



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년12월09일

(11) 등록번호 10-1576316

(24) 등록일자 2015년12월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01G 11/86 (2013.01) H01G 11/38 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2010-7029395

(22) 출원일자(국제) 2009년05월14일

심사청구일자 2013년12월13일

(85) 번역문제출일자 2010년12월28일

(65) 공개번호 10-2011-0016457

(43) 공개일자 2011년02월17일

(86) 국제출원번호 PCT/US2009/003012

(87) 국제공개번호 WO 2009/148493

국제공개일자 2009년12월10일

(30) 우선권주장

12/129,208 2008년05월29일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020040100991 A\*

KR100174280 B1\*

EP00630870 A1

JP2002353074 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

코닝 인코포레이티드

미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트  
플라자

(72) 발명자

가드카리, 키서, 피.

미국, 뉴욕 14870, 페인티드 포스트, 웨스톤 레인  
120

마하, 조세프, 애프.

미국, 뉴욕 14858, 런드레이, 스티븐스 로드 8877

(74) 대리인

청운특허법인

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 김상철

(54) 발명의 명칭 섬유성 폴리머 재료 및 탄소 재료의 혼합물에 기초한 전기 이중 층 디바이스용 전극의 제조방법

**(57) 요약**

본 발명은 섬유성 폴리머 재료 탄소 재료를 접촉시켜 혼합물을 형성하는 단계, 상기 혼합물을 액체와 함께 접촉시켜 슬리리를 형성하는 단계, 및 상기 슬리리를 포함하는 층을 형성하는 단계를 포함하는 방법을 제공한다. 또한, 본 발명은 상기 방법으로부터 형성된 층, 상기 층을 포함하는 전극, 및 상기 층 및/또는 전극을 포함하는 전기 디바이스를 제공한다.

**대 표 도 - 도1**

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

- a) 섬유성 폴리머 재료와 탄소 재료를 어떤 액체의 존재 없이 접촉시켜 탄소 재료가 인탱글된 섬유성 폴리머 재료의 네트워크를 형성하는 단계;
- b) a) 단계에서 형성된 상기 네트워크를 액체와 접촉시켜 슬러리를 형성하는 단계;
- c) 적어도 일부의 상기 슬러리를 제 1 기재상에 증착(depositing)하여 상기 슬러리를 포함하는 층을 형성하도록 하는 단계; 및
- d) 상기 슬러리의 표면 상에 제 2 기재를 위치시키는 단계, 여기에서 제 1 기재 및 제 2 기재는 이들 사이에 위치한 적어도 일부의 상기 슬러리를 덮도록(overlie) 위치시키며, 상기 제 1 기재 및 제 2 기재는 적어도 일부의 액체를 흡수하는 것을 포함하는 이중 층 디바이스용 전극의 제조방법.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

- a) 단계에서 형성된 상기 네트워크는 폴리머 재료의 연결된 네트워크에서 복수의 탄소 입자를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 섬유성 폴리머 재료는 폴리테트라플루오로에틸렌을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 탄소 재료는 카본 블랙, 흑연, 아세틸렌 블랙, 활성탄, 또는 이들의 조합을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 6

삭제

#### 청구항 7

삭제

#### 청구항 8

삭제

#### 청구항 9

삭제

#### 청구항 10

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

삭제

**청구항 14**

삭제

**청구항 15**

삭제

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 출원은 2008년 5월 29일에 출원된 미국 출원 번호 제12/129,208호에 대하여 우선권을 주장하며, 이는 본 명세서에 참조로서 혼입된다.

[0002] 본 발명은 전극(electrodes) 및 전기 이중 층 커패시터(electric double layer capacitor, EDLC)와 같은 그 밖의 전기 디바이스에서의 콤포넌트에 사용하기에 적합한 탄소 및 섬유성 폴리머 조성물의 제조방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 전기 이중 층 커패시터와 같은 고밀도 에너지 저장 디바이스는 중요한 연구 대상이다. 전기 이중 층 커패시터 또는 EDLC는 통상적으로 다공성 세퍼레이터(porous separator), 짐전체, 및 전해액에 의하여 분리된 탄소 전극을 포함하는 일종의 캐在过渡器이다. 전위가 EDLC에 인가되는 경우, 양극의 음이온(anion) 및 음극의 양이온(cation)을 끌어당기기 때문에 이온 전류가 흐른다. 이러한 이온 전류 흐름은 전하(electric charge)를 발생시키고, 이는 각각의 분극화된 전극 및 상기 전해액 사이의 인터페이스(interface)에 저장된다.

[0004] EDLC의 디자인은 관심있는 적용 분야에 따라 달라질 수 있으며, 예를 들면, 스텐다드 젤리 롤 디자인, 프리즘 디자인(prismatic designs), 벌집 디자인(honeycomb designs), 하이브리드 디자인(hybrid designs), 또는 해당 기술 분야에서 알려진 그 밖의 디자인을 포함할 수 있다. EDLC의 에너지 밀도(energy density) 및 비출력

(specific power)은 전극 및 이용되는 전해액을 포함하는 EDLC을 포함하는 콤포넌트의 특성에 영향을 미칠 수 있다. 전극에 대하여, 고표면적 탄소, 탄소 나노튜브, 그 밖의 형태의 탄소, 및 복합 재료는 이러한 디바이스 제조에 통상적으로 이용되어왔다.

[0005] EDLC 전극을 위한 탄소 재료는 전통적으로 집전체 또는 그 밖의 기재(substrate)에 코팅 및/또는 증착(deposit)된다. 안정하고 균일한 분산(dispersion)을 생산하기 위해서, 이러한 탄소 재료는 통상적으로 예를 들면, 폴리비닐이덴 플루오라이드(polyvinylidene fluoride, PVDF)와 같은 바인더와 함께 혼합된다. 예를 들면, 통상의 프로세스에서, 탄소 재료 및 바인더, 예를 들면, PVDF의 슬러리는 흑연 코팅된 알루미늄 집전체에 코팅될 수 있으며, 여기서, 상기 슬러리 코팅은 통상적으로 열 및/또는 진공에 노출되어서 모든 존재하는 액체를 제거한다. PVDF와 같은 바인더 재료의 사용은 오염을 유발하는 전극을 제조하는데 필요한 시간을 증가시키고, 대규모 내부 저항(large internal resistance)을 초래하여 주어진 전극 구조물에 도달하기 위한 성능을 감소시킨다.

[0006] 그러므로, 상기 언급한 문제점 및 그 밖의 전통적인 전기 이중 층 커패시터와 관련된 단점을 해결할 필요성이 있다. 이러한 필요성 및 그 밖의 필요성은 본 발명의 탄소 조성물 및 본 발명의 방법에 의하여 충족된다.

