(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년06월12일
(11) 등록번호 10-2820698
(24) 등록일자 2025년06월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/66 (2006.01) *C07C 211/58* (2006.01)
G01J 4/04 (2006.01) *H10K 39/32* (2023.01)
H10K 85/50 (2023.01)
(52) CPC특허분류
C09K 11/664 (2021.01)
C07C 211/58 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-0046638
(22) 출원일자 2024년04월05일
심사청구일자 2024년04월05일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020190004942 A*
KR1020230159732 A*
KR1020230140129 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
김동하
서울특별시 종로구 자하문로 131-30, 3동 201호
이현정
서울특별시 서대문구 성산로24길 16, 303호
(74) 대리인
한상수

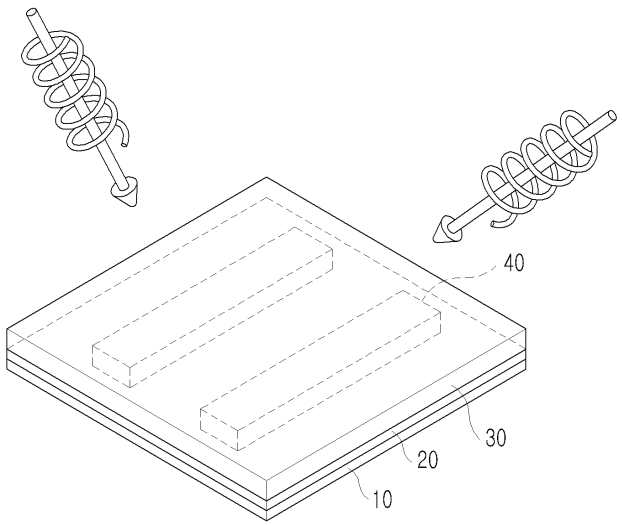
전체 청구항 수 : 총 12 항 심사관 : 한정석

(54) 발명의 명칭 **원편광 검출 물질 및 이를 포함하는 원편광 검출 소자**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예는 금속 양이온; 금속 음이온; 및 할로겐 원소로 구성된 1차원 페로브스카이트 구조를 가지되, 상기 금속 양이온은 키랄성을 가지는 키랄 유기 양이온을 포함하고, 상기 키랄 유기 양이온은 두 개 이상의 나프틸기를 가지는 것을 특징으로 하는 1D 키랄 페로브스카이트를 제공한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01J 4/04 (2013.01)
H10K 39/32 (2023.02)
H10K 85/50 (2023.02)
C07B 2200/07 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711182063
과제번호 2020R1A2C3003958
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 이공분야기초연구사업
연구과제명 융복합 키랄 플라즈모닉스 기반 새로운 패러다임의 빛-물질 상호작용 시스템 개발 연구
과제수행기관명 이화여자대학교
연구기간 2023.03.01 ~ 2024.02.29
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345365870
과제번호 2021R1A6A1A10039823
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 이공분야기초연구사업
연구과제명 기초과학연구소
과제수행기관명 이화여자대학교
연구기간 2023.03.01 ~ 2024.02.29
공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

유기 양이온; 금속 양이온; 및 할로겐 원소로 구성된 1차원 페로브스카이트 구조를 가지되,

상기 유기 양이온은 키랄성을 가지는 키랄 유기 양이온을 포함하고,

상기 키랄 유기 양이온은 두 개 이상의 나프틸기를 가지고,

상기 키랄 유기 양이온은 원편광 이색성을 가지는 것으로, 원평광 이색성 비대칭 인자(g_{CD})가 0.045 이상인 것을 특징으로 하는 1D 키랄 페로브스카이트 물질.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 금속 양이온은 Pb, Sn, Bi, 및 Sb로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 1D 키랄 페로브스카이트 물질.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 키랄 유기 양이온은,

R-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (R-DABN) 및 S-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (S-DABN) 중 적어도 하나를 포함하되,

상기 키랄 유기 양이온에 포함된 하나 이상의 아민기가 I(iodine)으로 치환된 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 1D 키랄 페로브스카이트 물질.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 키랄 유기 양이온은 300nm 내지 500nm의 파장 범위에서 원편광 이색성을 가지는 것을 특징으로 하는 1D 키랄 페로브스카이트 물질.

청구항 5

삭제

청구항 6

전극; 및 상기 전극과 접하는 페로브스카이트 물질층을 포함하되,

상기 페로브스카이트 물질층은 1D 키랄 페로브스카이트 물질을 포함하는 것으로,

상기 1D 키랄 페로브스카이트 물질은,

유기 양이온; 금속 양이온; 및 할로겐 원소로 구성된 1차원 페로브스카이트 구조를 가지되,

상기 유기 양이온은 키랄성을 가지는 키랄 유기 양이온을 포함하고,

상기 키랄 유기 양이온은 두 개 이상의 나프틸기를 가지고,

상기 키랄 유기 양이온은 원편광 이색성을 가지는 것으로, 원평광 이색성 비대칭 인자(g_{CD})가 0.045 이상인 것을 특징으로 하는 원편광 검출기.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 금속 양이온은 Pb, Sn, Bi, 및 Sb로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 원편광 검출기.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 키랄 유기 양이온은,

R-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (R-DABN) 및 S-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (S-DABN) 중 적어도 하나를 포함하되,

상기 키랄 유기 양이온에 포함된 하나 이상의 아민기가 I(iodine)으로 치환된 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 원편광 검출기.

청구항 9

삭제

청구항 10

제6항에 있어서, 상기 원편광 검출기는 300nm 내지 500nm의 파장 범위를 가지는 광의 원편광성을 검출할 수 있는 것을 특징으로 하는 원편광 검출기.

청구항 11

동일 평면 상에 위치하는 복수개의 픽셀을 포함하되,

상기 복수개의 픽셀 각각은 제1항의 1D 키랄 페로브스카이트 물질을 포함하여 좌편광과 우편광 신호의 차이를 검출하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 복수개의 픽셀 각각은,

상부 전극; 하부 전극; 및 상기 상부 전극과 하부 전극 사이에 위치하는 페로브스카이트 물질층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 페로브스카이트 물질층은 R-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (R-DABN) 및 S-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (S-DABN) 중에서 선택되는 어느 하나의 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 상부 전극은 투명전극인 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 1D 키랄 페로브스카이트 및 이를 적용한 원편광 검출기에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 종래에 개시된 적 없는 신규한 키랄 양이온 물질을 구성으로 하여 높은 비대칭 인자를 가지는 일차원 키랄 페로브스카이트 및 이를 적용한 원편광 검출기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 기존 원편광 검출기는 선형 편광기(linear polarizer)와 quarter waveplate (사분파장판)로 구성된 비키랄 물질 기반의 소자 구조에 의존하며, 이러한 복잡한 장치 구성은 장비 소형화의 장애가 되고 있었다.

[0003] 상기 문제를 해결하기 위해, 최근 키랄성을 도입한 페로브스카이트를 기반으로 한 광 검출기 연구가 활발히 진행 중이며, 이는 높은 흡수계수와 방향 선택성을 제공하며 광 검출기의 소형화를 가능하게 한다.

[0004] 상기 키랄성(chirality)은 겹쳐지지 않는 거울 이미지가 있는 물체의 기하학적 속성을 말하는데, 이때 키랄 광

학 특성(chiroptical effect)은 키랄 재료의 좌편광(LCP)과 우편광(RCP)에 따라 달라지는 굴절률(refractive index) 및 소멸 계수(extinction coefficient)로부터 기인한다.

[0005] 키랄성을 가지는 키랄 페로브스카이트는, 기존 페로브스카이트의 A site에 R/S-MBA(R/S-α-Methylbenzylamine), R/S-NEA(R/S-1-(1-Naphthyl)ethylamine), R/S-PEA(R/S-1-Phenylethylamine), 등과 같은 키랄성을 가진 유기 양이온 도입으로 합성할 수 있다.

[0006] 이때, 키랄성을 가진 유기 양이온이 무기 옥타헤드라 구조에 왜곡을 일으키고, 이를 통해 원편광 흡수가 더 많이 일어나도록 한다.

[0007] 상기 키랄성을 가지는 물질을 사용할 경우, 추가적인 장치 없이 즉각적인 원편광 검출이 가능하다는 장점이 있다.

[0008] 다만, 상술한 R/S-MBA(R/S-α-Methylbenzylamine), R/S-NEA(R/S-1-(1-Naphthyl)ethylamine), R/S-PEA(R/S-1-Phenylethylamine), 등과 같은 키랄성을 가진 유기 양이온을 도입한 기존의 일차원 키랄 페로브스카이트는 낮은 비대칭성 인자를 가지는 한계가 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 중국 등록특허 제 115124432호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 신규한 키랄 양이온 물질을 구성으로 하여 높은 비대칭 인자를 가지는 일차원 키랄 페로브스카이트 및 이를 적용한 원편광 검출기를 제공하는 것이다.

[0012] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예는 1D 키랄 페로브스카이트 물질을 제공한다.

