

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 30/32 (2006.01)

G01N 30/26 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410080988.3

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 100399023C

[22] 申请日 2004.10.26

[21] 申请号 200410080988.3

[30] 优先权

[32] 2004. 6. 18 [33] US [31] 10/871,930

[73] 专利权人 安捷伦科技有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 罗伯特·克拉克·亨德森

布鲁斯·D·昆比

[56] 参考文献

EP0770869A2 1997.5.2

CN1376918A 2002.10.30

JP8327618A 1996.12.13

气相色谱六通阀气体进样技巧. 庞增义.
分析仪器, 第4期. 2003

审查员 王树玲

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限公司

代理人 王 怡

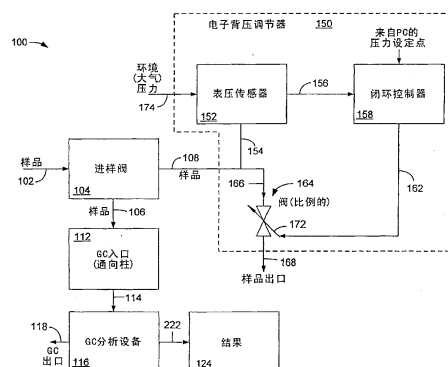
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 9 页

[54] 发明名称

一种改进的气相色谱系统

[57] 摘要

气相色谱系统(100, 300, 400)包括具有出口路径(108, 212, 308, 408)和样品环(230)的进样阀(104, 200, 304, 404), 样品环在样品经入口(112, 312, 412)注入柱之前加载样品。进样阀具有耦合到入口的单独输出(222)。背压调节器耦合在出口路径和出口(168, 368, 468)间, 以在加载和样品注入期间控制和更改样品环中的压力。调节器还包括耦合到出口路径和出口的比例阀(172, 372, 472); 压力传感器(152, 352, 476), 其被耦合到出口路径, 并被耦合以接收参考压力来相对于参考压力确定出口路径中的压力; 和闭环控制器(158, 358, 458), 其被耦合到压力传感器和比例阀, 并被耦合以接收预定的压力设定点。闭环控制器基于确定出的出口路径中的压力和压力设定点, 控制比例阀, 以调节通过出口路径的流, 从而控制和更改样品环中的压力。



1. 一种气相色谱系统，包括：

具有出口路径和样品环的进样阀，所述样品环在样品经由入口被注入柱之前加载所述样品，其中所述进样阀具有耦合到所述入口的单独输出；

耦合在所述出口路径和出口之间的背压调节器，以在加载和样品注入期间控制和更改所述样品环中的压力，其包括：

被耦合到所述出口路径和所述出口的比例阀；

压力传感器，所述压力传感器被耦合到所述出口路径，并被耦合以接收参考压力，来相对于所述参考压力确定所述出口路径中的压力；和

闭环控制器，所述闭环控制器被耦合到所述压力传感器和所述比例阀，并被耦合以接收预定的压力设定点，其中所述闭环控制器基于所述确定出的出口路径中的压力以及所述压力设定点，控制所述比例阀，以调节通过所述出口路径的流，从而控制和更改所述样品环中的压力。

2. 根据权利要求 1 所述的气相色谱系统，其中，所述压力传感器是绝对压力传感器，并且所述参考压力是绝对压力。

3. 根据权利要求 1 所述的气相色谱系统，其中，所述压力传感器是表压传感器，并且所述参考压力是环境压力。

4. 根据权利要求 3 所述的气相色谱系统，还包括绝对压力传感器，所述绝对压力传感器被配置成向所述闭环控制器传递代表所述环境压力的信号，其中所述闭环控制器通过算术组合来自所述表压传感器的压力信号和来自所述绝对压力传感器的所述环境压力信号，确定所述出口路径中的绝对压力。

5. 根据权利要求 4 所述的气相色谱系统，其中，所述压力设定点是绝对压力设定点。

6. 根据权利要求 5 所述的气相色谱系统，其中，所述闭环控制器确定所述出口路径中的所述绝对压力的值是否大于所述压力设定点的值，并且如果是，则控制所述比例阀，以降低所述出口路径中的压力，从而控制和更改所述样品环中的压力。

7. 根据权利要求 5 所述的气相色谱系统, 其中, 所述闭环控制器确定所述出口路径中的所述绝对压力的值是否小于所述压力设定点的值, 并且如果是, 则控制所述比例阀, 以增大所述出口路径中的压力, 从而控制和更改所述样品环中的压力。

8. 根据权利要求 1 所述的气相色谱系统, 其中, 所述闭环控制器确定来自所述压力传感器的所述压力信号的值是否大于所述压力设定点的值, 并且如果是, 则控制所述比例阀, 以降低所述出口路径中的压力, 从而控制和更改所述样品环中的压力。

9. 根据权利要求 1 所述的气相色谱系统, 其中, 所述闭环控制器确定来自所述压力传感器的所述压力信号的值是否小于所述压力设定点的值, 并且如果是, 则控制所述比例阀, 以增大所述出口路径中的压力, 从而控制和更改所述样品环中的压力。

10. 根据权利要求 1 所述的气相色谱系统, 其中, 所述绝对压力设定点是可调的。

一种改进的气相色谱系统

技术领域

本发明涉及色谱法中的背压调节，更具体而言，涉及背压调节器及其方法。

背景技术

诸如气相色谱法的许多分析应用需要经调节的流体压力以获得准确且可重复的测量。例如，当准备将气态样品传递到气相色谱仪的分析柱内时，样品首先被收集到被称为“样品环（sample loop）”的仪器内，然后在气体进样阀的控制下被导入（也称为“注入”）到色谱仪的分析柱内。当加载样品流体到样品环中时，气态样品量取决于许多因素，因素之一为样品环中的流体压力。环境压力（也称为大气压）的变化影响样品体积中包含的样品分子的量，从而导致通过色谱分析所检测的化合物的绝对量的变化。

此外，因为样品环通常通向环境压力，所以样品环中所包含的分子的绝对数量低于当样品环处于被升高的压力下时分子的绝对数量。这导致被注入到色谱柱内用于分析的分子的数量较小，从而限制了分析的准确性。此外，因为和注入样品的色谱仪的进口压力相比，样品环处于相对较低的表压下，所以当样品环中所容之物被注入到色谱仪中时，存在从而导致的压力和流动扰动。这个压力和流动扰动进一步降低了色谱分析的准确性。

现有解决方案包括机械绝对背压调节器和蓄压器的实施方式，其中机械压力调节器成为色谱仪中所有流动的参考。但是，这样的系统包括如下缺点：需要频繁从系统离线来校准机械背压调节器、可编程性和可调整性不足。而且，因为这样的系统中的所有流动都参考机械压力调节器，并且因为机械压力调节器对流动很敏感，所以穿过调节器的流动中的变化（其影响系统中的实际压力）可能对分析输出造成噪声，进一步降低了分析的

准确性。

此外，因为这种系统中的所有流动都经过绝对压力调节器，所以当电离（例如，通过火焰电离检测器）后变得具有化学活性的样品成分很可能起反应，并侵蚀调节器的多个部分，从而降低调节器使用寿命。并且，随着由于机械偏差或作为化学物质穿过调节器的结果而引起的调节器老化，分析结果将变得更不可靠。

