



등록특허 10-2287870



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년08월09일

(11) 등록번호 10-2287870

(24) 등록일자 2021년08월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B82B 3/00 (2017.01) *G03F 7/004* (2006.01)

G03F 7/42 (2006.01) *H01L 21/027* (2006.01)

B82Y 40/00 (2017.01)

(52) CPC특허분류

B82B 3/0014 (2013.01)

G03F 7/0043 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0044805

(22) 출원일자 2020년04월13일

심사청구일자 2020년04월13일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020130012291 A

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

오승주

서울특별시 중구 청구로 64, 113동 104호(신당동, 청구 e편한세상)

전상현

서울특별시 성북구 안암로 93, 604호(안암동5가)

(74) 대리인

남건필, 박종수, 김정연, 차상윤

전체 청구항 수 : 총 7 항

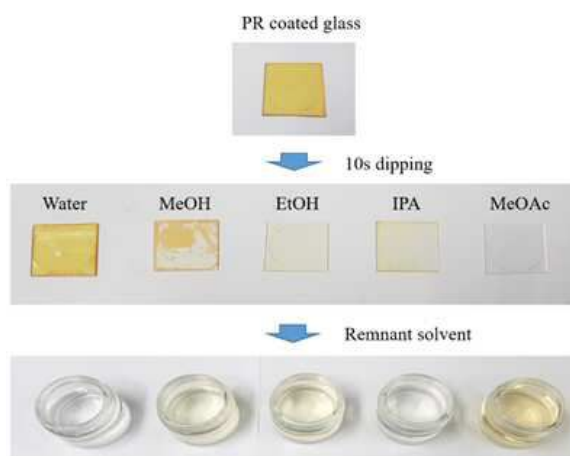
심사관 : 양정화

(54) 발명의 명칭 포토리소그래피에 의한 페로브스카이트 나노입자 박막의 패터닝 방법

(57) 요약

본 발명은 탄소수 1 내지 3의 알킬아세테이트를 리프트 오프 용매로 이용하여 페로브스카이트 나노입자 박막에 영향을 미치지 않고 성능을 유지하면서도 효과적으로 포토레지스트만 제거하여 효과적으로 패터닝할 수 있는 포토리소그래피에 의한 페로브스카이트 나노입자 박막의 패터닝 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G03F 7/422 (2013.01)

H01L 21/0272 (2013.01)

B82Y 40/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711109752
과제번호	2019R1C1C1003319
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	유연 적외선 아발란지 광검출기 응용을 위한 양자점 다중양자우물 개발 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711104998
과제번호	2018M3D1A1059001
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	미래소재디스커버리지원(R&D)
연구과제명	Small form-factor용 초고효율 적외선 흡수 소재 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2020.01.16 ~ 2021.01.15

명세서

청구범위

청구항 1

포토레지스트 패턴이 형성된 기판 상에 페로브스카이트 나노입자 박막을 형성하는 제1 단계; 및

상기 포토레지스트 패턴의 포토레지스트를 리프트-오프(lift-off)함으로써 페로브스카이트 나노입자 박막의 패턴을 형성하는 제2 단계를 포함하고,

상기 제2 단계에서 상기 리프트-오프용 용매로 탄소수 1 내지 3의 알킬아세테이트를 사용하는 것을 특징으로 하는, 포토리소그래피에 의한 페로브스카이트 나노입자 박막의 패터닝 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 알킬아세테이트는 메틸아세테이트인 것을 특징으로 하는,

포토리소그래피에 의한 페로브스카이트 나노입자 박막의 패터닝 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 포토레지스트는 아세테이트 계열의 화합물을 포함하는 것인,

포토리소그래피에 의한 페로브스카이트 나노입자 박막의 패터닝 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 포토레지스트 패턴의 두께는 0.7 내지 1.6 μm 인,

포토리소그래피에 의한 페로브스카이트 나노입자 박막의 패터닝 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 단계는 스핀 코팅, 딥 코팅, 스프레이 코팅, 잉크젯 프린팅, 노즐 프린팅 및 롤투롤(roll-to-roll) 프린팅 중에서 선택된 어느 하나의 용액 공정을 통해 수행되는 것을 특징으로 하는,

