(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0113781
(43) 공개일자 2018년10월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 61/46 (2006.01) *B01D 61/52* (2006.01)
C02F 1/469 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 61/46 (2013.01)
B01D 61/52 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0045301
(22) 출원일자 2017년04월07일
심사청구일자 2017년04월07일

(71) 출원인
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
한림대학교 산학협력단
강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)
(72) 발명자
김성재
서울특별시 관악구 관악로 1, 301동 905호
김원석
서울특별시 관악구 성현로 80, 116동 2003호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이인행, 김한, 김남식

전체 청구항 수 : 총 12 항

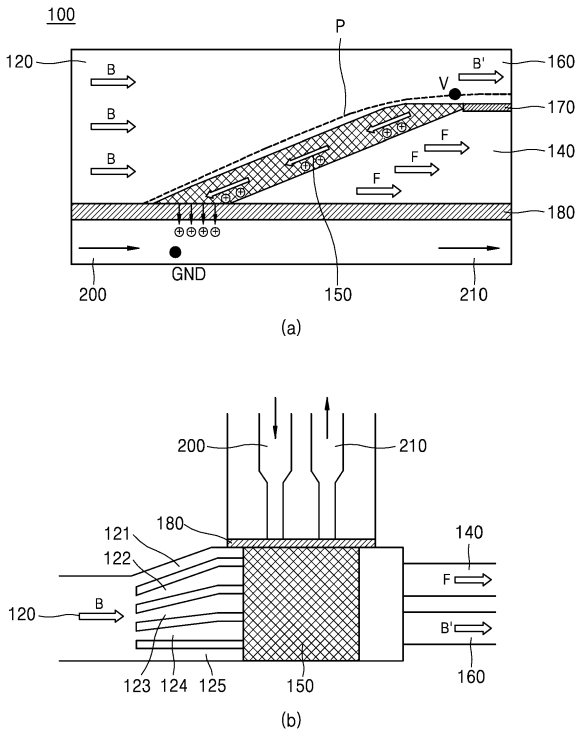
(54) 발명의 명칭 **이온농도분극 현상을 이용한 유체 정수 장치 및 정수 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 이온농도분극 현상을 이용한 대용량 유체 정수 장치 및 정수 시스템으로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 정수 장치(100)는, 이온농도분극 현상을 이용하여 대용량의 유체를 정수하는 정수 장치로서, 정수 대상 물질을 주입하는 입구를 일단에 구비한 주입 채널(120), 주입 채널(120)의 타단에서 메쉬부(150)를 개재하여 분기되

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



는, 정수된 물질(F)이 배출되는 정수 채널(140)과 나머지 정수 대상 물질(B')이 배출되는 배출 채널(160), 메쉬부(150)의 적어도 일측에 접하는 이온 선택성 멤브레인(180) 및 메쉬부(150)가 접하는 이온 선택성 멤브레인(180)의 타측에 배치되는 버퍼부(200)를 포함하고, 메쉬부(150)는 표면 상에 이온 선택성 코팅층(155)이 형성되며, 전기장이 인가되면, 주입 채널(120)의 타단 및 메쉬부(150)의 인접한 부위에 이온농도분극(ICP; Ion Concentration Polarization) 현상이 발생함으로써 이온공핍영역(ion depletion zone)이 형성되는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류
C02F 1/469 (2013.01)

(72) 발명자
김기홍
서울특별시 관악구 관악로 285, 110동 1405호

성건용
서울특별시 용산구 이촌로 347, 6동 503호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 HI14C0559020016
부처명 보건복지부
연구관리전문기관 서울대학교 산학협력단
연구사업명 의료기기기술개발
연구과제명 나노전기수력화 현상 기반의 혈액 정화 모듈 개발
기 여 율 1/1
주관기관 서울대학교(한림대학교)
연구기간 2016.05.01 ~ 2017.04.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

이온농도분극 현상을 이용하여 유체를 정수하는 정수 장치로서,

정수 대상 물질을 주입하는 입구를 일단에 구비한 주입 채널;

상기 주입 채널의 타단에서 메쉬부를 개재하여 분기되는, 정수된 물질이 배출되는 정수 채널과 나머지 상기 정수 대상 물질이 배출되는 배출 채널;

상기 메쉬부의 적어도 일측에 접하는 이온 선택성 멤브레인; 및

상기 메쉬부가 접하는 상기 이온 선택성 멤브레인의 타측에 배치되는 버퍼부

를 포함하고,

상기 메쉬부는 표면 상에 이온 선택성 코팅층이 형성되며,

전기장이 인가되면, 상기 주입 채널의 타단 및 상기 메쉬부의 인접한 부위에 이온농도분극(ICP; Ion Concentration Polarization) 현상이 발생함으로써 이온공핍영역(ion depletion zone)이 형성되는, 정수 장치.

청구항 2

이온농도분극 현상을 이용하여 유체를 정수하는 정수 장치로서,

정수 대상 물질을 주입하는 입구를 일단에 구비한 주입 채널;

상기 주입 채널의 타단에서 메쉬부를 개재하여 분기되는, 정수된 물질이 배출되는 정수 채널과 나머지 상기 정수 대상 물질이 배출되는 배출 채널;

상기 메쉬부의 양측에 각각 접하는 한 쌍의 이온 선택성 멤브레인; 및

상기 메쉬부가 접하는 상기 이온 선택성 멤브레인의 타측에 각각 배치되는 한 쌍의 버퍼부

를 포함하고,

상기 메쉬부는 표면 상에 이온 선택성 코팅층이 형성되며,

전기장이 인가되면, 상기 주입 채널의 타단 및 상기 메쉬부의 인접한 부위에 이온농도분극(ICP; Ion Concentration Polarization) 현상이 발생함으로써 이온공핍영역(ion depletion zone)이 형성되는, 정수 장치.

청구항 3

이온농도분극 현상을 이용하여 유체를 정수하는 정수 장치로서,

정수 대상 물질을 주입하는 입구를 일단에 구비한 주입 채널; 및

상기 주입 채널의 타단에서 메쉬부를 개재하여 분기되는, 정수된 물질이 배출되는 정수 채널과 나머지 상기 정수 대상 물질이 배출되는 배출 채널

을 포함하고,

상기 메쉬부는 표면 상에 이온 선택성 코팅층이 형성되며,

전기장이 인가되면, 상기 주입 채널의 타단 및 상기 메쉬부의 인접한 부위에 이온농도분극(ICP; Ion Concentration Polarization) 현상이 발생함으로써 이온공핍영역(ion depletion zone)이 형성되는, 정수 장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 메쉬부는 제1 방향, 상기 제1 방향에 수직한 제2 방향 및 상기 제1 방향과 상기 제2 방향이 형성하는 면에 수직하거나 기울어진 제3 방향을 따라 복수의 격자가 형성된 형태인, 정수 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 메쉬부의 상기 제1 방향과 상기 제2 방향으로 형성된 격자의 통공을 통해 상기 정수된 물질이 통과하여 상기 정수 채널로 흐르고,

상기 격자의 통공을 통과하지 못한 상기 정수 대상 물질은 상기 배출 채널로 흐르는, 정수 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제3 방향으로의 격자 사이즈는 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향으로의 격자 사이즈보다 작은, 정수 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 메쉬부의 표면 상에 형성된 상기 이온 선택성 코팅층의 두께는 상기 제3 방향으로의 격자 사이즈와 동일하거나 큰, 정수 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 정수 대상 물질의 이온이 상기 메쉬부의 상기 이온 선택성 코팅층을 따라 이동하여 이온농도분극(ICP; Ion Concentration Polarization) 현상이 발생하는, 정수 장치.

청구항 9

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

복수개의 상기 메쉬부가 상호 대향하도록 배치되는, 정수 장치.

청구항 10

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이온 선택성 멤브레인 및 상기 이온 선택성 코팅층은 나피온(Nafion) 재질인, 정수 장치.

청구항 11

제1항 또는 제2항의 정수 장치를 복수개 포함하는 정수 시스템으로서,

이웃하는 상기 정수 장치는 상기 버퍼부를 공유하는, 정수 시스템.

청구항 12

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항의 정수 장치를 복수개 포함하는 정수 시스템으로서,

복수개의 상기 정수 장치가 병렬 배치되고,

각각의 상기 주입 채널의 일단이 하나의 채널로 통합되어 상기 정수 대상 물질을 주입받고,

각각의 상기 정수 채널의 일단이 하나의 채널로 통합되어 상기 정수된 물질이 배출되는, 정수 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 이온농도분극 현상을 이용한 유체 정수 장치 및 정수 시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 이온

선택성 코팅층이 형성된 메쉬부를 도입함으로써 단위 시간당 수처리 용량을 향상시킨 이온농도분극 현상을 이용한 유체 정수 장치 및 정수 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 정수에 사용되는 기술의 대표적인 예로는 여과(filtration)와 역삼투(reverse osmosis)를 들 수 있다.

