



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년07월03일
(11) 등록번호 10-1752988
(24) 등록일자 2017년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16K 7/14 (2006.01) F16K 27/02 (2006.01)
F16K 31/00 (2006.01) G05D 7/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F16K 7/14 (2013.01)
F16K 27/0236 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7020487
(22) 출원일자(국제) 2014년03월28일
심사청구일자 2015년07월28일
(85) 번역문제출일자 2015년07월28일
(65) 공개번호 10-2015-0099861
(43) 공개일자 2015년09월01일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2014/059087
(87) 국제공개번호 WO 2014/188785
국제공개일자 2014년11월27일
(30) 우선권주장
JP-P-2013-109493 2013년05월24일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP05066376 U*
JP11065670 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
히타치 긴조쿠 가부시키키가이샤
일본국 도쿄도 미나토구 코난 1쵸메 2방 70고
(72) 발명자
우메야마 다카히로
일본 5108102 미에켄 미에군 아사히초 오부케 210
히타치 긴조쿠 파인 테크 가부시키키가이샤 파인 플
로우 지교오부 내
와타나베 게이코
일본 1008280 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1쵸메
6반 6고 가부시키키가이샤 히타치세이사쿠쇼 내
시미즈 도시히코
일본 1008280 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1쵸메
6반 6고 가부시키키가이샤 히타치세이사쿠쇼 내
(74) 대리인
장수길, 성재동

전체 청구항 수 : 총 5 항

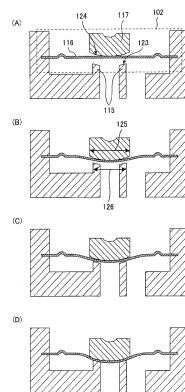
심사관 : 광성룡

(54) 발명의 명칭 유량 제어 밸브 및 그것을 사용한 매스 플로우 컨트롤러

(57) 요약

본 발명은, 밸브가 폐쇄 상태가 되고 나서의 다이어프램 스페이스의 여분의 동작을 해소하고, 응답 시간의 단축화가 가능한 유량 제어 밸브를 제공한다. 환상의 밸브 시트(115)와, 외주부가 고정된 박판 형상의 탄성체를 포함하는 다이어프램(116)과, 이 다이어프램(116)을 사이에 위치시키고 밸브 시트(115)와 반대측에 위치하는 다이어프램 스페이스(117)를 갖고, 환상의 밸브 시트(115)와 다이어프램(116)과 다이어프램 스페이스(117)가 동축 상에 배치되어 있다. 그리고, 환상의 밸브 시트(115)는, 그 정상부에 내주측으로 경사지는 경사면(123)을 갖고, 다이어프램 스페이스(117)의 가압력에 의해, 다이어프램(116)이 밸브 시트(115)의 방향으로 변위하고, 밸브 시트(115)의 정상부의 경사면(123)과 다이어프램(116)이 간극 없이 접촉되는 구조로 한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

F16K 31/004 (2013.01)

G05D 7/06 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

다이어프램을 향해 세워 설치하는 통 형상체로 환상을 이루는 밸브 시트와,
외주부가 고정된 탄성을 갖는 금속의 박판으로 이루어지는 다이어프램과,
상기 다이어프램을 사이에 위치시키고 상기 밸브 시트와 반대측에 위치하는 다이어프램 스페이서를 갖고,
상기 밸브 시트, 상기 다이어프램 및 상기 다이어프램 스페이서는 동축 상에 배치되고,
상기 밸브 시트는, 정상부에 내주측으로 경사지는 경사면을 갖고,
상기 다이어프램 스페이서의 다이어프램 가압면의 형상과, 다이어프램과의 접촉면인 밸브 시트의 정상부의 경사면의 형상을, 동일한 구면의 일부로서 근사된 형상으로 하고, 상기 다이어프램 스페이서의 가압력에 의해 상기 다이어프램이 상기 밸브 시트의 경사면과 간극 없이 접촉하는 것을 특징으로 하는, 유량 제어 밸브.

청구항 2

제1항에 있어서,
폐쇄 밸브 상태에 있어서, 상기 밸브 시트의 경사면과, 당해 경사면의 위치에 대응하는 상기 다이어프램 스페이서의 가압면이 상기 다이어프램을 통하여 걸림 결합하는 것을 특징으로 하는, 유량 제어 밸브.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 다이어프램 스페이서의 다이어프램 가압면의 외경은, 상기 밸브 시트의 경사면의 외경보다 큰 것을 특징으로 하는, 유량 제어 밸브.

청구항 4

유체의 유입 유로와, 소정의 유량비로 설정된 바이패스 유로와, 소정의 유량이 분류되는 센서 유로와, 상기 센서 유로 내를 흐르는 유체의 질량 유량을 검출하는 유량 센서부와, 상기 센서 유로와 상기 바이패스 유로를 흐르는 유체가 합류하는 중간 유로와, 상기 중간 유로와 유출 유로와의 사이에 위치하는 유량 제어 밸브와, 상기 유량 센서부 및 유량 제어 밸브를 제어하는 제어 회로부를 구비하고,

상기 유량 제어 밸브는, 다이어프램을 향해 세워 설치하는 통 형상체로 환상을 이루는 밸브 시트와, 외주부가 고정된 탄성을 갖는 금속의 박판으로 이루어지는 다이어프램과, 상기 다이어프램을 사이에 위치시키고 상기 밸브 시트와 반대측에 위치하는 다이어프램 스페이서를 갖고, 상기 밸브 시트는, 정상부에 내주측으로 경사지는 경사면을 갖고, 상기 다이어프램 스페이서의 다이어프램 가압면의 형상과, 다이어프램과의 접촉면인 밸브 시트의 정상부의 경사면의 형상을, 동일한 구면의 일부로서 근사된 형상으로 하고, 상기 다이어프램 스페이서의 가압력에 의해 상기 다이어프램이 상기 밸브 시트의 경사면과 간극 없이 접촉하는 것을 특징으로 하는, 매스 플로우 컨트롤러.

