



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 217787666 U

(45) 授权公告日 2022.11.11

(21) 申请号 202221725218.X

(22) 申请日 2022.07.05

(66) 本国优先权数据

202221220809.1 2022.05.20 CN

(73) 专利权人 宁波恒普真空科技股份有限公司

地址 315300 浙江省宁波市慈溪高新技术
产业开发区新兴一路365号

(72) 发明人 刘鹏 徐文立 杜霆 胡建宇

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569

专利代理师 孙玲

(51) Int.Cl.

G05D 16/20 (2006.01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

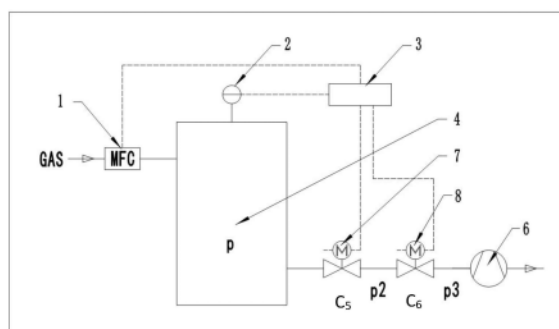
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 实用新型名称

一种通过多比例阀进行压力控制的系统

(57) 摘要

本实用新型公开一种通过多比例阀进行压力控制的系统,涉及晶体生长,CVD等半导体设备技术领域。设计包括质量流量控制器、至少两级控制阀门、真空泵、第一压力计和第一控制系统;质量流量控制器一端与气源相连通,质量流量控制器另一端与反应腔室相连通;第一压力计设置于反应腔室上;反应腔室上设置有一抽气管路,至少两级控制阀门和真空泵串联于抽气管路上;质量流量控制器、至少两级控制阀门和第一压力计均与第一控制系统信号连接。采用多比例阀压力控制系统,能够提高系统流导变化的最小分辨率,提高系统流导变化的最小分辨率相当于提高了生长腔室的压力控制精度,并且还能通过多比例阀联动延长阀门的使用寿命,提高系统稳定性。



1. 一种通过多比例阀进行压力控制的系统,其特征在于,包括质量流量控制器、至少两级控制阀门、真空泵、第一压力计和第一控制系统;所述质量流量控制器一端与气源相连通,所述质量流量控制器另一端与反应腔室相连通;所述第一压力计设置于所述反应腔室上;所述反应腔室上设置有一抽气管路,所述至少两级控制阀门和所述真空泵串联于所述抽气管路上;所述质量流量控制器、所述至少两级控制阀门和所述第一压力计均与所述第一控制系统信号连接。

2. 根据权利要求1所述的通过多比例阀进行压力控制的系统,其特征在于,所述至少两级控制阀门包括主控阀门和次控阀门。

3. 根据权利要求2所述的通过多比例阀进行压力控制的系统,其特征在于,所述主控阀门与所述次控阀门之间设置有第二压力计,所述第二压力计与第二控制系统信号连接。

4. 根据权利要求2所述的通过多比例阀进行压力控制的系统,其特征在于,所述主控阀门与所述次控阀门之间设置有缓冲罐。

5. 根据权利要求2所述的通过多比例阀进行压力控制的系统,其特征在于所述主控阀门与所述次控阀门为集成为双阀板双控制的比例阀。

一种通过多比例阀进行压力控制的系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及半导体晶体生长设备技术领域,特别是涉及一种通过多比例阀进行压力控制的系统。

背景技术

[0002] 在晶体生长和CVD等半导体设备领域,在工艺进行时,反应腔室内任何过大的压力波动都可能会导致产品产生宏观或微观上的缺陷,因此需要对反应腔室的压力进行高精度、高响应的控制。典型的反应腔室压力控制系统通常包括提供腔室稳定流量输入的质量流量控制器,被固定在腔室下游的比例控制阀和真空泵,用于压力测定的压力传感器。通过真空泵对腔室抽真空,通过压力传感器采集腔室的压力,最后通过控制系统改变比例控制阀的开度以控制腔室内的压力。

[0003] 目前几乎所有的晶体生长和CVD等半导体设备都是通过改变单比例阀控压的形式来控制反应腔室内压力,但是随着半导体技术的发展单比例阀控压的形式已无法满足反应腔室内对压力控制越来越高的要求。

