



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년09월03일
(11) 등록번호 10-1302696
(24) 등록일자 2013년08월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/77 (2006.01) H01L 33/00 (2010.01)
(21) 출원번호 10-2011-0144634
(22) 출원일자 2011년12월28일
심사청구일자 2011년12월28일
(65) 공개번호 10-2013-0076163
(43) 공개일자 2013년07월08일
(56) 선행기술조사문헌
JP2008031429 A*
KR1020090037385 A*
KR1020110130117 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국화학연구원
대전광역시 유성구 가정로 141 (장동)
(72) 발명자
서정현
대구광역시 달서구 본동 월성아파트 505-612
최성호
경기도 용인시 수지구 만현로67번길 19,
만현마을3단지 성원상떼 304-105 (상현동)
정하균
대전광역시 유성구 어은동 한빛A 116-1105
(74) 대리인
이원희

전체 청구항 수 : 총 5 항

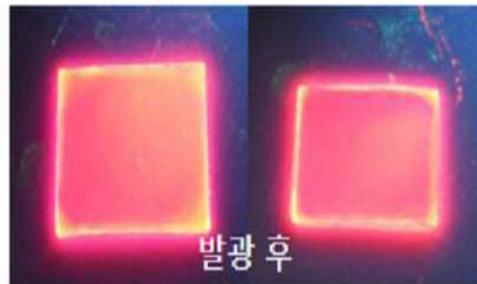
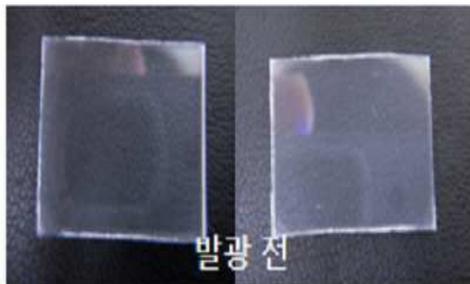
심사관 : 정두한

(54) 발명의 명칭 **투명 적색 형광막의 제조방법 및 이에 의하여 제조되는 투명 적색 형광막**

(57) 요약

본 발명은 투명한 적색 형광막을 제조하는 방법 및 이에 의하여 제조되는 투명 적색 형광막에 관한 것이다. 상기 목적을 달성하기 위하여, 본원발명은 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말과 10 내지 30 중량 %의 바인더 물질을 용매에 혼합한 후 교반하여 형광체 현탁액을 제조하는 단계(단계 1); 상기 형광체 현탁액을 기판에 대하여 스프인코팅하여 막을 형성하는 단계(단계 2); 및 형성된 막을 건조하는 단계(단계 3);를 포함하는 것을 특징으로 하는 투명 적색 형광막의 제조방법을 제공한다. 또한, 본 발명은 상기의 방법으로 제조되는 투과도 및 휘도가 높은 투명 적색 형광막을 제공한다. 본 발명에 따르면, 현탁액 내에서 형광체 분말이 균일하게 분산되어 스프인코팅 공정에 효과적으로 수행되며, 가시광선 영역에서 투과도가 높은 막이 형성될 뿐만 아니라, 균일하고 높은 휘도를 갖는 형광막을 제조할 수 있으며, 자발광형 투명 디스플레이 소자용 재료로 유용하게 사용할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	F0004073201134100600052469F0004000201134
부처명	지식경제부
연구사업명	산업기술개발사업
연구과제명	고효율 나노스케일 형광체/형광막 제조기술 개발(4)
주관기관	한국화학연구원
연구기간	2011.06.01 ~ 2012.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

1-10 중량 %의 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말;

10~30 중량 %의 바인더 물질;

60-90 중량 %의 용매;

를 혼합한 후 교반하여 형광체 현탁액을 제조하는 단계(단계 1);

상기 형광체 현탁액을 기관에 대하여 스펀코팅하여 막을 형성하는 단계(단계 2);

형성된 막을 100~300 °C에서 100~250 초동안 건조하는 단계(단계 3); 및

상기 단계 3에서 건조된 막을 350~400 °C에서 3-10 시간동안 열처리하는 단계(단계 4);

를 포함하고,

상기 적색형광체 분말의 크기는 400 nm 이하이고, 상기 형광체 현탁액 내 입자의 평균 입자크기는 500 ~ 600 nm 인 것을 특징으로 하는 투명 적색 형광막의 제조방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 단계 1의 용매는 2-메톡시에탄올이고, 상기 바인더는 폴리비닐피롤리돈인 것을 특징으로 하는 투명 적색 형광막의 제조방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항의 방법으로 제조되는 것을 특징으로 하는 투명 적색 형광막.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 투명 적색 형광막의 가시광 투과율이 80~95%인 것을 특징으로 하는 투명 적색 형광막.

