



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0001627
(43) 공개일자 2008년01월03일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) Int. Cl.
 <i>F16K 1/52</i> (2006.01) <i>F16K 1/38</i> (2006.01)
 <i>F16K 1/02</i> (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2007-0062797
 (22) 출원일자 2007년06월26일
 심사청구일자 2007년06월26일
 (30) 우선권주장 JP-P-2006-00179811 2006년06월29일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
 씨케이디 가부시키 가이샤
 일본 아이치켄 코마키시 오우지 2-초메 250
 (72) 발명자
 키요시 나가이
 일본 아이치, 485-8551, 코마키-시, 250 오우지 2-초메 씨케이디가부시기가이샤 내
 (74) 대리인
 서원호</p> |
|---|--|

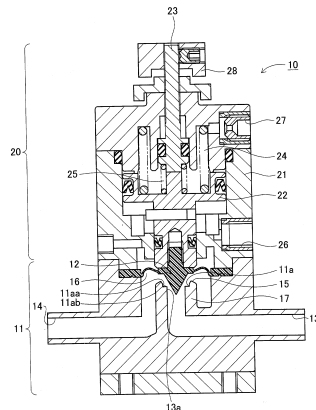
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 유량 제어 밸브

(57) 요약

수지로 형성된 본체부(11)에 설치된 제1 유로(13)와, 제1 유로(13)에 접속된 밸브 구멍(13a)과, 밸브 구멍(13a)의 주위를 감싸며 설치된 밸브 시트(15)와, 밸브 시트(15)의 주위에 설치된 밸브실(16)과, 밸브실(16)과 접속되는 제2 유로(14)와, 밸브실(16)에 유입된 유량을 조정하는 유량 조절 로드(23)를 구비하고, 유량 조절 로드(23)를 조절된 것에 의해 밸브부(12)의 열림 정도를 변화시켜 유량을 조절하고, 밸브 시트(15)는, 밸브 구멍(13a)의 외주부분에, 밸브부(12)가 밸브 시트(15)에 접합되는 때에 밸브 구멍(13a)이 축경 방향으로 변형되는 것을 방지하는 환 모양 오목부(11a)를 구비하는 것에 의해, 콤팩트하고 유량 안정성이 높은 유량 제어 밸브를 제공한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

상기 밸브 본체에는, 제1 유로(13)와,
 상기 제1 유로(13)에 접속하는 밸브 구멍(13a)과,
 상기 밸브 구멍(13a)의 주위를 감싸며 설치된 밸브 시트(15)와,
 상기 밸브 시트(15)의 주위에 설치된 밸브실(16)과,
 상기 밸브실(16)과 접속하는 제2 유로(14)가 형성되는, 수지로 이루어진 밸브 본체(11)와,
 상기 밸브 시트(15)에 접합되어 이격되는 밸브부(12)와,
 상기 밸브실(16)에 유입되는 유량을 조절하는 유량 조절 로드(23)를 구비하여, 유량을 제어하는 유량 제어 밸브(10)에 있어서,
 상기 유량 조절 로드(23)를 조절하는 것에 의해 상기 밸브부(12)의 열림 정도를 변화시켜 상기 유량을 조절하고,
 상기 밸브 구멍(13a)의 주위에 설치된 상기 밸브부(12)가 상기 밸브 시트(15)에 접합하는 때에 상기 밸브 구멍(13a)이 직경 방향으로 변형되는 것을 방지하는 환 모양 오목부(11a)를 상기 밸브 시트의 내주 부분에 포함하고 있는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 밸브 시트(15)를, 상기 밸브 구멍(13a)의 중심선을 통과하는 단면으로 절단하는 때에,
 상기 밸브 시트(15)와 상기 밸브부(12)의 접합면의 가장자리부로부터 상기 밸브 구멍(13a)의 가장자리부(13b)까지를 연결하는 제1 직선(X)과, 상기 접합면의 가장자리부를 통과하는 상기 밸브 구멍(13a)의 중심선과 평행한 제2 직선(L)이 이루는 각도를 $\theta 1$ 로 하고,
 상기 접합면 측의 상기 환 모양 오목부(11a)의 가장자리로부터 연장되는 제1 평면에 따른 제3 직선(Y)과, 상기 접합면의 가장자리부를 통과하는 상기 밸브 구멍(13a)의 중심선과 평행한 상기 제2 직선(L)이 이루는 각도를 $\theta 2$ 로 하고,
 상기 밸브 구멍(13a)의 가장자리부(13b) 측의 상기 환 모양 오목부(11a)의 가장자리로부터 연장되는 제2 평면에 따른 제4 직선(Z)과, 상기 밸브 구멍(13a)의 중심선과 평행한 상기 제2 직선(L)이 이루는 각도를 $\theta 3$ 으로 한 경우,
 상기 $\theta 2$ 의 값이 상기 $\theta 1$ 의 값보다 작고, 상기 $\theta 3$ 의 값이 상기 $\theta 1$ 의 값보다도 커지는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 제1면은 상기 중심선과 평행이고, 상기 제2면은 상기 중심선과 직교하며, 상기 환 모양 오목부는 상기 제1면 및 제2면으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 밸브부(12)에 원뿔 모양 돌기(12a)와, 상기 원뿔 모양 돌기(12a)의 외주에 환 모양 실링부(12b)를 구비하고,
 상기 유량 조절 로드(23)를 조작하는 것에 의하여, 상기 밸브부(12)의 상하 위치를 결정하여, 상기 밸브부(12)의 상한 위치를 변경하는 것에 의해, 상기 원뿔 모양 돌기(12a)와 상기 밸브 구멍(13a)의 밸브 열림 시의 간극

(b)을 조정함으로써, 유량의 조정이 가능해지고,

상기 환 모양 실링부(12b)가 상기 밸브 시트(15)에 접합하는 것에 의해, 유체를 차단하는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 밸브 시트(15)가 상기 환 모양 실링부(12b)에 접합된 상태의 상기 원뿔 모양 돌기(12a)와 상기 밸브 구멍(13a)의 가장자리부(13b)의 거리는, 상기 밸브부(12)가 상기 밸브 시트(15)에 접합하는 것에 의해 크리프 변형을 일으키는 양을 예상하여 정해지고, 상기 원뿔 모양 돌기(12a)와 상기 밸브 구멍(13a)의 가장자리부(13b)가, 상기 밸브 시트(15)의 크리프 변형 후에도 접합되지 않도록 설정되는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 밸브 시트(15)의 외주측의 테이퍼 각도를 내주측보다도 크게 하는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 유량 조절 로드(23)와 상기 밸브부(12)의 사이에 탄성체를 더 구비하고,

상기 탄성체의 복원력에 의하여 상기 유량 조절 로드(23) 및 상기 밸브부(12)를 서로 반대 방향으로 힘을 부여하는 것에 의해, 상기 유량 조절 로드(23)의 백래시를 흡수하는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 밸브부(12)에 원뿔 모양 돌기(12a)와, 상기 원뿔 모양 돌기(12a)의 외주에 환 모양 실링부(12b)를 구비하고,

상기 유량 조절 로드(23)를 조작하는 것에 의해, 상기 밸브부(12)의 상하 위치를 결정하여, 상기 밸브부(12)의 상한 위치를 변경하는 것에 의해, 상기 원뿔 모양 돌기(12a)와 상기 밸브 구멍(13a)의 밸브 열림 시의 간극(b)을 조정함으로써, 유량의 조정이 가능해지고,

상기 환 모양 실링부(12b)가 상기 밸브 시트(15)에 접합하는 것에 의해, 유체를 차단하는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 9

제3항에 있어서,

상기 밸브부(12)에 원뿔 모양 돌기(12a)와, 상기 원뿔 모양 돌기(12a)의 외주에 환 모양 실링부(12b)를 구비하고,

상기 유량 조절 로드(23)를 조작하는 것에 의해, 상기 밸브부(12)의 상하 위치를 결정하여, 상기 밸브부(12)의 상한 위치를 변경하는 것에 의해, 상기 원뿔 모양 돌기(12a)와 상기 밸브 구멍(13a)의 밸브 열림 시의 간극(b)을 조정함으로써, 유량의 조정이 가능해지고,

상기 환 모양 실링부(12b)가 상기 밸브 시트(15)에 접합하는 것에 의해, 유체를 차단하는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 밸브 시트(15)가 상기 환 모양 실링부(12b)에 접합한 상태의 상기 원뿔 모양 돌기(12a)와 상기 밸브 구멍

(13a)의 가장자리부(13b)의 거리는, 상기 밸브부(12)가 상기 밸브 시트(15)에 접합하는 것에 의해 크리프 변형을 일으키는 양을 예상하여 정해지고, 상기 원뿔 모양 돌기(12a)와 상기 밸브 구멍(13a)의 가장자리부(13b)가, 상기 밸브 시트(15)의 크리프 변형 후에도 접합되지 않도록 설정되는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 밸브 시트(15)가 상기 환 모양 실링부(12b)에 접합한 상태의 상기 원뿔 모양 돌기(12a)와 상기 밸브 구멍(13a)의 가장자리부(13b)의 거리는, 상기 밸브부(12)가 상기 밸브 시트(15)에 접합하는 것에 의해 크리프 변형을 일으키는 양을 예상하여 정해지고, 상기 원뿔 모양 돌기(12a)와 상기 밸브 구멍(13a)의 가장자리부(13b)가, 상기 밸브 시트(15)의 크리프 변형 후에도 접합되지 않도록 설정되는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 12

제2항에 있어서,

상기 밸브 시트(15)의 외주측의 테이퍼 각도를 내주측보다도 크게 하는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 13

제3항에 있어서,

상기 밸브 시트(15)의 외주측의 테이퍼 각도를 내주측보다도 크게 하는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 14

제4항에 있어서,

상기 밸브 시트(15)의 외주측의 테이퍼 각도를 내주측보다도 크게 하는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 15

제5항에 있어서,

상기 밸브 시트(15)의 외주측의 테이퍼 각도를 내주측보다도 크게 하는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 16

제8항에 있어서,

상기 밸브 시트(15)의 외주측의 테이퍼 각도를 내주측보다도 크게 하는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 17

제9항에 있어서,

상기 밸브 시트(15)의 외주측의 테이퍼 각도를 내주측보다도 크게 하는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 18

제10항에 있어서,

상기 밸브 시트(15)의 외주측의 테이퍼 각도를 내주측보다도 크게 하는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 19

제2항에 있어서,

상기 유량 조절 로드(23)와 상기 밸브부(12)의 사이에 탄성체를 더 구비하고,

상기 탄성체의 복원력에 의하여 상기 유량 조절 로드(23) 및 상기 밸브부(12)를 서로 반대 방향으로 힘을 부여하는 것에 의하여, 상기 유량 조절 로드(23)의 백래시를 흡수하는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

청구항 20

제3항에 있어서,

상기 유량 조절 로드(23)와 상기 밸브부(12)의 사이에 탄성체를 더 구비하고,

상기 탄성체의 복원력에 의하여 상기 유량 조절 로드(23) 및 상기 밸브부(12)를 서로 반대 방향으로 힘을 부여하는 것에 의하여, 상기 유량 조절 로드(23)의 백래시를 흡수하는 것을 특징으로 하는 유량 제어 밸브(10).

