



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0081375
(43) 공개일자 2020년07월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 4/04 (2006.01) H01G 11/38 (2013.01)
H01G 11/86 (2013.01) H01M 4/139 (2010.01)
H01M 4/1391 (2010.01) H01M 4/1393 (2010.01)
H01M 4/38 (2006.01) H01M 4/485 (2010.01)
H01M 4/583 (2010.01) H01M 4/62 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01M 4/04 (2013.01)
H01G 11/38 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7011961
(22) 출원일자(국제) 2018년10월30일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2020년04월24일
(86) 국제출원번호 PCT/US2018/058185
(87) 국제공개번호 WO 2019/089574
국제공개일자 2019년05월09일
- (30) 우선권주장
62/580,920 2017년11월02일 미국(US)
- (71) 출원인
맥스웰 테크놀로지스 인코포레이티드
미국 캘리포니아 92123 샌디에고 칼레 포튜나다 3888
- (72) 발명자
미셸, 포터
미국 캘리포니아 92123 샌디에고 칼레 포튜나다 3888 맥스웰 테크놀로지스 인코포레이티드 내
- (74) 대리인
특허법인 무한

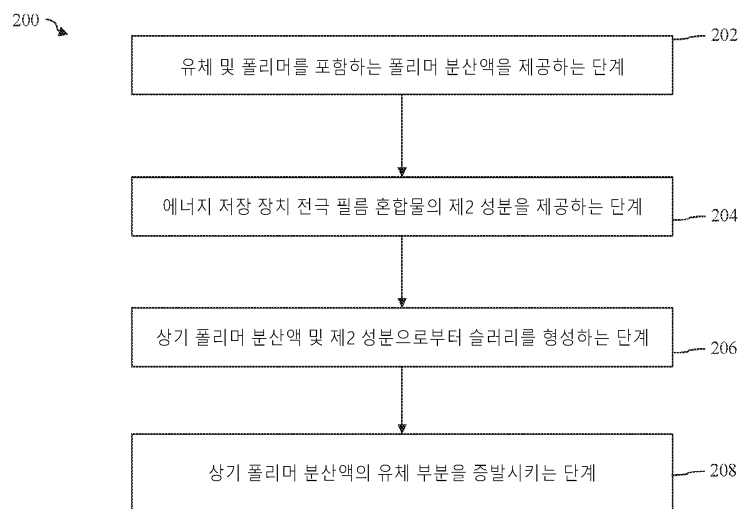
전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 발명의 명칭 에너지 저장 장치 전극 제조를 위한 방법 및 장치

(57) 요약

전극 필름 혼합물을 제조하기 위한 장치 및 방법이 기술된다. 전극 필름 혼합물을 제조하기 위한 장치는, 폴리머, 예를 들어 폴리테트라플루오로에틸렌 및 임계 또는 초임계 유체, 예를 들어 초임계 이산화탄소를 포함하는 제1 공급원; 전극 필름 혼합물의 제2 성분을 포함하는 제2 공급원; 용액 및 제2 성분을 수용하고, 용액 및 제2 성분을 포함하는 슬러리를 형성하도록 구성되는 믹서를 가질 수 있다. 상기 장치는 슬러리를 수용하고, 슬러리를 감압시켜 임계 또는 초임계 유체를 증발시키고, 건조 폴리머를 침전시키도록 구성되는 디컴프레서를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01G 11/86 (2013.01)

H01M 4/0404 (2013.01)

H01M 4/139 (2013.01)

H01M 4/1391 (2013.01)

H01M 4/1393 (2013.01)

H01M 4/38 (2013.01)

H01M 4/485 (2013.01)

H01M 4/583 (2013.01)

H01M 4/623 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 형성하기 위한 장치로서,

상기 장치는,

폴리머 분산액을 포함하는 제1 공급원으로서, 상기 폴리머 분산액은 폴리머 바인더 및 임계 또는 초임계 유체(critical or supercritical fluid)를 포함하고, 상기 폴리머 바인더는 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제1 성분인 것인, 제1 공급원;

에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제2 성분을 포함하는 제2 공급원;

상기 폴리머 분산액과 제2 성분을 수용하여, 폴리머 분산액과 제2 성분을 포함하는 슬러리를 형성하도록 구성되는 믹서; 및

상기 슬러리를 수용 및 감압시키도록 구성되고, 추가로 임계 또는 초임계 유체를 증발시키고 제2 성분 상에 건조 폴리머 바인더를 적층하도록 구성되는 디컴프레서(decompressor);를 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 형성하기 위한 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 성분은 입자상 물질(particulate)을 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 형성하기 위한 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 성분은 카본을 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 형성하기 위한 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 성분은 활성 전극 재료를 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 형성하기 위한 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제2 성분은 그래파이트를 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 형성하기 위한 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제2 성분은 배터리 캐소드 활성 재료를 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 형성하기 위

한 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제2 성분은 리튬 금속 산화물을 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 형성하기 위한 장치.

청구항 8

제4항에 있어서,

상기 활성 전극 재료는 황 및 황을 포함하는 재료 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 형성하기 위한 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 유체는 초임계 이산화탄소를 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 형성하기 위한 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 폴리머 분산액은 유체 중 폴리머 바인더의 용액을 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 형성하기 위한 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 폴리머 바인더는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)을 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 형성하기 위한 장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 장치는 건조 폴리머 바인더를 수용하도록 구성되는 수집 용기(collector container)를 더 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 형성하기 위한 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 수집 용기는 여과식 격납 용기(filtered containment vessel)를 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 형성하기 위한 장치.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 디컴프레서는 오리피스(orifice)를 포함하고, 상기 디컴프레서는 슬러리를 오리피스를 통과시켜 슬러리를 감압시키고 유체를 증발시키도록 구성되는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 형성하기 위한 장치.

청구항 15

에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제조방법으로서,

상기 방법은,

임계 또는 초임계 유체에 분산되는 폴리머 바인더를 포함하는 폴리머 분산액을 제공하는 단계로, 상기 폴리머 바인더는 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제1 성분인 것인, 폴리머 분산액을 제공하는 단계;

에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제2 성분을 제공하는 단계;

상기 폴리머 분산액 및 제2 성분을 포함하는 슬러리를 형성하는 단계; 및

상기 슬러리를 감압시켜 임계 또는 초임계 유체를 증발시키고, 상기 제2 성분 상에 건조 폴리머 바인더를 적층시키는 단계;를 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제조방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 제2 성분은 입자상 물질을 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제조방법.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 방법은 건조 폴리머 바인더로 제2 성분을 코팅하는 단계를 더 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제조방법.

청구항 18

제15항에 있어서,

상기 제2 성분은 카본을 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제조방법.

청구항 19

제15항에 있어서,

상기 제2 성분은 전극 활성 재료를 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제조방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 전극 활성 재료는 그래파이트를 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제조방법.

청구항 21

제19항에 있어서,

상기 전극 활성 재료는 리튬 금속 산화물을 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제조방법.

청구항 22

제19항에 있어서,

상기 전극 활성 재료는 황 및 황을 포함하는 재료 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제조방법.

청구항 23

제15항에 있어서,

상기 폴리머 바인더는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)을 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제조방법.

청구항 24

제15항에 있어서,

상기 유체는 초임계 이산화탄소인 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제조방법.

청구항 25

제15항에 있어서,

상기 슬러리를 감압시키는 단계는 슬러리를 오리피스를 통과시키는 것을 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제조방법.

청구항 26

제15항에 있어서,

상기 폴리머 바인더를 적층시키는 단계는 제2 성분을 건조 폴리머 바인더로 코팅하는 것을 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제조방법.

청구항 27

제26항에 있어서,

상기 방법은 수집 용기 내에 코팅된 제2 성분을 수용하는 단계를 더 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제조방법.

청구항 28

제27항에 있어서,

상기 수집 용기는 여과식 격납 용기를 포함하는 것인, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] (관련 출원의 상호 참조)

[0002] 본 출원은 "에너지 저장 장치 전극 제조를 위한 방법 및 장치" 표제의 2017년 11월 2일에 출원된 미국 가출원 제62/580,920호의 이익을 주장하고, 이 개시 내용은 전체가 본 명세서에 참조로 포함된다.

[0003] 본 발명은 에너지 저장 장치, 특히 에너지 저장 장치 전극을 제조하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 다양한 에너지 저장 장치는, 예를 들어 커패시터, 배터리, 커패시터-배터리 하이브리드(capacitor-battery hybrid), 및 연료 전지를 포함하는 전력 전자 장치에 사용될 수 있다. 이러한 에너지 저장 장치는 하나 이상의 전극 필름을 포함하는 애노드(anode) 및 캐소드(cathode)를 가질 수 있다. 전극 필름은 폴리머 바인더 및 하나 이상의 활성 전극 성분을 포함할 수 있다. 에너지 저장 장치의 전기적 성능은 바인더 및 활성 전극 성분 중 하나 이상의 특성에 따라 달라질 수 있다. 에너지 저장 장치의 목적하는 전기적 성능은 상기 전극 필름을 제조하는데 사용되는 바인더의 유형, 활성 전극 성분, 및/또는 공정을 선택함으로써 달성될 수 있다.

