



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년10월07일

(11) 등록번호 10-2028925

(24) 등록일자 2019년09월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/52 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)

H01L 51/00 (2006.01) H01L 51/56 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 51/5203 (2013.01)

H01L 27/3276 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0062115

(22) 출원일자 2018년05월30일

심사청구일자 2018년05월30일

(56) 선행기술조사문헌

JP2011054297 A*

KR1020160051430 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

주병권

서울특별시 은평구 진관4로 48-17, 711동 10층 1004호(진관동, 은평뉴타운상림마을)

최준희

경기도 부천시 원미구 소향로 18, 2402동 2003호 (상동, 행복한마을 금호어울림)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

백두진, 김정연, 강일신

전체 청구항 수 : 총 8 항

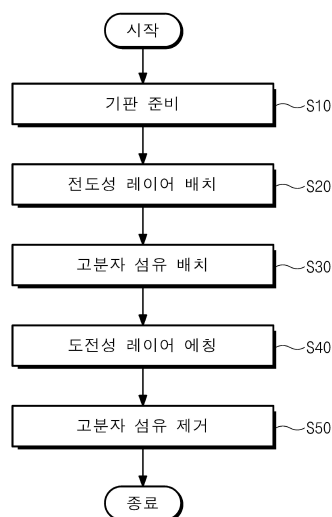
심사관 : 이우리

(54) 발명의 명칭 유연 전극의 제조 방법 및 유연 유기 발광 소자의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 기판 상에 도전성 레이어를 배치하는 도전성 레이어 배치 단계; 상기 도전성 레이어 상에 고분자 섬유를 배치하는 고분자 섬유 배치 단계; 상기 고분자 섬유가 배치된 영역을 제외한 나머지 도전성 레이어를 제거하는 도전성 레이어 에칭 단계; 및 상기 고분자 섬유를 제거하는 고분자 섬유 제거 단계; 를 포함하는 유연 전극의 제조 방법 및 유연 유기 발광 소자의 제조 방법을 개시한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 51/0008 (2013.01)

H01L 51/56 (2013.01)

H01L 2251/56 (2013.01)

(72) 발명자

박철휘

서울특별시 동대문구 무학로 193, 301호 (용두동,
삼영오피스텔)

황하

경기도 양평군 양서면 두물머리길8번길 29, 401호
(리젠시빌)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711053733

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(미래부)

연구과제명 유연 유기발광소자의 효율 향상을 위한 레이저 간섭 리소그래피 기반 굴절률 매칭 나노격
자 광추출 기술 및 유연 투명 마이크로 섬유 전극 개발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교

연구기간 2017.06.01 ~ 2018.03.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

기판 상에 도전성 레이어를 배치하는 도전성 레이어 배치 단계;

상기 도전성 레이어 상에 고분자 섬유를 배치하는 고분자 섬유 배치 단계;

상기 고분자 섬유 배치 단계 이후, 노광기 또는 핫 플레이트를 사용하여, 배치된 상기 고분자 섬유를 베이킹하는 베이킹 단계;

상기 고분자 섬유가 배치된 영역을 제외한 나머지 도전성 레이어를 제거하는 도전성 레이어 에칭 단계; 및

상기 고분자 섬유를 제거하는 고분자 섬유 제거 단계; 를 포함하고,

상기 도전성 레이어 에칭 단계에서는 건식 에칭과 습식 에칭을 단계적으로 수행하고,

상기 도전성 레이어 배치 단계에서는 상기 기판과 상기 도전성 레이어 사이에 접착층을 배치하는 유연 전극의 제조 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 도전성 레이어 배치 단계는

원자층 증착(Atomic Layer Deposition; ALD), 물리적 기상 증착(Physical Vapor Deposition: PVD), 화학적 기상 증착(Chemical Vapor Deposition: CVD), 열증발증착(thermal evaporation), 스퍼터링(sputtering), 스크린 프린팅 및 잉크젯 프린팅 중에서 선택된 어느 하나의 방법을 이용하는 유연 전극의 제조 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 고분자 섬유 배치 단계에서는

전기방사(electro-spinning), 멜트블로우(melt-blown), 플래쉬방사(flash spinning) 및 정전멜트블로우(electrostatic melt-blown) 중에서 선택된 어느 하나의 방법을 이용하는 유연 전극의 제조 방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 고분자 섬유 배치 단계에서

상기 고분자 섬유는 폴리비닐아세테이트, 폴리우레탄, 폴리우레탄 공중합체, 셀룰로오스 유도체, 폴리메틸메스아크릴레이트(PMMA), 폴리메틸아크릴레이트(PMA), 폴리아크릴 공중합체, 폴리비닐아세테이트 공중합체, 폴리비닐알콜(PVA), 폴리퍼플루오로알콜(PPFA), 폴리스티렌(PS), 폴리스티렌 공중합체, 폴리에틸렌 옥사이드(PEO), 폴리프로필렌옥사이드(PP0), 폴리에틸렌옥사이드 공중합체, 폴리프로필렌옥사이드 공중합체, 폴리카보네이트(PC), 폴리비닐클로라이드(PVC), 폴리카프로락톤, 폴리비닐피롤리돈(PVP), 폴리비닐플루오라이드, 폴리비닐리덴플루오라

이드 공중합체 및 폴리아마이드로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나인 유연 전극의 제조 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 도전성 레이어 배치 단계에서

상기 도전성 레이어는

은(Ag), 금(Au), 백금(Pt), 알루미늄(Al), 구리(Cu), 주석(Sn), 갈륨(Ga), 인듐(In) 및 니켈(Ni) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 유연 전극의 제조 방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 습식 에칭에서의 에칭액은 불산(HF), 염산(HCl), 질산(HNO₃), 황산(H₂SO₄), 인산(H₃PO₄), 옥살산(oxalic acid), 완충 산화물 에칭제(buffered oxide etchant, BOE), 수산화나트륨(NaOH), 수산화칼륨(KOH), 과산화수소(H₂O₂), 아세톤(Acetone), 테트라메틸암모늄 하이드록사이드(TMAH; Tetramethyl ammonium hydroxide), 에틸렌디아민(ethylenediamine), 파이로카테콜(pyrocatechol), 하이드라진 킬레이팅 아민(hydrazine chelating amines), 1,2-디아미노에탄, N, N-디메틸아세트아마이드(N, N-Dimethylacetamide), Water 중 어느 하나 또는 이들의 조합에 의한 혼합 용액인 유연 전극의 제조 방법.

