



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년10월14일

(11) 등록번호 10-2312480

(24) 등록일자 2021년10월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/67 (2006.01) *F16K 31/00* (2006.01)
F16K 31/02 (2006.01) *F16K 31/122* (2006.01)
H01L 21/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 21/67017 (2013.01)
F16K 31/004 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-7019061(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2017년11월02일
심사청구일자 2021년06월21일
- (85) 번역문제출일자 2021년06월21일
- (65) 공개번호 10-2021-0079403
- (43) 공개일자 2021년06월29일
- (62) 원출원 특허 10-2019-7015535
원출원일자(국제) 2017년11월02일
심사청구일자 2019년05월30일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2017/039729
- (87) 국제공개번호 WO 2018/088326
국제공개일자 2018년05월17일
- (30) 우선권주장 JP-P-2016-218093 2016년11월08일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
KR100812560 B1
KR1020090088943 A
KR1020090104678 A

(73) 특허권자
가부시키가이사 후지킨
일본 오사카후 오사카시 니시쿠 이타치보리 2-3-2

(72) 발명자
요시다 토시히데
일본 오사카후 오사카시 니시쿠 이타치보리 2-3-2
가부시키가이사 후지킨나이

나카타 토모히로
일본 오사카후 오사카시 니시쿠 이타치보리 2-3-2
가부시키가이사 후지킨나이
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
권태복

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 김종훈

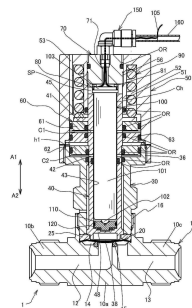
(54) 발명의 명칭 밸브 장치, 이 밸브 장치를 사용한 유량제어방법 및 반도체 제조 방법

(57) 요약

[과제] 유량조정을 위한 공정수가 대폭 삭감된 밸브 장치를 제공한다. [해결수단] 유로(12)를 획정하는 밸브 보디(10)와, 밸브 보디의 유로(12)를 개폐가능하게 설치된 밸브체(20)와, 밸브체(20)에 유로(12)를 개폐시키는 개폐 방향A1, A2에 있어서, 미리 설정된 밸브체(20)에 유로를 폐쇄시키는 폐위치CP와 밸브체(20)에 유로(12)를 개

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



방시키는 개위치OP와의 사이에서 이동가능하게 설치된 밸브체를 조작하는 조작 부재(40)와, 조작 부재(40)를 개방방향A1으로 이동시키는 주 액추에이터(60)와, 개위치OP에 위치하고 있는 조작 부재(40)의 위치를 조정하기 위한 압전 액추에이터(100)를 갖는다.

(52) CPC특허분류

F16K 31/02 (2013.01)

F16K 31/122 (2013.01)

H01L 21/0228 (2013.01)

H01L 21/67253 (2013.01)

H01L 21/67276 (2013.01)

(72) 발명자

시노하라 츠토무

일본 오사카후 오사카시 니시쿠 이타치보리 2-3-2
가부시키키가이샤 후지킨나이

이나다 토시유키

일본 오사카후 오사카시 니시쿠 이타치보리 2-3-2
가부시키키가이샤 후지킨나이

후나코시 타카시

일본 오사카후 오사카시 니시쿠 이타치보리 2-3-2
가부시키키가이샤 후지킨나이

명세서

청구범위

청구항 1

유로를 획정하는 밸브 보디와,

상기 밸브 보디의 유로를 개폐가능하게 설치된 밸브체로서, 탄성 변형하는 것에 의해 상기 유로를 개폐하고, 또한 탄성 변형량이 조정되는 것으로 상기 유로를 유통하는 유체의 유량을 조정하는 공궤테기형의 금속제 다이어프램과,

상기 금속제 다이어프램에 유로를 개폐시키는 개폐 방향에 있어서, 미리 설정된 상기 금속제 다이어프램에 유로를 폐쇄시키는 폐위치와 미리 설정된 상기 금속제 다이어프램에 유로를 개방시키는 개위치와의 사이에서 이동가능하게 설치되고, 해당 금속제 다이어프램을 탄성 변형시키기 위한 조작 부재와,

상기 조작 부재를 조작 가스의 가스 압에 의해 구동해서 상기 개위치 또는 폐위치로 이동시키는 주 액추에이터와,

상기 개위치에 위치하고 있는 상기 조작 부재의 위치를 조정하기 위한 조정용 액추에이터를 갖고,

상기 조정용 액추에이터는, 상기 개폐방향에서 기단부와 선단부를 가지는 케이스 본체와, 해당 케이스 내에 수용되고 상기 기단부와 상기 선단부의 사이에 적층된 압전소자를 갖고, 상기 압전소자의 신축을 이용해서 해당 케이스 본체의 상기 기단부와 상기 선단부의 사이의 전장을 신축시키는 압전 액추에이터이고, 상기 기단부가 상기 밸브 보디에 대하여 고정되어 있고,

상기 조작 부재는, 상기 밸브체 측이 폐색된 바닥을 갖는 통형으로 형성되고, 상기 압전 액추에이터의 케이스 본체가 상기 조작부재의 내주에 삽입되고, 해당 조작부재는 상기 압전 액추에이터에 대하여 이동가능하게 되어 있고,

상기 주 액추에이터는, 조작 가스의 가스 압에 의해 상기 조작 부재를 구동하는 액추에이터로서, 상기 조작부재의 외주에 설치된 환형의 피스톤과, 상기 밸브 보디에 고정되어 상기 피스톤을 수용하는 실린더실을 갖고,

상기 압전 액추에이터의 케이스 본체의 외주면과 상기 조작부재의 내주면과의 사이에, 상기 실린더실에 통하는 상기 조작 가스의 유통로가 형성되어 있고,

상기 밸브 보디에 대한 상기 압전 액추에이터의 기단부의 위치를 수동으로 조정하기 위한 조정기구를 더 갖고,

상기 압전 액추에이터의 기단부는, 상기 조정기구를 통해서 상기 밸브 보디에 대하여 고정되어 있고,

상기 조정기구에는, 상기 압전 액추에이터의 케이스 본체와 상기 조작부재의 내주면과의 사이에 형성되는 유통로와 연통하는 상기 조작가스의 유통로가 형성되어 있는, 밸브 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 압전 액추에이터에의 급전용 배선이 상기 조작가스의 유통로를 통과하고 있는, 밸브 장치.

청구항 3

청구항 1 또는 2에 기재된 밸브 장치를 사용하여, 유체의 유량을 조정하는 유량제어방법.

청구항 4

복수의 유체기기를 갖는 유체제어장치로서,

상기 유체기기에 청구항 1 또는 2에 기재된 밸브 장치가 포함되는 것을 특징으로 하는, 유체제어장치.

청구항 5

밀폐된 챔버내에 있어서 프로세스 가스에 의한 처리 공정을 필요로 하는 반도체장치의 제조 프로세스에서, 상기 프로세스 가스의 유량제어에 청구항 1 또는 2에 기재된 밸브 장치를 사용한 것을 특징으로 하는, 반도체 제조 방법.

청구항 6

밀폐된 챔버내에 있어서 프로세스 가스에 의한 처리 공정을 필요로 하는 반도체장치의 제조 프로세스에서, 상기 프로세스 가스의 제어에 청구항 1 또는 2에 기재된 밸브 장치를 사용한 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 밸브 장치, 이 밸브 장치를 사용한 유량제어방법 및 반도체 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 제조 프로세스에서는, 정확하게 계량한 처리 가스를 처리 챔버에 공급하기 위해서, 개폐 밸브, 레귤레이터, 매스플로우 콘트롤러등의 각종의 유체제어 기기를 집적화한 집적화 가스 시스템이라고 불리는 유체제어장치가 사용되고 있다. 이 집적화 가스 시스템을 박스에 수용한 것을 가스 박스라고 부른다.