[0005] 그러나, 에너지 저장 장치의 제조는 상당한 비용을 초래할 수 있다. 특히, 사양에 맞게 전극을 제조하려면 상당한 자원이 필요할 수 있다. 하나의 문제점은 제조 후 전극 필름으로부터 용매 및 다른 가공 첨가제를 제거하는 것이다. 습식 전극 제조에서, 용매의 제거는 귀중한 제조 자원이 점유될 동안 상당량의 시간 및 전력을 필요로 할 수 있다. 개선된 제조 기술은, 예를 들어 활성 및 바인더 재료의 더욱 균질한 분배를 제공하는 것에 기인하여 더욱 우수한 성능의 전극을 제공할 수 있다. 종래의 건식 전극 제조 기술은 이러한 문제 중 일부는 피할 수 있지만, 본 명세서에서 더 논의되는 다른 문제를 희생해야 한다. 따라서, 개선된 전극 제조 기술이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0006] 일부 양태는 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 제조하기 위한 장치를 제공한다. 상기 장치는, 폴리머 바인더 및 임계 또는 초임계 유체(critical or supercritical fluid)를 포함하는 폴리머 분산액을 포함하는 제1 공급원으로서, 상기 폴리머 바인더는 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제1 성분인, 제1 공급원; 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제2 성분을 포함하는 제2 공급원; 상기 폴리머 분산액과 제2 성분을 수용하여, 폴리머 분산액과 제2 성분을 포함하는 슬러리를 형성하도록 구성되는 믹서; 및 상기 슬러리를 수용 및 감압(decompress)시키고, 임계 또는 초임계 유체를 증발시키고 제2 성분 상에 건조 폴리머 바인더를 적층하도록 구성되는 디컴프레서(decompressor);를 포함할 수 있다.

[0007] 추가 양태는 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 형성하기 위한 방법을 제공하고, 상기 방법은, 임계 또는 초임계 유체에 분산되는 폴리머 바인더를 포함하는 폴리머 분산액을 제공하는 단계로, 상기 폴리머 바인더는 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제1 성분인 것인, 폴리머 분산액을 제공하는 단계; 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물의 제2 성분을 제공하는 단계; 상기 폴리머 분산액 및 제2 성분을 포함하는 슬러리를 형성하는 단계; 및 슬러리를 감압시켜 임계 또는 초임계 유체를 증발시키고, 제2 성분 상에 건조 폴리머 바인더를 적층(deposit)시키는 단계;를 포함한다.

[0008] 본 발명 및 선행 기술에 비해 달성된 이점을 요약하기 위해, 특정 목적 및 이점이 본 명세서에 기술된다.

물론, 이러한 모든 목적 또는 이점이 반드시 임의의 특정 양태에 따라 달성될 필요는 없다는 것을 이해해야 한다. 따라서, 예를 들어, 당업자는 본 발명이 반드시 다른 목적 또는 이점들을 달성하지 않으면서 하나의 이점 또는 이점의 군을 달성하거나 최적화할 수 있는 방식으로 구현되거나 수행될 수 있음을 인지할 것이다.

[0009] 이들 양태 모두는 본 명세서에 개시된 본 발명의 범위 내에 있는 것으로 의도된다. 이러한 및 다른 양태는 첨부된 도면을 참조한 다음의 상세한 설명으로부터 당업자에게 쉽게 명백해질 것이며, 본 발명은 임의의 특정한 개시된 양태(들)에 한정되지 않는다.

도면의 간단한 설명

[0010] 본 발명의 이러한 및 다른 특징, 측면, 및 이점은 특정 양태의 도면을 참조하여 기재되지만, 이는 특정 양태를 설명하려는 것이지 본 발명을 한정하려는 것은 아니다.

도 1은 하나 이상의 전극 필름을 포함하는 에너지 저장 장치의 개략도이다.

도 2는 전극 필름 혼합물의 제조방법의 양태의 공정 흐름도이다.

도 3은 전극 필름 혼합물을 제조하기 위한 장치의 양태의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 정의

[0012] 본 명세서에서 사용되는 용어 "배터리(battery)" 및 커패시터(capacitor)"는 당업자에게 이들의 보통 및 관련적인 의미로 제공될 것이다. 용어 "배터리" 및 "커패시터"는 서로 비-배타적이다. 커패시터 또는 배터리는 단독으로 작동될 수 있거나, 또는 다중-셀(multi-cell) 시스템의 성분으로서 작동될 수 있는 단일의 전기화학 셀을 의미할 수 있다.

[0013] 본 명세서에서 사용되는 에너지 저장 장치의 전압은 단일의 배터리 또는 커패시터 셀에 대한 작동 전압(operating voltage)이다. 전압은 로딩 하에서(under load), 또는 제작 공차(manufacturing tolerance)에 따라서, 정격 전압(rated voltage)을 초과하거나 정격 전압 미만일 수 있다.

[0014] 본 명세서에서 제공되는 "독립형(self-supporting)" 전극 필름은 전극 필름 또는 층이 프리-스탠딩(free-standing) 할 수 있도록, 필름 또는 층을 지지하고 이의 형태를 유지하기에 충분한 바인더 매트릭스 구조체를 포함하는 전극 필름이다. 에너지 저장 장치에 포함되는 경우에, 독립형 전극 필름 또는 활성층(active layer)은 이러한 바인더 매트릭스 구조체를 포함하는 것이다. 일반적으로, 그리고 적용된 방법에 따라서, 지지체 요소가 에너지 저장 장치 제조 공정을 용이하게 하기 위해 적용될 수 있지만, 이러한 전극 필름 또는 활성층은 집 전체, 지지체 웹 또는 다른 구조체와 같은 임의의 외부의 지지 요소 없이 에너지 저장 장치 제작 공정에서 사용되기에 충분히 강하다. 예를 들어, "독립형" 전극 필름은 전극 제조 공정 내에서 다른 지지 요소 없이 롤링, 핸들링, 및 언롤링(unrolling) 되기에 충분한 강도를 가질 수 있다. 캐소드 전극 필름 또는 애노드 전극 필름과 같은 건조 전극 필름은 독립형일 수 있다.

[0015] 본 명세서에 제공되는 "무용매성(solvent-free)" 전극 필름은 검출 가능한 가공 용매, 가공 용매 잔류물, 또는 가공 용매 불순물을 함유하지 않는 전극 필름이다. 가공 용매 또는 종래의 용매는 유기 용매를 포함한다. 캐소드 전극 필름 또는 애노드 전극 필름과 같은 건식 전극 필름은 무용매성일 수 있다.

[0016] "습식(wet)" 전극, "습식 공정(wet process)" 전극은 활성 재료(들), 바인더(들), 및 가공 용매, 가공 용매 잔류물, 및/또는 가공 용매 불순물의 슬러리를 수반하는 적어도 하나의 단계에 의해 제조되는 전극이다. 습식 전극은 임의로 첨가제(들)을 포함할 수 있다.

[0017] 설명

[0018] 특정 양태 및 실시예가 하기에 기재되지만, 당업자는 본 발명이 구체적으로 개시된 양태 및/또는 용도 및 명백한 변형 및 이의 등가물을 넘어 확장되는 것을 이해할 것이다. 따라서, 본 명세서에 개시된 본 발명의 범위는 하기에 기재된 임의의 특정 양태에 의해 제한되지 않아야 한다.

[0019] 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물을 제조하기 위한 장치 및 방법이 본 명세서에 제공된다. 상기 장치 또는 방법은 폴리머 분산액을 포함할 수 있는 전극 필름 혼합물의 제1 성분을 제공할 수 있고, 상기 폴리머 분산액은 임계 또는 초임계 유체 및 폴리머를 포함한다. 상기 폴리머는 전극 필름 내에 활성 재료를 결합하는데 사용하

기에 적합할 수 있다. 상기 장치 또는 방법은 전극 활성 재료를 포함할 수 있는 전극 필름 혼합물의 제2 성분을 더 제공할 수 있다. 상기 장치 또는 방법은 폴리머 분산액을 수용하도록 구성된 제1 주입구, 및 전극 필름 혼합물의 제2 성분을 수용하도록 구성된 제2 주입구와 유체 연락되는 믹서를 더 제공할 수 있다.

[0020] 본 명세서에 기재되는 장치 또는 방법은 습식 또는 건식 전극 필름을 형성하기 위한 종래의 장치 또는 공정, 또는 이러한 필름을 형성하는데 사용되는 원료에 비해 하나 이상의 이점을 제공할 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에 기재되는 하나 이상의 장치 또는 공정은 습식 코팅 공정을 사용하여 제조된 전극 필름에 비해 증가된 장치 에너지 밀도 성능을 제공하기 위해 더 두꺼운 전극 필름의 형성을 용이하게 할 수 있다. 다른 예에서, 본 명세서에 기재되는 하나 이상의 장치 또는 공정은 다른 전극 제조 장치 또는 공정에 비해 제조 비용을 감소시킬 수 있다.

