



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년08월24일
(11) 등록번호 10-2293604
(24) 등록일자 2021년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/1335 (2019.01) G02F 1/13357 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0117939
(22) 출원일자 2014년09월04일
심사청구일자 2019년09월04일
(65) 공개번호 10-2016-0028858
(43) 공개일자 2016년03월14일
(56) 선행기술조사문헌
JP2013200953 A*
KR1020070107498 A*
KR1020130104862 A*
KR1020130120486 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
장은주
경기도 수원시 권선구 동수원로145번길 23, 409동 902호 (권선동, 수원아이파크시티4단지)
전신애
경기도 성남시 분당구 미금일로 58, 101동 104호 (구미동, 까치마을롯데.선경아파트)
강현아
경기도 수원시 영통구 덕영대로1555번길 20, 946동 1806호 (벽적골 롯데아파트)
(74) 대리인
팬코리아특허법인

전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 한상일

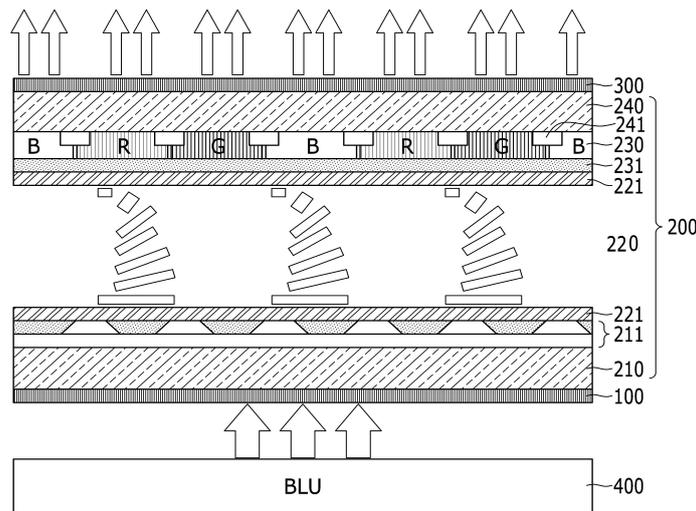
(54) 발명의 명칭 **자발광 액정 표시 장치**

(57) 요약

하부 기관, 상부 기관, 상기 상부 및 하부 기관의 사이에 개재된 액정층, 상기 상부 기관에 제공된 자발광 컬러 필터층(photoluminescent color filter layer)을 포함하는 액정 패널; 선택에 따라 상기 상부 기관 위에 배치되는 광학 소자; 상기 하부 기관 아래에 배치되는 편광판; 및 상기 편광판 아래에 배치되고 청색광을 발하는 백라이트 유닛을 포함하고,

상기 자발광 컬러 필터층은, 편광된 적색광을 방출하는 제1 컬러필터, 편광된 녹색광을 방출하는 제2 컬러필터, 및 편광된 청색광을 방출하는 제3 컬러필터를 포함하고, 상기 제1 컬러필터 및 상기 제2 컬러필터는 반도체 나노 결정-폴리머 복합체를 포함하는 자발광 액정 디스플레이를 제공한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

상부 기판, 및 상기 상부 기판에 제공된 컬러 필터층(color filter layer)을 포함하는 디스플레이로서,
 상기 컬러 필터층은, 편광된 적색광을 방출하는 제1 컬러필터, 편광된 녹색광을 방출하는 제2 컬러필터, 및 편광된 청색광을 방출하는 제3 컬러필터를 포함하고,
 상기 제1 컬러필터 및 상기 제2 컬러필터는 반도체 나노결정-폴리머 복합체를 포함하며,
 상기 제1 컬러필터의 반도체 나노결정-폴리머 복합체는, 복수개의 등방성 반도체 나노결정과 종방향으로 정렬된 복수개의 금속 나노 와이어들을 포함하는 어레이를 포함하는 복합체, 또는 복수개의 정렬된 퀀텀 플레이트를 포함하되, 상기 등방성 반도체 나노결정 및 상기 퀀텀 플레이트는 적색광을 방출하도록 구성되거나, 혹은
 상기 제2 컬러필터의 반도체 나노결정-폴리머 복합체는 복수개의 등방성 반도체 나노결정과 종방향으로 정렬된 복수개의 금속 나노 와이어들을 포함하는 어레이를 포함하는 복합체, 또는 복수개의 정렬된 퀀텀 플레이트를 포함하되, 상기 등방성 반도체 나노결정, 및 상기 퀀텀 플레이트는 녹색광을 방출하도록 구성되며,
 상기 복수개의 금속 나노 와이어들은, 멀티 세그먼트화 금속 나노 와이어를 포함하며,
 상기 멀티 세그먼트화 금속 나노 와이어는, 금, 은, 구리, 백금, 니켈, 또는 이들의 조합을 포함하고,
 상기 멀티 세그먼트화 금속 나노 와이어는, 제1 세그먼트 및 상기 제1 세그먼트와 다른 물질을 포함하는 제2 세그먼트를 포함하는 디스플레이.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 상부 기판 위에는 광학 소자가 배치되는 디스플레이.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 광학 소자는, 상기 컬러 필터층으로부터의 광의 편광을 유지하며, 편광자이거나 편광 기능 없는 굴절률 조절 코팅인 디스플레이.

청구항 4

상부 기판, 및 상기 상부 기판에 제공된 컬러 필터층을 포함하는 디스플레이로서,
 상기 컬러 필터층은, 편광된 적색광을 방출하는 제1 컬러필터, 편광된 녹색광을 방출하는 제2 컬러필터, 및 편광된 청색광을 방출하는 제3 컬러필터를 포함하고,
 상기 제1 컬러필터 및 상기 제2 컬러필터는 반도체 나노결정-폴리머 복합체를 포함하며,
 상기 제1 컬러필터의 반도체 나노결정-폴리머 복합체는 적색광을 방출하는 복수개의 정렬된 퀀텀 로드(quantum rod)를 포함하거나 혹은
 상기 제2 컬러필터의 반도체 나노결정-폴리머 복합체는 녹색광을 방출하는 복수개의 정렬된 퀀텀 로드(quantum rod)를 포함하고,
 상기 퀀텀로드는 종횡비가 5 이상인 디스플레이.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 금속 나노 와이어는 자성을 나타내는 디스플레이.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 어레이에서, 인접하는 금속 나노 와이어들 간의 거리는, 상기 등방성 반도체 나노결정으로부터 방출된 광의 최대 피크 파장의 62% 이하인 디스플레이.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 금속 나노 와이어는, 직경 200 nm 이하 및 종횡비 10 이상인 디스플레이.