[0003] 여과(Filtration)는 교환 대상 물질 크기에 따라서 0.1 ~ 1㎛ 크기의 마이크로-여과(micro-filtration), 0.01 ~ 0.1㎛ 크기의 울트라-여과(ultra-filtration), 1 ~ 10㎚ 크기의 나노-여과(nano-filtration)로 구분될 수 있고, 각 여과 과정마다 사용되는 막의 크기와 종류가 다르다.

[0004] 역삼투(Reverse-osmosis)는 막의 물리적 특성에 기반한 것이 아닌 이온의 확산 특성에 근거한 이온 교환 기술이며, 대부분의 1가 이온(monovalent ion)을 교환시킬 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 여과(filtration)와 역삼투(reverse osmosis) 방법 모두 마이크로 시스템이 아닌 매크로 시스템에서 주로 사용되며, 특정 1가 이온의 분리 및 농도 조절은 어려운 문제점이 있다. 또한, 사용되는 투과막의 종류가 매우 다양하여 범용성이 낮고, 단가가 높은 문제점이 있으며, 큰 장치의 크기로 인해 휴대용 장치로 사용하기 어려운 문제점이 있다.

[0006] 한편, 이온농도분극(Ion Concentration Polarization, ICP) 현상을 이용하여 물질을 농축하는 현상이 학계에 보고되고 있다. 그러나, 이온농도분극 현상을 이용하는 경우 수처리 용량이 분당 수십㎕ ~ 수㎕ 스케일로 매우 적은 편이여서 마이크로 나노 유체 장치의 구조적 한계상, 실제 대용량의 수처리가 필요한 산업 현장에서는 활용되지 못하는 문제점이 있다.

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 포함하여 여러 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 분당 수㎖ 이상의 수처리 용량을 가지는 정수 장치 및 정수 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0008] 그리고, 본 발명은 높은 전력 효율을 가지며, 소형화하여 휴대가능한 정수 장치 및 정수 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 관점에 따르면, 이온농도분극 현상을 이용하여 유체를 정수하는 정수 장치로서, 정수 대상 물질을 주입하는 입구를 일단에 구비한 주입 채널; 상기 주입 채널의 타단에서 메쉬부를 개재하여 분기되는, 정수된 물질이 배출되는 정수 채널과 나머지 상기 정수 대상 물질이 배출되는 배출 채널; 상기 메쉬부의 적어도 일측에 접하는 이온 선택성 멤브레인; 및 상기 메쉬부가 접하는 상기 이온 선택성 멤브레인의 타측에 배치되는 버퍼부를 포함하고, 상기 메쉬부는 표면 상에 이온 선택성 코팅층이 형성되며, 전기장이 인가되면, 상기 주입 채널의 타단 및 상기 메쉬부의 인접한 부위에 이온농도분극(ICP; Ion Concentration Polarization) 현상이 발생함으로써 이온공핍영역(ion depletion zone)이 형성되는, 정수 장치가 제공된다.

[0011] 그리고, 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 관점에 따르면, 이온농도분극 현상을 이용하여 유체를 정수하는 정수 장치로서, 정수 대상 물질을 주입하는 입구를 일단에 구비한 주입 채널; 상기 주입 채널의 타단에서 메쉬부를 개재하여 분기되는, 정수된 물질이 배출되는 정수 채널과 나머지 상기 정수 대상 물질이 배출되는 배출 채널; 상기 메쉬부의 양측에 각각 접하는 한 쌍의 이온 선택성 멤브레인; 및 상기 메쉬부가 접하는 상기 이온 선택성 멤브레인의 타측에 각각 배치되는 한 쌍의 버퍼부를 포함하고, 상기 메쉬부는 표면 상에 이온 선택성 코팅층이 형성되며, 전기장이 인가되면, 상기 주입 채널의 타단 및 상기 메쉬부의 인접한 부위에 이온농도분극(ICP; Ion Concentration Polarization) 현상이 발생함으로써 이온공핍영역(ion depletion zone)이 형성되는, 정수 장치가 제공된다.

[0012] 그리고, 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 관점에 따르면, 이온농도분극 현상을 이용하여 대용량의 유체를 정수하는 정수 장치로서, 정수 대상 물질을 주입하는 입구를 일단에 구비한 주입 채널; 및 상기 주입 채널의 타단에서 메쉬부를 개재하여 분기되는, 정수된 물질이 배출되는 정수 채널과 나머지 상기 정수 대상 물질이 배

출되는 배출 채널을 포함하고, 상기 메쉬부는 표면 상에 이온 선택성 코팅층이 형성되며, 전기장이 인가되면, 상기 주입 채널의 타단 및 상기 메쉬부의 인접한 부위에 이온농도분극(ICP; Ion Concentration Polarization) 현상이 발생함으로써 이온공핍영역(ion depletion zone)이 형성되는, 정수 장치가 제공된다.

[0013] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 메쉬부는 제1 방향, 상기 제1 방향에 수직한 제2 방향 및 상기 제1 방향과 상기 제2 방향이 형성하는 면에 수직하거나 기울어진 제3 방향을 따라 복수의 격자가 형성된 형태일 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 메쉬부의 상기 제1 방향과 상기 제2 방향으로 형성된 격자의 통공을 통해 상기 정수된 물질이 통과하여 상기 정수 채널로 흐르고, 상기 격자의 통공을 통과하지 못한 상기 정수 대상 물질은 상기 배출 채널로 흐를 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제3 방향으로의 격자 사이즈는 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향으로의 격자 사이즈보다 작을 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 메쉬부의 표면 상에 형성된 상기 이온 선택성 코팅층의 두께는 상기 제3 방향으로의 격자 사이즈와 동일하거나 클 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 정수 대상 물질의 이온이 상기 메쉬부의 상기 이온 선택성 코팅층을 따라 이동하여 이온농도분극(ICP; Ion Concentration Polarization) 현상이 발생할 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 복수개의 상기 메쉬부가 상호 대향하도록 배치될 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이온 선택성 멤브레인 및 상기 이온 선택성 코팅층은 나피온(Nafion) 재질일 수 있다.

[0020] 그리고, 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 관점에 따르면, 상기 정수 장치를 복수개 포함하는 정수 시스템으로서, 이웃하는 상기 정수 장치는 상기 버퍼부를 공유하는, 정수 시스템이 제공된다.

[0021] 그리고, 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 관점에 따르면, 상기 정수 장치를 복수개 포함하는 정수 시스템으로서, 복수개의 상기 정수 장치가 병렬 배치되고, 각각의 상기 주입 채널의 일단이 하나의 채널로 통합되어 상기 정수 대상 물질을 주입받고, 각각의 상기 정수 채널의 일단이 하나의 채널로 통합되어 상기 정수된 물질이 배출되는, 정수 시스템이 제공된다.

발명의 효과

[0022] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 분당 수 ㎖ 이상의 수처리 용량을 가지며, 정수 장치들간의 직병렬 배치를 통해 수처리 용량을 더욱 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0023] 그리고, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 높은 전력 효율을 가지며, 소형화가 가능한 효과가 있다.

[0024] 그리고, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 본 발명의 휴대 가능한 정수 장치를 기존의 커다란 투석 장비를 대체하여 복막 폐투석액 정수를 위해 사용함에 따라, 신장병 환자들의 행동반경 제약을 완화시키는 효과가 있다.

[0025] 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 이온농도분극 현상을 이용하는 마이크로 채널 디바이스를 나타내는 개략도이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 정수 장치를 나타내는 개략도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 메쉬부를 나타내는 개략도이다.

도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 정수 장치의 사진이다.

도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 정수 장치를 나타내는 개략도이다.

도 7은 본 발명의 제3 실시예에 따른 정수 장치를 나타내는 개략도이다.

도 8은 본 발명의 일 실험예에 따른 메쉬부에 이온 선택성 코팅층을 형성한 경우와 형성하지 않은 경우를 비교하는 그래프이다.

도 9는 본 발명의 여러 실시예에 따른 정수 장치의 메쉬부 배치 구성 및 정수 시스템에서의 정수 장치 배치 구성을 나타내는 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭하며, 길이 및 면적, 두께 등과 그 형태는 편의를 하여 과장되어 표현될 수도 있다.

[0028] 이하에서는, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여, 본 발명의 바람직한 실시예들에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0029] 본 발명에 있어서, 정수 대상 물질(샘플, 시료)이라 함은 염수(brine)를 의미할 수 있다. 또한, 마이크로-나노미터 수준의 크기를 가지는 미립자를 포함하는 물질을 의미할 수 있다. 물질은 혈액, 미세조류, 기타 유체 등이 이에 해당될 수 있으며, 이때 물질에 포함된 미립자는 적혈구(red blood cell), 조류세포 등이 이에 해당될 수 있지만, 이러한 예로서 제한되는 것은 아니다. 다만, 이하에서는 염수를 정수하여 담수를 획득하는 실시예를 주로 상정하여 설명한다.