[0021] 일부 종래의 전극 필름 공정은 유기 용매와 같은 가공 용매에서 슬러리화되는 원료를 사용하고, 이는 이후에 집 전체에 적용되고 건조되어 전극 필름을 형성한다. 이러한 습식 전극 필름이 건조되는 속도는 습식 코팅 공정에서 사용되는 슬러리의 하나 이상의 유기 용매의 건조 키네틱에 영향을 받을 수 있다. 또한, 전극 필름이 건조될 수 있는 속도는 전극 필름의 두께에 의해 영향을 받을 수 있다. 예를 들어, 더 두꺼운 전극 필름이 건조되는 속도는 종종 건조 결함을 줄이거나 억제하기 위해 감소된다. 하나 이상의 유기 용매의 증발 키네틱은 전극 필름의 목적하는 건조를 달성하기 위해 사용되는 건조 단계 기간 및/또는 이러한 전극 필름을 건조하는데 사용되는 건조기의 물리적 길이에 영향을 미칠 수 있다. 건조 기간 및 건조기의 길이는 이러한 전극을 제조하는 비용에 기여할 수 있다. 더 높은 장치 에너지 밀도를 제공하기 위해 더 두꺼운 전극이 요구될 수 있지만, 특정 두께를 초과하는 전극 필름을 제조하는 비용은 엄청날 수 있다. 예를 들어, 습식 코팅된 전극 필름을 건조시키기 위해 사용된 장비의 비용은 건조기 오븐의 길이가 증가함에 따라 비례적으로, 예를 들어 대략 지수적으로 증가할 수 있다. 건조 장비 또는 불연속 건조 단계를 사용하거나/하고, 전극 필름의 건조 단계를 사용하지 않는 에너지 저장 장치용 전극 필름을 제조하기 위한 장치 및 방법이 본 명세서에 제공된다. 일부 구현에서, 유기 용매와 같은 종래의 용매 또는 가공 용매는 전극 필름 제조 공정의 임의의 단계에서 사용되지 않는다.

[0022] 종래의 건식 전극 필름 공정은 상기 기재되는 바와 같은 습식 전극 필름 공정에서 요구되는 건조기의 필요성을 줄이거나 제거하는 건식 원료를 사용한다. 이러한 건식 전극 필름 제조 공정은 제트-밀링과 같은 고전단 장비 및 공정을 사용하여 크기를 줄이거나/줄이고 바인더 재료를 피브릴화 하기 위해 충분한 전단을 제공한다. 이러한 공정은 피브릴화 가능한 바인더만을 사용하는 것으로 제한되거나, 또는 폴리테트라플루오로에틸렌 (PTFE)과 같은 특정 바인더만을 사용하는 것으로 제한될 수 있다. 예를 들어, PTFE와 같은 바인더 재료 및 다른 전극 필름 성분을 포함하는 혼합물은 바인더 재료 응집체가 미세하게 분할된 입자로 분리되거나/분리되고 바인더 재료를 피브릴화하기 위해 높은 전단력이 제공되어, 바인더 재료가 다른 전극 필름 성분을 코팅할 수 있도록 제트-밀링될 수 있다. 수득된 건식 가공된 분말은 롤 밀을 사용하여 열 및 압력으로 가압하여 필름을 형성할 수 있다. 필름 형성 공정은, 예를 들어 필름의 다른 성분에 밀착되고 접촉되는 폴리머 바인더에 의해 전극 필름에 구조물을 제공하도록 선택될 수 있다. 결과는, 예를 들어 필름을 통해 피브릴화된 매트릭스일 수 있다. 필름의 두께는 롤 밀의 롤 갭, 압축 공정 동안 가해지는 압력, 및/또는 필름이 압축되는 회수에 따라 달라질 수 있다. 건조 제조 공정은 전극 필름은 독립형 전극 전극 필름이 되도록 피브릴화된 매트릭스를 생성할 수 있다.

[0023] 그러나, 일반적인 건식 전극 제조에서 사용되는 이러한 고전단 공정은 전극 필름 혼합물의 하나 이상의 다른 성분을 손상시킬 수 있다. 이러한 손상은 이들 성분으로부터 형성되는 전극의 성능을 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 바인더 재료 응집체를 분리하거나/분리하고 바인더 재료를 피브릴화 하기 위해 고전단력을 가하기 위한 제트-밀링 공정의 사용은 전극 필름 혼합물의 하나 이상의 다른 성분의 표면 특성을 목적하지 않게 열화시킬 수 있다. 이론에 얽매이지 않고, 고전단 가공에 적용되는 힘이 활성 재료 또는 재료들의 형태를 변경할 수 있거나/있고, 활성 재료의 표면을 손상시킬 수 있다고 생각된다. 예를 들어, 활성 재료의 입자는 이러한 가공 동안 파손되고, 융합되고, 박리되거나 화학적으로 변경될 수 있다.

[0024] 에너지 저장 장치 전극에 혼입되는 활성 재료는 코팅된 및/또는 처리된 표면을 가질 수 있다. 예를 들어, 카본 재료, 특히 그래파이트 재료는 비결정질 카본으로 코팅될 수 있다. 대안적으로 또는 추가로, 그래파이트 재료는 표면 처리되어, 고체 전해질 간기(solid electrolyte interphase)의 형성 동안 제1 사이클 비효율성을 감소시키거나 셀 사이클 수명을 개선할 수 있다. 예를 들어, 전극 필름 혼합물에서 카본의 하나 이상의 표면 특성이 열화될 수 있다. 이러한 표면 특성의 열화는 에너지 저장 장치의 하나 이상의 전기적 특성에 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

[0025] 이론에 얽매이지 않고, 활성 재료 표면의 조성은 에너지 저장 장치, 예를 들어 그 내부의 전해질 및 불순물의

열화 공정에 영향을 미치고, 또한 고체-전해질 간기(SEI) 층의 형성에 영향을 미칠 수 있는 것으로 생각된다. 표면 처리된 활성 재료는 미처리된 표면을 갖는 활성 재료(들)와 비교하여 에너지 저장 장치 전극에 우수한 성능을 보일 수 있다. 우수한 성능은, 예를 들어 감소된 틈 및/또는 크래킹, 집전체로부터 활성 재료(들)의 감소된 분리, 전해질의 감소된 분해, 및/또는 감소된 가스 발생으로 인한 것일 수 있다. 따라서, 본 명세서에 기재되는 하나 이상의 공정으로부터 제조되는 건식 전극 필름 재료를 사용하여 제조된 건식 전극 필름은, 예를 들어 전극 필름의 하나 이상의 성분의 개선된 온전함으로 인해 개선된 전기적 특성을 나타낼 수 있다.

[0026] 제조 동안 감소된 표면 손상을 초래하는 활성 재료(들)를 제공하는 방법 및 재료(들)이 본 명세서에 개시된다. 본 명세서에 제공되는 에너지 저장 장치의 특정 양태는 가공 후 표면 손상이 감소된 그래파이트 재료를 제공할 수 있다. 특히, 이러한 활성 재료(들)를 포함하는 독립형 전극 필름이 제공된다. 본 명세서에 기재된 하나 이상의 공정은 전극 필름 성분이 고전단력에 노출되는 것을 억제하여, 성분의 온전함의 보존을 용이하게 할 수 있다. 일부 양태에서, 제조 비용은 제트-밀, 또는 다른 고전단 장치, 및 관련 장비, 예를 들어 에어 컴프레서(air compressor) 및/또는 관련 믹서의 사용을 줄이거나 제거할 때 감소될 수 있다.

[0027] 추가적으로, 고전단 공정을 포함하여 일반적인 건식 전극 제조 공정을 사용하여 제조된 전극 필름은, 예를 들어 PTFE와 같은 고전단력을 사용하여 피브릴화 가능한 바인더 재료로 한정될 수 있다. 따라서, 일반적인 건식 전극 제조 공정은 바인더 선택을 한정할 수 있고, 이는 결국 에너지 저장 장치에서 사용되는 재료를 한정할 수 있다. 일례로서, PTFE 바인더의 사용은 감소된 성능, 감소된 셀 수명을 초래하거나, 특정 유형의 에너지 저장 장치에 사용되는 재료와 양립될 수 없고, 예를 들어 특정 전극 필름의 하나 이상의 다른 성분과 양립될 수 없다. 예를 들어, PTFE는 저전압 환경에서 이의 잠재적인 반응성으로 인해 특정 전극 필름 적용에 적합하지 않은 바인더일 수 있다. 본 명세서에 기재되는 하나 이상의 공정은 PTFE 이외의 바인더 재료와 양립될 수 있어, 리튬 이온계 에너지 저장 장치에 사용되는 전극을 제조하기 위해 리튬과 더욱 양립 가능한 바인더 재료의 사용을 가능하게 한다. 따라서, PTFE의 대안으로 또는 PTFE와 조합하여 사용되는 바인더와 양립 가능한 건조 전극 공정이 본 명세서에 제공된다.

[0028] 일부 양태에서, 에너지 저장 장치 전극 필름 혼합물, 및 이러한 전극 필름 혼합물의 제조방법 및 장치가 제공된다. 전극 필름 혼합물은 폴리머 분산액을 포함할 수 있는 제1 성분 및 전극 활성 재료를 포함할 수 있는 제2 성분을 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 전극 필름 혼합물은 폴리머 바인더로 코팅되는 전극 필름 성분의 입자를 포함하고, 상기 전극 필름 성분은 폴리머와 상이한 재료이다. 예를 들어, 폴리머는 폴리머 바인더일 수 있고, 플루오로폴리머일 수 있다. 일부 양태에서, 플루오로폴리머는 PTFE를 포함하고, PTFE로 필수적으로 구성되거나 PTFE로 구성된다. 일부 양태에서, 전극 필름 성분은 입자상 물질 재료를 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 제2 전극 필름 성분은 그래파이트, 활성 카본, 전도성 카본, 소프트 카본, 및/또는 하드 카본과 같은 카본을 포함할 수 있다. 제2 전극 필름 성분은 배터리 캐소드 활성 재료로 사용하기에 적합한 전기 화학적으로 활성인 재료일 수 있다. 제2 전극 필름 성분은 금속 산화물을 갖는 카본 복합체를 포함한다. 일부 양태에서, 제2 전극 필름 성분은 리튬 금속 산화물과 같은 인터칼레이팅 가능한 금속 산화물(intercalatable metal oxide)을 포함할 수 있다. 제2 전극 필름 성분은 비결정질 카본을 포함할 수 있다. 제2 전극 필름 성분은 그래파이트 및 비결정질 카본과 같은 둘 이상의 카본의 복합체를 포함할 수 있다. 전극 필름 혼합물은 PTFE로 코팅된 복수의 그래파이트 입자를 포함할 수 있다. 용어 "코팅된"은, 예를 들어, 폴리머 바인더가 제2 전극 필름 성분을 합치고 둘러싸는 유도된 쌍극자 상호 작용(induced dipole interaction) 및/또는 런던 분산력(London dispersion force)을 통해 전극 필름 성분(예를 들어, 그래파이트와 같은 활성 재료)의 각각을 둘러싸고 커버하는 폴리머 바인더의 사실상 연속적인 필름을 포함할 수 있다.

