



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0145624
(43) 공개일자 2022년10월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01G 11/56 (2013.01) H01G 11/22 (2013.01)
H01G 11/84 (2013.01)
(52) CPC특허분류
H01G 11/56 (2021.01)
H01G 11/22 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2021-0052424
(22) 출원일자 2021년04월22일
심사청구일자 2021년04월22일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
전성찬
서울특별시 종로구 진흥로 442-7, 401호(구기동, 동진스위트빌라)
정의걸
서울특별시 서대문구 포방터길 137(홍은동, 청암아트빌라)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인(유한)아이시스

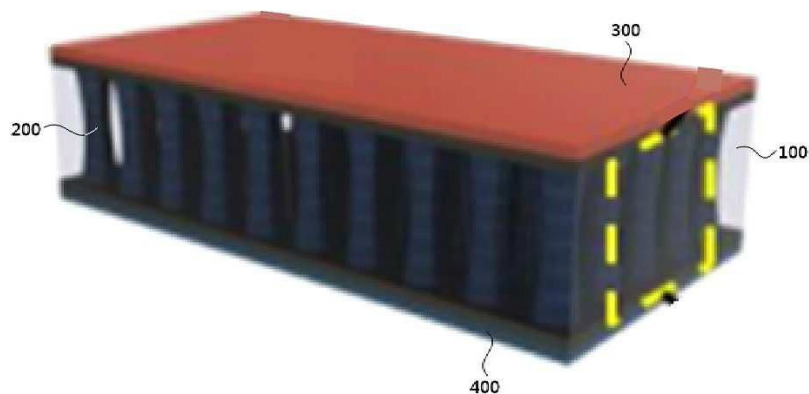
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 자가 열 충전 슈퍼 커패시터

(57) 요약

본 실시예에 의한 슈퍼 커패시터는 제1 면과 제2 면을 가지는 소켓 고체 전해질 패턴과, 제1 면과 제2 면을 관통하되, 양자점으로 내부가 코팅되고 소켓 전해질로 메워져 형성된 필라들과, 제1 면과 제2 면을 관통하되, 슈퍼커패시터 전해질로 메워져 형성된 필라들과, 제1 면에 형성된 제1 전극 및 제2 면에 형성된 제2 전극을 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01G 11/84 (2021.01)

(72) 발명자

박세원

서울특별시 양천구 목동동로 100, 1328동 1201호(신정동, 목동신시가지아파트13단지)

이수찬

서울특별시 서대문구 연세로 50(신촌동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415173534
과제번호 20013621
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원
연구사업명 산업기술거점센터육성시범사업(R&D)
연구과제명 초임계 소재 산업기술거점센터
기 여 율 1/4
과제수행기관명 연세대학교 산학협력단
연구기간 2021.03.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711135294
과제번호 2017M3A7B4041988
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 원천기술개발사업
연구과제명 나노 융복합 소재를 이용한 어레이 기반 VOCs 센싱
기 여 율 1/4
과제수행기관명 연세대학교
연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711109897
과제번호 2019R1A2C2090443
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 중견연구자지원사업
연구과제명 비등방성 열전 이온 확산을 통한 필름형 자가 열충전 슈퍼캐패시터
기 여 율 1/4
과제수행기관명 연세대학교
연구기간 2021.03.01 ~ 2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1485018004
과제번호 ARQ202101038001
부처명 환경부
과제관리(전문)기관명 한국환경산업기술원
연구사업명 환경기술개발사업
연구과제명 유해인자 DB구축 및 IoT기반 공기포집-농축-전처리-상시진단 연계기술개발
기 여 율 1/4
과제수행기관명 연세대학교 산학협력단
연구기간 2021.04.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

제1 면과 제2 면을 가지는 소렛 고체 전해질 패턴;

상기 제1 면과 상기 제2 면을 관통하되, 양자점으로 내부가 코팅되고 소렛 전해질로 메워져 형성된 필라들;

상기 제1 면과 상기 제2 면을 관통하되, 슈퍼커패시터 전해질로 메워져 형성된 필라들;

상기 제1 면에 형성된 제1 전극 및

상기 제2 면에 형성된 제2 전극을 포함하는 자가 충전 커패시터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 양자점은 그래핀 양자점(graphene quantum dot)인 자가 충전 커패시터.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 소렛 고체 전해질은 폴리스티렌 술폰산(polystyrene sulfonic acid)을 포함하고,

상기 슈퍼 커패시터 전해질은 PVA-KOH 및 PVA-H₂SO₄ 중 어느 하나를 포함하는 자가 충전 커패시터.

