



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년02월25일

(11) 등록번호 10-1597936

(24) 등록일자 2016년02월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/265 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 21/26513 (2013.01)

H01L 21/02422 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0053934

(22) 출원일자 2015년04월16일

심사청구일자 2015년04월16일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110001896 A

KR1020140134296 A

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

한창수

서울특별시 강동구 고덕로 131 강동롯데캐슬퍼스트아파트 105동 1701호

전경용

서울특별시 성북구 인촌로22길 6-3 고려대학교

(74) 대리인

이동건

전체 청구항 수 : 총 6 항

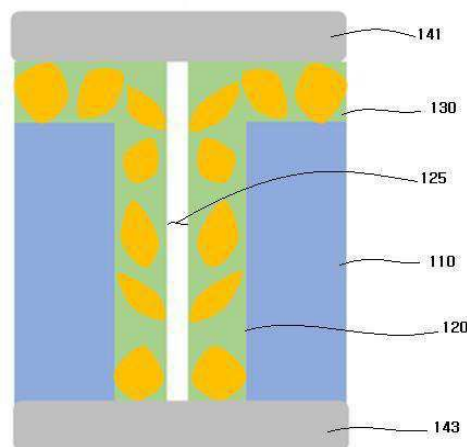
심사관 : 조성수

(54) 발명의 명칭 이온 채널 소자

(57) 요약

이온 채널 소자는 멤브레인, 상기 멤브레인을 관통하여 대상체의 유동을 개폐할 수 있는 나노 채널부 및 상기 나노 채널부 상에 형성되며, 온도에 따라 부피가 가변하며 왁스-폴리머 복합체로 이루어진 부피 가변부를 포함한다. 이로써, 이온 채널 소자가 인체 체온 온도 주위에서 가역적이고 민감한 특성을 가질 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01L 21/02606 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

멤브레인;

상기 멤브레인을 관통하여 대상체의 유동을 개폐할 수 있는 나노 채널부; 및

상기 나노 채널부 상에 형성되며, 온도에 따라 부피가 가변하며 왁스-폴리머 복합체로 이루어진 부피 가변부를 포함하고,

상기 왁스-폴리머 복합체에 포함된 왁스는 파라핀, 마이크로 크리스탈린 왁스, 폴리에틸렌 왁스, 폴리프로필렌 왁스 또는 이들의 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 이온 채널 소자.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 왁스-폴리머 복합체에 포함된 폴리머는 탄성 고분자를 포함하는 것을 특징으로 하는 이온 채널 소자.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 왁스-폴리머 복합체에 포함된 폴리머는 폴리우레탄, 폴리아소프린, 폴리부타디엔, 폴리테레프탈레인, 폴리다이메틸실록세인, 폴리스틸렌-폴리에틸렌-부틸렌 공중합체, 천연라텍스 또는 이들의 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 이온 채널 소자.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 부피 가변부는 10 내지 100 nm 범위의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 이온 채널 소자.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 멤브레인의 상부 및 하부를 덮으며, 전원과 전기적으로 연결된 제1 및 제2 이온 겔부들을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이온 채널 소자.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 제2 이온 겔부의 하면에 배치되고, 대상체에 부착될 수 있는 접착 테이프를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이온 채널 소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이온 채널 소자에 관한 것으로, 보다 상세하게는 이온의 흐름을 개폐하는 이온 채널 소자에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 외부적인 에너지에 의해 작동되는 이온 채널 소자는 다양한 분야, 예를 들어 센서, 약물전달, 바이오 시스템 등에서 다양하게 응용되고 있다.

[0003] 상기 이온 채널 소자는 기본적으로 환경적 힘에 의해 작동하는 채널을 개폐할 수 있도록 구동된다. 즉, 온도, 압력, 빛과 같은 다양한 외부적 요인에 의해 채널이 개폐될 수 있다.

[0004] 한편, 보다 정밀한 이온 채널의 개폐를 위하여 나노 크기의 물질을 나노 채널 내부에 기능화 함으로써 구현될 수 있다. 다시 말해, 고분자 브러쉬나 자기조립이 가능한 물질이 채널 내부에 정렬됨으로써 기능성 물질의 분자 구조의 변화를 통해 기능성 물질의 부피가 변함으로써 상기 포어의 크기를 변화시킴으로써 이온 채널의 개폐를 조절할 수 있는 것이다.

