



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0008259
(43) 공개일자 2012년01월30일

(51) Int. Cl.

H01M 4/02 (2006.01) H01M 4/64 (2006.01)

H01M 4/36 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0069009

(22) 출원일자 2010년07월16일

심사청구일자 2010년07월16일

(71) 출원인

경상대학교산학협력단

경상남도 진주시 가좌동 900

넥스콘 테크놀로지 주식회사

충청남도 천안시 서북구 성거읍 석문길 95

(72) 발명자

조규봉

경상남도 진주시 금산면 중천로 82, 101동 1002호
(금산아이파크)

김종환

충청남도 천안시 서북구 성거읍 석문길 95

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이현수, 김태현, 정홍식

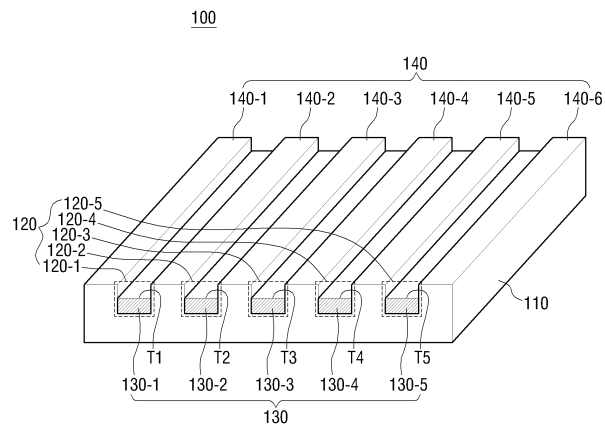
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 전지의 전극

(57) 요약

전지의 전극이 개시된다. 본 전지의 전극은, 제1 표면에 서로 나란하게 배치된 복수 개의 트렌치 구조가 형성된 집전체를 포함하며, 복수 개의 트렌치 구조 내부에 활물질이 결합하여, 결합된 활물질의 상부 표면과 복수 개의 트렌치 구조가 형성된 제1 표면은 함께 노출된다. 이에 따라, 활물질이 트렌치 구조 내부에 삽입되기 때문에, 활물질의 부피 팽창이 억제되고, 충방전 사이클 특성이 향상될 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김기원

경상남도 진주시 평거동 737 한보타운 101동 1409
호

노정필

경상남도 마산시 회성동 443-14번지

특허청구의 범위

청구항 1

제1 표면에 서로 나란하게 배치된 복수 개의 트렌치 구조가 형성된 집전체;를 포함하며,

상기 복수 개의 트렌치 구조 내부에 활물질이 결합하여, 상기 결합된 활물질의 상부 표면과 상기 복수 개의 트렌치 구조가 형성된 제1 표면은 함께 노출된 것을 특징으로 하는 전지의 전극.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 집전체는, 상기 제1 표면에, 상기 서로 나란하게 배치된 복수 개의 트렌치 구조와 각각 직교하는, 서로 나란하게 배치된 복수 개의 트렌치 구조가 추가로 형성된 것을 특징으로 하는 전지의 전극.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 집전체는, 상기 제1 표면의 이면인 제2 표면에, 서로 나란하게 배치된 복수 개의 트렌치 구조가 추가로 형성된 것을 특징으로 하는 전지의 전극.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 활물질은, 분말 형태이며, 상기 분말 형태의 활물질이 도전재 및 바인더와 함께 혼합되어 상기 복수 개의 트렌치 구조 내부에 결합된 것을 특징으로 하는 전지의 전극.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 활물질은, 단일 박막으로 형성된 것을 특징으로 하는 전지의 전극.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 활물질은, 상기 트렌치 구조의 저면에 형성된 중간막, 및 상기 중간막 상부에 형성된 전극 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 전지의 전극.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 활물질은, 상기 중간막 및 상기 전극 물질의 경계 영역에 형성된 결합층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전지의 전극.

청구항 8

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 전극은 음극이며,

상기 활물질은, Si, Sn, Pb, Ge, 및 Al 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 전지의 전극.

청구항 9

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 전극은 양극이며,

상기 활물질은, S(유황) 및 황화물 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 전지의 전극.

청구항 10

제6항 또는 제7항에 있어서,

상기 전극은 음극이며,

상기 전극 물질은, Si, Sn, Pb, Ge, 및 Al 중 적어도 하나를 포함하며,

상기 중간막은 금속, 상기 금속의 산화물, 및 상기 금속의 질화물 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 전지의 전극.

청구항 11

제6항 또는 제7항에 있어서,

상기 전극은 양극이며,

상기 전극 물질은, S(유황) 및 황화물 중 적어도 하나를 포함하며,

상기 중간막은, 금속, 상기 금속의 산화물, 및 상기 금속의 질화물 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 전지의 전극.

청구항 12

제6항 또는 제7항에 있어서,

상기 활물질은, 상기 중간막 및 상기 전극 물질을 열처리하여 생성된 결합층을 포함하는 것을 특징으로 하는 전지의 전극.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 집전체는,

상기 제1 표면에 상기 트렌치 구조가 형성되면, 상기 트렌치 구조의 저면에 러프니스(roughness) 구조가 형성되는 것을 특징으로 하는 전지의 전극.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 집전체는, 구리, 니켈, 철, 몰리브덴, 텅스텐, 코발트, 스테인레스 스틸, 티타늄, 알루미늄, 및 카본-코팅된 알루미늄의 조합으로 이루어진 군에서 선택되거나, 이들의 합금 또는 이들의 화합물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전지의 전극.

청구항 15

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 활물질 및 상기 집전체는, 열처리에 의해 화합물을 형성하는 것을 특징으로 하는 전지의 전극.

청구항 16

제8항에 있어서,

상기 활물질은,

상기 Si, 상기 Sn, 상기 Pb, 상기 Ge, 및 상기 Al 중 적어도 하나와 카본 계열의 물질이 혼합된 것을 특징으로 하는 전지의 전극.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 전지의 전극에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 리튬 이온을 이용하여 충방전을 수행하는 전지의 전극에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 통신 기술이 급속도로 발전함에 따라, 셀룰러 폰과 같은 모바일 기기의 다기능화가 이루어지고 있으며, 이에 따른 고용량 전지 개발에 대한 관심도 증가하고 있다.

[0003] 특히, 풍력, 태양광, 태양열과 같은 신재생 에너지의 저장 장치 또는 전기자동차용 전원장치에 적용하기 위해 고용량 전지의 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0004] 전지란, 화학에너지를 전기에너지로 변환하는 장치로, 양극, 음극, 전해질로 구성되어 있으며, 교환되는 이온물질과의 상대적인 전위차에 의해 양극(전위가 높은 물질)과 음극(전위가 낮은 물질)이 구분된다. 양극과 음극을 통칭하여 전극이라 하며, 전극은 전기화학반응을 일으키는 활물질(active material)과, 전자의 이동경로로 이용되는 집전체로 구성된다.

[0005] 일 예로서, 리튬전지의 경우에는, 전해질을 사이에 두고 배치된 음극과 양극 사이에 리튬 이온 교환을 통해 충방전이 수행되며, 교환 이온의 종류에 따라 Mg, Na, Ca, Li과 같은 알칼리 이온이 이용될 수 있다.

[0006] 전극은 상기 이온들의 결합(intercalation) 또는 분해(deintercalation)를 통하여 충전과 방전반응을 하게 되며, 본 발명에서의 고용량전극은 약 300 mAh/g이상의 이론용량을 갖는 물질로 구성된 전극을 말한다.

[0007] 고용량 양극의 경우, 부피변화와 더불어 활물질의 상변화에 의해 활물질과 집전체간의 결합력 약화 및 전해질로의 용해가 일어나기도 한다.

[0008] 또한 고용량 음극의 경우, 충방전 과정동안에 많은 양의 교환이온의 결합 및 분해에 의해 상대적으로 큰 부피변화가 일어나게 되고 활물질과 집전체의 분리가 일어나게 된다.

[0009] 이와 같은 전극 내 구조적 문제점은 전극 내 전기 전도성을 감소시키고, 결국 전지의 성능이 열화되는 원인이 된다.

[0010] 이와 같은, 리튬 전지는, 충전 과정 또는 방전 과정 동안에 활물질에 리튬 이온이 삽입(intercalation)/탈리(deintercalation) 또는 합금화(alloying)/분해(de-alloying)하는 동작을 반복하게 된다.

[0011] 이러한 반복 동작에 따라, 전극의 구조상의 안정성이 악화되면, 전극의 전기 전도성이 낮아지는 등 그 기능을 제대로 수행하지 못하게 된다.

[0012] 따라서, 전지에서, 충방전에 따라 이온의 교환이 수행되더라도 활물질들이 집전체에 고정화되고, 고용량전극이 제대로 동작할 수 있게 하는 등, 전극의 성능 개선을 위한 방안이 요청된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 복수 개의 트렌치 구조 내에 활물질을 삽입하여, 충방전 과정 동안 활물질을 집전체 내부에 고정화함으로써, 전극 내 집전체-활물질의 결합력을 향상시키고 체적변화를 억제할 수 있는 전지의 전극을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 일 실시 예에 따른 전지의 전극은, 제1 표면에 서로 나란하게 배치된 복수 개의 트렌치 구조가 형성된 집전체를 포함하며, 상기 복수 개의 트렌치 구조 내부에 활물질이 결합하여, 상기 결합된 활물질의 상부 표면과 상기 복수 개의 트렌치 구조가 형성된 제1 표면은 함께 노출된다.

[0015] 상기 집전체는, 상기 제1 표면에, 상기 서로 나란하게 배치된 복수 개의 트렌치 구조와 각각 직교하는, 서로 나란하게 배치된 복수 개의 트렌치 구조가 추가로 형성될 수 있다.

