(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년11월22일
(11) 등록번호 10-1902364
(24) 등록일자 2018년09월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 33/44 (2010.01) *H01L 33/00* (2010.01)
H01L 33/56 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01L 33/44 (2013.01)
H01L 33/005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0065431
(22) 출원일자 2017년05월26일
심사청구일자 2017년05월26일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020160047192 A*
KR1020050081139 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 이츠웰
인천광역시 남동구 남동서로 193, 58블럭 4롯트 (고잔동)
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
원경일
경기도 부천시 대장로138번길 48 (대장동)
최지은
서울특별시 강남구 개포로25길 9-3, 101호(개포동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
네이트특허법인

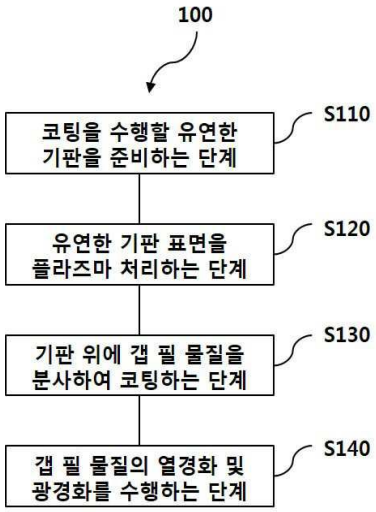
전체 청구항 수 : 총 1 항 심사관 : 배성주

(54) 발명의 명칭 **유연한 발광 다이오드 제조 방법**

(57) 요 약

유연한 발광 다이오드 제조 방법이 제공된다. 본 발명의 실시예에 따른 유연한 발광 다이오드 제조 방법은, 나노와이어 형태의 구조물로 형성되는 3차원 구조가 적용된 3-5족 화합물 반도체를 유연한 기판의 표면에 복수 개 구비하는 단계; 상기 기판 표면을 아르곤(Ar) 가스 분위기에서 플라즈마 처리하는 단계; 상기 기판에 갭 필 물질을 분사하여 코팅하는 단계; 및 상기 갭 필 물질의 경화를 수행하는 단계;를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01L 33/56 (2013.01)
H01L 2933/0025 (2013.01)
(72) 발명자
홍영준
경기도 용인시 기흥구 언남로29번길 40, 101동 501호(언남동, 용인구성효성빌라)
장준혁
인천광역시 남동구 논고개로175번길 30-6, 201호 (논현동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 N00001819
부처명 지식경제부
연구관리전문기관 한국산업기술진흥원
연구사업명 국제공동기술개발사업(M-ERA.NET)
연구과제명 대면적 그래핀 기판을 이용한 저비용, 고품위의 Ⅲ-ⅴ 나노선 발광소자 개발
기 여 율 1/1
주관기관 한국전자통신연구원
연구기간 2016.04.01 ~ 2019.09.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

나노 와이어 형태의 구조물로 형성되는 3차원 구조가 적용된 3-5족 화합물 반도체를 유연한 기판의 표면에 복수개 구비하는 단계;

상기 기판 표면을 아르곤(Ar) 가스 분위기에서 플라즈마 처리하는 단계;

상기 기판에 갭 필(Gap fill) 물질을 0.5mm 내지 1.0mm 직경을 가지는 노즐을 이용하며, 30kPa 내지 35kPa의 분사 압력 및 상기 기판 표면으로부터 50mm 내지 200mm의 거리에서 분사하고, x축 및 y축으로 각각 3mm 내지 8mm 간격으로 1회 내지 3회 분사 및 1회당 10ms 내지 30ms동안 분사하여 하여 0.5㎛ 내지 1.5㎛ 두께로분사(spray) 코팅하는 단계; 및

