



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년08월13일

(11) 등록번호 10-1544116

(24) 등록일자 2015년08월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01G 11/84 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2013-0063496

(22) 출원일자 2013년06월03일

심사청구일자 2013년06월03일

(65) 공개번호 10-2014-0142415

(43) 공개일자 2014년12월12일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110033733 A*

KR1020120111661 A*

KR1020130004559 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국기계연구원

대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)

(72) 발명자

현승민

대전 서구 둔산북로 160, 6동 502호 (둔산동, 한
마루삼성아파트)

정준호

대전 서구 둔산로 223, 4동 1201호 (둔산동, 청솔
아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김동진

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 전한철

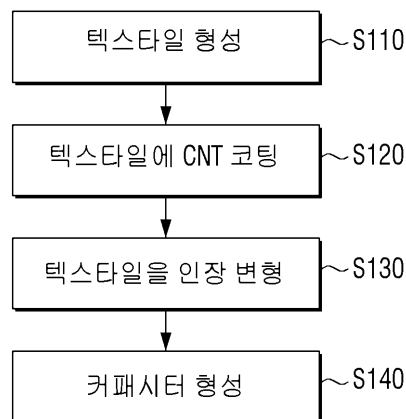
(54) 발명의 명칭 **텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터 제조방법 및 이 방법에 의해 제조된 슈퍼 커패시터**

(57) 요약

본 발명의 일 실시예는 전기전도성이 향상된 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터를 제조하는 방법을 제공한다.

본 발명의 실시예에 따르면, 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터를 제조하는 방법에 있어서, 신축성 텍스타일에 탄소 나노튜브(CNT)를 코팅하는 단계; 및 상기 CNT 코팅된 텍스타일을 인장 변형하는 단계;를 포함하는 슈퍼 커패시터의 제조방법 및 이 제조방법에 의해 제조된 슈퍼 커패시터가 제공된다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

우창수

대전 유성구 엑스포로 448, 404동 1404호 (전민동, 엑스포아파트)

장성환

대전 유성구 배울2로 19, 910동 702호 (관평동, 대덕테크노밸리9단지아파트)

최두선

대전 유성구 은구비로156번길 99-13, (죽동)

이학주

대전 서구 대덕대로 415, 102동 807호 (만년동, 상아아파트)

황경현

서울특별시 중구 신당6동 45번지청구e편한세상106동 905

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 KM3040

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 기타

연구사업명 자체연구

연구과제명 나노 기반 모바일 에너지 변환/저장 기술 개발 기획 연구

기여율 1/2

주관기관 기계연구원

연구기간 2012.12.01 ~ 2013.11.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 SC0940

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 산업기술연구회

연구사업명 주요사업-일반

연구과제명 3차원 나노구조체 제조기술 고도화 사업 (3/5)

기여율 1/2

주관기관 기계연구원

연구기간 2013.01.01 ~ 2013.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터를 제조하는 방법에 있어서,
 신축성 텍스타일에 탄소나노튜브(CNT)를 코팅하는 단계; 및
 상기 탄소나노튜브(CNT) 코팅된 텍스타일을 인장 변형하는 단계;
 상기 인장 변형하는 단계의 수행결과 인장 변형된 텍스타일에 금속 산화물을 코팅하는 단계; 및
 상기 금속 산화물 코팅된 텍스타일에 전도성 폴리머를 코팅하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 슈퍼 커패시터의 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 신축성 텍스타일은 신축성 고분자 섬유 2차원 또는 3차원 배열로 이루어진 텍스타일이고, 상기 탄소나노튜브(CNT)를 코팅하는 단계는, 상기 텍스타일을 탄소나노튜브(CNT) 용액에 침지 및 건조하는 딥 코팅 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 슈퍼 커패시터의 제조방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 탄소나노튜브(CNT) 코팅된 텍스타일을 인장 변형하는 단계는, 상기 텍스타일의 인장에 따른 저항값 특성에 기초하여 텍스타일을 인장 변형하는 것을 특징으로 하는 슈퍼 커패시터의 제조방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
 상기 탄소나노튜브(CNT) 코팅된 텍스타일을 인장 변형하는 단계는, 상기 텍스타일의 저항값이 최소가 될 때까지 상기 텍스타일을 인장 변형하는 것을 특징으로 하는 슈퍼 커패시터의 제조방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항에 있어서,
 상기 금속 산화물은 산화망간(MnO₂)이고 상기 전도성 폴리머는 폴리피롤(PPy)인 것을 특징으로 하는 슈퍼 커패시터의 제조방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