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

종래기술의 문헌 정보

- <16> 특허 문헌1: 일본 특허출원 공개 JP 1998-274345
- <17> 특허 문헌2: 일본 특허출원 공개 JP 2001-263507
- <18> 특허 문헌3: 일본 특허출원 공개 JP 2003-322275
- <19> 특허 문헌4: 일본 특허출원 공개 JP 2005-155878

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <20> 본 발명은, 유량을 조정, 차단하는 유량 제어 밸브에 있어, 특히 미소 영역에서의 유량 제어 성능을 향상시키는 기술에 관한 것이다.
- <21> 반도체 제조 공정에서는, 미소량의 약액을 사용하는 케이스도 많고, 미소량의 약액을 제어하는 기술이 요구되고 있다.
- <22> 미소량의 약액 공급이 요구되는 배경에는, 웨이퍼(wafer) 위에 막 모양으로 약품을 도포하기 위해, 약액을 소량 적하하고 원심력 등으로 넓히는 등의 기술이 발달되어 왔으나, 사용된 약품이 특수화되어 고가인 것이 필요하기 때문에, 필요없이 소비하고 싶지 않는 등의 이유를 들 수 있다.
- <23> 따라서 특히 반도체 제조 공정 등에서 미소량의 약액을 정확하게 공급하는 기술이 필요로 하게 되는데, 이와 같은 기술은, 종래로부터 다양한 것이 고안되어 있다. 예를 들면, 특허 문헌1 내지 특허 문헌4에도, 미소 유량을 제어하는 밸브에 관한 기술이 소개되어 있다.
- <24> 특허 문헌1의 「유량 제어 밸브」는, 1개의 밸브 본체에 유량 제어부와, 유체 차단부를 구비하는 밸브이다.
- <25> 유량 제어부에는, 조정 나사가 접속된 니들 모양의 밸브가 구비되고, 조정 나사에 의하여 니들의 위치를 상하로 한 것으로, 유로의 개구부에 니들 모양의 밸브를 삽입하고, 개구 면적을 바꾸어, 유량을 조정할 수 있는 구조로 되어 있다.
- <26> 한편, 유체 차단부는, 니들 모양의 밸브의 외주에 링 모양으로 마련되어 있다. 에어로 구동되는 피스톤에 연동하여 유체 차단부를 밸브 시트에 접합 또는 이격시키는 것으로, 유체를 제어하는 구조로 되어 있다.
- <27> 1개의 밸브 본체로, 유량 제어부와 유체 차단부를 구비하고 있기 때문에 비교적 콤팩트하게 구성 가능하다.
- <28> 특허 문헌2의 「유량 조정 밸브」는, 유체 차단 밸브와 유량 제어 밸브를 동일 블록 위에 나열하여 구성한 밸브

이다.

- <29> 유체 차단 밸브는, 에어로 구동되는 피스톤에 접속된 밸브가, 밸브 시트에 접합 또는 이격되는 것으로, 유체를 제어하는 구조로 되어 있다.
- <30> 유량 제어 밸브는, 니들 모양의 밸브를 개구부에 삽입하는 구성으로 되어 있고, 특허 문헌1과 마찬가지로 유량을 조정하는 것이 가능하다.
- <31> 특허 문헌3의 「유량 제어 밸브」는, 유량 조정 기능을 구비하는 개폐 밸브와 섀백 밸브가 동일 블록 위에 병렬되게 구성된 밸브이다.
- <32> 이 중, 유량 조정 기능을 구비하는 개폐 밸브는, 에어로 구동되는 피스톤에 접속된 플랫 형상의 밸브를 밸브 시트에 접합 이격시키고, 유체를 차단, 연통하는 구조로 되어 있고, 이 밸브에 조정 나사를 구비하는 것으로, 밸브 시트의 열림 정도를 조정하는 구조로 되어 있다.
- <33> 이 구성의 개폐 밸브는 일반적이고, 복잡한 가공이 필요하지 않기 때문에, 밸브의 비용을 절감하는 것이 가능하다.
- <34> 특허 문헌4의 「유량 조정 밸브」는, 유량 조정을 목적으로 하는 밸브이고, 유체를 차단하는 기능도 구비하고 있다.
- <35> 유량을 조정하기 위한 밸브는 테이퍼 모양의 돌기부를 가지고, 유로의 개구부에 이 테이퍼 모양 돌기를 삽입하는 것으로, 유량의 조정이 가능해진다. 밸브와 나사식으로 접속되는 유량 조절용 스텝에는, 조정용 나사가 구비되어 있고, 밸브의 위치 조정은 이 나사로 하게 된다.
- <36> 또, 테이퍼 모양 돌기의 주위에는, 링 모양의 볼록부가 마련되어 있고, 상기 나사를 조이는 것에 의해 링 모양의 볼록부를 밸브 시트에 접합시켜, 유체를 차단하는 것이 가능하다.
- <37> 이 때, 밸브의 테이퍼 모양의 돌기부가 개구부의 가장자리와 접촉하는 것으로 소립자가 발생 될 우려가 있지만, 이와 같이 외주부에 링 모양의 볼록부를 설치하여, 스톱퍼로서 사용하는 것으로, 유체의 차단기능을 얻음과 동시에, 테이퍼 모양 돌기의 변형을 방지하는 것이 가능하다.
- <38> 그렇지만, 종래 기술에는 이하와 같은 문제가 있다.
- <39> (1) 밸브 본체가 커진다.
- <40> 특허 문헌2에 나타난 것 같은 유량 제어 밸브와 유체 차단 밸브가 별도로 설치되고 별도로 제어되는 경우는, 밸브 자체가 커지는 문제가 있다.
- <41> 이것은 특허 문헌1에 대해서도 같다고 할 수 있다. 특허 문헌1의 유량 제어 밸브는, 1개의 밸브 본체에 유량 제어부와 유체 차단부를 구비하고 있기 때문에, 특허 문헌2보다도 비교적 컴팩트한 구성이지만, 유량 제어부의 외주부에 유체 차단부를 설치하고 있기 때문에, 외경이 커진다.
- <42> 즉, 특허 문헌1 및 특허 문헌2와 같이, 유량을 제어하는 부분과 유체를 차단하는 부분을 별도로 설치하면, 밸브 본체가 커지게 된다. 밸브 본체가 커지면, 설비가 거대화되고, 배관 길이가 길어지는 등, 손해가 커진다.
- <43> (2) 유량 안정성에 문제가 있다.
- <44> 한편, 특허 문헌3이나 특허 문헌4에 나타난 1개의 밸브가 유량 제어 기능과 유체 차단기능을 겸하고 있으면, 유량 제어 밸브의 소형화는 가능하지만, 유체의 차단을 반복한다면 유량 안정성이 악화되는 문제가 있다.
- <45> 이것은, 밸브 본체와 밸브에 사용되고 있는 수지가, PTFE 등의 크리프 변형의 영향이 큰 수지라는 점에 기인한다.
- <46> 유량 제어 밸브가 반도체 제조 라인 등에 이용되는 것을 전제로 하면, 부식성이 높은 약액을 사용하기 때문에, 내식성이 좋은 수지를 사용할 필요가 있다.
- <47> 현재 가장 널리 사용되고 있는 것은 PTFE 등의 수지이지만, 이 PTFE 등의 수지는 강복점 이하의 응력이 부여된다 하여도 반복 응력이 주어지는 것으로, 크리프 변형이라는 현상에 의하여 변형되는 것이 알려져 있다.
- <48> 이 때문에, 특허 문헌3 및 특허 문헌4와 같이 밸브 구멍 부근을 압박하면, 응력의 영향이 밸브 구멍에도 미치고, 오리피스 지름이 변화된다.

- <49> 이와 같은 변화는, 미소 유량을 제어하는 유량 제어 밸브로서는 치명적이고, 오리피스 지름의 변화에 의하여, 유량이 변하기 때문에 공급된 약액의 유량에 변화가 생기는 것으로, 웨이퍼(wafer) 불량률의 원인이 되는 문제가 있다.
- <50> 특허 문헌3 및 특허 문헌4에 있어, 유체 차단기능을 사용하지 않는다면, 이와 같은 문제는 일어나지 않지만, 그렇지만 결과적으로 특허 문헌1 및 2와 같이 본체와 별도로 유체 차단 밸브를 필요로 하기 때문에 (1)문제를 해결하는 것이 불가능하게 된다.
- <51> 즉, 특허 문헌1 내지 특허 문헌4에 나타난 종래 기술에서는, 상술한 (1)밸브 본체가 커지고 (2)유량 안정성이 나빠진다고 하는, 2개의 과제를 동시에 해결하는 것이 곤란하다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <52> 본 발명에서는 이와 같은 문제를 해결하기 위해 이루어진 것이고, 콤팩트하고 유량 안정성이 높은 유량 제어 밸브를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <53> 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명은, 상기 밸브 본체에는, 제1 유로와, 상기 제1 유로에 접속된 밸브 구멍과, 상기 밸브 구멍의 주위를 감싸고 설치된 밸브 시트와, 상기 밸브 시트의 주위에 설치된 밸브실과, 상기 밸브실과 접속되는 제2 유로가 형성된다. 수지로 된 밸브 본체와, 상기 밸브 시트에 접합되어 이격된 밸브부와, 상기 밸브실에 유입되는 유량을 조절하는 유량 조절 로드를 구비하고, 유량을 제어하는 유량 제어 밸브에 있어, 상기 유량 조절 로드를 조절하는 것에 의해 상기 밸브부의 열림 정도를 변화시키고 상기 유량을 조절하고, 상기 밸브 구멍의 주위에 설치된다. 상기 밸브부가 상기 밸브 시트에 접합하는 때에 상기 밸브 구멍이 지름 방향으로 변형되는 것을 방지하는 환 모양 오목부를 상기 밸브 시트의 내주 부분에 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <54> 크리프 변형 현상은, 수지 성형품에 항복 범위가 아닌 탄성 범위의 응력을 계속 부여하는 것에 의해, 서서히 변형되어 가는 것과 같은 현상을 말한다. 이와 같은 변형은, 부여된 응력이 제거된다면 서서히 원래대로 돌아오는 특성이 있다.
- <55> 수지제의 밸브 본체를 구비하는 유량 제어 밸브에 있어서도, 밸브부가 밸브 시트에 접합하는 때에 밸브 시트에 부여되는 응력이, 반복하여 부여되는 것으로, 점점 밸브 시트에 크리프 변형 현상에 의한 변형이 발생한다. 이 크리프 변형 현상의 영향은 밸브 구멍의 내벽면에도, 지름 방향으로의 변형이 나타날 우려가 있다.
- <56> 후술하는 도 15에 도시된 시뮬레이션 결과에 의하여 출원인이 발견한 사실에 의하면, 밸브 시트에 추가된 응력이 밸브 구멍의 내벽면에 까지 미치고 있는 것이 나타나 있고, 수지 본체를 채용하고 있는 유량 제어 밸브에서는, 이 밸브 시트에 부여된 응력에 의하여, 크리프 변형 현상이 일어나고, 밸브 구멍이 축경 방향으로 변형될 우려가 있다.
- <57> 밸브 시트에 부여된 응력은 밸브 본체로 전과되지만, 유량 제어 밸브의 콤팩트화를 위해 밸브 시트와 밸브 구멍의 거리가 가까워지면, 밸브 구멍의 내벽면에 까지 이 응력의 영향이 미치게 되고, 밸브 구멍의 벽면에서는 전과된 응력이 크리프 변형 현상에 의한 변형으로 나타난다.
- <58> 그러나, 환 모양 오목부를 밸브 시트에 설치하는 것으로, 환 모양 오목부에 의해 밸브 시트가 공간적으로 잘려지고, 밸브 시트에 추가된 응력의 영향이 밸브 구멍의 내벽면에까지 전과되는 것을 억제하는 것이 가능해진다. 이 결과는, 후술하는 도 5에 도시된 시뮬레이션의 결과와 같고, 환 모양 오목부를 설치하는 것으로, 응력이 전과된 방향을 피하여, 전과 거리를 신장시키는 것으로, 밸브 구멍의 축경 방향으로의 크리프 변형 현상을 억제하는 것이 가능하다.
- <59> 또, 밸브 시트에 부여된 응력에 의하여, 경우에 따라서는 밸브 구멍의 축경 방향으로의 변형도 고려되고, 특히 밸브 구멍의 가장자리 부분의 지름이 확대된다면 유량이 변화되는 것도 고려되지만, 이와 같은 크리프 변형 현상도 억제가 기대될 수 있다.
- <60> 유량을 제어하는 유량 제어 밸브, 특히 미소 유량을 제어하는 경우에 있어서는, 밸브가 밸브 시트에 접합하는 때에 발생하는 응력에 의하여 발생하는 크리프 변형 현상이, 밸브 구멍의 축경 방향 또는 밸브 구멍의 가장자리부의 축경 방향으로의 미소한 변형으로 나타나는 경우에도, 유량의 영향을 받게 되고, 정확한 제어가 어려워진다.

