



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년02월28일
(11) 등록번호 10-1017395
(24) 등록일자 2011년02월17일

(51) Int. Cl.

H01L 33/08 (2010.01)

(21) 출원번호 10-2008-0132750

(22) 출원일자 2008년12월24일

심사청구일자 2009년07월21일

(65) 공개번호 10-2010-0074352

(43) 공개일자 2010년07월02일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020070075164 A

KR1020100036617 A

KR1020100036618 A

KR100646636 B1

전체 청구항 수 : 총 10 항

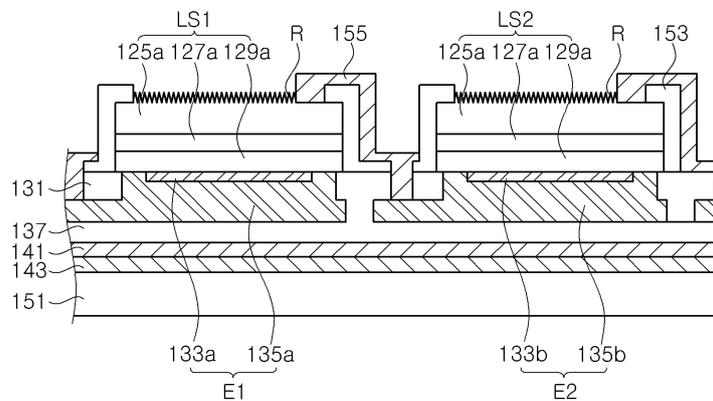
심사관 : 인치복

(54) 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자 및 그것을 제조하는 방법

(57) 요약

복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자 및 그것을 제조하는 방법이 개시된다. 이 발광 소자는 기판 상부에 서로 이격되어 위치하는 복수개의 발광셀들을 포함한다. 이 발광셀들은 각각 제1 도전형의 상부 반도체층, 활성층 및 제2 도전형의 하부 반도체층을 포함한다. 한편, 전극들이 기판과 발광셀들 사이에 위치하며, 각각 이웃하는 발광셀 측으로 연장된 연장부를 갖는다. 식각 방지층이 발광셀들 사이의 영역과 전극들 사이에 위치한다. 배선들은 각각 일 단부가 상부 반도체층에 연결되고, 타 단부는 상기 식각 방지층을 관통하여 상기 전극들에 연결된다. 식각 방지층을 채택함으로써 발광셀들을 분리할 때, 식각에 의한 금속 부산물의 발생을 방지할 수 있다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

기관;

상기 기관 상부에 서로 이격되어 위치하는 복수개의 발광셀들로서, 각각 제1 도전형의 상부 반도체층, 활성층 및 제2 도전형의 하부 반도체층을 포함하는 복수개의 발광셀들;

서로 이격되어 상기 기관과 상기 발광셀들 사이에 위치하는 전극들로서, 대응하는 상기 제2 도전형의 하부 반도체층들에 각각 전기적으로 연결되고, 각각 이웃하는 발광셀 측으로 연장된 연장부를 갖는 전극들;

상기 발광셀들 사이의 영역과 상기 전극들 사이에 위치하고, 적어도 일부가 이웃하는 발광셀들의 가장자리들 아래로 연장되고, 상기 전극의 연장부를 노출시키는 개구부를 갖는 식각 방지층;

상기 발광셀들의 측면을 덮는 측면 절연층;

상기 측면 절연층에 의해 발광셀들의 측면으로부터 이격되어 발광셀들을 전기적으로 연결하는 배선들로서, 각각 일 단부는 하나의 발광셀의 상부 반도체층에 전기적으로 연결되고, 타 단부는 상기 식각 방지층의 개구부를 통해 이웃하는 발광셀의 하부 반도체층에 전기적으로 연결된 전극에 전기적으로 연결된 배선들을 포함하는 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 기관과 상기 전극들 사이에 개재된 층간 절연층을 더 포함하는 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 전극들은 각각 반사층 및 보호 금속층을 포함하는 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자.

청구항 4

청구항 3에 있어서, 상기 반사층은 상기 하부 반도체층의 하부 영역 내에 한정되고, 상기 보호 금속층은 상기 반사층의 측면 및 하부면을 덮는 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 상부 반도체층들은 각각 거칠어진 표면을 갖는 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 기관은 사파이어인 것을 특징으로 하는 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자.

청구항 7

희생 기관 상에 제1 도전형 반도체층, 제2 도전형 반도체층 및 상기 제1 및 제2 도전형 반도체층들 사이에 개재된 활성층을 포함하는 화합물 반도체층들을 형성하되, 상기 제1 도전형 반도체층이 상기 희생기관에 가깝게 배치되고,

상기 화합물 반도체층들 상에 식각 방지층을 형성하되, 상기 식각 방지층은 제2 도전형 반도체층을 노출시키는 개구부들을 갖고,

상기 식각 방지층의 개구부들을 채우고 상기 식각 방지층 상으로 연장된 연장부를 갖는 전극들을 형성하되, 상기 전극들은 서로 이격되고,

상기 전극들 상에 층간 절연층을 형성하고,
 상기 층간 절연층 상에 기판을 본딩하고,
 상기 희생기판을 제거하여 상기 제1 도전형 반도체층을 노출시키고,
 상기 식각 방지층이 노출되도록 상기 화합물 반도체층들을 패터닝하여 서로 이격된 복수개의 발광셀들을 형성하고,
 상기 발광셀들을 덮되 상기 제1 도전형 반도체층의 상면의 적어도 일부를 노출시키는 측면 절연층을 형성함과 아울러 상기 식각 방지층을 패터닝하여 상기 전극들을 노출시키는 개구부들을 형성하고,
 상기 제1 도전형 반도체층과 상기 노출된 전극들을 연결하는 배선들을 형성하는 것을 포함하는 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자 제조방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,
 상기 전극들을 형성하는 것은
 상기 식각 방지층의 개구부들 내에 반사층을 형성하고,
 상기 반사층을 덮는 보호 금속층을 형성하는 것을 포함하는 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자 제조 방법.