포토리소그래피에 의한 페로브스카이트 나노입자 박막의 패터닝 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제2 단계는 5 내지 30초 동안 수행되는 것을 특징으로 하는,

포토리소그래피에 의한 페로브스카이트 나노입자 박막의 패터닝 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 페로브스카이트 나노입자는 하기 화학식 1의 Pb 계 페로브스카이트 나노입자인 것을 특징으로 하는,

포토리소그래피에 의한 페로브스카이트 나노입자 박막의 패터닝 방법:

[화학식 1]

ABX_3

상기 화학식 1에서,

A는 Rb, Cs, Fr, $CH_3NH_3^+$, NR_4^+ (여기서, R은 수소 또는 탄소수 1 내지 10의 직쇄 또는 분지쇄 알킬기이고 R은 서로 상이하거나 동일할 수 있다), $[CH(NH_2)_2]^+$, 또는 이들의 조합이고,

B는 Pb이고,

X는 Cl, Br, I, 또는 이들의 조합이다.

포토리소그래피에 의한 페로브스카이트 나노입자 박막의 패터닝 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 포토리소그래피에 의한 페로브스카이트 나노입자 박막을 패터닝 하는 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 페로브스카이트 나노입자 박막의 패터닝을 위한 포토리소그래피 공정 과정에서 이용되는 신규한 리프트 오프(lift-off) 용매(Stripper 또는 박리액)에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 리소그래피(lithography) 기술은 석판 또는 금속을 이용하여 인쇄하는 석판 인쇄 방식을 의미한다. 특히, 그 중에서도 빛에 따라 성질이 바뀌는 고분자인 포토레지스트(Photo Resist)를 이용하는 포토리소그래피(Photolithography)는 일반적으로 기판 상에 미세회로를 구현하는데 사용된다. 이는 오늘날 반도체 공정에서 가장 핵심이 되는 공정으로 사용되고 있어, 최근 반도체 분야의 수요가 증가함에 따라 포토리소그래피의 기술 개발의 중요성 또한 대두되고 있다.

[0003] 포토리소그래피를 이용한 패터닝 공정은 포토레지스트를 균일하게 코팅하고, 코팅된 포토레지스트를 열처리, 노광(Expose) 및 현상(Develop) 처리하여 포토레지스트 패턴을 형성한 다음, 도전성 금속막이나 절연막을 이용하여 코팅하고, 불필요한 포토레지스트를 용매를 이용하여 제거하는 리프트 오프(lift-off)하는 순서로 진행된다. 이러한 과정 중에서 가장 마지막으로 수행되는 포토레지스트를 제거하는 리프트 오프가 반도체의 수율에 가장 큰 영향을 미치게 되는데, 포토레지스트가 기판으로부터 완전히 제거되지 않아 기판 상에 잔류되거나, 용매에 의해 코팅 물질이 변질되거나 부산물이 잔류하는 경우가 발생하여, 반도체의 낮은 장치 수율, 신뢰성 및 성능을 초래하는 등의 문제를 발생시키기 때문이다.

[0004] 이에, 효과적으로 포토레지스트를 제거하면서도 포토레지스트 물질 외에 다른 성분(예; 코팅 물질)과 반응하지 않고, 불필요한 부산물을 발생시키지 않는 용매(Stripper 또는 박리액)의 개발이 꾸준히 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 일 목적은 신규한 리프트 오프 용매를 이용하여 페로브스카이트 나노입자 박막에 영향을 미치지 않으면서도 포토레지스트를 효과적으로 제거할 수 있는, 포토리소그래피를 이용한 페로브스카이트 나노입자 박막의