[0003] 보통, 상기한 가스 박스로부터 출력되는 처리 가스를 처리 챔버에 직접 공급하지만, 원자층 퇴적법(ALD:Atomic Layer Deposition법)에 의해 기판에 막을 퇴적시키는 처리 프로세스에 있어서는, 처리 가스를 안정적으로 공급하기 위해서 가스 박스로부터 공급되는 처리 가스를 버퍼로서의 탱크에 일시적으로 저류하고, 처리 챔버에 바로 가깝게 설치된 밸브를 고빈도로 개폐시켜서 탱크로부터의 처리 가스를 진공분위기의 처리 챔버에 공급하는 것이 행해지고 있다. 또한, 처리 챔버에 바로 가깝게 설치되는 밸브로서는, 예를 들면, 특허문헌 1, 2를 참조.

[0004] ALD법은, 화학기상성장법의 하나이며, 온도나 시간 등의 성장조건 하에서, 2종류 이상의 처리 가스를 1종류씩 기판 표면상에 교대로 흘리고, 기판 표면상 원자와 반응시켜서 단층씩 막을 퇴적시키는 방법이며, 단원자층씩 제어가 가능하기 때문에, 균일한 막 두께를 형성시킬 수 있고, 막질로서도 대단히 치밀하게 막을 성장시킬 수 있다.

[0005] ALD법에 의한 반도체 제조 프로세스에서는, 처리 가스의 유량을 정밀하게 조정할 필요가 있음과 아울러, 기판의 대구경화 등에 의해, 처리 가스의 유량을 어느 정도 확보할 필요도 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 일본 특허공개2007-64333호 공보

(특허문헌 0002) 특허문헌 2: 일본 특허공개2016-121776호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 그러나, 에어 구동식의 밸브에 있어서, 공기 압력 조정이나 기계적 조정에 의해 유량을 정밀하게 조정하는 것은 용이하지 않다. 또한, ALD법에 의한 반도체 제조 프로세스에서는, 처리 챔버 주변이 고온이 되기 때문에, 밸브

가 온도의 영향을 받기 쉽다. 더욱, 고빈도로 밸브를 개폐하므로, 밸브의 경시, 경년변화가 발생하기 쉽고, 유량조정 작업에 방대한 공정수를 필요로 한다.

[0008] 본 발명의 일 목적은, 유체의 유량을 확보하면서 유량을 정밀하게 조정가능한 밸브 장치를 제공하는데 있다.

[0009] 본 발명의 다른 목적은, 유량조정 공정수를 대폭 삭감할 수 있는 밸브 장치를 제공하는데 있다.

[0010] 본 발명의 또 다른 목적은, 유량조정을 즉석에서 실행할 수 있는 밸브 장치를 제공하는데 있다.

[0011] 본 발명의 또 다른 목적은, 상기한 밸브 장치를 사용한 유량제어방법, 유량제어장치, 반도체 제조 장치 및 반도체 제조 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명에 따른 밸브 장치는, 유로를 확정하는 밸브 보디와,

[0013] 상기 밸브 보디의 유로를 개폐가능하게 설치된 밸브체로서, 탄성 변형하는 것에 의해 상기 유로를 개폐하고, 또한 탄성 변형량이 조정되는 것으로 상기 유로를 유통하는 유체의 유량을 조정하는 공궤테기형의 금속제 다이어프램과,

[0014] 상기 금속제 다이어프램에 유로를 개폐시키는 개폐 방향에 있어서, 미리 설정된 상기 금속제 다이어프램에 유로를 폐쇄시키는 폐위치와 미리 설정된 상기 금속제 다이어프램에 유로를 개방시키는 개위치와의 사이에서 이동가능하게 설치되고, 또한 상기 금속제 다이어프램과 연결되어 있지 않고, 해당 금속제 다이어프램을 탄성 변형시키기 위한 조작 부재와,

[0015] 상기 조작 부재를 조작 가스의 가스 압에 의해 구동해서 상기 개위치 또는 폐위치로 이동시키는 주 액추에이터와,

[0016] 상기 개위치에 위치하고 있는 상기 조작 부재의 위치를 조정하기 위한 조정용 액추에이터를 갖고, 상기 조정용 액추에이터는, 상기 개폐방향에서 기단부와 선단부를 가지는 케이스 본체와, 해당 케이스 내에 수용되고 상기 기단부와 상기 선단부의 사이에 적층된 압전소자를 갖고, 상기 압전소자의 신축을 이용해서 해당 케이스 본체의 상기 기단부와 상기 선단부의 사이의 전장을 신축시키는 압전 액추에이터이고, 상기 기단부가 상기 밸브 보디에 대하여 고정되어 있는 것을 특징으로 한다.

[0017] 적합하게는, 상기 주 액추에이터는, 상기 조작 부재를 상기 개위치에 이동시키고,

[0018] 상기 조정용 액추에이터는, 상기 주 액추에이터에 의해 상기 개위치에 위치하고 있는 상기 조작 부재의 상기 개폐 방향의 위치를 조정하는, 구성을 채용할 수 있다.

[0019] 더욱 적합하게는, 상기 조정용 액추에이터는, 상기 밸브 보디에 대하여 소정의 위치에 배치되어 있고, 상기 목표위치에 도달한 상기 조작 부재에 작용하는 힘을 해당 조정용 액추에이터의 선단부에서 받아내서 해당 조작 부재의 이동을 규제하면서, 해당 조작 부재의 상기 개폐 방향의 위치를 조정하는 구성을 채용할 수 있다.

[0020] 더욱 적합하게는, 상기 조정용 액추에이터는, 상기 개폐 방향에 있어서 상기 선단부로부터 기단부까지의 전장이 신축함으로써, 상기 조작 부재의 상기 개폐 방향의 위치를 조정하는, 구성을 채용할 수 있다. 상기 조정용 액추에이터로서는, 상기 압전 소자의 신축을 이용한 액추에이터를 채용할 수 있고, 더욱 적합하게는, 상기 개폐 방향에 있어서 기단부와 선단부를 갖는 케이스와, 해당 케이스내에 수용되어 상기 기단부와 상기 선단부와의 사이에서 적층된 압전 소자를 갖고, 상기 압전 소자의 신축을 이용해서 해당 케이스의 상기 기단부와 상기 선단부와 사이의 전장을 신축시키는 구성을 채용할 수 있다.

[0021] 본 발명의 유량제어방법은, 상기 밸브 장치를 사용해서 유체의 유량을 제어하는 것을 특징으로 하고, 주 액추에이터의 스트로크에 의해 유량을 확보하면서, 조정용 액추에이터를 작동시키는 것으로, 정밀한 유량제어가 가능해진다.

[0022] 본 발명의 반도체 제조 방법은, 밀폐된 챔버내에 있어서 프로세스 가스에 의한 처리 공정을 필요로 하는 반도체 장치의 제조 프로세스에 있어서, 상기 프로세스 가스의 유량제어에 상기한 밸브 장치를 사용한 것을 특징으로 한다.

