



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년10월01일  
(11) 등록번호 10-2027616  
(24) 등록일자 2019년09월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01M 10/058 (2010.01) H01M 10/0525 (2010.01)  
H01M 4/139 (2010.01) H01M 4/525 (2010.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7028856
- (22) 출원일자(국제) 2013년03월14일  
심사청구일자 2018년03월09일
- (85) 번역문제출일자 2014년10월15일
- (65) 공개번호 10-2015-0021019
- (43) 공개일자 2015년02월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2013/031320
- (87) 국제공개번호 WO 2013/138588  
국제공개일자 2013년09월19일
- (30) 우선권주장  
61/611,716 2012년03월16일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
JP2008103098 A\*  
JP2012022858 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자  
에이일이삼 시스템즈, 엘엘씨  
미국 메사추세츠 02451 월덤 웨스트 스트리트 200
- (72) 발명자  
엘리슨, 채드  
미국 미시간주 48178 사우스 라이언 미칼렉 레인 13063  
이프티카르, 아흐마드  
미국 노스캐롤라이나주 27617 랠리 빌라드 코트 7016
- (74) 대리인  
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 18 항

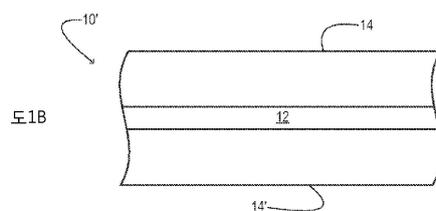
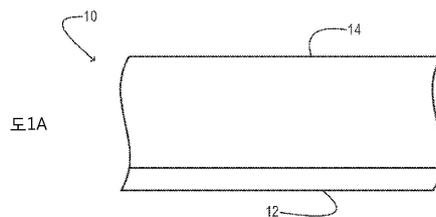
심사관 : 최준영

(54) 발명의 명칭 리튬 이온 배터리 물질의 마이크로파 건조

(57) 요약

리튬 이온 전지의 제조방법은, 리튬 이온 전지의 기관 상에 코팅으로서 전극 물질을 적층하는 단계, 가변 주파수의 마이크로파로 적층된 전극 물질을 조사하는 단계, 비수성 전해질 용액으로 조사된 전극 물질을 습윤화하는 단계; 및 기밀 인클로저 내에 습윤화된 전극 물질을 밀봉하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

리튬 이온 전지의 제조방법으로서,

리튬 이온 전지의 기관 상에 코팅으로서 전극 물질을 적층하는 단계;

가변 주파수의 마이크로파 방사로 적층된 전극 물질을 조사하는 단계로서, 상기 가변 주파수는 최초 주파수에서 최종 주파수까지 램프 업(ramp up) 또는 램프 다운(ramp down)되는 것인, 단계;

조사된 전극 물질을 비수성 전해질 용액으로 습윤화하는 단계; 및

기밀 인클로저 내에 습윤화된 전극 물질을 밀봉하는 단계를 포함하는, 리튬 이온 전지의 제조방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적층된 전극 물질의 조사는, 가스의 흐름 하에 조사하는 것을 포함하는 것인, 제조방법.

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전극 물질은 리튬 코발테이트(lithium cobaltate), 리튬 망가네이트(lithium manganate), 리튬 니켈레이트(lithium nickelate), 및 리튬 니켈 코발테이트(lithium nickel cobaltate) 중 하나 이상을 포함하는 것인, 제조방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전극 물질은 리튬이 삽입된 탄소(lithium-intercalated carbon)를 포함하는 것인, 제조방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 전극 물질은 각각의 기관 상에 적층되는 양극 및 음극 물질, 및 상기 양극 및 음극 물질 사이에 배열되는 설퍼레이터 층을 포함하는 것인, 제조방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 전극 물질은 수성 슬러리로부터 도포되는 것인, 제조방법.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 전극 물질의 적층은, 상기 기판 상에 상기 전극 물질을 스프레이 코팅 및/또는 트랜스퍼 코팅을 포함하는 것인, 제조방법.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 기판은 금속박을 포함하는 것인, 제조방법.

#### 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 비수성 전해질 용액은 에틸렌 카보네이트, 디메틸카보네이트, 및 디에틸카보네이트 중 하나 이상을 포함하는 것인, 제조방법.

#### 청구항 11

제1항에 있어서,

상기 비수성 전해질 용액은 용해된 흡습성 고체를 포함하는 것인, 제조방법.

#### 청구항 12

리튬 이온 전지의 제조장치로서,

리튬 이온 전지의 기판 상에 코팅으로서 전극 물질을 적층하도록 구성되는 전극-물질 적층 스테이지;

가변 주파수의 마이크로파 방사로 적층된 전극 물질을 조사하도록 구성되는 마이크로파 에미터를 갖는 건조 스테이지;

조사된 전극 물질을 비수성 전해질 용액으로 습윤화하도록 구성되는 습윤화 스테이지; 및

기밀 인클로저 내에 습윤화된 전극 물질을 밀봉하도록 구성되는 밀봉 스테이지를 포함하고,

상기 마이크로파 에미터의 가변 주파수는, 전극 물질이 상기 건조 스테이지를 통과해 전달될 때, 최초 주파수에서 최종 주파수까지, 램프 업 또는 램프 다운되도록 구성되는 것인, 리튬 이온 전지의 제조장치.

#### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 건조 스테이지는, 연속 시트로서 상기 기판 및 전극 물질을 전달하도록 구성되는 것인, 제조장치.

#### 청구항 14

제12항에 있어서,

상기 건조 스테이지는, 상기 전극 물질이 조사될 때 상기 전극 물질에 가스가 가해지도록 구성되는 가스 도관을 포함하는 것인, 제조장치.

#### 청구항 15

제14항에 있어서,

상기 가스 도관은 마이크로파 방사에 투과 가능한 유리 또는 세라믹 윈도우를 포함하는 것인, 제조장치.

#### 청구항 16

제12항에 있어서,

상기 마이크로파 에미터의 가변 주파수는 1 내지 8 기가 헤르츠로 조절 가능한 것인, 제조장치.

#### 청구항 17

제12항에 있어서,

상기 마이크로파 에미터의 전력은 스퀘어미터 당 10 킬로와트 이상인 것인, 제조장치.

#### 청구항 18

삭제

#### 청구항 19

리튬 이온 전지의 제조방법으로서,

리튬 이온 전지의 기판 상에 코팅으로서 전극 물질을 적층하는 단계;

가변 주파수의 마이크로파 방사로 적층된 전극 물질을 조사하는 단계로서, 상기 가변 주파수는 최초 주파수에서 최종 주파수까지 램프 업 또는 램프 다운되는 것이고 절면이 전극 물질을 따라 형성하는 것을 방지하도록 선택되는 것인, 단계;

조사된 전극 물질을 비수성 전해질 용액으로 습윤화하는 단계; 및

기밀 인클로저 내에 습윤화된 전극 물질을 밀봉하는 단계를 포함하는, 리튬 이온 전지의 제조방법.

#### 청구항 20

제19항에 있어서,

상기 기판은 상기 전극 물질과 함께 조사되는 금속을 포함하는 것인, 제조방법.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 리튬 이온 배터리의 제조에 관한 것이고, 더욱 구체적으로는 리튬 이온 배터리에 사용되는 전극 물질을 건조시키기 위해 마이크로파를 이용하는 것에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 리튬 이온 배터리의 각각의 전지는 음극 및 양극을 포함한다. 음극은 구리 또는 니켈 기판 상에 분산된 리튬 이온 인터칼레이팅된, 환원된-탄소 물질로 이루어질 수 있다. 양극은 알루미늄 기판 상에 분산된 리튬 금속 산화물로 이루어질 수 있다. 양극 및 음극은 단락을 방지하기 위해 그들 사이에 위치되는 절연 세퍼레이터를 갖는 층들로 배열될 수 있다. 얻어진 층 구조는 소망되는 전지 형태로 폴딩 또는 와인딩되고, 전지의 외부 접촉과 연결되고, 비수성 전해질 용액으로 습윤화된 후, 적당한 인클로저(enclosure) 내에 밀봉될 수 있다.

[0003] 일반적으로, 리튬 이온 전지의 성능 및 긴 수명은 수분-즉, 물이 전지 인클로저 내에 밀봉된 물질로부터 배제되는 정도에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 양극 및 음극 층은 전해질 용액의 첨가 전에 전극 물질을 건조하기 위해 진공 하에서 가열될 수 있다. 그러나, 진공 처리는 비싸고, 시간이 많이 소모되며, 연속, 예컨대 롤-투-롤(roll-to-roll) 처리에 쉽게 적용이 불가능하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

**과제의 해결 수단**

[0004] 따라서, 본 발명의 일 실시형태는 리튬 이온 전지의 제조방법을 제공한다. 상기 방법은 리튬 이온 전지의 기판 상에 코팅으로서 전극 물질을 적층하는 단계, 가변 주파수의 마이크로파로 적층된 전극 물질을 조사하는 단계, 비수성 전해질 용액으로 조사된 전극 물질을 습윤화하는 단계, 및 기밀 인클로저 내에 습윤화된 전극 물질을 밀봉하는 단계를 포함한다. 다른 실시형태는 리튬 이온 전지의 제조 장치를 제공한다. 상기 장치는 전극-물질 적층 스테이지, 마이크로파 건조 스테이지, 습윤화 스테이지, 및 밀봉 스테이지를 포함한다. 상기 적층 스테이지는 리튬 이온 전지의 기판 상에 코팅으로서 전극 물질을 적층하도록 구성된다. 상기 건조 스테이지는 가변 주파수의 마이크로파로 적층된 전극 물질을 조사하도록 구성되는 마이크로파 에미터를 포함한다. 상기 습윤화 스테이지는 비수성 전해질 용액으로 조사된 전극 물질을 습윤화하도록 구성된다. 상기 밀봉 스테이지는 기밀 인클로저 내에 습윤화된 전극 물질을 밀봉하도록 구성된다.

