



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년11월09일
(11) 등록번호 10-1199260
(24) 등록일자 2012년11월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 33/50 (2010.01)

(21) 출원번호 10-2007-7015432

(22) 출원일자(국제) 2005년11월28일

심사청구일자 2010년11월26일

(85) 번역문제출일자 2007년07월05일

(65) 공개번호 10-2007-0090234

(43) 공개일자 2007년09월05일

(86) 국제출원번호 PCT/IB2005/053928

(87) 국제공개번호 WO 2006/061728

국제공개일자 2006년06월15일

(30) 우선권주장

04106320.7 2004년12월06일

유럽특허청(EPO)(EP)

(56) 선행기술조사문헌

JP06310763 A*

JP2004320024 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

코닌클리즈케 필립스 일렉트로닉스 엔.브이.

네덜란드 엔엘-5621 베에이 아인드호펜 그로네보드세베그 1

(72) 발명자

안셈즈, 요하네스, 피., 엠.

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀스틀란 6 내

호이렌, 크리스토프, 지., 에이.

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인드호펜 프로프. 홀스틀란 6 내

(74) 대리인

백만기, 양영준

전체 청구항 수 : 총 9 항

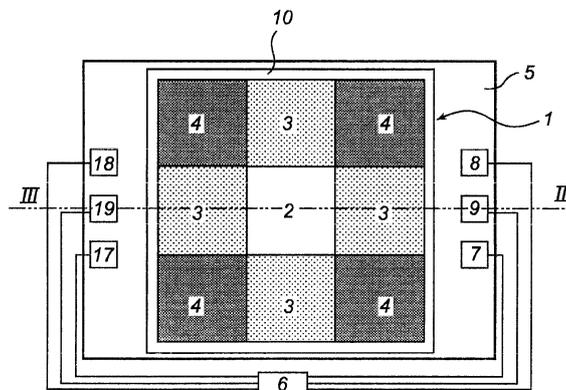
심사관 : 구영희

(54) 발명의 명칭 소형 컬러 가변 광원으로서의 단일 칩 LED

(57) 요약

본 발명은 하나의 고 저항성 기관 상에 형성된 복수의 LED 어레이를 포함하는 컬러 가변 발광 소자에 관한 것이며, 이 어레이는 각각 제1, 제2 및 제3 컬러의 빛을 제공하도록 배치된 적어도 하나의 LED를 갖는 제1, 제2 및 제3 집합을 포함한다. 이들 집합들 중 적어도 하나는 독립적으로 어드레스 가능하다. 또한, 이 어레이의 발광 다이오드는 회로에 개별적으로 접속되며, 이들 집합들 중 적어도 하나는 회로를 통해 직렬로 상호접속된 적어도 2개의 LED를 포함한다. 따라서, 예를 들면 동일한 집합의 개별 LED들 간의 모든 접속은 회로를 통해 행해질 수 있다. 이것은 또한, 어레이의 서로 다른 LED들 간의 배선이 어레이 내에 배치될 필요가 없으므로, 어레이의 LED를 매우 조밀하게 패키징할 수 있게 한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

컬러 가변(color variable) 발광 소자로서,

하나의 고 저항성 기판(10) 상에 형성된 복수의 발광 다이오드(2, 3, 4)의 어레이(1) - 상기 어레이는 적어도, 제1 컬러의 빛을 제공하도록 배치된 적어도 하나의 발광 다이오드(2)의 제1 집합, 제2 컬러의 빛을 제공하도록 배치된 적어도 하나의 발광 다이오드(3)의 제2 집합 및 제3 컬러의 빛을 제공하도록 배치된 적어도 하나의 발광 다이오드(4)의 제3 집합을 포함함 -; 및

상기 어레이(1)를 포함하는 상기 고 저항성 기판(10)이 위에 배치되는 서브-마운트(5) - 상기 서브-마운트에는 회로(21, 22, 23)가 제공되고, 상기 회로에는 상기 발광 다이오드들의 어레이가 접속됨 -

를 포함하고,

상기 어레이의 발광 다이오드 각각은 상기 회로에 별도의 접속을 갖고,

상기 제1 집합, 상기 제2 집합 및 상기 제3 집합 중 적어도 하나는 상기 회로를 통해 직렬로 상호접속된 적어도 두 개의 발광 다이오드들을 포함하고,

상기 회로는 적어도 상기 제1 집합, 상기 제2 집합 및 상기 제3 집합 중 적어도 하나를 독립적으로 어드레스하는 외부 커넥터들(7, 17, 8, 18, 9, 19)을 포함하며,

상기 서브-마운트는 다층 서브-마운트이며, 상기 회로(21, 22, 23)는 상기 서브-마운트의 제1층(31)에 일부 배치되어 있고, 상기 서브-마운트의 제2층(32)에 일부 배치되어 있는,

컬러 가변 발광 소자.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 회로는 제1부(22)와 제2부(23)를 포함하며, 상기 제1부는 상기 독립적으로 어드레스 가능한 발광 다이오드들의 집합에 접속되어 있으며, 상기 제2부와는 전기적으로 절연되어 있는 컬러 가변 발광 소자.

청구항 3

삭제

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 회로의 상기 제1부(22)는 상기 서브-마운트의 제1층(31)에 배치되어 있고, 상기 회로의 상기 제2부(23)는 상기 서브-마운트의 제2층(32)에 배치되어 있는 컬러 가변 발광 소자.

