



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0067205  
(43) 공개일자 2013년06월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A01G 7/00 (2006.01) F21Y 101/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0064173

(22) 출원일자 2012년06월15일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

100145870 2011년12월13일 대만(TW)

(71) 출원인

솔리드라이트 코퍼레이션

타이완 신주 카운티 303 후커우 타운쉽 평산 빌리지 산민 싸우스 로드 넘버 15

(72) 발명자

싱 쉰

타이완 신주 카운티 303 후커우 타운쉽 평산 빌리지 산민 싸우스 로드 넘버 15

(74) 대리인

문혜정, 김학제

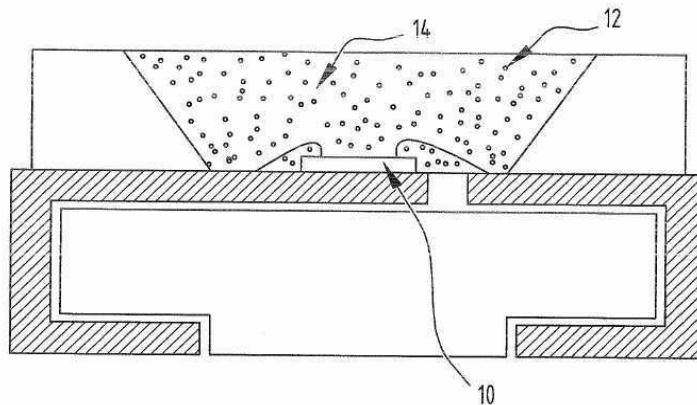
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 식물 성장용 발광 다이오드

(57) 요약

본 발명은 식물 성장용 발광 장치로서 서로 다른 색의 형광체 분말들을 구비하는 광원으로서의 청색 LED 칩으로 구성된다. 청색 칩의 파장은 이산화탄소를 흡수하기 위하여 기공 열림을 자극하는 440~460 nm의 범위에 떨어진 다. 분말들을 적절한 레시피에 의해 배합함으로써, 방사되는 광은 식물 광합성에 필요한 빛과 매우 유사한 스펙트라를 가질 것이다. 이는 우수한 식물 광합성, 기공 열림 자극 및 광형태발생을 하나의 장치에서 조합하는 기능을 가진다. 이는 이전에 보지 못한 식물 성장용 인공 광의 혁신적인 발명이다.

대표도 - 도5



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

440~460 nm의 파장을 가지는 청색 LED 칩; 및

그 중 하나는 적색 형광체인 서로 다른 색의 적어도 두 가지 형광체 분말들을 포함하며,

형광체 분말들은 광학적으로 투명한 캡슐화 물질과 혼합되어 청색 LED 칩을 캡슐화하는 혼합물로 되고,

전기의 인가에 따른 작동에서, 식물 광합성에 필요하거나 최적인 빛 스펙트럼과 실질적으로 일치하는 스펙트럼을 가지는 광을 방사하는, 식물 성장용 발광 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적색 형광체는 600 내지 780 nm 범위의 파장을 가지는 광을 방사하는, 식물 성장용 발광 장치.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 적색 형광체는 실리콘 니트라이드이며, 바람직하게는 희토류 원소로 도핑된 칼슘 함유 실리콘 니트라이드인, 식물 성장용 발광 장치.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 적색 형광체는 화학식이  $\text{CaAlSiN}_3\text{:RE}$  또는  $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8\text{:RE}$  이고 RE는 희토류 원소인 실리콘 니트라이드를 포함하는, 식물 성장용 발광 장치.

### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 제2 형광체 분말은 515 내지 540 nm 의 파장을 가지는 광을 방사하는 녹색 형광체인, 식물 성장용 발광 장치.

### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 녹색 형광체는 화학식이  $[\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}]_2\text{SiO}_4\text{:RE}$  인 실리케이트이고, 여기에서 RE는 희토류 원소이고  $0 \leq x \leq 1$  인, 식물 성장용 발광 장치.

### 청구항 7

제4항 또는 제6항에 있어서, 상기 희토류 원소 RE는 유로퓸(Eu)인, 식물 성장용 발광 장치.

### 청구항 8

제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 녹색 형광체에 대한 적색 형광체의 질량비는 0.05 (5 : 95) 내지 0.25 (20 : 80)이고, 바람직하게는 0.10 (10 : 90) 내지 0.18 (15 : 85) 인, 식물 성장용 발광 장치.

### 청구항 9

제5항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 스펙트라를 발광 스케일(luminous scale)로 표시하면, 이들의 CIE 색도 좌표는 X: 0.31~0.35, Y: 0.31~0.38 범위에 떨어지는, 식물 성장용 발광 장치.

