



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0131074
(43) 공개일자 2023년09월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 5/14 (2006.01) H01B 13/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01B 5/14 (2020.05)
H01B 13/0026 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0110797
(22) 출원일자 2022년09월01일
심사청구일자 2022년09월01일
(30) 우선권주장
1020220028395 2022년03월04일 대한민국(KR)

(71) 출원인
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
조영태
경상남도 창원시
김석
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20, 53호관
312-1호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김연권

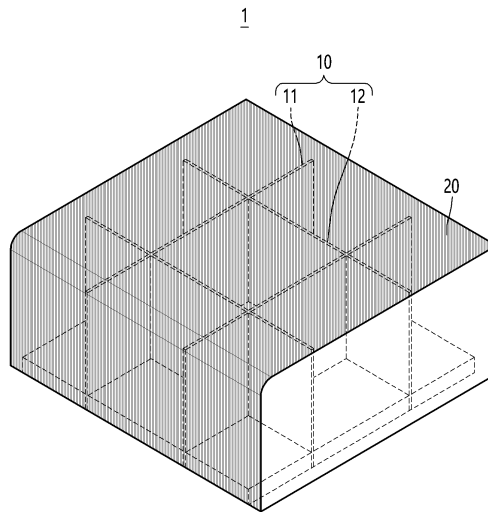
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 유연투명전극 및 이의 제조방법

(57) 요약

개시된 본 발명에 의한 유연투명전극은, 상호 직교하는 제1 및 제2방향으로 각각 연장되어 마련되되, 각각의 표면에 제1 및 제2금속전도패턴이 형성되는 제1 및 제2그리드부재가 상호 교차하는 격자 형상으로 마련되는 그리드부 및, 격자 형상으로 마련된 제1 및 제2그리드부재를 함침시키는 함침부를 포함하며, 제1 및 제2그리드부재는 나노 사이즈의 선풍과 선풍보다 높이가 더 큰 종횡비를 가지도록 마련된다. 이러한 구성에 의하면, 고종횡비를 구비하는 그리드부로 인해, 투명성 및 전도도가 우수한 고성능의 유연투명전극의 제공이 가능하다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01B 13/0036 (2013.01)

(72) 발명자

김창중

경상남도 창원시 의창구 태복산로3번길 36, 204호
(도계동)

김도혁

경상남도 창원시 의창구 용지로261번길 9-19, 1층
윗방(용호동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345354569
과제번호	2022R1I1A1A01073842
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	학문균형-창의도전연구기반지원사업
연구과제명	초고종횡비 나노메탈메쉬 기반의 유연투명전극개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	창원대학교산학협력단
연구기간	2022.06.01 ~ 2024.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711125957
과제번호	2016-0-00318-006
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	지역지능화혁신인재양성 (Grand ICT연구센터)
연구과제명	IoT 및 지능정보 기반 동남권 제조 IT 기술 혁신 및 인재양성
기 여 율	1/2
과제수행기관명	부산대학교산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

상호 직교하는 제1 및 제2방향으로 각각 연장되어 마련되되, 각각의 표면에 제1 및 제2금속전도패턴이 형성되는 제1 및 제2그리드부재가 상호 교차하는 격자 형상으로 마련되는 그리드부; 및

격자 형상으로 마련된 상기 제1 및 제2그리드부재를 함침시키는 함침부;

를 포함하며,

상기 제1 및 제2그리드부재는 나노 사이즈의 선폭과 선폭보다 높이가 더 큰 종횡비를 가지도록 마련되는 유연투명전극.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2그리드부재는 빛의 자가 집속 현상과 광경화성 폴리머를 이용하는 자가-전파-폴리머-도파관(Self-Propagating-Polymer-Waveguides, SPPW) 공정에 의해 마련되는 유연투명전극.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2금속전도패턴은 각각, 경사 증착 공정으로 15~25nm의 두께를 가지는 유연투명전극.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2그리드부재 각각에 마련된 제1 및 제2금속전도패턴은 상호 전기적으로 연결되는 유연투명전극.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2그리드부재는 상호 직각 방향으로 동일한 공정을 반복 수행하여 마련되는 유연투명전극.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 함침부는 상기 제1 및 제2그리드부재와 동일한 굴절률을 가지며 유연성을 구비하는 물질을 포함하는 함침 재료를 상기 제1 및 제2그리드부재에 도포하여 경화시켜 함침시키는 유연투명전극.

청구항 7

상호 직교하는 제1 및 제2방향으로 각각 연장되어 마련되되, 각각의 표면에 제1 및 제2금속전도패턴이 형성되는 나노 타입의 제1 및 제2그리드부재가 상호 교차하는 격자 형상으로 마련되는 그리드부를 제조하는 그리드단계; 및

상기 그리드부를 함침시키는 함침단계;

를 포함하며,

상기 그리드단계는 빛의 자가 집속 현상과 광경화성 폴리머를 이용하는 자가-전파-폴리머-도파관(Self-Propagating-Polymer-Waveguides, SPPW) 공정에 의해 상기 제1 및 제2그리드부재를 마련하는 유연투명전극의

제조방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 그리드단계에서 상기 제1 및 제2그리드부재는 나노 사이즈의 선폭과 선폭보다 높이가 더 큰 종횡비로 마련되는 유연투명전극의 제조방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 그리드단계는 상기 제1 및 제2그리드부재를 상호 직각 방향으로 동일한 공정을 반복 수행하여 마련하는 유연투명전극의 제조방법.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 그리드단계는,

상기 제1방향으로 나노 사이즈의 선폭과 선폭보다 높이가 더 큰 종횡비를 가지는 상기 제1그리드부재를 마련하는 제1그리드단계;