### 발명의 내용

[0007] 본 발명은 전극 및 그 밖의 전기 이중 층 커패시터와 같은 전기 디바이스의 콤포넌트에 사용하기에 적합한 탄소 및 섬유성 폴리머 조성물 제조방법에 관한 것이다. 본 발명은 신규한 탄소 및 섬유성 폴리머 조성물을 사용하여 상기 언급한 문제점들의 적어도 일부를 해결한다.

[0008] 첫 번째 양상에서, 본 발명은 섬유성 폴리머 재료(fibrous polymeric material) 및 탄소 재료를 접촉시켜 혼합물을 형성하는 단계; 상기 형성된 혼합물을 액체와 접촉시켜 슬러리를 형성하는 단계; 및 상기 슬러리를 포함하는 층을 형성하는 단계를 포함하는 방법을 제공한다.

[0009] 두 번째 양상에서, 본 발명은 상기 기술한 바와 같은 방법에서, 상기 섬유성 폴리머 재료는 폴리테트라플루오로에틸렌(polytetrafluoroethylene)을 포함한다.

[0010] 세 번째 양상에서, 본 발명은 상기 기술된 방법에 의하여 제조된 층을 제공한다.

[0011] 네 번째 양상에서, 본 발명은 상기 기술된 방법에 의하여 제조된 층상 조성물을 포함하는 전극 및/또는 디바이스를 제공한다.

[0012] 본 발명의 추가적인 양상 및 이점은 후술하는 상세한 설명 및 어떤 청구항에서 일부로 설명될 것이고, 부분적으로 상세한 설명으로부터 유도되거나 본 발명의 실시를 통하여 배울 수 있을 것이다. 하기 기술된 이점은 주로 첨부된 청구항에서 지적된 요소 및 조합의 수단으로 실현 및 달성될 것이다. 이는 전술한 설명 및 후술할 상세한 설명 모두는 대표적인 예이나 기술된 바와 같이 본 발명을 제한할 의도가 아님을 이해할 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0013] 첨부 도면은 본 명세서에 혼입되고 본 명세서의 일부를 구성하며, 하기 기술된 수 개의 양상을 설명한다. 숫자가 동일한 것은 도면 전체를 통하여 동일한 구성을 나타낸다.

도 1은 본 발명 개시의 다양한 양상에 따라 롤링 후 탄소 및 섬유성 PTFE 재료의 혼합물의 전자 현미경 사진이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명은 후술하는 상세한 설명, 실시예, 및 청구항 및 이들의 이전 및 이후 상세한 설명에서의 기준에 의하여 더욱 쉽게 이해할 수 있을 것이다. 그러나, 본 발명의 조성물, 제품, 디바이스, 및 방법에 대하여 개시 및 기술하기 전에, 본 발명은 특정한 조성물, 제품, 디바이스, 및 방법을 특정화하지 않는 한 다양한 변경이 가능하며, 이에 제한되는 것은 아님을 이해한다. 또한, 본 명세서에서 사용된 용어는 특정한 양상을 설명하기 위한 목적이며, 이에 본 발명을 제한할 의도는 아니다.

[0015] 본 발명의 후술할 설명은 현재 알려진 양상에서 본 발명의 교시를 가능하게 하도록 제공된다. 결과적으로, 당업자는 본 명세서에 기술된 발명의 다양한 양상으로부터 많은 변경을 인식 및 예상할 수 있을 것이다. 또한, 본 발명의 일부의 바람직한 이점은 다른 특성을 이용하지 않고 본 발명의 일부 특징을 선택하여 얻을 수 있음을 명백할 것이다. 따라서, 당업자는 본 발명의 많은 수정 및 적용이 가능하며 어떤 환경에서는 바람직할 수 있으며,

이는 본 발명의 일부를 구성함을 이해할 것이다. 그러므로, 후술할 설명은 본 발명의 원리를 설명하기 위해 제 공되는 것이지 이를 제한하는 것은 아니다.

[0016] 본 발명의 재료, 화합물, 조성물, 및 구성성분이 사용될 수 있거나, 이와 함께 사용될 수 있거나, 이들을 준비하여 사용할 수 있거나 본 발명의 재료, 화합물, 조성물, 및 구성성분은 개시된 방법 및 조성물의 제품일 수 있다. 이들 및 그 밖의 재료는 본 명세서에 개시되고, 이들 재료의 조합, 서브셋(subset), 상호작용, 그룹 등이 개시되며, 각각의 다양한 개별 및 집합 조합의 특정한 참조번호 및 이들 화합물의 순서가 명백하게 기술되지 않는 경우, 각각은 명백하게 고려되고 본 명세서에 기술된다. 그러므로, 일종의 치환기 A, B, 및 C 뿐만 아니라 일종의 치환기 D, E, 및 F 및 조합 양상의 실시예가 개시되는 경우, A-D는 개시되며, 각각은 개별적으로 및 집합적으로 고려된다. 그러므로, 상기 구체예에서, 각각의 A-E, A-F, B-D, B-E, B-F, C-D, C-E, 및 C-F의 조합은 명백하게 고려되고, A, B, 및 C; D, E, 및 F; 및 A-D 조합 실시예를 개시하는 것으로 간주된다. 이와 유사하게, 어떤 서브셋 또는 이들의 조합은 또한 명백하게 고려되고 개시된다. 그러므로, 예를 들면 A-E, B-F, 및 C-E 서브-그룹은 고려되고, A, B, 및 C; D, E, 및 F; 및 A-D 조합 실시예의 개시로부터 개시된 것으로 간주된다. 이러한 개념은 본 명세서에 개시된 모든 양상에 적용되며, 개시된 조성물의 제조 및 사용 방법에서의 조성물 및 단계의 임의의 성분에 제한되지 않는다. 그러므로, 수행될 수 있는 다양한 추가적인 단계가 있는 경우, 이는 각각의 이들 추가적인 단계는 어떤 특정한 양상 또는 개시된 방법의 양상의 조합으로 수행될 수 있고, 각각의 상기 조합은 명백하게 고려되고 개시된 것으로 간주된다.

[0017] 이들 상세한 설명 및 후술한 청구항에서, 기준은 후술하는 의미로 정의되는 다수의 용어일 수 있다.

[0018] 본 명세서에서, 단수 형태는 달리 명백하게 언급되지 않는 한, 복수의미를 포함한다. 그러므로, 예를 들어 기준 "화합물"은 달리 명백하게 언급되지 않는 한, 두 개 이상의 이러한 화합물을 갖는 양상을 포함한다.

