(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0045128
(43) 공개일자 2021년04월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01L 3/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01L 3/502715 (2013.01)
B01L 2200/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0128498
(22) 출원일자 2019년10월16일
심사청구일자 2019년10월16일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
김태성
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
박정열
서울특별시 성동구 왕십리로 241, 101동 3504호 (행당동, 서울숲 더샵)
이종완
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
전용준

전체 청구항 수 : 총 12 항

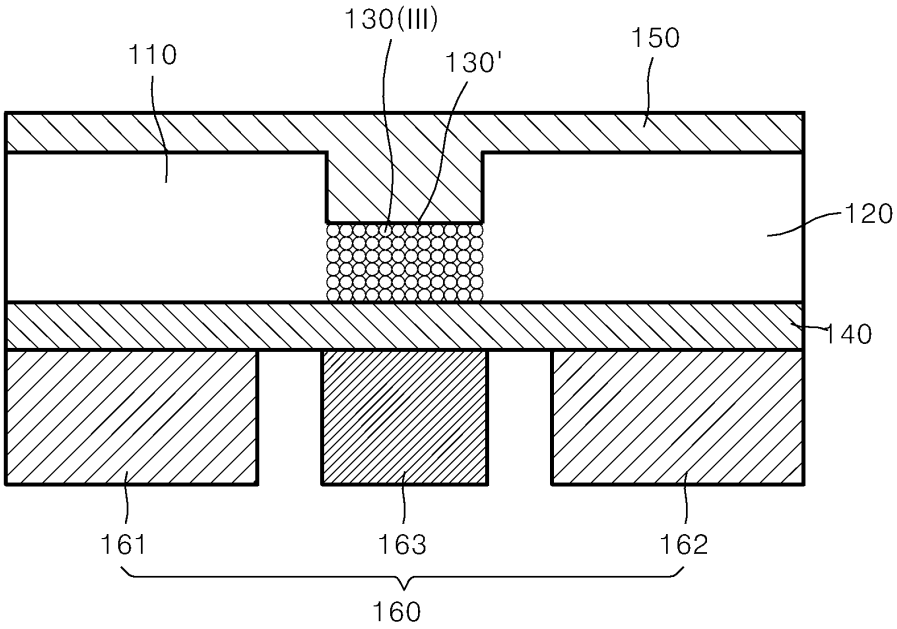
(54) 발명의 명칭 **온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치**

(57) 요 약

본 발명은 베이스부, 상기 베이스부 상에 위치하고, 제1농도를 갖는 제1유체가 유동하는 제1미세채널, 상기 베이스부 상에 위치하고, 상기 제1미세채널과 이격되도록 위치하며, 상기 제1농도와 다른 제2농도를 갖는 제2유체가 유동하는 제2미세채널, 상기 베이스부 상에서 상기 제1미세채널과 상기 제2미세채널 사이에 위치하여, 상기 제1

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



미세채널과 상기 제2미세채널을 연통하고, 내부에 하나 또는 복수개의 나노채널이 형성되는 연결채널 및 상기 베이스부 하면에 배치되고, 상기 제1미세채널, 상기 나노채널 및 상기 제2미세채널의 온도 상태를 각각 조절하는 온도 조절장치를 포함하고, 상기 온도 조절장치를 이용하여, 상기 제1미세채널, 상기 나노채널 및 상기 제2미세채널의 온도 조건을 각각 변화시켜서 상기 나노채널 내의 유동 상태를 조절하는 온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치를 제공한다.

따라서 온도 조건을 변화시키는 것에 의해서 나노채널 내를 유동하는 유체의 변화 상태를 간단하게 분석할 수 있다.

(52) CPC특허분류
B01L 2300/0887 (2013.01)
B01L 2300/0896 (2013.01)
B01L 2300/18 (2013.01)

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	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2019.03.01 ~ 2020.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

베이스부;

상기 베이스부 상에 위치하고, 제1농도를 갖는 제1유체가 유동하는 제1미세채널;

상기 베이스부 상에 위치하고, 상기 제1미세채널과 이격되도록 위치하며, 상기 제1농도와 다른 제2농도를 갖는 제2유체가 유동하는 제2미세채널;

상기 베이스부 상에서 상기 제1미세채널과 상기 제2미세채널 사이에 위치하여, 상기 제1미세채널과 상기 제2미세채널을 연통하고, 내부에 하나 또는 복수개의 나노채널이 형성되는 연결채널; 및

상기 베이스부 하면에 배치되고, 상기 제1미세채널, 상기 나노채널 및 상기 제2미세채널의 온도 상태를 각각 조절하는 온도 조절장치를 포함하고,

상기 온도 조절장치를 이용하여, 상기 제1미세채널, 상기 나노채널 및 상기 제2미세채널의 온도 조건을 각각 변화시켜서 상기 나노채널 내의 유동 상태를 조절하는,

온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 온도 조절장치는,

직사각형의 플레이트 형태로 형성되는,

온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 온도 조절장치는,

상기 제1미세채널 하부에 배치되는 제1온도 조절장치,

상기 제2미세채널 하부에 배치되는 제2온도 조절장치,

상기 나노채널 하부에 배치되는 제3온도 조절장치를 포함하는,

온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 제1온도 조절장치와 상기 제2온도 조절장치는,

상기 제1온도 조절장치와 좌우 방향으로 각각 동일하게 이격되어 배치되는,

온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치.

청구항 5

청구항 3에 있어서,

상기 제1온도 조절장치 및 상기 제2온도 조절장치는,

상기 제1온도 조절장치를 중심으로 좌우 대칭으로 형성되는,

온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치.