- <61> 따라서 본 발명에 따른 이와 같은 응력에 의한 밸브 구멍의 지름 방향의 변화의 영향을 회피할 수 있는 것은 유량 안정성의 향상과 연결된다. 또, 유량 조절부와 유체 차단부의 기구를 분리할 필요가 없어지기 때문에, 유량 제어 밸브의 밸브 본체를 작게 하는 것이 가능하고, 설비의 축소에 공헌할 수 있다.
- <62> 즉, 본 발명에 의하여 컴팩트하고 유량 안정성이 높은 유량 제어 밸브의 제공이 가능해진다
- <63> 이하, 본 발명의 실시예에 관하여 도면을 이용하여 설명한다. 먼저 제1 실시예의 구성에 관하여 설명한다.
- <64> (제1 실시예)
- <65> 도 1은, 제1 실시예의 유량 제어 밸브가 열린 상태인 경우의 단면도를 나타낸다.
- <66> 유량 제어 밸브(10)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 본체부(11), 기구부(20)로 구성된다. 본체부(11)는 PFA 등의 수지로 만들어져 있고, 내약품성이 뛰어나다. 또한, 도면 상, 보기 쉽게 하기 위해, 수지계 본체(11) 및 후술하는 액추에이터 본체(21)에 통상 금속을 나타내는 해칭을 붙이고 있다.
- <67> 본체부(11)에는, 제1 유로(13), 제2 유로(14), 밸브 시트(15), 및 밸브실(16)이 마련되어 있다. 제1 유로(13)는, 밸브 구멍(13a)을 이용하여 밸브실(16)에 접속되고, 밸브실(16)에 연통된 제2 유로(14)에 접속된 구성으로 되어 있고, 약액 등의 유체를 유통시킨다.
- <68> 제1 유로(13)를 내부에 가지는 통모양부(17)의 윗부분에는, 밸브 구멍(13a)을 감싸도록 원환 모양으로 밸브 시트(15)가 형성되어 있다.
- <69> 밸브 시트의 윗면 내연부와 밸브 구멍(13a) 가장자리부를 연결하는 부분에, 환 모양 오목부(11a)를 구비하고 있다. 이 환 모양 오목부(11a)는, 밸브 구멍(13a)의 중심선을 통과하도록 본체부(11)를 절단하는 경우, 도 1에 도시된 바와 같이, 밸브 구멍(13a)의 중심선과 평행하는 제1면으로 마련된 수직면(11aa)과, 밸브 구멍(13a)의 중심선과 직각인 제2면으로 마련된 수평면(11ab)으로 이루어진다. 즉, 밸브 시트(15)의 일부에 설치되는 환 모양 오목부(11a)는, 밸브 구멍(13a)과 밸브 시트(15)를 직선으로 연결하는 부분으로부터 직각 형상(예를 들면 직각 삼각형 모양)을 잘라낸 형태로 구성되어 있다.
- <70> 한편, 기구부(20)에는, 액추에이터 본체(21), 피스톤(22), 유량 조절 로드(23), 제1 스프링(24), 제2 스프링(25), 조작 포트(26) 및 배기 포트(27) 등이 갖춰져 있다. 액추에이터 본체(21)는 PPS 등으로 형성되어 있고, 액추에이터 본체(21)와 본체부(11)의 사이에는, 밸브부(12)가 끼워 넣어져, 장착되어 있다.
- <71> 도 1에서는, 유량 제어 밸브(10)는 노멀 클로즈 타입의 단동식 구동 기구를 구비하고 있지만, 노멀 오픈 타입이라도, 복동식이라도 적용 가능한 것은 말할 필요도 없다.
- <72> 제1 실시예를 도시한 도 1의 유량 제어 밸브(10)는, 조작 포트(26)에 조작 에어가 공급되면 상승하는 피스톤(22)이 갖춰져 있고, 피스톤(22)에는, 피스톤(22)의 외주와 액추에이터 본체(21)의 사이에 패킹을 구비하고, 피스톤(22)의 상부에 제1 스프링(24)과 제2 스프링(25)이라는 2 종류의 용수철을 구비하고 있다.
- <73> 제1 스프링(24)은, 조작 포트(26)로부터 조작 에어가 공급되지 않게 되는 경우에, 피스톤(22)을 유량 제어 밸브(10)의 도 1상의 아래 측으로 이동시키는 역할을 하고 있다.
- <74> 한편, 제2 스프링(25)은, 유량 조절 로드(23)와 피스톤(22) 사이의 덜커덕거림을 없애기 위해, 일단을 유량 조절 로드(23)에 타단을 피스톤(22)에 접하도록 갖춰져 있다. 이 제2 스프링(25)은, 제1 스프링(24)보다도 용수철 하중이 낮은 것을 선택하고 있다.
- <75> 유량 조절 로드(23)는, 기구부(20)의 상부에 마련되어 있는 나사부에 나사식으로 결합된 세밀한 피치의 나사부를 로드 외주부에 구비하고, 로드(23)의 상부에 구비되어 있는 손잡이(28)를 회전시키는 것으로, 상하로 이동한다.
- <76> 도 2는, 도 1의 밸브 시트 주위를 확대한 밸브 닫힘 시의 상세도를 나타낸다. 또, 도 3은, 도 1의 밸브 시트 주위를 확대한 밸브 열림 시의 상세도를 나타낸다.
- <77> 밸브부(12)는, PTFE 등의 수지로 형성되어 있고, 중앙부에 니들(12a) 및, 그 기관부에 플랜지 형상으로 설치된 실링부(12b) 및 실링부로부터 지름 방향 외측으로 신장되는 다이어프램 막부(12c)를 구비하고 있다. 이 밸브부(12)는 밸브 유지부(18)에 장착되고, 피스톤(22)의 동작에 합해져서 상하로 이동한다.
- <78> 밸브부(12)가 구비된 니들(12a)은 원뿔형상을 하고 있고, 도 2에 도시된 바와 같이, 밸브 구멍(13a)의 개구 부

분에 삽입된다. 그리고, 밸브 구멍 가장자리부(13b)와 니들(12a)의 간극의 거리에 의하여 유량이 조정된다. 또한, 이 니들(12a)은 밸브 구멍 가장자리부(13b)의 내경보다도 근본 부분이 굽어지고 있다. 이것에 의하여, 밸브 구멍 가장자리부(13b)와 니들(12a)의 간극을 아주 좁게 하는 것이 가능하고, 미소 유량의 조정이 가능하게 된다.