청구항 9

제1항에 있어서,
상기 복수개의 등방성 반도체 나노결정과 종방향으로 정렬된 복수개의 나노 와이어들을 포함하는 어레이의 복합체는, 호스트 매트릭스 내에 분산된 상기 금속 나노 와이어들의 어레이를 포함하는 제1 층 및 상기 제1 층의 한쪽 면에 접하고, 호스트 매트릭스에 분산된 상기 등방성 반도체 나노결정을 포함하는 제2층을 포함하는 다층 구조를 가지는 디스플레이.

청구항 10

제1항에 있어서,
상기 복수개의 등방성 반도체 나노결정과 종방향으로 정렬된 복수개의 금속 나노 와이어들을 포함하는 어레이의 복합체는, 호스트 매트릭스 내에 상기 금속 나노 와이어들의 어레이 및 상기 등방성 반도체 나노결정을 포함하는 단일층 구조를 가지는 디스플레이.

청구항 11

제9항 또는 제10항에 있어서,
상기 호스트 매트릭스는 동일하거나 상이하고, 투명 폴리머를 포함하는 디스플레이.

청구항 12

제1항 또는 제4항에 있어서,
상기 제3 컬러필터는 광원의 발광스펙트럼을 변경하지 않는 투명 컬러 필터인 디스플레이.

청구항 13

제1항 또는 제4항에 있어서,
상기 제3 컬러필터는, 복수개의 정렬된 퀀텀 로드(quantum rod)를 더 포함하는 디스플레이.

청구항 14

제1항 또는 제4항에 있어서,
상기 제3 컬러필터는 입사광의 편광을 유지할 수 있는 산란자를 더 포함하는 디스플레이.

청구항 15

제1항 또는 제4항에 있어서,
상기 컬러필터 층은 상기 제1 컬러필터 및 상기 제2 컬러필터 위에 청색광 차단층(blue filter)을 가지는 디스

플레이.

청구항 16

제1항에 있어서,
상기 등방성 반도체 나노 결정은 코어셸 구조를 가지는 디스플레이.

청구항 17

제1항에 있어서,
상기 등방성 반도체 나노 결정은 II족-VI족 화합물, III족-V족 화합물, IV족- VI족 화합물, VI족 화합물, 또는 이들의 조합을 포함하는 디스플레이.

청구항 18

제4항에 있어서,
상기 퀀텀로드는 코어셸 구조를 가지는 디스플레이.

청구항 19

제4항에 있어서,
상기 퀀텀로드는 II족-VI족 화합물, III족-V족 화합물, IV족- VI족 화합물, VI족 화합물, 또는 이들의 조합을 포함하는 디스플레이.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 자발광 액정 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 가장 널리 사용되고 있는 평판 표시 장치 중 하나인 액정 표시 장치는 화소 전극과 공통 전극 등이 형성되어 있는 두 장의 기판 (예컨대, 하부 기판 및 상부 기판)과 그 사이에 들어 있는 액정층을 포함한다. 하부 (어레이) 기판은 상면에 화소영역을 정의하는 다수의 게이트배선 및 데이터 배선을 가지며, 이들 두 배선의 교차지점에 박막트랜지스터가 구비되어 각 화소영역의 화소전극과 연결되어 있다. 상부 기판은 상기 화소 영역에 대응되는 패턴화된 (적색, 녹색, 청색) 흡수형 컬러필터를 포함하는 컬러필터층이 형성되어 있다. 상기 하부 기판의 저면에는 제1 편광판이, 상기 상부 기판의 상면에는 제2 편광판이 제공된다.

[0003] 이러한 구조의 액정 디스플레이에서는 제1 편광판을 통과한 광의 절반 이상이 컬러필터에 의해 흡수되면서 광추출률이 매우 낮아지게 되는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 일 구현예는 향상된 광 추출률을 나타낼 수 있는 액정 디스플레이에 대한 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 일 구현예에서, 자발광 액정 디스플레이(photoluminescent liquid crystal display) 는, 하부 기판, 상부 기판, 상기 상부 및 하부 기판의 사이에 개재된 액정층, 상기 상부 기판에 제공된 자발광 컬러필터층(photoluminescent color filter layer)을 포함하는 액정 패널;

