



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0027977
(43) 공개일자 2023년02월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01G 11/56 (2013.01) H01G 11/22 (2013.01)
(52) CPC특허분류
H01G 11/56 (2021.01)
H01G 11/22 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2021-0110352
(22) 출원일자 2021년08월20일
심사청구일자 2021년08월20일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
전성찬
서울특별시 종로구 진흥로 438-4, 2-401(구기동, 동진스위트빌라)
강정섭
서울특별시 마포구 성암로11길 60, 101동 2003호 (중동, DMC마포청구아파트)
(74) 대리인
특허법인(유한)아이시스

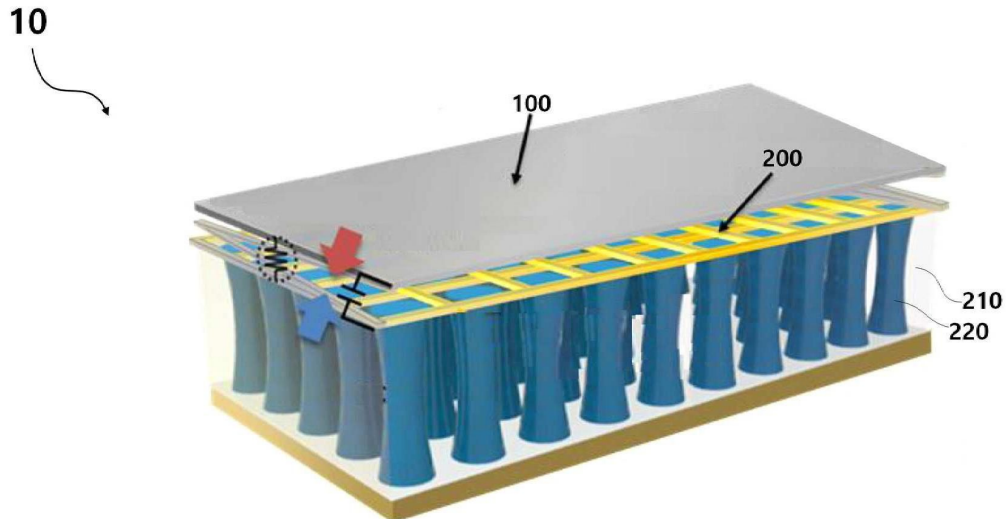
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 자가 충전 가능한 슈퍼 커패시터

(57) 요약

본 실시예에 의한 슈퍼 커패시터는 열전(Thermal ionic) 전해질 겔; 열전 전해질과 인접한 슈퍼 커패시터 전해질 겔; 슈퍼 커패시터 전해질과 전기적으로 연결된 그리드 전극; 슈퍼 커패시터 전해질 겔과 전기적으로 연결된 플레이트 전극을 포함하며, 플레이트 전극은 그리드 전극과 전기적으로 연결되어 열전 전해질 겔이 슈퍼 커패시터를 충전하고, 플레이트 전극과 그리드 전극이 전기적으로 절연되어 슈퍼 커패시터가 방전을 수행한다.

대표도



(72) 발명자

박세원

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

정의걸

서울특별시 서대문구 포방터길 137(홍은동, 청암아트빌라)

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

열전(Thermal ionic) 전해질 겔;

상기 열전 전해질과 인접한 슈퍼 커패시터 전해질 겔;

상기 슈퍼 커패시터 전해질과 전기적으로 연결된 그리드 전극;

상기 슈퍼 커패시터 전해질 겔과 전기적으로 연결된 플레이트 전극을 포함하며,

상기 플레이트 전극은 상기 그리드 전극과 전기적으로 연결되어 상기 열전 전해질 겔이 상기 슈퍼 커패시터를 충전하고,

상기 플레이트 전극과 상기 그리드 전극이 전기적으로 절연되어 상기 슈퍼 커패시터가 방전을 수행하는 슈퍼 커패시터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 플레이트 전극은,

판 스프링의 형태인 슈퍼 커패시터.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 열전 전해질 겔과 상기 그리드 전극 사이에서 형성하는 정전기적 인력이 상기 판 스프링의 복원력을 초과할 때