청구항 5

제1항, 제2항 또는 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 집합의 상기 발광 다이오드(들)에는 상기 다이오드(들)에 의해 방출되는 빛을 제공된 상기 제1 컬러의 빛으로 변환하도록 배치된 제1 과장-변환 화합물이 제공되고, 상기 제2 집합의 상기 발광 다이오드(들)에는 상기 다이오드(들)에 의해 방출되는 빛을 제공된 상기 제2 컬러의 빛으로 변환하도록 배치된 제2 과장-변환 화합물이 제공되는 컬러 가변 발광 소자.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 발광 다이오드들에 의해 방출되는 빛은 청색 빛이며, 제공된 상기 제1 컬러는 녹색이며, 제공된 상기 제2 컬러는 적색인 컬러 가변 발광 소자.

청구항 7

제1항, 제2항 또는 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제3 집합의 상기 발광 다이오드(들)에는 상기 다이오드(들)에 의해 방출되는 빛을 제공된 상기 제3 컬러의 빛으로 변환하도록 배치된 제3 과장-변환 화합물이 제공되는 컬러 가변 발광 소자.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 발광 다이오드들에 의해 방출된 빛은 자외선이며, 제공된 상기 제1 컬러는 녹색이고, 제공된 상기 제2 컬러는 적색이며, 제공된 상기 제3 컬러는 청색인 컬러 가변 발광 소자.

청구항 9

제5항에 있어서, 상기 파장-변환 화합물은 상기 발광 다이오드(들) 상에 피착되는 컬러 가변 발광 소자.

청구항 10

제5항에 있어서, 상기 파장-변환 화합물은 상기 어레이 상에 배치된 층의 영역에 배치되며, 상기 영역은 상기 발광 다이오드(들)의 적어도 일부를 커버하는 컬러 가변 발광 소자.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 하나의 고 저항성(highly resistive) 기판 상에 형성된 발광 다이오드들의 컬러 가변 어레이(color variable array)에 관한 것으로, 적어도 하나의 발광 다이오드의 적어도 두 개의 집합을 포함하며, 각각의 집합은 각 컬러의 빛을 방출한다.

배경기술

[0002] 발광 다이오드(LED)는 종래의 조명 전구에 비해 광원으로서 매력적인 대안이 되어 가고 있다. 발광 다이오드는 자동차의 미등, 야외 표지(outdoor signs) 및 교통 신호와 같은 자동차의 응용 분야에서 조명 전구를 대체하고 있다. 발광 다이오드는 또한 방의 조명과 무대 조명용의 일반 조명 전구를 대체하기 시작하고 있다.

[0003] LED를 채용하는 조명 시스템은, 표준 광원에 비해 수명이 더 길고, 더 견고하고, 동작 온도가 더 낮으며 필요로 하는 전압 전력이 더 낮은 것과 같은 많은 이점을 지니고 있다.

[0004] 예를 들면 백색 광을 제공하기 위한 LED 조명 시스템은, 통상적으로 상이한 컬러의 여러 LED들을 이용하고, 이들 상이한 컬러는 함께 혼합되어 백색 광, 또는 임의의 다른 컬러의 빛을 얻을 수 있다.

[0005] 좋은 컬러 혼합을 위해, 상이한 컬러의 LED들을 서로 아주 근접하게 하는 것이 이로운 것이다.

[0006] 또한, 백색 광의 컬러 온도와 같이, 조명 장치에 의해 생성되는 컬러를 쉽게 제어할 수 있는 것이 이로운 것이다.

[0007] US 특허 제6,547,249호는 하나의 고 저항성 기판 상에 형성된 복수의 개별 LED들의 어레이를 개시한다.

[0008] 어레이의 모든 LED들은 상호접속되어 있다. 따라서, 서로 아주 근접해 있는 복수의 LED들을 제공한다. 이 '249 특허는 또한 어레이의 LED들 일부가 인광체로 커버되어, 이들 LED들에 의해 생성되는 빛의 컬러가 변하는 어레이를 개시한다. 이것은 소정의 컬러를 지니는 이러한 LED-어레이들을 생성하는 가능성을 제공한다.

[0009] 그러나, 이러한 어레이의 컬러는 고정되어 있고, 어레이들 간의 인광체 두께가 아주 조금 달라지지만 해도 컬러가 다르게 되고, 이에 따라 이러한 어레이들의 비닝 범위(binning range)가 크게 된다.

[0010] 따라서, 좋은 컬러 혼합 속성들을 지니고 각각의 LED 어레이들 간에 일정한 컬러를 제공하는 소형 LED 기반 조명 시스템에 대한 요구가 여전히 남아있다.

발명의 상세한 설명

[0011] 본 발명의 한 가지 목적은 상술한 문제점들을 극복하는 LED 기반 조명 시스템을 위한 수단을 제공하는 것이다. 따라서, 본 발명은 하나의 고 저항성 기판 상에 형성된 복수의 발광 다이오드들의 어레이를 포함하는 컬러 가변 발광 소자를 제공하는 것이다.

[0012] 이 어레이는 제1 컬러의 빛을 제공하도록 배치된 적어도 하나의 발광 다이오드의 제1 집합, 제2 컬러의 빛을 제공하도록 배치된 적어도 하나의 발광 다이오드의 제2 집합 및 제3 컬러의 빛을 제공하도록 배치된 적어도 하나의 발광 다이오드의 제3 집합을 포함한다. 어레이는 또한, 제4 및 제5 컬러와 같은 추가의 컬러의 빛을 각각

제공하기 위해, 적어도 하나의 발광 다이오드의 제4 및 제5 집합과 같은 추가의 집합을 포함할 수 있다.

