
유연한 발광 소자 및 그 제조 방법



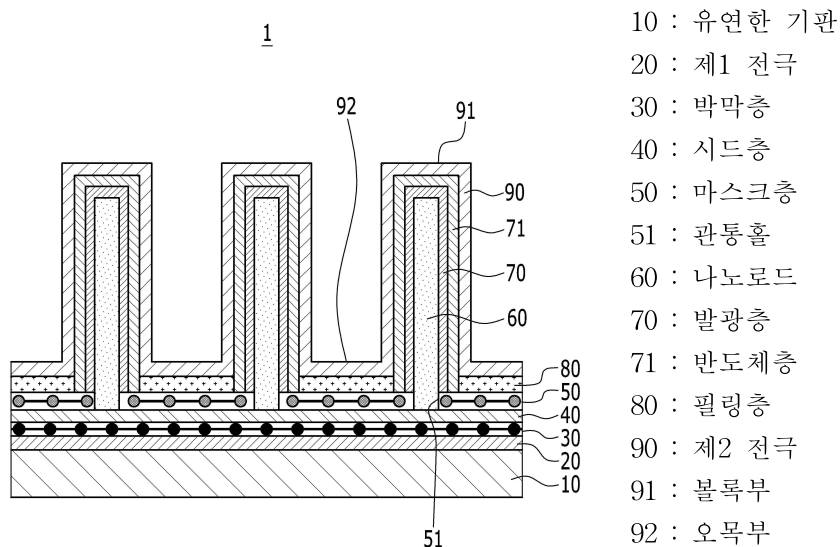
대표발명자 : 홍영준 교수

유연한 발광 소자 및 그 제조 방법

□ 기술개요

- 뉼 수 있는 유연한 발광 소자 및 유연한 발광 소자의 제조 방법을 제공
- 유연한 발광 소자는 i) 유연한 기판, ii) 유연한 기판 위에 위치하는 제1 전극, iii) 2차원물질을 포함하는 박막층, iv) 박막층 위에 위치하고 관통홀을 포함하고 2차원물질을 포함하는 마스크층, v) 관통홀에 위치하고 측면이 마스크층과 연결되는 나노로드, vi) 마스크층 위에 위치하고 나노로드를 따라 위치하는 발광층, vii) 마스크층 위에 위치하고 발광층을 따라 위치하는 반도체층, viii) 마스크층 위에 위치하고 반도체층의 측면과 연결되는 필링층 그리고 ix) 필링층과 반도체층을 따라 위치하고, 블록부와 오목부를 포함하는 제2 전극을 포함할 수 있음

□ 대표도면



□ 기술의 특징 및 우수성

- 대표적인 유연 발광 소자로서 OLED가 있는데, 많은 장점과 동시에 많은 단점을 가지고 있음. 이를 개선하기 위해 무기물을 이용한 발광 소자가 개발되

었으나, 이 또한 개선해야 할 많은 문제점을 가지고 있음

- 본 발명은 기판, 전극, 박막층, 마스크층, 나노로드, 발광층, 반도체층, 필링층, 볼록부 및 오목부를 포함하는 유연한 발광 소자와 이의 제조 방법에 관한 것임
- 본 발명의 기존 기술로서, RGB 발광 소자와 YB 발광 소자가 있으며, 이들의 단점을 개선하기 위해 기판, 전극, 시드층, 마스크층, 마이크로라드 구조체, 마이크로디스크 구조체, 절연체를 포함하는 백색 발광 소자와 이의 제조 방법에 관한 것임
- 상기의 제조 방법으로 제조된 발광 소자는 시드층에 무기물 나노로드를 성장시켜 유연한 기판 위에 전사 할 수 있으며 2차원물질을 포함하는 마스크층을 이용하여 고온 공정이 가능하고 휠 수 있는 유연한 발광 소자임

