(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0108956
(43) 공개일자 2023년07월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61M 5/168 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61M 5/16813 (2013.01)
A61M 5/14586 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0004731
(22) 출원일자 2022년01월12일
심사청구일자 2022년01월12일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
주식회사 수앤수메드
경기도 군포시 봉성로 67(당정동, 나염동)
(72) 발명자
허윤정
서울특별시 강남구 역삼로 106, 413호
이충엽
서울특별시 양천구 목동동로 233-1, 1510호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김순웅

전체 청구항 수 : 총 6 항

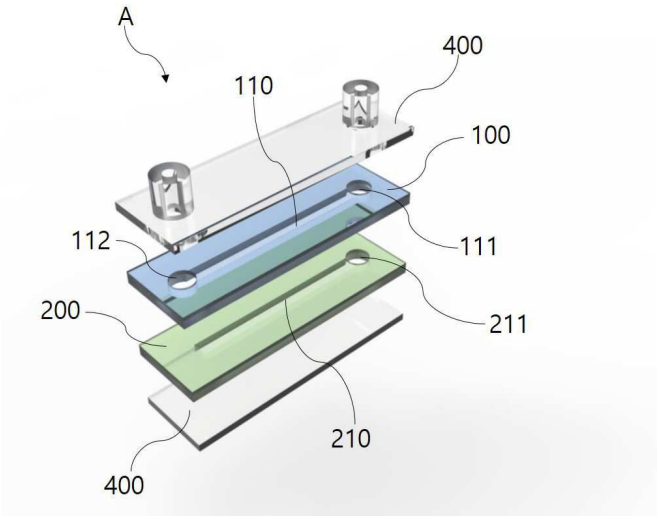
(54) 발명의 명칭 **다이어프램 변형에 의해 출력 유량 조절기능을 가지는 유량조절기**

(57) 요 약

본 발명의 유량조절기는, 공급 유체가 지나는 가변 유로가 형성된 제1플레이트; 공급 유체가 유입되어 공급압력이 작용하는 폐쇄 유로가 형성된 제2플레이트; 및 상기 가변 유로와 폐쇄 유로 사이에 구비된 멤브레인;을 포함하되, 공급압력에 의해 멤브레인이 변형되어 상기 가변 유로의 단면적이 조절되는 것을 특징으로 한다.

이에 따라, 공급압력에 의해 변형된 멤브레임에 의해 유체가 흐르는 가변 유로의 단면적이 바뀌며, 바뀐 단면적에 의해 저항이 바뀌며 출력되는 유량이 조절된다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61M 5/152 (2013.01)
A61M 5/16877 (2013.01)
A61M 2205/3334 (2013.01)
(72) 발명자
남미송
경기도 수원시 영통구 매영로 417, 301호
이가영
경기도 화성시 동탄감배산로 124-8, 901호
김기운
경기도 과천시 별양로 111

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711126871
과제번호 2021R1A2C1009326
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명 능동 제어를 이용한 하이드로젤 나노유체시스템에서의 바이오센싱 및 약물전달 향상
기 여 율 25/100
과제수행기관명 경희대학교(국제캠퍼스)
연구기간 2021.03.01 ~ 2024.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711135202
과제번호 2020R1A4A1016793
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 집단연구지원(R&D)
연구과제명 산소 제어 및 병렬 혈액순환 미세유체 시스템 기반 복합 장기칩 연구실
기 여 율 25/100
과제수행기관명 인하대학교
연구기간 2021.06.01 ~ 2022.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711137681
과제번호 2021R1A4A3027074
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 집단연구지원(R&D)
연구과제명 식물 단일세포 수준 유체역학 기초연구실
기 여 율 50/100
과제수행기관명 경희대학교(국제캠퍼스)
연구기간 2021.06.01 ~ 2024.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

공급 유체가 지나는 가변 유로가 형성된 제1플레이트;

공급 유체가 유입되어 공급압력이 작용하는 폐쇄 유로가 형성된 제2플레이트; 및

상기 가변 유로와 폐쇄 유로 사이에 구비된 멤브레인;을 포함하되,

공급압력에 의해 멤브레인이 변형되어 상기 가변 유로의 단면적이 조절되는 것을 특징으로 하는 유량조절기.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 가변 유로와 폐쇄 유로의 높이, 너비가 변형됨에 따라 공급 압력에 의한 출력 유량이 변화하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 멤브레인의 두께에 따라 공급 압력에 의한 출력 유량이 변화하는 것을 특징으로 하는 유량 조절기.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 멤브레인에는 원형 다이어프램이 형성된 것을 특징으로 하는 유량조절기.