因此，在色谱分析系统中需要克服上述缺点的背压调节器。

发明内容

本发明提供了一种气相色谱系统，包括：具有出口路径和样品环的进样阀，所述样品环在样品经由入口被注入柱之前加载所述样品，其中所述进样阀具有耦合到所述入口的单独输出；耦合在所述出口路径和出口之间的背压调节器，以在加载和样品注入期间控制和更改所述样品环中的压力，其包括：被耦合到所述出口路径和所述出口的比例阀；压力传感器，所述压力传感器被耦合到所述出口路径，并被耦合以接收参考压力，来相对于所述参考压力确定所述出口路径中的压力；和闭环控制器，所述闭环控制器被耦合到所述压力传感器和所述比例阀，并被耦合以接收预定的压力设定点，其中所述闭环控制器基于所述确定出的出口路径中的压力以及所述压力设定点，控制所述比例阀，以调节通过所述出口路径的流，从而控制和更改所述样品环中的压力。

根据一个实施例，一种电子控制的背压调节器包括：分析设备，所述分析设备具有通过出口路径耦合到所述分析设备的出口；耦合到所述出口路径的压力传感器；耦合到所述出口路径的比例阀，所述比例阀被配置成可控地改变所述分析设备中的压力；以及电子控制的闭环控制器，所述电子控制的闭环控制器被配置成基于来自所述压力传感器的信号和电子控制压力设定点来控制通过所述出口的流动。

发明的其他方法、方面和优点将参考附图以及对优选实施例的详细描述来讨论。

附图说明

具体参照附图，在对示例性实施例的描述中以示例的方式描述本发明，附图中：

图 1 是图示包括电子控制的背压调节器实施例的示例性气相色谱仪（GC）的多个部分的框图；

图 2A 和图 2B 是图示图 1 的进样阀的示意图；

图 3 是图示图 1 中所示出的气相色谱仪部分的另外的实施例的框图；

图 4 是图示图 1 中所示出的气相色谱仪部分的另外的实施例的框图；

图 5 是图示包括 GC 和控制器/计算机的系统的框图；

图 6 是图示根据本发明实施例而构造的示例性控制器/计算机的框图；

图 7 是描述图 1 中所示出的电子背压调节器的实施例的操作的流程图；

图 8 是描述图 3 中所示出的电子控制的背压调节器的实施例的操作的流程图；

图 9 是描述图 4 中所示出的电子控制的背压调节器的实施例的操作的流程图。

具体实施方式

虽然电子控制的背压调节器在下文描述中是用于气相色谱仪的，但是它也适用于需要控制设备背压的其他分析设备，例如液相色谱仪。此外，虽然下述内容是非穷尽性列表，但是电子控制背压调节器可以用于调节液态样品或固态样品上的蒸汽压力（也称作“顶空间取样器（headspace sampler）”）；可以用于改变样品环中样品的浓度，以提供色谱检测器的多级校准；可以用于在确定天然气的含热量时控制和改变压力；并且可以用在气体混合系统中，以校准用于同时产生多个化合物的测量数据的分析仪器。

图 1 是图示包括电子控制的背压调节器实施例的示例性气相色谱仪（GC）100 的多个部分的框图。GC 100 包括进样阀 104、GC 入口 112（通向色谱柱（未示出））和 GC 分析设备 116。GC 分析设备 116 分析样

品材料并且提供结果 124。GC 分析设备 116 经由 GC 出口 118 通向大气。

样品经由连接部分 102 被导入到进样阀 104 中。如下文将详细描述的那样，进样阀的输出可以经由连接部分 106 导向 GC 入口 112，或者经由连接部分 108 导向样品出口 168。在加载操作期间，进样阀 104 将样品导入到称为“样品环”的装置（图 1 中未示出）中。当样品通过进样阀 104 被导向时，样品从样品环被注入到 GC 入口 112 中。

进样阀 104 还可以将样品经由连接部分 108 通过连接部分 166 并通过比例阀 164 导向样品出口 168。根据本发明的实施例，比例阀 164 是经由连接部分 172 电子可控的。闭环控制器 158 控制比例阀 164 的操作。虽然电子背压调节器 150 在这个示例中被描述为耦合到样品出口，但是它也可以实现在需要提供电子背压控制的任何应用中。例如，电子背压调节器 150 可以用于提供分析系统中的载气或者交换气体的压力调节。

闭环控制器 158 是电子背压调节器 150 的一部分。电子背压调节器 150 包括表压传感器 152，所述表压传感器 152 经由连接部分 154 耦合到连接部分 108，以感测进样阀 104 的输出处的表压。表压传感器 152 通过感测连接部分 174 上的环境压力并感测连接部分 108 上的压力来测量相对于环境（大气）压力的压力。表压传感器 152 经由连接部分 156 向闭环控制器 158 传递指示连接部分 108 上压力的信号。压力设定点可以被电子编程到闭环控制器内。压力设定点也可以根据用户输入或者根据程序，通过如下文将描述的个人计算机或其他控制器被电子控制。使用压力设定点信息以及来自表压传感器 152 的压力信号，闭环控制器 158 经由连接部分 162 控制比例阀 164 的可调输入 172，以可控地改变进样阀 104 的输出 108 处的压力。通过这种方式，可以基于用户输入的设定点或者基于编程的压力设定，来控制样品环内部的压力以及样品被注入到 GC 入口 112 时的压力。

图 2A 和图 2B 是图示了图 1 的进样阀 104 的示意图 200。参照图 2A，进样阀 104 包括阀体 204 和转子 206。进样阀 104 包括第一端口 208、出口端口 212、样品端口 214、第二端口 216、载气端口 218 和柱端口 222。图 2A 示出了处于“加载”状态的进样阀 104。由流量控制器 234

控制的载气源 236 供应载体气体, 所述载气穿过端口 218, 穿过进样阀 104, 从柱端口 222 出来并进入到 GC 入口 112 中。在加载状态, 样品 226 经由样品端口 214 导入, 穿过端口 216 到管道 228 上并进入到样品环 230 中。样品填充样品环 230, 经由管道 232 离开样品环, 经由端口 208 进入阀 104, 然后经由端口 212 穿过出口 224 离开阀 104。样品环被样品材料加载并经由出口 224 导出。

图 2B 图示了处于称为“注入”状态的进样阀 104。在注入状态, 载气 236 穿过流量控制器 234 流入端口 218, 从端口 216 出来进入到管道 228 并穿过样品环 230。载气 236 迫使样品环 230 中的样品材料穿过管道 232, 进入端口 208, 并且从端口 222 出来进入到 GC 入口 112。在注入状态时, 样品 226 穿过阀 104 被导向出口 224。

如上所述, 可以通过控制施加到图 1 中的连接部分 108 的背压来控制样品环 230 中包含的样品量, 连接部分 108 对应于图 2A 和图 2B 中的端口 212 和出口 224。此外, 通过使用闭环控制器 158 和用户定义的设定点或者电子编程的设定点来升高施加于图 1 中的连接部分 108 的背压, 可以升高样品环 230 (图 2A 和图 2B) 内的压力, 使得可以将额外的样品材料加载到样品环 230 中, 进而使 GC 分析设备 116 的灵敏度增加。此外, 将背压调整为近似于 GC 入口 112 处的压力, 使由向入口注入样品导致的任何压力扰动和因之而起的流动扰动最小化, 从而改进了 GC 分析设备 116 所提供的分析的精确度。

图 3 是图示图 1 中所示出的气相色谱仪部分的另外的实施例的框图。GC 300 包括进样阀 304、GC 入口 312 (通向色谱柱 (未示出)) 和 GC 分析设备 316。GC 分析设备 316 分析样品材料并且提供结果 324。GC 分析设备 316 经由 GC 出口 318 通向大气。样品经由连接部分 302 导入到进样阀 304 中。进样阀 304 进行类似于上述进样阀 104 的操作。

