(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월19일
(11) 등록번호 10-2218278
(24) 등록일자 2021년02월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01L 3/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01L 3/5027 (2013.01)
B01L 2200/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0142347
(22) 출원일자 2019년11월08일
심사청구일자 2019년11월08일
(56) 선행기술조사문헌
Proceedings of MEMS 2019, Seoul, KOREA, pp.32-34 (2019.01.27-31)
ACS Nano 2019, vol. 13, pp. 12939-12948 (2019.10.10.)
ACS Nano, vol. 13, pp. 12939-12948 (2019.10.10.)
KR101716302 B1

(73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
김태성
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
하도경
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
서상진
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
전용준

전체 청구항 수 : 총 15 항 심사관 : 조한솔

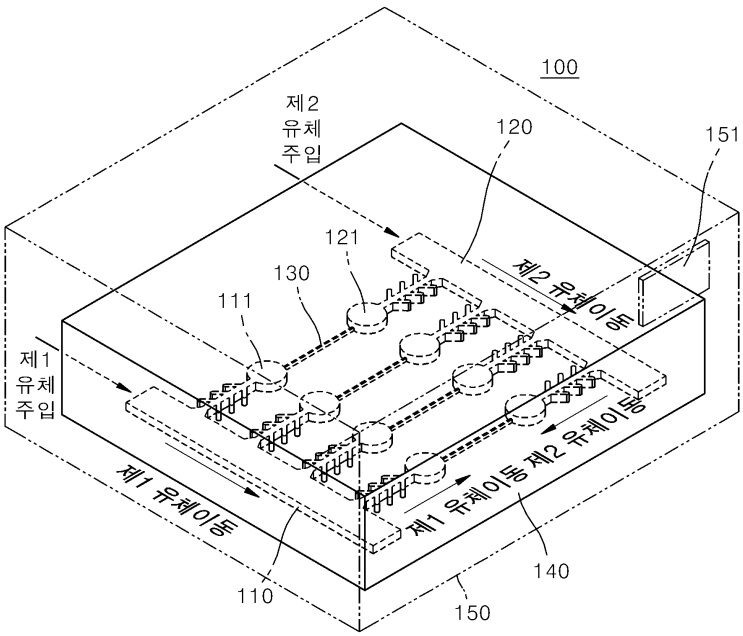
(54) 발명의 명칭 **습도 제어를 통한 나노채널의 물질전달 제어장치**

(57) 요 약

본 발명은 본 발명은 습도 조절이 가능한 챔버, 상기 챔버에 배치되고, 제1농도를 갖는 제1유체가 유동하는 제1미세채널, 상기 챔버에 배치되고, 상기 제1농도와 다른 제2농도를 갖는 제2유체가 유동하는 제2미세채널 및 상기 제1미세채널과 상기 제2미세채널에 연통되어, 상기 제1유체와 상기 제2유체의 농도 차이에 의해 상기 제1유체 또

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



는 상기 제2유체가 확산 유동하며, 다공성 소재로 둘러싸도록 형성되어 내부로부터 상기 챔버 내로 상기 확산 유동하는 상기 제1유체 또는 상기 제2유체의 수분이 증발되어 배출되는 나노채널을 포함하고, 상기 챔버 내의 습도를 조절하여, 상기 나노채널 내에서 유동하는 상기 제1유체 및 상기 제2유체의 유동을 제어하는, 습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치를 제공한다.

따라서 챔버의 습도를 조절하여 나노채널의 물질 전달을 제어하기 ??문에 기존의 전기장 형성에 의한 방법과 비교할 때, 인위적인 외력의 작용 없이도 물질의 전달을 제어할 수 있는 장점이 있다.

(52) CPC특허분류
B01L 2300/0861 (2013.01)
B01L 2300/0896 (2013.01)
B01L 2300/10 (2013.01)
B01L 2300/12 (2013.01)
B01L 2400/0472 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711083215
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명 나노 패터닝을 위한 “크랙-포토리소그래피” 공정기술 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 울산과학기술원
연구기간 2019.03.01 ~ 2020.02.29
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711087805
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 집단연구지원(R&D)
연구과제명 급속·정밀 냉각 기반 신경 신호전달 모델링 및 제어 기초연구실
기 여 율 1/2
과제수행기관명 울산과학기술원
연구기간 2019.03.01 ~ 2020.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

습도 조절이 가능한 챔버;

상기 챔버에 배치되고, 제1농도를 갖는 제1유체가 유동하는 제1미세채널;

상기 챔버에 배치되고, 상기 제1농도와 다른 제2농도를 갖는 제2유체가 유동하는 제2미세채널; 및

상기 제1미세채널과 상기 제2미세채널에 연통되어, 상기 제1유체와 상기 제2유체의 농도 차이에 의해 상기 제1유체 또는 상기 제2유체가 확산 유동하며, 다공성 소재로 둘러싸도록 형성되어 내부로부터 상기 챔버 내로 상기 확산 유동하는 상기 제1유체 또는 상기 제2유체의 수분이 증발되어 배출되는 나노채널을 포함하고,

