



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0016109
(43) 공개일자 2025년02월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16K 13/00 (2006.01) F16K 27/02 (2006.01)
F16K 7/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F16K 13/00 (2013.01)
F16K 27/0236 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7038193
(22) 출원일자(국제) 2023년05월22일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년11월15일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/019009
(87) 국제공개번호 WO 2023/228915
국제공개일자 2023년11월30일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-084137 2022년05월23일 일본(JP)

(71) 출원인
아사히 유키자이 가부시카가이사
일본 882-8688 미야자키켄 노베오카시 나카노세초 2-초메 5955
(72) 발명자
쿠마모토 코타
일본국 미야자키켄 노베오카시 나카노세초 2초메 5955번지 아사히 유키자이 가부시카가이사 나이
(74) 대리인
특허법인원전

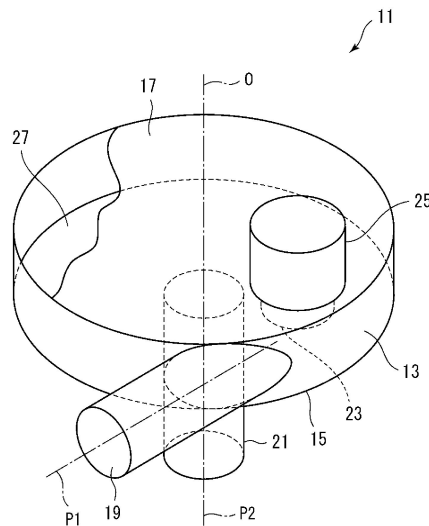
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 와류형 유량조절밸브

(57) 요약

와류형 유량조절밸브(11)는, 통형상의 둘레측벽(13)과 그 양단에 설치된 제1 단벽(15) 및 제2 단벽(17)에 의해 규정되는 와실(27)과, 입구유로 중심축선(P1)을 따라 연장되고 둘레측벽(13)에 개구되는 입구유로(19)와, 출구유로 중심축선(P2)을 따라 연장되고 제1 단벽(15)에 개구되는 출구유로(21)와, 제1 단벽(15) 및 제2 단벽(17)의 일방으로부터 와실(27) 내로 돌출되는 돌출부(23)와, 와실(27) 내에서 제1 단벽(15) 및 제2 단벽(17)의 타방에 대해 돌출부(23)를 접근, 이반시키는 구동부(25)를 구비한다. 입구유로(19)는, 입구유로 중심축선(P1)이 와실 중심축선(O)으로부터 떨어져 있는 위치를 통과하도록 제공되며, 돌출부(23)의 이동에 의해 출구유로(21)에서 유출되는 유체의 유량이 조절된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
F16K 7/04 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

통형상의 둘레측벽과 상기 둘레측벽의 양단에 설치되고 서로 대향하는 제1 단벽 및 제2 단벽에 의해 규정되는 와실과, 와실 중심축선을 따라 연장되며 상기 둘레측벽에 개구되는 입구유로와, 출구유로 중심축선을 따라 연장되고 상기 제1 단벽에 개구되는 출구유로를 구비하며, 상기 입구유로로부터 유입하는 유체가 상기 와실 내에서 와류를 이루어 상기 출구유로로부터 유출하는 와류형 유량조절밸브로서,

상기 입구유로는, 상기 입구유로 중심축선이 상기 제1 단벽의 중심과 상기 제2 단벽의 중심을 연결하는 와실 중심축선으로부터 떨어져 있는 위치를 통과하도록 설치되어 있고, 상기 와류형 유량조절밸브는, 상기 제1 단벽 및 상기 제2 단벽의 일방으로부터 상기 와실 내로 돌출하는 돌출부와, 상기 와실 내에서 상기 제1 단벽 및 상기 제2 단벽의 타방에 대하여 상기 돌출부를 접근, 이반시키는 구동부를 더 구비하며, 상기 돌출부의 이동에 의해 상기 출구유로로부터 유출하는 유체의 유량을 조절하는 것을 특징으로 하는 와류형 유량조절밸브.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 돌출부가 상기 와실 중심축선으로부터 편심된 위치에 설치되어 있는 와류형 유량조절밸브.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 돌출부는, 적어도 일부가 상기 와실 내로의 상기 입구유로의 연장 상에 겹치도록 설치되어 있는 와류형 유량조절밸브.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1 단벽 및 상기 제2 단벽이 원형상 또는 타원형상인 와류형 유량조절밸브.

청구항 5

제1항에서 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 출구유로는, 상기 출구유로 중심축선이 상기 입구유로 중심축선으로부터 떨어져 있는 위치를 지나 연장되도록 설치되어 있는 와류형 유량조절밸브.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 출구유로는, 상기 출구유로 축선이 상기 와실 중심축선 상에 연장되도록 설치되어 있는 와류형 유량조절밸브.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 출구유로는, 상기 출구유로 축선이 상기 와실 중심축선으로부터 상기 입구유로 중심축선을 향해 편위된 위치를 지나 연장되도록 설치되어 있는 와류형 유량조절밸브.

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 돌출부가 상기 출구유로 중심축선으로부터 편위된 위치에 설치되어 있는 와류형 유량조절밸브.

청구항 9

제5항에 있어서, 상기 돌출부는, 원형 단면 또는 타원형 단면을 가지고 있는 와류형 유량조절밸브.

청구항 10

제5항에 있어서, 상기 구동부는, 상기 돌출부를 구동하여 상기 와실 내로의 상기 돌출부의 돌출 길이를 변화시

키는 와류형 유량조절밸브.

청구항 11

제5항에 있어서, 상기 돌출부가 상기 제2 단벽에 설치되어 있는 와류형 유량조절밸브.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 제2 단벽이 다이어프램으로 이루어지고, 상기 돌출부가 상기 다이어프램에 부착되며, 상기 구동부가 상기 다이어프램을 통해 상기 돌출부를 구동하는 와류형 유량조절밸브.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 화학 공장, 반도체 제조 분야, 액정 제조 분야, 식품 분야 등의 각종 산업분야에 있어서의 유체수송 배관에 사용되는 유량조절밸브에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 각종 산업분야에 있어서 유량조절 용도에는 니들밸브를 사용하는 것이 일반적이다. 예를 들면 특허문헌 1에 기재되어 있듯이, 니들밸브는, 관통공을 가지는 밸브 시트에 니들로 불리는 밸브 몸체의 테이퍼형 첨단부를 삽입하고, 밸브 시트에 대해서 니들 첨단부의 주위면을 접근, 이반(接近離反)시켜 니들과 밸브 시트의 간극을 변화시킴으로써, 니들과 밸브 시트의 간극을 유통하는 유체의 유량을 조절한다. 유량의 미세 조절을 가능하게 하기 위해 니들밸브에서는 니들과 밸브 시트의 간극이 다른 유로와 비교해 좁게 되어 있다. 특히, 니들밸브 사용 유량 범위의 하한 부근에서는 니들과 밸브 시트의 간극이 매우 좁게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 일본특허 제5144880호 공보
 (특허문헌 0002) 특허문헌 2: 일본실용신안 공개 제59-5209호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 전술한 것처럼 니들밸브에서는, 니들과 밸브 시트의 간극이 좁고, 특히 니들밸브 사용 유량 범위의 하한 부근에서는 니들과 밸브 시트의 간극이 매우 좁다. 이 때문에, 니들과 밸브 시트의 동축성이 좋지 않으면, 저유량(低流量)으로 조절할 때, 본래는 접촉하지 않아야 할 니들과 밸브 시트가 접촉하여 슬라이딩하여, 니들 및 밸브 시트의 마모가 발생하는 경우가 있다. 이러한 마모가 생기면, 니들과 밸브 시트의 간극 즉 니들밸브의 개방도와 유량의 관계가 변화하여, 정확한 유량으로의 조절이 어려워진다. 또한, 마모에 의해 발생한 입자가 유체 중에 혼입한다. 이러한 유체 중으로의 입자 혼입은 특히 반도체 제조 분야에서는 큰 문제가 된다. 전동(電動) 액추에이터를 이용해 니들을 구동하여, 피드백 제어 등에 의해 빈번하게 유량조절을 실시하는 경우에는, 니들을 항상 왕복 운동시키게 되기 때문에, 이러한 문제가 특히 현저하게 된다. 또한, 니들밸브의 개방도와 유량의 관계가 변하면 피드백 제어 등의 제어 파라미터를 재조정해야 한다. 이러한 경우 실질적으로 수명을 다해 교환되는 경우가 많아 유지비용이 증가하게 된다.

[0005] 밸브 몸체와 밸브 시트의 슬라이딩이 발생하는 것을 방지하는 방법으로는, 예를 들어 특허문헌 2에 개시되어 있는 바와 같이, 선회류를 이용한 볼텍스형(渦卷型) 유체소자를 이용하는 방법이 있다. 특허문헌 2에 개시된 볼텍스형 유체소자는 중심부에 출력구를 갖는 와실과, 이 와실의 외주부에 이어 설치되고, 입력구로부터의 유체를 출력구를 향해 방향 조절하는 입력 노즐과, 이 입력 노즐로부터 분출되는 유체를, 와실로의 출구 근방에 있어서, 와실 내에서 와류로 하는 제어류를 분출하는 제어 노즐로 이루어져 있어, 간섭 영역에서 제어 노즐로부터 분출되는 제어류를 입력 노즐에서 분출되는 분사류에 충돌, 편향시켜 와실 내에 와류를 발생시킨다. 와류를

발생시킴으로써, 간섭 영역과 출력구 사이에 압력차를 발생시켜 유량 저항을 크게 함으로써 출력 유량을 제어한다. 그러나 이러한 볼텍스형 유체 소자는 밸브 몸체와 밸브 시트의 접촉은 발생하지 않지만, 유량 제어를 위해서는 제어 노즐에서 분사되는 제어류의 유량 조절이 필요하다. 따라서 제어류의 유량 조절에 대해 유량조절밸브가 필요하게 되고, 결국 제어류에 입자가 혼입될 우려가 남는다.

[0006] 따라서, 본 발명의 목적은, 종래 기술에 존재하는 문제를 해결하여, 제어 대상이 되는 유체에 접하는 영역 내에서, 밸브 몸체와 밸브 시트의 접촉이 발생하지 않는 유량조절밸브를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은, 상기 목적을 감안하여, 통형상의 둘레측벽(周側壁)과 상기 둘레측벽의 양단에 설치되고 서로 대향하는 제1 단벽 및 제2 단벽에 의해 규정되는 와실과, 입구유로 중심축선을 따라 연장되며 상기 둘레측벽에 개구되는 입구유로와, 출구유로 중심축선을 따라 연장되며 상기 제1 단벽에 개구되는 출구유로를 구비하며, 상기 입구유로로부터 유입하는 유체가 상기 와실 내에서 와류를 이루어 상기 출구유로로부터 유출하는 와류형 유량조절밸브로서, 상기 입구유로는, 상기 입구유로 중심축선이 상기 제1 단벽의 중심과 상기 제2 단벽의 중심을 연결하는 와실 중심축선으로부터 떨어져 있는 위치를 통과하도록 설치되어 있고, 상기 와류형 유량조절밸브는, 상기 제1 단벽 및 상기 제2 단벽의 일방으로부터 상기 와실 내로 돌출되는 돌출부와, 상기 와실 내에서 상기 제1 단벽 및 상기 제2 단벽의 타방에 대하여 상기 돌출부를 접근, 이반시키는 구동부를 더 구비하며, 상기 돌출부의 이동에 의해 상기 출구유로로부터 유출되는 유체의 유량을 조절하도록 한 와류형 유량조절밸브를 제공한다.

[0008] 상기 와류형 유량조절밸브에서는, 통형상의 둘레측벽과 그 양단에 설치되어 서로 대향하는 제1 단벽 및 제2 단벽에 의해 와실이 규정되고, 둘레측벽에 개구되는 입구유로의 입구유로 중심축선이 와실의 제1 단벽의 중심과 제2 단벽의 중심을 연결하는 와실 중심축선으로부터 떨어져 있는 위치를 통과하도록 입구유로가 설치되어 있고, 제1 단벽에 출구유로가 개구되어 있다. 따라서 입구유로에서 유입되는 유체는, 와실 내에서 선회류가 되어 소용돌이 형태로 흐른 뒤 출구유로로부터 유출된다. 그 결과, 입구유로에서 유입되어 출구유로에서 유출될 때까지의 선회류의 길이(즉, 와류의 유선(流線)의 길이)에 따라 압력 손실이 발생한다. 또한, 선회류(와류)는 와실 내로 돌출되도록 제1 단벽 및 제2단벽의 일방에 설치된 돌출부에 충돌하고, 돌출부에 충돌한 선회류의 일부가 출구유로를 향해 단축(shortcut)하여 흐른다. 돌출부가 제1 단벽 및 제2 단벽의 타방에 접근하면, 돌출부 상부와 제1 단벽 및 제2 단벽의 타방과의 간극이 감소하여 돌출부와 충돌하는 선회류의 비율이 증가하기 때문에, 출구유로를 향해 단축하여 흐르는 선회류의 비율이 증가한다. 반대로, 제1 단벽 및 제2 단벽의 타방에 대해 돌출부가 이반하면, 돌출부 상부와 제1 단벽 및 제2 단벽의 타방과의 간극이 증가하여 돌출부와 충돌하지 않고 간극을 통과하는 선회류의 비율이 증가하므로, 출구유로를 향해 단축하여 흐르는 선회류의 비율이 감소한다. 전술한 바와 같이, 와실 내에서 입구유로로부터 출구유로로 흐르는 동안 발생하는 유체의 압력 손실은, 입구유로에서 유입되어 출구유로로 유출될 때까지의 선회류(와류)의 유선의 길이에 비례한다. 따라서, 돌출부에 충돌하여 출구유로를 향해 단축하여 흐르는 선회류의 비율이 증가하면, 입구유로에서 출구유로로의 선회류 유선의 길이가 전체적으로 감소하여 압력 손실이 감소하고, 출구유로에서 유출되는 유량이 증가한다. 한편, 돌출부에 충돌하여 출구유로를 향해 단축하여 흐르는 선회류의 비율이 감소하면, 입구유로에서 출구유로로 향하는 선회류의 유선 길이가 전체적으로 증가하여 압력 손실이 증가하고, 출구유로에서 유출되는 유량이 감소한다. 이러한 특성을 이용하여 구동부를 이용하여, 제1 단벽 및 제2 단벽의 일측에 설치된 돌출부를 제1 단벽 및 제2 단벽의 타측으로 접근, 이반시킴으로써, 출구유로에서 유출되는 유체의 유량을 조절할 수 있다.