제 1 항 내지 제 4 항, 및 제 7 항 중 어느 한 항의 방법에 의해서 제작된 것을 특징으로 하는 슈퍼 커패시터.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터 제조방법 및 이 방법에 의해 제조된 슈퍼 커패시터에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 전기전도성이 향상된 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터를 제조하는 방법 및 이 방법에 의한 슈퍼 커패시터에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 휴대용 전자기기에 대한 수요가 증가함에 따라 휴대용 전자기기에 사용되는 배터리와 같은 에너지 저장장치들의 성능 향상에 많은 관심이 집중되고 있다. 도1은 라곤 차트(Ragone chart)라 불리는 도표로서, 다양한 종류의 에너지 저장장치의 전력 밀도(Power density) 대 에너지 밀도(Energy density)의 관계를 보여줌으로써 에너지 저장장치들 간의 성능특성을 비교할 수 있도록 한다.

[0003] 에너지 밀도는 예컨대 전화 걸기나 데이터의 업로딩과 같이 전자기기가 얼마나 오래 동작할 수 있는지 그리고 전자기기가 얼마나 오래 대기(standby) 상태에 있을 수 있는지를 나타내는 척도이고 일반적으로 연료셀(Fuel cell)이나 리튬이온 전지와 같은 이차 전지가 높은 성능 특성을 갖고 있다.

[0004] 전력 밀도는 예컨대 카메라, 하드디스크 드라이브, 고해상도 디스플레이 등과 같은 장치에서 단시간에 빠른 전류 버스트를 제공할 수 있는 능력을 나타내며 일반적으로 커패시터나 울트라 커패시터가 높은 성능특성을 나타낸다.

[0005] 울트라 커패시터는 일반 커패시터에 비해 매우 높은 커패시턴스를 제공하는 에너지 저장장치를 의미하는 용어이고, 슈퍼 커패시터(Super-capacitor) 또는 초고용량 커패시터라고도 한다(이하에서는 "슈퍼 커패시터"라고 칭하기로 함). 슈퍼 커패시터는 많은 에너지를 모아두었다가 수십 초 또는 수분동안에 높은 에너지를 발산하는 동력 원이며 기존의 커패시터와 이차 전지가 수용하지 못하는 성능특성 영역을 채우고 있다. 그러나 슈퍼 커패시터는 높은 출력과 빠른 충방전을 장점으로 하지만 이차 전지에 비해서 에너지 밀도가 낮아 응용에 한계가 있다.

[0006] 이에 비해 도1에 도시한 라곤 차트에서 영역 A에 속하는 저장장치는 매우 높은 에너지 밀도와 전력 밀도를 동시에 제공할 수 있으므로 휴대용 전자기기 관점에서 매우 바람직한 저장수단이 될 수 있다. 그러나 현재까지 이러한 높은 에너지 밀도와 전력 밀도를 동시에 갖는 에너지 저장장치가 나타나지 않았으며, 이 영역에 속하는 저장장치의 개발이 여전히 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전기전도성이 향상된 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터를 제조하는 방법을 제공한다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전력 밀도와 에너지 밀도가 향상된 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터를 제조하는 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 실시예에 따르면, 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터를 제조하는 방법에 있어서, 신축성 텍스타일에 탄

소나노튜브(CNT)를 코팅하는 단계; 및 상기 CNT 코팅된 텍스타일을 인장 변형하는 단계;를 포함하는 슈퍼 커패시터의 제조방법이 제공된다.

[0010] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터를 제조하는 방법에 있어서, 신축성 텍스타일에 탄소나노튜브(CNT)를 코팅하는 단계; 및 상기 CNT 코팅된 텍스타일에 금속 산화물을 코팅하는 단계;를 포함하고, 상기 CNT 코팅 단계 및 금속 산화물 코팅 단계 중 어느 하나의 단계 이후에, 상기 텍스타일을 인장 변형하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 슈퍼 커패시터의 제조방법이 제공된다.

