



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0137654
(43) 공개일자 2024년09월20일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05D 7/06 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G05D 7/06 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7028019
- (22) 출원일자(국제) 2023년03월15일
심사청구일자 2024년08월21일
- (85) 번역문제출일자 2024년08월21일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2023/010113
- (87) 국제공개번호 WO 2023/182105
국제공개일자 2023년09월28일
- (30) 우선권주장
JP-P-2022-045363 2022년03월22일 일본(JP)

- (71) 출원인
가부시키가이샤 후지킨
일본 오사카후 오사카시 니시쿠 이타치보리 2-3-2
도쿄엘렉트론가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고
- (72) 발명자
니시노 코우지
일본 오사카후 오사카시 니시쿠 이타치보리 2-3-2
가부시키가이샤 후지킨 나이
히라타 카오루
일본 오사카후 오사카시 니시쿠 이타치보리 2-3-2
가부시키가이샤 후지킨 나이
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
하영욱

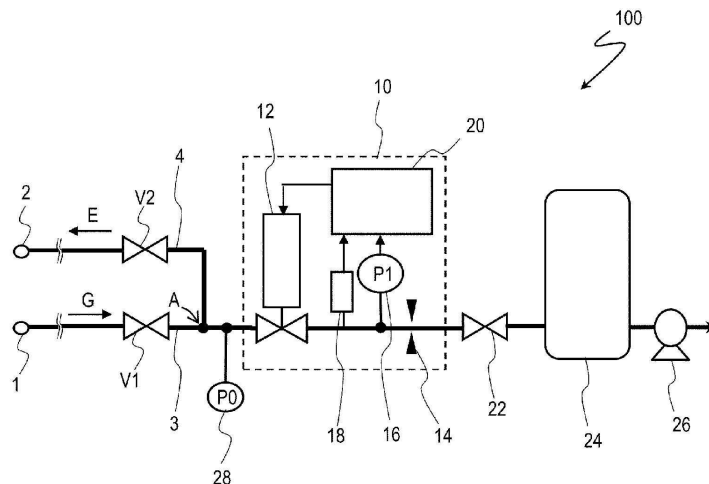
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **유량 제어 장치의 배기 구조, 배기 방법 및 그것을 구비한 가스 공급 시스템 및 가스 공급 방법**

(57) 요약

유량 제어 장치(10)의 배기 구조는 유체 입구(13i)와 유체 출구(13o)를 연통하는 본체 유로(13)를 형성한 본체(11), 본체 유로 상에 설치된 컨트롤 밸브(12), 컨트롤 밸브의 하류에 설치된 스톱틀부(14), 및 컨트롤 밸브와 스톱틀부 사이의 압력을 측정하는 압력 센서(16)를 구비하는 유량 제어 장치(10)와, 유량 제어 장치에 가스를 공급하는 가스원(2)과, 가스원과 유량 제어 장치 사이의 가스 공급로 상의 분기점(A)에서 분기하는 배기로(4)를 구비하고, 분기점보다 상류의 가스 공급로(3)에 제 1 밸브(V1)를 설치함과 아울러, 배기로에 제 2 밸브(V2)를 설치하고, 제 1 유량을 제어하고 있는 상태에서부터 제 2 유량의 제어로 변경했을 때, 컨트롤 밸브(12)가 열린 상태에서 제 1 밸브(V1)를 닫음과 아울러 제 2 밸브(V2)를 여는 것에 의해, 컨트롤 밸브부터 스톱틀부 사이에 고여 있는 가스를 배기로(4)로부터 배기한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

스기타 카츠유키

일본 오사카후 오사카시 니시쿠 이타치보리 2-3-2
가부시키키가이샤 후지킨 나이

오가와 신야

일본 오사카후 오사카시 니시쿠 이타치보리 2-3-2
가부시키키가이샤 후지킨 나이

이데구치 케이스케

일본 오사카후 오사카시 니시쿠 이타치보리 2-3-2
가부시키키가이샤 후지킨 나이

이케다 노부카즈

일본 오사카후 오사카시 니시쿠 이타치보리 2-3-2
가부시키키가이샤 후지킨 나이

사와치 아츠시

일본 미야기켄 쿠로카와군 타이와쵸 테크노 힐즈 1
도쿄엘렉트론미야기가부시키키가이샤 나이

명세서

청구범위

청구항 1

유체 입구와 유체 출구를 연통하는 본체 유로를 형성한 본체, 상기 본체 유로 상에 설치된 컨트롤 밸브, 상기 컨트롤 밸브의 하류에 설치된 스로틀부, 및 상기 컨트롤 밸브와 상기 스로틀부 사이에 있는 상기 본체 유로의 압력을 측정하는 압력 센서를 구비하는 유량 제어 장치와,

상기 유량 제어 장치에 가스를 공급하는 가스원과,

상기 가스원과 유량 제어 장치 사이의 가스 공급로 상의 분기점에서 분기하는 배기로를 구비하고,

상기 분기점보다 상류의 상기 가스 공급로에 제 1 밸브를 설치함과 아울러, 상기 배기रो에 제 2 밸브를 설치하고,

상기 제 1 밸브, 상기 제 2 밸브, 및 상기 컨트롤 밸브의 동작을 제어하는 제어부를 갖고,

상기 제어부는, 제 1 유량을 제어하고 있는 상태에서 제 2 유량의 제어로 변경했을 때, 상기 컨트롤 밸브가 열린 상태에서, 상기 제 1 밸브를 닫음과 아울러 상기 제 2 밸브를 여는 것에 의해, 상기 컨트롤 밸브부터 상기 스로틀부의 사이에 고여 있는 상기 가스를 상기 배기로부터 배기하는, 유량 제어 장치의 배기 구조.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 유량으로부터 제 2 유량으로 유량을 변경할 때, 상기 컨트롤 밸브와 상기 스로틀부 사이의 가스의 배기를 행하기 전에, 상기 제 1 밸브를 닫고 상기 제 2 밸브를 열고 아울러 상기 컨트롤 밸브를 일단 닫음으로써, 상기 제 1 밸브와 상기 컨트롤 밸브 사이의 가스를 미리 배기하도록 구성되어 있는, 유량 제어 장치의 배기 구조.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 컨트롤 밸브와 상기 제 1 밸브 사이의 유로의 압력을 측정하는 공급 압력 센서를 더 구비하고,

상기 제 1 유량으로부터 제 2 유량으로 유량을 변경할 때, 상기 공급 압력 센서의 출력에 의거해서 상기 컨트롤 밸브의 개폐 동작을 제어하도록 구성되어 있는, 유량 제어 장치의 배기 구조.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 컨트롤 밸브와 상기 분기점 사이에 배치된 완화부를 더 구비하고 있는, 유량 제어 장치의 배기 구조.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

복수의 상기 가스 공급로 및 대응하는 복수의 상기 유량 제어 장치를 구비하고, 상기 복수의 가스 공급로의 각각에 있어서 상기 제 1 밸브가 설치되어 있는 한편, 상기 제 2 밸브를 구비하는 상기 배기రో가 상기 복수의 가스 공급로에 대하여 공통으로 접속되어 있는, 유량 제어 장치의 배기 구조.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

복수의 상기 가스 공급로 및 대응하는 복수의 상기 유량 제어 장치를 구비하고, 상기 복수의 가스 공급로 및 상기 배기రో가 하나의 유로 블록 내에 형성되어 있고, 상기 하나의 유로 블록에 상기 제 1 밸브 및 상기 제 2 밸

브가 고정되어 있는, 유량 제어 장치의 배기 구조.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 유량 제어 장치의 배기 구조를 포함하는 가스 공급 시스템으로서, 상기 컨트롤 밸브와 상기 스로틀부 사이의 가스를 제 2 유량에 해당하는 압력으로 될 때까지 상기 배기한 후, 상기 제 2 밸브를 폐쇄하고, 상기 제 1 밸브 및 상기 컨트롤 밸브를 열어, 제 2 유량으로 제어를 행하도록 구성되어 있는, 가스 공급 시스템.

청구항 8

유체 입구와 유체 출구를 연통하는 본체 유로를 형성한 본체, 상기 본체 유로 상에 설치된 컨트롤 밸브, 상기 컨트롤 밸브의 하류에 설치된 스로틀부 및 상기 컨트롤 밸브와 스로틀부 사이에 있는 상기 본체 유로의 압력을 측정하는 압력 센서를 구비하는 유량 제어 장치와,

상기 유량 제어 장치에 가스를 공급하는 가스원과,

상기 가스원과 유량 제어 장치 사이의 가스 유로 상의 분기점에서 분기하는 배기로를 구비하고,

상기 분기점보다 상류의 상기 가스 공급로에 제 1 밸브를 설치함과 아울러, 상기 배기रो에 제 2 밸브를 설치해서 구성된 유량 제어 장치의 배기 구조를 이용해서 행하여지는 유량 제어 장치의 배기 방법으로서,

제 1 유량을 제어하고 있는 상태에서부터 제 2 유량의 제어로 변경하는 신호를 출력하는 스텝과,

상기 컨트롤 밸브가 열린 상태에서 상기 제 1 밸브를 닫음과 아울러 상기 제 2 밸브를 여는 스텝과,

상기 컨트롤 밸브부터 스로틀부 사이에 고여 있는 상기 유체를 상기 배기 장치에 배기하는 스텝을 갖는, 유량 제어 장치의 배기 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 유량을 제어하고 있는 상태에서부터 제 2 유량의 제어로 변경하는 신호를 출력하는 스텝 후, 상기 컨트롤 밸브와 상기 스로틀부 사이의 가스의 배기를 행하기 전에, 상기 제 1 밸브를 닫고 상기 제 2 밸브를 열고 아울러 상기 컨트롤 밸브를 일단 닫음으로써, 상기 제 1 밸브와 상기 컨트롤 밸브 사이의 가스를 미리 배기를 하고 나서 상기 컨트롤 밸브를 여는 스텝을 포함하는, 유량 제어 장치의 배기 방법.