[0009] 상기 와류형 유량조절밸브에서는, 상기 돌출부가 상기 와실 중심축선으로부터 편심된 위치에 설치되어 있는 것이 바람직하다. 와실 내에서는 와실의 중심이 와류의 중심이 된다. 따라서, 돌출부를 이와 같이 배치함으로써, 와실 내의 선회류(와류)가 돌출부에 충돌하기 쉽다.

[0010] 상기 돌출부는 적어도 일부가 상기 와실 내로의 상기 입구유로의 연장 상에 겹치도록 설치되어 있는 것이 더욱 바람직하다. 입구유로의 연장 상에 겹치도록 돌출부가 배치되면, 입구유로에서 와실 내로 유입되는 유체가 확실하게 돌출부에 충돌하기 때문에, 전술한 효과를 얻기 쉬워진다.

[0011] 또한, 상기 제1 단벽 및 상기 제2 단벽이 원형상 또는 타원형상인 것이 바람직하다. 이 경우, 와실 중심축선에 수직인 와실의 단면, 즉 와실의 둘레측벽도 마찬가지로 원형상 또는 타원형상이 되므로, 유체가 둘레측벽을 따라 흐르면서 와류가 원활하게 발생하기 쉽다.

[0012] 한 실시형태로서, 상기 출구유로는, 상기 출구유로 중심축선이 상기 입구유로 중심축선으로부터 떨어져 있는 위치를 통해 연장되도록 설치되어도 된다.

- [0013] 다른 실시형태로서, 상기 출구유로는, 상기 출구유로 중심축선이 상기 와실 중심축선 상으로 연장되도록 설치되어도 된다.
- [0014] 상기 출구유로는, 상기 출구유로 축선이 상기 와실 중심축선으로부터 상기 입구유로 중심축선을 향해 편위된 위치를 통해 연장되도록 설치되어도 된다.
- [0015] 상기 돌출부가 상기 출구유로 중심축선으로부터 편위된 위치에 설치되어도 된다.
- [0016] 상기 돌출부는, 원형 단면 또는 타원형 단면을 가지도록 할 수 있다.
- [0017] 상기 구동부는, 상기 돌출부를 구동하여 상기 와실 내로의 상기 돌출부의 돌출 길이를 변화시키도록 하여도 된다.
- [0018] 또한, 상기 돌출부는 상기 제2 단벽에 설치되어도 된다. 이 경우, 상기 제1 단벽은 다이어프램으로 구성되고, 상기 돌출부는 상기 다이어프램에 결합되며, 상기 구동부는 상기 다이어프램을 통해 상기 돌출부를 구동할 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 따르면, 와실 내에 와류를 발생시키고, 돌출부를 설치한 일측 단벽과 대향하는 타측 단벽에 대해 돌출부를 이동시켜 돌출부와 충돌하는 선회류의 비율을 변화시킴으로써, 돌출부에 충돌하여 출구유로를 향해 단축하여 흐르는 선회류의 비율이 변화하여, 입구유로에서 출구유로로 향하는 선회류의 유선의 길이가 전체적으로 증감한다. 이러한 특성을 이용하여 구동부를 이용하여, 제1 단벽 및 제2 단벽의 일측에 설치된 돌출부를 제1 단벽 및 제2 단벽의 타측에 접근, 이반시킴으로써 출구유로에서 유출되는 유체의 유량을 조절하는 것이 가능하여, 제어 대상 유체와 접하는 영역 내에 밸브 몸체 및 밸브 시트를 설치할 필요가 없어지고, 밸브 몸체와 밸브 시트의 접촉부를 없앨 수 있다. 따라서 밸브 몸체 및 밸브 시트의 마모로 인한 유량 제어를 위한 파라미터 재설정 필요하지 않게 되며, 유체 내 입자의 혼입도 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] [도 1]내부가 보이도록 일부를 과단하여, 본 발명 제1 실시형태에 의한 와류형 유량조절밸브의 전체 구성을 나타내는 부분 과단 사시도이다.
- [도 2]도 1에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브를 도 1의 위쪽으로부터 본 평면도이다.
- [도 3]도 1에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브를 도 1의 옆쪽으로부터 본 측면도이다.
- [도 4]도 1에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브의 와실 내 흐름을 모식적으로 나타낸 설명도이다.
- [도 5]도 1에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브의 와실에서의 흐름을 도 1의 측면에서 바라보아 모식적으로 나타낸 설명도이다.
- [도 6]도 1에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브의 와실 내에서 돌출부가 돌출되지 않은 상태에서의 흐름을 모식적으로 나타낸 설명도이다.
- [도 7] 도 1에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브의 와실 내에서 돌출부가 약간 돌출된 상태에서의 흐름을 모식적으로 나타낸 설명도이다.
- [도 8]도 1에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브의 와실 내에서 돌출부가 도 7보다 더 돌출된 상태에서의 흐름을 모식적으로 나타낸 설명도이다.
- [도 9]본 발명의 제2 실시형태에 따른 와류형 유량조절밸브를 나타내는 측면도이다.
- [도 10a]실험에 사용한 와류형 유량조절밸브의 구성 및 치수를 설명하기 위한 설명도로서, 위쪽 단벽(제2 단벽)을 제거한 와류형 유량조절밸브를 위쪽으로부터 본 상태를 나타내고 있다.
- [도 10b]실험에 사용한 와류형 유량조절밸브의 구성 및 치수를 설명하기 위한 설명도로서, 와류형 유량조절밸브를 옆쪽으로부터 본 상태를 나타내고 있다.
- [도 11]실험에 사용한 와류형 유량조절밸브, 측정기기 및 조절기기의 배치를 나타낸 배관도이다.
- [도 12]도 10a 및 도 10b에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브를 사용한 실험으로 얻어진, 상류 압력과 하류

압력의 차압을 변화시켰을 때 돌출부 길이와 유량의 관계를 측정한 결과를 도시한 그래프이다.

[도 13] 수치 시뮬레이션에서 와류형 유량조절밸브의 돌출부 및 출구유로 위치의 정의를 설명하기 위한 설명도로서, 상부 단벽(제2 단벽)을 제거한 와류형 유량조절밸브를 위쪽에서 본 상태를 나타내고 있다.

[도 14] 도 13에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브를 사용한 수치 시뮬레이션을 통해 얻어진, 돌출부의 위치와 돌출부의 길이를 0.5mm에서 3.5mm까지 변화시켰을 때의 유량차(ΔQ)(출구유로로부터의 유량 변화량)와의 관계를 도시한 그래프이다.

[도 15] 도 13에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브를 사용한 수치 시뮬레이션에서, 돌출부가 각도 위치 90° 에서 와실 중심으로부터 각각 3.5mm, 5.5mm 및 7.5mm만큼 편위된 위치에 배치된 경우의 돌출부 길이와 유량(Q)(출구유로로부터 나오는 유량)과의 관계를 도시한 꺾은선그래프이다.

[도 16] 도 13에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브를 사용한 수치 시뮬레이션에서, 돌출부가 각각 3.5mm, 5.5mm, 7.5mm만큼 각도 위치 180° 에서 와실 중심으로부터 편위된 위치에 배치된 경우의 돌출부 길이와 유량(Q)의 관계를 도시한 꺾은선그래프이다.

[도 17a] 도 13에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브를 이용한 수치 시뮬레이션에서 사용한 와류형 유량조절밸브의 돌출부를 설명하기 위한 설명도로서, 원형 단면 형상(형상 1)을 갖는 돌출부를 나타내고 있다.

[도 17b] 도 13에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브를 이용한 수치 시뮬레이션에서 사용한 와류형 유량조절밸브의 돌출부를 설명하기 위한 설명도로서, 마름모형 단면 형상(형상 2)을 갖는 돌출부를 나타내고 있다.

[도 17c] 도 13에 도시된 와류형 유량조절밸브를 이용한 수치 시뮬레이션에서 사용한 와류형 유량조절밸브의 돌출부를 설명하기 위한 설명도로서, 직사각형 단면 형상(형상 3)을 갖는 돌출부를 나타내고 있다.

[도 18] 도 13에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브를 사용한 수치 시뮬레이션에서, 형상 1의 단면을 가진 돌출부가 각도 위치 90° 에서 와실 중심으로부터 3.5mm만큼 편위된 위치에 배치되어 있는 조건에서, 돌출부의 각 형상에 대해 돌출부 길이를 0.5mm에서 3.5mm까지 변화시켰을 때의 유량차(ΔQ)를 비교하여 나타낸 막대그래프이다.

[도 19] 도 13에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브를 사용한 수치 시뮬레이션에서, 돌출부가 각도 위치 90° 에서 와실 중심으로부터 7.5mm만큼 편위된 위치에 배치되어 있는 조건에서, 돌출부의 각 형상에 대해 돌출부 길이를 0.5mm에서 3.5mm까지 변화시켰을 때의 유량차(ΔQ)를 비교하여 나타낸 막대그래프이다.

[도 20] 도 13에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브를 사용한 수치 시뮬레이션에서, 형상 3의 단면을 가진 돌출부가 각도 위치 90° 에서 와실 중심으로부터 각각 3.5mm, 5.5mm 및 7.5mm만큼 편위된 위치에 배치되어 있는 경우의 돌출부 길이와 유량(Q)과의 관계를 도시한 꺾은선그래프이다.

[도 21] 도 13에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브를 사용한 수치 시뮬레이션에서, 형상 1의 단면을 갖는 돌출부가 와실 중심에 배치되어 있는 조건 하에서 와실 중심에 대한 입구유로의 위치를 변화시켰을 때, 각 입구유로의 위치에 있어서 돌출부의 길이를 0.5mm에서 3.5mm까지 변화시켰을 때의 유량차(ΔQ)를 비교하여 나타낸 막대그래프이다.

[도 22] 도 13에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브를 이용한 수치 시뮬레이션에서, 형상 1의 단면을 갖는 돌출부가 각도 위치 90° 에서 와실 중심으로부터 5.5mm만큼 편위된 위치에 배치되어 있는 조건에서 와실 중심에 대한 입구유로의 위치를 변화시켰을 때, 각 입구유로의 위치에 있어서 돌출부 길이를 0.5mm에서 3.5mm까지 변화시켰을 때의 유량차(ΔQ)를 비교하여 나타낸 막대그래프이다.

[도 23] 도 13에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브를 이용한 수치 시뮬레이션에서, 형상 1의 단면을 갖는 돌출부가 각도 위치 90° 에서 와실 중심으로부터 7.5mm만큼 편위된 위치에 배치되어 있는 조건에서 와실 중심에 대한 입구유로의 위치를 변화시켰을 때, 각 입구유로의 위치에 대해 돌출부 길이를 0.5mm에서 3.5mm까지 변화시켰을 때의 유량차(ΔQ)를 비교하여 나타낸 막대그래프이다.

[도 24] 도 13에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브를 이용한 수치 시뮬레이션에서, 형상 1의 단면을 갖는 돌출부가 각도 위치 90° 에서 와실 중심으로부터 7.5mm만큼 편위된 위치에 배치되어 있는 조건에서 각도 위치 90° 에서 와실 중심을 기준으로 출구유로의 위치(거리)를 변화시켰을 경우에, 각 출구유로의 위치에 대해 돌출부 길이를 0.5mm에서 3.5mm까지 변화시켰을 때의 유량차(ΔQ)를 비교하여 나타낸 막대그래프이다.

[도 25]도 13에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브를 이용한 수치 시뮬레이션에서, 형상 1의 단면을 갖는 돌출부가 각도 위치 90° 에서 와실 중심으로부터 7.5mm만큼 편위된 위치에 배치되어 있는 조건에서 각도 위치 180° 에서 와실 중심을 기준으로 출구유로의 위치(거리)를 변화시킨 경우, 각 출구유로의 위치에 있어서 돌출부 길이를 0.5mm에서 3.5mm까지 변화시켰을 때의 유량차(ΔQ)를 비교한 막대그래프이다.

