

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017년 9월 21일 (21.09.2017)



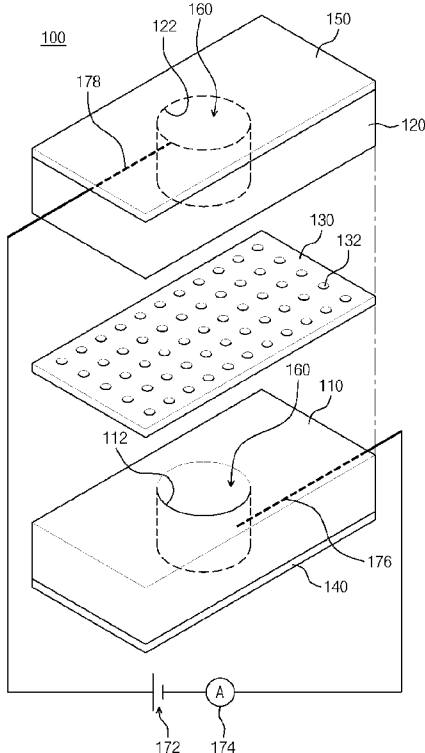
(10) 국제공개번호
WO 2017/160014 A1

- (51) 국제특허분류: *G01L 9/18* (2006.01) *C08L 79/02* (2006.01)
G01L 1/20 (2006.01) *C08L 27/16* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/002418
- (22) 국제출원일: 2017년 3월 7일 (07.03.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2016-0030242 2016년 3월 14일 (14.03.2016) KR
- (71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) [KR/KR]; 02841 서울시 성북구 안암로 145, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 한창수 (HAN, Chang-Soo); 05236 서울시 강동구 고덕로 131, 105-1701, Seoul (KR). 전경용 (CHUN, Kyoung-Yong); 10287 경기도 고양시 통일로 771 번길 15-8, E-102, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 누리 (NURY PATENT LAW FIRM); 06131 서울시 강남구 테헤란로 25길 15-5, 4층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: ION CHANNEL PRESSURE SENSOR AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 발명의 명칭 : 이온 채널 압력 센서 및 이의 제조방법



(57) Abstract: Provided in the present invention are an ion channel pressure sensor and a method for manufacturing same. The ion channel pressure sensor comprises: a lower storing portion including a lower accommodating space for accommodating an electrolyte; an upper storing portion including an upper accommodating space for accommodating an electrolyte; a membrane, arranged between the lower storing portion and the upper storing portion, comprising a plurality of through-holes; a lower support part arranged on the bottom surface of the lower storing portion and having a plate shape; an upper support part arranged on the top surface of the upper storing portion and having a plate shape; a power source for applying voltage between the electrolyte accommodated in the lower accommodating space and the electrolyte accommodated in the upper accommodating space; and a current meter for detecting the current flowing through the power source. The upper support portion can be transformed by external pressure, the lower accommodating space is perpendicularly aligned with respect to the upper accommodating space, and the electrolytes move through the through-holes on the membrane due to the external pressure.

(57) 요약서: 본 발명은 이온 채널 압력 센서 및 그 제조 방법을 제공한다. 이온 채널 압력 센서는 전해질을 수납하는 하부 수납공간을 포함하는 하부 저장부; 전해질을 수납하는 상부 수납 공간을 포함하는 상부 저장부; 상기 하부 저장부와 상부 저장부 사이에 배치되고 복수의 관통홀을 포함하는 멤브레인; 상기 하부 저장부의

[다음 쪽 계속]



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, **공개:**

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

하부면에 배치되고 판 형상의 하부 지지부; 상기 상부 저장부의 상부면에 배치되고 판 형상의 상부 지지부; 상기 하부 수납 공간에 수납된 전해질과 상기 상부 수납 공간에 수납된 전해질 사이에 전압을 인가하는 전원; 및 상기 전원에 흐르는 전류를 검출하는 전류계를 포함한다. 상기 상부 지지부는 외부 압력에 의하여 변형되고, 상기 하부 수납공간은 상기 상부 수납 공간과 수직으로 정렬하고, 상기 전해질은 상기 외부 압력에 의하여 상기 멤브레인의 판통홀을 통하여 이동한다.

명세서

발명의 명칭: 이온 채널 압력 센서 및 이의 제조방법

기술분야

- [1] 본 발명은 자연 감각기관에서의 이온채널을 모사한 고감도성, 고선택성의 압력센서 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 이온 채널은 모든 살아있는 세포(living cells)에 생명을 유지하기 위한 필수불가결한 수단이다. 이온 채널은 세포막(cell membranes)을 통한 이온의 전달을 연속적으로 수행한다. 이온 채널의 주요 기능은 항상성(homeostasis)을 유지하기 위하여 감각 기관(sensory organs)에서 필수불가결하다.
- [3] 기본적으로, 수용기(receptor)가 열, 빛, 냄새, 소리, 및 압력과 같은 다양한 환경적 힘으로부터 자극되어 활성화된 경우, 이온 채널은 세포막을 가로지르는 이온 운동에 의하여 발생된 전기 신호를 신경에 제공한다.
- [4] 지금까지, 몇몇의 연구 그룹들은 자연에서 영감받은 인공 이온 채널 센서의 성과를 보고하였다. 이들 중에서, 이온 채널 시스템을 사용한 압력 감지는 거의 없다. 생물학 분야에서, 기계적에너지변환(mechanotransduction)이 세포막 전위(cell membrane potential)에서 변화가 기계감각 수용기(mechanosensory receptors)에서 기계적 자극(mechanical stimuli)에 대응한다는 것으로 알려져 있다. 기계감각 수용기(mechanosensory receptors)에서 자극은 달팽이관(cochlea)에서 부동 섬모(hair-cell stereocilia)의 치우침(deflection)일 수 있다.
- [5] 특히, 아직 정확한 메가니즘은 알려지지 않았지만, 인장 활성 이온 채널(stretch-activated ion channels)은 미생물(microbes), 이스트(yeast), 그리고 식물(plants)에서 존재하는 압력-감지 구성(pressure-detectable configuration)의 하나이다.
- [6] 압력 감지를 위한 대부분의 연구는 실리콘 그리고 폴리머 기반 소자에 한정되어 있다. 이들 소자는 트랜지스터, 압력 감지(pressure sensing), 정전용량 감지(capacitive sensing), 압전 감지(piezoelectric sensing), 압전 저항 감지(piezoresistive), 그리고 광 감지(optical sensing)를 포함할 수 있다.
- [7] 이들 시스템은 불안정한 전기적 성질, 낮은 선택성, 높은 동작 전력, 및 정적 느낌을 유발하는 입출력 영역들과 결합된다. 예를 들어, 압전 센서의 주된 관심은 높은 내부 저항에 기인하고, 리드아웃(readout) 전기 회로의 입력 임피던스 및 온도 및 정적 힘에 대한 낮은 감도에 의하여 영향받는다.
- [8] 정전용량 센서(capacitive sensors)의 경우, 노이즈가 전기장 상호 작용과 관련되어 있으며, 특정 전자회로의 요구를 유도하는 프링지 효과(fringe effect)가 제거되어야 하는 단점을 가진다.

- [9] 외부 자극을 감지하는 생물학적 이온 채널 시스템은 기본적으로 수용기(receptors)와 나노포어(nanopores)로 구성된다. 이온 채널의 하이브리드 디자인은 효과적으로 진화하고 있다. 수용기는 외부 자극에 의하여 기계적으로 트리거(trigger)되고, 나노포어는 이온 전달을 위한 경로를 제공하는 기능을 전기화학적으로 수행한다. 그리고 두 요소는 서로 분리된다. 이온 채널은 다음과 같은 중요한 성질을 가진다. 첫째로, 이온 채널은 이들을 동작시키기 위하여 에너지 원이 필요하지 않는다는 의미에서 수동적이다. 둘째로, 높은 수용기를 가진 기재(substrates)의 높은 선택 인식(highly selective recognition)이 제공된다. 또한, 직접 신호가 추가적인 증폭 시스템 또는 전자 회로 없이 전기화학적 경사(electrochemical gradient)를 따라 멤브레인을 가로지르는 이온 전달로부터 획득된다. 이온 채널은 에너지 소모를 염려하지 않고, 나노스케일 또는 마이크로 스케일 차원(dimension)에서 매우 빠른 속도($> 10^6 \text{ s}^{-1}$ 이온에 대하여 그리고 $\sim 10^9 \text{ s}^{-1}$ 물에 대하여)에서 이온을 수송한다. 따라서, 이온 채널은 가속도, 온도, 음파, 유체공학, 또한 압력을 포함한 물리적 변수를 모니터링함에 있어 센서로서 사용될 수 있다.
- [10] 많은 기능적 특징들은 다양한 소프트 및 하드 표면에서 짧은 반응 시간, 낮은 소모 전력, 동적 공간 분해능(dynamic spatial resolution), 유연성(flexibility), 그리고 집적도(integration)를 전달할 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [11] 본 발명의 해결하고자 하는 일 기술적 과제는 낮은 작동전력에서 구동되는 고민감성 및 고선택성의 이온채널 압력센서를 제공하는 것이다.
- [12] 본 발명의 해결하고자 하는 일 기술적 과제는 유연성을 가지고 인체의 곡면 부위 또는 어떠한 형상에서도 압력을 검출할 수 있는 이온 채널 압력 센서를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [13] 본 발명의 일 실시예에 따른 이온 채널 압력 센서는 전해질을 수납하는 하부 수납공간을 포함하는 하부 저장부; 전해질을 수납하는 상부 수납 공간을 포함하는 상부 저장부; 상기 하부 저장부와 상부 저장부 사이에 배치되고 복수의 관통홀을 포함하는 멤브레인; 상기 하부 저장부의 하부면에 배치되고 판 형상의 하부 지지부; 상기 상부 저장부의 상부면에 배치되고 판 형상의 상부 지지부; 상기 하부 수납 공간에 수납된 전해질과 상기 상부 수납 공간에 수납된 전해질 사이에 전압을 인가하는 전원; 및 상기 전원에 흐르는 전류를 검출하는 전류계를 포함한다. 상기 상부 지지부는 외부 압력에 의하여 변형되고, 상기 하부 수납공간은 상기 상부 수납 공간과 수직으로 정렬하고, 상기 전해질은 상기 외부 압력에 의하여 상기 멤브레인의 관통홀을 통하여 이동한다.
- [14] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 전해질은 폴리아닐린(Polyaniline; PANi)일

수 있다.

- [15] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 상부 지지부는 플루오르화 폴리비닐리덴(Polyvinylidene fluoride; PVDF) 필름, 운모(Mica) 필름, 또는 유리 필름일 수 있다.
- [16] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 상부 저장부는 실리콘계 테이프 또는 카본 테이프일 수 있다.
- [17] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 상부 지지부는 상기 하부 지지부와 동일한 구조 및 형상을 가지고, 상기 상부 저장부는 상기 하부 저장부와 동일한 구조 및 형상을 가질 수 있다.
- [18] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 멤브레인은 폴리 카보네이트 트랙 에치드(poly carbonate track etched; PCTE)일 수 있다.
- [19] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 멤브레인의 관통홀의 지름은 10 nm 내지 1 μm 이고, 상기 멤브레인의 관통홀의 밀도는 $2 \times 10^7 / \text{cm}^2$ 내지 $6 \times 10^8 / \text{cm}^2$ 이고, 상기 멤브레인의 두께는 6 μm 내지 11 μm 일 수 있다.
- [20] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 상부 저장부와 상기 하부 저장부는 도전성 재질로 형성될 수 있다.
- [21] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 상부 지지부의 하부면과 상기 상부 저장부의 상부면 사이에 배치되어 연장되고 상기 상부 저장 공간에 수납된 전해질과 접촉하는 사이에 배치되는 상부 전극; 및 상기 하부 지지부의 상부면과 상기 상부 저장부의 하부면 사이에 배치되어 연장되고 상기 하부 저장 공간에 수납된 전해질과 접촉하는 사이에 배치되는 하부 전극을 더 포함할 수 있다. 상기 상부 전극 및 상기 하부 전극은 와이어 형태이고, 상기 상부 전극 및 상기 하부 전극은 상기 전원에 전기적으로 연결될 수 있다.
- [22] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 상부 저장부의 상부 저장 공간과 상기 상부 지지부 사이에 배치된 상부 전극; 및 상기 하부 저장부의 하부 저장 공간과 상기 하부 지지부 사이에 배치된 하부 전극을 더 포함할 수 있다. 상기 상부 전극 및 상기 하부 전극은 상기 전원에 전기적으로 연결될 수 있다.
- [23] 본 발명의 일 실시예에 따른 이온 채널 압력 센서의 제조 방법은 전해질이 수납된 하부 저장 공간을 포함하는 하부 저장부를 하부 지지부 상에 장착하는 단계; 상기 하부 저장부 상에 복수의 관통홀을 포함하는 멤브레인의 일면에 설치하는 단계; 전해질이 수납된 상부 저장 공간을 포함하는 상부 저장부를 상기 멤브레인의 타면에 설치하는 단계; 및 상기 상부 저장부 상에 상부 지지부를 설치하는 단계를 포함한다. 상기 상부 저장부와 하부 저장부는 상기 멤브레인을 기준으로 대칭 구조이다.
- [24] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 상부 지지부와 상기 상부 저장부는 접착제에 의하여 고정되고, 상기 하부 지지부와 상기 하부 저장부는 접착제에 의하여 고정될 수 있다.