청구항 9

청구항 7에 있어서,
 상기 노출된 제1 도전형 반도체층의 상면에 거칠어진 표면을 형성하는 것을 더 포함하는 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자 제조방법.

청구항 10

상기 식각 방지층은 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막으로 형성되는 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자 제조 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 발광 소자 및 그것을 제조하는 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자 및 그것을 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 질화갈륨 계열의 발광 다이오드는 표시소자 및 백라이트로 널리 이용되고 있다. 또한, 발광 다이오드는 기존의 전구 또는 형광등에 비해 소모 전력이 작고 수명이 길어, 백열전구 및 형광등을 대체하여 일반 조명 용도로 그 사용 영역을 넓히고 있다.

[0003] 최근, 발광 다이오드를 고전압 직류전원 또는 고전압 교류전원에 직접 연결하여 빛을 방출하는 발광 다이오드가 제품화되고 있다. 고전압 직류 또는 교류전원에 연결하여 사용할 수 있는 발광 다이오드는, 예를 들어, 국제공개번호 WO 2004/023568(A1)호에 "발광 성분들을 갖는 발광소자"(LIGHT-EMITTING DEVICE HAVING LIGHT-EMITTING ELEMENTS)라는 제목으로 사카이 등(SAKAI et. al.)에 의해 개시되어 있다.

[0004] 상기 WO 2004/023568(A1)호에 따르면, LED들이 사파이어 기판과 같은 절연성 기판 상에 2차원적으로 연결된 직렬 LED 어레이가 형성된다. 이러한 직렬 LED 어레이들은 고전압 직류 전원하에서 구동될 수 있다. 또한, 이러한 LED 어레이들이 상기 사파이어 기판 상에서 역병렬로 연결되어, 고전압 교류 전원에 의해 구동될 수 있는 단일 칩 발광소자가 제공된다.

- [0005] 상기 발광 소자는 성장 기관으로 사용된 기관, 예컨대 사파이어 기관 상에 발광셀들을 형성하므로, 발광셀들의 구조에 제한이 따르며, 광추출 효율을 향상시키는데 한계가 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 기관 분리 공정을 적용하여 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자를 제조하는 방법이 "열전도성 기관을 갖는 발광 다이오드 및 그것을 제조하는 방법"이라는 명칭으로 한국 등록 공보 제10-0599012호에 개시된 바 있다.
- [0006] 도 1 내지 도 4는 종래 기술에 따른 발광 소자 제조방법을 설명하기 위한 단면도들이다.
- [0007] 도 1을 참조하면, 희생 기관(21) 상에 버퍼층(23), N형 반도체층(25), 활성층(27) 및 P형 반도체층(29)을 포함하는 반도체층들이 형성되고, 상기 반도체층들 상에 제1 금속층(31)이 형성되고, 상기 희생 기관(21)과 별개의 기관(51) 상에 제2 금속층(53)이 형성된다. 제1 금속층(31)은 반사 금속층을 포함할 수 있다. 상기 제2 금속층(53)이 상기 제1 금속층(31)과 접합되어 상기 기관(51)이 반도체층들 상부에 본딩된다.
- [0008] 도 2를 참조하면, 상기 기관(51)이 본딩된 후, 레이저 리프트 오프 공정을 사용하여 희생기관(21)이 분리된다. 또한, 상기 기관(21)이 분리된 후, 잔존하는 버퍼층(23)은 제거되며, N형 반도체층(25)의 표면이 노출된다.
- [0009] 도 3을 참조하면, 사진 및 식각 기술을 사용하여 상기 반도체층들(25, 27, 29) 및 상기 금속층들(31, 53)이 패터닝되어 서로 이격된 금속패턴들(40) 및 상기 각 금속패턴의 일부영역 상에 위치하는 발광셀들(30)이 형성된다. 발광셀들(30)은 패터닝된 P형 반도체층(29a), 활성층(27a) 및 N형 반도체층(25a)을 포함한다.
- [0010] 도 4를 참조하면, 상기 발광셀들(30)의 상부면과 그것에 인접한 금속패턴들(40)을 전기적으로 연결하는 금속배선들(57)이 형성된다. 상기 금속배선들(57)은 상기 발광셀들(30)을 연결하여 발광셀들의 직렬 어레이를 형성한다. 상기 금속배선들(57)을 연결하기 위해 N형 반도체층(25a) 상에 전극 패드(55)가 형성될 수 있으며, 금속 패턴들(40) 상에도 전극 패드가 형성될 수 있다. 이러한 어레이들은 두개 이상 형성될 수 있으며, 이들 어레이들이 역병렬로 연결되어 교류전원하에서 구동될 수 있는 발광 다이오드가 제공된다.
- [0011] 상기 종래 기술에 따르면, 기관(51)을 다양하게 선택할 수 있어 발광 다이오드의 열방출 성능을 개선할 수 있으며, N형 반도체층(25a)의 표면을 처리하여 광추출 효율을 향상시킬 수 있다. 또한 제1 금속층(31a)이 반사 금속층을 포함하여 발광셀들(30)에서 기관(51)측으로 진행되는 광을 반사시키기 때문에 발광 효율을 더욱 개선할 수 있다.
- [0012] 그러나 상기 종래 기술은 상기 반도체층들(25, 27, 29) 및 금속층들(31, 53)을 패터닝하는 동안, 금속 물질의 식각 부산물이 발광셀(30)의 측면에 달라붙어 N형 반도체층(25a)과 P형 반도체층(29a) 사이에 전기적 단락을 유발할 수 있다. 또한, 상기 반도체층들(25, 27, 29)을 식각하는 동안 노출되는 제1 금속층(31a)의 표면이 플라즈마에 의해 손상되기 쉽다. 제1 금속층(31a)이 Ag 또는 Al과 같은 반사 금속층을 포함할 경우 이러한 식각 손상은 더욱 악화된다. 플라즈마에 의한 금속층(31a) 표면의 손상은 그 위에 형성되는 배선들(57) 또는 전극 패드들의 접착력을 떨어뜨려 소자 불량을 초래한다.
- [0013] 한편, 상기 종래 기술에 따르면 제1 금속층(31)이 반사 금속층을 포함할 수 있으며, 따라서 발광셀들(30)에서 기관 측으로 진행되는 광을 다시 반사시킨다. 그러나, 발광셀들(30)의 사이의 공간에 노출된 반사 금속층은 식각 손상이 발생되고, 외부에 노출됨에 따라 산화되기 쉽다. 특히 노출된 반사 금속층의 산화는 노출된 부분에 한정되지 않고, 발광셀들(30) 아래의 영역으로 진행되어 반사 금속층의 반사율을 떨어뜨린다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0014] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 금속 식각 부산물에 의한 발광셀 내 전기적 단락을 방지할 수 있는 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.
- [0015] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 과제는, 반사 금속층이 식각 또는 산화에 의해 변형되는 것을 방지할 수 있는 발광 소자 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- [0016] 본 발명은 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자 및 그것을 제조하는 방법을 제공한다. 본 발명의 일 태양에 따른 발광 소자는, 기관; 상기 기관 상부에 서로 이격되어 위치하는 복수개의 발광셀들로서, 각각 제1 도전형의 상부 반도체층, 활성층 및 제2 도전형의 하부 반도체층을 포함하는 복수개의 발광셀들; 서로 이격되어 상기 기관과 상기 발광셀들 사이에 위치하는 전극들로서, 대응하는 상기 제2 도전형의 하부 반도체층들에 각각 전기적

