(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0025500
(43) 공개일자 2017년03월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 33/02 (2006.01) *C09K 11/02* (2006.01)
C09K 11/08 (2006.01) *F21K 2/00* (2006.01)
F21K 99/00 (2016.01) *H01L 31/09* (2006.01)
H01L 33/50 (2010.01) *H05B 33/10* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05B 33/02 (2013.01)
C09K 11/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0122003
(22) 출원일자 2015년08월28일
심사청구일자 2015년08월28일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동, 부경대학교)
(72) 발명자
권한상
부산광역시 수영구 광안해변로 459-5, 402호(민락동, 화인아트빌리지)
박재홍
부산광역시 북구 시랑로21번길 50, 1208호 (구포동, 삼경장미아파트)
(74) 대리인
오위환, 나성곤, 정기택

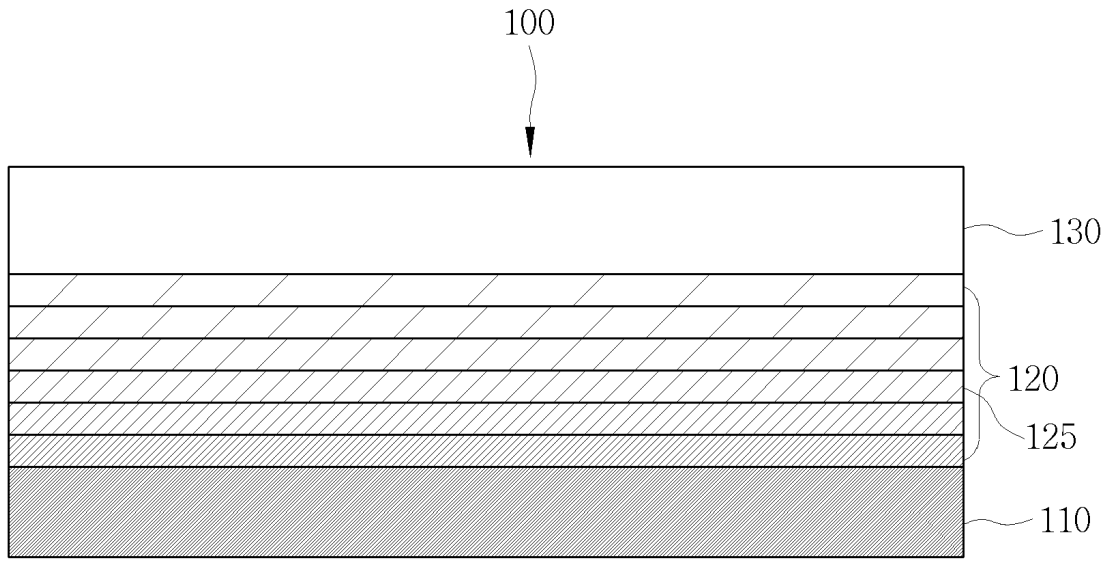
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **에너지변환 경사기능복합체 및 그의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 금속 층과 형광체 층 사이에 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말로 이루어진 접합 층을 형성하여 금속과 형광체간의 물성이 점진적으로 변화하도록 함으로써, 층간 박리 현상을 억제할 뿐만 아니라 우수한 열안정성을 가지는 에너지변환 경사기능복합체 및 그의 제조방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 경사기능복합체는 전계방출형 디스플레이 및 전자 발광식 디스플레이 등에 효과적으로 사용될 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C09K 11/08 (2013.01)
F21K 2/00 (2013.01)
F21K 9/90 (2013.01)
H01L 31/09 (2013.01)
H01L 33/50 (2013.01)
H05B 33/10 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

금속 분말로 이루어진 금속 층;

형광체 분말로 이루어진 형광체 층; 및

상기 금속 층과 형광체 층 사이에 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말로 이루어진 복수개의 혼합 층들로 구성된 접합 층이 형성되고,

상기 복수개의 혼합 층의 각 층은 서로 다른 조성비의 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말로 이루어지며,

상기 혼합 층들중 금속 층에 인접한 혼합 층일수록 금속 분말의 함량이 많고, 상기 형광체 층에 인접한 혼합 층일수록 형광체 분말의 함량이 많아져, 상기 혼합 층의 각 층의 금속 분말과 형광체 분말의 함량이 연속적으로 변화하는 것을 특징으로 하는 에너지변환 경사기능복합체.

청구항 2

금속 분말로 이루어진 금속 층;

형광체 분말로 이루어진 형광체 층; 및

상기 금속 층과 형광체 층 사이에 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말로 이루어진 단층의 접합 층이 형성되고,

상기 접합 층에서 상기 금속 층에 인접한 영역은 금속 분말의 함량이 많고, 상기 형광체 층에 인접한 영역은 형광체 분말의 함량이 많아져, 상기 접합 층의 금속 분말과 형광체 분말의 함량이 연속적으로 변화하는 것을 특징으로 하는 에너지변환 경사기능복합체.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 금속 분말은 구리, 알루미늄, 니켈 및 티타늄으로 구성된 군으로부터 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 에너지변환 경사기능복합체.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 형광체 분말은 ZnS계 및 ZnO계를 포함하는 2족 내지 6족 반도체 화합물을 모체로 하는 화합물로 구성된 군으로부터 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 에너지변환 경사기능복합체.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 복수개의 혼합 층들의 각 층의 조성비는 금속 층으로부터 형광체 층으로 갈수록 금속 분말과 형광체 분말의 부피%비가 95:5 내지 1:99로 변화하는 것을 특징으로 하는 에너지변환 경사기능복합체.

청구항 6

제2항에 있어서, 상기 접합 층은 금속 층으로부터 형광체 층으로 갈수록 금속 분말의 함량이 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말 총 함량에 대하여 95 내지 1 부피%로 연속적으로 변화하고, 형광체 분말의 함량이 5 내지 99 부피%로 연속적으로 변화하는 것을 특징으로 하는 에너지변환 경사기능복합체.

청구항 7

일측에서 입사하는 자외선-A 영역(320-400 nm) 광이 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 에너지변환 경사기능복합체에 의해 흡수되면서, 상기 입사광에 의해 전류변화를 일으키는 것을 특징으로 하는 광전변환 소자.

청구항 8

일측에서 가해지는 전압이 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 에너지변환 경사기능복합체에 가해지면서, 상기 전압이 광으로 변환되어 광을 형성하는 것을 특징으로 하는 전계발광 소자.