청구항 9

제 1항, 제 3항, 제 4항, 제 5항, 제 7항 및 제 8항 중 어느 한 항에 따른 유연 전극의 제조 방법을 통해 제조된 제 1 전극을 준비하는 제 1 전극 준비 단계;

상기 유연 전극 상에 유기 발광층을 배치하는 유기 발광층 배치 단계; 및

상기 유기 발광층 상에 제 2 전극을 배치하는 제 2 전극 배치 단계; 를 포함하는 유연 유기 발광 소자의 제조 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 유기 발광층 배치 단계에서

상기 제 1 전극과 상기 유기 발광층의 사이에는 전도성 유기물질이 배치되고,

상기 유기 발광층은

상기 전도성 유기물질 상에 배치되는 정공 수송층,

상기 정공 수송층 상에 배치되는 발광층 및

상기 발광층 상에 배치되는 전자 수송층을 포함하는 유연 유기 발광 소자의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유연 전극의 제조 방법 및 유연 유기 발광 소자의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기 발광 소자(Organic Light Emitting Diodes; OLEDs)는 유연성, 경량(light-weight), 자발광 등의 이점으로 주목을 받아 왔다. 유연 디스플레이 구현을 위해서는 유기 발광 소자에 들어가는 투명전극이 유연해야 한다. 하지만, 현재 가장 널리 상용화된 투명전극인 인듐주석산화물(ITO)은 세라믹 특성으로 인해 유연하지 못하고 깨지는 세라믹 특성을 가지고 있다. 이에 유연 전극 개발하기 위해 탄소 나노 튜브, 그래핀, 은 나노 와이어 등이 차세대 유연 투명전극에 대한 연구가 진행되고 있다. 그 중 은 나노 와이어는 투과도 및 저항이 우수하여 차세대 유연 투명전극으로 가장 큰 주목을 받고 있다. 그러나 이러한 은 나노 와이어는 은 나노 와이어의 길이가 수십 마이크로미터(μm)로 투과도 및 저항에 한계를 가지고 있다. 또한, 표면 거칠기가 매우 커서 얇은 여러 층의 박막으로 이루어지는 OLED를 제작할 때 은 나노 와이어가 유기 박막을 뚫고 지나가면서 전기적으로 단락되거나 누설전류를 일으키는 치명적인 문제를 지니고 있다. 이를 해결하기 위해서 은 나노 와이어 위에 평탄층을 삽입하거나 하지만 평탄층을 삽입하는 것은 완전하게 이 문제를 해결하지 못하고 지나치게 두꺼운 평탄층은 OLED의 구동전압을 올리거나 전자와 정공주입의 균형이 깨지는 단점을 가지고 있다.

[0003] 최근 전기방사기술로 형성한 파이버 형태의 전극이 매우 긴 길이로 인해 저항과 투과도의 이점을 가지고 주목을 받고 있다. 일반적으로 널리 알려진 나노골(nanotrough) 모양의 파이버는 매우 우수한 저항과 투과도를 나타내지만 복잡하고 세밀한 전사(transfer)공정을 필요하게 한다. 또한, 공정 중 발생할 수 있는 나노골의 결함은 표면 거칠기를 크게 만들어 OLED에 전기적인 결함 문제를 만들어 낼 수 있다. 이로 인해 OLED에 적용하기 위해 표면 거칠기를 조절할 수 있는 파이버 형태의 전극이 필요하게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 표면 거칠기를 줄인 섬유 구조의 유연 전극의 제조 방법 및 유연 유기 발광 소자의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0005] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 실시예에 따른 유연 전극의 제조 방법은 기판상에 도전성 레이어를 배치하는 도전성 레이어 배치 단계; 상기 도전성 레이어 상에 고분자 섬유를 배치하는 고분자 섬유 배치 단계; 상기 고분자 섬유가 배치된 영역을 제외한 나머지 도전성 레이어를 제거하는 도전성 레이어 에칭 단계; 및 상기 고분자 섬유를 제거하는 고분자 섬유 제거 단계;를 포함한다.

[0007] 상기 도전성 레이어 에칭 단계는 건식 에칭 단계 및 습식 에칭 단계;를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 도전성 레이어 배치 단계는 원자층 증착(Atomic Layer Deposition; ALD), 물리적 기상 증착(Physical Vapor Deposition: PVD), 화학적 기상 증착(Chemical Vapor Deposition: CVD), 열증발증착(thermal evaporation), 스퍼터링(sputtering), 스크린 프린팅 및 잉크젯 프린팅 중에서 선택된 어느 하나의 방법을 이용할 수 있다.

[0009] 상기 고분자 섬유 배치 단계에서는 전기방사(electro-spinning), 멜트블로운(melt-blown), 플래쉬방사(flash spinning) 및 정전멜트블로운(electrostatic melt-blown) 중에서 선택된 어느 하나의 방법을 이용할 수 있다.