- [0013] 어레이는, 발광 다이오드들의 어레이가 접속되어 있는 회로가 제공된 서브-마운트(sub-mount) 상에 배치된다.
- [0014] 본 발명의 소자에서, 어레이의 각각의 발광 다이오드는 상기 회로에 개별적으로 접속되며, 제1, 제2 또는 제3 집합 중 적어도 하나는 회로를 통해 직렬로 상호접속된 적어도 두 개의 발광 다이오드들을 포함한다.
- [0015] 또한, 본 발명의 소자의 회로는, 제1, 제2 및 제3 집합 중 적어도 하나를 독립적으로 어드레스하기 위한 외부 커넥터를 포함한다.
- [0016] 본 발명에 따른 어레이의 LED들은 모두 동일한 기판 상에 형성되고 위치된다. 이것은 서브-마운트 상에 탑재된 개별적 LED-다이들의 어레이와 구별될 것이다.
- [0017] 여러 LED들의 어레이를 개별적으로 서브-마운트 상에 탑재시키지 않고 여러 LED들의 어레이를 하나의 고 저항성 기판 상에 형성함으로써, 다이오드를 좀 더 조밀하게 패키징(packaging)하는 것이 가능하며, 작은 영역을 차지하는 이러한 어레이로 인해 높은 광속(light flux)이 생성될 수 있다. 따라서, 본 발명의 발광 소자에 기반하는 조명 시스템은 발광 영역의 평균 밝기가 밝기 때문에 작게 만들어질 수 있다.
- [0018] 서로 다른 컬러들의 빛을 혼합하여 원하는 컬러의 빛을 얻기 위해, 서로 다른 컬러 방사원들 간의 거리가 서로 더 가깝게 위치되고, 컬러 혼합이 어레이의 작은 영역에 의해 개선되므로, 작은 영역을 차지하는 서로 다른 컬러들의 LED를 포함하는 어레이는 이롭다.
- [0019] 어레이는 적어도 세 개의 컬러의 빛을 제공하며, 이 중 적어도 하나의 컬러의 광속은 나머지 두 개의 컬러와 독립적으로 조절가능하다. 이것은, LED를 어레이에 조밀하게 패키징할 수 있음과 함께, 좋은 컬러 혼합을 갖는 가변 컬러를 제공하게 한다.
- [0020] 본 발명의 어레이에서, 적어도 하나의 LED 집합들 중 적어도 하나는 적어도 두 개의 발광 다이오드들을 포함하며, 이러한 둘 이상의 LED 집합의 LED들은 직렬로 상호접속된다.
- [0021] 하나의 집합 내의 LED들을 직렬로 접속시킴으로써, 구동 전류와 이에 따른 광 출력은, 병렬 배치와는 달리, 그 집합의 모든 LED들에 대해 일정할 것이고, 한 LED의 저항의 작은 변화가 그 집합의 모든 LED들에 흐르는 전류의 변화를 야기시켜, 이것은 그 집합의 개개의 LED들 간에 아주 상당한 광 출력 변화를 야기할 수 있다. 또한, 어레이의 각 LED들은 회로에 개별적으로 접속되어, 예를 들면, 동일한 집합의 개별 LED들의 모든 접속은 그 회로를 통해 행해질 수 있다. 이것은 또한 어레이의 서로 다른 LED들간의 배선이 어레이에 배치될 필요가 없게 하기 때문에, LED들이 어레이에서 아주 조밀하게 패키징될 수 있게 한다.
- [0022] 어레이내의 서로 다른 LED 집합들의 독립적인 어드레싱을 가능하게 하기 위해, 회로는, 이러한 독립적인 어드레싱을 위한, LED 구동기 유닛이 접속될 수 있는 외부 커넥터를 포함한다. 본 발명에 따른 소자에서, 회로는 서로 전기적으로 절연된 여러 개별 부분들을 포함할 수 있다. 회로의 이와 같은 서로 다른 부분들은, 어레이의 서로 다른 LED 집합들에 독립적으로 접속하고 이들을 독립적으로 어드레스하는 데에 사용될 수 있다. 본 발명의 실시예에서, 서브-마운트는 다층 서브-마운트이며, 회로의 서로 다른 부분들은 이 다층 서브-마운트의 서로 다른 층들에 배치된다.
- [0023] 예를 들면, 서로 다른 LED 집합들에 접속된 회로의 서로 다른 부분들은, 서브-마운트의 서로 다른 층들에 배치될 수 있다. 이것은, 어레이의 서로 다른 LED 집합들을 구동시키는 회로의 서로 다른 부분들이 서로 다른 층들에 배치되어 있기 때문에 회로의 패터닝을 용이하게 할 수 있다. 따라서, 회로의 서로 다른 부분들의 교차점(crossing point)의 개수가 최소화된다. 본 발명의 실시예에서, 이러한 어레이의 모든 LED들은 동일한 컬러의 빛을 방출한다. 멀티컬러 어레이를 얻기 위해, 제1 LED 집합에는 이 다이오드에 의해 방출된 빛을 제1 제공된 컬러의 빛으로 변환하도록 배치된 제1 파장-변환 화합물이 제공된다. 또한, 제2 LED 집합에는 이 다이오드에 의해 방출된 빛을 제2 제공된 컬러의 빛으로 변환하도록 배치된 제2 파장-변환 화합물이 제공된다. 모든 다이오드들이 청색 빛을 방출하고, 제1 제공된 컬러는 녹색(청색으로부터 변환된 파장)이고, 제2 제공된 컬러는 적색(청색으로 변환된 파장)인 경우가 한 예다. 본 발명의 다른 실시예에서, 또한, 제3 LED 집합에는 이 다이오드에 의해 방출된 빛을 제3 제공된 컬러의 빛으로 변환하도록 배치된 제3 파장-변환 화합물이 제공된다. 모든 다이오드가 자외선(UV-light) 또는 근자외선(near-UV light)을 방출하고, 제1 제공된 컬러가 녹색(자외선으로부터 변환된 파장)이고, 제2 제공된 컬러가 적색(자외선으로부터 변환된 파장)이고, 제3 제공된 컬러가 청색(자외선으로부터 변환된 파장)인 경우가 한 예다.
- [0024] 일부 고유 컬러(intrinsic colors)의 일부 LED로부터의 방사(파장 분포 및/또는 강도)는 LED의 온도 및/또는

LED를 구동하는 전류 밀도에 굉장히 좌우된다. 이것은, 소자에 흐르는 전류 또는 소자의 온도가 조금이라도 변하면 방출된 컬러의 빛의 변화를 일으킬 수 있기 때문에, 예를 들면, 백색 광을 생성할 수 있는 LED 어레이의 문제점을 제공한다.

