



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0090116
 (43) 공개일자 2018년08월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01J 3/02 (2006.01) **G01J 1/44** (2006.01)
 (52) CPC특허분류
G01J 3/0205 (2013.01)
G01J 1/44 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2017-0015129
 (22) 출원일자 2017년02월02일
 심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
 (72) 발명자
고원규
 경기도 수원시 영통구 봉영로1770번길 21, 203동 401호 (영통동, 신명.한국아파트)
박정현
 서울특별시 강남구 도곡로43길 20, 204동 1602호 (역삼동, 래미안 그레이튼)
 (74) 대리인
리엔목특허법인

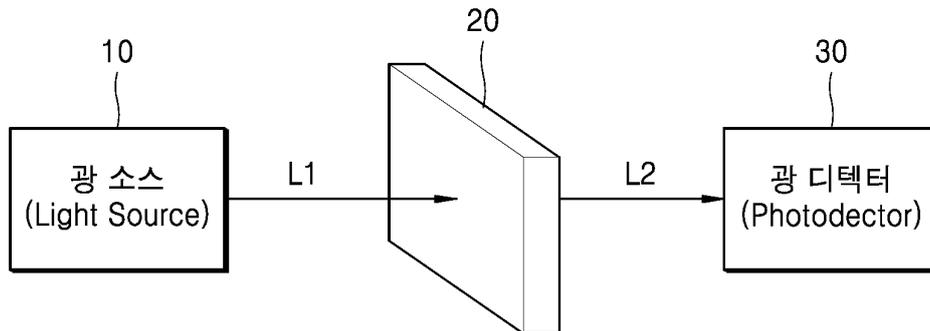
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **광 필터 및 이를 포함하는 광 분광기**

(57) 요약

광 필터 및 이를 포함하는 광 분광기가 개시된다. 개시된 광 분광기는 투광성 베이스 기판 상에 다수개로 형성된 필터층을 지닌 광 필터를 포함할 수 있다. 상기 필터층은 페로브스카이트 물질로 형성될 수 있으며, 적어도 2개 이상의 필터층들은 서로 다른 조성을 지닌 페로브스카이트 물질로 형성될 수 있다. 필터층들 각각의 광 흡수 스펙트럼 또는 광 투과 스펙트럼에서 각각 서로 다른 광 파장 범위의 밴드갭 특성을 나타낼 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01J 2001/446 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

투광성 물질로 형성된 베이스 기관; 및
 상기 베이스 기관 상에 형성된 필터층;을 포함하며,
 상기 필터층은 페로브스카이트 물질로 형성된 광 필터.

청구항 2

제 1항에 있어서,
 상기 필터층은 다수개로 형성되며,
 상기 필터층은 서로 다른 조성을 지닌 페로브스카이트 물질로 형성된 적어도 2개 이상의 필터층을 포함하는 광 필터.

청구항 3

제 2항에 있어서,
 상기 필터층은 광 흡수율 또는 광 투과율이 서로 다른 적어도 2개 이상의 필터층을 포함하는 광 필터.

청구항 4

제 2항에 있어서,
 상기 필터층은 광 흡수 스펙트럼 또는 광 투과 스펙트럼에서 각각 서로 다른 광 파장 범위의 밴드갭 특성을 나타내는 적어도 2개 이상의 필터층을 포함하는 광 필터.

청구항 5

제 2항에 있어서,
 상기 페로브스카이트 물질은 ABX_3 로 나타내며, A는 암모늄염(ammoniumsalt)또는 Cs이며, B는 Sn 또는 Pb이며, X는 할로젠 원소인 광 필터.

청구항 6

제 5항에 있어서,
 상기 할로젠 원소는 Cl, Br 또는 I인 광 필터.

청구항 7

제 6항에 있어서,
 상기 페로브스카이트 물질은 $CsPbBr_{3-x}Cl_x(0 \leq x \leq 3)$ 또는 $CsPbBr_{3-x}I_x(0 \leq x \leq 3)$ 이며,
 상기 필터층은 x의 크기가 서로 다른 페로브스카이트 물질로 각각 형성된 적어도 2개 이상의 필터층들을 포함하는 광 필터.

청구항 8

제 2항에 있어서,
 상기 적어도 2개 이상의 필터층들의 폭은 1마이크로미터 내지 수 밀리미터의 크기를 지닌 광 필터.