청구항 10

제 8 항 또는 제 9 항에 기재된 유량 제어 장치의 배기 방법을 포함하는 가스 공급 방법으로서, 상기 컨트롤 밸브부터 스로틀부 사이에 고여 있는 상기 유체를 상기 배기 장치에 배기하는 스텝 후, 상기 제 2 밸브를 폐쇄하고, 상기 제 1 밸브 및 상기 컨트롤 밸브를 열어, 제 2 유량으로 제어를 행하는 스텝을 포함하는, 가스 공급 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 반도체 제조 설비나 화학 플랜트 등에서 사용되는 유량 제어 장치의 배기 구조 및 배기 방법 그리고 그것들을 사용한 가스 공급 시스템 및 가스 공급 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 제조 장치나 화학 플랜트에 있어서, 재료 가스나 에칭 가스 등의 유량을 제어하기 위해서, 다양한 유량 계 및 유량 제어 장치가 이용되고 있다. 이 중에서 압력식 유량 제어 장치는 컨트롤 밸브와 스로틀부(예를 들면 오리피스 플레이트나 임계 노즐)를 조합한 비교적 간단한 기구에 의해 각종 유체의 질량 유량을 고정밀도로 제어할 수 있으므로 널리 이용되고 있다. 압력식 유량 제어 장치는 열식 유량 제어 장치와는 달리, 일차측 공급압 즉 컨트롤 밸브 상류측의 압력이 크게 변동해도 안정적인 유량 제어를 행할 수 있다는 우수한 유량 제어 특성을 갖고 있다.

[0003] 압력식 유량 제어 장치에는 스톱밸브 상류측의 유체 압력(이하, 상류 압력(P1)이라고 부르는 경우가 있다)을 제어함으로써 유량을 조정하는 것이 있다. 임계 팽창 조건(상류 압력(P1)/하류 압력(P2)≥약 2: 아르곤 가스의 경우)을 충족시킬 때, 스톱밸브 하류측의 하류 압력(P2)의 크기에 관계 없이, 스톱밸브를 흐르는 가스의 유속은 음속으로 고정되고, 스톱밸브의 하류측으로 흐르는 가스의 질량 유량은 상류 압력(P1)에 비례한다. 이 때문에, 스톱밸브의 상류측에 설치한 컨트롤 밸브를 사용해서 상류 압력(P1)을 적절히 제어함으로써, 정밀하게 유량 제어를 행하는 것이 가능하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 국제공개 제2015/064035호
 (특허문헌 0002) 일본 특허공개 2013-231460호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 단, 압력식 유량 제어 장치는 스톱밸브의 미세 구멍을 통해서 가스를 흐르게 하는 구성이기 때문에, 유량을 저하시키기 위해서 컨트롤 밸브의 개방도를 작게 한 후에도, 컨트롤 밸브와 스톱밸브 사이의 잔류 가스의 압력이 급격하게는 내려가지 않아, 예를 들면 1초 정도의 비교적 긴 시간을 걸쳐 유출되는 경우가 있다. 이 때문에, 압력식 유량 제어 장치에는 유량 저하, 즉 제어 유량을 대유량으로부터 소유량으로 변경할 때의 응답성을 보다 향상시키기 위해서 잔류 가스를 가능한 한 빠르게 배출해야 한다는 과제가 있었다.

[0006] 이에 대하여, 특허문헌 1에는 가스 공급량을 스텝 형상으로 저하시키는, 소위 유량의 스텝 다운 제어를 행할 때에, 보다 신속하게 컨트롤 밸브와 스톱밸브 간의 가스 압력을 저하시키기 위한 기술이 개시되어 있다. 특허문헌 1에 기재된 압력식 유량 제어 장치에서는 컨트롤 밸브와 스톱밸브 사이의 위치에 분기로서의 배기구가 접속되어 있고, 유량 스텝 다운 시에는 배기구에 설치된 배기 밸브를 단기간 여는 것에 의해, 보다 급속하게 상류 압력(P1)을 저하시키도록 하고 있다.

[0007] 그러나, 특허문헌 1에 기재된 방법에서는, 압력식 유량 제어 장치의 컨트롤 밸브와 스톱밸브 사이의 위치에 배기구 및 배기 밸브를 설치할 필요가 있기 때문에, 압력식 유량 제어 장치의 내부 구조가 아무래도 복잡해지기 쉽다는 문제가 있었다. 또한, 특허문헌 1에 기재된 방법에서는, 기존의 압력식 유량 제어 장치에 대하여, 개조에 의해 부가적으로 배기 기능을 부여하는 것이 용이하지는 않았기 때문에, 다시 설계한 압력식 유량 제어 장치가 사용되는 경우가 많았다.

[0008] 본 발명은 상기 과제를 감안하여 이루어진 것으로, 기존의 유량 제어 장치의 구성을 이용하면서도, 유량 스텝 다운의 응답성을 향상시킬 수 있는 유량 제어 장치의 배기 구조 및 배기 방법 그리고 그것들을 이용한 가스 공급 시스템 및 가스 공급 방법을 제공하는 것을 그 주된 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 실시형태에 의한 유량 제어 장치의 배기 구조는 유체 입구와 유체 출구를 연통하는 본체 유로를 형성한 본체, 상기 본체 유로 상에 설치된 컨트롤 밸브, 상기 컨트롤 밸브의 하류에 설치된 스톱밸브, 및 상기 컨트롤 밸브와 상기 스톱밸브 사이에 있는 상기 본체 유로의 압력을 측정하는 압력 센서를 구비하는 유량 제어 장치와, 상기 유량 제어 장치에 가스를 공급하는 가스원과, 상기 가스원과 유량 제어 장치 사이의 가스 공급로 상의 분기점에서 분기하는 배기로를 구비하고, 상기 분기점보다 상류의 상기 가스 공급로에 제 1 밸브를 설치함과 아울러, 상기 배기구에 제 2 밸브를 설치하고, 상기 제 1 밸브, 상기 제 2 밸브, 및 상기 컨트롤 밸브의 동작을 제어하는 제어부를 갖고, 상기 제어부는 제 1 유량을 제어하고 있는 상태에서부터 제 2 유량의 제어로 변경했을 때, 상기 컨트롤 밸브가 열린 상태에서 상기 제 1 밸브를 닫음과 아울러 상기 제 2 밸브를 여는 것에 의해, 상기 컨트롤 밸브로부터 상기 스톱밸브 사이에 고여 있는 상기 가스를 상기 배기로부터 배기한다.

[0010] 어느 실시형태에 있어서, 상기 제 1 유량으로부터 제 2 유량으로 유량을 변경할 때, 상기 컨트롤 밸브와 상기 스톱밸브 사이의 가스의 배기를 행하기 전에, 상기 제 1 밸브를 닫고 상기 제 2 밸브를 열고 아울러 상기 컨트롤

를 밸브를 일단 닫음으로써, 상기 제 1 밸브와 상기 컨트롤 밸브 사이의 가스를 미리 배기하도록 구성되어 있다.