- <79> 한편, 실링부(12b)는 니들(12a)의 주위에 형성되고, 도 2에 도시된 바와 같이 밸브 시트(15)에 접합한다. 이 실링부(12b)가 밸브 시트(15)에 접합한 때에, 밸브 유지부(18)에 뒤로부터 백업되고, 밸브 유지부(18)와 밸브 시트(15)에서 실링부(12b)를 끼운 상태로 된다. 밸브 유지부(18)는 예를 들면 스테인리스 강이나 밸브부(12)보다도 경도가 높은 예를 들면 PPS 등의 수지로 형성되어 있고, 실링부(12b)를 백업가능하도록 되어있다. 또한, 실링부(12b)는 얇게 구성되어 있다.
- <80> 다음에, 상기 구성을 구비하는 제1 실시예의 작용에 관하여 설명한다.
- <81> 상술한 바와 같이, 기구부(20)는 조작 에어에 의하여 피스톤(22)을 상하로 이동시키는 기능을 구비하고 있고, 조작 포트(26)에 조작 에어를 공급하는 것으로, 피스톤(22)을 억제하고 있는 제1 스프링(24) 및 제2 스프링(25)의 반발력을 극복하고, 피스톤(22)은 도 1의 위 측으로 상승한다. 이 때, 미세한 중력의 영향도 있지만, 중력에 대하여 조작 포트(26)로부터 공급된 조작 에어의 응력은 충분히 크고, 무시할 수 있는 것이기 때문에, 유량 제어 밸브(10)의 설치 방향에 관해서는 제한되는 것은 아니다.
- <82> 이와 같이 하여 피스톤(22)이 도 1의 위 측으로 상승하면, 액추에이터 본체(21)에 구비된 스톱퍼 또는 유량 조절 로드(23)의 하단은 피스톤(22)의 상단에 해당하고, 그 동작은 정지된다. 또한, 제1 스프링(24) 및 제2 스프링(25)이 구비된 공간에 쌓여 있는 공기는, 배기 포트(27)로부터 적절히 배출된다.
- <83> 피스톤(22)이 상승하면, 피스톤(22)에 형성되어 있는 밸브 유지부(18)도 상승하고, 도 1 및 도 3에 도시된 바와 같이, 밸브 열림 상태로 된다. 즉, 밸브 시트(15)와 실링부(12b)가 이격되고, 제1 유로(13)와 제2 유로(14)가 밸브 구멍(13a) 및 밸브실(16)을 이용하여 연통하기 때문에, 유체가, 제1 유로(13)로부터 제2 유로(14)를 통과하는 것이 가능하게 된다.
- <84> 이 때 통과한 유체의 유량을 조정하고 싶은 경우는, 유량 조절 로드(23)에 구비된 손잡이(28)를 회전시키고, 유량 조절 로드(23)의 위치를 바꾸는 것에 의해 조정이 가능하다. 유량 조절 로드(23)의 외측에 잘려 있는 나사의 피치는 충분히 세밀하고, 손잡이(28)의 회전에 의하여 유량을 세밀하게 변경 가능하다. 또한, 필요에 따라 유량 조절 로드(23)의 외측에 잘려 있는 나사의 피치를 변경하거나, 특히 문헌2 등에 기재된 작동 나사와 같은 기구를 적용하거나 하는 것을 방해하지 않는다.
- <85> 손잡이(28)를 회전시키는 것으로, 유량 조절 로드(23)의 액추에이터 본체(21)에 대한 유입량을 변경하는 것이 가능하기 때문에, 피스톤(22)이 상하로 움직이는 높이를 변경하는 것이 가능하고, 그것에 따라 밸브부(12)의 상승 위치의 변경이 가능해진다.
- <86> 또한, 유량 조절 로드(23)와 피스톤(22) 사이에 구비된 제2 스프링(25)의 작용에 의하여, 유량 조절 로드(23)와 피스톤(22)의 사이의 덜커덕거림을 없애고 있다. 따라서, 유량 조절 로드(23)와 피스톤(22)은 직접적으로 결합될 필요가 없고, 복잡한 기구를 사용하지 않고 덜커덕거림을 없애는 것이 가능하다.
- <87> 유량 조절 로드(23)의 액추에이터 본체(21)에 대한 유입량의 변경에 의하여, 밸브부(12)의 상단이 결정되는 것으로, 니들(12a)의 밸브 구멍(13a)에 대한 유입량이 조정되어, 유량이 결정된다.
- <88> 구체적으로는, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 유량 제어 밸브(10)를 흐르는 액체의 유량은, 밸브 구멍 가장자리부(13b)의 개구 면적으로부터, 니들(12a)의 선단을 밸브 구멍 가장자리부(13b)로 구성된 평면으로 잘라낸 때의 니들(12a)의 면적을 공제한 도너츠 모양의 면적으로 결정된다.
- <89> 따라서 니들(12a)의 밸브 구멍(13a)에 대한 유입량이 증가하면 증가한 만큼, 즉, 밸브부(12)의 열림 정도가 유량 조절 로드(23)에 의하여 규제되고, 상승 위치가 내려가는 만큼, 유량은 감소하게 된다.
- <90> 한편, 도 1에 도시된 조작 포트(26)에 조작 에어가 공급되지 않게 되면, 제1 스프링(24)의 복원력에 의하여, 피스톤(22)의 위치는, 도 1의 하측으로 향하여 내려가게 된다. 또한, 제1 스프링(24) 및 제2 스프링(25)이 구비된 공간에는, 배기 포트(27)를 통하여 필요한 만큼의 공기가 유입된다.
- <91> 그리고, 피스톤(22)의 하강에 수반하여, 밸브부(12)도 하강하고, 실링부(12b)와 밸브 시트(15)는 접합되고, 제1 유로(13)로부터 제2 유로(14)를 유통하고 있는 유체는 차단된다.

- <92> 이 밸브 닫힘 상태의 밸브부(12)의 모습을 도시한 것이 도 2이고, 밸브 닫힘 상태에서는, 실링부(12b)는 밸브 시트(15)에 접촉되고, 약간 실링부(12b)가 밸브 시트(15)를 누르는 것 같은 형태로 완전하게 유체를 차단한다.
- <93> 이 때, 니들(12a)과 밸브 구멍 가장자리부(13b)는 단단한 접촉을 하지 않는 위치에 설정되어 있다. 이것은, 밸브 구멍 가장자리부(13b)에 니들(12a)이 접촉되면, 밸브 구멍 가장자리부(13b) 또는 니들(12a)에 미세한 변형이 생기기 때문에, 유량이 변화되고, 소립자(particle) 발생의 원인이 되어, 바람직하지 않기 때문이다.
- <94> 이 니들(12a)과 밸브 구멍 가장자리부(13b)의 거리에 관해서는, 출원인이 확인한 도 4에 도시된 변형량을 참고로 하여 결정한다.
- <95> 도 4는, 유량 제어 밸브의 밸브 닫힘 시에 있어서 밸브 시트의 변형과 시간의 관계를 도시한 그래프를 나타낸다. 종축은 밸브 시트(15)의 변형 방향의 변형량(mm)을 나타내고, 횡축은 시간(sec)을 나타내고 있다. 밸브 시트(15)가 변형되는 방향의 변형량은, 밸브 시트(15)에 밸브부(12)가 연속적으로 접촉하고 있는 상태에서의 수치이지만, 도 4에 도시된 바와 같이, 20000초, 즉 300분 정도 경과하면, 0.017 mm 정도 변형되고, 이후는 그 상태를 유지하고 있는 모습을 보여준다.
- <96> 또한, 이 변형은 크리프 변형 현상이고 가소성 변형이 아니기 때문에, 하중을 제거해 주면 서서히 밸브 시트(15)는 기준의 상태로 복원되어 가지만, 제1 실시예의 유량 제어 밸브(10)는 노멀 클로즈 타입이기 때문에, 밸브 열림 상태에 있는 시간은 그다지 많지 않다. 따라서 이 상태는 사용 중도 유지되는 것으로 고려된다.
- <97> 따라서 30분 정도로 상태가 안정되기 위해, 하중을 가한 후, 사용자가 유량 제어 밸브(10)을 설비에 편입하여 사용한 단계에서는, 항상 변형 상태에서 사용된 것으로 고려되기 때문에, 공장에서의 조정 시에는, 이 변형량을 고려하여, 니들(12a)과 밸브 구멍 가장자리부(13b)의 거리를 설정할 필요가 있다.
- <98> 또한, 이 변형량은 제1 스프링(24)의 스프링 정수와 밸브부(12)의 재질 및 밸브 시트(15)의 재질에 의해서도 좌우되고, 또 그러한 크기나 형상에 의해서도 좌우되기 때문에, 각각을 고려한 다음 결정해야 한다.
- <99> 또, 유량 제어 밸브(10)가 노멀 오픈이거나, 복동식이거나 하는 경우에는, 도 4를 그대로 적용하지 않고, 적절히 고려할 필요가 있다.
- <100> 다음에, 제1 실시예의 효과를 이하에서 설명한다.
- <101> 도 5는, 도 2를 모델화하여 응력 해석을 수행한 모습을 나타낸다.
- <102> 또, 이것과 비교를 위해, 도 13 및 도 14는 도 2 및 도 3에 대응하는 환 모양 오목부를 구비하고 있지 않는 유량 제어 밸브의 밸브 열림 시 및 밸브 닫힘 시의 상세도를 나타내고, 도 15는 도 13을 모델화하여 응력 해석을 행한 모습을 나타낸다.
- <103> 먼저, 도 13 및 도 14에 관하여 설명한다. 도면에서는, 제1 실시예의 유량 밸브에 대응하는 부분은 동일한 기호를 이용하고 있다.
- <104> 도 13 및 도 14에 도시된 상세도는, 제1 실시예의 유량 제어 밸브(10)와 대략 구성은 동일하지만, 밸브부(12)가 구비된 실링부(12b)의 두께나, 통모양부(17)의 윗부분에 구비된 밸브 시트(15)의 형상, 및 환 모양 오목부(11a)를 구비하고 있지 않는 점에서 다르다. 그 밖의 부분은, 제1 실시예에서 도시된 유량 제어 밸브(10)의 구성과 유사하지만, 동 조건에서의 해석이 가능하도록 설정되어 있기 때문에, 여기에서는 그 점에 관해서는 언급하지 않는다.
- <105> 도 13을 모델로 하여 해석한 결과가 도 15이고, 도 5에 대응한다.
- <106> 즉, 도 5와 도 15의 차이는, 밸브 시트(15)에 환 모양 오목부(11a)가 구비되어 있는지 구비되어 있지 않은지와, 밸브 시트(15)의 단면 형상의 2점이 다른 지이다.
- <107> 도 5 및 도 15에 도시된 바와 같이, 밸브부(12)가 밸브 시트(15)에 접촉된 상태에서, 제1 스프링(24)에 가압되면, 실링부(12b)와 밸브 시트(15)의 윗부분에 서로 응력이 걸린 상태로 된다. 또한, 제1 스프링(24)에 의하여 가압된 힘은, 도 5와 도 15에서는 동일한 조건이 되도록 설정한다.
- <108> 그리고, 응력의 분포에 관해서는, 구별하기 쉽도록 제1 영역(a), 제2 영역(b), 제3 영역(c), 제4 영역(d)의 4 단계로 나타나 있다. 제1 영역(a)은 거의 무부하 상태, 제2 영역(b)은 응력의 영향이 있는 영역으로, 미소량이지만 변형될 가능성이 있는 영역, 제3 영역(c)은 제2 영역(b)보다도 응력이 강하게 작용하고 있는 영역으로, 제4 영역(d)은 더욱 강한 응력이 작용하고 있는 영역을 나타내고 있다.