청구항 9

광 소스;

상기 광 소스로부터 방출되어 직접 또는 대상체를 거쳐 제 1광신호가 입사하는 광 필터; 및

상기 광 필터로부터 방출된 제 2광신호가 입사하는 광 디텍터;를 포함하며,

상기 광 필터는 페로브스카이트 물질로 형성된 필터층을 포함하는 광 분광기.

청구항 10

제 10항에 있어서,

상기 광 필터는 다수개로 형성된 필터층을 포함하며,

상기 필터층은 서로 다른 조성을 지닌 페로브스카이트 물질로 형성된 적어도 2개 이상의 필터층을 포함하는 광 분광기.

청구항 11

제 10항에 있어서,

광 필터는 광 흡수 스펙트럼 또는 광 투과 스펙트럼에서 각각 서로 다른 광 파장 범위의 밴드갭 특성을 나타내는 적어도 2개 이상의 필터층을 포함하는 광 분광기.

청구항 12

제 10항에 있어서,

상기 페로브스카이트 물질은 ABX_3 로 나타내며, A는 암모늄염(ammoniumsalt)또는 Cs이며, B는 Sn 또는 Pb이며, X는 Cl, Br 또는 I인 광 분광기.

청구항 13

제 10항에 있어서,

상기 광 필터는 투광성 베이스 기판;

상기 베이스 기판 상에 형성된 필터층을 포함하며,

상기 베이스 기판은 상기 광 디텍터 상에 형성되어 상기 광 필터 및 상기 광 디텍터는 일체형으로 형성된 광 분광기.

청구항 14

광 소스; 및 상기 광 소스로부터 방출되어 직접 또는 대상체를 거쳐 제 1광신호가 입사하는 일체형 광 필터 및 광 디텍터;를 포함하며,

상기 일체형 광 필터 및 광 디텍터는 하부 구조체 상에 형성된 n형층 및 상기 n형층 상에 형성된 p형층의 p-n정션 구조체를 포함하는 광 분광기.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 p형층은 페로브스카이트 물질로 형성되며,

상기 n형층은 Zn 산화물 또는 Ti 산화물 등의 n형 특성을 지닌 금속 산화물로 형성된 광 분광기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 광학 장치에 관한 것으로, 상세하게는 광 필터 및 이를 포함하는 광 분광기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 분광기는 비침습 의료 센서 및 사물 인터넷 등 다양한 분야에 적용되는 센서의 구성에 중요한 장치이다. 분광기의 다양한 활용 가능성을 위해 소형화에 대한 수요가 증가하고 있다.

[0003] 분광기를 형성하기 위하여 일반적으로 프리즘(prism) 또는 격자(grating) 구조의 필터 구조체를 이용하고 있다. 분광기의 소형화를 구현하기 위하여 광의 각도 민감성이나 광 감도의 한계를 극복하기 위하여 다양한 연구가 이루어지고 있다. 최근 양자점을 이용한 필터 방식의 분광기에 대한 연구가 이루어지고 있다. 양자점을 이용한 방식은 다양한 크기의 양자점으로 광의 파장 별 광 감도를 변화시켜 분광을 실현시키고자 하는 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시에서는 페로브스카이트 물질로 형성된 필터층을 포함하는 흡수 필터를 제공한다.

[0005] 서로 다른 조성을 지닌 페로브스카이트 물질로 형성된 필터층을 지닌 광 필터를 포함하는 소형 분광기를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 개시에서는 투광성 물질로 형성된 베이스 기판; 및

[0007] 상기 베이스 기판 상에 형성된 필터층;을 포함하며,

[0008] 상기 필터층은 페로브스카이트 물질로 형성된 광 필터를 제공한다.

[0009] 상기 필터층은 다수개로 형성되며, 상기 필터층은 서로 다른 조성을 지닌 페로브스카이트 물질로 형성된 적어도 2개 이상의 필터층을 포함할 수 있다.

[0010] 상기 필터층은 광 흡수율 또는 광 투과율이 서로 다른 적어도 2개 이상의 필터층을 포함할 수 있다.

[0011] 상기 필터층은 광 흡수 스펙트럼 또는 광 투과 스펙트럼에서 각각 서로 다른 광 파장 범위의 밴드갭 특성을 나타내는 적어도 2개 이상의 필터층을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 페로브스카이트 물질은 ABX_3 로 나타내며, A는 암모늄염(ammoniumsalt)또는 Cs이며, B는 Sn 또는 Pb이며, X는 할로젠 원소일 수 있다.

