

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013년 1월 31일 (31.01.2013)



(10) 국제공개번호
WO 2013/015597 A2

- (51) 국제특허분류:
H01L 33/50 (2010.01) H01L 33/48 (2010.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/005889
- (22) 국제출원일: 2012년 7월 24일 (24.07.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0074859 2011년 7월 28일 (28.07.2011) KR
10-2012-0036210 2012년 4월 6일 (06.04.2012) KR
- (72) 발명자: 겸
- (71) 출원인 : 김병천 (KIM, Byeong Cheon) [KR/KR]; 456-320 경기도 안성시 연지동 89, Gyeonggi-do (KR). 류용렬 (RYU, Yung Ryel) [US/US]; 92602 캘리포니아주 어바인 머테스토 79, California (US).
- (74) 대리인: 이숙열 (LEE, Sook Yeol); 137-862 서울 서초구 서초동 1358-17 뚝빌딩 4층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ,

CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

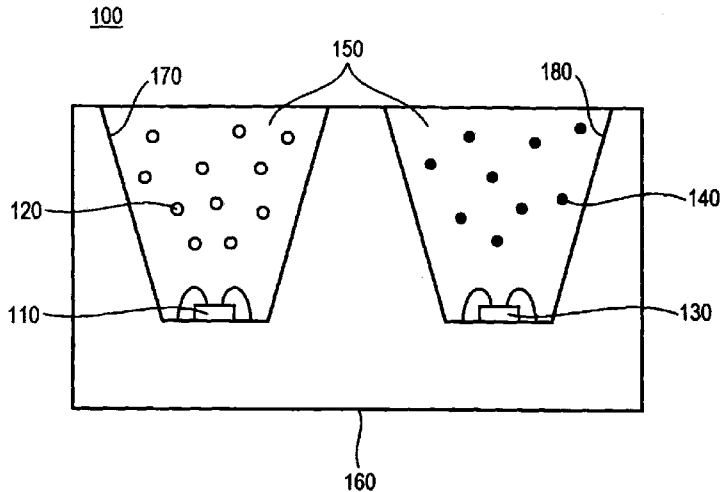
공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))



(54) Title: WHITE LED APPARATUS

(54) 발명의 명칭 : 백색 LED 장치



(57) Abstract: The present invention relates to a white LED apparatus which is configured of a blue LED chip emitting blue light having a wavelength band of 440 nm to 490 nm, a yellow fluorescent body formed on the blue LED chip and excited by the blue light to emit yellow light having a wavelength band of 560 nm to 615 nm, a green LED chip emitting green light having a wavelength band of 500 nm to 560 nm and a red fluorescent body formed on the green LED chip and excited by the green light to emit red light having a wavelength band of 615 nm to 670 nm, or configured of a bluish green LED chip emitting bluish green light having a wavelength band of 490 nm to 550 nm, and a red fluorescent body formed on the bluish green LED chip and excited by the bluish green light to emit red light having a wavelength band of 590 nm to 670 nm, and which realizes white light having a high color rendering index and a low correlated color temperature.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2013/015597 A2

