



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0081241
(43) 공개일자 2025년06월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/004 (2006.01) G03F 7/039 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/0046 (2013.01)
G03F 7/004 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0169402
(22) 출원일자 2023년11월29일
심사청구일자 2023년11월29일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
성균관대학교산학협력단
경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동, 성균관대학교내)
서울시립대학교 산학협력단
서울특별시 동대문구 서울시립대로 163 (전농동, 서울시립대학교내)
(72) 발명자
이진균
인천광역시 연수구 해돋이로84번길 30, 106동 102호 (송도동, 송도금호어울림아파트)
김명웅
인천광역시 연수구 신송로82번길 6, 409동 701호 (송도동, 송도풍림아이원4단지아파트)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 14 항

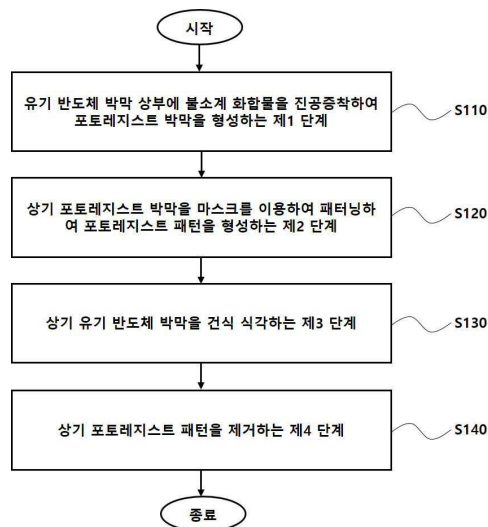
(54) 발명의 명칭 포토레지스트용 조성물 및 이를 이용하는 유기 반도체 제조 공정

(57) 요약

본 발명은 포토레지스트용 조성물 및 이를 이용하는 유기 반도체 제조 공정에 관한 것이다. 구체적으로, 진공 증착이 가능한 포토레지스트용 조성물 및 이를 이용하는 유기 반도체 제조 공정에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 유기 발광 다이오드(OLED) 기판을 증착 챔버에서 꺼내지 않고, 동일 환경 하에서 열진공 증착 공정에 의해 포토레지스트 박막을 형성할 수 있기에 대기 중 수분 및 산소에 의한 소자성능 저하를 억제할 수 있고, 습식 코팅을 위한 별도의 장비 및 시설 구축 노력을 최소화할 수 있다. 또한, 향상된 불소계 용매에 대한 용해성을 가질 수 있어 리소그래피 공정 후에 포토레지스트 박막을 제거하는 단계에서 포토레지스트 잔류막의 형성을 최소화 할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G03F 7/039 (2013.01)

H01L 21/027 (2013.01)

Y10S 430/1055 (2013.01)

(72) 발명자

김가영

경기도 화성시 동탄대로6길 20, 3007동 1903호 (산척동, 더레이크시티부영4단지)

최효은

인천광역시 미추홀구 인주대로418번길 19, 5동 605호 (주안동, 광명아파트)

팽기욱

서울특별시 송파구 송파대로 345, 413동 1403호 (가락동, 헬리오시티)

김태우

인천광역시 연수구 원인재로 124, 102동 902호 (동춘동, 한양1차아파트)

장귀원

경기도 수원시 장안구 일월로76번길 19-6, 301호 (천천동)

정병준

서울특별시 성동구 고산자로 164, 109동 801호 (행당동, 서울숲한신더휴)

김두홍

서울특별시 동작구 동작대로27길 63, 1층 (사당동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415186121

과제번호 20012622

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 한국산업기술기획평가원

연구사업명 전자부품산업기술개발(R&D)

연구과제명 리소그래피(Lithography) 공정에 의한 OLED 화소 형성 기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 인하대학교산학협력단

연구기간 2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

스피로피란 골격 및 이에 결합된 제1 불소함유 작용기를 구비하는 제1 불소계 화합물; 및 플루오렌 골격 및 이에 결합된 제2 불소함유 작용기를 구비하는 제2 불소계 화합물을 포함하고,

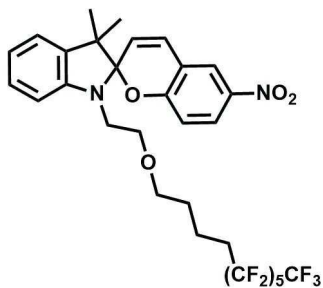
진공 증착되어 포토레지스트 박막을 형성하는, 포토레지스트용 조성물.

청구항 2

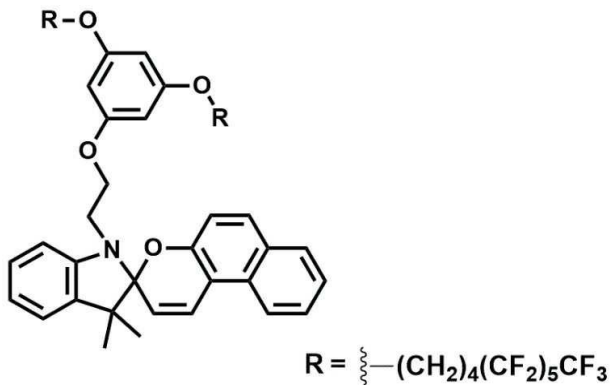
제1항에 있어서,

상기 제1 불소계 화합물은 하기 화합물 1-1 및 화합물 1-2의 화합물 중 하나 이상을 포함하는, 포토레지스트용 조성물.

[화합물 1-1]



[화합물 1-2]

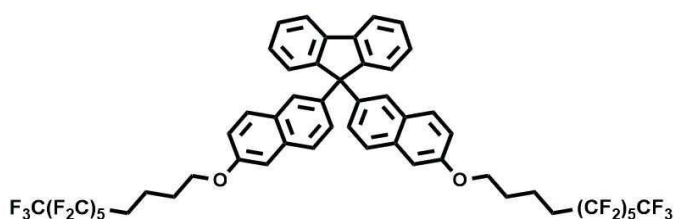


청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 불소계 화합물은 하기 화합물 2로 표현되는 화합물을 포함하는, 포토레지스트용 조성물.

[화합물 2]



청구항 4

제2항 및 제3항에 있어서,
상기 화합물 1-1 및 상기 화합물 2를 1 : 3 내지 8 중량비로 포함하고,
상기 포토레지스트 박막은 비노광 영역이 현상되는, 포토레지스트용 조성물.

청구항 5

제2항 및 제3항에 있어서,
상기 화합물 1-1 및 상기 화합물 2를 1 : 9 내지 15 중량비로 포함하고,
상기 포토레지스트 박막은 노광 영역이 현상되는, 포토레지스트용 조성물.

청구항 6

제2항 및 제3항에 있어서,
상기 화합물 1-2 및 상기 화합물 2를 1 : 3 내지 8 중량비로 포함하고,
상기 포토레지스트 박막은 비노광 영역이 현상되는, 포토레지스트용 조성물.

청구항 7

제2항 및 제3항에 있어서,
상기 화합물 1-2 및 상기 화합물 2를 1 : 10 내지 15 중량비로 포함하고,
상기 포토레지스트 박막은 노광 영역이 현상되는, 포토레지스트용 조성물.

청구항 8

유기 반도체 박막 상부에 불소계 화합물을 진공증착하여 포토레지스트 박막을 형성하는 제1 단계;
상기 포토레지스트 박막을 마스크를 이용하여 패터닝하여 포토레지스트 패턴을 형성하는 제2 단계;
상기 유기 반도체 박막을 건식 식각하는 제3 단계; 및
상기 포토레지스트 패턴을 제거하는 제4 단계;를 포함하는, 유기 반도체 소자의 제조방법.

청구항 9

제1 유기 반도체 박막 상부에 불소계 화합물을 진공증착하여 포토레지스트 박막을 형성하는 제1 단계;
상기 포토레지스트 박막을 마스크를 이용하여 패터닝하여 포토레지스트 패턴을 형성하는 제2 단계;
상기 포토레지스트 패턴 상에 제2 유기 반도체 박막을 증착하는 제3 단계; 및
불소계 용제를 이용하여 상기 포토레지스트 패턴을 리프트-오프(lift-off)하는 제4 단계;를 포함하는, 유기 반도체 소자의 제조방법.

청구항 10

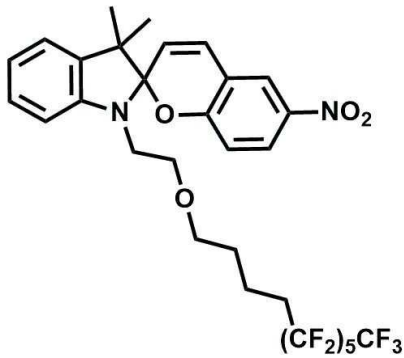
제8항 및 제9항에 있어서,
상기 포토레지스트 박막은 스피로피란 골격 및 이에 결합된 제1 불소함유 작용기를 구비하는 제1 불소계 화합물; 및 플루오렌 골격 및 이에 결합된 제2 불소함유 작용기를 구비하는 제2 불소계 화합물을 공동으로 진공 증착하여 형성되는, 유기 반도체 소자의 제조방법.