으로 연결되고, 각각 이웃하는 발광셀 측으로 연장된 연장부를 갖는 전극들; 상기 발광셀들 사이의 영역과 상기 전극들 사이에 위치하고, 적어도 일부가 이웃하는 발광셀들의 가장자리들 아래로 연장되고, 상기 전극의 연장부를 노출시키는 개구부를 갖는 식각 방지층; 상기 발광셀들의 측면을 덮는 측면 절연층; 상기 측면 절연층에 의해 발광셀들의 측면으로부터 이격되어 발광셀들을 전기적으로 연결하는 배선들로서, 각각 일 단부는 하나의 발광셀의 상부 반도체층에 전기적으로 연결되고, 타 단부는 상기 식각 방지층의 개구부를 통해 이웃하는 발광셀의 하부 반도체층에 전기적으로 연결된 전극에 전기적으로 연결된 배선들을 포함한다. 상기 식각 방지층을 채택함으로써, 발광셀들을 식각하는 동안 전극들이 노출되는 것을 방지할 수 있어 금속 식각 부산물의 발생을 방지할 수 있다.

- [0017] 한편, 층간 절연층이 상기 기판과 상기 전극들 사이에 개재될 수 있다. 상기 층간 절연층은 전극들이 본딩메탈에 의해 전기적으로 단락되는 것을 방지한다.
- [0018] 또한, 상기 전극들은 각각 반사층 및 보호 금속층을 포함할 수 있다. 상기 반사층은 반사 금속으로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며 굴절률이 다른 층들을 적층한 다층막 형태의 반사층이 형성될 수도 있다.
- [0019] 이에 더하여, 상기 반사층은 상기 하부 반도체층의 하부 영역 내에 한정되고, 상기 보호 금속층은 상기 반사층의 측면 및 하부면을 덮을 수 있다. 이에 따라, 상기 반사층이 외부에 노출되는 것을 방지하여 반사층의 산화를 방지할 수 있다.
- [0020] 한편, 상기 상부 반도체층들은 각각 거칠어진 표면을 가질 수 있다. 거칠어진 표면에 의해 광추출 효율이 증가된다.
- [0021] 상기 기판은 사파이어 기판일 수 있다. 일반적으로, 기판 분리 공정을 사용할 경우, 본딩 기판으로서 사파이어와 다른 열전도성 기판이 채택되지만, 본 발명은 본딩 기판에 대해 특별히 한정되지 않으며, 오히려 사파이어 기판을 바람직한 기판으로 채택한다. 따라서, 반도체층들의 성장 기판과 동일한 기판을 본딩 기판으로 사용함으로써 기판 분리 공정 및 그 후의 패터닝 공정들을 더 안전하게 수행할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 다른 태양에 따른 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자 제조 방법은 희생 기판 상에 화합물 반도체층들을 형성하고, 상기 화합물 반도체층들 상에 화합물 반도체층들을 노출시키는 개구부들을 갖는 식각 방지층을 형성하고, 상기 개구부들을 채우며 일부가 상기 식각 방지층 위로 연장된 전극들을 형성하는 것을 포함한다. 그 후, 상기 희생 기판을 제거하고, 상기 화합물 반도체층들을 패터닝하여 발광셀들을 분리한다. 이때, 상기 식각 방지층에 의해 전극들이 노출되는 것이 방지되며, 따라서 금속 식각 부산물이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0023] 구체적으로, 상기 발광 소자 제조 방법은, 희생 기판 상에 제1 도전형 반도체층, 제2 도전형 반도체층 및 상기 제1 및 제2 도전형 반도체층들 사이에 개재된 활성층을 포함하는 화합물 반도체층들을 형성하되, 상기 제1 도전형 반도체층이 상기 희생기판에 가깝게 배치되고; 상기 화합물 반도체층들 상에 식각 방지층을 형성하되, 상기 식각 방지층은 제2 도전형 반도체층을 노출시키는 개구부들을 갖고; 상기 식각 방지층의 개구부들을 채우고 상기 식각 방지층 상으로 연장된 연장부를 갖는 전극들을 형성하되, 상기 전극들은 서로 이격되고; 상기 전극들 상에 층간 절연층을 형성하고; 상기 층간 절연층 상에 기판을 본딩하고; 상기 희생기판을 제거하여 상기 제1 도전형 반도체층을 노출시키고; 상기 식각 방지층이 노출되도록 상기 화합물 반도체층들을 패터닝하여 서로 이격된 복수개의 발광셀들을 형성하고; 상기 발광셀들을 덮되 상기 제1 도전형 반도체층의 상면의 적어도 일부를 노출시키는 측면 절연층을 형성함과 아울러 상기 식각 방지층을 패터닝하여 상기 전극들을 노출시키는 개구부들을 형성하고; 상기 제1 도전형 반도체층과 상기 노출된 전극들을 연결하는 배선들을 형성하는 것을 포함한다.
- [0024] 상기 제조 방법에 따르면, 화합물 반도체층들을 패터닝하여 복수개의 발광셀들을 형성할 때, 상기 식각 방지층이 상기 전극들이 노출되는 것을 방지한다. 따라서, 금속 식각 부산물이 발광셀들의 측벽에 달라붙는 것을 원천적으로 방지할 수 있다. 상기 식각 방지층은 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막과 같은 절연층으로 형성된다.
- [0025] 더욱이, 상기 전극들을 형성하는 것은 상기 식각 방지층의 개구부들 내에 반사층을 형성하고, 상기 반사층을 덮는 보호 금속층을 형성하는 것을 포함할 수 있다. 이에 따라, 반사층이 외부에 노출되는 것을 방지할 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 노출된 제1 도전형 반도체층의 상면에 거칠어진 표면을 형성할 수 있다.