[0011] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터를 제조하는 방법에 있어서, 신축성 텍스타일에 탄소나노튜브(CNT)를 코팅하는 단계; 상기 CNT 코팅된 텍스타일에 금속 산화물을 코팅하는 단계; 및 상기 금속 산화물 코팅된 텍스타일에 전도성 폴리머를 코팅하는 단계;를 포함하고, 상기 CNT 코팅 단계, 금속 산화물 코팅 단계, 및 전도성 폴리머 코팅 단계 중 어느 하나의 단계 이후에, 상기 텍스타일을 인장 변형하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 슈퍼 커패시터의 제조방법이 제공된다.

[0012] 또한 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상술한 방법들 중 어느 하나에 의해서 제작된 슈퍼 커패시터가 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 실시예에 따르면, 텍스타일을 인장 변형함으로써 텍스타일의 전기전도성이 향상되는 이점이 있다.

[0014] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 텍스타일의 전기전도성이 향상됨으로써 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터에서 전력 밀도 및/또는 에너지 밀도를 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도1은 현재 에너지 저장장치의 성능특성을 나타내는 라곤 차트(Ragone chart),
 도2는 본 발명의 제1실시예에 따라 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터를 제조하는 방법을 설명하기 위한 흐름도,
 도3은 텍스타일을 인장변형 하기 위한 장치를 도식적으로 설명하기 위한 블록도,
 도4a와 도5a는 인장 변형을 가하기 전의 텍스타일의 사진, 및 도4b와 도5b는 인장 변형을 가한 후의 텍스타일의 사진,
 도6은 제2 실시예에 따라 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터를 제조하는 방법을 설명하기 위한 흐름도,
 도7은 제3 실시예에 따라 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터를 제조하는 방법을 설명하기 위한 흐름도,
 도8은 텍스타일 기관의 인장 변형에 따른 전기전도도 측정 결과를 설명하기 위한 그래프, 그리고,
 도9는 인장 변형된 텍스타일 기관의 에너지 밀도 증가를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0017] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.

[0018] 본 명세서에서 제1, 제2 등의 용어가 구성요소들을 기술하기 위해서 사용된 경우, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.

[0019] 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprise)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