청구항 6

청구항 3에 있어서,

상기 제1온도 조절장치 및 상기 제2온도 조절장치는,

양 단부보다 중간부의 폭이 더 넓되, 상기 중간부의 폭이 더 넓은 부분은 상기 제3온도 조절장치 방향으로 연장되어 있는,

온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치.

청구항 7

청구항 3에 있어서,

상기 제3온도 조절장치는,

양 단부보다 중간부의 폭이 더 좁되, 상기 중간부의 폭이 더 좁은 부분에는 상기 제1온도 조절장치 및 상기 제2온도 조절장치가 연장되어 인접하는,

온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치.

청구항 8

청구항 3에 있어서,

상기 제3온도 조절장치는,

상기 연결채널과 폭이 동일하게 형성되는,

온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치.

청구항 9

청구항 3에 있어서,

상기 제1온도 조절장치, 상기 제2온도 조절장치 및 상기 제3온도 조절장치는,

각각 독립적으로 온도 조절이 가능한,

온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 연결채널은,

미세입자들이 자가조립(Self-assembled)에 의하여 적층 배열되면서 형성된 자가조립 분리막(SAPM; Self-assembled particle membrane)을 포함하는,

온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치.

청구항 11

청구항 8에 있어서,

상기 제1미세채널과 상기 제2미세채널 사이에 위치하여, 상기 제1미세채널과 상기 제2미세채널을 연통하는 마이크로챔버를 더 포함하고,

상기 자가조립 분리막을 형성하기 위하여 상기 마이크로챔버에 유체를 공급할 수 있는 미세 채널들을 더 포함하되,

상기 미세채널들의 일 단부에는 유체를 주입할 수 있는 주입구가 형성되어 있는,

온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치.

청구항 12

청구항 10에 있어서,

상기 나노채널은, 상기 미세입자들 사이의 공간으로 복수 개가 형성되는,

온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 온도 조건을 변화시켜서 나노채널 내를 유동하는 유체의 상태를 분석하는 온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근에는 반도체 제조공정 기술을 이용하여 감지(sensing) 또는 구동(actuating)에 필요한 마이크로 단위 크기의 미소구조물을 제작하고, 여기에 신호처리 회로를 같이 집적화 함으로써, 고성능 다기능의 초소형 기전시스템(Micro Electro Mechanical System, 이하 'MEMS'이라 함)이 구현되고 있다. 이러한 MEMS 기술을 이용하여 수 ㎠ 크기의 칩 위에 바이오 칩, 의료 및 미량 유체 분석 장치들을 초소형으로 집적시킨 랩-온-칩(Lab On a Chip)은 생물학, 화학, 의학 및 유전공학 분야에서 의료용 마이크로 진단 및 약물 주입 시스템에 활용하기 위하여 많은 연구가 진행되고 있다. 이와 같이 마이크론 단위의 극도로 소형화된 센서나 액츄에이터에 대한 실질적인 연구는 미세기전시스템(MEMS: Micro Electro Mechanical Systems) 기술의 등장에 힘입은 바가 크다.

[0003] 최근 들어 이 기술로 제작된 다양한 상용 제품들의 출시와 이에 따른 급속한 시장의 팽창에 따라, 새로운 산업을 일으킬 수 있는 핵심기술로 인식되고 있고 있으며, 미세유체 제어 시스템이나 마이크로 펌프(micro pump)도 이들 중 하나이다. 특히, 미세유체 제어 시스템은 랩 온 어 칩 분야의 중요한 구성 요소로서, 세밀한 유체 제어가 요구되는 단백질 칩, DNA칩, 약물전달시스템(drug delivery system)미세 생물/화학 분석기(micro total analysis system), 생물/화학반응기(micro reactor) 등에 다양하게 적용되고 있다. 하지만 이러한 미세유체 제어 시스템과는 별개로 이러한 미세유체를 분석하는 장치는 상대적으로 개발이 미흡한 면이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국등록특허 제10-1348655호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 온도 조건을 변화시켜서 나노채널 내를 유동하는 유체의 상태를 분석하는 온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 베이스부, 상기 베이스부 상에 위치하고, 제1농도를 갖는 제1유체가 유동하는 제1미세채널, 상기 베이스부 상에 위치하고, 상기 제1미세채널과 이격되도록 위치하며, 상기 제1농도와 다른 제2농도를 갖는 제2유체가 유동하는 제2미세채널, 상기 베이스부 상에서 상기 제1미세채널과 상기 제2미세채널 사이에 위치하여, 상기 제1미세채널과 상기 제2미세채널을 연통하고, 내부에 하나 또는 복수개의 나노채널이 형성되는 연결채널 및 상기 베이스부 하면에 배치되고, 상기 제1미세채널, 상기 나노채널 및 상기 제2미세채널의 온도 상태를 각각 조절하는 온도 조절장치를 포함하고, 상기 온도 조절장치를 이용하여, 상기

제1미세채널, 상기 나노채널 및 상기 제2미세채널의 온도 조건을 각각 변화시켜서 상기 나노채널 내의 유동 상태를 조절하는 온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치를 제공한다.

발명의 효과

[0007] 본 발명에 따른 온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치는 다음과 같은 효과가 있다.

[0008] 첫째, 온도 조건을 변화시키는 것에 의해서 나노채널 내를 유동하는 유체의 변화 상태를 간단하게 분석할 수 있다.

[0009] 둘째, 온도 조절장치가 제1미세채널, 제2미세채널, 나노채널의 온도를 각각 조절할 수 있어서 다양한 온도 조건하에서의 분석이 가능하다.