[0010] 상기 고분자 섬유 배치 단계에서 상기 고분자 섬유는 폴리비닐아세테이트, 폴리우레탄, 폴리우레탄 공중합체, 셀룰로오스 유도체, 폴리메틸메스아크릴레이트(PMMA), 폴리메틸아크릴레이트(PMA), 폴리아크릴 공중합체, 폴리비닐아세테이트 공중합체, 폴리비닐알콜(PVA), 폴리퍼플루오알콜(PPFA), 폴리스티렌(PS), 폴리스티렌 공중합체, 폴리에틸렌 옥사이드(PEO), 폴리프로필렌옥사이드(PPPO), 폴리에틸렌옥사이드 공중합체, 폴리프로필렌옥사이드 공중합체, 폴리카보네이트(PC), 폴리비닐로라이드(PVC), 폴리카프로락톤, 폴리비닐피롤리돈(PVP), 폴리비닐플루오라이드, 폴리비닐리덴플루오라이드 공중합체 및 폴리아마이드로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나

일 수 있다.

- [0011] 상기 고분자 섬유 배치 단계 이후, 배치된 상기 고분자 섬유를 베이킹하는 베이킹 단계; 를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 도전성 레이어는 은(Ag), 금(Au), 백금(Pt), 알루미늄(Al), 구리(Cu), 주석(Sn), 갈륨(Ga), 인듐(In) 및 니켈(Ni) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 습식 에칭 단계에서의 에칭액은 불산(HF), 염산(HCl), 질산(HNO₃), 황산(H₂SO₄), 인산(H₃PO₄), 옥살산(oxalic acid), 완충 산화물 에칭제(buffered oxide etchant, BOE), 수산화나트륨(NaOH), 수산화칼륨(KOH), 과산화수소(H₂O₂), 아세톤(Acetone), 테트라메틸암모늄 하이드록사이드(TMAH; Tetramethyl ammonium hydroxide), 에틸렌디아민(ethylenediamine), 파이로카테콜(pyrocatechol), 하이드라진 킬레이팅 아민(hydrazine chelating amines), 1,2-디아미노에탄, N, N-디메틸아세트아마이드(N, N-Dimethylacetamide), Water 중 어느 하나 또는 이들의 조합에 의한 혼합 용액일 수 있다.
- [0015] 본 발명의 실시예에 따른 유연 유기 발광 소자의 제조 방법은 제 1 전극을 준비하는 제 1 전극 준비 단계; 상기 유연 전극 상에 유기 발광층을 배치하는 유기 발광층 배치 단계; 및 상기 유기 발광층 상에 제 2 전극을 배치하는 제 2 전극 배치 단계; 를 포함한다.
- [0016] 상기 유기 발광층 배치 단계에서 상기 제 1 전극과 상기 유기 발광층의 사이에는 전도성 유기물질이 배치되고, 상기 유기 발광층은 상기 전도성 유기물질 상에 배치되는 정공 수송층, 상기 정공 수송층 상에 배치되는 발광층 및 상기 발광층 상에 배치되는 전자 수송층을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명의 실시예에 따르면, 짧은 길이로 인한 저항 및 투과도의 한계를 극복할 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 표면 거칠기를 줄인 유연 전극을 사용함으로써, 유연 유기 발광 소자에서의 전기적인 결합 문제를 해결할 수 있다.
- [0019] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 전극의 제조 방법을 나타낸 흐름도이고,
- 도 2는 도 1의 유연 전극의 제조 방법에서의 기관의 단면도이고,
- 도 3은 도 1의 유연 전극의 제조 방법에서의 기관상에 전도성 레이어가 배치된 구조를 개략적으로 나타내는 단면도이고,
- 도 4는 도 1의 유연 전극의 제조 방법에서의 전도성 레이어 상에 고분자 섬유가 배치된 구조를 개략적으로 나타내는 단면도이고,
- 도 5는 도 1의 유연 전극의 제조 방법에서의 고분자 섬유를 배치하는 단계를 나타내는 예시도이고,
- 도 6은 도 4의 구조를 개략적으로 나타내는 사시도이고,
- 도 7은 도 1의 유연 전극의 제조 방법에서의 전도성 레이어 에칭 후, 구조를 개략적으로 나타내는 단면도이고,
- 도 8은 도 7의 구조를 개략적으로 나타내는 사시도이고,
- 도 9는 도 1의 유연 전극의 제조 방법에서의 고분자 섬유를 제거 후, 구조를 개략적으로 나타내는 단면도이고,
- 도 10은 도 9의 구조를 개략적으로 나타내는 사시도이고,
- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 유기 발광 소자의 제조 방법의 제조 방법을 나타낸 흐름도이고,
