(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년12월18일
(11) 등록번호 10-1930304
(24) 등록일자 2018년12월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01F 1/34 (2006.01) *G05D 7/06* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01F 1/34 (2013.01)
G05D 7/0647 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7000288(분할)
(22) 출원일자(국제) 2014년10월21일
심사청구일자 2018년01월04일
(85) 번역문제출일자 2018년01월04일
(65) 공개번호 10-2018-0004854
(43) 공개일자 2018년01월12일
(62) 원출원 특허 10-2016-7006626
원출원일자(국제) 2014년10월21일
심사청구일자 2016년03월14일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2014/005322
(87) 국제공개번호 WO 2015/064050
국제공개일자 2015년05월07일
(30) 우선권주장
JP-P-2013-223018 2013년10월28일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2003529218 A*
KR1020130025104 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시키가이샤 후지킨
일본 오사카후 오사카시 니시쿠 이타치보리 2-3-2
(72) 발명자
나가세 마사아키
일본 오사카후 오사카시 니시쿠 이타치보리 2-3-2 가부시키가이샤 후지킨 나이
이케다 노부카즈
일본 오사카후 오사카시 니시쿠 이타치보리 2-3-2 가부시키가이샤 후지킨 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
하영욱

전체 청구항 수 : 총 4 항 심사관 : 한상호

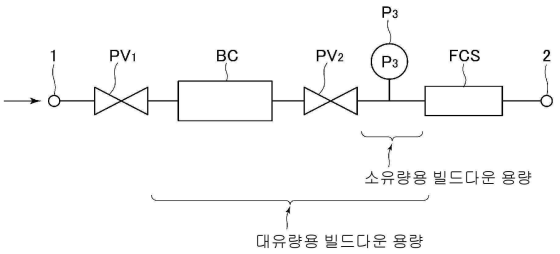
(54) 발명의 명칭 **유량계**

(57) 요 약

본 발명은 모니터 유량 범위의 확대와 모니터 정밀도나 유량 제어의 정밀도의 향상을 가능하게 한 유량계 및 유량 제어 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

본 발명의 유량계 및 유량 제어 장치는 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)의 출구측으로부터 컨트롤 밸브(CV)의 입구측까지의 유로 내용적을 빌드다운 용적으로 해서 유량 연산하도록 한 대유량용 측정부와, 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)의 출구측으로부터 컨트롤 밸브(CV)의 입구측까지의 유로 내용적을 빌드다운 용적으로 해서 유량을 연산하도록 한 소유량용 측정부를 구비한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

니시노 코우지

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

도히 료우스케

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

히다카 아츠시

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

스기타 카츠유키

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

명 세 서

청구범위

청구항 1

유로 상에 배치된 입구측 개폐 스위칭 밸브와, 그 입구측 개폐 스위칭 밸브의 하류에 배치된 출구측 개폐 스위칭 밸브와, 그 출구측 개폐 스위칭 밸브의 하류에 배치된 컨트롤 밸브를 구비하고, 상기 각 밸브끼리는 내용적을 갖는 유로로 연결되고, 상기 컨트롤 밸브보다 상류에 압력 센서를 배치한 유량계로서,

상기 입구측 개폐 스위칭 밸브의 출구측으로부터 상기 컨트롤 밸브의 입구측까지의 유로 내용적을 빌드다운 용적으로 이용해서 상기 압력 센서의 출력에 의거해서 유량을 연산하도록 한 대유량용 측정부와, 상기 출구측 개폐 스위칭 밸브의 출구측으로부터 상기 컨트롤 밸브의 입구측까지의 유로 내용적을 빌드다운 용적으로 이용해서 상기 압력 센서의 출력에 의거해서 유량을 연산하도록 한 소유량용 측정부를 구비하는 것을 특징으로 하는 유량계.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 컨트롤 밸브를 유량 제어부의 내부의 컨트롤 밸브로 한 유량계.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

개폐 스위칭 밸브로 구획된 내용적을 갖는 유로를 복수 배치하는 것으로 한 유량계.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 압력 센서는

출구측 개폐 스위칭 밸브를 개방 상태로 유지하고, 입구측 개폐 스위칭 밸브를 개폐함으로써 대유량에 대한 압력 검출값을 검출하거나,

출구측 개폐 스위칭 밸브를 개폐함으로써 소유량에 대한 압력 검출값을 검출하는 유량계.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치의 개량에 관한 것이며, 내압력 변동 특성을 구비한 유량 제어 장치와 빌드다운식 유량 모니터를 유기적으로 짜맞춤으로써 유량 제어 장치에 의한 제어 유량을 리얼타임으로 모니터할 수 있음과 아울러, 제어해야 할 유체의 유량 영역에 따라서 빌드다운식 유량 모니터의 빌드다운 용량을 적절하게 스위칭함으로써 넓은 유량 영역에 걸쳐서 고정밀도의 유량 모니터를 행할 수 있도록 한 유량 레인지 스위칭형 빌드다운식 유량계 및 유량 레인지 스위칭형 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종전부터, 반도체 제조 장치용 가스 공급 장치에 있어서는 열식 유량 제어 장치(MFC)나 압력식 유량 제어 장치(FCS)가 널리 이용되고 있다. 특히, 후자의 압력식 유량 제어 장치(FCS)는 도 20에 나타내는 바와 같이 컨트롤 밸브(CV)나 온도 검출기(T), 압력 검출기(P), 오리피스(OR), 온도 보정·유량 연산 회로(CDa)와 비교 회로(CDb)와 입출력 회로(CDc)와 출력 회로(CDd) 등으로 이루어지는 연산 제어부(CD) 등으로 구성되어 있고, 1차측 공급압이 크게 변동해도 안정된 유량 제어를 행할 수 있다고 하는 뛰어난 유량 특성을 구비하고 있다.

[0003] 즉, 도 20의 압력식 유량 제어 장치(FCS)에서는 압력 검출기(P) 및 온도 검출기(T)로부터의 검출값이 온도 보정

·유량 연산 회로(CDa)에 입력되고, 여기에서 검출 압력의 온도 보정과 유량 연산이 행해져 유량 연산값(Qt)이 비교 회로(CDb)에 입력된다. 또한, 설정 유량에 대응하는 입력 신호(Qs)가 단자 In으로부터 입력되고, 입출력 회로(CDc)를 통해서 비교 회로(CDb)에 입력되고, 여기에서 상기 온도 보정·유량 연산 회로(CDa)로부터의 유량 연산값(Qt)과 비교된다. 비교의 결과, 설정 유량 입력 신호(Qs)가 유량 연산값(Qt)보다 클 경우에는 컨트롤 밸브(CV)의 구동부에 제어 신호(Pd)가 출력된다. 이에 따라, 컨트롤 밸브(CV)가 폐쇄 방향으로 구동되고, 설정 유량 입력 신호(Qs)와 유량 연산값(Qt)의 차(Qs-Qt)가 0이 될 때까지 밸브 폐쇄 방향으로 구동된다.

[0004] 상기 압력식 유량 제어 장치(FCS)에서는 오리피스(OR)의 하류측 압력(P_2)과 상류측 압력(P_1) 사이에 $P_1/P_2 \geq$ 약 2의 소위 임계 팽창 조건이 유지되고 있으면 오리피스(OR)를 유통하는 가스 유량(Q)이 $Q=KP_1$(단, K는 정수)이 되고, 또한 임계 팽창 조건이 충족되어 있지 않으면 오리피스(OR)를 유통하는 가스 유량(Q)이 $Q=KP_2^m(P_1-P_2)^n$(단, K, m, n은 정수)이 된다. 따라서, 압력(P_1)을 제어함으로써 유량(Q)을 고정밀도로 제어할 수 있고, 또한 컨트롤 밸브(CV)의 상류측 가스(G_0)의 압력이 크게 변화되어도 제어 유량값이 거의 변화되지 않는다고 하는 뛰어난 특성을 발휘할 수 있다.

[0005] 또한, 압력식 유량 제어 장치(FCS) 그 자체는 공지이기 때문에 여기에서는 그 상세한 설명을 생략한다(일본 특허 공개 2003-195948호 등).

[0006] 그러나, 이러한 종류의 압력식 유량 제어 장치(FCS)에서는 미소한 구멍 지름의 오리피스(OR)를 사용하고 있기 때문에, 오리피스(OR)의 구멍 지름의 경년 변화가 불가피하다. 그리고, 구멍 지름이 변화되면 압력식 유량 제어 장치(FCS)의 설정 유량(즉, 제어 유량값)과, 현실로 오리피스(OR)를 유통하는 가스(G_0)의 실유량값 사이에 차이를 발생시키게 된다. 또한, 이 차이를 검출하기 위해서는 유량 제어 중에 유량 모니터를 빈번히 행할 필요가 있어, 반도체 제조 장치의 가동성이나 제조한 반도체의 품질 등에 큰 영향을 준다고 하는 문제가 있다.

[0007] 그 때문에, 압력식 유량 제어 장치의 분야에 있어서는 종래부터 오리피스(OR)의 구멍 지름의 변화를 가능한 한 조기에 검출하여 압력식 유량 제어 장치(FCS)에 의한 제어 유량값과, 현실로 오리피스를 유통하는 가스(G_0)의 실유량값 사이의 차이의 발생을 방지하기 위한 대책이 채용되고 있고, 이러한 종류의 오리피스 구멍 지름 변화 등의 검출에는 소위 빌드업 방식(ROR: RATE OF RISE)이나 빌드다운 방식(ROD: RATE OF DECAY)을 사용한 가스의 유량 모니터가 많이 사용되고 있다.

[0008] 한편, 상기 빌드업 방식이나 빌드다운 방식에 의한 가스의 유량 모니터에서는 유량 제어하면서 공급하고 있는 실가스를 일시적으로 정지해서 모니터용의 가스 유량 측정을 행할 필요가 있기 때문에, 반도체 제조 장치의 가동률이 떨어지거나, 제조한 반도체의 품질 등에 편차가 발생하는 등의 문제가 있다.

[0009] 그 때문에, 최근 이러한 종류의 유량 제어 장치에 있어서는 실가스의 공급을 일시적으로 정지하는 일 없이 공급 가스의 유량 제어가 적정하게 행해지고 있는지의 여부를 리얼타임으로 간단하고 또한 정확하게 모니터할 수 있도록 한 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치의 개발이 진행되고 있다.

[0010] 도 21은 종전의 유량 모니터의 일례를 나타내는 것이며, 상기 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치(20)는 열식 질량 유량 센서(25)와 압력식 유량 제어 장치를 짜맞춘 것이고, 유로(23)와, 입구측 압력을 검출하는 것에 제 1 압력 센서(27a)와, 개폐 제어 밸브(24)와, 열식 질량 유량 센서(25)와, 제 2 압력 센서(27b)와, 스로틀부(음속 노즐)(26)와, 연산 제어부(28a)와, 입출력 회로(28b) 등으로 구성되어 있다.

[0011] 즉, 열식 질량 유량 센서(25)는 정류체(25a)와, 유로(23)로부터 소정의 비율(F/A)의 유량을 분기하는 분기 유로(25b)와, 분기 유로(25b)에 설치한 센서 본체(25c)를 구비하고, 총 유량(F)을 나타내는 유량 신호(Sf)를 연산 제어부(28a)에 출력한다. 또한, 스로틀부(26)는 그 상류측과 하류측의 압력차가 소정값 이상(즉, 임계 조건하)일 때에 상류측 압력에 비례한 유량의 유체를 흐르게 하는 음속 노즐이며, Spa, Spb는 압력 신호, Pa, Pb는 압력, F는 총 유량, Sf는 유량 신호, Cp는 밸브 개방도 제어 신호이다.

[0012] 연산 제어부(28a)는 압력 센서(27a, 27b)로부터의 압력 신호(Spa, Spb) 및 열식 질량 유량 센서(25)로부터의 유량 신호(Sf)를 피드백해서 밸브 개방도 제어 신호(Cp)를 출력함으로써 개폐 제어 밸브(24)를 피드백 제어한다.

[0013] 즉, 연산 제어부(28a)에는 입출력 회로(28b)로부터 설정 유량(Fs)이 입력되고, 질량 유량 제어 장치(20)에 흐르는 유체의 유량(F)이 설정 유량(Fs)이 되도록 조정된다. 보다 구체적으로는, 연산 제어부(28a)가 제 2 압력 센서(27b)의 출력[압력 신호(Spb)]을 이용하여 개폐 제어 밸브(24)의 개폐를 피드백 제어함으로써 음속 노즐(26)

을 흐르는 유체의 유량(F)을 제어함과 아울러, 이때의 열식 질량 유량 센서(25)의 출력[유량 신호(Sf)]을 이용하여 실제로 흐르고 있는 유량(F)의 측정을 행하고, 질량 유량 제어 장치(20)의 동작을 확인한다.

[0014] 상술한 바와 같이, 도 21의 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치(20)는 제 2 압력 센서(27b)의 압력 신호(Spb)를 이용하여 개폐 제어 밸브(24)의 개방도를 조정하는 압력식 유량 제어와, 실유량의 감시를 행하는 열식 질량 유량 센서(25)를 사용한 유량 측정의 양쪽을 연산 제어부(28a)에 도입하고 있기 때문에, 설정 유량(Fs)에 대응하는 제어 유량의 가스가 실제로 흐르고 있는지의 여부, 즉 제어 유량과 실유량 사이에 차가 있는지의 여부를 간단하고 또한 확실하게 리얼타임으로 모니터할 수 있어, 높은 실용적 효용을 갖는 것이다.

[0015] 그러나, 상기 도 21의 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치(20)에도 해결해야 할 문제가 많이 남아 있다. 우선, 제 1 문제는 모니터 유량값(실유량값)과 제어 유량값 사이에 차이가 생겼을 경우에 차이의 발생을 경보 등에 의해 감지하는 것은 가능하지만, 자동적으로 제어 유량값의 수정, 즉 설정 유량(Fs)의 조정을 할 수 없기 때문에, 어떠한 원인, 예를 들면 운전 요원의 부재 등에 의해 제어 유량값의 수정이 지연되었을 경우에는 설정 유량값과 달랐던 유량의 가스(실유량 가스)의 공급이 계속되게 되어, 반도체 제조상 여러 가지 문제가 발생하게 된다.

[0016] 제 2 문제는 유량 제어를 행하기 위한 제 2 압력 센서(27b)를 사용한 압력식 유량 측정과, 유량 감시를 행하기 위한 열식 질량 유량 센서(25)를 사용한 유량 측정이라는 2종의 다른 측정 방식을 도입하고 있기 때문에, 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치(20)의 구조가 복잡해져서 장치의 소형화 및 제조 비용의 인하를 도모할 수 없는 점이다.

[0017] 제 3 문제는 연산 제어부(28a)가 제 2 압력 센서(27b)의 압력 신호(Spb)와 열식 질량 유량 센서(25)의 유량 신호(Sf)의 양쪽 신호를 이용하여 개폐 제어 밸브(24)를 개폐 제어함과 아울러, 제 1 압력 센서(27a)의 압력 신호(Spa)를 이용하여 열식 질량 유량 센서(25)의 유량 신호(Sf)를 보정하는 구성으로 하고 있고, 제 1 압력 센서(27a) 및 제 2 압력 센서(27b)의 2개의 압력 신호와 열식 질량 유량 센서(25)로부터의 유량 신호와의 3개의 신호를 이용하여 개폐 제어 밸브(24)의 개폐 제어를 행하도록 하고 있다. 그 때문에, 연산 제어부(28a)의 구성이 복잡해질 뿐만 아니라, 압력식 유량 제어 장치(FCS)로서의 안정된 유량 제어 특성이나 뛰어난 고응답성이 반대로 저감되어 버린다고 하는 문제가 있다.