청구항 11

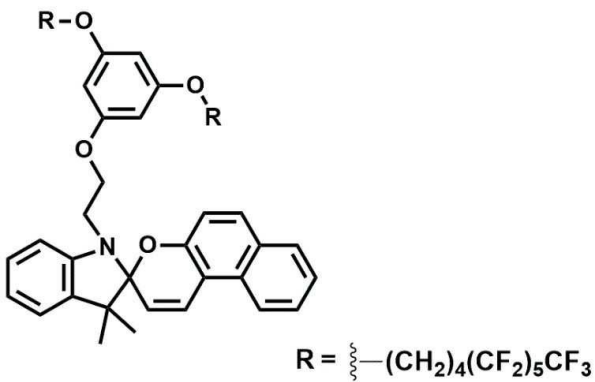
제10항에 있어서,
상기 제1 불소계 화합물은 하기 화합물 1-1 및 화합물1-2 중 하나 이상을 포함하고,

상기 제2 불소계 화합물은 하기 화합물 2를 포함하는, 유기 반도체 소자의 제조방법:

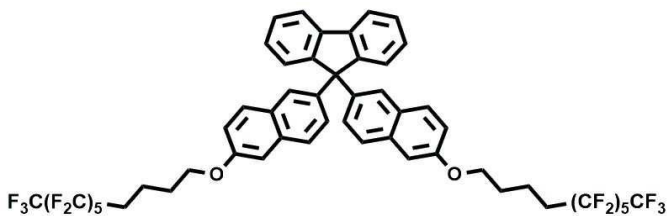
[화합물 1-1]



[화합물 1-2]



[화합물 2]



청구항 12

제8항 및 제9항에 있어서,

상기 제2 단계는,

상기 포토레지스트 박막에 대해 마스크를 이용한 자외선 노광 공정 후 불소계 용제를 이용하여 현상하는 단계를 포함하는, 유기 반도체 소자의 제조방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 불소계 용제는 HFE-7100, HFE-7200, HFE-7300, HFE-7500, PF-7400, PF-7500, PF-7600, FC-72, FC-84, FC770, F-40, FC-43, FC-70 및 FC-3283 로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상을 포함하는, 유기 반도체 소자의 제조방법.

청구항 14

제8항에 있어서,

상기 제4 단계는,

상기 포토레지스트 패턴을 불소계 스트리핑 용제로 용해시키는 단계를 포함하는, 유기 반도체 소자의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 포토레지스트용 조성물 및 이를 이용하는 유기 반도체 제조 공정에 관한 것이다. 구체적으로, 진공 증착이 가능한 포토레지스트용 조성물 및 이를 이용하는 유기 반도체 제조 공정에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 모바일 디스플레이 시장에서는 우수한 표시 성능 및 낮은 소비 전력을 특징으로 하는 유기 발광 다이오드(OLED) 기반 디스플레이가 주력 제품으로 자리잡고 있다. 더 나아가 보다 높은 해상도 화소가 요구되는 증강현실(augmented reality; AR) 및 가상현실(virtual reality; VR) 시현용 디스플레이에도 OLED 기술의 적용이 강력히 요구되고 있다. 이러한 요구에 맞춰, 기존 액정 표시장치(LCD)와 반도체 제조 산업에서 널리 사용되고 있는 포토리소그래피(photolithography) 패터닝 기술을 적록청 독립 발광 화소의 제작에 적용하는 방안이 부상하고 있다. 포토리소그래피 기술은 빛에너지에 의해 개시되는 화학 반응을 이용하여 포토레지스트(photoresist)라 불리는 감광재료 박막의 용해성을 변화시키고, 용해성이 증가된 부분을 선택적으로 제거하거나 용해성이 감소된 부분을 남겨 패터닝을 위한 스텐실(stencil)을 형성하는 기법이다. 이후 포토레지스트 스텐실을 이용하여 하부 박막을 식각하거나 또는 물질을 채워 넣음으로써 원하는 형상의 구조물을 기판 위에서 형성할 수 있게 된다.

[0003] 포토리소그래피 기법은 이미 높은 성숙도를 지닌 기술이나, 이를 OLED 화소 형성 공정에 그대로 적용하기에는 문제점이 뒤따른다. 포토레지스트를 코팅하는 과정, 노광 후 현상하고, 마지막으로 더 이상 쓸모가 없어진 포토레지스트 스텐실을 제거하는 과정에 여러 유기계 용제가 필요하다. 통상적인 OLED 구성 유기반도체 박막위에서 이와 같은 포토레지스트 코팅, 현상, 제거 과정을 진행하게 되는 경우 유기 반도체 박막은 용제에 의해 심각한 물리적, 화학적 손상을 입는다.

[0004] 문제를 극복하고 OLED 화소형성 공정에 포토리소그래피 기술을 적용하기 위해, 기존 유기계 공정 용제를 제한된 침해성을 가지는 불소계 용제로 대체하는 방안이 제시되었다. 높은 불소 함유량을 지닌 용제는 유기 반도체 재료와 제한된 상용성을 가지기에 포토리소그래피 공정 중 유기 반도체 박막이 받게 되는 물리적, 화학적 손상을 최소화할 수 있다. 따라서 불소계 공정 용제를 이용하고, 불소계 공정용제로 코팅, 현상, 그리고 제거가 가능한 포토레지스트 재료를 적용한다면 유기 반도체 재료로 구성된 발광면 상부에서 포토리소그래피 패터닝 공정으로 OLED 화소를 구성할 수 있게 된다.

[0005] 현재까지 다양한 불소화 포토레지스트가 보고된 바 있다. 대부분의 재료는 네거티브형 포토레지스트로서, 노광된 영역의 용해성이 감소하는 현상을 이용하여 용해성이 변화하지 않는 비노광 영역을 불소계 용제로 제거하는 경로를 따라 작동한다. 하지만, 포토패터닝 공정을 마무리한 후 노광 과정에 의해 용해성이 감소한 포토레지스트를 말끔하게 제거하기는 쉽지 않다. 이러한 상황은 노광 과정에서 용해성이 증가하여 현상되는 특성을 지닌 포지티브형 포토레지스트의 개발을 요구하게 되었다.

[0006] 스피로피란 기반 포토레지스트는 광산 발생제 또는 광개시제와 같은 첨가제 없이도 광원 하에서 우수한 감도를 보이는 포지티브형 재료이나, 통상적인 포토레지스트와 같은 습식 코팅 공정을 통해 도포된다. 즉 OLED를 구성하는 유기 반도체 박막 상부에 불소화 포토레지스트 박막을 형성하고자 하는 경우, 기판을 증착 챔버(chamber) 바깥으로 꺼내어 용액 코팅 공정을 진행해야 한다. 이 때 유기 반도체 박막과 대기와의 접촉에 의해 혹시 모를 소자의 성능 저하가 나타날 수 있고, 또 습식 코팅을 위한 장비의 별도 구축이 필요하게 된다. 따라서 OLED 기판을 증착 챔버에서 꺼내지 않고, 동일 환경 하에서 불소화 포토레지스트 박막을 코팅한 다음 꺼내어 포토리소그래피 공정을 진행할 수 있다면 소자성능의 저하를 최소화하는 데에 유리할 것으로 예상된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2022-0166818호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 일 목적은 진공 증착되어 포토레지스트 박막을 형성하는 포토레지스트용 조성물을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 다른 목적은 상기 포토레지스트 조성물을 사용하는 유기 반도체 소자의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위하여, 스피로피란 골격 및 이에 결합된 제1 불소함유 작용기를 구비하는 제1 불소계 화합물 및 플루오렌 골격 및 이에 결합된 제2 불소함유 작용기를 구비하는 제2 불소계 화합물을 포함하고, 진공 증착되어 포토레지스트 박막을 형성하는 포토레지스트용 조성물을 제공한다.

[0011] 또한, 본 발명은 유기 반도체 박막 상부에 불소계 화합물을 진공증착하여 포토레지스트 박막을 형성하는 제1 단계; 상기 포토레지스트 박막을 마스크를 이용하여 패터닝하여 포토레지스트 패턴을 형성하는 제2 단계; 상기 유기 반도체 박막을 건식 식각하는 제3 단계; 및 상기 포토레지스트 패턴을 제거하는 제4 단계;를 포함하는, 유기 반도체 소자의 제조방법을 제공한다.

[0012] 또한, 본 발명은 제1 유기 반도체 박막 상부에 불소계 화합물을 진공증착하여 포토레지스트 박막을 형성하는 제1 단계; 상기 포토레지스트 박막을 마스크를 이용하여 패터닝하여 포토레지스트 패턴을 형성하는 제2 단계; 상기 포토레지스트 패턴 상에 제2 유기 반도체 박막을 증착하는 제3 단계; 및 불소계 용제를 이용하여 상기 포토레지스트 패턴을 리프트-오프(lift-off)하는 제4 단계;를 포함하는, 유기 반도체 소자의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따르면, 유기 발광 다이오드(OLED) 기관을 증착 챔버에서 꺼내지 않고, 동일 환경 하에서 열진공 증착 공정에 의해 포토레지스트 박막을 형성할 수 있기에 대기 중 수분 및 산소에 의한 소자성능 저하를 억제할 수 있고, 습식 코팅을 위한 별도의 장비 및 시설 구축 노력을 최소화할 수 있다. 또한, 향상된 불소계 용매에 대한 용해성을 가질 수 있어 리소그래피 공정 후에 포토레지스트 박막을 제거하는 단계에서 포토레지스트 잔류막의 형성을 최소화 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 따른 실시예의 식각 공정을 포함하는 유기 반도체 소자의 제조방법에 대한 순서도이다.

도 2는 본 발명의 따른 실시예의 리프트-오프 공정을 포함하는 유기 반도체 소자의 제조방법에 대한 순서도이다.

도 3은 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 화합물 1-1의 ^1H NMR그래프이다.

도 4는 본 발명의 실시예 2에 따라 제조된 화합물 1-2의 ^1H NMR그래프이다.

도 5는 본 발명의 실시예 3에 따라 제조된 화합물 2의 ^1H NMR그래프이다.

도 6은 본 발명의 실시예 5에 따라 형성된 네거티브형 포토레지스트 패턴 이미지이다.

도 7은 본 발명의 실시예 6에 따라 형성된 전자이동층 박막의 패턴 이미지이다.

도 8은 본 발명의 실시예 7에 따라 형성된 포지티브형 포토레지스트 패턴 이미지이다.

도 9는 본 발명의 실시예 8에 따라 형성된 포지티브형 포토레지스트 패턴 이미지이다.