[0010] 셋째, 나노채널에 형성되어 있는 수많은 공극을 통해서 다량의 물질전달이 가능하기 때문에 유체의 변화 상태의 분석 및 관측이 용이하다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치가 도시된 사시도이다.

도 2는 도 1에 따른 온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치의 Ⅱ-Ⅱ선을 취한 단면도이다.

도 3은 도 1에 따른 온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치의 나노채널 및 채널을 제작하는 장치의 모식도이다.

도 4는 도 1에 따른 온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치의 온도 조절장치의 사진 및 온도 조절장치의 온도 변화 그래프이다.

도 5는 도 1에 따른 온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치의 온도 분포 차이를 나타내는 모식도이다.

도 6은 도 1에 따른 온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치에서 온도 조절장치의 온도와 나노채널의 온도와의 상관 관계를 나타내는 그래프 및 온도 변화에 따라 이온유동에 의해 발생된 전압과 전류의 변화를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0013] 도 1 내지 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치(100)는 제1미세채널(110), 제2미세채널(120), 연결채널(130), 마이크로챔버(130'), 베이스부(140), 챔버(150) 및 온도 조절장치(160)를 포함한다. 상기 제1미세채널(110)은 제1농도를 갖는 제1유체가 유동한다. 상기 제2미세채널(120)은 상기 제1농도에 비하여 낮은 제2농도를 갖는 제2유체가 유동한다. 물론 상기 제1미세채널(110)과 상기 제2미세채널(120)을 각각 유동하는 유체의 농도는 변경 가능하다. 상기 제1유체의 유동 방향과 상기 제2유체의 유동 방향은 각각의 채널의 길이 방향으로 동일한 방향일 수 있고, 또는 서로 반대 방향일 수 있다. 상기 온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치(100)는 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)에 각각 전해질 용액을 주입한 후, 온도를 변화시키면서 양이온과 음이온 간의 확산 계수 차이로 인해 발생되는 전류 및 전압을 측정함으로써, 온도 변화가 이온의 확산에 미치는 영향을 분석한다.

[0014] 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)은 상기 베이스부(140) 상에 평평하게 위치한다. 상게 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)은 마이크로 크기인 것을 예로 들어 설명한다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)을 나노 크기나 그 외 다른 크기로 변경이 가능하다. 상기 제1미세채널(110)과 상기 제2미세채널(120)은 이격되도록 위치한다.

[0015] 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)은 200㎛의 폭(W), 10㎛의 높이(H)를 갖는다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고, 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)은 100㎛ 내지 300㎛ 범위의 폭(W)과 5㎛ 내지 20㎛ 범위의 높이(H) 등의 다양한 크기를 가질 수 있다. 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)은 상기 폭이나 높이에 대하여 상대적으로 긴 길이를 가질 수 있다. 본 실시예에서 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)은 5㎜의 길이(L)를 갖는다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)의 길이를 1㎜ 내지 20㎜ 등의 다양한 범위에서 변경 가능하다. 또한 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)은 서로 동일한 치수를 가지거나 또는 서로 다른 치수를 가질

수 있다.

[0016] 상기 제1유체 및 상기 제2유체는 양이온과 음이온으로 분리되는 용질을 포함할 수 있다. 그리고 상기 제1유체와 상기 제2유체는 동일할 수도 있고 서로 다를 수도 있다. 본 실시예에서는 상기 제1유체와 상기 제2유체는 염화나트륨 수용액으로 동일한 것을 사용한다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고, 상기 제1용액은 아세트산 칼륨 수용액이고, 상기 제2용액은 탈이온수일 수 있다. 그리고 본 실시예에서 상기 제1용액은 농도가 150mM인 것을 사용하고, 상기 제2용액은 농도가 15mM인 것을 사용한다.

[0017] 상기 연결채널(130)은 상기 베이스부(140) 상에 평평하게 위치한다. 그리고 상기 연결채널(130)은 상기 제1미세채널(110)과 상기 제2미세채널(120) 사이에 위치한다. 또한 상기 연결채널(130)은 상기 제1미세채널(110)과 상기 제2미세채널(120)을 연통하여, 상기 제1미세채널(110)로부터 유입되는 제1유체 또는 상기 제2미세채널(120)로부터 유입되는 상기 제2유체가 유동할 수 있도록 한다. 본 실시예에서 상기 연결채널(130)은 하나로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 연결채널(130)이 복수개로 형성될 수도 있다. 또한 상기 연결채널(130)의 내부에는 하나 또는 복수개의 나노채널이 형성될 수 있다.

[0018] 상기 연결채널(130)은 나노입자가 포함된 용액 내부의 용매를 선택적으로 증발시켜 나노입자간의 자가조립 분리막(self-assembled particle membrane, SAPM)을 형성한다. 상기 연결채널(130)은 미세입자들이 적층되어 배열되고, 상기 미세입자들 사이에 공극이 형성되어 있는 다공성 구조를 갖는다.

[0019] 상기 자가조립 분리막으로 형성되는 연결채널(130)은 상호 연결된 수많은 공극을 기반으로 상기 연결채널(130) 내부를 통해 물질 전달이 가능하고, 상기 공극은 국소면적에 집약된 상기 다발 형태의 나노채널의 형성을 가능하게 한다. 상기 다발 형태의 나노채널을 사용할 경우, 상기 나노채널을 통한 다량의 물질전달이 가능하기 때문에 상기 나노채널을 통한 물질의 확산과 같은 현상을 분석하고 관측하기 용이하다.