청구항 9

제8항의 투명 적색 형광막을 포함하는 자발광형 투명 디스플레이.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 투명한 적색 형광막을 제조하는 방법 및 이에 의하여 제조되는 투명 적색 형광막에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 투명 디스플레이 소자는 시각적 투명성을 유지하면서 필요시 문자, 영상과 같은 정보를 배경과 같이 보여줄 수 있는 디스플레이 장치로서, 스마트창을 이용한 광고판 및 옥외 전광판, 자동차용 네비게이션, 사무실 회의용 보드(board) 등의 분야에 폭 넓게 응용될 수 있다. 투명 디스플레이 소자를 실현하기 위해서는 높은 발광 특성과 고 투명성이 확보되어야 하며, 이와 더불어 시인성 확보와 대면적 패널 개발이 가능하여야 그 응용분야가 확대될 수 있다. 대표적으로 형광막을 형성하기 위한 공정으로는 스퍼터링, 화학적 기상 증착법(chemical vapour deposition, CVD), 물리적 기상 증착법(physical vapour deposition, PVD) 등 진공 증착법과 분무열분해(spray pyrolysis), 스프인 코팅법 등 용액공정을 기반으로 하는 방법 등이 있다. 상기 진공 증착법과 용액공정이 스프인 코팅법은 가시광 영역에서 매우 높은 투과도를 가지는 형광체 박막 제조가 가능한 반면, 전반사 조건으로 인한 매우 낮은 외부 광추출(light extraction) 효율로 인한 발광효율이 감소하는 문제점은 근본적인 해결이 필요하다. 외부 광추출(light extraction) 효율의 개선을 위하여 인위적인 표면 거칠기, 부수적인 광결정(photonic crystal) 구조의 채택 등이 적용 가능하지만, 투과도 특성은 현저하게 감소하는 문제점이 있다. 분무열분해법(spray pyrolysis)은 성막 형성이 유리하다고 알려져 있으나, 입자의 크기가 수 마이크로이상으로 조대하며, 불균일한 막 표면 특성 및 점착력 등의 문제로 인하여 입자간 응집이 발생하기 때문에, 고투과율의 투명 형광막 제작이 어려운 문제점이 있다.

[0003] 예를 들어 대한민국 공개특허출원 제10-2011-0054751 호는 가시광 영역에서 투과도가 우수한 아연/망간 실리케이트계 녹색 형광막의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 서브마이크론 이하의 입자크기를 갖는 구형 실리카를 제조 후, 이를 아연 전구체와 망간 전구체 등을 포함하는 수용액에 첨가하여 제조한 아연/망간 실리케이트 겔을 이용하여 녹색의 형광체를 제조하는 방법 및 상기 아연/망간 실리케이트 겔을 용액 코팅하여 녹색 형광막을 제조하는 방법을 개시하고 있다. 그러나, 상기 방법에 따르면, 형광체가 균일하게 분산되지 않아 형성되는 막의 투과도 및 휘도가 떨어지며, 불균일한 특성을 갖게 되는 문제점이 있다.

[0004] 이에 본 발명의 발명자들은 투과도가 높은 투명 적색 형광막 제조를 연구하던 중, 원료물질에 바인더를 추가하고 스프인코팅을 한 후 열처리를 수행하면 우수한 특성을 갖는 형광막을 제조할 수 있음을 확인하고 본 발명을 완성하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 투과도가 높은 투명 적색 형광막을 제조하는 방법을 제공하는데 있다. 본 발명의 다른 목적은 상기 방법으로 제조되는 투과도 및 휘도가 높은 투명 적색 형광막을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본원발명은 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말과 10 내지 30 중량 %의 바인더 물질을 용매에 혼합한 후 교반하여 형광체 현탁액을 제조하는 단계(단계 1); 상기 형광체 현탁액을 기판에 대하여 스프인코팅하여 막을 형성하는 단계(단계 2); 및 형성된 막을 100~300 °C에서 100~250 초 동안 건조하는 단계(단계 3);

를 포함하는 것을 특징으로 하는 투명 적색 형광막의 제조방법을 제공한다. 또한, 본 발명은 상기의 방법으로 제조되는 투과도 및 휘도가 높은 투명 적색 형광막을 제공한다.

발명의 효과

[0007] 본 발명에 따르면, 현탁액 내에서 형광체 분말이 균일하게 분산되어 스펀코팅 공정에 효과적으로 수행되며, 가시광선 영역에서 투과도가 높은 막이 형성될 뿐만 아니라, 균일하고 높은 휘도를 갖는 형광막을 제조할 수 있으며, 자발광형 투명 디스플레이 소자용 재료로 유용하게 사용할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말의 FE-SEM 사진이고,
 도 2는 본 발명의 방법으로 제조된 형광체 현탁액에 여기원을 도입하지 않은 경우와 도입한 경우의 사진이고,
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 의하여 제조된 형광막에 여기원을 도입하지 않은 경우와 도입한 경우의 사진이고,
 도 4는 본 발명의 실시예들과 비교예들에서 제조된 형광막의 발광 스펙트럼이고,
 도 5는 본 발명의 실시예들과 비교예들에서 제조된 형광막의 투과도 스펙트럼이고,
 도 6은 본 발명의 실시예들과 비교예들에서 제조된 형광막들의 건조시간에 따른 발광특성을 비교한 그래프이고,
 도 7은 본 발명의 실시예들과 비교예들에서 제조된 형광막들의 건조공정의 온도에 따른 결과물의 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 본 발명은 투명한 적색 형광막을 제조하는 방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로 본 발명은