[0005] 특히, 열에 의해 반응하는 이온채널의 기능 고분자중 일반적으로 이용되는 물질로는 poly(N-isopropylacrlamide)(PNIPAM)을 들 수 있다. 상기 PNIPAM는 23 내지 40 °C 범위의 온도에서 작동한다.

[0006] 일반적으로 PNIPAM은 분자의 구조적 변화에 의해 채널의 개폐 상태가 달라질 수 있다. 특히, 인체 온도의 범위에서 구동 특성이 우수하지 않음이 알려져 있다. 따라서, 인체 온도 부근에서 빠르고 유연하게 반응하는 이온 채널 소자의 개발이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 목적은 인체 온도 부근에서 개선된 반응 속도로 개폐될 수 있는 이온 채널 소자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 실시예들에 따른 이온 채널 소자는 멤브레인, 상기 멤브레인을 관통하여 대상체의 유동을 개폐할 수 있는 나노 채널부 및 상기 나노 채널부 상에 형성되며, 온도에 따라 부피가 가변하며 왁스-폴리머 복합체로 이루어진 부피 가변부를 포함한다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 왁스-폴리머 복합체에 포함된 폴리머는 탄성 고분자를 포함할 수 있다. 여기서, 상기 탄성 고분자는 폴리우레탄, 폴리아소프린, 폴리부타디엔, 폴리 테레프탈레인, 폴리아이메틸실록세인, 폴리스틸렌-폴리에틸렌-부틸렌 공중합체, 천연라텍스 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다. 또한, 상기 왁스는 파라핀, 마이크로 크리스탈린 왁스, 폴리에틸렌 왁스, 폴리프로필렌 왁스 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 부피 가변부는 10 내지 100 nm 범위의 두께를 가질 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 이온 채널 소자는, 상기 멤브레인의 상부 및 하부를 덮으며, 전원과 전기적으로 연결된 제1 및 제2 이온 겔부들을 더 포함할 수 있다. 여기서, 상기 제2 이온 겔부의 하면에 대상체에 부착될 수 있는 접착 테이프가 추가적으로 배치될 수 있다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 실시예들에 따른 이온 채널 소자는 왁스-폴리머 복합체로 이루어진 부피 가변부를 포함함으로써, 인체의 체온 온도 범위에서 빠르고 가역적으로 반응할 수 있다. 나아가, 멤브레인의 상부 및 하부에 제1 및 제2 이온 겔이 각각 구비됨으로써 상기 이온 채널 소자가 패치 형태로 구비될 수 있다. 이로써, 이온 채널 소자의 소형화 및 경량화가 구현될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 이온 채널 소자를 설명하기 위한 단면도이다.

도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 이온 채널 소자를 설명하기 위한 단면도이다.

도 3 및 도 4는 실시예 및 비교예 각각에 따른 이온 채널 소자의 I-V 특성을 설명하기 위한 그래프들이다.

도 5 및 도 6은 실시예 및 비교예 각각에 따른 이온 채널 소자의 온도-전류 특성을 설명하기 위한 그래프들이다.

도 7은 실시예에 따른 이온 채널 소자의 온도별 전류 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