청구항 5

제 5항에 있어서,

상기 다이어프램은 직경이 변형됨에 따라 공급압력에 의한 출력 유량이 변화하는 것을 특징으로 하는 유량조절기.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 다이어프램이 출력 측에 위치할수록 공급압력에 대한 변형량이 커지는 것을 특징으로 하는 유량조절기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 수동형 유량조절기에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 다이어프램 변형에 의해 출력 유량 조절기능을

가지는 유량조절기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 일반적으로 연속적인 약물 전달은 다양한 치료수단으로 활용되고 있다.

[0004] 예를 들어, 지속적인 피하 인슐린 주입, 국소 마취제의 지속적인 신경 주위 주입 및 지속적인 가정 주입 화학요법 등이 있다.

[0005] 즉, 정량의 약물 전달을 위해서는 일정 유량으로 주입하는 것이 매우 중요하다.

[0006] 이에 따라, 정량의 약물 전달을 위해 탄성약물공급장치와 전자식 펌프 등이 개발되었다.

[0007] 이 중, 탄성약물공급장치는 펌프에 비해 사용이 간편하고 가벼우며 수면 소음이 없어 지속적인 약물 주입이 필요할 때 많이 사용된다.

[0008] 이러한 탄성약물공급장치는 약물을 채우면 탄성체가 팽창하고, 팽창된 탄성체가 수축하며 저장된 약물을 주입하는 원리로 작동된다.

[0009] 그러나, 탄성약물공급장치는 탄성체의 수축속도가 주입 초기부터 주입 말기까지 수축속도가 일정하지 않아 공급압력에 편차가 발생한다.

[0010] 즉, 공급 압력 변동에도 일정한 유량을 출력할 수 있도록 제어 가능한 유량 조절 장치가 필요하였다.

[0011] 따라서, 공급 압력 변동에도 일정한 유량을 출력할 수 있도록 제어 가능한 유량 조절기의 개발이 요구되고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제2022765호

(특허문헌 0002) 등록특허공보 제1487754호

(특허문헌 0003) 공개특허공보 제2014-0111245호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명은 전술한 종래의 제반 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 탄성약물공급장치의 불안정한 공급압력에도 일정한 출력유량이 나올 수 있는 유량조절기를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 유량조절기는, 공급 유체가 지나는 가변 유로가 형성된 제1플레이트; 공급 유체가 유입되어 공급압력이 작용하는 폐쇄 유로가 형성된 제2플레이트; 및 상기 가변 유로와 폐쇄 유로 사이에 구비된 멤브레인;을 포함하되, 공급압력에 의해 멤브레인이 변형되어 상기 가변 유로의 단면적이 조절되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 가변 유로와 폐쇄 유로의 높이, 너비가 변형됨에 따라 공급 압력에 의한 출력 유량이 변화하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 멤브레인의 두께에 따라 공급 압력에 의한 출력 유량이 변화하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 멤브레인에는 원형 다이어프램이 형성된 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 상기 다이어프램은 직경이 변형됨에 따라 공급압력에 의한 출력 유량이 변화하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 상기 다이어프램이 출력 측에 위치할수록 공급압력에 대한 변형량이 커지는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 따른 유량조절기에 따르면, 공급압력에 의해 변형된 멤브레임에 의해 유체가 흐르는 가변 유로의 단면적이 바뀌며, 바뀐 단면적에 의해 저항이 바뀌며 출력되는 유량이 조절된다.

[0024] 즉, 탄성약물공급장치의 불안정한 공급압력에도 일정한 출력유량이 나올 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명에 따른 유량조절기를 분해 도시한 사시도이다.

도 2는 도 1의 결합상태를 도시한 사시도이다.

도 3은 도 2의 평면도이다.

도 4는 도 2의 측단면도이다.

도 5는 본 발명에 따른 공급압력에 의해 단면적이 바뀌는 유량조절기를 도시한 단면도이다.

도 6은 본 발명에 따른 유량조절기의 스트레이트 타입의 유로의 치수를 표시한 도면과 표이다.

도 7 내지 도 8은 본 발명에 따른 유량조절기의 다이어프램의 치수와 위치를 표시한 도면과 표이다.

도 9는 도 7 내지 도 8의 유량조절기의 다이어프램의 위치를 도시한 도면이다.

도 10은 본 발명의 유량 조절기 작동원리를 증명하기 위한 도면이다.

도 11 내지 도 13은 본 발명에 따른 유량조절기의 스트레이트 타입의 공급압력에 대한 출력 유량 조절능 실험결과를 나타낸 도면이다.

도 14 내지 도 16은 본 발명에 따른 유량조절기의 다이어프램 타입의 공급압력에 대한 출력 유량 조절능 실험결과를 나타낸 도면이다.

도 17 내지 도 18은 본 발명에 따른 유량조절기를 병렬타입으로 조합한 실험결과를 나타낸 도면이다.

도 19는 본 발명에 다른 유량조절기를 탄성약물공급장치에 적용한 결과를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0028] 도 1은 본 발명에 따른 유량조절기를 분해 도시한 사시도이고, 도 2는 도 1의 결합상태를 도시한 사시도이며, 도 3은 도 2의 평면도이고, 도 4는 도 2의 측단면도이며, 도 5는 본 발명에 따른 공급압력에 의해 단면적이 바뀌는 유량조절기를 도시한 단면도이다.

