

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
E21B 49/08 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810090016.0

[43] 公开日 2009年10月7日

[11] 公开号 CN 101550828A

[22] 申请日 2008.3.31  
[21] 申请号 200810090016.0  
[71] 申请人 普拉德研究及开发股份有限公司  
地址 英属维尔京群岛多多拉岛  
[72] 发明人 雷蒙德·V·诺德III  
亚历山大·F·扎照维斯基  
理查多·瓦斯克斯  
史蒂文·G·维拉里尔  
莱因哈特·齐格莱尼克  
阿尔伯特·赫费尔

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司  
代理人 王新华

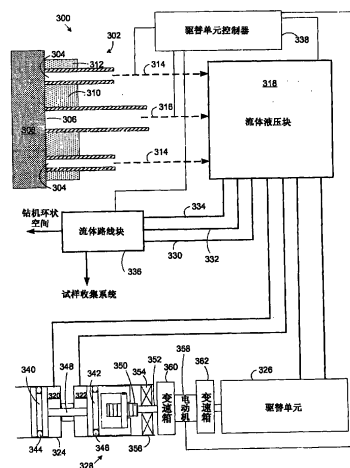
权利要求书4页 说明书21页 附图11页

## [54] 发明名称

执行储层流体的聚焦取样的设备和方法

## [57] 摘要

本发明公开了执行储层流体的聚焦取样的设备和方法。一种示例性的方法将取样探头和地下地层连接，并且，当取样探头连接到地下地层时，改变至少两个驱替单元的泵送比率，以降低通过取样探头从地下地层中抽取的地层流体的污染水平。



1. 一种与井下工具一起使用的设备，包括：  
驱替单元，具有第一多个室，所述第一多个室流体地连接到与井下工具相关的流体管线；和  
阀，流体地连接在所述第一多个室之间，以改变通过流体管线的流体泵送速率。
2. 如权利要求 1 所述的设备，还包括第二多个室，其中所述第一多个室和所述第二多个室是机械相连的。
3. 如权利要求 2 所述的设备，还包括控制第一和第二阀的驱替单元控制器。
4. 如权利要求 3 所述的设备，其中所述驱替单元用来控制第一阀以适应性地改变泵送比率。
5. 如权利要求 2 所述的设备，其中所述第一阀包括计量阀或安全阀中的至少一个。
6. 如权利要求 2 所述的设备，其中所述驱替单元包括与轴连接以同步往复运动的至少第一和第二活塞。
7. 如权利要求 6 所述的设备，其中所述第一和第二活塞容纳在单个箱体中。
8. 如权利要求 6 所述的设备，其中所述第一和第二活塞中的至少一个连接到滚柱螺杆。
9. 如权利要求 2 所述的设备，其中所述第一多个室与第一驱替单元相关联，所述第二多个室与第二驱替单元相关联。
10. 如权利要求 2 所述的设备，其中所述第一多个室可操作地连接防护流体管线和试样流体管线中的一个，所述第二多个室可操作地连接防护流体管线和试样流体管线中的另一个。
11. 一种与井下工具一起使用的设备，包括：  
第一驱替单元，改变与第一流体管线相关联的第一流体特性；  
第二驱替单元，改变与第二流体管线相关联的第二流体特性，第一和

第二驱替单元可操作地连接从而同步操作；和

电动机，可操作地连接到第一和第二驱替单元。

12. 如权利要求 11 所述的设备，其中所述第一和第二驱替单元可操作地连接从而同步地往复运动。

13. 如权利要求 11 所述的设备，其中所述第一和第二流体特性是压差或流体泵送速率。

14. 如权利要求 11 所述的设备，还包括将电动机连接到至少一个驱替单元的变速箱。

15. 如权利要求 11 所述的设备，还包括滚柱螺杆。

16. 一种与井下工具一起使用的泵，包括：

多个室，用于泵送流体；

多个活塞，每个活塞对应至少一个室，其中活塞可操作地连接以同步运动；和

至少一个阀，流体地连接到至少一个室以选择性地改变由泵提供的流动速率。

17. 如权利要求 16 所述的泵，其中所述多个室至少包括与第二室相对的第一室和与第四室相对的第三室。

18. 如权利要求 16 所述的泵，其中由至少一个室构成的第一驱替单元的流动速率比由至少另一个室构成的第二驱替单元的流动速率大。

19. 如权利要求 16 所述的泵，其中每个活塞都连接到公共轴。

20. 如权利要求 19 所述的泵，其中所述公共轴在一个室中具有第一直径，在另一个室中具有第二直径。

21. 如权利要求 16 所述的泵，其中所述阀连接在两个室之间。

22. 如权利要求 16 所述的泵，其中所述阀用于选择性地改变驱替单元的流动速率改变为至少两个室的流动速率之和或至少两个室的流动速率之差中的至少一个。

23. 如权利要求 16 所述的泵，其中阀流体地连接到电动机。

24. 如权利要求 16 所述的泵，其中所述阀用于旁路所述活塞中的一个。

25. 一种方法，包括步骤：

将取样探头连接到地下地层；和

当取样探头连接到地下地层时，改变至少两个机械连接的驱替单元的泵送比率，以降低通过取样探头从地下地层中抽取的地层流体的污染水平。

26. 如权利要求 25 所述的方法，其中改变泵送比率包括基于至少一个流体管线压力或地层流体的污染水平来改变泵送比率。

27. 如权利要求 25 所述的方法，其中改变泵送比率包括改变泵送比率以实现期望的流体分离或控制跨过与取样探头相关联的封隔器的压力。

28. 一种在钻井中使用的设备，包括：

第一驱替单元，流体地连接到第一流体管线；

第二驱替单元，流体地连接到第二流体管线；和

电动机，可操作地连接到驱替单元以使驱替单元同步往复运动。

29. 如权利要求 28 所述的设备，还包括第一阀，所述第一阀连接在第一驱替单元的第一室和第二室之间，以相对于第二流体管线中的流体特性改变第一流体管线中的流体特性。

30. 如权利要求 29 所述的设备，还包括第二阀，所述第二阀连接在第二驱替单元的第一室和第二室之间，以相对于第一流体管线中的流体特性改变第二流体管线中的流体特性。

31. 如权利要求 28 所述的设备，其中第一流体管线的流体特性是压力或流动速率中的至少一个，其中第二流体管线的流体特性是压力或流动速率中的至少一个。

32. 如权利要求 28 所述的设备，其中所述第一流体管线连接到试样流体管线，所述第二流体管线连接到防护流体管线。

33. 一种控制井下工具中的流动速率的方法，包括步骤：

将井下工具降到井筒中；

在井筒中将与第一驱替单元相关的第一流体管线流体地连接到地下地层；

将与第二驱替单元相关的第二流体管线流体地连接到地下地层；和

用电动机使第一和第二驱替单元同步往复运动，以从地下地层中抽取流体。

34. 如权利要求 33 所述的方法, 还包括: 控制与第一驱替单元或第二驱替单元之一相关的至少一个阀, 以相对于第二流体管线改变第一流体管线的流体特性。

35. 如权利要求 34 所述的方法, 其中, 控制第一驱替单元或第二驱替单元的至少一个阀包括: 改变第一驱替单元的压差或改变第一驱替单元的流动速率。

36. 如权利要求 34 所述的方法, 其中, 控制第一驱替单元或第二驱替单元中的至少一个包括: 相对于第二驱替单元的泵送速率改变第一驱替单元的泵送速率, 以降低从地下地层中抽取的流体的污染水平。

## 执行储层流体的聚焦取样的设备和方法

### 相关申请

本专利要求 2006 年 12 月 28 日提交的美国临时专利申请 60/882,364 的提交日期的权益。

### 公开领域

本公开总体涉及储层评估，更特别地，涉及执行储层流体的聚焦取样的设备和方法。

### 背景技术

储油层井的钻井、完井和生产涉及各种地下地层参数的监测。例如，参数，比如储层压力和储层岩层的渗透性，常常被测量以便评估地下地层。流体可以从地层中吸出并收集流体来测量和分析流体试样的各种流体特性。这种地下地层参数的监测被用来，例如，确定沿井轨道的地层压力变化，或预测地下地层的生产能力和寿命。

一些已知的井下测量系统可以借助于地层测试器或取样工具通过电缆测井来获得这些参数。或者，地层测试器或取样工具可以连接到与钻头（例如，作为井底钻具组件的一部分）串联的钻杆和定向钻井组件。这种地层测试和取样工具可以采用流体取样探头来实施，每个探头具有一个或多个管嘴、入口或开口，地层流体可以被吸入其中。通常使用各种类型的取样工具或探头来吸取地层流体。例如，一些取样工具使用可扩展的探头，可扩展的探头有时通常称为封隔器，具有用于吸取地层流体的单个管嘴或入口。探头（例如，管嘴或入口）通常被圆形或环形橡胶接口或封隔器包围，接口或封隔器向钻井壁扩展并施加力来使管嘴或入口与地下地层密封连接。在一些情况下，由封隔器提供的密封可以采用可膨胀的封隔器装置来实施，例如在美国专利 6,301,959 中所描述的那样。一些取样探头或封隔

器提供多个入口(例如,两个入口),这里至少一个入口是试样入口,至少另一个入口是防护入口。然而,在多个入口构造的情况下,可以使用多个封隔器,以便至少一个封隔器包括试样入口,另外分离的一个或多个封隔器包括防护入口。

在操作中,取样探头或封隔器可以通过液压传动装置从井下工具扩展,以使它的管嘴或入口紧靠邻近被评估的地层部分的钻井壁。然后启动泵送组件来将流体从地层中吸进探头,并将地层流体运送到井下测试装置和/或试样收集器,井下测试装置和/或试样收集器可以被取回到地面上以便能够对其中包含的试样流体进行实验室分析。另外,如上所述,取样探头入口通常被封隔器包围,封隔器可以促进紧靠钻井壁的取样探头入口的密封,因此,促进压力施加到地层以有效地从地层中吸取流体。

当从地层中吸取流体时,一定量的滤液也会随地层流体被吸进探头,从而污染试样流体。试样流体的污染程度(例如,污染物百分比)最初是比较大的,但是随着取样探头继续从地层中吸取地层流体,污染程度通常减小。因此,通过取样探头从地层中抽取的流体通常被废弃直到到达取样过程中的某个时间,污染水平足够低,以允许收集具有可接受的纯度的试样,用于测试和评估目的。

对于单入口取样探头(即,仅提供试样入口,而没有防护入口的取样探头),在达到可接受的纯度或污染水平之前会不得不从地层中吸出较大量的流体。然而,吸取如此大量的流体会需要大量的时间,特别是如果工作被取样过程拖延,则可能会损失惨重。另外,虽然通过最初从地层中吸取大量流体,污染程度显著减小,但是对于单入口探头,可达到的最小污染水平或程度仍然很高,以致影响测试结果的准确度。

虽然已经证明单入口取样探头是相当有效的,但是双入口或防护探头可以提供改进的、聚焦的地层流体取样。这种双入口或防护探头通常包括同中心的管嘴或入口,这里,中心管嘴或入口作为取样入口设置,外部管嘴或入口作为防护入口设置。更具体地,防护入口在中心或取样入口周围形成周界或环,设置防护入口来基本上吸取所有滤液远离探头的中心部分和因此的中心入口,从而使中心或取样入口能够吸取相对无污染物(例如滤液)的地层流体。双入口或防护探头还利用两个封隔器来密封紧靠被评

估地层的探头。外部封隔器包围防护管嘴或入口，内部封隔器包围位于试样入口外壁和防护入口内壁之间的中心试样管嘴或入口。

与单入口探头相比，双入口或防护探头能极大地减小达到足够低污染水平需要的时间(即，减小试样净化时间)，这样能极大地降低与地层评估相关的花费(例如，减小测站时间)。另外，与用传统的单入口探头相比，双入口或防护探头还能提供显著改进的试样纯度(即，更低的污染水平)。这样提高的试样纯度水平能提供更准确的信息，用于最优化地完井和产品判定。