상기 챔버 내의 습도를 조절하여, 상기 나노채널 내에서 유동하는 상기 제1유체 및 상기 제2유체의 유동을 제어하는,

습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 챔버 내의 습도가 설정값 이하이면,

상기 나노채널 내에서 유동하는 유체의 수분이 전부 증발되어, 상기 나노채널을 통한 상기 제1미세채널과 상기 제2미세채널 사이의 유체의 유동이 이루어지지 않는,

습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제1미세채널과 상기 제2미세채널은 서로 이격된 상태에서 평행하게 연장되는,

습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제1미세채널의 연장 방향을 따라 상기 나노채널이 복수 개가 서로 이격되어 설치되어 있는,

습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 챔버 내에 배치되며, 상기 다공성 소재로 형성되고, 상기 제1미세채널, 상기 제2미세채널 및 상기 나노채널이 내부에 일체로 형성되어 있는 하우징을 더 포함하는,

습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 나노채널의 일부만 상기 다공성 소재로 둘러싸이도록 형성되어 있는,

습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치.

청구항 7

습도 조절이 가능한 챔버;

상기 챔버에 배치되고, 제1농도를 갖는 제1유체가 유동하는 제1미세채널;

상기 챔버에 배치되고, 제2농도를 가지며, 상기 제1유체와는 상이한 제2유체가 유동하는 제2미세채널; 및

상기 제1미세채널과 상기 제2미세채널에 연통되어, 상기 제1유체와 상기 제2유체의 농도 차이에 의해 상기 제1유체 또는 상기 제2유체가 확산 유동하며, 다공성 소재로 둘러싸도록 형성되어 내부로부터 상기 챔버 내로 상기 확산 유동하는 상기 제1유체 또는 상기 제2유체의 수분이 증발되어 배출되는 나노채널을 포함하고,

상기 챔버 내의 습도를 조절하여, 상기 나노채널 내에서 유동하는 상기 제1유체 및 상기 제2유체의 유동을 제어하는,

습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 챔버 내의 습도가 설정값 이하이면,

상기 나노채널 내에서 유동하는 유체의 수분이 전부 증발되어, 상기 나노채널을 통한 상기 제1미세채널과 상기 제2미세채널 사이의 유체의 유동이 이루어지지 않는,

습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 나노채널은,

폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane)으로 형성되는,

습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치.

청구항 10

청구항 7에 있어서,

상기 제1미세채널과 상기 제2미세채널은 서로 이격된 상태에서 평행하게 연장되는,

습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치.

청구항 11

청구항 7에 있어서,

상기 제1미세채널의 연장 방향을 따라 상기 나노채널이 복수 개가 서로 이격되어 설치되어 있는,

습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치.

청구항 12

청구항 7에 있어서,

상기 챔버 내에 배치되며, 상기 다공성 소재로 형성되고, 상기 제1미세채널, 상기 제2미세채널 및 상기 나노채널이 내부에 일체로 형성되어 있는 하우징을 더 포함하는,

습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치.

청구항 13

청구항 7에 있어서,

상기 나노채널의 일부만 상기 다공성 소재로 둘러싸이도록 형성되어 있는,

습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치.

청구항 14

습도 조절이 가능한 챔버, 상기 챔버에 배치되고, 제1농도를 갖는 제1유체가 유동하는 제1미세채널, 상기 챔버에 배치되고, 상기 제1농도와 다른 제2농도를 갖는 제2유체가 유동하는 제2미세채널 및 상기 제1유체와 상기 제2유체의 농도 차이에 의해 상기 제1유체 또는 상기 제2유체가 확산 유동하며, 다공성 소재로 둘러싸도록 형성되어 내부로부터 상기 챔버 내로 상기 확산 유동하는 상기 제1유체 또는 상기 제2유체의 수분이 증발되어 배출되는 나노채널을 포함하는 물질전달 제어장치 준비단계 및;

상기 나노채널을 통해서 상기 제1유체 또는 상기 제2유체를 유동 시키고자 할 때는 상기 챔버의 습도를 높이고, 상기 나노채널을 통한 상기 제1유체 및 상기 제2유체의 유동을 차단하고자 할 때는 상기 챔버의 습도를 낮추는 챔버 습도 조절 단계를 포함하는,

습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어 방법.

청구항 15

습도 조절이 가능한 챔버, 상기 챔버에 배치되고, 제1농도를 갖는 제1유체가 유동하는 제1미세채널, 상기 챔버에 배치되고, 제2농도를 가지며 상기 제1유체와는 상이한 제2유체가 유동하는 제2미세채널 및 상이한 상기 제1유체와 상기 제2유체의 농도 차이에 의해 상기 제1유체 또는 상기 제2유체가 확산 유동하며, 다공성 소재로 둘러싸도록 형성되어 내부로부터 상기 챔버 내로 상기 확산 유동하는 상기 제1유체 또는 상기 제2유체의 수분이 증발되어 배출되는 나노채널을 포함하는 물질전달 제어장치 준비단계 및;

상기 나노채널을 통해서 상기 제1유체 또는 상기 제2유체를 유동 시키고자 할 때는 상기 챔버의 습도를 높이고, 상기 나노채널을 통한 상기 제1유체 및 상기 제2유체의 유동을 차단하고자 할 때는 상기 챔버의 습도를 낮추는 챔버 습도 조절 단계를 포함하는,