[0015] 본 발명의 일 실시 예에 따른 상기 1D 키랄 페로브스카이트 물질은,

[0016] 유기 양이온; 금속 양이온; 및 할로겐 원소로 구성된 1차원 페로브스카이트 구조를 가지되, 상기 유기 양이온은 키랄성을 가지는 키랄 유기 양이온을 포함하고, 상기 키랄 유기 양이온은 두 개 이상의 나프틸기를 가지는 것을 특징으로 하는 1D 키랄 페로브스카이트 물질일 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 금속 양이온은 Pb, Sn, Bi, 및 Sb로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 1D 키랄 페로브스카이트 물질이 있을 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 키랄 유기 양이온은, R-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (R-DABN) 및 S-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (S-DABN) 중 적어도 하나를 포함하되, 상기 키랄 유기 양이온에 포함된 하나 이상의 아민기가 I(iodine)으로 치환된 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 1D 키랄 페로브스카이트가 있을 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 키랄 유기 양이온은 300nm 내지 500nm의 파장 범위에서 원편광 이색성을 가지는 것을 특징으로 하는 1D 키랄 페로브스카이트가 있을 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 키랄 유기 양이온은 원편광 이색성을 가지는 것으로, 원평광 이색성 비대칭 인자(g_{CD})가 0.045 이상인 것을 특징으로 하는 1D 키랄 페로브스카이트가 있을 수 있다.

[0023] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예는 원편광 검출기를 제공한다.

[0024] 본 발명의 일 실시 예에 따른 상기 원편광 검출기는, 전극; 및 상기 전극과 접하는 페로브스카이트 물질층을 포함하되, 상기 페로브스카이트 물질층은 1D 키랄 페로브스카이트 물질을 포함하는 것으로,

[0025] 상기 1D 키랄 페로브스카이트 물질은, 유기 양이온; 금속 양이온; 및 할로겐 원소로 구성된 1차원 페로브스카이트 구조를 가지되, 상기 유기 양이온은 키랄성을 가지는 키랄 유기 양이온을 포함하고, 상기 키랄 유기 양이온은 두 개 이상의 나프틸기를 가지는 것을 특징으로 하는 원편광 검출기일 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 금속 양이온은 Pb, Sn, Bi, 및 Sb로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 원편광 검출기가 있을 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 키랄 유기 양이온은, R-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (R-DABN) 및 S-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (S-DABN) 중 적어도 하나를 포함하되, 상기 키랄 유기 양이온에 포함된 하나 이상의 아민기가 I(iodine)으로 치환된 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 원편광 검출기가 있을 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 키랄 유기 양이온은 원편광 이색성을 가지는 것으로, 원평광 이색성 비대칭 인자(g_{CD})가 0.045 이상인 것을 특징으로 하는 원편광 검출기가 있을 수 있다.

[0029] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 원편광 검출기는 300nm 내지 500nm의 파장 범위를 가지는 광의 원편광성을 검출할 수 있는 것을 특징으로 하는 원편광 검출기가 있을 수 있다.

[0031] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예는 이미지 센서를 제공한다.

[0032] 본 발명의 일 실시 예에 따른 상기 이미지 센서는,

[0033] 동일 평면 상에 위치하는 복수개의 픽셀을 포함하되, 상기 복수개의 픽셀 각각은 제1항의 1D 키랄 페로브스카이트 물질을 포함하여 좌편광과 우편광 신호의 차이를 검출하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서일 수 있다.

[0034] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 복수개의 픽셀 각각은, 상부 전극; 하부 전극; 및 상기 상부 전극과 하부 전극 사이에 위치하는 페로브스카이트 물질층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서가 있을 수 있다.

[0035] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 페로브스카이트 물질층은 R-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (R-DABN) 및 S-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (S-DABN) 중에서 선택되는 어느 하나의 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서가 있을 수 있다.

[0036] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 상부 전극은 투명전극인 것을 특징으로 하는 이미지 센서가 있을 수 있다.

[0037] 상기 투명전극으로 ITO 등의 물질이 사용될 수 있다.

발명의 효과

[0039] 본 발명의 일 실시예에 따르면 신규한 키랄 양이온 물질을 구성으로 하여 높은 비대칭 인자를 가지는 일차원 키랄 페로브스카이트 설계 및 합성 지침을 제공하고, 추가적인 층의 도입 없이 원편광 검출을 가능하게 하는 광검출기를 제공할 수 있다.

[0040] 본 발명의 일 실시예에 따르는 신규한 키랄성 페로브스카이트는 빛의 편광 특성을 감지할 수 있는 광센서 및 광통신 기술로도 응용될 수 있으며 특히, 암호화 또는 보안 광통신 기술로도 응용할 수 있다.

[0041] 본 발명의 일 실시예에 따르는 신규한 키랄성 페로브스카이트 박막은 ion etching(dry etching), chemical etching(wet etching), nano imprinting 기법 등을 통하여 패터닝이 가능하고, 패터닝을 통해 편광 이미지 센서로도 활용할 수 있다.

[0042]

[0043] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0045] 도1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 원편광 검출기를 간략하게 표현한 모식도이다.

도2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 원편광 검출기를 간략하게 표현한 모식도 및 이의 단면도이다.

도3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 키랄성을 가진 유기 양이온을 적용한 신규한 1D 키랄 페로브스카이트의 원편광 이색성을 나타내는 그래프이다.

도4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 1D 키랄 페로브스카이트에 도입되는 키랄 유기 양이온의 구조 및 이의 FT-IR 스펙트럼이다.

도5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 1D 키랄 페로브스카이트의 결정 구조 및 밴드갭을 확인할 수 있는 여러 실험 데이터를 나타낸 그래프이다.

도6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 1D 키랄 페로브스카이트의 키랄 광학적 특성을 분석한 실험 데이터를 나타낸 그래프이다.

도7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 1D 키랄 페로브스카이트 기반 원편광 검출기의 성능을 분석한 실험 데이터를 나타낸 그래프이다.

도8은 1D 키랄 페로브스카이트에 도입된 유기 양이온의 종류에 따른 원편광 이색성 비대칭인자(g_{CD})를 정리한 표이다.

도9는 1D 키랄 페로브스카이트에 도입된 유기 양이온의 종류에 따른 수평 구조 소자 응답 비대칭인자(g_{res})를 정리한 표이다.

도10은 본 발명의 일 실시예에 따르는 이미지 센서의 구조를 간략하게 나타낸 평면도 및 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0046] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있는 바, 여기에서 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0047] 또한, 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0048] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결(접속, 접촉, 결합)"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.

[0049] 또한, 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 “상에” 있다고 할 경우, 이는 다른 부분 “바로 위에” 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 또한, 본 명세서에 있어서, 어느 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 상(on)에 형성되었다고 할 경우, 상기 형성된 방향은 상부 방향만 한정되지 않으며 측면이나 하부 방향으로 형성된 것을 포함한다. 반대로 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 “아래에” 있다고 할 경우, 이는 다른 부분 “바로 아래에” 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다.

[0050] 본 명세서에서 '상면'과 '하면'은 본 발명의 기술적 사상을 이해하기 쉽게 설명하기 위하여 상대적인 개념으로 사용된 것이다. 따라서, '상면'과 '하면'은 특정한 방향, 위치 또는 구성 요소를 지칭하는 것이 아니고 서로 호환될 수 있다.

[0051] 예를 들어, '상면'이 '하면'이라고 해석될 수도 있고, '하면'이 '상면'으로 해석될 수도 있다. 따라서, '상면'을 '제1'이라고 표현하고 '하면'을 '제2'라고 표현할 수도 있고, '하면'을 '제1'로 표현하고 '상면을 '제2'라고 표현할 수도 있다. 그러나, 하나의 실시예 내에서는 '상면'과 '하면'이 혼용되지 않는다.

[0052] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0053] 또한, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소

를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.

[0054] 본 명세서에서 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 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0056] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0057] 도3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 키랄성을 가진 유기 양이온을 적용한 신규한 1D 키랄 페로브스카이트의 원편광 이색성을 나타내는 그래프이다.

[0058] 도3을 참조하여 본 발명의 일 실시 예에 따른 1D 키랄 페로브스카이트 물질을 설명한다.

[0060] 상기 실시예의 일례로, 유기 양이온; 금속 양이온; 및 할로겐 원소로 구성된 1차원 페로브스카이트 구조를 가지되, 상기 유기 양이온은 키랄성을 가지는 키랄 유기 양이온을 포함하고, 상기 키랄 유기 양이온은 두 개 이상의 나프틸기를 가지는 것을 특징으로 하는 1D 키랄 페로브스카이트 물질이 있을 수 있다.

