



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0010190
(43) 공개일자 2008년01월30일

(51) Int. Cl.

H01M 2/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0070366

(22) 출원일자 2006년07월26일

심사청구일자 2006년07월26일

(71) 출원인

경상대학교산학협력단

경상남도 진주시 가좌동 900

(72) 발명자

조규봉

경남 진주시 금산면 장사리 북진주 아이파크 101동 601호

김기원

경남 진주시 평거동 한보아파트 101동 1409호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이덕록

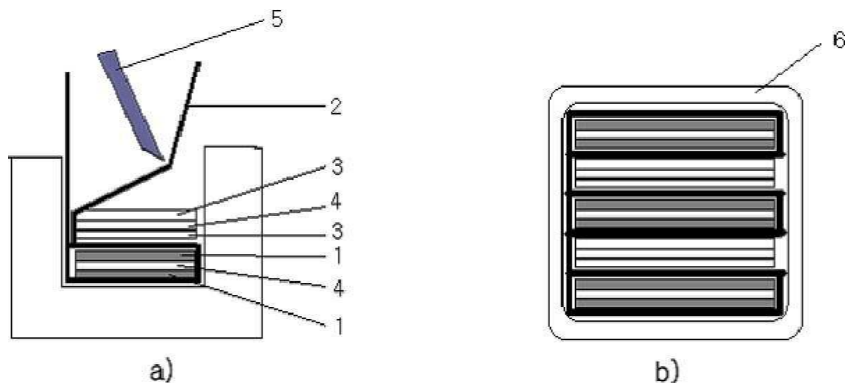
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 트렌치를 이용한 선형태 전지의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 특정한 형태를 지니고 있는 트렌치를 이용하여, 그 공간 내에 전극과 분리막을 적층하여 제조함으로써 소형 및 선형의 전지 제조를 용이하게 하는 동시에 전극들의 배열과 상호 단락을 최소화하는 선형태의 전지의 제조 방법에 관한 것으로, 이를 통해 매우 편리하게 선형태의 전지를 제조할 수 있고, 전지에 가변성이 부여되도록 전기구성 요소들을 선택하여 형상 변화에도 전지의 성능을 유지할 수 있는 전지를 구현 가능케 함으로써 휴대용 기기의 크기를 감소시킬 수 있으며 형상이 변형되는 디스플레이 등에 그 응용가능성 높은 효과가 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

남태현

경남 진주시 평거동 들말홍한아파트 102동 1104호

안효준

경남 진주시 신안동 평거현대2차아파트 201동 1303호

조권구

경남 진주시 금산면 장사리 100번지 흥한골든빌 106동 901호

안주현

경남 진주시 신안동 평거현대2차아파트 202동 1204호

김재광

전남 광양시 진월면 신구리 410번지

이봉기

경남 마산시 구암1동 277-20번지

류호석

경남 진주시 하대동 일신아파트 3동 908호

최영진

경남 창원시 사림동 5-4

특허청구의 범위

청구항 1

분리막을 트렌치에 삽입하고, 그 위에 음극활물질, 집전체, 음극활물질을 순서대로 적층하여 음극층을 형성시키고, 가이드를 이용하여 상기 음극층 위에 분리막을 교차하게 이동시켜 적층시키며, 상기 분리막 위에 다시 양극활물질, 집전체, 양극활물질을 순서대로 적층하여 양극층을 형성시키고, 조립된 전극들은 트렌치에서 분리시켜, 외부로 피복제로 피복하는 것으로 이루어진 것을 특징으로 하는 트렌치를 이용한 다중심지형 선형태 전지의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 트렌치가, 전극재료와 화학적 반응을 일으키지 않는 금속 또는 고분자 물질을 이용하거나 제작되거나, 표면에 전극재료와 화학적 반응을 일으키지 않는 금속 또는 고분자 물질을 코팅하여 제작된 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 트렌치의 단면적, 단면형상 또는 길이를 변형시켜 선형태 전지의 형상을 변형시킬 수 있음을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 전극과 분리막의 적층 순서를 변경시키는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 분리막을 전극을 중심으로 왕복교차하여 적층시키는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 전극 및 분리막을 적층시키기 위해 별도의 가이드를 이용하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기의 방법에서, 조립된 전극 외부에서 압력을 가하여 전극 간 또는 전극과 분리막 간의 접촉성을 향상시키는 과정을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 양극 또는 음극이, 활물질을 바인더 및 전도제와 혼합하고, 이를 구리, 알루미늄 또는 스테인레스강과 같은 일반 상용 집전체, 형상기억합금 집전체 또는 전도성 중합체 집전체에 접착하여 제조되거나, 상기 집전체 위에 물리적 화학적 박막공정을 통해 접착시켜 제조된 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 집전체로서 형상기억합금 또는 고탄성 전도성 중합체를 이용하고, 적층된 최상부와 최하부에 형상기억합금, 또는 전도성 또는 비전도성 중합체를 삽입하는 것을 특징으로 하는 공정