도 8은 실시예에 따른 이온 채널 소자의 가역 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.
- [0015] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0016] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0017] 여기서, 층간 거리는 채널에 해당하며 단일층의 두께를 포함하지 않은 그 사이의 간격으로 정의된다. 하지만, 정확한 측정이 어려운 원자 두께의 층상구조 소재의 경우에는 일부 단일층의 두께가 층간간격에 포함될 수도 있다.
- [0018] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0019] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 이온 채널 소자를 설명하기 위한 단면도이다.
- [0020] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 이온 채널 소자는 멤브레인(110), 나노 채널부(120) 및 부피 가변부(130)를 포함한다.
- [0021] 상기 멤브레인(110)은 고분자 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들면 상기 멤브레인(110)은 폴리카보네이트 물질로 이루어질 수 있다.
- [0022] 상기 나노 채널부(120)는 상기 멤브레인(110)을 관통하여 통로(125)를 제공한다. 상기 통로(125)를 통하여 이온이 통과할 수 있다.
- [0023] 상기 나노 채널부(120)는 상기 멤브레인(120)에 대하여 트랙 에칭 공정을 통하여 형성될 수 있다.
- [0024] 상기 부피 가변부(130)는 상기 나노 채널부(120) 상에 형성된다. 상기 부피 가변부(130)는 온도에 따라 부피가 가변하는 왁스-폴리머 복합체로 이루어질 수 있다. 이로써, 상기 부피 가변부(130)가 팽창하여 상기 통로(125)를 폐쇄할 수 있으며, 나아가 상기 부피 가변부(130)가 수축하여 상기 통로(125)를 개방할 수 있다.
- [0025] 상기 부피 가변부(130)를 이루는 왁스-폴리머 복합체에 포함된 폴리머는 탄성 고분자를 포함할 수 있다. 이로써 상기 부피 가변부(130)가 탄성적이고 가역적으로 수축 및 팽창하는 부피를 가질 수 있다.
- [0026] 예를 들면, 상기 탄성 고분자는 폴리우레탄, 폴리아소프린, 폴리부타디엔, 폴리 테레프탈레인, 폴리다이메틸실록세인, 폴리스틸렌-폴리에틸렌-부틸렌(polystyrene-(ethylene-butylene) polystyrene, SEBS) 공중합체, 천연라텍스 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 왁스-폴리머 복합체에 포함된 왁스는 파라핀, 마이크로 크리스탈린 왁스, 폴리에틸렌 왁스, 폴리프로필렌 왁스 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다. 상기 왁스는 녹는점 부근에서 흐름을 잡아주는 한편, 수축시 상기 왁스-폴리머 복합체의 원형을 유지시킬 수 있다.
- [0028] 상기 부피 가변부(130)를 상기 나노 채널부(120) 상에 형성하기 위하여 진공 필터 장치가 이용될 수 있다. 예를 들면 0.1 내지 0.5 기압의 진공 상태를 이용하여 상기 왁스-폴리머 복합체를 상기 나노 채널부(120)에 형성할

수 있다.

[0029] 상기 부피 가변부(130)는 10 내지 100 nm 범위의 두께를 가질 수 있다. 이로써, 상기 나노 채널부(130)에 형성된 통로(125)를 통과하는 이온의 흐름을 용이하게 개폐할 수 있다.

[0030] 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 이온 채널 소자를 설명하기 위한 단면도이다.

[0031] 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 이온 채널 소자는 멤브레인(110), 나노 채널부(120), 부피 가변부(130) 및 제1 및 제2 이온 겔부(141, 143)를 포함한다. 본 발명의 실시예들에 따른 이온 채널 소자에 포함된 멤브레인, 나노 채널부 및 부피 가변부는 도 1을 참조로 설명한 이온 채널 소자와 실질적으로 동일하다.

[0032] 상기 제1 이온 겔부(141)는 상기 멤브레인(110)의 상부를 덮도록 구비된다. 상기 제1 이온 겔부(141)는 전원과 전기적으로 연결된다. 상기 제1 이온 겔부(141)는 하이드로겔 또는 생체 이온겔을 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 이온 겔부(141)는 이온성 아가로스 겔(ionic agarose gel)을 포함할 수 있다. 이로써, 상기 나노 채널부(120)에 형성된 통로(125)의 크기가 감소되어 보다 작은 크기의 이온 채널 소자가 형성될 수 있다.

[0033] 또한 상기 제1 이온 겔부(141)는 패드 형상을 가질 수 있다. 이로써 상기 이온 채널 소자가 인체에 적용될 수 있다.

[0034] 상기 제2 이온 겔부(143)는 상기 멤브레인(110)의 하부를 덮도록 구비된다. 상기 제2 이온 겔부(143)는 전원과 전기적으로 연결된다. 상기 제2 이온 겔부(143)는 상기 제1 이온 겔부(141)와 실질적으로 동일한 물질 및 구조를 가질 수 있다.

[0035] 본 발명의 실시예들에 따른 이온 채널 소자는 제1 및 제2 이온 겔부(141, 143)를 포함함에 따라 소형화되어 휴대성이 증대되고, 나아가 인체에 부착하여 체온 등을 측정할 수 있다.