[0013] 상기 할로젠 원소는 Cl, Br 또는 I일 수 있다.

[0014] 상기 페로브스카이트 물질은 $CsPbBr_{3-x}Cl_x(0 \leq x \leq 3)$ 또는 $CsPbBr_{3-x}I_x(0 \leq x \leq 3)$ 이며, 상기 필터층은 x의 크기가 서로 다른 페로브스카이트 물질로 각각 형성된 적어도 2개 이상의 필터층들을 포함할 수 있다.

[0015] 상기 적어도 2개 이상의 필터층들의 폭은 1마이크로미터 내지 수 밀리미터의 크기를 지닐 수 있다.

[0016] 또한, 본 개시에서는 광 소스;

[0017] 상기 광 소스로부터 방출되어 직접 또는 대상체를 거쳐 제 1광신호가 입사하는 광 필터; 및

[0018] 상기 광 필터로부터 방출된 제 2광신호가 입사하는 광 디텍터;를 포함하며,

[0019] 상기 광 필터는 페로브스카이트 물질로 형성된 필터층을 포함하는 광 분광기를 제공한다.

[0020] 상기 광 필터는 투광성 베이스 기판; 상기 베이스 기판 상에 형성된 필터층을 포함하며, 상기 베이스 기판은 상기 광 디텍터 상에 형성되어 상기 광 필터 및 상기 광 디텍터는 일체형으로 형성된 것일 수 있다.

[0021] 또한, 광 소스; 및 상기 광 소스로부터 방출되어 직접 또는 대상체를 거쳐 제 1광신호가 입사하는 일체형 광 필터 및 광 디텍터;를 포함하며,

[0022] 상기 일체형 광 필터 및 광 디텍터는 하부 구조체 상에 형성된 n형층 및 상기 n형층 상에 형성된 p형층의 p-n정션 구조체를 포함하는 광 분광기를 제공한다.

- [0023] 상기 p형층은 페로브스카이트 물질로 형성되며,
- [0024] 상기 n형층은 Zn 산화물 또는 Ti 산화물 등의 n형 특성을 지닌 금속 산화물로 형성된 것일 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 페로브스카이트 물질층을 포함하는 광 필터 및 광 필터를 포함하는 광 분광기를 제공할 수 있다. 광 필터에 사용되는 페로브스카이트 물질층을 몇가지 물질들의 조합으로 간단한 방식으로 형성할 수 있다. 페로브스카이트 물질층을 포함하는 광 필터를 제공하여 광 입사 각도 의존성이 낮은 광 필터 및 이를 포함하는 소형 광 분광기를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 실시예에 따른 광 필터 및 이를 포함하는 광 분광기를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- 도 2는 실시예에 따른 광 필터 및 이를 포함하는 광 분광기를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- 도 3은 실시예에 따른 광 필터의 광 입사면을 나타낸 평면도이다.
- 도 4는 도 3에 나타낸 실시예에 따른 광 필터를 m1-m2 라인을 기준으로 하여 자른 단면도이다.
- 도 5a는 페로브스카이트 물질을 제조하는 공정을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- 도 5b는 페로브스카이트 물질들의 광 파장에 따른 광 흡수율을 나타낸 그래프이다.
- 도 6은 다양한 밴드갭을 지닌 페로브스카이트 물질에 대한 투과 스펙트럼을 나타낸 도면이다.
- 도 7은 페로브스카이트 물질로 형성된 광 필터에 의해 재현된 투과 스펙트럼을 나타낸 그래프이다.
- 도 8는 다른 실시예에 따른 광 필터 및 광 검출기를 나타낸 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명하기로 한다. 첨부된 도면들에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 지칭하며, 도면상에서 각 구성요소의 크기는 설명의 명료성과 편의상 과장되어 있을 수 있다. 한편, 이하에 설명되는 실시예는 단지 예시적인 것에 불과하며, 이러한 실시예들로부터 다양한 변형이 가능하다.
- [0028] 이하에서, "상부" 나 "상"이라고 기재된 것은 접촉하여 바로 위에 있는 것뿐만 아니라 비접촉으로 위에 있는 것도 포함할 수 있다.
- [0029] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0030] 도 1은 실시예에 따른 광 필터 및 이를 포함하는 광 분광기를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0031] 도 1을 참조하면, 광 소스(10), 광 필터(20) 및 광 디텍터(30)를 포함하는 분광기를 개시하고 있다. 광 소스(10)로부터 광 필터(20)로 제 1광신호(L1)가 입사하면 광 필터(20)에서는 제 1광신호(L1)를 파장별로 나누어서 서로 다른 광 신호를 제 2광신호(L2)로 광 디텍터(30)로 전달한다. 광 디텍터(30)는 광 필터(20)로 입사한 제 2광신호(L2)를 센싱할 수 있으며, 광 디텍터(30)는 전하결합소자(charge-coupled device)(CCD), 포토다이오드(photodiode) 또는 포토트랜지스터(phototransistor)를 포함할 수 있다. 광 소스(10)로부터 광 필터(20)에서 입사하는 제 1입사광(L1)은 광 필터(20)로 직접 입사할 수 있거나 또는 다른 시료나 대상체를 거쳐 광 필터(20)로 입사할 수 있다.
- [0032] 도 2는 실시예에 따른 광 필터 및 이를 포함하는 광 분광기를 개략적으로 나타낸 도면이다. 여기서는 광 소스(10)로부터 광 필터(20)에서 입사하는 제 1입사광(L1)이 광 필터(20)로 다른 시료, 피사체 또는 대상체(object)(12)를 거쳐 광 필터(20)로 입사하는 것을 나타내었다.
- [0033] 도 2를 참조하면, 광 소스(10)로부터 방출된 제 1-1광신호(L11)가 피사체 또는 대상체(12)에 입사하면 대상체(12) 표면 또는 그 내부로부터 반사되거나 대상체(12)를 관통하여 대상체(12)로부터 방출된 제 1-2광신호(L12)는 광 필터(20)로 입사한다. 제 1-1광신호(L11)는 서로 다른 파장을 지닌 다수의 광을 이용할 수 있으며, 서로