[0010] $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말과 10 내지 30 중량 %의 바인더 물질을 용매에 혼합한 후 교반하여 형광체 현탁액을 제조하는 단계(단계 1);

[0011] 상기 형광체 현탁액을 기판에 대하여 스펀코팅하여 막을 형성하는 단계(단계 2); 및

[0012] 형성된 막을 100~300 °C에서 100~250 초 동안 건조하는 단계(단계 3);를 포함하는 것을 특징으로 하는 투명 적색 형광막의 제조방법에 관한 것이다.

[0013] 이하 본 발명을 각 단계별로 상세히 설명한다.

[0014] 본 발명의 제조방법 중 단계 1은 스펀코팅을 위한 형광체 현탁액을 제조하는 단계로, $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말과 10~30 중량 %의 바인더 물질을 용매에 혼합한 후 교반하여 형광체 현탁액을 제조하는 단계이다. $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말과 바인더 물질을 용매에 혼합하되, 균일한 분산을 위하여 충분히 교반하는 것이 바람직하며, 예를 들어, 상기 원료물질들을 혼합한 후 초음파진동기(Ultrasonicator)를 사용하여 분말 및 바인더 물질이 용매에 균일하게 분산되도록 하는 것이 바람직하다. 본 발명에 따른 제조방법에 있어서, 상기 형광체 현탁액은 10~30 중량%로 바인더 물질을 포함한다. 바인더 물질이 10 중량% 미만으로 포함되는 경우에는 형광체 분말이 현탁액 내에 균일하게 분산되지 않고, 현탁액의 점도는 낮아 스펀코팅 시 높은 투과도는 확보할 수 있으나 막 두께가 얇게 형성되어 발광 강도가 취약하다는 문제점이 있고, 30 %를 초과하여 포함되는 경우에는 현탁액상의 입자가 수 마이크로 단위로 입자 뭉침 현상이 발생하며, 수 시간 후 대부분의 분말이 침전되는 문제점이 있다. 또한 점도가 지나치게 높아져서 스펀코팅을 유효하게 수행하지 못하고, 형성되는 형광막의 투과도가 지나치게 떨어지는 문제점이 있다.

