



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0085746

(43) 공개일자 2019년07월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 25/075 (2006.01) *H01L 33/04* (2010.01)

H01L 33/50 (2010.01) *H01L 33/58* (2010.01)

(52) CPC특허분류

H01L 25/0753 (2013.01)

H01L 33/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0003985

(22) 출원일자 2018년01월11일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

주식회사 루멘스

경기도 용인시 기흥구 원고매로 12 (고매동)

(72) 발명자

유태경

경기도 성남시 분당구 미금일로 5, 502동 201호
(구미동, 청구빌라)

(74) 대리인

유창열

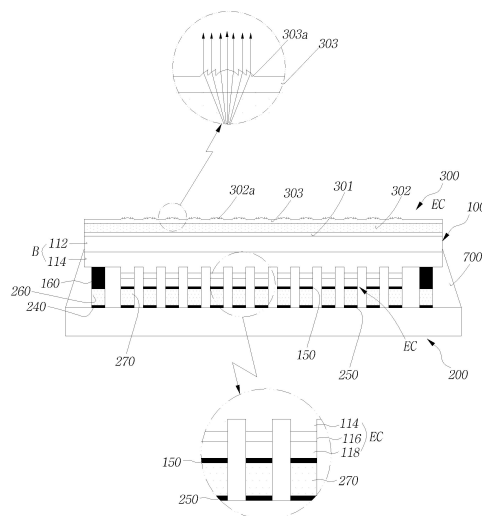
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **엘이디 디스플레이 패널 및 그 제조방법**

(57) 요약

엘이디 디스플레이 패널이 개시된다. 이 엘이디 디스플레이 패널은, 제1 면과 그 반대편의 제2 면을 포함하는 투광성의 베이스부; 상기 베이스부의 제2 면과 마주하는 서브마운트 기판; 상기 베이스부와 상기 서브마운트 기판 사이에 개재되고, 상기 베이스부의 제2 면에 행렬 배열로 어레이된 복수개의 에피택셜 셀; 및 상기 베이스부의 제1 면에 결합되며, 상기 복수개의 에피택셜 셀로부터 나온 광을 파장 변환하는 파장변환부를 포함하며, 상기 파장변환부는 퀀텀닷 필름(Quantum dot film)과, 상기 퀀텀닷 필름의 상면에 형성된 투광성의 상부 보호층을 포함하고, 상기 상부 보호층에는 각각이 복수개의 에피택셜 셀(EC) 각각에 대응되는 복수개의 반확산 패턴(anti-spreading pattern)이 형성된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 33/505 (2013.01)

H01L 33/58 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

제1 면과 그 반대편의 제2 면을 포함하는 투광성의 베이스부;

상기 베이스부의 제2 면과 마주하는 서브마운트 기관;

상기 베이스부와 상기 서브마운트 기관 사이에 개재되고, 상기 베이스부의 제2 면에 행렬 배열로 어레이된 복수개의 에피택셜 셀; 및

상기 베이스부의 제1 면에 결합되며, 상기 복수개의 에피택셜 셀로부터 나온 광을 파장 변환하는 파장변환부를 포함하며,

상기 파장변환부는 퀀텀닷 필름(Quantum dot film)과, 상기 퀀텀닷 필름의 상면에 형성된 투광성의 상부 보호층을 포함하고, 상기 상부 보호층에는 각각이 복수개의 에피택셜 셀(EC) 각각에 대응되는 복수개의 반확산 패턴(anti-spreading pattern)이 형성된 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 복수개의 상기 반확산 패턴(anti-spreading pattern)은 상기 상부 보호층의 출광면에 형성된 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 복수개의 상기 반확산 패턴(anti-spreading pattern) 각각은 복수개의 v형 그루브를 포함하는 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 복수개의 반확산 패턴(anti-spreading pattern)은 프레넬 렌즈 패턴 또는 프리즘 렌즈 패턴을 포함하는 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 복수개의 반확산 패턴(anti-spreading pattern)은 통과하는 광을 모으는 오목 패턴을 포함하는 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 퀀텀닷 필름의 저면에 형성된 투광성의 하부 보호층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널.

청구항 7

청구항 1에 있어서, 상기 퀀텀닷 필름은 100um 이하의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널.

청구항 8

청구항 1에 있어서, 상기 반확산 패턴(anti-spreading pattern)은 식각 또는 레이저 가공에 의해 형성된 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널.

청구항 9

청구항 1에 있어서, 상기 베이스부는 사파이어 기관이 제거된 베이스 에피택셜 층으로 이루어지고, 상기 베이스 에피택셜 층의 상기 사파이어 기관이 제거된 면에 상기 파장변환부가 결합되는 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이

플레이 패널.

청구항 10

청구항 1에 있어서, 상기 베이스부는 두께 감소된 사파이어 기관과, 상기 두께 감소된 사파이어 기관에 형성된 베이스 에피택셜 층으로 이루어지고, 상기 사파이어 기관의 두께 감소면에 상기 과장변환부가 결합되는 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널.

청구항 11

제1 면과 그 반대편의 제2 면을 포함하는 투광성의 베이스부;

상기 베이스부의 제2 면과 마주하는 서브마운트 기관;

상기 베이스부와 상기 서브마운트 기관 사이에 개재되고, 상기 베이스부의 제2 면에 행렬 배열로 어레이된 복수개의 에피택셜 셀; 및

상기 베이스부의 제1 면에 결합되며, 상기 복수개의 에피택셜 셀로부터 나온 광을 과장 변환하는 과장변환부를 포함하며,

상기 과장변환부는 퀀텀닷 필름(Quantum dot film)과, 상기 퀀텀닷 필름 상층에 위치하는 홀층을 포함하며, 상기 홀층은 상기 복수개의 에피택셜 셀에 대응되게 상기 복수개의 에피택셜 셀 직상에 형성된 복수개의 홀을 포함하며, 상기 홀층은 해당 에피택셜 셀로부터 발광되어 상기 과장변환부를 통과하는 광을 상기 홀을 통해서만 방출하는 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널.

청구항 12

청구항 11에 있어서, 상기 과장변환부는 상기 퀀텀닷 필름과 상기 홀층과의 사이의 투광성을 갖는 상부 보호층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널.

청구항 13

청구항 11에 있어서, 상기 과장변환부는 상기 퀀텀닷 필름과 상기 홀층과의 사이의 투광성을 갖는 상부 보호층을 더 포함하며, 상기 홀층은 상기 상부 보호층의 상면에 코팅된 광 불투과 물질층에 복수개의 홀이 형성되어 이루어진 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널.

청구항 14

청구항 11에 있어서, 상기 퀀텀닷 필름의 저면에 형성된 투광성의 하부 보호층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널.

청구항 15

청구항 11에 있어서, 상기 퀀텀닷 필름은 100um 이하의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널.

청구항 16

청구항 11에 있어서, 상기 베이스부는 사파이어 기관이 제거된 베이스 에피택셜 층으로 이루어지고, 상기 베이스 에피택셜 층의 상기 사파이어 기관이 제거된 면에 상기 과장변환부가 결합되는 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널.

청구항 17

청구항 11에 있어서, 상기 베이스부는 두께 감소된 사파이어 기관과, 상기 두께 감소된 사파이어 기관에 형성된 베이스 에피택셜 층으로 이루어지고, 상기 사파이어 기관의 두께 감소면에 상기 과장변환부가 결합되는 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널.

