



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0080569  
(43) 공개일자 2022년06월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G02B 5/20 (2022.01) G02B 5/22 (2006.01)

G02B 5/26 (2006.01) G02B 7/00 (2021.01)

(52) CPC특허분류

G02B 5/201 (2013.01)

G02B 5/22 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0169801

(22) 출원일자 2020년12월07일

심사청구일자 2020년12월07일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

국립생태원

충청남도 서천군 마서면 금강로 1210 ( )

(72) 발명자

여중석

인천광역시 연수구 컨벤시아대로130번길 100, 1806동 2503호(송도동, 송도 더샵 그린워크 3차)

전덕진

인천광역시 연수구 송도국제대로 157, 2114호(송도동, 오네스타)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인우인

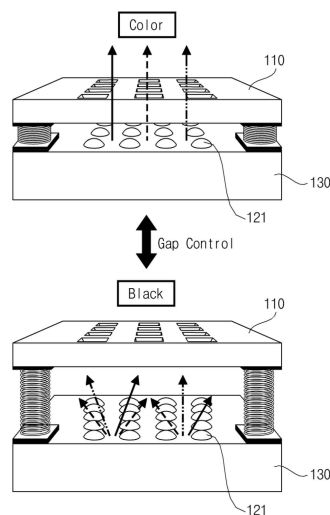
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 반사형 디스플레이 장치

(57) 요약

본 발명의 바람직한 실시예에 따른 반사형 디스플레이 장치는, 반사체 소재를 이용하여, 특정 파장 대역의 빛을 반사하는 나노 구조체와 검은색 흡수체를 결합한 형태의 소자를 이용함으로써, 밝은 태양광이 비추는 외부에서도 선명한 색상을 표시할 수 있고, 동일한 층수의 소자에서 컬러 필터를 이용한 기술 대비 색재현성과 명암비를 높이는 동작이 가능하다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

**G02B 5/26** (2013.01)

**G02B 7/006** (2013.01)

**G02B 2207/101** (2013.01)

(72) 발명자

**지승목**

인천광역시 연수구 해돋이로120번길 16, 206동  
1101호(송도동, 송도풍림아이원2단지아파트)

**김진희**

경기도 수원시 장안구 이목로 24, 121동 1802호(정  
자동, 수원 SK SKY VIEW)

**이은옥**

전라북도 군산시 궁포2로 25, 103동 2902호(  
조촌동, e편한세상 디오션시티)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345317082

과제번호 2017R1D1A1B04033182

부처명 교육부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 이공학개인지초연구지원사업-기본연구지원사업

연구과제명 자연의 저반사 및 광결정 구조를 모방한 고대비 구조색 및 변색성 표면 구현 기술

개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 연세대학교

연구기간 2017.06.01 ~ 2021.05.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

다공성 판으로 이루어지며, 입사광을 투과하는 제1층;

반사체 소자를 적어도 한개 구비하며, 상기 제1층을 통해 투과되는 상기 입사광에서 적어도 한개의 반사체 소자를 통해 미리 설정된 제1 파장 대역의 빛을 반사시키는 제2층; 및

상기 제1층을 통해 투과되는 상기 입사광에서 미리 설정된 제2 파장 대역의 빛을 흡수하는 제3층;

을 포함하며,

명도(brightness)를 제어하기 위해, 상기 제1층과 상기 제2층 사이의 거리를 조절하여 상기 제2층으로부터 반사된 빛이 상기 제1층을 통해 투과되어 나오는 정도를 조절하는,

반사형 디스플레이 장치.

#### 청구항 2

제1항에서,

상기 반사체 소자는,

색상(hue)을 조절하는 나노 구조체인,

반사형 디스플레이 장치.

#### 청구항 3

제2항에서,

상기 나노 구조체는,

광결정형 구조, 포토닉 글래스(photonic glass) 또는 간섭형 구조인,

반사형 디스플레이 장치.

#### 청구항 4

제2항에서,

상기 나노 구조체를 통해 반사되는 빛의 상기 제1 파장 대역은,

상기 나노 구조체의 크기, 상기 나노 구조체의 모양, 상기 나노 구조체의 간격(pitch) 및 상기 나노 구조체의 간격의 일정한 정도(randomness) 중 적어도 하나에 의해 조절되는,

반사형 디스플레이 장치.

#### 청구항 5

제2항에서,

상기 나노 구조체는,

미리 설정된 대역의 빛을 반사하여 청록색(Cyan)을 나타내는 청록색(Cyan) 반사체, 미리 설정된 파장 대역의 빛을 반사하여 적보라색(Magenta)을 나타내는 적보라색(Magenta) 반사체 및 미리 설정된 파장 대역의 빛을 반사하여 황색(Yellow)을 나타내는 황색(Yellow) 반사체 중 적어도 하나의 반사체에 의한 색상 혹은 색재현 대역을 포함하는,

반사형 디스플레이 장치.

## 청구항 6

제2항에서,

상기 나노 구조체는,

미리 설정된 파장 대역의 빛을 반사하여 적색(Red)을 나타내는 적색(Red) 반사체, 미리 설정된 파장 대역의 빛을 반사하여 녹색(Green)을 나타내는 녹색(Green) 반사체 및 미리 설정된 파장 대역의 빛을 반사하여 청색(Blue)을 나타내는 청색(Blue) 반사체 중 적어도 하나의 반사체에 의한 색상 혹은 색재현 대역을 포함하는, 반사형 디스플레이 장치.

## 청구항 7

제1항에서,

상기 제2층과 상기 제3층은,

서로 결합된 형태로 이루어지는 구조인,

반사형 디스플레이 장치.