효 과

- [0027] 본 발명에 따르면, 금속 식각 부산물이 발생하는 것을 방지함으로써 발광셀 내 전기적 단락을 방지할 수 있는 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자 및 그 제조방법을 제공할 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 반사층이 식

각 공정에 노출되지 않고 또한 외부에 노출되지 않으므로 식각 또는 산화에 의한 변형이 방지된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 한다. 다음에 소개되는 실시예들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 그리고, 도면들에 있어서, 구성요소의 폭, 길이, 두께 등은 편의를 위하여 과장되어 표현될 수 있다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0029] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자를 설명하기 위한 단면도이다.
- [0030] 도 5를 참조하면, 상기 발광 소자는 기관(151), 복수개의 발광셀들(LS1, LS2), 배선들(155), 전극들(E1, E2), 식각 방지층(131), 측면 절연층(153)을 포함하며, 층간 절연층(137), 본딩 금속들(141, 143)을 포함할 수 있다.
- [0031] 상기 기관(151)은, 화합물 반도체층들을 성장시키기 위한 성장기관과 구분되며, 이미 성장된 화합물 반도체층들에 본딩된 본딩 기관이다. 상기 본딩 기관(151)은 사파이어 기관일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 다른 종류의 절연 또는 도전 기관일 수 있다. 특히, 성장 기관으로 사파이어 기관을 사용하는 경우, 성장 기관과 동일한 열팽창계수를 갖기 때문에 바람직하다.
- [0032] 상기 복수개의 발광셀들(LS1, LS2)은 기관(151) 상부에 서로 이격되어 위치하며, 각각 제1 도전형의 상부 반도체층(125a), 활성층(127a) 및 제2 도전형의 하부 반도체층(129a)을 포함한다. 상기 활성층(127a)은 상기 상부 및 하부 반도체층들(125a, 129a) 사이에 개재된다. 한편, 상기 하부 반도체층(129a) 및 상기 상부 반도체층(125a)은 동일한 면적을 가질 수 있다.
- [0033] 상기 활성층(127a), 상기 상부 및 하부 반도체층들(125a, 129a)은 III-N 계열의 화합물 반도체, 예컨대 (Al, Ga, In)_N 반도체로 형성될 수 있다. 상기 상부 및 하부 반도체층들(125a, 129a)은 각각 단일층 또는 다중층일 수 있다. 예를 들어, 상기 상부 및/또는 하부 반도체층(125a, 129a)은 콘택층과 클래드층을 포함할 수 있으며, 또한 초격자층을 포함할 수 있다. 또한, 상기 활성층(127a)은 단일 양자우물 구조 또는 다중 양자우물 구조일 수 있다. 바람직하게, 상기 제1 도전형은 n형이고, 상기 제2 도전형은 p형이다. 저항이 상대적으로 작은 n형 반도체층으로 상부 반도체층들(125a)을 형성할 수 있어, 상부 반도체층들(125a)의 두께를 상대적으로 두껍게 형성할 수 있다. 따라서, 상기 상부 반도체층(125a)의 상부면에 거칠어진 면(R)을 형성하는 것이 용이하며, 거칠어진 면(R)은 활성층(127a)에서 발생된 광의 추출 효율을 향상시킨다.
- [0034] 전극들(E1, E2)은 기관(151)과 발광셀들(LS1, LS2) 사이에 서로 이격되어 위치한다. 전극(E1)은 발광셀(LS1)의 하부 반도체층(129a)에 전기적으로 연결되고, 전극(E2)은 발광셀(LS2)의 하부 반도체층(129a)에 전기적으로 연결된다. 한편, 전극들(E1, E2)은 각각 이웃하는 발광셀 측으로 연장된 연장부를 갖는다. 즉, 전극(E1)은 그것에 이웃하는 발광셀(도시하지 않음) 측으로 연장된 연장부를 가지며, 전극(E2)는 발광셀(LS1) 측으로 연장된 연장부를 갖는다.
- [0035] 상기 전극들(E1, E2)은 반사층(133a, 133b) 및 보호 금속층(135a, 135b)을 가질 수 있다. 반사층(133a, 133b)은 반사율이 큰 금속물질, 예컨대 은(Ag) 또는 알루미늄(Al), 또는 이들의 합금으로 형성될 수 있다. 또한, 상기 반사층(133a, 133b)은 굴절률이 다른 층들의 다층 구조로 형성될 수 있다. 이 경우, 상기 반사층은 관통공들을 가질 수 있으며, 보호 금속층이 관통공들을 통해 발광셀들에 접속될 수 있다. 상기 반사층(133a, 133b)은 발광셀들(LS1, LS2)의 하부반도체층들(129a)에 직접 콘택될 수 있으나, 다른 오믹 콘택층이 반사층과 하부반도체층 사이에 개재될 수도 있다. 상기 보호 금속층(135a, 135b)은 상기 반사층을 덮어 반사층이 외부에 노출되는 것을 방지한다. 보호 금속층은 단일층 또는 다중층으로 형성될 수 있으며, 예를 들어 Ni, Ti, Ta, Pt, W, Cr, Pd 등으로 형성될 수 있다. 도시된 바와 같이, 보호 금속층(135a, 135b)이 외부로 연장되어 연장부를 형성할 수 있다.
- [0036] 식각 방지층(131)은 발광셀들(LS1, LS2) 사이의 영역과 전극들(E1, E2) 사이에 위치한다. 즉, 식각 방지층(131)은 발광셀들(LS1, LS2)이 분리됨에 따라 발생된 공간들의 바닥에 위치한다. 상기 식각 방지층(131)에 의해 전극들(E1, E2)의 연장부들이 분리된 영역 내에 노출되는 것이 방지된다. 상기 식각 방지층(131)은 적어도 일부가 이웃하는 발광셀들(LS1, LS2)의 가장자리들 아래로 연장된다. 상기 식각 방지층(131)은 모두 상기 발광셀들(LS1, LS2)의 바닥면 아래에 위치할 수 있으나, 변형예로서 그 일부가 발광셀들 사이의 영역으로 돌출될 수도 있다. 상기 식각 방지층(131)은 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막과 같은 절연층으로 형성된다.