본 발명은 백색 LED 장치에 관한 것으로, 440~490nm 파장대의 청색광을 발산하는 청색 LED 칩과, 상기 청색 LED 칩 상에 형성되며, 상기 청색광에 의해 여기되어 560~615nm 파장대의 황색광을 발산하는 황색 형광체와, 500~560nm 파장대의 녹색광을 발산하는 녹색 LED 칩 및 상기 녹색 LED 칩 상에 형성되며, 상기 녹색광에 의해 여기되어 615~670nm 파장대의 적색광을 발산하는 적색 형광체로 구성되거나, 490~550nm 파장대의 청녹색광을 발산하는 청녹색 LED 칩과, 상기 청녹색 LED 칩 상에 형성되며, 상기 청녹색광에 의해 여기되어 590~670nm 파장대의 적색광을 발산하는 적색 형광체로 구성되어 높은 연색지수와 낮은 상관색온도를 갖는 백색광을 구현할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 백색 LED 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 풀칼라 디스플레이, 백라이트유닛, 감성 및 일반 조명 등에 사용되는 백색 LED 장치에 관한 것으로, 특히, 특정 파장대의 LED 칩과 형광체를 이용하여 백색광을 구현함으로써 우수한 색재현성과 연색지수를 나타내는 고효율의 백색 LED 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 LED(Light Emitting Diode)는 Ga(갈륨), P(인), As(비소) 등의 화합물로 구성되어 전류 인가시 빛을 발산하는 소자로서 전구에 비해 수명이 길고, 응답속도가 빨라 최근 차세대 디스플레이 장치로 각광받고 있다. 적색, 황색, 녹색 LED가 개발된 이래로 슈지 나카무라 박사에 의해 청색 LED가 소개되었으며, 최근에는 이를 이용한 백색 LED 장치에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.
- [3] 백색광은 자연광과 가장 유사하여 눈의 피로를 덜어줄 수 있기 때문에 LED는 물론 다른 형태의 디스플레이 장치에서도 백색광을 구현하려는 노력이 있어 왔다. 이러한 노력의 결과, 종래 컴퓨터, 핸드폰, 프로젝터 등에 사용되던 냉음극형광램프(Cold Cathode Fluorescent Lamp; CCFL)가 점차 백색 LED 장치로 교체되고 있으며, 특히 최근에는 LCD(Liquid Crystal Display)의 백라이트유닛(Back Light Unit; BLU), 조명 등에도 백색 LED 장치가 적용되는 등 그 응용범위가 점차 확대되고 있는 추세이다.
- [4] 또한, 최근에는 지구 온난화의 주요 원인으로 지목되고 있는 이산화탄소의 발생을 최소화하기 위한 방편으로 고에너지 효율의 조명 장치에 대한 관심이 높아지고 있다. 이와 관련하여 유럽과 미국에서는 이미 백열 전구의 사용을 금지하는 움직임이 시작되었고, 그 대안으로 저렴한 형광등을 사용하고 있기는 하나 형광등의 경우 수은과 같은 중금속 오염을 야기하는 문제점이 있어 또 다른 대체 조명 장치가 요구되고 실정이며, 관련 업계에서는 고효율 백색 LED 장치가 이러한 문제점을 해결할 수 있을 것으로 기대하고 있다.
- [5] 이상에서 설명한 바와 같이 차세대 조명 장치로 각광받고 있는 백색 LED 장치는 통상 백색광을 구현하는 방식에 따라 단일칩형과 멀티칩형으로 구분될 수 있다.
- [6] 먼저, 단일칩형은 청색 LED 칩과 YAG계 황색 형광체로 구성되며, 보다 상세하게는 YAG계 황색 형광체를 함유한 봉지재(encapsulant resin)가 청색 LED 칩을 감싸는 구조를 가진다. 단일칩형에서 백색광의 구현은 다음과 같은 방식으로 이루어진다. 즉, 청색 LED 칩에서 발산된 청색광의 일부가 YAG계 황색 형광체에 흡수되고, 흡수된 청색광이 YAG계 황색 형광체를 통해 장파장의

황색광으로 변환되어 발산하게 되며, 이렇게 발산된 황색광과 청색 LED 칩에서 발산된 미흡수 청색광이 합쳐져 백색광을 형성하게 된다. 그러나 이러한 방식으로 구현된 백색광은 장파장, 즉, 적색광의 강도가 낮아 높은 색온도를 나타내기 때문에 색재현이 자연스럽지 못한 단점이 있다.

- [7] 최근에는 상술한 바와 같은 단일칩형의 단점을 보완하기 위해 청색광으로 여기되어 장파장 성분(특히 적색광)을 다량 발광하는 형광체들이 개발되고 있다. 이러한 적색광 강화 형광체들을 이용하면 기존 YAG계 형광체만을 이용하여 재현되는 백색광에 비해 향상된 상관색온도(Correlated Color Temperature; CCT)와 연색지수(Color Rendering Index; CRI)를 나타내는 백색광을 얻을 수 있어 바람직하다. 그러나 이러한 장점에도 불구하고, 적색광 강화 형광체들을 이용할 경우에는 발생하는 백색광의 전체 휘도가 YAG계 형광체를 이용할 때보다 약 50% 정도 낮아지는 단점이 있다.
- [8] 이와 관련하여, 다수의 업체들이 청색 LED 칩과 형광체를 이용하여 100lm/W 이상의 에너지 효율을 나타내는 백색 LED 장치를 개발한 것으로 발표하고 있으나, 실제 2010년 미국 에너지부에서 수행한 백색 LED 장치 평가에 의하면 측정된 모든 제품들의 에피커시(efficacy-lm/W)가 12~67lm/W이고, 평균 40lm/W의 에너지 효율(US DOE Solid-State Lighting CALiPER Program, Summary of Results: Round 10 of Product Testing, May 2010)을 나타내는 것으로 보고되고 있다. 이는 오히려 2009년 10월 발표된 평균값(46lm/W)(US DOE Solid-State Lighting CALiPER Program, Summary of Results: Round 9 of Product Testing, October 2009)보다 낮아진 것으로 에너지 효율의 향상이 담보된 상태임을 의미한다.
- [9] 다음으로, 멀티칩형은 이상에서 설명한 단일칩형과 달리 각각 청색, 녹색, 적색을 발광하는 LED 칩(RGB-LED)들을 하나의 패키지에 장착하여 빛의 3원색을 혼합함으로써 백색광을 구현하는 방식이다. 그러나 멀티칩형의 경우 고효율을 얻을 수 있는 장점이 있으나, 제작비용이 높고, 현재 고효율의 녹색 LED가 존재하지 않아 실제 에피커시가 단일칩형에 비해 낮은 단점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 본 발명은 전술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 높은 연색성과 낮은 상관색온도를 가져 자연광에 가까운 백색광을 구현할 수 있는 백색 LED 장치를 제공하는 데 목적이 있다.
- [11] 또한, 본 발명의 다른 목적은 비발광성 광출력 손실을 최소화하여 에너지 효율을 향상시킬 수 있는 LED 장치를 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

- [12] 전술한 기술적 과제를 해결하기 위한 수단으로서,
- [13] 본 발명은, 440~560nm 파장대의 피크 파장으로 빛을 발산하는 LED 칩과, 상기

LED 칩에 의해 여기되어 560~670nm 파장대의 피크 파장으로 빛을 발산하는 형광체를 포함하는 백색 LED 장치를 제공한다.