습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 습도 제어를 통한 나노채널의 물질전달 제어장치에 관한 것으로써, 보다 상세하게는 나노채널에 공급되는 용매의 양과 나노채널의 벽을 통해 증발되는 용매의 양을 조절하여 나노채널을 유동하는 물질의 전달을 제어하는 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재에 급증하는 바이오 정보는 기존의 실험실 분석 시스템으로는 그 신속한 처리가 어려운 실정이다. 이러한 추세에 따라 생명현상의 규명과 신약 개발 및 진단을 위한 생물학적 검출시스템은 미세 유체 공학(microfluidics)의 기반 위에서 보다 적은 양으로 빠른 시간에 정확하고 편리하게 시료를 분석하기 위한 미세종합 분석시스템(μ-TAS : micro-Total AnalysisSystem)과 랩온어칩(lab-on-a-chip)의 형태로 발전하고 있다. 분석의 대상이 되는 대부분의 생화학적 시료는 용액상태로 존재하기 때문에 액체 시료를 전달하고 제어하는 기술이 무엇보다도 중요한 요소라고 할 수 있다.

[0003] 하지만 기존에는 나노채널의 물질 전달을 제어하기 위해서 기본적으로 나노채널 양단에 전기장을 형성하여 전하를 띄고 있는 물질의 극성에 따라 제어를 하는 방식을 취하는데, 이러한 방식은 전기장 형성을 위해 장치의 구조가 복잡해지고, 물질의 극성에 영향을 받는 등의 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국등록특허 제10-1891401호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 나노채널에 공급되는 용매의 양과 나노채널의 벽을 통해 증발되는 용매의 양을 조절하여 나노채널을 유동하는 물질의 전달을 제어하는 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 습도 조절이 가능한 챔버, 상기 챔버에 배치되고, 제1농도를 갖는 제1유체가 유동하는 제1미세채널, 상기 챔버에 배치되고, 상기 제1농도와 다른 제2농도를 갖는 제2유체가 유동하는 제2미세채널 및 상기 제1미세채널과 상기 제2미세채널에 연통되어, 상기 제1유체와 상기 제2유체의 농도 차이에 의해 상기 제1유체 또는 상기 제2유체가 확산 유동하며, 다공성 소재로 둘러싸도록 형성되어 내부로부터 상기 챔버 내로 상기 확산 유동하는 상기 제1유체 또는 상기 제2유체의 수분이 증발되어 배출되는 나노채널을 포함하고, 상기 챔버 내의 습도를 조절하여, 상기 나노채널 내에서 유동하는 상기 제1유체 및 상기 제2유체의 유동을 제어하는, 습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치를 제공한다.

[0007] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 본 발명은 습도 조절이 가능한 챔버, 상기 챔버에 배치되고, 제1농도를 갖는 제1유체가 유동하는 제1미세채널, 상기 챔버에 배치되고, 제2농도를 가지며, 상기 제1유체와는 상이한 제2유체가 유동하는 제2미세채널 및 상기 제1미세채널과 상기 제2미세채널에 연통되어, 상기 제1유체와 상기 제2유체의 농도 차이에 의해 상기 제1유체 또는 상기 제2유체가 확산 유동하며, 다공성 소재로 둘러싸도록 형성되어 내부로부터 상기 챔버 내로 상기 확산 유동하는 상기 제1유체 또는 상기 제2유체의 수분이 증발되어 배출되는 나노채널을 포함하고, 상기 챔버 내의 습도를 조절하여, 상기 나노채널 내에서 유동하는 상기 제1유체 및 상기 제2유체의 유동을 제어하는 습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치를 제공한다.

[0008] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 본 발명은 습도 조절이 가능한 챔버, 상기 챔버에 배치되고, 제1농도를 갖는 제1유체가 유동하는 제1미세채널, 상기 챔버에 배치되고, 상기 제1농도와 다른 제2농도를 갖는 제2유체가 유동하는 제2미세채널 및 상기 제1유체와 상기 제2유체의 농도 차이에 의해 상기 제1유체 또는 상기 제2유체가 확산 유동하며, 다공성 소재로 둘러싸도록 형성되어 내부로부터 상기 챔버 내로 상기 확산 유동하는 상기 제1유체 또는 상기 제2유체의 수분이 증발되어 배출되는 나노채널을 포함하는 물질전달 제어장치 준비단계 및 상기 나노채널을 통해서 상기 제1유체 또는 상기 제2유체를 유동 시키고자 할 때는 상기 챔버의 습도를 높이고, 상기 나노채널을 통한 상기 제1유체 및 상기 제2유체의 유동을 차단하고자 할 때는 상기 챔버의 습도를 낮추는 챔버 습도 조절 단계를 포함하는 습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어 방법을 제공한다.