발명의 효과

- [25] 본 발명의 실시예들에 따른 이온 채널 센서는 다양한 소재의 수용기와 전해질부를 채택하여 증폭기와 같은 전자회로 없이 낮은 전력으로 광범위한 영역의 압력을 센싱할 수 있다. 또한, 상기 이온 채널 센서는 유연성을 가진 멤브레인의 상부 및 하부에 전해액을 패키징할 수 있는 유연성을 가진 저장부를 구비하고 있어, 패치 및 웨어러블 형태로 구현될 수 있다. 따라서, 이온 채널 센서의 소형화 및 경량화가 구현될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [26] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 이온 채널 센서를 나타내는 분해 사시도이다.
- [27] 도 1b는 도 1a의 이온 채널 센서의 단면도이다.
- [28] 도 1c는 외력이 인가된 경우의 도 1a의 이온 채널 센서의 단면도이다.
- [29] 도 1d는 외력이 펄스 형태로 인가된 경우의 전류의 파형이다.
- [30] 도 1e는 도 1a의 멤브레인의 주사현미경(scanning electron microscopy; SEM) 이미지이다.
- [31] 도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 이온 채널 센서에서 외부 압력에 따른 상대적인 전류 변화를 나타낸다.
- [32] 도 2b는 다양한 인가 압력에 대한 이온 채널 센서의 반응을 나타낸다.
- [33] 도 2c는 소정의 인가 압력에 대한 이온 채널 센서의 반응을 나타낸다.
- [34] 도 2d는 고정된 압력(52 Pa)을 가지고 다양한 전위 하에서 전류 변화를 나타낸다.
- [35] 도 2e는 이온 채널 센서의 전류 반응의 안정성을 나타낸다.
- [36] 도 3a는 고정된 압력에서 다양한 주파수 하에서 전류 반응을 나타낸다.
- [37] 도 3b는 다양한 구멍 지름을 가진 멤브레인에 따른 전류 반응을 나타낸다.
- [38] 도 3c는 다양한 전해질에 따른 이온 채널 센서의 전류 반응을 나타낸다.
- [39] 도 3d는 다수의 외력을 가지고 온도 변화에 대하여 압력 센싱 능력을 나타낸다.
- [40] 도 3e는 다수의 외력을 가지고 습도 변화에 대하여 압력 센싱 능력을 나타낸다.
- [41] 도 4a는 피검자의 손목에 부착된 이온 채널 센서를 나타내는 사진이다.
- [42] 도 4b는 피검자의 혈압을 시간에 따라 측정한 결과이다.
- [43] 도 5a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 이온 채널 압력 센서를 나타내는 분해사시도이다.
- [44] 도 5b는 도 5a의 이온 채널 압력 센서의 단면도이다.
- [45] 도 6a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 이온 채널 압력 센서를 나타내는 분해사시도이다.
- [46] 도 6b는 도 6a의 이온 채널 압력 센서의 단면도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [47] 다. 0.286 g (1.25 mmol) 의 과황산암모늄(ammonium persulfate; AP)를 1 mL

정류수(Distilled water)에 용해하여 황산암모늄 용액을 제조한다. 아닐린 용액(Aniline solution)은 0.921 mL (1 mmol) 피트산(phytic acid), 0.458 mL (5 mmol) 아닐린(aniline), 그리고 2 mL 정류수(DI water)를 혼합하여 준비된다. 그리고, 황산암모늄 용액과 아닐린 용액은 4 시간 동안 냉장고에서 냉각되고, 혼합된다. 결국, 폴리아닐린 용액이 부분적인 겔화(partial gelation)를 가지고 얻어진다.

- [48] 멤브레인(130)은 일정한 두께를 가지는 복수의 관통홀 또는 복수의 나노포어(nanopore)을 포함할 수 있다. 상기 멤브레인(130)은 폴리 카보네이트 트랙 에치드(poly carbonate track etched; PCTE)일 수 있다. 상기 멤브레인의 관통홀의 지름은 10 nm 내지 1 μm 이고, 상기 멤브레인(130)의 관통홀의 밀도는 $2 \times 10^7 / \text{cm}^2$ 내지 $6 \times 10^8 / \text{cm}^2$ 이고, 상기 멤브레인(130)의 두께는 6 μm 내지 11 μm 일 수 있다. 상기 관통홀은 상기 상부 저장 공간의 전해질과 상기 하부 저장 공간의 전해질의 이동 통로를 제공할 수 있다.
- [49] 하부 지지부(140)는 상기 하부 저장부(110)의 하부면에 배치되어, 상기 하부 저장 공간(112)에 수납된 전해질을 밀폐할 수 있다. 상기 하부 지지부(140)는 외부의 압력에 반응하여 변형되는 수용기로 동작할 수 있다. 상기 하부 지지부(140)의 재질은 플루오르화 폴리비닐리덴(Polyvinylidene fluoride; PVDF) 필름, 운모 필름, 또는 유리 필름일 수 있다. 상기 하부 지지부(140)의 두께는 수십 μm 내지 수백 μm 일 수 있다.
- [50] 상부 지지부(150)는 상기 상부 저장부(120)의 하부면에 배치되어, 상기 상부 저장 공간(122)에 수납된 전해질(160)을 밀폐할 수 있다. 상기 상부 지지부(150)는 외부의 압력에 반응하여 변형되는 수용기로 동작할 수 있다. 상기 상부 지지부(150)의 재질은 플루오르화 폴리비닐리덴(Polyvinylidene fluoride; PVDF) 필름, 운모 필름, 또는 유리 필름일 수 있다. 상기 상부 지지부의 두께는 수십 μm 내지 수백 μm 일 수 있다. 상기 상부 지지부(150)는 상기 하부 지지부와 동일한 구조와 형상을 가질 수 있다.
- [51] 전원(172)은 상기 상부 저장 공간에 저장된 전해질과 상기 하부 저장 공간에 저장된 전해질 사이에 전압을 인가할 수 있다. 외부 압력에 의하여 상기 전해질이 상기 멤브레인(130)을 투과하여 이동함에 따라, 상기 전원을 통하여 흐르는 전류가 측정될 수 있다.
- [52] 상기 전류계(174)는 상기 전원(172)을 통하여 흐르는 전류를 측정할 수 있다. 상기 전류는 상기 이온 채널 압력 센서에 인가된 압력에 따라 선형적 또는 비선형적으로 증가할 수 있다.
- [53] 상기 상부 저장 공간(122)에 저장된 전해질과 상기 하부 저장 공간(112)에 저장된 전해질 사이에 전압을 인가하기 위하여, 상기 상부 저장 공간의 상기 전해질과 접촉하는 상부 전극(1798)이 배치되고, 상기 하부 저장 공간의 상기 전해질과 접촉하는 하부 전극(176)이 배치될 수 있다. 상기 상부 전극(178) 및 상기 하부 전극(176)은 와이어 형태 또는 판 형태일 수 있다. 와이어 형태의

전극은 용이하게 구부러지고 반복적인 변형에도 원래의 전기적 특성을 유지할 수 있다. 상기 와이어 형태의 상부 전극은 상기 상부 저장부(120)의 상부면과 상기 상부 지지부(150)의 하부면 사이를 따라 외부로 연장될 수 있다. 상기 와이어 형태의 하부 전극은 상기 하부 저장부(110)의 하부면과 상기 하부 지지부(140)의 상부면 사이를 따라 외부로 연장될 수 있다.

- [54] 이하, 이온 채널 압력 센서의 제조 방법이 설명된다. 상기 제조 방법은 전해질이 수납된 하부 저장 공간을 포함하는 하부 저장부(110)를 하부 지지부(140) 상에 장착하는 단계; 상기 하부 저장부(110) 상에 복수의 관통홀을 포함하는 멤브레인(130)의 일면에 설치하는 단계; 전해질이 수납된 상부 저장 공간을 포함하는 상부 저장부(120)를 상기 멤브레인(130)의 타면에 설치하는 단계; 및 상기 상부 저장부(120) 상에 상부 지지부(150)를 설치하는 단계를 포함한다. 상기 상부 저장부와 하부 저장부는 상기 멤브레인(130)을 기준으로 대칭 구조일 수 있다. 상기 상부 지지부(150)와 상기 상부 저장부(120)는 접착제에 의하여 고정되고, 상기 하부 지지부(140)와 상기 하부 저장부(110)는 접착제에 의하여 고정될 수 있다. 상기 멤브레인(130)은 접착제에 의하여 상기 상부 저장부(120)의 하부면 및 상기 하부 저장부(110)의 상부면과 고정될 수 있다.
- [55] 상기 하부 저장부(110)와 상기 상부 저장부(120)는 실리콘계 양면 접착 필름일 수 있다. 상기 멤브레인(130)은 PCTE일 수 있다. 상기 하부 지지부와 상기 상부 지지부는 PVDF 필름, 운모 필름, 유리 필름일 수 있다. 상기 전해질은 PANi 일 수 있다.
- [56] 상기 상부 지지부(150) 또는 상기 하부 지지부(110)는 외부 기계적 자극에 의하여 변형되는 수용기(receptor)일 수 있다. 상기 상부 지지부 또는 상기 하부 지지부의 변형은 상기 멤브레인을 가로지르는 이온 운동을 유발하고, 전원에 의하여 전압이 인가된 경우 전류의 변화를 제공할 수 있다.
- [57] 압력 또는 외부 자극이 제거된 경우, 상기 지지부는 원래의 형상으로 복원하고, 동시에 이온들은 상기 멤브레인을 가로질러 역으로 흐르고, 초기 전류값으로 복원을 야기할 수 있다.
- [58] 도 1e를 참조하면, 상기 멤브레인(130)의 관통홀의 직경은 100 nm이다. 관통홀 밀도는 4×10^8 구멍들/cm² 이다. 상기 전원(172)은 상부 전극(178) 및 하부 전극(176)에 연결된다. 상기 전극은 Ag/AgCl 구조이고, 상기 전극의 면적은 20×15 mm² 이다.
- [59] 기계적 자극(mechanical stimuli)에 대한 상기 이온 채널 압력 센서의 전류 반응을 측정하기 위하여, 컴퓨터 제어 스테핑 모터와 힘 센서가 1Hz 까지의 주파수를 가지고 외부 압력을 인가하기 위하여 사용되었다.
- [60] 도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 이온 채널 센서에서 외부 압력에 따른 상대적인 전류 변화를 나타낸다.
- [61] 도 2a를 참조하면, 전원(172)의 바이어스에 의하여 상기 멤브레인(130)을 가로질러 발생한 전류는 증가하는 부하에 의하여 변할 수 있다. 상기 증가하는

부하는 이온 흐름의 양을 유도할 수 있다. 상기 이온 채널 압력 센서의 민감도(sensitivity, S)는 커브의 기울기로 $S = (\Delta I/I_{\text{off}})/\Delta p$ 로 정의된다. 여기서, Δp 는 인가된 압력의 변화를 의미하고, ΔI 그리고 I_{off} 는 전류의 상대적 변화 및 인가된 압력없는 경우의 전류를 각각 의미한다. 전류 변화의 비($\Delta I/I_{\text{off}}$)는 측정된 전류값에 기반하여 계산되고, 인가된 압력의 함수로 그려진다. 이온 채널 압력 센서의 크기는 사각형으로 300 mm²이다.