### 청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 추가적인 형광체 분말은 540 내지 570 nm 의 파장을 가지는 광을 방사하는 황색 형광체인, 식물 성장용 발광 장치.

### 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 황색 형광체는 화학식이  $[Ba_xSr_{1-x}]_2SiO_4:RE$  인 실리케이트이고, 여기에서 RE는 희토류 원소이고 바람직하게는 유로퓸이며  $0 \leq x \leq 1$  인, 식물 성장용 발광 장치.

#### 청구항 12

제10항 또는 제11항에 있어서, 녹색 형광체 대 황색 형광체 대 적색 형광체의 질량비는  $a:b:c$ 이고, 세 형광체들이 모두 존재하면,  $a=30-60$ ,  $b=30:60$  및  $c=10:20$ 이고  $a+b+c=100$  인, 식물 성장용 발광 장치.

#### 청구항 13

제12항에 있어서, 스펙트라를 발광 스케일로 표시하면, 이들의 CIE 색도 좌표는 X: 0.31~0.46, Y: 0.25~0.36 범위에 떨어지는, 식물 성장용 발광 장치.

#### 청구항 14

제10항 또는 제11항에 있어서, 적색 형광체에 대한 황색 형광체의 질량비는 0.05 (5 : 95) 내지 0.25 (20 : 80)이고, 바람직하게는 0.15 내지 0.10 인, 식물 성장용 발광 장치.

#### 청구항 15

제14항에 있어서, 스펙트라를 발광 스케일로 표시하면, 이들의 CIE 색도 좌표는 X: 0.37~0.46, Y: 0.30~0.36 범위에 떨어지는, 식물 성장용 발광 장치.

#### 청구항 16

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 캡슐화 물질은 실리콘 겔인, 식물 성장용 발광 장치.

#### 청구항 17

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 형광체 분말들은 캡슐화 물질과 균일하게 혼합되는, 식물 성장용 발광 장치.

#### 청구항 18

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항의 발광 장치를 식물 성장 자극용으로의 사용.

#### 청구항 19

440~460 nm의 파장을 가지는 청색 LED 칩을 제공하는 단계;

그 중 하나는 적색 형광체인 서로 다른 색의 적어도 두 가지 형광체 분말들을 광학적으로 투명한 캡슐화 물질과 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계;

캡슐화 물질 및 형광체 분말들의 혼합물에 의해 청색 LED 칩을 캡슐화하는 단계를 포함하며,

여기에서, 형광체 분말들은 전기를 인가함에 따라 작동하도록 선택되고 혼합되며, 장치는 식물 광합성에 필요하거나 최적의 빛 스펙트럼에 실질적으로 일치하는 스펙트럼을 가지는 광을 방사하는, 제1항 내지 제17항에 따른 식물 성장용 발광 장치의 제조 방법.

## 명세서

## 기술분야

본 발명은 식물 성장용 발광 장치 및 그의 사용에 관한 것이다. 본 발명은 또한 그 장치의 제조 방법에 관한 것이다.

## 배경기술

서로 다른 광도, 광 스펙트라(spectra) 및 광 노출 시간이 식물의 서로 다른 성장을 초래한다는 것은

[0001]

[0002]

알려진 사실이다. 광합성은 식물의 생장에 가장 중요한 부분이다. 따라서, 식물은 최적의 생장을 위하여 일정한 스펙트럼을 가지는 빛을 받아야 한다. 도 1에 도시된 스펙트럼은 농업 분야에서 잘 알려진 광합성에 가장 유용한 빛이다. 도 1에 표시된 것과 유사한 스펙트럼을 가지는 어떤 인공적인 빛도 광합성의 높은 효율을 가진다.

[0003] 식물 생장을 위한 인공 광은 높은 생산성 및 비수가 수확을 위하여 농업 및 원예 분야에서 널리 사용되고 있다. 현재 식물 생장 자극용으로 사용되고 있는 광 소스에는 여러 타입이 있다.

[0004] 첫 번째 공지된 옵션은 형광등이다: 식물 생장에 사용되는 형광등은 에너지 절감의 잇점이 있으나 LED에 비하여 수명이 짧다. 또 다른 단점은 낮은 광합성 효율이다. 형광등의 스펙트럼이 표 2에 표시되었으며 도 1에 표시된 광합성 스펙트럼으로부터 벗어난다. 더구나 형광등의 폐기는 환경 오염을 야기한다.