- <109> 또한, 가장 강한 응력이 작용하고 있는 제4 영역(d)에 있어서도, 밸브부(12) 및 밸브 시트(15)의 소재의 가소성 변형역을 일으키지 않도록, 밸브부(12)가 밸브 시트(15)에 부여하는 가압력이 설정되어 있다.
- <110> 이와 같이, 도 5 및 도 15의 어느 것도, 기본적으로는 실링부(12b)와 밸브 시트(15)의 접촉부분으로부터 멀어짐에 따라, 서서히 응력의 영향이 적어지고 있는 것을 알 수 있다.
- <111> 단, 도 13과 비교하여 제1 실시예의 도 2에 도시된 밸브 시트(15)의 쪽이, 밸브 시트의 정상면에 대하여 큰 각도로 테이퍼 된 외주면을 갖는다, 변형되기 어렵게 되어 있는 영향으로, 도 15에서는, 실링부(12b)와 밸브 시트(15)의 접촉부분은, 원형으로 응력의 영향이 적은 부분이 형성되어 있고, 그 주위를 감싸도록 환 모양으로 제4 영역(d)이 형성되어 있는 것이 보여진다. 이것은, 특허 문헌2 내지 특허 문헌4에서도 동일한 응력 상태로 되어 있다.
- <112> 그리고, 주목해야 할 점은, 도 15의 제2 영역(b)가, 밸브 구멍(13a)의 내벽면에까지 도달되고 있는 점이다.
- <113> 즉, 도 15에 도시된 바와 같은 실시 형태를 갖는 유량 제어 밸브의 경우, 미소하면서도 밸브 구멍(13a)의 축경 방향으로 변형될 가능성이 있는 것을 나타내고 있다. 이 변형은 크리프 변형 현상이기 때문에, 밸브 시트(15)로부터 밸브부(12)가 이격된다 하여도, 그 형상은 유지된다.
- <114> 한편의 도 5에 도시된 제1 실시예의 밸브 구멍(13a)의 내벽에는, 제2 영역(b)은 미치지 않게 제1 영역(a)에 포함되어 있는 것을 알 수 있다. 따라서, 변형 등에 의하여, 밸브 구멍(13a)의 축경 방향의 변화 우려는 없을 것을 알 수 있다.
- <115> 이 결과는, 실링부(12b)와 밸브 시트(15)의 접촉부가, 밸브 구멍 가장자리부(13b)로부터 이격되어 있는 것도 적지않게 영향을 주고 있지만, 밸브 시트(15)에 환 모양 오목부(11a)를 설치하는 것에 의하여, 밸브 시트(15)의 일부가 잘려지고, 고체(밸브 시트(15)) 내를 전파하는 응력은, 환 모양 오목부(11a)의 존재에 의하여 그 전달 방향이 이탈되고, 또한, 밸브 시트(15)의 정상면의 내측 가장자리와 밸브 구멍 가장자리부(13b)를 연결하는 능선의 길이는, 밸브 시트(15) 정상면의 내측 가장자리와 밸브 구멍 가장자리부(13b)를 직선으로 연결하는 경우보다도 길어지기 때문에, 밸브 구멍(13a)의 내벽면까지 도달되는 것은 어렵다고 고려된다.
- <116> 즉, 환 모양 오목부(11a)를 설치하는 것에 의하여, 밸브 시트(15)로부터 밸브 구멍 가장자리부(13b)까지 직선으로 연결되는 부분보다도 밸브 시트(15)의 내측, 즉 통모양부(17) 측으로 공간이 잘려지게 된다. 특히, 밸브 구멍(13a)의 중심선과 평행한 면(수직면(11aa))과, 밸브 구멍(13a)의 중심선과 직각인 면(수평면(11ab))으로 이루어지고, 밸브 구멍(13a)과 밸브 시트(15)를 직선적으로 연결하는 부분으로부터 직각 형상을 잘라낸 형태로 구성되어 있기 때문에, 밸브 시트(15)와 실링부(12b)의 접촉부에서 발생하는 응력은, 접촉부를 기점으로 통모양부(17)의 내로 전달되지만, 환 모양 오목부(11a)의 모서리부, 즉 수직면(11aa)과 수평면(11ab)의 결합부에 대응하는 부위에 응력이 집중되고, 밸브 구멍(13a) 내벽면으로의 응력 전달을 억제하는 역할을 하고 있다.
- <117> 이와 같이, 밸브 시트(15)에 환 모양 오목부(11a)를 설치하는 것에 의해, 밸브 구멍(13a)의 축경 방향으로의 크리프 변형 현상에 의한 변형을 억제하는 것이 가능하기 때문에, 미소 유량 범위에서의 유량 변화를 억제하는 것이 가능하다.
- <118> 또한, 밸브부(12)에 유량 제어부로서 니들(12a)를, 유체 차단부로서 실링부(12b)를 구비하고, 구동 기구도 공유하는 것이 가능하기 때문에 콤팩트하게 구성되어, 유량 제어 밸브(10)의 소형화에 공헌하고 있다. 이 때문에, 실비의 소형화에 공헌한다.
- <119> 또, 유량 제어부와 유량 차단부의 구동 기구를 공유하고 있기 때문에, 구조가 단순하고, 비용을 절감하는 것에도 공헌하고 있다.
- <120> 또, 밸브 시트(15)의 형상에 관하여, 도 13 및 도 14에 도시된 종래의 유량 제어 밸브(10)보다도, 도 2 및 도 3의 제1 실시예의 유량 제어 밸브(10) 쪽이, 밸브 시트(15)의 정상면에 대하여 큰 각도의 테이퍼 외주면을 설치하는 것으로, 밸브 시트(15) 자체가 변형되기 어렵게 된다. 또한, 외주측의 각도가 큰 것으로, 밸브 시트(15)가 변형되어 밸브 구멍(13a) 측으로 넘어지는 것도 방지할 수 있다.
- <121> 이 밸브 시트(15)의 외주측의 각도를 크게 하는 목적으로부터 생각하면, 내주측의 테이퍼 각도도 마찬가지로 크게 하는 것으로 효과는 있지만, 밸브 구멍 가장자리부(13b)와 밸브 시트(15)의 정상면의 거리가 상대적으로 길어지게 되기 때문에, 결과적으로 유량 제어 밸브(10)가 커지고, 콤팩트화에 반하는 것이 된다. 따라서, 제1 실시예에서는 밸브 시트(15)의 내주측은 테이퍼의 각도를 크게 하지 않고, 외주측의 테이퍼의 각도를 크게 하고

있다.

- <122> 이 결과, 밸브 시트(15)의 크리프 변형에 의한 축방향의 압축축으로의 변형량을 억제하고, 니들(12a)과 밸브 구멍 가장자리부(13b)의 거리 변화를 억제하고, 밸브 시트(15)가 내측으로 넘어지는 것에 의한, 밸브 구멍(13a)의 축경 방향의 변형을 억제하는 것이 가능하다.
- <123> 또, 밸브부(12)에 구비된 실링부(12b)에 대해서도, 도 13 및 도 14에 도시된 종래의 유량 제어 밸브(10)의 실링부(12b)의 두께와 비교하여 적어지고 있다. 이것은, 밸브부(12)에 이용되는 재질이 PTFE 등의 비교적 크리프 변형이 쉬운 재질이기 때문에, 실링부(12b)는 얇게 하고, 밸브 유지부(18)를 백업으로서 보강하는 것에 의해, 변형을 막고 유량 안정성을 확보한다.
- <124> 또한, 종래의 유량 제어 밸브에서는, 유량 조절 로드(23)을 고정하기 위한 잠금 너트를 체결하는 때에, 유량 조절 로드(23)의 외측으로 잘려 있는 나사의 덜커덕거림 부분만 백래시가 발생하고, 위치가 이탈되는 경우가 있다. 한편, 본 실시 형태에서는, 피스톤(22)과 유량 조절 로드(23)의 사이에, 종래에는 없는 제2 스프링(25)을 구비하고 있다. 이 때문에, 제2 스프링(25)에 의하여, 로드(23)를 항상 일정 방향(피스톤(22)과 반대 방향)으로 힘을 부여하는 것으로, 유량 조절 로드(23)의 백래시가 유량에 주는 영향을 억제하는 효과가 있다.
- <125> 미소 유량의 조정은, 니들(12a)과 밸브 구멍 가장자리부(13b)의 간극의 조정에 의하여 수행되지만, 그 간극이 상당히 좁아지기 때문에, 미세한 다른 영향도 유량에 큰 영향을 주게 된다.
- <126> 제1 실시예의 유량 제어 밸브(10)에 의하면, 이러한 영향을 억제하고 유량 안정성을 확보하는 것이 가능하다.
- <127> 또한, 도 4에 도시된 그래프의 결과에 근거하여, 니들(12a)과 밸브 구멍 가장자리부(13b)의 거리가 설정되기 때문에, 공장에서의 조정시에 예정된 거리로 사용시에도 사용하는 것이 가능하고, 유량을 적정하게 조정하는 것이 가능해진다.
- <128> 도 6은, 유량 제어 밸브의 밸브 닫힘 시에 있어서 밸브 시트의 변형 허용범위를 나타내는 부분 확대도를 나타내고 있다.
- <129> 밸브 시트(15)는, 도 4에 도시된 바와 같이 변형 허용범위(a)만큼 변형되는 것으로, 밸브 시트(15)에 밸브부(12)가 접합되고 있는 때의 니들(12a)과 밸브 구멍 가장자리부(13b)의 유량 조정 간극(b)이 가까워진다.
- <130> 이와 같이, 밸브부(12)와 밸브 시트(15)의 상대 위치가 적정한 위치로 조정되어 공장에서 출하되지 않으면, 밸브 시트(15)가 도 4에 도시된 바와 같은 변형을 일으키는 것으로, 니들(12a)과 밸브 구멍 가장자리부(13b)의 거리가 줄어들게 된다.
- <131> 니들(12a)과 밸브 구멍 가장자리부(13b)의 거리인 유량 조정 간극(b)은, 미소 유량을 제어하기 때문에, 원래 접할까 말까 할 정도를 목표로 설정된다. 이 때문에, 밸브 시트(15)의 변형량에 의해서, 니들(12a)과 밸브 구멍 가장자리부(13b)가 사용 중에 접촉되고, 결과적으로 유량이 비정상적으로 되는 문제가 발생하거나, 소립자를 발생하거나 하는 문제를 일으키지 않는다.
- <132> 따라서 공장 출하시에 밸브 시트(15)의 변형 허용범위(a)를 예측하여 밸브부(12)와 밸브 시트(15)의 상대 위치를 결정해 두는 것이 중요하다.
- <133> (제2 실시예)
- <134> 다음에, 본 발명의 제2 실시예에 관하여 설명한다.
- <135> 제2 실시예의 구성은, 제1 실시예와 거의 동일하기 때문에, 구성이 다른 부분만 설명한다.
- <136> 제1 실시예와 다른 것은, 환 모양 오목부(11a)의 형상이다. 도 7 및 도 8에서 그 형상을 도시한다.
- <137> 도 7은, 제2 실시예의 유량 제어 밸브의 밸브 닫힘 시에 있어서 밸브 시트 주변의 단면 상세도이다. 또, 도 8은, 제2 실시예의 유량 제어 밸브의 밸브 열림 시에 있어서 밸브 시트 주변의 단면 상세도이다.
- <138> 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 환 모양 오목부(11a)의 형상은, 제1 실시예에 도시된 바와 같이 밸브 시트(15)를 직각으로 도려내는 형상(수직면(11aa), 수평면(11ab))이 아니고, 비스듬하게 컷트되고, 예각으로 연결되어 각도가 다른 2개의 면(상측면(11aa), 하측면(11ab))으로 된 형상으로 되어 있다.
- <139> 구체적으로는, 밸브 시트(15)의 정상면의 내측 가장자리와 밸브 구멍 가장자리부(13b)를 연결하는 직선(X)과, 밸브 시트(15)의 정상면의 내측 가장자리를 통과함과 동시에 밸브 구멍(13a)의 중심선에 평행한 선(L)이 이룬

각도를 θ_1 , 환 모양 오목부(11a)의 밸브 시트(15) 측의 위 가장자리(밸브 시트(15)의 정상면의 내측가장자리)로부터 오목부(11a)의 제1면인 상측면(11aa)에 따라 신장되는 선(Y)과, 상기 선(L)이 이루는 각도를 θ_2 , 환 모양 오목부(11a)의 밸브 구멍 가장자리부(13b) 측의 아래 가장자리로부터 오목부(11a)의 제2면인 하측면(11ab)에 따라 신장되는 선(Z)과, 상기 선(L)이 이루는 각도를 θ_3 라고 하면, $\theta_1 > \theta_2$ 인 동시에 $\theta_2 < \theta_3$ 로 되는 것 같은(면)으로, 환 모양 오목부(11a)가 구성되어 있다. 또한, 여기에서는 환 모양 오목부(11a)의 밸브 구멍 가장자리부(13b) 측의 아래 가장자리는, 밸브 구멍 가장자리부(13b)와 동일하다.