청구항 18

사파이어 기관과, 상기 사파이어 기관과 접하는 제1 면과 그 반대편의 제2 면을 포함하는 질화갈륨 계열의 베

스 에피택셜 층과, 상기 베이스 에피택셜 층의 제2 면에 행렬 배열로 어레이된 복수개의 에피택셜 셀을 포함하는 마이크로 엘이디를 준비하는 단계;

서브마운트 기판을 준비하는 단계;

상기 복수개의 에피택셜 셀이 상기 베이스부와 상기 서브마운트 기판 사이에 개재되도록, 상기 서브마운트 기판에 상기 마이크로 엘이디를 마운팅하는 단계; 및

상기 베이스부에 상기 복수개의 에피택셜 셀로부터 나온 광을 파장 변환하는 파장변환부를 결합하는 단계를 포함하며,

상기 파장변환부에는 상기 복수개의 에피택셜 셀(EC) 각각에 대응되는 복수개의 반확산 패턴(anti-spreading pattern)이 형성된 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널 제조방법.

청구항 19

사파이어 기판과, 상기 사파이어 기판과 접하는 제1 면과 그 반대편의 제2 면을 포함하는 질화갈륨 계열의 베이스 에피택셜 층과, 상기 베이스 에피택셜 층의 제2 면에 행렬 배열로 어레이된 복수개의 에피택셜 셀을 포함하는 마이크로 엘이디를 준비하는 단계;

서브마운트 기판을 준비하는 단계;

상기 복수개의 에피택셜 셀이 상기 베이스부와 상기 서브마운트 기판 사이에 개재되도록, 상기 서브마운트 기판에 상기 마이크로 엘이디를 마운팅하는 단계; 및

상기 베이스부에 상기 복수개의 에피택셜 셀로부터 나온 광을 파장 변환하는 파장변환부를 결합하는 단계를 포함하며,

상기 파장변환부는 퀀텀닷 필름(Quantum dot film)과, 상기 퀀텀닷 필름 상층에 위치하는 홀층을 포함하며, 상기 홀층은 상기 복수개의 에피택셜 셀에 대응되게 상기 복수개의 에피택셜 셀 직상에 형성된 복수개의 홀을 포함하며, 상기 홀층은 해당 에피택셜 셀로부터 발광되어 상기 파장변환부를 통과하는 광을 상기 홀을 통해서만 방출하는 것을 특징으로 하는 엘이디 디스플레이 패널 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 복수의 에피택셜 셀이 형성된 마이크로 엘이디와 복수의 에피택셜 셀에서 나온 광을 파장 변환하는 파장변환부를 포함하는 엘이디 디스플레이 패널에 관한 것으로서, 더 상세하게는, 해당 에피택셜 셀로부터 나와 파장변환부를 지나는 광 경로를 따라 방출되는 광이 인접 해당 에피택셜에서 나온 광이 진행되는 인접 광 경로에 영향을 미치는 것을 억제하여, 콘트라스트(contrast)가 획기적으로 향상된 엘이디 디스플레이 패널에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 발명의 출원인에 의해, 엘이디 디스플레이 패널에 대한 연구가 이루어지고 있다. 연구 중에 있는 엘이디 디스플레이 패널은 사파이어 기판 및/또는 에피택셜 베이스를 포함하는 베이스부와, 그 베이스부 상에 행렬 배열로 어레이되어 있는 복수의 질화갈륨계 에피택셜 셀을 포함하는 마이크로 엘이디를 서브마운트 기판에 플립칩 본딩 방식으로 마운팅하여 제조된다.

[0003] 마이크로 엘이디는, 사파이어 기판 상에 인도프트 GaN 반도체층과, n형 반도체층과, 활성층과, p형 반도체층을 차례로 포함하는 에피택셜 층이 성장된 후, 적어도 p형 반도체층의 두께와 활성층의 두께를 포함하는 깊이로 격자형 도랑이 형성되어, n형 반도체층을 포함하는 에피택셜 베이스와, 적어도 활성층 및 p형 반도체층을 포함하는 복수개의 에피택셜 셀을 포함하도록 제조된 것이다. 그러나, 질화갈륨계 마이크로 엘이디는 각각의 에피택셜 셀에 전류 인가시 청색광, 녹색광 또는 자외선광을 발할 수 있지만, 적색광을 발할 수 없으므로, 디스플레이 용도로 사용되기에 한계가 있다. 이에 대하여, 에피택셜 셀에서 나온 청색광을 적색광으로 파장 변환하는 퀀텀닷(quantum dot)을 이용하는 것이 고려될 수 있다. 그러나, 퀀텀닷을 적용할 경우에, 그 퀀텀닷과 에피택셜 셀 사

이에 에피택셜 베이스 외에도 그보다 더 큰 두께를 갖는 사파이어 기판이 존재하여, 에피택셜 셀에서 나온 광이 사파이어 기판을 거치면서 퍼져 나가게 되며, 이는 콘트라스트 불량을 야기한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 이에 대하여, 에피택셜 베이스로부터 사파이어 기판을 제거하거나 또는 사파이어 기판 상에 형성되어 있는 에피택셜 베이스의 두께를 줄이는 가공을 통해 콘트라스트(contrast)를 개선하고자 하는 연구가 본 발명의 발명자에 의해 이루어졌다.
- [0005] 그러나, 파장 변환된 광이 최종적으로 나가는 파장변환부에서의 광 퍼짐과 그로 인한 콘트라스트 저하의 문제점은 여전히 존재하였다.
- [0006] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 해당 에피택셜 셀로부터 나와 파장변환패널을 거쳐 나가는 광의 퍼짐 현상을 줄이는 수단을 파장변환패널에 제공함으로써, 해당 에피택셜 셀에서 나와 파장변환패널을 거치는 광 경로를 따라 진행하는 특정 광이 인접 해당 에피택셜에서 나온 인접 광 경로에 영향을 미치는 것을 억제하여, 콘트라스트(contrast)가 획기적으로 향상된 엘이디 디스플레이 패널에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명의 일측면에 따른 엘이디 디스플레이 패널은, 제1 면과 그 반대편의 제2 면을 포함하는 투광성의 베이스부; 상기 베이스부의 제2 면과 마주하는 서브마운트 기판; 상기 베이스부와 상기 서브마운트 기판 사이에 개재되고, 상기 베이스부의 제2 면에 행렬 배열로 어레이된 복수개의 에피택셜 셀; 및 상기 복수개의 에피택셜 셀에 대응되도록 상기 베이스부의 제1 면에 결합되며, 상기 복수개의 에피택셜 셀로부터 나온 광을 파장 변환하는 파장변환부를 포함하며, 상기 파장변환부는 퀀텀닷 필름(Quantum dot film)과, 상기 퀀텀닷 필름의 상면에 형성된 투광성의 상부 보호층을 포함하고, 상기 상부 보호층에는 각각이 복수개의 에피택셜 셀(EC) 각각에 대응되는 복수개의 반확산 패턴(anti-spreading pattern)이 형성되며, 상기 반확산 패턴(anti-spreading pattern)은 해당 에피택셜 셀로부터 발광되어 상기 파장변환부를 통과하는 광이 상기 해당 에피택셜 셀과 인접하는 다른 에피택셜 셀의 광 진행 경로까지 확산되는 것을 억제한다.
- [0008] 일 실시예에 따라, 상기 복수개의 상기 반확산 패턴(anti-spreading pattern)은 상기 상부 보호층의 출광면에 형성된다.
- [0009] 일 실시예에 따라, 상기 복수개의 상기 반확산 패턴(anti-spreading pattern) 각각은 복수개의 v형 그루브를 포함한다.
- [0010] 일 실시예에 따라, 상기 복수개의 반확산 패턴(anti-spreading pattern)은 프레넬 렌즈 패턴 또는 프리즘 렌즈 패턴을 포함한다.
- [0011] 일 실시예에 따라, 상기 복수개의 반확산 패턴(anti-spreading pattern)은 통과하는 광을 모으는 오목 패턴을 포함한다.
- [0012] 일 실시예에 따라, 상기 파장변환부는 상기 퀀텀닷 필름의 저면에 형성된 투광성의 하부 보호층을 더 포함한다.
- [0013] 일 실시예에 따라, 상기 퀀텀닷 필름은 100um 이하의 두께를 갖는다.
- [0014] 일 실시예에 따라, 상기 반확산 패턴(anti-spreading pattern)은 식각 또는 레이저 가공에 의해 형성된다.
- [0015] 일 실시예에 따라, 상기 베이스부는 사파이어 기판이 제거된 베이스 에피택셜 층으로 이루어지고, 상기 베이스 에피택셜 층의 상기 사파이어 기판이 제거된 면에 상기 파장변환부가 결합된다.
- [0016] 일 실시예에 따라, 상기 베이스부는 두께 감소된 사파이어 기판과, 상기 두께 감소된 사파이어 기판에 형성된 베이스 에피택셜 층으로 이루어지고, 상기 사파이어 기판의 두께 감소면에 상기 파장변환부가 결합된다.
- [0017] 본 발명의 다른 측면에 따른 엘이디 디스플레이 패널은, 제1 면과 그 반대편의 제2 면을 포함하는 투광성의 베이스부; 상기 베이스부의 제2 면과 마주하는 서브마운트 기판; 상기 베이스부와 상기 서브마운트 기판 사이에 개재되고, 상기 베이스부의 제2 면에 행렬 배열로 어레이된 복수개의 에피택셜 셀; 및 상기 복수개의 에피택셜 셀에 대응되도록 상기 베이스부의 제1 면에 결합되며, 상기 복수개의 에피택셜 셀로부터 나온 광을 파장 변환하는 파장변환부를 포함하며, 상기 파장변환부는 퀀텀닷 필름(Quantum dot film)과, 상기 퀀텀닷 필름 상측에 위