闭环控制器 358 是电子背压调节器 350 的一部分。在这个实施例中, 电子背压调节器 350 包括表压传感器 352, 所述表压传感器 352 耦合到连接部分 308 和连接部分 375 上的环境压力, 以经由连接部分 354 感测进样阀 304 的输出处的表压。表压传感器 352 经由连接部分 356 向闭环控制器

358 传递指示连接部分 308 上压力的信号。

在这个实施例中，经由连接部分 374 感测环境（大气）压力的绝对压力传感器 376 经由连接部分 378 向闭环控制器 358 提供绝对压力信号。在绝对压力传感器中，压力传感器中膜片的一侧并不通向环境压力，而是连接到抽空容器，使得其测量相对于真空的压力，而不是相对于环境压力的压力。在这个实施例中，闭环控制器 358 具有两个压力传感器输入，即来自表压传感器 352 的标准表压传感器输入和来自绝对压力传感器 376 的绝对压力输入。闭环控制器 358 可以算术组合这两个压力传感器读数，以确定连接部分 354 处的绝对压力。这个能力允许用户设置绝对背压设定点以控制样品环（图 2A 和图 2B）中的压力，或者通过色谱仪将绝对背压编程为方法启动过程的一部分。

绝对压力设定点可以被电子编程到闭环控制器 358 中。压力设定点也可以根据用户输入或者根据程序通过例如下文将描述的个人计算机或其他控制器被电子控制。使用绝对压力设定点信息以及来自表压传感器 352 的压力信号，闭环控制器 358 经由连接部分 362 控制比例阀 364 的可调输入 372，以可控地改变进样阀 304 的输出 308 处的压力。通过这种方式，可以基于用户输入的设定点或者基于编程的压力设定来控制样品环内部的压力以及样品被注入到 GC 入口 312 时的压力。这种实施方式允许 GC 300 提供在很大程度上独立于大气压力的样品流，并且允许对 GC 300 的绝对背压进行电子控制。

图 4 是图示图 1 中所示出的气相色谱仪部分的另外的实施例的框图。GC 400 包括进样阀 404、GC 入口 412（通向色谱柱（未示出））和 GC 分析设备 416。GC 分析设备 416 分析样品材料并且提供结果 424。GC 分析设备 416 经由 GC 出口 418 通向大气。样品经由连接部分 402 被导入到进样阀 404 中。进样阀 404 进行类似于上述进样阀 104 的操作。

闭环控制器 458 是电子背压调节器 450 的一部分。在这个实施例中，省略了表压传感器，并且类似于图 3 中的绝对压力传感器 376 的绝对压力传感器 476 位于进样阀 404 的输出 408 处，以经由连接部分 456 向闭环控制器 458 提供代表连接部分 454 处的绝对压力的绝对压力信号。

绝对压力设定点可以被电子编程到闭环控制器 458 中。压力设定点也可以根据用户输入或者根据程序经由例如下文将描述的个人计算机或其他控制器被电子控制。使用绝对压力设定点信息以及来自绝对压力传感器 476 的绝对压力信号，闭环控制器 458 经由连接部分 462 控制比例阀 464 的可调输入 472，以可控地改变进样阀 404 的输出 408 处的压力。通过这种方式，可以基于用户输入的绝对压力设定点或者基于编程的压力设定来控制样品环内部的压力以及样品被注入 GC 入口 412 时的压力。这种实现允许 GC 400 提供在很大程度上独立于大气压力的样品流，并且允许对 GC 400 的绝对背压进行电子控制。

图 5 是图示包括 GC 100 和控制器/计算机 600 的系统 500 的框图。GC 100 通过双向连接部分 502 耦合到控制器/计算机 600。如上所述，GC 100 分离并检测样品基质中的化合物，并且产生每种化合物的保持时间数据。控制器/计算机 600 控制和 GC 100 相关的功能、数据获取和数据处理。控制器 600 可以是诸如包括用于控制 GC 100 所有方面的软件组件、处理和接口的计算机、计算机化的控制器或者其他类型的计算设备。或者，控制器 600 的功能可以被加入到 GC 100 中。

图 6 是图示根据本发明实施例而构造的示例性控制器/计算机 600 的框图。如图 6 所示，通常就硬件体系结构而言，计算机 600 包括经由本地接口 618 连接起来并互相通信的下述组件：处理器 604、存储器 606（一个或多个随机存取存储器（RAM）元件、只读存储器（ROM）元件等等）、可选的可移动介质盘驱动器 612、控制器 600 通过其耦合到 GC 100（图 5）的被称为“GC 接口 608”的气相色谱仪接口 608、输入/输出控制器 622 和电源模块 665。如本领域普通技术人员熟知的那样，本地接口 618 例如可以是但不限于一个或多个总线或者其他有线或者无线连接。本地接口 618 可以具有诸如缓冲器（高速缓存）、驱动器和控制器等的其他元件以实现通信，此处为简化而省略了这些元件。此外，本地接口 618 包括地址、控制和数据的连接，以使得能够在前述组件间进行适当的通信。

处理器 604 是用于执行可以被存储在存储器 606 中的软件的硬件设备。处理器 604 可以是用于实现控制器/计算机 600 功能的任何适合的处理

器。在一个实施例中，处理器/计算机 600 在个人计算机（PC）上执行。

存储器 606 可以包括易失存储器元件（例如，随机存取存储器（RAM，例如 DRAM、SRAM 等））和非易失存储器元件（例如，NVRAM、ROM、硬盘驱动、磁带、CDROM 等）中的任意一种或者其组合。而且，存储器 606 可以包括电、磁、光和/或其他类型的存储介质。注意，存储器 606 可以具有分布式体系结构，其中各个组件位于互相远离的地方，但是可以被处理器 604 访问。

存储器 606 中的软件可以包括一个或多个独立程序，其中每个程序包括一个或多个代码段，所述代码段是用于实现逻辑功能的可执行指令的有序列表。在图 6 的示例中，存储器 606 中的软件包括具有气相色谱仪（GC）软件 636 和背压控制软件 650 的形式的软件。在另一个实施例中，背压控制软件 650 可以被集成到 GC 软件 636 中。GC 软件 636 可以是诸如使用保持时间分析进行上述 GC 分析的专有软件模块。背压控制软件 650 可以包括用于控制上述 GC 100 的背压的逻辑和程序指令。

存储器 606 还包括图形用户接口（GUI）649。GUI 649 为控制器/计算机 600 提供图形用户接口，并且还在显示器 680 上为用户显示信息。存储器 606 还包括一个或多个操作软件模块，通称为操作系统（O/S）610。O/S 610 可以包括执行这里未专门描述的控制器/计算机 600 的某些功能的软件模块。

在优选实施例中，O/S 610 是通常可从 Microsoft 获得的 Microsoft 2000 或者 XP 操作系统。但是也可以使用其他的操作系统。操作系统 610 主要控制诸如 GC 软件 636 和背压控制软件 650 的其他计算机程序的执行。处理器 604 和操作系统 610 定义了用于以高级编程语言编写诸如 GC 软件 636 和背压控制软件 650 的应用程序的计算机平台。GC 软件 636 和背压控制软件 650 包括可执行指令，它们允许控制器/计算机 600 控制样品环中样品的背压，以及检测、分离和识别样品基质中的目标化合物。

输入/输出控制器 622 包括每个都与本地接口 618 通信的网络接口 624、输入接口 645 和输出接口 656。网络接口 624 经由连接部分 626 将控制器/计算机 600 耦合到外部网络 628。外部网络可以是控制器/计算机 600