- [0016] 상기 집전체는, 상기 제1 표면의 이면인 제2 표면에, 서로 나란하게 배치된 복수 개의 트렌치 구조가 추가로 형성될 수 있다.
- [0017] 상기 활물질은, 분말 형태이며, 상기 분말 형태의 활물질이 도전재 및 바인더와 함께 혼합되어 상기 복수 개의 트렌치 구조 내부에 결합될 수 있다.
- [0018] 상기 활물질은, 단일 박막으로 형성된 것일 수 있다.
- [0019] 상기 활물질은, 상기 트렌치 구조의 저면에 형성된 중간막, 및 상기 중간막 상부에 형성된 전극 물질을 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 활물질은, 상기 중간막 및 상기 전극 물질의 경계 영역에 형성된 결합층을 더 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 전극은 음극이며, 상기 활물질은, Si, Sn, Pb, Ge, Al 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 전극은 양극이며, 상기 활물질은, S(유황) 및 황화물 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 전극은 음극이며, 상기 전극 물질은, Si, Sn, Pb, Ge, Al 중 적어도 하나를 포함하며, 상기 중간막은 금속, 상기 금속의 산화물, 및 상기 금속의 질화물 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 전극은 양극이며, 상기 전극 물질은, S(유황) 및 황화물 중 적어도 하나를 포함하며, 상기 중간막은 금속, 상기 금속의 산화물, 및 상기 금속의 질화물 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 활물질은, 상기 중간막 및 상기 전극 물질을 열처리하여 생성된 결합층을 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 집전체는, 상기 제1 표면에 상기 트렌치 구조가 형성되면, 상기 트렌치 구조의 저면에는 러프니스(roughness) 구조가 형성될 수 있다.
- [0027] 상기 집전체는, 구리, 니켈, 철, 몰리브덴, 텅스텐, 코발트, 스테인레스 스틸, 티타늄, 알루미늄으로 이루어진 군에서 선택되거나, 이들의 합금 또는 이들의 화합물로 이루어질 수 있다.
- [0028] 상기 활물질 및 상기 집전체는, 열처리에 의해 화합물을 형성할 수 있다.
- [0029] 상기 활물질은, 상기 Si, 상기 Sn, 상기 Pb, 상기 Ge, 및 상기 Al 중 적어도 하나와 카본 계열의 물질이 혼합될 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 본 발명의 다양한 실시 예에 따르면, 활물질이 집전체 표면의 트렌치 구조 내부에 삽입되기 때문에, 활물질의 상변화에 따른 부피 팽창을 억제하고, 표면 장력에 의한 반고상 활물질을 고정할 수 있다. 이에 따라, 충방전 사이클 특성이 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 전극을 나타내는 도면.
- 도 2a 내지 도 3b는 집전체의 다양한 예를 나타내는 도면.
- 도 4 내지 도 7은 활물질의 다양한 형태에 따른 전극의 일 예를 나타내는 도면.
- 도 8은 리튬 이온의 삽입 또는 합금화에 따른 활물질의 형태를 나타내는 도면.
- 도 9는 러프니스 구조가 형성된 전극의 일 예를 나타내는 도면.
- 도 10a 내지 도 10d는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전극 제조 방법을 나타내는 도면.
- 도 11a 내지 도 11d는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 전극 제조 방법을 나타내는 도면.
- 도 12는 전해 에칭의 동작을 설명하기 위한 도면.
- 도 13a 내지 도 13c는 탄성 물질이 형성된 트렌치 구조에 대한 다양한 예를 나타내는 도면.
- 도 14는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전극 제조 방법을 나타내는 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시 예에 대하여 살펴보기로 한다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 전극을 나타내는 도면이다.
- [0034] 도 1을 참조하면, 본 전극(100)은, 일 예로서, 리튬 이온의 교환에 따라 충전 또는 방전될 수 있는 리튬 전지(미도시)의 전극일 수 있다.
- [0035] 본 전극(100)은 음극 및 양극 중 어느 하나일 수 있다.
- [0036] 본 전극(100)은 제1 표면에 서로 나란하게 배치된 복수 개의 트렌치 구조(trench structure)(120: 120-1, 120-2, 120-3, 120-4, 120-5)가 형성된 집전체(110)를 포함한다.
- [0037] 본 집전체(110)는 금속 포일(foil)로 이루어지며, 바람직하게는 구리 포일일 수 있다. 일 예로서, 본 집전체(110)는 구리, 니켈, 철, 몰리브덴, 텅스텐, 코발트, 스테인레스 스틸, 티타늄, 알루미늄, 카본-코팅된 알루미늄, 니켈 발포체(foam), 구리 발포체, 전도성 금속이 코팅된 폴리머 기재, 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 것을 사용할 수 있으며, 경우에 따라 상술한 물질을 발포형, 메쉬(mesh)형, 전도재 코팅형, 천공형 등으로 가공하여 사용할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 또는 상술한 재료 중 적어도 하나의 표면을 다른 재료로 코팅 처리한 재료 등이 사용될 수 있다.
- [0038] 복수 개의 트렌치 구조(120)는 각각의 내부에 활물질이 삽입(즉, 결합)될 수 있다. 복수 개의 트렌치 구조(120)는 각각이 동일한 형태인 것이 바람직하며, 각각에 삽입되는 활물질(130: 130-1, 130-2, 130-3, 130-4, 130-5)의 양도 동일한 것이 바람직하다.
- [0039] 또한, 복수 개의 트렌치 구조(120)는 건식 에칭, 습식 에칭, 리소그래피 등의 다양한 방법으로 형성될 수 있다. 바람직하게는, 복수 개의 트렌치 구조(120)는 전해 에칭법에 의해 집전체(110)의 적어도 일 표면에 형성될 수 있다. 이에 따라, 저렴한 비용으로, 전극(100)을 대량 생산할 수 있다.
- [0040] 리튬 이온은 활물질(130)에 결합할 수 있으며, 이에 따라, 활물질(130)은 복수 개의 트렌치 구조(120) 내부에서 부피 팽창이 발생할 수 있다.
- [0041] 하지만, 활물질(130)은 트렌치 구조 내부에 삽입되어 있으므로, 트렌치 구조(120)에 의해 부피 팽창이 제한(즉, 억제)될 수 있다.
- [0042] 또한, 복수 개의 트렌치 구조(120)는 각각이 서로 평행하게 배치되며, 그 형상이 모두 동일하므로, 활물질(130)의 부피 팽창에 따라 발생하는 응력(즉, 변형력)이 복수 개의 트렌치 구조(120) 각각에 균등하게 분배될 수 있다.
- [0043] 또한, 활물질(130)은 트렌치 구조 내부에 삽입되고, 복수 개의 트렌치 구조(120)는 각각이 서로 평행하게 배치되며, 그 형상이 모두 동일한 구조적 특성에 따라, 활물질(130)에 결합된 리튬 이온이 활물질(130)로부터 분리됨에 따라 발생하는 활물질(130)의 미세한 균열도 완화시킬 수 있다.
- [0044] 한편, 본 전극(100)은 복수 개의 트렌치 구조(120) 내부에 활물질(130)이 결합하여, 활물질의 상부 표면(T1, T2, T3, T4, T5)과 복수 개의 트렌치 구조가 형성된 제1 표면(140: 140-1, 140-2, 140-3, 140-4, 140-5, 140-6)은 함께 노출될 수 있다.
- [0045] 여기서, 제1 표면(미도시)은 복수 개의 트렌치 구조가 형성되기 전의 집전체의 전체 상부 표면을 나타내므로, 복수 개의 트렌치 구조(120)가 형성된 제1 표면(140)과 상이하다.
- [0046] 본 전극(100)에 따르면, 집전체의 도포력 향상을 위해 집전체의 전체 상부 표면에 활물질을 결합시켰던 종래 일 반적인 전극과 달리, 활물질의 상부 표면(T1, T2, T3, T4, T5)과 복수 개의 트렌치 구조가 이미 형성된 제1 표면(140)이 함께 노출될 수 있다. 결국, 본 발명에 따르면, 활물질(130)에 의한 부피 팽창을 억제할 수 있으므로, 충방전 사이클 특성이 우수한 전극(100)을 제공할 수 있다.
- [0047] 도 2a 내지 도 3c는 집전체의 다양한 예를 나타내는 도면이다.
- [0048] 도 2a를 참조하면, 본 전극(200)의 집전체(210)의 일 예가 도시된다. 도 2a에 도시된 도 1에서 도시된 집전체(210)와 동일한 형태를 갖는다.
- [0049] 바람직하게는, 집전체(210)의 전체 높이(H)는 25 μm 이며, 복수 개의 트렌치의 깊이(C)는 10 μm 이며, 복수 개의 트렌치의 폭(A)과 복수 개의 트렌치 구조가 형성된 제1 표면의 폭(B)은 동일한 것이 바람직하며, 10 μm 일

수 있다.

