



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0070321
(43) 공개일자 2017년06월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F21K 99/00 (2016.01) C08L 23/28 (2006.01)
C08L 27/12 (2006.01) F21Y 101/02 (2006.01)
F21Y 105/00 (2016.01)
(52) CPC특허분류
F21K 9/60 (2016.08)
C08L 23/28 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0176915
(22) 출원일자 2015년12월11일
심사청구일자 2015년12월11일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
박세근
서울특별시 서초구 서초중앙로 188 (서초동, 아크로비스타) B-902
이진균
인천광역시 연수구 해돋이로84번길 30 (송도동, 송도금호어울림아파트) 102동 102호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이원희

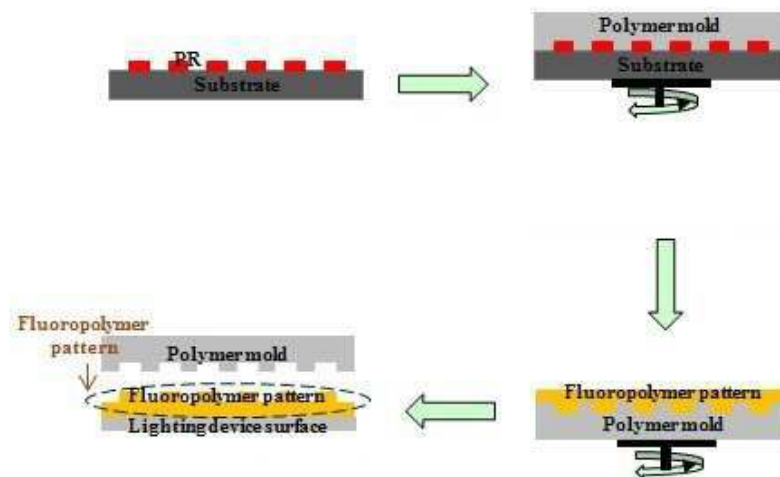
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 불소계 박막이 형성된 조명소자 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 조명소자; 및 상기 조명소자 상부에 형성된 불소계 고분자 박막;을 포함하고 상기 불소계 고분자 박막은 규칙적으로 반복된 원형 패턴이 불록하게 형성된 것을 특징으로 하는 광 효율이 향상된 조명 소자를 제공한다. 본 발명에 따른 불소계 고분자 박막이 형성된 조명소자는, 패턴이 형성된 불소계 고분자 박막으로 인해, 조명 소자의 광 효율이 증가하는 장점이 있다. 또한, 표면의 원형 불록 패턴으로 인해, 각종 조명 소자 및 마이크로 영역의 발진 과장을 갖는 적외선 소자에 대해서도 적용 가능한 장점이 있다. 나아가, 본 발명에 따른 불소계 고분자 박막이 형성된 조명소자의 제조 방법은, 복잡한 공정 과정으로 수행되지 않고, 후처리가 필요하지 않으며, 박막의 제거 역시 간단한 장점이 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08L 27/12 (2013.01)

F21K 9/90 (2013.01)

F21Y 2101/00 (2013.01)

F21Y 2105/00 (2013.01)

F21Y 2115/15 (2016.08)

F21Y 2115/30 (2016.08)

(72) 발명자

이다혁

서울특별시 관악구 난곡로 55 217동 304호 (신림동, 관악산휴먼시아2단지아파트)

김명수

경기도 고양시 덕양구 충장로 118-30 213동 706호 (행신동, 샘터마을2단지아파트)

정석현

인천광역시 남구 인하로91번길 134-1 301호 (용현동, 리더스캠프)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 51650-1

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기본연구

연구과제명 다중 나노임프린트 리소그래피를 이용한 3차원 구조물 제작공정 개발과 이중마이크로렌즈 어레이 응용기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교

연구기간 2015.06.01 ~ 2016.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

조명소자; 및

상기 조명소자 상부에 형성된 불소계 고분자 박막;을 포함하고

상기 불소계 고분자 박막은 규칙적으로 반복된 원형 패턴이 불록하게 형성된 것을 특징으로 하는 광 효율이 향상된 조명 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 불소계 고분자 박막의 원형 패턴의 직경은 100 nm 내지 100,000 nm인 것을 특징으로 하는 광 효율이 향상된 조명 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 불소계 고분자 박막의 원형 패턴의 간격은 50 nm 내지 100,000 nm인 것을 특징으로 하는 광 효율이 향상된 조명 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 불소계 고분자 박막의 평균 두께는 100 nm 내지 5,000 nm인 것을 특징으로 하는 광 효율이 향상된 조명 소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 불소계 고분자 박막에서 원형 패턴의 종횡비(aspect ratio)는 0.1 내지 10인 것을 특징으로 하는 광 효율이 향상된 조명 소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 불소계 고분자 박막은 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate), 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate), 폴리비닐리덴플루오라이드(PVDF), 폴리비닐 플루오라이드(PVF, Polyvinyl fluoride), 에틸렌테트라플루오로에틸렌(ETFE, Ethylene tetrafluoro ethylene), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE, Polytetrafluoroethylene), 및 폴리클로로트리플루오로에틸렌(PCTFE, Polychlorotrifluoro ethylene)으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는 광 효율이 향상된 조명 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 조명소자는 유기발광다이오드(OLED), 발광다이오드(LED), 적외선 레이저로 이루어지는 군으로부터 선택된 1종인 것을 특징으로 하는 광 효율이 향상된 조명 소자.