[0036] 나아가, 제2 이온 겔부(143)의 하부에 접착 테이프(미도시)가 부착될 경우, 인체에 용이하게 부착할 수 있다.

[0037] 이온 채널 소자의 평가

[0038] 먼저 50nm 두께를 다공질 막인 PCTE 물질로 이루어진 멤브레인을 준비하였다. 이후, 상기 멤브레인을 진공 여과 장치에 설치한 후, 0.1 ~ 0.5 bar 의 진공압을 조절하여, 왁스-폴리머 복합체(wax-polystyrene-(ethylene-butylene)-polystyrene, SEBS)로 이루어진 부피 가변부와 함께 나노 채널부가 형성되었다. 이때, 인체 온도 부근에서 녹는점을 갖는 왁스(NatureWax S-97, m.p. : ~38 °C)를 사용하였다 이후, 편광 적외선 외부 반사율 분광법(polarized infrared external reflectance spectroscopy; PIERS)을 통하여 상기 부피 가변부를 나노 채널부에 견고하게 부착하였다. 이후, 수용액 상태이며 0.1M 염화 칼륨 용액(Aqueous 0.1 M KCl solution)을 이용하여 제1 및 제2 이온 겔부를 형성하였다. 이로써 실시예에 따른 나노 채널 소자를 제조하였다.(실시예)

[0039] 비교예로서, poly(N-isopropylacrlamide)(PNIPAM)를 부피 가변부로 이용하여 상술한 방법으로 나노 채널 소자를 제조하였다.(비교예)

[0040] 도 3 및 도 4는 실시예 및 비교예 각각에 따른 이온 채널 소자의 I-V 특성을 설명하기 위한 그래프들이다.

[0041] 도 3을 참조하면, 실시예에 따른 이온 채널 소자는 온도의 증가에 따라 이온 컨덕턴스 및 나노 채널부의 통로 직경이 감소함을 알 수 있다. 즉, 36 °C 까지는 I-V 커브의 기울기가 증가하는 38 °C 내지 44 °C 까지의 범위에는 오히려 감소함으로 확인할 수 있다. 또한, 36 °C 및 44 °C 사이의 온도에서 이온 채널 소자의 이온 컨덕턴스의 변화량은 약 10 배 정도이다. 따라서, 체온을 포함하는 온도 영역에서 이온 채널 소자는 우수한 특성을 가진다.

[0042] 한편, 도 4를 참조하면, 비교예에 따른 이온 채널 소자는 거의 고정된 이온 컨덕턴스(ionic conductance)를 가지므로 구동 시간이 이온 컨덕턴스에 거의 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

[0043] 도 5 및 도 6은 실시예 및 비교예 각각에 따른 이온 채널 소자의 온도-전류 특성을 설명하기 위한 그래프들이다.

[0044] 도 5를 참조하면, 실시예에 따른 이온 채널 소자는 인체의 체온 범위에서 거의 선형적으로 변화하는 특성으로

가지는 반면에, 상기 체온 범위를 벗어날 경우, 전류 변화는 거의 감지되지 않는다. 약 38 °C의 온도에서 부피 가변부를 이루는 왁스-폴리머 복합체가 팽창을 시작한다. 온도가 점차 증가함에 따라, 왁스-폴리머 복합체에는 급격하게 부피 팽창이 이루어져 전류가 급격하게 감소함을 확인할 수 있다. 나아가, 온도가 감소됨에 따라 전류가 다시 증가함을 확인할 수 있다. 이로써 이온 채널 소자는 인체의 체온 범위의 온도에서 가역적으로 구동할 수 있다.

[0045] 한편, 도 6을 참조하면, 비교예에 따른 이온 채널 소자는 온도 변화에 따라 선형적으로 변화하는 전류값을 가짐을 확인할 수 있다.

[0046] 도 7은 실시예에 따른 이온 채널 소자의 온도별 전류 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

[0047] 실시예에 따른 이온 채널 소자에 있어서, 10초 주기로 0.5초 간 약 500 mV의 전압이 인가되었다. 온도 조건은 36 °C, 39 °C 및 41 °C로 각각 조절되었다. 각각의 온도에서 전류의 변화가 일정하고 가역적임을 확인할 수 있다.