패터닝 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명의 일 목적을 위한 포토리소그래피에 의한 페로브스카이트 나노입자 박막의 패터닝 방법은 포토레지스트 패턴이 형성된 기판 상에 페로브스카이트 나노입자 박막을 형성하는 제1 단계 및 상기 포토레지스트 패턴의 포토레지스트를 리프트-오프(lift-off)함으로써 페로브스카이트 나노입자 박막의 패턴을 형성하는 제2 단계를 포함하고, 상기 제2 단계에서 상기 리프트-오프용 용매로 탄소수 1 내지 3의 알킬 아세테이트를 사용한다.
- [0007] 일 실시예에서, 상기 알킬아세테이트는 메틸아세테이트일 수 있다.
- [0008] 일 실시예에서, 상기 포토레지스트는 아세테이트 계열의 화합물을 포함할 수 있다.
- [0009] 일 실시예에서, 상기 포토레지스트 패턴의 두께는 0.7 내지 1.6 μm 일 수 있다.
- [0100] 일 실시예에서, 상기 제1 단계는 스핀 코팅, 딥 코팅, 스프레이 코팅, 잉크젯 프린팅, 노즐 프린팅 및 롤투롤(roll-to-roll) 프린팅 중에서 선택된 어느 하나의 용액 공정을 통해 수행될 수 있다.
- [0111] 일 실시예에서, 상기 제2 단계는 5 내지 30초 동안 수행될 수 있다.
- [0112] 일 실시예에서, 상기 페로브스카이트 나노입자는 하기 화학식 1의 Pb 계 페로브스카이트 나노입자일 수 있다.
- [0113] [화학식 1]
- [0114] ABX_3
- [0115] 상기 화학식 1에서, A는 Rb, Cs, Fr, CH_3NH_3^+ , NR_4^+ (여기서, R은 수소 또는 탄소수 1 내지 10의 직쇄 또는 분지쇄 알킬기이고 R은 서로 상이하거나 동일할 수 있다), $[\text{CH}(\text{NH}_2)_2]^+$, 또는 이들의 조합이고, B는 Pb이고, X는 Cl, Br, I, 또는 이들의 조합이다.

발명의 효과

- [0116] 본 발명에 따른 포토리소그래피에 의한 페로브스카이트 나노입자 박막의 패터닝 방법은, 페로브스카이트 나노입자의 성능에 영향을 미치지 않으므로 소자의 성능 저하, 부식물의 생성 등 같은 문제점을 최소화할 수 있다. 또한, 종래의 리프트 오프 용매 보다 매우 짧은 시간에 효과적으로 포토레지스트를 제거할 수 있어, 공정 시간을 최소화하고 생산성을 향상시킬 수 있으므로, 포토리소그래피 공정 수율의 향상을 도모할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0117] 도 1은 본 발명의 실험예 1의 리프트 오프 평가를 수행한 결과를 나타낸 도면으로, 메틸아세테이트를 리프트 오프 용매로 이용하는 경우, 종래에 사용되는 리프트 오프 물질보다 포토레지스터를 용이하게 제거할 수 있음을 나타낸다.
- 도 2 및 3은 본 발명의 실험예 2의 리프트 오프 용매에 대한 페로브스카이트 나노입자 박막 성능 평가를 수행한 결과를 나타낸 도면으로, 메틸아세테이트를 리프트 오프 용매로 이용하는 경우, 페로브스카이트 나노입자 박막의 성능에 영향을 미치지 않으면서 포토레지스트를 효과적으로 제거할 수 있음을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0118] 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.
- [0119] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로서 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, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또