[0005] 상기 서술은 중요한 또는 필수적인 특징을 확인하기 위해서가 아니라, 단순화된 형태로 본 발명의 선택된 부분을 소개하기 위해 제공된다. 청구항에 의해 정의된, 청구된 주제는 여기에 참조된 임의의 문제 또는 단점을 다루는 실행 또는 상기 내용에 한정되지 않는다.

**도면의 간단한 설명**

[0006] 도 1A 및 1B는 본 발명의 실시형태에 따라 단면도로 리튬 이온 전지 전극의 양태를 나타낸다.  
 도 2A는 본 발명의 실시형태에 따라 원통형 리튬 이온 전지에서의 사용을 위해 배열되는 양극 및 음극을 나타낸다.  
 도 2B는 본 발명의 실시형태에 따라 원통형 리튬 이온 전지의 양태를 나타낸다.  
 도 3A는 본 발명의 실시형태에 따라 플랫-팩(flat-pack) 리튬 이온 전지에서의 사용을 위해 배열되는 양극 및 음극을 나타낸다.  
 도 3B는 본 발명의 실시형태에 따라 플랫-팩 리튬 이온 전지를 나타낸다.  
 도 4는 본 발명의 실시형태에 따라 리튬 이온 전지를 제조하기 위한 장치를 나타내는 블럭도이다.  
 도 5는 본 발명의 실시형태에 따라 리튬 이온 전지를 제조하기 위한 장치의 마이크로파 건조 스테이지의 양태를

나타낸다.

도 6은 본 발명의 실시형태에 따라 리튬 이온 전지를 제조하기 위한 예시적인 방법을 나타낸다.

도 7은 본 발명의 실시형태에 따라 리튬 이온 전지를 제조하기 위한 장치의 마이크로과 건조 스테이지에서 전극 물질을 조사하기 위한 예시적인 방법을 나타낸다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0007] 본 발명의 양태는 상기 나열된 설명되는 실시형태를 참조하고, 실시예에 의해 설명될 것이다. 하나 이상의 실시형태에서 실질적으로 동일할 수 있는 성분, 공정 단계, 및 다른 요소는 대등하게 정의되고, 반복을 최소로 하여 기재된다. 그러나, 대등하게 정의된 요소는 약간 다를 수도 있다는 것을 주목해야 할 것이다. 또한, 본 발명에 포함되는 도면은 일반적으로 스케일대로 그려진 것이 아닌 개략적인 것이라는 것을 주목해야 할 것이다. 대신, 도면에 도시되는 성분 수, 다양한 도면 스케일, 중량비는 소정의 특징 또는 관계가 더 잘 보이도록 하기 위해 의도적으로 왜곡될 수 있다.

[0008] 도 1A는 단면도로 리튬 이온 전지 전극(10)을 나타낸다. 전극은 기관(12) 및 상기 기관 상에 지지되는 전기 활성 코팅(14)을 포함한다. 일반적으로, 전극(10)은 전지의 양극(10P) 또는 음극(10N)일 수 있다. 양극의 전기 활성 코팅은, 몇 개만 언급하자면, 리튬 코발테이트(lithium cobaltate), 리튬 망가네이트(lithium manganate), 리튬 니켈레이트(lithium nickelate) 또는 리튬 니켈 코발테이트(lithium nickel cobaltate)와 같은 리튬 금속 산화물을 포함할 수 있다. 양극의 기관은 알루미늄 박일 수 있다. 음극의 전기 활성 코팅은 리튬-인터칼레이팅된 그래파이트(lithium-intercalated graphite)를 포함하는 리튬-인터칼레이팅된 탄소의 임의의 형태를 포함할 수 있다. 음극의 기관은 구리 또는 니켈 박(copper or nickel foil)일 수 있다. 일부 실시형태에서, 전기 활성 코팅 중 하나 또는 둘다는 수성 또는 비수성 슬러리부터 대응하는 기관까지 적용되어, 전극에 상당한 양의 물을 부여할 수 있다. 또한, 전극 중 하나 또는 둘다는 바인더 또는 접착제와 같은 다른 물질을 포함할 수 있어, 물 및/또는 다른 양자성 화합물을 함유할 수 있다.

[0009] 도 1A는 기관의 오직 일측 상에 코팅된 전극을 나타내지만, 양측 상에 코팅된 전극은 본 발명과 충분히 일치하고, 이후 설명하는 방법에 완전히 적용 가능하다. 따라서, 도 1B는 전기 활성 코팅(14 및 14')으로 양측 상에 코팅되는 기관(12)을 갖는 전극(10')을 도시한다. 이러한 실시형태에서, 일측 상의 코팅은 동일하거나 또는 다른 측 상에 코팅과 적어도 다소 다를 수 있다.