[0048] 도 8은 실시예에 따른 이온 채널 소자의 가역 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

[0049] 실시예에 따른 이온 채널 소자에 있어서, 온도를 36 °C 및 41 °C 사이로 교대로 변경하였다. 상기 이온 채널 소자는 온도 변화에 따라 안정적인 전류값을 가짐을 확인할 수 있다.

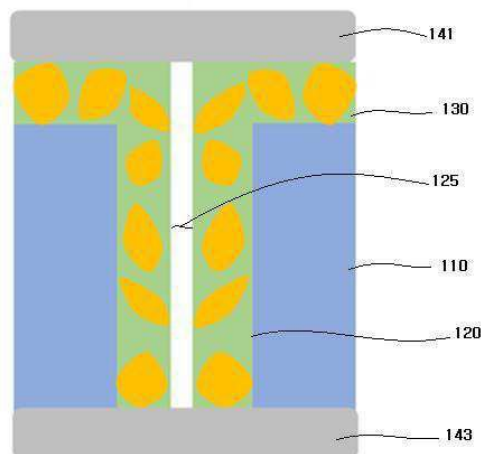
산업상 이용가능성

[0050] 상술한 이온 채널 소자는 체온의 온도 범위에서 빠르고 유연하게 작동할 수 있다. 이로써 상기 이온 채널 소자는 온도 센서 뿐 아니라 인체내의 약물 투여, 바이오 센서, 이온의 고선택적 분리 등에 응용될 수 있다.

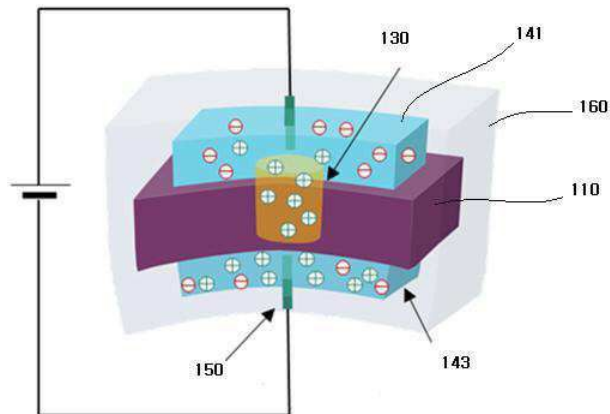
[0051] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