[0005] 두 번째 공지된 옵션은 고압 나트륨등이다: 고압 나트륨등은 높은 파워가 가능하고 넓은 조명 면적의 잇점이 있지만, LED에 비하여 수명이 짧다. 다른 단점은 낮은 광합성 효율이다. 고압 나트륨등의 스펙트럼이 도 3에 도시되었으며, 도 1에 도시된 광합성 스펙트럼으로부터 벗어난다. 또 다른 단점은 고압 나트륨등은 식물 생장에 장애가 되는 열을 많이 발생시키는 것이다.

[0006] 세 번째 공지된 옵션은 내부에 적색 LED 칩과 청색 LED 칩을 가지는 LED 전등 모듈이다. 이 전등 모듈은 에너지 절감, 긴 수명 및 낮은 열 발생의 잇점을 가진다. 그러나 광합성 효율이 낮다. 이것의 스펙트럼이 도 4에 도시되었으며, 도 1에 도시된 광합성 스펙트럼으로부터 벗어난다.

[0007] 이산화탄소는 녹색 식물의 광합성에 필요한 성분이다. 이산화탄소는 잎의 기공을 통하여 식물에 의해 흡수된다. 흡수는 기공의 열리는 틈새의 크기에 의해 제어된다. 청색광(440~460 nm)이 기공의 열림을 제어하는데 역할을 한다. 따라서, 현재 시장에서의 대부분의 LED 전등은 적색 LED 칩과 청색 LED 칩을 모두 포함한다(통상적으로 8:1의 비율). 그러나, 커다란 문제점은 스펙트럼이 오직 2개의 날카로운 피크만을 가진다는 점이다(도 4에 도시). 다른 파장(특히 700 nm 또는 그 이상의 파장)의 부재는 낮은 광합성 효율 및 비정상적인 광형태형성(photomorphogenesis)을 초래한다.

## 발명의 내용

[0008] 본 발명은 식물 생장등 발광 장치에 관한 것이며, 광합성 스펙트럼에 근접하게 일치하는 스펙트라를 제공한다. 따라서 이는 더미용으로 식물 생장율을 촉진하는 잇점이 있다.

[0009] 그 밖에도, 넓은 스펙트라(날카로운 피크의 LED 타입과 비교하여)를 가지는 본 발명은 식물의 형태발생에 영향을 줄 수 있는 서로 다른 광도 & 광 노출 시간의 길이 & 온도에 의해 적용될 수 있다. 이는 식물의 라이프 사이클을 줄일 수 있으며, 유리한 시장을 위하여 자연적인 수확 시기를 뒤로 미루거나 앞당길 수 있다.

[0010] 전술한 목적을 위하여, 본 발명은 440~460 nm의 파장을 가지는 청색 LED 칩 및 서로 다른 색을 가지는 적어도 두 가지의 형광체 분말들(phosphor powders)을 포함하며, 이 중 하나는 적색 형광체이다. 형광체 분말들은 광학적으로 투명한 캡슐화 물질(encapsulating material)과 혼합되어 청색 LED 칩을 캡슐화하는 혼합물(mixture)로 된다. 전기를 인가함에 따른 작동에서, 장치는 실질적으로 빛 스펙트럼에 일치하는 스펙트럼을 가지는 광을 방사한다.

[0011] LED 칩은 이산화탄소를 흡수하기 위하여 잎의 기공 열림을 제어하는 역할뿐만 아니라 형광체들을 여기시킬 수 있다. 440~460 nm의 청색광은 기공의 개폐에 영향을 주며, 따라서 이산화탄소의 흡수량에 영향을 준다. 형광체들을 배합함에 의해, 방사되는 광은 도 1에 도시된 식물 광합성에 필요한 빛과 매우 유사한 스펙트라를 가질 것이다. 이는 하나의 LED 발광 장치에서 기공의 열림 기능과 광합성 기능을 조합하는 혁신적인 발명이다.

[0012] 첨부 도면에서 수직 축에 표시된 단위는 "에너지의 상대적 강도"이다. 과학적으로 엄밀한 단위는 "마이크로 몰 포톤 퍼 스퀘어 미터 퍼 세컨드, micro mole photon per square meter per second" 이다. 그러나 이것이 신생하는 기술이기 때문에, 포톤 플럭스 강도(photon flux intensity)의 측정이 가능한 상업적 기기가 없기 때문에, 비록 룩스(Lux)가 빛에 대한 인간의 감각에 초점이 맞추어져 있으나, "룩스" 또는 "루멘 퍼 스퀘어 미터"의 단위와 비교한 에너지의 상대적 강도가 적절한 대안이다.

[0013] 본 발명은 또한 이러한 장치의 제조 방법 및 식물 생장의 자극을 위하여 이를 사용하는 방법에 관한 것이다.