- [0015] $YVO_4:Eu^{3+}$ 는 적색형광체 분말로 수열합성과 같은 공지의 방법으로 제조될 수 있으며, 분말의 크기는 400 nm 이하인 것이 바람직하다. 분말의 크기가 400 nm를 초과하는 경우 가시광 영역에서의 빛 산란이 발생하여 제조되는 형광막의 투과도가 크게 떨어지는 문제점이 있고, 형광막의 균일한 형광특성을 보장할 수 없는 문제점이 있다.
- [0016] 한편, 상기 제조방법 중 단계 1에서 적색형광체는 1~10 중량%로, 용매는 60~90 중량%로 포함되는 것이 바람직하다. 적색형광체가 1 중량% 미만으로 포함되는 경우에는 형성되는 형광막의 형광특성이 크게 떨어지는 문제점이 있고, 10 중량%를 초과하는 경우에는 형광체 분말들이 수 마이크로 단위의 크기로 서로 응집하여 균일하게 분산되기 어려운 문제점이 있다.
- [0017] 본 발명의 제조방법 중 단계 1에서 사용되는 용매는 2-메톡시에탄올일 수 있으나, 이에 반드시 한정되는 것은 아니다. 한편, 본 발명의 단계 1에서 제조되는 형광체 현탁액에는 바인더 물질이 포함된다. 형광체 분말이 용매에 도입되는 경우, 서로 뭉쳐서 균일하게 분산되지 않는 문제점이 있다. 형광체 분말이 균일하게 분산되지 않는 경우, 제조되는 형광막의 투과도 및 형광 특성이 균일하지 않게 되는 문제점이 있다. 이에 본 발명에서는 형광체 현탁액에 바인더 물질을 포함시켜 형광체 분말이 균일하게 분산될 수 있도록 한다. 또한, 바인더 물질은 형광체 현탁액의 점도를 증가시켜 스핀 코팅에 의하여 막이 원활하게 형성되며, 그 막의 두께가 두껍게 형성될 수 있도록 함으로써 결과적으로 막의 형광특성이 향상될 수 있도록 한다. 본 발명의 형광체 현탁액에 포함되는 바인더 물질은 폴리비닐피롤리돈인 것이 바람직하나, 현탁액에 적색 형광체 분말을 균일하게 분산시킬 수 있고, 스핀코팅에 의하여 적절한 두께의 막을 형성할 수 있는 바인더라면 이에 반드시 한정되는 것은 아니다.
- [0018] 본 발명에 따른 제조방법에 있어서, 상기 단계 2는 기판에 막을 형성하는 단계로, 단계 1에서 제조된 형광체 현탁액을 기판에 대하여 스핀코팅하여 막을 형성하는 단계이다. 본 발명에 따른 형광체 현탁액은 바인더를 포함하여 적당한 점도를 갖기 때문에 스핀코팅에 의하여 원하는 형광막을 유효하게 제조할 수 있다.
- [0019] 본 발명에 따른 제조방법에 있어서, 상기 단계 2의 스핀코팅 단계 이전에 기판을 오존 플라즈마로 전처리하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다. 형광체 현탁액이 스핀코팅되는 기판을 오존 플라즈마로 전처리하는 경우, 기판의 표면에 친수성을 부여함으로써 스핀코팅 시 현탁액이 표면에 잘 접촉되어 균일한 투명막 형성에 도움을 주는 효과가 있다.
- [0020] 본 발명에 따른 제조방법에 있어서, 상기 단계 3은 스핀코팅으로 형성된 막을 건조하는 단계이며, 상기 건조는 100~300 °C에서 100~250 초 동안 수행된다. 건조시간이 100 초 미만인 경우에는 건조가 충분히 수행되지 않는 문제점이 있고, 250 초를 초과하는 경우에는 바인더의 용해점과 근접하게 되어 코팅막의 색 변화로 인해 형광막의 발광특성이 현저히 떨어지는 문제점이 있다.
- [0021] 한편, 본 발명에 따른 제조방법은 상기 단계 2(스핀코팅하는 단계) 및 단계 3(건조하는 단계)을 반복수행할 수 있다. 즉, 원하는 두께의 형광막을 제조하기 위하여 본 발명에서 스핀코팅 및 건조는 수회 반복될 수 있다. 예를 들어, 스핀코팅 후 형성된 막을 건조하고, 이를 다시 반복하는 방법으로 원하는 두께의 형광막을 형성할 수 있다. 스핀코팅은 2000~4000 rpm의 속도로 20~40 초동안 수행되는 것이 균일한 막을 형성할 수 있기 때문에 바람직하다. 단, 상기와 같이 스핀코팅과 건조를 반복수행하여 형광막의 두께를 증가시키는 경우 형광막의 투과도와 형광특성을 고려하여야 한다.
- [0022] 본 발명에 따른 제조방법은 상기 단계 3에 의하여 건조된 투명 적색 형광막을 열처리하는 단계를 더 포함할 수

있다. 스핀코팅으로 형성된 형광막을 건조시킨 이후, 이를 열처리하는 경우, 형성된 형광막으로부터 추가적으로 용매 또는 바인더 물질의 휘발이 일어나 형광막의 휘도특성 및 투과도 특성이 향상될 수 있다. 이때, 상기 열처리는 350~400 °C의 온도에서 3~10 시간동안 수행되는 것이 바람직하다. 열처리 온도가 350 °C 미만인 경우 열처리 효과가 충분히 발현되지 않는 문제점이 있고, 열처리 온도가 400 °C를 초과하는 경우에는 과도한 고온조건에 의하여 공정비용이 크게 증가하는 문제와, 제조된 형광막이 고온에 의하여 손상될 수 있는 문제점이 있다. 한편, 상기 단계 2의 스핀코팅과 단계 3의 건조가 수회 반복하여 수행되는 경우, 상기 열처리 단계는 상기 단계 2 및 단계 3을 반복 수행한 이후에 수행된다.

[0023] 또한, 본 발명은 상기의 제조방법으로 제조되는 것을 특징으로 하는 투명 적색 형광막을 제공한다. 본 발명에 따른 투명 적색 형광막은 제조시 형광체 현탁액에 바인더가 포함되어, 형광체 분말이 균일하게 분산됨에 따라 투과도가 높고, 형광특성이 우수할 뿐만 아니라, 그 특성이 전체적으로 균일하게 나타나는 장점이 있다. 또한, 형광체 현탁액의 점도가 바인더에 의하여 조절되어, 필요에 따라 스핀코팅을 반복 수행함으로써 형광막의 두께를 조절하여 형광막의 투과도 및 형광특성을 조절할 수 있는 장점이 있다. 나아가, 본 발명에 따른 적색 형광막은 가시광 투과율이 80~95 %로 높아, 투명 자발광형 디스플레이 등의 응용분야에 유용하게 적용될 수 있다.