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 피복재로서 화학적 안정성을 유지할 수 있는 고무 또는 중합체 재료를 이용하거나, 전극과 전해질간의 접촉성을 향상시키기 위해 수축튜브를 이용하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 트렌치를 이용함에 있어서, 하나의 피성형체에 다수의 트렌치를 적용하여 다수의 전지를 동시에 제조하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

선형 집전체에 양극활물질을 피복하고, 그 위에 분리막 또는 중합체 전해질과 고체전해질을 피복하여 선형태의 양극심지를 제조하고, 선형 집전체에 음극활물질을 피복하고, 그 위에 분리막 또는 중합체 전해질과 고체전해질을 피복하여 선형태의 음극심지를 제조하고, 제조된 선형태의 음극심지와 양극심지를 트렌치 내부에 정렬시켜 조립시킨 후, 조립된 전극들은 트렌치에서 분리시키고, 외부를 피복재로 피복하는 것을 특징으로 하는 트렌치를 이용한 다중심지형 선형태 전지의 제조 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 트렌치가, 전극재료와 화학적 반응을 일으키지 않는 금속 또는 고분자 물질을 이용하거나 제작되거나, 표면에 전극재료와 화학적 반응을 일으키지 않는 금속 또는 고분자 물질을 코팅하여 제작된 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 트렌치의 단면적, 단면형상 또는 길이를 변형시켜 선형태 전지의 형상을 변형시킬 수 있음을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제12항에 있어서, 상기의 방법에서, 조립된 전극 외부에서 압력을 가하여 전극 간 또는 전극과 분리막간의 접촉성을 향상시키는 과정을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

제12항에 있어서, 상기 양극 또는 음극이, 활물질을 바인더 및 전도제와 혼합하고, 이를 구리, 알루미늄 또는 스테인레스강과 같은 일반 상용 집전체, 형상기억합금 집전체 또는 전도성 중합체 집전체에 접착하여 제조되거나, 상기 집전체 위에 물리적 화학적 박막공정을 통해 접착시켜 제조된 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 17

제12항에 있어서, 상기 집전체로서 형상기억합금 또는 고탄성 전도성 중합체를 이용하고, 적층된 최상부와 최하부에 형상기억합금, 또는 전도성 또는 비전도성 중합체를 삽입하는 것을 특징으로 하는 공정

청구항 18

제1항에 있어서, 상기 피복재로서 화학적 안정성을 유지할 수 있는 고무 또는 중합체 재료를 이용하거나, 전극과 전해질 간의 접촉성을 향상시키기 위해 수축튜브를 이용하는 것을 특징으로 하는 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <13> 본 발명은 트렌치를 이용한 선형태 전지의 제조 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 특정한 형태를 지니고 있는 트렌치를 이용하여, 그 공간 내에 전극과 분리막을 적층하여 제조함으로써 소형 및 선형의 전지 제조를 용이하게 하는 동시에 전극들의 배열과 상호 단락을 최소화하는 선형태의 전지의 제조 방법에 관한 것이다.
- <14> 종래의 코인형 전지, 원통형전지 또는 각형전지는 규격이 정해져 있으며, 제품으로 출시된 후에는 형상의 변화가 불가능하여 사용처에 맞게 임의로 비틀거나 구부리는 등의 변형이 자유롭지 못하며, 제조 시의 형상 그대로만 사용하여야 하기 때문에 이러한 전지를 이용하는 기기들에 전지를 넣을 공간을 미리 확보하여야 하는 점에 있어 설계 및 제조단계에서 공정상의 문제점으로 나타나 있다.
- <15> 기존에 사용되고 있는 상용 전지는 양극 및 음극분말, 첨가제, 바인더 등을 혼합하여 알루미늄, 구리, 니켈 등의 집전체에 도포한 후 압연하여 제조된다. 그 다음 최종 전지의 규격크기에 따라 절단하고 시트형 음극, 분리막, 양극을 각 1매씩 동시에 권회하여 권선형의 전지를 제조하여 압축하고 일정 캡에 넣어 제조하게 된다.

- <16> 이러한 기존의 방식은 단면적이 $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ 이하의 크기를 갖는 전지를 제조함에 있어서는 적용하기가 어렵다. 특히 전지의 조립단계에서 분리막을 경계로 전극간을 완전하게 분리하기가 어렵고, 소형의 전극 및 분리막을 제어함에 있어도 조립상의 어려움이 동반된다.
- <17> 따라서 이러한 소형 및 선형의 전지를 조립하기 위해서는 전기적 안정성이 확보될 수 있는 제조공정 과 소형의 전극 및 분리막을 제어할 수 있는 새로운 전지 제조방법이 요구되고 있다.
- <18> 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 소형 및 선형의 가변형 전지를 손쉽게 제조할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <19> 이러한 본 발명의 목적은 특정한 형태를 지니고 있는 공간(트렌치)을 미리 선정하고, 그 정해진 공간 내에 전극과 분리막을 적층하여 제조함으로써 소형 및 선형의 전지 제조를 용이하게 하는 동시에 전극들의 배열과 상호단락을 최소화함으로써 달성되었다.