청구항 4

복수의 필라를 가지는 몰드를 형성하는 단계와,

상기 몰드에 소렛 고체 전해질을 주입하는 단계와,

상기 몰드를 제거하여 상기 필라 형태의 홀들이 형성된 소렛 고체 전해질 패턴을 형성하는 단계와,

상기 홀들의 내부를 양자점으로 코팅하는 단계 및

상기 홀들에 슈퍼 커패시터 전해질을 주입하는 단계 및

소렛 고체 전해질 패턴의 제1 면과 제2 면에 각각 제1 전극 및 제2 전극을 형성하는 단계를 포함하는 자가 충전 커패시터 제조 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 자가 충전 커패시터 제조 방법은,

MOF(metal organic framework) 층을 이용하여 측면을 실링하는 단계와,

INVAR 36(FeNi36)으로 상부와 하부를 실링하는 단계를 더 포함하는 자가 충전 커패시터 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 기술은 자가 열 충전 가능한 슈퍼 커패시터와 관련된다.

배경 기술

[0001]

[0002] 화석연료를 사용하는 형태의 발전방식에서 벗어나 최근에는 지속가능하고 재 사용이 가능한 방식으로 전기를 생산하는 방식의 기술들이 개발되고 있다. 이러한 흐름에 맞춰 소렷(Soret) 효과가 최근 떠오르고 있다. 소렷 효과는 온도에 따라 이온의 농도구배가 달라지는 효과를 의미하며, 그 농도 구배의 차이에 따라 H⁺이온의 움직임이 발생한다. 해당 온도 구배에 따른 이온의 이동은 화학적인 전위차를 발생하고 그 화학적 전위차를 이용하여 전기를 생산할 수 있다. 또한 기존의 제백 효과와 비교하여 3 ~ 5배 정도 높은 제백 계수를 가져 적은 온도 차이를 이용하여 종래의 제백 효과 대비 큰 전기를 생산할 수 있다.

[0003] 제백 효과를 이용하는 소자는 이중 금속 접합에 의한 전위차를 유도하여 전기를 생산한다. 펄티어 효과를 이용하여 냉각/가열을 진행하게 되는데 열전 소자 내부의 전자는 기본적으로 열 에너지를 가지고 있기 때문에, 온도가 올라가면 온 측(Hot Side)에는 전자가 이동하게 된다. 이와 반대로 제백 효과는 전자가 낮은 온도 쪽으로 움직이는 성질을 이용하여 양쪽의 온도 차이를 제공하면 전자가 냉 측(Cold side)에 위치하고 열전소자 내부에서 이동하는 전자의 흐름에 의해서 전기가 생성되는 원리를 이용한다.

[0004] 그러나, 소렷 효과는 이와 다르게 온도 차이에 따른 이온의 농도구배를 이용하여 전기를 생산한다. 기본적인 구동원리는 온도차에 의하여 이온의 농도구배가 생기게 되고, 그 농도의 구배를 따라서 이온이 이동한다. 열전효과와 마찬가지로 냉 측에 전자가 모이고 그에 따라 Cold Side가 -로 대전되어 양이온의 경우 온 측의 온도가 낮은 쪽으로 모인다. 반대의 경우, 온 측에서는 앞의 경우와 비교하여 전자의 이동이 적으므로, +로 대전되어 음이온이 히트 싱크의 온 측으로 모인다. 이러한 이온 이동의 차이로 인해 전기를 생산할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 기존의 슈퍼 커패시터는 충전과 방전에 있어서 외부의 전원공급이 필요하였으며, 제백(Seebeck) 효과를 비롯한 여러가지 열전 효과에서는 낮은 효율로 인해 제대로 된 응용이 힘들었다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 실시예에 의한 슈퍼 커패시터는 제1 면과 제2 면을 가지는 소렷 고체 전해질 패턴과, 제1 면과 제2 면을 관통하되, 양자점으로 내부가 코팅되고 소렷 전해질로 메워져 형성된 필라들과, 제1 면과 제2 면을 관통하되, 슈퍼커패시터 전해질로 메워져 형성된 필라들과, 제1 면에 형성된 제1 전극 및 제2 면에 형성된 제2 전극을 포함한다.