청구항 8

표면에 규칙적으로 반복된 원형 패턴이 오목하게 형성된 몰드를 준비하는 단계(단계 1);

상기 단계 1에서 준비된 몰드 표면에 불소계 고분자 용액을 도포하여 불소계 고분자 박막을 형성하는 단계(단계 2); 및

상기 단계 2에서 고분자 용액이 도포된 몰드를 조명소자에 접촉시켜 불소계 고분자 박막을 전사(transfer)하여 표면에 규칙적으로 반복된 원형 패턴이 볼록하게 형성된 불소계 고분자 박막을 형성하는 단계(단계 3);를 포함하는 광 효율이 향상된 조명 소자 제조 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 단계 1의 몰드는 폴리디메틸실록산(PDMS; Polydimethylsiloxane), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA; Polymethylmethacrylate) 및 폴리우레탄(polyurethane)으로 이루어지는 군으로부터 선택된 1종인 것을 특징으로 하는 광 효율이 향상된 조명 소자 제조 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 단계 2의 도포는 스핀(spin) 코팅인 것을 특징으로 하는 광 효율이 향상된 조명 소자 제조 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 단계 2의 불소계 고분자 용액은 불소계 용매를 포함하는 것을 특징으로 하는 광 효율이 향상된 조명 소자 제조 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 불소계 용매는 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether, HFE)인 것을 특징으로 하는 광 효율이 향상된 조명 소자 제조 방법.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 단계 2의 불소계 고분자 함량은 전체 고분자 용액에 대하여 1 내지 25 중량%인 것을 특징으로 하는 광 효

율이 향상된 조명 소자 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 불소계 박막이 형성된 조명 소자 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 발광소자(LED) 및 유기발광소자(OLED)는 광원으로서, 앞으로 친환경적 대체에너지 시장과 조명시장을 지배할 소자로서 각광받고 있다.

[0004] 이와 같은 발광소자는 그동안 활발한 연구에 의해 그 성능이나 효율이 점차로 향상되어 왔다. 현재 백색 발광다이오드(LED)의 경우 이미 백열전구의 성능을 뛰어 넘어, 형광등 수준의 밝기까지 발전해 왔다.

[0005] 이는 발광소자의 성능 개선에 따라 시장확대 속도가 더욱 빨라질 것이며, 그러한 확대속도는 결국 원가절감 또는 단위소자당 가지고 있는 효율성에 달려 있을 것이다.

[0006] 즉, 발광다이오드(LED)의 경우는 같은 전력소비당 발광 세기가 주요한 이슈가 될 것이다. 상기 소자에 있어서 특징은, 고 굴절율을 가진 반도체층을 가지고 있다는 점이다.

[0007] 이러한 고굴절율을 가지는 반도체층을 포함하는 발광소자의 경우에는 외부, 즉 공기와의 굴절율 차로 인해 생성되어 발광된 빛을 전반사로 인해 소자 내부에 가두어 돔으로써 발광 효율이 감소되는 문제가 있다.

[0008] 즉, 발광다이오드의 경우 내부 반도체층은 발광층으로서 빛을 방출하게 되는데 이때 추출된 빛이 전반사 효과에 의해 다시 소자 내부로 반사되어 발광 효율이 저하됨을 알 수 있다.

[0010] 따라서, 현재 발광 효율을 개선하는 수단으로서, 투광성 기관과 공기 간 계면의 개질, 투명 전극층과 투광성 기관 간 계면의 개질, 2개의 수단이 고안되어 있다. 전자에 관해서는, 투광성 기관의 표면에 산란층이나 렌즈구조를 설치하는 것으로 방출효율을 향상시키는 방법(공개특허 제10-2015-0064203호) 등이 제안되고 있다. 후자에 관해서는, 투명 전극층과 투광 성기관의 사이에 광산란층을 형성하고, 광산란층이 빛을 산란시킨다. 그것에 의해 투명 전극층과 투광성 기관의 계면에 생기는 전반사의 비율이 저감되고, 빛의 방출효율이 높아진다. 광산란부는 투광성 기관의 투명전극층 측 표면에 미세한 요철을 설치하거나, 입자를 함유하는 코팅수지층을 투광성 기관의 투명 전극층 측 표면에 설치하여 형성되지만, 모두 표면이 요철이 된다. 그렇기 때문에, 광산란층의 표면에 완화층을 형성하고, 요철을 평평하게 하여 평활하게 하며, 완화층의 평활한 표면에 얇은 두께의 박막인 투명 전극층을 형성한다(JP2003-216061A, JP2006-286616A).

[0011] 그러나, 상기와 같은 광산란층과 투명 전극층의 사이에 완화층을 형성하면, 투명 전극층과 완화층의 계면에서 빛이 전반사하고, 그 전반사에 의해서 빛의 발광 효율이 저하하기 때문에, 다른 발광 효율의 향상 방법이 필요하다. 따라서, 공정비용이 저렴하고 공정절차가 간편하면서도 빛이 소자 내부로 반사되는 정도를 획기적으로 줄일 수 있는 고효율을 갖는 발광소자 등의 반도체소자의 구조 및 그 제조방법이 요구되고 있다.

[0013] 이에, 본 발명자들은 조명소자 내부 반도체에서 방출하는 빛이 다시 소자 내부로 반사되는 정도를 줄이는 방법에 대하여 연구하던 중, 조명소자의 광 효율을 높이는 패턴이 형성된 불소계 고분자 박막 및 이의 제조 방법을 개발하고, 본 발명을 완성하였다.

[0014]

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명의 목적은 조명소자의 광 효율을 향상시키는 불소계 고분자 박막이 형성된 조명소자 및 이의 제조방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0017] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은

[0018] 조명소자; 및

[0019] 상기 조명소자 상부에 형성된 불소계 고분자 박막;을 포함하고

[0020] 상기 불소계 고분자 박막은 규칙적으로 반복된 원형 패턴이 불록하게 형성된 것을 특징으로 하는 광 효율이 향상된 조명 소자를 제공한다.

[0022] 또한, 본 발명은

[0023] 표면에 규칙적으로 반복된 원형 패턴이 오목하게 형성된 몰드를 준비하는 단계(단계 1);

[0024] 상기 단계 1에서 준비된 몰드 표면에 불소계 고분자 용액을 도포하여 불소계 고분자 박막을 형성하는 단계(단계 2); 및

[0025] 상기 단계 2에서 고분자 용액이 도포된 몰드를 조명소자에 접촉시켜 불소계 고분자 박막을 전사(transfer)하여 표면에 규칙적으로 반복된 원형 패턴이 불록하게 형성된 불소계 고분자 박막을 형성하는 단계(단계 3);를 포함하는 광 효율이 향상된 조명 소자 제조 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명에 따른 불소계 고분자 박막이 형성된 조명소자는, 패턴이 형성된 불소계 고분자 박막으로 인해, 조명소자의 광 효율이 증가하는 장점이 있다. 또한, 표면의 원형 불록 패턴으로 인해, 각종 조명 소자 및 마이크로 영역의 발진 파장을 갖는 적외선 소자에 대해서도 적용 가능한 장점이 있다.

