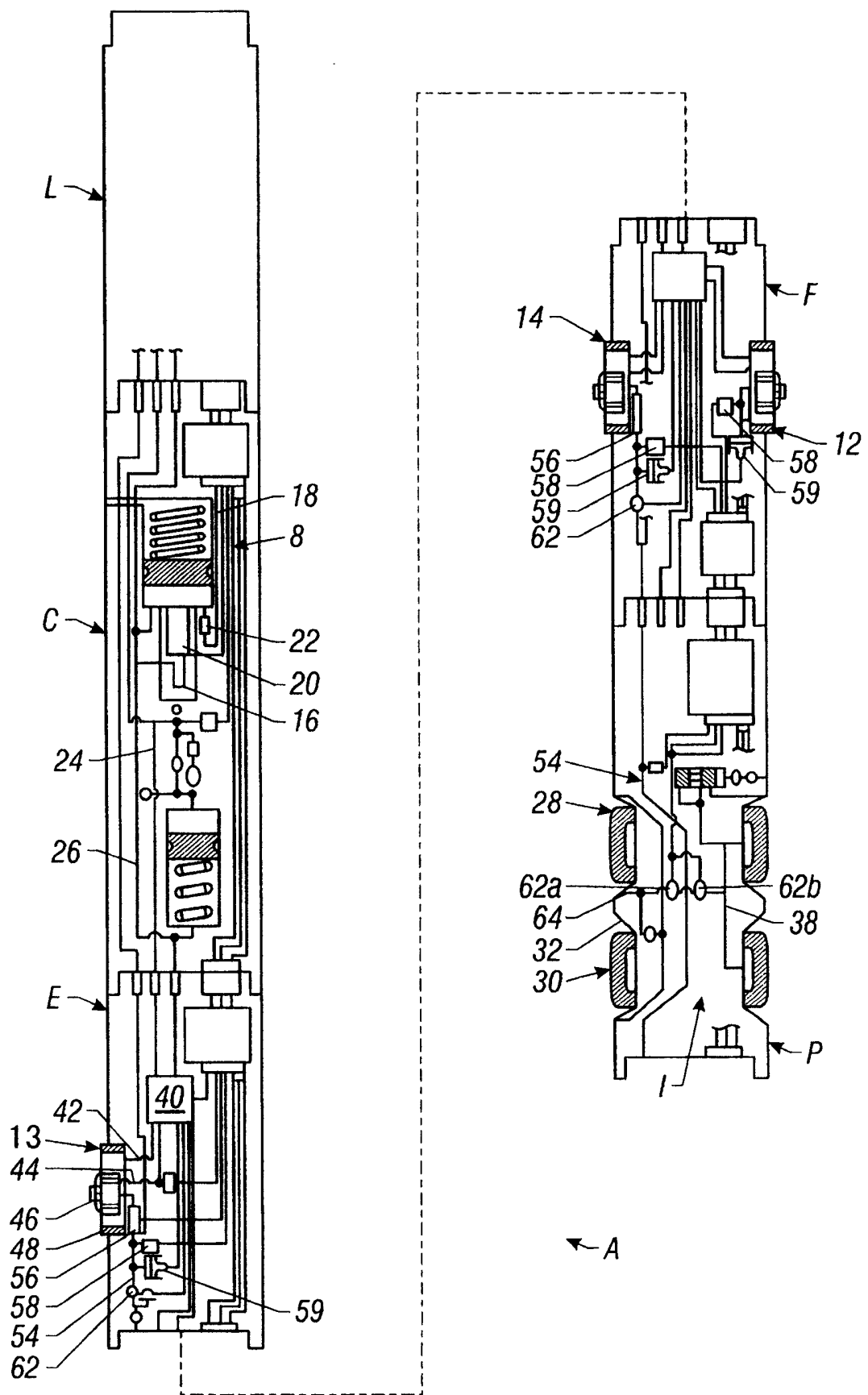


图 2 (现有技术)

