(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114730624 A
(43)申请公布日 2022.07.08

(21)申请号 202080080654.3

(22)申请日 2020.11.18

(30)优先权数据
62/938,407 2019.11.21 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.05.20

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2020/060970 2020.11.18

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/101939 EN 2021.05.27

(71)申请人 拜耳医药保健有限责任公司
地址 美国新泽西州

(72)发明人 M.麦克德莫特

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
专利代理师 张文辉

(51)Int.Cl.
G16H 20/17(2006.01)

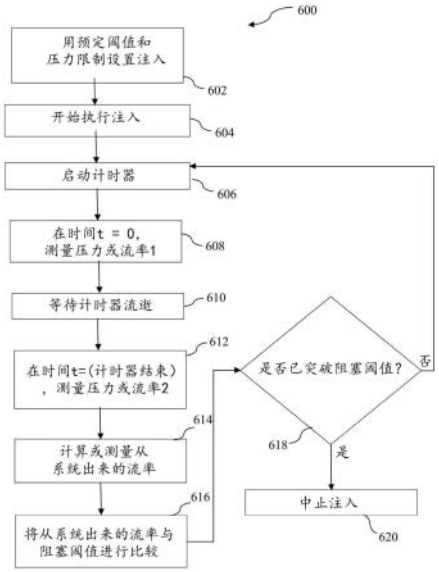
权利要求书4页 说明书18页 附图8页

(54)发明名称

用于流体注入器设备的阻塞检测和改善的压力限制行为的系统、方法和计算机程序产品

(57)摘要

公开了用于流体注入器系统中的阻塞检测和/或压力限制的系统、方法和计算机程序产品。流体注入器系统可以包括至少一个流体注入器设备、一个或多个驱动部件和控制设备。控制设备可包括至少一个处理器，其被编程或配置成：向流体注入器系统提供指令，以预定流体流率从至少一个流体注入器设备递送流体，在第一时间确定至少一个流体注入器设备内的第一流体压力测量，在第二时间确定至少一个流体注入器内的第二流体压力测量，确定第一流体压力测量和第二流体压力测量之间的压力差，基于所确定的压力差计算至少一个流体注入器设备的顺应性体积的改变，将所述计算的顺应性体积的改变与预定流体流率进行比较，在整个流体注入过程中重复这些步骤，并且确定至少一个流体注入器设备的下游是否已经发生阻塞或部分阻塞。



CN 114730624 A

1.流体注入器系统,被配置用于在流体注入过程中给药至少一种流体,所述流体注入器系统包括:

至少一个流体注入器设备;

一个或多个驱动部件;和

控制设备,包括至少一个处理器,所述至少一个处理器被编程或配置成:

向所述流体注入器系统提供以预定流体流率从所述至少一个流体注入器设备递送流体的指令,

在第一时间确定所述至少一个流体注入器设备内的第一流体压力测量,

在第二时间确定所述至少一个流体注入器内的第二流体压力测量,

确定所述第一流体压力测量和所述第二流体压力测量之间的压力差,

基于所述压力差计算所述至少一个流体注入器设备的顺应性体积的改变,

将计算的顺应性体积的改变与所述预定流体流率进行比较,

在整个流体注入过程中重复上述步骤,以及

确定所述至少一个流体注入器设备的下游是否已经发生阻塞或部分阻塞,并且如果确定已经发生所述阻塞或部分阻塞,则所述至少一个处理器被编程或配置成降低或停止所述至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

2.根据权利要求1所述的流体注入器系统,其中,如果所述计算的顺应性体积的改变等于或大于所述预定流体流率的体积分量的预定阈值,则所述控制设备确定已经发生所述阻塞。

3.根据权利要求1或2所述的流体注入器系统,其中,将所述计算的顺应性体积的改变与所述预定流体流率进行比较,以确定真实流率测量。

4.根据权利要求3所述的流体注入器系统,其中,如果计算的真实流率小于或等于所述预定流体流率的预定百分比,则确定所述至少一个流体注入器设备的下游已经发生阻塞。

5.根据权利要求1所述的流体注入器系统,其中,如果所述计算的顺应性体积的改变在所述预定流体流率的体积分量的预定阈值内和/或接近所述预定流体流率的体积分量的预定阈值,则确定所述至少一个流体注入器设备的下游可能发生或已经发生至少部分阻塞。

6.根据权利要求5所述的流体注入器系统,其中,所述至少一个处理器被编程或配置为:如果所述计算的顺应性体积的改变在所述预定流体流率的体积分量的预定阈值内和/或接近所述预定流体流率的体积分量的预定阈值,则降低所述至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的流体注入器系统,其中,所述至少一个处理器被编程或配置成确定何时已经达到所述至少一个流体注入器设备的预编程压力限制。

8.根据权利要求1至7中任一项所述的流体注入器系统,其中,所述至少一个处理器被编程或配置成从所述至少一个流体注入器设备的所述至少一个活塞的递送速率的体积分量减去所述计算的顺应性体积的改变,以确定流出所述至少一个流体注入器设备的真实流体流率。

9.根据权利要求8所述的流体注入器系统,其中,所述至少一个处理器被编程或配置为调整所述至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率,使得确定的真实流体流率与所述预定流体流率基本相同。

10.用于流体注入器系统的至少部分阻塞检测和压力限制的计算机实现的方法，所述流体注入器系统被配置用于在流体注入过程中给药至少一种流体，所述方法包括：

用包括至少一个处理器的控制设备向所述流体注入器系统提供以预定流体流率从至少一个流体注入器设备递送流体的指令；

在第一时间确定所述至少一个流体注入器设备内的第一流体压力测量；

在第二时间确定所述至少一个流体注入器设备内的第二流体压力测量；

用所述控制设备确定所述第一流体压力测量和所述第二流体压力测量之间的压力差；

用所述控制设备基于所述压力差计算所述至少一个流体注入器设备的顺应性体积的改变；

用所述控制设备将计算的顺应性体积的改变与所述预定流体流率进行比较；

在整个所述流体注入过程中重复所述方法步骤；和

确定所述至少一个流体注入器设备的下游是否已经发生阻塞或部分阻塞，并且如果确定已经发生所述阻塞或部分阻塞，则所述至少一个处理器被编程或配置成降低或停止所述至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

11.根据权利要求10所述的计算机实现的方法，还包括：如果所述计算的顺应性体积的改变等于或大于所述预定流体流率的体积分量的预定阈值，则用所述控制设备确定已经发生阻塞。

12.根据权利要求10或11所述的计算机实现的方法，还包括将所述计算的顺应性体积的改变与所述预定流体流率进行比较，以确定真实流率测量。

13.根据权利要求12所述的计算机实现的方法，还包括：如果计算的真实流率小于或等于所述预定流体流率的预定百分比，则用所述控制设备确定已经发生阻塞。

14.根据权利要求10所述的计算机实现的方法，还包括确定是否已经发生所述至少部分阻塞，并且如果所述计算的顺应性体积的改变在所述预定流体流率的体积分量的预定阈值内和/或接近所述预定流体流率的体积分量的预定阈值，则用所述控制设备降低所述至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

15.根据权利要求10至14中任一项所述的计算机实现的方法，还包括用所述控制设备确定何时已经达到所述至少一个流体注入器设备的预编程压力限制。

16.根据权利要求15所述的计算机实现的方法，其中确定所述第一流体压力测量的所述第一时间是达到所述预编程压力限制之前的时间，并且其中确定所述第二流体压力测量的所述第二时间是达到所述预编程压力限制之时或之后的时间。

17.根据权利要求10至16中任一项所述的计算机实现的方法，还包括用所述控制设备从所述至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率的体积分量减去所述计算的顺应性体积的改变，以确定流出所述至少一个流体注入器设备的真实流体流率。

18.根据权利要求17所述的计算机实现的方法，还包括用所述控制设备调整所述至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率，使得确定的真实流体流率与所述预定流体流率基本相同。

19.用于流体注入器系统的至少部分阻塞检测和压力限制的计算机程序产品，所述流体注入器系统被配置用于在流体注入过程中给药至少一种流体，所述计算机程序产品包括至少一个非暂时性计算机可读介质，所述至少一个非暂时性计算机可读介质包括一个或多

个指令,所述一个或多个指令在由至少一个处理器执行时,使得所述至少一个处理器:

向所述流体注入器系统提供以预定流体流率从至少一个流体注入器设备递送流体的指令;

在第一时间确定所述至少一个流体注入器设备内的第一流体压力测量;

在第二时间确定所述至少一个流体注入器设备内的第二流体压力测量;

确定所述第一流体压力测量和所述第二流体压力测量之间的压力差;

基于确定的压力差计算所述至少一个流体注入器设备的顺应性体积的改变;

将计算的顺应性体积的改变与所述预定流体流率进行比较;

在所述流体注入过程中重复上述步骤;和

确定所述至少一个流体注入器设备的下游是否已经发生阻塞或部分阻塞,并且如果确定已经发生所述阻塞或部分阻塞,则所述至少一个处理器被编程或配置成降低或停止所述至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

20.根据权利要求19所述的计算机程序产品,其中,所述一条或多条指令在由所述至少一个处理器执行时使所述至少一个处理器:如果所述计算的顺应性体积的改变等于或大于所述预定流体流率的体积分量的预定阈值,则确定已经发生所述阻塞。

21.根据权利要求19或20所述的计算机程序产品,其中,所述一条或多条指令在由所述至少一个处理器执行时使所述至少一个处理器:计算的预定流体流率与顺应性体积的改变进行比较,以确定真实流率测量。

22.根据权利要求21所述的计算机程序产品,其中,所述一条或多条指令在由所述至少一个处理器执行时,如果计算的真实流率小于或等于所述预定流体流率的预定百分比,则确定所述至少一个流体注入器设备的下游已经发生阻塞。

23.根据权利要求19所述的计算机程序产品,其中,所述一条或多条指令在由所述至少一个处理器执行时使所述至少一个处理器:如果所述计算的顺应性体积的改变在所述预定流体流率的体积分量的预定阈值内和/或接近所述预定流体流率的体积分量的预定阈值,则使所述至少一个处理器降低所述至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

24.根据权利要求19至23中任一项所述的计算机程序产品,其中,所述一条或多条指令在由所述至少一个处理器执行时使所述至少一个处理器确定何时已经达到所述至少一个流体注入器设备的预编程压力限制。

25.根据权利要求21至24中任一项所述的计算机程序产品,其中,所述一条或多条指令在由所述至少一个处理器执行时使所述至少一个处理器从所述至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率的体积分量减去所述计算的顺应性体积的改变,以确定流出所述至少一个流体注入器设备的真实流体流率。

26.根据权利要求25所述的计算机程序产品,其中所述一条或多条指令在由所述至少一个处理器执行时使所述至少一个处理器调整所述至少一个流体注入器设备的所述至少一个活塞的递送速率,使得确定的真实流体流率与所述预定流体流率基本相同。

27.流体注入器系统,被配置用于在流体注入过程中给药至少一种流体,所述流体注入器系统包括:

至少一个流体注入器设备;

一个或多个驱动部件;和

控制设备,包括至少一个处理器,所述至少一个处理器被编程或配置成:

向所述流体注入器系统提供以预定流体流率从所述至少一个流体注入器设备递送流体的指令,

在第一时间确定所述至少一个流体注入器设备内的流体流率,

监测所述至少一个流体注入器内的所述流体流率直到第二时间,

基于在所述第一时间和所述第二时间之间的时间间隔上的流率,计算从所述至少一个流体注入器设备递送出的实际流体流率,

将计算的实际流体流率与所述预定流体流率进行比较,

在整个所述流体注入过程中重复上述步骤,以及

确定所述至少一个流体注入器设备的下游是否已经发生阻塞或部分阻塞,并且如果确定已经发生所述阻塞或部分阻塞,则所述至少一个处理器被编程或配置成降低或停止所述至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

28.根据权利要求27所述的流体注入器系统,其中,如果从所述至少一个流体注入器设备递送出的所述计算的实际流体流率不等于所述预定流体流率的预定阈值,则确定所述至少一个流体注入器设备的下游已经发生阻塞。

29.根据权利要求27或28所述的流体注入器系统,其中,如果所述实际流体流率在所述预定流体流率的预定阈值内和/或接近所述预定流体流率的预定阈值,则确定所述至少一个流体注入器设备的下游可能发生或已经发生至少部分阻塞。

30.根据权利要求29所述的流体注入器系统,其中,所述至少一个处理器被编程或配置为:如果所述实际流体流率在所述预定流体流率的预定阈值内和/或接近所述预定流体流率的预定阈值,则降低所述至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

用于流体注入器设备的阻塞检测和改善的压力限制行为的系统、方法和计算机程序产品

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2019年11月21日提交的美国临时专利申请No.62/938,407的权益，其公开内容通过引用其整体并入本文。