虽然双入口或防护探头能极大减小试样净化时间并提高试样纯度水平，但是这样的双入口探头会引起一定的操作复杂性或困难。特别地，每个管嘴或入口通常都具有自己独立控制的泵送装置和流体管线(例如，防护和试样流体管线)，这使得精确控制防护管嘴或入口和流体管线及试样的相对泵送速率(即，泵送分配)变得很困难。不能精确控制防护和试样入口及流体管线的相对泵送速率导致试样流体中更高的污染水平、内部封隔器密封的损害或内部封隔器的破损、更长的试样净化时间，等等。此外，每个入口和流体管线的独立泵送装置的使用导致更少可利用的能量用于每次泵送，还导致更低的总能效。

对于一些已知的双入口或防护探头系统，跨过泵送装置形成的压差主要在泵送装置中驱替单元的构造和取样流体的流动性的基础上相对固定。因此，对于特定的流体流动性，可以选择特定的驱替单元来提供用于每个防护和试样入口及流体管线的期望的抽取速率，以及防护系统和试样系统之间的相对泵送速率或泵送分配。然而，流体流动性不可能在取样之前精确地已知，因此，选择的驱替单元会形成压差，该压差导致较差的流体取样(例如，在试样和防护入口之间流动，因此，增加了试样的污染)和/或内部封隔器的损害和破坏。另外，进一步调节由泵送装置形成的泵送速率和压差通常要求替换地面驱替单元，这消耗时间并且代价很大。

## 发明内容

根据一个示例性实施例，公开了一种与井下工具一起使用的设备。该设备包括驱替装置和阀。驱替装置具有流体地连接到与井下工具相关的流



体管线的第一个室，阀流体地连接在第一个室之间，以改变通过流体管线的流体泵送速率。

根据另一个示例性实施例，公开了一种与井下工具一起使用的设备。该工具包括第一驱替单元，改变与第一流体管线相关的第一流体特性；第二驱替单元，改变与第二流体管线相关的第二流体特性，其中第一和第二驱替单元可操作地连接从而同步操作；和电动机，可操作地连接到第一和第二驱替单元。

根据另一个示例性实施例，公开了一种与井下工具一起使用的泵。该泵包括多个室、多个活塞和至少一个阀。多个活塞的每一个对应至少一个室，它们可操作地连接以同步移动。至少一个阀流体地连接至少一个室以选择性地改变由泵提供的流速。

根据另一个示例性实施例，一种方法包括：将取样探头连接到地下地层，的改变至少两个机械连接的驱替单元的泵送比率，以降低通过取样探头从地下地层中吸取的地层流体的污染水平，尽管取样探头连接到地下地层已经被公开。

根据另一个示例性实施例，公开了一种在钻井中使用的设备。在钻井中使用的设备包括流体地连接到第一流体管线的第一个驱替单元、流体地连接到第二流体管线的第二个驱替单元、和可操作地连接到驱替单元以使驱替单元同步往复运动的电动机。

根据另一个示例性实施例，公开了一种控制井下工具中流速的方法。该方法包括：将井下工具降至井筒中，在井筒中将与第一驱替单元相关的第一流体管线流体地连接到地下地层，将与第二驱替单元相关的第二流体管线流体地连接到地下地层，利用电动机使第一和第二驱替单元同步往复运动来从地下地层中吸取流体。

## 附图简述

图 1 是用于防护取样探头组件的已知泵送构造的示意图。

图 2A 是具有双驱替单元组件的示例性泵送构造的示意图，其中跨过每个驱替单元的压差可以被独立控制。

图 2B 是具有双驱替单元组件的另一可选择的泵送构造的示意图，其

中泵送流体可以独立地输送到一个或两个驱替单元上。

图 3 是示例性聚焦取样系统的示意图，其中该系统可以用具有双驱替单元组件的泵送构造实施。

图 4 是可用于实现图 3 的示例性聚焦取样系统的另一可选择的双驱替单元构造。

图 5a、5b 和 5c 描述了采用在此描述的示例性方法和设备的各种工具布局。

图 6 说明了包括双驱替单元的示例性可变驱替单元。

图 7 是说明可由图 6 的示例性可变驱替单元提供的各种操作模式的图表。

图 8 描述了另一可变驱替单元构造。

图 9 示意性地描述了合并了超过四个室的可变驱替单元构造。

图 10 描述了另一个示例的可变驱替单元。

图 11 是示例性的处理器平台的示意图，可以使用该处理器平台和/或对该处理器平台编程来执行任何或所有在此描述的示例性设备和方法。

## 详细说明

下面更详细地描述的示例性泵送构造可使用双或防护探头取样工具，来提供改进的、聚焦的地层流体取样。更具体地，示例性泵送构造可被用来使与防护和试样流体管线相关联的驱替单元机械同步。然而，应当理解，虽然在此描述的示例性泵送构造连同双或防护探头取样工具一起被讨论，但是示例性泵送构造可更普遍地应用，因此，例如，如果需要，可使用例如一个或多个单入口探头。

与使用双或防护取样探头的传统泵送构造相比，在此描述的示例性泵送构造包括控制器，以便单独改变跨过每个驱替单元的压差，并因此改变驱替单元之间的泵送速率分配或试样和防护流体管线的泵送比。自动控制压差和抽取速率分配的这种改变，以便当工具仍然在井下位置时提供更快速、聚焦的地层流体取样。因此，与一些已知的系统相比，在此描述的示例性聚焦地层流体取样系统消除了改变抽取模式和/或向液压系统提供动力的需要，和/或一个或两个驱替单元(即，在地面上)的移动和更换以便例

如实现期望的泵送速率分配。此外，以自适应方式控制在此描述的示例性聚焦地层流体取样系统，以便响应地层特性和/或地层流体特性(例如，流体流动性)变化自动控制跨过驱替单元的压差以及防护和试样流体管线的泵送速率，从而能更快速准确地取样、消除内部封隔器失效的风险或使该风险最小化，等等。

在提供上述示例性泵送构造的详细描述之前，首先结合图 1 提供已知泵送构造的简要描述。图 1 是具有防护取样组件的已知泵送构造或系统 100 的示意图。在许多油提取应用中，容积式泵(positive displacement pump)常常被用来从地层中抽取流体。容积式泵被设置为每个冲程或每次往复运动驱替一定量的流体。从地层中抽取的流体常常是粘稠多砂的，这使得使用直接泵送构造的液压泵是不切实际的。相反，液压泵或线性电动机通常与被构造成产生足够从地层中抽取流体的泵送力的驱替单元连接。传统的驱替单元通常能够基于活塞室的容积和附接的泵或电动机的特性产生泵送压力。一般来说，可以使用具有双或防护取样探头的已知泵送系统 100 来提供地层流体的聚焦取样。如图 1 所描述，已知系统 100 包括驱替单元 102 和 104，每个驱替单元以传统方式通过相应的电动机和/或液压系统(电动机和液压系统都没有被示出)独立驱动。驱替单元 102 通过止回阀 108、110、112 和 114 流体地连接到防护流体管线 106，以使流体能够从防护管嘴、入口或部分双或防护取样探头(未示出)中被吸取，并在箭头方向被传送或泵送到例如钻井环状空间。类似地，驱替单元 104 通过止回阀 118、120、122 和 124 流体地连接到试样流体管线 116，以使能够从试样管嘴、入口或部分双或防护取样探头中吸取流体，并在箭头方向传送或泵送到例如试样收集器。或者，如在反低震取样技术中已知的，流体管线 116 可以连接到位于试样收集器中的滑动活塞的背面。

选择驱替单元 102 和 104 的每一个来提供期望的压差和/或泵送速率以便从特定地层中抽取流体。例如，出产相对低流动性流体的地层要求使用提供相对高的泵送压差的驱替单元。因此，对于已知系统 100，提供不同压差的几种不同的驱替单元构造是通常可利用的。以这种方式，适当的驱替单元可被选择并安装在井下工具中以便符合特定地层、流体和/或取样应用的要求。

此外,如图1所述,驱替单元102和104可设定不同尺寸或设置成提供期望的泵送速率分配或跨过取样探头的内部封隔器的泵送比率和/或压力。通常地,设定与防护流体管线106连接使用的驱替单元102的尺寸以使提供的泵送速率是驱替单元104提供到试样流体管线116的泵送速率的2~4倍。虽然选择总体符合特定取样应用要求的驱替单元是可能的,但是由于与地层特性、地层流体特性、地层和/或从中取样的流体发生的变化等有关的不确定性,这样的选择会变得复杂。结果,驱替单元的最初选择不能如预期或期望地执行。为了改善取样性能,井下工具可从钻井中移除,驱替单元102和104中的一个或两个可以被不同构造的部件取代,所述不同构造的部件可以提供期望的取样性能。然而,这样的确定最好或基本上最佳的驱替单元构造的经验程序会消耗大量的时间并需要昂贵的替换和测试周期,以确保执行期望的或可接受的取样。

在已知系统100中使用的驱替单元102和104的机械操作独立性还导致一定的操作无效和/或困难。例如,因为跨过驱替单元102和104中的每一个产生的压力关于相应活塞126和128的整个冲程中的平均值极大地改变,所以通过驱替单元102和104产生的压力峰值可包括取样探头入口附近局部流动模式的显著瞬时扰动,从而对取样探头有效分离地层流体和滤液有不利的影响。为了减小这种压力变化的影响,已知系统100通常采用相对复杂的同步操作,当驱替单元102(即,用于防护流体管线106)的活塞126在它的冲程末端附近时,通过所述同步操作,通过试样流体管线116的泵送被中断。

如上所述,已知系统100使用用于每个驱替单元102和104的单独的电动机(例如,电的和/或水力的),这通常导致了更低的总能效,减小了可用于操作每个驱替单元102和104的动力。结果,已知系统100在取样过程的净化阶段通常没有操作两个驱替单元102和104。例如,为了执行净化(即一种程序,通过该程序,取样流体被吸取并在达到期望的试样纯度水平之前被丢弃,以便使随后收集的试样可用于分析),仅驱替单元102可被操作,并且系统100可设置为混合模式,在该混合模式中,驱替单元102泵送或吸取通过防护和试样流体管线106和116的地层流体。当被驱替单元102吸取的地层流体达到期望的纯度水平(即,达到足够低的污染

水平) 时, 系统 100 转换到操作的分离模式, 在分离模式中, 两个驱替单元 102 和 104 独立操作, 通过驱替单元 102 从取样探头的防护部分吸取流体, 通过驱替单元 104 从取样探头的取样部分吸取流体。

另一个与图 1 所述的已知系统 100 有关的困难涉及驱替单元 104 的最小泵送速率和可实现的压差, 驱替单元 104 用来从双探头的试样部分抽取流体。具体地, 虽然可用几个驱替单元来提供期望的压差和泵送速率, 但是, 在一些应用中, 例如那些涉及相对低流动性的地层流体的应用中, 不可能将压差降低到对取样探头的内部封隔器具有潜在的破坏性的水平之下。