[0009] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 본 발명은 습도 조절이 가능한 챔버, 상기 챔버에 배치되고, 제1농도를 갖는 제1유체가 유동하는 제1미세채널, 상기 챔버에 배치되고, 제2농도를 가지며 상기 제1유체와는 상이한 제2유체가 유동하는 제2미세채널 및 상이한 상기 제1유체와 상기 제2유체의 농도 차이에 의해 상기 제1유체 또는 상기 제2유체가 확산 유동하며, 다공성 소재로 둘러싸도록 형성되어 내부로부터 상기 챔버 내로 상기 확산 유동하는 상기 제1유체 또는 상기 제2유체의 수분이 증발되어 배출되는 나노채널을 포함하는 물질전달 제어장치 준비단계 및 상기 나노채널을 통해서 상기 제1유체 또는 상기 제2유체를 유동 시키고자 할 때는 상기 챔버의 습도를 높이고, 상기 나노채널을 통한 상기 제1유체 및 상기 제2유체의 유동을 차단하고자 할 때는 상기 챔버의 습도를 낮추는 챔버 습도 조절 단계를 포함하는 습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명에 따른 습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치는 다음과 같은 효과가 있다.

[0011] 첫째, 챔버의 습도를 조절하여 나노채널의 물질 전달을 제어하기 ??문에 기존의 전기장 형성에 의한 방법과 비교할 때, 인위적인 외력의 작용 없이도 물질의 전달을 제어할 수 있는 장점이 있다.

[0012] 둘째, 용매 자체를 채널 내에서 증발시켜 없애는 방식이기 때문에 용액에 존재하는 물질의 극성에 영향을 받지 않는다.

[0013] 셋째, 어레이 형태로 확장하더라도 별도의 증가되는 장치 없이 습도 조절만으로 개별적인 조절이 가능한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치가 도시된 사시도이다.

도 2는 도 1에 따른 습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치의 평면 절단부를 나타낸 모식도이다.

도 3은 도 1에 따른 습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치에서 챔버의 조건에 따라 나노채널을 유동하는 유체의 상태를 나타내는 모식도이다.

도 4는 도 1에 따른 습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치의 습도를 제어하면서 챔버 및 나노채널의 상태를 형광 신호를 통해 보여주는 실험자료이다.

도 5는 도 4의 실험에서 나노 채널의 길이를 변화시키면서 형광 강도의 결과를 정량화하여 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0016] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치(100)는 제1미세채널(110), 제2미세채널(120), 나노채널(130), 하우징(140) 및 챔버(150)를 포함한다. 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)은 500 ㎛의 폭(w) 및 60 ㎛의 높이(H)를 갖는다. 물론 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)은 100 ㎛ 내지 600 ㎛ 범위의 폭 및 5 ㎛ 내지 100 ㎛ 범위의 높이를 가질 수 있다. 또한 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)은 상기 폭이나 높이에 비하여 상대적으로 긴 5 ㎜의 길이(L)를 갖는다. 물론 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)은 1 ㎜ 내지 20 ㎜의 길이(L)를 가질 수도 있다. 본 실시예에서는 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)이 서로 동일한 치수를 갖는 것을 예로 들었으나, 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)은 서로 다른 치수를 가질 수 있다. 그리고 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)은 서로 이격된 상태에서 평행하게 연장되도록 배치된다. 물론 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)의 배치구조는 변경이 가능하다.

[0017] 상기 제1미세채널(110)은 상기 챔버(150) 내에 배치되는 상기 하우징(140) 내부에 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제1미세채널(110)이 상기 챔버(150) 내에 직접 배치될 수도 있다. 상기 제1미세채널(110)에는 제1농도를 갖는 제1유체가 유동한다. 본 실시예에서 상기 제1유체는 물을 용매로 한 용액을 사용한다. 물론 상기 용액의 종류는 얼마든지 변경이 가능하다. 상기 제2미세채널(120)은 상기 챔버(150) 내에 배치되는 상기 하우징(140) 내부에 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제2미세채널(120)이 상기 챔버(150) 내에 직접 배치될 수도 있다. 상기 제2미세채널(120)에는 상기 제1농도와 다른 제2농도를 갖는 제2유체가 유동한다. 본 실시예에서 상기 제2유체는 물을 용매로 한 용액을 사용한다. 물론 상기 용액의 종류는 얼마든지 변경이 가능하다. 상기 제1유체와 상기 제2유체의 농도 차이에 의한 확산을 통해서 상기 제1미세채널(110)에서 상기 제2미세채널(120) 방향으로 또는 상기 제2미세채널(120)에서 상기 제1미세채널(110) 방향으로의 확산이 일어난다.

[0018] 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제1유체와 상기 제2유체의 농도가 동일한 것을 사용할 수 있다. 물론 이 때는 상기 제1유체와 상기 제2유체의 종류는 상이한 것을 사용한다. 이는 상기 제1미세채널(110)로부터 상기 제2미세채널(120) 방향으로 농도구배를 형성하거나, 상기 제2미세채널(120)로부터 상기 제1미세채널(110) 방향으로 농도구배를 형성하기 위함이다.

[0019] 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)은 상기 나노채널(130)을 통해서 연통된다. 이 때 상기 나노채널(130)과 연통되는 상기 제1미세채널(110)의 일측에는 제1물방울 구조의 돌출부(111)가 형성된다. 또한 상기 나노채널(130)과 연통되는 상기 제2미세채널(120)의 일측에는 제2물방울 구조의 돌출부(121)가 형성된다. 본 실시예에서 상기 제1물방울 구조의 돌출부(111) 및 상기 제2물방울 구조의 돌출부(121)는 동일한 구조로 형성된다. 상기 제1물방울 구조의 돌출부(111) 및 상기 제2물방울 구조의 돌출부(121)의 기능은 상기 나노채널(130)에 관한 설명에서 함께 설명한다.