- [0011] 어느 실시형태에 있어서, 상기 유량 제어 장치의 배기 구조는 상기 컨트롤 밸브와 상기 제 1 밸브 사이의 유로의 압력을 측정하는 공급 압력 센서를 더 구비하고, 상기 제 1 유량으로부터 제 2 유량으로 유량을 변경할 때, 상기 공급 압력 센서의 출력에 의거하여 상기 컨트롤 밸브의 개폐 동작을 제어하도록 구성되어 있다.
- [0012] 어느 실시형태에 있어서, 상기 유량 제어 장치의 배기 구조는 상기 컨트롤 밸브와 상기 분기점 사이에 배치된 완화부를 더 구비하고 있다.
- [0013] 어느 실시형태에 있어서, 복수의 상기 가스 공급로 및 대응하는 복수의 상기 유량 제어 장치를 구비하고, 상기 복수의 가스 공급로 각각에 있어서 상기 제 1 밸브가 설치되어 있는 한편, 상기 제 2 밸브를 구비하는 상기 배기로가 상기 복수의 가스 공급로에 대하여 공통으로 접속되어 있다.
- [0014] 어느 실시형태에 있어서, 복수의 상기 가스 공급로 및 대응하는 복수의 상기 유량 제어 장치를 구비하고, 상기 복수의 가스 공급로 및 상기 배기로가 하나의 유로 블록 내에 형성되어 있고, 상기 하나의 유로 블록에 상기 제 1 밸브 및 상기 제 2 밸브가 고정되어 있다.
- [0015] 본 발명의 실시형태에 의한 가스 공급 시스템은 상기 어느 하나에 기재된 유량 제어 장치의 배기 구조를 포함하고, 상기 컨트롤 밸브와 상기 스로틀부 사이의 가스를 제 2 유량에 상당하는 압력이 될 때까지 상기 배기한 후, 상기 제 2 밸브를 폐쇄하고, 상기 제 1 밸브 및 상기 컨트롤 밸브를 열어, 제 2 유량으로 제어를 행하도록 구성되어 있다.
- [0016] 본 발명의 실시형태에 의한 유량 제어 장치의 배기 방법은 유체 입구와 유체 출구를 연통하는 본체 유로를 형성한 본체, 상기 본체 유로 상에 설치된 컨트롤 밸브, 상기 컨트롤 밸브의 하류에 설치된 스로틀부 및 상기 컨트롤 밸브와 스로틀부 사이에 있는 상기 본체 유로의 압력을 측정하는 압력 센서를 구비하는 유량 제어 장치와, 상기 유량 제어 장치에 가스를 공급하는 가스원과, 상기 가스원과 유량 제어 장치 사이의 가스 유로 상의 분기점에서 분기하는 배기로를 구비하고, 상기 분기점보다 상류의 상기 가스 공급로에 제 1 밸브를 설치함과 아울러, 상기 배기로에 제 2 밸브를 설치해서 구성된 유량 제어 장치의 배기 구조를 이용해 행하여지는 유량 제어 장치의 배기 방법으로서, 제 1 유량을 제어하고 있는 상태에서부터 제 2 유량의 제어로 변경하는 신호를 출력하는 스텝과, 상기 컨트롤 밸브가 열린 상태에서, 상기 제 1 밸브를 닫음과 아울러 상기 제 2 밸브를 여는 스텝과, 상기 컨트롤 밸브부터 스로틀부 사이에 고여 있는 상기 유체를 상기 배기 장치에 배기하는 스텝을 갖는다.
- [0017] 어느 실시형태에 있어서, 상기 유량 제어 장치의 배기 방법은 상기 제 1 유량을 제어하고 있는 상태에서부터 제 2 유량의 제어로 변경하는 신호를 출력하는 스텝 후, 상기 컨트롤 밸브와 상기 스로틀부 사이의 가스의 배기를 행하기 전에, 상기 제 1 밸브를 닫고 상기 제 2 밸브를 열고 아울러 상기 컨트롤 밸브를 일단 닫음으로써, 상기 제 1 밸브와 상기 컨트롤 밸브 사이의 가스를 미리 배기를 하고 나서 상기 컨트롤 밸브를 여는 스텝을 포함한다.
- [0018] 본 발명의 실시형태에 의한 가스 공급 방법은 상기 유량 제어 장치의 배기 방법을 포함하고, 상기 컨트롤 밸브부터 스로틀부 사이에 고여 있는 상기 유체를 상기 배기 장치에 배기하는 스텝 후, 상기 제 2 밸브를 폐쇄하고, 상기 제 1 밸브 및 상기 컨트롤 밸브를 열어, 제 2 유량으로 제어를 행하는 스텝을 포함한다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명의 실시형태에 의한 유량 제어 장치의 배기 구조를 이용한 가스 공급 시스템 및 배기 방법을 이용한 가스 공급 방법에 의하면, 유량 스텝 다운 시의 응답성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 실시형태에 의한 유량 제어 장치의 배기 구조를 이용한 가스 공급 시스템을 나타내는 모식도이다.
- 도 2는 가스 공급 시스템이 구비하는 유량 제어 장치의 구성예를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 다른 실시형태에 의한 유량 제어 장치의 배기 구조를 이용한 가스 공급 시스템을 나타내는 모식도이다.
- 도 4는 본 실시형태에 의한 유량 스텝 다운 동작을 행할 때의 밸브 개폐 동작을 나타내는 도면이고, (a)~(d)는

순차적인 스텝을 나타낸다.

도 5는 본 실시형태에 의한 유량 스텝 다운 동작을 행할 때의, 상류 압력(P1) 및 컨트롤 밸브 개방도(CV)의 시간 변화를 나타내는 그래프이다.

도 6은 유량 스텝 다운 시의 각 신호의 일례를 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시형태에 의한 유량 제어 장치의 배기 동작을 포함하는 가스 공급 동작을 나타내는 플로우 차트이다.

도 8은 복수의 가스 공급 라인에 대하여 공통의 1의 배기구가 설치된 실시형태를 나타내는 도면이다.

도 9는 복수의 가스 공급 라인의 가스 공급로 및 배기로를 1의 금속 블록 내에 형성하는 실시형태를 나타내는 도면이고, (a)는 단면도, (b)는 평면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 본 발명의 실시형태에 대해서 도면을 참조하면서 상세하게 설명하지만, 본 발명은 이하에 설명하는 실시형태에 한정되는 것은 아니다.
- [0022] 도 1은 본 실시형태에 의한 가스 공급 시스템(100)을 나타낸다. 가스 공급 시스템(100)은 가스원(1)로부터의 가스(G)를, 가스 공급로(3)에 설치된 압력식 유량 제어 장치(10)를 개재해서 프로세스 챔버(24)에 공급할 수 있다. 압력식 유량 제어 장치(10)의 하류측에는 차단 밸브(22)가 설치되어 있어, 프로세스 챔버(24)에의 가스 공급을 정지할 수 있다. 또한, 프로세스 챔버(24)에는 진공 펌프(26)가 접속되어 있어, 가스 공급 시에 프로세스 챔버(24)나 유로 내를 진공 처리할 수 있다. 차단 밸브(22)로서는, 예를 들면 AOV(공기 구동 밸브)나 전자 밸브가 사용되고, 압력식 유량 제어 장치(10)에 내장되어 있어도 좋다.
- [0023] 본 실시형태의 압력식 유량 제어 장치(10)는 유로에 설치된 스톱틀부(14)와, 스톱틀부(14)의 상류측에 설치된 컨트롤 밸브(12)와, 스톱틀부(14)와 컨트롤 밸브(12) 사이의 상류 압력(P1)을 검출하는 압력 센서(16)와, 스톱틀부(14)와 컨트롤 밸브(12) 사이의 온도를 검출하는 온도 센서(18)를 구비하고 있다. 압력식 유량 제어 장치(10)는 스톱틀부(14) 하류측의 하류 압력(P2)을 측정하는 압력 센서(도시 생략)를 더 구비하고 있어도 좋다. 하류 압력(P2)을 측정하는 압력 센서는 압력식 유량 제어 장치(10)와 일체적으로 설치되어도 좋고, 압력식 유량 제어 장치(10)와는 별도로 설치되어도 좋다.
- [0024] 압력 센서(16)로서는, 예를 들면 반도체 피에조 저항 확산 압력 센서나 캐패시턴스 마노미터가 사용되고, 온도 센서(18)로서는, 예를 들면 축은 저항체나 서미스터가 사용된다. 컨트롤 밸브(12)로서는, 예를 들면 금속제 다이어프램 밸브체를 피에조 액추에이터에 의해 개폐하는 피에조 소자 구동형 밸브(이하, 피에조 밸브라고 칭하는 경우가 있다)가 사용된다. 피에조 밸브는 피에조 소자에 인가하는 구동 전압을 조정함으로써 임의의 개방도로 열 수 있는 밸브(예를 들면 비례판)이다.
- [0025] 또한, 스톱틀부(14)로서는, 예를 들면 오리피스 플레이트나 음속 노즐이 사용되고, 스톱틀부(14)의 개구 지름은, 예를 들면 10~2000 μ m로 설정된다. 스톱틀부(14)로서는, 임의의 흐름 저항체, 즉 유체의 흐름이나 압력 등에 제한을 주는 것이 사용된다.
- [0026] 도 2는 압력식 유량 제어 장치(10)의 예시적인 구성을 나타낸다. 압력식 유량 제어 장치(10)는 유체 입구(13i)와 유체 출구(13o)를 연통하는 본체 유로(13)가 형성된 본체(11)를 사용해서 구성되어 있다. 본체(11)는, 예를 들면 스테인리스강제의 금속 블록으로 형성되고, 본체 유로(13)는 금속 블록에 천공된 가늘고 긴 구멍을 조합함으로써 형성된다. 본체 유로(11) 상에는 컨트롤 밸브(12) 및 스톱틀부(14)가 설치된다. 또한, 본체(11)에는 컨트롤 밸브(12)와 스톱틀부(14) 사이에 있는 본체 유로(13)의 압력을 측정하는 압력 센서(16)가 부착되어 있다. 또한, 도 2에서는, 도 1에 나타난 온도 센서(18) 등을 생략하고 있지만, 온도 센서(18)는, 예를 들면 본체 유로(13)의 근방에까지 천공된 바닥이 있는 세공 내에 배치된다.
- [0027] 다시 도 1을 참조하고, 압력식 유량 제어 장치(10)는 또한 압력 센서(16), 온도 센서(18) 및 컨트롤 밸브(12)에 접속된 제어 회로(20)를 구비하고 있다. 제어 회로(20)는 회로 기판 상에 설치된 CPU, 메모리, A/D 컨버터 등을 내장하고, 후술하는 동작을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 포함하고 있고, 하드웨어 및 소프트웨어의 조합에 의해 실현된다.
- [0028] 프로세스 챔버(24)에 가스를 공급할 때, 제어 회로(20)는 압력 센서(16)의 출력을 이용하여 유량을 구함과 아울러, 스톱틀부(14)를 통과하는 유량이 설정 유량이 되도록 컨트롤 밸브(12)를 제어한다. 보다 구체적으로는, 임

계 팽창 조건($P1/P2 \geq 2$: 아르곤 가스의 경우)을 충족시킬 때에는, 유량 $Q=K1P1$ ($K1$ 은 유체의 종류와 유체 온도에 의존하는 비례 계수)의 관계에 따라서 압력 센서(16)의 출력으로부터 연산 유량을 구하고, 연산 유량이 설정 유량과 동일해지도록 컨트롤 밸브(12)를 피드백 제어한다. 또한, 하류 압력($P2$)을 측정하는 압력 센서(도시 생략)를 갖고 있는 경우, 비임계 팽창 조건하에서도 유량 $Q=K2P2^m(P1-P2)^n$ ($K2$ 는 유체의 종류와 유체 온도에 의존하는 비례 계수, 지수 m, n 은 실제 유량으로부터 도출된 값)의 관계에 따라서 유량 제어를 행할 수 있다. 연산에 의해 구해진 유량은 외부 제어 장치의 표시부에 있어서 유량 출력값으로서 표시되어도 좋다.