## 청구항 8

제7항에서,

상기 제2층과 상기 제3층은,

상기 제3층 위에 상기 제2층이 결합된 형태로 이루어져 채도(saturation)를 조절하는 구조인,

반사형 디스플레이 장치.

## 청구항 9

제1항에서,

상기 다공성 판은,

상기 입사광을 전부 흡수하는 소재 또는 상기 입사광의 일부를 반사하는 소재로 이루어지는,

반사형 디스플레이 장치.

## 청구항 10

제1항에서,

상기 제1층과 상기 제2층 사이의 거리는,

전기적 신호에 의해 기계적 변위를 주는 변환 모듈을 이용하여 조절되는,

반사형 디스플레이 장치.

## 청구항 11

제1항에서,

상기 제1층의 공극 크기를 조절하여 상기 입사광의 투과 정도를 조절하는,

반사형 디스플레이 장치.

## 청구항 12

제11항에서,

상기 제1층의 공극 크기는,

전기적 신호에 의해 기계적 변위를 주는 변환 모듈을 이용하여 조절되는,

반사형 디스플레이 장치.

### 청구항 13

제1항에서,

상기 제1층의 공극 면적과 상기 제1층의 비공극 면적의 비율을 조절하여 상기 입사광의 투과 정도를 조절하는, 반사형 디스플레이 장치.

### 청구항 14

제1항에서,

상기 제1층의 공극의 배열은, 정형화된 배열 또는 비정형화된 배열로 이루어지는, 반사형 디스플레이 장치.

### 청구항 15

제1항에서,

상기 제1층과 상기 제2층은, 각각 독립적으로 제어되는, 반사형 디스플레이 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

- [0001] 본 발명은 반사형 디스플레이 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 별도의 컬러 필터 없이도 색상을 재현할 수 있는, 장치에 관한 것이다.
- [0002] 본 연구는 2020년도 환경부의 재원으로 국립생태원 주관으로 수행된 생태모방 구조색 구현을 위한 공정기술 개발 연구(No. NIE-기반연구-2020-18)와 관련된다.
- [0003] 또한, 본 연구는 2020~2021년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연세대학교 주관으로 자연의 저반사 및 광결정 구조를 모방한 고대비 구조색 및 변색성 표면 구현 기술 개발(No. 1345317082)과 관련된다.

### 배경 기술

- [0004] 밝은 태양광이 비추는 옥외에서 종이, 잉크와 같은 높은 명암비와 가독성을 확보하는 방법을 강구하기 위해 반사형 디스플레이는 옥외와 실내 모두에서 적용이 가능한 기술로 발전하고 있으며, 이 스크린을 통해 해결책을 제시할 수 있다.
- [0005] 기존 반사형 색상 재현 기술은 인쇄된 종이의 예에서 보이는 바와 같이 반사도를 높이기 위해, 감산 색재현(subtractive coloration)(가시광선 파장 대역 스펙트럼의 ~1/3 흡수를 통한 색상 재현)과 흰색 반사체(white reflector)(가시광선 파장 대역 스펙트럼의 100% 반사)의 결합 형태로 이루어지고 있다.
- [0006] 1960년대 일본의 마쓰시타 전기 사업이 처음 연구를 시작하여 MIT Media Lab에서 분사한 E-Ink사가 1997년 e-paper로 디스플레이로 응용하여 개발한 전기 영동 디스플레이가 반사형 디스플레이 시장의 가장 대표적인 제품이다. E-Ink의 마이크로 캡슐 전기 영동 디스플레이가 2007년 말부터 아마존 킨들에 장착되어 상용화된 기술이며, 음양의 전하가 부가된 흑백 색소체에 기반한 전기 영동 디스플레이의 컬러 구현은 컬러 필터를 이용하여 구현된다. 이외에도 1999년 설립된 사이픽스 이미징의 마이크로 캡 기술(현재 2012년 E-Ink에 인수), 필립스의 전기 습윤(electrowetting) 방식 반사형 기술, 웰컴사의 미라솔 디스플레이(교보문고 e북 리더 단말기에 탑재) 등이 존재한다.

- [0007] 그러나, 기존 반사형 색상 재현 기술은 디지털 디스플레이에서 종종 요구되는 맑고 선명한 색조가 아니라 색상이 바랜 느낌을 주는 경우가 빈번하다.
- [0008] 이에 반면, 자연에서는 특정 파장을 반사하는 나노 구조체(가시광선 파장 대역 스펙트럼의  $\sim 1/3$  혹은 특정 파장 대역의 반사를 통한 색상 재현)과 흡수체(투과된 빛의 흡수 정도를 조절)의 결합 형태로 이루어진다. 자연의 반사형 나노 구조체는 공학적으로 만들어진 반사체에 비해 반사율이 다소 떨어지지만, 외부 빛의 양이 크므로 적절한 흡수체와의 결합에 의해 매우 선명한 색상을 보여주고 있다.
- [0009] 이와 같은 자연의 조류 깃털 및 나비 날개에서 출발한 반사형 소재는 색상이 바랜 느낌을 주지 않는 점에 착안하여 본 발명에 따른 새로운 반사형 소자 구조를 제시한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0010] 본 발명이 이루고자 하는 목적은, 반사체 소재를 이용하여, 특정 파장 대역의 빛을 반사하는 나노 구조체와 검은색 흡수체를 결합한 형태의 소자를 이용하는, 반사형 디스플레이 장치를 제공하는 데 있다.
- [0011] 본 발명의 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 수 있다.