[0006] 상기 하부 기판 아래에 배치되는 편광판; 및

[0007] 상기 편광판 아래에 배치되고 청색광을 발하는 백라이트 유닛을 포함하고,

[0008] 상기 자발광 컬러 필터층은, 편광된 적색광을 방출하는 제1 컬러필터, 편광된 녹색광을 방출하는 제2 컬러필터,

및 편광된 청색광을 방출하는 제3 컬러필터를 포함하고,

- [0009] 상기 제1 컬러필터 및 상기 제2 컬러필터는 반도체 나노결정-폴리머 복합체를 포함한다.
- [0010] 상기 상부 기관위에는 광학 소자가 배치될 수 있다.
- [0011] 상기 광학 소자는, 상기 자발광 컬러 필터층으로부터의 광의 편광을 유지하는 것일 수 있다. 상기 광학 소자는, 편광자 또는 편광 기능 없는 굴절률 조절 코팅일 수 있다.
- [0012] 상기 제1 컬러필터의 반도체 나노결정-폴리머 복합체는 복수개의 정렬된 퀀텀 로드(quantum rod), 복수개의 등방성 반도체 나노결정과 종방향으로 정렬된(longitudinally aligned) 복수개의 금속 나노 와이어를 포함하는 어레이의 복합체, 또는 복수개의 정렬된 플레이트형 반도체 나노결정 (이하, 퀀텀 플레이트(quantum plaste)라고 함)을 포함할 수 있다. 상기 퀀텀 로드, 상기 등방성 반도체 나노결정, 및 상기 퀀텀 플레이트는 적색광을 발할 수 있다. 적색광의 피크(peak) 파장은 590~700nm 범위에 포함될 수 있다.
- [0013] 상기 제2 컬러필터의 반도체 나노결정-폴리머 복합체는 복수개의 정렬된 퀀텀 로드(quantum rod), 복수개의 등방성 반도체 나노결정과 종방향으로 정렬된 복수개의 나노 와이어를 포함하는 어레이의 복합체, 또는 복수개의 정렬된 퀀텀 플레이트를 포함할 수 있다. 상기 퀀텀 로드, 상기 등방성 반도체 나노결정, 및 상기 퀀텀 플레이트는 녹색광을 발할 수 있다. 녹색광의 피크 파장은 510~570nm 범위에 포함될 수 있다.
- [0014] 상기 퀀텀로드는 종횡비가 5 이상일 수 있다.
- [0015] 상기 금속 나노 와이어는, 표면 플라즈몬 커플링을 나타낼 금속을 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 표면 플라즈몬 커플링을 나타낼 금속은, 금, 은, 구리, 백금, 니켈, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 금속 나노 와이어는, 직경 200 nm 이하 및 종횡비 10 이상일 수 있다.
- [0018] 상기 복수개의 등방성 반도체 나노결정과 종방향으로 정렬된 복수개의 나노 와이어를 포함하는 어레이의 복합체는, 호스트 매트릭스 내에 분산된 상기 금속 나노 와이어들의 어레이를 포함하는 제1 층 및 상기 제1 층의 한쪽 면에 접하고, 호스트 매트릭스에 분산된 상기 등방성 반도체 나노결정을 포함하는 제2층을 포함하는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0019] 상기 복수개의 등방성 반도체 나노결정과 종방향으로 정렬된 복수개의 나노 와이어를 포함하는 어레이의 복합체는, 호스트 매트릭스 내에 상기 금속 나노 와이어들의 어레이 및 상기 등방성 반도체 나노결정을 포함하는 단일 층 구조를 가질 수 있다.
- [0020] 상기 호스트 매트릭스는 동일하거나 상이하고, 투명 폴리머를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 제3 컬러필터는 광원의 발광스펙트럼을 변경하지 않는 투명 컬러 필터일 수 있다.
- [0022] 상기 제3 컬러필터는, 복수개의 정렬된 퀀텀 로드를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 제3 컬러필터는 입사광의 편광을 유지할 수 있는 산란자를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 자발광 컬러필터 층은 상기 제1 컬러필터 및 상기 제2 컬러필터 위에 청색광 차단층(blue filter)을 가질 수 있다.
- [0025] 상기 반도체 나노 결정은 코어셸 구조를 가질 수 있다.
- [0026] 상기 반도체 나노 결정은 II족-VI족 화합물, III족-V족 화합물, IV족- VI족 화합물, VI족 화합물, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0027] 광원의 색을 변환시킬 수 있는, 발광 효율이 높은 반도체 나노결정 패턴을 액정 디스플레이의 컬러필터로 채용하면서도 이러한 컬러필터가 액정 패널 내에 위치할 수 있도록 하여 광 이용률 및 휘도가 대폭 향상된 액정 디스플레이를 제공할 수 있다. 패턴화된 반도체 나노결정 폴리머 복합체를 컬러필터로 사용하여 종래 기술에 따라 백색 광원이 컬러필터를 통과하면서 불가피하게 발생하는 광의 손실을 저감하여 높은 휘도를 나타내는 디스플레이 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은, 일구현예에 따른 액정 표시 장치의 단면도이다.
- 도 2는, 일구현예에서, 등방성 반도체 나노결정과 나노 와이어의 복합체의 구조를 모식적으로 나타낸 것이다.
- 도 3은, 일구현예에서, 등방성 반도체 나노결정과 나노 와이어의 복합체의 다른 구조를 모식적으로 나타낸 것이다.
- 도 4는, 일구현예에서, 등방성 반도체 나노결정과 나노 와이어의 복합체의 편광 특성을 나타낸 것이다.
- 도 5는, 또 다른 구현예에 따른 액정 표시 장치의 단면도이다.
- 도 6은, 또 다른 구현예에 따른 액정 표시 장치의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 구현예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 구현예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 구현예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 따라서, 몇몇 구현예들에서, 잘 알려진 기술들은 본 발명이 모호하게 해석되는 것을 피하기 위하여 구체적으로 설명되지 않는다. 다른 정의가 없다면 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않은 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다. 명세서 전체에서 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] 또한, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다.
- [0031] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다.
- [0032] 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우 뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다.
- [0033] 본 명세서에서 "종방향으로 정렬됨"이라는 것은, 복수개의 금속 나노 와이어들의 장축(예를 들어, 단면에 수직인 축)들이 정렬 방향에 실질적으로 평행하게 배열되어 있는 것을 의미한다. 예를 들어, "종방향으로 정렬된 복수개의 금속 나노 와이어들"은 와이어 전체 길이에 걸쳐 상기 나노 와이어들이 서로 만나지 않을 수 있다. 본 명세서에서 "선편광된(linearly polarized)"이라 함은, 전자기파(광)의 전기 성분(electronic field component)이 구속되어 진행 방향에 수직인 단일면으로 진동하는 것을 의미한다. 본 명세서에서 종횡비라 함은, 장축의 길이를 그의 직경으로 나눈 값 (길이/직경)을 의미한다.
- [0034] 도 1은, 일구현예에 따른 액정 디스플레이의 단면도를 나타낸 것이다. 도 1을 참조하면, 일 구현예의 자발광 액정 디스플레이(photoluminescent liquid crystal display)는, 액정 패널 (200), 상기 액정 패널(200) 위에 배치된 광학 소자(300), 상기 액정 패널(200) 아래에 배치되는 편광판 (100) 및 상기 편광판 (100) 아래에 배치된 청색 광원을 포함하는 백라이트 유닛(BLU; 400)을 포함한다.
- [0035] 상기 액정 패널 (200)은, 하부 기판 (210), 상부 기판(240), 상기 상부 및 하부 기판의 사이에 개재된 액정층 (220), 및 상기 상부 기판에 제공된 자발광 컬러필터층(photoluminescent color filter layer: 230)을 포함한다.
- [0036] 어레이 기판이라고도 불리우는 하부 기판(210)은 투명한 절연 재료 기판 (예컨대, 유리 기판, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리메틸렌나프탈레이트(PEN) 등의 폴리에스테르, 폴리카보네이트(Poly carbonate), 및/또는 폴리아크릴레이트 (Poly acrylate) 등을 포함하는 폴리머 기판, 폴리실록산(Poly siloxane), Al₂O₃, ZnO 등의 무기 재료 기판)일 수 있다. 하부 기판 (210) 상면에는 배선판 (211)이 제공된다. 상기 배선판(211)은, 화소 영역을 정의하는 다수개의 게이트 배선 (미도시)과 데이터 배선 (미도시), 게이트 배선과 데이터 배선의 교차부에 인접하여 제공되는 박막 트랜지스터, 각 화소 영역을 위한 화소 전극을 포함할 수 있으나 이에 제한되지

않는다. 이러한 배선판의 구체적 내용은 알려져 있으며, 특별히 제한되지 않는다.