[0062] 키랄성(chirality)은 겹쳐지지 않는 거울 이미지가 있는 물체의 기하학적 속성을 의미한다. 키랄 광학 특성(chiroptical effect)은 키랄 재료의 좌편광(LCP)과 우편광(RCP)에 따라 달라지는 굴절률(refractive index) 및 소멸 계수(extinction coefficient)로부터 기인하는데, 최근 키랄성을 도입한 페로브스카이트를 기반으로 한 광 검출기 연구가 활발히 진행 중이며, 이는 높은 흡수계수와 방향 선택성을 제공하며 광 검출기를 보다 작은 크기로 제공할 수 있도록 한다.

[0064] 키랄 페로브스카이트 물질을 사용하는 경우, 기존의 페로브스카이트(ABX_3)가 가지는 높은 광 흡수 특성, 낮은 비방사성 재결합 속도, 및 긴 전하 확산 길이, 등의 장점을 유지하면서, 동시에 키랄 구조 특유의 광학 특성(chiroptical effect)을 가질 수 있다.

[0066] 이때 상기 페로브스카이트의 ABX_3 구조에 있어서, 상기 A는 유기 양이온을, 상기 B는 금속 양이온을, 상기 X는 할로겐 원소를 의미한다.

[0068] 상기 할로겐 원소로 F, Cl, Br, 및 I 중에서 선택되는 어느 하나 이상을 사용할 수 있다.

[0069] 또한, 상기 금속 양이온은 Pb, Sn, Bi, 및 Sb로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0070] 다만, 본 발명의 주요 특징은 상기 유기 양이온에 적용되는 키랄 유기 양이온에 존재하는 것이므로, 상기 할로겐 원소 및 금속 음이온은 전술한 물질에 특히 한정되는 것은 아니다.

[0072] 기본적으로 키랄성을 가지는 키랄 페로브스카이트 물질은 페로브스카이트의 상기 A site에 키랄성을 가진 유기 양이온을 도입하여 합성할 수 있다.

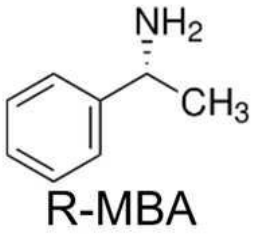
[0073] 종래 연구의 경우에는, 상기 유기 양이온으로 R/S-MBA(R/S-α-Methylbenzylamine), R/S-NEA(R/S-1-(1-Naphthyl)ethylamine), R/S-PEA(R/S-1-Phenylethylamine), 등의 물질을 사용해왔다.

[0075] 상기와 같이 키랄성을 가진 유기 양이온을 페로브스카이트 물질의 A site에 도입하는 경우, 상기 유기 양이온이 페로브스카이트 물질의 무기 옥타헤드라 구조에 왜곡을 일으키게 되고, 종국적으로 더 많은 양의 원평광 흡수가 가능하게 된다.

[0076] 즉, 상기 유기 양이온을 페로프스카이트 물질의 A site에 도입했을 때, 페로브스카이트 물질의 무기 옥타헤드라 구조에 발생하는 왜곡의 정도가 클수록 원편광 흡수가 더 많이 일어나기 때문에 보다 우수한 원편광 이색성을 가질 수 있다.

[0077] 가령, 상기 MBA(R/S-α-Methylbenzylamine)의 경우에는 하기 화학식1의 구조를 갖는다.

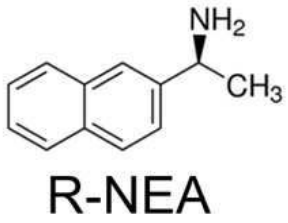
[0078] [화학식1]



[0079]

[0080] 또한, 상기 NEA(R/S-1-(1-Naphthyl)ethylamine)의 경우에는 하기 화학식2의 구조를 갖는다.

[0081] [화학식2]



[0082]

[0084] 상기 화학식1로 표현되는 MBA(R/S-α-Methylbenzylamine)와 상기 화학식2로 표현되는 NEA(R/S-1-(1-Naphthyl)ethylamine)를 비교해 보면,

[0085] 상기 R/S-MBA 유기 양이온이 가지고 있는 페닐(phenyl) 그룹은 벤젠 고리가 하나이고, 상기 R/S-NEA 유기 양이온이 가지고 있는 나프틸(naphthyl) 그룹은 벤젠 고리가 두 개이기 때문에, 상기 R/S-MBA 유기 양이온이 상기 R/S-NEA 유기 양이온보다 크기가 더 크다.

[0086] 따라서, 페로브스카이트에 상기 R/S-MBA 유기 양이온이 도입되는 경우보다 상기 R/S-NEA 유기 양이온이 도입되는 경우에, 상기 페로브스카이트 물질의 무기 옥타헤드라 구조에 더 큰 왜곡이 발생하게 되고, 종국적으로 원편광 흡수가 더 많이 일어나게 된다.

[0088] 다만, 그럼에도 불구하고 상기 유기 양이온들을 적용한 기존의 일차원 키랄 페로브스카이트 물질은 낮은 비대칭성 인자를 가지는 한계점을 갖는다.

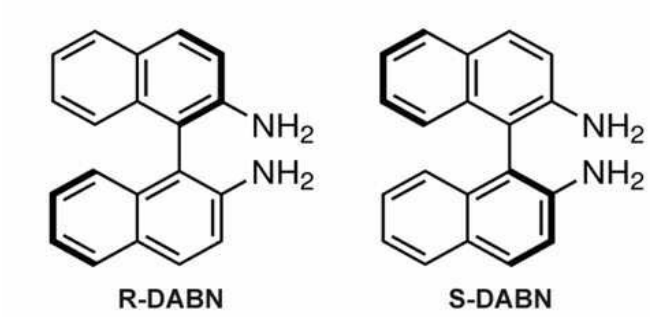
[0090] 상기 한계점과 관련하여, 본 발명의 상기 실시예의 경우에는,

[0091] 상기 키랄 유기 양이온으로 R-1,1′-Binaphthyl-2,2′-diamine (R-DABN) 및 S-1,1′-Binaphthyl-2,2′-diamine (S-DABN) 중 적어도 하나를 포함하되, 상기 키랄 유기 양이온에 포함된 하나 이상의 아민기가 I(iodine)으로 치환된 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 1D 키랄 페로브스카이트 물질이 있을 수 있다.

[0093] 상기 (R, S)-1,1′-Binaphthyl-2,2′-diamine (R/S-DABN)을 사용한 키랄 페로브스카이트는 기존에 보고된 바 없는 신규한 키랄 페로브스카이트 물질로,

[0094] 상기 (R, S)-1,1′-Binaphthyl-2,2′-diamine (R/S-DABN)은 하기 화학식3으로 표현된다.

[0095] [화학식3]



[0096]

[0098] 상기 화학식3을 참조하면, 상기 (R, S)-1,1′-Binaphthyl-2,2′-diamine (R/S-DABN)은 두 개의 나프틸(naphthyl)기를 포함하기 때문에, 총 4개의 벤젠 고리를 가지는 것으로,

[0099] 기존 보고된 유기 양이온들(R/S-MBA(R/S-α-Methylbenzylamine), R/S-NEA(R/S-1-(1-Naphthyl)ethylamine), R/S-PEA(R/S-1-Phenylethylamine), 등)보다 더 많은 벤젠 고리를 가지고 있는 것을 확인할 수 있다.

[0101] 전술한 바와 같이, 상기 R/S-MBA 유기 양이온이 가지고 있는 페닐(phenyl) 그룹은 벤젠 고리가 하나이고, 상기 R/S-NEA 유기 양이온이 가지고 있는 나프틸(naphthyl) 그룹은 벤젠 고리가 두 개이기 때문에,

[0102] 상기 R/S-MBA 유기 양이온을 적용할 때가 상기 R/S-NEA 유기 양이온을 적용할 때보다 페로브스카이트 물질의 무기 옥타헤드라 구조에 더 큰 왜곡을 일으킨 것처럼,

[0103] 상기 실시예의 일례에 따르는 (R, S)-1,1′-Binaphthyl-2,2′-diamine (R/S-DABN)은 두 개의 나프틸(naphthyl)기를 포함하기 때문에, 총 4개의 벤젠 고리를 가지는 것으로,

[0104] 종래의 유기 양이온들(R/S-MBA(R/S-α-Methylbenzylamine), R/S-NEA(R/S-1-(1-Naphthyl)ethylamine), R/S-PEA(R/S-1-Phenylethylamine), 등)을 도입하는 경우보다 페로브스카이트 물질의 무기 옥타헤드라 구조에 더 큰 왜곡을 발생시키고, 종국적으로 원편광 흡수가 더 많이 일어나게 되어, 보다 우수한 원평광 이색성을 갖게 된다.

[0105] 도3을 참조하면, 상기 (R, S)-1,1′-Binaphthyl-2,2′-diamine (R/S-DABN) 키랄 유기 양이온의 원평광 이색성을 확인할 수 있다.

[0106] 실제 실험 데이터를 살펴보면, 상기 (R, S)-1,1′-Binaphthyl-2,2′-diamine (R/S-DABN)을 적용하는 경우, 기존 보고된 1D chiral perovskite 중 가장 높은 원편광 이색성 비대칭인자를 가지는 것을 확인할 수 있는데, 구체적인 실험 데이터는 이하 실험예를 통해 설명한다.

