



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년09월18일
(11) 등록번호 10-2579201
(24) 등록일자 2023년09월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 10/058 (2010.01) B05C 11/02 (2006.01)
B05C 11/04 (2006.01) B05C 11/10 (2006.01)
B05C 9/12 (2006.01) B05C 9/14 (2006.01)
H01M 10/0562 (2010.01) H01M 10/0565 (2010.01)
H01M 4/04 (2006.01) H01M 4/139 (2010.01)
H01M 4/62 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01M 10/058 (2022.05)
B05C 11/025 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0026554
(22) 출원일자 2021년02월26일
심사청구일자 2021년02월26일
(65) 공개번호 10-2022-0122868
(43) 공개일자 2022년09월05일
(56) 선행기술조사문헌
JP2014017200 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
(주)피엔티
경상북도 구미시 첨단기업로 33(금전동)
(72) 발명자
김준섭
경상북도 구미시 첨단기업로 33
정현수
경상북도 구미시 첨단기업로 33
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
천성훈

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 신상훈

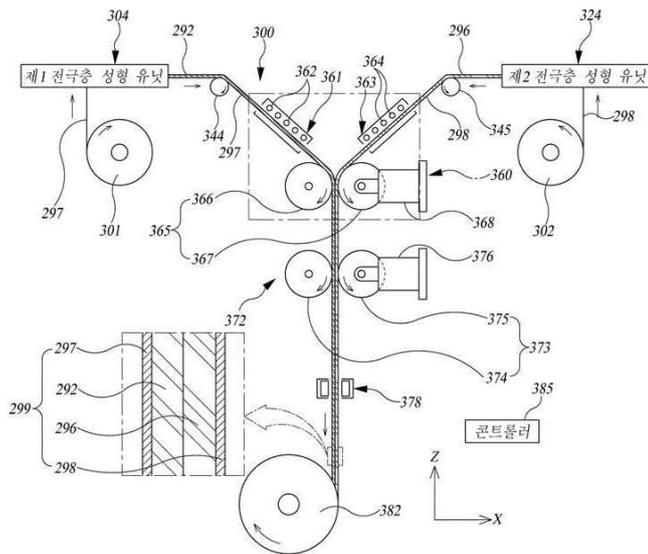
(54) 발명의 명칭 전고체 이차전지 제조 장치

(57) 요약

개시된 전고체 이차전지 제조 장치는, 제1 이형 필름을 공급하는 제1 이형 필름 공급 롤러와, 제2 이형 필름을 공급하는 제2 이형 필름 공급 롤러, 제1 전극 재료를 제1 이형 필름 상에 도포하고 가열하여 제1 이형 필름에 적층된 고체상의 제1 전극층을 형성하는 제1 전극층 성형 유닛, 제2 전극 재료를 제2 이형 필름 상에 도포하고 가

(뒷면에 계속)

대표도



열하여 제2 이형 필름에 적층된 고체상의 제2 전극층을 형성하는 제2 전극층 성형 유닛, 제1 이형 필름에 적층된 제1 전극층과 제2 이형 필름에 적층된 제2 전극층을 서로 마주보게 하고 밀착 결합하여 제1 이형 필름, 제1 전극층, 제2 전극층, 및 제2 이형 필름이 적층된 전지 웹을 형성하는 전극층 결합 유닛, 적층된 제1 전극층 및 제2 전극층의 두께를 줄이고 밀도를 높이도록 전지 웹을 가압하는 프레스 유닛, 및 프레스 유닛을 통과한 전지 웹을 권취하여 회수하는 전지 웹 회수 롤러를 구비한다. 제1 이형 필름 및 제2 이형 필름을 공급하는 작업부터 전지 웹을 회수하는 작업까지 롤투를 방식으로 진행된다.

(52) CPC특허분류

- B05C 11/04* (2013.01)
- B05C 11/1005* (2020.05)
- B05C 9/12* (2013.01)
- B05C 9/14* (2013.01)
- H01M 10/0562* (2013.01)
- H01M 10/0565* (2013.01)
- H01M 4/0435* (2013.01)
- H01M 4/139* (2013.01)
- H01M 4/62* (2013.01)

(72) 발명자

양광중

경상북도 구미시 첨단기업로 33

신순우

경상북도 구미시 도봉로 10 현진에버빌, 101동
1507호

(56) 선행기술조사문헌

- JP2014127435 A*
- KR1020190122365 A*
- KR1020200010297 A*
- KR1020200042344 A*
- KR1020200066901 A*
- KR1020200078181 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

제1 이형 필름을 공급하는 제1 이형 필름 공급 롤러와, 제2 이형 필름을 공급하는 제2 이형 필름 공급 롤러; 제1 전극 재료를 상기 제1 이형 필름 상에 도포하고 가열하여 상기 제1 이형 필름에 적층된 고체상의 제1 전극층을 형성하는 제1 전극층 성형 유닛; 제2 전극 재료를 상기 제2 이형 필름 상에 도포하고 가열하여 상기 제2 이형 필름에 적층된 고체상의 제2 전극층을 형성하는 제2 전극층 성형 유닛; 상기 제1 이형 필름에 적층된 제1 전극층과 상기 제2 이형 필름에 적층된 제2 전극층을 서로 마주보게 하고 밀착 결합하여 상기 제1 이형 필름, 제1 전극층, 제2 전극층, 및 제2 이형 필름이 적층된 전지 웹(web)을 형성하는 전극층 결합 유닛; 상기 적층된 제1 전극층 및 제2 전극층의 두께를 줄이고 밀도를 높이도록 상기 전지 웹을 가압하는 프레스 유닛; 및, 상기 프레스 유닛을 통과한 전지 웹을 권취하여 회수하는 전지 웹 회수 롤러;를 구비하고,

상기 제1 전극층 성형 유닛을 거친 제1 이형 필름과, 상기 제2 전극층 성형 유닛을 거친 제2 이형 필름은 회수되지 않고, 각각 가이드 롤러에 의하여 전극층 결합 유닛으로 이송되고,

상기 전극층 결합 유닛은, 한 쌍의 롤러(roller)를 구비하는 롤러 결합기를 구비하여, 상기 가이드 롤러에 의하여 이송된 상기 제1 이형 필름에 적층된 제1 전극층과 상기 제2 이형 필름에 적층된 제2 전극층이 상기 롤러 결합기의 한 쌍의 롤러 사이를 통과하면서 밀착 결합되며,

상기 제1 이형 필름 및 제2 이형 필름을 공급하는 작업부터 상기 전지 웹을 회수하는 작업까지 롤투롤(roll-to-roll) 방식으로 진행되는 것을 특징으로 하는 전고체 이차전지 제조 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제1 전극 재료는, 양극 활물질 및 음극 활물질 중 하나의 전극 활물질에 전해질 물질이 첨가되어 형성된 젤(gel) 형태의 물질이고,

상기 제2 전극 재료는, 양극 활물질 및 음극 활물질 중 다른 하나의 전극 활물질에 전해질 물질이 첨가되어 형성된 젤 형태의 물질인 것을 특징으로 하는 전고체 이차전지 제조 장치.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 제1 전극층 성형 유닛은, 상기 제1 전극 재료가 수용된 제1 탱크(tank), 상기 제1 이형 필름이 상기 제1 탱크를 경유하도록 지지하여 상기 제1 이형 필름에 상기 제1 전극 재료를 도포시키는 제1 코팅 롤러, 및 상기 제1 전극 재료의 전극 활물질과 전해질 물질이 고르게 분산 혼합되도록 상기 제1 탱크 내에서 회전하는 제1 교반 롤러를 구비한 제1 코팅기(coater)를 구비하고,

