(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0001118
(43) 공개일자 2011년01월06일

(51) Int. Cl.
B82B 1/00 (2006.01) *B82B 3/00* (2006.01)
H01L 31/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0058518
(22) 출원일자 2009년06월29일
심사청구일자 2009년06월29일

(71) 출원인
경상대학교산학협력단
경상남도 진주시 가좌동 900
(72) 발명자
조권구
경상남도 진주시 평거동 들말한보아파트 105동 207호
김기원
경상남도 진주시 평거동 737 한보타운 101동 1409호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이현수, 김종선, 김태헌, 정홍식

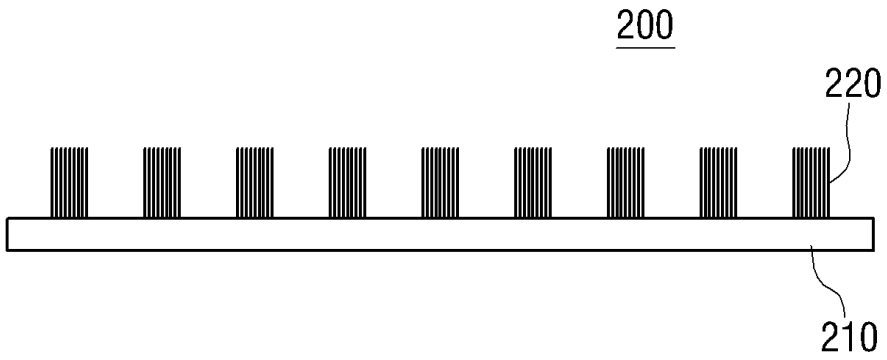
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 전극 및 이를 이용한 에너지 변환장치 및, 그 제조방법

(57) 요 약

나노 구조물을 포함하는 전극이 개시된다. 전극은, 기판 및 기판 표면으로부터 돌출된 형상의 복수 개의 나노 구조물로 각각 이루어진 복수 개의 나노 구조물 그룹을 포함하며, 복수 개의 나노 구조물 그룹 간의 간격은 나노 구조물들 간의 간격보다 넓은 형태가 된다. 이에 따라, 나노 구조물의 표면적을 충분히 활용할 수 있게 된다.

대 표 도 - 도2a



(72) 발명자

남태현

경상남도 진주시 평거동 191번지 들말흥한타운 110동 405호

안주현

경상남도 진주시 신안동 454-2 평거2차현대아파트 202동 1204호

안효준

경상남도 진주시 신안동 평거2차현대아파트 201동 1303호

조규봉

경상남도 진주시 금산면 장사리 현대아이파크 101동 1002호

최영진

경상남도 창원시 사파동 1116번지 10-4

옥선영

경상남도 창원시 사파동 대동아파트 18동 107호

류광선

울산광역시 남구 옥동 대공원롯데인벤스 102동 1003호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R01-2008-000-20940-0

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관

연구사업명 중견연구자지원사업

연구과제명 3D 나노전극을 이용한 에너지변환/저장 일체형 소자 개발

기여율

주관기관 경상대학교

연구기간 2008년 09월 01일 ~ 2011년 08월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

기판; 및

상기 기판 표면으로부터 돌출된 형상의 복수 개의 나노 구조물로 각각 이루어진 복수 개의 나노 구조물 그룹;을 포함하며,

상기 복수 개의 나노 구조물 그룹 간의 간격은 상기 나노 구조물들 간의 간격보다 넓은 것을 특징으로 하는 전극.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 나노 구조물은,

나노 튜브(nano-tube), 나노 와이어(nano-wire), 나노 로드(nano-rod), 나노 파이버(nano-fiber), 나노 링(nano-ring), 나노 혼(nano-horn) 중 적어도 하나의 형태인 것을 특징으로 하는 나노 구조체.

청구항 3

제1항의 전극을 이용하여 형성되는 이차 전지.

청구항 4

제1항의 전극을 이용하여 형성되는 태양 전지.

청구항 5

제1항의 전극을 이용하여 형성되는 슈퍼 커패시터.

청구항 6

기판 상에 전극 물질을 형성하는 단계;

상기 전극 물질 상에 기 설정된 패턴의 마스크를 입히는 단계; 및

상기 마스크를 이용하여 상기 전극 물질을 식각하여, 상기 기판 표면으로부터 돌출된 형상의 복수 개의 나노 구조물로 각각 이루어진 복수 개의 나노 구조물 그룹을 제작하는 단계;를 포함하는 전극 제조 방법.

청구항 7

기판 상에 기설정된 패턴의 템플릿을 형성하는 단계;

상기 템플릿 상에 전극 물질을 형성하는 단계; 및

상기 템플릿을 이용하여 상기 기판 상에 상기 전극 물질을 증착하여 상기 기판 표면으로부터 돌출된 형상의 복수 개의 나노 구조물로 각각 이루어진 복수 개의 나노 구조물 그룹을 제작하는 단계;를 포함하는 전극 제조 방법.

청구항 8

제1 기판 표면으로부터 돌출된 형상으로 기설정된 간격만큼 이격되어 형성되는 복수의 제1 나노 구조부로 구성되는 제1 전극부;

상기 제1 전극부에 대향하여 위치하고, 상기 복수의 나노 구조부와 교번적으로 배치되는 복수의 제2 나노 구조부로 구성되는 제2 전극부; 및,

상기 제1 전극부와 상기 제2 전극부 사이에 개재된 전해질부;를 포함하는 에너지 변환 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 나노 구조부 및 상기 제2 나노 구조부는, 복수의 나노 구조물로 이루어진 나노 구조물 그룹인 것을 특징으로 하는 에너지 변환 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 제1 나노 구조부 및 상기 제2 나노 구조부는, 하나의 나노 구조물로 이루어지는 에너지 변환 장치.

청구항 11

제9항 또는 제10항에 있어서,

상기 나노 구조물은,

나노 튜브, 나노 와이어, 나노 로드, 나노 파이버, 나노 링, 나노 혼 중 적어도 하나의 형태인 것을 특징으로 하는 에너지 변환 장치.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전극 및 이를 이용한 에너지 변환장치 및, 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 복수 개의 나노 구조물 그룹으로 형성된 전극 및 이를 이용한 에너지 변환장치 및, 그 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 나노 기술은 원자나 분자 수준에서의 현상을 규명하고, 구조 및 구성요소를 조작 제어하는 기술로서 새로운 특성의 소재, 소자 시스템의 창출을 가능케 한다. 이러한, 나노 기술은 정보통신기술(IT), 생명과학기술(BT), 환경기술(ET) 등 21세기의 중요한 기술분야의 근간이 되고 있다.

[0003] 나노 기술의 특징으로는 분석, 제어, 합성의 전 과정을 원자 분자 수준에서 해결할 수 있는 높은 기술 집약도를 들 수 있으며, 에너지 자원의 손실을 최소화하고, 최상의 성능을 발현할 수 있으며, 경제성 또는 크다는 것을 들 수 있다.

[0004] 한편, 최근 전자소자의 집적화, 소형화 추세에 따라 나노 기술 중에서도 나노 구조 물질 및 그 제작 방법에 대한 연구가 매우 활발히 진행되고 있다.

[0005] 이러한 나노 물질의 연구 중에는 나노 크기의 직경을 갖는 나노 와이어 또는 나노 튜브를 이용하여 3차원 형태의 전극을 제조하려는 방법도 많이 시도되고 있다.

[0006] 그러나, 기존의 3차원 형태의 전극은 1차원 나노 물질이 너무 촘촘히 형성되어 전극 구성에 필수적으로 사용되는 전해질이 1차원 나노 물질 사이로 스며들지 못하기 때문에 원래 의도했던 1차원 나노 물질의 표면적을 제대로 활용하지 못하는 단점이 있다.

발명의 내용

[0007] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로 복수 개의 나노 구조물 그룹으로 형성된 전극 및 이를 이용한 에너지 변환장치 및, 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0008] 이상과 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 전극은, 기판, 및 상기 기판 표면으로부터 돌출된 형상의 복수 개의 나노 구조물로 각각 이루어진 복수 개의 나노 구조물 그룹을 포함하며, 상기 복수 개의 나노 구조물 그룹 간의 간격은 상기 나노 구조물들 간의 간격보다 넓은 형태가 된다.