技术领域

[0003] 本公开总体上涉及用于流体注入器设备的改善的阻塞检测和改善的压力限制行为的系统、设备、产品、装置和方法。

背景技术

[0004] 在许多医疗诊断和治疗过程中，医疗从业者(内科医师或放射科医师)使用动力流体注入器系统向患者注入一种或多种流体。已经开发了许多用于流体的加压注入的动力流体注入器系统，用于诸如血管造影术、计算机断层扫描(CT)、分子成像(例如PET成像)和磁共振成像(MRI)的过程中。

[0005] 有时，动力流体注入器系统和注入位置(例如，患者导管)之间的串联位置可能会发生阻塞(即，流体流动中的实质性堵塞)。常规流体注入器系统仅依靠压力监测来考虑这种阻塞。也就是说，当在注入过程期间达到预定压力限制时(如最终由阻塞引起的)，流体流率逐步降低，从而降低系统压力。然而，因为预定压力限制是为实际的流体注入器系统选择的，而不是为注入位置和/或中间部件(例如，管路等)选择的，在达到流体注入器系统的压力限制之前，阻塞位置可能承受比期望的高得多的压力。

[0006] 此外，常规流体注入器系统通常被编程为监测压力改变，直至达到预定压力限制，此时流体流率可降低对应的百分比。然而，所需的流率降低往往被高估，导致频繁的电机速度变化(这可能减少电机的寿命)并且可能影响碘递送速率(IDR)到不能成功完成成像过程的程度。

[0007] 因此，本领域需要改善流体注入器设备的阻塞检测和压力限制行为。

发明内容

[0008] 因此，提供了用于流体注入器系统的系统、设备、产品、装置和/或方法，其提供了改善的阻塞检测和/或压力限制行为。

[0009] 在一些非限制性实施例或方面，公开了流体注入器系统，被配置用于在流体注入过程中给药至少一种流体。该流体注入器系统可以包括：至少一个流体注入器设备；一个或多个驱动部件；和控制设备，可以包括至少一个处理器，该至少一个处理器被编程或配置成：向流体注入器系统提供指令以预定流体流率从至少一个流体注入器设备递送流体，在第一时间确定至少一个流体注入器设备内的第一流体压力测量，在第二时间确定至少一个流体注入器内的第二流体压力测量，确定第一流体压力测量和第二流体压力测量之间的压力差，基于压力差计算至少一个流体注入器设备的顺应性体积的改变，将计算的顺应性体

积的改变与预定流体流率进行比较，在整个流体注入过程中重复上述步骤，确定至少一个流体注入器设备的下游是否已经发生阻塞或部分阻塞，并且如果确定已经发生阻塞或部分阻塞，则至少一个处理器被编程或配置成降低或停止至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

[0010] 在一些非限制性实施例或方面中，操作数据可包括一个或多个操作参数，这些操作参数与以下各项中的至少一项相关：流体注入器系统的一个或多个驱动部件、至少一个流体注入器设备中的一个或多个，以及配置为与流体注入器设备一起使用的一个或多个可弃式部件。

[0011] 在一些非限制性实施例或方面中，至少一个流体注入器设备可包括：至少一个流体储器；以及与至少一个流体储器相关联的至少一个柱塞，其中至少一个柱塞可释放地与流体注入器系统的活塞接合。

[0012] 在一些非限制性实施例或方面中，如果计算的顺应性体积的改变等于预定流体流率的体积分量的预定阈值，则可确定至少一个流体注入器设备的下游已经发生了阻塞。例如，如果计算的顺应性体积的改变等于或大于预定流体流率的体积分量的预定阈值，则控制设备可以确定已经发生了阻塞。

[0013] 在一些非限制性实施例或方面中，控制器可将计算的变化与预定流体流率进行比较，以确定真实流率测量。在各种实施例中，如果计算的真实流率小于或等于预定流体流率的预定百分比，则确定在至少一个流体注入器设备的下游已经发生了阻塞。

[0014] 在一些非限制性实施例或方面中，如果计算的顺应性体积的改变在预定流体流率的体积分量的预定阈值内和/或接近预定流体流率的体积分量的预定阈值，则确定至少一个流体注入器设备的下游可能发生或已经发生至少部分阻塞。

[0015] 在一些非限制性实施例或方面中，至少一个处理器可编程或配置为，如果计算的顺应性体积的改变在预定流体流率的体积分量的预定阈值内和/或接近预定流体流率的体积分量的预定阈值，则降低至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

[0016] 在一些非限制性实施例或方面中，至少一个处理器可以被编程或配置为确定何时已达到至少一个流体注入器设备的预编程压力限制。

[0017] 在一些非限制性实施例或方面中，至少一个处理器可以被编程或配置成从至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率的体积分量减去计算的顺应性体积的改变，以确定流出至少一个流体注入器设备的真实流体流率。

[0018] 在一些非限制性实施例或方面中，至少一个处理器可以被编程或配置为调整至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率，使得确定的真实流体流率与预定流体流率基本相同。

[0019] 在一些非限制性实施例或方面，公开了用于流体注入器系统的至少部分阻塞检测和压力限制的计算机实现的方法，流体注入器系统被配置用于在流体注入过程中给药至少一种流体。该方法可以包括：用包括至少一个处理器的控制设备向流体注入器系统提供指令，以预定流体流率从至少一个流体注入器设备递送流体；在第一时间确定至少一个流体注入器设备内的第一流体压力测量；在第二时间确定至少一个流体注入器设备内的第二流体压力测量；用控制设备确定第一流体压力测量和第二流体压力测量之间的压力差；用控制设备基于压力差计算至少一个流体注入器设备的顺应性体积的改变；用控制设备将计算

的顺应性体积的改变与预定流体流率进行比较;在整个流体注入过程中重复方法步骤;和确定至少一个流体注入器设备的下游是否已经发生阻塞或部分阻塞,并且如果确定已经发生阻塞或部分阻塞,则至少一个处理器被编程或配置成降低或停止至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

[0020] 在一些非限制性实施例或方面中,该方法可进一步包括:如果计算的顺应性体积的改变等于或大于预定流体流率的体积分量的预定阈值,则用控制设备确定已经发生阻塞。

[0021] 在一些非限制性实施例或方面中,该方法还可以包括将计算的顺应性体积的改变与预定流体流率进行比较,以确定真实流率测量。在特定实施例中,该方法还可以包括如果计算的真实流率小于或等于预定流体流率的预定百分比,则用控制设备确定已经发生阻塞。

[0022] 在一些非限制性实施例或方面中,该方法可进一步包括如果计算的真实流率小于或等于预定流体流率的预定百分比,则用控制设备确定已经发生阻塞。

[0023] 在一些非限制性实施例或方面中,该方法可进一步包括用控制设备确定何时已经达到至少一个流体注入器设备的预编程压力限制。

[0024] 在一些非限制性实施例或方面中,确定第一流体压力测量的第一时间可以是达到预编程压力限制之前的时间,并且其中确定第二流体压力测量的第二时间是达到预编程压力限制之时或之后的时间。

[0025] 在一些非限制性实施例或方面中,该方法可进一步包括用控制设备从至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率的体积分量减去计算的顺应性体积的改变,以确定流出至少一个流体注入器设备的真实流体流率。

[0026] 在一些非限制性实施例或方面中,该方法可进一步包括用控制设备调整至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率,使得确定的真实流体流率与预定流体流率基本相同。

[0027] 在一些非限制性实施例或方面,公开了用于流体注入器系统的至少部分阻塞检测和压力限制的计算机程序产品,该流体注入器系统被配置用于在流体注入过程中给药至少一种流体。该计算机程序产品可以包括至少一个非暂时性计算机可读介质,至少一个非暂时性计算机可读介质可以包括一个或多个指令,一个或多个指令在由至少一个处理器执行时,使得至少一个处理器:向流体注入器系统提供指令,以预定流体流率从至少一个流体注入器设备递送流体;在第一时间确定至少一个流体注入器设备内的第一流体压力测量;在第二时间确定至少一个流体注入器设备内的第二流体压力测量;确定第一流体压力测量和第二流体压力测量之间的压力差;基于确定的压力差计算至少一个流体注入器设备的顺应性体积的改变;将计算的顺应性体积的改变与预定流体流率进行比较;在流体注入过程中重复上述步骤,和确定至少一个流体注入器设备的下游是否已经发生阻塞或部分阻塞,并且如果确定已经发生阻塞或部分阻塞,则至少一个处理器被编程或配置成降低或停止至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

[0028] 在一些非限制性实施例或方面中,一条或多条指令在由至少一个处理器执行时使至少一个处理器:如果计算的顺应性体积的改变等于或大于预定流体流率的体积分量的预定阈值,则确定已经发生阻塞。

[0029] 在一些非限制性实施例或方面中，一条或多条指令在由至少一个处理器执行时可以使至少一个处理器：计算的预定流体流率与顺应性体积的改变进行比较，以确定真实流率测量。在特定实施例中，一条或多条指令在由至少一个处理器执行时，如果计算的真实流率小于或等于预定流体流率的预定百分比，则确定至少一个流体注入器设备的下游已经发生阻塞。

[0030] 在一些非限制性实施例或方面中，一条或多条指令在由至少一个处理器执行时可以使至少一个处理器：如果计算的顺应性体积的改变在预定流体流率的体积分量的预定阈值内和/或接近预定流体流率的体积分量的预定阈值，则使至少一个处理器降低至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

[0031] 在一些非限制性实施例或方面中，一条或多条指令在由至少一个处理器执行时可以使至少一个处理器确定何时已经达到至少一个流体注入器设备的预编程压力限制。

[0032] 在一些非限制性实施例或方面中，一条或多条指令在由至少一个处理器执行时可以使至少一个处理器从至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率的体积分量减去计算的顺应性体积的改变，以确定流出至少一个流体注入器设备的真实流体流率。

[0033] 在一些非限制性实施例或方面中，一条或多条指令在由至少一个处理器执行时可以使至少一个处理器调整至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率，使得确定的真实流体流率与预定流体流率基本相同。

[0034] 在一些非限制性实施例或方面，公开了流体注入器系统，被配置用于在流体注入过程中给药至少一种流体。该流体注入器系统可以包括：至少一个流体注入器设备；一个或多个驱动部件；和控制设备，包括至少一个处理器，至少一个处理器被编程或配置成：向流体注入器系统提供指令以预定流体流率从至少一个流体注入器设备递送流体，在第一时间确定至少一个流体注入器设备内的流体流率，监测至少一个流体注入器内的流体流率直到第二时间，基于在第一时间和第二时间之间的时间间隔上的流率，计算从至少一个流体注入器设备递送出的实际流体流率，将计算的实际流体流率与预定流体流率进行比较，以及在整个流体注入过程中重复上述步骤。

[0035] 在一些非限制性实施例或方面中，操作数据可包括与以下至少一项相关的一个或多个操作参数：流体注入器系统的一个或多个驱动部件、至少一个流体注入器设备中的一个或多个，以及配置为与流体注入器设备一起使用的一个或多个可弃式部件。

[0036] 在一些非限制性实施例或方面中，至少一个流体注入器设备可包括：至少一个流体储器；以及与至少一个流体储器相关联的至少一个柱塞，其中至少一个柱塞可释放地与流体注入器系统的活塞接合。

[0037] 在一些非限制性实施例或方面中，如果从至少一个流体注入器设备递送出的计算的实际流体流率不等于预定流体流率的预定阈值，则可以确定至少一个流体注入器设备的下游已经发生阻塞。

[0038] 在一些非限制性实施例或方面中，至少一个处理器可被编程或配置为：如果检测到阻塞，则降低或停止至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

[0039] 在一些非限制性实施例或方面中，如果实际流体流率在预定流体流率的预定阈值内和/或接近预定流体流率的预定阈值，则可以确定至少一个流体注入器设备的下游可能发生或已经发生至少部分阻塞。

[0040] 在一些非限制性实施例或方面中，至少一个处理器可以被编程或配置为：如果实际流体流率在预定流体流率的预定阈值内和/或接近预定流体流率的预定阈值，则降低至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

[0041] 以下编号条款中阐述了进一步的非限制性实施例：

[0042] 条款1.流体注入器系统，被配置用于在流体注入过程中给药至少一种流体，流体注入器系统包括：至少一个流体注入器设备；一个或多个驱动部件；和控制设备，包括至少一个处理器，至少一个处理器被编程或配置成：向流体注入器系统提供指令以预定流体流率从至少一个流体注入器设备递送流体，在第一时间确定至少一个流体注入器设备内的第一流体压力测量，在第二时间确定至少一个流体注入器内的第二流体压力测量，确定第一流体压力测量和第二流体压力测量之间的压力差，基于压力差计算至少一个流体注入器设备的顺应性体积的改变，将计算的顺应性体积的改变与预定流体流率进行比较，在整个流体注入过程中重复上述步骤，以及确定至少一个流体注入器设备的下游是否已经发生阻塞或部分阻塞，并且如果确定已经发生阻塞或部分阻塞，则至少一个处理器被编程或配置成降低或停止至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