발명의 구성 및 작용

- <20> 본 발명은 분리막을 트렌치에 삽입하고, 그 위에 음극활물질, 집전체, 음극활물질을 순서대로 적층하여 음극층을 형성시키고, 가이드를 이용하여 상기 음극층 위에 분리막을 교차하게 이동시켜 적층시키며, 상기 분리막 위에 다시 양극활물질, 집전체, 양극활물질을 순서대로 적층하여 양극층을 형성시키고, 조립된 전극들은 트렌치에서 분리시켜, 외부를 피복제로 피복하는 것으로 이루어진 것을 특징으로 하는 트렌치를 이용한 다중심지형 선형 전지의 제조 방법을 제공한다.
- <21> 또한, 본 발명은 선형 집전체에 양극활물질을 피복하고, 그 위에 분리막 또는 중합체 전해질과 고체전해질을 피복하여 선형태의 양극심지를 제조하고, 선형 집전체에 음극활물질을 피복하고, 그 위에 분리막 또는 중합체 전해질과 고체전해질을 피복하여 선형태의 음극심지를 제조하고, 제조된 선형태의 음극심지와 양극심지를 트렌치 내부에 정렬시켜 조립시킨 후, 조립된 전극들은 트렌치에서 분리시키고, 외부를 피복제로 피복하는 것을 특징으로 하는 트렌치를 이용한 다중심지형 선형태 전지의 제조 방법을 제공한다.
- <22> 본 발명에서 시트형 전극이라 함은 단면적이 $5\text{mm} \times 1\text{mm}$ 이하인 밴드형태의 전극을 지칭하며 시트형 양극 또는 음극을 의미한다. 분리막이라 함은 종래 상용 전지에서 사용되고 있는 양극과 음극을 분리시키기 위해 사용되고 있는 것과 동일한 분리막을 지칭한다. 또한, 다중심지형 전지란 선형의 양전극과 음전극을 튜브속에 장입하여 전지의 기능을 수행하도록 한 선형태 전지의 한 형태를 지칭한다.
- <23> 또한, 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 전지 제조에 사용되는 트렌치는 인위적으로 골의 형상으로 형성시켜 제작된 특정 공간을 갖는 구조물을 의미한다. 이러한 트렌치는 도 1의 a) 내지 d)와 같이 사용자가 용도에 맞게 단면적, 단면 형상, 길이 또는 트렌치의 개수 등을 조정하여 제작될 수 있다. 또한, 최종 단계에서 전극간의 접촉을 향상시키기거나 트렌치에 들어갈 수 있는 덮개를 제작하여 압착을 위한 압착기구로 활용할 수 있다.
- <24> 트렌치 제작을 위한 재료로는 전극 재료와 반응이 일어나지 않는 재료를 선택하는 것이 바람직하다. 이를 위해서는 금속, 고분자재료 등을 가공하여 트렌치를 형성 시키거나, 전극 재료와 반응이 일어나지 않는 물질을 트렌치 표면에 코팅하여 사용할 수도 있다.
- <25> 트렌치를 이용하여 시트형 전극과 분리막으로 전지를 제조하는 방법은 다시 두 가지로 분류할 수 있는데, 별도의 분리막과 전극을 사용하는 방법과 전극의 표면에 분리막 또는 폴리머전해질 및 고체 전해질을 코팅하는 방법이 있다.
- <26> 별도의 분리막과 전극을 사용하는 방법의 경우, 도 2에 도시한 바와 같이, 트렌치를 이용하여 시트형 양극 또는 시트형 음극을 적층하는 과정에서 분리막을 트렌치 내에서 왕복교차하여 적층하는 방법이다.
- <27> 시트형 전극으로는 활물질을 분말형태로 제조하여 바인더와 함께 집전체에 접착시켜 제조된 것을 사용하거나, 물리·화학적 박막제조공정을 통하여 제작된 박막으로 제조된 전극 박막을 사용할 수 있다. 전극 물질의 접착은 집전체 양쪽에 활물질을 접착시키는 것이 바람직하나, 적용 용도에 따라 한쪽 면에만 활물질을 접착시킬 수 있다.
- <28> 전극 표면에 분리막 또는 중합체 전해질 및 고체전해질을 코팅하는 방법의 경우, 전극들을 트렌치에서 단순 적층함으로써 전지를 간단히 제작할 수 있다. 추가적으로 시트형 분리막을 별도로 제작하여 적층할 수도 있다.