청구항 9

금속 분말로 이루어진 금속 층을 형성하는 단계;

금속 분말 및 형광체 분말을 각각 상이한 조성비로 균일하게 혼합하여 복수개의 혼합 분말을 제조하는 단계;

상기 금속 층 상에 상기 혼합 분말의 조성비가 상기 금속 층에 인접한 층일수록 금속 분말의 함량이 많고, 상기 금속 층에 이격된 층일수록 형광체 분말의 함량이 많아져, 상기 혼합 분말의 조성비가 연속적으로 변화하도록 상기 혼합 분말을 순차적으로 적층하여 복수개의 혼합 층들로 구성된 접합 층을 형성하는 단계;

상기 접합 층 상에 형광체 분말로 이루어진 형광체 층을 형성하는 단계; 및

상기 금속 층, 접합 층 및 형광체 층을 소결하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지변환 경사기능복합체의 제조방법.

청구항 10

금속 분말로 이루어진 금속 층을 형성하는 단계;

상기 금속 층 상에 상기 금속 층에 인접한 영역은 금속 분말의 함량이 많고, 상기 금속 층으로부터 이격된 영역은 형광체 분말의 함량이 많도록 조성된 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말로 이루어진 단층의 접합 층을 형성하는 단계;

상기 접합 층 상에 형광체 분말로 이루어진 형광체 층을 형성하는 단계; 및

상기 금속 층, 접합 층 및 형광체 층을 소결하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지변환 경사기능복합체의 제조방법.

청구항 11

제9항 또는 제10항에 있어서, 상기 금속 분말은 구리, 알루미늄, 니켈 및 티타늄으로 구성된 군으로부터 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 12

제9항 또는 제10항에 있어서, 상기 형광체 분말은 ZnS계 및 ZnO계를 포함하는 2족 내지 6족 반도체 화합물을 모체로 하는 화합물로 구성된 군으로부터 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 13

제9항에 있어서, 상기 복수개의 혼합 층의 각 층의 조성비는 금속 층으로부터 형광체 층으로 갈수록 금속 분말과 형광체 분말의 부피%비가 95:5 내지 1:99로 변화하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 14

제10항에 있어서, 상기 접합 층은 금속 층으로부터 형광체 층으로 갈수록 금속 분말의 함량이 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말 총 함량에 대하여 95 내지 1 부피%로 연속적으로 변화하고, 형광체 분말의 함량이 5 내지 99 부피%로 연속적으로 변화하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 15

제9항에 있어서, 소결 진행 중 상기 혼합 층의 각 층의 조성비가 변화하지 않도록 고상 소결법을 이용하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 16

제10항에 있어서, 소결 진행 중 상기 접합 층의 조성비가 변화하지 않도록 고상 소결법을 이용하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 17

제9항에 있어서, 상기 혼합 층들이 금속 층에 인접한 혼합 층일수록 금속 분말의 함량이 많고, 상기 형광체 층에 인접한 혼합 층일수록 형광체 분말의 함량이 많아져, 상기 혼합 층의 각 층의 금속 분말과 형광체 분말의 함량이 연속적으로 변화하도록 액상 소결법을 이용하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 18

제10항에 있어서, 상기 접합 층이 상기 금속 층에 인접한 영역은 금속 분말의 함량이 많고, 상기 형광체 층에 인접한 영역은 형광체 분말의 함량이 많아져, 상기 접합 층의 금속 분말과 형광체 분말의 함량이 연속적으로 변화하도록 액상 소결법을 이용하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 에너지변환 경사기능복합체 및 그의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 금속 층과 형광체 층 사이에 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말로 이루어진 접합 층을 형성하여 금속과 형광체간의 물성이 점진적으로 변화하도록 함으로써, 층간 박리 현상을 억제할 뿐만 아니라 우수한 열안정성을 가지는 에너지변환 경사기능복합체 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 경사기능재료(Functionally Graded Materials, FGM)는 어느 한 면에서 다른 면으로 구성재료의 성질이 연속적으로 변화하는 재료를 의미한다. 상기 경사기능재료는 원하는 물성의 점진적인 변화를 통해 재료의 다양한 특성을 확보할 수 있으며, 종래 2층 구조의 재료에 비하여 열팽창 계수의 차이에 의한 층간 잔류응력 집중을 완화시켜 접합 강도와 열 충격 특성 및 열 피로 특성 등의 향상을 가져올 수 있으므로, 열적 및 기계적 물성이 요구되는 응용분야에서 매우 유망한 기술로 인정받고 있다.

[0003] 형광체(Phosphor)는 광자(Photon), 전계(Electric Field), 가속전자(Accelerated electron), 압력(Pressure) 등의 외부에너지에 의해 형광체 내부의 전자들이 여기(Excitation)되어 가시광 영역의 빛을 방출(발광, luminescence)하는 일종의 에너지변환 물질이다. 상기 형광체는 외부의 열에 의해 그 발광특성이 변화하고, 상기 형광체를 전계방출형 디스플레이(Field Emission Display, FED)에 적용 시 형광체 표면에서 전자가 충전(charging)되어 그 발광효율이 저하되는 양상을 보인다. 또한, 상기 형광체를 전자 발광식 디스플레이(Electoluminecent Display, ELD)에 적용 시 형광체 층 상하부에 필수적으로 금속 전극의 코팅이 요구된다.

[0004] 상기 언급한 형광체에서 발생하는 문제점을 개선하기 위해 형광체 표면 및 형광체 층상에 기능성 재료를 코팅하는 등의 다양한 방법이 시도되고 있으나, 이러한 코팅 방법으로는 상기 언급한 전계방출형 디스플레이 및 전자발광식 디스플레이에서 장시간 구동 시 발생하는 열 충격 및 열 피로에 기인하는 층간 박리 현상 등의 근본적인 문제점을 해결하기 어렵고, 종래의 기술 중 어떠한 것도 이러한 문제를 해결하기 위한 방안을 제시하고 있지 못하는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1366491호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 에너지변환 경사기능복합체 및 그의 제조방법에 있어서 상기한 문제점을 해결하고자 예의 연구 검토한 결과, 금속 층과 형광체 층 사이에 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말로 이루어진 접합 층을 형성하여 금속과 형광체간의 물성이 점진적으로 변화하도록 함으로써, 형광체 및 형광체를 이용하는 전계방출형 디스플레

이 및 전자 발광식 디스플레이에서 장시간 구동 시 발생하는 열 충격 및 열 피로에 기인하는 층간 박리 현상을 억제할 수 있을 뿐만 아니라, 형광체 표면에서의 전자 충전 현상을 개선하고, 열안정성이 우수한 경사기능복합체를 제조할 수 있음을 알아내고, 본 발명을 완성하게 되었다.