[0010] 도 2A에 도시된, 양극(10P) 및 음극(10N)은 원통형 리튬 이온 전지에서의 사용을 위해 '젤리롤(jellyroll)' 구조(16)로 롤링될 수 있다. 이러한 실시형태에서, 전극은 단락을 방지하기 위해서 그들 사이에 배열된 다공성 세퍼레이터 시트(18)로 층화(layered) 및 와인딩된다. 도 2B는 전기 접촉(electrical contacts)(20), 인클로져(22), 및 밀봉 캡(sealing cap)(23)을 갖는 예시적인 원통형 리튬 이온 전지(19)를 나타낸다. 전기 접촉은 각각 양극 및 음극의 기관(12P 및 12N)의 연장일 수 있다. 다른 실시형태에서, 양극 및 음극(10P 및 10N)은 각각 이들 사이에 다공성 세퍼레이터 시트(18)를 갖는 도 3A와 같은 '플랫-팩(flat-pack)' 구조(24)로 층화 및 폴딩(folded)될 수 있다. 이후 형태는 도 3B에 도시되는 플랫-팩 리튬 이온 전지(25)에 사용될 수 있다.

[0011] 리튬 이온 전지를 완성하기 위해, 비수성 전해질 용액-예컨대 극성 비양성자 용매에 용해된 리튬 염-은, 이후에 밀봉되는 인클로져로 주입된다. 일부 실시형태에서, 비양성자 용매는 하나 이상의 에틸렌 카보네이트(ethylene carbonate), 디메틸카보네이트(dimethylcarbonate), 및 디에틸카보네이트(diethylcarbonate)를 포함할 수 있다. 이러한 및 다른 실시형태에서, 리튬 염은 리튬 헥사플루오로포스페이트(lithium hexafluorophosphate), 리튬 테트라플루오로보레이트(lithium tetrafluoroborate), 또는 리튬 퍼클로레이트(lithium perchlorate)와 같은 흡습성 고체일 수 있다.

[0012] 도 4는 일 실시형태에서 리튬 이온 전지를 제조하기 위한 장치(26)의 각종 스테이지를 나타내는 하이-레벨의 블록도이다. 상기 장치는 전극 물질 적층 스테이지(28), 마이크로과 건조 스테이지(30), 습윤화 스테이지(32),

및 밀봉 스테이지(34)를 포함한다. 적층 스테이지는 리튬 이온 전지의 기관(12) 상에 코팅으로서 전극 물질을 적층하도록 구성된다. 마이크로파 건조 스테이지는 가변 주파수의 마이크로파로 적층된 전극 물질을 조사하도록 구성된다. 일부 실시형태에서, 마이크로파 건조 스테이지는 연속 시트와 같은 기관 및 전극 물질을 전달하도록 구성된다. 습윤화 스테이지는 비수성 전해질 용액으로 조사된 전극 물질을 습윤화하도록 구성된다. 밀봉 스테이지는 기밀 인클로저에서 습윤화된 전극 물질을 밀봉하도록 구성된다.

[0013] 상기 설명한 바와 같이, 리튬 이온 전지의 성능 및 긴 수명은, 수분이 전지 인클로저 내에 밀봉된 물질로부터 배제되는 정도에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 도 5는 일 실시형태에서 예시적인 마이크로파 건조 스테이지(30)의 양태를 나타낸다. 도시한 마이크로파 건조 스테이지는 가변 주파수 마이크로파 가열을 이용하여 전극 물질의 연속 시트를 건조하도록 구성된다.

[0014] 마이크로파 건조 스테이지(30)는 건조될 물질이 공급되는 피드 롤러(feed roller)(36)을 포함한다. 도시한 실시형태에서, 전극은 연속 시트와 같은 마이크로파 건조 스테이지로 공급된다. 따라서, 피드 롤러는 시트에서 적당한 양의 텐션을 유지하도록 구성될 수 있다. 일 실시형태에서, 시트의 폭은 완성된 리튬 이온 전지에서 전극의 폭과 실질적으로 동일할 수 있다. 일부 실시형태에서, 마이크로파 건조 스테이지로 공급되는 전극 물질은 앞선 도면의 양극(10P) 또는 음극(10N)의 구조를 가질 수 있다; 이는 기관(12) 상에 배열되는 전기 활성 코팅(14)을 포함할 수 있다. 다른 실시형태에서, 마이크로파 건조 스테이지로 공급되는 전극 물질은 더욱 복잡하고, 층화된 구조일 수 있다. 예컨대, 이는 양극 및 음극 층들, 및 하나 이상의 세퍼레이터 시트(18)를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 도 5에 이어서, 마이크로파 건조 스테이지(30)는 인렛(inlet)(40), 아웃렛(outlet)(42), 및 전극 물질을 통과시키는 적당한 치수의 개구부(opening)(44)를 갖는 가스 도관(38)을 포함한다. 가스 도관은 전극 물질이 조사될 때 전극 물질에 가스를 가하도록 구성된다. 가스 도관의 적어도 상부 윈도우(46)는 유리 또는 세라믹과 같은 마이크로파-투과성 물질로 이루어질 수 있다. 원칙적으로, 임의의 건조, 비 마이크로파 흡수 가스는, 인렛(40)을 통과시키고, 가스 도관 밖으로 습기를 전달하기 위해 사용될 수 있다. 예는 질소, 아르곤, 이산화탄소, 및 탈습된 공기를 포함한다.