상기 갭 필 물질의 경화는 열경화 또는 광경화를 이용하는 단계;를 포함하고,

상기 갭 필 물질은, 1.4 내지 1.6의 굴절률 및 50cps 내지 500cps 중 적어도 하나의 특성을 가지는 액상 형태의 투과성을 가지는 유기화합물, 무기화합물 또는 유기무기화합물로 형성되는 유연한 발광다이오드 제조 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 유연한 발광 다이오드 제조 방법에 관한 것으로, 특히 3차원 구조를 가지는 화합물 반도체 구조물을 보호하기 위한 갭 필링 및 코팅을 수행하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 발광 다이오드는 다양한 분야에 적용됨으로써 그 형태의 다양성이 요구되고 있다. 특히, 스마트 워치, HMD, 스마트 섬유 및 바이오 콘텍트 렌즈와 같은 웨어러블 스마트 디바이스 또는 차세대 디스플레이 등과 같이 유연성이 요구되는 발광 다이오드 등에 유연성을 가지는 유기 발광 다이오드(OLED)를 적용할 필요성이 제기되고 있다.

[0003] 하지만, 유기 발광 다이오드(OLED)의 경우 85도 이상의 고온에서의 내구성이 낮아지기 때문에 일반적으로 발광 다이오드로 지칭하는 3-5족 화합물 반도체의 내구성에 미치지 못한다. 따라서, 응용분야 적용에 대한 한계성을

보이고 있으며, 이를 극복하기 위한 다양한 기술이 개발되고 있다.

[0004] 이러한 기술 중 하나로 3-5족 화합물 반도체 기반의 마이크로 LED를 이용하는 기술이 있으나, 이러한 마이크로 LED 조차 2차원 구조의 기초 기판을 소형화한 구조에 불과하여 완전한 유연성을 갖는다고 할 수 없다.

본 발명은 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “국제공동기술개발사업”의 지원을 받아 수행된 연구과제의 결과이다(This invention was financially supported by the Ministry of Trade, Industry and Energy(MOTIE) and Korea Institute for Advancement of Technology(KIAT) through the International Cooperative R&D program).

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) KR 10-2017-0019122 A

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명의 일 실시예는 유기 발광 다이오드의 응용분야에 대한 적용 한계성을 극복하고, 3-5족 화합물 반도체 기반의 3차원 구조를 적용하여 유연한 발광 다이오드를 제조하는 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 위와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르면, 유연한 발광 다이오드 제조 방법이 제공된다. 상기 유연한 발광 다이오드 제조 방법은, 나노 와이어 형태의 구조물로 형성되는 3차원 구조가 적용된 3-5족 화합물 반도체를 유연한 기판의 표면에 복수 개 구비하는 단계; 상기 기판 표면을 아르곤(Ar) 가스 분위기에서 플라즈마 처리하는 단계; 상기 기판에 갭 필(Gap fill) 물질을 분사하여 코팅하는 단계; 및 상기 갭 필 물질의 경화를 수행하는 단계;를 포함한다.

[0008] 상기 갭 필 물질은, 1.4 내지 1.6의 굴절률 및 50cps 내지 500cps 중 적어도 하나의 특성을 가지는 액상 형태의 투과성을 가지는 유기화합물, 무기화합물 또는 유기무기화합물로 형성될 수 있다.

[0009] 상기 코팅하는 단계는, 상기 갭 필 물질을 30kPa 내지 35kPa의 분사 압력 및 상기 기판 표면으로부터 50㎜ 내지 200㎜의 거리에서 분사하여 코팅할 수 있다.

[0010] 상기 코팅하는 단계는, 상기 갭 필 물질을 x축 및 y축으로 각각 3㎜ 내지 8㎜ 간격으로 1회 내지 3회 분사 및 1회당 10ms 내지 30ms동안 분사하여 코팅할 수 있다.

[0011] 상기 코팅하는 단계는, 상기 갭 필 물질을 0.5㎜ 내지 1.0㎜ 직경을 가지는 노즐을 이용하여 분사할 수 있다.

[0012] 상기 코팅하는 단계는, 상기 갭 필 물질을 0.5㎛ 내지 1.5㎛ 두께로 코팅할 수 있다.