[0024] 이하, 본 발명을 제조에 및 실시예에 의하여 상세히 설명한다. 단, 하기 실시예는 본 발명을 구체적으로 예시하고 설명하고자 하는 것일 뿐, 본 발명의 권리범위가 하기 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.

[0025] <실시예 1>

[0026] 나노 사이즈의 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말을 이용한 적색 투명 형광막의 제조 1

[0027] 약 400 nm 크기의 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말, 2-메톡시에탄올, 폴리비닐피롤리돈을 각각 5 중량%, 85 중량% 및 10 중량%로 혼합하고, 혼합용액을 초음파 진동기를 이용하여 10 분간 분산시켜 형광체 현탁액을 제조하였다. 상기 현탁액을 이용하여 2 cm × 2 cm 크기의 유리기관에 스핀코팅(2700 rpm, 30초)을 20회 수행하였고, 각각의 코팅사이에 200 °C에서 100 초 동안 건조 공정을 수행하여 투명 적색 형광막을 제조하였다.

[0028] <실시예 2>

[0029] 나노 사이즈의 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말을 이용한 적색 투명 형광막의 제조 2

[0030] 상기 실시예 1의 방법으로 제조된 투명 적색 형광막을 400 °C에서 10 시간동안 열처리하여 투명 적색 형광막을 제조하였다.

[0031] <실시예 3>

[0032] 나노 사이즈의 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말을 이용한 적색 투명 형광막의 제조 3

[0033] 적색 형광체 분말을 5 중량%, 2-메톡시에탄올을 75 중량%, 및 폴리비닐피롤리돈을 20 중량%로 포함하여 형광체 현탁액을 제조한 것을 제외하고는 실시예 2와 동일한 방법으로 투명 적색 형광막을 제조하였다.

[0034] <실시예 4>

[0035] 나노 사이즈의 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말을 이용한 적색 투명 형광막의 제조 4

[0036] 적색 형광체 분말을 5 중량%, 2-메톡시에탄올을 65 중량%, 및 폴리비닐피롤리돈을 30 중량%로 포함하여 형광체

현탁액을 제조한 것을 제외하고는 실시예 2와 동일한 방법으로 투명 적색 형광막을 제조하였다.

- [0037] <실시예 5>
- [0038] 나노 사이즈의 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말을 이용한 적색 투명 형광막의 제조 5
- [0039] 건조공정시의 온도를 300 °C로 한 것을 제외하고는 상기 실시예 4와 동일한 방법으로 투명 적색 형광막을 제조하였다.
- [0040] <실시예 6>
- [0041] 나노 사이즈의 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말을 이용한 적색 투명 형광막의 제조 6
- [0042] 건조공정을 200 초동안 수행한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 투명 적색 형광막을 제조하였다.
- [0043] <비교예 1>
- [0044] 나노 사이즈의 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말을 이용한 적색 투명 형광막의 제조 7
- [0045] 약 400 nm 크기의 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말, 2-메톡시에탄올을 각각 5 중량% 및 95 중량%로 혼합하고, 혼합용액을 초음파 진동기를 이용하여 10 분간 분산시켜 형광체 현탁액을 제조하였다. 제조된 형광체 현탁액을 이용하여 2 cm × 2 cm 크기의 유리 기판에 스펀코팅(2700 rpm, 30 초)을 20 회 수행하였으며, 각각의 코팅사이에 200 °C에서 100 초동안 건조 공정을 수행하여 투명 적색 형광막을 제조하였다.
- [0046] <비교예 2>
- [0047] 나노 사이즈의 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말을 이용한 적색 투명 형광막의 제조 8
- [0048] 약 400 nm 크기의 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말, 2-메톡시에탄올, 폴리비닐피롤리돈을 각각 5 중량%, 45 중량% 및 50 중량%로 혼합한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 투명 적색 형광막을 제조하였다.
- [0049] <비교예 3>
- [0050] 나노 사이즈의 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말을 이용한 적색 투명 형광막의 제조 9
- [0051] 건조공정을 350 °C에서 수행한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 적색형광막을 제조하였고, 그 결과 물을 도 6에 도시하였다. 350 °C로 건조공정을 수행하는 경우 투명한 막을 제조할 수 없음을 확인할 수 있다.
- [0052] <비교예 4>
- [0053] 나노 사이즈의 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말을 이용한 적색 투명 형광막의 제조 10
- [0054] 건조공정을 400 °C에서 수행한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 적색형광막을 제조하였고, 그 결과 물을 도 6에 도시하였다. 400 °C로 건조공정을 수행하는 경우 투명한 막을 제조할 수 없음을 확인할 수 있다.
- [0055] <비교예 5>