[0016] 가스의 유동은 전극 건조 공정에 도움을 줄 수 있지만, 모든 어플리케이션에 필요하지 않을 수 있다. 따라서, 가스 도관(38)은 생략될 수 있고, 일부 실시형태에서, 개구 구조를 위해, 건조될 물질은 개구 공간을 통해 전달되고, 습기는 대기로 대류에 의해 이동시킨다. 또한, 마이크로파 건조 스테이지(30)는 다른 이용을 위해 건조된 물질을 저장하고, 스테이지를 통해 전극 물질을 드로잉(draw)하도록 구성되는 업테이크 롤(uptake roll)(48)을 포함한다.

[0017] 마이크로파 건조 스테이지(30)에서, 전극 물질의 건조의 최초 형태는 마이크로파의 흡수에 의해 가열하는 것이다. 따라서, 장치는, 건조될 물질 상에, 가스 도관(38)을 통해 그 방출을 지시하도록 구성되는 마이크로파 에미터(50)를 포함한다.

[0018] 여기서, 본 발명자는, 고정 주파수 마이크로파 조사는 여기에 기재된 전극 물질을 건조하는데 불리할 수 있다는 것을 발견했다. 임의의 특정 이론에 얽매이지 않고, 고정 주파수 마이크로파 조사가, 건조될 물질이 금속-예컨대 금속박 기관(12)을 포함하는 경우에 문제가 되는 조사된 공간에 절면(nodal planes)을 확립시키는 것이 알려졌다. 절면은 도전성 물체 내에 및 거의 위에 전류 및 전하 국부화를 유도하는 것이 알려졌다. 이는 전극에 비균일한 가열, 아크 생성(arcng), 및 손상을 일으킬 수 있다. 그러나, 주파수를 스캐닝함으로써, 즉 시간에 걸쳐 방사의 주파수를 변화시킴으로써, 이러한 절면은 방지될 수 있고, 전극 물질은 더욱 균일하게 승온될 수 있다.

[0019] 따라서, 마이크로파 에미터(50)는 가변 주파수 마이크로파 에미터일 수 있다. 일 실시형태에서, 마이크로파 에미터로부터 이용 가능한 방사의 주파수는 1.0 기가 헤르츠(GHz) 내지 8.0 GHz에서 연속적으로 조절 가능할 수 있다. 다른 실시형태에서, 방사의 주파수는 별개의 단계에서 동일한 범위로 조절 가능할 수 있다. 따라서, 마

이크로파 에미터의 주파수는, 전극 물질이 건조 스테이지를 통해 전달될 때 램프 업(ramp up) 또는 램프 다운(ramp down)도록 구성될 수 있다. 일부 실시형태에서, 마이크로파의 가변 주파수는, 전극 물질을 따라 절면이 형성되는 것을 방지하도록 선택될 수 있다. 이러한 특징은, 기관이 전극 물질과 함께 조사되는 금속 기관인 경우에 특히 바람직하지 않은 효과를 방지할 수 있다.

[0020] 하나의, 비제한적인 실시형태에서, 마이크로파 에미터의 전체 전력 출력은 조사된 전극 물질의 스케어미터 당 10 킬로와트일 수 있다. 다른 실시형태에서, 전력은 더 클 수 있다. 단일-전극 시험에서, 최대 전력 500 와트가 사용되었다. 그러나, 여기에 설명되는 많은 값 및 범위는 오직 예이고, 다른 값 및 범위가 고려된다는 것을 주목해야 할 것이다.

[0021] 여기에 기재되는 형태는 리튬 이온 전지를 제조하기 위한 각종 방법이 가능하다. 따라서, 일부 이러한 방법은 상기 형태의 연결된 참조로 실시예에 의해 설명될 것이다. 그러나, 본 발명의 범위 내에 기재된 방법 및 다른 것들은, 다른 형태에 의해서도 가능해질 수 있는 것으로 이해해야 할 것이다. 또한, 여기서 설명되는 및/또는 나타내는 공정 단계의 일부는, 일부 실시형태에서 본 발명의 범위 내에서 생략될 수 있다. 마찬가지로, 공정 단계의 나타난 시퀀스는 항상 의도된 결과를 수행하도록 요구되지 않을 수 있고, 쉽게 설명하기 위해 제공된다. 설명된 하나 이상의 동작, 기능 또는 조작용은 사용될 특정 계획에 따라 다르게 반복적으로 수행될 수 있다.

[0022] 도 6은 일 실시형태에서 리튬 이온 전지를 제조하기 위한 예시적인 방법(52)을 나타낸다. 방법(52)의 54에서, 전기 활성 코팅은 상기 설명한 바와 같이, 전지의 양극 또는 음극 물질을 형성하기 위해 박 기관(a foil substrate) 상에 적층된다. 기관은 연속 시트의 형태일 수 있다. 일 실시형태에서, 전기 활성 코팅은 연속 스프레이-코팅 또는 트랜스퍼-코팅 공정을 통해 적용될 수 있다. 일 실시형태에서, 전기 활성 코팅은 수성 또는 비수성 슬러리로부터 적용될 수 있다.