- [62] 압력이 인가된 온 상태(on state)에 대하여, 전류는 지수함수적 의존성을 보였다. 그러나, 전류는 0 kPa - 3.5 kPa의 압력 범위에서 $\Delta I/I_{\text{off}}$ 과 인가압력 P 사이의 근사적으로 선형 관계를 보였다. 민감도는 $S = 2.3 \text{ kPa}^{-1}$ 그리고 5.6 kPa^{-1} 의 두 영역으로 약 1 kPa을 기준으로 구분될 수 있다. 상기 민감도의 값은 전형적인 다른 압력 센서가 가지는 $5 \times 10^{-3} \sim 0.55 \text{ kPa}^{-1}$ 수준의 민감도보다 높다.
- [63] 높은 압력에서 증가한 민감도는 수용기의 변형과 전해질에서 상호 작용 사이에서 유도되는 이온 운동의 행동으로부터 기인하고 또한 수용기의 성질로부터 기인할 수 있다. 상기 수용기의 성질은 강성(stiffness) 또는 경도(hardness)일 수 있다.
- [64] 수용기(또는 상부 지지부 또는 하부 지지부)는 상기 멤브레인(130)을 가로지르는 이온 운동 행동의 결정에 가변 트리거(tunable triggers)로 기능할 수 있다. 상기 수용기를 위하여 중요한 고려 사항은 전류 진폭(current amplitudes)이 특정한 특성(specific characteristics)을 가지는 것을 보장하는 것이다. 다른 수용기 형태에 따라, 동적 신호 모양(dynamic signal shape)이 나타날 수 있다.
- [65] 우리는 서로 다른 강성을 가진 3개 물질(PVDF, 운모, 그리고 유리)을 수용기(또는 지지부)로 선택하였다. PVDF의 두께는 30 μm 이고, 운모판(mica)의 두께는 45 μm 이고, 유리의 두께는 30 μm 이다.
- [66] 수용기(또는 지지부)로 운모판을 적용한 경우, 출력 전류 신호의 모양은 낮은 압력을 제외하고 PVDF와 유사하다. 상기 운모를 적용한 민감도($S = 0.47 \text{ kPa}^{-1}$)는 PVDF 보다 낮다. 수용기(지지부)로 유리판(30 μm)을 적용한 경우, 민감도의 기울기는 0.77 kPa^{-1} 의 민감도를 가지고 1 kPa 미만의 영역에서 거의 선형을 나타낸다.
- [67] 압력을 인가함에 따라, 이온 채널 압력 센서는 서로 다른 수용기들에 따라 특유의 변형을 가지고, 수용기들은 압력 감지를 위하여 유용한 다양한 선폭을 유도한다. 이 결과로부터, 상기 이온 채널 압력 센서는 고유한 신호 모양, 동적 출력, 그리고 신호 선폭의 실현가능한 제어(feasible control of bandwidth)를 제공할 수 있다.
- [68] 동적 압력 감지(dynamic pressure detection)를 추정하기 위하여, 전류에서 상대적인 변화가 부하를 증가시키면서 측정되었다.
- [69] 도 2b는 다양한 인가 압력에 대한 이온 채널 센서의 반응을 나타낸다.
- [70] 도 2b를 참조하면, 상기 압력 센서는 모든 압력 범위에 대하여 노이즈없이 다양한 부하에 대하여 안정적으로 연속적인 반응을 가진다. 94 Pa의 압력이

- 감지되고, 94 Pa의 압력은 300 mm²의 PVDF 표면에 3 gf의 힘에 대응한다.
- [71] 도 2c는 소정의 인가 압력에 대한 이온 채널 센서의 반응을 나타낸다.
- [72] 도 2c를 참조하면, 부하에 대한 전류 반응은 즉각적이고, 현저한 지연 시간(delaying time)이 관측되지 않았다. 상기 이온 채널 센서는 0.5 Hz의 주파수에서 715 Pa 하에서 12 ms의 반응 시간(response time)을 가진다.
- [73] 도 2d는 고정된 압력(52 Pa)을 가지고 다양한 전위 하에서 전류 변화를 나타낸다.
- [74] 도 2d를 참조하면, 이온 채널 센서는 고유한 전류 특성을 보인다. 상기 전류 특성은 폴리아닐린(PANi) 전해질의 사이클릭 볼타메트리(cyclic voltammetry; CV) 커브에 대응한다. 0.1V ~ 0.3 V의 인가 전압에 대하여, 전류 변화는 인가 압력에 따라 감소한다. 한편, 다른 전압 영역의 기울기는 인가 압력에 따라 증가한다. 이 결과는 전압 변화(voltage variation)에 대한 PANi 용액의 전기화학적 반응(electrochemical reaction)에 의하여 기인할 수 있다. PANi의 사이클릭 볼타메트리(CV)로부터, 환원(reduction)과 산화(oxidation)의 위치가 이온 채널 센서의 전류 감소(current drop)의 유사한 범위에 존재한다. 동작 전압(working voltage)은 10 mV로 낮다.
- [75] 도 2e는 이온 채널 센서의 전류 반응의 안정성을 나타낸다.
- [76] 도 2e를 참조하면, 우리는 50 mV의 바이어스를 가지고 1Hz의 주파수에서 520 Pa의 압력 하에서 이온 채널 압력 센서의 안정성을 증명하였다. 전형적인 입력 압력 신호는 펄스 신호이다. 인가된 압력에 대하여 일관된 전류 진폭이 반복된 10,000 로딩-언로딩 사이클에 대하여 나타난다. 이것은 압력 센서로서 신뢰성(reliability)을 의미한다.
- [77] 도 3a는 고정된 압력에서 다양한 주파수 하에서 전류 반응을 나타낸다.
- [78] 도 3a를 참조하면, 시간 분해된 측정(time-resolved measurements)이 외부 로딩(external loadings)에 대한 센서의 반응 행동을 조사하기 위하여 수행되었다. 출력 전류 변화는 0.1 V의 바이어스와 0.5 Hz 그리고 1Hz의 주파수에서 90 Pa의 압력에서 관측되었다. 전류 선 모양은 낮은 주파수에서 거의 인력 부하 모양과 동일하고, 빠른 반응이 신호의 저하없이 관측되었다. 긴 시간 주기들에 대하여, 전류 진폭이 잘 관측되었다.
- [79] 우리는 다른 중요한 요소가 센싱 성능 및 수용기의 타입에 영향을 줄 수 있는 것을 보였다. 전해질 및 멤브레인은 압력 감지를 위한 이온 채널 소자의 성능을 조사하기 위한 요소이다. 다양한 구멍 지름을 가진 PCTE 멤브레인이 선택되어 압력 센싱의 특성이 조사되었다.
- [80] 도 3b는 다양한 구멍 지름을 가진 멤브레인에 따른 전류 반응을 나타낸다.
- [81] 도 3b를 참조하면, 멤브레인의 구멍 지름은 10 nm, 50 nm, 100 nm, 0.6 μ m, 및 1 μ m이었다. 전류 변화는 구멍 지름이 증가함에 따라 증가한다. 그러나, 100 nm 이하의 구멍 지름 하에서는 특별한 차이가 없다. 일반적으로, 유효 구멍 면적은 구멍 지름에 따라 증가하기 때문에, 전류 진폭은 상기 멤브레인의 구멍 지름에

비례할 수 있다. 6×10^8 , 4×10^8 , 3×10^7 , 그리고 2×10^7 pores/cm²의 구멍 밀도(pore density)는 각각 10, 100, 600, 그리고 1,000 nm의 구멍 지름에 대응한다. 우리는 이온들이 상기 멤브레인을 투과할 수 있는 유효 구멍 면적을 계산하였다. 유효 구멍 면적의 비는 1:66:180:333 (10:100:600:1000 nm)이다. 이론적으로, 전류의 증가는 구멍 지름의 제곱에 비례한다. 그러나, 전류 변화는 실험에서 이론에 대하여 차이를 보이지 않았다.

- [82] 우리는 이온 채널 압력 센서의 전류 반응에 대한 전해질의 효과를 조사하였다.
- [83] 도 3c는 다양한 전해질에 따른 이온 채널 센서의 전류 반응을 나타낸다.
- [84] 도 3c를 참조하면, 전해질은 상기 전해질은 폴리아닐린(Polyaniline; PANi) 용액, 포타시움 클로라이드(Potassium chloride KCl, 1M) 용액, 또는 이온닉 액체(ionic liquid; IL, 1-ethyl-3-methylimidazolium ethyl sulfate) 용액일 수 있다. 이들은 서로 다른 이온 이동도(ion mobility)와 이온 전도도(ion conductivity)를 가진다. 포타시움 클로라이드 용액 그리고 이온닉 액체 용액은 폴리아닐린 용액에 비하여 0.1 배 정도로 작은 전류 변화를 보였다. 또한, 측정할 수 있는 압력 감지 범위는 서로 다르다.
- [85] 포타시움 클로라이드(KCl) 용액에 대하여, 전류 변화는 폴리아닐린(PANi) 용액에 대비하여 1.5 kPa 근처에서 일찍 수렴한다. 이온닉 액체 용액은 압력 반응이 2 kPa 이하의 낮은 압력 범위에서 불안정하다. 전류 반응의 수렴은 포타시움 클로라이드 용액과 유사하다. 우리는 압력 센싱에서 차이를 각 전해질의 이온 전도도의 차이로 추측한다. 각 전해질의 이온 전도도 미터에 의하여 측정된 이온 전도도의 값은 $57.4 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ (PANi), $125.8 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ (KCl), 그리고 $3.4 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ (IL)이다.
- [86] 새로운 폴리아닐린 용액(PANi solution)은 10 ml 물에 10 ml로 희석되고, 원래 것에 비하여 이온 전도도가 감소된다. 그러나, 폴리아닐린 용액의 겔 타입은 $0.1 \text{ S}\cdot\text{cm}^{-1}$ 의 이온 전도도를 가진 것으로 알려져 있다. 높은 전기성 전해질은 이온 채널 압력 센서로 양호한 성능을 제공할 수 있다. 전해질은 압력 반응의 행동의 결정에서 중용한 요소일 수 있다. 상기 선폭의 제어가 수행될 수 있다.
- [87] 이온 채널 압력 센서의 압력 센싱을 위한 선택성(selectivity)이 온도와 상대 습도의 측면에서 조사되었다.
- [88] 도 3d는 다수의 외력을 가지고 온도 변화에 대하여 압력 센싱 능력을 나타낸다.
- [89] 도 3d를 참조하면, 섭씨 47도 까지 온도가 증가함에 따라, 전류 변화는 압력 변화에 불구하고 선형적으로 감소한다. 전류 감소는 이온 활성의 증가에 기인할 수 있다. 이온 활성은 멤브레인을 가로지르는 각 이온을 충돌시키고 상기 멤브레인의 구멍을 스크리닝하여 이온 투과를 금지할 수 있다.
- [90] 도 3e는 다수의 외력을 가지고 습도 변화에 대하여 압력 센싱 능력을 나타낸다.
- [91] 도 3e를 참조하면, 이온 채널 센서는 20 80 RH (%) 범위에서 습도 변화의 측면에서 유효하게 측정할 수 있다. 전류 변화는 다양한 외력에 대하여 다양한 습도에 무관하게 일정하다. 상기 이온 채널 압력 센서는 습도에 영향받을 수

있는 전자 회로, 증폭기, 전기적 요소를 요구하지 않기 때문에, 동작은 높은 습도 범위에서도 가능하다. 상기 이온 채널 압력 센서는 실시간으로 인체 노동맥(radial artery)의 혈압을 모니터링하였다. 우리는 상기 이온 채널 압력 센서를 피검자의 손목에 부착하였다.

[92] 도 4a는 피검자의 손목에 부착된 이온 채널 센서를 나타내는 사진이다.

[93] 도 4b는 피검자의 혈압을 시간에 따라 측정한 결과이다.

[94] 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 혈압은 이온 채널 센서의 $8 \times 8 \text{ mm}^2$ 면적을 커버한다. 서로 다른 3명에 대하여 손목 펄스가 조사되었다. 혈압 펄스의 전류 진폭 그리고 주파수가 3명에 대하여 서로 다른 것이 관측되었다.

[95] 도 5a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 이온 채널 압력 센서를 나타내는 분해사시도이다.

[96] 도 5b는 도 5a의 이온 채널 압력 센서의 단면도이다.