[0108] 또한, 상기 (R, S)-1,1′-Binaphthyl-2,2′-diamine (R/S-DABN) 키랄 유기 양이온에 포함된 하나 이상의 아민기를 I(iodine)으로 치환시키는데,

[0109] 상기와 같이 아민기를 아이오딘(I)으로 치환해야 안정적인 페로브스카이트 구조를 형성할 수 있을 뿐만 아니라,

[0110] 아이오딘(I)으로 치환된 키랄 유기양이온이 페로브스카이트 구조체의 defect를 줄여주는 역할도 수행할 수 있다.

[0112] 만약, 상기 아민기를 아이오딘(I)으로 치환하지 않는다면, 페로브스카이트 무기 옥타헤드라 구조체에 키랄 유기양이온이 자리잡을 수 없을 뿐만 아니라,

[0113] 상술한 defect를 줄여주는 효과 또한 얻을 수 없게 된다.

[0115] 이때, 상기 I(아이오딘)뿐만 아니라, Br(브로민) 또는 Cl(클로린)으로도 치환할 수 있지만, 치환하는 할로겐 원소에 따라 흡수 파장대나 방출 파장대 등 광학적, 구조적, 전자적 특성이 바뀌게 된다.

[0117] 상기 실시예의 경우에는, 상기 (R, S)-1,1′-Binaphthyl-2,2′-diamine (R/S-DABN) 키랄 유기 양이온에 포함된 하나 이상의 아민기를 I(iodine)으로 치환함으로써,

[0118] 상기 키랄 유기 양이온은 300nm 내지 500nm의 파장 범위에서 원편광 이색성을 가질 수 있다.

[0119] 상기와 같이 300nm 내지 500nm의 파장 범위에서 원편광 이색성을 가지는 경우, 가시광선 영역에서 선택적 필터링이 가능하다는 장점이 있다.

[0121] 상기 실시예의 일례로, 상기 키랄 유기 양이온은 원편광 이색성을 가지는 것으로, 원평광 이색성 비대칭 인자(g_{CD})가 0.045 이상인 것을 특징으로 하는 1D 키랄 페로브스카이트 물질이 있을 수 있다.

[0123] 본 발명의 일 실시예에 따르는 신규한 키랄성 페로브스카이트 물질은 박막의 형태로도 구비할 수 있는데, 상기 실시예에 따르는 키랄성 페로브스카이트 박막은 ion etching(dry etching), chemical etching(wet etching), nano imprinting 기법 등을 통하여 패터닝이 가능하고, 상기 박막 패터닝을 통해 편광 이미지 센서로도 활용할 수 있다.

[0125] 도1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 원편광 검출기를 간략하게 표현한 모식도이다.

[0126] 도2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 원편광 검출기를 간략하게 표현한 모식도 및 이의 단면도이다.

[0127] 도1 및 도2를 참조하여 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 원편광 검출기를 설명한다.

[0129] 도1을 참조하면, 상기 실시예의 일례로, 전극(40); 및 상기 전극(40)과 접하는 페로브스카이트 물질층(30)을 포함하되,

[0130] 상기 페로브스카이트 물질층(30)은 1D 키랄 페로브스카이트 물질을 포함하는 것으로, 상기 1D 키랄 페로브스카이트 물질은, 유기 양이온; 금속 양이온; 및 할로겐 원소로 구성된 1차원 페로브스카이트 구조를 가지되, 상기 유기 양이온은 키랄성을 가지는 키랄 유기 양이온을 포함하고, 상기 키랄 유기 양이온은 두 개 이상의 나프틸기를 가지는 것을 특징으로 하는 원편광 검출기가 있을 수 있다.

[0131] 즉, 전술한 실시예에 따르는 1D 키랄 페로브스카이트 물질이 적용된 원편광 검출기이다.

[0132] 이때, 상기 페로브스카이트 물질층(30)은 상기 전극과 접하는 경우면 충분하되, 도1과 같이, 상기 페로브스카이트 물질층(30)이 상기 전극(40)을 둘러싸는 형태도 가능하다.

[0134] 상기 원편광 검출기는 상기 1D 키랄 페로브스카이트 물질 발명이 가지는 기술적 사상의 특징을 그대로 포함하는 발명으로, 상기 1D 키랄 페로브스카이트 물질의 설명에서 전술한 내용이 그대로 적용될 수 있다.

[0136] 전술한 바와 같이, 상기 할로겐 원소로 F, Cl, Br, 및 I 중에서 선택되는 어느 하나 이상을 사용할 수 있고,

[0137] 또한, 상기 금속 양이온은 Pb, Sn, Bi, 및 Sb로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0138] 다만, 본 발명의 주요 특징은 상기 유기 양이온에 적용되는 키랄 유기 양이온에 존재하는 것이므로, 상기 할로겐 원소 및 금속 양이온은 전술한 물질에 특히 한정되는 것은 아니다.

[0140] 상기 실시예의 일례로, 상기 키랄 유기 양이온은, R-1,1′-Binaphthyl-2,2′-diamine (R-DABN) 및 S-1,1′-Binaphthyl-2,2′-diamine (S-DABN) 중 적어도 하나를 포함하되, 상기 키랄 유기 양이온에 포함된 하나 이상의 아민기가 I(iodine)으로 치환된 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 원편광 검출기가 있을 수 있다.

[0142] 상기 실시예의 일례로, 상기 키랄 유기 양이온은 원편광 이색성을 가지는 것으로, 원평광 이색성 비대칭 인자(g_{CD})가 0.045 이상인 것을 특징으로 하는 원편광 검출기가 있을 수 있다.

[0144] 상기 실시예의 일례로, 상기 원편광 검출기는 300nm 내지 500nm의 파장 범위를 가지는 광의 원편광성을 검출할 수 있는 것을 특징으로 하는 원편광 검출기가 있을 수 있다.

[0146] 상기 원편광 검출기는 상기 키랄 유기 양이온이 가지는 원편광 이색성 파장범위와 같은 파장 영역의 원편광을 검출할 수 있다.

[0147] 원편광 이색성 데이터에서 300-500nm영역에 빛을 흡수할 수 있고, 특히 410 nm 내지 430nm의 파장 범위에서 가장 많은 빛 반응성을 보이기 때문에 위 영역에서 원편광성 검출이 가능함을 확인할 수 있다.

[0149] 도10은 본 발명의 일 실시예에 따르는 이미지 센서의 구조를 간략하게 나타낸 평면도 및 단면도이다.

[0150] 도10을 참조하여 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 이미지 센서를 설명한다.

[0151] 전술했던 실시예인 신규한 키랄성 페로브스카이트 물질은 박막의 형태로도 구비할 수 있는데, 상기 실시예에 따

르는 키랄성 페로브스카이트 박막은 ion etching(dry etching), chemical etching(wet etching), nano imprinting 기법 등을 통하여 패터닝이 가능하고, 상기 박막 패터닝을 통해 편광 이미지 센서로도 활용할 수 있다.

[0153] 상기 실시예의 일례로, 동일 평면 상에 위치하는 복수개의 픽셀을 포함하되, 상기 복수개의 픽셀 각각은 제1항의 1D 키랄 페로브스카이트 물질을 포함하여 좌편광과 우편광 신호의 차이를 검출하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서가 있을 수 있다.

[0154] 이때, 상기 동일 평면상에 위치하는 복수개의 픽셀은, 상술한 바와 같이 좌편광과 우편광 신호의 차이를 검출하는 것을 목적으로 하는 바, 2개 이상이면 모두 가능하다.

[0155] 가령, 상기 동일 평면상에 위치하는 복수개의 픽셀은 도10의 a에서 확인할 수 있는 것과 같이 특별히 제한되지 않고, 필요에 따라 적용하는 픽셀의 개수를 추가하거나 줄일 수 있다.

[0156] 이때, 상기 각 픽셀들은 각기 두가지 다른 방향성을 가지는 1D 키랄 페로브스카이트 물질을 포함할 수 있으며, 상기 방향성의 경우 자유롭게 패터닝할 수 있다.

[0158] 이때, 상기 복수개의 픽셀 각각은, 상부 전극; 하부 전극; 및 상기 상부 전극과 하부 전극 사이에 위치하는 페로브스카이트 물질층;을 포함할 수 있다.

[0159] 또한, 상기 실시예의 일례로, 상기 페로브스카이트 물질층은 R-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (R-DABN) 및 S-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (S-DABN) 중에서 선택되는 어느 하나의 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서가 있을 수 있다.

[0161] 도10의 b를 참조하면, 상기 실시예의 일례에 따른 이미지 센서의 단면도를 확인할 수 있는데, 상술한 바와 같이, 상기 복수의 픽셀들이 각각 상부 전극; 하부 전극; 및 상기 상부 전극과 하부 전극 사이에 위치하는 페로브스카이트 물질층;을 포함하고 있음을 확인할 수 있다.