상기 제1그리드부재의 표면에 제1금속전도패턴을 형성시키는 제1패터닝단계;

상기 제2방향으로 나노 사이즈의 선폭과 선폭보다 높이가 더 큰 종횡비를 가지는 상기 제2그리드부재를 마련하는 제2그리드단계;

상기 제2그리드부재의 표면에 상기 제2금속전도패턴을 형성시키는 제2패터닝단계; 및

상기 제1 및 제2그리드부재를 상호 교차하는 격자 방향으로 배치하여, 나노 메탈 그리드를 마련하는 격자단계를 포함하는 유연투명전극의 제조방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제1 및 제2패터닝단계는 각각, 40도 내지 50도 범위의 경사 각도로 상기 제1 및 제2그리드부재를 각각 경사지게 위치시킨 상태에서 금속 입자를 증착시키는 경사 증착 공정에 의해 상기 제1 및 제2금속전도패턴을 형성시키며,

상기 제1 및 제2금속전도패턴은 각각 15~25nm의 두께를 가지는 유연투명전극의 제조방법.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 제1 및 제2그리드부재 각각에 마련된 상기 제1 및 제2금속전도패턴은 상호 전기적으로 연결되는 유연투명전극의 제조방법.

청구항 13

제7항에 있어서,

상기 함침단계는 상기 제1 및 제2그리드부재와 동일한 굴절률을 가지며 유연성을 구비하는 물질을 포함하는 함침 재료를 상기 제1 및 제2그리드부재에 도포하여 경화시켜 함침시키는 유연투명전극의 제조방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 유연투명전극 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 고종횡비를 가지는 나노 메탈그리드를 이용하여 유연성 및 투명성이 우수하며 고성능의 유연투명전극 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 투명전극은 유연한 반도체, 디스플레이, 터치센서 등과 같은 유연 전자 산업분야의 핵심 재료인 전자 소자에 적용된다. 이러한 전자 소자의 성능은 투명전극의 특성에 큰 영향을 받는다.

[0003] 투명전극의 특성은 투과도, 전기 전도도, 화학적 안정성 등을 포함한다. 특히, 투명전극은 기판을 굽히거나 인장하였을 경우에 재료에 발생된 크랙이 쉽게 전파되어, 소자의 파괴를 초래한다. 이에 따라, 투명전극의 크랙 발생을 억제하면서도, 투명전극의 유연성 및 성능 확보가 매우 중요하다.

[0004] 일반적인 유연투명전극에 사용되는 메탈 그리드는 선폭 또는 피치를 변경하여 면저항과 투과도를 조정한다. 이러한 메탈 그리드는 Roll-to-Roll, EHD 잉크젯 프린팅, 포토리소그래피, 유리기관, 그래핀 합성 등의 방법으로 제작되며, 통상의 메탈 그리드는 마이크로미터 단위의 선폭으로 구현되고 있다. 근래에는 다양한 전자소자에 적용될 수 있도록, 유연투명전극의 성능을 향상시키기 위한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2017-0095054호
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제10-1251541호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 나노 사이즈의 선폭과 높은 종횡비를 가지는 나노 메탈 그리드를 기반으로 전도성, 시인성 및 투명성이 우수한 고성능의 유연투명전극을 제공하기 위한 것이다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 상기 목적이 달성된 유연투명전극의 제조방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 유연투명전극은, 상호 직교하는 제1 및 제2방향으로 각각 연장되어 마련되며, 각각의 표면에 제1 및 제2금속전도패턴이 형성되는 제1 및 제2그리드부재가 상호 교차하는 격자 형상으로 마련되는 그리드부 및, 격자 형상으로 마련된 상기 제1 및 제2그리드부재를 함침시키는 함침부를 포함하며, 상기 제1 및 제2그리드부재는 나노 사이즈의 선폭과 선폭보다 높이가 더 큰 종횡비를 가지도록 마련된다.

[0009] 또한, 상기 제1 및 제2그리드부재는 빛의 자가 집속 현상과 광경화성 폴리머를 이용하는 자가-전파-폴리머-도파관(Self-Propagating-Polymer-Waveguides, SPPW) 공정에 의해 마련될 수 있다.

[0010] 또한, 상기 제1 및 제2금속전도패턴은 각각, 경사 증착 공정으로 15~25nm의 두께를 가질 수 있다.

[0011] 또한, 상기 제1 및 제2그리드부재 각각에 마련된 제1 및 제2금속전도패턴은 상호 전기적으로 연결될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 제1 및 제2그리드부재는 상호 직각 방향으로 동일한 공정을 반복 수행하여 마련될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 함침부는 상기 제1 및 제2그리드부재와 동일한 굴절률을 가지며 유연성을 구비하는 물질을 포함하는 함침 재료를 상기 제1 및 제2그리드부재에 도포하여 경화시켜 함침시킬 수 있다.

[0014] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 유연투명전극의 제조방법은, 상호 직교하는 제1 및 제2방향으로 각각 연장되어 마련되며, 각각의 표면에 제1 및 제2금속전도패턴이 형성되는 나노 타입의 제1 및 제2그리드부재가 상호 교차하는 격자 형상으로 마련되는 그리드부를 제조하는 그리드단계 및, 상기 그리드부를 함침시키는 함침단계를

포함하며, 상기 그리드단계는 빛의 자가 집속 현상과 광경화성 폴리머를 이용하는 자가-전파-폴리머-도파관 (Self-Propagating-Polymer-Waveguides, SPPW) 공정에 의해 상기 제1 및 제2그리드부재를 마련한다.

[0015] 또한, 상기 그리드단계에서 상기 제1 및 제2그리드부재는 나노 사이즈의 선폭과 선폭보다 높이가 더 큰 종횡비로 마련될 수 있다.