[0014] 제 2 태양에 따르면, 본 발명은 (1) 440~460 nm의 파장을 가지는 청색 LED 칩을 제공하는 단계; (2) 그

중 하나는 적색 형광체인 서로 다른 색의 적어도 두 가지 형광체 분말들을 광학적으로 투명한 캡슐화 물질과 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계; (3) 캡슐화 물질 및 형광체 분말들의 혼합물에 의해 청색 LED 칩을 캡슐화하는 단계를 포함하는 발광 장치의 제조 방법을 제공한다. 여기에서, 형광체 분말들은 전기를 인가함에 따라 작동하도록 선택되고 혼합되며, 장치는 식물 광합성에 필요하거나 최적인 빛 스펙트럼에 실질적으로 일치하는 스펙트럼을 가지는 광을 방사한다.

[0015] 본 발명에 따른 장치 및 방법은 특히 여러 종속항들에 의해 구현될 것이며, 도면을 참조하여 특히 더욱 명료하게 될 것이다. 본 발명의 한 양상에 대하여 논의된 사항은 본 발명의 다른 양상에 대하여도 적용 가능하다.

### 도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 식물 광합성에 가장 효율적인 스펙트럼을 도시한다.
- 도 2는 형광등의 스펙트럼을 도시한다.
- 도 3은 고압 나트륨등의 스펙트럼을 도시한다.
- 도 4는 적색 LED 칩 및 청색 LED 칩을 구비하는 LED 전등 장치의 스펙트럼을 도시한다.
- 도 5는 본 발명의 구조를 도시한다.
- 도 6은 본 발명의 제1 구현예에 따른 스펙트럼을 도시한다.
- 도 7은 도 6의 CIE 색도 좌표를 도시한다.
- 도 8은 본 발명의 제2 구현예에 따른 스펙트럼을 도시한다.
- 도 9는 도 8의 CIE 색도 좌표를 도시한다.
- 도 10은 본 발명의 제3 구현예에 따른 스펙트럼을 도시한다.
- 도 11은 도 10의 CIE 색도 좌표를 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 여기에 기술되는 모든 구현예들은 도 5에 도시된 구조 및 구성 요소를 참조한다. 이들 형태들은 개념적이며 스케일대로 그려지지 않았다. 본 발명은 식물 성장용 발광 장치이며 440~460 nm의 파장을 가지는 광원으로 청색 LED 칩(10)과, 서로 다른 색의 적어도 두 가지 형광체 분말들(12)을 포함하며, 이 중 하나는 적색 형광체이다. 형광체들(12)은 캡슐화 물질과 혼합되며, 적절한 구현예에서 이는 실리콘 겔(14)이다. 혼합물은 바람직하게는 균질한 혼합물이며, 따라서 서로 다른 분말들이 실질적으로 균일한 분포로 서로 혼합되어 존재한다. 혼합물을 적용한 후에, 캡슐화 물질은 당업자에게 공지된 기술에 의하여 경화된다. 선택적 캡슐화 물질로, 에폭시 같은 것이 배치되는 것은 아니나, 최적은 아니다. 결과로 얻어지는 혼합물은 청색 LED칩(10)을 캡슐화시킨다.

[0018] 실리콘 겔이 서로 다른 조성을 가지는 서로 다른 층들(layers)에 적용되는 것이 배치되는 것은 아니나, 바람직하게는 분말들이 캡슐 전체 내에 존재한다. 예를 들어, 어떤 와이어 본드를 캡슐화하는 제 1층은, 층의 아래쪽에 형광체 분말이 없는 낮은 밀도의 형광체 분말을 가질 수 있다. 선택적으로, 서로 다른 형광체의 서로 다른 층들이, 예를 들어 적색 형광체의 제 1층과 황색 또는 녹색 형광체의 제 2층과 같은 형태로 적용될 수 있다. 그러나, 이러한 구조는 제작 동안에 결과물인 CIE 색도의 제어가 어렵고 고비용의 단점을 가진다. 분말들은 보다 바람직하게는 5 내지 15 마이크로미터의 크기를 가진다. 이는 형광체 분말들과 캡슐화 물질의 혼합 공정 및 청색 LED 칩에서 방사되는 빛에 기초하여 원하는 최적의 스펙트럼을 얻는 것 모두에 적절한 것으로 나타났다.