[0030] 또한, 본 발명에 있어서, 채널(channel)이라 함은 정수 대상 물질(샘플, 시료)이 지나가는 통로로 볼 수 있다. 이러한 통로를 제공하기 위해 채널은 관, 튜브 등의 형태로 구성될 수 있다. 또한, 본 발명의 주입 채널, 정수 채널, 배출 채널 등의 채널들은 분당 수mL 이상의 수처리 용량을 가지도록, 직경이 ㎜, ㎝ 이상의 스케일인 매크로(macro) 채널일 수 있다. 매크로 채널은 이하의 도 1에서 설명하는 직경이 ㎛ 스케일인 마이크로(micro) 채널보다 큰 단위를 지니는 채널로 이해될 수 있다.

[0032] 도 1은 이온농도분극 현상을 이용하는 마이크로 채널 디바이스를 나타내는 개략도이다.

[0033] 도 1을 참조하면, 마이크로 채널 디바이스(10)는 이온 선택성 멤브레인(ion-selective membrane, 18)을 구비할 수 있다. 마이크로 채널 디바이스(10)는 이온농도분극(Ion Concentration Polarization, ICP) 현상을 유발하도록 마이크로 채널 디바이스(10) 내에 이온 선택성 멤브레인(18)을 포함할 수 있다.

[0034] 이온농도분극 현상은 나노막을 갖는 구조 주변에서 관찰되는 전기화학 전달 현상 중의 하나이다. 전기 이중층의 두께가 나노막의 크기와 비슷할 때 나노막 내부에서 전기 이중층이 겹침으로써 단일 이온 투과성을 보인다는 것이 이론적으로 알려져 있다. 벽면 전하와 같은 전하를 갖는 이온들은 확산(diffusion)과 표류력(drift)에 의해 나노막을 통과하지 못하고 벽면 전하와 반대 전하를 갖는 이온들만이 통과하게 되면서, 나노막의 양극 방향 경계면에서는 이온 공핍층(ion depletion zone)이, 음극 방향 경계면에서는 이온 과다층(ion enrichment zone)이 나타난다. 나노막을 통과하지 못한 이온들 사이에서는 강한 전기적인 반발력이 작용하여 양이온과 음이온 모두 영향을 받게 되고, 이에 따라 이온농도구배 현상이 나타난다. 이 때, 이온공핍영역(P) 경계면 주위에서 소용돌이가 형성되고, 전하를 띠고 있는 입자나 세포, 액적들 등도 이온공핍영역(P)의 경계면에서 이온들의 전기적 반발력에 영향을 받아 나노막 주변에서 밀려나게 된다.

[0035] 마이크로 채널은 정수 대상 물질이 주입되는 제1 입구(12)과 정수된 물질 및 정수되지 않은 물질이 배출되는 제1 출구(14) 및 제2 출구(16)를 포함할 수 있다. 제1 출구(14) 및 제2 출구(16)는 복수개의 유로의 적어도 일부와 이온 선택성 멤브레인(18)의 일부가 서로 접하는 부분에서 분기될 수 있다.

[0036] 여기에서, 제1 입구(12)는 양극단(Anodic side)의 주입구로, 제2 입구(20)는 음극단(Cathodic side)의 주입구로 이해될 수 있으며, 제 1 출구(14)는 양극단의 상위출구로, 제 2 출구(16)는 양극단의 하위출구로, 제 3 출구(21)는 음극단의 출구로 이해될 수 있다.

[0037] 또한, 마이크로 채널 디바이스(10)에 전기장을 인가하여 이온 선택성 멤브레인(18)이 인접한 부근에 이온농도분

극 현상이 발생함으로써 용액으로부터 입자가 분리되어 유출됨과 동시에 농축과 탈염이 수행될 수 있다. 양극단과 음극단에 일정한 유속과 함께 전위차를 발생시키면, 이온농도분극 현상이 발현함에 따라 이온공핍영역(P)이 생성된다. 이 때, 정수 대상 물질에 포함된 특정 분자, 입자는 이온공핍영역(P)을 관통하지 못하고, 이온공핍영역(P)의 경계면 바깥으로 밀리면서 제 2 출구(16)로만 이동하여 농축된다. 염의 대부분은 제3 출구(21)를 통해 유출될 수 있고, 제1 출구(14)로는 염이 제거된 정수가 포집될 수 있다.

[0038] 그러나, 이온농도분극 현상을 이용하는 상기 마이크로 채널 디바이스(10)는 직경이 ㎛ 스케일인 채널을 통해 정수 대상 물질이 이동하므로, 수처리 용량이 분당 수십nL ~ 수μL 스케일로 매우 적은 편이다. 따라서, 실제 고용량의 수처리가 필요한 산업 현장에서는 활용되지 못하는 문제점이 있다.

[0040] 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 정수 장치(100)를 나타내는 개략도이다. 도 2의 (a)는 정수 장치(100)의 정수 원리를 나타내며, 도 2의 (b)는 정수 원리를 구현한 정수 장치(100)의 형태를 나타낸다. 도 2의 (b)의 정수 장치(100)를 실제 구현한 사진이 도 4 및 도 5에 도시되어 있다.

[0041] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 메쉬부(150)를 나타내는 개략도이다. 도 3의 (a)는 메쉬부(150)의 전체 골격(151)을 나타내고, 도 3의 (b)는 메쉬부(150)의 실제 사진을 나타내며, 도 3의 (c)는 메쉬부(150)의 격자 하나에 대한 확대 도면을 나타낸다.

[0042] 본 발명은 매크로 채널을 이동하는 정수 대상 물질에 대해, 분당 수mL 이상에 해당하는 고용량의 수처리 용량을 가지는 정수 장치(100)를 제공하는 것을 특징으로 한다.

[0043] 본 발명의 제1 실시예에 따른 정수 장치(100)는 이온농도분극 현상을 이용하여 유체를 정수하는 정수 장치(100)로서, 정수 대상 물질(B)을 주입하는 입구를 일단에 구비한 주입 채널(120), 주입 채널(120)의 타단에서 메쉬부(150)를 개재하여 분기되는, 정수된 물질(F)이 배출되는 정수 채널(140)과 나머지 정수 대상 물질(B')(또는, 농축된 물질)이 배출되는 배출 채널(160), 메쉬부(150)의 적어도 일측에 접하는 이온 선택성 멤브레인(180) 및 메쉬부(150)가 접하는 이온 선택성 멤브레인(180)의 타측에 배치되는 버퍼부(200)를 포함할 수 있다. 그리고, 메쉬부(150)는 표면 상에 이온 선택성 코팅층(155)이 형성되며, 전기장이 인가되면, 주입 채널(120)의 타단 및 메쉬부(150)의 인접한 부위에 이온농도분극(ICP) 현상이 발생함으로써 이온공핍영역(P)이 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0044] 정수 장치(100)의 채널들은 고용량의 유체가 흐를 수 있도록 도 1의 마이크로 채널 디바이스(10)의 채널들보다 직경이 큰 채널을 가질 수 있다. 예를 들어, ㎛ 스케일보다 큰 ㎜, ㎝ 스케일의 채널을 가질 수 있다.

[0045] 정수 대상 물질[일 예로, 염수(B)]은 주입 채널(120)의 일단(도 2의 좌측단)에 구비된 입구를 통해 주입 채널(120)로 주입될 수 있다. 주입 채널(120)은 하나인 것으로 도시되어 있으나, 많은 유량을 넓은 범위로 분산시키기 위해, 주입 채널(120)이 복수개의 채널(121, 122, 123, 124, 125, ...)[도 2의 (b) 참조]로 분기될 수도 있다. 각각의 채널들은 중력의 영향을 최소화하기 위해 높이가 약 1㎜ 또는 그 이하의 정도인 것이 바람직하다.

[0046] 정수 채널(140)의 일단은 주입 채널(120)의 타단과 메쉬부(150)를 개재하도록 형성될 수 있다. 정수 채널(140)의 타단으로는 정수된 물질(F)[즉, 담수]이 배출될 수 있다.

[0047] 배출 채널(160)의 일단은 주입 채널(120)의 타단과 메쉬부(150)를 개재하도록 형성될 수 있다. 배출 채널(160)은 정수 채널(140)과는 다른 분기된 통로로서 주입 채널(120)에 주입된 정수 대상 물질(B) 중 정수 채널(140)로 빠져나가는 정수된 물질(F)을 제외한 나머지(B')가 배출될 수 있다. 정수 채널과(140) 배출 채널(160)은 채널 벽과 같은 분기부(170)에 의해 물리적으로 분리 구획될 수 있다.

[0048] 이온 선택성 멤브레인(180)은 특정 이온(예를 들어, 양이온, Na^+ 등)만을 선택적으로 통과시키며, 정수 장치(100)의 채널들의 일측에서 평행한 방향을 따라 배치될 수 있다. 이온 선택성 멤브레인(180)은 다공성 나노 물질인 나피온(Nafion)을 포함하는 재질일 수 있다.