[0007] 따라서, 본 발명의 목적은 층간 박리 현상을 억제할 뿐만 아니라 우수한 열안정성을 가지는 에너지변환 경사기능복합체 및 그의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 한편으로, 본 발명은

[0009] 금속 분말로 이루어진 금속 층;

[0010] 형광체 분말로 이루어진 형광체 층; 및

[0011] 상기 금속 층과 형광체 층 사이에 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말로 이루어진 복수개의 혼합 층들로 구성된 접합 층이 형성되고,

[0012] 상기 복수개의 혼합 층의 각 층은 서로 다른 조성비의 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말로 이루어지며,

[0013] 상기 혼합 층들중 금속 층에 인접한 혼합 층일수록 금속 분말의 함량이 많고, 상기 형광체 층에 인접한 혼합 층일수록 형광체 분말의 함량이 많아져, 상기 혼합 층의 각 층의 금속 분말과 형광체 분말의 함량이 연속적으로 변화하는 에너지변환 경사기능복합체를 제공한다.

[0014] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 금속 분말은 구리, 알루미늄, 니켈 및 티타늄으로 구성된 군으로부터 선택된 어느 하나일 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 형광체 분말은 ZnS계 및 ZnO계를 포함하는 2족 내지 6족 반도체 화합물을 모체로 하는 화합물로 구성된 군으로부터 선택된 어느 하나일 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 복수개의 혼합 층의 각 층의 조성비는 금속 층으로부터 형광체 층으로 갈수록 금속 분말과 형광체 분말의 부피%비가 95:5 내지 1:99로 변화할 수 있다.

[0017] 다른 한편으로, 본 발명은

[0018] 금속 분말로 이루어진 금속 층;

[0019] 형광체 분말로 이루어진 형광체 층; 및

[0020] 상기 금속 층과 형광체 층 사이에 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말로 이루어진 단층의 접합 층이 형성되고,

[0021] 상기 접합 층에서 상기 금속 층에 인접한 영역은 금속 분말의 함량이 많고, 상기 형광체 층에 인접한 영역은 형광체 분말의 함량이 많아져, 상기 접합 층의 금속 분말과 형광체 분말의 함량이 연속적으로 변화하는 에너지변환 경사기능복합체를 제공한다.

[0022] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 금속 분말은 구리, 알루미늄, 니켈 및 티타늄으로 구성된 군으로부터 선택된 어느 하나일 수 있다.

[0023] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 형광체 분말은 ZnS계 및 ZnO계를 포함하는 2족 내지 6족 반도체 화합물을 모체로 하는 화합물로 구성된 군으로부터 선택된 어느 하나일 수 있다.

[0024] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 접합 층은 금속 층으로부터 형광체 층으로 갈수록 금속 분말의 함량이 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말 총 함량에 대하여 95 내지 1 부피%로 연속적으로 변화하고, 형광체 분말의 함량이 5 내지 99 부피%로 연속적으로 변화할 수 있다.

[0025] 또 다른 한편으로, 본 발명은

[0026] 일측에서 입사하는 자외선-A 영역(320-400 nm) 광이 상기 에너지변환 경사기능복합체에 의해 흡수되면서, 상기

입사광에 의해 전류변화를 일으키는 광전변환 소자를 제공한다.

[0027] 또 다른 한편으로, 본 발명은

[0028] 일측에서 가해지는 전압이 상기 에너지변환 경사기능복합체에 가해지면서, 상기 전압이 광으로 변환되어 광을 형성하는 전계발광 소자를 제공한다.

[0029] 또 다른 한편으로, 본 발명은

[0030] 금속 분말로 이루어진 금속 층을 형성하는 단계;

[0031] 금속 분말 및 형광체 분말을 각각 상이한 조성비로 균일하게 혼합하여 복수개의 혼합 분말을 제조하는 단계;

[0032] 상기 금속 층 상에 상기 혼합 분말의 조성비가 상기 금속 층에 인접한 층일수록 금속 분말의 함량이 많고, 상기 금속 층에 이격된 층일수록 형광체 분말의 함량이 많아져, 상기 혼합 분말의 조성비가 연속적으로 변화하도록 상기 혼합 분말을 순차적으로 적층하여 복수개의 혼합 층들로 구성된 접합 층을 형성하는 단계;

[0033] 상기 접합 층 상에 형광체 분말로 이루어진 형광체 층을 형성하는 단계; 및

[0034] 상기 금속 층, 접합 층 및 형광체 층을 소결하는 단계를 포함하는 에너지변환 경사기능복합체의 제조방법을 제공한다.

[0035] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 금속 분말은 구리, 알루미늄, 니켈 및 티타늄으로 구성된 군으로부터 선택된 어느 하나일 수 있다.

[0036] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 형광체 분말은 ZnS계 및 ZnO계를 포함하는 2족 내지 6족 반도체 화합물을 모체로 하는 화합물로 구성된 군으로부터 선택된 어느 하나일 수 있다.

[0037] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 복수개의 혼합 층의 각 층의 조성비는 금속 층으로부터 형광체 층으로 갈수록 금속 분말과 형광체 분말의 부피%비가 95:5 내지 1:99로 변화할 수 있다.

[0038] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 소결 진행 중 상기 혼합 층의 각 층의 조성비가 변화하지 않도록 고상 소결법을 이용할 수 있다.

[0039] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 혼합 층들이 금속 층에 인접한 혼합 층일수록 금속 분말의 함량이 많고, 상기 형광체 층에 인접한 혼합 층일수록 형광체 분말의 함량이 많아져, 상기 혼합 층의 각 층의 금속 분말과 형광체 분말의 함량이 연속적으로 변화하도록 액상 소결법을 이용할 수 있다.

[0040] 또 다른 한편으로, 본 발명은

[0041] 금속 분말로 이루어진 금속 층을 형성하는 단계;

[0042] 상기 금속 층 상에 상기 금속 층에 인접한 영역은 금속 분말의 함량이 많고, 상기 금속 층으로부터 이격된 영역은 형광체 분말의 함량이 많도록 조성된 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말로 이루어진 단층의 접합 층을 형성하는 단계;

[0043] 상기 접합 층 상에 형광체 분말로 이루어진 형광체 층을 형성하는 단계; 및

[0044] 상기 금속 층, 접합 층 및 형광체 층을 소결하는 단계를 포함하는 에너지변환 경사기능복합체의 제조방법을 제공한다.