- [0037] 상기 배선판 (211) 위에는 액정층(220)이 제공된다. 상기 액정층(220)은 그 내부에 포함된 액정 물질의 초기 배향을 위해, 상기 층의 위와 아래에, 배향막 (221)을 포함할 수 있다. 액정 물질 및 배향막에 대한 구체적 내용 (예컨대, 액정 물질, 배향막 재료, 액정층 형성방법, 액정층의 두께 등)은 알려져 있으며, 특별히 제한되지 않는다.
- [0038] 상기 하부 기판 아래에는 편광판(100)이 제공된다. 편광판(100)의 재질 및 구조는 알려져 있으며, 특별히 제한되지 않는다. 상기 편광판 (100) 아래에는 청색광을 발하는 백라이트 유닛(400) 이 제공된다.
- [0039] 상기 백라이트 유닛은 청색광을 발하는 광원을 포함한다. 일구현예에서, 상기 백라이트 유닛은 예지형일 수 있다. 예를 들어, 상기 백라이트 유닛은, 반사판(미도시), 상기 반사판 상에 제공되며 액정패널(200)에 면광원을 공급하기 위한 도광판(미도시), 및/또는 상기 도광판 상부에 위치하는 하나 이상의 광학 시트(미도시), 예컨대, 확산판, 프리즘 시트 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0040] 다른 구현예에서, 백라이트 유닛 (400)은 직하형(direct lighting)일 수 있다. 예를 들어, 상기 백라이트 유닛은, 반사판 (미도시)을 가지며 상기 반사판의 상부에 일정한 간격으로 배치된 다수의 형광 램프를 가지거나, 혹은 다수의 LED가 배치된 LED 용 구동 기판을 구비하고, 그 위에 확산판 및 선택에 따라 하나 이상의 광학 시트를 가질 수 있다.
- [0041] 이러한 백라이트 유닛에 대한 상세 내용 (예컨대, 도광판과 각종 광학 시트, 반사판 등 각 부품들에 대한 상세 내용 등)은 알려져 있으며, 특별히 제한되지 않는다.
- [0042] 컬러필터 기판이라고도 불리우는 상부 기판(210)은 투명한 절연 재료 기판 (예컨대, 유리 기판, 폴리에테렌테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN) 등의 폴리에스테르, 폴리카보네이트(Poly carbonate), 및/또는 폴리아크릴레이트 (Poly acrylate) 등을 포함하는 폴리머 기판, 폴리실록산(Poly siloxane), Al₂O₃, ZnO 등의 무기 재료 기판)일 수 있다. 상기 상부 기판 (240) 상면에는 광학 소자(300)가 배치될 수 있다. 상기 광학 소자 (300)는 자발광 컬러 필터층으로부터의 광의 편광을 유지하기 위한 부재일 수 있다. 일 구현예에서, 상기 광학 소자(300)는, 편광자(polarizer)일 수 있다. 상기 편광자는, 200 um 이하의 얇은 두께를 가진 TAC (triacetyl cellulose)일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 다른 구현예에서, 상기 광학 소자는 편광 기능 없는 굴절률 조절 코팅일 수 있다.
- [0043] 상기 상부 기판의 저면에는, 개구부를 포함하고 상기 하부 기판 상에 제공된 배선판의 게이트선, 데이터선, 및 박막 트랜지스터 등을 가리는 블랙 매트릭스(241)가 제공된다. 예를 들어, 블랙 매트릭스(241)는 격자 형상을 가질 수 있다. 상기 블랙 매트릭스 (241) 의 개구부에, 편광된 적색광을 방출하는 제1 컬러필터(R), 편광된 녹색광을 방출하는 제2 컬러필터(G), 및 편광된 청색광을 방출하는 제3 컬러필터(B)를 포함하는 자발광 컬러필터층 (230)이 제공된다. 필요한 경우, 상기 자발광 컬러필터층은, 편광된 적색, 녹색, 청색 이외의 색 (예컨대, 청록색 (cyan), 자주색(magenta), 및 황색 (yellow))을 방출하는 하나 이상의 제4 컬러필터를 더 포함할 수 있다. 상기 자발광 컬러필터층 (230)의 제1 컬러필터, 제2 컬러필터, 및 제3 컬러필터 등의 컬러필터는 하부 기판에 형성된 화소 영역에 대응되어 반복할 수 있다. 상기 자발광 컬러필터층 위에는 투명 공통 전극(231)이 제공될 수 있다. 상기 제1 컬러필터 및 상기 제2 컬러필터는 반도체 나노결정-폴리머 복합체를 포함한다. 필요한 경우, 상기 제3 컬러필터는 반도체 나노결정-폴리머 복합체를 포함할 수 있다. 본 명세서에서, 반도체 나노결정은, 퀀텀로드, 등방성 반도체 나노결정(즉, 양자점), 및 시트형 반도체를 통칭할 수 있는 용어이다. 상기 반도체 나노결정-폴리머 복합체는 패턴화될 수 있다. 패턴화 방법은, 특별히 제한되지 않는다. 예컨대, 반도체 나노결정-폴리머 용액을 잉크젯 또는 스크린 프린팅법에 의해 패턴화하여 패턴화된 반도체 나노결정-폴리머 복합체를 얻을 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0044] 흡수형 컬러필터를 채용한 액정 디스플레이는, 백라이트로부터 방출된 광량을 기준으로, 통상 5 내지 10의 낮은 광 투과율을 가진다. 이처럼 낮은 광투과율의 문제를 해결하고자 자발광 컬러필터를 채용하는 액정 디스플레이가 제안된 바 있다. 그러나, 자발광 액정 디스플레이는 액정을 통과한 편광된 광이 (양자점, 형광체 등을 포함한) 자발광 컬러필터에서 그의 편광을 유지하기 위해 컬러 필터가 장치 내의 모든 편광판을 지난 후 배치된다. 다시 말해, 자발광 컬러필터는, 불가피하게 액정 패널의 바깥쪽에 위치한다.
- [0045] 이와 대조적으로, 진술한 일구현예에 따른 액정 디스플레이에서는, 액정층(220)을 통과한 광에 의해, 컬러 필터층(230)의 제1, 제2, 및 제3 컬러필터(R, G, B)가 소망하는 방향으로 편광된 광을 방출할 수 있다. 따라서, 컬러필터 층이 액정 패널(200) 내에 포함될 수 있고, 그 이후, 광학 요소, 예컨대, 편광자 또는 편광 성능 없는