[0020] 상기 나노채널(130)은 일 측은 상기 제1미세채널(110)과 연통되고, 타 측은 상기 제2미세채널(120)과 연통된다.

본 실시예에서 상기 나노채널(130)은 나노 크랙으로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 나노채널(130)을 다른 형태로 형성할 수 있다. 상기 나노 크랙의 형성 방법은 공지의 나노 크랙 방법과 유사하므로 설명을 생략한다. 상기 나노채널(130)은 다공성의 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS) 소재로 형성된다. 따라서 상기 나노채널(130) 내부로부터 상기 챔버(150) 내부로 수분이 증발되어 배출될 수 있다. 하지만, 상기 나노채널(130) 내부로부터 상기 챔버(150) 내부로의 수분 증발은 상기 챔버(150) 내부의 습도에 영향을 받는다. 즉, 상기 챔버(150) 내부의 습도가 낮으면 상기 나노채널(130) 내부로부터 상기 챔버(150) 내부로의 증발이 활발하게 이루어지고, 상기 챔버(150) 내부의 습도가 높으면 상기 나노채널(130) 내부로의 증발이 둔화된다. 본 실시예에서 상기 나노채널(130)은 일부만 상기 다공성의 폴리디메틸실록산으로 둘러싸이도록 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 나노채널(130) 전부가 상기 다공성의 폴리디메틸실록산으로 둘러싸이도록 형성될 수도 있다.

[0021] 따라서 상기 챔버(150)의 내부 습도가 상기 나노채널(130)로부터 증발되는 수증기를 모두 수용하기에 충분한 정도의 값이 되면, 상기 나노채널(130) 내부에서 유동하는 상기 제1유체 또는 상기 제2유체 전부가 증발된다. 그러므로 이때는 상기 나노채널(130)을 통한 상기 제1유체 또는 상기 제2유체의 유동이 이루어지지 않는다. 즉, 상기 나노채널(130)을 통한 상기 제1유체 또는 상기 제2유체의 전달이 제한된다.

[0022] 반대로 상기 챔버(150)의 내부 습도가 상기 나노채널(130)로부터 증발되는 수증기를 모두 수용하기에 충분한 정도의 값이 되지 못하면, 상기 나노채널(130)을 유동하는 상기 제1유체 또는 상기 제2유체는 상기 나노채널(130)을 통해서 상기 제2미세채널(120) 또는 상기 제1미세채널(110)로 전달된다. 즉, 상기 나노채널(130)이 상기 제1유체 또는 상기 제2유체의 전달 통로로써 역할을 한다. 즉 상기 나노채널(130)은 상기 챔버(150) 내부 습도에 따라 상기 제1유체 또는 상기 제2유체를 유동시켜서 전달하거나, 증발시켜서 전달을 차단하는 밸브 역할을 한다.

[0023] 상기 나노채널(130)은 상기 제1미세채널(110) 또는 상기 제2미세채널(120)의 연장 방향을 따라 복수개가 서로 이격되어 설치된다. 본 실시예에서는 4개의 상기 나노채널(130)이 설치된 것을 도시했지만, 이는 예시적인 것이므로 상기 나노채널(130)은 상기 제1미세채널(110) 또는 상기 제2미세채널(120)의 연장 방향을 따라 더 많은 수 또는 더 적은 수로 형성될 수도 있다. 이 때 상기 제1미세채널(110)의 일 측 및 상기 제2미세채널(120)의 일 측에 각각 형성되어서 상기 나노채널(130)과 연통되는 상기 제1물방울 구조의 돌출부(111) 및 상기 제2물방울 구조의 돌출부(121)는 상기 나노 크랙의 높이 차이에 따른 농도구배를 제거하기 위함이다.

[0024] 상기 나노채널(130)은 본 실시예에서 800 ㎛ 길이로 형성된다. 물론 상기 나노채널(130)의 길이는 750 ㎛ 내지 850 ㎛ 사이에서 얼마든지 변경이 가능하다. 이는 상기 나노채널(130)의 길이가 750 ㎛ 내지 850 ㎛로 길게 형성될 때 수력학적 저항이 매우 높기 때문에 상기 나노채널(130)을 통해 공급되는 상기 제1유체 또는 상기 제2유체의 양이 상기 나노채널(130)을 통해서 증발되는 양과 비슷해 질 수 있기 때문이다. 하지만 상기 나노채널(130)의 길이가 750 ㎛ 보다 짧아지면 상기 챔버(150) 내부의 습도를 조절 하더라도 상기 나노채널(130)을 유동하는 상기 제1유체 또는 상기 제2유체가 증발하여 상기 챔버(150) 내부로 빠져나갈 면적이 작아진다. 따라서 상기 챔버(150) 내부의 습도를 조절하더라도 이에 상응하도록 상기 제1유체 또는 상기 제2유체를 제어하기가 어려워진다.

[0025] 상기 하우징(140)은 상기 제1미세채널(110), 상기 제2미세채널(120) 및 상기 나노채널(130)이 내부에 일체로 형성되어 있는 공간을 둘러싸고 있는 부분이다. 상기 하우징(140)은 다공성의 폴리디메틸실록산으로 형성된다. 물론 상기 하우징(140)의 소재는 얼마든지 변경이 가능하다. 상기 하우징(140)은 상기 챔버(150) 내부에 배치된다.