[표] 기술의 특징 및 우수성

종래기술 문제점	<ul style="list-style-type: none"> • 대표적인 유연한 발광 소자로는 변형성이 우수한 유기 발광 다이오드 (Organic Light Emitting Diodes, OLED)를 예로 들 수 있지만, 유기 발광 다이오드는 유기물이라는 재료적 특성에 따라 고온 및 수분에 취약하므로 안정성과 신뢰성이 낮아질 수 있음 • 고온 및 수분에 안정성이 있는 무기물을 이용한 발광 소자가 개발되었지만, 사파이어 기판 또는 실리콘 기판 등을 사용할 경우 발광 소자를 휘었을 때 기판이 깨질 수 있음. 그리고 플라스틱과 같은 유연한 기판을 사용할 경우, 플라스틱 기판의 녹는점이 낮아 고온에 견디기 어려우므로 플라스틱 기판의 상태가 양호하지 못할 수 있음 • 유기물을 이용한 발광 소자의 마스크층은 고온 공정이 어려울 수 있으며 마스크층이 실리콘 산화물이나 실리콘 질화물로 제조될 경우에는 발광 소자가 구부러지면 마스크층이 깨지는 현상이 발생할 수 있음
해결 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 유연한 발광 소자는 i) 유연한 기판, ii) 유연한 기판 위에 위치하는 제 1 전극, iii) 2차원물질을 포함하는 박막층, iv) 박막층 위에 위치하고 관통홀을 포함하고 2차원물질을 포함하는 마스크층, v) 관통홀에 위치하고 측면이 마스크층과 연결되는 나노로드, vi) 마스크층 위에 위치하고 나노로드를 따라 위치하는 발광층, vii) 마스크층 위에 위치하고 발광층을 따라 위치하는 반도체층, viii) 마스크층 위에 위치하고 반도체층의 측면과 연결되는 필링층 그리고 ix) 필링층과 반도체층을 따라 위치하고, 볼록부와 오목부를 포함하는 제2 전극을 포함할 수 있음 • 유연한 발광 소자의 제조 방법은 지지 기판을 제공하는 단계, 지지 기판 위에 2차원물질을 포함하는 박막층을 제공하는 단계, 박막층 위에 시드층을 제공하는 단계, 금속판 위에 2차원물질을 포함하는 마스크층을 제

	<p>공하는 단계, 마스크층 위에 절연층을 제공하는 단계, 금속판을 제거 하는 단계, 시드층 위에 마스크층과 절연층을 전사하여 박막층 위에 시드층과 2차원물질을 포함하는 마스크층을 제공하는 단계, 절연층을 제거하는 단계, 마스크층과 측면이 연결되는 나노로드를 제공하는 단계, 나노로드를 따라 위치하는 발광층을 제공하는 단계, 발광층을 따라 위치하는 반도체층을 제공하는 단계, 마스크층 위에 위치하고 반도체층의 측면과 연결되는 필링층을 제공하는 단계, 필링층과 반도체층을 따라 위치하고, 불록부와 오목부를 포함하는 제2 전극을 제공하는 단계, 지지 기판을 제거하는 단계, 유연한 기판을 제공하는 단계, 유연한 기판 위에 제1 전극을 전사하는 단계, 그리고 제1 전극 위에 지지 기판을 제거한 2차원물질을 포함하는 박막층을 제공하는 단계를 포함할 수 있음</p>
기술의 특징 및 우수성	<ul style="list-style-type: none"> • 시드층에 무기물 나노로드를 성장시켜 유연한 기판 위에 전사 할 수 있으며 2차원물질을 포함하는 마스크층을 이용하여 고온 공정이 가능하고 될 수 있는 유연한 발광 소자를 제공 • 유연한 발광 소자의 제조 방법을 제공

□ 기술의 효과

- 유연한 기판 상에 2차원물질을 포함하는 박막층에 무기물 나노로드 포함하는 구조를 전사하여 굽힘에도 안정성을 가지는 발광 소자를 얻을 수 있으며, 마스크층이 2차원물질을 포함할 수 있으므로 고온 공정 시 마스크층의 붕괴 현상을 미연에 방지할 수 있음

□ 기술의 완성도(TRL)