[0013] 상기 갭 필 물질은, 열경화 또는 광경화를 이용하여 경화될 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 유연한 발광 다이오드 제조 방법은, 3차원 구조물 사이의 갭 필링 재료와 코팅 공정을 이용하여 유연한 대면적 발광 다이오드를 제조할 수 있는 효과가 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 유연한 발광 다이오드 제조 방법은, 제조되는 발광 다이오드의 유연성과 내구성을 확보하고 열 또는 빛에 의한 발광 다이오드의 수명 저하를 개선시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유연한 발광 다이오드 제조 방법의 순서를 나타낸 도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유연한 발광 다이오드 제조 방법의 a) 수행 전 및 b) 수행 후의 발광 다이

오드의 단면도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유연한 발광 다이오드 제조 방법을 이용하여 제조된 발광 다이오드의 간략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙였다.

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유연한 발광 다이오드 제조 방법의 순서를 나타낸 도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유연한 발광 다이오드 제조 방법의 a) 수행 전 및 b) 수행 후의 발광 다이오드의 단면도이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유연한 발광 다이오드 제조 방법을 이용하여 제조된 발광 다이오드의 간략도이다. 이하에서는 도 1 내지 도 3을 이용하여 본 발명의 일 실시예에 따른 유연한 발광 다이오드 제조 방법에 대해 상세히 설명하도록 한다.

[0019] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유연한 발광 다이오드 제조 방법(100)은, 유연한 기판을 준비하는 단계(S110), 유연한 기판 표면을 플라즈마 처리하는 단계(S120), 기판 위에 갭 필 물질을 분사하여 코팅하는 단계(S130) 및 갭 필 물질의 열경화 및 광경화 중 적어도 하나를 수행하는 단계(S140)를 포함한다. 이하에서는 설명의 편의상 코팅 장치에서 본 발명의 일 실시예에 따른 유연한 발광 다이오드 제조 방법이 수행되는 것으로 표현하지만, 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니며, 필요에 따라 다양한 장치를 이용할 수도 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 유연한 발광 다이오드 제조 방법(100)을 이용하여 유연한 발광 다이오드를 제조하기 위해서는 먼저, 코팅을 수행할 유연한 기판을 준비한다(단계 S110).

[0021] 단계 S110에서 준비되는 유연한 기판은 화합물 반도체가 복수 개 배치된다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 화합물 반도체는 3-5족 화합물 반도체일 수 있으며, 3차원 구조를 가진다. 이때, 바람직하게는 화합물 반도체는 나노 단위의 와이어인 나노 와이어 형태의 구조물로 형성될 수 있다. 또, 화합물 반도체는, 수 나노미터크기의 나노 와이어 형태의 3차원 구조로 형성되며 도 2에 도시된 바와 같이 n형 반도체로 형성되는 나노 와이어에 p형 반도체가 성장하는 형식으로 형성될 수 있다. 또한, 이와 반대로 p형 반도체로 형성되는 나노 와이어에 n형 반도체가 성장하는 형식으로 형성될 수도 있다.

[0022] 다음으로, 유연한 기판 표면을 플라즈마 처리한다(단계 S120).

[0023] 코팅 장치는 기판 표면의 플라즈마 처리를 위해 단계 S110에서 준비된 유연한 기판을 전달 받는다. 코팅 장치는 전달 받은 유연한 기판을 아르곤(Ar) 가스 분위기에 투입하고, 아르곤 가스를 이용하여 유연한 기판 표면의 플라즈마 처리를 수행할 수 있다.

[0024] 다음으로, 기판 위에 갭 필 물질을 분사하여 코팅한다(단계 S130).

[0025] 표면이 플라즈마 처리된 유연한 기판은 코팅 장치에서 분사되는 갭 필 물질로 코팅 된다. 갭 필 물질은 투과성을 가지는 유기화합물, 무기화합물 또는 유기무기화합물일 수 있다. 이때, 갭 필 물질은 특정 굴절률 및 점도를 가짐으로써 발광 효율을 증가시킬 수 있으며, 바람직하게는 1.4 내지 1.6의 굴절률 및 50cps 내지 500csp의 점도를 가지는 액상 형태일 수 있다.