[0162] 또한, 상기 실시예의 일례로, 상기 복수의 픽셀들 상부에 위치하는 마이크로 렌즈를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서가 있을 수 있다.

[0164] 도10의 b를 참조하면, 상기 상부 전극은 빛이 들어오는 방향에 있으므로, 광학적으로 투명한 물질로 구성될 수 있다.

[0165] 즉, 상기 실시예의 일례로, 상기 상부 전극은 투명전극인 것을 특징으로 하는 이미지 센서가 있을 수 있고, 이때 상기 투명 전극은 ITO 등과 같이 투명한 물질이면 족하고, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0167] **실험예 1. (R, S)-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (R/S-DABN) 키랄 유기 양이온의 구조 분석.**

[0168] 도4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 1D 키랄 페로브스카이트에 도입되는 키랄 유기 양이온의 구조 및 이의 FT-IR 스펙트럼이다.

[0169] 도4를 참조하여 상기 실험예를 설명한다.

[0171] 도4의 a를 참조하면, 2개의 나프틸(naphthyl)기를 포함하는 (R, S)-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (R/S-DABN) 키랄 유기 양이온의 화학 구조식을 확인할 수 있다.

[0172] 도4의 b에서는, S-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (S-DABN)의 구조, 상기 S-1,1′ -Binaphthyl-2,2′ -diamine (S-DABN)의 아민기에 I(iodine) 을 치환한 S-DABNI_2 구조, 및 상기 S-DABNI_2를 페로브스카이트의 A site에 도입한 S-DABNPbI_3 구조의 퓨리에 변환 적외선 분광기 (FT-IR)분석을 확인할 수 있다.

[0173] 상기 도4의 b를 참조하면, 최초의 S-DABN의 경우에는 N-H 밴드에 두개의 피크가 형성된 것을 확인할 수 있지만, 이후 S-DABNI_2 및 상기 S-DABNI_2가 도입된 페로브스카이트인 S-DABNPbI_3에서는 상기 N-H 밴드에 피크가 사라지는 것을 확인할 수 있다. 상기와 같은 N-H 밴드의 변화를 통해 S-DABNI_2가 합성되었음을 확인할 수 있다.

[0175] **실험예 2. R/S-DABN 키랄 유기 양이온을 적용한 1D 키랄 페로브스카이트의 구조 분석.**

[0176] 도5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 1D 키랄 페로브스카이트의 결정 구조 및 밴드갭을 확인할 수 있는 여러 실험 데이터를 나타낸 그래프이다.

[0178] 도5의 a에서는, (R-DABN)PbI_3 및 (S-DABN)PbI_3 필름의 XRD 패턴을 확인할 수 있다.

[0179] 도5의 b에서는, 2D-GIWAXS 패턴을 확인할 수 있다.

[0180] 도5의 c에서는 1차원 페로브스카이트인 (S-DABN)PbI_3의 χ 요동 곡선을 확인할 수 있다.

[0182] 상기 도5의 a 내지 c를 참조하면, Chiral perovskite이 1차원 결정구조를 가짐을 확인할 수 있습니다.

[0184] 도5의 d에서는 S-DABNPbI_3 1D 키랄 페로브스카이트 필름의 UPS 스펙트럼을 확인할 수 있다.

[0185] 상기 도5의 d를 참조하면, 합성된 1차원 chiral perovskite의 경우 페르미 레벨과 vacuum 에너지 레벨 사이가 4.62 eV임을 알 수 있고, 이는 일함수를 의미한다.

[0187] 도5의 e에서는 2차 전자 차단 주변의 UPS 스펙트럼을 확인할 수 있다.

[0188] 상기 도5의 e를 참조하면, 합성된 1차원 chiral perovskite의 경우 페르미레벨과 가전자대 사이가 2.02 Ev임을 알 수 있다.

[0190] 도5의 f는 상기 도 5의 d와 e를 바탕으로 나타낸 에너지 다이어그램이다.

[0191] 상기 도5의 f를 참조하면, 상기 도 5의 d와 e를 바탕으로 합성된 chiral perovskite 물질의 에너지 레벨 위치를 알 수 있다.

[0193] 상술한 바와 같이, X 선 회절 분석기와 그레이징 (grazing)입사 광각 X 선 산란 분석을 통해 합성된 키랄 페로브스카이트가 일차원 구조를 가지는 것을 알 수 있고, UV 광전자 분광 측정을 통해 합성된 일차원 키랄 페로브스카이트의 에너지 레벨을 확인할 수 있다.

[0194] 이때, 각 에너지 레벨은 흡수, 발광 영역과도 직결되는 부분이다.

[0195] 가령, 상기 chiral perovskite의 할로게 원소를 I 가 아니라 Br, Cl 등으로 치환하면 에너지 레벨이 달라지게 되고, 이를 통해 흡수, 발광 파장 영역을 조절할 수 있다.

[0197] **실험예 3. R/S-DABN 키랄 유기 양이온을 적용한 1D 키랄 페로브스카이트의 광학 특성 분석.**

[0198] 도6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 1D 키랄 페로브스카이트의 키랄 광학적 특성을 분석한 실험 데이터를 나타낸 그래프이다.

[0199] 도8은 1D 키랄 페로브스카이트에 도입된 유기 양이온의 종류에 따른 원편광 이색성 비대칭인자(g_{CD})를 정리한 표이다.

[0200] 도9는 1D 키랄 페로브스카이트에 도입된 유기 양이온의 종류에 따른 수평 구조 소자 응답 비대칭인자(g_{res})를 정리한 표이다.

[0202] 도6의 a는 (R-DABN)PbI_3 및 (S-DABN)PbI_3의 파장에 따른 원편광 이색성(Circular dichroism) 및 흡광도를 나타낸 그래프이다.

[0203] 상기 도6의 a를 참조하면, (R/S-DABN) 키랄 유기 양이온이 도입된 키랄 일차원 페로브스카이트에 의해 선택적 방향성 빛 흡수가 일어남을 확인할 수 있다.

[0205] 도6의 b는 (R-DABN)PbI_3 및 (S-DABN)PbI_3의 파장에 따른 원편광 이색성(Circular dichroism) 비대칭 인자(g_{CD})를 나타낸 것이다.

[0206] 상기 도6의 b를 참조하면, 합성된 chiral perovskite의 원편광 이색성 비대칭 인자를 확인할 수 있다. 이를 통해, 410 nm 내지 430nm에서 가장 큰 원편광 이색성 비대칭 인자를 가지는 것을 확인할 수 있다.

[0207] 즉, 410 nm 내지 430nm의 파장 범위에서 가장 많은 빛 반응성을 보이기 때문에 위 영역에서 뛰어난 원편광 검출 성능을 가지는 것을 확인할 수 있다.

[0209] 도6의 c는 여러 키랄 유기 양이온을 적용한 1D 키랄 페로브스카이트의 비대칭 인자(g_{CD})를 함께 비교하여 도시한 그래프이다.

[0210] 도6의 c를 참조하면, 종래의 여러 키랄 유기 양이온을 적용한 1D 키랄 페로브스카이트들은 모두 상기 원편광 이

색성(Circular dichroism) 비대칭 인자(g_{CD})가 0.04 이하임을 확인할 수 있는 반면,

[0211] 본 발명의 상기 실시예에 따르는 1D 키랄 페로브스카이트의 경우에는 원편광 이색성(Circular dichroism) 비대칭 인자(g_{CD})가 약 0.05 부근에서 형성되는 것을 확인할 수 있다.

[0212] 이를 통해, 상기 실시예에 따르는 1D 키랄 페로브스카이트의 원편광 이색성 비대칭 인자가 지금까지 보고된 1차원 키랄 페로브스카이트 중 가장 높은 값을 가지는 것을 확인할 수 있다.

[0214] 이에 대해, 도8을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따르는 1D 키랄 페로브스카이트의 원편광 이색성 비대칭 인자가 0.05로 가장 높음을 다시 한 번 확인할 수 있고,

[0215] 도9를 참조하면, 1D 키랄 페로브스카이트에 도입된 유기 양이온의 종류에 따른 수평 구조 소자 응답 비대칭인자(g_{res})의 경우에도,

[0216] 종래의 다른 키랄 유기 양이온을 적용한 1D 키랄 페로브스카이트들과 비교했을 때에도, 본 발명의 실시예에 따르는 1D 키랄 페로브스카이트의 수평 구조 소자 응답 비대칭인자(g_{res})가 0.46으로 가장 높은 수치를 기록한 것을 확인할 수 있다.

[0218] **실험예 4. 본 발명의 일 실시예에 따른 원편광 검출기의 성능 분석.**

[0219] 도7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 1D 키랄 페로브스카이트 기반 원편광 검출기의 성능을 분석한 실험 데이터를 나타낸 그래프이다.

[0221] 도7의 a에서는 1D 키랄 페로브스카이트의 원편광(CPL) 검출기의 일례에 해당하는 구조를 확인할 수 있고,

[0222] 도7의 b에서는 상기 원편광(CPL) 검출기의 단면 구조를 확인할 수 있다.