굴절률 코팅이 제공될 수 있다. 이 때, 상기 편광자는 컬러필터로부터 방출된 광의 편광 방향을 바꾸지 않는 광학 요소이다.

- [0046] 이처럼, 액정 패널 내부에 자발광 컬러필터층을 형성하는 것은 다음과 같은 점에서 유리하다: 편광판이 상부 기판의 상면에 제공되므로 액정층에 불리한 영향을 주지 않고 자발광 액정 디스플레이를 제조할 수 있다. 또, 자발광 컬러필터가 패널 내부 (즉, 상부 기판 아래)에 위치하고 그 위에 필요에 따라 편광자 또는 굴절률 조절 코팅이 제공되므로, 외부 광에 의한 컬러필터의 발광 가능성이 매우 낮으며, 이에 따라, 종래의 자발광 액정 디스플레이에 비해 현저히 향상된 표시 품질 (예를 들어, 향상된 콘트라스트 비)을 제공할 수 있다.
- [0047] 일구현예에서, 반도체 나노결정-폴리머 복합체를 포함하는 상기 제1 컬러필터(R)는, 복수개의 정렬된 퀀텀 로드 (quantum rod), 복수개의 등방성 반도체 나노결정과 종방향으로 정렬된 복수개의 금속 나노 와이어를 포함하는 어레이의 복합체, 또는 복수개의 정렬된 퀀텀 플레이트를 포함할 수 있다. 제1 컬러필터 (R)에 포함된 상기 퀀텀 로드, 상기 등방성 반도체 나노결정, 및 상기 퀀텀 플레이트는 적색광을 발할 수 있다. 적색광은, 피크 파장이 590 nm 내지 700 nm 에 포함될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0048] 반도체 나노결정-폴리머 복합체를 포함하는 상기 제2 컬러필터는, 복수개의 정렬된 퀀텀 로드(quantum rod), 복수개의 등방성 반도체 나노결정과 종방향으로 정렬된 복수개의 나노 와이어를 포함하는 어레이의 복합체, 또는 복수개의 정렬된 퀀텀 플레이트를 포함할 수 있다. 상기 퀀텀 로드, 상기 등방성 반도체 나노결정, 및 상기 퀀텀 플레이트는 녹색광을 발할 수 있다. 녹색광은, 피크 파장이 510 nm 내지 570 nm 범위일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0049] 상기 반도체 나노 결정은, 그의 크기 또는 조성을 변화시킴에 의해 발광 파장을 조절할 수 있다. 예를 들어, 상기 반도체 나노 결정은 II족-VI족 화합물, III족-V족 화합물, IV족- VI족 화합물, VI족 화합물, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 상기 II-VI족 화합물은 CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe, ZnTe, ZnO, HgS, HgSe, HgTe, MgSe, MgS 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; CdSeS, CdSeTe, CdSTe, ZnSeS, ZnSeTe, ZnSTe, HgSeS, HgSeTe, HgSTe, CdZnS, CdZnSe, CdZnTe, CdHgS, CdHgSe, CdHgTe, HgZnS, HgZnSe, HgZnTe, MgZnSe, MgZnS 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 HgZnTeS, CdZnSeS, CdZnSeTe, CdZnSTe, CdHgSeS, CdHgSeTe, CdHgSTe, HgZnSeS, HgZnSeTe, HgZnSTe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 상기 III-V족 화합물은 GaN, GaP, GaAs, GaSb, AlN, AlP, AlAs, AlSb, InN, InP, InAs, InSb 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; GaNP, GaNAs, GaNSb, GaPAs, GaPSb, AlNP, AlNAs, AlNSb, AlPAs, AlPSb, InNP, InNAs, InNSb, InPAs, InPSb, GaAlNP 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 GaAlNAs, GaAlNSb, GaAlPAs, GaAlPSb, GaInNP, GaInNAs, GaInNSb, GaInPAs, GaInPSb, InAlNP, InAlNAs, InAlNSb, InAlPAs, InAlPSb 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 상기 IV-VI족 화합물은 SnS, SnSe, SnTe, PbS, PbSe, PbTe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; SnSeS, SnSeTe, SnSTe, PbSeS, PbSeTe, PbSTe, SnPbS, SnPbSe, SnPbTe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 SnPbSSe, SnPbSeTe, SnPbSTe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 상기 IV족 화합물은 Si, Ge 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 단원소 화합물; 및 SiC, SiGe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.
- [0050] 상기 이원소 화합물, 삼원소 화합물 또는 사원소 화합물은 균일한 농도로 입자 내에 존재하거나, 농도 분포가 부분적으로 다른 상태로 나누어져 동일 입자 내에 존재하는 것일 수 있다. 하나의 반도체 나노결정이 다른 반도체 나노결정을 둘러싸는 코어/셸 구조를 가질 수도 있다. 코어와 셸의 계면은 셸에 존재하는 원소의 농도가 중심으로 갈수록 낮아지는 농도 구배(gradient)를 가질 수 있다. 또한, 상기 반도체 나노결정은 하나의 반도체 나노결정 코어와 이를 둘러싸는 다층의 셸을 포함하는 구조를 가질 수도 있다. 이때 다층의 셸 구조는 2층 이상의 셸 구조를 가지는 것으로 각각의 층은 단일 조성 또는 합금 또는 농도 구배를 가질 수 있다.
- [0051] 또한, 상기의 반도체 나노결정은 코어보다 셸을 구성하는 물질 조성이 더 큰 에너지 밴드갭을 갖고 있어, 양자 구속 효과가 효과적으로 나타나는 구조를 가질 수 있다. 다층의 셸을 구성하는 경우도 코어에 가까운 셸보다 코어의 바깥 쪽에 있는 셸이 더 큰 에너지 밴드갭을 갖는 구조일 수 있다.
- [0052] 반도체 나노결정은 약 10% 이상, 예컨대, 약 30% 이상, 약 50% 이상, 약 60% 이상, 약 70% 이상, 또는 약 90% 이상의 양자 수율(quantum yield)을 가질 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