상기 판 스프링이 상기 그리드 전극과 전기적으로 연결되는 슈퍼 커패시터.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 열전 전해질 겔은 소렏 효과를 일으키는 전해질 겔로,

$\text{Co}_x\text{M}_{1-x}\text{O}_2$, $\text{Na}_x\text{Co}_x\text{O}_4$, $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{PbO}_3$ 인 슈퍼 커패시터.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 열전 전해질 겔은 제백 효과를 일으키는 전해질 겔로,

$\text{Co}(\text{OH})_2$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 어느 하나인 슈퍼 커패시터.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 슈퍼 커패시터 전해질 겔은 $\text{Co}(\text{OH})_2$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 중 어느 하나인 슈퍼 커패시터.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 기술은 자가 충전 가능한 슈퍼 커패시터와 관련된다.

배경 기술

[0002] 기존의 맴스(MEMS) 스위치는 경우 전압을 가해 스위칭을 유도하는 경우가 일반적이었다. 다수의 스위치들은 전 원으로부터 제공된 전압을 인가하여 스위치를 제어하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 기존의 열충전 슈퍼커패시터의 경우 열에너지가 지속적으로 공급되면 열전 소자의 전압이 떨어지지 않았다. 따라서 슈퍼 커패시터의 방전이 불가능하였으며, 열충전 효과와 에너지 저장 사이클에 한계가 발생하였다. 실질적으로, 방전을 위해서 온도를 낮출 필요가 있었으나, 방열판을 사용하여야 구조가 복잡해졌을 뿐만 아니라 사용 가능 온도에도 제약이 있었다.

[0004] 본 기술로 해결하고자 하는 과제 중 하나는 상기한 종래 기술의 단점을 해소하기 위한 것이다. 즉, 방열판 없이 방전 가능한 슈퍼 커패시터를 제공하는 것이 본 기술로 해결하고자 하는 과제 중 하나이다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 실시예에 의한 슈퍼 커패시터는 열전(Thermal ionic) 전해질 겔; 열전 전해질과 인접한 슈퍼 커패시터 전해 질 겔; 슈퍼 커패시터 전해질과 전기적으로 연결된 그리드 전극; 슈퍼 커패시터 전해질 겔과 전기적으로 연결된 플레이트 전극을 포함하며, 플레이트 전극은 그리드 전극과 전기적으로 연결되어 열전 전해질 겔이 슈퍼 커패시 터를 충전하고, 플레이트 전극과 그리드 전극이 전기적으로 절연되어 슈퍼 커패시터가 방전을 수행한다.

[0006] 본 실시예의 어느 한 측면에 의하면, 플레이트 전극은, 판 스프링의 형태이다.

[0007] 본 실시예의 어느 한 측면에 의하면, 열전 전해질 겔과 그리드 전극 사이에서 형성하는 정전기적 인력이 판 스프링의 복원력을 초과할 때 판 스프링이 그리드 전극과 전기적으로 연결된다.

[0008] 본 실시예의 어느 한 측면에 의하면, 열전 전해질 겔은 소렙 효과를 일으키는 전해질 겔로, $\text{Co}_x\text{M}_{1-x}\text{O}_2$, $\text{Na}_x\text{Co}_x\text{O}_4$, $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{PbO}_3$ 인 슈퍼 커패시터.

[0009] 본 실시예의 어느 한 측면에 의하면, 제백 효과를 일으키는 전해질 겔로, $\text{Co}(\text{OH})_2$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 어느 하나인 슈퍼 커패시터.

[0010] 본 실시예의 어느 한 측면에 의하면, 슈퍼 커패시터 전해질 겔은 $\text{Co}(\text{OH})_2$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 중 어느 하나이다.

발명의 효과

[0011] 본 실시예에 의하면 종래 기술에서 요청되는 방열판 없이도 슈퍼 커패시터가 부하측으로 에너지를 제공할 수 있어 구조가 간단하며, 저렴한 비용으로 제조할 수 있다는 장점이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 실시예에 의한 자가 충전 가능한 슈퍼 커패시터(10)의 개요를 도시한 사시도이다.