[0029] 또한, 본 실시형태의 가스 공급 시스템(100)에 있어서, 압력식 유량 제어 장치(10)의 상류측에는 가스원(1)과 압력식 유량 제어 장치(10) 사이에 제 1 밸브(가스 공급 밸브)($V1$)를 갖는 가스 공급로(3)가 형성되어 있다. 또한, 가스 공급로(3)에 설치된 제 1 밸브($V1$)와 압력식 유량 제어 장치(10) 사이의 분기점(A)에는 제 2 밸브(배기 밸브)($V2$)를 갖는 배기로(4)가 접속되어 있다. 배기로(4)는 배기 장치(2)에 접속되어 있고, 제 2 밸브($V2$)를 여는 것에 의해 가스 공급로(3)로부터의 가스 배기(E)를 행할 수 있다. 제 1 밸브($V1$) 및 제 2 밸브($V2$)로서는, 응답성이 양호한 예를 들면 AOV(공기 구동 밸브), 전자 밸브 또는 전동 밸브 등의 온오프 밸브가 바람직하게 사용되지만, 피에조 밸브 등의 개방도 조정 가능한 밸브를 사용할 수도 있다.

[0030] 또한, 제 1 밸브($V1$)와 압력식 유량 제어 장치(10) 사이에 있어서, 가스 공급로(3)에는 공급 압력($P0$)을 측정하기 위한 공급 압력 센서(28)가 설치되어 있다. 공급 압력 센서(28)는 통상의 가스 공급 시에 있어서, 공급 압력($P0$)이 충분히 높은 값으로 유지되고 있는지를 확인하기 위해서 사용되는 외에, 후술하는 유량 스텝 다운 시에 있어서의 공급 압력($P0$)의 모니터를 위해서 사용된다. 공급 압력 센서(28)로서도, 압력 센서(16)와 마찬가지로, 예를 들면 반도체 피에조 저항 확산 압력 센서나 캐패시턴스 마노미터가 사용되고, 도 1에 나타내는 형태와는 달리, 압력식 유량 제어 장치(10)에 장착되어 있어도 좋다.

[0031] 도 3은 다른 실시형태에 의한 가스 공급 시스템(100a)을 나타낸다. 가스 공급로(3)나 컨트롤 밸브(12)와 스톱틀부(14) 사이의 가스를 배기로(4)를 통해서 급격히 배기한 경우, 컨트롤 밸브(12)보다 하류의 압력($P1$)이 급격한 압력 변동을 일으키기 때문에 불안정한 상태에서 제어를 행하게 되고, 그 결과 유량 제어가 불안정해질 가능성도 있다. 그러한 상황을 방지하기 위해서, 도 3에 나타내는 바와 같이, 압력식 유량 제어 장치(10) 또는 컨트롤 밸브(12)와 분기점(A) 사이에, 배기 시의 가스의 흐름을 어느 정도 완화(제한)하기 위한 완화부(29)를 설치해도 좋다. 이것에 의해, 상류 압력($P1$)의 급격한 압력 변동을 억제하여, 원활한 유량 제어를 행할 수 있도록 된다. 완화부(29)로서는, 스톱틀부(14)에서 사용하고 있는 오리피스나 음속 노즐 등보다는 개구 면적이 큰 것을 사용하면 좋다.

[0032] 이하, 도 4 및 도 5를 참조하면서, 유량 스텝 다운을 행할 때의 가스 공급 시스템(100)의 동작을 설명한다.

[0033] 도 4는 제 1 유량(QH)으로부터 이것보다 낮은 제 2 유량(QL)으로 유량을 스텝 다운시킬 때의 제 1 밸브($V1$), 제 2 밸브($V2$), 및 컨트롤 밸브(12)의 개폐 동작을 (a)~(d)로 순차적으로 나타내는 도면이다. 도 4에 있어서, 백색 밸브는 밸브가 열린 상태인 것을 나타내고, 흑색 밸브는 밸브가 닫힌 상태인 것을 나타낸다. 또한, 도 4에 있어서, 간단화를 위하여 도 1에 나타낸 공급 압력 센서(28), 온도 센서(18), 및 제어 회로(20)는 생략하고 있다.

[0034] 또한, 제어 회로(20)의 일부 또는 모든 구성 요소는 압력식 유량 제어 장치(10)의 외부에 설치되어 있어도 좋다. 컨트롤 밸브(12)를 제어하는 제어 회로(20)는 압력식 유량 제어 장치(10)의 내부에 설치하고, 제 1 밸브($V1$) 및 제 2 밸브($V2$)의 제어는 별도의 외부에 있는 제어 회로에 의해 행하도록 해도 좋고, 압력식 유량 제어 장치(10)의 컨트롤 밸브(12)의 제어도 포함해 모두를 외부에서 제어하도록 해도 좋다. 또한, 압력식 유량 제어 장치(10)에 내장하는 제어 회로(20)와 다른 제어를 행하는 제어 회로가 연계가 가능하도록 통신 기능이나 연계하는 기능을 설치해 두고, 제어 회로(20)나 다른 제어 회로를 포함해 제어부로서 전체를 제어하도록 해도 좋다.

[0035] 도 5는 도 4(a)~(d)에 나타내는 각 상태에 대응되고, 상류 압력($P1$)의 시간 변화, 및 컨트롤 밸브(12)의 개방도(CV)의 시간 변화를 나타내고 있다. 여기서, 상기와 같이 압력식 유량 제어 장치(10)에 있어서 상류 압력($P1$)은 유량에 비례하기 때문에, 유량(Q)을 나타내는 것이라고 생각할 수 있다.

[0036] 먼저, 도 4(a) 및 도 5의 (a) 구간에 나타내는 바와 같이, 제 2 밸브($V2$)를 닫고, 제 1 밸브($V1$) 및 컨트롤 밸브(12)를 연 상태에서, 가스를 제 1 유량(QH)(예를 들면 100% 유량)으로 흐르게 한다. 또한, 유량은 정격 유량을 100%로 해서 비율로 나타낼 수 있다. 이때, 상류 압력($P1$)도 제 1 유량(QH)에 대응하는 높은 값을 나타내고 있다. 또한, 컨트롤 밸브(12)의 개방도(CV)도 대응하는 큰 개방도로 열려 있다.

[0037] 또한, 제 1 유량으로 가스를 흐르게 하고 있는 상태에 있어서, 컨트롤 밸브(12)의 상류측의 공급 압력($P0$)은 상

류 압력(P1)에 대하여 충분히 큰 값으로 유지되고 있다. 한편, 스토틀부(14)의 하류측의 하류 압력(P2)은 전형적으로는 진공압(예를 들면 100Torr 이하)으로 유지되고 있고, 프로세스 챔버(24)에 제 1 유량으로 가스의 공급이 행하여지고 있다.

[0038] 다음으로, 도 5에 나타내는 시각 t1에 있어서, 제 1 유량(QH)으로부터 이것보다 낮은 제 2 유량(QL)으로의 변경의 지령이 내려지면, 도 4(b) 및 도 5의 (b) 구간에 나타내는 바와 같이, 제 1 밸브(V1)가 닫히고, 가스의 공급이 정지됨과 아울러, 제 2 밸브(V2)가 열려 배기(E)가 개시된다.

[0039] 여기서, 본 실시형태에서는, 이 유량 스텝 다운의 개시 시에 있어서, 컨트롤 밸브(12)도 닫고 있다. 즉, 컨트롤 밸브(12)와 스토틀부(14) 사이의 가스의 배기를 행하기 전에, 컨트롤 밸브(12)를 일단 닫음으로써, 제 1 밸브(V1)와 컨트롤 밸브(12) 사이의 가스를 미리 배기하고 있다. 이렇게 하여, 배기로(4)로부터 제 1 밸브(V1)와 제 2 밸브(V2)와 컨트롤 밸브(12) 사이의 유로가 배기된 결과, 공급 압력(P0)은 급속하게 저하한다. 한편, 컨트롤 밸브(12)가 닫힌 상태여도, 컨트롤 밸브(12)와 스토틀부(14) 사이의 잔류 가스는 스토틀부(14)를 통해서 하류측으로 유출되고, 이에 따라 상류 압력(P1)도 저하한다.