[0018] 한편, 상술과 같은 각 문제를 해결하기 위해서, 본 발명자들은 압력식 유량 제어 장치(FCS)와 그 상류측에 설치한 빌드다운식의 유량 측정부를 일체로 짜맞추고, 유량 제어 장치의 상류측 압력(입력측 압력)에 허용되는 압력 변동 범위 내에서 상기 빌드다운식의 유량 측정부를 작동시켜 적어도 1초 이내에 1회(바람직하게는 1초 동안에 복수회) 빌드다운식 유량 측정부로부터 유량 모니터 신호를 발신함으로써 압력식 유량 제어 장치에 의한 유량 제어와 동시 병행적으로 빌드다운식 유량 측정부에 의한 실질적으로 리얼 모니터에 가까운 유량 모니터를 행할 수 있음과 아울러, 모니터 유량값과 제어 유량값의 차이가 소정 유량값을 초과했을 경우에는 자동적으로 압력식 유량 제어 장치측의 유량 설정값을 조정하여 압력식 유량 제어 장치에 의한 유량 제어값을 빌드다운식 유량 측정부에 의한 유량값으로 수정하도록 한 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치를 개발하고 있다.

[0019] 즉, 이 새롭게 개발된 빌드다운식 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치는 입력측의 압력 변동에 의해 유량 제어 특성이 거의 영향을 받지 않는다고 하는 압력식 유량 제어 장치의 유량 특성을 최대로 활용해서 빌드다운 유량식 모니터부에 의한 유량 모니터를 대략 리얼타임(적어도 1초 동안에 1회 이상의 모니터)에 가까운 상황 하에서 행할 수 있고, 또한 연산 제어부의 간소화, 기기 본체부의 대폭적인 소형화, 가스 치환성의 향상 등을 가능하게 한 것이다.

[0020] 우선, 본 발명의 기초를 이루는 상기 도 21에 기재된 빌드다운식 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치를 도 5~도 19에 의거하여 설명한다.

[0021] 도 5는 빌드다운식 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치의 유량 모니터 특성을 측정하기 위한 시험 장치의 개요 구성도이며, 본 발명자들은 상기 시험 장치를 이용하여 압력식 유량 제어 장치(FCS)와 1차측 개폐 스위칭 밸브(상류측 밸브)(AV)간의 압력 강하의 경사로부터 유량 산출을 행하는, 빌드다운 유량 측정에 관한 기초적 시험을 행했다.

[0022] 또한, 도 5에 있어서 N_2는 가스 공급원, RG는 압력 조정기, ECV는 전자 구동부, AV는 1차측 개폐 스위칭 밸브(상류측 밸브), FCS는 압력식 유량 제어 장치, VP는 진공 펌프, BC는 빌드다운 용량, T는 온도 검출 센서, P는 압력식 유량 제어 장치(FCS) 내의 컨트롤 밸브의 1차측에 설치한 압력 센서, P_0은 압력 센서 출력, E는 전원부,

E_1은 압력식 유량 제어 장치용 전원, E_2는 연산 제어부용 전원, E_3은 1차측 개폐 스위칭 밸브(상류측 밸브)용 전원, S는 신호 발생기, CP는 연산 제어부, CPa는 압력식 유량 연산 제어부, CPb는 모니터 유량 연산 제어부, PC는 연산 표시부, NR은 데이터 로거이다.

[0023] 상기 빌드다운 용량(BC)은 1차측 개폐 스위칭 밸브(상류측 밸브)(AV)의 출구측과 압력식 유량 제어 장치(FCS)의 컨트롤 밸브(도시 생략)의 입구측 사이의 관로 공간 용적에 상당하는 것이며, 배관로의 길이나 내경 등의 조정, 또는 상기 배관로에 개설한 빌드다운용 챔버(도시 생략)의 내용적의 조정에 의해, 상기 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)은 1.78cc와 9.91cc, 4.6~11.6cc 및 1.58~15.31cc의 각 용적으로 스위칭하여 조정할 수 있도록 되어 있다.

[0024] 또한, 빌드다운용 챔버를 사용했을 경우에는 1차측 개폐 스위칭 밸브(상류측 밸브)(AV)의 출구와 컨트롤 밸브(CV)의 입구간의 유로 내경을 1.8㎜로 하고, 또한 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)을 1.58~15.31cc로 선정하고 있다.

[0025] 상기 연산 제어부(CP) 내의 모니터 유량 연산 제어부(CPb)에서는 후술하는 바와 같이 빌드다운 용량(BC)에 있어서의 압력 강하율을 이용하여 모니터 유량의 연산이 행해지고, 또한 압력식 유량 연산 제어부(CPa)에서는 종전의 압력식 유량 제어 장치(FCS)의 제어 연산부와 마찬가지로 오리피스(도시 생략)를 유통하는 유량의 연산 및 컨트롤 밸브(도시 생략)의 개폐 제어 등이 행해진다.

[0026] 또한, 압력식 유량 제어 장치(FCS), 1차측 개폐 스위칭 밸브(상류측 밸브)(AV), 압력 조정기(RG) 및 그 밖의 기기류는 모두 공지의 것이기 때문에 여기에서는 그 설명을 생략한다. 또한, 상기 1차측 개폐 스위칭 밸브(상류측 밸브)(AV)는 개폐를 단시간 내에 행할 필요가 있기 때문에 피에조 구동식 메탈다이어프램 밸브를 사용하고 있지만, 직동형 전자 밸브나 파일롯 전자 밸브를 설치한 에어 작동 밸브라도 좋다.

[0027] 빌드다운식 유량 측정부를 압력식 유량 제어 장치(FCS)의 상류측에 배치할 수 있는 것은 상술한 바와 같이 오리피스를 사용한 압력식 유량 제어 장치(FCS)가 가스 공급압 변동의 영향을 받기 어렵기 때문이다. 또한, 빌드다운 방식에 의해 고정밀도인 유량 측정이 가능한 것은 공지이다.

[0028] 즉, 빌드다운 방식에 있어서는 내용적[V(l)]의 빌드다운 용량(BC) 내를 유통하는 유량(Q)은 하기의 (1)식에 의해 산출할 수 있다.

[0029]
$$Q(sccm)=\frac{1(atm)}{760(Torr)}\times 1000(cc/l)\times 60(\mathrm{sec/min})\times\frac{273(K)}{(273+T)(K)}\times V(l)\times\frac{\Delta p(Torr)}{\Delta t(\mathrm{sec})}$$

[0030] 단, 여기에서 V는 빌드다운 용량(BC)의 내용적(l), ΔP/Δt는 빌드다운 용적(V)에 있어서의 압력 강하율, T는 가스 온도(℃)이다.

[0031] 우선, 도 5의 시험 장치를 이용하여 압력식 유량 제어 장치(FCS)의 상류측 압력을 400㎪ abs, 압력 강하 범위[압력차(ΔP)]을 50㎪ abs 이상, 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)을 4.6~11.6cc로 해서 빌드다운 방식에 의한 유량 측정을 행했다.

[0032] 도 6은 이때의 압력 강하 상태를 나타내는 것이며, 유량 그 자체는 비교적 정밀도 좋게 측정할 수 있지만, 압력 회복 시간(a)이 필요하기 때문에 측정 유량의 출력이 불연속하게 되고, 또한 1사이클에 요하는 시간이 수 초 이상으로 되는 것을 알 수 있었다.

[0033] 즉, 1차측 개폐 스위칭 밸브(상류측 밸브)(AV)를 개방으로 하고, 압력이 규정값 이상의 압력이 될 때까지의 시간을 압력 회복 시간(a)으로 하고, 또한 1차측 개폐 스위칭 밸브(상류측 밸브)(AV)를 폐쇄로 해서 압력이 규정값 이하까지 하강하는 시간을 유량 출력 가능 시간(b)으로 하면, 상기 (a)와 (b)의 비율에 의해 유량 출력이 가능한 시간의 비율이 결정되게 된다. 또한, 이 유량 출력 가능 시간(b)은 FCS의 제어 유량, 빌드다운 용량의 내용적(V), 압력 강하 범위(ΔP)에 의해 결정되기 때문에, FCS의 제어 유량, 빌드다운 용량의 내용적(V) 및 압력 강하 범위(ΔP)를 보다 엄밀하게 검토하여 각각을 적절한 값으로 하지 않으면, 빌드다운 방식에 의한 유량 측정을 리얼타임 유량 모니터에 근접시킬 수 없는 것이 판명되었다.

[0034] 물론, 리얼타임 유량 모니터이기 위해서는 이상적으로는 연속적인 유량 출력이 필수가 되지만, 현실의 반도체 제조 장치 등의 운전에 있어서는 1초 동안에 적어도 1회 이상의 유량 출력을 얻을 수 있으면 거의 리얼타임에 가까운 유량 모니터가 가능해진다.

[0035] 그래서, 본 발명자들은 빌드다운식에 의한 유량 측정에 있어서 1초 동안에 적어도 1회 이상의 유량 출력을 얻어서 리얼타임에 가까운 유량 모니터를 가능하게 하기 위해서, 상기 압력차(ΔP) 및 빌드다운 용량의 내용적(V)을 보다 작게 해서 가스 재충전에 필요한 시간[압력 회복 시간(a)]을 짧게 하는 것을 착상하고, 또한 상기 착상에 의거하여 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V) 및 유량 측정시의 압력차(ΔP)의 감소에 의해 리얼타임성의 확보가 가능한지의 여부를 검토함과 아울러, 유량 모니터 정밀도나 그 재현성 등에 대해서 각종 시험을 행했다.

[0036] 최초에, 도 5의 시험 장치의 압력식 유량 제어 장치(FCS)로서 정격 유량이 F20, F200 및 F600(SCCM)인 3종류의 FCS를 준비하고, 또한 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)을 약 1.78cc와 약 9.91cc의 2종류로 설정했다. 또한, 9.91cc의 빌드다운 용량(BC)은 배관 길이 및 배관 내경을 조정함으로써 용량의 조정을 행했다. 또한, 유량 출력 가능 시간(b)은 0.5sec(0.25ms×2000점)을 목표로 하고, 또한 시험 환경 온도는 23℃±1℃로 했다.

[0037] 이어서, FCS 상류측 압력을 370kPa abs로 하고, 압력차 ΔP=20kPa abs, 유량 N_2=100SCCM으로 설정(FCS측에서 설정)하여 빌드다운 유량 측정시의 압력 회복 특성[압력 회복 시간(a)]을 측정했다.

[0038] 도 7은 압력 회복 특성의 측정 결과를 나타내는 것이며, 도 8은 그 확대도, 도 9는 그때의 압력 강하 특성을 나타내는 것이다. 도 7 및 도 8로부터도 명확한 바와 같이, 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)을 1.78cc 및 압력 강하 범위(ΔP)를 20kPa abs로 작게 함으로써 N_2 유량 100SCCM에 있어서도 재충전 시간[압력 회복 시간(a)]을 대폭 짧게 할 수 있고, 도 9에 나타내는 바와 같이 적어도 1초 이내의 간격으로 측정 유량을 출력할 수 있는 것을 확인할 수 있었다.

[0039] 또한, 1차측 개폐 스위칭 밸브(상류측 밸브)(AV)의 개폐 속도가 압력 회복 시간(a)을 유량 출력 가능 시간(b)에 대하여 작게 하는 점에서 큰 영향을 갖는 것이 판명되었다. 그 때문에, 1차측 개폐 스위칭 밸브(상류측 밸브)(AV)로서는 피에조 구동식 메탈다이어프램 밸브나 전자 직부형 밸브가 바람직한 것이 판명되었다.

[0040] 또한, 압력 강하 범위(ΔP) 및 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)의 감소에 의한 압력 회복 시간(a)의 단축화는 압력 강하 시간[유량 출력 가능 시간(b)]의 단축화를 초래하게 되기 때문에, 측정 유량과 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)과 압력 강하 시간(b)의 관계가 특히 중요해지는 것이 판명되었다.

표 1

[0041] 빌드다운 용량１．７８ｃｃ일 때의 가스 유량과 1사이클당의 강하 시간

유량 （ｓｃｃｍ）	강하 시간 （ｓ）
5	4.22
10	2.11
50	0.42
100	0.21

[0042] 표 1은 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)을 1.78cc로 했을 경우의 측정 유량(SCCM)과 압력 강하 시간(sec)의 관계를 나타내는 것이며, 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)이 1.78cc일 경우에는 50SCCM 이하의 유량이 아니면 1초 동안 이내에 1회 이상의 유량 출력을 행하는 것이 곤란해져, 리얼타임에 상당하는 유량 모니터를 행하는 것이 곤란해지는 것을 알 수 있다.

[0043] 또한, 유량 출력 가능 시간(b)에 있어서의 압력 강하 특성은 직선성을 갖는 것이 측정 오차의 점으로부터 필요하고, 유량 산출이 가능한 범위는 압력 강하율이 일정(즉, 직선성을 갖는 부분)한 범위에 한정되는 것을 알 수 있었다.

[0044] 도 10~도 12는 측정 유량이 100, 50 및 10SCCM일 경우의 압력 강하 특성의 형태를 조사한 결과를 나타내는 것이며, 어느 경우에 있어서나 빌드다운 직후에는 압력 강하 특성이 직선성을 상실한 것이 된다. 또한, 이 경우의 빌드다운 용량(BC)은 1.78cc이며, 유체는 N_2 가스이다.

[0045] 상기 도 10~도 12에 나타내는 빌드다운 직후에 있어서의 직선성으로부터의 어긋남은 압력 변화에 따른 가스의 단열 팽창에 의한 가스 내부 온도 변화에 기인해서 발생하는 것으로 상정된다. 그리고, 측정 유량이 작을수록 이 직선성으로부터의 어긋남은 커지는 경향이 있고, 이에 따라 유량 산출이 가능한 시간폭이 좁혀지는 것을 알 수 있다.

[0046] 이어서, 압력 강하 특성 곡선의 직선성으로부터의 어긋남에 의한 유량 측정 오차를, 유량 출력 가능 시간(b)이 1초 이내인 경우에 대해서 0.25초마다 5점 측정함으로써 계측했다.

[0047] 즉, 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)을 1.78cc 및 9.91cc로 하고, 압력 강하 범위(ΔP)를 20kPa abs, 1차측 개폐 스위칭 밸브(상류측 밸브)(AV)의 폐쇄로부터의 유량 안정까지의 시간을 1초로 해서 0.25sec마다 유량을 산출하고, 제어 유량에 대한 산출 유량의 오차를 검토했다.