[0007] 본 실시예에 의한 슈퍼 커패시터의 어느 한 모습에 의하면, 양자점은 그래핀 양자점(graphene quantum dot)이다.

[0008] 본 실시예에 의한 슈퍼 커패시터의 어느 한 모습에 의하면, 소렷 고체 전해질은 폴리스티렌 술폰산(polystyrene sulfonic acid)을 포함하고, 슈퍼 커패시터 전해질은 PVA-KOH 및 PVA-H₂SO₄ 중 어느 하나를 포함한다.(Current Collector 표면에 Deposit되는 물질의 전압범위에 따라 PVA-KOH와 같은 다양한 종류의 전해질을 선택하여 사용한다)

[0009] 본 실시예에 의한 자가 충전 가능한 슈퍼 커패시터의 제조 방법은: 복수의 필라를 가지는 몰드를 형성하는 단계와, 몰드에 소렷 고체 전해질을 주입하는 단계와, 몰드를 제거하여 필라 형태의 홀들이 형성된 소렷 고체 전해질 패턴을 형성하는 단계와, 홀들의 내부를 양자점으로 코팅하는 단계와 홀들에 슈퍼 커패시터 전해질을 주입하는 단계 및 소렷 고체 전해질 패턴의 제1 면과 제2 면에 각각 제1 전극 및 제2 전극을 형성하는 단계를 포함한다.

[0010] 본 실시예에 의한 자가 충전 가능한 슈퍼 커패시터의 제조 방법의 어느 한 모습에 의하면 MOF(metal organic framework) 층을 이용하여 측면을 실링하는 단계와, INVAR 36(FeNi36)으로 상부와 하부를 실링하는 단계를 더 포함한다.