[0029] 도 1 내지 도 5에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 유량조절기(A)는, 공급 유체가 지나는 가변 유로(110)가 형성된 제1플레이트(100)와, 공급 유체가 유입되어 공급압력이 작용하는 폐쇄 유로(210)가 형성된 제2플레이트(200) 및 상기 가변 유로(110)와 폐쇄 유로(210)의 사이에 구비된 멤브레인(300)으로 구성된다.

[0030] 또한, 상기 가변 유로(110)의 양측 끝단으로 원형 단면의 공급 유체가 진입하는 입구(111)와 유량이 조절된 공급 유체가 배출되는 출구(112)가 형성된다. 여기서 입구(111)와 출구(112)는 유량조절기의 외형을 형성하는 하우징(400)의 인렛과 아웃렛에 연통된다.

[0031] 그리고, 상기 폐쇄 유로(210)에는 가변 유로(110)의 입구(111)와 연결되는 압력조절입구(211)가 형성되며, 상기 압력조절입구(211)가 형성되지 않은 타단은 폐쇄되도록 구성된다. 즉, 상기 폐쇄 유로(210)는 공급 유체가 진입

하는 압력조절입구(211)만 형성되어 있어 공급 압력이 멤브레인(300)으로 작용하도록 폐회로를 구성된다.

[0032] 한편, 멤브레인(300)은 고무, 우레탄 등과 같은 탄성을 가지는 소재가 적용되는것이 바람직하다.

[0033] 본 발명은 공급압력에 의해 멤브레인(300)이 변형되어 상기 가변 유로(110)의 단면적이 조절된다.

[0034] 즉, 공급 유체는 입구(111)와 압력조절입구(211)로 공급되며, 폐회로인 폐쇄 유로(210)로 유입된 공급 유체는 멤브레인(300)에 공급압력으로 작용하여 멤브레인(300)을 변형시킨다.

[0035] 이때, 멤브레인(300)은 팽창에 의해 가변 유로(110)의 단면적을 조절한다. 구체적으로, 공급 유체의 유량이 늘어나면 공급압력이 높아지고 멤브레인(300)은 가변 유로(110) 방향으로 팽창하여 가변 유로(110)의 단면적을 줄여주며 유량을 조절한다.

[0036] 반대로, 공급 유체의 유량이 줄어들면 공급압력이 낮아지고 멤브레인(300)의 가변 유로(110) 방향으로 팽창이 작아짐에 따라 가변 유로(110)의 단면적은 커지며 유량을 조절한다.

[0037] 또한, 상기 멤브레인(300)에는 원형 다이어프램(310)이 형성된다.

[0038] 그리고, 상기 가변 유로(110)의 단면적에 의해 유압 저항이 바뀌며 유량이 조절되며, 상기 유압 저항은 다음 수학식 1에 의해 계산된다.

[0039] [수학식 1]

[0040] $$R_{hyd} \approx 2\eta L \frac{P^2}{A^3}$$

[0041] (여기서, R_{hyd} 는 유압저항, η는 액체의 동적 점도, L은 유로 길이, P는 둘레 또는 단면모양, A는 단면적임)

[0042] 따라서, 공급압력에 의해 변형된 멤브레임(300)에 의해 유체가 흐르는 가변 유로(110)의 단면적이 바뀌며, 바뀐 단면적에 의해 저항이 바뀌며 출력되는 유량이 조절된다.

[0043] 즉, 탄성약물공급장치의 불안정한 공급압력에도 일정한 출력유량을 나올 수 있다.

[0045] 도 6은 본 발명에 따른 유량조절기의 스트레이트 타입의 유로의 치수를 표시한 도면과 표이며, 도 7 내지 도 8은 본 발명에 따른 유량조절기의 다이어프램의 치수와 위치를 표시한 도면과 표이고, 도 9는 도 7 내지 도 8의 유량조절기의 다이어프램의 위치를 도시한 도면이다.

[0047] 도 6 내지 도 9의 규격으로 다음과 같이 실험하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

[0048] 도 10은 본 발명의 유량 조절기 작동원리를 증명하기 위한 도면이다.

[0049] 도 10에 도시한 바와 같이, 유로 치수와 저항 사이의 관계식을 이용하여 출력유량을 추정했으며, 편차 37%이내로 이론적 추정값과 유사한 유량 출력을 확인할 수 있다.

[0051] 도 11 내지 도 13은 본 발명에 따른 유량조절기의 스트레이트 타입의 공급압력에 대한 출력 유량 조절능 실험결과를 나타낸 도면이다.

[0052] 도 11 내지 도 13에 도시한 바와 같이, 가변 유로(채널)와 폐쇄 유로의 높이가 높을수록 출력 유량이 높아진다.