[0040] 도 5에 나타내는 바와 같이, 예비 배기에 있어서의 컨트롤 밸브(12)의 개방도(CV)는 일차함수적으로 저하시키도록 해도 좋다. 또한, 예비 배기를 위하여 제 2 밸브(V2)를 열기 전에, 모든 밸브, 즉 제 1 밸브(V1), 제 2 밸브(V2), 및 컨트롤 밸브(12)를 닫은 상태로 하고 나서, 제 2 밸브(V2)를 열도록 해도 좋다.

[0041] 그리고, 공급 압력(P0)이 충분히 낮아진 상태에서, 도 5에 나타내는 시각 t2의 타이밍에 컨트롤 밸브(12)를 열도록 한다. 이것에 의해, 도 4(c) 및 도 5의 (c) 구간에 나타내는 바와 같이, 컨트롤 밸브(12)와 스토틀부(14) 사이의 잔류 가스는 스토틀부(14)를 통해서 하류측으로 유출될 뿐만 아니라, 컨트롤 밸브(12)를 통해서 배기로(4)로부터도 배기된다. 따라서, 상류 압력(P1)은 보다 급속하게 저하하고, 이와 함께, 하류측으로 흘러가는 가스의 유량도 보다 신속하게 저하시킬 수 있다.

[0042] 이렇게 배기로(4)를 이용해서 상류 압력(P1)의 저하를 효과적으로 촉진시키기 위해서는 배기 시에 컨트롤 밸브(12)를 크게 여는 것이 생각되고, 적어도 스토틀부(14)의 개구 단면적보다 컨트롤 밸브(12)의 개방도(유로 단면적)를 크게 하는 것이 바람직하다. 단, 컨트롤 밸브(12)를 지나치게 크게 열면, 그 후 제 2 유량(QL)으로 가스를 흐르게 할 때에, 컨트롤 밸브(12)의 개방도 조정에 시간이 걸려 언더슈트를 일으킬 가능성도 있다. 이들 점을 고려하여, 배기 동작 중의 컨트롤 밸브(12)의 개방도는 제 1 유량이나 제 2 유량의 크기에 따라 임의로 설정되어도 좋고, 예를 들면 도 5의 (c) 구간에 나타내는 바와 같이 일차함수적으로 서서히 열어 가는 램프 함수 제어기가 채용되어도 좋다.

[0043] 다음으로, 도 5에 나타내는 바와 같이, 시각 t3에 있어서, 상류 압력(P1)의 충분한 저하가 확인되었을 때에는, 제 2 유량(QL)으로 가스를 흐르게 하는 통상의 동작으로 스위칭된다. 즉, 도 4(d)에 나타내는 바와 같이, 제 1 밸브(V1)를 열어 가스원(2)으로부터의 가스의 공급을 재개함과 아울러, 제 2 밸브(V2)를 닫아 배기로(4)를 폐쇄한다. 이것에 의해, 컨트롤 밸브(12) 상류측의 공급 압력(P0)은 급속히 회복된다.

[0044] 또한, 컨트롤 밸브(12)는 압력 센서(16)의 출력에 의거하는 피드백 제어로 이행하고, 상류 압력(P1)이 제 2 유량(QL)에 대응하는 압력으로 유지되도록 개방도 조정이 행하여진다. 이것에 의해, 도 5의 (d) 구간에 나타내는 바와 같이, 시각 t3 후에도, 스토틀부(14)의 하류측에, 제 2 유량(QL)으로 가스를 계속적으로 흐르게 하는 것이 가능하다. 상기 유량 스텝 다운에서는, 배기로(4)를 이용하여 보다 신속하게 상류 압력(P1)을 저하시킬 수 있으므로, 그 응답성을 향상시킬 수 있다.

[0045] 도 6은 제 1 유량(여기서는 100% 유량)으로부터 제 2 유량(여기서는 30% 유량)으로의 유량 스텝 다운을 포함하는 유량 제어 동작 시퀀스의 일례를 나타내는 그래프이다. 도 6에 있어서, V1, V2는 제 1 밸브(V1) 및 제 2 밸브(V2)의 개폐 동작을 나타내고, P0은 컨트롤 밸브의 상류측의 공급 압력(P0)을 나타낸다. 또한, IN 및 OUT은 압력식 유량 제어 장치(10)에의 입력 신호(설정 유량 신호) 및 출력 신호(측정한 상류 압력(P1)에 의거하는 연산 유량 신호)를 나타낸다. 또한, CVW는 컨트롤 밸브(12)를 구성하는 노멀 클로즈형의 피에조 밸브에 부여되는 피에조 구동 전압을 나타내고, P1은 컨트롤 밸브(12)와 스토틀부(14) 사이의 상류 압력(P1)을 나타낸다.

[0046] 도 6에 나타내는 예에서는, 피에조 구동 전압(CVW)=0V에서 컨트롤 밸브(12)가 닫히고, 가스 공급이 정지되어 있는 0% 유량 제어 상태로부터, 시각 t0에, 100% 유량으로 가스를 흐르게 하는 신호가 압력식 유량 제어 장치(10)에 입력된다. 이때, 제 1 밸브(V1)는 열림, 제 2 밸브(V2)는 닫힘으로 유지되고 있고, 공급 압력(P0)은 충분히 높은 압력(여기서는 250kPa 게이지압 이상)으로 유지되고 있다.

[0047] 한편, 피에조 구동 전압(CVW)에 초기 전압이 부여되고, 또한 여기서는 목표 상류 압력(P1)의 램프 함수 제어 또

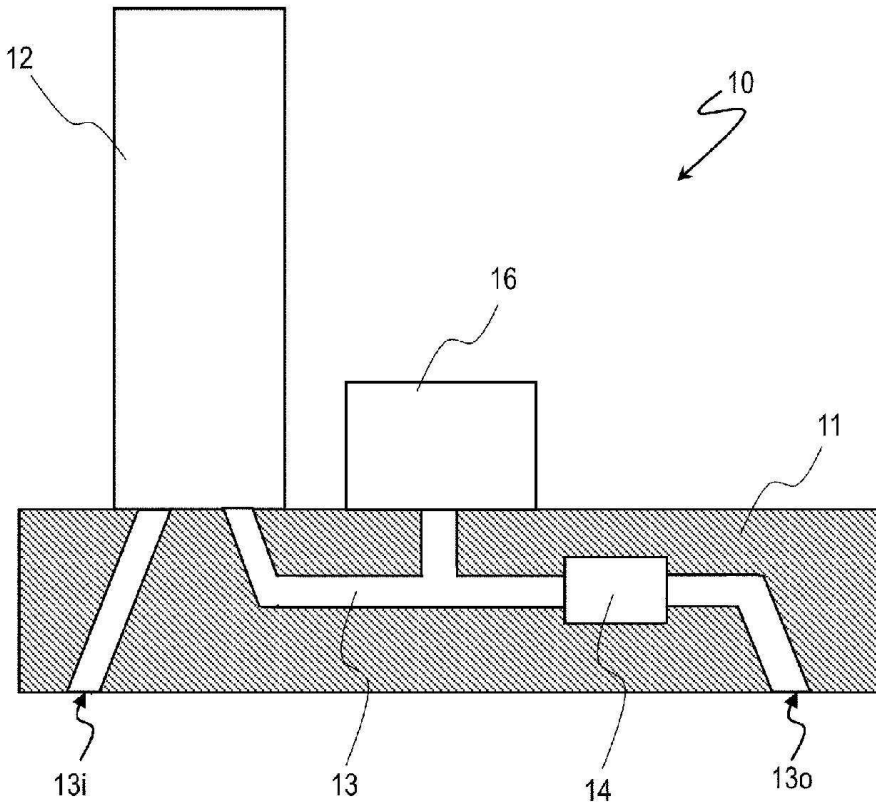
는 일차 지연 제어에 따라, 피에조 구동 전압(CVV)도 서서히 증가한다. 이러한 제어를 행함으로써, 컨트롤 밸브(12)를 급격하게 여는 것에 의한 유량 오버슈트의 발생을 억제할 수 있다. 또한, 컨트롤 밸브(12)의 제어 방법으로서, 처음부터 피드백 제어를 행하는 등, 다른 방법을 이용해도 좋다.