- [14] 이 경우, 상기 백색 LED 장치는 청색광을 발산하는 청색 LED 칩과, 상기 청색 LED 칩 상에 형성되며, 상기 청색광에 의해 여기되어 황색광을 발산하는 황색 형광체와, 녹색광을 발산하는 녹색 LED 칩 및 상기 녹색 LED 칩 상에 형성되며, 상기 녹색광에 의해 여기되어 적색광을 발산하는 적색 형광체를 포함하여 구성될 수 있다.
- [15] 또한, 상기 백색 LED 장치는 청녹색광을 발산하는 청녹색 LED 칩과, 상기 청녹색 LED 칩 상에 형성되며, 상기 청녹색광에 의해 여기되어 적색광을 발산하는 적색 형광체를 포함하여 구성될 수 있다.
- [16] 이 경우, 상기 청색 LED 칩, 상기 녹색 LED 칩 및 상기 청녹색 LED 칩은 p-type 질화물층에 p-type 투명 산화물층이 증착된 박막 구조일 수 있으며, 상기 p-type 투명 산화물층은 비소가 도핑된 p-type ZnO층 또는 비소가 도핑된 p-type BeZnO층일 수 있다.
- [17] 한편, 상기 황색 형광체는 YAG계 형광체 또는 실리케이트계 형광체일 수 있으며, 상기 적색 형광체는 황화물계 형광체, 질화물계 형광체 또는 산화물계 형광체 중에서 선택되는 어느 하나 이상일 수 있다.
- [18] 이 경우, 상기 황색 형광체와 상기 적색 형광체는 분말, 펠렛 또는 층상 구조일 수 있다.
- [19] 상기 백색 LED 장치는 상기 LED 칩 및 상기 형광체가 수용되는 반사컵과, 상기 반사컵이 설치되는 패키지 본체를 더 포함하여 구성될 수 있다.
- [20] 또한, 상기 백색 LED 장치는 상기 LED 칩이 실장되는 PCB 기판을 더 포함하여 구성될 수 있으며, 이 경우 상기 LED 칩 상에는 금형을 이용하여 상기 형광체가 도포될 수 있다.

발명의 효과

- [21] 본 발명에 따르면, 특정 범위의 피크 파장을 갖는 LED 칩과 형광체를 사용하여 자연광에 가까운 연색지수와 2000~7000K 범위의 상관색온도를 갖는 감성 조명에 적합한 고품질의 백색광을 얻을 수 있다.
- [22] 또한, 고효율의 녹색 또는 청녹색 LED 칩을 이용하여 적색 형광체를 여기시킴으로써 형광체가 빛의 색을 변환시킬 때 발생하는 Stokes Shift에 따른 비발광성 광출력 손실을 최소화하여 높은 에너지 효율을 얻을 수 있다.
- [23] 아울러, 본 발명을 실내등에 적용할 경우 향상된 연색지수와 낮은 색온도로 인해 편안하고 아늑한 주거 환경을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [24] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 백색 LED 장치의 수직 단면도,
 [25] 도 2 및 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 백색 LED 장치의 LED 칩의 적층 구조를 나타낸 수직 단면도,

- [26] 도 4는 본 발명의 다른 바람직한 실시예에 따른 백색 LED 장치의 수직 단면도,
 [27] 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 백색 LED 장치의 백색광 스펙트럼을 나타낸 그래프,
 [28] 도 6은 본 발명의 다른 바람직한 실시예에 따른 백색 LED 장치의 백색광 스펙트럼을 나타낸 그래프.