[0043] 条款2.根据条款1的流体注入器系统，其中，如果计算的顺应性体积的改变等于或大于预定流体流率的体积分量的预定阈值，则控制设备确定已经发生阻塞。

[0044] 条款3.根据条款1或2的流体注入器系统，其中，将计算的顺应性体积的改变与预定流体流率进行比较，以确定真实流率测量。

[0045] 条款4.根据条款3的流体注入器系统，其中，如果计算的真实流率小于或等于预定流体流率的预定百分比，则确定至少一个流体注入器设备的下游已经发生阻塞。

[0046] 条款5.根据条款1的流体注入器系统，其中，如果计算的顺应性体积的改变在预定流体流率的体积分量的预定阈值内和/或接近预定流体流率的体积分量的预定阈值，则确定至少一个流体注入器设备的下游可能发生或已经发生至少部分阻塞。

[0047] 条款6.根据条款5的流体注入器系统，其中，至少一个处理器被编程或配置为：如果计算的顺应性体积的改变在预定流体流率的体积分量的预定阈值内和/或接近预定流体流率的体积分量的预定阈值，则降低至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

[0048] 条款7.根据条款1至6中任一项的流体注入器系统，其中，至少一个处理器被编程或配置成确定何时已经达到至少一个流体注入器设备的预编程压力限制。

[0049] 条款8.根据条款1至7中任一项的流体注入器系统，其中，至少一个处理器被编程或配置成从至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率的体积分量减去计算的顺应性体积的改变，以确定流出至少一个流体注入器设备的真实流体流率。

[0050] 条款9.根据条款8所述的流体注入器系统，其中，所述至少一个处理器被编程或配置成调整所述至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率，使得所确定的真实流体流率与所述预定流体流率基本相同。

[0051] 条款10.用于流体注入器系统的至少部分阻塞检测和压力限制的计算机实现的方法，流体注入器系统被配置用于在流体注入过程中给药至少一种流体，方法包括：用包括至少一个处理器的控制设备向流体注入器系统提供指令，以预定流体流率从至少一个流体注入器设备递送流体；在第一时间确定至少一个流体注入器设备内的第一流体压力测量；在

第二时间确定至少一个流体注入器设备内的第二流体压力测量;用控制设备确定第一流体压力测量和第二流体压力测量之间的压力差;用控制设备基于压力差计算至少一个流体注入器设备的顺应性体积的改变;用控制设备将计算的顺应性体积的改变与预定流体流率进行比较;在整个流体注入过程中重复方法步骤;和确定至少一个流体注入器设备的下游是否已经发生阻塞或部分阻塞,并且如果确定已经发生阻塞或部分阻塞,则至少一个处理器被编程或配置成降低或停止至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

[0052] 条款11.根据条款10的计算机实现的方法,还包括:如果计算的顺应性体积的改变等于或大于预定流体流率的体积分量的预定阈值,则用控制设备确定已经发生阻塞。

[0053] 条款12.根据条款10或11的计算机实现的方法,还包括将计算的顺应性体积的改变与预定流体流率进行比较,以确定真实流率测量。

[0054] 条款13.根据条款12的计算机实现的方法,还包括:如果计算的真实流率小于或等于预定流体流率的预定百分比,则用控制设备确定已经发生阻塞。

[0055] 条款14.根据条款10的计算机实现的方法,还包括:如果计算的顺应性体积的改变在预定流体流率的体积分量的预定阈值内和/或接近预定流体流率的体积分量的预定阈值,则用控制设备降低至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

[0056] 条款15.根据条款10至14中任一项的计算机实现的方法,还包括用控制设备确定何时已经达到至少一个流体注入器设备的预编程压力限制。

[0057] 条款16.根据条款15的计算机实现的方法,其中确定第一流体压力测量的第一时间是达到预编程压力限制之前的时间,并且其中确定第二流体压力测量的第二时间是达到预编程压力限制之时或之后的时间。

[0058] 条款17.根据条款10至16中任一项的计算机实现的方法,还包括用控制设备从至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率的体积分量减去计算的顺应性体积的改变,以确定流出至少一个流体注入器设备的真实流体流率。

[0059] 条款18.根据条款17的计算机实现的方法,还包括用控制设备调整至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率,使得确定的真实流体流率与预定流体流率基本相同。

[0060] 条款19.用于流体注入器系统的至少部分阻塞检测和压力限制的计算机程序产品,流体注入器系统被配置用于在流体注入过程中给药至少一种流体,计算机程序产品包括至少一个非暂时性计算机可读介质,至少一个非暂时性计算机可读介质包括一个或多个指令,一个或多个指令在由至少一个处理器执行时,使得至少一个处理器:向流体注入器系统提供指令,以预定流体流率从至少一个流体注入器设备递送流体;在第一时间确定至少一个流体注入器设备内的第一流体压力测量;在第二时间确定至少一个流体注入器设备内的第二流体压力测量;确定第一流体压力测量和第二流体压力测量之间的压力差;基于确定的压力差计算至少一个流体注入器设备的顺应性体积的改变;将计算的顺应性体积的改变与预定流体流率进行比较;在流体注入过程中重复上述步骤;和确定至少一个流体注入器设备的下游是否已经发生阻塞或部分阻塞,并且如果确定已经发生阻塞或部分阻塞,则至少一个处理器被编程或配置成降低或停止至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

[0061] 条款20.根据条款19的计算机程序产品,其中,一条或多条指令在由至少一个处理

器执行时使至少一个处理器:如果计算的顺应性体积的改变等于预定流体流率的体积分量的预定阈值、在预定流体流率的体积分量的预定阈值内、还是大于预定流体流率的体积分量的预定阈值。

[0062] 条款21.根据条款19或20的计算机程序产品,其中,一条或多条指令在由至少一个处理器执行时使至少一个处理器:将计算的预定流体流率与顺应性体积的改变进行比较,以确定真实流率测量。

[0063] 条款22.根据条款21的计算机程序产品,其中,一条或多条指令在由至少一个处理器执行时,如果计算的真实流率小于或等于预定流体流率的预定百分比,则确定至少一个流体注入器设备的下游已经发生阻塞。

[0064] 条款23.根据条款19的计算机程序产品,其中,一条或多条指令在由至少一个处理器执行时使至少一个处理器:如果计算的顺应性体积的改变在预定流体流率的体积分量的预定阈值内和/或接近预定流体流率的体积分量的预定阈值,则使至少一个处理器降低至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

[0065] 条款24.根据条款19至23中任一项的计算机程序产品,其中,一条或多条指令在由至少一个处理器执行时使至少一个处理器确定何时已经达到至少一个流体注入器设备的预编程压力限制。

[0066] 条款25.根据条款21至24中任一项的计算机程序产品,其中,一条或多条指令在由至少一个处理器执行时使至少一个处理器从至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率的体积分量减去计算的顺应性体积的改变,以确定流出至少一个流体注入器设备的真实流体流率。

[0067] 条款26.根据条款25的计算机程序产品,其中一条或多条指令在由至少一个处理器执行时使至少一个处理器调整至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率,使得确定的真实流体流率与预定流体流率基本相同。

[0068] 条款27.流体注入器系统,被配置用于在流体注入过程中给药至少一种流体,流体注入器系统包括:至少一个流体注入器设备;一个或多个驱动部件;和控制设备,包括至少一个处理器,至少一个处理器被编程或配置成:向流体注入器系统提供指令以预定流体流率从至少一个流体注入器设备递送流体,在第一时间确定至少一个流体注入器设备内的流体流率,监测至少一个流体注入器内的流体流率直到第二时间,基于在第一时间和第二时间之间的时间间隔上的流率,计算从至少一个流体注入器设备递送出的实际流体流率,将计算的实际流体流率与预定流体流率进行比较,在整个流体注入过程中重复上述步骤,以及确定至少一个流体注入器设备的下游是否已经发生阻塞或部分阻塞,并且如果确定已经发生阻塞或部分阻塞,则至少一个处理器被编程或配置成降低或停止至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

[0069] 条款28.根据条款27的流体注入器系统,其中,如果从至少一个流体注入器设备递送出的计算的实际流体流率不等于预定流体流率的预定阈值,则确定至少一个流体注入器设备的下游已经发生阻塞。

[0070] 条款29.根据条款27或28的流体注入器系统,其中,如果实际流体流率在预定流体流率的预定阈值内和/或接近预定流体流率的预定阈值,则确定至少一个流体注入器设备的下游可能发生或已经发生至少部分阻塞。

[0071] 条款30.根据条款29的流体注入器系统,其中,至少一个处理器被编程或配置为:如果实际流体流率在预定流体流率的预定阈值内和/或接近预定流体流率的预定阈值,则降低至少一个流体注入器设备的至少一个活塞的递送速率。

[0072] 在参考附图考虑以下描述及所附权利要求书(所有这些形成此说明书的一部分)之后,本公开的这些及其他特征及特性以及相关结构元件及零件组合的操作方法及功能及制造经济性将变得更显而易见,其中相同的附图标记表示各图中的对应零件。然而,应当清楚地理解,这些附图仅仅是出于图示和说明的目的,并不旨在作为对本公开的限制的定义。如在说明书和权利要求书中所使用的,单数形式的“一”、“个”和“该”包括复数指示物,除非上下文另有明确规定。

附图说明

[0073] 下面参考附图中所示的示例性实施例或方面更详细地解释本公开的其他优点和细节,其中:

[0074] 图1为根据本公开的一个示例的流体注入器系统的立体图;

[0075] 图2是与图1的流体注入器系统一起使用的多次使用可弃式套件的立体图;

[0076] 图3是根据本公开的另一示例的流体注入器系统的立体图;

[0077] 图4是根据本公开的示例的流体注入器系统的电子控制系统的示意图;

[0078] 图5是根据本公开的示例的流体注入器系统在变化的流体流率和压力改变下的顺应性体积的图形表示;

[0079] 图6是表示根据本公开的一个方面的方法的流程图;

[0080] 图7是表示根据本公开的另一方面的方法的流程图;

[0081] 图8是表示根据本公开的另一方面的方法的流程图;

[0082] 图9是根据本公开的一个示例的注入过程期间流体注入器系统的各种编程或测量方面的图形表示;

[0083] 图10是根据本公开的另一示例的注入过程期间流体注入器系统的各种编程或测量方面的图形表示;

[0084] 图11是根据本公开的另一示例的注入过程期间流体注入器系统的各种编程或测量方面的图形表示;和

[0085] 图12是根据本公开的一个示例的注入过程期间流体注入器系统的各种编程或测量方面的图形表示。

具体实施方式

[0086] 出于下文描述的目的,术语“上”、“下”、“右”、“左”、“垂直”、“水平”、“顶”、“底”、“横”、“纵”及其衍生词应与本公开在附图中的含义有关。当相对于多患者可弃式套件的注射器使用时,术语“近”指的是注射器中最靠近用于从注射器递送流体的活塞的部分。

[0087] 如“左”、“右”、“内”、“外”、“上”、“下”等的空间或方向术语不应视为限制,因为本发明可采取各种替代取向。

[0088] 在所有情况下,在说明书和权利要求书中使用的所有数字应理解为被术语“约”修饰。术语“近似”、“约”和“实质上”是指所述值的正负百分之十的范围。

[0089] 如本文所用，术语“至少一个”与“一个或多个”同义。例如，短语“A、B和C中的至少一个”是指A、B和C中的任意一个，或者A、B和C中的任意两个或更多个的任意组合。例如，“A、B和C中的至少一个”包含一个或多个单独的A；或者一个或多个单独的B；或者一个或多个单独的C；或者一个或多个A和一个或多个B；或者一个或多个A和一个或多个C；或者一个或多个B和一个或多个C；或者一个或多个全部的A、B和C。类似地，如本文所用，术语“至少两个”与“两个或更多个”同义。例如，短语“D、E和F中的至少两个”表示D、E和F中的任意两个或多个的任意组合。例如，“D、E和F中的至少两个”包含一个或多个D和一个或多个E；或者一个或多个D和一个或多个F；或者一个或多个E和一个或多个F；或者一个或多个全部D、E和F。

[0090] 还应当理解，附图中示出的以及在以下说明书中描述的具体设备和过程仅是本公开的示例性示例。因此，与本文公开的示例有关的特定尺寸和其他物理特性不应被认为是限制性的。

[0091] 当相对于流体储器(如注入器、滚动膜片或多注射器可弃式套件)使用时，术语“远”是指流体储器中最靠近患者的部分。当相对于流体储器(如注入器、滚动膜片或多注射器可弃式套件)使用时，术语“近”指的是流体储器中最靠近注入器系统的部分。

[0092] 如本文所使用，术语“通信”和“传达”可指信息(例如，数据、信号、消息、指令、命令等)的接收、接纳、传输、传送、提供等。一个单元(例如，设备、系统、设备或系统的部件、其组合等)与另一单元通信意指该一个单元能够直接或间接地从该另一单元接收信息和/或向该另一单元传输信息。这可指在本质上有线和/或无线的直接或间接连接。另外，即使传输的信息可能在第一单元与第二单元之间被修改、处理、中继和/或路由，这两个单元也可彼此通信。例如，即使第一单元被动地接收信息且不会主动地将信息传输给第二单元，第一单元也可与第二单元通信。作为另一示例，如果至少一个中间单元(例如，位于第一单元与第二单元之间的第三单元)处理从第一单元接收的信息并将处理后的信息传达给第二单元，则第一单元可与第二单元通信。在一些非限制性实施例或方面中，消息可指包含数据的网络分组(例如，数据分组等)。应当理解，许多其他布置是可能的。