图 2A 是具有双驱替单元组件 202 的示例性泵送构造 200 的示意图, 在双驱替单元组件 202 中, 跨过每个驱替单元的压差可以被独立控制。而且, 与图 1 的已知系统相比, 双驱替单元组件 202 包括驱替单元 204 和 206, 驱替单元 204 和 206 机械地连接或结合以便以一致或同步方式操作。示例性双驱替单元组件 202 可以实施成具有四个室 (即, 每两个室用于驱替单元 204 和 206 其中的一个)、与公共轴 212 连接的相应的活塞 208 和 210 及电动机(未示出)的单体或单箱。或者, 双驱替单元组件 202 可以实施成多体或多箱(例如, 两个或多个箱体), 每个箱体包含一个或部分驱替单元 204 和 206。在应用多体或多箱的情况中, 活塞 208 和 210 中的每一个都具有相应的轴(未示出), 这些轴机械地连接、结合、联接或另外可操作地连接以便使驱替单元 204 和 206 能够同步操作(例如, 泵送)。无论如何, 驱替单元 204 和 206 的机械连接和因此的同步操作可消除使用图 1 已知系统 100 中应用的相对复杂的同步技术 (即, 从取样探头的试样部分吸取流体的驱替单元的瞬时中断) 的需要。换句话说, 示例性驱替单元组件 202 中的驱替单元 204 和 206 的机械连接和同步用于消除地层与双取样探头的防护入口和试样入口之间的界面附近的压力和流型瞬时现象或基本上使其最小化, 从而消除在取样探头/地层界面处关于流体分离 (即, 从地层流体中分离滤液) 的这种瞬时现象的不利影响或者使其最小化。

在图 2A 的示例性系统 200 中, 驱替单元 204 通过止回阀 216、218、220 和 222 流体地连接到防护流体管线 214, 以便从取样探头(未示出)的防护部分吸取流体, 并在箭头方向上将吸取的流体传送到钻井环状空间(未

示出)。类似地，驱替单元 206 通过止回阀 226、228、230 和 232 流体地连接到试样流体管线 224，以便例如从取样探头的试样部分吸取流体，并在箭头方向上将吸取的流体传送到例如试样室或容器(未示出)。与图 1 的已知系统 100 相反，示例性泵送系统 200 包括驱替单元控制器 234，驱替单元控制器 234 能够通过相应的压力传感器 236 和 238 测量在防护和试样流体管线 214 和 224 中的压力，并调整相应的流动控制阀 240 和 242 来自动并自适应地控制由驱替单元 204 和 206 提供的压差和泵送速率。更具体地，至少部分地打开阀 240 提供驱替单元 204 的室 244 和 246 之间的流体通道 (例如，具有可选择的流动限制的分路器)，从而减小由驱替单元 204 产生的压差，并减小用于防护流体管线 214 的驱替单元 204 的有效泵送速率。类似地，至少部分地打开阀 242 提供驱替单元 206 的室 248 和 250 之间的流体通道，从而减小由驱替单元 206 产生的压差，并减小用于试样流体管线 224 的驱替单元 206 的有效泵送速率。当阀 240 和 242 中的任何一个可控地操作时，可添加流动速率传感器，以有益地监测试样流体管线 224 和/或防护流体管线 214 中的流动速率。

因此，在一个例子中，室 244 和 246 可具有与室 248 和 250 相同的长度，但是可具有不同的横截面积，以便在防护和试样流体管线 214 和 224 之间提供期望的固有或基本泵送分配速率或泵送比率。在操作中，可以使用驱替单元控制器 234 (例如，作为反馈控制器)控制阀 240 和 242 的打开/关闭程度来改变驱替单元 204 和 206 的压差和泵送速率，以便获得期望的泵送速率分配或泵送比率，和/或控制 (例如，减小) 跨过取样探头的内部封隔器 (未示出) 的压力。与图 1 的已知系统 100 相比，通过驱替单元 204 和 206 产生的压差以及从而被提供的泵送速率和泵送速率分配可以被改变，而不必通过例如移除和取代地面的驱替单元来改变 (例如，取代) 驱替单元 204 和 206 中的任一个和/或动力供给(例如，动力分配)。

此外，示例性系统 200 还消除了与图 1 已知系统 100 有关的最小压差和泵送速率限制。特别地，驱替单元 204 和 206 的最小压差和/或泵送速率不完全基于驱替单元 204 和 206 的机械构造和/或驱动单元 204 和 206 的电动机的特性。代替地，最小压差和/或泵送速率可由通过阀 240 和 242 提供的流动通道确定。例如，阀 240 和 242 打开的程度越大，室 244 和

246 及室 248 和 250 之间的流动限制越低。当室之间的流动限制减小时，跨过驱替单元 204 和 206 产生的压差也减小。结果，图 2A 的示例系统 200 的可实现的压差和泵送速率的范围比图 1 的已知系统 100 的可能的压差和泵送速率的范围大得多。

如上所述，在此描述能够提供例如低震取样技术的构造中的泵送系统 200。然而，在此描述的泵送系统还可被用于反低震取样技术。在图 2A 的例子中，防护流体管线 224 可选择性地流体地连接到试样收集器(未示出)中的滑动活塞的背面。

图 2A 描述的示例性系统 200 能够以各种方式实施来达到相同或相似的结果。例如，虽然两个压力传感器(即，传感器 236 和 238)如所示向驱替单元控制器 234 提供与防护和试样流体管线 214 和 224 有关的反馈信息，但是可以使用更多或更少的这样的传感器来代替两个传感器。另外或可选地，可以使用压力传感器测量流体管线 214 和 224 内不同和/或附加的点处的流体压力。此外，除了或代替压力传感器 236 和 238，还可以使用不同类型的传感器，例如流体流动传感器。

阀 240 和 242 可以采用适合改变室 244 和 246 及室 248 和 250 之间的流动通道的任何流体阀。例如，计量型阀(例如，滑动杆旋塞阀，回转阀如球阀，等)、安全阀，或任何其他适合的阀或阀的组合都可用来实施阀 240 和 242。

驱替单元控制器 234 可以使用基于处理器的系统(例如，图 11 的基于处理器的系统 1100)实施，基于处理器的系统具有存储器或其他存储装置或计算机可存取介质和媒介来存储软件或其他可执行指令或代码，所述软件或其他可执行指令或代码可以通过处理器执行以实施在此描述的方法和操作。可选地或另外，驱替单元控制器 234 可包括模拟电路、数字电路、信号调节电路、动力调节电路，等等。此外，虽然图 2A 的示例性系统 200 中所述的驱替单元控制器 234 作为单个块或装置被实施，但是通过驱替单元控制器 234 执行的一些或所有操作可以通过一个或多个完全位于井下、完全位于地面或位于井下和地面的装置或单元执行。

机械同步和自适应地改变图 2A 的示例性系统 200 中的驱替单元组件 202 中的驱替单元 204 和 206 的压差和泵送速率的能力，可以使示例性系

统 200 能够更灵活地适应不同的、变化的、和/或难以预料的地层特性、流体类型、钻井环境等等。更具体地，条件或性能，诸如地层的局部流型中的不确定性、污染传输、泥浆滤液入侵深度、渗透性、各向异性和粘性等，能够影响驱替单元的压差和泵送速率，在此压差和速率下，双或防护探头提供最有效的流体分离。

在一个例子中，可以设置系统 200 (例如，可以对驱替单元控制器 234 编程)以在操作的试样净化阶段泵送，在净化阶段，驱替单元组件 202 的泵送速率相对于用来收集分析试样的泵送速率加倍。这种加倍的泵送速率可与混合泵送模式 (即，从试样和防护入口吸入的流体被混合或没有分离) 一起使用。例如，预定时间段之后，当从地层中吸取的流体达到期望的纯度水平 (即，污染水平可接受地低)时，或当期望的纯度水平被检测到 (例如，用光学分析) 时，驱替单元控制器 234 自动调节(例如，通过阀 240 和 242) 驱替单元 204 和 206 的压差和泵送速率，以达到期望的泵送速率分配 (例如，在取样探头入口和地层之间的界面上达到期望的流体分离的泵送速率分配)。另外，在试样净化阶段 (其间泵送速率相对较高) 和试样产生模式 (其间可接受的纯试样用于随后的分析) 期间，驱替单元控制器 234 能监测流体管线 214 和 224 中的压力，并向阀 240 和 242 提供适当的响应控制信号以确保跨过内部封隔器(未示出)产生的压力(即，跨过内部封隔器的压差)没有超出危及内部封隔器的完整性的水平。

图 2B 是另一可选择的泵送构造 200'的示意图，该泵送构造 200'具有双驱替单元组件 202，这里抽出的流体可以被独立输送到一个或两个驱替单元。简短地说，与泵送构造 200 相似的泵送构造 200'的元件使用相同的标号。另外，没有重复一些可选元件例如阀 240 和 242。在构造 200'中，流体管线 214 没有连接到取样探头的防护部分，流体管线 224 没有连接到取样探头的试样部分。相反，流体管线 214 和 224 流体地连接到流体连接器 260。类似地，流体连接器 260 流体地连接到流体管线 214'和 224'。流体管线 214'和 224'可依次分别流体地连接到取样探头的防护部分和试样部分。流体连接器 260 可包括一个或多个可用来改变流体管线 214'和/或 224'中的流动速率的阀或限流器，下面更一步详述。

在所例子中，流体连接器 260 包括四个阀 261、262、263 和 264，



分别控制流体管线 224'和 214 之间、214'和 214 之间、214'和 224 之间及 224'和 224 之间的流动。在第一示例性的操作模式中,关闭流体连接器 260 的阀 262 和 263,开启流体连接器 260 的阀 261 和 264。在这个操作模式中,通过两个驱替单元 204 和 206 从流体管线 224'中吸取流体,没有流体从流体管线 214'中吸取。使用该操作模式的好处在于在防护探头的试样入口或部分施加高的流动速率。在第二示例性的操作模式中,开启流体连接器 260 的阀 262 和 263,关闭流体连接器 260 的阀 261 和 264。在这个操作模式中,流体通过两个驱替单元 204 和 206 从流体管线 214'中吸取,没有流体从流体管线 224'中吸取。使用该操作模式的好处在于在防护探头的防护入口或部分施加高的流动速率。在第三示例性的操作模式中,开启流体连接器 260 的阀 261、262、263 和 264。在这个操作模式中,流体通过两个驱替单元 204 和 206 从流体管线 214'和 224'中同时吸取。使用该操作模式的好处在于在防护探头的防护入口和试样入口达到减小跨过防护入口和试样入口的压差的流动速率状态。在第四操作模式中,开启流体连接器 260 的阀 262 和 264,关闭流体连接器 260 的阀 261 和 263。在这个操作模式中,流体通过驱替单元 204 从流体管线 214'中吸取,并且流体通过驱替单元 206 从流体管线 224'中吸取。使用该操作模式的好处在于在防护探头的防护入口和试样入口达到分别符合驱替单元 204 和 206 的特性的流动速率状态。应当理解,这些给出的操作模式用于说明的目的,通过操纵流体连接器 260 的阀和/或调节包括在流体连接器 260 中的阀的布局 and 数目也可以如所期望地实现其他操作模式。

在取样操作中,从一种操作模式转换到另一种操作模式,从而改变流体管线 214'和/或 224'中的流动速率是有益的。在驱替单元控制器 234 的控制下,以预定方式、或基于通过工具中的传感器例如传感器 236 和 238 或其他传感器收集的测量结果引导该转换。驱替单元控制器可自动或应地面操作者接收的命令而启动转换。此外,应当注意的是,为了实现多个操作模式,驱替单元控制器能够部分地开启或关闭流体连接器 260 中的阀。例如,在另一操作模式中,开启流体连接器 260 的阀 261 和 264,部分关闭流体连接器 260 的阀 262 和 263,引起流体管线 214'和流体管线 224'之间的压力下降。

图3是使用具有双驱替单元系统的泵送构造实施的示例性聚焦取样系统300的示意图。如图3所述,具有防护管嘴、入口或部分304和试样管嘴、入口或部分306的双或防护取样探头302被设置接近地层308,流体试样从地层308中吸取并被分析。取样探头302包括同中心的内部和外部封隔器310和312,其可以以任何传统或已知的方式实施。

分别与防护和试样入口304和306有关的防护流体管线314和试样流体管线316流体地连接到流体液压块318。设置流体液压块318以便管理流体管线314和316分配到驱替单元组件328的驱替单元324和326内的室(例如,320和322)。流体液压块318可以用止回阀(例如,泥浆止回阀)例如图2A所示的止回阀216、218、220、222、226、228、230和232的布置来实施。此外,通常地,驱替单元组件328对应驱替单元组件202,驱替单元324和326分别对应图2A所示的驱替单元204和206。然而,如下面更详细描述,示例性驱替单元组件328代表了图2A的驱替单元组件202的一个具体实施例。