[0028] 나아가, 본 발명에 따른 불소계 고분자 박막이 형성된 조명소자의 제조 방법은, 복잡한 공정 과정으로 수행되지 않고, 후처리가 필요하지 않으며, 박막의 제거 역시 간단한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명에 따른 광 효율이 향상된 조명 소자 제조 방법의 일례를 순차적으로 나타낸 개략도이고;

도 2 및 도 3은 본 발명에 따른 실시예 1에서 제조된 광 효율이 향상된 불소계 고분자 박막의 표면을 주사전자 현미경(SEM)을 통해 나타낸 사진이고;

도 4는 본 발명에 따른 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 2에서 제조된 조명소자의 휘도 측정 결과를 나타낸 그래프이고;

도 5는 본 발명에 따른 실시예 1 및 비교예 1에서 제조된 조명소자의 전류에 따른 휘도 및 전력 효율 측정 결과를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명은

[0032] 조명소자; 및

[0033] 상기 조명소자 상부에 형성된 불소계 고분자 박막;을 포함하고

[0034] 상기 불소계 고분자 박막은 규칙적으로 반복된 원형 패턴이 불록하게 형성된 것을 특징으로 하는 광 효율이 향

상된 조명 소자를 제공한다.

- [0036] 이하, 본 발명에 따른 광 효율이 향상된 조명 소자를 상세히 설명한다.
- [0038] 본 발명에 따른 불소계 고분자 박막이 형성된 조명소자는, 규칙적으로 반복된 원형 패턴이 불록하게 형성된 불소계 고분자 박막으로 인해, 조명 소자의 광 효율이 증가하는 장점이 있다.
- [0040] 상기 불소계 고분자 박막의 원형 불록 패턴의 직경은 100 nm 내지 100,000 nm인 것이 바람직하고, 100 nm 내지 10,000 nm인 것이 더욱 바람직하며, 100 nm 내지 5,000 nm인 것이 가장 바람직하다. 만약, 직경이 상기 범위 미만인 경우에는 광 효율이 향상되지 않는 문제가 있고, 상기 범위를 초과하는 경우에는 광 효율이 크게 향상되지 않으면서 직경만 커지는 문제가 발생할 수 있다.
- [0042] 상기 불소계 고분자 박막의 원형 불록 패턴의 간격은 50 nm 내지 100,000 nm인 것이 바람직하고, 50 nm 내지 10,000 nm인 것이 더욱 바람직하며, 50 nm 내지 5,000 nm인 것이 가장 바람직하다.
- [0043] 이는, 원형 불록 패턴이 조명소자 내부의 전반사를 최소화시켜 광 효율을 향상시키는 데 그 목적이 있기 때문으로, 불록패턴의 간격이 작을수록 이러한 광 효율 향상 효과를 나타낼 수 있다.
- [0044] 그러나, 간격이 상기 범위 미만인 경우에는 공정 난이도 및 불량의 가능성이 증가하며, 상기 범위를 초과하는 경우에는 오히려 광 효율이 저하되는 문제가 발생할 수 있다.
- [0045] 다만, 상기 원형 불록 패턴들의 간격이 반드시 규칙적으로 반복되어야 하는 것은 아니며, 경우에 따라 패턴 간격이 일정하지 않도록 패턴을 형성시킬 수도 있다.
- [0047] 또한, 상기 불소계 고분자 박막의 두께는 100 nm 내지 5,000 nm인 것이 바람직하고, 200 nm 내지 5,000 nm인 것이 더욱 바람직하며, 300 nm 내지 5,000 nm인 것이 가장 바람직하다. 만약, 불소계 고분자 박막의 두께가 300 nm 미만일 경우에는 압력에 의한 패턴 형성에 있어서 높이를 조절하기 어려운 문제가 있을 뿐 아니라 광 효율의 증가를 위한 저굴절율 박막으로서의 효과를 볼 수 없고, 5,000 nm를 초과하는 경우에는 용액 공정형 불소계 고분자 특성상 박막을 두껍게 만들기 어렵다는 문제가 있다.
- [0049] 나아가, 상기 불소계 고분자 박막에서 원형 패턴의 종횡비(aspect ratio)는
- [0050] 0.1 내지 10인 것이 바람직하고, 0.2 내지 5인 것이 더욱 바람직하며, 0.3 내지 1인 것이 가장 바람직하다. 상기 불소계 고분자 박막 패턴에서 말하는 종횡비란, 패턴의 높이/직경을 의미하는 것이며, 만약, 종횡비가 상기 범위 미만인 경우에는 너무 낮은 종횡비로 인해 패턴의 효과가 발휘되지 못하는 문제가 있고, 상기 범위를 초과하는 경우에는 너무 높은 종횡비로 인해 패턴이 제대로 형성되지 못하거나 손상되는 등의 문제가 발생할 수 있다.
- [0052] 또한, 상기 불소계 고분자 박막은 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate), 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate), 폴리비닐리덴플루오라이드(PVDF), 폴리비닐 플루오라이드(PVF, Polyvinyl fluoride), 에틸렌테트라플루오로에틸렌(ETFE, Ethylene tetrafluoro ethylene), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE, Polytetrafluoroethylene), 및 폴리클로로트리플루오로에틸렌(PCTFE, Polychlorotrifluoro ethylene)일 수 있으며, 바람직하게는 폴리(1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)(Poly(1H,1H,2H,2H-Perfluorodecyl methacrylate, PFDMA))일 수 있다.
- [0054] 나아가, 상기 조명소자는 유기발광다이오드(OLED), 발광다이오드(LED), 적외선 소자일 수 있다.