발명의 실시를 위한 형태

- [29] 이하에서는, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙여 설명한다.
- [30] 먼저, 본 발명에 따른 백색 LED 장치는 440~560nm의 피크 파장을 갖는 LED 칩과, 560~670nm의 피크 파장을 갖는 형광체를 조합하여 자연광에 가까운 백색광을 구현한 것에 기술적 특징이 있는 바 이하 본 발명의 구체적인 실시 형태에 대해 도면을 참고하여 상세히 설명하도록 한다.
- [31] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 백색 LED 장치의 수직 단면도이다.
 [32] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 백색 LED 장치(100)는 청색 LED 칩(110)과, 황색 형광체(120)와, 녹색 LED 칩(130) 및 적색 형광체(140)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [33] 구체적으로, 상기 청색 LED 칩(110)은 440~490nm 파장대의 피크 파장으로 청색광을 발산하고, 상기 황색 형광체(120)는 상기 청색 LED 칩(110)으로부터 발산된 청색광의 일부를 흡수하여 여기된 후 560~615nm 파장대의 피크 파장으로 황색광을 발산한다.
- [34] 또한, 상기 녹색 LED 칩(130)은 500~560nm 파장대의 피크 파장으로 녹색광을 발산하고, 상기 적색 형광체(140)는 상기 녹색 LED 칩(130)으로부터 발산된 녹색광의 일부를 흡수하여 여기된 후 615~670nm 파장대의 피크 파장으로 적색광을 발산한다.
- [35] 상술한 바와 같이 구성하면, 상기 청색 LED 칩(110)과 상기 녹색 LED 칩(130)으로부터 발산된 청색광 및 녹색광과, 이러한 청색광 및 녹색광의 일부를 흡수하여 여기된 상기 황색 형광체(120)와 상기 적색 형광체(140)로부터 발산되는 황색광 및 적색광이 혼합되어 백색광이 구현된다.
- [36] 이 경우, 상기 황색 형광체(120)와 상기 적색 형광체(140)는 각각 청색광과 녹색광에 의해 여기될 수 있도록 분말 형태로 가공한 후 투광성 수지(150)와 균일하게 혼합하여 상기 청색 LED 칩(110) 및 상기 녹색 LED 칩(130)을 감싸는 형태로 구성되는 것이 바람직하다. 한편, 여기서는 상기 황색 형광체(120)와 상기 적색 형광체(140)가 분말형인 것을 예시하였으나, 형광체의 형태가 이에

한정되는 것은 아니며, 필요에 따라 펠렛(pellet) 또는 층상 구조 등으로 다양하게 변형 가능한 것으로 이해되어야 한다.

- [37] 이하, 상술한 내용을 기초로 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 백색 LED 장치의 구성에 대해 도면을 참고하여 보다 상세히 설명하도록 한다.
- [38] 도 2 및 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 백색 LED 장치의 LED 칩의 적층 구조를 나타낸 수직 단면도이다.
- [39] 먼저, 상기 청색 LED 칩(110)과 상기 녹색 LED 칩(130)은 AlInGaN와 같은 질화물 반도체를 이용하여 제조될 수 있다. 구체적으로, 본 발명의 질화물 LED 칩은 도 2에 도시된 바와 같이 빛을 생성하는 활성층(191)과, 상기 활성층(191)의 하부에 형성되어 음전자(electron)를 제공하는 n-type 질화물층(192) 및 상기 활성층(191)의 상부에 적층되어 양전자(hole)를 제공하는 p-type 질화물층(193)을 포함하여 구성된다. 참고적으로, 도 2 및 도 3에서 미설명 부호 "190"은 기판을 나타낸다.
- [40] 이 경우, 상기 p-type 질화물층(193) 위에는 도 3에 도시된 바와 같이 As(비소)가 도핑된 p-type ZnO층(194)이 증착되어 박막 구조를 형성할 수 있다. 상기 p-type ZnO층(194)은 음전자에 비해 상대적으로 부족한 양전자를 상기 활성층(191)에 제공하여 광출력을 높이는 역할을 한다. 특히, 녹색 LED 칩의 경우 통상 외부양자효율(EQE)이 30% 미만이고, 같은 주입 전류에서 광출력이 청색 LED 칩의 50% 미만으로 청색 LED 칩이나 적색 LED 칩에 비해 광효율이 매우 낮은 것으로 알려져 있는데, 그 이유는 p-type 질화물층에서 활성층으로 양전자가 충분하게 공급되지 않기 때문인 것으로 보고 있다. 한편, 녹색 LED 칩에 p-type 질화물층을 증착할 때 청색 LED 칩의 경우와 공정조건을 동일하게 하면 광출력과 광효율은 높일 수 있으나 증착 온도가 너무 높아 녹색광을 생성하는 활성층, 예컨대, Quantum Well이 파괴되어 그 효과를 달성할 수 없다.
- [41] 따라서 본 발명에서는 상술한 바와 같이 상기 p-type 질화물층(193) 위에 상기 p-type ZnO층(194)을 증착하여 상기 활성층(191)으로 양전자를 추가 공급함으로써 상기 녹색 LED 칩(130)의 광출력과 광효율을 안정적으로 향상시킨 것이다.
- [42] 본 발명에서는 상기 활성층(191)에 제공할 수 있는 충분한 양전자 농도를 가지고, 투명도가 우수하여 광투과성이 높다면 상기 p-type ZnO층(194) 외에 다른 투명 산화물층을 사용하는 것도 물론 가능하다. 예컨대, 투명 산화물층으로 p-type BeZnO층을 사용할 수 있으며, 이와 같이 구성하면 상기 p-type ZnO층(194)을 사용할 때와 동일한 효과를 얻을 수 있어 바람직하다. 한편, 상기 백색 LED 장치(100)의 제조에 있어 양질의 오믹 접촉을 형성하기 위해 상기 투명 산화물층 위에 투명도가 좋은 ITO(Indium Tin Oxide)나 반사도가 좋은 금속(Metal)을 증착하는 것도 가능하다.
- [43] 다음으로, 상기 황색 형광체(120)로는 Ce-doped((YGd)₃Al₅O₃)와 같이 희토류 원소를 함유한 YAG 계열이나 Eu-doped Sr₃SiO₅와 같은 실리케이트(Silicate)

계열의 형광체를 사용할 수 있다.