- [0050] 또한, 집전체(210)의 전체 높이(H) 대 복수 개의 트렌치의 깊이(C) 비율은, 40 % 이상인 것이 바람직하다.
- [0051] 한편, 본 전극(200)의 복수 개의 트렌치 구조의 개수나, 본 전극(200)의 높이, 트렌치의 깊이, 트렌치의 폭 등과 같은 수치 등은 이에 한정되지 않는다.
- [0052] 도 2b를 참조하면, 본 전극(200)의 집전체(210)의 구조의 다른 예가 도시된다.
- [0053] 집전체(210)는, 제1 표면에, 서로 나란하게 배치된 복수 개의 트렌치 구조와 각각 직교하는, 서로 나란하게 배치된 복수 개의 트렌치 구조가 추가로 형성될 수 있다.
- [0054] 구체적으로, 도 2b에 도시된 것처럼, 집전체(210)의 제1 표면에, +X축(또는, -X축) 방향으로 나란하게 배치되는 복수 개의 트렌치 구조와, +Y축(또는, -Y축) 방향으로 나란하게 배치되는 복수 개의 트렌치 구조가 함께 형성될 수 있다.
- [0055] 한편, 이 경우에, 집전체(210)에서 서로 직교하는 복수 개의 트렌치 구조가 형성된 후, 남은 기둥들(J1, J2, J3, J4)은, 그 단면(X-Y 평면 방향의 단면)이 도시된 정사각형 이외에, 정육각형, 정팔각형, 원 등 다양한 형태일 수 있다.
- [0056] 도 2b에서는, 설명의 편의상 남은 기둥들(J1, J2, J3, J4)의 일부만을 도시하였다.
- [0057] 이와 같이, 도 2a 및 도 2b에서는, 전극(200)이 제1 평면에 복수 개의 트렌치 구조가 형성된 예에 대하여 설명하였으나, 이하, 도 3a 및 도 3b에서는, 전극(200)의 제1 평면의 이면에 배치되는 제2 평면에도 복수 개의 트렌치 구조가 형성된 예를 설명하기로 한다.
- [0058] 도 3a를 참조하면, 전극(300)의 제1 표면(도시된 상부 표면)에 복수 개의 트렌치 구조가 형성되며, 전극(300)의 제2 표면(도시된 하부 표면)에 복수 개의 트렌치 구조가 형성될 수 있다.
- [0059] 설명의 편의상, 집전체(310)는 제1 표면에 복수 개의 트렌치 구조가 형성된 제1 집전체(310a) 및 제2 표면에 복수 개의 트렌치 구조가 형성된 제2 집전체(310b)로 구분될 수 있다.
- [0060] 도 3a에서는, 제1 집전체(310a)에 형성된 복수 개의 트렌치 구조, 및 제2 집전체(310b)에 형성된 복수 개의 트렌치 구조는 동일할 수 있다. 구체적으로, 제1 집전체(310a)에 형성된 복수 개의 트렌치 구조의 각각은, 제2 집전체(310b)에 형성된 복수 개의 트렌치 구조와 각각 마주보는 형태일 수 있다.
- [0061] 도 3b를 참조하면, 제1 표면에 형성된 제1 집전체(310a)는 제2 표면에 형성된 제2 집전체(310b)와 상이할 수 있다. 구체적으로, 제1 집전체(310a)에 형성된 복수 개의 트렌치 구조 각각은, 제2 집전체(310b)의 제2 표면과 각각 마주보는 형태일 수 있다.
- [0062] 도 3c를 참조하면, 제1 집전체(310a)는 제1 표면에, 서로 나란하게 배치된 복수 개의 트렌치 구조와 각각 직교하는, 서로 나란하게 배치된 복수 개의 트렌치 구조가 추가로 형성될 수 있다. 또한, 제2 집전체(310b)는 제2 표면에 복수 개의 트렌치 구조가 형성될 수 있다.
- [0063] 이에 따라, 본 실시 예에 따르면, 도 2a 및 도 2b에서 도시된 전극(200)에 비하여, 상대적으로 부피(체적) 에너지 밀도가 높은 전극(300)을 제공할 수 있다.
- [0064] 도 3a 내지 도 3c에 도시된 집전체(310)의 구조는 일 예일 뿐이므로, 도시된 집전체(310)의 구조에 한정되지 않는다.
- [0065] 도 4 내지 도 7은 본 활물질의 다양한 형태에 따른 전극의 일 예를 나타내는 도면이다.
- [0066] 도 4를 참조하면, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 전극(400)은 분말 형태의 활물질(430-1, 430-2, 430-3, 430-4, 430-5)을 포함할 수 있다. 설명의 편의상 단일 트렌치 구조 내부에 삽입된 활물질(430-1)을 기초로 설명하기로 한다.
- [0067] 활물질(430-1)은, 분말 형태의 활물질을 도전재 및 바인더와 함께 혼합하여 복수 개의 트렌치 구조 내부에 결합될 수 있다.
- [0068] 전극(400)이 음극이면, 활물질(430-1)은, Sn, Pb, Ge, Al, Si 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이 경우, 활물질(430-1)은 Si인 것이 바람직하다.

- [0069] 전극(400)이 음극이면, Sn, Pb, Ge, Al, 및 Si 중 적어도 하나에 카본 계열의 물질을 혼합하여 활물질(430-1)로 사용할 수 있다. 바람직하게는 Si에 카본 계열의 물질을 혼합하여 활물질(430-1)로 사용할 수 있다. 카본 계열의 물질은 결정성이 높은 소프트 카본 및 결정성이 낮은 하드 카본을 포함한다. 소프트 카본은 그라파이트(흑연)를 포함할 수 있다.
- [0070] 전극(400)이 양극이면, 활물질(430-1)은 S(유황) 및 황화물 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이 경우, 활물질(430-1)은 S인 것이 바람직하다.
- [0071] 도전재는 전기 전도성을 향상시키기 위한 재료로서, 일 예로서 카본(Carbon)일 수 있다. 바인더는 활물질(430-1)을 도전재와 결합하기 위한 물질이며, 일 예로서, 수지일 수 있다.
- [0072] 일 예로서, 전극(400)이 음극인 경우, 종래의 전극은, 분말 형태의 활물질로서, 대략 372 mAh/g으로 낮은 이론 용량을 갖는 흑연(Graphite)을 이용하였지만, 본 전극(400)에서 이용되는 활물질(430-1)은 대략 4200 mAh/g의 높은 이론 용량을 갖는 Si인 것이 바람직하다. 여기서, 이론 용량이란, 일 예로서, 리튬 전지(미도시)에서 활물질이 양극으로부터 전달된 리튬 이온과 결합할 수 있는 정도를 나타낸다.
- [0073] 이에 따라, 집전체(410) 상부의 전체 표면을 활물질로 도포하지 않고, 트렌치 구조의 내부에만 활물질을 삽입하더라도 종래의 전극에 비하여 성능이 우수한 전극(400)을 제공할 수 있다.
- [0074] 한편, 본 전극(400)(구체적으로, 활물질(430-1))에 열처리가 수행되면, 집전체(410)와 활물질(430)이 화합물을 형성할 수 있다. 이에 따라, 집전체(410)와 활물질(430-1)의 결합력이 높아질 수 있다. 결국, 본 발명에 따르면, 활물질의 부피 팽창을 더욱 억제할 수 있으므로, 보다 충방전 특성이 우수한 전극(400)을 제공할 수 있다.
- [0075] 여기서, 열처리는 불활성 분위기 또는 진공 분위기에서 행하는 것이 바람직하지만, 경우에 따라 대기 중에서의 열처리도 가능하다. 열처리 온도는 화합물의 형성 온도, 조성에 따라 달라질 수 있다.
- [0076] 일 예로서, 활물질(430-1)과 도전재를 결합하기 위한 바인더가 열경화성 수지로 이루어지는 경우에, 활물질(430-1)과 도전재의 결합력 향상을 위해서 활물질(430-1)을 낮은 온도로 열처리할 수 있으며, 이와 달리, 활물질(430-1)을 높은 온도로 열처리하여 바인더를 제거할 수도 있다. 이와 같이, 용도에 따라 열처리 온도를 달리할 수 있다.
- [0077] 도 5를 참조하면, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 전극(500)은 박막 형태의 활물질(530-1, 530-2, 530-2, 530-3, 530-4, 530-5)을 포함할 수 있다. 설명의 편의상 단일 트렌치 구조 내부에 삽입된 활물질(530-1)을 기초로 설명하기로 한다.
- [0078] 집전체(510)의 트렌치 구조 내부에 포함된 활물질(530-1)은 이론 용량이 상대적으로 높은 물질일 수 있다.
- [0079] 전극(500)이 음극이면, 활물질(530-1)은, Sn, Pb, Ge, Al, Si 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이 경우, 활물질(530-1)은 Si인 것이 바람직하다.
- [0080] 전극(500)이 양극이면, 활물질(530-1)은 S(유황) 및 황화물 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이 경우, 활물질(530-1)은 S인 것이 바람직하다.
- [0081] 이에 따라, 본 전극(500)은 전극(500)이 음극이면, 활물질로서 흑연을 이용하는, 분말 형태의 종래 전극에 비하여, 집전체(510)의 트렌치 구조 내부에 상대적으로 얇은 막을 이용하여 활물질(530-1)을 형성할 수 있다.
- [0082] 결국, 집전체(510) 상부의 전체 표면을 활물질(530-1)로 도포하지 않고, 트렌치 구조의 내부에만 활물질(530-1)을 삽입하더라도 종래의 전극에 비하여 성능이 우수한 전극(500)을 제공할 수 있다.
- [0083] 한편, 본 전극(500)(구체적으로, 활물질(530-1))에 열처리가 수행되면, 집전체(510)와 활물질(530)이 화합물을 형성할 수 있다. 이에 따라, 집전체(510)와 활물질(530)의 결합력이 높아질 수 있다. 결국, 본 발명에 따르면, 활물질의 부피 팽창을 더욱 억제할 수 있으므로, 보다 충방전 특성이 우수한 전극(500)을 제공할 수 있다.
- [0084] 도 4에서와 마찬가지로, 열처리는 불활성 분위기 또는 진공 분위기에서 행하는 것이 바람직하지만, 경우에 따라 대기 중에서의 열처리도 가능하다. 열처리 온도는 화합물의 형성 온도, 조성에 따라 달라질 수 있다.
- [0085] 도 6을 참조하면, 본 발명의 제3 실시 예에 따른 전극(600)은 복수 개의 막으로 이루어진 박막 형태의 활물질(630-1, 630-2, 630-3, 630-4, 630-5)을 포함할 수 있다. 설명의 편의상 단일 트렌치 구조 내부에 삽입된 활물질(630-1)을 기초로 설명하기로 한다.