[0045] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 금속 분말은 구리, 알루미늄, 니켈 및 티타늄으로 구성된 군으로부터 선택된 어느 하나일 수 있다.

[0046] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 형광체 분말은 ZnS계 및 ZnO계를 포함하는 2족 내지 6족 반도체 화합물을 모체로 하는 화합물로 구성된 군으로부터 선택된 어느 하나일 수 있다.

[0047] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 접합 층은 금속 층으로부터 형광체 층으로 갈수록 금속 분말의 함량이 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말 총 함량에 대하여 95 내지 1 부피%로 연속적으로 변화하고, 형광체 분말의 함

량이 5 내지 99 부피%로 연속적으로 변화할 수 있다.

[0048] 본 발명의 일 실시형태에서, 소결 진행 중 상기 접합 층의 조성비가 변화하지 않도록 고상 소결법을 이용할 수 있다.

[0049] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 접합 층이 상기 금속 층에 인접한 영역은 금속 분말의 함량이 많고, 상기 형광체 층에 인접한 영역은 형광체 분말의 함량이 많아져, 상기 접합 층의 금속 분말과 형광체 분말의 함량이 연속적으로 변화하도록 액상 소결법을 이용할 수 있다.

발명의 효과

[0050] 본 발명에 따른 에너지변환 경사기능복합체는 금속 층과 형광체 층 사이에 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말로 이루어진 접합 층을 형성하여 금속과 형광체간의 물성이 점진적으로 변화하도록 함으로써, 다양한 특성을 확보할 수 있을 뿐만 아니라 열팽창 계수의 차이에 의한 층간 잔류응력 집중을 완화시키므로 열 충격 특성 및 열 피로 특성이 향상될 수 있다. 또한, 이로 인해 층간 박리 현상이 억제되고, 열 안정성이 우수하다. 따라서, 상기 경사기능복합체를 이용하는 전계방출형 디스플레이 및 전자 발광식 디스플레이 등에 효과적으로 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0051] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 에너지변환 경사기능복합체를 도시한 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시형태에 따른 에너지변환 경사기능복합체를 도시한 단면도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시형태에 따른 구리-ZnS:Cu,Cl 경사기능복합체를 도시한 그림이다.

도 4는 본 발명의 일 실시형태에 따른 구리-ZnS:Cu,Cl 경사기능복합체의 형광체 층이 365nm 자외선 램프 아래에서 발광하는 모습을 도시한 그림이다.

도 5는 본 발명의 일 실시형태에 따른 구리-ZnS:Cu,Cl 경사기능복합체와 ZnS:Cu,Cl 형광체 분말의 광발광 강도(photoluminescence intensity)를 비교하여 나타낸 스펙트럼이다.

도 6은 ZnS:Cu,Cl 형광체 분말의 온도 변화에 따른 광발광 강도(photoluminescence intensity)를 비교하여 나타낸 스펙트럼이다.

도 7은 본 발명의 일 실시형태에 따른 구리-ZnS:Cu,Cl 경사기능복합체의 온도 변화에 따른 광발광 강도(photoluminescence intensity)를 비교하여 나타낸 스펙트럼이다.

도 8은 본 발명의 일 실시형태에 따른 구리-ZnS:Cu,Cl 경사기능복합체에 365nm의 UV를 비추었을 때와 비추지 않았을 때의 전류-전압 커브(I-V curve)를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0052] 이하, 본 발명을 보다 상세히 설명한다.

[0053] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 에너지변환 경사기능복합체를 도시한 단면도이다. 도 1을 참조로, 본 발명의 일 실시형태에 따른 에너지변환 경사기능복합체(100)는

[0054] 금속 분말로 이루어진 금속 층(110);

[0055] 형광체 분말로 이루어진 형광체 층(130); 및

[0056] 상기 금속 층(110)과 형광체 층(130) 사이에 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말로 이루어진 복수개의 혼합 층(125)들로 구성된 접합 층(120)이 형성되고,

[0057] 상기 복수개의 혼합 층(125)의 각 층은 서로 다른 조성비의 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말로 이루어지며,

[0058] 상기 혼합 층(125)들중 금속 층(110)에 인접한 층일수록 금속 분말의 함량이 많고, 상기 형광체 층(130)에 인접한 혼합 층일수록 형광체 분말의 함량이 많아져, 상기 혼합 층(125)의 각 층의 금속 분말과 형광체 분말의 함량

이 연속적으로 변화한다.

[0059] 상기 에너지변환 경사기능복합체의 두께는 적층되는 혼합 층(125)의 수에 따라 조절될 수 있다.

[0060] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 복수개의 혼합 층의 각 층의 조성비는 금속 층으로부터 형광체 층으로 갈수록 금속 분말과 형광체 분말의 부피%비가 95:5 내지 1:99로 변화할 수 있다. 금속 및 형광체 분말의 조성비가 상기 범위를 만족하지 않는 경우, 상기 접합 층과 금속 층 및 형광체 층 간에 접합이 잘 되지 않아 층간 박리가 발생할 수 있다.

[0061] 본 발명의 에너지변환 경사기능복합체는 상기 복수개의 혼합 층(125)에 포함된 금속 분말 및 형광체 분말의 함량 및 조성비가 각 층마다 상이하며, 두께 방향으로 각 혼합 층(125)에 따라 그 조성비가 연속적으로 변화하므로 금속과 형광체간의 급격한 물성 변화를 완화시켜 기계적 충격이나 열 충격에 강할 뿐만 아니라, 열 충격 특성 및 열 피로 특성이 향상될 수 있다.

[0062] 본 발명의 에너지변환 경사기능복합체는 금속 층과 형광체 층 사이에 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말로 이루어진 혼합 층을 각 층의 조성비가 서로 상이하여 두께방향으로 연속적으로 변화하도록 복수개 적층하여 접합 층을 형성하거나(도 1 참조), 단층 내에서 금속 층에 인접한 영역은 금속 분말의 함량이 많고 형광체 층에 인접한 영역은 형광체 분말의 함량이 많아져, 상기 금속 분말과 형광체 분말의 함량이 연속적으로 변화하여 상기 분말들의 함량이 경사를 이루는 접합 층을 형성할 수 있다(도 2 참조).