可以耦合到其上以交换信息的任何网络。输入接口 645 经由连接部分 644 耦合到内部键盘 646 并且经由连接部分 648 耦合到外部键盘 652。内部键盘 646 位于控制器/计算机 600 上，而外部键盘是控制器/计算机 600 可以耦合到其上的辅助键盘。

输出接口 656 经由连接部分 658 耦合到打印机 667。打印机 667 可以用来提供对在控制器/计算机 600 控制下的 GC 100 获得的分析结果的永久记录。输出接口 656 还经由连接部分 664 耦合到视频控制器 670。视频控制器 670 经由连接部分 672 耦合到显示器 680 上，显示器 680 可以是能够接收来自用户输入的 LCD 触摸屏显示器，但也可以是任何类型的适当显示器。

盘驱动器 612 可以是任何储存元件或存储设备，如这里所使用的，通常指闪存，有时指压缩闪存（Compact Flash，CF）或者 PC 卡

电源模块 665 可以从 AC 电源给控制器/计算机 600 供电，或者可以包括电池以及内置充电器以提供便携式 DC 电源。GC 接口 608 为 GC 设备提供供电接口和机械接口。

当控制器/计算机 600 工作时，处理器 604 被配置成执行存储在存储器 606 内的软件，以向/从存储器 606 传送/接收数据，并且通常依照软件，控制控制器/计算机 600 和 GC 100（图 5）的操作。

当控制器/计算机 600 的多个部分以软件实现时，如图 6 所示，应该注意到 O/S 610、GC 软件 636 和背压控制软件 650 可以存储在与任何计算机相关的系统或方法相结合或者由其使用的任何计算机可读介质上。在本文的上下文中，计算机可读介质是可以容纳或存储计算机程序的电、磁、光或其他的物理设备或者装置，所述计算机程序用于由任何计算机相关的系统和方法使用或者与其相结合。O/S 610、GC 软件 636 和背压控制软件 650 可以实现为与指令执行系统、装置或设备相结合或者由其使用的任何计算机可读介质，所述系统、装置或设备例如是可以从指令执行系统、装置或设备取出指令并且执行指令的基于计算机的系统、包含处理器的系统或者其他系统。在本文的上下文中，“计算机可读介质”可以是能够容纳、存储、传送、传播或者传输程序的任何装置，所述程序与指令执行系

统、装置或设备相结合或者由其使用。

计算机可读介质例如可以是但不限于电、磁、光、电磁、红外线或者半导体的系统、装置、设备或者传播介质。计算机可读介质的更具体的示例（非穷尽列表）包括：具有一条或多条导线的电连接（电子的）、便携式计算机磁盘（磁的）、随机存取存储器（RAM）（电子的）、只读存储器（ROM）（电子的）、可擦除可编程只读存储器（EPROM 或者闪存）（电子的）、光纤（光的）和便携式只读光盘（光的）。注意，计算机可读介质甚至可以是打印有程序的纸或者其他适当的介质，因为程序可以通过诸如对纸或者其他介质进行光学扫描而被电获取，然后编译、解释或者根据需要以合适方式进行其他处理，然后存储在计算机存储器中。

控制器/计算机 600 的硬件组件可以采用下述技术的任一种或者其组合来实现，每种技术均为本领域熟知，所述技术有：具有基于数字信号实现逻辑功能的逻辑门的（一个或多个）离散逻辑电路、具有适当组合逻辑门的专用集成电路（ASIC）、可编程门阵列（PGA）、现场可编程门阵列（FPGA）等等。

图 7 是描述图 1 中示出的电子背压调节器实施例的操作的流程图 700。在框 702 中，调整背压设定点。可以通过例如用户经由控制器 600 的用户接口 649（图 6）输入设定点来调整背压设定点。或者，可以通过图 6 的背压控制软件 650 来自动设定该设定点。在框 704 中，表压传感器 152 向闭环控制器 158 提供表压读数。在框 706 中，背压控制软件 650 确定表压是否高于设定点的值。如果表压高于设置点的值，那么在框 708 中背压控制软件 650 引起闭环控制器 158 通过增加比例阀 164 的出口容量来降低压力。但是，如果在框 706 中确定感测的压力低于设定点，那么在框 712 中背压控制软件 650 引起闭环控制器 158 控制比例阀 164，从而增加样品环 230 中的压力。在框 708 中降低压力或者在框 712 中增加压力之后，过程前进到框 714。

在框 714 中，确定是否需要任何额外的压力调整。根据闭环控制器的操作，随着过程返回到框 702，连续的闭环控制操作继续。如果不需要额外的压力调整，那么过程终止。

图 8 是描述图 3 中所示出的电子背压调节器实施例的操作的流程图 800。在框 802 中，调整背压设定点。可以通过例如用户通过控制器 600 的用户接口 649（图 6）输入设定点来调整背压设定点。或者，可以通过图 6 的背压控制软件 650 来自动设定该设定点。在框 804 中，表压传感器 352 向闭环控制器 358 提供表压信号。在框 806 中，绝对压力传感器经由连接部分 378 向闭环控制器 358 传递代表环境压力的信号。在框 808 中，背压控制软件 650 对表压读数和环境压力读数进行算术组合以得到绝对压力值。在框 812，确定绝对压力是否高于设定点的值。如果绝对压力高于设定点的值，那么在框 814 中闭环控制器 358 控制比例阀 364 以降低进样阀 304 的输出处的压力，从而降低样品环 230 内的压力。但是，如果在框 812 中确定绝对压力值低于设定点，那么在框 816 中闭环控制器 358 控制比例阀 364 以增加进样阀 304 的输出处的压力，从而增加样品环 230 内的压力。在框 814 中降低压力或者在框 816 中增加压力之后，过程前进到框 818。

在框 818 中，确定是否需要任何额外的压力调整。根据闭环控制器的操作，随着过程返回到框 802，连续的闭环控制操作继续。如果不需要额外的压力调整，那么过程终止。

图 9 是描述图 4 中示出的电子背压调节器实施例的操作的流程图 900。在框 902 中，调整背压设定点。可以通过例如用户经由控制器 600 的用户接口 649（图 6）输入设定点来调整背压设定点。或者，可以通过图 6 的背压控制软件 650 来自动设定该设定点。在框 904 中，绝对压力传感器 476 向闭环控制器 458 提供绝对压力读数。在框 906 中背压控制软件 650 确定绝对压力是否高于设定点的值。如果绝对压力高于设定点的值，那么在框 908 中背压控制软件 650 引起闭环控制器 458 通过增加比例阀 464 的出口容量来降低压力。但是，如果在框 906 中确定感测的压力低于设定点，那么在框 912 中背压控制软件 650 闭环控制器 458 控制比例阀 464 以增加样品环 230 中的压力。在框 908 中降低压力或者在框 912 中增加压力之后，过程前进到框 914。

在框 914 中，确定是否需要任何额外的压力调整。根据闭环控制器的

操作，随着过程返回到框 902，连续的闭环控制操作继续。如果不需要额外的压力调整，那么过程终止。

升高的背压还降低可能在样品环 230 内部发生的凝聚，因为样品的压力随着其被注入到 GC 入口 112 内以及 GC 柱内而降低。根据上述本发明的实施例，进样阀的输出处的绝对背压可以被电子控制，并且可以被保存为仪器设置的一部分且自动被重新调用，从而消除了手动设置操作。此外，因为 GC 100、GC 300 和 GC 400 内的所有流动都是独立的，所以消除了所有材料流动通过背压调节器的问题。将电子背压调节器 150、350 和 450 置于分析样品点（即 GC 入口）的下游，消除了样品和出口流之间的交叉污染。