[0023] 본 발명의 유체제어장치는,

[0024] 복수의 유체기기를 갖는 유체제어장치이며,

[0025] 상기 유체기기에 상기 구성의 밸브 장치가 포함된다.

[0026] 본 발명의 반도체 제조 장치는, 밀폐된 챔버내에 있어서 프로세스 가스에 의한 처리 공정을 필요로 하는 반도체 장치의 제조 프로세스에 있어서, 상기 프로세스 가스의 제어를 위해 상기 구성의 밸브 장치를 포함한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명에 의하면, 주 액추에이터에 더해서 조정 액추에이터를 구비한 것에 의해, 유량의 정밀한 조정 작업이 가능해짐과 아울러, 유량조정 공정수가 대폭 삭감된다.

[0028] 본 발명에 의하면, 주 액추에이터 및 조정 액추에이터를 적절하게 선택하는 것에 의해, 필요한 밸브 개도를 얻을 수 있음과 아울러 정밀한 유량제어가 가능해진다.

[0029] 본 발명에 의하면, 조정 액추에이터에 지령을 주면 유량조정 및 유량제어가 가능하므로, 유량조정을 즉석에서 실행할 수 있고, 조정용 액추에이터에 의해 실시간으로 유량제어하는 것도 가능해진다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 밸브 장치의 종단면도.

도2는 닫힌 상태에 있는 도1의 밸브 장치의 주요부의 확대 단면도.

도3은 압전 액추에이터의 동작을 도시하는 설명도.

도4는 열린 상태에 있는 도1의 밸브 장치의 종단면도.

도5는 도4의 밸브 장치의 주요부의 확대 단면도.

도6a는 도4의 밸브 장치의 유량조정시(유량감소시)의 상태를 설명하기 위한 주요부의 확대 단면도.

도6b는 도4의 밸브 장치의 유량조정시(유량증가시)의 상태를 설명하기 위한 주요부의 확대 단면도.

도7은 본 발명의 일 실시예에 따른 밸브 장치의 변형 예를 도시하는 종단면도.

도8은 본 발명의 일 실시예에 따른 밸브 장치의 반도체 제조 프로세스에의 적용 예를 도시하는 개략도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하, 본 발명의 실시예에 대해서 도면을 참조하여 설명한다. 또한, 본 명세서 및 도면에 있어서는, 기능이 실질적으로 같은 구성 요소에는, 같은 부호를 사용함에 의해 중복된 설명을 생략한다.

[0032] 도1은, 본 발명의 일 실시예에 따른 밸브 장치의 구성을 도시한 도면이며, 밸브가 전폐시의 상태를 도시하고 있고, 도2는 도1의 주요부의 확대 단면도, 도3은 조정용 액추에이터로서의 압전 액추에이터의 동작을 설명하기 위한 도다. 또한, 이하의 설명에 있어서 상방향을 개방향A1, 하방향을 폐방향A2로 한다.

[0033] 도1에 있어서, 1은 밸브 장치, 10은 밸브 보디, 20은 밸브체로서의 다이어프램, 38은 다이어프램 가압부, 30은 보닛, 40은 조작 부재, 50은 케이싱, 60은 주 액추에이터, 70은 조정 보디, 80은 액추에이터 가압부, 90은 코일 용수철, 100은 조정용 액추에이터로서의 압전 액추에이터, 110은 액추에이터 받이, 120은 탄성부재로서의 접시 용수철, OR은 씰 부재로서의 O링을 도시하고 있다.

[0034] 밸브 보디(10)는, 스테인레스강에 의해 형성되어 있고, 블록형의 밸브 보디 본체(10a)와, 밸브 보디 본체(10a)의 측방으로부터 각각 돌출하는 접속부(10b, 10c)를 갖고, 유로(12, 13)를 획정하고 있다. 유로(12, 13)의 일단은, 접속부(10b, 10c)의 단면에서 각각 개구하고, 타단은 상방이 개방된 오목형의 밸브실(14)에 연통하고 있다. 밸브실(14)의 저면에는, 유로(12)의 타단측의 개구 둘레에 설치된 장착 홈에 합성 수지(PFA, PA, P1, PCTFE등)제의 밸브 시이트(15)가 끼워 맞춰 고정되어 있다. 한편, 본 실시예에서는, 도2로부터 분명한 바와 같이, 코킹 가공에 의해 밸브 시이트(15)가 장착 홈내에 고정되어 있다.

[0035] 다이어프램(20)은, 밸브 보디(10)의 유로(12, 13)를 개폐가능하게 설치된 밸브체이며, 밸브 시이트(15)의 상방에 배설되어 있고, 밸브실(14)의 기밀을 유지함과 아울러, 그 중앙부가 상하 동작해서 밸브 시이트(15)에 얹게 되고 떨어짐으로써, 유로(12, 13)를 개폐한다. 본 실시예에서는, 다이어프램(20)은, 특수 스테인레스강 등의 금속제 박판 및 니켈·코발트 합금 박판의 중앙부를 상방으로 팽출시킴으로써, 위에 볼록의 원호형이 자연상태의 공껍데기형으로 되어 있다. 이 특수 스테인레스강 박판 3장과 니켈·코발트 합금박판 1장이 적층되어서 다이어

프램(20)이 구성되어 있다.