- [0086] 집전체(610)의 트렌치 구조 내부에 포함된 활물질(630-1)은, 트렌치 구조의 저면에 형성된 중간막(L1), 및 중간막(L1) 상부에 형성된 전극 물질(L2)을 포함할 수 있다.
- [0087] 중간막(L1)은 전극 물질(L2)과 결합력이 높은 물질이 바람직하며, 중간막(L1)은 전극 물질(L2)과의 형성 엔탈피((formation) mixing enthalpy)가 음의 값을 갖는 물질일 수 있다. 일 예로서, 중간막(L1)은 일반 금속, 일반 금속의 산화물, 및 일반 금속의 질화물을 포함할 수 있다.
- [0088] 전극(600)이 음극이면, 중간막(L1)은 Ti인 것이 바람직하며, 전극 물질(L2)은, Sn, Pb, Ge, Al, Si 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이 경우, 전극 물질(L2)은 Si인 것이 바람직하다.
- [0089] 전극(600)이 양극이면, 중간막(L1)은 Ni인 것이 바람직하며, 전극 물질(L2)은 S(유황) 및 황화물 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이 경우, 전극 물질(L2)은 S인 것이 바람직하다.
- [0090] 활물질(630-1)은 트렌치 구조 내부에 삽입되고, 복수 개의 트렌치 구조는 각각이 서로 평행하게 배치되며, 그 형상이 모두 동일한 구조적 특성에 따라, 활물질(630-1)에 의한 부피 팽창을 중복적으로 억제할 수 있으므로, 본 전극(600)은 충방전 사이클 특성이 우수한 전극을 제공할 수 있다.
- [0091] 아울러, 본 전극(600)은 활물질(630-1)에 결합된 리튬 이온이 활물질(630-1)로부터 분리됨에 따라 발생하는, 활물질(630-1)의 미세한 균열도 보다 더 완화할 수 있다.
- [0092] 도 7을 참조하면, 본 발명의 제4 실시 예에 따른 전극(700)은 복수 개의 막과 결합층으로 이루어진 활물질(730-1, 730-2, 730-3, 730-4, 730-5)을 포함할 수 있다. 설명의 편의상 단일 트렌치 구조 내부에 삽입된 활물질(730-1)을 기초로 설명하기로 한다.
- [0093] 중간막(L1) 및 전극 물질(L2)의 경계 영역에는, 열처리에 의해 결합층(C)이 형성될 수 있다.
- [0094] 중간막(L1) 및 전극 물질(L2)이 집전체(710)에 순차적으로 형성된 후, 활물질(730-1)에 열처리를 수행하면, 중간막(L1)은 전극 물질(L2)과의 반응하여 화합물, 즉 결합층(C)을 형성할 수 있으며, 상호 확산에 의해 중간막(L1)은 전극 물질(L2)과의 결합력이 더 우수하기 때문에, 전극 물질(L2)이 리튬 이온과 결합하는 양을 감소시킬 수 있게 된다. 이에 따라, 중간막(L1)은 활물질(630-1)의 부피 팽창을 억제할 수 있다.
- [0095] 중간막(L1) 및 전극 물질(L2)은 도 6에서 기술한 실시 예와 동일한 물질로 이루어질 수 있다. 다만, 전극(700)이 음극이면, Ti와 Si가 결합된 결합층(C)이 형성되는 것이 바람직하며, 전극(700)이 양극이면, Ni와 S가 결합된 결합층(C)이 형성되는 것이 바람직하다.
- [0096] 즉, 활물질(730-1)은 중간막(L1), 결합층(C), 및 전극 물질(L2)이 순차적으로 배치되는 형태일 수 있다.
- [0097] 한편, 열처리 온도, 열처리 세기, 열처리 시간 등과 같이 열처리의 다양한 인자를 변경함에 따라, 다양한 형태의 활물질(730-1)을 생성할 수 있다.
- [0098] 일 예로서, 본 전극(700)의 활물질(730-1)은, 전극(700)이 양극인 경우, 일 예로서, NiS의 단일 화합물이거나, Ni, NiS, 및 S가 트렌치의 저면에서 상면으로 순차적으로 형성된 복수의 화합물일 수 있다.
- [0099] 이에 따라, 결합층(C)에 의해 전극 물질(L2)의 부피 팽창이 억제됨과 동시에, 트렌치 구조 내부에 활물질(730-1)이 포함되기 때문에, 활물질(730-1)에 의한 부피 팽창을 중복적으로 억제할 수 있으므로, 본 전극(700)은 충방전 사이클 특성이 우수한 전극을 제공할 수 있다.
- [0100] 도 8은 음극 충전에 따른 활물질의 형태를 나타내는 도면이다.
- [0101] 도 8을 참조하면, 리튬 이온이 활물질과 결합된 상태(리튬삽입 또는 합금화), 즉 충전 상태의 활물질(830-1, 830-2, 830-3, 830-4, 830-5)이 도시된다.
- [0102] 본 전극(800)은 리튬 이온이 활물질에 결합 되더라도, 활물질(830-1, 830-2, 830-3, 830-4, 830-5)의 상부 표면은 제1 표면 보다 낮게 형성되는 것이 바람직하다.
- [0103] 이에 따라, 충전 또는 방전이 반복적으로 수행되더라도, 전극(800)의 균열을 최소화하여 충방전 사이클 특성이 우수한 전극(800)을 제공할 수 있다.
- [0104] 도 9는 러프니스 구조가 형성된 전극의 일 예를 나타내는 도면이다.
- [0105] 도 9를 참조하면, 본 전극(900)은 상술한 다양한 방법들 중 전해 에칭법에 의해 집전체(910)의 제1 표면에 트렌치 구조가 형성되면, 트렌치 구조의 저면(lower surface)에 러프니스(roughness) 구조(R), 즉 거칠기 구조가 자

연 형성될 수 있다.

- [0106] 트렌치 구조의 저면에 형성되는 러프니스 구조(R)는, 전해 에칭을 수행하기 위해 집전체(910)에 인가된 전류, 전압, 에칭 시간, 에칭 온도, 및 에칭액의 농도 중 적어도 하나에 의해 조정될 수 있다.
- [0107] 이에 따라, 전해 에칭법에 의해 집전체(910)의 제1 표면에 트렌치 구조가 형성되지만 하면, 트렌치 구조의 저면에 러프니스 구조(R)가 자연스럽게 형성될 수 있으므로, 열처리 등을 수행하지 않더라도 집전체(910)의 도포력을 향상시킬 수 있다.
- [0108] 한편, 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 전극은 도 2a 내지 도 3c, 및 도 9에서 도시된 다양한 형태의 집전체 중 하나와 도 4 내지 도 7에서 도시된 다양한 형태의 활물질 중 하나가 조합된 형태의 구조를 가질 수 있다.
- [0109] 또한, 본 전극은, 활물질의 상변화에 따른 부피 팽창을 억제하고, 표면 장력에 의한 반고상 활물질을 고정할 수 있다면, 도시된 형태에 한정되지 않고 다양한 형태를 가질 수 있음은 자명하다.
- [0110] 한편, 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 전극은, 음극 및 양극 중 적어도 하나에 적용될 수 있다. 이 경우, 전해질(분리막)을 사이에 두고, 음극 및 양극이 서로 대향 배치되면, 전지를 형성할 수 있다.
- [0111] 셀룰러 폰의 배터리 등과 같이, 전지를 모바일 기기의 배터리로 이용하기 위해서는, 음극, 전해질, 및 양극을 나란하게 배치시켜, 이를 원형을 만들고, 그 후, 원형으로 말린 전지를 압착시켜 얇은 판 형태로 변형시키게 된다. 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 전극은, 이와 같은 변형에도 상대적으로 집전체로부터의 활물질의 탈락이 적어질 수 있으므로, 충방전 사이클 특성이 우수한 전극을 제공할 수 있다.
- [0112] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 전지(미도시)는 음극 및 양극 중 적어도 하나가, 도 2a 내지 도 3c에서 도시된 다양한 형태의 집전체(200, 300) 중 하나와, 도 4 내지 도 7에서 도시된 다양한 형태의 활물질 중 하나로 조합된 형태로 이루어질 수 있다.
- [0113] 일 예로서, 전지(미도시)는 음극이 도 4에서 상술한 전극이고, 양극이 도 5에서 상술한 전극일 수 있다.
- [0114] 다른 예로서, 전지(미도시)는 음극이 도 3c에서 도시된 집전체를 가지며, 집전체에 삽입되는 활물질이 도 7에서 도시된 형태를 가지며, 양극이 도 6에서 도시된 전극일 수 있다.
- [0115] 다만, 본 발명의 일 실시 예에 따른 전지(미도시)는 이에 한정되지 않는다.
- [0116] 도 10a 내지 도 10d는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전극 제조 방법을 나타내는 도면이다. 도 10a 내지 도 10d에서는 설명의 편의상 단일 레지스트(1020), 단일 금속 물질(1025), 및 단일 활물질(1030)에만 참조 부호를 도시하였다.
- [0117] 도 10a를 참조하면, 본 전극 제조 방법은, 금속 박막(1010)상에 기설정된 패턴의 레지스트(resist)(1020)를 형성한다.
- [0118] 금속 박막(1010)은 전술한 집전체의 다양한 물질로 이루어질 수 있으며, 바람직하게는 구리 포일일 수 있다.
- [0119] 레지스트(1020)는 금속 박막(1010)에 도포된 잉크 또는 토너일 수 있다.
- [0120] 프린터, 스캐너, 복사기, 및 이들이 통합 구현된 복합기와 같은 화상형성장치의 인쇄 용지에 화상을 형성하는 방식을 적용하여, 금속 박막(1010)에 레지스트(1020)를 형성할 수 있다.
- [0121] 또는, 스프레이 또는 페이스팅을 이용한 스크린 방식으로 금속 박막(1010)에 레지스트(1020)를 형성할 수 있다.
- [0122] 또는, 포토 레지스트를 패터닝하고, 노광, 현상, 및 에칭 과정을 거쳐, 포토 레지스트를 제거하는 리소그래피 공정을 이용하여 금속 박막(1010)에 레지스트(1020)를 형성할 수 있다.
- [0123] 상술한 다양한 방식을 이용하여 금속 박막(1010)에 레지스트(1020)가 형성될 수 있으며, 이 경우, 레지스트(1020)는 기설정된 간격으로 이격된 복수 개의 라인 패턴 형태일 수 있다. 레지스트(1020)는 실시 예에 따라, 에칭 레지스트, 포토 레지스트 등 다양한 용어로 표현될 수 있다.
- [0124] 도 10b 및 도 10c를 참조하면, 본 전극 제조 방법은, 레지스트(1020)를 이용하여 금속 박막(1010)에 서로 나란하게 배치된 복수 개의 트렌치 구조를 형성할 수 있다.
- [0125] 도 10b를 참조하면, 복수 개의 라인 패턴 사이의 금속 박막(1010)의 표면, 즉 레지스트(1020)가 형성되지 않아 금속 박막(1010)이 노출된 금속 박막(1010)의 표면에 금속 물질(1025)을 성장시킬 수 있다.