[0054] 도 14 내지 도 16은 본 발명에 따른 유량조절기의 다이어프램 타입의 공급압력에 대한 출력 유량 조절능 실험결과를 나타낸 도면이다.

[0055] 도 14 내지 도 16에 도시한 바와 같이, 다이어프램의 직경이 커질수록 유로가 좁아진다. 즉, 동일한 압력에서 저항이 크므로 유량이 적게 흐르게 된다.

[0056] 또한, 다이어프램이 출력 측에 형성될수록 동일한 압력에 대한 변형량이 커진다.

[0058] 도 17 내지 도 18은 본 발명에 따른 유량조절기를 병렬타입으로 조합한 실험결과를 나타낸 도면이다.

[0059] 도 17 내지 도 18에 도시한 바와 같이, 유량조절기를 병렬로 조합한 경우 출력 유량이 합쳐진 유량이 출력된다. 더 넓은 공급압력 구간에서 출력 유량의 편차가 감소한다.

[0061] 도 19는 본 발명에 다른 유량조절기를 탄성약물공급장치에 적용한 결과를 도시한 도면이다.

[0062] 도 19에 도시한 바와 같이, 기존 탄성약물공급장치는 출력 유량의 최대 편차가 29.9%이다.

[0063] 본 발명의 유량조절기를 장착 후 출력 유량 최대 편차는 13.16%~13.81%이다.

[0064] 즉, 본 발명을 적용시 출력 유량 최대 편차가 대략 16% 감소했다.

[0066] 이상, 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 기술적 범위는 전술한 실시 예에 한정되지 않고 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 이때, 이 기술분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 고려해야 할 것이다.