상기 제2 전극층 성형 유닛은, 상기 제2 전극 재료가 수용된 제2 탱크, 상기 제2 이형 필름이 상기 제2 탱크를 경유하도록 지지하여 상기 제2 이형 필름에 상기 제2 전극 재료를 도포시키는 제2 코팅 롤러, 및 상기 제2 전극 재료의 전극 활물질과 전해질 물질이 고르게 분산 혼합되도록 상기 제2 탱크 내에서 회전하는 제2 교반 롤러를 구비한 제2 코팅기를 구비한 것을 특징으로 하는 전고체 이차전지 제조 장치.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 제1 코팅기는 상기 제1 이형 필름에 도포된 제1 전극 재료의 두께를 규제하는 제1 콤마 롤러(comma roller)를 더 구비하고, 상기 제2 코팅기는 상기 제2 이형 필름에 도포된 제2 전극 재료의 두께를 규제하는 제2 콤마 롤러를 더 구비하며,

상기 제1 교반 롤러는 상기 제1 탱크에 수용된 제1 전극 재료가 상기 제1 콤마 롤러를 향하도록 유도하는 방향

으로 회전하고, 상기 제2 교반 롤러는 상기 제2 탱크에 수용된 제2 전극 재료가 상기 제2 콤파 롤러를 향하도록 유도하는 방향으로 회전하는 것을 특징으로 하는 전고체 이차전지 제조 장치.

청구항 5

제3 항에 있어서,

상기 제1 교반 롤러의 외주면에 상기 제1 교반 롤러가 회전함에 따라 상기 제1 전극 재료가 혼합되도록 자극하는 제1 외주면 홈(groove)이 형성되고,

상기 제2 교반 롤러의 외주면에 상기 제2 교반 롤러가 회전함에 따라 상기 제2 전극 재료가 혼합되도록 자극하는 제2 외주면 홈이 형성된 것을 특징으로 하는 전고체 이차전지 제조 장치.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 프레스 유닛을 통과한 전지 웹이 상기 전지 웹 회수 롤러에 회수되기 전에 상기 적층된 제1 전극층 및 제2 전극층의 두께를 측정하는 두께 측정 센서(sensor);를 더 구비하고,

상기 두께 측정 센서에 의해 측정된 두께가 미리 설정된 기준값보다 크면 상기 프레스 유닛의 가압력이 증가되고, 상기 두께 측정 센서에 의해 측정된 두께가 상기 기준값보다 작으면 상기 프레스 유닛의 가압력이 감소되는 것을 특징으로 하는 전고체 이차전지 제조 장치.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 프레스 유닛은, 한 쌍의 롤러를 구비하는 롤러 프레스(roller press)를 구비하여 상기 전지 웹이 상기 한 쌍의 롤러 사이를 통과하면서 가압되고,

상기 두께 측정 센서에 의해 측정된 두께에 따라 상기 롤러 프레스의 한 쌍의 롤러 사이의 간격이 조절되는 것을 특징으로 하는 전고체 이차전지 제조 장치.

청구항 8

제6 항에 있어서,

상기 두께 측정 센서에 의해 측정된 두께에 따라 상기 롤러 결합기의 한 쌍의 롤러 사이의 간격이 조절되는 것을 특징으로 하는 전고체 이차전지 제조 장치

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 전극층 결합 유닛은, 상기 제1 이형 필름에 적층된 제1 전극층이 상기 롤러 결합기를 통과하기 전에 상기 제1 전극층을 가열하는 제1 전극층 예열기, 및 상기 제2 이형 필름에 적층된 제2 전극층이 상기 롤러 결합기를 통과하기 전에 상기 제2 전극층을 가열하는 제2 전극층 예열기를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 전고체 이차전지 제조 장치.

청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 제1 전극층 성형 유닛은, 상기 제1 이형 필름에 도포된 제1 전극 재료에 근적외선(NIR: near-infrared ray)을 조사하여 40 내지 120℃의 온도로 가열하는 제1 근적외선 히터(heater)를 구비하고,

상기 제2 전극층 성형 유닛은, 상기 제2 이형 필름에 도포된 제2 전극 재료에 근적외선을 조사하여 40 내지 120℃의 온도로 가열하는 제2 근적외선 히터를 구비하는 것을 특징으로 하는 전고체 이차전지 제조 장치.

청구항 11

제1 항에 있어서,

상기 전지 웹 회수 롤러에 권취 회수된 롤(roll) 형태의 전지 웹을 풀어 공급하는 전지 웹 공급 롤러; 상기 전지 웹에서 상기 제1 이형 필름 및 제2 이형 필름을 분리 제거하는 이형 필름 제거기; 및, 상기 제1 이형 필름 및 제2 이형 필름이 제거되고 남은 제1 전극층 및 제2 전극층을 미리 설정된 크기로 절단하여 전지 셀을 형성하는 전지 셀 절단기(cutter);를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 전고체 이차전지 제조 장치.

청구항 12

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전고체 이차전지 제조 장치와 전고체 이차전지 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 상용화된 대표적인 이차전지는 리튬 이온 이차전지로서, 가연성 액체 전해질을 포함하여 과열 또는 과충전될 경우에 팽창하여 폭발을 일으킬 위험성이 있다. 전고체 이차전지는 액체 전해질 대신에 고체 전해질 소재를 사용하여 폭발 및 화재 위험이 적고 안전하며, 다수의 단위 전지 셀(cell)이 직렬로 연결되는 바이폴라(bipolar) 구조로 설계될 수 있어 고전압 구현에 유리하다.

[0003] 전고체 이차전지의 단위 전지 셀은 양극 활물질층, 고체 전해질층, 및 음극 활물질층을 구비한 3층 구조이거나, 고체 전해질이 첨가된 양극 활물질층 및 고체 전해질이 첨가된 음극 활물질층을 구비한 2층 구조로 구성될 수 있다. 그러나, 전고체 이차전지는 아직 상용화되어 양산되고 있지 않은 실정으로, 양산에 적합한 전고체 이차전지 제조 장치를 구현하는 연구와 노력도 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2020-0069215호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 젤 형태(gel type)의 전극 재료로부터 시작하여 전고체 이차전지를 제조하는 장치 및 전고체 이차전지를 제조하는 방법으로서, 자동화된 공정 구현을 통해 생산성이 향상되는 전고체 이차전지 제조 장치 및 제조 방법을 제공한다.