[0016] 또한, 상기 그리드단계는 상기 제1 및 제2그리드부재를 상호 직각 방향으로 동일한 공정을 반복 수행하여 마련될 수 있다.

[0017] 또한, 상기 그리드단계는, 상기 제1방향으로 나노 사이즈의 선폭과 선폭보다 높이가 더 큰 종횡비를 가지는 상기 제1그리드부재를 마련하는 제1그리드단계, 상기 제1그리드부재의 표면에 제1금속전도패턴을 형성시키는 제1패터닝단계, 상기 제2방향으로 나노 사이즈의 선폭과 선폭보다 높이가 더 큰 종횡비를 가지는 상기 제2그리드부재를 마련하는 제2그리드단계, 상기 제2그리드부재의 표면에 상기 제2금속전도패턴을 형성시키는 제2패터닝단계 및, 상기 제1 및 제2그리드부재를 상호 교차하는 격자 방향으로 배치하여, 나노 메탈 그리드를 마련하는 격자단계를 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 제1 및 제2패터닝단계는 각각, 40도 내지 50도 범위의 경사 각도로 상기 제1 및 제2그리드부재를 각각 경사지게 위치시킨 상태에서 금속 입자를 증착시키는 경사 증착 공정에 의해 상기 제1 및 제2금속전도패턴을 형성시키며, 상기 제1 및 제2금속전도패턴은 각각 15~25nm의 두께를 가질 수 있다.

[0019] 또한, 상기 제1 및 제2그리드부재 각각에 마련된 상기 제1 및 제2금속전도패턴은 상호 전기적으로 연결될 수 있다.

[0020] 또한, 상기 합침단계는 상기 제1 및 제2그리드부재와 동일한 굴절률을 가지며 유연성을 구비하는 물질을 포함하는 합침 재료를 상기 제1 및 제2그리드부재에 도포하여 경화시켜 합침시킬 수 있다.

발명의 효과

[0021] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의하면, 첫째, SPPW 공정에 의해 나노 사이즈의 선폭을 가지면서도 고종횡비를 가지는 그리드부를 제조함으로써, 높은 전도성 및 시인성과 함께 투명성을 향상된 유연투명전극을 제공할 수 있다.

[0022] 둘째, 그리드부재와 동일 재료의 합침부재를 구비하여 유연한 재료 내부에 금속 재료인 그리드부재가 마련됨으로써, 일반적인 양각 형태의 투명전극에 비해 유연성이 우수하다.

[0023] 셋째, 나노 사이즈로 인해 그리드부재가 육안으로 식별되지 않음으로써, 모아레(Moire) 현상이 없는 고해상도 및 투명 디스플레이에 적용 가능하다.

[0024] 넷째, 종래의 은 나노 와이어 또는 ITO에 비하여 동일한 광투과율에서 낮은 면저항 구현이 가능하여, 대면적 제품 적용에 유리하다.

[0025] 다섯째, 플라즈마 식각 장비와 같은 별도의 추가 장비 없이 증착 공정으로 제조가 가능하여, 경제성이 우수하다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 유연투명전극을 개략적으로 도시한 사시도이다.

도 2는 일반적인 투명전극에 사용되는 정사각형의 그리드부를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 3은 도 1에 도시된 유연투명전극의 그리드부를 제조하기 위한 SPPW 공정을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 도 3에 도시된 SPPW 기술에 의해 제1 및 제2그리드부재를 제조하는 방법을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 5는 도 1에 도시된 유연투명전극의 제조방법에서 그리드단계의 제1 및 제2그리드단계를 설명하기 위해 개략적으로 도시한 도면이다.

도 6은 도 1에 도시된 유연투명전극의 제조방법에서 그리드단계의 제1 및 제2패터닝단계를 설명하기 위해 개략적으로 도시한 도면이다.