### 과제의 해결 수단

- [0012] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 반사형 디스플레이 장치는, 다공성 판으로 이루어지며, 입사광을 투과하는 제1층; 반사체 소자를 적어도 한개 구비하며, 상기 제1층을 통해 투과되는 상기 입사광에서 적어도 한개의 반사체 소자를 통해 미리 설정된 제1 파장 대역의 빛을 반사시키는 제2층; 및 상기 제1층을 통해 투과되는 상기 입사광에서 미리 설정된 제2 파장 대역의 빛을 흡수하는 제3층;을 포함하며, 명도(brightness)를 제어하기 위해, 상기 제1층과 상기 제2층 사이의 거리를 조절하여 상기 제2층으로부터 반사된 빛이 상기 제1층을 통해 투과되어 나오는 정도를 조절한다.
- [0013] 여기서, 상기 반사체 소자는, 색상(hue)을 조절하는 나노 구조체일 수 있다.
- [0014] 여기서, 상기 나노 구조체는, 광결정형 구조, 포토닉 글래스(photonic glass) 또는 간섭형 구조일 수 있다.
- [0015] 여기서, 상기 나노 구조체를 통해 반사되는 빛의 상기 제1 파장 대역은, 상기 나노 구조체의 크기, 상기 나노 구조체의 모양, 상기 나노 구조체의 간격(pitch) 및 상기 나노 구조체의 간격의 일정한 정도(randomness) 중 적어도 하나에 의해 조절될 수 있다.
- [0016] 여기서, 상기 나노 구조체는, 미리 설정된 대역의 빛을 반사하여 청록색(Cyan)을 나타내는 청록색(Cyan) 반사체, 미리 설정된 파장 대역의 빛을 반사하여 적보라색(Magenta)을 나타내는 적보라색(Magenta) 반사체 및 미리 설정된 파장 대역의 빛을 반사하여 황색(Yellow)을 나타내는 황색(Yellow) 반사체 중 적어도 하나의 반사체에 의한 색상 혹은 색재현 대역을 포함할 수 있다.
- [0017] 여기서, 상기 나노 구조체는, 미리 설정된 파장 대역의 빛을 반사하여 적색(Red)을 나타내는 적색(Red) 반사체, 미리 설정된 파장 대역의 빛을 반사하여 녹색(Green)을 나타내는 녹색(Green) 반사체 및 미리 설정된 파장 대역의 빛을 반사하여 청색(Blue)을 나타내는 청색(Blue) 반사체 중 적어도 하나의 반사체에 의한 색상 혹은 색재현 대역을 포함할 수 있다.
- [0018] 여기서, 상기 제2층과 상기 제3층은, 서로 결합된 형태로 이루어지는 구조일 수 있다.
- [0019] 여기서, 상기 제2층과 상기 제3층은, 상기 제3층 위에 상기 제2층이 결합된 형태로 이루어져 채도(saturation)를 조절하는 구조일 수 있다.
- [0020] 여기서, 상기 다공성 판은, 상기 입사광을 전부 흡수하는 소재 또는 상기 입사광의 일부를 반사하는 소재로 이루어질 수 있다.
- [0021] 여기서, 상기 제1층과 상기 제2층 사이의 거리는, 전기적 신호에 의해 기계적 변위를 주는 변환 모듈을 이용하여 조절될 수 있다.
- [0022] 여기서, 상기 제1층의 공극 크기를 조절하여 상기 입사광의 투과 정도를 조절할 수 있다.

- [0023] 여기서, 상기 제1층의 공극 크기는, 전기적 신호에 의해 기계적 변위를 주는 변환 모듈을 이용하여 조절될 수 있다.
- [0024] 여기서, 상기 제1층의 공극 면적과 상기 제1층의 비공극 면적의 비율을 조절하여 상기 입사광의 투과 정도를 조절할 수 있다.
- [0025] 여기서, 상기 제1층의 공극의 배열은, 정형화된 배열 또는 비정형화된 배열로 이루어질 수 있다.
- [0026] 여기서, 상기 제1층과 상기 제2층은, 각각 독립적으로 제어될 수 있다.

### 발명의 효과

- [0027] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 반사형 디스플레이 장치에 의하면, 반사체 소재를 이용하여, 특정 파장 대역의 빛을 반사하는 나노 구조체와 검은색 흡수체를 결합한 형태의 소자를 이용하여 반사되지 않은 파장 대역을 흡수하여 색의 명암비(contrast ratio)를 높임으로써, 밝은 태양광이 비추는 외부에서도 선명한 색상을 표시할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 반사형 디스플레이 장치를 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 반사형 디스플레이 장치의 동작 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 도 1에 도시한 반사형 디스플레이 장치의 구현 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 도 3에 도시한 반사형 디스플레이 장치의 동작 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 도 3에 도시한 반사체 소자의 구현 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 6은 도 3에 도시한 반사형 디스플레이 장치의 색상 제어 동작의 일례를 나타내는 도면으로, 도 6의 (a)는 청록색(Cyan)을 나타내고, 도 6의 (b)는 녹색(Green)을 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예를 상세히 설명한다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 게시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 게시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0031] 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 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0032] 본 명세서에서 "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위한 것으로, 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0033] 본 명세서에서 각 단계들에 있어 식별부호(예를 들어, a, b, c 등)는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.
- [0034] 본 명세서에서, "가진다", "가질 수 있다", "포함한다" 또는 "포함할 수 있다"등의 표현은 해당 특징(예: 수치, 기능, 동작, 또는 부품 등의 구성요소)의 존재를 가리키며, 추가적인 특징의 존재를 배제하지 않는다.