[0006] 본 발명은 이형 필름을 풀어 공급하는 것으로부터 이형 필름에 덮인 한 쌍의 전극층을 구비한 전지 웹(web)을 회수하기까지, 롤투롤 방식으로 공정이 수행되는 전고체 이차전지 제조 장치 및 제조 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은, 제1 이형 필름을 공급하는 제1 이형 필름 공급 롤러와, 제2 이형 필름을 공급하는 제2 이형 필름 공급 롤러, 제1 전극 재료를 상기 제1 이형 필름 상에 도포하고 가열하여 상기 제1 이형 필름에 적층된 고체상의 제1 전극층을 형성하는 제1 전극층 성형 유닛, 제2 전극 재료를 상기 제2 이형 필름 상에 도포하고 가열하여 상기 제2 이형 필름에 적층된 고체상의 제2 전극층을 형성하는 제2 전극층 성형 유닛, 상기 제1 이형 필름에 적층된 제1 전극층과 상기 제2 이형 필름에 적층된 제2 전극층을 서로 마주보게 하고 밀착 결합하여 상기 제1 이형 필름, 제1 전극층, 제2 전극층, 및 제2 이형 필름이 적층된 전지 웹(web)을 형성하는 전극층 결합 유닛, 상기 적층된 제1 전극층 및 제2 전극층의 두께를 줄이고 밀도를 높이도록 상기 전지 웹을 가압하는 프레스 유닛, 및 상기 프레스 유닛을 통과한 전지 웹을 권취하여 회수하는 전지 웹 회수 롤러를 구비하고, 상기 제1 이형 필름

및 제2 이형 필름을 공급하는 작업부터 상기 전지 웹을 회수하는 작업까지 롤투롤(roll-to-roll) 방식으로 진행되는 전고체 이차전지 제조 장치를 제공한다.

- [0008] 상기 제1 전극 재료는, 양극 활물질 및 음극 활물질 중 하나의 전극 활물질에 전해질 물질이 첨가되어 형성된 젤(gel) 형태의 물질이고, 상기 제2 전극 재료는, 양극 활물질 및 음극 활물질 중 다른 하나의 전극 활물질에 전해질 물질이 첨가되어 형성된 젤 형태의 물질일 수 있다.
- [0009] 상기 제1 전극층 성형 유닛은, 상기 제1 전극 재료가 수용된 제1 탱크(tank), 상기 제1 이형 필름이 상기 제1 탱크를 경유하도록 지지하여 상기 제1 이형 필름에 상기 제1 전극 재료를 도포시키는 제1 코팅 롤러, 및 상기 제1 전극 재료의 전극 활물질과 전해질 물질이 고르게 분산 혼합되도록 상기 제1 탱크 내에서 회전하는 제1 교반 롤러를 구비한 제1 코팅기(coater)를 구비하고, 상기 제2 전극층 성형 유닛은, 상기 제2 전극 재료가 수용된 제2 탱크, 상기 제2 이형 필름이 상기 제2 탱크를 경유하도록 지지하여 상기 제2 이형 필름에 상기 제2 전극 재료를 도포시키는 제2 코팅 롤러, 및 상기 제2 전극 재료의 전극 활물질과 전해질 물질이 고르게 분산 혼합되도록 상기 제2 탱크 내에서 회전하는 제2 교반 롤러를 구비한 제2 코팅기를 구비할 수 있다.
- [0010] 상기 제1 코팅기는 상기 제1 이형 필름에 도포된 제1 전극 재료의 두께를 규제하는 제1 콤파 롤러(comma roller)를 더 구비하고, 상기 제2 코팅기는 상기 제2 이형 필름에 도포된 제2 전극 재료의 두께를 규제하는 제2 콤파 롤러를 더 구비하며, 상기 제1 교반 롤러는 상기 제1 탱크에 수용된 제1 전극 재료가 상기 제1 콤파 롤러를 향하도록 유도하는 방향으로 회전하고, 상기 제2 교반 롤러는 상기 제2 탱크에 수용된 제2 전극 재료가 상기 제2 콤파 롤러를 향하도록 유도하는 방향으로 회전할 수 있다.
- [0011] 상기 제1 교반 롤러의 외주면에 상기 제1 교반 롤러가 회전함에 따라 상기 제1 전극 재료가 혼합되도록 자극하는 제1 외주면 홈(groove)이 형성되고, 상기 제2 교반 롤러의 외주면에 상기 제2 교반 롤러가 회전함에 따라 상기 제2 전극 재료가 혼합되도록 자극하는 제2 외주면 홈이 형성될 수 있다.
- [0012] 본 발명의 전고체 이차전지 제조 장치는, 상기 프레스 유닛을 통과한 전지 웹이 상기 전지 웹 회수 롤러에 회수되기 전에 상기 적층된 제1 전극층 및 제2 전극층의 두께를 측정하는 두께 측정 센서(sensor)를 더 구비하고, 상기 두께 측정 센서에 의해 측정된 두께가 미리 설정된 기준값보다 크면 상기 프레스 유닛의 가압력이 증가되고, 상기 두께 측정 센서에 의해 측정된 두께가 상기 기준값보다 작으면 상기 프레스 유닛의 가압력이 감소될 수 있다.
- [0013] 상기 프레스 유닛은, 한 쌍의 롤러를 구비하는 롤러 프레스(roller press)를 구비하여 상기 전지 웹이 상기 한 쌍의 롤러 사이를 통과하면서 가압되고, 상기 두께 측정 센서에 의해 측정된 두께에 따라 상기 롤러 프레스의 한 쌍의 롤러 사이의 간격이 조절될 수 있다.
- [0014] 상기 전극층 결합 유닛은, 한 쌍의 롤러(roller)를 구비하는 롤러 결합기를 구비하여 상기 제1 이형 필름에 적층된 제1 전극층과 상기 제2 이형 필름에 적층된 제2 전극층이 상기 롤러 결합기의 한 쌍의 롤러 사이를 통과하면서 밀착 결합되고, 상기 두께 측정 센서에 의해 측정된 두께에 따라 상기 롤러 결합기의 한 쌍의 롤러 사이의 간격이 조절될 수 있다.
- [0015] 상기 전극층 결합 유닛은, 상기 제1 이형 필름에 적층된 제1 전극층이 상기 롤러 결합기를 통과하기 전에 상기 제1 전극층을 가열하는 제1 전극층 예열기, 및 상기 제2 이형 필름에 적층된 제2 전극층이 상기 롤러 결합기를 통과하기 전에 상기 제2 전극층을 가열하는 제2 전극층 예열기를 더 구비할 수 있다.
- [0016] 상기 제1 전극층 성형 유닛은, 상기 제1 이형 필름에 도포된 제1 전극 재료에 근적외선(NIR: near-infrared ray)을 조사하여 40 내지 120℃의 온도로 가열하는 제1 근적외선 히터(heater)를 구비하고, 상기 제2 전극층 성형 유닛은, 상기 제2 이형 필름에 도포된 제2 전극 재료에 근적외선을 조사하여 40 내지 120℃의 온도로 가열하는 제2 근적외선 히터를 구비할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 전고체 이차전지 제조 장치는, 상기 전지 웹 회수 롤러에 권취 회수된 롤(roll) 형태의 전지 웹을 풀어 공급하는 전지 웹 공급 롤러, 상기 전지 웹에서 상기 제1 이형 필름 및 제2 이형 필름을 분리 제거하는 이형 필름 제거기, 및 상기 제1 이형 필름 및 제2 이형 필름이 제거되고 남은 제1 전극층 및 제2 전극층을 미리 설정된 크기로 절단하여 전지 셀을 형성하는 전지 셀 절단기(cutter)를 더 구비할 수 있다.
- [0018] 또한 본 발명은, 제1 전극 재료를 제1 이형 필름 상에 도포하고 가열하여 상기 제1 이형 필름에 적층된 고체상의 제1 전극층을 형성하는 제1 전극층 성형 단계, 제2 전극 재료를 제2 이형 필름 상에 도포하고 가열하여 상기 제2 이형 필름에 적층된 고체상의 제2 전극층을 형성하는 제2 전극층 성형 단계, 상기 제1 이형 필름에 적층된