[0026] 상기 챔버(150)는 내부가 비어있고, 저장 공간이 형성되어 있다. 상기 챔버(150)는 습도 조절이 가능하다. 이는 상기 챔버(150)의 습도를 조절하여 상기 나노채널(130) 유동하는 상기 제1유체 또는 상기 제2유체의 증발량을 조절함으로써, 상기 나노채널(130)을 통한 상기 제1유체 또는 상기 제2유체의 전달을 제어하기 위함이다.

[0027] 상기 챔버(150)는 제어부(151)를 포함한다. 상기 제어부(151)는 제습기(미도시)와 가습기(미도시)를 이용하여, 상기 챔버(150) 내부의 습도를 조절한다. 상기 제습기(미도시)로는 일반적인 냉동사이클용 제습기 등이 사용될 수 있다. 즉, 상기 챔버(150) 내부의 습도를 낮추고자 할 때는 상기 제습기(미도시)를 작동하여 상기 챔버(150) 내부의 수분을 상기 챔버(150) 외부로 배출시키고, 상기 챔버(150) 내부의 습도를 올리고자 할 때는 상기 가습기(미도시)를 작동하여 상기 챔버(150) 내부로 수분을 공급한다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 챔버(150) 내부의 습도를 조절할 수 있는 다른 장치로 변경이 가능하다.

[0028] 상기 제어부(151)는 온도센서(미도시) 및 습도센서(미도시)를 더 포함할 수 있다. 상기 제어부(151)는 상기 온도센서(미도시)와 상기 습도센서(미도시)를 통해 측정된 상기 챔버(150) 내부의 온도 및 습도를 시각적으로 표시하는 디스플레이부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 이를 통해 상기 챔버(150) 내부의 온도 및 상기 챔버(150) 내부의 습도를 시각적으로 신속하게 알 수 있다.

[0029] 도 3은 도 1에 따른 습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치(100)에서 상기 챔버(150)의 습도 조건에 따라 상기 나노채널(130)을 유동하는 상기 제1유체 또는 상기 제2유체의 상태를 나타내는 모식도이다. 도 3의 (a)를 참조하면, 상기 챔버(150) 내부가 건조한 상태이고, 따라서 상기 나노채널(130)을 유동하는 상기 제1유체 또는 상기 제2유체가 상기 챔버(150) 내부로 모두 증발한다. 그러므로 상기 나노채널(130)을 통해서 상기 제1유체가 상기 제2미세채널(120)로 유동하거나, 상기 제2유체가 상기 제1미세채널(110)로 유동하지 못한다. (b)를 참조하면 상기 챔버(150) 내부가 습한 상태이고, 따라서 상기 나노채널(130)을 유동하는 상기 제1유체 또는 상기 제2유체가 상기 챔버(140) 내부로 모두가 증발하지는 못한다. 그러므로 상기 나노채널(130)을 통해 상기 제1유체가 상기 제2미세채널(120)로 유동하거나, 상기 제2유체가 상기 제1미세채널(110)로 유동할 수 있어서 상기 나노채널(130)을 통한 물질 전달이 이루어 진다.

[0030] 도 4 및 도 5는 도 1에 따른 습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치(100)의 챔버(150) 내부의 습도를 조절하면서 상기 챔버(150) 및 상기 나노채널(130)의 상태를 형광 신호를 통해 보여주는 실험자료 및 그 결과 그래프이다. 도 4 및 도 5를 참조하면, 본 실험은 최초 측정은 시작으로부터 1시간이 지난 후에 하고, 그 후에는 2시간 간격으로 상기 챔버(150) 내부의 습도를 95%에서부터 20%로 조절하면서 15시간 동안 연속으로 형광물질의 전달 제어를 실험한 것이다. 또한 상기 나노채널(130)의 길이는 800 ㎛, 100 ㎛ 및 나노채널이 존재하지 않는 경우(Control)의 세 가지로 구분하여 실험한다.

[0031] 이에 따르면 상기 챔버(150) 내부의 습도가 95%로 유지되는 때인, 측정 시작으로부터 5시간 경과 상태, 9시간 경과 상태 및 13시간 경과 상태에서 상기 형광물질이 선명하게 나타난다. 이는 도 5에서 상기 나노채널(130)의 길이가 800 ㎛일 때 측정 시작으로부터 5시간 경과한 상태, 9시간 경과한 상태 및 13시간 경과한 상태에서 나타나는 뾰족한 부분과 대응된다. 이러한 결과를 통해 상기 챔버(150) 내부의 습도가 20%인 경우보다 95%인 경우가 상기 나노채널(130)을 통한 상기 제1유체 또는 상기 제2유체의 전달이 잘 이루어짐을 알 수 있다.