- [44] 또한, 상기 적색 형광체(140)로는 Eu-doped SrBaCaAlSiN₃와 같이 희토류 원소가 포함된 질화물 계열, Eu-doped Y₂O₃와 같은 산화물 계열 또는 Eu-doped CaS와 같은 황화물 계열 중에서 적의 선택하여 사용할 수 있다.
- [45] 구체적으로, 질화물 계열로는 L_xMyN((2/3)x+(4/3)y):R 또는 L_xMyOzN((2/3)x+(4/3)y-(2/3)z):R(여기서, L: Mg, Ca, Sr, Ba, Zn으로 이루어지는 제 II족 원소 중에서 선택되는 적어도 1종 이상, M: C, Si, Ge 중 Si를 필수로 하는 제 IV족 원소 중에 선택되는 적어도 1종 이상, R: Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Lu 중 Eu를 필수로 하는 희토류 원소 중에서 선택되는 적어도 1종 이상)을 사용할 수 있고, 산화물 계열로는 (6MgO)(As₂O₅):Mn, (3.5MgO)(0.5MgF₂)(GeO₂):Mn, Li₂TiO₃:Mn, LiAlO₂:Mn을 사용할 수 있으며, 황화물 계열의 경우에는 MS:Eu(여기서, M: Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd으로 이루어지는 제 II족 원소 중에 적어도 1종 이상)를 사용할 수 있다.
- [46] 이상으로 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 백색 LED 장치에 대해 설명하였다. 이하에서는 본 발명의 다른 바람직한 실시예에 따른 백색 LED 장치에 대해 도면을 참고하여 상세히 설명하도록 한다.
- [47] 도 4는 본 발명의 다른 바람직한 실시예에 따른 백색 LED 장치의 수직 단면도이다.
- [48] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다른 바람직한 실시예에 따른 백색 LED 장치(200)는 청녹색 LED 칩(210)과 적색 형광체(220)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [49] 구체적으로, 상기 청녹색 LED 칩(210)은 490~550nm, 보다 바람직하게는 500~520nm 파장대의 피크 파장으로 청녹색광을 발산하고, 상기 적색 형광체(220)는 상기 청녹색 LED 칩(210)으로부터 발산된 청녹색광의 일부를 흡수하여 여기된 후 590~670nm, 보다 바람직하게는 630~655nm 파장대의 피크 파장으로 적색광을 발산한다.
- [50] 즉, 상기 백색 LED 장치(200)를 상술한 바와 같이 구성하고 전극을 통해 전류를 인가하면 상기 청녹색 LED 칩(210)으로부터 청녹색광이 발산되고, 이러한 청녹색광의 일부가 상기 적색 형광체(220)에 흡수된다. 이와 같이 청녹색광의 일부가 흡수되면 상기 적색 형광체(220)가 여기되어 적색광을 발산하게 되고, 이러한 적색광과 상기 청녹색 LED 칩(210)으로부터 발산된 미흡수 청녹색광이 혼합되어 백색광을 발광하게 된다.
- [51] 이 경우, 상기 적색 형광체(220)는 청녹색광에 의해 여기될 수 있도록 분말 형태로 가공한 후 투광성 수지(230)와 균일하게 혼합하여 상기 청녹색 LED 칩(210)을 감싸는 형태로 구성된다. 본 발명에서 상기 적색 형광체(220)는 분말 형외에 얇은 덩어리, 즉, 펠렛 형태로 상기 투광성 수지(230) 내에 층상 구조로 혼합하여 사용하는 것도 가능하다.
- [52] 본 발명에서 상기 적색 형광체(220)로는 희토류 원소가 포함된 질화물 계열(예컨대, Eu-doped SrBaCaAlSiN₃)나 산화물 계열(예컨대, Eu-doped Y₂O₃)