- [0056] 나노 사이즈의 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말을 이용한 적색 투명 형광막의 제조 11
- [0057] 건조공정을 300 초동안 수행한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 적색 형광막을 제조하였다.
- [0058] <비교예 6>
- [0059] 나노 사이즈의 $YVO_4:Eu^{3+}$ 적색형광체 분말을 이용한 적색 투명 형광막의 제조 12
- [0060] 건조공정을 500 초동안 수행한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 적색 형광막을 제조하였다.
- [0061] <실험예 1>
- [0062] 형광막의 특성 분석
- [0063] 제조된 적색 형광막의 투과도와 휘도를 확인하기 위하여 이하와 같은 실험을 수행하였다.
- [0064] (1) 형광막의 투과도 분석
- [0065] 코팅이 전혀 수행되지 않은 소다라임 유리기판의 600 nm 파장에서의 투과율을 기준으로 본 발명의 실시예 1~5 및 비교예 1 및 비교예 2에 의하여 제조된 형광막의 투과도를 UV-visible recording spectroscopy(Shimadzu, UV-2501PC)를 이용하여 측정하였고, 그 결과를 하기 표 1 및 도 5에 나타내었다. 하기 표 1에 따르면, 본 발명의 방법으로 제조된 형광막의 투과도는 83 %~92%로 매우 투명한 막이 형성됨을 알 수 있다. 또한, 바인더 물질의 양이 증가할수록 투과율이 다소 떨어지는 경향성을 알 수 있다.
- [0066] (2) 형광막의 상대휘도 분석
- [0067] 비교예 1에서 제조된 형광막의 휘도를 100으로 하여 254 nm 여기조건에서 여기원으로 제논 램프를 사용한PSI사의 fluorescence spectrophotometer를 사용하여 측정된 발광광도의 비교값을 상대휘도로 하여 하기 표 1 및 도 4에 정리하였다. 하기 표 1에 따르면, 본 발명의 방법으로 제조된 형광막의 상대휘도는 72~250으로 매우 우수한 형광특성을 보여주고 있음을 알 수 있다. 또한, 바인더 물질의 양이 증가할수록 상대휘도는 크게 증가함을 알 수 있다.
- [0068] (3) 형광체 현탁액 내 입자의 평균 입자크기
- [0069] 형광체 현탁액 내 입자들의 평균 입자크기를 Particle size analyzer(오츠카 전자, ELS-Z Sereis)로 확인하고, 이를 하기 표 1에 나타내었다. 하기 표 1에 따르면, 비교예 1의 경우 입자의 크기가 1400 nm이고, 비교예 2의 경우 입자의 크기가 900 nm로 매우 조대한 반면, 실시예 1~5의 경우 입자 크기가 500~600 nm로 미세하다는 것을 알 수 있다. 이를 통하여, 본 발명의 제조방법으로 제조하는 경우 형광체 분말들이 서로 뭉치지 않고 균일하게 분산되어 있음을 알 수 있다.

표 1

	가시광 투과율 (%)	상대휘도	평균 입자크기 (nm)
비교예 1	91	100	1400
비교예 2	78	43	900
코팅하지 않은 기판	100	-	-
실시예 1	83	72	500
실시예 2	92	143	500
실시예 3	91	163	550

[0070]