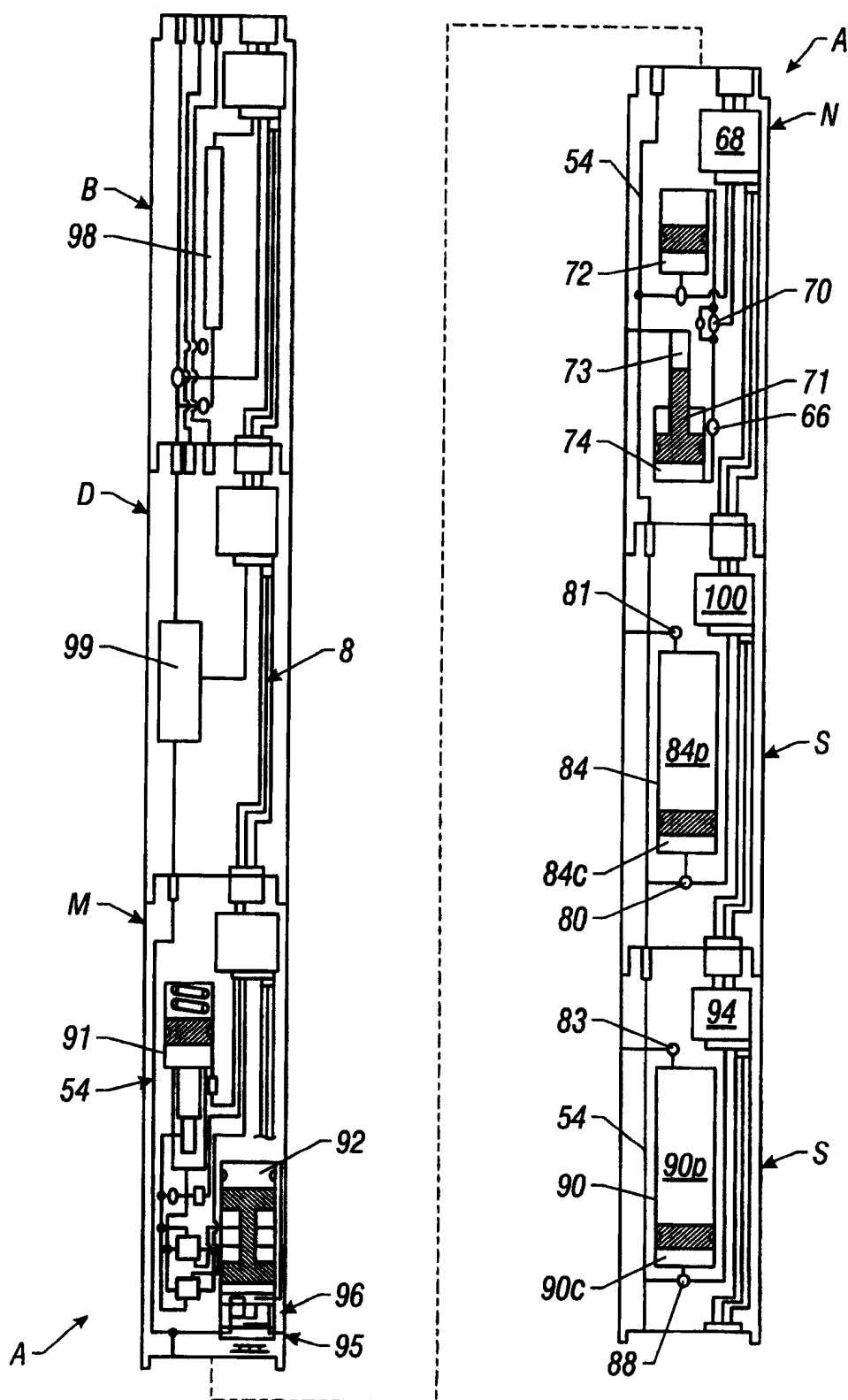


图 3
(现有技术)