치하는 홀층을 포함하며, 상기 홀층은 상기 복수개의 에피택셜 셀에 대응되게 상기 복수개의 에피택셜 셀 직상에 형성된 복수개의 홀을 포함하며, 상기 홀층은 해당 에피택셜 셀로부터 발광되어 상기 파장변환부를 통과하는 광을 상기 홀을 통해서만 방출한다.

- [0018] 이때, 상기 파장변환부는 상기 퀀텀닷 필름과 상기 홀층과의 사이의 투광성을 갖는 상부 보호층을 더 포함하며, 상기 홀층은 상기 상부 보호층의 상면에 코팅된 광 불투과 물질층에 복수개의 홀이 형성되어 이루어진다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 반확산 패턴을 포함하는 파장변환부를 포함하는 엘이디 디스플레이 패널을 설명하기 위한 단면도이다.
- 도 2는 도 1의 반확산 패턴과 다른 예의 반확산 패턴을 포함하는 엘이디 디스플레이 패널을 설명하기 위한 단면도이다.
- 도 3은 사파이어 기판 상에 에피택셜 베이스와 복수개의 에피택셜 셀을 포함하는 마이크로 엘이디를 도시한 도면이다.
- 도 4는 도 2에 도시된 마이크로 엘이디가 마운팅되는 서브마운트 기판을 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 5는 도 2에 도시된 마이크로 엘이디가 도 3에 도시된 서브마운트 기판 마운팅되는 것을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 에너지 흡수층 또는 결합력 강화층이 마이크로 엘이디와 서브마운트 기판 사이에 채워진 것을 도시한 도면이다.
- 도 7은 레이저 리프트 오프에 의한 사파이어 제거를 도시한 도면이다.
- 도 8은 퀀텀닷 필름을 포함하는 파장변환부를 도 6의 사파이어 기판이 제거된 면에 결합하는 것을 도시한 도면이다.
- 도 9 본 발명의 다른 실시예들을 설명하기 위한 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하에서는 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명한다. 첨부된 도면들 및 실시예들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 사람이 용이하게 이해할 수 있도록 간략화되고 예시된 것이므로, 도면들 및 실시예들이 본 발명의 범위를 한정하는 것으로 해석되어서는 아니 될 것이다.
- [0021] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 엘이디 디스플레이 패널은 투광성을 갖는 베이스부(B) 및 상기 베이스부(B) 상에 형성된 복수개의 에피택셜 셀(EC)을 포함하는 마이크로 엘이디(100)와, 상기 마이크로 엘이디(100)가 플립칩 본딩 방식으로 마운팅되는 서브마운트 기판(200)과, 상기 베이스부(B)에 결합되는 파장변환부(300)를 포함한다.
- [0022] 상기 마이크로 엘이디(100)에 있어서, 상기 베이스부(B)은 제1 면과 그와 반대편에 있는 제2 면을 포함한다. 그리고, 상기 복수개의 에피택셜 셀(EC)은 상기 베이스부(B)의 제2 면에 형성된 채 행렬 배열로 어레이되어 있다. 상기 베이스부(B)는 사파이어 기판 상에서 형성된 후 상기 사파이어 기판이 제거된 후 남은 언도프트(undoped) 반도체층(112)과 상기 언도프트 반도체층(112) 상에 형성된 n형 반도체층(114)을 포함하는 베이스 에피택셜 층을 포함한다. 또한, 상기 복수개의 에피택셜 셀(EC) 각각은 활성층(116)과 p형 반도체층(118)을 포함한다. 이때, 상기 n형 반도체층(114)의 일부는 상기 에피택셜 셀(EC) 내에도 포함되어 있을 수 있다. 본 실시예에서는, 사파이어 기판이 완전히 제거됨으로써, 베이스부(B)가 에피택셜 층만으로 이루어지지만, 사파이어 기판의 두께 일부만이 제거된 경우에는, 상기 베이스부(B)는, 베이스 에피택셜 층과 더불어, 두께가 감소된 사파이어 기판을 더 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 에피택셜 셀(EC) 각각의 p형 반도체층(118) 상에는 개별 전극 패드(150)가 형성되고, 상기 베이스부(B)의 제2 면은, 상기 n형 반도체층(114)의 노출면으로서, 공통 전극패드(140)이 형성된다. 상기 공통 전극패드(140)는, 상기 베이스부(B)의 제2 면 영역 중에서, 상기 복수개의 에피택셜 셀(EC)이 형성된 중앙 영역이 아닌, 그 중앙 영역을 둘러싸는 외곽 영역에 형성된다.
- [0024] 상기 서브마운트 기판(200)은 복수개의 개별 전극 패드(150)에 대응되는 복수개의 내측 전극(250)과 상기 공통

전극 패드(140)에 대응되는 외곽 전극(240)을 상기 마이크로 엘이디(100)와 마주하는 면에 구비한다. 상기 서브마운트 기판(200)은 상기 마이크로 엘이디(100)에 구비된 복수개의 에피택셜 셀(EC)에 대응되는 복수개의 CMOS 셀(미도시됨)들을 포함할 수 있다. 상기 복수개의 CMOS셀들 각각에 전술한 내측 전극(250) 또는 외곽 전극(240)이 연결될 수 있다. 상기 마이크로 엘이디(100)가 상기 서브마운트 기판(200)에 마운팅된 상태에서, 상기 서브마운트 기판(200)은 상기 베이스부(B)의 제2 면과 마주하고 있으며, 상기 복수개의 에피택셜 셀(EC)은 상기 베이스부(B)의 제2 면과 상기 서브마운트 기판(200) 사이에 개재된다.