[0009] 여기서, 상기 나노 구조물은, 나노 튜브(nano-tube), 나노 와이어(nano-wire), 나노 로드(nano-rod), 나노 파이버(nano-fiber), 나노 링(nano-ring), 나노 혼(nano-horn) 중 적어도 하나의 형태가 될 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시 예에 따른 이차 전지는 상술한 형태의 전극을 이용하여 형성될 수 있다.

[0011] 또한, 본 발명의 다른 실시 예에 따른 태양 전지는 상술한 형태의 전극을 이용하여 형성될 수 있다.

[0012] 또한, 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 슈퍼 커패시터는 상술한 형태의 전극을 이용하여 형성될 수 있다.

[0013] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 전극 제조 방법은, 기판 상에 전극 물질을 형성하는 단계, 상기 전극 물질 상에 기 설정된 패턴의 마스크를 입히는 단계, 및 상기 마스크를 이용하여 상기 전극 물질을 식각하여, 상기 기판 표면으로부터 돌출된 형상의 복수 개의 나노 구조물로 각각 이루어진 복수 개의 나노 구조물 그룹을 제작하는 단계를 포함한다.

[0014] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 전극 제조 방법은, 기판 상에 기설정된 패턴의 템플릿을 형성하는 단계, 상기 템플릿 상에 전극 물질을 형성하는 단계 및, 상기 템플릿을 이용하여 상기 기판 상에 상기 전극 물질을 증착하여 상기 기판 표면으로부터 돌출된 형상의 복수 개의 나노 구조물로 각각 이루어진 복수 개의 나노 구조물 그룹을 제작하는 단계를 포함한다.

[0015] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 에너지 변환 장치는, 제1 기판 표면으로부터 돌출된 형상으로 기설정된 간격만큼 이격되어 형성되는 복수의 제1 나노 구조부로 구성되는 제1 전극부, 상기 제1 전극부에 대향하여 위치하고, 상기 복수의 나노 구조부와 교번적으로 배치되는 복수의 제2 나노 구조부로 구성되는 제2 전극부 및, 상기 제1 전극부와 상기 제2 전극부 사이에 개재된 전해질부를 포함한다.

[0016] 여기서, 상기 제1 나노 구조부 및 상기 제2 나노 구조부는, 복수의 나노 구조물로 이루어진 나노 구조물 그룹이 될 수 있다.

[0017] 또는, 상기 제1 나노 구조부 및 상기 제2 나노 구조부는, 하나의 나노 구조물로 이루어질 수 있다.

[0018] 또한, 상기 나노 구조물은, 나노 튜브, 나노 와이어, 나노 로드, 나노 파이버, 나노 링, 나노 혼 중 적어도 하나의 형태가 될 수 있다.

[0019] 이에 따라 나노 구조물의 표면적을 충분히 활용할 수 있게 된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0020] 이하에서, 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 대하여 자세하게 설명한다.

[0021] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전극의 구조를 나타내는 단면도 및 평면도이다.

[0022] 도 1a에 따르면, 본 전극(100)은 기판(110) 및 기판(110)으로부터 돌출된 형상으로 형성되는 복수 개의 나노 구조물(120)을 포함한다.

[0023] 기판(110)은 본 전극(100)의 사용 용도에 따라 Si, GaN, 사파이어, 금속(Cu, Ti, Cr, Al, Fe 등), 비금속(유리 등), 금속(전도성 물질)이 코팅된 비금속 물질 등의 재질로 형성될 수 있다. 예를 들어, 본 나노 구조체(100)를 이차 전지로 이용하고자 하는 경우 기판(110)을 전도성 있는 물질로 형성할 수 있으며, 태양 전지로 이용하고자 하는 경우 기판(110)을 글래스(glass)로 형성할 수 있다. 또한, 본 나노 구조체(100)를 슈퍼 커패시터로 이용하고자 하는 경우 기판(110)을 실리콘(Si)으로 형성할 수 있다.

[0024] 나노 구조물(120)을 구성하는 복수 개의 나노 구조물은 전해질이 그 사이에 개재될 수 있도록 충분한 간격을 두고 형성될 수 있다.

[0025] 여기서, 나노 구조물(120)은 카본(carbon), LiMO2, LiMPO4, MO2, Si, Sn, LiTiO계, MOx(M=Ti, Zr, Ni, Mn, Co, Ru, Zn), 그외의 금속, 금속 산화물, 합금, 비금속, 비금속 산화물 등이 이용될 수 있다.

[0026] 또한, 나노 구조물(120)은 주로 나노 튜브(nano-tube), 나노 와이어(nano-wire), 나노 로드(nano-rod), 나노 파이버(nano-fiber)의 형태가 될 수 있으며, 경우에 따라 나노 링(nano-ring), 나노 혼(nano-horn) 중 적어도 하나의 형태로 형성될 수 있다.

[0027] 선택적으로, 복수 개의 나노 구조물(120) 사이(튜브형인 경우에는 튜브 내부 포함)에 나노 구조물들 사이의 빈 공간보다 작은 직경을 갖는 나노 입자들이 포함되는 것도 가능하다. 여기서, 나노 입자는 구형, 튜브형, 막대기형, 관상형 등으로 형성될 수 있다.

[0028] 또한, 선택적으로 나노 구조물의 말단에는 촉매 금속(미도시)이 형성될 수 있다. 촉매 금속은 온도 상승에 따라

자기 조립(self-assembly) 특성을 보이는 것이면 무엇이든 가능하며, 특히 한정되지 않는다. 예를 들면, 금(Au), 은(Ag), 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 구리(Cu) 등이 될 수 있지만 여기에 한정되는 것은 아니다. 여기서, 촉매 금속은 나노 구조물의 성장을 위한 촉매 역할을 수행한다. 촉매 금속을 분포시키는 방법은 특별히 한정되지 않으며, 예를 들면, 다음과 같이 수행될 수 있다.

[0029] 용매에 촉매 금속의 염을 용해시킨 용액을 기판(110) 상에 분산시키고 용매를 제거함으로써 촉매 금속을 분포시킬 수 있다. 여기서, 용매로는 에탄올, 메탄올, 이소프로필알코올, 부틸알코올 등과 같은 알코올계 용매, 디메틸아세트아미드(DMAc), 디메틸포름아미드, 디메틸설폭사이드(DMSO), N-메틸피롤리돈, 테트라하이드로퓨란과 같은 유기용매를 이용할 수 있으나, 여기에 한정되는 것은 아니다.

[0030] 촉매 금속으로는 금(Au), 은(Ag), 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 구리(Cu) 등이 이용될 수 있는데, 이들 촉매 금속의 염화물, 질산염, 암모늄염 등을 용매에 분산 및 용해시켜 이용할 수 있다.

[0031] 한편, 본 실시 예에서는 기판(110) 상에 나노 구조물(120)이 별도로 형성되는 것으로 설명하였으나, 경우에 따라 기판이 필요없는 경우에는 나노 구조물(120)로 이용할 수 있는 물질을 직접 에칭하여 형성하는 것도 가능하다.

[0032] 도 1a에서는 편의상 나노 로드(nano-rod) 형태의 나노 구조물들을 12개 도시하였으나, 기판(110) 상에 형성되는 나노 구조물의 개수는 나노 구조물이 형성되는 간격에 따라 달라질 수 있다. 또한, 도 1a에서는 나노 구조물들이 일 방향으로 정렬되어 형성된 것으로 도시되어 있으나, 불규칙하게 배열되는 것도 가능하다. 또한, 나노 구조물들이 기판 표면으로부터 수직한 방향으로 형성된 것으로 도시되어 있으나, 나노 구조물들이 형성되는 방향에는 제한이 없다.

[0033] 도 1b는 도 1a의 구조를 위에서 내려다 본 평면도로서, 도 1b에 따르면, 기판(110) 상에 수직으로 형성된 복수개의 나노 구조물들은 전해질이 개재될 수 있도록 충분한 간격을 두고 형성된다. 한편, 도 1b에서는 나노 구조물들이 양 방향으로 정렬되어 형성된 것으로 도시되어 있으나, 불규칙하게 배열되는 것도 가능하다.