- [0048] 그 후, 컨트롤 밸브(12)의 피드백 제어에 의해, 상류 압력(P1)이 일정압(여기서는 300kPa 절대압)으로 유지되고 100% 유량으로 가스를 흐르게 하고 있는 상태에서부터, 시각 t1에, 30% 유량으로 저하시키는 입력 신호(IN)가 압력식 유량 제어 장치(10)에 부여된다.
- [0049] 본 예에서는, 제 1 밸브(V1)가 닫힘과 아울러, 제 2 밸브(V2)가 열리고, 공급 압력(P0)은 감압 상태가 된다. 피에조 구동 전압(CVV)은 일순간 0으로 되어 컨트롤 밸브(12)를 닫힘으로 하고, 가스 공급로(3)에 잔류하고 있는 가스를 일순간만 배기한 후, 원래의 전압으로 돌아가 컨트롤 밸브(12)가 닫힘으로 되고, 그 후에 서서히 개방도가 작게 된다. 이때, 컨트롤 밸브(12)가 열려 있으므로, 컨트롤 밸브(12) 및 제 2 밸브(V2)를 통하여, 컨트롤 밸브(12)와 스로틀부(14) 사이의 잔류 가스는 배기로(4)를 통하여 보다 급속히 배기된다.
- [0050] 그 후, 시각 t3에 있어서, 상류 압력(P1)이 제 2 유량에 대응하는 압력(여기서는 90kPa 절대압)에 도달한 시점에서, 컨트롤 밸브(12)는 제 2 유량에 대응하는 압력을 유지하기 위한 피드백 제어로 되돌려진다. 동시에, 제 1 밸브(V1)가 열리고, 제 2 밸브(V2)가 닫히고, 공급 압력(P0)이 충분히 높은 압력으로 회복함과 아울러, 그 후에 계속해서 제 2 유량으로 가스를 계속 흐르게 할 수 있다.
- [0051] 도 7은, 유량 스텝 다운 제어의 일례를 나타내는 플로우 차트이다. 먼저, 스텝 S1에 나타내는 바와 같이, 가스 공급 밸브인 제 1 밸브(V1)가 열리고, 배기 밸브인 제 2 밸브(V2)가 닫힌 상태에서, 컨트롤 밸브 개방도(CV)는 제 1 유량에 대응하는 개방도로 조정되어서, 스로틀부(14)의 하류측으로 제 1 유량으로 가스가 흐르고 있다.
- [0052] 여기서, 설정 유량 신호로서, 제 1 유량보다 작고, 또한 제로가 아닌 제 2 유량으로의 유량 변경의 지령을 수취했을 때에는, 스텝 S2에 나타내는 바와 같이, 제 1 밸브(V1)를 닫고, 제 2 밸브(V2)를 열어 배기 동작을 행한다. 여기서는, 컨트롤 밸브 개방도(CV)도 닫힘이 되어, 제 1 밸브(V1)와 컨트롤 밸브(12) 사이의 상류측의 유로의 예비 배기가 행하여진다. 또한, 제 1 밸브(V1)는 제 1 유량으로 가스를 흐르게 하는 최후의 단기간은 닫혀 있어도 좋다. 컨트롤 밸브(12)와 스로틀부(14) 간의 상류 압력(P1)을 원하는 값으로 유지할 수 있는 한, 제 1 밸브(V1)를 닫아 공급 압력(P0)을 저하시키면서, 제 2 유량으로의 스텝 다운을 행하기 직전의, 제 1 유량으로의 가스 공급을 행하는 것도 가능하다.
- [0053] 다음으로, 스텝 S3에 있어서, 공급 압력(P0)이 충분히 저하했는지 여부를, 상류 압력(P1)과의 비교에 의해 판단한다. 공급 압력(P0)이 상류 압력(P1)보다 작으면, 컨트롤 밸브(12)를 여는 것에 의해 잔류 가스를 상류측으로 배기하는 데에 충분한 상황인 것을 확인할 수 있다. 이렇게, 공급 압력 센서(28)의 출력에 의거하여, 유량 스텝 다운 시의 컨트롤 밸브(12)의 개폐 동작을 제어함으로써, 상류측으로의 배기를 보다 확실, 효과적으로 실시할 수 있다.
- [0054] 단, 이 스텝 S3은 반드시 필요하지 않고, 제 1 밸브(V1)와 컨트롤 밸브(12) 간의 유로 체적이 비교적 작은 경우 등, 예비 배기에 의해 공급 압력(P0)이 단시간에 급속히 저하하는 것이 확인되고 있는 경우 등에 있어서는 특별히 압력의 비교를 행하지 않고, 소정의 단기간만 컨트롤 밸브(12)를 폐쇄하도록 제어해도 좋다. 또한, 공급 압력(P0)이 반드시 상류 압력(P1)을 하회할 필요는 없고, 공급 압력(P0)이 소정 압력까지 저하했는지 여부로 예비 배기를 완료할지 여부를 판단해도 좋다. 게다가, 컨트롤 밸브(12)를 일단 닫고 예비 배기를 행하는 스텝 S2, S3 자체를 생략하는 것도 가능하다.
- [0055] 다음으로, 스텝 S4에 나타내는 바와 같이, 컨트롤 밸브(12)를 여는 것에 의해, 컨트롤 밸브(12)와 스로틀부(14) 사이의 잔류 가스를 상류측의 배기로(4)를 통해서 배기한다. 이것에 의해, 상류 압력(P1) 및 하류측으로 흐르는 가스의 유량을 급속히 저하시킬 수 있다. 이 스텝 S4에 있어서, 컨트롤 밸브(12)는 단숨에 소정 개방도까지 열려도 좋고, 서서히 시간을 들여서 소정 개방도까지 열려도 좋다. 또한, 컨트롤 밸브(12)에는 상류 압력(P1)에 의거하는 피드백 제어가 계속해서 행하여져도 좋다. 잔류 가스의 상류측으로의 배기가 행하여지고 있는 경우에도, 측정된 상류 압력(P1)이 제 2 유량에 대응하는 압력값으로 저하할 때까지는, 컨트롤 밸브(12)는 열린 상태로 유지된다고 생각되기 때문이다.
- [0056] 그리고, 스텝 S5에 나타내는 바와 같이, 상류 압력(P1)이 제 2 유량에 대응하는 상류 압력의 역치(Pth)까지 저하했는지 여부가 판단된다. 이 역치(Pth)는 제 2 유량에 대응하는 상류 압력(P1)의 값 자체여도 좋고, 이것과는 상이한 값으로 설정된 역치여도 좋다. 역치(Pth)를 작게 하면, 상류측으로의 배기 시간이 길어지기 때문에, 보다 신속하게 상류 압력(P1)을 저하시킬 수 있지만, 그 후에 제 2 유량으로 가스를 흐르게 할 때에, 공급 압력

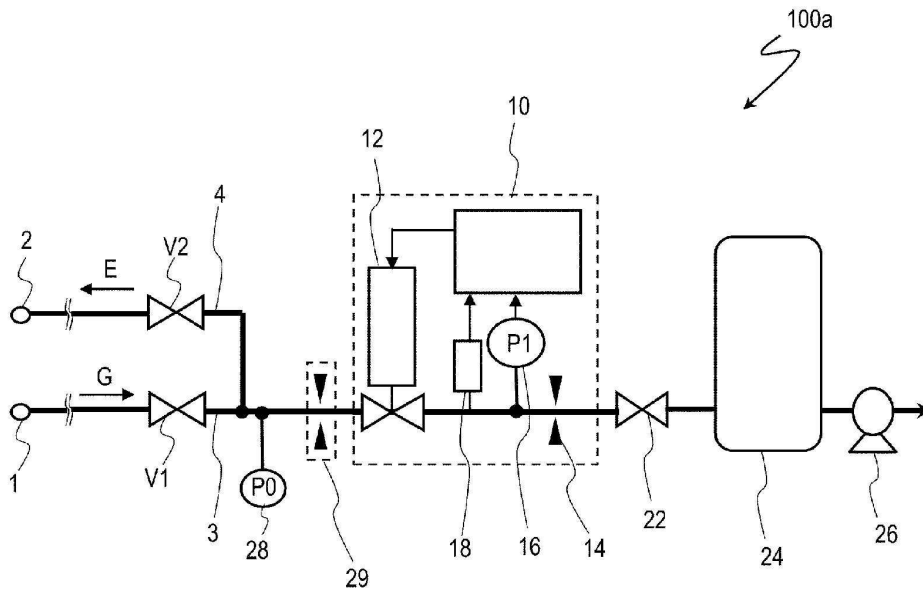
(P0)의 부족에 의해 언더슈트가 발생할 가능성도 있다. 따라서, 역치(Pth)는 제 2 유량에 대응하는 상류 압력 (P1)보다 어느 정도 높은 값으로 설정되어 있어도 좋다.