发明内容

[0004] 为解决以上技术问题,本实用新型提供一种通过多比例阀进行压力控制的系统,满足晶体生长设备对晶体生长腔室压力控制高精度、高响应和高稳定性的需求。

[0005] 为实现上述目的,本实用新型提供了如下方案:

[0006] 本实用新型提供一种通过多比例阀进行压力控制的系统,包括质量流量控制器、至少两级控制阀门、真空泵、第一压力计和第一控制系统;所述质量流量控制器一端与气源相连通,所述质量流量控制器另一端与反应腔室相连通;所述第一压力计设置于所述反应腔室上;所述反应腔室上设置有一抽气管路,所述至少两级控制阀门和所述真空泵串联于所述抽气管路上;所述质量流量控制器、所述至少两级控制阀门和所述第一压力计均与所述第一控制系统信号连接。

[0007] 可选的,所述至少两级控制阀门包括主控阀门和次控阀门。

[0008] 可选的,所述主控阀门与所述次控阀门之间设置有第二压力计,所述第二压力计与第二控制系统信号连接。

[0009] 可选的,所述主控阀门与所述次控阀门之间设置有缓冲罐。

[0010] 可选的,所述主控阀门与次控阀门可以集成为双阀板双控制的比例阀。

[0011] 本实用新型相对于现有技术取得了以下技术效果:

[0012] 1、采用多比例阀压力控制系统,能够提高系统流导变化的最小分辨率。因晶体生长腔室的压力控制精度与系统流导变化的最小分辨率呈正相关,故提高系统流导变化的最小分辨率相当于提高了生长腔室的压力控制精度。

[0013] 2、工艺进行时主控阀门的开度范围可通过次控阀门进行调整,防止主控阀门在特定的开度范围内过度磨损,延长主控阀门使用寿命。因使用次控阀门调节主控阀门控压开

度偏移后系统总流导不变,主控阀门的流导偏移范围不大的情况下,对控制精度影响不大。主控阀门的流导仍保持在最适合控压的范围内,系统仍能高精度的控压。

[0014] 3、当管道内有沉积或堵塞时,通过改变次控阀门的流导使管道与次控阀门8串联总流导不变,使主控阀门7的流导仍能保持在最适合控压的范围内,提高系统的稳定性。

附图说明

[0015] 为了更清楚地说明本实用新型实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本实用新型的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0016] 图1为本实用新型通过双比例阀进行压力控制的系统的示意图;

[0017] 图2为目前常规通过单比例阀进行压力控制的系统示意图;

[0018] 图3为多种阀门流导开度变化曲线;

[0019] 图4为系统流导-控制阀门开度变化曲线;

[0020] 图5为系统流导-控制阀门开度变化曲线局部放大图;

[0021] 图6为系统压力-时间变化曲线;

[0022] 图7为本实用新型通过多比例阀进行压力控制的系统的第二种实施例的结构示意图;

[0023] 附图标记说明:1、质量流量控制器;2、第一压力计;3、控制系统;4、反应腔室;5、控制阀门;6、真空泵;7、主控阀门;8、次控阀门;9、第二压力计;10、缓冲罐;11、第一控制系统;12、第二控制系统。

具体实施方式

[0024] 下面将结合本实用新型实施例中的附图,对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本实用新型保护的范围。

[0025] 实施例一:

[0026] 如图1所示,本实施例提供一种通过双比例阀进行压力控制的系统,包括质量流量控制器1、主控阀门7、次控阀门8、真空泵6、第一压力计2和控制系统3;质量流量控制器1一端与气源相连通,质量流量控制器1另一端与反应腔室4相连通;第一压力计2设置于反应腔室4上,第一压力计2用于监测反应腔室4内的压力;反应腔室4上设置有一抽气管路,压力主控阀门7、压力次控阀门8和真空泵6串联于抽气管路上;质量流量控制器1、主控阀门7、次控阀门8、和第一压力计2均与控制系统3信号连接。

[0027] 于本具体实施例中,主控阀门7,次控阀门8具体种类不限,可使用蝶阀,挡板阀,插板阀,球阀等。于其他具体实施例中,也可以采用三重阀门或多重阀门,以增加设备的灵活性。

[0028] 如图2所示,目前常规通过单比例阀进行压力控制的系统,包括质量流量控制器1、控制阀门5、真空泵6、第一压力计2和控制系统3;质量流量控制器1一端与气源相连通,质量