부호의 설명

[0068] A - 유량조절기

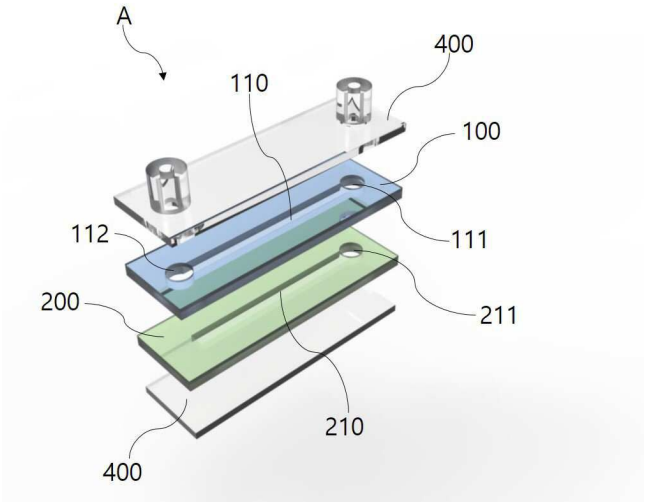
100 - 제1플레이트 110 - 가변 유로

200 - 제2플레이트 210 - 폐쇄 유로

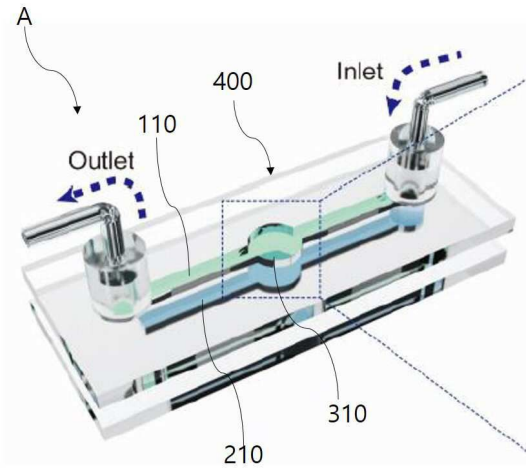
300 - 멤브레인 310 - 다이어프램

도면

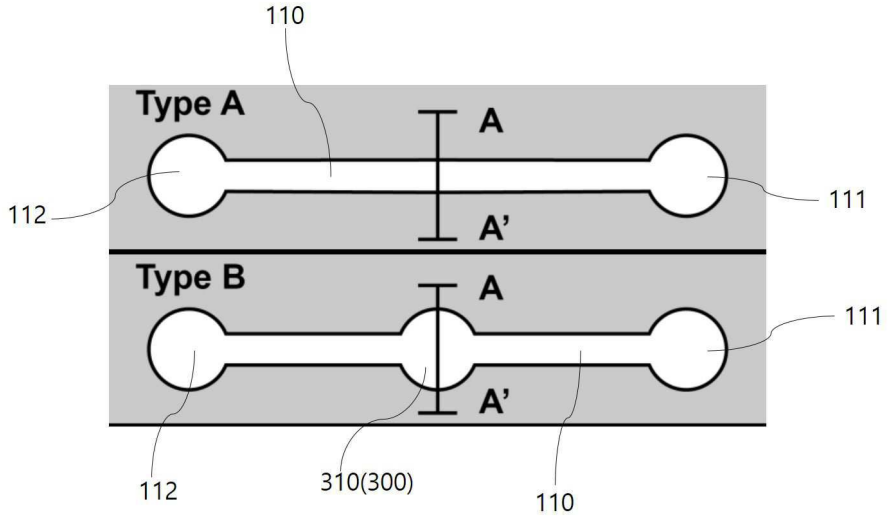
도면1



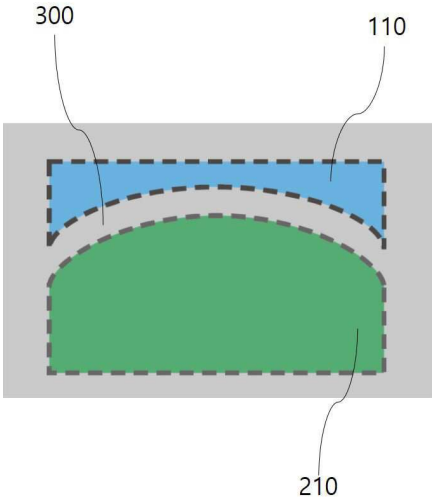
도면2


A
400
Inlet
110
Outlet
310
210

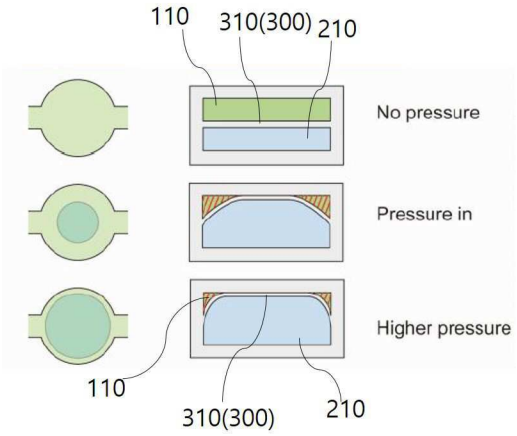
도면3


110
Type A
A
A'
112
111
Type B
A
A'
111
112
310(300)
110

도면4


300
110
210

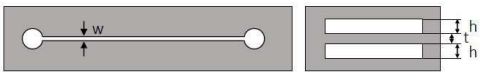
도면5



도면6

❑ 출력 유량에 영향을 미치는 유로 저항은 채널의 치수에 의해 결정되므로 채널 치수 변경에 의한 유량 조절능을 비교하고자 함.

$$R_{hyd} \approx 2\eta L \frac{P^2}{A^3}$$



Type-A

Type of device	Height (h) (μm)	Width (w) (μm)	Membrane thickness (t) (μm)
A-h30	30	500	127
A-h50	50	500	120
A-w250	50	250	109
A-w500	50	500	115
A-w1000	50	1000	119
A-t153	50	500	153
A-t176	50	500	176
A-t191	50	500	191

1) 채널 높이에 따른 출력 유량 변화

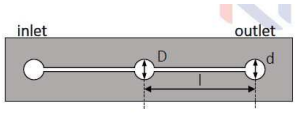
2) 채널 폭에 따른 출력 유량 변화

3) 멤브레인 두께에 따른 출력 유량 변화

도면7

Type of device	Diameter of diaphragm (D) (mm)	Location of diaphragm (l) (mm)	Outlet diameter (d) (mm)
B-D2.5	2.5	20.0	3
B-D3.0	3.0	20.0	3
B-D3.5	3.5	20.0	3
B-im	3	29.3	3
B-m	3	20.0	3
B-mo1	3	10.7	3
B-mo2	3	7.8	3
B-mo3	3	3.0	3
B-o	3	0	3
B-d1	1	0	1
B-d2	2	0	2
B-d3	3	0	3
B-d4	4	0	4

❖ h=50 μm, w=500 μm 고정



Type-B

1) 다이어프래임 지름에 따른 출력 유량 변화

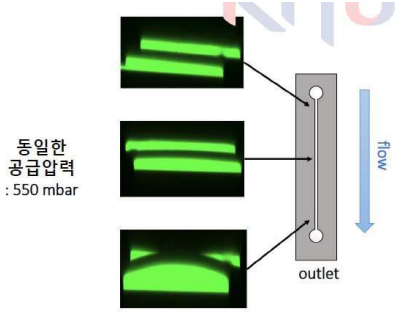
2) 다이어프래임 위치에 따른 출력 유량 변화

3) Outlet 다이어프래임 지름에 따른 출력 유량 변화

도면8

Type of device	Diameter of diaphragm (D) (mm)	Location of diaphragm (l) (mm)	Outlet diameter (d) (mm)
B-D2.5	2.5	20.0	3
B-D3.0	3.0	20.0	3
B-D3.5	3.5	20.0	3
B-im	3	29.3	3
B-m	3	20.0	3
B-mo1	3	10.7	3
B-mo2	3	7.8	3
B-mo3	3	3.0	3
B-o	3	0	3
B-d1	1	0	1
B-d2	2	0	2
B-d3	3	0	3
B-d4	4	0	4