도 2는 본 실시예에 의한 슈퍼 커패시터(10)의 단면을 개요적으로 도시한 도면이다.

도 3(a)는 그리드 전극과 플레이트 전극이 전기적으로 연결되어 열전 전해질 겔이 슈퍼 커패시터 전해질 겔을 충전할 때를 개요적으로 도시한 도면이고, 도 3(b)는 슈퍼 커패시터 전해질 겔이 방전할 때를 개요적으로 도

시한 도면으로, 본 실시예에 의한 슈퍼 커패시터(10)를 플레이트 전극측에서 바라본 평면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하, 본 발명의 일 실시예를 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 도 1은 본 실시예에 의한 자가 충전 가능한 슈퍼 커패시터(10)의 개요를 도시한 사시도이다. 도 1을 참조하면, 본 실시예에 의한 자가 충전 가능한 슈퍼 커패시터(10)는 열전(Thermal ionic) 전해질 겔(220), 상기 열전 전해질과 인접한 슈퍼 커패시터 전해질 겔(210), 상기 슈퍼 커패시터 전해질과 전기적으로 연결된 그리드 전극(200), 플레이트 전극(100)을 포함하며, 상기 플레이트 전극(100)은 상기 그리드 전극(200)과 전기적으로 연결되어 상기 열전 전해질 겔이 상기 슈퍼 커패시터를 충전하고, 상기 플레이트 전극과 상기 그리드 전극이 전기적으로 절연되어 상기 슈퍼 커패시터가 방전을 수행한다.
- [0014] 열전 전해질 겔(220)은 열전 현상을 발생시키는 전해질로, 온도 차로부터 전기 에너지를 형성한다. 열전 전해질 겔(220)이 전기 에너지를 형성하기 위하여는 반드시 온도 차이가 있어야 한다.
- [0015] 열전 전해질 겔(220)은 고온부(Thot)과 저온부(Tcold) 사이에 위치하여야 하며 이를 연결하는 이중채널 구조에 기초하여 동작한다. 이중채널은 크게 N-type과 P-type으로 나뉘며 N-type 채널에서는 전기장이 저온부에서 고온부로, 그리고 P-type에서는 고온부에서 저온부로 형성되며 전류 또한 전기장과 같은 방향으로 흐른다. 이 때, 캐리어 구배를 살펴보면, N-type 채널 고온부에서 캐리어가 형성되는 것과 P-type 채널 고온부에서 포논(phonon)이 형성된다.
- [0016] 열전 전해질 겔(220)은 일 예로, 제백 효과(Seeback Effect)에 의하여 전기 에너지를 형성하는 전해질 물질일 수 있으며, 온도 비대칭성에 의한 제백 효과에 기반해 전자, 정공, 포논 형성으로 인해 전류가 형성된다. 상술한 바와 같이 온도 구배가 존재해야 에너지를 생산할 수 있으며, 온도 구배가 유지될 때에는 열전 소자의 전압이 하락하지 않으므로 방전이 필요하다. 일 실시예로 제백 효과에 의하여 전기 에너지를 형성하는 전해질 물질은 $\text{Co}(\text{OH})_2$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 일 수 있다.
- [0017] 다른 예로, 열전 전해질 겔(220)은 소렷 효과(Soret Effect)에 기초한 열전 전해질 겔일 수 있다. 소렷 효과에 기초한 열전 전해질은 온도 구배에 의하여 형성되는 이온 구배(gradient)를 이용하여 전기 에너지를 생성한다. 즉, 온도 구배가 형성되면 이온이 이동하면서 전압을 형성하며, 전압 유도기라고 할 수 있다. 이어서, 형성된 전기 에너지(전압)를 소모하여 방전이 수행된다. 일 실시예로 소렷 효과에 의하여 전기 에너지를 형성하는 전해질 물질은 $\text{Co}_x\text{M}_{1-x}\text{O}_2$, $\text{Na}_x\text{Co}_x\text{O}_4$, $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{PbO}_3$ 일 수 있다.
- [0018] 상술한 바와 같이 열전 전해질 겔(220)은 온도차를 반드시 제거하여야 충방전 사이클을 완성시킬 수 있으며, 이를 위하여는 방열판이 필요하다. 그러나 후술할 바와 같이 본 실시예에 의하면 방열판 없이 충방전을 수행할 수 있다.
- [0019] 슈퍼 커패시터 전해질 겔(210)은 EDLC(Electric Double Layer)를 형성하고, 이를 이용하는 전해질 물질일 수 있다. 이는 종래의 커패시터와는 달리 전기적 이중층에 양이온과 음이온이 형성되어 전기 에너지를 저장하는 형태이다. 이러한 형태의 전해질 물질은 전기 이중층의 상기의 이격거리 D가 매우 작고, 빠른 충방전과 함께 큰 에너지를 저장할 수 있다. 이러한 형태의 전해질 물질은 $\text{Co}(\text{OH})_2$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 일 수 있다.
- [0020] 다른 예로, 열전 전해질 겔(220)은 슈도 타입(pseudo type)의 전해질일 수 있다. 슈도 타입의 전해질에 있어서는 전해질을 통해서 이온들이 이동하며, 이동하는 이온들은 양극과 음극단에 존재하는 활물질과 결합/분해되어 존재한다. 즉 산화-환원 반응에 의해서 전기 에너지를 저장한다. 이러한 형태의 전해질 물질은 $\text{Co}_x\text{M}_{1-x}\text{O}_2$, $\text{Na}_x\text{Co}_x\text{O}_4$, $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{PbO}_3$ 일 수 있다.
- [0021] 이어서, 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 실시예에 의한 슈퍼 커패시터(10)의 동작을 살펴본다. 도 2는 본 실시예에 의한 슈퍼 커패시터(10)의 단면을 개요적으로 도시한 도면이고, 도 3(a)는 그리드 전극과 플레이트 전극이 전기적으로 연결되어 열전 전해질 겔이 슈퍼 커패시터 전해질 겔을 충전할 때를 개요적으로 도시한 도면이고, 도 3(b)는 슈퍼 커패시터 전해질 겔이 방전할 때를 개요적으로 도시한 도면으로, 본 실시예에 의한 슈퍼 커패시터(10)를 플레이트 전극측에서 바라본 평면도이다. 도 1 내지 도 3을 참조하면, 그리드 전극(200)은 슈퍼 커패시터 전해질 겔(210)과 전기적으로 연결된다.
- [0022] 플레이트 전극(100)은, 슈퍼 커패시터(10)의 상부에 위치하고, 양 단부가 고정되며, 열전 전해질(220)의 전기적