[0034] 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 전극의 구조를 나타내는 단면도 및 평면도이다. 한편, 설명의 편의상 도 2a 및 도 2b에 개시된 구성 중 도 1a 및 도 1b에 대한 설명과 중복되는 부분에 대해서는 자세한 설명은 생략하도록 한다.

[0035] 도 2a에 따르면, 기판(210) 상에 형성된 나노 구조물(220)은 복수 개의 나노 구조물로 구성되는 복수 개의 나노 구조물 그룹을 형성하는 형태가 될 수 있다.

[0036] 여기서, 복수 개의 나노 구조물 그룹들이 이격된 간격은 각 나노 구조물 그룹을 구성하는 복수 개의 나노 구조물들이 이격된 간격에 비해 넓도록 구성되어 각 나노 구조물 그룹이 섬(island) 형태가 되도록 할 수 있다.

[0037] 이 경우, 각 나노 구조물 그룹들 사이의 충분한 간격은 전해질(미도시)이 각 나노 구조물 그룹들 사이에 충분히 침투되도록 할 수 있다.

[0038] 여기서, 나노 구조물(220)은 카본(carbon), LiMO2, LiMPO4, MO2, Si, Sn, LiTiO계, MOx(M=Ti, Zr, Ni, Mn, Co, Ru, Zn), 그외의 금속, 금속 산화물, 합금, 비금속, 비금속 산화물 등이 이용될 수 있다.

[0039] 또한, 나노 구조물(220)은 주로 나노 튜브(nano-tube), 나노 와이어(nano-wire), 나노 로드(nano-rod), 나노 파이버(nano-fiber)의 형태가 될 수 있으며, 경우에 따라 나노 링(nano-ring), 나노 혼(nano-horn) 중 적어도 하나의 형태로 형성될 수 있다.

[0040] 선택적으로, 복수 개의 나노 구조물들(220) 사이(튜브형인 경우에는 튜브 내부 포함)에 나노 구조물들 사이의 빈 공간보다 작은 직경을 갖는 나노 입자들이 포함되는 것도 가능하다. 여기서, 나노 입자는 구형, 튜브형, 막대기형, 관상형 등으로 형성될 수 있다.

[0041] 도 2b는 도 2a의 구조를 위에서 내려다 본 평면도로서, 도 2b에 따르면, 기판(210) 상에 수직으로 형성된 복수개의 나노 구조물 그룹들은 전해질이 개재될 수 있도록 충분한 간격을 두고 형성된다. 또한, 각 나노 구조물 그룹들을 구성하는 나노 구조물들도 그 사이에 전해질이 개재될 수 있도록 충분한 간격을 두고 형성될 수 있다.

[0042] 한편, 도 1a 내지 도 2b에서는 설명의 편의를 위하여 기판(110, 210) 표면으로부터 나노 구조물(120, 220)이 수직한 방향으로 형성된 것으로 도시하였으나, 이는 일 실시 예에 불과하며, 나노 구조물(120, 220)이 형성되는 방향은 제한이 없다.

[0043] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 에너지 변환 장치(300)의 구성을 나타내는 단면도이다.

[0044] 도 3a에 따르면, 본 에너지 변환 장치(300)는 제1 기판(310), 제1 전극부(320), 제2 기판(310'), 제2 전극부(320') 및 전해질부(330)를 포함한다.

[0045] 제1 전극부(320)는 제1 기판(310) 표면으로부터 돌출되어 기설정된 간격만큼 이격되어 형성되는 복수의 나노 구조물로 구성된다.

[0046] 제2 전극부(320')는 제1 전극부(320)에 대향하여 위치하고, 제1 전극부(320)를 구성하는 복수의 나노 구조물과 교번적으로 배치되는 복수의 나노 구조물로 구성된다.

[0047] 제1 전극부(320) 및 제2 전극부(320') 사이에는 전해질부(330)가 개재된다. 여기서, 전해질부(330)에는 액체 전해질 또는 고체 전해질이 이용될 수 있다.

[0048] 액체 전해질로는 예를 들어, 염산, 황산, 질산, 염화나트륨, 염화수소, 황산구리, 황산 염화나트륨, 수산화 나트륨 등이 이용될 수 있다.

[0049] 또한, 고체 전해질로는 예를 들어, ZrO2, 나트륨 β-알루미나(NaAluO17), AgI, RbAg4I5, Nafion(상품명), 아사히막 등이 이용될 수 있다. 하지만, 상술한 물질들은 일 실시 예에 불과하며, 전해질로 이용되는 물질들은 이에 한정되지 않는다.

[0050] 한편, 도 3a 및 도 3b에는 제1 전극부(320) 및 제2 전극부(320')를 구성하는 나노 구조물이 나노 로드 형태로 형성되며, 기판 표면으로부터 수직 방향으로 형성된 것으로 도시되어 있으나, 나노 구조물의 형태 및 방향은 이에 한정되지 않는다.

[0051] 도 3b는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 에너지 변환 장치(300)의 구성을 설명하기 위한 단면도이다.

[0052] 도 3b에 따르면, 제1 전극부(320)를 구성하는 나노 구조물들은 나노 튜브 형태로 형성되고, 제2 전극부(320')를 구성하는 나노 구조물들은 나노 와이어 형태로 형성된다.

[0053] 이 경우 에너지 변환 장치(300)는 제2 전극부(320')를 구성하는 나노 와이어가 제1 전극부(320)를 나노 튜브 안으로 삽입되도록 형성될 수 있다. 이 경우, 제1 전극부(320)를 구성하는 나노 튜브는 제2 전극부(320')를 구성하는 나노 와이어가 삽입되더라도 전해질이(330)이 내부에 침투될 수 있도록 충분한 직경을 갖는 형태가 될 수 있다.

[0054] 물론, 이 경우에도 도 3a에 도시된 바와 같이 제1 전극부(320)를 구성하는 나노 튜브와 제2 전극부(320')를 구성하는 나노 와이어가 교번적으로 배치되도록 구성되는 것도 가능하다.

[0055] 한편, 도 3a 및 도 3b에 도시된 에너지 변환 장치(300)의 구성은 도 1에 도시된 전극을 나노 구조물이 서로 마주 보도록 배치한 구조가 될 수 있다.

[0056] 도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 에너지 변환 장치(400)의 구성을 설명하기 위한 단면도이다.

[0057] 도 4a에 따르면, 제1 기판(210) 상에 형성된 제1 전극부(220)는 복수 개의 나노 구조물로 구성되는 복수 개의 나노 구조물 그룹을 포함하는 형태가 된다.

[0058] 또한, 제2 기판(210') 상에 형성된 제2 전극부(220')도 복수 개의 나노 구조물로 구성되는 복수 개의 나노 구조물 그룹을 포함하는 형태가 된다.

[0059] 여기서, 제1 및 제2 전극부(220, 220')를 구성하는 나노 구조물 그룹들이 이격된 간격은 각 나노 구조물 그룹을 구성하는 복수 개의 나노 물질들이 이격된 간격에 비해 넓도록 구성되어 각 나노 구조물 그룹이 섬(island) 형태가 되도록 할 수 있다.

[0060] 또한, 제1 및 제2 전극부(220, 220')를 구성하는 나노 구조물 그룹들은 교번적으로 배치되도록 형성될 수 있다.

[0061] 이 경우, 제1 및 제2 전극부(220, 220')를 구성하는 각 나노 구조물 그룹들(220, 220') 사이의 충분한 간격은 전해질(230)이 각 나노 구조물 그룹들 사이에 충분히 침투되도록 할 수 있다.

[0062] 도 4b에 따르면, 제1 및 제2 전극부(220, 220')를 구성하는 나노 구조물 그룹들은 서로 대응되는 위치에서 마주 보도록 형성될 수 있다. 이 경우에도, 제1 및 제2 전극부(220, 220')를 구성하는 각 나노 구조물 그룹들 사이의

충분한 간격은 전해질(230)이 각 나노 구조물 그룹들 사이에 충분히 침투되도록 할 수 있다.