도 7은 도 1에 도시된 유연투명전극의 제조방법에서 그리드단계의 격자단계를 설명하기 위해 개략적으로 도시한

도면이다. 그리고,

도 8은 도 1에 도시된 유연투명전극의 제조방법에서 합침단계를 설명하기 위해 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 본 발명의 바람직한 일 실시예를 첨부된 도면을 참고하여 설명한다. 다만, 본 발명의 사상이 그와 같은 실시예에 제한되지 않고, 본 발명의 사상은 실시예를 이루는 구성요소의 부가, 변경 및 삭제 등에 의해서 다르게 제안될 수 있을 것이나, 이 또한 발명의 사상에 포함되는 것이다.
- [0029] 도 1을 참고하면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 유연투명전극(1)은 그리드부(10)와 합침부(20)를 포함한다.
- [0030] 참고로, 본 발명에서 설명하는 유연투명전극(1)은 플렉서블한 반도체, 디스플레이, 터치센서 등과 같은 전자기에 적용되는 전자 소자에 적용될 수 있다. 본 실시예에서는 반도체 소자에 적용 가능한 유연투명전극(1)인 것으로 예시하나, 도시된 예로만 한정하지 않는다.
- [0032] 그리드부(10)는 전류가 흐르는 경로를 제공하기 위한 것으로서, 상호 교차하는 격자 형상으로 마련되는 제1 및 제2그리드부재(11)(12)를 포함한다. 여기서, 제1 및 제2그리드부재(11)(12)는 상호 직교하는 제1 및 제2방향으로 각각 연장되어 마련되되, 각각의 표면에는 금속 입자가 증착되어 패터닝된 제1 및 제2금속전도패턴(P1)(P2)(도 6 참고)이 마련된다. 이러한 그리드부(10)의 제1 및 제2그리드부재(11)(12)는 베이스(B)를 기준으로 수직 방향으로 돌출된 높이를 가진다. 이때, 제1 및 제2그리드부재(11)(12)의 가로 대비 세로의 비율인 종횡비가 1:50으로 마련됨으로써, 선평보다 높이가 더 높은 고종횡비를 가지도록 마련된다. 이러한 종횡비 비율인 1:50은 일 예이며, 한정 사항은 아니다.
- [0033] 여기서, 제1 및 제2그리드부재(11)(12)는 상호 직각 방향으로 동일한 공정을 반복 수행하여 제작될 수 있다. 이러한 제1 및 제2그리드부재(11)(12)의 제조 방법은 유연투명전극(1)의 제조방법과 함께 보다 자세히 후술한다.
- [0034] 한편, 일반적인 투명전극에 사용되는 정사각형의 그리드의 경우, 금속 산화물 ITO(Indium Tin Oxide)이 가장 많이 사용되고 있지만, 금속 산화물 ITO는 높은 취성으로 인하여 폴더블 디스플레이 등과 같은 유연성이 요구되는 제품에 대한 적용이 불가능하다.
- [0035] 이러한 금속 산화물 기반의 그리드는 금속재료 대비 높은 면저항으로 대면적 디스플레이 등의 제품에 적용이 쉽지 않다. 또한, 대면적 디스플레이 제품의 경우, 고해상도 디스플레이에서 시인성 저하 및 모아레(Moiré) 현상 등이 발생할 수 있어, 실질적으로 나노 크기의 메탈 그리드를 기반으로 하는 유연투명전극의 개발이 요구된다.
- [0036] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 의한 유연투명전극(1)의 그리드부(10)는 나노 메탈 그리드 기반의 고종횡비를 가지도록 제1 및 제2그리드부재(11)(12)를 제조한다. 그로 인해, 금속으로 형성된 나노 메탈 그리드인 제1 및 제2그리드부재(11)(12)를 통해 높은 전도도를 가지면서 광투과율이 높은 고성능 유연투명전극(1)을 제조할 수 있다.
- [0037] 이를 위해, 본 실시예에 의한 그리드부(10)는 자가-전파-폴리머-도파관(Self-Propagating-Polymer-Waveguides, SPPW) 공정을 통해 빛의 자가 집속 현상과 광경화 폴리머를 이용하여 고종횡비 구조의 제1 및 제2그리드부재(11)(12)를 제작할 수 있다.
- [0038] 나노 메탈 그리드인 제1 및 제2그리드부재(11)(12)를 포함하는 유연투명전극(1)에 대한 광학적 특성 즉, 종횡비, 선평, 피치 및 높이의 영향으로 인하여 전기 전도도 및 광 투과율을 최적화하기 위해 제1 및 제2그리드부재(11)(12)의 두께 및 너비로 정의되는 종횡비를 높이는 것이 필수적이다.
- [0039] 이러한 본 실시예에 의한 고종횡비를 갖는 나노 메탈 그리드부(10)로 인해, 전극의 광 투과율을 높이고 면저항을 최소화할 수 있다. 이를 통하여, 성능 최적화 및 소자의 유연성을 모두 만족할 수 있는 유연투명전극(1)을 얻을 수 있다.
- [0040] 한편, 도 2를 참고하면, 도 2에 도시된 P는 제1 및 제2그리드부재(11)(12) 사이의 피치에 대응되며, W는 제1 및 제2그리드부재(11)(12)의 선평, h는 그리드(G)의 높이이다. 이러한 제1 및 제2그리드부재(11)(12)의 피치(P),

선폭(P) 및 높이(h)에 의해, 제1 및 제2그리드부재(11)(12)의 면저항은 수학식 1에 의해 표현될 수 있다.

수학식 1

$$R_s = \frac{\rho \cdot l}{h \cdot w}$$

여기서, R_s 는 면저항, ρ 는 비저항, l 는 제1 및 제2그리드부재(11)(12)의 피치, h 는 높이 그리고, w 는 선폭이다.

그리드부(10)의 투명도의 척도인 광 투과율은 하기 수학식 2에 의해 도출된다.

수학식 2

$$T = \frac{(p - w)^2}{p^2}$$

이러한 수학식 2에 의해 도출된 광투과율(T)을 통해 그리드부(10)의 정확한 면저항을 도출 및 예측할 수 있다.

수학식 3

$$R_s = \frac{\rho}{h} \left(\frac{1 - \sqrt{T} + T}{1 - \sqrt{T}} \right)$$

수학식 1 내지 3을 정리하면 다음과 같이 설명할 수 있다.

수학식 3과 같이, 제1 및 제2그리드부재(11)(12)의 선폭(w)을 증가시키면 유연투명전극(1)의 전기 전도도가 직접적으로 증가하지만 투과율(T)은 낮아진다. 이에 근거하여, 선폭(w)을 줄이면 면저항(R_s)이 증가하지만, 높이(h)를 증가시킬 경우 이를 보상하는 것이 가능하다.

이를 토대로, 고종횡비 특성의 유연한 고성능 유연투명전극(1)의 제조가 가능하다. 즉, 정리하면, 제1 및 제2그리드부재(11)(12)의 선폭(w)을 줄이고, 높이(h)를 증가시킴으로써, 투명성과 면저항성이 우수한 유연투명전극(1)의 제조가 가능한 것이다.