청구항 5

제4항에 있어서,
폐쇄 밸브 상태에 있어서, 상기 밸브 시트의 경사면과, 당해 경사면의 위치에 대응하는 상기 다이어프램 스페이서의 가압면이 상기 다이어프램을 통하여 걸림 결합하는 것을 특징으로 하는, 매스 플로우 컨트롤러.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가스 등의 질량 유량을 정밀하게 제어할 수 있는 유량 제어 밸브 및 그것을 사용한 매스 플로우 컨트롤러에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래 다이어프램을 사용한 유량 제어 밸브로서, 일본 특허 공개 제2010-159790호 공보(특허문헌 1)에 기재된 유량 제어 밸브가 있다. 특허문헌 1에 있어서의 유량 제어 밸브는, 다이어프램 스페이스의 다이어프램 가압면이, 환상 밸브 시트의 선단 직경보다도 내측의 중앙부가 평면 또는 완만한 곡면이 되고, 외측의 주연부가 중앙부를 연장한 가상면보다도 오목하게 되어 있는 테이퍼면으로서 형성되어 있다. 환상 밸브 시트는 그 선단부를 평탄면으로 하고, 평탄면을 경계로 외주측 및 내주측에 테이퍼면을 갖는 형상이며, 다이어프램 스페이스의 가압력에 의해 다이어프램이 환상 밸브 시트 선단부의 평탄면과 접촉하는 구조를 갖고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2010-159790호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 상기 특허문헌 1의 구성에서는, 다이어프램과 접촉하는 환상 밸브 시트의 접촉면은 평탄면이기 때문에, 다이어프램이 상기 환상 밸브 시트의 평탄면에 대한 접촉 시, 다이어프램의 표면은 상기 평탄면과 평행은 되지 않고, 또한 다이어프램 스페이스에 하중을 가할 필요가 있다. 그리고, 다이어프램과 환상 밸브 시트의 평탄면과의 사이에 간극이 없어질 때까지 다이어프램의 국소 변형은 진행된다. 이 동작은, 유량 제어 밸브의 폐쇄 밸브 동작에 한하지 않고, 마찬가지로 개방 밸브 동작 시에 있어서도 발생하기 때문에, 유량 제어 밸브의 응답 시간에 지연을 발생시키는 요인이 된다.

[0005] 본 발명은 응답 시간의 단축화가 가능한 유량 제어 밸브 및 그것을 사용한 매스 플로우 컨트롤러를 제공하는 것

을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명은 환상의 밸브 시트와, 외주부가 고정된 박판 형상의 탄성체를 포함하는 다이어프램과, 상기 다이어프램 사이에 위치시키고 상기 밸브 시트와 반대측에 위치하는 다이어프램 스페이서를 갖고, 상기 밸브 시트, 상기 다이어프램 및 상기 다이어프램 스페이서는 동축 상에 배치되고, 상기 밸브 시트는, 정상부에 내주측으로 경사지는 경사면을 갖고, 상기 다이어프램 스페이서의 가압력에 의해 상기 다이어프램이 상기 밸브 시트의 경사면과 접촉하도록 유량 제어 밸브를 구성하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0007] 본 발명에 따르면, 응답 시간의 단축화가 가능한 유량 제어 밸브를 제공할 수 있다. 또한, 설정 유량에 대한 밸브의 개폐 응답 시간을 단축 가능한 매스 플로우 컨트롤러를 제공할 수 있다.

[0008] 상기한 것 이외의 과제, 구성 및 효과는, 이하의 실시 형태의 설명에 의해 명백해진다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 발명의 매스 플로우 컨트롤러의 단면도이다.

도 2는 매스 플로우 컨트롤러의 유량 제어 밸브의 평면 투과도이다.

도 3은 본 발명의 유량 제어 밸브의 확대 단면도이다.

도 4는 비교예의 유량 제어 밸브의 확대 단면도이다.

도 5는 다이어프램 스페이서의 압입량과 다이어프램의 변위 및 밸브 개방도 양의 관계도이다.

도 6은 본 발명의 유량 제어 밸브의 확대 단면도이다.

도 7은 다이어프램 스페이서의 압입량과 밸브 개방도 양의 관계도이다.

도 8은 본 발명의 유량 제어 밸브의 확대 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하, 본 발명의 실시 형태를 도면을 사용하여 설명한다. 도 1은 본 발명의 매스 플로우 컨트롤러의 단면도이다. 매스 플로우 컨트롤러(100)는 유량 센서부(101), 유량 제어 밸브(102), 본체(103), 바이패스 유로(104), 증폭 회로부(105), 밸브 구동 회로부(106), 제어 회로부(107)를 갖는다.

[0011] 유량 센서부(101)는 유입 유로(108)의 도중으로부터 분기하여 센서 유로(109) 내를 흐르는 유체의 질량 유량을 검출한다. 센서 유로(109)의 상류측과 하류측에는 각각 코일(110, 111)이 감겨 있고, 도시하지 않은 다른 저항체와의 조합으로 브리지 회로(112)를 구성하고 있다. 코일(110)과 코일(111)의 사이에 발생한 온도 차가 브리지 회로(112)의 노드 사이에 전위차로서 검출되고, 이 전위차의 데이터에 기초하여 유량이 계산된다.

[0012] 바이패스 유로(104)는, 예를 들어 센서 유로(109)와 동일한 배관을 필요수만큼 묶은 구조를 이루고, 유입 유로(108)로부터 유입된 유체는, 바이패스 유로(104)와 센서 유로(109)로 소정의 유량비로 분류된다. 상기 바이패스 유로(104)와 센서 유로(109)를 통과한 유체는, 중간 유로(113)의 입구측에서 합류하여, 유량 제어 밸브(102)를 향하여 흐른다.

[0013] 유량 제어 밸브(102)는 중간 유로(113)와 유출 유로(114)의 사이에 설치된 밸브 시트(115)와, 외주연을 끼움 지지하여, 밸브 시트(115)에 접촉 분리되는 다이어프램(116)과, 다이어프램(116)의 밸브 시트측과는 반대에 위치하고, 다이어프램(116)을 밸브 시트(115)에 가압하는 다이어프램 스페이서(117)를 구비한다.

[0014] 유량 제어 밸브(102)를 개폐시키는 동력원에는, 예를 들어 적층형 압전 소자체(118)로 이루어지는 액추에이터(119)가 사용된다. 밸브 구동 전압이 인가되어 있지 않은 상태에서는, 다이어프램(116)은 스프링 부재(120)에 의해 밸브 시트(115)에 가압되어서 폐쇄 밸브 상태에 있지만, 밸브 구동 전압이 인가되면, 스프링 부재(120)에 저항하여 적층형 압전 소자체(118)가 신장된다.

[0015] 그 결과, 적층형 압전 소자체(118)를 감싸는 하우징(121)이 다이어프램(116)으로부터 멀어지는 방향으로 이동하

고, 경구(硬球)(122)를 통하여 하우징(121)과 연결된 다이어프램 스페이스(117)의 다이어프램 가압력이 감소하여, 다이어프램(116)은 평면 형상으로 복귀되고, 다이어프램(116)과 밸브 시트(115)의 사이에 간극이 발생한다. 중간 유로(113)로부터 유량 제어 밸브(102)로 흘러 온 유체는, 상기 간극을 통하여 유출 유로(114)로 이동하고, 매스 플로우 컨트롤러(100)의 외부로 방출된다.

[0016] 유량 센서부(101)에서의 검출 유량 신호는, 증폭 회로부(105)에 의해 증폭 후, 제어 회로부(107)에 입력된다. 여기서, 상기 검출 유량 신호는, 외부로부터 설정된 설정 유량 신호와 비교되고, 이들 2개의 신호 사이의 차분이 0이 되는 구동 신호가 밸브 구동 회로부(106)를 경유하여 액추에이터(119)에 입력되고, 유량 제어 밸브(102)의 개방도가 조정되어서 유량이 제어된다. 이들 일련의 제어는, 제어 회로부(107)에 의해 행하여진다. 또한, 여기에서 제어 회로는, 특별히 도시하지 않은 CPU, RAM, ROM 등에 의해 구성되고, CPU가 ROM에 기억된 제어 프로그램을 판독하고, RAM에 저장된 상기 검출 유량 신호와 설정 유량 신호에 기초하여 상기 구동 신호를 산출함으로써 상기 일련의 제어가 실행된다.