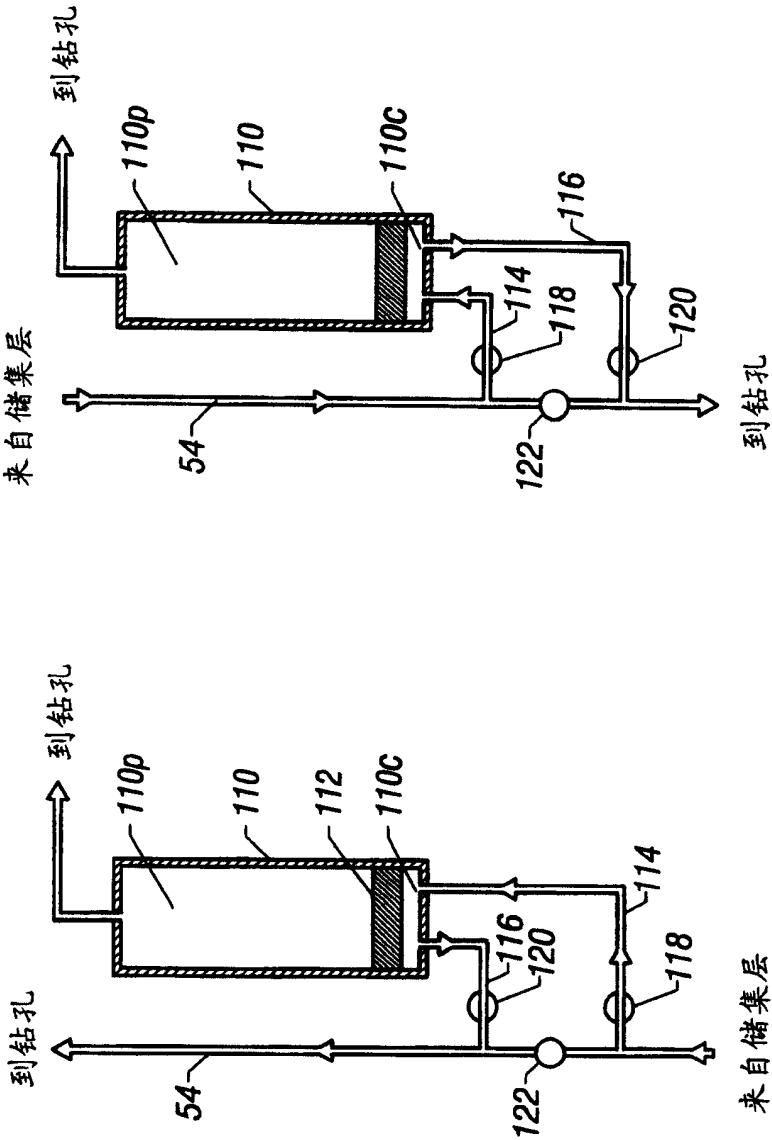


图 5B

图 5A

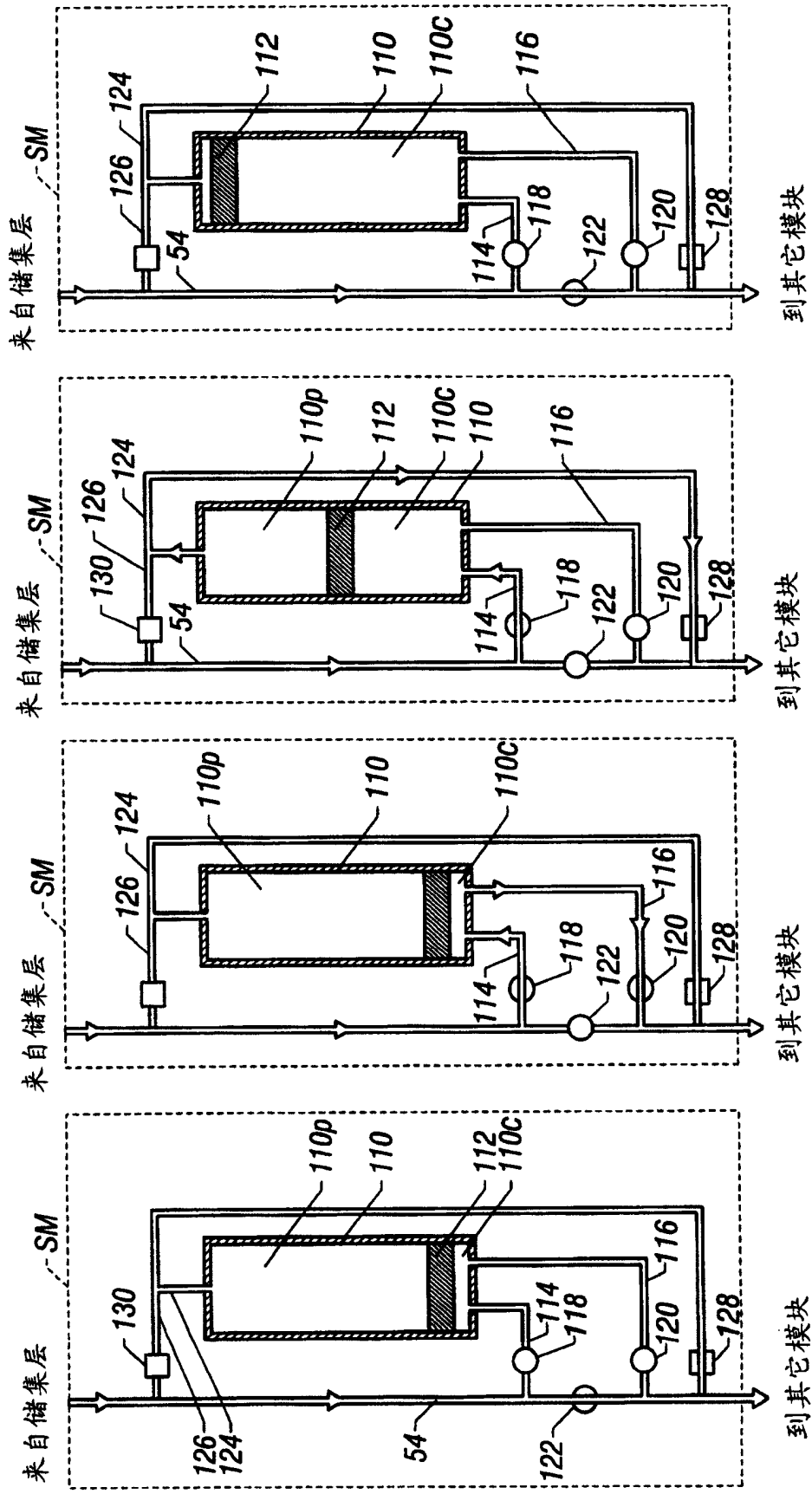