도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 유연투명전극(1)의 나노 메탈 그리드 기반의 그리드부(10)를 제조하기 위한 SPPW 공정을 설명하기 위한 도면이다. 또한, 도 4는 SPPW 기술에 의해 제1 및 제2그리드부재(11)(12)를 제조하는 방법을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 3의 (a)와 같이, 투명기관(110)의 일측에 액상 수지층(Liquid resin)(120)이 마련되고, 타측에는 액상의 수지층(120)을 향해 빛(L)을 조사하는 디지털 이미지와 같은 조명부재(130)가 마련된다. 여기서, 액상의 수지층(120)은 광 경화 폴리머이다. 조명부재(130)로부터 빛(L)이 발생되어 투명기관(110)의 타측에서 일측을 향해 빛(L)이 조사되면, 빛(L)은 도 3의 (a)와 같이 수지층(120)에서 퍼지는 방향으로 진행하게 된다.

도 3의 (b) 및 (c)와 같이, 수지층(120) 내에서의 빛(L)의 자가 집속에 의해, 액상의 수지층(120)에서 빛(L)이 집속되는 범위에 대응하여 광 경화가 발생된다. 여기서, 도 3의 (b)와 같이 빛(L)의 집속 범위가 넓은 경우, 광 경화 현상에 의해 상대적으로 낮은 높이의 고체 상태의 제1경화부재(121)가 제조된다. 또한, 도 3의 (c)와 같이, 도 3의 (b)보다 더 좁은 범위내에서 빛(L)의 자가 집속이 발생되면, 액상의 수지층(120) 내에서 상대적으로 높은 높이의 고체 상태의 제2경화부재(122)가 제조된다. 이렇게 수지층(120) 내에서의 빛(L)의 자가 집속 범위 조절로 인해, 광 경화되어 제조되는 경화부재(121)(122)의 높이를 조절할 수 있다.

참고로, 빛(L)의 자가 집속에 의한 광 경화로 수지층(120)내에서 제조되는 제1 및 제2경화부재(121)(122)는 액상의 수지층(120)보다 상대적으로 더 높은 굴절률(refractive index)을 가진다.

이상과 같은 빛(L)의 자가 집속과 광 경화 폴리머를 이용한 SPPW 공정은 도 4와 같다. 도 4를 참고하면, 투명한 유리나 같은 투명기관(110)의 일측에서 자외선을 포함하는 빛(L)을 조명부재(130)가 수지층(120)을 향해 조

사한다. 이때, 조명부재(130)는 빛(L)이 통과할 수 있는 마스크 홀(H)을 구비하여, 수지층(120)을 향해 빛(L)을 조사한다. 그로 인해, 수지층(120) 내에서의 빛(L)의 자가 집속에 의한 광 경화 현상은 마스크 홀(H)에 대응하여 발생됨에 따라, 마스크 홀(H)을 통과한 빛(L)에 의해 기둥 형상의 그리드부재(11)(12)가 제조된다. 여기서, 조명부재(130)로부터 발생된 빛(L)이 통과하는 마스크 홀(H)은 나노 사이즈를 가짐으로써, 나노 사이즈의 그리드부재(11)(12)를 제조할 수 있다.

[0055] 이와 같이, 빛(L)의 자가 집속 현상과 광 경화 폴리머를 이용하여 나노 사이즈의 선폭을 가지며 상대적으로 높이가 높은 고종횡비 구조의 제1 및 제2그리드부재(11)(12)의 제조가 가능하다. 이러한 SPPW 공정에 의해 마련된 제1 및 제2그리드부재(11)(12)의 표면에는 경사 금속 증착 공정에 의해 제1 및 제2금속전도패턴(P1)(P2)이 패터닝되며, 제1 및 제2그리드부재(11)(12)의 제1 및 제2금속전도패턴(P1)(P2)은 상호 전기적으로 연결된다.

[0056] 여기서, 제1 및 제2그리드부재(11)(12)의 표면에 각각 증착되는 제1 및 제2금속전도패턴(P1)(P2)은 15~25nm의 두께를 가지며, 투과율 95% 이상이고 면저항 10 이하이다. 이러한 제1 및 제2금속전도패턴(P1)(P2)의 경사 금속 증착 공정은 유연투명전극(1)의 제조방법에서 보다 자세히 후술한다.

[0057] 참고로, 제1 및 제2그리드부재(11)(12)의 투과율 및 면저항 수치는 본 실시예를 설명하기 위한 일 예로써, 한정사항은 아니다.

[0058] 함침부(20)는 제1 및 제2그리드부재(11)(12)를 함침시킨다. 이러한 함침부(20)는 제1 및 제2그리드부재(11)(12)와 동일한 굴절률을 가지며 유연성을 구비하는 물질을 포함하는 함침 재료를 그리드부(10)에 도포하여 경화시킨다. 여기서, 함침부(20)는 유연한 재료로 마련됨으로써, 격자 형태로 마련된 제1 및 제2그리드부재(11)(12)를 보호할 수 있으며, 유연성 확보도 가능하다.

[0060] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명의 일 실시예에 의한 유연투명전극(1)의 제조방법을 도 5 내지 도 8을 참고하여 설명한다.

[0061] 유연투명전극(1)의 제조방법은 그리드단계 및 함침단계를 포함한다.

[0062] 그리드단계는 도 5 내지 도 7의 도시와 같이, 유리와 같은 투명 기판을 포함하는 베이스(B)에 대해 제1 및 제2그리드부재(11)(12)를 포함하는 그리드부(10)를 제조한다. 이러한 그리드단계는 제1그리드단계, 제1패터닝단계, 제2그리드단계, 제2패터닝단계 및 격자단계를 포함할 수 있다.