인력에 의하여 변형되는 판 스프링일 수 있다. 도시된 실시예에서, 플레이트 전극(100)은 스프링 상수값이 k 인 스프링으로 모델될 수 있다.

[0023] 열전 전해질 겔(220)에 온도차가 제공되어 에너지가 충전되면 열전 전해질 겔(220)과 그리드 전극 사이에 정전기적 인력이 발생한다. 정전기적 인력이 플레이트 전극(100)의 복원보다 크면 플레이트 전극이 변형되고 그리드 전극과 전기적으로 연결된다.

[0024] 따라서, 열전 전해질(220)과 슈퍼 커패시터 전해질 겔(210)은 플레이트 전극(100)과 그리드 전극(200)을 통하여 서로 전기적으로 연결되며, 열전 전해질 겔(220)이 형성한 전기적 에너지는 슈퍼 커패시터 전해질 겔(210)에 충전된다. 그러나, 슈퍼 커패시터 전해질 겔(210)과 부하(LOAD) 사이의 전기적 연결은 차단된다.

[0025] 그러나, 열전 전해질 겔(220)이 형성한 전기적 에너지가 슈퍼 커패시터 전해질 겔(210)로 전달되면 정전기적 인력을 감소하며, 플레이트 전극(100)은 원상태로 복원된다. 따라서, 플레이트 전극(100)은 원상태로 위치하며, 그리드 전극(200)은 부하(LOAD)에 충전된 전기 에너지를 방전할 수 있다.