[도 26]도 13에 도시되어 있는 와류형 유량조절밸브를 이용한 수치 시뮬레이션에서, 형상 1의 단면을 갖는 돌출부가 각도 위치 90° 에서 와실 중심으로부터 7.5mm만큼 편위된 위치에 배치되어 있는 조건에서 각도 위치 90° 에서 와실 중심에 대한 출구유로의 위치(거리)를 각각 0mm, 0.25mm, 0.5mm, 1mm, 2mm로 변화시켰을 때의 돌출 길이와 유량(Q)의 관계를 나타낸 꺾은선그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 도면을 참조하여 본 발명에 의한 와류형 유량조절밸브의 실시형태를 설명한다.
- [0022] 먼저, 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 발명에 의한 와류형 유량조절밸브(11)의 전체 구성을 설명한다.
- [0023] 와류형 유량조절밸브(11)는 중심축선을 따라 연장되는 통형상의 돌레측벽(13)과, 돌레측벽(13)의 중심축선 방향 양단에 서로 대향하도록 설치된 제1 단벽(15) 및 제2 단벽(17)과, 입구유로(19)와, 출구유로(21)와, 돌출부(23)와, 돌출부(23)를 구동하는 구동부(25)를 구비한다. 제1 단벽(15)과 제2 단벽(17)은 동일한 형상을 가지며, 돌레측벽(13)의 중심축선 방향의 단부를 폐쇄하도록 설치되어 있고, 돌레측벽(13)과 제1 단벽(15)과 제2 단벽(17)에 의해 둘러싸인 공간이 와실(27)을 구성하고 있다. 제1 단벽(15)의 중심과 제2 단벽(17)의 중심을 연결하도록 연장되는 와실 중심축선(0)은 돌레측벽(13)의 중심축선과 일치되어 있다. 또한, 본 명세서에서, 제1 단벽(15)의 중심 및 제2 단벽(17)의 중심이란 각각 제1 단벽(15) 및 제2 단벽(17)의 무게중심 위치를 의미한다. 도시된 실시형태에서는, 제1 단벽(15) 및 제2 단벽(17)은 원형상이고 돌레측벽(13)은 원통형상으로 되어 있다. 그러나, 제1 단벽(15) 및 제2 단벽(17)의 형상은 원형상으로 한정되지 않고, 와실(27) 내에 와류를 발생시킬 수 있으면, 타원형상, 삼각형상이나 사각형상과 같은 다각형 등 임의의 형상으로 할 수 있다.
- [0024] 입구유로(19)는, 와실 중심축선(0)과 수직인 입구유로 중심축선(P1)을 따라 연장되며, 돌레측벽(13)에 개구되어 있다. 입구유로 중심축선(P1)은 입구유로(19) 단면의 중심을 통과하도록 연장되어 있다. 또한, 출구유로(21)는, 와실(27)로부터 외부로 와실 중심축선(0)과 평행한 출구유로 중심축선(P2)을 따라 연장되어 있고, 와실(27)의 제1 단벽(15)에 개구되어 있다. 출구유로 중심축선(P2)은 출구유로(21) 단면의 중심을 통과하도록 연장된다. 도시된 실시형태에서는, 입구유로(19)와 출구유로(21)는 모두 원형 단면 형상을 가지는 원형 관으로 구성된다. 그러나, 입구유로(19) 및 출구유로(21)의 단면은 원형에 한정되지 않고, 타원형상이나 사각형상과 같은 다각형상으로 할 수도 있다. 또한, 도시된 실시형태에서는, 입구유로(19)는 직선형상의 원형관으로 구성되어 있으나, 와실(27) 내로 유체를 유입시킬 수 있다면, 노즐형상 등 다른 형상으로 하여도 된다.
- [0025] 입구유로(19)는, 입구유로 중심축선(P1)이 와실 중심축선(0)에서 떨어져 있는 편심 위치를 통과하도록 설치되어 있다. 따라서, 입구유로(19)에서 유입된 유체는, 와실(27) 내에서 돌레측벽(13)에 부딪혀 돌레측벽(13)을 따라 흐르면서 선회류를 발생시키고, 와류가 되어 출구유로(21)로 향하여 출구유로(21)에서 유출된다. 입구유로(19)는, 선회류가 발생하기 쉽도록 하기 위해, 입구유로(19)에서 와실(27) 내로 유입되는 유체가 돌레측벽(13)을 따라 흐르도록 설치되어 있는 것이 바람직하다. 한편, 출구유로(21)는, 입구유로(19)로부터 와실(27) 내로 유입된 유체가 와류를 발생시킨 후 출구유로(21)로부터 유출될 수 있도록 되어 있으면, 제1 단벽(15)의 임의의 위치에 설치될 수 있다. 즉, 출구유로(21)는, 입구유로(19)로부터 와실(27) 내로 유입된 유체가 그대로 출구유로(21)로부터 유출되지 않도록, 출구유로 중심축선(P2)이 입구유로 중심축선(P1)으로부터 떨어져 있는 위치를 통해 연장되도록 설치되어 있으면 된다.
- [0026] 도시되어 있는 실시형태에서는, 입구유로(19)는, 원통형상 돌레측벽(13)의 접선 방향으로 연장되어 입구유로 중심축선(P1)이 접선과 평행하도록 돌레측벽(13)에 접촉되어 있어, 유체가 입구유로(19)에서 와실(27) 내로 돌레측벽(13)에 대해 실질적으로 접선 방향으로 유입되도록 되어 있다. 또한, 출구유로(21)는, 제1 단벽(15)에 개구되고, 출구유로 중심축선(P2)이 제1 단벽(15)의 중심을 통과하도록, 즉 출구유로 중심축선(P2)이 와실 중심축선(0) 상으로 연장되도록 설치되어 있다. 이러한 구성에 의해, 입구유로(19)에서 유입된 유체가 와실(27) 내에서 돌레측벽(13)을 따라 흐르면서 선회류를 발생시키고, 점차 중앙부에 가까워지면서 소용돌이 형상으로 출구유로(21)를 향해 흐르도록 되어 있다.
- [0027] 돌출부(23)는, 제1 단벽(15)을 향해 와실(27) 내로 돌출되도록 제2 단벽(17)에 설치되어 있으며, 구동부(25)에 의해 구동되어 와실(27) 내에서 와실 중심축선(0)과 평행하게 연장되는 이동축을 따라 이동 가능하게 되어

있다. 구동부(25)에 의해 돌출부(23)를 와실(27) 내에서 이동시킴으로써, 제2 단벽(17)으로부터 연장되는 돌출부(23)의 상부(頂部)와 이에 대항하는 제1 단벽(15) 사이의 거리(즉, 간극)를 변화시킬 수 있다. 도시된 실시형태에서는, 와실(27) 내로의 돌출부(23)의 돌출 길이를 변화시킬 수 있는 실린더 기구가 구동부(25)로서 사용되고 있다. 그러나, 구동부(25)는 실린더 기구에 한정되지 않고, 와실(27) 내에서 돌출부(23)를 이동시켜 제2 단벽(17)으로부터 연장되는 돌출부(23)의 상부와 이에 대항하는 제1 단벽(15) 사이의 거리(즉, 간극)를 변화시킬 수 있다면, 예를 들어 전동 액추에이터 등 다른 적절한 기구를 사용할 수 있다. 또한, 구동부는 수동식, 공기 구동식, 전동식 등 다양한 구동 방식을 채택할 수 있다.

[0028] 돌출부(23)는 기둥 형상이며, 이동축선에 수직인 돌출부(23)의 단면은 임의의 형상일 수 있다. 돌출부(23)의 단면은 예를 들어 원형상, 타원형상, 사각형상, 삼각형상, 마름모형상 등의 다각형상이나 관상일 수 있다. 도시된 실시형태에서, 돌출부(23)는 원형 단면을 갖는 원주형상으로 이루어져 있다. 또한, 돌출부(23)는 원추형상, 다각추형상(多角錘形狀)으로 할 수도 있으며, 기둥형상이나 추형상(錘形狀)의 둘레측면에 단차나 홈이 설치되어도 된다.

[0029] 돌출부(23)는, 입구유로(19)로부터 와실(27) 내로 유입된 유체의 선회류가 보다 빠르게 돌출부(23)에 충돌하도록, 적어도 돌출부(23)의 일부가 와실(27) 내로의 입구유로(19)의 연장선상에 겹치도록 배치되는 것이 바람직하다. 그러나, 와실(27) 내에서는 전술한 바와 같이 와류가 발생하기 때문에, 돌출부(23)의 이동축선이 출구유로 중심축선(P2) 상에서 연장되도록 설치되어 있지 않으면, 즉 돌출부(23)가 출구유로(21)와 대항하는 위치에 설치되어 있지 않으면, 와실(27) 내에서 와류와 충돌하게 된다. 따라서, 출구유로(21)와 대항하는 위치로부터 편위된 위치라면 특별히 돌출부(23)의 위치는 한정되지 않는다.

[0030] 다음으로, 도 4 내지 도 8을 참조하여 본 발명의 와류형 유량조절밸브(11)의 작용을 설명한다.

[0031] 전술한 바와 같이, 입구유로(19)는, 입구유로 중심축선(P1)이 와실 중심축선(O)으로부터 떨어져 있는 편심 위치를 통과하도록 설치되어 있다. 따라서, 돌출부(23)가 와실(27) 내로 돌출되어 있지 않은 경우, 도 6에 도시된 바와 같이, 입구유로(19)로부터 유입된 유체는 와실(27) 내에서 선회류를 일으켜 소용돌이치면서 출구유로(21)로 향하고, 출구유로(21)로부터 유출된다. 한편, 돌출부(23)가 와실(27) 내로 돌출되어 있는 경우에는, 돌출부(23)의 상부와 제1 단벽(15)의 간극을 통해 흐를 수 있는 유체는, 도 4 및 도 5의 유선(流線, 29)에 도시된 바와 같이 그대로 선회를 계속하며 와류를 유지한다. 또한, 유선 상에 돌출부(23)가 있는 유체는, 도 4 및 도 5의 유선(31)에 도시된 바와 같이, 돌출부(23)의 외주면과 둘레측벽(13)의 간극을 통해 흐른 뒤 돌출부(23)의 둘레면을 따라 안쪽으로 크게 휘어져 흐르거나, 도 4 및 도 5의 유선(33)에 도시된 바와 같이 돌출부(23)의 내측 외주면을 따라 흐르고 돌출부(23)를 회피한 뒤 안쪽으로 크게 휘어져 흘러 출구유로(21)로 단축하여 흐른다. 입구유로(19)로부터 와실(27) 내로 유입되어 와류가 되어 출구유로(21)를 향하고 출구유로(21)에서 유출되는 유체는 흘러간 거리에 따른 압력 손실을 발생시킨다. 따라서 전술한 바와 같이 돌출부(23)에 의해 유체가 단축하여 흐르게 되면, 와실(27) 내에서 입구유로(19)로부터 출구유로(21)까지의 유선 길이가 짧아져 압력 손실이 감소한다. 그 결과, 유량이 증가하게 된다.

[0032] 돌출부(23)의 상부를 제1 단벽(15)에 접근시키는 방향으로 돌출부(23)를 이동시켜 돌출부(23)의 상부와 제1 단벽(15)의 간극을 감소시키면, 출구유로(21)로 단축하여 흐르는 유체의 비율이 증가하여, 전체적으로 입구유로(19)로부터 출구유로(21)로 흐르는 유체의 압력 손실이 감소하고 출구유로(21)에서 유출되는 유체의 유량이 증가한다. 즉, 도 8에 도시된 바와 같이 돌출부(23)의 상부를 제1 단벽(15)에 접근시키는 방향으로 돌출부(23)를 이동시켜 돌출부(23)의 상부와 제1 단벽(15)의 간극을 감소시킴으로써 출구유로(21)에서 유출되는 유체의 유량을 증가시킬 수 있는 반면, 도 7에 도시된 바와 같이 돌출부(23)의 상부를 제1 단벽(15)으로부터 이격시키는 방향으로 돌출부(23)를 이동시켜 돌출부(23)의 상부와 제1 단벽(15)의 간극을 증가시킴으로써 출구유로(21)에서 유출되는 유체의 유량을 감소시킬 수 있다. 본 발명자는 이와 같이 돌출부(23)의 상부와 제1 단벽(15)의 간극을 변화시키도록 와실(27) 내에서 돌출부(23)를 이동시킴으로써, 대상 유체와 접하는 부위에 접촉부를 설치하지 않고도, 출구유로(21)에서 유출되는 유체의 유량을 조절하여 유량조절밸브로서 기능할 수 있다는 것을 발견하였다.

[0033] 돌출부(23)에 의한 유량조절은, 전술한 바와 같이 입구유로(19)로부터 유입되는 유체가 와실(27) 내에서 와류가 되어 출구유로(21)를 향해 흐르고, 돌출부(23)가 이 와류를 저지하도록 배치되고, 와실(27) 내에서 돌출부(23)를 이동시킴으로써 돌출부(23)가 와류를 저지하는 비율을 변화시킬 수 있다면 가능해진다. 따라서, 와실(27) 내에 와류를 발생시킬 수 있는 한, 와실(27)의 형상, 입구유로(19)와 출구유로(21)의 위치는 한정되지 않으며, 돌출부(23)가 와류를 저지하는 한 돌출부(23)의 위치는 한정되지 않는다. 또한, 돌출부(23)의 단면 형상도 한정되

지 않는다. 즉, 본 발명에 의한 와류형 유량조절밸브(11)는 다양한 구성의 조합이 가능하다.

[0034] 예를 들어, 도 9에 도시된 제2 실시형태의 와류형 유량조절밸브(11')와 같이, 제2 단벽을 다이어프램(17')에 의해 구성하고, 돌출부(23)를 다이어프램(17')에 의해 와실(27) 내에 지지하고, 다이어프램(17')을 구동함으로써, 와실(27) 내에서 돌출부(23)를 이동시켜 돌출부(23)의 상부와 제1 단벽(15)과의 거리를 변화시키도록 하여도 된다. 이 경우 다이어프램(17')은, 제2 단벽으로서 뿐만 아니라 돌출부(23)를 구동하는 구동부로서도 기능한다. 다이어프램(17')은 돌출부(23)를 지지하면서 돌출부(23)를 이동시킬 수 있으면 되므로, 제2 단벽(17)의 일부분을 다이어프램(17')으로 하고, 다이어프램(17')에 의해 와실(27) 내에 돌출부(23)를 지지할 수 있도록 해도 된다. 또한, 도 9에서는 도 1에 도시된 제1 실시형태와 공통적인 구성 요소에는 동일한 도면 부호가 부여되어 있다. 제2 실시형태의 와류형 유량조절밸브(11')의 구성은, 구동부(25) 대신 다이어프램(17')에 의해 돌출부(23)가 와실(27) 내에서 이동하는 것을 제외하고는 제1 실시형태의 와류형 유량조절밸브(11)와 유사하며, 제2 실시형태의 와류형 유량조절밸브(11')의 작용도 제1 실시형태의 와류형 유량조절밸브(11)의 작용과 유사하며, 제1 단벽(15)과 돌출부(23)의 상부와의 거리(간극)를 변화시킴으로써 유량조절이 이루어진다는 점에서도 유사하다. 따라서, 여기서는 구성 및 작용에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0035] [실시예]

[0036] 이하, 도 1에 도시된 제1 실시형태의 와류형 유량조절밸브(11)와 유사한 구성의 와류형 유량조절밸브(11) 대해 실험 또는 수치 시뮬레이션을 통해 얻은, 돌출부(23)의 길이, 돌출부(23)의 위치, 돌출부(23)의 형상, 입구유로(19)의 위치, 출구유로(21)의 위치 등과, 유체의 유량 또는 유량 변화량과의 관계를 설명한다. 아래 설명에서는 설명을 쉽게 하기 위해 실험 또는 수치 시뮬레이션에 사용되는 와류형 유량조절밸브의 각 구성에 대해 와류형 유량조절밸브(11)와 동일한 도면부호를 부여한다.