발명의 효과

[0011] 본 실시예에 의하면 낮은 온 측(hot side)과 냉 측(cold side)에 미소한 온도차이가 있어도 높은 전압차이가 발생하여 이를 이용하여 슈퍼커패시터를 충전할 수 있다는 장점이 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 본 실시예에 의한 슈퍼 커패시터(10)의 개요를 도시한 사시도이다.
- 도 2는 본 실시예에 의한 자가 열충전이 가능한 슈퍼 커패시터(10) 제조 방법의 개요를 도시한 순서도이다.
- 도 3(a) 내지 도 3(g)은 본 실시예에 의한 자가 열충전이 가능한 슈퍼 커패시터(10) 제조 방법에 따른 예시적 공정 단면도들이다.
- 도 4는 도 1에서 노란색 파선으로 예시된 부분의 단면을 개요적으로 예시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하에서는 첨부된 도면들을 참조하여 본 실시예를 설명한다. 도 1은 본 실시예에 의한 슈퍼 커패시터(10)의 개요를 도시한 사시도이다. 도 1을 참조하면, 본 실시예에 의한 자가 열충전이 가능한 슈퍼 커패시터(10)는 소켓 고체 전해질 패턴(100)과, 소켓 고체 전해질 패턴(100)을 관통하고 양자점으로 내부가 코팅되며 슈퍼 커패시터 전해질로 메워져 형성된 슈퍼 커패시터 필라(200)들과, 소켓 고체 전해질 패턴(100)의 제1 면에 형성된 제1 전극(300) 및 제2 면에 형성된 제2 전극(400)을 포함한다.
- [0014] 도 2는 본 실시예에 의한 자가 열충전이 가능한 슈퍼 커패시터(10) 제조 방법의 개요를 도시한 순서도이다. 도 2를 참조하면, 본 실시예에 의한 자가 열충전이 가능한 슈퍼 커패시터(10) 제조 방법은 복수의 필라들을 가지는 몰드를 형성하는 단계(S100)와, 몰드에 소켓 고체 전해질을 주입하는 단계(S200)와, 몰드를 제거하여 필라 형태의 홀들이 형성된 소켓 고체 전해질 패턴을 형성하는 단계(S300)와, 홀들의 내부를 양자점으로 코팅하는 단계(S400)와, 홀들에 슈퍼 커패시터 전해질을 주입하는 단계(S500) 및 소켓 고체 전해질 패턴의 제1 면과 제2 면에 각각 제1 전극 및 제2 전극을 형성하는 단계(S600)를 포함한다.
- [0015] 도 3(a) 내지 도 3(g)은 본 실시예에 의한 자가 열충전이 가능한 슈퍼 커패시터(10) 제조 방법에 따른 예시적 공정 단면도들이다. 도 3(a)를 참조하면, 복수의 필라(210)들을 가지는 몰드(500)를 형성한다. 일 예로, 몰드(500)는 3D 프린팅 공정을 통하여 수행될 수 있다. 몰드(500)는 추후 몰드(500)를 제거하는 공정에서 제거된다.
- [0016] 도 3(b)를 참조하면, 몰드(500)의 외부에서 액체 상태의 소켓 전해질(100)을 주입한다. 일 실시예로, 소켓 전해질(100)은 상술한 소켓(Soret) 효과를 일으키는 물질로, 온 측(hot side)과 냉 측(cold side) 사이의 낮은 전압 차이에도 이온 구배가 형성되어 높은 전위차(potential difference)를 형성하는 물질일 수 있다. 액체 상태의 소켓 전해질을 주입한 후, 겔화 과정을 수행한다. 일 예로, 소켓 전해질(100)은 폴리스티렌 술폰산(polystyrene sulfonic acid)일 수 있다.
- [0017] 도 3(c)를 참조하면, 몰드(500)를 제거한다. 도 3(a)로 예시된 것과 같이 몰드(500)에는 복수의 필라(210)들이 형성되어 있다. 주입된 소켓 전해질(100)은 필라(210)들 사이로 침투한 상태에서 겔화 되어있으므로, 몰드(500)를 제거하면 소켓 전해질(100)에는 도식된 것과 같이 필라(210)들이 제거된 필라 주형 (200 ')들이 형성된다.
- [0018] 일 실시예로, 몰드(500)와 소켓 전해질(100)은 서로 다른 특징을 가질 수 있다. 일 예로, 소켓 전해질(100)이 소수성 물질이면 몰드(500)는 친수성 물질로 형성할 수 있고, 다른 예로, 소켓 전해질(100)이 친수성 물질이면 몰드(500)는 소수성 물질로 형성할 수 있다. 이와 같이 형성함으로써 몰드(500)와 소켓 전해질(100)을 용이하게 분리할 수 있다.
- [0019] 도 3(d)를 참조하면, 필라 주형(100') 내부 측벽을 양자점(quantum dot, 112)으로 코팅한다. 일 실시예로, 양자점(110)은 산화 그래핀 양자점일 수 있다. 산화 그래핀 양자점(110)은 H⁺ 양이온(proton)을 높은 함량으로 포함하고 있어 낮은 온도에서도 이온 구배가 크게 형성되어 전위차(potential difference)가 크게 형성된다.
- [0020] 도 3(e)를 참조하면, 각 필라의 주형(200')에 전해질을 주입한다. 일 예로, 양자점(110)으로 코팅되는 필라 주형(200')에는 소켓 효과를 일으키는 소켓 전해질(114)이 주입된다. 양자점(110)으로 코팅되지 않은 필라 주형(200')에는 슈퍼 커패시터 전해질(116)이 주입된다. 슈퍼 커패시터 전해질은 PVA-KOH 및 PVA-H₂SO₄ 중 어느 하나 이상일 수 있다.
- [0021] 또한, 본 실시예에 의한 슈퍼 커패시터(10)에 포함된 필라(200)들은 매트릭스로 배열되며, 매트릭스에 포함된 필라(200)들은 각각 소켓 전해질이 주입된 필라(200)와 슈퍼 커패시터 전해질이 주입된 필라(200)들이 서로 교번하여 제1 방향으로 배열될 수 있다. 일 실시예로, 소켓 전해질 패턴(100)에 제1 전극(300)과 제2 전극(400)을 형성한다.