[0063] 도 5의 도시와 같이, 제1그리드단계는 도 3 및 도 4를 참고하여 설명한 SPPW 공정에 의해 나노 사이즈의 선폭을 가지며 고종횡비를 가지는 제1그리드부재(11)를 제1방향으로 연장된 형상을 가지도록 마련한다. 이 후, 제1패터닝단계에서 도 6과 같이, 제1그리드부재(11)의 표면에 제1금속전도패턴(P1)을 형성시킨다. 여기서, 제1금속전도패턴(P1)은 금속 입자(M)를 경사 증착 공정 방식에 의해 제1그리드부재(11)에 패터닝 증착시킨다.

[0064] 보다 구체적으로, 도 6과 같이, 대략 45도 각도로 제1그리드부재(11)를 경사지게 위치시킨 상태에서 금속 입자(M)를 증착시켜, 제1금속전도패턴(P1)을 패터닝한다. 이러한 경사 증착 공정에 의해 제1그리드부재(11)의 표면에 형성되는 제1금속전도패턴(P1)은 대략 20nm의 두께를 가질 수 있으며, 95% 이상의 투과율과 10 이하의 면저항을 가짐이 좋다.

[0065] 한편, 경사 증착 공정에 의해, 제1그리드부재(11)의 일측에만 제1금속전도패턴(P1)을 패터닝함으로써, 불필요한 제1그리드부재(11)의 타측에 대한 금속 입자 증착을 방지할 수 있다. 그로 인해, 전기 전도율의 정확도가 우수하며, 누전 발생을 방지할 수 있는 유연투명전극(1)을 제조할 수 있다.

[0066] 제2그리드단계는 SPPW 공정에 의해 제1방향과 직교하는 제2방향으로 나노 사이즈 선폭과 고종횡비를 가지는 제2그리드부재(12)를 마련한다. 이러한 제2그리드단계는 도 5를 참고하여 설명한 제1그리드단계와 동일하다.

[0067] 제2패터닝단계는 제2그리드부재(12)의 표면에 제2금속전도패턴(P2)을 형성시킨다. 이때, 제2패터닝단계 또한, 제1패터닝단계에서와 마찬가지로, 도 6과 같이 대략 45도 경사지게 회전시킨 제2그리드부재(12)의 일측에 경사 증착 공정으로 금속 입자(M)를 증착 패터닝한다. 이러한 경사 증착 공정에 의해 마련된 제2금속전도패턴(P2)도 대략 20nm의 두께를 가질 수 있으며, 95% 이상의 투과율과 10 이하의 면저항을 가질 수 있다.

[0068] 격자단계는 도 7과 같이, 제1 및 제2금속전도패턴(P1)(P2)이 패터닝된 제1 및 제2그리드부재(11)(12)를 상호 교차하는 격자 방향으로 배치하여, 나노 메탈 그리드를 마련한다. 이때, 상호 교차하는 제1 및 제2그리드부재(11)(12)의 개수는 도시된 예로만 한정되지 않는다.

[0069] 이상과 같은 그리드단계는 상호 직각 방향으로 동일한 공정을 반복 수행함으로써, 제1 및 제2그리드부재(11)(12)를 마련하게 된다.

[0070] 함침단계는 도 8의 도시와 같이, 제1 및 제2그리드부재(11)(12)와 동일한 굴절률을 가지는 함침 재료를 그리드부(10)에 도포하여 경화시킨다. 이때, 함침 재료는 유연한 재질을 가짐으로써, 경화된 함침부(20)는 유연한 특성을 가질 수 있다. 뿐만 아니라, 그리드부(10)의 제1 및 제2금속전도패턴(P1)(P2)을 함침부(20)가 함침구조로 지지할 수 있어, 그리드부(10)의 유연성을 확보하면서도 그리드부(10)를 보호할 수 있다.

[0071] 이렇게 함침단계에서 함침부(20)가 경화됨으로써, 최종적으로 도 1과 같은 유연투명전극(1)이 제조된다. 제조된 유연투명전극(1)은 유연한 함침부(20)의 내부에 금속 재료인 그리드부(10)가 마련된 구조로 제조될 수 있어, 기존의 양각 형태의 투명전극과 비교하여 유연성이 높다. 또한, 나노 사이즈를 가지는 제1 및 제2그리드부재(11)(12)로 인해, 투명성이 우수하다.

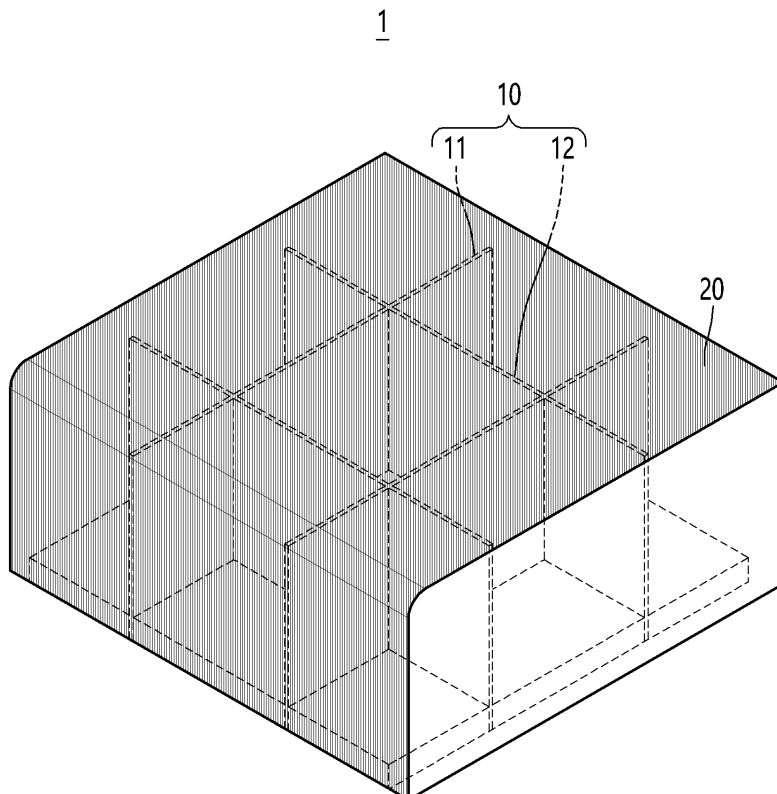
[0073] 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술분야의 숙련된 당업자라면 하기의 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