[0049] 버퍼부(200)는, 예를 들어, 주입 채널(120)에 주입하는 물질과 상응하는 농도를 가진 전해질 수용액을 주입할 수 있으며, 낮은 전기적 저항을 위해 100㎜ 이상의 고농도 용액을 주입할 수 있다. 이 외에도, 전극반응을 방지하기 위해 다양한 성분, 농도를 가지는 전해질 수용액을 주입할 수 있다. 버퍼부(200)는 이온 선택성 멤브레인(180)과 접하도록 형성될 수 있으며, 버퍼부 출구(210)를 통해 염의 대부분이 유출될 수 있다.

[0050] 높은 유량 조건에서 수처리 용량을 증대시키기 위해서는, 주입 채널(120)의 전체 단면적에 대응하는 범위에서

이온농도분극 현상이 발생하여야 한다. 그리고 주입 채널(120)의 전체 단면적에 대응하는 범위에서 이온공핍영역(P)이 형성되고 안정적으로 유지되어야 하므로, 이온 선택성 멤브레인(180)을 통한 버퍼부(200)로의 충분한 양이동의 이동이 보장되어야 한다.

[0051] 하지만, 이온 선택성 멤브레인(180)만으로는 채널 단면 전체 크기에 상당하는 이온공핍영역(P)을 생성할 수 없다. 높은 전압을 인가하여도 이온공핍영역(P)의 크기를 확장하는 것에 한계가 있으며, 확장된 이온공핍영역(P)이 오랜시간 유지되기도 쉽지 않다. 따라서, 본 발명의 정수 장치(100)는 이온 선택성 코팅층(155)을 표면 상에 형성한 메쉬부(150)를 도입함으로써 분당 수 mL 이상의 수처리 용량을 가지도록 할 수 있다.

[0052] 메쉬부(150)에 도입된 격자 구조는 두가지 역할을 수행한다.

[0053] 첫번째는, 표면적을 증가시켜 양이온 전도도를 극대화하는 것이다. 메쉬부(150) 없이 이온 선택성 멤브레인(180)만으로는 주입 채널(120)의 정수 대상 물질에서 양이온을 충분히 통과시킬 수 없고, 이온공핍영역(P)을 생성할 수 없다. 그리고, 격자 구조를 채용하더라도 이온 선택성 코팅층(155)을 형성하지 않으면, 양이온이 충분히 이동하지 못하는 것은 마찬가지이다.

[0054] 두번째는, 이온공핍영역(P)을 확장하는 매개체로 사용하는 것이다. 이온공핍영역(P)에서는 불안정한 와류(electrokinetic instability)가 형성되며, 와류가 발생하는 부분의 특성 길이가 수백 마이크로미터 이상으로 길어질수록 불안정성이 증가하게 된다. 따라서, 이온 선택성 코팅층(155)이 형성된 골격(151)에 격자 구조를 도입함으로써, 이온공핍영역(P)을 확장시켜 안정적으로 이온농도분극 현상을 유지할 수 있는 것이다.

[0055] 메쉬부(150)에는 이온 선택성 코팅층(155)이 형성되어 있으므로, 이온 선택성 멤브레인(180)과 마찬가지로 특정 이온(예를 들어, 양이온, Na^+ 등)만을 선택적으로 통과시킬 수 있다. 이온 선택성 코팅층(155)도 나피온(Nafion) 재질일 수 있다. 한편, 메쉬부(150)는 격자를 가지고 있으므로 이온 선택성 멤브레인(180)과는 다르게, 격자의 통공을 통해 정수된 물질(F), 유체를 통과시킬 수 있다. 따라서, 유체의 이동 방향과 평행하게 배치되는 이온 선택성 멤브레인(180)과는 다르게, 메쉬부(150)는 유체의 흐름에 영향을 주지 않으며, 유체의 이동 방향에 수직하게 또는 소정의 각도를 이루며 배치될 수 있다.

[0056] 다시 도 2를 참조하면, 메쉬부(150)는 유체의 이동 방향에 수직하게 또는 소정의 각도를 이루며 배치되므로, 주입 채널(120)의 전체 단면적에 대응하는 범위에서 이온공핍영역(P)을 형성하고 안정적으로 유지시킬 수 있다. 다시 말해, 전기장이 걸린 방향(V -> GND 방향)으로, 메쉬부(150)의 이온 선택성 코팅층(155)을 따라 양이온을 충분히 이동시켜 이온농도분극(ICP)을 발생시키고, 메쉬부(150)의 전체 표면과 주입 채널(120)의 인접한 부위에 이온공핍영역(P)을 넓고 안정적으로 형성할 수 있다. 양이온은 메쉬부(150)의 격자를 따라 이동하고, 메쉬부(150) 일측에 인접한 이온 선택성 멤브레인(180)을 통과하여 버퍼부(200)로 이동할 수 있다.

[0057] 생성된 이온공핍영역(P)으로부터 전하를 띤 입자가 밀려나며 정수가 진행될 수 있다. 메쉬부(150)를 소정 각도로 기울여 이온공핍영역(P)을 비스듬하게 발생시키면 밀려난 입자들이 배출 채널(160)로 이동할 수 있다. 정수 채널(140)과 배출 채널(160) 사이에는 설치된 분기부(170)를 통해 정수된 물질(F)과 나머지 물질(입자 농축 물질)(B')이 분리되어 포집될 수 있다. 격자의 통공을 통과한 정수된 물질(F), 유체 등은 정수 채널(140)로 이동하고, 격자의 통공을 통과하지 못한 유체(정수되지 않은 나머지 물질(B') 또는 입자가 농축된 물질)은 배출 채널(160)로 이동할 수 있다.

[0058] 이온 선택성 멤브레인(180)은 양이온을 버퍼부(200)로 이동시킴과 더불어 주 채널[주입 채널(120), 정수 채널(140), 배출 채널(160)]과 버퍼 채널(200, 210) 간의 유동의 간섭을 방지할 수 있다.

[0059] 다시 도 3을 참조하면, 메쉬부(150)의 골격(151) 구조는 제1 방향(x 방향), 제1 방향에 수직한 제2 방향(z 방향) 및 제1 방향과 제2 방향이 형성하는 면에 수직하거나 기울어진 제3 방향(y 방향)을 따라 복수의 격자가 형성된 형태일 수 있다. 그리고, 그 골격(151) 표면 상에 이온 선택성 코팅층(155)이 소정의 두께를 가지고 형성될 수 있다.

[0060] 제1 방향 및 제2 방향으로의 격자 단변의 사이즈(L1)는 제3 방향으로의 격자 사이즈(L3)보다 큰 것이 바람직하다. 즉, 제1 방향 및 제2 방향으로 형성된 격자의 통공을 통해 정수된 물질(F)이 통과할 수 있도록 격자 사이즈(L1)가 상대적으로 크게 형성될 필요가 있다. 이온 선택성 코팅층(155)의 두께까지 고려하면 실제로 격자의 통공 사이즈는 L2가 될 수 있다. 제1 방향 및 제2 방향으로의 격자 사이즈(L1)은 약 수십 ㎛ ~ 수백 ㎛ 일 수 있고, 제3 방향으로의 격자 사이즈(L3)는 이보다 작은 범위에서 약 수십 ㎛ ~ 수백 ㎛ 일 수 있다. 일 실시예로서, 제1 방향 및 제2 방향으로의 격자 사이즈(L1)는 약 500 ~ 700㎛, 제3 방향으로의 격자 사이즈(L3)

는 약 200 ~ 400㎛일 수 있다. 그리고 이온 선택성 코팅층(155)이 형성된 제1 방향 및 제2 방향으로의 격자의 통공 사이즈(L2)는 코팅 전 격자 사이즈보다 약 100 ~ 200㎛ 정도 감소할 수 있다. 즉, 이온 선택성 코팅층(155)은 약 100 ~ 200㎛의 두께를 가지며 골격(151)의 표면 상에 형성될 수 있다. 하지만 반드시 이 수치에 제한되는 것은 아님을 밝혀둔다.

[0061] 한편, 제3 방향(y 방향)으로 정수된 물질(F)이 통과하는 것을 고려할 때, 각각의 격자 간에 유체의 간섭을 없애고, 유체가 이온 선택성 코팅층(155)과 접촉하는 면적이 극대화 되도록 격자 사이즈(L1, L2, L3)가 형성될 필요가 있다. 또한, 제1 방향 및 제2 방향으로 형성된 격자의 통공을 통해서 정수된 물질(F)을 통과시키고, 통공의 측면을 통해서는 정수된 물질(F)을 통과시키지 않고 안정적으로 이온공핍영역(P)을 형성하기 위해, 제3 방향으로 형성된 격자는 이온 선택성 코팅층(155)으로 막혀있을 수 있다. 다시 말해, 골격(151)의 표면 상에서 이온 선택성 코팅층(155)의 형성되는 두께가 제3 방향의 격자 사이즈와 동일하거나 크게 형성될 수 있다. 격자 사이즈를 작게 만들기 위해 제3 방향으로 형성된 격자의 통공 사이에 골격(153)을 추가할 수 있다. 제3 방향으로 형성된 격자가 이온 선택성 코팅층(155)으로 막혀있으므로, 각 격자 간에 유동 간섭이 발생하는 것이 억제되어 안정적으로 이온공핍영역(P)이 형성될 수 있다.