流量控制器1另一端与反应腔室4相连通;第一压力计2设置于反应腔室4上,第一压力计2用于监测反应腔室4内的压力;反应腔室4上设置有一抽气管路,控制阀门5和真空泵6串联于抽气管路上;质量流量控制器1、控制阀门5、和第一压力计2均与控制系统3 信号连接。

[0029] 双比例阀压力控制系统中,系统流导为 C_4 ,主控阀门流导为 C_5 ,次控阀门流导为 C_6 ,管路流导为 C_7 ,

[0030] 单比例阀压力控制系统中,系统流导为 C_1 ,控制阀门流导为 C_2 ,管路流导为 C_3 。

[0031] 炉内压力为 p ,泵口压力为 p_3 ,主控阀门和次控阀门之间的压力为 p_2

[0032] 流导表示通道通过气体的能力。流导为气体传输部件本身的性质,通常与通道的途径,长度以及气体流通有关,设通道流导为 C ,气流量为 Q ,通道两端压差为 Δp ,在稳定状态下,通道流导 C 等于通道气流量 Q 除以通道两端压强差 Δp 。

$$[0033] \quad C = \frac{Q}{\Delta p}$$

[0034] 参考图3,阀门的流量特性曲线是指阀门两端压差保持恒定的条件下,气体流经比例阀的相对流量与其开度的关系,开度越大,通过气体能力越强。为简化运算过程,因此将阀门的流量特性曲线理想化,设阀门流量特性曲线为直线型。

$$[0035] \quad Q = k_1 x$$

[0036] k_1 为相应比例系数, x 为阀门开度。

$$[0037] \quad C = \frac{Q}{\Delta p}$$

$$[0038] \quad C = \frac{k_1 x}{\Delta p}$$

[0039] 在实际工艺生产中, p 为设定压力值,即控制对象, p_3 为泵入口压力,阀门两侧压力差 Δp 为相对恒定值。

$$[0040] \quad \text{设} \frac{k_1}{\Delta p} = k$$

$$[0041] \quad C = kx$$

[0042] 上述公式为阀门流导与开度关系式

[0043] 在双比例阀压力控制系统中,设主控阀门7的型号与单比例阀压力控制系统中的控制阀门5同型号,在开度相同情况下

$$[0044] \quad C_2 = C_5 = kx$$

[0045] 在单比例阀压力控制系统中

$$[0046] \quad C_1 = \frac{1}{\frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$

[0047] 实际控压时,阀门在小开度范围内工作,阀门极大限制了气体的流通,管路流导 C_3 远大于阀门流导 C_2 。通过近似运算可得

[0048] $C_1 \approx C_2$

[0049] $C_1 \approx kx \quad (1)$

[0050] 在双比例阀压力控制系统中

[0051]
$$C_4 = \frac{1}{\frac{1}{C_5} + \frac{1}{C_6} + \frac{1}{C_7}}$$

[0052] 同理忽略管道流导影响,通过近似运算可得

[0053]
$$C_4 \approx \frac{1}{\frac{1}{C_5} + \frac{1}{C_6}}$$

[0054]
$$C_4 \approx \frac{C_5 C_6}{C_5 + C_6}$$

[0055]
$$C_4 \approx \frac{C_6}{kx + C_6} * kx \quad (2)$$

[0056] 因为 $C_6 \geq 0$, 由公式 (1) 和公式 (2) 比较可得

[0057] $C_4 \leq C_1$

[0058] 通过调节 C_6 , 即次控阀门的流导, 可改变双比例阀压力控制系统的系统流导阀门开度曲线, 使其在一定范围内进行调整。

[0059] 结合上述公式 (1) (2), 做出图4曲线, 双比例阀压力控制系统的流导开度变化曲线应在单比例阀压力控制系统的流导开度变化曲线下方的三角阴影区域, 所以双比例阀压力控制系统的流导开度变化曲线比单比例阀压力控制系统的流导开度变化曲线要更平缓 (整体斜率更低), 并且可以通过调节 C_6 来调节曲线的斜率。即使阀门的特性曲线不同, 具体曲线形状也不同, 但双比例阀压力控制系统的流导开度变化曲线总是处于单比例阀压力控制系统的流导开度变化曲线下方的三角阴影区域, 并且曲线变缓和的趋势是不变的。在单比例阀压力控制系统的流导开度变化曲线下方的三角阴影区域任画一条双比例阀压力控制系统的流导开度变化曲线如图4所示。将图4局部放大后如图5所示, 当控制阀门的开度变化都为1%时, 单比例阀压力控制系统的系统流导变化值为1%, 双比例阀压力控制系统的系统流导变化值为0.5%。因系统流导的变化值与压力控制精度直接相关, 变化值越小压力控制精度越高, 故双比例阀压力控制系统的控压精度要比单比例阀压力控制系统的控压精度高。