- [0020] 이하, 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명하도록 한다. 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특징적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특징적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는 데 있어 혼돈을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 의하면 텍스타일(textile) 기반의 재료를 커패시터의 양단의 전극 기판으로 사용하고 전해질을 이 두 전극 기판 사이에 채운 구조의 슈퍼 커패시터를 제조하는 방법을 개시한다. 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터는 신축가능한 전자제품(flexible device) 또는 착용가능한 전자제품(wearable device)을 상용화하기 위해 유연하면서 높은 에너지 용량과 출력을 갖는 에너지 저장장치로 응용 가능하다.
- [0022] 일 실시예에서, 신축성 텍스타일에 탄소나노튜브(CNT)를 코팅하여 텍스타일이 전기 전도성을 갖도록 한다. 이때 일 예시적인 방법에서 CNT가 분산되어 있는 용액에 텍스타일을 침지하여 디핑(dipping) 공정으로 CNT를 코팅할 수 있다.
- [0023] 그 후 바람직하게는 텍스타일에 인장 변형을 가하여 전기 전도도를 향상시킨다. 일 예시적인 방법에서 텍스타일의 양 단부를 한 쌍의 고정대에 각각 고정시키고 고정대 사이를 이격시키면서 텍스타일에 인장 변형을 가할 수 있고, 이렇게 인장된 텍스타일은 전기 전도도가 30% 이상 증가될 수 있다.
- [0024] 또한 추가적인 실시예에서, 인장변형된 텍스타일에 이산화 망간(MnO₂)과 같은 금속 산화물을 더 증착하여 에너지 밀도를 향상시킬 수 있고, 여기에 전도성 고분자 물질을 추가로 코팅하여 커패시터로서의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0025] 이제 도2를 참조하여 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터를 제조하는 방법을 설명하기로 한다. 도2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터의 제조방법을 설명하는 예시적인 흐름도이다.
- [0026] 우선 단계(S110)에서 텍스타일을 형성한다. 텍스타일은 재료가 특별히 한정되지 않는다. 일 실시예에서 일반적으로 의복에 사용되는 섬유소재가 사용될 수 있다. 예를 들어 나일론과 같은 폴리아미드계 섬유, 폴리에스테르계 섬유, 또는 아크릴계 섬유 등에서 하나 이상의 섬유 재질이 사용될 수 있고, 대안적으로 천연 섬유 소재의 텍스타일이 사용될 수도 있다.
- [0027] 이러한 텍스타일은 신축성 섬유의 2차원 또는 3차원 배열로 이루어질 수 있고, 전기전도도와 에너지 용량을 고려할 때 3차원 배열을 갖는 것이 커패시터의 성능 향상에 바람직하다.
- [0028] 다음으로 단계(S120)에서 텍스타일에 탄소나노튜브(CNT)를 코팅한다. CNT는 표면 처리 방법에 따라 차이는 있지만 유기물질 중 가장 전도도가 높은 물질 중 하나이다. 일 실시예에서 텍스타일을 CNT 용액에 침지 및 건조하는 딥(dip) 코팅 방식을 통해 텍스타일에 CNT 코팅을 할 수 있다.
- [0029] 텍스타일이 침지되는 CNT 용액은 CNT를 적절한 용매에 혼합함으로써 만들 수 있다. 예를 들어 용매로서 아이소프로필 알코올 수용액을 사용할 수 있다. 그 후 텍스타일에 CNT가 침적하도록 텍스타일을 CNT 용액 속에 침지시킨다. 침지 후 일정시간이 경과하면 텍스타일을 CNT 용액에서 꺼내어 건조시킨다. 이와 같은 텍스타일의 침지 및 건조를 1회 또는 복수회 반복함으로써 텍스타일 위에 CNT를 높은 밀도로 안정적으로 침적시킬 수 있고, 이에 따라 전기 전도도를 향상시킬 수 있다.
- [0030] 그 후 단계(S130)에서, CNT 코팅된 텍스타일을 인장 변형한다. 이 단계에서 텍스타일을 인장하는 이유는 텍스타일의 전기 전도도를 향상시키기 위해서이다. 인장 변형이 되지 않은 상태의 CNT 코팅된 텍스타일은 텍스타일을 구성하는 섬유간 간격이 느슨하여 전기 전도도가 높지 않았으나, 인장 변형을 가하게 되면 텍스타일 길이가 늘어나면서 섬유간 간격이 밀착되면서 전기 전도도가 향상된다. 다만 이 때 텍스타일을 지나치게 인장시키면 텍스타일의 신축성이 저하되거나 텍스타일이 끊어지게 되므로, 텍스타일의 인장에 따른 전기 전도도의 향상 및 텍스타일의 신축성 저하나 끊어짐 사이의 관계를 고려하여 적절한 범위 내에서 인장 변형을 하는 것이 바람직하다.
- [0031] 이와 관련하여 도3은 텍스타일을 인장변형 하기 위한 장치를 도식적으로 설명하기 위한 블록도이다.
- [0032] 도3을 참조하면, 텍스타일을 인장 변형하기 위한 장치는 한 쌍의 고정대(20a, 20b), 구동기(30), 계측기(40), 컨트롤러(50), 및 표시부(60)를 포함할 수 있다. 고정대(20a, 20b)는 텍스타일(10)의 양 단부를 잡고 고정하는 역할을 한다. 고정대(20a, 20b) 중 하나의 고정대(20b)는 구동기(30)와 연결되어 있어서 X 방향으로 움직일 수 있고, 따라서 고정대(20a, 20b)에 의해 고정된 텍스타일(10)을 인장 변형시킬 수 있다.