[0063] 도 4c에 따르면, 제1 전극부(220)는 도 4a 및 도 4b에 도시된 바와 같이 복수 개의 나노 구조물로 구성되는 복수 개의 나노 구조물 그룹을 포함하는 형태가 되고, 제2 전극부(220')는 평판 형태가 될 수 있다. 이 경우에도, 제1 전극부(220)를 구성하는 각 나노 구조물 그룹들 사이의 충분한 간격은 전해질(230)이 각 나노 구조물 그룹들 사이에 충분히 침투되도록 할 수 있다.

[0064] 도 4a 내지 도 4c에 도시된 실시 예에 따르면, 전해질(230)이 제1 및 제2 전극부(220, 220')를 구성하는 나노 구조물 그룹들 사이에 충분히 침투하여 접촉되는 표면적이 넓어지므로 전지 효율을 향상시킬 수 있게 된다.

[0065] 한편, 도 4a 및 도 4b에 도시된 에너지 변환 장치(400)의 구성은 도 2에 도시된 전극을 나노 구조물이 서로 마주보도록 배치한 구조가 될 수 있다.

[0066] 도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전극의 제작 방법을 설명하기 위한 도면들이다.

[0067] 도 5a에 따르면, 기판(210) 상에 나노 구조물을 제작하기 위한 재료(220)를 증착한다.

[0068] 여기서, 기판(210)은 본 나노 구조물(100)의 사용 용도에 따라 Si, GaN, 사파이어, 금속(Cu, Ti, Cr, Al, Fe 등), 비금속(유리 등), 금속(전도성 물질)이 코팅된 비금속 물질 등의 재질로 형성될 수 있다.

[0069] 또한, 나노 구조물의 재료로는 카본(carbon), LiMO2, LiMPO4, MO2, Si, Sn, LiTiO계, MOx(M=Ti, Zr, Ni, Mn, Co, Ru, Zn), 그외의 금속, 금속 산화물, 합금, 비금속, 비금속 산화물 등이 이용될 수 있다.

[0070] 도 5b에 따르면, 나노 구조물을 제작하기 위한 재료(220) 위에 패턴이 형성된 마스크(240)를 입힌다.

[0071] 여기서, 마스크(240)의 패턴은 리소그래피 공정으로 형성될 수 있다.

[0072] 이하에서는, 마스크(240)의 패턴을 형성하는 과정을 간단히 설명하도록 한다.

[0073] 리소그래피(lithography)는 마스크를 통과한 광자(photon)나 전자, 이온 등을 사용하여 마스크를 변경시키고, 변성된 부분을 화학처리하여 원하는 패턴을 만들어 내는 과정을 말한다. 리소그래피 과정은 크게 3단계로 나눌 수 있다. 우선, 패턴을 형성하고자 하는 재료에 감광성 고분자 물질(resist)를 일정한 두께로 고르게 도포한다. 이후, 원하는 패턴이 새겨져 있는 마스크를 통과한 광자나 전자, 이온 등을 감광막에 조사하여 준다. 변성된 감광막에 적절한 화학처리(developing)하여 패턴으로 만들어 낸다.

[0074] 경우에 따라서는, 리소그래피와 가공을 여러 번 반복함으로써 보다 복잡하고 세밀한 형상을 만들어 낼 수 있다.

[0075] 최종적으로, 도 5c에 도시된 바와 같이 마스크(240)를 이용하여 전극 물질(220)을 식각하여, 기판 (210)표면으로부터 돌출된 형상의 복수 개의 나노 구조물로 각각 이루어진 복수 개의 나노 구조물 그룹을 제작할 수 있다.

[0076] 이 경우, 에칭(etching), 재성장(re-growth), 도핑(doping), 립오프(lift-off) 등의 공정이 적용될 수 있으나, 자세한 설명은 생략하도록 한다.

[0077] 한편, 나노 구조물을 제조하기 위한 방법으로는 도 5a 내지 도 5c에 도시된 방법 외에 다양한 방법이 이용될 수 있다. 예를 들어, 3차원 템플레이터를 이용하는 방법이 있을 수 있다. 이러한 방법으로, 물리/화학 증기증착법(vapor deposition), 3차원 템플레이터를 이용하는 방법(물리/화학 증기증착법(vapor deposition), 원자층 증착법(atomic layer deposition: ALD), 분자 빔 에피택시(molecular beam epitaxy), 열 또는 전자빔 증발법(thermal or electron beam evaporation), 펄스형 레이져 증착법(pulsed laser deposition), 다공성 금속의 스퍼터링법, 분산열분해법(spary pyrolysis), 캐스팅(casting), 스핀코팅(spin coating), 졸-겔(sol-gel), 모노머 증착(monomer evaporation), 수면 전개, 엘비법(LangmuirBlodgett), 전해/무전해법(electro/eletroless plating)) 등을 이용하여 금속 또는 SiO, TiO, Al2O3등의 산화 무기물을 코팅하여 3차원 나노 구조물을 제조할 수 있다. 사용된 템플레이트에 따라 단위면적당 표면적을 다르게 할 수 있으며, 사용된 고분자 또는 무기물질의 특성에 따라 물리/화학적 특성을 다르게 할 수 있다.

[0078] 6a 내지 도 6d는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 전극을 제조하기 위한 방법을 설명하기 위한 도면들이다. 도 6a 내지 도 6d에서는 설명의 편의를 위하여 양극 산화 알루미늄(AAO)으로 나노 템플릿을 형성하고 루테늄(Ru)으로 나노 구조물을 형성하는 경우를 예를 들어 설명하도록 한다.

[0079] 먼저, 도 6a에 도시된 바와 같이, 기판(210) 상에 양극 산화 알루미늄(AAO) 나노 템플릿(250)을 형성시키기 위해 소정 조건의 옥살산 용액에서 소정 볼트의 전압을 인가한 조건으로 일차 양극산화 공정을 수행하여 미세한 다공성 패턴을 갖는 템플릿(250)을 형성한다. 이 후, 불규칙하게 형성된 표면부를 제거하고 2차 양극 산화를 진

행하여 정렬도를 향상시킨다. 이상와 같은 표면부 제거와 양극 산화를 3차, 4차 진행하게 되면 더욱 높은 정렬도를 갖는 나노 템플릿(250)을 형성시킬 수 있다. 그 후, 형성된 나노 템플릿(250)을 소정 조건의 인산 용액에 침지하여 구멍 확장 공정을 진행함으로써 형성된 구멍의 크기는 조절될 수 있다. 이와 같은 공정으로 기판(210) 상에 수직방향으로 나노 크기의 구멍이 형성된 나노 템플릿(250)을 형성할 수 있다.

[0080] 한편, 이와 같이 양극 산화 공정 조건에 변화를 주면 나노 구멍의 크기, 깊이, 간격의 조절이 가능하다.

[0081] 이어서, 루테늄(Ru)(220)을 증착하기 위하여 액체주입장치가 장착된 원자층 증착 장비에서 [Ru(DMPD)(EtCp), (DER)] 선구물질과 O2 반응기를 사용하여 한 사이클이 5 단계(1. DER 주입 0.1초, 2. DER 노출 3초, 3. Ar을 이용한 제거 5초, 4. O2 노즐 3초, 5. Ar을 이용한 제거 5초)의 각 사이클을 반복하여, 한 사이클당 0.5 나노미터의 두께로 1000사이클 이상 진행하여 핵생성 지연이 없고 낮은 거칠기와 비저항을 갖는 고품격의 루테늄 박막을 형성함으로써 AAO 나노 템플릿(250) 구멍을 도 6b에 도시된 바와 같이, 루테늄(220)을 채울 수 있다.

[0082] 이어서, 도 6c에 도시된 바와 같이 BCl3 플라즈마 에칭을 통해, 양극 산화 과정에서 형성된 저항층을 제거할 수 있다.

[0083] 최종적으로 도 6d에 도시된 바와 같이 루테늄(220)이 채워진 나노 템플릿(150)을 크롬산, 인산 혼합 용액에 침지하여 산화 알루미늄 템플릿(250)을 선택적으로 제거한다.