실시예 4	89	223	600
실시예 5	87	250	600

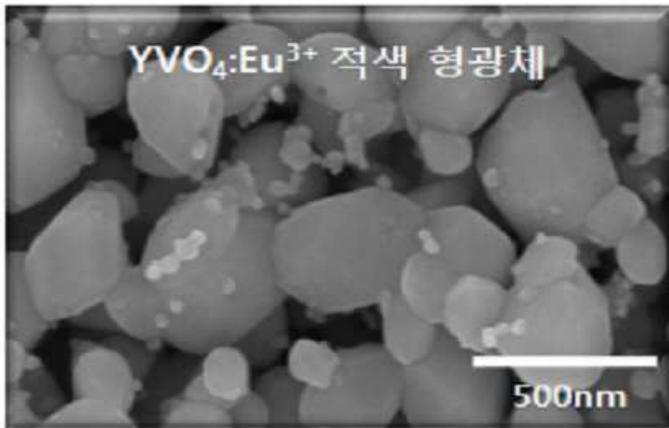
[0071] <실험예 2>

[0072] 건조시간에 따른 발광 강도 변화의 분석

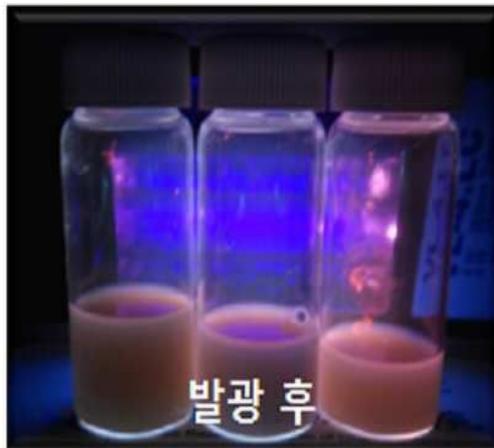
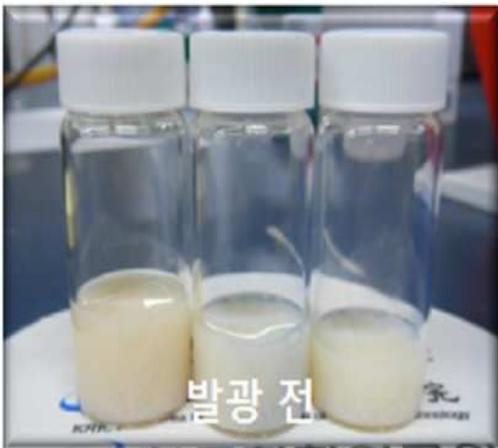
[0073] 건조시간이 제조되는 투명 적색 형광막의 발광강도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 하기와 같은 실험을 수행하였다. 비교예 1에서 제조된 형광막의 휘도를 100으로 하고, 실시예 1, 실시예 6, 비교예 5, 및 비교예 6에서 제조된 형광막에 대하여 254 nm 여기조건에서 측정된 발광광도의 비교값을 상대휘도로 하여 이를 도 5에 나타내었다. 도 5에 따르면, 건조시간이 300 초 및 500 초인 비교예 5 및 비교예 6의 경우 발광강도가 크게 떨어짐을 확인할 수 있다.