[0017] 도 2는 매스 플로우 컨트롤러의 유량 제어 밸브 평면의 투과도이다. 다이어프램(116), 다이어프램 스페이스(117) 및 밸브 시트(115)는 동축 상에 배치되어 있다. 다이어프램(116)은 탄성을 갖는 대략 원형의 금속 박판을 포함하는 판 스프링이다. 다이어프램 스페이스(117)를 통하여 다이어프램(116)에 하중을 가해 가면, 다이어프램(116)의 곡률 반경이 작아지는 방향으로 탄성 변형하고, 다이어프램(116)의 중앙부가 밸브 시트(115)측으로 볼록하게 변위한다. 또한 탄성 변형이 진행되어, 다이어프램(116)이 밸브 시트(115)에 접촉되면, 밸브 시트(115)와 다이어프램(116)의 간극이 없어져, 유량 제어 밸브(102)는 폐쇄된 상태로 된다.

[0018] 반대로, 다이어프램 스페이스(117)를 통하여 다이어프램(116)으로의 하중을 제하(除荷)해 가면, 다이어프램(116)을 구성하는 금속의 박판의 판 스프링의 복원력에 의해, 다이어프램(116)은 곡률 반경이 커지는 방향으로 탄성 변형하여, 그 중앙부는 원래의 평면 형상으로 돌아간다. 그 결과, 밸브 시트(115)와 다이어프램(116)과의 사이에 간극이 생겨, 유량 제어 밸브(102)는 개방된 상태로 된다.

[0019] 본 실시 형태에 있어서는, 도 1에 그 단면 형상이 도시된 바와 같이, 밸브 시트(115)는 다이어프램(116)을 향해 세워 설치하는 통 형상체로 환상을 이루고, 그 정상부에 경사면을 갖고 있다. 이 경사면은, 외주측으로부터 내주측을 향함에 따라 대향하는 다이어프램(116)과의 간격이 증대되는 형상으로 되어 있다. 그리고, 다이어프램 스페이스(117)의 가압력에 의해 다이어프램(116)이 밸브 시트(115)의 정상부에 형성된 경사면과 접촉하면, 다이어프램(116)의 접촉면과 밸브 시트(115)의 경사면[다이어프램(116)과의 접촉면]과의 사이에 간극이 없어져 유량 제어 밸브(102)는 폐쇄 밸브 상태가 된다. 이에 의해, 다이어프램(116)이 밸브 시트(115)와 접촉하고 나서, 다이어프램(116)에 대하여 다이어프램 스페이스(117)에 의한 여분의 가압력을 더 부가하는 것을 피할 수 있고, 유량 제어 밸브(102)의 응답 시간을 단축하는 것이 가능하게 된다.

[0020] 이하, 도면을 사용하여 실시예에 대하여 설명한다. 또한, 이하에서는 유량 제어 밸브의 구성에 대하여 상세하게 설명하지만, 이들 유량 제어 밸브를 사용하여 상술한 매스 플로우 컨트롤러를 구성할 수 있는 것이다. 또한, 동일한 구성에 동일한 부호를 부여하고 있다.

[0021] 실시예 1

[0022] 도 3은 본 발명의 유량 제어 밸브의 확대 단면도이다. 다이어프램 스페이스(117)를 통하여 하중을 더해 갔을 때의, 다이어프램(116)의 변형과 유량 제어 밸브(102)의 개방도의 변화를 도시하고 있다. 본 실시예에서는, 밸브 시트(115)의 정상부에 형성된 경사면(123) 및, 다이어프램 스페이스(117)의 다이어프램 가압면(124)의 형상을 구면(球面)의 일부로 하고, 다이어프램 스페이스의 외경(125)을 밸브 시트의 외경(126)보다 크게 구성하고 있다. 즉, 다이어프램(116)과의 접촉면인 경사면(123)은, 그 형상을 구면의 일부로서 근사된 형상으로 되어 있다. 그로 인해, 경사면(123)과, 경사면(123)의 위치에 대응하는 다이어프램 가압면(124)은 다이어프램 스페이스(117)의 가압력에 의해 다이어프램(116)과 접촉할 때, 다이어프램(116)을 통하여 걸림 결합하는 상태가 된다.

[0023] 도 3의 (A)는 다이어프램(116)에 하중을 가하고 있지 않은 상태(가압력을 부가하고 있지 않은 상태)를 도시하고 있고, 다이어프램(116)의 중앙부는 평면 형상을 이루고 있다. 밸브 시트(115)의 경사면(123)과 다이어프램(116)의 사이에는 간극이 존재하고, 유량 제어 밸브(102)는 개방된 상태이다.

[0024] 도 3의 (B)는 (A)의 상태에서부터 다이어프램(116)에 하중을 가한 상태이다. 다이어프램(116)의 중앙부는 밸브 시트(115)의 경사면(123)의 방향으로 볼록하게 탄성 변형하고, 밸브 시트(115)의 경사면(123)과 다이어프램(116)의 간극은 작아지지만 존재하고 있어, 유량 제어 밸브(102)는 개방된 상태이다.

[0025] 도 3의 (C)는 (B)의 상태에서부터 하중을 더 가한 상태이지만, 도 3의 (B)일 때보다도 다이어프램 전체의 곡률 반

경이 작아지는 방향으로 탄성 변형하여, 다이어프램(116)의 중앙부가 밸브 시트(115)의 경사면(123)측에 더 볼록하게 변위되어 있다. 밸브 시트(115)의 경사면(123)과 다이어프램(116)의 간극은 한층 더 작아지지만, 여전히 존재하고 있어, 유량 제어 밸브(102)는 개방된 상태이다.

[0026] 도 3의 (D)는 (C)의 상태에서부터 하중을 더 가하여, 다이어프램(116)이 밸브 시트(115)의 경사면(123)에 최초로 접촉한 상태이다. 다이어프램(116)은 (C)의 상태보다도 곡률 반경이 더 작아지는 방향으로 탄성 변형하여, 밸브 시트(115)의 경사면(123)과 다이어프램(116)의 사이에 존재하고 있었던 간극이 없어져, 유량 제어 밸브(102)는 여기에서 비로소 폐쇄된 상태가 된다. 이 상태에 있어서, 밸브 시트(115)의 정상부의 경사면(123)과 다이어프램(116)의 표면은 평행하기 때문에, 다이어프램(116)은 밸브 시트(115)의 경사면(123)에 간극 없이 접촉된다. 한편, 다이어프램 스페이서(117)도, (D)에 있어서 밸브 시트(115)의 경사면(123)과 간극 없이 접촉하기 때문에, 다이어프램 스페이서(117)를 더 이상 압입할 수는 없다. 즉, 밸브 시트(115)의 경사면(123)(다이어프램과의 접촉면)과 이 경사면(123)에 대응하는 위치의 다이어프램 스페이서(117)의 다이어프램 가압면(124)(다이어프램과의 접촉면)은, 다이어프램(116)을 통하여 걸림 결합된 상태가 된다. 상기 동작은, 유량 제어 밸브(102)의 개방 밸브 시에도 가역적으로 일어난다.