- 또는 황화물 계열(예컨대, Eu-doped CaS) 중에서 적의 선택하여 사용할 수 있다.
- [53] 한편, 상기 청녹색 LED 칩(210)은 AlInGaN의 질화물 반도체를 이용하여 제조될 수 있으며, 보다 상세하게는 도 2에서 설명한 바와 같이 빛을 생성하는 활성층(191)과, 상기 활성층(191)에 전자들을 제공하는 n-type 질화물층(192) 및 상기 활성층(191)에 양전자를 제공하는 p-type 질화물층(193)으로 구성될 수 있다.
- [54] 본 발명에서 상기 p-type 질화물층(193) 위에는 도 3에 도시된 바와 같이 As(비소)가 도핑된 p-type ZnO층(194)이 증착되어 박막 구조를 형성할 수 있으며, 이와 같이 상기 p-type ZnO층(194)을 증착하면 상기 활성층(191)에 양전자가 추가적으로 제공되어 광출력을 향상시킬 수 있다. 이 경우, 동일한 효과를 얻기 위해 상기 p-type ZnO층(194) 대신 다른 투명 산화물층, 예컨대, As(비소)가 도핑된 p-type $\text{Be}_y\text{Zn}_{1-y}\text{O}$ ($0 \leq y \leq 1$)층을 사용할 수 있으며, 양질의 오믹 접촉을 위하여 투명 산화물층 위에 투명도가 좋은 ITO나 반사도가 좋은 메탈을 추가 증착하는 것도 가능하다.
- [55] 이상으로 본 발명의 다른 바람직한 실시예에 따른 백색 LED 장치에 대해 설명하였다. 이하에서는 본 발명의 구체적인 설치 방법에 대해 설명하도록 한다.
- [56] 계속하여 도 4를 참고하여 설명하면, 상기 청녹색 LED 칩(210)과 상기 적색 형광체(220)는 패키지 본체(240)에 설치될 수 있다. 구체적으로, 상기 패키지 본체(240)의 내측에 오목한 반사컵(250)이 형성되고, 상기 반사컵(250)의 바닥면에 상기 청녹색 LED 칩(210)이 실장되며, 상기 적색 형광체(220)는 앞서 설명한 바와 같이 투광성 수지(230)와 함께 상기 청녹색 LED 칩(210)을 감싸는 형태로 상기 반사컵(250) 내에 수용된다. 이 경우, 광반사율을 높이기 위해 상기 반사컵(250)의 내주면에는 반사도가 높은 물질을 코팅하는 것이 바람직하다.
- [57] 참고적으로, 도 4에서는 설명의 편의를 위해 LED 칩과 전기적으로 연결되는 전극 패턴이나 리드 프레임 등은 도시하지 않았다. 또한, 여기서는 도 4의 실시 형태에 대해서만 설명하였으나 이러한 설치 방식은 도 1의 실시 형태에도 동일하게 적용될 수 있다.
- [58] 한편, 본 발명에서는 상술한 바와 달리 상기 청녹색 LED 칩(210)과 상기 적색 형광체(220)를 COB(Chip On Board) 기술을 이용하여 PCB 기판(도면 미도시)에 직접 실장하는 것도 가능하며, 이 경우에는 상기 적색 형광체(220)가 금형을 이용하여 상기 청녹색 LED 칩(210) 상에 투광성 수지와 함께 도포된다.
- [59] 이상으로 본 발명에 따른 백색 LED 장치의 설치 방법에 대해 설명하였다. 이하에서는 본 발명의 작용, 효과에 대해 설명하도록 한다.
- [60] 먼저, 본 발명의 바람직한 실시예에 의해 제조된 백색 LED 장치의 피크 파장에 따른 연색성을 확인하기 위해 LED 칩과 형광체의 발광 피크 파장을 조절하며 백색광 스펙트럼을 측정하였으며, 그 결과로도 5에 나타내었다. 도 5에 나타난 바와 같이 450~475nm의 피크 파장을 갖는 청색 LED 칩, 525~535nm의 피크 파장을 갖는 녹색 LED 칩, 560~580nm의 피크 파장을 갖는 황색 형광체, 그리고

625~660nm의 피크 파장을 갖는 적색 형광체를 사용하였을 때 연색성이 우수한 백색광을 얻을 수 있었다.

[61] 또한, 상술한 피크 파장대에서 발산되는 백색광의 상관색온도와 연색지수를 측정하였으며, 그 결과를 하기의 [표 1]에 종래 일반적인 YAG계 형광체를 사용하여 제조된 백색 LED의 경우와 비교하여 나타내었다. 참고적으로, 본 실시예에서 상관색온도는 공지된 형태의 색온도 측정기를 이용하여 측정하였고, 연색지수는 백색광의 스펙트럼을 측정하여 표준광원의 발광 스펙트럼의 분포와 비교하여 결정하였다.

[62] 표 1

[Table 1]

구분	상관색온도(K)	평균연색지수
YAG계 형광체 사용 백색 LED	5000~8300	65
본 발명에 따른 백색 LED	2500~7000	80 이상

[63] [표 1]로부터 본 발명에 의할 경우 종래 YAG계 형광체를 사용한 백색 LED보다 낮은 상관색온도와 높은 연색지수를 나타내는 것을 확인할 수 있다.

[64] 아울러, 본 발명의 광효율을 확인하기 위해 녹색 LED 칩의 외부양자효율과 광출력을 하기의 [표 2]에 종래의 녹색 LED와 비교하여 나타내었다.

[65] 표 2

[Table 2]

구분	외부양자효율(EQE)	광출력(청색 LED 대비)
종래의 녹색 LED	30% 미만	50% 미만
본 발명에 따른 녹색 LED	35% 이상	60% 이상

[66] [표 2]에 나타난 바와 같이 녹색 LED의 외부양자효율과 광출력이 종래에 비해 크게 개선된 것으로부터 본 발명에 의할 경우 형광체의 여기시 발생하는 비발광성 광출력 손실을 최소화하여 에너지 효율을 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다.