- [0055] 상기 적외선 소자인 적외선 레이저에는 0.83 μm (GaAs반도체레이저), 1.3 μm , 1.06 μm (Nd-YAG 또는 Nd Glass 레이저), 2.8 μm (HF 레이저), 5 μm (CO 레이저), 10.6 μm (CO₂레이저), 16 μm (SF₆ 레이저)의 파장을 방출하는 적외선 레이저를 비롯하여, 수습에서 수백 μm 의 원적외선 영역의 발진파장을 가지는 H₂O, D₂O, HCN, 에탄올 레이저 등이 있으며, 이러한 레이저 발광부의 렌즈 표면에 패턴을 적용한다면 약 10,000 nm 파장 대역까지 적용 가능할 수 있다.
- [0056] 그뿐만 아니라 본 발명에 따른 패턴이 형성된 불소계 고분자 박막은 광을 집적시켜야 하는 태양전지에도 사용할 수 있다.
- [0058] 또한, 본 발명은
- [0059] 표면에 규칙적으로 반복된 원형 패턴이 오목하게 형성된 몰드를 준비하는 단계(단계 1);
- [0060] 상기 단계 1에서 준비된 몰드 표면에 불소계 고분자 용액을 도포하여 불소계 고분자 박막을 형성하는 단계(단계 2); 및
- [0061] 상기 단계 2에서 고분자 용액이 도포된 몰드를 조명소자에 접촉시켜 불소계 고분자 박막을 전사(transfer)하여 표면에 규칙적으로 반복된 원형 패턴이 볼록하게 형성된 불소계 고분자 박막을 형성하는 단계(단계 3);를 포함하는 광 효율이 향상된 조명 소자 제조 방법을 제공한다.
- [0063] 이때, 본 발명에 따른 광 효율이 향상된 조명 소자 제조 방법의 일례를 도 1의 개략도를 통해 순차적으로 나타내었으며,
- [0064] 이하, 도 1의 개략도를 참조하여 본 발명에 따른 광 효율이 향상된 조명 소자 제조 방법을 각 단계별로 상세히 설명한다.
- [0066] 먼저, 본 발명에 따른 본 발명에 따른 광 효율이 향상된 조명 소자 제조 방법에 있어서, 단계 1은 표면에 규칙적으로 반복된 원형 패턴이 오목하게 형성된 몰드를 준비하는 단계이다.
- [0067] 상기 단계 1은 몰드 상부 표면에 규칙적으로 반복된 원형 패턴을 오목하게 형성한다. 이는 추후 수행될 몰드를 통한 불소계 고분자 박막 형성에서, 상기 불소계 고분자 박막이 규칙적으로 반복된 원형의 볼록 패턴을 형성할 수 있도록 한다.
- [0069] 이때, 몰드는 주형(Template)을 사용하여 준비할 수 있으며, 상기 주형(Template)의 오목부의 간격, 폭, 깊이 등을 조절하여 원하는 패턴을 가지는 몰드를 준비할 수 있다. 구체적으로, 상기 단계 1의 몰드의 준비는 예를 들어, 패턴이 형성된 주형인 마스터(Master)에 몰드 용액을 도포하여 형성할 수 있다. 이때, 형성되는 몰드의 오목한 원형 패턴 간격은 50 nm 내지 100,000 nm인 것이 바람직하고, 50 nm 내지 10,000 nm인 것이 더욱 바람직하며, 50 nm 내지 5,000 nm인 것이 가장 바람직하다.
- [0070] 이는, 몰드를 통해 형성되는 불소계 고분자 표면의 원형 볼록 패턴이, 조명소자 내부의 전반사를 최소화시켜 광 효율을 향상시키는 데 그 목적이 있기 때문으로, 상기 몰드의 오목한 원형 패턴의 간격이 작을수록 이러한 광 효율 향상 효과를 나타낼 수 있다.
- [0071] 그러나, 간격이 상기 범위 미만인 경우에는 공정 난이도 및 불량률의 가능성이 증가하며, 상기 범위를 초과하는 경우에는 상기 몰드를 통해 제조된 불소계 고분자 박막이 형성된 조명소자의 광 효율이 오히려 저하되는 문제가 발생할 수 있다.
- [0072] 다만, 상기 원형 오목 패턴들의 간격이 반드시 규칙적으로 반복되어야 하는 것은 아니며, 경우에 따라 패턴 간격이 일정하지 않도록 패턴을 형성시킬 수도 있다.
- [0074] 또한, 상기 몰드의 원형 오목 패턴의 직경은 100 nm 내지 100,000 nm인 것이 바람직하고, 100 nm 내지 10,000

nm인 것이 더욱 바람직하며, 100 nm 내지 5,000 nm인 것이 가장 바람직하다. 만약, 직경이 상기 범위 미만인 경우에는 광 효율이 향상되지 않는 문제가 있고, 상기 범위를 초과하는 경우에는 광 효율이 크게 향상되지 않으면서 직경만 커지는 문제가 발생할 수 있다.

[0076] 더욱 나아가, 상기 몰드의 원형 오목 패턴의 종횡비(aspect ratio)는 0.1 내지 10인 것이 바람직하고, 0.2 내지 5인 것이 더욱 바람직하며, 0.3 내지 1인 것이 가장 바람직하다. 상기 몰드에서 말하는 종횡비란, 몰드의 원형 오목 패턴의 깊이/직경을 의미하는 것이며, 만약, 종횡비가 상기 범위 미만인 경우에는 너무 낮은 종횡비로 인해 패턴의 효과가 발휘되지 못하는 문제가 있고, 상기 범위를 초과하는 경우에는 너무 높은 종횡비로 인해 패턴이 제대로 형성되지 못하거나 손상되는 등의 문제가 발생할 수 있다.

[0078] 또한, 상기 단계 1의 몰드는 폴리디메틸실록산(PDMS; Polydimethylsiloxane), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA; Polymethylmethacrylate) 및 폴리우레탄(polyurethane)을 사용할 수 있고, 그 외 광경화성 고분자 및 열경화성 고분자를 사용할 수 있다.

[0080] 나아가, 상기 단계 1의 패턴이 형성된 몰드를 준비하는 방법은 나노 구조의 패턴을 형성할 수 있는 방법이면 제한되지 않고 사용할 수 있다. 구체적인 일례로써, 전자빔 리소그래피(E-beam lithography)를 사용하여 나노 구조의 패턴을 형성할 수 있다.

[0081] 전자빔 리소그래피로 패턴이 형성된 몰드를 준비하는 방법은, 구체적으로 상기 주형(template) 상부에 포토레지스트(photoresist)를 코팅하여 500 nm 내지 1,000 nm 두께의 층을 형성하고, 이를 전자빔 리소그래피로 50 kV 내지 200 kV의 전자빔을 조사하여 규칙적으로 반복되는 볼록한 원형 모양의 패턴을 형성한 후, 형성된 패턴 상부에 몰드로 사용될 소재를 스핀코팅하는 방법일 수 있으나, 이에 제한하지 않는다.