- 도 12는 도 11의 유연 유기 발광 소자의 제조 방법에서의 유연 전극 상에 유기 발광층 및 제 2 전극이 배치된 구조를 개략적으로 나타내는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면들을 참조하여 더욱 상세하게 설명한다. 본 발명의 실시 예는 여러 가지 형태로 변형할 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래의 실시 예들로 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 실시 예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다. 따라서 도면에서의 요소의 형상은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해 과장되었다.
- [0022] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시 예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 도면의 구성요소들에 참조번호를 부여함에 있어서 동일 구성요소에 대해서는 비록 다른 도면상에 있더라도 동일 참조번호를 부여하였으며 당해 도면에 대한 설명 시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다.
- [0023] 다음에서는 도 1 내지 10을 순차적으로 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 전극의 제조 방법을 설명한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 전극의 제조 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 2는 도 1의 유연 전극의 제조 방법에서의 기관의 단면도이고, 도 3은 도 1의 유연 전극의 제조 방법에서의 기관 상에 전도성 레이어가 배치된 구조를 개략적으로 나타내는 단면도이고, 도 4는 도 1의 유연 전극의 제조 방법에서의 전도성 레이어 상에 고분자 섬유가 배치된 구조를 개략적으로 나타내는 단면도이고, 도 5는 도 1의 유연 전극의 제조 방법에서의 고분자 섬유를 배치하는 단계를 나타내는 예시도이고, 도 6은 도 4의 구조를 개략적으로 나타내는 사시도이고, 도 7은 도 1의 유연 전극의 제조 방법에서의 전도성 레이어 에칭 후, 구조를 개략적으로 나타내는 단면도이고, 도 8은 도 7의 구조를 개략적으로 나타내는 사시도이고, 도 9는 도 1의 유연 전극의 제조 방법에서의 고분자 섬유를 제거 후, 구조를 개략적으로 나타내는 단면도이고, 도 10은 도 9의 구조를 개략적으로 나타내는 사시도이다.
- [0025] 우선, 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 전극의 제조 방법은 기관 준비 단계(S10), 전도성 레이어 배치 단계(S20), 고분자 섬유 배치 단계(S30), 도전성 레이어 에칭 단계(S40) 및 고분자 섬유 제거 단계(S50)를 포함한다.
- [0026] 도 2를 함께 참조하면, 기관 준비 단계(S10)에서는 판형의 기관(10)을 준비한다.
- [0027] 기관(10)은 유리와 같은 투명기관 또는 다양한 종류의 플렉서블한 플라스틱 기관일 수 있다. 바람직하게는 투명 기관일 수 있으며, 투명 기관일 경우 양호한 기계적 강도, 열 안정성 및 투명성을 갖는 것이 바람직하다. 투명 기관의 예로는 투명 플라스틱 필름 등이 있다.
- [0028] 여기서, 투명 플라스틱 필름은 투명 PI 필름일 수 있고, PEN(Polyethylene Naphthalate) 필름, PET(Polyethylene Terephthalate) 필름, PC(Polycarbonate) 필름, PSS(Poly styrene sulfonate) 필름 중 하나일 수도 있고, 이외의 엔지니어링 플라스틱 등 투명재질의 필름일 수 있다.
- [0029] 도 3을 함께 참조하면, 전도성 레이어 배치 단계(S20)에서는 기관(10) 상에 박막 형상의 전도성 레이어(20)를 배치한다.
- [0030] 삭제
- [0031] 다만, 이는 전도성 레이어(20)의 두께에 대한 바람직한 실시예에서 불과하며, 본 발명의 전도성 레이어(20)는 충분한 기계적 강도를 유지할 수 있는 두께 범위를 가질 수 있으며, 본 발명에서 이를 한정하는 것은 아니다.
- [0032] 전도성 레이어(20)는 후에 부분 에칭되어 전도성의 유연 전극으로 구성된다.
- [0033] 전도성 레이어(20)를 이루는 재료는 유연(flexible)하며, 전기 전도성이 우수하며, 저항이 작은 금속 박막으로 구성될 수 있다.
- [0034] 전도성 레이어(20)는 4eV 이상의 일함수를 갖는 금속, 합금 전기전도성 화합물 또는 이들의 혼합물을 사용할 수 있다. 구체적으로는 은(Ag), 금(Au), 백금(Pt), 알루미늄(Al), 구리(Cu), 주석(Sn), 갈륨(Ga), 인듐(In) 및 니켈(Ni) 중에서 선택될 수 있다.
- [0035] 여기서, 도시하지 않았지만 기관(10)과 전도성 레이어(20) 사이의 접착 특성을 개선하기 위해, 기관(10)과 전도성 레이어(20) 사이에는 접착층(미도시)이 배치될 수 있으며, 전도성 레이어(20)가 접착 물질을 포함할 수 있다.