[67] 다음으로, 본 발명의 다른 바람직한 실시예에 의해 제조된 백색 LED 장치의 연색성을 확인하기 위해 LED 칩과 형광체의 발광 피크 파장을 조절하며 백색광 스펙트럼을 측정하였으며, 그 결과를 도 6에 나타내었다. 도 6에 나타난 바와 같이 500~520nm의 피크 파장을 갖는 청녹색 LED 칩과 590~670nm의 피크 파장을 갖는 적색 형광체를 사용하였을 때 연색성이 우수한 백색광을 얻을 수 있었다.

[68] 또한, 상술한 피크 파장대에서 발산되는 백색광의 상관색온도와 연색지수를 측정하였으며, 그 결과를 하기의 [표 3]에 나타내었다.

[69] 표 3

[Table 3]

구분	상관색온도(K)	평균연색지수
본 발명에 따른 백색 LED	2000~3000	80 이상

[70] [표 3]으로부터 본 발명의 다른 실시예에 의한 경우 종래의 백색 LED보다 낮은 상관색온도와 높은 연색지수를 나타내는 확인할 수 있다.

[71] 이상으로 본 발명의 바람직한 실시예를 도면을 참고하여 상세하게 설명하였다. 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[72] 따라서 본 발명의 범위는 상술한 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미, 범위, 및 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

청구범위

- [청구항 1] 440~560nm 파장대의 피크 파장으로 빛을 발산하는 LED 칩과, 상기 LED 칩에 의해 여기되어 560~670nm 파장대의 피크 파장으로 빛을 발산하는 형광체를 포함하는 백색 LED 장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 백색 LED 장치는, 청색광을 발산하는 청색 LED 칩과; 상기 청색 LED 칩 상에 형성되며, 상기 청색광에 의해 여기되어 황색광을 발산하는 황색 형광체와; 녹색광을 발산하는 녹색 LED 칩; 및 상기 녹색 LED 칩 상에 형성되며, 상기 녹색광에 의해 여기되어 적색광을 발산하는 적색 형광체;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 백색 LED 장치.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서, 상기 백색 LED 장치는, 청녹색광을 발산하는 청녹색 LED 칩과, 상기 청녹색 LED 칩 상에 형성되며, 상기 청녹색광에 의해 여기되어 적색광을 발산하는 적색 형광체를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 백색 LED 장치.
- [청구항 4] 제 2 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 청색 LED 칩, 상기 녹색 LED 칩 및 상기 청녹색 LED 칩은 p-type 질화물층에 p-type 투명 산화물층이 증착된 박막 구조인 것을 특징으로 하는 백색 LED 장치.
- [청구항 5] 제 4 항에 있어서, 상기 p-type 투명 산화물층은 비소가 도핑된 p-type ZnO층 또는 비소가 도핑된 p-type BeZnO층인 것을 특징으로 하는 백색 LED 장치.
- [청구항 6] 제 2 항에 있어서, 상기 황색 형광체는 YAG계 형광체 또는 실리케이트계 형광체인 것을 특징으로 하는 백색 LED 장치.
- [청구항 7] 제 2 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 적색 형광체는 황화물계 형광체, 질화물계 형광체 또는 산화물계 형광체 중에서 선택되는 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 백색 LED 장치.
- [청구항 8] 제 2 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 황색 형광체와 상기 적색 형광체는 분말, 펠렛 또는 층상 구조인 것을 특징으로 하는 백색 LED 장치.
- [청구항 9] 제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

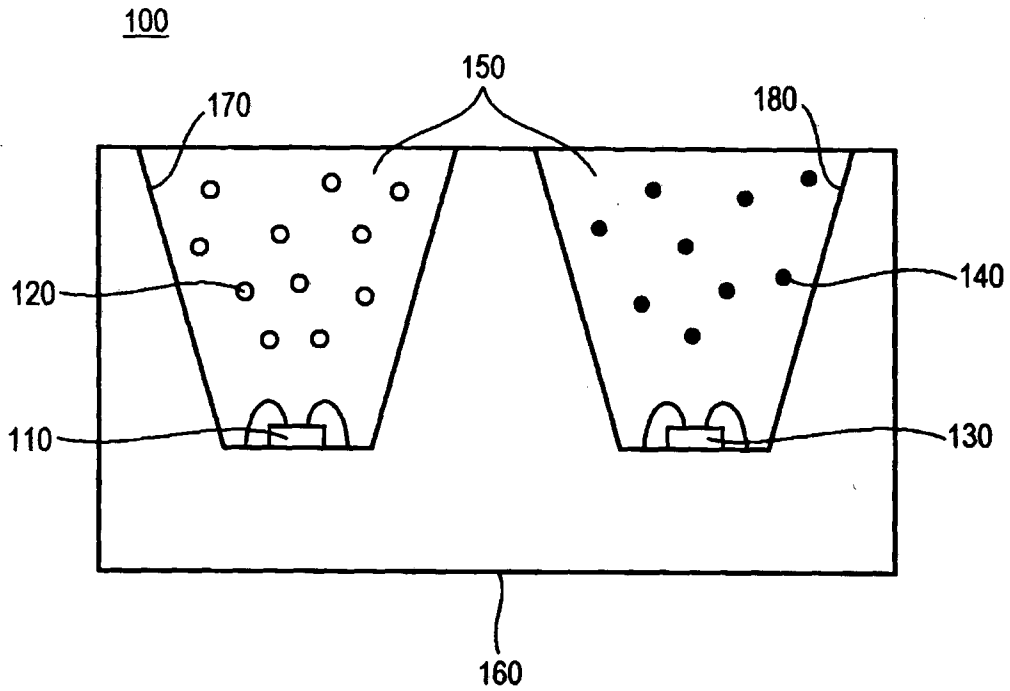
상기 LED 칩 및 상기 형광체가 수용되는 반사컵과, 상기 반사컵이 설치되는 패키지 본체를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 백색 LED 장치.