[0060] 因阀门的几何特性, 实际阀门流导开度变化曲线并非正比例函数, 并且存在最适合控压的流导范围, 在此范围内对应流导开度变化曲线更加平缓。在单比例阀压力控制系统中控制阀门5和管道流导即为系统流导, 系统流导为定值无法调节。在双比例阀压力控制系统中主控阀门7为控压阀门, 可通过次控阀门8的流导变化调节主控阀门7的流导, 使主控阀门7切入到最适合控压的流导范围内, 提高压力控制精度。

[0061] 在双比例阀门控制系统下, 在工艺长时间运行时, 可更改次控阀门的开度, 调整主控阀门的开度变化范围, 避免主控阀门因长时间在单一开度范围内运行导致阀门过度磨损, 从而延长设备寿命。

[0062] 在相同条件下测试双比例阀压力控制系统和单比例阀压力控制系统在相同条件下且进气流量为500sccm,控制压力为800pa,实测腔室压力变化曲线,如图6所示。

[0063] 实施例二:

[0064] 如图7所示,本实施例提供一种通过双比例阀进行压力控制的系统,包括质量流量控制器1、主控阀门7、次控阀门8、真空泵6、第一压力计2、第二压力计9、缓冲罐10、第一控制系统11和第二控制系统12;质量流量控制器1一端与气源相连通,质量流量控制器1另一端与反应腔室4相连通;第一压力计2设置于反应腔室4上,第一压力计2用于监测反应腔室4内的压力;第二压力计9设置于缓冲罐10上,第二压力计8用于监测缓冲罐10 内的压力;反应腔室4上设置有一抽气管路,压力主控阀门7、缓冲罐10、压力次控阀门8和真空泵6串联于抽气管路上;质量流量控制器1、主控阀门7和第一压力计2均与第一控制系统11信号连接;第二压力计9与次控阀门8与第二控制系统12信号连接。

[0065] 第一控制系统11通过调节主控阀门7的开度控制反应腔室4的压力,第二控制系统12通过调节次控阀门8的开度调节缓冲罐10的压力。因系统在运行时真空泵会因为外部的电流突变等干扰导致抽速不恒定,造成泵口压力 p_3 变化。在单阀门压力控制系统中,泵口压力 p_3 变化会直接导致反应腔室4的压力变化,影响压力控制精度。在双阀门压力控制系统中通过在主控阀门7和次控阀门8中间设置缓冲罐10,并通过次控阀门8控制缓冲罐10 内的压力。在泵口压力 p_3 变化时,通过次控阀门8控制缓冲罐10内的压力稳定,泵口压力 p_3 变化不直接影响腔室内压力,使反应腔室4压力变化更小,从而提高系统的稳定性。

[0066] 需要说明的是,对于本领域技术人员而言,显然本实用新型不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本实用新型的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本实用新型。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本实用新型的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本实用新型内,不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0067] 本说明书中应用了具体个例对本实用新型的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本实用新型的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本实用新型的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本实用新型的限制。