[0023] 56에서, 적층된 전극 물질은 마이크로파 건조 스테이지(30)와 같은 마이크로파 건조 스테이지에서 마이크로파로 조사된다. 일부 실시형태에서, 전극 물질은 마이크로파 건조 스테이지에 진입하기 전에 공기 중에서 미리 건조 또는 부분적으로 건조될 수 있다. 58에서, 건조된 전극 물질은 동일 또는 유사한 공정에 의해 건조될 수도 있는 상보적인 전극 물질과 층화된다. 일 실시형태에서, 전극 물질은 상기 설명한 바와 같이, 하나 이상의 세퍼레이터 층들과 함께 층화될 수 있다. 다른 실시형태에서, 마이크로파 건조가 가해지는 전극 물질은 양극 및 음극 물질 사이에 배열되는 세퍼레이터 층을 갖는, 각각의 기관 상에 적층되는 양극 및 음극 물질을 포함할 수 있다.

[0024] 60에서, 층화된 구조는 리튬 이온 전지의 바람직한 최종 형태에 따라 폴딩 또는 와인딩된다. 62에서, 전기 연결은 전지의 외부 접촉을 통해 전극 기관 물질에 만들어지고, 층화된 구조는 인클로저로 삽입된다. 64에서, 비수성 전해질 용액은 인클로저로 첨가되어, 조사된 전극 물질을 습윤화한다. 66에서, 인클로저는 그것이 기밀하도록 밀봉된다.

[0025] 도 7은 리튬 이온 전지의 제조 장치의 마이크로파 건조 스테이지에서 전극 물질을 조사하기 위한 예시적인 방법(56A)을 나타낸다. 방법(56A)은 상기 방법의 블록(56)의 더욱 구체적인 실시형태일 수 있다. 그러나, 방법(56A) 또한 독립적으로 사용될 수 있다.

[0026] 방법(56A)의 68에서, 전극 물질은 가스 도관으로 전달된다. 일 실시형태에서, 전극 물질은 가스 도관의 개구부를 통해, 피드 롤러로부터 업테이크 롤러까지 전달될 수 있다. 70에서, 질소, 아르곤, 이산화탄소, 또는 탈습된 공기와 같은 건조한 가스는 인렛부터 아웃렛까지 가스 도관을 통해 유동된다. 다른 실시형태에서, 가해진 가스 유동은, 상기 설명한 바와 같이 생략될 수 있다. 72에서, 마이크로파 에미터의 주파수는 일부 예에서 1.0 GHz 일 수 있는 최초 주파수로 셋팅된다. 74에서, 마이크로파 에미터의 주파수는 최종 주파수까지 연속적으로 증가된다. 하나의 비제한적인 실시예에서, 최종 주파수는 8.0 GHz일 수 있고, 10분의 기간에 걸쳐 램핑(ramping)이 일어날 수 있다. 일 실시형태에서, 램핑의 기간은, 전극 물질의 제공된 일부가 하나의 말단에서 다른 말단으로 마이크로파 조사의 영역 또는 가스 도관을 통과하는데 걸리는 시간과 일치할 수 있다. 다른 실시형태에서, 주파수는 최초 주파수에서 최종 주파수까지 램핑될 수 있고, 그 후 하나의 말단에서 다른 말단으로 전극 물질의

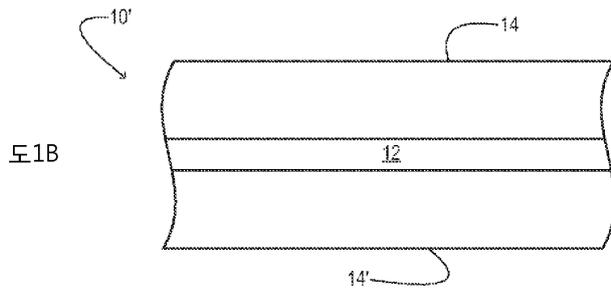
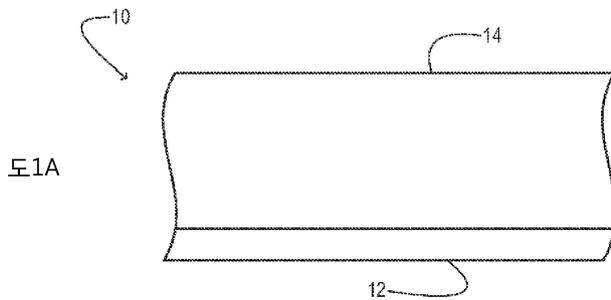
일부가 통과하는데 걸리는 시간 내에 최초 주파수로 되돌아 갈 수 있다.

[0027] 리튬 이온 전지용 전극 물질의 연속-예컨대 롤-투-롤(roll-to-roll) 가공의 많은 이점에도 불구하고, 본 발명은 배치형 공정(batch-type processing)과도 일치한다. 일 실시예에서, 개별의, 스탬핑된 전극은 건조 효과를 가져오기 위해 유동 가스 하에서 가변 주파수 마이크로파로 조사될 수 있다. 또한, 물은 마이크로파 조사에 의해 제거될 최초의 제제로 확인되어 왔지만, 또한 이러한 기술은 다른 휘발성 성분-예컨대 전지 제조에 사용되는 바인더 및/또는 접착제를 통해 도입될 수 있는 물 이외에 양자성 화합물의 잔여물을 베이킹 아웃한다.