[97] 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 이온 채널 압력 센서(200)는 하부 저장부(210), 상부 저장부(220), 멤브레인(130), 하부 지지부(140), 상부 지지부(150), 전원(172), 및 전류계(174)를 포함한다. 상기 하부 저장부(210)는 전해질(160)을 수납하는 하부 수납공간(112)을 포함한다. 상기 상부 저장부(220)는 전해질(160)을 수납하는 상부 수납 공간(122)을 포함한다. 상기 멤브레인(130)은 상기 하부 저장부(210)와 상부 저장부(220) 사이에 배치되고 복수의 관통홀(132)을 포함한다. 상기 하부 지지부(140)는 상기 하부 저장부(210)의 하부면에 배치되고 판 형상이다. 상기 상부 지지부(150)는 상기 상부 저장부(220)의 상부면에 배치되고 판 형상이다. 상기 전원(172)은 상기 하부 수납 공간(112)에 수납된 전해질(160)과 상기 상부 수납 공간(122)에 수납된 전해질(160) 사이에 전압을 인가한다. 상기 전류계(174)는 상기 전원(172)에 흐르는 전류를 검출한다. 상기 상부 지지부(150)는 외부 압력에 의하여 변형되고, 상기 하부 수납공간(112)은 상기 상부 수납 공간(122)과 수직으로 정렬하고, 상기 전해질(160)은 상기 외부 압력에 의하여 상기 멤브레인의 관통홀을 통하여 이동한다.

[98] 상기 상부 저장부(220)와 상기 하부 저장부(210)는 도전성 필름일 수 있다. 구체적으로, 상기 상부 저장부(220)와 상기 하부 저장부(210)는 카본 필름일 수 있다. 따라서, 상부 전극과 상기 상부 저장부는 일체화되고, 상기 상부 저장부의 외부에서 바로 전기적으로 연결될 수 있다. 또한, 상기 하부 전극과 상기 상부 저장부는 일체화되고, 상기 하부 저장부의 외부에서 바로 전기적으로 연결될 수 있다.

[99] 도 6a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 이온 채널 압력 센서를 나타내는 분해사시도이다.

[100] 도 6b는 도 6a의 이온 채널 압력 센서의 단면도이다.

[101] 도 6a 및 도 6b를 참조하면, 이온 채널 압력 센서(300)는 하부 저장부(110), 상부 저장부(120), 멤브레인(130), 하부 지지부(140), 상부 지지부(150), 전원(172), 및 전류계(174)를 포함한다. 상기 하부 저장부(110)는 전해질(160)을 수납하는 하부

수납공간(112)을 포함한다. 상기 상부 저장부(120)는 전해질(160)을 수납하는 상부 수납 공간(122)을 포함한다. 상기 멤브레인(130)은 상기 하부 저장부(110)와 상부 저장부(120) 사이에 배치되고 복수의 관통홀(132)을 포함한다. 상기 하부 지지부(140)는 상기 하부 저장부(110)의 하부면에 배치되고 판 형상이다. 상기 상부 지지부(150)는 상기 상부 저장부(120)의 상부면에 배치되고 판 형상이다. 상기 전원(172)은 상기 하부 수납 공간(112)에 수납된 전해질(160)과 상기 상부 수납 공간(122)에 수납된 전해질(160) 사이에 전압을 인가한다. 상기 전류계(174)는 상기 전원(172)에 흐르는 전류를 검출한다. 상기 상부 지지부(150)는 외부 압력에 의하여 변형되고, 상기 하부 수납공간(112)은 상기 상부 수납 공간(122)과 수직으로 정렬하고, 상기 전해질(160)은 상기 외부 압력에 의하여 상기 멤브레인의 관통홀을 통하여 이동한다.

[102] 상부 전극(378)은 상기 상부 저장부(120)의 상부 저장 공간(122)과 상기 상부 지지부(150) 사이에 배치되고 상기 상부 지지부(150)의 일면에 도전체로 코팅되어 형성될 수 있다. 상기 상부 전극(378)의 재질은 Ag/AgCl의 적층 구조는 백금(Pt)와 같은 단층 구조일 수 있다.

[103] 하부 전극(376)은 상기 하부 저장부(110)의 하부 저장 공간(112)과 상기 하부 지지부(140) 사이에 배치되고 상기 하부 지지부의 일면에 도전체로 코팅되어 형성될 수 있다. 상기 하부 전극(376)의 재질은 Ag/AgCl의 적층 구조는 백금(Pt)와 같은 단층 구조일 수 있다. 상기 상부 전극(378) 및 상기 하부 전극(376)은 상기 전원(172)에 전기적으로 연결된다.

[104] 이상에서는 본 발명을 특정 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 이러한 실시예에 한정되지 않으며, 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 실시할 수 있는 다양한 형태의 실시예들을 모두 포함한다.

[105]

청구범위

- [청구항 1] 전해질을 수납하는 하부 수납공간을 포함하는 하부 저장부;
전해질을 수납하는 상부 수납 공간을 포함하는 상부 저장부;
상기 하부 저장부와 상부 저장부 사이에 배치되고 복수의 관통홀을 포함하는 멤브레인;
상기 하부 저장부의 하부면에 배치되고 판 형상의 하부 지지부;
상기 상부 저장부의 상부면에 배치되고 판 형상의 상부 지지부;
상기 하부 수납 공간에 수납된 전해질과 상기 상부 수납 공간에 수납된 전해질 사이에 전압을 인가하는 전원; 및
상기 전원에 흐르는 전류를 검출하는 전류계를 포함하고,
상기 상부 지지부는 외부 압력에 의하여 변형되고,
상기 하부 수납공간은 상기 상부 수납 공간과 수직으로 정렬하고,
상기 전해질은 상기 외부 압력에 의하여 상기 멤브레인의 관통홀을 통하여 이동하는 것을 특징으로 하는 이온 채널 압력 센서.
- [청구항 2] 제1 항에 있어서,
상기 전해질은 폴리아닐린(Polyaniline; PANi)인 것을 특징으로 하는 이온 채널 압력 센서.
- [청구항 3] 제1 항에 있어서,
상기 상부 지지부는 플루오르화 폴리비닐리덴(Polyvinylidene fluoride; PVDF) 필름, 운모(Mica) 필름, 또는 유리 필름인 것을 특징으로 하는 이온 채널 압력 센서.
- [청구항 4] 제1 항에 있어서,
상기 상부 저장부는 실리콘계 테이프 또는 카본 테이프인 것을 특징으로 하는 이온 채널 압력 센서.
- [청구항 5] 제1 항에 있어서,
상기 상부 지지부는 상기 하부 지지부와 동일한 구조 및 형상을 가지고,
상기 상부 저장부는 상기 하부 저장부와 동일한 구조 및 형상을 가지는 것을 특징으로 하는 이온 채널 압력 센서.
- [청구항 6] 제1 항에 있어서,
상기 멤브레인은 폴리 카보네이트 트랙 에치드(poly carbonate track etched; PCTE)인 것을 특징으로 하는 이온 채널 압력 센서.
- [청구항 7] 제1 항에 있어서,
상기 멤브레인의 관통홀의 지름은 10 nm 내지 1 μm 이고,
상기 멤브레인의 관통홀의 밀도는 $2 \times 10^7 / \text{cm}^2$ 내지 $6 \times 10^8 / \text{cm}^2$ 이고,
상기 멤브레인의 두께는 6 μm 내지 11 μm 인 것을 특징으로 하는 이온 채널 압력 센서.
- [청구항 8] 제1 항에 있어서,

상기 상부 저장부와 상기 하부 저장부는 도전성 재질로 형성되는 것을 특징으로 하는 이온 채널 압력 센서.

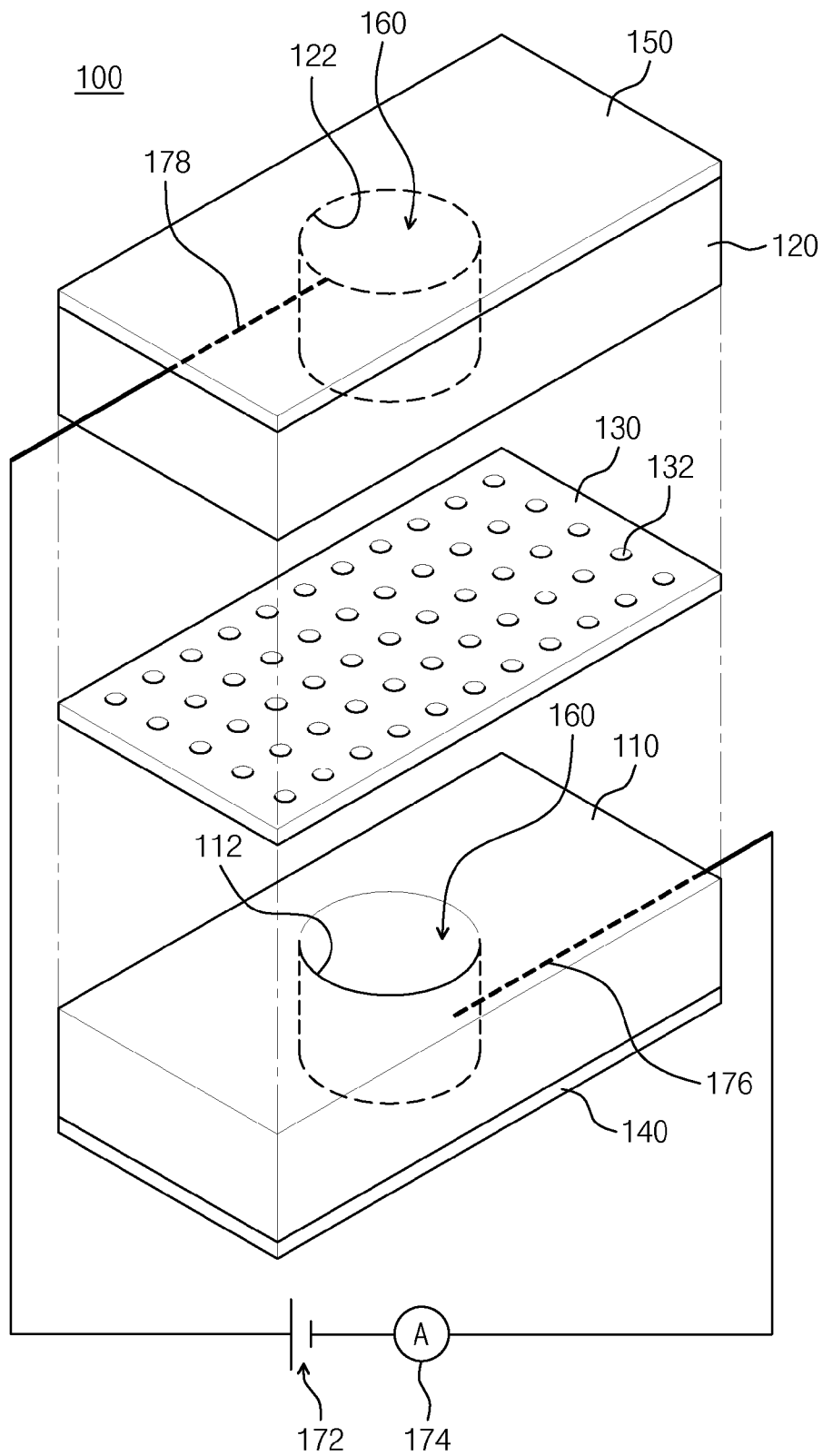
[청구항 9] 제1 항에 있어서,
상기 상부 지지부의 하부면과 상기 상부 저장부의 상부면 사이에 배치되어 연장되고 상기 상부 저장 공간에 수납된 전해질과 접촉하는 사이에 배치되는 상부 전극; 및
상기 하부 지지부의 상부면과 상기 상부 저장부의 하부면 사이에 배치되어 연장되고 상기 하부 저장 공간에 수납된 전해질과 접촉하는 사이에 배치되는 하부 전극을 더 포함하고,
상기 상부 전극 및 상기 하부 전극은 와이어 형태이고,
상기 상부 전극 및 상기 하부 전극은 상기 전원에 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 하는 이온 채널 압력 센서.

[청구항 10] 제1 항에 있어서,
상기 상부 저장부의 상부 저장 공간과 상기 상부 지지부 사이에 배치된 상부 전극; 및
상기 하부 저장부의 하부 저장 공간과 상기 하부 지지부 사이에 배치된 하부 전극을 더 포함하고,
상기 상부 전극 및 상기 하부 전극은 상기 전원에 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 하는 이온 채널 압력 센서.