- [0057] 다음으로, 상류 압력(P1)의 충분한 저하가 확인되었을 때에는, 스텝 S6에 나타내는 바와 같이, 제 1 밸브(V1)를 개방함과 아울러, 제 2 밸브(V2)를 폐쇄하여, 공급 압력(P0)을 회복하고, 상류측의 가스 공급 태세를 조절한 후, 컨트롤 밸브 개방도(CV)를 제 2 유량에 대응하는 개방도로 제어한다. 구체적으로는, 상류 압력(P1)을 측정하는 압력 센서(16)의 출력에 의거하여 컨트롤 밸브(12)를 피드백 제어함으로써, 스톱부(14)의 하류측으로 제 2 유량으로 가스를 흐르게 할 수 있다.
- [0058] 이상과 같이 해서 상류측에 설치한 배기로(4)를 이용해서 유량 스텝 다운을 행함으로써, 상류 압력(P1)의 저하를 촉진시킬 수 있고, 응답성을 향상시킬 수 있다. 또한, 배기로(4)는 압력식 유량 제어 장치(10)의 상류측의 가스 공급로(3)에 개조에 의해 추가 접속하는 것이 비교적 용이하므로, 기존의 압력식 유량 제어 장치(10)는 그대로 이용하고, 부가적으로 응답성 향상의 효과를 부여할 수 있다.
- [0059] 이하, 다른 실시형태에 의한 가스 공급 시스템을 설명한다. 도 8은 복수의 가스 공급 라인(L1~L3)에 대하여, 공통되는 하나의 배기로(4)가 형성된 형태를 나타낸다. 도 8에 나타내는 가스 공급 시스템에서는, 각각의 가스 공급 라인의 가스 공급로(3)에 각각의 압력식 유량 제어 장치(10)가 설치되어 있어, 상이한 종류의 가스를 원하는 유량으로 프로세스 챔버에 공급할 수 있다. 또한, 어느 하나의 가스 공급 라인에서 가스 공급이 행하여지고 있는 기간, 통상 다른 가스 공급 라인에서는 제 1 밸브(V1) 및 컨트롤 밸브(12)가 닫혀 있다.
- [0060] 한편, 배기로(4)는 각 가스 공급로(3)에 있어서의 제 1 밸브(V1)와 컨트롤 밸브(12) 간의 분기점에 공통으로 접속되어 있다. 배기로(4)는 어느 가스 공급 라인(L1~L3)에 대하여도, 유량 스텝 다운 시의 상류측 배기를 행하기 위해서 이용 가능하며, 응답성을 향상시킬 수 있다.
- [0061] 이렇게 공통의 배기로(4)를 형성함으로써, 배기 장치(2)나 배기로(4), 제 2 밸브(V2)가 하나로 충분하기 때문에, 시스템 구성을 간소화하고, 저비용화를 도모할 수 있다. 또한, 도시하지 않은 공급 압력 센서를 설치하는 경우에도, 배기로(4) 또는 어느 하나의 가스 공급로(3)에 하나 설치하는 것만으로 충분한 경우도 있다.
- [0062] 또한, 배기 장치(2)를 별도 설치하는 것이 아니라, 도 1에 나타낸 진공 펌프(26)를 배기 장치(2)로서 사용할 수도 있다. 이 경우, 각 가스 공급 라인(L1~L3)이 동일한 프로세스 챔버(24)에 접속됨과 아울러, 이 프로세스 챔버(24)에 접속된 진공 펌프(26)를 포함하는 배기계에, 상류측으로부터의 배기를 행하기 위한 상기 공통의 배기 로(4)가 접속된다. 또한, 본 실시형태와 같이 복수의 가스 공급 라인(L1~L3)을 갖는 경우뿐만 아니라, 도 1에 나타낸 1계통의 가스 공급 시스템에 있어서도, 배기 장치(2)로서 챔버 접속의 진공 펌프(26)를 이용할 수 있는 것은 물론이다.
- [0063] 도 9(a) 및 (b)는 복수의 가스 공급 라인(L1~L3)의 가스 공급로(3) 및 배기로(4)가 하나의 유로 블록(5)에 형성된 형태를 나타낸다. 복수의 가스 공급 라인에 대응하는 유로 블록 자체는, 예를 들면 특허문헌 2에 개시되어 있고, 일체화된 가스 공급 시스템을 형성하기 위해서 이용되고 있는 것이다.
- [0064] 본 실시형태에서는 유로 블록(5)으로서의 금속(예를 들면 스테인리스강)제의 블록에 드릴을 사용한 천공에 의해 각 유로를 형성하고 있다. 또한, 도 9(a)에는 U자형의 유로가 나타내어져 있지만, 이러한 유로를 천공에 의해 형성하는 것은 용이하지 않으므로, 실제로는 블록 끝면으로부터 천공한 세공의 개구를 봉지 플러그에 의해 봉지하거나, 상면으로부터 비스듬하게 하 방향으로 연장되는 V자의 세공을 천공함으로써, 각 유로를 용이하게 형성 가능하다.
- [0065] 도 9(a) 및 (b)에 나타내는 바와 같이, 유로 블록(5)에는 제 1 밸브(V1) 및 제 2 밸브(V2)가 고정되어 있고, 분기점(A)에서 접속된 가스 공급로(3) 및 배기로(4)를 복수 라인분 콤팩트하게 형성할 수 있다. 이러한 유로 블록 (5)을 유량 제어 장치가 설치된 유로 블록의 전단(前段)에 설치함으로써, 복수 라인에서 가스(G)의 공급을 문제 없이 행하면서, 상류측으로부터의 배기(E)도 행할 수 있어, 각 라인에서 유량 스텝 다운의 응답성을 향상시키는 것이 가능하다.
- [0066] 이상, 본 발명의 실시형태에 대하여 설명했지만, 다양한 개변이 가능하다. 예를 들면, 제 1 유량(QH)은 100%로 하고 있지만, 그것에 한정되지 않는다. 마찬가지로, 제 2 유량(QL)은 30%에 한정되지 않는다. 제 1 유량(QH)으로부터 제 2 유량(QL)으로 유량의 설정이 변경이 되었을 때에 잔압이 발생하는 상태이면, 제 1 유량(QH)도 제 2 유량(QL)도 어떠한 설정 유량이어도 좋다. 또한, 도 9(a) 및 (b)에는, 복수의 각 가스 공급 라인(L1~L3)에 대응하는 복수의 배기로(4) 및 제 2 밸브(V2)를 하나의 유로 블록(5)에 형성하는 형태를 설명했지만, 각 가스 공급로(3)에 공통 접속되는 폭 방향으로 연장되는 배기로(4)를 형성하는 것 등에 의해, 도 8에 나타낸 바와 같은