- [0036] 다이어프램(20)은, 그 둘레부가 밸브실(14)의 내주면의 돌출부 위에 얹어놓여지고, 밸브실(14)내에 삽입한 보닛(30)의 하단부를 밸브 보디(10)의 나사부(16)에 비틀어 박는 것에 의해, 스테인레스 합금제의 가압 어댑터(25)를 통해 밸브 보디(10)의 상기 돌출부측에 가압되어, 기밀상태로 끼워두어 고정되어 있다. 한편, 니켈·코발트 합금박막은, 집가스측에 배치되어 있다.
- [0037] 이때, 다이어프램으로서, 다른 구성의 것도 사용가능하다.
- [0038] 조작 부재(40)는, 다이어프램(20)에 유로(12, 13)를 개폐시키도록 다이어프램(20)을 조작하기 위한 부재이며, 대략 원통형으로 형성되고, 하단측이 폐색부(48)에 의해 폐색하고, 상단측이 개구하고 있고, 보닛(30)의 내주면과 케이싱(50)내에 형성된 통형부(51)의 내주면에 끼워 맞추고, 상하 방향으로 이동 가능하게 지지되어 있다. 또한, 도1 및 도2에 도시하는 A1, A2는 조작 부재(40)의 개폐 방향이며, A1은 개방향, A2는 폐방향을 도시하고 있다. 본 실시예에서는, 밸브 보디(10)에 대하여 상방향이 개방향A1이며, 하방향이 폐방향A2이지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니다.
- [0039] 조작 부재(40)의 하단면에는 다이어프램(20)의 중앙부 상면에 접촉하는 폴리이미드 등의 합성 수지제의 다이어프램 가압부(38)가 장착되어 있다.
- [0040] 조작 부재(40)의 외주면에 형성된 플랜지부(45)의 상면과, 케이싱의 천장면과의 사이에는, 코일 용수철(90)이 설치되고, 조작 부재(40)는 코일 용수철(90)에 의해 폐방향A2를 향해서 상시 가압되어 있다. 이 때문에, 도2에 도시한 바와 같이, 주 액추에이터(60)가 작동하지 않고 있는 상태에서는, 다이어프램(20)은 밸브 시이트(15)에 짝 눌러, 유로(12, 13)의 사이는 닫혀진 상태로 되어 있다.
- [0041] 또한, 플랜지부(45)는, 조작 부재(40)와 일체이여도, 별체이여도 좋다.
- [0042] 코일 용수철(90)은, 케이싱(50)의 내주면과 통형부(51)와의 사이에 형성된 보유부(52)에 수용되어 있다. 본 실시예에서는, 코일 용수철(90)을 사용하고 있지만, 이것에 한정되는 것은 아니고, 접시 용수철이나 판 용수철 등의 다른 종류의 용수철을 사용할 수 있다.
- [0043] 케이싱(50)은, 그 하단부 내주가 보닛(30)의 상단부 외주에 형성된 나사부(36)에 비틀어 박아지는 것으로, 보닛(30)에 고정되어 있다. 또한, 보닛(30) 상단면과 케이싱(50)과의 사이에는, 환형의 벌크 헤드(63)가 고정되어 있다.
- [0044] 조작 부재(40)의 외주면과, 케이싱(50) 및 보닛(30)과의 사이에는, 벌크 헤드(63)에 의해 상하에 구획된 실린더실C1, C2이 형성되어 있다.
- [0045] 상측의 실린더실C1에는, 환형으로 형성된 피스톤(61)이 끼워 맞춰 삽입되고, 하측의 실린더실C2에는, 환형으로 형성된 피스톤(62)이 끼워 맞춰 삽입되어 있다. 이것들 실린더실C1, C2 및 피스톤(61, 62)은, 조작 부재(40)를 개방향A1에 이동시키는 주 액추에이터(60)를 구성하고 있다. 주 액추에이터(60)는, 2개의 피스톤(61, 62)을 사용해서 압력의 작용 면적을 증가시킴으로써, 조작 가스에 의한 힘을 증력할 수 있게 되어 있다.
- [0046] 실린더실C1의 피스톤(61)의 상측의 공간은, 통기로(53)에 의해 대기에 연결된다. 실린더실C2의 피스톤(62)의 상측의 공간은, 통기로h1에 의해 대기에 연결된다.
- [0047] 실린더실C1, C2의 피스톤(61, 62)의 하측의 공간은 고압의 조작 가스가 공급되기 때문에, O링(OR)에 의해 기밀이 유지되어 있다. 이것들의 공간은, 조작 부재(40)에 형성된 유통로(41, 42)와 각각 연통하고 있다. 유통로(41, 42)는, 조작 부재(40)의 내주면과 압전 액추에이터(100)의 케이스 본체(101)의 외주면과의 사이에 형성된 유통로Ch에 연통하고, 이 유통로Ch는, 조작 부재(40)의 상단면과, 케이싱(50)의 통형부(51)와 조정 보디(70)의 하단면으로, 형성되는 공간SP와 연통하고 있다. 그리고, 환형의 액추에이터 가압부(80)에 형성된 유통로(81)는, 공간SP와 조정 보디(70)의 중심부를 관통하는 유통로(71)를 접속하고 있다. 조정 보디(70)의 유통로(71)는, 관이음매(150)를 통해 관(160)과 연통하고 있다.
- [0048] 압전 액추에이터(100)는, 도3에 도시하는 원통형의 케이스 본체(101)에 도시하지 않는 적층된 압전 소자를 내장하고 있다. 케이스 본체(101)는, 스테인레스 합금등의 금속제로, 반구형의 선단부(102)측의 단면 및 기단부(103)측의 단면을 폐색하고 있다. 적층된 압전 소자에 전압을 인가해서 신장시키는 것으로, 케이스 본체(101)의 선단부(102)측의 단면이 탄성변형하고, 반구형의 선단부(102)가 길이 방향에 있어서 변위한다. 적층된 압전 소자의 최대 스트로크를 2d로 하면, 압전 액추에이터(100)의 신장이 d가 되는 소정전압V0를 미리 걸어 두는 것으로

로, 압전 액추에이터(100)의 전장은 L_0 가 된다. 그리고, 소정전압 V_0 보다도 높은 전압을 걸면, 압전 액추에이터(100)의 전장은 최대로 L_0+d 가 되고, 소정전압 V_0 보다도 낮은 전압(무전압을 포함한다)을 걸면, 압전 액추에이터(100)의 전장은 최소에서 L_0-d 가 된다. 따라서, 개폐 방향A1, A2에 있어서 선단부(102)로부터 기단부(103)까지의 전장을 신축시킬 수 있다. 또한, 본 실시예에서는, 압전 액추에이터(100)의 선단부(102)를 반구형으로 했지만, 이것에 한정되는 것은 아니고, 선단부가 평탄면이어도 좋다.

[0049] 도1에 도시한 바와 같이, 압전 액추에이터(100)에의 전원공급은, 배선(105)에 의해 행해진다. 배선(105)은, 조정 보디(70)의 유통로(71) 및 관 이음매(150)를 통해서 관(160)에 이어져지고 있고, 관(160)의 도중으로부터 외부에 인출되어 있다.

[0050] 압전 액추에이터(100)의 기단부(103)의 개폐 방향의 위치는, 액추에이터 가압부(80)를 통해 조정 보디(70)의 하단면에 의해 규정되어 있다. 조정 보디(70)는, 케이싱(50)의 상부에 형성된 나사 구멍(56)에 조정 보디(70)의 외주면에 설치된 나사부가 비틀어 박아져 있고, 조정 보디(70)의 개폐 방향A1, A2의 위치를 조정함으로써, 압전 액추에이터(100)의 개폐 방향A1, A2의 위치를 조정할 수 있다.

[0051] 압전 액추에이터(100)의 선단부(102)는, 도2에 도시한 바와 같이 원반형의 액추에이터 받이(110)의 상면에 형성된 원추면형의 받침면(110a)에 접촉하고 있다. 액추에이터 받이(110)는, 개폐 방향A1, A2에 이동 가능하게 되어 있다.

[0052] 액추에이터 받이(110)의 하면과 조작 부재(40)의 폐색부(48)의 상면과의 사이에는, 탄성부재로서의 접시 용수철(120)이 설치된다. 도2에 도시하는 상태에 있어서, 접시 용수철(120)은 이미 어느 정도 압축되어서 탄성변형하고 있고, 이 접시 용수철(120)의 복원력에 의해, 액추에이터 받이(110)는 개방방향A1을 향해서 상시 가압되어 있다. 이에 따라, 압전 액추에이터(100)도 개방방향A1을 향해서 상시 가압되어, 기단부(103)의 상면이 액추에이터 가압부(80)에 딱 눌러진 상태로 되어 있다. 이에 따라, 압전 액추에이터(100)는, 밸브 보디(10)에 대하여 소정의 위치에 배치된다. 압전 액추에이터(100)는, 어느쪽의 부재에도 연결되지 않고 있으므로, 조작 부재(40)에 대하여 개폐 방향A1, A2에 있어서 상대적으로 이동가능하다.

[0053] 접시 용수철(120)의 개수나 방향은 조건에 따라서 적절하게 변경할 수 있다. 또한, 접시 용수철(120) 이외에도 코일 용수철, 판 용수철 등의 다른 탄성부재를 사용할 수 있지만, 접시 용수철을 사용하면, 용수철 강성이나 스트로크 등을 조정하기 쉽다고 하는 이점이 있다.