电子控制的背压调节器可以用于其他实施方式中。例如，电子背压调节器可以用于被称为的“顶空间取样器”的设备中。顶空间取样器用于在液态/固态样品上方对蒸汽采样。加热包含样品的小瓶以增加处于汽相的样品量，并用惰性气体加压该瓶。这个“加压后的顶空间”随后经由进样阀通向环境，如上所述。这代表提供图 3 中示出的样品 302 的具体应用/装置。

电子控制的背压调节器还可以用于对分析设备中的检测器进行多级校准。因为没有任何检测器是纯线性响应的，所以在色谱法中通常在入口浓度的范围内校准检测器。这被称作“多级校准”。因为一些样品类型（例如标准浓度的 AsH_3 即砷化三氢）非常昂贵，所以下述系统将是有益的，即所述系统可以改变样品环中的量（即，分析物的摩尔量），从而允许使用仅一种浓度标准来为检测器多级校准提供一系列浓度

电子控制的背压调节器还可以用于克服大气压力的变化以提供对天然气含热量的可重复的测量。

电子控制背压调节器还可以用于气体混合系统中。为了校准可以同时产生多个化合物的测量数据的分析仪器（例如，原子发射检测器、紫外线可视检测器、质谱仪等等），可以使用气体混合系统。构造这种气体混合系统的一个途径是为要被组合的每种试剂气体实现单独的流动控制器，以及对所有的流动控制器的输出进行组合。可以使用多个流动控制器的设定

点来确定“混合物”百分比。混合物随后被施加到气体进样阀。将根据本发明实施例的绝对背压调节器置于这种进样阀的输出处，这允许经混合的气体的总量（即分析物的摩尔量）独立于混合物百分比而改变。

前面的详细描述仅仅是为了理解本发明的示例性实现给出的，不应将其理解为不必要的限制，因为对本领域技术人员来说，在不背离权利要求及其等价物范围的条件下的改变是显而易见的。