[0224] 도7의 c는 1D 키랄 페로브스카이트 기반 CPL 검출기의 전압에 따른 광전류 비대칭 인자를 나타낸다.

[0225] 상기 도7의 c를 참조하면, 합성된 키랄 페로브스카이트 광전류 비대칭 인자(g_{Iph})의 값이 R form의 경우 0.46, S form의 경우 0.24의 값을 가짐을 알 수 있는데, 이는 좌편광과 우편광을 구분할 수 있는 능력을 의미한다.

[0227] 도7의 d는 R form의 유기 양이온으로 합성된 키랄 페로브스카이트를 우편광과 좌편광 하에서 전류값을 측정한 데이터이다.

[0228] 도7의 e는 S form의 유기 양이온으로 합성된 키랄 페로브스카이트를 우편광과 좌편광 하에서 전류값을 측정한 데이터이다.

[0230] 상기 도7의 d를 참조하면, 전류-전압 측정을 통해 R-DABN 을 사용한 경우 우편광 빛 조사하에서 더 많은 전류가 흐르는 것을 확인할 수 있고,

[0231] 상기 도7의 e를 참조하면, S-DABN 을 사용한 경우 좌편광 빛 조사하에서 더 많은 전류가 흐름을 확인할 수 있다.

[0232] 이는, 합성된 키랄 1차원 페로브스카이트 물질의 경우 좌편광과 우편광 하에서 전류 값의 차이를 보임에 따라, 상기 키랄 페로브스카이트 기반의 원편광 검출기가 좌편광과 우편광을 구분할 수 있는 능력을 가짐을 의미한다.

[0234] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0235] 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0237] 10: Si wafer