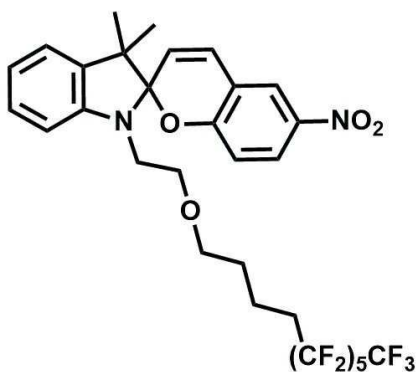
도 10은 본 발명의 실시예 9에 따라 증착된 유기 반도체 박막 이미지이다.

도 11은 본 발명의 실시예 9에 따라 형성된 유기 반도체 박막의 패턴 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

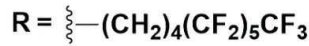
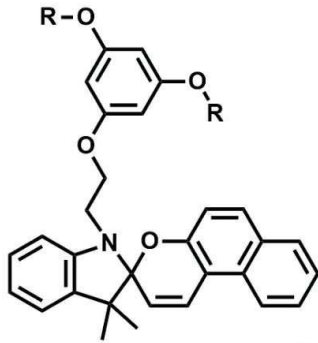
- [0015] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.
- [0016] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0017] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0018] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0020] 본 발명의 포토레지스트 조성물은 스피로피란 골격 및 이에 결합된 제1 불소함유 작용기를 구비하는 제1 불소계 화합물 및 플루오렌 골격 및 이에 결합된 제2 불소함유 작용기를 구비하는 제2 불소계 화합물을 포함하고, 진공 증착되어 포토레지스트 박막을 형성할 수 있다.
- [0021] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 불소계 화합물은 하기 화합물 1-1 및 화합물 1-2의 화합물 중 하나 이상을 포함할 수 있으나 이에 한정하는 것은 아니다.

[화합물 1-1]



[0023]

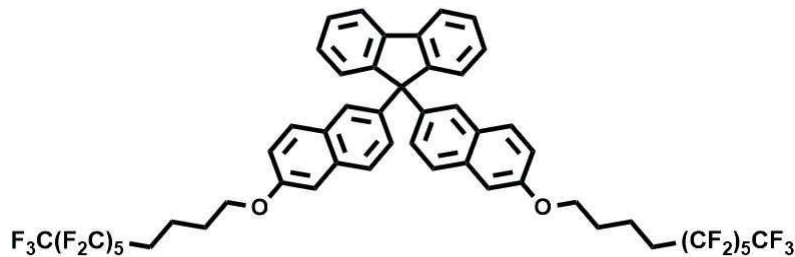
[0024] [화합물 1-2]



[0025]

[0026] 일 실시예에 있어서, 상기 제2 불소계 화합물은 하기 화합물 2로 표현되는 화합물을 포함할 수 있으나 이에 한정하는 것은 아니다.

[0027] [화합물 2]



[0028]

[0029] 일 실시예에 있어서, 상기 화합물 1-1 및 상기 화합물 2를 1 : 3 내지 8 중량비로 포함하고, 상기 포토레지스트 박막은 비노광 영역이 현상될 수 있다. 일 실시예로, 상기 화합물 1-1 및 상기 화합물 2를 약 1 : 8 중량비로 포함할 수 있다.

[0030] 일 실시예에 있어서, 상기 화합물 1-1 및 상기 화합물 2를 1 : 9 내지 15 중량비로 포함하고, 상기 포토레지스트 박막은 노광 영역이 현상될 수 있다. 일 실시예로, 상기 화합물 1-1 및 상기 화합물 2를 약 1 : 10 중량비로 포함할 수 있다.

[0031] 일 실시예에 있어서, 상기 화합물 1-2 및 상기 화합물 2를 1 : 3 내지 8 중량비로 포함하고, 상기 포토레지스트 박막은 비노광 영역이 현상될 수 있다.

[0032] 일 실시예에 있어서, 상기 화합물 1-2 및 상기 화합물 2를 1 : 10 내지 15 중량비로 포함하고, 상기 포토레지스트 박막은 노광 영역이 현상될 수 있다. 일 실시예로, 상기 화합물 1-2 및 상기 화합물 2를 약 1 : 10 중량비로 포함할 수 있다.

[0033] 상기 화합물 1-1, 상기 화합물 1-2 및 상기 화합물 2의 중량비에 따라 포토레지스트 조성물은 네거티브형 또는 포지티브형 포토레지스트 조성물이 될 수 있다.

[0035] 도 1은 본 발명의 따른 실시예의 식각 공정을 포함하는 유기 반도체 소자의 제조방법에 대한 순서도이다.

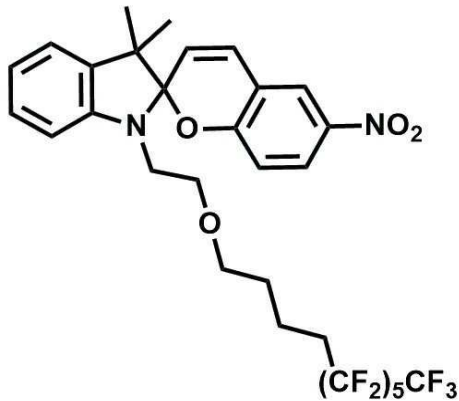
[0036] 도1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 유기 반도체 소자의 제조방법은 유기 반도체 박막 상부에 불소계 화합물을 진공증착하여 포토레지스트 박막을 형성하는 제1 단계(S110); 상기 포토레지스트 박막을 마스크를 이용하여 패터닝하여 포토레지스트 패턴을 형성하는 제2 단계(S120); 상기 유기 반도체 박막을 건식 식각하는 제3 단계(S130); 및 상기 포토레지스트 패턴을 제거하는 제4 단계(S140);를 포함할 수 있다.

[0037] 상기 제1 단계(S110)에 있어서, 상기 포토레지스트 박막은 스피로피란 골격 및 이에 결합된 제1 불소함유 작용기를 구비하는 제1 불소계 화합물; 및 플루오렌 골격 및 이에 결합된 제2 불소함유 작용기를 구비하는 제2 불소계 화합물을 공동으로 진공증착하여 형성될 수 있다.

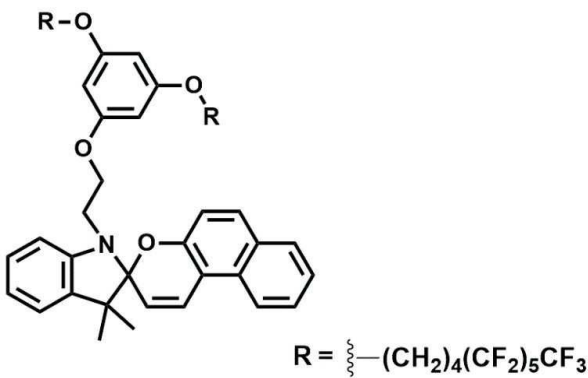
[0038] 일 실시예로, 상기 제1 불소계 화합물은 하기 화합물 1-1 및 화합물1-2 중 하나 이상을 포함하고, 상기 제2 불

소계 화합물은 하기 화합물 2를 포함할 수 있다.

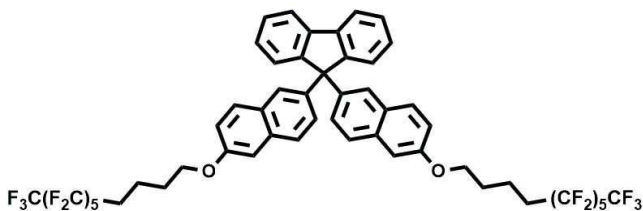
[화합물 1-1]



[화합물 1-2]



[화합물 2]



상기 제1 단계(S110)에서, 상기 화합물 1-1, 상기 화합물 1-2 및 상기 화합물 2은 열진공증착기에 의해 공동으로 증착되어 박막을 형성할 수 있고, 중량비에 따라 포토레지스트 조성물은 네거티브형 또는 포지티브형 포토레지스트 박막이 형성될 수 있다.

상기 제2 단계(S120)에 있어서, 상기 포토레지스트 박막에 대해 마스크를 이용한 자외선 노광 공정 후 불소계 용제를 이용하여 현상하는 단계를 포함할 수 있다.

일 실시예에 있어서, 상기 불소계 용제는 HFE-7100, HFE-7200, HFE-7300, HFE-7500, PF-7400, PF-7500, PF-7600, FC-72, FC-84, FC770, F-40, FC-43, FC-70 및 FC-3283 로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상을 포함할 수 있다. 일 실시예로, HFE-7300 및 FC-3283을 사용할 수 있다.

상기 제3 단계(S130)에 있어서, 상기 유기 반도체 박막은 상기 포토레지스트 박막의 현상된 패턴에 따라 건식 식각이 일어날 수 있다. 일 실시예로, 상기 건식 식각은 산소 가스 및 사불화탄소(CF₄)가스를 각각 약 2 sccm 및 18 sccm의 조건에서 식각이 일어날 수 있다.

상기 제3 단계(S130)에서, 상기 포토레지스트 박막의 현상된 패턴이 상기 유기 반도체 박막에 전사시킬 수 있다.

상기 제4 단계(S140)에 있어서, 상기 포토레지스트 패턴을 불소계 스트리핑 용제로 용해시키는 단계를 포함할

수 있다. 일 실시예로 상기 불소계 스트리핑 용제로 HFE-7300를 사용할 수 있다.

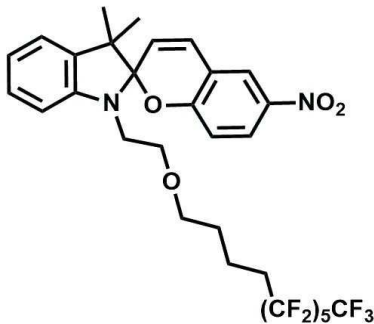
[0052] 도 2는 본 발명에 따른 실시예의 리프트-오프 공정을 포함하는 유기 반도체 소자의 제조방법에 대한 순서도이다.