- [0035] 또한, 본 명세서에 기재된 '~부'라는 용어는 소프트웨어 또는 FPGA(field-programmable gate array) 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '~부'는 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 '~부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '~부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 '~부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로코드, 회로, 데이터 구조들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '~부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '~부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '~부'들로 더 분리될 수 있다.
- [0037] 이하에서 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 따른 반사형 디스플레이 장치의 바람직한 실시예에 대해 상세하게 설명한다.
- [0039] 먼저, 도 1 및 도 2를 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 반사형 디스플레이 장치에 대하여 설명한다.
- [0040] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 반사형 디스플레이 장치를 설명하기 위한 블록도이고, 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 반사형 디스플레이 장치의 동작 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- [0041] 도 1을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 반사형 디스플레이 장치(100)는 반사형 소재를 응용하여 현재 디지털 디스플레이가 직면한 도전 과제를 해결하기 위한 것으로, 반사도를 높이기 위해 가시광선 파장 대역의  $\sim 2/3$ 를 흡수하여 빛을 변조하는 가산 색재현(additive coloration) 방식에 비해 작은 파장 대역을 흡수하는 감산 색재현(subtractive coloration) 방식과 흰색 반사체(white reflector)의 결합 형태로 이루어진 기존 반사형 색상 재현 기술과 달리, 특정 파장 대역의 빛을 반사하는 나노 구조체와 검은색 흡수체를 결합한 형태의 소자를 이용한다.
- [0042] 즉, 도 2를 참조하면, 자연에서는 멜라닌, 케라틴으로 이루어지는 나노/마이크로 구조의 배열로 인해 특정 색이 반사되어, 색상이 발현된다. 조류에서는 크게 나노 스폰지 구조를 갖는 베타-케라틴( $\beta$ -keratin) 나노 구조체와 잘 정렬된 형태의 멜라닌 나노 입자가 관찰되며, 이 나노 구조체들의 모양, 크기 및 반복 주기 등에 의해 선택적으로 반사되는 빛의 파장이 결정된다. 이는 일반적으로 컬러 필터(혹은 염료)와 반사체의 조합으로 색상을 재현하는 기존 방식과는 달리 매우 밝은 태양광 아래 색의 선명성에 최적화된 방식으로 반사형 색재현 방법을 고려할 때, 그 응용 가능성이 높다.
- [0043] 다시 말하면, 자연에서는 특정 파장을 반사하는 나노 구조체(가시광선 파장 대역 스펙트럼의  $\sim 1/3$  혹은 특정 파장 대역의 반사를 통한 색상 재현)와 흡수체(투과된 빛의 흡수 정도를 조절)의 결합 형태로 이루어진다. 자연의 반사형 나노 구조체는 공학적으로 만들어진 반사체에 비해 반사율이 다소 떨어지지만, 외부 빛의 양이 크므로 적절한 흡수체와의 결합에 의해 매우 선명한 색상을 보여주고 있다. 이와 같은 자연의 조류 깃털 및 나비 날개에서 출발한 반사형 소재는 색상이 바랜 느낌을 주지 않는 점에 착안하여 본 발명에 따른 새로운 반사형 소자 구조를 제시한다.
- [0045] 이를 위해, 다시 도 1을 참조하면, 반사형 디스플레이 장치(100)는 제1층(110), 제2층(120) 및 제3층(130)을 포함하며, 명도(brightness)를 제어하기 위해, 반사형 디스플레이 장치(100)의 구동 유닛(도시하지 않음)을 통해 제1층(110)과 제2층(120) 사이의 거리를 조절하여 제2층(120)으로부터 반사된 빛이 제1층(110)을 통해 투과되어 나오는 정도를 조절한다.
- [0046] 여기서, 제1층(110)과 제2층(120) 사이의 거리는 전기적 신호에 의해 기계적 변위를 주는 변환 모듈(도시하지 않음)을 이용하여 조절될 수 있다. 예컨대, 변환 모듈에는 MEMS(Micro-Electro Mechanical System), EAP(Electro-Active Polymer) 액추에이터, 유전성 탄성체(dielectric elastomer) 등이 있다. 한편, 본 발명에 따른 제1층(110)과 제2층(120) 사이의 거리가 조절이 됨을 설명하기 위해, 스프링 형태로 도면에 도시하였으나, 이는 설명의 편의를 위한 것으로, MEMS, EAP 액추에이터, 유전성 탄성체 등과 같은 전기적 신호에 의해 기계적 변위를 주는 변환 모듈이면 본 발명에 모두 적용이 가능하다.