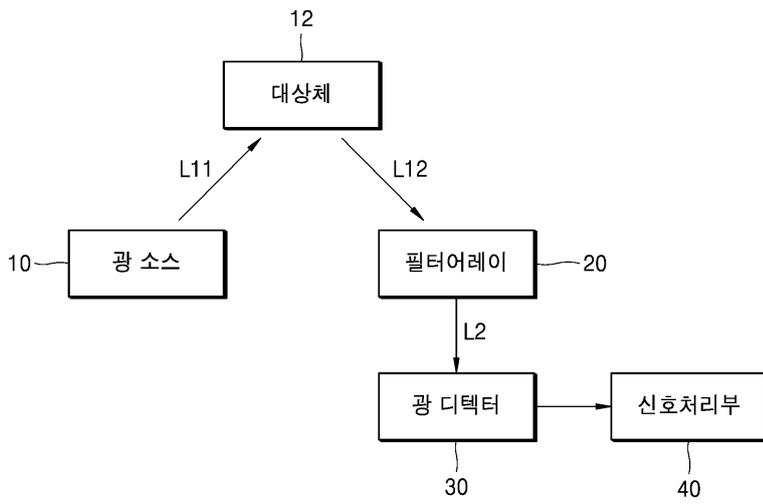
다른 파장의 광은 대상체(12)의 물성, 형태 및 위치 등의 다양한 정보를 얻기 위해 사용될 수 있다.