[0053] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 실시예의 유기 반도체 소자의 제조방법은 제1 유기 반도체 박막 상부에 불소계 화합물을 진공증착하여 포토레지스트 박막을 형성하는 제1 단계(S150); 상기 포토레지스트 박막을 마스크를 이용하여 패터닝하여 포토레지스트 패턴을 형성하는 제2 단계(S160); 상기 포토레지스트 패턴 상에 제2 유기 반도체 박막을 증착하는 제3 단계(S170); 및 불소계 용제를 이용하여 상기 포토레지스트 패턴을 리프트-오프 (lift-off)하는 제4 단계(S180);를 포함하는, 유기 반도체 소자의 제조방법을 제공한다.

[0054] 상기 제1 단계(S150)에 있어서, 상기 포토레지스트 박막은 스피로피란 골격 및 이에 결합된 제1 불소함유 작용기를 구비하는 제1 불소계 화합물; 및 플루오렌 골격 및 이에 결합된 제2 불소함유 작용기를 구비하는 제2 불소계 화합물을 공동으로 진공증착하여 형성될 수 있다.

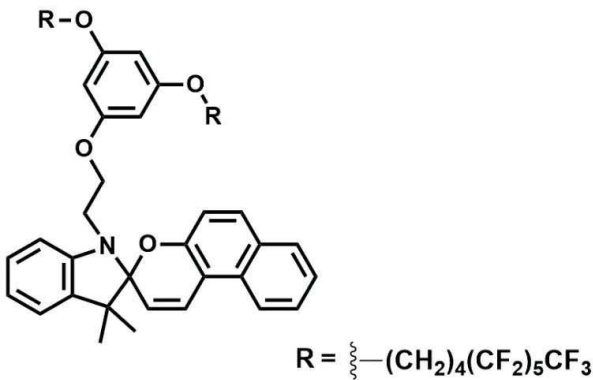
[0055] 일 실시예로, 상기 제1 불소계 화합물은 하기 화합물 1-1 및 화합물 1-2 중 하나 이상을 포함하고, 상기 제2 불소계 화합물은 하기 화합물 2를 포함할 수 있다.

[0056] [화합물 1-1]



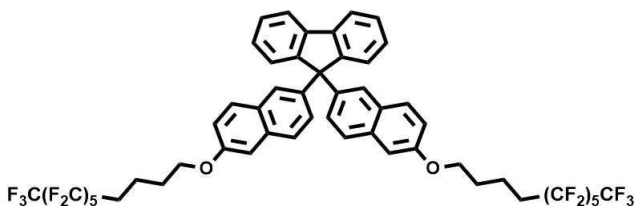
[0057]

[0058] [화합물 1-2]



[0059]

[0060] [화합물 2]



[0061]

[0062] 상기 제1 단계(S150)에서, 상기 화합물 1-1, 상기 화합물 1-2 및 상기 화합물 2은 열진공증착기에 의해 공동으로 증착되어 박막을 형성할 수 있고, 중량비에 따라 포토레지스트 조성물은 네거티브형 또는 포지티브형 포토레지스트 박막이 형성될 수 있다.

[0063] 상기 제2 단계(S160)에 있어서, 상기 포토레지스트 박막에 대해 마스크를 이용한 자외선 노광 공정 후 불소계 용제를 이용하여 현상하는 단계를 포함할 수 있다.

[0064] 일 실시예에 있어서, 상기 불소계 용제는 HFE-7100, HFE-7200, HFE-7300, HFE-7500, PF-7400, PF-7500, PF-7600, FC-72, FC-84, FC770, F-40, FC-43, FC-70 및 FC-3283 로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상을 포함할 수 있다. 일 실시예로, HFE-7300 및 FC-3283을 사용할 수 있다.

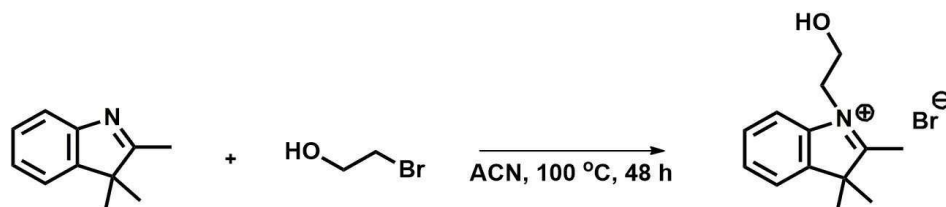
[0065] 상기 제4 단계(S180)에 있어서, 상기 불소계 용제는 HFE-7300를 사용할 수 있으나 이에 한정하는 것은 아니다.

[0066] 상기 제4 단계(S180)에서 상기 리프트-오프 공정은 식각이 잘 되지 않는 반도체 박막의 패턴을 형성할 때 수행할 수 있다.

[0068] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 실시예를 들어 상세하게 설명하기로 한다. 다만 하기의 실시예는 본 발명의 내용을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다.

[0070] <실시예 1> 화합물 1-1 제조

[0071] [반응식 1]

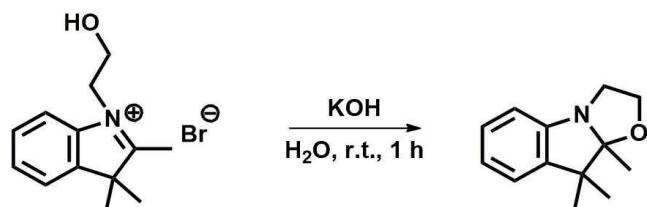


[0072] 상기 반응식 1에 따라 화합물 1-1의 중간체 1을 제조하였다.

[0074] 약 250 cm³ 둥근 플라스크에 2,3,3-트리메틸 인도린(약 3.00 g), 2-브로메탄올(약 2.83 g) 및 아세토니트릴(약 100 cm³)을 상온에서 투입하였다. 이를 환류(reflux) 조건 하에서 약 100 ℃로 가열하여 약 48시간 동안 교반한 후 감압 하에서 농축하여 제1 반응물을 수득하였다. 상기 제1 반응물을 클로로포름(약 15 cm³)에 용해시킨 후, 헥산(약 150 ml)에 적가하여 제1 침전물을 회수하였다. 상기 제1 침전물을 진공 건조하여 적색 고체 형태의 화합물 1-1의 중간체 1인 1-(2-하이드록시에틸)-2,3,3-트리메틸-3H-인돌-1-륨 브로마이드를 수득(약 5.09 g)하였다.

[0075] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ = 7.83-7.48 (m, 4H, Ar-H), 4.86 (s, 2H, -CH₂CH₂N⁺), 4.18 (s, 2H, -CH₂OH), 3.12 (s, 3H, CH₃), 2.89 (s, 1H, -CH₂OH), 1.63 (s, 6H, -2(CH₃)).

[0076] [반응식 2]



[0077] 상기 반응식 2에 따라 화합물 1-1의 중간체 2를 제조하였다.

[0079] 상기 화합물 1-1의 중간체 1(약 3.67 g), 산화칼륨(약 1.65 g) 및 정제수(약 150 cm³)를 넣고 상온에서 약 1시간 교반하여 제2 반응물을 제조하였다. 상기 제2 반응물을 디에틸 에터(약 150 cm³)로 희석한 후 물과 염화나트륨포화용액을 이용해 세척하여 세척된 제2 반응물을 얻었다. 상기 세척된 제2 반응물에서 유기 용액을 분리하여 무수 황산 마그네슘을 투입하고 교반하여 상기 세척된 제2 반응물 내 잔존 수분을 제거하고 감압조건에서 농축하여 제1 농축액을 얻었다. 상기 제1 농축액을 진공 건조하여 주황색 점성 액체이고, 화합물 1-1의 중간체 2인

9,9,9a-트리메틸-2,3,9,9a-테트라하이드로오사졸로[3,2-a]인돌을 수득(약 2.36 g)하였다.

[0080] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ = 7.22-6.74 (m, 4H, Ar-H), 3.96-3.48 (m, 4H, $-\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{O}-$), 1.42-1.16 (m, 9H, $-\text{CH}_3$).

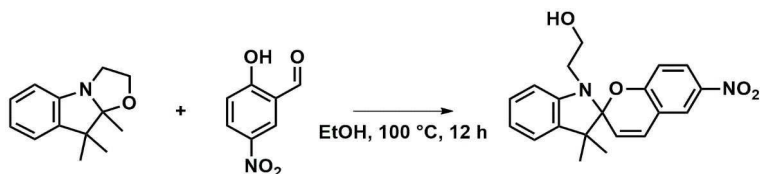
[0081] [반응식 3]

[0083] 상기 반응식 2에 따라 화합물 1-1의 중간체 2를 제조하였다.

[0084] 상기 화합물 1-1의 중간체 1(약 3.67 g), 산화칼륨(약 1.65 g) 및 정제수(약 150 cm^3)를 넣고 상온에서 약 1시간 교반하여 제2 반응물을 제조하였다. 상기 제2 반응물을 디에틸 에터(약 150 cm^3)로 희석한 후 물과 염화나트륨포화용액을 이용해 세척하여 세척된 제2 반응물을 얻었다. 상기 세척된 제2 반응물에서 유기 용액을 분리하여 무수 황산 마그네슘을 투입하고 교반하여 상기 세척된 제2 반응물 내 잔존 수분을 제거하고 감압조건에서 농축하여 제1 농축액을 얻었다. 상기 제1 농축액을 진공 건조하여 주황색 점성 액체이고, 화합물 1-1의 중간체 2인 9,9,9a-트리메틸-2,3,9,9a-테트라하이드로오사졸로[3,2-a]인돌을 수득(약 2.36 g)하였다.