[0019] "선택적" 또는 "선택적으로"는 이어서 기술되는 사건 또는 상황이 일어나거나 일어나지 않을 수 있고, 상세한 설명은 사건 또는 상황이 일어나는 경우의 단계 및 일어나지 않는 경우의 단계를 포함한다.

[0020] 범위는 "약" 하나의 특정 값에서부터 및/또는 "약" 또 다른 특정 값으로서 본 명세서에 표현될 수 있다. 이러한 범위로 표현되는 경우, 또 다른 양상은 하나의 특정 값에서부터 및/또는 또 다른 특정 값까지를 포함한다. 이와 유사하게, 앞에 "약"을 사용하여 값이 대략적으로 표현되는 경우, 이는 특정 값이 또 다른 양상을 형성하는 것을 이해할 것이다. 또한, 각각의 범위의 끝점은 또 다른 끝점과 연관하여 및 또 다른 끝점과 독립적으로 모두 중요하다.

[0021] 본 명세서에 사용된 구성성분의 "wt%" 또는 "중량 퍼센트"는 달리 반대로 명백하게 기술되지 않는 한 구성성분을 포함하는 조성물 총 중량에서 구성성분의 중량비를 언급하며, 퍼센티지로 표현된다.

[0022] 본 명세서에서 사용된 전기 이중 층 커패시터 또는 "EDLC"는 수퍼커패시터, 울트라커패시터, 스탠다드 젤리 롤 디자인, 프리즘 디자인, 별집 디자인, 하이브리드 디자인, 또는 당업계에서 알려진 또 다른 디바이스를 포함하는 전하를 저장하기 위하여 배열된 모든 디바이스를 말한다.

[0023] 본 명세서에서 사용된 "혼합" 또는 "혼합하는 단계"는 혼합물을 제공하도록 재료의 접촉을 말한다. 혼합물이 균일하거나 혼합물의 성분들 중 일부가 균일한 방식으로 혼합을 전체에 분배되는 것을 요구하지는 않는다.

[0024] 본 명세서에서 사용된 "파우더"는 복수의 개별 입자를 말한다. 파우더 또는 어떤 주어진 조성물을 이루는 파우더를 형성하는 어떤 하나 이상의 개별 입자가 어떤 특정한 형태일 수 있거나 자유 유동(free flowing)을 요구하지는 않는다.

[0025] 본 명세서에서 사용된 "네트워크"는 적어도 부분적으로 입자를 인탱글(entangle)할 수 있는 간격으로 서로 부착한(attached) 하나 이상의 섬유성 요소를 의미한다. 다양한 양상에서, 네트워크는 예를 들면, 거미 웹(spider web) 또는 콥 웹(cob web)과 동일 및/또는 유사한 웹을 형성할 수 있거나 및/또는 구조물(structure)과 같은 체 형태(mesh)를 가질 수 있다. 네트워크는 어떤 주어진 모양(shape) 또는 형태(form)를 포함하거나, 어떤 하나 이상의 요소가 일정한 간격으로 연결되는 것을 필요로 하지는 않는다.

[0026] 위에서 간단히 소개한 바와 같이, 본 발명은 예를 들면, 전극 및 전기 이중 층 커패시터와 같은 전기 디바이스의 그 밖의 부품에 사용하기에 적합한 탄소 및 섬유성 폴리머 조성물의 제조방법을 제공한다.

[0027] 통상적인 전극의 제조방법은 탄소 재료, 액체, 예를 들면, PVDF와 같은 바인더의 슬러리를 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 슬러리는 상업적으로 구입가능한 흑연 코팅된 알루미늄 집전체상에 코팅될 수 있고, 후속하여 열 및/또는 진공에 노출시켜 액체를 제거할 수 있다. 그 밖의 방법은 PTFE 재료를 소결하기 위하여 예를 들

면, 250°C까지 상당한 열을 필요로 하는 미립자(particulate) PTFE 재료의 사용을 포함하고, 전극 구조물에 대하여 충분한 강도를 제공한다. 이러한 통상적으로 제공되는 전극의 전형적인 고다공성(high porosity) 및 이러한 전극을 제공하기 위하여 필요한 고온은 바람직하지 않으며, 본 명세서에 개시된 조성물 및 방법과 비교하여 더욱 낮은 에너지 밀도를 초래할 수 있다. 이에 더하여, 접착제는 전통적으로 전극 데이프(electrode tape)와 접전체를 결합하여 이용된다. 이러한 접착제는 전극 구조물(electrode structure)내에서 높은 내부 저항을 초래할 수 있다. 그 밖의 통상적인 방법은 미립자 PTFE 및 탄소의 건조 혼합물을 피브릴라이징(fibrilize)하기 위한 기술의 사용을 포함하나, 이를 방법은 전극과 접전체를 접착시키기 위해서 고온을 필요로 하는 응집된 입자 및 비-균일(non-uniform) 전극을 생산할 수 있다.

[0028] 본 명세서에 개시된 다양한 양상의 방법은 섬유성 폴리머 재료 및 탄소 재료를 접촉시켜 혼합물을 형성하는 단계, 상기 혼합물을 액체와 접촉시켜 슬러리를 형성하는 단계, 및 그 다음 상기 슬러리를 포함하는 층을 형성하는 단계를 포함한다. 또한, 그 밖의 변형 및 선택적인 단계가 본 명세서에 기술된 바와 같이 특정한 성분에 따라 달라지는 방법이 혼입되며, 최종 물질의 의도된 적용에도 포함할 수 있다. 본 명세서에 기술된 방법에서 섬유성 폴리머 재료의 사용은 인탱글된 매스(entangled mass)의 탄소를 제공하며, 예를 들면, 전극 구조체, 그 밖의 바인더 재료 없이 및/또는 핸들링 및/또는 성능 문제를 초래하지 않을 수 있는 공정 단계에서 사용하기에 적합하다.

[0029] 본 발명의 섬유성 폴리머 재료는 본 명세서에 기술된 방법에 의하여 사용하기에 적합한 모든 섬유성 폴리머 재료일 수 있다. 일 양상에서, 상기 섬유성 폴리머 재료는 탄소 재료와 접촉시 네트워크를 형성할 수 있다.