제1 전극층과 상기 제2 이형 필름에 적층된 제2 전극층을 서로 마주보게 하고 밀착 결합하여 상기 제1 이형 필름, 제1 전극층, 제2 전극층, 및 제2 이형 필름을 구비한 전지 웹을 형성하는 전극층 결합 단계, 상기 적층된 제1 전극층 및 제2 전극층의 두께를 줄이고 밀도를 높이도록 상기 전지 웹을 가압하는 프레스 단계, 상기 프레스 단계 이후에 상기 적층된 제1 전극층 및 제2 전극층의 두께를 측정하는 두께 측정 단계, 및 상기 두께 측정 단계에서 측정된 두께에 따라 상기 프레스 단계에서 상기 전지 웹을 가압하는 가압력을 조절하는 가압력 조절 단계를 구비할 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 의하면 젤 형태(gel type)의 전극 재료로부터 시작하여 자동화된 공정을 거쳐 한 쌍의 이형 필름과 상기 한 쌍의 이형 필름 사이에 적층된 한 쌍의 전극층을 구비한 전지 웹(web)을 제조할 수 있다. 또한, 한 쌍의 이형 필름을 풀어 공급하는 것으로부터 상기 한 쌍의 이형 필름에 덮인 한 쌍의 전극층을 구비한 전지 웹(web)을 회수하기까지, 롤투롤 방식으로 공정이 수행된다. 상기 전지 웹에서 한 쌍의 이형 필름을 분리하고 상기 한 쌍의 전극층을 일정한 크기로 절단하면 전고체 이차전지의 2층 단위 전지 셀을 제조할 수 있다. 따라서, 전고체 이차전지의 생산성이 향상된다.

[0020] 두께 측정 센서를 구비하는 본 발명의 바람직한 실시예에 의하면, 측정된 제1 전극층 및 제2 전극층의 두께에 따라 전지 웹을 가압하는 가압력을 조절함으로써 적층된 제1 전극층 및 제2 전극층의 두께 정밀하게 조정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 전고체 이차전지 제조 장치의 구성도이다.

도 2는 도 1의 제1 전극층 성형 유닛의 구성도이고, 도 3은 도 1의 제2 전극층 성형 유닛의 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 전고체 이차전지 제조 장치 및 전고체 이차전지 제조 방법을 상세하게 설명한다. 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자 또는 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 전고체 이차전지 제조 장치의 구성도이고, 도 2는 도 1의 제1 전극층 성형 유닛의 구성도이고, 도 3은 도 1의 제2 전극층 성형 유닛의 구성도이다. 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전고체 이차전지 제조 장치(300)는, 한 쌍의 이형 필름(297, 298)과, 상기 한 쌍의 이형 필름(297, 298) 사이에 적층된 고체상의 제1 전극층(292)과 제2 전극층(296)을 구비한 전지 웹(web)(299)을 자동화된 생산 공정으로 제조하는 장치이다. 부연하면, 상기 전고체 이차전지 제조 장치(300)는 상기 제1 이형 필름(297) 및 제2 이형 필름(298)을 공급하는 작업부터 상기 전지 웹(299)을 권취 회수하는 작업까지 롤투롤(roll-to-roll) 방식으로 진행된다. 상기 제1 전극층(292)이 양극 활물질과 전해질 물질을 포함하고 상기 제2 전극층(296)이 음극 활물질과 전해질 물질을 포함하거나, 그 반대일 수 있다.

[0024] 상기 전고체 이차전지 제조 장치(300)는 제1 이형 필름 공급 롤러(301), 제2 이형 필름 공급 롤러(302), 제1 전극층 성형 유닛(304), 제2 전극층 성형 유닛(324), 전극층 결합 유닛(360), 프레스 유닛(372), 및 컨트롤러(controller)(385)를 구비한다. 제1 이형 필름 공급 롤러(301)는 롤(roll) 형태로 권취된 제1 이형 필름(297)을 풀어 공급하고, 제2 이형 필름 공급 롤러(302)는 롤 형태로 권취된 제2 이형 필름(298)을 풀어 공급한다.

[0025] 제1 전극층 성형 유닛(304)은 양극 활물질 및 음극 활물질 중 하나의 전극 활물질(291)에 전해질 물질(293)이 첨가되어 형성된 젤(gel) 형태의 제1 전극 재료(290)를 상기 제1 이형 필름 공급 롤러(301)로부터 공급된 제1 이형 필름(297) 상에 도포하여 가열하여 제1 이형 필름(297)에 적층된 고체상의 제1 전극층(292)을 형성하는 유닛으로, 제1 코팅기(coater)(305), 제1 근적외선 히터(315), 및 한 쌍의 압연기(317, 320)를 구비한다. 도시된 실시예에서 상기 전극 활물질(291)은 젤(gel) 형태의 양극 활물질일 수 있다. 상기 전해질 물질(293)은 파우더(powder) 형태일 수 있다. 파우더 형태의 전해질 물질(293)이 젤 형태의 양극 활물질(291)에 첨가 혼합되어서 전체적으로 젤 형태인 제1 전극 재료(290)가 형성될 수 있다.

[0026] 제1 코팅기(305)는 제1 탱크(tank)(306), 제1 코팅 롤러(308), 제1 콤마 롤러(comma roller)(310), 및 제1 교

반 롤러(312)를 구비한다. 제1 탱크(306)에는 상기 제1 전극 재료(290)가 수용된다. 제1 교반 롤러(312)는 제1 전극 재료(290)에 포함된 젤 형태의 전극 활물질(291)과 과우더 형태의 전해질 물질(293)이 제1 탱크(306) 내에서 고르게 분산 혼합되도록 제1 탱크(306) 내에서 회전한다. 상기 전극 활물질(291)과 전해질 물질(293)이 혼합 교반된 제1 전극 재료(290)를 제1 탱크(306) 내부에 투입할 수도 있으나, 전극 활물질(291)과 전해질 물질(293)을 분리하여 보관하는 것이 원재료 관리 측면에서 편리하다. 따라서, 상기 전극 활물질(291)과 전해질 물질(293)을 각각 제1 탱크(306)에 투입하고 제1 교반 롤러(312)를 회전시켜 상기 제1 탱크(306) 내에서 제1 전극 재료(290)를 혼합 형성한다.

[0027] 제1 교반 롤러(312)의 외주면에는 상기 제1 교반 롤러(312)가 회전함에 따라 제1 전극 재료(290)가 혼합되도록 자극하는 복수의 제1 외주면 홈(groove)(313)이 형성된다. 각각의 제1 외주면 홈(313)은 제1 교반 롤러(312)의 외주면의 접선과 상대적으로 큰 각도를 형성하도록 절곡된 급경사면과, 상기 제1 교반 롤러(312)의 외주면의 접선과 상대적으로 작은 각도를 형성하도록 절곡되고 상기 급경사면보다 긴 완경사면에 의해서 한정된다. 상기 급경사면과 완경사면은 제1 외주면 홈(313)의 가장 깊은 지점에서 이어진다. 도 2에서 상기 제1 교반 롤러(312)가 반시계 방향으로 회전함으로써 각각의 제1 외주면 홈(313)의 급경사면이 제1 교반 롤러(312) 주변의 제1 전극 재료(290)를 강하게 밀어내고 이에 따라 제1 전극 재료(290)의 전극 활물질(291)과 전해질 물질(293)이 고르게 혼합된다.