[0093] 如本文所用，术语“服务器”可指一个或多个计算设备，如处理器、存储设备、和/或通过网络(如互联网或专用网络)与客户端设备和/或其他计算设备通信并且在某些示例中促进其他服务器和/或客户端设备之间的通信的类似计算机部件。应当理解，各种其他布置是可能的。如此处所使用的，术语“系统”可以指一个或多个计算设备或计算设备(例如但不限于处理器、服务器、客户端设备、软件应用和/或其他类似部件)的组合。此外，如本文所使用的，对“服务器”或“处理器”的提及可指先前所述的陈述为执行先前步骤或功能的服务器和/或处理器、不同的服务器和/或处理器，和/或服务器和/或处理器的组合。例如，如在说明书和权利要求书中所用，陈述为执行第一步骤或功能的第一服务器和/或第一处理器可指陈述为执行第二步骤或功能的相同或不同服务器和/或处理器。

[0094] 参考附图，其中相同附图标记在若干视图通篇指代相同零件，本公开的一个方面或示例总体上涉及多流体医疗注入器/注入器系统100(后文中“流体注入器系统100”)，其在某些实施例中可以包含多次使用可弃式套件(MUDS)130，多次使用可弃式套件(MUDS)130配置为用于使用单次使用可弃式套件(SUDS)连接器(未示出)将流体递送到患者，并且在其他实施例中可以包含两个或更多个可弃式流体储器或注射器，可弃式流体储器或注射器可以在一次注入过程或特定数目的注入过程之后被丢弃。流体注入器系统100可以包含多个

部件，如本文中所单独描述。总体上，图1-2中所示的流体注入器系统100具有动力注入器或其他给药设备和流体递送套件，流体递送套件意图与注入器相关联，以将一种或多种流体从一个或多个多剂量容器在压力下递送到患者中，如本文中所描述。流体注入器系统100和与之相关联的流体递送套件的各种设备、部件和特征同样在本文中详细描述。虽然参考具有图1-2中的多次使用可弃式套件(“MUDS”)和单次使用可弃式套件(“SUDS”)配置的注入器系统示出了方法和过程的各种示例，但本公开不限于这样的注入器系统，并且可以用于其他基于注射器的注入器系统，诸如但不限于美国专利No.7,553,294、7,563,249、8,945,051、9,173,995、10,124,110、10,507,319和10,583,256以及美国申请序列号No.15/568,505中所公开的系统；它们中的每一篇的公开通过引用整体并入本文。

[0095] 参考图1，根据一个示例的流体注入器系统100包含注入器壳体102，其围封各种机械驱动部件、驱动机械驱动部件所需的电力和动力部件，以及控制部件，诸如电子存储器和电子控制设备，其用于控制与本文中所描述的流体注入器系统100相关联的可往复移动活塞(未示出)的操作。这样的活塞可以经由机电驱动部件(诸如由电机驱动的滚珠丝杆、音圈致动器、齿轮齿条传动系统、线性电机等)可往复操作。

[0096] 流体注入器系统100可以包含至少一个大容量(bulk)流体连接器118，以与至少一个大容量流体源120连接。在一些示例中，可以提供多个大容量流体连接器118。例如，如图1中图示的流体注入器实施例中所示，可以以并排或其他布置提供三个大容量流体连接器118。在一些示例中，至少一个大容量流体连接器118可以包含尖刺，尖刺配置为用于可移除地连接到至少一个大容量流体源120，诸如药瓶、瓶，或袋。至少一个大容量流体连接器118可以形成在多次使用可弃式套件(“MUDS”)上，如本文中所描述。至少一个大容量流体源120可以配置为用于接收医疗流体(诸如生理盐水、林格氏乳酸、成像造影介质溶液，或其他医疗流体)，以由流体注入器系统100递送到患者。

[0097] 参考图2，MUDS 130被配置为用于可移除地连接到流体注入器系统100，以将一种或多种流体从一个或多个大容量流体源120递送到患者。MUDS的实施例的示例和特征在提交于2016年1月7日的PCT国际公开No.WO2016/112163中进一步描述，其公开通过引用整体并入本文。MUDS 130可以包含一个或多个流体储器，诸如一个或多个注射器132。如本文中所使用，术语“流体储器”是指能够例如在流体注入过程期间吸入并递送流体的任意容器，包含例如注射器、滚动膜片、泵、可压缩袋等。流体储器可以包含与流体储器的内部流体连通的流体通路的至少部分的内部体积(诸如一个或多个管路长度)，包含在系统被关闭或与流体通路的其余部分流体隔离之后与流体储器保持流体连通的流体通路部分。在一些示例中，流体储器的数目可以对应于大容量流体源120(图1中所示)的数目。例如，参考图2，MUDS 130具有并排布置的三个注射器132，使得每个注射器132可流体连接到对应的三个大容量流体源120中的一个或多个。在一些示例中，一个或多个大容量流体源120可以连接到MUDS 130的一个或多个注射器132。每个注射器132可以由对应的大容量流体连接器118和相关联的MUDS流体路径134可流体连接到大容量流体源120之一。MUDS流体路径134可以具有尖刺元件，尖刺元件连接到大容量流体连接器118和流体管线150。在一些示例中，大容量流体连接器118可以直接提供在MUDS 130上。

[0098] 继续参考图1和图2，MUDS 130可以包含一个或多个阀136(诸如旋塞阀)，以控制哪个医疗流体或医疗流体的组合被从多剂量大容量流体源120(参见图1)抽取到流体储器132

中和/或被从每个流体储器132递送到患者。在一些示例中，一个或多个阀136可以提供在多个注射器132的远端上或歧管148上。歧管148可以经由阀136与注射器132的内部体积可选择的流体连通。注射器132的内部体积可以经由阀136与MUDS流体路径134的第一端可选择的流体连通，MUDS流体路径134的第一端将每个注射器132连接到对应的大容量流体源120。MUDS流体路径134的相对第二端可以连接到相应的大容量流体连接器118，大容量流体连接器118被配置为用于与大容量流体源120流体连接。取决于一个或多个阀136的位置，流体可以被抽吸到一个或多个注射器132的内部体积中，或其可以被从一个或多个注射器132的内部体积递送。在第一位置处，诸如在填充注射器132期间，一个或多个阀136被取向为使得流体从大容量流体源120通过流体入口管线150(诸如MUDS流体路径)流动到期望的注射器132中。在填充过程期间，一个或多个阀136被定位为使得流动通过一个或多个流体出口管线152或歧管148的流体被阻挡或封闭。在第二位置，诸如在流体递送过程期间，来自一个或多个注射器132的流体通过一个或多个流体出口管线152或注射器阀出口端口被递送到歧管148。在递送过程期间，一个或多个阀136被定位为使得流动通过一个或多个流体入口管线150的流体被阻挡或封闭。在第三位置，一个或多个阀136被取向为使得流动通过一个或多个流体入口管线150和一个或多个流体出口管线152或歧管148的流体被阻挡或封闭。从而，在第三位置，一个或多个阀136中的每一个隔离对应的注射器132并防止流体流动出入对应的注射器132的内部体积。因此，一个或多个注射器132中的每一个和对应的阀136限定封闭系统。

[0099] 一个或多个阀136、流体入口管线150和/或流体出口管线152可以集成到歧管148中或经由歧管148流体连通。一个或多个阀136可以通过手动或自动操作选择性地定位到第一或第二位置。例如，操作者可以将一个或多个阀136定位到期望位置以进行填充、流体递送，或定位到关闭位置。在其他示例中，流体注入器系统100的至少部分是可操作的，以基于操作者或由电子控制单元执行的方案的输入，将一个或多个阀136自动定位到期望位置以进行填充、流体递送，或自动定位到关闭位置。

[0100] 继续参考图1和图2，根据所描述的实施例，流体注入器系统100可以具有连接端口192，其配置为与SUDS的至少部分形成可释放流体连接。在一些示例中，连接端口192可以形成在MUDS 130上。如本文中所描述，SUDS可以连接到连接端口192，连接端口192形成在MUDS 130和/或壳体102的至少部分上。符合期望地，SUDS与连接端口192之间的连接是可释放连接，以允许SUDS选择性地连接到连接端口192和从连接端口192断开。在一些示例中，SUDS可以在每个流体递送过程之后被从连接端口192断开并丢弃，并且新的SUDS可以连接到连接端口192以用于后续流体递送过程。SUDS可以被用于通过SUDS流体管线208将一个或多个医疗流体递送到患者，SUDS流体管线208具有远端，该远端可以与SUDS的本体选择性地断开并连接到患者导管。SUDS的其他示例和特征在提交于2016年7月7日的美国专利公布No.2016/0331951中描述，其公开通过引用整体并入本文。

[0101] 再次参考图1，流体注入器系统100可以包含一个或多个用户界面124，诸如图形用户界面(GUI)显示窗口。用户界面124可以显示与涉及流体注入器系统100的流体注入过程有关的信息(诸如注入状态或进展、当前流率、流体压力，以及连接到流体注入器系统100的至少一个大容量流体源120中剩余的体积)，并且可以是触摸屏GUI，其允许操作者输入命令和/或数据以操作流体注入器系统100。此外，流体注入器系统100和/或用户界面124可以包

含至少一个控制按键126以由流体注入器系统100的护理操作者触觉操作。至少一个控制按键126可以是用户界面124的图形部分，诸如触摸屏。

[0102] 虽然图1-2示出了流体注入器系统100和相关联的部件和结构的一个示例，应理解的是，本公开不限于任何特定类型或种类的流体注入器系统100。现参考图3，根据本公开的流体注入器系统100的另一非限制示例包含至少一个流体储器(诸如注射器12)、可连接到至少一个柱塞14的至少一个活塞103(未图示)，以及流体控制模块(未图示)。至少一个注射器12总体上适配为与系统的至少一个部件(诸如注射器端口13)相接。流体注入器系统100总体上配置为在注入过程期间将至少一个流体F递送到患者。流体注入器系统100配置为可释放地接收至少一个注射器12，至少一个注射器12要用至少一个流体F(诸如造影介质、生理盐水溶液、林格氏乳酸，或任意期望的医疗流体)填充。系统可以是多注射器注入器，其中若干注射器可以并排或以另一空间关系取向，并且由与注入器相关联的相应活塞分开地致动。至少一个注射器12可以以任意方式取向，诸如直立、倒立，或定位为任意角度。在另一实施例中，流体注入器100可以与一个或多个滚动膜片注射器(未示出)相接。基于滚动膜片注射器的注入器的非限制性示例在美国申请序列号No.15/305,285和15/568,505以及PCT国际申请No.PCT/US2017/056747中描述，其公开并入本文。

[0103] 继续参考图3，注入器系统100可以在医疗过程期间被用于通过用驱动构件(诸如至少一个活塞103(参见图4))驱动至少一个注射器12的柱塞14，将至少一个医疗流体F注入到患者的血管系统中。至少一个活塞可以在至少一个注射器的至少部分(诸如柱塞14)上可往复操作。一经接合，至少一个活塞可以将柱塞14朝向至少一个注射器的远端19移动，并且朝向至少一个注射器12的近端11缩回柱塞14。

[0104] 管路套件17(例如，第一流体管道17a和第二流体管道17b，和公共流体管道20)可以与每个注射器12的出口端口流体连通，以将每个注射器置于与导管流体连通，以将流体F从每个注射器12递送到在血管接入位置插入到患者中的导管(未示出)。第一流体管道17a和第二流体管道17b可以通过本领域已知的任意适当机构(例如，Y-连接器或T-连接器)连接到公共流体管道20。图3中所示的流体注入器系统100是开放系统，因为没有能够将注射器12彼此隔离并与管路套件17的至少部分隔离的阀。然而，应理解的是，可以远向于注射器12添加阀(与参考图1和图2的流体注入器系统100所描述的阀136相似或相同)，以将图3的流体注入器系统100转变为封闭系统。

[0105] 现参考图4，根据本公开的流体注入器系统100可以与电子控制设备400相关联并由电子控制设备400控制，电子控制设备400配置为执行一个或多个注入器方案，包含例如填充、预注和递送操作。在一些示例中，电子控制设备400可以控制各种阀，旋塞阀、活塞构件和其他元件的操作，以影响期望的气体/空气移除、填充和/或递送过程。电子控制设备400可以包含至少一个处理器404、存储器408、输入部件410和输出部件412。电子控制设备还可以包含总线，总线允许电子控制设备400的部件之间的通信。至少一个处理器404可以实现为硬件、固件，或硬件和软件的组合。例如，处理器404可以包含处理器(例如，中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、加速处理单元(APU)等)、微处理器、数字信号处理器(DSP)、和/或可以编程为执行功能的任意处理部件(例如，现场可编程门阵列(FPGA)、专用集成电路(ASIC)等)。存储器408可以包含硬盘(例如，磁盘、光盘、磁光盘、固态盘等)和/或另一类型的计算机可读介质。输入部件410可以包含允许电子控制设备400诸如经由用户输