[0030] 일 양상에서, 상기 섬유성 폴리머 재료는 복수의 개별 섬유 및/또는 다발의 섬유를 포함할 수 있다. 또 다른 양상에서, 적어도 일부분의 복수의 개별 섬유는 약 1보다 큰 종횡비(aspect ratio)를 가진다. 또 다른 양상에서, 상당한 부분, 예를 들면, 약 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 95, 또는 99 wt.%의 섬유는 약 1보다 큰 종횡비를 가진다. 또 다른 양상에서, 모든 하나 이상의 개별 섬유의 종횡비는 약 1, 2, 4, 5, 8, 10, 20, 30, 50 이상 보다 클 수 있다. 이론을 준수하는 것을 원하지 않으나, 이는 예를 들면, 약 1보다 큰 높은 종횡비를 갖는 섬유는 예를 들면, 탄소 재료와 접촉(예를 들면, 밀링(milled)되는 경우 얹힘(entanglements)을 형성할 수 있다. 이와 대조적으로, 약 1 보다 큰 종횡비를 가지지 않는 섬유는 얹힘 없이 자유 유동성 매스(free flowing mass)를 형성할 수 있다. 또 다른 양상에서, 상기 섬유성 폴리머 재료는 네트워크 및/또는 웹(web)을 형성하도록 상호 연결 및/또는 인탱글(entangled)된 복수의 이의 개별적 부분을 갖는 폴리머 재료를 포함할 수 있다. 섬유성 폴리머 재료는 별개 및/또는 분리된 개별 섬유를 포함할 필요는 없으나, 적어도 일부분의 섬유성 폴리머 재료는 번들(bundled)될 수 있다.

[0031] 일 양상에서, 본 발명의 상기 섬유성 폴리머 재료는 응집 및/또는 덩어리의 폴리머 재료가 없거나 실질적으로 없다. 또 다른 양상에서, 적어도 일부분의 상기 섬유성 폴리머 재료는 응집 및/또는 덩어리의 폴리머 재료가 없거나 실질적으로 없다.

[0032] 본 발명의 상기 섬유성 폴리머 재료는 예를 들면, 전극에서 사용하기에 적합한 모든 폴리머 재료를 포함할 수 있다. 일 양상에서, 상기 섬유성 폴리머 재료는 폴리테트라플루오로에틸렌 (PTFE)을 포함한다. 특정한 양상에서, 상기 섬유성 폴리머 재료는 E. I. du Pont de Nemours 및 Company (예컨대, DuPont Fluoroproducts, Wilmington, Delaware, USA)로부터 입수가능한 TEFLON®613A를 포함한다. 또 다른 양상에서, 상기 섬유성 폴리머 재료는 그 밖의 폴리머 재료를 포함할 수 있다. 또 다른 양상에서, 상기 섬유성 폴리머 재료는 선택적으로 예를 들면, 바인더, 가공보조제, 무기질 필러(inorganic filler), 코팅제, 또는 이들의 조합과 같은 그 밖의 성분을 조성물에 포함할 수 있다.

[0033] 본 발명의 섬유성 폴리머 재료는 최종 조성물의 의도한 적용 및 이용되는 특정한 콤포넌트(specific components)에 따라 모든 적당한 함량으로 존재할 수 있다. 일 양상에서, 존재하는 섬유성 폴리머 재료의 함량은 적어도 일부분의 탄소 재료와 함께 네트워크 및/또는 얹힘을 형성하기 충분하다. 또 다른 양상에서, 존재하는 섬유성 폴리머 재료 함량은 모든 또는 실질적으로 모든 탄소 재료를 구비한 네트워크(network) 및/또는 얹힘을 형성하기에 충분하다. 이는 밀도, 종횡비, 및 모든 하나 이상의 탄소 입자의 크기는 변경될 수 있고, 적어도 부분적으로 탄소 재료와 인탱글하기 위하여 요구되는 섬유성 폴리머 재료의 함량이 변경될 수 있다.

[0034] 다양한 양상에서, 상기 섬유성 폴리머 재료는 약 2 내지 약 50 wt.%, 예를 들면, 약 2, 3, 4, 5, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 또는 50 wt.%의 탄소 및 섬유성 폴리머 조성물을 포함할 수 있다. 또 다른 양상에서, 상기 섬유성 폴리머 재료는 약 2 wt.% 미만 또는 약 50 wt.% 초과의 탄소 및 섬유성 폴리머 조성물을 포함할 수 있다. 또 다른 양상에서, 탄소 대 섬유성 폴리머 재료의 비는 약 20:1 내지 약 1:20, 예를 들면, 약 20:1,

18:1, 15:1, 12:1, 9:1, 6:1, 3:1, 1:1, 1:3, 1:6, 1:9, 1:12, 1:15, 1:18, 또는 1:20; 또는 약 12:1 내지 약 6:1, 예를 들면, 약 12:1, 11:1, 10:1, 9:1, 8:1, 7:1, 또는 6:1일 수 있다. 또 다른 양상에서, 탄소 대 섬유성 폴리머 재료의 비는 약 20:1 초과 또는 약 1:20 미만일 수 있으며, 본 발명에서는 섬유성 폴리머 재료의 어떤 특정한 비 또는 농도로 이를 제한할 의도는 아니다.

[0035] 섬유성 폴리머 재료는 상업적으로 구입가능하며, 본 명세서에 개시된 방법에서 사용하기에 적당한 섬유성 폴리머 재료를 용이하게 당업자로부터 선택할 수 있다.

[0036] 본 명세서에 개시된 탄소 재료는 예를 들면, 전극에서 사용할 수 있는 적당한 모든 탄소 재료를 포함할 수 있다. 다양한 양상에서, 탄소 재료는 카본 블랙, 아세틸렌 블랙, 활성탄, 흑연질 재료, 비정질 탄소(amorphous carbon), 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 일 양상에서, 상기 탄소 재료는 활성탄 및/또는 예를 들면, 90:10 또는 80:20 비로 활성탄과 카본 블랙의 혼합물을 포함한다. 또 다른 양상에서, 상기 탄소 재료는 비정질 탄소를 포함한다. 또 다른 양상에서, 상기 탄소 재료는 적어도 최소한 전기적으로 전도성 있는 모든 하나 이상의 탄소 재료를 포함한다. 또 다른 양상에서, 상기 탄소 재료는 예를 들면, 첨가제, 바인더, 개질제, 코팅제, 가공보조제, 또는 이들의 조합과 같은 그 밖의 성분을 포함할 수 있다.