- [0022] 일 실시예로, 제1 전극(300)은 활물질(Active material)로 기능할 수 있으며, 제1 전극이 음극이면 Fe_2O_3 , 활성탄 중 어느 하나로 형성될 수 있다. 또한, 제2 전극(400)도 활물질(Active material)로 기능할 수 있으며, 제2 전극이 양극이면 CoS , MoO_2 , CoNi_2S_4 중 어느 하나로 형성될 수 있다.
- [0023] 도 3(f) 및 도 3(g)를 참조하면, 금속유기골격체(MOF, metal-organic framework)로 슈퍼 커패시터(10)의 측벽을 실링(sealing)하고, 상부와 하부를 INVAR 36(FeNi_{36})으로 실링한다.
- [0024] 이하에서는 도 1 과 도 4를 참조하여 본 실시예에 의한 자가 열충전이 가능한 슈퍼 커패시터(10)의 동작을 살펴본다. 간결하고 명확한 설명을 위하여 위에서 설명된 내용과 동일하거나 유사한 부분에 대한 설명을 생략할 수 있다. 도 4는 도 1에서 노란색 파선으로 예시된 부분의 단면을 개요적으로 예시한 도면이다. 도 1 및 도 4를 참조하면, 본 실시예의 슈퍼 커패시터(10)에는 소렛 전해질(114)로 채워진 필라(200)와 슈퍼 커패시터 전해질(116)로 채워진 필라가 서로 교번하여 배치된다.
- [0025] 본 실시예에 의한 슈퍼 커패시터(10)에서 소자 양단 전극 사이에 온도차가 발생하면 소렛 전해질(114)로 채워진 필라에서 열 에너지가 전기 에너지로 변화되어 전압차가 형성되고, 전압차가 슈퍼 커패시터 전해질(116)로 채워진 필라(200)를 충전한다. 특히 소렛 전해질(114)로 채워진 필라는 소렛 전해질(114)와 더불어 H^+ 이온의 함량이 높은 산화 그래핀 양자점으로 필라(200) 내측벽이 코팅되므로 낮은 온도차에도 불구하고 높은 전압차를 형성한다. 따라서, 높은 충전 효율을 가진다. 또한, 방전시에는 슈퍼 커패시터 전해질(116)로 채워진 필라가 외부 회로와 연결되어 충전된 전력을 사용한다.
- [0027] 본 발명에 대한 이해를 돕기 위하여 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나, 이는 실시를 위한 실시예로, 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

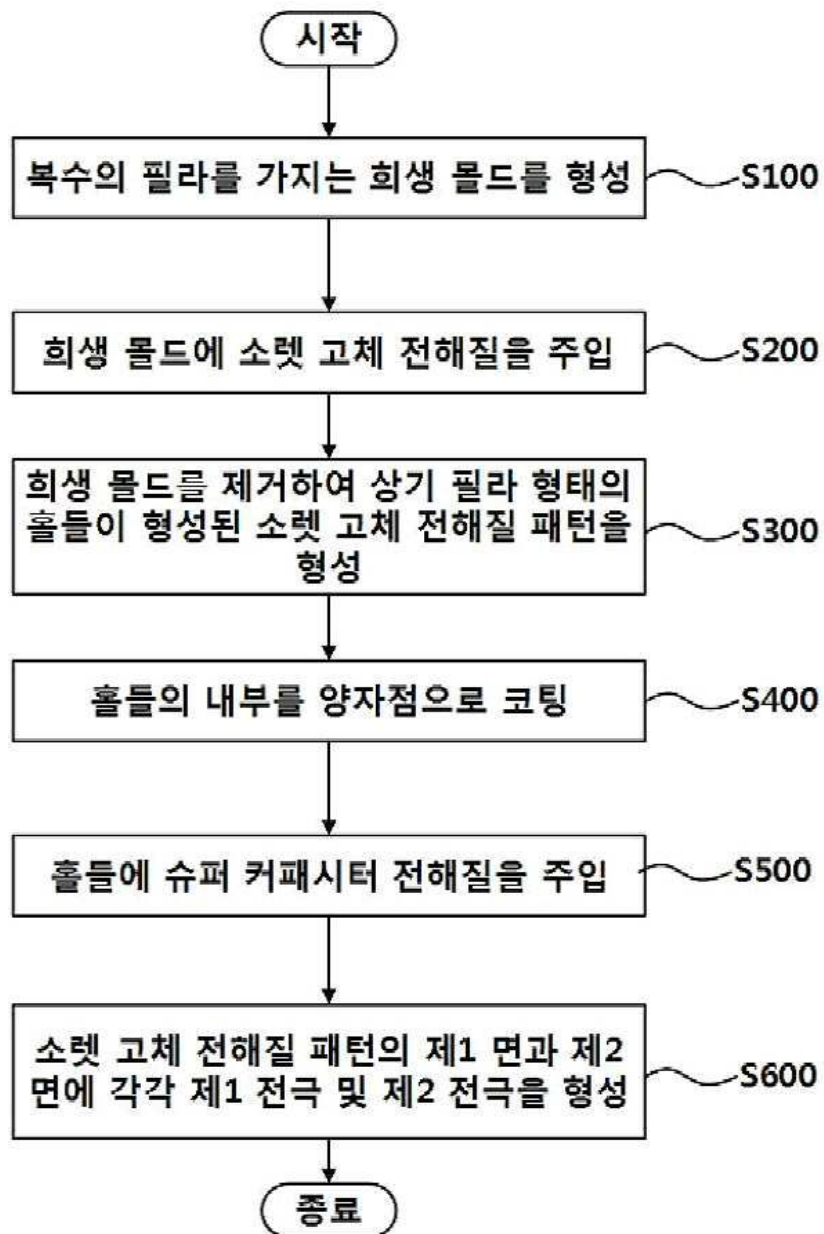
- [0028] 10: 슈퍼 커패시터 100: 소렛 고체 전해질 패턴
114: 소렛 전해질 116: 슈퍼 커패시터 전해질
200: 슈퍼 커패시터 필라 200': 주형
210: 필라들 300: 제1 전극
400: 제2 전극 500: 몰드