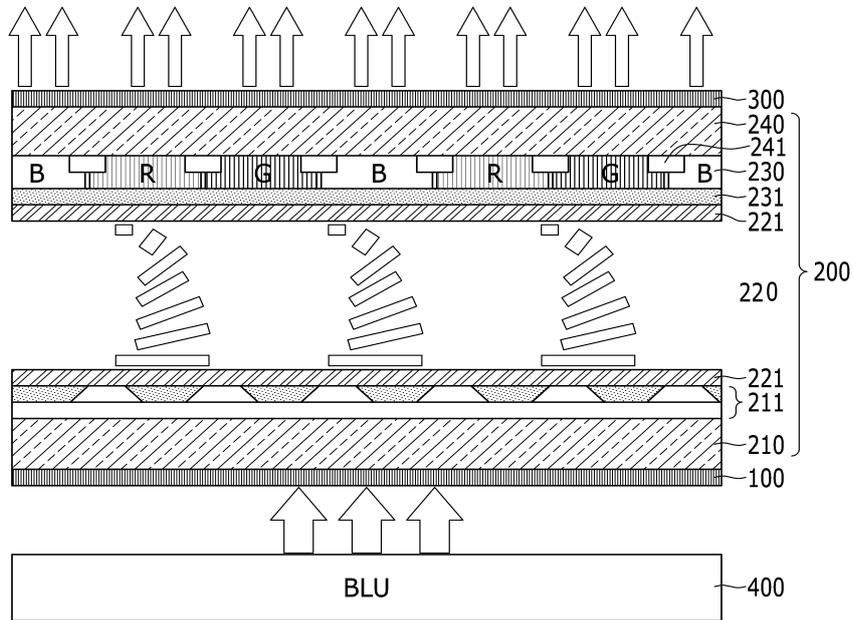
- [0053] 디스플레이에서 색순도나 색재현성을 향상시키기 위해 상기 반도체 나노 결정은 비교적 좁은 폭의 스펙트럼을 가질 수 있다. 예컨대, 상기 반도체 나노결정은 약 45 nm 이하, 예를 들어 약 40 nm 이하, 또는 약 30 nm 이하의 발광과장 스펙트럼의 반치폭을 가질 수 있다.
- [0054] 상기 나노결정은 약 1 nm 내지 약 100 nm의 입경(구형이 아닌 경우 가장 긴 부분의 크기)을 가질 수 있다. 예컨대, 상기 나노 결정은, 약 1 nm 내지 약 20 nm의 입경(구형이 아닌 경우 가장 긴 부분의 크기)을 가질 수 있다.
- [0055] 일구현예에서, 제1, 제2, 또는 제3 컬러필터 등의 상기 컬러필터는, 반도체 나노결정으로서 길이방향으로 정렬된 퀴텀로드를 포함하는 반도체 나노결정-폴리머 복합체일 수 있다. 본 명세서에서, "퀴텀 로드"라 함은, 종횡비가 1 보다 큰, 예컨대, 2 이상, 3 이상, 또는 5 이상인 반도체 나노결정을 말한다. 퀴텀 로드의 종횡비는, 50 이하, 예컨대, 30 이하, 또는 20이하일 수 있다. 전술한 반도체 나노결정에 대한 내용은, 퀴텀 로드와 적용될 수 있다. 구형의 반도체 나노결정과 달리, 퀴텀 로드는 선편광된 광을 발광할 수 있다. 퀴텀 로드는 코어셸 구조를 가질 수 있다. 퀴텀 로드의 코어는, 구, 타원구, 다면체, 로드 형태 등일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 퀴텀 로드의 셸은 길게 연장된 형상(elongated shape)의 반도체 나노결정일 수 있다. 상기 퀴텀로드는 알려진 방법에 의해 제조될 수 있거나, 혹은 상업적으로 입수할 수 있다. 퀴텀 로드와 관련된 구체적 내용은, WO2012/035535 (PCT/IL2011/000734), J. Phys. Chem. Lett. 2013, 4, 502 - 507, 및 Nano Today (2013) 8, 494-513 을 참고할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 상기 문헌들은 전체로서 본 명세서에 포함된다.
- [0056] 컬러필터 내에서 복수개의 상기 퀴텀 로드들의 장축은 정렬되어 있어 편광된 광을 방출한다. 광학 소자(300)가 편광자인 경우, 퀴텀로드들은 실질적으로 상기 편광자의 투과축 방향으로 정렬할 수 있다. 이렇게 정렬된 퀴텀 로드는, 편광된 광을 방출하므로, 일구현예에 따른 전술한 컬러필터는 편광된 광을 방출하게 된다.
- [0057] 퀴텀로드를 소망하는 방향으로 정렬시키는 것은 전압 인가, 배향막 사용, 자기 조립 단분자 사용, 또는 반응성 메조겐의 사용에 의해 이루어질 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 예를 들어, 주쇄와 측쇄로 이루어진 폴리머를 포함하고/거나 광분해 물질, 광이성화 물질, 광경화 물질 등을 포함하는 배향막을 얻고, 상기 배향막을 표면 처리하여 상기 측쇄가 일방향으로 배열되도록 한다. 이렇게 표면 처리된 배향막 상에 퀴텀로드 함유 폴리머액을 도포하여 필름을 얻고, 얻어진 필름을, (필요한 경우 선택적으로) 경화하여 정렬된 복수개의 퀴텀로드들을 포함하는 폴리머 복합체 (패턴)를(을) 얻을 수 있다. 상기 표면 처리는 러빙, UV 광조사, 이온빔 조사에 의해 수행될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0058] 상기 자기조립 단분자를 이용한 정렬법은, 적절한 방법으로 상부 기판 표면에 자기조립 단분자막을 형성한다. 상기 막에서 자기조립 단분자들은 일방향으로 배열되어 있고, 특정 물질과 반응하여 결합하기 쉽다. 이러한 자기조립 단분자막 상에 퀴텀 로드-폴리머 액이 도포하여 퀴텀 로드 함유 폴리머 복합체층을 형성하면, 상기 층 내에 포함된 퀴텀 로드들이 일방향으로 배열될 수 있다.
- [0059] 다른 예에서, 반응성 메조겐(reactive mesogen)기 함유 물질을, 퀴텀 로드-폴리머 액과 혼합하여 상부 기판에 (예컨대, 잉크젯 법, 스크린 프린팅 법, 스핀코팅법, 바 코팅 법에 의해) 도포하여 필름을 형성한 후, 얻어진 필름에 UV 광을 조사하여 필름 내에 포함된 퀴텀 로드들이 소망하는 방향으로 길이 방향 정렬되게 할 수 있다.
- [0060] 다른 구현예에서, 상기 컬러 필터는, 복수개의 등방성 반도체 나노결정 (다시 말해, 양자점)과 종방향으로 정렬된 복수개의 금속 나노 와이어를 포함하는 어레이의 복합체를 포함할 수 있다. 전술한 반도체 나노결정에 대한 내용은, 상기 양자점에 적용될 수 있다. 상기 양자점은 비편광된 광을 방출한다. 상기 양자점으로부터 나온 비편광된 광이 상기 금속 나노 와이어 어레이에 도달하면, 나노 와이어의 정렬 방향에 수직으로 진동하는 전기장(electric field)을 가지는 광은 상기 나노 와이어 어레이를 통과하고, 나머지 광들은 상기 나노 와이어 어레이를 통과하지 못한다. 즉, 상기 금속 나노 와이어 어레이는, 전방 산란자(forward scatterer)로서의 역할을 하여, 정렬된 어레이에 수직인 편광은 투과(transmit)될 수 있다. 따라서, 상기 양자점-나노 와이어 어레이 복합체를 포함하는 컬러필터는, 특정 방향으로 (예컨대, 상기 금속 나노 와이어의 정렬방향에 수직으로) 편광된 광을 방출할 수 있다. 상기 금속 나노 와이어들의 어레이에서, 인접하는 금속 나노 와이어들 간의 거리 (이하, 피치라 함)는, 상기 양자점으로부터 방출된 광의 최대 피크 파장의 62% 이하, 예컨대, 61% 이하, 54% 이하, 50% 이하, 47% 이하, 또는 40% 이하일 수 있다. 상기 어레이의 피치가 이러한 범위를 가지는 경우, 발광 입자로부터 방출된 광을 효율적으로 선 편광시킬 수 있다.
- [0061] 상기 금속 나노 와이어는, 자성 나노 와이어일 수 있다. 이 경우, 상기 금속 나노 와이어들이 자기장 하에서 배향될 수 있으므로, 세로 방향으로 정렬된 나노 와이어들의 어레이를 쉽게 얻을 수 있다. 외부에서 가해진 자기장은, 나노 와이어를 자화(magnetization)시켜 가해진 장의 방향에 따라 이들이 회전 및 배치될 수 있도록