❖ h=50 μm, w=500 μm 고정

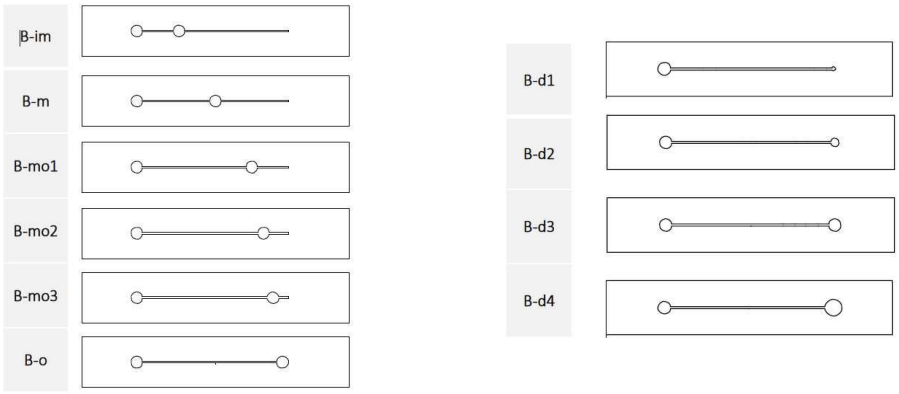


- Type-A 채널 단면형상 확인했을 때 동일한 압력에 대해 위치에 따라 단면 면적이 다름.
- Outlet 에 가까울 수록 면적이 작아짐.

➢ 다이어프래임 위치에 따른 유량 조절능.

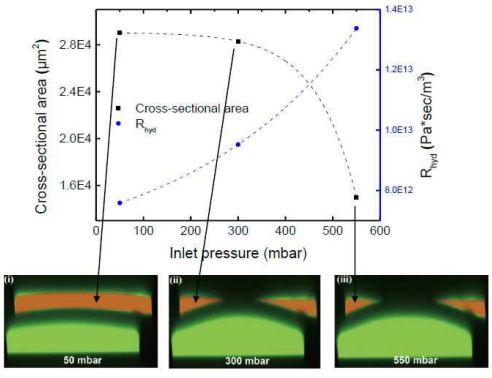
➢ 가장 변형이 큰 outlet에 위치했을 때 지름에 따른 유량 조절능.

도면9

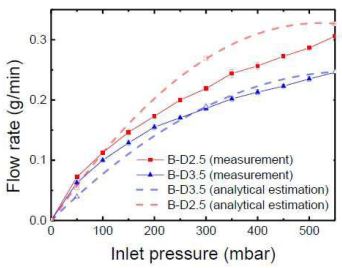


도면10

1) 공급 압력에 따른 열린 채널 단면 면적 변화 및 R_{hyd} 변화



2) 출력 유량의 이론적 추정값과 측정값 비교



- 채널 치수와 저항 사이 관계식 이용한 출력유량 추정.

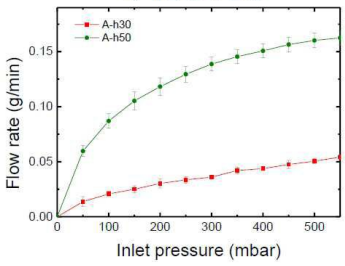
$$R_{hyd} \approx 2\eta L \frac{P^2}{A^3}$$

- 편차 37% 이내로 이론적 추정값과 유사한 유량 출력.

도면11

❑ Electronic portable pump 에 연결하여 0-550 mbar 공급압력 구간에 대한 출력 유량 측정.

1) 채널 높이 변경



device	h (μm)	w (μm)	t (μm)
A-h30	30±1.0	495±11.4	127
A-h50	51±0.8	498±34.5	120

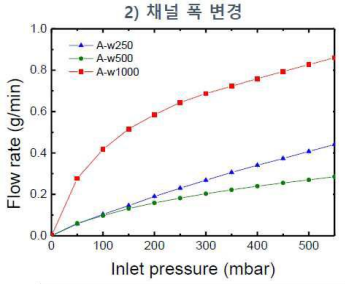
$$R_{hyd} \approx 2\eta L \frac{P^2}{A^3}$$

- 채널 높이 h ↑ , 단면적 A ↑ , R_{hyd} ↓
- 채널 높이가 높을수록 출력 유량이 증가함.