[0062] 채널 내에서의 더 많은 양의 유체를 처리하기 위해서, 복수개의 메쉬부(150)를 배치할 수도 있다. 이때, 복수개의 메쉬부(150)는 주된 면(x-z 방향 면)이 상호 대향하도록 배치되는 것이 바람직하다.

[0064] 도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 정수 장치(100)의 사진이다. 주입 채널(120)이 복수개 분기되도록 채널(121, 122, ...)들을 형성하고, 메쉬부(150)를 수용할 수 있는 홈부를 형성하였다. 주입 채널(120)의 정수 대상 물질 주입 방향에 수직하거나, 소정의 각도를 이루도록 메쉬부(150)를 배치하고, 상부측면에 이온 선택성 멤브레인(180)을 배치하였다. 이온 선택성 멤브레인(180) 상부에는 버퍼부(200) 및 버퍼부 출구(210)를 연결하였다. 메쉬부(150)의 타측에는 정수 채널(140)과 배출 채널(160)을 각각 별개의 채널로 분기되도록 형성하였다. 인가전극을 메쉬부(150)에 연결하여 전압을 인가(도 5의 실시예에서는 30V 인가)하고, 버퍼부(200)에 그라운드 전극을 연결하였다. 버퍼부(200)에 그라운드 전극이 연결되므로, 전극반응을 주 채널[주입 채널(120), 정수 채널(140), 배출 채널(160)]로부터 단절시킬 수 있다. 주 채널의 배출 채널(160) 분지에 설치된 인가전극(V)으로부터 전극반응의 생성물이 발생하고, 정수 채널(140) 분지에서는 전극반응의 영향이 미치지 않고 정수된 물질(F)을 포집할 수 있다.

[0066] 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 정수 장치(100')를 나타내는 개략도이다.

[0067] 본 발명의 제2 실시예에 따른 정수 장치(100')는 이온농도분극 현상을 이용하여 대용량의 유체를 정수하는 정수 장치(100')로서, 정수 대상 물질(B)을 주입하는 입구를 일단에 구비한 주입 채널(120), 주입 채널(120)의 타단에서 메쉬부(150)를 개재하여 분기되는, 정수된 물질(F)이 배출되는 정수 채널(140)과 나머지 정수 대상 물질(B')이 배출되는 배출 채널(160), 메쉬부(150)의 양측에 각각 접하는 한 쌍의 이온 선택성 멤브레인(180) 및 메쉬부(150)가 접하는 이온 선택성 멤브레인(180)의 타측에 배치되는 한 쌍의 버퍼부(200)를 포함할 수 있다. 그리고, 메쉬부(150)는 표면 상에 이온 선택성 코팅층(155)이 형성되며, 전기장이 인가되면, 주입 채널(120)의 타단 및 메쉬부(150)의 인접한 부위에 이온농도분극(ICP) 현상이 발생함으로써 이온공핍영역(P)이 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0068] 제2 실시예에 따른 정수 장치(100')는 두개의 버퍼 채널[버퍼부(200) 및 버퍼부 출구(210)]과 이에 접하도록 배치되는 두개의 이온 선택성 멤브레인(180)을 포함하는 형태이며, 나머지 구성은 제1 실시예와 동일하다.

[0069] 상부의 버퍼 채널과 하부의 버퍼 채널에 전극(V, GND)을 연결하므로, 전극반응을 모두 주 채널[주입 채널(120), 정수 채널(140), 배출 채널(160)]로부터 단절시킬 수 있다. 제2 실시예의 정수 장치(100')는 주 채널에서 전극반응의 부산물로 인한 압력 불균형 및 오염을 방지할 수 있는 이점이 있다. 다만, 버퍼 채널의 저항으로 인한 구동 전압이 높아질 수 있다.

[0071] 도 7은 본 발명의 제3 실시예에 따른 정수 장치(100")를 나타내는 개략도이다.

[0072] 본 발명의 제3 실시예에 따른 정수 장치(100")는 이온농도분극 현상을 이용하여 대용량의 유체를 정수하는 정수 장치(100")로서, 정수 대상 물질(B)을 주입하는 입구를 일단에 구비한 주입 채널(120) 및 주입 채널(120)의 타

단에서 메쉬부(150)를 개재하여 분기되는, 정수된 물질(F)이 배출되는 정수 채널(140)과 나머지 정수 대상 물질(B')이 배출되는 배출 채널(160)을 포함할 수 있다. 그리고, 메쉬부(150)는 표면 상에 이온 선택성 코팅층(155)이 형성되며, 전기장이 인가되면, 주입 채널(120)의 타단 및 메쉬부(150)의 인접한 부위에 이온농도분극(ICP) 현상이 발생함으로써 이온공핍영역(P)이 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0073] 제3 실시예에 따른 정수 장치(100")는 버퍼 채널[버퍼부(200) 및 버퍼부 출구(210)]과 이에 접하도록 배치되는 이온 선택성 멤브레인(180)을 포함하지 않는 형태이며, 나머지 구성은 제1 실시예와 동일하다.

[0074] 버퍼 채널 없이, 주 채널[주입 채널(120), 정수 채널(140), 배출 채널(160)] 내에 모든 전극(V, GND)을 설치하여 구동하는 형태로서, 정수 채널(140)의 벽에 인가 전극(V)을 설치하고, 분기부(170)로부터 배출 채널(160) 분지 근처에 그라운드 전극(GND)을 설치한다. 버퍼 채널이 없으므로, 메쉬부(150)의 양단에서 이온농도분극이 일어나도록 제1, 2 실시예와 전기장 방향을 반대로 설정할 수 있다.

[0075] 제 3 실시예의 정수 장치(100")는 장치의 구조가 단순하여 제작 및 집적화가 쉽고, 전극반응이 매우 적거나 없는 경우 효율적이며, 수십 mM 정도의 저농도의 정수 대상 물질을 정수하는데 바람직하다.

[0077] 도 8은 본 발명의 일 실험예에 따른 메쉬부(150)에 이온 선택성 코팅층(155)을 형성한 경우[도 8의 (a)]와 형성하지 않은 경우[도 8의 (b)]를 비교하는 그래프이다. 각 그래프의 중간 점선은 주입된 정수 대상 물질의 임피던스 수치를 나타내며, 이 수치는 기준점으로서 사용될 수 있다.

[0078] 도 8의 (a)를 참조하면, 메쉬부(150)에 이온 선택성 코팅층(155)을 형성한 경우, 정수된 물질(F, Purified)과 염수(B', Brine)의 임피던스 차이가 크게 나타난다. 특히, 정수된 물질(F)의 임피던스는 정수 대상 물질의 임피던스 수치(점선)보다 훨씬 크게 나타나는데, 이는 정수된 물질(F)에서 이온들이 제거되었기 때문에 임피던스가 증가한 것이라고 볼 수 있다. 그라운드 전극은 양이온이 빠져나가는 버퍼부(200)에 연결되어 있기 때문에 임피던스가 낮게 나타난다.

[0079] 0.5mL/min의 주입 유량 및 0.3mL/min의 주입 유량의 그래프를 비교하면, 유량이 적은 경우, 정수된 물질(F)의 임피던스가 더 높게 나오므로, 정수 효율(42%)이 더 높음을 확인할 수 있다.

[0080] 반면에, 도 8의 (b)를 참조하면, 메쉬부(150)에 이온 선택성 코팅층(155)을 형성하지 않은 경우, 정수된 물질(F)과 염수(B')의 임피던스 차이가 거의 나타나지 않는다. 메쉬부(150)에서 이온공핍영역(P)을 생성하지 않고, 이온 선택성 멤브레인(150)으로만 수처리를 수행하기 때문에 매우 적은 정수 효율(10% 이하)을 나타냄을 확인할 수 있다.

[0082] 도 9는 본 발명의 여러 실시예에 따른 정수 장치(100)의 메쉬부(150) 배치 구성 및 정수 시스템에서의 정수 장치 배치 구성을 나타내는 개략도이다.

[0083] 도 9의 (a)를 참조하면, 정수 장치(100)의 주 채널 내에서 복수개의 메쉬부(150)를 직렬로 배치할 수 있다. 복수개의 메쉬부(150)는 주된 면(x-z 방향)이 상호 대향하도록 배치되는 것이 바람직하다. 주 채널을 통과하는 정수 대상 물질이 다중으로 정수되므로, 정수 효율을 증가시킬 수 있다. 또한, 더 많은 양의 유체를 처리할 수도 있다.