[0028] 제1 코팅 롤러(308)는 제1 이형 필름 공급 롤러(301)에서 공급된 제1 이형 필름(297)이 제1 탱크(306)를 경유하도록 제1 이형 필름(297)을 지지하여 상기 제1 이형 필름(297)에 제1 전극 재료(290)를 도포시킨다. 제1 콤파 롤러(310)는 제1 이형 필름(297)에 도포된 제1 전극 재료(290)의 두께를 규제한다. 도 2에서 상기 제1 교반 롤러(312)가 제1 콤파 롤러(310)의 좌측 아래에 위치하므로, 상기 제1 교반 롤러(312)가 반시계 방향으로 회전함에 따라 상기 제1 탱크(306) 내에서 제1 교반 롤러(312)의 우측 외주면 주변의 전극 재료(290)가 제1 콤파 롤러(310)를 향해 올려져 공급되도록 유도 가압된다. 제1 코팅기(305)에 의해 제1 이형 필름(297)의 길이 방향으로 갭(gap)이나 끊김 없이 제1 전극 재료(290)가 제1 이형 필름(297)에 도포된다.

[0029] 제1 근적외선 히터(315)는 제1 이형 필름(297)에 도포된 젤 형태의 제1 전극 재료(290)에 근적외선(NIR: near-infrared ray)을 조사하여 상기 제1 전극 재료(290)를 40 내지 120℃의 온도로 가열한다. 이를 통해 상기 제1 전극 재료(290)는 휘 수 있는 고체상 제1 전극층(292)으로 성형된다. 상기 근적외선 히터(315)는 전기 에너지를 근적외선으로 변환하여 투사하는 근적외선 램프(lamp)(316)를 구비한다. 근적외선 조사에 의해 도포된 젤 형태의 제1 전극 재료(290)는 상기 근적외선 램프(316)와 마주보는 표면보다 내부가 먼저 가열 경화된다. 따라서, 제1 전극층(292)의 표면만 고체상으로 경화되고 내부는 젤 형태로 잔존하는 성형 불량률이 억제된다.

[0030] 한 쌍의 압연기(317, 320)는 상기 근적외선 히터(315)를 통과하여 성형된 제1 전극층(292)의 두께를 얇게 하고 밀도를 높이기 위하여 상기 제1 전극층(292)을 단계적으로 압연하며, 상기 제1 전극층(292)의 진행 경로를 따라 일렬로 배열된다. 각각의 압연기(317, 320)는 위아래로 배치된 상부 롤러(318, 321)와 하부 롤러(319, 322)를 구비한다. 상기 제1 전극층(292)이 상부 롤러(318, 321)와 하부 롤러(319, 322) 사이를 통과하면서 압연된다. 제1 이형 필름(297)의 진행 방향을 따라 상대적으로 상류에 배치된 제1 압연기(317)의 상부 롤러(318)와 하부 롤러(319) 사이의 간격이, 상대적으로 하류에 배치된 제2 압연기(320)의 상부 롤러(321)와 하부 롤러(322) 사이의 간격보다 약간 커서 상기 제1 전극층(292)이 단계적으로 압연된다. 상기 압연기(317, 320)의 각 롤러(318, 319, 321, 322)의 직경(diameter)은 예컨대, 50 내지 60mm 일 수 있다. 다만, 제1 전극층 성형 유닛(304)에 구비된 압연기(317, 320)의 개수는 한 쌍에 한정되지 않으며 3개 이상 또는 1개만 구비될 수도 있다.

[0031] 제2 전극층 성형 유닛(324)은 양극 활물질 및 음극 활물질 중 다른 하나의 전극 활물질(295)에 전해질 물질(293)이 첨가되어 형성된 젤(gel) 형태의 제2 전극 재료(294)를 상기 제2 이형 필름 공급 롤러(302)로부터 공급된 제2 이형 필름(298) 상에 도포하여 가열하여 제2 이형 필름(298)에 적층된 고체상의 제2 전극층(296)을 형성하는 유닛으로, 제2 코팅기(325), 제2 근적외선 히터(335), 및 한 쌍의 압연기(337, 340)를 구비한다. 도시된 실시예에서 상기 전극 활물질(295)은 젤(gel) 형태의 음극 활물질일 수 있다. 상기 전해질 물질(293)은 과우더(powder) 형태일 수 있다. 과우더 형태의 전해질 물질(293)이 젤 형태의 음극 활물질(295)에 첨가 혼합되어서 전체적으로 젤 형태인 제2 전극 재료(294)가 형성될 수 있다.

[0032] 제2 코팅기(325)는 제2 탱크(326), 제2 코팅 롤러(328), 제2 콤파 롤러(330), 및 제2 교반 롤러(332)를 구비한다. 제2 탱크(326)에는 상기 제2 전극 재료(294)가 수용된다. 제2 교반 롤러(332)는 제2 전극 재료(294)에 포함된 젤 형태의 전극 활물질(295)과 과우더 형태의 전해질 물질(293)이 제2 탱크(326) 내에서 고르게 분산 혼합되도록 제2 탱크(326) 내에서 회전한다. 상기 전극 활물질(295)과 전해질 물질(293)이 혼합 교반된 제2 전극 재료

(294)를 제2 탱크(326) 내부에 투입할 수도 있으나, 전극 활물질(295)과 전해질 물질(293)을 분리하여 보관하는 것이 원재료 관리 측면에서 편리하다. 따라서, 상기 전극 활물질(295)과 전해질 물질(293)을 각각 제2 탱크(326)에 투입하고 제2 교반 롤러(332)를 회전시켜 상기 제2 탱크(326) 내에서 제2 전극 재료(294)를 혼합 형성한다.

[0033] 제2 교반 롤러(332)의 외주면에는 상기 제2 교반 롤러(332)가 회전함에 따라 제2 전극 재료(294)가 혼합되도록 자극하는 복수의 제2 외주면 홈(333)이 형성된다. 각각의 제2 외주면 홈(333)은 제2 교반 롤러(332)의 외주면의 접선과 상대적으로 큰 각도를 형성하도록 절곡된 급경사면과, 상기 제2 교반 롤러(332)의 외주면의 접선과 상대적으로 작은 각도를 형성하도록 절곡되고 상기 급경사면보다 긴 완경사면에 의해서 한정된다. 상기 급경사면과 완경사면은 제2 외주면 홈(333)의 가장 깊은 지점에서 이어진다. 도 3에서 상기 제2 교반 롤러(332)가 시계 방향으로 회전함으로써 각각의 제2 외주면 홈(333)의 급경사면이 제2 교반 롤러(332) 주변의 제2 전극 재료(294)를 강하게 밀어내고 이에 따라 제2 전극 재료(294)의 전극 활물질(295)과 전해질 물질(293)이 고르게 혼합된다.