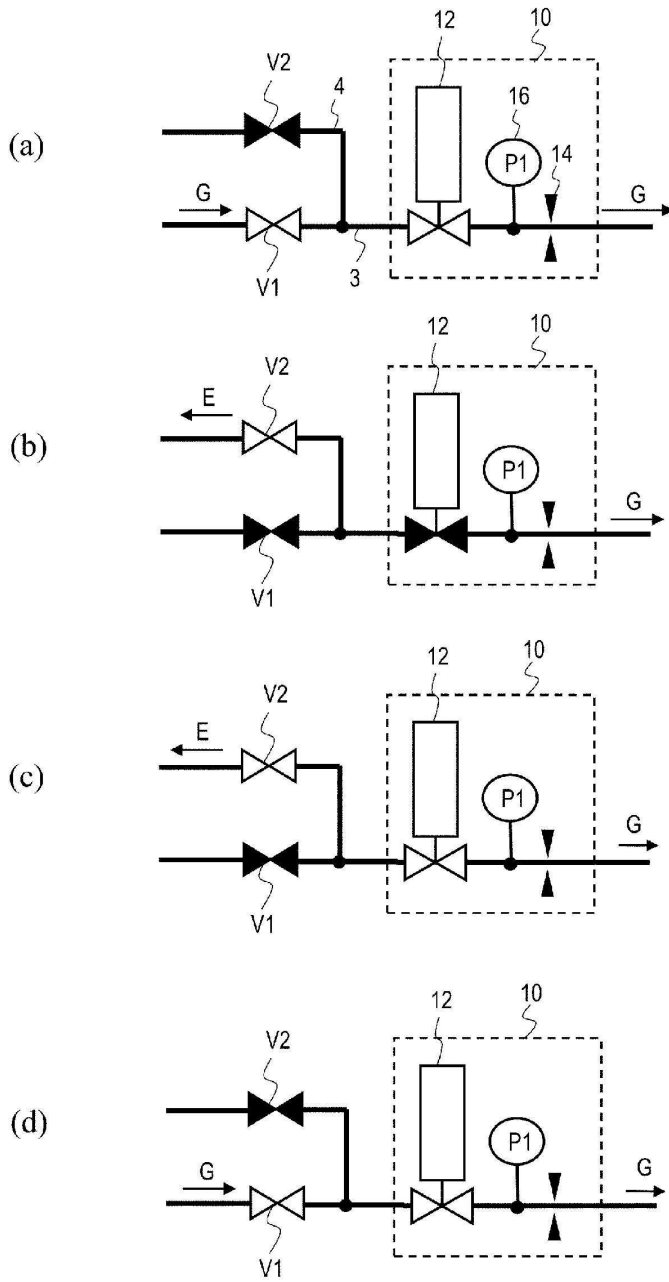
도면2



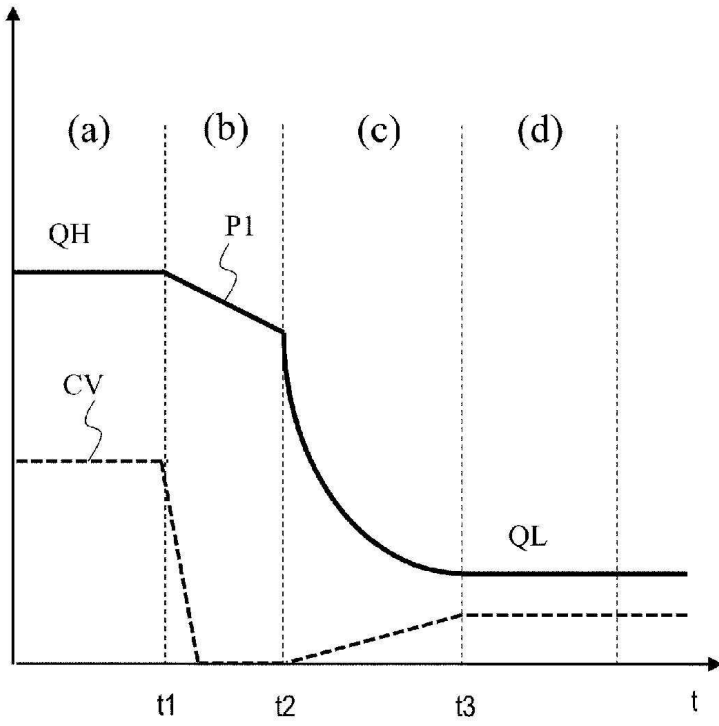
도면3



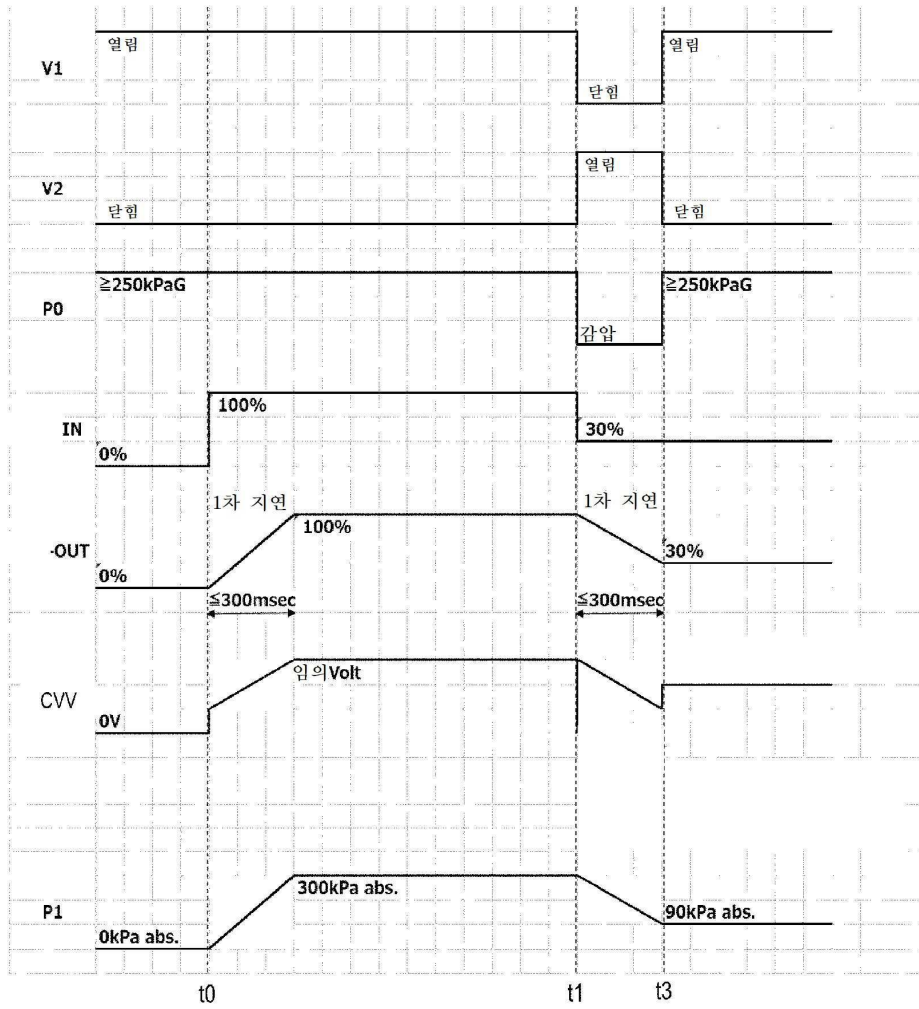
도면4



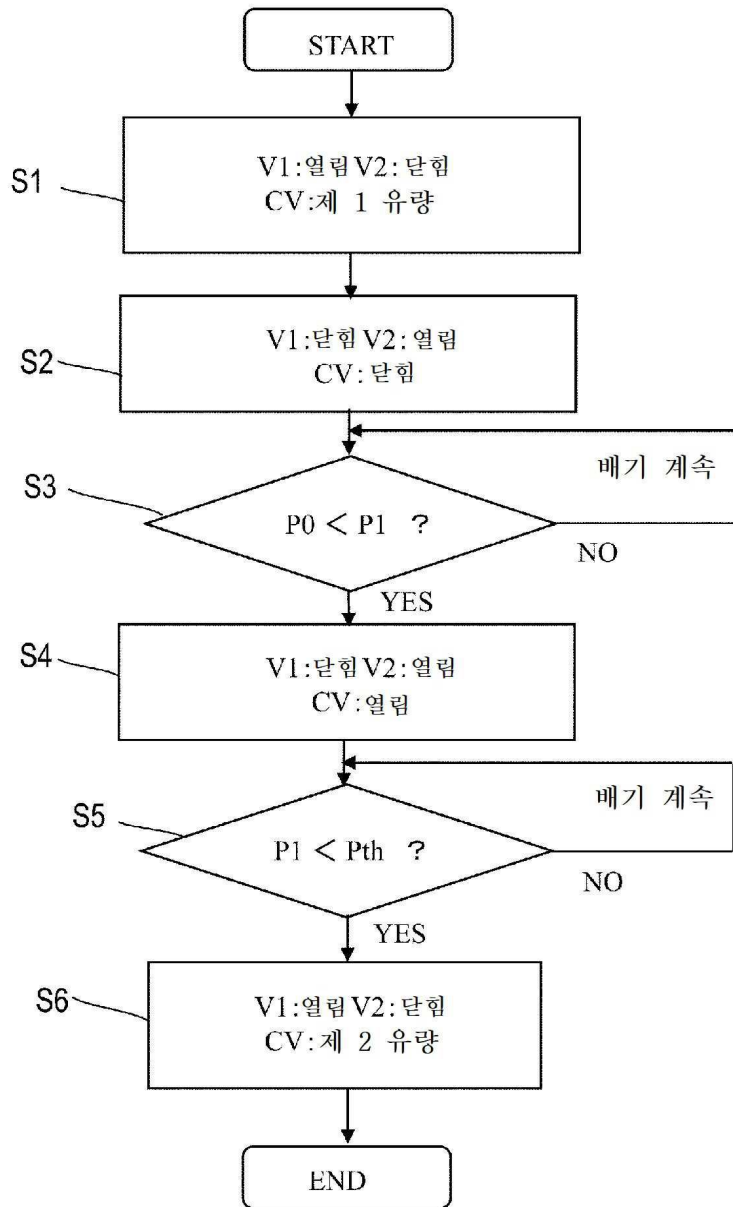
도면5



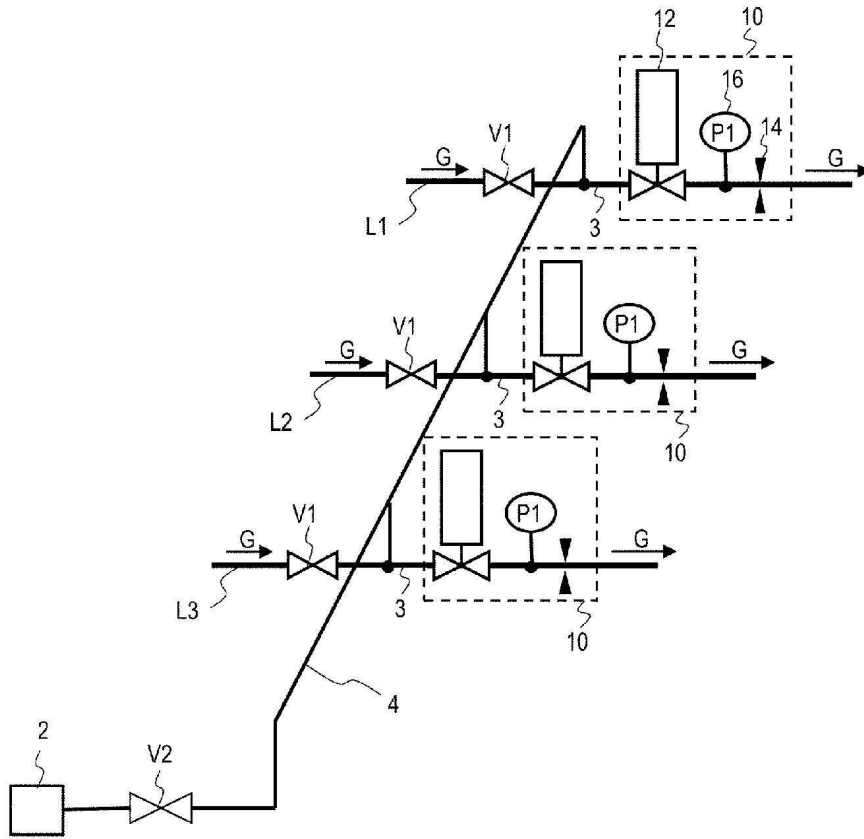
도면6



도면7

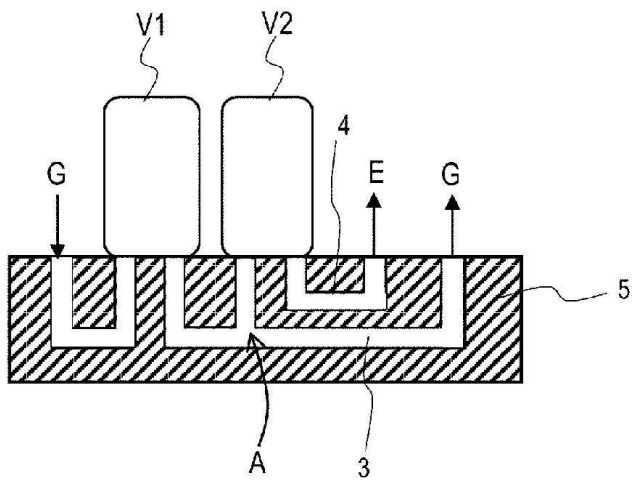


도면8



도면9

(a)



(b)