[0027] 도 4는 비교예의 유량 제어 밸브의 확대 단면도이다. 도 3과 마찬가지로, 다이어프램 스페이서(117)를 통하여 하중을 가해 갔을 때의, 다이어프램(116)의 변형과 유량 제어 밸브(402)의 개방도의 변화를 (A), (B), (C), (D)에서 차례로 도시하고 있다. 다이어프램 스페이서(117)의 다이어프램 가압면(124)은 평탄면을 이루고, 밸브 시트(115) 정상부의 다이어프램(116)과의 접촉면도 평탄면(123')을 이루고 있다. 밸브 시트(115)의 외경(126)이 다이어프램 스페이서(117)의 외경(125)보다도 작은 구성으로 되어 있다.

[0028] 다이어프램(116)에 하중을 가해 가면, 다이어프램 전체의 곡률 반경이 작아지는 방향으로 탄성 변형하고, 다이어프램(116)의 중앙부가 밸브 시트(115)측으로 볼록하게 변위한다. 그리고, 하중을 더 가하면, 다이어프램(116)의 탄성 변형은 더욱 진행되어, (D)에 도시한 바와 같이, 다이어프램(116)의 중앙부가 평면 형상으로 복귀되어 탄성 변형이 완료된다. 상기 동작은, 유량 제어 밸브(402)의 개방 밸브 시에도 가역적으로 일어난다.

[0029] 한편, 밸브의 개방도에 착안하면, 다이어프램(116)이 밸브 시트(115)의 정상부의 평탄면(123')에 간극 없이 접촉된 (D) 이전의 (C)의 상태에 있어서, 다이어프램(116)이 밸브 시트(115)의 평탄면(123')의 내주측에 최초로 접촉하고, 유량 제어 밸브(402)가 폐쇄된 상태가 된다. 이때, 다이어프램(116)의 중앙부는, 밸브 시트의 정상부의 평탄면(123')보다도 약간 중간 유로(113)측으로 변위한다. (C)에서는, 밸브 시트(115)의 평탄면(123')의 내주측과 다이어프램 스페이서(117)의 다이어프램 가압면(124)의 외주측만이 다이어프램(116)에 접촉하고 있고, 접촉하고 있지 않은 측, 즉, 다이어프램 가압면(124)의 내주측 및 밸브 시트(115)의 평탄면(123')의 외주측에는, 다이어프램(116)과의 사이에 간극이 존재하고 있기 때문에, 다이어프램(116)의 탄성 변형은 (C)의 상태에서 완료되지 않고, (D)의 상태까지 진행된다. 이때, 다이어프램(116)의 중앙부는 밸브 시트의 정상부의 평탄면(123')의 위치까지 복귀된다. 그리고, 이 상태에서, 밸브 시트(115)의 정상부의 평탄면(123')과, 평탄면(123')에 대응하는 위치의 다이어프램 가압면(124)은 다이어프램(116)을 통하여 걸림 결합된 상태가 되고, 더 이상 다이어프램 스페이서(117)를 밸브 시트(115)측으로 압입할 수는 없어, 기계적으로 정지한다.

[0030] 유량 제어 밸브(402)를 폐쇄하는 동작에 있어서, (C)의 상태를 반복해서 재현하는 것은 어려워, 유량 제어 밸브(402)를 완전히 확실하게 폐쇄하기 위해서는 (D)의 상태까지 다이어프램(116)을 탄성 변형시킬 필요가 있다. 즉, 비교예의 유량 제어 밸브(402)에서는, (C)와 (D) 사이의 다이어프램 스페이서(117)의 여분의 동작이 존재하여, 폐쇄 밸브 동작에 지연이 발생한다.

[0031] 이에 반해, 본 실시예에서는, 다이어프램(116)이 밸브 시트(115)의 정상부의 경사면(123)에 최초로 접촉할 때, 다이어프램(116)이 밸브 시트의 경사면(123)에 간극 없이 접촉한다.

[0032] 도 5는 다이어프램 스페이서의 압입량과 다이어프램의 변위 및 밸브 개방도 양의 관계도이다. 이 관계도는, 다이어프램 스페이서의 압입량과, 다이어프램의 중앙부의 변위 및 유량 제어 밸브의 밸브 개방도 양의 관계를 나타낸 시뮬레이션 결과를 나타내고 있다. 이 시뮬레이션 결과는, 유한 요소법을 사용한 범용적인 구조 해석 툴 ANSYS(ANSYS사(미국) 제조 툴)에 의한 다이어프램의 접촉·대 변형 해석의 결과이며, 해석 조건은 다이어프램, 다이어프램 스페이서 모두, 영률 21000kgf/mm², 접촉부의 마찰 계수는 0으로 하고 있다. 다이어프램의 중앙부 변위는, 밸브 시트로부터 이격되는 방향을 플러스 방향, 밸브 시트에 가까워지는 방향을 마이너스 방향으로 표현하고, 다이어프램에 하중이 가해지지 않고 있는 상태를 0으로 하였다. 밸브 개방도 양은, 밸브 시트의 정상부의 내주측과 다이어프램의 사이의, 밸브 시트 및 다이어프램의 중심축에 대하여 평행한 방향의 거리이다.