[0020] 이하에서는, 상기 연결채널(130)에 상기 자가조립 분리막을 형성하여, 상기 나노채널들이 형성되는 과정을 상세하게 설명한다.

[0021] 도 2 내지 3을 참조하면, 상기 연결채널(130)의 일 단부와 타 단부에 각각 연결되는 나노채널 형성용 미세채널들(110', 120')을 형성한다. 상기 나노채널 형성용 미세채널들(110', 120')은 상기 제1미세채널(110), 상기 제2미세채널(120) 및 상기 연결채널(130)과 동시에 제조될 수도 있고, 별도로 제조될 수도 있다.

[0022] 상기 제1나노채널 형성용 미세채널(110')의 일 단부에는 제1주입구(110a')가 형성되어 있고, 상기 제2나노채널 형성용 미세채널(120')의 일 단부에는 제2주입구(120a')가 형성되어 있다. 본 실시예에서는 상기 제1주입구(110a')를 통해서 상기 제1미세채널(110) 내를 유동하는 제1유체와 동일한 유체가 주입되고, 상기 제2주입구(120a')를 통해서 상기 제2미세채널(120) 내를 유동하는 제2유체와 동일한 유체가 주입되는 것을 예로 든다. 물론 상기 제1주입구(110a') 및 상기 제2주입구(120a')를 통해서 주입되는 유체의 종류는 변경이 가능하다.

[0023] 먼저 상기 제1미세채널(110), 상기 제2미세채널(120), 상기 마이크로챔버(130), 제1나노채널 형성용 미세채널(110') 및 제2나노채널 형성용 미세채널(120')을 준비한다. 물론 상기 제1나노채널 형성용 미세채널(110')의 일 단부에는 제1주입구(110a')를 준비하고, 상기 제2나노채널 형성용 미세채널(120')의 일 단부에는 제2주입구(120a')를 형성한다. 상기 자가조립 분리막을 통하여 나노채널이 형성된 후에는 상기 제1주입구(110a') 및 상기 제2주입구(120a')는 폐쇄하거나 제거한다.

[0024] 먼저 상기 자가조립 분리막을 형성하기 위해서, 상기 미세입자가 포함된 분리막 형성 유체를 상기 제1주입구(110a') 또는 상기 제2주입구(120a')를 통해서 상기 마이크로챔버(130')에 주입한다. 이후 상기 미세입자가 포함된 분리막 형성 유체의 유입을 중단한 후 일정 시간이 경과하면 상기 마이크로챔버(130')에서 상기 미세입자들이 자가조립하면서 상기 자가조립 분리막이 생성된다. 상기 미세입자는 매트릭스 구조로 배열하면서 자가조립하고, 상기 분리막 형성용 유체는 상기 자가조립 분리막을 이루는 미세입자들 사이의 공극을 통하여 유출된다.

[0025] 한편 상기 미세입자는 공극형성이 용이하도록 구형(Spherical shape)으로 형성되는 것이 바람직하다. 본 실시예에서 상기 미세입자는 140 나노미터(nm)의 직경을 가지는 나노입자를 예로 든다. 이론적으로, 상기 나노입자의 자가조립 현상을 이용한 분리막 내부의 공극크기는 구성된 상기 나노입자 크기의 15%(약 21㎚)이다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 연결채널(130) 내부의 분리막을 구성하는 상기 나노입자의 크기를 100nm 내지 10,000nm의 직경을 갖도록 다양한 범위에서 변경이 가능하다. 물론 이에 따라 상기 분리막 내부의 공극크기도 변경될 수 있다. 또한, 상기 미세입자는, 인접하는 미세입자와의 사이에 형성되는 공극의 크기가 집적되는 미세입자 집적물의 크기보다 작도록 형성되는 것이 바람직하다. 그리고 상기 미세입자는 실리카(Silica), 카르복실화 미세입자(Carboxylated particle) 등을 적용할 수 있다. 나아가 상기 분리막 형성용 유체는, 취급이 용이한

물을 적용할 수 있으나, 이외 상기 자가조립 분리막의 구조에 영향을 미치는 벤젠(Benzene) 류를 제외한 증발 가능한 유체라면 모두 사용 가능함은 물론이다. 상기한 바와 같이 상기 마이크로챔버(130')에서 상기 자가조립 분리막이 형성되면, 블로잉(Blowing) 및 건조(Drying) 과정을 거쳐 마무리하여 상기 나노채널을 형성한다.

[0026] 상기 베이스부(140)는 유리로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고, 상기 베이스부(140)의 소재를 얼마든지 변경이 가능하다. 상기 베이스부(140) 상에는 상기 제1미세채널(110), 상기 제2미세채널(120) 및 상기 연결채널(130)이 위치되어 있다. 그리고 상기 베이스부(140) 하면에는 상기 온도 조절장치(160)가 배치되어 있다. 즉, 상기 베이스부(140)는 상기 온도 조절장치(160)로부터 상기 제1미세채널(110), 상기 제2미세채널(120) 및 상기 연결채널(130)에 열이 직접적으로 전달되지 않도록 하는 완충재로서 역할을 한다.

[0027] 상기 챔버(150)는 상기 제1미세채널(110), 상기 제2미세채널(120) 및 상기 연결채널(130)의 케이스와 같은 역할을 한다. 즉, 상기 제1미세채널(110), 상기 제2미세채널(120) 및 상기 연결채널(130)은 상기 챔버(150) 내부에 형성되어 있는 빈 공간에 형성된다. 상기 챔버(150)는 폴리디메틸실록산(PDMS, polydimethylsiloxane)으로 형성된다. 물론 상기 챔버(150)의 소재는 얼마든지 변경이 가능하다.