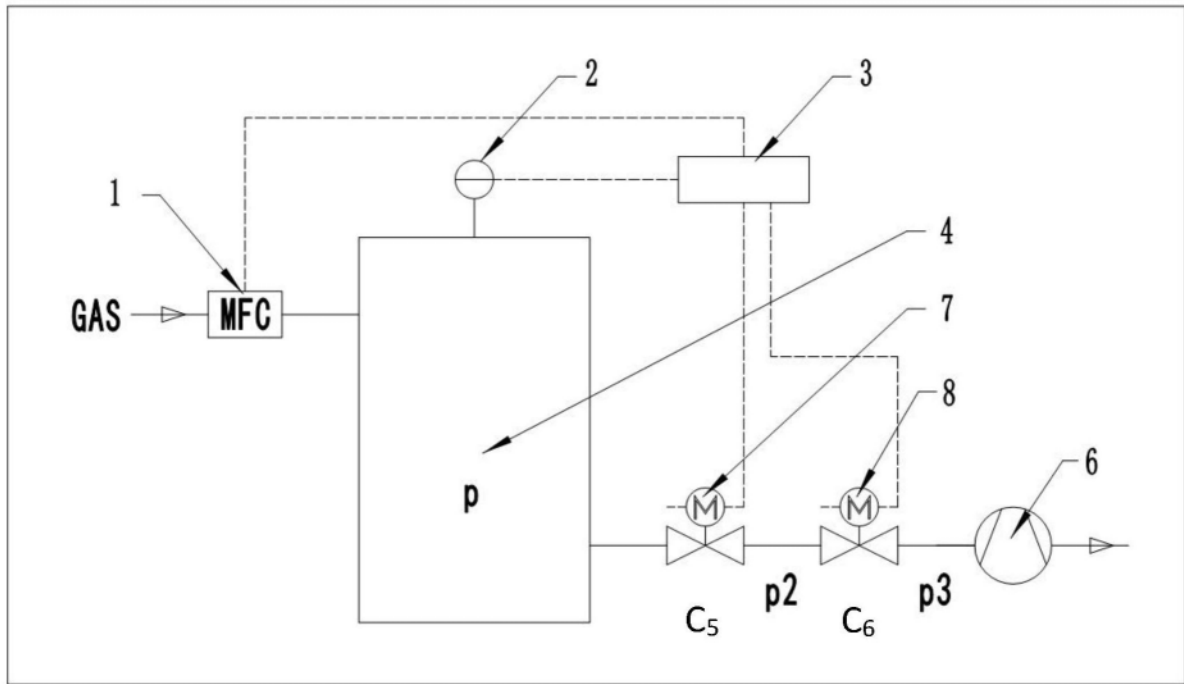


图1

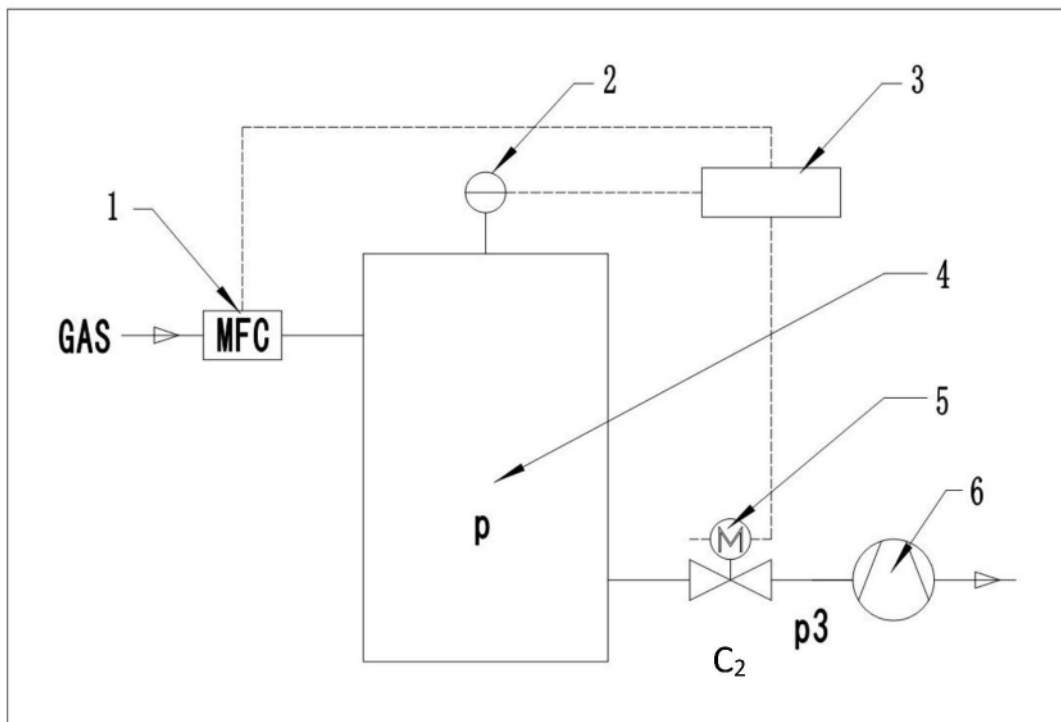