[0034] 제2 코팅 롤러(328)는 제2 이형 필름 공급 롤러(302)에서 공급된 제2 이형 필름(298)이 제2 탱크(326)를 경유하도록 제2 이형 필름(298)을 지지하여 상기 제2 이형 필름(298)에 제2 전극 재료(294)를 도포시킨다. 제2 콤파 롤러(330)는 제2 이형 필름(298)에 도포된 제2 전극 재료(294)의 두께를 규제한다. 도 3에서 상기 제2 교반 롤러(332)가 제2 콤파 롤러(330)의 우측 아래에 위치하므로, 상기 제2 교반 롤러(332)가 시계 방향으로 회전함에 따라 상기 제2 탱크(326) 내에서 제2 교반 롤러(332)의 좌측 외주면 주변의 제2 전극 재료(294)가 제2 콤파 롤러(330)를 향해 올려져 공급되도록 유도 가압된다. 제2 코팅기(325)에 의해 제2 이형 필름(298)의 길이 방향으로 갭(gap)이나 끊김 없이 제2 전극 재료(294)가 제2 이형 필름(298)에 도포된다.

[0035] 제2 근적외선 히터(335)는 제2 이형 필름(298)에 도포된 젤 형태의 제2 전극 재료(294)에 근적외선(NIR)을 조사하여 상기 제2 전극 재료(294)를 40 내지 120℃의 온도로 가열한다. 이를 통해 상기 제2 전극 재료(294)는 휘 수 있는 고체상 제2 전극층(296)으로 성형된다. 상기 근적외선 히터(335)는 전기 에너지를 근적외선으로 변환하여 투사하는 근적외선 램프(336)를 구비한다. 근적외선 조사에 의해 도포된 젤 형태의 제2 전극 재료(294)는 상기 근적외선 램프(336)와 마주보는 표면보다 내부가 먼저 가열 경화된다. 따라서, 제2 전극층(296)의 표면만 고체상으로 경화되고 내부는 젤 형태로 잔존하는 성형 불량이 억제된다.

[0036] 한 쌍의 압연기(337, 340)는 상기 근적외선 히터(335)를 통과하여 성형된 제2 전극층(296)의 두께를 얇게 하고 밀도를 높이기 위하여 상기 제2 전극층(296)을 단계적으로 압연하며, 상기 제2 전극층(296)의 진행 경로를 따라 일렬로 배열된다. 각각의 압연기(337, 340)는 위아래로 배치된 상부 롤러(338, 341)와 하부 롤러(339, 342)를 구비한다. 상기 제2 전극층(296)이 상부 롤러(338, 341)와 하부 롤러(339, 342) 사이를 통과하면서 압연된다. 제2 이형 필름(298)의 진행 방향을 따라 상대적으로 상류에 배치된 제1 압연기(337)의 상부 롤러(338)와 하부 롤러(339) 사이의 간격이, 상대적으로 하류에 배치된 제2 압연기(340)의 상부 롤러(341)와 하부 롤러(342) 사이의 간격보다 약간 커서 상기 제2 전극층(296)이 단계적으로 압연된다. 상기 압연기(337, 340)의 각 롤러(338, 339, 341, 342)의 직경은 예컨대, 50 내지 60mm 일 수 있다. 다만, 제2 전극층 성형 유닛(324)에 구비된 압연기(337, 340)의 개수는 한 쌍에 한정되지 않으며 3개 이상 또는 1개만 구비될 수도 있다.

[0037] 제1 전극층 성형 유닛(304)을 통과하여 진행되는 제1 이형 필름(297)과 이에 적층된 제1 전극층(292)은 가이드 롤러(guide roller)(344)를 거쳐 전극층 결합 유닛(360)으로 진입하고, 제2 전극층 성형 유닛(324)을 통과하여 진행되는 제2 이형 필름(298)과 이에 적층된 제2 전극층(296)은 가이드 롤러(345)를 거쳐 전극층 결합 유닛(360)으로 진입한다.

[0038] 전극층 결합 유닛(360)은 제1 이형 필름(297)에 적층된 제1 전극층(292)과 제2 이형 필름(298)에 적층된 제2 전극층(296)을 서로 마주보게 하고 밀착 결합하여 상기 제1 이형 필름(297), 제1 전극층(292), 제2 전극층(296), 및 제2 이형 필름(298)이 적층된 전지 웹(web)(299)을 형성한다. 상기 전극층 결합 유닛(360)은 롤러 결합기(365)와, 제1 전극층 예열기(361)와, 제2 전극층 예열기(363)를 구비한다.

[0039] 상기 롤러 결합기(365)는 대등한 높이에 배치된 한 쌍의 롤러, 즉 제1 결합 롤러(366)와 제2 결합 롤러(367)를 구비한다. 상기 제1 이형 필름(297)에 적층된 제1 전극층(292)과 상기 제2 이형 필름(298)에 적층된 제2 전극층(296)이 상기 한 쌍의 롤러(366, 367) 사이를 통과하면서 가압되어서 제1 전극층(292)과 제2 전극층(296)의 마주 보는 측면이 밀착 결합되어 전지 웹(299)이 형성된다. 상기 전지 웹(299)의 제1 전극층(292)과 제2 전극층(296)은 제1 이형 필름(297)과 제2 이형 필름(298)에 덮여서 외부에 노출되지 않는 상태로 진행하므로 오염이 방지된다. 상기 제1 이형 필름(297)과 제2 이형 필름(298)도 상기 한 쌍의 롤러(366, 367) 사이를 통과하며 제1 전극층(292) 및 제2 전극층(296)과 함께 가압된다.