- [0037] 상기 전극들의 연장부는 상기 식각 방지층(131)의 아래로 연장되며, 상기 식각 방지층(131)은 상기 전극들(E1, E2)의 연장부들을 노출시키는 개구부들을 갖는다. 이들 개구부들은 향후 배선들(155)이 전극(E1, E2)에 전기적으로 연결될 수 있는 통로를 제공한다.
- [0038] 한편, 측면 절연층(153)이 발광셀들(LS1, LS2)의 측면을 덮어 배선들(155)이 발광셀들의 상부 반도체층과 하부 반도체층을 단락시키는 것을 방지한다. 상기 측면 절연층(153)은 또한, 발광셀들의 상부면의 일부를 덮을 수 있으며, 상기 식각 방지층(131)의 상부로 연장될 수 있다. 이 경우, 상기 측면 절연층(153)은 상기 식각 방지층의 개구부들을 노출시키는 개구부들을 갖는다.
- [0039] 배선들(155)은 상기 발광셀들(LS1, LS2)을 전기적으로 연결하여 직렬 어레이를 형성한다. 배선들(155)은 각각 일 단부가 하나의 발광셀의 상부 반도체층(125a)에 전기적으로 연결되고, 타 단부가 그것에 이웃하는 발광셀의 하부 반도체층(129a)에 전기적으로 연결된 전극에 전기적으로 연결된다. 예컨대, 배선(155)의 일 단부는 발광셀(LS1)의 상부 반도체층(125a)에 전기적으로 연결되고, 타 단부는 식각 방지층(131)의 개구부를 통해 전극(E2)에 전기적으로 연결된다. 한편, 상기 배선들(155)을 전기적으로 연결하기 위해 패드들(도시하지 않음)이 상부 반도체층들(125a) 및 전극들(E1, E2) 상에 형성될 수도 있다. 상기 배선들(155)은 측면 절연층(153)에 의해 상기 발광셀들(LS1, LS2)의 측면으로부터 절연된다.
- [0040] 상기 배선들(155)에 의해 기관(151) 상부에 발광셀들의 직렬 어레이가 형성된다. 이에 따라, 상기 직렬 어레이를 고전압 직류 전원에 연결하여 구동할 수 있다. 한편, 상기 배선들(155)에 의해 기관(151) 상부에 적어도 두 개의 직렬 어레이들이 형성될 수 있으며, 이들 어레이들이 서로 역병렬 연결되어 교류 전원에 의해 구동될 수 있다. 이와 달리, 기관 상에서 배선들에 의해 직렬 어레이가 형성되고, 상기 직렬 어레이가 상기 기관 상에 형성된 브리지 정류기에 연결됨으로써 교류전원에 의해 구동될 수도 있다. 브리지 정류기 또한 배선들에 의해 발광셀들을 연결하여 형성될 수 있다.
- [0041] 한편, 상기 전극들(E1, E2)와 기관(151) 사이에 층간 절연층(137)이 개재될 수 있으며, 층간 절연층(137)과 기관(151) 사이에 본딩 금속들(141, 143)이 개재될 수 있다. 상기 층간 절연층(137)은 기관(151) 또는 본딩 금속들(141, 143)에 의해 상기 전극들(E1, E2)이 서로 단락되는 것을 방지한다.
- [0042] 본딩 금속(141, 143)은 층간 절연층(137)과 본딩 기관(151)의 접착력을 향상시켜 본딩 기관(151)이 층간 절연층(137)으로부터 분리되는 것을 방지한다.
- [0043] 도 6 내지 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자 제조 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.
- [0044] 도 6을 참조하면, 희생 기관(121) 상에 화합물 반도체층들이 형성된다. 희생 기관(121)은 사파이어 기관일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 다른 이종기관일 수 있다. 한편, 화합물 반도체층들은 제1 도전형 반도체층(125) 및 제2 도전형 반도체층(129)과 이들 사이에 개재된 활성층(129)을 포함한다. 상기 제1 도전형 반도체층(125)이 희생 기관(121)쪽에 가깝게 위치한다. 상기 제1 및 제2 도전형 반도체층들(125, 129)은 각각 단일층 또는 다중층으로 형성될 수 있다. 또한, 상기 활성층(127)은 단일 양자우물 구조 또는 다중 양자우물 구조로 형성될 수 있다.
- [0045] 상기 화합물 반도체층들은 III-N 계열의 화합물 반도체로 형성될 수 있으며, 금속유기화학기상증착법(MOCVD) 또는 분자선 증착법(molecular beam epitaxy; MBE) 등의 공정에 의해 희생 기관(121) 상에 성장될 수 있다.
- [0046] 한편, 화합물 반도체층들을 형성하기 전, 버퍼층(미도시됨)이 형성될 수 있다. 버퍼층은 희생 기관(121)과 화합물 반도체층들의 격자 부정합을 완화하기 위해 채택되며, 질화갈륨 또는 질화알루미늄 등의 질화갈륨 계열의 물질층일 수 있다.
- [0047] 도 7을 참조하면, 상기 화합물 반도체층들, 예컨대 제2 도전형 반도체층(129) 상에 식각 방지층(131)이 형성된다. 식각 방지층(131)은 제2 도전형 반도체층(129)을 노출시키는 개구부들을 갖는다. 상기 개구부들은 발광셀 영역들 상에 각 발광셀 영역들에 대응하여 형성되며, 발광셀 영역들보다 작은 면적으로 형성된다.
- [0048] 식각 방지층(131)은 제2 도전형 반도체층(129) 상에 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막과 같은 절연층을 형성하고, 이를 사진 및 식각 공정을 사용하여 패터닝함으로써 형성된다.
- [0049] 상기 개구부들 내에 반사층들(133a, 133b)이 형성된다. 반사층들(133a, 133b)은 반사율이 높은 금속 물질, 예컨대 Ag, Al 또는 이들의 합금으로 형성될 수 있으며, 굴절률이 다른 층들을 적층하여 형성할 수도 있다. 상기 반사층(131)이 금속층으로 형성되는 경우, 도금 또는 증착 기술을 사용하여 형성될 수 있으며, 예컨대 리프트 오프 공정을 사용하여 형성될 수 있다. 한편, 상기 반사층들을 형성하기 전에 제2 도전형 반도체층(129) 상에 오