图2

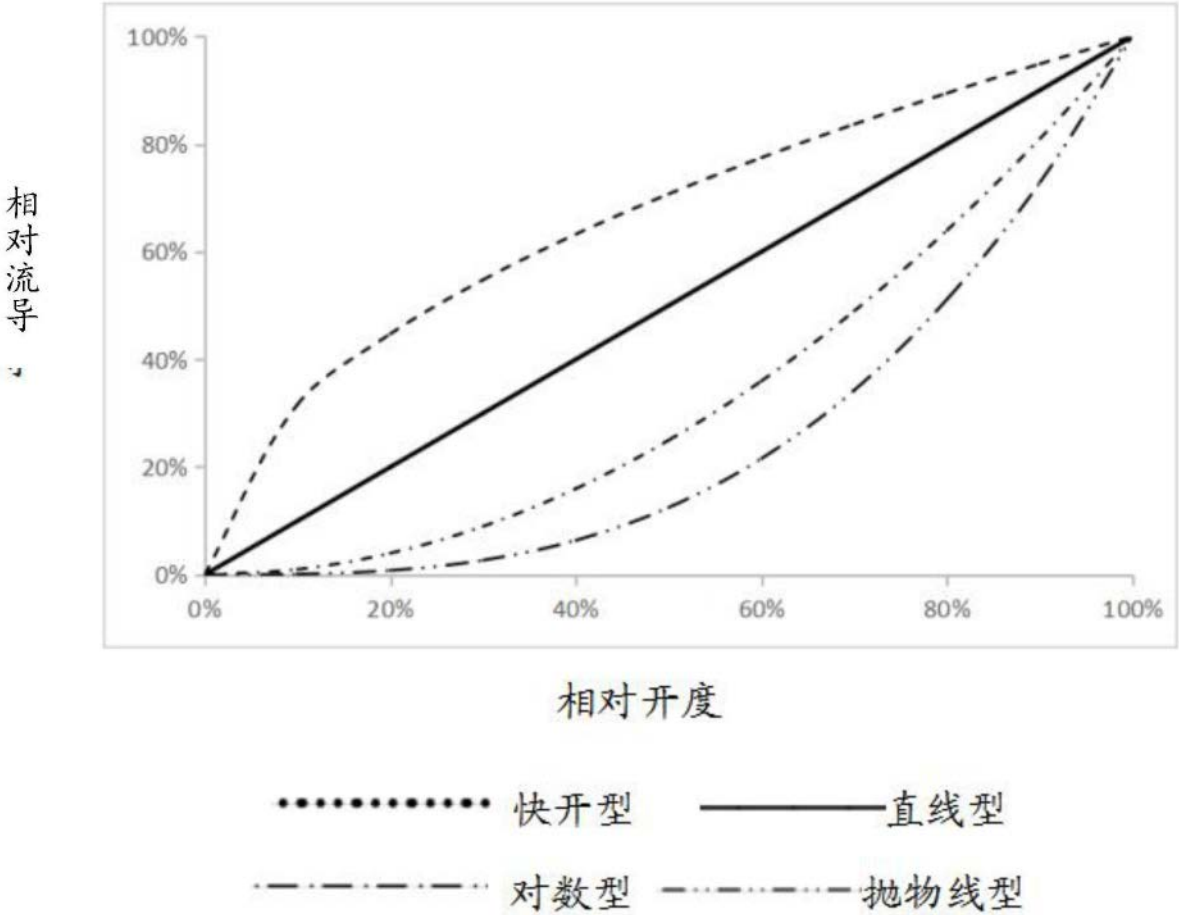


图3

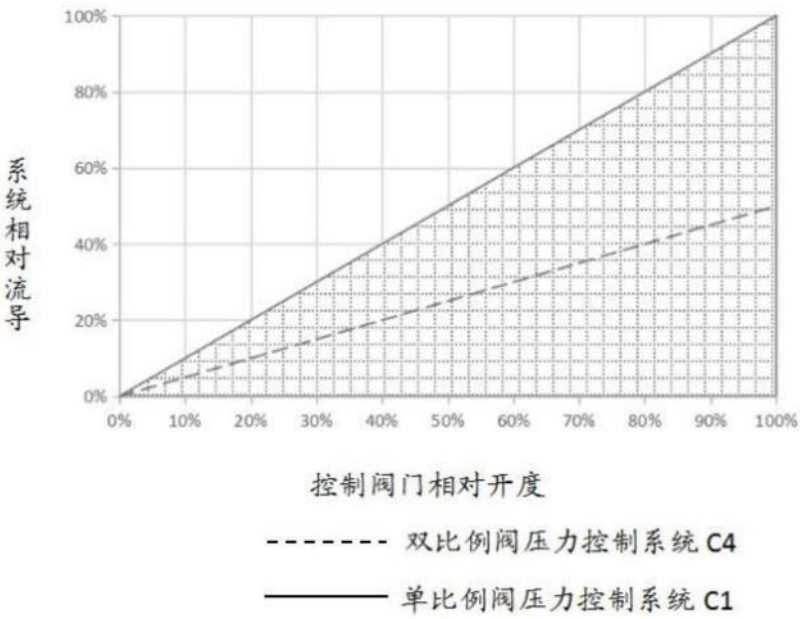