[0037] 본 발명의 탄소 재료는 최종 조성물의 의도한 적용에서 사용하기 위한 모든 적당한 형태 및/또는 물풀로지를 포함할 수 있다. 탄소 재료 또는 이들의 일부가 파우더를 포함하는 경우, 상기 파우더는 자유 유동(free flowing)하거나 어떤 특정한 벌크 특성(bulk property)을 나타낼 필요는 없다. 또 다른 양상에서, 어떤 하나 이상의 개별적 부분 및/또는 탄소 재료의 입자는 본 발명의 방법에서 사용하기에 적합한 어떤 종횡비를 가질 수 있다. 특정한 양상에서, 탄소 재료 또는 적어도 이들의 일부는 접촉 후 섬유성 폴리머 재료에서 적어도 부분적으로 인탱글되기에 적합한 종횡비를 가진다. 다양한 양상에서, 탄소 재료 또는 이들의 일부는 약 0.1  $\mu\text{m}$  내지 약 100  $\mu\text{m}$ , 예를 들면, 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 또는 100  $\mu\text{m}$ ; 또는 약 1  $\mu\text{m}$  내지 약 50  $\mu\text{m}$ , 예를 들면, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 또는 50  $\mu\text{m}$ 의 입자 크기 및/또는 평균 입자 크기일 수 있다. 또 다른 양상에서, 탄소 재료 또는 이들의 일부는 약 0.1  $\mu\text{m}$  미만 또는 약 100  $\mu\text{m}$  초과의 입자 크기 및/또는 평균 입자 크기일 수 있으며, 본 발명은 어떤 특정한 크기 및/또는 평균 크기를 한정할 의도는 아니다.

[0038] 본 발명의 탄소 재료는 최종 조성물의 의도한 적용 및 이용된 특정한 콤포넌트에 따라 달라지는 어떤 적당한 함량으로 존재할 수 있다. 일 양상에서, 존재하는 탄소 재료의 함량은 인탱글할 수 있거나 접촉 후 섬유성 폴리머 재료에서 적어도 부분적으로 인탱글할 수 있는 함량이다. 다양한 양상에서, 탄소 재료는 약 2 내지 약 50 wt.%, 예를 들면, 약 2, 3, 4, 5, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 또는 50 wt.%의 탄소 및 섬유성 폴리머 조성물을 포함할 수 있다. 또 다른 양상에서, 섬유성 폴리머 재료는 약 2 wt.% 미만 또는 약 50 wt.% 초과의 탄소 및 섬유성 폴리머 조성물을 포함할 수 있다. 또 다른 양상에서, 탄소 대 섬유성 폴리머 재료의 비는 약 20:1 내지 약 1:20, 예를 들면, 약 20:1, 18:1, 15:1, 12:1, 9:1, 6:1, 3:1, 1:1, 1:3, 1:6, 1:9, 1:12, 1:15, 1:18, 또는 1:20; 또는 약 12:1 내지 약 6:1, 예를 들면, 약 12:1, 11:1, 10:1, 9:1, 8:1, 7:1, 또는 6:1일 수 있다. 또 다른 양상에서, 탄소 대 섬유성 폴리머 재료의 비는 약 20:1 초과 또는 약 1:20 미만일 수 있으며, 본 명세서에서 개시된 탄소 재료의 어떤 특정한 비 또는 농도로 한정할 의도는 아니다.

[0039] 탄소 재료는 상업적으로 구입할 수 있고, 당업자가 본 명세서에 개시된 방법에서 사용할 수 있는 적당한 탄소 재료를 용이하게 선택할 수 있다.

[0040] 본 명세서에 개시된 다양한 방법의 첫 번째 단계에서, 탄소 재료 및 섬유성 폴리머 재료는 접촉된다. 일 양상에서, 적어도 일부분의 탄소 재료 및 적어도 일부분의 섬유성 폴리머 재료는 혼합된다. 또 다른 양상에서, 모든 또는 실질적으로 모든 각각의 탄소 재료 및 섬유성 폴리머 재료는 혼합된다. 다양한 양상에서, 수행할 수 있다면, 혼합 단계는 의도한 적용에 적합한 특성을 갖는 탄소 및 섬유성 폴리머 조성물을 제공하기 위하여 필요한 모든 혼합 정도를 포함한다. 특정한 양상에서, 탄소 재료 및 섬유성 폴리머 재료는 예를 들면, 일정 시간 동안 볼 밀서(ball mixer)에서 혼합되어서 섬유성 폴리머 재료에서 적어도 일부분의 탄소 재료를 인탱글한다. 다양한 특정 양상에서, 수행되는 경우, 혼합 단계의 시간이 변화할 수 있으며, 예를 들면, 약 10 초 내지 약 2 시간의 범주일 수 있다. 또 다른 양상에서, 수행되는 경우, 혼합 단계의 시간은 약 10초 미만 또는 약 2 시간 초과일 수 있으며, 이는 최종 조성물의 의도한 적용 및 이용되는 특정한 콤포넌트에 따라 달라진다. 이와 유사하게, 일종의 혼합 및 여기에 인가되는 힘, 예를 들면, 전단력(shear force)은 변경할 수 있다. 일 양상에서, 탄소 재료 및 섬유성 폴리머 재료는 볼밀(ball mill)에서, 예를 들면, 마노 매질(agate media)와 함께 약 10 내지 약

1,000 rpm, 예를 들면, 약 10, 20, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 700, 900, 또는 1,000 rpm.; 약 200 내지 약 500 rpm, 예를 들면, 약 200, 250, 300, 350, 400, 450, 또는 500 rpm; 또는 약 300 내지 약 400 rpm, 예를 들면, 약 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390, 또는 400 rpm으로 혼합될 수 있다.

[0041]

일 양상에서, 탄소 재료 및 섬유성 폴리머 재료를 접촉시키는 단계는 어떤 액체의 존재 없이 수행된다. 또 다른 양상에서, 탄소 재료 및 섬유성 폴리머 재료 중 적어도 하나는 접촉하는 경우 건조 또는 실질적으로 건조된다. 또 다른 양상에서, 탄소 재료 및 섬유성 폴리머 재료 모두는 접촉하는 경우 건조 또는 실질적으로 건조되며, 상기 접촉 단계는 액체를 추가함이 없이 수행된다.

[0042]

또 다른 접촉 및/또는 혼합 기술, 예를 들면, 교반, 밀링, 볼 밀링, 및 매질 밀 분산(media mill dispersion)은 이에 더하여 이용될 수 있거나 대신에 임의의 특정한 접촉 및/또는 본 명세서에 개시된 혼합 기술을 이용할 수 있다.

[0043]

접촉 후, 적어도 일부분의 탄소 재료는 적어도 일부분의 섬유성 폴리머 재료에서 인탱글될 수 있다. 일 양상에서, 이러한 얹힘은 네트워크를 형성할 수 있다. 또 다른 양상에서, 적어도 상당한 부분의 탄소 재료는 예를 들면, 조성물의 핸들링 동안 자유 유동되지 않도록 섬유성 폴리머 재료의 네트워크안에 인탱글된다.