[0027] 위에서 설명된 바와 같이 본 실시예에 의한 슈퍼 커패시터는 방열판 없이도 부하에 전기 에너지를 방전할 수 있어 구조가 간단하며, 제조 비용이 경제적이라는 장점이 제공된다.

[0029] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0030] 본 발명에 개시된 실시예는 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다.

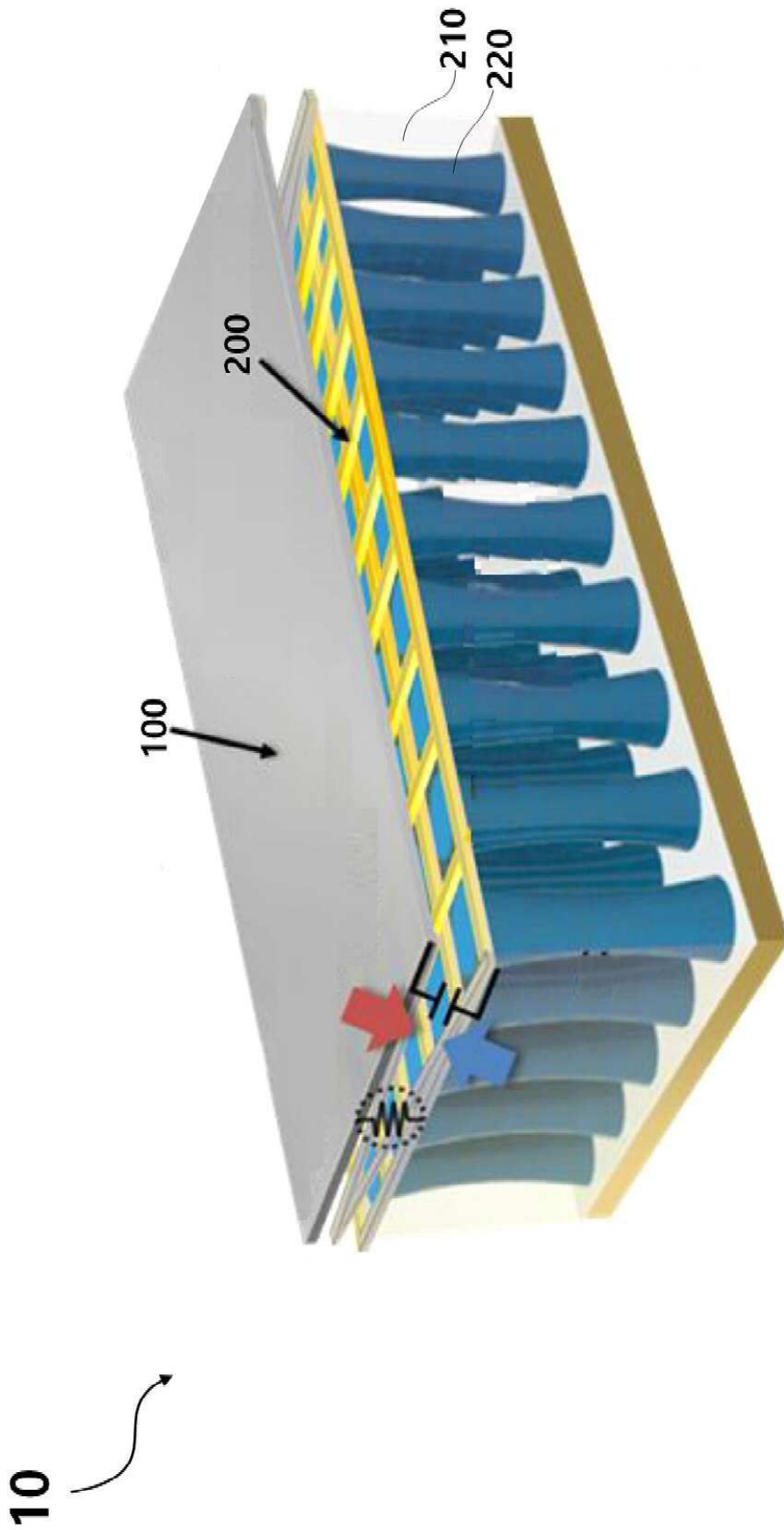
[0031] 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

[0034] 본 발명은 열충전 커패시터의 전압 제어를 위해 기존에 차용하던 방열판 및 방열 구조의 한계를 극복하기 위해 MEMS Switch를 설계 및 제작하였다.