[청구항 10]

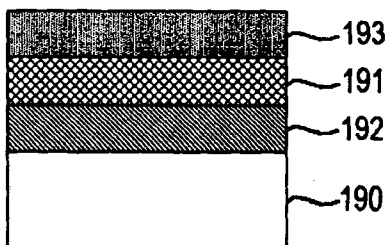
제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 LED 칩이 실장되는 PCB 기판을 더 포함하되, 상기 LED 칩 상에는 금형을 이용하여 상기 형광체가 도포되는 것을 특징으로 하는 백색 LED 장치.

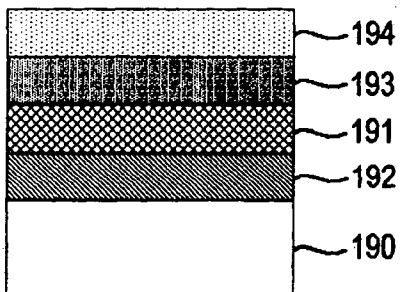
[Fig.1]



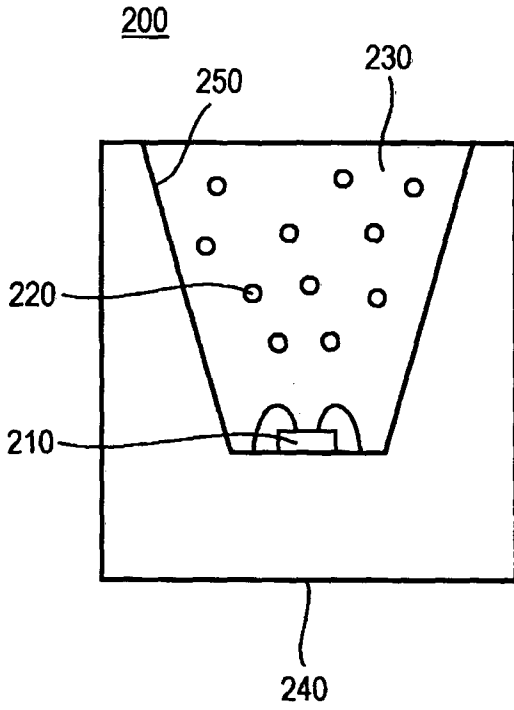
[Fig.2]



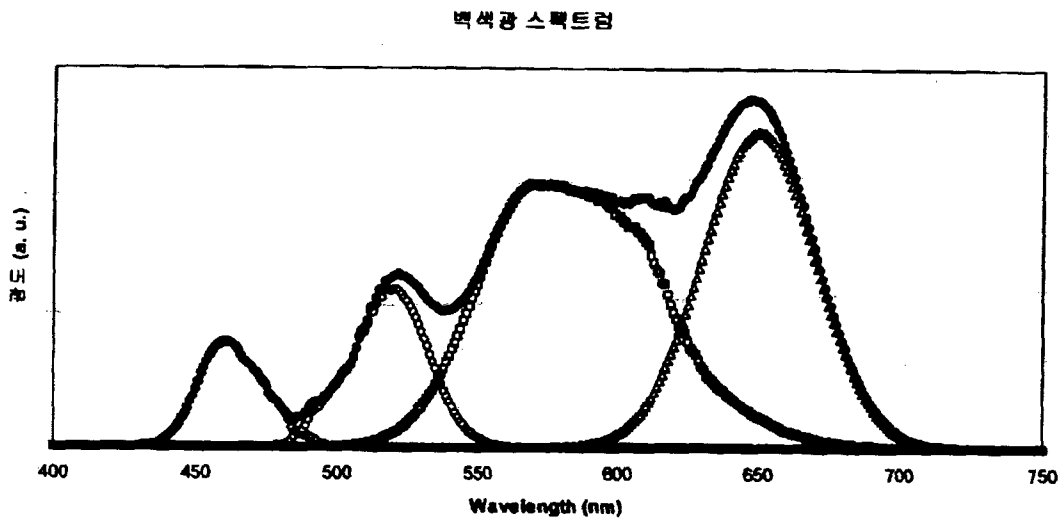
[Fig.3]



[Fig.4]



[Fig.5]



[Fig. 6]