[0025] 이때, 상기 복수개의 에피택셜 셀(EC)의 p형 반도체층(118)에 형성된 복수개의 개별 전극 패드(150)는 복수개의 내측 솔더 범프(270)에 의해 상기 복수개의 내측 전극(250)들과 본딩되고, 상기 베이스부(B)의 n형 반도체층(114)에 형성된 공통 전극 패드(160)는 외곽 솔더 범프(260)에 의해 외곽 전극(240)에 연결된다.

[0026] 또한, 상기 베이스부(B)는, 앞에서 언급한 바와 같이, 에피택셜 셀(EC)들이 형성된 제2 면과 그 반대편의 제1 면을 포함하며, 상기 제1 면은 사파이어 기판이 완전히 제거된 에피택셜층이 표면이거나 또는 사파이어 기판의 일부가 제거되고 남은 사파이어 기판 표면일 수 있다.

[0027] 본 실시예에 있어서는, 사파이어 기판은 레이저 리프트 오프 공정에 의해 제거되는데, 사파이어를 투과한 레이저가 언도프트 반도체층(112), 즉, u-GaN층(112)을 가열하고, 이 가열에 의해, u-GaN층이 Ga과 N으로 분해됨으로써, 사파이어 기판이 제거될 수 있다.

[0028] 본 실시예에 따른 엘이디 디스플레이 패널은 상기 베이스부(B)의 제1 면에 결합된 과장변환부(300)를 포함한다. 바람직하게는, 상기 과장변환부(300)는 일정 두께를 갖는 퀀텀닷 필름(Quantum dot film; 302)과, 상기 퀀텀닷 필름(302)의 저면에 형성된 하부 보호층(301)과 상기 퀀텀닷 필름(302)의 상면에 형성된 상부 보호층(303)을 포함한다.

[0029] 상기 퀀텀닷 필름(302)은 청색광을 적색광으로 과장 변환할 수 있는 퀀텀닷 입자들을 광 투과성 수지에 혼합한 재료를 이용하여 필름 형태로 제작된 것이 이용된다. 상기 퀀텀닷 필름(302)은, 기존 퀀텀닷 필름의 두께보다 작은 두께, 즉, 100um 이하의 두께를 가지며, 또한, 기존 퀀텀닷 필름 내 퀀텀닷 농도보다 높은 퀀텀닷 농도를 가짐으로써, 적색 과장의 반치폭을 감소시키고 광 추출 효율을 향상시키도록 구성된다.

[0030] 상기 하부 보호층(301)과 상기 상부 보호층(303)은 경도값 5~9H를 갖는 것이 바람직하며, PET 재료를 상기 퀀텀닷 필름(302)의 상면 및 저면에 코팅하여 형성되는 것이 바람직하다. 상기 하부 보호층(301)과 상기 상부 보호층(303)은 열과 습기에 취약한 퀀텀닷 필름(302) 내 퀀텀닷 입자들을 상기 열과 습기로부터 보호하는 역할을 한다.

[0031] 또한, 상기 하부 보호층(301)은, 상기 퀀텀닷 필름(302)과 상기 베이스부(B) 사이에 개재되는 부분으로, 그 두께가 작을수록, 목표로 한 방향에서 벗어나 퍼져나가는 광의 양을 줄일 수 있고 또한 광의 손실을 줄여, 광 효율을 높일 수 있다.

[0032] 또한, 상기 상부 보호층(303)은, 두께가 작을수록, 목표로 한 경로를 벗어나 퍼져나가는 광의 양을 줄일 수 있고, 또한, 광의 손실을 줄여, 광 효율을 높일 수 있다. 그러나, 상기 하부 보호층(301)과 상기 상부 보호층(303)의 두께를 줄이는 것은 한계가 있고, 두께를 줄인다 하더라도, 상기 상부 보호층(303)과 외부 공기와의 굴절률 차이로 인해 광이 퍼져나가는 것을 억제하는데 한계가 있다.

[0033] 특히, 상기 상부 보호층(303)은 상기 퀀텀닷 필름(302)과 접하는 입광면과 그 반대측에서 공기와 접해 있는 출광면을 포함하는데, 상기 출광면에서의 광 퍼짐이 심하고, 그로 인해, 해당 에피택셜 셀(EC)에서 나온 광이 그 광이 지나야 하는 목표 광 경로를 지나 인접 에피택셜 셀(EC)로부터 나온 광 경로에 영향을 미칠 수 있다.

[0034] 이에 대하여, 본 발명의 실시예에 따른 과장변환부(300)는, 각각이 복수개의 에피택셜 셀(EC) 각각에 대응되게 형성되어, 해당 에피택셜 셀(EC)로부터 발광되어 상기 과장변환부(300)의 통과하는 광이 인접 에피택셜 셀(EC)에서 발광되는 광의 진행 경로로 확산되는 것을 막 복수개의 반확산 패턴(anti-spreading pattern; 303a)을 상기 상부 보호층(303)의 출광면에 포함한다. 상기 반확산 패턴(303a)은, 본 실시예에서와 같이, 통과하는 광을 평행광으로 변환하여 내보낼 수 있는 프레넬 패턴일 수 있다. 대안적으로, 상기 반확산 패턴(303a)은 다수의 v형 그루브로 이루어진 프리즘형 반확산 패턴이거나(미도시됨) 또는 퍼져 들어오는 광을 모아 방출하는 오목 렌즈형 반확산 패턴(303b; 도 2 참조)일 수 있다.

[0035] 다시 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 엘이디 디스플레이 패널은 상기 서브마운트 기판(200) 측의 내측 및 외곽 전극들(250, 240) 각각을 상기 마이크로 엘이디(100) 측 전극패드(150, 160)들에 연결하는 다수의 본딩 연

결부(260, 270)들, 즉, 외곽 솔더 범프(260) 및 내측 솔더 범프(270)를 포함한다.