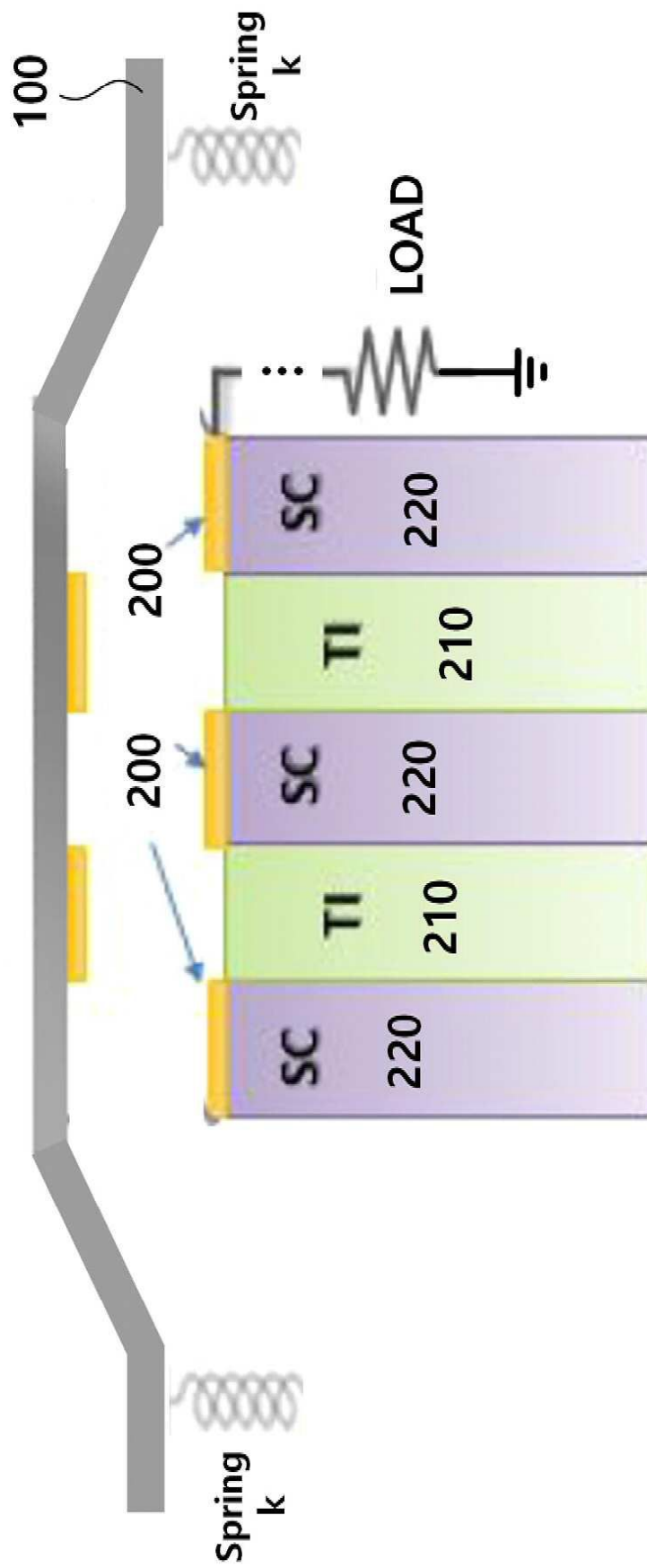
부호의 설명

[0035] 10: 슈퍼 커패시터 100: 플레이트 전극
200: 그리드 전극 210: 슈퍼 커패시터 전해질 겔
220: 열전(Thermal ionic) 전해질 겔

도면
도면1



도면2



도면3