[0037] 먼저, 실제로 제작된 와류형 유량조절밸브(11)를 이용한 실험을 통해 얻어진 돌출부(23)의 길이와 유체의 유량(Q)의 관계를 설명한다. 도 10a 및 도 10b에 도시된 바와 같이, 실험에 사용된 와류형 유량조절밸브(11)는 와실(27)이 직경 20mm, 높이 4mm의 원통형상을 가지며, 직경 4mm, 길이 15mm의 원통형상 입구유로(19)가 접선방향으로 연장되도록 둘레측벽(13)에 연결되고, 직경 4mm, 길이 10mm인 원관형상의 출구유로(21)가 와실 중심축선(O)을 따라 연장되고 또한 출구유로 중심축선(P2)이 제1 단벽(15)의 중심을 통과하도록 제1 단벽(15)에 접속되어 있다. 또한, 돌출부(23)는 직경 5mm의 원주형상이며, 입구유로(19)의 입구유로 중심축선(P1)과 수직인 방향으로 와실(27)의 중심으로부터 입구유로(19)를 향해 7mm만큼 편위된 위치에 배치되어 있다. 또한, 도 11에 도시된 바와 같이, 와류형 유량조절밸브(11)의 상류에 배치된 압력조절밸브(35)에 의해 와류형 유량조절밸브(11)의 상류 압력(PU) 및 하류 압력(PD)의 차압을 조절하고, 와류형 유량조절밸브(11)의 돌출부(23)의 길이를 변경하면서, 와류형 유량조절밸브(11)의 상류(상세하게는 압력조절밸브(35)의 하류)에 배치된 유량계(37)로 유량을 측정함과 함께, 와류형 유량조절밸브(11)의 상류 및 하류에 각각 설치된 상류압력계(39) 및 하류압력계(41)에 의해 상류 압력(PU) 및 하류압력(PD)을 측정하였다.

[0038] 도 12는 실험으로 얻은 돌출부(23)의 길이(mm)와 유량(Q)(L/분)의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 12에서 기호 「●」는 상류압력(PU)와 하류압력(PD)의 차압이 0.05MPa인 경우, 기호 「▲」는 차압이 0.1MPa인 경우, 기호 「■」는 차압이 0.2MPa인 경우의 돌출부(23)의 길이(mm)와 유량(Q)(L/분)의 관계를 나타낸다. 도 12에서 알 수 있듯이, 어떤 차압 조건에서도 돌출부(23)의 길이와 유량(Q) 사이에 상관관계가 성립하며, 돌출부(23)이 길어질수록 유량(Q)가 커지는 것을 알 수 있다. 따라서 돌출부(23)의 길이를 변화시킴으로써 유량(Q)을 변화시켜, 유량(Q)을 조절, 제어할 수 있음을 확인했다. 또한, 차압이 커질수록 유량(Q)이 커지는 것을 확인했다.

[0039] 다음으로 수치 시뮬레이션(이하, 단순히 시뮬레이션이라고 기재한다)에 의한 해석 결과를 설명한다. 이하의 설명에서 시뮬레이션은 특별한 언급이 없는 한, 와실(27)이 직경 20mm, 높이 4mm인 원통형상을 가지고, 입구유로 중심축선(P1)이 와실(27)의 중심에서 7.5mm 떨어져 있는 위치를 지나고 또한 입구유로(19)의 도면 중 오른쪽 끝이 와실(27)의 중심을 지나고 입구유로 중심축선(P1)과 수직인 선으로부터 15mm만큼 떨어져 위치하도록 직경 4mm의 원통형상 입구유로(19)가 둘레측벽(13)에 접속되고, 직경 4mm, 길이 10mm의 원통형상 출구유로(21)가 와실 중심축선(O)을 따라 연장되고 또한 출구유로 중심축선(P2)이 제1 단벽(15)의 중심을 통과하도록 제1 단벽(15)에 접속되어 있는 조건 하에서 이루어져 있다.

[0040] 먼저, 와실(27)에 있어서 돌출부(23)의 위치가 미치는 영향을 시뮬레이션에 의해 확인하였다. 여기서, 돌출부(23)는 직경 4mm의 원주형상을 갖는 것으로 하고, 그 중심축선이 다양한 각도 위치(0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 270°)에서 와실(27)의 중심으로부터 둘레측벽(13)을 향해 다양한 거리(3.5mm, 5.5mm, 7.5mm)만큼 편위된 위치에 배치되도록 설치되어 있으며, 그 길이를 0.5mm에서 3.5mm의 범위에서 변화시키며 유량(Q)의 변화량

(이하, 「유량차(ΔQ)」라고 기재한다)을 구하였다. 또한, 돌출부(23)의 「각도 위치」는 도 13에 도시된 바와 같이, 입구유로 중심축선(P1)과 평행하고 또한 와실(27)의 중심을 통해 입구유로(19)에 가까운 쪽을 향해 연장되는 축의 방향을 0°로 하고, 와실(27)의 중심으로부터 돌출부(23)의 중심을 통과하도록 연장되는 축선이 와실(27)의 중심 주위로 반시계방향으로 0°의 축에 대하여 이루는 각도로 정의하였다.

[0041] 도 14는 시뮬레이션에서 돌출부(23)의 길이를 0.5mm에서 3.5mm까지 변화시켰을 때 얻어진 돌출부(23)의 각도 위치(°)와 유량차(ΔQ)(L/분)의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 14에서 기호 「■」는 돌출부(23)의 중심축선이 와실(27)의 중심으로부터 3.5mm만큼 편심된 위치에 배치된 경우, 기호 「▲」는 돌출부(23)의 중심축선이 와실(27)의 중심으로부터 5.5mm만큼 편심된 위치에 배치된 경우, 기호 「●」는 돌출부(23)의 중심축선이 와실(27)의 중심으로부터 7.5mm만큼 편심된 위치에 배치된 경우에 대해 돌출부(23)의 각도 위치(°)와 유량차(ΔQ)(L/분)의 관계를 나타낸다.

[0042] 도 14로부터, 입구유로(19)가 돌레측벽(13)의 대략 접선 방향으로 연장되도록 돌레측벽(13)에 접속되고, 출구유로(21)가 와실(27)의 중심으로부터 연장되도록 제1 단벽(15)에 접속되어 있는 조건에서는, 돌출부(23)의 각도 위치 및 돌출부(23)가 와실(27)의 중심으로부터 편심된 거리에 관계없이, 돌출부(23)의 길이를 변화시킴으로써, 유량(Q)을 변화시켜 유량차(ΔQ)를 발생시킬 수 있음을 알 수 있다. 또한, 돌출부(23)가 와실(27)의 중심으로부터 떨어져 설치될수록, 즉 돌출부(23)가 와실(27)의 돌레측벽(13)에 가깝게 설치될수록, 넓은 범위에서의 유량 조절이 가능해지며, 특히 돌출부(23)가 90° 내지 180° 범위의 각도 위치에 설치되어 있을 때, 넓은 범위의 유량 조절이 가능해짐을 알 수 있다. 이는 유체가 입구유로(19)로부터 와실(27)의 돌레측벽(13)을 따라 유입되어 와류가 되는 경우, 돌출부(23)가 돌레측벽(13)에 가까워져, 입구유로(19)에서 유입되는 유체의 와류 시작점에 가깝게 배치될수록, 와류가 출구유로(21)를 향해 단축하여 흐르는 효과를 얻을 수 있기 때문인 것으로 추측된다.

[0043] 도 15 및 도 16은 각각, 시뮬레이션에서 각도 위치 90° 및 180°에 돌출부(23)를 설치하고 돌출부(23)의 길이를 0.5mm에서 3.5mm까지 변화시켰을 때 얻어진 돌출부(23)의 길이(mm)와 유량(L/분)의 관계를 나타낸 꺾은선 그래프이다. 도 15에서 기호 「■」는 돌출부(23)의 중심축선이 각도 위치 90°에서 와실(27)의 중심으로부터 3.5mm만큼 편심된 위치에 배치된 경우, 기호 「▲」는 돌출부(23)의 중심축선이 각도 위치 90°에서 와실(27)의 중심으로부터 5.5mm만큼 편심된 위치에 배치된 경우, 기호 「●」는 돌출부(23)의 중심축선이 각도 위치 90°에서 와실(27)의 중심으로부터 7.5mm만큼 편심된 위치에 배치된 경우의 돌출부(23)의 길이(mm)와 유량(L/분)의 관계를 나타낸다. 또한, 도 16에서 기호 「■」는 돌출부(23)의 중심축선이 각도 위치 180°에서 와실(27)의 중심으로부터 3.5mm만큼 편심된 위치에 배치된 경우, 기호 「▲」는 돌출부(23)의 중심축선이 각도 위치 180°에서 와실(27)의 중심으로부터 5.5mm만큼 편심된 위치에 배치된 경우, 기호 「●」은 돌출부(23)의 중심축선이 각도 위치 180°에서 와실(27)의 중심으로부터 7.5mm만큼 편심된 위치에 배치된 경우의 돌출부(23)의 길이(mm)와 유량(L/분)의 관계를 나타낸다.

[0044] 도 15 및 도 16으로부터, 돌출부(23)가 각도 위치 90°와 각도 위치 180° 중 어느 위치에 설치되어 있는 경우에도, 돌출부(23)의 길이가 길수록, 그리고 돌출부(23)가 와실(27)의 중심에서 멀리 떨어져 설치되어 있을수록, 유량(Q)이 커지는 것을 알 수 있다. 특히, 돌출부(23)가 와실(27)의 중심에서 5.5mm 이상 떨어져 있으면, 돌출부(23)의 길이와 유량(Q)의 상관성이 높게 나타나 있다. 또한, 도면에는 나타나지 않았지만, 돌출부(23)가 각도 위치 0°, 45°, 135° 및 270° 위치에 각각 설치되어 있는 경우에도, 돌출부(23)의 길이가 길어질수록 유량(Q)이 커져 돌출부(23)의 길이와 유량(Q)의 상관성이 있음을 확인하였다. 따라서, 입구유로(19)가 돌레측벽(13)의 대략 접선 방향으로 연장되도록 돌레측벽(13)에 접속되고, 출구유로(21)가 와실(27)의 중심으로부터 연장되도록 제1 단벽(15)에 접속되는 조건 하에서는, 돌출부(23)의 위치에 관계없이, 돌출부(23)의 길이를 변화시킴으로써 유량(Q)을 변화시켜, 유량(Q)을 조절, 제어할 수 있다.

[0045] 다음으로, 돌출부(23) 단면 형상의 영향을 시뮬레이션을 통해 확인하였다. 여기서는 도 17a 내지 도 17c에 나타난 세 가지 단면 형상, 즉 단면 형상 1, 단면 형상 2 및 단면 형상 3을 각각 갖는 돌출부(23)를 사용한 경우에 대해 시뮬레이션을 수행하였다. 단면 형상 1은 도 17a에 도시된 바와 같이 직경 4mm의 원형 형상이고, 단면 형상 2는 도 17b에 도시된 바와 같이 대각선 길이가 4mm인 마름모 형상이며, 단면 형상 3은 도 17c에 도시된 바와 같이 한 변이 4mm인 정사각형 형상이다. 또한, 단면 형상 2의 경우는 와류가 마름모 형상의 모서리에 최초로 닿는 방향으로 돌출부(23)를 배치하고, 단면 형상 3의 경우 와류를 정사각형의 면에서 받는 방향으로 돌출부(23)를 배치하였다.

[0046] 도 18 및 도 19는 각각, 돌출부(23)의 각 단면 형상에 대해, 돌출부(23)의 길이를 0.5mm에서 3.5mm까지 변화시

켰을 때 시뮬레이션으로 얻어진 유량차(ΔQ)(L/분)를 비교하여 나타낸 막대그래프이다. 도 18은 중심축선이 각도 위치 90° 에서 와실(27)의 중심으로부터 3.5mm만큼 편심된 위치에 배치되도록 돌출부(23)가 설치된 경우에 얻어진 결과이고, 도 19는 중심축선이 각도 위치 90° 에서 와실(27)의 중심으로부터 7.5mm만큼 편심된 위치에 배치되도록 돌출부(23)가 설치된 경우에 얻어진 결과이다.

[0047] 도 18 및 도 19로부터, 입구유로(19)가 둘레측벽(13)의 대략 접선 방향으로 연장되도록 둘레측벽(13)에 접속되고, 출구유로(21)가 와실(27)의 중심으로부터 연장되도록 제1 단벽(15)에 접속되어 있는 조건에서는, 돌출부(23)의 단면 형상에 관계없이, 돌출부(23)의 길이를 변화시킴으로써, 유량(Q)을 변화시켜 유량차(ΔQ)를 발생시킬 수 있음을 알 수 있다. 또한, 도면에 도시되지 않은 돌출부(23)가 각도 위치 90° 에서 와실(27)의 중심으로부터 5.5mm만큼 편심된 위치에 배치된 경우의 결과도 포함한 돌출부(23)의 위치에 따른 유량차(ΔQ)의 비교로부터, 돌출부(23)가 와실(27)의 중심으로부터 떨어져 설치되어 있을수록, 즉 돌출부(23)가 와실(27)의 둘레측벽(13)에 가깝게 설치되어 있을수록, 더 넓은 범위에서의 유량조절이 가능함을 알 수 있었다. 이는 전술한 바와 같이, 유체가 입구유로(19)로부터 와실(27)의 둘레측벽(13)을 따라 유입되어 와류가 되는 경우, 돌출부(23)가 둘레측벽(13)에 가깝고, 입구유로(19)로부터 유입되는 유체의 와류 시작점에 가깝게 배치될수록, 와류가 출구유로(21)를 향해 단축하여 흐르는 효과를 얻기 쉽기 때문인 것으로 추측된다. 더욱이, 도시되지 않은 돌출부(23)가 각도 위치 90° 에서 와실(27)의 중심으로부터 5.5mm만큼 편심된 위치에 배치된 경우의 결과도 포함한 돌출부(23)의 위치에 따른 유량차(ΔQ)를 비교한 결과, 형상 1(원형상 단면)보다 형상 2(마름모형상 단면) 쪽이 보다 유량차(ΔQ)가 크게 되고, 형상 2보다 형상 3(직사각형형상 단면) 쪽이 유량차(ΔQ)가 더 크게 되는 것을 알 수 있었다. 이는 원형상 단면의 돌출부(23)보다도, 모서리가 와류에 먼저 닿는 방향으로 마름모형상 단면의 돌출부(23)를 배치한 경우나 면에 와류를 받도록 정사각형 단면의 돌출부(23)를 배치한 경우가, 와류를 출구유로(21)로 향하여 단축하여 흐르게 하는 효과를 더 쉽게 얻을 수 있기 때문인 것으로 추측된다. 또한, 와류가 면에 닿도록 하면, 직사각형이나 판형에서도, 마찬가지로 와류를 출구유로(21)를 향하여 단축하여 흐르게 하여, 유량차(ΔQ)를 크게 하는 효과를 얻을 수 있을 것으로 추측된다.