- [0036] 본 실시예에서, 상기 다수의 본딩 연결부(270, 260)들 각각은 Cu 필라와, 상기 Cu 필라 상단에 형성된 솔더를 포함할 수 있다. Cu 필라를 포함하는 범프(270, 260)를 대신하여 다른 금속 재료를 포함하는 솔더 범프 또는 솔더볼 또는 ACF 등이 이용될 수 있다.
- [0037] 상기 본딩 연결부(270, 260)의 적어도 일부를 구성하는 솔더는, SnAg 솔더 재료로 형성된 것으로서, 원래 반구 형태를 유지하지만, 반응용 상태에서 압축 변형되어 상기 전극패드(140, 150)에 접합된다.
- [0038] 또한, 본 실시예에 따른 마이크로 엘이디 모듈은 마이크로 엘이디(100)와 서브마운트 기판(200) 사이에 에너지 흡수층(700)을 포함한다. 상기 에너지 흡수층(700)은, 예컨대 에폭시 또는 실리콘 등과 같이 접착력을 갖는 절연성 접착 재료로 형성된 것으로서, 상기 마이크로 엘이디(100)가 서브마운트 기판(200)에 마운팅된 후, 레이저 리프트 오프 공정에 의해 마이크로 엘이디(100)의 n형 반도체층(114)으로부터 사파이어 기판과 언도프트 반도체층을 제거하고자 할 때, 에피택셜 셀(EC)가 없어 두께가 얇은 베이스부(B)를 통과한 레이저 에너지를 흡수하여 그 에너지에 의해 서브마운트 기판 상의 회로가 손상되는 것을 방지한다. 또한, 상기 에너지 흡수층(700)은 마이크로 엘이디(100)와 서브마운트 기판(200) 사이에 결합력을 강화시켜주는 결합력 강화부의 역할을 하여, 레이저 리프트 오프 공정시 마이크로 엘이디(100)와 서브마운트 기판(200) 사이에 가해지는 인장력이 상기 결합력 강화층(700)에 의해 보강된 서브마운트(200)과 마이크로 엘이디(100) 사이의 결합력보다 작게 해주고, 이를 통해, 사파이어 기판이 안정적으로 분리될 수 있다.
- [0039] 상기 에너지 흡수층(700)은, 상기 마이크로 엘이디(100)와 상기 서브마운트 기판(200) 사이에 전체적으로 채워져, 전극패드(150, 140)와 전극(240, 250)을 연결하는 본딩 연결부(260, 270)들 각각의 측면을 전체적으로 덮는다.
- [0040] 이하에서는, 마이크로 엘이디 제작 공정과, 마이크로 엘이디를 서브마운트 기판에 마운팅하는 공정에 대해 차례로 설명한다.
- [0041] 먼저 도 3에 도시된 것과 같은 마이크로 엘이디(100)가 제작된다. 마이크로 엘이디(100)는 사파이어 기판(131)과, 상기 사파이어 기판(131)과 접하는 제1 면과 그 반대편의 제2 면을 질화갈륨 계열의 베이스 에피택셜 층(EB)과, 상기 베이스 에피택셜 층(EB)의 제2 면에 행렬 배열로 어레이된 복수개의 에피택셜 셀(EC)을 포함한다.
- [0042] 상기 베이스 에피택셜 층(EB)과 상기 에피택셜 셀(EC)은, 상기 사파이어 기판(131) 상에서 성장된 언도프트 반도체층(112), n형 반도체층(114), 활성층(116) 및 p형 반도체층(118)을 포함하는 질화갈륨계 에피택셜 층의 에피층의 일부이다. 상기 에피택셜 층이 상기 사파이어 기판(131) 상에서 성장된 후, 상기 에피택셜 층 적어도 p형 반도체층(118)의 두께와 활성층(116)의 두께를 포함하는 깊이로 격자형 도랑이 형성되어, n형 반도체층(114)을 전체 평면 영역에 걸쳐 포함하는 베이스 에피택셜 층(EB)과, 적어도 활성층(116) 및 p형 반도체층(118)을 포함하는 복수개의 에피택셜 셀(EC)이 형성된다.
- [0043] 또한, 상기 에피택셜 셀(EC) 각각의 p형 반도체층(118) 상에는 개별 전극 패드(150)가 형성되고, 상기 복수개의 에피택셜 셀(EC)이 형성된 베이스 에피택셜 층(EB)의 제2 면 내측 영역을 둘러싸는 상기 베이스 에피택셜 층(EB)의 제2 면 외곽 영역에는 공통 전극 패드(160)가 형성된다.
- [0044] 위와 같이 준비된 마이크로 엘이디(100)의 에피택셜 셀(130) 크기는 $5\mu\text{m}$ 이하인 것이 바람직하며, 따라서, 각 에피택셜 셀(130)에 형성된 p형 개별 전극패드(150)의 크기는 $5\mu\text{m}$ 미만인 것이 바람직하다.
- [0045] 도 4를 참조하면, 필라 범프 형성 단계 전에, 대략 $15,000\mu\text{m} \times 10,000\mu\text{m}$ 크기를 가지며 에피택셜 셀들에 대응되는 CMOS셀들이 형성된 Si 기판 서브마운트 기판(200)이 준비된다. 상기 서브마운트 기판(200)은 Si 기판 기판 모재(201)와, 전술한 다수의 에피택셜 셀에 상응하게 상기 기판 모재(201)에 구비되는 복수의 CMOS셀들(미도시됨)과, 마이크로 엘이디의 p형 전극패드들에 대응되는 다수의 개별 전극(250), 즉, 내측 전극(250)들과, 마이크로 엘이디의 n형 전극패드에 대응되는 공통 전극(240), 즉, 외곽 전극(240)을 포함할 수 있다.
- [0046] 다음, 도 5에 도시된 바와 같이, $2.6\mu\text{mm}$ -1K의 열팽창 계수를 갖는 Si 기판 모재를 기반으로 하는 서브마운트 기판(200)에 Si 기판 모재의 열팽창 계수의 약 2.5배에 이르는 $7.6\mu\text{mm}$ -1K의 열팽창 계수를 갖는 사파이어 기판(131)을 기반으로 한 마이크로 엘이디(100) 간의 플립칩 본딩이 수행된다.
- [0047] 앞에서 언급한 바와 같이, 서브마운트 기판(200)은 마이크로 엘이디(100)의 전극패드(150, 16)들에 대응되게 마련된 다수의 전극들을 포함하며, 상기 다수의 전극들 각각에는 예컨대, Cu 필라와 SnAg 솔더로 구성된 솔더 범

프(260, 270)가 미리 형성된다.

[0048] 솔더 범프(260, 270)을 이용해 마이크로 엘이디(100)를 서브마운트 기판(200)에 플립칩 본딩함으로써, 마이크로 엘이디(100)의 전극패드(150, 160)들이 서브마운트 기판(200)의 전극(240, 250)들과 연결된다. 마이크로 엘이디(100)와 서브마운트 기판(200) 사이의 솔더, 더 구체적으로는, 마이크로 엘이디(100)의 각 에피택셜 셀(130)에 형성된 전극패드(150)와 서브마운트 기판(200) 사이에 개재된 솔더 범프(260, 270)가 가열되어, 마이크로 엘이디(100)와 서브마운트 기판(200)이 플립칩 본딩된다. 솔더 범프 대신에 ACF(Anisotropic Conductive Film)이 유리하게 이용될 수 있다. 또한, 플립칩 본딩을 수행함에 있어서, 솔더 범프 등에 포함된 솔더 재료를 가열하기 위해, 레이저 본딩 방식이 유리하게 이용될 수 있다. 레이저 본딩은 사파이어 기판(131)과 질화갈륨 계열의 베이스 에피택셜 층(EB)과 에피택셜 셀(EC)을 차례로 통과하는 레이저를 이용한다. 레이저는 전극패드 또는 솔더 범프에 조사되어, 솔더 범프를 가열한다.

[0049] 다음, 도 6에 도시된 바와 같이 마이크로 엘이디(100)와 상기 서브마운트 기판(200) 사이에 에너지 흡수층(700)이 형성된다.

[0050] 상기 에너지 흡수층(700)은, 예컨대 에폭시 또는 실리콘 등과 같이 접착력을 갖는 절연성 접착 재료로 형성된 것으로서, 상기 마이크로 엘이디(100)가 서브마운트 기판(200)에 마운팅된 후, 레이저 리프트 오프 공정에 의해 마이크로 엘이디(100)의 n형 반도체층(132)로부터 사파이어 기판과 버퍼층을 제거하고자 할 때, 에피택셜 셀(EC)이 없어 두께가 얇은 베이스 에피택셜 층(EB)을 통과한 레이저 에너지를 흡수하여 그 에너지에 의해 서브마운트 기판 상의 회로가 손상되는 것 그리고 베이스 에피택셜 층(EB) 자체가 손상되는 것을 방지한다. 또한, 상기 에너지 흡수층(700)은 마이크로 엘이디(100)와 서브마운트 기판(200) 사이에 결합력을 강화시켜주는 결합력 강화부의 역할을 하여, 레이저 리프트 오프 공정시 마이크로 엘이디(100)와 서브마운트 기판(200) 사이에 가해지는 인장력이 상기 결합력 강화층(700)에 의해 보강된 서브마운트(200)과 마이크로 엘이디(100) 사이의 결합력보다 작게 해주고, 이를 통해, 사파이어 기판이 안정적으로 분리될 수 있다.