除了将流体管线314和316连接到驱替单元324和326以外,流体液压块318还将输出端330和332从驱替单元324和326、旁路管线334转接到流体路线块336,流体路线块336可依次选择性地将流体传送到钻井环状空间和/或试样收集系统(未示出)。为了控制示例性系统300的操作,提供了驱替单元控制器338。驱替单元控制器338与图2A-2B有关描述中的驱替单元控制器234类似或相同。因此,驱替单元控制器338可被配置成监测或测量流体管线314和316中的压力(例如,通过压力传感器(未示出)),并自适应地控制驱替单元组件328的操作以改变或控制由驱替单元组件328提供的压差、泵送速率和/或泵送速率分配。另外,驱替单元控制器338可以控制流体路线块336,以便,例如,在试样净化模式期间或阶段将通过取样探头302吸取的所有流体传送到钻井环状空间,在试样收集模式期间或阶段将吸取的流体传送到钻井环状空间和试样收集系统。

更详细地转向驱替单元组件328,驱替单元324作为滚柱螺旋型泵被描述。虽然没有在图3中描述,但是驱替单元326可被设置为与驱替单元324相同或类似,也可以是滚柱螺旋型泵。或者,与驱替单元324相比,驱替单元326可采用不同的泵构造。如图3所示,驱替单元324包括具有

各自的滑动密封件 344 和 346 的活塞 340 和 342。活塞 340 和 342 还通过轴 348 机械地或可操作地连接，因此，响应滚柱螺杆 350 的旋转一致或同步地往复运动。从滚柱螺杆 350 扩展的轴 352 通过轴承 354 和 356 支撑，并通过电动机 358 经过变速箱 360 驱动。如图 3 所示，驱替单元 326 可经过另一个变速箱 362 与电动机 358 连接。可选地，离合器可用于电动机 358 和变速箱 362 之间，和/或电动机 358 和变速箱 360 之间。

变速箱 360 和 362 可被选择以便提供期望的扭矩/速度特性，并且它们可以使用固定的齿轮比(例如，降低或  $n:1$  的比率)或连续可变型构造来实施。电动机 358 可以直接连接到变速箱 360 和 362，或者，可选择地，可以通过离合器连接到变速箱 360 和 362。在图 3 所示构造中，电动机 358 可具有双轴，双轴从电动机 358 相对的两端扩展，因此，在电动机 358 与变速箱 360 和 362 之间没有插入离合器的情况下，驱替单元 324 和 326 总是以机械同步方式操作。换言之，当电动机 358 操作时，电动机 358 的轴使得驱替单元 324 和 326 以同步的方式泵送。然而，使用插入电动机 358 与变速箱 360 和/或 362 之间的离合器的其他构造允许充分独立地控制防护和试样流体管线 314 和 316 的泵送速率。或者，虽然没有在图 3 中描述，但是驱替单元 324 和 326 中的每一个都可以通过相应的、分离的电动机(例如，与电动机 358 类似或相同)来驱动。

例如，图 3 所述的示例性系统 300 可以被用来提供取样同时钻井系统。特别地，示例性系统 300 可以在工具架杆中作为例如部分底孔组件被实施。此外，示例性系统 300 可以利用其自适应地改变驱替单元 324 和 326 的压差和/或泵送速率的能力，在相对短的取样时间内提供基本上纯的或没有污染的试样，从而在钻井操作期间减少阻塞的可能性。在一个实施例中，驱替单元控制器 338 可以控制驱替单元 324 和 326 的泵送速率以便在取样过程的开始阶段达到它们的最大水平，然后自适应地调节泵送速率以便在尽可能短的时间内得到最低可能污染水平(即，最高纯度)的试样流体。在一些例子中，地层流体(例如，由光学流体分析器提供)的污染历史可以用来自适应地调节驱替单元 324 和 326 的泵送速率和泵送分配，以实现提供达到期望的或足够低的试样污染水平的取样探头焦点的泵送速率或比率。

在图 3 所示例子中，可以通过调节一定的机械参数例如变速箱 360 和

362 的比率、调节滚柱螺杆(例如, 滚柱螺杆 350)的螺距、设置室(例如, 室 320 和 322)的有效横截面积来设置驱替单元 324 和 326 的基本或固有的泵送速率。对于图 3 的例子, 对驱替单元 324 和 326 的每一个, 前述驱替单元机械参数可以独立并因此不同地设置, 以实现期望的基本速率分配或比率。在变速箱 360 和 362 与驱替单元 324 和 326 之间使用离合器的情况下, 离合器可以接合/分开来改变工作循环(即, 离合器可被用来改变驱替单元 324 和/或 326 的工作循环)。然后, 对泵送速率和泵送速率分配的更进一步的自适应的改变可以通过控制流体液压块 318 如先前讨论地改变跨过驱替单元 324 和 326 的压差来实施。

图 4 是用来实施图 3 的示例性驱替单元组件 328 的另一可选择的驱替单元构造 400。与图 3 的示例性驱替单元组件 328 相比, 示例性系统 400 包括两个驱替单元 402 和 404, 驱替单元 402 和 404 通过公共的变速箱 408 和轴 410 经由电动机 406 驱动。在示例性系统 400 中, 驱替单元 402 和 404、变速箱 408 和电动机 406 可使用与上面图 3 所述的装置相似或相同的装置来实施。然而, 因为驱替单元 402 和 404 共用公共的轴, 所以可以使用单滚柱螺杆组件和变速箱, 而不是必须提供两个滚柱螺杆组件和两个变速箱。因此, 当通过示例性系统 400 提供到防护和试样流体管线的流动与单滚柱螺杆的往复运动同步时, 通过改变驱替单元 402 和 404 内室的有效面积, 调节基本或固有流动速率或泵送速率和泵送速率分配。当然, 对于图 3 的示例性系统 300, 对泵送速率和泵送速率分配更进一步的自适应调节如上所述地通过流体液压块 318 和驱替单元控制器 338 执行。

在另一个例子中, 在此描述的示例性泵送系统可使用用于驱动它们的混合变化类型的致动器来实施。具体地, 可以使用例如由如上面结合图 3 所述的电动机驱动的变速箱和滚柱螺杆来驱动驱替单元之一。可以以与在 schlumberger 模块化地层动态测试仪(MDT)中使用的驱替单元相似的方式液压驱动另一个驱替单元。在这个例子中, 可以使用单个电动机来驱动变速箱以及它的相关的驱替单元和液压油泵(例如, 固定排量液压油泵), 该液压油泵产生高压油来驱动它相关的驱替单元。另外, 在此公开的驱替单元不限于公开的往复运动的活塞, 而可以包括任何类型的能够实现预定目的的驱替单元, 包括但不限于离心泵或 Moineau 型泵。如果需要, 则可

以用来自光学流体分析器和/或流量计的反馈来控制泵送系统。

图 5a、5b 和 5c 描述了使用在此描述的示例性方法和设备的各种工具布局。在图 5a-5c 中，防护探头工具优选但非必须地，尽可能地接近井底。图 5a 描述了相对紧凑的构造 500，该构造 500 包括向两个驱替单元 504 和 506 供给动力的单个动力模块或部分 502，驱替单元 504 和 506 可安装在一个套管 508 中，并可以与图 3 和图 4 所示的例子类似。在图 5b 中，提供第二动力模块 510，带有它们各自的动力模块 510 和 502 的驱替单元 506 和 504 安装在单独的套管 512 和 514 中。在图 5c 中，驱替单元 504 和 506 包含在单独的套管 516 和 518 中，这里套管 516 还包括防护探头工具 520。在图 5a-5c 的示图中，试样流体管线(未示出)流体地连接到能从防护探头工具扩展到试样收集器的防护探头的试样入口。该流体管线中的流体可以用驱替单元 506 吸取。还是在图 5a-5c 的示图中，防护流体管线(未示出)流体地连接到能够从防护探头工具扩展到模块 504 中的出口(例如，到钻井)的防护探头的防护入口。该流体管线中的流体可以用驱替单元 504 吸取。

图 5a-5c 所示的工具布局可等同地应用于本领域技术人员已知的任何输送装置。然而，应当注意的是，动力模块可根据任何特定的输送装置的可用的电源而不同。例如，如果动力通过电线电缆提供给工具，则动力模块可包括电流或电压变换器，和/或电压过载保护。在其他例子中，可以通过涡轮机和交流发电机经过管道(例如钻杆孔)的流体循环来提供动力。

自适应地聚焦地层流体取样设备和方法的上述例子利用驱替单元或驱替单元组件，用于驱替单元或驱替单元组件的压差、泵送速率和/或泵送比率或分配能够被自适应地改变，以相比已知的取样设备和方法提供更快速的试样净化和增加的试样纯度(或减小的污染度)。一般地，前述示例性设备和方法利用连接在驱替单元的室之间的阀(例如，用作分路器)来使得流体能够在室(例如，再循环路径)之间流动，从而改变跨过室的压差及驱替单元的泵送速率。驱替单元控制器可用来提供反馈控制(例如，通过测量流体管线压力)，以自适应地控制阀开启/关闭的程度来改变压差和泵送速率从而实现期望的流体分离、减小跨过内部封隔器的压差，等等。

然而，通过前述示例性驱替单元提供的有效排量基本上固定(即，不

能自适应改变), 由这些部件的机械构造确定。另外, 在驱替单元(例如, 已知驱替单元和/或在此描述的示例性驱替单元)由液压电动机驱动的情况下, 液压电动机还可以典型地提供基本上固定的由它的机械构造限定的有效排量。因此, 无论设置的驱替单元被用作泵(例如, 如上面结合图 1-5 所讨论的吸取底层流体)还是电动机(例如, 驱动另一个起泵作用的驱替单元), 这些驱替单元都典型地具有基本上固定的排量。因此, 传统地, 当选择用作泵(例如, 吸取地层流体)或电动机的驱替单元时, 选择具有特定机械构造的驱替单元, 该机械构造提供期望的基本或固有的泵送力、排量、泵送速率, 等等。结果, 如果随后确定(例如, 在驱替单元的预计应用中尝试使用它之后)驱替单元不能提供足够的(或提供过多的)泵送力、排量、泵送速率等, 则必须将工具从钻井中移除, 用一个具有提供可接受的性能的不同的机械构造的驱替单元来取代原驱替单元。

下面结合图 6-9 描述的方法和设备可用来改变由液压泵和/或线性电动机驱动的驱替单元的有效流体排量。与已知(即, 固定排量)的驱替单元相比, 下面结合图 6-9 描述的驱替单元提供多个具有不同容积的可选择的活塞室, 活塞室的不同容积使得能够改变驱替单元的有效排量以满足特定应用的需要。以这样的方式, 单个可变的驱替单元可以被构造成具有多个不同的有效排量, 以满足较宽范围的应用的需要。另外, 结合图 6-9 所描述的示例性可变的驱替单元可以通过固定排量的泵或线性电动机驱动或供给动力, 以便提供不能直接由固定排量的电动机或泵提供的可选择的可变排量和流动速率。根据上面的简短描述, 图 6-9 所示的实施例在此描述为由分别连接到线性电动机 601 和 901 的轴 603 和 903 驱动的单驱替单元 600、900。单驱替单元 600、900 还可通过连接到电动机的相同或相似的轴连接到第二或互补驱替单元, 从而实现同步的驱替单元。

图 6 示出了通过轴 603 流体地连接到线性电动机 601 的示例性可变(即, 可变化的排量和流动速率)驱替单元 600。线性电动机 601 可由上面提到的旋转电动机、变速箱和滚柱螺杆实施。当被用作泵时, 流体管线 602 可流体地连接到地层, 流体管线 604 可流体地连接到工具内部, 例如, 包括试样室、钻井出口等等(未示出)。这样, 驱替单元 600 可用来从地层中抽取地层流体, 例如防护或试样流体, 但互补驱替单元(未示出)可以从地