[0028] 도 3의 (a)는 본 발명의 일 실시예에 따른 온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치(100)의 연결채널(130)을 확대하여 나타낸 것이다. 도 3의 (a)를 참조하면, 상기 연결채널(130)은 미세입자들이 자가조립(Self-assembled)에 의하여 적층 배열되면서 형성된 자가조립 분리막(SAPM; Self-assembled particle membrane)을 포함하여 형성된다. 상기 미세입자는 구형(Spherical shape)으로 형성된다. 그리고 상기 미세입자는 200nm 내지 1000nm의 직경을 갖도록 형성된다. 물론 상기 미세입자의 형태 및 크기는 변경이 가능하다. 본 실시예에서는 상기 미세입자들이 입방체 형태로 구조화된 것을 예로 들었지만 상기 미세입자들의 결합 구조는 얼마든지 변경이 가능하다.

[0029] 도 2 및 도 4를 참조하면, 상기 온도 조절장치(160)는 상기 베이스부(140) 하면에 배치된다. 상기 온도 조절장치(160)는 제1온도 조절장치(161), 제2온도 조절장치(162) 및 제3온도 조절장치(163)를 포함한다. 상기 제1온도 조절장치(161)는 상기 제1미세채널(110) 하부에 배치된다. 상기 제2온도 조절장치(162)는 상기 제2미세채널(120) 하부에 배치된다. 상기 제3온도 조절장치(163)는 상기 연결채널(130) 하부에 배치된다. 상기 온도 조절장치(160)는 온도를 높이는 히팅뿐만 아니라 온도를 낮추는 냉각도 가능하다. 이렇게 함으로써 상기 제1미세채널(110), 상기 제2미세채널(120) 및 상기 연결채널(130)의 온도를 다양하게 변화시킬 수 있다.

[0030] 상기 제1온도 조절장치(161), 상기 제2온도 조절장치(162) 및 상기 제3온도 조절장치(163)를 포함하는 상기 온도 조절장치(160)는 직사각형의 플레이트 형태를 갖는다. 다만 상기 제1온도 조절장치(161), 상기 제2온도 조절장치(162) 및 상기 제3온도 조절장치(163)는 밀착되어 있지 않고 서로 이격되도록 배치된다. 본 실시예에서 상기 제1온도 조절장치(161)는 "ㅏ" 형태이고, 상기 제2온도 조절장치(162)는 "ㅓ"형태이며, 상기 제3온도 조절장치(163)는 "Ⅰ" 형태이다. 즉, 상기 온도 조절장치(160)는 상기 제3온도 조절장치(163)를 중심으로 상기 제1온도 조절장치(161)와 상기 제2온도 조절장치(162)가 서로 대칭 형태를 갖는다. 이 때 상기 제3온도 조절장치(163)의 폭은 500㎛로 형성된다. 이는 상기 연결채널(130)의 폭과 동일하다. 그리고 상기 제3온도 조절장치(163)는 상기 제1온도 조절장치(161) 및 상기 제2온도 조절장치(162)와 각각 300㎛ 이격되도록 배치되어 있다. 물론 상기 온도 조절장치(160)의 형태는 얼마든지 변경이 가능하다.

[0031] 상기 제1온도 조절장치(161)는 상기 제1미세채널(161)의 온도를 조절하고, 상기 제2온도 조절장치(162)는 상기 제2미세채널(162)의 온도를 조절하며, 상기 제3온도 조절장치(163)는 상기 연결채널(130)의 온도를 조절하는 역할을 한다. 즉 각각의 온도 조절장치(160)는 개별적으로 제1미세채널(110), 제2미세채널(120) 및 연결채널(130)의 온도를 조절한다. 이는 (b)의 그래프를 통해서도 잘 나타난다. 상기 제1온도 조절장치(161)와 상기 제2온도 조절장치(162)는 온도가 20℃ 정도로 거의 일정하나 상기 제2온도 조절장치(163)는 상기 제1온도 조절장치(161)와 상기 제2온도 조절장치(162)보다 훨씬 더 높은 온도를 나타낸다.

[0032] 본 실시예에서, 상기 제3온도 조절장치(163)는 상기 제1온도 조절장치(161) 및 상기 제2온도 조절장치(162)와 다른 온도를 갖는다. 그리고 상기 제1온도 조절장치(161) 및 상기 제2온도 조절장치(162)는 동일한 온도를 갖는 것을 예로 든다. 즉, 상기 제1온도 조절장치(161) 및 상기 제2온도 조절장치(162)는 20℃로 유지되고, 상기 제3온도 조절장치(163)는 5℃, 15℃, 25℃, 35℃ 중 어느 하나의 온도로 유지된다.

[0033] 상기 제1온도 조절장치(161)는 상기 제1미세채널(110)보다 폭이 좁게 형성되고, 상기 제2온도 조절장치(162)는 상기 제2미세채널(120)보다 폭이 좁게 형성되며, 상기 제3온도 조절장치(163)는 상기 연결채널(130)과 폭이 동일하도록 형성된다. 물론 상기 제1온도 조절장치(161)는 상기 제1미세채널(110)과 폭이 동일하게 형성될 수 있

고, 상기 제2온도 조절장치(162)는 상기 제2미세채널(120)과 폭이 동일하게 형성될 수 있으며, 상기 제3온도 조절장치(163)는 상기 연결채널(130)과 폭이 다르게 형성될 수 있다.