[0048] 도 13 및 도 14는 그 결과를 나타내는 것이며, 어느 경우나 1차측 개폐 스위칭 밸브(상류측 밸브)(AV)의 폐쇄로부터 0.25sec 이상 경과함으로써 오차가 대폭 감소하는 것을 알 수 있었다. 즉, 압력 강하 특성 곡선이 직선에 가까워짐에 따라서 오차가 감소하는 것이 확인되었다.

[0049] 한편, 표 2는 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)과, 측정 유량과, 압력 강하 시간(b)의 관계를 나타내는 것이며, 빌드다운 용량(BC)의 내용적 V=1.78cc일 경우에는 유량 20~50SCCM일 때에 약 1초 이내의 간격으로 유량 출력이 행해지게 된다.

[0050] 또한, 빌드다운 용량(BC)의 내용적 V=9.91cc일 경우에는 유량 100~200SCCM일 때에 약 1초 이내의 간격으로 유량 출력이 가능한 것을 알 수 있다.

표 2

[0051]

압력 하강 범위ΔＰ＝２０ｋＰａ　ａｂｓ.

빌드다운 용량ＢＣ：1.78cc

유량 (sccm)	강하 시간 (s)
5	4.22
10	2.11
20	1.05
50	0.42

빌드다운 용량ＢＣ:9.91cc

유량 (sccm)	강하 시간 (s)
50	2.35
100	1.17
200	0.59

[0052] 도 15는 상기 각 시험의 결과에 의거하여 본 발명자들이 앞서 개발한 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치의 기본 구성을 나타내는 계통도이며, 상기 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치는 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)와 압력식 유량 제어부(FCS)와 양자간을 연결하는 신호 전송 회로(디지털 통신 회로)(CT)로 구성되어 있다.

[0053] 또한, 도 15에 있어서 PV_1은 입구측 개폐 스위칭 밸브, PV_2는 출구측 개폐 스위칭 밸브, BC는 빌드다운 용량, P_3은 압력 센서, CPb는 모니터 유량 연산 제어부, VB_1은 모니터 입구측 블록, VB_2는 모니터 출구측 블록이다.

[0054] 또한, 도 15에 있어서 CV는 컨트롤 밸브, CPa는 유량 연산 제어부, OR_1은 소경 오리피스, OR_2는 대경 오리피스, P_1은 제 1 압력 센서, P_2는 제 2 압력 센서, VB_3은 유량 제어부 입구측 블록, VB_4는 유량 제어부 출구측 블록, VB_5는 연결용 블록, SK는 연결부의 개스킷이다.

[0055] 상기 압력식 유량 제어부(FCS)에는 유량 설정값 조정 기구(QSR)가 설치되어 있고, 미리 설정된 설정 유량(Qs)이 신호 전송 회로(CT)를 통해서 입력된 빌드다운 유량(Q)과 비교기(도시 생략)에 의해 비교되어 양자의 차이가 규정 이상의 유량값이 되면 자동적으로 설정 유량(Qs)이 Qs'로 수정되고, 압력식 유량 제어부(FCS)의 유량 제어값이 빌드다운 유량(Q)에 합치하도록 조정된다. 즉, 실유량이 빌드다운 유량(Q)에 합치하도록 조정된다.

[0056] 또한, 도 15에 있어서는 온도 검출 센서(T), 필터(F) 등은 생략되어 있고, 또한 압력식 유량 제어부(FCS)는 어떠한 형식의 것, 예를 들면 오리피스가 1기인 것이라도 좋은 것은 물론이다. 또한, 압력식 유량 제어부(FCS)나 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)의 기본 구성 그 자체는 공지이기 때문에 여기에서는 그 상세한 설명을 생략한다.

[0057] 구체적으로는, 가스 입구(1)로부터 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)에 유입된 압력 500~320kPa abs의 가스는 입구측 피에조 스위칭 밸브(PV_1), 챔버식의 빌드다운 용량(BC), 출구측 피에조 스위칭 밸브(PV_2)의 순으로 유통되고, 모니터 유량 연산 제어부(CPb)에서 모니터 유량(Q)이 연산되어, 이것이 압력식 유량 제어부(FCS)의 유량 설정값 조정 기구(QSR)에 입력된다.

[0058] 또한, 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)로부터 유출된 가스는 컨트롤 밸브(CV), 소경 오리피스(OR_1) 및 또는 대경 오리피스(OR_2)를 통과하여 가스 출구(2)로부터 유출된다. 그 동안에 상기 유량 연산 제어부(CPa)가 오리피스 유통 가스 유량을 연산함과 아울러, 컨트롤 밸브(CV)의 개폐 제어나 오리피스 스위칭 밸브(OLV)의 개폐 제어를 한다.

[0059] 또한, 상기 유량 연산 제어부(CPa)의 유량 설정값 조정 기구(QSR)에서는 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)에서의 모니터 유량(Q)과 오리피스 유통 유량[즉, 유량 연산 제어부(CPa)에서의 제어 유량]이 비교되어 양자의 차이가 미리 정한 설정값을 초과하면 압력식 유량 제어부(FCS)의 제어 유량을 상기 모니터 유량(Q)에 합치시키도록 설정 유량(Qs) 쪽을 조정하여 이것을 Qs'로 자동 수정한다.

[0060] 즉, 본 발명의 요부를 형성하는 빌드다운식 모니터 유량 제어부(CPb)는 입구측(상류측) 피에조 스위칭 밸브(PV_1)의 개폐 제어나, 압력 센서(P_3), 온도 검출 센서(T)(도 15에서는 생략) 및 양쪽 스위칭 밸브(PV_1, PV_2)간의 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V) 등으로부터 빌드다운 유량(Q)을 연산하고, 이것을 유량 연산 제어부(CPa)에 출력한다.

[0061] 상술한 바와 같이, 본 발명에 의한 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치에서는 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)에서 압력 강하율($\Delta P/\Delta t$)의 측정이나 모니터 유량(Q)의 연산이 행해지고, 모니터 유량 연산 제어부(CPb)에 외부 입출력 회로(PIO)를 통해서 지령 신호 및 또는 설정 신호를 입력함으로써 모니터 유량이 적어도 1초 동안에 1회의 비율로 모니터 표시됨과 아울러, 상기 압력식 유량 제어부(FCS)의 제어 유량값의 수정, 보정이 자동적으로 행해진다.

[0062] 또한, 모니터 유량 출력(Q)[모니터 유량 연산 제어부(CPb)로부터의 유량 출력]과 압력식 유량 제어부(FCS)의 유량 출력[압력식 유량 연산 제어부(CPa)로부터의 유량 출력] 사이에 설정값 이상의 차이가 생겼을 경우에 유량 이상의 경보를 발신, 또는 필요할 경우에는 소위 압력식 유량 제어 장치(FCS)의 유량 자기 진단을 실시해서 유량 이상의 원인이나 그 발생 장소를 특정하는 것도 가능하고, 또한 설정값 이상의 유량 차이가 생겼을 경우에는 압력식 유량 제어부(FCS) 자체의 영점 조정 등을 자동적으로 실시하는 것 등도 가능하다.

[0063] 한편, 도 15의 장치에 있어서는 입구측 스위칭 밸브 등을 피에조 구동식 밸브로 하고 있지만, 이것들을 직동형의 전자 구동 밸브로 해도 좋다. 또한, 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)은 1.78~9.91cc의 범위로 선정하고 있다. 또한, 압력 강하 범위(ΔP)는 20kPa abs(350~320kPa abs)로 선정되어 있고, 적어도 1초 동안에 1회 이상의 모니터 유량을 출력하는 구성으로 하고 있다. 또한, 상기 온도 검출 센서(T)(도시 생략)는 외면 부착형의 측온 저항식 온도 센서로 하고 있지만, 모니터 블록(VB_1 또는 VB_2)의 내부에 삽입하는 서모스탯형 온도계를 사용하는 것도 가능하다.

[0064] 또한, 도 15의 장치에서는 빌드다운 용량(BC)으로서 후술하는 바와 같이 압력 센서가 부착된 챔버를 사용하고 있지만, 상기 빌드다운 용량(BC)을 가스 유로의 내용적으로써 형성하고, 가스 유로의 내경 및 유로 길이를 적절하게 선정함으로써 원하는 내용적(V)의 빌드다운 용량(BC)을 얻는 구성으로 해도 좋다.

[0065] 도 16은 도 15의 빌드다운식 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치의 종단면 개요도이다. 상기 실시예에서는 빌드다운 용량(BC)으로서 압력 센서가 부착된 챔버(CH)를 사용하고, 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)의 각 가스 통로(L_1, L_2, L_4)의 내경을 1.8㎜의 세경으로 하고 있다. 또한, 오리피스(OR_1, OR_2)의 하류측에 제 2 압력 센서(P_2)를 별도로 설치하고 있다. 또한, 챔버(CH)에 압력 센서(P_3)를 설치하고 있다.

[0066] 즉, 도 16에 있어서는 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)와 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2) 사이에 소형의 압력 챔버(CH)를 설치하고, 이 압력 챔버(CH)의 내용적을 조정함으로써 상기 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)을 조정하는 구성으로 하고 있다. 또한, 양쪽 스위칭 밸브(PV_1, PV_2)의 개폐 속도를 높이기 위해서, 피에조 구동 메탈다이어프램형 노멀 클로즈 밸브를 이용하고 있다. 또한, 피에조 구동 메탈다이어프램형 노멀 클로즈 밸브 그 자체는 공지이기 때문에 설명은 생략한다.

[0067] 상기 압력 챔버(CH)는 외통(CHa)과 내통(CHb)의 2중통으로 형성되어 있고, 또한 내외통(CHa, CHb)간의 갭(G)이 본 실시형태에 있어서는 1.8㎜로 선정되어 있다. 그리고, 압력 챔버(CH)의 내용적은 1.3~12cc 정도로 선정되어 있고, 이것에 압력 센서(P_3)를 부설한 구성으로 하고 있다.

[0068] 또한, 도 16의 장치에 있어서는 압력 챔버(CH)의 용적을 자유롭게 선정할 수 있음과 아울러, 가스 통로(L_1, L_2,

L_4) 등을 모두 동일한 세경(예를 들면, 1.8㎜Φ)으로 정렬할 수 있어, 빌드다운 용량(BC)의 내용적을 정확하고 또한 용이하게 소정의 용적값으로 설정할 수 있다.

[0069] 구체적으로는, 공시용의 챔버(CH)로서 상기 갭(G)을 1.8㎜ 및 3.6㎜로 한 표 3과 같은 사이즈의 5종의 챔버를 작성하고, 이것들을 도 5의 시험 장치에 적용해서 가스 유량(SCCM)과 압력 강하의 경사(㎪/sec)와 압력 강하 시간(sec) 등과의 관계 등을 조사했다.

[0070] 또한, 도 5의 시험 장치를 사용한 조사에 있어서 온도 검출 센서(T)는 챔버(CH)의 외표면에 부착 고정했다. 또한, 챔버(CH) 이외의 가스 통로(L_3, L_5)의 용적은 0.226cc이다.

표 3

[0071]

챔버 A

갭	1.8	mm
높이	14.0	mm
직경	18.0	mm
챔버	1.58	cc
다른 유로 체적	0.226	cc
현실 총 체적	2.31	cc

챔버 B

갭	1.8	mm
높이	92.0	mm
직경	18.0	mm
챔버	8.72	cc
다른 유로 체적	0.226	cc
현실 총 체적	9.70	cc

챔버 C

갭	2.4	mm
높이	92.0	mm
직경	18.0	mm
챔버	11.15	cc
다른 유로 체적	0.226	cc
현실 총 체적	11.55	cc

챔버 D

갭	3.0	mm
높이	92.0	mm
직경	18.0	mm
챔버	13.35	cc
다른 유로 체적	0.226	cc
현실 총 체적	13.91	cc

챔버 E

갭	3.6	mm
높이	92.0	mm
직경	18.0	mm
챔버	15.31	cc
다른 유로 체적	0.226	cc
현실 총 체적	15.45	cc

[0072] 도 17은 도 6에 있어서의 압력 강하 시간(b)을 1초 이내로 했을 경우의 가스 유량(SCCM)과 압력 강하의 경사(㎪/sec)의 관계를 각 챔버 A~E에 대해서 측정한 결과를 나타내는 것이며, 시험 장치에 장착한 상태에 있어서의 현실의 각 빌드다운 용량은 2.31cc~15.45cc였다.

[0073] 도 17로부터도 명확한 바와 같이, 압력 강하 범위(ΔP)를 20㎪/sec으로 했을 때에는 챔버 A의 경우에는 25.2sccm, 챔버 B에서 106.6sccm, 챔버 E에서 169.0sccm의 각 유량 측정이 가능한 것을 알 수 있다.

[0074] 상기 도 15 및 도 16의 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치에 있어서는 상류측에 설치한 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)와, 그 하류측에 설치한 압력식 유량 제어부(FCS)와, 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)와 압력식 유량 제어부(FCS)를 연결해서 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)의 모니터 유량(Q)을 압력식 유량 제어부(FCS)에 전송하는 신호 전송 회로(CT)와, 압력식 유량 제어부(FCS)에 설치되고 상기 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)로부터의 모니터 유량(Q)에 의해 압력식 유량 제어부(FCS)의 설정 유량(Qs)을 조정하는 유량 설정값 조정 기구(QSR)로 구성하고, 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)의 모니터 유량에 의해 압력식 유량 제어부(FCS)의 설정 유량값을 자동적으로 조정하도록 하고 있다.

[0075] 그 결과, 모니터 유량값(오리피스를 유통하는 실유량값)과, 압력식 유량 제어부(FCS)의 설정 유량값(제어 유량값)이 크게 달랐던 상태가 장기에 걸쳐서 계속되는 일이 전무해져서, 반도체 제품의 품질 향상 등의 점에서 많은 효용이 얻어진다.

[0076] 또한, 압력식 유량 제어부(FCS)의 상류측에 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)를 설치하고, 압력식 유량 제어부의 입력측 압력 변동에 대한 고응답성을 활용하여 압력식 유량 제어부(FCS)의 입력측 압력 변동이 허용되는 범위 내의 가스 압력차에 대응하는 압력 강하 범위(ΔP)를 상기 빌드다운 용량(BC) 내에 1초 동안에 1회 이상의 비율로 발생시켜, 상기 압력 강하율(ΔP/Δt)과 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)과 가스 온도(K)로부터 1초 동안에 적어도 1회 이상의 모니터 유량을 연산해서 출력할 수 있도록, 상기 압력 강하 범위[압력차(ΔP)], 압력 강하 시간(Δt) 및 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)을 설정하는 구성으로 하고 있다.

[0077] 그 결과, 상기 압력 강하 범위(압력차)(ΔP)를 대략 20~30㎪ abs로, 압력 강하 시간(Δt)을 0.5~0.8sec로, 및 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)을 1.8~18cc로 설정함으로써, 적어도 1초 동안당에 1회 이상의 비율로 모니터 유량을 고정밀도로 연산하고 출력하는 것이 가능해지고, 빌드다운 방식의 이용에도 불구하고 대략 리얼타임에

가까운 고정밀도의 유량 모니터가 가능해진다.

[0078] 또한, 종전의 열식 유량 센서를 짜맞추는 방식에 비해서 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치의 대폭적인 구조의 간소화, 소형화와 제조비의 인하가 가능해져, 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치의 부가가치가 현저하게 향상된다.