入接收信息的部件(例如,用户界面124)。输出部件412可以包含提供来自电子控制设备400的输出信息的部件(例如,用户界面124)。

[0106] 电子控制设备400可以编程或配置为基于至少一个处理器404执行由诸如存储器408的计算机可读介质储存的软件指令而进行一个或多个过程和/或方法。当执行时,储存在存储器408中的软件指令可以使至少一个处理器404进行本文中所描述的一个或多个过程和/或方法。

[0107] 继续参考图4,电子控制设备400(更特别地至少一个处理器404)可以与流体注入器系统100的一个或多个部件可操作通信,以控制流体注入器系统100的操作。电子控制设备400可以与一个或多个驱动部件510a、510b、510n可操作通信,以控制填充流体和从流体储器500a、500b、500n递送流体,一个或多个驱动部件510a、510b、510n与流体注入器系统100的一个或多个流体储器500a、500b、500n分别相关联。更特别地,一个或多个驱动部件510a、510b、510n中的每一个可以与流体储器500a、500b、500n之一相关联,使得流体储器500a、500b、500n中的每一个中含有的流体可以经由致动相关联的驱动部件510a、510b、510n而被选择性地递送。流体储器500a、500b、500n可以是图1-2的流体注入器系统100的注射器132和/或图3的流体注入器系统100的注射器12或其他注射器型结构(诸如滚动膜片注射器),或与之对应,如本文中所描述。一个或多个驱动部件510a、510b、510n可以是图1-3的流体注入器系统100的活塞(未图示),或可以与之对应。一个或多个流体储器500a、500b、500n可以与流体管道530流体连通以将流体递送到连接到患者的导管或其他部件。流体管道530可以是图1-2的流体注入器系统100的SUDS和/或图3的流体注入器系统100的管路套件17,或可以与之对应。

[0108] 在封闭流体注入器系统100(例如,图1和图2的流体注入器系统100)的方面和示例中,电子控制设备400还可以与一个或多个阀520a、520b、520n可操作通信,以便旋转或以其他方式致动阀520a、520b、520n来引导流入和流出和/或将从流体储器500a、500b、500n中的一个或多个去往流体管道530的流隔离。阀520a、520b、520n可以是本文中结合图2所描述的阀136或可以与之对应。

[0109] 在流体注入器系统100的流体注入过程期间,通过例如一个或多个驱动部件510a、510b、510n向系统施加负载,并且每个流体储器(即流体储器500a、500b、500n)内产生的流体压力的变化可使系统以流体储器500a、500b、500n的增加的内部体积(即膨胀)、例如耦合到每个驱动部件的柱塞的弹性机械偏转等形式存储一些弹性能量。这种与压力相关的体积增加被称为系统的顺应性体积的改变。基于每个流体储器500a、500b、500n和流体注入器系统100作为整体的已知特性,系统内流体压力的测量变化允许计算顺应性体积的对应变化。在一个实施例中,可以通过由例如至少一个处理器404使用关于流体压力、流体流率等的变化的信息执行的全局方程来确定顺应性体积的改变。在另一个实施例中,可以通过使用能够测量例如系统的各种部件的膨胀、偏转等的一个或多个传感器来确定顺应性体积。系统的各个组成部分。在又一个实施例中,可以预先确定特定部件(例如,一定尺寸/型号的流体储器)的顺应性体积的改变,并且该部件可以包括可扫描的条形码或其他指示符,其提供该部件在各种压力和流率条件下的顺应性体积特性。应当理解,确定顺应性体积的其他方法也是可能的。

[0110] 由于流体注入过程期间基于内部压力改变的系统顺应性,由于由增加的内部体积

和/或弹性机械偏转造成的损失，流出系统的实际流率可能低于由例如每个相关驱动部件510a、510b、510n控制的所引导/命令的流率。然而，根据本公开的方面，系统的看似不期望的顺应性特性实际上可用于快速检测动力流体注入器系统和注入位置之间的串联位置处的阻塞，如将在下面进一步详细阐述。

[0111] 如本领域所知，阻塞是流体流动路径中的扰动，其通过减少流出系统的流率导致压力上升。由于各种原因，例如管路扭结、指向静脉壁的导管、导管尖端压入血管内的解剖阀等，可能在流体注入器系统和注入位置之间的任何位置发生阻塞。当发生阻塞时，阻塞位置处的流体压力显著增加，如果阻塞位置位于注入位置(即患者导管)处或附近，则这是特别不期望的。因此，需要对检测到的阻塞进行快速识别和响应。虽然当前的流体注入器系统确实实现了压力限制以试图避免不期望的压力过冲，但是这些压力限制适用于流体注入器系统本身，该系统在正常(即，无障碍)操作期间可能经历比注入位置高得多的压力。然而，当发生完全阻塞时，在阻塞位置经历的压力基本上等于在流体注入器系统经历的压力。因此，当流体注入器系统达到其预定压力限制并且实现流体流率减少或其他安全方案时，阻塞位置可能遭受不期望的压力增加。

[0112] 根据本公开的实施例的阻塞检测方法将在下面基于示例场景进行描述，但应理解，本公开不限于针对该示例描述的设置和值。

[0113] 在示例场景中，可控制驱动部件(如活塞)向前驱动，以生成2mL/s的流体流率。当驱动部件向前驱动通过流体储器时，流体注入器系统100配置为以给定时间间隔连续监测系统内的压力改变。例如，当驱动部件位于流体储器的150mL位置时，在第一时间(T＝0s)测量到50psi的压力。该系统然后被配置成在第二时间(T＝1s)确定压力，以识别压力的任何改变。在示例场景中，在第二时间(T＝1s)测量的压力为110psi，从而表示在一秒间隔内压力增加了60psi。

[0114] 如上所述，系统内流体压力的增加会导致各种部件的内部体积增加和/或弹性机械偏转，其可表征为顺应性体积。在上面的示例中，其中在流体储器的150mL位置处，在一秒的时间间隔内实现了60psi的压力增加，系统增加的顺应性体积计算为2mL。也就是说，由于压力下内部体积增加和/或弹性机械变形，系统中有2mL的“损失”。如前所述，确定顺应性体积的方程或其他方法的细节可以根据系统特性而变化。

[0115] 对于在时间T＝1s处60psi的压力尖峰下的2mL顺应性体积的情况下，流出流体储器的真实流率相应降低。然而，由于上述示例中的流体流率为2mL/s，在时间T＝1s时确定的2mL顺应性体积意味着在时间T＝1s时流出系统的真实流体流率为零值(null)(或零)。对于流出系统的流体流率为0，然而测得的流体压力为110psi，下游一定发生了完全阻塞。这样，根据本公开的方面，在注入过程期间，可以在各时间间隔连续计算系统的顺应性体积，以便实时检测可能的阻塞，从而有助于避免阻塞位置的不期望的压力增加。

[0116] 参考图5，图示了与上述阻塞检测方法结合使用的示例图。使用计算的顺应性体积，系统可以被配置为简单地监测给定时间间隔内的压力改变，并且基于用于确定顺应性体积的(多个)方程，可以确定给定时间间隔内可接受的压力改变的阈值。例如，图5中的曲线图示出了分别具有2mL/s、4mL/s和6mL/s的规定流体流率的系统的顺应性体积方程。参考曲线图上的2mL/s线，在时间T＝0s，真实流率显示为2mL/s。然而，当在一秒时间间隔期间测量到流体压力的增加时，由于系统的顺应性体积增加，流出系统的真实流率相应地降低，如

果并且当在一秒时间间隔内实现60psi的压力增加时，最终达到0mL/s的真实流率。如上例所述，只有完全阻塞才会导致这种“零流率”的情况。类似地，当规定的流体流率为4mL/s时，当在一秒间隔内实现150psi的压力增加时，达到阈值(即，真实流率＝0mL/s)，而对于6mL/s的流体流率，当在一秒间隔内达到300psi的压力增加时，达到阈值。应当理解，这些流率和压力值仅用于该示例的目的，并且根据系统配置，可以存在不同的流率、压力值和阈值。

[0117] 尽管出于简化说明的目的，上述示例利用了一秒的时间间隔，但应理解，该方法的实际实现方式可确定在短得多的间隔(例如，100-200ms)内计算的压力差，从而确保对任何潜在阻塞的快速检测(和响应)。

[0118] 因此，在利用顺应性体积方程时，系统仅需要监测给定时间间隔内的压力改变，以检测阻塞。在一个实施例中，如果检测到阻塞，则系统可以触发流体流率的减少，以便充分降低阻塞位置的压力。在另一个实施例中，当检测到阻塞时，系统可以触发警报或其他安全协议。

[0119] 另外和/或可选地，虽然上述阈值涉及流出系统的真实流率等于0mL/s(即，完全阻塞)的点，但在其他实施例中，当实现流体流率减少和/或其他安全协议时，真实流率减少的阈值可为大于零的数字。例如，如果在给定的时间间隔期间流出系统的真实流率下降到小于规定流率的30％，则系统可以触发流体流率的减少，因为这种减少可能表明系统中的至少部分堵塞或其他障碍，这可能导致注入位置处或附近不期望的压力增加。通过在达到零真实流率之前实现流体流率的减少，注入过程可以以减少的流率继续进行，直到流动的阻塞或部分堵塞得到补救。

[0120] 接下来，根据本公开的另一方面，上文关于阻塞检测所用的相同逻辑也可用于优化流体注入器系统的压力限制。

[0121] 如上所述，流体注入器系统可能会受到预定压力限制。预定压力限制可以基于多种因素，例如过程类型、患者年龄等。通常，当流体注入器系统达到预定压力限制时，流体流率突然降低，以便将压力降低到压力限制以下。然后，可以再次增加流体流率，以便将流动返回到期望的速率，在再次达到压力限制的情况下，流率反复降低。然而，流体流率的这些连续变化导致系统中的许多电机速度变化，这影响了电机的整体寿命，并且可能导致差的体积精度性能。此外，所需的流体流率的降低经常被高估，导致流体流率过低，这可能对注入过程产生不利影响。

[0122] 利用上述逻辑，当达到预定压力限制时，计算的系统的顺应性体积的改变可用于优化系统性能。具体而言，根据本公开的一个方面，电子控制设备(例如，电子控制设备400)可以被配置为监测达到预定压力限制的时刻。此时，电子控制设备的处理器(例如，处理器404)可以被配置为查询紧接在达到预定压力限制之前的最后时间段内的流体压力改变。在一个示例中，该时间段可以是达到预定压力限制之前的最后一秒间隔。然而，在实际实现方式中，该时间段可能比一秒短得多(例如，250毫秒)。

[0123] 使用在该最后时间间隔内确定的压力差，可使用上述任何方法计算系统的顺应性体积的改变。基于紧接在预定压力限制之前的压力差来确定顺应性体积是最佳的，因为系统部件将不会经历比该时刻更高的流体压力，所以顺应性体积的改变对于规定的注入过程将是最大的。

[0124] 接下来，使用确定的顺应性体积的改变，处理器可配置为从引导的流体流率中减

去顺应性体积的改变，以确定流出系统的真实流率。在一个示例中，再次参考图5，如果命令的流体流率是4mL/s，并且在达到预定压力限制之前的最后一秒间隔中测量的压力差是60psi，则系统的顺应性体积被计算为大约2mL。因此，为了确定此时流出系统的真实流率，从引导的流体流率的体积分量减去顺应性体积(即，在达到预定压力限制时，4mL减去2mL等于2mL/s的真实流体流率)。应当理解，测量压力差的时间间隔可以是任何预定时间间隔。所选择的时间间隔可以基于系统的处理能力，并且可以小于一秒(即，毫秒)。在这里的示例场景中使用一秒钟的间隔仅仅是为了简化解释，并且应该理解，这里描述的时间间隔不应被认为是限制性的。

[0125] 利用此时计算的真实流体流率，处理器然后可配置为更新驱动部件(如活塞)的命令的流体流率，以匹配真实流体流率。通过以这种方式降低流体流率，压力应该稳定在预定压力限制附近。如果流体流率的初始降低没有阻止压力升高(即，再次达到预定压力限制)，则系统可以被配置为通过测量给定时间间隔内的压力升高并使用与上述关于初始流率降低相同的方法确定对流体流率的递归更新来继续降低流体流率。

[0126] 通过上述使用计算的顺应性体积的改变降低流率的方法，系统的压力限制性能应显著提高，因为与常规压力限制方法相比，电机速度变化的次数将大大减少。电机速度变化的这种减小提高了预定压力限制下的压力精度，因为来自电机速度变化的电流波动减小了，从而导致更好的体积精度性能和提高的电机寿命。