- [0033] 비교예에서는, 압입량이 0.125mm에서 다이어프램의 중앙부가 밸브 시트에 가장 접근하고, 이 상태에 있어서 밸브 개방도 양이 0이 된다. 또한 압입량을 최대인 0.140mm까지 증가시키면, 다이어프램의 중앙부는 밸브 시트로부터 이격되는 방향으로 변위되는데, 밸브 개방도 양은 0인채로 변화하지 않는다. 즉, 다이어프램 스페이스의 압입량이 0.125mm부터 0.140mm의 영역에서는, 도 3에 있어서의 (C)로부터 (D)의 상태의 변화가 재현되고 있다.
- [0034] 그에 반하여 본 실시예에서는, 다이어프램 스페이스의 압입량이 최대인 0.140mm에서 다이어프램의 중앙부가 밸브 시트에 가장 접근하고, 이 상태에 있어서 밸브 개방도 양이 0이 된다. 즉, 비교예와는 상이하게, 밸브가 폐쇄 상태로 되고 나서의 다이어프램 스페이스의 여분의 동작이 없어지고, 이것에 기인하는 개방 밸브 동작의 지연이 해소되고 있는 것을 알 수 있다. 이것으로부터 본 실시예에 의하면, 응답 시간의 단축이 가능한 유량 제어 밸브를 실현할 수 있다.
- [0035] 본 실시예에 있어서, 다이어프램 스페이스(117)의 다이어프램 가압면(124)의 형상과, 다이어프램(116)과의 접촉면인 밸브 시트(115)의 정상부의 경사면(123)의 형상을, 동일한 구면의 일부로서 근사된 형상을 이룬다고 설명했다. 구체적으로는, 밸브 시트의 정상부의 경사면(123)과 다이어프램 스페이스(117)의 다이어프램 가압면(124)의 곡률 반경을 동일하게 하고, 그 가상 원의 중심을 공통의 중심축 상에 존재하도록 형성한다.
- [0036] 또한, 본 실시예에 있어서는, 밸브 시트의 정상부의 경사면(123)에 대응하는 위치에 있어서의, 다이어프램 스페이스(117)의 다이어프램 가압면(124)의 형상도, 밸브 시트의 경사면(123)과 마찬가지로 동일한 구체의 일부로서 근사되는 형상으로 했지만, 이것에 한정되는 것은 아니고, 다른 형상이어도 마찬가지로의 효과가 얻어진다.
- [0037] **실시예 2**
- [0038] 도 6은 본 발명의 유량 제어 밸브 확대 단면도이다. 실시예 1과 상이한 점은, 밸브 시트(115)의 정상부의 경사면(123) 및 다이어프램 스페이스(117)의 다이어프램 가압면(124)을 원추면의 일부로서 근사한 형상으로 하고 있는 것이다. 즉, 다이어프램 스페이스(117)의 다이어프램 가압면(124)의 선단부 외경(128)의 영역을 평탄면으로 하고, 이 외경(128)으로부터 가압면(124)의 외주측까지의 영역을 상기 원추의 일부로서 규정되는 테이퍼 형상으로 하고 있다. 여기서, 다이어프램 스페이스(117)와 밸브 시트(115)의 각 부의 직경의 대소 관계를 이하에 설명한다. 다이어프램 스페이스(117)의 다이어프램 가압면(124)의 선단부의 외경(128)보다 밸브 시트(115)의 내경(127)은 크고, 밸브 시트(115)의 정상부의 경사면(123)의 외경(126)은 다이어프램 가압면(124)의 외경(125)보다 작은 관계에 있다.
- [0039] 도 3과 마찬가지로, 다이어프램 스페이스(117)를 통하여 하중을 가해 갔을 때의, 다이어프램(116)의 변형과 유량 제어 밸브(202)의 개방도의 변화를 (A), (B), (C), (D)에 차례로 도시하고 있다. 도 3의 유량 제어 밸브(102) 중, 이미 설명한 도 3에 도시된 동일한 부호가 부여된 구성과, 동일한 기능을 갖는 부분에 대해서는, 설명을 생략한다.
- [0040] 다이어프램(116)에 하중을 가해 가면, 다이어프램 전체의 곡률 반경이 작아지는 방향으로 탄성 변형되고, 다이어프램(116)의 중앙부가 밸브 시트(115)측으로 볼록하게 변위된다. 그리고, (C)의 상태에 있어서, 다이어프램(116)은 밸브 시트(115)의 정상부의 경사면(123)에 최초로 접촉하여, 유량 제어 밸브(202)가 폐쇄된 상태가 된다.
- [0041] 이때, 밸브 시트(115)의 정상부의 경사면(123)과 다이어프램(116)의 표면은 평행하지 않기 때문에, 다이어프램(116)과 밸브 시트의 정상부의 경사면(123)의 사이에는 간극이 존재하고 있다.
- [0042] 그 결과, 다이어프램(116)의 탄성 변형은 (C)의 상태에서 완료되지 않고 (D)의 상태까지 진행되었지만, (C)의 상태에 있어서의 간극은, 비교예의 유량 제어 밸브(402)에 있어서의 (C)의 상태에서 존재하는 간극에 비하여 작다.
- [0043] 도 7은 다이어프램 스페이스의 압입량과 밸브 개방도 양의 관계도이다. 이 관계도는 시뮬레이션 결과를 나타내고 있고, 시뮬레이션 조건은 도 5와 동일하기 때문에, 설명을 생략한다. 밸브 개방도 양이 0이 되는 압입량은, 비교예의 0.125mm에 대하여 본 실시예는 0.135mm이다. 비교예에 비하여, 유량 제어 밸브가 폐쇄 상태로 되고 나서의 다이어프램 스페이스의 여분의 동작이 적어지고 있어, 설정 유량에 대한 개방 밸브 시의 응답 시간을 단축하는 것이 가능한 것을 알 수 있다. 이 동작은, 유량 제어 밸브(202)의 개방 밸브 시에도 가역적으로 일어난다. 이것으로부터 본 실시예에 있어서도, 응답 시간의 단축화가 가능한 유량 제어 밸브를 실현할 수 있다. 또한, 실시예 1에서는 다이어프램 스페이스(117)의 다이어프램 가압면을 구면의 일부로서 근사하는 형상으로 하였다. 이에 반해 본 실시예에서는 원추의 일부로서 근사함으로써 가압면의 중앙부(선단부)를 평탄면으로 하고,

이 평탄면으로부터 외주측으로 테이퍼 형상을 갖는 형상으로 하는 것이기 때문에, 제조내지는 가공 상의 점에 있어서 실시예 1과 비교하여 이점을 갖는다.

[0044] **실시예 3**

[0045] 도 8은 본 발명의 유량 제어 밸브의 확대 단면도이다. 본 실시예와 상기 실시예 1 및 실시예 2와 상이한 점은, 유량 제어 밸브(302)를 구성하는 다이어프램 스페이스(117)의 다이어프램 가압면(124)을 평탄한 형상으로 하고, 다이어프램 스페이스(117)의 외경(125)을 밸브 시트(115)의 정상부의 경사면(123)의 외경(126)보다도 작게 한 것에 있다.

[0046] 도 3과 마찬가지로, 다이어프램 스페이스(117)를 통하여 하중을 가해 갔을 때의, 다이어프램(116)의 변형과 유량 제어 밸브(302)의 개방도 변화를 (A), (B), (C), (D)에서 차례로 도시하고 있다. 도 3의 유량 제어 밸브(102) 중, 이미 설명한 도 3에 도시된 동일한 부호가 부여된 구성과, 동일한 기능을 갖는 부분에 대해서는 설명을 생략한다.

[0047] 다이어프램(116)에 하중을 가해 가면, 다이어프램 전체의 곡률 반경이 작아지는 방향으로 탄성 변형되어, 다이어프램(116)의 중앙부가 밸브 시트(115)측으로 볼록하게 변위된다. 그리고, (D)의 상태에 있어서, 밸브 시트(115)의 정상부의 경사면(123)과 다이어프램(116)의 사이에 존재하고 있었던 간극이 없어져, 유량 제어 밸브(302)는 여기에서 비로소 폐쇄된 상태가 된다.