[0083] 다음으로, 본 발명에 따른 다른 광 효율이 향상된 조명 소자 제조 방법에 있어서, 단계 2는 상기 단계 1에서 준비된 몰드 표면에 불소계 고분자 용액을 도포하여 불소계 고분자 박막을 형성하는 단계이다.

[0084] 상기 단계 2에서는 단계 1에서 형성된 몰드 상부 표면에 불소계 고분자 용액을 도포하고, 불소계 고분자 박막을 형성한다.

[0086] 상기 단계 2에서는 상기 단계 1에서 준비된 몰드와 접착력이 약한 불소계 고분자의 일레인 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)와 같은 불소계 고분자를 사용하여 불소계 고분자 박막을 형성할 수 있다.

[0088] 이는, 하기 후술할 전사(transfer) 코팅인 미세 접촉 인쇄 기술은 각각의 물질들(몰드, 패턴을 형성할 불소계 고분자 박막 및 조명소자 표면) 사이의 접착력(adhesion force)의 차이에 의해 수행되는 것이기 때문에, 몰드와 불소계 고분자 박막 사이의 접착력과 불소계 고분자 박막과 조명소자 사이의 접착력의 차이가 큰 경우에 전사가 수행될 수 있어, 몰드와 접착력이 약한 불소계 고분자를 사용하는 것이다.

[0090] 또한, 상기 단계 2의 불소계 고분자의 일레인 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)에서 알킬은 C₃ 내지 C₂₀의 직쇄 또는 측쇄 알킬일 수 있으며, 바람직하게는 C₆ 내지 C₁₂의 직쇄 또는 측쇄 알킬일 수 있다. 또한, 플루오르기(-F)를 6 개 이상 포함할 수 있다. 나아가, 적정량의 비불소화 단량체를 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate)와 공중합하여 고불소화 용제와의 용해성을 확보한 공중합체, 상용화되어 있는 비결정성 고분자 재료인 CYTOP, TEFLON AF 등일 수 있다. 일례로써, 폴리(1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)(Poly(1H,1H,2H,2H-Perfluorodecyl methacrylate, PFDMA))일 수 있다.

- [0092] 또한, 상기 단계 2의 불소계 고분자 용액은 불소계 용매를 포함할 수 있으며, 상기 불소계 용매는 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether, HFE), 하이드로플루오로카본(Hydrofluorocarbon), 퍼플루오로카본(Perfluorocarbon) 및 고불소화 방향족 용매(Highly fluorinated aromatic solvent)를 사용할 수 있으나, 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)를 용해시킬 수 있는 용매이면 이에 제한되지 않고 사용할 수 있다.
- [0094] 나아가, 상기 단계 2의 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)의 함량은 전체 고분자 용액에 대하여 1 중량% 내지 25 중량%인 것이 바람직하며, 5 중량% 내지 15 중량%인 것이 더욱 바람직하다. 만약, 상기 단계 2에서 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)의 함량이 전체 고분자 용액에 대하여 1 중량% 미만일 경우에는 상기 불소계 고분자 용액을 몰드에 도포하여 불소계 고분자 박막을 형성할 때, 몰드 표면에 고르게 형성하기 어려우며, 수 nm의 두께로 형성되기 때문에 추후 형성되는 불소계 고분자 박막 패턴의 중형비가 낮아 높은 광 효율을 나타내기 어려운 문제가 있으며, 25 중량%를 초과하는 경우에는 과량의 불소계 고분자 함량으로 인하여 고르게 도포하기 어려우며, 몰드 패턴 내부로 불소계 고분자가 침투하기 어려운 문제가 있다.
- [0096] 또한, 상기 단계 2에서 불소계 고분자 용액을 도포하는 방법은 고분자 물질을 도포할 수 있는 방법이면 제한되지 않고 사용할 수 있으나, 바람직하게는 스핀 코팅(spin coating) 방법으로 도포할 수 있다. 이때, 상기 스핀 코팅은 1,000 rpm 내지 5,000 rpm의 속도로 10 초 내지 120 초 동안 수행할 수 있다.
- [0098] 다음으로, 본 발명에 따른 광 효율이 향상된 조명 소자 제조 방법에 있어서, 단계 3은 상기 단계 2에서 고분자 용액이 도포된 몰드를 조명소자에 접촉시켜 불소계 고분자 박막을 전사(transfer)하여 표면에 규칙적으로 반복된 원형 패턴이 볼록하게 형성된 불소계 고분자 박막을 형성하는 단계이다.
- [0099] 상기 단계 3에서는 상기 단계 2의 고분자 용액이 도포된 몰드를 조명소자에 접촉시켜, 불소계 고분자 박막을 전사(transfer)하여, 조명소자 표면에 규칙적으로 반복된 원형 패턴이 볼록하게 형성되도록 불소계 고분자 박막을 형성한다.
- [0101] 또한, 상기 단계 3에서는 미세 접촉 인쇄 기술을 사용하여 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)와 같은 불소계 고분자를 포함하는 박막이 형성된 몰드를 조명소자 표면에 접촉시켜 몰드에 형성된 불소계 고분자 박막을 조명소자 표면에 전사시킴으로써 패턴을 형성한다.
- [0103] 구체적으로, 상기 단계 3의 조명소자는 발광다이오드(LED), 유기발광다이오드(OLED) 및 적외선 소자일 수 있다.
- [0104] 상기 적외선 소자인 적외선 레이저에는 0.83 μm (GaAs반도체레이저), 1.3 μm , 1.06 μm (Nd-YAG 또는 Nd Glass 레이저), 2.8 μm (HF 레이저), 5 μm (CO 레이저), 10.6 μm (CO₂레이저), 16 μm (SF₆ 레이저)의 파장을 방출하는 적외선 레이저를 비롯하여, 수십에서 수백 μm 의 원적외선 영역의 발진파장을 가지는 H₂O, D₂O, HCN, 에탄올 레이저 등이 있으며, 이러한 레이저 발광부의 렌즈 표면에 패턴을 적용한다면 약 10,000 nm 파장 대역까지 적용 가능할 수 있다.
- [0105] 그뿐만 아니라 본 발명에 따른 패턴이 형성된 불소계 고분자 박막은 광을 집적시켜야 하는 태양전지에도 사용할 수 있다.
- [0107] 이때, 상기 단계 3에서 불소계 고분자 박막의 전사는 몰드와 불소계 고분자 박막 사이의 접촉력과 불소계 고분

자 박막과 조명소자 표면 사이의 접착력 차이로 인하여 수행될 수 있으며, 접착력 차이가 큰 경우에 전사가 수행되어 상기 기판에 패턴이 형성된다.