한다. 나노 세그먼트 길이 및 자기장의 세기를 조절하여 잘 정렬된 나노 와이어 어레이를 얻을 수 있다.

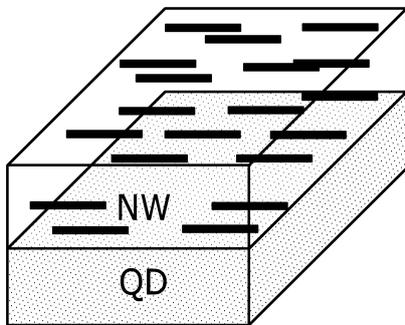
- [0062] 상기 금속 나노 와이어는 표면 플라즈몬 커플링을 나타낼 금속을 포함할 수 있다. 상기 표면 플라즈몬 커플링을 나타낼 금속은, 금, 은, 구리, 백금, 니켈, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0063] 일구현예에서, 상기 나노 와이어는, 단일 조성의 나노와이어일 수 있다. 상기 단일 조성의 나노 와이어는, 니켈, 금, 은, 구리, 백금, 또는 이들의 조합 (예컨대, 이들의 합금)을 포함할 수 있다. 다른 구현예에서, 상기 나노 와이어는, 멀티 세그먼트화 나노 와이어일 수 있다. 본 명세서에서 "멀티 세그먼트화 나노 와이어" 라 함은 2개 이상의 세그먼트를 포함하고, 적어도 하나의 세그먼트는 다른 세그먼트와 상이한 물질을 포함하는 나노 와이어를 말한다.
- [0064] 일구현예에서, 상기 나노 와이어는, 멀티 세그먼트화 자성 나노와이어일 수 있다. 상기 멀티 세그먼트화 자성 나노 와이어는, 자성을 가지는 하나 이상의 제1 세그먼트 및 표면 플라즈몬 커플링을 나타낼 수 있는 하나 이상의 제2 세그먼트를 포함할 수 있다. 이러한 나노 와이어는, 알려진 방법으로 합성할 수 있다. 예를 들어, 나노 와이어는, 상업적으로 입수 가능하거나, 혹은 나노 다공성 템플레이트로 기재를 전착(electrodeposition) 시킴에 의해 제조될 수 있다. 다공성 템플레이트는 상업적으로 입수 가능하며 전착의 구체적인 조건들 (도금액의 종류, 온도)과 회수 방법은 알려져 있다.
- [0065] 상기 금속 나노 와이어는, 직경 300 nm 이하 및 종횡비 10 이상일 수 있다. 상기 금속 나노 와이어들의 평균 직경이 300 nm 이하, 예를 들어, 280 nm 이하, 260 nm 이하, 200 nm 이하, 150nm 이하, 또는 100 nm 이하일 수 있다. 상기 금속 나노 와이어들은, 평균 직경이, 2 nm 이상, 예컨대, 5 nm 이상, 또는 10nm 이상일 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다. 상기 금속 나노 와이어들은, 평균 종횡비가 10 이상, 예컨대, 11 이상, 12 이상, 20 이상, 또는 30 이상일 수 있다.
- [0066] 상기 금속 나노 와이어의 어레이는 하나의 층(즉, 모노 레이어)일 수 있다. 대안적으로, 상기 금속 나노 와이어 어레이는, 2개 이상의 층들을 포함할 수 있다.