[0048] 이 상태에 있어서, 밸브 시트의 정상부의 경사면(123)과 다이어프램(116)의 표면은 평행하기 때문에, 다이어프램(116)은 밸브 시트(115)에 간극 없이 접촉한다.

[0049] 한편, 다이어프램 스페이스(117) 측에는, 다이어프램(116)과의 사이에 간극이 존재하지만, 다이어프램(116)과 밸브 시트(115)는 간극 없이 접촉하고 있기 때문에, 다이어프램 스페이스(117)를 더 이상 압입할 수는 없다. 그 결과, 비교예에 보이는 바와 같은, 밸브가 폐쇄 상태가 되고 나서의 다이어프램 스페이스의 여분의 동작은 없고, 설정 유량에 대한 응답 시간을 단축할 수 있다. 이 동작은, 유량 제어 밸브(302)의 개방 밸브 시에도 가역적으로 일어난다. 이에 의해, 본 실시예에 의하면, 응답 시간의 단축화가 가능한 유량 제어 밸브를 실현할 수 있다.

[0050] 본 실시예와 같이, 다이어프램 스페이스의 외경(125)을 밸브 시트의 내경(127)보다도 크게 구성하고, 밸브 시트의 정상부의 경사면(123)에 대응하는 위치에 다이어프램 스페이스의 다이어프램 가압면(124)의 적어도 일부가 존재하는 것이 바람직하다. 이 구성에 의해, 다이어프램(116)의 변형을 규정하고, 유량 제어 밸브(302)의 확실한 폐쇄 동작을 행하는 것이 가능하게 된다.

[0051] 상기의 구성을 충족하는 범위 내이면, 밸브 시트의 정상부의 경사면(123)의 외경 및 내경, 다이어프램 스페이스의 다이어프램 가압면(124)이 R 모따기 가공 또는 각 모따기 가공되어 있어도 되며, 유량 제어 밸브(302)의 내 구성의 향상에 효과가 있다.

[0052] 또한, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되는 것이 아니라, 여러 가지 변형예가 포함된다.

[0053] 예를 들어, 상기한 실시예는 본 발명을 이해하기 쉽게 설명하기 위하여 상세하게 설명한 것이며, 반드시 설명한 모든 구성을 구비하는 것에 한정되는 것은 아니다. 또한, 어느 실시예의 구성의 일부를 다른 실시예의 구성으로 치환하는 것도 가능하고, 또한, 어느 실시예의 구성에 다른 실시예의 구성을 추가하는 것도 가능하다.

[0054] 또한, 발명의 실시 형태로서, 밸브 구동 전압이 인가되어 있지 않을 때, 유량 제어 밸브가 폐쇄 밸브 상태로 되는 노멀리 클로즈형의 매스 플로우 컨트롤러를 설명했지만, 스프링 부재(120) 등의 구조를 변경한 노멀리 오픈형의 매스 플로우 컨트롤러로 치환하는 것도 가능하다.