- [0040] 상기 한 쌍의 롤러(366, 367)의 직경(diameter)은 예컨대, 50 내지 60mm 일 수 있다. 또한, 상기 제1 및 제2 전극층(292, 296)이 보다 쉽게 접합되고 압축 변형될 수 있도록 상기 한 쌍의 롤러(366, 367)의 표면 온도를 40 내지 130℃의 온도가 되도록 가열하는 히터(미도시)가 상기 한 쌍의 롤러(366, 367)에 내제될 수 있다.
- [0041] 제1 전극층 예열기(361)는 제1 이형 필름(297)에 적층된 제1 전극층(292)이 상기 롤러 결합기(365)를 통과하기 전에 상기 제1 전극층(292)을 가열하는 것으로, 제1 이형 필름(297)의 진행 경로를 따라 제1 전극층 성형 유닛(304)의 하류 및 롤러 결합기(365)의 상류에 배치된다. 제2 전극층 예열기(363)는 제2 이형 필름(298)에 적층된 제2 전극층(296)이 상기 롤러 결합기(365)를 통과하기 전에 상기 제2 전극층(296)을 가열하는 것으로, 제2 이형 필름(298)의 진행 경로를 따라 제2 전극층 성형 유닛(324)의 하류 및 롤러 결합기(365)의 상류에 배치된다.
- [0042] 제1 전극층 예열기(361) 및 제2 전극층 예열기(363)은 각각, 복사열을 발산하는 복사 열원(362, 364)을 구비할 수 있다. 상기 복사 열원(362, 364)의 발열 온도는 40 내지 150℃일 수 있다. 제1 전극층 예열기(361) 및 제2 전극층 예열기(363)의 예열을 통해 제1 및 제2 전극층(292, 296) 간 결합력과 결합 품질이 향상될 수 있다.
- [0043] 롤러 결합기(365)는 제1 및 제2 결합 롤러(366, 367) 사이의 간격이 미세하게 변경될 수 있게 구성된다. 구체적으로, 상기 제2 결합 롤러(367)의 롤러 샤프트가 유압 실린더(hydraulic cylinder)(368)에 회전 가능하게 지지될 수 있다. 상기 유압 실린더(368)의 로드(rod)가 상기 유압 실린더(368)의 케이스(case)에서 돌출되는 방향으로 이동하면 상기 제1 및 제2 결합 롤러(366, 367) 사이의 간격이 작아지고, 반대로 상기 유압 실린더(368)의 로드(rod)가 상기 유압 실린더(368)의 케이스(case)로 삽입되는 방향으로 이동하면 상기 제1 및 제2 결합 롤러(366, 367) 사이의 간격이 커진다.
- [0044] 프레스 유닛(372)은 전극층 결합 유닛(360)을 통과하여 적층된 제1 전극층(292)과 제2 전극층(296)의 두께를 줄이고 밀도를 높이도록 상기 전지 웹(299)을 가압하는 유닛으로, 전지 웹(299)의 진행 경로를 따라 상기 전극층 결합 유닛(360)의 하류에 구비된다. 프레스 유닛(372)은 대등한 높이에 배치된 제1 프레스 롤러(374)와 제2 프레스 롤러(375)를 구비한 롤러 프레스(roller press)(373)을 구비한다. 상기 전극층 결합 유닛(360)을 통과한 전지 웹(299)은 상기 제1 및 제2 프레스 롤러(374, 375) 사이를 통과하면서 가압된다. 상기 제1 및 제2 프레스 롤러(374, 375) 사이의 간격이 상기 전극층 결합 유닛(360)의 제1 및 제2 결합 롤러(366, 367) 사이의 간격보다 작다.
- [0045] 상기 롤러 결합기(365)의 경우와 마찬가지로, 롤러 프레스(373)의 한 쌍의 롤러(374, 375)의 직경은 예컨대, 50 내지 60mm 일 수 있다. 또한, 상기 제1 전극층(292) 및 제2 전극층(296)이 보다 쉽게 압축 변형되고 제1 전극층(292)과 제2 전극층(296) 간 결합력이 더욱 강해지도록 상기 롤러 프레스(373)의 한 쌍의 롤러(374, 375)의 표면 온도를 40 내지 130℃의 온도가 되도록 가열하는 히터(미도시)가 상기 한 쌍의 롤러(374, 375)에 내제될 수 있다.
- [0046] 롤러 프레스(373)는 롤러 결합기(365)와 유사하게 제1 및 제2 프레스 롤러(374, 375) 사이의 간격이 미세하게 변경될 수 있게 구성된다. 구체적으로, 상기 제2 프레스 롤러(375)의 롤러 샤프트가 유압 실린더(376)에 회전 가능하게 지지될 수 있다. 상기 유압 실린더(376)의 로드(rod)가 상기 유압 실린더(376)의 케이스(case)에서 돌출되는 방향으로 이동하면 상기 제1 및 제2 프레스 롤러(374, 375) 사이의 간격이 작아지고, 반대로 상기 유압 실린더(376)의 로드(rod)가 상기 유압 실린더(376)의 케이스로 삽입되는 방향으로 이동하면 상기 제1 및 제2 프레스 롤러(374, 375) 사이의 간격이 커진다. 도 1에 도시되진 않았으나, 프레스 유닛(372)은 전지 웹(299)을 단계적으로 가압하도록 전지 웹(299)의 진행 경로를 따라 상기 롤러 프레스(373)의 하류에 적어도 하나의 롤러 프레스를 더 구비할 수 있다.
- [0047] 전지 웹 회수 롤러(382)는 상기 프레스 유닛(372)을 통과한 전지 웹(299)을 권취하여 회수한다. 두께 측정 센서(378)는 프레스 유닛(372)을 통과한 전지 웹(299)이 전지 웹 회수 롤러(382)에 회수되기 전에 제1 이형 필름(297)과 제2 이형 필름(298) 사이에서 적층된 제1 전극층(292) 및 제2 전극층(296)의 두께를 측정한다. 상기 두께 측정 센서(378)는 예컨대, 초음파를 이용하는 것, 또는 자기장을 이용하는 것일 수 있다.
- [0048] 콘트롤러(385)는 제1 이형 필름 공급 롤러(301), 제2 이형 필름 공급 롤러(302), 제1 전극층 성형 유닛(304), 제2 전극층 성형 유닛(324), 전극층 결합 유닛(360), 프레스 유닛(372), 전지 웹 회수 롤러(382), 및 두께 측정 센서(378)의 동작을 제어한다. 특히, 콘트롤러(385)는 두께 측정 센서(378)에 의해 측정된 제1 전극층(292)과 제2 전극층(296)의 두께에 따라 상기 롤러 프레스(373)의 한 쌍의 롤러(374, 375) 사이의 간격, 및 상기 롤러 결합기(365)의 한 쌍의 롤러(366, 367) 사이의 간격을 조절한다.
- [0049] 예를 들면, 상기 두께 측정 센서(378)에 의해 측정된, 적층된 제1 전극층(292) 및 제2 전극층(296)의 두께가 미

리 설정된 기준값보다 크면, 상기 롤러 프레스(373)의 가압력이 증가되게 상기 롤러 프레스(373)의 한 쌍의 롤러(374, 375) 사이의 간격이 미세하게 작아지고, 상기 롤러 결합기(365)의 가압력이 증가되게 상기 롤러 결합기(365)의 한 쌍의 롤러(366, 367) 사이의 간격도 미세하게 작아질 수 있다. 반대로, 상기 두께 측정 센서(378)에 의해 측정된, 적층된 제1 전극층(292) 및 제2 전극층(296)의 두께가 미리 설정된 기준값보다 작으면, 상기 롤러 프레스(373)의 가압력이 감소되게 상기 롤러 프레스(373)의 한 쌍의 롤러(374, 375) 사이의 간격이 미세하게 커지고, 상기 롤러 결합기(365)의 가압력이 감소되게 상기 롤러 결합기(365)의 한 쌍의 롤러(366, 367) 사이의 간격도 미세하게 커질 수 있다.

[0050] 상기 기준값과 상기 적층된 제1 전극층(292) 및 제2 전극층(296)의 두께의 차이가 클수록 상기 롤러 프레스(373)의 한 쌍의 롤러(374, 375) 사이의 간격의 조정량과, 상기 롤러 결합기(365)의 한 쌍의 롤러(366, 367) 사이의 간격의 조정량이 커질 수 있다. 상술한 바와 같이, 상기 롤러 프레스(373)의 한 쌍의 롤러(374, 375) 사이의 간격은 롤러 프레스(373)의 유압 실린더(376)를 구동하여 조정하고, 상기 롤러 결합기(365)의 한 쌍의 롤러(366, 367) 사이의 간격은 롤러 결합기(365)의 유압 실린더(368)를 구동하여 조정할 수 있다. 상기 두께 측정 센서(378)의 측정, 및 이 측정 결과를 반영한 롤러 프레스(373)의 한 쌍의 롤러(374, 375) 사이의 간격의 조정, 및 상기 롤러 결합기(365)의 한 쌍의 롤러(366, 367) 사이의 간격의 조정은 예컨대, 1초 간격과 같이 정기적으로 반복될 수 있다.