[0085] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ = 7.22-6.74 (m, 4H, Ar-H), 3.96-3.48 (m, 4H, $-\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{O}-$), 1.42-1.16 (m, 9H, $-\text{CH}_3$).

[0086] [반응식 3]

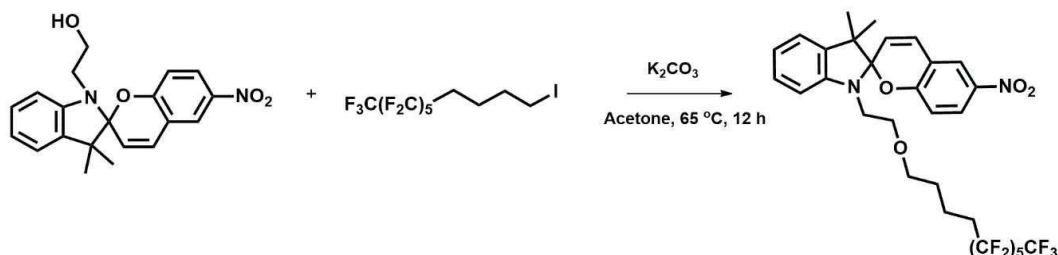


[0087] 상기 반응식 3에 따라 화합물 1-1의 중간체 3을 제조하였다.

[0088] 약 500 cm^3 의 둥근 플라스크에 상기 화합물 1-1의 중간체 2(약 5.63 g), 5-니트로살리실알데히드(약 6.94 g) 및 에탄올(약 150 cm^3)을 투입하여 제3 반응물을 제조하였다. 상기 제3반응물을 환류 조건 하에서 약 100 $^\circ\text{C}$ 로 가열하여 약 12시간 동안 교반한 후에 에탄올(약 100 cm^3)을 투입하여 희석하였다. 희석된 용액을 약 -18°C 에서 냉각시켜 재결정을 통해 화합물 1-1의 중간체 3인 보라색 고체 형태의 2-(3',3'-디메틸-6-니트로스피로[크로멘-2,2'-인돌린]-1'-일)에탄올을 수득(약 9.26 g)하였다.

[0090] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ = 7.99-5.87 (m, 9H, Ar-H), 3.78 (s, 1H, $-\text{OH}$), 3.70 (d, J = 7.0 Hz, 2H, $-\text{NCH}_2\text{CH}_2-$), 3.55-3.26 (m, 2H, $-\text{CH}_2\text{OH}$), 1.25 (d, J = 16.0 Hz, 3H, $-\text{CH}_3$), 1.18 (s, 3H, $-\text{CH}_3$).

[0091] [반응식 4]



[0092]

[0093] 상기 반응식 4에 따라 화합물 1-1을 제조하였다.

[0094] 약 100 cm^3 둥근 플라스크에 상기 화합물 1-1의 중간체 3(약 3.00 g), 1H,1H,2H,2H,3H,3H,4H,4H-트리데카플루오로-n-데실 요오드(약 8.55 g), 탄산 칼슘(K_2CO_3 , 약 3.48 g) 및 아세톤(20 cm^3)을 투입하고, 환류 조건에서 약 65 $^\circ\text{C}$ 로 가열하여 약 12시간 동안 교반하여 제4 반응물을 제조하였다. 상기 제4 반응물에 에틸 아세테이트(약 150 cm^3)를 넣어 희석시킨 후, 물과 염화나트륨포화용액으로 세척하여 세척된 제4 반응물을 얻었다. 상기 세척된 제4 반응물에 무수 황산마그네슘을 투입 후 교반하여 상기 세척된 제4 반응물의 수분을 제거하고 감압조건 하에 농축하고 컬럼 크로마토그래피(에틸 아세테이트 : 헥산 = 1 : 4) 방법을 이용하여 정제하여 제1 정제물을 수득

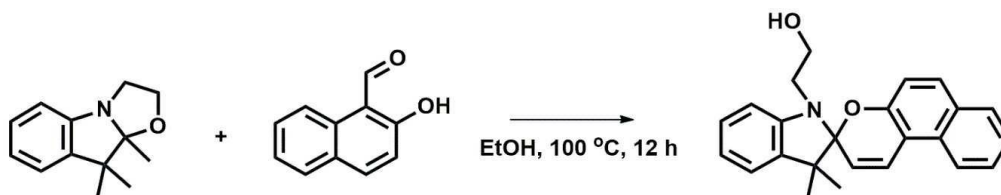
하였다. 상기 정제물을 메탄올에서 재결정하여 노란색 고체인 화합물 1-1을 수득(4.5 g)하였고 RF-SP로 명명하였다.

[0095] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ = 8.37-6.40 (m, 9H, Ar-H), 3.78-3.42 (m, 4H, $-\text{N}(\text{CH}_2)_2\text{O}-$), 4.16-1.87 (m, 8H, $-(\text{CH}_2)_4\text{CF}_2-$), 1.46 (s, 3H, $-\text{CH}_3$), 1.18 (s, 3H, $-\text{CH}_3$)

[0096] 도 3은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 화합물 1-1의 ^1H NMR 그래프이다.

[0098] <실시예 2> 화합물 1-2 제조

[0099] [반응식 5]

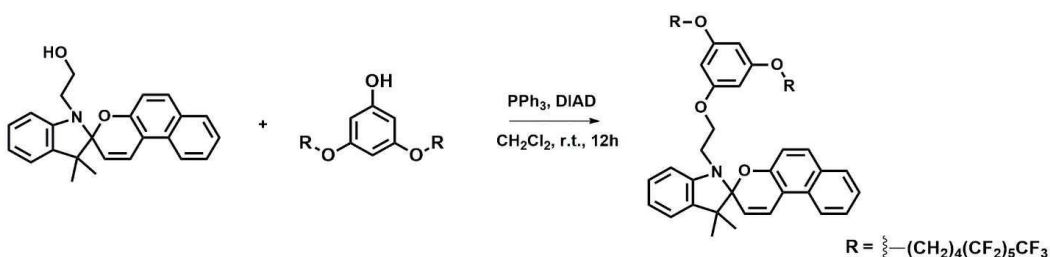


[0100] 상기 반응식 5에 따라 화합물 1-2의 중간체 1을 제조하였다.

[0102] 약 500 cm^3 의 둥근 플라스크에 상기 실시예 1에서 제조한 화합물 1-1의 중간체 2(약 5.00 g), 2-하이드록시-1-나프탈알데이드(약 6.35 g) 및 에탄올(약 150 cm^3)을 함께 투입하여 환류 조건 하에서, 약 100 $^\circ\text{C}$ 에서 약 12 시간 동안 교반하여 제5 반응물을 얻었다. 상기 제5 반응물을 감압 조건에서 농축하고 컬럼 크로마토그래피(실리카겔, 디클로로메탄 : 에틸 아세테이트 = 9 : 1)를 이용하여 정제하여 제2 정제물을 수득하였다. 상기 제2 정제물에 에탄올(약 100 cm^3)로 희석시키고 냉각 후 재결정하여 보라색 고체 형태의 화합물 1-2의 중간체 2인 3,3-디메틸스피로[2H-인돌-2,3'-나프토[2,1-b]피란]-1(3H)-에탄올을 수득(6.15 g)하였다.

[0103] ^1H NMR (400 MHz, acetone-d_6): δ = 8.18-5.95 (m, 12H, Ar-H), 3.75-3.62 (m, 3H, $-\text{CH}_2\text{OH}$), 3.50-3.24 (m, 2H, $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}-$), 1.31 (s, 3H, $-\text{CH}_3$), 1.20 (s, 3H, $-\text{CH}_3$)

[0104] [반응식 6]



[0105] 상기 반응식 6에 따라 화합물 1-2를 제조하였다.

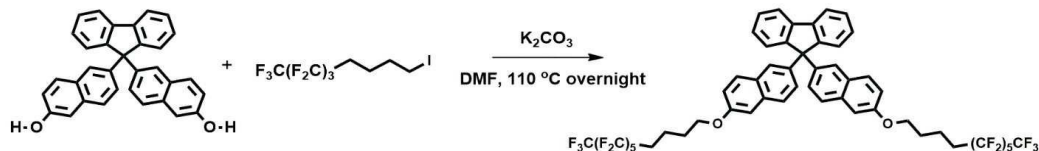
[0107] 약 500 cm^3 의 둥근 플라스크에 트리페닐포스핀(약 0.90 g) 및 디클로로메탄(약 100 cm^3)을 교반하였고 약 0 $^\circ\text{C}$ 로 냉각한 후에 약 3 분간에 걸쳐 디이소프로필 아조디카복실레이트(약 0.69 g)를 적가하여 10 분간 교반하여 제6 반응물을 제조하였다. 상기 제6 반응물에 상기 화합물 1-2의 중간체 1(약 1.47 g)을 디클로로메탄(약 10 cm^3)에 용해시킨 용액을 투입하고 10 분간 교반시키고, 디플루오로알킬화 페놀(약 3.00 g)을 투입하고 상온에서 약 12 시간동안 교반하여 제7반응물을 제조하였다. 상기 제7 반응물을 감압 조건에서 농축한 후, 컬럼 크로마토그래피(실리카겔, 디클로로메탄)로 정제하여 제3 정제물을 수득하였다. 상기 제3 정제물을 메탄올(약 150 cm^3)에 적가하여 제2 침전물을 형성하였다. 상기 제2 침전물을 건조하여 얻은 보라색 고체의 화합물 1-2를 수득(1.2 g)하였고 BIRF-SP으로 명명하였다.