[0026] 코팅 장치는 상술한 갭 필 물질을 나노 와이어 형태의 반도체 구조물 사이의 갭을 채우기 위해 유연한 기판의 표면에 분사하여 코팅을 수행한다. 이때, 코팅 장치는 기 설정된 조건을 이용하여 갭 필 물질의 분사를 수행한다. 바람직하게는 노즐 직경을 0.5㎜ 내지 1.0㎜로 하여 기판 표면에서 50㎜ 내지 200㎜의 높이에서 갭 필 물질을 분사하여 기판 표면을 코팅할 수 있으며, 특히 본 발명의 일 실시예에서는 노즐 직경을 0.78㎜로 하는 바람직한 범위 내의 직경을 가지는 노즐을 사용하였다.

[0027] 또, 코팅 장치는 갭 필 물질을 균일하게 분사하기 위해 x축 간격을 3㎜ 내지 8㎜로, y축 간격을 3㎜ 내지 8㎜로 지정하여 갭 필 물질을 분사할 수 있으며 분사 횟수는 1회 내지 3회로 지정할 수 있다. 나아가, 코팅 장치는 갭 필 물질의 분사 압력을 30kPa 내지 35kPa로, 초당 분사 시간을 10ms 내지 30ms로 설정하여 단계 S130의 기판 코팅 단계를 수행할 수 있다.

[0028] 마지막으로 코팅 장치는, 갭 필 물질의 열경화 및 광경화 중 적어도 하나를 수행한다(단계 S140). 코팅 장치는,

단계 S130에서 코팅을 위해 분사한 갭 필 물질의 고정을 위해 열경화 및 광경화 중 적어도 하나를 수행한다. 이를 위해 코팅 장치는 자외선 또는 적외선을 이용하여 갭 필 물질의 경화를 수행할 수 있다.

[0029] 상술한 단계 S110 내지 S140을 통해 제조되는 유연한 발광 다이오드는, 기판에 포함된 나노 와이어 형태의 3-5족 화합물 반도체 사이에 기포가 존재하지 않으며 0.5㎛ 내지 1.5㎛의 두께로 갭 필 물질이 코팅되어 형성될 수 있다.

[0030] 한편, 도 2를 살펴보면, 단계 S110에서 준비되는 유연한 기판은 도 2a와 같은 형상으로 나타난다. 도 2a를 살펴보면 본 발명의 일 실시예에 따른 유연한 발광 다이오드 제조 방법이 적용되기 전의 유연한 기판은, 나노 사이즈의 나노 와이어 형상으로 형성되는 3-5족 화합물 반도체들 사이에 갭 필 물질이 존재하지 않고, 이로 인해 연결 구조가 취약한 것을 확인할 수 있다.

[0031] 한편, 도 2b에는 단계 S140이 적용된 유연한 발광 다이오드가 도시 되고 있으며, 도 2b를 살펴보면, 도 2a의 유연한 기판에 갭 필 물질이 코팅 되고 경화되어 나노 와이어 형태의 3-5족 화합물 반도체가 존재하지 않는 빈 공간을 메우고 있는 것을 확인할 수 있다.

[0032] 보다 상세히 살펴보면, 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유연한 발광 다이오드 제조 방법이 적용된 유연한 발광 다이오드(300)는, 나노 와이어 형태로 형성되는 화합물 반도체(310)가 유연한 기판(330)에 복수 개가 형성된다.

[0033] 화합물 반도체(310)는, n형 반도체(311)가 나노 와이어 형태로 유연한 기판(330)에 형성되며, n형 반도체(311)를 둘러싸는 형태로 p형 반도체(313)가 형성될 수 있으나, 사용자의 필요에 따라 역으로 구성되는 것도 가능하다. 화합물 반도체(310)는 바람직하게는 3-5족 화합물로 형성될 수 있으며, 일 예로 질화갈륨(GaN) 화합물 반도체일 수 있다.