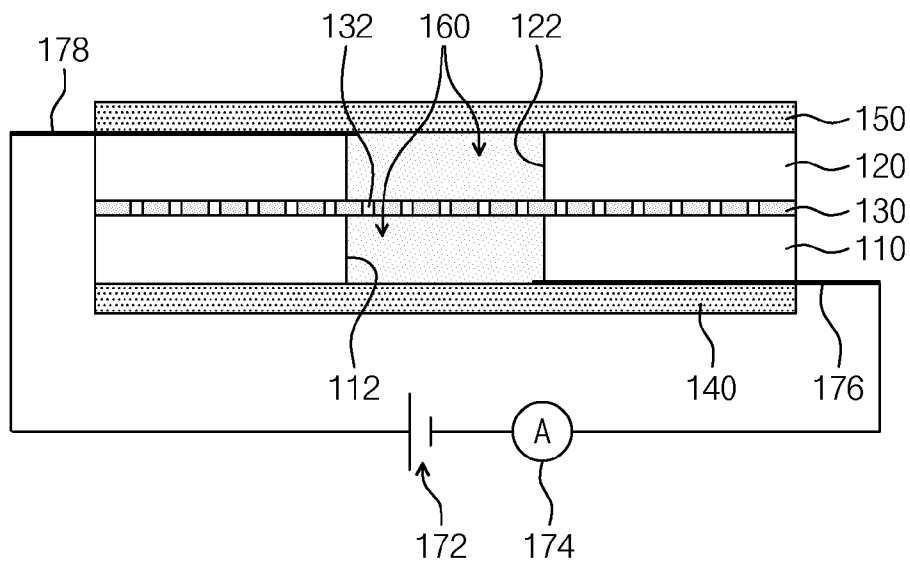
[청구항 11] 전해질이 수납된 하부 저장 공간을 포함하는 하부 저장부를 하부 지지부 상에 장착하는 단계;
상기 하부 저장부 상에 복수의 관통홀을 포함하는 멤브레인의 일면에 설치하는 단계;
전해질이 수납된 상부 저장 공간을 포함하는 상부 저장부를 상기 멤브레인의 타면에 설치하는 단계; 및
상기 상부 저장부 상에 상부 지지부를 설치하는 단계를 포함하고,
상기 상부 저장부와 하부 저장부는 상기 멤브레인을 기준으로 대칭 구조인 것을 특징으로 하는 이온 채널 압력 센서의 제조 방법.

[청구항 12] 제11 항에 있어서,
상기 상부 지지부와 상기 상부 저장부는 접착제에 의하여 고정되고,
상기 하부 지지부와 상기 하부 저장부는 접착제에 의하여 고정되는 것을 특징으로 하는 이온 채널 압력 센서의 제조 방법.

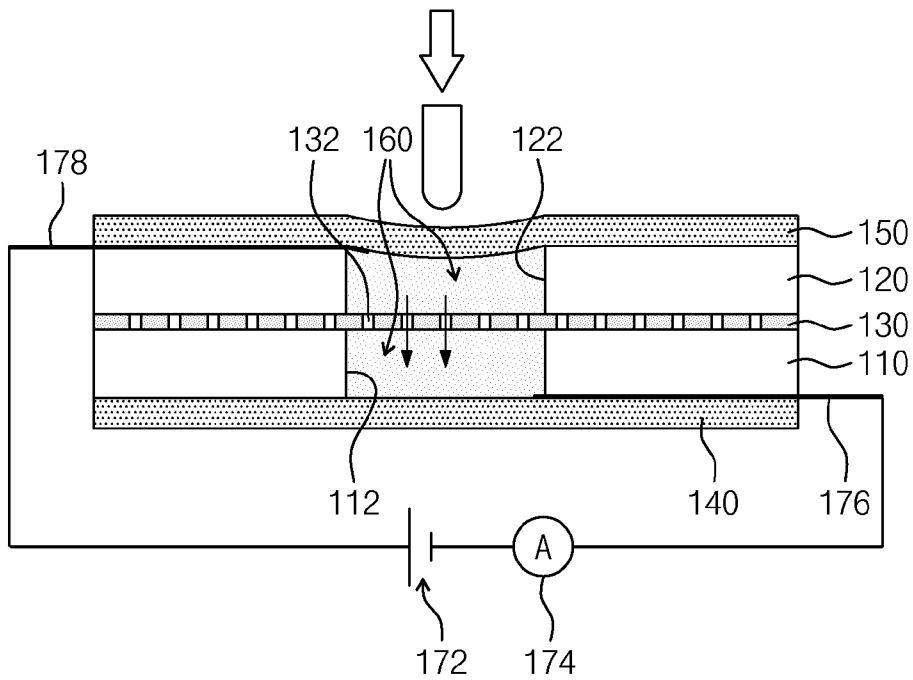
[도 1a]



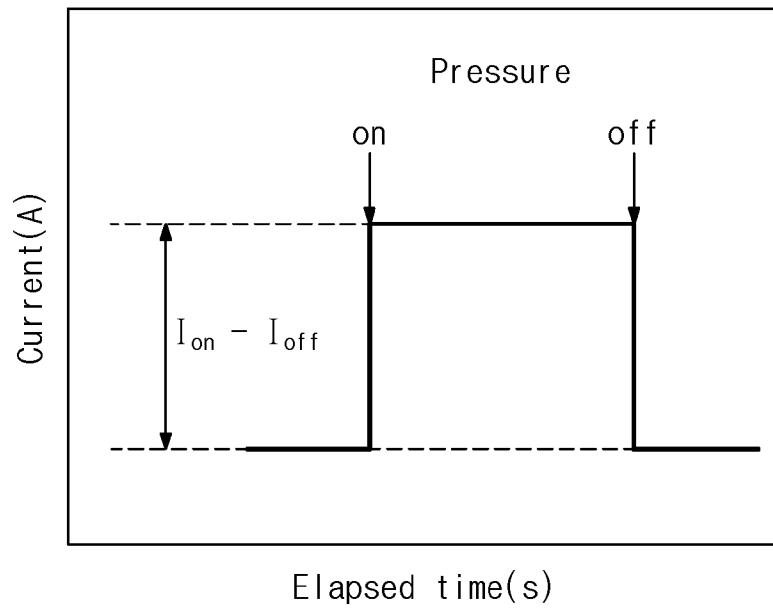
[도1b]



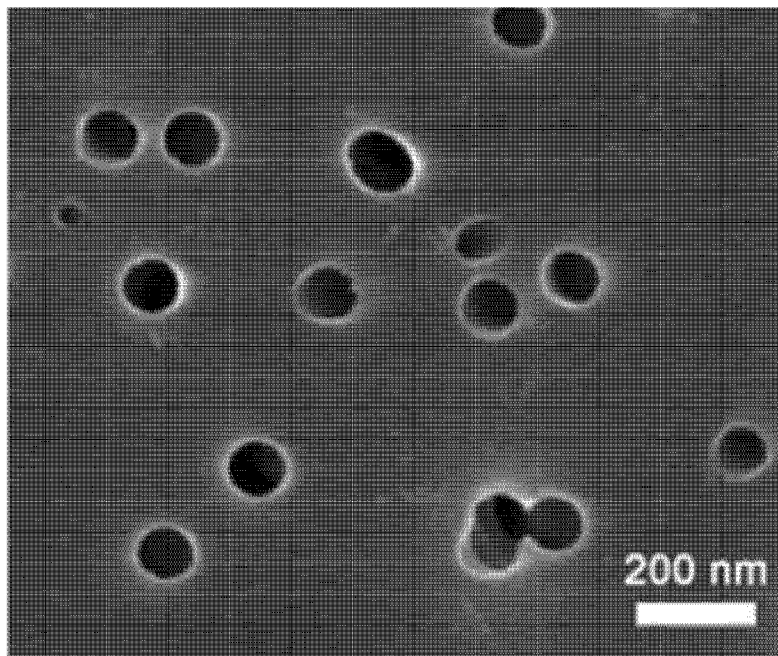
[도1c]



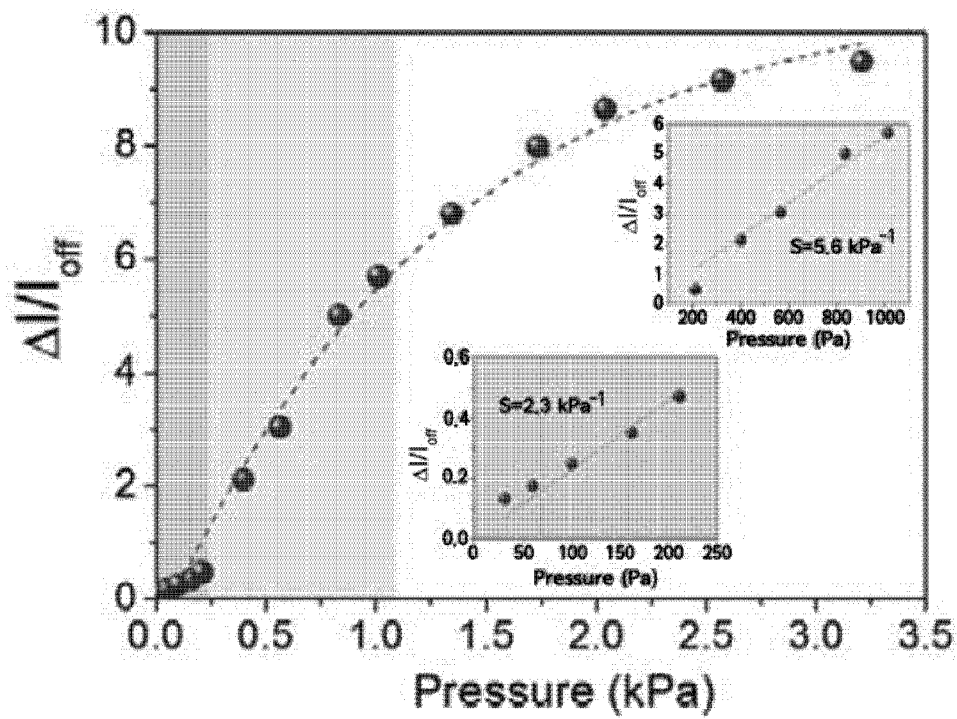
[도1d]



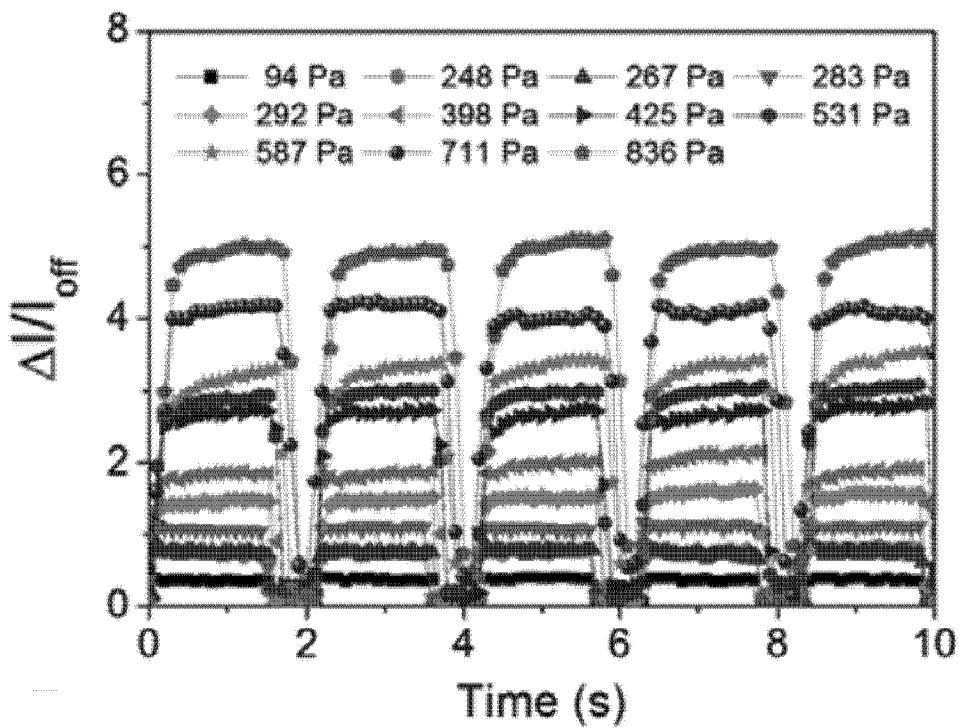
[도1e]