[0108] ^1H NMR (400 MHz, acetone-d_6): δ = 8.18-6.76 (m, 12H, Ar-H), 6.07-5.98 (m, 3H, Ar-H), 4.26-4.09 (m, 2H, $-\text{OCH}_2\text{CH}_2-$), 3.93 (dd, J = 5 Hz, 4H, $-(\text{CH}_2)_4\text{CF}_2-$), 3.78-3.49 (m, 2H, $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}-$), 2.37-2.28 (tt, J = 7.5, 12 Hz, 4H, $-(\text{CH}_2)_4\text{CF}_2-$), 1.87-1.78 (m, 8H, $-(\text{CH}_2)_4\text{CF}_2-$), 1.32 (s, 3H, $-\text{CH}_3$), 1.17 (s, 3H, $-\text{CH}_3$)

[0109] 도 4은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 화합물 1-2의 ^1H NMR그래프이다.

[0111] <실시예 3> 화합물 2 제조

[0112] [반응식 7]



[0113]

[0114] 상기 반응식 7에 따라 화합물 2를 제조하였다.

[0115] 100 cm^3 둥근 플라스크에 6,6'-(9H-플루오렌-9,9-디올)비스(나프탈렌-2-올) (HNF, 약 2.00 g), 1H, 1H, 2H, 2H, 3H, 3H, 4H, 4H-트리데카플루오로-n-데실 아이오다이드(약 5.57 g), 탄산 칼슘(K_2CO_3 , 약 1.84 g) 및 다이메틸폼아마이드(DMF, 약 20 cm^3)를 투입하여 약 110 $^{\circ}\text{C}$ 에서 약 12시간 동안 교반하여 제8 반응물을 형성하였다. 상기 제8 반응물을 아세트산 에틸(약 150 cm^3)로 희석시킨 뒤, 물과 포화 염화 나트륨 수용액을 이용해 세척하여 세척된 제8 반응물을 얻었다. 상기 세척된 제8 반응물은 무수 황산 마그네슘(MgSO_4)으로 잔존하는 수분을 제거한 뒤 여과하고 감압 하에서 농축하였다. 상기 농축 후 회수된 물질을 크로마토그래피(실리카겔, 아세트산 에틸 : 헥산 = 1 : 5)로 정제하여 제2 농축액을 수득하였다. 상기 제1 농축액에 메탄올을 적가하여 흰색 고체 형태의 화합물 2를 수득(약 2.4 g)하였고 6,4-HNF로 명명하였다.

[0116] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ = 7.83-7.05 (m, 20H, Ar-H), 4.09 (t, J = 5.5 Hz, 4H, $-\text{CH}_2\text{CF}_2$), 2.24-2.11 (m, 4H, $-\text{CH}_2\text{O}-$), 1.94-1.83 (m, 8H, $-\text{CH}_2\text{CH}_2$).

[0117] 도 5는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 화합물 2의 ^1H NMR그래프이다.

[0119] <실시예 4> 화합물1-1 및 화합물 2를 사용한 포토레지스트 박막 증착

[0120] 실리콘 웨이퍼(Si wafer) 기판에 포토레지스트 박막을 증착하였다. 상기 포토레지스트 박막은 실시예 1에서 합성한 RF-SP 및 실시예 3에서 합성한 6,4-HNF를 열진공증착기를 사용하여 약 5.0×10^{-7} torr 이하의 진공 조건 하에서 각 약 1 Å/초 이하의 증착 속도로 공동 증착하였다. 상기 공동 증착 시 6,4-HNF 및 RF-SP에 인가한 전압은 약 4.2 V, 약 3.4 V 이었다.

[0122] <실시예 5> 네거티브형 포토레지스트 패턴 제조

[0123] 상기 실시예 4에서 상기 RF-SP 및 상기 6,4-HNF를 약 1:8의 중량비로 증착한 것 이외에는 상기 실시예 4와 동일한 방법으로 실리콘 웨이퍼에 네거티브형 포토레지스트 박막을 증착하였다. 상기 포토레지스트 박막에 노광기(365nm I-line)를 이용하여 960 mJ/cm^2 에너지의 자외선을 조사하였다. 이후 HFE-7300 및 FC-3283을 약 1:1로 혼합한 용액을 사용하여 10 분간 현상하였다. 도 6에서, 약 200 nm의 평균 패턴 두께를 가지는 네거티브형 포토레지스트 패턴이 형성되는 것을 공초점 레이저 현미경으로 확인하였다.

[0125] <실시예 6> 네거티브형 포토레지스트를 사용한 포토리소그래피 공정

[0126] 실리콘 웨이퍼(Si wafer) 기판에 약 30 nm의 평균 두께를 가지는 전자이동층(EL) 박막을 5.0×10^{-7} torr 이하의 진공 조건에서 증착 한 후, 상기 전자이동층 박막 상부에 포토레지스트 박막을 증착하였다. 상기 포토레지스트 박막은 실시예 1에서 합성한 RF-SP 및 실시예 3에서 합성한 6,4-HNF를 열진공증착기를 사용하여 약 5.0×10^{-7} torr 이하의 진공 조건 하에서 각 약 1 Å/초 이하의 증착 속도로 공동 증착하였다. 상기 공동 증착은 6,4-HNF와 RF-SP의 중량비를 약 5:1로 설정하여 수행하였고, 인가한 전압은 6,4-HNF는 약 4.2 V, RF-SP는 약 3.4 V

이었다. 상기 전자이동층 박막 상부에 약 750 nm 평균 두께를 가지는 6,4-HNF와 RF-SP가 공동 증착된 포토레지스트 박막이 형성되었다.

[0127] 노광기(365nm I-line)를 사용하여 약 1040 mJ/cm² 에너지의 자외선을 상기 포토레지스트 박막에 조사하여 노광된 포토레지스트 박막을 얻었다. 불소계 용제인 HFE-7300 및 FC-3283을 부피비 약 1:1 비율로 혼합한 용액을 사용하여 상기 노광된 포토레지스트 박막을 현상하여 약 15 μm 크기의 네거티브형 패턴을 형성하였다. 패턴이 형성된 포토레지스트 박막에 산소 가스 및 사불화탄소 가스를 각각 약 2 및 18 sccm으로 설정하여 이온 반응 식각을 수행하여 상기 전자이동층 박막에 패턴을 전사하였다. 이후 불소계 용제인 HFE-7300을 사용하여 약 30초 간 초음파 세척하여 포토레지스트 박막을 모두 제거하여 전자이동층 박막에 패턴을 제조하였다. 도 7에서, 공초점 레이저 현미경을 사용하여 상기 전자이동층 박막 패턴이 약 15 μm 크기를 가지는 것을 확인하였다.

[0129] <실시예 7> 포지티브형 포토레지스트 패턴 제조

[0130] 상기 실시예 4에서 상기 RF-SP 및 상기 6,4-HNF를 약 1:10의 중량비로 증착한 것 이외에는 상기 실시예 4와 동일한 방법으로 실리콘 웨이퍼에 포지티브형 포토레지스트 박막을 증착하였다. 노광기(365nm I-line)를 이용하여 약 216 mJ/cm² 에너지의 자외선을 상기 포지티브형 포토레지스트 박막에 조사하였다. HFE-7300 및 FC-3283을 부피비 약 3:2의 비율로 혼합한 용액을 이용하여 1 분간 현상하여 패턴이 형성된 포지티브 포토레지스트 박막을 수득하였다. 도 8에서 약 180 nm의 패턴 두께를 갖는 포지티브형 포토레지스트 패턴을 공초점 레이저 현미경으로 확인하였다.

[0132] <실시예 8> 화합물 1-2 및 화합물 2를 사용한 포토레지스트 박막 증착 및 포지티브형 포토레지스트 패턴 제조

[0133] 실리콘 웨이퍼(Si wafer) 기판에 포토레지스트 박막을 증착하였다. 실시예 2에서 합성한 BIRF-SP 및 실시예 3에서 합성한 6,4-HNF를 열진공증착기를 사용하여 상기 6,4-HNF 및 상기 BIRF-SP를 약 10:1의 중량비로 약 5.0×10^{-7} torr 이하의 진공 조건 하에서 약 1 Å/초 이하의 증착 속도로 공동 증착하였다. 상기 공동 증착 시 6,4-HNF 및 BIRF-SP에 인가한 전압은 각각 약 4.2 V 및 3.4 V 이었다. 실리콘 기판 위에 약 800 내지 1000 nm의 평균 두께를 가진 6,4-HNF와 BIRF-SP가 공동 증착된 포지티브형 포토레지스트 박막을 제작하였다.

[0134] 상기 포지티브형 포토레지스트 박막에 노광기(365 nm I-line)를 사용하여 약 1040 mJ/cm² 에너지의 자외선을 조사하였다. HFE-7300 및 FC-3283이 부피비 약 4:3으로 혼합된 용액을 사용하여 약 3 분간 현상하였다. 도 9에서 약 90 nm의 평균 패턴 두께를 갖는 포지티브형 포토레지스트 패턴이 형성되는 것을 공초점 레이저 현미경으로 확인하였다.