图 6D

图 6C

图 6B

图 6A

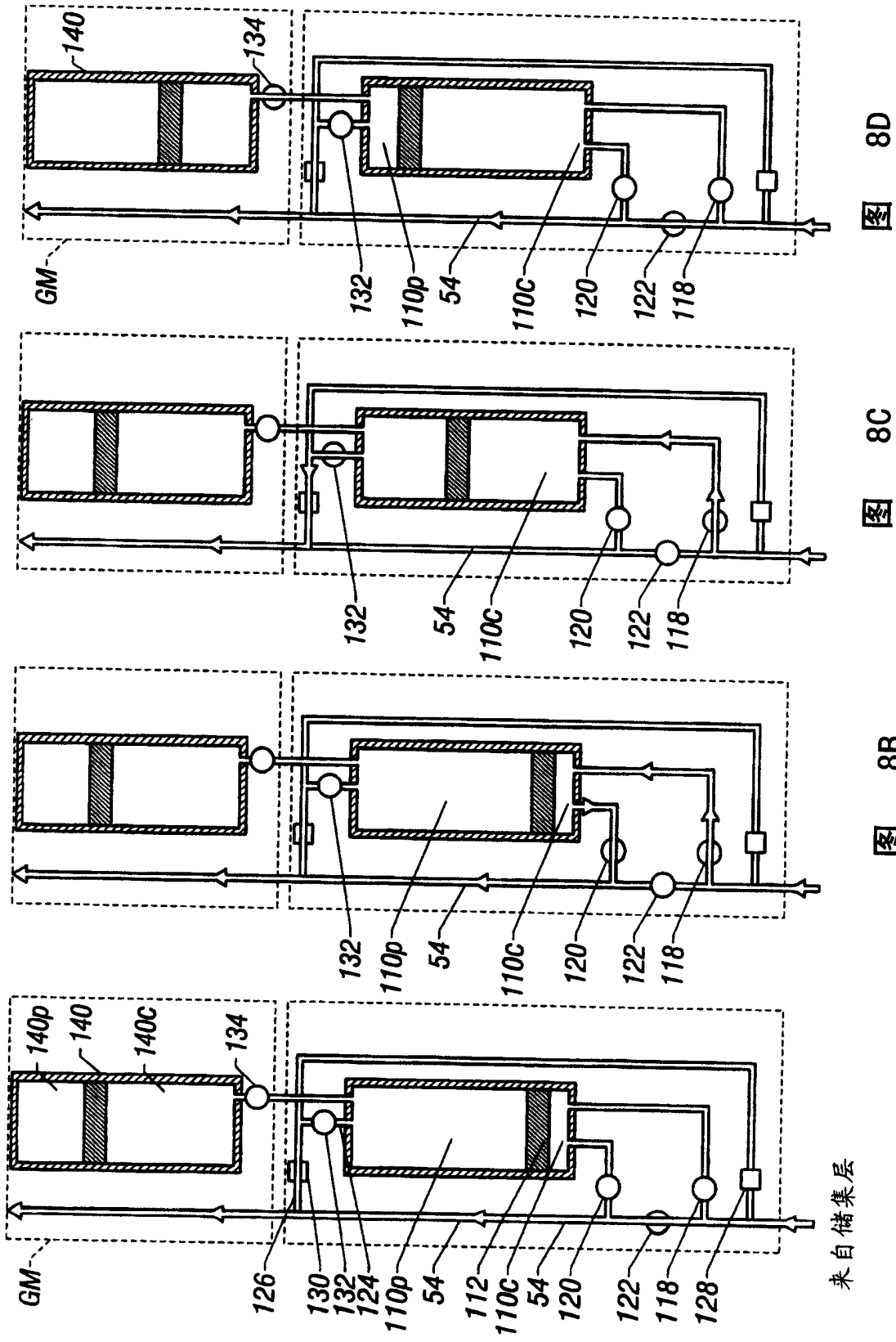