믹 콘택층(도시하지 않음)을 형성할 수도 있다. 또한, 상기 반사층들을 먼저 형성하고, 상기 식각 방지층(131)을 그 후에 형성할 수도 있다.

- [0050] 도 8을 참조하면, 상기 반사층들(133a, 133b)을 덮는 보호 금속층(135a, 135b)을 형성한다. 보호 금속층들(135a, 135b)은 각각 식각 방지층(131)의 개구부들을 채우고 식각 방지층(131)의 윗면으로 연장된다. 상기 보호 금속층들(135a, 135b)은 서로 이격되도록 형성된다. 보호 금속층들(135a, 135b)은 단일층 또는 다중층으로 형성될 수 있으며, 예를 들어 Ni, Ti, Ta, Pt, W, Cr, Pd 등으로 형성될 수 있다.
- [0051] 본 실시예에 있어서, 상기 반사층들(133a, 133b)과 상기 보호 금속층(135a, 135b)이 전극들(E1, E2)을 구성한다. 그러나, 전극들(E1, E2)은 이것에 한정되는 것은 아니며, 단일의 금속층으로 형성될 수도 있다. 예컨대, 상기 반사층들의 형성이 생략되고, 보호금속층(135a, 135b)만으로 전극을 구성할 수도 있다.
- [0052] 도 9를 참조하면, 상기 전극들(E1, E2) 상에 층간 절연층(137)이 형성된다. 층간 절연층(137)은 전극들(E1, E2)을 덮으며, 전극들(E1, E2) 사이의 갭들을 채울 수 있다. 층간 절연층의 재질은 특별히 한정되지 않으며, 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막으로 형성될 수 있다.
- [0053] 도 10을 참조하면, 상기 층간 절연층(137) 상에 본딩 금속(141)이 형성되고, 별개의 기판(151) 상에 본딩 금속(143)이 형성된다. 상기 본딩 금속(141)은 예를 들어 AuSn(80/20wt%)으로 형성될 수 있다. 상기 기판(151)은 특별히 한정되는 것은 아니지만, 희생기판(121)과 동일한 열팽창 계수를 갖는 기판일 수 있으며, 예컨대 사파이어 기판일 수 있다.
- [0054] 도 11를 참조하면, 상기 본딩 금속들(141, 143)을 서로 마주보도록 본딩함으로써 기판(151)이 상기 층간 절연층(137) 상에 본딩된다. 이어서, 상기 희생 기판(121)이 제거되고 상기 제1 도전형 반도체층(125)이 노출된다. 희생 기판(121)은 레이저 리프트 오프(LL0) 기술 또는 다른 기계적 방법이나 화학적 방법에 의해 분리될 수 있다. 이때, 버퍼층도 제거되어 제1 도전형 반도체층(125)이 노출된다. 도 12는 희생기판(121)이 제거된 후, 제1 도전형 반도체층(125)이 위쪽을 향하도록 도시된 도면이다.
- [0055] 도 13을 참조하면, 상기 화합물 반도체층들을 패터닝하여 복수개의 발광셀들(LS1, LS2)을 형성한다. 상기 발광셀들(LS1, LS2)은 각각 패터닝된 제1 도전형 반도체층(125a), 패터닝된 활성층(127a) 및 패터닝된 제2 도전형 반도체층(129a)을 포함한다. 상기 화합물 반도체층들은 사진 및 식각 공정을 사용하여 패터닝될 수 있으며, 이러한 공정은 일반적으로 메사 식각 공정으로 알려져 있다. 이때, 상기 식각 공정에 의해 발광셀들 사이의 화합물 반도체층들이 제거되고, 식각 방지층(131)이 노출된다. 상기 식각 방지층(131)은 식각 공정 동안, 그 아래의 전극들(E1, E2)이 노출되는 것을 방지한다. 이를 위해, 식각 방지층(131) 상부의 한정된 영역에서 식각이 수행된다.
- [0056] 도 14를 참조하면, 상기 발광셀들(LS1, LS2)의 측면을 덮는 측면 절연층(153)이 형성된다. 상기 측면 절연층(153)은 발광셀들을 덮는 절연층을 형성한 후, 이를 사진 및 식각 공정을 사용하여 패터닝함으로써 형성될 수 있다. 상기 측면 절연층은 예를 들어 SiO₂, SiN, MgO, TaO, TiO₂, 또는 폴리머로 형성될 수 있다. 측면 절연층(153)은 발광셀들의 측면에 노출된 상기 제1 도전형 반도체층(125a), 활성층(127a) 및 제2 도전형 반도체층(129a)을 덮는다. 측면 절연층(153)은 또한, 도시한 바와 같이, 발광셀들(LS1, LS2)의 상면 일부를 덮을 수 있다. 나아가, 측면 절연층(153)은 상기 식각 방지층(131) 위로 연장될 수 있다. 한편, 상기 측면 절연층(153)을 형성하는 동안, 또는 그 후, 식각 방지층(131) 내에 전극들(E1, E2)의 연장부들을 노출시키는 개구부들(131a)이 형성된다.
- [0057] 도 15를 참조하면, 발광셀들(LS1, LS2)을 전기적으로 연결하는 배선들(155)이 형성된다. 상기 배선들(155)은 발광셀(LS1)의 제1 도전형 반도체층(125a)과 발광셀(LS2)의 제2 도전형 반도체층(129a)에 전기적으로 연결된 전극(E2)을 전기적으로 연결한다. 즉, 배선(155)의 일 단부는 발광셀(LS1)의 제1 도전형 반도체층(125a)에 전기적으로 연결되고, 타 단부는 발광셀(LS2)의 제2 도전형 반도체층(129a)에 전기적으로 연결된 전극(E2)에 전기적으로 연결된다.
- [0058] 상기 배선들(155)을 형성하기 전, 배선들의 접착력 또는 오믹 콘택 특성을 향상시키기 위해 패드들(도시하지 않음)이 제1 도전형 반도체층들(125a) 및/또는 전극들(E1, E2) 상에 형성될 수 있다.
- [0059] 한편, 상기 발광셀들 상의 제1 도전형 반도체층들(125a)에 PEC(광전 화학) 식각 등에 의해 거칠어진 표면(R)이 형성될 수 있다. 상기 거칠어진 표면(R)은 배선들을 형성하기 전에 수행될 수도 있다. 이에 따라, 도 5의 발광 소자가 완성된다.