- <140> 또한, 제2 실시예에서는, θ_1 은 50° , θ_2 는 30° , θ_3 은 60° 로 되어 있다.
- <141> 또한, 도 7 및 도 8에서는, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 니들(12a)과 밸브 구멍 가장자리부(13b)가 접촉되어 있는 것처럼 나타나 있지만, 실제로는 도 6에 도시된 바와 같이 유량 조정 간극(b)이 마련되어 있다.
- <142> 다음은, 제2 실시예의 작용, 효과에 관하여 설명한다.
- <143> 제2 실시예의 환 모양 오목부(11a)는, 제1 실시예의 환 모양 오목부(11a)와 마찬가지로, 밸브 시트(15)에 설치되는 것으로, 밸브부(12)가 밸브 시트(15)에 접합하는 때에 발생하는 응력이 일으키는 크리프 변형 현상을 억제하는 것이 가능하다.
- <144> 이것은, 도 5에 도시된 응력 해석의 결과와 같이, 밸브 시트(15)를 기점으로 발생하는 응력이, 환 모양 오목부(11a)가 설치되는 것으로, 밸브 구멍(13a)의 내벽면에 도달하기 어려워지고 있기 때문이다. 즉, 환 모양 오목부(11a)를 설치하는 것에 의하여, 응력이 전파되는 방향을 이탈하는 것이 가능하고, 밸브 시트(15)로부터 밸브 구멍 가장자리부(13b)까지의 응선의 거리가, 직선으로 연결되는 경우보다도 길어지는 것으로, 전파된 거리도 증가하기 때문에, 밸브 구멍(13a)의 내벽면에 응력의 영향이 미치지 어려워지기 때문이다.
- <145> 이 효과는, θ_2 의 값이 작아지는 만큼 효과가 높아진다. θ_2 가 음의 값을 취하는 경우도 유효하지만, 가공이 어려워지고, 액 체류부 등의 원인이 되기 쉽기 때문에, θ_2 가 "0"의 값에 근접하는 편이 좋다고 생각된다.
- <146> 제2 실시예의 환 모양 오목부(11a)는, 제1 실시예의 환 모양 오목부(11a)가 θ_2 의 각도가 "0", 즉 상측면이 밸브 구멍(13a)의 중심선과 평행으로 설정되어 있는 것과 비교하여, 일부분 θ_2 가 커지도록(상측면이 밸브 구멍(13a)의 중심선과 평행한 선 L 에 대하여 약간 경사가 지도록 θ_2 를 "0"보다 커지도록)설정되어 있다. 이 때문에, 밸브 구멍(13a)의 내벽면 크리프 변형 현상 억제 효과는, 제1 실시예 만큼 높지 않다.
- <147> 그러나, 유량 제어 밸브(10)를 유통하는 유량이나 제1 스프링(24)에 설정되어 있는 응력이 제1 실시예 형태의 환 모양 오목부(11a)를 채용하는 만큼 강하지 않는 경우는, 제2 실시예와 같이 θ_2 에 각도를 붙여도, 제1 실시예와 마찬가지로 밸브 구멍(13a)의 축경 방향으로의 변형을 억제하는 효과가 있다.
- <148> 그리고, 환 모양 오목부(11a)가 예각으로 설정되어 있지 않은 부분, 액 체류부와 난류를 발생하기 어렵게 하는 효과를 얻을 수 있다.
- <149> 따라서 유량 제어 밸브(10)을 흐르는 유체의 유속, 제1 스프링(24)에 설정된 스프링 정수 등에 의하여 제1 실시예의 환 모양 오목부(11a)의 형상으로 할 것인지, 제2 실시예의 환 모양 오목부(11a)의 형상으로 할 것인지, 적절히 변경하면 좋다.
- <150> (제3 실시예)
- <151> 다음은, 본 발명의 제3 실시예에 관하여 설명한다.
- <152> 제3 실시예의 구성은, 제1 실시예와 거의 동일하기 때문에, 구성이 다른 부분만 설명한다. 도 9 및 도 10은 그 형태를 도시한 것이다.
- <153> 도 9는, 제3 실시예의 유량 제어 밸브의 밸브 닫힘 시에 있어서 밸브 시트 부근의 단면 상세도이다. 또한, 도 10은, 제3 실시예의 유량 제어 밸브의 밸브 열림 시에 있어서 밸브 시트 부근의 단면 상세도이다.
- <154> 제1 실시예와 다른 것은, 밸브부(12)에 구비된 니들(12a)의 형상이다. 제3 실시예의 니들(12a)은, 원통형상으로 되어 있고, 선단에 테이퍼 면을 구비하고 있어, 유량 조정이 가능하다.
- <155> 즉, 니들(12a)은 원통부분(12aa)과, 테이퍼 부분(12lab)으로 구성되어 있다. 또, 원통부분(12aa)은, 밸브 구멍(13a)보다도 가늘게 되어있다.
- <156> 다음은, 제3 실시예의 작용, 효과에 관하여 설명한다.

- <157> 제3 실시예의 작용 효과는, 제1 실시예의 작용 효과와 기본적으로 동일하지만, 다른 부분만 설명한다.
- <158> 제3 실시예의 니들(12a)은, 원통부분(12aa)과 테이퍼 부분(121ab)으로 이루어지는 것으로, 테이퍼 부분(121ab)에서 유량의 조절이 가능하다. 또한, 밸브 구멍(13a)보다도 가는 원통부분(12aa)을 구비하는 것으로, 밸브부(12)는 실링부(12b) 이외에서 밸브 시트(15)와 접촉하는 경우는 없다.
- <159> 제1 실시예의 방법에서도 밸브 시트(15)와 실링부(12b) 이외의 부분에서는, 기본적으로 접촉은 하지 않지만, 밸브 시트(15)가 예정 이상으로 변형되면, 니들(12a)과 밸브 구멍 가장자리부(13b)가 접촉된다. 니들(12a)과 밸브 구멍 가장자리부(13b)의 접촉은 소립자(particle)의 발생과 연결되고, 조정되는 유량이 변화해 버리는 경우가 있다.
- <160> 그러면, 경우에 따라서는, 도 9 및 도 10에 도시된 바와 같이, 니들(12a)을 밸브 구멍(13a)의 내경보다도 가는 원통부분(12aa)과, 테이퍼 부분(121ab)으로 구성하는 것으로, 제1 실시예와 동등의 효과를 얻음과 동시에, 소립자 발생의 우려를 막는 것이 가능하다.
- <161> (제4 실시예)
- <162> 다음은, 본 발명의 제4 실시예에 관하여 설명한다.
- <163> 제4 실시예의 구성은, 제1 실시예와 거의 동일하기 때문에, 구성이 다른 부분만 설명한다. 도 11은 그 형태를 도시한 것이다.
- <164> 도 11은, 제4 실시예에 따른 유량 제어 밸브의 밸브 닫힘 시에 있어서 밸브 시트 부근의 단면 상세도이다.
- <165> 제1 실시예와 다른 것은, 밸브부(12)에 구비된 실링 돌기(12d)에 의하여, 밸브 시트(15)와 접촉되어 있다는 것과, 밸브 시트(15) 측이 평평하게 되어 있다는 것이다.
- <166> 즉, 밸브부(12) 측과 밸브 시트(15) 측과, 볼록이 된 부분이 제1 실시예와 반대로 되는 구성으로 되어 있다.
- <167> 또한, 도 11에서는, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 니들(12a)과 밸브 구멍 가장자리부(13b)가 접촉되어 있는 것처럼 도시되어 있지만, 실제로는 도 6에 도시된 바와 같이 유량 조정 간극(b)이 마련되어 있다.
- <168> 다음은, 제4 실시예의 작용, 효과에 관하여 설명한다.
- <169> 제4 실시예의 작용 효과는, 제1 실시예의 작용 효과와 기본적으로 동일하므로, 다른 부분만 설명한다.
- <170> 제4 실시예의 실링 돌기(12d)는, 유량 제어 밸브(10)의 밸브 닫힘 시에 있어, 밸브 시트(15)와 접촉하여 실링을 수행한다. 이 때에, 실링 돌기(12d) 측을 돌기 모양으로 하여 변형을 쉽게 한 것으로, 밸브 시트(15) 측의 크리프 변형 현상을 억제하는 효과가 있다. 최대의 실링 돌기(12d) 측의 변위량을 기대하고, 니들(12a)과 밸브 구멍 가장자리부(13b)의 거리를 설정하여 둘 필요가 있는 점은 제1 실시예와 마찬가지로이다.
- <171> (제5 실시예)
- <172> 다음은, 제5 실시예에 관하여 설명한다.
- <173> 제5 실시예의 구성은, 제1 실시예와 거의 동일하기 때문에, 구성이 다른 부분만 설명한다. 도 12는 그 형태를 도시한 것이다.
- <174> 도 12는, 제5 실시예에 따른 유량 제어 밸브의 밸브 닫힘 시에 있어서 밸브 시트 부근의 단면 상세도이다.
- <175> 제1 실시예와 다른 것은, 밸브 구멍 가장자리부(13b)의 부분에 테이퍼가 설치되어 있는 점이다. 이 테이퍼는, 니들(12a)의 테이퍼 면과 거의 동일한 테이퍼 각도로 형성되어 있다.
- <176> 제5 실시예의 작용 효과는, 제1 실시예의 작용 효과와 기본적으로 동일하지만, 이와 같이, 밸브 구멍 가장자리부(13b)에 니들(12a)과 동일한 경사각의 테이퍼를 설치하는 것으로, 제1 실시예에서 나타난 효과 외에, 만일, 니들(12a)이 밸브 구멍 가장자리부(13b)와 접촉된다 하여도, 서로가 변형되기 어렵게 되는 효과를 얻을 수 있다.
- <177> 또한, 본 발명의 실시 형태에 관하여 설명했지만, 본 발명은, 상기 실시 형태로 한정되지 않고, 다양한 응용이 가능하다.
- <178> 예를 들면, 상술한 바와 같이 유량 제어 밸브(10)의 재질을 PTFE나 PFA 등으로 예시하고 있지만, 약액에 대하여 내식성이 강한 수지이라면, 이것에 한하지 않고 발명의 취지를 일탈하지 않는 범위에서 적용 가능하다.

- <179> 또한, 제1 실시예 내지 제5 실시예에서는, 노멀 클로즈 타입의 에어 오퍼레이팅 타입의 유량 제어 밸브에 관하여 설명하고 있지만, 수동 밸브나, 전자 밸브, 모터 구동식의 밸브라도 적용이 가능하기 때문에, 적절히 변경하는 것을 막지 않는다.
- <180> 또한, 제2 실시예에 있어서는, 밸브 시트(15)의 윗부분으로부터 밸브 구멍 가장자리부(13b)까지는 2개의 선분으로 능선이 구성되어 있지만, 접속부분의 각을 (R) 처리하는 등, 환 모양 오목부(11a)를 원호 모양으로 구성해도 동등한 효과를 얻을 수 있다. 또한, 3개 이상의 선분으로 능선을 구성해도 상관없다. 즉 θ_2 의 값이 θ_1 의 값보다 작고, θ_3 의 값이 θ_1 의 값보다도 커지면 좋다.
- <181> 상기 본 실시예는, 예시에 지나지 않고, 본 발명의 취지를 일탈하지 않는 범위 내에서 여러 가지 변경이 가능하다.