[0084] 이에 따라, 기판(210) 표면으로부터 돌출된 형상의 복수 개의 나노 구조물로 각각 이루어진 복수 개의 나노 구조물 그룹을 제작할 수 있게 된다.

[0085] 도 7은 도 2a 및 도 2b에 도시된 나노 구조물을 성장시킨 FE-SEM 사진이다.

[0086] 도 7에 도시된 바와 같이, 복수 개의 나노 구조물로 형성된 나노 구조물 그룹들을 갖는 나노 구조체가 형성되었음을 확인할 수 있다.

[0087] 도 8은 도 4a에 도시된 에너지 변환 장치의 구성을 입체적으로 나타낸 도면이다.

[0088] 도 8(a, b, c, d)에 도시된 바와 같이 양 전극부(Anode, Cathode)가 교차되도록 형성된 구조의 에너지 변환 장치의 입체적 구성을 확인할 수 있다.

[0089] 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 나노 구조물은 센서, 메모리 축전기, 전극으로 이용될 수 있다.

[0090] 또한, 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 나노 구조물은 표시 장치, 휴대 전화, 음향기기, 컴퓨터 등과 같은 전자 장치에 이용될 수 있다.

[0091] 또한, 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 나노 구조물을 전극으로 이용하는 에너지 변환 장치는 이차 전지, 태양전지, 슈퍼 커패시터 등에 이용될 수 있다.

[0092] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안 될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0093] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 나노 구조물의 구조를 나타내는 단면도 및 평면도이다.

[0094] 도 2a 및 도 3b는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 나노 구조물의 구조를 나타내는 단면도 및 평면도이다.

[0095] 도 3a 및 3b는 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 에너지 변환 장치(300)의 구성을 설명하기 위한 단면도이다.

[0096] 도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 에너지 변환 장치(400)의 구성을 설명하기 위한 단면도이다.

[0097] 도 5a 내지 5c는 본 발명의 일 실시 예에 따른 나노 구조물의 제조 방법을 설명하기 위한 도면들이다.

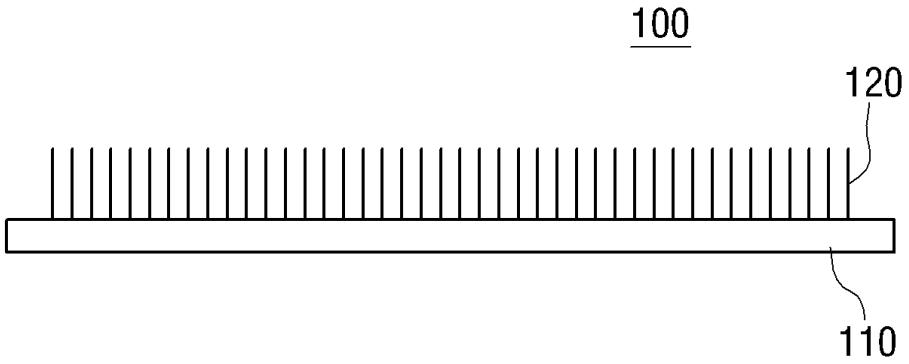
[0098] 도 6a 내지 6d는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 나노 구조물의 제조 방법을 설명하기 위한 도면들이다.

[0099] 도 7은 도 2a 및 도 2b에 도시된 나노 구조물을 성장시킨 FE-SEM 사진이다.

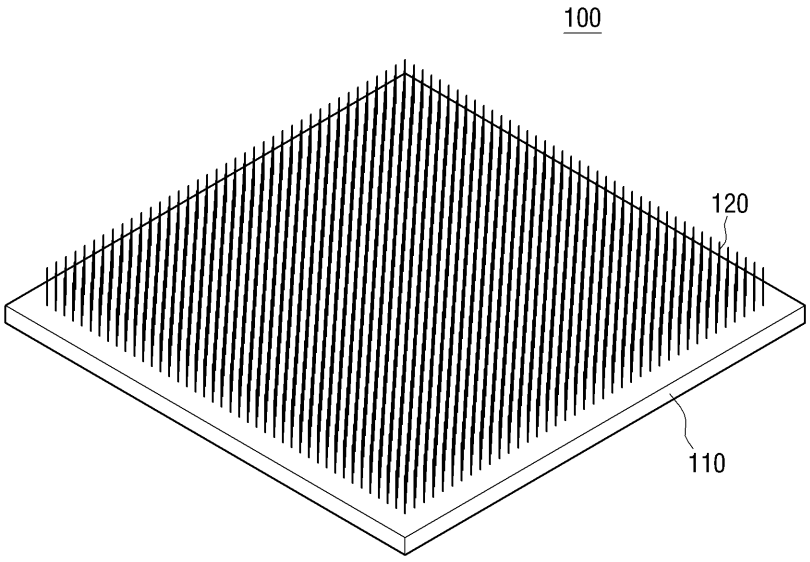
[0100] 도 8은 도 4a에 도시된 에너지 변환 장치의 구성을 입체적으로 나타낸 도면이다.