- [0033] 구동기(30)는 구동모터 및 이와 연결된 감속기로 구성될 수 있고, 컨트롤러(50)로부터 제어신호를 수신하여 구동함으로써 고정대(20b)를 X 방향으로 움직일 수 있다. 컨트롤러(50)는 사용자 입력 또는 계측기(40)로부터의 입력신호를 수신하고 이에 기초하여 고정대(20b)를 X 방향으로 얼마만큼 움직일지를 지시하는 제어신호를 생성하여 구동기(30)로 전달할 수 있다.
- [0034] 계측기(40)는 텍스타일(10)에 전류 또는 전압을 인가하고 측정하는 기기이고 예컨대 소스미터(source meter)로 구현될 수 있다. 이를 위해 계측기(40)와 텍스타일(10)은 한쌍의 전선(45)으로 연결되어 전기회로를 형성하고, 계측기(40)에서 전류 또는 전압을 인가할 수 있다. 예를 들어 계측기(40)는 텍스타일의 양단에 전압을 인가하고 이 때 텍스타일을 흐르는 전류를 측정한다.
- [0035] 계측기(40)가 이러한 전압 및 전류값을 컨트롤러(50)로 전달하면 컨트롤러(50)가 이로부터 저항을 계산하고, 고정대(20a, 20b) 사이의 거리에 따른 텍스타일의 저항값의 변화를 추적할 수 있다. 대안적으로, 계측기(40)에서 저항값을 계산하고 이 값을 컨트롤러(50)로 전달할 수도 있다.
- [0036] 표시부(60)는 텍스타일에 인가되는 전압 또는 전류를 사용자에게 디스플레이 할 수 있다. 더 나아가 표시부(60)는 텍스타일의 저항값 및/또는 고정대(20a, 20b) 사이의 거리에 관한 정보도 사용자에게 디스플레이 할 수 있다. 이 경우 도3에는 도시되지 않았으나 표시부(60)가 컨트롤러(50)와도 통신가능하게 연결되어 있음은 물론이다.
- [0037] 한편 도3의 장치는 계측기(40)를 포함하고 있으므로 고정대(20a, 20b) 사이의 간격을 늘리면서 텍스타일(10)을 인장 변형시키는 동안 텍스타일(10)의 저항값을 계속 모니터링 할 수 있지만, 일단 특정 텍스타일에 대해 어느 정도 인장 변형률이 결정된 경우에는 인장 변형하는 동안 저항값을 측정할 필요가 없고 단지 구동기(30)를 구동시켜 고정대(20b)를 임의의 소정 거리만큼 움직이게 하면 된다. 따라서 이 경우에는 계측기(40) 및 더 나아가 표시부(60)가 생략되어도 무방할 것이다.
- [0038] 다시 도2를 참조하면, 단계(S130)에서 텍스타일이 소정 전기 전도도를 갖도록 인장 변형이 되면 그 후 단계(S140)에서 슈퍼 커패시터 형성을 위한 나머지 공정을 수행할 수 있다. 예를 들어 단계(S110-S130)를 통해 CNT 코팅되고 인장 변형된 두 개의 텍스타일 기반의 전극 기관이 마련되면, 이 기관 사이에 전해질을 충전시키고 각 기관에 단자를 연결함으로써 커패시터를 완성할 수 있다.
- [0039] 한편 도4 및 도5는 텍스타일에 인장 변형을 하는 단계(S130)의 전후 모습을 나타낸다. 도4a와 도5a는 인장 변형을 가하기 전의 텍스타일의 사진이고 도4b와 도5b는 인장 변형을 가한 후의 텍스타일의 사진이다.
- [0040] 인장 변형을 가하기 전의 도4a 및 도5a의 텍스타일은 텍스타일간의 텍스타일을 구성하는 섬유간의 간격이 상대적으로 느슨하였지만 인장 변형을 가함으로써 도4b 및 도5b에서와 같이 텍스타일이 인장 방향으로 정렬되면서 섬유간 간격이 가깝게 밀착되고 이에 따라 전기전도도가 향상됨을 알 수 있다.
- [0041] 도6은 제2 실시예에 따라 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터를 제조하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0042] 도2의 제1 실시예에 따른 제조방법과 비교할 때, 도6의 방법은 텍스타일 인장 변형 단계(S230)와 커패시터 형성 단계(S250) 사이에 텍스타일에 금속 산화물을 코팅하는 단계(S240)를 더 포함하는 점에서 차이가 있고 그 외의 단계는 동일 또는 유사함을 알 수 있다.
- [0043] 즉 이 제2 실시예에서, 단계(S230)에서 텍스타일에 인장 변형을 가한 이후 단계(S240)에서 이 텍스타일에 금속 산화물을 추가로 코팅한다. 이와 같이 텍스타일의 인장 변형에 의해 텍스타일의 전기 전도도를 증가시킨 후에 그 위에 금속 산화물을 더 증착함으로써 에너지 밀도가 높아지는 효과를 얻을 수 있다.
- [0044] 이 때 코팅되는 금속 산화물의 종류는 특별히 한정되지 않으며, 예컨대 이산화망간(MnO₂)이 사용될 수 있다. 또한 금속 산화물을 텍스타일에 코팅하는 구체적 방법도 특별히 제한되지 않으며 예를 들어 전기도금법에 의해 금속 산화물을 코팅할 수 있다.
- [0045] 한편 대안적으로, 제2 실시예에서 텍스타일을 인장 변형하는 단계(S230)가 금속 산화물을 코팅하는 단계(S240) 이후에 실행될 수도 있다. 즉 텍스타일을 인장 변형하는 단계(S230)는 CNT 코팅 단계(S220) 및 금속 산화물 코팅 단계(S240) 중 어느 하나의 단계 이후에 수행될 수 있다.
- [0046] 도7은 제3 실시예에 따라 텍스타일 기반의 슈퍼 커패시터를 제조하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0047] 도6의 제2 실시예에 따른 제조방법과 비교할 때, 도7의 방법은 텍스타일에 금속 산화물을 코팅하는 단계(S340)와 커패시터를 형성하는 단계(S360) 사이에 텍스타일에 전도성 폴리머를 코팅하는 단계(S350)를 더 포함하는 점에