层中抽取其他的防护和试样流体。可变驱替单元 600 包括多个独立可控的三向双位阀 V1-V4。可变驱替单元 600 还包括活塞杆 606 和活塞 608、610 和 612，活塞杆 606 和活塞 608、610 和 612 可滑动地与箱体或外壳 613 接合以形成室 614、616、618 和 620。如下更详细的描述，当活塞 608、610 和 612 在大体由箭头 622 指示的方向上往复运动时，可以通过阀 V1、V2、V3 和 V4 用流体管线 602 中的地层流体选择性地填充室 614、616、618 和 620。在操作中，电动机 601 提供使轴 603 和活塞杆 606 往复运动所需的力或运动，以执行泵送应用。通过补偿器（未示出）可以用保持井筒压力或略高于井筒压力的液压流体填充室 M1 和 M2。

在所说明的例子中，活塞杆 606 包括具有直径  $d_1$  的第一部分和具有直径  $d_2$  的第二相对大的部分。如图 6 所见，直径  $d_1$  和  $d_2$  的差值导致室 614 和 616 的排量不同于（例如，大于）室 618 和 620 的排量。此外，对于图 6 所示的示例性构造，由不同活塞杆直径导致的排量差使可变驱替单元 600 能够被设置（通过控制阀 V1-V4）为在往复运动中提供两个不同的有效排量（或流动速率）。更具体地，可以控制阀 V1-V4 可以从流体管线 602 中传送液压流体，以使可变驱替单元 600 的有效排量等于室 616 和 620 的排量的总和（当活塞杆 606 向 M1 移动时），以及室 614 和 618 的排量的总和（当活塞杆 606 向 M2 移动时）。或者，可以控制阀 V1-V4 以使可变驱替单元 600 的有效排量等于室 616 和 618 的排量差（当活塞杆 606 向 M1 移动时），以及室 614 和 620 的排量差（当活塞杆 606 向 M2 移动时）。此外，可以控制阀 V1-V4 从而在活塞杆 606 的一个运动方向上提供更大的有效排量（即，排量总和），在另一个运动方向上提供相对低的有效排量（即，排量差）。

在图 6 所示出的例子中，可变驱替单元 600 是往复运动单元。然而，在其他实施例中，可变驱替单元 600 可以是旋转单元。另外，虽然驱替单元 600 被描述为连接到电动机 601 和轴 603，但是，在其他实施例中，驱替单元 600 可连接到液压（例如，固定排量）泵（未示出）。例如，室 M1 和 M2 可被用来提供从地层中吸取流体所需要的力或压力，从而消除了对电动机 601 和轴 603 的需要。

图 7 是说明可由图 6 的示例性可变驱替单元 600 提供的各种操作模式的图表。如图 7 所示，表中有四种不同的操作模式，每一种由阀 V1-V4

唯一的配置定义。在模式 1 中,例如,阀 V1 设置为流体能从端口 C 流动到端口 1 和室 614,阀 V2 设置为流体能从端口 C 流动到端口 2 和室 616,阀 V3 设置为流体能从端口 C 流动到端口 1 和室 618,阀 V4 设置为流体能从端口 C 流动到端口 2 和室 620。在这个例子中,假设室 614 和 616 提供排量“L”,假设室 618 和 620 提供排量“S”,这里 S 小于 L。从而,在模式 1 中,流体管线 602 中的地层流体流进室 616 和 620 中,促进活塞杆 606 向室 M1 方向移动。另外,在模式 1 中,可变驱替单元 600 的有效排量等于室 616 和 620 的排量总和(即, L+S)。另外,模式 2 提供用于活塞杆在 M1 的方向移动的有效排量 L-S,模式 3 提供用于活塞杆在 M2 的方向移动的有效排量 L+S,模式 4 提供用于活塞杆在 M2 的方向移动的有效排量 L-S。

图 8 描述了提供两个附加(总共四个)有效排量的另一个可变驱替单元构造 800。一般地,构造 800 包括图 6 的可变驱替单元构造 600 和四个附加的三向阀 V5、V6、V7 和 V8。阀 V5 和 V6 可被设置为使来自流体管线 602 的流体能够绕过室 614 和 616 以提供有效流动速率 S,或者,阀 V7 和 V8 可被设置为能够旁路室 618 和 620 以提供有效流动速率 L。因此,对于图 8 的示例性构造 800,阀 V1-V8 可被设置为在活塞杆 606 移动的两个方向上(即,在往复运动的方向上)提供有效流动速率 L、S、L-S 和 L+S。虽然图 8 的示例性构造 800 描述了四个附加的三向阀,但是如果需要,则可以仅使用两个附加的三向阀(即, V5 和 V6 或 V7 和 V8)来仅提供一个附加的(总共三个)有效流动速率。此外,本领域技术人员应当理解,一些或所有的三向阀 V1-V8 可以用两向阀和止回阀、或其他各种提供相似功能的阀的组合来实施。

图 9 示意性地描述了结合超过四个室的可变驱替单元构造 900。如图 9 所示,示例性构造 900 可包括任何期望数目的室、相关的流体路线和旁路阀以实现任何期望数目的不同有效排量。

图 10 描述了另一个可变驱替单元构造 1000a。具体地,图 10 描述了可与第二部分 1000b 组合使用以产生第一驱替单元 1000 的第一部分 1000a。利用添加的第二部分 1000b,例如通过轴 1003 或通过直接附接,驱替单元 1000 将利用一些如图 2A 所示的附加阀操作来提供连续的流动。



另外，驱替单元 1000 可通过例如轴 1003 连接第二或互补驱替单元，从而实现同步的驱替单元。这样，驱替单元 1000 可被用来从地层中抽取地层流体，例如防护或试样流体，而互补驱替单元(未示出)可以从地层中抽取其他防护或试样流体。图 10 所示的示例性驱替单元 1000 可以例如被用来实施结合图 2-5 所描述的驱替单元。一般地，设置示例性部分 1000a 来调节它的有效排量或从地层中吸取的试样流体的流动速率。

详细转向图 10，示例性部分 1000a 包括多个活塞驱替单元 1002、1004、1006 和 1008，每个活塞驱替单元提供不同的流动速率。如图 10 所述，活塞驱替单元 1002、1004、1006 和 1008 彼此机械地连接(例如，链接)并连接公共轴 1003。当轴 1003 在所例子中向左移动时，以一致或机械同步的方式，活塞驱替单元 1002、1004、1006 和 1008 的每一个通过相应的止回阀 1014、1016、1018 和 1020 从入口流体管线 1012 中吸取流体。当轴 1003 在所例子中移回右边时，先前通过驱替单元 1002、1004、1006 和 1008 吸进的流体在压力下通过相应的止回阀 1024、1026、1028 和 1030 推动进入出口流体管线 1022。在操作中，驱替单元 1002、1004、1006 和 1008 中的一个提供用于试样流体的压力和/或流动速率的最佳的(例如，基本上优选的)排量。然而，那些没有提供最佳排量的驱替单元 1002、1004、1006 和 1008(例如，只有一个)可以继续在本部分 1000b 中它们相应的对应单元之间抽取流体，以避免在不使用的单元中产生任何不必要的压力。类似地，部件 1002-1008 中的任何一个都可以用来组合以获得多种流动速率和/或压力。

图 11 是示例性处理器平台 1100 的示意图，处理器平台 1100 可被用来和/或被编程以实施在此描述的任何或所有示例性设备和方法。具体地，示例性处理器平台 1100 可被用来实施图 2A-2B 的示例性驱替单元控制器 234 和/或图 3 中的示例性驱替单元控制器 338。此外，处理器平台 1100 可以通过一个或多个通用处理器、处理器核、微控制器等实施。

图 11 的例子中的处理器平台 1100 包括至少一个通用可编程的处理器 1105。处理器 1105 执行处理器 1105 的主存储器内(例如，RAM 1115 和/或 ROM 1120 内)的编码指令 1110 和/或 1112。处理器 1105 可以为任何类型的处理单元，例如处理器核、处理器和/或微控制器。在其它方面，处

处理器 1105 可以执行在此描述的示例性程序, 例如, 自适应地控制一个或多个驱替单元来抽取地层流体试样和/或更快速地降低地层流体试样的污染水平。处理器 1105 通过总线 1125 与主存储器(包括 ROM 1120 和/或 RAM 1115)通信。RAM 1115 可通过 DRAM、SDRAM 和/或任何其他类型的 RAM 装置来实施, ROM 可通过闪存和/或任何其他期望类型的存储器装置来实施。对存储器 1115 和 1120 的存取可通过存储器控制器(未示出)控制。

处理器平台 1100 还包括接口电路 1130。接口电路 1130 可通过任何类型的接口标准实施, 例如 USB 接口、蓝牙接口、CAN 接口、外存储器接口、串行端口、通用输入端/输出端等等。一个或多个输入装置 1135 和一个或多个输出装置 1140 连接到接口电路 1130。输入装置 1135 和/或输出装置 1140 可被用来接收传感器信号 (例如, 从一个或多个压力或流动传感器)和/或用来控制一个或多个阀。

在上述图中示出了一些例子, 并对其详细描述。在这些例子的描述中, 相似或相同的参考数字被用来表示相同或类似的元件。为了清晰和简明起见, 图形不必成比例, 一些视图可以按比例或者示意性地夸大显示。虽然这里已经描述了一些方法、设备和制造要点, 但是本发明的范围不限于此。相反, 本发明包含落入权利及其等同物的范围内的所有方法、设备、制造要点。

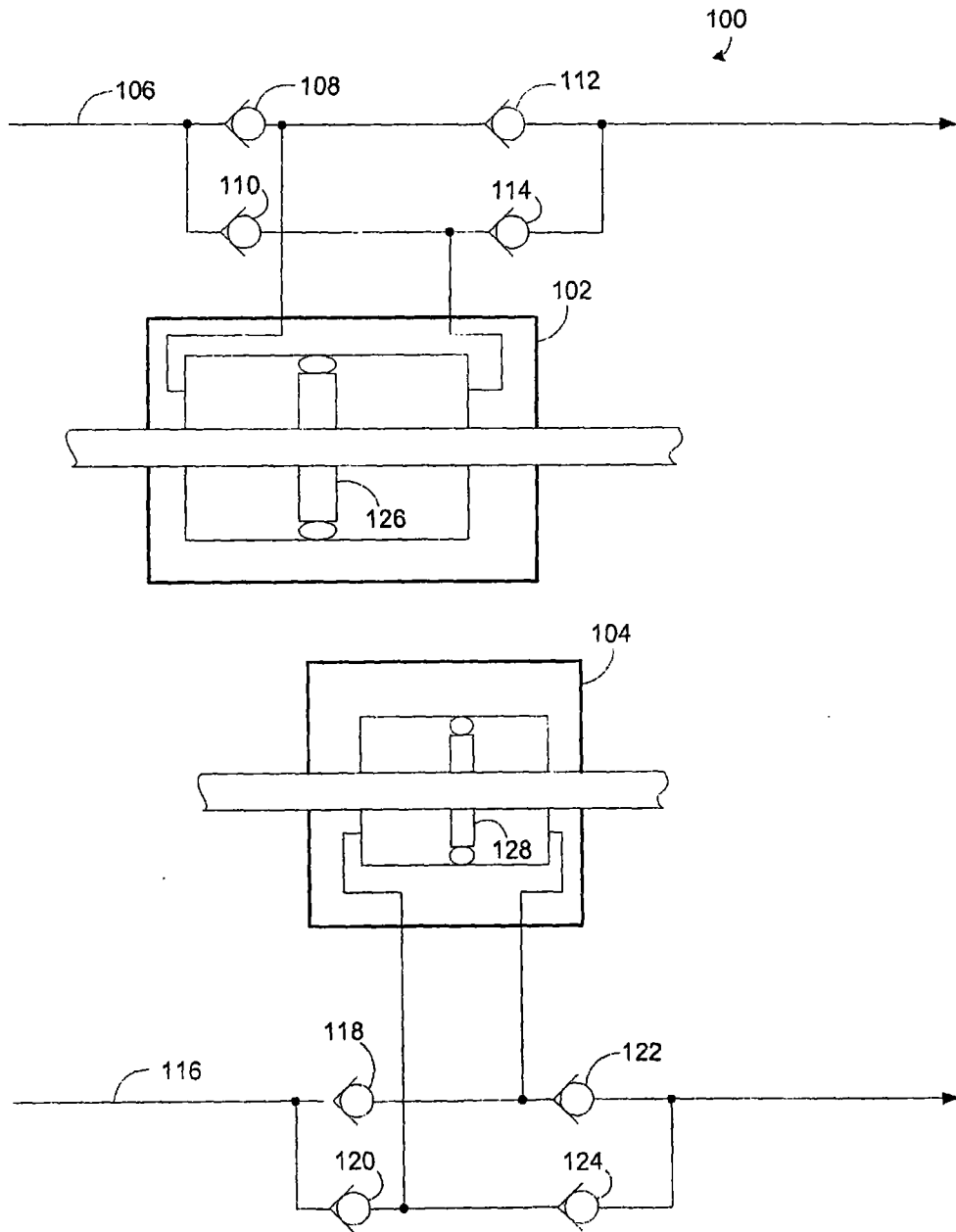


图 1  
(现有技术)