부호의 설명

[0055] 100: 매스 플로우 컨트롤러

102: 실시예 1의 유량 제어 밸브

115: 밸브 시트

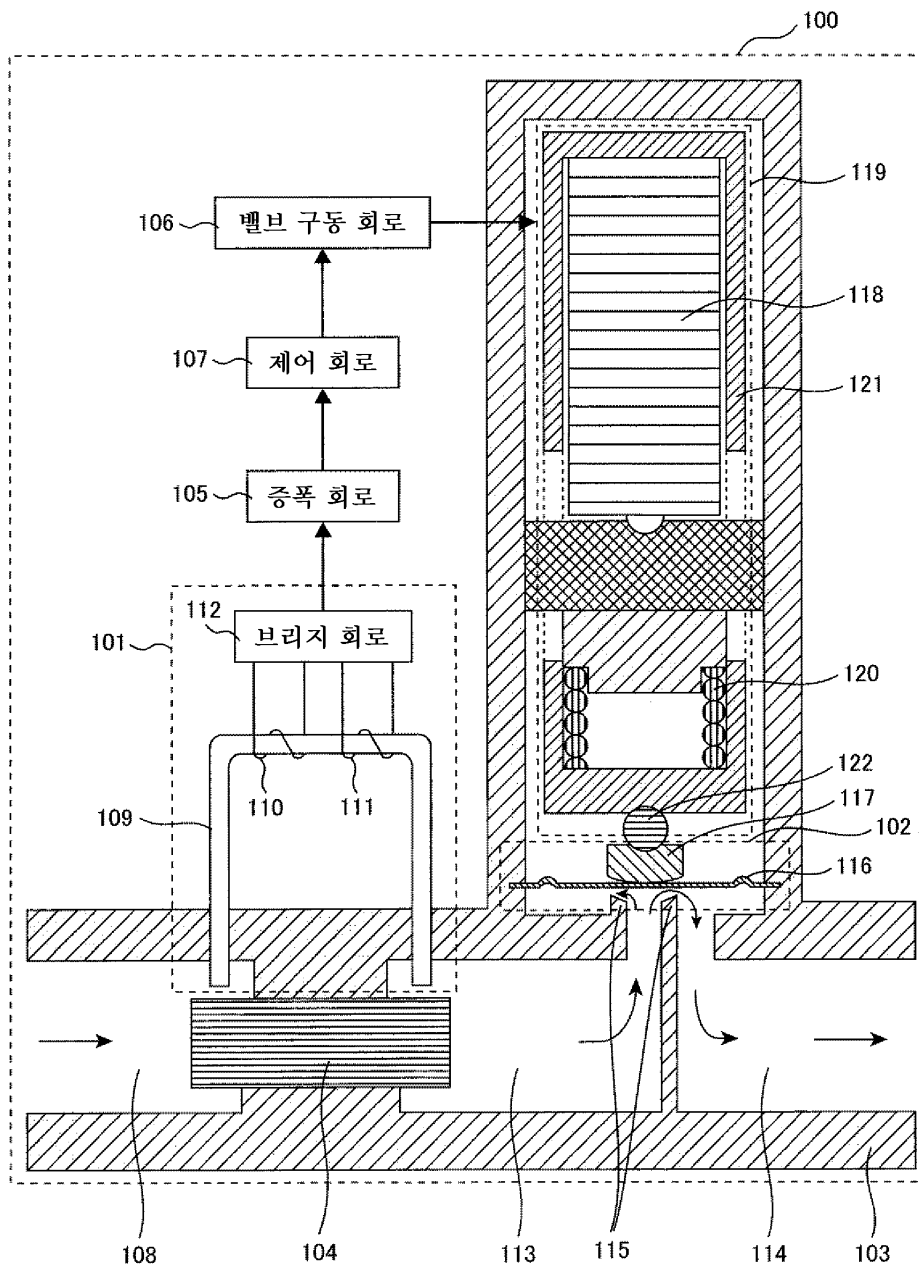
116: 다이어프램

117: 다이어프램 스페이스

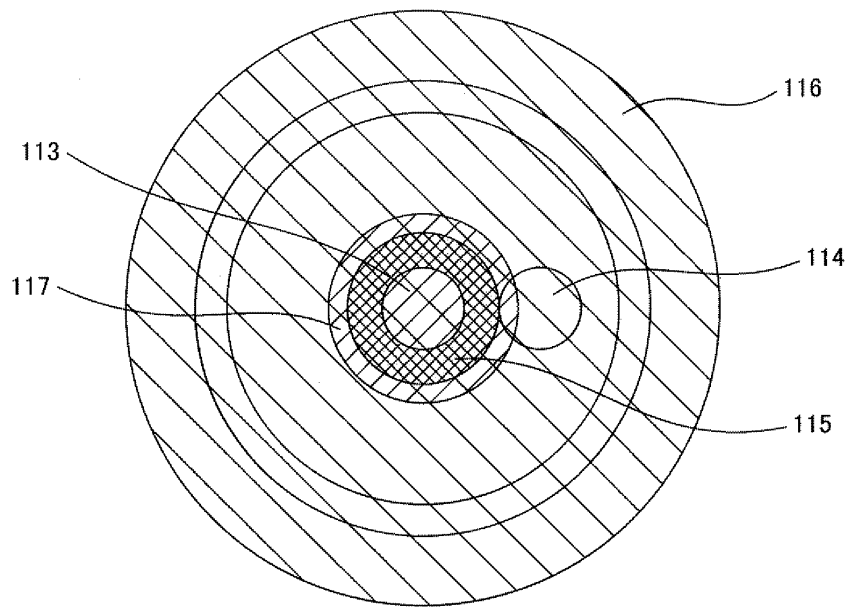
- 123: 밸브 시트의 정상부의 경사면
- 124: 다이어프램 스페이서의 다이어프램 가압면
- 125: 다이어프램 가압면의 외경
- 126: 밸브 시트 정상부의 경사면의 외경
- 127: 밸브 시트 정상부의 경사면의 내경
- 202: 실시예 2의 유량 제어 밸브
- 302: 실시예 3의 유량 제어 밸브
- 402: 비교예의 유량 제어 밸브