- [0025] 적절한 파장-변환 화합물을 사용함으로써, 온도에 가장 안정적인 LED가 이용될 수 있고, 그리하여 고유의 컬러는 원하는 컬러로 변환될 수 있다.
- [0026] 또한, 파장-변환 화합물을 펌프하고 소자의 최단 파장을 갖는 원색을 전달하는 데에 자외선에서부터 녹색 광까지의 스펙트럼 영역에서 방출하는 가장 효율적인 유형의 LED가 사용될 수 있다.
- [0027] 본 발명에서 사용하기에 적합한 파장-변환 화합물은 사실상 온도 독립적인 것이 바람직하다. 원하는 파장-변환 화합물은 원하는 LED 상부에 바로 피착될 수 있다. 파장-변환 화합물은, 대안으로, 어레이 상에 배치된 층의 영역에 포함될 수 있고, 그 영역은 적어도 부분적으로 원하는 LED를 커버한다.
- [0028] 따라서, 본 발명은 하나의 고 저항성 기관 상에 형성된 복수의 LED 어레이를 포함하는 컬러 가변 LED 소자에 관한 것이며, 이 어레이는, 각각 제1, 제2 및 제3 컬러를 제공하도록 배치된 적어도 하나의 LED를 갖는 제1, 제2 및 제3 집합을 포함한다. 이들 집합들 중 적어도 하나는 독립적으로 어드레스 가능하다. 또한, 어레이의 각각의 발광 다이오드는 회로에 개별적으로 접속되며, 상기 집합들 중 적어도 하나는 회로를 통해 직렬로 상호접속된 적어도 두 개의 LED들을 포함한다. 예를 들면 동일한 집합의 각각의 LED들 간의 모든 접속은 회로를 통해 행해질 수 있다. 이것은 또한 어레이의 서로 다른 LED들 간에 그 어떠한 배선도 어레이에 배치될 필요가 없으므로, 어레이의 LED들이 아주 조밀하게 패키징될 수 있게 한다.

실시예

- [0033] 본 발명은 이제 첨부된 도면을 참조하여 바람직한 실시예의 상세한 설명에서 또한 설명될 것이다.
- [0034] 도 1에 도시된 본 발명의 예시적인 실시예는, 하나의 기관 상에 3×3의 사각형으로 형성된 9-겹 LED 어레이(1)를 포함한다.
- [0035] 이 어레이는, 청색 광을 제공하는 1개의 LED의 집합(2), 적색 광을 제공하는 4개의 LED의 집합(3) 및 녹색 광을 제공하는 4개의 LED의 집합(4)인 3개의 개별 LED 집합들로 나뉜다.
- [0036] 세 개의 집합들은, 청색(7)(캐소드로) 및 (17)(애노드로)용, 녹색(8)(캐소드로) 및 (18)(애노드로)용, 적색(9)(캐소드로) 및 (19)(애노드로)용의 개별 커넥터를 통해, 3개의 개별 집합들에 흐르는 전류 및/또는 전압을 독립적으로 제어할 수 있는 LED 구동기 유닛(6)에 개별적으로 접속된다. 또는, LED 집합들의 애노드들 또는 캐소드들이 접속되어, LED 구동기 유닛과 LED 어레이 간에는 단 4개의 전기적으로 절연된 접속만이 생긴다.
- [0037] 따라서, 도 1의 어레이는 청색, 녹색 및 적색 집합들의 컬러 포인트들 각각에 의해 정의된 컬러 공간 내부에 임의의 컬러의 빛을 제공할 수 있는 RGB-유닛을 구성한다. 서로 다른 컬러의 집합들에 흐르는 전류를 개별적으로 제어함으로써, 어레이의 전체 컬러가 변할 수 있다.
- [0038] 어레이는, 이 세 개의 집합들을 개별적으로 접속시키는 회로가 제공된 서브-마운트(5) 상에 위치한다.
- [0039] 회로가 도 2에 개략적으로 도시되어 있으며, 회로는 세 개의 집합들이, 서로 절연된 회로의 서로 다른 부분들에 개별적으로 접속되어 있는 것을 도시하고 있다. 청색 LED(2)는 회로의 지정된 부분(21)에 접속되고, 녹색 LED들(3)은 회로의 지정된 부분(22)에 접속되며, 적색 LED들(4)은 회로의 지정된 부분(23)에 접속된다.
- [0040] 도 3에 도시된 바와 같이, 회로의 세 개의 집합들은 다층 서브-마운트의 서로 다른 세 개의 층 상에 배치될 수 있다. 따라서, "적색" 회로(21)는 제1층(33) 상에, "녹색" 회로(22)는 제2층(32) 상에, "청색" 회로(23)는 제3층(31)에 배치된다.
- [0041] 그러나, 하나의 LED 집합용 회로는 그 위치가 단일 배선 층으로 제한될 필요는 없다. 배선 층들 사이에 있고 다층 서브-마운트의 하나 이상의 층들을 관통하는 전기 비아를 이용하여, 특정 컬러의 한 LED들에 대해 여러 배선 층들이 사용될 수 있다. 일부 구성에서, 이것은, 예를 들면, 배선 층들의 수를 줄여, 다층 서브-마운트의 두께를 줄이고, 그 결과 서브-마운트의 열적 저항을 줄이기 때문에, 이로울 수 있다. 통상적으로, 본 발명의 여러 겹 LED-어레이는, 동일한 기관 상에 모두 형성되고, 공통 기관에 의해 하나의 통합된 부분이 되는 다수의 액티브 소자들(LED들)을 포함한다. 따라서, 어레이의 모든 LED들은 동일한 컬러의 빛을 방출한다.
- [0042] 적합한 기관들은, 예를 들면, 사파이어(sapphire), 실리콘 탄화물 또는 갈륨 질화물과 같은 고 저항성 기관들을