[0063] 도 2는 본 발명의 일 실시형태에 따른 에너지변환 경사기능복합체를 도시한 단면도이다. 도 2를 참조로, 본 발명의 일 실시형태에 따른 에너지변환 경사기능복합체(100)는

[0064] 금속 분말로 이루어진 금속 층(110);

[0065] 형광체 분말로 이루어진 형광체 층(130); 및

[0066] 상기 금속 층(110)과 형광체 층(130) 사이에 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말로 이루어진 단층의 접합 층(120)이 형성되고,

[0067] 상기 접합 층(120)에서 상기 금속 층(110)에 인접한 영역은 금속 분말의 함량이 많고, 형광체 층(130)에 인접한 영역은 형광체 분말의 함량이 많아져, 상기 접합 층(120)의 금속 분말과 형광체 분말의 함량이 연속적으로 변화한다.

[0068] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 접합 층(120)은 금속 층으로부터 형광체 층으로 갈수록 금속 분말의 함량이 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말 총 함량에 대하여 95 내지 1 부피%로 연속적으로 변화하고, 형광체 분말의 함량이 5 내지 99 부피%로 연속적으로 변화할 수 있다. 금속 및 형광체 분말의 함량이 상기 범위를 만족하지 않는 경우, 상기 접합 층과 금속 층 및 형광체 층 간에 접합이 잘 되지 않아 층간 박리가 발생할 수 있다.

[0069] 본 발명의 에너지변환 경사기능복합체는 상기 접합 층(120)에서 금속 층에 인접한 영역과 형광체 층에 인접한 영역의 금속 분말 및 형광체 분말의 함량이 서로 상이하고, 두께 방향으로 그 함량이 연속적으로 변화하므로 금속과 형광체간의 급격한 물성 변화를 완화시켜 기계적 충격이나 열 충격에 강할 뿐만 아니라, 열 충격 특성 및 열 피로 특성이 향상될 수 있다.

[0070] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 금속 분말은 구리(Cu), 알루미늄(Al), 니켈(Ni) 및 티타늄(Ti)으로 구성된 군으로부터 선택된 어느 하나일 수 있다.

[0071] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 형광체 분말은 ZnS계 및 ZnO계를 포함하는 2족 내지 6족 반도체 화합물을 모체로 하는 화합물로 구성된 군으로부터 선택된 어느 하나일 수 있다.

[0072] 상기 금속 분말 및 형광체 분말의 직경은 10 nm 이상 100㎛ 이하일 수 있다.

[0073] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 금속 분말 및 형광체 분말의 직경은 동일할 수도 있고, 상이할 수도 있다.

[0074] 상기 금속 분말의 직경이 형광체 분말의 직경보다 큰 경우, 금속 입자의 계면에 형광체 입자가 정렬될 수 있다.

[0075] 이 때, 상기 금속 층(110)과 형광체 층(130) 사이의 전자 이동이 억제될 수 있다.

[0076] 상기 금속 분말의 직경이 형광체 분말의 직경보다 작은 경우, 형광체 입자의 계면에 금속 입자가 정렬될 수 있다.

[0077] 이 때, 상기 금속 층(110)과 형광체 층(130) 사이의 전자 이동이 용이할 수 있다.

[0078] 따라서, 상기 금속 분말과 형광체 분말의 직경을 조절함으로써, 전자의 이동을 조절할 수 있다.

[0079] 본 발명의 에너지변환 경사기능복합체는 형광체를 이용하는 광전변환 소자, 전계방출형 디스플레이, 전자 발광식 디스플레이 등에 효과적으로 사용될 수 있다.

[0080] 본 발명에 따른 에너지변환 경사기능복합체는 외부의 에너지, 즉, 광자(photon), 전계(electric field), 가속전자 (accelerated electron), 압력 등의 에너지에 의해 형광체 내부의 전자들이 여기(excitation) 및 전이(transition)되어 빛을 방출하는 무기발광재료로서의 특성을 가지므로, 높은 에너지를 낮은 에너지로 변환(Down Conversion)하거나, 낮은 에너지를 높은 에너지로 변환(Up Conversion)할 수 있다.

[0081] 따라서, 본 발명의 일 실시형태는 일측에서 입사하는 자외선-A 영역(320-400 nm) 광이 상기 에너지변환 경사기능복합체에 의해 흡수되면서, 상기 입사광에 의해 전류변화를 일으키는 광전변환 소자에 관한 것이다.

[0082] 또한, 본 발명의 일 실시형태는 일측에서 가해지는 전압이 상기 에너지변환 경사기능복합체에 가해지면서, 상기 전압이 광으로 변환되어 광을 형성하는 전계발광 소자에 관한 것이다.

[0083] 본 발명의 일 실시형태는 에너지변환 경사기능복합체의 제조방법에 관한 것으로, 본 발명의 제조방법은

[0084] 금속 분말로 이루어진 금속 층을 형성하는 단계;

[0085] 금속 분말 및 형광체 분말을 각각 상이한 조성비로 균일하게 혼합하여 복수개의 혼합 분말을 제조하는 단계;

[0086] 상기 금속 층 상에 상기 혼합 분말의 조성비가 상기 금속 층에 인접한 층일수록 금속 분말의 함량이 많고, 상기 금속 층에 이격된 층일수록 형광체 분말의 함량이 많아져, 상기 혼합 분말의 조성비가 연속적으로 변화하도록 상기 혼합 분말을 순차적으로 적층하여 복수개의 혼합 층들로 구성된 접합 층을 형성하는 단계;

[0087] 상기 접합 층 상에 형광체 분말로 이루어진 형광체 층을 형성하는 단계; 및

[0088] 상기 금속 층, 접합 층 및 형광체 층을 소결하는 단계를 포함한다.

[0089] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 복수개의 혼합 층의 각 층의 조성비는 금속 층으로부터 형광체 층으로 갈수록 금속 분말과 형광체 분말의 부피%비가 95:5 내지 1:99로 변화할 수 있다.

[0090] 본 발명의 일 실시형태에서, 소결 진행 중 상기 혼합 층의 각 층의 조성비가 변화하지 않도록 고상 소결법을 이용할 수 있다.

[0091] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 혼합 층들이 금속 층에 인접한 혼합 층일수록 금속 분말의 함량이 많고, 상기 형광체 층에 인접한 혼합 층일수록 형광체 분말의 함량이 많아져, 상기 혼합 층의 각 층의 금속 분말과 형광체 분말의 함량이 연속적으로 변화하도록 액상 소결법을 이용할 수 있다.