[0019] 도 6 및 도 7에 도시된 제1 구현예에 따르면, 장치는 515~540 nm 파장의 빛을 방사하는 녹색 형광체 및 600~680 nm 파장의 빛을 방사하는 적색 형광체를 포함한다. 바람직하게는 녹색 형광체는 예를 들어 화학식이  $[Ba_xSr_{1-x}]_2SiO_4:RE$  이고, 여기에서  $0 \leq x \leq 1$  이며, RE는 희토류 원소이고 적절하게는 유포프(Europium)인, 실리케이트이다.

[0020] 바람직하게는, 적색 형광체는 예를 들어 화학식이  $CaAlSiN_3:RE$  또는  $Ca_2Si_5N_8:RE$  이고, 여기에서  $0 \leq x \leq 1$

이며, RE는 희토류 원소이고 적절하게는 유포륨(Europium)인, 희토류 원소로 도핑된(doped) 칼슘 함유 실리콘 니트라이드(nitride)이다. 선택적인, 적절한 적색 및 녹색 형광체들은 당업자에게 자명할 것이다. 적절하게는, 녹색 형광체에 대한 적색 형광체의 질량비는 0.05 (5 : 95) 내지 0.25 (20 : 80)이고, 보다 바람직하게는 0.10 (10 : 90) 내지 0.18 (15 : 85)이다. 매우 적절한 비율은 12: 88이다. 형광체들(12)은 실리콘 겔(14)과 혼합되고, 혼합물은 청색 LED 칩(10)을 캡슐화시키고, 이 통합된 보디(body)는 전기가 인가되면 광을 방사할 수 있다. 이는 표 1의 광합성 스펙트럼에 근접하게 일치하는 스펙트라를 제공한다. 스펙트라를 발광 스케일(luminous scale)로 표시하면, 이들의 CIE 색도 좌표는 X: 0.31~0.35, Y: 0.31~0.38 범위에 떨어진다. 이 결과는 Solidlight사에 의해 제조된 AL1411A 타입 LED칩, 750mA의 최대 전류 및 45V의 구동 전압을 가지는 SMD-L/F - 1.9t의 표면 장착 패키지(SMD)의 타입 1411 탑뷰 LED(a topview LED of type 1411)에 의해 얻어졌다. 청색 LED 칩은 통상적으로 복수개의 발광 다이오드들을 포함한다.

[0021] 도 8 및 도 9에 도시된 제2 구현예에 따르면, 형광체 분말들(12)은 515~540 nm 파장의 빛을 방사하는 녹색 형광체, 540~570 nm 파장의 빛을 방사하는 황색 형광체 및 600~680 nm 파장의 빛을 방사하는 적색 형광체를 포함한다. 녹색 형광체 및 황색 형광체 양자는, 화학식이  $[Ba_xSr_{1-x}]_2SiO_4:RE$  이고, 여기에서  $0 \leq x < 1$  이며, RE는 희토류 원소이고 적절하게는 유포륨인, 적절하게는 실리케이트이다. 적색 형광체는 전술한 바와 같이 적절하게는 니트라이드이다.

[0022] 녹색 형광체 대 황색 형광체 대 적색 형광체의 질량비는 a:b:c이고, 세 형광체들이 모두 존재하면,  $a=30\sim60$ ,  $b=30\sim60$  및  $c=10\sim20$ 이고  $a+b+c=100$  이다. 보다 바람직하게는, a (녹색 형광체)의 양이 b (황색 형광체)의 양 보다 적은 것으로, 바람직하게는 상호의 비가 3:4 내지 7:8, 예를 들어 약 4:5 이다. 황색 및 녹색 형광체 합에 대한 적색 형광체의 비는 바람직하게 5:95 내지 20:80 범위이고, 보다 바람직하게는 10:90 내지 15:85 범위이다. 적절한 질량비는 a:b:c=38:49:13이다. 작동에서(in operation), 장치는 도 1의 광합성 스펙트럼에 근접하게 일치하는 스펙트라를 제공한다. 스펙트라를 발광 스케일(luminous scale)로 표시하면, 이들의 CIE 색도 좌표는 X: 0.31~0.46, Y: 0.25~0.36 범위에 떨어진다.

[0023] 도 10 및 도 11에 도시된 제3 구현예에서, 형광체 분말들(12)은 540~570 nm 파장의 빛을 방사하는 황색 형광체 및 600~680 nm 파장의 빛을 방사하는 적색 형광체를 포함한다. 황색 및 적색 형광체들은 바람직하게는 전술한 바와 같은 조성을 가진다. 형광체들(12)은 실리콘 겔(14)과 혼합되고, 혼합물은 청색 LED 칩(10)을 캡슐화시키고, 이 통합된 보디는 전기가 인가되면 광을 방사할 수 있다. 이는 표 1의 광합성 스펙트럼에 근접하게 일치하는 스펙트라를 제공한다. 스펙트라를 발광 스케일로 표시하면, 이들의 CIE 색도 좌표는 X: 0.37~0.46, Y: 0.30~0.36 범위에 떨어진다.