[0048] 도 20은 시뮬레이션에서 각도 위치 90° 에서 형상 3의 단면을 갖는 돌출부(23)를 설치하고 돌출부(23)의 길이를 0.5mm에서 3.5mm까지 변화시켰을 때 얻어진 돌출부(23)의 길이(mm)와 유량(Q)(L/분)의 관계를 나타낸 꺾은선그래프이다. 도 20에서, 기호 「■」는 돌출부(23)의 중심축선이 각도 위치 90° 에서 와실(27)의 중심으로부터 3.5mm만큼 편심된 위치에 배치된 경우, 기호 「▲」는 돌출부(23)의 중심축선이 각도 위치 90° 에서 와실(27)의 중심으로부터 5.5mm만큼 편심된 위치에 배치된 경우, 기호 「●」는 돌출부(23)의 중심축선이 각도 위치 90° 에서 와실(27)의 중심으로부터 7.5mm만큼 편심된 위치에 배치된 경우의 돌출부(23)의 길이(mm)와 유량(L/분)의 관계를 나타낸다.

[0049] 도 20으로부터, 돌출부(23)의 단면 형상이 직사각형인 경우에도, 돌출부(23)의 단면 형상이 원형인 경우와 마찬가지로, 돌출부(23)의 길이가 길수록, 그리고 돌출부(23)가 와실(27)의 중심으로부터 떨어져 설치되어 있을수록, 유량(Q)이 커지는 것을 알 수 있다. 도면에 도시되지 않았지만, 돌출부(23)의 단면 형상이 마름모형상인 경우에도 마찬가지로, 돌출부(23)의 길이가 길수록, 그리고 돌출부(23)가 와실(27)의 중심으로부터 떨어져 설치되어 있을수록, 유량(Q)이 커지는 것을 알 수 있다. 따라서, 입구유로(19)가 둘레측벽(13)의 대략 접선 방향으로 연장되도록 둘레측벽(13)에 접속되고, 출구유로(21)가 와실(27)의 중심으로부터 연장되도록 제1 단벽(15)에 접속되어 있는 조건 하에서는, 돌출부(23)의 단면 형상에 관계없이, 돌출부(23)의 길이를 변화시킴으로써 유량(Q)을 변화시켜, 유량(Q)을 조절 및 제어할 수 있다.

[0050] 다음으로, 와실(27)에 있어서 입구유로(19)의 위치가 와실(27)에 미치는 영향을 시뮬레이션에 의해 확인하였다. 입구유로(19)의 위치는, 원통형상 와실(27)의 직경과 원통형상 입구유로(19)의 직경과의 차이를 2로 나눈 값에 대한 와실(27)의 중심과 입구유로(19)의 입구유로 중심축선(P1)과의 거리의 비율(%)로 정의하였다. 이는, 입구유로(19)는 그 입구유로 중심축선(P1)이 둘레측벽(13)으로부터 입구유로(19)의 반경만큼 떨어져 있는 위치까지만, 둘레측벽(13)에 가깝게 설치할 수 있기 때문이다. 여기서는, 직경 4mm의 원주형상 돌출부(23)가 각도 위치 90° 에 설치되어 있고, 출구유로(21)가 와실(27)의 중심으로부터 연장되도록 제1 단벽(15)에 접속되어 있는 조건 하에서, 출구유로(21)에 대한 입구유로(19)의 위치가 0%, 25%, 50%, 75%, 94%, 100%인 경우에 대해 시뮬레이션을 수행하였다.

[0051] 도 21 내지 도 23은, 다양한 돌출부(23)의 위치에 대해, 출구유로(21)에 대한 입구유로(19)의 위치를 0%, 25%, 50%, 75%, 94%, 100%로 변화시켰을 때, 돌출부(23)의 길이를 0.5mm에서 3.5mm까지 변화시켜 얻은 유량차(ΔQ)(L/분)를 비교하여 나타낸 막대그래프이다. 도 21은 중심축선이 와실(27)의 중심에 배치되도록 돌출부(23)를 설치한 경우에 얻어진 결과이고, 도 22는 중심축선이 각도 위치 90° 에서 와실(27)의 중심으로부터 5.5mm만큼

편심된 위치에 배치되도록 돌출부(23)가 설치된 경우 얻어진 결과이고, 도 23은 중심축선이 각도 위치 90° 에서 와실(27)의 중심으로부터 7.5mm만큼 편심된 위치에 배치되도록 돌출부(23)가 설치된 경우 얻어진 결과이다. 또한, 도 21부터 도 23에서 흰색 막대그래프는, 돌출부(23)가 짧을 때 유량이 상대적으로 많아지고, 돌출부(23)가 길 때 유량이 상대적으로 적어지는 것을 나타내고, 검은색 막대그래프는, 돌출부(23)가 짧을 때 유량이 상대적으로 적어지고, 돌출부(23)이 길 때 유량이 상대적으로 많아지는 것을 나타내고 있다.

[0052] 도 21 내지 도 23을 참조하면, 출구유로(21)가 와실(27)의 중심으로부터 연장되도록 제1 단벽(15)에 접속되는 조건 하에서는, 돌출부(23)가 와실(27)의 중심으로부터 편심된 위치에 있는 경우, 입구유로(19)의 입구유로 중심축선(P1)이 와실(27)의 중심을 통과할 때(즉, 입구유로(19)의 위치가 0%일 때)를 제외하고, 입구유로(19)의 위치에 관계없이, 돌출부(23)의 길이를 변화시킴으로써 유량(Q)을 변화시켜 현저한 유량차(ΔQ)를 발생시킬 수 있음을 알 수 있다. 이는 입구유로(19)의 입구유로 중심축선(P1)이 와실(27)의 중심을 통과하지 않으면, 입구유로(19)에서 유입된 유체는 와실(27) 내에서 와류를 발생시키기 때문에, 돌출부(23)가 와실(27)의 중심으로부터 편심된 위치에 설치되어 있는 것에 의해, 돌출부(23)에 의해 와류 흐름의 방향을 변화시켜 출구유로(21)로 단축하여 흐르는 효과를 얻게 되기 때문인 것으로 추측된다. 따라서 돌출부(23)의 길이에 의해 유량(Q)을 조절하기 위해서는, 입구유로(19)는 입구유로 중심축선(P1)이 와실(27)의 중심을 통과하지 않도록 설치할 필요가 있다. 한편, 도 21에서 알 수 있듯이, 돌출부(23)가 와실(27)의 중심에 설치되어 있을 때(즉, 돌출부(23)가 90° 의 각도 위치에서 와실(27)의 중심에서 0mm만큼 편심된 위치에 설치되어 있을 때), 돌출부(23)의 위치에 관계없이 돌출부(23)가 길어질수록 유량이 적어진다. 이는, 출구유로(21)가 와실(27)의 중심으로부터 연장되도록 제1 단벽(15)에 접속되어 있는 조건 하에서는, 돌출부(23)가 와실(27)의 중심에 설치되어 있으면, 돌출부(23)가 출구유로(21)와 대향하여 배치되어, 돌출부(23)가 길어질수록 출구유로(21)로 유입되는 유체를 위한 유로 면적을 감소시킬 수 있기 때문인 것으로 추측된다. 와실(27)을 와실 중심축선(O) 방향으로 보았을 때, 돌출부(23)가 출구유로(21)와 일부라도 겹치는 경우에는, 마찬가지로 돌출부(23)가 길어질수록 유량이 적어질 것으로 추측된다.

[0053] 또한, 도 22 및 도 23으로부터, 출구유로(21)가 와실(27)의 중심으로부터 연장되도록 제1 단벽(15)에 접속되어 있는 조건 하에서는, 돌출부(23)가 와실(27)의 중심으로부터 7.5mm만큼 편심된 위치에 설치되어 있을 때, 즉 돌출부(23)가 와실(27)의 둘레측벽(13)에 거의 인접하는 위치에 설치되어 있을 때, 50%에서 100%의 위치에 입구유로(19)를 설치함으로써, 즉 입구유로 중심축선(P1)이 와실(27)의 중심축보다도 둘레측벽(13)측에 가깝게 되도록 입구유로(19)를 설치함으로써, 보다 넓은 범위에서의 유량조절이 가능함을 알 수 있었다. 이는, 돌출부(23)가 와실(27)의 둘레측벽(13) 부근에 설치되어 있고, 또한 입구유로(19)의 입구유로 중심축선(P1)이 와실(27)의 둘레측벽(13) 부근에 위치할 때는, 와류가 단축하여 흐르는 효과가 더 크게 되기 때문인 것으로 추측된다.

[0054] 마지막으로, 와실(27)에 있어서 출구유로(21)의 위치가 미치는 영향을 시뮬레이션에 의해 확인하였다. 출구유로(21)의 위치는, 도 13에 도시된 바와 같이 돌출부(23)의 각도 위치와 동일한 정의의 각도 위치와, 와실(27)의 중심으로부터의 거리(X)로 정의하였다. 예를 들어, 도 13에서 점선으로 표시되어 있는 출구유로(21)의 위치는, 각도 위치 0° 에서 거리(X)의 위치로 나타낸다. 시뮬레이션에서는, 입구유로 중심축선(P1)이 와실(27)의 중심에서 8mm만큼 떨어져 있는 위치에 배치되도록 입구유로(19)가 설치되고, 직경 4mm의 원주 형상 돌출부(23)가 각도 위치 90° 에서 와실(27)의 중심으로부터 7.5mm만큼 편심된 위치에 설치되는 것으로 하였다.

[0055] 도 24 및 도 25는, 서로 다른 출구유로(21)의 각도 위치에 대해 와실(27)의 중심으로부터 출구유로(21)의 거리(X)를 0mm, 0.25mm, 0.5mm, 1mm, 2mm로 변화시켰을 때, 돌출부의 길이를 0.5mm에서 3.5mm까지 변화시켜 얻은 유량차(ΔQ)(L/분)를 비교하여 나타내는 막대그래프이다. 도 24는 출구유로(21)가 각도 위치 90° 에 설치된 경우의 결과이고, 도 25는 출구유로(21)가 각도 위치 180° 에 설치된 경우의 얻어진 결과이다.

[0056] 도 24 및 도 25로부터, 입구유로 중심축선(P1)이 와실(27)의 중심으로부터 8mm만큼 떨어져 있는 위치에 배치되도록 입구유로(19)가 설치되고, 직경 4mm의 원주형상 돌출부(23)가 각도 위치 90° 에서 와실(27) 중심으로부터 7.5mm만큼 편심된 위치에 설치된 조건 하에서는, 출구유로(21)의 위치에 관계없이, 돌출부(23)의 길이를 변화시킴으로써, 유량(Q)을 변화시켜 유량차(ΔQ)를 발생시킬 수 있음을 알 수 있다. 즉, 출구유로(21)에 관계 없이, 돌출부(23)의 길이를 변화시킴으로써 유량(Q)을 조절할 수 있다. 또한, 도면에 도시되어 있지는 않은 출구유로(21)가 각도 위치 0° 및 각도 위치 270° 에서 설치된 경우의 결과를 포함한 출구유로(21)의 위치에 따른 유량차(ΔQ)의 비교로부터, 각도 위치 90° 에서 와실(27)의 중심으로부터 편심된 위치에 출구유로(21)가 설치되어 있으면, 보다 넓은 범위에서 유량조절이 가능함을 알았다. 이는, 돌출부(23)도 각도 위치 90° 에 설치되어 있어, 돌출부(23)에 의해 휘어진 와류가 더 빨리 출구유로(21)에 도달하기가 쉬워져, 와류를 출구유로(21)를 향하여 단축하여 흐르도록 하는 효과를 얻기 쉽게 되기 때문인 것으로 추측된다.

[0057] 도 26은, 시뮬레이션에서 각도 위치 90° 에서 와실(27)의 중심으로부터 편심시켜 출구유로(21)를 설치한 경우에, 돌출부(23)의 길이를 0.5mm에서 3.5mm까지 변화시켰을 때 얻어진 돌출부(23)의 길이(mm)와 유량(Q)(L/분)의 관계를 나타낸 꺾은선그래프이다. 도 26에서, 기호 「●」는 출구유로(21)가 와실(27)의 중심에 설치된 경우, 기호 「■」는 출구유로(21)가 각도 위치 90° 에서 와실(27)의 중심으로부터 0.25mm만큼 편심된 위치에 설치된 경우, 기호 「◆」는 출구유로(21)가 각도 위치 90° 에서 와실(27)의 중심으로부터 0.5mm만큼 편심된 위치에 설치된 경우, 기호 「▲」는 출구유로(21)가 각도 위치 90° 에서 와실(27)의 중심으로부터 1mm만큼 편심된 위치에 설치된 경우, 기호 「*」는 출구유로(21)가 각도 위치 90° 에서 와실(27)의 중심으로부터 2mm만큼 편심된 위치에 설치된 경우에 대한 돌출부(23)의 길이(mm)와 유량(L/분)의 관계를 나타낸다.

[0058] 도 26으로부터, 와실(27)의 중심으로부터 출구유로(21)까지의 거리에 관계없이, 돌출부(23)의 길이가 길어질수록 유량(Q)이 커지는 것을 알 수 있다. 따라서, 입구유로 중심축선(P1)이 와실(27)의 중심으로부터 거리 8mm만큼 떨어져 있는 위치에 배치되도록 입구유로(19)가 설치되고, 직경 4mm의 원주형상 돌출부(23)가 90° 의 각도 위치로 와실(27)의 중심으로부터 거리 7.5mm만큼 편심된 위치에 설치되고, 출구유로(21)가 각도 위치 90° 에 설치되는 조건 하에서는, 와실(27)의 중심으로부터 출구유로(21)의 위치에 관계없이, 돌출부(23)의 길이를 변화시킴으로써 유량(Q)을 조절, 제어할 수 있다. 또한, 도 26으로부터, 출구유로(21)가 와실(27)의 중심으로부터 떨어져 설치되어 있을수록, 유량(Q)이 커지는 것을 알 수 있다. 따라서, 보다 큰 유량을 얻기 위해서는, 출구유로(21)를 와실(27)의 중심으로부터 가능한 멀리 설치하는 것이 바람직하다.

