



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년12월11일
(11) 등록번호 10-2189902
(24) 등록일자 2020년12월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/01 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G02F 1/0147 (2013.01)
G02F 1/009 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0146121

(22) 출원일자 2019년11월14일

심사청구일자 2019년11월14일

(56) 선행기술조사문헌

JP2001503878 A

KR1020190020473 A

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

박철민

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제2공학관 B217호

박태현

서울특별시 구로구 남부순환로95길 16 삼호아파트 101동 501호

(74) 대리인

김권석

전체 청구항 수 : 총 6 항

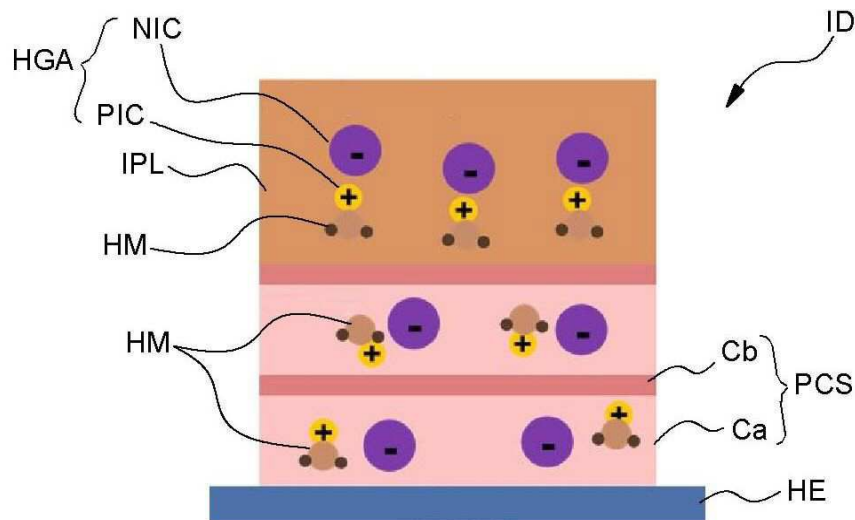
심사관 : 전범제

(54) 발명의 명칭 구조색 기반 이미지 소자, 및 이의 구동 방법

(57) 요약

본 발명은 광결정을 이용하는 구조색 기반 이미지 소자 및 이의 구동 방법에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 가열 전극; 및 상기 가열 전극으로부터 열 에너지를 공급받기 위해 상기 가열 전극에 인접 배치되고, 제 1 구조 및 제 2 구조와는 조성이 다른 제 2 구조를 포함하는 2 개 이상의 구조가 크기에 관한 주기를 갖도록 반복적 패턴을 구성하고, 상기 제 1 구조와 상기 제 2 구조 중 어느 하나는 수분 함유를 위한 흡습성 에이전트를 갖는 광결정 구조체를 포함하는 구조색 기반 이미지 소자가 제공될 수 있다.

대표도 - 도3a



(52) CPC특허분류
G02F 2202/32 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|-------------|---|
| 과제고유번호 | 2019013610 |
| 부처명 | 과학기술정보통신부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단 |
| 연구사업명 | 원천기술개발사업 |
| 연구과제명 | [Ezbaro] (총괄/3세부)인공 공감각 일렉트로닉스플랫폼 개발 (1단계)(2/3) |
| 기 여 율 | 1/1 |
| 과제수행기관명 | 연세대학교 산학협력단 |
| 연구기간 | 2019.01.16 ~ 2020.01.15 |

명세서

청구범위

청구항 1

가열 전극; 및

상기 가열 전극으로부터 열 에너지를 공급받기 위해 상기 가열 전극에 인접 배치되고, 제 1 구조 및 제 2 구조와는 조성이 다른 제 2 구조를 포함하는 2 개 이상의 구조가 크기에 관한 주기를 갖도록 반복적 패턴을 구성하고, 상기 제 1 구조와 상기 제 2 구조 중 어느 하나는 수분 함유를 위한 흡습성 에이전트를 갖는 광결정 구조체를 포함하는 구조색 기반 이미지 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 광결정 구조체에 인접하고 상기 흡습성 에이전트를 갖는 구조에 수분 공급을 하는 이온성 액체 저장층을 더 포함하는 구조색 기반 이미지 소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 광결정 구조체는 상기 가열 전극과 상기 이온성 액체 저장층 사이에서, 상기 제 1 구조와 상기 제 2 구조가 교번하는 층상 구조(lamellar structure)를 갖는 구조색 기반 이미지 소자.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 광결정 구조체는 상기 제 1 구조를 형성하는 제 1 블록 화합물과 상기 제 2 구조를 형성하는 제 2 블록 화합물 사이의 블록 공중합체를 포함하는 구조색 기반 이미지 소자.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 흡습성 에이전트는 이온결합성 화합물을 포함하는 구조색 기반 이미지 소자.