[0024] 전술한 구현예들은, 도 1의 광합성 스펙트럼과 근접하게 일치하는 스펙트라를 제공하고, 저 비용으로 식물 생장율을 촉진하는 식물 생장용 발광 장치에 대한 본 발명을 명백하게 나타낸다. 이는, 이 중 하나는 반드시 적색 형광체인 서로 다른 색의 적어도 두 가지 형광체 분말들을 구비하는 광원으로서의 청색 LED 칩으로 구성된다. 형광체들은 실리콘 겔과 혼합되며, 혼합물은 청색 LED 칩을 캡슐화시키고, 이 통합된 보디는 전기가 인가되면 광을 방사할 수 있다. 형광체들을 배합함으로써, 방사되는 광은 식물 광합성에 필요한 빛과 매우 유사한 스펙트라를 가질 것이다.

[0025] 전술한 구현예들의 반복된 실험들은, 스펙트라가 발광 스케일 CIE 색도 좌표가 X: 0.31~0.46, Y: 0.25~0.38 범위에 떨어지면 광합성 스펙트럼(도 1)과 매우 잘 일치될 것으로 결론지어 졌다. 본 발명의 발광 장치는 시장에서 구할 수 있는 인공 광에 비하여 저 비용으로 현저한 식물 생장율을 제공한다. 본 발명은 형광체 분말들의 적절한 레시피(recipes)를 구비하는 광원으로서의 적절한 청색 LED 칩으로 구성된 식물 생장용 발광 장치이다. 이는 하나의 장치에서 우수한 식물 광합성, 기공 열림 자극 및 광형태발생을 조합하는 기능을 가진다. 이는 기존에 없는 식물 생장요 인공 광의 혁신적인 발명이다.

[0026] 본 발명은 또한 식물 생장 자극을 위한 발광 장치의 사용에 관한 것이다. 이는 바람직하게는 버섯, 상추 및 시금치 등의 녹색 식물과 같은 채소, 옥수수, 쌀, 토마토 및 과일 등에 적용된다.

[0027] 본 발명이 바람직한 구현예 등에 의해 기술되었으나, 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니다. 따라서 첨부된 청구항들은 이러한 모든 변형을 포함하는 가장 넓은 범위로 해석되어야 한다.

[0028]

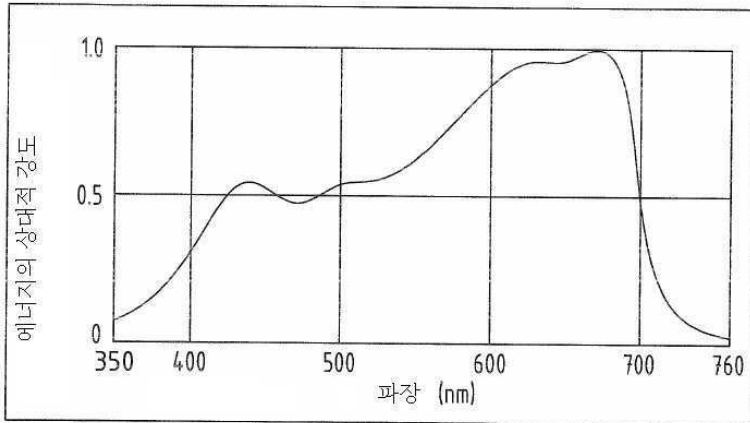
## 부호의 설명



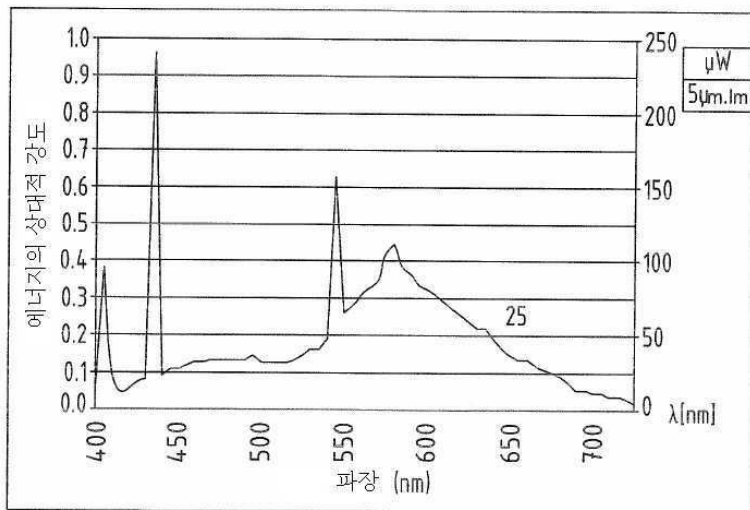
- [0029] 10 : 청색 LED 칩  
12 : 형광체 분말들  
14 : 실리콘 겔