[0079] 그러나, 본 발명자들이 앞서 개발한 도 15 및 도 16의 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어에도 아직 많은 문제점이 남아 있다.

[0080] 특히, 제어 유량이 대폭 변화되었을 경우에 압력 강하 범위(압력차)(ΔP)를 대략 20~30㎪ abs로 함과 아울러 압력 강하 시간(Δt)을 0.5~0.8sec으로 해서 적어도 1초 동안당에 1회 이상의 비율로 모니터 유량을 고정밀도로 연산하고 출력하기 위해서는, 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)을 신속하고 또한 정확하게 적절한 값으로 조정할 필요가 있다. 그 결과, 빌드다운 용량의 조정 기구가 현저하게 복잡화하고, 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어의 대형화나 제조 비용의 앙등을 초래한다고 하는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0081] (특허문헌 0001) 일본 특허 제 2635929호

(특허문헌 0002) 일본 특허 제 2982003호

(특허문헌 0003) 일본 특허 제 4308356호

(특허문헌 0004) 일본 특허 제 4137666호

(특허문헌 0005) 일본 특허 공개 2003-195948호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0082] 본 발명은 (a) 종전의 빌드다운이나 빌드업식의 유량 측정 방법을 사용한 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치의 경우에는, 유량 모니터시에 있어서 실가스의 공급을 일시적으로 정지해야 해서 반도체 제조 장치의 가동률의 저하나 제조한 반도체의 품질 변동 등을 발생시키는 것, (b) 종전의 도 21과 같은 열식 유량계와 압력식 유량 제어 장치를 짜맞춘 구조의 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치에서는, 실유량의 이상이 판명되어도 자동적으로 제어 유량의 설정값의 수정을 행할 수 없어 유량 수정의 지연에 의해 여러 가지 문제가 발생하고, 또한 유량 제어 장치 자체의 구조의 간소화 및 장치의 소형화가 곤란해지며, 또한 압력식 유량 제어 장치의 뛰어난 응답 특성이나 안정된 유량 제어 특성이 감쇄되는 것, 및 (c) 제어 유량이 대폭 변화될 경우에는 빌드다운 용량을 적절한 값으로 조정할 필요가 있어 복잡한 빌드다운 용량 조정 기구를 필요로 하고, 또한 용량 조정에 수고가 드는 것 등의 문제를 해결하고자 하는 것이며, 압력식 유량 제어 장치(FCS)와 그 상류측에 설치한 빌드다운식의 유량 측정부를 일체로 짜맞추고, 유량 제어 장치의 상류측 압력(입력측 압력)에 허용되는 압력 변동 범위 내에서 상기 빌드다운식의 유량 측정부를 작동시켜 빌드다운 용량을 밸브 조작에 의해 간단하게 대유량용 용량과 소유량용 용량으로 스위칭함으로써 대유량 영역과 소유량 영역의 유량 모니터를 간단하고 또한 고정밀도로 행할 수 있고, 또한 모니터 유량값과 제어 유량값의 차이가 소정 유량값을 초과했을 경우에는 자동적으로 압력식 유량 제어 장치측의 유량 설정값을 조정하여 압력식 유량 제어 장치에 의한 유량 제어값을 빌드다운식 유량 측정부에 의한 유량값으로 수정하도록 한 유량 레인지 스위칭형 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치를 제공하는 것이다.

[0083] 즉, 입력측의 압력 변동에 의해 유량 제어 특성이 거의 영향을 받지 않는다고 하는 압력식 유량 제어 장치의 유량 특성을 최대로 활용해서 빌드다운 유량식 모니터부에 의한 유량 모니터를 대략 리얼타임(적어도 1회/1초)에 가까운 상황 하에서 행할 수 있고, 또한 연산 제어부의 간소화, 제어 유량 영역의 확대, 기기 본체부의 대폭적인 소형화, 및 가스 치환성의 향상 등을 가능하게 한 유량 레인지 스위칭형 빌드다운식 유량계 및 유량 레인지 스위칭형 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치를 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0084] 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명에 의한 유량계는 상기 각 시험의 결과를 기초로 해서 창작된 것이며, 청구항 1의 발명은 유로 상에 배치된 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)와, 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)의 하류에 배치된 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)와, 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)의 하류에 배치된 컨트롤 밸브(CV)를 구비하고, 각 밸브끼리는 내용적을 갖는 유로로 연결되고, 컨트롤 밸브(CV)보다 상류에 압력 센서(P_3)를 배치한 빌드다운식 유량계로서, 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)의 출구측으로부터 컨트롤 밸브(CV)의 입구측까지의 유로 내용적을 빌드다운 용적(V_1)으로 해서 유량 연산하도록 한 대유량용 측정부와, 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)의 출구측으로부터 컨트롤 밸브(CV)의 입구측까지의 유로 내용적을 빌드다운 용적(V_2)으로 해서 유량을 연산하도록 한 소유량용 측정부를 구비하는 것을 발명의 기본 구성으로 하는 것이다.

[0085] 상기 컨트롤 밸브(CV)는 유량 제어부(FCS)의 내부의 컨트롤 밸브(CV)로 해도 좋다.

[0086] 또한, 개폐 스위칭 밸브로 구획된 내용적을 갖는 유로를 복수 배치하는 것으로 한 것이다.

[0087] 또한, 본 발명에 의한 유량 제어 장치는 제 1 수단으로서, 상류측에 설치한 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)와, 그 빌드다운 유량식 모니터부의 하류측에 설치한 유량 제어부(FCS)를 구비하는 유량 제어 장치로서, 상기 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)가 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)와, 그 입구측 개폐 스위칭 밸브의 하류측에 설치한 빌드다운 용량(BC)과, 빌드다운 용량(BC)의 하류측의 가스 통로에 설치한 온도 센서(Th)와, 빌드다운 용량(BC)의 하류측에 설치한 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)와, 그 출구측 개폐 스위칭 밸브의 하류측에 설치한 압력 센서(P_3)와, 상기 온도 센서(Th) 및 압력 센서(P_3)의 검출값이 입력되는 모니터 유량 연산 제어부(CPb)를 구비하고, 그 모니터 유량 연산 제어부(CPb)에 의해 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)의 출구측과 유량 제어부(FCS)의 컨트롤 밸브(CV) 사이의 가스 통로 내용적을 빌드다운 용적(V)으로 해서 대유량의 모니터 유량(Q_1)을 연산함과 아울러, 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)의 출구측과 유량 제어부(FCS)의 컨트롤 밸브(CV) 사이의 가스 통로 내용적을 빌드다운 용적(V)으로 해서 소유량의 모니터 유량(Q_2)을 연산하는 구성으로 되어 있는 것을 발명의 기본 구성으로 하는 것이다.

[0088] 본 발명에 의한 상기 유량 제어 장치는 상기 제 1 수단에 있어서, 신호 전송 회로(CT)에 의해 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)와 유량 제어부(FCS)를 연결하여 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)의 모니터 유량(Q)을 유량 제어부(FCS)에 전송함과 아울러, 유량 제어부(FCS)에 상기 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)로부터의 모니터 유량(Q)에 의해 유량 제어부(FCS)의 설정 유량(Qs)을 조정하는 유량 설정값 조정 기구(QSR)를 설치하는 구성으로 해도 좋다.

[0089] 또한, 본 발명에 의한 상기 유량 제어 장치는 제 2 수단으로서, 상류측에 설치한 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)와, 그 빌드다운 유량식 모니터부의 하류측에 설치한 유량 제어부(FCS)와, 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)와 유량 제어부(FCS)를 연결하여 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)의 모니터 유량(Q)을 유량 제어부(FCS)에 전송하는 신호 전송 회로(CT)와, 유량 제어부(FCS)에 설치되고 상기 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)로부터의 모니터 유량(Q)에 의해 유량 제어부(FCS)의 설정 유량(Qs)을 조정하는 유량 설정값 조정 기구(QSR)를 구비하는 유량 제어 장치로서, 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)를 가스 공급원으로부터의 가스의 유통을 개폐하는 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)와, 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)의 출구측에 접속한 소정의 내용량을 갖는 빌드다운 용량(BC)과, 빌드다운 용량(BC)의 출구측에 접속한 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)와, 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)의 하류측 통로를 유통하는 가스의 압력을 검출하는 압력 센서(P_3)와, 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)의 하류측 통로를 유통하는 가스의 온도를 검출하는 온도 센서와, 대유량일 때에는 상기 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)를 개방 상태로 유지함과 아울러, 상기 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)의 출구측과 상기 유량 제어부(FCS)의 컨트롤 밸브(CV) 사이의 가스 통로 내용적을 빌드다운 용적(V)으로 하고, 상기 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)를 개폐 작동시킴과 아울러 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)의 개방에 의해 상기 빌드다운 용적(V) 내의 가스 압력을 설정 상한 압력값으로 한 뒤 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)를 폐쇄하고, 소정 시간 t초 후에 가스 압력을 설정 하한 압력값까지 하강시킴으로써 빌드다운식에 의해 대모니터 유량(Q_1)을 연산 및 출력하고, 또한 소유량일 때에는 상기

입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)를 개방 상태로 유지함과 아울러, 상기 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)의 출구측과 상기 유량 제어부(FCS)의 컨트롤 밸브(CV) 사이의 가스 통로 내용적을 빌드다운 용적(V)으로 하고, 상기 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)를 개폐 작동시킴과 아울러 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)의 개방에 의해 빌드다운 용적(V) 내의 가스 압력을 설정 상한 압력값으로 한 뒤 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)를 폐쇄하고, 소정 시간 t초 후에 가스 압력을 설정 하한 압력값까지 하강시킴으로써 빌드다운식에 의해 소모니터 유량(Q_2)을 연산 및 출력하는 모니터 유량 연산 제어부(CPb)를 구비하고, 상기 모니터 유량(Q)을

[0090] $$Q=\frac{1000}{760}\times 60\times\frac{273}{(273+T)}\times V\times\frac{\Delta p}{\Delta t}$$

[0091] [단, T는 가스 온도(℃), V는 빌드다운 용적(l), ΔP는 압력 강하 범위(설정 상한 압력값-설정 하한 압력값)(Torr), Δt는 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)의 폐쇄로부터 개방까지의 시간(sec)이다.]에 의해 연산하는 것을 발명의 기본 구성으로 하는 것이다.

[0092] 본 발명에 의한 상기 유량 제어 장치는 상기 제 2 수단에 있어서, 유량 설정값 조정 기구(QSR)를, 모니터 유량(Q)과 설정 유량(Qs)의 비교기를 구비하여 모니터 유량(Q)과 설정 유량(Qs)의 차이가 설정값을 초과하면 설정 유량(Qs)을 모니터 유량(Q)으로 자동 수정하는 구성의 유량 설정값 조정 기구로 해도 좋다.

[0093] 본 발명에 의한 상기 유량 제어 장치는 상기 제 2 수단에 있어서, 유량 제어부(FCS)를 컨트롤 밸브(CV)와 오리피스(OR) 또는 임계 노즐과 압력 센서(P_1) 및 또는 압력 센서(P_2)와 유량 연산 제어부(CPa)를 구비하는, 내압력 변동성을 구비한 압력식 유량 제어 장치(FCS)로 해도 좋다.

[0094] 본 발명에 의한 상기 유량 제어 장치는 상기 제 2 수단에 있어서, 빌드다운 용적(V)을 0.5~20cc로 함과 아울러, 설정 상한 압력값을 400~100kPa abs 및 설정 하한 압력값을 350kPa abs~50kPa abs로, 또한 소정 시간(t)을 0.5~5초 이내로 하도록 해도 좋다.

[0095] 본 발명에 의한 상기 유량 제어 장치는 상기 제 2 수단에 있어서, 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)의 출구측과 유량 제어부(FCS)의 컨트롤 밸브(CV)간의 가스 통로의 내용적(V)을 13~15cc로 하고, 대유량의 모니터 유량 영역을 40~600SCCM으로 함과 아울러 소유량의 모니터 유량 영역을 1~50SCCM으로 하도록 해도 좋다.

[0096] 본 발명에 의한 상기 유량 제어 장치는 상기 제 2 수단에 있어서, 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)를 피에조 구동식 메탈다이어프램 밸브 또는 전자 직동형 전동 밸브로 함과 아울러, 밸브의 고속 개폐에 의해 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)의 개방에 의한 설정 하한 압력값으로부터 설정 상한 압력값으로의 가스 압력의 회복 시간을, 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)의 폐쇄에 의한 설정 상한 압력값으로부터 설정 하한 압력값까지의 가스 압력 하강 시간보다 대폭 짧게 하도록 해도 좋다.

[0097] 본 발명에 의한 상기 유량 제어 장치는 상기 제 2 수단에 있어서, 유량 제어부(FCS)의 유량 연산 제어부(CPa)와 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)의 모니터 유량 연산 제어부(CPb)를 일체로 형성하는 구성으로 해도 좋다.

[0098] 본 발명에 의한 상기 유량 제어 장치는 상기 제 2 수단에 있어서, 빌드다운 용량(BC)을 챔버로 함과 아울러, 상기 챔버를 내통과 외통을 동심 형상으로 설치 고정한 구조로 하고, 챔버를 형성하는 내·외통간의 간극을 가스 유통로로 하는 구성으로 해도 좋다.

[0099] 본 발명에 의한 상기 유량 제어 장치는 상기 제 2 수단에 있어서, 빌드다운 용량(BC)을 병렬 형상으로 배치한 복수개의 챔버로 함과 아울러, 상기 챔버를 내통과 외통을 동심 형상으로 설치 고정한 구조로 하고, 각 챔버의 내·외통간의 간극을 가스 유통로로 하고, 각 챔버의 상기 가스 유통로를 직렬 형상으로 접속하는 구성으로 해도 좋다.

발명의 효과

[0100] 본 발명의 유량계는 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)의 출구측으로부터 컨트롤 밸브(CV)의 입구측까지의 유로 내용적을 빌드다운 용적(V_1)으로 해서 유량 연산하도록 한 대유량용 측정부와, 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)의 출구측으로부터 컨트롤 밸브(CV)의 입구측까지의 유로 내용적을 빌드다운 용적(V_2)으로 해서 유량을 연산하도록 한

소유량용 측정부를 구비한 구성으로 하고 있기 때문에, 1기의 유량계로써 넓은 유량폭의 가스 유량의 유량 계측이 가능해진다.

[0101] 본 발명의 유량 제어 장치는 상류측에 설치한 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)와, 그 하류측에 설치한 유량 제어부(FCS)와, 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)와 유량 제어부(FCS)를 연결하여 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)의 모니터 유량(Q)을 유량 제어부(FCS)에 전송하는 신호 전송 회로(CT)와, 유량 제어부(FCS)에 설치되고 상기 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)로부터의 모니터 유량(Q)에 의해 유량 제어부(FCS)의 설정 유량(Qs)을 조정하는 유량 설정값 조정 기구(QSR)로 구성하고, 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)의 모니터 유량에 의해 유량 제어부(FCS)의 설정 유량값을 자동적으로 조정하도록 하고 있다.