청구항 6

제 1 항 기재의 구조색 기반 이미지 소자의 구동 방법으로서,

상기 가열 전극을 인가하여 상기 광결정 구조체를 가열하는 단계; 및

가열된 상기 광결정 구조체 내의 상기 수분의 방출로 상기 광결정 구조의 상기 크기에 관한 주기를 변경시키는 구조색 변경 단계를 포함하는 구동 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이미지 소자에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 광결정을 이용하는 구조색 기반 이미지 소자 및 이의 구동 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 물체의 컬러는 상기 물체에 도달하는 가시광선 중에서 반사되는 광의 파장에 의해 발현된다. 상기 컬러는 색소에서 기인하는 색소색과 물체의 표면의 마이크로 구조에 기인하는 광의 회절, 간섭, 또는 산란 현상

과 같은 물리적 원리에 따른 구조색(structural coloration)이 있다.

[0003] 상기 구조색을 발현하는 물체의 마이크로 구조가 갖는 기하학적인 형태를 광구조(photonic structure)라고도 지칭하며, 상기 광구조가 규칙적인 배열을 가지고 3 차원으로 펼쳐진 모습을 광결정(photonic crystal)이라고도 한다. 상기 구조색은 색소색과는 달리 상기 마이크로 구조가 유지되는 한 변색되거나 퇴색되지 않으며, 상기 마이크로 구조가 갖는 패턴이나 주기를 제어하면 동일 물체로 다양한 컬러를 발현시킬 수 있는 이점이 있다. 이러한 이점으로 인해, 구조색을 이용한 발색 또는 이미징 기술이 다양한 기술 영역에서 각광받고 있으며, 특히 심미성 코팅 또는 색소재, 보안 소자, 또는 디스플레이 광학 소자로 활용하는 연구가 진행 중이다.

[0004] 종래에는, 가시광선 영역 내에서 광자 결정에 의한 구조색을 선택적으로 조절하기 위하여, 다양한 유기 용매나 이온성 액체를 팽윤제로 사용하거나 자외선(UV) 경화를 이용하는 방법, 또는 가교제를 이용하는 방법이 사용되고 있다. 그러나, 이러한 방법들로는 다양한 구조색을 동일 광결정 구조체 내에 나타내기 어려울 뿐만 아니라, 구조색을 형성하는데 부가적인 구성이 요구되는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 동일 구조체에서 다양한 구조색 구현이 가능하며, 단순한 구성 요소만으로 원하는 구조색을 발현시킬 수 있는 광자 결정을 이용한 이미지 소자를 제공하는 것이다.

[0006] 또한, 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 전술한 이점을 갖는 구조색 기반 이미지 소자의 구동 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 구조색 기반 이미지 소자는, 가열 전극; 및 상기 가열 전극으로부터 열 에너지를 공급받기 위해 상기 가열 전극에 인접 배치되고, 제 1 구조 및 제 2 구조와는 조성이나 다른 제 2 구조를 포함하는 2 개 이상의 구조가 크기에 관한 주기를 갖도록 반복적 패턴을 구성하고, 상기 제 1 구조와 상기 제 2 구조 중 어느 하나는 수분 함유를 위한 흡습성 에이전트를 갖는 광결정 구조체를 포함할 수 있다.

[0008] 일 실시예에서, 상기 구조색 기반 이미지 소자는, 상기 광결정 구조체에 인접하고 상기 흡습성 에이전트를 갖는 구조에 수분 공급을 하는 이온성 액체 저장층을 더 포함할 수 있다.

[0009] 일 실시예에서, 상기 광결정 구조체는 상기 가열 전극과 상기 이온성 액체 저장층 사이에서, 상기 제 1 구조와 상기 제 2 구조가 교번하는 층상 구조(lamellar structure)를 가질 수 있다.

[0010] 일 실시예에서, 상기 광결정 구조체는 상기 제 1 구조를 형성하는 제 1 블록 화합물과 상기 제 2 구조를 형성하는 제 2 블록 화합물 사이의 블록 공중합체를 포함할 수 있다.