- [0048] 제1층(110)은 다공성 판으로 이루어지며, 입사광을 투과한다.
- [0049] 여기서, 다공성 판은 입사광을 전부 흡수하는 소재 또는 입사광의 일부를 반사하는 소재로 이루어질 수 있다.
- [0050] 이때, 반사형 디스플레이 장치(100)는 반사형 디스플레이 장치(100)의 구동 유닛(도시하지 않음)을 통해 제1층(110)의 공극 크기를 조절하여 입사광의 투과 정도를 조절할 수 있다.
- [0051] 여기서, 제1층(110)의 공극 크기는 전기적 신호에 의해 기계적 변위를 주는 변환 모듈을 이용하여 조절될 수 있다. 변환 모듈에는 MEMS(Micro-Electro Mechanical System), EAP(Electro-Active Polymer) 액추에이터 및 유전성 탄성체(dielectric elastomer) 등이 있다.
- [0052] 아울러, 제1층(110)의 공극 면적과 제1층(110)의 비공극 면적의 비율을 조절하여 입사광의 투과 정도를 조절할 수 있다.
- [0053] 그리고, 제1층(110)의 공극의 배열은 정형화된 배열 또는 비정형화된 배열로 이루어질 수 있다.
- [0055] 제2층(120)은 반사체 소자(121)를 적어도 한개 구비하고, 제1층(110)을 통해 투과되는 입사광에서 적어도 한개의 반사체 소자(121)를 통해 미리 설정된 제1 파장 대역의 빛을 반사시킨다.
- [0056] 여기서, 반사체 소자(121)는 색상(hue)을 조절하는 나노 구조체일 수 있다. 나노 구조체는 광결정형 구조, 포토닉 글래스(photonic glass), 간섭형 구조(보강 간섭 구조, 간섭성 산란 구조 등) 등일 수 있다.
- [0057] 그리고, 나노 구조체는 CMY 반사체로 이루어질 수 있다. 즉, 나노 구조체는 미리 설정된 파장 대역의 빛을 반사하여 청록색(Cyan)을 나타내는 청록색(Cyan) 반사체, 미리 설정된 파장 대역의 빛을 반사하여 적보라색(Magenta)을 나타내는 적보라색(Magenta) 반사체 및 미리 설정된 파장 대역의 빛을 반사하여 황색(Yellow)을 나타내는 황색(Yellow) 반사체 중 적어도 하나의 반사체에 의한 색상 혹은 색재현 대역을 포함할 수 있다.
- [0058] 물론, 나노 구조체는 RGB 반사체로 이루어질 수도 있다. 즉, 나노 구조체는 미리 설정된 파장 대역의 빛을 반사하여 적색(Red)을 나타내는 적색(Red) 반사체, 미리 설정된 파장 대역의 빛을 반사하여 녹색(Green)을 나타내는 녹색(Green) 반사체 및 미리 설정된 파장 대역의 빛을 반사하여 청색(Blue)을 나타내는 청색(Blue) 반사체 중 적어도 하나의 반사체에 의한 색상 혹은 색재현 대역을 포함할 수 있다.
- [0059] 또한, 나노 구조체를 통해 반사되는 빛의 제1 파장 대역은 나노 구조체의 크기, 나노 구조체의 모양, 나노 구조체의 간격(pitch), 나노 구조체의 간격의 일정한 정도(randomness) 등이나 이들의 조합에 의해 조절될 수 있다.
- [0061] 제3층(130)은 제1층(110)을 통해 투과되는 입사광에서 미리 설정된 제2 파장 대역의 빛을 흡수한다. 여기서, 제2 파장 대역은 위에서 설명한 제1 파장 대역과 상이한 파장 대역이거나, 상기 제1 파장 대역을 포함하며 제1 파장 대역보다 더 넓은 파장 대역일 수 있다.
- [0062] 즉, 제3층(130)은 제1층(110)을 통해 투과되는 입사광에서 제2층(120)을 통해 반사되지 않은 빛에서 미리 설정된 제2 파장 대역의 빛을 흡수할 수 있다.
- [0063] 이때, 제3층(130)을 통해 빛이 흡수되는 정도는 반사형 디스플레이 장치(100)의 구동 유닛(도시하지 않음)을 통해 조절될 수 있다.
- [0065] 한편, 본 발명에 따른 제2층(120)이 제3층(130) 위에 위치하는 형태로 이루어진 것으로 도 2에 도시하였으나, 이에 한정되지 않고 실시예에 따라 제2층(120)과 제3층(130)이 서로 결합된 형태로 이루어질 수 있다.
- [0066] 즉, 제2층(120)과 제3층(130)은 제3층(130) 위에 제2층(120)이 결합된 형태로 이루어져, 채도(saturation)를 조절하는 구조로 이루어질 수 있다.
- [0068] 그리고, 제1층(110)과 제2층(120)은 반사형 디스플레이 장치(100)의 구동 유닛(도시하지 않음)을 통해 각각 독립적으로 제어될 수 있다.