[0127] 接下来，参考图6，图示了根据本公开的一个方面的方法200。首先，在202，从至少一个流体注入器设备以预定(即，命令的)流体流率递送流体。所述至少一个流体注入器设备可以是例如注入器、可压缩袋、蠕动泵、管路套件等中的一个或多个。在204，在第一时间确定至少一个流体注入器设备内的第一流体压力测量。然后，在206，在第二时间确定至少一个流体注入器设备内的第二流体压力测量。

[0128] 接下来，在208，确定所确定的第一流体压力测量和第二流体压力测量之间的压力差。在210，使用所确定的压力差，计算至少一个流体注入器设备的顺应性体积的改变。然后，在212，将计算的顺应性体积的改变与预定流率进行比较。

[0129] 在214，确定计算的顺应性体积的改变是否等于预定流体流率的体积分量的预定阈值或在预定流体流率的体积分量的预定阈值内。如果否，则该方法返回到202，并且继续以预定流体流率递送流体。然而，如果是，在216，则降低至少一个流体注入器设备的流体递送速率。该方法然后返回到202，并且以预定(现在降低的)流体流率递送流体。

[0130] 虽然上述方法利用压力测量和计算的顺应性体积的改变来检测阻塞(和/或潜在阻塞)，但应理解，本公开不限于此。例如，在下面进一步详细描述的其他实施例中，系统可以依赖于流出至少一个流体注入器设备的计算的实际流率，以便确定是否已经或可能发生阻塞。

[0131] 参考图7，显示了根据本公开的另一方面的方法600。首先，在602，用预定阈值和压力限制设置注入过程。预定阈值可以是例如基于注入过程期间来自系统的预期压力和/或流率的阻塞阈值。

[0132] 在604，注入过程开始，并且在606，计时器启动。在计时器启动的时刻(时间t＝0)，在608测量压力或实际流体流率。在610，系统等待计时器流逝。应当理解，计时器可以被设置为任何预定时间。然后，在612，在计时器已经流逝的时刻(时间t＝(计时器结束))测量压

力或实际流体流率。

[0133] 接下来，在614，使用在两个单独时间测得的压力或流率，系统的至少一个处理器可配置为计算或测量从系统出来的实际流率。然后，在616，将该实际流率与阻塞阈值进行比较。阻塞阈值可以是例如系统在正常操作条件下的预期流率范围。如果实际流率等于或低于阻塞阈值，则可能是已经发生或可能发生阻塞的指示。

[0134] 在618，确定是否已突破阻塞阈值。如果否，则该方法可返回到606，并且可设定新的计时器以在注入过程期间继续监测/测量系统的压力或流率。然而，如果是(即，阻塞阈值已经被突破)，则在620，至少一个处理器可以被配置为指示流体注入系统中止注入。

[0135] 除阻塞检测外，根据另一实施例，该系统可利用实际流率测量/计算，以提供增强的压力限制。提供这种增强的压力限制的方法的示例流程图在图8中阐述。

[0136] 参考图8，显示了根据本公开的另一方面的方法700。首先，在702，用预定阈值和压力限制设置注入过程。预定阈值可以是例如基于注入过程期间系统中预期压力水平的压力阈值。

[0137] 在704，注入过程开始，并且在706，计时器启动。在计时器启动的时刻(时间t＝0)，在708测量压力或实际流体流率。在710，系统等待计时器流逝。应当理解，计时器可以被设置为任何预定时间。然后，在712，在计时器已经流逝的时刻(时间t＝(计时器结束))测量压力或实际流体流率。

[0138] 接下来，在714，使用在两个单独时间测得的压力或流率，系统的至少一个处理器可配置为计算或测量从系统出来的实际流率。在716，从系统出来的该计算或测量的实际(或真实)流率然后被存储在例如系统的存储器中。

[0139] 在718处，确定是否已达到预定压力阈值。如果否，则该方法可以返回到706，并且可以设置新的计时器以在注入过程期间继续监测/测量系统的压力或流率。然而，如果是(即，已经达到预定压力阈值)，则在720，至少一个处理器可以被配置为指示流体注入系统将系统的命令的流体递送速率设置为达到压力阈值之前最后存储的实际(或真实)流率值。这样，系统的压力限制性能可以显著提高。

[0140] 现参考图9-12，显示了不同操作条件下注入过程的各种图形对比。

[0141] 首先参考图9，显示了正常(即，无障碍)操作条件下注入过程的压力与时间、命令的/编程的流率与时间、顺应性体积的改变与时间以及测得的流出系统的流率与时间的图形表示。如图所示，当比较压力与时间和流率与时间的曲线图时，当流率上升达到编程的流率时，系统内的压力上升。然而，压力在达到编程的压力限制之前稳定，指示流出系统的流体相对无障碍(即，正常操作条件)。此外，顺应性体积的改变遵循与正常操作条件下预期的压力曲线基本相似的曲线，并且流出系统的测得的实际流率基本上与编程的流率近似，其中部分由于系统的顺应性体积的改变而略有变化。

[0142] 相反，参考图10，显示了发生(或检测到)阻塞的注入过程的图形表示。再次比较压力与时间和流率与时间的曲线图，压力随着流率增加到编程的流率而增加。然而，与上述正常的(即，无阻碍的)不同，在图10中，压力逐渐增加，同时编程的流率保持恒定，其中压力最终达到并超过编程的压力限制。顺应性体积曲线的变化遵循压力曲线，因为增加的压力导致顺应性体积的对应变化。在这些条件下，可以推测已经发生了阻塞。因此，如上所述，当检测到阻塞(或潜在阻塞)时，系统可以被配置为中止注入过程。这种情况可以在测得的流率

与时间的曲线图中看到，该图说明了当发生阻塞时，流出系统的测得的(即实际的)流率下降到零，此时可以中止注入，以防止阻塞位置的压力进一步增加。

[0143] 现参考图11，根据本公开的另一实施例，显示了发生(或检测到)阻塞的注入过程的图形表示。类似于关于图10所示和所述的，随着流率增加到编程的流率，系统中的压力升高。然而，由于阻塞，压力逐渐增加，而编程的流率保持恒定，其中压力最终达到并超过编程的压力限制。然而，与图10所示的情况不同，当检测到阻塞(或潜在阻塞)时，系统可以被配置为在流出系统的测量的(即，实际的)流率达到零之前中止注入过程。更具体地，可以存在预定阻塞阈值(例如，编程的流率的30％)，在该阈值时，系统被配置为中止注入过程。可能期望在流出系统的实际流率达到零之前中止注入，以避免在阻塞位置出现潜在的不希望的压力尖峰。

[0144] 接下来，参考图12，显示了根据本公开的另一实施例的注入过程的图形表示。具体地，图形表示示出了注入过程，其中利用了如上所述的优化的压力限制方法。将压力与时间的曲线图与编程的/命令的流率与时间的曲线图进行比较，可以看出，当流率达到编程的流率时，系统压力升高。然而，参考测量的(即实际的)流率与时间的曲线图，很明显，流出系统的实际流率低于编程的流率。如上所述，这种差异可能至少部分是由于系统在压力下的顺应性体积的改变。这样，根据本公开的一个方面，为了减轻任何额外的压力增加，系统可以被配置为将编程的流率降低至基本上等于测量的流率，这可以在注入过程期间起到稳定压力的作用。

[0145] 尽管为了说明的目的已经基于当前认为最实用和最优选的实施例或方面对本公开进行了详细描述，但应理解，此类详细说明仅用于该目的，并且本公开不限于所公开的实施例或方面，相反，旨在涵盖所附权利要求的精神和范围内的修改和等效布置。例如，应该理解的是，本公开考虑到，在可能的程度上，任何实施例或方面的一个或多个特征可以与任何其他实施例或方面的一个或多个特征相结合。