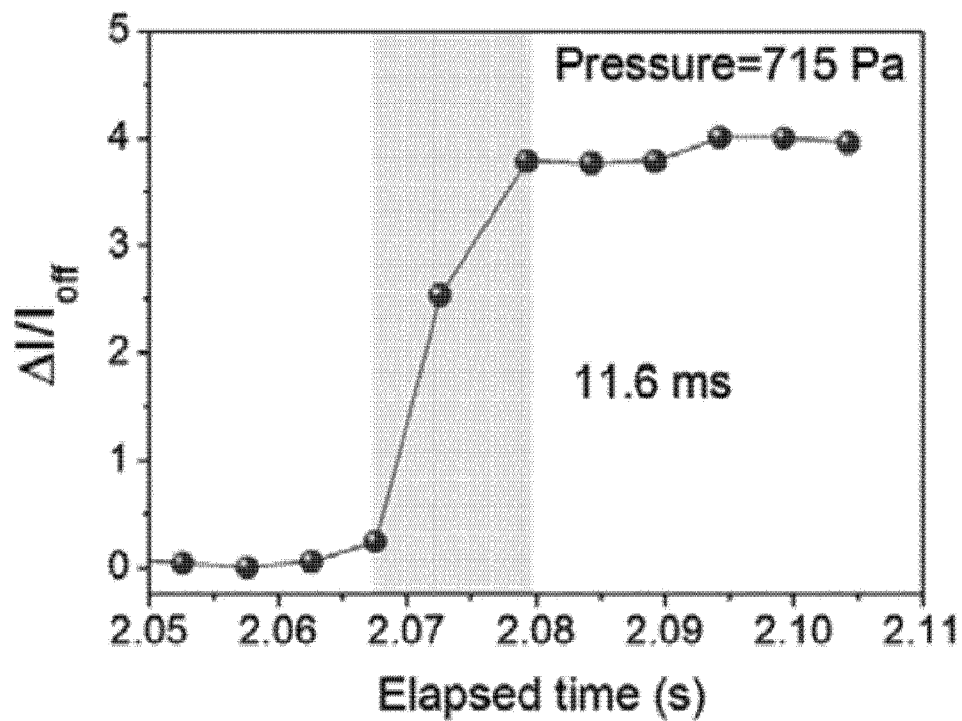
[도2a]



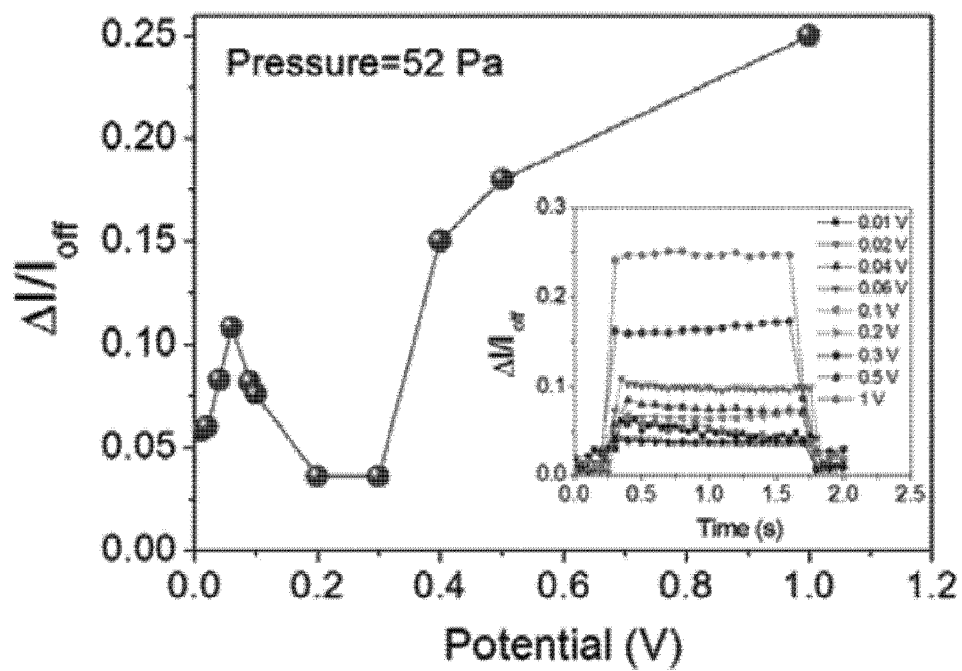
[도2b]



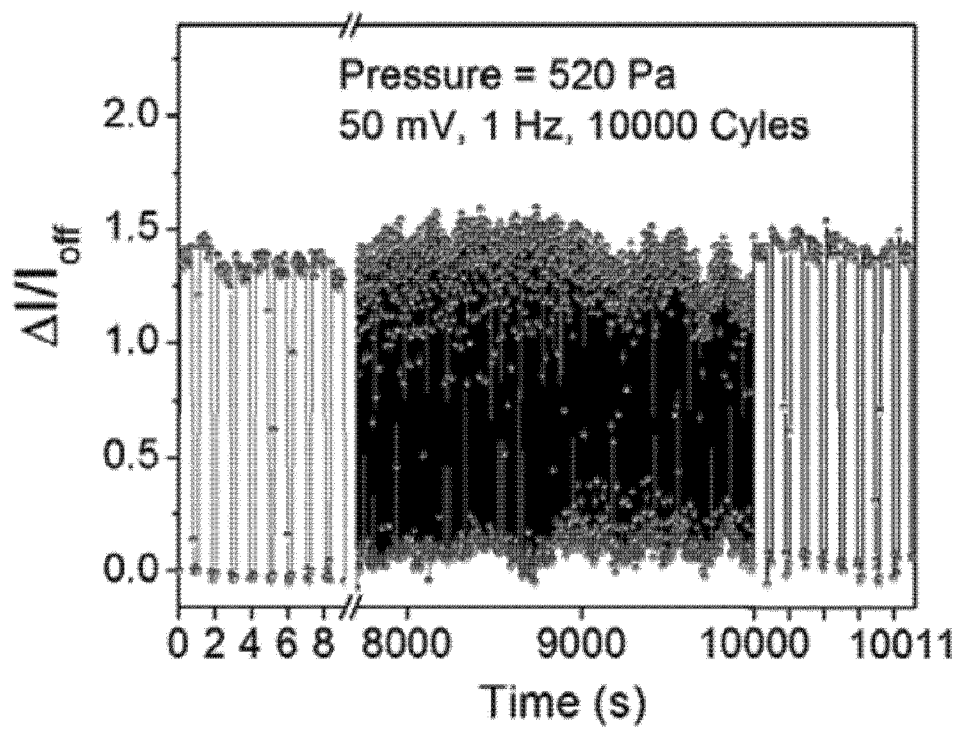
[도2c]



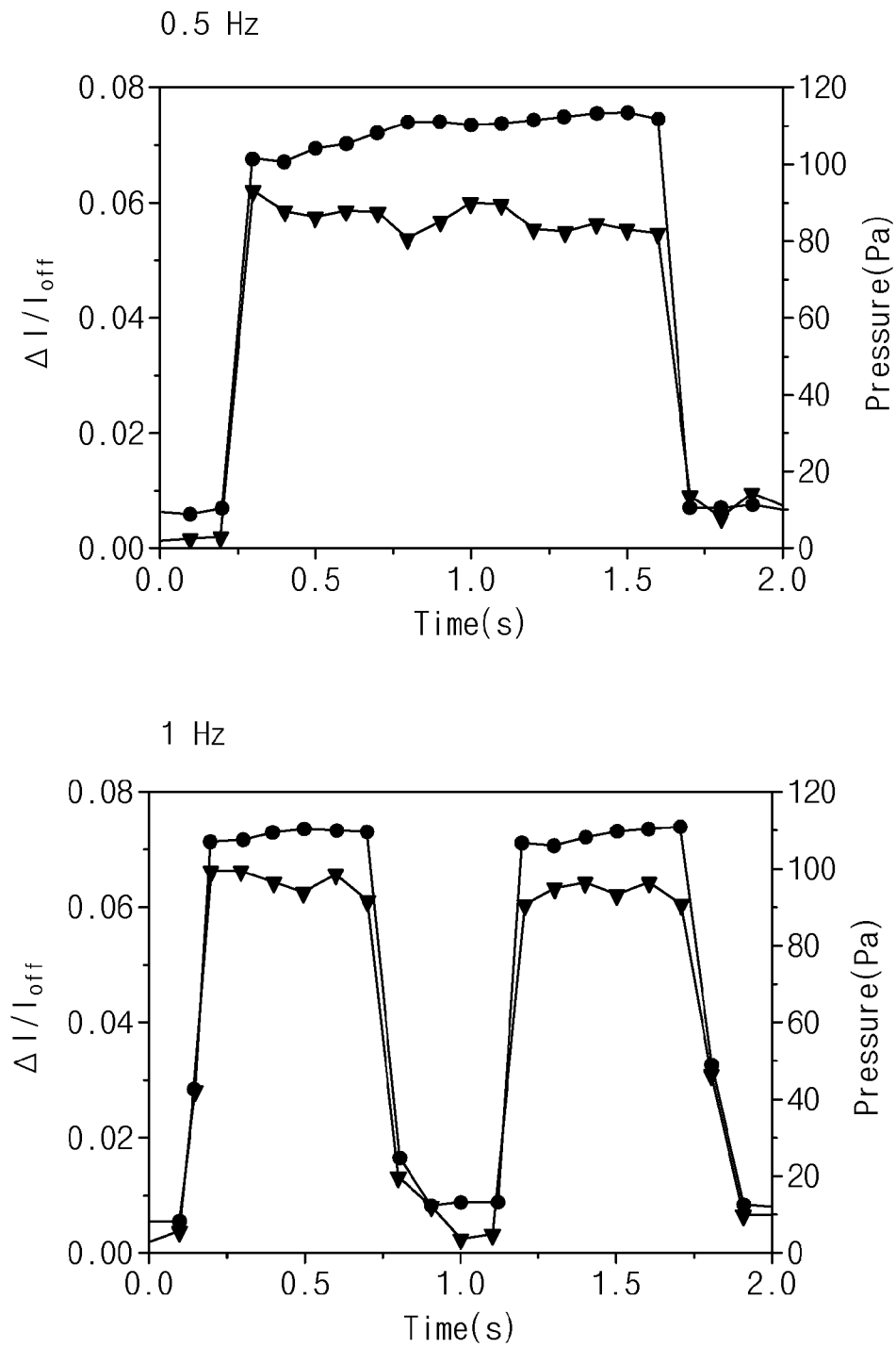
[도2d]



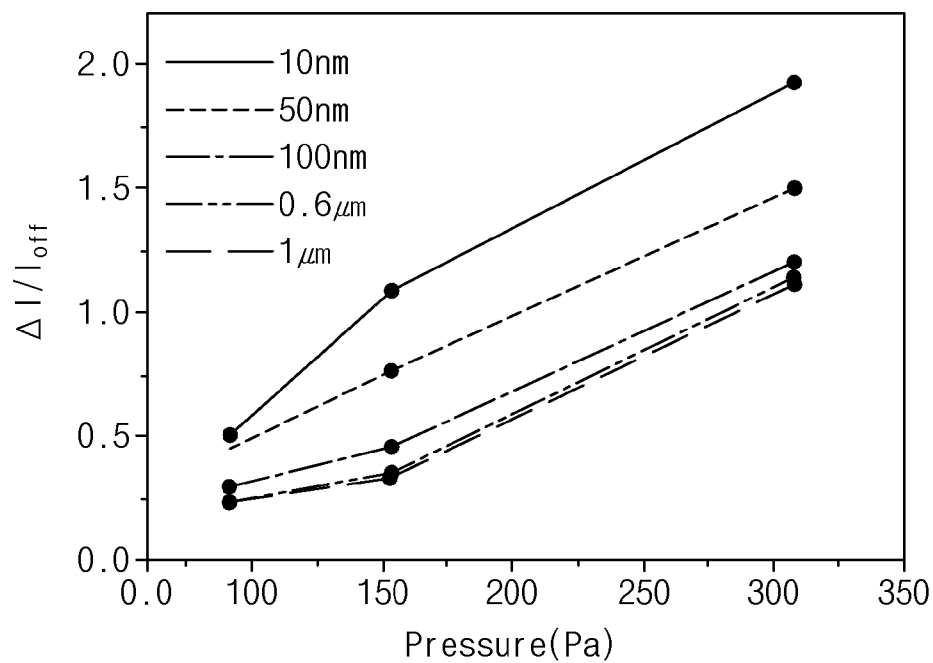
[도2e]