포함한다. LED들은, 화학적 증착법(CVD), 분자 빔 에피택시(molecular beam epitaxy:MBE) 또는 다른 기타의 적절한 방법에 의해, 발광 다이오드들의 형성에 필요한 반도체 층들을 기판 상에서 성장시킴으로써 기판 상에 형성될 수 있다. 또한, 기판은 낮은 광 흡수를 지니는 기판인 것이 바람직하다.

[0043] 적합한 LED들의 예로는, GaN, AlGaIn, InGaIn 및 AlInGaIn 다이오드들이 있지만 이에 제한되지 않는다.

[0044] 어레이의 LED 소자들 각각은, 소자의 애노드 및 캐소드로부터 (실질적으로 동일한 컬러를 방출하거나 또는 파장 변환 컬러를 방출하는) LED 집합의 소자들의 직렬 접속을 제공하는 상호접속 회로로의, 자기 고유의 커넥터 집합을 지니는 것이 바람직하다. 소자들(LED들)은, 애노드와 캐소드로의 커넥터들이 광 전과 면에 대향하는, LED 어레이의 동일한 면에 배치되도록 형성되는 것이 바람직하다. 따라서, LED 어레이를 구동시키기 위한 모든 회로는, 방출된 빛을 하나도 차단하지 않으면서, 어레이 상의 한쪽 면에 배치될 수 있다.

[0045] 도 1에 도시된 어레이는 9개의 액티브 소자들(LED들)을 포함한다. 그러나, 하나의 기판 상에, 그리고 임의의 기하학적 구성으로 형성된 더 많거나 또는 더 작은 개수의 LED들의 어레이 또한 첨부된 청구항의 범위에 포함된다. 또한, 액티브 소자들의 기하학적 배열과 개수가 도 1에 도시된 것과 다를 수 있을 뿐만 아니라, 개개의 소자들의 크기는, 예를 들면, 컬러 혼합과 각종 컬러의 요구되는 광속 기여도를 동시에 최적화하기 위해, 여러 접-LED 어레이 내에서 또한 변경될 수 있다. 본 발명의 여러 접의 LED 어레이에서, 모든 LED들은 실질적으로 동일한 컬러의 빛을 방출한다. 멀티컬러 어레이를 제공하기 위해, 어레이의 LED들에 의해 방출된 빛, 고유 컬러는 멀티컬러 어레이의 서로 다른 컬러들로 변환되어야만 한다.

[0046] 파장-변환 화합물 또는 인광체(phosphor)는, 소정의 파장 또는 소정의 파장 간격의 빛을 흡수하고, 서로 다른 파장 또는 파장 간격의 빛을 방출하는 발광성 화합물(luminescent compound)이다. 이와 같은 많은 발광성 화합물들이 당업자들에게 공지되어 있다. 용어 "발광성 화합물"은 인광성(phosphorescent) 화합물 또는 형광성(fluorescent) 화합물 둘 모두를 지칭한다.

[0047] 이러한 파장-변환 화합물은 고유 컬러를 멀티컬러 어레이의 서로 다른 컬러들로 변환하는 데에 사용될 수 있다.

[0048] 본 명세서에서 사용된 "고유 컬러"라는 용어는, LED에 의해 직접 방출된 컬러를 지칭하며, 당업자들에게 알려진 바와 같이, 기판 상에서 LED를 형성하는 데에 사용된 재료에 좌우된다.

[0049] 도 1에 도시된 어레이의 3 개의 상이한 컬러의 LED들은 여러 방법으로 실현될 수 있다.

[0050] 예를 들면, 자외선 또는 근자외선을 방출하는 액티브 소자들(LED들)의 경우, 청색 집합의 소자들에 UV에서 청색으로 변환하는 화합물을 제공함으로써 청색 채널이 형성된다. 이어서, 녹색 및 적색 집합들의 소자들에 UV에서 녹색으로, 그리고 UV에서 적색으로 변환하는 화합물을 각각 제공함으로써 녹색 및 적색 채널들이 형성된다.

[0051] 액티브 소자들(LED들)이 청색 광을 방출하는 또 다른 경우에는, 청색 채널에 파장-변환 화합물이 하나도 제공되지 않고, 녹색 및 적색 집합의 소자들에 청색에서 녹색으로 그리고 청색에서 적색으로 변환하는 화합물을 각각 제공함으로써 녹색 및 적색 채널이 이어서 형성된다. 컬러 온도 3000 K의 백색 광을 생성하는, 고유의 청색 채널 및 파장 변환된 녹색 및 적색 채널을 지니는, 이 실시예에 따른 RGB 어레이로부터의 파장 스펙트럼이 도 4에 도시되어 있다.