[0034] 상기 제1온도 조절장치(161), 상기 제2온도 조절장치(162) 및 상기 제3온도 조절장치(163)는 구리(Cu) 소재로 형성된다. 물론 상기 제1온도 조절장치(161), 상기 제2온도 조절장치(162) 및 상기 제3온도 조절장치(163)의 소재는 얼마든지 변경이 가능하다. 본 실시예에서 상기 제3온도 조절장치(163)는 500㎛의 폭으로 형성되어, 폭 500㎛, 높이 100㎛로 형성되는 상기 자기조립 기반의 분리막 하부의 국소 부위의 온도 제어가 용이하도록 한다.

[0035] 도 5는 도 1에 따른 온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치(100)의 온도 조절장치(160)의 온도를 조절한 상태에서 온도 분포 차이를 모식적으로 나타낸 것이다. 붉은색으로 표시된 것은 온도가 상대적으로 높은 것을 의미하고, 푸른색으로 표시된 것은 상대적으로 온도가 낮은 것을 의미한다. 이에 따르면 상기 제1온도 조절장치(161)와 상기 제2온도 조절장치(162)는 상기 제3온도 조절장치(163)에 비해 상대적으로 낮은 온도로 형성된다. 이렇게 함으로써 상기 연결채널(130)의 온도를 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120)의 온도보다 높게 유지할 수 있다. 물론 상기 제3온도 조절장치(163)의 온도를 상기 제1온도 조절장치(161) 및 상기 제2온도 조절장치(162)보다 낮게 유지함으로써 상기 연결채널(130)의 온도를 상기 제1미세채널(110) 및 상기 제2미세채널(120) 보다 낮게 유지할 수 있다. 즉, 상기 온도 조절장치(160)의 온도를 조절함으로써 상기 제1미세채널(110), 상기 제2미세채널(120) 및 상기 연결채널(130)의 온도를 조절할 수 있는 것이다. 상기 온도 조절장치(160)는 다양한 장치가 사용될 수 있으며, 본 실시예에서는 TSD(temperature switching device)가 설치되어 있다.

[0036] 도 6의 (a)는 상기 온도 조절장치(160)의 인가온도(T_{TSD})별 상기 연결채널(130)의 내부 온도(T_{NC})의 시뮬레이션 결과를 나타내는 그래프이다. 이에 따르면 상기 온도 조절장치(160)에의 인가온도와 상기 연결채널(130)의 내부 온도의 차이가 적은 것으로 볼 때 상기 온도 조절장치(160)에서 상기 연결채널(130) 내부로의 열 전달이 원활하게 진행되었음을 알 수 있다.

[0037] 도 6의 (b)는 온도를 변화시키면서 전해질 용액을 통해 확산 계수 차이에 의해 발생된 전류 및 전압의 분석 결과를 나타내는 그래프이다. 이에 따르면 동일한 농도 차의 전해질용액을 이용하더라도, 온도가 낮아지면 상기 연결채널(130)의 냉각에 따른 확산 계수 저하 및 유체 점도 증가로 인해 전류 및 전압이 감소하는 것을 알 수 있다.