- [0071] 그러면, 도 3 내지 도 6을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 반사형 디스플레이 장치의 구현 일례에 대하여 설명한다.
- [0072] 도 3은 도 1에 도시한 반사형 디스플레이 장치의 구현 일례를 나타내는 도면이다.
- [0073] 도 3을 참조하면, 반사형 디스플레이 장치(100)는 다공성 판으로 이루어지며, 입사광을 투과하는 제1층(110), 반사체 소자(121)를 적어도 한개 구비하며, 제1층(110)을 통해 투과되는 입사광에서 적어도 한개의 반사체 소자(121)를 통해 미리 설정된 제1 파장 대역의 빛을 반사시키는 제2층(120) 및 제1층(110)을 통해 투과되는 입사광에서 미리 설정된 제2 파장 대역(제1 파장 대역과 상이한 파장 대역이거나, 제1 파장 대역을 포함하며 제1 파장 대역보다 더 넓은 파장 대역)의 빛을 흡수하는 제3층(130)을 포함하며, 명도(brightness)를 제어하기 위해, 제1층(110)과 제2층(120) 사이의 거리를 조절하여 제2층(120)으로부터 반사된 빛이 제1층(110)을 통해 투과되어 나오는 정도를 조절할 수 있다.
- [0074] 즉, 전기적 신호에 의해 기계적 변위를 주는 변환 모듈(MEMS, EAP 액추에이터, 유전성 탄성체 등)을 이용하여 구조의 물리적 변형을 가해, 다공성 판으로 이루어진 제1층(110)과 반사체 소자(121)가 존재하는 제2층(120) 간의 거리를 조절하여, 명도(brightness)를 제어할 수 있다. 이때, 전기적 신호에 의해 기계적 변위를 주는 변환 모듈(MEMS, EAP 액추에이터 및 유전성 탄성체 등)을 이용하여 다공성 판의 공극 크기를 추가적으로 조절하여 입사광의 투과 정도를 조절함으로써, 명도(brightness)를 제어할 수도 있다.
- [0075] 그리고, 반사체 소자(121)를 통해 색상(hue)을 제어할 수 있다. 즉, 색상 영역(color gamut) 안에서 다양한 색상을 표현할 수 있도록 2개 이상의 기본 반사체를 배치하여, 여러 특정 파장을 동시에 비율을 조절하여 빛을 반사할 수 있도록 함으로써, 색상(hue)을 제어할 수 있다. 예컨대, 반사체 소자(121)는 CMY 반사체, RGB 반사체와 미리 설계된 파장 대역을 구성하는 조합 등으로 이루어 질 수 있다. CMY 반사체로 이루어진 반사체 소자(121)를 이용한 경우 RGB 반사체 보다 에너지 효율적으로 더 많은 빛을 반사할 수 있다. 다만, 균일한 색도 구현이 필요한 경우, RGB 반사체로 이루어진 반사체 소자(121)를 이용할 수 있다.
- [0076] 본 발명에 따르면, 동일한 층수의 소자에서 컬러 필터를 이용한 색상 재현 기술 대비 색재현성과 명암비를 높이는 동작이 가능하다. 또한, 반사체 소자(121)를 이용한 색상 재현 기술은 야외같이 강한 광량 조건 하에서 선명한 색상을 에너지 효율적으로 얻을 수 있으며, 그 응용 가능성은 무궁무진하다.
- [0078] 도 4는 도 3에 도시한 반사형 디스플레이 장치의 동작 일례를 나타내는 도면이다.
- [0079] 도 4를 참조하면, 다공성 표면으로 이루어지는 제1층(110)과 반사체 소자(121)로 이루어지는 제2층(120) 사이의 간격이 좁을수록 다공성 표면을 뚫고 입사된 빛이 바닥면에서 반사되어 다시 다공성 표면 밖으로 나올 수 있으므로, 색상을 나타내게 된다.
- [0080] 반대의 경우, 즉 다공성 표면으로 이루어지는 제1층(110)과 반사체 소자(121)로 이루어지는 제2층(120) 사이의 간격이 넓을수록 다공성 표면을 뚫고 입사된 빛이 다시 다공성 표면 밖으로 나오지 않게 되므로, 회색도( grayscale)를 조절하게 된다.
- [0081] 이와 같이, 전기적 신호에 의해 기계적 변위를 주는 변환 모듈(MEMS, EAP 액추에이터, 유전성 탄성체 등)을 이용하여 제1층(110)과 제2층(120) 사이의 간격을 조절함으로써, 제2층(120)으로부터 반사된 빛이 제1층(110)을 통해 투과되어 나오는 정도인 투과량을 결정할 수 있다. 이에 따라, 자연에서의 패시브(passive)한 반사형 소재에서 벗어나 전기적으로 색도를 제어할 수 있는 소자로 변모할 수 있다.
- [0083] 도 5는 도 3에 도시한 반사체 소자의 구현 일례를 나타내는 도면이다.
- [0084] 도 5를 참조하면, 반사체 소자(121)는 CMY 반사체, 즉 청록색(Cyan) 반사체(121C), 적보라색(Magenta) 반사체(121M) 및 황색(Yellow) 반사체(121Y) 및 그 조합으로 이루어질 수 있다.
- [0085] 즉, 자연 조류 깃털의 반사형 색상 재현 원리 요소인 베타-케라틴( $\beta$ -keratin) 나노 구조를 모사하여, 미리 설계된 파장 대역의 빛을 반사하는 반사체 기술을 적용할 수 있다.