도면

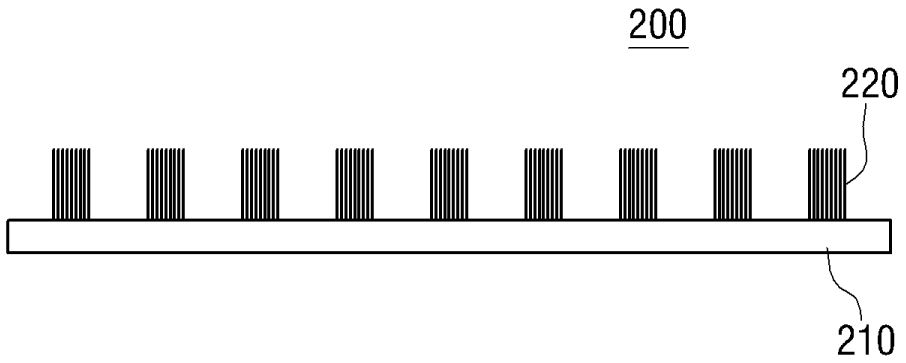
도면1a



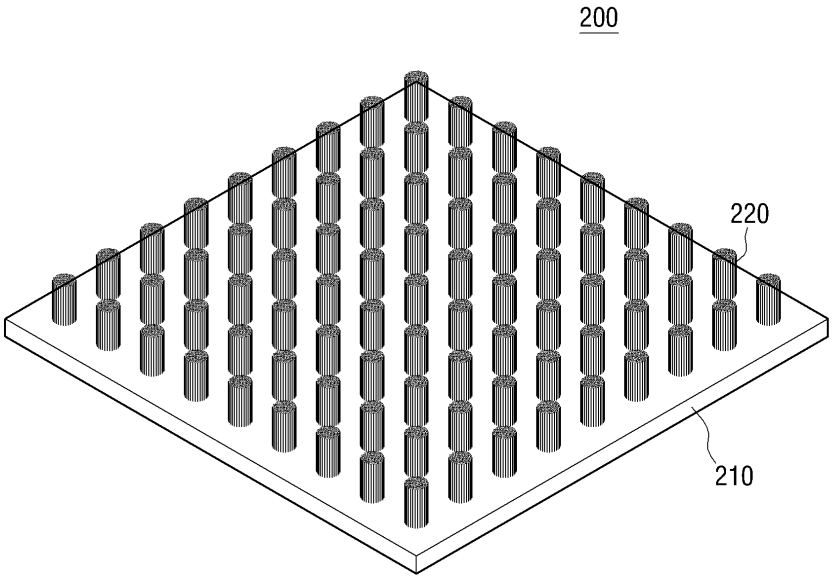
도면1b



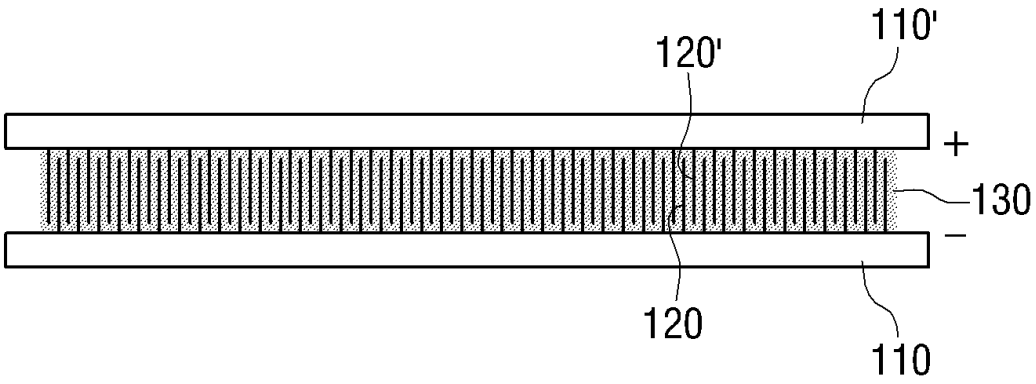
도면2a



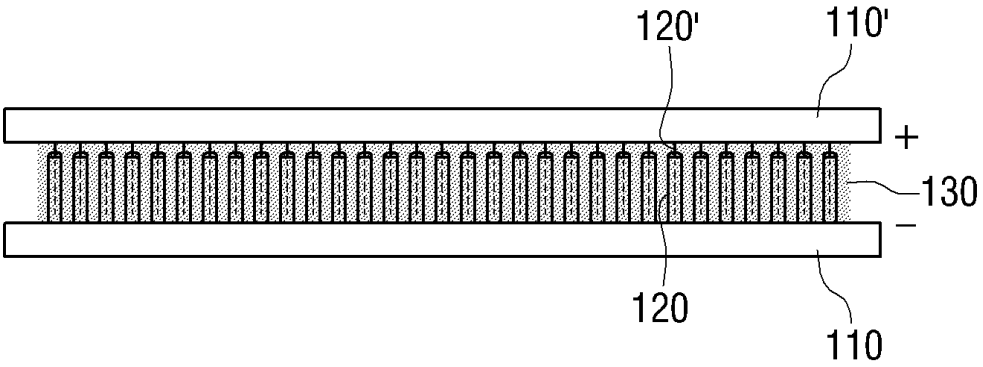
도면2b



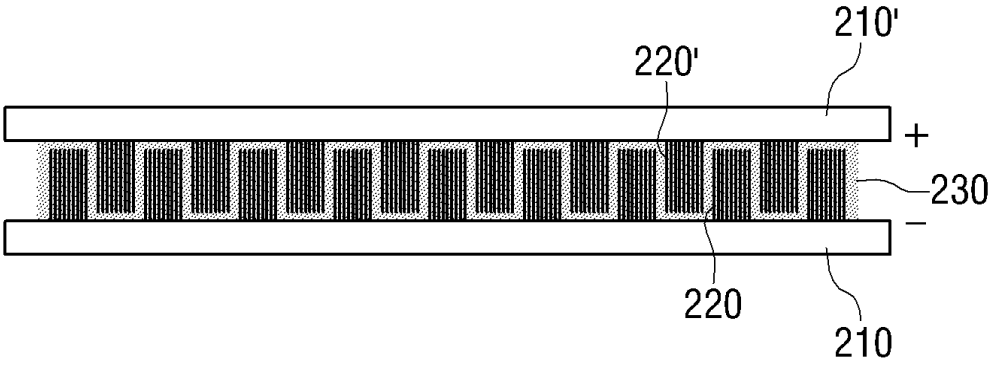
도면3a



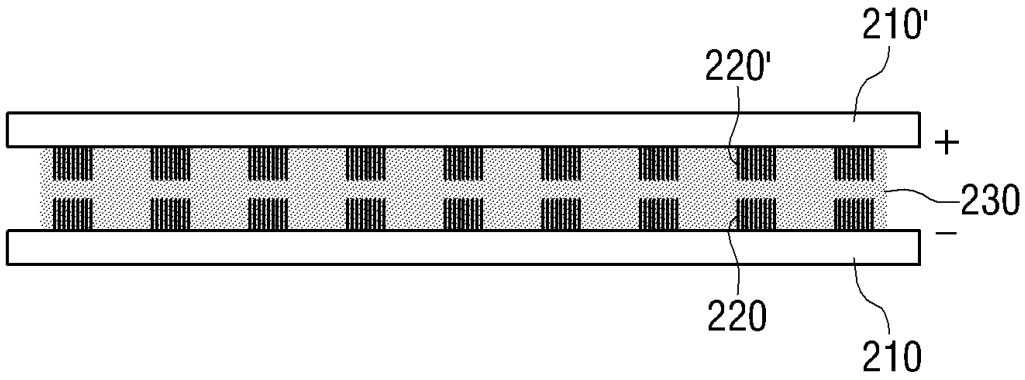
도면3b



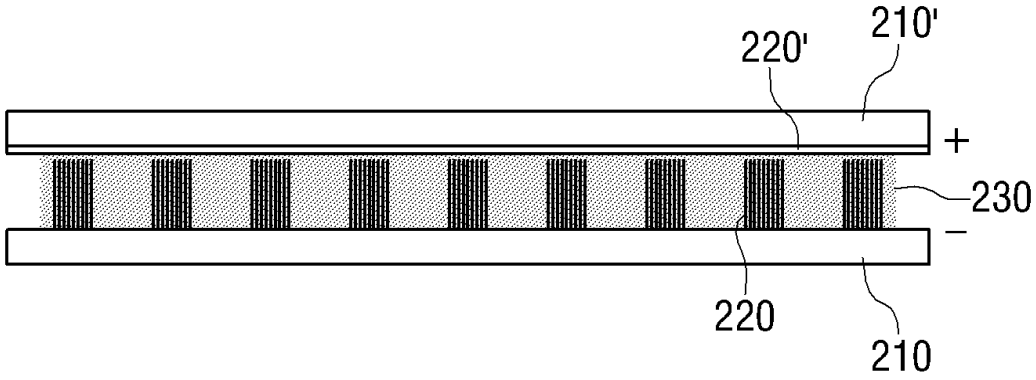