[0044]

본 발명의 방법의 두 번째 단계는 다양한 양상에서, 액체와 탄소 재료 및 섬유성 폴리머 재료의 혼합물을 접촉시키는 단계를 포함한다. 상기 액체는 본 명세서에서 기술된 방법에 사용되기에 적합한 모든 액체일 수 있다. 일 양상에서, 상기 액체는 극성 분산 매질, 비-극성 분산 매질, 또는 이들의 조합을 포함한다. 또 다른 양상에서, 상기 액체는 예를 들면, 증발에 의해서 혼합물로부터 모두 또는 적어도 이들의 일부를 손쉽게 제거할 수 있는 증기압 및/또는 끓는 점을 가진다. 특정한 양상에서, 상기 액체는 이소프로판올을 포함한다. 또 다른 양상에서, 상기 액체는 이소프로판올 및 물을 포함한다.

[0045]

탄소 및 섬유성 폴리머 재료의 혼합물과 접촉하는 액체의 함량은 특정한 콤포넌트 및 이의 특성(예컨대, 탄소 재료의 표면적), 화학적 호환성(chemical compatibility), 원하는 분산 수준, 및 최종 조성물의 의도한 적용과 같은 요소에 따라 달라질 수 있다. 일 양상에서, 상기 액체의 함량은 약 10:1 내지 약 1:10의 고체 대 액체, 예를 들면, 약 10:1, 9:1, 8:1, 7:1, 6:1, 5:1, 4:1, 3:1, 2:1, 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6, 1:7, 1:8, 1:9 또는 1:10; 또는 약 1:2 내지 약 1:4, 예를 들면, 약 1:2, 1:3, 또는 1:4의 중량비로 존재한다. 특정한 양상에서, 상기 존재하는 액체의 함량은 약 1:3 중량비로 고체 대 액체를 포함한다.

[0046]

일 양상에서, 액체 및 탄소와 섬유성 폴리머 재료의 혼합물은 선택적으로 일정 시간 동안 예를 들면, 볼 밀링과 같은 추가적인 혼합 단계가 수반될 수 있다. 일 양상에서, 이론을 준수할 것을 바라지는 않으나, 탄소 및 섬유성 폴리머 재료의 혼합물에 액체, 예를 들면 이소프로판올의 첨가는 탄소 재료 및 섬유성 폴리머 재료의 분산을 보조할 수 있다. 다양한 양상에서, 탄소 및 섬유성 폴리머 재료의 혼합물에 액체를 첨가하는 것은 높은 수준의 분산을 제공하거나 및/또는 액체안에 탄소 및 섬유성 폴리머 재료의 균일 또는 실질적으로 균일한 분산을 제공한다.

[0047]

액체와 접촉시킨 후, 탄소, 섬유성 폴리머 재료, 및 액체의 최종 혼합물은 층에서 형성될 수 있다. 이러한 최종 혼합물의 층은 어떤 적당한 두께 및/또는 의도한 적용을 위한 기하학적 배열을 포함할 수 있다. 일 양상에서, 층은 최종 조성물의 형성과 같은 리본을 포함할 수 있다.

[0048]

최종 혼합물의 층을 형성하는 메카니즘은 의도된 적용에 따라 달라질 수 있다. 일 양상에서, 최종 혼합물은 가공성형(extrude)될 수 있다. 또 다른 양상에서, 최종 혼합물은 기계적 수단 및/또는 자동화 수단에 의해 스프레드(spread)될 수 있다. 일 양상에서, 층 또는 적어도 이들의 일부는 균일 또는 실질적으로 균일한 두께, 폭 및 조성을 포함할 수 있다. 또 다른 양상에서, 층 또는 적어도 이들의 일부 층은 적어도 두께, 폭, 조성 또는 이들의 조합 중 하나의 구배를 포함할 수 있다. 또 다른 양상에서, 두께, 폭 및/또는 조성 중 적어도 하나는 예를 들면, 임의로 어떤 일부분의 층에 걸쳐서 변경될 수 있다.

[0049]

최종 혼합물의 층을 형성시키는 단계는 선택적으로 기재상에 상기 최종 혼합물의 적어도 일부분을 충착하는 단계를 포함한다. 사용하는 경우, 기재는 의도한 적용에서 사용하기에 적합한 어떤 재료 및 디멘션(dimension)을 포함할 수 있다. 특정한 양상에서, 기재는 예를 들면, 페이퍼 테이프(paper tape)와 같은 다공성 매질(porous medium)을 포함한다. 또 다른 양상에서, 기재는 최종 혼합물로부터 적어도 일부분의 액체를 흡수할 수 있다. 또 다른 양상에서, 기재는 최종 혼합물로부터 모든 또는 실질적으로 모든 액체를 흡수할 수 있다.

[0050]

일 양상에서, 일부분의 최종 혼합물은 기재의 일부분에 분산(spread) 될 수 있다. 또 다른 양상에서, 동일 또는 상이한 조성 및 디멘션을 포함하는 두 번째 기재는 상기 기재와 접촉하지 않은 분산된(spread) 혼합물의 표면에

배치될 수 있다. 이러한 양상에서, 상기 기재 및 두 번째 기재는 이들 사이에 배치된 분산된(spread) 혼합물의 일부분을 적어도 부분적으로 덮도록(overlying registration) 배치될 수 있다.

[0051] 상기 기재 및 선택적으로 두 번째 기재상에 최종 혼합물의 일부분을 증착한 후, 상기 적층된 조성물을 선택적으로 압력을 가하거나 및/또는 예를 들면, 롤러와 같은 기계적 처리를 할 수 있어 이들의 적어도 하나의 물리적 특성을 주거나 또는 조절할 수 있다. 일 양상에서, 기계적 롤러는 균일한 두께를 갖는 적층된 조성물을 형성하는데 이용될 수 있다. 일 양상에서, 적층된 구조물의 두께는 최대 약 12 밀리리터(mils), 예를 들면, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 또는 12 밀리리터일 수 있다. 특정한 양상에서, 기계적 롤러는 약 5 밀리리터의 두께를 갖는 적층된 구조물을 형성하는데 사용될 수 있다. 적층된 구조물의 어떤 일부분의 특정한 두께는 바람직한 적용에 따라 달라질 수 있으며, 본 명세서에서는 어떤 특정한 두께로 한정할 의도는 아니다. 또 다른 양상에서, 수행되는 경우 프레싱 및/또는 기계적 처리 단계는 상기 기재 및 선택적으로 두 번째 기재에 탄소 및 섬유성 폴리머 재료층으로부터 액체의 흡수를 보조할 수 있다. 대표적인 롤링된 탄소 및 섬유성 PTFE 폴리머의 혼합물을 도 1에서 전자 현미경 사진으로 나타낸다.