- [0086] 이는 컬러 필터를 활용하는 기존 기술과는 다르게 별도의 반사층을 따로 둘 필요가 없으며, 빛을 흡수하는 제3층(130)을 배치하여 선명한 색상을 구현할 수 있다.
- [0088] 도 6은 도 3에 도시한 반사형 디스플레이 장치의 색상 제어 동작의 일례를 나타내는 도면으로, 도 6의 (a)는 청록색(Cyan)을 나타내고, 도 6의 (b)는 녹색(Green)을 나타낸다.
- [0089] 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 반사형 디스플레이 장치(100)는 "청록색(Cyan)+검은색(Black)+검은색(Black)"을 통해 청록색(Cyan)을 나타낼 수 있다.
- [0090] 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이, 반사형 디스플레이 장치(100)는 "청록색(Cyan)+황색(Yellow)+검은색(Black)"을 통해 녹색(Green)을 나타낼 수 있다.
- [0091] 이때, 도 6의 실선 화살표는 청록색(Cyan)을 나타내고, 점선 화살표는 황색(Yellow)을 나타내며, 일점쇄선 화살표는 적보라색(Magenta)을 나타낸다.
- [0094] 본 발명의 시장성 및 기대 효과
- [0095] 반사형 디스플레이는 높은 명암비와 아주 우수한 전력 효율을 보일 수 있는 기술임에도 지금까지 시장에서 그다지 많이 채택되지 않았는데, 이는 반사형 디스플레이의 색상 표현이 일정 수준에 도달하지 못했던 점이 문제였을 뿐만 아니라 기존 실내 사용이 잦은 디지털 디스플레이의 연장선상에서 반사형 디스플레이를 이해하여 비디오 재생을 원했기 때문이다. 또한, 디지털 디스플레이에서 종종 요구되는 맑고 선명한 색조가 아니라 색상이 바랜 느낌을 주는 경우가 빈번했던 것이 문제이다.
- [0096] 그러나, 본 발명에 따른 반사형 디스플레이는 야외 기준 색의 선명성이나 에너지 효율성 측면에서 대단한 장점을 지니고 있기에, 재난 상황에서 정보를 전달한다거나 야외 광고판 등 대규모 디지털 사인지에 사용될 수 있는 기술이라고 할 수 있다.
- [0097] 본 발명에 따른 반사형 디스플레이는 혁신성이 있는 기술로, 그에 적합한 컬러 스탠다드인 SNAP(Specifications for Newsprint Advertising Production)을 만족하는 프린팅 수준의 높은 색상 재현성을 저전력 유연성 전자 플랫폼에서 구현할 수 있는 기술이다. 다시 말해 본 발명은 유연성, 저전력, 고색재현 디스플레이 개발에의 핵심 기술로 활용될 여지가 있으며, 디지털 사인지 등 보다 다양한 정보의 표현에 사용될 수 있다.
- [0098] 반사형 디스플레이의 글로벌 시장 전망을 보면 반사형 디스플레이 시장에서 e-리더와 모바일 기기는 거의 3/4의 점유율을 차지하고 있는 실정이며, 2015년 Technavio 분석 결과에서도 내구성이 있는 경량 디스플레이, 에너지 효율, 색상 향상 등이 장점인 반사형 디스플레이 기술은 공공 정보 디스플레이 분야에 광범위하게 적용될 것으로 기대하고 있다. 언택트 사회에서의 뉴노멀로 밀집된 공간을 떠나 저비용, 저에너지 야외 디스플레이 시장의 폭발적인 성장이 예견되고 있는 만큼 본 발명에 따른 기존 생태 환경에서의 색상 재현 기술을 모방한 반사형 디스플레이 기술은 점차 중요하게 부각될 것이며 그 미래는 밝다고 할 수 있다.
- [0101] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예를 구성하는 모든 구성요소들이 하나로 결합하거나 결합하여 동작하는 것으로 기재되어 있다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위 안에서라면, 그 모든 구성요소들이 하나 이상으로 선택적으로 결합하여 동작할 수도 있다. 또한, 그 모든 구성요소들이 각각 하나의 독립적인 하드웨어로 구현될 수 있지만, 각 구성요소들의 그 일부 또는 전부가 선택적으로 조합되어 하나 또는 복수개의 하드웨어에서 조합된 일부 또는 전부의 기능을 수행하는 프로그램 모듈을 갖는 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수도 있다. 또한, 이와 같은 컴퓨터 프로그램은 USB 메모리, CD 디스크, 플래시 메모리 등과 같은 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체(Computer Readable Media)에 저장되어 컴퓨터에 의하여 읽혀지고 실행됨으로써, 본 발명의 실시예를 구현할 수 있다. 컴퓨터 프로그램의 기록 매체로서는 자기기록매체, 광기록매체 등이 포함될 수 있다.
- [0102] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에

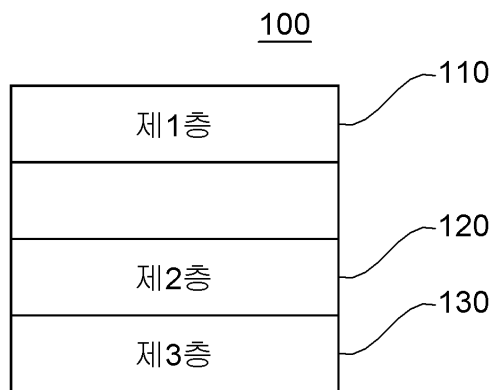
서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

### 부호의 설명

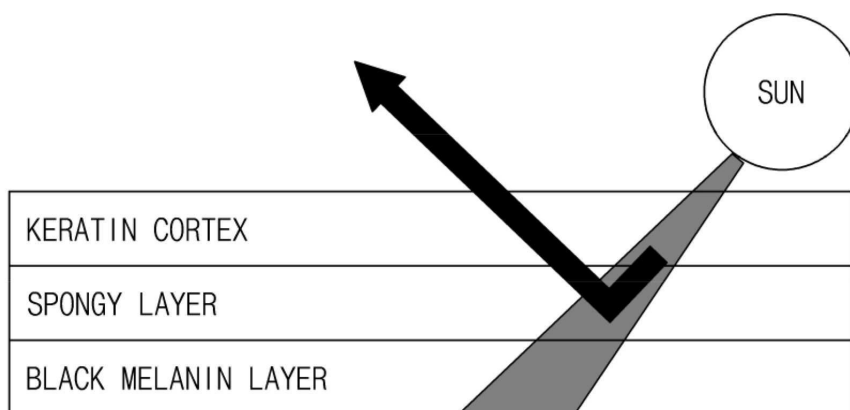
100 : 반사형 디스플레이 장치,  
110 : 제1층,  
120 : 제2층,  
121 : 반사체 소자,  
130 : 제3층