[0051] 다음 도 7에 도시된 바와 같이, 서브마운트 기판(200) 상에 마이크로 엘이디(100)가 마운팅되고 이 마이크로 엘이디(100)와 서브마운트 기판(200) 사이에 에너지 흡수층(700)이 개재된 상태에서, 사파이어 기판(131)과 n형 반도체층(132) 사이에 있는 질화갈륨계 언도프트 반도체층에 레이저, 바람직하게는, UV-A 엑시머 레이저를 흡수시켜 사파이어 기판(131)을 제거하는 레이저 리프트 오프 공정이 수행된다. 레이저는 사파이어 기판(131)을 통해 질화갈륨계 언도프트 반도체층(112)에 조사된다. UV-A 레이저는 상기 언도프트 반도체층(112)에 흡수되지만 사파이어 기판(131)에 흡수되지 않는다. 언도프트 반도체층(112)에 흡수된 레이저에 의해 언도프트 반도체층(112)의 적어도 일부가 liquid-Ga와 N₂로 분해되며, 이에 의해, 사파이어 기판(131)은 마이크로 엘이디(100)의 베이스 에피택셜 층(EB)의 제1 면으로부터 제거된다.

[0052] 에너지 흡수층(700)이 베이스 에피택셜 층(EB)과 서브마운트 기판(200) 사이에서 사파이어 기판을 통과한 레이저의 에너지를 흡수하여 레이저 에너지에 의해 회로나 에피층이 손상되는 것을 방지할 수 있다. 또한, 레이저는 라인 빔 아닌 스캐어 빔을 이용하는 것이 레이저에 의한 손상을 줄이는데 기여한다. 본 실시예에서는, 사파이어 기판(131)이 제거되고 난 후 베이스 에피택셜 층(EB)의 언도프트 반도체층(112)이 노출되어 그 노출면이 이하 설명되는 파장변환부의 결합면이 되지만, 언도프트 반도체층(112)까지 추가로 제거하고 난 후 n형 반도체층(114)을 노출시켜, 그 n형 반도체층(114)의 노출면에 파장변환부(300)를 결합할 수 있다. 상기 언도프트 반도체층(112), 즉, 더 구체적으로, U-GaN층(112)의 제거는 식각(etching) 공정에 의해 수행될 수 있다. 또한, 파장변환부의 결합 전에, 상기 사파이어 기판(131) 및/또는 상기 언도프트 반도체층(112)이 제거된 면에는 후속 공정에서 파장 변환부가 결합될 면을 보호하기 위한 보호 코팅층이 형성될 수 있다.

[0053] 본 실시예에서는, 사파이어 기판(131)의 두께 전체를 레이저 리프트 오프 공정으로 제거하여, 파장변환부(300)가 결합될 면을 베이스 에피택셜 층(EB)에 형성하지만, 사파이어 기판(131)의 두께 일부를 그라인딩(grinding)으로 제거하여, 파장변환부(300)가 결합될 면을 형성할 수 있다. 그라인딩에 의해 사파이어 기판(131)의 두께를 줄임으로서, 대략 20~80μm의 미세 두께를 갖는 사파이어 기판의 일부분만이 베이스 에피택셜 층(EB)에 남게 된다.

[0054] 사파이어 기판(131) 전체가 제거되는 경우, 베이스 에피택셜 층(EB) 자체가 베이스부(B; 도 1 참조)가 되며, 사파이어 기판(131)의 두께 일부가 남아 있는 경우, 베이스부는 남아 있는 사파이어 기판(131)까지도 베이스 에피택셜 층(EB)의 일부로 포함하고, 그 남아 있는 사파이어 기판(131)의 표면이 파장변환부(300)가 결합되는 표면이 된다.

- [0055] 다음, 도 8에 도시된 바와 같이, 사파이어 기관(131)이 제거된 베이스 에피택셜 층(EB)의 제1 면상에는 상기 복수개의 에피택셜 셀(EC)로부터 나온 광을 파장 변환하는 파장변환부(300)가 적층, 결합된다. 상기 파장변환부(300)는 일정 두께를 갖는 박막형의 퀀텀닷 필름(Quantum dot film; 302)과, 상기 퀀텀닷 필름(302)의 저면에 형성된 하부 보호층(301)과 상기 퀀텀닷 필름(302)의 상면에 형성된 상부 보호층(303)을 포함한다.
- [0056] 상기 퀀텀닷 필름(302)은 청색광을 적색광으로 파장 변환할 수 있는 퀀텀닷 입자들을 광 투과성 수지에 혼합한 재료를 이용하여 필름 형태로 제작된 것이 이용된다. 상기 하부 보호층(301)과 상기 2 보호층(303)은 경도값 5~9H를 갖는 것이 바람직하며, PET 재료를 상기 퀀텀닷 필름(302)의 상면 및 저면에 코팅하여 형성되는 것이 바람직하다. 특히, 상기 하부 보호층(301)은, 상기 퀀텀닷 필름(302)과 상기 에피택셜 베이스(110) 사이에 개재되는 부분으로, 그 두께가 작을수록, 목표로 한 방향에서 벗어나 퍼져나가는 광의 양을 줄일 수 있고 또한 광의 손실을 줄여, 광 효율을 높일 수 있다. 상기 하부 보호층(301)과 상기 상부 보호층(303)은 열과 습기에 취약한 퀀텀닷 필름(302) 내 퀀텀닷 입자들을 상기 열과 습기로부터 보호하는 역할을 한다.
- [0057] 다음, 다시 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 상부 보호층(303)에는 복수개의 반확산 패턴(303a)이 형성된다. 복수개의 반확산 패턴(303a) 각각은 복수개의 에피택셜 셀(EC) 각각에 대응되게 그 복수개의 에피택셜 셀(EC)의 직상에 위치하도록 상기 상부 보호층(303)의 출광면에 형성된다. 본 실시예에 있어서의 반확산 패턴(303a)는 퍼지면서 들어오는 광을 평행광으로 변환하여 내보내는 프레넬 패턴 또는 프리즘 패턴이거나 또는 퍼지면서 들어오는 광을 모아주는 오목 렌즈형 반확산 패턴(303b; 도 2 참조)일 수 있다. 반확산 패턴(303a)는 레이저 가공이나 식각에 의해 형성될 수 있다. 반확산 패턴(303a)을 상부 보호층(303)에 형성하는 시점은 파장변환부(300)를 마이크로 엘이디(100)과 결합하기 전 시점과 파장변환부(300)를 마이크로 엘이디(100)과 결합한 후의 시점 모두 고려될 수 있다.
- [0058] 도 9은 본 발명의 다른 실시예에 따른 엘이디 디스플레이 패널을 설명하기 위한 단면도이다.
- [0059] 도 9을 참조하면, 본 실시예에 따른 엘이디 디스플레이 패널은, 앞선 실시예와 마찬가지로, 제1 면과 제2 면을 갖는 질화갈륨 계열의 베이스부(B)와, 상기 베이스부(B)의 제2 면과 마주하는 서브마운트 기관(100)과, 상기 베이스부(B)의 제2 면에 행렬 배열로 어레이되고, 상기 베이스부(B)와 상기 서브마운트 기관(100) 사이에 개재되는 복수개의 에피택셜 셀(EC)을 포함하며, 이때, 상기 에피택셜 베이스(EB)와 상기 에피택셜 셀은(EC)은 사파이어 기관 상에서 성장된 에피층의 일부로서, 사파이어 기관이 제거된 상태의 마이크로 엘이디(100)를 구성한다.
- [0060] 한편, 상기 엘이디 디스플레이 패널은 베이스부(B)의 제1 면 상에 파장변환부(300)를 포함한다. 상기 파장변환부(300)는 일정 두께를 갖는 퀀텀닷 필름(Quantum dot film; 302)과, 상기 퀀텀닷 필름(302)의 저면에 형성된 하부 보호층(301)과 상기 퀀텀닷 필름(302)의 상면에 형성된 상부 보호층(303)을 포함한다. 또한, 상기 파장변환부(300)는 상기 상부 보호층(303)의 상면, 즉, 출광면에 형성된 홀층(304)을 포함한다. 상기 홀층(304)은 상기 복수개의 에피택셜 셀(EC)에 대응되게 상기 복수개의 에피택셜 셀(EC) 직상에 형성된 복수개의 홀(3042)을 포함한다. 이때, 상기 홀층(304)은 광을 반사 또는 흡수하는 재료로 형성되며, 상기 복수개의 홀(3042)을 통해서만 광을 방출할 수 있다. 홀(3042) 각각은 대응되는 에피택셜 셀(EC)에서 발광되어 상기 하부 보호층(301), 퀀텀닷 필름(302) 및 상부 보호층(303)을 차례로 통과한 광 중 다른 인접 광 경로로 퍼져나가는 광을 차단하고 목표 방향으로 진행하는 광만을 통과시킨다. 따라서, 해당 에피택셜(EC)에서 나와 해당 광 경로를 진행하는 광이 인접 광 경로로 진행하는 것을 막을 수 있다.
- [0061] 상기 홀층(304)을 형성하기 위해 선호되는 방법은 상기 상부 보호층(303)의 상면에 광 불투과 물질층을 코팅한 후, 식각 공정을 통해 광 불투과 물질층을 관통하는 복수개의 홀(3042)을 형성할 수 있다. 상기 광 불투과 물질층은 블랙 매트릭스 제작에 이용되는 재료가 이용될 수 있다.