图4

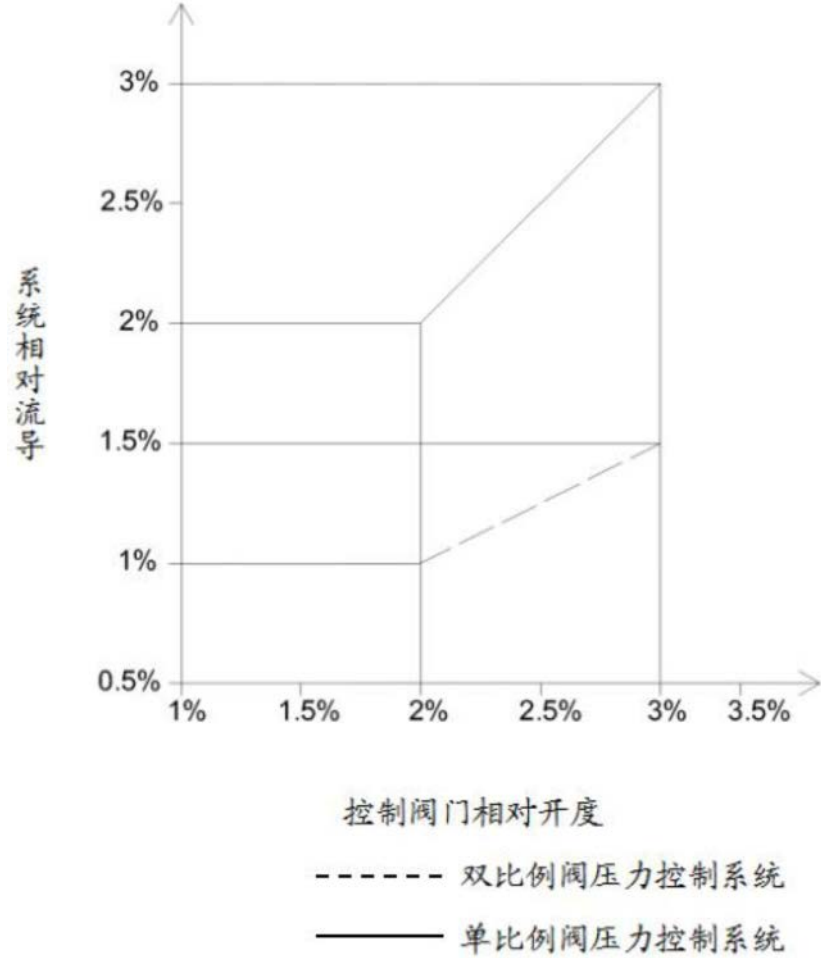


图5