[0108] 상기 패턴을 전사시키고 남은 몰드는 불소계 용매로 세척한 후, 재사용할 수 있는 장점이 있다.

[0110] 또한, 상기 단계 3에서 형성된 불소계 고분자 박막의 원형 볼록 패턴의 직경은 100 nm 내지 100,000 nm인 것이 바람직하고, 100 nm 내지 10,000 nm인 것이 더욱 바람직하며, 100 nm 내지 5,000 nm인 것이 가장 바람직하다. 만약, 직경이 상기 범위 미만인 경우에는 광 효율이 향상되지 않는 문제가 있고, 상기 범위를 초과하는 경우에는 광 효율이 크게 향상되지 않으면서 직경만 커지는 문제가 발생할 수 있다.

[0112] 나아가, 상기 단계 3에서 형성된 불소계 고분자 박막의 원형 볼록 패턴의 간격은 50 nm 내지 100,000 nm인 것이 바람직하고, 50 nm 내지 10,000 nm인 것이 더욱 바람직하며, 50 nm 내지 5,000 nm인 것이 가장 바람직하다. 이는, 원형 볼록 패턴이 조명소자 내부의 전반사를 최소화시켜 광 효율을 향상시키는 데 그 목적이 있기 때문에, 볼록패턴의 간격이 작을수록 이러한 광 효율 향상 효과를 나타낼 수 있다.

[0113] 그러나, 간격이 상기 범위 미만인 경우에는 공정 난이도 및 불량률의 가능성이 증가하며, 상기 범위를 초과하는 경우에는 오히려 광 효율이 저하되는 문제가 발생할 수 있다.

[0114] 다만, 상기 원형 볼록 패턴들의 간격이 반드시 규칙적으로 반복되어야 하는 것은 아니며, 경우에 따라 패턴 간격이 일정하지 않도록 패턴을 형성시킬 수도 있다.

[0116] 더욱 나아가, 상기 단계 3에서 형성된 불소계 고분자 박막의 원형 볼록 패턴의 두께는 100) nm 내지 5,000 nm인 것이 바람직하고, 200 nm 내지 5,000 nm인 것이 더욱 바람직하며, 300 nm 내지 5,000 nm인 것이 가장 바람직하다. 만약, 불소계 고분자 박막의 두께가 300 nm 미만일 경우에는 압력에 의한 패턴 형성에 있어서 높이를 조절하기 어려운 문제가 있을 뿐 아니라 광 효율의 증가를 위한 저굴절을 박막으로서의 효과를 볼 수 없고, 5,000 nm를 초과하는 경우에는 용액 공정형 불소계 고분자 특성상 박막을 두껍게 만들기 어렵다는 문제가 있다.

[0118] 또한, 상기 단계 3에서 형성된 불소계 고분자 박막 패턴의 종횡비(aspect ratio)는 0.1 내지 10인 것이 바람직하고, 0.2 내지 5인 것이 더욱 바람직하며, 0.3 내지 1인 것이 가장 바람직하다. 상기 불소계 고분자 박막 패턴에서 말하는 종횡비란, 패턴의 높이/직경을 의미하는 것이며, 만약, 종횡비가 상기 범위 미만인 경우에는 너무 낮은 종횡비로 인해 패턴의 효과가 발휘되지 못하는 문제가 있고, 상기 범위를 초과하는 경우에는 너무 높은 종횡비로 인해 패턴이 제대로 형성되지 못하거나 손상되는 등의 문제가 발생할 수 있다.

[0120] 상기과 같은 불소계 고분자 박막이 형성된 조명소자의 제조 방법은, 복잡한 공정 과정으로 수행되지 않고, 후처리가 필요하지 않으며, 박막의 제거 역시 간단한 장점이 있다.

[0122] 이하, 하기 실시예 및 실험예에 의하여 본 발명을 상세히 설명한다.

[0124] 단, 하기 실시예 및 실험예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 발명의 범위가 실시예 및 실험예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0126] <실시예 1> 조명소자의 제조 1

[0127] 단계 1: 실리콘 기판 상부에 전자빔(E-beam)용 포토레지스트(photoresist, ZEON ZEP-520A)를 3000 rpm으로 스핀 코팅(spin coating)하여 800 nm 두께의 층을 형성하였다. 이를 전자빔 리소그래피(E-beam lithography, NANOBEAM NB3)로 80 kV 세기의 전자빔을 조사하여 규칙적으로 반복되는 원형의 볼록한 형태의 패턴을 형성하였

다. 패턴 형성시 챔버(chamber)의 내부는 상온 및 6×10^{-8} mbar의 진공으로 유지하였으며, 상기 형성된 원형의 블록한 형태의 패턴의 직경은 800 nm이고, 패턴 간의 간격은 500 nm이며, 종횡비는 1이다.