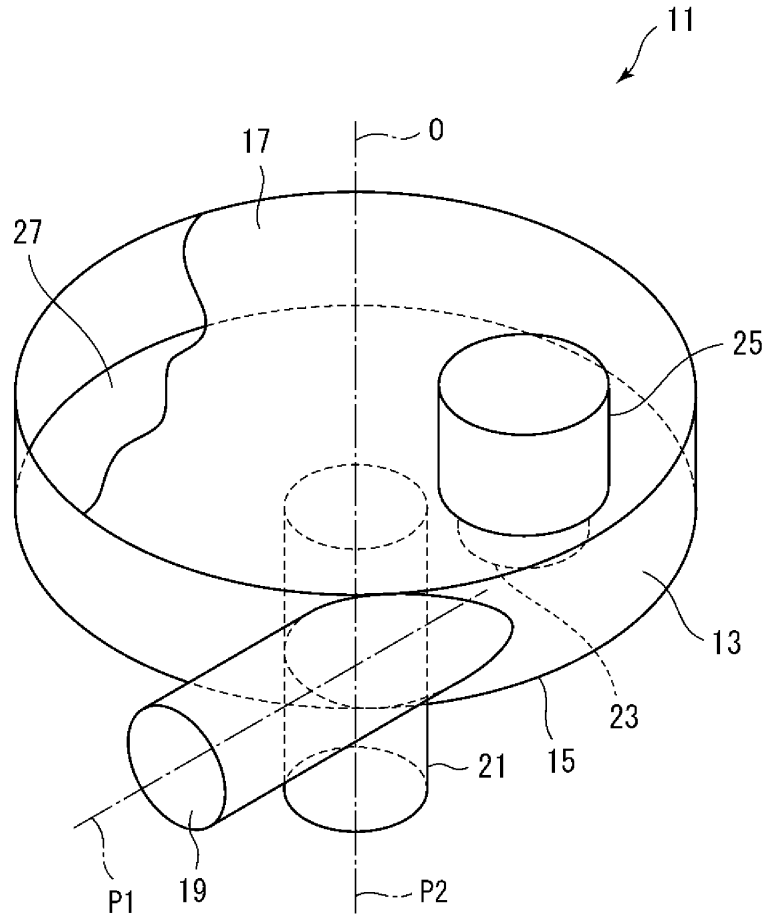
[0059] 이상, 도시되어 있는 실시형태를 참조하여 본 발명에 따른 와류형 유량조절밸브를 설명하였으나, 본 발명은 도시되어 있는 실시형태에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 도시되어 있는 실시형태에서는 원통형상의 와실(27)을 채용하고 있으나, 와실(27) 내에 와류를 발생시킬 수 있다면 타원이나 다각형의 통형상 와실을 채용하는 것도 가능하다. 또한, 돌출부(23)의 상부와 이와 대향하는 단벽과의 간극을 변화시킴으로써 유량(Q)을 변화시킬 수 있기 때문에, 돌출부(23)는 제2 단벽(17)이 아닌 제1 단벽(15)에 설치되어도 된다.

부호의 설명

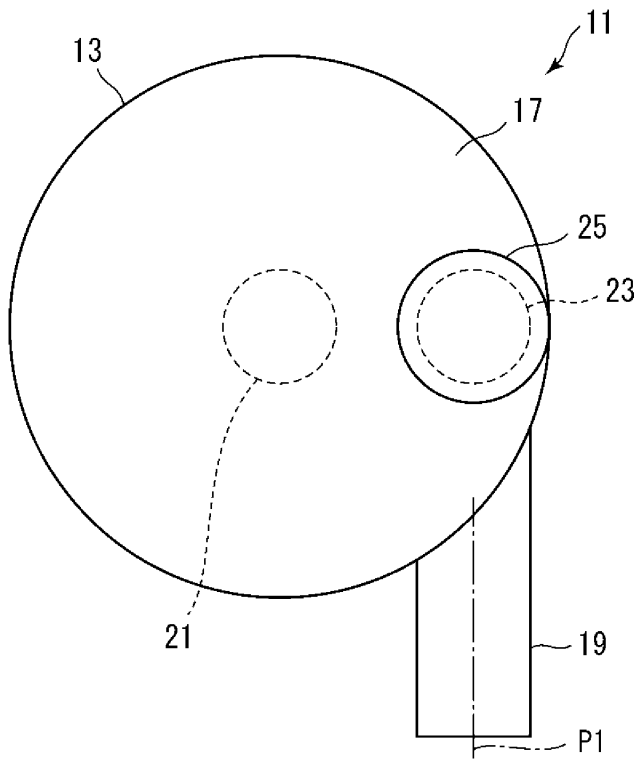
- [0060] 11 와류형 유량조절밸브
- 13 둘레측벽
- 15 제1 단벽
- 17 제2 단벽
- 17' 다이어프램
- 19 입구유로
- 21 출구유로
- 23 돌출부
- 25 구동부
- 27 와실