전극표면에 중합체 전해질을 코팅하여 직접 사용함으로써 별도의 분리막을 사용할 필요가 없게 된다. 코팅법은 페이스팅, 브라인딩 또는 스펀코트를 사용하는 방법이 있다.

- <29> 사용되는 중합체 물질은 폴리(메틸 메타크릴레이트), 폴리(비닐리덴 플루오라이드), 폴리(에틸렌 옥사이드), 폴리(아크릴로니트릴), 폴리비닐리덴 플루오라이드와 핵사플루오로프로필렌의 코폴리머, 폴리(비닐 아세테이트), 폴리(비닐 부티랄-코-비닐 알콜-코-비닐 아세테이트), 폴리(메틸메타크릴레이트-코-에틸 아크릴레이트), 폴리비닐 클로라이드-코-비닐 아세테이트, 폴리비닐알콜, 폴리(1-비닐피롤리돈-코-비닐 아세테이트), 셀룰로오스 아세테이트, 폴리비닐피롤리돈, 폴리아크릴레이트, 폴리메타크릴레이트, 폴리올레핀, 폴리우레탄, 폴리비닐 에테르, 아크릴로니트릴-부타디엔 러버, 스티렌-부타디엔 러버, 아크릴로니트릴-부타디엔 스티렌, 설포네이트 스티렌/에틸렌-부틸렌/스티렌 트리블록 코폴리머 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것을 사용할 수 있으며, 이를 포함한 분리막과 이들 속에 전지의 구성에서 요구되는 음극염을 첨가시켜 제조할 수도 있다.
- <30> 제조된 시트형 전극들은 최종 제작하고자 하는 전지의 크기에 준하여 적정 크기로 절단하여 사용된다.
- <31> 시트형 양극 물질로 사용되는 활물질은 리튬금속산화물[LiMO, M = 코발트(Co), 니켈(Ni), 망간(Mn), 철(Fe)]과 유황(S)과 유황계 물질(NS, N= 철(Fe), 니켈(Ni), 구리(Cu), 티타늄(Ti), 주석(Sn)], 바나듐(V)과 바나듐의 산화물[V_xO_y(x=1-2, y=1-5), aerogel V₂O₅, xerogel V₂O₅], 리튬금속인산화물[LiMPQ, M = 철(Fe), 망간(Mn), 니켈(Ni)], 폴리(2,2,6,6-테트라메틸피페리디닐옥시 메타크릴레이트)를 이용할 수 있다.
- <32> 시트형 음극 물질로 사용되는 활물질은 실리콘(Si), 나트륨 (Na), 주석(Sn), 게르마늄(Ge), 납(Pb), 카드뮴(Cd), 아연(Zn), 비스무트(Bi), 알루미늄(Al), 안티몬(Sb), 마그네슘(Mg), 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 칼슘(Ca), 지루코늄(Zr), 루비듐(Nb), 인듐(In), 탄소(C)의 물질로 이루어진 산화물 및 질화물들과 합금, 리튬과 나트륨(Na), 칼륨(K), 루비듐(Rb), 세슘(Cs), 프란슘(Fr), 베릴륨(Be), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba), 라듐(Ra), 알루미늄(Al) 및 스타늄(Sn)으로 이루어진 군에서 선택되는 금속의 합금, 비정질 카본, 결정질 카본, 하드카본, 소프트카본의 탄소계 물질, 피치 및 그라파이트로 이루어진 물질군과 이들을 합금화한 물질을 이용될 수 있다.
- <33> 트렌치를 이용하여 전극과 분리막으로 전지를 제작하는 방법을 도 2에 나타내었으며 세부적인 내용은 다음과 같다.
- <34> 우선, 분리막을 트렌치에 삽입하고, 그 위에 음극활물질, 집전체, 음극활물질을 순서대로 적층하여 음극층을 형성시키거나, 미리 제작된 음극활물질, 집전체, 음극활물질로 이루어진 음극층을 적층한다. 이어서, 가이드를 이용하여 상기 음극층 위에 분리막을 교차하게 이동시켜 적층시킨다. 가이드의 형태는 롤형이나 막대형을 사용할 수 있다. 상기 분리막 위에 다시 양극활물질, 집전체, 양극활물질을 순서대로 적층하여 양극층을 형성시키거나, 미리 제작된 양극활물질, 집전체, 양극활물질로 이루어진 양극층을 적층하고, 그 위에 분리막을 교차시켜 적층하는 과정을 반복한다. 이와 같은 과정은 필요에 따라 적절한 횟수로 반복하여 수행할 수 있다.
- <35> 통상 음극의 용량을 양극에 비해 크게 제작하기 때문에 음극을 먼저 적층하는 것이 바람직하다. 하지만, 용도에 따라 양극을 우선 적층할 수도 있다.
- <36> 또한, 상기 전극과 분리막의 적층 순서를 변경시키거나, 상기 분리막을 전극을 중심으로 왕복교차하여 적층시켜 시트형 선형태의 전지를 제조할 수 있다.
- <37> 또한, 조립된 전극 외부에서 압력을 가하여 전극 간 또는 전극과 분리막간의 접촉성을 향상시킬 수도 있다.
- <38> 이렇게 조립된 전극들을 트렌치에서 분리시키고, 도 2a에 도시한 바와 같이, 외부를 피복재로 피복하여 전지를 구성한다. 전지의 피복은 대기(수분, 공기)와의 접촉을 방지할 수 있는 재료를 이용하며, 전극조립 후 분리막의 마무리과정에 따라 분리막으로 전극을 감는 경우에는 절연재 및 비절연재가 사용가능하며, 감지 않은 경우에는 절연재료를 이용하는 것이 바람직하다.
- <39> 다중심지형 선형태 전지의 제조 방법은 집전체로서 직경이 작은 와이어에 양극 및 음극활물질을 피복하고, 그 위에 분리막 소재를 피복한 후, 이를 트렌치를 이용하여 정렬시키는 방법이다.
- <40> 도 3은 트렌치를 이용하여 다중심지형 전지를 제조하는 과정을 도시하였다. 다중심지형의 전지를 제조하는 방법은, 우선, 집전체로서 직경이 작은 와이어에 양극활물질을 피복하고, 그 위에 분리막 또는 중합체 전해질과 고체전해질을 피복하여 선형태의 양극심지를 제조한다. 이와 동일한 방법으로 선형태의 음극심지를 제조한다. 제조된 선형태의 음극과 양극을 트렌치 내부에 적절하게 정렬시킨다.