[0060] 이상에서 본 발명에 대해 몇몇 실시예들을 예로 들어 설명되었지만, 본 발명은 앞서 설명된 실시예들에 한정되지 않고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않으면서 당업자들에 의해 다양하게 변형 및 변경될 수 있다. 이러한 변형 및 변경들은 아래의 청구범위에서 정의되는 본 발명의 범위에 포함된다.

도면의 간단한 설명

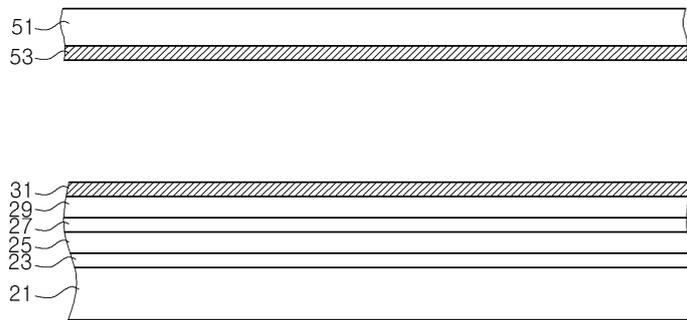
[0061] 도 1 내지 도 4는 종래기술에 따른 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자 제조방법을 설명하기 위한 단면도들이다.

[0062] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 복수개의 발광셀들을 갖는 발광 소자를 설명하기 위한 단면도이다.

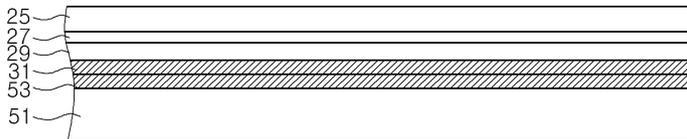
[0063] 도 6 내지 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자 제조방법을 설명하기 위한 단면도들이다.