발명의 효과

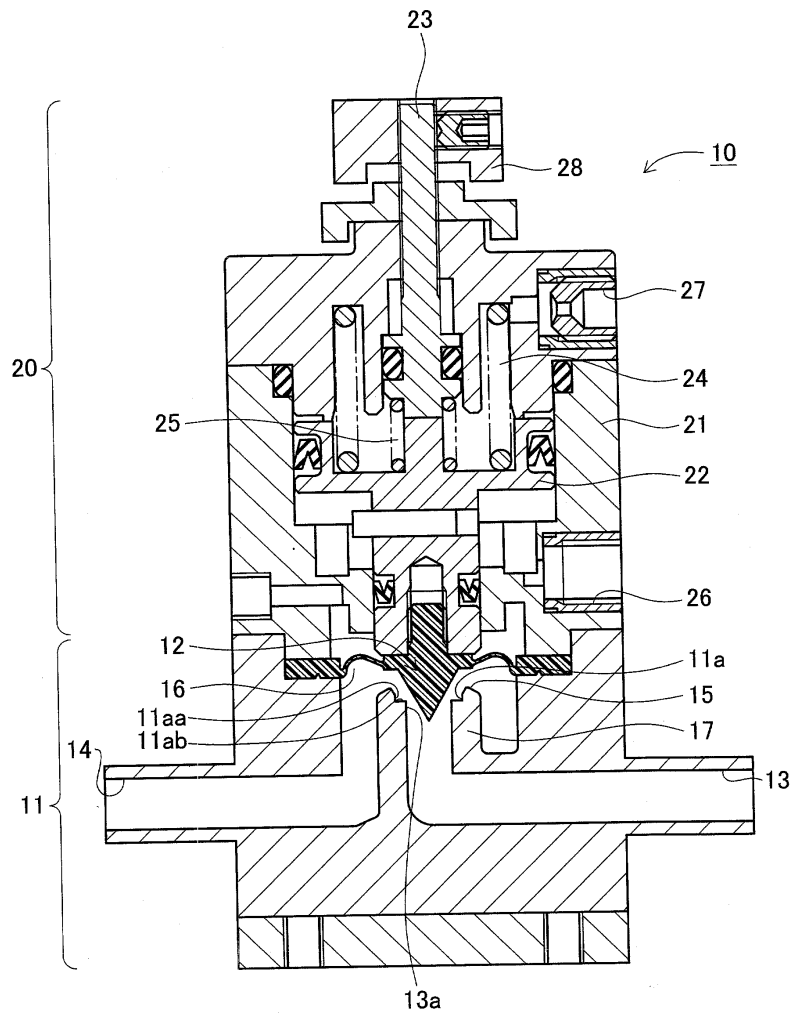
- <182> 본 발명에 따르면, 콤팩트하고 유량 안정성이 높은 유량 제어 밸브를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

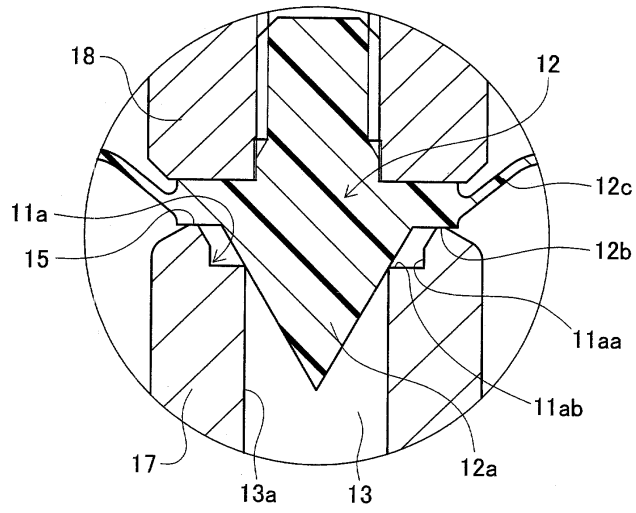
- <1> 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 유량 제어 밸브가 열린 상태의 단면도를 도시한 것이고,
- <2> 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 유량 제어 밸브의 밸브 닫힘 시에 있어서 밸브 시트 주변의 단면 상세도를 도시한 것이고,
- <3> 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 유량 제어 밸브의 밸브 열림 시에 있어서 밸브 시트 주변의 단면 상세도를 도시한 것이고,
- <4> 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 유량 제어 밸브의 밸브 닫힘 시에 있어서 밸브 시트의 변형과 시간의 관계를 나타낸 그래프를 도시한 것이고,
- <5> 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 유량 제어 밸브의 밸브 닫힘 시에 있어서 밸브 시트와 밸브의 응력 해석을 수행하여 그 응력 분포 상태를 도시한 것이고,
- <6> 도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 유량 제어 밸브의 밸브 닫힘 시에 있어서 밸브 시트의 변형 허용범위에 관한 부분 확대도를 도시한 것이고,
- <7> 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 유량 제어 밸브의 밸브 닫힘 시에 있어서 밸브 시트 주변의 단면 상세도를 도시한 것이고,
- <8> 도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따른 유량 제어 밸브의 밸브 열림 시에 있어서 밸브 시트 주변의 단면 상세도를 도시한 것이고,
- <9> 도 9는 본 발명의 제3 실시예에 따른 유량 제어 밸브의 밸브 닫힘 시에 있어서 밸브 시트 주변의 단면 상세도를 도시한 것이고,
- <10> 도 10은 본 발명의 제3 실시예에 따른 유량 제어 밸브의 밸브 열림 시에 있어서 밸브 시트 주변의 단면 상세도를 도시한 것이고,
- <11> 도 11은 본 발명의 제4 실시예에 따른 유량 제어 밸브의 밸브 닫힘 시에 있어서 밸브 시트 주변의 단면 상세도를 도시한 것이고,
- <12> 도 12는 본 발명의 제5 실시예에 따른 유량 제어 밸브의 밸브 닫힘 시에 있어서 밸브 시트 주변의 단면 상세도를 도시한 것이고,
- <13> 도 13은 종래 기술의 예로서, 유량 제어 밸브의 밸브 닫힘 시에 있어서 밸브 시트 주변의 단면 상세도를 도시한 것이고,
- <14> 도 14는 종래 기술의 예로서, 유량 제어 밸브의 밸브 열림 시에 있어서 밸브 시트 주변의 단면 상세도를 도시한 것이고,
- <15> 도 15는 종래 기술의 예로서, 유량 제어 밸브의 밸브 닫힘 시에 있어서 밸브 시트와 밸브의 응력 해석을 수행하여, 그 응력 분포 상태를 도시한 것이다.