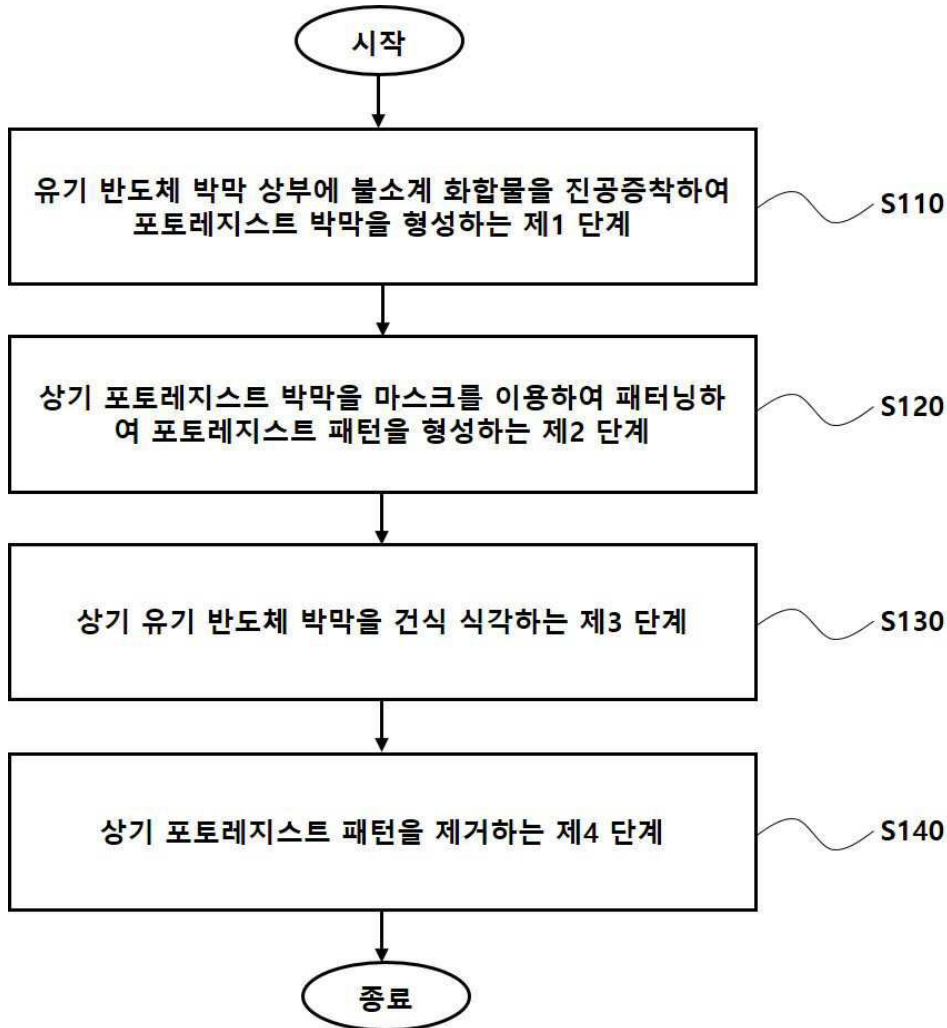
[0136] <실시예 9> 포지티브형 포토레지스트를 사용한 포토리소그래피 공정

[0137] ITO(Indium Tin Oxide) 박막 상부에 정공주입층(HIL)과 정공수송층(HTL)을 증착하였다. 상기 실시예 11에서 상기 실리콘 웨이퍼 대신에 상기 정공수송층 상부에 포지티브형 포토레지스트 박막을 제작한 것 이외에는 상기 실시예 11과 동일한 방법으로 진행하였다. 상기 포지티브형 포토레지스트 박막에 노광기(365 nm I-line)를 이용하여 약 1040 mJ/cm² 에너지의 자외선을 조사하였다. HFE-7300 및 FC-3283을 약 4:3의 비율로 혼합한 용액을 사용하여 현상하여 상기 포지티브형 포토레지스트에 패턴을 형성하였다. 상기 패턴이 형성된 포지티브형 포토레지스트 위에 약 10 nm의 평균 두께를 가진 적색 발광층(EML)을 열진공증착하였다. 상기 적색 발광층이 증착된 모습을 도 10에 공초점 레이저 현미경으로 확인하였다. 상기 적색 발광층을 증착한 후에, HFE-7300 용매에서 리프트 오프(lift-off) 공정을 진행하여 상기 적색 발광층의 포토리소그래피 패턴이 가능함을 도 10에서 공초점 레이저 현미경으로 확인하였다.

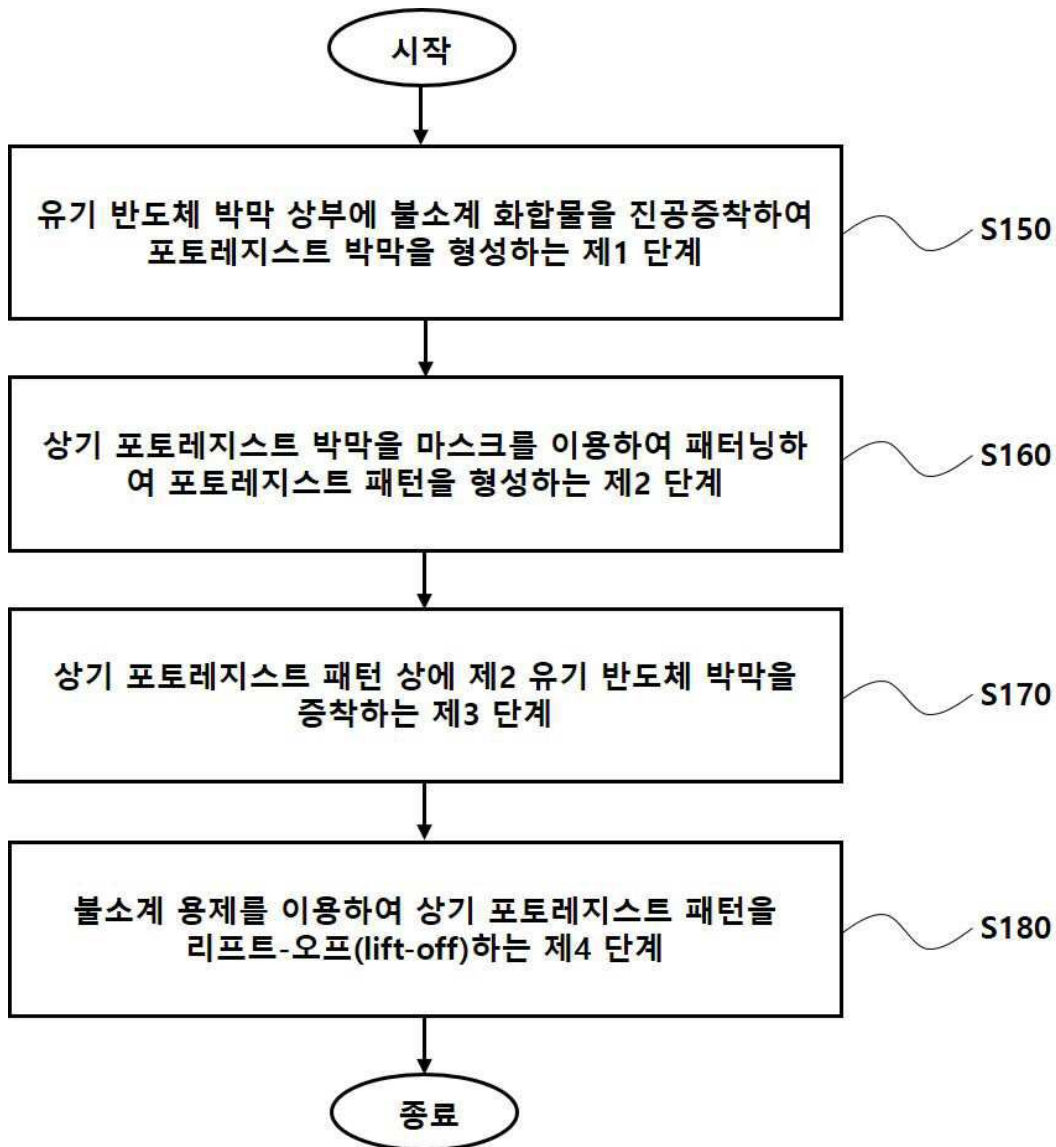
[0139] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