[0054] 도2에 도시한 바와 같이, 다이어프램(20)이 밸브 시이트(15)에 접촉해서 밸브가 닫힌 상태에서는, 액추에이터 받이(110)의 하면측의 규제면(110t)과, 조작 부재(40)의 폐색부(48)의 상면측의 접촉면(40t)과의 사이에는 간극이 형성되어 있다. 이 간극의 거리가 다이어프램(20)의 리프트량 L_f 에 상당한다. 리프트량 L_f 는, 밸브의 개도, 다시 말해, 유량을 규정한다. 리프트량 L_f 가, 상기한 조정 보디(70)의 개폐 방향A1, A2의 위치를 조정함으로써 변경할 수 있다. 도2에 도시하는 상태의 조작 부재(40)는, 접촉면(40t)을 기준으로 하면, 폐위치CP에 위치한다. 이 접촉면(40t)이, 액추에이터 받이(110)의 규제면(110t)에 접촉하는 위치, 다시 말해, 개위치OP에 이동하면, 다이어프램(20)이 밸브 시이트(15)로부터 리프트량 L_f 만큼 떨어진다.

[0055] 다음에, 상기 구성의 밸브 장치(1)의 동작에 대해서 도4~도6b를 참조하여 설명한다.

[0056] 도4에 도시한 바와 같이, 관(160)을 통해서 소정압력의 조작 가스G를 밸브 장치(1)내에 공급하면, 피스톤(61, 62)으로부터 조작 부재(40)에 개방방향A1으로 밀어 올리는 추력이 작용한다. 조작 가스G의 압력은, 조작 부재(40)에 코일 용수철(90) 및 접시 용수철(120)로 작용하는 폐방향A2의 가압력에 저항해서 조작 부재(40)를 개방방향A1으로 이동시키는데 충분한 값으로 설정되어 있다. 이러한 조작 가스G가 공급되면, 도5에 도시한 바와 같이, 조작 부재(40)는 접시 용수철(120)을 더욱 압축하면서 개방방향A1으로 이동하고, 액추에이터 받이(110)의 규제면(110t)에 조작 부재(40)의 접촉면(40t)이 접촉하고, 액추에이터 받이(110)는 조작 부재(40)로부터 개방방향A1으로 향하는 힘을 받는다. 이 힘은, 압전 액추에이터(100)의 선단부(102)를 통해서, 압전 액추에이터(100)를 개폐 방향A1, A2로 압축하는 힘으로서 작용하지만, 압전 액추에이터(100)는 이 힘에 저항하는 충분한 강성을 가진다. 따라서, 조작 부재(40)에 작용하는 개방방향A1의 힘은, 압전 액추에이터(100)의 선단부(102)에서 받아낼 수 있어, 조작 부재(40)의 A1방향의 이동은, 개위치OP에 있어서 규제된다. 이 상태에 있어서, 다이어프램(20)은, 밸브 시이트(15)로부터 상기한 리프트량 L_f 만큼 이격한다.

[0057] 도5에 도시하는 상태에 있어서의 밸브 장치(1)의 유로(13)로부터 출력해 공급되는 유체의 유량을 조정하고 싶은 경우에는, 압전 액추에이터(100)를 작동시킨다.

[0058] 도6a 및 도6b의 중심선Ct의 좌측은, 도5에 도시하는 상태를 도시하고 있고, 중심선Ct의 우측은 조작 부재(40)의

개폐 방향A1, A2의 위치를 조정한 후의 상태를 도시하고 있다.

- [0059] 유체의 유량을 감소시키는 방향으로 조정할 경우에는, 도6a에 도시한 바와 같이, 압전 액추에이터(100)를 신장시켜, 조작 부재(40)를 폐방향A2로 이동시킨다. 이에 따라, 다이어프램(20)과 밸브 시이트(15)와의 거리인 조정후의 리프트량Lf-은, 조정전의 리프트량Lf보다도 작아진다.
- [0060] 유체의 유량을 증가시키는 방향으로 조정할 경우에는, 도6b에 도시한 바와 같이, 압전 액추에이터(100)를 단축시켜, 조작 부재(40)를 개방방향A1으로 이동시킨다. 이에 따라, 다이어프램(20)과 밸브 시이트(15)와의 거리인 조정후의 리프트량Lf+는, 조정전의 리프트량Lf보다도 커진다.
- [0061] 본 실시예에서는, 다이어프램(20)의 리프트량의 최대치는 100~200 μ m정도로, 압전 액추에이터(100)에 의한 조정량은 $\pm 20\mu$ m정도다.
- [0062] 다시 말해, 압전 액추에이터(100)의 스트로크에서는, 다이어프램(20)의 리프트량을 커버할 수 없지만, 조작 가스G로 동작하는 주 액추에이터(60)와 압전 액추에이터(100)를 병용함으로써, 상대적으로 스트로크가 긴 주 액추에이터(60)에서 밸브 장치(1)의 공급하는 유량을 확보하면서, 상대적으로 스트로크가 짧은 압전 액추에이터(100)에서 정밀하게 유량 조정할 수 있고, 조정 보디(70)등에 의해 수동으로 유량조정을 할 필요가 없어지므로, 유량조정 공정수가 대폭 삭감된다.
- [0063] 본 실시예에 의하면, 압전 액추에이터(100)에 인가하는 전압을 변화시키는 것만으로 정밀한 유량조정이 가능하므로, 유량조정을 즉석에서 실행할 수 있음과 아울러, 실시간으로 유량제어를 하는 것도 가능해진다.
- [0064] 다음에, 도7에 상기 실시예의 변형 예를 도시한다.
- [0065] 상기 실시예에서는, 조정 보디(70)를 케이싱(50)의 나사 구멍(56)에 비틀어 박는 것이었지만, 도7에서는, 조정 보디(70A) 위에 락너트(180)를 설치하고, 나사 구멍(56)에 락너트(180)를 비틀어 박아서 조정 보디(70A)의 상면을 락너트(180)의 하면에서 가압하여 조정 보디(70A)의 회전을 저지한다. 조정 보디(70A)의 회전에 의해, 조작 부재(40)의 개위치OP가 어긋나는, 배선(105)이 흔들리는 등의 상태가 좋지 않음을 막을 수 있다.
- [0066] 다음에, 도8을 참조하여, 상기한 밸브 장치(1)의 적용 예에 대해서 설명한다.
- [0067] 도8에 도시하는 반도체 제조 장치(1000)는, ALD법에 의한 반도체 제조 프로세스를 실행하기 위한 장치이며, 300은 프로세스 가스 공급원, 400은 가스 박스, 500은 탱크, 600은 제어부, 700은 처리 챔버, 800은 배기 펌프를 나타내고 있다.
- [0068] ALD법에 의한 반도체 제조 프로세스에서는, 처리 가스의 유량을 정밀하게 조정할 필요가 있음과 아울러, 기관의 대구경화에 의해, 처리 가스의 유량을 어느 정도 확보할 필요도 있다.
- [0069] 가스 박스(400)는, 정확하게 계량한 프로세스 가스를 처리 챔버(700)에 공급하기 위해서, 개폐 밸브, 레귤레이터, 매스플로우 콘트롤러등의 각종의 유체제어 기기를 집적화해서 박스에 수용한 집적화 가스 시스템(유체제어장치)이다.
- [0070] 탱크(500)는, 가스 박스(400)로부터 공급되는 처리 가스를 일시적으로 저류하는 버퍼로서 기능한다.
- [0071] 제어부(600)는, 밸브 장치(1)에의 조작 가스G의 공급 제어나 압전 액추에이터(100)에 의한 유량조정 제어를 실행한다.
- [0072] 처리 챔버(700)는, ALD법에 의한 기관에의 막형성을 위한 밀폐 처리 공간을 제공한다.
- [0073] 배기 펌프(800)는, 처리 챔버(700)안을 진공으로 뺀다.
- [0074] 상기와 같은 시스템 구성에 의하면, 제어부(600)로부터 밸브 장치(1)에 유량조정을 위한 지령을 보내면, 처리 가스의 초기 조정이 가능하게 된다.
- [0075] 또한, 처리 챔버(700)내에서 성막 프로세스를 실행 도중이어도, 처리 가스의 유량조정이 가능하여, 실시간으로 처리 가스 유량의 최적화를 할 수 있다.
- [0076] 상기 적용 예에서는, 밸브 장치(1)를 ALD법에 의한 반도체 제조 프로세스에 사용할 경우에 대해서 예시했지만, 이것에 한정되는 것은 아니고, 본 발명은, 예를 들면 원자층 에칭법(ALE: Atomic Layer Etching법)등, 정밀한 유량조정이 필요한 모든 대상에 적용가능하다.
- [0077] 상기 실시예에서는, 주 액추에이터로서, 가스압으로 작동하는 실린더실에 내장된 피스톤을 사용했지만, 본 발명