는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0020] 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.
- [0021] 종래의 페로브스카이트 나노입자 박막의 패터닝은 플라즈마(Plasma), 차단 레이저(Shielding laser)를 이용하여 식각하는 방법을 주로 이용하고 있다. 그러나 이러한 식각 방법을 이용하는 경우 패터닝의 해상도(resolution)가 떨어지는 단점이 있다. 해상도란 최소 크기의 미세 패턴을 형성시킬 수 있는 정도를 의미하는 것으로, 해상도가 떨어지는 경우 계속해서 요구되고 있는 고집적화된 소자를 제조하기 어렵다. 따라서 본 발명은 높은 해상도를 제공할 수 있는 포토리소그래피를 이용한 페로브스카이트 나노입자 박막의 패터닝 방법을 제공한다.
- [0022] 종래의 포토리소그래피 공정에 의한 패터닝은 리프트 오프 용매로 주로 극성을 갖는 극성 용매를 사용하며, 그 중에서도 특히 일반적으로 NMP(Methylpyrrolidone) 및 메탄올(MeOH) 등을 사용한다. 메틸아세테이트와 같은 알킬아세테이트는 포토레지스트 제거를 위한 바람직한 용매로 전혀 고려되지 않았다 (Microchemicals GmbH 사의 포토레지스트 제거 안내 자료 참고:). 그러나, 이와 같은 종래의 용매들을 사용하여 페로브스카이트 나노입자 박막을 패터닝 하는 경우, 상기 용매들은 페로브스카이트 나노입자 박막에 손상을 주기 때문에, 박막 성능에 영향을 미치는 문제점이 있었다. 본 발명에서는 이를 해결하기 위해, 포토리소그래피 공정에 사용되는 리프트 오프 용매로 종래 기술에서 전혀 고려되지 않았던 알킬아세테이트를 이용한 포토리소그래피 패터닝 방법을 제공한다.
- [0023] 먼저, 본 발명을 설명하기에 앞서, 본 발명에서 이용하는 포토레지스트 패턴이 형성된 기판과 이의 제조방법에 대해서 서술하기로 한다.
- [0024] 상기 포토레지스트 패턴이 형성된 기판은 (i) 기판 상에 포토레지스트 층을 형성하는 단계; (ii) 상기 포토레지스트 층을 노광시키는 단계 및 (iii) 상기 포토레지스트층을 현상제로 현상하여 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 방법에 의해 제조될 수 있다.
- [0025] 상기 기판은 당업계에서 디스플레이 및 태양 전지와 같은 전자 장치의 기판으로 사용되는 유리와 실리콘 웨이퍼와 같은 임의의 기판일 수 있다. 예를 들어, 상기 기판은 플렉서블 기판, 예를 들어 박형 유리, 금속 호일, 고무질 기판, 및 폴리머 기판, 구체적으로 PI (Polyimide), PET (Polyethylene Terephthalate), PES (Polyether Sulfone), PEN (Polyethylene Naphthalate), PDMS(Polydimethyl Siloxane) 기판 등일 수 있다.
- [0026] 상기 (i) 단계에서, 상기 포토레지스트는 기판 상에 스핀 코팅, 딥 코팅, 및 롤러 코팅과 같은 일반적인 코팅 방법에 의해 포토레지스트층을 형성할 수 있다. 일반적으로 스핀 코팅이 사용될 수 있으며, 포토레지스트 용액의 점도, 스핀닝 속도와 시간에 따라 코팅층의 두께를 적절히 제어할 수 있다. 예를 들어, Merck KGaG (독일 소재)사 (이전 명칭: AZ Electronic Material 사)의 제품 AZ-GXR 601 포토레지스트의 경우, 1000 내지 3000 rpm의 속도로 10 내지 30초 동안 스핀 코팅할 경우, 0.7 내지 1.6 μm 의 두께로 층이 형성될 수 있다.
- [0027] 상기 단계 (i) 후 단계 (ii)를 수행하기 전에, 필요에 따라 포토레지스트층을 소프트 베이킹하여 층 내의 용매 함량을 최소화하고 점착성을 개선할 수 있다. 상기 소프트 베이킹은 핫플레이트 상에서 또는 오븐에서 수행할 수 있다.
- [0028] 상기 단계 (ii)에서, 포토레지스트 층은 포토마스크를 통해 광에 노광됨으로써 노광된 영역과 노광되지 않은 영역 사이에 용해도 차를 형성할 수 있다. 상기 노광에 사용되는 광의 파장은 서브-400 nm, 서브-300 nm 또는 서브-200 nm이며, 일반적으로 248 nm 및 193 nm를 사용할 수 있다.
- [0029] 상기 단계 (iii)에서 상기 노광된 포토레지스트층을 현상제로 현상함으로써 포토레지스트 패턴을 형성할 수 있다. 상기 현상 단계는 노광에 의해 화학적 특성이 변화된 포토레지스트 영역을 녹이는 용매를 함유하는 현상제를 이용하여 해당 영역을 제거하고 노광되지 않은 부분을 남겨서 패턴을 형성함으로써 수행되거나, 또는 노광되지 않은 영역을 제거하고 노광된 영역을 남겨 패턴을 형성할 수 있다. 현상제는 당업계에서 사용하는 일반적인 현상제, 예를 들어 2-헵타논, 5-메틸-2-헥사논 등을 사용할 수 있다.
- [0030] 본 발명에서는 앞서 기술한 바와 같은 방법으로 제조된 포토레지스트 패턴이 형성된 기판을 사용할 수 있으나, 반드시 이에 한정하는 것은 아니다.