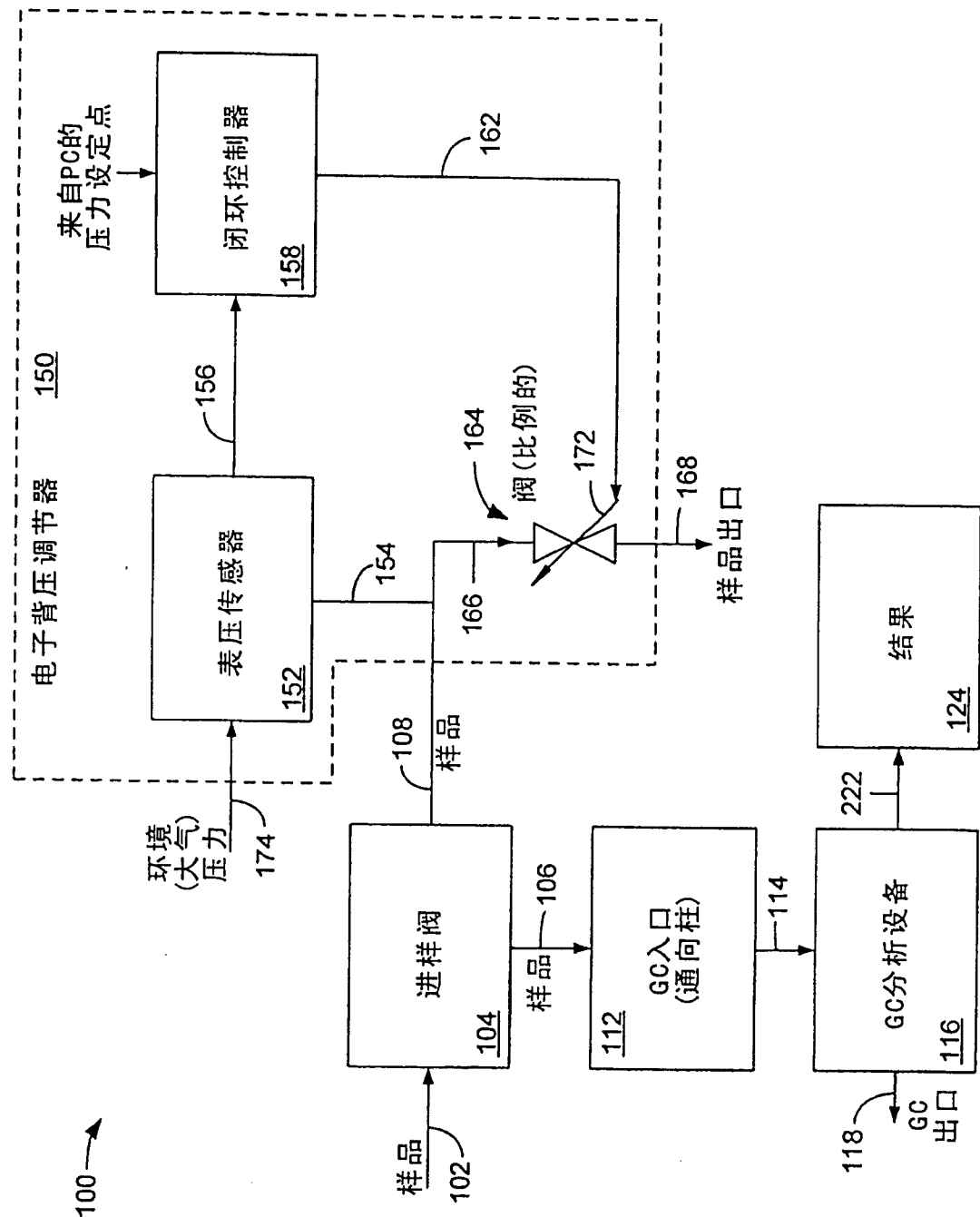


图1

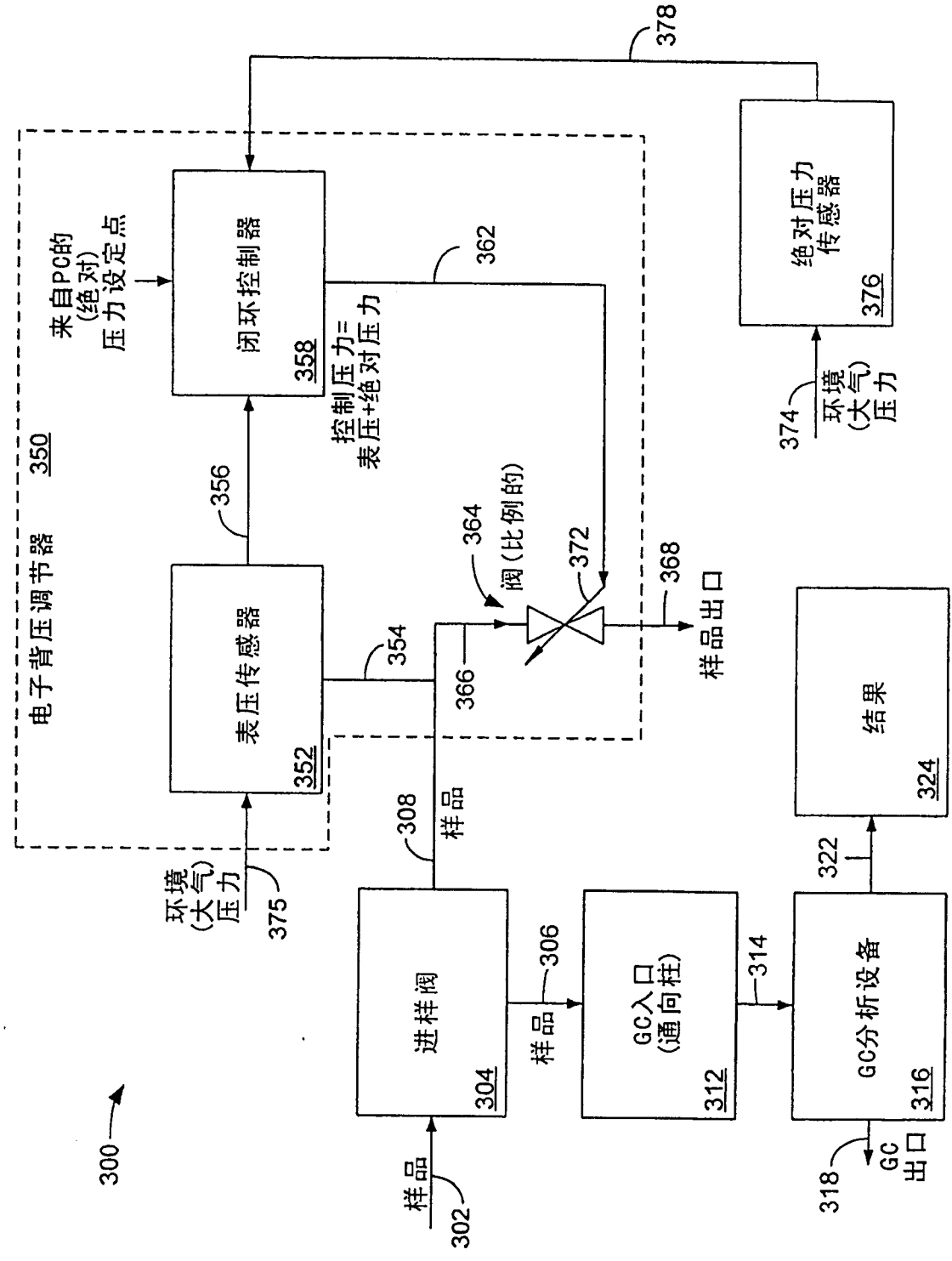


图3

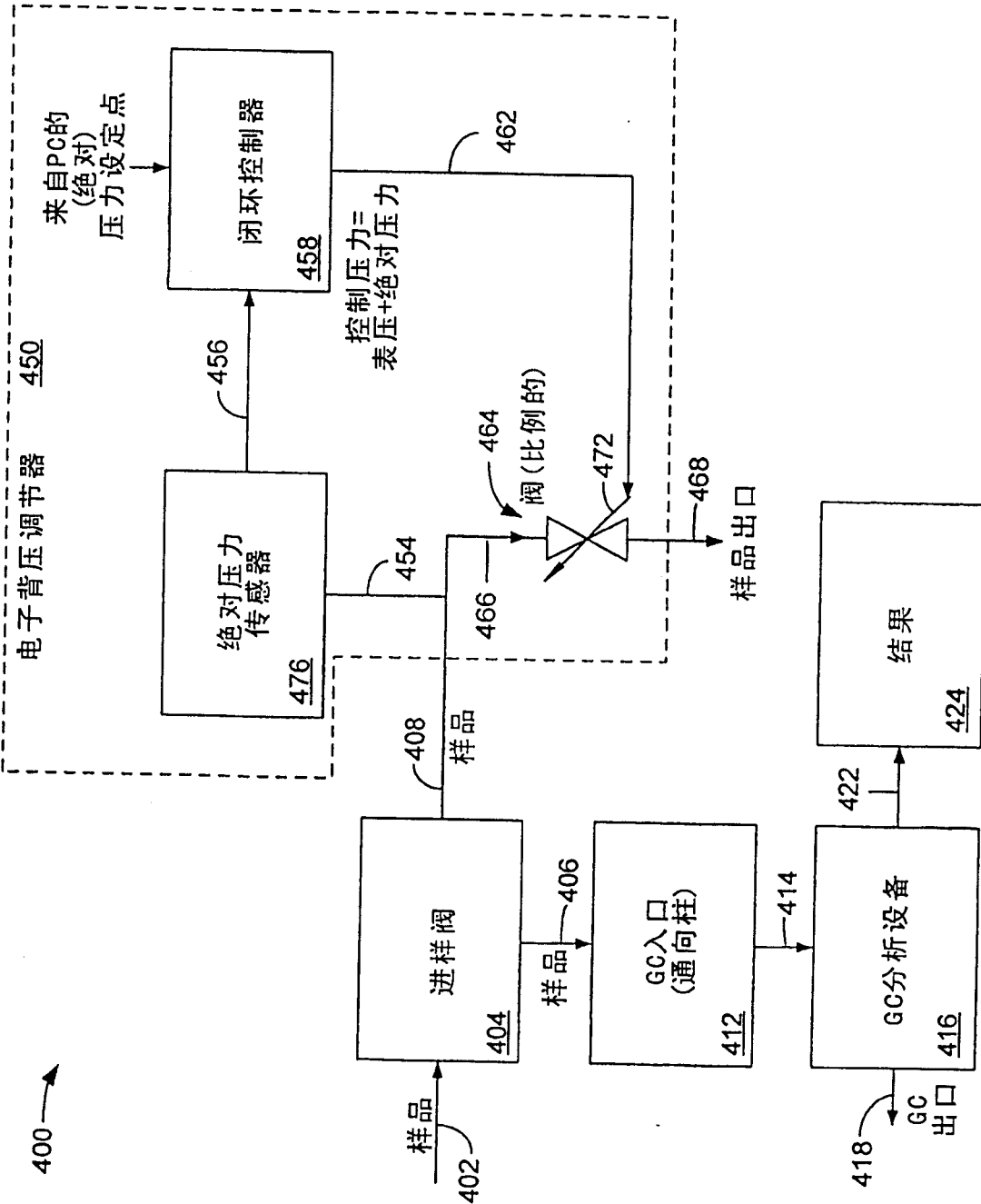