[0052] 상술된 청색에서 녹색으로, 청색에서 적색으로, UV에서 청색으로, UV에서 녹색으로, UV에서 적색으로 변환하는 화합물과 같은 이러한 파장-변환 화합물뿐만 아니라 다른 파장-변환 화합물이 당업자들에게 공지되어 있다.

[0053] 도 1의 어레이는 RGB-어레이이다. 그러나, 본 발명은, 청색, 녹색 및 적색의 조합을 사용하여 멀티컬러 어레이를 형성하는 것으로 제한되지 않는다. 예를 들면, 시안(cyan), 녹색 및 적색; 시안, 황색 및 적색; 그리고 청색, 황색 및 적색; 황색 인광체 층을 통해 청색의 누락을 허용함으로써 흰색을 포함하는, 예를 들면, 흰색, 녹색 및 적색과 같은 컬러 조합; 흰색, 황색 및 적색과 같은 3가지 컬러의 조합, 또는 흰색, 청색, 녹색, 적색; 청색, 시안, 녹색, 적색과 같은 4가지 컬러 조합과 같은, 다른 컬러 및 컬러들의 조합이 본 발명의 소자에 사용될 수 있다.

[0054] 본 발명의 어레이의 LED들의 고유 컬러는, UV, 근-UV, 또는 청색인 것이 바람직한데, 낮은 파장을 지니는 빛이 더 높은 파장의 빛으로 쉽게 변환될 수 있기 때문이다. 흑체 궤적(black body locus)의 모든 컬러 포인트가 생성될 수 있도록, 제공된 컬러들 중 하나가 호박색-적색 스펙트럼 영역에 있는 것이 바람직하다.

[0055] 청색 광을 적색 광으로 변환하는 형광성 재료의 예는, SrS:Eu, Sr₂Si₅N₈:Eu, CaS:Eu, Ca₂Si₅N₈:Eu, (Sr_{1-x}Ca_x)S:Eu 및 (Sr_{1-x}Ca_x)₂Si₅N₈:Eu (x=0 내지 1)로 형성된 그룹에서 선택된 것을 포함한다. 적합한 발광성 재료는 비교적

높은 안정성을 보이는 $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 이다. 또한, $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 는 황화물을 사용하지 않는 발광성 재료이다. $\text{SrS}:\text{Eu}$ 는 대략 610nm의 피크 파장을 지니며, $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 는 대략 620nm의 피크 파장을 지니며, $\text{CaS}:\text{Eu}$ 는 대략 655nm의 피크 파장을 지니며, $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 는 대략 610nm의 피크 파장을 지닌다.

- [0056] 청색 광을 녹색 광으로 변환하는 형광성 재료의 예는, $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)_2\text{SiO}_4:\text{Eu}$ ($x=0$ 내지 1, 바람직하게는 $x=0.5$), $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}$, $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 및 $\text{SrSi}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}$ 로 형성된 그룹에서 선택된 것을 포함한다. 안정성에 관하여, $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 및 $\text{SrSi}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}$ 가 매우 적합한 발광성 재료이다. 또한, 이들 후자의 발광성 재료는 황화물을 사용하지 않는다. $(\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}$ 는 대략 523nm의 피크 파장을 지니며, $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}$ 는 대략 535nm의 피크 파장을 지니며, $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 는 대략 515nm 및 545nm의 피크 파장을 지니며, $\text{SrSi}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}$ 는 대략 541nm의 피크 파장을 지닌다.
- [0057] 적합한 황색/호박색 방출 발광성 재료의 한 예는, 화학식의 x 및 y 의 값에 따라 560 내지 590nm 범위의 피크 파장을 지니는 $(\text{Y}_{1-x}\text{Gd}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ (x 및 y 의 값은 0 내지 0.5의 범위인 것이 바람직함)이다.
- [0058] 여러 컬러의 빛을 제공하기 위해 상술된 바와 같은 파장-변환 화합물을 사용하는 것은, 서로 다른 고유 컬러들을 지니는 LED들 사용하는 것이 비해 여러 이점을 지닌다.
- [0059] 예를 들면, 호박색-적색 광을 방출하는, 널리 사용되는 AlInGaP 다이오드들의 파장 범위는 온도에 민감하다. 따라서, 이러한 다이오드들을 포함하는 어레이의 연색평가지수(color rendering index)는 온도에 따라 상당히 변한다. 또한, AlInGaP -재료는 온도에 민감하여, 높은 온도를 견딜 수 없다. 예를 들면, AlInGaP 다이오드의 온도를 25°C에서 100°C까지 올리면 그 다이오드로부터의 시감 출력은 대략 2배 정도 감소된다.
- [0060] 따라서, 파장 간격 및 분해 둘 모두에 관하여 온도에 안정적인 파장-변환 화합물을 사용함으로써, 혼합되고 방출된 빛의 선택된 컬러 포인트는 온도에 거의 좌우되지 않거나 또는 좌우되지 않는데, 온도의 동작 범위에서 열적 소멸(thermal quenching)이 거의 없는 인광체가 사용가능하고, 동일한 유형의 LED에 의한 파장-변환 화합물을 통해 또는 직접 모든 컬러들이 생성되기 때문이다.
- [0061] 파장-변환 화합물은 그것이 빛을 변환하는 LED 소자와 광학적으로 접촉하여 배치되는 것이 바람직하다.
- [0062] 파장-변환 화합물은 LED 어레이의 원하는 액티브 소자 상에 직접 피착될 수 있다. 피착을 위한 또 다른 방법들이 당업자들에게 공지되어 있으며, 화합물의 디스펜싱(dispensing), 스프레이, 스크린-프린팅 및 전착법(electrophoretic deposition)을 포함한다.
- [0063] 또한, 파장-변환 화합물을 포함하는 미리 형성된 작은 판(pre-shaped platelet)의 모자이크는 LED 어레이에 탑재될 수도 있고, 광학적으로 LED 어레이에 접속될 수도 있다. 이 경우, 파장-변환 화합물은 광 폴리머, 졸-겔 유리 또는 낮은 온도에서 녹는 유리와 같은 광 매트릭스에 삽입될 수 있다. 또는, 세라믹 작은 판과 LED들 사이의 적합한 광 배선을 지니는 인광체가 세라믹 작은 판으로서 도포할 수 있다.
- [0064] 파장-변환 화합물은 예를 들면 더 높은 작동 온도를 견디기 위해, 졸-겔 매트릭스 내에 피착될 수 있다.
- [0065] 벽(walls)은, 파장-변환 화합물이 피착될 수 있는 웰(wells)을 제공하기 위해, 어레이의 각 액티브 소자 주위에서 리소그래픽적으로(lithographically) 제조될 수 있다. 이러한 벽은 또한 인접한 LED들 사이의 혼선(crosstalk)을 방지할 수 있다.
- [0066] 다른 예에서, 파장-변환 화합물은 막(film) 위에, 이어서 어레이의 상부에 배치될 수 있다. 이러한 막은 실리콘과 같은 폴리머 막일 수 있다. 또는, 파장-변환 화합물은 유리 기판 또는 LED 어레이의 상부에 배치된 반투명 또는 투명한 세라믹 기판 상에 배치될 수 있다. 파장-변환 화합물이 막 또는 판과 LED 어레이 사이에 놓이도록 막 또는 판이 탑재되는 것이 바람직하다.
- [0067] 도 1 및 도 2에 도시된 실시예에서, 세 개의 컬러 집합들 모두는 독립적으로 어드레스 가능하다. 이것은 세 개의 제공된 컬러에 의해 정의되는 컬러 공간에서의 컬러의 선택을 자유롭게 한다. 그러나, 본 발명에 따르면, 본 경우 또한, 단 하나만의 컬러 집합만이 독립적으로 어드레스 가능하고, 나머지 둘 이상의 컬러 집합들은 함께 어드레스되는 경우일 수 있다. 이러한 경우, 어레이에 의해 제공되는 컬러는, 독립적으로 어드레스 가능한 컬러-집합의 컬러 포인트 및 고정 비율로 구동되는 두 개 이상의 컬러 집합들의 컬러 포인트에 의해 결정되는 컬러 공간의 라인을 따라 선택될 수 있다. 각각의 컬러에 관하여 두 개의 링크된 컬러들의 상대적인 분담