[0034] 복수 개의 화합물 반도체(310) 사이에는 단계 S130 및 단계 S140에서 분사 및 경화된 갭 필 물질(350)이 존재한다. 갭 필 물질(350)은 복수 개의 화합물 반도체(310) 사이에 분사되어 경화되어 각각의 화합물 반도체(310)를 보호한다. 다시 말해, 일 예로 유연한 발광 다이오드(300)에 외력이 작용하는 경우, 도 2a와 같이 갭 필 물질이 존재하지 않는다면, 화합물 반도체(310)는 3차원 구조를 가지고 있기 때문에 측면에서 작용하는 외력에 대해 대응하기 어렵지만, 도 2b 및 도 3과 같이 복수 개의 화합물 반도체(310) 사이에 갭 필 물질이 존재하는 경우, 갭 필 물질이 측면에서 작용하는 외력에 대해 저항할 수 있는 구조이기 때문에, 화합물 반도체(310)를 보호할 수 있다.

[0035] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 유연한 발광 다이오드 제조 방법을 적용함으로써 3차원으로 형성되는 나노 와이어 사이에 갭 필링 재료와 코팅 공정을 이용하여 유연한 대면적 발광 다이오드를 제조할 수 있는 효과가 있으며, 제조되는 유연한 발광 다이오드의 유연성과 내구성을 확보하고 열 또는 빛에 의한 발광 다이오드의 수명 저하를 개선시킬 수 있는 효과가 있음이 자명하다.

[0036] 이상에서 본 발명의 일 실시예에 대하여 설명하였으나, 본 발명의 사상은 본 명세서에 제시되는 실시 예에 제한되지 아니하며, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에서, 구성요소의 부가, 변경, 삭제, 추가 등에 의해서 다른 실시 예를 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본 발명의 사상범위 내에 든다고 할 것이다.