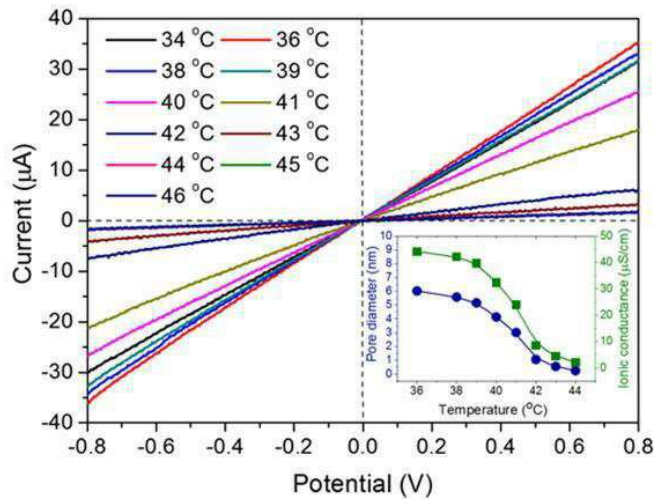
도면1



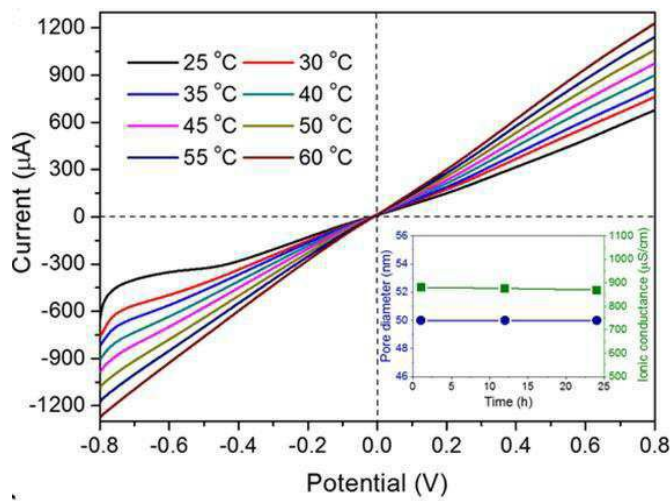
도면2



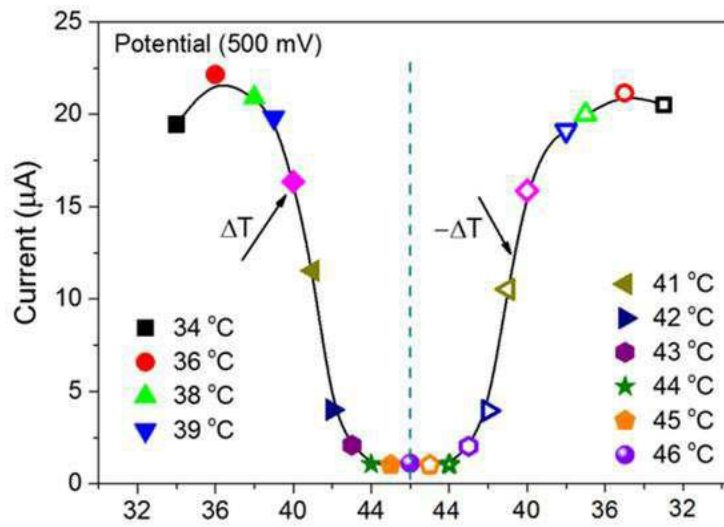
도면3



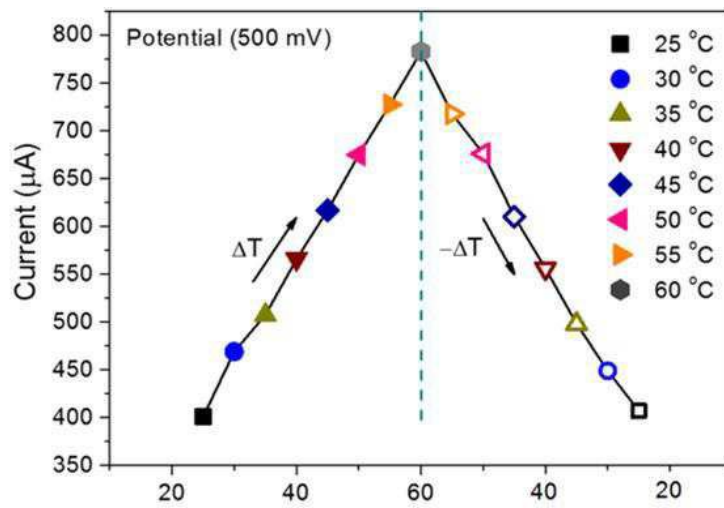
도면4



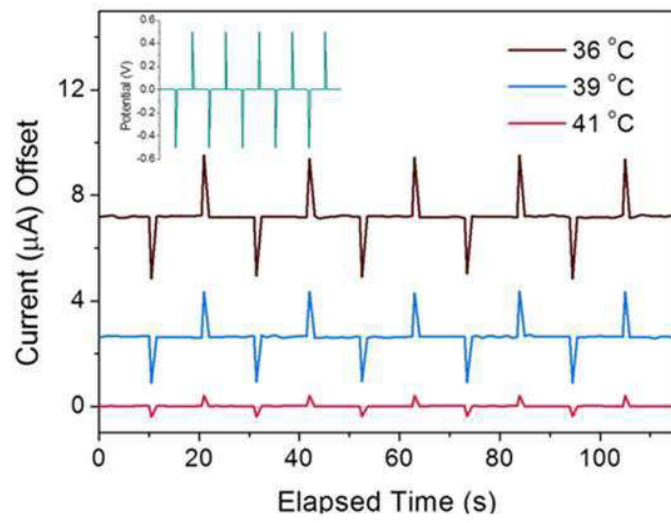
도면5



도면6



도면7



도면8