[0029] 일부 양태에서, 본 명세서에 기재되는 하나 이상의 전극 필름 혼합물을 형성하기 위한 장치는 디컴프레서를 포함한다. 일부 양태에서, 장치는 임계 또는 초임계 유체 및 폴리머 바인더를 포함하는 폴리머 분산액을 수용하는 제1 공급원, 제2 전극 필름 혼합물 성분을 수용하는 제2 공급원, 및 제1 공급원으로부터 분산액을, 제2 공급원으로부터 제2 전극 필름 혼합물 성분을 수용하도록 구성된 믹서를 포함한다. 믹서는 분산액 및 제2 전극 필름 혼합물 성분을 혼합하여 슬러리를 제공하도록 구성될 수 있다. 일부 양태에서, 장치는 슬러리를 수용하도록 구성된 디컴프레서, 및 디컴프레서의 산출물(output)을 수용하도록 구성된 수집 용기(collector container)를 포함한다. 일부 양태에서, 디컴프레서 및 수집 용기는 동일한 공간의 폭을 가질 수 있고(coextensive), 예를 들어 수집 용기와 디컴프레서는 성분을 공유할 수 있다.

[0030] 일부 양태에서, 본 명세서에 기재된 하나 이상의 전극 필름 혼합물의 제조방법은, 제1 공급원으로부터 폴리머 바인더 및 임계 또는 초임계 유체를 포함하는 폴리머 분산액 및 제2 공급원으로부터 제2 전극 필름 혼합물 성분을 믹서로 제공하는 단계를 포함한다. 폴리머 분산액 및 제2 전극 필름 혼합물 성분을 포함하는 슬러리는 믹서

에서 형성될 수 있다. 슬러리는 디컴프레서에 제공될 수 있고, 슬러리는 초임계 이산화탄소와 같은 슬러리의 임계 또는 초임계 유체 부분을 증발시키기 위해 감압시킬 수 있다. 공정은 건식 폴리머 바인더 및 제2 전극 필름 혼합물 성분을 적층할 수 있다. 일부 양태에서, 건식 폴리머 바인더는 제2 전극 필름 혼합물 성분을 코팅할 수 있다. 일부 양태에서, 코팅된 제2 전극 필름 혼합물 성분은 수집 용기 내에 수용될 수 있다.

[0031] 본 명세서에 제공되는 "폴리머 분산액"을 포함하는 "분산액"은 유체 상에 분산되는 고체 또는 반고체 재료를 포함하는 조성물이다. 재료는 "폴리머 분산액"을 형성하기 위해, 폴리머, 예를 들어 본 명세서에 제공되는 폴리머 바인더일 수 있다. 본 명세서에 제공되는 분산액은 유체에 용해되는 재료의 용액일 수 있다.

[0032] 일부 양태에서, 바인더는 PTFE가 아니다. 추가 양태에서, 폴리머 분산액은 PTFE를 포함하지 않는다.

[0033] 일부 양태에서, 본 명세서에 기재되는 하나 이상의 전극 필름 혼합물은 전극 필름 혼합물의 하나 이상의 다른 성분과 혼합되고, 이어서 캘린더링되어(calendered) 전극 필름을 형성할 수 있다. 다른 성분은, 예를 들어 제3 전극 필름 혼합물 성분일 수 있다. 제3 전극 필름 혼합물 성분은 본 명세서에 기재되는 코팅 공정 후에 전극 필름 혼합물과 혼합될 수 있다. 예를 들어, 제3 전극 필름 혼합물 성분은 이의 제1 성분 및 제2 성분을 포함하는 전극 필름 혼합물에 첨가될 수 있다. 대안적으로 또는 추가로, 제3 전극 필름 혼합물 성분은 혼합 전에 제1 성분 및/또는 제2 성분과 혼합될 수 있다. 비제한적인 예로서, 제3 전극 필름 혼합물 성분은 폴리머 분산액의 임계 또는 초임계 유체에 분산될 수 있다.

[0034] 제3 전극 필름 혼합물 성분은 추가적인 바인더 재료를 포함할 수 있고, 이는 폴리머 분산액에 포함되는 것과 동일하거나 상이할 수 있다. 추가적인 바인더 재료는 본 명세서에 제공되는 임의의 바인더일 수 있다. 추가적인 바인더는, 예를 들어 PVDF 또는 CMC이거나, 이들을 포함할 수 있다. 대안적으로 또는 추가로, 제3 전극 필름 혼합물 성분은, 예를 들어 전도성 재료 또는 추가적인 활성 재료를 포함할 수 있다. 활성 재료는 본 명세서에 임의로 기재될 수 있고, 예를 들어 카본 재료 또는 전기 화학적으로 활성 재료일 수 있다. 대안적으로 또는 추가로, 제3 전극 필름 혼합물 성분은 전도성 전극 필름 재료를 포함할 수 있다.

[0035] 본 명세서에 제공되는 전극 필름 혼합물로부터 형성되는 전극 필름은 에너지 저장 장치의 애노드 또는 캐소드에 사용하기에 적합할 수 있다. 예를 들어, 전극 필름은, 예를 들어 라미네이션(lamination) 공정을 사용함으로써 애노드 또는 캐소드의 집전체에 결합될 수 있다. 본 명세서에 기재된 전극 필름은 에너지 저장 장치, 예를 들어 배터리, 커패시터, 커패시터-배터리 하이브리드, 연료 전지, 이들의 조합, 등의 애노드 및/또는 캐소드를 형성하는데 사용될 수 있다. 에너지 저장 장치는 리튬이 있거나 리튬 없이 작동할 수 있다. 일부 양태에서, 전극 필름은 리튬 이온 배터리, 또는 다른 금속 이온 배터리와 같은 배터리를 제조하는데 사용될 수 있다. 일부 양태에서, 전극 필름은 전기 2중층 커패시터(EDLC)와 같은 울트라커패시터를 제조하는데 사용될 수 있다. 일부 양태에서, 전극 필름은 리튬 이온 커패시터를 제조하는데 사용될 수 있다. 전극 필름은 본 명세서에 제공되는 독립형 전극 필름일 수 있다.

[0036] 도 1은 에너지 저장 장치(100)의 예의 측 단면도를 도시한다. 에너지 저장 장치(100)는 리튬 이온 커패시터, 리튬 이온 배터리, 또는 전기 2중층 커패시터와 같은 임의의 수의 에너지 저장 장치일 수 있다. 물론, 다른 에너지 저장 장치가 본 발명의 범위 내에 있고, 장치(100)는 다른 유형의 커패시터, 배터리, 커패시터-배터리 하이브리드, 또는 연료 전지일 수 있다. 에너지 저장 장치(100)는 제1 전극(102), 제2 전극(104), 및 제1 전극(102)과 제2 전극(104) 사이에 위치하는 세퍼레이터(106)를 가질 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(102) 및 제2 전극(104)은 세퍼레이터(106)의 각각의 대향하는 면들에 인접하여 위치할 수 있다. 제1 전극(102)은 캐소드를 포함할 수 있고, 제2 전극(104)은 애노드를 포함할 수 있고, 그 반대일 수 있다. 에너지 저장 장치(100)는 에너지 저장 장치(100)의 전극들(102, 104) 사이의 이온 연락을 용이하게 하기 위해 전해질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 전해질은 제1 전극(102), 제2 전극(104) 및 세퍼레이터(106)와 접촉할 수 있다. 전해질, 제1 전극(102), 제2 전극(104), 및 세퍼레이터(106)는 에너지 저장 장치 하우징(120) 내에 수용될 수 있다. 예를 들어, 에너지 저장 장치 하우징(120)은 제1 전극(102), 제2 전극(104) 및 세퍼레이터(106)의 삽입, 및 전해질로 에너지 저장 장치(100)의 함침 후에 밀봉될 수 있어, 제1 전극(102), 제2 전극(104), 세퍼레이터(106), 및 전해질은 하우징의 외부 환경으로부터 물리적으로 밀봉될 수 있다.