[0051] 도 1에 도시되진 않았으나, 본 발명의 실시예에 따른 전고체 이차전지 제조 장치는, 상기 전지 웹 회수 롤러(382)에 권취 회수된 롤(roll) 형태의 전지 웹(299)이 상기 전지 웹 회수 롤러(382)에서 분리되어 장착되면 상기 롤 형태의 전지 웹(299)을 풀어 공급하는 전지 웹 공급 롤러, 상기 전지 웹(299)에서 상기 제1 이형 필름(297) 및 제2 이형 필름(298)을 분리 제거하는 이형 필름 제거기, 및 상기 제1 이형 필름(297) 및 제2 이형 필름(298)이 제거되고 남은 제1 전극층(292) 및 제2 전극층(296)을 미리 설정된 크기로 절단하여 전지 셀을 형성하는 전지 셀 절단기(cutter)를 더 구비할 수 있다.

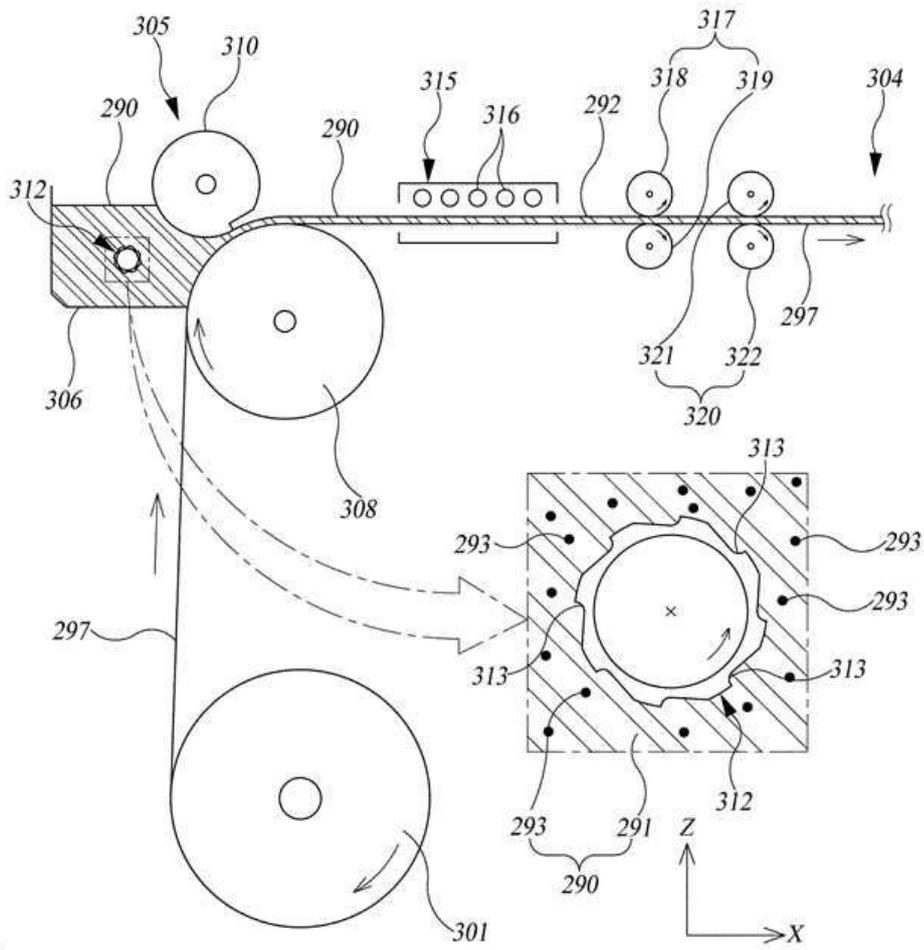
[0052] 한편, 본 발명에 따른 전고체 이차전지 제조 방법은, 양극 활물질 및 음극 활물질 중 하나의 전극 활물질(291)에 전해질 물질(293)이 첨가되어 형성된 젤(gel) 형태의 제1 전극 재료(290)를 제1 이형 필름 상(297)에 도포하고 가열하여 상기 제1 이형 필름(297)에 적층된 고체상의 제1 전극층(292)을 형성하는 제1 전극층 성형 단계; 양극 활물질 및 음극 활물질 중 다른 하나의 전극 활물질(295)에 전해질 물질(293)이 첨가되어 형성된 젤 형태의 제2 전극 재료(294)를 제2 이형 필름(298) 상에 도포하고 가열하여 상기 제2 이형 필름(298)에 적층된 고체상의 제2 전극층(296)을 형성하는 제2 전극층 성형 단계, 상기 제1 이형 필름(297)에 적층된 제1 전극층(292)과 상기 제2 이형 필름(298)에 적층된 제2 전극층(296)을 서로 마주보게 하고 밀착 결합하여 상기 제1 이형 필름(297), 제1 전극층(292), 제2 전극층(296), 및 제2 이형 필름(298)을 구비한 전지 웹(299)을 형성하는 전극층 결합 단계, 상기 적층된 제1 전극층(292) 및 제2 전극층(296)의 두께를 줄이고 밀도를 높이도록 상기 전지 웹(299)을 가압하는 프레스 단계, 상기 프레스 단계 이후에 상기 적층된 제1 전극층(292) 및 제2 전극층(296)의 두께를 측정하는 두께 측정 단계, 및 상기 두께 측정 단계에서 측정된 두께에 따라 상기 프레스 단계에서 상기 전지 웹(299)을 가압하는 가압력을 조절하는 가압력 조절 단계를 구비한다.

[0053] 상기 제1 전극층 성형 단계는 상기 제1 전극층 성형 유닛(304)에 의해 수행되고, 상기 제2 전극층 성형 단계는 상기 제2 전극층 성형 유닛(324)에 의해 수행되고, 상기 전극층 결합 단계는 상기 전극층 결합 유닛(360)에 의해 수행되고, 상기 프레스 단계는 상기 프레스 유닛(372)에 의해 수행되고, 상기 두께 측정 단계는 상기 두께 측정 센서(378)에 의해 수행되고, 상기 가압력 조절 단계는 상기 롤러 프레스(373)의 유압 실린더(376) 및 상기 롤러 결합기(365)의 유압 실린더(368)에 의해 수행될 수 있다.

[0054] 이상에서 설명한 전고체 이차전지 제조 장치(300) 및 전고체 이차전지 제조 방법에 의하면 젤 형태(gel type)의 전극 재료(290, 294)로부터 시작하여 자동화된 공정을 거쳐 한 쌍의 이형 필름(297, 298)과 상기 한 쌍의 이형 필름(297, 298) 사이에 적층된 한 쌍의 전극층(292, 296)을 구비한 전지 웹(web)(299)을 제조할 수 있다. 또한, 한 쌍의 이형 필름(297, 298)을 풀어 공급하는 것으로부터 상기 한 쌍의 이형 필름(297, 298)에 덮인 한 쌍의 전극층(292, 296)을 구비한 전지 웹(web)(299)을 회수하기까지, 롤투롤 방식으로 공정이 수행된다. 상기 전지 웹(299)에서 한 쌍의 이형 필름(297, 298)을 분리하고 상기 한 쌍의 전극층(292, 296)을 일정한 크기로 절단하면 전고체 이차전지의 2층 단위 전지 셀을 제조할 수 있다. 따라서, 전고체 이차전지의 생산성이 향상된다.

[0055] 상기 전고체 이차전지 제조 장치(300)는 두께 측정 센서(378)를 구비하여서, 측정된 제1 전극층(292) 및 제2 전극층(296)의 두께에 따라 전지 웹(299)을 가압하는 가압력을 조절함으로써 적층된 제1 전극층(292) 및 제2 전극층(296)의 두께를 정밀하게 조정할 수 있다.

도면2



도면3