[0084] 도 9의 (b) 및 (c)를 참조하면, 복수개의 정수 장치(100)를 집적하여 높은 수처리 용량을 갖는 단일 장치의 정수 시스템을 구현할 수 있다.

[0085] 도 9의 (b)는 이웃하는 정수 장치(100)가 가운데에 하나의 버퍼부(200)를 공유하는 정수 시스템이다. 두개의 주 채널이 하나의 버퍼 채널을 공유하므로, 장치 크기를 축소하면서 집적도를 높일 수 있다.

[0086] 도 9의 (c)는 복수개의 정수 장치(100)가 병렬 배치되고, 각각의 정수 장치(100)들의 주입 채널(120)들이 하나의 채널(300)로 통합되어 정수 대상 물질(B)을 주입받고, 각각의 정수 채널(140)들이 하나의 채널(400)로 통합되어 정수된 물질(F)이 배출되는 정수 시스템이다. 이러한 제작 과정을 통해 단일의 정수 장치(100)를 필요에 따라 여러개 연결하여 수처리 용량을 변경할 수 있다.

[0087] 한편, 본 발명의 일 실시예로서, 상기 정수 장치(100) 및 정수 시스템을 휴대용 복막 투석장치로 사용할 수 있다. 기존의 투석 방법인 혈액 투석 및 복막 투석은 주기적으로 병원에 내원을 해야 하며, 복막염과 같은 감염증

을 유발할 수 있으며, 혈액 손실, 항응고제 사용에 따른 위험 등이 따른다. 하지만, 본 발명은 소형화하여 제작될 수 있고, 수처리 용량을 확장시킬 수 있으므로, 복막 투석액의 휴대용 재생기로서 활용할 수 있는 이점이 있다. 따라서, 신장병 환자의 생활반경을 제한하지 않고, 삶의 질을 크게 개선시킬 수 있게 된다.

[0088] 본 발명은 상술한 바와 같이 바람직한 실시예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형과 변경이 가능하다. 그러한 변형예 및 변경예는 본 발명과 첨부된 특허청구범위의 범위 내에 속하는 것으로 보아야 한다.

부호의 설명

[0089] 100, 100', 100": 정수 장치

120: 주입 채널

140: 정수 채널

150: 메쉬부

155: 이온 선택성 코팅층

160: 배출 채널

170: 분리부

180: 이온 선택성 멤브레인

200: 버퍼부

210: 버퍼부 출구

B: 정수 대상 물질

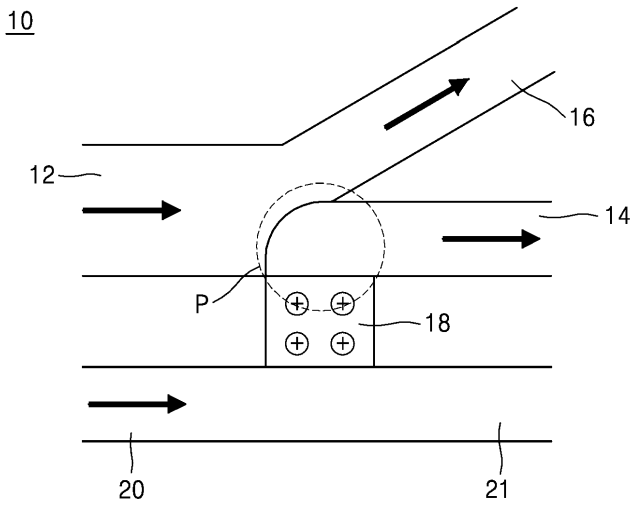
B: 정수되지 못한 나머지 물질, 농축된 물질

F: 정수된 물질

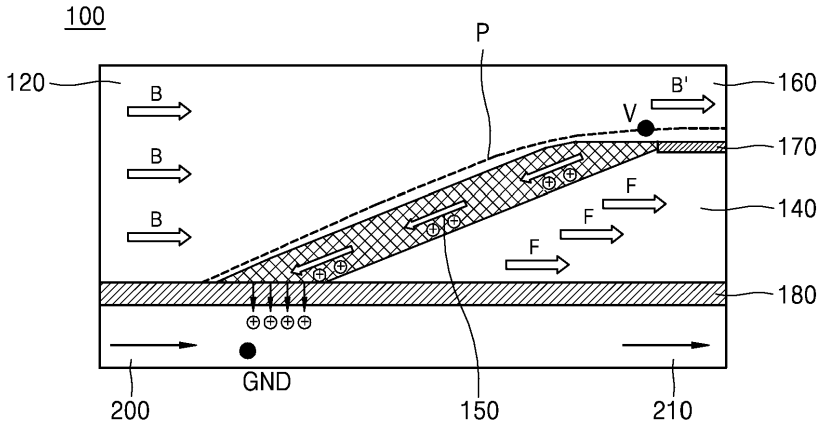
P: 이온공핍영역

도면

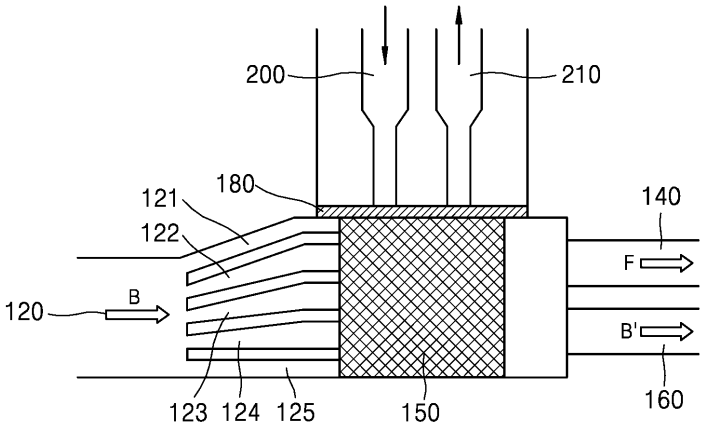
도면1



도면2

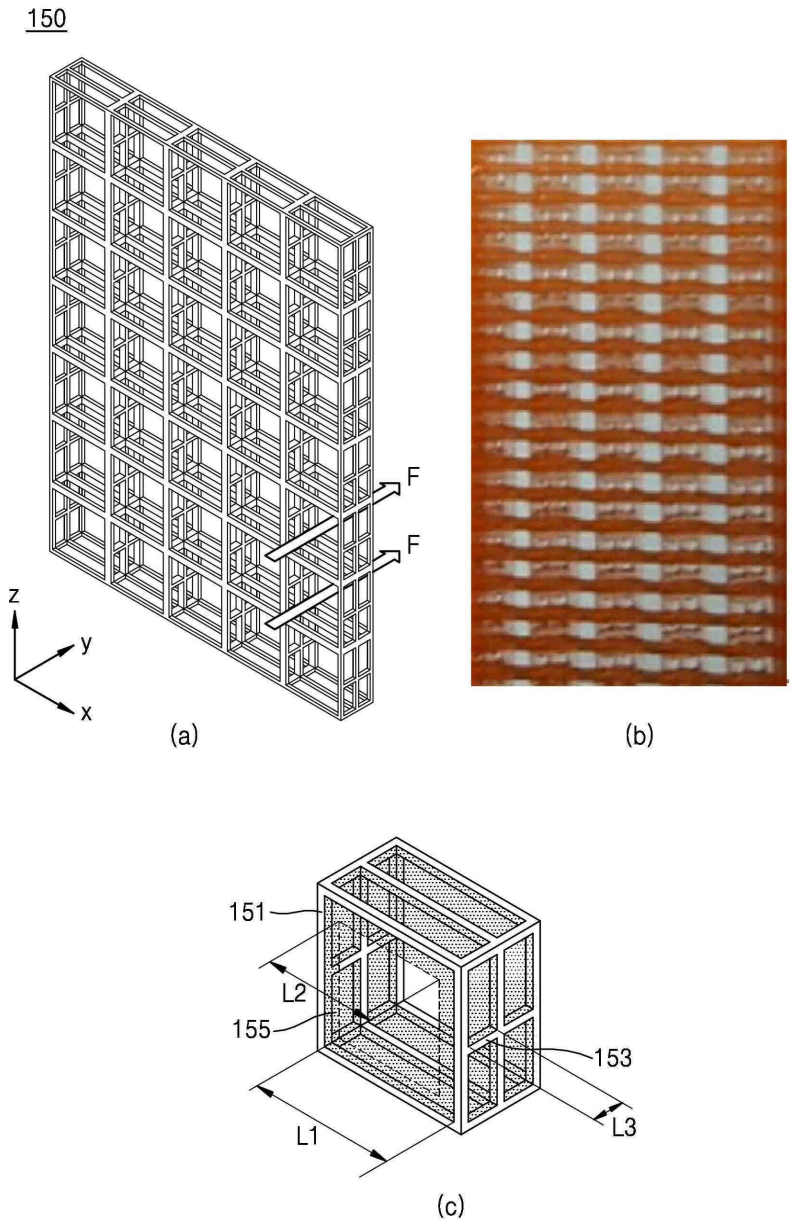

100
P
120
B
B
B
B'
160
V
170
F
F
F
140
180
GND
200
150
210

(a)