[0011] 일 실시예에서, 상기 흡습성 에이전트는 이온결합성 화합물을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 다른 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 구조색 기반 이미지 소자의 구동 방법은, 상기 가열 전극을 인가하여 상기 광결정 구조체를 가열하는 단계; 및 가열된 상기 광결정 구조체 내의 상기 수분의 방출로 상기 광결정 구조의 상기 크기에 관한 주기를 변경시키는 구조색 변경 단계에 의해 수행될 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 실시예에 따르면, 가열 전극에 의해 광결정 구조체를 가열하는 것에 의해 광결정 구조체의 반복적 패턴에서 나타나는 주기의 크기를 변화시켜 구조색을 발색 또는 변경함으로써, 전기적 신호에 의한 종래의 스위칭 메커니즘에 비해 전극과 광결정 구조체 사이의 화학적인 상호작용에 의한 성능 열화의 문제점을 극복하고, 광결정 구조체의 온도 변화에 따른 수분 함유량을 조절하는 것만으로 구조색을 가역적으로 변경할 수 있는 간단한 구조의 구조색 기반 이미지 소자가 제공될 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따르면 전술한 이점을 갖는 구조색 기반 이미지 소자의 구동 방법이 제공될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 광결정 구조체를 도시하며, 도 1b는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 흡습성 에이전트(hygroscopic agent)를 예시하며, 도 1c는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 광결정 구조체들을 도시한다.
- 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 광결정 구조체의 크기에 관한 주기가 변경됨에 따른 구조색의 발색 또는 스위칭을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3a 내지 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 소자 및 이의 구동 방법을 설명하기 위한 도면들이다.
- 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 광자 결정을 이용하는 이미지 소자의 제조 방법을 설명하기 위한 도면들이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 소자의 임의 셀(PX)에 인가되는 전압 신호(V)의 크기에 따른 구조색 변화를 도시한다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 소자의 스위칭 속도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0017] 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시예는 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다.
- [0018] 도면에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다. 또한, 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "및/또는"은 해당 열거된 항목 중 어느 하나 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.
- [0019] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예를 설명하기 위하여 사용되며, 본 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다. 또한, 본 명세서에서 단수로 기재되어 있다 하더라도, 문맥상 단수를 분명히 지적하는 것이 아니라면, 복수의 형태를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprise)" 및/또는 "포함하는(comprising)"이란 용어는 언급한 형상들, 숫자, 단계, 동작, 부재, 요소 및/또는 이들 그룹의 존재를 특정하는 것이며, 다른 형상, 숫자, 동작, 부재, 요소 및/또는 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것이 아니다.
- [0020] 본 명세서에서 기관 또는 다른 층 "상에(on)" 형성된 층에 대한 언급은 상기 기관 또는 다른 층의 바로 위에 형성된 층을 지칭하거나, 상기 기관 또는 다른 층 상에 형성된 중간 층 또는 중간 층들 상에 형성된 층을 지칭할 수도 있다. 또한, 당해 기술 분야에서 숙련된 자들에게 있어서, 다른 형상에 "인접하여(adjacent)" 배치된 구조 또는 형상은 상기 인접하는 형상에 중첩되거나 하부에 배치되는 부분을 가질 수도 있다.
- [0021] 본 명세서에서, "아래로(below)", "위로(above)", "상부의(upper)", "하부의(lower)", "수평의(horizontal)" 또는 "수직의(vertical)"와 같은 상대적 용어들은, 도면들 상에 도시된 바와 같이, 일 구성 부재, 층 또는 영역들이 다른 구성 부재, 층 또는 영역과 갖는 관계를 기술하기 위하여 사용될 수 있다. 이들 용어들은 도면들에 표시된 방향뿐만 아니라 소자의 다른 방향들도 포괄하는 것임을 이해하여야 한다.
- [0022] 이하에서, 본 발명의 실시예들은 본 발명의 이상적인 실시예들(및 중간 구조들)을 개략적으로 도시하는 단면도들을 참조하여 설명될 것이다. 이들 도면들에 있어서, 예를 들면, 부재들의 크기와 형상은 설명의 편의와 명확성을 위하여 과장될 수 있으며, 실제 구현시, 도시된 형상의 변형들이 예상될 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예는 본 명세서에 도시된 영역의 특정 형상에 제한된 것으로 해석되어서는 아니 된다. 또한, 도면의 부재들의 참조 부호는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부재를 지칭한다.
- [0023] 이하, 본 발명의 설명에서 후술한 광결정을 이용한 구조색 기반 이미지 소자는 컬러, 패턴, 문자, 이미지 또는 이들의 조합으로 나타내는 정보를 저장할 뿐 아니라, 구조색 발현을 통한 정보를 표시할 수도 있다.
- [0024] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 광결정 구조체(PCS)를 도시하며, 도 1b는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 흡습성 에이전트(hygroscopic agent)를 예시하며, 도 1c는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 광결정 구조체들을 도시한다.
- [0025] 도 1a를 참조하면, 광결정 구조체(PCS)는 제 1 구조(Ca)와 제 2 구조(Cb)를 포함하며, 제 1 구조(Ca)와 제 2 구조(Cb)는 크기에 관한 주기를 갖도록 반복적 패턴을 구성할 수 있다. 제 1 구조(Ca)는 소정의 화합물로 구성된

고, 제 2 구조(Cb)는 제 1 구조(Ca)와는 다른 조성의 화합물로 구성될 수 있다. 도 1a에 도시된 광결정 구조체(PCS)의 경우, 제 1 구조(Ca)와 제 2 구조(Cb)는 각각 제 1 블록 화합물(BC_1)과 제 2 블록 화합물(BC_2)로 구성되고, 제 1 블록 화합물(BC_1)과 제 2 블록 화합물(BC_2)는 공중합되어 자기조립에 의한 층상 구조(lamellar structure)의 반복적 패턴을 갖게 된다.