[0102] 그 결과, 모니터 유량값(오리피스를 유통하는 실유량값)과, 유량 제어부(FCS)의 설정 유량값(제어 유량값)이 크게 달랐던 상태가 장기에 걸쳐서 계속되는 것이 전무해져서, 반도체 제품의 품질 향상 등의 점에서 많은 효용이 얻어진다.

[0103] 또한, 유량 제어부(FCS)의 상류측에 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)를 설치하고, 유량 제어부의 입력측 압력 변동에 대한 고응답성을 활용하여 유량 제어부(FCS)의 입력측 압력 변동이 허용되는 범위 내의 가스 압력차에 대응하는 압력 강하 범위(ΔP)를 상기 빌드다운 용량(BC) 내에 1초 동안에 1회 이상의 비율로 일으키게 하고, 상기 압력 강하율(ΔP/Δt)과 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)과 가스 온도(K)로부터 1초 동안에 적어도 1회 이상의 모니터 유량을 연산해서 출력할 수 있도록 상기 압력 강하 범위[압력차(ΔP)], 압력 강하 시간(Δt) 및 빌드다운 용량(BC)의 내용적(V)을 설정하는 구성으로 하고 있다.

[0104] 그 결과, 상기 압력 강하 범위(압력차)(ΔP), 압력 강하 시간(Δt) 및 빌드다운 용적(V)을 적절하게 설정함으로써 적어도 1초 동안당에 1회 이상의 비율로 모니터 유량을 고정밀도로 연산하고 출력하는 것이 가능해지고, 빌드다운 방식의 이용에도 불구하고 대략 리얼타임에 가까운 고정밀도의 유량 모니터가 가능해진다.

[0105] 또한, 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)를, 가스 공급원으로부터의 가스의 유통을 개폐하는 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)와, 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)의 출구측에 접속한 소정의 내용적(V)을 갖는 빌드다운 용량(BC)과, 빌드다운 용량(BC)의 출구측에 접속한 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)와, 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)의 하류측 통로를 유통하는 가스의 압력을 검출하는 압력 센서(P_3)와, 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)의 하류측 통로를 유통하는 가스의 온도를 검출하는 온도 센서와, 대유량일 때에는 상기 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)를 개방 상태로 유지함과 아울러, 상기 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)의 출구측과 상기 유량 제어부(FCS)의 컨트롤 밸브(CV)간의 가스 통로 내용적을 빌드다운 용량으로 하고, 상기 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)를 개폐 작동시킴과 아울러 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)의 개방에 의해 빌드다운 용량 내의 가스 압력을 설정 상한 압력값으로 한 뒤 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)를 폐쇄하고, 소정 시간 t초 후에 가스 압력을 설정 하한 압력값까지 하강시킴으로써 빌드다운식에 의해 대유량 영역의 모니터 유량(Q_1)을 연산 및 출력하고, 또한 소유량일 때에는 상기 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)를 개방 상태로 유지함과 아울러, 상기 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)의 출구측과 상기 유량 제어부(FCS)의 컨트롤 밸브(CV)간의 가스 통로의 내용적을 빌드다운 용량으로 하고, 상기 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)를 개폐 작동시킴과 아울러 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)의 개방에 의해 빌드다운 용량 내의 가스 압력을 설정 상한 압력값으로 한 뒤 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)를 폐쇄하고, 소정 시간 t초 후에 가스 압력을 설정 하한 압력값까지 하강시킴으로써 빌드다운식에 의해 소유량 영역의 모니터 유량(Q_2)을 연산 및 출력하는 모니터 유량 연산 제어부(CPb)로 구성하도록 하고 있다.

[0106] 그 결과, 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)와 유량 제어부(FCS)의 컨트롤 밸브(CV)간의 가스 통로 내용적 및 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)와 컨트롤 밸브(CV)간의 가스 통로 내용적을 적절하게 선정하고, 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)와 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)를 적절하게 개폐 조작함으로써 대유량 영역과 소유량 영역의 양쪽에 걸쳐서 대략 리얼타임에 가까운 고정밀도의 유량 모니터를 행할 수 있다.

[0107] 또한, 종전의 열식 유량 센서를 짜맞추는 방식에 비해서 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치의 대폭적인 구조의 간소화, 소형화와 제조비의 인하가 가능해져서, 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치의 부가가치가 현저하게 향상된다.

도면의 간단한 설명

[0108] 도 1은 본 발명의 기본 개념을 나타내는 블록 구성도이다.

도 2는 본 발명에 의한 유량 레인지 스위칭형 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치의 기본 구성을 나타내는 계통도이다.

도 3은 본 발명에 의한 빌드다운식의 유량 레인지 스위칭형 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치의 종단면 개요도이다.

도 4는 본 발명의 제 2 실시형태에 의한 빌드다운식의 유량 레인지 스위칭형 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치의 종단면 개요도이다.

도 5는 빌드다운식 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치의 유량 모니터 특성을 측정하기 위한 시험 장치의 개요 구성도이다.

도 6은 빌드다운식 유량 모니터의 압력 강하 상태의 설명도이다.

도 7은 빌드다운 유량 측정시의 압력 회복 특성 곡선의 일례를 나타내는 것이다.

도 8은 도 7의 부분 확대도이다.

도 9는 시험 1에 있어서의 압력 회복 특성 곡선을 나타내는 것이다.

도 10은 압력 강하 특성의 형태를 나타내는 것이다(제어 유량=100SCCM).

도 11은 압력 강하 특성의 형태를 나타내는 것이다(제어 유량=50SCCM).

도 12는 압력 강하 특성의 형태를 나타내는 것이다(제어 유량=10SCCM).

도 13은 1차측 개폐 스위칭 밸브(상류측 밸브)(AV)의 폐쇄로부터의 경과 시간과 유량 안정성의 관계를 나타내는 선도이다(빌드다운 용량 BC=1.78cc).

도 14는 1차측 개폐 스위칭 밸브(상류측 밸브)(AV)의 폐쇄로부터의 경과 시간과 유량 안정성의 관계를 나타내는 선도이다(빌드다운 용량 BC=9.91cc).

도 15는 앞서 개발한 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치의 기본 구성을 나타내는 계통도이다.

도 16은 앞서 개발한 빌드다운식의 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치의 종단면 개요도이다.

도 17은 앞서 개발한 장치의 챔버 A~E에 있어서, 측정 가능 시간을 1초 이하로 했을 경우의 가스 유량 SCCM과 압력 강하의 경사 kPa/sec의 관계를 나타내는 선도이다.

도 18은 앞서 개발한 장치에 있어서, 각 챔버 A~E의 압력 강하의 경사가 20kPa/sec에 있어서의 압력 강하 특성의 형태를 나타내는 것이다.

도 19는 각 챔버 A~E의 입구측(1차측) 개폐 스위칭 밸브(AV)의 폐쇄로부터의 경과 시간과 유량 안정성의 관계를 나타내는 선도이다.

도 20은 종전의 압력식 유량 제어 장치의 기본 구성도이다.

도 21은 종전의 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치의 기본 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0109] 이하, 도면에 의거하여 본 발명의 실시형태를 설명한다.

[0110] 도 1은 본 발명의 기본 개념을 나타내는 블록 구성도이며, 도 2는 본 발명에 의한 유량 레인지 스위칭형 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치의 기본 구성을 나타내는 계통도, 도 3은 본 발명에 의한 유량 레인지 스위칭형 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치의 종단면 개요도이다.

[0111] 본 발명에 의한 장치는 대유량 영역 가스의 모니터가 부착된 유량 제어와 소유량 영역 가스의 모니터가 부착된 유량 제어를 적절하게 스위칭 가능한 구성으로 한 것을 특징으로 하는 것이며, 본 발명에 의한 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치는 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)와 압력식 유량 제어부(FCS)와 양자간을 연결하

는 신호 전송 회로(디지털 통신 회로)(CT)로 구성되어 있다.

[0112] 또한, 도 1~도 3에 있어서 1은 가스 입구, 2는 가스 출구, PV_1은 입구측 개폐 스위칭 밸브, PV_2는 출구측 개폐 스위칭 밸브, BC는 빌드다운 용량, P_3은 압력 센서, ΔP_1은 대유량 영역 모니터의 경우의 압력 검출값, ΔP_2는 소유량 영역 모니터의 경우의 압력 검출값, Q_1은 대유량 영역 가스의 모니터 유량, Q_2는 소유량 영역 가스의 모니터 유량, CPb는 모니터 유량 연산 제어부, VB_1은 모니터 입구측 블록, VB_2는 모니터 출구측 블록이다.

[0113] 또한, 도 1~도 3에 있어서 CV는 컨트롤 밸브, CPa는 유량 연산 제어부, OR_1은 소경 오리피스, OR_2는 대경 오리피스, P_1은 제 1 압력 센서, P_2는 제 2 압력 센서, VB_3은 유량 제어부 입구측 블록, VB_4는 유량 제어부 출구측 블록, VB_5는 연결용 블록, SK는 연결부의 개스킷이다.

[0114] 또한, 압력식 유량 제어부(FCS)에는 유량 설정값 조정 기구(QSR)가 설치되어 있고, 미리 설정된 설정 유량(Qs)이 신호 전송 회로(CT)를 통해서 입력된 빌드다운 유량(Q_1, Q_2)과 비교기(도시 생략)에 의해 비교되어 양자의 차이가 규정 이상의 유량값이 되면 자동적으로 설정 유량(Qs)이 Qs'로 수정되고, 압력식 유량 제어부(FCS)의 유량 제어값이 빌드다운 유량(Q_1, Q_2)에 합치하도록 조정된다. 즉, 실유량이 빌드다운 유량(Q_1, Q_2)에 합치하도록 조정된다.

[0115] 또한, 도 1~도 3에 있어서 앞서 개발한 도 15 및 도 16의 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치와 다른 점은 모니터 유량 연산 제어부(CPb)가 대유량 영역의 빌드다운 유량(Q_1)과 소유량 영역의 빌드다운 유량(Q_2)을 스위칭 가능하게 출력하는 점, 및 압력 센서(P_3)가 도 3에 나타내는 바와 같이 연결용 블록(VB_5)에 설치되어 있는 점뿐이며, 그 밖의 구성은 도 15 및 도 16의 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치와 대략 동일하다.

[0116] 또한, 도 2 및 도 3에서는 온도 검출 센서(T)나 필터(F) 등은 생략되어 있다. 또한, 압력식 유량 제어부(FCS)는 어떠한 형식의 것, 예를 들면 오리피스가 1기 또는 3기 이상인 것이라도 좋은 것은 물론이다. 또한, 압력식 유량 제어부(FCS)나 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)의 기본 구성 그 자체는 공지이기 때문에 여기에서는 그 상세한 설명을 생략한다.

[0117] 도 1을 참조하여, 본 발명에 있어서는 가스의 제어 유량에 대응하여 대유량 영역 가스의 유량 모니터와 소유량 영역 가스의 유량 모니터를 스위칭하도록 구성되어 있고, 가스 입구(1)로부터 유입되는 가스 유량이 대유량 영역의 모니터 유량(Q_1)(예를 들면, 40~600SCCM)일 경우에는 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)를 개방 상태로 유지하고 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)를 개폐함으로써 압력 센서(P_3)에 의해 압력 검출값(ΔP_1)을 검출함과 아울러, 당 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)로부터 압력식 유량 제어부(FCS)의 컨트롤 밸브(CV)까지의 관로 내용적을 빌드다운 용적으로 하고, 상기 압력 검출값(ΔP_1) 및 상기 빌드다운 용적 등으로부터 수식 1을 사용해서 대유량 영역의 모니터 유량(Q_1)이 연산된다. 즉, 압력 센서(P_3)의 출력에 의거해서 대유량 영역의 모니터 유량(Q_1)이 연산된다.

[0118] 또한, 가스 입구(1)로부터 유입되는 가스 유량이 소유량 영역의 모니터 유량(Q_2)(예를 들면, 2.5~40SCCM)일 경우에는 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1)를 개방 상태로 유지하고 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)를 개폐함으로써 압력 센서(P_3)에 의해 압력 검출값(ΔP_2)을 검출함과 아울러, 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)로부터 압력식 유량 제어부(FCS)의 컨트롤 밸브(CV)까지의 관로 내용적을 빌드다운 용적으로 하고, 상기 압력 검출값(ΔP_2) 및 상기 빌드다운 용적 등으로부터 수식 1을 사용해서 소유량 영역의 모니터 유량(Q_2)이 연산된다. 압력 센서(P_3)의 출력에 의거해서 소유량 영역의 모니터 유량(Q_2)이 연산된다.

[0119] 또한, 상기 모니터 유량 연산 제어부(CPb)에서 연산된 모니터 유량[Q_1(또는 Q_2)]이 유량 제어부(FCS)의 유량 설정값 조정 기구(QSR)에 입력되는 것, 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)로부터 유출된 가스가 컨트롤 밸브(CV), 소경 오리피스(OR_1) 및 또는 대경 오리피스(OR_2)를 거쳐서 가스 출구(2)로부터 유출되는 것, 유량 연산 제어부(CPa)에서 오리피스 유통 가스 유량이 연산되어 컨트롤 밸브(CV)의 개폐 제어나 오리피스 스위칭 밸브(OLV)가 개폐 제어되는 것, 유량 연산 제어부(CPa)의 유량 설정값 조정 기구(QSR)에서는 빌드다운 유량식 모니터부(BDM)로부터의 모니터 유량[Q_1(또는 Q_2)]과 오리피스 유통 유량이 비교되어 양자의 차이가 미리 정한 설정값을 초과

하면 유량 제어부(FCS)의 제어 유량을 상기 모니터 유량(Q)에 합치시키도록 설정 유량(Qs)쪽이 조정되는 것 등은 앞서 개발한 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치와 같다.

표 4

모니터 유량(대유량) 600～40sccm
모니터 유량(소유량) 40～2.5sccm

빌드다운 용량	압력 강하율 5kPa/sec	압력 강하율 80kPa/sec	밸브 조작
1cc	2.73sccm	43.7sccm	PV2 개폐 (PV1개방 상태)
14cc	38.2sccm	611.7sccm	PV1 개폐 (PV2개방 상태)

[0120]

[0121] 표 4는 입구측 개폐 스위칭 밸브(PV_1) 및 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)를 피에조 구동식 밸브로 하고, 소유량 영역의 빌드다운 용량 Q_2=1cc 및 대유량 영역의 빌드다운 용량 Q_1=14cc로 하고, 또한 압력 강하율 ΔP_2/sec=5kPa/sec 및 ΔP_1/sec=80kPa/sec으로 했을 때의 빌드다운 모니터 유량의 검출 결과를 나타내는 것이며, 소유량 영역의 모니터 유량(Q_2)은 Q_2=2.73～43·7SCCM, 및 대유량 영역의 모니터 유량(Q_1)은 Q1=38.2～611.7SCCM이 된다.

[0122] 또한, 모니터 유량의 출력은 적어도 1초 동안에 1회 이상으로 하고, 온도 검출 센서(T)(도시 생략)는 모니터 입구측 블록(VB_1) 또는 VB_1의 내부에 삽입하는 서모스탯형 온도계로 하고 있다. 또한, 대유량 영역용 빌드다운 용량은 챔버 내용적과 배관로 내용적에 의해, 소유량 영역용 용량은 배관로 내용적에만 의해 각각 형성하고 있다.