도면

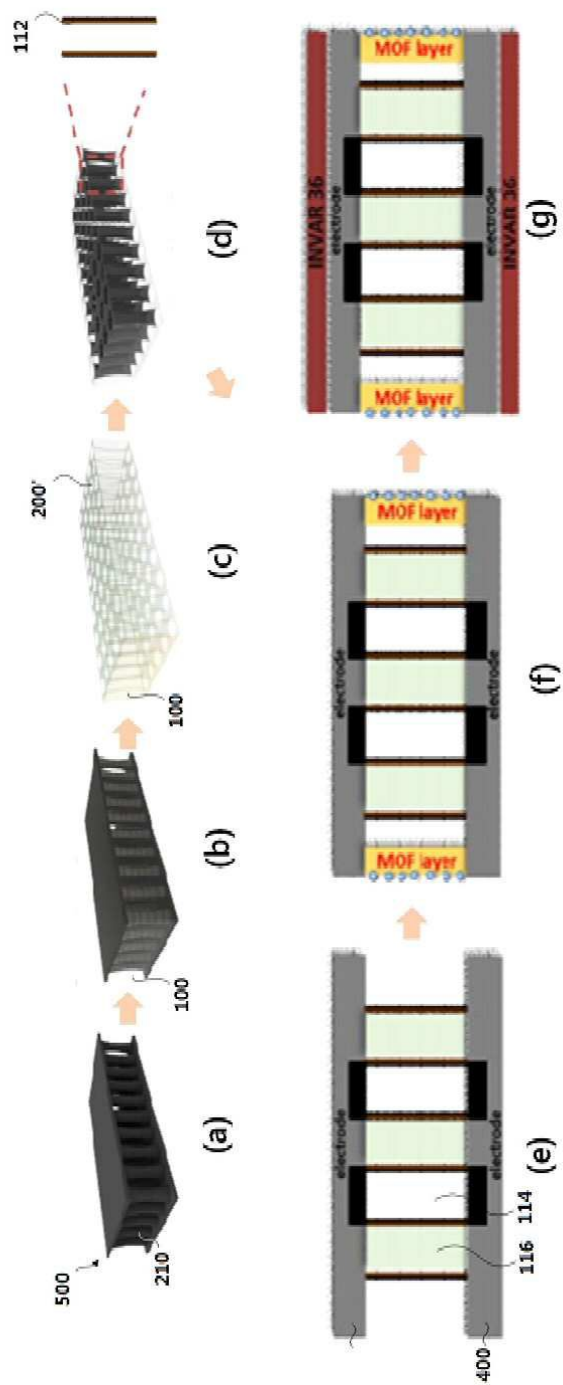
도면1



도면2



도면3



도면4