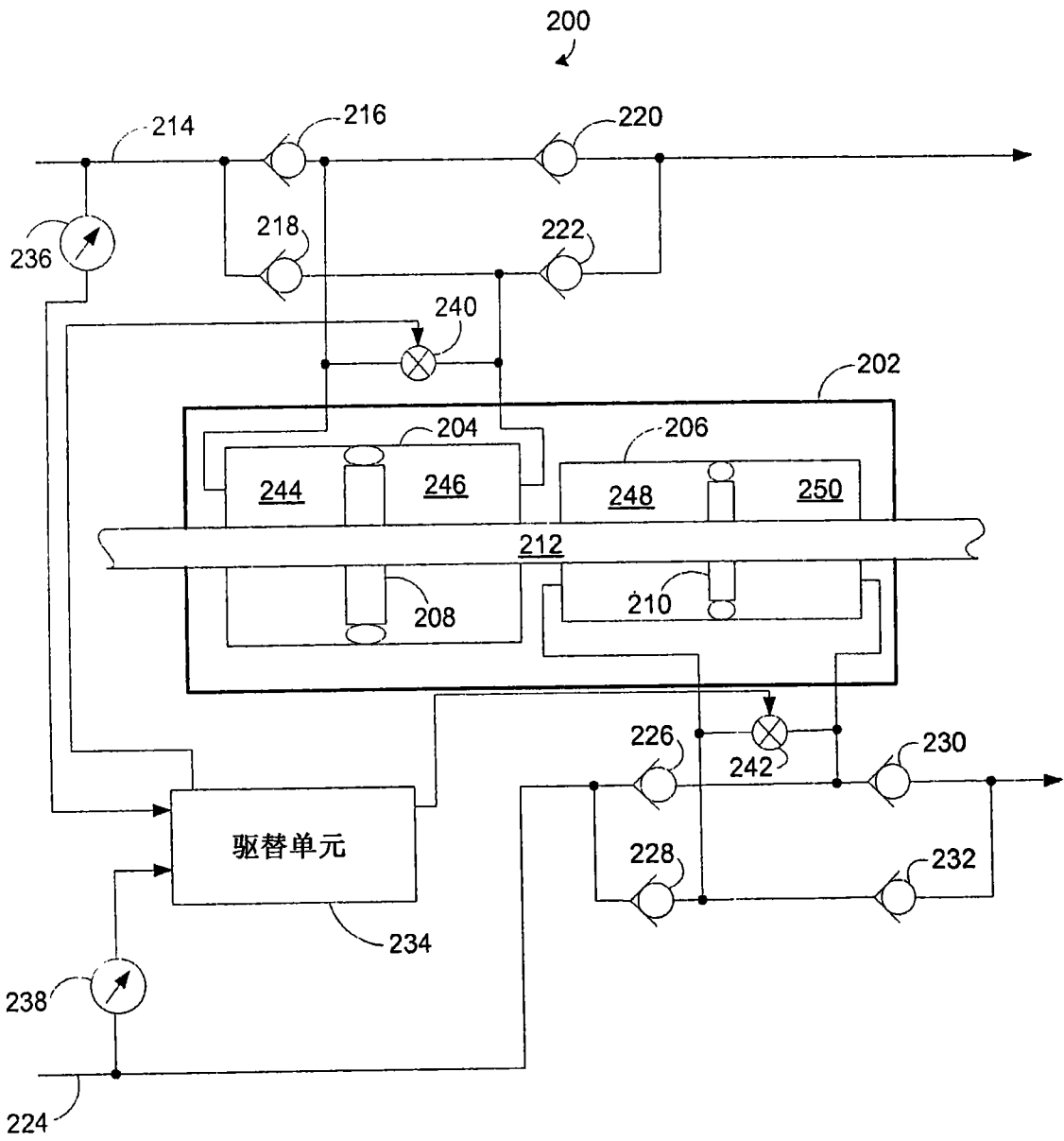


图 2A

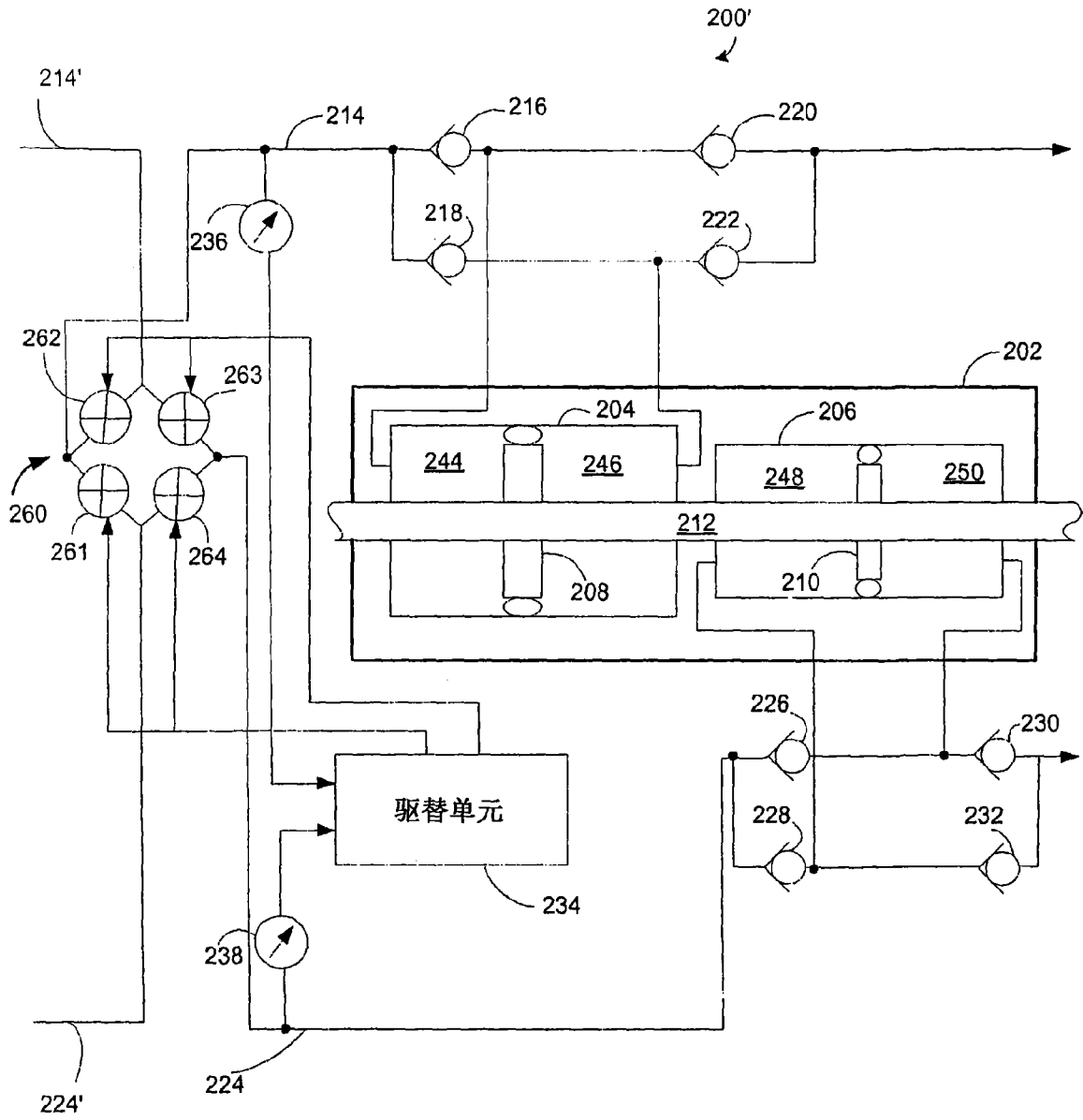


图 2B

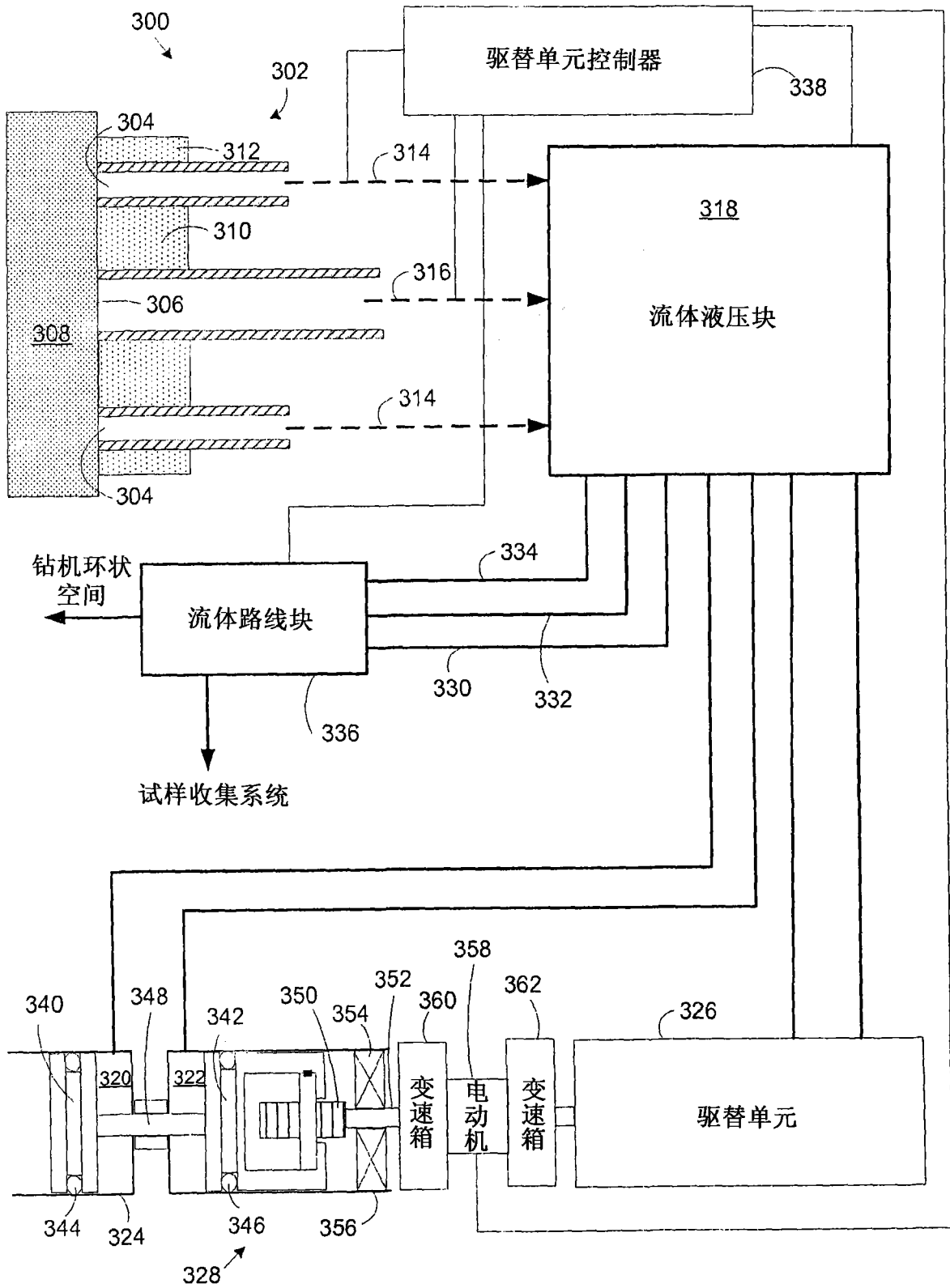


图 3

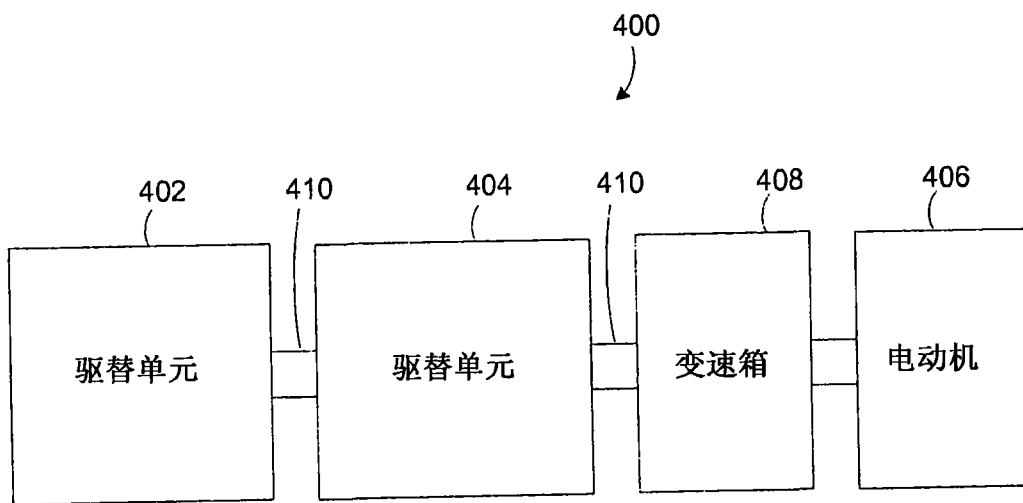


图 4

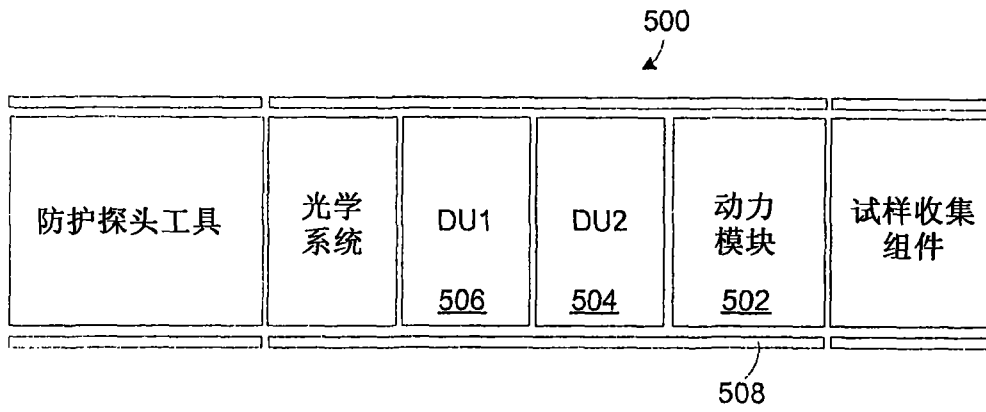


图 5a