부호의 설명

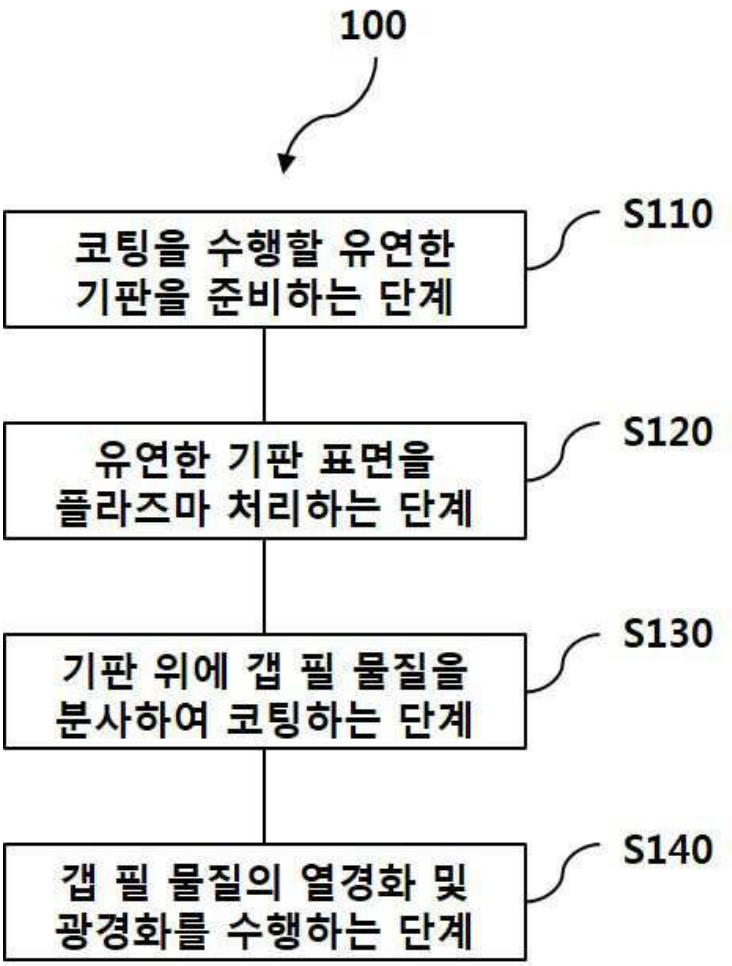
[0037] 300: 유연한 발광 다이오드 310: 화합물 반도체

311: n형 반도체 313: p형 반도체

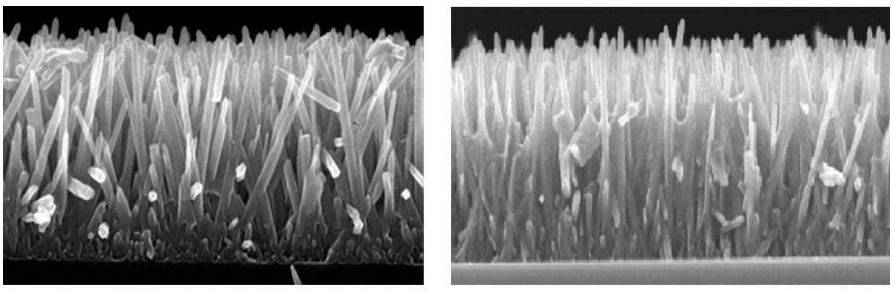
330: 유연한 기판 350: 갭 필 물질

도면

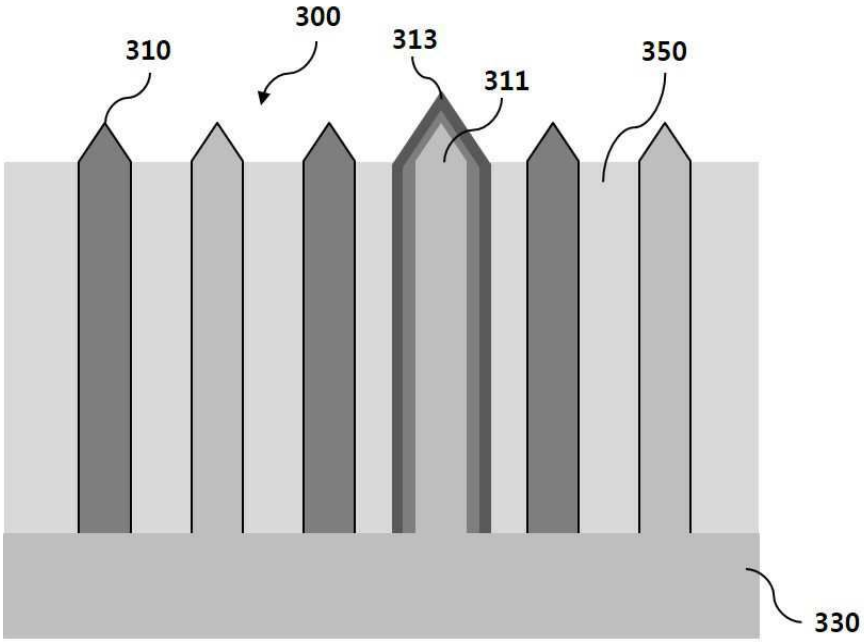
도면1


100
코팅을 수행할 유연한 기판을 준비하는 단계
S110
유연한 기판 표면을 플라즈마 처리하는 단계
S120
기판 위에 갭 필 물질을 분사하여 코팅하는 단계
S130
갭 필 물질의 열경화 및 광경화를 수행하는 단계
S140

도면2


(a)
(b)

도면3



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 발명(고안)의 설명

【보정세부항목】 식별부호 [10]

【변경전】

1초당 10ms 내지 30ms동안

【변경후】

1회당 10ms 내지 30ms동안

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

1초당 10ms 내지 30ms동안

【변경후】

1회당 10ms 내지 30ms동안