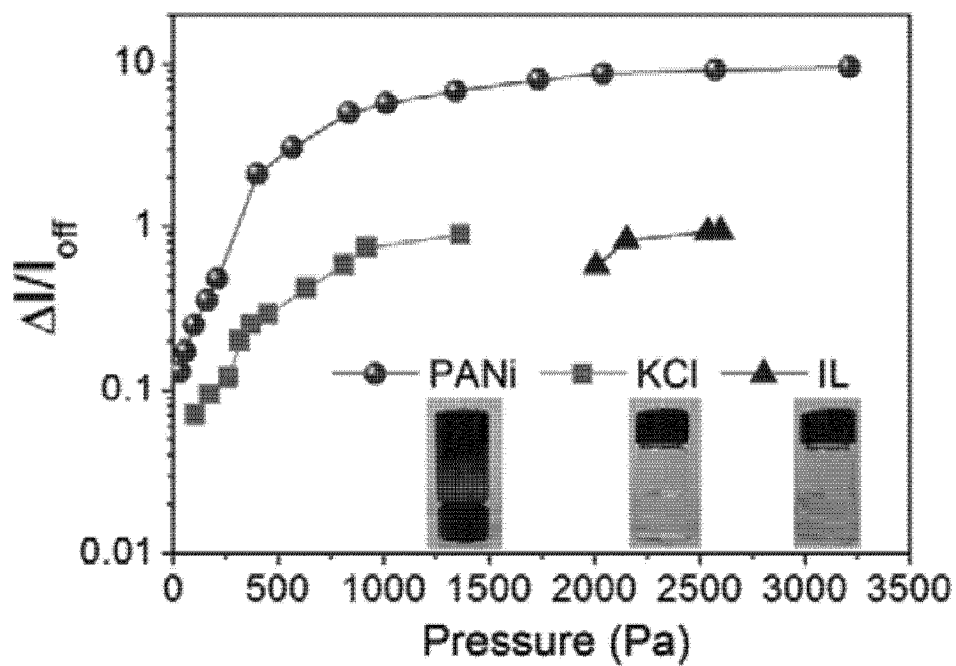
[도3a]



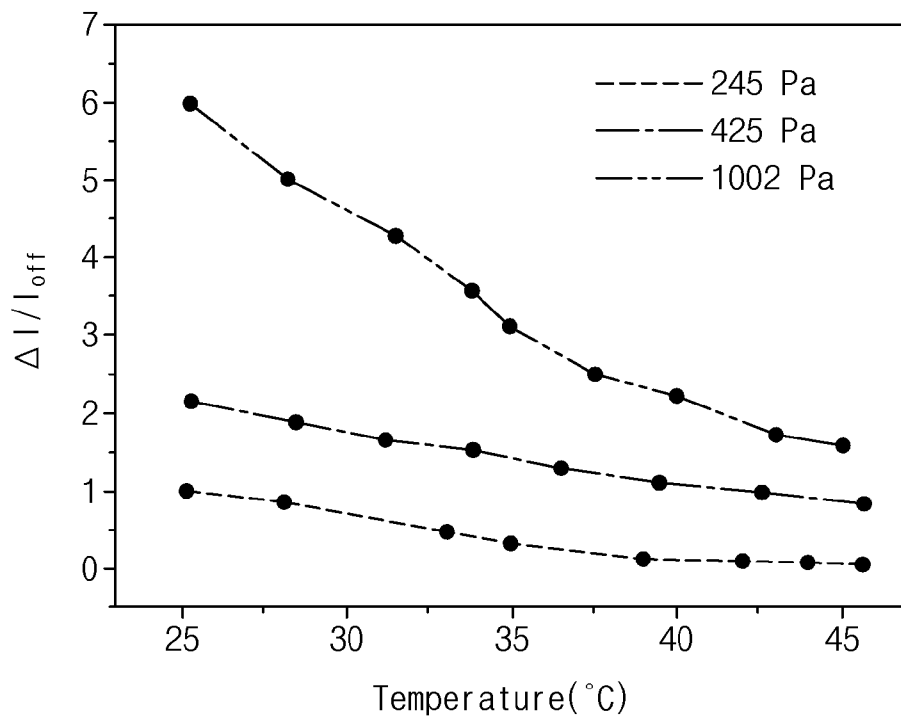
[도3b]



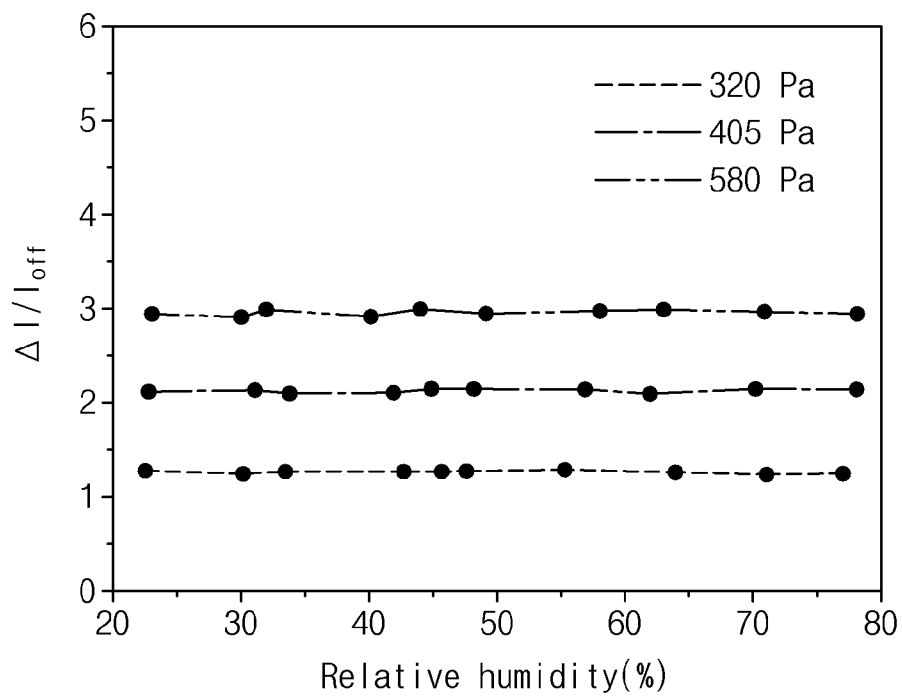
[도3c]



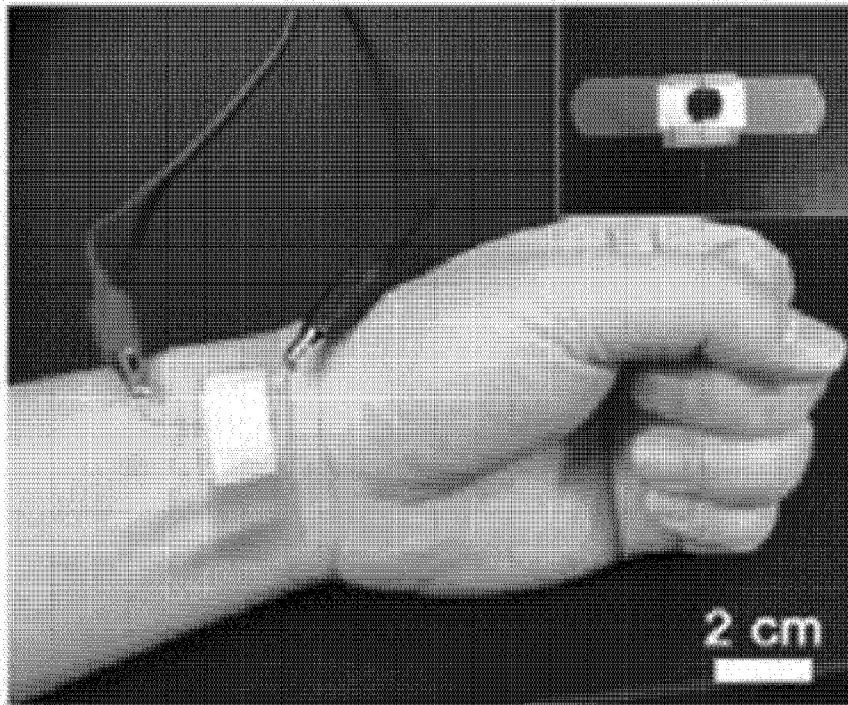
[도3d]



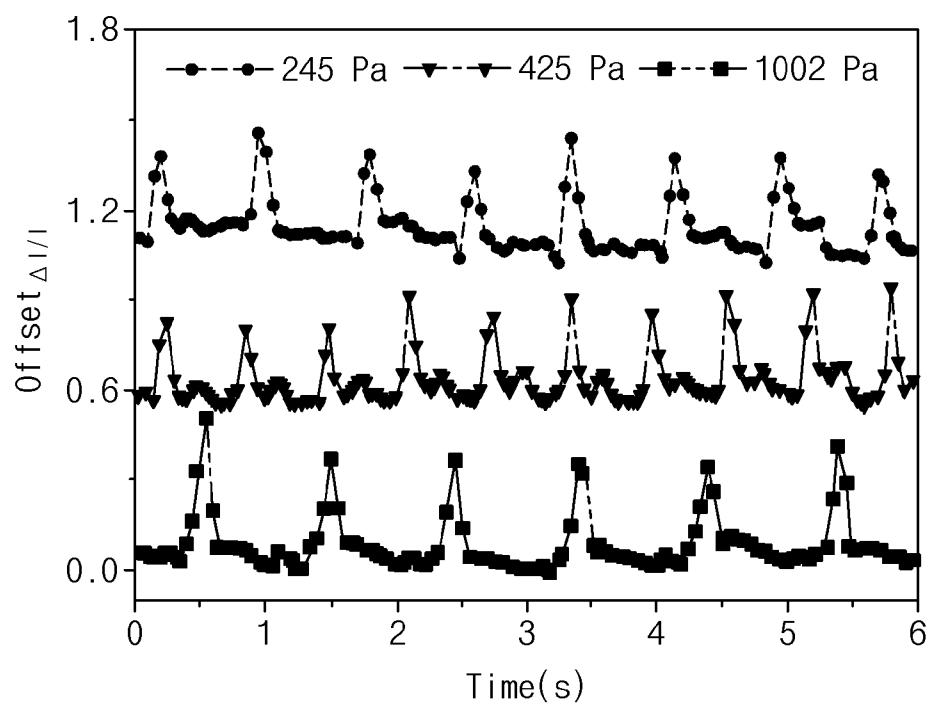
[도3e]



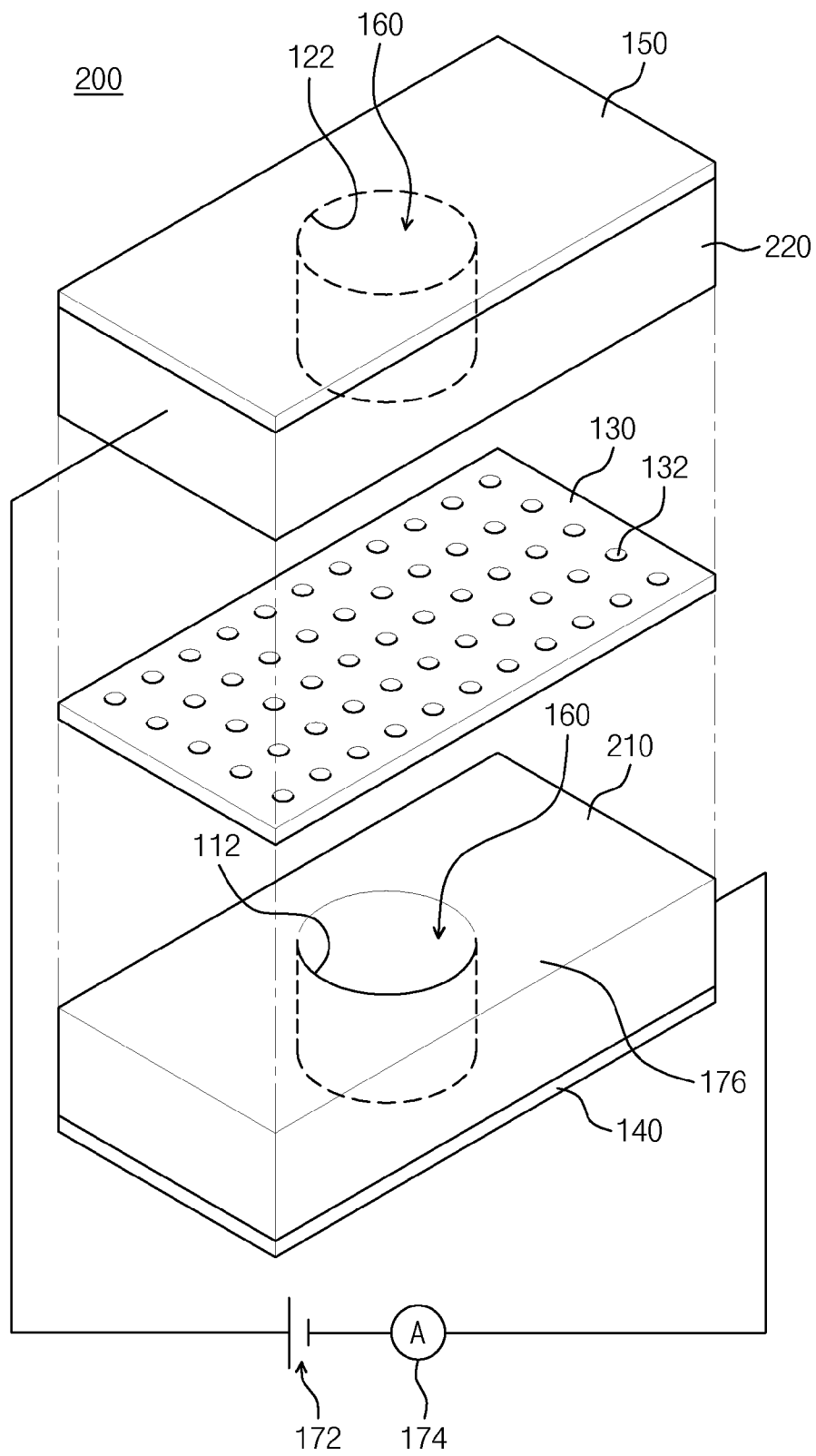
[도4a]