서 차이가 있고 그 외의 단계는 동일 또는 유사함을 알 수 있다.

- [0048] 즉 이 제3 실시예에서, 단계(S340)에서 텍스타일에 금속 산화물을 코팅한 후 단계(S350)에서 이 텍스타일에 전도성 폴리머를 추가로 코팅할 수 있다. 이와 같이 텍스타일에 금속 산화물을 코팅한 후 전도성 폴리머를 추가로 코팅함으로써 전기 전도도의 감소를 방지할 수 있다. 즉 MnO₂와 같은 금속 산화물은 전기 전도도가 낮기 때문에 도6의 제2 실시예와 같이 MnO₂만 코팅하게 되면 텍스타일의 전기 전도도가 오히려 낮아지는 경우가 발생할 수 있다. 따라서 제3 실시예에서와 같이 전도성 물질을 텍스타일 위에 추가로 코팅함으로써 이러한 금속 산화물로 인한 전기 전도도의 감소를 방지할 수 있다.
- [0049] 이 때 코팅되는 전도성 폴리머의 종류는 특별히 제한되지 않으나 일 실시예에서 전도성 폴리머로서 폴리피롤(PPy)을 사용할 수 있다.
- [0050] 한편 대안적으로 제3 실시예에서 텍스타일을 인장 변형하는 단계(S330)가 금속 산화물을 코팅하는 단계(S340) 이후 또는 전도성 폴리머를 코팅하는 단계(S350) 이후에 실행될 수도 있다. 즉 텍스타일을 인장 변형하는 단계(S330)는 CNT 코팅 단계(S320), 금속 산화물 코팅 단계(S340), 및 전도성 폴리머 코팅 단계(350) 중 어느 하나의 단계 이후에 실행될 수 있다.
- [0051] 그리고 도면으로 도시하지 않았지만 또 다른 대안적인 실시예로서 텍스타일에 CNT와 전도성 폴리머만을 코팅하고 금속 산화물은 코팅하지 않는 방법도 가능하다. 이 대안적인 실시예의 경우는 도6의 흐름도와 유사하며, 다만 도6의 단계(S240)가 텍스타일에 금속 산화물이 아닌 전도성 폴리머만을 코팅하는 단계로 대체되는 것으로 볼 수 있다. 또한 이 경우, 텍스타일을 인장 변형하는 단계가 텍스타일에 전도성 폴리머를 코팅한 이후 실행될 수도 있음을 이해할 것이다.
- [0052] 도8은 텍스타일 기관의 인장 변형에 따른 전기전도도 측정 결과를 설명하기 위한 그래프이다. 도8은 CNT 코팅을 한 텍스타일을 인장하는 경우의 측정 결과이고, 그래프에서 검은색 실선은 텍스타일을 인장함에 따른 스트레스를 나타내고 빨간색 실선은 텍스타일 인장에 따른 텍스타일의 저항 변화를 나타낸다.
- [0053] 검은색 실선을 통해, 텍스타일에 가하는 인장력을 점차 증가시키면 텍스타일이 받는 스트레스가 점차 증가하다가 어느 인장력 이상에서 텍스타일이 끊어져 버리는 것을 알 수 있다. 그리고 빨간색 실선으로부터, 텍스타일에 가해지는 인장력이 최초로 약간만 증가하여도 텍스타일의 저항값이 상당히 감소하게 되고 그 이후에는 저항의 변동이 심하지 않다는 것을 알 수 있다.
- [0054] 따라서 이와 같이 텍스타일에 대한 인장력 변화에 따른 저항 특성 변화를 고려하여 텍스타일을 어느 소정 범위 내에서 인장 변형할 수 있다. 즉 텍스타일이 끊어지지 않는 범위 내에서 텍스타일의 저항값이 최소가 될 때까지 텍스타일을 인장 변형할 수 있다.
- [0055] 도9는 인장 변형된 텍스타일 기관의 에너지 밀도와 전력 밀도의 증가를 설명하기 위한 도면이다. 도9의 그래프에서 가로축은 전력 밀도를 나타내고 세로축은 에너지 밀도를 나타낸다. 실험을 위해 2종류의 텍스타일, 즉 CNT 코팅과 금속 산화물(MnO₂) 코팅이 된 텍스타일(MCCT), 및 CNT 코팅만 된 텍스타일(CCT)을 사용하였다.
- [0056] 그래프에서 내부가 비어있는 사각형 및 삼각형은 각각 인장 변형이 가해지지 않은 MCCT 및 CCT를 나타내고 내부가 채워진 사각형 및 삼각형은 본 발명에 따라 인장 변형이 가해진 MCCT 및 CCT를 각각 나타낸다.
- [0057] 그래프에서 알 수 있듯이 각 종류의 텍스타일 모두의 경우에서 인장 변형을 가한 경우 전기 전도도가 향상됨으로써 전력 밀도가 증가하였고 또한 에너지 밀도도 증가하는 방향으로 향상되었음을 알 수 있다. 즉 도1과 비교할 때, 본 발명과 같이 텍스타일을 CNT 코팅한 후 인장 변형을 가하는 것만으로도 슈퍼 커패시터에 대해 영역 A 방향으로의 성능특성이 향상됨을 알 수 있다.
- [0058] 상기와 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