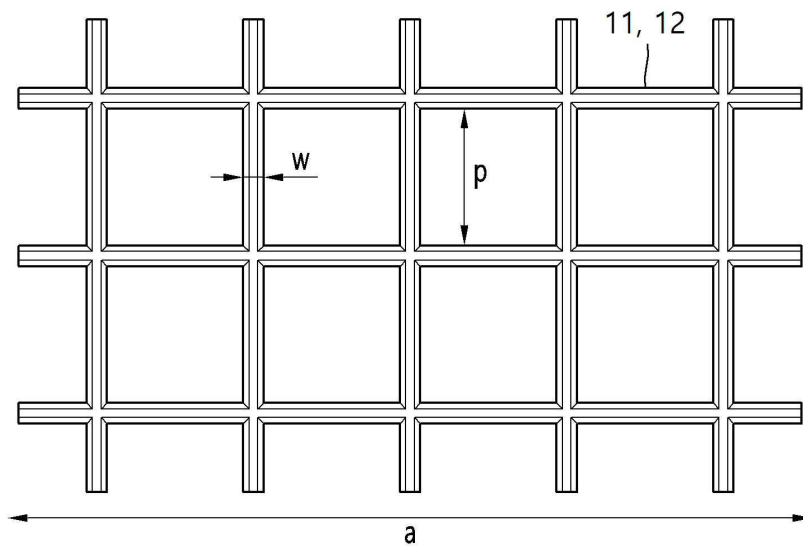
- [0074] 1: 유연투명전극 10: 그리드부
11: 제1 그리드부재 12: 제2그리드부재
20: 함침부 P1: 제1금속전도패턴
P2: 제2금속전도패턴

도면

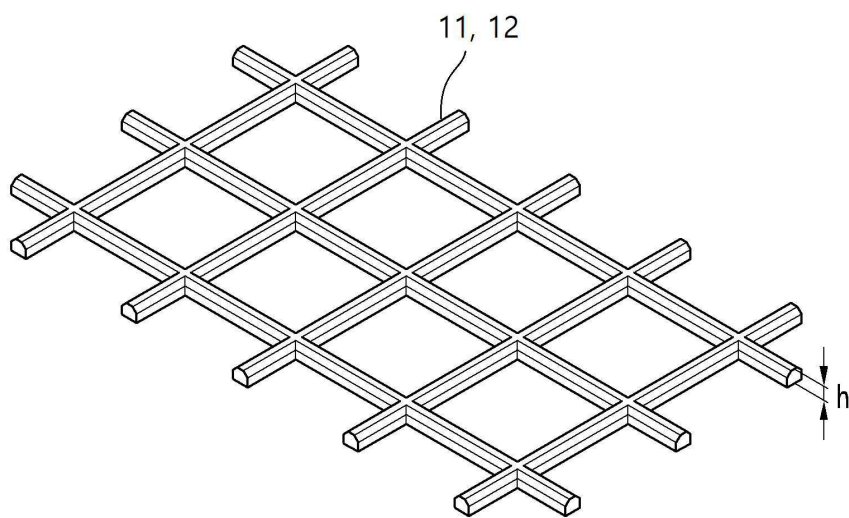
도면1



도면2

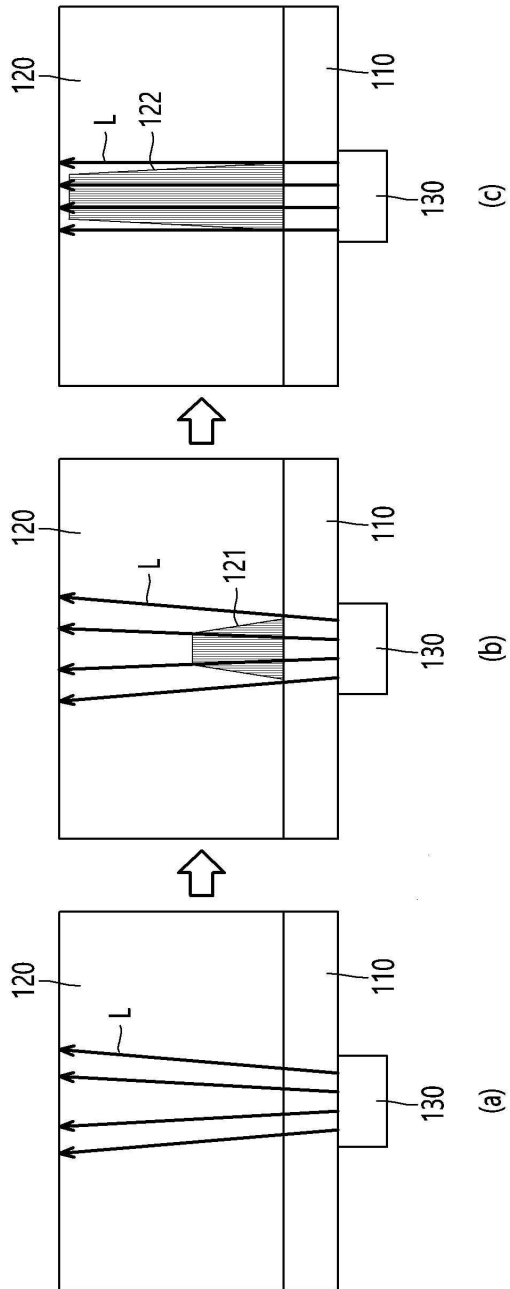


(a)