도면

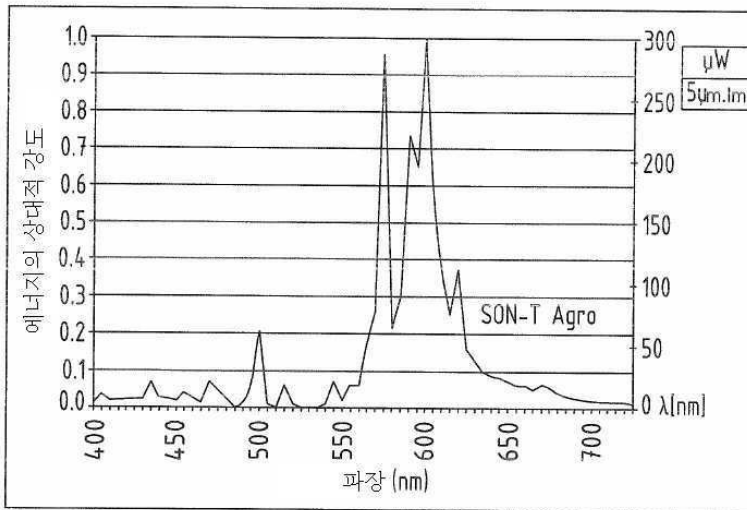
도면1



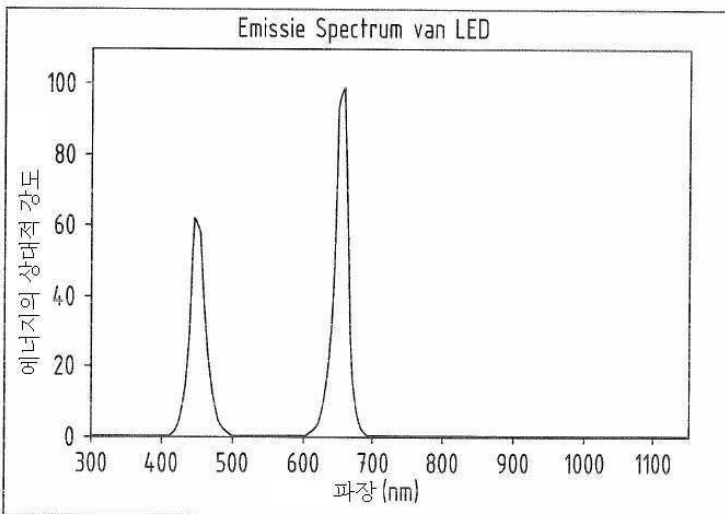
도면2



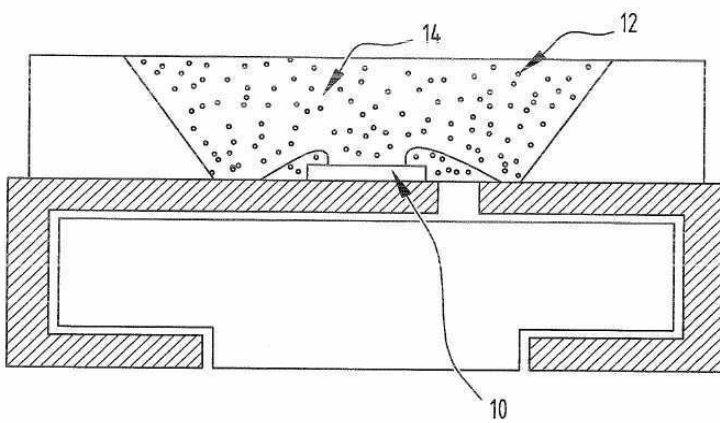
도면3



도면4

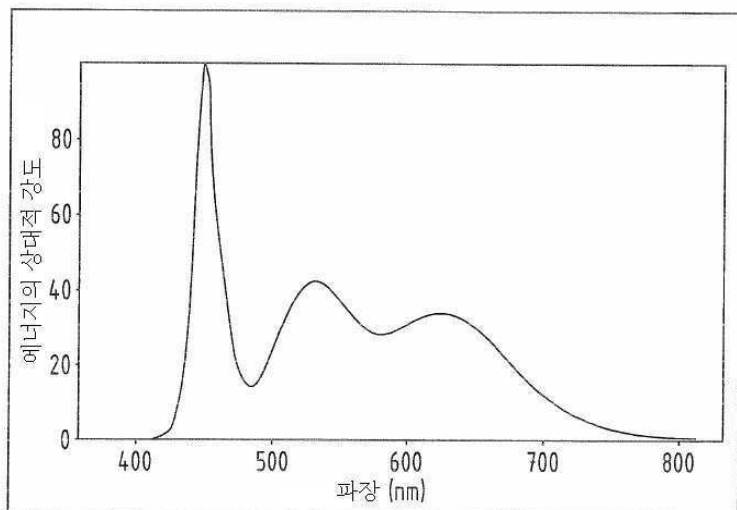


도면5