[0026] 광결정 구조체(PCS)를 구성하는 블록공중합체는, 예를 들면, 폴리스티렌-블록-폴리(2-비닐피리딘) (PS-b-P2VP), 폴리스티렌-블록-폴리아이소프렌(PS-PI), 폴리스티렌-블록-폴리부타디엔(PS-PB), 폴리스티렌-블록-폴리메틸메타크릴레이트(PS-PMMA), PS-block-poly(n-alkyl methacrylate)(PS-PnAMA), 폴리스티렌-블록-폴리에틸렌 (PS-b-PE), 폴리스티렌-블록-폴리메틸메타크릴레이트 (PS-b-PMMA), 폴리스티렌-블록-에틸렌옥사이드 (PS-b-PEO), 폴리스티렌-블록-폴리(4-비닐피리딘) (PS-b-P4VP), 폴리스티렌-블록-폴리아크릴로나이트릴 (PS-b-PAN), 폴리아크릴로나이트릴-블록-폴리(n-부틸 아크릴레이트) (PAN-b-PBA), 폴리아크릴로나이트릴-블록-폴리(ε-카프로락톤) (PAN-b-PCL), 폴리에틸렌옥사이드-블록-프로필렌옥사이드-블록-에틸렌옥사이드 (PEO-PPO-PEO), 폴리디메틸실록산-블록-폴리메틸메타크릴레이트 (PDMS-b-PMMA), 폴리디메틸실록산-블록-폴리설펜 (PDMS-b-PS), 폴리디메틸실록산-블록-폴리에틸렌옥사이드 (PDMS-b-PEO), 폴리디메틸실록산-블록-폴리스티렌 (PDMS-b-PS), 폴리메틸메타크릴레이트-블록-폴리(2-하이드록시에틸메타크릴레이트) (PMMA-b-PHEMA), 폴리페닐렌-블록-폴리스티렌 (PPh-b-PS), poly(styrene-b-ethylene-co-propylene)(PS-b-PEP), poly(isoprene-b-vinylpyridine)(PI-b-PVP), polystyrene-b-poly-isoprene(PS-b-PI), poly(styrene-b-isoprene) 또는 이들의 조합들로 이루어지는 군으로부터 하나 또는 둘 이상 선택된 것을 포함할 수 있다. 바람직하게는, 광결정 구조체(PCS)는 폴리스티렌-블록-폴리(2-비닐피리딘) (PS-b-P2VP)일 수 있다. 폴리(2-비닐피리딘)은 제 1 블록 화합물(BC_1)로서 제 1 구조(Ca)를 형성하고, 폴리스티렌은 제 2 블록 화합물(BC_2)로서 제 2 구조(Cb)를 형성할 수 있다.

[0027] 일 실시예에서, 제 1 구조(Ca)와 제 2 구조(Cb) 중 선택적으로 어느 하나에는 수분 함유를 위한 흡습성(hygroscopic) 에이전트를 가질 수 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위해, 상기 흡습성 에이전트가 제 1 구조(Ca) 내에 선택적으로 함유되는 것으로 가정한다. 흡습성 에이전트는, 예를 들면, 이온결합성 화합물 또는 염이며, 상기 이온결합성 화합물은 금속 양이온을 가질 수 있다. 상기 금속 양이온은 예를 들면 Li^+ , Na^+ , K^+ 이온일 수 있다. 바람직하게는, 상기 금속 양이온은 Li^+ 이온일 수 있다.

[0028] Li^+ 이온을 포함하는 이온결합성 화합물은, 도 1b에 도시된 것과 같은, Li^+ , Na^+ , K^+ 의 양이온에 ClO_4^- , DCA^- , PF_6^- , BF_4^- , Cl^- , $CH_3C_6H_5SO_3^-$ (TOS $^-$), $CF_3CO_2^-$, $CF_3SO_3^-$, $[(CF_3CF_2SO_2)_2N]^-$ (BETI $^-$), $[CF_3SO_2COCF_3N]^-$ (TSAC $^-$), $[(CF_3)_2N]^-$ (PMFI $^-$), $[CF_3CF_2)_2N]^-$ (PEPI $^-$), $[(CF_3SO_2)_2N]$ (TFSI $^-$)와 같은 음이온이 결합된 이온결합성 화합물 또는 염일 수 있다. 다른 실시예에서, 양이온은 전술한 금속 단원자에 한정되는 것은 아니며, 1-Ethyl-3-methylimidazolium(EMIM)과 같은 화합물을 포함할 수도 있다. 전술한 예들은 예시적이며, 흡습성 에이전트는 물분자를 붙잡을 수 있으며, 제 1 구조(Ca) 및 제 2 구조(Cb) 중 제 1 구조(Ca) 내에 선택적으로 안정적으로 유지될 수 있도록, 아래 식 1에 나타낸 것과 같은 용매화 자유 에너지(Solvation free energy, ΔG)가 음의 큰 값을 가질수록 바람직하다.

[0029] [식 1]

$$\Delta G = \int_0^1 \left(\frac{\partial(\mathcal{H}_{id} + \mathcal{H}_{vdW} + \mathcal{H}_{elec})}{\partial \lambda} \right)_{NPT} d\lambda$$

[0031] 여기서, \mathcal{H}_{id} 는 용매에 용질이 들어가서 차지할 공간을 형성하는 자유 에너지(cavity formation free energy)를, \mathcal{H}_{vdw} 는 용매 속에서 용매와 용질과의 상호 작용에 관한 에너지(van der Waals interaction free energy)를, \mathcal{H}_{elec} 는 용매에 들어온 용질의 전하에 의해 용매가 극성을 띄게 됨으로써 나타나는 정전기적 상호작용에 대한 에너지(electrostatic interaction free energy)를 나타내며, 이를 합산하여 용매화 자유 에너지 ΔG 가 결정될 수 있다. 도 1b에 도시된 이온결합성 화합물들 중 Li^+ TFSI $^-$ 가 전술한 제 1 구조 내에서 큰 음의 용매화 자유 에너지를 가지므로 바람직하다.