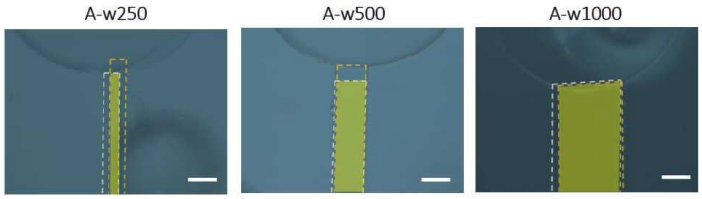
도면12

❑ Electronic portable pump 에 연결하여 0-550 mbar 공급압력 구간에 대한 출력 유량 측정.

2) 채널 폭 변경



device	h (μm)	w (μm)	t (μm)
A-w250	51±1.5	256±0.6	109
A-w500	51±0.8	498±34.5	115
A-w1000	49±2.9	1026±23.2	119



원래 폭: 256±0.6 μm | 498±34.5 μm | 1026±23.2 μm

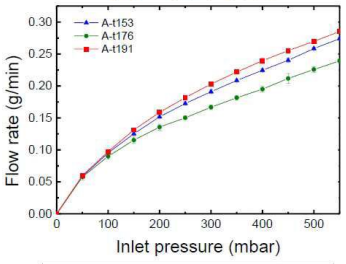
겹쳐진 폭: 170±0.1 μm | 432±2.9 μm | 914±3.1 μm

- A-w250의 경우 원래 폭의 66%정도만 정렬되어있음.
- 변형 될 수 있는 막의 폭이 줄어들어 충분히 변형되지 못했을 것.

도면13

❑ Electronic portable pump 에 연결하여 0-550 mbar 공급압력 구간에 대한 출력 유량 측정.

3) 멤브레인 두께 변경



device	h (μm)	w (μm)	t (μm)
A-t153	51±0.8	498±34.5	153
A-t176	51±0.8	498±34.5	176
A-t191	51±0.8	498±34.5	191

- 제작된 membrane 두께 편차가 크지 않아서 명확한 차이를 보지 못했을 것.
- 그러나, 더 얇게 제작할 시 제작 공정의 난이도가 올라가기 때문에 목표 유량을 조절하려면 높이를 변화시키는 것이 더욱 효과적일 것.

도면14

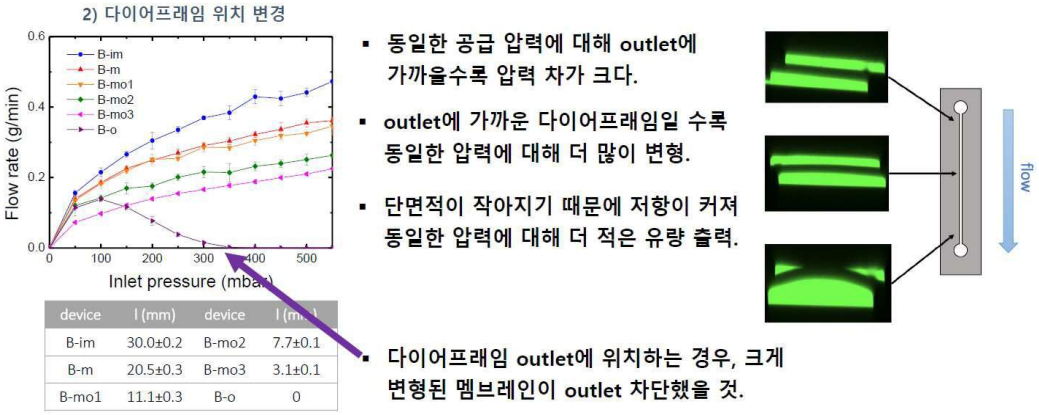


device	D (mm)
B-D3.5	3.5±0.03
B-D3.0	3.0±0.02
B-D2.5	2.5±0.01

- 다이어프래임이 클수록 같은 압력에서 flow path의 폭이 좁음.
- 동일한 압력에서 저항이 더 크므로 유량이 더 적게 흐름.

$$R_{hyd} \approx 2\eta L \frac{P^2}{A^3}$$

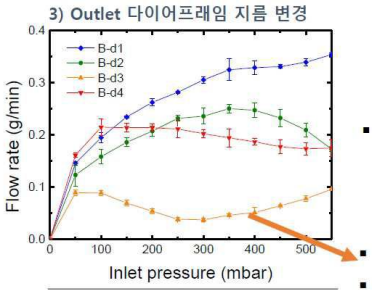
도면15



device	l (mm)	device	l (mm)
B-im	30.0±0.2	B-mo2	7.7±0.1
B-m	20.5±0.3	B-mo3	3.1±0.1
B-mo1	11.1±0.3	B-o	0

- 동일한 공급 압력에 대해 outlet에 가까울수록 압력 차가 크다.
- outlet에 가까운 다이어프래임일 수록 동일한 압력에 대해 더 많이 변형.
- 단면적이 작아지기 때문에 저항이 커져 동일한 압력에 대해 더 적은 유량 출력.
- 다이어프래임 outlet에 위치하는 경우, 크게 변형된 멤브레인이 outlet 차단했을 것.