[0123] 도 4는 본 발명의 제 2 실시형태를 나타내는 것이며, (a)는 종단면 개요도, (b)는 평면도, (c)는 우측면도이다.

[0124] 상기 제 2 실시형태에 의한 유량 레인지 스위칭형 유량 모니터가 부착된 압력식 유량 제어 장치는 빌드다운 용량(BC)이 종방향 자세로 병렬 형상으로 배치한 4개의 세경 챔버(CH_1, CH_2, CH_3, CH_4)로 구성되어 있고, 또한 각 세경 챔버의 구조는 제 1 실시형태의 빌드다운 용량(BC)의 경우와 동일하며, 외통과 내통 사이의 간극이 가스의 유통로로 되어 있다.

[0125] 또한, 상기 4개의 세경 챔버(CH_1～CH_4)는 각각의 내·외통간의 가스 유통로를 직렬 형상으로 연통시킨 상태로 연결되어 있고, 내용적(V)이 작은 빌드다운 용량(BC)으로 형성되어 있다.

[0126] 상기 제 2 실시형태에 의한 유량 레인지 스위칭형 유량 모니터가 부착된 유량 제어 장치는, 도 4에 나타내는 바와 같이 그 두께 치수(L)가 약 10～13㎜ 정도로 설정되어 있고, 그 결과 출구측 개폐 스위칭 밸브(PV_2)의 하류측에 설치한 압력 센서(P_3)도 외경이 약 10～13㎜의 세경인 것이 사용되고 있다.

[0127] 또한, 제 2 실시형태에 의한 장치 그 자체의 구조나 기능은 제 1 실시형태의 경우와 동일하기 때문에 여기에서는 그 상세한 설명을 생략한다.

산업상 이용가능성

[0128] 본 발명은 반도체 제조 장치용 가스 공급 설비뿐만 아니라, 오리피스 또는 임계 노즐을 사용한 압력식 유량 제어 장치이면 화학품 제조 장치용 가스 공급 설비에도 널리 적용할 수 있는 것이다.

부호의 설명

[0129] BDM : 빌드다운 유량식 모니터부

FCS : 유량 제어부(압력식 유량 제어 장치)

AV : 1차측 개폐 스위칭 밸브(상류측 밸브)

BC : 빌드다운 용량　　V : 빌드다운 용적

RG : 압력 조정기 N_2 : N_2 공급원

T : 온도 센서(측온 저항체) P_1, P_2 : 압력 센서

P_3 : 압력 센서 ΔP_1, ΔP_2 : 압력 검출값

CV : 컨트롤 밸브 OR : 오리피스

OR_1 : 소경 오리피스 OR_2 : 대경 오리피스

PIO : 외부 입출력 회로 OLV : 오리피스 스위칭 밸브

VB_1 : 모니터 입구측 블록 VB_2 : 모니터 출구측 블록

VB_3: 유량 제어부 입구측 블록 VB_4 : 유량 제어부 출구측 블록

VB_5 : 연결용 블록

CT : 신호 전송 회로(디지털 통신 회로)

CP : 연산 제어부 CPa : 유량 연산 제어부

CPb : 모니터 유량 연산 제어부 E_1 : 유량 제어 장치용 전원

E_2 : 연산 제어부용 전원

E_3 : 1차측 개폐 스위칭 밸브(상류측 밸브)용 전원

ECV : 전자 구동부 NR : 데이터 로거

S : 신호 발생기 PC : 연산 표시부

PV_1 : 입구측 개폐 스위칭 밸브(입구측 피에조 스위칭 밸브)

PV_2 : 출구측 개폐 스위칭 밸브(출구측 피에조 스위칭 밸브)

L_1 : 가스 통로

L_2 : 가스 통로

L_3 : 가스 통로

L_4 : 가스 통로

Q_1, Q_2 : 모니터 유량(빌드다운 유량)

CH : 챔버 CH_1~CH_4 : 세경 챔버

CHa : 외통 CHb : 내통

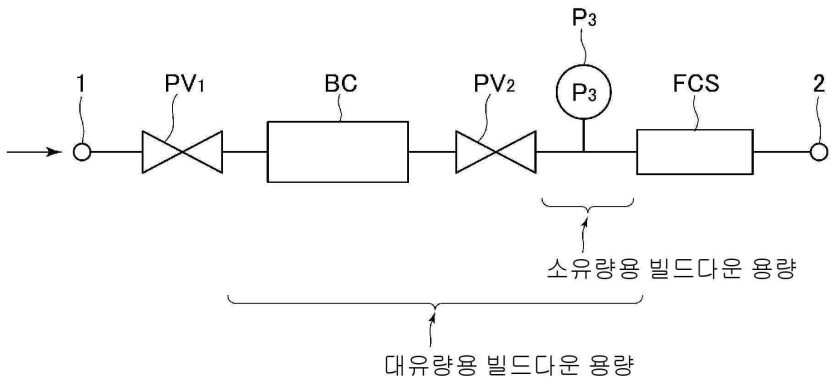
L : 장치의 두께 치수 QSR : 유량 설정값 조정 기구

Qs : 설정 유량 Qs' : 조정 유량

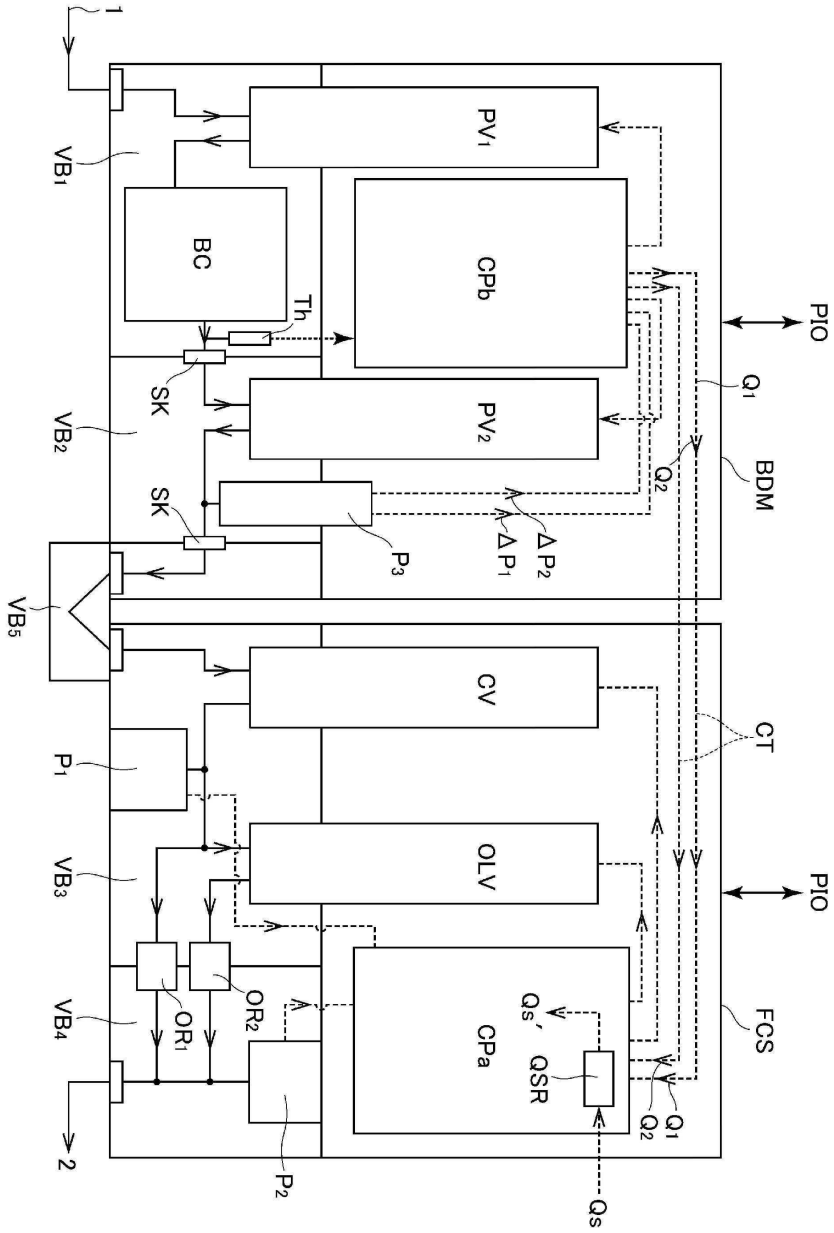
1 : 가스 입구 2 : 가스 출구

도면

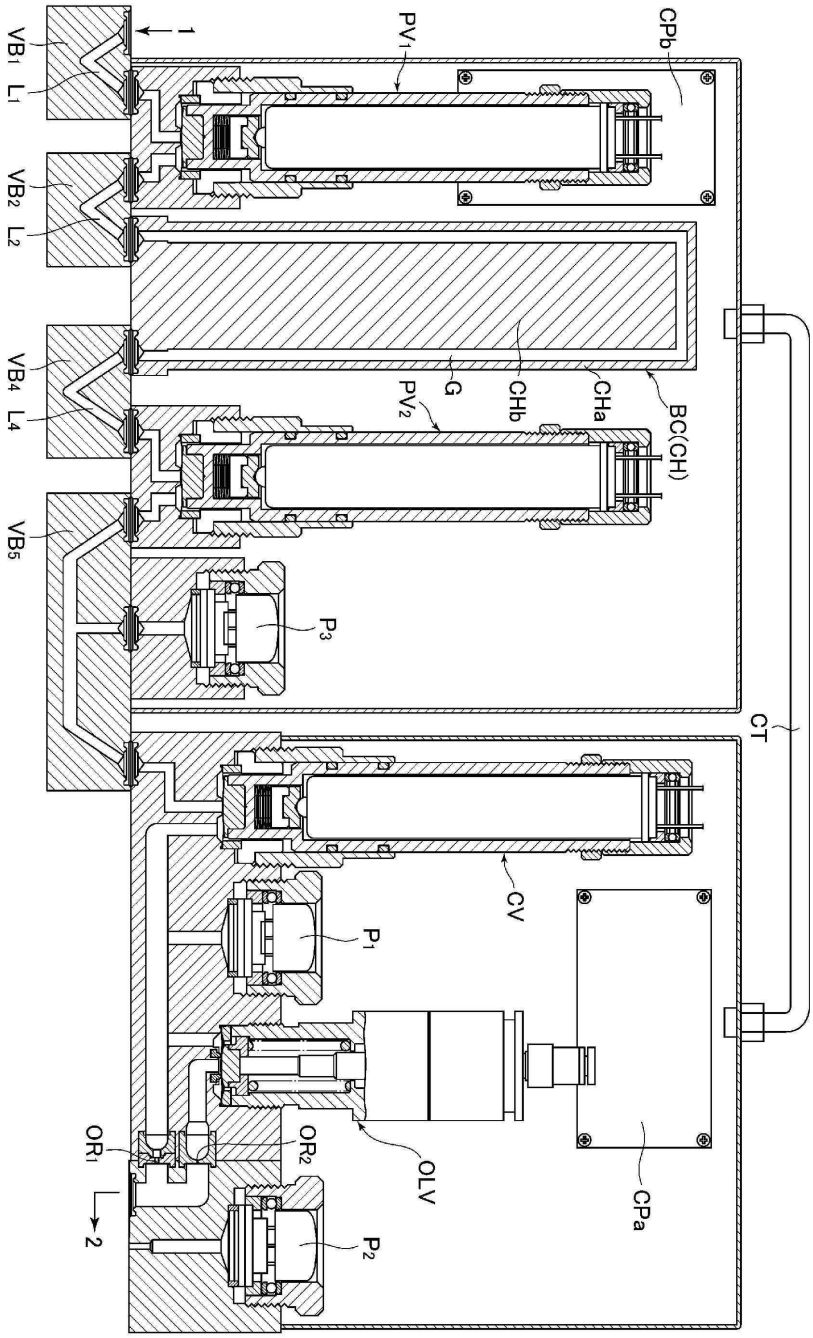
도면1



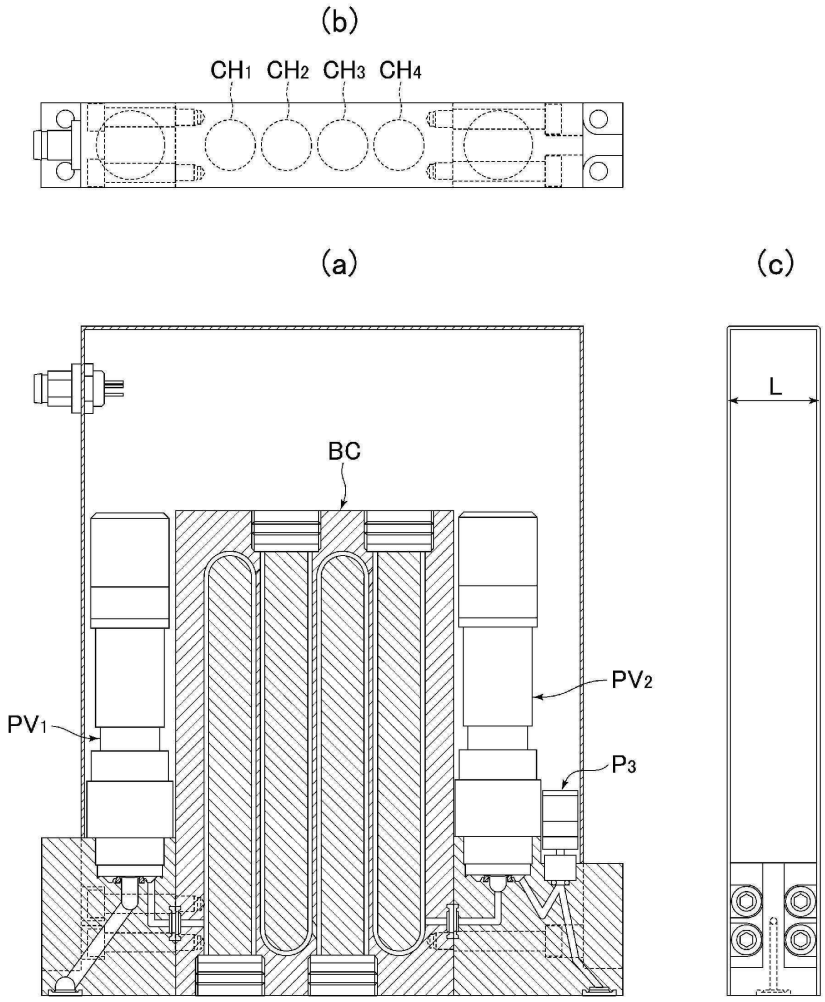
도면2


1
VB1
PV1
BC
CPb
Th
PIO
SK
Q1
VB2
PV2
Q2
BDM
SK
P3
ΔP1
ΔP2
VB5
CV
CT
P1
OLV
VB3
PIO
OR1
OR2
Qs'
FCS
VB4
CPa
QSR
Q2
Q1
2
P2
Qs