은 이것에 한정되는 것은 아니고, 제어 대상에 따라서 최적의 액추에이터를 여러가지 선택가능하다.

- [0078] 상기 실시예에서는, 조정용 액추에이터로서, 압전 액추에이터를 사용했지만, 이것에 한정되는 것은 아니고, 스테핑 모터등의 모터와 회전운동을 직선운동으로 변환시키는 볼 나사와 너트 등의 기구를, 솔레노이드 코일, 온도변화에 의해 신축하는 써모액추에이터 등, 여러 가지의 액추에이터를 채용할 수 있다. 또한, 압전 액추에이터(100)는, 열의 방출이 적은, 내열성이 백수십도 ℃인, 초기 조정시뿐만 아니라 유체제어시에 상시 작동시킬 수 있는, 신축시에 백래시 등의 비선형특성이 적기 때문에 위치결정 정밀도가 대단히 높은, 비교적 큰 압축 하중을 지지할 수 있는 등의 점에서, 본원 발명의 조정용 액추에이터로서 바람직하다. 또한, 조정 보디(70)에 의해, 조작 부재(40)의 개위치OP를 미리 정밀도 좋게 기계적으로 조정하면, 그 후의 조작 부재(40)의 위치의 고정밀도 제어를 압전 액추에이터(100)에 담당하게 하는 것으로, 압전 액추에이터(100)의 최대 스트로크를 가능한 한 작게 할 수 있음과 아울러(압전 액추에이터의 소형화가 가능하게 됨과 아울러), 조작 부재(40)의 위치의 고정밀도 미조정 및 고정밀도 위치 제어가 가능해진다.
- [0079] 상기 실시예에서는, 소위 노멀리 클로즈 타입의 밸브를 예로 들었지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니고, 노멀리 오픈 타입의 밸브에도 적용가능하다. 이 경우에는, 예를 들면, 밸브체의 개도 조정을 조정용 액추에이터로 행하도록 하면 좋다.
- [0080] 상기 실시예에서는, 압전 액추에이터(100)에서 조작 부재(40)에 작용하는 힘을 지탱하는(받아내는) 구성으로 했지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니고, 조작 부재(40)의 개위치OP에서의 위치결정을 기계적으로 행하고, 조작 부재(40)에 작용하는 힘을 지지하지 않고 조작 부재(40)의 개폐 방향의 위치조정만을 조정용 액추에이터로 실행하는 구성도 가능하다.
- [0081] 상기 실시예에서는, 밸브체로서 다이어프램을 예시했지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니고, 다른 종류의 밸브체를 채용하는 것도 가능하다.
- [0082] 상기 실시예에서는, 밸브 장치(1)를 유체제어장치로서의 가스 박스(400)의 외부에 배치하는 구성으로 했지만, 개폐 밸브, 레귤레이터, 매스플로우 콘트롤러 등의 각종의 유체기기를 집적화해서 박스에 수용한 유체제어장치에 상기 실시예의 밸브 장치(1)를 포함시키는 것도 가능하다.

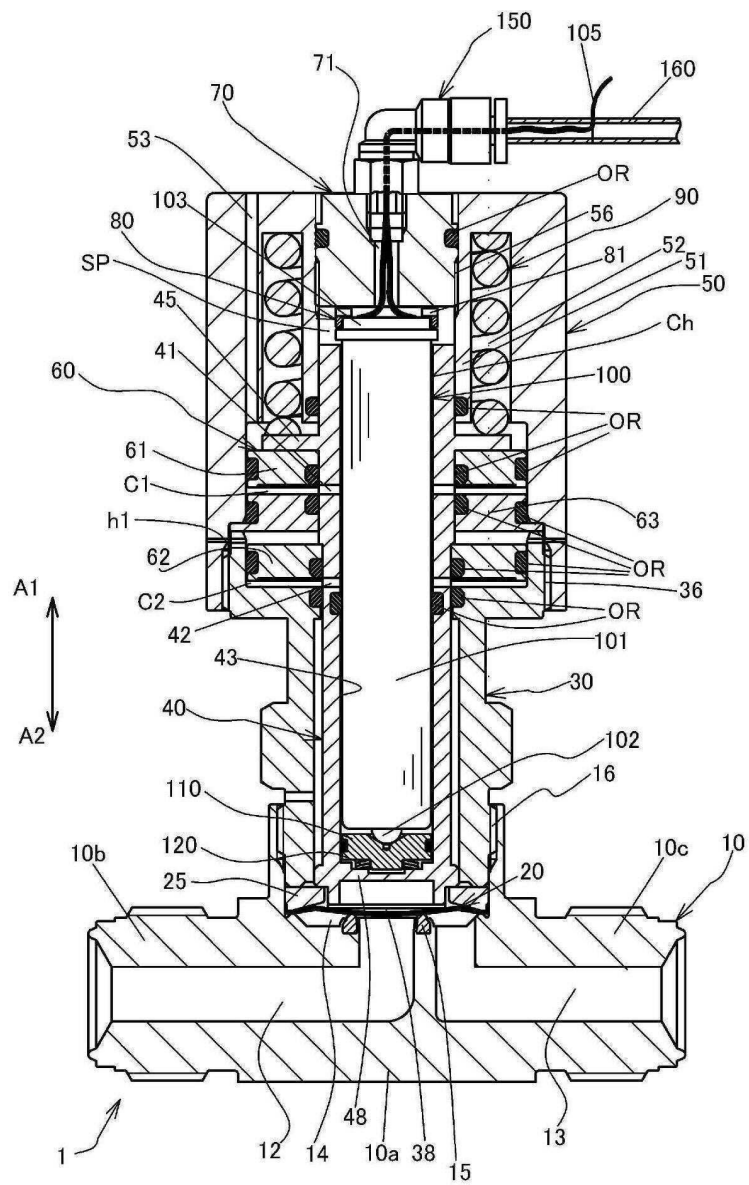
부호의 설명

- [0083]
- 1 밸브 장치
 - 10 밸브 보디
 - 15 밸브 시이트
 - 20 다이어프램
 - 25 가압 어댑터
 - 30 보닛
 - 38 다이어프램 가압부
 - 40 조작 부재
 - 40t 접촉면
 - 45 플랜지부
 - 48 폐색부
 - 50 케이싱
 - 60 주 액추에이터
 - 61, 62 피스톤
 - 63 벨크 헤드
 - 70, 70A 조정 보디