[0032] 도 1c를 참조하면, 광결정 구조체(PCS)는, 제 1 구조와 제 2 구조를 구성하는 블록 화합물의 물비에 따라, 층상 구조뿐만 아니라, 구형, 실린더형, 또는 자이로이드형 구조를 가질 수 있다. 도 1c에 도시된 것과 같이, 광결정 구조체(PCS)는 제 1 블록 화합물(A)의 길이(f)이 증가할수록 제 1 블록 화합물로 이루어진 구형 구조가 지배

적이 되고, 제 2 블록 화합물(B)의 길이(1-f)가 증가할수록 제 2 블록 화합물(B)로 이루어진 구형 구조가 지배적이 되며, 어느 중간 정도의 길이에서는 층상 구조를 가질 수 있다. 서로 공유 결합에 의해 연결된 상기 블록 공중합체 내의 두 고분자의 상대적인 길이의 차이는 두 고분자가 상분리를 통해 미세 구조를 형성할 때, 그 계면에서의 계면 장력과 공유하게 될 IDMS(inter-dividing materials surface)에서 열역학적 에너지 균형을 이루기 위해 곡률(curvature)을 갖게 되고, 이로써 블록공중합체는 자기조립되어 층상(lamellar), 원통형(cylindrical), 구 모양(spherical) 같은 다양한 미세 구조를 가질 수 있다. 층상 구조의 경우는 각 고분자층(Ca, Cb)이 서로 다른 굴절률을 갖게 되고, 서로 다른 굴절률을 갖는 층이 교호 적층되어 구조색 구현이 가능한 반사막으로서 기능할 수 있다.

[0033] 전술한 광결정 구조체(PCS)는 소정 표면, 예를 들면, 기관(미도시) 상에 필름 형태로 코팅되거나 적층될 수 있다. 일 실시예에서, 광결정 구조체(PCS)는 스핀 코팅(spin coating), 딥 코팅(dip coating), 스프레이 코팅(spray coating), 닥터블레이드 코팅(Dr. blade coating), 롤 코팅(roll coating), 바 코팅(bar coating), 그라비아 코팅(gravier coating), 또는 슬롯다이 코팅(slot-die coating)과 같은 비제한적 방식에 의해 기관 상에 코팅될 수 있다. 광결정 구조체(PCS)는 클로로폼(chloroform)과 같은 용매 내에 블록 공중합체를 용해시키고, 이를 기관 상에 코팅한 후, 코팅된 블록공중합체 필름을 용매 숙성하고, 상기 숙성된 블록공중합체에 대해 4차화 반응(quaternization)을 수행할 수 있다.

[0034] 층상 구조의 도메인 크기가 어느 정도 이상 되어야 가시광선 영역에서 구조색을 발현할 수 있기 때문에, 광결정 구조체를 팽윤시키는 것이 필요할 수 있다. 이를 위해 4차화 반응된 블록공중합체 상에 이온성 액체와 폴리머의 혼합 용액을 코팅할 수 있으며, 시간이 경과하면, 이온들이 상기 블록공중합체 내부로 주입되고, 이로써 광결정 구조체가 팽윤되어 가시광선 영역에서 구조색이 관찰될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 이온성 액체는 전술한 흡습성 에이전트를 포함할 수 있다. 또한, 상기 코팅된 이온성 액체와 폴리머의 혼합 용액은 비제한적 예로서, Vinylidene fluoride-trifluoroethylene-chlorofluoroethylene terpolymer(PVDF-TrFE-CFE) 또는 Poly(N-isopropylacrylamide)(PNIPAM)와 같은 이온성 겔 폴리머일 수 있다.

[0035] 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 광결정 구조체(PCS)의 크기에 관한 주기가 변경됨에 따른 구조색의 발색 또는 스위칭을 설명하기 위한 도면이다.

[0036] 도 2a를 참조하면, 제 1 구조(Ca)와 제 2 구조(Cb)의 길이 피치, 즉 길이에 관한 주기가 d_{red} 일 때는 백색의 입사 광(IL)이 광결정 구조체(PCS)의 표면에서 반사되어 반사 광(RL)은 적색을 띠는 것을 예시한다. 도 2b를 참조하면, 광결정 구조체(PCS)의 길이 피치가 감소되어, 즉 길이에 관한 주기가 변경되어 d_{green} 이 되면, 변경된 광결정 구조체(PCS')의 반사 광(RL')은 녹색을 띠게 된다. 이러한 변화를 본 발명에서는 광결정 구조체(PCS)에 대한 열 공급과 상기 열 공급에 따른 주위로의 수분 방출에 의한 광결정 구조체(PCS)의 피치 감소 메커니즘을 통해 달성한다. 이에 관하여는, 이하에서 상술될 것이다.

[0037] 도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 소자(ID) 및 이의 구동 방법을 설명하기 위한 도면들이다.

[0038] 도 3a를 참조하면, 이미지 소자(ID)는 가열 전극(HE) 및 가열 전극에 인접 배치된 광결정 구조체(PCS)를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 이미지 소자(ID)는 광결정 구조체(PCS)의 제 1 구조(Ca) 내에 흡습성 에이전트(HGA)를 제공하기 위한 이온성 액체 저장층(IPL)을 더 포함할 수도 있다. 이온성 액체 저장층(IPL)은 수분(HM) 함유를 위한 친수성 재료인 흡수성 에이전트(HGA)의 저장조로서 기능할 수 있다.