[0037] 세퍼레이터(106)는 제1 전극(102)과 제2 전극(104)과 같이 세퍼레이터(106)의 대향하는 측면들에 인접하는 2개의 전극들을 전기적으로 절연하면서, 2개의 인접하는 전극들 사이의 이온 연락을 허용하도록 구성될 수 있다. 세퍼레이터(106)는 다양한 기공성 또는 부직포 전기 절연 물질을 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 세퍼레이터(106)는 중합성 물질을 포함할 수 있다. 세퍼레이터(106)는 중합성 물질의 복합체를 포함할 수 있다. 세퍼레이터(106)는 하나 이상의 중합성 물질과 세라믹, 및/또는 금속 산화물의 복합체를 포함할 수 있다. 세라믹 또

는 금속 산화물은 파우더일 수 있다. 예를 들어, 세퍼레이터(106)는 종이와 같은 셀룰로오스 물질을 포함할 수 있다. 세퍼레이터(106)는 기공성 또는 부직포 폴리에틸렌(PE) 물질을 포함할 수 있다. 세퍼레이터(106)는 기공성 폴리테트라플루오로에틸렌 물질과 같은 폴리테트라플루오로에틸렌 물질을 포함할 수 있다. 세퍼레이터(106)는 기공성 또는 부직포 폴리프로필렌(PP) 물질과 같은 폴리프로필렌(PP) 물질을 포함할 수 있다. 세퍼레이터(106)는, 예를 들어 기공성 또는 부직포 폴리프로필렌 물질 또는 중합성 물질의 복합체 상에 폴리에틸렌 코팅을 포함할 수 있다.

[0038] 도 1에 도시되는 바와 같이, 제1 전극(102) 및 제2 전극(104)은 각각 제1 집전체(108), 및 제2 집전체(110)를 포함할 수 있다. 제1 집전체(108) 및 제2 집전체(110)는 대응하는 전극과 외부 회로(도시되지 않음) 사이에 전기적 커플링을 용이하게 할 수 있다. 제1 집전체(108) 및 제2 집전체(110)는 하나 이상의 전기 전도성 물질을 포함할 수 있다. 제1 집전체(108) 및 제2 집전체(110)는 다양한 형태 및/또는 크기를 가질 수 있다. 제1 집전체(108) 및 제2 집전체(110)는 대응하는 전극과 외부 회로 사이에서 전기 전하의 이동이 용이하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제1 집전체(108)는 제1 접속(first connection)(126)을 통해 전기적 양극 단자(electrically positive terminal)와 같은 제1 에너지 저장 장치의 단자(122)에 전기적으로 커플링될 수 있다. 제2 집전체(110)는 제2 접속(second connection)(128)을 통해 전기적 음극 단자(electrically negative terminal)와 같은 제2 에너지 저장 장치의 단자(124)에 전기적으로 커플링될 수 있다. 제1 및 제2 에너지 저장 장치의 단자(122, 124)는 외부 회로에 에너지 저장 장치(100)를 커플링하도록 외부 회로의 각각의 단자에 전기적으로 커플링될 수 있다.

[0039] 집전체는 알루미늄, 니켈, 구리, 은, 이의 합금을 포함하는 물질과 같은 금속성 물질, 및/또는 다른 금속성 물질, 또는 장치의 전극 전위에서 불활성을 유지하는 그래파이트와 같은 비금속성 물질을 포함할 수 있다. 제1 집전체(108) 및/또는 제2 집전체(110)는 호일(foil)을 포함할 수 있다. 제1 집전체(108) 및 제2 집전체(110)는 직사각 또는 사실상 직사각 형태를 가질 수 있으며, 대응하는 전극과 외부 전기 회로 사이에 전기 전하의 목적하는 이동을 제공하도록 치수화될 수 있다. 에너지 저장 장치(100)는 전극들(102, 104)과 집전체들(108, 110)을 통해 외부 전기 회로 사이에서 전기적 연락을 제공하기 위해 각각 임의의 다양한 형태를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 이동은 집전체 판 및/또는 다른 에너지 저장 장치 성분을 통해 제공될 수 있다.

[0040] 제1 전극(102)은 제1 집전체(108)의 제1 면(first surface) 상에(예를 들어, 제1 집전체(108)의 상부면(top surface) 상에) 제1 전극 필름(112)(예를 들어, 상부 전극 필름(upper electrode film))을 가질 수 있다. 제1 전극(102)은 제1 집전체(108)의 제2 대향면(second opposing surface) 상에(예를 들어, 제1 집전체(108)의 하부면(bottom surface) 상에) 제2 전극 필름(114)(예를 들어, 저부 전극 필름(lower electrode film))을 가질 수 있다. 마찬가지로, 제2 전극(104)은 제2 집전체(110)의 제1 면 상에(예를 들어, 제2 집전체(110)의 상부면 상에) 제1 전극 필름(116)(예를 들어 상부 전극 필름)을 가질 수 있다. 제2 전극(104)은 제2 집전체(110)의 제2 대향면 상에(예를 들어, 제2 집전체(110)의 하부면 상에) 제2 전극 필름(118)을 가질 수 있다. 예를 들어, 세퍼레이터(106)가 제1 전극(102)의 제2 전극 필름(114) 및 제2 전극(104)의 제1 전극 필름(116)과 인접하도록, 제2 집전체(110)의 제1 면은 제1 집전체(108)의 제2 면과 마주할 수 있다.

[0041] 전극 필름(112, 114, 116 및/또는 118)은 다양한 적합한 형태, 크기, 및/또는 두께를 가질 수 있다. 예를 들어, 전극 필름은 약 100 미크론 내지 약 250 미크론을 포함하는, 약 30 미크론 내지 약 250 미크론을 더 포함하는, 약 30 미크론(μm) 내지 약 2000 미크론의 두께를 가질 수 있다. 전극 필름(112, 114, 116 및/또는 118)은 서로에 대해 동일하거나 상이한 두께, 조성, 및 밀도를 가질 수 있다. 예를 들어, 전극 필름(112 및 114)은 전극 필름(116 및 118)과 비교하여 상이한 두께, 조성, 또는 밀도를 가질 수 있다. 하나 이상의 전극 필름(112, 114, 116 및/또는 118)은 본 명세서에 제공되는 장치 또는 방법을 사용하여 제조될 수 있다.

[0042] 일부 양태에서, 에너지 저장 장치의 애노드 및/또는 캐소드의 전극 필름은 폴리머 바인더 재료, 및 하나 이상의 다른 성분과 같은 폴리머를 포함하는 전극 필름 혼합물을 포함한다. 폴리머는 일반적인 용어이고, 본 명세서에 제공되는 바와 같이 호모-폴리머, 코-폴리머, 및 폴리머들의 혼합물들을 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 애노드 및/또는 캐소드의 전극 필름은 하나 이상의 활성 전극 성분을 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 활성 전극 성분은 카본-기반이다. 일부 양태에서, 하나 이상의 활성 전극 성분은 활성 카본과 같은 기공성 카본 재료를 포함한다. 일부 양태에서, 하나 이상의 활성 전극 성분은 그래파이트, 소프트 카본 및/또는 하드 카본과 같이 리튬 이온을 가역적으로 인터칼레이팅 하도록 구성되는 카본을 포함한다. 일부 양태에서, 활성 전극 성분은 리튬 금속 산화물을 포함한다. 일부 양태에서, 애노드 및/또는 캐소드의 전극 필름은 전기 또는 이온 전도성 증진 첨가제(electrical or ionic conductivity promoting additives)를 포함하는 하나 이상의 첨가제를 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 전기 전도성 증진 첨가제는 카본 블랙일 수 있다. 일부 양태에서, 전극 필름 혼합물

은 바인더 재료, 하나 이상의 활성 전극 성분, 및/또는 하나 이상의 전기 전도성 증진 첨가제를 포함한다. 일부 양태에서, 바인더 재료는 단독으로 또는 조합으로 사용되는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 초고분자량 폴리에틸렌(UHMWPE), 본 명세서에 제공되는 바인더, 및/또는 다른 적합한 및 선택적으로 피브릴화 가능한(fibrillizable) 재료와 같은 다양한 적합한 중합성 물질 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 활성 전극 성분은 애노드를 전-리튬화(pre-lithiating) 하기 위해, 유리하게는 제1 사이클 비효율을 감소 또는 제거하기 위해 리튬 이온이 풍부한 소스(lithium ion rich source)를 포함한다.

[0043] 일부 양태에서, 전극 필름 혼합물의 하나 이상의 다른 성분 상에 폴리머를 코팅하는 공정은 감압 공정(depressurization process)을 포함할 수 있다. 예를 들어, PTFE는 감압 공정을 사용하여 전극 필름 혼합물의 하나 이상의 다른 성분 상에 코팅될 수 있다.

[0044] 도 2는 전극 필름 혼합물을 형성하기 위한 공정(200)의 양태의 공정 흐름도이다. 공정(200)은 전극 필름 혼합물의 하나 이상의 다른 성분 상에 폴리머 바인더와 같은 폴리머를 코팅하기 위한 감압 방법을 제공한다. 블록 202에서, 폴리머 분산액이 제공된다. 폴리머 분산액은 유체, 및 유체 내에 분산된 고체 또는 반고체 폴리머를 포함하고, 이들로 필수적으로 구성되거나 이들로 구성된다. 일부 양태에서, 유체는 임계 또는 초임계 유체를 포함하고, 이들로 필수적으로 구성되거나 이들로 구성될 수 있다. 일부 양태에서, 유체는 초임계 이산화탄소를 포함하고, 초임계 이산화탄소로 필수적으로 구성되거나 초임계 이산화탄소로 구성될 수 있다. 일부 양태에서, 유체는 유기 용매와 같은 가공 용매를 포함하지 않는다. 일부 양태에서, 폴리머는 전극 필름 바인더 재료로 사용하기에 적합한 폴리머 바인더를 포함하고, 이로 필수적으로 구성되거나 이로 구성된다. 폴리머 바인더는 에너지 저장 장치의 동작 동안 전기 화학적으로 불활성을 유지되는 재료를 포함할 수 있다. 폴리머 바인더는 분산매(carrier fluid) 내에 입자상 물질로 분산될 수 있거나, 유체, 또는 분산 및 용해되는 조합 내에 용해될 수 있다. 폴리머 바인더는 에너지 저장 활성 재료와 혼합될 때 필름을 기계적으로 형성할 수 있다. 사용될 수 있는 다른 유형의 폴리머는 열가소성, 열경화성 또는 엘라스토머를 포함하지만, 이에 한정되지 않는다. 폴리머는 둘 이상의 폴리머들, 또는 코폴리머의 혼합물일 수 있다. 코폴리머는 그래프트, 블록, 또는 랜덤 코폴리머, 또는 이들의 조합일 수 있다.