- [0034] 광 필터(20)는 다수의 필터 요소들이 어레이 구조로 형성된 필터 어레이일 수 있다. 다수의 필터 요소들은 각각 개별적으로 형성된 필터층일 수 있다. 광 필터(20)에 입사한 제 1-2광신호(L12)는 파장별로 분리되어 파장별로 서로 다른 제 2광신호(L2)들이 광 디텍터(30)에 전달되면 이로부터 본래의 광 신호를 복원할 수 있게 된다. 광 디텍터(30)에 입사한 제 2광신호(L2)는 광 디텍터(30)에서 전기 신호가 전기 신호로 변환되어 검출될 수 있다.
- [0035] 검출된 전기 신호는 신호 처리부(40)에서 연산을 통하여 대상체(12)에 대한 정보를 분석할 수 있다. 대상체(12)에 관한 정보는 다양한 것일 수 있으며, 예를 들어 대상체(12)의 내부 상태, 표면 물성, 표면 형상, 위치, 움직임 등일 수 있다. 신호 처리부(40)에서 분석된 대상체(12)에 관한 정보는 다른 장치로 전송되거나 디스플레이 장치에서 시각화될 수 있으며, 별도의 정보 저장부에 저장될 수 있다.
- [0036] 선택적으로 광 소스(10)와 대상체(12) 사이에는 광 신호의 경로를 변환시킬 수 있는 광학 부재가 배치될 수 있다. 그리고, 대상체(12) 및 광 필터(20) 사이에도 광 경로 변환 부재가 더 배치될 수 있다.
- [0037] 도 3은 실시예에 따른 광 필터(20)의 광 입사면을 나타낸 평면도이다. 도 4는 도 3에 나타낸 광 필터(20)를 m1-m2를 기준으로 자른 단면도이다.
- [0038] 도 3 및 도 4를 참조하면, 광 필터(20)는 베이스 기판(21) 상에 형성된 필터층(22a, 22b)을 포함할 수 있다. 필터층(22a, 22b)은 베이스 기판(21) 상에 페로브스카이트 물질층이 다수개로 형성될 수 있다.
- [0039] 개시에 따른 광 필터(20)는 페로브스카이트 물질을 이용하여 용이하게 밴드갭(bandgap)을 조절할 수 있으며, 이를 분광기의 흡수용 필터에 적용한 것이다. 광 필터(20)의 적어도 2개 이상의 필터층(22a, 22b)들은 서로 다른 조성을 지니도록 형성될 수 있으며, 각각의 광 흡수율의 차이가 있을 수 있다. 이에 따라 각각의 필터층(22a, 22b)들의 광 흡수율 또는 광 투과율이 서로 차이가 있을 수 있으며, 필터층(22a, 22b)들의 광 흡수 스펙트럼 또는 광 투과 스펙트럼은 다른 양상을 지닐 수 있다. 즉, 제 1필터층(22a) 및 제 2필터층(22b)은 각각 서로 다른 조성을 지닌 페로브스카이트 물질로 형성될 수 있으며, 광 흡수 스펙트럼 또는 광 투과 스펙트럼에서 서로 다른 광 파장 범위의 밴드갭 특성을 나타낼 수 있다.
- [0040] 광 필터(20) 상에 형성되는 각각의 개별 필터층(22a, 22b)의 갯수는 제한되지 않으며, 사용 환경에 따라 다양하게 조절하여 정해질 수 있다. 본 개시에 따른 광 필터(20)에 입사하는 제 1광신호(L1)의 입사 방향은 광 필터(20)의 표면과 반드시 수직일 필요는 없으며 광 입사각에 대한 의존도가 높지 않다.
- [0041] 도 3에 나타낸 광 필터(20)의 필터층(22a, 22b)의 형상은 다양하게 형성될 수 있으며, 원형, 타원형, 다각형 또는 불규칙 패턴 형상 등이 될 수 있으며, 제한된 것은 아니다. 그리고, 광 필터(20)의 필터층(22a, 22b)의 크기, 즉 광 필터(20)의 입사면에서의 필터층(22a, 22b)의 폭은 1마이크로미터 내지 수 밀리미터의 크기를 지닐 수 있다. 필터층(22a, 22b)의 폭은 1마이크로미터 이하의 크기로 형성할 수 있으며, 이 경우 광 필터(20)에 입사하는 광의 파장보다 크게 형성할 수 있다. 광 필터(20)의 각각의 필터층(22a, 22b)들의 간격은 제한되지 않으며, 필터층(22a, 22b)들 사이는 대략 1마이크로미터 내지 수 밀리미터의 간격을 지니도록 형성될 수 있다.
- [0042] 본 개시에 따른 광 필터(20)의 필터층(22a, 22b)은 페로브스카이트 물질을 포함하여 형성될 수 있다. 페로브스카이트 물질은 콜로이드 페로브스카이트 용액 공정에서 형성될 수 있다. 용액 공정에서 제조된 콜로이드 페로브스카이트 물질은 코어(core)와 선택적으로 코어를 둘러싼 리간드(ligand)를 포함할 수 있다. 코어의 물질, 즉 페로브스카이트 물질은 ABX₃로 나타낼 수 있으며, 여기서 A는 암모늄염(ammoniumsalt)이나 Cs등일 수 있으며, B는 Sn 또는 Pb등일 수 있으며, X는 Cl, Br 또는 I과 같은 할로젠 물질일 수 있다. 선택적으로 코어를 둘러싼 리간드가 형성될 수 있으며, 리간드는 소수성 알킬그룹을 지닌 다양한 화합물이 사용될 수 있다. 여기서 리간드는 카르복실산(carboxylic acid), 포스폰(phosphonic acid), 아민(amine) 등의 물질일 수 있다. 또한 선택적으로 광 필터(20)의 필터층(22a, 22b)은 용액 공정이 아니라 벌크 공정에 의해 제조된 페로브스카이트 물질로 형성될 수 있다.
- [0043] 광 필터(20)의 베이스 기판(21)은 투광성 특성을 지닌 물질로 형성될 수 있으며, 예를 들어 글래스(glass), 사파이어, 석영(quartz), 투광성 폴리머 등으로 형성될 수 있으며, 제한되는 것은 아니다.
- [0044] 본 개시에 따른 광 필터(20)는 도 1 및 도 2의 광 디텍터(30)와는 별개로 독립적으로 형성될 수 있다. 선택적으로 광 필터(20)는 광 디텍터(30)의 상부에 페로브스카이트 물질층을 다수개로 형성하여 광 필터(20) 및 광 디텍터(30)를 일체형으로 형성시킬 수 있다. 광 필터(20) 및 광 디텍터(30)가 일체형으로 형성된 경우, 광 필터(20)의 베이스 기판(21)은 광 디텍터(30) 상에 형성된 투광층일 수 있으며, 베이스 기판(21)이 광 디텍터(30)에 접