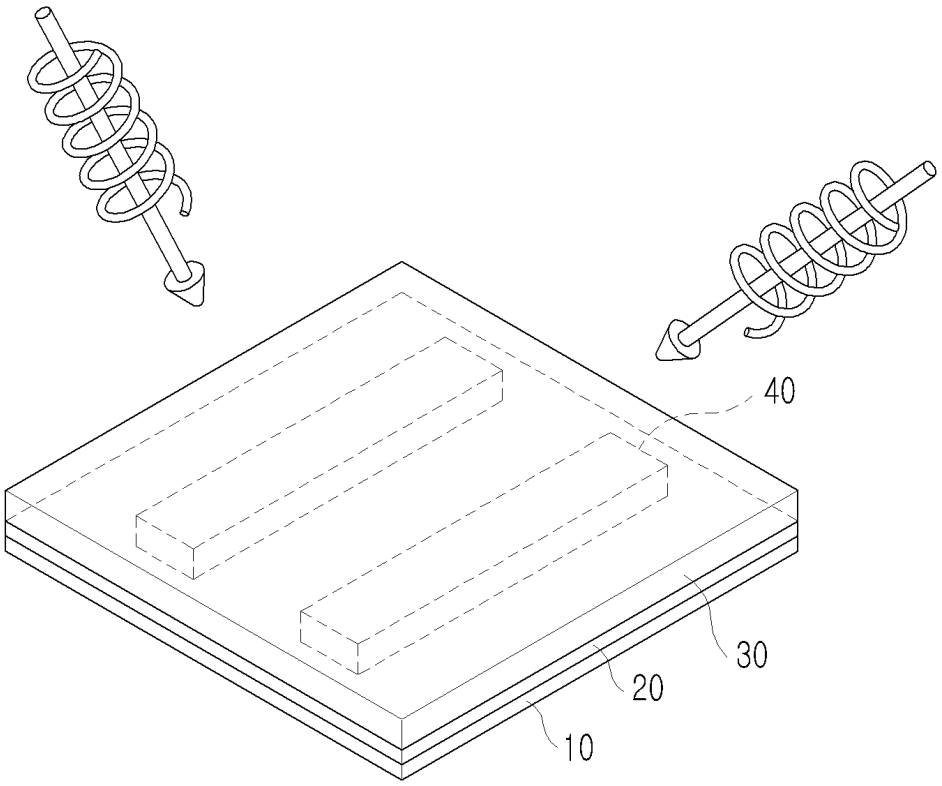
20: SiO_2

30: 1차원 키랄 페로브스카이트 물질층

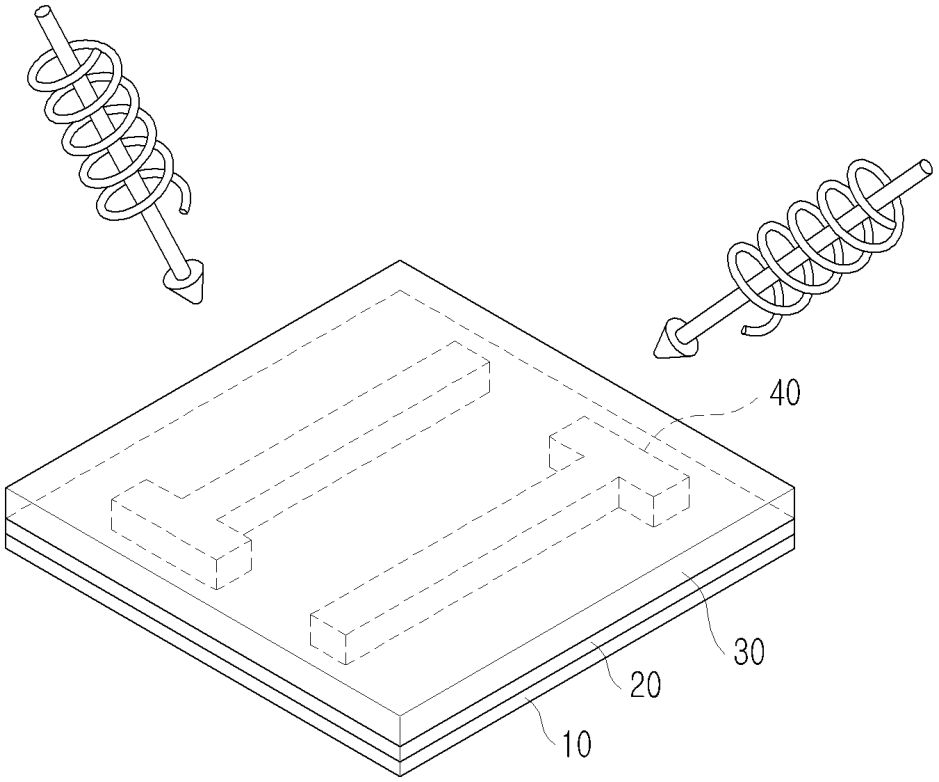
40: 전극

도면

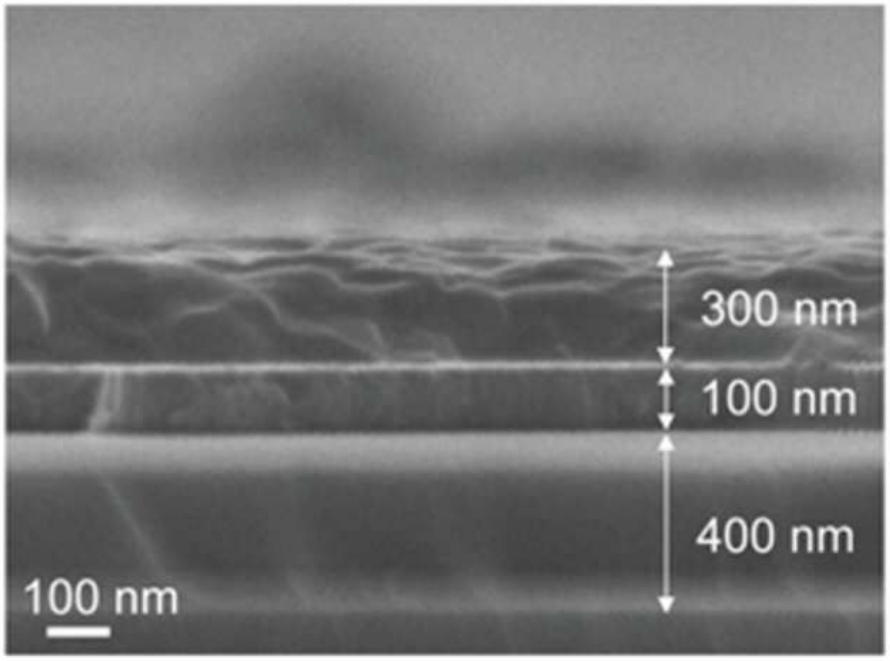
도면1



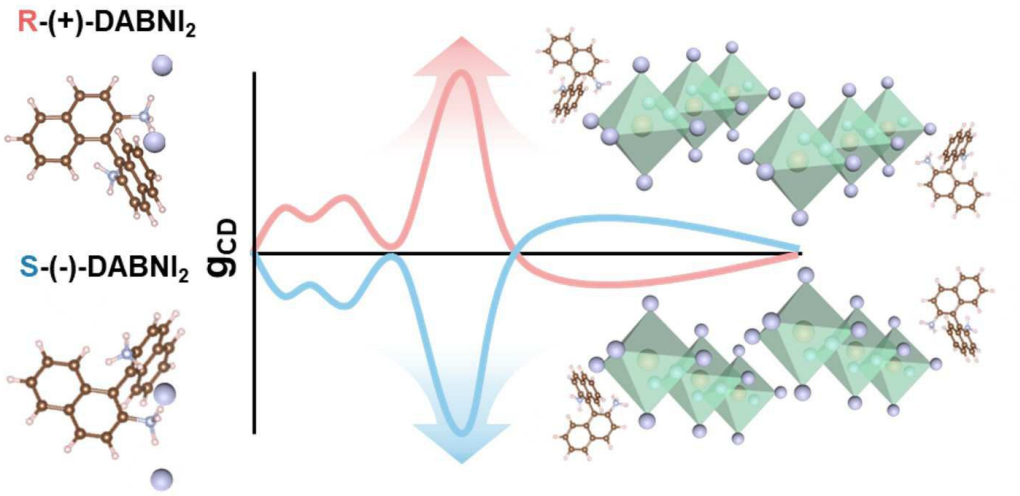
도면2a



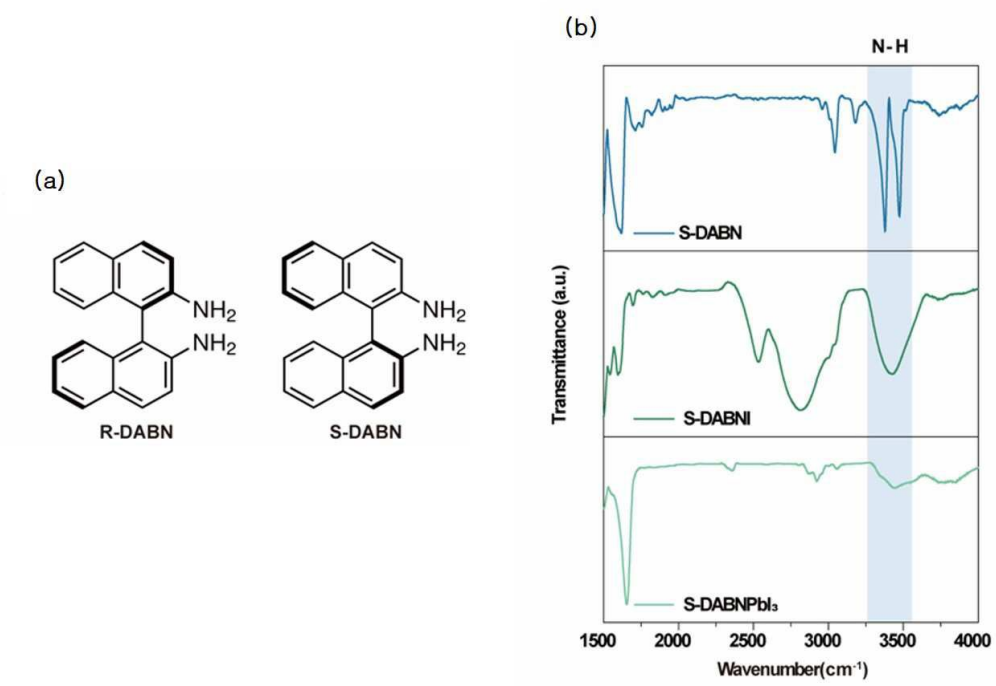
도면2b



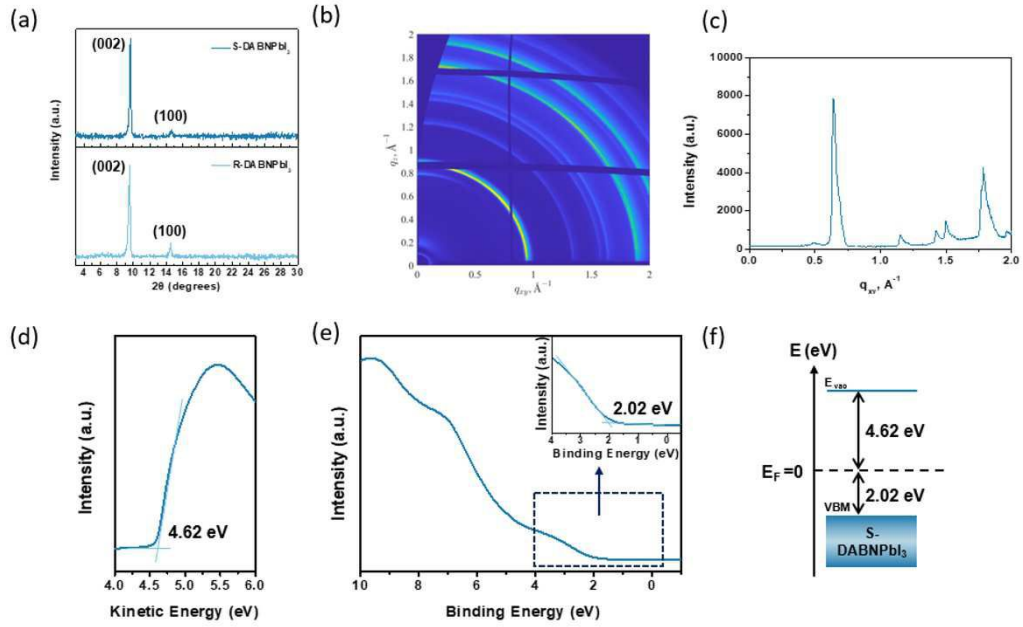
도면3


R-(+)-DABNI2
S-(-)-DABNI2
gCD

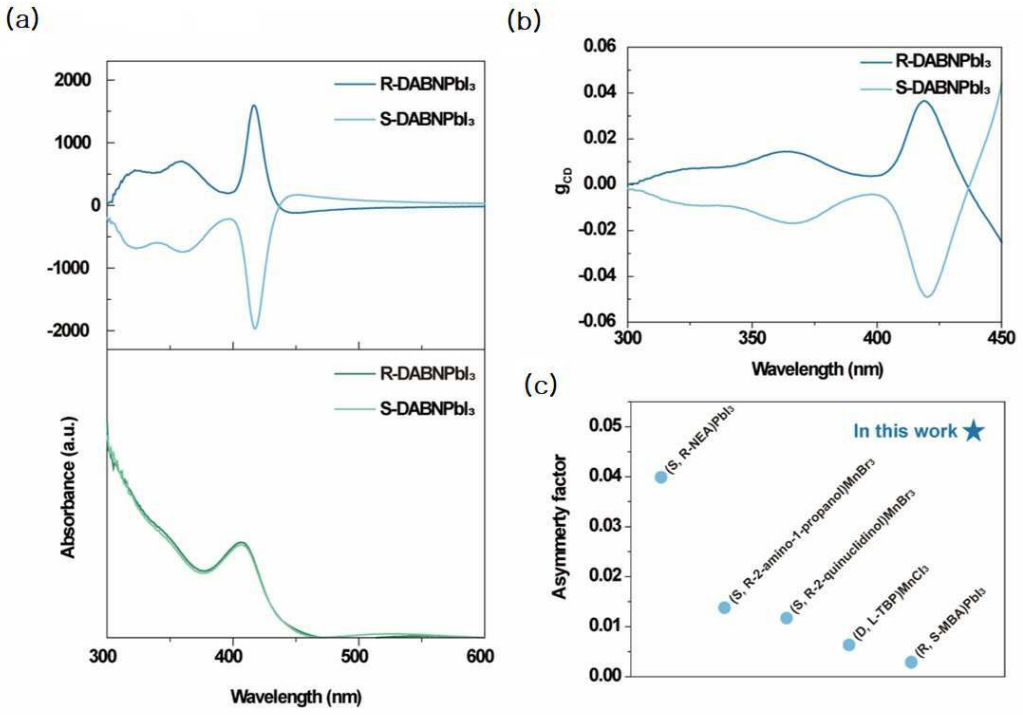
도면4


(a)
NH2
NH2
R-DABN
NH2
NH2
S-DABN
(b)
N-H
S-DABN
S-DABNI
S-DABNPbI3
Transmittance (a.u.)
1500
2000
2500
3000
3500
4000
Wavenumber(cm-1)