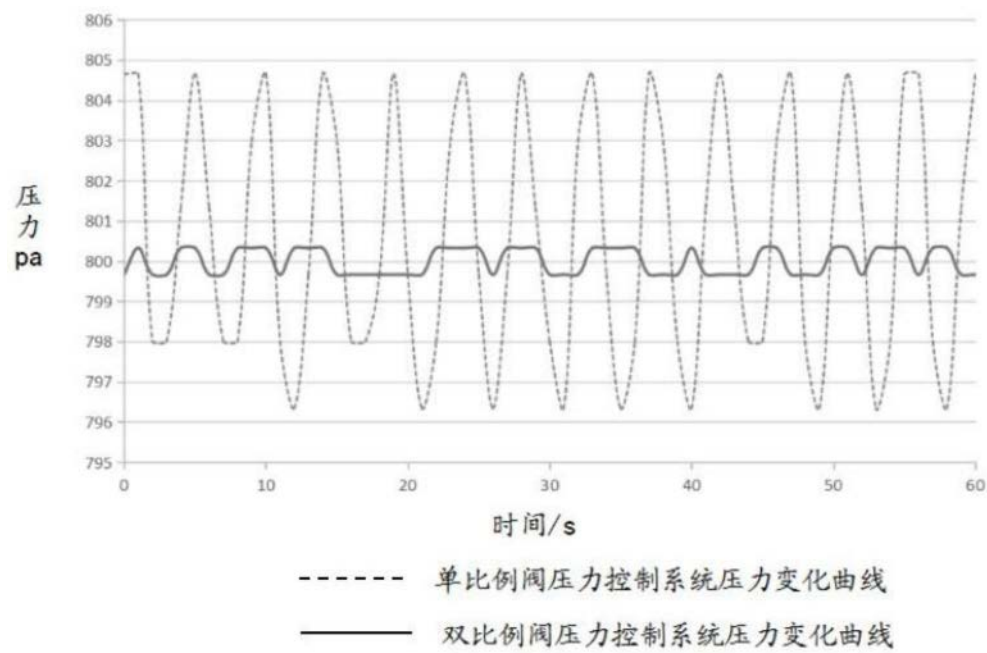


图6

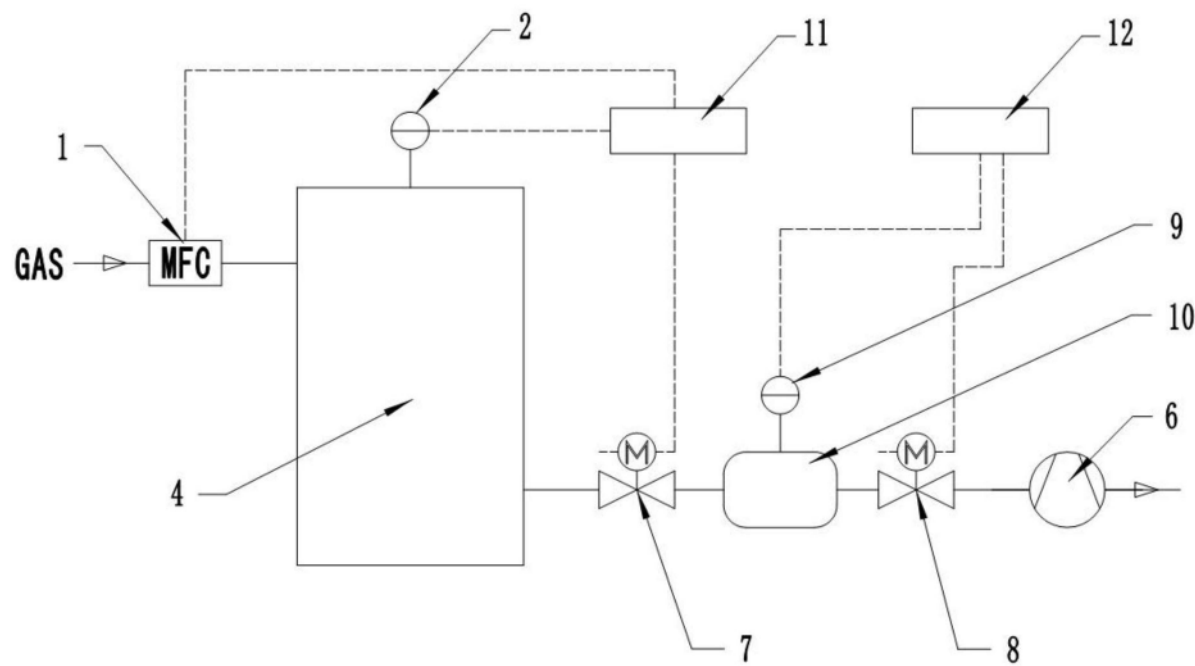


图7