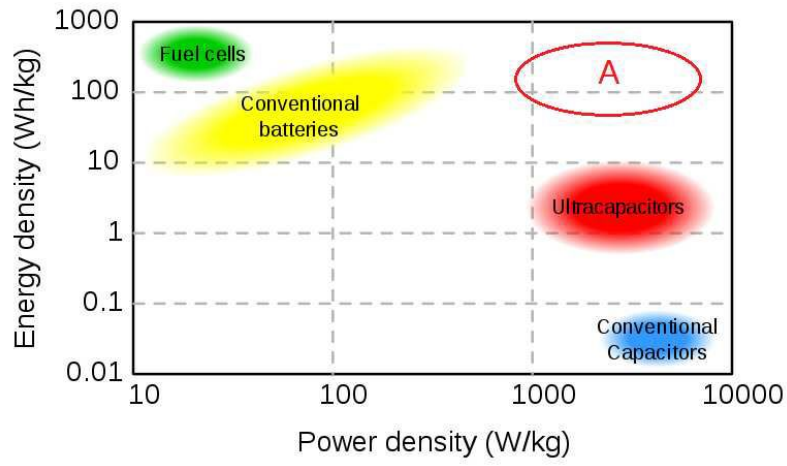
부호의 설명

- [0059] 10: 텍스타일
- 20a, 20b: 고정대

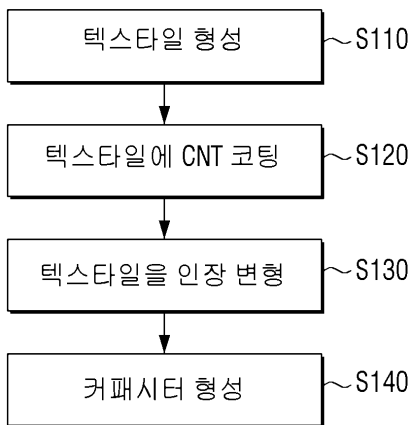
- 30: 구동기
- 40: 계측기
- 50: 컨트롤러
- 60: 표시부