- <41> 이렇게 조립된 전극들은 트렌치에서 분리시키고, 도 3a에 도시한 바와 같이, 외부를 피복제로 피복하여 전지를 구성한다.
- <42> 상기와 같은 전지의 제조 과정에서 전해액은 트렌치에서 마이크로 피펫을 이용하여 제조된 전극위에 주입하거나, 제조된 전극을 직접 전해액에 함침하여 주입할 수 있으며, 또한 피복단계에서 전극을 피복제 내부에 장입한 후 마이크로 피펫 또는 주사기를 이용하여 주입하거나, 직접 함침하여 주입할 수 있다.
- <43> 특히 선형의 전지를 제작하기 위하여 수축튜브를 이용할 수 있다. 수축튜브의 재질은 폴리에틸렌이며, 수축튜브를 가열할 경우 열에 의해 직경이 수축하는 튜브의 특성을 이용하기 때문에 전극간의 접촉성을 향상시키고 외부로부터 가해지는 형상변화, 외부로부터의 전기적 접촉의 차단으로 인해 전지의 성능을 유지시킬 수 있는 전지를 구현할 수 있다.
- <44> 또한, 전지의 최상부와 최하부에 전해액 또는 전극과의 화학적 반응을 일으키지 않는 물질을 삽입함으로써 전극간의 밀착력을 향상시킬 수 있으며, 이들에 고탄성 물질을 이용할 경우, 상기의 장점과 더불어 전지의 형상을 변형하더라도 원래의 형태로 되돌아 올 수 있는 회복력이 큰 전지를 구현할 수 있다. 최상부 및 최하부에 들어가는 물질로는 Ti, Ni, Fe 또는 Cu 중 2가지 원소 이상을 조합한 초탄성 금속 물질과 회복력이 강한 고분자 물질이 바람직하다.
- <45> 상기와 같은 전지의 제조 과정에서, 트렌치의 형상을 제어함으로써 판상의 전지, 각형의 전지, 선형의 전지를 제작할 수 있으며, 이 경우 고분자 물질 혹은 초탄성 재료를 추가로 적층하거나 집전체로 활용함으로써 제조된 전지의 형상 변화에 대응할 수 있는 가변형 선형전지의 제작이 가능하게 된다.
- <46> 전지의 대량생산에 있어서 한 개의 피성형체에 다수의 트렌치를 제작함으로써 전지의 생산성을 향상시킬 수 있으며, 혹은 트렌치에서 직접 전지를 구성하지 않고 전지의 구성 요소들을 트렌치를 통과시켜 이들의 배열을 유도할 수도 있다.
- <47> 이하, 본 발명의 바람직한 실시형태를 하기 실시예를 통해 예시한다, 하지만, 본 발명의 범위가 여기에 한정되는 것은 아니다.
- <48> <실시예 1>
- <49> LiFePO_4 분말을 PVdF 바인더 및 카본과 혼합하여 집전체로 사용되는 Al 호일 위에 코팅하여 양극을 제조하여 이용하였다. 음극으로는 집전체로서 사용되는 Cu 호일 위에 PVD법으로 제작한 두께 $0.5\ \mu\text{m}$ 의 Li 박막과 $0.5\ \text{mm}$ 의 두께를 갖는 Li 호일을 이용하였다. 전해질은 에틸렌카보네이트와 디메틸카보네이트가 부피비로 1:1혼합된 전해액에 1몰의 LiPF_6 리튬염을 첨가하여 제조된 것을 사용하였다. 분리막은 셀가드 2400(Celgard 2400)을 이용하였다.
- <50> 직선형 트렌치를 이용하여, 트렌치에 상기의 음극 적층하여 음극층을 형성시켰다. 이어서, 가이드를 이용하여 상기 음극층 위에 분리막을 교차하게 이동시켜 적층시키고, 상기 분리막 위에 다시 양극 적층하여 양극층을 형성시켰다. 이 과정을 반복하여 최종적으로 전지의 단면적이 $2.5\ \text{mm} \times 1.5\ \text{mm}$ 이고, 길이가 $100\ \text{mm}$ 인 선형전지를 구현하였다.
- <51> 제조된 전지는 실온에서 반복 충방전 시험을 하여, 그 결과를 도 4에 그래프로 나타내었다. 그래프에 나타난 바와 같이, 상기와 같이 제조된 전지는 선형의 형태로 제조되었음에도 불구하고 성능이 매우 우수함을 알 수 있다.
- <52> <실시예 2>
- <53> 양극으로는 LiFePO_4 를, 음극으로는 Cu위에 스퍼터링법으로 증착시킨 Si박막을 이용하였다. 양극을 직경 $0.3\ \text{mm}$ 가 되도록 집전체로서 사용되는 알루미늄 호일에 도포하고, 직선형 트렌치를 이용하여 최종 전지의 단면적이 $2.5\ \text{mm} \times 1.5\ \text{mm}$ 이고, 길이가 $100\ \text{mm}$ 의 선형 전지를 구현하였다. 사용한 전해질은 실시예 1과 동일한 것을 사용하였다.
- <54> 제조된 전지를 실온에서 반복 충방전 시험을 하였으며, 그 결과를 도 5에 그래프로 나타내었다. 그래프에 나타난 바와 같이, Li 금속을 사용한 것에 비해 용량의 감소는 있었으나, 반복특성이 우수함을 보여준다. 용량의 감소는 박막의 음극재료를 사용함으로써 그 활물질의 양이 감소되었기 때문이다.
- <55> <실시예 3>