도면16

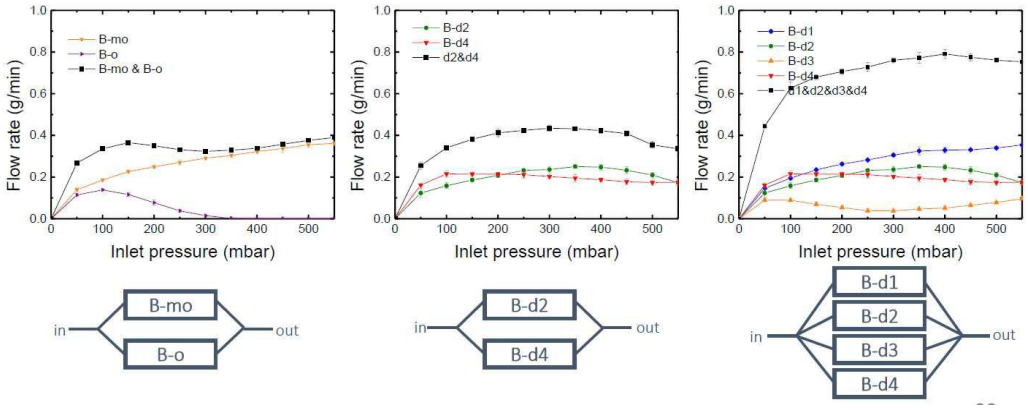


device	d (mm)
B-d1	1.0±0.04
B-d2	2.0±0.03
B-d3	3.0±0.03
B-d4	4.1±0.04

- Outlet 지름에 따라 서로 다른 경향성 나타남.
- B-d3은 B-o와 같은 치수 가지나 경향이 달라짐.
- 제작시 발생한 편차로 예상되나 추가적인 확인 필요.

도면17

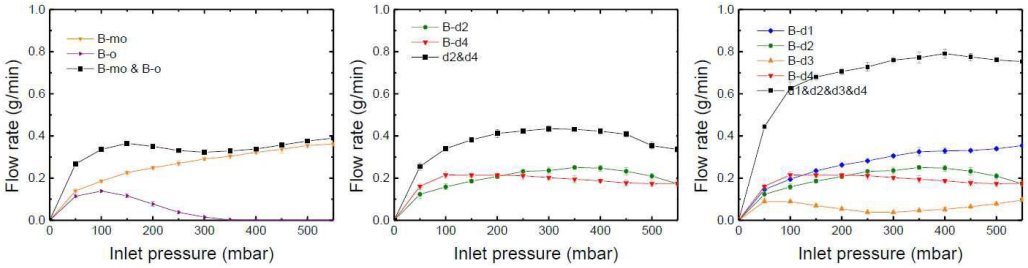
❑ 다양한 조합의 채널 병렬 연결을 통해 출력유량 조절 가능.



도면18

❑ **Combination 시스템에서 공급압력에 대한 출력 유량 확인 실험**

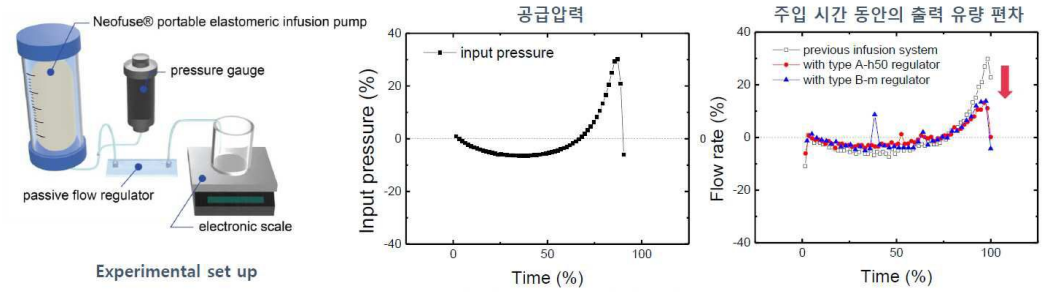
❑ 다양한 조합의 채널 병렬 연결을 통해 출력유량 조절 가능.



- 조합한 채널의 출력 유량 경향성이 합쳐진 경향으로 유량 출력.
- 더 넓은 공급압력 구간에서 출력 유량의 편차 감소.

도면19

❑ **탄성약액공급장치 시스템에서 수동형 유량 조절기의 유량 조절능 확인 실험**



❑ 펌프 공급 압력: 평균 41.91 kPa
최대 편차 28.7%

- 기존 주입 시스템에서 출력 유량 최대 편차 **29.9%**
- 수동형 유량 조절기 장착 후 장치 type에 따라 각각 출력 유량 최대 편차 **13.16%** (type-A), **13.81%** (type-B)

➡ 출력 유량 최대 편차 **약 16% 이상 감소**