[0039] 이온성 액체 저장층(IPL)에 광결정 구조체(PCS)에 접하고 있기 때문에, 시간의 경과에 따라 이온성 액체 저장층(IPL)으로부터 흡수성 에이전트(HGA)가 제 1 구조(Ca)로 전달되고, 이에 의해 제 1 구조(Ca)는 팽윤되어 가시광선 영역에서 광학적 반응성을 확보할 수 있게 된다.

[0040] 도 3b를 참조하면, 가열 전극(HE)에 전원 신호가 인가되면, 광결정 구조체(PCS) 중 제 1 구조(Ca) 내의 수분(HM)이 화살표 K1으로 나타낸 것과 같이 확산을 통하여 주변으로 방출된다. 그에 따라 광결정 구조체(PCS)의 피치는, 도 2b를 참조하여 설명한 것과 같이 감소하게 되며, 예를 들면, 녹색 광으로 변조되어 사용자에게 관측될 것이다.

[0041] 도 3c를 참조하면, 가열 전극(HE)으로의 전원 신호가 턴오프되면, 다시 화살표 K2로 나타낸 것과 같이 주변의 수분(HM)이 광결정 구조체(PCS)로 인입되고, 광결정 구조체(PCS)의 피치는 다시 복원되어 도 3a와 동일한 구조색을 가질 수 있다.

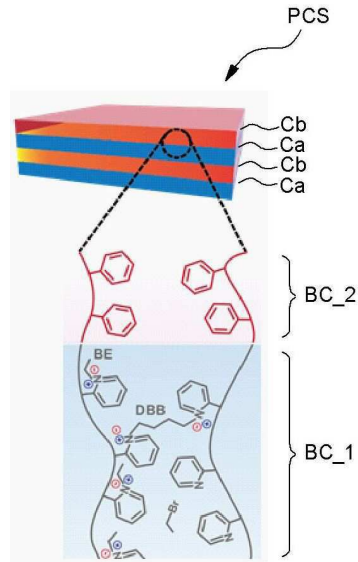
- [0042] 이와 같이, 본 발명에 따르면 가열 전극(HE)을 이용해 전원 신호를 스위칭함으로써 광결정 구조체(PCS)로의 주울 열 공급을 제어할 수 있고, 그에 따라 이미지 소자(ID)의 구조색을 스위칭할 수 있다. 전압 제어 또는 전류 제어와 같은 종래의 제어 방법에 의하는 경우, 광결정 구조체(PCS)를 사이에 두는 대향 전극쌍이 필요하며, 전극 재료로 사용되는 금속계 재료는 광결정 구조체(PCS) 내의 이온성 액체와 화학적 상호작용을 할 수 있으며, 그 결과 광결정 구조체(PCS)에 결함이나 오동작을 초래할 수 있다. 또한, 전극 재료로서 금속계 재료는 이미지 소자(ID)에 요구되는 가요성을 감소시켜 이미지 소자의 다양한 응용에 제약이 될 수 있다.
- [0043] 전술한 가열 전극(HE)은 어느 정도의 저항을 가짐으로써 열원으로서 기능하면 되며, 이의 재료에 본 발명이 한정되는 것은 아니다. 금속 성분뿐만 아니라 전도성 유기 물질을 이용한 가열 전극(HE)의 구현도 가능할 것으로 보인다.
- [0044] 본 발명의 실시예에서, 가열 전극을 픽셀화함으로써, 컬러, 이미지, 문자, 또는 이들의 조합에 해당하는 정보 데이터가 패턴화된 구조색들로 광결정 구조체를 이용하는 이미지 소자(ID)에 기록되거나, 상기 패턴화된 구조색들은 가시광선 영역 내 전 범위에서 나타나게 되어서, 패턴화된 구조색들에 의해 기록된 정보 데이터가 표시될 수도 있다.
- [0045] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 광자 결정을 이용하는 이미지 소자의 제조 방법을 설명하기 위한 도면들이다.
- [0046] 도 4a를 참조하면, 기판(10) 상에 가열 전극(HE)이 제공될 수 있다. 가열 전극(HE)은 도시된 것과 같이 미언더(meander) 패턴을 가질 수도 있으며, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 나선 패턴, 원형 패턴, 타원 패턴 및/또는 직선 패턴을 가질 수도 있다. 기판(10) 상에 제공되는 가열 전극(HE)은 이미지 픽셀(PX1, PX2)을 정의할 수도 있다. 