도면

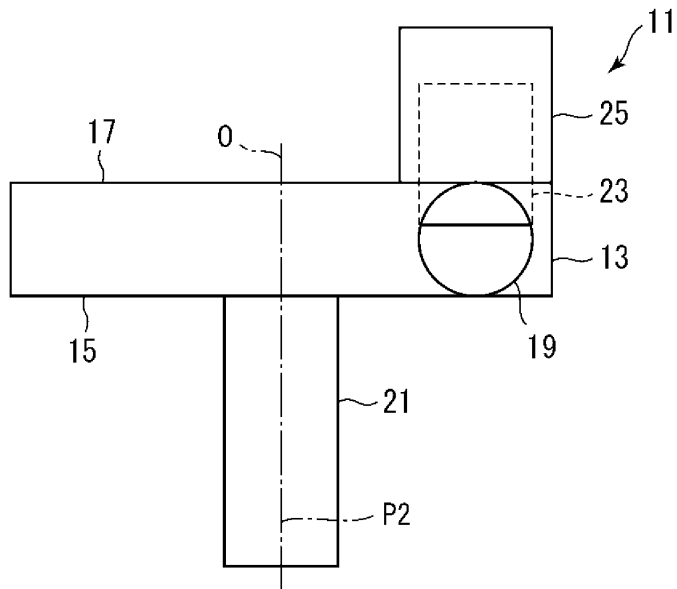
도면1



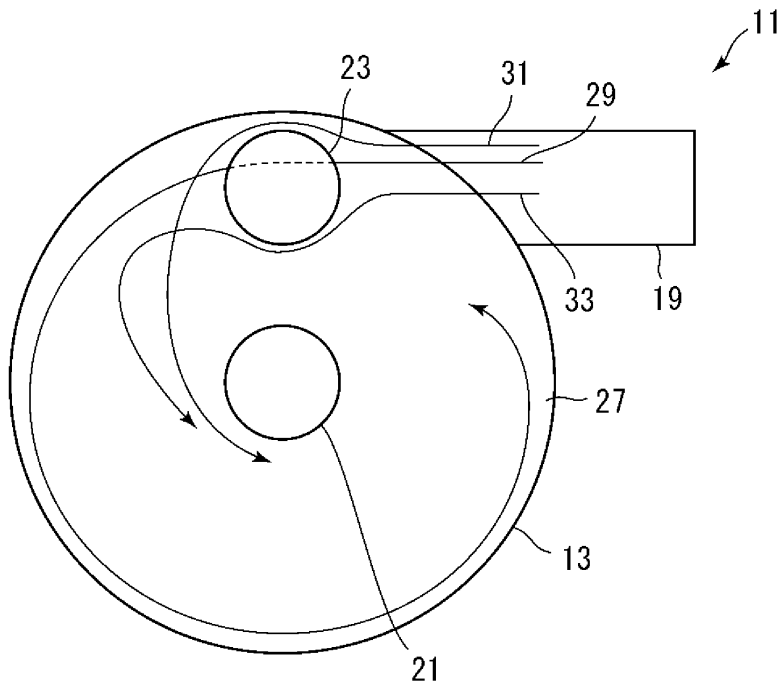
도면2



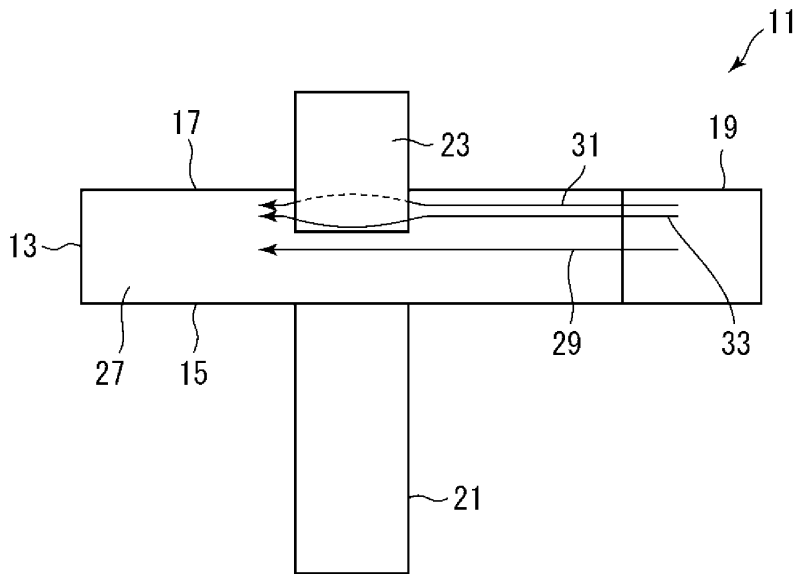
도면3



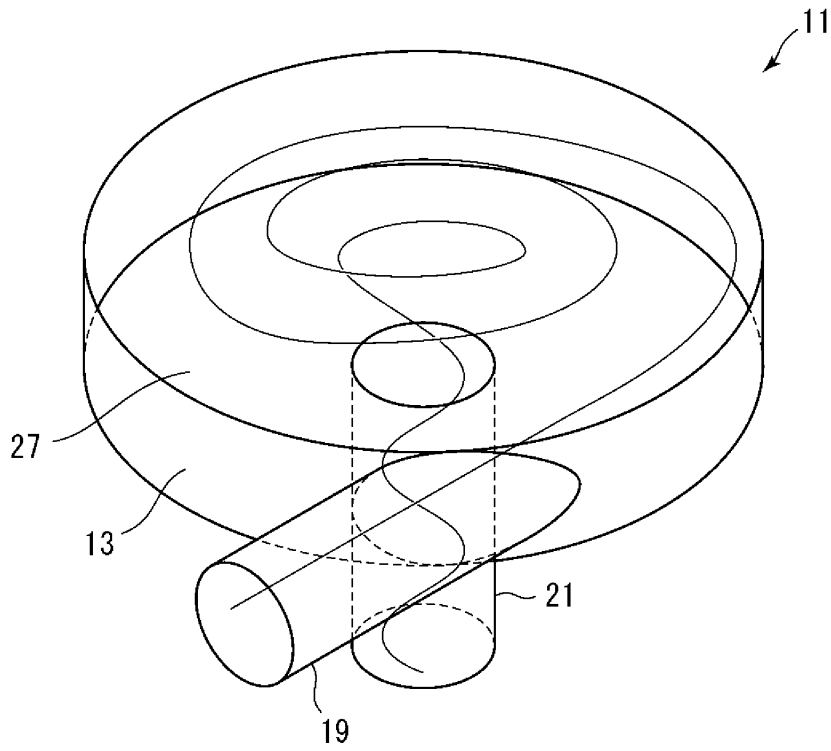
도면4



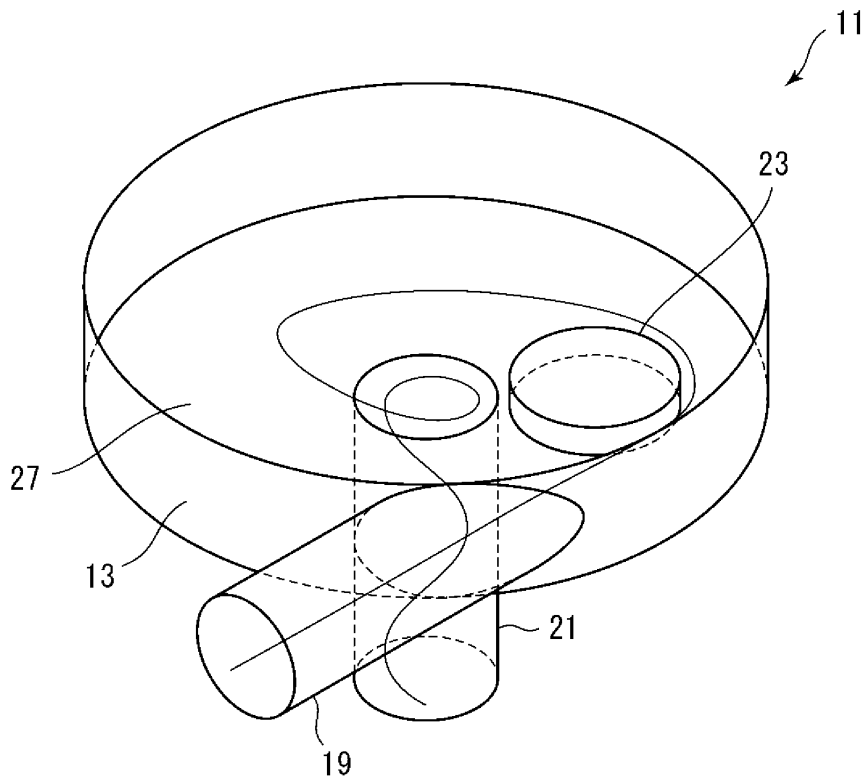
도면5



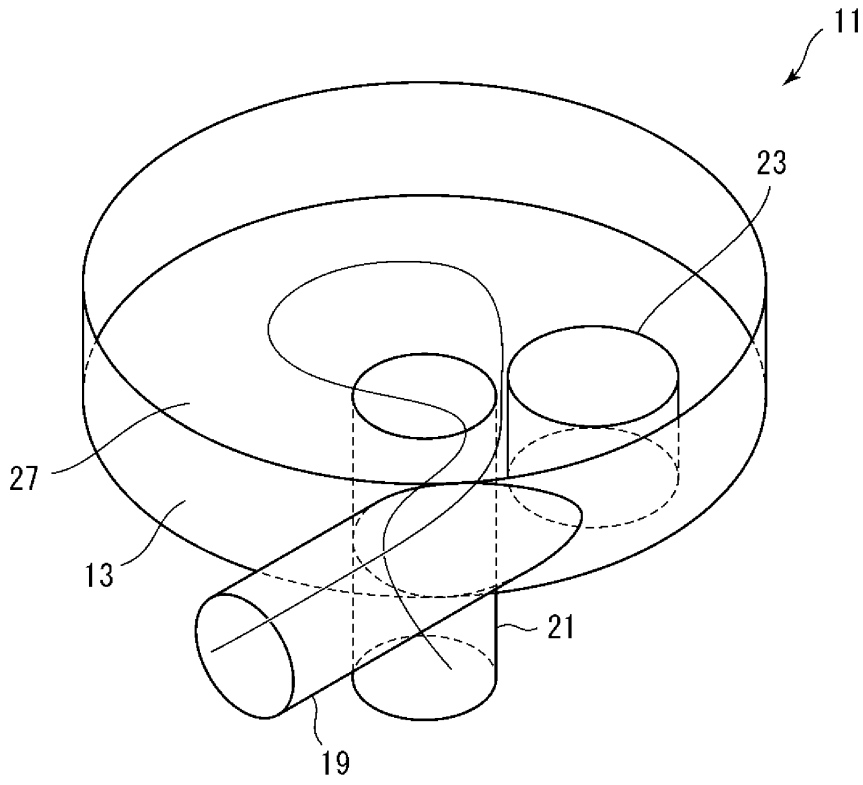
도면6



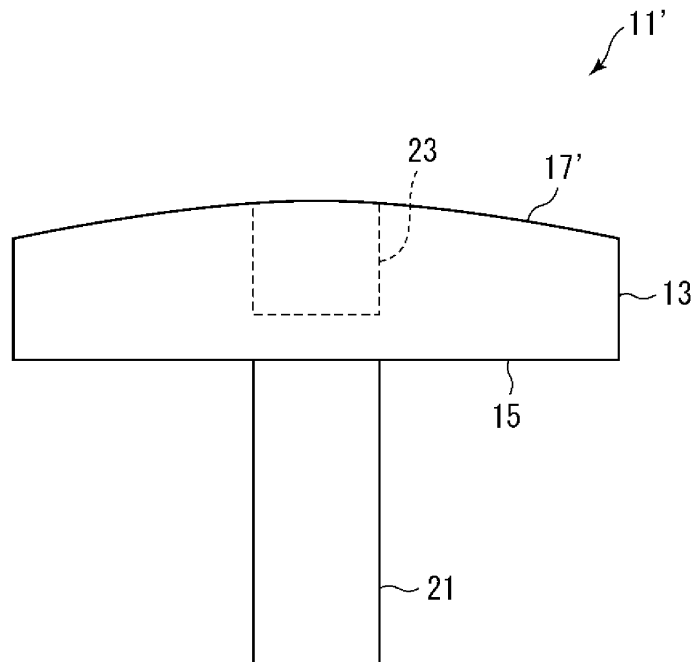
도면7



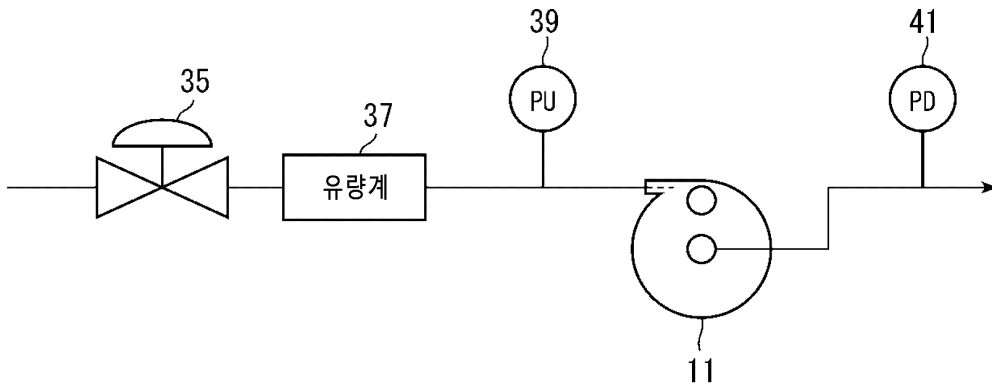
도면8



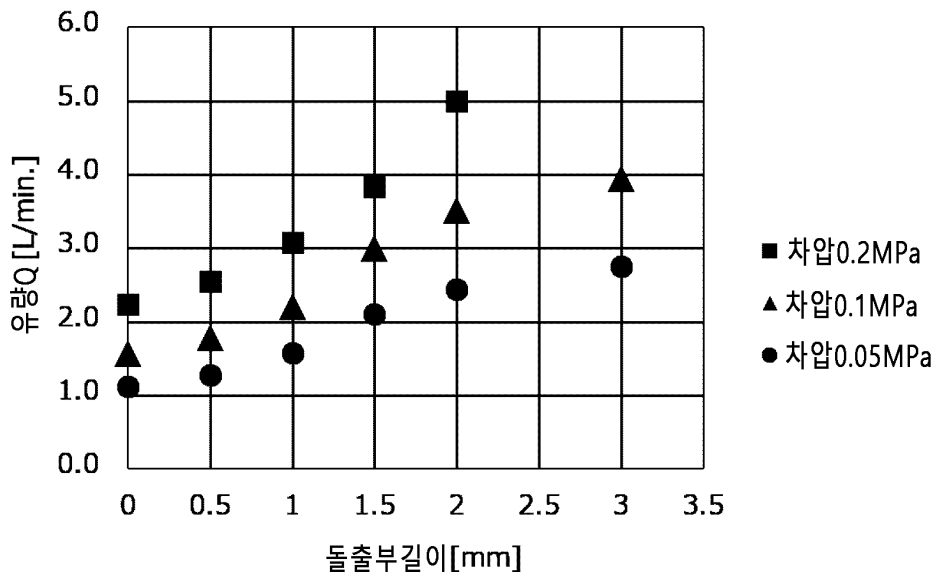
도면9



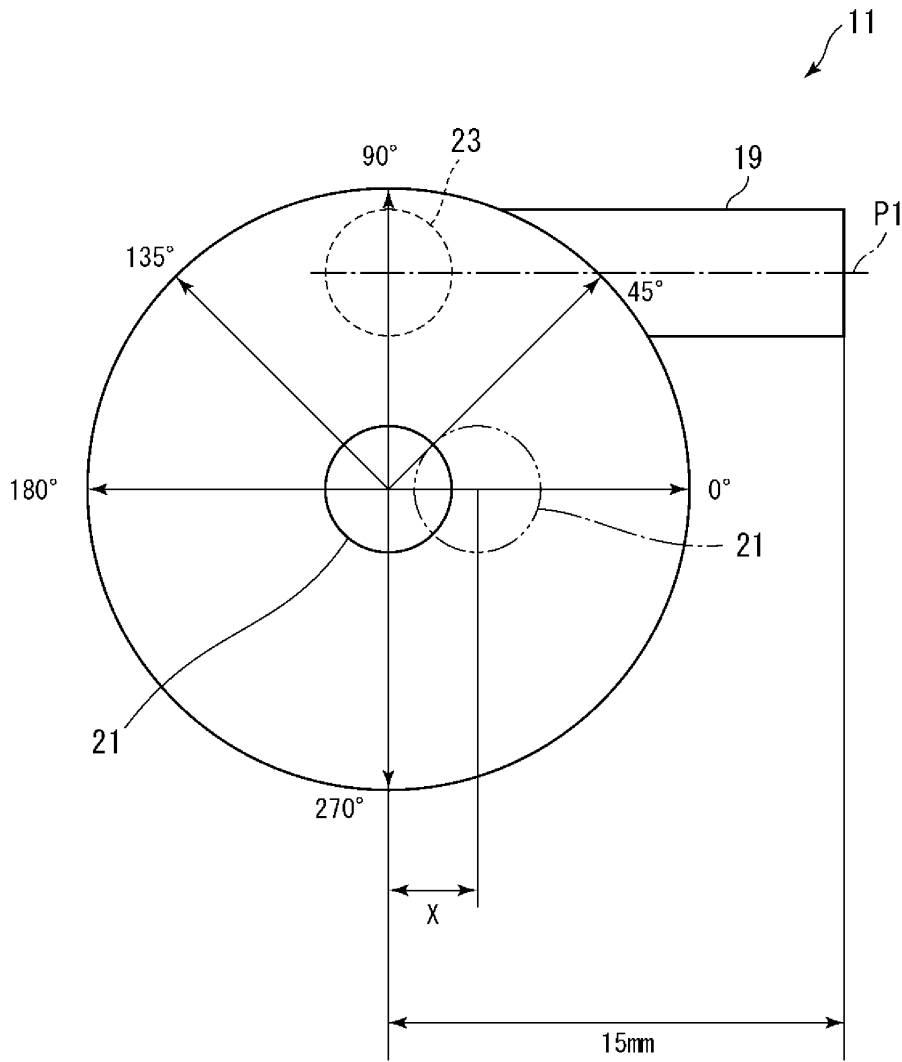
도면11



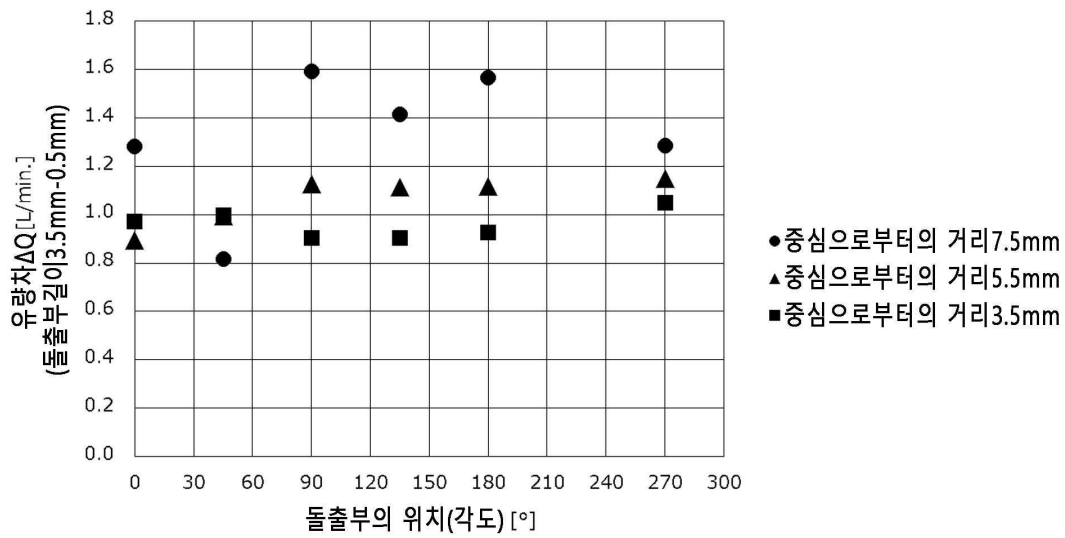
도면12



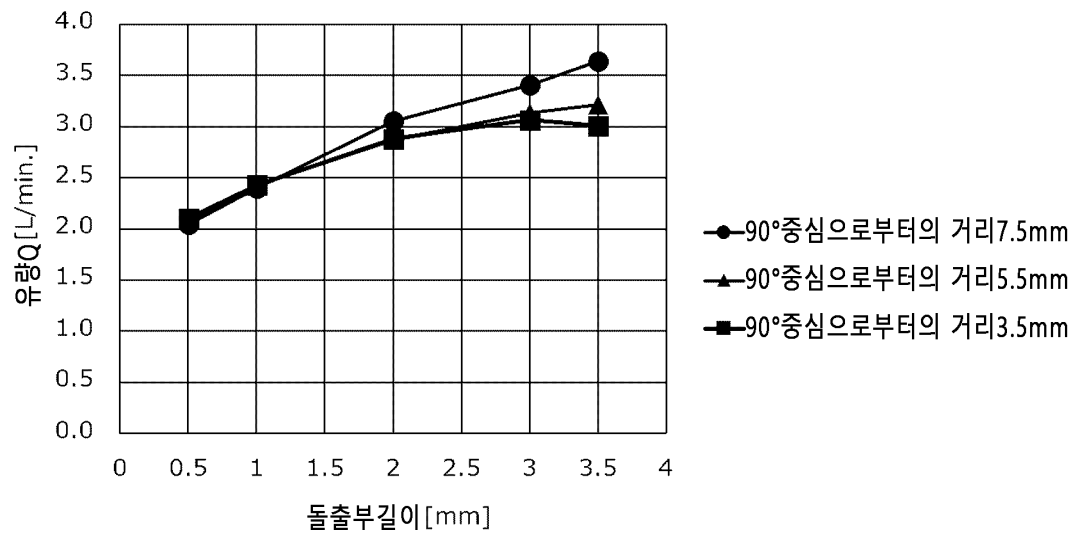
도면13