- <56> 직선형 트렌치를 이용하여 실시예 2에서와 동일한 방법으로 선형 전지를 제조함에 있어, 전지의 최상부 및 최하부에 초탄성 물질을 추가 삽입하여 가변형 전지를 제작하였다. 최종 전지의 단면적이 $2.5 \text{ mm} \times 2.0 \text{ mm}$ 이고, 길이가 100 mm의 선형 전지를 구현하였다. 전해질은 실시예 1에서와 동일한 것을 사용하였다.
- <57> 제조된 전지를 변형 동안의 충방전 특성을 조사하기 위하여 직경이 10 cm인 원형의 지지대 위에 고정하여 충방전 시험을 하였으며, 그 결과를 도 6에 그래프로 나타내었다. 그래프에 나타난 바와 같이, 실시예 2에서 보여준 반복시험 결과와 유사한 결과를 얻을 수 있었으며, 이는 전지의 형상이 변함에도 우수한 전지특성을 보여줄 수 있다.
- <58> <실시예 4>
- <59> 다중심지형의 선형전지를 제작하고 이들의 충방전 특성을 조사하였다.
- <60> 다중 심지형의 선형 전지는 양극활물질로 LiFePO_4 를 이용하고, 음극활물질로 Si 분말을 이용하여, 이들을 집전체 위에 피복하고, 그 위에 분리막으로 PVDF를 도포시켜 각각 5개의 여 각각 양극 및 음극심지를 형성시켰다. 상기의 심지들을 곡선형 트렌치를 이용하여 정렬시키고 최종 전지의 최종 전지의 단면적이 $2 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$ 이고, 길이가 100 mm의 선형전지를 구현하였다. 전해질은 실시예 1에서 사용한 것과 동일한 것을 사용하였다.
- <61> 제조된 전지는 실온에서 반복 충방전 시험을 하였으며, 그 결과를 도 7에 그래프로 나타내었다. 그래프에 나타난 바와 같이, 밴드형 선형전지와 유사한 결과를 나타내었으며, 안정한 전지특성을 보여주었다.
- <62> 따라서 상기된 실시예 1 내지 4를 통하여 트렌치를 이용하여 선형 전지 용이하게 제작되었음을 알 수 있다.