[0092] 본 발명의 일 실시형태는 에너지변환 경사기능복합체의 제조방법에 관한 것으로, 본 발명의 제조방법은

[0093] 금속 분말로 이루어진 금속 층을 형성하는 단계;

[0094] 상기 금속 층 상에 상기 금속 층에 인접한 영역은 금속 분말의 함량이 많고, 상기 금속 층으로부터 이격된 영역은 형광체 분말의 함량이 많도록 조성된 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말로 이루어진 단층의 접합 층을 형성하는 단계;

[0095] 상기 접합 층 상에 형광체 분말로 이루어진 형광체 층을 형성하는 단계; 및

[0096] 상기 금속 층, 접합 층 및 형광체 층을 소결하는 단계를 포함한다.

[0097] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 접합 층은 금속 층으로부터 형광체 층으로 갈수록 금속 분말의 함량이 금속 분말 및 형광체 분말의 혼합 분말 총 함량에 대하여 95 내지 1 부피%로 연속적으로 변화하고, 형광체 분말의 함량이 5 내지 99 부피%로 연속적으로 변화할 수 있다.

[0098] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 소결 진행 중 상기 접합 층의 조성비가 변화하지 않도록 고상 소결법을 이용할 수 있다.

[0099] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 접합 층이 상기 금속 층에 인접한 영역은 금속 분말의 함량이 많고, 상기 형광체 층에 인접한 영역은 형광체 분말의 함량이 많아져, 상기 접합 층의 금속 분말과 형광체 분말의 함량이 연속적으로 변화하도록 액상 소결법을 이용할 수 있다.

[0100] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 소결하는 단계는

[0101] 상기 적층된 금속 층, 접합 층 및 형광체 층에 압력을 가하는 단계;

[0102] 상기 적층된 금속 층, 접합 층 및 형광체 층을 가열하는 단계; 및

[0103] 상기 적층된 금속 층, 접합 층 및 형광체 층에 압력을 해제하고 냉각시키는 단계를 포함한다.

[0104] 상기 압력은 30 내지 100 MPa가 바람직하고, 상기 가열 온도는 금속 분말 및 형광체 분말의 용융온도 중 낮은 용융온도보다 50 내지 500℃ 낮은 온도인 것이 바람직하다.

[0105] 상기 소결은 방전 플라즈마 소결 또는 가압 소결장치를 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0106] 이하, 실시예에 의해 본 발명을 보다 구체적으로 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오직 본 발명을 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 국한되지 않는다는 것은 당업자에게 있어서 자명하다.

[0107] **실시예 1: 에너지변환 경사기능복합체의 제조**

[0108] **실시예 1-1: 금속 층, 접합 층 및 형광체 층의 적층**

[0109] 구리 분말(직경 100㎛ 이하), ZnS:Cu,Cl 형광체 분말(직경 10㎛ 이하)을 사용하여 각각 금속 층과 형광체 층을 제조하였다. 그런 다음, 구리 분말과 ZnS:Cu,Cl 형광체 분말을 하기 표 1의 조성으로 혼합하고, 15분 동안 핸드밀한 후, 15㎜ 직경의 그라파이트 다이에 하기 표 1에 기재된 순서로 금속 층을 가장 하층으로 하여 각각 0.2g씩 순차적으로 적층하였다.

표 1

[0110]

조성(부피%)	중량(g)
100 % ZnS:Cu,Cl	0.2
5 % Cu / 95 % ZnS:Cu,Cl	0.2

10 % Cu / 90 % ZnS:Cu,Cl	0.2
20 % Cu / 80 % ZnS:Cu,Cl	0.2
30 % Cu / 70 % ZnS:Cu,Cl	0.2
50 % Cu / 50 % ZnS:Cu,Cl	0.2
70 % Cu / 30 % ZnS:Cu,Cl	0.2
100% Cu	0.2

[0111] **실시예 1-2: 에너지변환 경사기능복합체의 제조**

[0112] 상기 실시예 1-1에서 적층된 금속 층, 접합 층 및 형광체 층을 50 MPa의 압력 하에서, 900℃에서 5분 동안 소결하여 경사기능복합체를 제조하였다. 이 때, 승온 속도는 분당 100℃였다. 제조된 경사기능복합체의 직경은 15mm이고, 두께는 20mm였다.

[0113] 도 3에 상기 실시예에서 제조된 에너지변환 경사기능복합체를 나타내었다.

[0114] **실험예 1: 광발광(Photoluminescence) 스펙트럼 분석**

[0115] 상기 실시예 1에서 제조된 경사기능복합체의 광발광 스펙트럼 (λ_{ex} = 365 nm)을 도 5에 나타내었다.

[0116] 도 5를 참조로, 구리-ZnS:Cu,Cl 경사기능복합체의 피크(peak)가 ZnS:Cu,Cl 형광체 분말의 피크에 비해 레드 시프트(Red Shift)한 것을 볼 수 있는데, 이는 구리-ZnS:Cu,Cl 경사기능복합체의 제조 시 소결에 따른 ZnS 내 Zn의 승화(Sublimination)에 기인하는 ZnS 결정(crystal) 내의 결함 레벨의 형성 및 승화된 Zn 자리로의 구리 도핑에 의한 것이라고 예측할 수 있었다.

[0117] 또한, 상기 실시예 1에서 제조된 경사기능복합체의 온도에 따른 광발광 스펙트럼 (λ_{ex} = 365 nm) 피크의 변화를 하기 표 2 및 도 6, 7에 나타내었다.

표 2

[0118]

온도(℃)	구리-ZnS:Cu,Cl 경사기능복합체	ZnS:Cu,Cl 형광체 분말
상온(room temp.)	522 nm	497 nm
50	522 nm	497 nm
75	523 nm	501 nm
100	528 nm	503 nm
125	530 nm	505 nm
150	528 nm	515 nm

[0119] 표 2 및 도 6, 7을 참조로, 구리-ZnS:Cu,Cl 경사기능복합체의 피크(peak)는 ZnS:Cu,Cl 형광체 분말의 피크에 비해 레드 시프트가 발생하지 않는 것을 확인할 수 있었다. 이는 구리-ZnS:Cu,Cl 경사기능복합체에 전달된 열이 열전도도가 우수한 구리(397 W/mK)를 통로로 하여 빠져나가기 때문에 형광체 내 잔류열에 의한 포논(phonon)의 생성이 억제되기 때문이라는 것을 알 수 있었다.

[0120] 따라서, 본 발명에 따른 에너지변환 경사기능복합체는 열 안정성이 우수하고, 금속 층과 형광체 층 간에 층간 박리 현상을 억제할 수 있는 것을 확인하였다.

[0121] **실험예 2: 전류-전압 커브(I-V curve) 측정**

[0122] 상기 실시예 1에서 제조된 구리-ZnS:Cu,Cl 경사기능복합체에 365nm의 UV를 비추었을 때와 비추지 않았을 때(Dark)의 전류-전압 커브(I-V curve) 그래프를 도 8에 나타내었다.