이미지 픽셀(PX1, PX2)은 규칙적으로 배열된 어레이 형태를 가질 수도 있으며, 특정 정보를 표시하기에 적합한 여하의 배열을 가질 수도 있을 것이다. 가열 전극(HE)에는 전원 신호를 인가하기 위한 패드들(20a, 20b, 20b1, 20b2)을 가질 수 있다. 패드들 중 어느 하나는 공통 패드로서 기능할 수도 있다. 기판(10)은 유리나 같은 투명 기판일 수 있다. 다른 예에서, 기판(10)은 투명 폴리이미드와 같은 가요성 수지계 재료일 수도 있다.
- [0047] 도 4b를 참조하면, 가열 전극(HE) 상에 광결정 구조체(PCS)가 제공될 수 있다. 광결정 구조체(PCS)는 기판(10) 상에 직접 코팅되거나 캐리어 기판(미도시)에 형성된 후 기판(10) 상으로 전사될 수도 있다.
- [0048] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 소자의 임의 셀(PX)에 인가되는 전압 신호(V)의 크기에 따른 구조색 변화를 도시한다. 광결정 구조체는 폴리스티렌-블록-폴리(2-비닐피리딘) (PS-b-P2VP)의 층상 구조체이다. 층상 구조체 상에는 이온성 겔 폴리머인 PNIPAM으로 된 이온성 액체 저장층이 제공된다.
- [0049] 도 5를 참조하면, 전압 신호를 0 V에서 턴온시키면 3 V에서 녹색으로의 구조색 변화가 나타나고, 6 V로 전압 신호가 증가되면 더욱 단파장인 청색으로 구조색 변화가 일어난다. 이후 전압 신호가 턴오프되면 다시 원래의 색으로 복원되는 것을 알 수 있다.
- [0050] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 소자의 스위칭 속도를 도시한다. 도 6의 이미지 소자는 도 5의 이미지 소자와 동일하다. 전압 신호는 모두 10 V이다.
- [0051] 도 6을 참조하면, 10 V의 전압 신호 인가시, 5 초가 경과하면서부터 적색에서 녹색으로 구조색 변화가 관찰되고, 10 초에서 완전한 녹색 구조색이 얻어지며, 이때 턴오프시키면 녹색 구조색이 소멸되면서 30 초에서 완전히 초기 상태로 복원되는 것이 관찰된다.
- [0052] 전술한 실시예들에 따르면 가열 전극에 전원 신호를 인가하여 광결정 구조체를 주울 히팅시키는 것에 의해 구조색 제어가 가능하다. 전원 신호의 크기, 시간, 픽셀 전극의 모양, 및/또는 픽셀 배치에 따라 원하는 영역에 원하는 구조색을 발현시킬 수 있다. 상기 패턴화된 구조색은 컬러, 이미지, 문자, 또는 이들의 조합으로 나타나는 정보를 기록하는 메모리로서 응용되거나 상기 정보를 표시하는 디스플레이 장치로 응용될 수도 있다. 다른 응용으로서, 이미지 소자는, 가열 전극을 생략하고 발열 표면에 직접 광결정 구조체, 및 선택적으로는 이온성 액체 저장층을 더 제공함으로써, 온도 센서, 또는 인체의 온도에 감응하는 광결정 스킨, 또는 웨어러블 센서로 응용될 수도 있다. 인체 정보의 직접적 시각화 기술은 극한 상황에서 인간의 인지 능력의 한계를 극복할 수 있는 미래 기술로서 적용 가능하다. 또한, 타 감각 정보의 시각화가 가능한 인체감지 능력의 한계를 극복하는 스마트 디스플레이 및 센서는 웨어러블 디바이스뿐만 아니라, 차세대 휴대용 및 차량용 디스플레이, 광고용 스마트 윈도우, 미디어 파사드 대체기술 등에 응용될 수도 있다.