도면

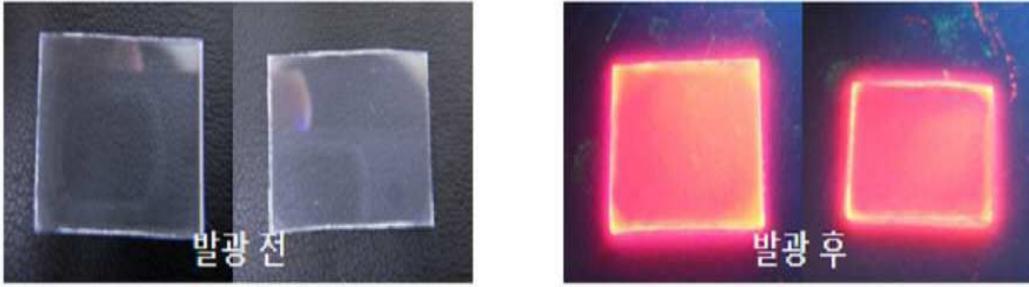
도면1



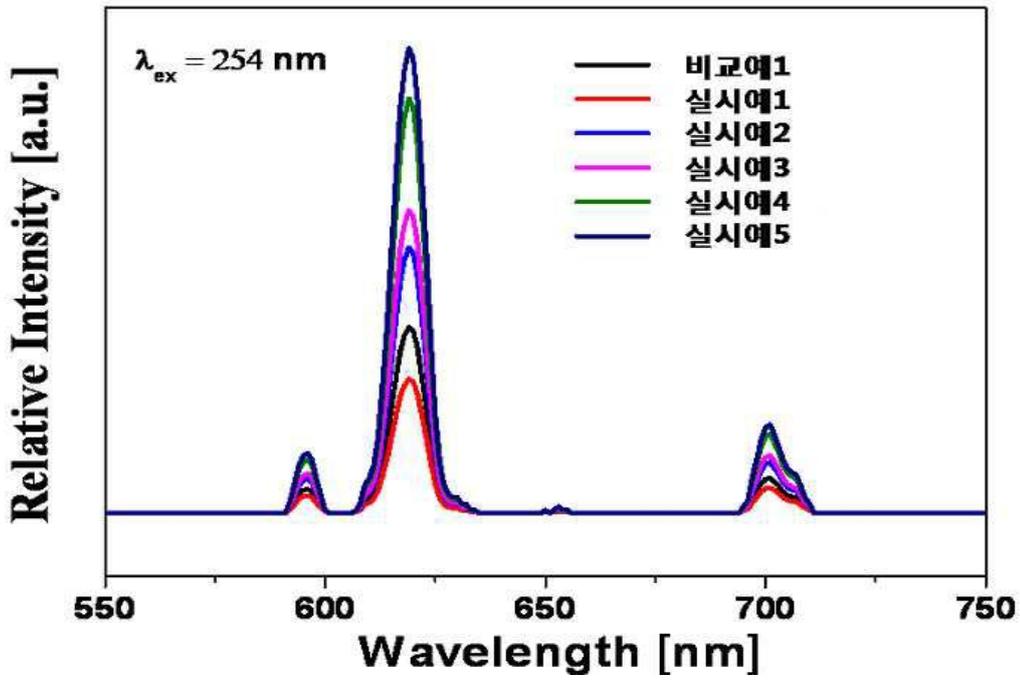
도면2



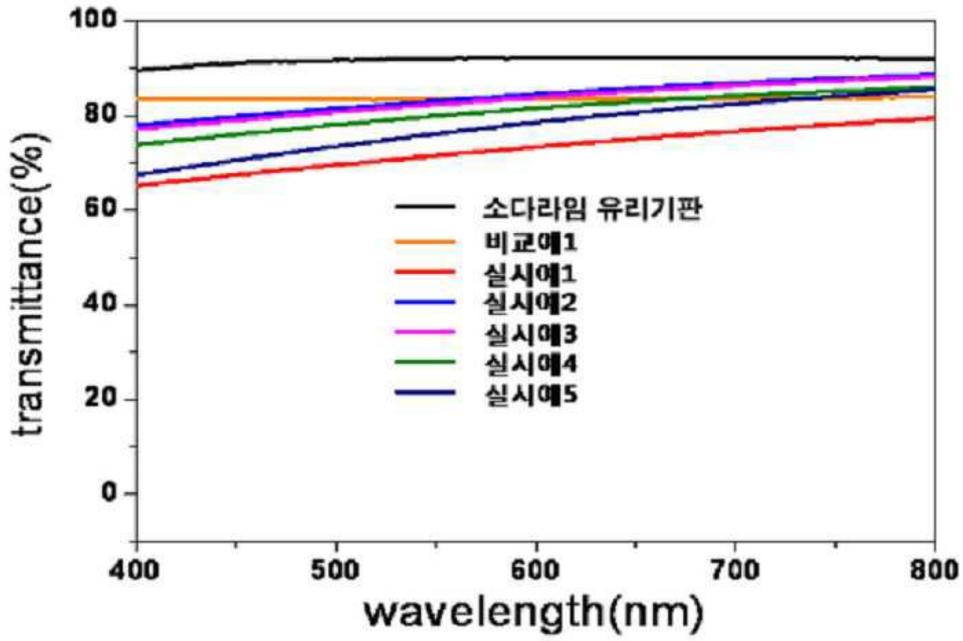
도면3



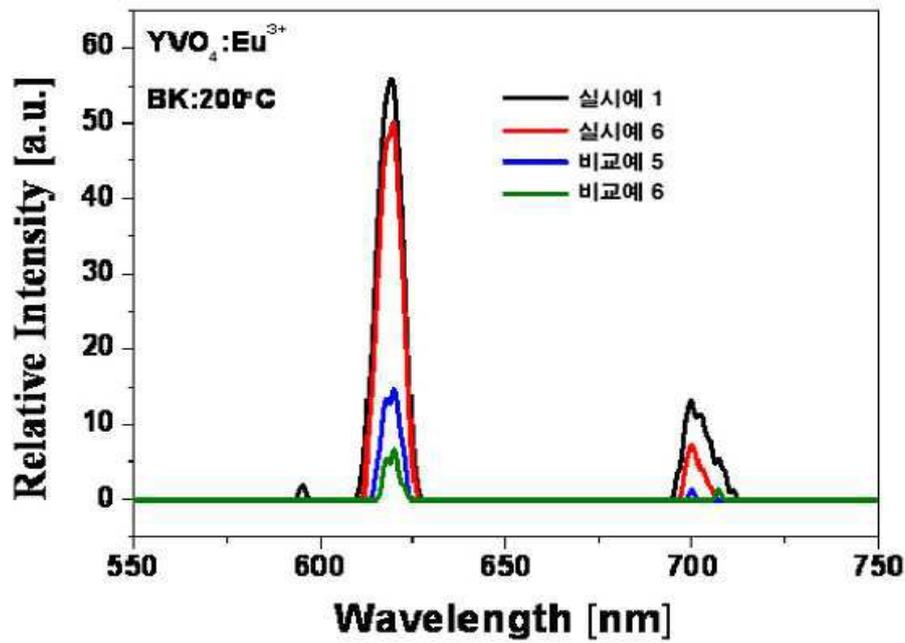
도면4



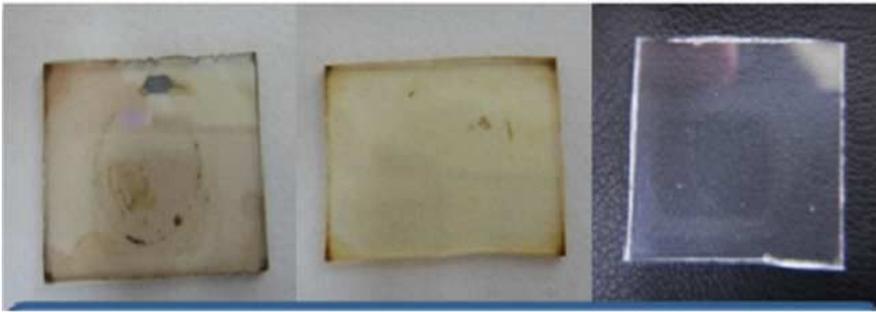
도면5



도면6



도면7



비교예 4

비교예 3

실시예 1