[0052] 또 다른 양상에서, 적어도 하나의 집전체는 상기 적층된 구조물의 일부분을 이용 및 형성할 수 있다. 특정한 양상에서, 집전체는 최종 혼합물의 적어도 일부분과 접촉하여 배치될 수 있다. 사용되는 경우, 집전체는 어떤 적당한 재료를 포함할 수 있다. 일 양상에서, 집전체는 알루미늄을 포함한다. 또 다른 양상에서, 집전체는 흑연 코팅된 알루미늄 재료를 포함한다. 집전체 및 집전체 재료는 상업적으로 구입가능하고 당업자가 적당한 집전체 및/또는 집전체 재료를 용이하게 선택할 수 있다.

[0053] 특정한 양상에서, 기재 및 두 번째 기재 모두는 페이퍼이며, 이는 상기 기재 및 예를 들면, 집전체에 롤링될 수 있는 두 번째 기재 사이에 혼합물이 증착 및/또는 배치되도록 하기 위하여 후에 제거될 수 있다. 또 다른 특정한 양상에서, 적어도 하나의 기재 또는 두 번째 기재는 페이퍼 및 집전체의 남아있는 기재일 수 있다. 또 다른 특정한 양상에서, 적어도 하나의 기재 또는 두 번째 기재는 페이퍼 및 세파레이터의 남아있는 기재일 수 있다. 이는 존재하는 경우 기재 및/또는 두 번째 기재에 대한 기준은 호환성있게 이용될 수 있고, 예를 들면, 기재에 증착하는 단계, 예를 들면, 두 번째 기재에 증착하는 단계를 포함할 수 있으며, 어떤 특정한 방법 단계를 이용할 수 있다.

[0054] 또 다른 양상에서, 집전체를 포함하는 적층된 구조물은 선택적으로 예를 들면, 탄소 및 섬유성 폴리머 재료 전극과 하나 이상의 집전체 사이에 접착력을 생성 및/또는 향상시키기 위하여 롤링 처리가 수반될 수 있다.

[0055] 본 발명의 탄소 및 섬유성 폴리머 재료로부터 제조된 전극은 통상적으로 제조된 전극보다 예를 들면, 운전 조건 하에서 보다 안정적인 열 및 기계적 특성을 나타낼 수 있다. 또 다른 양상에서, 본 발명에 개시된 다양한 방법에 따라 제조된 전극이 전기 디바이스에 사용되는 경우 하나 이상의 성능 이점을 제공할 수 있다. 또한, 본 명세서에 기술된 방법은 통상적인 제조방법에 비하여 예를 들면, 향상된 분산의 탄소, 균일 또는 실질적으로 균일한 전극 구조체, 효과적인 이용의 탄소, 전극에 대한 낮은 내부 및 접촉 저항, PTFE 입자를 소결하기 위하여 조성물에 열을 가할 필요가 없는 점, 전극 재료와 집접체간의 우수한 접착성, 또는 이들의 조합과 같은 하나 이상의 이점을 제공할 수 있다.

[0056] 본 발명의 방법에 따라 제조된 전극은 예를 들면, 전기 이중 층 커패시터와 같은 어떤 적당한 전기 디바이스에 이용할 수 있다. 본 명세서에 기술된 바와 같이 제조된 전극은 향상된 에너지 밀도 및 비출력으로 EDLC에 혼입될 수 있다. 이전에 기술된 바와 같이, EDLC는 예를 들면, 스탠다드 젤리 블리자인, 프리즘 블리자인, 꿀벌 블리자인, 하이브리드 (예컨대, 하나의 전극은 탄소이고, 나머지 전극은 금속 산화물, 전도성 폴리머 또는 그 외 재료와 같은 유사 캐apasitance 재료(pseudo capacitance material)임), 수퍼캐apasitance, 울트라캐apasitance 또는 해당 기술 분야에서 알려진 그 밖의 블리자인을 포함하는 전하(charge)를 저장하도록 배열된 모든 디바이스를 포함할 수 있다. 더욱이, 본 명세서에 기술된 탄소 재료를 이용하는 EDLC는 모든 다양한 전통적인 프로세스를 통하여 구성될 수 있다. 선택적으로, 상기 전극은 선택적으로 전해액에 함침될 수 있다. 상기 전해액은 i) 염(즉,  $\text{Me}_3\text{EtN}^+$ ,  $\text{MeEt}_3\text{N}^+$ ,  $\text{EtN}^-$ ,  $\text{BF}_4^-$ ,  $\text{PF}_6^-$ ) 또는 유기 액체 (즉, 아세토나이트릴(Acetonitrile, AN), 프로필렌 카보네이트(Propylene Carbonate, PC))에 용해되는 해당 기술 분야에서 알려진 그 밖의 염 ii) 수용액내의 염(즉, KOH 또는  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 와 같은 무기산) 또는 iii) 이온성 액체 (즉, TEA-TFB) 및 해당 기술 분야에서 알려진 그 밖의 전해액(electrolyte)을 포함할 수 있다. 상기 전극은 두 개의 금속성 집전체와 접촉하고 이들 사이일 수 있다. 유동액 또는 압축성(compressible) 전해액의 경우, 전해액에 의해 투과성 세파레이터 또는 스페이서(spacer)는 쇼팅(shorting)을 방지하기 위하여 전극 사이에 삽입될 수 있다.

[0057] 하기 실시예에서 나타낸 바와 같이, 본 명세서에서 고려한 방법에 따라 제조된 탄소 재료를 포함하는 전극으로 접합된 EDLC는 적어도 약 9Wh/l 및 예를 들면, 약 14-16 Wh/l 이상의 범주만큼 높은 에너지 밀도를 갖는 EDLC를 초래할 수 있다. 또한, 이러한 EDLC는 약 3,000 W/kg 초과의 비출력을 가질 수 있으며, 7,000 W/kg을 초과할 수도 있다.

[0058] 비록 본 발명의 수 개의 양상이 상세한 설명에 기술되어 있을지라도, 본 발명은 기술된 양상으로 한정되는 것은 아니며, 후술하는 청구항에 설명 및 정의된 바와 같이 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 수많은 재배열, 변경, 및 대체가 가능하다.