[0038] 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

[0039] 100: 온도 조절을 통한 나노채널의 분석 장치

110: 제1미세채널

110': 나노채널 형성용 제1미세채널

110a': 제1미세유체 주입구

120: 제2미세채널

120': 나노채널 형성용 제2미세채널

120a': 제2미세유체 주입구

130: 연결채널

130': 마이크로챔버

140: 베이스부

150: 챔버

160: 온도 조절장치

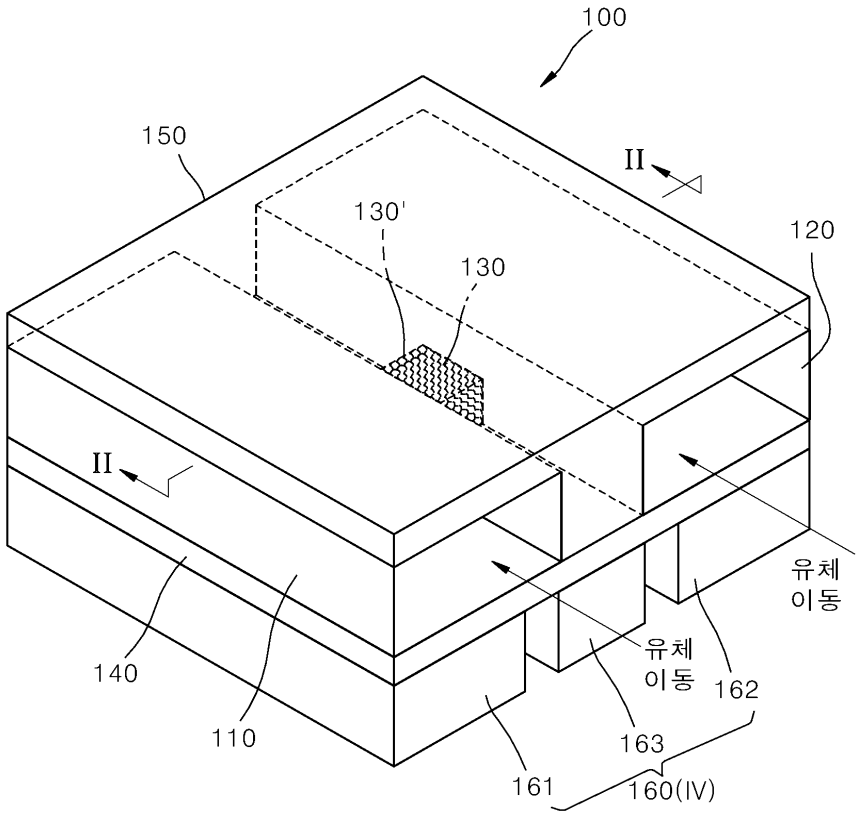
161: 제1온도 조절장치

162: 제2온도 조절장치

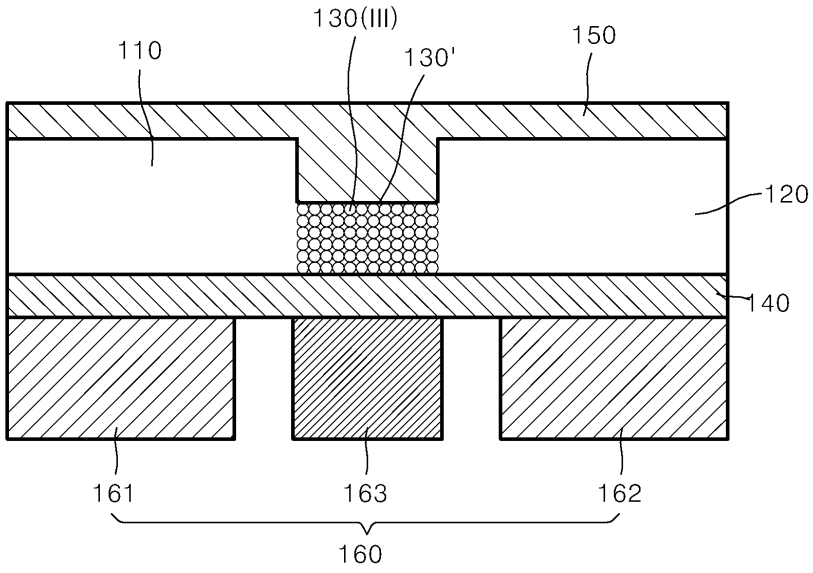
163: 제3온도 조절장치

도면

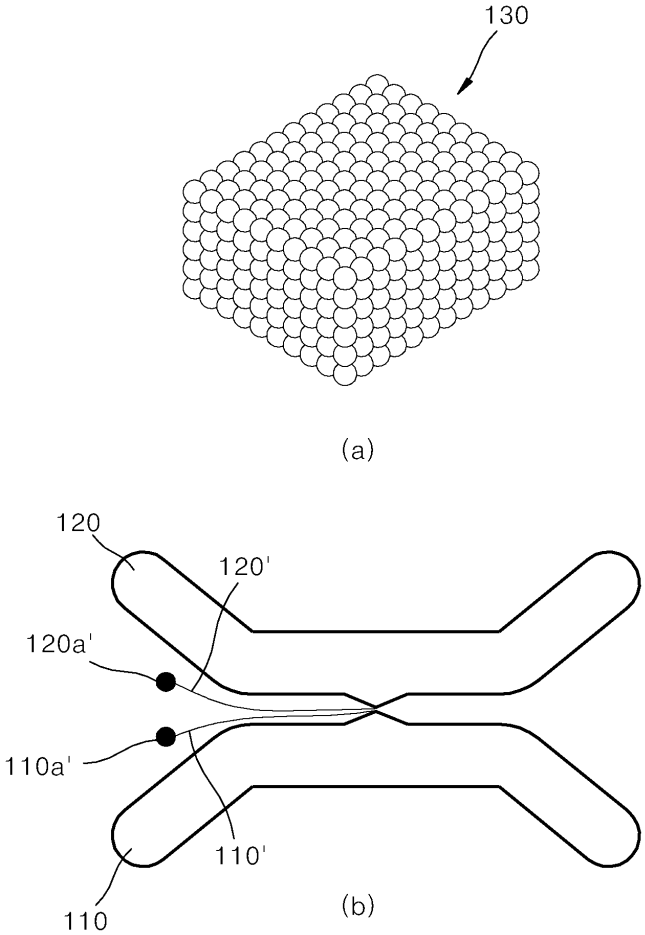
도면1



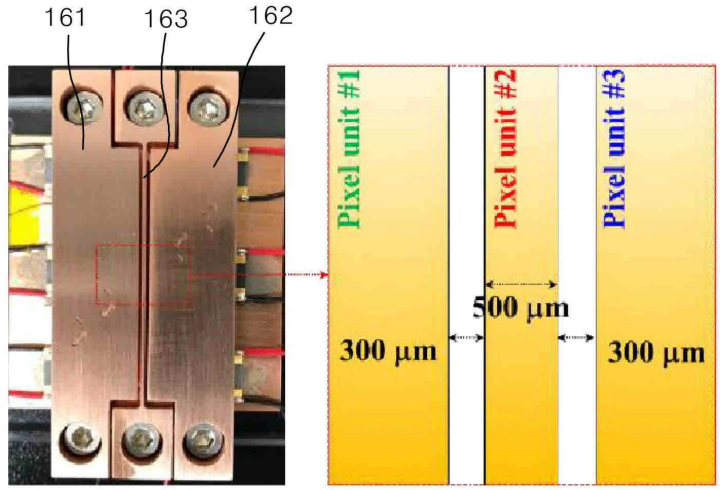
도면2



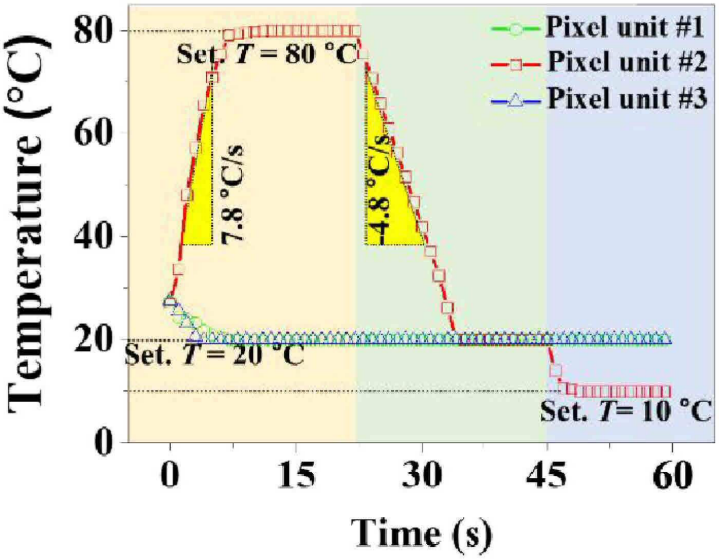
도면3



도면4

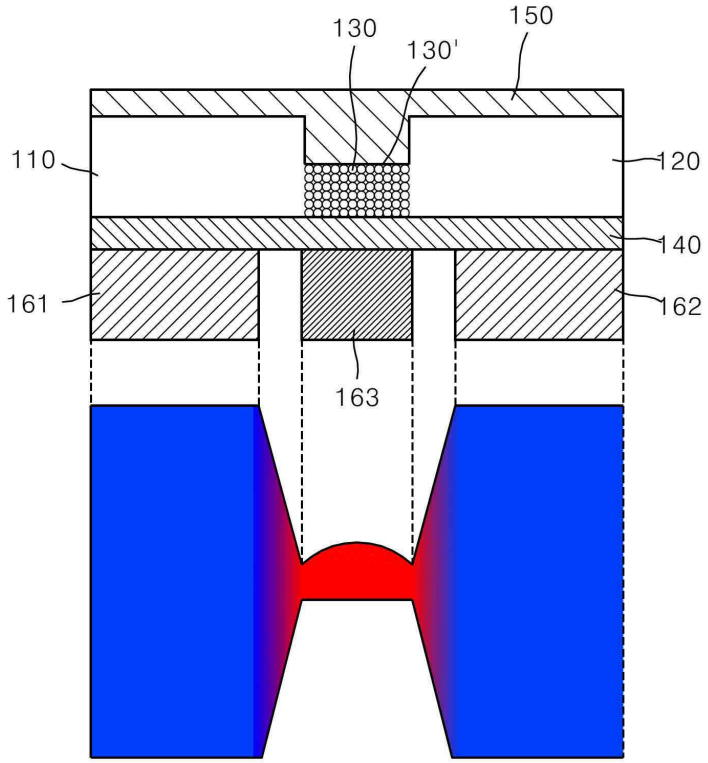

161