- [0036] 전도성 레이어(20)는 원자층 증착(Atomic Layer Deposition; ALD), 물리적 기상 증착(Physical Vapor Deposition: PVD), 화학적 기상 증착(Chemical Vapor Deposition: CVD), 열증발증착(thermal evaporation), 스퍼터링(sputtering), 스크린 프린팅 및 잉크젯 프린팅 중에서 선택된 어느 하나의 방법을 이용하여, 기판(10) 상에 배치될 수 있다.
- [0037] 한편, 전도성 레이어(20)는 박막 형상으로 기판(10) 상에 배치되므로, 낮은 표면 거칠기를 갖도록 표면 거칠기를 제어할 수 있어 우수한 전기적 특성을 가질 수 있다.
- [0038] 도 4 내지 도 6을 함께 참조하면, 고분자 섬유 배치 단계(S30)에서는 전도성 레이어(20) 상에 고분자 섬유(30)를 배치한다.
- [0039] 고분자 섬유(30)는 나노 와이어 형상을 가지며, 폴리비닐아세테이트, 폴리우레탄, 폴리우레탄 공중합체, 셀룰로오스 유도체, 폴리메틸메사아크릴레이트(PMMA), 폴리메틸아크릴레이트(PMA), 폴리아크릴 공중합체, 폴리비닐아세테이트 공중합체, 폴리비닐알콜(PVA), 폴리퍼플루오로알콜(PPFA), 폴리스티렌(PS), 폴리스티렌 공중합체, 폴리에틸렌 옥사이드(PEO), 폴리프로필렌옥사이드(PPPO), 폴리에틸렌옥사이드 공중합체, 폴리프로필렌옥사이드 공중합체, 폴리카보네이트(PC), 폴리비닐클로라이드(PVC), 폴리카프로락톤, 폴리비닐피롤리돈(PVP), 폴리비닐플루오라이드, 폴리비닐리덴플루오라이드 공중합체 및 폴리아마이드를 포함할 수 있다.
- [0040] 고분자 섬유(30)는 전기방사(electro-spinning), 멜트블로운(melt-blown), 플래쉬방사(flash spinning) 및 정전멜트블로운(electrostatic melt-blown) 중에서 선택된 어느 하나의 방법을 이용하여 전도성 레이어(20) 상에 배치될 수 있다.
- [0041] 고분자 섬유(30)는 반복되지 않는 임의의 패턴을 가질 수 있으며, 기설정된 패턴을 갖도록 배치될 수 있다.
- [0042] 고분자 섬유(30)는 실질적으로 전도성 레이어(20)의 에칭을 위한 마스크 역할을 수행할 수 있어, 에칭액 및 플라즈마 등에 내부식성이 우수한 것이 바람직하다.
- [0043] 한편, 고분자 섬유(30)는 20nm ~ 100nm의 직경을 가질 수 있으며, 기판(10) 및 전도성 레이어(20) 상에서 최대 길이를 가질 수 있다.
- [0044] 여기서, 고분자 섬유(30)의 최대 길이는 기판(10) 표면상에서의 최대 길이를 의미할 수 있다.
- [0045] 한편, 고분자 섬유 배치 단계(S30)에서는 고분자 섬유(30)를 전도성 레이어(20) 상에 배치한 후, 베이킹(가열) 단계를 수행하는 것이 바람직하다.
- [0046] 베이킹 단계에서의 가열 온도는 바람직하게는 80~150℃, 보다 바람직하게는 80~140℃, 더욱 바람직하게는 80~130℃의 범위일 수 있다. 또한, 가열 시간은 바람직하게는 30~1000초, 보다 바람직하게는 60~800초, 더욱 바람직하게는 60~600초이다. 가열은 종래의 노광/현상기에 구비된 수단에 의해 행할 수 있고, 핫플레이트 등을 사용하여 수행될 수 도 있다.
- [0047] 도 7 및 도 8을 함께 참조하면, 도전성 레이어 에칭 단계(S40)에서는 고분자 섬유(30)를 마스크로 하여, 고분자 섬유(30)가 배치된 영역을 제외한 나머지 도전성 레이어(22)를 에칭으로 제거하여, 고분자 섬유(30)와 동일한 섬유 형상의 전극(21)을 형성한다.
- [0048] 여기서, 전극(21)은 고분자 섬유(30) 배치 형태를 따라 투과율 90% 이상으로 형성될 수도 있다.
- [0049] 도전성 레이어 에칭 단계(S40)에서는 건식 에칭과 습식 에칭을 단계적으로 수행할 수 있으며, 고분자 섬유(30)로 보호되지 않은 도전성 레이어(20)의 노출 부분(22)을 에칭하여 제거하여, 전극(21)을 형성할 수 있다.
- [0050] 건식 에칭은 산소 플라즈마를 이용한 이방성 에칭일 수 있고, 습식 에칭은 에칭액에 도전성 레이어(20)의 침지하는 등방성 에칭일 수 있다.
- [0051] 여기서, 에칭액은 불산(HF), 염산(HCl), 질산(HNO₃), 황산(H₂SO₄), 인산(H₃PO₄), 옥살산(oxalic acid), 완충 산화물 에칭제(buffered oxide etchant, BOE), 수산화나트륨(NaOH), 수산화칼륨(KOH), 과산화수소(H₂O₂), 아세톤(Acetone), 테트라메틸암모늄 하이드록사이드(TMAH; Tetramethyl ammonium hydroxide), 에틸렌디아민(ethylenediamine), 피로카테콜(pyrocatechol), 하이드라진 킬레이팅 아민(hydrazine chelating amines), 1,2-디아미노에탄, N, N-디메틸아세트아마이드(N, N-Dimethylacetamide), Water 중 어느 하나 또는 이들의 조합에 의한 혼합 용액일 수 있으며, 도전성 레이어(20) 및 고분자 섬유(30)의 재질에 따라 달라질 수 있다.
- [0052] 도 9 및 도 10을 참조하면, 고분자 섬유 제거 단계(S50)에서는 용매에 고분자 섬유(30)를 선택적으로 용해시켜,