발명의 효과

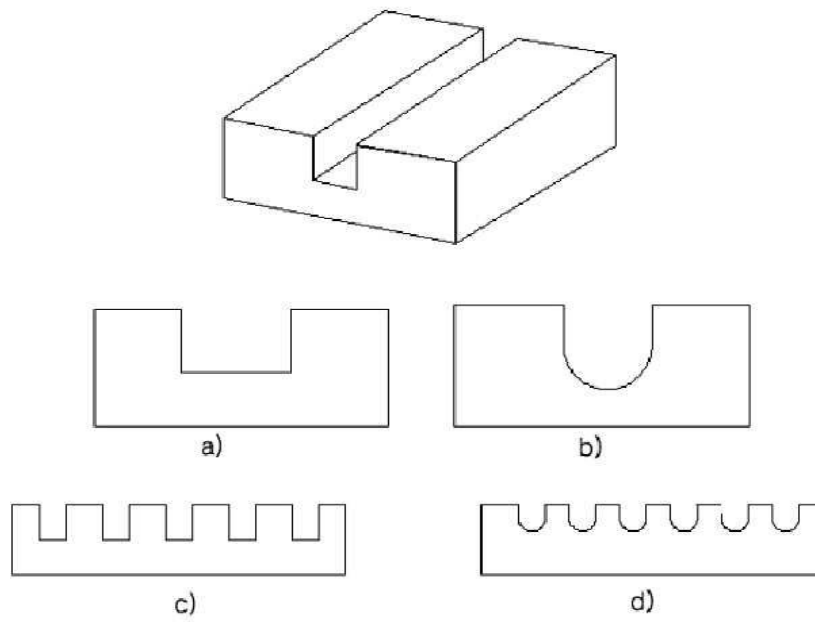
- <63> 본 발명은 일정 공간을 갖는 트렌치를 이용하여 전극을 조립함으로써 매우 편리하게 선형태의 전지를 제조할 수 있고, 전지에 가변성이 부여되도록 전기구성 요소들을 선택하여 형상 변화에도 전지의 성능을 유지할 수 있는 전지를 구현 가능케 함으로써 휴대용기기의 크기를 감소시킬 수 있으며 형상이 변형되는 디스플레이 등에 그 응용가능성 높은 효과가 있기 때문에, 전지 산업상 매우 유용한 발명이다.

도면의 간단한 설명

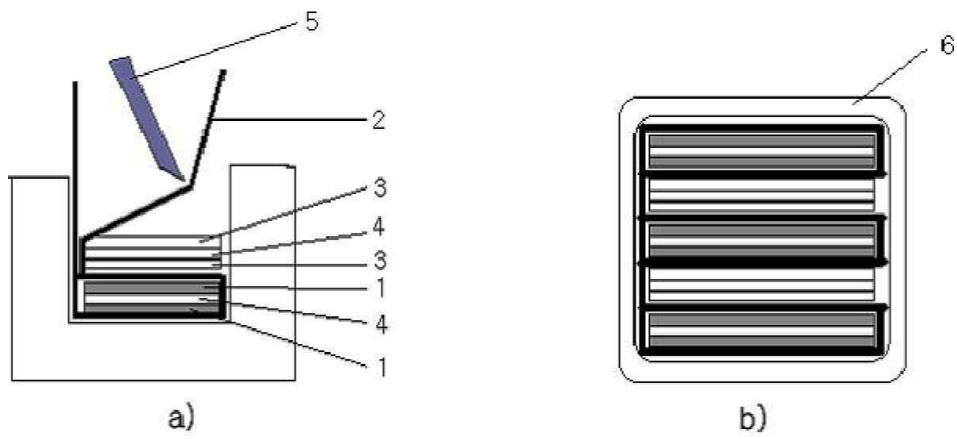
- <1> 도 1은 본 발명에 이용되는 트렌치의 형상을 개략적으로 나타낸 도로서, a) 내지 d)는 각각 단면이 직선형, 곡선형, 다중 직선형 및 다중 곡선형인 트렌치를 예시한 도이다.
- <2> 도 2는 트렌치를 이용하여 시트형 전극과 분리막으로 전지를 제조하는 조립과정을 개략적으로 나타낸 도로서, a)는 조립과정을 나타내고, b)는 조립후 피복재로 외부를 피복한 형상을 나타낸 도이다.
- <3> 도 3은 트렌치를 이용한 다중심지형 선형태 전지의 조립과정을 도시한 도로서, a)는 조립과정을 나타내고, b)는 조립후 피복재로 외부를 피복한 형상을 나타낸 도이다.
- <4> 도 4는 $\text{LiFePO}_4/\text{Si}$ 선형전지의 반복 충방전시험 결과를 나타낸 그래프이다.
- <5> 도 5는 LiFePO_4/C 선형전지의 반복 충방전 시험 결과를 나타낸 그래프이다.
- <6> 도 6은 Ti-Ni합금 판재를 최상부와 최하부에 삽입한 $\text{LiFePO}_4/\text{Si}$ 선형전지의 반복 충방전 시험 결과를 나타낸 그래프이다.
- <7> 도 7은 Ti-Ni를 집전체로 사용한 $\text{LiFePO}_4/\text{Si}$ 다중심지형 전지의 반복 충방전 시험 결과를 나타낸 그래프이다.
- <8> <도면 주요 부분에 대한 간단한 설명>
- <9> 1: 음극 2: 분리막 또는 고체 전해질
- <10> 3: 양극 4: 집전체
- <11> 5: 가이드 6: 피복재
- <12> 7: 음극심지 8: 양극심지