도면

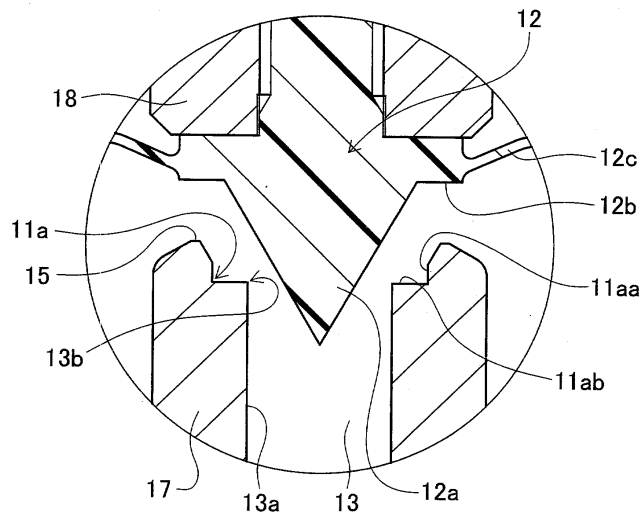
도면1



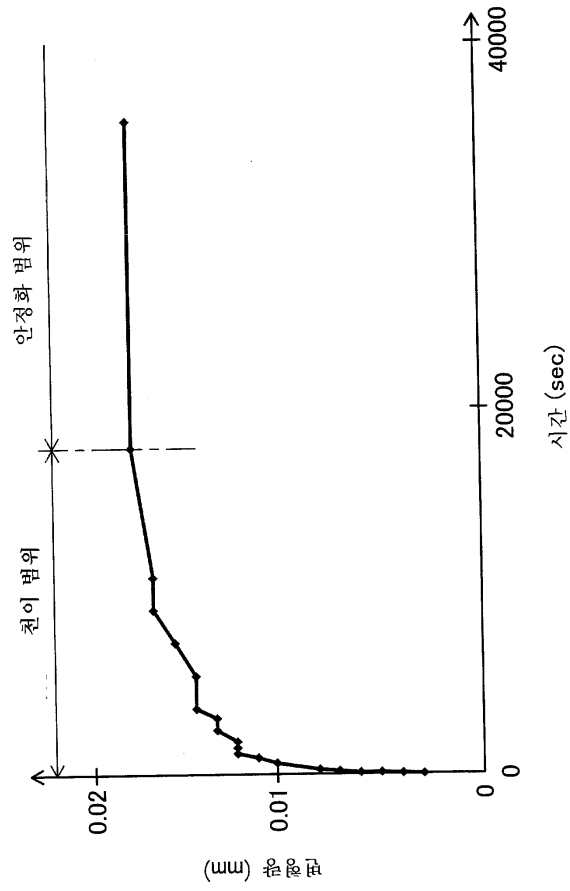
도면2



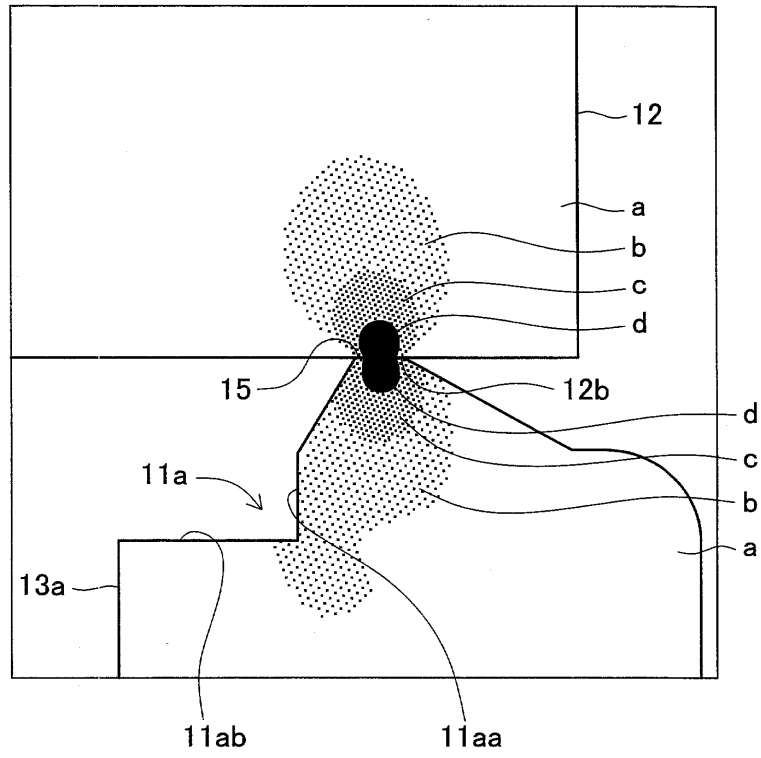
도면3



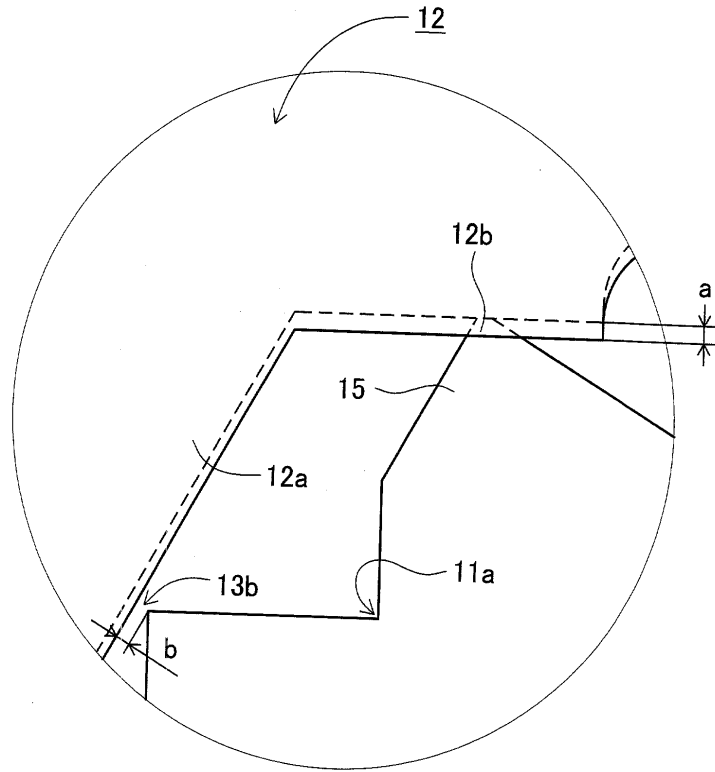
도면4



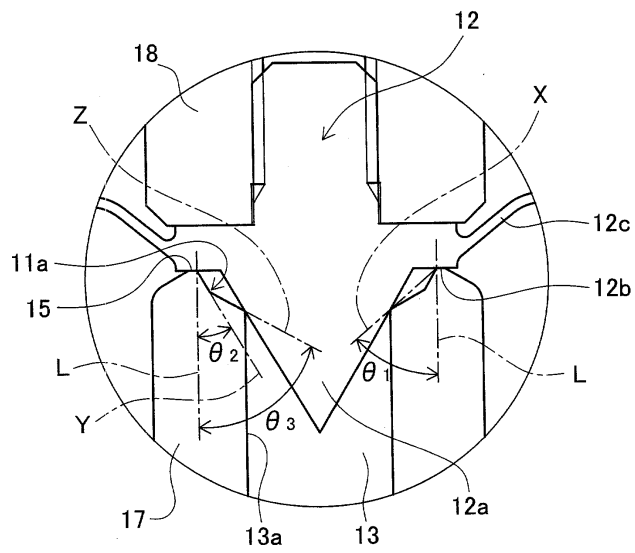
도면5



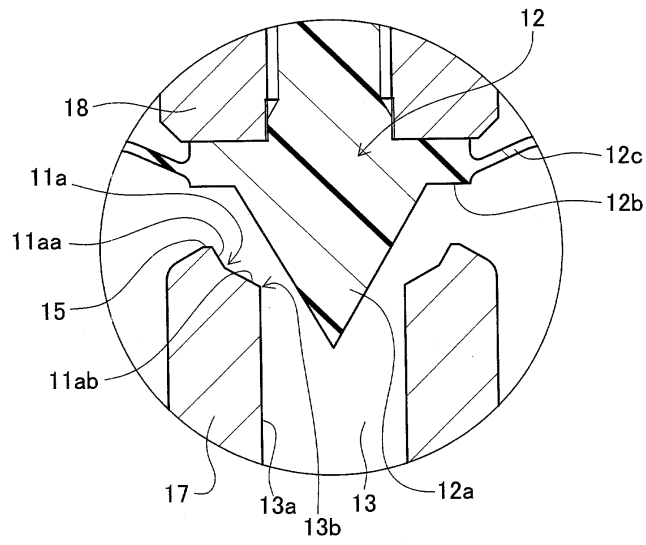
도면6



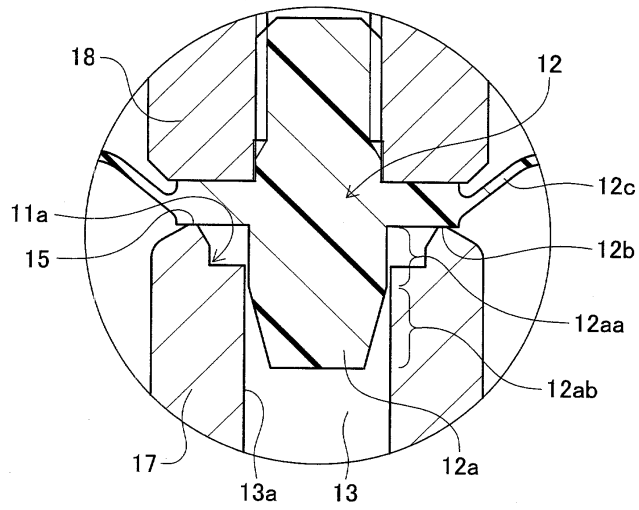
도면7



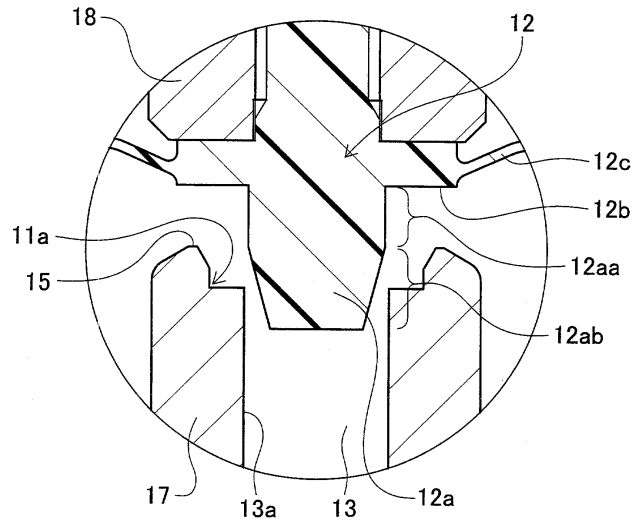
도면8



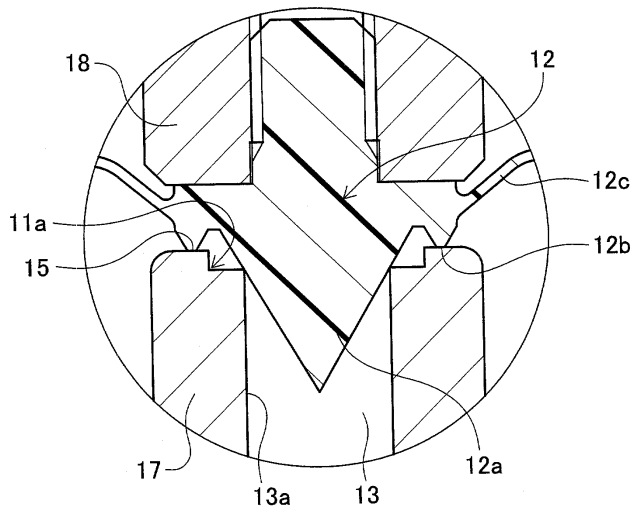
도면9



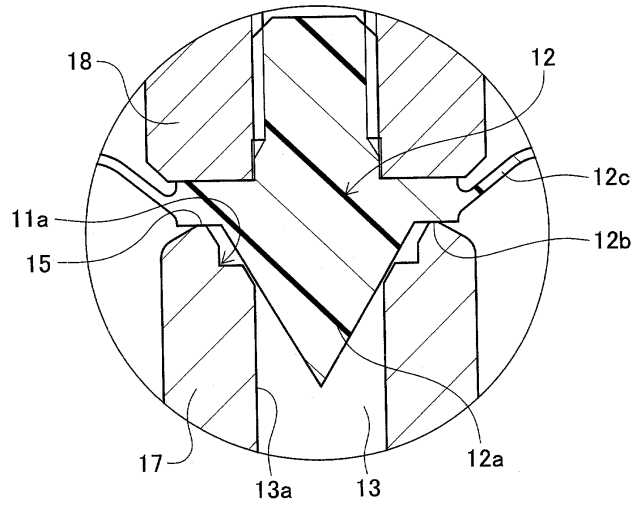
도면10



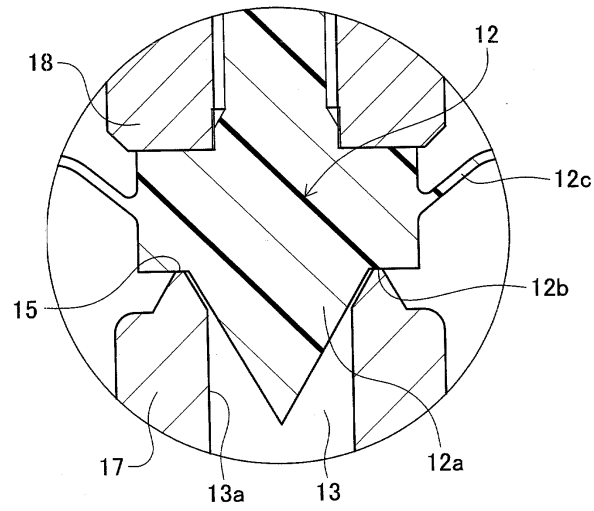
도면11



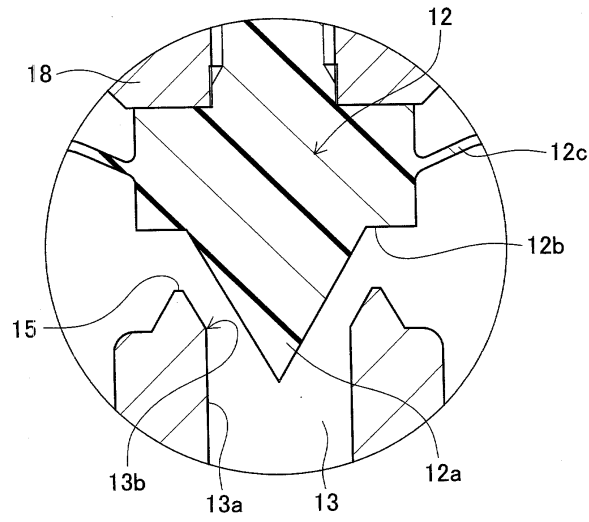
도면12



도면13



도면14



도면15