163
162
Pixel unit #1
Pixel unit #2
Pixel unit #3
500 μm
300 μm
300 μm

(a)

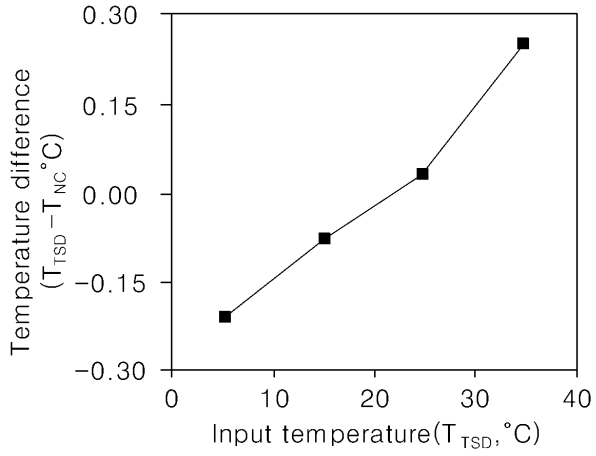

Temperature (°C)
Time (s)
Set. T = 80 °C
Set. T = 20 °C
Set. T= 10 °C
7.8 °C/s
-4.8 °C/s
Pixel unit #1
Pixel unit #2
Pixel unit #3
0
20
40
60
80
0
15
30
45
60

(b)

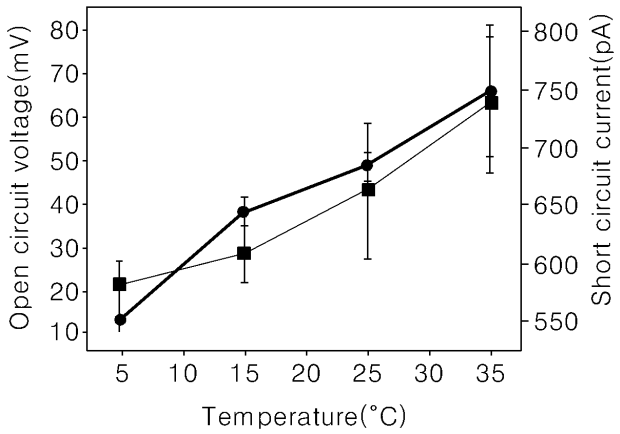
도면5



도면6


0.30
0.15
0.00
−0.15
−0.30
0
10
20
30
40
Temperature difference
(T_TSD − T_NC °C)
Input temperature(T_TSD, °C)

(a)


80
70
60
50
40
30
20
10
800
750
700
650
600
550
5
10
15
20
25
30
35
Open circuit voltage(mV)
Short circuit current(pA)
Temperature(°C)

(b)