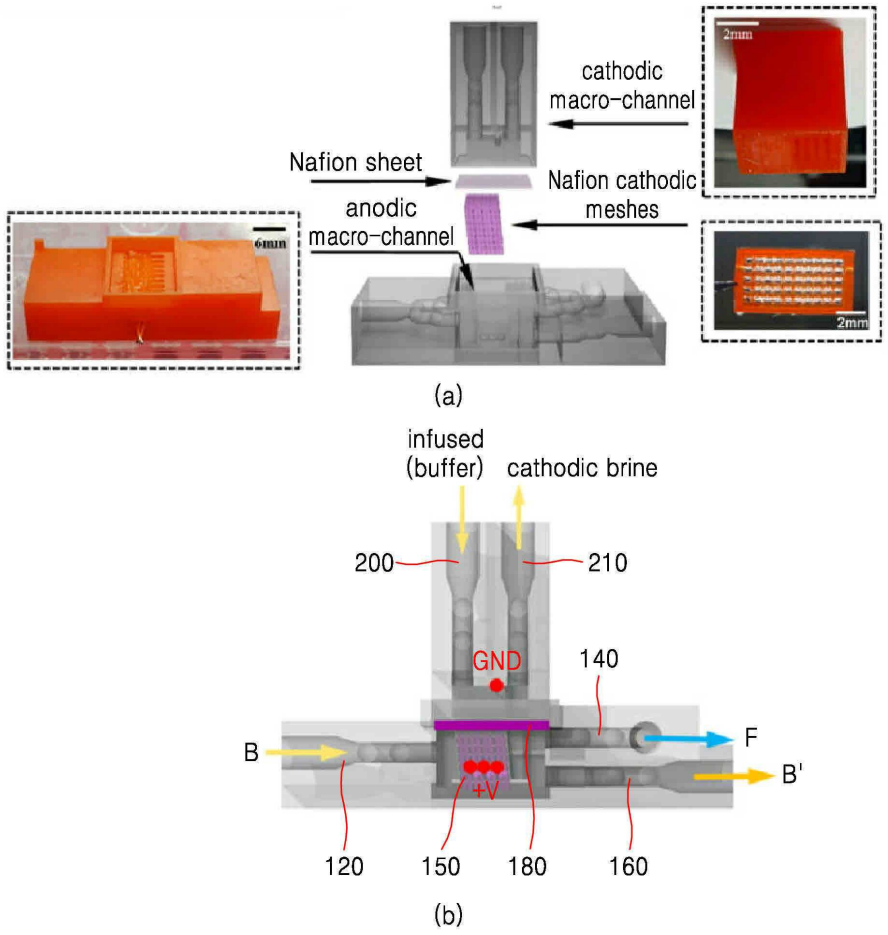

200
210
180
121
122
140
F
120
B
B'
123
124
125
150
160

(b)

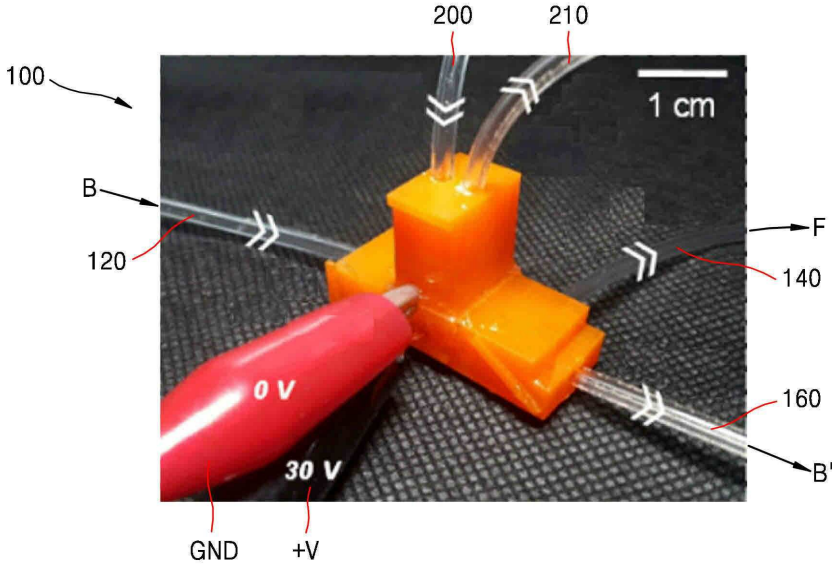
도면3



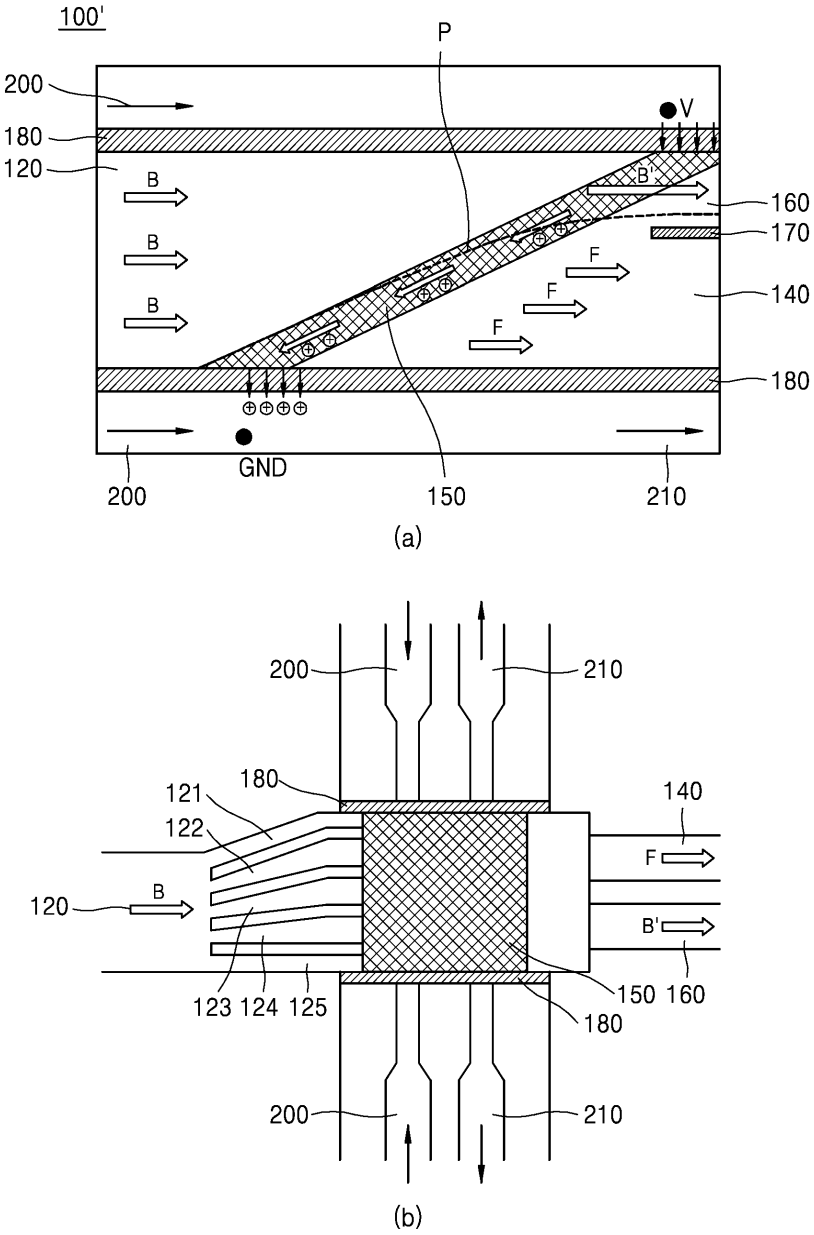
도면4


cathodic
macro-channel
Nafion sheet
Nafion cathodic
meshes
anodic
macro-channel
2mm
6mm
2mm
(a)
infused
(buffer)
cathodic brine
200
210
GND
140
B
F
B'
+V
120
150
180
160
(b)