형성된 전극(21) 상에서 고분자 섬유(30)를 제거하여, 기관(10) 상에 전극(21)을 잔존 시킬 수 있다.

- [0053] 여기서, 고분자 섬유(30)를 용해하는 용매는 톨루엔(toluene), 벤젠(benzene), 헥산(hexane), 펜탄(pentane), 클로로폼(chloroform) 또는 이들의 혼합물 등으로 구성될 수 있다.
- [0055] 다음에서는 도 11 내지 12를 순차적으로 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 전극의 제조 방법을 설명한다.
- [0056] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 유기 발광 소자의 제조 방법의 제조 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 12는 도 11의 유연 유기 발광 소자의 제조 방법에서의 유연 전극 상에 유기 발광층 및 제 2 전극이 배치된 구조를 개략적으로 나타내는 단면도이다.
- [0057] 도 11 및 도 12를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유연 유기 발광 소자의 제조 방법은 제 1 전극 준비 단계(S100), 유기 발광층 배치 단계(S200) 및 제 2 전극 배치 단계(S300)를 포함한다.
- [0058] 제 1 전극 준비 단계(S100)에서는 도 1에 따른 유연 전극 제조 방법에 의해 제조된 제 1 전극(21)을 기관(10) 상에 준비한다.
- [0059] 여기서, 제 1 전극(21) 및 기관(10)에 대한 중복된 설명은 생략한다.
- [0060] 유기 발광층 배치 단계(S200)에서는 기관(10)과 제 1 전극(21) 상에 유기 발광층(50)을 배치한다.
- [0061] 한편, 유기 발광층 배치 단계(S200)에서는 유기 발광층(50)을 배치하기 전에 제 1 전극(21)을 덮도록 기관(10) 상에 전도성 유기물질(40)을 형성될 수 있다.
- [0062] 여기서, 기관(10)의 표면은 친수성 또는 소수성을 가지므로, 이에 매칭되도록 친수성 또는 소수성을 갖는 전도성 유기물질(40)을 형성할 수 있다.
- [0063] 여기서 전도성 유기물질은 PEDOT:PSS[Poly(3,4-ethylene dioxythiophene):poly(styrenesulfonate)] 계열의 전도성 고분자 물질을 포함할 수 있다. 또한, PEDOT:PSS 계열의 전도성 고분자 물질은 정공 주입층으로서 기능을 할 수 있다.
- [0064] 한편, 유기 발광층(50)은 정공 수송층(51), 발광층(52) 및 전자 수송층(53)이 순차적으로 적층되어 구성될 수 있다. 또는, 유기 발광층(50)은 정공 수송층(51), 발광층(52) 및 전자 수송층(53)이 혼합된 구조일 수 있다.
- [0065] 정공 수송층(51), 발광층(52) 및 전자 수송층(53) 각각은 대략 20 μ m 내지 50 μ m의 두께로 형성될 수 있다. 발광층(52)은 레드(red), 그린(green), 블루(blue)의 발광층 또는 화이트(white) 발광층일 수 있다.
- [0066] 유기 발광층(50)은, 전도성 유기물질(40) 상에 정공 수송층(51)을 형성하고, 정공 수송층(51) 상에 발광층(52)을 형성한 후, 발광층(52) 상에 전자 수송층(53)을 형성함으로써, 형성될 수 있다.
- [0067] 여기서, 정공 수송층(51)의 구성 물질로는, N,N'-Bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine[NPB], N1,N1'-(biphenyl-4,4'-diyl)bis(N1-phenyl-N4,N4-dim-tolylbenzene-1,4-diamine)[DNTPD], 및 Dipyrzino[2,3-f:2',3'-h]quinoxaline-2,3,6,7,10,11-hexacarbonitrile[HAT-CN] 중 적어도 하나의 물질을 포함할 수 있다.
- [0068] 또한, 발광층(52)의 구성 물질로는, 4,4'-Bis(carbazol-9-yl)biphenyl[CBP]:Tris(2-phenylpyridine)iridium(III)[Ir(ppy)3], CBP:Bis(3,5-difluoro-2-(2-pyridyl)phenyl)-(2-carboxypyridyl)iridium(III)[FIrPic], 및 CBP:Bis(1-phenylisoquinoline)(acetylacetonate)iridium(III)[Ir(piq)2(acac)] 중 적어도 하나의 물질을 포함할 수 있다.
- [0069] 또한, 전자 수송층(53)의 구성 물질로는, Tris(8-hydroxyquinolinato)aluminum[Alq3], [0053] Bis(2-methyl-8-quinolinolato-N1,O8)-(1,1'-Biphenyl-4-olato)aluminum[BAlq], 및 bis(10-hydroxybenzo [h] quinolinato)-beryllium[Bebq2] 중 적어도 하나의 물질을 포함할 수 있다.
- [0070] 제 2 전극 배치 단계(S300)에서는 진공 증착 공정 등을 통하여 유기 발광층(50) 상에 제 2 전극(60)을 형성할 수 있다.
- [0071] 제 2 전극(60)은 유기 발광 소자의 캐소드 전극으로서, 알루미늄, 마그네슘, 칼슘, 나트륨, 칼륨, 인듐, 이트륨, 리튬, 은, 납, 세슘 등으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다. 바람직하게는 알루미늄 또는 은을 포함할 수 있다.

[0072] 물론, 제 2 전극(60)은 제 1 전극(21)과 같은 제조 방법으로 제조될 수 있다.

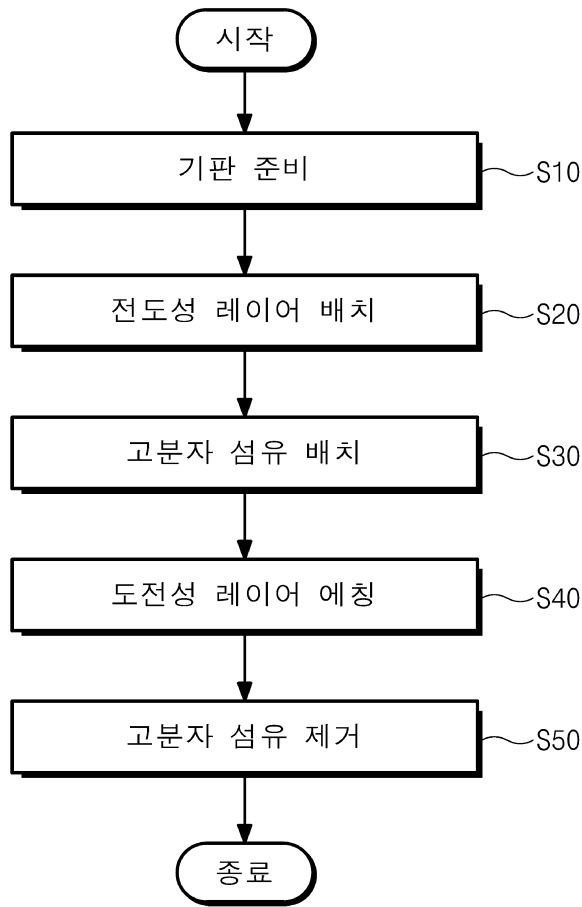
[0074] 이상의 상세한 설명은 본 발명을 예시하는 것이다. 또한, 기술한 내용은 본 발명의 바람직한 실시 형태를 나타내어 설명하는 것이며, 본 발명은 다양한 다른 조합, 변경 및 환경에서 사용할 수 있다. 즉 본 명세서에 개시된 발명의 개념의 범위, 저술한 개시 내용과 균등한 범위 및/또는 당업계의 기술 또는 지식의 범위 내에서 변경 또는 수정이 가능하다. 저술한 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 구현하기 위한 최선의 상태를 설명하는 것이며, 본 발명의 구체적인 적용 분야 및 용도에서 요구되는 다양한 변경도 가능하다. 따라서 이상의 발명의 상세한 설명은 개시된 실시 상태로 본 발명을 제한하려는 의도가 아니다. 또한, 첨부된 청구범위는 다른 실시 상태도 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

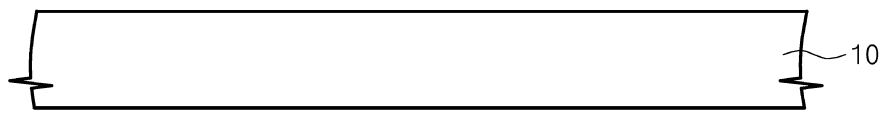
- [0075]
- 10: 기판
 - 20: 도전성 레이어
 - 21: 유연 전극, 제 1 전극
 - 30: 고분자 섬유
 - 40: 전도성 유기물질
 - 50: 유기 발광층
 - 60: 제 2 전극