[0123] 도 8을 참조로, 365nm의 UV를 조사함에 따라 구리-ZnS:Cu,Cl 경사기능복합체의 전류량이 증가하는 것을 알 수 있었고, UV 센서로 응용될 수 있는 것을 확인하였다.

[0124] 이상으로 본 발명의 특정한 부분을 상세히 기술하였는 바, 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 구현예일 뿐이며, 이에 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아님은 명백하다. 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기 내용을 바탕으로 본 발명의 범주 내에서 다양한 응용 및 변형을 행하는 것이 가능할 것이다.

[0125] 따라서, 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 특허청구범위와 그의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

부호의 설명

[0126] 100: 에너지변환 경사기능복합체

110: 금속 층

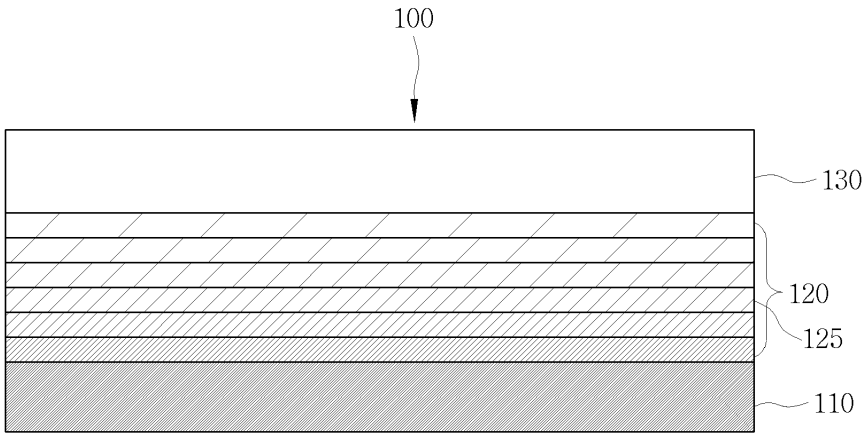
120: 접합 층

125: 혼합 층

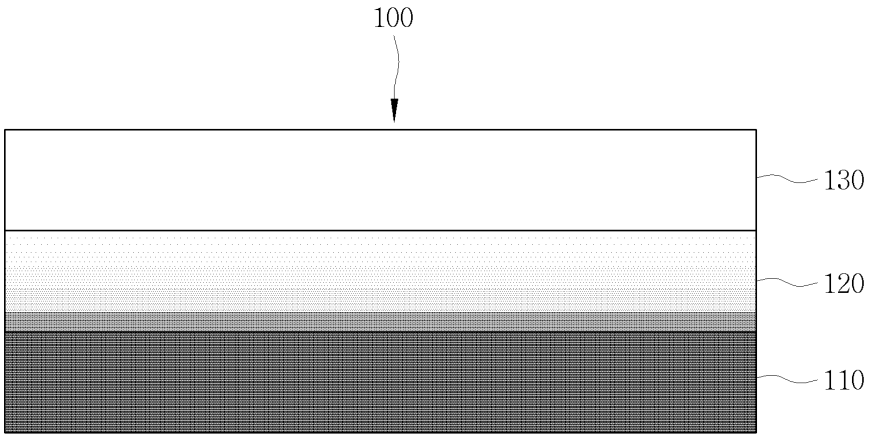
130: 형광체 층

도면

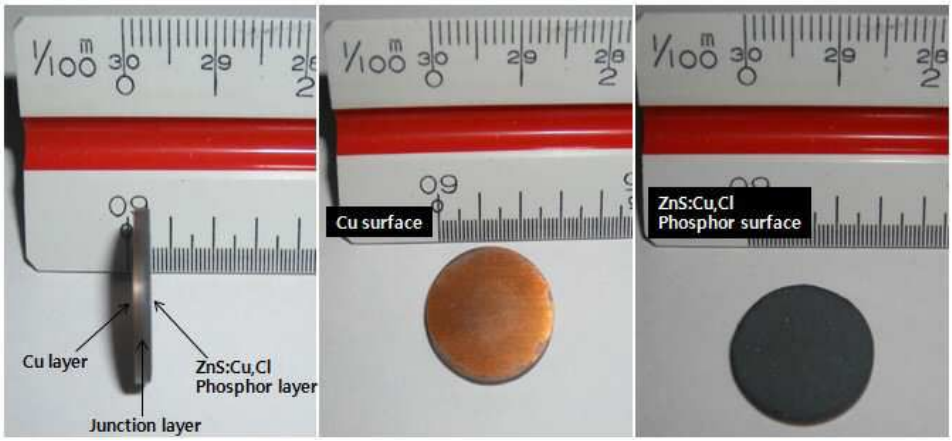
도면1



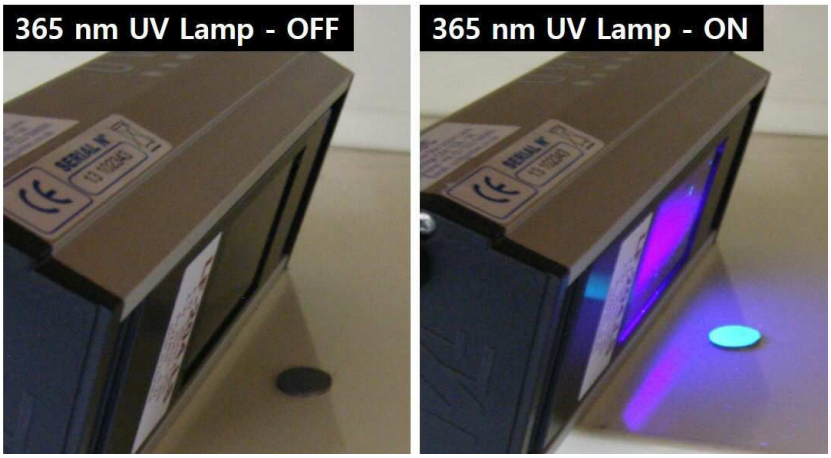
도면2



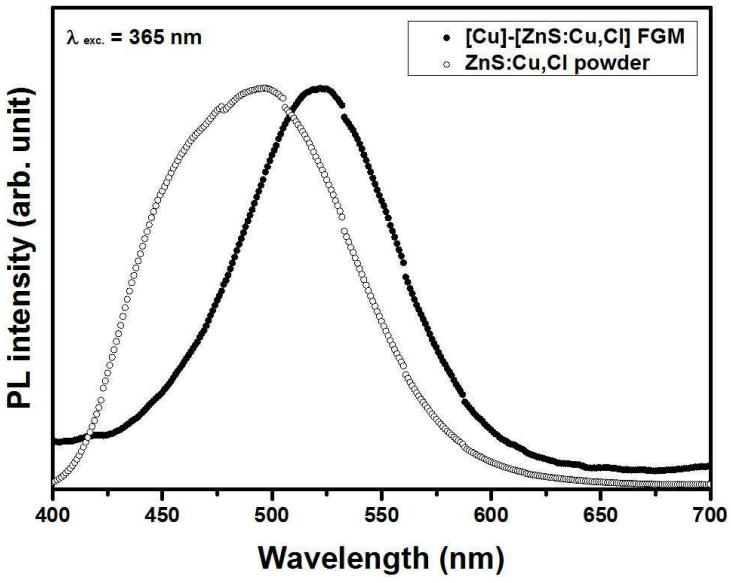
도면3


Cu layer