도면

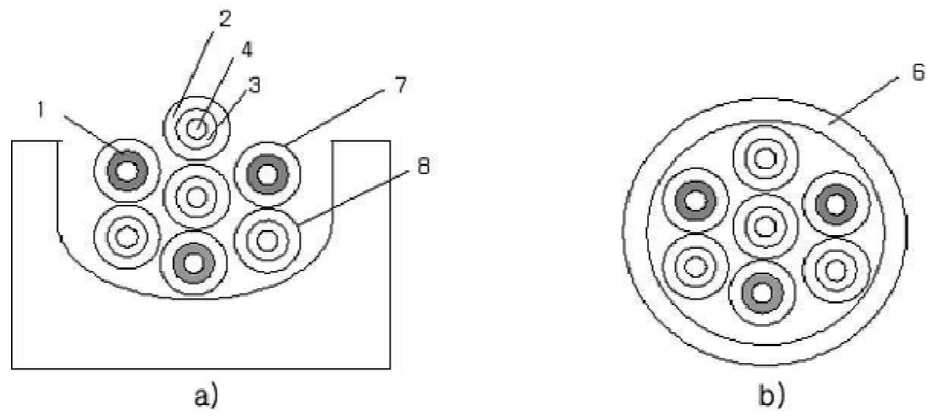
도면1



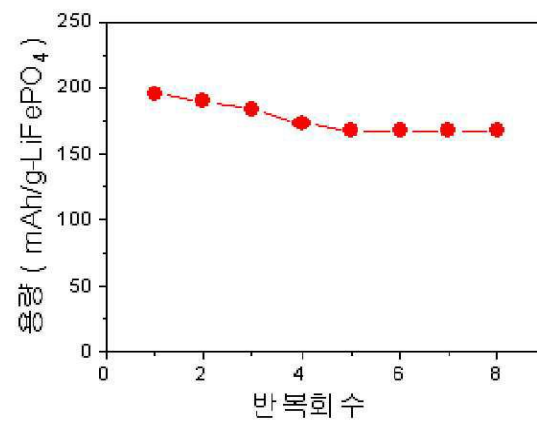
도면2



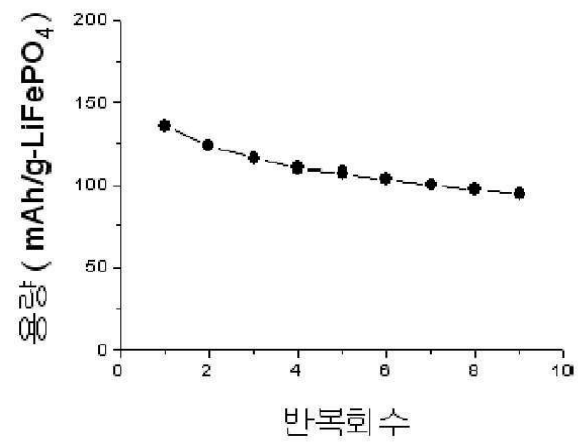
도면3



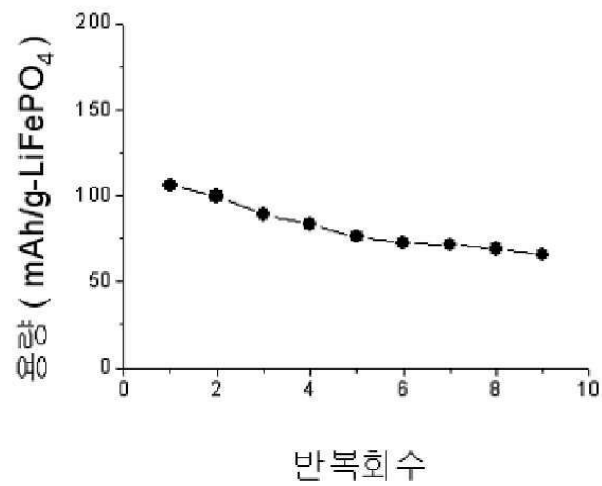
도면4



도면5



도면6



도면7