- [0126] 구체적으로, 화학기상증착(CVD:Chemical Vapor Deposition), 물리기상증착(PVD:Physical Vapor Deposition), 파우더 충전(도포), 전해 도금, 및 무전해 도금 중 적어도 하나의 방식에 따라 노출된 금속 박막(1010)의 표면에 금속 물질(1025)을 성장시킬 수 있다.
- [0127] 도 10c를 참조하면, 본 전극 제조 방법은, 그 후, 레지스트(1020)를 제거하여, 금속 물질(1025)로 이루어진 복수 개의 트렌치 구조를 형성할 수 있다. 이에 따라, 금속 박막(1010) 및 금속 물질(1025)을 포함하는 트렌치 구조의 집전체가 제조될 수 있다.
- [0128] 레지스트(1020)는 수지 성분을 갖는 잉크 또는 토너로 이루어질 수 있으므로, 에탄올 등과 같은 유기 용매를 이용하여 레지스트(1020)를 제거(또는, 세정)할 수 있다.
- [0129] 여기서, 금속 물질(1025)은 금속 박막(1010)과 상이한 물질로 이루어질 수 있으며, 탄성 물질(material elastomer)일 수 있다. 일 예로서, 금속 박막(1010)이 구리인 경우, 금속 물질(1025)은 탄성이 높은 Fe, Ni, Fe, 및 W 중 어느 하나의 물질일 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않는다.
- [0130] 이에 따라, 활물질(1030)에 의한 부피 팽창을 상술한 탄성이 좋은 금속 물질(1025)에 의해 어느 정도 완화할 수 있으므로, 본 전극 제조 방법에 따르면, 충방전 사이클 특성이 우수한 전극을 제공할 수 있다.
- [0131] 한편, 도 10c에서 도시된 것과 같은, 금속 박막(1010) 표면에 복수 개의 트렌치 구조가 형성된 후, 복수 개의 트렌치 구조 각각의 내부 측면에 탄성 물질이 추가로 형성될 수 있다. 이에 대해서는, 후술하는 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0132] 도 10d를 참조하면, 본 전극 제조 방법은, 복수 개의 트렌치 구조 내부에 활물질(1030)을 채울 수 있다.
- [0133] 복수 개의 트렌치 구조 내부에 활물질(1030)을 도포하는 경우, 금속 물질(1025)의 상부 표면과 금속 물질(1025)이 형성되지 않은 금속 박막(1010)의 상부 표면에 활물질(1030)이 도포될 수 있으며, 평탄화 과정을 통해 활물질(1030)을 제거함으로써, 도 10d에서 도시된 것과 같이, 복수 개의 트렌치 구조 내부에 활물질(1030)이 삽입된 형태를 갖는 전극을 제조할 수 있다.
- [0134] 일 예로서, 복수 개의 트렌치 구조 내부에 활물질(1030)을 채우는 경우, 복수 개의 트렌치 각각의 바닥면에 활물질(1030)을 박막 형태로 형성할 수 있다.
- [0135] 다른 예로서, 복수 개의 트렌치 구조 내부에 활물질(1030)을 채우는 경우, 분말 형태의 활물질을 도전재 및 바인더와 함께 혼합하여 슬러리를 제조한 후, 블라인딩으로 복수 개의 트렌치 구조 내부에 활물질을 도포(충진)할 수 있다.
- [0136] 또 다른 예로서, 복수 개의 트렌치 구조 내부에 활물질(1030)을 채우는 경우, 트렌치 구조의 바닥면에 제1 활물질로 이루어진 중간막을 형성한 다음, 중간막의 상부에 제2 활물질로 이루어진 전극 물질을 형성할 수 있다.
- [0137] 또 다른 예로서, 복수 개의 트렌치 구조 내부에 활물질(1030)을 채우는 경우, 중간막 및 전극 물질을 열처리하여 중간막 및 전극 물질의 경계 영역에 결합층을 형성할 수도 있다.
- [0138] 이와 같은 다양한 예에서는, 도 4 내지 도 7에서 전술한 것과 마찬가지로, 복수 개의 트렌치 구조 내부에 활물질(1030)이 채워질 수 있다.
- [0139] 다만, 도 10d에서는 활물질(1030)의 상부 표면이 금속 물질(1025)의 상부 표면과 동일한 높이를 갖는 것으로 도시되어 있으나, 상술한 평탄화 작업 등을 통해 활물질(1030)의 상부 표면이 금속 물질(1025)의 상부 표면보다 낮을 수도 있다.
- [0140] 이에 따라, 금속 물질을 성장시키는 본 전극 제조 방법에 의해 제조된 전극은 활물질(1030)의 상부 표면과 복수 개의 트렌치 구조의 상부 표면은 함께 노출될 수 있다.
- [0141] 한편, 본 전극 제조 방법은 레지스트가 잉크로 구현될 수 있으므로, 잉크에 대하여 아래 [표 1]을 참조하여 구체적으로 살펴보기로 한다.

표 1

[0142]	인쇄잉크	색료	안료	유기안료 무기안료
			염료	
		Vehicle	기름	식물유 가공유 광유
			수지	천연수지 가공수지 합성수지
			용제	지방족 탄화수소계 방향족 탄화수소계 알코올계 에스테르계 케톤계 글리콜계, 글리콜 유도계
		첨가제	건조도 조정제	드라이어, 인히비터
			점도도 조정제	리듀서, 콤파운드, 중점제, 결화제 등
			기타조정제	뒤틀림 방지제, 광광이 방지제, 소포제, 가소제 등

[0143] 색료는 잉크에 색을 주기 위한 재료이며, 염료와 안료로 구분된다. 염료는 물, 기름, 알콜 등에 용해되는 색료이며, 안료는 이런 것에 용해되지 않는 것을 말한다. 인쇄물에 있는 잉크가 용해되면 안되므로 특수한 경우를 제외하고는 대부분 안료가 사용된다. 안료의 성질은 잉크의 유동성, 건조성, 광택, 변색, 퇴색, 색의 용출, 이행 등의 영향을 미친다.

[0144] 안료는 무기안료와 유기안료로 나눌 수 있다.

[0145] 무기안료는, 금속을 주성분으로 하는 유색의 분말일 수 있다. 금속이 주성분이므로 비중이 크고 착색력이 약해 인쇄적성, 인쇄효과에 유기안료에 비해 떨어지고 여러 금속의 독성 때문에 색료로서 중요성을 점점 잃어가고 있다. 하지만, 없어서는 안될 무기안료는 백, 흑 등의 무채색의 것들이다. 티탄백, 탄산칼슘, 카본블랙 등이 있다.

[0146] 유기 안료는, 풍부한 색이 만들어지고 무기안료에 비해 색이 선명하고 비중이 작고 투명한 것 등 많은 이점이 있다. 현재 잉크 안료의 주체가 되고 있지만, 내광성, 내열성, 내용제성 등의 결점도 있다. 대표적인 것으로는 디스 아조 엘로우(Dis Azo yellow),레이크레드C, 프탈로 시아닌블루, 형광안료 등이 있다.

[0147] 염료는, 특정잉크에 한정되어 대부분 사용되지 않는다. 사용되는 예로는 산성염료, 염기성 염료(위조 방지용 수성 잉크, 플렉소 잉크), 유용성 염료(그라비아 잉크, 플렉소 잉크, 더블톤 잉크, 스탬프 잉크), 분산염료(승화 전사 날염용 잉크)를 포함할 수 있다.

[0148] 비이클(vehicle)은, 물체를 옮기는 운반체이며, 색료를 지면에 옮기는 역할과 그것을 고착시키는 역할 두 가지가 있다. 비이클의 성분으로는 일반적으로 기름, 용제, 수지가 사용되며 필요에 따라 가소제를 배합하는 잉크가 있다. 비이클은 잉크의 유동성 건조성, 계면적성, 광택, 인쇄소재의 접착성 등 여러 영향을 준다.

[0149] 기름은, 상온, 액체에서 물에 용해되지 않는다. 사용되는 것으로는 식물유와 그것을 가공한 가공유, 광유가 있다.

[0150] 용제는, 액상잉크용 비이클의 주성분으로 주로 증발에 의해 건조된다. 각각 성질의 정도, 증발속도, 용해력 등에 차이가 있고 잉크에 따라 적절히 사용하고 조합하여 비이클될 수 있다. 화학구조로 분류하면 지방족 탄화수소계, 알콜계, 케톤계 등이 있다.

[0151] 수지는, 물에 불용성이지만 기름에 가열 용해시키거나 용제에 용해시켜 인쇄잉크의 비이클로 하고 색료를 피인쇄소재면으로서의 전달과 고착제로서의 중요한 역할을 한다. 천연수지, 합성수지(페놀수지, 알키드수지, 비닐수지, 폴리아미드수지) 등이 있다.

[0152] 가소제는, 비휘발성의 용제성분이며 건조막에 유연성을 주는 역할을 한다. 용도나 피인쇄체의 종류에 따라 적당한 가소제가 사용되고 있으며 대표적인 것으로 프탈산 디옥틸, 아디핀산 옥틸 등이 있다.

[0153] 왁스는, 융점이 낮고 연질인 성질을 이용해 콜드셋트 잉크 복사카본 잉크 등의 주성분으로 사용하고 인쇄잉크에

서는 소량 첨가하여 내마찰성과 같은 피막강도를 향상시킨다.