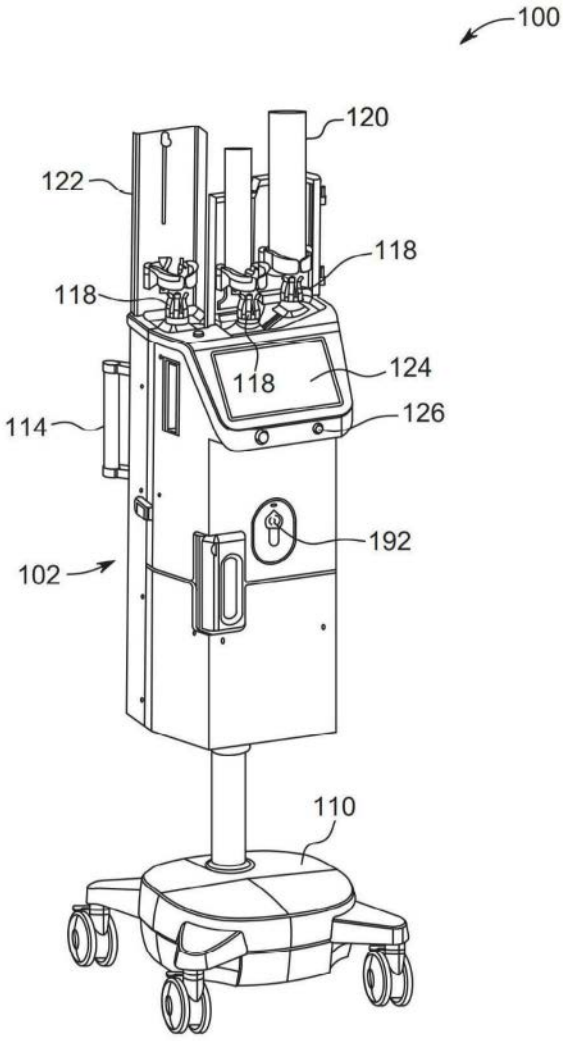


图1

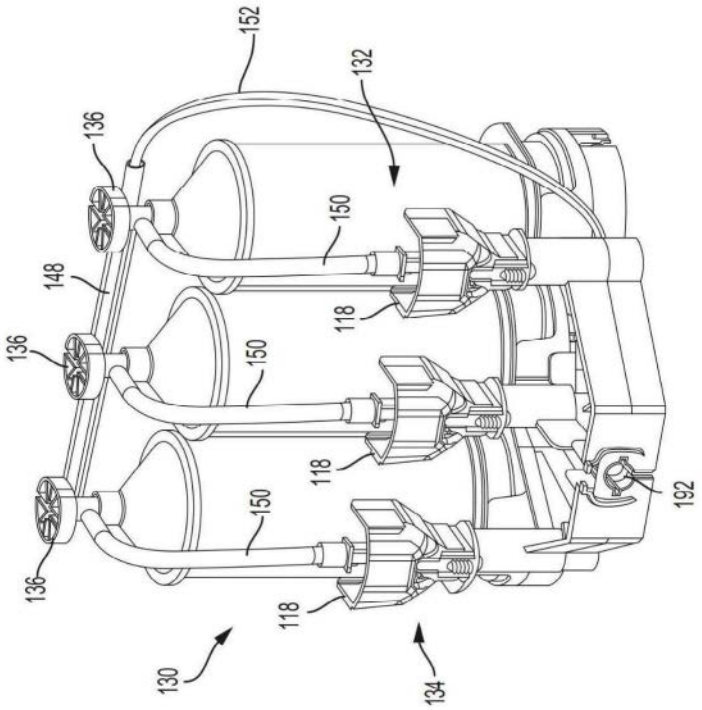

152
132
136
150
148
118
136
150
118
192
150
136
118
130
134

图2

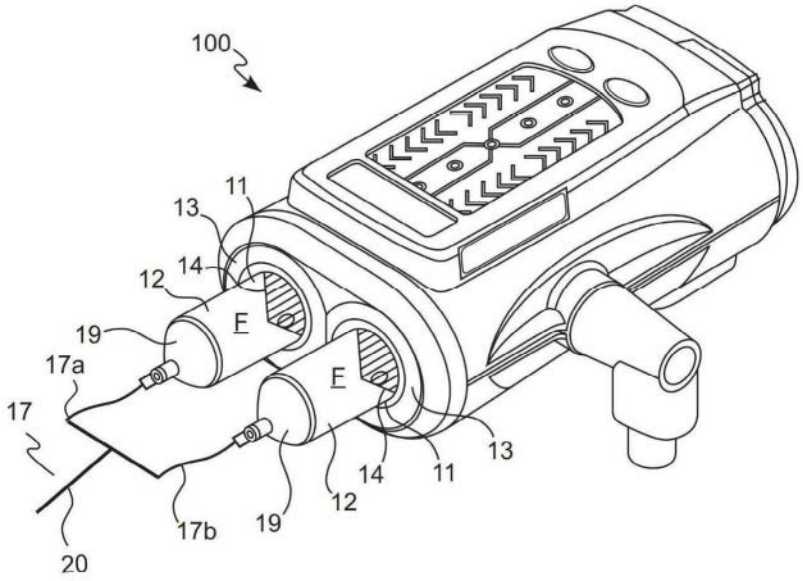

100
11
13
14
12
F
19
17a
17
F
13
14
11
12
19
17b
20

图3

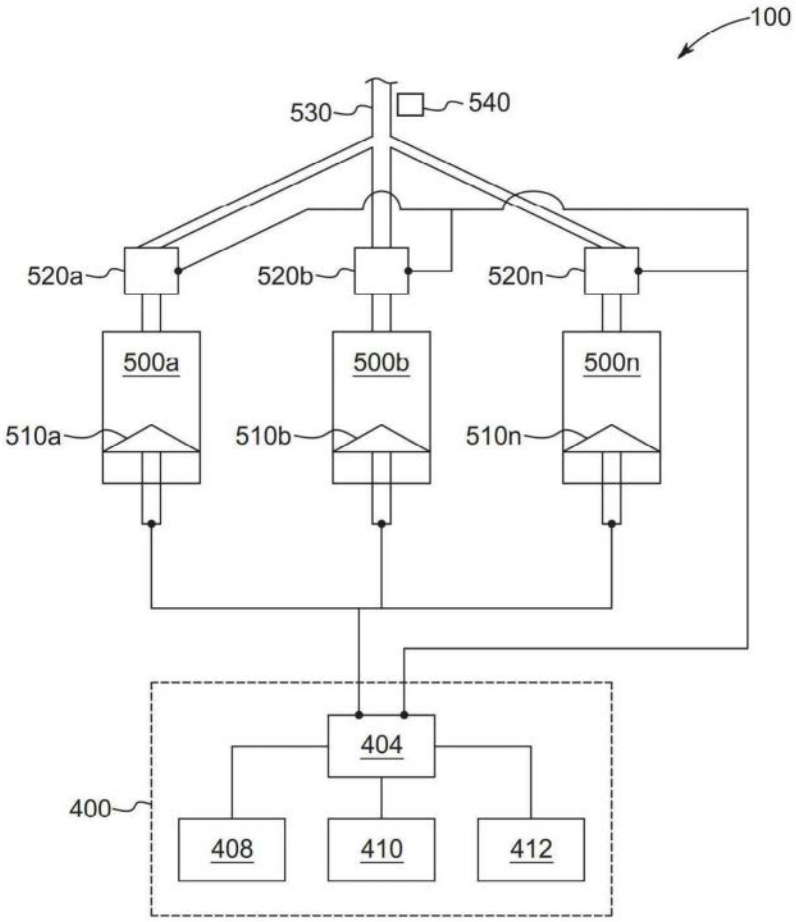

100
530
540
520a
520b
520n
500a
500b
500n
510a
510b
510n
404
400
408
410
412

图4

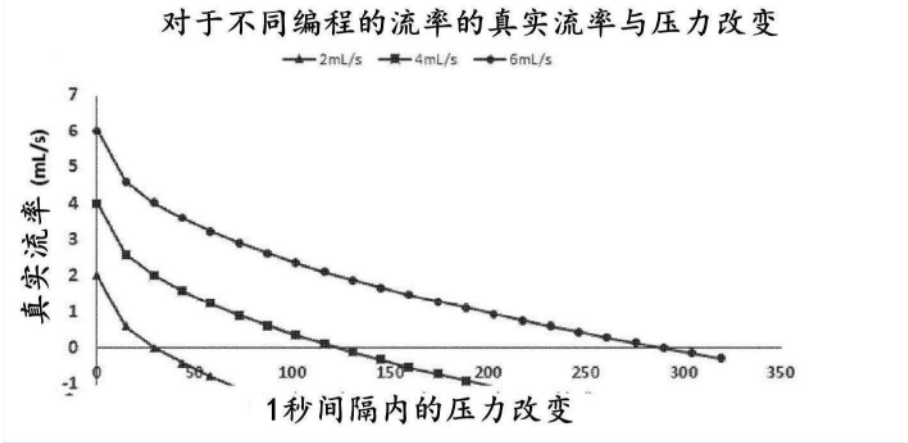

对于不同编程的流率的真实流率与压力改变
2mL/s
4mL/s
6mL/s
真实流率 (mL/s)
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
0
50
100
150
200
250
300
350
1秒间隔内的压力改变

图5

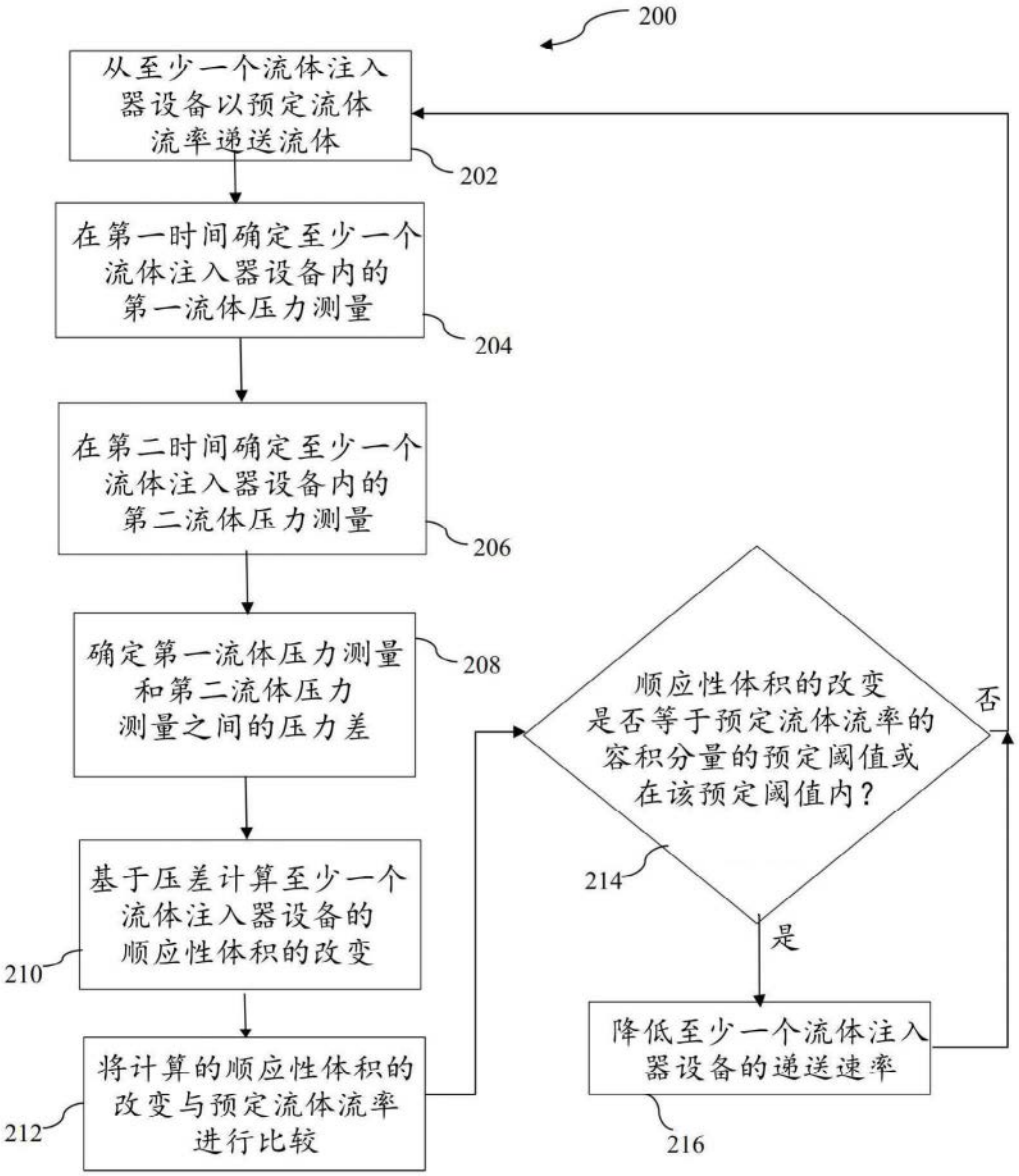

200
从至少一个流体注入器设备以预定流体流率递送流体
202
在第一时间确定至少一个流体注入器设备内的第一流体压力测量
204
在第二时间确定至少一个流体注入器设备内的第二流体压力测量
206
确定第一流体压力测量和第二流体压力测量之间的压力差
208
基于压差计算至少一个流体注入器设备的顺应性体积的改变
210
将计算的顺应性体积的改变与预定流体流率进行比较
212
顺应性体积的改变是否等于预定流体流率的容积分量的预定阈值或在该预定阈值内？
214
否
是
降低至少一个流体注入器设备的递送速率
216

图6

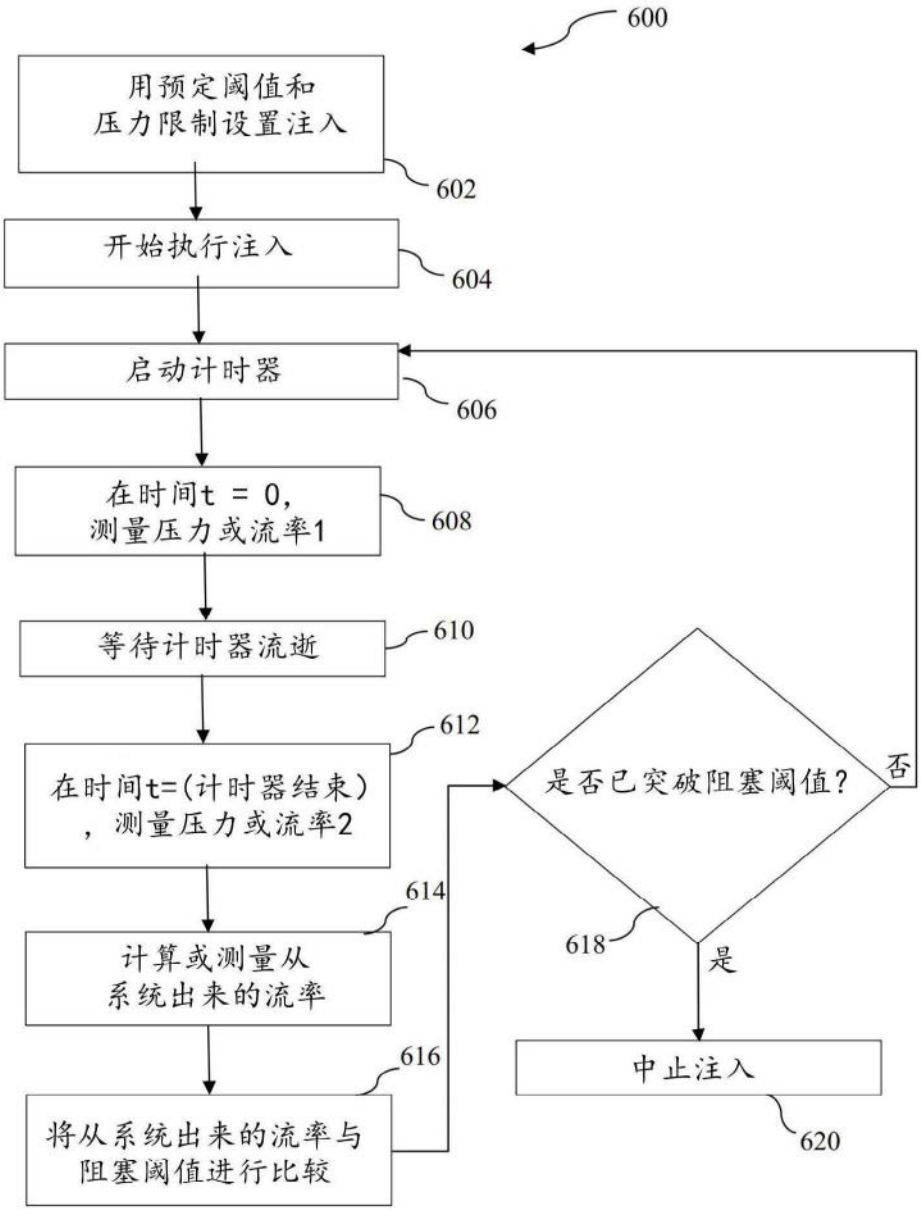

600
用预定阈值和
压力限制设置注入
602
开始执行注入
604
启动计时器
606
在时间t = 0,
测量压力或流率1
608
等待计时器流逝
610
在时间t=(计时器结束)
，测量压力或流率2
612
计算或测量从
系统出来的流率
614
将从系统出来的流率与
阻塞阈值进行比较
616
是否已突破阻塞阈值?
否
618
是
中止注入
620