도면

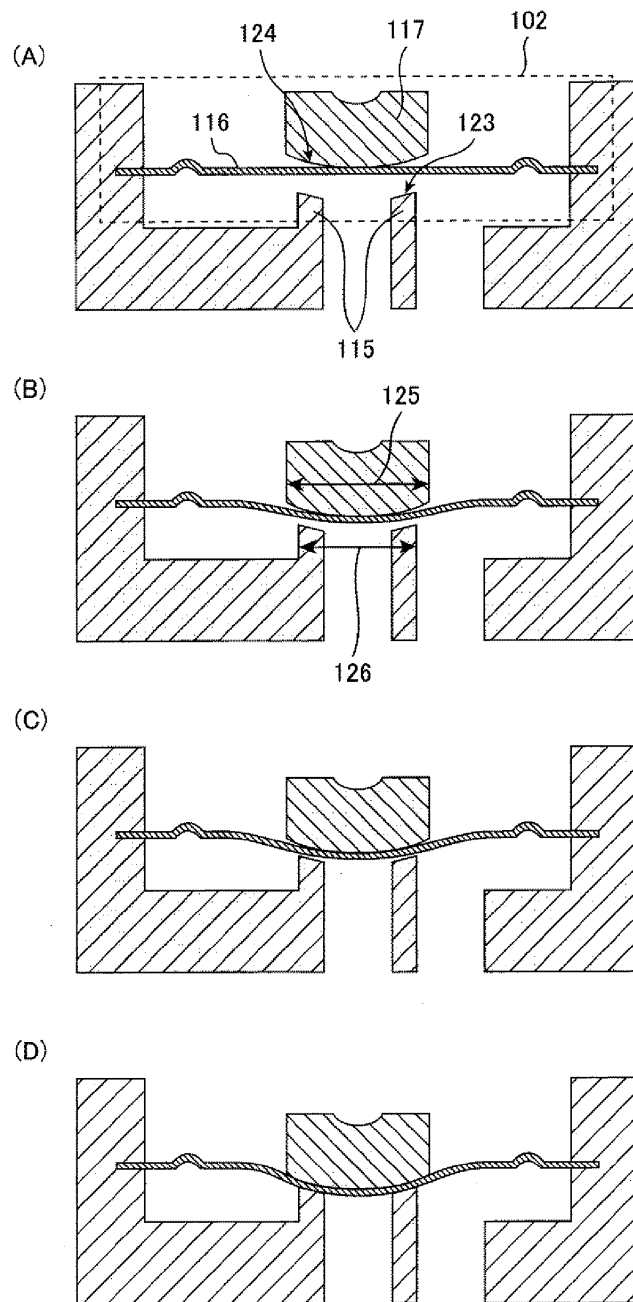
도면1



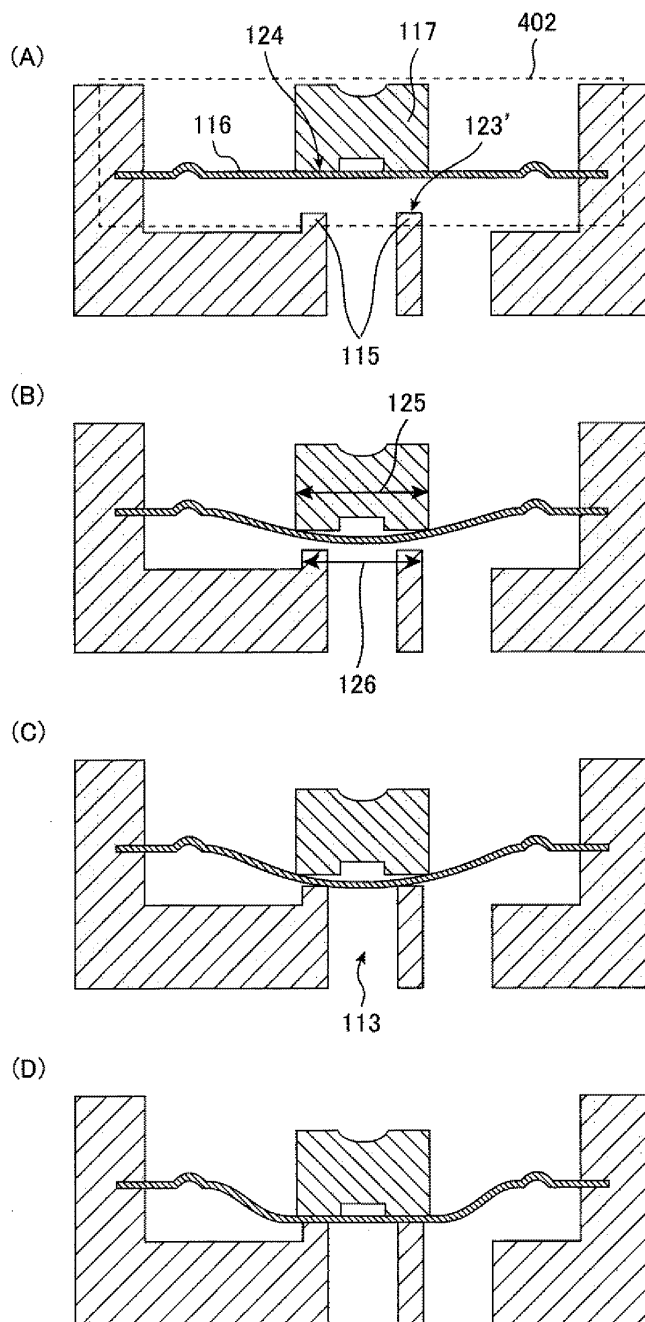
도면2



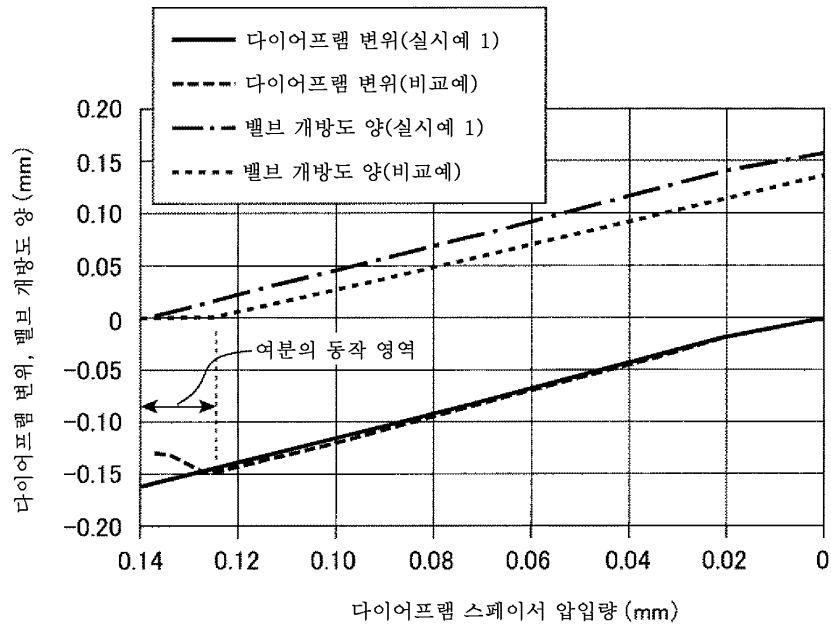
도면3



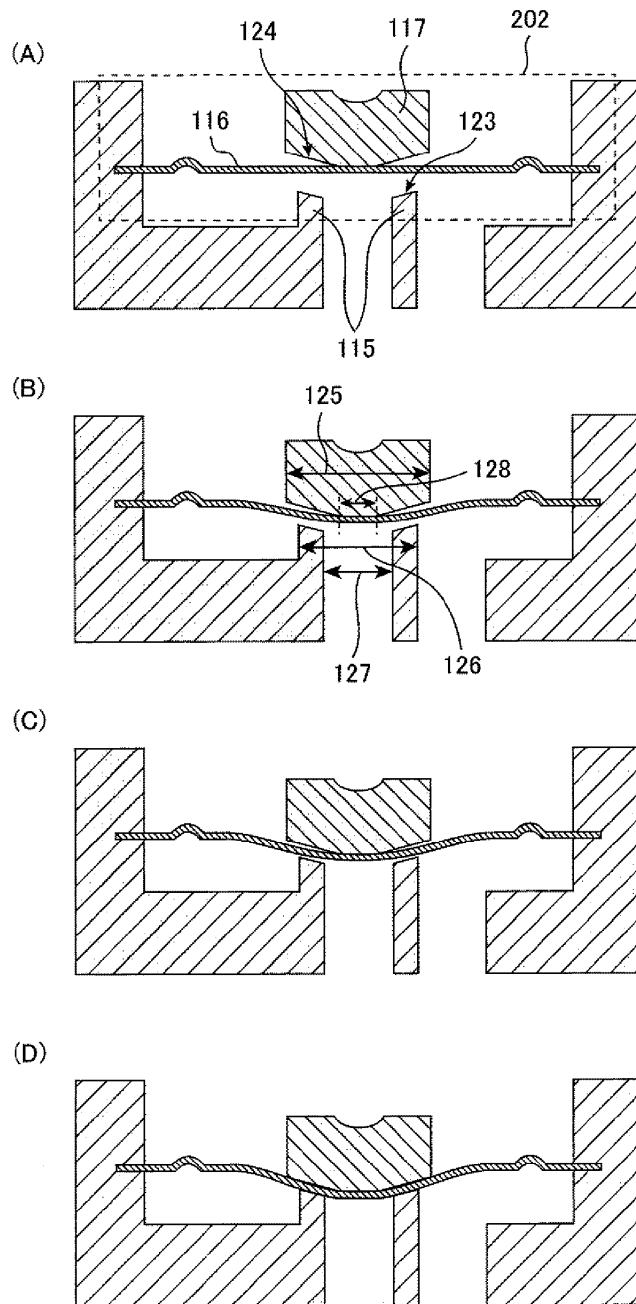
도면4



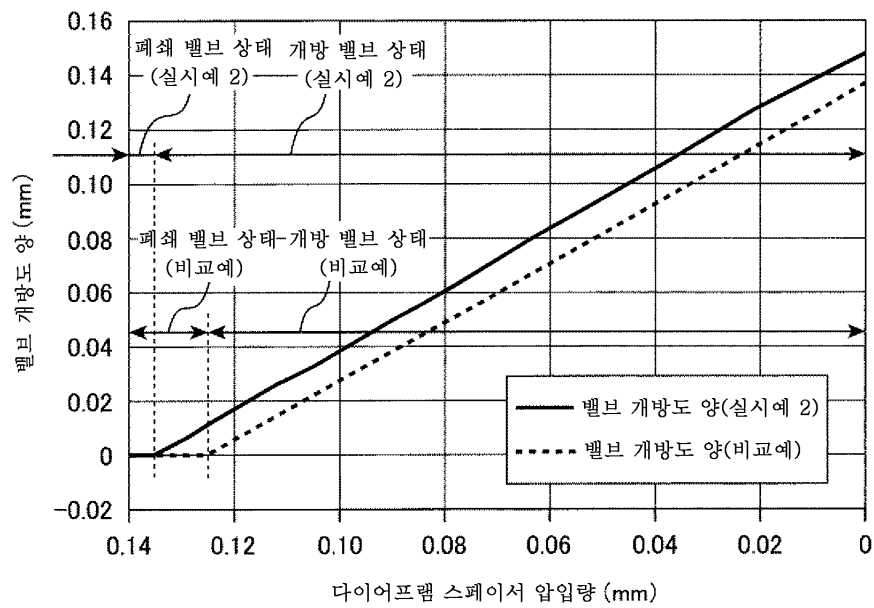
도면5



도면6



도면7



도면8