- [0067] 일구현예에서, 상기 반도체 나노결정-나노 와이어 어레이 복합체는, 제1 층 및, 상기 제1 층의 한쪽 면에 접하는 제2 층을 포함할 수 있다 (참조: 도 2). 상기 제1 층은 제1 호스트 매트릭스 및 상기 제1 호스트 매트릭스 내에 분산된 상기 금속 나노 와이어들의 어레이를 포함하고 상기 제2 층은, 제2 호스트 매트릭스 및 상기 제2 호스트 매트릭스에 분산된 상기 발광 재료를 포함한다. 상기 제1 호스트 매트릭스 및 상기 제2 호스트 매트릭스는, 동일하거나 상이한 재료일 수 있다. 상기 제1 호스트 매트릭스 및 상기 제2 호스트 매트릭스는 투명 폴리머일 수 있다. 상기 폴리머는 유전성 (예컨대, 절연성) 폴리머일 수 있다. 비제한적인 예에서, 투명 폴리머는, 폴리비닐피롤리돈(PVP), 폴리스타이렌, 폴리에틸렌, 폴리아크릴, 폴리프로필렌, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리부틸메타크릴레이트(PBMA), 이들의 공중합 형태, 또는 이들의 조합일 수 있다. 제1층 및 제2층의 두께는 적절히 선택할 수 있으며, 특별히 제한되지 않는다. 제1층과 제2 층의 두께를 적절히 조절하는 것은, 상기 발광 재료로부터 나온 적어도 일부의 광이 상기 자성 나노 와이어의 표면 플라즈몬과 커플링하는 것을 보다 용이하게 할 수 있다. 호스트 매트릭스의 재료는, 발광 재료(양자점)의 발광을 퀸칭(quenching)하지 않도록 선택할 수 있다. 또한, 호스트 매트릭스 재료는, 적절한 수준의 점도를 가져서 건조 동안 필름의 사이드(side)로 나노 와이어들이 당겨지지 않도록 한다. 일구현예에서, 폴리비닐피롤리돈 등의 호스트 매트릭스는, 점도가 적절하여, 높은 편광비를 위해 요구되는 나노 와이어의 위치화(positioning)를 조절할 수 있도록 한다. 한편, 일단 건조된 후, 호스트 매트릭스는 나노 와이어의 배향을 정렬된 채로 유지될 수 있도록 하여, 나노 와이어가 1차원을 따라 고도로 정렬되어 있는 3차원 구조를 제공할 수 있다.
- [0068] 다른 구현예에서, 상기 반도체 나노결정-나노 와이어 어레이 복합체는, 하나의 호스트 매트릭스 내에 상기 금속 나노 와이어들의 어레이 및 상기 발광 재료를 포함하는 하나의 층을 포함할 수 있다 (참조: 도 3). 상기 호스트 매트릭스에 대한 내용은 제1 및 제2 호스트 매트릭스에 대하여 기재된 바와 같다. 예컨대, 상기 호스트 매트릭스는 투명 폴리머일 수 있다. 비제한적인 예에서, 투명 폴리머는, 폴리비닐피롤리돈(PVP), 폴리비닐피롤리돈 (PVP), 폴리스타이렌, 폴리에틸렌, 폴리아크릴, 폴리프로필렌, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리부틸메타크릴레이트(PBMA), 이들의 공중합 형태, 또는 이들의 조합일 수 있다.
- [0069] 일실시예에서, 반도체 나노결정-(정렬된) 금속 나노 와이어 포함 어레이의 복합체는 다음과 같은 과정을 통해 제조될 수 있다.
- [0070] 금(3 μ m)-니켈(7 μ m)-금(3 μ m)등과 같이 멀티 세그먼트화 나노 와이어들을 포함하는 수분산액을 폴리비닐 피롤리돈 (PVP) 용액 (용매: 물)과 혼합하여 유리 기판 상에 드롭 캐스팅하여 자기장 하에서 상온에서 하룻밤 건조시켜

도면

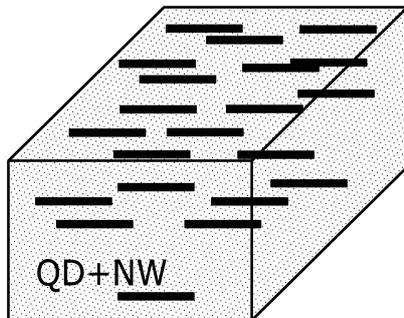
도면1



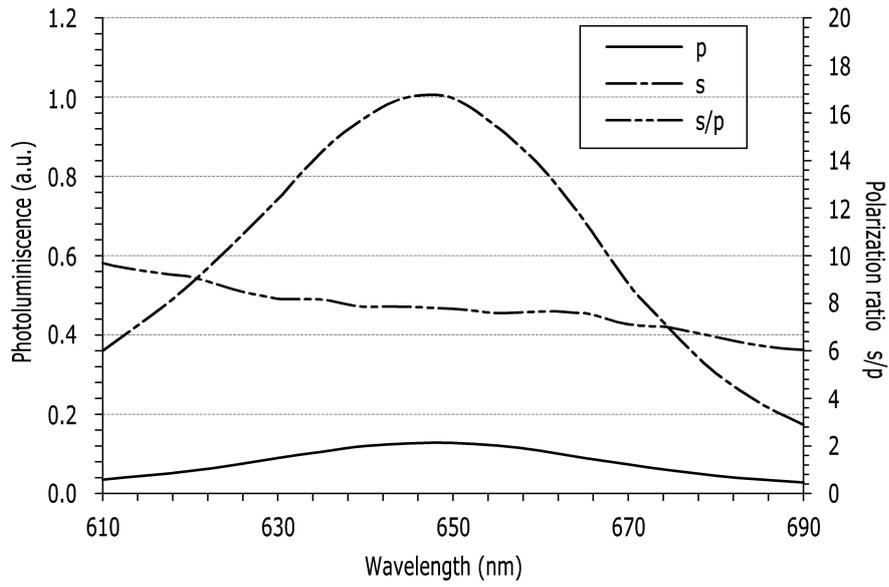
도면2



도면3



도면4



도면5