도면

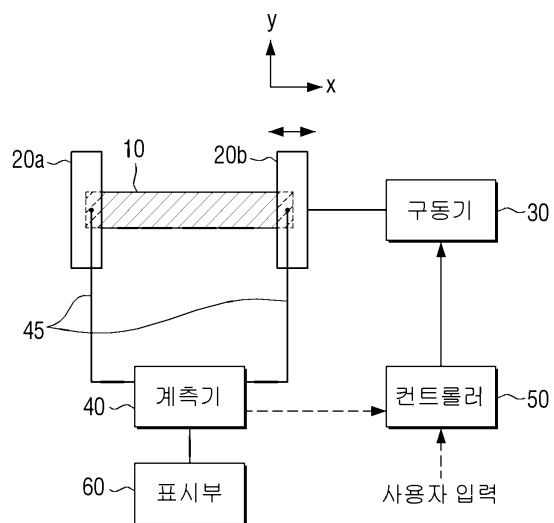
도면1



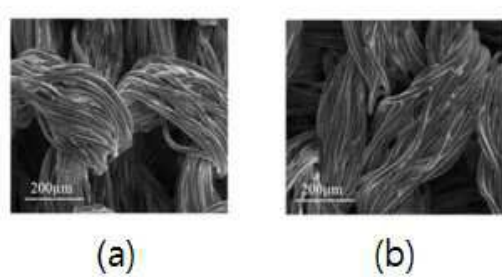
도면2



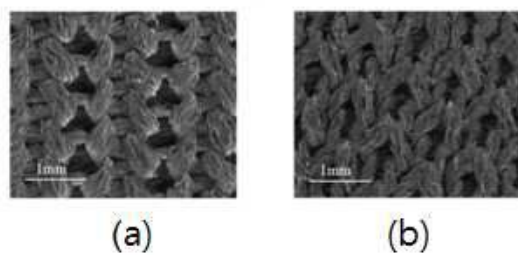
도면3



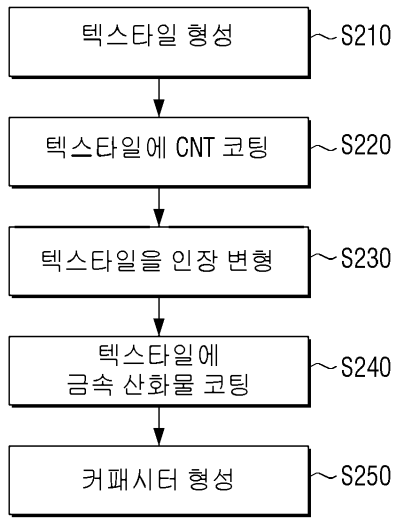
도면4



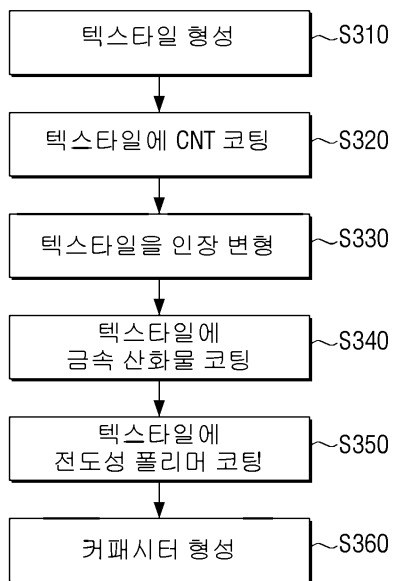
도면5



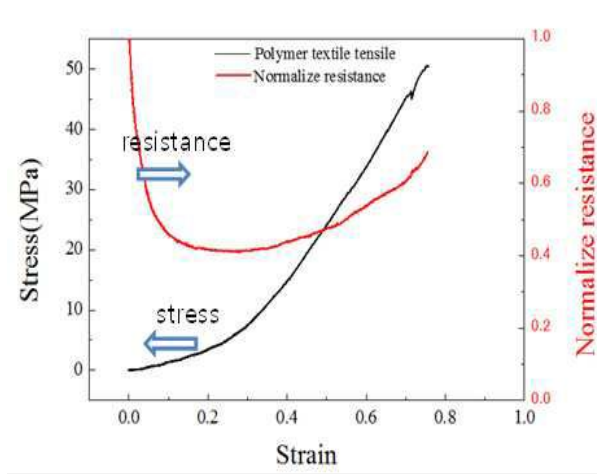
도면6



도면7



도면8



도면9