[0045] 폴리머 바인더는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 플루오로폴리머, 폴리올레핀, 폴리알킬렌, 폴리에테르, 스티렌-부타디엔, 폴리실록산과 폴리실록산의 코폴리머, 분지형 폴리에테르(branched polyether), 폴리비닐에테르, 이들의 코폴리머, 및/또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다. 폴리머 바인더는 셀룰로오스, 예를 들어 카르복시 메틸셀룰로오스(CMC)를 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 폴리올레핀은 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF), 이들의 코폴리머, 및/또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 폴리머 바인더는 폴리비닐렌 클로라이드, 폴리(페닐렌 옥사이드)(PPO), 폴리에틸렌-블록-폴리(에틸렌 글리콜), 폴리(에틸렌 옥사이드)(PEO), 폴리(페닐렌 옥사이드)(PPO), 폴리에틸렌-블록-폴리(에틸렌 글리콜), 폴리디메틸실록산(PDMS), 폴리디메틸실록산-코알킬메틸실록산(polydimethylsiloxane-coalkylmethylsiloxane), 이들의 코폴리머, 및/또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 폴리머 바인더는 피브릴화 가능한 폴리머를 포함한다.

[0046] 일부 양태에서, 폴리머 바인더는 PTFE 및 임의로 하나 이상의 추가적인 중합체 성분을 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 폴리머 바인더는 폴리올레핀 및/또는 이의 공중합체, 및 PTFE 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 폴리머 바인더는 PTFE 및 플루오로폴리머, 셀룰로오스, 폴리올레핀, 폴리에테르, 폴리에테르의 전구체, 폴리실록산, 이들의 코폴리머 및/또는 이들의 혼합물 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 폴리머의 혼합물은 상기 폴리머들 또는 코폴리머의 상호 침투 네트워크(interpenetrating network)를 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 폴리머는 PTFE를 포함하고, PTFE로 필수적으로 구성되거나 PTFE로 구성된다.

[0047] 예를 들어, 폴리머 분산액은 PTFE를 포함하고, PTFE로 필수적으로 구성되거나 PTFE로 구성되는 폴리머 바인더의 분산액에 기초한 초임계 이산화탄소일 수 있다. 일부 양태에서, 폴리머 분산액은 초임계 이산화탄소 중 PTFE의 용액이다. 일부 양태에서, 폴리머 분산액은 현탁액일 수 있다. 다른 양태에서, 폴리머 분산액은 용액일 수 있다. 또 다른 양태에서, 폴리머는 유체에 용해되지 않을 수 있다.

[0048] 블록 204에서, 전극 필름 혼합물의 제2 성분이 제공된다. 블록 204에서, 전극 필름 혼합물의 제2 전극 필름 혼합물 성분은 제1 전극 필름 혼합물 성분에 대해 따로 제공될 수 있다. 블록 204는 믹서의 제2 주입구에, 임의로 믹서에 제2 주입구를 통해 제2 성분을 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 따라서, 제1 및 제2 전극 필름 혼합물 성분은 이들이 믹서 내에 있을 때까지 서로 따로 유지될 수 있다. 일반적으로, 제1 주입구 및 제2 주입구는 각각 제1 공급원(first source) 및 제2 공급원(second source)의 다운 스트림에 있는 성분이고, 각각 믹서와

의 유체 접속(fluid connection)을 제공한다. 블럭 204는 블럭 202에서 폴리머 분산액을 제공하는 단계와 다른 시점에(예를 들어 그전에), 또는 동시에 제2 성분을 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 일반적으로, 폴리머 분산액의 온도 및 압력은 폴리머를 분산시키기에 적합한 유동 가능한 상태에서 유체를 유지하기 위해 조절되어야 한다. 예를 들어, 일부 양태에서, 유체는 상 변화를 억제하기 위해 온도 및/또는 압력 조절되어야 한다. 특정 양태에서, 유체는 유체가 기체 또는 고체를 형성하는 것을 억제하기 위해 온도 및 압력 조절되어야 한다. 일부 양태에서, 제2 성분을 제공하는 단계는 공압적으로(pneumatically), 수작업으로 스크류 피더(screw feeder)를 통해, 또는 제2 주입구를 통해 특정 물질을 공급하도록 구성되는 다른 장치를 통해 제2 성분을 공급하는 것을 포함한다.

[0049] 일반적으로, 제2 성분은 블럭 202의 폴리머 바인더와 상이한 물질이다. 일부 양태에서, 제2 성분은 입자상 물질을 포함한다. 일부 양태에서, 입자상 물질은 용매가 없는 건조 입자일 수 있다. 제2 성분은 활성 전극 재료를 포함하고, 활성 전극 재료로 필수적으로 구성되거나 활성 전극 재료로 구성될 수 있다. 예를 들어, 제2 성분은 활성 전극 재료의 건조 입자를 포함하고, 건조 입자로 필수적으로 구성되거나 건조 입자로 구성될 수 있다. 일부 양태에서, 제2 성분은 전기 이중층 커패시터의 캐소드 또는 애노드의 활성 전극 재료를 포함하고, 활성 전극 재료로 필수적으로 구성되거나 활성 전극 재료로 구성된다. 일부 양태에서, 제2 성분은 리튬 이온 커패시터의 캐소드 또는 애노드의 활성 전극 재료를 포함하고, 활성 전극 재료로 필수적으로 구성되거나 활성 전극 재료로 구성된다.

[0050] 일부 양태에서, 제2 성분은 배터리, 예를 들어 리튬 이온 배터리의 캐소드 또는 애노드의 활성 전극 재료를 포함하고, 활성 전극 재료로 필수적으로 구성되거나 활성 전극 재료로 구성된다. 일부 양태에서, 제2 성분은 카본을 포함하고, 카본으로 필수적으로 구성되거나 카본으로 구성된다. 일부 양태에서, 카본은 그래파이트, 소프트 카본 및/또는 하드 카본을 포함하고, 이들로 필수적으로 구성되거나 이들로 구성될 수 있다. 일부 양태에서, 카본은 활성 카본을 포함하고, 활성 카본으로 필수적으로 구성되거나 활성 카본으로 구성된다. 일부 양태에서, 제2 성분은 리튬 금속 산화물을 포함하고, 리튬 금속 산화물로 필수적으로 구성되거나 리튬 금속 산화물로 구성된다. 예를 들어, 제2 성분은 애노드 또는 캐소드 배터리 활성 재료를 포함할 수 있다.

[0051] 애노드 활성 재료는, 예를 들어 삽입 재료(예를 들어, 카본, 그래파이트, 및/또는 그래핀), 합금/탈합금 재료(dealloying material)(예를 들어, 규소, 산화규소, 주석, 및/또는 산화주석), 금속 합금 또는 화합물(예를 들어, Si-Al, 및/또는 Si-Sn), 및/또는 변환 재료(conversion material)(예를 들어, 산화망간, 산화몰리브덴, 산화니켈, 및/또는 산화구리)를 포함할 수 있다. 애노드 활성 재료는 단독으로 사용되거나 함께 혼합되어, 다중상 재료(multi-phase material)(예를 들어, Si-C, Sn-C, SiOx-C, SnOx-C, Si-Sn, Si-SiOx, Sn-SnOx, Si-SiOx-C, Sn-SnOx-C, Si-Sn-C, SiOx-SnOx-C, Si-SiOx-Sn, 또는 Sn-SiOx-SnOx)를 형성할 수 있다.