### 도면

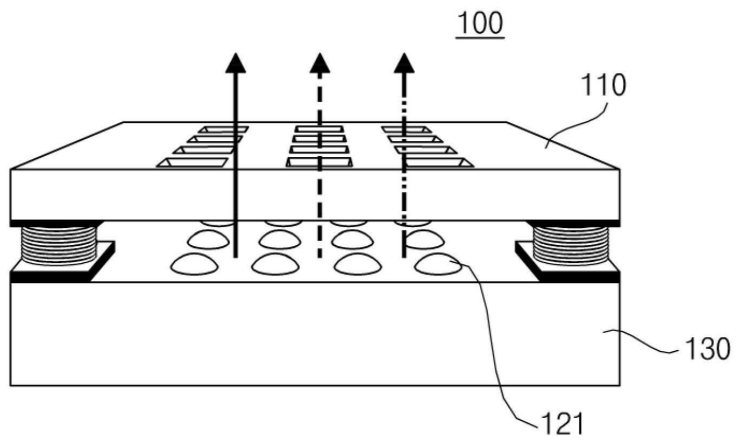
#### 도면1



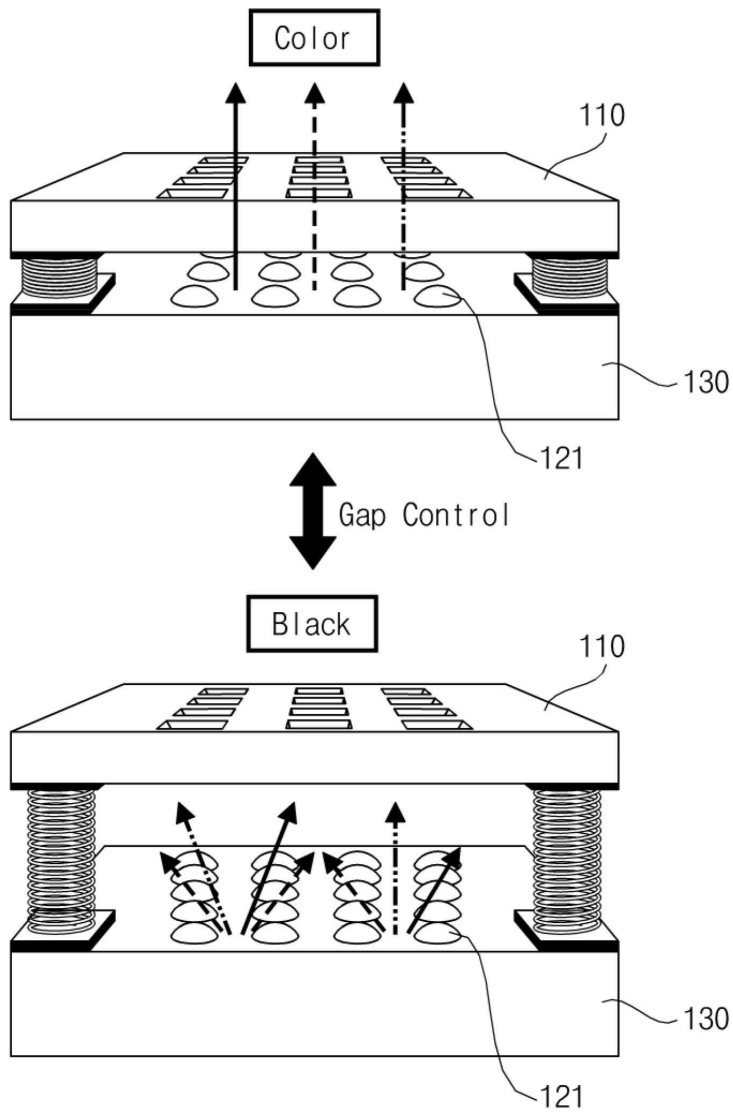
#### 도면2



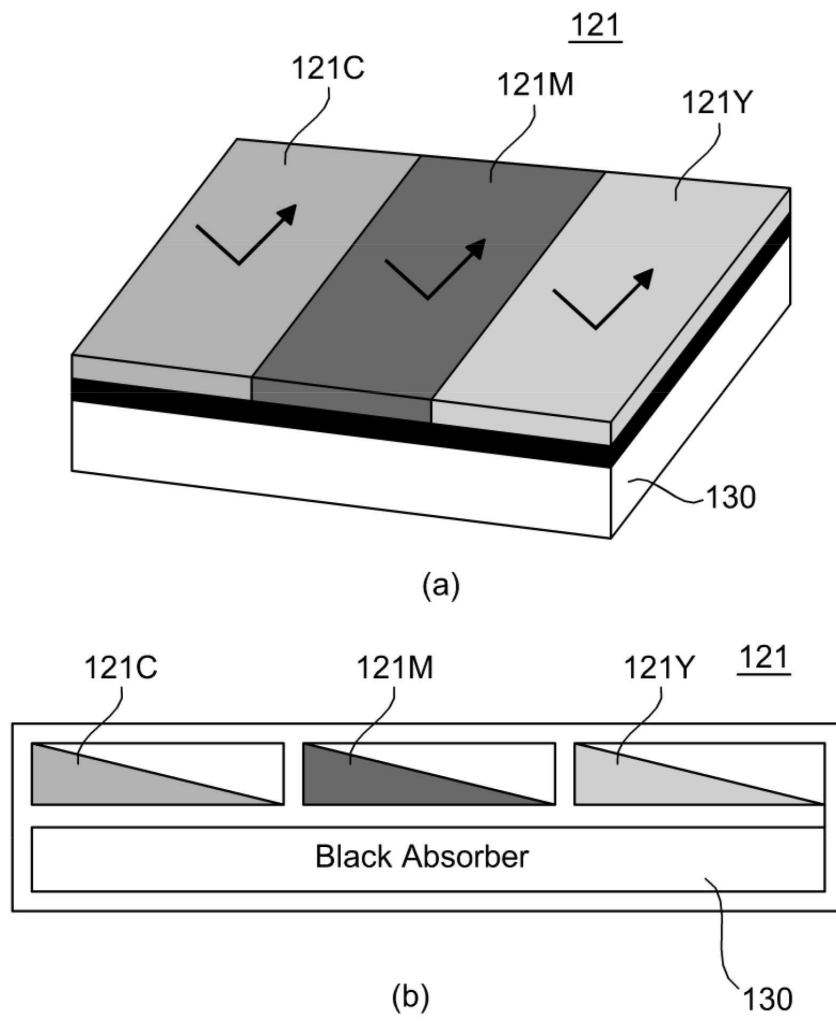
도면3



도면4



도면5



도면6