- [0154] 첨가제는, 산화 건조를 촉진시키는 촉매제, 잉크의 점도를 증가, 잉크의 겔구조나 텍스트로피성을 부여, 안료의 침강을 방지하는 중점제, 게로하제, 텍스트로피 부여제, 거품 제거제, 곰팡이 제거제, 건조 억제제, 자외선 흡수제, 대전 방지제 등을 포함할 수 있다.
- [0155] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 전극 제조 방법은 레지스트가 토너로 구현될 수 있으므로, 이하 토너에 대하여 구체적으로 살펴보기로 한다.
- [0156] 토너는 인쇄 매체 상에 인쇄 화상을 형성하는 수 μm 정도의 크기를 갖는 미립자이다. 토너는 미세한 플라스틱 입자, 윤활제, 철분, 왁스, 카본, 및 기타 재료를 포함할 수 있다. 즉, 토너 조성물은 착색제, 결합제 수지, 대전 제어제 및 기타 기능성 첨가제들을 포함하는 것이 일반적이다.
- [0157] 착색제는 크게 염료계 착색제와 안료계 착색제로 구분할 수 있으며, 이 중 안료계 착색제가 염료계 착색제에 비해서 열 안정성 및 내광성에 있어서 유리하기 때문에 토너용 착색제로서 보다 보편적으로 사용된다.
- [0158] 결합제 수지는 토너 전체에 있어서 약 90% 정도를 차지하며 토너 입자를 기록 매체 상으로 정착시키는 역할을 한다. 결합제 수지로 사용될 수 있는 고분자 물질은 여러가지가 있으며, 특히 2계의 성분이 입자상으로 분산된 콜로이드 겔상의 라텍스 형태를 결합제 수지로 이용할 수 있다.
- [0159] 대전 제어제는 토너 입자에 대전되는 전하량을 조절하기 위해 사용되며, 금속 아조 화합물, 살리실산 금속 착제, 니그로신 및 4급 암모늄염 등을 사용할 수 있다.
- [0160] 토너에 첨가되는 기능성 첨가제 중 이형성을 향상시키기 위한 첨가제로 이형제(releasing agent)가 있다. 이형제는 토너 화상이 기록 매체로 전사되어 정착될 때 롤러와 토너 사이의 이형성을 향상시켜서 토너 오프셋(toner offset)을 방지하고, 토너로 인하여 기록 매체가 롤러에 들러 붙어서 기록 매체의 걸림 현상이 발생하는 것을 방지하기 위해서 토너 조성물에 첨가된다.
- [0161] 이형제로는 저분자량 폴리올레핀류, 가열에 의해 연화점을 갖는 실리콘류, 지방산 아미드류 및 왁스 등이 사용될 수 있다.
- [0162] 도 11a 내지 도 11d는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 전극 제조 방법을 나타내는 도면이다. 도 11a 내지 도 11d에서는 설명의 편의상 단일 레지스트(1120), 단일 금속 물질(1125), 및 단일 활물질(1130a, 1130b)에만 참조부호를 도시하였다.
- [0163] 도 11a를 참조하면, 본 전극 제조 방법은, 금속 박막(1110)상에 기설정된 패턴의 레지스트(1120)를 형성한다. 금속 박막(1110)상에 기설정된 패턴의 레지스트(1120)를 형성하는 방법은, 도 10a에서 설명된 것과 동일하므로, 중복된 부분에 대한 설명은 생략하기로 한다.
- [0164] 도 11b를 참조하면, 본 전극 제조 방법은, 복수 개의 라인 패턴 사이의 금속 박막(1110) 표면을 식각하여 복수 개의 트렌치 구조를 형성할 수 있다.
- [0165] 복수 개의 트렌치 구조는, 전해 에칭, 건식 에칭, 및 습식 에칭 중 적어도 하나의 방식에 따라 형성될 수 있다. 전해 에칭에 대해서는 후술하는 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0166] 금속 박막(1110)에 복수 개의 트렌치 구조를 형성하는 경우, 복수 개의 트렌치 구조 각각의 내부의 측면에 탄성 물질을 형성할 수 있다. 이에 대해서는 후술하는 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0167] 도 11c 및 도 11d를 참조하면, 본 전극 제조 방법은, 레지스트(1120)의 상부 표면 및 식각된 금속 박막(1110)의 상부 표면에 활물질(1130a, 1130b)을 도포할 수 있다.
- [0168] 본 전극 제조 방법은, 그 후, 활물질(1130a, 1130b)이 채워진 레지스트(1120)를 에탄올과 같은 유기 용매를 이용하여 제거할 수 있다. 이에 따라, 금속 박막(1110)의 복수 개의 트렌치 구조의 내부에, 활물질(1130a)이 삽입된 전극을 제조할 수 있다.
- [0169] 다만, 도 4에서 도시된 전극에서 활물질을 삽입하는 일 예는, 도 11c에서 도시된 것과 달리, 레지스트(1120)를 먼저 제거한 후에, 분말 형태의 활물질(1130)을 도전재 및 바인더와 혼합하여 슬러리를 만든 후, 복수 개의 트렌치 구조 내부에 활물질(1130)을 블라인딩으로 충전할 수 있다. 이에 따라, 도 5 내지 도 7에서 도시된 전극에서 활물질(1130)을 삽입하는 일 예와 상이할 수 있다.
- [0170] 도 10d에서 상술한 것과 마찬가지로, 도 4 내지 도 7에서 전술한 방법으로 복수 개의 트렌치 구조 내부에 활물

질(1030)이 채워질 수 있다.

- [0171] 이에 따라, 에칭에 의해 금속 박막(1110)에 트렌치 구조를 형성하는 본 전극 제조 방법에 의해 제조된 전극은 활물질(1130)의 상부 표면과 복수 개의 트렌치 구조의 상부 표면은 함께 노출될 수 있다.
- [0172] 한편, 도 10 및 도 11에서는 일 방향으로 나란하게 배치된 트렌치 구조를 갖는 집전체(또는, 전극)를 제조하는 방법에 대하여 설명하고 있지만, 도 3c에서 도시된 것과 같이 서로 직교하는 트렌치 구조를 갖는 집전체(또는, 전극)를 제조하는 방법도 상술한 것과 마찬가지로 제조될 수 있다.
- [0173] 또한, 도 10 및 도 11에서의 제조방법에 따라, 이전 도면에서 상술하고 있는 다양한 집전체 또는 전극을 제조할 수 있다.
- [0174] 도 12는 전해 에칭의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0175] 도 12를 참조하면, 에칭 용액(1220)으로 채워진 전해조(1210)는 양극판(1230) 및 음극판(1240)을 포함한다.
- [0176] 양극판(1230) 및 음극판(1240)은 에칭 용액(1220)에 잠겨 있으며, 양극판(1230) 및 음극판(1240)은 전선을 통해 전원(A)과 연결될 수 있다. 여기서, 양극판(1230)은 제1 전극일 수 있으며, 음극판(1240)은 제2 전극일 수 있다.
- [0177] 전원(A)이 공급되면, 도시된 화살표 방향, 즉 음극판에서 양극판으로 전자가 이동할 수 있으며, 이에 따라 음극판(1240)을 구성하는 이온이 분리되어 양극판(1230)에 부착될 수 있다. 이에 따라, 음극판(1240)은 전해 에칭될 수 있다.
- [0178] 여기서, 에칭 용액(1220)은 액체산 또는 액체 염기 및 산, 염기 및 염의 전해 용액을 포함할 수 있다. 구체적으로, 에칭 용액(1220)은 루이스 산, 루이스 염기 또는 이들의 용액을 포함할 수 있으며, 염화 나트륨, 염화 칼륨, 염화 알루미늄, 염화 아연, 염화 주석, 페릭 크로라이드 소듐 나이트라이트, 및 포타슘 나이트라이트의 수용액, 하이드로크로릭 산, 니트릭 산, 설퍼릭 산 등과, 물로 희석된 이들 산의 수용액을 포함하는 각종 액체로부터 적절하게 선택될 수 있다.
- [0179] 한편, 에칭 용액(1220)은 자체로 에칭력을 가지고 있기 때문에, 전류를 인가하는 전원(A)이 존재하지 않더라도 물리적 또는 화학적으로 에칭될 수 있다.
- [0180] 도 11a에서 도시된 것과 같이, 금속 박막(1110)에 레지스트(1120)가 복수 개의 라인 패턴으로 형성되는 경우, 레지스트(1120)가 형성된 금속 박막(1110)은 음극판(1240)으로 이용될 수 있다.
- [0181] 상술한 전해 에칭에 따라, 복수 개의 라인 패턴 사이의 금속 박막(1110)의 표면이 식각될 수 있으며, 그 결과 복수 개의 트렌치 구조가 형성될 수 있다.
- [0182] 도 13a 내지 도 13c는 탄성 물질이 형성된 트렌치 구조에 대한 다양한 예를 나타내는 도면이다.
- [0183] 도 13a 내지 도 13c에서 도시된 전극은, 도 10c에서 도시된 트렌치 구조를 이용하여 트렌치 구조 내부에 탄성 물질을 형성할 수 있다. 또한, 도 11b에서 도시된 트렌치 구조에서 레지스트(1120)가 제거된 후에, 트렌치 구조 내부에 탄성 물질을 형성할 수도 있다.
- [0184] 도 13a를 참조하면, 본 전극 제조 방법은 복수 개의 트렌치 구조 각각의 내부의 측면에 탄성 물질(1340:1340a, 1340b)을 형성할 수 있다.
- [0185] 탄성 물질(1340)은 금속 박막(1310)보다 상대적으로 탄성이 큰 금속 물질일 수 있다.
- [0186] 본 전극 제조 방법은 화학기상증착(CVD) 또는 물리기상증착(PVD)과 같은 방법을 이용하여 복수 개의 트렌치 구조 각각의 내부에 탄성 물질(1340)을 증착(적층)한 후, 트렌치 구조의 측면에 형성된 탄성 물질(1340)을 제외한 나머지 탄성 물질을 식각 등의 방법으로 제거함으로써, 복수 개의 트렌치 구조 각각의 내부의 측면에 탄성 물질(1340)을 형성할 수 있다.
- [0187] 이 경우, 금속 박막(1310)이 기설정된 각도로 기울어진 상태에서, 탄성 물질을 증착하기 위한 가스(입자)가 노출로부터 금속 박막(1310)의 트렌치 구조 내부로 분사되는 경우, 복수 개의 트렌치 구조 각각의 내부 측면에, 도 13b와 같은 구조를 갖는 탄성 물질(1340)이 형성될 수 있다.
- [0188] 여기서, 금속 박막(1310)이 기울어진 각도 및 분사 시간 등이 조절되면, 복수 개의 트렌치 구조 각각의 내부 측면에, 도 13c와 같은 구조를 갖는 탄성 물질(1340)이 형성될 수 있다.

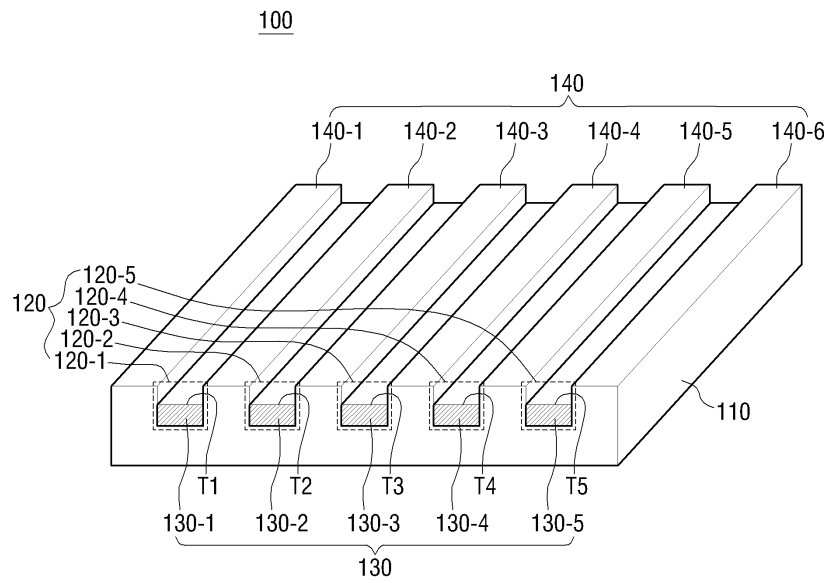
- [0189] 또한, 금속 박막(1310)이 기설정된 각도로 기울어진 상태에서 회전하는 경우라면, 복수 개의 트렌치 구조 각각의 내부는 원뿔, 원기둥 등과 같이 다양한 형상을 가질 수 있다.
- [0190] 도 14는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전극 제조 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0191] 도 14를 참조하면, 본 전극 제조 방법은, 금속 박막상에 기설정된 패턴의 레지스트(resist)를 형성한다(S1410).
- [0192] 그 후, 레지스트를 이용하여 금속 박막에 서로 나란하게 배치된 복수 개의 트렌치 구조를 형성한다(S1420).
- [0193] 그리고 나서, 복수 개의 트렌치 구조 내부에 활물질을 채울 수 있다(S1430).
- [0194] 이에 따라, 본 전극 제조 방법에 의해 제조된 전극은 활물질의 상부 표면과 복수 개의 트렌치 구조의 상부 표면은 함께 노출될 수 있다. 또한, 본 전극 제조 방법에 의해 제조된 전극은 활물질이 집전체 표면의 트렌치 구조 내부에 삽입되기 때문에, 활물질의 상변화에 따른 부피 팽창을 억제하고, 표면 장력에 의한 반고상 활물질을 고정할 수 있다. 이에 따라, 충방전 사이클 특성이 향상될 수 있다.
- [0195] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 누구든지 본 발명의 기술적 사상 및 범위를 벗어나지 않는 범주 내에서 본 발명의 바람직한 실시 예를 다양하게 변경할 수 있음은 물론이다. 따라서 본 발명은 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어나지 않는다면 다양한 변형 실시가 가능할 것이며, 이러한 변형 실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