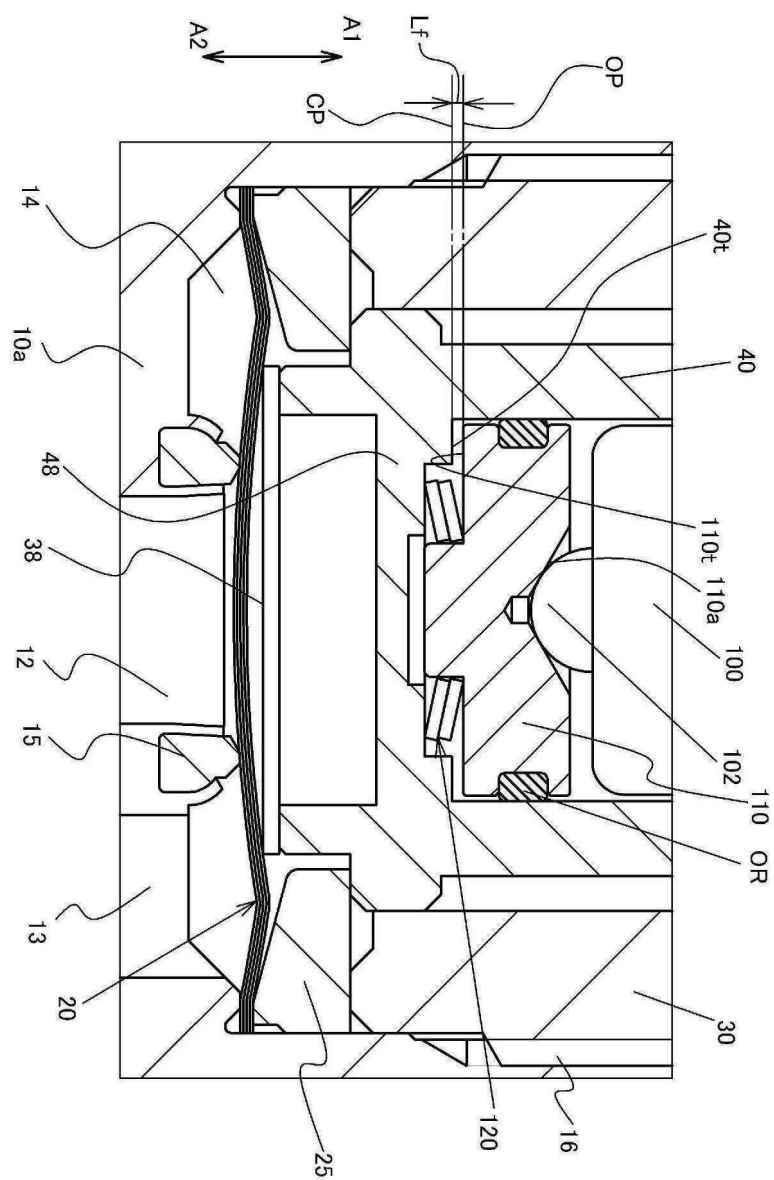
71	유통로
80	액추에이터 가압부
81	유통로
90	코일 용수철
100	압전 액추에이터(조정용 액추에이터)
101	케이스 본체
102	선단부
103	기단부
105	배선
110	액추에이터 받이
110t	규제면
120	접시 용수철(탄성부재)
150	관 이음매
160	관
180	락너트
300	프로세스 가스 공급원
400	가스 박스
500	탱크
600	제어부
700	처리 챔버
800	배기 펌프
1000	반도체 제조 장치
A1	개방향
A2	폐방향
C1, C2	실린더실
Ch	유통로
SP	공간
OP	개위치
CP	폐위치
OR	O링
G	조작 가스
Lf	조정전의 리프트량
Lf+, Lf-	조정후의 리프트량