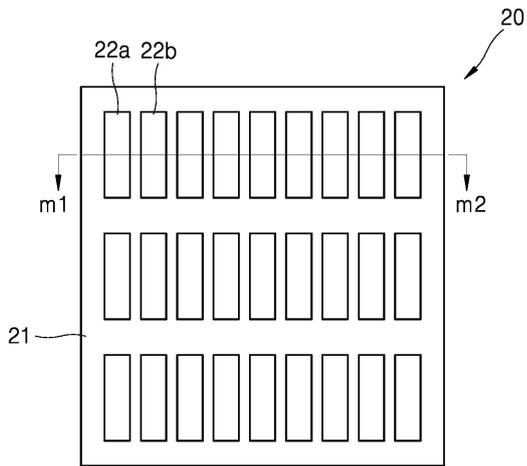
합된 것일 수 있다.

- [0045] 도 5a는 본 개시에 따른 광 필터에 사용되는 페로브스카이트 물질을 제조하는 것을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0046] 도 5a를 참조하면, 화학식 ABX_3 인 페로브스카이트 시료를 포함하는 2개의 용액(41, 42)을 용액 공정에 의하여 서로 섞어 본 개시에 따른 광 필터에 사용되는 페로브스카이트 물질을 포함하는 용액(43)을 제조할 수 있다.
- [0047] 예를 들어, 제 1용액(41)은 $CsPbBr_3$ 을 포함할 수 있으며, 제 2용액(42)은 $CsPbI_3$ 을 포함할 수 있다. 제 1용액(41) 및 제 2용액(42)을 다양한 혼합비로 섞음으로써 제 3용액(43)을 제조할 수 있는데, 제 3용액(43)은 $CsPbBr_{3-x}I_x$ 의 화학식을 지닐 수 있다. 여기서 x 는 0 이상 3이하($0 \leq x \leq 3$)의 범위를 지닐 수 있으며, 조성비를 변화시킴으로써 다양한 종류의 페로브스카이트 물질을 조합할 수 있다. 제 1용액(41) 및 제 2용액(42)의 용매로는 클로로포름, 톨루엔 등의 유기 용매를 사용할 수 있다.
- [0048] 페로브스카이트 물질의 화학식 ABX_3 에서 X에 해당하는 물질이 Cl, Br 또는 I 중 적어도 2개를 포함하는 경우, Cl, Br 또는 I의 조성비를 각각 조절함으로써 입사하는 광의 광신호에 대한 필터링 파장 범위를 변화시킬 수 있다. 예를 들어, 페로브스카이트 물질은 $CsPbBr_{3-x}Cl_x$ ($0 \leq x \leq 3$) 또는 $CsPbBr_{3-x}I_x$ ($0 \leq x \leq 3$)일 수 있다. 도 5b에 나타낸 바와 같이, $CsPbBr_3$ 및 $CsPbI_3$ 은 각각 약 510nm 및 700nm의 광 파장 범위에서 광 흡수율이 급격히 변동하게 된다. 그리고, $CsPbCl_3$ 는 약 400nm의 광 파장 범위에서 광 흡수율이 급격하게 변동하게 되며, $CsPbCl_{3-x}Br_x$ 와 같이 Cl 및 Br의 조성비를 조절하여 형성한 경우 약 400nm 및 510nm 사이의 광 파장 범위에서 광 흡수율이 급격하게 변동하게 된다. 이처럼 $CsPbCl_3$, $CsPbBr_3$ 및 $CsPbI_3$ 중 적어도 2개의 물질의 혼합비를 조절함으로써 필터링 파장 범위를 조절할 수 있다.
- [0049] 이러한 용액 공정은 상온에서 이루어질 수 있다. 결과적으로 제 1용액(41) 및 제 2용액(42)을 다양한 조합으로 상온에서 혼합함으로써 음이온 교환(anion exchange)를 거쳐 다양한 밴드갭(band gap)을 지닌 콜로이드 페로브스카이트 물질을 형성할 수 있다.