기초 연구 단계		실험 단계		시작품 단계		제품화 단계		사업화
기본원리 파악	기본개념 정립	기능 및 개념 검증	연구실환경 테스트	유사환경 테스트	파일럿현장 테스트	상용모델 개발	실제 환경 최종테스트	상용운영
			●					

□ 기술 키워드

한글키워드	나노로드, 유연 기판, 마스크층, 발광소자
영문키워드	nanorod, flexible substrate, mask layer, LED

□ 기술의 적용분야

- 본 기술은 휴대폰, 가전기기, 자동차, 디스플레이, LCD BLU, 건축 및 일반조명, 의료/농업/환경조명, 항만/해양조명 등 조명을 필요로 하는 모든 전방 산업

분야와 기관, 화학약품, 봉지재, 형광체, 구동IC 및 전자부품 등의 후방소재산업이 있음

[표] 적용분야

전방 산업	후방 소재 산업
휴대폰, 가전기기, 자동차, 디스플레이, LCD BLU, 건축 및 일반조명, 의료/농업/환경조명, 항만/해양조명 등 조명을 필요로 하는 분야	기판, 화학약품, 봉지재, 형광체, 구동IC 및 전자부품

□ 기술경쟁력

- 유연한 발광 소자는 나노로드 내에서 전자와 정공의 결합에 의해 빛이 발생되고, 증폭된 빛(L)은 전극의 상부의 사방으로 방출될 수 있으며, 이 경우, 전극은 반도체층을 감싸며 위치할 수 있으므로 전자와 정공의 결합 효율이 높아져 방출된 빛(L) 발광 효율이 클 수 있음
- 필링층이 상호 이격된 나노로드 사이를 채워 지지할 수 있으며, 유연한 특성을 가질 수 있으므로 유연한 발광 소자가 구부러 지더라도 나노로드의 붕괴 현상이 발생되지 않을 수 있음
- 또한 마스크층이 2차원물질을 포함할 수 있으므로 유연한 발광 소자의 굽힘 시 발생할 수 있는 마스크층의 깨짐 발생을 미연에 방지하고 굽힘 상태에서도 유연한 발광 소자의 구동이 가능할 수 있음

□ 기술실시에 따른 기업에서의 이점

- 시드층에 무기물 나노로드를 성장시켜 유연한 기판 위에 전사 할 수 있으며 2차원물질을 포함하는 마스크층을 이용하여 고온 공정이 가능하고 할 수 있는 유연한 발광 소자의 이용이 가능

[표] LED 소자 분야의 SWOT 분석

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> • LED 소재 제조 및 응용 제품 관련 기술력이 우수함 • 조명 및 LED 관련 우수 인력이 풍부함 • 조명 및 LED 관련 핵심기업을 다수 보유하고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • LED 조명에 대한 인식부족으로 연구개발 및 사업화 지연 • 가치사슬 상의 각 단계별 기술들 간의 상호협력 개발 체계가 선진국 대비 낮은 상황임 • 대면적 조명 제조를 위한 양산 장비 기술 수준 미약 • 가격 경쟁력 취약

기회요인(Opportunity)	위협요인(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> • 친환경, 고효율 제품 개발에 대해 전세계적으로 집중적인 투자를 계획 • 감성조명 도입을 통한 삶의 질 향상에 대한 관심이 고조되고 있음 • 전자방출 관련 타 산업과의 연계성이 풍부함 • LED 가로등 도입에 차질 	<ul style="list-style-type: none"> • LED 등 기존 조명의 기술 개발로 인한 고효율/장수명화로 경쟁 치열 • LED 관련 국가 간 기술 개발 경쟁 심화 • LED 소자의 원천기술을 보유한 선진국의 기술장벽 강화 • Big 3에 의한 특허권 독식

□ 특허현황

구분	발명의 명칭	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	출원 국가
1	유연한 발광 소자 및 그 제조 방법	10-2017-0129635 (2017.10.11.)	10-1974161 (2019.04.24.)	한국