도면

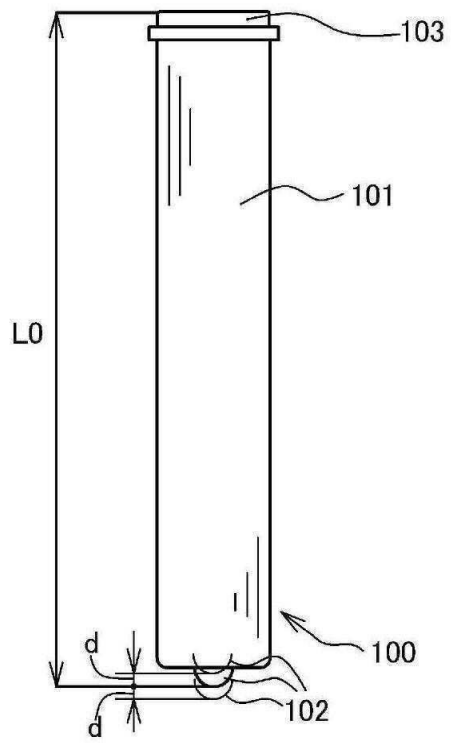
도면1



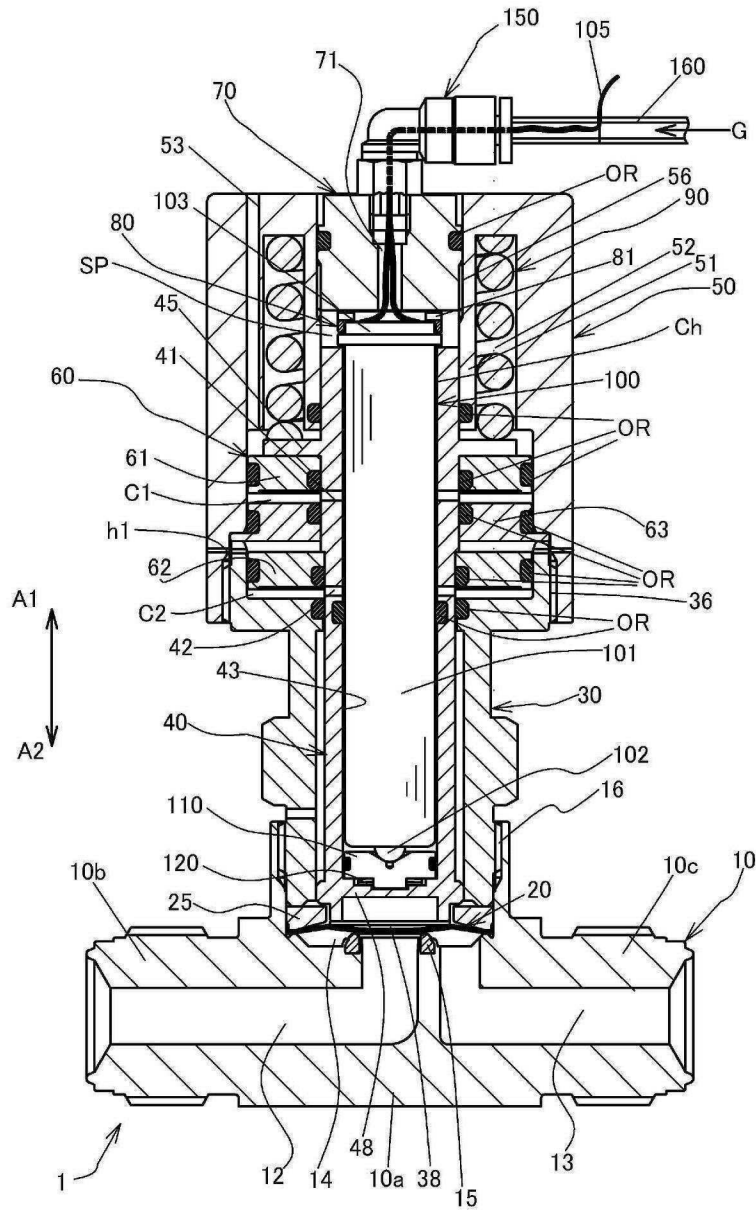
도면2



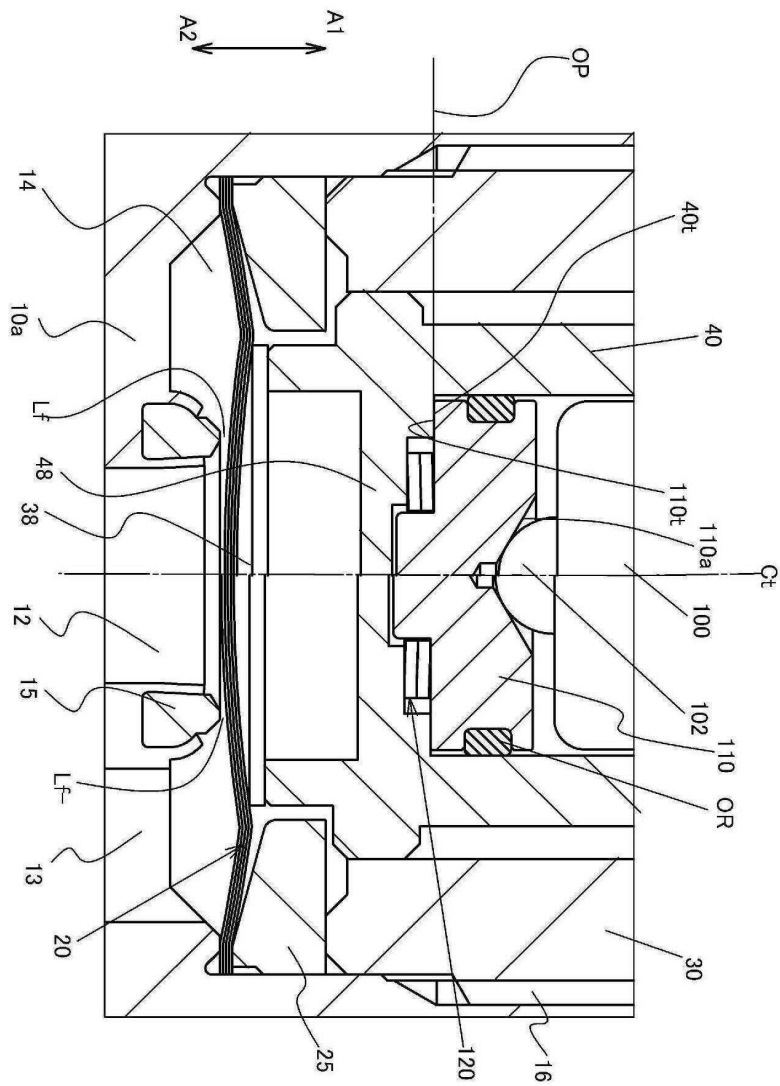
도면3



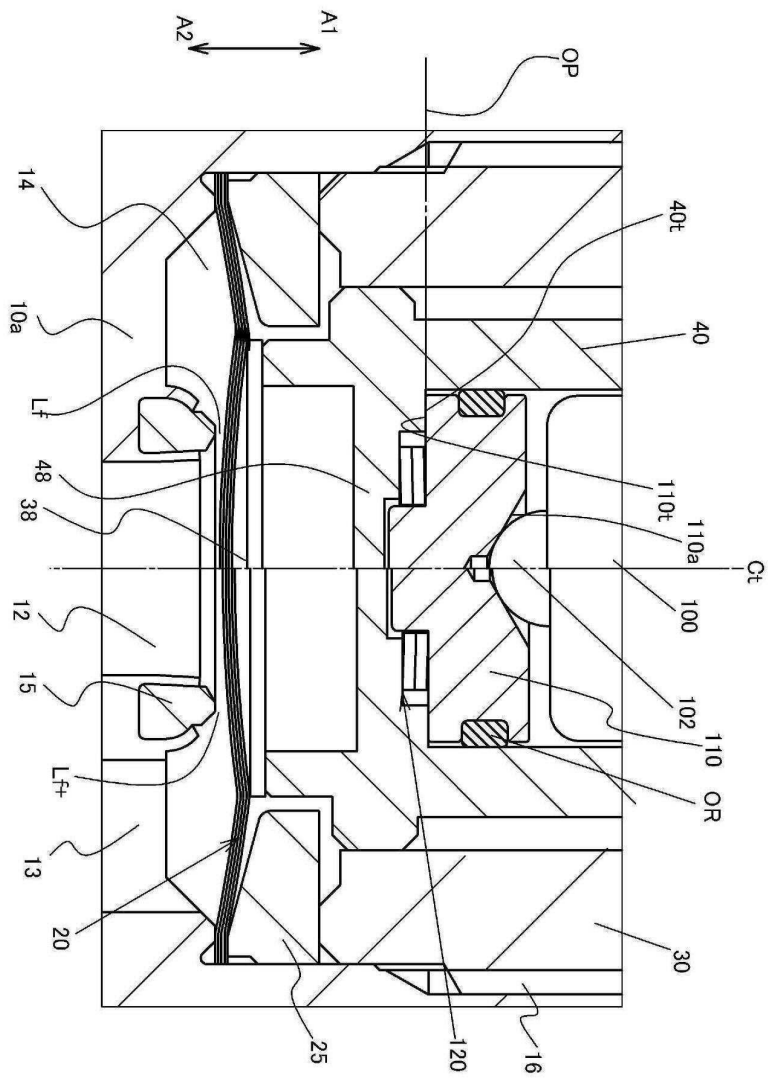
도면4



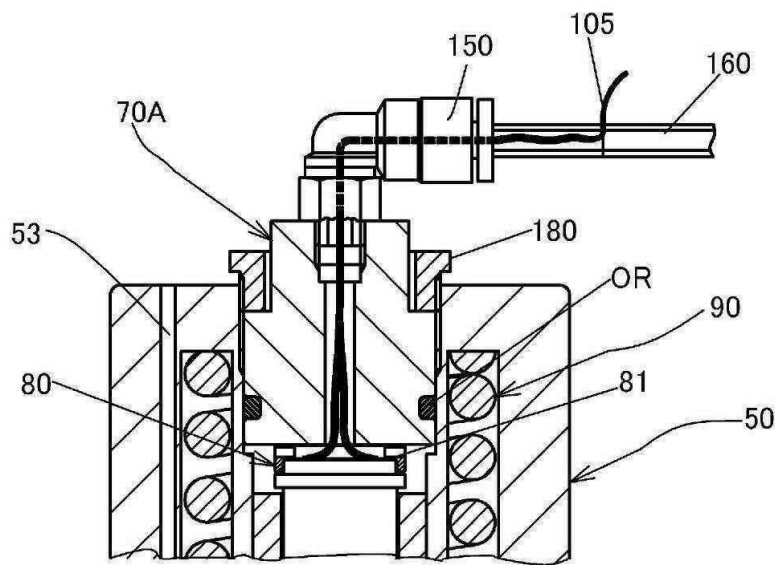
도면6a



도면6b



도면7



도면8