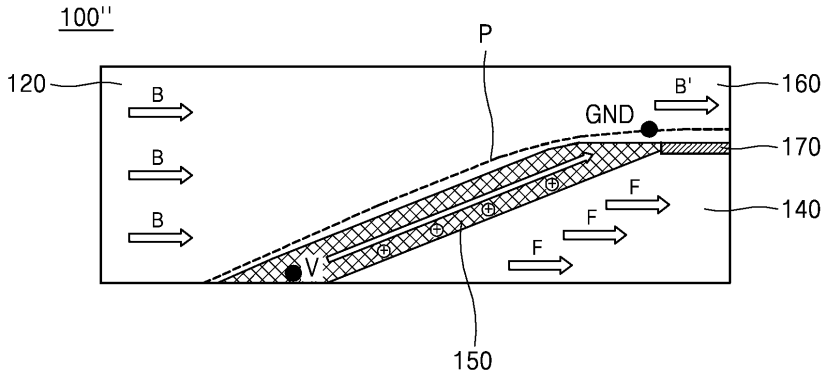
도면5


200
210
100
1 cm
B
120
F
140
0 V
160
30 V
B'
GND
+V

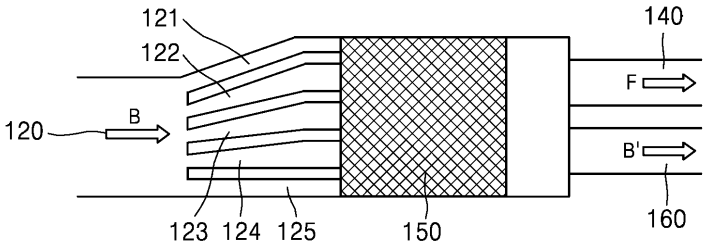
도면6


100'
P
200
180
120
V
B
B'
160
170
F
140
180
GND
200
150
210
(a)
200
210
180
121
122
140
F
120
B
B'
123 124 125
150 160
180
200
210
(b)

도면7

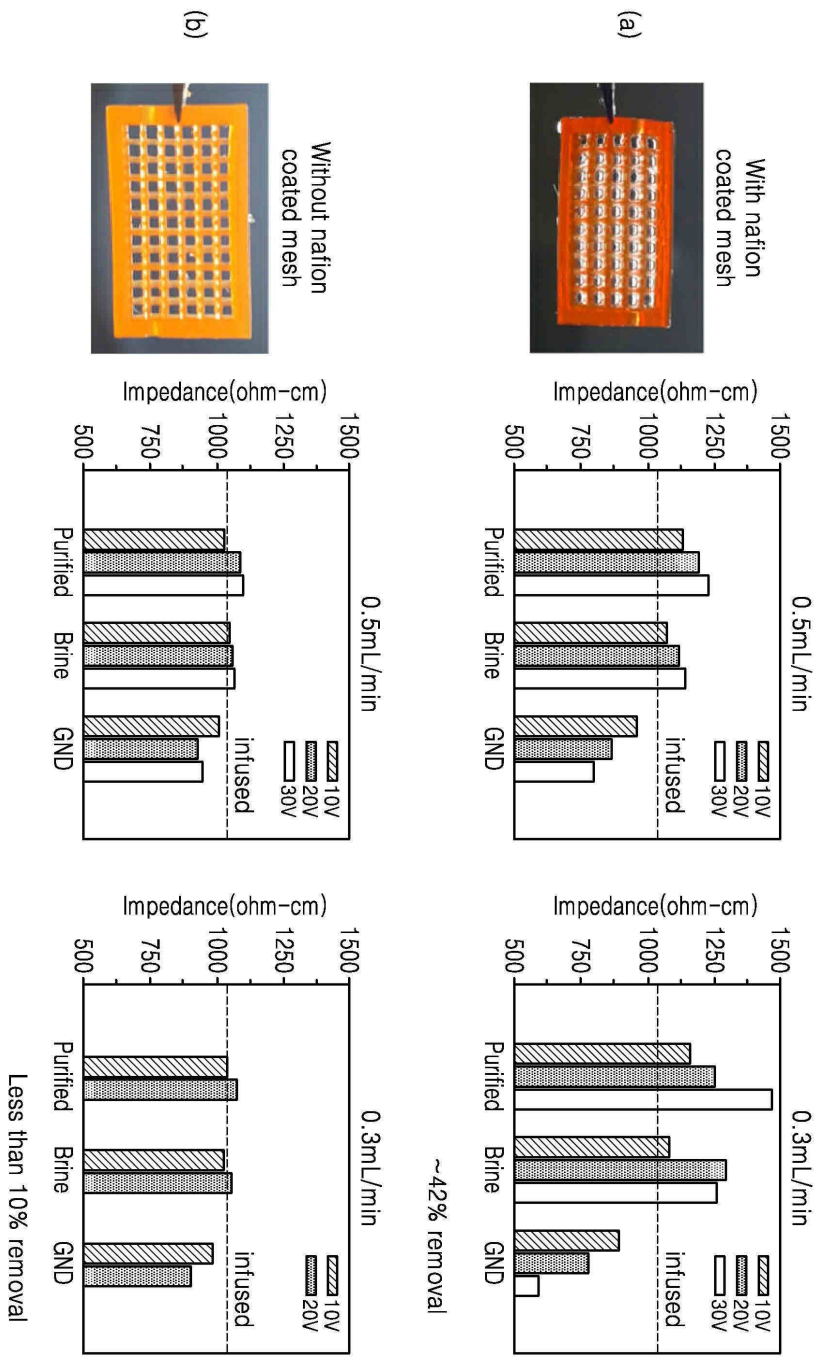

100''
P
120
B
B
B
B'
160
GND
170
F
F
F
140
V
150

(a)

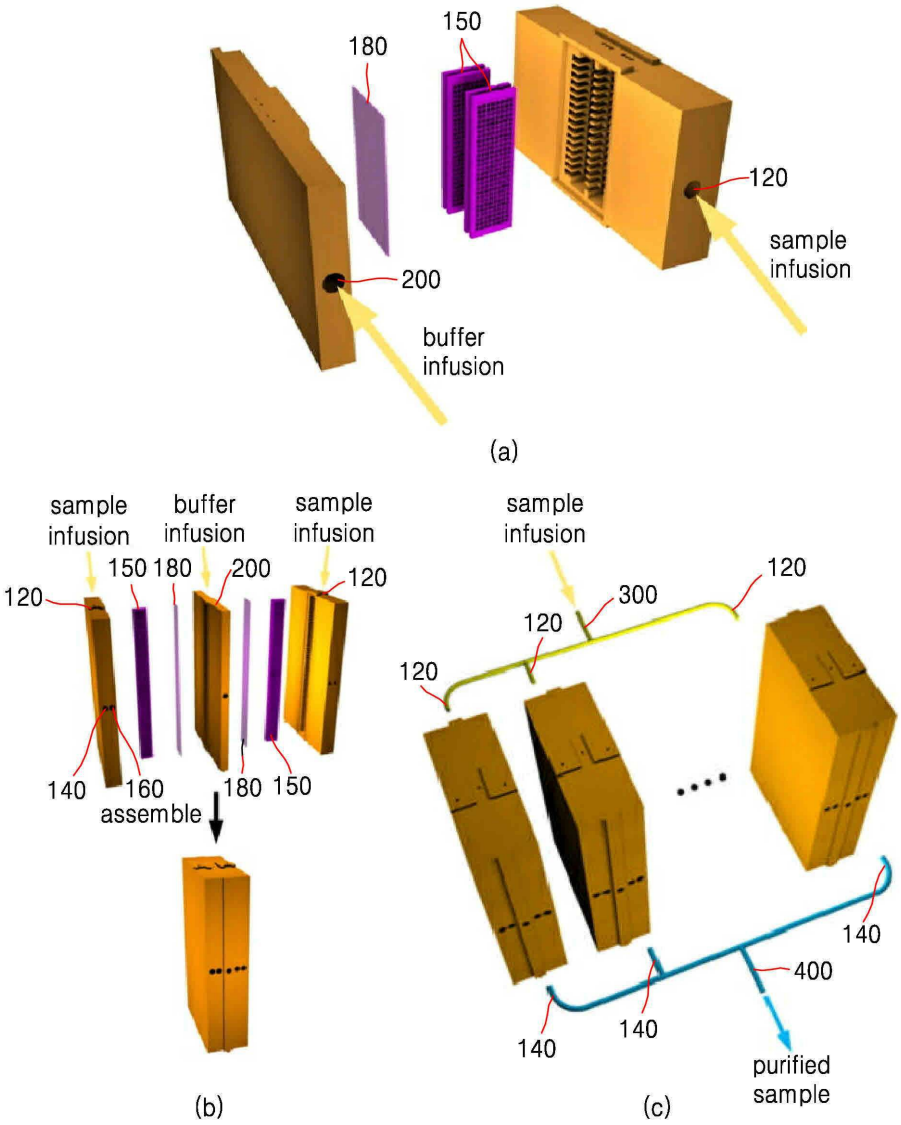

121
122
140
F
120
B
B'
123
124
125
150
160

(b)

도면8


(a)
With nafion coated mesh
Impedance(ohm-cm)
500
750
1000
1250
1500
Purified
Brine
GND
infused
10V
20V
30V
0.5mL/min
0.3mL/min
~42% removal
(b)
Without nafion coated mesh
Less than 10% removal

도면9


150
180
120
sample
infusion
200
buffer
infusion
(a)
sample
infusion
buffer
infusion
sample
infusion
120
150
180
200
120
140
160
180
150
assemble
(b)
sample
infusion
120
300
120
120
140
400
140
140
purified
sample
(c)