图4

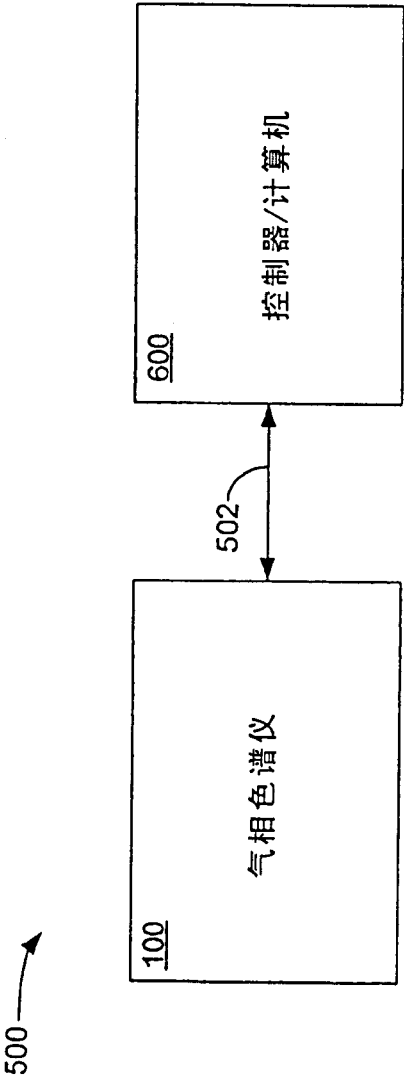


图5

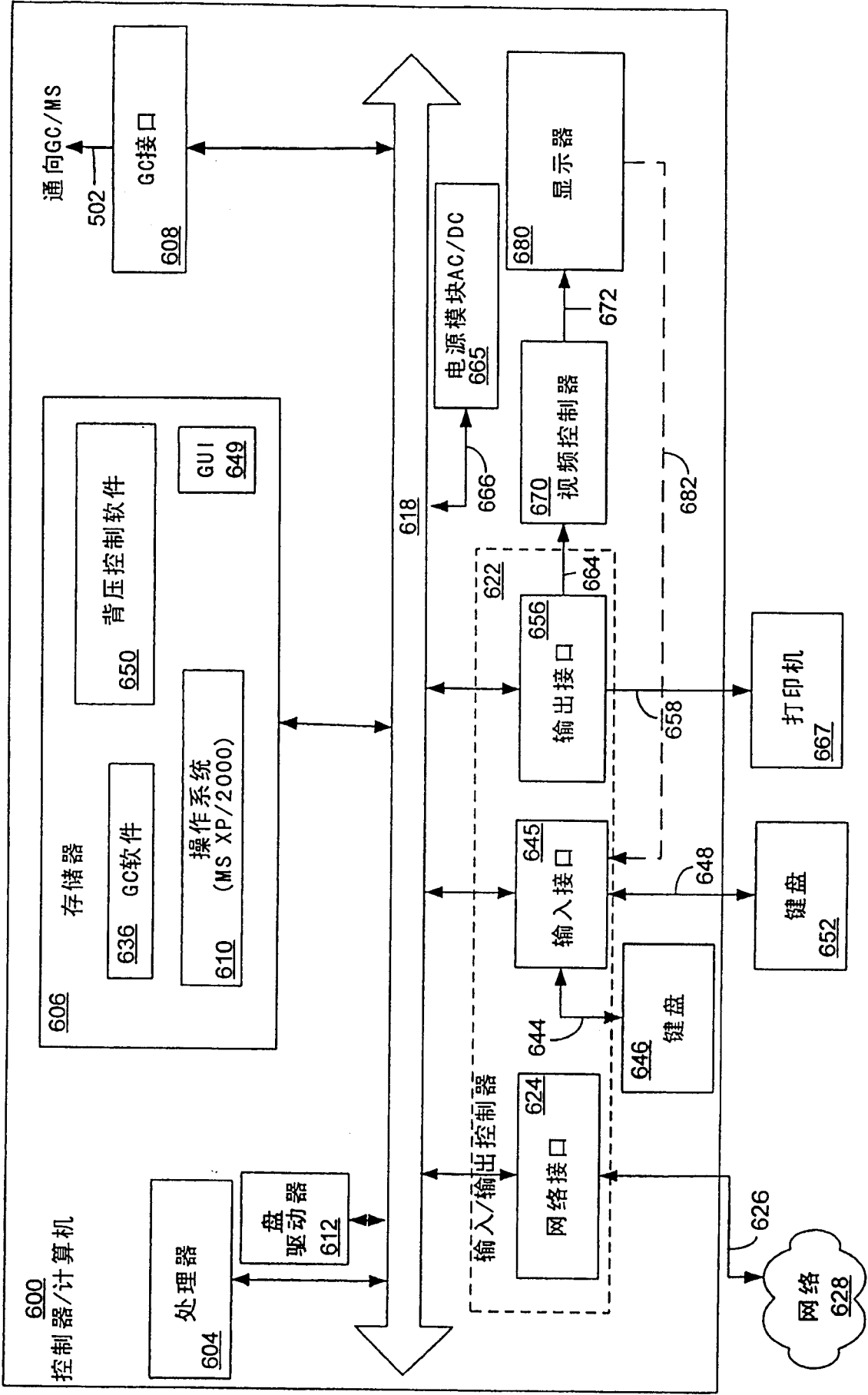


图6