부호의 설명

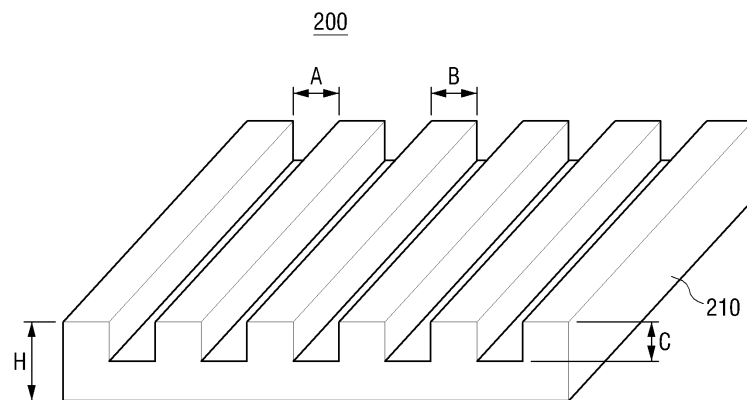
- [0196]
- 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 : 전극
- 110, 210, 310, 410, 510, 610, 710, 810, 910 : 집전체
- 120 : 복수 개의 트렌치 구조
- 130, 430, 530, 630, 730, 830 : 활물질
- 140 : 복수 개의 트렌치 구조가 형성된 제1 표면
- 310a : 제1 집전체
- 310b : 제2 집전체
- 1010, 1110, 1310 : 금속 박막
- 1020, 1120 : 레지스트
- 1030, 1130 : 활물질
- 1210 : 전해조
- 1220 : 에칭 용액
- 1230 : 양극판
- 1240 : 음극판
- 1340 : 탄소 물질