图 8D

图 8C

图 8B

图 8A

来自储集层

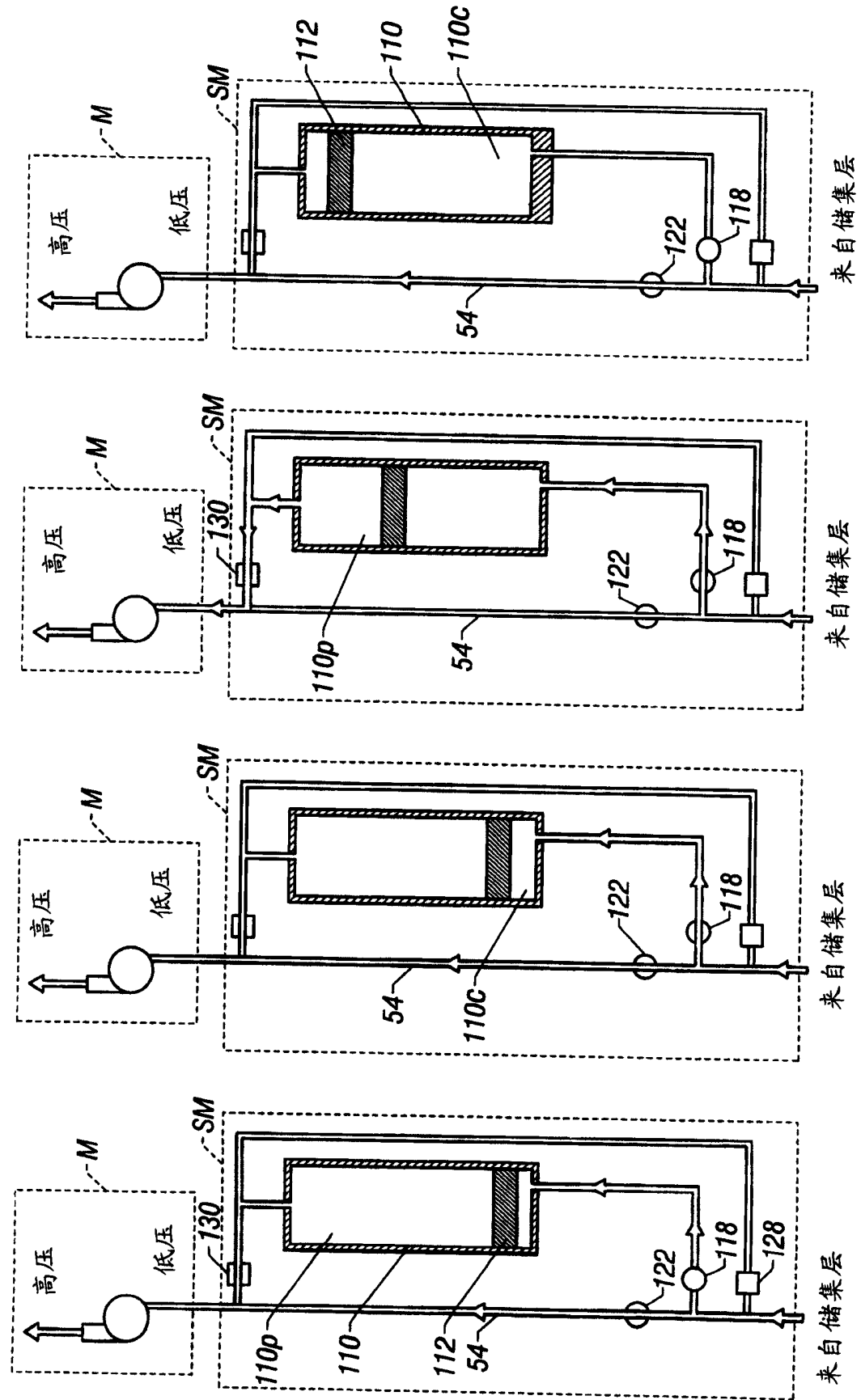


图 9D

图 9C