도면

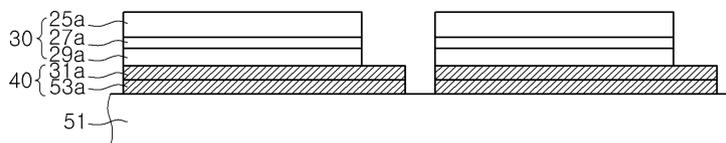
도면1



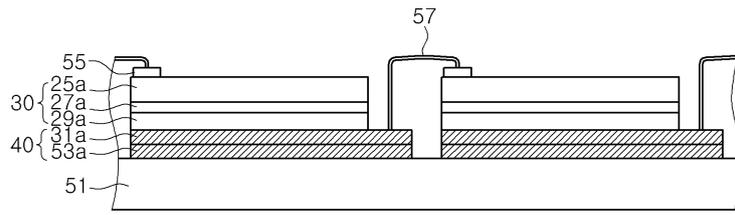
도면2



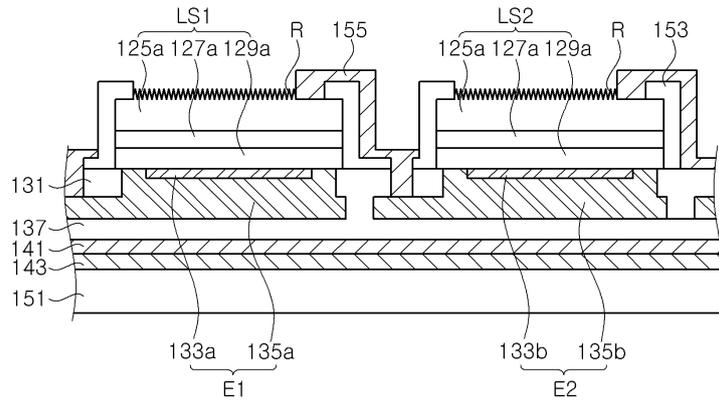
도면3



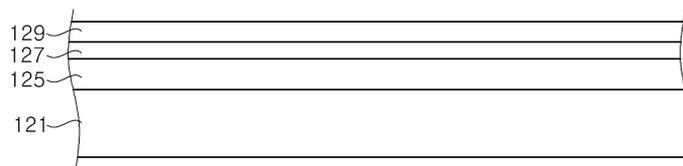
도면4



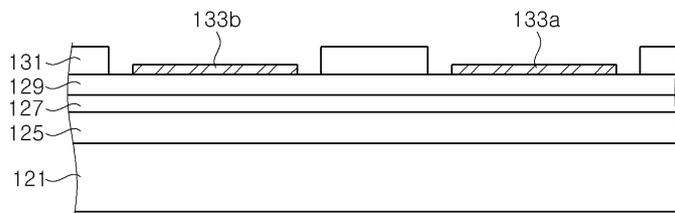
도면5



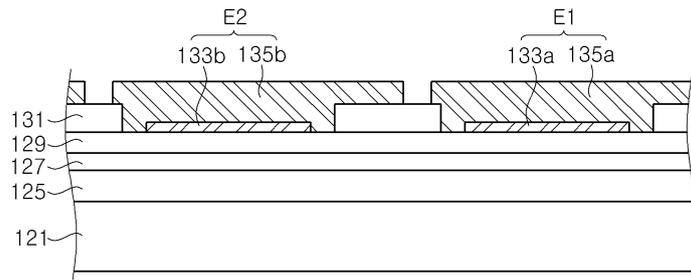
도면6



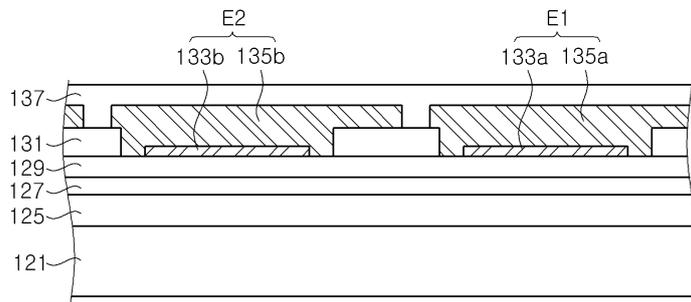
도면7



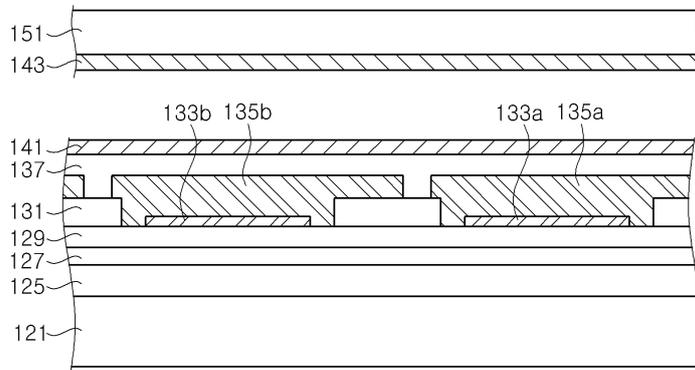
도면8



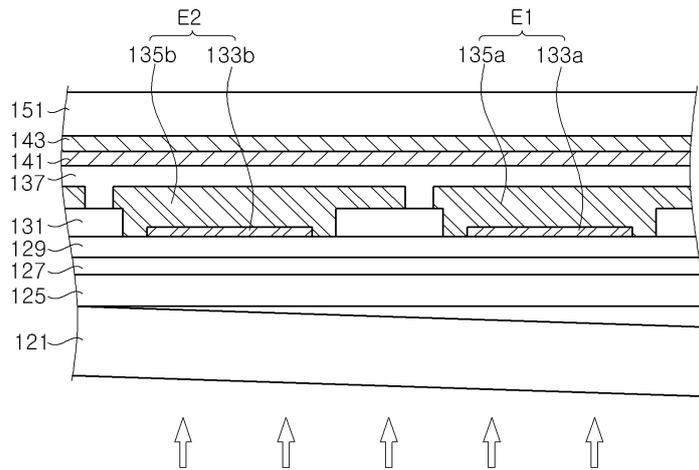
도면9



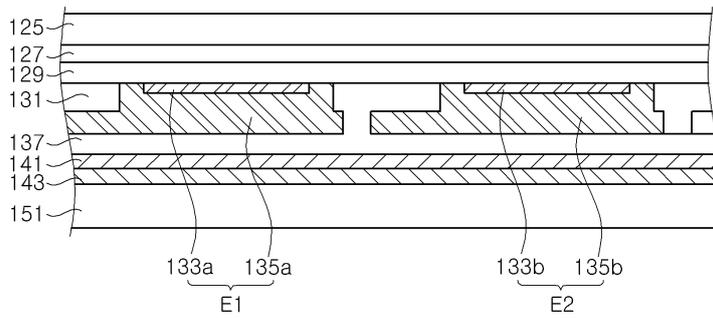
도면10



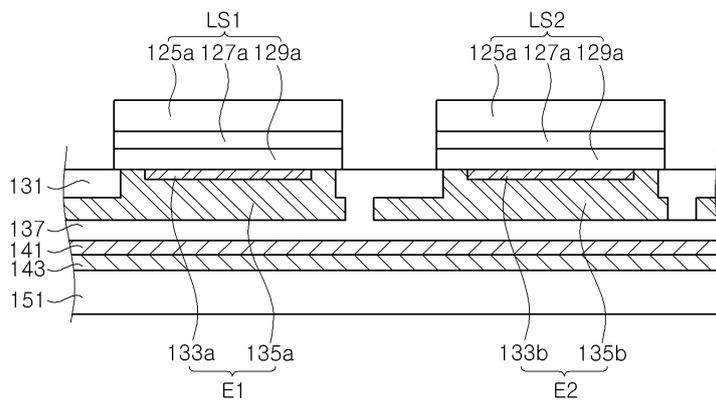
도면11



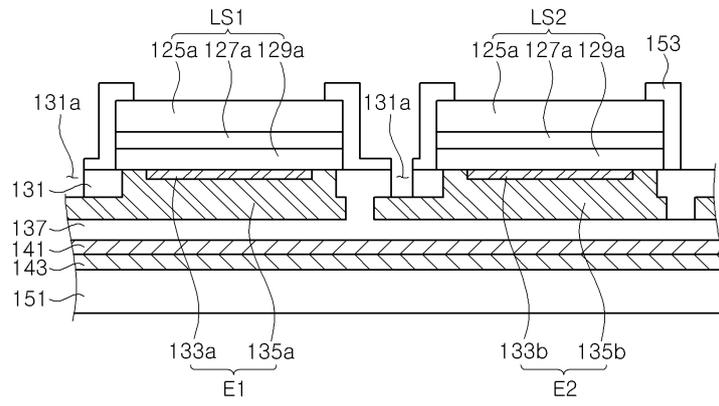
도면12



도면13



도면14



도면15