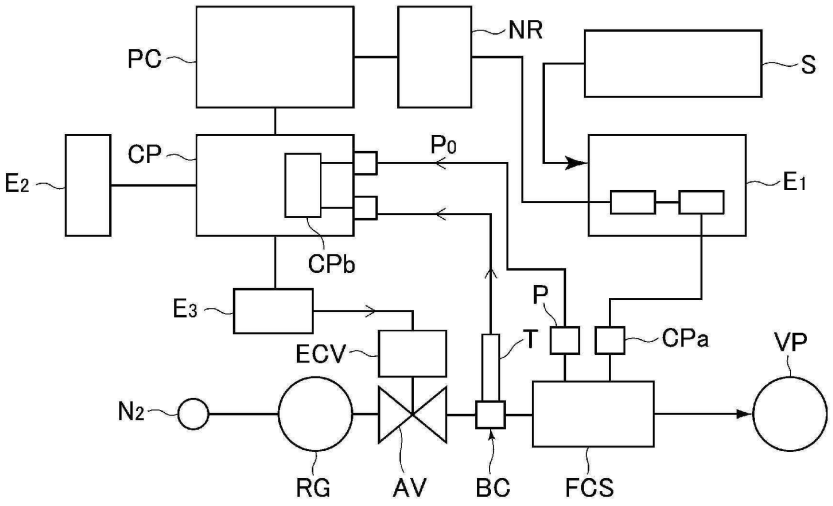
도면3


VB1
L1
VB2
L2
VB4
L4
VB5
1
PV1
CPb
PV2
G
CHb
CHa
BC(CH)
P3
CT
CV
P1
OR1
OR2
OLV
CPa
2
P2

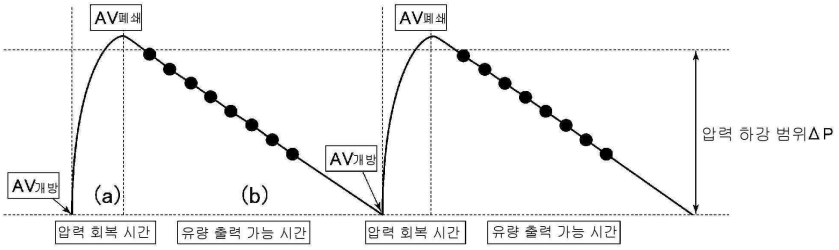
도면4


(b)
CH1 CH2 CH3 CH4
(a)
(c)
L
BC
PV2
PV1
P3

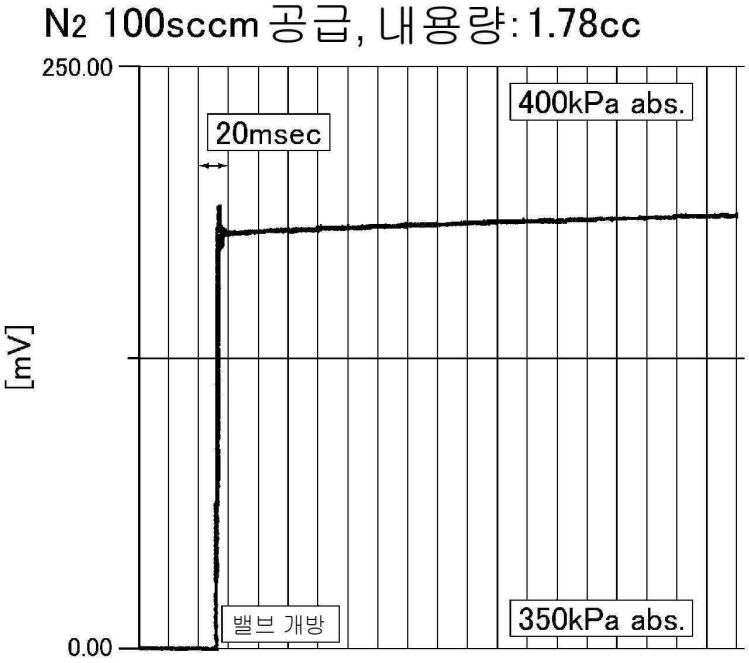
도면5


PC
NR
S
E2
CP
P0
E1
CPb
E3
P
T
CPa
VP
ECV
N2
RG
AV
BC
FCS

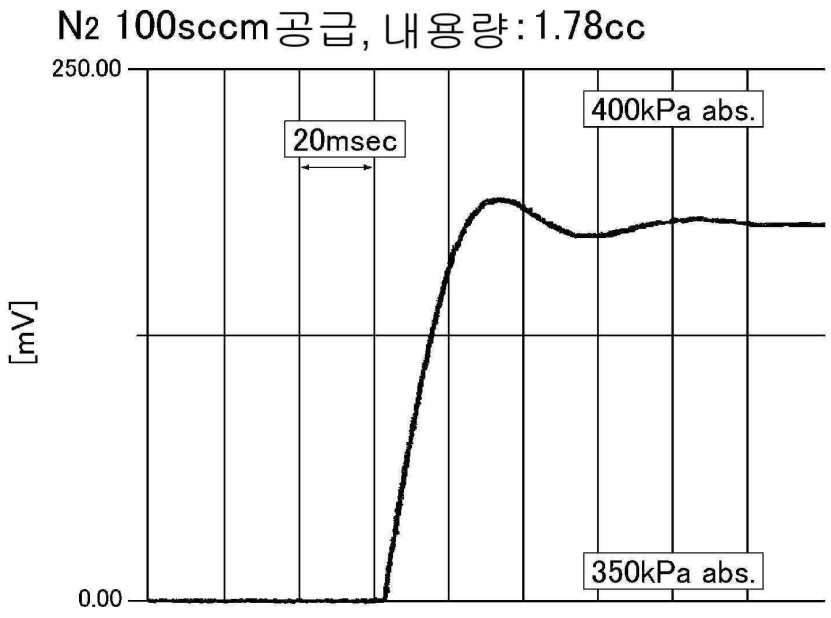
도면6


AV폐쇄
AV폐쇄
AV개방
AV개방
(a)
(b)
압력 하강 범위ΔP
압력 회복 시간
유량 출력 가능 시간
압력 회복 시간
유량 출력 가능 시간

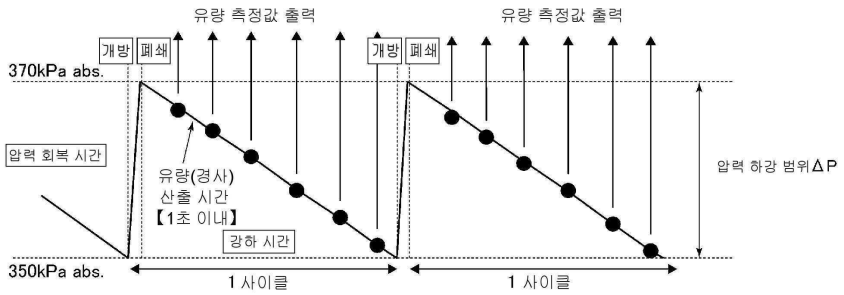
도면7


N2 100sccm 공급, 내용량: 1.78cc
250.00
20msec
400kPa abs.
[mV]
밸브 개방
350kPa abs.
0.00

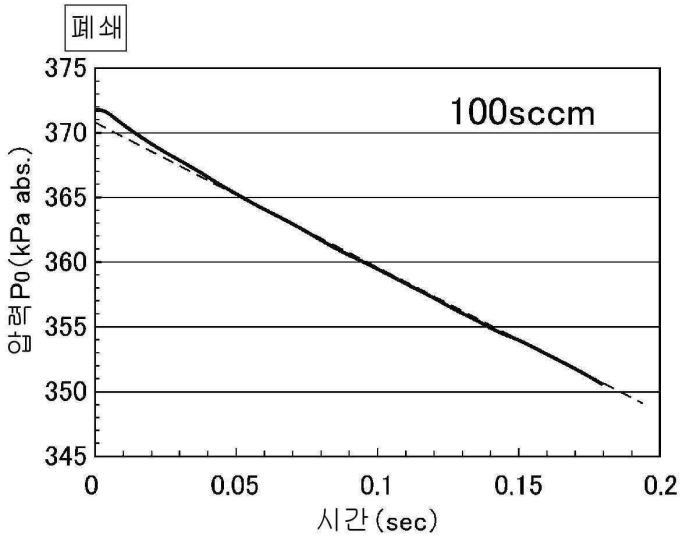
도면8


N2 100sccm 공급, 내용량: 1.78cc
250.00
20msec
400kPa abs.
[mV]
350kPa abs.
0.00

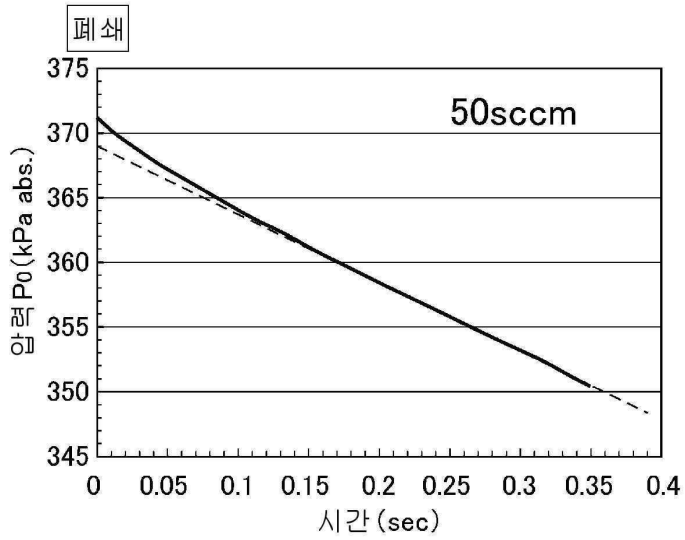
도면9



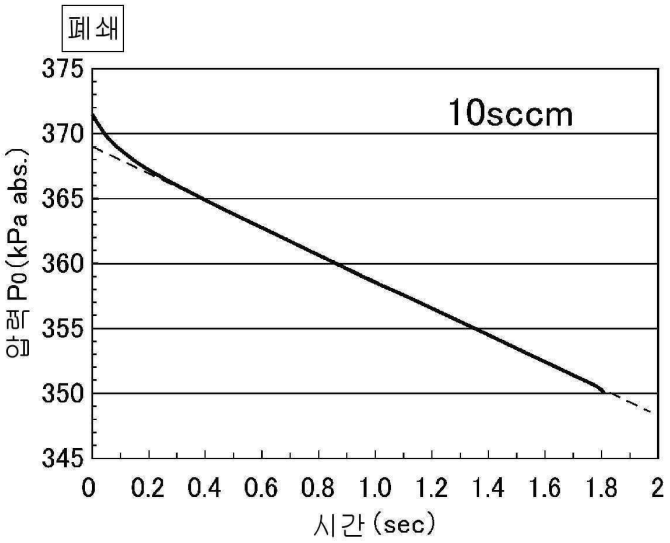
도면10



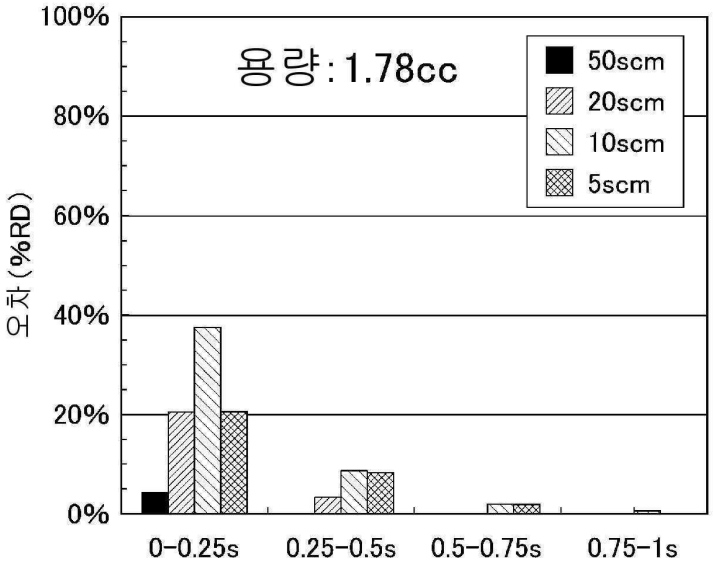
도면11



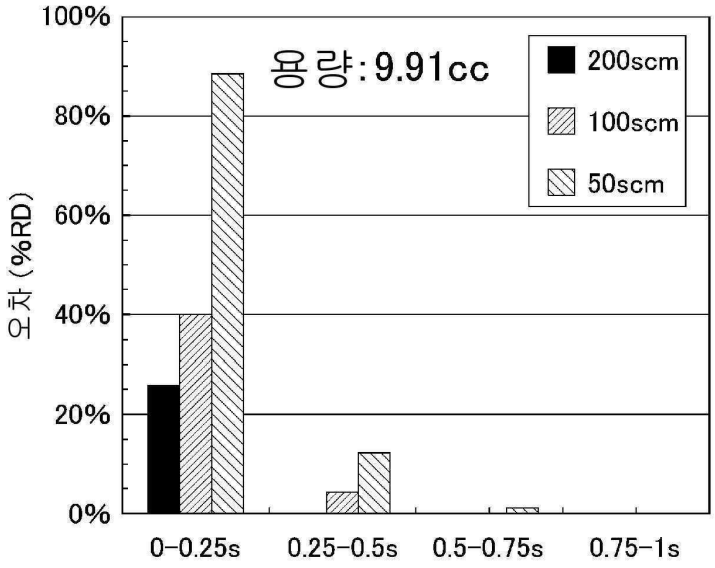
도면12


폐쇄
10sccm
375
370
365
360
355
350
345
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2
압력 Po(kPa abs.)
시간 (sec)