图 9B

图 9A

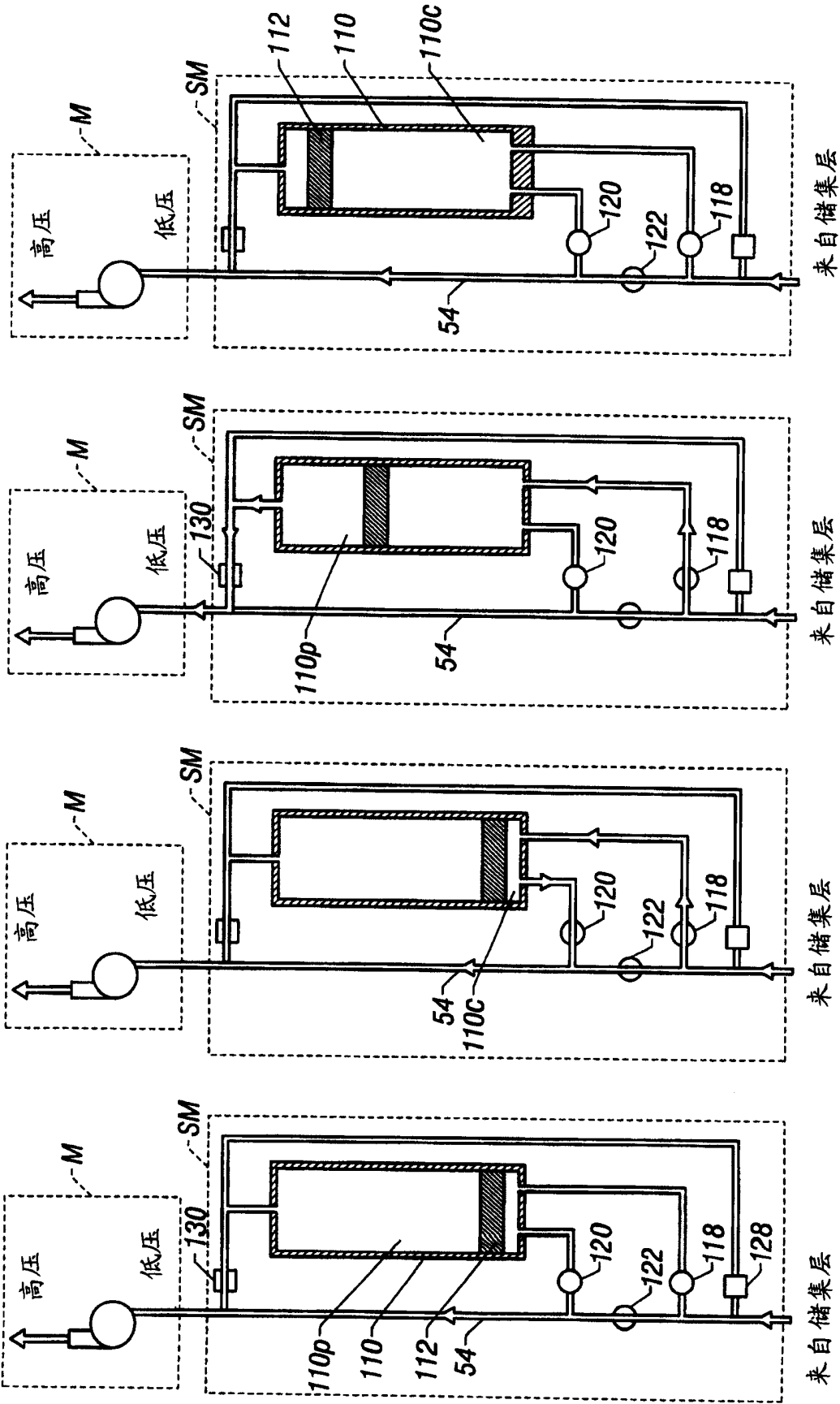


图 10D

图 10C

图 10B

图 10A