[0053]

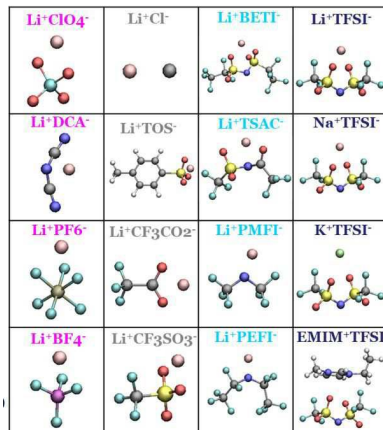
이상에서 설명한 본 발명이 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

도면

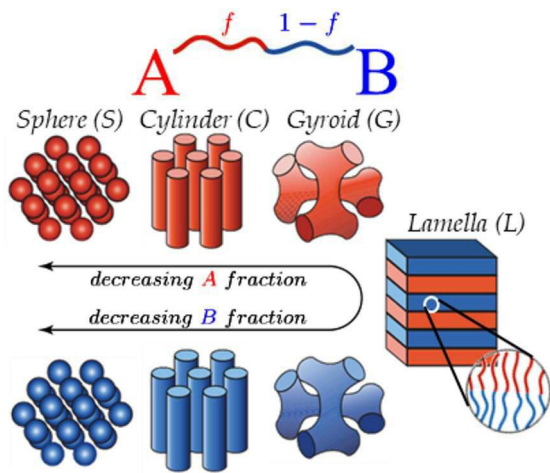
도면1a



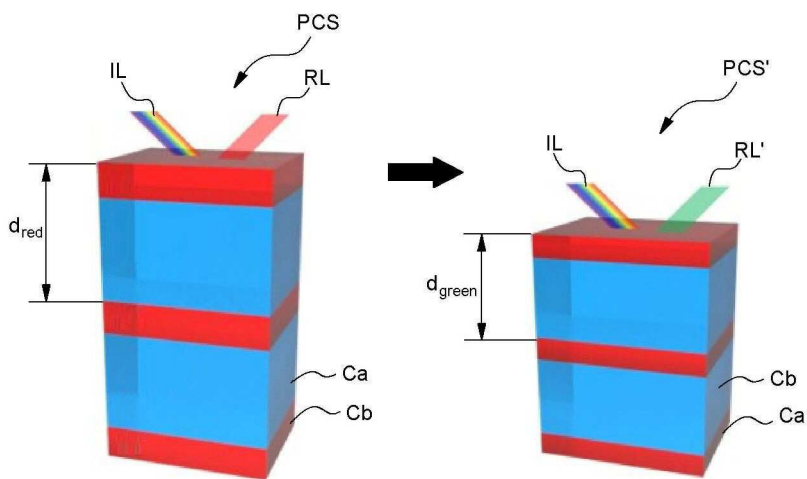
도면1b



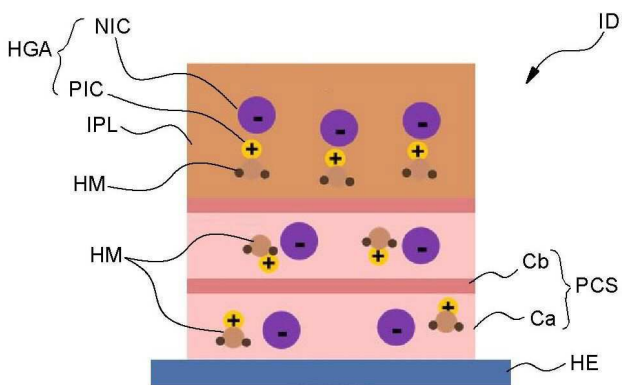
도면1c



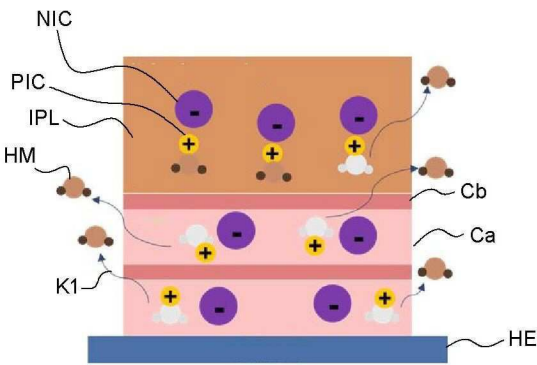
도면2



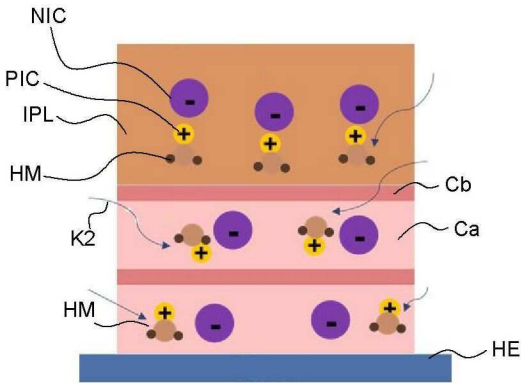
도면3a



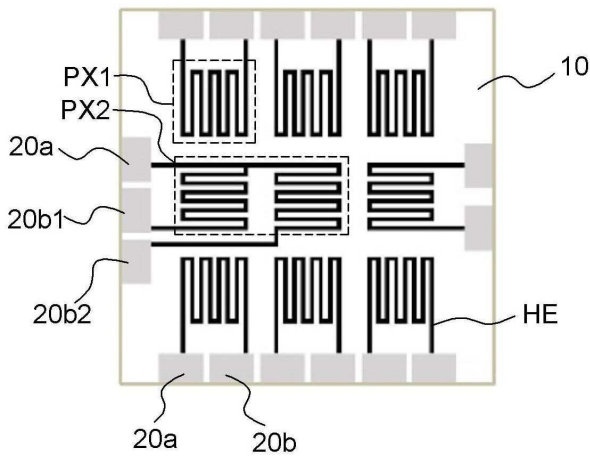
도면3b



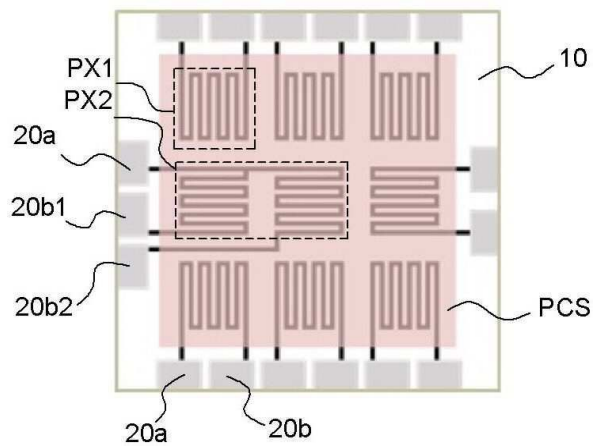
도면3c



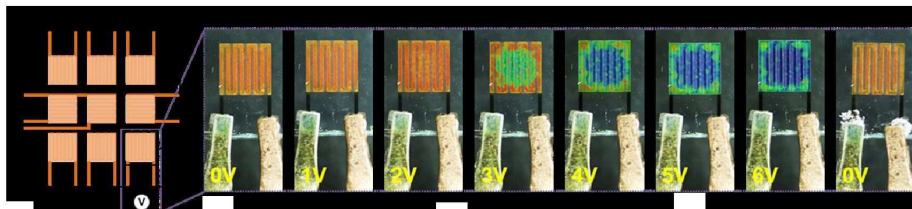
도면4a



도면4b



도면5



도면6