도면

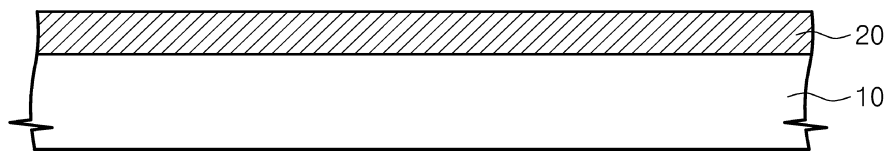
도면1



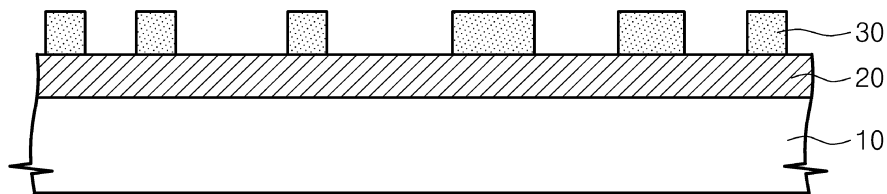
도면2



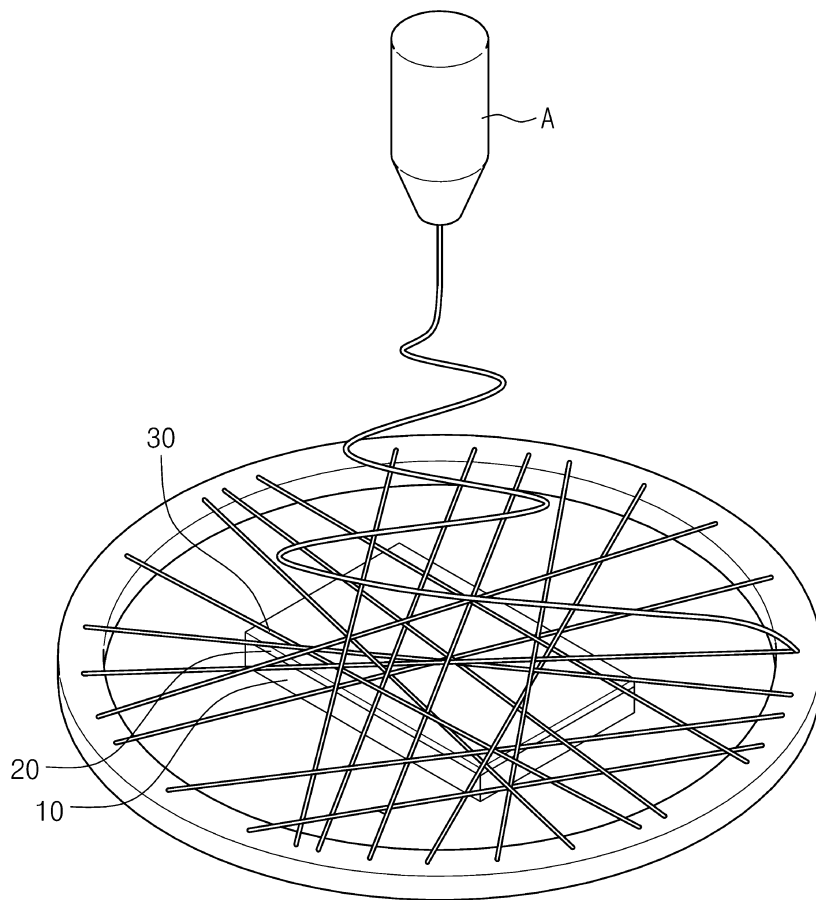
도면3



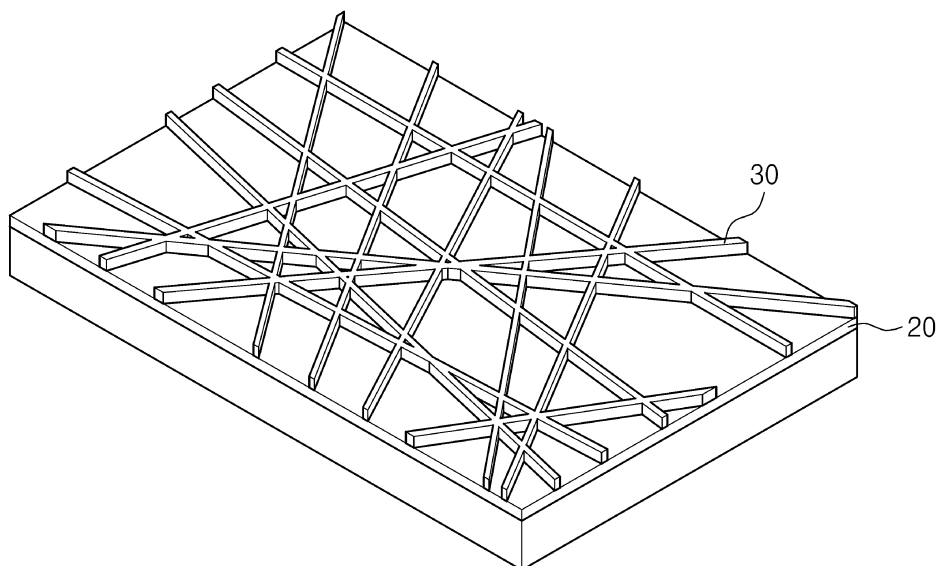
도면4



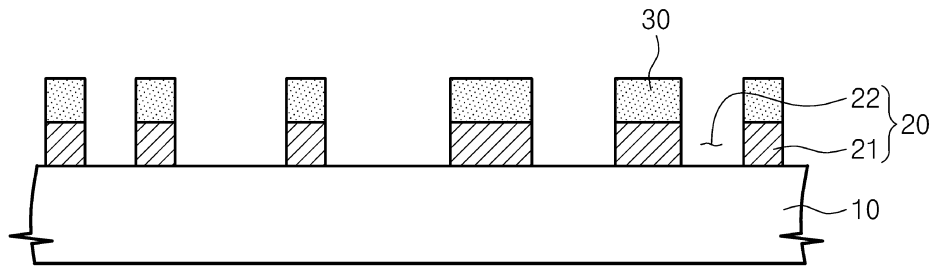