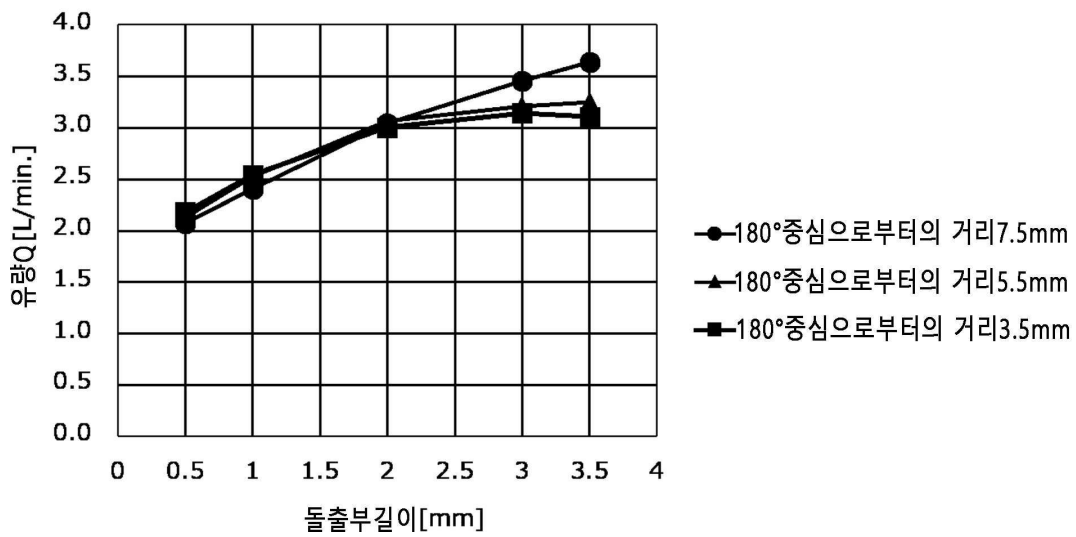
도면14



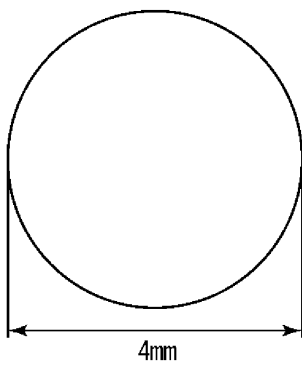
도면15



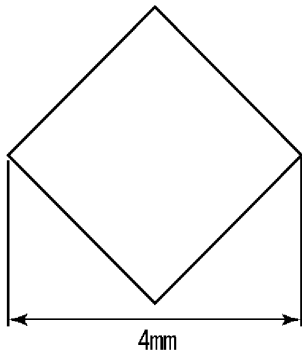
도면16



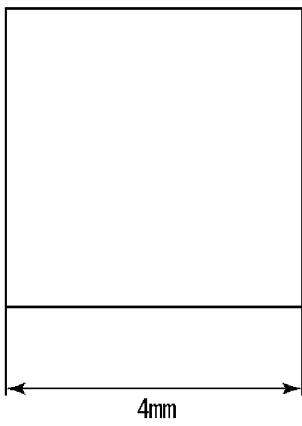
도면17a



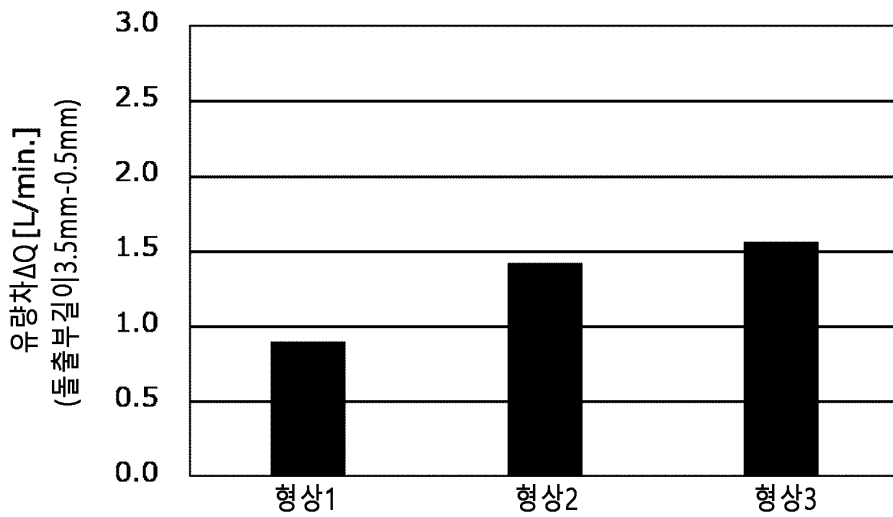
도면17b



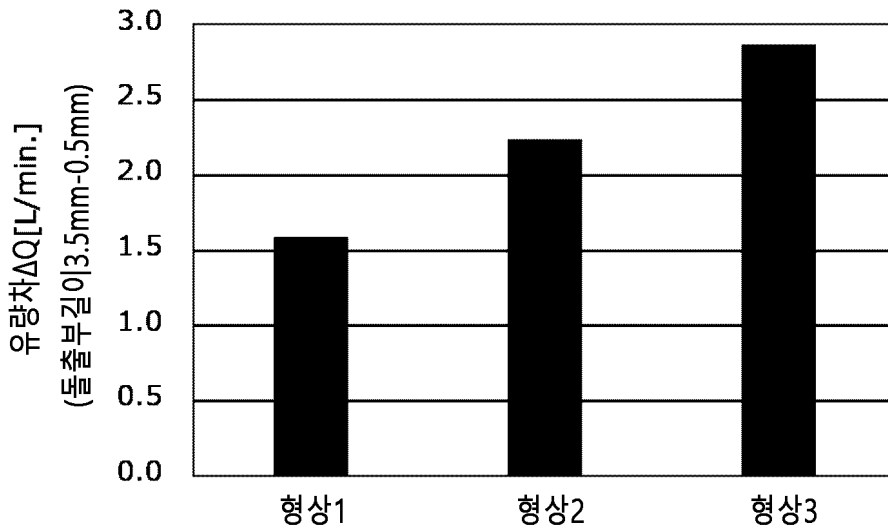
도면17c



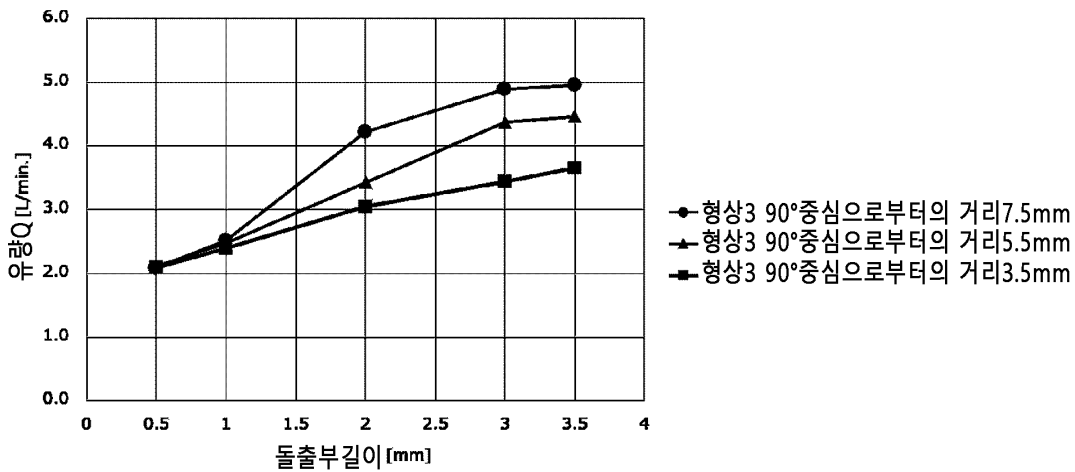
도면18



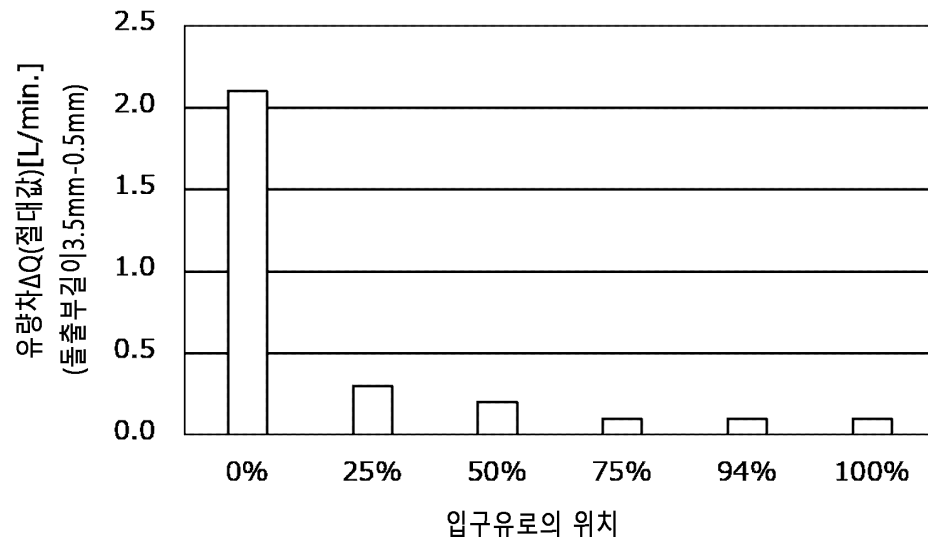
도면19



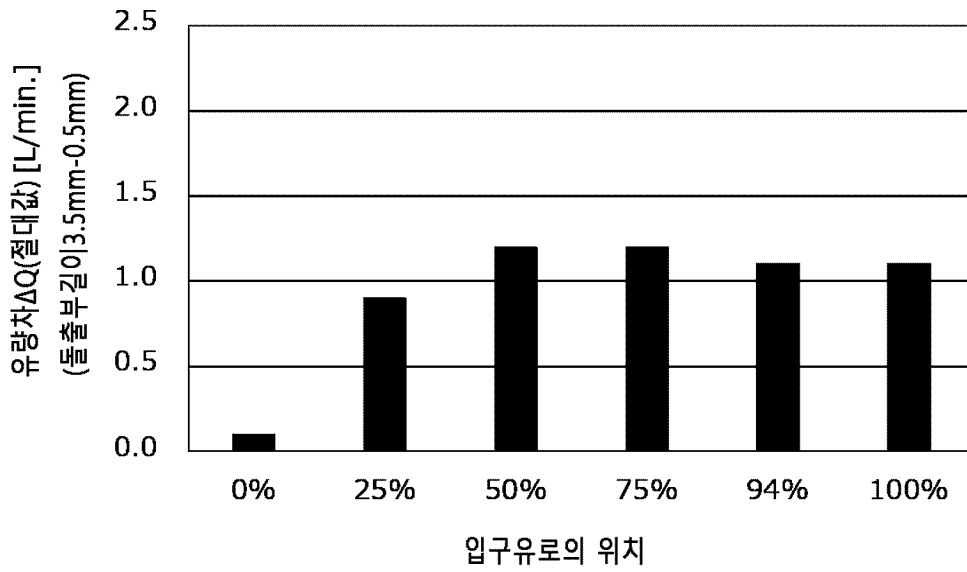
도면20



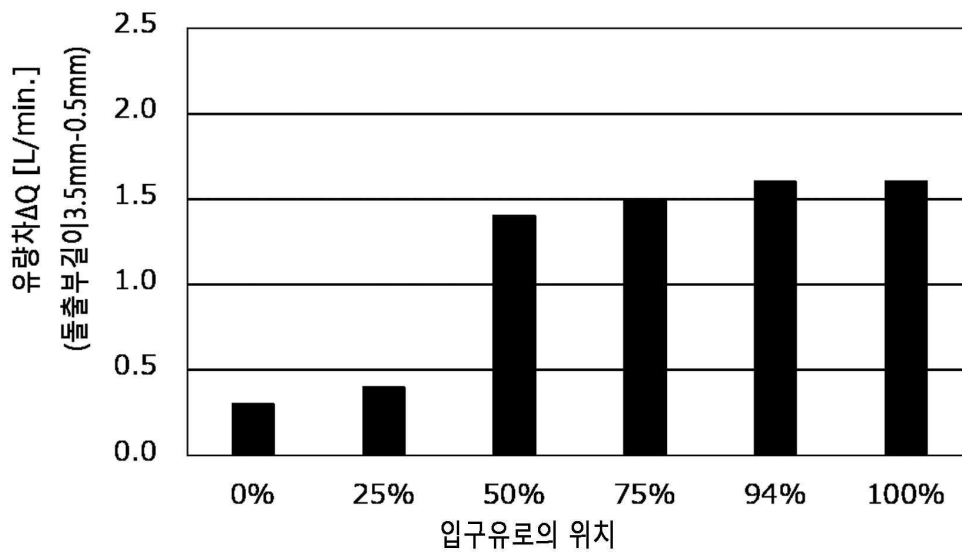
도면21



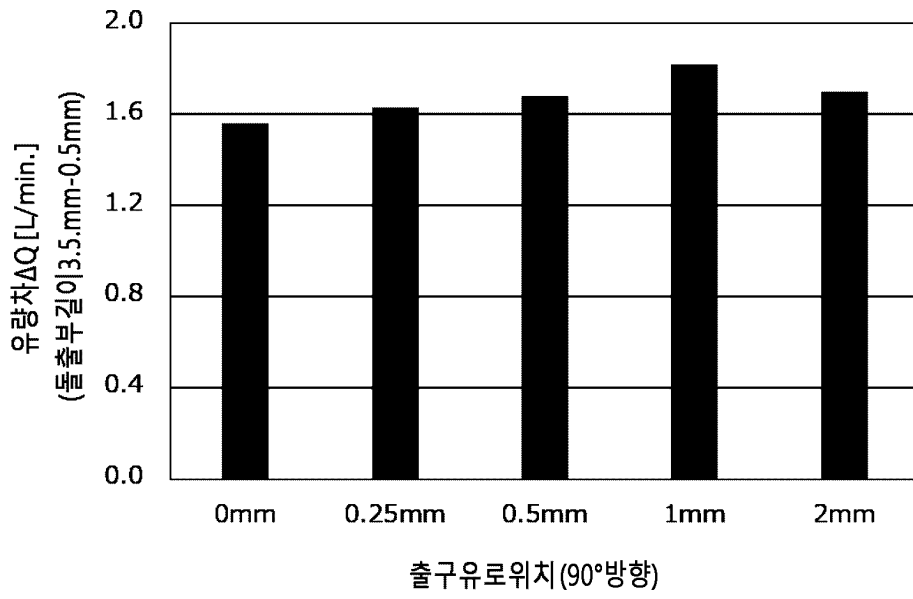
도면22



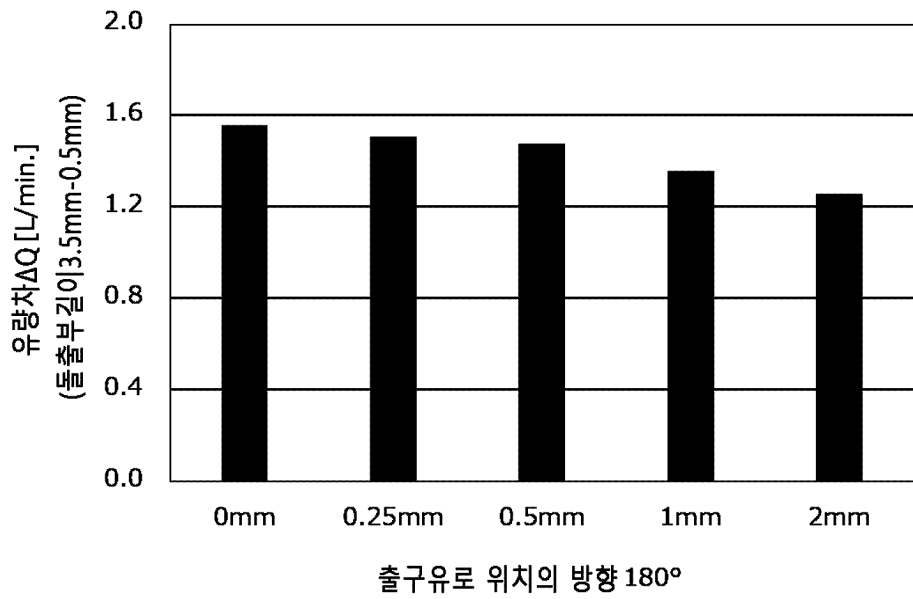
도면23



도면24



도면25



도면26