图7

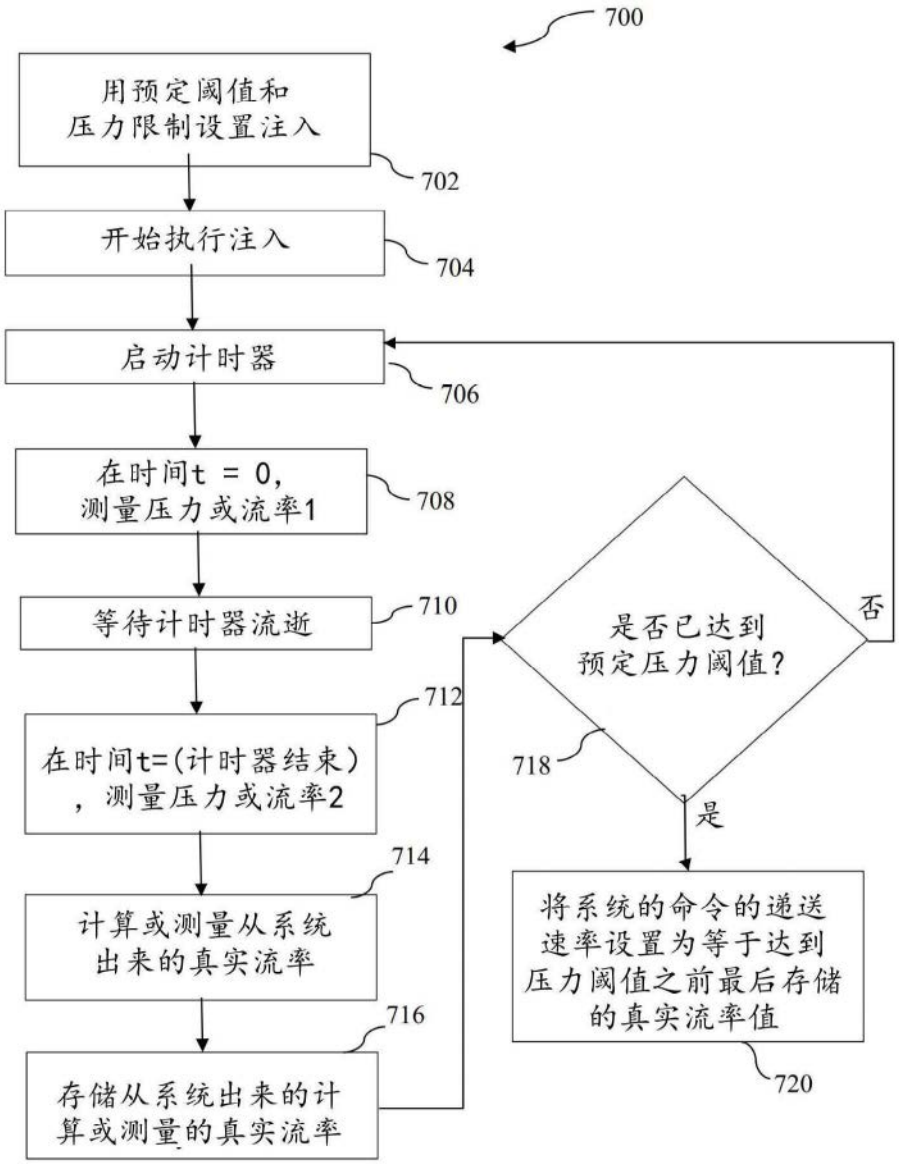

700
用预定阈值和
压力限制设置注入
702
开始执行注入
704
启动计时器
706
在时间t = 0,
测量压力或流率1
708
等待计时器流逝
710
在时间t=(计时器结束)
，测量压力或流率2
712
计算或测量从系统
出来的真实流率
714
存储从系统出来的计
算或测量的真实流率
716
是否已达到
预定压力阈值?
718
否
是
将系统的命令的递送
速率设置为等于达到
压力阈值之前最后存储
的真实流率值
720

图8

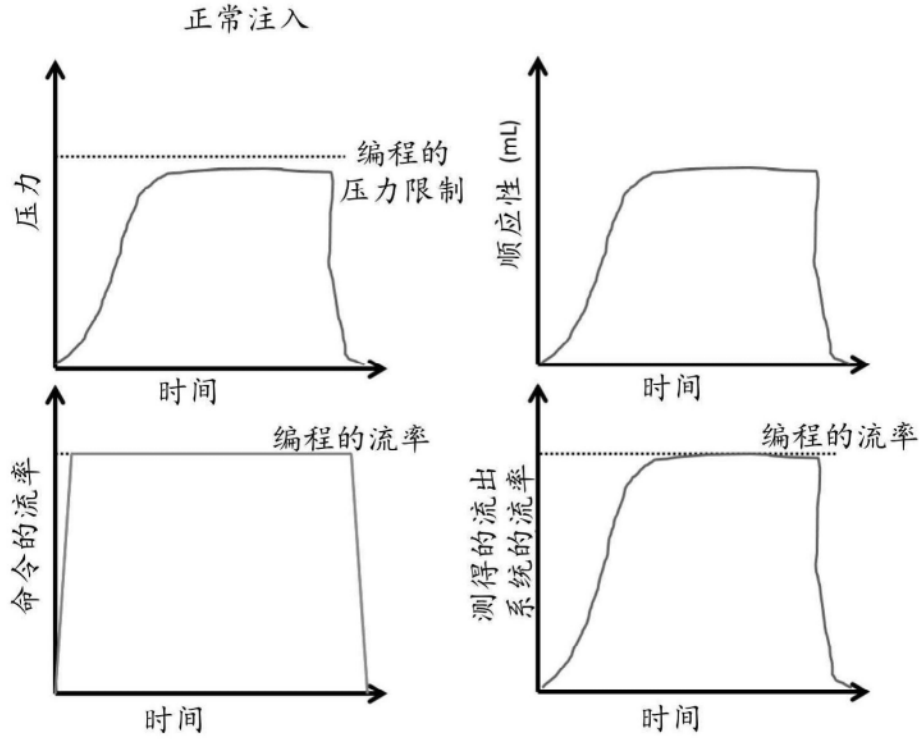

正常注入
压力
编程的
压力限制
时间
顺应性 (mL)
时间
命令的流率
编程的流率
时间
测得的流出
系统的流率
编程的流率
时间

图9

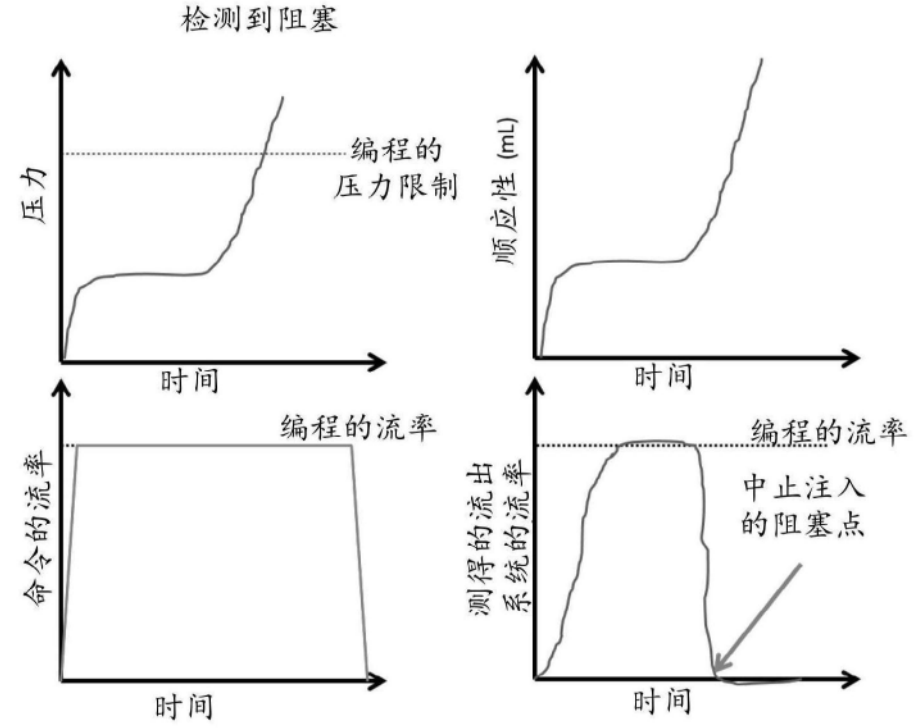

检测到阻塞
压力
编程的
压力限制
时间
顺应性 (mL)
时间
命令的流率
编程的流率
时间
测得的流出
系统的流率
编程的流率
中止注入
的阻塞点
时间

图10

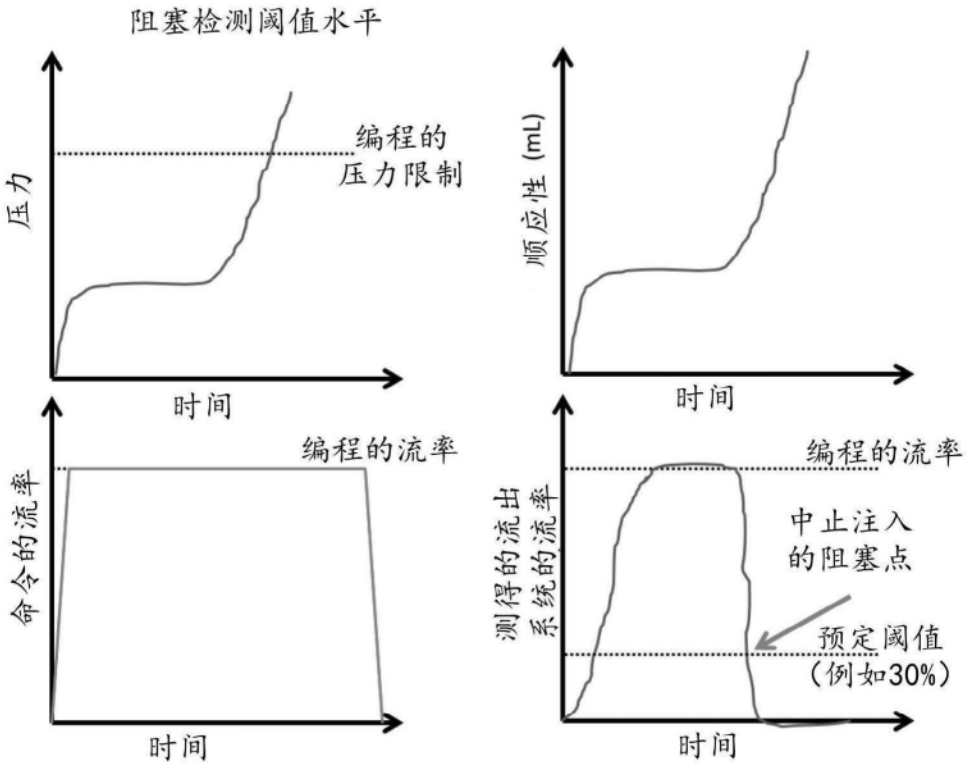

阻塞检测阈值水平
压力
编程的
压力限制
时间
顺应性 (mL)
时间
命令的流率
编程的流率
时间
测得的流出
系统的流率
编程的流率
中止注入
的阻塞点
预定阈值
(例如30%)
时间

图11

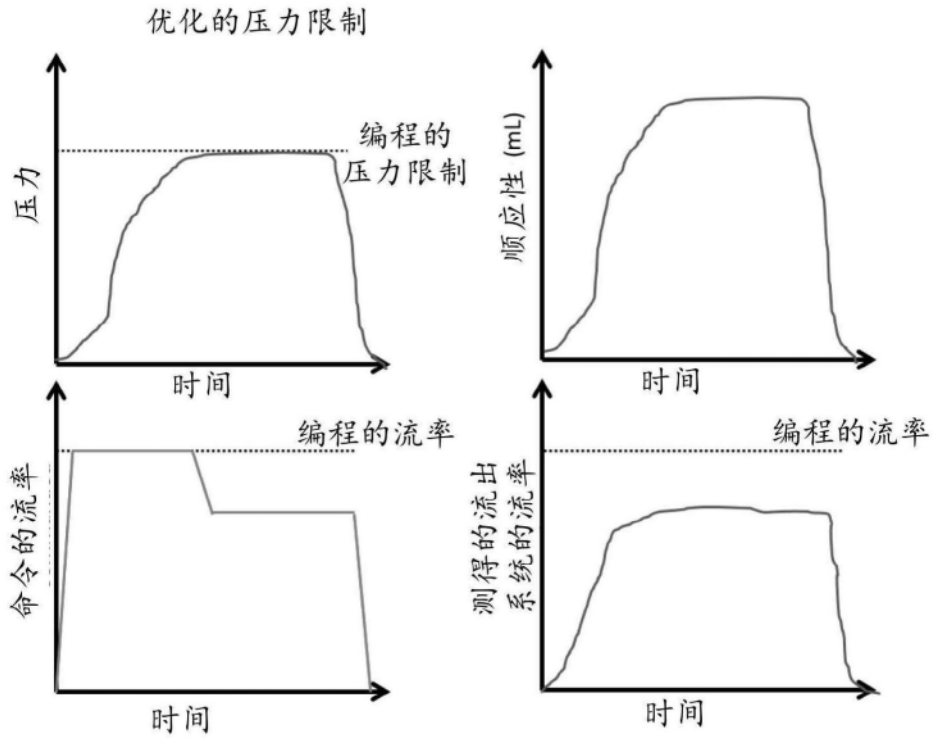

优化的压力限制
压力
编程的
压力限制
时间
顺应性 (mL)
时间
命令的流率
编程的流率
时间
测得的流出
系统的流率
编程的流率
时间

图12