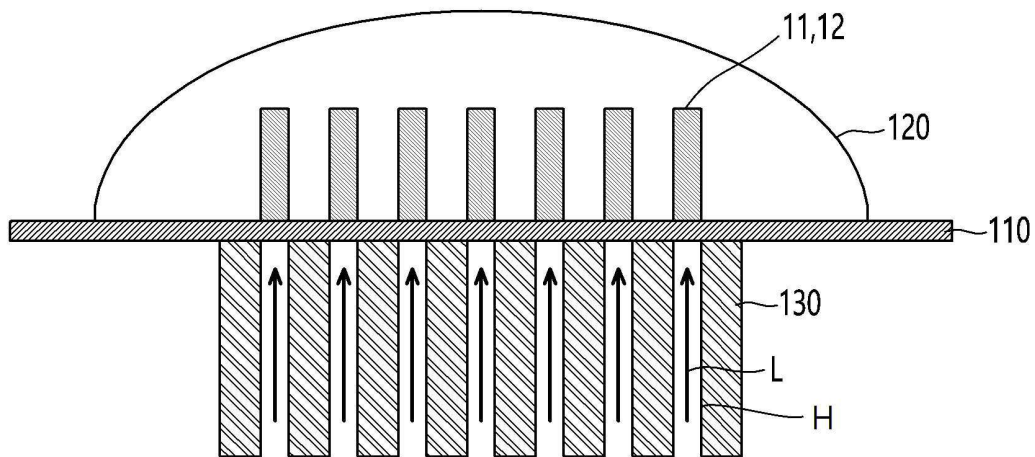


(b)

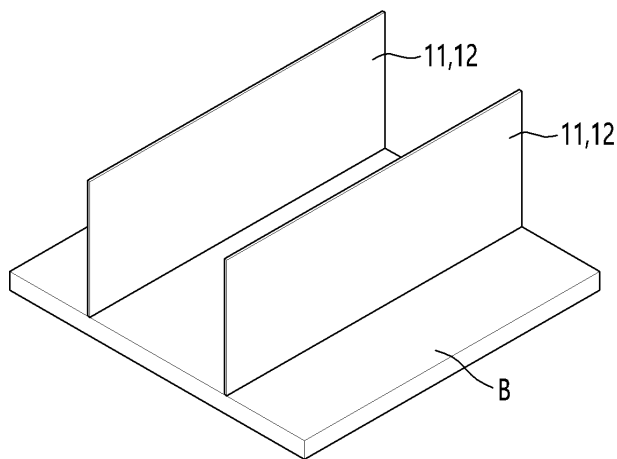
도면3



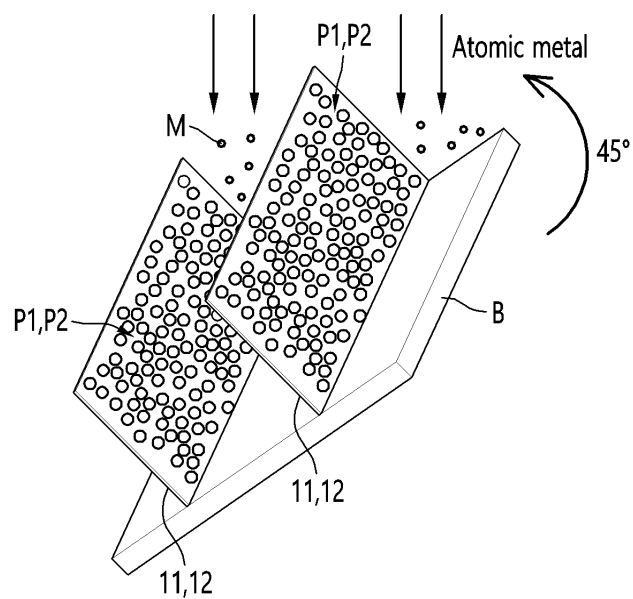
도면4



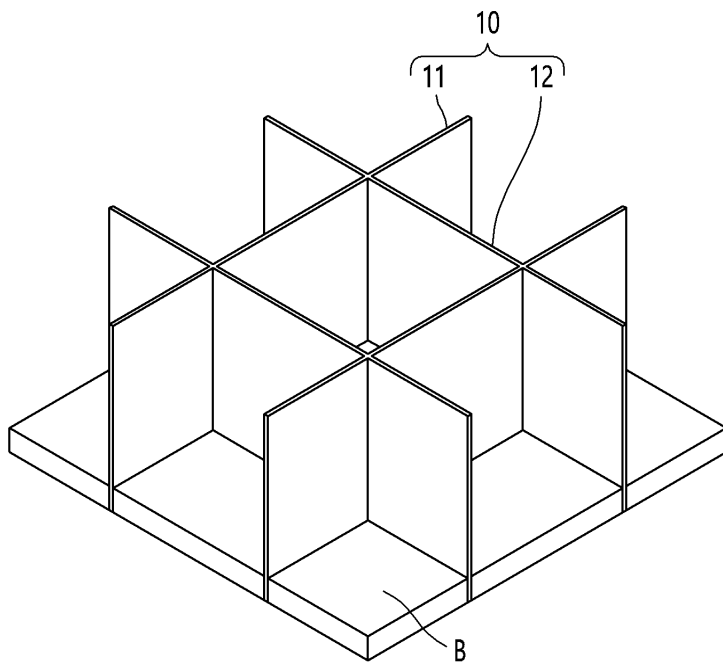
도면5



도면6



도면7



도면8