- [0031] 이하에서는, 본 발명의 포토리소그래피에 의한 페로브스카이트 나노입자 박막의 패터닝하는 방법에 대해서 설명하고자 한다.
- [0032] 본 발명에서 제공하는 포토리소그래피에 의한 페로브스카이트 나노입자 박막의 패터닝 방법은 포토레지스트 패턴이 형성된 기판 상에 페로브스카이트 나노입자 박막을 형성하는 제1 단계 및 상기 포토레지스트 패턴의 포토레지스트를 리프트-오프(lift-off)함으로써 페로브스카이트 나노입자 박막의 패턴을 형성하는 제2 단계를 포함하고, 상기 제2 단계에서 상기 리프트-오프용 용매로 탄소수 1 내지 3의 알킬아세테이트를 사용하는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 상기 포토레지스트는 아세테이트 화합물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 포토레지스트는 n-부틸 아세테이트(n-butyl acetate), 1-메톡시-2-프로판올 아세테이트(1-Methoxy-2-propanol acetate) 등과 같은 아세테이트계 화합물을 구성성분으로 포함할 수 있다. 구체적으로 상기 포토레지스트는 상기 아세테이트계 화합물을 전체 포토레지스트 중량을 기준으로 50 중량% 이상의 양으로 포함할 수 있다. 구체적으로, 포토레지스트는 포지티브형 포토레지스트일 수 있다. 예를 들어, 상품명 AZ 1501, A 1518, AZ 9200, AZ 9260, AZ-ECI 3007, AZ-GXR 601 등의, Merck KGaA 사 (독일 소재) (이전 명칭: AZ Electronic Material 사)의 AZ(등록상표) 계열의 포지티브형 포토레지스트일 수 있다.
- [0034] 상기 포토레지스트 패턴의 두께는 약 0.7 내지 1.6 μm 일 수 있다. 포토레지스트 패턴의 두께가 0.7 μm 미만인 경우, 리프트 오프 공정이 매우 짧은 시간 수행되므로 포토레지스트를 균일하게 제거하지 못하는 문제점이 있고, 1.6 μm 를 초과하는 경우, 리프트 오프 공정이 오랜 시간 수행되므로 공정의 효율 저하와 같은 문제점이 있다.
- [0035] 상기 제1 단계에서, 페로브스카이트 나노입자 박막은 스핀 코팅, 딥 코팅, 스프레이 코팅, 잉크젯 프린팅, 노즐 프린팅 및 롤투롤(roll-to-roll) 프린팅 등 중에서 어느 하나의 방법을 이용하여 형성될 수 있다. 바람직하게는, 딥 코팅 또는 스핀 코팅을 이용하여 페로브스카이트 나노입자 박막을 형성할 수 있다. 딥 코팅의 경우, 기판을 용액에 담근 후, 일정 속도로 인출하는데, 이 때 기판을 인출하는 속도에 따라 코팅층의 두께가 달라질 수 있으며, 그 속도 및 두께는 코팅층의 용도에 따라 당업자가 적절히 조절할 수 있다.
- [0036] 상기 제2 단계는, 탄소수 1 내지 3의 알킬아세테이트를 리프트 오프 용매로 이용함으로써 페로브스카이트 나노입자 박막의 패턴을 형성할 수 있다. 예를 들어, 알킬아세테이트는 에틸아세테이트, 메틸아세테이트, 프로필아세테이트일 수 있다. 바람직하게는, 상기 알킬아세테이트는 메틸아세테이트일 수 있다.
- [0037] 상기 제2 단계에서 알킬아세테이트와의 반응은 약 5 내지 30초 동안 수행될 수 있다. 약 5초 미만으로 반응시키는 경우 포토레지스트가 모두 박리되지 못해 잔여물이 남는 문제점이 있을 수 있고, 약 30초 초과로 반응시키는 경우 공정의 효율 저하와 같은 문제점이 있으므로, 바람직하게는 약 5초 내지 30초 동안 수행하는 것이 좋다.
- [0038] 한편, 본 발명에서 이용하는 페로브스카이트 나노입자는 하기 화학식 1의 Pb 계 페로브스카이트 나노입자일 수 있다.
- [0039] [화학식 1]
- [0040] ABX_3
- [0041] 상기 화학식 1에서,
- [0042] A는 Rb, Cs, Fr, CH_3NH_3^+ , NR_4^+ (여기서, R은 수소 또는 탄소수 1 내지 10의 직쇄 또는 분지쇄 알킬기이고 R은 서로 상이하거나 동일할 수 있다), $[\text{CH}(\text{NH}_2)_2]^+$, 또는 이들의 조합이고, B는 Pb이고, X는 Cl, Br, I, 또는 이들의 조합이다.
- [0043] 구체적으로, 화학식 1에서 상기 A는 Rb, Cs, 또는 Fr 일 수 있고, 더욱 구체적으로는 Cs 일 수 있다.
- [0044] 구체적으로는, 화학식 1에서 상기 X는 Cl, Br, I, Cl과 Br의 조합물, 또는 Br과 I의 조합물일 수 있다.
- [0045] 본 발명의 페로브스카이트 나노입자는 지름이 약 1 내지 15 nm 일 수 있다.
- [0046] **실험예 1: 리프트 오프 평가**
- [0047] 본 발명의 알킬아세테이트의 포토레지스트 제거 효과를 알아보기 위해, 리프트 오프 평가를 수행하였다. 유리