ZnS:Cu,Cl
Phosphor layer
Junction layer
Cu surface
ZnS:Cu,Cl
Phosphor surface

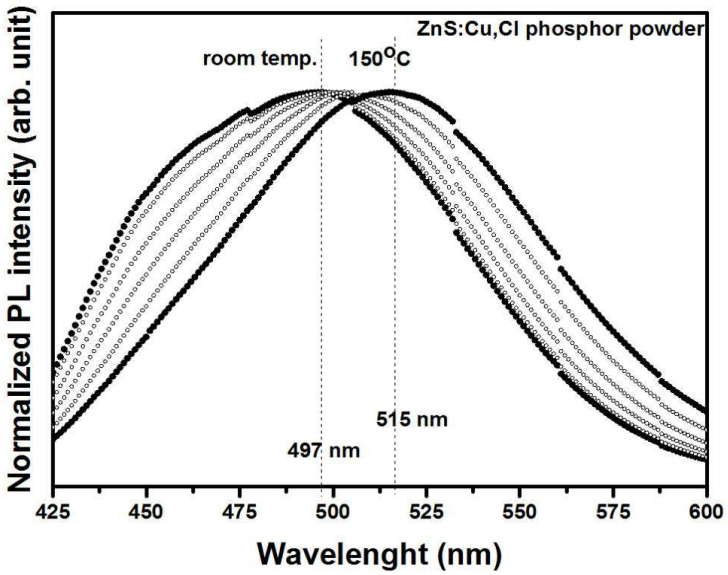
도면4


365 nm UV Lamp - OFF
365 nm UV Lamp - ON

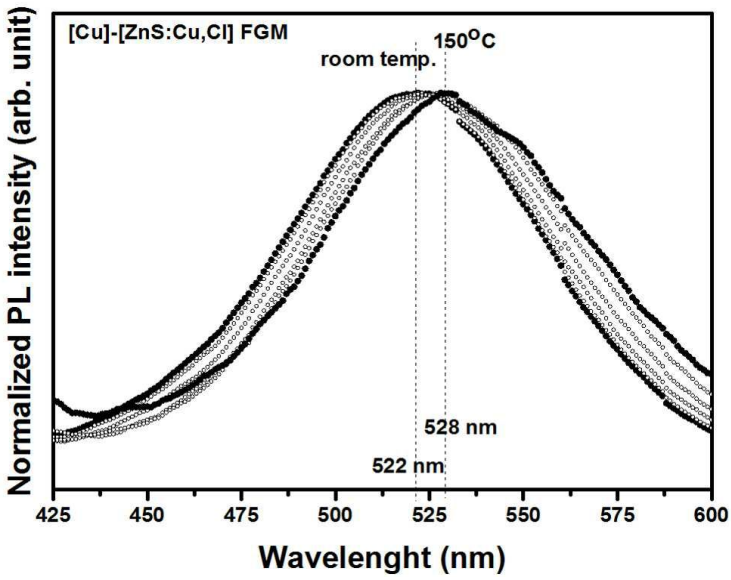
도면5


λ exc. = 365 nm
[Cu]-[ZnS:Cu,Cl] FGM
ZnS:Cu,Cl powder
PL intensity (arb. unit)
400
450
500
550
600
650
700
Wavelength (nm)

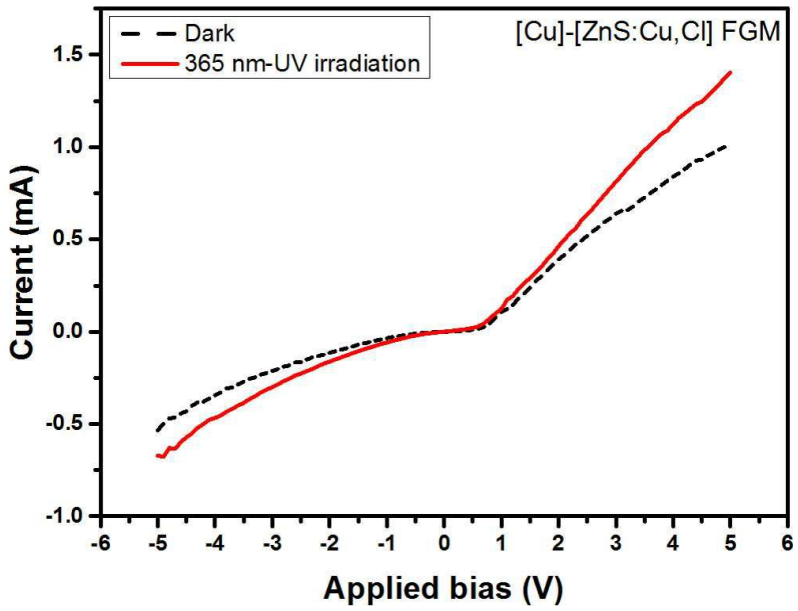
도면6


ZnS:Cu,Cl phosphor powder
room temp.
150°C
515 nm
497 nm
Normalized PL intensity (arb. unit)
Wavelenght (nm)
425
450
475
500
525
550
575
600

도면7


[Cu]-[ZnS:Cu,Cl] FGM
150°C
room temp.
528 nm
522 nm
Normalized PL intensity (arb. unit)
Wavelenght (nm)
425
450
475
500
525
550
575
600

도면8


Dark
365 nm-UV irradiation
[Cu]-[ZnS:Cu,Cl] FGM
Current (mA)
Applied bias (V)
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0
-6
-5
-4
-3
-2
-1
0
1
2
3
4
5
6