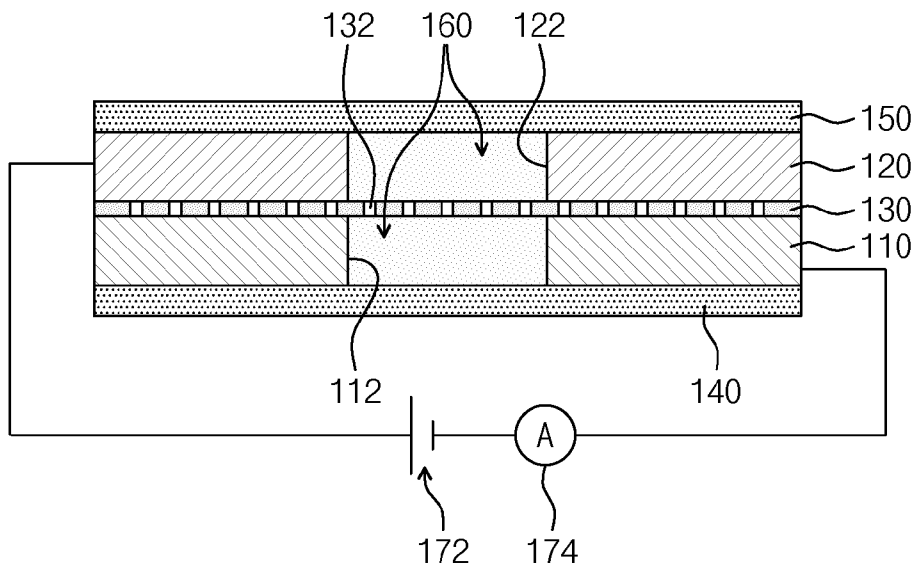
[도4b]



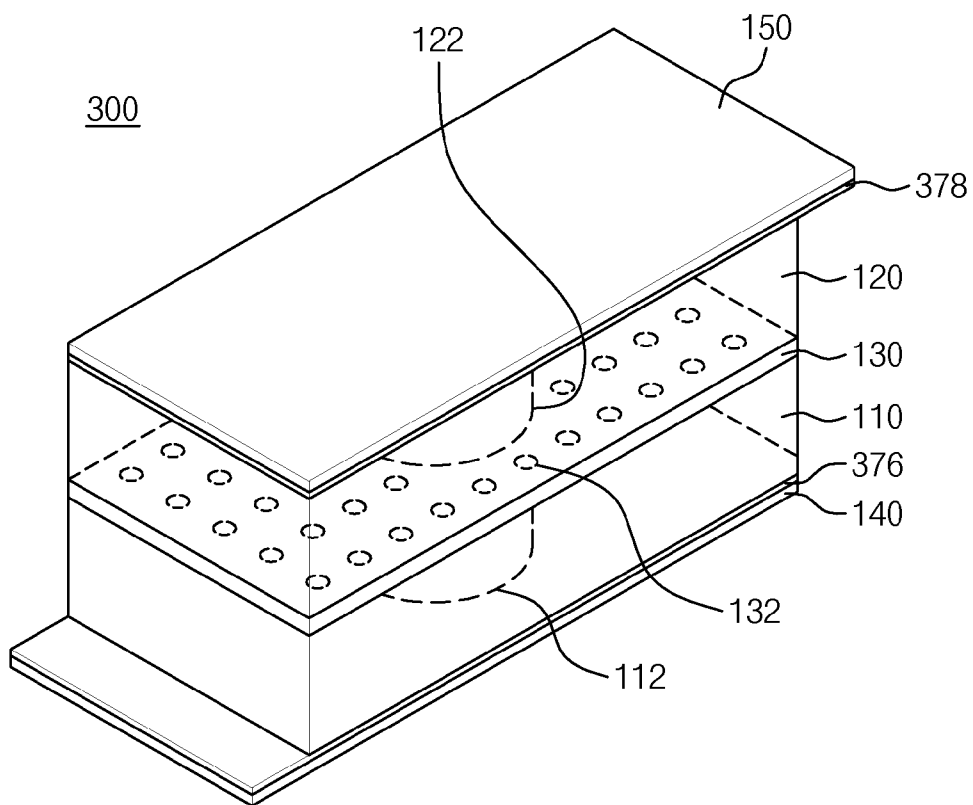
[도5a]



[도5b]



[도6a]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/002418**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****G01L 9/18(2006.01)i, G01L 1/20(2006.01)i, C08L 79/02(2006.01)i, C08L 27/16(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01L 9/18; G01L 1/18; G01B 7/16; G01L 1/14; H01L 21/02; H01C 17/28; H01L 21/265; C12M 1/34; H01L 21/00; G01L 1/20; C08L 79/02; C08L 27/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: pressure sensor, electrolyte, membrane, pressure, transformation, polyaniline, polyvinylidene fluoride, through hole and ion channel

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2010-0132476 A1 (CHENG et al.) 03 June 2010 See paragraphs [0052]-[0054], [0057], [0064]-[0065] and figures 1-3, 6, 11.	1,11
A		2-10,12
Y	KR 10-1597936 B1 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 25 February 2016 See paragraphs [0022], [0031]-[0034] and figures 1-2.	1,11
A	KR 10-1210937 B1 (KOREA INSTITUTE OF CERAMIC ENGINEERING AND TECHNOLOGY) 11 December 2012 See abstract, claim 1 and figures 1a-1b.	1-12
A	US 2002-0182627 A1 (WANG et al.) 05 December 2002 See abstract, claim 1 and figure 1.	1-12
A	KR 10-1540177 B1 (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.) 28 July 2015 See claim 1 and figure 1.	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 MAY 2017 (29.05.2017)

Date of mailing of the international search report

30 MAY 2017 (30.05.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/002418

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2010-0132476 A1	03/06/2010	CN 101839703 A CN 101839703 B US 7854173 B2	22/09/2010 15/08/2012 21/12/2010
KR 10-1597936 B1	25/02/2016	NONE	
KR 10-1210937 B1	11/12/2012	KR 10-2009-0103140 A	01/10/2009
US 2002-0182627 A1	05/12/2002	AU 2002-307218 A1 AU 2003-231300 A1 CA 2441366 A1 CA 2485099 A1 CA 2527660 A1 CA 2554376 A1 CA 2573025 A1 EP 1372828 A2 EP 1372828 A4 EP 1501924 A2 EP 1636373 A2 EP 1709424 A2 EP 1910396 A2 US 2004-0146849 A1 US 2005-0009004 A1 US 2005-0058990 A1 US 2005-0196746 A1 US 2005-0266478 A1 US 2006-0029955 A1 US 2009-0209029 A1 US 2011-0075646 A1 US 2011-0164600 A1 US 7433343 B1 US 7433361 B1 US 7723029 B2 US 7968305 B2 US 8340064 B2 US 8687531 B2 WO 02-077259 A2 WO 02-077259 A3 WO 03-093494 A2 WO 2003-093494 A3 WO 2005-007866 A2 WO 2005-007866 A3 WO 2005-098396 A2 WO 2005-098396 A3 WO 2006-033696 A2 WO 2006-033696 A3	08/10/2002 17/11/2003 03/10/2002 13/11/2003 27/01/2005 20/10/2005 30/03/2006 02/01/2004 29/10/2008 02/02/2005 22/03/2006 11/10/2006 16/04/2008 29/07/2004 13/01/2005 17/03/2005 08/09/2005 01/12/2005 09/02/2006 20/08/2009 31/03/2011 07/07/2011 07/10/2008 07/10/2008 25/05/2010 28/06/2011 25/12/2012 01/04/2014 03/10/2002 14/11/2002 13/11/2003 05/02/2004 27/01/2005 14/06/2007 20/10/2005 09/10/2008 30/03/2006 21/12/2006
KR 10-1540177 B1	28/07/2015	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01L 9/18(2006.01)i, G01L 1/20(2006.01)i, C08L 79/02(2006.01)i, C08L 27/16(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01L 9/18; G01L 1/18; G01B 7/16; G01L 1/14; H01L 21/02; H01C 17/28; H01L 21/265; C12M 1/34; H01L 21/00; G01L 1/20; C08L 79/02; C08L 27/16

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 압력센서, 전해질, 멤브레인, 압력, 변형, 폴리아날린, 플루오르화 폴리비닐렌, 관통홀 및 이온 채널

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	US 2010-0132476 A1 (CHENG et al.) 2010.06.03 단락 [0052]-[0054], [0057], [0064]-[0065] 및 도면 1-3, 6, 11 참조.	1,11
A		2-10,12
Y	KR 10-1597936 B1 (고려대학교 산학협력단) 2016.02.25 단락 [0022], [0031]-[0034] 및 도면 1-2 참조.	1,11
A	KR 10-1210937 B1 (한국세라믹기술원) 2012.12.11 요약, 청구항 1 및 도면 1a-1b 참조.	1-12
A	US 2002-0182627 A1 (WANG et al.) 2002.12.05 요약, 청구항 1 및 도면 1 참조.	1-12
A	KR 10-1540177 B1 (삼성전기주식회사) 2015.07.28 청구항 1 및 도면 1 참조.	1-12

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2017년 05월 29일 (29.05.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 05월 30일 (30.05.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이헌길

전화번호 +82-42-481-8525



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2010-0132476 A1	2010/06/03	CN 101839703 A CN 101839703 B US 7854173 B2	2010/09/22 2012/08/15 2010/12/21
KR 10-1597936 B1	2016/02/25	없음	
KR 10-1210937 B1	2012/12/11	KR 10-2009-0103140 A	2009/10/01
US 2002-0182627 A1	2002/12/05	AU 2002-307218 A1 AU 2003-231300 A1 CA 2441366 A1 CA 2485099 A1 CA 2527660 A1 CA 2554376 A1 CA 2573025 A1 EP 1372828 A2 EP 1372828 A4 EP 1501924 A2 EP 1636373 A2 EP 1709424 A2 EP 1910396 A2 US 2004-0146849 A1 US 2005-0009004 A1 US 2005-0058990 A1 US 2005-0196746 A1 US 2005-0266478 A1 US 2006-0029955 A1 US 2009-0209029 A1 US 2011-0075646 A1 US 2011-0164600 A1 US 7433343 B1 US 7433361 B1 US 7723029 B2 US 7968305 B2 US 8340064 B2 US 8687531 B2 WO 02-077259 A2 WO 02-077259 A3 WO 03-093494 A2 WO 2003-093494 A3 WO 2005-007866 A2 WO 2005-007866 A3 WO 2005-098396 A2 WO 2005-098396 A3 WO 2006-033696 A2 WO 2006-033696 A3	2002/10/08 2003/11/17 2002/10/03 2003/11/13 2005/01/27 2005/10/20 2006/03/30 2004/01/02 2008/10/29 2005/02/02 2006/03/22 2006/10/11 2008/04/16 2004/07/29 2005/01/13 2005/03/17 2005/09/08 2005/12/01 2006/02/09 2009/08/20 2011/03/31 2011/07/07 2008/10/07 2008/10/07 2010/05/25 2011/06/28 2012/12/25 2014/04/01 2002/10/03 2002/11/14 2003/11/13 2004/02/05 2005/01/27 2007/06/14 2005/10/20 2008/10/09 2006/03/30 2006/12/21
KR 10-1540177 B1	2015/07/28	없음	