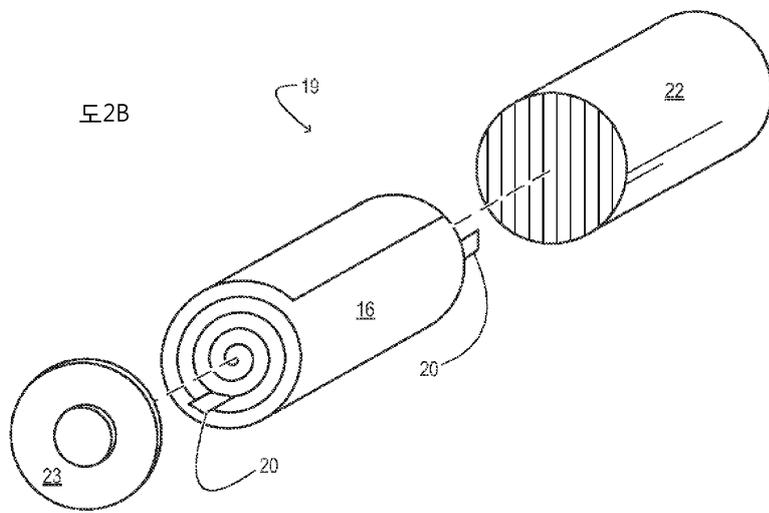
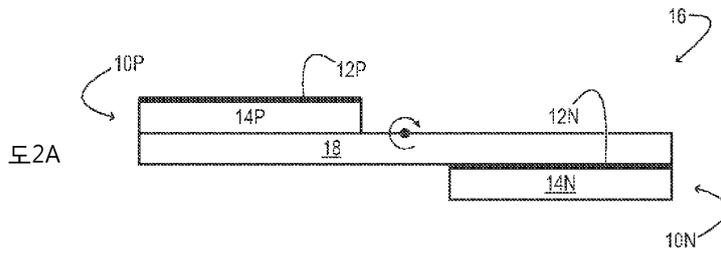
[0028] 마지막으로, 여기에 기재되는 아티클, 시스템, 및 방법은 본 발명의 실시형태-수 많은 변형 및 확장도 고려되는 비제한적인 실시예인 것으로 이해해야 할 것이다. 따라서, 본 발명은 여기에 기재된 아티클, 시스템, 및 방법 뿐만 아니라 임의의 모든 이들의 등가물의 모든 신규 및 불명확한 조합 및 서브-조합을 포함한다.