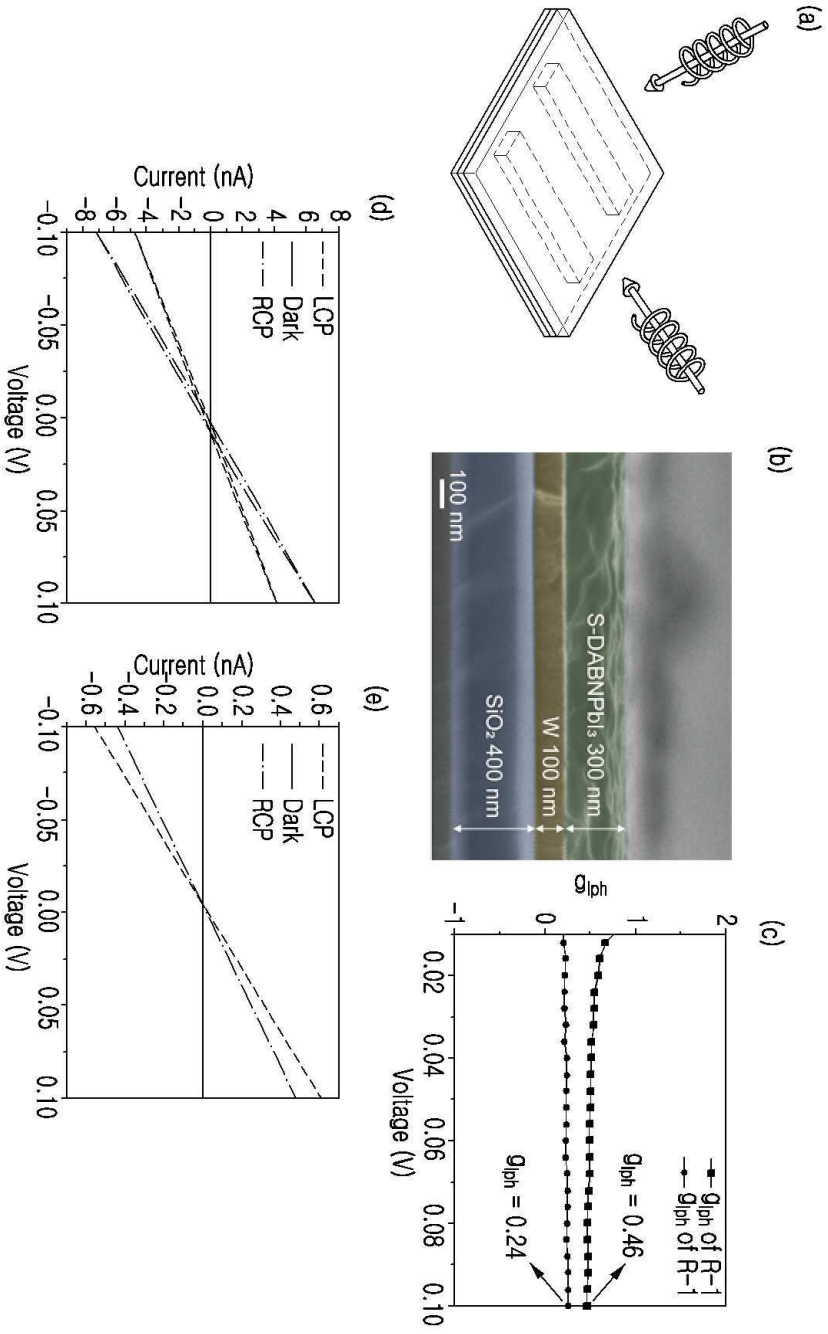
도면5


(a)
(002)
(100)
S-DABNPbI3
R-DABNPbI3
Intensity (a.u.)
2θ (degrees)
(b)
(c)
Intensity (a.u.)
(d)
4.62 eV
Kinetic Energy (eV)
(e)
2.02 eV
Binding Energy (eV)
(f)
E (eV)
E_VBO
4.62 eV
E_F =0
2.02 eV
VBM
S-DABNPbI3

도면6


(a)
R-DABNPbI3
S-DABNPbI3
Absorbance (a.u.)
Wavelength (nm)
(b)
g_CD
Wavelength (nm)
(c)
Asymmetry factor
In this work
(S, R-NEA)PbI3
(S, R-2-amino-1-propanol)MnBr3
(S, R-2-quinuclidinol)MnBr3
(D, L-TBP)MnCl3
(R, S-MBA)PbI3

도면7


(a)
(b)
S-DABNPbI3 300 nm
W 100 nm
SiO2 400 nm
100 nm
(c)
glph
Voltage (V)
glph of R-1
glph of R-1
glph = 0.46
glph = 0.24
(d)
Current (nA)
Voltage (V)
LCP
Dark
RCP
(e)
Current (nA)
Voltage (V)
LCP
Dark
RCP

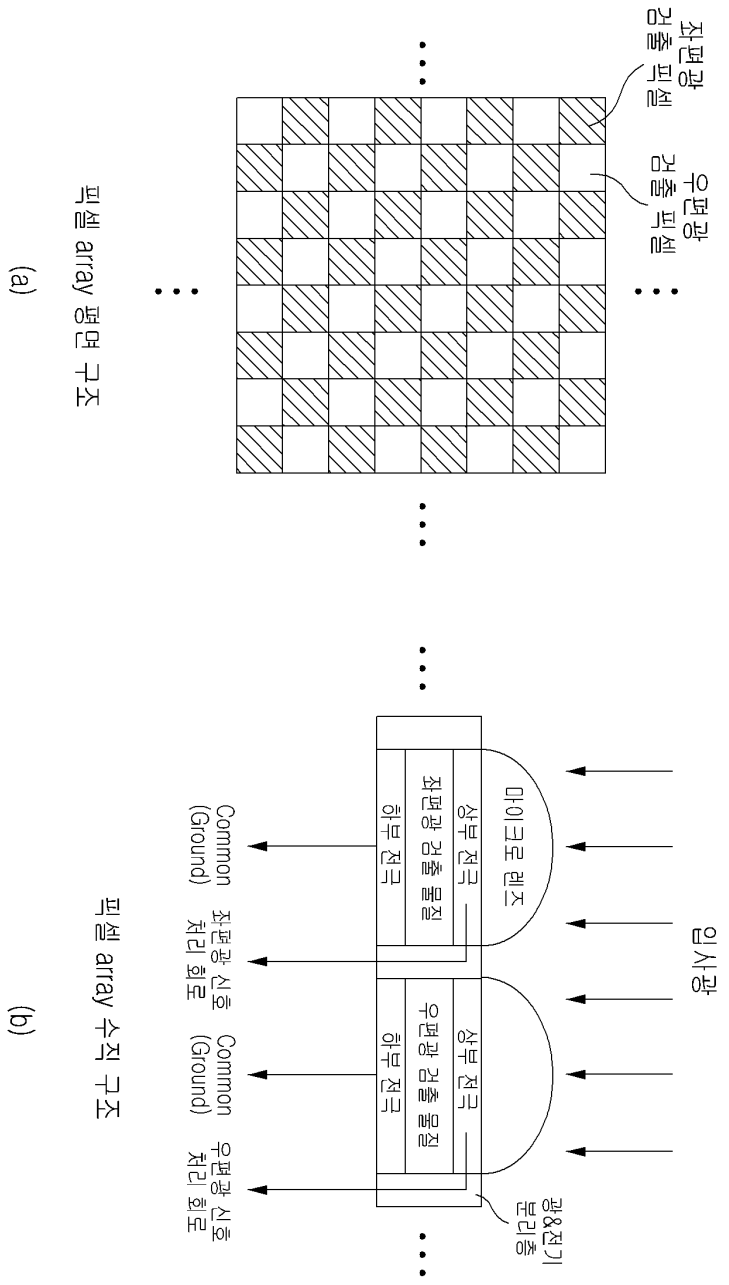
도면8

사용된 유기 양이온	원평광 이색성 비대칭인자(g_{CD})
(R/s-NEA)PbI_3	0.04
(D/L-alaninol)$MnBr_3$	0.0137
(R/S-2-quinuclidinol)$MnBr_3$	0.0117
(D/L-TBP)$MnCl_3$	0.0063
(R/S-MBA)PbI_3	0.00286
In this work	0.05

도면9

사용된 유기 양이온	수평 구조 소자 응답 비대칭인자(g_{res})
(R/s-MBA)PbI_3	0.1
(R/S-1-2-NEA)PbI_3	0.294
$(R/S\text{-}BPEA)_2PbI_4$	0.13
(R/S-MBA)$CuCl_4$/SWCNT	0.21
$[(R)\text{-}\beta\text{-}MPA]_2MAPb_2I$	0.2
(R/S-1-2-NEA)$MPAb_2I_7$	0.15
$(R/S\text{-}MBA)_2PbI_4$	0.23
$[(R)\text{-}\beta\text{-}MPA]_4AgBiI$	0.22
(R/S-3AMP)$PbBr_4$	0.2
$[(R)\text{-}\beta\text{-}MPA]_4AgBiI$	0.16
In this work	0.46

도면10


좌편광 검출 픽셀
우편광 검출 픽셀
(a)
픽셀 array 평면 구조
입사광
마이크로 렌즈
상부 전극
좌편광 검출 물질
하부 전극
우편광 검출 물질
광&전기 분리층
Common (Ground)
좌편광 신호 처리 회로
우편광 신호 처리 회로
(b)
픽셀 array 수직 구조