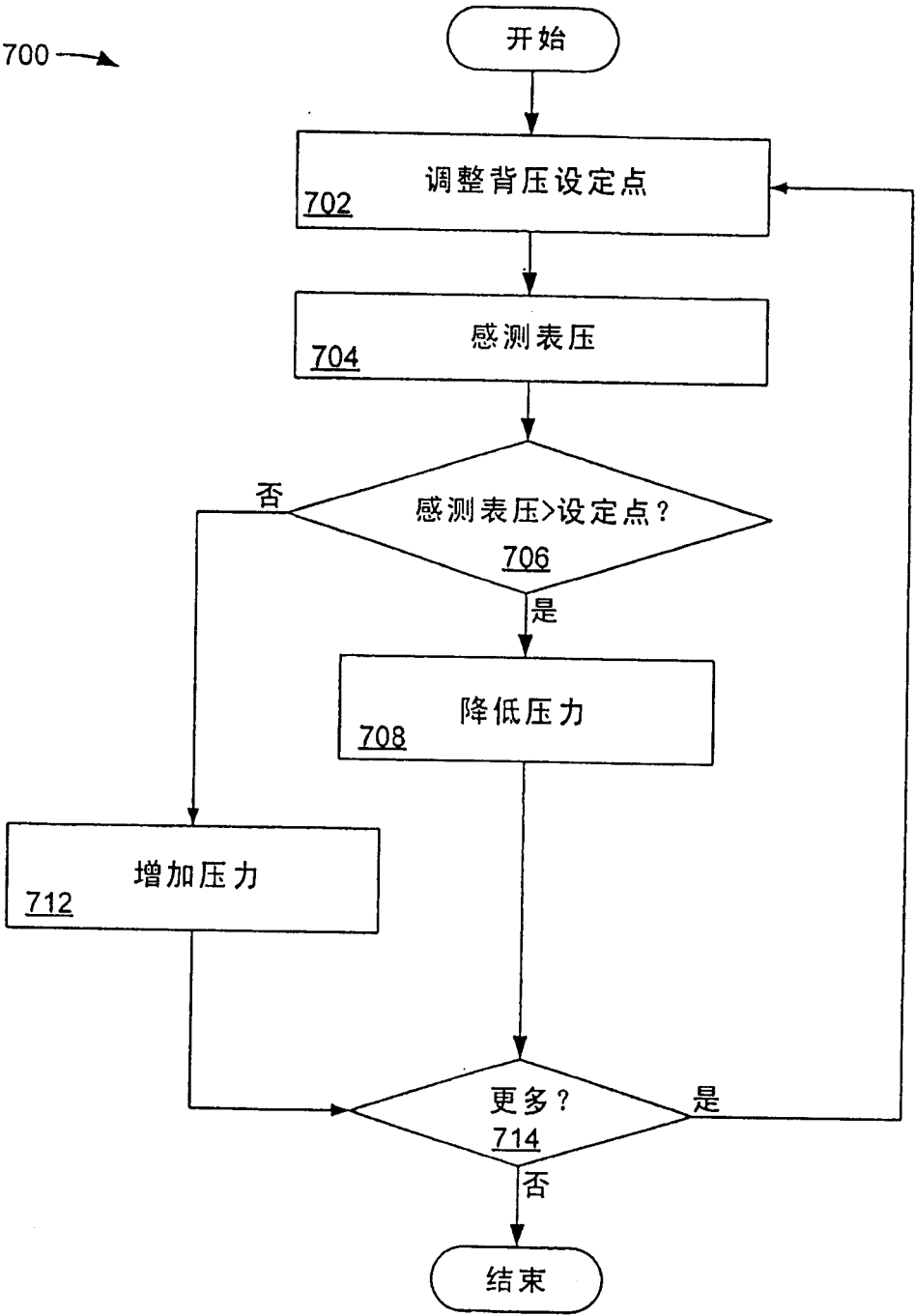


图7

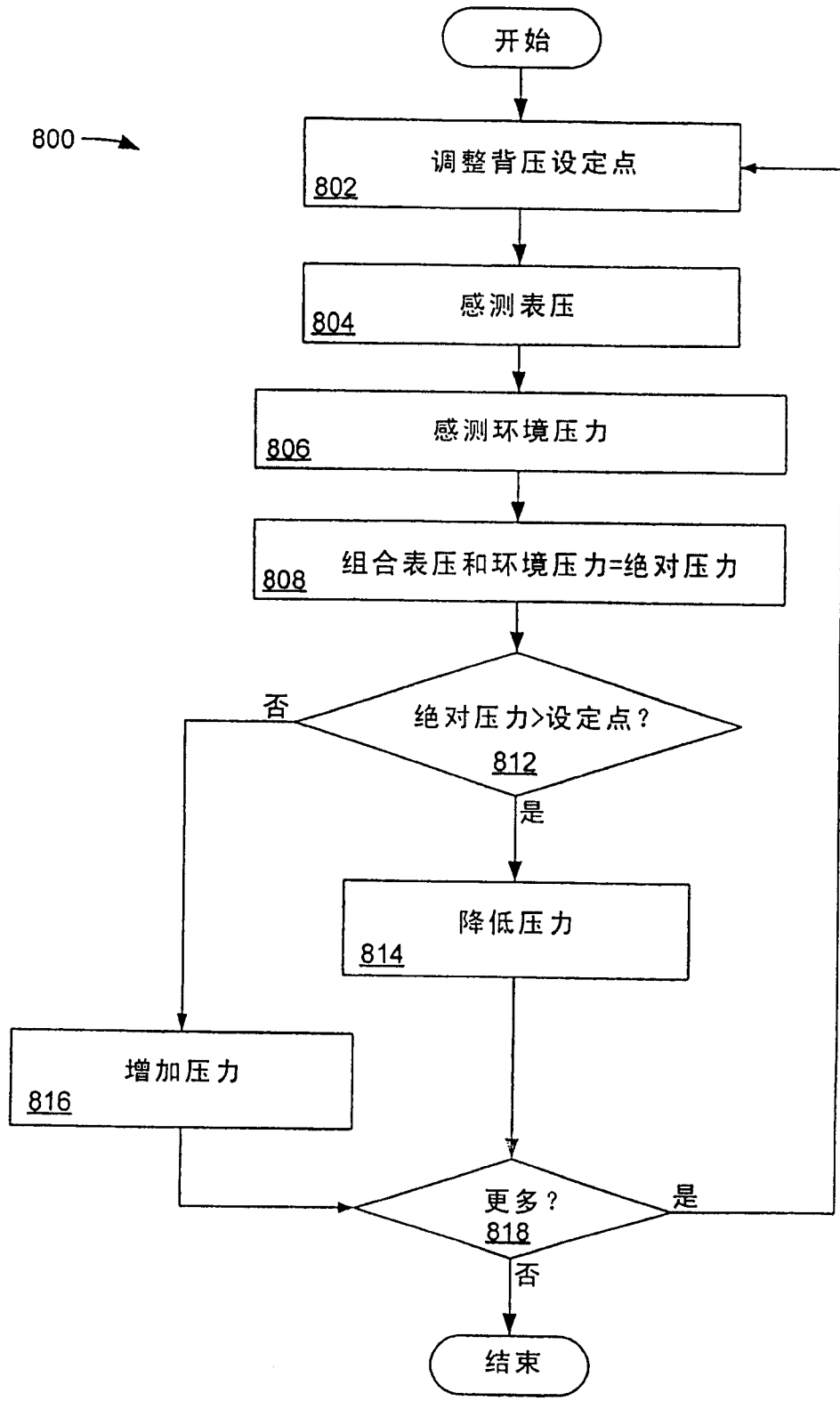


图8

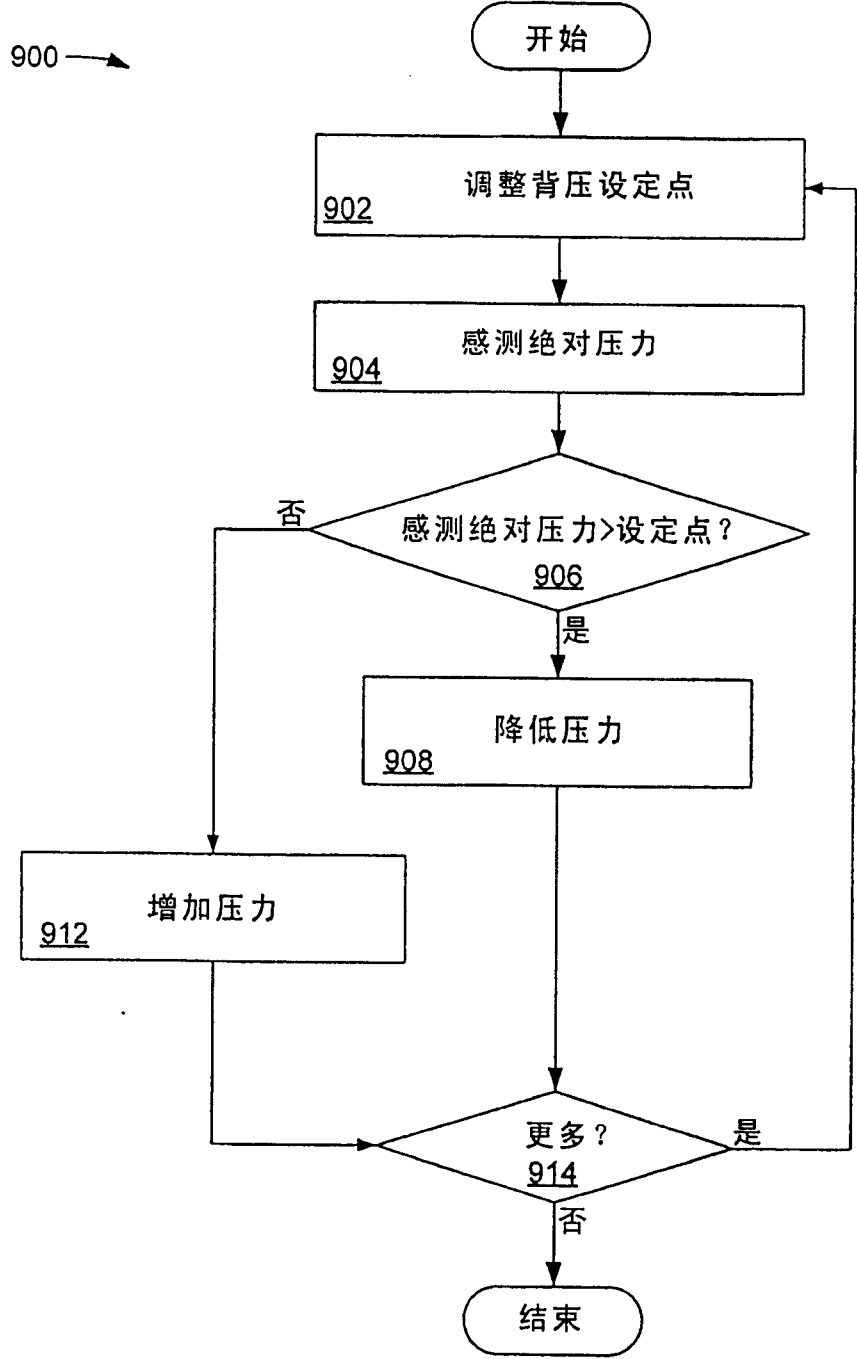


图9