도면5



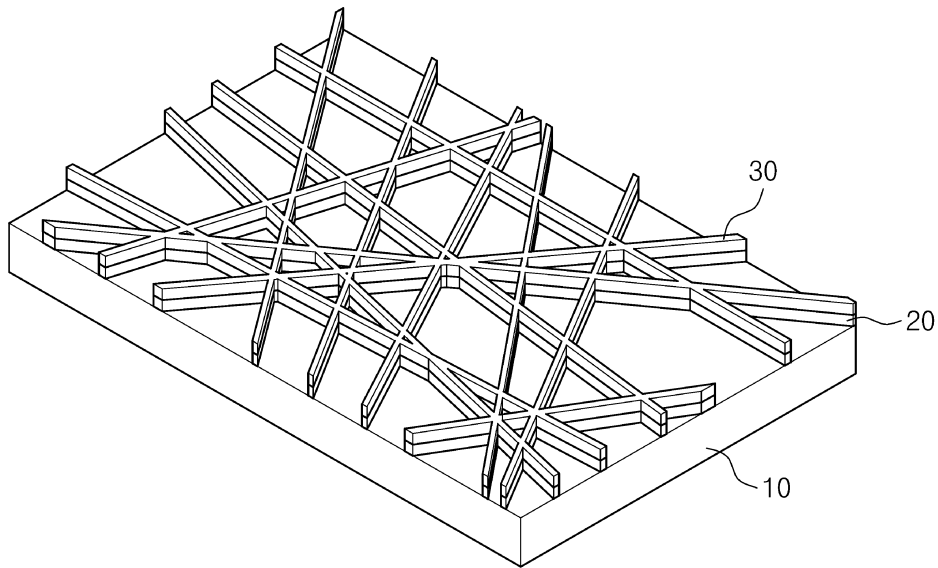
도면6



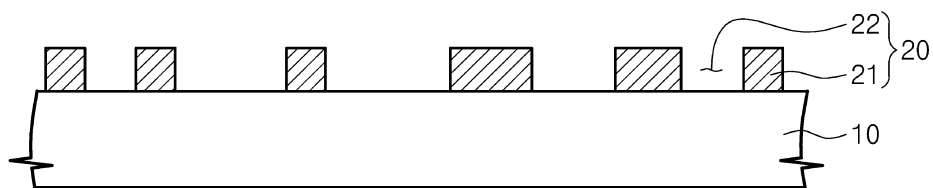
도면7



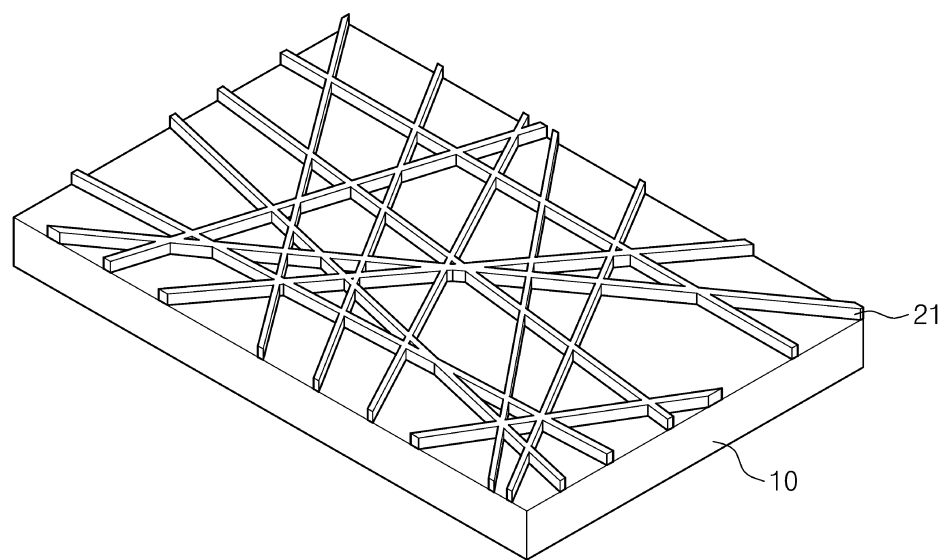
도면8



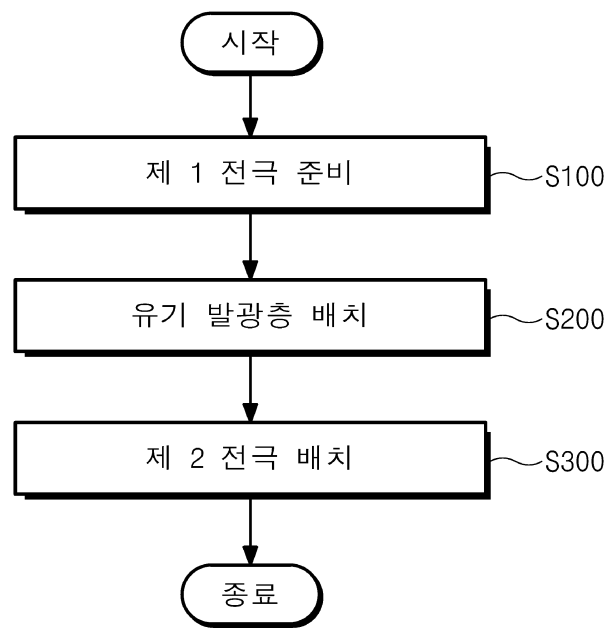
도면9



도면10



도면11



도면12