(contribution)을 변화시킴으로써, 이 라인 상의 모든 컬러 포인트가 얻어질 수 있다. 본 발명의 어레이는 회로가 제공된 서브-마운트 상에 배치된다. 적합한 서브-마운트 재료는, 실리콘 및 AlN과 같은 전기적 절연 재료를 포함하지만 이에 제한되지 않는다.

- [0068] LED들 및 전기 도선(electric lead) 또는 배선을 추가로 절연하기 위해, 실리콘 산화물과 같은 전기적 절연 층들이 제공될 수 있다.
- [0069] 서브-마운트 재료는 LED들로부터 멀리 열을 확산하게 하고 전도하도록 열적으로 매우 전도력이 있는 것이 바람직하다. 서브-마운트는, LED들을 안전하고 굳건하게 서브-마운트 상에 탑재하는 것을 가능하게 하기 위해, LED들의 열 팽창 계수(coefficient of thermal expansion:CTE)에 근접하는, 비교적 낮은 CTE를 갖는 것이 바람직하다. 서브-마운트는 추가의 열 확산기, 열 도체, 열 수송 유닛 또는 방열판에 대해 좋은 열적 컨택트로 탑재되는 것이 바람직하다. 알루미늄 또는 구리와 같은 금속, 또는 알루미늄 실리콘 탄화물 같은 화합물이 바람직하다.
- [0070] 서브-마운트에는 회로가 제공되어, 여러 접-LED 어레이의 각각의 LED는 회로에 개별적으로 접속될 수 있다. 회로는 예를 들면, 알루미늄, 납, 텅스텐, 몰리브덴(molybdenum) 또는 구리와 같은 금속 또는 비금속의 전기적 전도 재료(그러나 이에 제한되지 않음)와 같은 전기적 전도 재료의 패턴을 포함한다. 회로는 어레이의 액티브 소자들로의 접속에 적합한 커넥터들을 더 포함한다. 이러한 커넥터들은 서브-마운트의 표면에 배치될 수 있다.
- [0071] 각 LED로의 모든 접속 또는 각 LED로부터의 모든 접속은 회로를 통해 행해진다. 동일한 컬러 집합의 LED들 간과 같은, 어레이의 LED들 간의 상호접속 또한 회로를 통해 행해진다. 따라서, 어레이 자체의 설계에 이러한 배선을 포함시킬 필요는 없는데, 이것이 임의의 어레이 레이아웃에 대해 서브-마운트의 회로에 의해 쉽게 다루어지기 때문이다.
- [0072] 또한, 어레이의 서로 다른 LED들 간의 배선이 어레이 내에 배치될 필요가 없으므로, 이것은 어레이의 LED들의 매우 조밀한 패키징을 가능하게 한다.
- [0073] 회로의 설계는 회로에 접속될 여러 접-LED 어레이의 설계에 좌우될 것이다.
- [0074] 도 3에 도시된 바와 같이, 회로의 각각의 부분들은 다층 서브-마운트의 각각의 층들에 배치될 수 있다. 이것은 회로의 서로 다른 부품들 간의 모든 교차(crossings)가 각각의 층들에서 행해져, 서브-마운트 재료에 의해 서로 절연되기 때문에, 회로의 패터닝을 용이하게 한다.
- [0075] 다층 서브-마운트는 알루미늄 산화물, 알루미늄 질화물 또는 베릴륨(beryllium) 산화물과 같은 전기적으로 절연하는 세라믹 층들로 구성될 수 있다.
- [0076] 하나의 집합 내의 LED들을 직렬로 접속시킴으로써, 구동 전류는, 예를 들면, 1A보다 작은 비교적 낮은 레벨에서 유지되어, 열 배출(heat dissipation)로 인한 이들 도선에서의 심각한 전기적 손실 없이, 전기 도선을 비교적 작은 교차부에 도포하는 것이 가능하다.
- [0077] 예를 들어, 10 개의 LED 소자들이 병렬로 접속되고, 각각의 LED 소자들이 1A의 최대 전류로 구동된다면, 전원은 10A의 전류를 전달해야 하고, 큰 교차부를 지니는 도선이 필요할 것이다. 충분히 높은 변조 주파수에서 펄스 폭 변조(pulse width modulation:PWM)의 이렇게 높은 전류를 전달하는 것은 매우 어려운 TASK이며, PWM은 LED들을 구동하는 바람직한 방법이다.
- [0078] 바람직한 실시예의 상술된 설명은 예시적인 목적으로만 제공되었고, 본 발명의 범위를 제한하고자 하는 것은 아니다. 예를 들면, 본 발명은 본 발명의 여러 발광 소자들을 포함하는 조명 장치에 관한 것이며, 상술된 실시예에 대한 여러 수정 및 변형이 이 분야의 당업자들에게 명백할 것이다. 또한, 다른 파장-변환 화합물, 기관 재료 등과 같은 어레이의 구성 요소의 여러 변형이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은, 3×3 방진(square formation)으로 배치된, 9개의 액티브 소자들의 여러 겹(multifold)-LED를 포함하는 본 발명의 9-겹 어레이를 도시하며, 이 중 4개는 적색의 빛을 제공하고, 이들 중 4개는 녹색 빛을 제공하며, 하나는 청색 빛을 제공한다.
- [0030] 도 2는 도 1의 어레이에 대한 회로의 예를 도시하는 도면.
- [0031] 도 3은 도 1의 소자의 III-III선을 따른 단면을 도시하며, 회로는, 적색 채널용 회로가 배선 층(1)에, 녹색 채널