기관 상에 GXR-601 포토레지스트를 3000 rpm 으로 60초 동안 스핀 코팅하고, 약 120℃ 분위기 하에서 1 내지 2 분 동안 열처리를 한 다음 리프트 오프 용매로 메틸아세테이트를 이용하여 약 10초 동안 디핑(dipping)하여 리프트 오프 효과를 알아보았다. 비교를 위해, 리프트 오프 용매로 물(water), 메탄올(MeOH), 에탄올(EtOH) 및 이소프로필알콜(IPA)을 이용한 것을 제외하고 상기와 동일한 과정을 통해 리프트 오프 평가를 수행하였다. 그 결과를 도 1에 나타냈다.

[0048] 도 1을 참조하면, 물을 이용한 경우에는 포토레지스트가 전혀 제거되지 않은 것을 확인할 수 있고, 메탄올의 경우 기관 상에서 포토레지스트가 완전히 제거되지 않은 것을 확인할 수 있다. 메틸아세테이트를 이용한 경우, 에탄올 및 이소프로필을 이용한 경우와 비교하여 볼 때, 포토레지스트가 기관 상에서 잔여되지 않고 완전하게 제거된 것을 확인할 수 있다. 즉, 메틸아세테이트를 용매로 이용한 경우, 같은 시간동안 더 효과적으로 포토레지스트를 제거할 수 있다.

[0049] 실험예 2: 리프트 오프 용매에 대한 박막 성능 평가

[0050] 본 발명의 리프트 오프 용매에 대한 페로브스카이트 나노입자의 박막 성능 평가는 리프트 오프 전/후의 페로브스카이트 나노입자 박막의 포토루미네선스(Photoluminescence, PL)를 측정하여 비교함으로써 수행되었다. 구체적으로 유리 기관 상에 GXR-601 포토레지스트를 3000 rpm 으로 60초 동안 스핀 코팅하고, 약 120℃ 분위기 하에서 1 내지 2분 동안 열처리를 한 다음, 노광을 진행하고 페로브스카이트 나노입자를 코팅한 후, 리프트 오프 용매로 메틸아세테이트를 이용하여, 포토레지스트를 제거하였다. 비교를 위해, 리프트 오프 용매로 NMP(Methylpyrrolidone)을 이용한 것을 제외하고 상기와 동일한 과정을 통해 박막 성능 평가를 수행하였다. 그 결과를 도 2에 나타냈다.