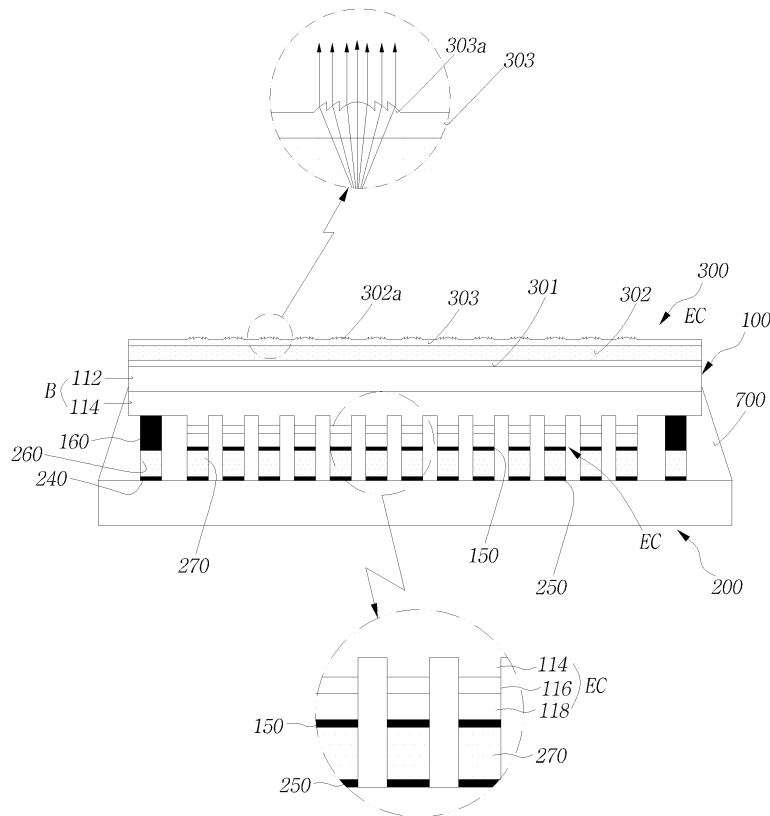
부호의 설명

- [0062] 100.....마이크로 엘이디
- 200.....서브마운트 기관
- EC.....에피택셜 셀
- 300.....파장변환부
- 301.....하부 보호층
- 302.....퀀텀닷 필름

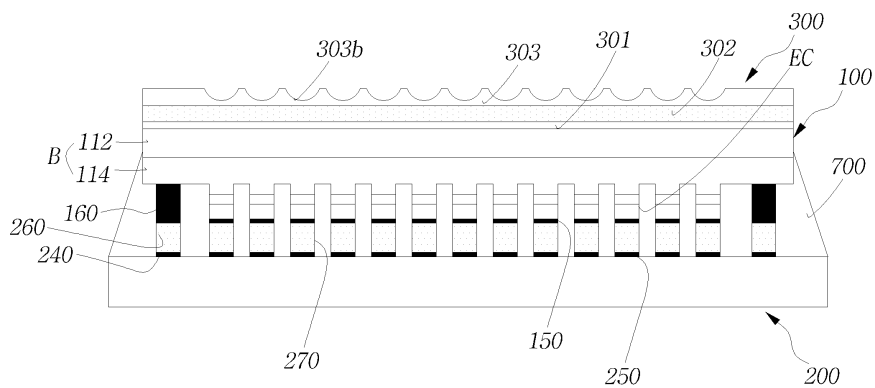
303.....상부 보호층
303a, 303b.....반확산 패턴
304.....홀층
3042.....홀