도면

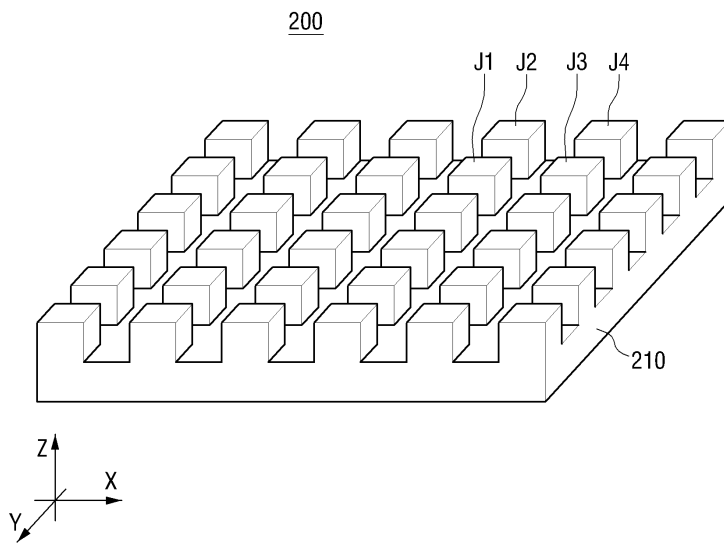
도면1



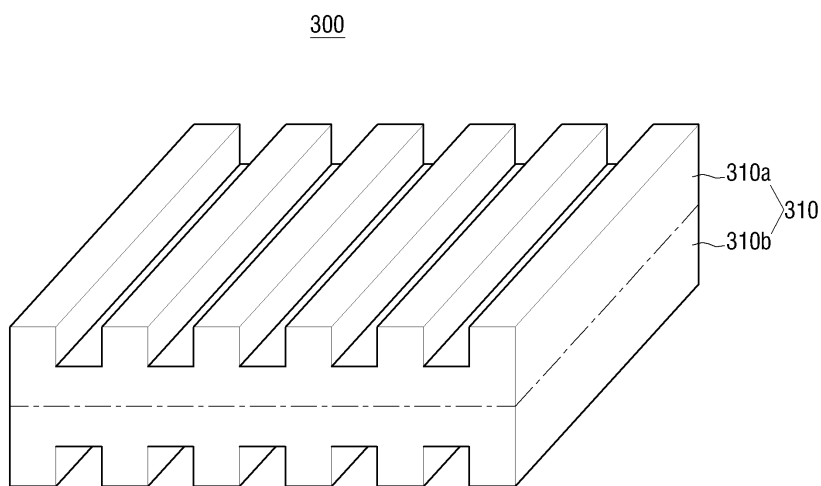
도면2a



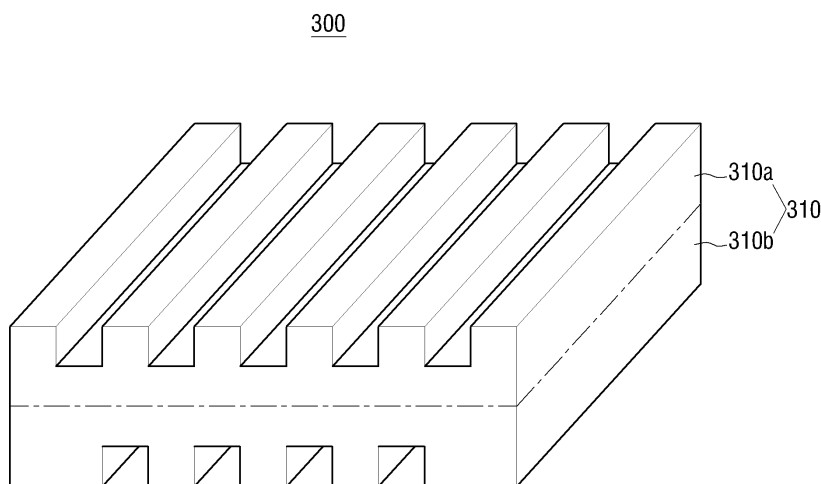
도면2b



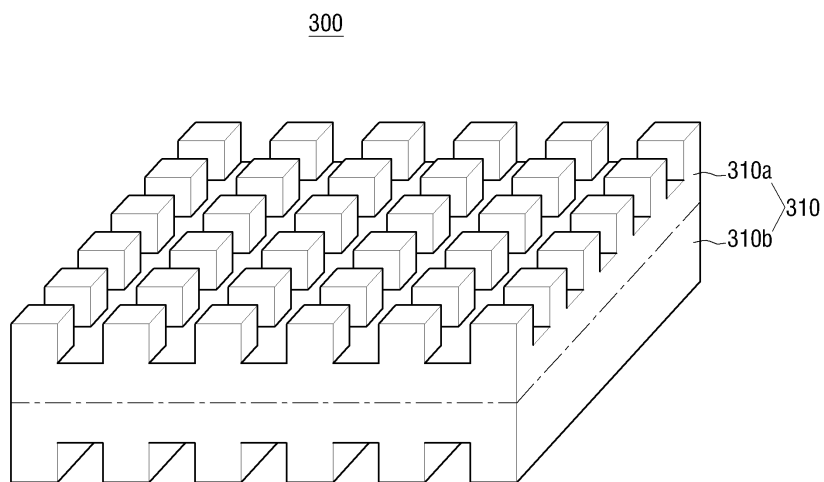
도면3a



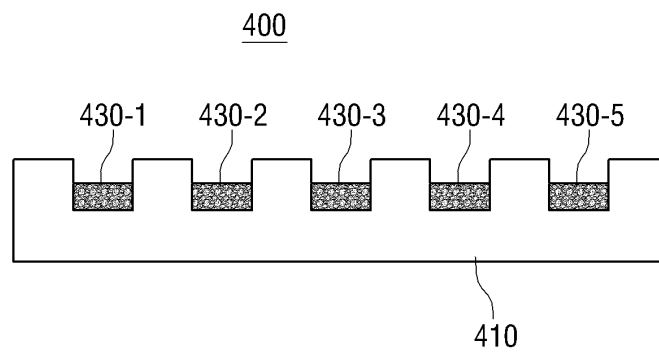
도면3b



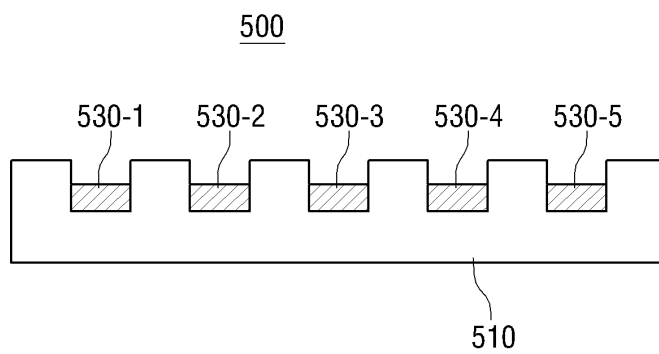
도면3c



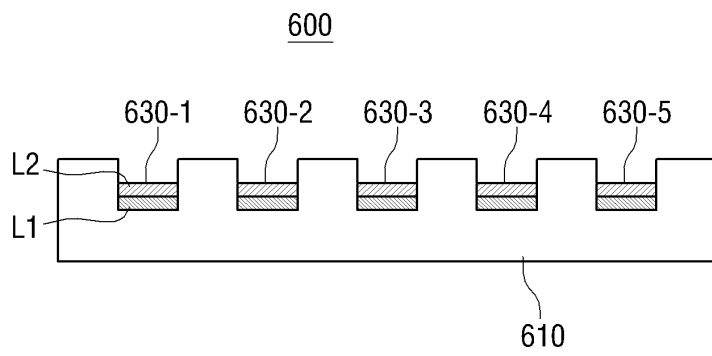
도면4



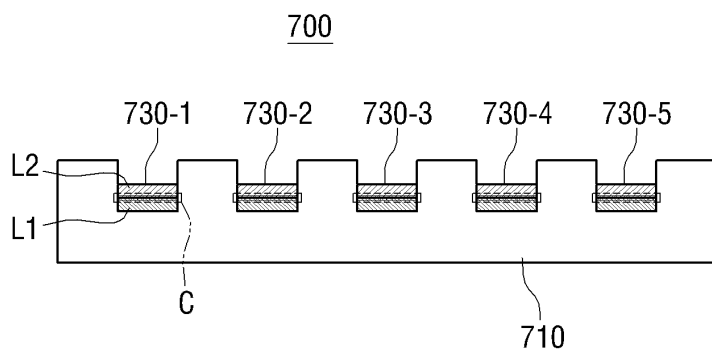
도면5



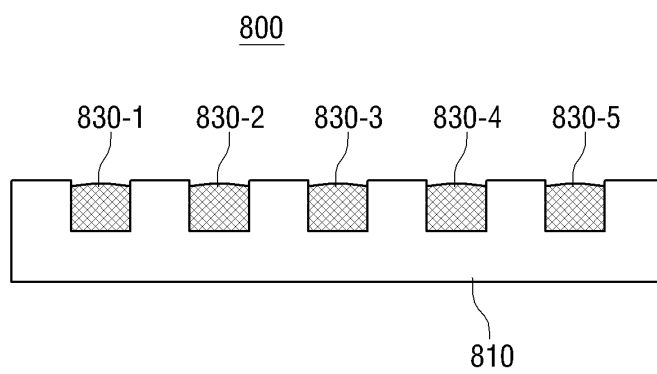
도면6



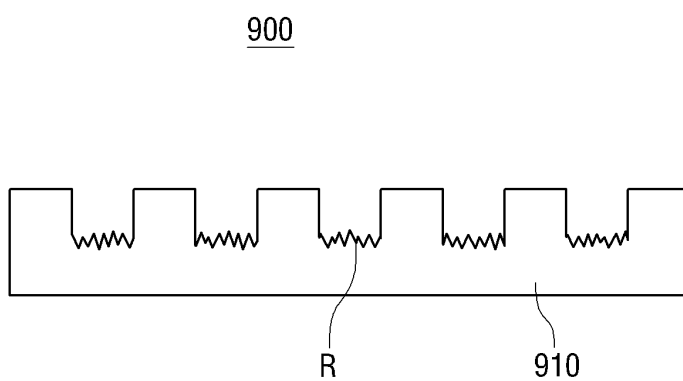
도면7



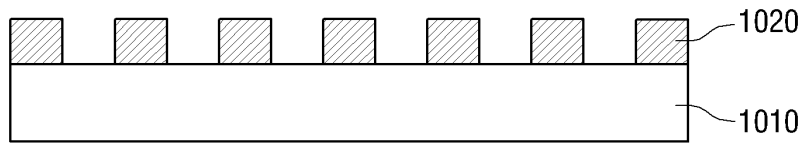
도면8



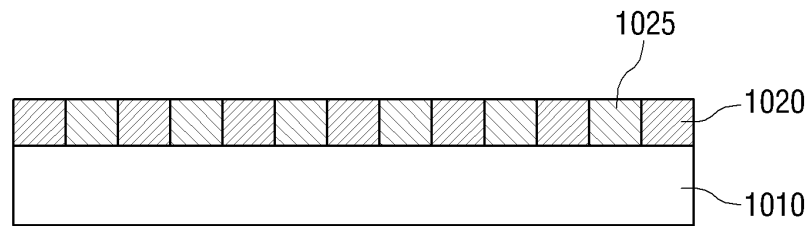
도면9



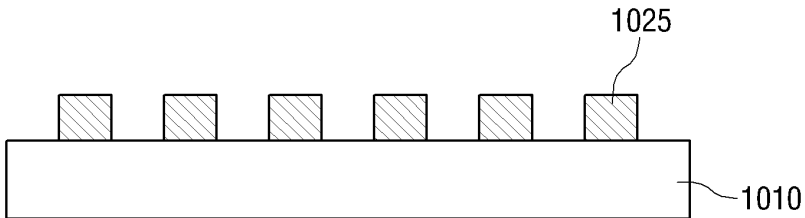
도면10a



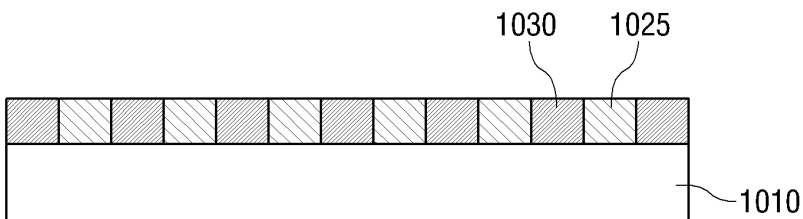
도면10b



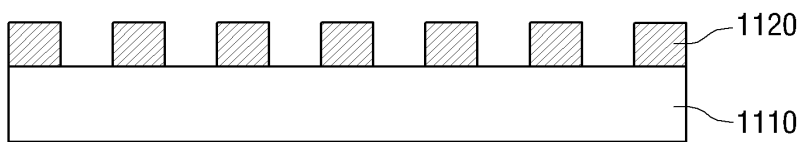
도면10c



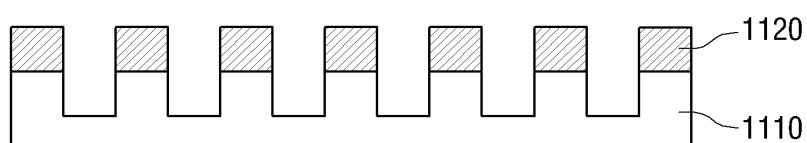
도면10d



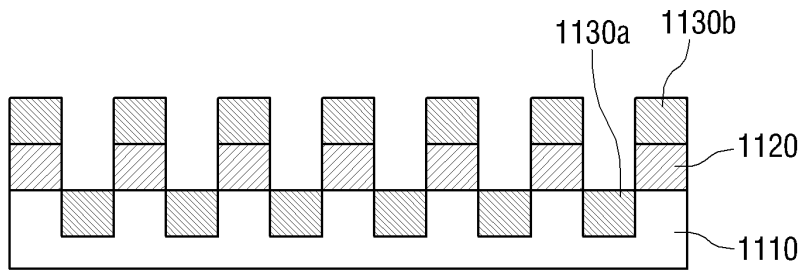
도면11a



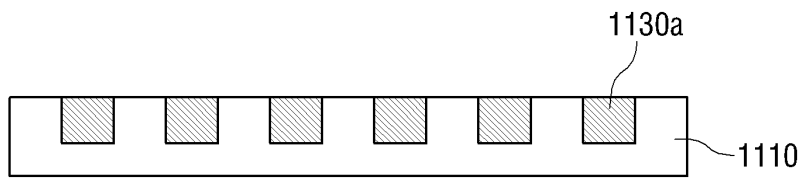
도면11b



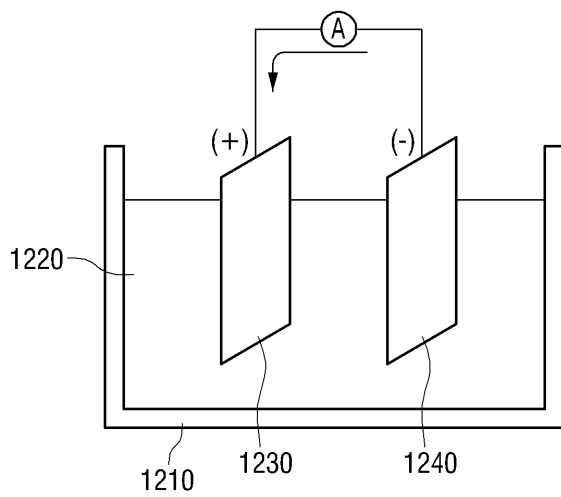
도면11c



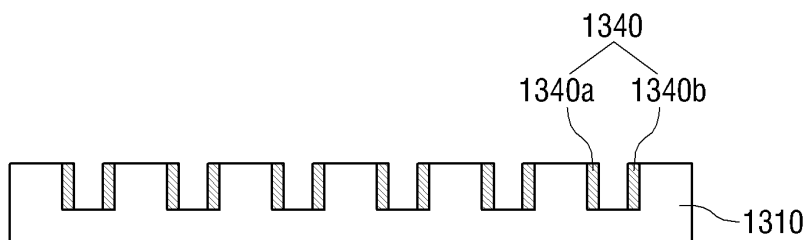
도면11d



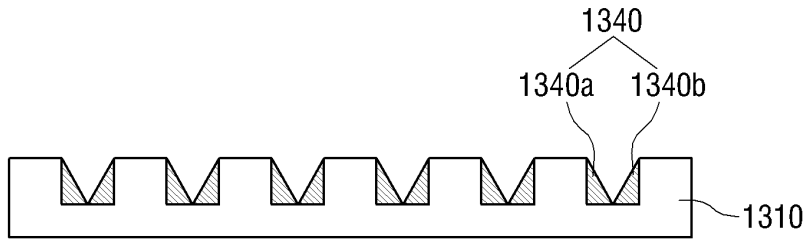
도면12



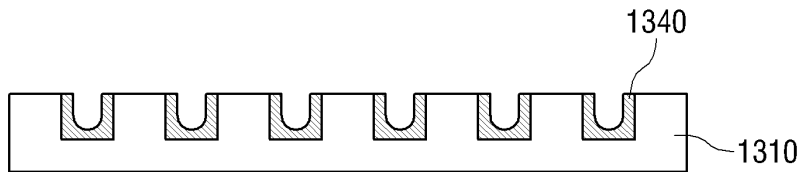
도면13a



도면13b



도면13c



도면14