### 실시예

[0060] 본 발명의 원리를 보다 구체적으로 설명하기 위하여, 후술하는 실시예는 어떻게 본 명세서에 개시된 조성물, 제품, 디바이스 및 방법이 만들어지고 평가되는지 당업자에게 충분히 설명 및 개시하기 위하여 제시한다. 순전히 우리는 본 발명의 예시하기 위한 의도이며, 이에 본 발명의 범위를 한정하려는 것은 아니다. 우리의 노력은 수치(예컨대, 힘량, 온도, 등)에 관한 정확성을 확인하나, 일부 애러 및 이탈이 있을 수 있다. 달리 나타내지 않는 한, 온도는 °C 또는 주위온도이며, 압력은 대기압 또는 대기압 부근이다. 프로덕트 질 및 성능을 최적화하기 위하여 사용될 수 있는 프로세스 조건의 수 많은 변경 및 조합이 있다. 단지 합당하고 통상의 실험이 이들 프로세스 조건을 최적화하기 위하여 요구될 것이다.

#### 실시예 1 - 적층 구조물의 제조

[0062] 첫 번째 실시예에서, 본 발명에서 개시된 바에 따라 PTFE 재료 탄소 재료로부터 적층 구조물을 제조하였다. 상기 탄소 재료는 미국 공개 특허 제2008/0024954호에서 개시된 방법에 따라 제조할 수 있으며, 이는 참조로서 온전히 및 구체적으로 탄소 재료 및 이를 제조하는 방법이 개시된 것에 의하여 본 명세서에 혼입된다. PTFE 고종횡비 재료 탄소 재료는 9:1 비(탄소:PTFE)로 혼합한 후, PTFE 재료에 탄소 입자를 기계적으로 혼입하도록 약 10 분 동안 약 340 rpm으로 마노 매질로 밀링되었다. 후속하여 이소프로판 알코올을 혼합물에 첨가하여 약 1:3의 고체 대 액체 부분을 수득하였다. 그 후, 다시 두꺼운 페이스트를 얻기 위해서 약 10 분 동안 약 340 rpm으로 다시 밀링하였다. 그 후, 상기 페이스트를 페이퍼 기재에 스프레드하였고, 또 다른 페이퍼 기재으로 덮었다. 그 후, 상기 페이퍼 및 페이스트 조성물은 기계적인 롤러로 롤링하였다. 부분적으로 이소프로판올을 페이퍼에 흡수 시켰고, 얇은 테이프를 수득하였다. 상기 테이프는 5 밀리 두께 아래로 감소시키고 두께를 조절하기 위하여 롤러 사이에서 수회 롤링하였다. 두 개의 이러한 테이프가 제조되었고, 상업적으로 입수 가능한 흑연으로 코팅된 (Intellicoat) 알루미늄 집전체가 두 개의 테이프 사이에 위치되었고, 상기 어셈블리를 전극 테이프 및 집전체 사이에 접착력을 형성하기 위하여 두 개의 롤러 사이에서 롤링하였다. 이렇게 형성된 전극은 우수한 균일성 및 상기 테이프와 집전체의 우수한 접착성을 나타냈다. 상기 테이프와 집전체의 우수한 접착성은 5일 동안 아세토나이트릴에서 TETA-TFB의 전해액에서 전극 테이프를 담지시켜 확인하였다. 상기 담지 시험은 집전체를 형성하는 테이프의 박리 또는 테이프를 형성하는 탄소 입자의 분리를 초래하지 않았다. 상기 테이프와 집전체 사이의 결합은 강하게 남아있었다.

[0063] 이러한 전극으로부터, 버튼 셀 샘플(button cell samples)은 전극의 성능을 평가하기 위하여 에너지 밀도 및 ESR을 측정하기 위하여 제조되었다. 수득한 에너지 밀도는 17 Wh/l이었고, ESR은 0.8 ohms이었다. 이들 성능 수치는 전극이 잘 작동됨을 나타낸다.

#### 실시예 2 - 적층 구조물의 대안적인 제조

[0065] 두 번째 실시예에서, 대안적인 제조 방법은 적층 구조물을 제조하는 것이 이용되었다. 액체 매질(liquid medium)을 2:1 중량비의 이소프로판올 대 중류수를 이용하는 것을 제외하고 적층 구조물을 제조하기 위하여 실시예 1에 기술된 방법을 이용하였다. 또한, 이러한 방법은 잘 수행되었고 실시예 1에서의 전극과 같이 실시하였다. 에너지 밀도 및 ESR 물성은 각각 16.5 Wh/l 및 1ohm이었고, 우수한 성능을 나타내었다.

#### 실시예 3 - 적층 구조물의 두 번째 대안적인 제조

[0066] 세 번째 실시예에서, 대안적인 제조 방법은 적층 구조물을 제조하는 것이 이용되었다. 8:1 비로 활성 탄소 재료 및 카본 블랙을 함유한 솔리드를 제외하고 적층 구조물을 제조하기 위하여 실시예 1에서 기술된 방법을 이용하였다. 상기 활성 탄소 재료는 미국 공개 특허 제2008/0024954호에 기술된 방법에 따라 제조될 수 있으며, 이는 본 명세서에 참조로서 온전히 및 구체적으로 탄소 재료 및 이의 제조방법을 개시할 목적으로 혼입된다. PTFE는 다시 8:1:1의 비로 탄소:카본 블랙:PTFE를 첨가하였다. 이러한 방법으로 제조된 전극은 17Wh/l의 에너지 밀도

및 1 ohm의 ESR을 나타낸다. 이러한 실시예는 상기 전극이 전도성을 향상시키는 첨가제를 함유할 수 있음을 나타낸다.

[0068]

#### 실시예 4 - 세 번째 대안적인 제조방법

[0069]

네 번째 실시예에서, 적층 구조물을 제조하는 방법을 스케일링하였다. PTFE 및 탄소의 혼합물은 밀 견조로 처리하였고, 그 후 상기 기술된 바와 같이 슬러리를 형성하기 위하여 액체와 혼합하였다. 그 후, 상기 슬러리는 두 개의 흡수성 기재(absorbent substrates)사이에 처리되어서 프리폼(preform)을 형성하였고, 이는 전극 테이트 두께, 폭, 및 그 밖의 파라미터를 컨트롤하기 위하여 추가로 롤링되었다. 상기 흡수성 기재 사이에 첫 번째 롤링 후, 후속하는 롤링은 예를 들면, 금속호일(metal foils) 및/또는 플라스틱 필름 사이에서 수행되었다. 그 후, 상기 테이프는 기계적으로 테이프와 집전체를 달라붙게 하기 위하여 금속성 집전체에 롤링되었다.

[0070]

본 명세서에 개시된 조성물, 제품, 디바이스, 및 방법은 다양한 변형 및 수정이 가능하다. 본 명세서에 개시된 또 다른 양상의 조성물, 제품, 디바이스, 및 방법은 본 명세서에 개시된 조성물, 제품, 디바이스, 및 방법의 실시 및 명세서를 고려하여 명백해질 것이다. 명세서 내용 및 실시예는 예시할 의도이다.

### 도면

#### 도면1