도면

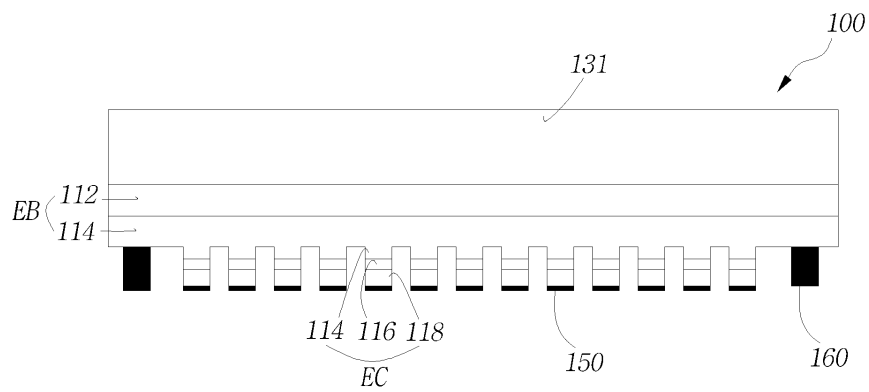
도면1



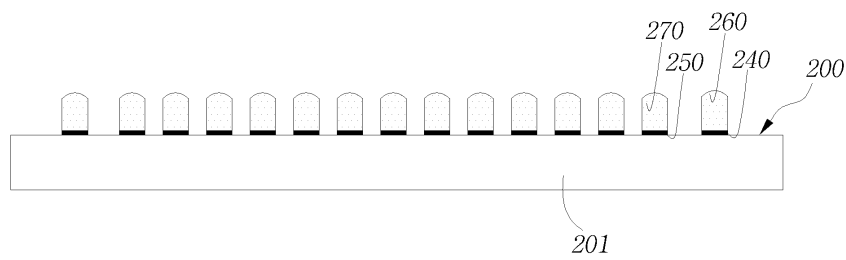
도면2



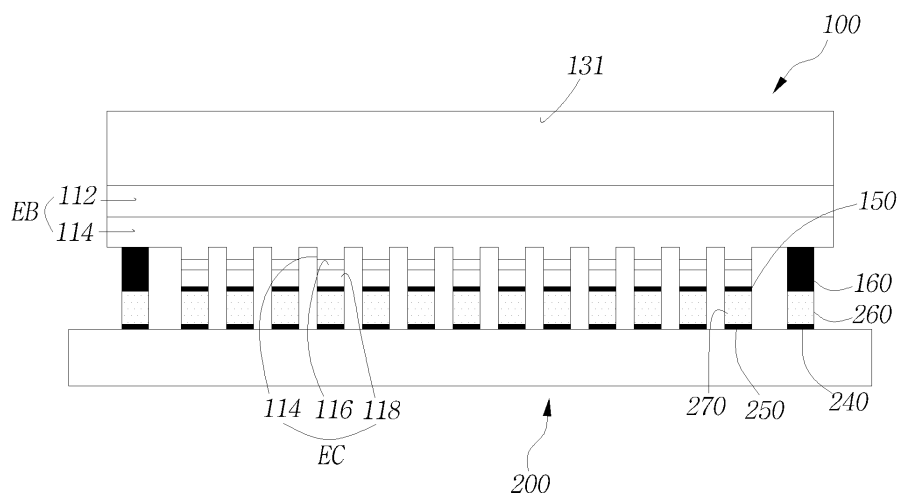
도면3



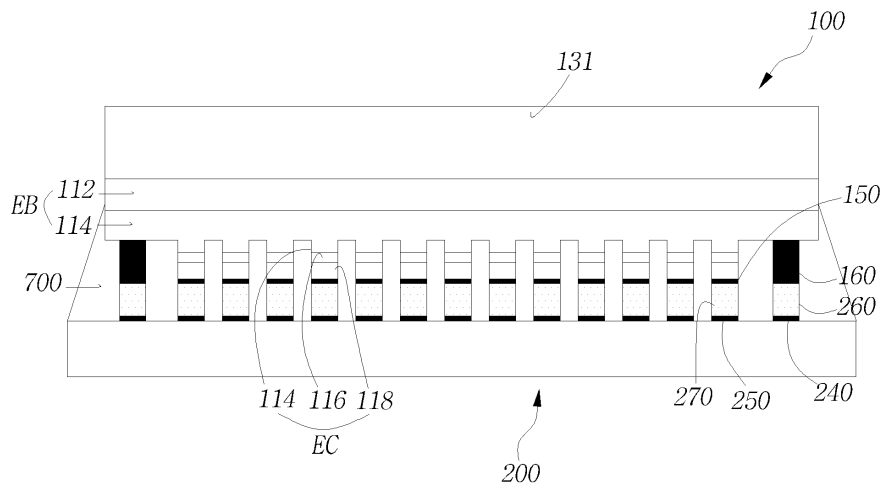
도면4



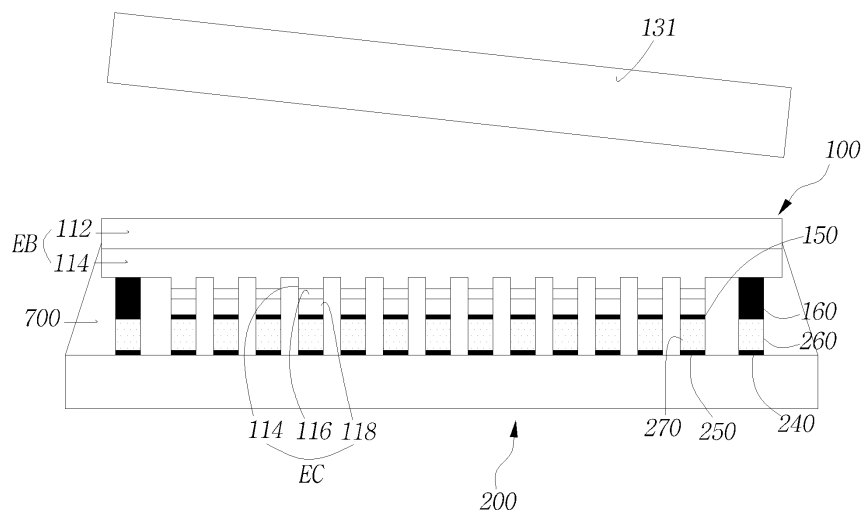
도면5



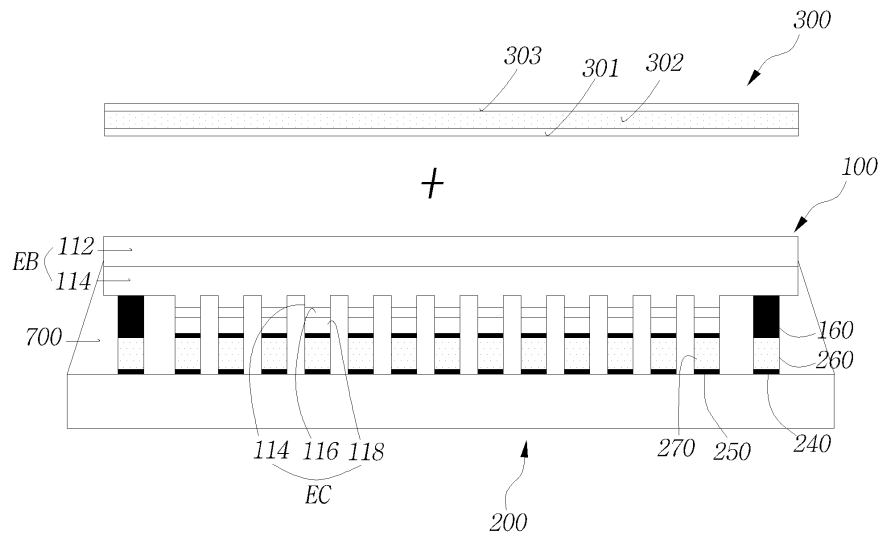
도면6



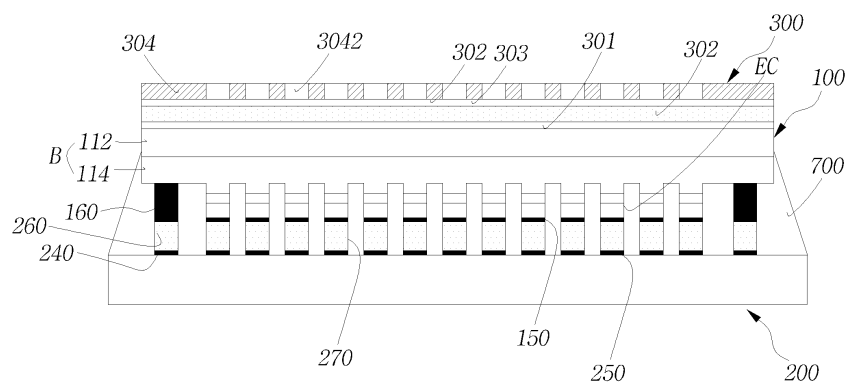
도면7



도면8



도면9



专利名称(译)	LED显示面板及其制造方法		
公开(公告)号	KR1020190085746A	公开(公告)日	2019-07-19
申请号	KR1020180003985	申请日	2018-01-11
申请(专利权)人(译)	流明公司		
[标]发明人	유태경		
发明人	유태경		
IPC分类号	H01L25/075 H01L33/04 H01L33/50 H01L33/58		
CPC分类号	H01L25/0753 H01L33/04 H01L33/505 H01L33/58		
代理人(译)	Yuchangyeol		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明公开了一种LED显示面板，其包括：透明基座单元，该透明基座单元包括第一表面和与该第一表面相对的第二表面。面向基座单元的第二表面的子安装基板；多个外延单元插入在基座单元和子安装基板之间，并以矩阵阵列排列在基座单元的第二表面上。波长转换单元，耦接至基本单元的第一表面，并转换从外延单元发射的光的波长。波长转换单元包括量子点膜和形成在量子点膜的上表面上的透明上保护层。此外，在上保护层中形成与每个外延单元（EC）相对应的多个防扩散图案。