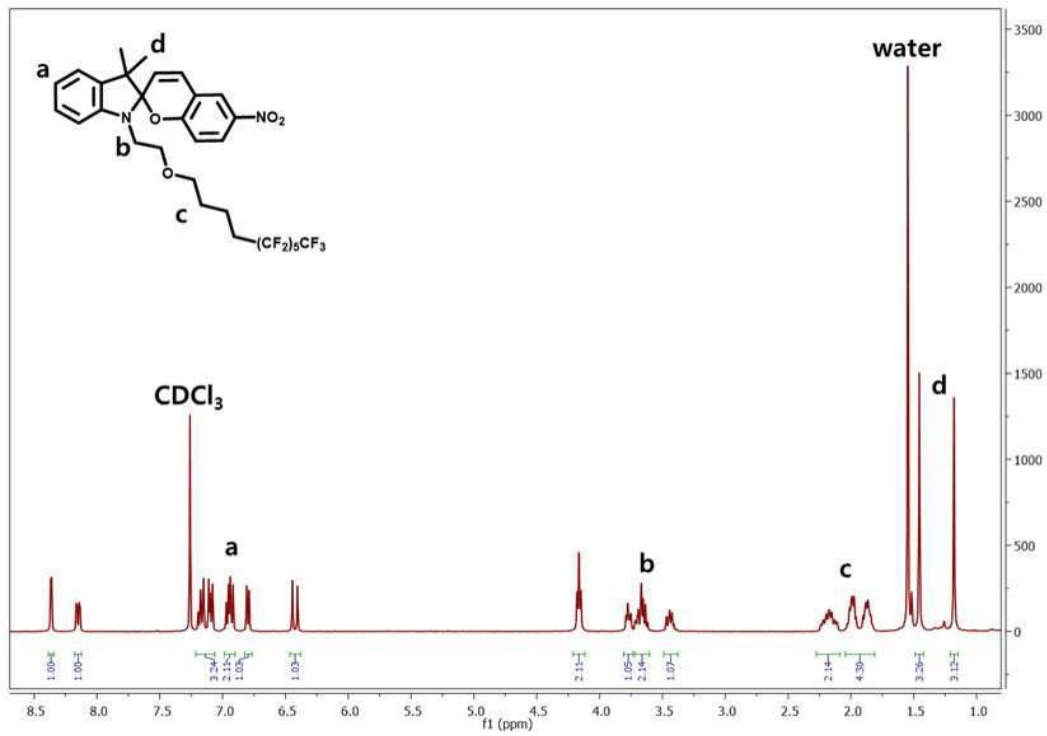
도면1



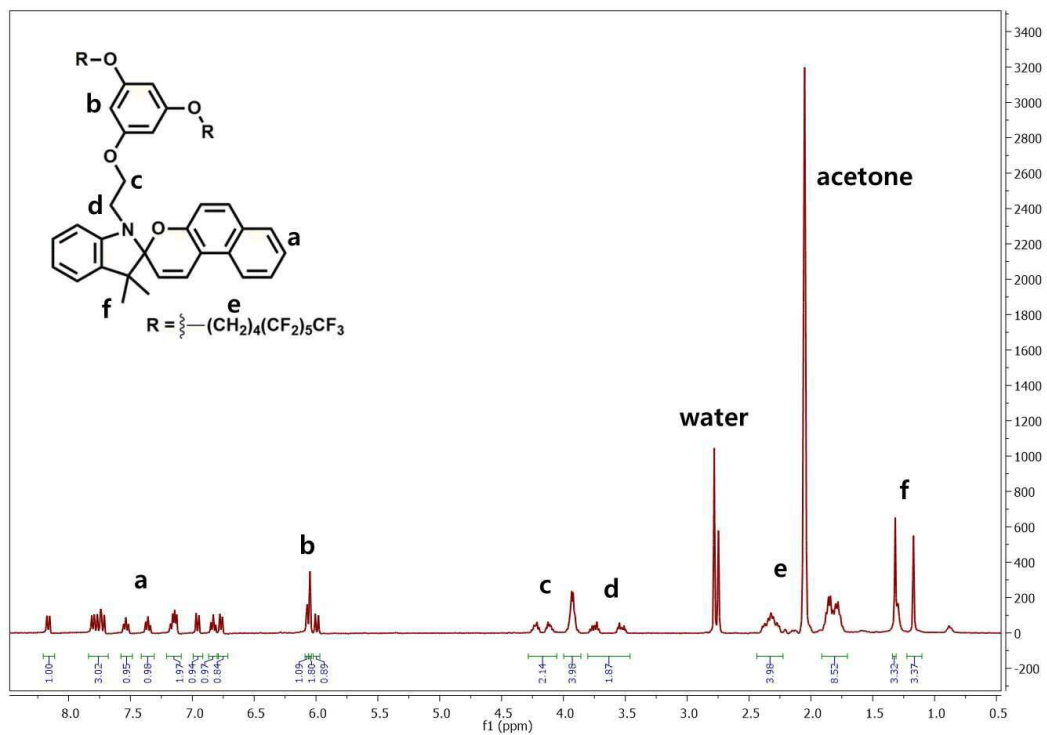
도면2



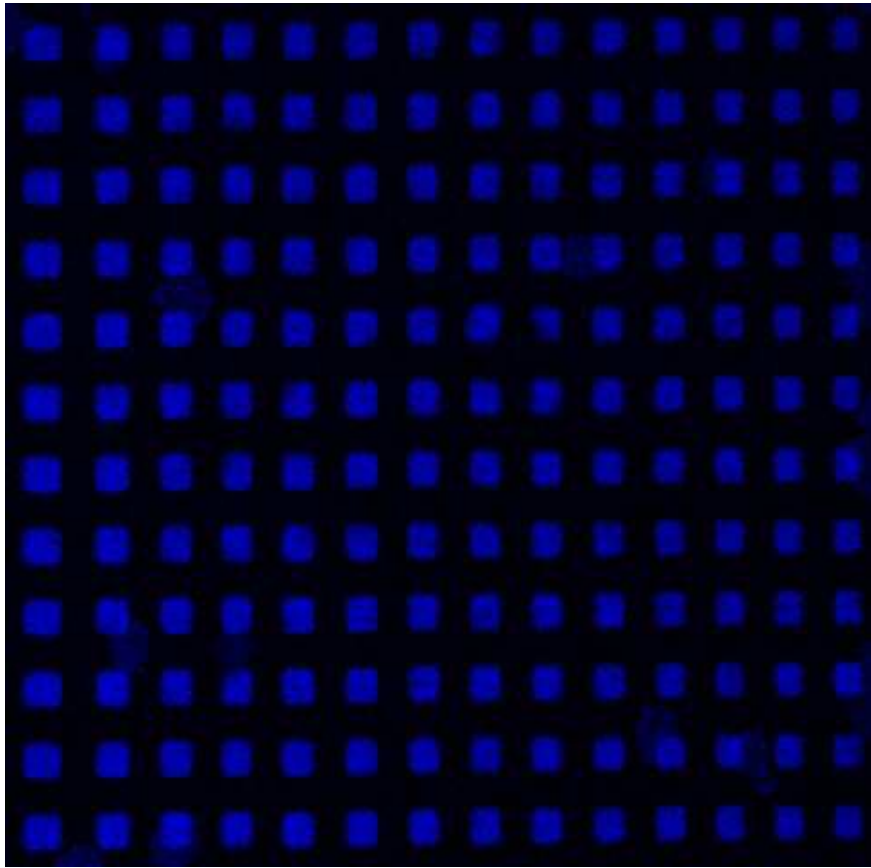
도면3



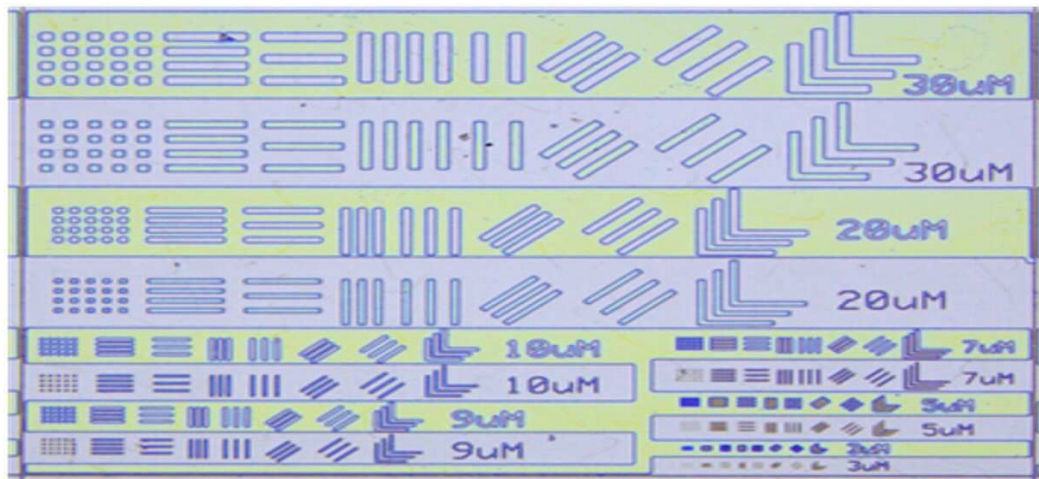
도면4



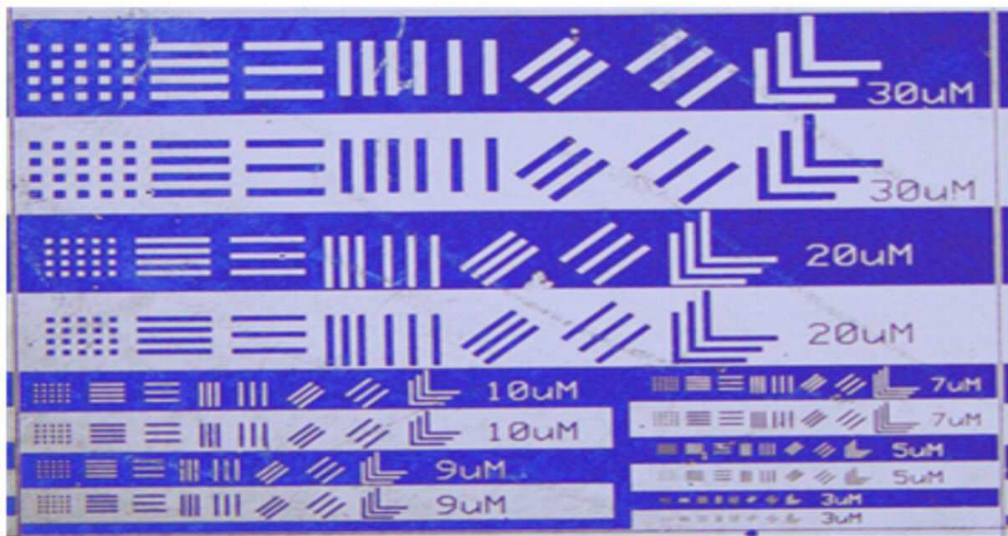
도면7



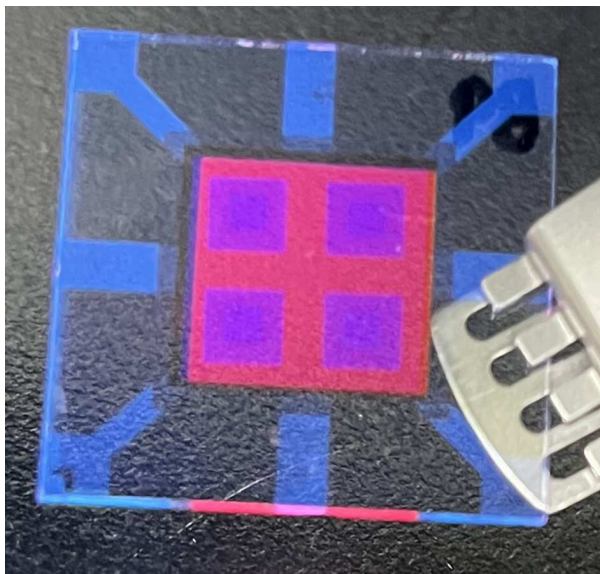
도면8



도면9



도면10



도면11