- [0050] 도 5a에 나타낸 바에 따라 형성된 제 3용액(43)을 도 3의 베이스 기판(21) 상에 스핀 코팅(spin coating), 스크린 프린팅(screen printing) 등의 방법으로 도포하고 패터닝 공정 등을 실시함으로써 광 필터(20)를 형성할 수 있다. 이에 따라 도 3에 나타낸 본원의 실시예에 따른 광 필터(20)에 사용되는 필터층(22a, 22b)은 다양한 밴드갭을 지닌 페로브스카이트 물질로 형성될 수 있다.
- [0051] 제 1필터층(22a) 및 제 2필터층(22b)은 서로 다른 밴드갭을 지닌 물질로 형성될 수 있으며, 베이스 기판(21) 상에 형성되는 다수의 필터층들은 서로 다른 밴드갭을 지닌 페로브스카이트 물질로 형성될 수 있다. 광 필터(20)의 다수의 필터층(22a, 22b)은 모두 서로 다른 밴드갭을 지닌 페로브스카이트 물질로 형성될 수 있다. 이처럼 적은 수의 시료로부터 다양한 밴드갭을 지닌 페로브스카이트 물질을 얻을 수 있으며, 이를 이용하여 본 개시에 따른 광 필터(20) 및 소형 광 분광기를 용이하게 제조할 수 있다.
- [0052] 도 5a에서는 페로브스카이트 물질을 형성하기 위하여 제 1용액(41) 및 제 2용액(42)을 혼합하는 공정을 나타내었으나, 본 개시에 따른 필터의 페로브스카이트 물질의 제조 방법은 이에 한정되는 것은 아니다. 선택적으로 본 개시에 따른 광 필터의 필터층 형성을 위하여, 고체 상태의 시료들을 합성하는 벌크 공정을 이용하여 페로브스카이트 물질을 제조할 수 있다. 예를 들어, $CsPbCl_3$, $CsPbBr_3$ 및 $CsPbI_3$ 의 고체 시료 중 적어도 2개의 물질의 혼합비를 조절하여 혼합한 뒤 벌크 공정을 실시할 수 있다. 벌크 공정에 의하여 제조한 페로브스카이트 물질을 이용하여 광 필터의 필터층을 형성함으로써 필터링 파장 범위를 조절할 수 있다.
- [0053] 도 6은 다양한 밴드갭을 지닌 페로브스카이트 물질에 대한 투과 스펙트럼을 나타낸 도면이다.
- [0054] 도 6을 참조하면, 페로브스카이트 물질로 형성된 $CsPbBr_{3-x}I_x$ ($0 \leq x \leq 3$)에서 x 를 변화하여 형성된 다양한 페로브스카이트 물질에 대해 입사광에 대한 투과도를 나타내었다. 이를 살펴보면, 각각의 페로브스카이트 물질에 따라 500nm 이상의 파장 범위에서 입사 광의 광 투과도가 크게 변화하는 영역들이 명확하게 나타나는 것을 알 수 있다.
- [0055] 도 7은 페로브스카이트 물질로 형성된 광 필터에 의해 재현된 투과 스펙트럼을 나타낸 그래프이다.
- [0056] 도 7을 참조하면, 페로브스카이트 물질인 $CsPbBr_{3-x}I_x$ ($0 \leq x \leq 3$)을 도 3 및 도 4에 나타낸 필터층(22a, 22b)으로