[0032] 또한 상기 나노채널(130)의 길이가 100 ㎛인 경우, 800 ㎛인 경우를 비교 했을 때, 상기 나노채널(130)의 길이가 100 ㎛인 경우는 상기 나노채널(130)의 길이가 800 ㎛인 경우에 비해 도 5의 그래프에서 뾰족하게 나타나는 부분이 불분명하다. 이는 나노채널(130)의 길이가 짧은 경우 습도의 조절량에 대해 반응하는 민감도가 훨씬 낮다는 것을 의미한다. 즉, 상기 나노채널(130)의 길이가 짧을 경우에는 상기 챔버(140) 내부의 습도를 조절하더라도 그에 상응하도록 상기 제1유체 또는 상기 제2유체를 상기 나노채널(130)을 통해 전달하거나 차단할 수 없다는 것을 의미한다. 따라서 상기 나노채널(130)의 길이가 짧은 것은 습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치로써의 기능을 수행하기 어렵다는 것을 알 수 있다.

[0033] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허 청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0034] 100: 습도 조절을 통한 나노채널의 물질전달 제어장치

110: 제1미세채널

111: 제1물방울 구조의 돌출부

120: 제2미세채널

121: 제2물방울 구조의 돌출부

130: 나노채널

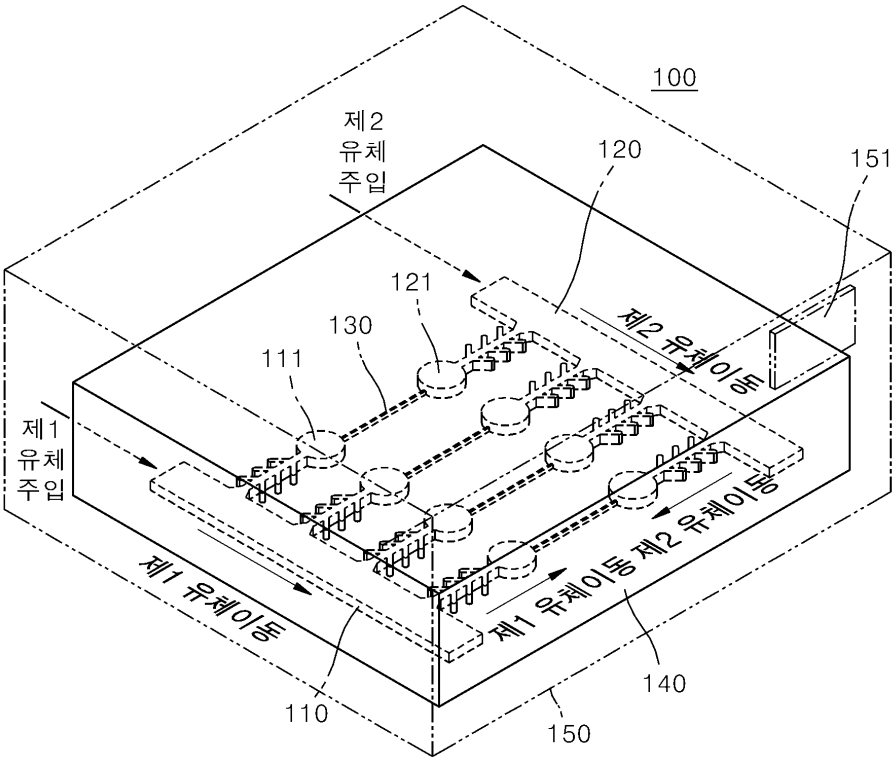
140: 하우징

150: 챔버

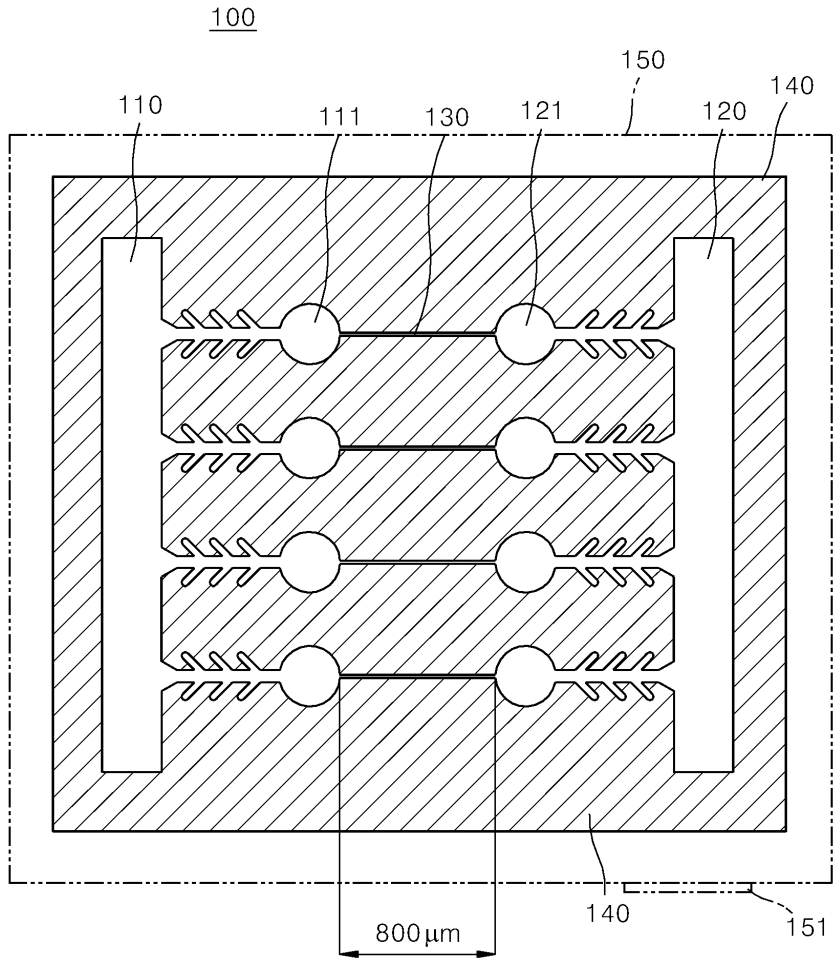
151: 제어부

도면

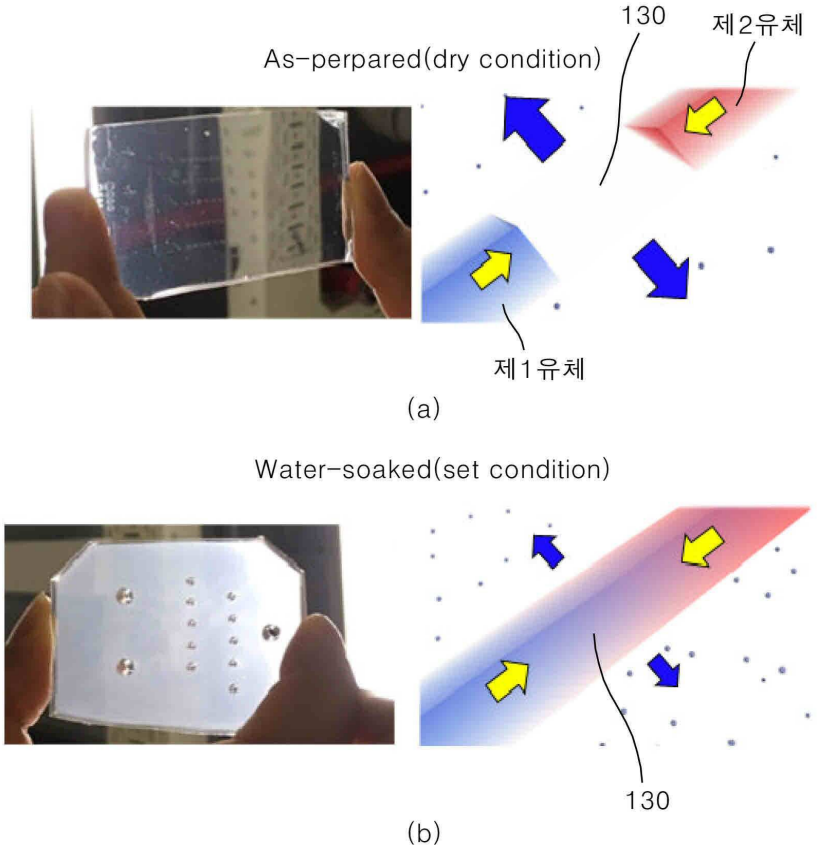
도면1


100
제2
유체
주입
120
151
121
130
111
제2 유체이동
제1
유체
주입
제1 유체이동
제1 유체이동 제2 유체이동
110
140
150

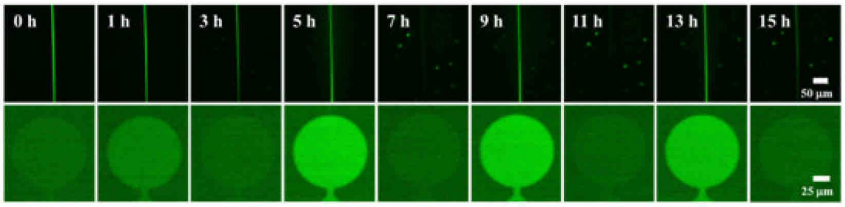
도면2



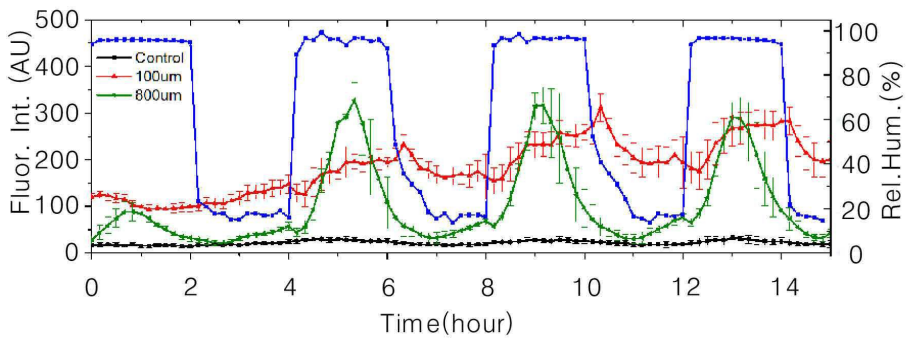
도면3


As-perpared(dry condition)
130
제2유체
제1유체
(a)
Water-soaked(set condition)
130
(b)

도면4


0 h
1 h
3 h
5 h
7 h
9 h
11 h
13 h
15 h
50 μm
25 μm

도면5


Control
100um
800um
Fluor. Int. (AU)
Rel.Hum.(%)
Time(hour)
0
100
200
300
400
500
0
20
40
60
80
100
0
2
4
6
8
10
12
14