[0051] 도 2를 참조하면, a) NMP의 경우, 리프트 오프 전과 후의 그래프가 약 470 내지 550 nm의 파장에서 각각 다른 그래프를 보이므로, 페로브스카이트 나노입자 박막의 PL의 특성이 모두 사라진 것을 확인할 수 있는 반면, b) 메틸아세테이트의 경우, 리프트 오프 전과 후의 그래프가 동일하게 겹치는 것을 확인할 수 있는데, 이는 리프트 오프 후에도 동일한 페로브스카이트 나노입자 박막의 PL 특성을 유지하는 것으로 해석할 수 있다.

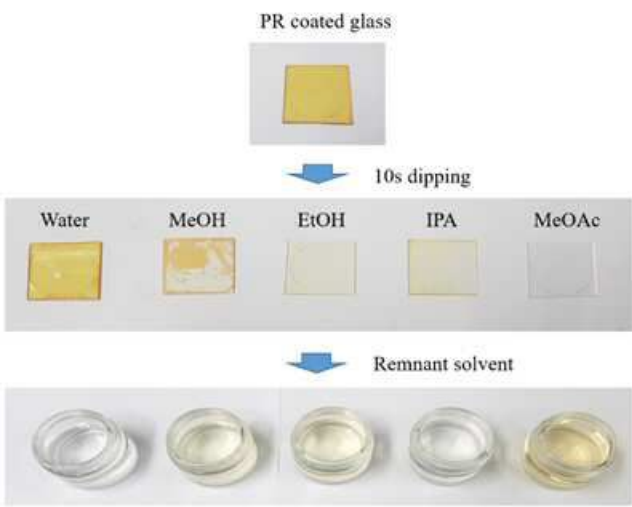
[0052] 추가적으로, 메틸아세테이트를 이용한 리프트 오프 전과 후의 페로브스카이트 나노입자 박막 포토루미네선스 값을 그래프로 도출하여 비교하였고, 그 결과를 도 3에 나타냈다.

[0053] 도 3을 참조하면, 페로브스카이트 나노입자 박막의 리프트 오프 전과 후의 상대 포토루미네선스 값은 약 1.0으로 동일한 값을 나타내므로, 메틸아세테이트를 리프트 오프 용매로 경우, 페로브스카이트 나노입자 박막 성능에 전혀 영향을 미치지 않고 효과적으로 포토레지스트만을 제거할 수 있음을 확인할 수 있다.

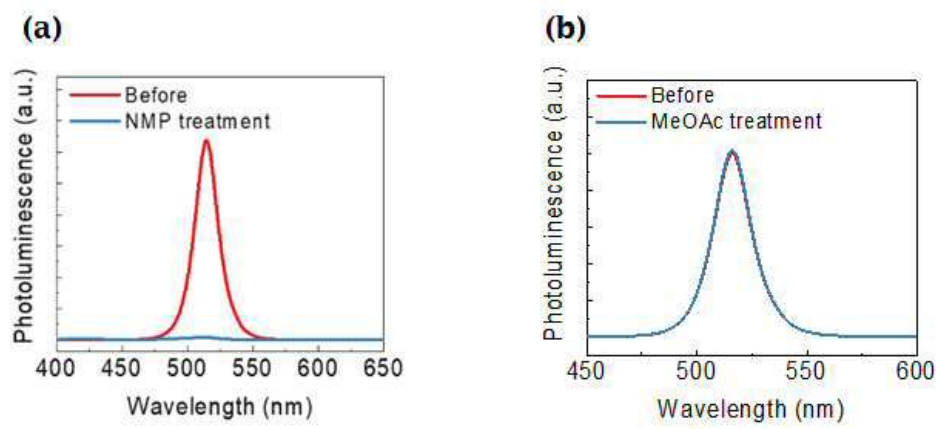
[0054] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