도면4a



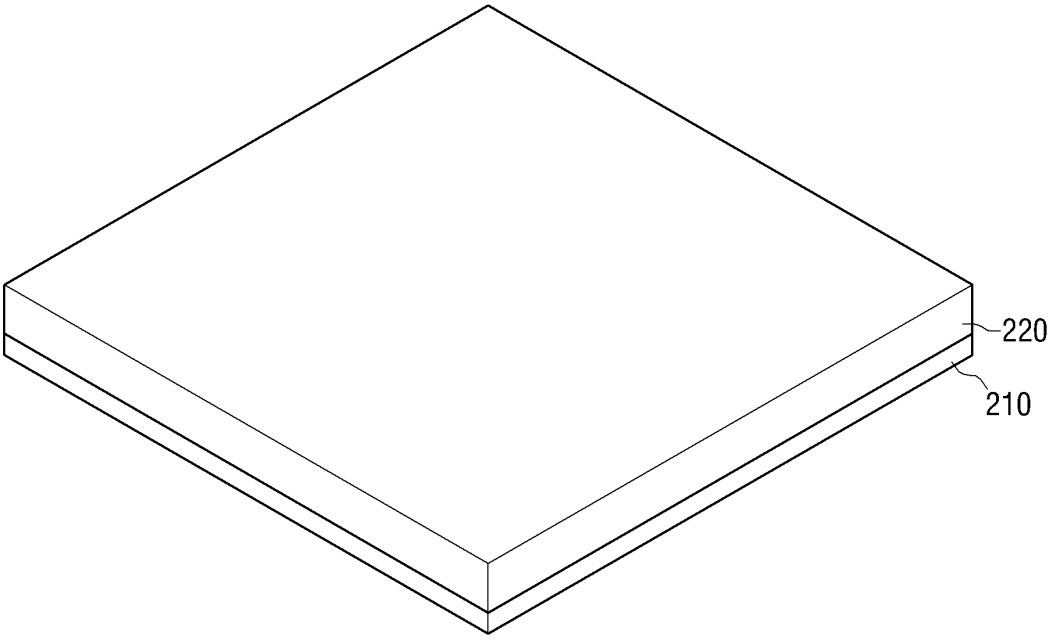
도면4b



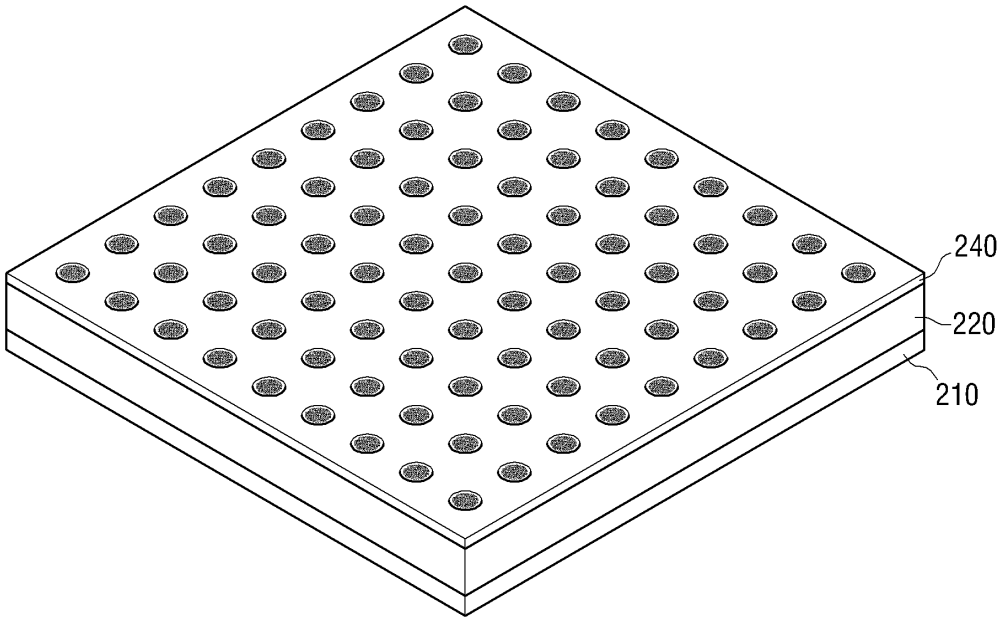
도면4c



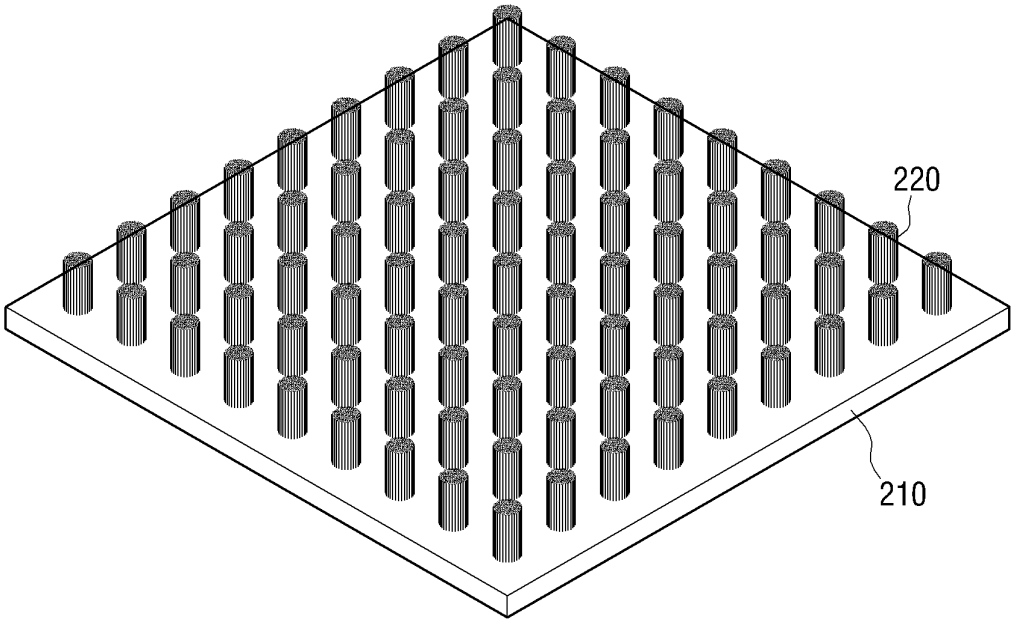
도면5a



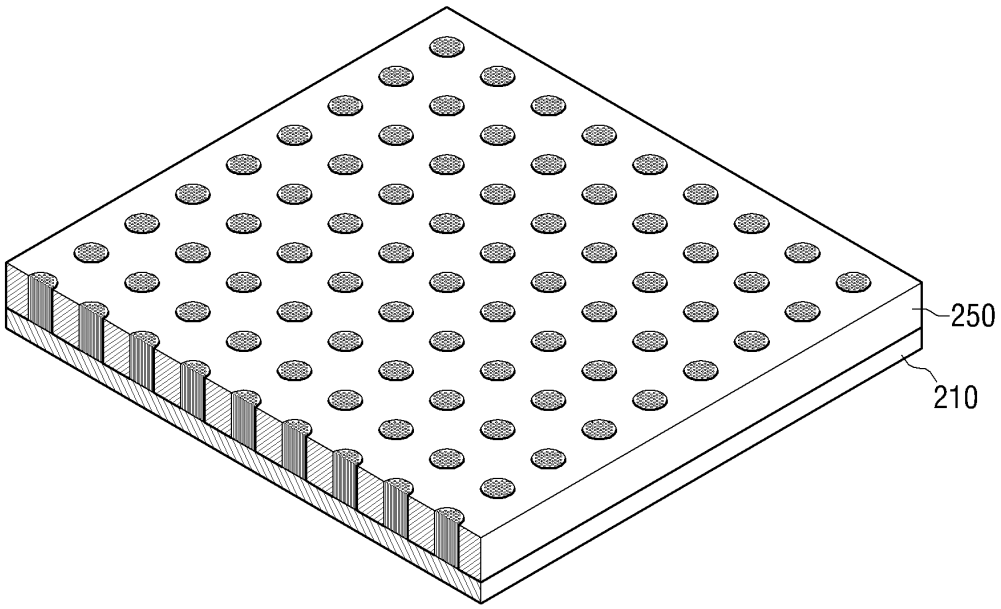
도면5b



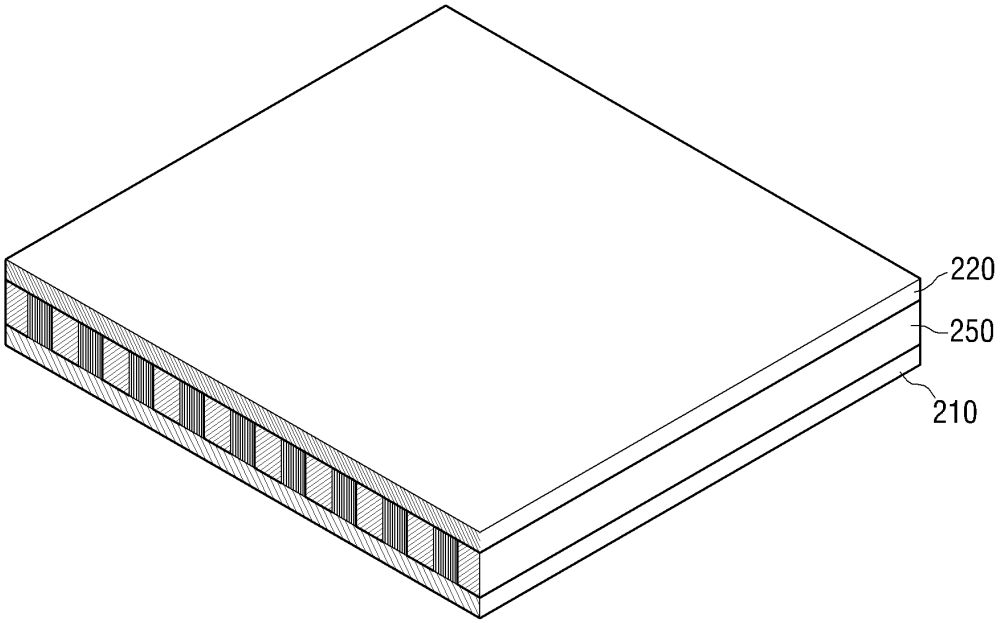
도면5c



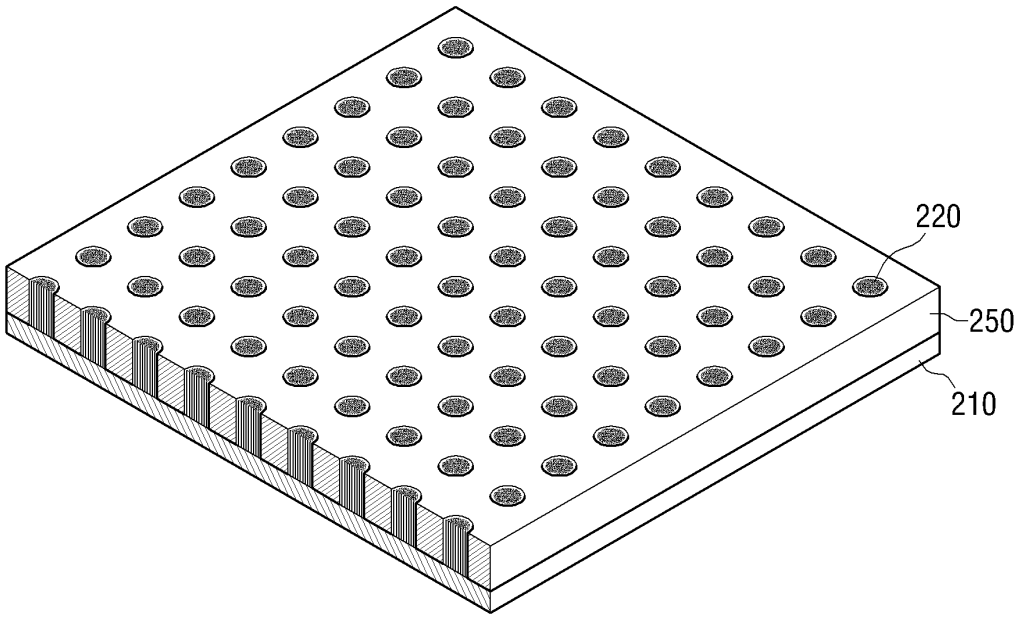
도면6a



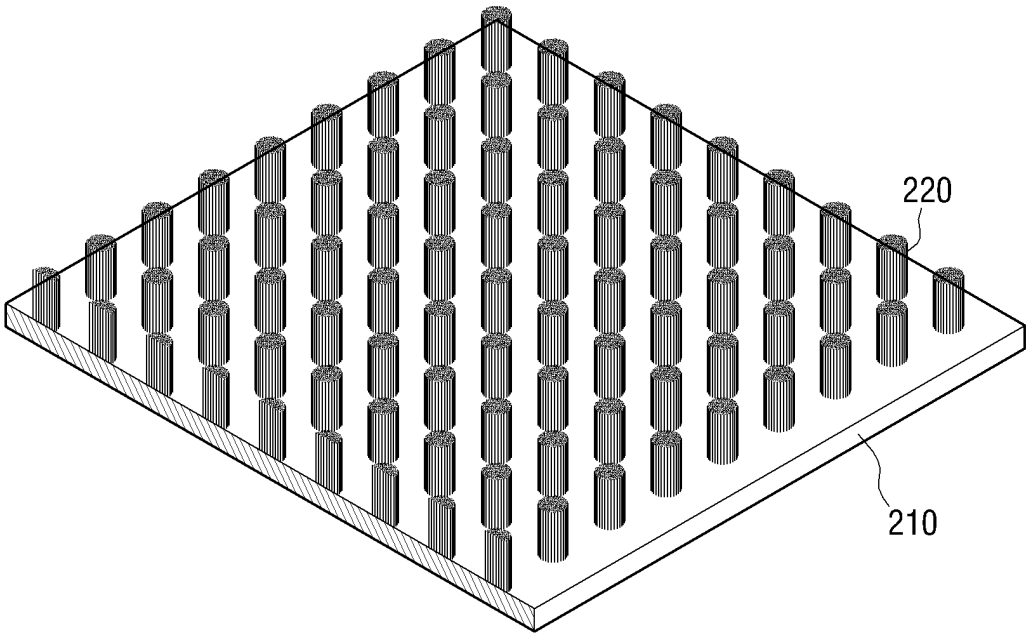