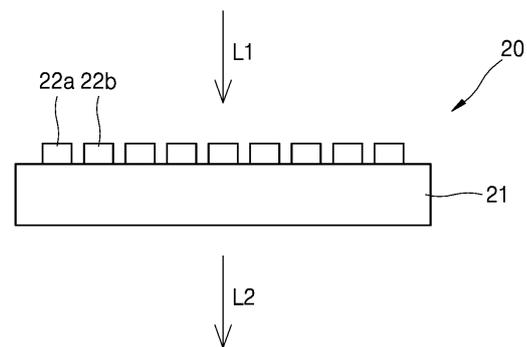
도면2



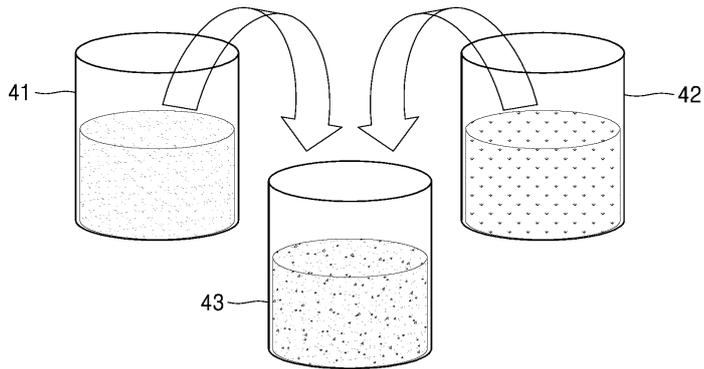
도면3



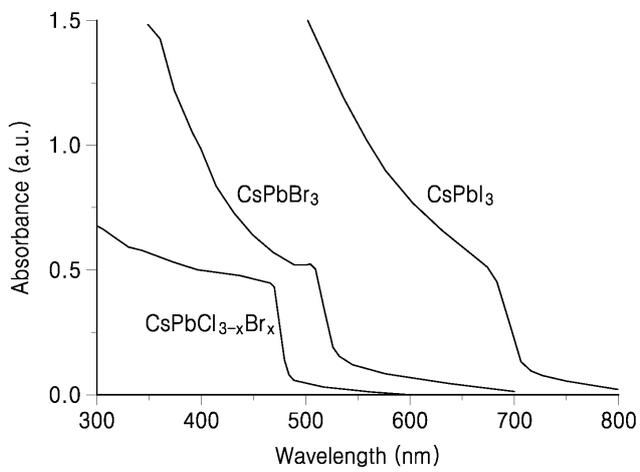
도면4



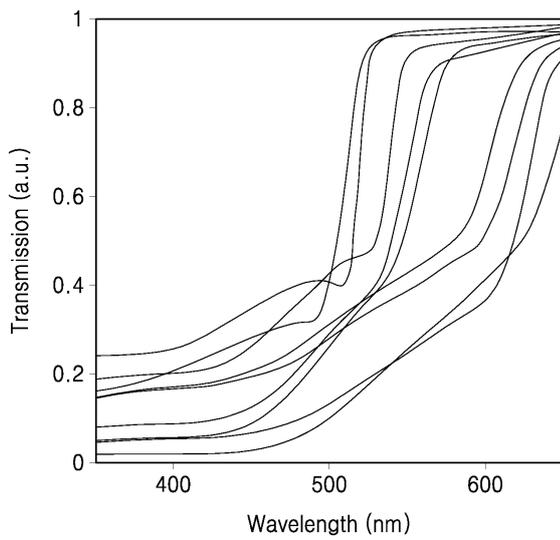
도면5a



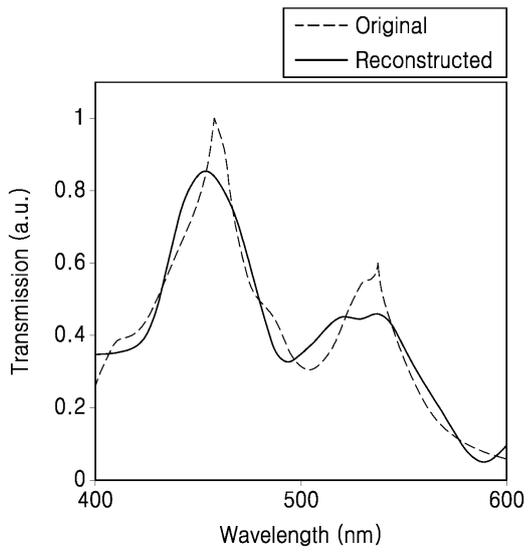
도면5b



도면6



도면7



도면8