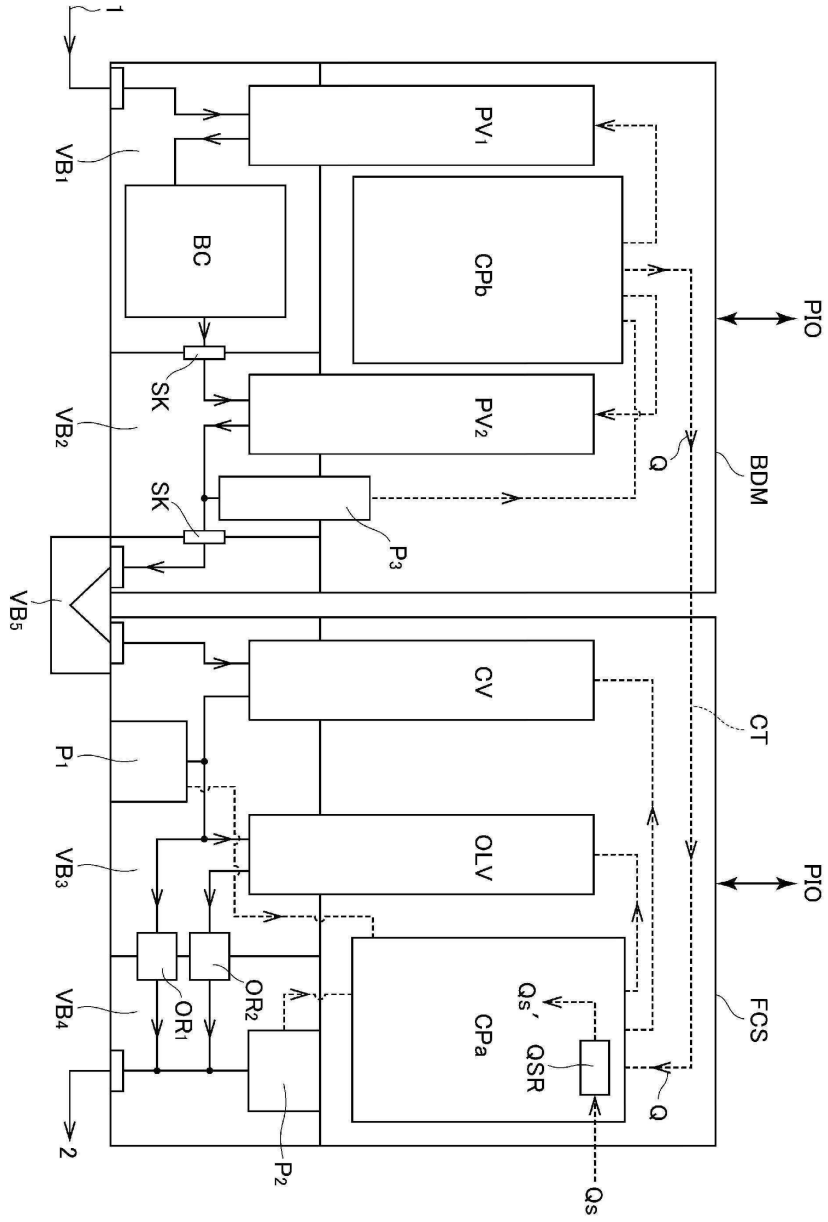
도면13


용량 : 1.78cc
50scm
20scm
10scm
5scm
100%
80%
60%
40%
20%
0%
오차 (%RD)
0-0.25s
0.25-0.5s
0.5-0.75s
0.75-1s

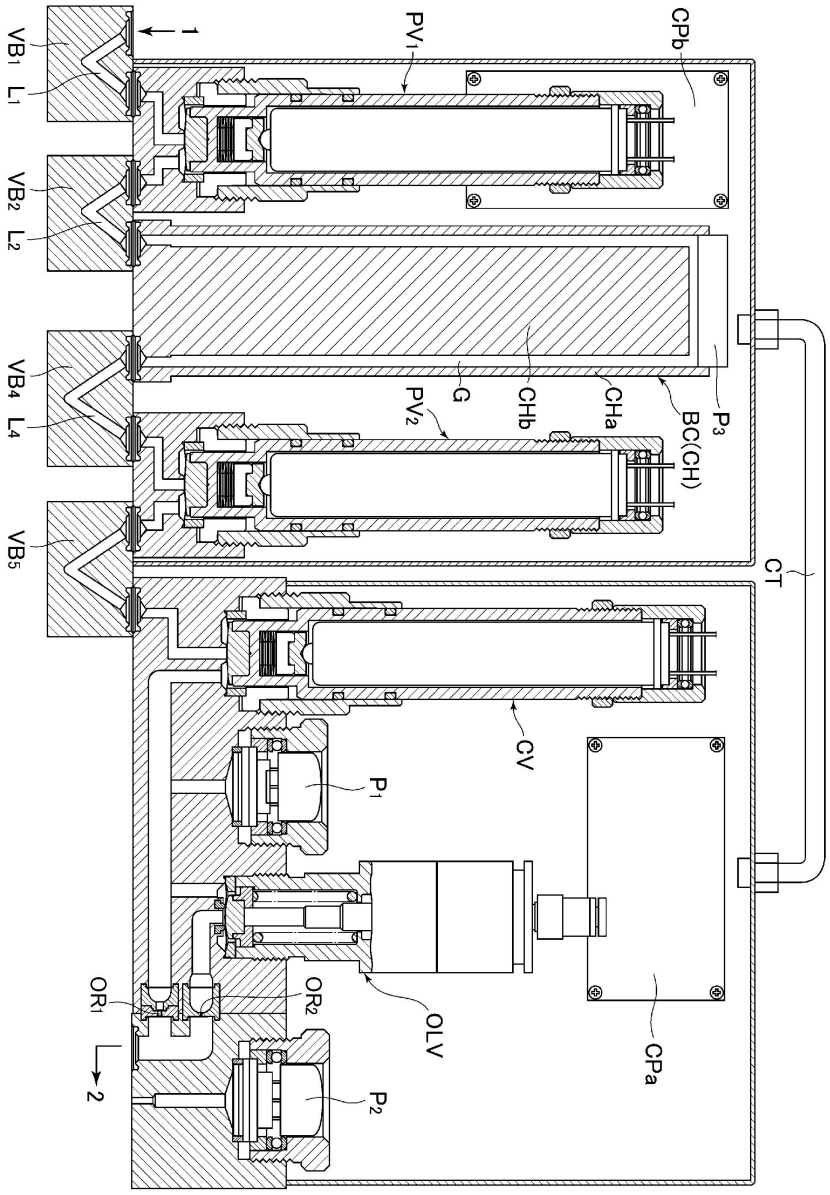
도면14


100%
80%
60%
40%
20%
0%
오차 (%RD)
용량:9.91cc
200scm
100scm
50scm
0-0.25s
0.25-0.5s
0.5-0.75s
0.75-1s

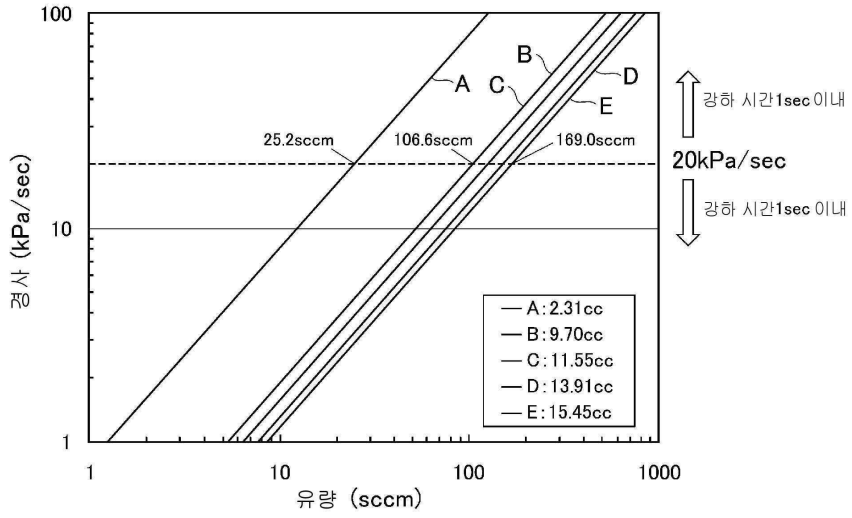
도면15


1
VB1
PV1
BC
CPb
PIO
SK
VB2
PV2
Q
BDM
SK
P3
VB5
CV
CT
P1
OLV
VB3
PIO
OR2
OR1
Qs'
CPa
QSR
FCS
VB4
Q
2
P2
Qs

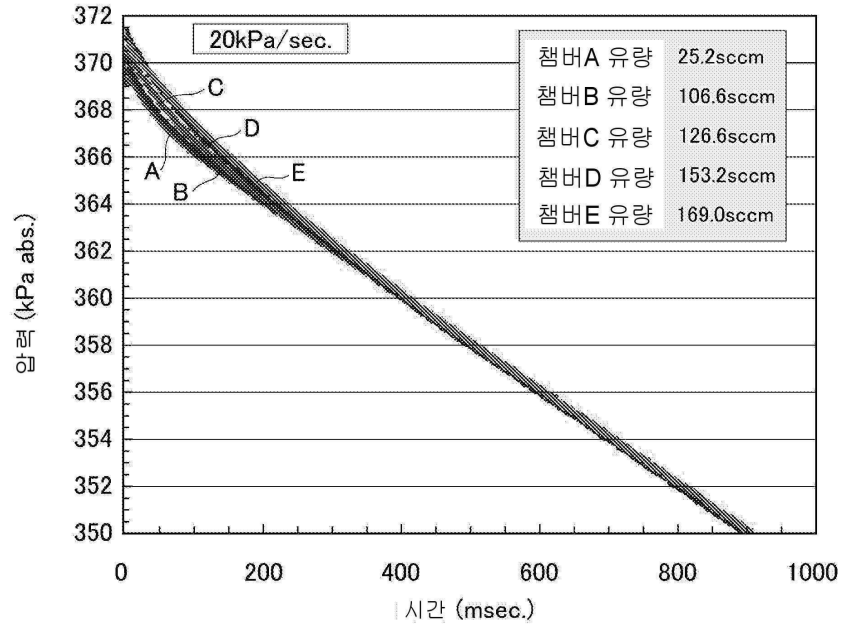
도면16


VB1
L1
VB2
L2
VB4
L4
VB5
1
PV1
CPb
PV2
G
CHb
CHa
BC(CH)
P3
CT
CV
P1
OR1
OR2
OLV
CPa
P2
2

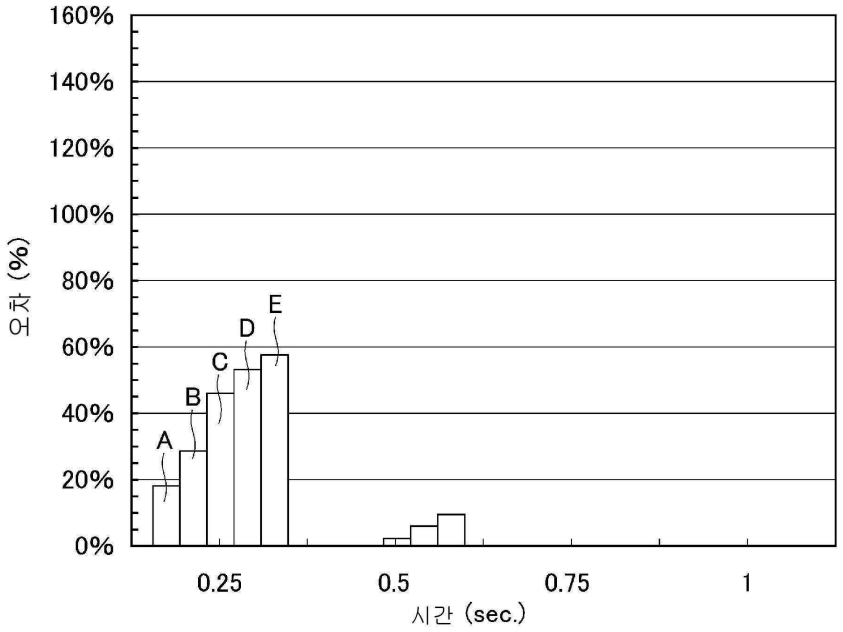
도면17


100
10
1
경사 (kPa/sec)
A
B
C
D
E
25.2sccm
106.6sccm
169.0sccm
강하 시간1sec 이내
20kPa/sec
강하 시간1sec 이내
A:2.31cc
B:9.70cc
C:11.55cc
D:13.91cc
E:15.45cc
1
10
100
1000
유량 (sccm)

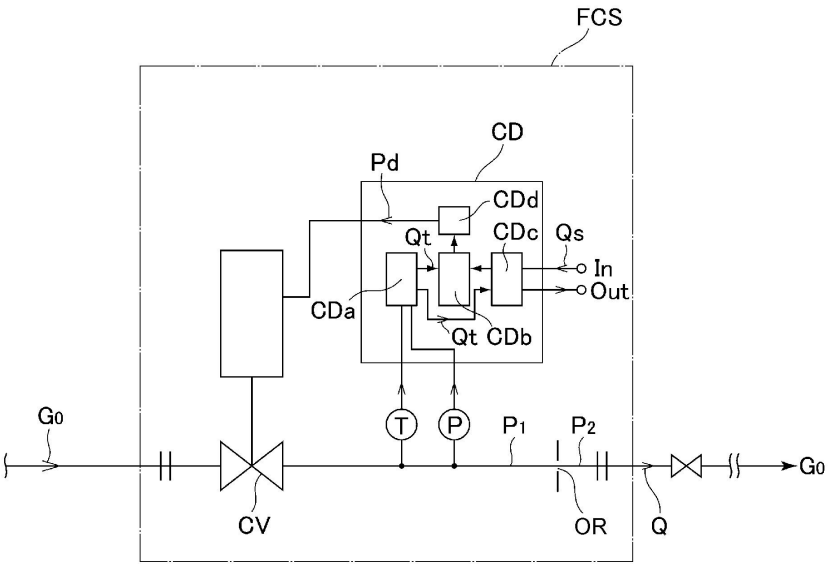
도면18


20kPa/sec.
챔버A 유량 25.2sccm
챔버B 유량 106.6sccm
챔버C 유량 126.6sccm
챔버D 유량 153.2sccm
챔버E 유량 169.0sccm
A
B
C
D
E
372
370
368
366
364
362
360
358
356
354
352
350
압력 (kPa abs.)
0
200
400
600
800
1000
시간 (msec.)

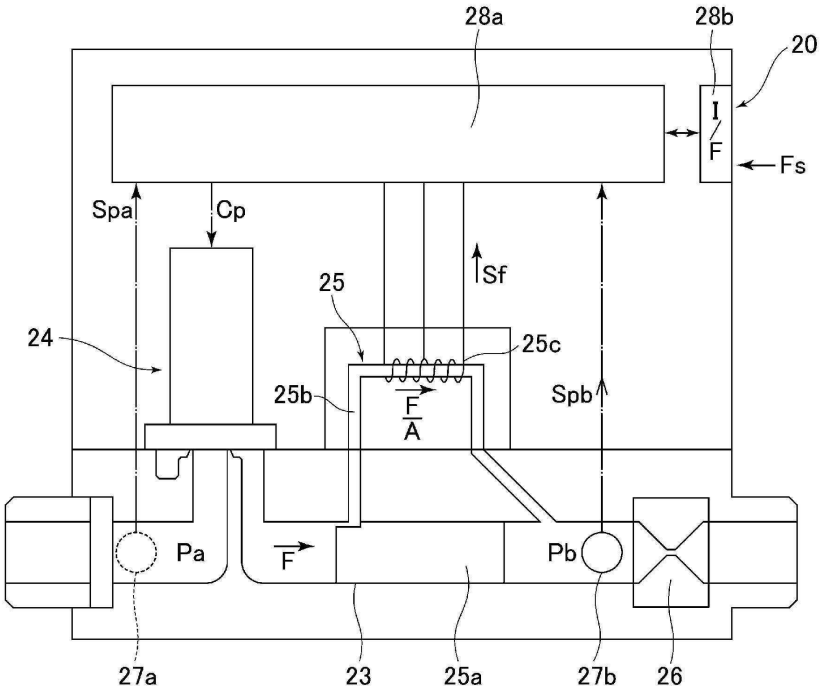
도면19


160%
140%
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
오차 (%)
A
B
C
D
E
0.25
0.5
0.75
1
시간 (sec.)

도면20


FCS
CD
Pd
CDd
Qt
CDc
Qs
In
Out
CDa
Qt
CDb
T
P
P1
P2
G0
G0
CV
OR
Q

도면21


28a
28b
20
I
F
Fs
Spa
Cp
Sf
25
24
25c
25b
F
A
Spb
Pa
F
Pb
27a
23
25a
27b
26