[0052] 캐소드 활성 재료는, 예를 들어 금속 산화물, 금속 황화물, 또는 리튬 금속 산화물을 포함할 수 있다. 리튬 금속 산화물은, 예를 들어 리튬 니켈 망간 코발트 옥사이드(NMC), 리튬 망간 옥사이드(LMO), 리튬 철 포스페이트(LFP), 리튬 코발트 옥사이드(LCO), 리튬 티타네이트, 및/또는 리튬 니켈 코발트 알루미늄 옥사이드(NCA)일 수 있다. 일부 양태에서, 캐소드 활성 재료는, 예를 들어 층상 전이 금속 산화물(예를 들어, LiCoO_2 (LCO), $\text{Li}(\text{NiMnCo})\text{O}_2$ (NMC) 및/또는 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ (NCA)), 스피넬 망간 옥사이드(예를 들어, LiMn_2O_4 (LMO) 및/또는 $\text{LiMn}_{1.5}\text{Ni}_{0.5}\text{O}_4$ (LMNO)) 또는 올리빈(예를 들어 LiFePO_4)을 포함할 수 있다. 캐소드 활성 재료는 황 또는 리튬 셀파이드(Li_2S), 또는 다른 황-기반 재료, 또는 이들의 혼합물과 같은 황을 포함하는 재료를 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 캐소드 필름은 적어도 50 중량%의 농도로 황 또는 황 활성 재료를 포함하는 재료를 포함한다. 일부 양태에서, 황 또는 황 활성 재료를 포함하는 재료를 포함하는 캐소드 필름은 적어도 10 mAh/cm^2 의 면적당 용량을 갖는다. 일부 양태에서, 황 또는 황 활성 재료를 포함하는 재료를 포함하는 캐소드 필름은 1 g/cm^3 의 전극 필름 밀도를 갖는다. 일부 양태에서, 황 또는 황 활성 재료를 포함하는 재료를 포함하는 캐소드 필름은 바인더를 더 포함한다. 일부 양태에서, 황 또는 황 활성 재료를 포함하는 재료를 포함하는 캐소드 필름의 바인더는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF), 폴리(에틸렌 옥사이드)(PEO), 폴리에틸렌(PE), 폴리아크릴산(PAA), 젤라틴, 다른 열가소성 물질, 또는 이들의 임의의 조합으로부터 선택된다.

[0053] 블럭 206에서, 폴리머 분산액은 제2 성분과 혼합되어 슬러리를 형성한다. 폴리머 분산액 및 전극 필름 혼합물의 제2 성분을 포함하는 슬러리가 형성될 수 있다. 슬러리는 폴리머 및 제2 전극 성분이 친밀하게 접촉하는 조성물을 형성하기에 적합한 임의의 방법을 사용하여 형성될 수 있다. 혼합 단계는 믹서로 수행될 수 있다. 일반적으로, 혼합 단계는 제2 성분과 폴리머 사이에 친밀한 접촉을 제공하기에 충분해야 한다. 특정 양태에서,

슬러리는 유체에 분산된 제2 성분의 입자를 포함할 수 있다. 예를 들어, 슬러리는 임계 또는 초임계 유체에 의해 운반되는 콜로이드로서 제2 전극 성분, 및 임계 또는 초임계 유체 내의 용액으로서 폴리머를 포함할 수 있다. 폴리머 분산액은 믹서에 공급되어, 폴리머 분산액은 친밀한 접촉을 달성하기 위해 믹서 내에서 분산될 수 있다. 일반적으로, 임계 또는 초임계 유체는 블럭 206의 단계에서 그 상을 유지한다. 일부 양태에서, 슬러리는 유기 용매와 같은 가공 용매를 포함하지 않는다.

[0054] 블럭 208에서, 폴리머 분산액의 유체 부분은 증발될 수 있다. 예를 들어, 폴리머 분산액의 유체 부분은 상기 증발을 제공하기에 충분하게 슬러리의 부피를 증가시키거나/시키고 압력을 감소시킴으로써 증발될 수 있다. 폴리머 분산액의 유체 부분은, 예를 들어 적합하게 구성된 디컴프레서 내에서 이러한 증발을 제공하기에 충분한 임의의 방법으로 슬러리를 가공함으로써 증발될 수 있다. 따라서, 슬러리는 임계 또는 초임계 유체를 증발시키도록 감압시킬 수 있다. 예를 들어, 분산액의 유체 부분은 증발되어 건조 폴리머를 생성할 수 있다. 일부 양태에서, 슬러리는 슬러리의 표면적 및/또는 부피를 증가시키고, 폴리머 분산액의 유체 부분의 증발을 용이하게 하도록 구성된 하나 이상의 성분에 의해 가공될 수 있다. 예를 들어, 슬러리는 폴리머 분산액의 유체 부분의 증발을 용이하게 하도록, 폴리머 분산액의 표면적 및/또는 부피를 증가시키고 분산시키기 위해 오리피스 또는 구멍(aperture)을 통해 흐를 수 있다. 오리피스 또는 구멍은 슬러리를 디컴프레서로 흐르도록 구성될 수 있다. 따라서, 오리피스는 표면적을 증가시키고, 폴리머 분산액의 유체 부분을 디컴프레서의 내부 부피로 확장시키도록 구성될 수 있다. 슬러리의 감압은 슬러리의 유체가 빠른 감압을 겪도록 수행될 수 있다. 일부 양태에서, 디컴프레서의 하나 이상의 성분은 폴리머 분산액의 유체 부분의 바람직한 증발을 달성하기 위해 액적이 노출되는 온도를 제어하도록 가열된 유동화 공기로 직접 또는 간접적으로 가열될 수 있다. 디컴프레서의 압력은 믹서의 압력보다 낮을 수 있다. 디컴프레서의 하나 이상의 성분의 압력 및/또는 온도(들)은 디컴프레서에서 유체의 팽창을 억제하도록 조절될 수 있다. 일부 양태에서, 디컴프레서의 하나 이상의 측면은 가열될 수 있다. 일부 양태에서, 오리피스는 가열될 수 있다. 폴리머 분산액을 감압시켜 폴리머 분산액의 유체 부분을 증발시켜 건조 폴리머를 제공할 수 있다. 따라서, 증발 단계(208)는 폴리머 분산액이 코팅 챔버로 도입(예를 들어, 분무)되기 전에, 동안에, 및/또는 후에 폴리머 분산액을 가열하는 단계를 포함할 수 있다. 폴리머 분산액을 증발시키는 다른 방법은, 예를 들어 디컴프레서의 벽을 간접적으로 또는 직접적으로 가열하는 것을 포함한다.

[0055] 증발 단계(208)의 결과로, 폴리머는 제2 전극 혼합물 성분 상에 적층될 수 있고, 건조 전극 필름 혼합물이 형성된다. 일부 양태에서, 제2 전극 필름 혼합물 성분은 폴리머로 코팅된다. 예를 들어, 폴리머 분산액의 유체 부분을 증발시키고, 제2 성분 상에 폴리머를 적층하는 것은 디컴프레서 내에서 동일한 공간의 폭을 갖도록 수행될 수 있어, 제2 성분이 건조 폴리머에 의해 코팅될 수 있다. 일부 양태에서, 건조 폴리머로 코팅된 건조 제2 전극 필름 혼합물 성분은 여과된 격납 용기(filtered containment vessel)와 같은 수집 용기에 수집될 수 있다.

[0056] 일부 양태에서, 본 명세서에 기재되는, 폴리머 분산액은 본 명세서에 제공되는 폴리머 바인더를 포함하는 분산액이다. 일부 양태에서, 본 명세서에 기재되는 제2 성분은 그래파이트를 포함한다. 일부 양태에서, 그래파이트의 건조 입자를 포함하는 건조 분말은 제2 주입구에 공급될 수 있고, 그래파이트는 폴리머 분산액과 혼합될 수 있다.

[0057] 일부 양태에서, 제2 성분의 입자는 최소 크기보다 더 크다. 일부 양태에서, 입자는 약 3 미크론(μm) 초과와 직경, 길이, 또는 최장 치수와 같은 치수를 가질 수 있다. 일부 양태에서, 제2 성분의 대략적인 입자 크기는 약 3 미크론, 약 4 미크론, 약 5 미크론, 약 6 미크론, 약 7 미크론, 약 8 미크론, 약 9 미크론, 약 10 미크론, 또는 이들 사이의 임의의 범위의 값들일 수 있다. 일부 양태에서, 폴리머는 폴리머 분산액에서 유체의 증발 시에 입자를 형성할 수 있다. 다른 양태에서, 액적은 최대 크기 이하일 수 있다. 일부 양태에서, 폴리머 입자는 원자화된 입자이다. 다양한 양태에서, 폴리머 입자 크기는, 예를 들어 0.01 내지 0.1 미크론일 수 있다. 일부 양태에서, 폴리머의 대략적인 입자 크기는 약 0.01 미크론, 약 0.03 미크론, 약 0.05 미크론, 약 0.1 미크론, 약 0.2 미크론, 약 0.3 미크론, 약 0.5 미크론, 약 0.7 미크론, 약 1 미크론, 또는 이들 사이의 임의의 범위의 값들일 수 있다. 폴리머가 PTFE인 경우에, 입자 크기는 일반적으로 약 0.1 내지 0.2 미크론일 수 있다. 오리피스는 입자 크기를 부분적으로 제어하도록 구성될 수 있다. 폴리머 입자 크기에 영향을 줄 수 있는 다른 요인은 용액 또는 분산액에서, 및 비-용액 분산액의 경우에, 분산액 내부의 폴리머 입자 크기에 의한 폴리머의 농도를 포함한다.