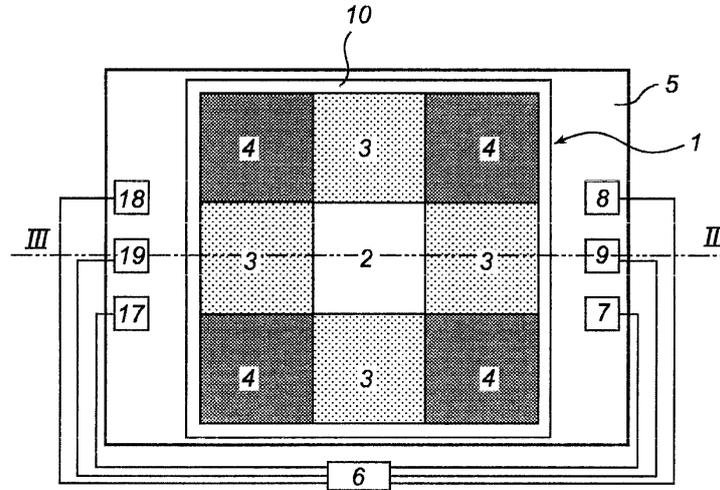
용 회로가 배선 층(2)에, 청색 채널용 회로가 배선 층(3)에 배치되어 있는 다층 서브-마운트에 배치된다. 액티브 LED 소자들과 배선 층들 간의 상호접속은 다층 서브-마운트의 층들을 통해 전기 비아에 의해 제공된다.

[0032]

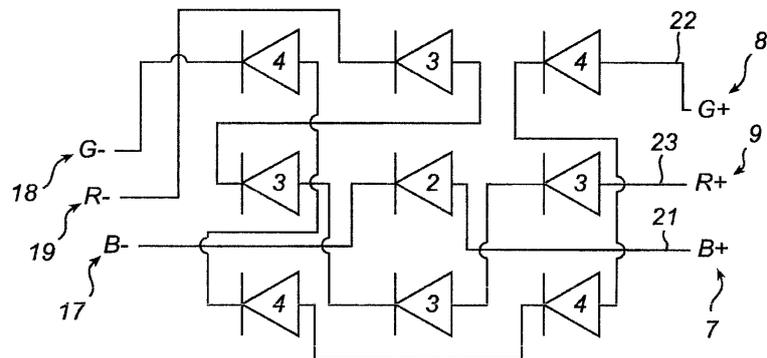
도 4는 본 발명의 3000 K 백색 방출 RGB 어레이로부터의 스펙트럼의 예를 도시하는 도면.

도면

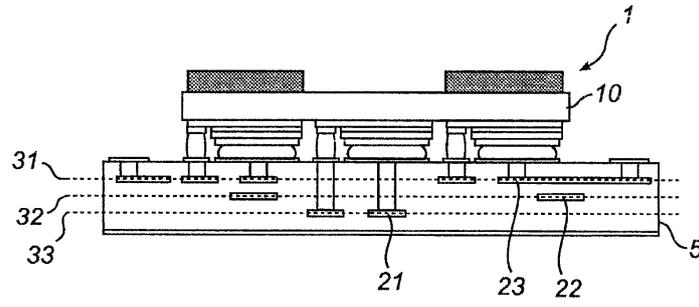
도면1



도면2



도면3



도면4