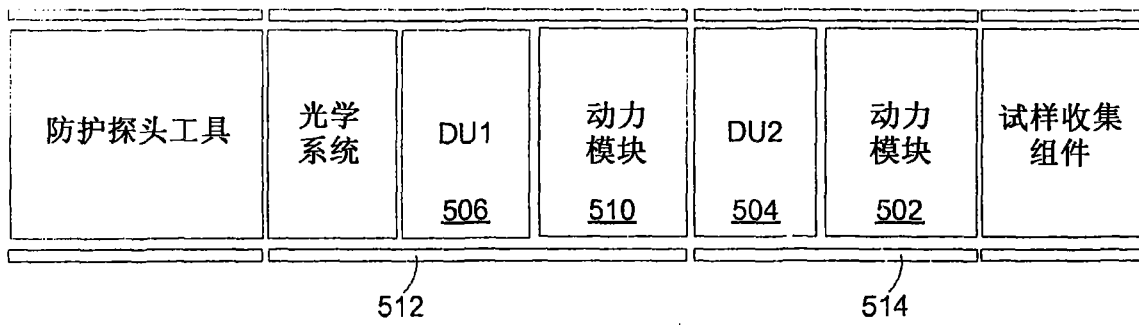


图 5b

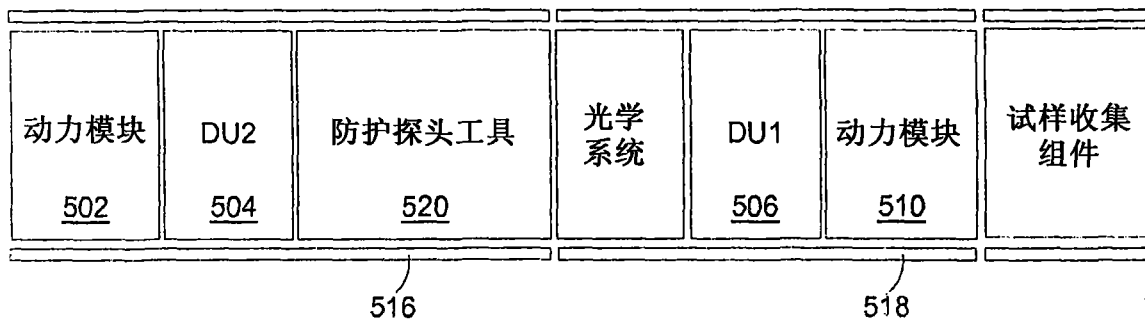


图 5c



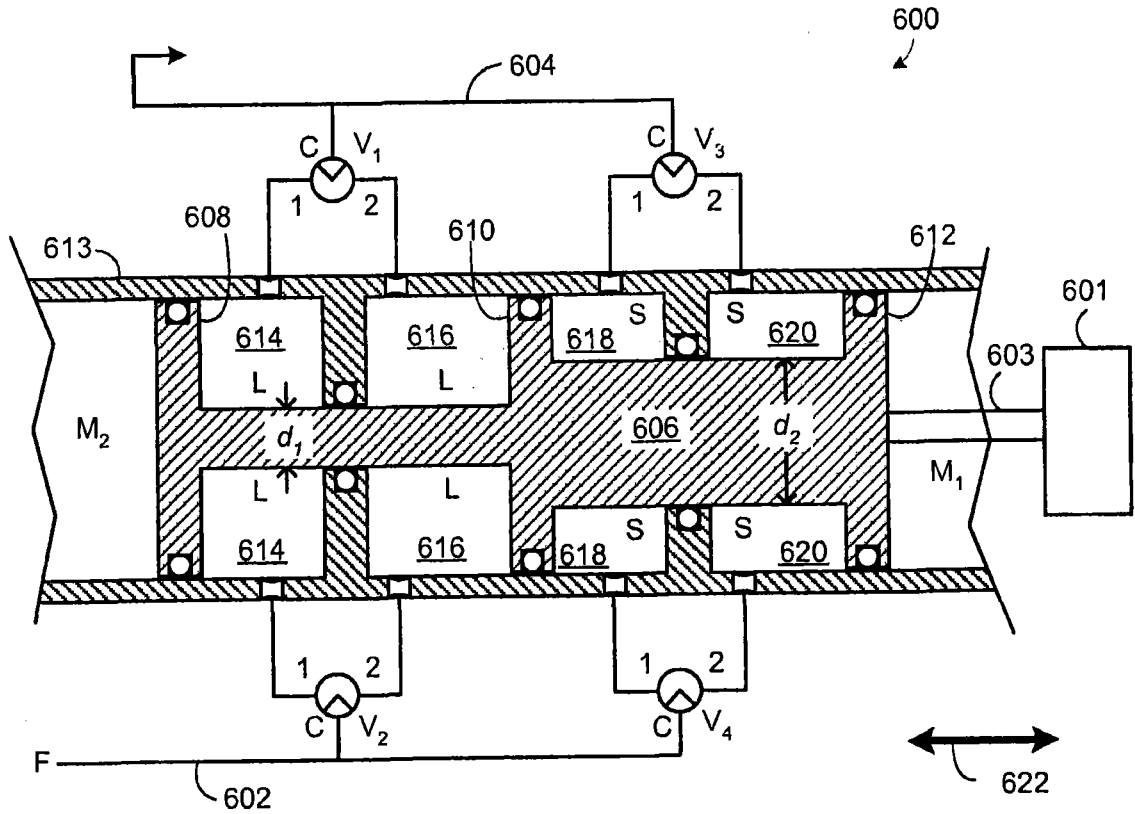


图 6

	$V_1C$	$V_2C$	$V_3C$	$V_4C$	有效排量
模式 1	1	2	1	2	L+S
模式 2	1	2	2	1	L-S
模式 3	2	1	2	1	L+S
模式 4	2	1	1	2	L-S