- [0129] 상기 실리콘 기판에 형성된 패턴 상부에 폴리디메틸실록세인(polydimethylsiloxane, PDMS, DOWCORNING sylgard 184)을 1000 rpm으로 30 초간 스핀 코팅하고, 실리콘 기판을 분리시켜 패턴이 형성된 PDMS 몰드를 준비하였다.
- [0131] 단계 2: 10 중량%의 폴리(1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트(poly(1H,1H,2H,2H-perfluorodecyl methacrylate), PFDMA)를 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether)에 용해시킨 불소계 고분자 용액을 준비하였다.
- [0132] 그 후, 상기 단계 1에서 준비된 PDMS 몰드의 패턴이 형성된 표면 상부에 상기 고분자 용액을 3000 rpm으로 스핀 코팅하여 800 nm 두께의 불소계 고분자 박막을 형성하였다.
- [0134] 단계 3: 상기 단계 2에서 형성된 불소계 고분자 박막을 유기발광다이오드(OLED) 표면 상부에 레플리카 몰딩(replica molding) 방식으로 전사하여 불소계 고분자 박막 패턴을 형성하여 향상된 광 효율을 갖는 유기발광다이오드를 제조하였다.
- [0135] 이때, 상기 전사된 불소계 고분자 박막 패턴은 직경이 800 nm이고, 패턴 간의 간격은 500 nm이며, 종횡비는 1인 규칙적으로 반복되는 원형의 블록한 형태이다.
- [0136] <실시예 2> 조명소자의 제조 2
- [0137] 상기 실시예 1의 단계 3에서 전사된 불소계 고분자 박막에서 원형의 블록한 패턴의 직경이 1000 nm이고, 패턴 간의 간격이 1000 nm인 것을 제외하고 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 향상된 광 효율을 갖는 유기발광다이오드를 제조하였다.
- [0139] <실시예 3> 조명소자의 제조 3
- [0140] 상기 실시예 1의 단계 3에서 전사된 불소계 고분자 박막에서 원형의 블록한 패턴의 직경이 500 nm이고, 패턴 간의 간격이 500 nm인 것을 제외하고 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 향상된 광 효율을 갖는 유기발광다이오드를 제조하였다.
- [0142] <실시예 4> 조명소자의 제조 4
- [0143] 상기 실시예 1의 단계 3에서 전사된 불소계 고분자 박막에서 원형의 블록한 패턴의 직경이 2000 nm이고, 패턴 간의 간격이 2000 nm인 것을 제외하고 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 향상된 광 효율을 갖는 유기발광다이오드를 제조하였다.
- [0145] <비교예 1> 조명소자의 제조 1
- [0146] 2.5 mm x 2.5 mm 크기의 green OLED를 사용하였으며, 상기 OLED는 ITO / HATCN (10 nm)/ NPB (40 nm)/ TCTA (10 nm)/ CBP : Ir(ppy)₂acac (20nm, 12%)/ TPBi (50 nm)/ LiF (0.7 nm) / Al (115 nm) 층으로 구성되었다.
- [0148] <비교예 2> 패턴이 없는 불소계 고분자 박막이 형성된 조명소자의 제조 1
- [0149] 상기 실시예 1의 단계 1에서 패턴을 형성하지 않는 것을 제외하고, 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 패턴이 없는 불소계 고분자 박막이 형성된 유기발광다이오드를 제조하였다.

[0151] <실험예 1> 주사 전자 현미경(SEM) 분석

[0152] 본 발명에 따른 제조방법으로 제조된 광 효율이 향상된 박막의 형상을 확인하기 위하여, 상기 실시예 1에서 제조된 규칙적으로 반복되는 원형의 불록한 패턴이 형성된 불소계 고분자 박막을 주사 전자 현미경(FE-SEM, Hitachi S-4300)으로 관찰하였으며, 그 결과를 도 2 및 도 3에 나타내었다.

[0154] 도 2 및 도 3에 나타난 바와 같이, 상기 실시예 1에서 제조된 불소계 고분자 박막의 패턴이 형성된 표면을 확인할 수 있었다. 또한, 상기 실시예 1에서 제조된 불소계 고분자 박막의 패턴 형상을 통해, 실시예 1의 경우 불록한 원형 모양을 갖는 형태의 패턴을 확인할 수 있었다.

[0156] <실험예 2> 휘도(Luminance) 분석

[0157] 본 발명에 따른 제조방법으로 제조된 광 효율이 향상된 박막의 휘도를 확인하기 위하여, 상기 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 2에서 제조된 유기박막다이오드의 휘도를 0.4 mA의 전류에서 측정하였으며, 그 결과를 도 4에 나타내었다.

[0159] 도 4에 나타난 바와 같이, 상기 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 2에서 제조된 유기박막다이오드의 휘도를 확인할 수 있었다. 불소계 고분자 박막을 적용하지 않은 비교예 1에 비해 패턴이 없는 불소계 고분자 박막이 형성된 비교예 2의 휘도는 미소하게 높으며, 패턴이 있는 불소계 고분자 박막이 형성된 실시예 1은 비교예 2에 비해 대략 400cd/m^2 정도로 휘도가 높게 나타났다.

[0160] 즉, 비교예 1은 약 5700cd/m^2 내지 6180cd/m^2 정도의 휘도를 보였고, 비교예 2는 약 5710cd/m^2 내지 6200cd/m^2 정도의 휘도를 보였다. 패턴을 형성한 실시예 1은 6060cd/m^2 내지 6300cd/m^2 정도의 결과를 보여, 전반적으로 휘도 및 평균, 표준편차값이 상승하는 결과를 보였다. 이에 따라 패턴을 갖는 불소계 고분자 박막이 형성된 유기박막다이오드가 향상된 휘도를 가지는 것을 확인할 수 있었다.

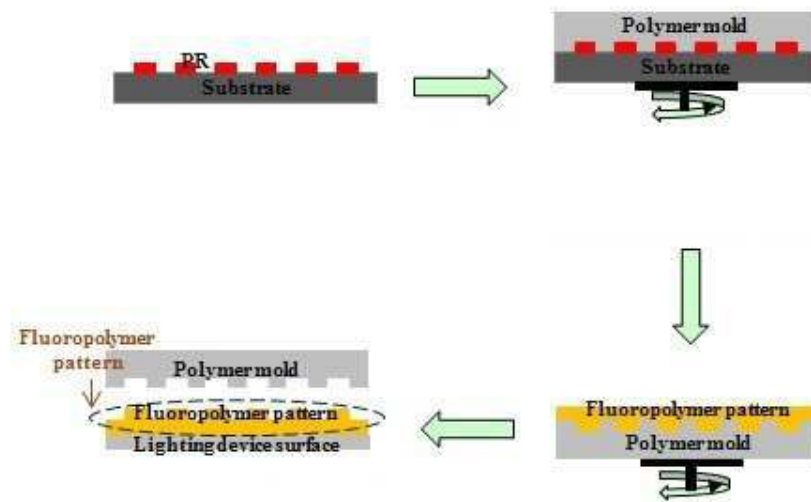
[0162] <실험예 3> 전류 변화에 따른 휘도 및 전력효율 분석

[0163] 본 발명에 따른 제조방법으로 제조된 광 효율이 향상된 박막의 전류 변화에 따른 휘도 및 전력효율을 확인하기 위하여, 상기 실시예 1 및 비교예 1에서 제조된 유기박막다이오드의 휘도 및 전력효율을 0mA/cm^2 내지 10mA/cm^2 전류밀도 범위로 측정하였으며, 그 결과를 도 5에 나타내었다.