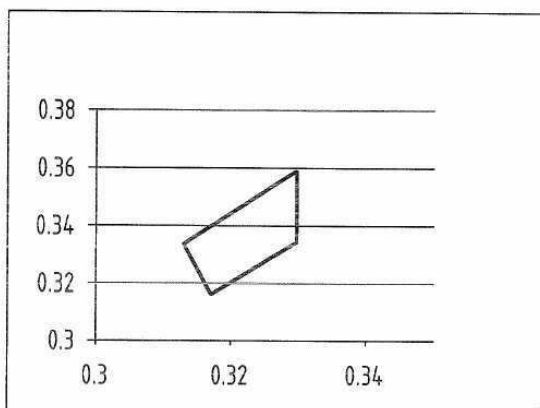




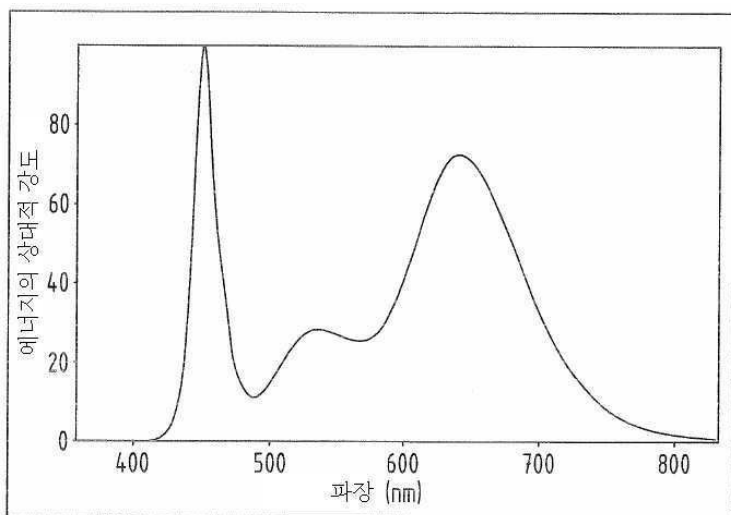
도면6



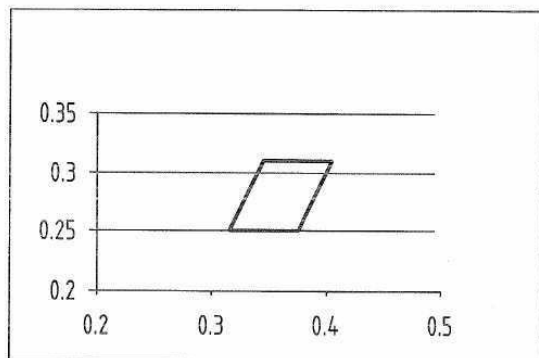
도면7



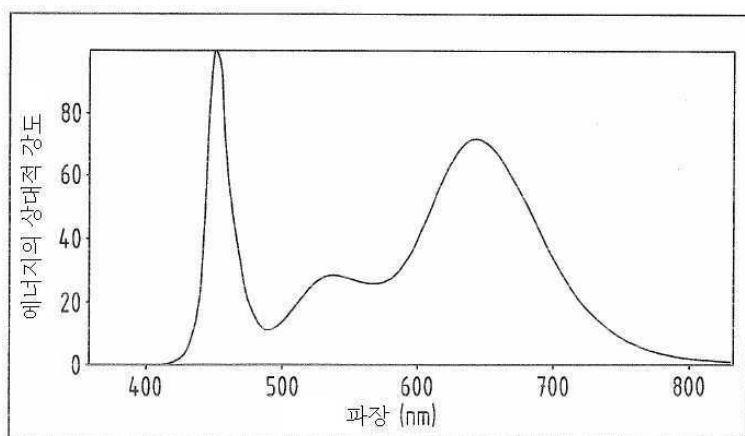
도면8



도면9



도면10



도면11