도면6b



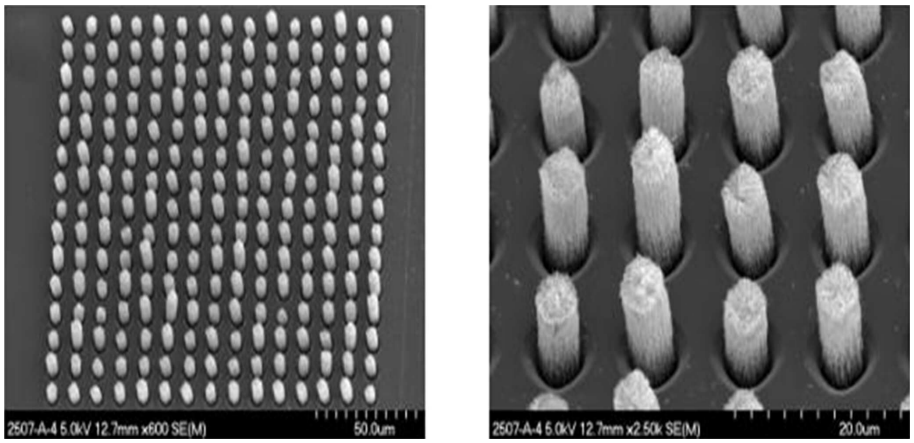
도면6c



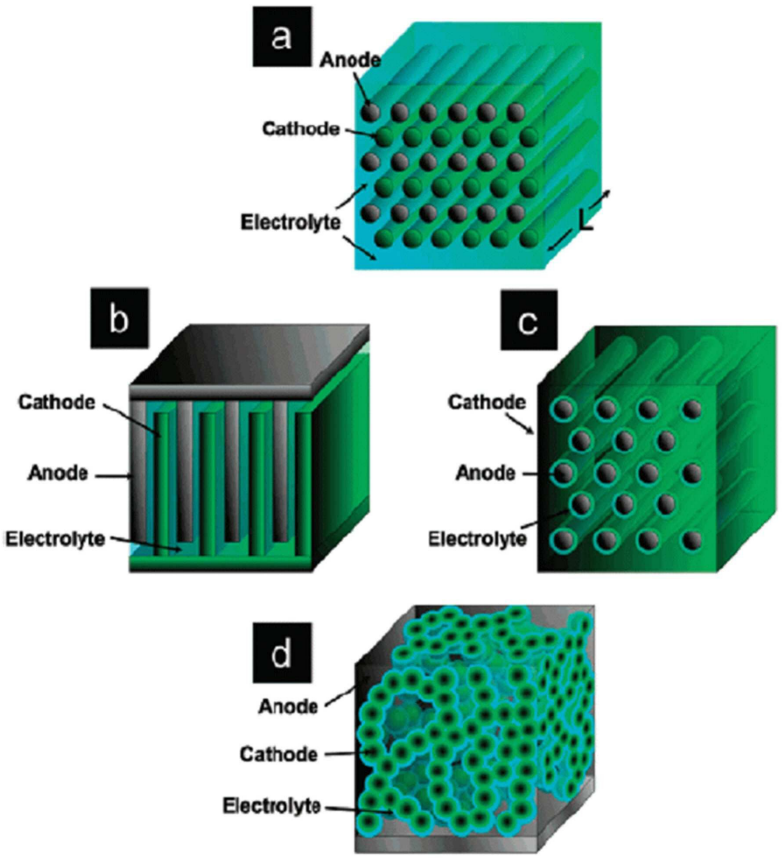
도면6d



도면7


2507-A-4 5.0kV 12.7mm x600 SE(M)
50.0um
2507-A-4 5.0kV 12.7mm x2.50k SE(M)
20.0um

도면8


a
Anode
Cathode
Electrolyte
L
b
Cathode
Anode
Electrolyte
c
Cathode
Anode
Electrolyte
d
Anode
Cathode
Electrolyte