[0058] 도 3은 빠른 감압 공정이 사용되는, 전극 필름 혼합물을 제조하기 위한 장치(300)의 다른 예의 개략도이다. 예를 들어, 도 2를 참조하여 기재되는 공정(200)은 도 3의 장치(300)를 사용하여 수행될 수 있다. 장치(300)는 임계 또는 초임계 유체 내에 분산되는 폴리머를 포함하는 폴리머 분산액 소스(302)를 포함할 수 있다. 장치(300)는 제2 전극 필름 혼합물 성분 소스(304), 믹서(306), 디컴프레서(308) 및 수집 용기(310)를 포함할 수 있

다. 도 3에 도시되는 바와 같이, 폴리머 분산액 소스(302) 및 제2 전극 필름 혼합물 성분 소스(304)는 믹서(306)와 유체 연락될 수 있다. 예를 들어, 소스(302)로부터의 폴리머 분산액 및 소스(304)로부터의 제2 전극 필름 혼합물 성분은 슬러리가 형성되도록 믹서(306)에 의해 수용될 수 있다. 제2 전극 필름 혼합물 성분은 믹서(306)로 배치 로딩되거나(batch loaded), 분말 전달 방법(powder delivery method)을 사용하여 제2 공급원(304)로부터 제2 주입구와 같은 개방부(opening)를 통해 사실상 연속적으로 공급될 수 있다. 분말 전달 방법은, 예를 들어 스크류 피더일 수 있다. 폴리머 분산액(302)은 임의로 추가적인 혼합물 성분을 포함할 수 있다. 추가적인 혼합물 성분은, 예를 들어 본 명세서에 제공되는 제3 전극 필름 혼합물 성분일 수 있다.

[0059] 슬러리는 디컴프레서(308)에서 부피 팽창을 겪을 수 있다. 슬러리의 임계 또는 초임계 유체 부분의 증발은 부피 팽창의 결과로 일어날 수 있다. 예를 들어, 임계 또는 초임계 유체는 디컴프레서(308)에 의해 증발되어 건조 폴리머 및 건조 제2 전극 필름 혼합물 성분을 제공할 수 있다. 일부 양태에서, 슬러리는 디컴프레서(308) 내에서 액적(droplet)으로 분배되어, 폴리머 분산액의 유체 부분이 증발되어 건조 폴리머, 또는 이의 입자를 제공할 수 있다. 임계 또는 초임계 유체의 증발 동안, 건조 폴리머는 건조 제2 전극 필름 혼합물 성분을 코팅할 수 있다. 일부 양태에서, 건조 폴리머에 의해 코팅되는 제2 전극 필름 혼합물 성분은 수집 용기(310) 내에 수집될 수 있다.

[0060] 일부 양태에서, 디컴프레서(308) 및 수집 용기(310)는 동일한 공간의 폭을 가질 수 있다. 예를 들어, 디컴프레서(308) 및 수집 용기(310)는 단일 성분 또는 부피일 수 있다. 일부 양태에서, 디컴프레서(308) 및 믹서(306)는 동일한 공간의 폭을 가질 수 있다. 예를 들어, 디컴프레서(308) 및 믹서(306)는 단일 성분 또는 부피일 수 있고, 폴리머 분산액 및 제2 전극 필름 혼합물 성분은 함께 혼합되고, 동일 부피 내에서 감압된다.

[0061] 일부 양태에서, 슬러리는 제1 부피로부터 슬러리를 오리피스를 통해 제1 부피보다 현저히 큰 제2 부피로 통과시킴으로써 디컴프레서(308) 내에서 감압시킬 수 있어, 임계 또는 초임계 유체가 팽창할 수 있다. 일부 양태에서, 제1 부피는 덕트(duct), 예를 들어 튜브로서 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 제2 부피는, 예를 들어 여과된 격납 용기일 수 있는 수집 용기(310)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 슬러리는 덕트의 제1 단부에서 덕트의 제2 단부로 통과될 수 있고, 제2 단부는 오리피스에 연결된다. 건조 폴리머는 여과된 격납 용기 내에서 전극 필름 혼합물의 제2 성분을 코팅할 수 있다.

[0062] 일부 양태에서, 본 명세서에 기재되는 하나 이상의 전극 필름 혼합물은 하나 이상의 다른 전극 필름 성분과 혼합되고, 이어서 캘린더링되어 전극 필름을 형성할 수 있다. 전극 필름은 도 1을 참조하여 기재된 전극 필름 중 하나 이상일 수 있다. 전극 필름은 에너지 저장 장치 내에 혼입될 수 있다.

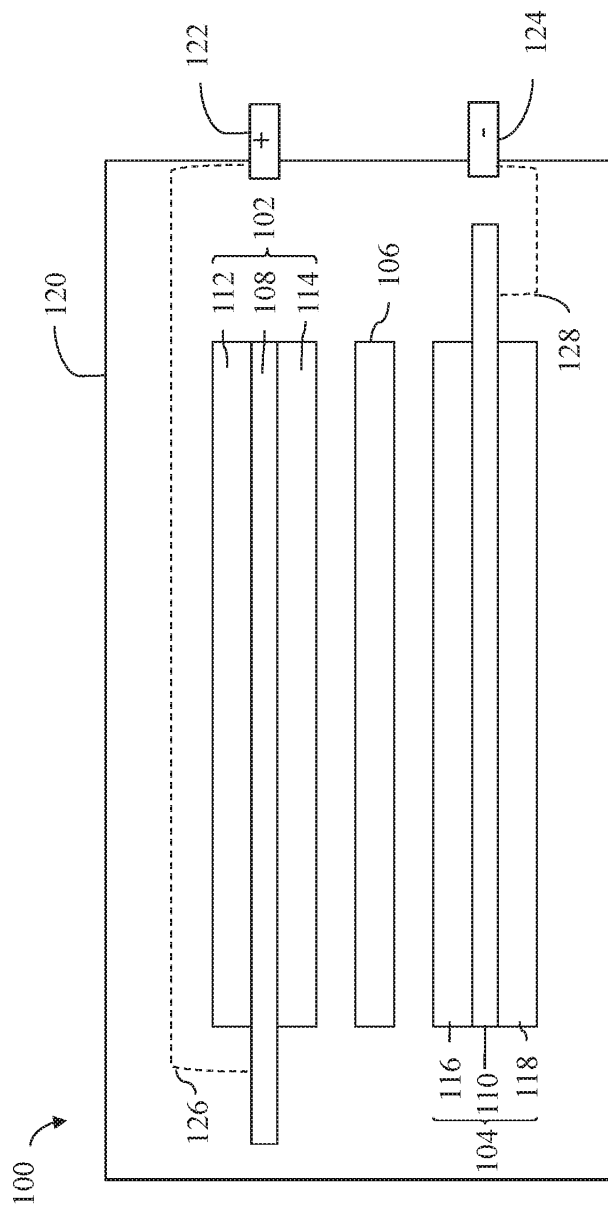
[0063] 도 2의 방법 및 도 3의 장치에 추가로, 대안적인 양태가 본 명세서에 고려된다. 예를 들어, 제2 전극 필름 성분 및 폴리머 분산액은 따로 감압 챔버로 (동시에 또는 순차적으로) 도입될 수 있다. 대안적으로, 제2 전극 필름 성분 및 폴리머 분산액의 슬러리는 따로 제3 전극 필름 성분과 감압 챔버로 도입되어, 각각의 제2 및 제3 성분을 폴리머로 코팅할 수 있다.

[0064] 본 발명이 특정 양태 및 실시예와 관련하여 개시되었지만, 당업자는 본 발명이 구체적으로 개시된 양태를 넘어 본 발명의 다른 대안적 양태 및/또는 용도 및 이의 명백한 변형 및 등가물로 확장될 수 있음을 이해할 것이다. 또한, 본 발명의 양태들의 몇 가지 변형이 도시되고 상세히 기술되지만, 본 발명의 범위 내에 있는 다른 변형들이 본 개시 내용에 기초하여 당업자에게 쉽게 명백할 것이다. 또한, 특정 특징 및 양태의 측면의 다양한 조합 또는 하부-조합이 만들어질 수 있고, 여전히 본 발명의 범위 내에 속하는 것이 고려된다. 개시된 양태의 다양한 특징 및 측면은 개시된 본 발명의 양태의 변형 모드를 형성하기 위해 서로 조합하거나 서로 치환될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 본 명세서에 개시되는 본 발명의 범위는 상기 기재된 특정 양태로 한정되어서는 안된다.

[0065] 본 명세서에 제공된 표제는 편의상 제공된 것이며, 본 명세서에 개시된 장치 및 방법의 범위 또는 의미에 반드시 영향을 주는 것은 아니다.

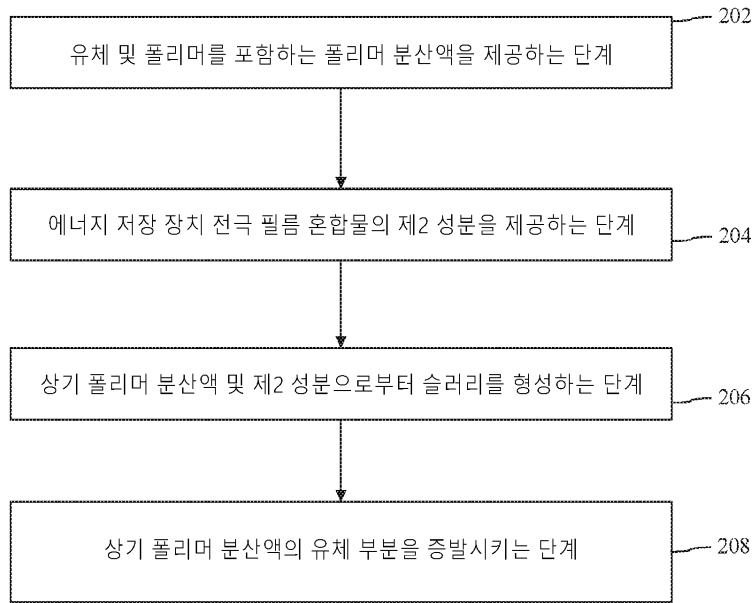
도면

도면1



도면2

200



도면3