图 7

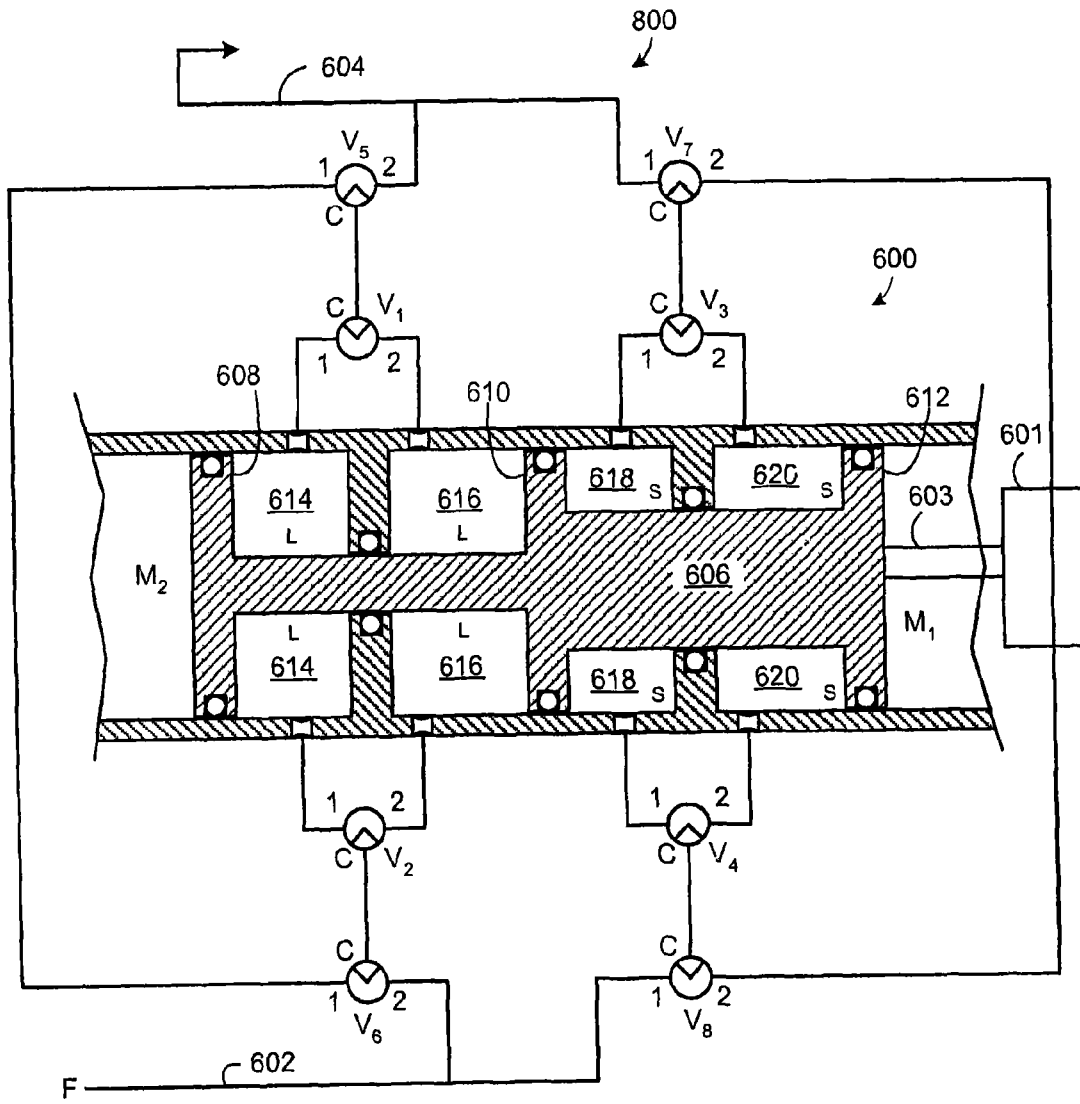


图 8

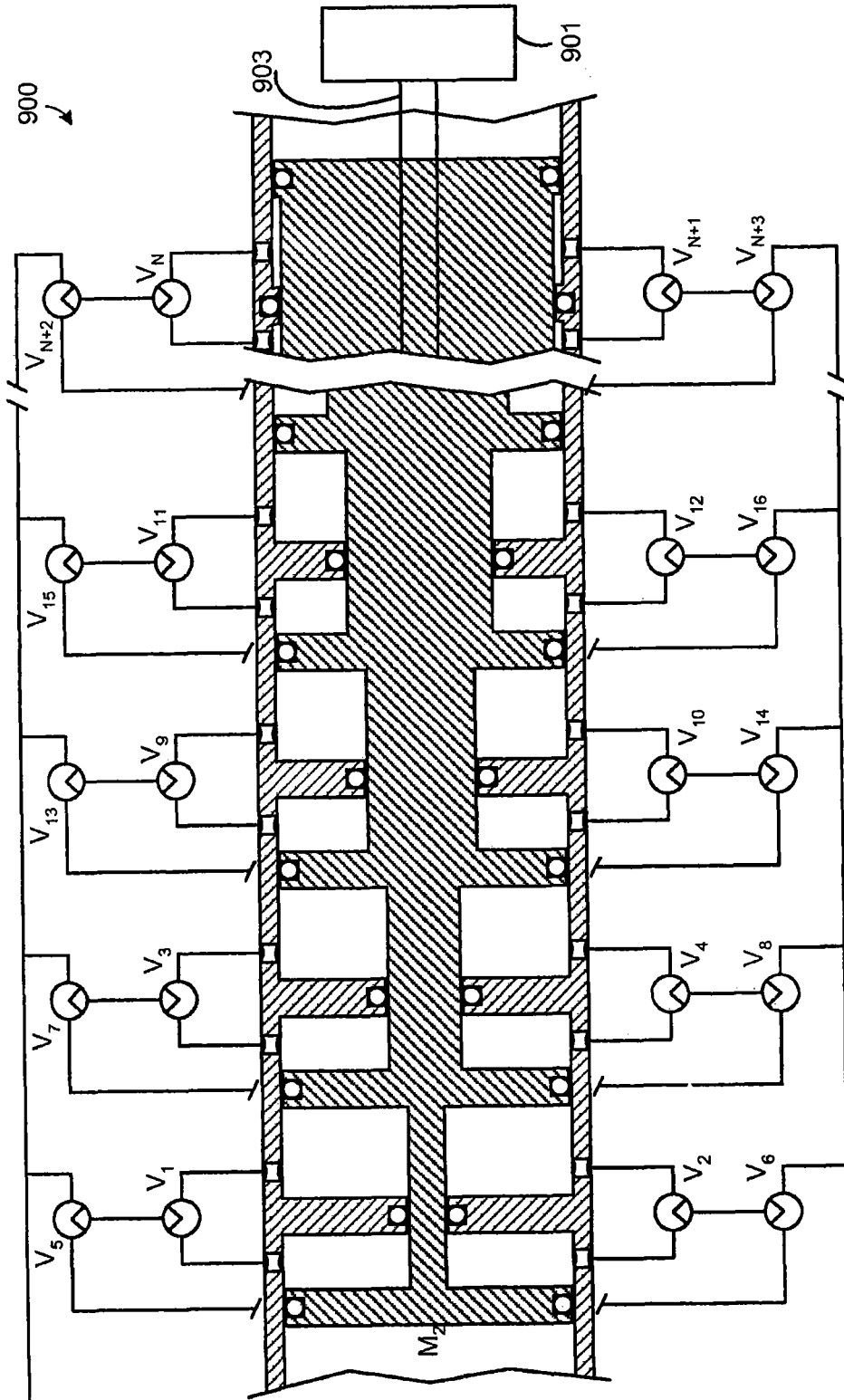


图 9

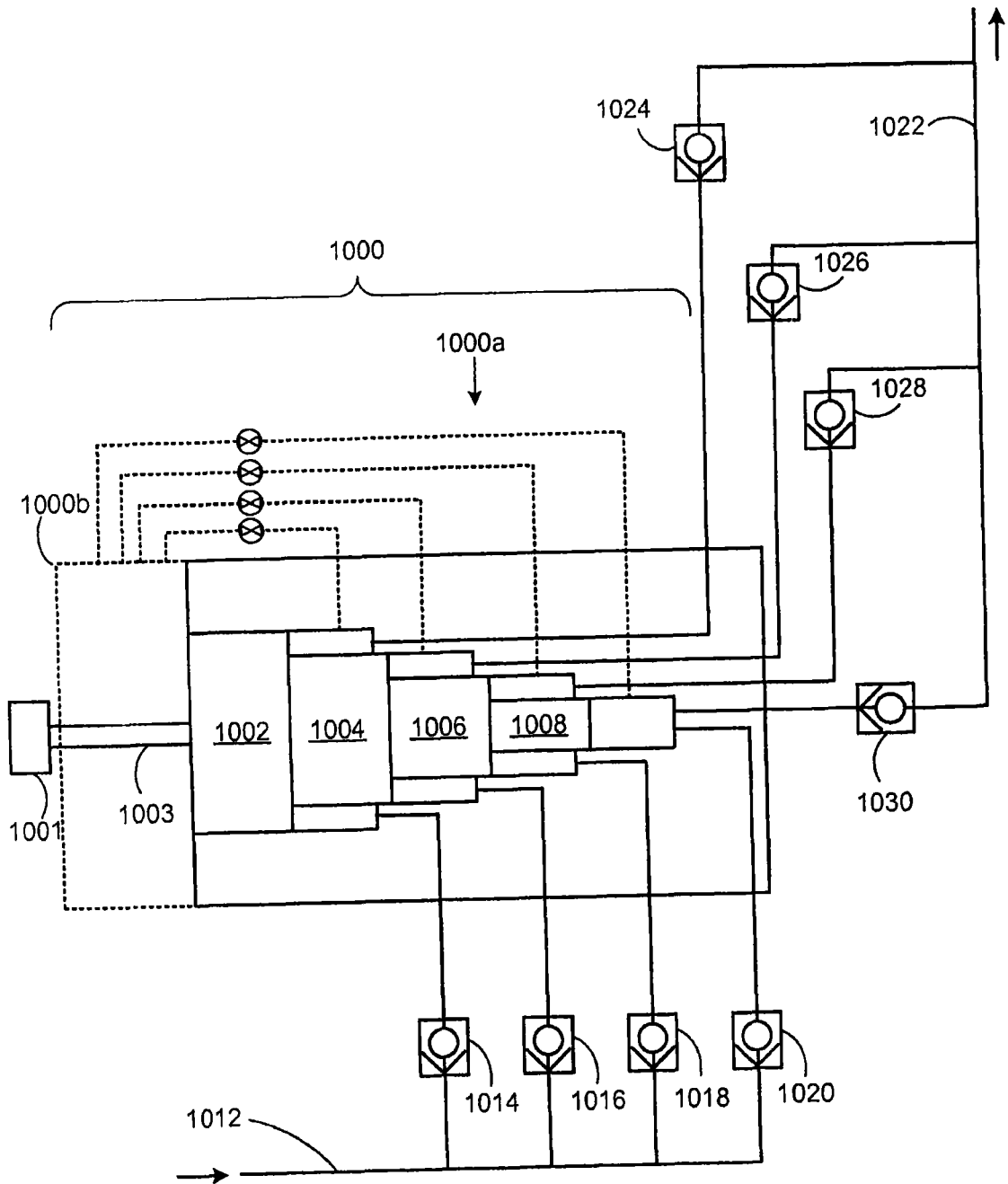


图 10

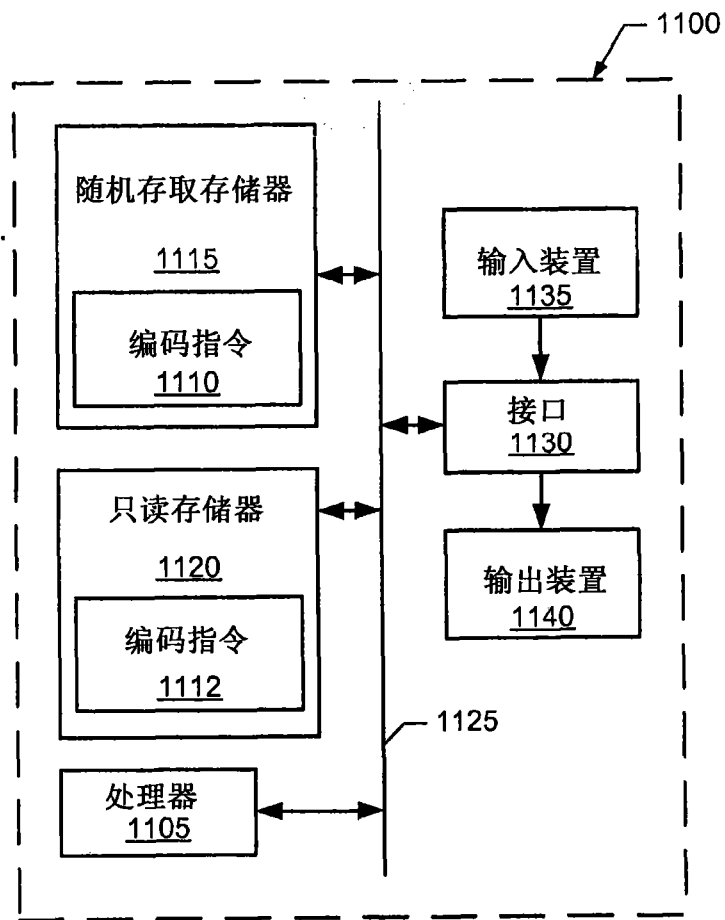


图 11