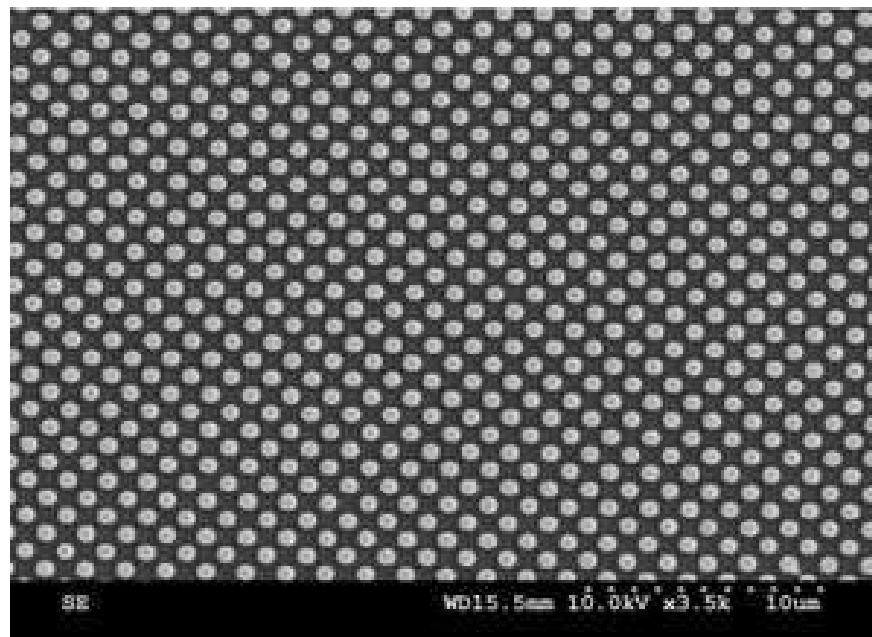
[0165] 도 5에 나타난 바와 같이, 상기 실시예 1 및 비교예 1에서 제조된 유기박막다이오드의 전류 변화에 따른 휘도 및 전력효율을 확인할 수 있었다. 패턴을 갖는 불소계 고분자 박막이 형성된 실시예 1은 불소계 고분자 박막이 존재하지 않는 비교예 1보다 전력효율이 더 높게 나타났으며, 인가 전류가 상승할수록 두 유기박막다이오드 모두 전체적인 효율이 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 실시예 1은 비교예 1보다 전체적인 효율이 최소 2lm/W 이상, 최대 8lm/W 이상 높아지는 것을 확인하였으며, 휘도 또한 향상된 것을 확인할 수 있었다.

도면

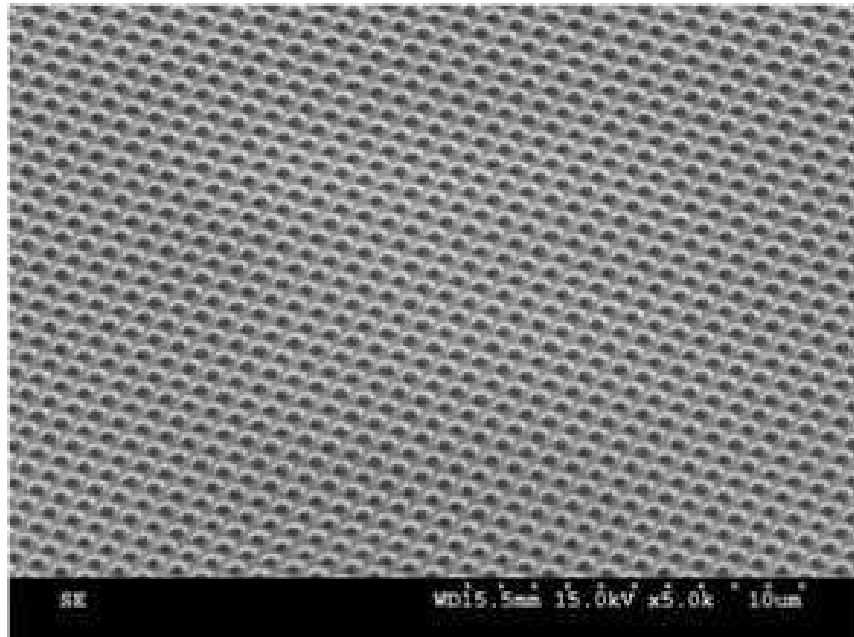
도면1



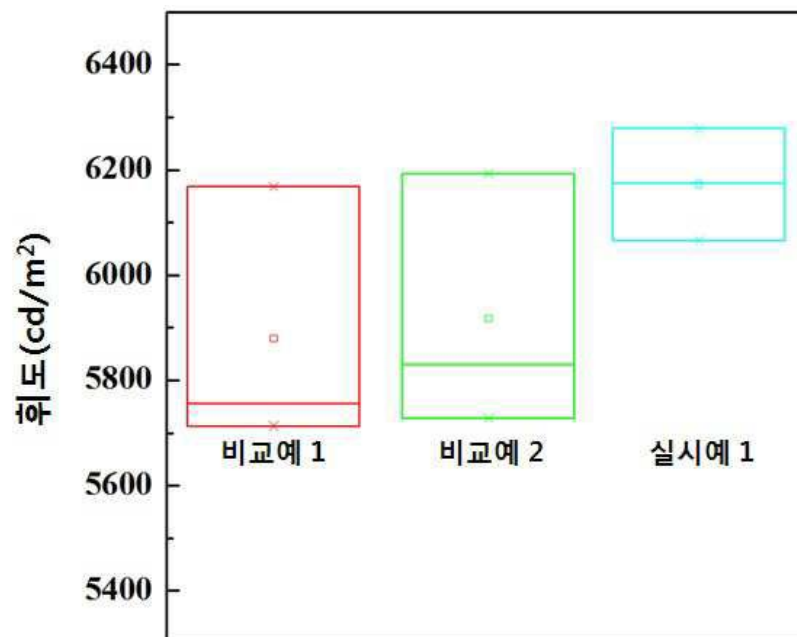
도면2



도면3



도면4



도면5