도면

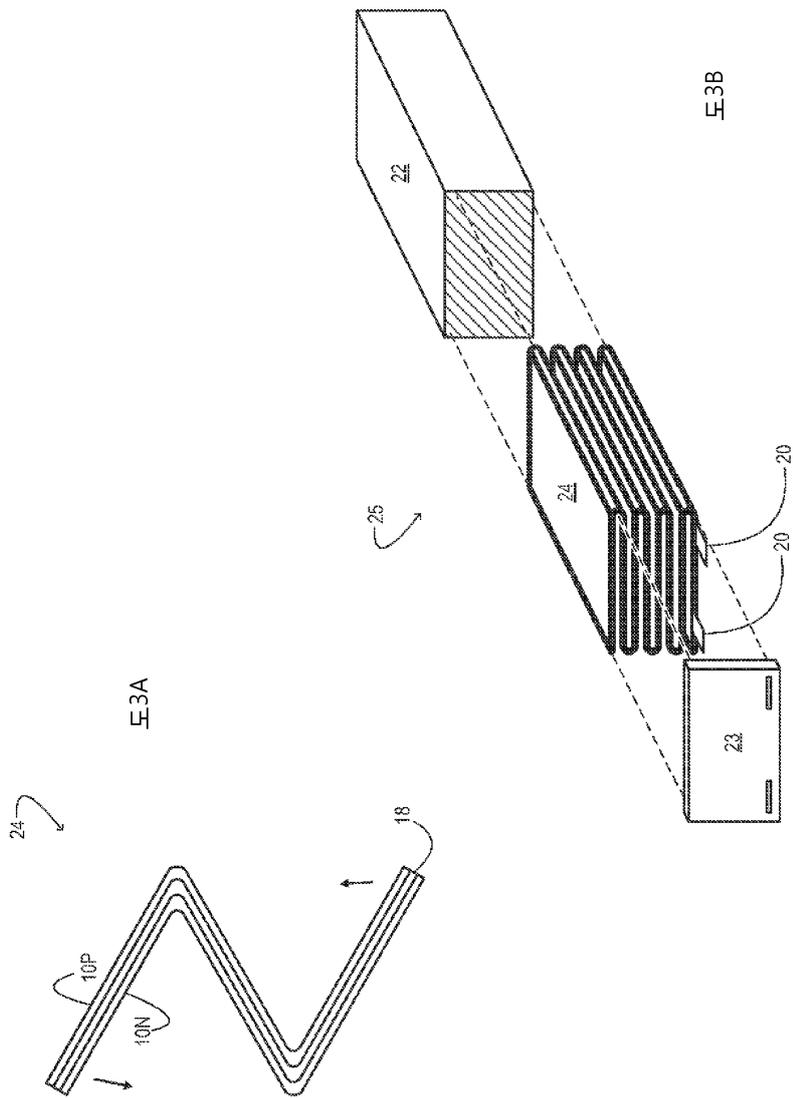
도면1



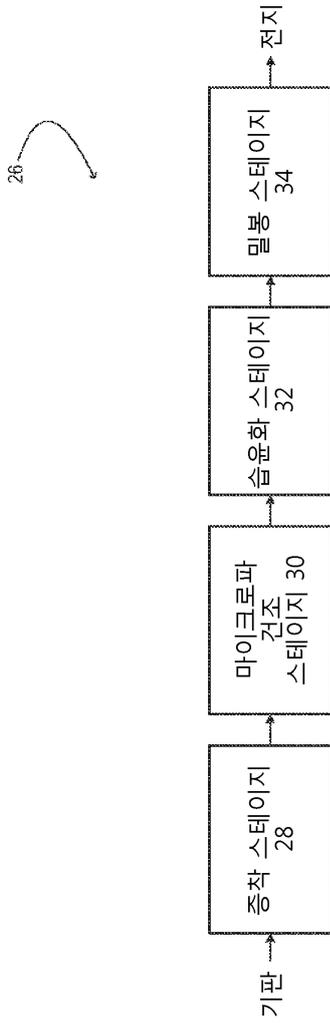
도면2



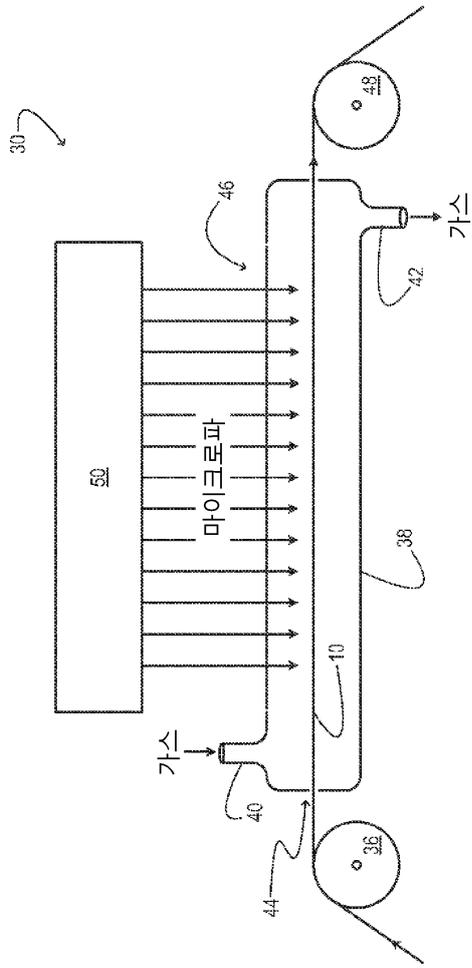
도면3



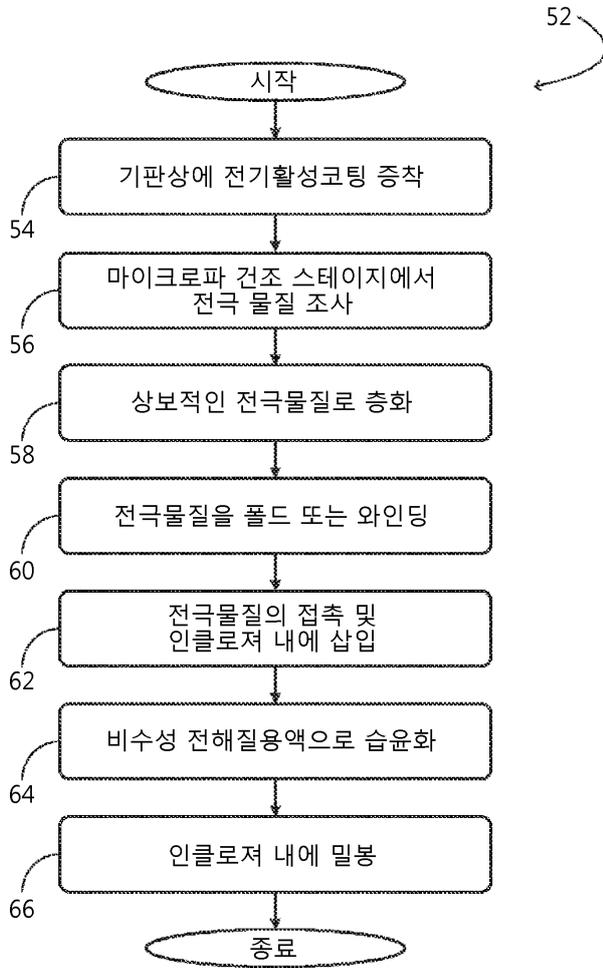
도면4



도면5



도면6



도면7

